



TUSSEN

KOLEN &

PARIJS

TIPS &
INSPIRATIE
VOOR DE
RES'EN

Gids voor spelers in de
regionale energietransitie



ER KAN VEEL MEER DAN JE DENKT!

Vele druppels hollen de steen uit. We denken vaak dat de energietransitie alleen met grote stappen kan, maar de groei van zonne-energie ontstond toch voor een groot deel doordat miljoenen mensen zonnepanelen op hun dak namen. Veel kleine stappen hebben samen ook veel effect. Juist lokaal is daar meer draagvlak voor.

De energietransitie wordt vaak in kleine stukjes apart behandeld, terwijl juist **kijken naar het geheel perspectief geeft**. In de benodigde veranderingen zit heel veel besparing ingebakken, omdat nieuwe technieken vaak veel minder energie vergen. Als we alles doen wat nodig is, dan **halveert de benodigde energie**. Die halvering wordt onder meer veroorzaakt door:

1. De overgang naar **elektrisch vervoer**, van fietsen en auto's tot vrachtwagens en tractoren.
2. Het **elektrificeren van de industrie** inclusief elektrisch kraken en het gebruik van industriële warmtepompen.
3. Nieuwe generaties **elektromotoren** in de industrie en het MKB voor alles wat draait, koelt, pompt, ventileert, etc. Dat levert grote besparingen op die al ruim 10 jaar wettelijk verplicht zijn.
4. Veel huizen verwarmen en van warm water voorzien met behulp van allerlei soorten zeer efficiënte **warmtepompen**.
5. Benutten van **aardwarmte en restwarmte** voor onder meer de industrie en warmtenetten.

De **integrale blik op het systeem creëert meer speelruimte**. Als je meer bespaart, hoef je minder op te wekken. Daarom gaat dit boek niet alleen over zon en wind, maar ook over ander vervoer, het MKB en de landbouw als bron van oplossingen. Dit boek gaat niet over de grote industrie, die zal landelijk met een aantal grote 'Woman on the Moon'-projecten aangepakt moeten worden.

Aan de kant van de oplossingen zijn twee zaken cruciaal die beter geregeld moeten worden:

1. **Meer ruimte en middelen zijn nodig voor de netwerkbedrijven &**
2. **We hebben meer technische en praktische mensen nodig. Banen in overvloed!**

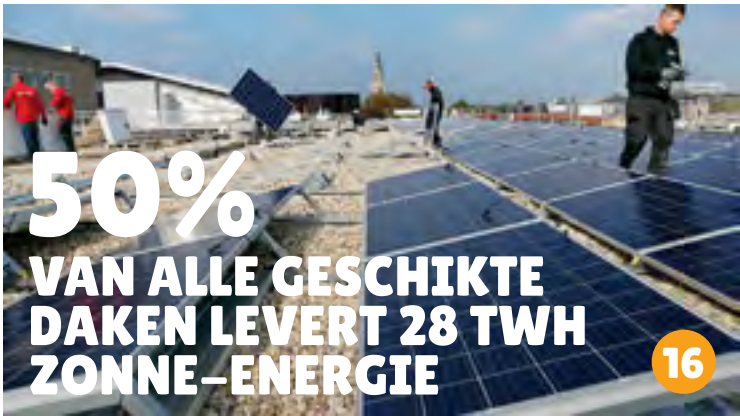
Willen we mensen meekrijgen, dan is het nodig dat de noodzaak voor verandering op andere wijze duidelijk gemaakt wordt en moeten de voordelen veel beter worden benoemd en aangetoond. Voor mensen die zelf niet kunnen investeren, moeten er fondsen komen. Laat de **CO₂-prijs** maar stijgen en gebruik een deel van dit geld om dat **terug te sluizen naar mensen**.

We kunnen met heel veel verschillende vormen van kleinschaligere zonneprojecten, plus de wind- en zonprojecten die al gerealiseerd zijn, veel meer doen dan nu gevraagd wordt (35 TWh). Als we alle bovenbeschreven trajecten inzetten, dan kunnen we samen met veel meer wind op zee meer dan **voldoende duurzame energie opwekken om ook veel scherpere doelen te halen in 2030**. En natuurlijk moeten we blijven kijken naar alle nieuwe opties, van powerdammen tot ijzerpoeder, maar we moeten niet gaan wachten op innovaties of wonderen. 1,5 graad opwarming is heel dichtbij. De komende 10 jaar zijn cruciaal. **De turbo erop!** Want... het kan, als je het wilt!



een initiatief van
urgenda
SAMEN SNELLER DUURZAAM

Marjan Minnesma
Directeur Stichting Urgenda



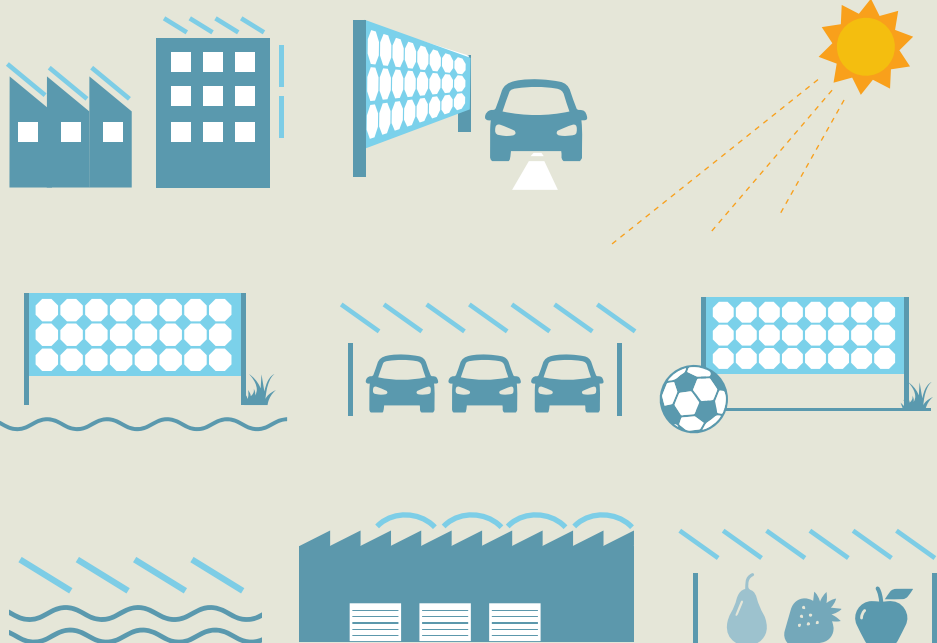
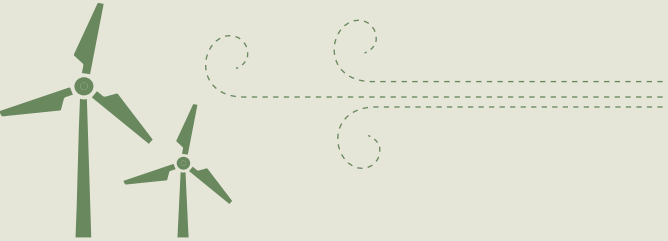
INHOUD

1. ENERGIE UIT ZON & WIND	15
1.1 Zonnepanelen op daken	16
1.2 Panelen aan gevels	19
1.3 Schooldakrevolutie	22
1.4 Zon langs en op wegen	26
1.5 Zon boven parkeerterreinen	28
1.6 Zon boven fruitteelt	29
INTERVIEW – GROENLEVEN	30
1.7 Zon langs het sportveld	32
1.8 Zon op water	33
1.9 Zon langs grasland	34
1.10 Zon op distributiecentra	35
SAMENVATTING ZONNE-ENERGIE	36
1.11 Naast wind op zee ook wind op land	43
1.12 Andere typen windmolens	44
1.13 Stimuleren van innovatie	46
WINDMOLENS MÉT DRAAGVLAK	48
2. OVERIGE NIET-FOSSIELE ENERGIE	53
2.1 Aardwarmte (geothermie)	55
INTERVIEW – THE GREEN INNOVATOR	58
2.2 Energie uit water: TEO, TEA & TED	60
2.3 Restwarmte benutten	62
2.4 Biomassa	63
SAMENVATTING DUURZAME ENERGIE	74
3. GEBOUWDE OMGEVING	77
3.1 Aantallen woningen en gebouwen	79
COLLECTIEVE OPLOSSINGEN	
3.2 Allerlei soorten warmtenetten	81
3.3 Groen gas	88
INDIVIDUELE OPLOSSINGEN	
3.4 All-electric	89
INTERVIEW – THERMIQ	96
SAMENVATTING WARMTE-OPLOSSINGEN	98
3.5 Energieneutraal wonen	100
3.6 Elektrificeren en de netwerkbedrijven	103

ACTIEPLAN HUIZEN VERDUURZAMEN	106
3.7 Biobased & natuurinclusieve bouw	112
3.8 Kantoren en dergelijke verduurzamen	115
3.9 Actieplan energie besparen	118
SAMENVATTING WONINGEN	125
BIJLAGE WARMTEPOMPEN	126
4. MOBILITEIT	132
4.1 Impact van verkeer	134
4.2 Meer lopen en fietsen	138
4.3 Meer delen	142
4.4 Veel elektrificeren	149
4.5 Oplossingen voor leefbaarheid	152
5. MKB & INDUSTRIE	162
5.1 Handhaaf de wet	165
5.2 Inregelen warmte-installaties	166
5.3 Moderne elektromotoren	167
5.4 Warmtepompen opschalen	169
INTERVIEW – GEELEN COUNTERFLOW	170
6. LANDBOUW & NATUUR	172
6.1 Landbouw kan veel efficiënter	175
6.2 Voedseltransitie	179
6.3 Voedselverspilling aangepakt	180
6.4 Omslag van de veehouderij	182
6.5 De bodem centraal	191
6.6 Waterpeil omhoog in veengebieden	194
6.7 Energieopwekking agrarisch land	195
6.8 Groene kansen door krimp	196
6.9 Bomen en bosbeheer	198
6.10 Tips voor gemeenten en instanties	201
SAMENVATTING	203
EENHEDEN	210
COLOFON	210



OPLOSSINGEN VOOR ZON EN WIND OP LAND, VEELAL KLEINSCHALIG + EXTRA ANDERE VORMEN VAN DUURZAME ENERGIE

KLEINSCHALIG ZONNE-ENERGIE		57 TWh
WINDENERGIE		10,4 TWh
ENERGIE UIT WATER & RESTWARMTE		27,5 TWh

TER INSPIRATIE

In deze publicatie bieden we inspiratie voor RES-regio’s en voor iedereen die bezig is met de energietransitie op regionale en lokale schaal. Inspiratie om te kiezen voor integrale oplossingen. **Zónder** veel groot-schalige zonnenvelden op weilanden en in natuurgebieden, en **zónder** bijstook van houtige biomassa in kolencentrales of verbranding van hout-pellets voor warmtenetten. Maar **mét** koolstofopslag in bodem en bomen.



Context

Nederland wil de uitstoot van broeikasgassen in 2030 met minimaal 49% verminderen. Dat is een bijdrage aan het voorkomen van ontwrichtende klimaatverandering, aan de afspraken daar-over in Parijs en aan het daaruit voortvloeiende Nederlandse Klimaatakkoord. Dat akkoord is het resultaat van discussies aan verschillende klimaat- en energietafels. Het is goed om dit doel steeds voor ogen te houden. Mede door de keuze voor verschillende tafels is de opgave in stukjes geknipt, en daardoor lijkt het alsof die stukjes een eigen leven leiden. Dit leidt niet altijd tot de beste oplossing en ook niet tot het groot-ste draagvlak in de samenleving.

De opgave is in stukjes geknipt en het lijkt alsof die stukjes een eigen leven leiden.

Waarom zou je 35 TWh vooral grootschalig opwekken?

Aan 30 regio’s is gevraagd om een Regionale Energiestrategie (RES) te maken voor het opwekken van elektriciteit. Deze RES moet ervoor zorgen dat er in 2030 minstens 35 Terawattuur (TWh) aan “hernieuwbare energieopwekking op land” wordt gerealiseerd. De Handreiking RES van het Nationaal Programma RES geeft aan dat deze 35 TWh moet worden opgewekt met installaties die elektriciteit produceren uit wind- en zonne-energie. Maar bij de zon-PV installaties is een ondergrens aan het vermogen gesteld van 15 kW, dus kleine installaties tellen niet mee.

Die 35 TWh moet dus opgewekt worden met grootschalige zonnenvelden of op hele grote daken en met windenergie. Velen vertalen het RES-voorschrift in het vol leggen van weilanden met zonnepanelen. Dat is helemaal niet nodig.



Een veld met zonnepanelen zou in theorie soms iets moois kunnen opleveren. Zoals op verarmde grond die minder geschikt is voor landbouw. Daar kun je onder de zonnepanelen dan ook werken aan verbetering van de bodem en vergroting van de biodiversiteit. Maar vaak worden weilanden vol gelegd door projectontwikkelaars die niet als doel hebben om de bodem en de biodiversiteit te verbeteren. Dan wordt het een blauw weiland en lopen buurtbewoners te hoop tegen deze lelijkheid.

De weerstand die er eerst was tegen windturbines op land, verplaatst zich dan naar grootschalig zon op land. Dat zou ons weer jaren terugslag geven. En dit in een tijd waarin juist versnelling noodzakelijk is. Dat zou jammer zijn, én onnodig, want er kan kleinschalig nog veel meer. En kleinere installaties zoals op daken zijn voor de netwerkbedrijven vaak ook makkelijker in te passen.

Meer zon op dak en
meer energiebesparing
=
minder windmolens en
minder weilanden vol panelen.

1

NO REGRET

- daken
- parkeerplaatsen
- onbenutte bebouwde locaties
- op infrastructurele werken

2

ZORGULDIG INPASSEN

- langs infrastructurele werken
- industriële plassen
- pauzelanden

3

COMBINEREN OP GEVOELIGE LOCATIES

- langs stads- of dorpsrand
- minder efficiënte landbouwgrond
- andere plassen
- buffer rondom natuurgebieden
- recreatiegebieden

4

GROOTSCHALIG ENKELVOUDIG

- productieve landbouwgrond

Zonneladder

Veel organisaties hanteren de constructieve Zonneladder van de Natuur- en Milieufederaties met een voorkeursvolgorde voor het plaatsen van zonnepanelen. Deze volgorde betekent niet dat de lagere treden actief worden ontmoedigd, maar hogere treden worden wel sneller en intensiever aangepakt, omdat ze een relatief hoge bedekkingsgraad hebben. Realisatie in de lagere treden moet aan strengere randvoorwaarden voldoen. Bij overaanbod onder aan de ladder krijgen initiatieven binnen de hogere treden voorrang.¹



Er is nog veel meer potentie voor zon op daken

Als basis voor het Klimaatakkoord ging men uit van een autonome groei van 7 TWh kleinschalig zon op dak (zon op woonhuizen). We halen dat makkelijk zonder extra beleid. De Handreiking RES zegt: "Opwek door kleinschalig zon-pv heeft in theorie potentie voor een veel sterkere groei en sluit goed aan bij de voorkeursvolgorde zon. Indien meer opwek via kleinschalige zon gerealiseerd wordt dan de autonome 7 TWh, mag het extra vermogen meegerekend worden als extra ambitie bovenop de 35 TWh."

Het zou op lokaal niveau echter motiverender zijn als het extra vermogen kleinschalig zon in plaats van grootschalig zon zou mogen komen. Net zoals het heel motiverend is wanneer extra besparingen in plaats van grootschalig zon of wind mogen komen. Het lijkt ons goed om deze discussie te voeren. Als burgers weten dat meer zon op dak of meer energiebesparing leidt tot minder windmolens en minder weilanden vol panelen, dan zou daar extra stimulans van uit kunnen gaan.

Natuurlijk is er op alle fronten nog veel meer actie nodig, willen we onze bijdrage leveren aan het voorkomen van ontwrichtende klimaatverandering. Stap 1 is dan het kweken van enthousiasme en begrip, en stap 2 het aanreiken van betaalbare oplossingen. Daar willen we aan bijdragen.

Als burgers weten dat
meer zon op dak en meer
besparing leiden tot
minder windmolens en zonneparken,
is dat motiverender.

1. https://www.natuurenmilieufederaties.nl/friksbeheer/wp-content/uploads/2019/01/De-constructieve-zonneladder_NMFs.pdf

INTEGRALE OPLOSSINGEN VEREISEN IN TOTAAL MINDER GROOTSCHALIGE OPWEK OP LAND

In de *Handreiking RES 1.1* van oktober 2019 staat op pagina 25: “In de Concept RES en RES 1.0 worden in ieder geval afspraken van de sectortafels Gebouwde Omgeving en Elektriciteit uitgewerkt. Iedere regio bepaalt zelf of de opgaven van de sectoren Landbouw/ Landgebruik, Mobiliteit en Industrie ook worden meegenomen in de RES. Het kan grote voordelen hebben om deze sectoren mee te nemen omdat ze vaak samenhangen met de opgaven voor de gebouwde omgeving en elektriciteit.”

Dat lijkt ons een heel verstandig advies, want als het vervoer elektrificeert, de huizen energieneutraal worden en de industrie naar andere processen overstapt, met bijvoorbeeld industriële warmtepompen en restwarmte, dan is er ook veel minder energie nodig. Energie die niet nodig is, hoeft je niet op te wekken. Energiebesparing is ook vaak een relatief goedkope oplossing.

In het Urgenda-scenario voor 100% duurzame energie in 2030² (voor als we echt onder de 1,5 graad opwarming willen blijven) worden huizen energieneutraal, rijden we elektrisch, gebruiken kassen diepe aardwarmte en veranderen de vervuilende productieprocessen in de industrie. In al die veranderingen samen zit ook een energiebesparing verborgen van bijna 50% (zie pagina hiernaast). Daarom is het kijken naar integrale oplossingen zo belangrijk. Want als op alle fronten wordt gewerkt aan veranderingen, dan is er ook minder energie nodig!

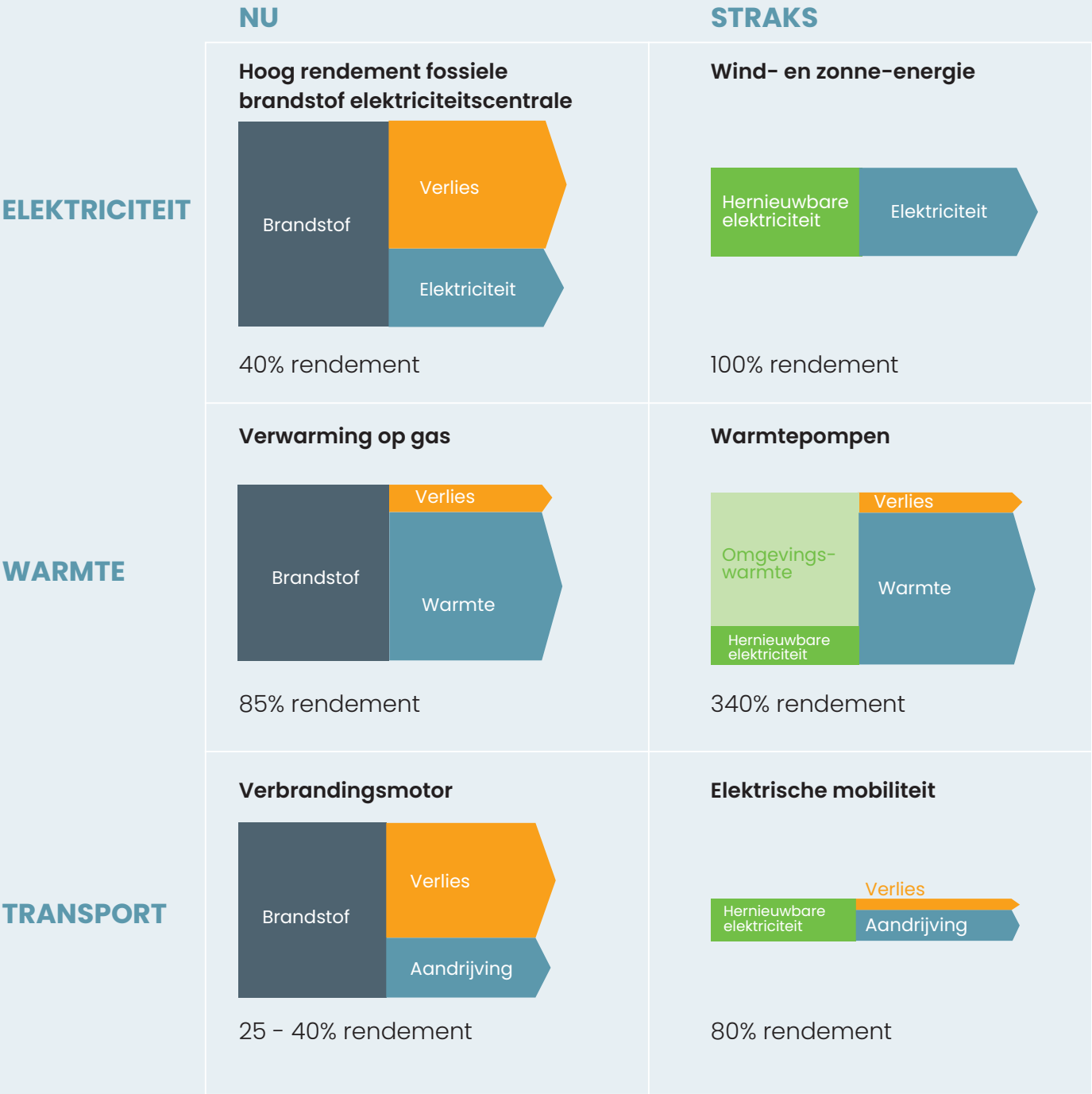
In 2019 bracht Urgenda het 54-puntenplan³ uit voor 25% minder uitstoot van broeikasgassen in 2020. Dit bevat veel oplossingen om ook in 2030 minder uit te stoten.



2. <https://www.urgenda.nl/visie/rapport-2030/>
3. <https://www.urgenda.nl/themas/klimaat-en-energie/40-puntenplan/>

Hernieuwbaar: veel meer rendement; 50% minder energie nodig!

Door het gebruik van hernieuwbare energie gaan we veel efficiënter om met de bron. De verliezen zijn nagenoeg nihil, het rendement is vele malen hoger en er is weinig tot geen CO₂-uitstoot.



Bron: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032118303307#f0005>

Meer zon op dak en ander hard oppervlak, minder zon op weiland

Er leiden vele wegen naar Rome, maar uiteindelijk willen we naar bijna 100% duurzame energie en vrijwel geen uitstoot van broeikasgassen. Urgenda maakte eerder een scenario met behulp van Quintel en het Energietransitiemodel voor 100% duurzame energie en 98% minder CO₂-uitstoot.⁴

Je verwacht dat een scenario met een 2 keer zo hoog percentage duurzame energie en een verdubbeling van de CO₂-besparing, ook 2 keer zo veel grootschalig zon en wind op land zou vragen, maar dat is niet zo. Het Urgenda-scenario komt wel uit op 2 keer zo veel wind op zee. Maar op land is er een andere verdeling (zie tabel hieronder).

Voor 100% duurzame energie in Nederland is op land nodig (naast 30 GW wind op zee):

- 9 windturbines van 3 tot 4 MW per gemeente
- 9 zonnepanelen per persoon

Daarnaast aardwarmte en nog wat andere kleinere bronnen, plus opslag en omvorming. Om extra waterstof te maken, ook als grondstof voor de industrie, is nog extra wind op zee nodig.

Het is natuurlijk een keuze waar je die windturbines uiteindelijk neerzet en waar je de zonnepanelen neerlegt. Maar deze getallen geven een voorstelling van wat nodig is om naar 100% duurzame energie te gaan.⁵ Voor 55% zou dus aanmerkelijk minder nodig moeten zijn.

In Nederland zijn genoeg daken en andere (harde) oppervlakken beschikbaar om alle zonnepanelen die we nodig hebben te plaatsen. We hebben de keuze om zonne-energie zo veel mogelijk op daken te leggen en te plaatsen als erfafscheiding, op geluidswallen, boven fruit of op allerlei andere harde oppervlakken, en zo min mogelijk op weilanden, en nauwelijks in natuurgebieden. Een weiland is makkelijk voor projectontwikkelaars, die er ook goed aan verdienen, maar dat roept veel weerstand op. Dat is het laatste wat we willen. Het is ook niet nodig. Soms moet je niet voor de laagste kosten gaan, maar het grootste draagvlak en minder weerstand. Dat zou uiteindelijk ook wel eens goedkoper kunnen zijn.

Inmiddels laat de klimaatmonitor zien dat in 2020 het aantal veldsystemen met zonnepanelen is verdubbeld tot 2 GW en 1,9 TWh aan energie oplevert. Meer is niet per se nodig.

Duurzame energiebron	Klimaatakkoord 49% CO ₂ -besparing in 2030 Opwek in TWh	Urgenda-scenario ⁴ 98% CO ₂ -besparing in 2030 Opwek in TWh
Zonne-energie kleinschalig	7	23,6
Wind op land plus zonnevelden	35	24,4
• waarvan wind op land/aan kust	35-X	22,5
• waarvan grootschalig zon op land	X (veel)	1,9
TOTAAL zon en wind op land	42	48

Zon, wind en andere oplossingen

In **hoofdstuk 1** laten we zien dat er heel veel andere mogelijkheden zijn om kleinschaliger zonne- en windenergie op te wekken. In **hoofdstuk 2** laten we zien dat we ook energie uit de bodem kunnen halen en uit restwarmte en wat groene reststromen.

In de **hoofdstukken 3, 4 en 5** beschrijven we oplossingen voor de gebouwde omgeving, de mobiliteit en de industrie die leiden tot een lagere energievraag (dus minder zon en wind nodig) en tegelijkertijd tot verduurzaming.

Negatieve emissies: langjarig opslaan van koolstof in bodem, bomen en producten

Naast energie besparen en veel duurzame energie opwekken is het ook noodzakelijk om zo veel mogelijk CO₂ uit te lucht te halen en langjarig op te slaan. Dit is nodig als we pas in 2050 op 100% duurzame energie uitkomen, omdat we tot die tijd zo veel hebben uitgestoten dat we ver boven de 2 graden opwarming uitkomen. De CO₂ die we hebben uitgestoten en die in de atmosfeer blijft, wordt zeer langzaam afgebroken en blijft meer dan 100 jaar aanwezig. Via bomen en planten kunnen we de CO₂ weer uit de lucht halen en de koolstof opslaan in de bodem en de bomen. Als bomen bijvoorbeeld gebruikt worden voor hout voor de woningbouw, dan blijft die CO₂ voor een langere periode in de huizen opgeslagen. Ook dat zou je kunnen zien als een vorm van zogenoemde ‘negatieve emissies’. Negatieve emissies kunnen niet het klimaatprobleem oplossen, ze kunnen wel helpen de concentratie van CO₂ in de lucht iets naar beneden te halen

Oplossingen voor landbouw en natuur staan in **hoofdstuk 5**.

Tot slot

Deze publicatie beoogt ook de discussie aan te zwengelen over ‘hoe’ we de transitie vormgeven, opdat we tijdig bijsturen en niet de volgende golf van weerstand tegen duurzame energie oproepen. Dat is niet nodig en zou heel jammer zijn.

De rol van netwerkbedrijven is heel belangrijk. Zij hebben meer (juridische) speelruimte nodig om prioriteiten te mogen stellen en om ook een rol te mogen spelen rond de opslag, een voorwaarde om het netwerk zo goed mogelijk te laten functioneren.

De energietransitie gaat heel veel werk opleveren. Daarom is het cruciaal om nu al te zorgen dat meer scholieren en studenten kiezen voor de opleidingen en beroepen die we snel nodig hebben. En dat meer mensen worden omgeschoold vanuit beroepen die steeds minder nodig zijn. Daarvoor is meer creativiteit en actie noodzakelijk!

De energietransitie gaat heel veel werk opleveren.

MW, kWh, PJ ???
Voor wie het af en toe duizelt: op pag. 206 staat een overzicht met de uitleg van de eenheden die we in dit boek noemen!

4. Zie <https://energytransitionmodel.com/urgenda>. Urgenda scenario - Energie Transitie Model van Quintel, update april 2021.
5. Naast 4750 windmolens op zee van gemiddeld 8 MW (of minder van 12-14 MW, die er inmiddels ook al zijn. Ook daarvoor is een flinke opschaling en een meer industriële aanpak nodig (zie <https://pro.energytransitionmodel.com/scenarios/155680>).



1

ENERGIE

UIT ZON

& WIND

VEEL KLEINSCHALIG

Zonne-energie kan op veel plekken worden opgewekt: op daken en gevels, boven fruitteelt, in de wegberm, op grote distributiecentra, noem maar op. Dit hoofdstuk laat allerlei opties zien. Met deze kleinschalige aanpak hoeft er minder grootschalig opgewekt te worden op weilanden of in de natuur. Dat is fijner voor de netwerkbedrijven en het roept minder weerstand op. Ook windenergie opwekken kan op verschillende plekken en op allerlei manieren met minder weerstand. Vanaf § 1.11 beschrijven we meer opties voor windenergie. Beide zijn nodig.



Er is meer dan genoeg ‘hard oppervlak’ om de doelen van de RES’en voor 2030 te halen. We gaven in dit hoofdstuk een voorzichtige inschatting van de potentie.

1.1 Zonnepanelen op daken

Er zijn in Nederland heel veel daken: van huizen, kantoren, stallen, sporthallen tot fabrieken en vele andere gebouwen. Er is veel minder weerstand in het publiek tegen zonnepanelen op dit soort oppervlakken (uitzondering: monumenten en andere bijzondere plekken) dan op weilanden en in de natuur.

Als gemeenten en anderen 50% van de geschikte daken voor 2030 zouden benutten, dan is dat voldoende om per jaar 27,8 TWh op te wekken (ofwel 100 PJ).¹ Meer mag natuurlijk ook. In de tabel staan verdere specificaties per provincie en hun potentie.² Zeker 60% van deze panden zijn woonhuizen.

Totaal PJ/jaar potentieel	Aantal panden x 1000	Potentiële opwekking TWh per jaar	Potentiële opwekking PJ per jaar
Noord Brabant	1.582	10,5	37,9
Zuid Holland	1.471	8,5	30,7
Gelderland	1.266	7,4	26,7
Noord Holland	1.150	6,3	22,7
Limburg	679	4,8	17,1
Overijssel	697	4,6	16,4
Utrecht	603	3,0	10,9
Friesland	423	2,8	9,9
Groningen	345	2,2	8,0
Drenthe	338	2,1	7,7
Zeeland	290	1,8	6,3
Flevoland	215	1,5	5,5
Nederland totaal	9.059	55,5	199,8

Potentiële opwekking op Nederlandse daken per provincie. Bron: Deloitte-nl-data-analytics-state-of-the-state-zonnepanelen.pdf (2017); middelste kolom Urgenda

1. Getallen in PJ per jaar delen door 3,6 voor aantallen TWh per jaar.
2. Potentie aan PV per gemeente Nederland. <http://www2.deloitte.com/nl/nl/pages/data-analytics/articles/zonnepanelen.html>

VOORBEELDPROJECT



'Zon Op Alle Daken'

Hoe meer energie we op daken opwekken, hoe minder er op andere plekken hoeft te worden opgewekt. Toch blijven veel grotere daken leeg, vaak om financiële redenen. Dat is zonde. Daarom is Zon Op Alle Daken³ gestart, dat coöperatief zonprojecten op lege daken realiseert waarmee dakeigenaren direct geld verdienen. Het gaat om daken waar minimaal 50 panelen op passen, en dat zijn er verrassend veel. Het initiatief is opgezet om op alle geschikte daken energie op te wekken én om iedereen de kans te bieden energieproducent te worden en te profiteren van de energietransitie, dus ook mensen die zich geen zonnepanelen kunnen veroorloven. Het werkt zo. Dakeigenaren melden hun dak aan bij Zon Op Alle Daken.

Met een satellietscan wordt de potentie in beeld gebracht waarna de technische details en het 'huiswerk' worden bepaald. Zon Op Alle Daken matcht dakeigenaren en coöperaties zonder dak, of verenigt zoekende mensen

uit de buurt in een coöperatie. Afspraken komen in een opstalovereenkomst. Het dak komt 15 jaar (of langer) ter beschikking van de coöperatie, en de vergoeding voor de dakeigenaar wordt afgesproken. Begeleid door Zon Op Alle Daken regelt de energiecoöperatie de subsidieaanvraag, verzekeringen, berekeningen, aansluiting op het net enzovoort. De dakeigenaar wordt ontzorgd. De coöperatie kiest een installateur die de installatie plaatst, en Zon Op Alle Daken keurt de veiligheid. Daarna kan de zon gaan schijnen: de leden van de energiecoöperatie zijn energieproducent en verdelen de opbrengst, en de dakeigenaar verdient ermee. Omdat Zon Op Alle Daken de Subsidieregeling Coöperatieve Energieopwekking (SCE) toepast, wordt elk dak 100% lokaal en coöperatief ontwikkeld. Geen cowboys die er met de poet vandoor gaan, maar buurtbewoners die als energiecollectief aan de slag gaan en zelf profiteren van de opbrengst.

3. www.zonopalledaken.nl

In de volgende paragrafen volgen allerlei andere specifieke suggesties om meer duurzame energie op te wekken op plekken waar minder weerstand is.

