

- DE AGENDA -

NEDERLAND

100% DUURZAME ENERGIE IN 2030

HET KAN
ALS JE HET
WILT!



- DE AGENDA -
NEDERLAND
100% DUURZAME ENERGIE IN 2030

Het kan als je het wilt!

COLOFON

Druk

Ecodrukkers, Nieuwkoop



Deze uitgave is gedrukt op post-consumer recycled papier wat het Forest Stewardship Council (FSC®) logo mag dragen. Verder is er gebruik gemaakt van plantaardige inkt en gedrukt zonder het schadelijke oplosmiddel IPA op een Ecocolor drukpers gevoed door 100% groene stroom. Ecodrukwerk® is klimaatneutraal.

Grafische Vormgeving

Studio Puik, Anouk van Dijk

Fotografie

Portretten Interviews: Patricia Borger

Dreamstime: ©zentilia p.78

Canstock: ©tomasmikula p.70, ©darrenp p.67

Urgenda online

Lees en download dit rapport via
www.urgenda.nl/rapport2030

Volg ons:

🐦 @Urgenda

📘 facebook.com/urgenda

📺 youtube.com/urgenda

Eerste uitgave maart 2014

Tekst

Urgenda, Marjan Minnesma

Interviews: Julia Conemans

Dit rapport, deze visie, dit actieplan, deze agenda, kortom dit document is gemaakt door mensen van Urgenda. De basis voor het rapport is gelegd door John Kerkhoven, managing partner van Quintel Intelligence. De berekeningen in het rapport zijn gebaseerd op het Energietransitiemodel van Quintel en dan specifiek het scenario dat streeft naar 100% duurzame energie in 2030. Dat scenario kan gevonden worden via de website: <http://pro.et-model.com/scenarios/155680>. We nodigen iedereen uit ook zelf met het scenario aan de slag te gaan. We danken Wouter Meyers en Alexander Wirtz van Quintel Intelligence voor het meedenken en geduldig beantwoorden van al onze vragen.

Aan het rapport hebben tientallen mensen meegewerkt. Allereerst danken wij de mensen die teksten hebben aangeleverd, zoals degenen die genoemd worden in de bijlagen, medewerkers van Urgenda en de mensen die geïnterviewd zijn. Wij danken prof. dr. ir. Rotmans voor de inspiratie en zijn commentaar op de teksten. We danken Auke Hoekstra, associate bij Urgenda voor zijn bijdragen aan de teksten over mobiliteit. Daarnaast hebben we kritische input, steun en reflectie gehad van tientallen experts van universiteiten en kennisinstituten, van experts uit de energiewereld en mensen uit het Urgenda platform. We hopen dat het eindresultaat aanzet tot nog veel meer discussie en reflectie, maar vooral tot actie; van ons allen!

‘It always seems impossible, until it’s done.’

Nelson Mandela



VOORWOORD



We kunnen veel sneller omschakelen naar een duurzame energievoorziening dan we denken. Die snelheid is ook noodzakelijk én gaat ons veel voordelen opleveren. Als we ambitieuze doelen stellen, die uitdragen en actief najagen, kan er veel veranderkracht uit de maatschappij loskomen. Daar komen zeker allerlei vormen van (technische) innovaties aan te pas, maar óók een andere mentaliteit. We gaan andere waarden voorop zetten, zelf aan de slag en geven samen onze leefwereld vorm. Het gaat daarbij om keuzes voor een toekomst op deze ene aardbol, waarbij we ook voor de volgende generaties nog voldoende grondstoffen overlaten op een prettig leefbare aarde. Het gaat over bouwen aan een nieuwe economie, waarin welzijn belangrijker is dan welvaart. Een economie waar we een rijkere invulling weten te geven aan 'groei' dan louter een plat 'steeds meer'. Waar we telkens een waarachtig antwoord proberen te geven op de vraag waar het ons nu uiteindelijk om gaat.

Een rapport, een visie, een actieplan. Dit document geeft een visie op een volledig duurzame energievoorziening in 2030. Het laat zien hoe we daar kunnen komen en welke stappen daartoe gezet kunnen worden. We onderbouwen de visie met veel cijfers. We laten zien dat het kán.

Gemakkelijk zal het niet gaan. Vraagtekens en dilemma's gaan we zeker tegenkomen, maar die los je niet op door actie uit te stellen, maar juist door te beginnen. Door de discussie aan te gaan, stappen te zetten en onderweg oplossingen te bedenken, kunnen we snelheid maken en innovatie stimuleren. Nederland heeft zeer veel kennis, inventiviteit en ondernemerschap. Laten we die ontketen en benutten voor deze transitie naar een duurzame energievoorziening, zodat we weer voorop gaan lopen in een ontwikkeling die hoe dan ook gaat komen.

Velen zullen zeggen dat 2050 een mooie streefdatum is voor die transitie: waarom moet het al in 2030, dat is toch onnodig en veel te duur? 2030 is alleen te duur als je niet bereid bent iets verder weg te kijken. Op 2050 mikken betekent de rekening en de rotzooi doorsturen naar de volgende generaties. Als wij de omslag niet snel maken, zullen de volgende generaties met onomkeerbare gevolgen opgezadeld worden, veroorzaakt door klimaatverandering en de uitputting van grondstoffen. Zij worden dan de eerste generatie die het echt minder goed zal hebben dan de vorige. Niet alleen voor wat betreft welvaart, maar zeker ook voor wat betreft hun welzijn, terwijl dat onnodig is.

Agenda is Latijn voor 'de dingen die gedaan moeten worden'. Deze visie, dit actieplan is dus ook een agenda, een urgente agenda. Het laat zien dat iedereen stappen kan zetten en roept mensen op een eigen agenda te maken. Niemand kan het alleen. De overheid niet, bedrijven niet en burgers niet. Samen kunnen we het wel: bouwen aan de nieuwe economie, met nieuwe beroepen en nieuwe banen, op 100% duurzame energie.

Laten we samen aan de slag gaan!

Marjan Minnesma,
Directeur Stichting Urgenda

INHOUD

COLOFON	4		
VOORWOORD	7		
SAMENVATTING - DE AGENDA	10		
INLEIDING	14		
Visie	15		
1. ANDERS WONEN:			
WONEN ZONDER ENERGIEREKENING	18		
Samenvatting	21		
Wat	22		
Hoe	23		
Financiering	24		
Actieplan	26		
Innovaties	26		
Wat kan ik doen?	27		
Interview Sjoerd Klein Velderman, BAM Woningbouw	28		
2. ANDERS VAN A NAAR B:			
SCHONER, STILLER EN MET MINDER ENERGIE	30		
Samenvatting	33		
Wat	34		
Hoe	38		
Financiering	40		
Actieplan	41		
Innovaties	42		
Wat kan ik doen?	43		
Interview Wouter van Lelyveld, Rentoverview	44		
3. ANDERS ETEN:			
EEN MEER PLANTAARDIGE, REGIONALE EN SEIZOENSGEBONDEN KEUKEN	46		
Samenvatting	49		
Wat	49		
Hoe	52		
Financiering	53		
Actieplan	54		
Interview gebroeders Vahl, Tuinderij Vahl	56		
Innovaties	58		
Wat kan ik doen?	59		
Interview Jaap Korteweg, Vegetarische Slager	60		
4. ANDERS PRODUCEREN:			
EEN CIRCULAIRE, BIO-BASED INDUSTRIE OP DUURZAME ENERGIE	62		
Samenvatting	65		
Wat	65		
Hoe	69		
Financiering	73		
Actieplan	73		
Innovaties	74		
Wat kan ik doen?	75		
Interview Joost de Kluijter, Techreturns	77		
5. ANDERS ENERGIE OPWEKKEN:			
VEEL ZON EN WIND	78		
Samenvatting	81		
Wat	82		
Hoe	84		
Financiering	86		
Actieplan	87		
Innovaties	88		
Interview Harm Reitsma, WindCentrale	90		
Wat kan ik doen?	93		
Interview Ruud Koornstra, Tendris	94		
100% DUURZAME ENERGIE SCENARIO - BEREKENINGEN ENERGIETRANSITIEMODEL	96		
Interview John Kerkhoven, Quintel Intelligence	106		
DILEMMA'S	108		
TENSLOTTE	115		
BIJLAGEN	116		
FIGUREN	137		
AFKORTINGEN VERKLAARD	138		
EINDNOTEN	139		

SAMENVATTING



Vraagstelling

Dit rapport, deze visie, deze agenda wil antwoord geven op de vraag: als we het willen, kunnen we dan binnen twintig jaar overschakelen op een volledige duurzame energie voorziening? Is het technische mogelijk? Blijft ons energiesysteem dan minstens even betrouwbaar? Kunnen we die overgang betalen en leidt het tot een betaalbare energievoorziening in 2030? Zijn er onoverkomelijke obstakels, waardoor het niet kan binnen twintig jaar? Stel dat we de urgentie onderkennen en het echt willen, kan het dan, 100% duurzame energie in 2030?

Waarom - Urgentie

Waarom zo'n haast, waarom binnen twintig jaar? We onderzoeken een transitie binnen twintig jaar, omdat broeikasgassen en vooral CO₂ heel lang in het systeem van de aarde en in de atmosfeer blijven (honderden tot duizenden jaren) en slechts langzaam verdwijnen. Hoe langer we wachten, hoe meer de CO₂ uitstoot uit het verleden optelt bij die van het heden en samen zo hoog worden, dat het leidt tot temperatuurstijgingen van meer dan 4 graden gemiddeld op aarde. Dit terwijl Nederland en meer dan 190 andere landen op basis van aanvaarde wetenschap hebben gesteld dat 2 graden temperatuurstijging al het maximum is. Daarboven leidt het met 50% kans tot gevaar-

lijke klimaatverandering. Wij vinden 50% kans al veel te hoog. Bovendien is 2 graden temperatuurstijging al hoger dan volgens veel wetenschappers verstandig is. Wij willen graag veel meer dan 50% kans dat het goed gaat. We willen niet gokken met de toekomst van de volgende generaties. Als we pas in 2050 serieus de CO₂ uitstoot gaan ombuigen, dan zijn we zeker te laat. Veel wetenschappers die liever geen Russische roulette spelen, pleiten daarom voor een serieuze teruggang in CO₂-uitstoot van 6% per jaar. Wij hebben dat vertaald in 100% duurzame energie in 2030: geen CO₂-uitstoot veroorzaakt door het energiesysteem in 2030.

Aanpak

Onze visie is dat we binnen twintig jaar grote omslagen kunnen bewerkstelligen, als we er samen van overtuigd zijn dat het nodig is. Sommigen zijn daarvan overtuigd vanwege de hierboven beschreven urgentie. Anderen weten dat over twintig jaar ons aardgas op is en willen de omslag maken om niet te afhankelijk te worden van andere landen. Weer anderen willen overstappen op duurzame energie omdat het meer zekerheid geeft over de kostprijs van energie en weer anderen vinden het gewoon 'leuk' om zelf hun eigen energie op te wekken. Het maakt niet uit waarom mensen overstappen op duurzame energie, als het maar gebeurt.

Onze vraag aan het bedrijf Quintel Intelligence was: stel dat wij met vele anderen erin slagen om voldoende mensen enthousiast te maken om hun huis energieneutraal te maken en elektrisch te gaan rijden en minder vlees te eten, hoeveel energie kunnen we dan samen lokaal duurzaam opwekken en wat moeten we dan nog centraal duurzaam opwekken om tot een duurzame betaalbare energievoorziening te komen in 2030? Kan die energievoorziening betrouwbaar en betaalbaar blijven? Hoeveel energie moeten bedrijven besparen en kan dat? Het Energietransitiemodel (ETM) van Quintel werkt met getallen en aannamen die zijn aangeleverd door netwerkbedrijven, energieleveranciers, Shell, GasTerra, Gasunie en allerlei andere marktpartijen. Het ETM neemt innovaties zoals energieopslag, slimme netten ('smart grids'), nieuwe vormen van duurzame energie en allerlei energie-managementsystemen nog niet mee. Het is dus een conservatief model en op ons verzoek is daar waar er keuzes gemaakt moesten worden, steeds conservatief gekozen, om niet van onrealistisch optimisme te worden beschuldigd. Op basis van onze visie en de uitkomsten van het model hebben we met tientallen experts gesproken en het verhaal verder aangescherpt.

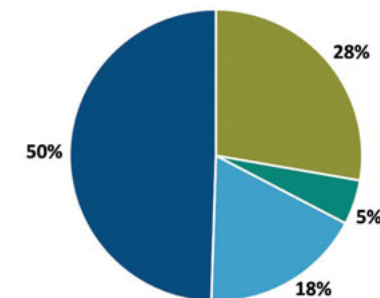
Visie

In dit rapport gaan we uit van zo'n 50% energiebesparing in twintig jaar over alle sectoren. Daarnaast is het onze visie dat we in die periode bijna alle bestaande gebouwen energieneutraal kunnen maken, dat mensen in Nederland vaker met de auto's en (nieuwe) vormen van OV gaan reizen en hun auto (als die er nog is) de komende twintig jaar vaak gaan inwisselen voor een elektrische auto. De tuinbouw en het bedrijfsleven gaan besparen en deels over op duurzame energie. Stel dat we vanuit die visie de rest van de benodigde energie duurzaam willen opwekken, kan dat?

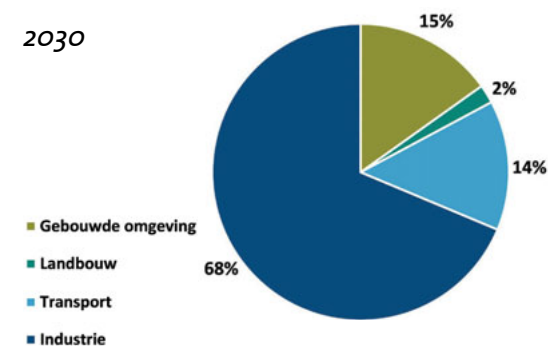
Het kan, als je het wilt!

De conclusie is dat een geheel duurzame energievoorziening in 2030 mogelijk is. Er zijn geen technische belemmeringen. Het bouwen aan deze duurzame energievoorziening levert ook veel banen op: minimaal 150.000 banen die er nog niet waren. Een duurzame energievoorziening betekent ook dat we het heft in eigen handen nemen en niet afhankelijk worden van andere landen als ons goedkope aardgas op is over een jaar of twintig. We zullen wel moeten investeren. Er is een extra investering van 2 miljard per jaar in elektriciteitsnetten en een investering van 7 miljard per jaar in duurzame elektriciteit- en warmteproductie nodig.

2011



2030



Figuur 4: Energievraag per sector in 2011 en 2030.

SAMENVATTING

	Situatie 2011	100% duurzame energie in 2030	Business as Usual 2030
Energiegebruik (ref: 2013)	0%	-47,8%	+15%
CO2-uitstoot (tov 1990)	+4,1%	-99,1%	+22,2%
Energie import	77,7%	36,8% (vnl. biomassa)	81%
Kosten	41,6 miljard euro	58,5 mrd euro	61,4 miljard euro
Biomassa-voetafdruk	0,2 x NL	2,9 x NL	0,2 x NL
Duurzame energie	4,1%	98,8%	3,7%

Figuur 13: Uitkomsten berekeningen Energietransitiemodel.

Zoals in bovenstaande tabel duidelijk wordt, levert het 100% duurzame scenario in 2030 zelfs lagere energiekosten op (58,5 mrd euro), als je dat vergelijkt met doorgaan op de huidige koers met fossiele brandstoffen (61,4 mrd euro). We worden ook veel minder afhankelijk van import. In het huidige 100% duurzaam scenario werken we nog met biomassa als back-up, voor als de zon niet schijnt en het niet waait, omdat nieuwe technieken niet meegenomen zijn. Als we echter versneld gaan werken aan het opslaan van energie, ook lokaal, en het beter omgaan met energie (in zgn. 'smart grids' en met behulp van energiemanagement systemen), dan hebben we nauwelijks biomassa nodig. Dan wordt het hoge cijfer van de biomassa voetafdruk (2,9 maal de oppervlakte van Nederland) veel lager en verdwijnt ook de import van energie, want dat is nu vooral biomassa in het 2030 100% duurzaam scenario. In het scenario 'Business as Usual' (BAU) gaan we door op de huidige manier met veel fossiele brandstoffen. Dan neemt de import van energie alleen maar toe (want ons gas raakt op), de uitstoot van CO2 ook en energie wordt steeds duurder. Er zijn dus vele economische redenen om te kiezen voor een 100% duurzaam scenario. Het is goedkoper, schoner, levert banen op en is een motor voor innovatie.

100 % duurzaam is goedkoper, schoner, levert banen op en is een motor voor innovatie.

Vijf keer anders: de agenda voor Nederland tot 2030

Hiernaast volgt in hoofdlijnen wat we minimaal moeten doen om 100% duurzame energie in 2030 te kunnen halen. Met deze agenda is gerekend. Dit kunnen we betalen en de technieken zijn er. Daarnaast bevat dit rapport nog een reeks aan andere opties en innovaties. Als we die ook een kans geven, dan kan het allemaal nog veel sneller en goedkoper. Het rapport geeft de agenda voor Nederland en agenda's voor Nederlandse inwoners. Als we samen al die stappen zetten, komen we heel ver.



NEDERLAND 100% DUURZAME ENERGIE VOOR 2030 VIJF KEER ANDERS AGENDA

- 1 ANDERS WONEN: WONEN ZONDER ENERGIEREKENING**
 - huishoudens en kantoren gaan energie besparen (resp. 35% en 60%)
 - huizen energieneutraal binnen 20 jaar
- 2 ANDERS VAN A NAAR B: SCHONER, STILLER EN MET MINDER ENERGIE**
 - 75% van alle auto's rijden elektrisch, 25% op biodiesel, bio-ethanol en bio-CNG
 - 45% van het zwaarder vervoer rijdt elektrisch en 45% op bio-CNG
 - goederenvervoer 1,5%/ jaar efficiënter
- 3 ANDERS ETEN: EEN MEER PLANTAARDIGE, REGIONALE EN SEIZOENSGEBONDEN KEUKEN**
 - 20% energiebesparing in de land- en tuinbouwsector (vooral in de kassen)
 - de resterende energievraag in kassen: 75% geothermie en WKO-installaties
- 4 ANDERS PRODUCEREN: NAAR EEN CIRCULAIR, BIO-BASED INDUSTRIE OP DUURZAME ENERGIE**
 - de industrie bespaart 2% energie per jaar
- 5 ANDERS ENERGIE OPWEKKEN: VEEL ZON EN WIND**
 - 7200 MW wind op land, 16.800 MW wind op zee, 900 MW wind aan de kust
 - 24.800 MW zonne-energie
 - biomassa als back-up totdat er voldoende opslagmogelijkheden en smart grids zijn

INLEIDING

Het is rechtvaardig ten opzichte van onze kinderen en kleinkinderen en de generaties daarna, dat we de aarde niet slechter achterlaten dan we haar hebben gekregen van onze ouders. We zijn echter op weg naar een wereld waar klimaatverandering desastreuze gevolgen zal hebben, tenzij we heel snel de uitstoot van broeikasgassen beperken. De situatie is veel ernstiger dan de meeste mensen zich realiseren. De 195 landen die het Klimaatverdrag hebben ondertekend willen gevaarlijke klimaatverandering voorkomen. Zij hebben dat gedefinieerd als de gemiddelde temperatuur op aarde niet meer dan twee graden laten stijgen ten opzichte van het niveau dat we hadden toen de industriële revolutie begon. Inmiddels is het duidelijk dat we afkoersen op meer dan vier graden temperatuurstijging, als we niet snel actie ondernemen.¹ Dit terwijl de wetenschap steeds ongeruster wordt en aangeeft dat twee graden temperatuurstijging eigenlijk al te veel is. Want zelfs als we de temperatuurstijging tot twee graden beperken, is de kans op gevaarlijke klimaatverandering nog steeds vijftig procent. Als je vijftig procent kans hebt het ravijn in te rijden, dan hang je aan de noodrem. Wij rijden gewoon door met 130 km/uur. Onverantwoord.

In recente artikelen pleiten topwetenschappers voor een maximum van 1 graad Celsius gemiddelde temperatuurstijging op aarde. Dan houden we het risico op gevaarlijke klimaatverandering klein. Dat is namelijk nog binnen de bandbreedte die de mensheid en het andere leven op aarde kent van de afgelopen 10.000 jaar in het Holocene. Twee graden lijkt niet veel meer, maar leidt tot een heel andere situatie, die de mensheid helemaal nog niet kent. Twee graden kwam zo'n 120.000 jaar geleden voor op aarde in een warme periode van het Pleistoceen. Twee graden zal voor onze beschaving tot desastreuze gevolgen leiden.²

Dit terwijl wij dat nu nog kunnen voorkomen en de aarde leefbaar kunnen houden en een volhoudbare samenleving kunnen creëren. Uitstellen van de noodzakelijke transitie leidt tot onaanvaardbare risico's en onomkeerbare schade.

Een radicale omslag is noodzakelijk binnen nu en twintig jaar.

Alle fossiele brandstoffen zullen zoveel mogelijk vervangen moeten worden door groene grondstoffen en duurzame energiebronnen. Dat is een enorme opgave. Er is vaak gezegd dat het niet kan binnen twintig jaar en dat we minstens veertig jaar nodig hebben voor die transitie. Echter, onder druk wordt alles vloeibaar, we hebben simpelweg geen veertig jaar voor deze omslag.

Transities

Uit transities uit het verleden blijkt dat als de juiste combinatie van urgentie, wilskracht en leiderschap aanwezig is, een doorbraak kan worden gecreëerd die tot een versnelde transitie leidt. In de Tweede Wereldoorlog was het Roosevelt die vier dagen na Pearl Harbor tegen de auto-industrie zei dat ze moesten stoppen met auto's produceren en moesten produceren voor de oorlogsindustrie. Ford bouwde op het hoogtepunt van de oorlog 600 vliegtuigen per maand. Dus als de noodzaak gevoeld wordt en er echte leiders zijn, kan er enorm veel veranderen en veel sneller dan iedereen vermoedt.

VISIE

In dit rapport willen we laten zien dat een omschakeling naar een nagenoeg fossiel vrije samenleving binnen twintig jaar kan in Nederland, dat het voorstelbaar en betaalbaar is en dat de technieken en de mensen om dat te doen ook aanwezig zijn. Sterker nog, het kan waarschijnlijk nog goedkoper en beter dan we hier beschrijven, omdat we in dit rapport uitgaan van de stand van de techniek en de getallen van nu en bewust werken met conservatieve aannames. Als we de

dan moeten we vanaf nu 6% minder CO₂ gaan uitstoten, ieder jaar opnieuw om in 2100 op een aanvaardbaar niveau te eindigen. Als we daar tot 2020 mee wachten, moeten we vanaf dan 15% CO₂ per jaar minder uitstoten voor hetzelfde effect. Dus hoe eerder we reduceren hoe beter en hoe meer kans we hebben om het leefbaar te houden op aarde.³ Aangezien we op gang zullen moeten komen en niet in 2014 meteen 6% zullen besparen, gaan we uit van een gestage groei van het terugbrengen van de CO₂-uitstoot. We vertalen dat in een doelstelling

Als we de innovaties meenemen die in de pijplijn zitten en die nog moeten komen, dan kan er nog veel meer.

innovaties die in de pijplijn zitten of nog komen, meenemen, dan kan er nog veel meer. Met dit rapport willen we een land met een duurzame energie voorziening in 2030 voorstelbaar maken. Hoe ziet dat er uit, welke stappen kunnen we nemen? Wat kun je zelf bijdragen? Het is duidelijk dat alleen het opschalen van duurzame energiebronnen niet voldoende is. Ook gedragsverandering en een andere levensstijl horen bij de nieuwe economie. Die nieuwe levensstijl leidt tot een andere, maar wel comfortabele en gezondere manier van leven, met meer kwaliteit. Het vraagt wel om onmiddellijke actie. Actie om het wezenlijk anders te gaan doen. Actie van alle burgers, van het bedrijfsleven en van de overheid.

Waarom moet dit binnen twintig jaar?

Het belangrijkste broeikasgas is CO₂. CO₂ breekt niet snel af en heeft nog heel lang effect op de opwarming van de aarde, vele honderden jaren of meer. Als we niet meer dan 1 tot 1,5 graden temperatuurstijging willen toestaan,

van 100% duurzame energie in 2030, oftewel geen gebruik meer van fossiele brandstoffen in 2030, stevige besparingen en alle resterende energie duurzaam opwekken, met behulp van vooral zon en wind en in mindere mate biomassa en aardwarmte. Deze CO₂-reductie en omslag naar een duurzame energievoorziening is geen luxe, maar absolute noodzaak, voor een leefbare aarde.

Iedereen aan de slag

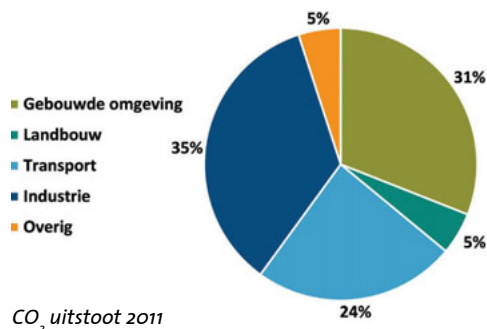
In dit rapport laten we zien hoe we een duurzame energievoorziening kunnen opbouwen, door het **vijf keer anders te gaan** doen:

1. Anders wonen
2. Anders van A naar B
3. Anders eten
4. Anders consumeren en produceren
5. Anders energie produceren

Als we versneld naar een nieuwe energievoorziening willen, kunnen we niet wachten op de overheid. Ook het bedrijfsleven kan het niet alleen. Iedereen kan stappen zetten en iedereen kan morgen al beginnen. Dat is ook nodig, om het tempo te maken, dat vereist is. Het zou wel enorm helpen als de overheid leiderschap toont en een beleid gericht op doorbraken inzet, in plaats van op incrementele verbeteringen.

In de volgende vijf hoofdstukken laten we zien dat het mogelijk is om de benodigde grote veranderingen door te voeren in onze samenleving, zonder dat we kwaliteit van leven inleveren (in tegendeel!) en met de creatie van vele banen. Om onze schets van de toekomst voorstelbaar te maken, laten we aan het einde van elk hoofdstuk met opschaalbare voorbeelden zien, dat het nu al mogelijk is de stappen te maken, die we beschrijven. Alles wat in het groot radicaal anders kan, bestaat nu al in het klein.

Er wordt veel fossiele brandstof verbruikt en CO₂ uitgestoten in de gebouwde omgeving, de vervoerssector, de voedsel- en landbouwsector en in de industrie. Deze sectoren worden daarom apart besproken in een eigen hoofdstuk: wat kunnen we doen om energie te besparen en welke vormen van duurzame energie zijn al voorhanden?



Daarnaast gebruikt de industrie ook fossiele grondstoffen voor niet-energie gerelateerde producten, zoals bijvoorbeeld voor plastics in de chemische industrie en voor meststoffen voor de landbouw. In dit rapport ligt de nadruk op de energievoorziening, niet op fossiele producten zoals olie als grondstof voor de industrie. Al zal ook in de industrie een omslag moeten plaatsvinden van het gebruik van olie als grondstof, naar het gebruik van groene grondstoffen en het bouwen aan een circulaire economie. Dat is voor een ander rapport.

In **hoofdstuk twee** laten we zien dat het energieverbruik aanzienlijk naar beneden kan in de bestaande bouw. Gas uit fossiele bronnen gaat eruit, we gaan elektrificeren. Daarnaast kunnen veel huizen en kantoren hun eigen duurzame energie opwekken. Alleen het restant hoeft dan nog duurzaam centraal opgewekt te worden.

In **hoofdstuk drie** kijken we naar de mobiliteitssector: hoe bewegen we van A naar B en kan dat zonder fossiele brandstoffen? Ja dat kan anders en beter. Naast technische oplossingen, zijn ook andere trends zichtbaar, zoals auto's delen en minder rijden, omdat ICT en thuiswerken dat mogelijk maken.

In **hoofdstuk vier** kijken we naar wat we eten. Hoe kunnen we de hoge CO₂-uitstoot in de voedselsector verminderen? Minder vlees eten en meer plantaardige eiwitten, meer eten uit de regio en veel minder weggooien (beter inkopen dus ook), zijn een aantal oplossingsrichtingen.

Hoofdstuk vijf kijkt naar de industrie. Voor de doelen van dit rapport, hoeft de industrie slechts 2% energie te besparen per jaar. Dat kan en er kan vaak ook meer, zoals meer gebruik maken van duurzame energie en veel sneller innovaties omarmen.

Tot slot blijft er na alle veranderingen in de genoemde sectoren nog een energievraag over, die duurzaam ingevuld moet worden. Kunnen we snel genoeg opschalen als we binnen twintig jaar de resterende vraag helemaal duurzaam willen opwekken? Dat wordt beschreven in **hoofdstuk 6**.

Om deze vragen ook getalsmatig en gedegen te kunnen beantwoorden en onderbouwen hebben we Quintel Intelligence gevraagd om door te rekenen in hun Energietransitiemodel wat het betekent als we een nagenoeg fossiel vrije energievoorziening nastreven in 2030. Het Energietransitiemodel is een model van het Nederlandse energiesysteem, waar meer dan 75 manjaar aan gewerkt is en waar bijna alle grote energiespelers in Nederland een bijdrage aan hebben geleverd, van Shell en GasTerra tot Stichting Natuur en Milieu. Stel dat we in alle sectoren veel energie besparen en de veranderingen doorvoeren die we beschrijven, kunnen we dan genoeg duurzame energie opwekken om fossiele brandstoffen links te kunnen laten liggen? Houden we dan een betrouwbaar energiesysteem tegen aanvaardbare kosten en kunnen we dat realiseren met de beschikbare mankracht en middelen? De onderbouwing dat het ook kan, staat in **hoofdstuk 7** en de bijlagen.

Het is een enorme opgave, maar het kan!

De versnelde overgang naar een fossiel vrije samenleving vraagt om investeringen. Nu zou dat slechts een paar procent van het BNP zijn, als we onmiddellijk starten. Als onze kinderen over twintig jaar de gevolgen van klimaatverandering moeten gaan opvangen, maken zij zeer hoge kosten, liet het Stern-rapport al zien.⁴ In 2006 becijferde Stern al dat de kosten tot 20% van het brutowereldproduct kunnen oplopen. In 2013 zei Lord Stern dat hij te voorzichtig is geweest en dat de opwarming van

de aarde sneller gaat dan werd aangenomen en ons nog meer gaat kosten, als we niets doen. Het lijkt ons niet juist de volgende generaties met de kosten en de sores op te zadelen, als wij die nu nog sterk kunnen beperken voor veel minder geld. De techniek en de kennis is aanwezig. Het enige wat nodig is, is het gevoel voor urgentie en vervolgens gedragsverandering plus een robuuste en consistente aanpak voor de komende 20 jaar. Daar zullen we samen de schouders onder moeten zetten!

*Nederland in 2030
100% op duurzame energie:
Het kan, als je het wilt!*

Daarmee is niet gezegd dat zo'n enorme omslag snel en makkelijk gemaakt is. Wij realiseren ons terdege dat het een enorme opgave is, waar we voor staan. Ook andere landen zullen de omslag moeten maken. Deze transitie is niet eerder vertoond, maar dat is geen reden om te beweren dat het niet kán. Het kan. We zijn tot veel in staat als we als samenleving samen de schouders eronder zetten. We hebben eerder in tien jaar de overgang van kolen naar gas gemaakt, we hebben de deltawerken gebouwd en nu vragen we de overtreffende trap. Als we ons werkelijk realiseren wat de volgende generaties gaan meemaken, als wij niets doen, dan zouden we nu samen de schouders eronder zetten. Dit rapport wil in ieder geval de urgentie benadrukken en de discussie aanjagen, opdat we niet over twintig jaar zeggen 'hadden we maar geweten hoe urgent het was'. We willen ook laten zien dat er geen reden is om bij de pakken neer te gaan zitten en iedereen inspireren mee te doen.



1. ANDERS WONEN

WONEN ZONDER ENERGIEREKENING

AGENDA

VOOR NEDERLAND VOOR 2030



HUISHOUDENS GAAN 35% ENERGIE BESPAREN
(O.A. DOOR ISOLATIE EN ZUINIGERE APPARATEN)



KANTOREN VERBRUIKEN 60% MINDER ENERGIE



NIEUWBOUW WORDT ENERGIENEUTRAAL
(VANAF 2020 IN EU REGELGEVING)



BESTAANDE HUIZEN WORDEN ENERGIENEUTRAAL
(BESPAREN, GAS ERUIT, ENERGIE DUURZAAM OPWEKKEN)



2014: 1000 WONINGEN WORDEN ENERGIENEUTRAAL



2015-2030: GEMIDDELD 250.000 WONINGEN PER JAAR ENERGIENEUTRAAL MAKEN



MENTALE TRANSITIE: ANDERE WAARDEN EN ANDER GEDRAG VOEREN BOVENTOON

1. ANDERS WONEN

WONEN ZONDER ENERGIEREKENING

Het bouwen, onderhouden, wonen en werken in huizen, kantoren en andere gebouwen veroorzaakt ongeveer een derde van alle CO₂-uitstoot. Deze zgn. gebouwde omgeving is dus een belangrijke factor, als we CO₂-uitstoot willen terugdringen.

In het scenario 100% duurzame energie in 2030 gaan huishoudens en kantoren 45%⁵ minder energie gebruiken, gaat de fossiele brandstof gas eruit en wekken we zoveel mogelijk zelf op in en rond de woning of het kantoor.

Nieuwbouw

Nieuwe huizen moeten vanwege EU-regelgeving sowieso energieneutraal worden vanaf 2020⁶. Dus de **nieuwbouw zal binnen 10 jaar verduurzamen**. Er zal de komende 10 jaar niet meer zoveel nieuw worden gebouwd als voorheen, vanwege de aanhoudende crisis en in sommige streken vanwege krimp van de bevolking.⁷

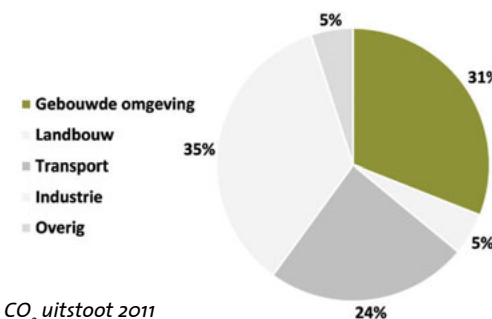
Er staan zeer veel kantoorgebouwen leeg.⁸ Daarnaast gaan steeds meer bedrijven over op het zgn. 'nieuwe werken', waardoor de behoefte aan vierkante meters kantoorruimte nog verder afneemt. Ook hier zal het volume van nieuwbouw dus waarschijnlijk niet heel groot zijn. Wat er nieuw gebouwd wordt, zal bijna vanzelfsprekend duurzaam zijn en dus veelal energieneutraal. In de bestaande kantoorgebouwen is nog veel winst te behalen.

Als we veel verschil willen maken, moeten we de bestaande woningen en kantoren aanpakken.

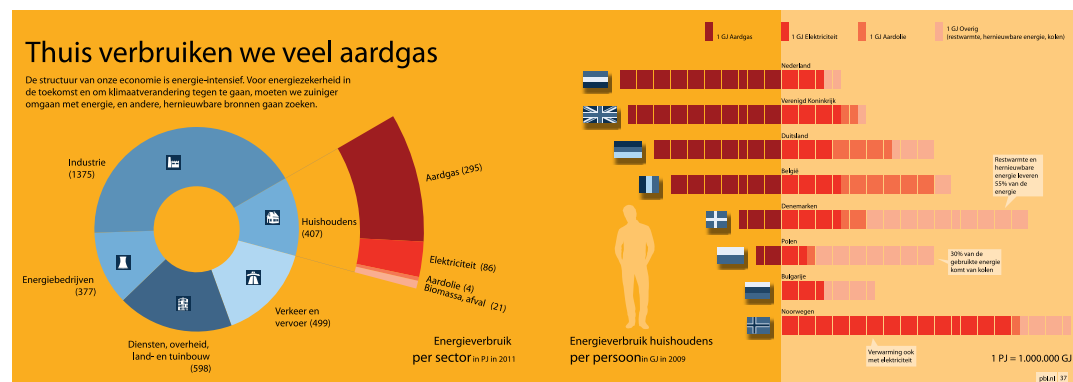
Uitdaging: de bestaande bouw

Als we dus veel verschil willen maken, zal er vooral iets gedaan moeten worden aan de bestaande woningen en kantoren. Daar wordt ongeveer 28%⁹ van alle energie verbruikt. Als we dat weten terug te dringen, maken we een grote stap.

In dit rapport verstaan we onder een energieneutrale woning, een huis dat op, in en onder de woning in een jaar net zoveel duurzame energie zelf produceert (bijv. met zonnepanelen), als die woning in dat jaar vraagt.



CO₂ uitstoot 2011



PBL 2012: Nederland Verbeeld

WAT

Als we fossiele energie uit willen bannen in de gebouwde omgeving, dan zijn er drie stappen (niet noodzakelijk in die volgorde):

- Stap 1. Zorgen dat de energievraag zo laag mogelijk wordt. Dit gebeurt enerzijds door zuinige apparaten en ander gedrag en anderzijds door te zorgen voor weinig warmteverlies (isoleren etc).
- Stap 2. De resterende energie waar mogelijk op het eigen terrein of in de eigen buurt duurzaam opwekken, met behulp van zon, wind, biomassa en/of aardwarmte.
- Stap 3. Als er onvoldoende mogelijkheden zijn op het eigen grondgebied, dan kan de rest van de energie elders groen opgewekt worden, bijvoorbeeld door een collectieve windmolen, door zonnepanelen elders te plaatsen of in laatste instantie door groene energie uit Nederland in te kopen.

Stap 1

Minder verbruiken

Het is duidelijk dat met simpele maatregelen, zoals stand-by killers op elk stopcontact, ledverlichting en iets bewuster gedrag al snel 10-20% elektriciteit bespaard kan worden. Als daarnaast de komende twintig jaar ieder nieuw apparaat A++ wordt, dan besparen we nog veel meer. Nederlanders gebruiken in huis veel meer gas (vooral voor verwarming) dan elektriciteit, dus het meeste resultaat wordt geboekt als we minder hoeven te verwarmen. Dan gaat het al snel over isoleren (binnen of buitenkant), (drie-)dubbelglas en het goed inregelen van de verwarming. Uiteindelijk willen we naar huizen zonder aardgas en gaan we op andere manieren warm water en verwarming regelen, van warmtepompen en zonnepanelen, tot infrarood panelen en WKO-installaties (warmte-koude opslag, op wijk niveau, of voor grotere gebouwen). Ook in kantoren kan nog veel bespaard worden op apparaten die dag en nacht onnodig aanstaan en onzuinige verlichting die te lang brandt.

Stap 2

Duurzaam opwekken

Voor burgers, wijken en kantoren, zijn er verschillende opties om zelf duurzame energie op te wekken. Allereerst kijken we wat er op het eigen dak kan. Afhankelijk van de ligging, schaduw en staat van het dak, zijn er allerlei mogelijkheden voor verschillende huishoudens zoals zonnepanelen voor elektriciteit en zonneboilers voor warm water. Op het gebied van warmte, kunnen warmtepompen een rol vervullen, infrarood panelen en soms zeer zuinige houtkachels. Op gebiedsniveau zijn er nog andere oplossingen, van warmtenetten (op restwarmte van de industrie, of met bio-warmtekrachtinstallaties gestookt) tot WKO's.

Zelf duurzame energie opwekken wordt een sport.

Elektriciteit is nu maar 20-30% van het energieverbruik van een woning (dat wordt veel meer als gas eruit gaat!). Toch hebben zonnepanelen op een dak een grote invloed op het energieverbruik. Niet alleen door het duurzaam opwekken van stroom, maar vooral door de bewustwording (wat verbruik je eigenlijk) en omdat het verduurzamen 'leuk' maakt. Het wordt een sport om alles zelf op te wekken, waardoor zonnepanelen vaak op een leuke manier leiden tot besparing en andere vervolgstappen.

Kantoorgebouwen zijn net als huizen heel goed energieneutraal te maken. Het verschil met veel huizen is vooral dat kantoren ook veel koeling vragen. Koeling kost meestal meer energie dan verwarming. Duurzamere vormen van koeling werken vaak met water, vooral uit de bodem, dat gebruikt wordt om het gebouw

te koelen, bijvoorbeeld met warmte-koude opslagsystemen (WKO). Dat is een relatief zuinige manier van koelen. De extra elektriciteit die daarvoor nodig is, kan met zon of wind worden opgewekt. Ook het anders benutten van het dak, bijvoorbeeld door een groen dak (planten) of juist een wit dak, helpen om een gebouw koeler te houden. Veel van die opties worden nog niet benut en zijn wel een rendabele investering.

Stap 3

Samen opwekken elders

Niet iedereen heeft voldoende dakoppervlak om zelf alle stroom duurzaam op te wekken. Ook op monumentale panden mag veel niet. Als het niet lukt op of in je eigen huis alle energie op te wekken die je nodig hebt, dan zijn er ook mogelijkheden om dat samen elders te doen. Zo zijn er collectieven die samen een windmolen beheren, je kunt lid worden van de WindCentrale (zie interview pag. 90), of je koopt in via een duurzame energiecoöperatie. Er komen wekelijks nieuwe mogelijkheden bij om met andere gelijkgestemden te kiezen voor duurzame energie. In laatste instantie kun je groene energie opgewekt in Nederland inkopen bij een energiebedrijf.

HOE

Zeven miljoen bestaande woningen

De opgave wordt om de zeven miljoen bestaande woningen zodanig te renoveren, dat ook zij energieneutraal worden. De eerste voorbeelden van dit soort renovaties zijn er al. De kunst wordt om dit op te schalen en betaalbaar te maken. Als we veel mensen willen verleiden om hun huis aan te pakken, zullen ze geholpen moeten worden, zowel met de concrete activiteiten, als met de financiering. De eerste plannen en projecten rond dit soort 'ontzorgorganisaties' zien nu het licht en dat

leidt tot eerste projecten op kleinere schaal in 2013 en 2014. Van die projecten wordt veel geleerd. Daarna is het de kunst om slim op te schalen. Als we de monumenten en echte bouwvallen buiten beschouwing laten, hebben we het al snel over 250.000 woningen per jaar, die aangepakt moeten worden de komende twintig jaar. Dat betekent dat we een vitale bouwsector nodig hebben, met vaardige adviseurs en begeleiders van burgers, met renovatie(bouw)bedrijven, installateurs, toeleveranciers van (drie)dubbelglas en isolatiemateriaal tot zonnepanelen en warmtepompen. Kortom, dit kan enorm veel werkgelegenheid creëren, waardoor de hele bouwsector in één keer uit het slop is. Sterker nog, het is een **banenmotor** voor jongeren en nieuwe mensen, die nieuwe banen kunnen krijgen in deze branche. Honderdduizend banen per jaar levert het minimaal op.

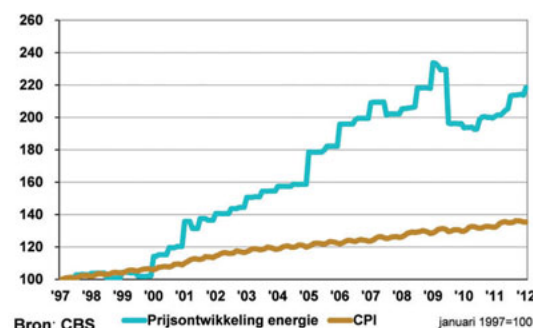
Ontzorgen en adviseren

Waarom zijn mensen nog niet bezig met het energieneutraal maken van hun woning? Enerzijds is dat een gebrek aan kennis, ervaring en goede voorbeelden in de omgeving. Men ziet het als een kostenpost, zonder voordelen. Ze besteden hun geld dan liever aan iets anders. Anderzijds is dat het feit dat er nauwelijks betrouwbare partijen zijn die mensen kunnen helpen op dit terrein. Mensen ervaren bestaande bouwpartijen niet als betrouwbare en neutrale adviseurs.

Toch besteden huishoudens nu veel geld aan hun energierekening. Als je voor gas en elektra tweehonderd euro per maand betaalt, is dat in vijftien jaar al 36.000 euro. Stel dat je voor 36.000 euro je huis energieneutraal kunt maken en geen energierekening meer hebt, is dat dan een aantrekkelijke optie? Je betaalt dat bedrag af in porties van 200 euro per maand (of liever iets minder, om het aantrekkelijk te

Na 15 jaar heb je de investering terugverdiend, ben je energieneutraal en heb je geen energierekening meer.

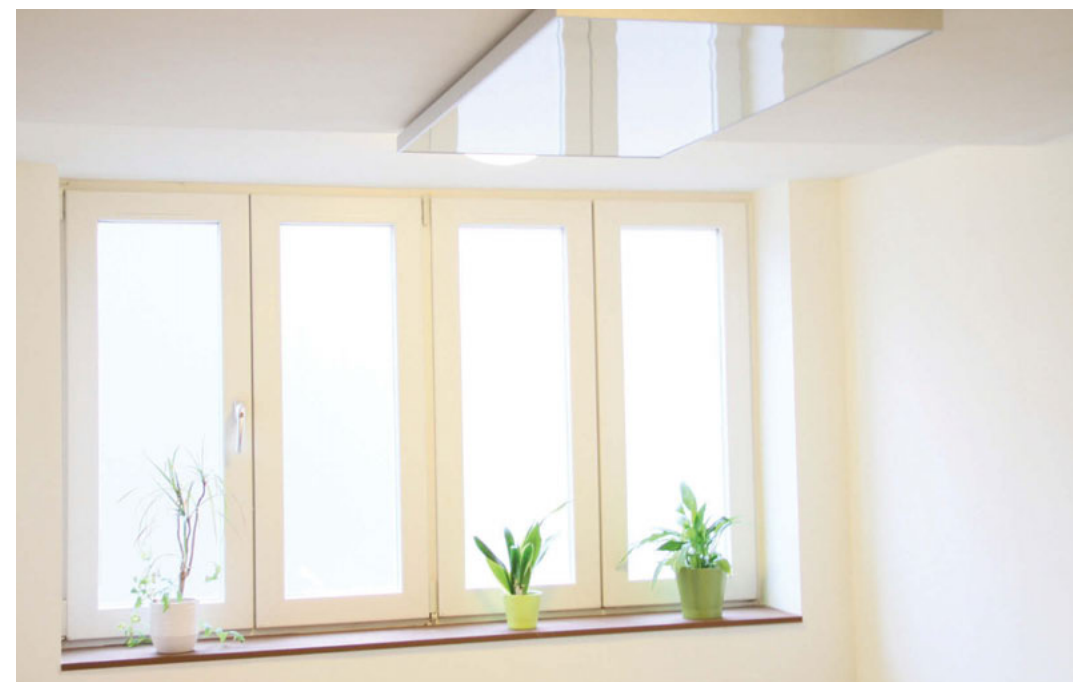
maken) en na vijftien jaar ben je klaar en heb je geen energierekening meer. Een huis zonder energierekening verkoopt beter, is vaak meer waard en je weet in ieder geval zeker dat je geen stijgende energiekosten meer hebt.



Figuur 1: Stijging energie prijzen afgezet tegen de consumentenprijsindex (CPI). Bron: CBS.

FINANCIERING

Het is dus belangrijk een makkelijk, laagdrempelig aanbod te doen en ook de financiering en de garanties zo te regelen dat een aanbod om te helpen een huis energieneutraal te maken 'an offer you can't refuse' is. Een aanbod op maat, aan de keukentafel, door betrouwbare mensen. Dit wordt nader toegelicht in bijlage 1. Dat kan voor particulieren, maar ook voor huurders en kantoorgebouwen.



Met infraroodpanelen kunt u tot 20% besparen op uw jaarlijkse verwarmingskosten. www.thermiq.nl

De **voordelen van het verduurzamen** van de gebouwde omgeving zijn zeer divers:

- Energieverbruik daalt met 45% en de **CO₂-uitstoot daalt** in de bestaande bouw in de komende 20 jaar met bijna 100%.
- De waarde van de huizen die energieneutraal zijn gemaakt stijgt met 5 à 10% (conservatief).
- Het renoveren en energieneutraal maken van 250.000 woningen per jaar levert al snel **100.000 manjaar** aan werk op per jaar (hele bouwsector, installatiebranche, begeleiding etc). Dan is de huidige werkloosheid in de bouw meteen verdwenen. Dat is de komende 20 jaar 2 miljoen manjaar aan werk.
- Kosten per gemiddelde woning voor het energieneutraal maken zijn rond de **35.000 euro**. Dat wordt in 15-20 jaar terugbetaald,

waarbij de kosten niet hoger zijn dan men voorheen kwijt was aan energie. Daarna heeft het huis geen energierekening meer. Investerings kunnen komen via eigen geld, uit leningen/fondsen (overheid, later wellicht pensioenfondsen), verhoging hypotheek of via een 'energy service company' (ESCO). Het belangrijkste is nu de stap om dit te gaan organiseren.

- Huizen die goed aangepakt zijn, leveren ook meer comfort en een gezonder binnenklimaat.

Panelen op het dak of aan de wand

ACTIEPLAN

Urgenda ziet dat veel partijen nu nadenken over het verduurzamen van de bouw en eerste initiatieven op dit gebied zijn gestart (zie bijlage 1). Dat is mooi. Urgenda is zelf bezig met 24 huishoudens op Texel, om zeer verschillende huizen energieneutraal te maken en heeft een uitgewerkt actieplan klaar om daarna vaart te maken.

Hoofdpijnen voor acties in Nederland (van alle partijen):

- 2013 – mid 2014**
- Tien proefprojecten waar straten of wijken energieneutraal gerenoveerd worden voor een bedrag rond de 35.000 euro of minder.
 - Leerervaringen verwerken en verspreiden
 - Ontzorgorganisatie opzetten, naast allerlei marktinitiatieven
 - Communicatie: burger informeren en verleiden aan de slag te gaan
 - Opzetten training en educatietrajecten voor alle benodigde mensen
 - Financiële mogelijkheden op een rij zetten en helpen ontstaan fondsen
- 2014**
- Grotere projecten: zo'n 1000 huishoudens energieneutraal maken
- 2015 - 2030**
- 250.000 woningen per jaar renoveren
 - Innovaties en leereffecten meenemen
 - Steeds meer marktpartijen haken aan
 - Door opschaling en leereffecten dalen kosten per huis
- 2033**
- Gebouwde omgeving energieneutraal

INNOVATIES – ER KAN STRAKS NOG VEEL MEER

In dit rapport nemen we innovaties niet mee in de berekeningen, om vrij conservatief te rekenen en niet beticht te worden van 'wishful thinking'. Toch lijkt het vrij zeker dat er nog veel ontwikkelingen zullen volgen die onze inschattingen aan de lage kant zullen maken. Zo verwachten we dat de opbrengst per vierkante meter zonnepanelen op daken zullen toenemen de komende twintig jaar. Dat is nu al zo in laboratoria, dat zal over twintig jaar ook op de markt verkrijgbaar zijn. Ook lukt het steeds beter om diffuus licht op te vangen waardoor de panelen steeds meer opleveren op daken die niet precies op het zuiden liggen en ook op muren. En de eerste ontwikkelingen om transparante zonnepanelen te verwerken in onze ramen kondigen zich aan.¹⁰ In de toekomst

leveren panelen tegelijkertijd betaalbaar warm water en elektriciteit, zodat er minder strijd is om de vierkante meter. Verwarmen met infraroodpanelen is voor veel plekken een goede oplossing. Door slimme netten, veel betere informatie aan de burgers (op apps, telefoon, displays in huis etc), mogelijkheden zelf energie op te slaan en allerlei andere veranderingen die de komende twintig jaar plaatsvinden, word het steeds makkelijker om je huis tot energiefabriekje om te bouwen. En als Daan Roosegaarde zijn ideeën doorzet, gaan we verlichten als vuurvliegjes of kwallen en schaffen we heel veel onduurzame vormen van verlichting af.¹¹ Kortom, als we innovaties sneller op de markt helpen, kan er nog zo veel meer!

NEDERLAND 100% DUURZAME ENERGIE VOOR 2030

WAT KAN IK DOEN?

AGENDA

1



1. ELK NIEUW APPARAAT DAT IK KOOP WORDT ENERGIEZUINIG (BIJV. A++ WITGOED)
2. AL MIJN LAMPEN WORDEN LEDLAMPEN & IK ZET STANDBY-KILLERS OP STOPCONTACTEN
3. IK ISOLEER WAT NODIG IS
4. IK GA ZELF ENERGIE OPWEKKEN MET ZONNEPANELEN VOOR ELEKTRICITEIT (PV) EN/OF WARMTE (BOILER)
5. IK STOP MET AARDGAS, GA MIJN HUIS ANDERS VERWARMEN EN KOOK ELEKTRISCH
6. IK GA SAMEN ENERGIE OPWEKKEN IN DE BUURT OF MET ANDERE COLLECTIEVEN (WIND OF ZON)



‘Het is én handel, én bittere noodzaak om wat van onze aardbol over te houden en lekker te kunnen leven.’

Sjoerd Klijn Velderman werkt al ruim 15 jaar in verschillende functies aan duurzame renovatieprojecten voor BAM Woningbouw en is sinds een half jaar als hoofd business development verantwoordelijk voor de stroomversnelling. Hij werkt aan renovatieconcepten die nul op de meter garanderen. Zijn eigen energie slurpende woning uit 1904 maakte hij ook geheel energieneutraal.

Wat was uw overweging?

‘Ik had een energierekening van bijna 400 euro per maand. Naar aanleiding van die hoge rekening moest ik iets doen. De eerste stap was besparen, maar dat ging ten koste van comfort. De radiator in de badkamer hoeft bijvoorbeeld geen 24 uur per dag aan te staan, want je bent er maar tien minuten per dag. Maar in die tien minuten sta je dan wel in een koude ruimte te douchen.’

Wat was de oplossing?

‘Een jaar of acht geleden ging ik mijn huis isoleren. Ik berekende dat mijn energieverbruik in tien jaar tijd bijna 50.000 euro kostte. Dat geld investeerde ik om de woning energieneutraal te maken. Ik heb mijn woning uit 1904 een dikke schil gegeven en zonnepanelen op het dak gezet. Voor de koude dagen heb ik een houtvergasser om bij te stoken. Op den duur wil ik deze inruilen voor een warmtepomp.’

En in uw werk?

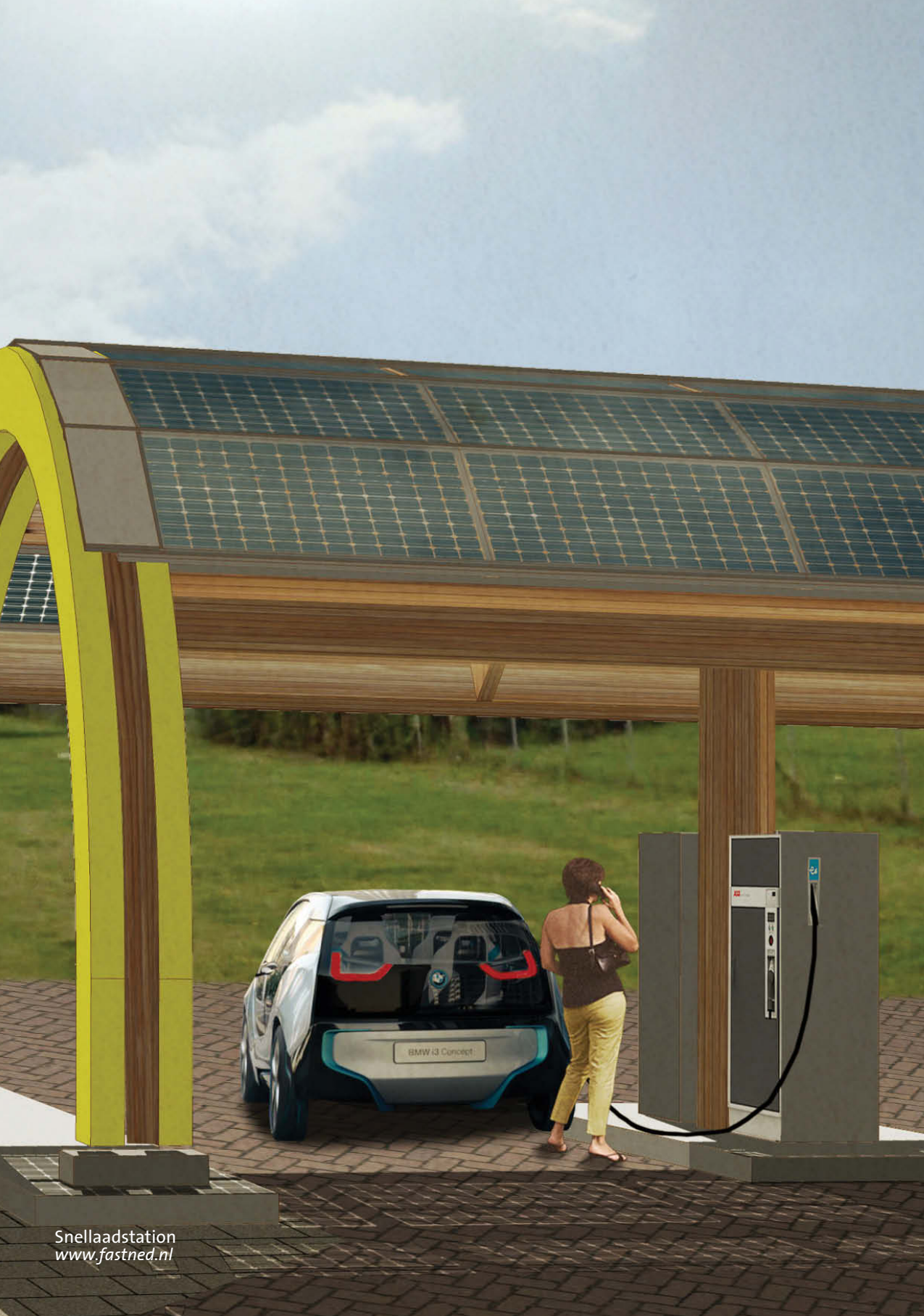
‘Ik gebruik mijn eigen huis vaak als voorbeeld om coöperaties te overtuigen om het bedrag van de energierekening te investeren in isolatie en duurzame woningen. Op bestaande woningen is nog heel veel winst te behalen. Ik maak voor renovatieplannen net zo’n berekening als ik voor mijn eigen woning deed. Bij een project van 188 huurwoningen met een gemiddelde energie rekening van 2200 euro schrokken de huurders en de coöperatie flink van die berekening. De coöperatie investeerde dat geld liever in verduurzaming.’

Bent u tevreden over het resultaat?

‘Ik baal achteraf alleen van de keuze voor dubbel glas in plaats van drie laags glas. Verder ben ik heel tevreden. Qua geld is het een groot voordeel. Ik had het volledige bedrag voor de aanpassingen geleend en dat is nu bijna afgelost. Ik heb nog wel een energierekening, maar daar staat altijd een 0 op. Ik ervaar ook meer comfort: ik hoef niet meer over mijn energierekening na te denken, mijn woning heeft altijd een aangename temperatuur en sinds de isolatie zijn astmatische klachten en verkoudheden verdwenen. Bovendien hoef ik in de winter niet meer naar de zolder om ijspegels weg te halen. Dat comfort is heel waardevol.’

Moet heel Nederland dit doen?

‘Er zijn geen motieven om het niet te doen en heel veel om het wel te doen. Tenzij je van een vochtig en donker huis houdt. Ik heb in de praktijk nog nooit een voorbeeld gezien waarbij ik het afraadde. Het is mijn ambitie voor de komende tien jaar om mensen enthousiast te krijgen voor de energietransitie. Veel professionals die met duurzaamheid bezig zijn, doen niks in hun privéleven om bij te dragen. Voor hen is het niets anders dan booming business, maar als je er zelf niet in gelooft, kun je anderen er ook niet in meeneemen. Het is én handel, én bittere noodzaak om wat van onze aardbol over te houden en lekker te kunnen leven. Ik heb mezelf aangetoond dat het mogelijk is om energieneutraal te wonen en dat vertel ik in alle processen waarin ik werk.’



2. ANDERS VAN A NAAR B

SCHONER, STILLER EN MET MINDER ENERGIE

AGENDA

VOOR NEDERLAND VOOR 2030



75% VAN ALLE AUTO'S RIJDEN ELEKTRISCH



25% VAN ALLE AUTO'S RIJDEN OP BIODIESEL, BIO-ETHANOL EN BIO-CNG.



45% VAN HET ZWAARDER VERVOER RIJDT ELEKTRISCH EN 45% OP BIO-CNG, DE REST OP EEN MIX VAN BIODIESEL EN BIO-ETHANOL.



GOEDERENVERVOER WORDT 1,5% PER JAAR EFFICIËNTER



2. ANDERS VAN A NAAR B; SCHONER, STILLER EN MET MINDER ENERGIE

Het goederen- en personenvervoer zijn samen verantwoordelijk voor 24% van de totale uitstoot van CO₂, exclusief internationale scheepvaart en luchtvaart.¹² Daarnaast veroorzaakt de sector veel uitstoot van fijnstof, NOx, is er overlast door geluid en stank en veel ruimtebeslag in de vorm van wegen en parkeerplaatsen. Van de totale hoeveelheid energie nodig voor transport binnen Nederland is ruim 70% voor rekening van personenauto's. Iedere verbetering op dit gebied, draagt dus behoorlijk bij aan de doelstelling voor 100% duurzame energie.¹³



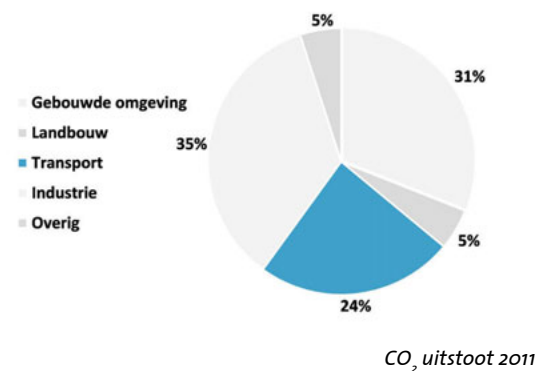
PBL 2012: Nederland Verbeeld

In dit rapport is in het **Energietransitiemodel** gerekend met auto's die in 2030 75% elektrisch rijden en de overige 25% op biodiesel, bio-ethanol en bio-CNG. Trucks rijden 45% elektrisch en voor 45% op bio-CNG, verder op een mix van biodiesel en bio-ethanol. Goederenvervoer over de weg groeit met 0,2% per jaar en ook verder groeit de sector gering (meer deelauto's en combinaties met openbaar vervoer, etc) en wordt zo'n 1,5% per jaar efficiënter.¹⁴ Internationaal transport laten we buiten beschouwing.

Op de lange termijn (2050) verwacht Urgenda dat we naar een nieuw en duurzamer vervoerssysteem zullen evolueren. Een hybride systeem: een kruising van openbaar en individueel vervoer. Een vorm van individueel vervoer is mogelijk in de vorm van zelfsturende modules of 'wagentjes', die individueel gebruikt kunnen worden in dunbevolkte gebieden of op minder drukke tijden. In de spits en op grotere en drukkeren wegen worden deze zelfstandige

en zelfsturende modules aan elkaar gekoppeld. Dan vormen die 'wagentjes' een soort treintjes, die niet onderling botsen en minder ruimte in beslag nemen, doordat ze direct aan elkaar gekoppeld kunnen worden en minder loze tussenruimtes kennen. Ook Google werkt aan auto's zonder bestuurders.¹⁵ Mobiliteit is in de toekomst een dienst in plaats van een product en faciliteert onze leefwijze. Mensen hebben dan vaak geen vervoersmiddelen meer in eigendom, maar huren, leasen en kopen 'mobiliteit' in, bij mobiliteitsmakelaars en andere servicebedrijven op dat gebied. Je geeft aan hoeveel tijd en geld je hebt, en welk comfort je verlangt en de makelaar regelt je reis en de vervoersmiddelen. Deze servicebedrijven en allerlei innovatieve bedrijfjes die onderdelen leveren voor allerlei nieuwe vormen van vervoer, vormen samen een substantieel deel van de nieuwe groene economie.¹⁶ Duurzame mobiliteit biedt bewegingsvrijheid, verrijkt en faciliteert allerlei vormen van

beleving (reizen is 'fun') en verbindt mensen met elkaar en mensen met plaatsen. In de toekomst is er meer variëteit: meer verplaatsing over het water, onder de grond en door de lucht. Daarnaast zou er een beter en moderner openbaar vervoersysteem (OV) moeten komen, voor korte en langere afstanden (langzaam en snel) naast elkaar. Aangezien we in dit rapport naar 2030 kijken en een nieuw OV-systeem



waarschijnlijk meer tijd kost, laten we dat nu buiten beschouwing, al kunnen zelfsturende modules ook een vorm van openbaar vervoer gaan vormen en dat kan volgens experts wel sneller in gebruik komen dan je nu verwacht, dus voor 2030. Ook nieuwe manieren van werken (waarbij je op afstand samenwerkt aan documenten en waarbij videoconferencing even gewoon is als telefoneren nu) en minder vaste werktijden, gaan leiden tot minder kilometers. Mensen hoeven in de toekomst niet allemaal meer 4 of 5 dagen in de week van 9 tot 5 naar een locatie die de werkgever heeft uitgekozen en reizen dus minder en/of op andere tijden.

Waarom zelf voor veel geld een auto kopen terwijl deze 95% van de tijd stilstaat?

WAT

Op het gebied van vervoer zien we tot 2030 een aantal mogelijke veranderingen, zowel in het personenvervoer, als in andere vormen van transport.

1. Overstappen op deelvervoer

In de stad is parkeren moeilijk en duur. Steeds meer mensen stappen daar over op openbaar vervoer en een vorm van deelvervoer. Nieuwe deelauto concepten zoals Car-to-Go, SnappCar, MyWheels, Wheels4All en reeds langer bestaande deelauto bedrijven zoals GreenWheels krijgen steeds meer voet aan de grond. Waarom zelf een auto kopen als deze 95% van de tijd stilstaat voor veel geld? Waarom het hele jaar in een te grote auto rijden voor die paar weken vakantie? De markt voor deelauto's zit duidelijk in de lift met een groei in 2012-2013 van 25% naar 2.600 deelauto's.^{17 18 19} De verwachting is dat de groei doorzet.

2. Elektrische fiets voor woon- werkverkeer tot 20 km

De elektrische fiets maakt het bij redelijk goed weer aantrekkelijk om de fiets te pakken in plaats van de auto, vooral bij ritjes van 10 tot 20 kilometer. En het is bijna honderd keer zuiniger dan elektrisch rijden met de auto. Ook elektrische fietsen kun je huren en delen. Het aanleggen van fietssnelwegen, zoals nu gebeurt, bv. tussen Rotterdam en Den Haag, zal een grote stimulans betekenen voor fietsen tussen woon- en werkplek. Ook het aantal overdekte elektrische ligfietsen (waar Nederland wereldwijd marktleider in is) zal naar verwachting sterk toenemen.

3. Openbaar vervoer ook elektrisch

Zowel tram, metro als trein rijden doorgaans al elektrisch en kiezen steeds vaker voor groene stroom. Daarnaast zijn de eerste elektrische

bussen in Den Bosch en op Schiermonnikoog al een feit. De bussen in Den Bosch kunnen zelfs al rijdend opladen, door een elektromagnetisch systeem in het wegdek. Als de overheden in hun aanbestedingseisen nu voortaan vragen om elektrische bussen, dan kan voor 2030 het openbaar vervoer elektrisch zijn en kunnen vervoersbedrijven zelf de energie duurzaam opwekken of inkopen.

4. Overstappen op elektrische auto's

Voor zover mensen toch nog een eigen auto willen rijden, is de elektrische auto de meest efficiënte oplossing.¹⁸ De meeste leaserijders krijgen om de 3 à 5 jaar een nieuwe auto. Mensen die zelf hun auto kopen, wisselen gemiddeld om de 8 jaar van auto. Als we honderd procent op duurzame energie willen overstappen in 2030, zullen deze mensen de komende 16 jaar, de overstap moeten maken naar een elektrische auto of naar een andere vorm van duurzaam (deel)vervoer. Het wordt een uitdaging om dat voor elkaar te krijgen, maar het is goed mogelijk. De prijzen zijn de laatste 3 jaar al flink gedaald en accu's worden steeds beter. Voor leaserijders is elektrisch rijden nu al niet duurder, voor particulieren duurt dat iets langer, maar voor 2030 moet dat kunnen. Elektrisch rijden heeft vele voordelen, de belangrijkste geven we kort weer:¹⁹

- Elektrische auto's rijden sportief (superieure prestaties) en zijn zeer zuinig. De elektromotor is bij elk toerental en bij elke belasting 90% efficiënt. De brandstofmotor in de hedendaagse auto heeft slechts een efficiëntie van 15 tot 35%, afhankelijk van het toerental en het vermogen. Een elektromotor reageert ook sneller en de automaat krijg je er gratis bij;
- Een elektrisch aangedreven voertuig heeft aanzienlijk lagere brandstofkosten, het is ongeveer vier tot vijf keer zo goedkoop als rijden op benzine en het verschil in prijs neemt in de tijd toe;

Mensen hebben dan vaak geen vervoersmiddelen meer in eigendom, maar huren, leasen of 'kopen mobiliteit'.

- Er zijn nauwelijks onderhoudskosten (geen olie, bougies, distributieriem, remblokken of uitlaat vervangen, niet doorsmeren enz.);
- Minder geluid en minder stank, geen uitstoot fijn stof;
- Hogere betrouwbaarheid. Er kan gewoon veel minder stuk;
- Veel meer mogelijkheden, ook in de toekomst, voor allerlei intelligente toepassingen zoals kort achter elkaar rijden zonder te botsen, individuele auto's samensmeden tot treintjes, etc.
- Minder CO₂-uitstoot. De elektrische auto zelf stoot geen CO₂ uit. De opwekking van elektriciteit kan wel uitstoot veroorzaken. Bij de huidige energiemix in Nederland stoot de elektrische auto al veel minder CO₂ uit dan soortgelijke benzine auto's (zie bijlage 2). Indien je de energie opwekt met wind of zon, is de uitstoot nog maar 10 à 20 gram CO₂ per kilometer, ruim tien keer zo laag als de zuinigste diesel of hybride auto. Bij elektrificatie van het wegvervoer kan de uitstoot van 20 mln ton CO₂ per jaar minstens 15 mln ton omlaag en waarschijnlijk meer, mits we de energie duurzaam opwekken.
- Veel elektrische auto's vormen samen een groot batterijpark, wat een stabiliserende werking kan hebben op het slimme elektriciteitsnet van de toekomst. In combinatie met dat slimme net kunnen elektrische auto's ook gebruikt worden om overtollige energie uit zon en wind op te slaan.

Als 80% van de bevolking in 2030 gebruik gaat maken van elektrisch vervoer, elektrische deelauto's en fietsen, dan is een besparing van ongeveer 65% in energiegebruik t.o.v. 2010 mogelijk. De resterende 35% wordt dan duurzaam opgewekt met duurzame elektriciteit.



5. Radicaal kleinere auto's

Hoewel we bijna altijd in ons eentje rijden, maken we gebruik van auto's die geschikt zijn voor vijf personen: metalen dozen die maar liefst 20 maal zo zwaar zijn als wijzelf. Verschillende firma's komen de komende jaren met kleine elektrische auto's voor twee personen die twintig keer minder energie gebruiken dan een gewone auto. Het gaat hierbij niet om 'invalidewagentjes', maar om auto's die voor hun doel (het vervoer van één à twee personen) superieur zijn aan gewone auto's. De adoptie van deze voertuigen zal worden versterkt door de opkomst van elektrisch rijden en van deelauto's. Voor op de snelweg zullen we motoren met een aerodynamische en veilige overkapping gaan zien. Deze overkapte motoren worden in evenwicht gehouden met gyroscopen en zullen de prestaties en 'fun-factor' van de motor combineren met het comfort en de veiligheid van de moderne auto. Dat ze langs de file kunnen rijden en makkelijk en goedkoop te parkeren zijn is natuurlijk meegenomen. Voor de stad zullen we voertuigen zien verschijnen waarbij de wielen niet achter elkaar (zoals bij een motor) maar naast elkaar (zoals bij een

Segway) staan. Deze zullen veel wendbaarder (ze kunnen draaien zonder voor of achteruit te rijden), lichter (slechts twee wielen en zitplaatsen) en goedkoper zijn dan de huidige auto's.

6. Internationaal personenvervoer

Veel internationaal personenvervoer vindt plaats per vliegtuig. In 2012 werden 55 miljoen passagiers vervoerd. Er zijn nu nog weinig geschikte alternatieve brandstoffen voor vliegtuigen die al op grote schaal ingezet kunnen worden. Tot 2030 zal de duurzaamheidswinst internationaal vooral gevonden moeten worden in minder vluchten. Vluchten in Europa onder de 1500 km kunnen vaak comfortabel en makkelijk vervangen worden door hogesnelheidstreinen. Vliegtuigen vragen steeds meer in- en uitcheck tijd en verbieden het meenemen van vloeistoffen in handbagage, waardoor treinen steeds aantrekkelijker worden binnen Europa. Voor langere en internationale vluchten zijn er helaas niet veel realistische alternatieven op dit moment. CO₂-beprijzing en belasting op kerosine kunnen veel effect hebben, maar of die komen is zeer onzeker, vanwege een gebrek aan politiek draagvlak.

7. Goederentransport

Het goederentransport over land kan nog een verschuiving doormaken van vrachtauto's naar binnenscheepvaart. Een container vervoeren per binnenvaartschip is minder energie-intensief dan het vervoer per vrachtwagen. Schepen kunnen overstappen op bio-LNG of bio-CNG. Vrachtauto's kunnen nog iets zuiniger worden gemaakt en/of overstappen op bio-LNG of bio-CNG. Dat is ook noodzakelijk omdat de normen voor CO₂ en fijnstof voor het vrachtverkeer de komende jaren vanuit Brussel aanzienlijk zullen worden aangescherpt. Zonder een verschuiving van weg- naar watervervoer kan

Nederland onmogelijk aan deze aangescherpte normstelling voldoen.

Goederenvervoer door de lucht zal zoveel mogelijk beperkt moeten worden, door het te beprijsen. In de toekomst zullen alleen de zeer kwetsbare producten op bio-kerosine vliegen (duur), terwijl de rest per schip gaat. Schepen kunnen overstappen op bio-brandstoffen en daarnaast gebruiken ze steeds vaker wind om het brandstofgebruik te verlagen. Kleinere vrachtauto's en bestelwagens in binnensteden of rondom steden kunnen elektrisch rijden. Steden kunnen dat stimuleren met beleid (venstertijden, waarbij in de spits en op andere populaire tijden



Het bedrijf Skysails bevestigt grote kites aan vrachtschepen. In optimale windcondities kan tot de helft van de kracht van de machine worden vervangen door windkracht, is de ervaring die is opgedaan. De kite staat veel hoger in de lucht dan de zeilen van een groot zeilschip. Op grote hoogte is de windsnelheid hoger, en de trekkracht neemt nog sterker toe. In eerste proefvaarten naar Zuid-Amerika werd 1500 dollar per dag aan brandstof bespaard. Vrachtschepen zijn grootverbruikers van stookolie, dat qua samenstelling veel vuiler is dan diesel.

alleen elektrische voertuigen toegelaten worden etc). Het resultaat is veel minder uitstoot van CO₂ en fijn stof en veel minder geluidsoverlast. Tegelijkertijd met al deze positieve ontwikkelingen/bewegingen krijgen we te maken met het feit dat mensen steeds meer producten bestellen via internet en dat al deze pakketjes individueel moeten worden afgeleverd. Dit geeft extra transportkilometers. Daar staat weer tegenover dat mensen daardoor zelf minder hoeven te reizen naar winkels. Als de professionele vervoerders een goed logistiek systeem opzetten, zou dat gunstiger moeten zijn dan allerlei individuen die apart naar de winkels gaan. Daarbij kan o.a. ook gedacht worden aan lokale of regionale afhaalcentra ('hubs'), waar consumenten zowel boodschappen als andere goederen tegelijkertijd kunnen afhalen. Door het gebruik van meer (vloeibaar) biogas, zuiniger schepen en vrachtauto's en elektrische vrachtauto's voor binnensteden kan het energiegebruik dalen en verduurzamen in 2030.

8. Minder verslepen, meer lokaal produceren

Naast het verduurzamen van het vervoerssysteem door voertuigen en brandstoffen aan te passen, kan natuurlijk ook gekeken worden naar trends die voorzien dat we minder goederen gaan vervoeren, omdat we meer zelf lokaal gaan produceren en maken. Ten eerste zien we een trend naar lokaal en regionaal eten, wat minder voedselkilometers op kan leveren. Daarnaast is de 3D-printer in opkomst. Als zowel componenten als producten lokaal geprint kunnen worden, bijvoorbeeld op basis van lokale (groene)grondstoffen of afvalproducten, dan hoeft er minder verslept te worden van lage lonen landen naar Nederland.

HOE

Er is niet één oplossing om het mobiliteitssysteem te verduurzamen. Een reeks van maatregelen en veranderingen is noodzakelijk. Er is al een beweging gaande in een duurzamere richting, die dient bestendig en versneld te worden.

Elektrisch vervoer

- Stimuleren van een economisch cluster rond elektrisch vervoer. Rond Eindhoven zijn veel bedrijven actief die een onderdeel vormen van de nieuwe economie in opkomst, rond de elektrische auto. De TU Eindhoven en de High Tech Automotive Campus spelen daarbij een belangrijke rol. Overheden en bedrijfsleven zouden die ontwikkeling maximaal steun moeten geven.
- Stichting E-laad had de opdracht 10.000 publieke laadpalen neer te zetten in Nederland. Op ongeveer een kwart van deze missie, staken de Kamer en het kabinet daar een stokje voor. Een goede basisinfrastructuur is heel belangrijk. Als de overheid dit nu aan de markt wil overlaten, dan moeten ze de markt wel een kans geven en niet te veel reguleren t.a.v. prijs, uiterlijk en andere zaken die de markt zou moeten bepalen. Het netwerk van snellaadpunten wordt al door marktpartijen opgepakt. Als snellaadpunten rendabel geëxploiteerd kunnen worden, dan zou het met gewone laadpalen ook moeten kunnen als de overheid geen dure eisen gaat stellen (hoe een laadpaal eruit moet zien bijvoorbeeld).
- De overheid zou ruim baan moeten maken voor 'slim laden'. Daar heeft de maatschappij baat bij, want dat houdt het systeem betaalbaar. Duurzame energie uit zon en wind wordt namelijk niet altijd opgewekt op het moment dat er de meeste behoefte aan is. Door elektrische auto's vooral te

laten laden op momenten dat er veel duurzame energie is, neemt de waarde van die duurzame energie toe en daar kunnen de gebruikers en exploitanten van laadpunten van meeprofiteren. Het is nu een economisch delict voor netwerkbedrijven

Doel: In 2030 rijdt geen leaseauto meer op benzine of diesel.

om het ene moment veel en het andere moment weinig te rekenen voor het transport van elektriciteit. Dit terwijl zij (en dus de belastingbetaler) er veel bij te winnen heeft dat pieken in het elektriciteitsgebruik worden voorkomen. Hoe zwaar de kabel in de grond moet zijn, wordt namelijk bepaald door de pieken die vaak maar 1 keer per dag of zelfs per week gedurende minder dan een uur optreden. Door tijdens de piek meer en buiten de piek minder voor transport te rekenen kunnen netwerkbedrijven de consument prikkelen om aan 'peak shaving' te doen. Als deze besparingen de exploitanten van oplaadpunten zouden bereiken waren publieke oplaadpunten in één klap rendabel.

- Grote bedrijven zouden gestimuleerd moeten worden om hun werknemers in toenemende mate op hybride en elektrische leaseauto's over te zetten. In 2030 geen leaseauto's meer op benzine en diesel is het doel. Dat zou dan gepaard gaan met voldoende laadpalen op het werk en de juiste secundaire arbeidsvoorwaarden die duurzaam reizen stimuleren.



Openbaar Vervoer

- Werknemers krijgen kilometerbundels voor flexibel vervoer in plaats van een standaard leaseauto. (zie ook het manifest van Urgenda en Rover: 'Samen op Reis, Op stap naar een beter OV' voor andere OV verbeteringen).
- Er moeten modellen komen voor een betere aanbesteding van OV waarbij elektrisch rijden of het gebruik van lokaal groen gas zeer bevoordeeld worden. Doel: na 2030 rijden er geen nieuwe bussen meer op fossiele brandstoffen.
- Boten naar de eilanden zijn bezig te verduurzamen. Zij gebruiken nu samen heel veel fossiele brandstoffen. Daar valt veel te winnen (bio LNG/CNG, Accu's op eigen windenergie, etc.).

Aanbieden van nieuwe concepten, waarbij werknemers kilometerbundels afnemen en niet meer een auto kopen of leasen.

Deelvervoer

- Uitbreiden deelautogebieden voor bewoners en op bedrijventerreinen. Aanbieden van nieuwe concepten, waarbij werknemers kilometerbundels afnemen en niet meer een auto kopen of leasen. Zoals ze bij een telefoon belminuten betalen, betalen ze nu per kilometer elektrische autogebruik.
- Versnelde opschaling door goede voorbeelden op allerlei manieren voor het voetlicht te brengen en transparant aan te geven wat de inspanningen, kosten en opbrengsten zijn. Steeds meer enthousiaste mensen vinden die in hun woon- of werkgebied hiermee aan de slag willen. Ondersteuning bieden, zodat zij niet steeds zelf het wiel uit hoeven te vinden. bijvoorbeeld Snappcar, mywheels, Car-2-Go, Greenwheels, Zoom, etc. Ook zwaarder vervoer zoals landbouwmachines en hijskranen kunnen gedeeld worden, zie FLOW2.

Overig

- Aanleggen van meer fietssnelwegen tussen grote steden en tussen kleinere steden, binnen en buiten de Randstad.
- ICT-toepassingen kunnen leiden tot minder fysieke reizen. Dat geldt bijvoorbeeld voor internationaal vliegen, wat regelmatig vervangen kan worden door teleconferenties. Ook studenten hoeven minder te reizen, nu steeds meer colleges ook worden opgenomen en uitgezonden. Je kunt zelfs vanuit Nederland op Harvard college volgen.

FINANCIERING

Allereerst zijn er initiatieven om minder te gaan reizen, omdat er meer thuis gewerkt mag worden ('het nieuwe werken'). Ook wordt er steeds meer vergaderd via skype en andere moderne ICT toepassingen. Dat kost soms niets en is vaak onderdeel van reeds aanwezige arbeidsvoorwaarden. Als men toch gaat reizen, kan dat via fiets en OV, deelauto's en elektrische taxi's en in andere elektrische voertuigen.

Elektrische voertuigen zijn nu nog duurder in aanschaf, maar veel goedkoper in gebruik. Voor zakelijke rijders is elektrisch rijden nu niet duurder dan rijden op diesel of benzine. Als je heel veel rijdt, is het zelfs goedkoper, omdat de kosten per kilometer heel laag zijn en elektrische auto's hebben ook veel minder onderhoud nodig.²⁰ De overgang van auto's die rijden op fossiele brandstoffen naar elektrische voertuigen, zal betaald worden door particulieren en bedrijven. Deze gebruikers zullen - ook als de stimuleringsmaatregelen vanuit de overheid worden teruggebracht -

overstappen op elektrisch vervoer, omdat de energiekosten veel lager zijn. Een auto gaat immers over het algemeen zo'n 250 duizend kilometer mee. Daarbij verbrandt zelfs een zuinige dieselauto meer dan 30 duizend euro aan benzine. Een elektrische auto bespaart ten opzichte hiervan ruim 20 duizend euro. Als we dan ook bedenken dat de prijs van batterijen (het enige onderdeel van de elektrische auto dat duurder in plaats van goedkoper is) de komende jaren sterk zal dalen dan is het duidelijk dat deze overstap geen geld kost, maar bespaart.