1.2 Panelen aan de gevels

Panelen op daken zijn in de meeste gevallen vergunningsvrij. Als je panelen aan een muur of wand wilt hangen, dan is een vergunning van de gemeente noodzakelijk. Mede daarom gebeurt dat misschien niet zo vaak. Ook levert het iets minder stroom op dan onder een hoek van 30 graden op een dak. Maar er komt nog steeds een flinke hoeveelheid stroom van een muur, meer dan in het algemeen wordt gedacht.

Uit instralingstabellen met een veiligheidsmarge van 90% volgt voor een verticale muur en oriëntatie ten opzichte van de zon:

Zuid: 66% van maximale opbrengst

Zuidoost: 63% van de maximale opbrengst

Zuidwest: 61% van de maximale opbrengst

Voor zonnepanelen op gevels zijn er mooie oplossingen in allerlei kleuren en van verschillende materialen.

Het is de moeite waard om vaker naar verticale oppervlakken te kijken. Er zijn tegenwoordig mooie oplossingen in allerlei kleuren en van verschillende materialen.

Er zijn zonnepanelen die op stenen lijken en daardoor van een afstand totaal niet opvallen. Er zijn ook effen zwarte zonnepanelen die er niet meteen uitzien als een zonnepaneel, maar die wel tot een energieleverend gebouw kunnen leiden. Op de volgende bladzijde staan voorbeelden van verschillende typen gevel-zonnepanelen.

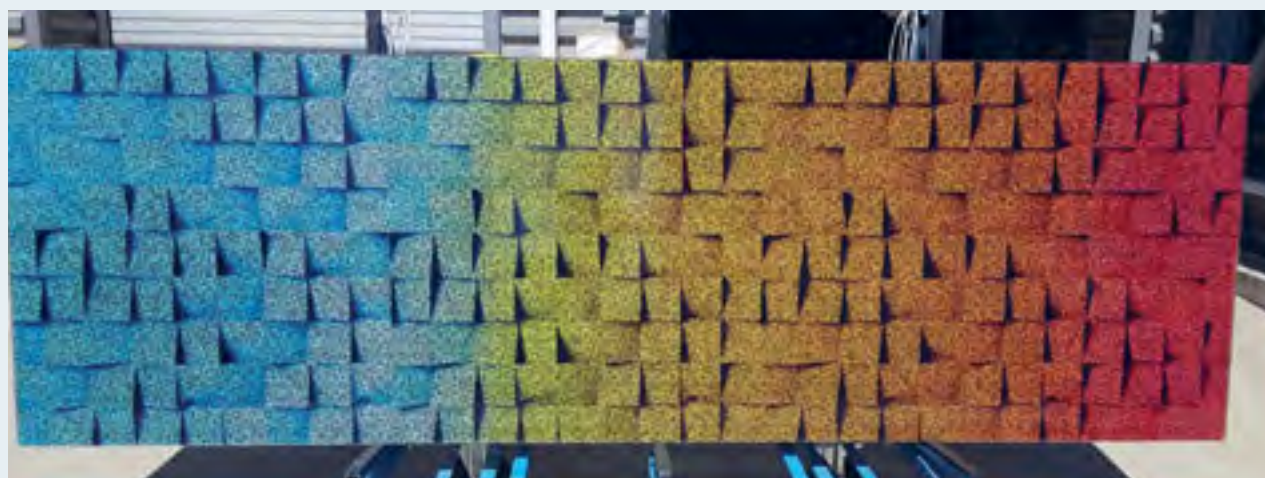
4. <https://www.uu.nl/sites/default/files/roadmap-pv-systemen-en-toepassingen-final.pdf>

Opbrengst van gevels

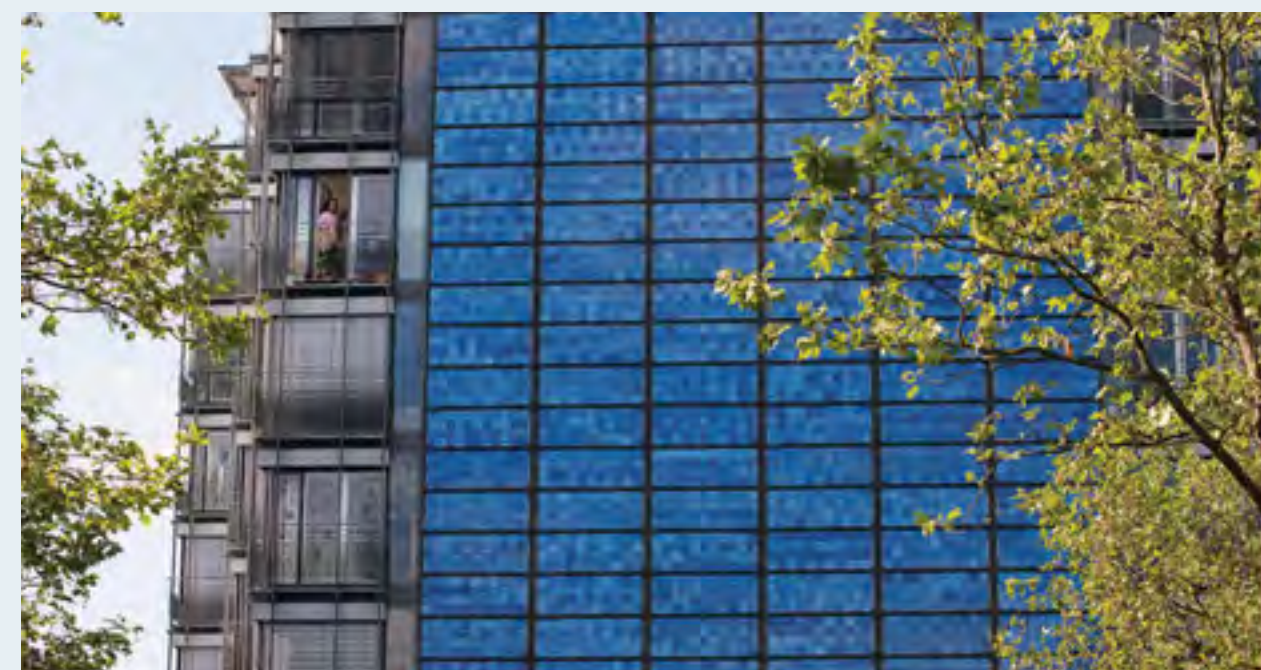
Gevels van woonhuizen plus die van commercieel vastgoed in heel Nederland leveren samen 1.125 km² aan geveloppervlak.⁴ Als je die gevels efficiënt benut (58 Wattpiek/m²) en je beschouwt alleen de gevels tussen zuidoost en zuidwest (25% van de gevels), dan kunnen we bij benutting van 10% van die gevels bijna 1,4 TWh per jaar aan energie van de wand halen (5 PJ).

Op 100 m² gevel past 5.800 Wattpiek (Wp) en dat levert tussen zuidoost en zuidwest 3.100 kWh per jaar aan duurzame stroom. Als je gevels efficiënter kunt beplakken met kleinere gevelpanelen, dan past er wel meer op dan 58 Wp per m².





Er zijn zonnepanelen die het uiterlijk hebben van de gevel, zodat ze niet opvallen. Bijvoorbeeld de bakstenen. Andere zijn juist blikvangers door hun kleuren en vormgeving. Solar Visuals maakt ze allemaal.



Ook op hoogbouw is het mogelijk om gevels vol te hangen met zonnepanelen. Een zonnegevel levert veel meer stroom op dan de meeste mensen denken.



1.3 Schooldakrevolutie

Nederland telt zo'n 8.500 schooldaken. Vaak perfecte daken voor zonnepanelen. Toch zijn er maar 2.000 scholen met panelen op het dak. Er ligt dus een enorme kans voor 6.500 scholen om zonne-energie op te wekken. De Schooldakkaart van de Stichting Schooldakrevolutie op de volgende bladzijde maakt dit goed duidelijk.⁵ Deze stichting is aanjager van meer zonnepanelen op schooldaken.⁶ Het doel: alle scholen in 2025 een zonnedak.

Schoolgebouwen zijn maatschappelijk vastgoed en ze zijn belangrijk om in te zetten in de RES'en. Met zonnepanelen dringen scholen hun CO₂-uitstoot terug. En de investering verdient zichzelf binnen 6 tot 10 jaar terug. Dat geldt zowel voor basisscholen als voor scholen voor voortgezet onderwijs die vaak een grootverbruikersaansluiting hebben. De besparing op de energierekening kan meteen op school worden ingezet voor verdere verduurzaming en voor het onderwijs.

In februari 2021 zaten er ruim 1,4 miljoen kinderen op de basisschool⁷ en telde het voortgezet onderwijs ruim 934.000 scholieren⁸. Elke leerling heeft op school de energie van minstens één zonnepaneel nodig. Nederland zijn dat in totaal ruim 2,7 miljoen zonnepanelen.

5. <https://schooldakrevolutie.nl/dakscan/>

6. <https://schooldakrevolutie.nl/>

7. www.cbs.nl/nl-nl/cijfers/detail/83295NED

8. <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/80040ned/table?fromstatweb>

Opbrengst zon op schooldaken

Als alle schooldaken zonnedaken worden, levert dat 0,55 TWh per jaar aan stroom op. Dan doe je net zo veel als wanneer je 100.000 woningen energieneutraal maakt of van 130 km naar 120 km per uur gaat.

0,55
TWh

Alle schooldaken in Nederland zijn gescand, en op basis van het oppervlak is voor elke school berekend hoeveel panelen er op het dak passen. Voor scholen is een zeer gunstige lening beschikbaar, en stichting Schooldakrevolutie staat klaar om scholen te helpen met de uitvoering. Er is dus geld, er is ondersteuning en er zijn 6.500 lege schooldaken. Kortom: scholen, waar blijven jullie? We roepen gemeentes dan ook op om schoolbesturen te attenderen op de Schooldakrevolutie.

Het geld ligt klaar,
de ondersteuning is er ook.
Waar blijven de scholen?

Zeergunstige lening

Eind 2019 stuurde minister Ollongren alle schoolbesturen en gemeenten een brief waarin ze wijst op de Scholen Energiebespaarlending. Deze lening heeft de overheid samen met de Rabobank beschikbaar gesteld. Stichting Schooldakrevolutie is procesbegeleider voor deze lening met lage rente en zonder bijkomende afsluitkosten. De minister maakt ook duidelijk dat het rijk schooldakrevolutie ondersteunt.



De dakscan van School-dakrevolutie laat zien waar zonnepanelen liggen en waar niet. Alle rode stipjes zijn lege schooldaken, goed voor duizenden zonnepanelen!



Onafhankelijke begeleiding door Schooldakrevolutie

Stichting Schooldakrevolutie werkt samen met kenniscentrum Ruimte-OK en partijen uit de regio's. De stichting zet regio-ambassadeurs in voor ondersteuning aan gemeenten. Ook biedt Schooldakrevolutie via schooldakcoaches hulp aan schoolbesturen. Omdat gemeenten en besturen meestal gedeeld eigenaar zijn van schoolgebouwen, organiseren de aanbieders regionale bijeenkomsten voor beide partijen gezamenlijk, zo nodig via webinars. Daarin geven ze informatie over energiebesparing, energieopwekking en educatie.

Zeker als de Integrale HuisvestingsPlannen en MeerjarenOnderhoudsPlannen helder zijn, kunnen de schooldakcoaches met de schoolbesturen hun vastgoedportefeuilles in kaart brengen. De schooldakcoaches van Schooldakrevolutie zijn onafhankelijke begeleiders voor schoolbesturen in besluitvorming en het plaatsen van zonnepanelen. Ze geven advies over de investeringscasus, financiering, offerteaanvraag, verzekering, btw-teruggaaf, educatie en de samenwerking met de gemeente. De cijfers worden op een rij gezet om snel aan de slag te gaan.⁹

9. Voor meer informatie: Cilian.Terwindt@schooldakrevolutie.nl



Basisschool St. Jozef in Oudewater

Leerlingen en de omgeving meenemen
Zonnepanelen plaatsen is meestal de opstap naar meer duurzame maatregelen op school. In combinatie met educatie over groene energie draagt dit bij aan de vorming van een volgende bewuste generatie. De energietransitie is óók een sociale transitie. Met het verduurzamen van een school bereik je alle kinderen, ook diegenen die van huis uit minder snel in aanraking komen met verduurzaming. De groene bewustwording springt over van kinderen naar ouders en de buurt.



Christelijk Lyceum Delft

In de tabel staat per RES-regio het aantal geschikte schoolgebouwen, het mogelijke aantal zonnepanelen, de opwekpotentie en de CO₂-besparing. In totaal kan op alle scholen 0,5 TWh worden opgewekt. Alle achterliggende gegevens zijn beschikbaar.

Schooldakrevolutie begeleidt scholen bij verduurzaming. Schoolbesturen gaan over gemeentegrenzen heen, dus een collectieve aanpak loont.



RES-regio	Aantal scholen	Aantal zonnepanelen	Stroom-productie TWh/j	CO ₂ -reductie ton per jaar
Achterhoek	148	36.167	0,011	5.884
Alblasserwaard	45	13.060	0,004	2.175
Amersfoort	103	23.945	0,007	4.067
Arnhem Nijmegen	194	52.320	0,015	8.543
Cleantech Regio	147	33.486	0,009	5.232
Drechtsteden	120	33.381	0,010	5.655
Drenthe	224	51.871	0,015	8.302
Flevoland	196	73.674	0,022	12.399
Foodvalley	135	34.904	0,010	5.650
Friesland	354	110.600	0,034	18.958
Fruitdelta Rivierenland	122	27.882	0,008	4.459
Goeree-Overflakkee	33	7.351	0,002	1.299
Groningen	297	80.491	0,023	13.027
Hart van Brabant	140	38.886	0,012	6.543
Hoeksche Waard	44	10.500	0,003	1.835
Holland Rijnland	188	53.747	0,017	9.247
Metropoolregio Eindhoven	273	69.404	0,21	11.514
Midden-Holland	98	27.660	0,009	4.833
Noord- en Midden Limburg	191	63.962	0,019	10.818
Noord-Holland Noord	254	76.201	0,024	13.175
Noord-Holland Zuid	656	161.153	0,048	26.489
Noord-Veluwe	87	21.310	0,006	3.447
Noordoost Brabant	223	52.326	0,016	8.772
Rotterdam-Den Haag	879	266.446	0,083	46.255
Twente	285	80.585	0,024	13.317
U16	336	90.364	0,027	15.222
West-Brabant	247	58.320	0,018	9.787
West-Overijssel	228	58.324	0,017	9.551
Zeeland	216	57.153	0,018	10.146
Zuid-Limburg	214	76.616	0,023	12.857
TOTAAL	6.677	1.842.089	0,557	309.457

Het aantal geschikte schoolgebouwen, het mogelijke aantal zonnepanelen, de potentiële productie en de CO₂-reductie in maart 2021. Bron: Stichting Schooldakrevolutie/Urgenda. Grondslagen: PV panelen van 340 Wp. Besparing CO₂-uitstoot: 0,556 kg/kWh

DE EERSTE ZONNEPROJECTEN LANGS NEDERLANDSE SNELWEGEN ZIEN WE AL

© Branko de Lang



Als je de zonnepanelen zo legt als op het proefpaneel op deze foto, dan heb je 5 m² PV per strekkende meter snelweg. Dat is 5.000 m² PV per kilometer snelweg met een vermogen van 1.000.000 Wp, dat wil zeggen 650.000 kWh per jaar per kilometer snelweg. Elke kilometer snelweg levert dan genoeg elektriciteit voor 200 huishoudens.

1.4 Zon langs wegen

Langs de snelweg en in de vorm van geluidsschermen

Langs, tussen, naast en boven wegen kan ook veel zonne-energie opgewekt worden. Weer een mooie vorm van multifunctioneel ruimtegebruik.

De eerste projecten met zonnepanelen langs snelwegen zien we al op een aantal plekken in Nederland. Rijkswaterstaat stelt wel eisen aan wegen waarlangs panelen geplaatst worden. Eén eis is dat in de wegberm minstens 10 tot 13 meter vrijgehouden moet worden. Op de ruimte daarnaast mogen zonnepanelen worden geplaatst.

Er zijn nog vele andere mogelijkheden, waarbij je per strekkende meter snelweg meer of minder zonne-energie kunt opwekken. Dat zijn keuzes.

Ook zon langs de snelweg is een goed voorbeeld van dubbel ruimtegebruik dat veel energie oplevert.

13
TWh

De opbrengst langs de snelweg

Holland Solar schat in dat er in heel Nederland zo'n 100 km² beschikbaar is voor zonne-energie langs wegen. Panelen leveren de optimale opbrengst als ze op het zuiden gericht zijn. De oriëntatie is niet overal optimaal zuid. Daardoor daalt opbrengst per Wp van 0,85 kWh naar circa 0,65 kWh per Wp. Als de panelen goed op het zuiden georiënteerd zijn, zou het 13 TWh per jaar aan energie kunnen opleveren langs de weg (47 PJ per jaar).



1.5 Zon boven parkeerterreinen

Boven parkeerterreinen is het heel goed mogelijk om energie op te wekken. In Nederland is een oppervlak van ongeveer 50 km² geschikt voor zonne-energie. Zo'n 17% van de parkeerplekken ligt op een parkeerterrein en 80% bevindt zich langs de weg.¹⁰ De plekken langs de weg rekenen we niet mee.

6,25 TWh

Opbrengst van zon op parkeerterrein

Gemiddeld kun je op 100 m² parkeerterrein 15.000 Wp aan panelen neerleggen, dat levert 12.750 kWh gemiddeld per jaar op. Op 50 km² geschikt oppervlak kunnen zonnepanelen 6,25 TWh per jaar leveren (ofwel 22,5 PJ) voor heel Nederland. Dit is als je rekent met 150 Wp per m².

Er zijn mooie voorbeelden van energie opwekken boven parkeerterreinen, zoals bij de TT in Assen en het festival Lowlands. Ook bij supermarkten kan het, zoals bij de Lidl in Woerden. In Noord-Holland is er de tool 'Park the sun', waarmee parkeerplaatsen worden ingericht als solar carports. Daar zijn mooie voorbeelden van schaduwrijk parkeren.¹¹

De parkeerplaats bij festivalterrein van Lowlands in Biddinghuizen wordt permanent overkapt met 90.000 zonnepanelen. Solarfields legt het zonnepark aan. De opgewekte elektriciteit maakt het gebruik van generatoren grotendeels overbodig. Als er geen evenementen zijn, wekken de zonnedaken genoeg stroom op voor 10.000 huishoudens.¹²



De Lidl in Woerden ligt vol zonnepanelen, óók op de parkeerplaats.

10. De toekomst van parkeren (P1): https://www.pl.nl/fileadmin/pdf/P1_dossier5_1apr08.pdf

11. Kennissessie Energieregio Noord-Holland Zuid: <https://energieregionhz.nl/meervoudig-ruimtegebruik>

12. <https://www.omroepflevoland.nl/nieuws/177797/parkeerplaats-bij-festivalterrein-wordt-zonnepark>



© Branko de Lang

1,1 TWh

1.6 Zon boven fruitteelt

Nederland heeft 20.442 hectare aan terreinen voor open fruitteelt waarboven in potentie lichtdoorlatende panelen geplaatst kunnen worden.¹³ Voor lichtdoorlatende panelen boven zachte fruitteelt is in 2020 de eerste pilot van start gegaan. De eerste indrukken van zulke panelen boven frambozen zijn redelijk positief, de bijen vlogen bijvoorbeeld prima onder de panelen door.¹⁴ Zeker met toenemend warmere zomers is het voordelig om panelen te plaatsen boven het fruit. Onder de panelen is het namelijk 10 graden koeler dan onder traditioneel folie.

Opbrengst van zon boven fruit

Deze transparante zonnepanelen leveren 50% tot 80% op van wat niet-lichtdoorlatende panelen opleveren. In het slechtste geval van 50% opbrengst zou je in Nederland **als je alle fruit bedekt bijna 11 TWh per jaar (41 PJ) aan energie kunnen opwekken**. Ook als je maar 10 tot 20% van het fruit bedekt, levert dat een mooie hoeveelheid duurzame energie op:
Panelen boven 10% van het fruit: 1,1 TWh
Panelen boven 20% van het fruit: 2,2 TWh
Per hectare bedekt met panelen: 552.500 kWh.

In warmere zomers helpen zonnepanelen boven fruit ook voor koeling.

13. <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/80780NED/table?dl=1525A>

14. <https://www.gfactueel.nl/Fruit/Nieuws/2019/8/Eerste-indrukken-frambozen-onder-zonnepanelen-466459E/>



Willem de Vries van GroenLeven en frambozenteler Piet Albers

'EEN ZONNE-INSTALLATIE IS VEEL ROBUUSTER DAN PLASTICFOLIE'

© Branko de Lang

Parkeerplaatsen, vuilstortplaatsen, het zijn plekken die een dubbelfunctie krijgen met zonnepanelen erboven. GroenLeven doet dat al jaren, en sinds 2 jaar ook boven de teelt van zacht fruit. Het levert naast schone energie nog andere winst op, vertelt Willem de Vries van GroenLeven. Fruitteler Piet Albers uit Babberich is er blij mee.

Willem, hoe ontstond het idee van zon boven fruit?

'We waren in gesprek over zon boven een ander project toen iemand opperde: mijn broer is fruitteler, zou dat daar ook kunnen? Wij dachten: waarom niet? Zon boven gewassen bestaat al langer in Zuid-Korea en Japan, en ook in Italië en Frankrijk. Daar is vooral subsidie de drijfveer. In Nederland is het nog vrij nieuw, en boven zacht fruit is het nog nergens eerder gedaan.'

Hoe pakt het uit voor zacht fruit?

'Heel goed. Zacht fruit staat onder plasticfolie om de vruchten te beschermen tegen instraling, hagel, vorst en storm. Veel van die foliekappen overleven storm en hagel niet, zoals we in maart zagen, en dat soort extreem weer gaat vaker voorkomen. Fruit dat na storm een tijdje 'bloot' staat, mag niet meer verkocht worden. Zonnepanelen zijn robuuster, die verminderen dat risico. En de teler moet folie elk seizoen opnieuw plaatsen en regelmatig vervangen, dan wordt het afval. Nog een voordeel is dat de omgeving panelen mooier vindt. Verder blijft onder panelen de temperatuur constanter, een effect dat we van tevoren niet hadden bedacht.'

Wat is het voordeel van die temperatuur?

'Dat het 's zomers niet knetterheet wordt en 's nachts minder afkoelt, is beter voor zacht fruit. De koelte in de zomer verhoogt ook de opbrengst van de zonnepanelen. Er valt wel minder licht op het fruit door de panelen, maar voor late teelt blijkt dat alleen maar gunstiger te zijn ten opzichte van plastic. GroenLeven test nu de productie vroeg in het seizoen bij 6 gewassen en verschillende typen panelen.'

Hoe is het financieel geregeld?

'GroenLeven doet de investering en verder gaat alles met gesloten beurs. De teler kan een klein deel van de stroom afnemen en de rest kan bijvoorbeeld naar een energiecoöperatie. De dubbelfunctie zou voor de overheid een reden moeten zijn om dit te ondersteunen. We lobbyen nu om zon boven fruit in de subsidie categorie van daken te krijgen.'

Wat is er bij telers nodig om dit aan te gaan?

'Vooral durf. We doen dit nog maar kort en telers willen graag zekerheid. Na onze pilots in Babberich en Wadenoijen weten we een paar dingen zeker: op kwaliteit lever je niet in, de houdbaarheid van het fruit is uitstekend. De productie ligt wel ietsje lager. We onderzoeken nu hoeveel, en of een langer seizoen dat compenseert.'

Fruitteler Piet Albers, wat is je ervaring tot nu toe?

'De eerste testpanelen waren minder lichtdoorlatend, toen was de opbrengst lager. Nu staan er andere panelen en dat scheelt. Het is allemaal heel robuust. Folie scheurt snel, zoals in een storm. En je zal zien, dat gebeurt dan nét tijdens de oogst, als je al handen tekortkomt. Het is ook prettig dat het in hete periodes wel 10 graden koeler aanvoelt onder de panelen. Dat werkt veel fijner, plus het voorkomt dat je frambozen staan te koken. En het hoeft maar 3 dagen extreem warm te zijn om je oogst te verliezen. Ja, ik ben er tot nu toe positief over.'

1.7 Zon langs het sportveld

Nederland telt zo'n 33.756 hectare aan sportvelden.¹⁵ De omtrek van een hectare is 400 meter. Dat levert bij 33.756 hectare een omtrek van 13.502 kilometer aan randen op. Er zijn ook voetbal- en tennisvelden die 2 tot 4 keer zo veel randen hebben. In totaal schatten we dat er 20.253 kilometer aan randen langs het sportveld liggen. 10% hiervan heeft een goede zoninval en is geschikt voor zonnepanelen langs het veld, dus 2.025 km.

0,2
TWh

Opbrengst langs het sportveld

Potentie voor zonne-energie langs sportvelden per jaar: 2.025.000 meter x 1 meter hoog x 150 Wp/m² x 0,61 kWh/Wp = 0,2 TWh per jaar (0,7 PJ).



© Branko de Lang

In Zeeland staan langs het veld bij Voetbalvereniging Wolfaartsdijk draaiende panelen van Softs met 3 zijden. Ze kunnen dienen als reclameborden voor sponsors, fijnstoffilters en zonnepanelen. Naast de draaibare panelen staat een ledscherm waarop bedrijven reclame kunnen maken.¹⁷

Een mooi voorbeeld van speciale zonnepanelen langs sportvelden is het project Green Boarding van Softs.¹⁶ Softs heeft speciaal voor buitensportverenigingen de multifunctionele Green Boarding ontwikkeld, waarbij een roterend systeem de sportvereniging de keuze geeft om bijvoorbeeld bij mooi weer de zonnepanelen naar voren te draaien en tijdens een wedstrijd de led-reclameborden.

Softs verhuurt de panelen en ontzorgt de sportclub volledig. De zonne-energie is voor de club en van dat geld kan de club verder verduurzamen. In juni 2019 is de kick-off begonnen met de eerste 25 voetbalclubs. Het doel is om de clubs van hun energierekening af te helpen, zonder initiële investeringen of kosten voor de club of de gemeente. Met het Softs Model dat bij de Green Boarding hoort, kan dit.

1.8 Zon op water

16% van het Nederlands oppervlak bestaat uit zoet water.¹⁸ Ook daar zijn vele plekken waar zonne-energie opgewekt kan worden. Het liefst natuurlijk op plekken met heel weinig ecologische of sociale waarde: niet midden in een natuurgebied of pal voor een recreatiegebied. Drijvende zonnepanelen zijn kwetsbaar voor golfslag, dus hoe minder golven, hoe beter. Dat maakt bassins voor waterzuivering, klein binnenwater, klein recreatiewater en kleine zandwinplassen zeer geschikt.



Roterende zonnevelden

Er zijn ook roterende zonnevelden: op water. Hierbij draait het zonneveld met de zon mee door middel van een tractielier. De panelen draaien heel langzaam met de zon mee onder een vaste hellingshoek. Dit kost nauwelijks energie. Dergelijke constructies zijn duurder dan vaste systemen, maar leveren aanzienlijk meer op. De energieopbrengst van een roterend veld is naar schatting 25% hoger dan een veld gericht op het zuiden met een hellingshoek van 30 graden en ruim 30% hoger dan het standaard gesloten systeem met een hellingshoek van 12 graden.



Drijvende zonneparken

In 2018 is in Lingewaard het grootste drijvende zonnepark van Europa gerealiseerd op een gietwaterbassin voor de tuinbouw. Zo'n 6.150 panelen leveren daar stroom voor ongeveer 600 huishoudens. Panelen op water kunnen in potentie 5% meer opbrengen door de natuurlijke koeling van de panelen door het water. Een bijkomend voordeel van dit zonnepark is dat de panelen algengroei tegengaan. Bij gebruik van bifaciale panelen (tweezijdige panelen) kan het rendement nog groter worden door de reflectie van licht op water.

2,5
TWh

Opbrengst van zon op water

1 GWh per jaar opbrengst per hectare is goed mogelijk als 50% van het wateroppervlak van die hectare benut wordt. Als we in Nederland 25 km² ofwel 2.500 hectare benutten, levert dat 2,5 TWh per jaar aan stroom op.

¹⁵ 1% van Nederland is sportveld. www.binnenlandsbestuur.nl/ruimte-en-milieu/nieuws/een-procent-van-nederland-is-sportveld.173386.lynkx

¹⁶ <https://www.softs.world/nl/green-boarding-project>

¹⁷ <https://www.allesoversport.nl/thema/vitale-sportsector/een-laadpaal-zonnepanelen-en-ouderensport-bij-vv-wolfaartsdijk/>

¹⁸ https://blueterra.nl/wp-content/uploads/2019/04/werkboek_zon_op_water_DEF-gecomprimeerd.pdf

1.9 Zon langs grasland

In 2018 had Nederland 907.000 hectare grasland¹⁹ (exclusief het natuurlijke grasland). In plaats van vruchtbare akkerbouwgrond vol te leggen met panelen, kan er ook voor gekozen worden om enkel langs de randen van grasland panelen te leggen. Een weiland kan aan elke gewenste kant omrand worden met panelen, omdat de panelen aan de 'noordkant' van een weiland ook op het zuiden gericht kunnen worden. Een groot paneel heeft een oppervlak van 2 m².

3,4 TWh

Opbrengst van zon langs gras

100 meter akkerrand kan per jaar aan energie opleveren: $100 \times 400 \text{ Wp} \times 0,85 \text{ kWh/Wp} = 34 \text{ MWh}$. Dat is 0,34 MWh per meter per jaar.

Stel dat 10% van de graslanden omzoomd zou worden met zonneranden, dan zou dat per jaar 3,4 TWh (12,4 PJ) potentieel kunnen opleveren. Dit is geen voorstel om dat overal te doen, het geeft een indicatie.



Tweezijdige (bifaciale) panelen

Op sommige plekken wil je wellicht helemaal geen panelen boven het gras, maar kun je rechtopstaande tweezijdige (bifaciale) panelen gebruiken als afscheiding of omheining. Deze tweezijdige panelen geven 20% tot 40% meer opbrengst dan eenzijdige panelen.



Bifaciale of tweezijdige panelen kunnen uitstekend dienst doen als afscheiding en leveren veel stroom op.

Opbrengst tweezijdige panelen

Bifaciale panelen leveren 260 kWh per m² per jaar ($200 \text{ kWh/m}^2 + 30\%$). Bij een erfafscheiding van 2 meter hoog zouden bifaciale panelen per 100 meter akkerrand per jaar 52 MWh aan stroom opleveren.

In plaats van óp het weiland kan zon ook lángs het weiland.

1.10 Zon op distributiecentra

Nieuwe distributiecentra worden vaak al opgeleverd met zonnepanelen. Maar veel oudere daken zijn nog leeg, omdat men denkt een te slecht dak te hebben. Er zijn echter ultralichte panelen die op de meeste distributiecentra wél kunnen. Die leveren misschien iets minder kWh op per m², maar je kunt wel bijna het hele dak gebruiken, want je hoeft geen open rijen te houden vanwege de schaduw, zoals bij 'normale' opstaande panelen op een plat dak. Op dit moment schijnt vooral de verzekering roet in het eten te gooien. Wellicht dat overheden een rol kunnen vervullen om die barrière weg te nemen door garant te staan of afspraken met verzekeraars te maken.

We geven een voorbeeld van twee relatief jonge Nederlandse bedrijven die lichte zonnepanelen maken voor daken die het gewicht van 10 kilo per m² van standaard panelen niet kunnen dragen. HyET Solar produceert buigbare dunne-filmpanelen (Powerfoil) en Solarge maakt 'stijve' lichtgewicht panelen. De Powerfoil is ultralicht, ongeveer 0,6 kilo per m², en kan op gebogen oppervlakken. Solarge vervangt het standaard paneel. Het is wat zwaarder, 4 kilo per m², en heeft een iets hogere opbrengst, en het is circulair. Kortom: er is voor elk dak een geschikte oplossing.



Het dak van IKEA in Duiven ligt vol dunne-filmpanelen van HyET Solar. Deze lichte panelen zijn zeer geschikt voor dit dak dat niet veel gewicht kan dragen.

Opbrengst dunne-filmpanelen op distributiecentra

In 2018 had Nederland zo'n 13.806 hectare uitgegeven oppervlakte aan bedrijventerreinen.²⁰ Stel dat 20% hiervan bestaat uit slechte distributiecentradaken, dan zouden dunne-filmpanelen een bijdrage kunnen leveren van bijna 1,4 TWh per jaar aan zonne-energie (bijna 5 PJ).²¹

Solarge

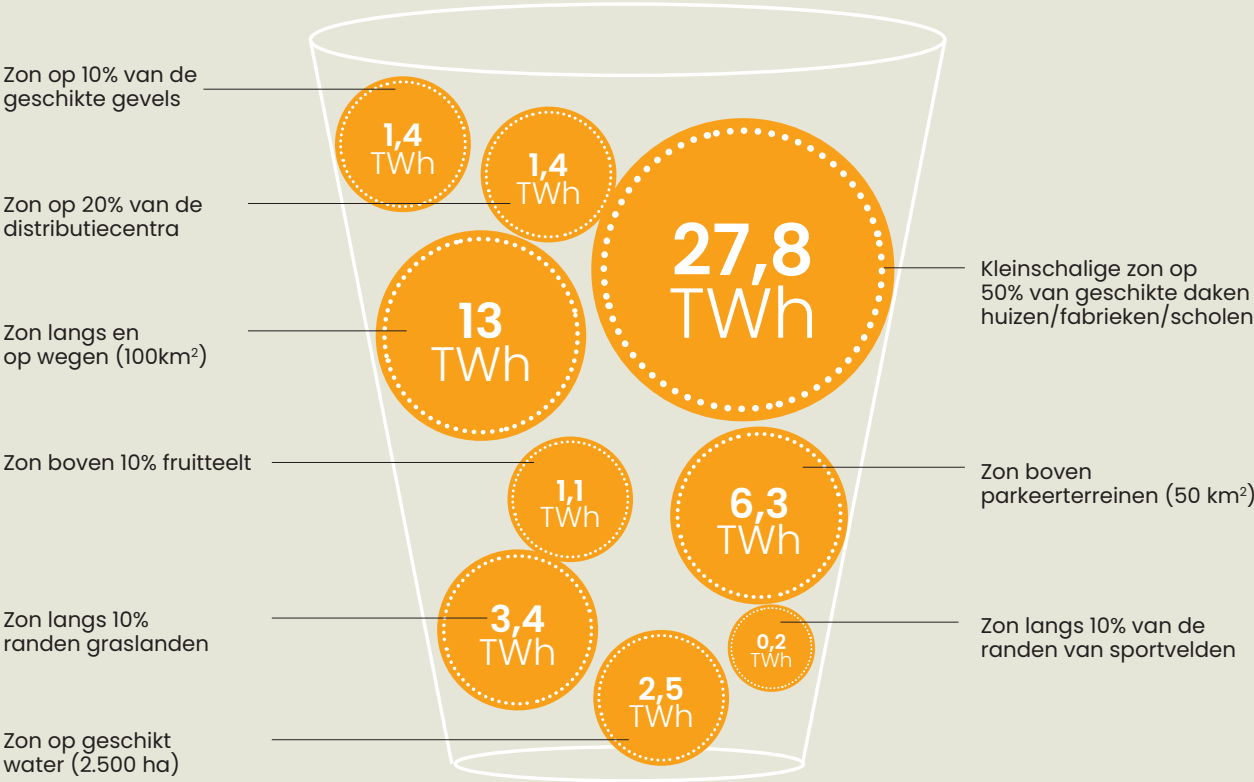
Powerfoil van HyET

19. <https://www.clo.nl/indicatoren/nl2119-agrarisch-grondgebruik>

20. <https://provincies.pleio.nl/file/group/58126136/all#58126585> IBIS_NL_2018_20190125.xlsx

21. Per 100 m² wordt 5,8 kWp gerealiseerd. We rekenen met 1 Wp = 0,85 kWh. Bron: MilieuCentraal

OPLOSSINGEN VOOR ZON OP LAND, VEELAL KLEINSCHALIG



SAMENVATTING POTENTIE ZONNE-ENERGIE

Deze samenvatting is gebaseerd op de eerdere paragrafen en de voorzichtige aannames die we daarin deden voor Nederland. Het zijn ideeën en indicaties van wat mogelijk is. Het zegt niet dat we in Nederland al die mogelijkheden moeten benutten, maar het laat wel zien dat er meer dan voldoende hard oppervlak is om de hele opgave die we hebben voor zonne-energie daar te beleggen. We hoeven niet vaak uit te wijken naar weilanden en natuurgebieden. Er kan zelfs meer op hard oppervlak, want zoals hierna te zien is, rekenen we met slechts 50% van alle daken, 10% van alle gevels, enzovoorts. We benutten nooit de hele potentie, dus er kan zelfs meer!

Er is ruimte genoeg om te kiezen.
Ter indicatie: **het totale elektriciteitsverbruik in Nederland is nu circa 113 TWh per jaar.**
Dat zal in de toekomst stijgen als we steeds meer gaan elektrificeren.

In ons huidige systeem met centrales op aardgas en steenkool veroorzaakt het maken van 1 kWh elektriciteit 0,556 kg CO₂. Voor het maken van 1 TWh elektriciteit is dat nu dus 0,556 Mton CO₂.

KLEINSCHALIG ZON	Potentie in TWh/jr*	Potentie in PJ/jr	CO ₂ -besparing in Mton/jr
Op 50% van geschikte daken huizen/fabrieken	27,8	100	15,5
• waarvan op scholen 0,55 TWh/jr			
Op 10% van de geschikte gevels	1,4	5	0,6
Langs wegen (100 km²)	13	46,8	7
Boven parkeerterreinen (50 km²)	6,3	22,5	3,5
Boven 10% fruitteelt	1,1	4,1	0,6
Langs 10% van de randen van sportvelden	0,2	0,7	0,1
Op geschikt water (2.500 ha)	2,5	9	1,4
Langs 10% randen graslanden	3,4	12,4	1,9
Op 20% van distributiecentra (dunne-filmpanelen)	1,4	5	0,6
Totaal	57,1	205,5	31,6

* Afgerond op 1 decimaal.

Nóg meer potentie

Er is nog veel meer potentie die we niet eens hebben benoemd, omdat we niet voor al te optimistisch versleten willen worden. Het rapport *Roadmap PV Systemen en Toepassingen* van de Universiteit Utrecht uit december 2017 (in opdracht van de Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO) in samenwerking met de TKI Urban Energy)²² beschrijft ook een reeks **mogelijkheden voor zonne-energie, die zelfs optellen tot 715 PJ in 2050.**

Andere opties

Nu is het verstandig en noodzakelijk om niet alleen gebruik te maken van zonne-energie, maar zeker ook van windenergie.

Daarnaast zijn er andere mogelijkheden, zoals aardwarmte. Vele andere opties bespreken we verderop in dit hoofdstuk.

22. www.uu.nl/sites/default/files/roadmap-pv-systemen-en-toepassingen-final.pdf

ZON KAN OP ONVERMOEDE PLEKKEN



Zon op de Eemshavendijk

In Groningen Seaports legt Solarfields aan de zuidkant van de Eemshavendijk over 5 kilometer panelen op de binnendijk. Op de noordkant grazen de schapen. Dit is het grootste zonneproject op een dijk in Nederland: het voorziet ruim 2.300 huishoudens van energie. Het is complex om op een dijk te bouwen, maar het kan dus.



Zon op zandwinningplas in Zwolle

Op de zandwinplas de Bomhofspas in Zwolle ligt het grootste drijvende zonnepark van Europa en buiten China. De 72.000 panelen wekken 27,3 MW op, genoeg voor 7.000 huishoudens. Dat scheelt 13.660 ton CO₂-uitstoot per jaar. Behalve de unieke omvang is er nog iets bijzonders: het park is in lokaal eigendom. Bij de aanleg door GroenLeven was er veel aandacht voor ecologie, want met biohutten wordt de biodiversiteit onder water gestimuleerd, en dankzij de verankering aan de bodem is er geen belasting voor de flora en fauna in de oevers. Ook zijn de panelen lichtdoorlatend en liggen er lichtstraten tussen de panelen.



Zon op vuilstort in Zutphen

In maart 2018 legde Solarfields als een van de eerste in Nederland een zonnepark aan op een vuilstortlocatie, en met deze ervaringen is het bedrijf opnieuw aan de slag gegaan met een zonnepark op een voormalige vuilstortlocatie, deze keer in de meest noordwestelijke punt van Zutphen: Fort de Pol. De naam verwijst naar een fort dat er ooit stond. De vuilstortplaats ligt in de IJsselvallei met aan de westkant de IJssel, aan de noordkant het Twentekanaal en aan de zuidzijde bedrijventerrein De Mars. Het terrein bestaat uit 3 plateaus. Daarvan bieden het bovenste plateau, het zuidtalud en een deel van het westtalud plaats aan 5 MWp opgesteld vermogen in de vorm van 14.500 panelen. Met de 4,7 miljoen kWh opgewekte stroom worden sinds 2020 ongeveer 1.400 huishoudens bediend.



Zon op vloeivelden in Nieuw Buinen

Zonnepark Hollandia ligt in Nieuw Buinen in Drenthe. Het is in verschillende opzichten uniek. Het veld van 120 MW ligt op 100 hectare aan percelen voor (afval) wateropslag van aardappelmeelfabriek Avebe. Er is veel aandacht besteed aan het creëren van draagvlak. Het resultaat: geen belemmeringen voor de vergunning. Het park dat Solarfields aanlegt, ligt naast de grootste radiotelescoop ter wereld van Astron/Lofar, dus moet de uitstoot van E/M-straling vrijwel nihil zijn: een unicum in de wereld. Vanwege ruimtegebrek op het energienet gaat de stroom naar een gesloten systeem van Avebe.



Zonnepanelen in de middenberm of boven de weg

Wegen zijn te benutten voor opwekking van energie door zonnepanelen erboven of in de berm te plaatsen. Dit klinkt wellicht futuristisch, maar in Zuid-Korea gebeurt dit (zie foto hierboven). Nederland heeft een groot wegennetwerk met een behoorlijk potentieel.



Opbrengst van panelen boven de weg

Waarom leggen we massaal weilanden vol, terwijl we ook snelwegen kunnen overkappen met zonnepanelen? Daartegen is vast minder weerstand. Even rekenen:

- De gemiddelde breedte van een rijstrook van een autosnelweg is 3,5 meter.⁸
- Het snelwegennet van Nederland heeft een totale lengte van 2.360 kilometer.⁹
- Snelwegen hebben minimaal 2x2 rijstroken.
- Samen hebben de snelwegen dus minstens een oppervlakte van $4 \times 3,5 \times 2.360.000 = 33.040.000 \text{ m}^2$.

Als we alle snelwegen in Nederland overkappen en uitgaan van 1 ha zon (= 3,42 TJ/jr), zou dat 3,14 TWh per jaar aan energie opleveren (11,3 PJ). Als het een bezwaar is dat panelen weinig lichtdoorlatend zijn, zijn (semi-) transparante panelen mogelijk.

Zon rond het spoor

ProRail heeft in 2010 de mogelijkheid onderzocht om zonnepanelen boven spoorlijnen te leggen.¹⁰ De conclusie luidde toen dat het financieel onaantrekkelijk was en dat de praktische uitvoerbaarheid ook slecht was. Inmiddels zijn we 10 jaar verder, zijn de prijzen spectaculair gedaald en hebben we het over een periode van nog eens 10 jaar. Daarom willen we toch de mogelijkheid nog eens ter overweging meegeven. Waarom niet denken in mogelijkheden in plaats van in problemen? Wereldwijd zijn er al allerlei creatieve oplossingen op en rond het spoor.



In Nederland worden stations gelukkig wel al benut voor het opwekken van zonne-energie. Zoals hier op Utrecht Centraal.

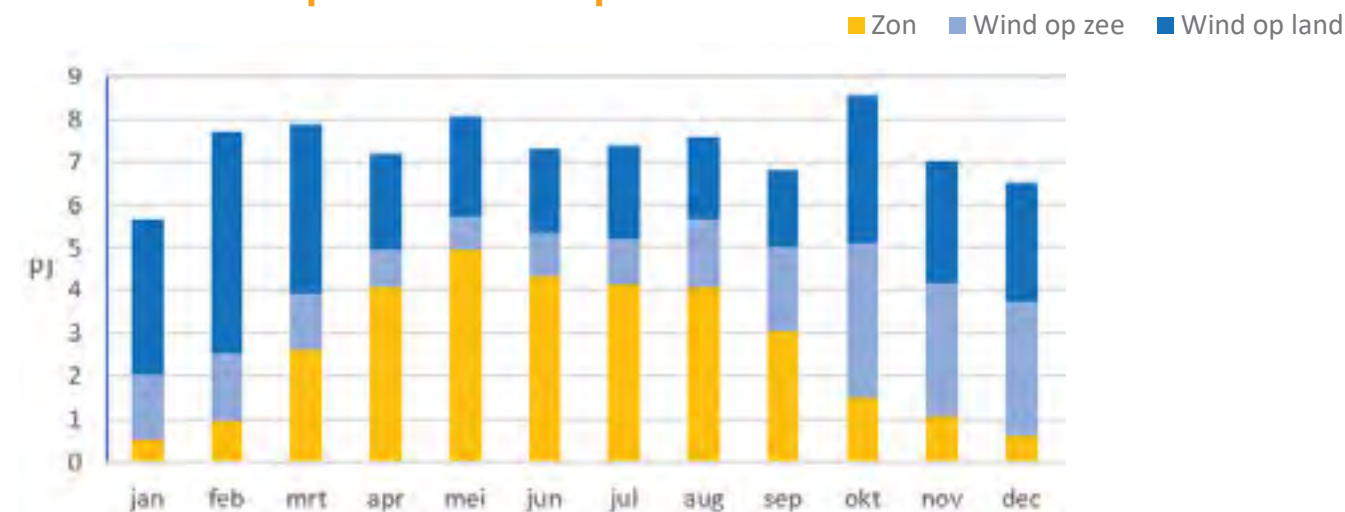
8. <https://gratistheorie.nl/Cursus/theoriecursus-auto/Hoofdstuk/algemene-bepalingen-verkeerswetgeving-deel-2/Paragraaf/rijstrook/>

9. <https://nl.wikipedia.org/wiki/Autosnelweg>

10. <https://www.treinreiziger.nl/prorail-ziet-af-van-zonnepanelen-boven-spoor-in-zutphen>

DAT WIL NIET ZEGGEN DAT IEDERE GEMEENTE PER SE 9 WINDTURBINES MOET PLAATSEN

1.11 Naast wind op zee ook wind op land



Opbrengst Zon PV en Wind 2020 (Staafgrafiek door Urgenda op basis van cijfers energieopwek.nl)

Windenergie en zonne-energie vullen elkaar op maandbasis goed aan (zie de grafiek hierboven). Windturbines zijn dus ook nodig, naast zonnepanelen. In de toekomst gaan we op dagen dat er te veel zon en wind is, de energie omzetten in waterstof of ammoniak of iets anders (afhankelijk van wie het waar omzet en voor welke doelen). Op dagen dat er een tekort is, kan dat eventueel weer in elektriciteit worden omgezet. Dit naast allerlei andere oplossingen voor opslag en slimmere netten waarmee we proberen de piekbelasting omlaag te brengen op bepaalde uren van de dag.

Tegen windenergie op land is vaak gestreden. Als bewoners uit de buurt mogen meedenken en meeprofiten van windenergie, stijgt het draagvlak aanzienlijk en krijgt men een 'onze molen'-gevoel. Mooie voorbeelden hiervan staan onder andere in Waterland en Friesland²³ en in Nijmegen-Betuwe.²⁴ (Zie ook pag. 48 t/m 51.) Als we minder op land willen en meer op zee dan hier geschetst, dan kan dat ook, als we bereid zijn om de consequenties te aanvaarden. Dat gesprek zouden we vaker moeten voeren, met getallen en gevolgen bij de hand.

Urgenda maakte met het EnergieTransitieModel (ETM) van Quintel en met hulp van tientallen experts een berekening: om in 2030 álle energie duurzaam op te wekken. Het Urgenda-scenario voor 2030 gaat uit van per gemeente 9 windturbines van 3,5 MW.²⁵ Dit natuurlijk naast alle andere vormen van duurzame energie, zoals heel veel wind op zee en veel zonne-energie. Inmiddels zijn we wat fusies verder, zijn er nog 355 gemeenten over en dus is het 9 of 10 windturbines van 3,5 MW per gemeente. Twee rijtjes van 4 of 5 windmolens op de lelijkste plekken van iedere gemeente, bijvoorbeeld bij een bedrijventerrein of langs de snelweg, zouden dan voldoende zijn.

Dat wil *niet* zeggen dat iedere gemeente per se 9 windturbines moet plaatsen. Als er op de Maasvlakte veel meer kunnen staan, dan kun je het groene hart ontzien. Als je er meer kunt plaatsen in de Amsterdamse haven, dan kun je er elders minder neerzetten. Of toch meer turbines op zee. Voor de 35 TWh die de RES'en moeten realiseren aan grootschalig zon en wind is al zo'n 10 TWh aan wind geplaatst en zit er nog eens bijna 12 TWh in de pijplijn van reeds toegekende SDE-subsidies. Meer dan voldoende: meer wind op land is dan niet nodig.²⁶

23. <https://www.urgenda.nl/themas/klimaat-en-energie/windmolens-met-draagvlak/>

24. <https://www.windparknijmegenbetuwe.nl/video-item/sociale-molens-in-nijmegen/>

25. <https://pro.energytransitionmodel.com/scenarios/155680>

26. Deze getallen komen van Martien Visser, op basis van Entrance, zie tweet van 12 maart 2021 en EenVandaag 11 maart 2021.

Het betekent wel dat er ‘maar’ 9 per gemeente nodig zijn voor het scenario van 100% duurzame energie in 2030, dus voor in totaal 12 GW (12.000 MW) vermogen. Dat zijn er slechts 4 à 5 per gemeente voor de doelen van het Energie- en Klimaatakkoord van 49% CO₂-reductie in 2030 (naast zon en de andere onderdelen van het scenario). Een stuk minder dan sommigen veronderstellen. We doen ook veel op zee, dus je hoeft niet alles in je eigen gemeente op te wekken.

In gunstige windgebieden (gebied I) zijn ongeveer 100 windturbines nodig om 1 TWh energie op te halen. In minder goede windgebieden (III) heb je er 143 van ruim 4 MW nodig voor dezelfde hoeveelheid energie. Het maakt dus wel uit waar windturbines geplaatst worden.

1.12 Andere typen windmolens

Behalve de grote ‘standaard’ windmolens zijn er ook andere types windmolens waar vaak veel meer draagvlak voor is onder de bevolking. Deze windmolens hebben wel een veel lagere potentie wat betreft de opwek van duurzame energie per turbine of molen of per oppervlak, maar kunnen meer draagvlak voor windenergie creëren. Deze initiatieven kunnen zo indirect misschien ook de weerstand tegen grote windmolens verkleinen. Ze zijn wel relatief duur per eenheid opgewekte energie.

In Groningen is er bijvoorbeeld een succesvol initiatief, gesteund door de provincie, om veel kleine windmolens van 12 meter hoog te realiseren, onder andere bij agrariërs. Deze windmolens kunnen rekenen op veel draagvlak bij bewoners in de buurt en bij boeren. In een windgebied met windsnelheden van gemiddeld 5 meter per seconde kun je 33.000 kWh per jaar ophalen.²⁷

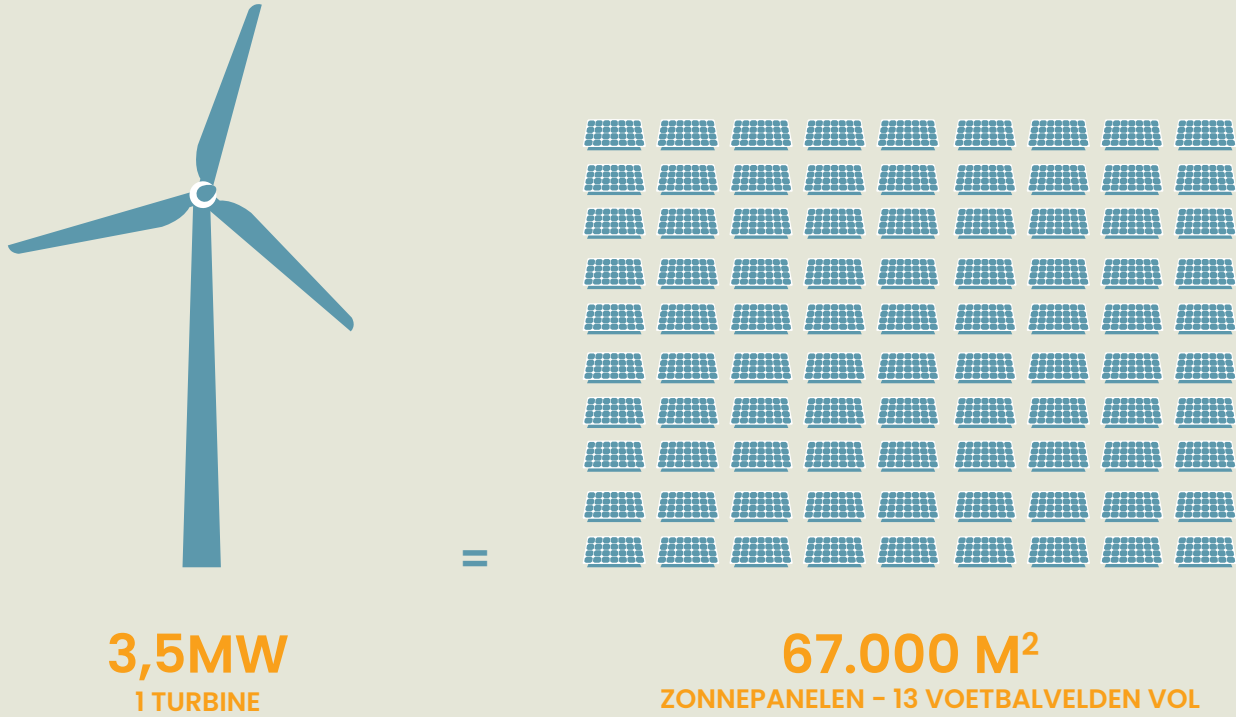
Soms wordt de financiering via crowdfunding gerealiseerd om lokale participatie te stimuleren.²⁸ In Groningen duurt de vergunningsprocedure slechts 8 weken. Dat helpt ook om te versnellen.



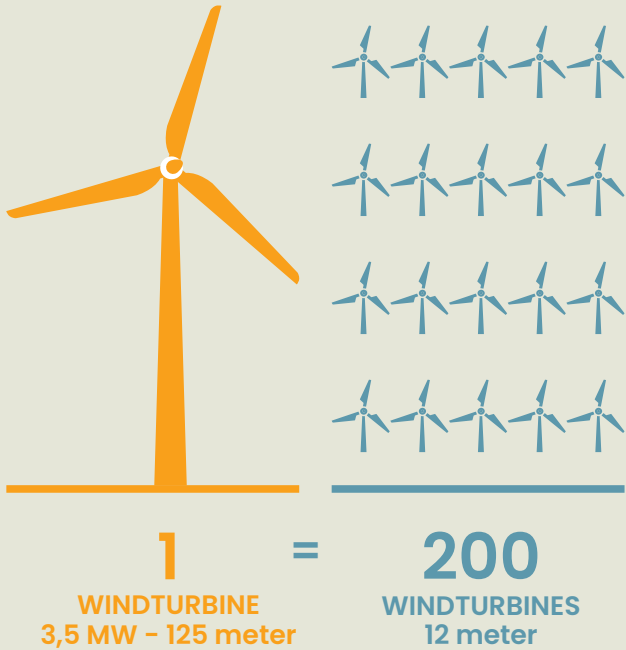
Groningse houten windmolen van EAZ Wind, 12 m hoog

27. Een kleine turbine die recent in Steenderen bij Apeldoorn is neergezet, levert 22.000 kWh per jaar. De terugverdientijd daar was 11 jaar. Dat zal in gebieden met meer wind dus veel sneller zijn.
28. <http://duurzaamduurswold.nl/molenaar-worden/>

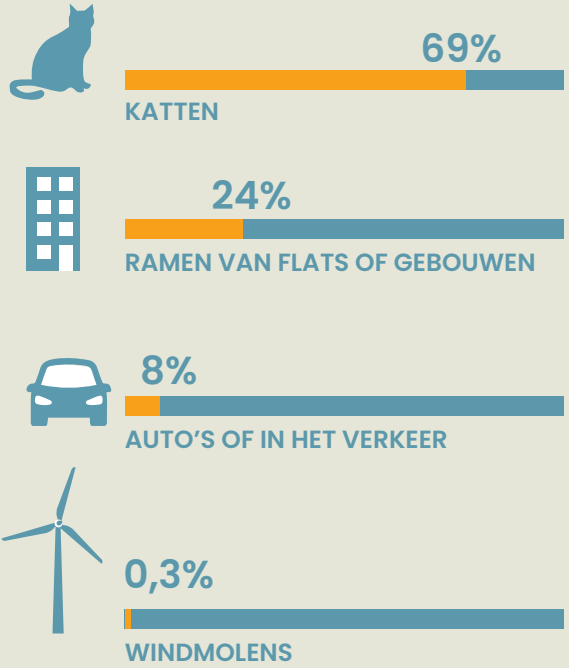
HOVEEL ZONNEPANELEN VERVANGEN 1 WINDTURBINE?



1 GROTE TURBINE OF VELE KLEINTJES?



GROOTSTE BOOSDOENERS BIJ VOGELSTERFTE (IN DE VS)



Bron: US Fish, Wildlife and Parks, 2018

WINDMOLENS MÉT DRAAGVLAK

Rond windmolens is nogal wat te doen. Op veel plaatsen gaan de hakken in het zand. Dat het ook anders kan, zien we bij deze projecten waarbij burgers zelf het heft in handen hebben genomen en daarmee veel draagvlak hebben gecreëerd.



Energiecoöperatie WPN (WindPowerNijmegen)

Aanvankelijk was niemand er blij mee, maar sinds december 2016 draaien er bij Nijmegen 4 windmolens van elk 2,5 MW en een tiphoogte van 150 meter. In recordtijd verkocht Energiecoöperatie WPN voor € 2 miljoen aandelen aan 1.013 coöperatieleden, waarna het project van start ging. Alle leden ontvingen in 2018 voor het eerst 7% rendement. Direct omwonenden kregen een financiële tegemoetkoming, en een nabijgelegen dorp, een wijk en 2 buurtschappen maken aanspraak op geld uit een omgevingsfonds, waaruit in 2018 al € 24.000 werd verdeeld over 7 projecten, waaronder glasvezel en een jaarlijks wijkfeest. In overleg met de omwonenden is de regeling voor het voorkomen van slagschaduw verbeterd. In de buurt die eerst fel tégen de windmolens was, is een vereniging gevormd voor de aanleg van een zonnepark met 11.000 zonnepanelen in 2021, deels betaald uit de vergoeding voor de molens. Zo zijn tegenstanders ware supporters geworden.

Dorpsmolen van Friese stichting De Molen

Inwoners van de Friese dorpen Reduzum, Friens en Idaerd richtten stichting De Molen op waaraan ze samen 225.000 gulden leenden voor 10 jaar. Met een aanvullende lening en subsidie kwam er in 1994 een 36 meter hoge windmolen. Die kostte 550.000 gulden en zou zo'n 400.000 kWh per jaar opwekken. Het doel was om de opbrengst van de molen te investeren in de verduurzaming van de 3 dorpen. Dat is gelukt. Er zijn vele projecten gefinancierd, waaronder zonnepanelen op school en sportaccommodaties, alle huishoudens 1 ledlamp (in 2008 een novum), een nieuwe schoolbus, ledverlichting bij het sportveld, een bijdrage voor isolatie van de sportkantine en 2 dorpshuizen, en hulp aan bewoners bij verduurzaming met als resultaat 2.700 panelen en zo'n 30 warmtepompen. Na 20 jaar was de molen toe aan pensioen en wilden de dorpelingen een nieuwe, maar de provincie lag 6 jaar dwars. Anno 2021 is nog steeds niet zeker of de nieuwe molen er komt. In ieder geval heeft de molen het wij-gevoel versterkt en gezorgd voor bewustwording bij de inwoners.





© Branko de Lang

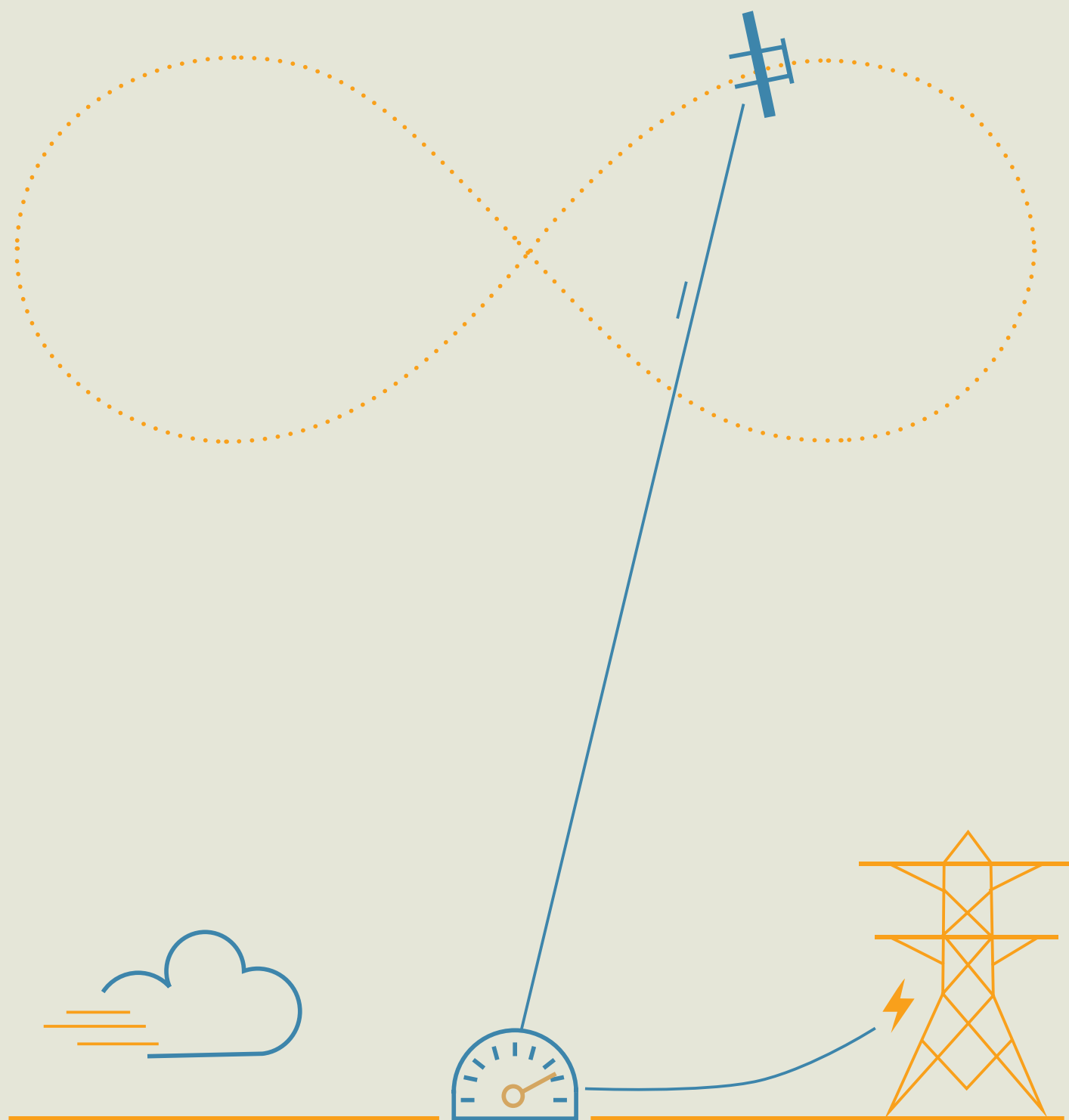
Grootste burgercoöperatie: Krammer

Het Zeeuwse windpark Krammer is om meerdere redenen uniek. Het is het grootste coöperatieve burgerinitiatief van Nederland: de ruim 4.000 leden van de twee burgercoöperaties Zeeuwind en Deltawind hebben het initiatief genomen om dit windpark op en rondom de Krammersluizen op Schouwen-Duiveland te ontwikkelen, en dat volledig voor eigen risico. In 2019 zijn 34 windturbines met een totaalvermogen van 102 MW in gebruik genomen. De opbrengst is voldoende voor omgerekend 100.000 huishoudens. Dat zijn er zo veel dat er voor een andere bestemming is gekozen: bijzonder is dat de stroom zonder tussenkomst van een energiebedrijf naar 4 multinationals gaat. De coöperaties zijn voor 60% eigenaar. Ze hebben bedrijven bereid gevonden om het project mee te financieren, en de regio participeert via een obligatielening. Van elke opgewekte MWh gaat € 0,50 naar een Windfonds en dit brengt jaarlijks zo'n € 150.000 op. Hiermee worden weer nieuwe duurzame projecten ontwikkeld en krijgen omwonenden binnen 2½ kilometer van het windpark een tegemoetkoming in hun groene-stroomrekening. Op veel woningen zijn zonnepanelen geplaatst. Ook uniek is dat via camera's op de turbines te zien is of er roofvogels zoals zeearenden in de buurt zijn, en als dat zo is, worden de molens stilgezet. Verder ondersteunt het windpark de pilot 'Carbon farming' van 15 lokale boeren die elk 30 tot 40 ton CO₂ in de bodem vastleggen.



Coöperwiek in het Limburgse Neer

De Coöperwiek is de middelste van 5 windmolens van Windpark Neer in Limburg. De molen met een tiphoogte van 144 meter heeft een vermogen van 2,5 MW en levert sinds 2015 zo'n 4,5 miljoen kWh per jaar voor zo'n 1.500 huishoudens. De windmolen is gestart als prachtige vorm van samenwerking tussen 3 burgercoöperaties: Meerwind, de Windvogel en Zuidenwind. Met de opbrengsten is voor de omwonenden glasvezel aangelegd en zijn ook weer 4 nieuwe windprojecten gerealiseerd. Zo versnelt de Coöperwiek de energietransitie.



1.13 Stimuleren innovatie andere vormen van windenergie

In tegenstelling tot windmolens maken de initiatieven Kitepower en Ampyx Power geen gebruik van wieken, maar van vliegers of kleine vliegtuigjes om duurzame energie op te wekken. Deze vliegers zijn vrijwel geluidloos en maken hoog in de lucht in de vorm van een acht vele gecontroleerde bochten. Het snoer waaraan de vlieger of het vliegtuigje vastzit, zorgt dat de opgewekte duurzame energie naar beneden wordt getransporteerd. Beide initiatieven werden geïnspireerd door Wubbo Ockels aan de TU Delft.