Als we de elektrificering van het wagenpark voor elkaar hebben, is 70% van de mobiliteitssector binnen Nederland vergroend (internationaal verkeer niet meegerekend) en is de CO₂-uitstoot drastisch verlaagd. In de andere sectoren zullen commerciële partijen aan de slag gaan, die laten zien dat vergoenen geld oplevert (windenergie als toevoeging bij vrachtschepen) of zullen internationale en nationale overheden vergroening afdwingen.



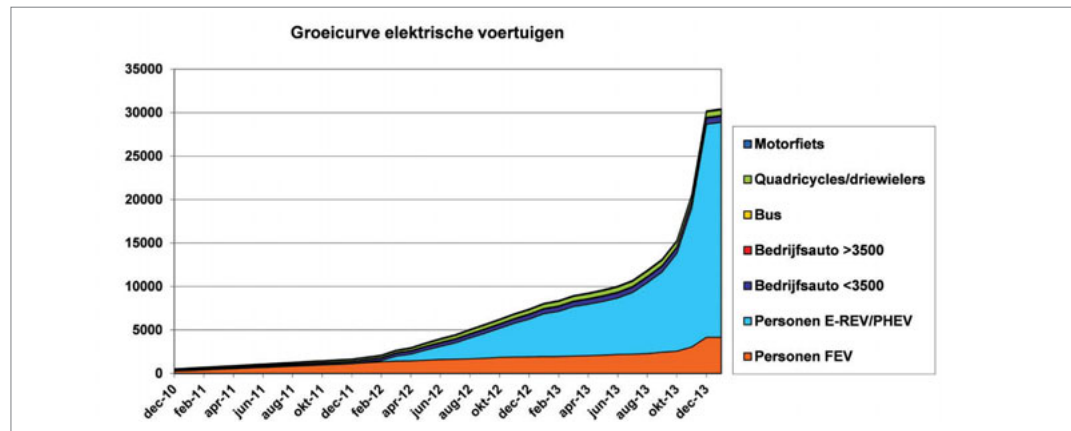
Fastned bouwt aan een landelijk dekkend netwerk van 200 snellaadstations direct langs de snelweg

Als de overheid werkelijk grote veranderingen wil bewerkstelligen, dan zou ze een wezenlijke verandering door moeten zetten, namelijk het vervangen van wegenbelasting en BPM door een vaste heffing per gram CO₂-uitstoot per gereden kilometer.

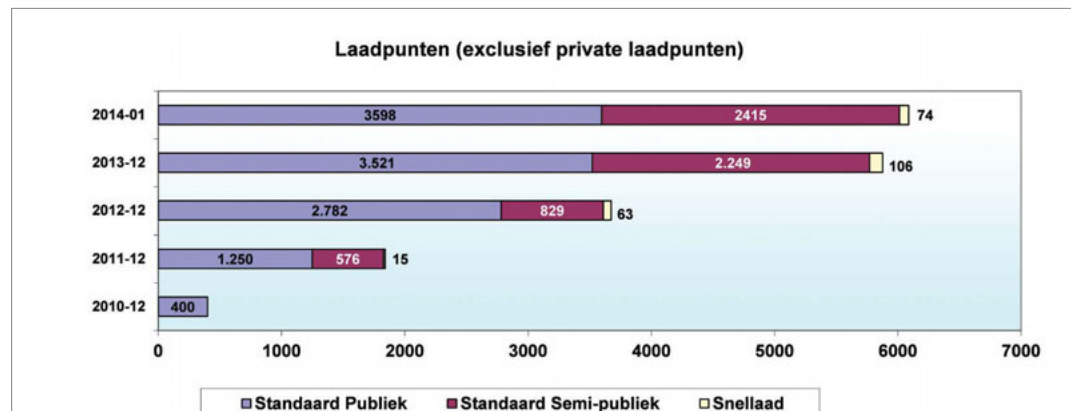
ACTIEPLAN

- a. Doel: 1 miljoen elektrische auto's in 2020 en daarna opschalen tot een geheel elektrisch wagenpark in 2030 (nu 8 mln personenauto's en 1 mln bedrijfswagens; in 2030 20% gedaald door delen en ICT)
- b. Om de eerste miljoen elektrische voertuigen op de weg te krijgen is het belangrijk dat de fiscale voordelen nog zeker 3 tot 5 jaar gehandhaafd blijven of terugkomen voor volledige elektrische auto's (EIA, MIA, VAMIL en geen wegenbelasting en geen of weinig bijtelling). In deze beginperiode is dat nodig om voldoende mensen over de streep te trekken. De volgende groepen en de volgende elektrische auto volgen daarna makkelijker. De reeds ingezette prijsdaling van elektrische voertuigen, helpt deze markt ook te groeien.
- c. In 2020 staan er minimaal 100.000 publieke laadpalen; laadpalen in elke parkeergarage en bij alle publieke voorzieningen en laadpalen bij alle bedrijven voor de deur. Er is een voldoende dicht netwerk van snellaadpalen. Als de overheden niet te veel reguleren, is de markt hier klaar voor.
- d. In 2020 zijn er deelauto-aanbieders op alle grote bedrijventerreinen en minimaal 1 in elke stad. Daarna is opschalen naar landelijke dekking in 2030 nodig.
- e. Vanaf 2020 eisen alle aanbestedingen voor OV elektrische bussen en andere duurzame vervoersmiddelen; duurzaamheidscriteria zijn leidend.
- f. Er komen fietssnelwegen tussen alle belangrijke stedelijke knooppunten (vooral stad – forenzensteden).

Als de overheid werkelijk grote veranderingen wil bewerkstelligen, dan zou ze eindelijk een wezenlijke verandering door moeten zetten, nl. het vervangen van wegenbelasting en BPM door een vaste heffing per gram CO₂-uitstoot per gereden kilometer. Dat zou een reden zijn om zeer zuinige en vooral elektrische auto's te gaan kopen en om minder te rijden.²¹



Figuur 2: De groeicurve van elektrische voertuigen in Nederland.



Figuur 3: Groei Laadpunten in Nederland (exclusief private laadpunten).

INNOVATIES

Het is noodzakelijk dat batterijen in de toekomst meer energie leveren per kilogram en dat ze goedkoper worden: dan kun je verder rijden in een betaalbare auto. Daarnaast moet de batterij goed gerecycled worden en meerdere levens krijgen. Er is veel en snelle ontwikkeling te melden op dat terrein. Ook de systemen om sneller of al rijdend of bij het stoplicht op te laden ontwikkelen zich.²² De eerste gezinsauto op zonnepanelen is door studenten van de TU Eindhoven gebouwd. Ook daar is nog veel innovatie te verwachten, die bij kan dragen aan een duurzamer vervoerssysteem.

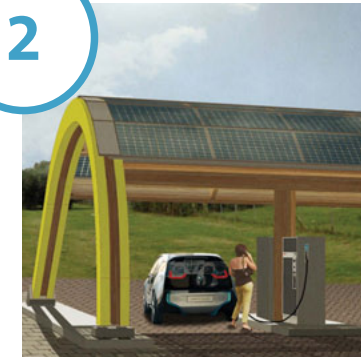
Voor zwaar lange afstandswegtransport en scheepvaart gaan we naar vormen van bio-LNG en bio-CNG.²³ Batterijen lijken daar blijvend minder geschikt. Op het gebied van luchtvaart dienen de eerste experimenten zich aan om te vliegen op batterijen of bio-brandstof zoals algen of biodiesel, maar dit zijn experimenten die nog lang niet geschikt zijn voor zwaardere vliegtuigen of de hele vliegtuigindustrie, al werden er recent interessante doorbraken gerapporteerd.²⁴ Voorlopig lijkt daar de enige oplossing iets minder vliegen en in Europa met de trein.

NEDERLAND 100% DUURZAME ENERGIE VOOR 2030

WAT KAN IK DOEN?

AGENDA

2



7. ONDER DE 20 KILOMETER GA IK ZOVEEL MOGELIJK (ELEKTRISCH) FIETSEN
8. IK GA VAKER MIJN AUTO DELEN OF DOE MEE MET EEN DEELAUTOPROJECT
9. MIJN VOLGENDE (DEEL)AUTO WORDT ELEKTRISCH
10. IK REIS (VAKER) MET OPENBAAR VERVOER (EN OV WORDT ELEKTRISCH!)
11. BINNEN EUROPA REIS IK ONDER DE 1500 KM NIET MET HET VLIEGTUIG
12. DOOR MEER THUISWERKEN EN TELECONFERENTIES REIS IK MINDER



'Ik heb lagere kosten, maar meer comfort.'

Wouter van Lelyveld is internet-entrepreneur. Met zijn website, www.rentoverview.nl, bevordert hij de meerwaarde van gebruik boven bezit. Rentoverview maakt inzichtelijk welke producten in de omgeving te huur zijn. Want waarom zou je een hogedrukspuit kopen, terwijl die van je buurman 99.9% van de tijd in de schuur staat?

Wouter maakt zelf ook gebruik van dit deelprincipe. Hij verkocht zijn auto en gebruikt sindsdien de elektrische deelauto's van Car2Go om zich binnen Amsterdam te verplaatsen

Waarom heeft u hiervoor gekozen?

'Ik verhuisde twee jaar geleden van Utrecht naar het centrum van Amsterdam. Toen ik in Utrecht woonde, gebruikte ik mijn auto veel, maar in Amsterdam bleek het helemaal niet handig te zijn. Ik kon mijn auto nergens parkeren en stond vaak vast in het verkeer. Bovendien hoef ik sinds ik in Amsterdam woon meestal maar korte afstanden af te leggen. Autobezit was daardoor niet meer rendabel. Mijn auto stond het grootste deel van de tijd stil, maar ik moest wel nog altijd mijn verzekering en wegenbelasting betalen. Ik besloot mijn auto te verkopen en over te stappen op Car2Go.'

Hoe werkt Car2Go?

'Ik kijk op m'n smartphone of er een auto in de buurt is, reserveer er een zodat ik erheen kan lopen, haal de auto op, en laat 'm weer achter als ik op mijn bestemming ben aangekomen. De auto registreert mijn reiskosten. Ik betaal dus alleen als ik de auto daadwerkelijk gebruik. Vroeger had je natuurlijk ook huurauto's, maar je moest tijdig reserveren, de auto op de verhuurlocatie ophalen en terugbrengen, en je betaalde per dag of dagdeel. Door nieuwe technologieën is een deelauto veel gemakkelijker geworden.'

Hoe bevalt het?

'Ik heb lagere kosten, maar meer comfort. Ik ervaar meer flexibiliteit en vrijheid dan toen ik een eigen auto had. Zo heb ik wel het gebruiksgemak, maar niet de zorgen voor onderhoud. En als ik lange tijd in het buitenland ben, hoef ik niet bang te zijn voor www.rentoverview.com schade. Bovendien betaal ik geen vaste lasten voor een auto die niet wordt gebruikt.'

Hoeveel energiezuiniger denk u dat u bent?

'Door spullen te delen maken we een grote slag in efficiency en verduurzaming. Auto's staan 95% van de tijd stil. Door auto's beter te benutten, hebben we er minder nodig en besparen we op grondstoffen. Daarnaast rijdt Car2Go schoner omdat het elektrische auto's zijn. Gemiddeld is het energieverbruik voor transport 25-30% van je totale verbruik. Ik denk dat ik wat betreft transport de helft energiezuiniger ben door gebruik te maken van deelauto's.'

Waarom zou de rest van Nederland dit moeten doen?

'Het concept werkt nog beter als meer mensen meer doen. Hoe meer gebruikers, hoe meer auto's er beschikbaar zullen zijn. Nu staat er een auto gemiddeld 300 meter afstand van mijn locatie, dan mogelijk maar 100 meter. Ook zijn de auto's nu alleen nog binnen de ring van Amsterdam beschikbaar, straks misschien ook in Haarlem of andere steden.'



3.

ANDERS ETEN

EEN MEER PLANTAARDIGE,
REGIONALE EN SEIZOENSGEBONDEN
KEUKEN

AGENDA

VOOR NEDERLAND VOOR 2030



20% ENERGIEBESPARING IN DE LAND- EN TUINBOUWSECTOR (VOORAL IN DE KASSEN)



DE RESTERENDE ENERGIEVRAAG IN DE KASSEN WORDT VOOR 75% MET GEOTHERMIE EN WKO-INSTALLATIES INGEVULD

3. ANDERS ETEN:

EEN MEER PLANTAARDIGE, REGIONALE EN SEIZOENSGBONDEN KEUKEN

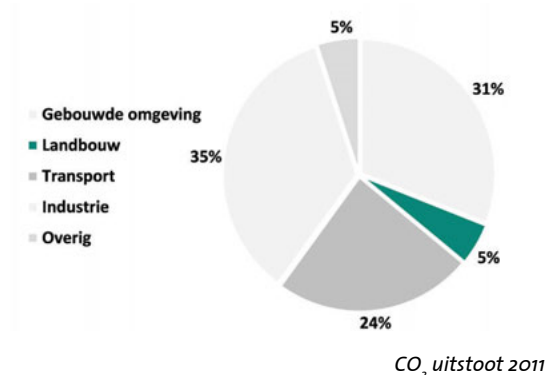
Onze voedselproductie en -consumptie levert een belangrijke bijdrage aan klimaatverandering door al dan niet directe uitstoot van broeikasgassen en het kappen van bossen voor veevoer en landbouwgewassen. Dit zorgt voor veel CO₂-uitstoot, naast andere milieuproblemen en een negatief effect op de biodiversiteit. Ook werpt onze voedselconsumptie tal van ethische en dierenwelzijnkwesties op.

In dit rapport is in de cijfers alleen meegenomen hoeveel bespaard kan worden in de landbouwsector, vooral in de kassen. We rekenen met een afname van het energieverbruik van ruim 20%. De overgebleven energievraag wordt voor 75% door omgevingswarmte ingevuld (geothermie, WKO). Van de resterend energievraag wordt een klein deel duurzaam opgewekt door WKK-installaties,²⁵ de rest wordt centraal duurzaam opgewekt.

Maar veel meer is mogelijk, zoals we hieronder schetsen. Hoewel in de transitie naar een duurzaam voedselsysteem veel verschillende duurzame factoren een rol spelen, beperken we ons hier tot de belangrijkste effecten op CO₂-uitstoot en dus op klimaatverandering.

WAT

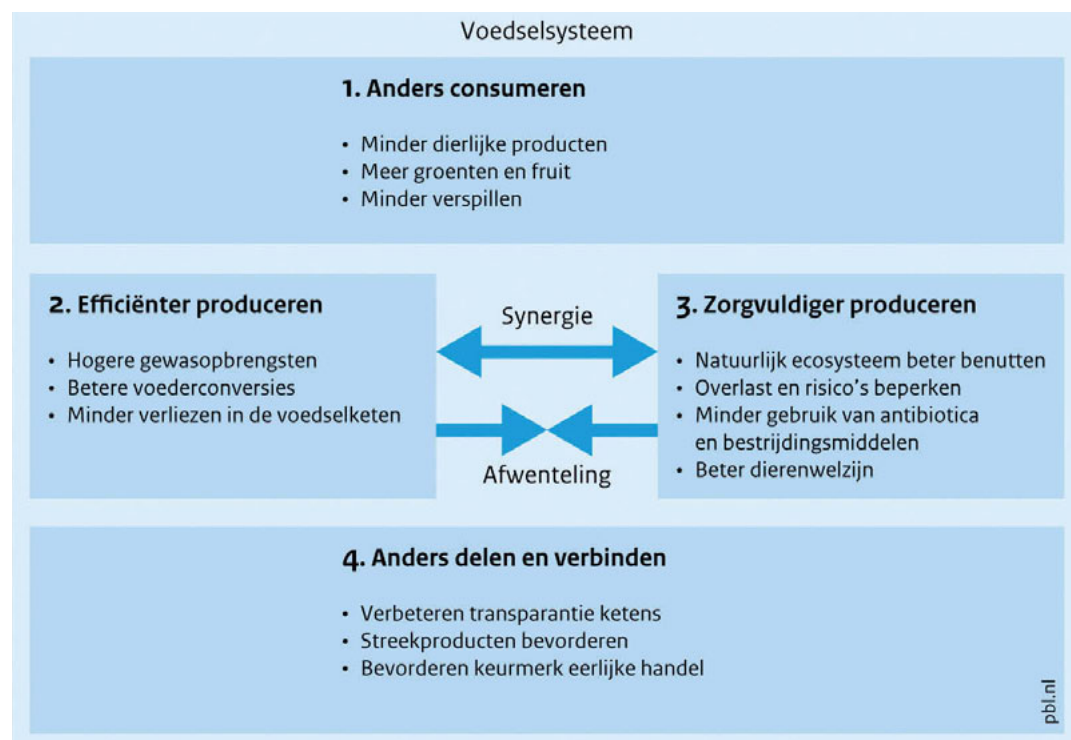
1. Van dierlijke naar plantaardige eiwitten
Landbouw en dan vooral de productie van zuivel en vlees, dragen voor maar liefst 12-14% bij aan de totale broeikasemissies in Nederland.²⁷



De helft hiervan komt voor rekening van koeien en daarnaast veroorzaakt de teelt en het vervoer van het door hen gegeten veevoer ook veel uitstoot. Het eten van minder vlees en zuivel en van meer plantaardige eiwitten, de zogenaamde 'eiwittransitie', heeft dus veel positief effect. In dit rapport kijken we alleen naar de energie gerelateerde CO₂-uitstoot, die is 5% voor de landbouwsector. In bijlage 3 wordt nog iets breder gekeken naar het fossiel energiegebruik in relatie tot de consumptie van voedsel en naar andere menu's die veel minder energie kosten.

In theorie kun je 80% van de landbouwgronden die nu voor veeteelt gebruikt worden, herbestemmen voor de teelt van plantaardig voedsel. We hoeven niet allemaal volledig vegetarisch of veganistisch te gaan leven, maar minder (rood) vlees eten is gezond en heeft ook positieve klimaateffecten. Gelukkig zijn er goede alternatieven. De nieuwe generatie vleesvervangers lijkt niet alleen op vlees of vis, maar heeft een smaak en textuur ('bite') die soms niet meer van echt vlees of vis te onderscheiden zijn. De Vegetarische Slager is een moderne onderneming die op basis van o.a. soja, gisten en lupine heerlijke vleesvervangers maakt (zie interviewpag op pag. 60). Ook het Zeeuwe Meatless levert met zijn 'hybride' producten op basis van lupine, rijst en tarwe een belangrijke bijdrage aan de eiwittransitie. En er komen steeds meer soortgelijke lekkere producten op de markt. Verder zijn ook minder bewerkte producten zoals peulvruchten, noten en paddenstoelen goede bronnen van plantaardige eiwitten. Daarnaast hoeven we niet altijd vlees te vervangen door andere

Vier oplossingsrichtingen voor een duurzamer voedselsysteem



Het PBL rapport 'De macht van het menu' zet het onduurzame menu in Nederland heel mooi op een rij²⁶

eiwitten. We kunnen ook simpelweg minder eiwitten eten en veel meer groenten. 80% groenten op het bord, zoals het Koksgilde dit verwoordt in de 'Dutch Cuisine', lijkt een goed uitgangspunt. Dat is gezonder en duurzamer.

Jaarlijks importeren wij zo'n 2 miljoen ton soja om onze veestapel te voeden, veelal uit Zuid-Amerika. Teelt in Noord-West Europa van eiwitgewassen (peulvruchten, maar ook lupine en soja), is te prefereren. Dit draagt bij aan de biodiversiteit, de bodemvruchtbaarheid en past prima in het rotatieschema van de akkerbouwer. Bij voorkeur gebruiken we deze eiwitgewassen natuurlijk rechtstreeks voor menselijke

consumptie, maar als we nog veevoer nodig hebben, dan liever uit Europa. De teelt van lupine en soja kan heel goed deel uitmaken van gesloten landbouwkringlopen. Er zijn, kortom, genoeg beschikbare, betaalbare en smakvolle alternatieven. De uitdaging is de eiwittransitie op een aansprekende en spraakmakende manier grootschalig aan te pakken. Het is de kunst hierbij plantaardig als de nieuwe norm te gaan zien en vlees als luxe en uitzondering.

2. Meer regionale en seizoensgebonden producten

Groente en fruit die gegeten worden in het zelfde seizoen als waarin ze worden geteeld buiten de kas, veroorzaken minder verbruik van fossiele brandstoffen en dus minder CO₂-uitstoot. In andere woorden: de energie-intensiteit van seizoensgebonden groente en fruit is veel lager dan groente en fruit dat bijna jaarrond in gasgestookte kassen wordt geteeld of wordt ingevlogen vanuit een ander continent. Bij voorkeur halen we onze producten uit een regio tot 200 à 400 kilometer ver weg. Voor zover we ze betrekken van landen verder weg, is vervoer per boot vele malen klimaatvriendelijker dan aanvoer per vliegtuig. Ook is hier veel winst te halen door de distributie slim te organiseren.

3. Minder eten weggooien

Veel onnodige uitstoot wordt veroorzaakt doordat we grote hoeveelheden voedsel weggooien. We kopen te veel en laten zaken bederven of we koken te veel en gooien restjes weg. Gemiddeld gooien we 30% van ons voedsel weg, in de groothandel, productie, retail, catering en bij de consumenten thuis. Volgens een recent rapport van Wageningen Universiteit verspilden we in 2009 tussen de 83 en 151 kg voedsel per hoofd van de bevolking, in totaal 1,4 tot 2,5 mln ton voedsel.²⁸ De Nederlandse overheid heeft al doelen gesteld, nl. 20% minder verspilling in 2015, waar zij aan werkt samen met de Alliantie Verduurzaming Voedsel. In dat tempo zou het 80% minder kunnen zijn in 2030. Ambitueus, maar mogelijk en nodig. Als we minder verspillen en er naar blijven streven de efficiency in de voedselketen ieder jaar iets te verbeteren, dan is het mogelijk om de komende periode het energiegebruik door onze voedselconsumptie te verlagen zonder dat dit voedingspatroon minder lekker of minder gezond zal zijn dan het huidige patroon.

*Het is de kunst
plantaardig als de nieuwe norm
te gaan zien en vlees als luxe en
uitzondering.*

4. Energieverbruik en verduurzaming in de land- en tuinbouw

Aan de productiekant van de landbouw kan ook zuiniger omgesprongen worden met energie en kan men overstappen op duurzame vormen van energie. Het verbruik van brandstoffen in de logistieke kant van deze bedrijfstak beschouwen we als onderdeel van het hoofdstuk mobiliteit. Vooral de tuinbouw verbruikt veel energie in kassen (in 2011 kwam 7,8 Mton van de 166 Mton CO₂-uitstoot in Nederland uit de glastuinbouw).²⁹ Door relatief lage gasprijzen in Nederland, was er lang geen aanleiding om op dat gebied te gaan besparen. De afgelopen tien jaar is er wel veel aandacht geweest voor de energiezuinige of energieproducerende kas. Er was zelfs een transitieplatform opgericht om duurzamere kassen op weg te helpen. Inmiddels is 'De Kas als Energiebron' onderdeel geworden van de Topsector Tuinbouw & Uitgangsmaterialen.

De glastuinbouw gebruikte eind 2011 gemiddeld per eenheid product 52% minder fossiele energie dan in 1990. De CO₂-emissie daalde daardoor ook: in 2011 lag die 18% lager dan in 1990. Er zijn voor de glastuinbouw teeltconcepten ontwikkeld met in potentie 30 tot 40% energiebesparing. Die worden nu in de praktijk opgepakt en gerealiseerd. Het aandeel duurzame energie stijgt langzaam en ligt in de glastuinbouw op 1,8%. Er zijn diverse aardwarmteprojecten bij gekomen, waarmee



kassen duurzaam verwarmd worden. Zie voor een inspirerend voorbeeld, de gebroeders Vahl, op pagina 56. Als we willen kunnen kassen in 2030 energieneutraal zijn.³⁰ Aan de landbouwproductiekant kan dan nog extra gekeken worden naar betere inzet van co-vergisting van mest bij boeren, die dieren houden, met als resultaat biogas productie en digestaat (meststoffen) waardoor de netto energiereductie nog verder oploopt.

Als we al het bovenstaande doen, zijn we in staat niet alleen aan de kant van de voeding, maar ook aan de kant van de landbouwproductie, in Nederland verregaande reducties van energiegebruik te bewerkstelligen. In ieder geval meer dan 50%. Om conservatief te rekenen, gaan we in ons scenario en de modelberekeningen uit van slechts 20%.

HOE

De voedingsmiddelenindustrie, supermarkten en overheid werken samen in de Alliantie Verduurzaming Voedsel. Zij zijn bezig met het verduurzamen van ons voedselsysteem aan de kant van de consument.³¹ Aan de kant van de landbouw, wordt ook door vele partijen gewerkt aan het verduurzamen van ons voedselsysteem, o.a. in het innovatie- en actieprogramma 'De Kas als Energiebron'. Dit programma heeft tot doel energiebesparing en minder CO₂-uitstoot in de tuinbouw. In het programma werken glastuinders, toeleveranciers, onderzoekers,

De glastuinbouw gebruikte eind 2011 gemiddeld per eenheid product 52% minder fossiele energie dan in 1990.

Peulen Parade



brancheorganisaties en de overheid samen. Dat draagt allemaal bij, maar het is nog niet voldoende.

De landbouw- en voedselketen is lang en kan niet over één kam geschoren worden. Alle schakels in de keten zullen in beweging moeten komen. Een radicaal andere manier van consumeren en produceren is noodzakelijk als we een transitie willen naar een duurzaam voedselsysteem. Urgenda en Foodlog deden reeds een voorzet om dit aan de hand van negen principes op te pakken. Consumenten zullen sneller hun voedingspatroon aanpassen als hun gezondheid in het geding is. Het kan dus helpen om uit het enorme aanbod van gezondheidsgoeroe's en diëten die te kiezen die een grote bijdrage kunnen leveren aan verduurzaming. De transitie kan tot stand komen als er druk is van buitenaf ('beweging van onderop') en als er veranderkracht in de sector zelf wordt aangesproken, die met behulp van die druk van buiten de omwenteling kan helpen maken. Het is een niet-geïnstitutionaliseerd proces, waar nauwelijks regie op wordt gevoerd. Gedeelde visie, ruimte voor koplopers en een zinvol actieprogramma helpen om deze transitie te versnellen.

FINANCIERING

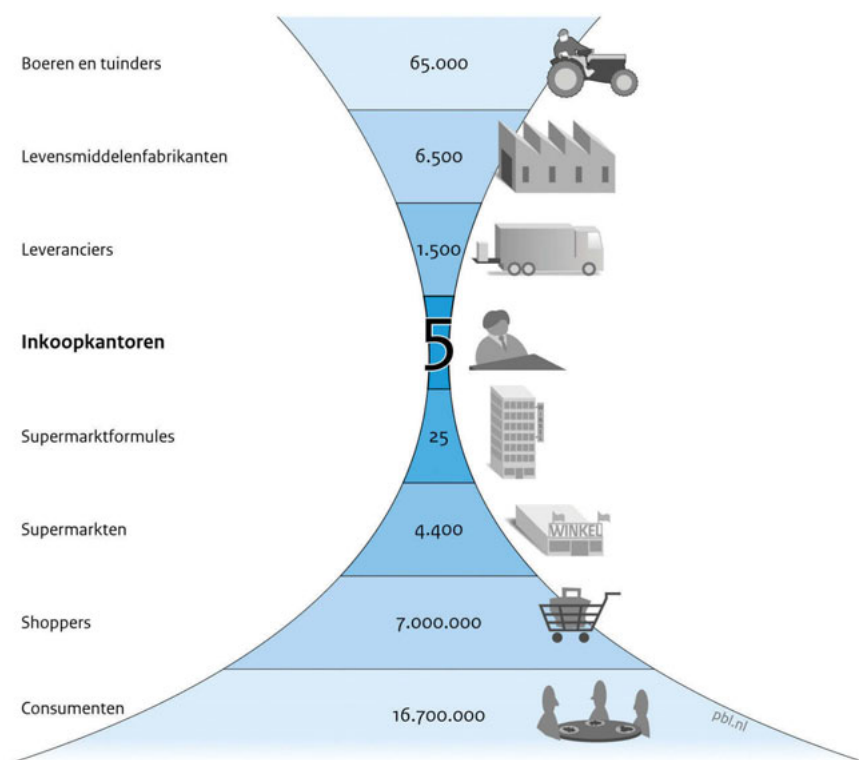
De activiteiten vanuit ‘De Kas als Energiebron’ en de Alliantie Duurzaam Voedsel worden deels door de overheid en grote marktpartijen of koepelorganisaties betaald. Daarnaast dragen ook deelnemende ondernemers en andere bedrijven en instellingen hun steentje bij. Het is goed als dat door gaat, want het zijn veranderingsprocessen die veel tijd nodig hebben.

In de samenleving zijn duizenden vernieuwende initiatieven gaande, van de Youth Food Movement, honderden innovatieve MKB-producenten, foodbloggers, workshops voor koks, het initiatief van Urgenda en Foodlog 'NieuwVers', tientallen consumenten voedselcoöperaties tot dak- en moestuinen en stadslandbouw. Deze beweging die mede wordt gevoed door mensen die gezond en vers voedsel willen en dit samen met anderen willen organiseren, groeit als kool en is niet meer te stuiten. Deze initiatieven worden gefinancierd uit vele bronnen, van gewoon ondernemerskrediet en geld van betalende afnemers, tot steun van LTO en overheden.

ACTIEPLAN

In de voedsel- en agro-sector zijn veel aangrijpingspunten voor verbetering in de huidige lange keten. Er is niet één aanpak of één actie, die het systeem zal laten kantelen. Ook hier zullen vele druppels de steen uithollen. Een aantal mogelijkheden en ideeën voor actie, naast wat er al is:

Concentratie in de keten



PBL 2012: Balans van de Leefomgeving.

Voor boeren:

- Inspirerende voorbeelden creëren van nieuwe (landbouw)producten waar goed geld mee te verdienen is, waardoor landbouwers kiezen voor kwaliteit en meerwaarde in plaats van kwantiteit en schaalvergroting (bijv. lupine voor vegetarische gerechten en als grondverbeteraars).
- Meer aandacht voor consumptie en teelt van peulvruchten (plantaardige eiwitten) en innovatieve producten op basis van peulvruchten, opdat er afzetmarkt komt voor vernieuwende boeren en andere partijen in die keten en daardoor meer productie.
- Als producten uiteindelijk uit een energieneutrale kas komen, dan kunnen NGOs helpen om dat bekend te maken en er waardering voor te krijgen van de consument. De tuinbouwers zullen het ook op de producten gaan zetten. Duurzame bedrijven en cateraars geven die producten dan ook voorrang.

Voor ondernemers en innovatoren:

- Ruimte voor innovatie vanuit het MKB: hulp om een serie echt vernieuwende producten op het schap te krijgen in reeksen winkels zoals nu binnen het programma NieuwVers gebeurt.
- Positieve aandacht voor koplopers en hulp bij marketing voor kleine producenten, die zelf moeilijk de markt opkomen. Nodig zijn partijen die optreden als 'launching customers' en partijen die deze nieuwe producten in het assortiment durven op te nemen.
- Hulp om deals te sluiten waarbij relatief kleine innovatoren gekoppeld worden aan grotere verkopende partijen zodat ze impact hebben en nieuwe oplossingen de kans krijgen zich te presenteren aan een groot publiek. Bijvoorbeeld: de Dutch Weed Burger in het assortiment van McDonalds.

Verkorten en verduurzamen van de keten:

- Korte ketens: meer rechtstreekse handel tussen consument en producent, zoals in een aantal regionale initiatieven al het geval is. Voorbeeld: de Lazuur Food Community.
- Supermarkten helpen een bodem in de markt te leggen en onduurzame producten uit te faseren (de lat voor de onderkant van de markt steeds hoger leggen).

Onderwijs, onderzoek, betere informatie en communicatie:

- Opleiden van docenten aan ROC's in de principes van plantaardig, gezond en duurzaam koken zodat zij op hun beurt een nieuwe generaties koks kunnen opleiden.
- Onderzoek naar de relatie tussen voeding en gezondheid en dat beter communiceren, voor zover in dit verband relevant (bijv. relatie rood vlees eten en vormen van kanker).
- Meer voorlichting en educatie aan consumenten over gezond en duurzaam voedsel.
- Grotere transparantie in de keten, met behulp van ICT. Dit kan o.a. met apps op telefoons waarmee je in de supermarkt duidelijkheid krijgt over de aard en herkomst van producten, waardoor de consument een veel gerichtere keuze kan maken (bijv. de SuperWijzer). Weg met het woud aan labels en keurmerken. Heldere informatie is voldoende. Eventueel beslissen consumenten en producenten samen welke informatie ze willen of wat de duurzaamste productiemethoden zijn, zoals in de NieuwVers methodiek.

Evenementen ter voorbeeld en inspiratie:

- Horecava volledig gericht op vers, gezond en zoveel mogelijk plantaardig voedsel.
- Floriade Almere 2022 laat een trotse, innovatieve tuinbouwsector zien waar kwaliteit, smaak, innovatie en duurzaamheid de rode draad zijn.

Bij de overheid ligt de taak om deze transitie te faciliteren door:

- initiatieven te ondersteunen die voor een doorbraak kunnen zorgen. Dat kan o.a. door een fonds inrichten waaruit kleinschalige initiatieven en productinnovaties ondersteuning krijgen, maar ook andere vormen van ondersteuning zijn denkbaar.
- Het goede voorbeeld geven en bijvoorbeeld zelf steeds kiezen voor de duurzaamste cateraars en cateraars stimuleren vernieuwende en duurzame producten op te nemen in het assortiment. Ook kan de overheid laten zien dat vlees niet meer de norm is, maar de uitzondering. Via de regels voor inkoop voor overheidsinstanties, kan ook op dit terrein meer sturing gegeven worden. (vervolg p. 58)



‘Dit is een enorme stap naar minder afhankelijkheid van aardgas.’

De Gebroeders Vahl ondernemen in komkommers. De tuinders gebruiken aardwarmte om hun kassen in IJsselmuiden te verwarmen. Onder leiding van duurzaamheidsdeskundige Radboud Vorage hebben drie tuinderijen, gebr. Vahl, Ambo Valentines en Kwekerij Voorhof, de handen ineen geslagen voor een aardwarmteproject.

Wat doen jullie ‘anders’?

‘Wij hebben de warmtevoorziening anders georganiseerd dan de meeste tuinders. We maken gebruik van warmte uit de aarde (aardwarmte of geothermie). Op 2 kilometer diepte is het rond de 73 graden en daar zit dus warmwater van 73 graden. Dat warme water gebruiken we voor het verwarmen van onze 11 hectare tuinbouwkassen. De meeste tuinders gebruiken aardgas voor het verwarmen van hun kassen. Wij kunnen nu voor ongeveer 85-90% in onze eigen warmte voorzien. Alleen op zeer koude dagen moet de gasketel nog bijspringen.’

Hoe werkt het?

‘In een aardlaag op bijna 2 kilometer diepte zit het warme water van 73 graden. Dat pompen we op en die warmte wordt afgegeven in de tuinbouwkassen waar de komkommers groeien. Nadat het water is afgekoeld tot ongeveer 35 graden pompen we het water weer terug naar dezelfde laag op bijna 2 kilometer diepte. Dan kan het weer opwarmen, zodat we het later weer kunnen gebruiken.’

Wat is de overweging om hiervoor te kiezen?

‘Het is van groot belang voor ons als tuinders om over een eigen duurzame bron van energie te beschikken. Enerzijds ben je dan veel minder afhankelijk van de fluctuaties in de aardgasprijs en anderzijds verminder je het gebruik van fossiele brandstof (en de daarmee samenhangende CO₂-uitstoot) sterk. We denken dat we uiteindelijk onze komkommers met 70% minder gebruik van fossiele brandstof kunnen telen.’

Hoe bevalt het?

‘Het gebruik van aardwarmte bevalt ons prima. We draaien nu ruim een jaar met dit systeem. Vooral in de winter hebben we veel aardgas bespaard. Ook het gewas reageert goed op het gebruik van aardwarmte. Het groeit er prima op en geeft ook een hoge kwaliteit komkommers. Ook andere tuinders in onze omgeving willen overstappen op aardwarmte.’

Hoeveel energiezuiniger zijn jullie?

‘Onze aardwarmtebron kan jaarlijks een hoeveelheid warmte leveren die overeenkomt met circa 5.000.000 m³ aardgas. In de toekomst willen we het water nog verder uitkoelen en dan gaan we zelfs nog meer aardgas besparen. We hebben laten uitrekenen dat onze komkommer nog maar 30% van de fossiele energie nodig heeft die nodig was toen we geheel op aardgas verwarmden. Ongeveer 10 tot 15% moeten we nog bijstoken met aardgas en de andere 15 tot 20% is nodig voor elektriciteit om het water rond te pompen. Voor ons is dat een hele grote stap in de goede richting.’

Waarom moeten meer Nederlanders dit doen?

‘Een geothermische bron vraagt om een zeer grote investering en is op dit moment economisch nog niet goedkoper dan het gebruik van aardgas, ondanks de grote besparingen die gerealiseerd kunnen worden. De tuinbouw gebruikt veel warmte en is daarom ideaal om met geothermie aan de slag te gaan. Wat voor ons heel belangrijk is, is dat de consument bereid is wat extra te betalen voor de ‘echte groene’ aardwarmtekomkommer. Dan is deze investering pas een echt succes.’

VERVOLG ACTIEPLAN

- Via regelgeving de koploper tot norm maken en onduurzame producten zoveel mogelijk proberen te weren uit de schappen.
- Steun geven aan initiatieven die betrouwbare consumenteninformatie mogelijk willen maken;
- De teelt van eiwitgewassen in Nederland te stimuleren via het Gemeenschappelijk Landbouwbeleid.
- Snoepautomaten te weren uit middelbare scholen en sportkantines. In plaats daarvan krijgen we de gezonde snackbar.

Voor consumenten betekent duurzaamheid onder meer dat ze:

- zo nu en dan vegetarisch eten (bijv. Veggie Friday, Meatless Monday).
- minder eten weggooien.
- producten kiezen die voor wat betreft productie en vervoer klimaatvriendelijk zijn, dus liever seizoensgroenten uit Nederland dan ingevlogen boontjes uit Kenia.

In Zweden, Denemarken en het Verenigd Koninkrijk is de aandacht voor duurzaam voedsel groot en stijgende. Frankrijk werkt momenteel aan een nationaal labellingssysteem voor alle consumentenproducten. In Engeland heeft men ook CO₂-labelling geïntroduceerd. En op EU-niveau is een breed initiatief gestart voor Sustainable Consumption and Production, waarin supermarkten en de voedselindustrie pro-actief deelnemen. Dat is een goede voedingsbodem voor Europese agendering van kwesties en oplossingen.

INNOVATIES

De glastuinbouwsector is een vernieuwende sector met hoge ambities. Nu al is het doel alle nieuwe kassen energieneutraal te maken in 2020 en in bestaande kassen in 2020 50% minder fossiele brandstoffen te gebruiken. Met wat extra innovaties en inspanningen, kan deze sector dus in 2030 energieneutraal zijn en wellicht zelfs duurzame energie produceren ook voor anderen. Wageningen UR probeert rechtstreeks vanuit gras het eiwit Rubisco te winnen. Niet alleen is dit eiwit een goede bron van alle aminozuren die we nodig hebben. Maar als we rechtstreeks eiwit kunnen eten uit gras i.p.v. via vee, wat nu al op laboratorium schaal kan, dan zouden we in Nederland 6 maal meer eiwit alleen uit gras kunnen halen dan we voor de Nederlanders zelf nodig hebben.³²

Er is nog veel meer mogelijk met andere gewassen in de rotatieschema's van de landbouw en het meervoudige gebruik van die gewassen. De vezels van gewassen zoals vlas en hennep kunnen voor veel doeleinden gebruikt worden en ook koolzaad kan zowel olie, als lijnzaadkoeken (veevoer), als een aantal andere toepassingen opleveren, waardoor een hectare grond veel beter benut kan worden. Ook hier zijn nog veel innovaties mogelijk. De combinatie van de landbouwsector met de biobased economy kan nog veel verder ontwikkeld worden en naast voedsel ook duurzame brandstoffen opleveren. Zelfs elektriciteit opwekken uit planten wordt onderzocht en kan leiden tot nog veel positieve doorbraken (zie plant-e.com).

NEDERLAND 100% DUURZAME ENERGIE VOOR 2030

WAT KAN IK DOEN?

AGENDA

3



13. IK EET MEER GROENTE EN PLANTAARDIGE EIWITTEN EN EEN AANTAL DAGEN IN DE WEEK GEEN VLEES

14. IK KOOP VOORAL PRODUCTEN UIT DE STREEK EN UIT HET SEIZOEN

15. IK GA BETER INKOPEN EN MINDER WEGGOOIEN

16. IK KOOP ALLEEN VIS DIE GROEN IS OP DE VISWIJZER OF IK VERVANG VIS DOOR OLIE VAN ALGEN

17. ALS IK VLEES EET, DAN KOMT DIT NIET UIT DE BIO-INDUSTRIE

18. IK GEEF MET MIJN KOOPGEDRAG STEUN AAN RELATIEF DUURZAME PRODUCTEN



‘Inkopers vonden onze vegetarische kip smakelijker dan echte kip.’

Jaap Korteweg is biologisch akkerbouwer en bedenker van De vegetarische Slager. Het concept is in twee jaar uitgegroeid van een verkoop-punt in Den Haag naar meer dan 500 verkooppunten verspreid over Nederland.

Wat doet u ‘anders’?