Kitepower ontwikkelt nu een 100 kWh-systeem²⁹ dat voor 2030 commercieel beschikbaar moet zijn. Voor 2024 wil Ampyx Power klaar zijn met modellen van 2,36 MW, waarbij de kosten

vergelijkbaar zijn met die van een reguliere windturbine. Vermoedelijk is ook deze in 2030 commercieel beschikbaar.³⁰

Veel mensen vinden 'vliegers' minder lelijk. Ook kunnen de vliegers makkelijker verplaatst worden. Ze zijn niet permanent aanwezig. Ze zitten hoger in de lucht, waar meer wind is en dus meer rendement. Toch moet ook bij deze vorm van windenergie goed gekeken worden naar waar en wanneer het kan zonder dat mensen of dieren er te veel last van hebben. Het is de moeite waard om deze Nederlandse bedrijven een thuismarkt te geven om verder te kunnen opschalen.



Ampyx Power ontwikkelt vliegtuigjes om duurzame energie mee op te wekken. Dit gebeurt hoog in de lucht waar meer wind is. Ze zijn vrijwel geluidloos.

29. <https://kitepower.nl/>

30. <https://www.ampyxpower.com/news/the-economist-an-innovative-approach-to-making-electricity-from-the-wind/>

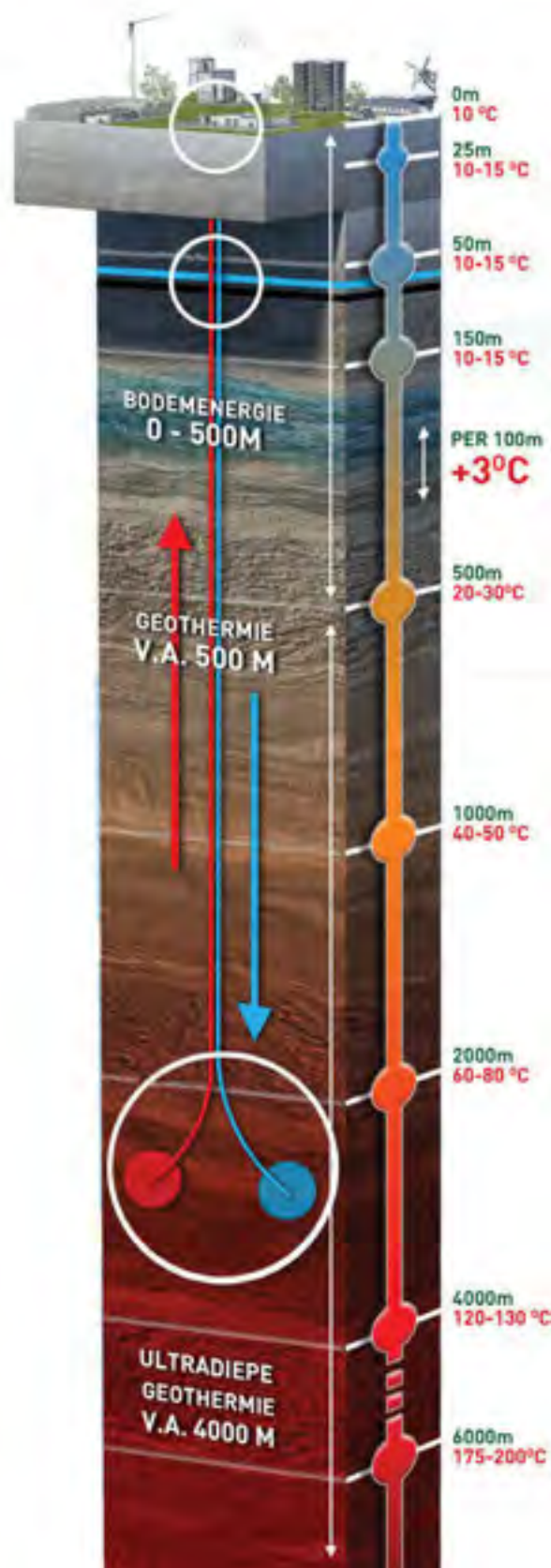


2 OVERIGE NIET-FOSSIELE ENERGIE

**ALLE ECHT DUURZAME
BRONNEN BENUTTEN**



**ELKE KILOMETER
DIE WE DIEPER
GRAVEN, STIJGT
DE TEMPERATUUR
MET ZO'N 30
GRADEN.**



Bron: Platform Geothermie

Ultradiepe geothermie

Behalve zon en wind zijn er nog andere bronnen die energie leveren. Een belangrijke is aardwarmte. Ook energie halen uit oppervlakte-, afval- en drinkwater is mogelijk, al is dat minder efficiënt. Verder besteden we in dit hoofdstuk aandacht aan biomassa en restwarmte.

2.1 Aardwarmte (geothermie)

Bodemwarmte en aardwarmte

Er is verschil tussen bodemwarmte en aardwarmte.

Bodemwarmte ontstaat door de zon die de bodem en het water daarin verwarmt. Deze warmte kan tot zo'n 300 meter diepte uit de bodem worden gewonnen. Woningen, kantoren en kassen zijn ermee te verwarmen, onder andere via water-water warmtepompen of warmte-koudeopslag (WKO). Zie meer hierover in bijlage 1.

Aardwarmte – diepe geothermie of ultradiepe geothermie – heeft als bron de hete kern van de aarde. In Nederland zit vanaf 500 meter diepte water dat heet genoeg is om rendabel naar boven te halen. Elke kilometer die we dieper graven, stijgt de temperatuur met zo'n 30 graden Celsius.¹ Het grote voordeel van aardwarmte: het is een constante bron van energie die niet afhankelijk is van zon of wind.

Geothermie en ultradiepe geothermie

Het Platform Geothermie heeft het over geothermie tot een diepte van ongeveer 4 kilometer en noemt onttrekken van heet water uit nóg diepere aardlagen ultradiepe geothermie.² In de zeer anschouwelijke infographic op de pagina hiernaast laten ze zien dat dieper dan 4 kilometer het water een temperatuur van meer dan 120 graden kan hebben. Het onttrekken van dit water maakt

het mogelijk om deze warmte in de industrie te gebruiken. Het Platform Geothermie beschrijft: "Een belangrijk verschil tussen 'gewone' en ultradiepe geothermie (UDG) is dat we veel meer van de Nederlandse ondergrond tussen de 2-3 kilometer weten door alle olie- en gasboringen (>3.000 boringen op land) en veel minder over de ultradiepe ondergrond. Circa zeven boringen waren dieper dan vier kilometer, waarvan de diepste zo'n zes kilometer. Ook technologisch is UDG uitdagender en is er meer innovatie nodig dan bij aardwarmte op geringere diepte."

Geothermie: nu al beschikbaar

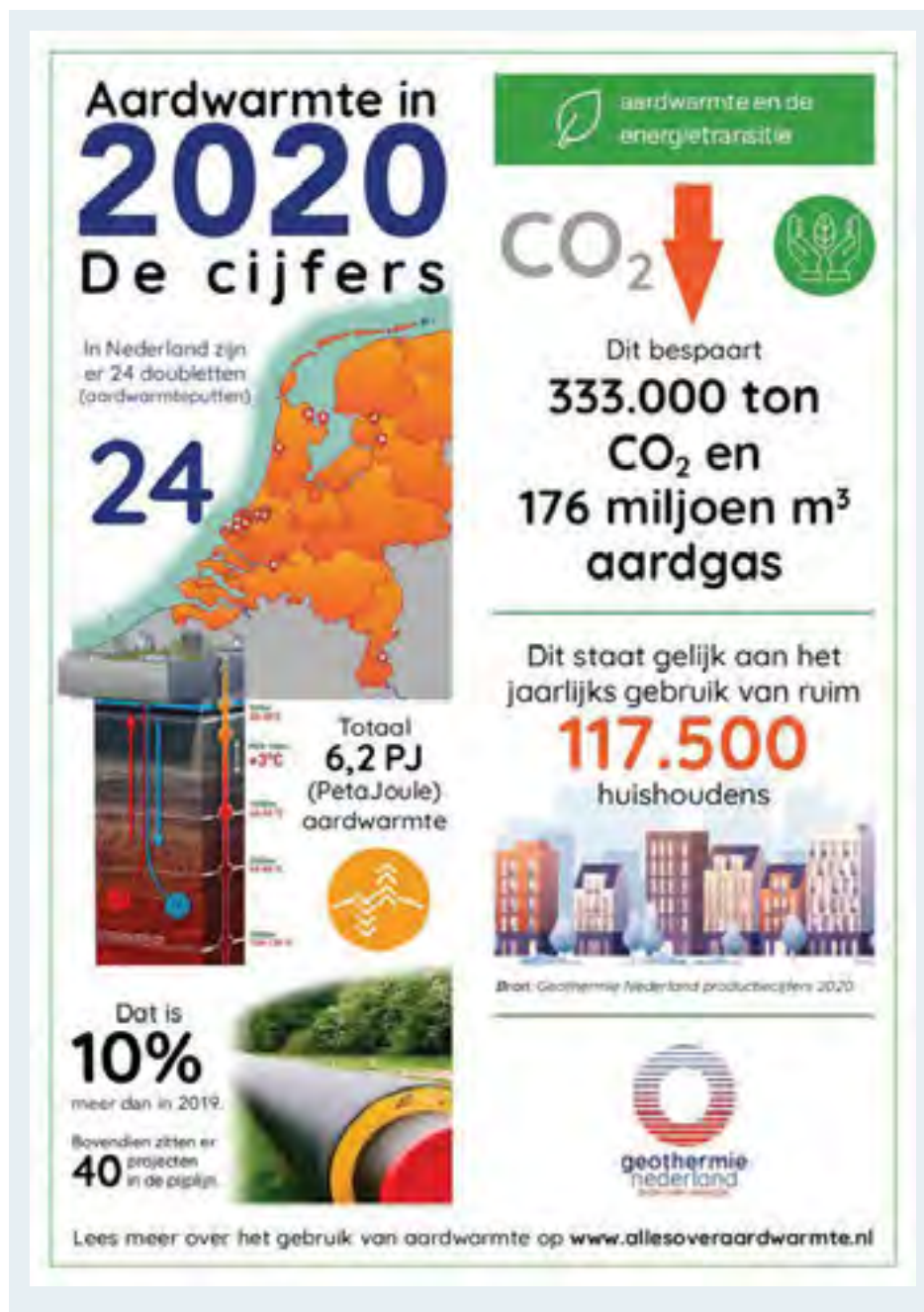
In mei 2020 heeft het Platform Geothermie 22 bestaande geothermieprojecten beschreven, van aardwarmteprojecten in kassen zoals door Ammerlaan Geothermie in Pijnacker en bij Agriport A7 tot het Mijnwaterproject in Heerlen. De cijfers over aardwarmte uit maart 2021 laten zien dat:

- inmiddels 24 aardwarmteputten samen jaarlijks 333.000 ton CO₂ besparen, en
- 176 miljoen kuub aardgas.

Deze geothermische systemen hebben een 'energetische terugverdientijd' van enkele maanden: in die periode is de CO₂ die is veroorzaakt door de benodigde staalproductie, het boren enzovoort, terugverdiend door de besparing op fossiele energie (aardgas).

1. <https://www.milieucentraal.nl/klimaat-en-aarde/energiebronnen/aardwarmte-en-bodemwarmte/>

2. <https://www.geothermie.nl/index.php/nl/geothermie-aardwarmte/wat-is-ultradiepe-geothermie>



Twitterbericht van Geothermie.nl op 30 maart 2021: De productiecijfers van #aardwarmte in 2020 zijn bekend! Er werd in NL 6,2 PJ (PetaJoule) warmte geproduceerd. Dat is 10% meer dan in 2019. De komende jaren verwachten we een grote toename.

Geothermie kan een mooie bijdrage leveren, vooral voor de industrie en in kassen.

In 2020 werd in Nederland 6,2 PJ aardwarmte opgewekt (zie de afbeelding hierboven), 10% meer dan in 2019. Het zou mooi zijn als dit groeipercentage doorzet. Dan kan geothermie een mooie bijdrage leveren aan de duurzame-energievoorziening, vooral in kassen en voor industrie met een grote behoefte aan warm water, en waar mogelijk voor een gezamenlijk warmtenet voor huishoudens. Geothermie is voor alleen woningbouw relatief duur, maar

in oude stadscentra kun je er toch bewust voor kiezen, bijvoorbeeld omdat je er geen warmtepompen wilt. Een andere oplossing in zo'n oude wijk is soms warmte uit water uit de buurt (zie § 1.15 over TEO) of een klein netwerk met groen gas. Op heel veel andere plekken is een warmtepomp een efficiënte oplossing (zie de bijlage over warmtepompen aan het einde van hoofdstuk 3).

Ultradiepe geothermie: nog in de onderzoeksfase

De Green Deal Ultradiepe Geothermie (UDG) is een samenwerkingsverband van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat, het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, EBN, TNO en 7 consortia. Het doel is meer inzicht te krijgen in de kansen van geothermie op meer dan 4 kilometer diepte. In elk project wordt de geschiktheid van de ultradiepe ondergrond onderzocht in combinatie met de bovengrondse warmtevraag.

Tot en met 2019 is een uitgebreid Exploratie Werkprogramma uitgevoerd, met onder meer gedetailleerd geologisch onderzoek en een risico-inventarisatie. De eerste boring wordt op z'n vroegst verwacht in 2021. Binnen het

Naar ultradiepe geothermie loopt nu onderzoek en de potentie is groot.

programma wordt geologisch en technisch uitgebreid onderzocht of en zo ja, waar en hoe veilige ontwikkeling van ultradiepe geothermie mogelijk is. Met behulp van benchmarking worden best practices vastgesteld, die dan voor de hele sector beschikbaar komen. Voorlopig nog veel onderzoek dus, maar ook veel potentie: dit warme water zou zeer geschikt zijn voor industriële processen, bijvoorbeeld in de papier- en voedingsmiddelenindustrie.



De broers Ammerlaan uit Pijnacker zijn van huis uit kwekers van tropische potplanten. Maar sinds ze aardwarmte produceren, hebben ze er onbedoeld een verwarmingsbedrijf bijgekregen. Als The Green Innovator verduurzamen ze nu een stukje Zuid-Holland. En ze helpen iedereen met hun kennis, vertelt Léon Ammerlaan.

Hoe werkt aardwarmte?

‘Vanaf 2.200 meter diepte pompen we zout water van 78°C omhoog. Een warmtewisselaar geeft de warmte daaruit af aan een verwarmingssysteem met zoet water. Het afgekoelde zoute water gaat terug naar beneden, waar het weer kan opwarmen.’

Waarom hebben jullie hiervoor gekozen?

‘Rond 2008 verviervoudigde de gasprijs binnen een halfjaar. Zonne-energie was geen optie, want we hebben verwarming nodig, geen elektriciteit. En een snelgroeiend productiegewas heeft CO₂ nodig, onze planten niet. Zo kwamen we uit bij geothermie. TU Delft had daarvoor de rechten op dit gebied. We besloten tot samenwerking, maar toen de TU het boren uitstelde, zijn we het zelf gaan doen, als eerste sierteeltkweker in Nederland, na een tomatenkweker. In 2010 was de installatie klaar.’

Hoe heeft dat uitgepakt?

‘Toen het doublet door tegenslag stil kwam te liggen, moesten we investeren in een 2e. Dat ging in 2019 in productie. De capaciteit daarvan is 3 keer zo groot, dus de CO₂-besparing is opgelopen tot 25.000 ton per jaar. Ik geloofde én geloof erin, ondanks de tegenslagen. Je moet het gewoon dóén, niet gaan zitten wachten. Naast de stabiele energieprijs is duurzaamheid onze drijfveer. We verkopen planten die CO₂ consumeren en het binnenklimaat reguleren, vooral in kantoren. Al jaren doen we alles biologisch en duurzaam.’

Is jullie initiatief dan wel een succes?

‘Jazeker. We hadden veel warmte over, dus hebben we een school, een sportcentrum, een zwembad, ruim 75 hectare kassen van 28 kwekers en 543 appartementen aangesloten.

Ze betalen minder dan de gasprijs. Wij leggen alle installaties aan. De aanvragen blijven komen. Hopelijk volgt in 2024 de aansluiting op de Warmterotonde, een warmtenet waar een groot deel van Zuid-Holland in één klap mee verduurzaamt.’

Jullie zijn dus een ander soort ondernemers geworden.

‘Klopt, we runnen nu 2 bedrijven: één in aardwarmte en één in potplanten. In het traject heb ik veel geleerd wat je op geen enkele school leert. Nu ik veel met de gemeente en de overheid aan tafel zit, kijk ik anders naar deze instellingen. Zonder samenwerking kom je er niet. Je hebt iedereen nodig: overheden, kennisinstellingen, collega's noem maar op. Allemaal leren we hiervan. Onze kennis vermarkten we niet, die delen we. Dat hoort bij de tuinbouw, in onze sector gooien we elkaars valkuilen dicht.’

Daar kunnen andere sectoren nog wat van leren.

‘De tuinbouwsector is sowieso onderbelicht. Die voldoet allang aan de duurzaamheidscriteria. Als bedrijf zijn wij ook te bescheiden. Bij een tuinbouwprijs in China waar duurzaamheid een criterium was, werden we 3e van de wereld, na een bedrijf dat personeel doorbetaalt bij ziekte en een bedrijf dat water hergebruikt. Wij deden dat al jaren, maar ja, dat hoort niemand. En in 2020 hebben we de EZK Energie Award gewonnen.’

Zijn alle kassen in 2030 van het gas af?

‘De geclusterde kassen wel, maar voor verspreid liggende is aansluiting op aardwarmte te duur. Ik voorzie een andere ontwikkeling: straks liggen de kassen om de stad heen als leverancier van warmte, elektra en duurzaam gekweekte groente en planten. Dat kan in de hele wereld.’

Leon Ammerlaan van The Green Innovator

‘KASSEN GAAN STRAKS DE STEDEN VERWARMEN’

ONZE KENNIS DELEN WE. DAT HOORT BIJ DE TUINBOUW. WE GOOIEN ELKAARS VALKUILEN DICHT.

Leon Ammerlaan

2.2 Energie uit water: TEO, TEA & TED

Ook uit water kan warmte worden gehaald. Men onderscheidt verschillende vormen van thermische energie uit water: uit oppervlaktewater, uit afvalwater (ook riothermie) en uit drinkwater. Ze vormen samen het trio TEO, TEA & TED.

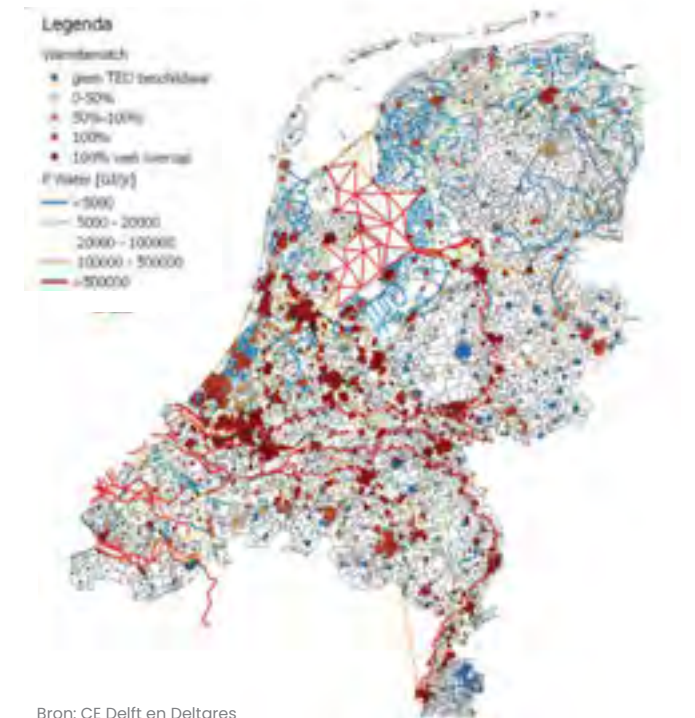
De potentie van deze energiebronnen wordt overschat. In Nederland zou 40% van de bebouwde omgeving warmte kunnen krijgen via thermische energie uit oppervlaktewater (TEO), stellen onderzoeksbureaus CE Delft en Deltares in een rapport.³ Dat mag in theorie kunnen, maar zij rekenen ook met afstanden tot het water van soms vele kilometers. Dat geeft hogere kosten en meer overlast in vergelijking met lucht-water warmtepompen en andere oplossingen. Als je warmte goedkoper uit de lucht kunt halen en daarvoor veel minder leidingen nodig hebt, waarom zou je het dan uit het water halen? Economisch is TEO vaak de duurdere optie, zelfs als het water dicht bij de woning ligt. Wij zien deze techniek in de praktijk dan ook vaak sneuvelen. 40% is in onze optiek veel te optimistisch. Maximaal 20% is onze inschatting en dat zou al een heel mooie bijdrage zijn.

Over TEA en TED staat heel weinig informatie in het genoemde rapport van CE Delft en Deltares en het potentieel daarvan is sowieso klein vergeleken met TEO. Maar alle beetjes helpen, dus als we energie uit afvalwater kunnen halen, dan is dat een mooie bijdrage.

CE Delft en Deltares beschrijven dat de warmtevraag tot 2050 afneemt door een verwachte autonome energiebesparing van 1% per jaar (van 499 PJ naar 349 PJ). Als de warmtevraag per buurt afneemt, wordt het economisch ook minder interessant. Het economisch potentieel van TEO, TEA en TED is volgens het rapport:

TEO: 150 PJ; TEA: 56 PJ; TED: 4-6 PJ

In de praktijk kan het wel eens iets minder zijn.



Bron: CE Delft en Deltares

Geografische weergave potentieel TEO = thermische energie uit oppervlaktewater.

**Thermische energie uit water halen
is vaak duurder en vraagt meer
leidingwerk dan bijvoorbeeld
lucht-water warmtepompen.**



**Energie halen uit rivierwater, ook wel 'TEO',
kan als het water stroomt en minstens 1,5
meter diep is.**

3. <https://www.ce.nl/publicaties/2171/nationaal-potentieel-van-aquathermie>



2.3 Restwarmte benutten

Er zijn veel productieprocessen waarbij warmte vrijkomt die nu onbenut de lucht of het oppervlaktewater in gaat. Dat is zonde, want met die warmte is nog heel veel mogelijk. Het is pure verspilling om die niet te benutten.

Korte kringloop: eigen restwarmte benutten

Industrieën die restwarmte creëren en zelf warmte nodig hebben, kunnen die direct benutten of hun eigen laagwaardige warmte (< 100 graden) met een industriële warmtepomp weer opkrikken tot hogere temperaturen.

Restwarmte zelf niet nodig: dan leveren aan anderen

Als bedrijven, kassen of datacenters veel restwarmte hebben die ze zelf niet kunnen benutten, dan is het zonde om die te lozen. Hiermee kun je een lage temperatuurwarmtenet voeden als er voldoende partijen in de omgeving zijn die daar ook warmte op kunnen zetten. Het zou verplicht moeten zijn om dat te doen, en overheden en hun omgevingsdiensten zouden erop moeten toezien dat dat ook gebeurt. Lage temperatuur restwarmte (30 tot 50 graden) is nog prima geschikt om huizen en kantoren mee te verwarmen.



Volgens *Energie in Nederland 2019* (EBN⁴) komt er bij de opwek van elektriciteit alleen al 166 PJ restwarmte vrij. Hiervan wordt een deel al benut in de kassen.

Warmte uit datacenters en kassen

Nederland telt 291 datacenters⁵ en 4.628 hectare aan glastuinbouw.⁶ We zouden meer vaart moeten maken om de restwarmte hiervan te benutten. Volgens CBS werd gemiddeld 2,7 miljard kWh energie aan datacenters geleverd per jaar, wat gelijk staat aan 9,7 PJ.⁷ Daar komt veel lage temperatuur (LT) restwarmte bij vrij, die benut kan worden in een LT-warmtenet, mits er voldoende afnemers in de buurt zijn.

In Finland zijn datacenters al volwaardige leveranciers van warmte. Dat komt doordat het hergebruik van restwarmte daar wettelijk verplicht is.

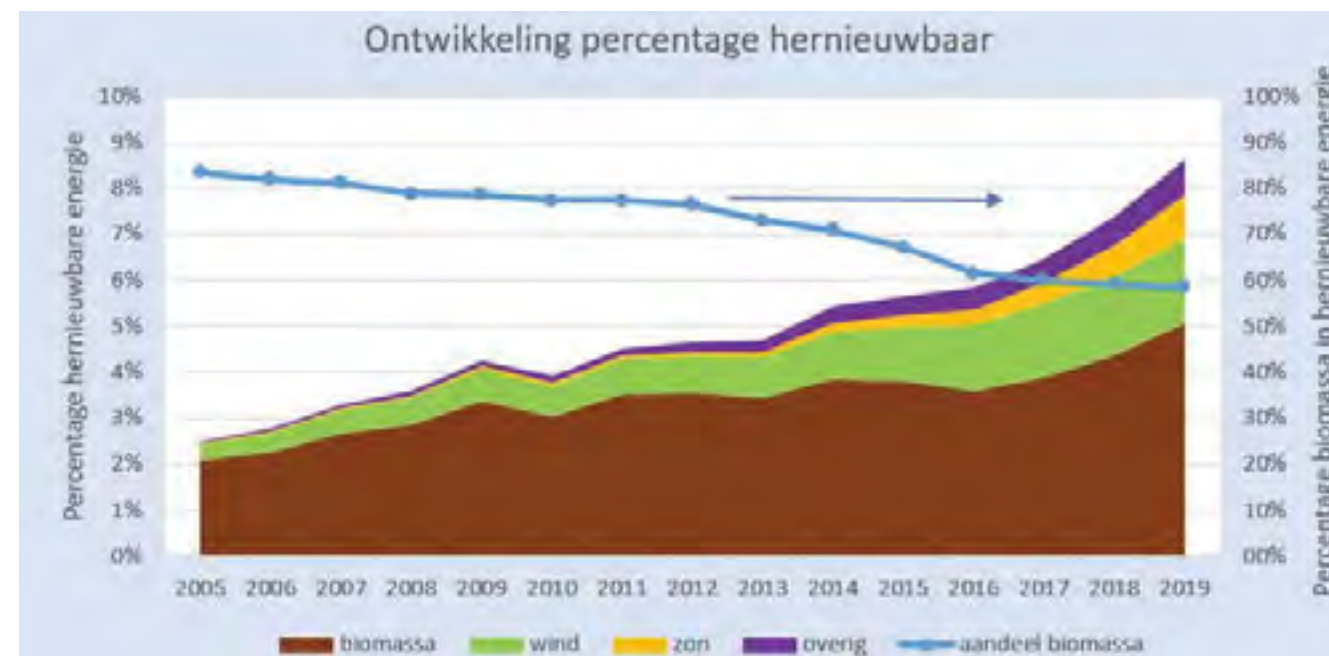
Volgens RVO⁸ is er in Nederland 125 PJ aan restwarmte van 100 graden (hoge temperatuur – HT) en 345 PJ aan restwarmte van middentemperatuur (MT) plus 116 PJ aan restwarmte van lage temperatuur. Samen is dat een theoretisch potentieel van 586 PJ aan restwarmte. Het economisch potentieel is heel veel lager, maar nog steeds aanzienlijk en zeer interessant om te benutten.

4. https://www.ebn.nl/wp-content/uploads/2019/01/EBN_Infographic2019_14JAN19.pdf
 5. <https://www.dutchdatacenters.nl/landgebruik/>
 6. <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/80780NED/table?fromstatweb>
 7. <https://www.cbs.nl/nl-nl/maatwerk/2020/51/elektriciteit-geleverd-aan-datacenters-2017-2019>
 8. <https://rvo.b3p.nl/viewer/app/Warmteatlas/v2>

2.4 Biomassa

Tot slot van dit hoofdstuk het meest heikele onderwerp: biomassa. Nu is biomassa een zeer breed begrip en de meeste discussie gaat over houtachtige biomassa op basis van (reststromen van) bomen. Daar besteden we dus iets meer aandacht aan.

Van alle hernieuwbare energie die we in Nederland opwekken, is het percentage op basis van biomassa met bijna 60% ruimschoots het grootste (zie grafiek). Op ruime afstand volgt wind-energie en weer ruim daaronder zonne-energie en aardwarmte en bodemenergie.



Bron: Martien Visser, lector Energietransitie Hanzehogeschool/Entrance

Met biomassa verbranden
vergroten we de kans
dat we onomkeerbare
processen in gang zetten.



Wat is biomassa?

Biomassa in brede zin is plantaardig en dierlijk materiaal van organische oorsprong. In planten wordt zonne-energie via fotosynthese opgeslagen, waarbij CO₂ uit de atmosfeer wordt gehaald. Dieren zetten plantaardig materiaal om in dierlijke biomassa zoals mest en beendermeel.

Als het over klimaat en energie gaat, wordt biomassa vaak puur benaderd vanuit de potentie voor de energievoorziening. In dat geval zou je deze soorten kunnen onderscheiden:

1. **Residuen uit landbouw, bosbouw en veelteelt ;**
2. **Residuen uit het productieproces** (o.a. agro-industrie en houtverwerkende industrie);
3. **Teelt van biomassa:**
 - I. lignocellulose biomassa: gras en houtachtige gewassen;
 - II. landbouwgewassen: onder meer suikerriet, suikerbiet, tarwe, maïs, gewassen met oliehoudende zaden. Deze teelt valt uiteen in multi-functionele en niet-multifunctionele teelt;
4. **Organisch afval van consumenten** zoals GFT;
5. **Aquatische biomassa,** onder andere algen en wieren.

We gebruiken veel houtige biomassa voor het maken van elektriciteit in kolencentrales, en tegenwoordig ook steeds meer voor warmtenetten om woningen te verwarmen. Vanuit de energiewereld is de redenering vaak: "Als biomassa gebruikt wordt voor de energievoorziening (bijvoorbeeld door verbranding van hout), komt er weer CO₂ vrij, maar nooit méér dan erin de plant of boom eerst is opgeslagen. Dus er komt netto geen CO₂ extra in de atmosfeer." Los van het feit dat in de hele keten wel degelijk netto CO₂ vrijkomt,⁹ miskent deze redenering ook drie belangrijke zaken.

A. De komende 10 jaar zijn cruciaal: elke extra uitstoot zo veel mogelijk vermijden!

De situatie waarin we nu inmiddels zijn beland op het gebied van klimaatverandering, is nijpend. We zouden binnen 10 jaar de uitstoot naar nul moeten brengen om zonder enorme hoeveelheden 'negatieve emissies' onder de 1,5 graad opwarming te blijven. Alles wat we méér uitstoten, zullen we weer meer uit de lucht moeten halen, vooral door heel veel bomen te planten. Dan is het heel irrationeel om juist nu (delen van) bomen te kappen en te verbranden. Daarnaast zijn er 'tipping points' in het systeem, cruciale drempels waar je niet overheen wilt gaan, omdat er dan onomkeerbare processen in werking treden die we koste wat kost moeten voorkomen. Een voorbeeld is het smelten van permafrost waar weer heel veel extra broeigassen bij vrijkomen. Juist als we de komende 10 jaar nog extra uitstoten door het verbranden van houtige biomassa, vergroten we de kans op het overschrijden van tipping points. Het herplanten van bomen is geen oplossing op de korte termijn, omdat het gemiddeld 30 tot 40 jaar kost voordat de CO₂ weer uit de lucht gehaald is. Die tijd hebben we niet meer. We hebben te veel tijd verknoeid.

De redenering zou niet moeten zijn: "De CO₂ is al opgenomen door bomen, dus dan mogen we die nu weer uitstoten", maar: "Als er andere manieren zijn om elektriciteit en warmte te maken zonder uitstoot of met veel minder uitstoot, dan moeten we dat nu doen, want elke CO₂-molecuul erbij in de lucht is er één te veel."

Als er vormen van biomassa zijn die je nu verbrandt en meteen weer herplant, en die dan binnen één of een paar jaar de CO₂ weer uit de lucht halen – zoals eenjarige akkerbouwgewassen of korte omloopbossen van wilg of populier – dan zou dat in deze context van CO₂ nog verdedigbaar zijn, al kun je die gewassen beter voor voedsel en materiaal gebruiken en zijn het geen goede energiegewassen! Maar we gebruiken op dit moment vooral veel houtachtige gewassen zoals pellets gemaakt van resthout van bomen en struiken, waarbij het veel langer dan 10 jaar duurt voordat die na herplanten weer de CO₂ uit de lucht hebben kunnen halen.

De grote energiebedrijven willen houtpellets steeds meer gaan gebruiken om 'bij te stoken' in kolencentrales. Omdat die kolencentrales vanwege het Urgenda-vonnis nog maar zo'n 35% van hun capaciteit mogen gebruiken voor het stoken van kolen, is het geen 'bijstoken' meer, maar worden het eerder biomassacentrales. En die stoten per kWh met biomassa meer CO₂ uit dan met kolen als brandstof, en ook meer fijnstof en stikstof. Juist in deze cruciale 10 jaar is dat zeer onverstandig. Gas veroorzaakt de helft van de uitstoot per kWh. Als je gas gebruikt en daarnaast bomen bijplant, dan doe je meer voor het klimaat dan als je bomen verbrandt en weer bijplant. Dat lijkt voor sommigen wat contra-intuïtief, maar als elke molecuul uitstoot telt, is dit de komende 10 jaar misschien niet zo gek.