‘In 1998, ten tijde van de varkenspest werd ik vegetariër. Als groot vleesliefhebber vond ik het heel lastig om te stoppen met vlees, maar ik vond die pest zo zorgwekkend, dat ik mijn liefhebberij toch heb ingeruild. De varkenspest kwam heel dichtbij, doordat ik een boerderij heb in Brabant. Ik deed al aan biologische landbouw, in 2007 ben ik met de Vegetarische Slager gestart en ben ik begonnen met het telen van lupine als vleesvervanger.’

Hoe maak je van lupine een vleesproduct?

‘De lupineteelt in Nederland is in de vorige eeuw vervangen door sojabonen. Met vier telers probeerden we de lupineteelt weer terug te brengen. Lupine is een gewas dat goed groeit in Nederland en dat zich goed leent als basis om vlees te vervangen. Het is heel eiwitrijk en heeft een hoge voedingswaarde. Meatless, een voormalig vleesbedrijf dat nu vleesvervangers maakt, heeft een techniek om lupine de juiste structuur te geven en de bite van vlees te evenaren.’

En de smaak...

‘De argumenten om vegetarisch te worden zijn duidelijk: het is gezonder, beter voor het milieu, duurzamer en dan is er natuurlijk het argument dierenwelzijn. Er is voor vleesliefhebbers maar een argument tegen: de smaak. Uiteindelijk weegt de smaak toch zwaarder. Ik werkte samen met topkoks en slagers om de juiste smaak te vinden. We moeten de liefhebbers voor de gek zien te houden.’

Kun je vleeseters inderdaad foppen?

‘Onze producten zijn vaak nog lekkerder dan vleesproducten. Over onze tonijnsalade vragen mensen wel eens: ‘zo’n zuivere smaak, waar is die tonijn gevangen?’ Met onze kip konden we inkopers voor de gek houden. Die vonden het smakelijker dan gewone kip. Ze dachten dat het kippendijltjes waren van kippen die een paar jaar vrij hebben gescharreld.’

Hoe bevalt het u om vegetariër te zijn?

‘Het vegetarisch eten wordt steeds gemakkelijker, ook omdat ik dicht bij het vuur zit. Mensen zijn gewoontedieren. Als je vlees weghaalt van het bord is er een lege plek. Die moet je zo logisch mogelijk invullen. In het begin vond ik het echt lastig, ik heb er ook wel een paar jaar over gedaan om volledig met vlees te stoppen. Ik ben zelf als dus een goed proefkonijn, ik moet echt achter de producten staan.’

Hoeveel energie bespaart u?

‘Mijn grootste drijfveer is de ethische kant, de manier waarop we dieren behandelen. Ik ben ook veel met de natuur bezig en teel biologische producten. Daarnaast is het heel mooi dat het ook een duurzame keuze is. Met dit product van lupine kun je drie keer zoveel mensen voeden. Hoeveel energie je bespaart hangt af van het product. Bij kip is de vervanger tweemaal zo duurzaam. Met dezelfde input, landgebruik, de brandstoffen, water en CO₂, kunnen we twee keer meer mensen voeden. Bij een hamburger bereik je nog meer winst. Bij rundproductie worden veel broeikasgassen uitgestoten en het waterverbruik is 15 keer groter. Onze vleesvervanger is wel zeven keer duurzamer.’



4. ANDERS PRODUCEREN

NAAR EEN CIRCULAIRE, BIO-BASED
INDUSTRIE OP DUURZAME ENERGIE

AGENDA

VOOR NEDERLAND VOOR 2030



DE INDUSTRIE BESPAART 2%
ENERGIE PER JAAR, IEDER JAAR WEER

4. ANDERS PRODUCEREN: NAAR EEN CIRCULAIRE, BIO-BASED INDUSTRIE OP DUURZAME ENERGIE

De industrie in Nederland vertegenwoordigt op dit moment de helft van het totale energiegebruik in Nederland en is daarmee verreweg de grootste gebruiker van energie. **Om in 2030 op 100% duurzame energie over te gaan, zijn we uitgegaan van gemiddeld 2% energiebesparing (efficiencyverbetering) per jaar.** Dat kan in sommige bedrijfstakken makkelijk meer zijn, maar we houden de inschattingen conservatief. De resterende energievraag wordt dan duurzaam opgewekt. Waar het kan op locatie en de rest centraal (zie volgende hoofdstuk).

Er kan echter meer dan we voorzichtig berekenen in dit rapport. En omdat dit rapport ook een visie op de toekomst geeft en wil inspireren tot extra stappen, schetsen we hier wat er nog meer kan.

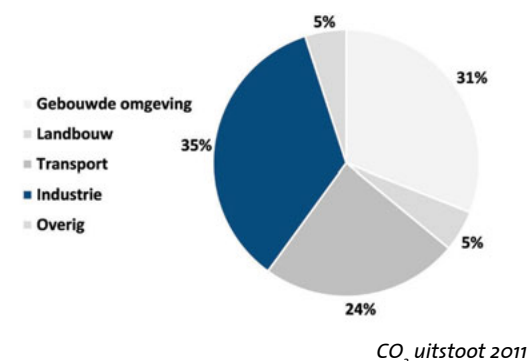
In dit hoofdstuk bespreken we het energieverbruik dat gerelateerd is aan het maken en produceren van goederen (ook voor de wereldmarkt) en het gebruik daarvan in Nederland, voor zover nog niet besproken in de voorgaande hoofdstukken. Het maken van goederen kost grondstoffen en energie, dus minder producten maken is gunstig vanuit het perspectief van schaars wordende grondstoffen en het streven naar een duurzame energievoorziening. In de nieuwe economie gaan mensen meer delen, lenen en huren, waardoor ze wel het gebruik van producten hebben, maar niet noodzakelijk zelf eigenaar zijn. Er zijn dan minder producten nodig. Daarnaast kan datgene wat toch nog geproduceerd moet worden, ook energiezuiniger en met duurzame energie worden gemaakt.

WAT

Voor dit rapport is het vooral relevant dat we 2% minder energie gaan gebruiken en de resterende energie die we nog nodig hebben, duurzaam opwekken. Maar iets breder bekeken is het ook nodig dat we zuiniger omgaan met grondstoffen en dat we ook olie als basis voor vele producten ('feedstock') gaan vervangen door groene grondstoffen.

We spreken in de politiek vooral over uitvoeringsvraagstukken en opvallend weinig over doelstellingen.

Het recente WRR rapport 'Naar een lerende economie' constateert terecht dat we in Nederland niet de discussie voeren wat het **doel** is van onze economische strategie.³³ We spreken in de politiek vooral over uitvoeringsvraagstukken en opvallend weinig over doelstellingen. Het rapport betoogt dat het tijd wordt om voorbij traditionele groeimodellen te denken en dat de hoogte van het Bruto Binnenlands Product (BBP) nog geen inzicht geeft in het welzijn en de welvaart van de bewoners. Waar willen we in de toekomst ons geld mee verdienen in ons relatief materiaal- en energie-intensieve land? Wat gaan we doen als grondstoffen en olie schaarser worden



Industriepolitiek mag weer, moet zelfs weer en vereist moed en keuzes.

en de roep om een duurzamere samenleving luider? Daar zijn we niet op voorbereid en in de politiek wordt dit nauwelijks besproken. Het WRR rapport zegt terecht 'Het is dus zowel vanuit ecologisch belang als vanuit economisch eigen belang verstandig om in te zetten op een vergroeningsagenda voor de Nederlandse economie'.³⁴

Industrie van de toekomst – industriepolitiek nodig!

De nieuwe circulaire economie die draait op groene grondstoffen en duurzame energie, vraagt om keuzes. Welke industrieën passen wel in een duurzame, volhoudbare samenleving en welke niet? Welke kunnen zich nog aanpassen en welke zullen verdwijnen? Niet elk bedrijf past bij de toekomstige economie en we moeten dan ook niet koste wat het kost elke industrietak proberen te redden. Vanaf 2020 neemt de beroepsbevolking af, dus laten we nu gaan kiezen wat we met de resterende mensen willen doen. We moeten wel kiezen welke industrieën goed passen en dus steun verdienen op allerlei manieren. Industriepolitiek mag weer, moet zelfs weer en vereist moed en keuzes.

Hoe zou het er in 2030 uit kunnen zien? Welke industrie heeft overleefd of zich aangepast, welke zijn verdwenen? Welke sectoren kunnen groeien, waar gaan we ons geld mee verdienen? Zonder compleet te willen zijn, schetsen we onderdelen van een potentiële economie, startend met de sectoren waar nu veel energie wordt verbruikt.

Chemische industrie

De chemische industrie zal voor haar brandstoffen overstappen op duurzame energie. Maar zij gebruikt ook heel veel fossiele grondstoffen als basis voor de chemische producten die zij produceert. Dat zal in toenemende mate overgaan van fossiele grondstoffen op **groene grondstoffen**. Het zal moeilijk zijn dat voor 2030 volledig te realiseren.³⁵ Waarschijnlijk is er ook technisch en qua innovaties meer tijd nodig om de gehele chemie over te laten stappen op groene grondstoffen. Als we dan nog fossiele grondstoffen gebruiken na 2030, is dat minder erg als we zorgen dat de uitstoot afgevangen wordt en liefst opnieuw benut en als we de producten die gemaakt worden in de kringloop houden en niet aan het einde van de levensduur verbranden. Dus CO₂ als grondstof, die in de kringloop blijft en nuttig benut wordt in andere chemische verbindingen. We zullen dus uitstoot moeten minimaliseren en **kringlopen** maximaal sluiten.

Metaalindustrie

Staal en aluminium zijn heel goed te recyclen, waarbij de kwaliteit zeer weinig achteruit gaat. Recyclen vergt veel minder energie dan nieuw metaal maken uit ijzererts en dergelijke. In het Energietransitiemodel zorgt het beter recyclen van metalen voor een aanzienlijke energiereductie. In de toekomst zullen mensen ook beter omgaan met schaarse grondstoffen zoals vele metalen en op zoek gaan naar vervangers die minder schaars zijn en minder belastend voor de omgeving. Nu al heeft men lantaarnpalen zonder metalen paal, die hangen in een straat en werkt men aan windenergie waarbij minder metaal nodig is voor de molens.



Waar willen we in de toekomst ons geld mee verdienen in ons relatief materiaal- en energie-intensieve land?

Papier industrie

In de toekomst leest men veel meer digitaal. De markt voor kranten en boeken op papier wordt veel kleiner en gebruikt vooral gerecycled papier, niet meer gemaakt van nieuwe bomen, maar van allerlei andere grondstoffen uit die circulaire economie. Dat geldt ook voor allerlei vormen van karton. Er is nu al karton gemaakt van gemaaid bermgras, wat anders niet werd benut. Bovendien wordt het energieverbruik in het maakproces nog verder omlaag gebracht.

Bouwmaterialen en cement

In het bouwproces wordt heel veel energie gebruikt bij het maken en vervoeren van cement en andere bouwmaterialen. Dan zal in de toekomst echt anders moeten en dat kan ook. Dat vereist wel een enorme omslag, die door de gevestigde orde niet zonder slag of stoot gemaakt zal worden. Er zijn al veel duurzamere vormen van beton en cement, die nu de markt

nauwelijks binnen komen. Steun van de overheid is daarbij absoluut nodig, zowel in de vorm van regelgeving als op andere wijzen. In de toekomst zal steeds minder nieuw gebouwd worden. Oude gebouwen die opgeknapt of gesloopt worden, bevatten veel materiaal dat hergebruikt kan worden. Op de bouwplaats wordt gesloopt en gescheiden en gebouwd met gerecyclede producten en grondstoffen. Dat gebeurt nu incidenteel en wordt de komende twintig jaar normaal. Daarnaast kan in de toekomst veel meer gemaakt worden terplekke met 3D-printers. 'Cradle-to-Cradle meets locally produced'. In het verbouwen en energie neutraal maken van woningen zullen zeer veel banen geschapen worden, zowel direct in de bouw, als bij allerlei toeleveranciers (van isolatiemateriaal tot warmtepompen en zonneboilers).

Keuze voor industrieën of sectoren van de toekomst

Nederland verdient nu veel geld met fossiele energie, transport en distributie, voeding/landbouw en in de bouw. Vooral sectoren die nu fossiele brandstof verbruiken. Het wordt de kunst deze om te bouwen naar sectoren die draaien op duurzame energie (zie vorige hoofdstukken) en soms wellicht af te breken en nieuwe sectoren toe te voegen.³⁶ De keuzes voor de toekomst moeten gebaseerd zijn op een volhoudbare circulaire economie.

Activiteiten die passen bij Nederland zouden kunnen zijn:

- watergerelateerde **'deltatechnologie'**, van bouwen op water tot nieuwe dijken.
- **chemie** die koploper wordt in de **'bio-based economy'** die draait op groene grondstoffen, ondersteund door de **Rotterdamse haven** die zich ontwikkelt tot 'hub' voor stromen biomassa en een 'grondstoffenrotonde'. In de nieuwe economie wordt veel opnieuw gebruikt en zullen er dus nieuwe stromen vervoerd moeten worden (retourstromen die passen in de circulaire economie rond **recyclen en upcyclen**). In de haven is nog ruimte voor nieuwe industrie rond het scheiden en hergebruiken van allerlei stromen.
- **activiteiten '2^e-3^e-lange levens' en nieuwe services**: er komen steeds meer bedrijven die apparaten of onderdelen daarvan nieuwe levens geven (zie interview Joost de Kluijver p. 72), bedrijven die inzetten op het delen van 'spullen' zoals FLOOW2, of het leveren van diensten zoals lichturen, loopuren, zituren, in plaats van lampen, tapijt en stoelen, zoals het bedrijf TurnToo doet. Er is veel creativiteit in de markt op het gebied van de overgang naar een deel- en ruileconomie, waarbij een dienst wordt verlangd en niet perse een product.
- **afvalbedrijven worden grondstofbanken**: het verkopen van grondstoffen gaat meer opleveren dan het verbranden van afval. Afvalbedrijven worden steeds creatiever in de cradle-to-cradle economie.
- **energieleverende grootschalige tuinbouw**, naast allerlei innovatieve vormen van lokale landbouw en nieuwe concepten in de regionale voedingseconomie.
- **cluster duurzame mobiliteit**: in Nederland is er veel kennis op dat gebied, vooral rondom Eindhoven, waarbij Nederland nu al voorop loopt. Wij gaan niet grootschalig auto's

produceren (voorlopig te duur in Nederland), maar kunnen wel veel innovatie vermarkten en allerlei toeleverende industrieën een plek bieden. Samenwerking en clusteren is daarbij een voordeel. Dat geldt niet alleen voor personenvervoer, maar ook voor bussen en nieuwe vervoersconcepten. Op gebied van elektrisch vervoer en opladen kan Nederland een belangrijke positie vervullen.

- **duurzame energie en zuinige apparaten, meet- en regeltechniek, nieuwe diensten**. Hoewel Nederland bepaald geen koploper is in hoeveelheden opgewekte duurzame energie, zijn we wel heel goed in innovaties op dat terrein. Vele vindingen van ECN en anderen op het gebied van zonneceltechnologie worden wereldwijd benut. De laatste jaren zijn er ook heel veel nieuwe diensten en concepten bedacht, die goed op te schalen zijn en waar mensen in de toekomst in vele variaties hun brood mee kunnen verdienen, van de Windcentrale en de coöperatie TexelEnergie, tot leveranciers van zuinige warmtepompen en panelen die warmte en elektriciteit leveren. In de toekomst zullen zonne- en windenergie een belangrijke rol gaan spelen wereldwijd. Nederland is bijzonder gunstig gelegen en goed geëquipeerd om de **windindustrie** te dienen. Hoewel we dat in het verleden kwijt zijn geraakt en hebben laten lopen, is het zeker de moeite om dat voor de kop van Noord-Holland en Groningen weer op te pakken. Als groeimarkt en land gelegen aan de Noordzee, levert dat veel werkgelegenheid op.
- **3^e generatie biomassa**: algen en wieren. Dit is een groeimarkt, zowel voor de voedselmarkt (zie interview Ruud Koornstra p. 90), als in de chemie en ook in de energiemarkt. Daarbij is het belangrijk te kiezen voor de toepassing met de hoogste toegevoegde waarde en voor de

toepassingen die moeilijker op andere manieren duurzaam zijn in te richten (energie staat dan niet boven aan in de pikorde, maar het kan wellicht wel een bijproduct zijn).

In de toekomst is energie soms gratis.

HOE

De overgang naar een nieuwe economie is deels gebaseerd op trends in de samenleving, maar zal ook aangewakkerd en versneld moeten worden door vele partijen om de snelheid te krijgen die nodig is.

Besparen en zelf duurzame energie opwekken

De 2% jaarlijkse energiebesparing in de industrie die nodig is om het scenario 100% duurzame energie in 2030 mogelijk te maken, kan door het bedrijfsleven gezamenlijk makkelijk gehaald worden volgens vele experts. Als men doordrongen is van de noodzaak en/of als de besparingen voldoende geld opleveren, dan kan er nog wel meer dan dat.

In het model is nu niet opgenomen dat de industrie zelf heel veel duurzame energie gaat opwekken. Voor grote energieafnemers is de prijs van fossiele energie op dit moment vaak te laag om die keuze af te dwingen op economische gronden. Er zijn echter in toenemende mate bedrijven die toch stappen zetten en zelf bio-WKKs of WKO's neerzetten of zonne- of windenergie capaciteit opbouwen, omdat ze de urgentie of de morele verplichting voelen of het zien als een mooie marketing uiting van hun (groene) activiteiten.

Naarmate fossiele energie duurder wordt (door schaarste of beprijzing/belasting), zullen er meer bedrijven overstappen naar duurzame energiebronnen.

Meer delen, repareren en samen organiseren

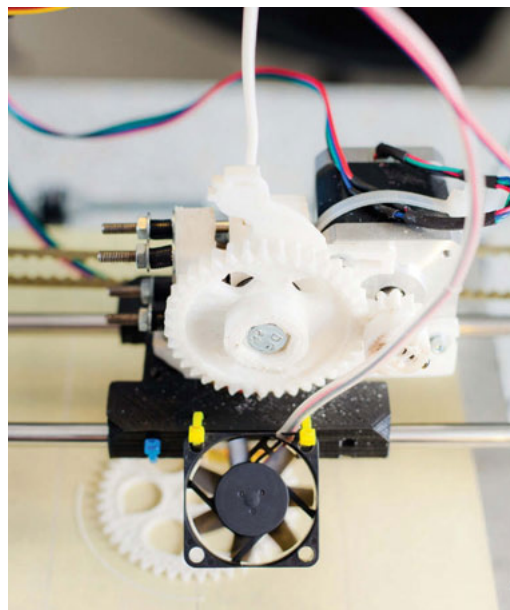
In 2030 zullen een aantal trends die nu in opkomst zijn, groter zijn geworden en sommigen worden zelfs 'normaal'. Elementen van een duurzamere samenleving, die tot minder energieverbruik bij het maken én het consumeren leiden, zijn in een fossielvrij 2030:

- in buurten en andere gemeenschappen wordt veel **meer samen** gedaan met spullen. Men **leent** van elkaar, of heeft een gezamenlijke auto in gebruik of koopt bijvoorbeeld een hogedrukspuit gezamenlijk. Waarom zouden er tien hogedrukspuiten moeten zijn in een straat als je het ook makkelijk samen met één spuit af kan? Men regelt het onderling of er komen organisaties die dat op regio of dorpsniveau organiseren voor gemeenschappen. Eerste voorbeelden zijn oa. Peerby.com (lenen van mensen in je buurt), Mywheels en Snappcar (autodelen).
- in 2030 gooit men ook minder snel iets meteen weg. Doordat de grondstofprijzen stijgen en er meer besef komt dat de weggooimaatschappij niet volhoudbaar is, wordt er **meer gerepareerd**, zelf, door anderen of gezamenlijk (zie repaircafe.nl) en gerecycled (zie o.a. Techreturns op p. 77).
- mensen winkelen meer virtueel, voor zover ze nog wel iets willen aanschaffen. Dat levert minder ritjes op naar de stad, maar meer transport van vervoersbedrijven. Als het goed georganiseerd wordt, kan het per saldo gunstig uitpakken.

Al deze initiatieven verdienen veel aandacht, opdat steeds meer mensen zich gaan aansluiten bij deze trends. Daarmee besparen ze geld en winnen ze sociale contacten in de buurt.

Duurzamer materiaal en 3D-printen

In 2030 hebben veel mensen, ook vaak op buurtniveau, een 3D-printer. Daarmee kunnen heel veel producten gemaakt worden, van kopjes en borden tot speelgoed voor een verjaardagspartijtje. In de 3D-printer gaat bioplastisch op basis van groene grondstoffen. Als het bord niet meer gebruikt wordt, of het speelgoed te kinderachtig is geworden, wordt het vermalen en opnieuw gebruikt als grondstof voor een nieuw product. We hoeven producten dus niet meer de hele wereld over te vliegen, maar maken veel zaken gewoon thuis of in de buurt. Dat helpt ook bij het verlagen van brandstofverbruik in de mobiliteitssector. De 3D-printer is niet goedkoper voor massaproductie maar wel heel geschikt voor kleinere oplagen en/of heel speciale producten of onderdelen daarvan, waar moeilijk aan te komen is.



3D-printen

Er gebeurt veel op het gebied van 3D-printen en de ontwikkelingen gaan snel. '3D-printing' lijkt op de replicators uit de Star Trek films uit de jaren '70 en '80. Toen science fiction, nu bijna werkelijkheid. Er kunnen tegenwoordig zowel grote onderdelen worden geprint (constructiedelen voor gebouwen), als hele kleine producten (nanostructuren). Assemblage is soms niet meer nodig, omdat de printer in één keer samengestelde producten kan printen. Bioplastics, plastics, metalen, houtsoorten, menselijke cellen bijna alles wordt al gebruikt als grondstof om te printen. Er zijn al printers die tegelijk 14 soorten plastic kunnen printen (zodat je rubberachtige dingen kunt combineren met harde dingen). Sommige machines combineren traditionele technieken (frezen/slijpen/polijsten van metaal) met 3D-printen in één machine. De geprinte metalen producten zijn dan net zo mooi zijn als via traditionele methodes, maar er is veel minder verspilling, doordat precies zoveel materiaal gebruikt wordt, als nodig is.

Met crowd funding wordt momenteel een open source project gefinancierd waarbij volgende generaties 3D-printers door de vorige generatie 3D-printers geprint kunnen worden. Je kunt tegenwoordig al machines kopen waarmee je thuis een oude plastic fles of beker kunt verwerken tot printer grondstof of de 'misprints' weer tot grondstof kunt verwerken voor een volgende printpoging. 3D-printen maakt niet alleen andere logistiek mogelijk, maar ook nieuwe ontwerpen, die soms ook lichter en sterker zijn dan nu met traditionele methoden. Vandaar dat bijvoorbeeld de vliegtuigindustrie deze techniek omarmt voor sommige onderdelen.³⁷ Met 3D-printers wordt iedereen die dat wil een uitvinder, een designer en een producent.³⁸

We hoeven producten niet meer de hele wereld over te vliegen, maar maken veel zaken gewoon thuis of in de buurt.

Verschillende consument

Consumenten willen steeds vaker weten waar hun product vandaan komt en waar het van gemaakt is. In 2030 is dat veel transparanter. Nieuwe apps zoals QuestionMark 'het verhaal achter het product dat je koopt', zullen populair worden en zijn in 2030 verder ontwikkeld en goed geïnformeerd. In 2030 is de consument kritischer, ten eerste op **wat** en ten tweede op **hoeveel** geconsumeerd wordt. Dit kan leiden tot een lagere (groei van de) vraag naar goederen en ervoor zorgen dat de resterende vraag duurzamer wordt ingevuld. Als deze andere houding ten aanzien van consumeren wordt gesteund door regelgeving, die grondstofgebruik, energiegebruik en afvalproductie duurder maakt, dan heeft dit natuurlijk consequenties voor de industrie in Nederland en buiten Nederland. Het kan de verschuiving naar de circulaire economie die draait op duurzame energie ondersteunen. Een consument die bereid is te betalen voor duurdere producten of die bereid is onduurzame producten te laten liggen, is ook een steun in de rug van bedrijven die wel stappen zetten op het duurzame pad. Bewustwording bij de consument, het makkelijk maken de duurdere keuze te maken, steeds meer groepen mensen die anderen in hun groep aanspreken om mee te doen, voorbeelden in de popmuziek of modellen of artiestenwereld, het helpt allemaal. Er is niet één strategie om de consument te verleiden. Er zijn vele wegen naar een duurdere economie en we zullen

ze waarschijnlijk allemaal moeten bewandelen voor het gewenste effect.

Produceer als energie goedkoop is

In de toekomst zal er overvloedig veel zonne- en windenergie opgesteld staan. Op dagen met veel zon en wind, geldt dat ook waarschijnlijk in de buurlanden. Er wordt dan veel energie op het net gezet, die dan gratis is, of misschien krijgen we wel geld toe, als we die duurzame energie gebruiken als er teveel op het net aanwezig is. Dat is niet ondenkbeeldig, want het gebeurt nu al af en toe dat er te veel energie is in Duitsland en dat wij daarom centrales moeten afschakelen. Als industrieën die niet volcontinu draaien, nu eens hun 'werkuren' gaan aanpassen aan de prijs van de energie? Dat kan voor energie intensieve bedrijven veel geld schelen of zelfs geld opbrengen. De eerste bedrijven die dat doen, zijn er al. Dat kan een nieuwe situatie opleveren, waarbij een duurzame energie voorziening gunstig is voor energie intensieve bedrijven. Deze manier van produceren, aangepast aan de aanwezigheid van zon en wind, helpt ook om het netwerk te balanceren.

Rol van de overheid

De overheid kan een rol spelen om de processen die voor een deel al plaatsvinden in het bedrijfsleven te versnellen. De overheid kan koplopers belonen of tot norm maken en achterblijvers straffen of het voor hen heel ongunstig maken om niet sneller te verduurzamen.

Er zijn vele aangrijpingspunten voor de overheid. Het allergrootste verschil zou gemaakt kunnen worden door een majeure ingreep in het belastingbestel. We krijgen een wezenlijk andere economie als we grondstoffen en vervuiling (waaronder CO₂-uitstoot) belasten en arbeid niet of nauwelijks. Dit kan bijvoorbeeld door de producten te belasten naar rato van de

Geen topsectorenbeleid, maar maatschappelijk opgavenbeleid.

grondstoffen die ze verbruiken en de uitstoot die ze veroorzaakt hebben. In de wetenschap en in duurzaamheidskringen wordt hier al heel lang over nagedacht en over gesproken ('externalities' in de prijzen, 'true pricing', de Ex'tax zoals bedacht door wijlen Eckart Wintzen en nu doorontwikkeld door zijn opvolgers in het Ex'tax project, etc.) Dat vereist een moedige overheid met visie. Het ziet er nu niet naar uit dat dit spoedig zal gebeuren, maar het verdient op de agenda te komen en veel vaker bediscussieerd te worden, ook in de politiek.

Daarnaast zou de overheid vele andere zaken kunnen steunen om energiebesparing te bespoedigen en om de omslag naar een nieuwe duurzame economie te versnellen en te helpen (niet uitputtend):

- visie maken op economie van de toekomst, en een gelaagde strategie 'die helpt om onze kwetsbaarheid te verkleinen, onze veerkracht te versterken en de efficiëntie van het grondstoffengebruik in de Nederlandse economie te vergroten' (WRR-rapport).³⁹ Dat geldt ook voor de overgang naar een economie die op duurzame energie moet gaan draaien, willen we niet te afhankelijk worden van de grillen van de markt en van andere landen, als over een jaar of twintig ons gas op is. Daarnaast verbruikt Nederland nu al jaarlijks ongeveer 200 miljoen vaten olie, wat bij de huidige olieprijs van 90 dollar per vat al 2,5% is van het Nederlandse BBP (!).⁴⁰
- er komen nu al allerlei nieuwe business- en organisatie modellen op de markt, die naast technologische innovaties, behulpzaam zijn om de circulaire economie op te bouwen.
- De overheid kan deze nieuwe bedrijven en producten en diensten steunen door ze af te nemen ('launching customer'), door ze positieve aandacht te geven en daarmee positieve PR, door mee te denken en in laatste instantie in het begin een (financieel) steuntje in de rug te geven om te helpen bij startkapitaal.
- de consument betaalt nu zes keer zoveel belasting op stroom dan op aardgas. Als we elektrificatie willen bevorderen, kan dat tegenwerken (zeker als t salderen op eigen dak afgeschaft wordt). Dat moet andersom.
- zoals ook de WRR schrijft, zijn ook nieuwe beleidsconcepten vereist in een nieuwe circulaire economie. Daarbij kan gedacht worden aan andere concepten dan de huidige BTW (bruto toegevoegde waarde) en een onderscheid tussen primaire grondstoffen (uit de grond gehaald en voor het eerst gebruikt in een product) en grondstoffen uit recycling. In de overgangseconomie kan het helpen de niet primaire grondstoffen fiscaal te bevoordelen.⁴¹
- de overheid is bij uitstek geschikt om allerlei vormen van innovatie aan te jagen en te zorgen dat nuttige innovaties sneller naar de markt gaan. Het gaat om innovaties in producten, diensten, nieuwe samenwerkings- en organisatievormen. De overheid kan helpen in regelgeving, steun bij financiering, zelf eerste afnemer zijn en zorgen voor een beter onderwijssysteem met hoger opgeleide leerkrachten.⁴²
- het innovatie-, onderzoek- en onderwijsbeleid van de overheid zou zich moeten gaan toespitsen op het oplossen van maatschappelijke opgaven. Het klimaatprobleem en de grondstoffenschaarse zijn dan twee kandidaten die hoog op het prioriteitenlijstje zouden moeten staan.

FINANCIERING

Het scenario voor een samenleving die 100% op duurzame energie draait, vraagt van de industrie 2% energiereductie per jaar. Dat kunnen de meeste bedrijven heel goed zelf betalen. Het levert ook besparingen en dus geld op, waarmee weer nieuwe reductiemaatregelen genomen kunnen worden. De omslag naar een duurzame samenleving kan wel sneller verlopen als het bedrijfsleven en ondernemers makkelijker aan

geld kunnen komen voor investeringen en maatregelen. We hebben als samenleving veel geld opgehoest om de banksector overeind te houden. Het wordt tijd dat deze sector nu aangezet wordt om meer te doen voor de samenleving. Minder risicovolle beleggingen en transacties, meer steun aan bedrijven die de nieuwe economie gaan dienen en meer steun voor innovaties en starters op de markt.

*Het allergrootste verschil zou gemaakt kunnen worden door een
majeure ingreep in het belastingbestel.*

ACTIEPLAN

- Energiebesparing is al een wettelijke verplichting. De Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo) en het Activiteitenbesluit verplichten energieverbruikers tot het nemen van besparingsmaatregelen die binnen 5 jaar zijn terugverdiend. Alle bedrijven die meer dan 50.000 kWh electriciteit of 25.000 m3 aardgasequivalenten verbruiken moeten die besparingsmaatregelen nemen.⁴³ Als deze wetgeving stringent nageleefd zou worden, zou er al een grote winst geboekt worden. De overheid kan dat sterk verbeteren door te gaan controleren en voorlichten (bedrijven houden zich nog maar zeer mondjesmaat aan deze wetgeving, maar velen weten het ook niet), wellicht ook via de Kamer van Koophandel Nieuwe Stijl, onderdeel van het Ondernemersplein.
- Bedrijven, van groot tot klein samen met allerlei maatschappelijke partijen verleiden tot energiebesparing en produceren van eigen duurzame energie. Urgenda en Ecofys doen dit nu via hun initiatief 'Countdown', het Wereld Natuur Fonds met 'Climate Savers'. MVO Nederland werkt aan een plan om bedrijven tot 2020 tot actie aan te zetten om de circulaire economie sneller dichterbij te laten komen. Nederland Krijgt Nieuwe Energie lobbyt en wil consumenten verleiden actief te worden en zo zijn er nog talloze initiatieven die navolging verdienen en een steen bijdragen aan het omslagproces.
- Alle zaken die hierboven onder 'rol van de overheid' zijn vermeld, kunnen door de overheid opgepakt worden.

INNOVATIES

Vele innovaties zijn al beschreven in het hoofdstuk over mobiliteit en landbouw en voedsel. Dat herhalen we hier niet.

Zoals reeds beschreven, is door een overdaad aan duurzame energie op sommige momenten energie op de kortetermijnmarkt af en toe gratis. Dit is nu al het geval als in Duitsland heel veel zon en wind aanwezig is. Dat gaat in Nederland ook gebeuren als we werken aan het '100% duurzame energie' scenario. In de toekomst gaan industrieën, waar mogelijk, hun productieprocessen aanpassen aan goedkope of soms zelfs gratis energie. Ze zullen minder energie afnemen als de energie heel duur is. Voor het systeem levert dat een gelijkmatiger beeld op, wat gunstig is. Ook particulieren kunnen in de toekomst veel meer keuzes maken, als de zogenaamde **slimme netten** ('**smart grids**') verder uitontwikkeld zijn. Dan kunnen we kiezen om onze elektrische auto op te laden als de energie het goedkoopst is ('s nachts) en de wasmachine laten draaien als het bijna niets kost. In twintig jaar moeten we ver kunnen komen met die technologieën.

De innovaties die nodig zijn om de omslag te maken naar een circulaire economie die minder energie verbruikt, zullen veel vergen van de samenleving. We zullen steeds meer producten moeten gaan maken die voor

Het innovatie-, onderzoek- en onderwijsbeleid van de overheid zou zich moeten gaan toespitsen op het oplossen van maatschappelijke opgaven.

100% herbruikbaar zijn aan het einde van hun levensduur. Ook zullen we afscheid moeten nemen van de traditionele productieprocessen van onze grootste industrieën die gebaseerd zijn op grondstoffen die eindig zijn en verbruikt worden in het productieproces en grondstoffen die leiden tot vervuiling tijdens winning, productie, gebruik of aan het einde van hun levensduur. Maar de vooruitgang is op vele terreinen indrukwekkend. Tegenwoordig kunnen we praktisch alle bouwstenen die we voor de chemie uit aardolie halen ook uit biomassa maken. M.a.w. we kunnen hetzelfde maken op basis van planten van nu als op basis van fossiele planten (lees 'olie en dergelijke').⁴⁴ De metaalindustrie kan een recycle-industrie worden en verdere stappen maken. Dat geldt ook voor andere reeds besproken industrieën.

NEDERLAND 100% DUURZAME ENERGIE VOOR 2030

WAT KAN IK DOEN?

AGENDA

1



19. IK GOOI MINDER SNEL IETS WEG, MAAR KIJK EERST OF IK HET KAN REPAREREN OF RECYCLEN
20. MIJN BEDRIJF GEBRUIKT GEEN OLIE ALS GRONDSTOF, MAAR ALLEEN GROENE GRONDSTOFFEN
21. MIJN BEDRIJF DRAAIT OP DUURZAME ENERGIE
22. IK KIES VOOR EEN BEROEP OF BEDRIJF WAT PAST IN DE TOEKOMSTIGE CIRCULAIRE ECONOMIE
23. IK GA MEER ZELF (LATEN) MAKEN, O.A. MET DE 3D-PRINTER
24. IK WORD EEN 'VERSCHILLIGE' CONSUMENT EN WIL WETEN WAT IK KOOP EN HOE HET GEMAAKT IS



‘Hergebruik is een simpele afweging, die gebruikte telefoon ligt toch maar in je la.’

Joost de Kluijver richtte 2009 samen met Marcel Stiphout Techreturns op. Dit bedrijf heeft het eerste winstgevende circulaire model voor de mobiele industrie opgezet.

Wat doet Techreturns?

‘We hebben twee hoofdcompartimenten. Het deel Techreturns richt zich op hergebruik van elektronische producten. Het tweede compartiment, Closing the Loop, op recycling; hergebruik van de materialen.’

Hoe werkt het?

‘In Nederland schrijven mensen spullen af die eruitzien alsof ze nog nooit zijn gebruikt. Wij zamelen gebruikte telefoons en computers in van consumenten en bedrijven. Zij krijgen in ruil daarvoor een vergoeding. Alles wat geschikt is voor hergebruik gaat naar onder meer Azië en Afrika voor verkoop. Zo verlengen we het leven van elektronische producten. Bij ‘end of life’, als de elektronica niks meer dan elektronisch afval (e-waste) is, komt Closing the Loop in beeld. We halen de afgedankte spullen weer op. We zijn in 2013 gestart met een groot project om 250.000 ‘afval’ telefoons uit Ghana te halen. We zorgen dat de metalen opnieuw gebruikt kunnen worden, resulterend in een gesloten kringloop. We redden minstens net zoveel telefoons van de afvalstapel als dat we telefoons hergebruiken, zodat we 100% zeker zijn van een positieve footprint.’

Hoe begon Techreturns?

‘We werden geïnspireerd door een Engels initiatief dat telefoons hergebruikt, maar zij hadden geen commerciële insteek zoals wij. In Techreturns vind ik een combinatie van commercie en duurzaamheid. Ik heb een achtergrond in het bedrijfsleven, maar heb ook bij een NGO gewerkt. Nu kunnen mijn compagnon en ik doen waar we goed in zijn en waar we achter staan.’

Wat is het voordeel voor degenen die hun elektronica inleveren?

‘We dragen drie pijlers aan: Geld, we keren gemiddeld 48 euro uit in ruil voor een afgedankte telefoon. Gemak; onze aanpak is zo ingericht dat er praktisch geen inzet van de klant nodig is; Duurzaam, de telefoons worden hergebruikt of gerecycled. We dumpen geen troep in Afrika.’

Hoeveel energie bespaart u?

‘Elk toestel dat een tweede leven krijgt, zorgt ervoor dat een telefoon niet nieuw geproduceerd hoeft te worden. De keuze die men in Afrika heeft is namelijk tussen ons hoogwaardige, gebruikte product, of Chinese rommel. Als een telefoon een tweede leven krijgt, scheelt het zo’n twintig tot veertig kilo CO₂-uitstoot aan grondstofwinning per telefoon. Dat is mooi meegenomen, maar de grootste drive voor Techreturns is om een ontzettend waardevol product naar Afrika te brengen. Een auto of computer kan een gemiddelde Afrikaan zich niet veroorloven, maar een telefoon ligt binnen bereik. In vijf jaar tijd is het telefoonbezit in Afrika van 5% naar 60% gegaan. Dat resulteert in sociale en economische winst. De telefoon helpt om verbonden te raken met de eigen en de internationale omgeving, bovendien biedt het mogelijkheden tot entrepreneurship.’

Moet heel Nederland zijn oude telefoon inleveren?

‘Consumenten gaan hopelijk meer nadenken over hun eigen koop- en gebruiksgedrag. Duurzaam slaat niet bij iedereen aan, maar met Techreturns kunnen we het op een speelse en financieel aantrekkelijke manier duidelijk maken. Je krijgt geld voor je oude telefoon en oja, je draagt nog bij aan duurzaamheid ook. Dat is mooi meegenomen.’



5. ANDERS ENERGIE OPWEKKEN

VEEL ZON EN WIND

AGENDA

VOOR NEDERLAND VOOR 2030

ANDERS ENERGIE OPWEKKEN



7200 MW WIND OP LAND



16.800 MW WIND OP ZEE



900 MW WIND AAN DE KUST



24.800 MW ZONNE-ENERGIE



BIOMASSA ALS BACK-UP TOTDAT ER
VOLDOENDE OPSLAGMOGELIJKHEDEN
EN SMARTGRIDS ZIJN



5. ANDERS ENERGIE OPWEKKEN:

VEEL ZON EN WIND

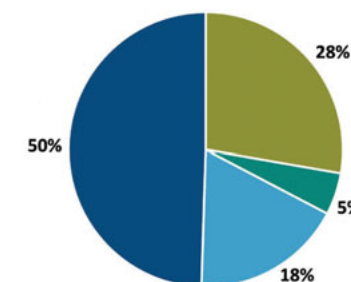
We hebben in de vorige hoofdstukken gezien hoe we energie kunnen reduceren in verschillende sectoren en wat we lokaal kunnen opwekken aan duurzame energie vooral in de bestaande bouw. We zagen dat een combinatie van energiezuinige gebouwen en kassen, andere vormen van vervoer, meer plantaardige voeding en andere vormen van consumptie, kunnen leiden tot energiereducties van soms meer dan 50% per sector.

We streven in dit rapport naar een samenleving die 100% draait op duurzame energie.⁴⁵ We willen laten zien dat dat kan, ook als je conservatief rekent en niet te optimistische verwachtingen meeneemt in de cijfers. We hebben vooral gerekend met hoge reducties van energie in de gebouwde omgeving, bij transport en in de kassen. We kunnen de vraag naar centraal opgewekte energie dan al substantieel reduceren. Dat vereist een goede aanpak en er samen de schouders onder zetten, in combinatie met nieuwe technieken en gedragsveranderingen. De behoefte aan centraal geproduceerde elektriciteit neemt sterk af in dit scenario en fossiel gas gaat eruit.

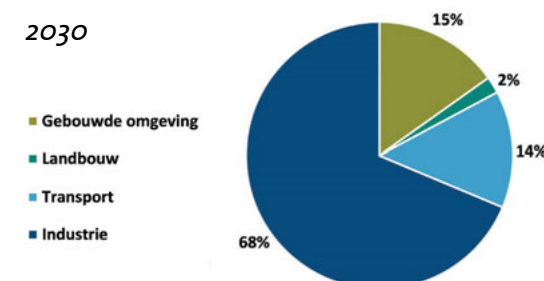
Door de energiebesparing verandert de verdeling tussen de sectoren drastisch. De totale energievraag in het 2030 scenario is gedaald met 48%. Was er eerst in 2011 een totale hoeveelheid primaire energie nodig van 3.2 EJ⁴⁶, in 2030 is dit gehalveerd (figuur 4). Van de overgebleven energie wordt in 2030 veruit

het meeste gebruikt door de industrie (was 50% van het totaal in 2011, wordt 68% in 2030, zie figuur 4).

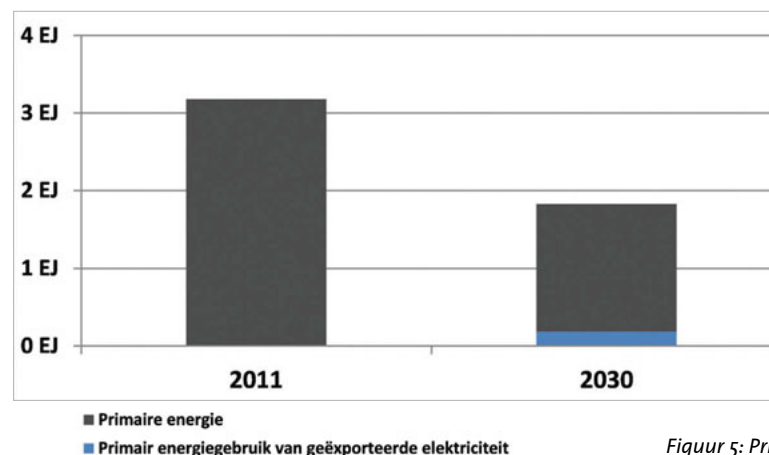
2011



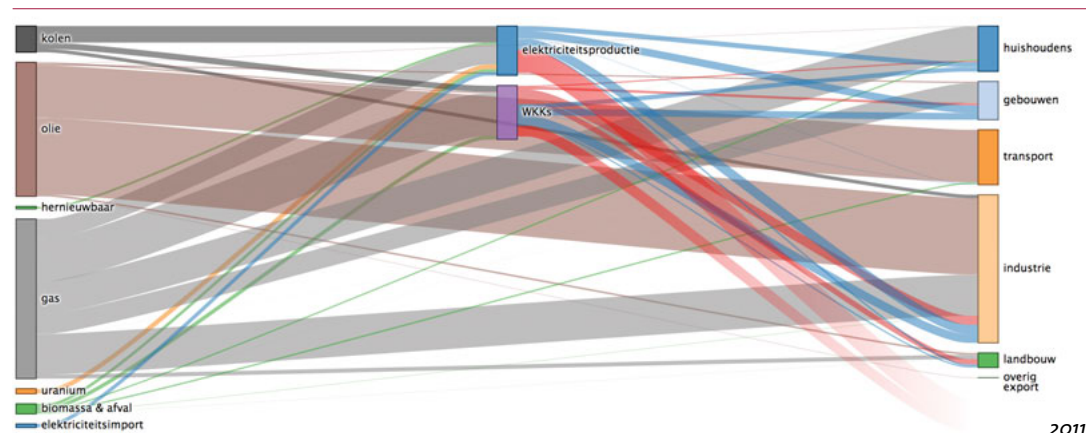
2030



Figuur 4: Energievraag per sector in 2011 en 2030.



Figuur 5: Primaire energie vraag in 2011 en 2030



Figuur 6: Energiestromendiagram (Sankey diagram) van 2011 (Figuren online op www.urgenda.nl/Rapport2030)

WAT

Veel zon en wind

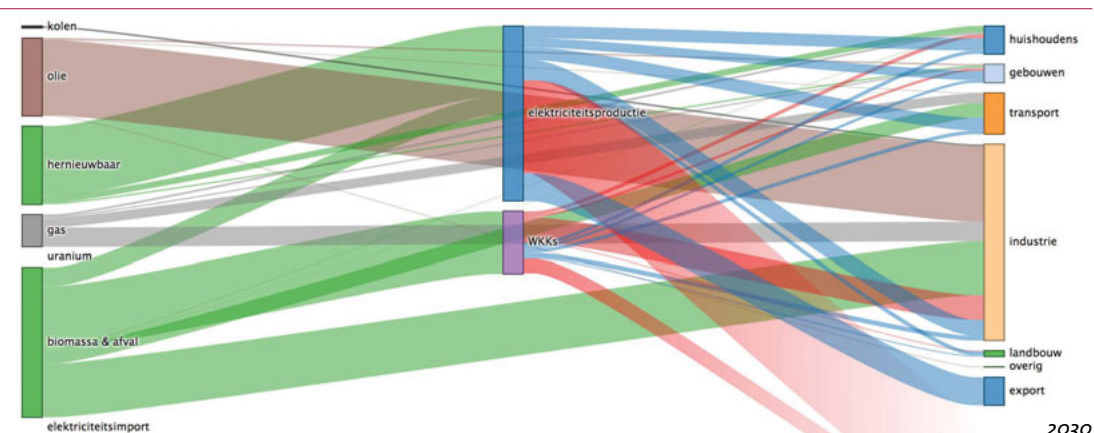
In het scenario '100% duurzame energie in 2030' is veel duurzaam opgewekte elektriciteit nodig, want aardgas wordt niet meer gebruikt. Deze elektriciteitsproductie komt van een combinatie van zonnepanelen op daken van huizen, kantoren en andere gebouwen en op velden en van windmolenparken op zee, aan de kust en op land. Door een grote spreiding van de windmolens en koppeling van de windmolenparken in de Noordwest-Europese markt is het mogelijk om wind ook voor een deel als basislast (betrouwbare) energie in te zetten. Het waait namelijk altijd wel ergens op zee. Het Energietransitiemodel rekent met een bijdrage aan het betrouwbaar opgesteld vermogen van 4 tot 25% per geïnstalleerde windmolen. Boven de 10 Gw geïnstalleerd op zee is die bijdrage minimaal.⁴⁷

In het 100% duurzaam scenario maken we gebruik van totaal 24.900 MW aan windenergie en 24.800 MW zonne-energie (opgesteld vermogen). Dat leidt tot 77,9 PJ aan zonne-energie⁴⁸ en 286,2 PJ aan windenergie. Er staat dan in 2030 een grote hoeveelheid wind op zee (ongeveer 16.800 MW) en ook een forse capaciteit op land (ongeveer 7200 MW)

en aan de kust (ongeveer 900 MW). Tevens is er voor ongeveer 24.800 MW aan zonvermogen neergelegd: 16.300 MW op huizen (bijna allemaal zijn ze energieneutraal in 2030), 8000 MW op kantoren en andere utiliteitsbouw en 500 MW op zonne-velden).

Biomassa als 'back-up' – zo lang het nodig is

Doordat fossiele centrales en kerncentrales niet onder de definitie van duurzame energie vallen, zullen de momenten met onvoldoende zon- en wind nu nog moeten worden opgevangen met biomassa. Hierbij is het de keuze of we dit doen door biomassa te verbranden, te vergisten of te vergassen. Eventueel kunnen we bij vergisting en vergassing het biogas opwerken naar aardgaskwaliteit en het als 'groen gas' invoeden in het aardgasnet. Dit laatste heeft als voordeel dat we dan grote hoeveelheden biogas kunnen opslaan (ook seizoensopslag) en eenvoudig kunnen transporteren over grote afstanden. Natuurlijk is de inzet van groen gas in plaats van biogas wel duurder door de extra bewerkingsstappen.⁴⁹ Voorbeeld van zo'n bewerkingsstap is het op druk brengen van het biogas om het te kunnen invoeden in het onder druk staande aardgasnet.



Figuur 7: Energiestromendiagram (Sankey diagram) van 2030

In het model waarmee we nu dit scenario doorrekenen, gaan we uit van vijf grote biomassacentrales (op basis van zgn. 'biokolen') en dertien grote groengascentrales stand-by. Als ze er eenmaal staan verzorgen ze de back up en dat kan rendabel. De investering om dat voor elkaar te krijgen (bouw of ombouw van deze centrales) zullen we als maatschappij op ons moeten nemen. Net zoals we in de jaren 1955-1965 elk huis een gas aansluiting gaven en die kosten 'socialiseerden' (lees: van ons belastinggeld betaalden), zal de overgang naar de duurzame energievoorziening voor een deel ook gezamenlijk opgebracht moeten worden. Tevens zijn er een groot aantal kleine warmtekrachtcentrales (WKK's) en turbines beschikbaar die ook op biomassa/biogas draaien. De WKK's zijn er al, maar draaien nu nog niet allemaal op biobrandstoffen.⁵⁰

Eventueel kan diepe geothermie waarbij we zeer warm tot kokend water oppompen diep uit de aarde ook een bijdrage leveren aan de stroomvoorziening op momenten dat wind en zon het laten afweten. Deze vorm van aardwarmte is nu onderbenut, maar hopelijk zijn er over twintig jaar oplossingen voor de problemen van nu en verwarmen we daar bijvoorbeeld de kassen mee.

Zoveel zon en wind in Nederland kan dat?

De omslag die wij beschrijven, van veel kolen en gas, naar vooral veel zon en wind, roept natuurlijk veel vragen op. Een deel wordt beantwoord in bijlage 4. De conclusie is dat zoveel zon- en windvermogen in Nederland mogelijk is over twintig jaar. Duitsland heeft al in 2020 zoveel wind- en zonvermogen. Ze hebben nu al heel veel zon en windenergie en dat toont op **maandbasis** een mooi vlak productieprofiel (zon en wind leveren de meeste maanden **samen** steeds evenveel energie op). Op kortere termijn moet je oplossingen vinden voor de dagen waarop en zon en wind niet voldoende aanwezig zijn. In eerste instantie doen we dat met biomassacentrales als back-up, maar we verwachten dat er met smart-grids en steeds meer technieken om energie ook lokaal op te slaan, in de toekomst nauwelijks nog back-up nodig is. We moeten het systeem vooral slimmer organiseren en innovaties sneller naar de markt helpen (opslagmogelijkheden, smart grids met elektrische voertuigen als opslag mogelijkheden etc). Dan kunnen we biomassa zo veel mogelijk gebruiken als grondstof voor de industrie en zo min mogelijk voor de energievoorziening.



Het ondiepe gedeelte van de Noordzee is groot genoeg om alle windmolens te plaatsen die we nodig hebben op zee. Er is dan ook nog ruimte voor scheepvaart, vogels en militairen. Zoveel windmolens plaatsen en onderhouden is een enorme inspanning die veel werkgelegenheid oplevert voor verschillende bedrijfstakken. Er zijn genoeg boten, molens en mensen om dat te doen als we het goed plannen en er een continu proces van maken. De productie van windmolens en zonnepanelen kost ook energie, dat is al binnen twee jaar terugverdiend.

Als er tijdelijk meer elektriciteit wordt geproduceerd dan dat er vraag naar is, dan is er tijdelijk gratis energie. In dit scenario '100% duurzame energie in 2030' is er regelmatig genoeg windstroom om de gehele industrie van gratis energie te voorzien. De markt zal reageren, als er gratis energie komt, wat leidt tot nieuwe economische activiteiten. Daardoor neemt na verloop van tijd de economische groei toe en zal de prijs van elektriciteit weer steeds vaker boven nul komen.

HOE

Zon

Veel zonnepanelen worden neergelegd door particulieren en bedrijven. Als voor hen de omstandigheden gunstig zijn of blijven, dan zal de groei die de laatste jaren is ingezet, doorzetten. De overheid kan natuurlijk wel enorm helpen, door bijvoorbeeld salderen op eigen dak langer door te zetten. Dat betekent dat mensen die overdag zelf zonne-energie opwekken op hun eigen dak, dat weg mogen strepen tegen de energie die ze 's avonds gebruiken. Als de overheid werkelijk groei nastreefde op het gebied van zonne-energie, dan zou ze salderen op andermans dak of op weilanden ook toestaan. Dan mag een particulier dus de energie die hij of zij elders opwekt, omdat er geen eigen dak is, ook wegstrepen, tegen eigen verbruikte energie. Als dat zou mogen, dan zouden de bedrijven op dit terrein, van lokale energiecoöperaties tot ondernemers, enorm opschalen en zou de hoeveelheid zonne-energie enorm groeien. Maar dat lijkt de overheid niet te willen, alle mooie woorden ten spijt.

Wind

In de jaren 50-60 van de vorige eeuw hebben we in tien jaar ieder huis en gasaansluiting gegeven en stopten we met kolen voor de verwarming van onze huizen. De kosten hebben we samen betaald, dat heet in het jargon 'socialiseren van de kosten' en kan via belastingen of tarieven van de energievoorziening. Ook voor de omschakeling van fossiele energie naar duurzame energie, is zo'n inzet nodig. En nu hebben we in plaats van tien, twintig jaar. Voor zo'n snelle omschakeling is een meewerkende overheid noodzakelijk. De overheid kan alle MERs (milieueffectrapportages) maken en de plekken op de Noordzee aanwijzen waar grootschalig wind op zee kan plaatsvinden en ook zorgen voor 'de stopcontacten op zee'. Die kosten kunnen we samen dragen, dan kan 'de markt' de molens neerzetten, exploiteren en onderhouden. De nationale overheid kan er ook voor zorgen dat provincies geen eenzijdige 'extra-windmolens-op-land-verbod' afkondigen, zoals Noord-Holland heeft gedaan. Ook andere provincies maken passen op de plaats, die niet passen bij de urgentie om extra windvermogen neer te zetten. Als het later niet meer nodig is, door nieuwe technieken zoals vliegers of genoeg andere duurzame energie, dan kunnen windmolens altijd weer weggehaald worden en de metalen opnieuw gebruikt.

Als de overheid het goed faciliteert, dan zijn er steeds meer partijen die graag een windmolen op land exploiteren, van lokale energiecoöperaties en bestaande energiebedrijven tot allerlei nieuwe ondernemers met nieuwe bedrijfsmodellen zoals de WindCentrale (zie interview pag.90)

Duurzame energie heeft voorrang op het net en zou door de overheid maximaal gestimuleerd moeten worden, tot we de gewenste situatie hebben bereikt. Dat zou ook verstandig zijn,

Als de overheid werkelijk groei nastreefde op het gebied van zonne-energie, dan zou ze salderen op andermans dak of op weilanden ook toestaan.

omdat over twintig jaar ons goedkope gas bijna op is en de kosten voor fossiele energie ook oplopen. We hebben meer zekerheid en ons lot in eigen hand, als we onze eigen energievoorziening regelen en betaalbaar houden.

Voor later

Een deel van de elektriciteit zouden we ook kunnen importeren vanuit zonneparken in zonnige landen ter hoogte van Spanje en Griekenland. Dan hebben wij straks minder biomassa als back-up nodig. Daarmee kunnen we tegelijk een boost geven aan de economieën van de Zuidelijke Europese landen. Door een zo groot mogelijke spreiding te kiezen van deze parken van oost naar west (ook buiten Europa) is het voorstelbaar dat een groot deel van de vroege ochtend tot de late avond gedekt kan worden met zonnestroom. Hoogvoltage gelijkspanningsleidingen moeten worden aangelegd om de stroom over duizenden kilometers te transporteren. Die techniek is overigens inmiddels beschikbaar en wordt o.a. in China al veelvuldig toegepast, maar ook tussen Nederland en Noorwegen en Nederland en Engeland.⁵¹ Bij deze techniek is er 3-5% stroomverlies per 1000 km. In het '2030 100% duurzame energie' scenario van het Energietransitiemodel, nemen we alleen lokaal geproduceerde stroom met zonnepanelen mee en laten we de Zuid-Europese optie nog buiten beschouwing. Ook in dit opzicht is het scenario dus conservatief.

FINANCIERING

Het neerleggen en onderhouden van zonnepanelen zal veelal betaald worden door huishoudens en bedrijven. Zij krijgen er lagere energiekosten voor terug. Voor particulieren is dat nu in zeven à tien jaar terugverdiend en daarna gaan de panelen nog twintig tot dertig jaar mee. Halverwege moet alleen de omvormer vervangen worden. Anders geformuleerd: het geld voor de zonnepanelen rendeert vijf keer beter op het dak dan op de bank. Dat wordt minder gunstig als het salderen op eigen dak wordt afgeschaft. Hopelijk komt een volgend kabinet tot beter beleid, gericht op de versnelling van een duurzame energievoorziening en niet op de frustratie daarvan. Voor windenergie geldt ook dat als de

overheid het 'stopcontact op zee' op zee aanlegt en de goede randvoorwaarden creëert zoals boven beschreven, dat ondernemers bereid zijn om de investeringen in een windpark te doen. Er worden nu eerste nuttige stappen gezet bij de uitvoering van het energie-akkoord. Dat mag verder worden opgeschaald.

In het volgende hoofdstuk blijkt ook dat de totale energiekosten in 2030 niet hoger zijn bij het '100% duurzame energie' scenario in vergelijking met een scenario waarbij je doorgaat met fossiele energie. In de overgangperiode vereist het wel sterke benen en een rechte rug, want de tegenkrachten zullen groot zijn.



Het dak van voetbalstadion Euroborg in Groningen dient als zonne-energiecentrale, www.1miljoenwatt.nl

ACTIEPLAN

Het actieplan wordt natuurlijk deels gevormd door alle acties die al omschreven zijn om het energieverbruik terug te dringen en de huizen energieneutraal te maken, anders te gaan reizen, eten en consumeren. Daar zullen burgers en bedrijven een belangrijke rol bij spelen. Iedereen kan een belangrijke bijdrage leveren.

Daarnaast dient de overheid een plan te maken om een duurzame energievoorziening in 2030 mogelijk te maken. Dat vereist allereerst dat de overheid de urgentie om dat te doen inziet en ernaar durft te handelen. Dat vereist visie en daadkracht. Als de overheid duidelijk koerst op een volledig duurzame energievoorziening in 2030 en daarvoor langjarig beleid maakt en vastlegt (lieft deels wettelijk zodat het niet zo snel veranderd kan worden als er weer andere politici op het toneel verschijnen), dan gaan ondernemers ook investeren en hun rol spelen. Het is belangrijk dat de overheid stuurt op de doelen en niet op middelen of technieken, zodat er ruimte blijft om innovaties snel op te nemen en activiteiten en beleid aan te passen aan nieuwe inzichten, waar mogelijk.

Wat ons betreft zijn de **doelen van het actieplan** duidelijk voor 2030:

1. 7200 MW wind op land
2. 16.800 MW wind op zee (offshore)
3. 900 MW wind aan de kust (nearshore)
3. 24.800 MW zonne-energie

Benodigde acties van de overheid, o.a.:

1. Geef wind op land meer ruimte en zorg dat een windmolen veel sneller gerealiseerd kan worden, o.a. door omwonenden mee te laten profiteren van de molen, of door de molen voor een bepaalde tijd te plaatsen;
2. Maak en betaal 'stopcontacten op zee', zorg voor korte procedures en geef opschaling steun;
3. Handhaaf nog minimaal tot 2020 salderen op eigen dak; start salderen op afstand (op andermans dak of op een weiland of dak van een grote instelling/bedrijf).

Het is belangrijk dat de overheid stuurt op de doelen en niet op middelen of technieken, zodat er ruimte blijft om innovaties snel op te nemen.

INNOVATIES

Op dit moment wordt door vele wetenschappers in de wereld gewerkt aan een scala aan duurzame energie opties. Dit rapport is niet de plek om al deze mogelijke innovaties te beschrijven, maar het is zeer waarschijnlijk dat er de komende twintig jaar extra opties bijkomen om duurzame energie op te wekken. Zie ook bijlage 7 voor ideeën van Robert Kleiburg van ECN. Een aantal experimenten die nu al lopen in Nederland zijn:

1. **Blue Energy:** Een proef met het opwekken van elektriciteit uit het potentiaalverschil tussen zoet en zout water in de afsluitdijk.⁵²
2. **Plant Energy:** Proeven met planten die geholpen door bacteriën bij de wortels constant elektriciteit kunnen opwekken.⁵³
3. **Tidal Energy:** Een proef met het opwekken van elektriciteit uit het getijde verschil in een van de Deltawerken in Zeeland.⁵⁴ Ook bij de afsluitdijk wordt energie gewonnen door Tocado, die turbines maakt om energie op te wekken uit verschillen tussen eb en vloed (getijde-energie) en ook uit stromend water in rivieren.
4. **Yellow Energy:** Een proef om elektriciteit op te wekken uit de stoffen die gevonden worden in bijvoorbeeld menselijke urine bij een aantal waterschappen.⁵⁵
5. **Kite Energy:** Proeven met vliegers die permanent op grote hoogte figuren in de vorm van een acht beschrijven.⁵⁶ Er zijn veel wetenschappers die verwachten dat vliegers op den duur de rol van windmolens over gaan nemen. Op grote hoogte is meer wind en vliegers vereisen veel minder grondstoffen dan de metalen windmolens.
6. **Slow flowing river energy:** Een techniek om energie op te wekken in langzaam stromende rivieren zonder schade toe te brengen aan de flora en fauna.⁵⁷

7. **Algen en wieren:** de 3e generatie biomassa, gaan een belangrijke functie vervullen in de nieuwe economie. Ze kunnen gebruikt worden voor voedsel, in de chemische sector als grondstof, als medicijn, als kleurstof en in laatste instantie wellicht als brandstof. Zie het interview met Ruud Koornstra, p. 90.

Al deze innovaties zijn niet meegenomen in het Energietransitiemodel. In het model worden alleen commercieel beschikbare technieken gebruikt waarvan gevalideerd kan worden wat de techniek kost en hoeveel (energie) het oplevert. Het '100% duurzame energie' scenario is dus vanuit dit oogpunt gezien een conservatief scenario omdat het geen rekening houdt met technieken die we nu nog niet commercieel beschikbaar hebben, maar die wel benut gaan worden de komende twintig jaar.

Het kan nog veel sneller, als we innovaties stimuleren en versnellen. Deze zitten nu nog niet in het 100% duurzaam scenario verwerkt.

In het scenario hebben wij wel deels rekening gehouden met innovaties die tot verbetering gaan leiden bij bestaande technieken. Illustratief is de enorme ontwikkeling van de efficiency van zon PV in de afgelopen jaren en de verwachting voor de komende jaren. Kunnen we vandaag de dag 10 tot 20% efficiency halen bij de omzetting van zonlicht in elektriciteit, dan kan dat in de nabije toekomst wellicht 30 tot 40% worden. Daarmee kan de opbrengst per dakoppervlak nog verdubbelen en de prijs van de panelen uitgedrukt in opbrengst per m² verder dalen.

Ook het Desertec Industrial Initiative komt in zijn studie voor Europa, Noord-Afrika en het Midden-Oosten,⁵⁸ met een te verwachten kostenreductie van zon PV van 50% tot 60% tot 2030 en een reductie van de kosten van wind op zee van 30 tot 50%. In dat opzicht zijn de aannames in ons scenario conservatief voor zon PV (-47% kosten) en waren ze veel te laag voor wind op zee (-20% kosten). Aangezien ook de Topsector Energie en de partijen van het energieakkoord zich tot doel gesteld heeft

om een kostenreductie van wind op zee te bewerkstelligen van 40% in 2020, hebben wij de aanvankelijke aanname voor wind op zee aangepast van -20% naar -40% in 2030. Wind op land blijft een daling van 20% in de kosten.

Dit Urgenda rapport concentreert zich op een handelingsperspectief voor Nederlanders in Nederland. Maar het is evident dat een samenwerking in een regio als Europa, het Midden-Oosten en Noord-Afrika tot een betere (vervolg p. 92)



Het Desertec Industrial Initiative (Dii) heeft een zeer gedetailleerde studie gepubliceerd in juni 2012 naar een duurzame, goedkope en betrouwbare energievoorziening voor Europa, het Midden-Oosten en Noord-Afrika (EUMENA regio) in 2050. De voorgestelde mix bestaat voor 91% uit duurzame energie en 9% uit aardgas.⁵⁹ In de voorgestelde mix gaat Dii uit van 53% wind (voornamelijk op land) en 25% Zon (waarvan 35% PV en 65% CSP). Ze beargumenteren dat een gekoppeld elektriciteitssysteem in Europa, het Midden-Oosten en Noord-Afrika de hele EUMENA regio van duurzame energie kan voorzien tegen een kostenniveau dat lager ligt dan in een scenario waarbij we doorgaan met de huidige mix van voornamelijk fossiele brandstoffen. De betrouwbaarheid van het elektriciteitssysteem in dit scenario is hoog zonder de noodzaak voor grootschalige backup (als gevolg van de netkoppelingen). Waarbij de aanname natuurlijk wel is dat er lange termijn politieke en economische stabiliteit in de gehele regio is. De studie kan gevonden worden via de Dii site.⁶⁰



‘Onze windmolen heeft de hele dag gedraaid, daarom hebben we nu stroom.’

Harm Reitsma is oprichter van De Windcentrale. Deze coöperatie is opgericht in 2010 met als doel om de transitie van fossiele naar duurzame energie in Nederland te versnellen.

Wat doet u ‘anders’?

‘Met De Windcentrale gaan mensen hun eigen stroom produceren door eigenaar te worden van een windmolen. Zonder geld van banken te gebruiken, worden ze rechtstreeks eigenaar.’

Hoe werkt Het?

‘De Windcentrale heeft een faciliterende rol. We brengen mensen die geïnteresseerd zijn en een beschikbare windmolen samen. De opbrengst van de windmolen delen we door het aantal mensen dat deelnemen. Dat noemen we een winddeel. Wie een winddeel koopt heeft recht op een deel van de stroom van de windmolen. Leverancier Greenchoice zet de stroom door naar de gebruikers en vult de stroomaanvoer aan met groene stroom. We hebben nu bijna 10.000 (9650) deelnemers en 5 molens. Op dit moment zijn er Winddelen beschikbaar van een windmolen in Burgervlotbrug. We zijn continu op zoek naar nieuwe windmolens die we weer kunnen aanbieden in winddelen. Het vinden van een nieuwe molen is lastig, want de meeste eigenaren zijn nog erg blij met hun windmolen. Zelf bouwen doen we vooralsnog niet. Het kost 5 tot 7 jaar om er een te bouwen en we willen onze winddelers niet zolang laten wachten.’

Wat was de overweging om met De Windcentrale te beginnen?

‘Het systeem zoals we het kennen is eindig. Nu worden grote investeringen vaak gedaan met vreemd vermogen, waar altijd een groot rentecomponent in zit. Maar voor je spaargeld op de bank, krijg je nauwelijks rente. Het is daarom veel logischer om dingen zelf te doen en je eigen geld te investeren.’

Hoe bevalt het?

‘De winddelers zijn goedkoper uit, omdat hun energierekening voor een groot deel wordt gedekt door de stroom van hun winddelen, en deze prijs staat vast vanaf het aankoopmoment van de molen. Met de stijgende energieprijzen levert dit voordeel op. Het is een mogelijkheid om zelf een steentje bij te dragen aan een duurzame toekomst. Een heel groot deel van de winddelen is overigens ‘viral’ gegaan. Mensen vinden het een heel aantrekkelijk idee om zelf energie op te wekken. Onze winddelers zijn heel betrokken bij De Windcentrale. Op facebook beantwoorden ze zelfs elkaars vragen. Eigenlijk doen we aan crowd funding, crowd marketing en crowd customer service.’

Wat levert het op?

‘20 GWh aan windenergie, dat is het equivalent van het verbruik van het totale verbruik van 7000 huishoudens.’

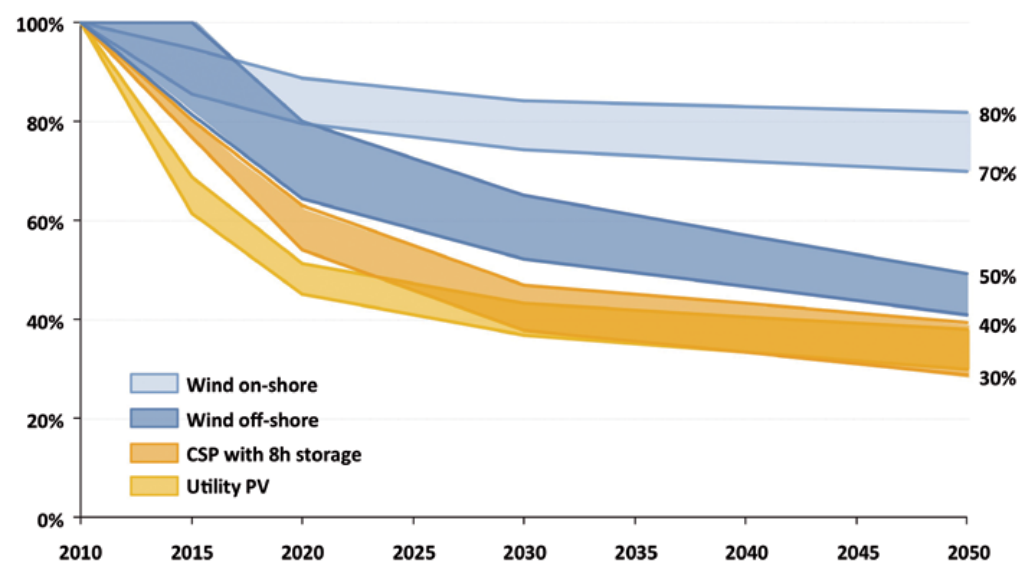
Waarom moeten meer Nederlanders dit doen?

‘We kunnen dit concept nog veel groter maken op het gebied van energie, maar ik denk dat we het ‘zelf doen’ ook kunnen vertalen naar andere markten. Met een coöperatie een verzekering in het leven roepen in plaats van een verzekeringsmaatschappij in te schakelen bijvoorbeeld. Er komt naast financieel voordeel nog een groot voordeel bij deze aanpak. Wanneer mensen zelf stroom opwekken, zijn ze zich ook veel bewuster van de stroom die ze hebben verbruikt. Met de Windcentrale App maken we onze winddelers nog bewuster. Je kunt er precies op zien wanneer de molen draait en het zet de stroomproductie direct af tegen je stroomverbruik.’

elektriciteitsvoorziening kan leiden met relatief meer inzet van wind en zon en minder inzet van biomassa. Een dergelijk systeem is stabiel door de veel grotere spreiding van wind en zon en er kunnen veel meer gunstige plekken met veel wind en veel zon worden benut.

Overigens de marktkoppelingen tussen de elektriciteitsmarkten in Noordwest Europa en Spanje komen nu al tot stand en ook de fysieke koppeling van het stroomnet tussen Spanje en Noord-Afrika bestaat al. Dus de situatie dat stroom ergens opgewekt in Europa kan gaan reizen naar Noord-Afrika of vice versa is momenteel al realiteit en deze mogelijkheden

worden de komende jaren snel uitgebreid. Dit ondanks de geopolitieke perceptie dat samenwerking binnen Europa en tussen Europa, Noord-Afrika en het Midden-Oosten lastig is. De markt gaat alvast voortvarend aan de slag vanwege de evidente economische voordelen, aangejaagd door de analyses van Dii. Overigens het beeld dat wij stroom zouden krijgen uit de Sahara via bijvoorbeeld Marokko is momenteel onjuist en is dat wellicht ook in de toekomst. Spanje kampt momenteel met een overcapaciteit aan stroomproductie en een krimpende economie en de groeiende economieën in Noord-Afrika hebben stroom nodig, dus voorlopig is het waarschijnlijker dat Europa stroom levert aan Noord-Afrika.



Figuur 8: Inschatting kosten en reductie van wind- en zonne- energie technieken door Dii voor 2050

NEDERLAND 100% DUURZAME ENERGIE VOOR 2030

WAT KAN IK DOEN?

AGENDA

5



25. IK PARTICIPEER IN EEN GEZAMENLIJKE WINDMOLEN

26. IK PARTICIPEER IN GROTE ZONNE-ENERGIE PROJECTEN
BIJVOORBEELD OP DAKEN VAN VOETBALSTADIONS

27. IK STEM VOOR POLITIEKE PARTIJEN DIE VOOR ZONNE- EN
WINDENERGIE ZIJN

28. IK WIL DAT SALDEREN OP EIGEN DAK BLIJFT EN UITGEBREID
WORDT NAAR SALDEREN ELDERS

29. IK BEN LID VAN EEN LOKALE DUURZAME ENERGIECOÖPERATIE OF
KOOP GROENE NEDERLANDSE ENERGIE

30. IK WEK ZELF DUURZAME ENERGIE OP WAAR IK KAN,
OP MIJN DAK, IN DE TUIN OF HEEL KLEINSCHALIG



‘Van een product dat eerst geld kostte, maak je een product dat geld oplevert.’

Algae Food & Fuel ontwikkelt, bouwt, verkoopt, installeert en beheert bioreactoren voor algenproductie. Algae Food & Fuel is een joint venture van de firma's BioSoil en Tendris. Duurzaam ondernemer Ruud Koornstra van Tendris vertelt over de toepassing van een algenreactor in de productieketen van Heineken.

Wat doet u 'anders'?

‘Met Algae Food & Fuel bouwen we een algenreactor om de reststromen uit de productieketen van Heineken te gebruiken als bron om algen te kweken. Ik geloof in algen, vooral als onderdeel in de voedselketen. Dat gezeul met voedsel zoals nu gebeurt, moet eens afgelopen zijn: we importeren veevoer, we exporteren weer grote hoeveelheden vlees. Als je algen als voedingsstof gaat gebruiken, heb je een enorme energiebesparing, op transport alleen al.’

Kun je ze ook als energiebron gebruiken?

‘Eerst dachten we dat we de algen heel geschikt zijn als brandstof, maar het product is kwalitatief zo goed, dat het zonde is om het daarvoor te gebruiken. Het kan veel beter worden gebruikt als voedsel. Algen hebben de eigenschap dat ze chemicaliën omzetten van viezigheid naar organische stoffen. Algen zijn dus heel gezond, het is geen rommel. En ze zijn rijk aan allerlei vitaminen en mineralen.’

Hoe werkt het?

‘We zijn al een paar jaar bezig met Algae Food and Fuel. We begonnen bij een boer met de combinatie van water, CO₂ en stront. Daar groeien algen op. We hebben een reactor gebouwd en konden die plantjes versneld laten groeien in olie. Heineken investeert nu in de bouw van een grote algenreactor. Het bedrijf betaalt jaarlijks een paar miljoen euro om vervuild water kwijt te raken. Dat geld wordt nu geïnvesteerd in een reactor en het afvalwater van hun productieproces fungeert als bron voor algenkweek. Zo hebben we dus de stap gemaakt naar een industriële toepassing.’

Wat levert het op?

‘Van een product dat eerst geld kostte, het restwater, maak je een product dat geld oplevert, namelijk voedzame algen. Als je ziet wat er aan geld omgaat in de voedselstroom van veevoer, dat zijn miljoenen. Wat betreft geld maak je dus winst. Er wordt een waardevol product gecreëerd zonder waardevolle bronnen te gebruiken. Daarnaast scheelt het ook nog eens energie en CO₂-uitstoot.’

Moet dit op grotere schaal worden gedaan?

‘Overall waar je reststromen hebt met water en CO₂, zou je dit systeem heel effectief toe kunnen passen en daarmee de productieketen verduurzamen. Algenteelt biedt een oplossing voor een breed scala aan milieuproblemen: het mestoverschot, het broeikaseffect, overmatig gebruik van landbouwgronden, en het toekomstig tekort aan fossiele brandstoffen.’

100% DUURZAME ENERGIE SCENARIO

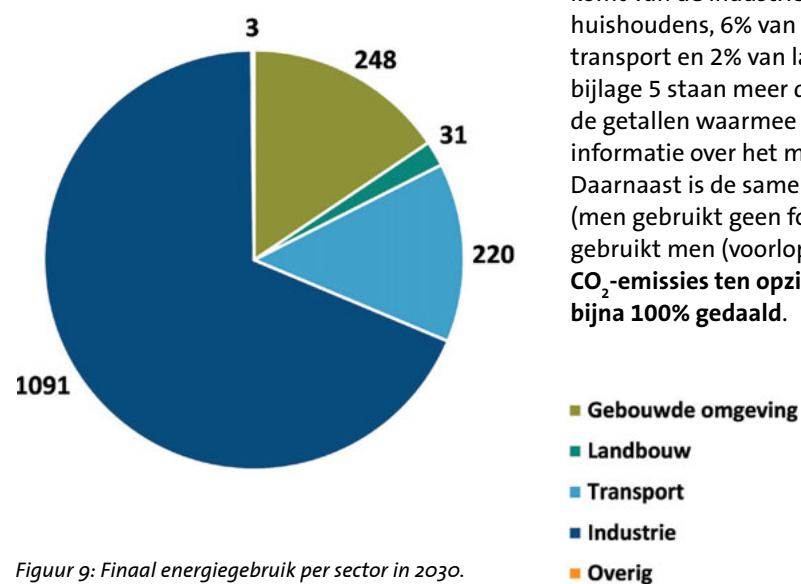
BEREKENINGEN ENERGIETRANSITIEMODEL

In de vorige hoofdstukken geven we aan welke veranderingen in verschillende sectoren plaats zouden kunnen vinden. Als we die veranderingen meenemen, hoeveel energie moeten we dan nog duurzaam opwekken om een betrouwbare duurzame energievoorziening te garanderen? Het Energietransitiemodel van Quintel is een model dat gemaakt is met steun van vele partijen van St. Natuur en Milieu tot Shell. Het is een model waar ruim 75 manjaar in geïnvesteerd is om de Nederlandse situatie met betrekking tot de energievoorziening zo goed mogelijk te modelleren. Met het model kunnen de gevolgen van keuzes en veranderingen in het systeem zichtbaar gemaakt worden. Wat gebeurt er als alle kolencentrales afgeschakeld worden, wat gebeurt er als we 2% per jaar energie besparen, welke invloed heeft dat op CO₂ uitstoot en wat kost de energievoorziening dan? Wat betekent het als we fossiel vrij willen worden, oftewel alle energie die nog nodig is na besparingen duurzaam op willen wekken in 2030.⁶¹

In dit hoofdstuk laten we zien dat het model aangeeft dat met bestaande technologieën het mogelijk is om onze samenleving nagenoeg helemaal op duurzame energie te laten draaien. Sterker nog, het is ook **betaalbaar** en we houden een **betrouwbaar systeem**, want dat was een vereiste. Welbewust laten we innovaties nog achterwege. Als die tot wasdom komen, kan het dus nog 'makkelijker' of nog sneller. Met het model laten we een scenario zien, gebaseerd op onze visie, dat mogelijk is. Als we dat echt

willen. Als de urgentie van het klimaatprobleem doordringt tot veel mensen, dan kunnen we nu nog binnen 20 jaar naar een samenleving die helemaal draait op duurzame energie. Dan moeten we wel snel beginnen.

In het 100% duurzame energie scenario is het primair energiegebruik met 48% gedaald tot 1,7 EJ. Als je kijkt naar de energievraag per sector dan kun je beter kijken naar het eindgebruik. In het scenario '100% duurzame energie' geldt in 2030 dat 68% van het eindgebruik komt van de industrie, nog maar 9% van huishoudens, 6% van gebouwen, 14% van transport en 2% van landbouw (zie figuur 9). In bijlage 5 staan meer details over die sectoren en de getallen waarmee gerekend wordt en meer informatie over het model. Daarnaast is de samenleving geëlektrificeerd (men gebruikt geen fossiel aardgas meer) en gebruikt men (voorlopig) meer biomassa. De CO₂-emissies ten opzichte van 1990 zijn dan bijna 100% gedaald.



Figuur 9: Finaal energiegebruik per sector in 2030.

Doelen voor het scenario

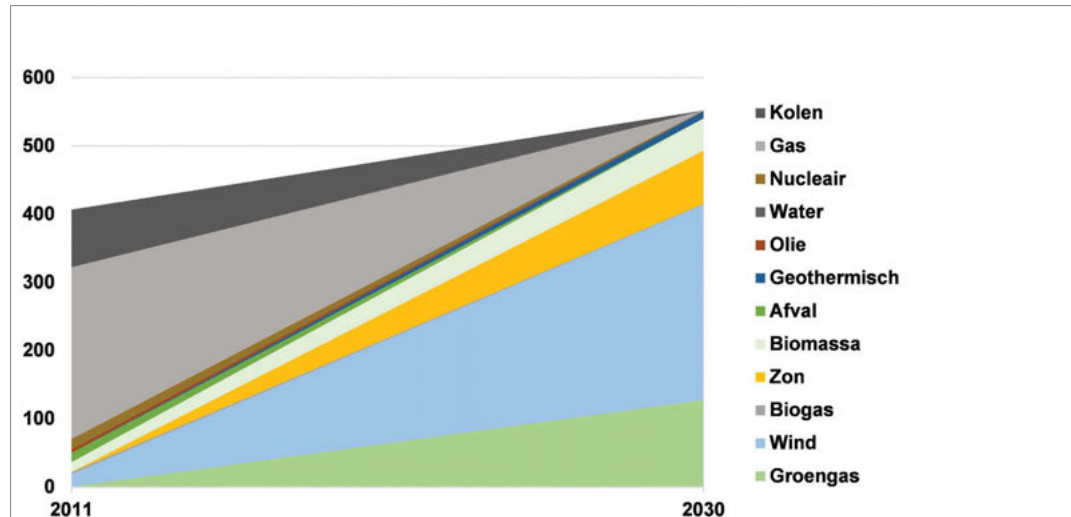
Het fossielvrije scenario wordt door het model geoptimaliseerd aan de hand van doelen. Het belangrijkste doel voor deze toekomstvisie is natuurlijk een volledige duurzame energievoorziening, zonder gebruik van olie, kolen en gas, maar er zijn nog meer doelen:

1. zo dicht mogelijk bij 100% duurzame energie in Nederland komen;
2. een zo laag mogelijke kostenstijging;
3. 100% leveringszekerheid voor elektriciteit;
4. zo min mogelijk biomassa inzetten.