9. Vanuit een ketenbenadering betekent het doorgaans dat bij de productie van biomassa wel energie wordt gebruikt voor kappen, transport en verwerking van de biomassa. Vooral als biomassa uit Canada of de VS komt, wordt deze vervoerd met schepen die voorlopig nog op vervuilde stookolie varen. Ook worden voor sommige typen biomassa meststoffen en bestrijdingsmiddelen gebruikt. Voor grassen en bomen wordt in de hele keten voor de productie van energie uit biomassa 5 tot 10% van de energetische waarde van de biomassa-output gebruikt. Voor landbouwgewassen ligt dat percentage hoger. Soms wordt er zelfs evenveel energie gebruikt als er uiteindelijk wordt geproduceerd.

Daarnaast moeten we natuurlijk zo snel mogelijk zon en wind opschalen als bronnen van duurzame elektriciteit en energie besparen. We kunnen echt veel sneller opschalen als we het voorkomen van klimaatontwrichting zouden behandelen met een crisisaanpak in plaats van als een gewoon project.

Zonder subsidies is het niet rendabel om hout te verstoken voor energie. Helaas geeft onze overheid nog tot 2028 SDE subsidies (subsidie duurzame energie) op deze vorm van biomassagebruik, waardoor de verbranding wordt opgeschaald. De pellets die nodig zijn voor de elektriciteitscentrales zijn bijna niet meer aanwezig in Nederland: al onze reststromen zitten al in de huidige biomassacentrales voor warmtenetten. Die pellets worden dus vooral geïmporteerd. Voor verwerking en vervoer is nog eens 5 tot 10% energie nodig (zie voetnoot 33), dus neutraal is het sowieso niet.

Bij reststromen of bepaalde stromen kreupel-hout uit Nederlandse bossen kun je nog redeneren dat een tak snel aangroeit en dan binnen een paar jaar weer CO₂ opneemt. Maar bij grotere delen van bomen geldt dat niet. Nu worden bomen doorgaans niet in hun geheel verbrand. De rechte stammen worden meestal gebruikt voor de bouw of voor meubels, omdat dat meer opbrengt. Dan leg je hout langjarig vast en dat kun je ook zien als een vorm van negatieve emissies. Maar de kromme stammen, de kleine takjes, de toppen, kunnen we daar ook niet beter allerlei materialen zoals papier en spaanplaat van maken dan verbranden? Voordat een boom weer zo groot gegroeid is als hij was, zijn we 20 tot 100 jaar verder, en we hebben al een hogere concentratie broeikasgassen dan we willen. Verbranden is in dit tijdsgewricht echt geen goed idee. We hebben de afgelopen 30 jaar al te weinig gedaan om ons dat nog te kunnen veroorloven.

10. <http://www.klimaatpad.nl/klimaatpunten/dood-hout/>

Bomen herplanten is geen oplossing op de korte termijn. Het kost 30 tot 40 jaar voordat de CO₂ weer uit de lucht gehaald is, en die tijd hebben we niet meer.

Er zijn meer dan 100 aanvragen voor subsidie (SDE) op biomassa, vooral voor biomassacentrales voor warmtenetten. Voor deze extra warmtecentrales op biomassa zijn de reststromen in Nederland op. Als we de biomassa daarvoor uit het buitenland halen, halen we daar grondstoffen weg om hier te verbranden, terwijl we andere mogelijkheden genoeg hebben om onze huizen te verwarmen zonder biomassa en ook zonder gas. Bovendien leidt de relatief inefficiënte verbranding van houtachtige biomassa tot meer uitstoot van schadelijke stoffen, niet alleen broeikasgassen, maar ook fijnstof en stikstofverbindingen. Behalve een hogere milieubelasting – zelfs hoger dan met fossiele energiebronnen – betekent dit ook dat omwonenden van centrales met een slechtere luchtkwaliteit te maken kunnen krijgen. Het inademen van extra fijnstof die vrijkomt bij de verbranding is slecht voor de longen.

B. Ecologische argumenten

Klimaatverandering en de noodzakelijke energietransitie zijn heel lang het domein geweest van vooral veel mensen met verstand van energie. Met als gevolg dat er vaak onvoldoende rekening gehouden wordt met de ecologische kanten van het gebruik van biomassa.

Energie-experts zeggen al snel dat resthout in bossen ook alleen maar rot en daardoor ook uitstoot van broeikasgassen veroorzaakt. Dat is ook zo, maar dat is een heel traag proces. Boomsoorten die langzaam verteren, soms in meer dan 100 jaar, zijn bijvoorbeeld eik en linde. 'Snel' verterende soorten zijn beuk en wilg, die hebben tussen de 25 en 50 jaar nodig.¹⁰

Daarnaast hebben die processen en het rottende hout veel meer functies dan alleen 'energie en uitstoot'. Het dode hout is een plek voor insecten, zwammen, schimmels, vogels en andere organismen om in te wonen, van te eten, eitjes in te leggen en in te broeden.

Het IVN stelt: "Dood hout is noodzakelijk voor een gezond en soortenrijk bos. Voor vele bosorganismen is dood hout van levensbelang, ze zijn er voor hun voortbestaan afhankelijk van. Duits onderzoek heeft uitgewezen dat in een gezond loofbos 5.000 tot 7.000 soorten dieren en planten voorkomen. Daarvan is een derde

afhankelijk van dood hout, als voedingsbron of als nest- of schuilplaats. Denk hierbij aan de specht, het vliegend hert, vleermuizen, maar ook ontelbare insecten- en paddenstoelensoorten. Afgebroken dood hout brengt bovendien heel wat voedingsstoffen in het bos voor de levende bomen en planten."¹¹ Ook hier geldt: hout is meer dan koolstof.

**Hout kun je beter
benutten voor producten
die lang meegaan en zo
CO₂ opgeslagen houden.**



11. <http://www.klimaatpad.nl/klimaatpunten/dood-hout/>



Je kunt natuurlijk zeggen dat productiebossen in Amerika gewoon productiebossen zijn, zonder grote ecologische waarde, en dat je ze ook niet moet beoordelen op hun ecologische waarde. Als er voldoende ruimte is, dan is (extra) productiebos misschien wel beter dan gedegradeerde grond of landbouwgrond waarop veel gif wordt gespoten. Daar zou zeker iets voor te zeggen zijn als het creëren van een markt voor hout voor energie niet grote consequenties zou hebben voor andere bossen (zie de volgende paragraaf). En het hout en de reststromen in productiebossen wil je bovenal benutten voor producten die zo lang mogelijk meegaan en zo dus negatieve emissies vormen.

C. Theorie versus praktijk – ook illegale kap en slecht gereguleerde kap

Stel dat je de 5 tot 10% extra uitstoot door vervoer en bewerking van biomassa houtpellets voor lief neemt en toch houtachtige biomassa wilt gebruiken uit productiebossen, waarvan je accepteert dat die geen ecologische waarde hoeven te hebben. Is biomassa dan toch een goed idee? Sommigen proberen biomassa op die manier als 'transitiebrandstof' te verkopen, totdat er genoeg zon en windenergie is. Maar ook dat is een slecht idee.

Ten eerst hebben we helaas geen 'transitietijd' tijd meer, en voorzieningen voor warmtenetten of kolencentrales om biomassa te verstoren zijn doorgaans niet binnen 10 jaar afgeschreven, dus die zullen langer dan 10 jaar benut worden als het aan de industrie ligt.

Ten tweede levert houtachtige biomassa meer uitstoot op per eenheid energie dan aardgas en zelfs dan steenkool. Dan kun je misschien maar beter gas als 'transitiebrandstof' kiezen – met de helft van de uitstoot van houtige biomassa – en in de tussentijd zon en wind zo snel mogelijk opschalen en zo veel mogelijk bomen bijplanten in plaats van te verbranden.

Maar ook als we die twee argumenten even laten rusten, kunnen we niet negeren dat de praktijk helaas niet zo mooi is als de theorie over de herkomst van biomassa.

In heel Europa en in vele andere landen van de wereld vraagt men nu naar biomassa voor energie. Vaak met de beste bedoelingen, bijvoorbeeld om aan de afspraken van Parijs te voldoen.

Niet alle landen zijn even streng in het zoeken naar gecertificeerde biomassa, dus biomassa die uit goed beheerde bossen komt waar bomen terug worden geplant en waar men rekening houdt met bodem en biodiversiteit. De vraag is zo groot en groeiend vanwege de vele subsidies, dat het voor steeds meer bedrijven – ook in Nederland – loont om zich op deze markt te begeven.

In de praktijk blijkt dat er dan bomen gekapt worden uit bossen waar je dat niet zou willen. Er ontstaan maffioze praktijken en regelmatig moeten mensen die de illegale kap proberen te voorkomen, dit met hun leven bekopen. Dat gebeurt niet alleen in Brazilië, waar vaak gekapt wordt om sojaplantages te starten, maar ook dichterbij zoals in Roemenië, en op vele andere plekken. Misschien krijgen wij in Nederland wel niet de onduurzaamste houtpellets, maar we zijn onderdeel van een markt die vele uitwassen kent en die we samen met alle vragende landen in stand houden.

Als we zouden stoppen met het subsidiëren van biomassa voor kolencentrales en warmtenetten, en als andere landen dat ook doen, dan zou dat de illegale kap laten afnemen. We moeten het niet interessant maken om bossen te kappen om snel geld te verdienen. Onderzoeker Tim Searchinger schreef recent naar aanleiding van een artikel van hem met anderen in Nature: *“To replace just 2% of the world’s fossil fuels with more wood would require doubling the commercial harvest of trees.”*¹² Oftewel: zelfs als we de commerciële houtoogst verdubbelen, kunnen we slechts 2% van de fossiele brandstoffen in de wereld vervangen. Dat laat zien dat we andere oplossingen moeten zoeken dan fossiele brandstoffen vervangen door houtige biomassa.

12. <https://www.nature.com/articles/s41467-018-06175-4>



Conclusies: Wat kunnen we in Nederland met houtachtige biomassa?

1. Om ontwrichtende klimaatverandering te voorkomen, moeten er juist meer bomen en struiken komen. Elke boom telt, dus alles wat de totale hoeveelheid bomen struiken doet verminderen, is geen goed idee. Extra bomen planten is een goed idee, en het is geen excuus om ze later alsnog te verbranden.
2. Bomen planten en kappen om producten van te maken (hout voor huizen of meubels) op een duurzame manier (natuurvolgend bosbeheer zonder vlaktekop) is wel een goed idee. Hierdoor blijven de koolstofatomen in het hout langjarig vastgelegd.
3. Reststromen uit zagerijen eerst benutten om ook weer producten van te maken. Pas in laatste instantie – wellicht na enkele tussenstappen – voor kleinschalige energieopwekking als er niets beters meer van te maken is.
4. Kolencentrales niet op biomassa laten draaien. Zo snel mogelijk opschalen van zonne-energie en windenergie voor duurzame elektriciteit. Als we willen, kan de elektriciteit in 2030 voor 100% uit echt duurzame bronnen geproduceerd worden, zonder biomassa. Tot die tijd liever aardgas dan biomassa. Het gebruik van aardgas compenseren door extra bomen te planten, is een heel goed idee.
5. Warmtenetten niet op biomassa, maar op geothermie of restwarmte van industrieën. En anders huizen verwarmen met allerlei soorten warmtepompen en infraroodpanelen (elektrisch dus).

Andere vormen van biomassa

Biomassa in al zijn gedaanten wil je allereerst gebruiken als voedsel voor mens en dier en daarna om materialen mee te maken. Biomassa als grondstof in de industrie kan een andere hoogwaardige toepassing zijn. Biomassa is niet noodzakelijk als brandstof in de energievoorziening. We kunnen het zonder stellen. Dat gaan we zien in de volgende hoofdstukken.

Huizen kunnen we voorzien van duurzame elektriciteit uit zon en wind, en verwarming kan veelal ook met een warmtepomp of infraroodpaneel op duurzame elektriciteit. Waar (ultradiepe) geothermie gebruikt wordt voor warmte in kassen en industrie, kan soms ook een wijk mee verwarmd worden. We kunnen elektrisch rijden, vaak op een batterij, heel soms op waterstof, beide gevoed door of gemaakt met behulp van duurzame elektriciteit. Kassen en industrie kunnen gebruik maken van aardwarmte en restwarmte, plus industriële warmtepompen.

Dat maakt biomassa niet per se noodzakelijk. Maar soms zijn er reststromen die niet meer benut kunnen worden voor iets hoogwaardigers en dan kan biomassa een kleine bijdrage leveren aan de energievoorziening. Dat is dan regionaal of lokaal, en kleinschalig. Zo haalt bijvoorbeeld afvalverwerker Omrin in Friesland uit de grijze huisvuilzakken nog flink wat groenafval. Dat is vaak van alles en nog wat en het is niet bepaald een monostroom die je makkelijk voor iets anders kunt inzetten. Als daar groengas van gemaakt wordt, voor de eigen vuilniswagens of om lokaal op andere wijze te gebruiken, dan is daar niets op tegen.

Als de waterschappen uit het rioolslib de waardevolle stoffen hebben gehaald en de rest wordt benut om warmte of elektriciteit van te maken, dan kan dat een zinvolle toepassing van reststromen zijn. Ook daar zijn voorbeelden van het verwarmen van lokale panden met die stroom. Daar is natuurlijk niets mis mee.

Mest zou je eigenlijk liever meteen scheiden in een dikke en een dunne fractie ('poep en pies'). De dikke fractie is te benutten als mest op het land, om het gebruik van kunstmest drastisch te verminderen en kringlopen te sluiten. Er is nu gek genoeg een tekort aan dit type mest. De trend is naar minder dieren (ook vanwege te veel stikstof in de natuur) en dus minder mest. De mest die er is, wil je het liefst benutten op het land en zo min mogelijk verbranden, want dan gaan er veel nuttige stoffen verloren.

Het recente SER-rapport *Biomassa in balans* geeft meer inspiratie voor het benutten van biomassa voor andere zaken dan energie.¹³ Urgenda liet zelf een rapport maken over de vraag of biomassa noodzakelijk is voor de energievoorziening. Het antwoord was nee: er zijn voldoende andere duurzame energiebronnen. Die moeten dan ook snel opgeschaald worden.¹⁴

Zelfs als we de commerciële houtoogst verdubbelen, kunnen we slechts 2% van de fossiele brandstoffen in de wereld vervangen.

13. <https://www.ser.nl/-/media/ser/downloads/adviezen/2020/biomassa-in-balans.pdf?la=nl&hash=6E441F5E399C6398278A5B07D28E9146>

14. <https://www.urgenda.nl/over-urgenda/publicaties/>



Golfenergie

Energie uit golven is voorspelbaar en veel constanter dan uit zon en wind. Het Nederlandse bedrijf Teamwork Technology plaatste al in 2004 het eerste systeem voor de Portugese kust, de Archimedes Wave Swing. Met die kennis is er een systeem ontwikkeld voor de Noordzee: Symphony Wave Power.¹⁵ Dit systeem wordt nu met Europese subsidie gebouwd en getest. Vanaf 2022 is het toepasbaar.

Golven ontstaan door wind, waardoor de zeewatermassa constant in beweging blijft. De Symphony is simpel gezegd een soort boei met daarin een pomp die de energie uit die beweging direct omzet in elektriciteit. Vele boeien samen vormen een netwerk. De basis voor het ontwerp is eenvoud, het aantal onderdelen is beperkt. De Symphony is recyclebaar en diervriendelijk. Er is weinig onderhoud nodig en het onderhoud is veel simpeler dan bij een windturbine 150 meter boven water. Units kunnen afzonderlijk uit het water gehaald worden, terwijl het netwerk in productie blijft.

De Symphony kan dicht bij de kust en verder op zee geplaatst worden. De Waddeneilanden kunnen bijvoorbeeld met 50 Symphony's van elk 100 kW zelfvoorzienend worden en zelfs energie exporteren naar het vasteland. Ongeveer om de 30 meter staan dan 2 boeien in een 50 meter brede zeestroom, zo'n 5 meter onder water. Kleine boten kunnen er overheen varen, grote schepen moeten er omheen. Verder uit de kust hebben de golven meer energie en levert de Symphony ook meer elektriciteit. Op de drukke Noordzee is ruimte naast vaarroutes en bij windparken. Een veld Symphony's is zelfstandig inzetbaar, maar werkt ook in combinatie met een windpark en kan tussen de turbines dezelfde faciliteiten en ruimte benutten. De grootste Symphony van 1 MW per boei is toepasbaar in oceanen. Daar kan met de energie bijvoorbeeld waterstof worden gemaakt. De elektriciteit uit de Symphony is nu nog wel duurder dan fossiele, maar in serieproductie is die naar verwachting nog vóór 2030 concurrerend en goedkoper dan fossiele brandstof of kernenergie.

¹⁵. <https://symphonywavepower.com/>



Powerdam: in één keer het 2030-doel halen?

Het stroomverbruik in ons land bedraagt jaarlijks zo'n 113 TWh. Powerdammen kunnen daarvan ruim de helft produceren als CO₂-vrij regelbaar vermogen, volgens de stichting Dynamic Tidal Power (DTP).¹⁶ Met dammen die in zee loodrecht op de stroming liggen, kun je getijdenstroom opwekken. Door de getijden ontstaat voor en achter de dam een waterhoogteverschil van 2 tot 6 meter, afhankelijk van de getijdestroming. In de dam zitten visvriendelijke turbines waar het zeewater doorheen stroomt en die veel elektriciteit opwekken. Het idee leeft al langer, maar nu hebben de TU Delft en het Massachusetts Institute of Technology (MIT) het principe gevalideerd. DTP Netherlands maakt zich sterk voor uitvoering.

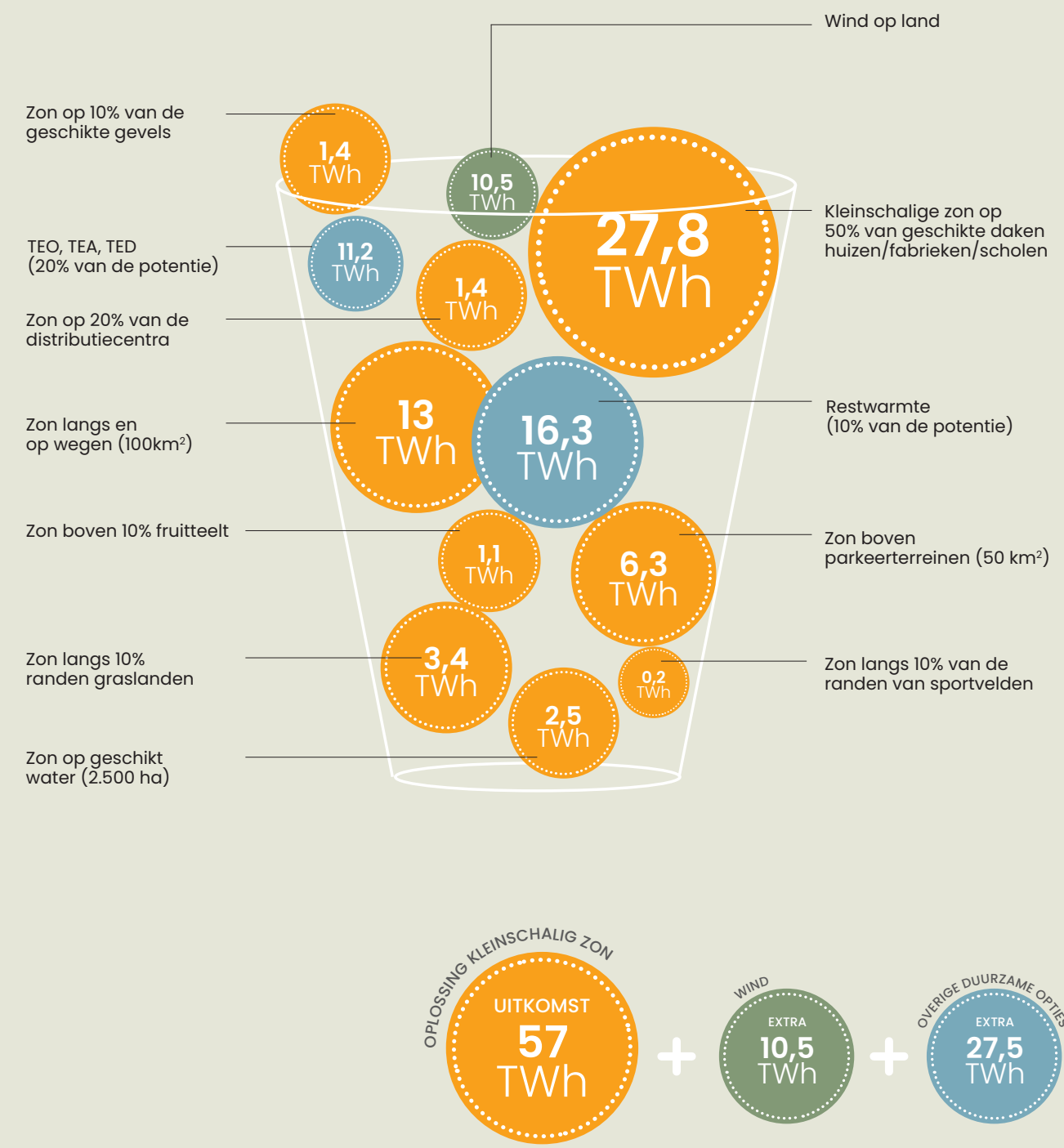
Twee dammen produceren 40 tot 60 TWh zonder CO₂-uitstoot. Hiermee is de doelstelling voor 2030 in één klap gehaald, en de kolencentrales voor de baseload kunnen dicht. Deze technologie past bij de Nederland en levert ook exportmogelijkheden.

De stroomlevering van een powerdam is voorspelbaar, zonder onverwachte pieken en productiegaten. De productie is goedkoop en is te gebruiken als baseload met opslag. Dammen van 50 kilometer kunnen ruim 50 TWh als baseload produceren voor een prijs die op de APX in concurrentie kan worden verkocht, zonder subsidie. Er zijn met DTP veel koppelkansen, zoals mossel- en oesterkweek waarmee volgens WUR met één dam ruim € 45 miljoen omzet te behalen is. De dammen kunnen zo ontworpen worden dat ze ook kraamkamers voor vissen vormen.

De concentratie van duizenden turbines in één dam maakt de kostbare aansluiting op het grid voor dammen een factor 50 tot 100 goedkoper dan het aansluiten van duizenden windturbines op zee. En risico op dure kabelbreuk is er niet.

¹⁶. www.dynamictidalpower.eu

OPLOSSINGEN VOOR ZON EN WIND
OP LAND, VEELAL KLEINSCHALIG
+ EXTRA ANDERE VORMEN VAN DUURZAME ENERGIE



ALLE VORMEN VAN DUURZAME ENERGIE

We kunnen nu het overzicht uit paragraaf 1.10 aanvullen met andere opties. Het huidige totale elektriciteitsverbruik in Nederland is 113 TWh. Dat zal toenemen, aangezien we steeds meer gaan elektrificeren.

KLEINSCHALIG ZON	Potentie in TWh/jr*	Potentie in PJ/jr	CO ₂ -besparing in Mton/jr
Op 50% daken huizen/fabrieken/scholen	27,8	100	15,5
Op 10% van de geschikte gevels	1,4	5	0,6
Langs wegen (100 km²)	13	46,8	7
Boven parkeerterreinen (50 km²)	6,3	22,5	3,5
Boven 10% fruitteelt	1,1	4,1	0,6
Langs 20.253 km sportvelden	0,2	0,7	0,1
Op geschikt water (2.500 ha)	2,5	9	1,4
Langs 10% randen graslanden	3,4	12,4	1,9
Op distributiecentra (dunne-filmpanelen)	1,4	5	0,6
Totaal	57,1	205,5	31,6

WINDENERGIE	Opwek elektrisch TWh/jr	Opwek elektrisch PJ/jr	Besparing CO ₂ Mton/jr
Wind op land; turbines van 3,5 MW (4-5 gemiddeld per gemeente)	10,5	38	5,85

ENERGIE UIT WATER EN RESTWARMTE	Opwek thermisch TWh/jr	Opwek thermisch PJ/jr	Besparing CO ₂ in Mton/jr
TEO, TEA, TED (20% van de potentie)	11,2	40	2
Restwarmte (10% van de potentie)	16,3	58,6	2,9
Totaal (thermisch)	27,5	98,6	4,9

* Afgerond op 1 decimaal.

Er staan nu al genoeg windturbines op land voor 9,7 TWh en er is nog SDE-subsidie voor zeker 11,9 TWh extra verstrekt. Als al die turbines geplaatst worden, leveren ze samen dus 21,6 TWh op. Bijna genoeg voor het Urgenda-scenario van 100% duurzame energie in 2030!



© Branko de Lang

3

GEBOUWDE

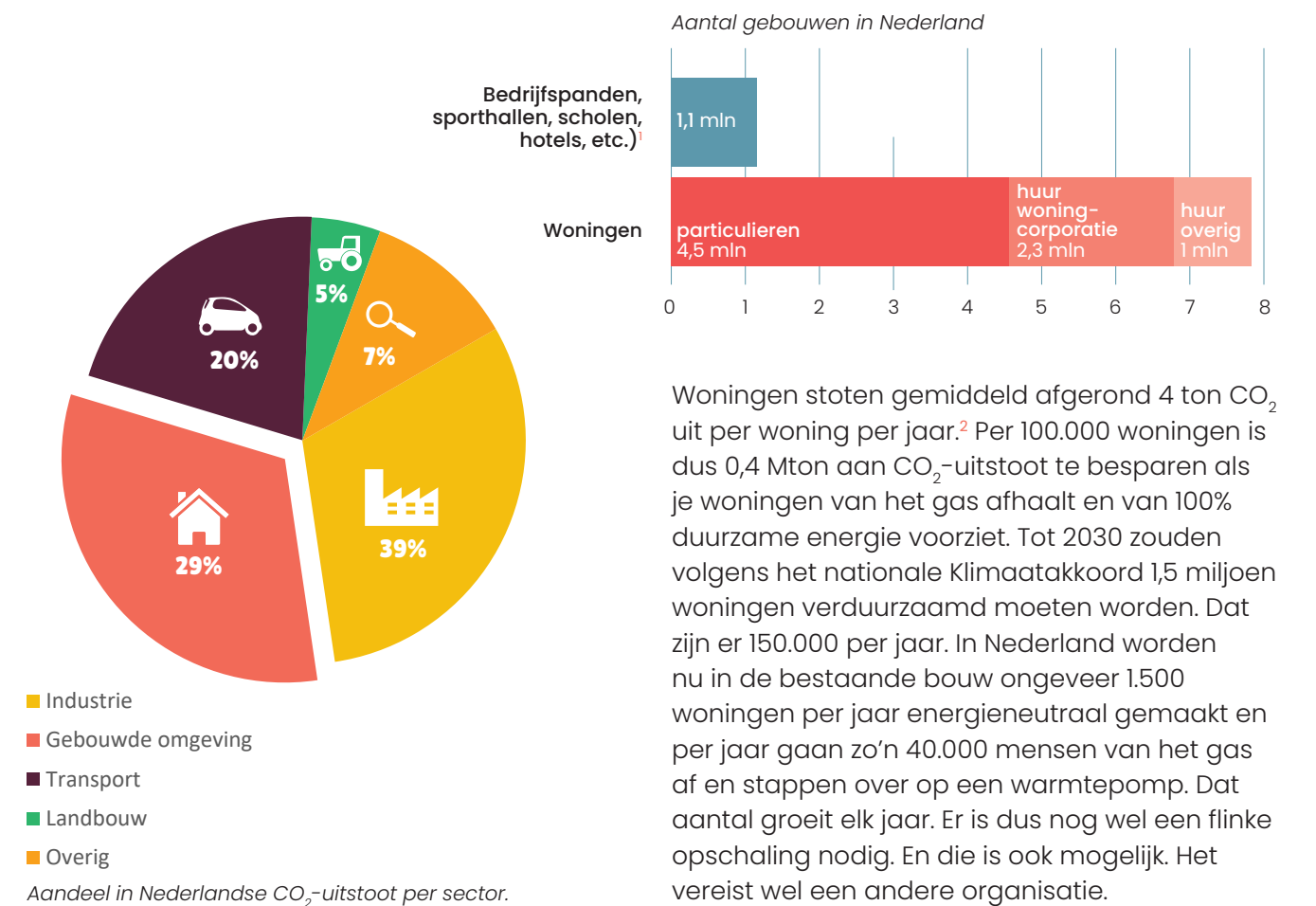
OMGEVING

**ZO VEEL MOGELIJK
ENERGIENEUTRAAL**



Zo'n 30% van alle broeikasgassen in Nederland wordt uitgestoten in de gebouwde omgeving. Dit gebeurt dus door huishoudens en bedrijven. Het is daarmee een belangrijke sector om energie te besparen en meer duurzame energie te gebruiken. In dit hoofdstuk beschrijven we de manieren om de gebouwde omgeving zo veel mogelijk energieneutraal te maken: van het aardgas af en zo veel mogelijk zelf opgewekte duurzame stroom gebruiken. Ook geven we ideeën om in de gebouwde omgeving meer energie te besparen en/of duurzaam op te wekken.

3.1 Aantallen woningen en andere gebouwen



1. <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/81955NED/table?fromstatweb>

2. Milieu Centraal: <https://www.milieucentraal.nl/klimaat-en-aarde/klimaatverandering/wat-is-je-co2-voetafdruk/>

Om ons deel te doen om echt onder de 1,5 graad opwarming te blijven, moeten alle woningen in 2030 aangepakt zijn. Dat kan alleen met een crisisaanpak de komende 10 jaar. Dat is moeilijk en nodig, maar zeker niet onmogelijk. Het zal uiteindelijk ook leiden tot lagere woonlasten. Het tempo kan verschillen, maar de mogelijke oplossingsrichtingen gelden sowieso.

Veel bestuurders worstelen met de vraag hoe we woningen veel sneller kunnen verduurzamen.

Veel overheden en andere partijen die betrokken zijn bij Regionale Energie Strategieën, maar ook veel burgers, worstelen met de vraag hoe ze de woningen in Nederland moeten verduurzamen en hoe dat veel sneller kan dan nu. Allereerst maar het WAT, want de oplossingen buitelen over elkaar heen. Daarna het HOE, de aanpak.



OPLOSSINGEN

In grote lijnen zie je in de gebouwde omgeving twee typen oplossingen:

1. **Collectieve oplossingen:** dit gaat over oplossingen voor 10 tot 10.000 woningen tegelijkertijd. Dit gaat doorgaans over warmtenetten, die gebruik kunnen maken van water van lage tot heel hoge temperaturen. En soms over het gebruik van groen gas of waterstof in het bestaande gasnet.
2. **Individuele oplossingen:** dit zijn oplossingen per huis. Het betekent doorgaans dat een huis vooral duurzame elektriciteit gebruikt als energiebron voor een warmtepomp of een infraroodpaneel.

Bestuurders willen het liefst hele wijken of grote groepen bewoners tegelijkertijd helpen met verduurzamen. Deze collectieve oplossingen hebben echter vaak veel meer voeten in aarde (veel tijd, logistiek ingewikkeld, hoge investeringskosten), terwijl de individuele oplossingen vaak sneller te realiseren zijn en voor bewoners doorgaans ook goedkoper uitpakken. Er zijn heel veel mogelijkheden. Die schetsen we hier en in de bijlage bij dit hoofdstuk.



COLLECTIEVE OPLOSSINGEN

3.2 Allerlei soorten warmtenetten

Warmtenetten zijn er in vele soorten en maten. Er zijn kleine warmtenetjes die gebruik maken van restwarmte of van een lokale energiebron, zoals uit stromend water uit de buurt. Vaker gaan de discussies over grote warmtenetten met een grotere eigen energiebron. Voorheen waren dat vooral warmtenetten die draaiden op aardgas waarmee het water werd verwarmd dat naar de huizen stroomde. Tegenwoordig denkt men vaak aan warmtenetten die het water verwarmen door het verbranden van houtige biomassa. Het gemiddelde warmteverlies bij transport in zo'n warmtenet becijferde het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) recent op 26%.³ Een warmtenet is alleen helemaal duurzaam als de gebruikte energiebron duurzaam is.

Niet-duurzame bronnen voor een warmtenet

Niet duurzaam zijn:

- een warmtenet op fossiel aardgas;
- een warmtenet op houtige biomassa (zie § 1.17 voor meer nuance);
- een warmtenet op restwarmte uit een fabriek die draait op fossiele bronnen (aardgas, aardolie, steenkool). Dit is niet duurzaam en houdt een onduurzame fabriek soms lang in stand door er een warmtenet aan te koppelen (lock-in).

Een warmtenet is alleen helemaal duurzaam als de gebruikte energiebron duurzaam is.