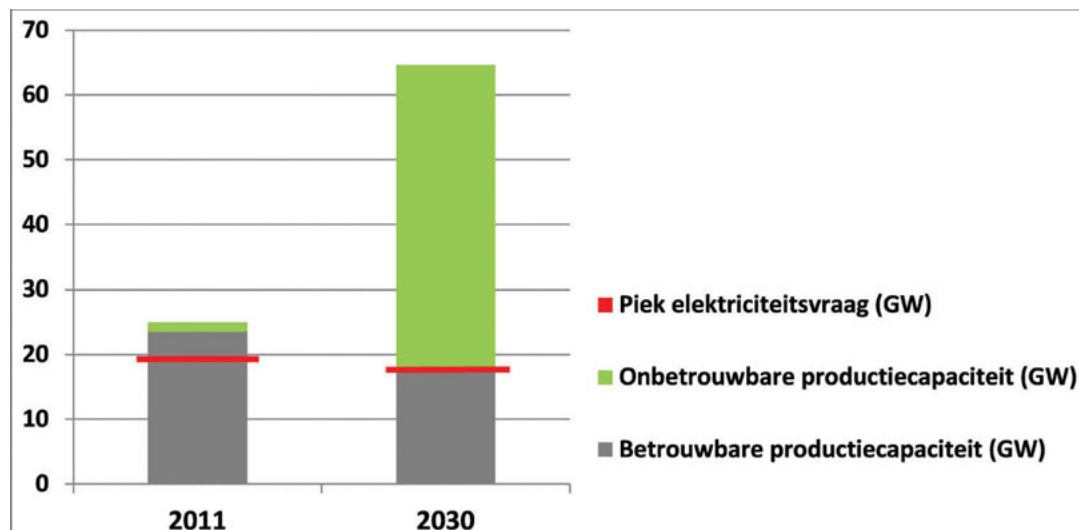
Biomassa willen we vooral inzetten voor activiteiten met een hogere toegevoegde waarde, zoals voor toepassingen in de zgn. 'biobased economy', als grondstof voor chemie, medicijnen, en andere toepassingen. Biomassa verbranden is doorgaans geen toepassing met een hoge toegevoegde waarde. In het 100% duurzame energie scenario gebruiken we biomassa als back-up, in de hoop dat toekomstige ontwikkelingen rond smart grids en opslag van energie, dat later overbodig maken. Om het scenario door te rekenen voor 2030 zullen ook bepaalde aannames gedaan worden. Sommige aannames komen voort uit het scenario zoals beschreven in dit rapport (bijv. we maken bijna alle huizen energieneutraal). Andere aannames kunnen niet uit het scenario worden afgeleid, zoals de prijs van biomassa in 2030. Voor aannames die niet voortkomen uit het '100% duurzame energie scenario' is gewerkt met getallen uit andere bronnen (o.a. World Energy Outlook en experts, zie bijlage 6).

Power to Gas

Het opslaan van grote overschotten van duurzame stroom door middel van elektrolyse naar waterstof wordt tegenwoordig Power to Gas genoemd of P2G. Omzetting van elektriciteit naar waterstof is mogelijk, maar ook de verdere omzetting naar methaan (aardgas). In het meest gunstige geval kan dit al met een efficiency van 65% (methaan) of van 75% (waterstof). Deze installaties zullen zeker in een scenario waar er veel en vaak overschotten aan duurzame energie komen interessant worden. Aandacht moet nog wel geschonken worden aan het snel op en afregelen van deze installaties in lijn met de beschikbaarheid van wind- en zonnestroom. Tot op heden werden deze installaties alleen voor de industrie gebouwd als basislast, maar dat gaat in de toekomst veranderen, omdat het dan juist installaties worden die de pieken in het elektriciteitsaanbod moeten afvlakken. Door de schaalbaarheid van de Power2Gas technologie wordt het ook gemakkelijker om in de toekomst autarkische dorpen en gemeenschappen te maken. (zie o.a. http://www.hydrogenics.com/renew/remote_plants) Ook andere vormen van opslag zullen ontstaan, waardoor minder biomassa centrales nodig zijn.



Figuur 10: Elektriciteitsproductie tussen 2011 en 2030.



Figuur 11: Leveringszekerheid in 2011 en 2030.

Aanbod in het 100% duurzame scenario

In het 100% duurzame scenario wordt elektriciteit voornamelijk met zon (77.9 PJ), wind (286 PJ) en groengas (128 PJ) gemaakt (Figuur 10). Door de (bewust gecreëerde) overcapaciteit die ontstaat door zoveel windturbines te installeren, kan soms elektriciteit worden geëxporteerd. Als dat niet kan dan moeten we de windmolens en zonnepanelen op sommige momenten (als het flink waait en de zon schijnt) afkoppelen van het net. Later in dit hoofdstuk en in bijlage 4 bespreken we opslagmogelijkheden als alternatieven voor het omgaan met deze overschotten aan energie. Voor de momenten dat er te weinig zon is en het niet waait staan vijf grote bio-massacentrales en dertien grote groengascentrales stand-by. Tevens zijn er een groot aantal kleine WKK's en turbines beschikbaar in dit scenario die ook op biomassa/-gas draaien. Omdat we niet teveel van deze centrales hebben gebouwd, zijn ze ook nog eens allemaal winstgevend in dit scenario. De leveringszekerheid is als resultaat van een overcapaciteit en stand-by capaciteit 100% (Figuur 11).

In het Energietransitiemodel is er nog geen mogelijkheid om de overcapaciteit aan stroom op te slaan op de piekmomenten. Wellicht kan dat over een aantal jaar wel, bijvoorbeeld in de vorm van batterijen of door chemische processen of door het om te zetten in warm water buffers.⁶² Dan kunnen centrales op bio-brandstof worden geschrapt. In het huidige scenario wordt leveringszekerheid echter geregeld via biomassacentrales.

Minimaliseren van het biomassa gebruik

Voor het 100% duurzaam in 2030 scenario is er in het Energietransitiemodel voor gekozen het gebruik van biomassa zo laag mogelijk te houden. Dit betekent dat in de berekeningen biomassacentrales alleen draaien wanneer wind en zon niet beschikbaar zijn. Op deze manier wordt de bio-voetafdruk zo klein mogelijk gehouden.

De bio-voetafdruk is uiteindelijk in 2030 drie maal de oppervlakte van het Nederlandse landbouwareaal. Dat wil zeggen dat we ergens in de wereld bijvoorbeeld in Oost-Europa, een gebied van deze grootte permanent moeten 'huren' voor biomassa teelt. Als we innovaties en andere vormen van biomassa zouden meenemen, en als we hogere opbrengsten per hectare zouden meenemen (vooral in vele andere landen is dat goed mogelijk), dan gaat dat getal (drie) nog flink omlaag. Dat zou ook een doel moeten zijn de komende twintig jaar. We rekenen nu met biomassa uit hout (houtpellets), afval en bermgras en gemiddeld met een opbrengst aan biomassa van 10 ton droge stof per hectare. Omdat Nederland een relatief klein en dichtbevolkt land is en de Oosteuropese landen relatief groot en dunbevolkt, is het voorstelbaar dat we daar en elders in Europa onze biomassa vandaan halen. Niet alleen zijn er nog onbenutte gronden Oost-Europa, maar ook de benutte gronden kunnen veel meer opbrengst genereren bij optimale teeltmethoden. En bij verschuiving van de voedselconsumptie (minder vlees bijvoorbeeld) kunnen landbouwgronden vrijkomen, die ingezet worden voor allerlei multifunctionale gewassen, inzetbaar in de 'bio-based economy'. Het spreekt vanzelf dat we bij biomassa eerst steeds zo veel mogelijk alle nuttige grondstoffen met een hoge toegevoegde waarde er uit halen en alleen het restproduct (vaak cellulose) inzetten als energiebron.

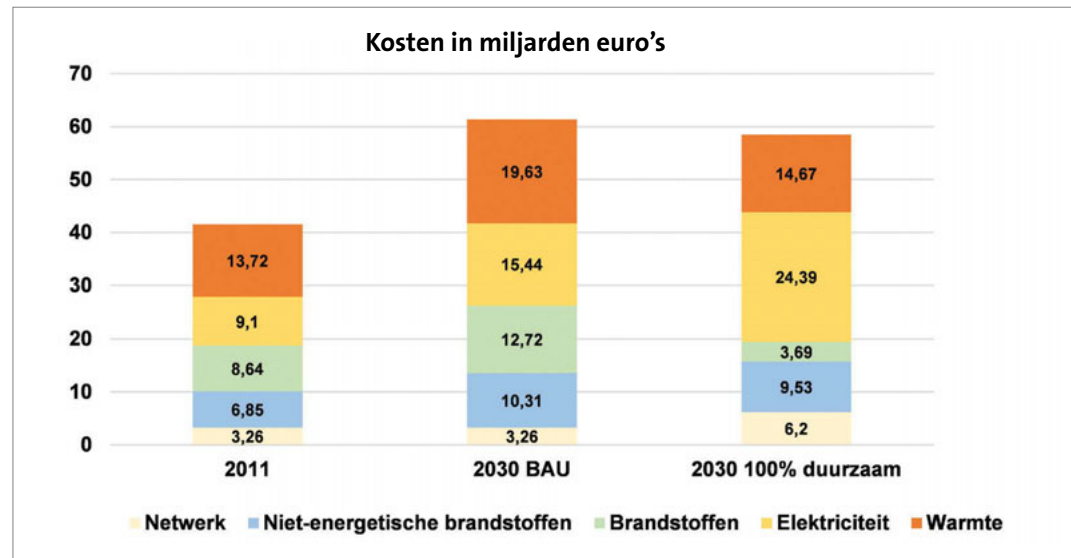
De kosten in het '100% duurzame energie in 2030' scenario

Het Energietransitiemodel laat zien dat 100% duurzame energie in 2030 betaalbaar is. Sterker nog, in 2030 kunnen de jaarlijkse energiekosten zelfs lager uitvallen dan wanneer we niet drastisch het roer omgooien en zoals nu blijven vertrouwen op olie, kolen en gas als onze voornaamste bron van energie. Bij dergelijke voorspellingen past enige terughoudendheid. Het voorspellen van de ontwikkelingen van kosten voor zowel technologieën als grondstoffen is inherent onzeker. Het Energietransitie model maakt gebruik van verschillende bronnen en experts om een inschatting te maken van verschillende kosten in 2030 (zie bijlage 6).

In het Energietransitiemodel zijn de totale energiekosten opgedeeld in de kosten voor warmte, elektriciteit, brandstoffen, niet-energetische brandstoffen en netwerkkosten.

Het spreekt vanzelf dat we bij biomassa eerst steeds zo veel mogelijk alle nuttige grondstoffen met een hoge toegevoegde waarde er uit halen en alleen het restproduct (vaak cellulose) inzetten als energiebron.

Op dit moment geven we aan energiekosten in Nederland al bijna 42 miljard per jaar uit. Dit zijn de kosten van de energiegrondstoffen (met name olie, gas en kolen) en de afschrijvingen van de bijbehorende elektriciteit- en warmte-producerende-apparaten en het elektriciteits- en gasnetwerk.⁶³



Figuur 12: Totale kosten van de energie voorziening in 2011 en 2030 volgens het '100% duurzaam' en 'business as usual' scenario.

Prijsstijgingen in 2030

In de toekomst stijgen alle brandstoffen in prijs (in euro's van 2011). De investeringskosten voor de meeste technieken stijgen licht (een paar procent) met uitzondering van zonnepanelen die nog 47% goedkoper worden (door innovatie in de productieprocessen en rendementsstijging van de panelen), windmolens op zee die nog 40% goedkoper worden en de windmolens op land die 20% goedkoper worden. In het '100% duurzame energie in 2030' scenario is voor biomassa voor een conservatieve prijsstijging van 55% gekozen. Expert prof A. Faaij, van de Energy Academy Europe, verwacht echter dat de biomassa prijzen zullen halveren. In dat geval vallen de kosten voor het totale energiesysteem per jaar 15 miljard lager uit.

Vergelijken kosten in 2030: 100% duurzame energie versus doorgaan met fossiel

Het scenario dat laat zien wat de gevolgen zijn als we gewoon doorgaan met fossiele brandstoffen en niet overstappen op duurzame energiebronnen, noemen we Business As Usual (BAU), oftewel 'niet veranderen'. Het is interessant te kijken hoeveel de energievoorziening in 2030 zou kosten in het BAU scenario en wat het gaat kosten als we 100% op duurzame energie overstappen. Voor het BAU-scenario gebruiken we alle aannames over kosten die ook gebruikt worden in het 100% duurzame energie scenario, alleen behouden we dezelfde mix van technieken en brandstoffen als in 2011.

Kosten in 2030 als we op 100% duurzame energie overstappen

Eenzijds stijgen de volgende kosten: de netwerkkosten (+90%), warmte (+7%) en elektriciteit (+168%). Anderzijds dalen de kosten voor vloeibare brandstoffen (-57%; dat zijn

bio-ethanol en biodiesel in plaats van benzine en diesel) door de drastische reductie van brandstofgebruik en verregaande elektrificatie in alle sectoren.

De totale kosten zullen in het 100% duurzame energie scenario met de meest conservatieve aannames (geen innovaties en opslag bijvoorbeeld) met zo'n 41% stijgen van ca. 41,6 miljard euro in 2010 tot 58,5 miljard in 2030.

Kosten bij 'Business as Usual'

Het BAU scenario geeft minder grote kosten stijgingen voor het netwerk en elektriciteit, maar is er een sterke kostenstijging in plaats van daling voor brandstoffen doordat alle brandstoffen stijgen in prijs (in euro's van 2011, zie bijlage 6). In het 'business as usual (BAU)' scenario, dus het scenario met fossiele energie, stijgen de kosten tot 61,4 mrd per jaar. De totale jaarlijkse energie kosten stijgen in het meest conservatieve scenario met zo'n 41% stijgen van ca. 41,6 miljard euro in 2011 tot 58,5 miljard in 2030. In het BAU-scenario stijgen deze kosten echter met 48% tot 61,4 miljard in 2030. Het BAU-scenario toont ook een hoge afhankelijkheid van import van energie (81%), omdat ons aardgas opdraakt.

Dus de overgang op een 100% duurzame energievoorziening levert in 2030 een goedkopere energievoorziening op.

Investerings

Alhoewel de jaarlijkse kosten voor energie in het 100% duurzame energie scenario in 2030 lager zijn dan die kosten in het BAU-scenario, stijgen de investeringen de komende jaren natuurlijk wel (de afschrijvingen op die investeringen zitten in die jaarlijkse kosten verwerkt, dus dat is betaalbaar).

Als we het model laten rekenen met de aangegeven gegevens, dan is de uitkomst als volgt tov 2011:

	Situatie 2011	100% duurzame energie in 2030	Business as Usual 2030
Energiegebruik (ref: 2013)	0%	-47,8%	+15%
CO2-uitstoot (tov 1990)	+4,1%	-99,1%	+22,2%
Energie import	77,7%	36,8% (vnl. biomassa)	81%
Kosten	41,6 miljard euro	58,5 mrd euro	61,4 miljard euro
Biomassa-voetafdruk	0,2 x NL	2,9 x NL	0,2 x NL
Duurzame energie	4,1%	98,8%	3,7%

Figuur 13: Uitkomsten berekeningen Energietransitiemodel.

Als gevolg van verregaande elektrificatie en decentrale opwekking zijn aanpassingen en gerelateerde investeringen in de infrastructuur voor elektriciteit onvermijdelijk. Investerings zijn nodig voor zowel het hoogspanningsnet (als gevolg van bijvoorbeeld windmolenparken), als het laagspanningsnet (als gevolg van decentrale energievoorziening). De benodigde investering in **netwerkinfrastructuur** is circa 37,6 miljard tot en met 2030 (Figuur 14) oftewel ruim 2 miljard per jaar. Let wel dat het Energietransitiemodel geen rekening houdt met slimme oplossingen voor opslag of energiegebruik. Wij verwachten dat die oplossingen wel komen. Dan gaan deze investeringen nog flink omlaag.

De extra investeringen in elektriciteit- en warmteproductiecapaciteit komen op 112 miljard in totaal, dus 7 miljard per jaar. Deze investeringen zitten voornamelijk in zon PV (24%), wind op zee (34%) en warmtepompen (38%). Het scenario is dan ook gevoelig voor hoe deze investeringskosten zich gaan ontwikkelen in de komende jaren.

Dus er is een extra investering van 2 miljard per jaar in elektriciteitsnetten en een investering van 7 miljard per jaar in duurzame elektriciteit- en warmteproductie. In percentage van ons BNP

praat je dan over ongeveer 0,3 procent voor de netten en ruim 1 procent voor de duurzame productie. Samen nog geen 1,5% per jaar voor een volledige omschakeling naar een duurzame energievoorziening. Minder we nu per jaar uitgeven aan olie (nl. 2,5%).

Werkgelegenheid

De werkgelegenheid komt in dit scenario op ruim 54.000 extra directe arbeidsplaatsen per jaar in de energiesector en installatiebranche. Dus tot 2030 betekent dit bijna 1 miljoen mensjaar extra werk. Hoogst waarschijnlijk levert dit scenario nog meer werk op omdat:

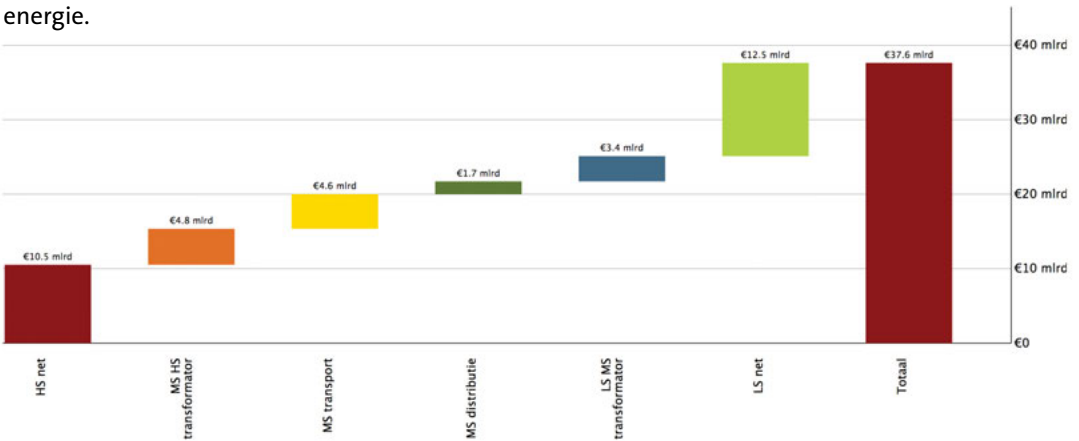
- a. het model niet van alle elementen in het energiesysteem de arbeidscomponent al mee neemt ;
- b. we nu in dit scenario het effect van deze extra directe 54.000 banen op de rest van de economie (indirecte werkgelegenheid) niet meerekenen;
- c. we er nog van uit gaan dat de meeste onderdelen in het buitenland worden gemaakt (en dat rekenen we niet mee). Maar als we het echt goed aanpakken dan komt de toeleverende industrie wellicht naar Nederland.

Schattingen van 150.000 banen per jaar lijken dan ook realistisch en wellicht aan de lage kant. In de nieuwe economie zullen bepaalde bedrijfstakken minder of geen werk meer hebben, maar er komen zeer veel andere banen bij. Vanaf 2020 neemt de beroepsbevolking af en zullen er nog meer banen gevraagd worden in de zorg, dus dat bepaalde industrieën wellicht geen plaats meer hebben in een circulaire economie, hoeft niet erg te zijn. Er komt andere werkgelegenheid terug. Dat vraagt vooral om ander en vernieuwd onderwijs en bijscholing.

Verassend scenario

Het uiteindelijke scenario is een verassend en realiseerbaar scenario.⁶⁴ Voor mensen die voornamelijk naar betaalbaarheid kijken is de betaalbaarheid van de huidige energiemix afhankelijk van met name drie factoren: de prijs van olie, gas en steenkool. In het 2030 ‘het kan als je het wilt scenario’ zijn de prijzen van olie, gas en steenkool irrelevant. Maar in dat scenario zijn de prijzen van wind op zee, zon PV, warmtepompen en biomassa bepalend. Zoals we eerder zagen, is het 100% duurzame energie scenario iets goedkoper dan het BAU-scenario, zeker als we erin slagen biomassagebruik te minimaliseren door innovaties en opslag van energie.

Er is echter een **groot verschil voor de economie** tussen doorzetten van de huidige technologie en de huidige energiemix versus het duurzame ‘het kan als je het wilt scenario’. Alleen in het duurzame scenario wordt er veel nieuwe werkgelegenheid gecreëerd en zal er volop geïnnoveerd worden. Ook voor onze handelsbalans is er een groot verschil. Indien we het huidige scenario doortrekken zullen we ruim 80% van onze energie moeten importeren. In het duurzame scenario importeren we ‘maar’ 37% en dat is dan vooral biomassa. Als we door opslagmogelijkheden en smart grids en andere innovaties erin slagen om zo min mogelijk biomassa te gebruiken voor de energievoorziening, dan valt de energie-import nagenoeg weg. En het duurzame scenario zorgt voor een veel schonere (fijnstof) en koolstofarme economie en levert daarmee een bijdrage aan een volhoudbare samenleving.



Figuur 14: Benodigde meerinvestering in de elektriciteitsinfrastructuur

‘De belangrijkste opgave schuilt in de mentale transitie: Energiebesparing en het opwekken van duurzame energie is geen probleem maar een inspirerende uitdaging, waar iedereen beter van wordt. Energie besparen en zelf duurzame energie opwekken moeten ‘cool’ worden. Iedereen die hier niet aan mee doet is op den duur een ‘loser’. Door deze mentale transitie ontstaat al beweging. De verstrekking van de juiste informatie en kennis aan verschillende typen consumenten is hierbij cruciaal’.

*Prof. dr. ir. Jan Rotmans
(hoogleraar transities en transitie management Erasmus Universiteit Rotterdam)*

Gevoeligheid

In de integrale energiekosten in het Energietransitiemodel zitten de kosten voor alle brandstoffen en de afschrijvingen van de bijbehorende elektriciteit- en warmteproducerende-apparaten en het elektriciteit- en gasnetwerk verdisconteerd. Voor een huishouden zijn dit de herkenbare kosten van benzine of diesel voor de auto en de energierekening van gas en elektriciteit, exclusief belastingen, accijnzen en subsidies. Daarnaast bevat het ook alle energiekosten in de producten en diensten, die we in ons land produceren, of direct aanschaffen of die we indirect via bedrijven of de overheid tot ons krijgen. Denk bijvoorbeeld aan de energie die gebruikt wordt om wegen of ziekenhuizen te bouwen of energie om voedsel naar de supermarkt te transporteren en daar eventueel gekoeld goed te houden. Daarmee is grof weg 7% van onze totale Bruto Nationaal Product gekoppeld aan het binnenlands energieverbruik in onze maatschappij (exclusief doorvoerstromen van energiegrondstoffen en internationale luchtvaart en scheepvaart). Niet iedereen zal zich kunnen vinden in de aannames van de 24 Nederlanders uit 2012 of de inschattingen van het IEA. De prijzen voor warmtepompen en brandstofcellen zaten toen nog niet eens verwerkt in het model, dus daarvoor zijn schattingen gemaakt door Quintel. Daarom is het goed om te kijken hoe gevoelig een scenario is voor de aannames m.b.t. de kosten en daarover te discussiëren. Iedereen kan met aannames variëren in het model zelf: <http://pro.et-model.com/scenarios/155680>).

NOTITIES



‘De transitie is soms moeilijk, maar het resultaat is nu in 2014 al super!’

John Kerkhoven is oprichter en managing partner van Quintel Intelligence. Dit bureau maakt het Energietransitiemodel dat door bedrijven, overheden en onderwijs wordt gebruikt om beter begrip te krijgen van energiesystemen en mogelijkheden voor de toekomst. In zijn privéleven probeert Kerkhoven het energieverbruik zoveel mogelijk te beperken en de energieproductie te verduurzamen.

Wat doet u anders?

‘Sinds 2007 ben ik met mijn gezin anders gaan leven. Bijna als experiment hebben we het ‘5x anders’ idee toegepast op onszelf. Ik zette de belangrijkste wensen van een mens op een rij en die wensen gingen we als gezin duurzamer en energiezuinig invullen. Dit betekent: Anders wonen, anders van A naar B, anders consumeren en produceren, anders eten, anders (de-)centraal energie produceren’

Hoe werkt het?

‘In een notendop: ons gezin leeft in een energieneutraal huis, we hebben een elektrische auto die wordt opgeladen met zonne-energie, we eten alleen plantaardig voedsel en we hebben een eigen groentetuin. Het energieverbruik wordt nog verder verminderd doordat veel systemen in het huis computergestuurd zijn. Het huis anticipeert bijvoorbeeld op waar en wanneer we licht nodig hebben.’

Waarom heeft u hiervoor gekozen?

‘Als we niet op weg gaan om 100% duurzaamheid te bereiken, weten we nooit welke problemen we tegen komen. Ik ben met mijn gezin op weg gegaan. Ik hoop dat anderen dit voorbeeld gaan volgen zodat onze maatschappij voor 100% op duurzame energie draait.’

Hoe bevalt het?

‘In het begin was het voor onze omgeving lastig om te begrijpen. De transitie is soms moeilijk, maar het resultaat is nu in 2014

al super. Niet alleen besparen we een aanzienlijke hoeveelheid energie, ook merken we dat de energiezuinige optie vaak comfort met zich meebrengt. Een voorbeeld: ons energiezuinige huis is altijd heerlijk koel in de zomer en warm in de winter.’

Hoeveel energiezuiniger denkt u dat u bent?

‘Huis ▶ Het huis verbruikt nog ongeveer 20% van de energie die een vergelijkbare conventionele woning gebruikt. Door groene stroom in te kopen is die laatste 20% ook duurzaam.

Vervoer ▶ Het fossiele energiegebruik is door het aantal autokilometers te halveren, deels elektrisch te rijden en de rest met de trein te reizen meer dan gehalveerd.

Consumeren en produceren ▶ Er is op dit gebied nog veel te winnen en te ontdekken; we hebben pas een paar stapjes gezet.

Eten ▶ Dit is niet direct te meten. Er is wel een aanzienlijke vermindering in CO₂ uitstoot aangezien vlees een grote carbon footprint heeft en er geen vervoer nodig is van groente aangezien die uit de eigen tuin komt.

Decentraal produceren ▶ Wat ik niet thuis aan duurzame energie opwek kan ik inkopen via de coöperatie Lochem Energie. Dat dekt op termijn mijn resterende energiebehoefte.’

Waarom zou de rest van Nederland dit moeten doen?

‘Door zelf als individu en als onderdeel van groepen mensen beslissingen te nemen, kun je opschalen naar een samenleving die voor 100% op duurzame energie draait.’

DILEMMA'S

Een revolutie in het energielandschap in 16 à 20 jaar zal nooit zonder slag of stoot tot stand komen. We denken ook niet dat het simpel is en geen weerstand oproept. Dat doet het zeker en daarin zijn we niet naïef. Veranderingen roepen altijd weerstand op en zo'n grote en wezenlijke transitie zeker. Toch zal niets doen waarschijnlijk ook tot grote problemen en onrust leiden, want wat doen we als het gas over twintig jaar op is en we steeds meer energie moeten importeren? Wat doen we als wij over twintig jaar een sterk verouderde en dure energievoorziening hebben en een verstarde niet innovatieve economie? We kunnen beter kijken naar de mogelijke dilemma's en oplossingen en accepteren dat er ook verliezers zullen zijn. Hieronder volgen een aantal dilemma's, waarbij we niet pretenderen uitputtend te zijn. We willen er graag over in discussie en horen graag welke dilemma's we nog kunnen toevoegen. Met het doel ze samen zoveel mogelijk op te lossen.

Dilemma's anders wonen

In het 100% duurzame energie scenario worden bijna alle huizen energieneutraal (op wat monumenten en andere bijzondere gebouwen na). Dat betekent een enorme opgave om 250.000 woningen per jaar aan te pakken. Het Energietransitiemodel rekent uit dat hier al snel meer dan honderdduizenden mensjaren werk mee gemoeid zijn tussen 2014 en 2030, ieder jaar opnieuw. Huiseigenaren en huurders zullen verleid en geholpen moeten worden om deze klus te klaren op een manier die binnen vijftien à twintig jaar budget neutraal is. Oftewel, mensen gaan in plaats van energiekosten, betalen voor de kosten om het huis energieneutraal te maken. Na deze periode van ongeveer vijftien jaar hebben ze een huis zonder energierekening en houden ze geld over voor andere zaken. De uitdaging is mensen te verleiden mee te doen en de financiering zo te organiseren dat de investering geen hobbelpunt

vormt. Dit zal georganiseerd moeten worden op een kosten effectieve manier, die betrouwbaar is en zeer servicegericht. Er zullen vele werkloze bouwvakkers omgeschoold moeten worden tot mensen die deze duurzame verbouwingen kunnen realiseren en er zijn andere mensen nodig die huizen beoordelen, mensen begeleiden, financieringen regelen en zorgen dat dit probleemloos geregeld wordt. Een hele nieuwe bedrijfstak zal groot kunnen groeien in de komende twintig jaar. Dat is een uitdaging, maar zeker niet onmogelijk. Als we het willen.

We denken ook niet dat het simpel is en geen weerstand oproept. Dat doet het zeker en daarin zijn we niet naïef.

Ook energiebedrijven zullen op zoek gaan naar nieuwe business modellen om levensvatbaar te blijven als huishoudens geen fossiele energie meer vragen. Of als huiseigenaren een overschot aan stroom uit hun dorp of stad exporteren in de zomer en het tekort in de winter importeren. Welke diensten blijven er dan over om burgers te helpen in dit proces? De eerste energie service bedrijven (ESCOs) zijn al in opkomst. Allerlei andere nieuwe diensten die burgers en lokale energie coöperaties faciliteren zagen in 2013 het licht, van Hoom van Alliander en Buurkracht van Enexis tot 'green deals' van marktpartijen in de bouw.

Dilemma's anders van A naar B

Met betrekking tot personen- en goederentransport gaan we veel meer elektrisch rijden. Kunnen we zoveel elektromotoren en batterijen maken en kunnen we dat ook recyclebaar? Kunnen we waarborgen dat ergens

in de wereld geen grote tekorten in grondstoffen ontstaan of ernstige vervuiling? Er is veel innovatie in de batterijen wereld, waar men experimenteert met minder vervuilende accu's met minder schaarse grondstoffen. En accu's kunnen stationaire 2^e en 3^e levens krijgen. Al deze ontwikkelingen zullen de komende twintig jaar door moeten zetten. Het is zaak dat op allerlei wijzen te blijven aanmoedigen. Ook hele nieuwe manieren van opladen en voortbewegen zijn denkbaar.

Autodealers krijgen veel minder werk omdat een elektrische auto maar een fractie van het onderhoud van een benzine- of dieselauto nodig heeft, terwijl juist het onderhoud de belangrijkste inkomstenbron van de dealers is. Wat kunnen zij aan nieuwe diensten verlenen op het gebied van elektronica in de auto of allerlei extra services, zodat een garage kan blijven bestaan? Dat vereist ook creativiteit en veranderingen in deze branche en wellicht werken daar ook minder mensen na 2020, als de beroepsbevolking krimpt.

Kunnen we zoveel elektromotoren en batterijen maken en kunnen we dat ook recyclebaar?

In welke mate gaan we nog met het vliegtuig op stedentrip of vakantie? Kunnen we mensen verleiden binnen Europa in ieder geval onder de duizend kilometer de trein te nemen? Want als we alleen met (bio-)kerosine duurzaam kunnen vliegen, dan zullen we zuinig moeten zijn met vlieguren. Welke vliegtuigmaatschappij gaat deze ontwikkeling overleven? En hoe krijg je wereldwijde consensus over een vorm van transport die ook intercontinentaal is?

Kunnen we wennen aan deelauto's en gaan we afzien van een eigen heilige koe? Wat gebeurt er met alle winkels en de leefbaarheid van onze steden als we steeds meer kopen op het internet of zelf maken met een 3D-printer? Voor al deze vragen is creativiteit nodig en een andere manier van denken. Hoe eerder we de dilemma's scherp hebben, hoe eerder we kunnen nadenken over allerlei oplossingen.

Dilemma's anders eten

Hoeveel veeteelt blijft er nog over als we steeds meer plantaardig gaan eten en kunnen die boeren omschakelen, wellicht van veeteelt naar landbouw? Wat gebeurt er met de kassen als we de seizoensgebondenkeuken omarmen? Is het ethisch houdbaar om de rest van de wereld van voedsel, voornamelijk runderprodukten te voorzien die we zelf niet meer consumeren? Of gaan we daar ook mee stoppen? Lukt het om nutriëntenketens zodanig te sluiten dat kunstmest gemaakt met fossiele grondstoffen niet meer nodig is? Het kan, maar het vereist nog wel een flinke inzet van allen om het voor elkaar te krijgen!

Dilemma's anders produceren

Akzo, DSM en vele andere bedrijven zullen onherkenbaar veranderd zijn in bedrijven die werken met hernieuwbare of bio-producten. Waar halen ze al die biomassa vandaan en hoe gaan ze die transformatie doormaken? Kan het wel dat Nederland voorop loopt in deze ontwikkeling en de rest van de wereld nog om de oude oliegebaseerde producten vraagt? Kunnen deze bedrijven dan concurreren op de wereldmarkt met initieel duurere producten of zullen ze juist marktleider worden omdat iedereen op termijn een duurzame wereld met duurzame producten wil? En hoe gaan we om met het feit dat ons land nu een belangrijke functie vervult in de verwerking

en distributie van allerlei fossiele grondstoffen, die nu een substantiële bijdrage leveren aan ons huidige welvaart? Kunnen we binnen twintig jaar andere sectoren ontwikkelen in de 'clean tech', duurzame bouw en duurzame energie sector, die voldoende omzet genereren om een nieuwe economie op te bouwen? Kunnen we voldoende biomassa telen op een duurzame manier in gebieden van de wereld waar de schade aan biodiversiteit en milieu minimaal is?

TATA hoogovens in IJmuiden is in 2030 een omsmelter geworden en werkt (bijna) niet meer met ijzererts maar alleen met metalen die teruggewonnen worden uit producten die aan het einde van hun levenscyclus zijn. Maar hoe gaan we al het metaal dat we ooit in onze samenleving gebruikt hebben terugwinnen en is dit voldoende in een 100% duurzame wereld? En moeten we ons druk maken over het sluiten van hoogovens in Nederland als dat betekent dat minder efficiënte en meer vervuilende hoogovens elders in de wereld daardoor harder gaan draaien? Er zijn nog veel discussies te voeren, maar al zoekend en lerend kunnen we een heel eind komen, als we dat willen!

Nederlandse producten voor de export

Het openlijk genegeerde probleem in dit verhaal is natuurlijk alle Nederlandse industriële activiteit die voor het buitenland bestemde producten oplevert. Zal die er nog zijn in dit toekomstscenario? Dat is afhankelijk van de mate waarin andere wereldburgers bereid zijn soortgelijke veranderingen van levensstijl te ondergaan. Veel industrieën concurreren op wereldschaal en het heeft dus geen zin om ze lokaal te bestraffen voor een gebrek aan duurzaamheid. Daarmee bevoordeelt je soortgelijke activiteiten elders in de wereld waar de regels minder streng zijn (zie hieronder). De industrie gebruikt een heel groot deel van alle energie en de vraag naar sommige producten

Kunnen we wennen aan deelauto's en gaan we afzien van een eigen heilige koe?

(bijvoorbeeld staal) kan juist buiten Europa sterk blijven groeien. Daarom is uiteindelijk dus de vraag of we erin slagen de gehele Nederlandse energiehuishouding te verduurzamen er één, die we niet alleen in Nederland kunnen beantwoorden. In dit 100% duurzaam scenario voor 2030 is hier overigens al enigszins rekening mee gehouden en is het aandeel energie voor de industrie in Nederland gestegen van 50% naar 68%. We doen dit door een conservatief uitgangspunt te nemen, er van uitgaande dat deze industrieën wel veranderen maar nog steeds veel energie vragen om een goede export positie te kunnen behouden. Als andere landen mee bewegen en ook naar een duurzamer scenario opschuiven, zal onze industrie ook sneller schoner kunnen produceren. Het feit dat anderen nog niet voldoende bewegen, is echter geen reden om niet te starten. Wij kunnen onze economie zodanig veranderen dat we klaar zijn voor de toekomst en niet achterlopen, dat we schokken die toch gaan komen makkelijker op kunnen vangen en ons deel van de oplossingen voor wereldwijde problemen, leveren en niet doorschuiven naar volgende generaties.

Dilemma's anders consumeren

Minder consumeren klinkt voor sommigen erg hip, maar momenteel is het grootste gedeelte van de wereldwijde welvaart nog gebaseerd op een model van groeiende consumptie. Een ander bewustzijn, andere waarden zijn belangrijk bij zo'n grote overgang. Het overschakelen op een ander model zal niet zonder horten of stoten gaan, zeker niet in de relatief korte periode van 16 jaar. Daarnaast is het historisch nog

niet voorgekomen dat mensen die meer te besteden hebben – omdat ze bijvoorbeeld dingen gaan delen – massaal minder gaan consumeren. Hetzelfde geldt natuurlijk voor het gebruik van zuiniger apparaten. In de praktijk leidt dat niet altijd tot een lager totaal gebruik van energie. Er zullen dan wellicht ook meer apparaten gekocht en/of gebruikt gaan worden. Door dit 'rebound' effect is mogelijk meer hernieuwbare energie nodig dan voorzien, tenzij men zich bewust is van dit feit echt zelf minder energie wil verbruiken. Ook als de verschuiving van waarden waar velen voor pleiten plaatsvindt en we bijvoorbeeld meer welzijn belangrijker gaan vinden dan meer welvaart (lees een hoger BNP), dan hoeft het niet zo te zijn dat we vrijgekomen middelen meteen gebruiken voor het kopen

van extra energievervlindende producten. Misschien kopen we wel liever vrije tijd?

Dilemma's Anders Duurzaam opwekken

Kunnen we de overcapaciteit aan duurzame energiebronnen op bepaalde momenten veilig en efficiënt omzetten dan wel opslaan? Kan stroom bijvoorbeeld efficiënt worden omgezet in waterstofgas of methaan dat we transporteren via ons vroegere aardgasnet? Welke elektriciteitsproducent heeft de massale sluiting van nog niet afgeschreven gas- en elektriciteitscentrales overleefd en kan nu bestaan van de exploitatie van windmolenparken en biomassacentrales? Kunnen ze geld verdienen met energiediensten aan consumenten en coöperaties? Het wordt de komende jaren spannend voor

De overheid als aan-jager in plaats van ver-jager van de industrie

In Europa hebben we de laatste jaren geprobeerd om de CO₂-uitstoot terug te dringen met het ETS (European Trading Scheme) voor CO₂. De econoom Dieter Helm beschrijft in zijn boek de Carbon Crunch (september 2012) goed hoe het belasten van de industrie in Europa met een CO₂-belasting en relatief dure energie, leidt tot een versnelde verplaatsing van die industrie naar landen buiten Europa. En hoe vervolgens producten goedkoper (en vaker!) in die andere landen worden geproduceerd, waardoor de Europese bevolking meer vieze producten importeert en per saldo slechter af is. Kortom, het Europees beleid heeft nu een averechts effect. Dieter Helm pleit er dan ook voor om niet de productie van CO₂ te belasten, maar de consumptie van CO₂. Dat kan door goederen te belasten die tijdens het productie- en distributieproces CO₂ uitstoot hebben veroorzaakt.

Net als bij de verandering naar een duurzame levensstijl ligt de echte sleutel tot verandering bij het individu. Door producten waarvan de CO₂ uitstoot hoog is en het gebruik van hernieuwbare grondstoffen laag, meer te belasten dan vergelijkbare producten met een lage CO₂-uitstoot en hoog gehalte aan hernieuwbare grondstoffen, wordt het voor het individu logischer om het laatste product te gaan kopen. Daarmee wordt een wereldwijd gelijk speelveld gecreëerd voor productie en is alleen het transport nog van belang. Investerings in innovatie richting duurzame en energiezuinige productie kunnen zo in de meest gunstige markten plaatsvinden en maximaal voordeel opleveren. Europa krijgt hiermee een kans op het creëren of vasthouden van werkgelegenheid in de industrie.



Een ander bewustzijn en andere waarden zijn belangrijk bij zo'n grote overgang.

de elektriciteitsproducenten in Nederland. Duitsland, de UK, Denemarken, België en Frankrijk zullen de komende jaren doorgaan met het vergroten van hun wind- en zonvermogen. En iedere MW wind en zon die erbij komt, verlaagt het aantal draaiuren van fossiele centrales in Europa. Daarnaast zal ook Nederland doorgaan met het vergroten van het wind- en zonvermogen en dat in een markt waarin er al veel te veel fossiele capaciteit is en nog steeds bijkomt (o.a. door het afbouwen van nieuwe kolencentrales). Gevolg zal zijn dat alle huidige grote energieproducenten de komende jaren structureel verliesgevend zullen zijn⁶⁵ en de prijs van elektriciteit waarschijnlijk niet snel zal stijgen en mogelijk zelfs kan dalen. We zullen dan ook een sluiting zien van vele

fossiele centrales in de komende jaren.

Zal de ontwikkeling van energiecoöperaties die energiezelfvoorziening van de eigen gemeenschap nastreven doorzetten en halen ze hun doelen? Hoe reageert de rest van de wereld op deze extreme verandering in korte tijd (16 jaar) in Nederland of gaan anderen ons juist voor? Er komen toch steeds meer plannen van (deel)staten en steden wereldwijd die de noodzaak inzien van een snelle omschakeling naar duurzame energie. Ook universiteiten van Stanford (USA) tot Lund (Zweden) hebben plannen en analyses klaar liggen. Het kan... als we het willen!

NOTITIES

VERBETER DE WERELD

BEGIN

Loesje

TENSLOTTE

Kortom deze en nog veel meer uitdagingen gaan we tegenkomen als we op pad gaan naar een samenleving die voor 100% op duurzame energie draait. In dit rapport wordt voorstelbaar gemaakt dat een belangrijk deel van de sleutel tot een 100% duurzame samenleving gevonden wordt bij het individu. De technieken zijn er om een samenleving gebaseerd op 100% duurzame energie te creëren. Innovaties zijn goed om nog verder te versnellen of de kosten te drukken, maar ze zijn niet nodig omdat we nog geen oplossingen hebben. Alle (technische) oplossingen zijn er al, het is nu een kwestie van beleid, actie en opschalen!