3. Zie advies PBL (2020): Uitfasering houtige biograndstoffen voor warmtetoepassingen, noot 9, p. 18.
<https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2020-advies-uitfasering-houtige-biograndstoffen-voor-warmtetoepassingen-4303.pdf>

Warmtenetten creëren soms een lock-in



Een vorm van lock-in zie je bij de Amercentrale in Geertruidenberg. Deze kolencentrale draait nu vooral op houtige biomassa, waarmee warmte wordt gemaakt voor 37.000 huizen in Tilburg en Breda. In 2023 gaat 2/3 van alle gebruikte houtpellets in Nederland (3,5 PJ) naar deze centrale.⁴ Men stelt dat die niet meer stopgezet kan worden, omdat dan al die mensen in de kou zitten. Maar totdat er andere oplossingen zijn, zou deze centrale ook op aardgas kunnen draaien. Dat vereist natuurlijk een verbouwing, maar veroorzaakt maar de helft van de uitstoot ten opzichte van houtige biomassa. Een centrale op diepe geothermie zou natuurlijk beter zijn. De komende 10 jaar zijn cruciaal om niet over allerlei 'tipping points' heen te gaan, waarna herstel niet meer mogelijk is. Elke ton uitstoot van broeikasgassen telt dan, dus ook de CO₂ die vrijkomt bij het verbranden van hout. Helaas, maar waar.

Duurzame bronnen voor warmtenet

Wel duurzame bronnen voor een groter warmtenet kunnen zijn:

- diepe of ultradiepe geothermie
- restwarmte uit bedrijven die behoren tot de economie van de toekomst.

Duurzame bronnen voor kleinere warmtenetten zijn allerlei vormen van water, zoals:

- water uit een stromende sloot, rivier of kanaal dat diep genoeg is, ook wel TEO (thermische energie uit oppervlaktewater, zie § 2.2)
- water uit het riool, ook wel riothermie of TEA (thermische energie uit afvalwater, zie ook § 2.2)
- water uit een gesloten of open (WKO) bodembron
- water uit collectieve dry-coolers.

In bovengenoemde 4 gevallen moet het water nog verder opgewarmd worden door een collectieve of individuele warmtepomp.

De komende 10 jaar zijn cruciaal om niet over 'tipping points' heen te gaan, waarna herstel niet meer mogelijk is.



Als een kas diepe geothermie gaat gebruiken, kunnen omliggende woningen profiteren van de overschotten aan energie die naar boven wordt gehaald.

Verschillende warmtenetten

Warmtenetten op hoge temperaturen (80-200 graden)

Een duurzame bron van een warmtenet kan diepe aardwarmte zijn, ook wel diepe of ultradiepe geothermie (zie §2.1 over aardwarmte). Maar dit is niet goedkoop: niet voor de bewoner en ook niet per ton vermeden CO₂.⁵ Het is niet heel logisch om warmte met zulke hoge temperaturen (80 tot 200 graden, afhankelijk van de diepte) tegen zulke hoge kosten naar boven te halen alleen voor een woonwijk waar mensen hun huis verwarmen op 20 graden. Het is een dure oplossing, die zeker in de nieuwbouw niet nodig is. Het lijkt logisch om bij diepe en ultradiepe geothermie

altijd combinaties te maken, bijvoorbeeld van industrie en woonwijken.

Als een papierfabriek warmte gaat halen uit diepe geothermie, kan het logisch zijn om overschotten te geven aan de buurt en een warmtenet aan te leggen voor woningen die van die overvloedige warmte mee profiteren.

Warmtenetten op diepe of ultradiepe geothermie leveren hoge temperaturen, net als een cv-ketel, waardoor er verder in huis niet zo veel veranderd hoeft te worden. Dat is een voordeel.

4. PBL (2020), Advies uitfasering houtige biograndstoffen voor warmte toepassingen, p. 18.

5. PBL (2020). Advies uitfasering houtige biograndstoffen voor warmte toepassingen, p. 47: De productiekosten per ton vermeden CO₂ voor diepe geothermie (vermogen 24 MW) zijn € 191. Voor houtpellets zijn die kosten nog hoger: meer dan € 200.

Tot nu toe zijn er slechts 2 (bijna) gerealiseerde projecten met diepe geothermie: in Den Haag en in Leeuwarden. In Den Haag werden de bronnen al veel eerder geboord, maar zijn de huizen pas in 2021 aangesloten. Alles bij elkaar heeft dat project ongeveer 10 jaar geduurd.⁶ In Leeuwarden is men ook al 8 jaar bezig en daar is nog niets aangesloten op de diepe aardwarmte. Bij dit project wordt in 2021 de eerste bron geboord. Uiteindelijk zullen daar ook het ziekenhuis en grote kantoren worden aangesloten.⁷ Het PBL verwacht dat dit in de toekomst in 5 tot 8 jaar kan.

Gezien de kosten lijkt het logisch om bij ultradiepe geothermie combinaties te maken, bijvoorbeeld van industrie en woonwijken.



Warmtenetten op lagere temperaturen (20 – 55 graden)

Er zijn ook warmtenetten die warm water van minder diep halen of die laagwaardige restwarmte van bedrijven gebruiken. Die warmte is vaak tussen de 20 en 55 graden. Die temperatuur is lager dan die van een cv-ketel. Er is dan nog een boosterwarmtepomp nodig voor warm water en altijd voldoende warmte. Het voordeel is dat de radiatoren hierbij niet altijd hoeven te worden vervangen. Er is ook geen buiten-unit, dus er is buiten geen geluid van een warmtepomp. Een voordeel voor netwerkbedrijven is dat er minder elektriciteit nodig is. Dit type warmtenetten is voor bewoners relatief duur.⁸ En om het rendabel te maken voor de warmteleverancier, kun je de bewoners eigenlijk geen keuzevrijheid meer geven, want als er te weinig huizen aangesloten worden, loont het niet. Dat stuit veel mensen tegen de borst.

Warmtenetten op koud water (tot 10–20 graden)

Netten op koud water zijn vaak kleinschalige netten van 10 tot enkele tientallen woningen, waarbij koud water de huizen in wordt geleid en daar ter plekke verder opgewarmd wordt met behulp van een water-water warmtepomp voor de verwarming en soms een elektrische boiler voor warm douchewater. Hieronder vallen ook 'TEO en TEA' (thermische energie uit oppervlaktewater en uit afvalwater, zie § 2.2) en vele andere creatieve oplossingen die we recent zien verschijnen.

Dit soort kleine warmtenetten is vaak per huis iets duurder, maar voorkomt dat iedereen een buiten-unit in de tuin heeft die geluid maakt. De ontwikkelingen zijn hier in volle gang, dus het is moeilijk om alle opties over één kam te scheren.



Een eerste vergelijking tussen verschillende oplossingen

In het rapport over de Van der Pekbuurt in Amsterdam⁹ worden verschillende typen warmtenetten op verschillende temperaturen met elkaar vergeleken. Bij de netten op lagere temperaturen is er sprake van een collectieve warmtepomp die de temperatuur naar 50 graden (midentemperatuur, MT) of naar 40 graden (lage temperatuur, LT) brengt. Bij een net van 15 graden dat warmte aan het oppervlaktewater onttrekt, krijgt ieder huis een warmtepomp binnen om de temperatuur op te krikken.



Foto: Stadarchief Amsterdam

6 <https://haagse aardwarmte.nl/>

7. <https://warmtevanleeuwarden.nl/>

8. https://amsterdam.raadsinformatie.nl/document/8609301/1/2_-_Warmtescenarios_vanderPekbuurt_v04

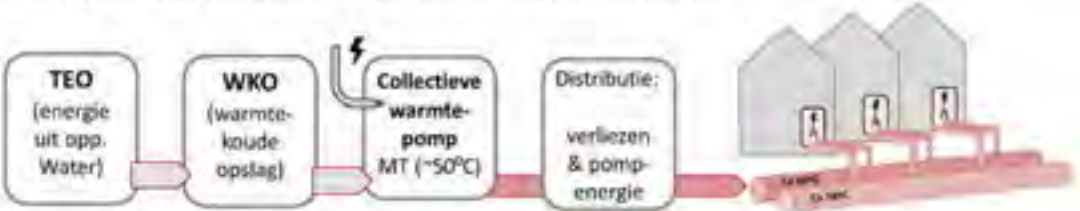
9. EnergyGO, TU Delft en Waternet (2020). Op weg naar een aardgasvrije Van der Pekbuurt, p. 31.

https://amsterdam.raadsinformatie.nl/document/8609301/1/2_-_Warmtescenarios_vanderPekbuurt_v04

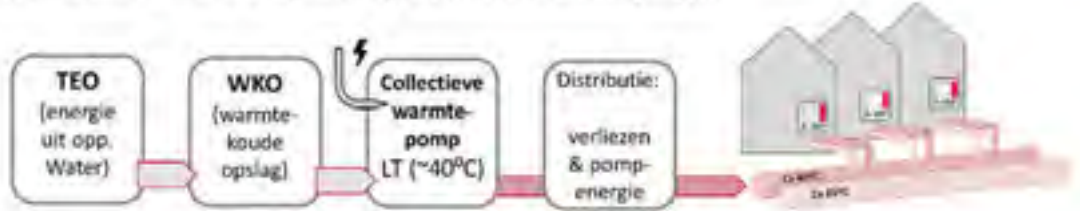
Scenario A: Hoge temperatuur stadswarmtenet (> 70 °C) geleverd door Westpoort Warmte.



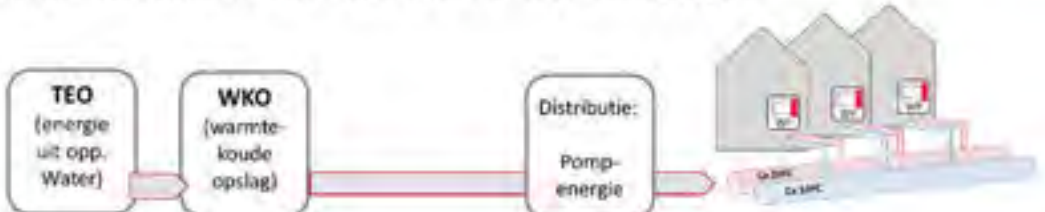
Scenario D: Warmtenet van 50°C met TEO, WKO en buurtwarmtepompen.



Scenario E: Warmtenet van 40°C met TEO, WKO en buurtwarmtepompen.



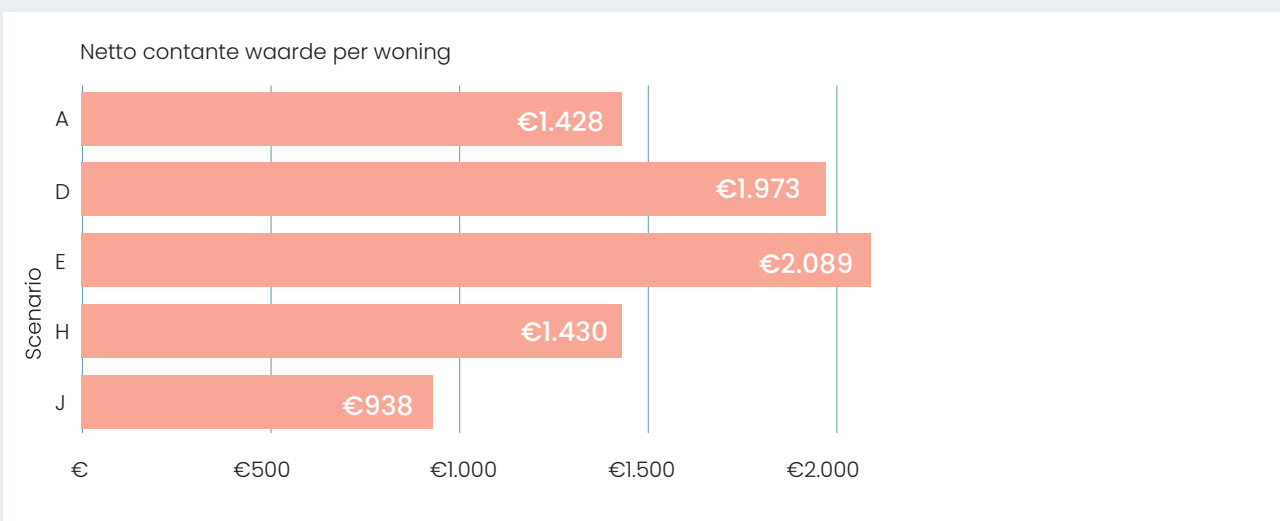
Scenario H: Warmtenet van 15°C met TEO, WKO en individuele warmtepompen.



Scenario J: Individuele optie met lucht/water warmtepomp



Verschillende scenario's voor warmtelevering in de Van der Pekbuurt



Voor de financiële analyse in het rapport over de Van der Pekbuurt is een berekening gemaakt van de total-cost-of-ownership (TCO) die leidt tot een netto contante waarde per woning per jaar. Die vormt een benadering van de toekomstige jaarlijkse kosten voor de gebruikers.

In het rapport over de Van der Pekbuurt worden ook de kosten voor de bewoners vergeleken tussen een aantal warmtenet-oplossingen en de all-electric oplossing met een lucht-water warmtepomp. In verschillende buurten kunnen vergelijkingen verschillend uitpakken, de resultaten gelden dus in deze buurt in Amsterdam. Meer onderzoek is aan te bevelen om algemenere conclusies te kunnen trekken.

Scenario A tot en met H zijn verschillende typen warmtenetten (zie de figuur met de scenario's), en scenario J is de all-electric oplossing. Die laatste is voor de bewoners een stuk goedkoper.¹⁰

Voor bewoners worden andere oplossingen dan warmtenetten steeds goedkoper en gunstiger.

Er is een sterke lobby van bedrijven die graag grote warmtenetten willen slijten. En het idee leeft dat een warmtenet 'grote stappen, snel thuis' is. Maar als het 5 tot 10 jaar kost om zo'n net te realiseren, is het maar zeer de vraag of je wel zo snel thuis bent met een warmtenet. Een warmtenet op houtpellets heeft niet veel draagvlak meer en is duur – zeker als na 2028 de subsidies stoppen – en is ook niet duurzaam. Diepe geothermie is relatief duur en de realisatie duurt lang. Het voordeel van MT- en HT-netten is dat alle woningen geschikt zijn om aan te sluiten zonder verdere aanpassingen in huis. Dit is dus een optie om gemengde wijken en bestaande bouw geheel van het aardgas af te halen zonder de woningen van nieuwe radiatoren of dubbel glas te hoeven voorzien. Voor een warmtenet is ook minder elektriciteit nodig dan bij individuele warmtepompen. Daardoor beperk je de vraag naar stroom en hoeft het netwerkbedrijf minder aan te passen, zolang niet iedereen zonnepanelen neemt.

10. https://amsterdam.raadsinformatie.nl/document/8609301/1/2_-_Warmtescenarios_vanderPekbuurt_v04 p. 5.



Warmtenetten profiteren niet van innovatie: je legt je voor 30 jaar vast

Een groot nadeel van grootschalige warmtenetten is dat de warmteleveringscontracten vaak voor 30 jaar worden getekend, en die netten blijven waarschijnlijk daarna ook wel liggen. Dat is logisch vanuit de partij die zo'n net aanlegt, want het duurt vaak minstens 15 jaar voordat er überhaupt winst gemaakt wordt, en dan alleen nog als er voldoende huishoudens op aangesloten blijven. Voor mensen is het niet fijn om gedwongen te worden aangesloten, want er zijn vaak goedkopere oplossingen, zeker in de toekomst.

De warmtenetten die eenmaal liggen, profiteren daarna niet meer van kostendaling door innovaties, want de bron is al geboord of aangelegd, de pijpen liggen al in de grond en de meeste kosten zijn gemaakt voor zeker 30 jaar. Als het een warmtenet is dat draait op houtige biomassa, is de kans groot dat de kosten alleen maar oplopen door toenemende druk op deze markt. Dit in tegenstelling tot de markt voor individuele all-electric oplossingen, waar continu nog innovatie plaatsvindt. Er komen steeds meer soorten warmtepompen, die minder geluid maken en minder ruimte innemen en goedkoper worden. Voor bewoners worden andere oplossingen dan warmtenetten steeds goedkoper en gunstiger.

3.3 Een andere collectieve oplossing: groen gas

Soms is een individuele oplossing niet mogelijk of niet gewenst, zoals misschien in een binnenstad met veel monumenten. Dan kan een klein netwerk voor groen gas ook nog een oplossing zijn. Er is niet voldoende groen gas in Nederland om al het aardgas te vervangen, maar kleine lokale netten kunnen eventueel wel op groen gas als all-electric oplossingen echt onmogelijk zijn. De oplossing met groen gas voor deze specifieke panden en locaties heeft het voordeel dat je de bestaande radiatoren kunt behouden en geen afgiftesysteem voor lage temperatuur (LT) met vloerverwarming of speciale radiatoren hoeft aan te leggen.

Kleine lokale netten kunnen eventueel wel op groen gas als all-electric oplossingen echt onmogelijk zijn.

In het Klimaatakkoord heeft de groengassector het streven uitgesproken om 70 PJ (19,4 TWh) aan groen gas te produceren in 2030. Dit streven is gebaseerd op een lijst met projecten die optellen tot 70 PJ: circa 25 PJ (7 TWh) vergisting, 5 PJ (1,4 TWh) thermische vergassing en 40 PJ (11 TWh) superkritische vergassing in 2030.¹¹ Met de wens voor kringlooplandbouw en een biobased economy is het maar zeer de vraag of zo veel vergisting ooit geleverd gaat worden, en superkritische vergassing staat nog in de kinderschoenen. We betwijfelen ten eerste dat dit in de gebouwde omgeving een betaalbare en reële oplossing wordt. Wij verwachten hier en daar een kleinschalig project met groen gas, maar denken zeker niet dat dit een belangrijk deel van de gebouwde omgeving gaat vergroenen.

11. https://www.tweedekamer.nl/kamerstukken/brieven_regering/detail?id=2020Z05796&did=2020D12111

INDIVIDUELE OPLOSSINGEN

3.4 Elektriciteit als belangrijkste bron (all-electric)

Nieuwbouw

All-electric meestal goedkoper dan warmtenet

In nieuwbouwwijken is het makkelijk om huizen te bouwen die meer dan voldoende geïsoleerd zijn en zodanig gericht zijn op de zon dat beide kanten van de daken (oost en west) goed zon vangen. Overheden zouden in de toekomst moeten verplichten dat beide kanten van het dak maximaal volgelegd worden met zonnepanelen in plaats van dakpannen. Bij zulke huizen is een warmtenet veel te duur voor de bewoners en volstaat een all-electric oplossing: energie uit elektriciteit, met een warmtepomp voor verwarming en warm water (zie de bijlage bij dit hoofdstuk voor meer over warmtepompen). Koken gebeurt op inductie.

Op doorsnee nieuwe rijtjeshuizen hoeven nog maar 15 zonnepanelen om stroom te leveren voor het huishoudelijk gebruik en de warmtepomp. Als er meer op passen, kunnen die stroom leveren voor de elektrische auto.¹²

Bij de nieuwbouw van hoogbouw, dus niet-grondgebonden woningen, is een collectieve water-water warmtepomp en vloerverwarming in de woningen mogelijk, plus een individuele warmtepompboiler voor warm (douche)water.



Duurzame nieuwbouw wordt de norm.

12. Vertel bewoners dat ze bij het gebruik van ledlampen en zuinige apparaten de energierekening naar nul terug kunnen brengen, minstens tot 2023. Of dat daarna nog kan, hangt af van de mogelijkheid van salderen, de extra besparingsmogelijkheden en van de prijs van energieopslag.

NIEUWE RIJTJESHUIZEN HOEVEN NOG MAAR 15 ZONNEPANELEN OM STROOM TE LEVEREN VOOR HET Huishoudelijk GEBRUIK EN DE WARMTEPOMP.

Bestaande bouw

Voor de meeste bestuurders is het verduurzamen van de bestaande bouw de grootste puzzel.

Op plaatsen waar al een warmtenet ligt, is die investering al gedaan. Dan is het logisch om te kijken of dat net verduurzaamd kan worden met een duurzame bron, zoals geothermie of restwarmte van een bedrijf dat hoort bij de circulaire economie van de toekomst. Kan dat niet, dan is op den duur uitfasen en overstappen naar andere oplossingen toch duurzamer. Dat hoeft dan niet meteen, maar zodra er veel nieuwe investeringen nodig zijn, zou men zeker een all-electric oplossing naast een warmtenet oplossing moeten zetten.

Voor de meeste
bestuurders is het
verduurzamen van de
bestaande bouw
de grootste puzzel.



All-electric

Onder de noemer all-electric vallen de huizen die van het aardgas af gaan en niet op een warmtenet worden aangesloten. De bewoners gaan elektrisch koken (inductie) en krijgen verwarming en warm water uit oplossingen op elektriciteit, zoals warmtepompen en infraroodpanelen. Als er voldoende zonnepanelen op het dak kunnen (20 tot 22), kan zo'n huis op jaarbasis zelfs alle benodigde elektriciteit opwekken en energieneutraal worden.

In veel studies van de afgelopen jaren over de gebouwde omgeving of over warmtenetten en/of biomassa in relatie tot de gebouwde omgeving wordt de all-electric oplossing ten onrechte afgeserveerd. In de studie van de Van der Pekbuurt is all-electric in elk geval wel serieus onderzocht (zie pag. 86 en 87 voor een vergelijking van verschillende warmte-oplossingen).

Verderop gaan we in op de vraag of het elektriciteitsnetwerk het wel aankan en welke rol netwerkbbedrijven zouden moeten spelen. Maar eerst even de oplossingen op een rij. Deze oplossingen worden in detail besproken in de bijlage bij dit hoofdstuk. Daar zijn veel praktijkervaringen van Thuisbaas in verwerkt van 9 jaar huizen energieneutraal maken.

Warmtepompen, vele soorten en maten

Warmtepompen zijn enorm efficiënte apparaten, omdat ze met 1 energie-eenheid IN wel 2 tot 4 energie-eenheden UIT kunnen leveren. Die factor noemen we de COP (Coefficient of Performance). Hoe hoger de COP, hoe efficiënter. Bij een cv-ketel spreken we meestal niet over een COP, maar als je het vergelijkt met een warmtepomp, dan heeft een cv-ketel een COP van 0,9, want 1 eenheid energie IN geeft 0,9 eenheid energie UIT.

COP en SPF

Voor de technisch geïnteresseerden onder de lezers: meestal spreken we in projecten over de SPF in plaats van over de COP. De SPF (Seasonal Performance Factor) houdt rekening met alle energie die nodig is om een systeem te laten functioneren, zoals een extra pomp, kleppen en regelingen. De SPF is een gemiddelde over een heel jaar. De waarden die we hierna noemen, zoals SPF 4,0 voor een water-water warmtepomp en SPF 3,2 voor een lucht-water warmtepomp, zijn typische SPF-waarden die je ziet in de praktijk. De COP is een waarde die hoger is en per temperatuurgebied varieert. Je hoort mensen vaker praten over de COP dan over de SPF.

Warmtepompen zijn veel efficiënter in het opwekken van warmte dan gasketels. Sommige warmtepompen kunnen met 1 kWh elektriciteit 4 kWh warmte maken (COP = 4). Als je het (huidige) gemiddelde rendement van de elektriciteitsopwekking (0,5) meerekent, dan is het rendement van een warmtepomp 200% op primaire energie. Bij een HR-gasketel is dat gemiddeld 90%.

Het gebruik van een warmtepomp is dus vanuit het hele energiesysteem gezien gunstig, omdat er minder energie nodig is wanneer huizen warmtepompen gebruiken dan wanneer huizen gas gebruiken. Hier moet je zeker ook kijken naar het gebruik van primaire energie in de elektriciteitscentrale (zoals aardgas). Als je dat meerekent, is het gemiddelde rendement van een warmtepomp circa 150 tot 200% en dat van een moderne HR-cv-ketel circa 90%.

Een warmtepomp heeft een veel hoger rendement dan een cv-ketel.



Er zijn drie hoofdsoorten warmtepompen:

1. **Water-water warmtepompen**, in 3 typen:
 - a. gebruikt water uit de bodem
 - b. gebruikt water uit stromend water in de buurt, ook wel aquathermie/TEO
 - c. Haalt warm water van het dak via PVT-panelen die ook elektriciteit leveren
2. **Lucht-water warmtepompen**
3. **Lucht-lucht warmtepompen**; airco's die ook kunnen verwarmen

In de bijlage Warmtepompen bij dit hoofdstuk leggen we de verschillen uit tussen deze verschillende typen warmtepompen (en infraroodpanelen), die we samenvatten in de tabel die volgt. Heel kort door de bocht:

- **Water-water warmtepompen** zijn efficiënt, maar voor de bewoner relatief duur. Ze lijken daardoor geschikter voor grote huizen of voor mensen die niet op de kleintjes hoeven te letten en liever geen buiten-unit en geen geluid in de tuin willen.

- **Lucht-water warmtepompen** zijn financieel een mooie oplossing voor grondgebonden woningen (laagbouw), zowel voor de verwarming als voor warm water. Als er 20 tot 22 zonnepanelen op het dak passen, is deze oplossing ook vaak kostenneutraal: de maandlasten gaan niet omhoog. De buiten-unit maakt wel geluid.
- Zowel **lucht-lucht warmtepompen** als **infraroodpanelen** kunnen goede oplossingen zijn voor de verwarming van appartementen en kleinere flats. Het voordeel van lucht-lucht warmtepompen is dat die ook kunnen koelen: onder een plat dak in de zomer is dat een voordeel. Er moet een elektrische boiler of elektrische geiser (instant heater) bij voor het warme water. Zo kunnen appartementen relatief betaalbaar van het gas af.
- Een **hybride warmtepomp** gebruikt nog steeds aardgas voor warm water en voor verwarming als het buiten kouder wordt dan 5 graden. In de praktijk betekent dit dat een huishouden 50 tot 60% van de tijd nog steeds de aardgasketel gebruikt en niet de veel zuinigere warmtepomp. In theorie gebruiken deze hybride systemen 70% minder aardgas, maar in de praktijk klopt dat helaas niet voor het totaal. Voor het verwarmen van water (zoals voor douchen) is sowieso nog aardgas nodig, en als het in huis te koud wordt, springt de aardgasketel aan en gaat de warmtepomp uit. Daardoor blijft de energierekening veel hoger dan noodzakelijk en is de CO₂-uitstoot wel lager, maar is het niet de overgang naar een echt duurzame oplossing.
- De **CO₂-warmtepomp** is op dit moment vooral geschikt voor kleinere huizen en is iets minder efficiënt.
- **Infraroodpanelen** kunnen in kleine appartementen en flats een betaalbare oplossing zijn om te helpen van het aardgas af te gaan. Ze zijn ook een goede aanvulling voor studeer- en slaapkamers.



Wanneer infraroodpanelen of elektrisch verwarmen?

Infraroodpanelen

Net als de zon verwarmen infraroodpanelen de objecten waarop ze schijnen en niet de lucht. Die wordt alleen indirect verwarmd via de objecten. Het is dus een lokale warmtebron. Infraroodpanelen werken sowieso heel goed als bijverwarming in slaap- en studeerkamers, waardoor je een warmtepomp bijvoorbeeld vooral voor de leefruimten kunt gebruiken en de warmtepomp minder groot hoeft te zijn. Infraroodpanelen blijken ook heel goed te werken als hoofdverwarming in appartementen. Als appartementen en etagewoningen van het gas af gaan, is een warmtepomp doorgaans niet nodig. Met 1 of 2 infraroodpanelen per ruimte en een elektrische boiler voor warm water, plus koken op inductie, is een appartement voor rond de € 8.000 tot € 10.000 van het gas af te halen met hetzelfde comfort of zelfs meer.

Thuisbaas heeft inmiddels vele tientallen appartementen van het gas afgehaald en op 100% infraroodpanelen overgezet, met verrassend goede resultaten, die wonderlijk genoeg overeenkomen met een SPF van 2. Met de panelen werd de helft minder energie verbruikt vergeleken met de eerdere situatie op gas. Dat komt doordat mensen de panelen niet aan laten staan als ze er niet zijn of ze niet aanzetten in ruimtes waar ze niet verblijven (of soms op een heel laag pitje). Voor eengezinswoningen waarin minder dan 700 tot 800 m³ aardgas per jaar wordt verbruikt, lijken infraroodpanelen ook een oplossing te zijn, mits er goed dubbel glas is.

Traditioneel elektrisch verwarmen

Bij huizen waarin minder dan 400 m³ gas per jaar wordt verbruikt, kunnen zelfs traditionele elektrische radiatoren qua kosten een goede oplossing zijn voor mensen die van het gas af willen, maar die niet méér willen gaan betalen. De hogere stookkosten voor elektriciteit worden gecompenseerd door het wegvallen van de netwerk- en vastrechtkosten voor gas.

Zonneboiler

Warm water kan ook rechtstreeks van het dak gehaald worden met zonnecollectoren. Dat wordt dan opgeslagen in een boilervat in huis voor douche en afwaswater (niet voor verwarming). Een zonneboiler is het meest efficiënte apparaat om warm tapwater te maken. Het heeft een COP van 30. Ongeveer 50% van je jaarlijkse verbruik voor warm tapwater kun je met de zonneboiler opwekken. Een zonneboiler is een mooie aanvulling als er genoeg ruimte op het dak is, waardoor 's zomers de warmtepomp minder nodig is. Als je moet schipperen met de ruimte op het dak, is het bij een all-electric huis qua prijs lonender om zonnepanelen te plaatsen die elektriciteit maken (zon-PV) – die de energie leveren voor de efficiënte warmtepomp – dan om zonnecollectoren te plaatsen.



Om het warm te krijgen, kun je lucht verwarmen, zoals met de cv, of geleiding gebruiken zoals bij vloerverwarming. Een slimmer type warmte levert het infraroodpaneel. ThermIQ in Dordrecht maakt ze, en mede-eigenaar Niels van Lingen geeft uitleg.

Hoe kom je bij infraroodverwarming?

‘De techniek is afgeleid van de natuur, de mooiste kennisbank die er is. Daarvan hebben we de efficiëntste vorm van verwarmen afgekeken: stralingswarmte van de zon. Die heeft geen lucht nodig om zich te verplaatsen. Infraroodpanelen geven stralingswarmte en dat voelt behaaglijk. Het is efficiënt, want je hoeft niet je hele huis te verwarmen, maar alleen de kamer waar je bent. Je kunt ook gericht de plek verwarmen waar je zit.’

Moet je dan precies onder het paneel zitten om het warm te hebben?

‘Nee! Dat is een groot misverstand. Onze panelen hebben een stralingshoek van 170 graden, dus ook de dingen om je heen worden warm. Dat voel jij als warmte, maar de thermometer geeft dat niet direct aan, want de lucht wordt pas als laatste verwarmd. Net als wanneer je op wintersport in de vrieskou in de zon gewoon je jas uit kunt doen. Als je het paneel aanzet, heb je vrijwel direct warmte, juist omdat je niet de lucht in de hele kamer verwarmt. Ook een weetje: hoe hoger de ruimte, hoe efficiënter stralingswarmte werkt ten opzichte van luchtverwarming.’

Kun je IR-panelen alleen gebruiken in combinatie met andere oplossingen?

‘Dat hoeft niet, je kunt er een heel huis mee verwarmen. Ze passen ook goed in een all-electric huis naast een warmtepomp. Het is maar net wat je wilt. Nu kopen bijvoorbeeld werkgevers ze voor werknemers die thuiswerken, dan hoeft niet het hele huis warm voor die ene kamer. Dat kan dus ook.’

Is goede isolatie een voorwaarde?

‘Nee hoor. Het is juist een goede oplossing als je geen grote investering in isolatie kunt doen. Je moet wel iets aan tocht doen en dubbel glas hebben. We monitoren al 11 jaar 2 huishoudens naast elkaar met dezelfde isolatie. Het ene gezin gebruikt gas en het andere IR-panelen, en dat tweede gezin verbruikt 2/3 minder energie. Dat scheelt nu nog niet veel in geld, want gas is nu goedkoper dan elektriciteit, maar dat gaat wel veranderen. En als je ook zonnepanelen hebt, wordt het nog interessanter.’

Worden ze in de toekomst goedkoper?

‘Ja, want de productie kan efficiënter. Bij ons kost een paneel van 60 x 60 cm nu zo’n € 500 en dat verwarmt 10 tot 12 m². Er is veel prijsverschil in de markt, maar de goedkope panelen zijn vaak inefficiënt en doen afbreuk aan het product als geheel. Onze branchevereniging ijvert voor normstelling en staat voor samenwerking in plaats van concurrentie. Dat vind ik belangrijk.’

Zit er nog ontwikkeling in de techniek?

‘Wij hebben veel tijd gestoken in efficiëntie, zoals stralingsverlies bovenop voorkomen. Ook kijken we naar omgevingsfactoren. Een bepaald type latex op de muur blijkt bijvoorbeeld de warmte te reflecteren, wat de efficiëntie verhoogt. Dat helpt, want de muur zelf hoeft niet warm te worden. Ook de vorm is in ontwikkeling. Standaard zijn IR-panelen vierkant of rechthoekig en zwart of wit, maar we kunnen nu ook cirkels maken of de panelen bedrukken. En we maken ze steeds gebruiksvriendelijker. Je kunt ze bedienen met een app, en onze panelen hebben de unieke eigenschap dat je ze kunt dimmen. Dat is fijn als jij het bijvoorbeeld sneller warm hebt dan iemand anders in de kamer.’

Niels van Lingen van ThermIQ infraroodpanelen

**‘STRALINGSWARMTE
IS BEHAAGLIJK EN
HEEL EFFICIËNT’**



Binnen-unit lucht-water warmtepomp



Buiten-unit lucht-water warmtepomp

SAMENVATTING WARMTE-OPLOSSINGEN

In deze tabel staan de oplossingen om voor verwarming en warm water het aardgas te vervangen door all-electric oplossingen. Om energieneutraal te worden zijn ook voldoende zonnepanelen nodig en kook je niet meer op aardgas.

Uitgebreidere uitleg staat in de bijlage Warmtepompen bij dit hoofdstuk.

Type warmte- pomp (wp)	Rendement op primaire brandstof*	Kosten apparaten en installatie	Voordelen	Nadelen
Water-water wp Bodem (SPF 4)	200%	€ 20.000-30.000 voor de hele installatie € 5.000 voor 5 convectoren	• Geen buiten-unit • Geen geluid • Efficiënt • Goede koeling	• Relatief duur • Grondboring kan en mag niet overal
Water-water wp TEO (SPF 4)	200%	€ 20.000-€ 30.000 voor de hele installatie € 5.000 voor 5 convectoren	• Geen buiten-unit • Geen geluid	• Relatief duur • Leidingen van stromend water naar huizen
Water-water wp PVT (SPF 4,5)	225%	€ 20.000-€ 30.000 voor de hele installatie € 5.000 voor 5 convectoren	• Hoog rendement	• Relatief duur
Lucht-water wp (SPF 3,2)	150%-160%	€ 12.000 € 5.000 voor 5 convectoren	• Betaalbaarder voor grondgebonden huizen	• Buiten-unit die soms geluid maakt (<40 dB)
Lucht-lucht wp (SPF 4)	200%	€ 8.000 incl. 3 binnendelen € 1.200 voor elektrische boiler	• Relatief goedkoop • Geschikt voor kleine flats etc.	• Minder geschikt voor grondgebonden huizen • Luchtstromen
Hybride wp	110%-120%	€ 5.000-7.000	• Relatief goedkoop • Geen boiler of andere radiatoren • Verbruikt gas bij kou (onder de 5 graden); Fijn voor netwerkbedrijf	• 50%-60% nog steeds aardgas (= CO₂-uitstoot) • Energierekening blijft vrij hoog
CO ₂ -wp (SPF 2,5)	125%	€ 10.000	• Geen andere radiatoren nodig	• Moet onder druk van 120 bar • Max. 4-5 kW dus niet voor grote huizen • Minder efficiënt
6 Infraroodpanelen (SPF 2)	100%	€ 7.000 voor 5 infraroodpanelen plus elektrische boiler	• Zeer geschikt voor appartementen • Snel en betaalbaar te realiseren	• Minder geschikt voor grotere woningen • Verbruikt dan veel stroom
Zonneboiler	1500%	€ 4000	• Zeer hoog rendement	• Relatief duur • Minimale bijdrage verwarming

*Bij rendement elektriciteitsopwekking van circa 50%

3.5 Hoe je een huis energieneutraal maakt

De basis-isolatie op orde

Voor warmtepompen én voor infraroodpanelen is goed dubbel glas noodzakelijk. Natuurlijk is het fijn en comfortabel voor mensen als ze ook de spouwmuur en de vloer op de begane grond isoleren, als er bijvoorbeeld een kruipruimte is. Voor € 2.000 tot € 2.500 heb je dat gedaan en dat betaalt zich altijd uit in comfort en een lagere energierekening. Het is wenselijk om dat te doen, maar niet noodzakelijk. Dubbel glas is wel echt noodzakelijk. 80% van de huizen heeft al goed dubbel glas. Begin daar.

De ervaring met vele honderden huizen leert dat ze niet extreem geïsoleerd hoeven te worden om toch kostenneutraal energieneutraal te kunnen worden.

De ervaring met vele honderden huizen leert dat ze niet extreem geïsoleerd hoeven te worden om toch kostenneutraal energieneutraal te kunnen worden. Voor de vakmensen: een isolatie met een RC-waarde van 2 tot 2,5 blijkt goed genoeg te zijn in de praktijk. Een RC van 6 is zeker niet nodig en kost relatief veel geld. Veel mensen, inclusief onderzoekers, menen dat een veel hogere isolatiegraad noodzakelijk is, maar dat is vaak niet waar. Het schrikt mensen af als ze eerst hoge kosten moeten maken voor een nieuw dak of andere stevige ingrepen. Dat is jammer, want het is echt niet nodig. Het idee dat extremere isolatie noodzakelijk is bij de inzet van warmtepompen maakt ook dat veel onderzoekers warmtepompen onnodig afserveren als te duur. De praktijk laat iets anders zien.



Veel mensen vinden de moderne convectoren mooier dan de oude radiatoren.

Een woning energieneutraal zonder hogere maandlasten

Sinds 2012 maakt Thuisbaas, een initiatief van Urgenda, huizen energieneutraal: van huurhuizen tot boerderijen. Een doel is om dat zo veel mogelijk te doen zonder dat de maandlasten van mensen omhoog gaan. Inmiddels zijn er al honderden woningen aangepakt, zowel van huurders/woningcorporaties¹³ als van particulieren.¹⁴ In al die jaren is heel veel geleerd. Bij veel apparaten bleken de mooie getallen uit de specificaties of uit tests onder perfecte omstandigheden in de praktijk minder mooi te zijn.

Toch durven we inmiddels wel te zeggen dat je met een all-electric oplossing huizen vaak zonder hogere maandlasten energieneutraal kunt maken, of als er geen eigen dak is in ieder geval betaalbaar van het gas af kunt halen. Dan hebben we het nog niet gehad over de waardevermindering van het huis.

Het verbaast ons dat er veel meer aandacht is voor collectieve oplossingen dan voor individuele, terwijl individuele oplossingen het voordeel hebben dat je kunt beginnen met de mensen die willen en kunnen. Je hoeft niemand te dwingen. Ook voor netwerkbedrijven is het prettig als niet meteen hele wijken tegelijk aangepakt worden. Dat geeft ze de tijd om daar te gaan verzwaren als dat nodig is. **Laten we niet focussen op de moeilijkste gevallen of op mensen die niet willen, maar op degenen die wél willen. Die zijn er genoeg!**

Huidige energielasten	
12 maanden à € 165	€ 32.500
gemiddeld, gedurende 15 jaar, inclusief prijsstijgingen	
TOTAAL	€ 32.500

Kosten energieneutraal maken	
Investerings in warmtepomp, convectoren, zonnepanelen, inductiekookplaat en meterkast	€ 27.400
Projectbegeleiding, onvoorziene kosten	€ 4.000
Af: subsidies	- € 2.000
Af: teruggave BTW zonnepanelen	- € 1.300
Subtotaal	€ 28.100
Rentekosten 15 jaar duurzame lening	€ 4.400
TOTAAL	€ 32.500

ThuisBaas als voorbeeld: betaalbaar energieneutraal¹⁵

Een gemiddelde rijtjeswoning of kleine twee-onder-een-kap woning met goed dubbel glas (al dan niet huur) is betaalbaar energieneutraal te maken. Oplossingen zijn vaak:

- 20 tot 22 zonnepanelen op het dak of de schuur of nog creatievere plekken voor alle elektriciteit.
- Lucht-water warmtepomp voor verwarming en warm water, met een stille buiten-unit en een binnen-unit plus een boilervat.
- 3 tot 5 convectoren in plaats van radiatoren; andere radiatoren mogen blijven hangen.
- Koken op inductie.
- Verzwaring van de aansluiting naar 3 x 25 ampère, extra groepen in de meterkast en extra kabels naar de keuken en doorgaans naar de zolder of de bijkeuken.
- Soms een extra infraroodpaneel op een studeerkamer of slaapkamer of boven de werkbank in de schuur of in de bijkeuken, indien gewenst.
- Soms vloerisolatie en/of spouwmuurisolatie.

Gemiddeld kost dit netto zo'n € 30.000. Dat is veel. Maar dat geven veel mensen normaal gesproken de komende 15 jaar ook uit aan energie. Dus als je dat bedrag naar voren haalt (deels subsidie, deels lening, misschien deels spaargeld), kun je deze investering doen. En als je het grootste deel leent, kun je dat in 15 jaar terugbetalen voor hetzelfde maandbedrag als je kwijt zou zijn aan energie. Na 15 jaar gaan je maandlasten flink omlaag. Ook voor verhuurders is dit een goede investering die voor huurders de woonlasten omlaag brengt.¹⁶

13. Zie <https://thuisbaas.nl/wp-content/uploads/Thuisbaas-brochure-deel-4.pdf>
14. Zie <https://thuisbaas.nl/jouw-woning-duurzaam/ervaringen/>

15. Zie <https://thuisbaas.nl>
16. Zie <https://thuisbaas.nl/wp-content/uploads/Thuisbaas-brochure-deel-4.pdf>



WE GAAN STEEDS MEER ELEKTRIFICEREN

3.6 Elektrificeren en de netwerkbedrijven

Het hele energiesysteem gaat zo min mogelijk draaien op aardolie, steenkool en aardgas, maar wordt voor een groot deel geëlektrificeerd. Daarbij kun je denken aan:

- We gaan elektrisch rijden. Dat geldt voor personenwagens en bestelbussen en ook voor vrachtwagens.
- In de industrie gaan we steeds meer industriële warmtepompen gebruiken om water met een lage temperatuur weer naar een hogere temperatuur te brengen.
- We gaan waterstof maken met behulp van elektrolyse en dat vraagt veel extra duurzame elektriciteit.
- Ook de gebouwde omgeving wordt steeds meer geëlektrificeerd.

We hebben dus steeds meer elektriciteit nodig. Het hele netwerk verbeteren en soms verzwaren zal sowieso moeten.

Salderen, opslag en back-up en smart grid

Zelf opgewekte stroom die je niet meteen gebruikt, kun je aan het elektriciteitsnet leveren. Die energie mag je dan op een later tijdstip weer van het net afhalen. Je eigen opgewekte energie wordt op jaarbasis weggestreept tegen de energie die je gebruikt. Dit heet salderen. Zolang de salderingsregeling bestaat, hebben huizen met 20 tot 24 zonnepanelen op het dak bij een gemiddeld energieverbruik geen energierekening. Het salderen wordt vanaf 2023 langzaam afgebouwd tot 2031. Tegen 2030 verwacht men dat er betaalbare opslagmethoden zijn voor huizen of wijken. Denk aan (buurt)batterijen waarmee zonne-energie wordt opgeslagen die overdag is opgewekt, terwijl mensen vooral 's avonds elektriciteit verbruiken. Ook een weekend kun je zo nog wel overbruggen. Natuurlijk niet een hele winter, maar dat hoeft ook niet, want de huizen blijven aangesloten op het net en daar betalen de bewoners ook netwerkkosten voor.

Van de netwerkkosten van gas ben je af. Het is niet onredelijk dat de netwerkkosten van elektriciteit in de toekomst stijgen. Het net krijgt in de winter relatief veel stroom uit windenergie, veelal van zee. En voor het geval die stilvalt, moet er naast de opgewekte zonne-energie en aardwarmte ook energie opgeslagen zijn, bijvoorbeeld in de vorm van waterstof of ammoniak. Voor het zeer zeldzame geval dat de temperatuur wekenlang onder de min 10 graden blijft en er geen wind of zon is, is het zelfs denkbaar om een gas- of resthoutcentrale (afvalhout) stand-by te houden om elektriciteit te maken. Dat is natuurlijk niet rendabel te maken, dus die kosten worden dan 'gesocialiseerd', oftewel op het totale systeem afgewenteld. Naar verwachting is dat slechts sporadisch en steeds minder vaak nodig.

a. Netwerken verzwaren plus werk maken van 'smart grids'

Het aardgasnetwerk kan er op veel plaatsen uit en het elektriciteitsnetwerk heeft op veel plekken verbetering nodig. Daar moeten we op anticiperen en het liefst willen we dit proces versnellen. We hoeven dan één netwerk minder te onderhouden, en het overblijvende netwerk kan dan daar waar nodig verzwaard worden.

Er hoeft minder verzwaard te worden als we slimmer omgaan met elektriciteit. Daar hoort bij:

- In de toekomst kunnen de prijzen van elektriciteit variëren, ook voor particulieren. Dan is er een prikkel om niet alles tegelijk te doen. Je zet dan de wasmachine en de vaatwasser pas later op de avond of midden op de dag aan. Je auto laad je op als het goedkoper is ('s nachts). Mensen die niet per se tussen 17:00 en 19:00 uur hoeven te koken op hun inductiefornuis, doen dat op een ander moment. Dat haalt op het net al een deel van de pieken in de ochtend en avond weg.

- Er komen de komende 10 jaar steeds meer betaalbare (buurt)batterijen. Daarin wordt een deel van de zonne-energie op zonnige dagen opgeslagen, zodat het net niet overbelast wordt.
- Dat geldt ook voor elektrische auto's: die gaan we vooral overdag opladen als ze stilstaan en als de zon schijnt. Diezelfde auto's kunnen in de avond een deel van hun elektriciteit in de batterij afstaan aan huizen. Daarvoor zou het goed zijn als de overheid de aankoop stimuleert van laadpalen en auto's die dat kunnen (vehicle to grid oplossingen).
- Op dit moment is toegang tot het net een recht. Iedereen met een project – ook al is dat een zonneveld 'in the middle of nowhere' – moet aangesloten worden. Er is ook een verplichting voor netwerkbedrijven om de partij die zich het eerst meldt het eerst te behandelen. Ze mogen dus geen strategische afwegingen maken. Ze mogen dus niet eerst een woonwijk verzwaren of een nieuwe wijk aansluiten als dat te prefereren is boven zo'n zonneveld in een afgelegen weiland. Vanuit de energietransitie gedacht is het veel verstandiger als ze daar wel logische keuzes in mogen maken. Eigenlijk zouden we dat de publieke netwerkbedrijven ook gewoon moeten toevertrouwen. Maar als het beeld is dat zij die afwegingen niet goed kunnen maken, zet er maar een onafhankelijk adviesorgaan bij in dat mee helpt bepalen wat vanuit de energietransitie-doelen de beste keuzes zijn. Maak strategische keuzes wettelijk mogelijk, laat netwerkbedrijven bepalen wat de handigste volgorde van aansluiten of versterken is, en stap af van 'wie het eerst komt, het eerst maalt'. Er moet ook gezegd kunnen worden dat projecten op sommige plekken gewoon niet mogelijk zijn omdat het te duur is om daar voor één project zware infrastructuur aan te leggen.

b. Netwerkbedrijven meer juridische ruimte en meer werknemers geven

Netwerkbedrijven zoals Alliander, Enexis en Stedin zijn publieke bedrijven die door de wet sterk beperkt worden in wat ze mogen doen. Het zou goed zijn als de wetgever hun mogelijkheden verruimt, zodat ze de energietransitie beter kunnen dienen.

Samen bepalen wat wanneer gedaan moet worden, op basis van wat maatschappelijk nodig is.

- Nu is het zo dat de netwerkbedrijven jaarplannen maken, die worden beoordeeld door de Autoriteit Consument & Markt (ACM). De ACM stuurt op de laagste kosten. Het zou beter zijn als onafhankelijke deskundige partijen (al dan niet met de ACM) bekijken wat het meest nodig is, ook bijvoorbeeld vanuit de RES'en en het Klimaat- en Energieakkoord, en dan strategisch bepalen waar geld voor uitgetrokken wordt. Dat is niet altijd de goedkoopste weg. Er is veel meer een programmatische aanpak nodig, gebaseerd op de benodigde transitie. Als de netwerkbedrijven niet voldoende geld en mensen hebben, dan zou het een gezamenlijke opgave met het rijk moeten zijn om daarvoor te zorgen. Dit zijn geen gewone tijden meer, er is een enorme versnelling nodig en die zal meer vragen dan 'gewoon' is. De rol van netwerkbedrijven is cruciaal.
- De energietransitie vraagt om elektrificering. Daarvoor zijn meer transformatorhuisjes en onderstations nodig die soms zo groot zijn als voetbalvelden. Het is dus ook een vraagstuk van ruimtelijke inpassing. Dat vraagt meer aandacht, ook nationaal, opdat niet elke gemeente individueel die hete aardappel doorschuift en juist dit soort aspecten de transitie niet te veel vertragen. De netwerkbedrijven hebben meer steun nodig om dit goed te agenderen.
- Netwerkbedrijven hebben meer juridische ruimte nodig om mee te denken en te doen op het gebied van opslag en slimme flexibele netten. Dat element is cruciaal om de transitie behapbaar te maken. Het zou



niet exclusief aan de markt overgelaten moeten worden. Juist om het systeem goed te laten werken, zou deze taak ook bij netwerkbedrijven moeten liggen. Wie uiteindelijk de investeringen doet, is weer een ander verhaal, maar de keuzes rond slimmere systeemoplossingen zouden ook bij de netwerkbedrijven moeten mogen liggen.

c. Slim opschalen: juist niet hele straten en wijken tegelijk

Het lijkt logisch om wijk voor wijk, met grote stappen, de gebouwde omgeving te verduurzamen. Huis voor huis klinkt ook niet heel daadkrachtig. In de nieuwbouw kan het ook en gaat het wijk voor wijk. Maar in de bestaande bouw is het gezien vanuit het netwerk en vanuit de roep om draagvlak misschien wel slimmer om te beginnen met de mensen die willen in een wijk, en om niet meteen een hele straat tegelijk te doen.

Als je begint met de mensen die willen en daar een bord in de tuin zet met 'Wéér een huis zonder energierekening!' en de buurt uitnodigt, kun je huis voor huis een wijk of gebied langzaam inkleuren met zo veel mogelijk

energie- of klimaatneutrale huizen. Dat geeft het netwerkbedrijf de tijd om zich daarop aan te passen en zo nodig het netwerk te versterken. Je hoeft in dat gebied niet te wachten totdat dat gedaan is, want als je hier en daar een huis aanpakt en die huizen staan juist niet pal naast elkaar, dan kan het netwerk dat beter accommoderen. Wel moet het netwerkbedrijf vanaf het begin weten dat er wel opgeschaald gaat worden, maar op een iets behapbaardere manier. Je hoeft dan ook niemand te dwingen. Hoe meer mensen een huis zonder of met een hele lage energierekening hebben, hoe meer anderen met een hoge rekening in de verleiding zullen komen om ook stappen te zetten. Maar ieder op zijn of haar tijd. Dat roept minder weerstand op dan iedereen te dwingen mee te doen.

En zolang de netten niet voldoende zijn verzaamd, zullen we moeten accepteren dat op de zonnigste momenten soms de zonne-energiesystemen even afgeschakeld worden om overbelasting van het net te voorkomen. Dat kan ook gefaciliteerd worden met een flexibele tariefstructuur. Hiervoor dient wetgeving aangepast te worden.

ACTIEPLAN HUIZEN VERDUURZAMEN MET DRAAGVLAK

Start met rijtjeshuizen, twee-onder-een-kap en vrijstaande woningen

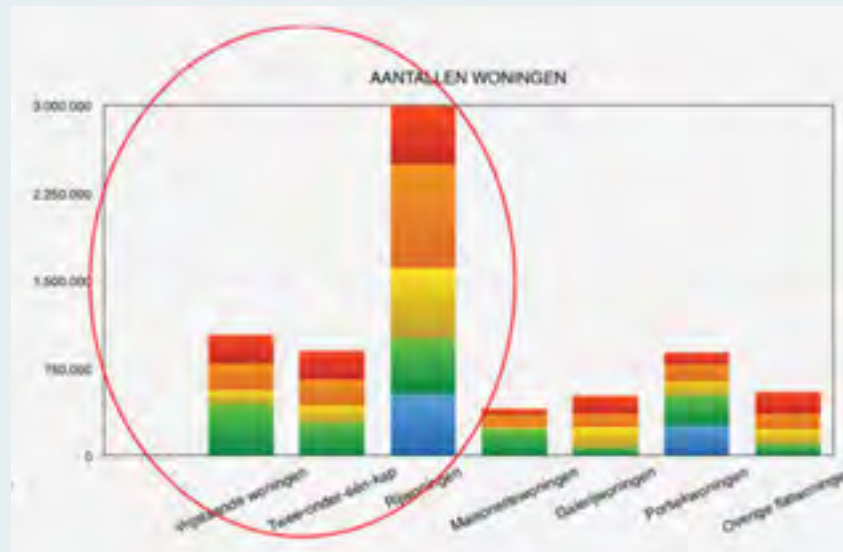
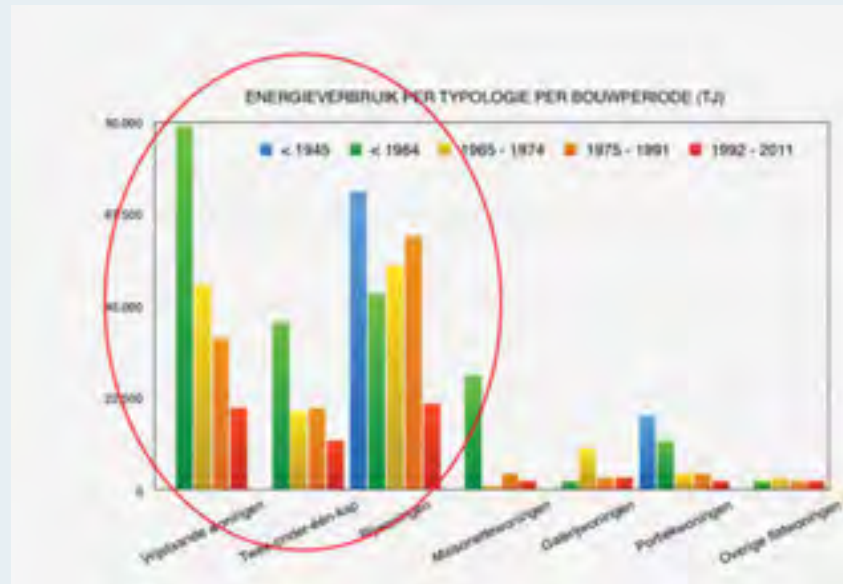
In Nederland staan veel rijtjeswoningen en ook behoorlijk veel twee-onder-een-kap en vrijstaande woningen (zie in de figuur rechts-onder het omcirkelde deel: de hoogste balk geeft het aantal de rijtjeshuizen weer). Dit zijn ook precies de types huizen waarin het energieverbruik relatief hoog is (zie de omcirkeling in de bovenste figuur hiernaast). Dat zijn dus ook de huizen waarbij het meer loont om ze van het gas af te halen en zo veel mogelijk energieneutraal te maken dan bij de galerij-, portiek- en flatwoningen (zie de staven en balkjes rechts buiten de cirkels). Het lijkt dus logisch om juist te beginnen met die huizen van particulieren en eventueel met de rijtjeswoningen van woningcorporaties.

Sinds 2012 heeft Urgenda met het project Thuisbaas¹⁷ honderden woningen energieneutraal gemaakt, zowel huurwoningen als koopwoningen. In algemene zin bleek het bedrag dat veel mensen de komende 15 tot 20 jaar aan energie uitgeven vaak genoeg om de woning (bijna) energieneutraal te maken.

Stel dat je dat bedrag moet lenen, dan kun je het in 15 jaar terugbetalen voor hetzelfde maandbedrag dat je daarvoor kwijt was aan energie. De maandlasten gaan niet omhoog voor die mensen in de miljoenen woningen waar de bewoners € 150 tot € 200 of meer per maand uitgeven aan energie. Laten we met die groep beginnen.

Als de financiering georganiseerd kan worden, kunnen mensen dus zonder extra maandlasten van het gas af en kunnen

ze zo veel mogelijk duurzame energie zelf opwekken op eigen (schuur)dak of ander oppervlak. Dit kan voor particulieren met speciale leningen (bijvoorbeeld via het Stimuleringsfonds Volkshuisvesting, SVn), met een extra hypotheek en voor een deel met de nu bestaande subsidies. De regering zou moeten regelen dat iedereen zo'n bedrag kan lenen, gekoppeld aan het huis, en dit bijvoorbeeld via het netwerkbedrijf laten innen totdat het afbetaald is door degenen



Boven: energieverbruik naar type woning tussen 1945 en 2011
Onder: aantallen woningen per type woning Bron: Jan Willem van de Groep

die in dat huis wonen. Decentrale overheden kunnen ook ondersteuning geven met behulp van Energy Service Companies (ESCO's), woonabonnementen of nog creatievere oplossingen.

Als de financiering georganiseerd kan worden, kunnen mensen zonder extra maandlasten van het gas af.

Ook draagvlak bij huurders

In rijtjeswoningen van verhuurders heeft Thuisbaas ook woningen energieneutraal gemaakt. De huurders gingen gemiddeld € 120 in de maand minder betalen voor energie. Zelfs met een huurverhoging van € 50 hielden ze per maand gemiddeld € 70 over. Er is veel enthousiasme en draagvlak voor die aanpak. Vooral ook omdat je kunt beginnen met degenen die willen. Dan volgen er vanzelf steeds meer mensen. Aangezien je op die manier ook een natuurlijke spreiding krijgt, is het voor het netwerkbedrijf goed te behappen. En de corporaties hoeven niet eerst 70% van de bewoners mee te krijgen. Ze beginnen gewoon bij de mensen die enthousiast zijn. Geen dwang.



17. Thuisbaas staat inmiddels op eigen benen, zie www.thuisbaas.nl



Actieplan All-Electric: 2,5% woningen aanpakken per jaar per provincie of RES

Zeker de helft van de woningvoorraad is rijtjeswoning, twee-onder-een-kap of vrijstaand en heeft goed dubbel glas. Laten we met die ruim 4 miljoen woningen beginnen en een actieplan maken per provincie of per regio.

Voorbeeld: Gelderland

Als voorbeeld nemen we Gelderland. Daar hebben we het al eens voor uitgerekend. Dit is een van de 4 grootste provincies met ruim 2 miljoen inwoners. Iedere provincie kan eenzelfde plan maken, naar rato. Dus Drenthe hoeft maar een kwart te doen van wat Gelderland zou doen. Het doel voor Gelderland: 500.000 woningen all-electric in 2030, dus per jaar ongeveer 50.000.

Dat klinkt natuurlijk als heel veel, maar in 2019 namen ongeveer 275.000 huishoudens in Nederland al zonnepanelen. Naar rato van het aantal inwoners heeft Gelderland er dan al rond de 30.000 woningen met zonnepanelen bij gekregen. In 2020 nam dat aantal weer verder toe, dus meer dan 50.000 huishoudens hebben al zonnepanelen.

De eerste uitdaging is dan om die mensen te verleiden om niet alleen zonnepanelen te nemen, maar ook een warmtepomp, en om op inductie te gaan koken en de gasaansluiting op te zeggen. De tweede uitdaging is om dit te organiseren: de handen om alles te installeren en het netwerk op orde te krijgen. Tot slot moeten de financiën geregeld worden om dit mogelijk te maken.

Een actieplan Huurhuis E-neutraal met de corporaties is nuttig om de vaart erin te krijgen. Het afschaffen van de verhuurdersheffing zou enorm helpen om middelen vrij te maken voor deze opgave.

Na 10 jaar zullen prijzen zijn gedaald door ervaring en opschaling en kunnen ook volgende groepen aanhaken.

Een actieplan Huurhuis E-neutraal met de corporaties is nuttig om de vaart erin te krijgen.



A. Een zeer aantrekkelijk aanbod: kostenneutraal en ontzorgen

In § 3.5 beschreven we dat veel huizen energieneutraal kunnen worden zonder dat de maandlasten omhoog gaan. De energierekening gaat naar nul, en in plaats daarvan betaal je voor hetzelfde bedrag per maand de investering in de warmtepomp en andere zaken af.

1. Begin met particulieren die een energie-rekening hebben van € 150 per maand of meer.

2. En start met woningcorporaties die hun huurders willen helpen met betaalbaar wonen en willen verduurzamen.

3. Bied betaalbare oplossingen aan. Voor een groot deel van deze groep zijn er betaalbare oplossingen die leiden tot een (bijna) energieneutraal huis waarbij de maandlasten de komende 15 jaar niet of nauwelijks stijgen. Daarna gaan ze stevig omlaag.

4. Ontzorg mensen. Er moeten voldoende bedrijven komen die dit voor mensen organiseren, zodat ze er zelf niet al te veel moeite voor hoeven te doen: zo veel mogelijk wordt hen uit handen genomen. Dat kan.

5. Goede communicatie en uitleg en bijvoorbeeld een website waarop capabele installateurs staan, complementeren het aanbod aan huiseigenaren.

B. Opschalen: voldoende technici en mensen voor het keukentafelgesprek

Gemiddeld 50.000 woningen per jaar (bijna) energieneutraal maken in een provincie is natuurlijk heel veel. Dat lukt ook niet meteen in jaar 1, maar dat kan wel opgebouwd worden, zoals de ervaring van Thuisbaas leert.

Als een klein bedrijfje met minder dan 10 mensen nu al 100 woningen en appartementen per jaar van het gas af kan halen en zo veel mogelijk energieneutraal kan maken, en dat huis voor huis, dan moet dat met een slimme opschalingsstrategie en steun van overheden straks sneller kunnen. Grotere installateurs met meer mensen in dienst moeten dat ook sneller kunnen. En er komen nieuwe marktpartijen

en nieuwe samenwerkingspartners zoals coöperaties en andere burgerinitiatieven.

Het is wel een enorme klus en mensen moeten worden opgeleid. Dus waarschijnlijk doe je de eerste jaren iets minder huizen en de laatste jaren tot 2030 iets meer. Net zoals in de jaren 1950-1960 alle huizen binnen 10 jaar een gasaansluiting kregen, moeten nu in bijvoorbeeld Gelderland 50.000 huizen per jaar van het gas af naar een warmtepomp en gemiddeld 20 tot 22 zonnepanelen. Dat is een enorme groeiemarkt met veel extra banen, veelal voor mensen met een vmbo- of mbo-diploma.

Goed voorbeeld: markt van zonnepanelen

De markt van zonnepanelen is na 10 jaar in staat gebleken om zichzelf goed te organiseren. Daarin werken inmiddels bijna 25.000 mensen, met indrukwekkende groeicijfers:¹⁸ er zijn 8,9 miljoen zonnepanelen geïnstalleerd in 2020 (tegen 4,6 miljoen in 2018), waarvan ongeveer 37% bij particulieren.

Dus dat deel van de markt kan nu al snel opschalen en dit voor elkaar krijgen als men weet dat er een actieplan komt voor snelle opschaling.

Opschalen en opleiden voor warmtepompen

Voor het plaatsen van warmtepompen moeten veel meer mensen opgeleid worden. Het energieneutraal maken op deze betaalbare manier is in de bestaande bouw vooral een installatieklus en geen bouwklus. Het is dus nodig om de samenwerking te zoeken met installatiebedrijven, groot en klein. Die kunnen lokaal werken en geven vertrouwen. Er is nu een tekort aan installateurs en vooral aan mensen die warmtepompen kunnen installeren (w-monteurs) en aan mensen die installaties goed waterzijdig kunnen inregelen zodat ze meer rendement opleveren. Gezien de krappe arbeidsmarkt lijkt het

raadzaam om ook krachten te zoeken op andere plekken, zoals mensen die nu werken in de fossiele industrie of in garages (elektrische auto's vergen minder onderhoud, dus die monteurs zitten straks zonder werk). Denk verder ook aan statushouders (vluchtelingen) en mensen met een afstand tot de arbeidsmarkt. Er is een goede opleiding nodig voor de mensen die warmtepompen op de juiste manier gaan installeren. Voor het inregelen van het systeem is geen hoge opleiding nodig, maar vooral training en daarna ervaring.

Er zijn in Gelderland nu ongeveer 113 cv-bedrijven. Ongetwijfeld zijn er nog andere bedrijven die ook dit soort diensten kunnen en willen leveren, van Thuisbaas-achtige partijen tot andere nieuwkomers op deze markt. Stel dat er samen 150 van dit soort bedrijven zijn, dan zou ieder bedrijf gemiddeld 330 woningen per jaar moeten doen om tot 50.000 woningen per jaar te komen. Kleine bedrijven iets minder, grote iets meer. Elke week 7 woningen per bedrijf is genoeg.

Elke week 7 woningen per bedrijf is genoeg. Onervaren bedrijven beginnen met 1 of 2 woningen per week en eindigen met 10 per week in 2030.

Onervaren bedrijven beginnen met 1 of 2 woningen per week en eindigen met 10 per week in 2030. Bedrijven die zonnepanelen leggen, kunnen dit al. Een eenmanszaak doet er iets minder, een groter bedrijf iets meer. Als de cv-bedrijven (installateurs die nu vooral cv op aardgas doen) gaan samenwerken met bedrijven die zonnepanelen installeren, dan doet iedereen waar hij of zij goed in is en moet het zeker kunnen. **Het is dan wel noodzakelijk dat cv-bedrijven wp-bedrijven worden en die kennis snel verwerven.**

¹⁸. Nationaal Solar Trendrapport 2021 (een publicatie van Dutch New Energy Research)

Om bij het voorbeeld van Gelderland te blijven: daar zijn ongeveer 50 woningcorporaties met bijna 250.000 huurwoningen, en meer dan 300.000 particulieren met een vrijstaand huis of twee-onder-een-kapwoning. Bij die corporaties en die particulieren zijn voldoende woningen geschikt om de komende 10 jaar energieneutraal te laten maken door die 150 bedrijven die kunnen zorgen voor warmtepompen en zonnepanelen.

Er zijn al partijen die de kennis hebben om huizen betaalbaar energieneutraal te maken met een all-electric concept. Laat die helpen om die kennis te verspreiden. Denk aan:

- workshops voor installateurs;
- gevolgd door training on the job;
- een telefonische vraagbaak voor installateurs
- daarna zelfstandig aan de slag gaan.

Dit alles naast het verder opschalen van kennisverspreiding via het reguliere onderwijs en cursussen van onder andere Techniek NL.