Als we het willen dan kunnen we in 2030 nagenoeg fossiel vrij zijn voor wat betreft de energievoorziening. We hopen bij de lezer van dit rapport op zijn minst het voorstellingsvermogen van een dergelijke samenleving te hebben vergroot. Indien u twijfelt of dit hele idee zelfs afwijst, bedenk dan dat we gezamenlijk en democratisch op nationaal niveau hebben afgesproken dat onze samenleving voor 100% op duurzame energie is gebaseerd in 2050. De visie in dit rapport en de visie van onze democratische samenleving verschillen slechts in de termijn waar over we praten. Maar als we het twintig jaar eerder doen, zijn de kansen op een volhoudbare samenleving wel veel groter. Daarnaast zijn we dan beter toegerust voor de toekomst en hebben we een economie gebouwd voor de komende eeuw, die hopelijk de veerkracht heeft om alle veranderingen die gaan komen op te vangen.

Als we samen de schouders eronder zetten, kunnen we heel veel.

Laten we samen aan de slag gaan!

BIJLAGE 1

HOE MAKEN WE BESTAANDE WONINGEN EN KANTOREN ENERGIENEUTRAAL?

In 2013 zijn er meer en meer organisaties en samenwerkingsverbanden opgestaan, die willen werken aan het verduurzamen van de gebouwde omgeving. Er zijn er nog heel weinig die nu al kunnen aantonen dat ze bestaande huizen voor rond de 35.000 euro energieneutraal hebben gemaakt. Maar het komt eraan en zal niet lang meer duren.

Afgelopen jaren hebben we overheids-programma's gehad, zoals 'Schoon en Zuinig' en 'Blok voor Blok', die werken aan het verduurzamen van de Bouw. Daarnaast wordt er veel gedaan vanuit Platform31 (voorheen SEV), dat een programma heeft genaamd 'Energiesprong' en vandaar uit weer programma's of projecten zoals 'Slim en Snel' en de green deal 'De Stroomversneller'. Ook groepen burgers zijn samen aan de slag, soms vanuit lokale (energie) coöperaties, soms gewoon als losstaand buurtinitiatief.⁶⁶ Ook de netwerkbedrijven Alliander en Enexis werken mee aan het verduurzamen van de gebouwde omgeving met eigen initiatieven, respectievelijk Hoom en Buurkracht. Marktpartijen, zoals Eneco, zijn druk bezig met nieuwe concepten rondom energieneutraal renoveren en regionale fondsen willen dit soort activiteiten steeds meer ondersteunen. Er is duidelijk beweging in de markt.

Tot voor kort waren er nog heel weinig partijen met een integraal concept om huizen energieneutraal te maken. Men werkte aan deeloplossingen (isoleren, zonnepanelen etc), maar niet aan een concept om een woning in één klap energieneutraal te maken. En als dat al eens gebeurde, dan was dat veel en veel te duur (voorbeelden van 60.000 tot 100.000 euro werden vertoond). Komend jaar komen waarschijnlijk de eerste betaalbare integrale oplossingen op de markt. Dat is stap één. Maar

een belangrijke andere stap is de consument, de Nederlandse burger, verleiden tot het maken van de stap om zijn of haar huis energieneutraal te (laten) maken.

Verleiding

De eerste stap is eigenlijk mensen op een aansprekende manier te verleiden om eens een afspraak te maken met iemand die aanbiedt te helpen. Deze persoon kan dan in kaart brengen wat het huidige verbruik is en wat er mogelijk is in het desbetreffende huis. Stap 1 is eigenlijk laten zien hoe makkelijk het is om het verbruik omlaag te brengen door kleine maatregelen, van het beter inregelen van bestaande apparatuur en het aanschaffen van stand-by killers, tot mensen wijzen op zuinigere apparaten, die bij een volgende vervanging/aanschaf gekocht zouden kunnen worden. Vaak kan met **simpele maatregelen al 15 à 20% bespaard** worden. Daarna word gekeken wat er aan het huis zelf verbeterd kan worden. Voor ieder huis kan een stappenplan gemaakt worden, wat de opties zijn om energieneutraal te worden. Bewoners zouden moeten kunnen kiezen wat het beste bij hun past.

Degene die de mensen helpt in dit proces, zou zelf geen belang moeten hebben. Het werkt beter als het buurtbewoners zijn die elkaar helpen of non-profit organisaties of energie coöperaties die in hun eigen buurt aan de slag gaan of netwerkbedrijven. Er zijn vele mogelijkheden en waarschijnlijk zullen die ook allemaal naast elkaar gaan bestaan. In ieder geval moet het laagdrempelig zijn, betrouwbaar en van goede kwaliteit.

Kantoren

Voor eigenaren en verhuurders van kantoorgebouwen zijn er genoeg bedrijven die hun pand kunnen verduurzamen of zelfs energieneutraal kunnen verbouwen. Er zijn ook

steeds meer partijen die ook de financiering daarvan voor hun rekening willen nemen, zoals hieronder wordt beschreven. In veel gevallen is dat de moeite waard en financieerbaar. In deze markt van leegstand en de roep om mee te werken aan het opbouwen van een circulaire economie, is herontwikkeling van een bestaand pand in plaats van nieuwbouw, ook steeds vaker gebruikelijk. Voorbeelden zijn o.a. het WNF-gebouw in Zeist en het nieuwe Alliander hoofdkantoor in Duiven. Er zijn steeds meer bouwbedrijven die zich op deze markt toelagen.

Een gemiddeld huis kan voor zo'n 35.000 euro energieneutraal gemaakt worden.

Financiering

Als er enige mate van standaardisatie en scherp inkopen plaatsvindt, kan een gemiddeld huis **voor zo'n 35.000 euro energieneutraal gemaakt** worden. Dat is ongeveer ook het bedrag wat een gemiddeld gezin in 15 à 20 jaar uitgeeft aan energie. Als we dat bedrag naar voren kunnen halen om die investering te doen en mensen kunnen dat vervolgens in bijvoorbeeld vijftien jaar afbetalen, dan kunnen we aan de slag. Mensen hebben dat bedrag vaak niet zelf op de bank, maar kunnen de maandelijkse afbetaling wel doen, zeker als die zelfs iets lager is dan hun huidige energierekening. Als we dat kunnen organiseren, hebben we een belangrijke sleutel in handen. Om grootschaliger scherp in te kunnen kopen en financiering te regelen, zou een organisatie die dat op grotere schaal regelt en daarmee mensen 'ontzorgd' en zorgt voor kwaliteit voor een scherpe prijs, welkom zijn.

Betrouwbare oplossingen

Deze 'ontzorgorganisatie' zal moeten zorgen dat zij garandeert dat de maatregelen leiden tot daadwerkelijke verlaging van de energierekening, liefst tot nul (maar het kan eventueel ook in stappen). Als dat voor burgers betrouwbare resultaten oplevert, kunnen ze zelf kiezen hoe ze de renovaties en aanpassingen in de duurzame energievoorziening van hun huis willen financieren. Zelf betalen is doorgaans het goedkoopst. Als iemand het geld heeft, is dat een goede oplossing, maar het is slechts een kleine groep die dat geld op de bank heeft. Er zijn echter ook allerlei leningen mogelijk. Er zijn nu al **financieringsmogelijkheden**, zowel via banken (verhoging 'groene' hypotheek, greenloans etc.) als via bijvoorbeeld SVn (Stichting Stimuleringsfonds Volkshuisvesting Nederlandse gemeenten), waar voor een effectieve rente van een paar procent geld geleend kan worden voor het verduurzamen van woningen. Ook de nationale overheid verstrekt sinds januari 2014 via SVn extra fondsen voor het verduurzamen van de bestaande bouw. Zowel banken als SVn werken aan nieuwe producten op landelijke schaal, dus de verwachting is dat er snel steeds meer nieuwe mogelijkheden komen voor burgers die aan de slag willen.

Maar er zal ook een groep zijn die niet wil of kan lenen, maar toch elke maand 150 à 200 euro besteden aan energie en dat geld dus ook anders zouden kunnen inzetten. Voor hen zou een **ESCO** (Energy Service Company) een oplossing kunnen zijn. De ESCO belooft een klant om het huis energieneutraal te maken en vraagt de klant bijvoorbeeld 150 euro per maand te betalen aan de ESCO in plaats van aan het energiebedrijf. Na 15 jaar zijn alle aanpassingen afbetaald en houdt de klant een huis zonder energierekening over (bij gelijkblijvend gedrag). De ESCO krijgt dus al het geld terug, maar doet

de voorfinanciering, zodat de huishoudens dat niet zelf hoeven op te hoesten in één keer.

Als we werkelijk 250.000 woningen per jaar willen aanpakken, dan gaat het over zo'n 6 à 7,5 miljard euro per jaar. Een flinke economische impuls. Wie kan dat financieren? Een deel kunnen huishoudens zelf doen met eigen geld of leningen. Een deel zou via een ontzorgorganisatie kunnen lopen, die fungeert als ESCO. Het gaat hier om grote bedragen, maar er zijn veel partijen in de markt, die een deel van deze markt willen gaan bedienen. We zien op dit moment dat er meerdere regionale fondsen zijn, veelal gevuld met geld van de verkoop van Nuon- en Essentaandelen, die ESCOs willen oprichten of willen financieren. Daarnaast zijn zowel de energiebedrijven als de netwerkbedrijven actief op dit vlak. Iets kleinschaliger zien we verschillende ondernemers het ESCO-concept aanbieden aan klanten. Als we zo snel mogelijk willen opschalen na de eerste leerervaringen, dan zijn er twee partijen die enorm kunnen helpen. De ene is de overheid, de andere zijn de pensioenfondsen. Als pensioenfondsen een ESCO financieren, krijgen ze hun geld binnen 15 jaar terug met een redelijk rendement en weinig risico en zij zetten dat geld nuttig in voor de Nederlandse maatschappij. Dat is een doelstelling waar zij zich aan verbonden hebben, dus dit zou een mooie kans zijn. Lukt dat niet, dan zullen we terug moeten vallen op een langzamer scenario met behulp van vele kleinere spelers, van provincies en gemeenten en Europa, tot ondernemers en netwerkbedrijven. Dan gaat het waarschijnlijk wel langzamer, dus iedereen heeft er baat bij als de overheid en de pensioenfondsen hier wel hun verantwoordelijkheid nemen. Ze helpen dan de arbeidsmarkt, de bouw en het verduurzamen van de energievoorziening. Hoe vaak sla je zoveel vliegen in één klap?

Woningcorporaties: ook voor huurders de energierekening naar nul?

De woningcorporaties in Nederland verhuren zo'n 2.4 miljoen woningen van de zeven miljoen bestaande woningen.⁶⁷ Veel huurders zien toenemende woonlasten en afnemende inkomsten, waardoor steeds meer betalingsproblemen ontstaan. Vanuit haar sociale rol, is het ook voor de corporaties belangrijk de energierekening van huurders te verlagen. Als de corporaties daar echter in investeren, hoe krijgen ze dan (deel van) die investering terug? Zij hebben dan niet de lusten (lage energierekening) en wel de lasten (de investering). In het huidige economische klimaat, is het voor corporaties moeilijker deze investeringen te doen. Toch zijn er mogelijkheden om het ook voor corporaties aantrekkelijk te maken.

Ten eerste plannen corporaties sowieso eens in de zoveel jaar grootschaligere renovaties in hun bestaande voorraad. Door dat slimmer te plannen en uit te denken, kan die renovatie ook meteen leiden tot energiebesparing of energieneutraliteit. Dat hoeft niet altijd veel duurder te zijn, als er integraal gekeken wordt naar de woning en duurzame maatregelen niet extra opties zijn, maar onderdeel van de benodigde renovatie. Het zou ook helpen als de wetgeving aangepast wordt en de corporatie huur en energiekosten samen mag innen en net als de ESCO de energiekosten gebruikt om investeringen af te betalen nadat een woning energieneutraal is gemaakt. Tot slot kan ook een corporatie gebruik maken van een ESCO, om investeringen te doen en de betaling te regelen met de huurder. De corporatie faciliteert, maar heeft verder geen kosten.

In de wet is geregeld dat 70% van de bewoners in moeten stemmen met grootschalige renovatietrajecten om dit soort ingrepen



bron: Green Chemistry Campus

om energieneutraal te worden per blok of rij huizen aan te pakken. Het zou prettig zijn als de wet niet zo streng was op dit terrein. Maar zolang dat zo is, vereist dit dus ook weer communicatieve en sociale vaardigheden, opdat bewoners het nut gaan inzien van enig 'gedoe' voor een huis dat na 15 jaar geen energierekening meer heeft. Er zal ook tijdens die 15 jaar voordeel moeten zijn, zoals bijvoorbeeld de belofte dat de energierekening blijvend omlaag gaat en constant blijft in die 15 jaar.

Overheid

Dit plan voor de gebouwde omgeving kan door burgers en allerlei marktpartijen uitgevoerd worden. De overheid is niet noodzakelijk om te starten en voor de uitvoering, maar kan wel barrières wegnemen en helpen met versnellen. Dit kan o.a. door:

- Een landelijk renovatiefonds ter beschikking te stellen, wat gebruikt kan worden om de renovaties te financieren, al dan niet via goedkope leningen, hypotheek of ESCO-constructies. Als dit fonds samen kan gaan met een groot fonds van de pensioenfondsen, dan is er meer dan genoeg geld om binnen twintig jaar alle geschikte huizen en kantoren te renoveren naar energie-neutrale woningen. Als de overheid hier in stapt, doen pensioenfondsen ook sneller mee. Ook informatievoorziening,

kennisoverdracht en acties om de burger te verleiden om mee te doen, mogen uit dit fonds gefinancierd worden.

- Toestaan dat woningcorporaties huur- en overige woonlasten zoals de energiekosten samen mogen nemen (zgn. integrale woonlasten) en de gezamenlijke kosten maximeren. Als de verhuurder investeringen doet die tot energiebesparing leiden, dan kan de verhuurder de kosten van de investeringen terugverdienen uit de besparingen (energiekosten omlaag; huurkosten omhoog; integrale bedrag blijft gelijk).
- Belastingen sterk verlagen voor energieneutrale huizen de komende twintig jaar, om eigenaren aan te zetten tot actie (verschillende opties mogelijk zowel landelijk als lokaal, bijv. via WOZ waarde).
- Energieprijzen voor grootverbruikers langzaam opvoeren.
- Huidige systeem van salderen op eigen dak minstens tien jaar vasthouden en niet morrelen aan het systeem. Salderen op afstand voor lokale duurzame energie coöperaties toestaan.
- CO₂-prijs invoeren (lobby in Europa sterker opvoeren) van minstens 50 euro/ton CO₂, liefst oplopend naar 100 euro/ton CO₂ of meer.

BIJLAGE 2

UITSTOOT ELEKTRISCHE AUTO'S T.O.V. AUTO'S MET EEN VERBRANDINGSMOTOR

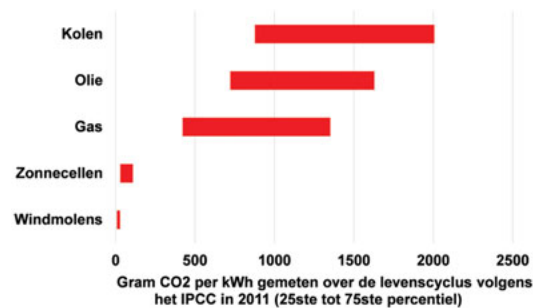
Een rapport van de Europese Commissie uit 2008 laat zien dat de gemiddelde CO₂-uitstoot van nieuwe benzine- en dieselauto's in het jaar 2008 154 g/km bedroeg. Dit noemt men de directe emissie van de auto. De indirecte emissie zit daar dan nog niet in: dat is de CO₂ die vrijkomt bij de winning van olie en de productie van benzine en diesel. CE Delft schat dit op 15%. Hier zit dan nog niet de CO₂ in die vrijkomt bij de distributie van benzine en olie, maar dat zal naar verwachting relatief weinig zijn. De totale CO₂ emissie van 'well to wheel', dus alle CO₂ die vrijkomt van de winning van de olie uit het olieveld tot en met CO₂ die uit de uitlaat komt, is dan zo'n 170-180 g/km. Er zijn inmiddels ook auto's verkrijgbaar die een stuk minder uitstoten dan die gemiddelde 154 g/km, zoals de VW Polo BlueMotion (diesel), die op 87 g/km zit en de Toyota Prius (benzine), die rond de 90 g/km zit. Well to wheel emissie van die twee auto's zou met de 15% indirecte emissies uitkomen op respectievelijk 100 en 104 g/km.

Om dit te vergelijken met elektrische auto's moeten we twee dingen weten: de prestaties van de auto (hoeveel kilometer rijd je op 1 kWh) en de emissies van elektriciteitsopwekking en distributie. Het Europees Milieuagentschap heeft een overzicht gemaakt van allerlei studies die een indicatie geven van de prestaties van elektrische auto's. Zij komen uit op 11 tot 22 kWh per 100 km, gemeten vanuit het

stopcontact. Bij 11 kWh kan je denken aan de elektrische i-MiEV en bij 22 kWh aan de Tesla Model S.

Als we vervolgens kijken naar de CO₂ emissies van elektriciteitsopwekking zien we dat de getallen behoorlijk uiteen lopen. Gebruik je kolen, dan kom je ergens tussen de 900 en 1200 g/kWh, met gas op zo'n 500 g/kWh en met hernieuwbare bronnen zoals wind, zon, biomassa of waterkracht zit je ergens tussen de 5 en 200 g/kWh. Het goede nieuws is dat de gemiddelde uitstoot per kWh in Nederland steeds lager wordt. In 2010 was hij 460 gram, in 2014 naar schatting 400 gram en 2024 naar schatting 300 gram. Gedurende de levensduur wordt een elektrische auto dus steeds schoner! Als we uitgaan van een levensduur van de auto van 10 jaar is de uitstoot over de levensduur gemiddeld 350 gram per kWh.

Als we nu de prestaties van de auto combineren met de emissies die vrijkomen bij de elektriciteitsopwekking, dan kom je uit op minder dan 1 g/km in het beste geval (i-MiEV op de meest CO₂ efficiënte groene energie) en 317 g/km in het slechtste geval (een Tesla op een oude kolencentrale). Een auto als de BMW M5 die qua prestaties, inhoud en gewicht dicht in de buurt komt van de Tesla stoot inclusief productie van olie 270 gram uit. Dat is dus iets beter dan de Tesla op een oude kolencentrale. Maar zodra je de Tesla laat rijden op de gemiddelde Nederlandse stroom tijdens zijn levensduur (350 gram / kWh) stoot die ineens nog maar 77 gram uit: minder dan de zuinigste diesel. Rijd je op groene stroom, dan wordt de CO₂ prestatie nog een stuk beter, met gemiddeld 10 en 22 g/km respectievelijk voor de i-MiEV en de Tesla. Conclusie: met een elektrische auto stoot je in het algemeen een stuk minder CO₂ uit dan met een vergelijkbare nieuwe benzine of diesel auto. Dit verschil wordt echt heel groot wanneer je op groene stroom rijdt.



Figuur 15: CO₂ uitstoot per energiebron voor auto's.

BIJLAGE 3

BLONK OVER ENERGIE EN VOEDSEL

Hans Blonk heeft een overzicht gemaakt waarbij hij liet zien wat het effect van een andere voedselconsumptiepatroon zou kunnen zijn op het fossiel energiegebruik: een vingeroefening met optimalisatie naar wat minimaal mogelijk is. Dit is dus niet wat we voorstaan voor alle Nederlanders, maar laat zien wat het effect is van een ander patroon.

Het fossiel energiegebruik voor de consumptie van onze voeding bedraagt in Nederland ca. 200 PJ (zo'n 6% van het energieverbruik in Nederland in 2012). In dit getal is de gehele keten meegenomen van boerderij tot en met het consumeren en weggooien bij de consument (niet meegenomen is het consumententransport voor boodschappen).

Voor twee groepen heeft Blonk verkend hoever het energiegebruik gereduceerd kan worden met behulp van zijn Optimealsoftwaretool (versie 3.5). Met de tool kan onderzocht worden hoe voedingspatronen geoptimaliseerd kunnen worden op duurzaamheidsaspecten. De tool is in staat een gezonde voeding te definiëren met een minimaal energiegebruik uitgaande van de meest gegeten voedingsmiddelen en het energiegebruik voor de productie-consumptieketen hiervan.

In eerste instantie is hij daarbij uitgegaan van de nutritionele aanbevelingen van de gezondheidsraad en de aanbevelingen van het voedingscentrum ten aanzien van de gewenste minimum consumptie van diverse voedselgroepen (groenten, fruit, vlees, vis, zuivel, etc.) en heeft hij gerekend met het huidige energiegebruik van productie-consumptieketen van voedingsmiddelen. Vervolgens heeft hij de ondergrenzen van productgroepen losgelaten en is gaan rekenen met alleen de aanbevelingen op nutriëntenniveau. Met deze berekening geeft hij het programma meer vrijheidsgraden en kan het programma het energiegebruik

verder reduceren. Tenslotte zijn dezelfde berekeningen gemaakt waarin een aantal autonome trends in het energiegebruik van de productie en consumptie van voedingsmiddelen zijn verwerkt. Hierbij kan gedacht worden aan allerlei efficiency verbeteringen in de keten.

De resultaten zijn vervolgens vertaald naar de volgende typeringen:

- Back to Basics (ca. 50% reductie)
- Back to Basics zonder vlees en vleesvervangers (ca. 65% reductie)
- High-Tech Duurzaam (ca. 80-85% reductie)

Het Back to Basics menu lijkt enigszins op hoe we vroeger in de jaren vijftig/zestig aten. Het menu ziet er dan als volgt uit:

- Alleen kruidenthee als basis; heel af en toe wellicht een glaasje wijn/ glas bier;
- De vleesconsumptie wordt ongeveer gehalveerd en beperkt zich voornamelijk tot kip en wat orgaanvlees (leverworst).
- De zuivelconsumptie gaat conform de aanbevelingen iets omhoog (het kan dan gaan om magere melk, yoghurt of vla)
- Aardappelen met groenten van het seizoen zoals prei en andijvie, en in de winter veel soorten stampot (peen en uien; zuurkool), ook kapucijners en bruine bonen.
- Brood en broodproducten zijn goed in al zijn vormen
- Muesli kan gegeten worden bij de yoghurt
- Als tussendoortje ongezoeten pinda's
- Als fruit peer en banaan
- Als vis wordt makreel gegeten
- Gebak en koek en suiker en zoetwaren worden niet gegeten

Een behoorlijk karig dieet met binnen de aanbevolen voedingsgroepen de keuze voor de meest energievriendelijke varianten. Hierbij wordt grotendeels uitgegaan van



Groente van de koude grond. bron: Green Chemistry Campus

bereiding thuis. Mogelijk dat de resultaten enkele procenten gunstiger zijn bij voorbereide maaltijden of maaltijdcomponenten.

Als alle ondergrenzen op voedselcategorieën losgelaten worden dan krijgen we een reductie van energie van ongeveer 70%. Het tweede dieet lijkt op het eerste, maar meest opvallend is dat dan vrijwel alle vlees en vleeswaren uit het dieet zijn geschrapt en ze worden ook niet vervangen door vleesvervangers.

Een stap verder is het 'High-Tech' duurzaam menu, waarbij niet vanuit de huidige producten wordt geredeneerd, maar vanuit de ingrediënten en het zoeken naar de

meest duurzame 'processing' aangevuld met enkele addities. We krijgen dan een soort veevoerbok of astronautenvoer. Dit is verder niet doorgerekend, het percentage is een 'expert judgement'.

Een belangrijke constatering is overigens nog dat bij mannen een hogere reductie valt te halen dan bij vrouwen. De reductiepercentages die hier gegeven zijn betreffen een gemiddelde tussen mannen en vrouwen.

BIJLAGE 4

VEEL WIND EN ZON

In het 100% duurzaam scenario staat er een grote hoeveelheid wind op zee (ongeveer 16.800 MW) en ook een forse capaciteit op land (ongeveer 7200 MW) en aan de kust (ongeveer 900MW). Tevens is er voor ongeveer 24.900 MW aan zonvermogen neergelegd op onze daken en velden. Dit roept vragen op die we hieronder iets uitgebreider beantwoorden.

Zijn we de eersten die zoveel windvermogen opstellen?

In Duitsland stond er in 2010 al 27.000 MW wind op land en 92 MW wind op zee. De prognose is dat Duitsland in 2020 42.000 MW wind op land heeft en 10.000 MW wind op zee. Kortom Duitsland heeft nu al meer vermogen geïnstalleerd dan wij gepland hebben voor 2030. Verschil is wel dat zij eerst fors op land zijn gestart en nu pas beginnen aan de bouw op zee. Maar een windvermogen van meer dan 50.000 MW⁶⁸ is dus bij onze burens al beschikbaar in 2020.⁶⁹

Wat gebeurt er als je niet alleen veel windvermogen opstelt, maar ook veel zonvermogen neerlegt?

Duitsland had in 2010 al 25.000 MW zonvermogen en plannen om tegen 2020 tussen de 52 en 70 GW zonvermogen te hebben. Opgeteld dus een wind- en zonvermogen van meer dan 100.000 MW!⁷⁰ In ons scenario plannen we in 2030 24.800 MW zonvermogen. Interessant is om te zien wat een combinatie van veel wind en veel zon doet in 2012 in Duitsland. Het blijkt dat de afname van wind in de zomer gecompenseerd wordt door de stijging in zonne-instraling en vice versa. Resultierend in een verrassend constante productie van elektriciteit op maandbasis. Het probleem van beschikbaarheid van wind en zon is daarmee een probleem op dag of week basis en niet op maand- of seizoensbasis. Op maandbasis schommelt de gezamenlijke productie tussen 7600 GWh (januari 2012) en 4700 GWh (november 2012).⁷¹

Kunnen we zoveel windmolens en zonnepanelen wel bouwen, installeren en onderhouden?

Wind

Uit informatie van We@Sea⁷² blijkt dat je met twee schepen (één voor plaatsing van de fundering en één voor installatie van de windmolens) ongeveer 500 MW aan vermogen per jaar kunt neerzetten op de Noordzee. Aangezien wij mikken op ruim 17.000 MW op zee en aan de kust in ruim 15 jaar, zullen er 3 à 4 sets van deze schepen nodig zijn. Daarnaast zijn er schepen nodig voor het leggen van stroomkabels en serviceschepen voor het onderhoud van de windmolens. De grootste uitdaging wordt waarschijnlijk het opleiden van duizenden mensen om alle hiervoor benodigde werkzaamheden te kunnen uitvoeren. Een grote operatie, maar wel leidend tot veel werkgelegenheid in een sector waar Nederland veel kan betekenen. Onze offshore industrie heeft de ontwerpen voor de volgende generatie plaatsings- en onderhoudsschepen al gemaakt. Die kunnen dan overstappen van olie- en gasboren, naar plaatsen van windmolens.

Zon

Met betrekking tot zonnepanelen kunnen we de komende twintig jaar 24.800 MW aan zonnepanelen kopen op de wereldmarkt. Dat lijkt geen probleem. We hebben ook voldoende installateurs en bouwvakkers beschikbaar om deze neer te leggen op daken en ook het weinige onderhoud dat deze installaties vragen, uit te voeren.



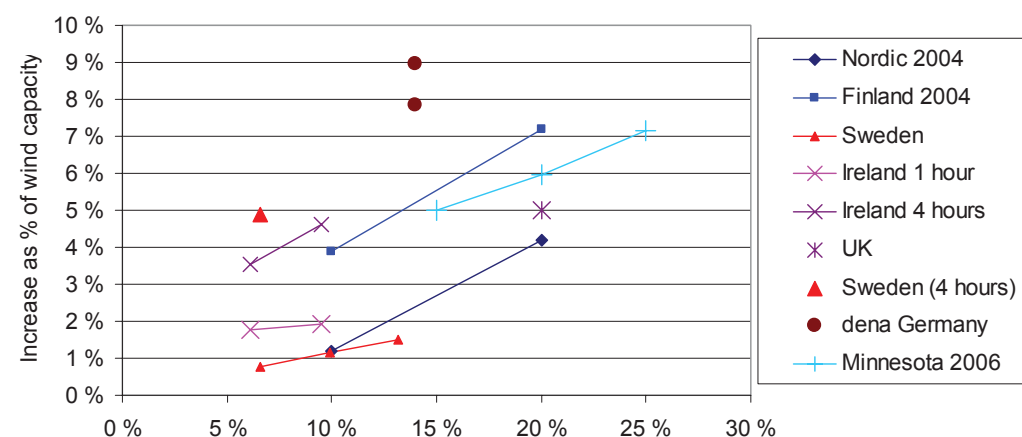
compenseren. Overigens verdient een fossiele centrale zijn eigen energie nooit terug, want die blijft continu grondstoffen vragen die met energie gewonnen en getransporteerd moeten worden.

Kun je wel op wind en zon vertrouwen? Wat als de wind niet waait en de zon niet schijnt?

We leven in een samenleving waar de elektriciteit nooit mag uitvallen. Uitval betekent dat onze samenleving niet meer kan functioneren. Het is extreem belangrijk dat het elektriciteitssysteem betrouwbaar is. Maar wind en zon zijn dat niet. De zon is er 's nachts niet en soms is het ook windstil. Alleen is het nooit overal op de aarde windstil, dus wat gebeurt er als je veel windmolens over een groot gebied verspreid installeert? Draaien er dan altijd wel ergens een paar windmolens? Hoe vaak komt windstilte voor? De mate waarin je op windvermogen mag rekenen heet de 'capacity credit'. Op dit moment rekenen we in het Energietransitiemodel (ETM) met een variabele capacity credit afhankelijk van het opgesteld windvermogen van 4 tot 25% per geïnstalleerde windmolen. Dit betekent dat je 4 tot 25% van het opgestelde vermogen mag rekenen als betrouwbaar.⁷⁴ Nu is het probleem dat naarmate je meer windmolens opstelt in een klein gebied deze capacity credit daalt. Dus als alleen Nederland dit doet op het Nederlandse deel van de Noordzee dan zou je deze factor moeten laten dalen. Maar als ook de ons omringende landen windmolenparken bouwen (en dat doen ze!) en de spreiding verder toeneemt dan kan deze factor weer omhoog. Naarmate de capacity credit daalt zul je naar verhouding meer backup centrales moeten neerzetten. In dit scenario zijn dat snel opregelende gasturbines op groen gas. Aangezien deze bijna nooit draaien zijn ze kostenverhogend voor het scenario, maar gaan

De productie van windmolens en zonnepanelen kost ook energie, hoe snel heb je dat terugverdiend?

Een redelijk gedetailleerd rapport⁷³ dat is gemaakt in opdracht van Vestas (windmolen producent) geeft de volgende getallen voor een bestaand 100 MW windmolenpark op zee met windmolens van 3MW per stuk. Zij concluderen dat er minder dan 1% van iedere kWh die door het park geproduceerd wordt nodig is om te compenseren voor de energie die nodig was bij de bouw van het park, mits hierbij duurzame elektriciteit gebruikt wordt. Wordt deze productie gedaan met fossiele primaire energie dan stijgt de impact naar 2.5% per kWh. Dit betekent dat een park dat 20 jaar meegaat, zijn eigen energieconsumptie terugverdiend in minder dan 0.5 jaar. Ook blijkt dat het park voor ruim 80% recyclebaar is. Aangezien een belangrijk deel van een windmolen bestaat uit staal is een groot deel weer recyclebaar om als basismateriaal te kunnen worden gebruikt voor een toekomstig park. Voor zonnepanelen worden meestal energietrugverdiendtijden rond de twee jaar gerekend. Aangezien zonnepanelen een technische levensduur van meer dan 25 jaar hebben is er tot 4% per geproduceerde kWh uur nodig om de eigen energieconsumptie te



Figuur 16: De benodigde reserve capaciteit door toename in het geïnstalleerde windvermogen.

ze ook lang mee en deze units kunnen relatief eenvoudig overal decentraal worden neergezet. Hierdoor stijgen in ons scenario de investeringen bij een capacity credit van 5% met ongeveer 1 miljard maar de totale jaarlijkse kosten dalen licht en de bio-footprint stijgt iets doordat de biomassacentrales meer uren maken. Voor kortere periodes, kan in een scenario waarin het vervoer in belangrijke mate is geëlektrificeerd, het tijdelijk tekort worden opgevangen door de batterijen van deze voertuigen tijdelijk en voor een klein deel in te zetten als backup vermogen. Stel je hebt in dit scenario geen 7 miljoen auto's meer maar 2 miljoen deelauto's. En stel de helft daarvan staat langs de weg aan een stopcontact. En iedere auto kan met 3 KW worden ontladen en geladen. Dan heb je 6.000 MW backup vermogen die je 1 à 2 uur kan inzetten.⁷⁵

Wat doen we als we op enig moment meer elektriciteit produceren dan we nodig hebben?

Doordat de Duitsers nu als eerste veel wind en zonnestroom hebben en ook nog veel goedkope bruinkool en steenkoolcentrales, blijkt in eerste instantie dat ze hun overschot van elektriciteit kunnen exporteren naar de omringende landen. Nederland kreeg in 2012 met uitzondering van januari en februari grote hoeveelheden stroom van Duitsland op maandbasis.

Maar tegen de tijd dat wij veel zon- en windstroom over hebben op zonnige en winderige dagen, is de kans dat wij dat tegen 2020 ook kunnen exporteren gering, omdat de ons omringende landen ongetwijfeld ook verder gaan met hun plannen voor zon- en wind en op die dagen waarschijnlijk ook vaker zelfvoorzienend zullen zijn. Daarom moeten we kijken naar verschillende opties om met deze tijdelijke overschotten om te gaan.

De eerste optie heet ‘**curtailment**’. Dat is het uitzetten van windmolens en het afschakelen van de omvormers van zonnepanelen via internet op momenten dat er te veel stroom is. Nadeel van deze optie is dat je het geïnvesteerde kapitaal niet zo snel kunt terugverdienen als gepland, tenzij je de stroomprijs fors verhoogt. Een andere optie is het **opslaan** van de stroom. Hiervoor hebben we drie routes onderzocht. Het opslaan in batterijen, het opslaan van de extra stroom in de vorm van warm water in een boiler (voor tapwater in huizen) en het gebruiken van de stroom om waterstofgas mee te maken en dit te injecteren in het aardgasnet. Alle drie de opties blijken op dit moment erg duur. De boiler-optie is nog het meest aantrekkelijk maar ook die is nog duurder dan een curtailment optie. Dat kan echter de komende twintig jaar veranderen en waarschijnlijk komen er ook nog nieuwe opslagmogelijkheden op de markt.

Vanaf juli 2013 bevat het Energietransitiemodel informatie over de verschillende opslag mogelijkheden in relatie tot een scenario. Maar stel nu dat je niet meer zoals vandaag een stroomprijs hebt, die fluctueert tussen 2 en 7 cent per kWh (groothandelsprijs), maar dat die gaat fluctueren tussen 0 en 20 cent per kWh of -als er nog Duitse subsidies zijn op productie van wind- of zonnestroom- van -5 tot 20 cent per kWh, als gevolg van de toename van periodes dat zon- en wind meer dan 100% van de reguliere vraag dekken?

In het gepresenteerde scenario leveren zon- en wind ongeveer 40% van de tijd meer dan 100% van de gevraagde elektriciteit. Daarvan is er in ongeveer 20% van de tijd een (extra) vermogen beschikbaar van meer dan 3200 MW. Opgeteld op jaarbasis praat je over ongeveer 28 TWh of 100 PJ. M.a.w. je hebt een grote hoeveelheid energie over, die tegen een kostprijs van 0 eurocent/kWh of nog lager beschikbaar is. Als dit vaak het geval is zal dit ongetwijfeld economische activiteit aantrekken die gebruik maakt van deze lage energieprijzen. Datacenters zouden hele energieintensieve en kostbare berekeningen kunnen laten wachten op deze periodes met lage prijzen. Sommige batch chemie vestigingen zouden kunnen produceren in periodes waarin er een overschot aan stroom wordt voorspeld. En ongetwijfeld zullen mensen als ze weten dat ‘het vermogen om arbeid te verrichten’ (=de definitie van energie), in Nederland gratis is, zich hier vestigen om dit gegeven te benutten. Dit zal innovatie en extra economische activiteit betekenen, die niet te evenaren is door een schaliegasrevolutie in de US of de EU. De kostprijs van het winnen van schaliegas is namelijk altijd veel hoger dan 0 en deze reserves raken binnen een paar decennia uitgeput. Wind- en zon zijn er altijd en daarmee op de lange termijn betrouwbaarder. Kanttekening is natuurlijk wel, dat als deze extra economische activiteit zich hier ontplooit, de elektriciteitsprijs op steeds meer momenten weer boven de 0 eurocent per kWh zal komen, maar wel in een economie die gegroeid is op basis van duurzame energie.

Zon en wind leveren ongeveer 40% van de tijd meer dan 100% van de gevraagde elektriciteit. De energie die over is, heeft een kostprijs van nul cent/kWh of lager!



Credit DONG Energy A/S

Hebben we genoeg Noordzee om zoveel wind neer te zetten?

Ook het marktmodel van de elektriciteitssector zal geheel op de schop moeten. We gaan van een situatie waarin er variabele kosten zijn als je stroom wilt maken (o.a. door de kostprijs voor het gas of de kolen die je verbrandt) naar een situatie waarin de variabele prijs van stroom nul is (o.a. voor wind en zon). De marktordening via de merit order werkt niet meer als we grotendeels op zon en wind produceren en dus zullen we naar een geheel nieuwe marktordening moeten. Pijnlijk worden de tussenliggende jaren waarin centrales met variabele kosten langzaam maar zeker worden verdrongen door eenheden zonder variabele kosten in het huidige marktmodel. In die periode moeten we wel de moed hebben om door te zetten.

Op dit moment rekenen we met 0.5 km² benodigde ruimte per 3MW windmolen. Maar we zien inmiddels ook aanbevelingen om de windmolens verder uit elkaar te plaatsen en uit te gaan van 1.0 km² per windmolen van 3 MW. Per windmolen van 5 tot 10 MW die in de toekomst geplaatst kunnen worden, neemt het vermogen per windmolen wel toe en de aantallen windmolens af, maar ook de ruimte die ze nodig hebben neemt toe, zodat het totale ruimtebeslag ongeveer vergelijkbaar zal blijven. Het Nederlandse deel van de Noordzee is ongeveer 57000 km². Daarvan is 16000 km² minder dan 30 meter diep. In het voorgestelde scenario hebben we maximaal 2800 km² nodig om alle windmolens te kunnen plaatsen. Theoretisch kan dat dus gemakkelijk. Zeker als je er van uit gaat dat de komende tien jaar ook drijvende windmolens beschikbaar zullen komen.⁷⁶

BIJLAGE 5

HET ENERGIETRANSITIEMODEL

Introductie

Het Energietransitiemodel (ETM) maakt het mogelijk om de toekomst van het energiesysteem van een land te verkennen. Het model start met de bestaande energiesituatie in een bepaalde regio, bijvoorbeeld Nederland. De gebruiker bepaalt vervolgens door middel van schuifjes hoe het energiesysteem er in de toekomst uit zal zien. Het ETM berekent direct de effecten van de veranderingen en presenteert deze door middel van visualisaties in grafieken en waarden in het dashboard. De gebruiker kan op deze manier zelf een scenario ontwerpen dat een beeld geeft van een mogelijk toekomstig energiesysteem. De startwaarden in het ETM zijn gebaseerd op nationale statistieken en state-of-the-art technologieën. Het ETM is daarmee een transparant en op feiten gebaseerd model dat het hele energiesysteem beschrijft en ideaal is voor het onderzoeken van mogelijke toekomst.

In deze bijlage wordt de achtergrond van het ETM beschreven. Allereerst komt de gebruikers-interface aan de orde, waarbij de mogelijkheden voor de gebruiker uitgelegd worden. Vervolgens wordt inzichtelijk gemaakt hoe het model werkt en welke vooronderstellingen er aan ten grondslag liggen. Tenslotte wordt een overzicht gegeven van informatiebronnen die geraadpleegd kunnen worden voor meer informatie.

Gebruikersinterface

De gebruikersinterface van het ETM bestaat uit vier belangrijke onderdelen: doelen, vraag, kosten en aanbod. In het onderdeel Doelen kan de gebruiker verschillende doelen stellen met betrekking tot hernieuwbaarheid, energie import, kosten en landgebruik. Deze doelen worden tijdens het ontwerpen van het scenario voortdurend geëvalueerd en kunnen richting geven aan de keuzes die gemaakt moeten worden. In het onderdeel Vraag beschrijft de

gebruiker de toekomstige vraag naar energie voor zes economische sectoren: huishoudens, gebouwen, transport, industrie, landbouw en overig. De gebruiker geeft hier verwachtingen van bijvoorbeeld de bevolkingsgroei, het gebruik van verschillende technologieën voor warmteproductie en de hoeveelheid zonnepanelen die gebruikt worden. In totaal kan de gebruiker met ruim 150 schuifjes de vraag in de toekomst beïnvloeden. In het onderdeel Kosten beschrijft de gebruiker de verwachtingen van de toekomstige kosten van brandstoffen en technologie. Daarnaast wordt informatie

Ook het marktmodel van de elektriciteitssector zal geheel op de schop moeten.

gegeven over de kosten van het elektriciteitsnet, kunnen vooronderstellingen over de werkgelegenheid gespecificeerd worden en is het mogelijk om de merit order in te schakelen waarbij de elektriciteitscentrales gerangschikt worden naar variabele kosten in plaats van integrale kosten. In het onderdeel Aanbod beschrijft de gebruiker uiteindelijk hoe en welke soort energie geproduceerd wordt in de toekomst. De gebruiker beschrijft de productie van elektriciteit, warmte en brandstoffen voor transport. Daarnaast is er aandacht voor de gehele productieketen van brandstoffen en de benodigde back-up capaciteit bij minder betrouwbare elektriciteitsproductie. In totaal kan de gebruiker met meer dan 250 schuifjes zelf een nieuwe energietoekomst creëren startend vanuit de energiesituatie zoals die vandaag gekend is. De uitkomsten van het model worden weergegeven in het dashboard, nl. het energiegebruik, de CO₂-uitstoot, de energie import, de kosten, de bio-voetafdruk,

Het ETM is een transparant en op feiten gebaseerd model dat het hele energiesysteem beschrijft en ideaal is voor het onderzoeken van mogelijke toekomst.

het aandeel hernieuwbare energie en het aantal behaalde doelen. Daarnaast kan de gebruiker het dashboard aanpassen en ook de kans op onvermogen, de jaarlijkse energiekosten per huishouden, informatie over de werkgelegenheid en de winstgevendheid van centrales en het aandeel van hernieuwbare elektriciteit weergeven. Al deze uitkomsten geven samen een indicatie van het succes en de haalbaarheid van het ontworpen scenario.

Modellering

In het ETM wordt het energiesysteem beschreven door middel van een energiestromendiagram (Sankey diagram) (figuur 18). Indicatoren als het energiegebruik, de CO₂-emissies en de kosten worden bottom-up berekend. Het nuttige gebruik (useful demand), zoals de warmtevraag in huishoudens, wordt door middel van conversies, via het finale gebruik (final demand) omgerekend naar het primaire gebruik (primary demand). Het netwerk, leidend van de bruikbare vraag tot de primaire vraag, wordt gevormd door convertors die energiedragers omzetten in andere energiedragers en verlies. Voorbeelden van deze convertors zijn cv-ketels, elektrische auto's, maar ook elektriciteitscentrales en het elektriciteitsnetwerk. De prestatie van deze omzetting wordt berekend aan de hand van een mix van standaardtechnologieën en wordt op een enkele uitzondering na, gebaseerd op wetenschappelijke literatuur van gerenommeerde instituten en zo veel mogelijk gevalideerd door meerdere partners van het

Energietransitiemodel. De uitzonderingen zijn specifieke ervaringsgetallen voor het Nederlandse energiesysteem waarvoor geen literatuur bestaat. Denk bijvoorbeeld aan specifieke gegevens voor het Nederlandse elektriciteitsnet.

Het gaat in het ETM altijd om 'state-of-the-art' technologie (het beste wat er op dit moment te koop is) met daarnaast tevens een vermelding van conventionele technologieën die de oudere technologieën representeren. Het netwerk van convertors wordt een graaf genoemd. Het ETM maakt gebruik van twee grafen: een statische die het huidige energiesysteem beschrijft en een dynamische die de toekomstige situatie beschrijft. De laatste wordt aangepast door de schuifjes die de gebruiker zelf instelt. Het ETM voert verschillende berekeningen uit na het aanpassen van de schuifjes. Allereerst wordt de toekomstige energiebalans in het model opnieuw berekend, om vervolgens verschillende secundaire berekeningen uit te voeren: het berekenen van de energiestromen, de primaire energievraag, de CO₂-emissies, de kosten, de biovoetafdruk, etc. Het ETM gebruikt actuele gegevens over de energieconsumptie en -productie en technologische data gebaseerd op de state-of-the-art technologie. De gegevens in het ETM worden minimaal 1x per jaar bijgewerkt en met betrekking tot de energiebalans voor de huidige situatie vindt er ieder jaar een check met het CBS plaats om te zien of dat wat het ETM bottom-up uitrekt overeenkomt met de energiebalans die het

CBS publiceert. Dit overleg dat ieder jaar plaats vindt heeft er inmiddels toe geleid dat het ETM deze energiebalans getrouw weergeeft. Op deze manier krijgt de gebruiker een gevalideerde startsituatie en worden aannames over de toekomst aan de gebruiker overgelaten. Deze benadering vraagt echter wel van de gebruiker dat de aannames die ingesteld worden consistent en realistisch zijn. Zo wordt de vraag en het aanbod van energie onafhankelijk van elkaar bepaald. Het energiesysteem wordt in balans gehouden door een overschot of tekort aan elektriciteit te exporteren of importeren. Dit kan echter betekenen dat de gebruiker een productiecapaciteit heeft ingesteld die vele malen groter is dan het gebruik in de regio. Indien niet geëxporteerd kan worden is bij het gebruik van de merit order module dan zichtbaar dat deze overcapaciteit leidt tot verliesgevende elektriciteitscentrales met weinig vollasturen. Ook een overschot of tekort aan primaire energiedragers kan geëxporteerd of importeert worden. Denk hierbij momenteel bijvoorbeeld aan de export van Nederlands aardgas en de import van steenkool en aardolie. Overproductie van warmte wordt vanwege de beperkte mogelijkheden van transport gezien als verlies.

Enkele andere belangrijke aannames zijn:

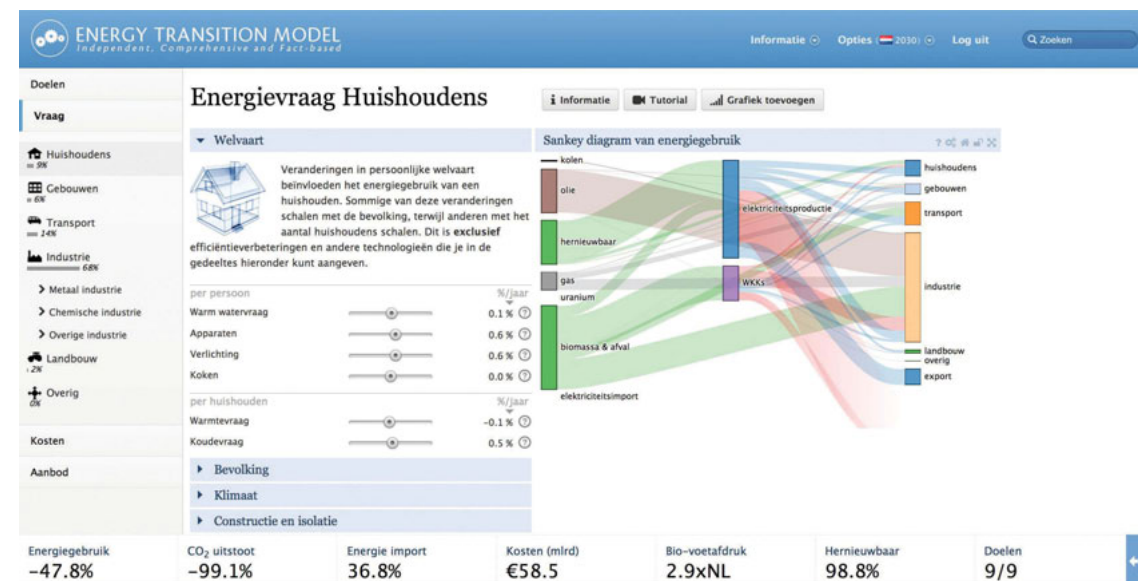
- Het ETM is een lineair model en maakt daarom geen gebruik van feedback loops of prijselasticiteiten. Er worden daarom ook geen automatische correcties uitgevoerd op de vooronderstellingen van de vraag op basis van de vooronderstellingen in de kosten, het aanbod of de doelen. De maker van het scenario moet dus zelf rekening houden met deze zaken en ze invoeren naar zijn idee van de toekomst. Dit is bewust gedaan zodat de gebruiker zelf stapje voor stapje de toekomst kan onderzoeken en het systeem

op de achtergrond geen aanpassingen maakt die de gebruiker verwarren. Ook wordt het hierdoor mogelijk om markt imperfecties (denk aan de huidige overcapaciteit van elektriciteitsproductie) of technologie doorbraken te modelleren. Daarmee kunnen ook echte transitie goed met het model worden onderzocht, die met traditionele demand/ supply modellen niet gevonden worden.

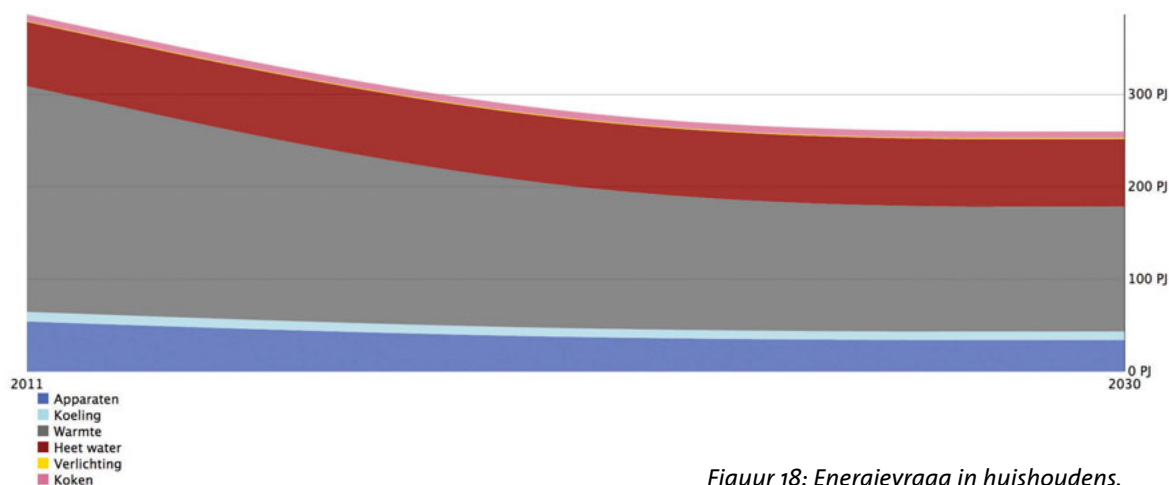
- Het ETM maakt gebruik van huidige state-of-the-art technologie, zonder gebruik te maken van impliciete ontwikkelingscurven. Sommige technologieën zijn nog niets of slechts deels in het model verwerkt omdat zij (nog) niet commercieel toepasbaar zijn of er te weinig informatie beschikbaar is om ze goed te kunnen implementeren. De gebruiker kan zelf de kostprijs van bestaande technologieën aanpassen en daarmee een bepaalde ontwikkeling simuleren. Bijvoorbeeld het verlagen van de prijs van zonnepanelen door de gebruiker in een toekomstjaar simuleert een zekere innovatie dan wel schaalvoordelen bij de productie en inzet van zonnepanelen. Met betrekking tot niet-commerciële technieken is het model conservatief. Ze kunnen nog niet meegenomen worden, ook al kunnen ze mogelijk wel een bijdrage gaan leveren op termijn.
- Het ETM gebruikt de kosten (en niet de prijs) in euro's uit 2010 en rekent daarom zonder belastingen, subsidies en inflatie. Subsidies en inflatie worden niet meegenomen, ondanks hun relevantie op de korte termijn, omdat ze op lange termijn alleen het zicht op een economisch optimale uitkomst verstoren. Bijvoorbeeld in een 98% duurzaam scenario waarin er praktisch geen inzet van fossiele brandstoffen en de variabele kosten van elektriciteit praktisch nul zijn,

zal het belasting en subsidie regime evident moeten worden aangepast evenals het hele marktmodel voor de elektriciteitssector. Dit gezegd hebbende, kan het dan niet zo zijn dat de huidige belasting-, subsidieregimes en marktmodellen het zicht op die toekomst onmogelijk maken in het Energietransitiemodel.

- Het ETM maakt gebruik van twee grafen en kent geen transitiepaden. De waarden tussen het begin- en eindjaar worden lineair of exponentieel geïnterpoleerd. Dit heeft als voordeel dat het systeem real-time feedback kan geven aan de gebruiker en ingewikkelde discussies over de snelheid waarmee een bepaalde ontwikkeling verloopt worden vermeden zonder het zicht op het beeld in het eindjaar te verliezen.



Figuur 17: Het Energietransitiemodel - een screenshot
Bekijk dit figuur online via www.urgenda.nl/Rapport2030



Figuur 18: Energievraag in huishoudens.

INPUT in het model voor het scenario 100% duurzame energie

In het model zijn voor de verschillende besproken sectoren de volgende gegevens en getallen meegenomen:

Huishoudens

Het aantal inwoners van Nederland stijgt in de komende jaren licht met ongeveer 0,2% per jaar tot zo'n 18,5 miljoen mensen in 2030. De energievraag van huishoudens wordt bepaald door de elektriciteitsvraag, de warmtevraag en de warmwatervraag (Figuur 13). De grootste besparingen vinden plaats met betrekking tot de warmtevraag als gevolg van vergaande isolatie van oude huizen. Ruimteverwarming wordt in het model grotendeels gerealiseerd door warmtepompen (86%) en warmte afkomstig van het warmtenet (11%). Voor de warmwatervoorziening is het aandeel warmtepompen wat lager (75%) en wordt een deel voorzien door middel van een brandstofcel (11%). Ook zonneboilers spelen een rol (maar worden in het model als besparing meegenomen, niet als warmtebron). Warmte vanuit het warmtenet

wordt bijna helemaal geproduceerd uit geothermische bronnen. Verder wordt over de hele lijn energie bespaard door efficiëntere elektrische apparaten, efficiëntere verlichting en verandering in gedrag. Zo wordt er gekookt op een inductiekookplaat, worden er voornamelijk apparaten gebruikt die naar de huidige standaard het label A+ of hoger hebben en is LED-verlichting de belangrijkste technologie voor verlichting. De energievraag verandert ook door het vaker uitzetten van apparaten, lichten en verwarming en het wassen op een lagere temperatuur. Naast de besparing is de marktpenetratie van zonnepanelen en zonnecollectoren zeer hoog, respectievelijk 41% en 59% van het potentieel wordt benut. Lagere percentages zou zijn ook mogelijk maar dan stijgt de inzet van biomassa verder.

Gebouwen

De utiliteitsbouw maakt in de komende jaren een krimp door (-0,6%/jaar) wat resulteert in een lagere energievraag. De energievraag in de gebouwensector wordt voornamelijk bepaald door de elektriciteitsvraag, de warmtevraag, maar ook - meer dan in de huishoudens - door de koudevraag. Besparingen vinden plaats door isolatie, warmteterugwinning bij ventilatie, efficiëntere apparaten en verlichting door voornamelijk LED-buizen. Intelligente systemen als bewegingsdetectie en daglicht afhankelijke regeling reduceert de vraag nog verder. Ruimteverwarming in de utiliteitsbouw vindt plaats doormiddel van elektrische warmtepompen in combinatie met warmte- en koudeopslag (WKO) (65%) en zonthermische panelen (9%), daarnaast is er een substantieel aandeel voor warmtenetten (16%) die werken met geothermische warmte. Een groot deel van de koeling in gebouwen wordt ook via warmte- en koudeopslag gerealiseerd. Ook in deze sector is de marktpenetratie van zonnepanelen hoog met zo'n 40% van het potentieel.

Transport

In de komende jaren zal mobiliteitsgroei voornamelijk plaatsvinden voor treinverkeer, 1,1% per jaar, en de binnenvaart, zo'n +1,7% per jaar. Personenvervoer gaat richting elektriciteit (via batterijen of eventueel brandstofcellen) en vrachtvervoer wordt elektrisch in binnensteden en 'nieuw' gas en bio-LNG en bio-CNG voor de lange afstanden. 'Nieuw' gas is o.a. biogas en groengas en waterstof in verschillende vormen. Naast een grootschalige elektrificatie van de transportsector vinden ook de nodige efficiëntieverbeteringen plaats, zoals de efficiëntie van elektrische voertuigen (+1,3% per jaar), vrachtwagens op groengas (+1,6% per jaar) en treinen (+0,8% per jaar). Opgemerkt moet worden de internationale scheepvaart en luchtvaart nog niet in het Energietransitiemodel

is opgenomen en daarom ook niet in dit scenario is verwerkt.

Industrie

De industrie krimpt jaarlijks een klein beetje in dit scenario, wat resulteert in een jaarlijkse krimp van bijvoorbeeld de warmtevraag van 0,2%. Daarnaast wordt de industrie ook efficiënter (zo'n 2,0% per jaar). De energievraag in de industrie omvat in het model zowel gebruik voor niet-energetische toepassingen (47%) voor bijvoorbeeld kunststoffen en productie van kunstmest, als het gebruik in de vorm van elektriciteit en warmte (53%). Die niet-energetische toepassingen van fossiele brandstoffen ('feedstock') worden echter niet meegenomen in de berekening van het aandeel hernieuwbare energie en ook niet in de CO₂ berekeningen. Het gebruik van aardolie en aardgas voor niet-energetische toepassingen daalt jaar na jaar (respectievelijk -0,5 tot -0,9% per jaar) en wordt op termijn vervangen door bio-grondstoffen, maar dat is buiten de reikwijdte van dit rapport. De warmtevraag van de industrie wordt grotendeels ingevuld door houtgestookte biomassaketels (70,8%), daarnaast worden warmte-krachtkoppelingen (28,1%) ingezet die draaien op groen gas (bio-WKK).

In de metaalsector blijft het productievolume van staal, aluminium en overige metalen constant. Recycling van metaal wordt echter veel belangrijker: 94% van het aluminium wordt geproduceerd uit gerecycled aluminium in een smeltoven. Recyclen van staal is ongeveer een kwart efficiënter dan de normale hoogoven. Daarnaast wordt voor de staal productie gebruik gemaakt van innovatieve technologieën, zoals de cycloonoven, niet meer op basis van kolen, maar op basis van duurzaam opgewekte stroom.

BIJLAGE 5

Landbouw

De landbouw sector gaat ieder jaar iets minder elektriciteit (-0.6% per jaar) en warmte vragen (-0.8% per jaar) in dit scenario. Dit kan zijn door efficiëntieverbeteringen maar ook door bijvoorbeeld het vermijden van teelten in het koude seizoen in kassen. De benodigde warmte is afkomstig van elektrische warmtepompen gecombineerd met warmte- en koudeopslag (22,5%), gas WKK op groen gas (5%) en uit geothermische bronnen (72.5%).

Inschattingen van kosten in 2030

De kosten in het 100% duurzaam scenario in 2030 en de kosten in een scenario zonder de overgang naar een duurzame energie voorziening (ter vergelijking) zijn voor een aantal belangrijke kostenposten de kostengenenomen uit het World Energy Outlook (WEO) rapport van het Internationale Energie Agentschap (IEA) uit hun scenario 'new policy prices'.

Dan geldt:

- Aardgas wordt 50% duurder
- Aardolie wordt 30% duurder
- Steenkool wordt 35% duurder
- Biomassa wordt 55% duurder⁷⁷ (niet uit WEO)

Op basis van het oordeel van experts werd gerekend met investeringskosten:

- Wind op zee wordt 40% goedkoper
- Wind op land wordt 20% goedkoper
- Zon PV wordt 47% goedkoper
- Warmtepompen worden 40% goedkoper en brandstofcellen 50% goedkoper.



Het 100% duurzaam scenario

In het 100% duurzaam scenario bedragen de totale kosten voor de energievoorziening 58,5 miljard euro. Door het praktisch geheel uitschakelen van fossiele brandstoffen zijn de prijzen van fossiele energie in 2030 niet meer van belang. Daarentegen zijn de investeringskosten van wind op zee, zon PV en warmtepompen van belang alsmede de prijs van biomassa.

BIJLAGE 6: AANNAMES PRIJSVORMING IN 2030

De ontwikkeling van de kosten van technologieën en brandstoffen zijn gebaseerd op aannames. Sommige aannames komen voort uit het scenario beschreven in dit rapport, andere aannames kunnen hier niet uit worden afgeleid, zoals de prijs van biomassa in 2030. Voor aannames die niet voortkomen uit het scenario is gebruik gemaakt van een aantal bronnen.

De kosten van de energievoorziening worden voornamelijk bepaald door brandstofprijzen, investeringskosten van centrales en kosten voor onderhoud. Daarnaast hebben ook de CO₂-prijs, investeringen in het elektriciteitsnet en het aantal vollasturen van centrales invloed op de kosten. Voor vrijwel al deze kosten zijn de gegevens uit het World Energy Outlook 2013 van het Internationaal Energieagentschap (IEA) gebruikt.⁷⁸ Daar waar situatie-specifieke gegevens nodig waren, zoals over de netwerken in Nederland, is samen met experts van de netwerkbedrijven gewerkt om tot realistische aannames te komen. Voor niet gevonden gegevens, is vervolgens gebruik gemaakt van een gemiddelde van de inschattingen van 24 Nederlanders. Deze groep hebben het Energietransitiemodel gevoed met hun 'best educated guesses'. Wetenschappelijk onderzoek heeft aangetoond dat een expert op een bepaald gebied gemiddeld niet beter oordeelt over een toekomstsituatie over een periode van twintig jaar (in dit geval 2030) dan een gevarieerde, goed ingelichte groep. De volgende 24 Nederlanders hebben goed gedocumenteerd en onder begeleiding het Energietransitiemodel ingevuld:

Naam	Functie Bedrijf
Romeo Malizia	COO Ballast Nedam
Ronald Rovers	Lector Hogeschool Zuyd
Paulus Jansen	Tweede Kamerlid SP
Jeroen de Haas	Directeur Eneco
Pieter Verberne	General Manager Energie Akzo Nobel
Jan Borghuis	Directeur Greenwheels
Ewald Breunese	Manager energietransitie Shell
Stef van Dongen	Directeur Envia
Jolande Sap	Lijsttrekker 2012 Groenlinks
Hans Alders	Bestuursvoorzitter Energie Nederland
Marjan Minnesma	Directeur Urgenda
Jo van den Brand	Professor natuurkunde VU Amsterdam
Tjerk Wagenaar	Directeur Natuur & Milieu
Vera Dalm	Directeur Milieu Centraal
Anniek Mauser	Manager duurzaamheid Unilever Benelux
Bernard Fortuyn	Directeur Sector Energie Siemens Nederland
Peter Molengraaf	CEO Liander
Gertjan Lankhorst	CEO GasTerra
Richard Kooloos	Directeur duurzame ontwikkeling ABN AMRO
Pier Vellinga	Professor klimaat Universiteit van Wageningen
René Leegte	Tweede Kamerlid VVD
Marco Witschge	Directeur Stichting Nederland Krijgt Nieuwe Energie
Stef Kranendijk	CEO Desso
Harm Post	Directeur Groningen Seaports

Prijzen in 2030 als we niet stoppen met fossiele brandstoffen volgens de 24 Nederlanders:

- De CO₂-prijs is vastgezet op 25,75 euro per ton. In een 100% duurzaam scenario is de CO₂-prijs niet meer relevant, omdat er in dat scenario een CO₂-reductie zonder CCS ('Carbon Capture and Storage': het onder de grond opslaan van CO₂) wordt bereikt van bijna 100%.
- Biomassa 215 euro per ton (+55%).

BIJLAGE 7

OVER ENERGIEPRIJZEN EN INNOVATIE VAN DUURZAME ENERGIETECHNOLOGIE

ROBERT KLEIBURG COO ECN

Innovatie is essentieel om de kosten voor duurzame energie verder te verlagen, maar ook om het mogelijk te maken om de energievoorziening betrouwbaar te houden ook als deze voor 100% op duurzame energie draait. Voor de meeste energietechnologieën geldt dat het tempo van ontwikkeling van de technologie als geheel door gezamenlijke, mondiale onderzoeks- en marktontwikkelingsactiviteiten bepaald wordt. Nederland draagt daar deels aan bij. Echter, door uit te blinken in bepaalde niches, kan Nederland binnen de mondiale context een koploperspositie verwerven op onderdelen van de keten. Om die koploperspositie te verzilveren is het essentieel om, binnen de niches, de aandacht zowel op technologie- als op marktontwikkeling te richten.

De belangrijkste duurzame energie productie technologieën voor Nederland zijn zonne-energie, onshore en offshore wind energie en biomassa waaronder ook biogas. Geothermische energie en waterkracht worden ook verwacht een bijdrage te leveren, maar in meer beperkte mate. Zonne-energie (PV) is in de afgelopen 5 jaar 5 maal in kosten verlaagd waardoor in Nederland de prijzen van zonnestroom op het niveau van de consumentenprijzen van grijze stroom liggen. De doelstelling van de PV sector is om voor 2020 de opwekkosten te halveren tot 0,10-0,15 €/kWh en richting 2030 een verdere kostendaling tot ongeveer 0,05 €/kWh te realiseren. Hierdoor wordt PV ook voor grotere elektriciteitsafnemers een concurrerend alternatief. Belangrijk onderzoek

vindt plaats op het gebied van integratie van PV in de gebouwde omgeving en PV productie technologie op zowel kristallijn silicium als ook dunne film PV technologie. Nederland is al een belangrijke producent van machines die gebruikt worden in de PV industrie, vergelijkbaar met de rol die ASML speelt in de halfgeleiderindustrie. Om deze rol verder uit te bouwen en internationale concurrentie het hoofd te bieden, zijn verdere investeringen in R&D en blijvende aandacht voor strategische marktpositionering en marktontwikkeling nodig.

Windenergie op land zal verder in prijs verlagen door opschaling en massa-productie richting 0,07 €/kWh. Windenergie op zee is nu nog aanmerkelijk duurder maar de doelstelling is om ten opzichte van 2010 de kosten in 2020 met 40% te reduceren tot 0,10 €/kWh. Met haar sterke positie in offshore heeft Nederland nu al een marktaandeel van 25% in offshore wind, hetgeen verder uitgebouwd kan worden als we voorop lopen door te investeren in innovatie. Groen gas kan gemaakt worden via vergisting en vergassing. Er vindt in Nederland veel innovatie plaats op het gebied van de thermische conversie van biomassa, bijvoorbeeld via torrefactie of biomassa vergassing, wat weer omgezet kan worden in groen gas. Duurzaam geproduceerde biomassa of afvalstromen kan naar verwachting in 2020 voor 0,55€/m³ worden geproduceerd. Nu ligt dat nog rond 0,85€/m³. De ontwikkeling van groen gas sluit daarnaast goed aan bij de ontwikkeling van andere sterke sectoren in Nederland, zoals landbouw, gas en chemie.⁷⁹

FIGUREN

EN HUN VINDPLAATSEN

- Figuur 1: Stijging energie prijzen afgezet tegen de consumentenprijsindex (CPI). Bron: CBS.
- Figuur 2: De groeicurve van elektrische voertuigen in Nederland. Bron: Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, RVO.nl.
- Figuur 3: Groei Laadpunten in Nederland (exclusief private laadpunten). Bron: Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, RVO.nl.
- Figuur 4: Energie vraag per sector in 2011 en 2030. Bron: Energietransitiemodel, Quintel.
- Figuur 5: Primaire energie vraag in 2011 en 2030. Bron: ETM, Quintel.
- Figuur 6: Energiestromendiagram (Sankey diagram) van 2011. Bron: ETM, Quintel.
- Figuur 7: Energiestromendiagram (Sankey diagram) van 2030. Bron: ETM, Quintel.
- Figuur 8: Inschatting kosten en reductie van wind- en zonne- energie technieken voor 2050. Bron: Desertec Industrial initiative.
- Figuur 9: Finaal energie gebruik per sector. Bron: ETM, Quintel.
- Figuur 10: Elektriciteitsproductie tussen 2011 en 2030. Bron: ETM, Quintel.
- Figuur 11: Leveringszekerheid in 2011 en 2030. Bron: ETM, Quintel.
- Figuur 12: Totale kosten van de energie voorziening in 2011 en 2030 volgens het '100% duurzaam' en 'Business As Usual' scenario. Bron: ETM, Quintel.
- Figuur 13: Uitkomsten berekeningen Energietransitiemodel (ETM). Bron: ETM, Quintel.
- Figuur 14: Benodigde meerinvestering in de elektriciteitsinfrastructuur. Bron: ETM, Quintel.
- Figuur 15: CO₂ uitstoot per energie bron voor auto's. Bron: http://srren.ipcc-wg3.de/report/IPCC_SRREN_Annex_II.pdf
- Figuur 16: De benodigde reserve capaciteit door toename in het geïnstalleerde windvermogen. Bron: Holttinen et al. 2007, p. 100.
- Figuur 17: Het Energietransitiemodel (ETM), een screenshot.
- Figuur 18: Energieverbruik in huishoudens. Bron: ETM, Quintel.

AFKORTINGEN

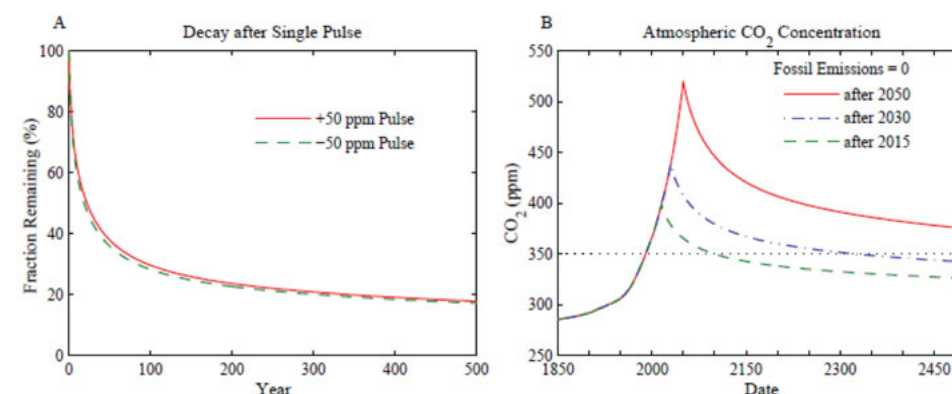
VERKLAARD

BNP	Bruto Nationaal Product
BAU	Business As Usual
BBP	Bruto Binnenlands Product
CNG	Compressed Natural Gas
ECN	Energieonderzoek Centrum Nederland
EIA	Energie Investeringsaftrek
EJ	Exajoule (10^{18} joules)
ESCO	Energy Service Company
ETM	Energietransitiemodel
ETS	Emissions Trading System
GW	Gigawatt
GWh	Gigawattuur
IEA	Internationaal EnergieAgentschap
i-MiEV	innovative Mitsubishi Electrical Vehicle
LNG	Liquefied Natural Gas
LTO	Land- en Tuinbouworganisatie
MER	Milieu Effect Rapportage
MIA	Milieu-investeringsaftrek
MKB	Midden- en Kleinbedrijf
MW	Megawatt (10^6 watt)
PBL	Planbureau voor de Leefomgeving
PJ	Petajoule (10^{15} joules)
PV	Photovoltaic (zonnepanelen die elektriciteit opwekken)
R&D	Research and Development
SVn	Stichting Stimuleringsfonds Volkshuisvesting Nederlandse gemeenten
TWh	Terawattuur (tera = 10^{12})
VAMIL	Vervroegde Afschrijving Milieu-Investeringen
WEO	World Energy Outlook
WKK	Warmte-krachtkoppeling
WKO	Warmte- en koudeopslag
WRR	Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid

EINDNOTEN

VERWIJZINGEN IN DE TEKST

1. Wereldbank: rapport oktober 2012, getiteld 'Turn Down the Heat – Why a 4° C Warmer World Must be Avoided' http://climatechange.worldbank.org/sites/default/files/Turn_Down_the_heat_Why_a_4_degree_centrigrade_warmer_world_must_be_avoided.pdf; IEA : World Energy Outlook 2013.
2. Zie voor uitgebreide uitleg en omschrijving het artikel 'Assessing 'Dangerous Climate Change': Required Reduction of Carbon Emissions to Protect Young People, Future Generations and Nature', James Hansen et al, PLOS ONE, December 2013, Volume 8, Issue 12, e81648, 26 pp.



3. Figure 4. Decay of atmospheric CO₂ perturbations. (A) Instantaneous injection or extraction of CO₂ with initial conditions at equilibrium. (B) Fossil fuel emissions terminate at the end of 2015, 2030, or 2050 and land use emissions terminate after 2015 in all three cases, i.e., thereafter there is no net deforestation. doi:10.1371/journal.pone.0081648.g004. From Assessing Dangerous Climate Change – PLOS-one dec 2013 volume 8 issue 12, p.8-10. (see note above). Maximaal 1 graad temperatuurstijging toestaan, betekent niet meer dan 350 ppm (parts per million: aantallen CO₂ deeltjes of CO₂-equivalenten per miljoen deeltjes in de atmosfeer).
4. <http://www.klimaatportaal.nl/pro1/general/start.asp?i=1&j=7&k=2&p=0&itemid=150>
5. Zo'n 60% besparing voor gebouwen en zo'n 35% besparing voor huishoudens. Van 745 PJ naar ruim 400.
6. <http://www.rijksoverheid.nl/nieuws/2012/06/28/minister-spies-vanaf-2020-nieuwbouw-energie-neutraal.html>
7. Schattingen gaan uit van 40.00-50.000 woning per jaar. In 2008 was dat nog 80.000 per jaar. <http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/woningmarkt/documenten-en-publicaties/rapporten/2011/12/15/bouwprognoses-2011-2016.html>
8. <http://www.pbl.nl/publicaties/gebiedsontwikkeling-en-commerciele-vastgoedmarkten-een-institutionele-analyse-van-het-overaanbod-van-winkels-en-kant>
9. Bron: IEA – Extended Energy Balance Netherlands 2011.
10. Zie bijvoorbeeld <http://www.extremetech.com/extreme/149163-mit-startup-makes-transparent-solar-cells-that-will-allow-your-smartphone-to-power-itself>
11. <http://www.studio Roosegaarde.net/projects>
12. Uit rapport: 'Naar een lerend economie. Investeren in het verdienvermogen van Nederland', Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid, Amsterdam 2013, hun verwijzing: PBL 2012c.
13. De mobiliteitssector gebruikt zo'n 18% van alle energie in Nederland en draagt daarmee in aanzienlijke mate bij aan het klimaatprobleem (IEA Extended Energy Balance Netherlands 2011).
14. Precieze getallen zijn te vinden op <http://pro.energietransitiemodel.nl>
15. http://nl.wikipedia.org/wiki/Google_Driverless_Car
16. Zie ook de Urgenda Visie 2050 en het boek 'In het Oog van de Orkaan' van Jan Rotmans.
17. <http://kpvvdashboard-4.blogspot.nl>

18. Zie voor een vergelijking tussen elektrische auto's en auto's op biobrandstof of waterstof het boek 'Elektrisch rijden', uitgegeven door Rijkswaterstaat, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2009 (ISBN/EAN 978-90-815096-1-9), pag 38-45.
19. Zie o.a. het boek 'Elektrisch rijden', VWS, dec. 2009 door Auke Hoekstra.
20. Zie <http://www.samenelektrisch.nl/total-cost-of-ownership/>
21. Zie artikel van Serge van Dam 'Simpel, goedkoop en goed uitvoerbaar model voor kilometerheffing ligt voor het grijpen' in Het Financieele Dagblad, 18 januari 2014.
22. Zie bijvoorbeeld: <http://www.scientias.nl/elektrische-auto-kan-al-rijdend-opladen/45261>
23. Zie bijvoorbeeld: <http://nieuws.hak.nl/vrachtwagen-hak-rijdt-op-eigen-groenten/>
24. <http://www.energypost.eu/exclusive-report-boeing-reveals-biggest-breakthrough-biofuels-ever/>
25. Ongeveer 4 PJ
26. 'De macht van het menu', rapport PBL 29-6-2013 van het PBL.
27. Rotmans, J., 'In het oog van de orkaan', 2012, p.51.
28. Monitor Voedselverspilling, mid-term rapportage ; Wageningen UR Food & Biobased Research, 20 feb. 2013.
29. Compendium voor de leefomgeving, website PBL, CBS en Wageningen UR.
30. www.kasalsenergiebron.nl
31. Zie <http://www.verduurzamingvoedsel.nl/over-alliantie/>;
32. Zie bijvoorbeeld <http://stw.nl/nl/content/onderzoeksprogramma-van-ez-en-stw-voor-eiwitinnovaties-van-start-of-Wageningen-World-Nr1-2013> <http://www.wageningenur.nl/en/About-Wageningen-UR/Magazine-Wageningen-World.htm>
33. 'Naar een lerend economie. Investeren in het verdienvermogen van Nederland', Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid, Amsterdam 2013.
34. Idem, p.175.
35. Dat zou ook betekenen dat de biomassa voetafdruk van 3,2 maal het landbouwareaal van Nederland naar 4,6 maal het landbouw areaal stijgt in 2030, tenzij er veel innovaties komen die dat verkleinen.
36. Zie ook het rapport van het PBL 'Vergroenen en verdienen', Den Haag, 2013.
37. Bron: 3D Printing and the future of manufacturing. CSC Herfst 2012.
38. 'Makers - De nieuwe industriële revolutie', Chris Anderson, Nieuwe Amsterdam Uitgevers, 2013.
39. WRR-rapport, november 2013, p.175.
40. WRR rapport, november 2013, p.173.
41. WRR rapport, november 2013, p.176, ook verwijzend naar rapport van RLI 2013.
42. In het rapport 'naar een lerende economie' van de WRR, staan meer dan genoeg aanbevelingen, die zeer behartenswaardig zijn, ook over universitair en HBO opleidingen en onderzoeksinstituten.
43. Welke besparingsmaatregelen genomen kunnen worden staat o.a. op de website van Kenniscentrum Infomil.
44. Zie bijvoorbeeld <http://www.biobasedeconomy.nl/themas/chemie/>
45. Het model van Quintel kent geen scenario '100% duurzame energie' omdat er altijd een paar kleine bronnen overblijven in het model, waardoor het in dat model 98% duurzame energie is. Die 2% ronden we hier af naar boven: we streven naar 100% duurzame energie, oftewel een fossiel vrije samenleving.
46. Het model rekent incl. niet energetisch gebruik olie en gas en komt dan op 3,4 EJ, zoals in de grafieken te zien is.
47. Zie <http://www.clingendael.nl/ciep/events/20120820/CIEPstudyWind&Gas.pdf>
48. Dit is alleen zonpv (zonnepanelen voor elektriciteit).
49. Biogas is gas verkregen uit (co-)vergisting. Dit is ongezuiverd en daarom alleen lokaal inzetbaar in een speciaal daarvoor bestemde WKK's (zgn. bio-WKK). Groen gas is biogas dat gezuiverd wordt en uiteindelijk opgewerkt wordt naar aardgaskwaliteit (en is duurder dus).
50. We hebben minder WKK's nodig dan er nu staan. Er is nu al een daling gaande van het aantal en waarschijnlijk zal een verplichte ombouw tot bio-WKK het aantal nog verder omlaag brengen.
51. Bron: <http://www.hoogspanningsnet.com/over-hoogspanningsmasten/het-net-in-nederland/gelijkstroom-zeekabels/>
52. Zie bijvoorbeeld : http://resource.wur.nl/wetenschap/detail/financiering_proefcentrale_blue_energy_rond/
53. Zie bijvoorbeeld: <http://www.plant-e.com/>
54. Zie bijvoorbeeld: <http://zeeland.blog.nl/nieuws/2013/03/10/getijdenenergie-zeeland-vandaag-op-rtl7>
55. Zie bijvoorbeeld: <http://www.binnenlandsbestuur.nl/ruimte-en-milieu/nieuws/plas-van-ambtenaren-omgezet-in-elektriciteit.8846720.lynkx>
56. Zie bijvoorbeeld: <http://www.lr.tudelft.nl/actueel/artikelen-homepage/large-scale-power-generation-with-kites/>
57. Zie bijvoorbeeld: <http://www.c2w.nl/nieuwe-techniek-maakt-waterkracht-uit-nederlandse.229022.lynkx>
58. 2050 Desert Power, Perspectives on a sustainable power system for EUMENA, juni 2012.
59. Pagina 20 van het Desertec rapport juni 2012 (zie volgende verwijzing).
60. http://www.dii-eumena.com/fileadmin/Daten/Downloads/Desert%20Power%202050/dp2050_study_web.pdf
61. In het transitie-model staat dat gelijk aan 98,6% duurzaam opgewekt, oftewel 98,6% fossiel vrij. Die laatste 1,4% 'overig' kan het model niet accommoderen en nemen we voor lief.
62. Elektriciteit kan bijv. gebruikt worden om waterstof van te maken of via waterstof methaan of methanol.
63. De kosten van de energievoorziening worden voornamelijk bepaald door brandstofprijzen, investeringskosten van centrales en kosten voor onderhoud. Daarnaast hebben ook de CO₂-prijs, investeringen in het elektriciteitsnet en het aantal vollosturen van centrales invloed op de kosten van het energiesysteem.
64. Via <http://www.energietransitiemodel.nl/scenarios/155680> kan iedereen het voorbeeld 98% duurzaam scenario 'Het kan als je het wilt' laden en er vervolgens zelf mee spelen om te kijken of er naar eigen inzicht een nog beter scenario van gemaakt kan worden of je kunt aannames die je niet realistisch vindt naar eigen bevinding veranderen.
65. <http://www.energie-nederland.nl/wp-content/uploads/2013/04/PwC-Financial-and-economic-impact-of-a-changing-energy-market-Executive-Summary.pdf>
66. Zie 5plus1 buurtinitiatief <http://www.youtube.com/watch?v=0RtlioWbecU>
67. http://www.cfv.nl/taken/informatievoorziening/de_corporatiesector_in_cijfers
68. http://www.ewea.org/fileadmin/ewea_documents/documents/publications/reports/Pure_Power_III.pdf pagina 7.
69. Pure Power Wind energy targets for 2020 and 2030, A report by the European Wind Energy Association – 2011
70. Directions for the Solar Economy: PV-Roadmap 2020, Roland Berger en Prognos.
71. ENTSOE-E (European Network of Transmission System Operators for Electricity).
72. www.we-at-sea.org/wp-content/uploads/2013/01/ecn_lr1.pdf
73. http://www.vestas.com/Files/Filer/EN/Sustainability/LCA/LCA_V112_Study_Report_2011.pdf 3 http://www.clca.columbia.edu/papers/Raugei_AIST_FINAL.pdf
74. Bron: Quintel analyse Clingendael <http://www.clingendael.nl/ciep/events/20120820/CIEPstudy-Wind&Gas.pdf> en <http://refman.et-model.com/publications/1426>
75. <http://refman.et-model.com/publications/1426>
76. http://en.wikipedia.org/wiki/Floating_wind_turbine
77. Dit komt niet uit het World Energy Outlook rapport, maar is een gemiddelde van experts (bijlage 6)
78. Hier zijn gebruikt de kosten voor 2030 uit het New Policy scenario.
79. Meer informatie is te vinden in het rapport: <http://www.ecn.nl/docs/library/report/2010/e10038.pdf>

**‘The time is
always right
to do what is
right.’**

Martin Luther King, jr.