Het energieneutrale hoekhuis van Cecile en Dirk-Jan

C. Zorg voor financiële mogelijkheden om te investeren

Een huis helemaal energieneutraal maken kost vaak rond de € 30.000 tot € 35.000. Dat is veel geld, maar dat geef je normaal in 15 jaar tijd uit aan energie. De meeste mensen hebben het echter niet op de plank liggen, dus overheden kunnen helpen om die investering mogelijk te maken. Het begint met uitleggen welke mogelijkheden er zijn om dit te financieren.

500.000 woningen
zo veel mogelijk energie-
neutraal maken leidt tot
2 Mton CO₂-reductie.

- Er zijn veel subsidies, zoals voor warmtepompen en isolatie, en je krijgt de btw op zonnepanelen terug als je erom vraagt. Dat is in totaal per huis vaak al rond de € 5.000.
- Er zijn verschillende relatief goedkope leningen speciaal voor het verduurzamen van huizen.
- Verschillende banken geven korting op de hypotheekrente of hebben extra financiële mogelijkheden om de hypotheek iets op te hogen speciaal voor het nemen van duurzame maatregelen.¹⁹

Energiebespaarlening van het Nationaal Warmtefonds

Voor particulieren is er de energiebespaarlening voor investeringen in of aan het eigen huis. In veel gevallen is de besparing genoeg om de maandelijkse betaling van de energiebespaarlening te dekken. Deze lening wordt verstrekt via het Stimuleringsfonds Volkshuisvesting Nederland (SVn) met gunstige voorwaarden en een rente tussen de 1,7% en

2,2% afhankelijk van het bedrag en de looptijd. Iedereen kan tot € 25.000 lenen, en als je extreem isoleert (meer dan strikt noodzakelijk), dan kun je zelfs tot € 65.000 lenen. Tot 75% van de lening mag ook voor zonnepanelen worden gebruikt.²⁰

SVn heeft ook andere leningen die je kunt krijgen als de lokale overheid die lening via SVn aanbiedt. Deze Duurzaamheidslening²¹ is dus niet voor iedereen beschikbaar, maar alleen daar waar een provincie of gemeente die aanbiedt via SVn. Gelderland heeft zo'n lening bijvoorbeeld wel.

De gemeenten en provincies kunnen particulieren helpen door hen in communicatiecampagnes te wijzen op de SVn-lening en daarnaast op de subsidies (inclusief de btw-teruggave op zonnepanelen) die een deel van de kosten dekken.

De provincie hoeft dus niet de investering te financieren, maar kan wel – al dan niet samen met gemeenten – de bewoners wijzen op de financiële mogelijkheden en die informatie makkelijk vindbaar maken. Heel nuttig is een website waarop partijen staan die het betrouwbaar kunnen uitvoeren en die ook de betrouwbare financiële opties weergeeft.

500.000 woningen zo veel mogelijk energieneutraal maken leidt tot 2 Mton CO₂-reductie per jaar.

19. <https://www.eigenhuis.nl/energie/financieel/geld-lenen-voor-energiebesparing>
<https://www.consumentenbond.nl/energiebesparende-maatregelen/financieren-met-je-hypotheek#no4>
20. Zie verder <https://www.energiebespaarlening.nl/particulieren/voorwaarden-energiebespaarlening/>
21. <https://www.svn.nl/duurzaamheidslening>

3.7 Nieuwbouw: biobased en natuurinclusief

Er is een Woonakkoord gesloten door meer dan 20 partijen, waaronder alle verhuurders en vele bouw- en investeringspartijen. Ze willen de komende 10 jaar elk jaar 100.000 nieuwbouwwoningen afleveren. Ze beloven dat dit gasloze woningen zijn. Hopelijk krijgen ze ook allemaal daken met minstens 20 zonnepanelen, opdat ze zo veel mogelijk energieneutraal zullen zijn. Dat zet veel zoden aan de dijk.

Bouwmaterialen die CO₂ vastleggen

Behalve dat ze energieneutraal zijn, maakt het ook uit waar woningen van worden gemaakt, want bij veel producten gaat het maken ervan gepaard met veel uitstoot van broeikasgassen. Denk aan beton en cement en aan isolatiemateriaal van fossiele oorsprong. Het wordt tijd dat we ook kijken naar de *embedded energy*: de hoeveelheid energie die het heeft gekost om producten te maken. Vanwege die manier van kijken is een 'theemuts' van extra dak en muren om een bestaande woning heen niet heel duurzaam, want daarmee gebruik je onnodig materialen voor een schil om een huis.

Het kan zelfs positief uitwerken om bouwmaterialen te gebruiken waarin koolstof (uit CO₂) opgeslagen ligt. Hout, hennep en vlas zijn bouwmaterialen die positief bijdragen doordat ze langjarig koolstof vastleggen. Het is een vorm van negatieve emissies, zolang je ze niet later alsnog verbrandt. Hennep heeft de voorkeur, omdat het veel sneller groeit. Woningen gemaakt van hout, houtbouw of van hennep veroorzaken niet de uitstoot die een huis veroorzaakt dat gemaakt is van beton en cement. De uitstoot van beton had in 2014 in de hele keten een klimaatimpact van 3,5 Mton CO₂ (dat is 1,7% van de Nederlandse nationale emissie).²²

22. Milieu-impact van betongebruik in de Nederlandse bouw – CE Delft

23. <https://www.nlgebiedslabel.nl/nieuws/minister-verhef-natuurinclusief-bouwen-tot-norm/>



Natuurinclusief bouwen

Het is goed om bij nieuwbouw altijd tuinen aan te leggen als groen-blauwe aders door een wijk, voor veel biodiversiteit en optimaal watermanagement. Bij natuurinclusief bouwen houdt men ook rekening met soorten als vogels en vleermuizen.²³ De opdrachtgever moet dat wel expliciet benoemen en eisen, want het is niet de natuurlijke neiging van de meeste projectontwikkelaars om daar rekening mee te houden.

Voorstel: oude VROM-norm in ere herstellen voor 75 m² groen in de buurt per woning

Om meer CO₂ op te slaan en om te verkoelen, en voor een leefbare omgeving die makkelijker overvloedig water opneemt, zou het goed zijn als bij nieuwbouw de oude VROM-norm weer gehanteerd wordt. Dit betekent dat voor elke woning die gebouwd wordt, in de buurt 75 m² aan groen wordt gerealiseerd (exclusief de tuinen, het gaat dus om groen in de buurt). Dat kan ook een invulling geven aan het Klimaatakkoord waarin staat dat er 'meer bos' moet komen, maar dat is niet geconcretiseerd.

Hout, hennep en vlas zijn bouwmaterialen die positief bijdragen doordat ze langjarig koolstof vastleggen.



Bouwen met hennep

Het gebruik van beton in de Nederlandse bouw leidt tot ruim 2 Mton aan CO₂-uitstoot.²⁴ Dat kan anders, want sinds kort is het mogelijk om in grootschalige woningbouwprojecten beton te vervangen door hennepbeton. Dat laat de Groningse pionier Dun Agro zien. Op de foto staat zo'n hennephuis. Dun Agro kan met de huidige fabriek en met 1.100 hectare landbouwgrond jaarlijks 500 prefab hennepwoningen realiseren. En opschalen is mogelijk. Het klimaat is zeer gebaat bij bouwen met hennep. Deze plant neemt tijdens het groeien per hectare 13,5 ton CO₂ op. En deze CO₂ blijft opgeslagen tijdens de hele levensduur van het huis. Een hennephuis heeft daardoor een negatieve CO₂-footprint. 1.000 hectare hennep verwerkt in de bouw betekent 0,01 Mton vastgelegde CO₂ plus de besparing van niet-gebruikt beton.

Hennep heeft nog meer voordelen. Lokale boeren kunnen het verbouwen. De plant is een bodemverbeteraar en is geschikt als tussengewas en de teelt stimuleert de circulaire economie.

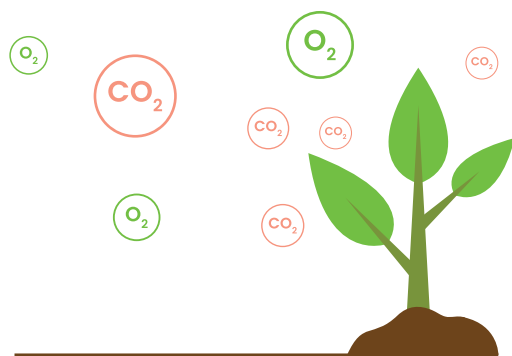
De overheid kan dit ondersteunen door het gebruik van duurzame materialen te stimuleren. Bijvoorbeeld met een CO₂-toeslag of door bij eigen aanbestedingen voorrang te geven aan het bouwen met hennep. Dat hoeft niet alleen bij huizen, ook isolatie met hennep is goed mogelijk, en het is zelfs geschikt voor betonblokken, fietspaden en wegen.

24. <https://www.ce.nl/publicaties/1374/milieu-impact-vanbetongebruik-in-de-nederlandse-bouw>



Groen dak onder de zonnepanelen

Onder zonnepanelen kun je heel goed een groen dak aanleggen. Dat helpt, want groen verkoelt, en zonnepanelen doen het in de zomer beter als het dak niet te warm wordt. Groene daken leiden dus tot minder gebruik van airco's met schadelijke F-gassen en tot minder energieverbruik. En ze zorgen ervoor dat zonnepanelen meer energie geven. Daarnaast leiden groene daken tot minder rioolkosten, want ze vertragen de regenafvoer. Groene daken zijn er in vele soorten en maten. Het ene doet meer voor biodiversiteit dan het andere.



Meer bomen en planten

Bomen nemen CO₂ op, verkoelen en hebben een positief effect op de leefomgeving en de volksgezondheid. Het is verstandig als gemeenten bomen opnemen bij het ontwerpen van nieuwbouwplannen. Ook in de bestaande bouw kan er nog veel meer groen bij. Zie de acties van www.meerbomen.nu, waar gemeenten gratis bomen kunnen krijgen en ook zelf actief bomenhubs kunnen aanwijzen die gratis bomen aan bewoners uitdelen. Daarnaast zijn er organisaties die acties voor onttregelen op poten zetten. Als iedereen 2 m² van zijn of haar tuin weer groen maakt, krijgen we er een gebied ter grootte van de Veluwe bij!

Nieuwe duurzame woonvormen

Er zijn steeds meer mensen die willen 'ontspullen' en die kleiner, maar groener willen wonen. Er is een groeiende markt voor tiny house-parken met voedselbossen. Een ander idee is wooncommunities opzetten op het platteland op de plek van lege stallen, met een mix van senioren en jongeren. Dat verkleint ook de kloof tussen boer en burger (Zie hoofdstuk 6).²⁵

25. <https://www.vhg.org/kennisbank/het-levende-gebouw/digitaal-het-levende-gebouw-bladerbaar>
<https://www.vhg.org/domeinen/tuinen/de-levende-tuin>



3.8 Kantoren en andere gebouwen verduurzamen

Kantoren

Veel kantoren kunnen heel goed energie-neutraal gemaakt worden. De overheid zou dat eigenlijk moeten verplichten voor 2030 om te zorgen dat er meer vaart in komt.

De verhouding tussen elektriciteit en warmte is bij kantoren precies andersom dan bij woningen. Dus bij kantoren wordt 2/3 tot 4/5 van de energie gebruikt voor elektriciteit, onder andere doordat er veel meer gekoeld wordt. Het omlaag brengen van de elektriciteitsvraag (verlichting, ICT, ventilatie, koeling) in combinatie met het opwekken van eigen duurzame energie zet dus de meeste zoden aan de dijk. Een dak met zonnepanelen met een groen dak eronder levert behalve stroom ook extra koeling, en het dak gaat langer mee. Dat zijn dus 3 vliegen in één klap: besparing, opwekking en een beter dak.

Voor warmte en koeling is warmte-koudeopslag (een WKO-installatie) vaak een goede oplossing. En voor kleinere kantoren kan een lucht-water warmtepomp een goede oplossing zijn. Dat levert energiebesparing op en het aardgas wordt vervangen.

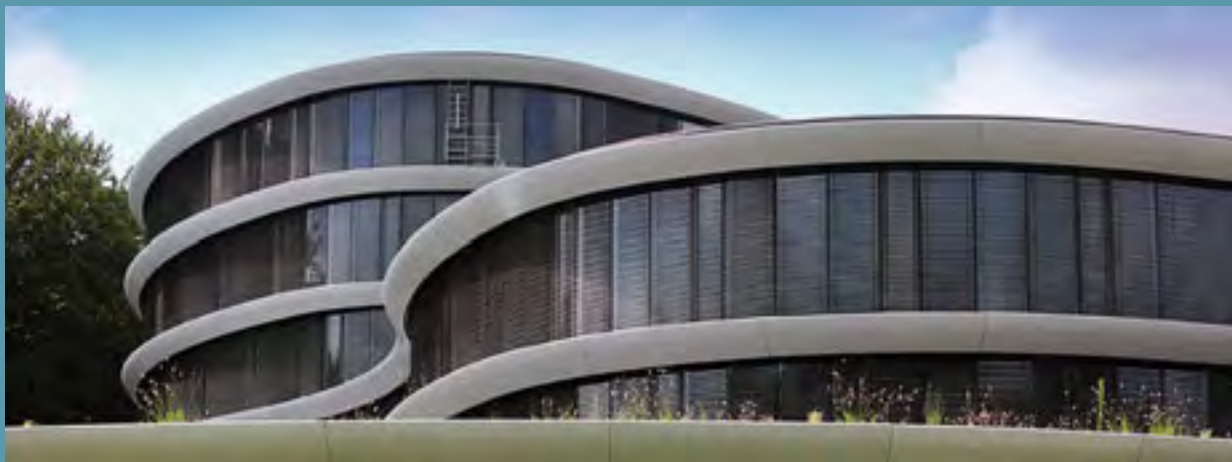
Wat de meest geschikte oplossing is, hangt samen met de grootte en het gebruik van het pand, maar bijna elk pand kan heel ver komen in het energieneutraal worden. Mocht het laatste stukje niet lukken, dan kan men in ieder geval klimaatneutraal worden door alleen duurzame energie af te nemen bij een energiebedrijf.

Bij de renovatie van kantoren gaan Energy Service Companies (ESCO's) een steeds belangrijkere rol spelen. Die nemen de investeringen en vaak ook het onderhoud voor bijvoorbeeld de energie-installaties voor hun rekening. Ze krijgen een bedrag per maand van de gebruiker van het kantoor. Als het goed is, heeft de gebruiker na de aanpassingen geen of heel lage energierekening, zonder dat die zelf de investeringen hoeft te doen. Het energieneutraal maken van fabriekspanden en de industriële processen daarbinnen komt aan bod in hoofdstuk 4.

Elk kantoor heeft andere oplossingen nodig. Maar een lagere elektriciteitsvraag door energiebesparing op verlichting, ICT, ventilatie en koeling is bijna overal een goed idee. Zie het voorbeeld van Geelen Counterflow op pag. 170.

Energieneutrale gebouwen

Een van de meest opvallende en gelauwerde kantoorrenovaties is die van netbeheerder Alliander in Duiven. Het gebouw van architect Thomas Rau gebruikt heel weinig energie en heeft een hoog comfort. Dankzij de zonnepanelen en het gebruik van grondwater voor warmte-koudeopslag is het gebouw CO₂-positief en voorziet het in de eigen energiebehoefte. De overcapaciteit gaat naar omliggende bedrijven uit het samenwerkingsverband Stichting Groene Alliantie. Het meest bijzonder aan het gebouw is dat het circulair is gerenoveerd: de materialen van het oude pand zijn veelal hergebruikt voor het nieuwe.²⁶



Thomas Rau is ook de architect die daarna het pand van de Triodosbank in Zeist energieneutraal en zo veel mogelijk circulair heeft gebouwd. Triodos zegt daarover op de website: "Het innovatieve ontwerp is gebaseerd op principes uit de circulaire economie en biomimicry. Dat betekent bijvoorbeeld dat het ontwerp en de productie van materialen zijn gebaseerd op structuren uit de natuur. En dat het gebouw remontabel en modulair is en gemaakt van duurzame en hergebruikte materialen. Verder is het energieneutraal dankzij de toepassing van warmte- en koudeopslag en het gebruik van zonnepanelen. De groene daken op het kantoor hebben een isolerende en verkoelende werking en zijn bovendien insectvriendelijk. De daken vangen regenwater op dat een nuttige bestemming krijgt, zoals voor het doorspoelen van toiletten en bewatering van het landgoed." ²⁷ Het pand is al 4 keer bekroond.

26. Meer informatie op <https://www.lente-akkoord.nl/gebouwen-alliander-duiven-gegarandeerd-15-jaar-energieneutraal/>
Zie ook <https://www.groeneallianties.nl/stichting-groene-allianties/>
27. <https://www.triodos.nl/reehorst>

Bijzondere oplossingen



School krijgt duurzame warmte uit horizontaal ondergronds buizenstelsel

Oplossingen zoals warmte-koudeopslag en water-water warmtepompen gaan verticaal de grond in. Maar je kunt ook horizontaal 'warmte oogsten' met een buizenstelsel in de grond op minstens 1,5 meter diepte, vorstvrij. Voor een pand met 100 m² oppervlak is er 200 m² tuin of sportveld nodig. Basisschool de Blokwhere in Volendam heeft met steun van Stichting Duurzaam Waterland een bodemlussensysteem gekregen waar water doorheen loopt. Een warmtepomp onttrekt warmte aan het water in de lussen en verwarmt daarmee de klaslokalen. 's Zomers kan het systeem koelen, dit scheelt veel aardgas.

Door het onttrekken van warmte aan de bodem bestaat de kans op uitkoeling (bevriezing) van de bodem. Om dit te voorkomen, moet je de bodem(bron) 'regenereren'. Dit gebeurt door 's zomers het gebouw te koelen en warmte uit het gebouw via heatpipes of zonnecollectoren in de grond te brengen. Dit maakt het systeem betrouwbaar en voorspelbaar. Het is een efficiënt systeem (de SPF is ± 4). Hiermee (en met regenereren) is zo'n 25 watt per m² uit de grond te halen.

28. <https://ibisper.eu/powernest-2/>



PowerNest voor zonne- en windenergie op flats en andere hoge gebouwen

De PowerNest van IBIS Power²⁸ is een constructie voor boven op hoogbouw, zoals een flat of kantoor, die duurzame energie maakt uit zowel wind als zon. De turbine draait al vanaf een windsnelheid van 2 meter per seconde. Technisch zou dat pas bij 3 meter per seconde zijn, maar de constructie van de lamellen en de plaatsing over de dakrand laten hier hun gunstige effect zien. De beveiliging schakelt de turbine uit bij meer dan windkracht 6. De opbrengst is afhankelijk van de locatie, met name het windgebied.

In totaal levert een PowerNest pal aan de kust ongeveer 30 MWh per jaar op, en in bijvoorbeeld Breda 20 MWh. De opbrengst van zonnepanelen is daarbij min of meer gelijk; de opbrengst uit windenergie verschilt.

Een PowerNest van 7,2 x 10,8 meter met 40 zonnepanelen van 295 Wp kost circa € 55.000 en zou in Scheveningen in ongeveer 8 jaar terug verdiend zijn.

3.9 Actieplan Energiebesparing: van sportclubs tot zorghuizen

Voor velen is energie besparen minder ‘sexy’ dan bijvoorbeeld duurzame energie opwekken of allerlei hippe innovaties toepassen. Toch is energie besparen vaak het meest kostenefficiënt. En energie die niet nodig is, hoeft je ook niet op te wekken of te transporteren.

Dus vanuit het systeem gedacht mag energiebesparing veel meer prioriteit krijgen.

Een Actieplan Energiebesparing zou bovenaan in het energietransitieplan van elke gemeente mogen staan. Er zijn honderden manieren om energie te besparen. We lichten er ter inspiratie een aantal uit.

Als de gemeenten en provincies de komende 2 jaar energiebesparing prioriteit maken, kan er elk jaar 3 tot 5 Mton uitstoot van CO₂-eq bespaard worden per jaar, zowel in de industrie als in utiliteitsbouw (zorghuizen, grote kantoren, etc).

a. Bedrijfspannen en overige gebouwen

Op grond van de Wet milieubeheer (en achterliggende Europese regelgeving) hebben veel bedrijven al een energiebesparingsplicht. Bedrijven die per jaar meer dan 50.000 kWh aan elektriciteit of 25.000 m³ aardgas verbruiken, moeten alle besparingsmaatregelen die zich binnen 5 jaar terugverdienen volgens de wet ook nemen. Dat gebeurt helaas vaak niet, omdat er nauwelijks op gehandhaafd wordt. Omgevingsdiensten kunnen en moeten deze handhavende taak uitvoeren.

Ledverlichting in gebouwen

Het is aan te bevelen om voor 2030 alle conventionele tl-buizen te vervangen door een led-variant. Dit is in 5 jaar terug te verdienen en dit moeten veel bedrijven dus volgens de wet al uitvoeren. Ook voor gebouwen met een laag verbruik en panden waarop die wet niet van

toepassing is, is overgaan naar ledverlichting een rendabele investering. Er zijn geschikte vervangende ledlampen voor bijna elk type lamp te vinden. Voor bedrijven zijn er ook Energy Service Companies (ESCO's) die helemaal gespecialiseerd zijn in verlichting en die voor bedrijven bereid zijn de investering over te nemen in ruil voor een maandelijkse bijdrage. Men belooft dat vanaf de eerste maand de kosten al omlaag gaan. Na een paar jaar is de ESCo afgelost en zijn de kosten definitief nog veel verder gedaald.

Voor al op verlichting, koeling, het upgraden van alle soorten elektromotoren en beter afstellen van apparaten is veel te besparen

Isolatie

Alle nieuwe gebouwen moeten sowieso energielabel A krijgen. De uitdaging zit dus ook hier in het beter isoleren van bestaande kantoren. Veel isolatiemaatregelen verdienen zichzelf ver voor 2030 ruimschoots terug.

Voor al op verlichting, koeling, het upgraden van alle soorten elektromotoren en beter afstellen van apparaten is veel te besparen. Als 2/3 van de gebouwen in de overige gebouwde omgeving – dus exclusief de woningen – aan de wet voldoet, kan er zeker 3 tot 5 Mton per jaar bespaard worden. Zie maatregelen 4, 8, 13, 24, 28 en 30 uit het 54-puntenplan van Urgenda.²⁹

29. <https://www.urgenda.nl/themas/klimaat-en-energie/40-puntenplan/>



Er zijn verschillende subsidies voor sportclubs om te verduurzamen. De Groene Club helpt sportverenigingen daarbij voor een volle clubkas en lage broeikas!

b. Alle sportclubs duurzaam in 2030

Het initiatief De Groene Club³⁰ is een samenwerking van de KNVB (voetbal), KNLTB (tennis) en KNHB (hockey). De begeleidingstrajecten om clubs te verduurzamen worden gefinancierd vanuit het ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport (VWS). De Groene Club is nu vooral actief in de provincies Overijssel, Gelderland en Zuid-Holland.

Na zo'n 7,5 jaar is de investering terugverdiend en heeft de club een enorm lage energierekening.

De besparing per club per jaar is gemiddeld 39.000 kWh en 1.750 m³ gas. De investering per club is netto gemiddeld € 55.300, waarbij jaarlijks € 7.450 bespaard wordt. Na zo'n 7,5 jaar is de hele investering terugverdiend en geniet de club van een duurzame sportaccommodatie en met een enorm lage energierekening. Er zijn verschillende subsidies voor sportaccommodaties beschikbaar, zoals de Subsidieregeling BOSA (Bouw en onderhoud sportaccommodaties) en de SDE++. De Groene Club overlegt met de sportclubs en past de subsidies waar mogelijk toe. De duur van de subsidie en het begeleidingstraject vanuit het ministerie VWS is onzeker, dus haast is geboden. Dit initiatief verdient verdere opschaling!

30. De Groene Club, <https://www.degroeneclub.nl>



c. Energiebesparing in zorgorganisaties

In de sector zorg en welzijn werken in heel Nederland 1.293.200 mensen.³¹ Volgens het rapport van Gupta Strategists over duurzame zorg³² is de CO₂-uitstoot door het energiegebruik van gebouwen in de zorg het hoogst: de zorg is verantwoordelijk voor 4,3 Mton CO₂-emissie landelijk. Via Zorgkaart Nederland waren er in 2018 in Nederland in totaal 2465 verpleeg- en verzorgthuizen bekend.³³ Daarnaast waren er dat jaar 120 ziekenhuislocaties.³⁴

Uiteraard is bestaat er veel verschil tussen grote ziekenhuizen en relatief kleine verzorgingshuizen. Vandaar dat het ook interessant is om te weten welke grote zorgorganisaties de grootste energieverbruikers zijn.



31. <https://www.cbs.nl/nl-nl/dossier/arbeidsmarkt-zorg-en-welzijn/hoofdcategorieen/wie-werken-er-in-de-sector-zorg-en-welzijn>

32. https://gupta-strategists.nl/storage/files/1920_Studie_Duurzame_Gezondheidszorg_DIGITAL_DEF.pdf

33. Zorgkaart, <https://www.zorgkaartnederland.nl>

34. VZinfo, 2019: <https://www.volksgezondheidenzorg.info/onderwerp/ziekenhuiszorg/regionaal-internationaal/locaties#node-algemene-en-academische-ziekenhuizen>

35. Ervaringen met de Energiestrijd Zorghuizen <https://energiestrijd.nl/> en <https://www.urgenda.nl/themas/bouw/energiestrijd-zorghuizen/>

Energiestrijd Zorghuizen

Al jaren organiseert Urgenda de Energiestrijd Zorghuizen. Landelijk hebben al meer dan 80 zorgorganisaties meegedaan aan deze wedstrijd die 3 maanden duurt. Uit de Energiestrijd blijkt dat gemiddeld 10 tot 15% van het energieverbruik valt te besparen in één winterseizoen.³⁵

De besparing wordt bereikt met kleine technische verbeteringen.

Een paar voorbeelden:

- cv-installaties waterzijdig inregelen waardoor ze meer rendement opleveren;
- dag- en nachtinstellingen controleren;
- installaties optimaal instellen.

Die technische aanpassingen gebeuren in combinatie met een campagne voor bewoners en personeel over energiebesparing. Uiteraard kan de zorgorganisatie ook op een andere manier het energieverbruik met 10 tot 15% reduceren, maar vaak blijkt een gemeenschappelijk programma met een wedstrijdelement beter te werken en langer te beklijven.

Gemiddeld stoot een zorgorganisatie jaarlijks 1.700 ton CO₂ uit. Dat kan gereduceerd worden naar 1.445 tot 1.530 ton. Een besparing van 170 tot 255 ton per jaar.

De ervaring leert dat mensen tijdens een Energiestrijd ook gaan letten op andere thema's, zoals afval en waterverbruik. Het competitie-element en de informatieve energiebesparende tips leiden ook tot meer bewustwording: medewerkers en bezoekers gaan ook vaak thuis maatregelen nemen.

d. Energiebesparing in huishoudens via de gemeente

Overheden kunnen samen met lokale duurzame energiecoöperaties acties op touw zetten om meer energie te besparen. De nationale overheid heeft afgelopen jaar met twee regelingen (RRE en RREW) al via gemeenten subsidies gegeven voor besparingsmaatregelen voor huiseigenaren en later ook voor huurders. Daarop kan voortgeborduurd worden, want er kan nog heel veel meer. We noemen wat voorbeelden.



Bespaarpakket

Waarom zou je Nederlanders niet verrassen met een energiebespaarpakket? Nu niet van een loterij, maar van de eigen overheid.

Ter inspiratie:

- Een besparende douchekop die warm water bespaart en daarmee op dit moment in de meeste huizen ook aardgas. Voor de bewoner scheelt het € 50 per jaar.
- 3 ventilatorsetjes voor verbetering van de luchtdoorstroming bij radiatoren. Een ventilator plaats je onder de radiator, waardoor de warmte beter wordt verspreid en je minder hoeft te stoken. Dit kan 30% in de stookkosten schelen, zo'n € 300 per jaar.
- Radiatorfolie die je achter radiatoren plaatst, zodat je niet de wand warm stookt, maar de ruimte.

- Radiatorfolie om de close-in-boiler in te pakken. Die verliest permanent warmte door uitstraling aan de omgeving, ook als er geen warm water wordt getapt. Een besparing van 100 kWh op jaarbasis per boiler wordt gemeten. Naar schatting staan er meer dan een miljoen van deze boilers in woningen en bedrijven. Het besparingspotentieel met deze Nederlandse innovatie komt daarmee op zo'n 0,06 Mton CO₂ per jaar.
- Zie ook de de voorbeelden op de volgende pagina's.

Een bespaarpakket kan op centrale punten worden afgehaald, bijvoorbeeld in samenwerking met supermarkten en postafhaalpunten. worden verspreid, dan kan er 0,5 Mton CO₂-uitstoot bespaard worden.



Extra ledverlichting in huishoudens

Uit onderzoek van Milieu Centraal blijkt dat er gemiddeld per huishouden nog steeds zo'n 24 gloei- en halogeenlampen in gebruik zijn.³⁶ Als deze lampen worden vervangen door ledlampen is het besparingspotentieel groot. Door een voorlichtingscampagne in combinatie met gratis ledlampen voor mensen met lage inkomens moet men voor 2030 toch zeker 80% van de onzuinige lampen hebben vervuild voor duurzame.³⁷



Doorvoerstekkers tegen sluipverbruik

Driekwart van alle apparaten staat niet echt uit als ze niet in gebruik zijn. Het sluipverbruik van energie in huishoudens is zo'n 450 kWh per jaar, aldus Milieu Centraal. Dat komt neer op zo'n € 100 per jaar per gezin en 1,5 Mton aan CO₂-uitstoot voor heel Nederland. Driekwart van dit sluipverbruik is makkelijk te voorkomen met goede voorlichting en simpele doorvoerstekkers: een stekker met een aan-uit-schakelaar. Daarmee kun je apparaten zoals pc's, tv's, koffieapparaten, printers en opladers die niet in gebruik zijn echt uitzetten. Als die apparaten op stand-by blijven staan of zelfs uit staan, maar de stekkers wel in het stopcontact zitten, verbruiken ze toch nog een beetje stroom. Met een doorvoerstekker – een stand-by killer – zet je ze wél echt uit. Twee stekkers kosten ongeveer € 3. Dat is snel terugverdiend.³⁸

36. <https://www.milieucentraal.nl/energie-besparen/zuinige-lampen/gloeilamp-en-halogeenlamp-bijna-uitgedoofd/>

37. Zie maatregel 41 van het 54-puntenplan van Urgenda en partners: www.urgenda.nl/themas/klimaat-en-energie/40-puntenplan

38. Zie maatregel 42 van het 54-puntenplan van Urgenda en partners: www.urgenda.nl/themas/klimaat-en-energie/40-puntenplan

39. <https://www.klimaatzuster.nl/projecten/licht-uit-deur-dicht>

40. <https://www.dutchdatacenters.nl/thema-energie/>



Winkeldeur dicht houden

"Open winkeldeuren in de winter verliezen evenveel energie als 180 duizend vliegtourtjes Hongkong", schreef *de Volkskrant* in 2016. Winkels kunnen door hun deur dicht te doen tot € 4.500 op de energierekening besparen³⁹ iets voor betere tijden, na corona.



Data opruimen is energie besparen

Het energieverbruik van datacenters in Nederland is in 2019 gestegen naar 2,7 TWh per jaar.⁴⁰ Dat komt neer op een uitstoot van 1,5 Mton CO₂ per jaar rekenend met 0,556 kg/kWh. Tel je daarbij de uitstoot op van alle servers op kantoren, dan is de uitstoot van ons dataverkeer nog veel groter. Het dataverkeer neemt toe met de stijgende populariteit van streamingdiensten. Toch kunnen we veel besparen: door servers op de eco-stand te zetten, door data op te ruimen én door websites groen te hosten.

Overheden zijn grote dataverbruikers en kunnen het goede voorbeeld geven. Ook een grote publiekscampagne voor Landelijke Data-opruimdagen kan een mooi initiatief zijn.

Energie besparen kan met de volgende acties:

1. Stimuleer dat meer servers op de eco-stand gaan.
2. Organiseer Landelijke Data-opruimdagen: elke opgeruimde 500 terabyte uit een clouddienst bespaart 0,1 Mton CO₂.
3. Vraag alle overheidsinstanties met regelmaat data op te ruimen en zet weinig gebruikte data op stilstandende servers.
4. Voer voor alle overheidswebsites groen hosten in.
5. Installeer Ecosia als groene zoekmachine op overheidsservers.



© Chantal Bekker

SAMENVATTING GEBOUWDE OMGEVING

Miljoenen huizen energieneutraal maken in 10 jaar tijd is een enorme opgave. In de jaren 50 en 60 kregen alle woningen in Nederland in 10 jaar tijd een gasaansluiting. Nu willen we er in 10 jaar weer zo veel mogelijk vanaf. Dat is een grote klus, maar het kan.

Waarschijnlijk gaan veel huizen van aardgas over op een **combinatie van warmtepompen** (in allerlei soorten en maten, zie de bijlage Warmtepompen na dit hoofdstuk) en **infraroodpanelen, koken op inductie** en 20 tot 22 **zonnepanelen**. Mensen met een eigen dak en een energierekening boven de € 150 per maand kunnen veelal zonder hogere maandelijkse lasten de overstap maken. Dat is een goede groep om mee te beginnen. De daadwerkelijke uitvoering kan nu al in een ruime week met een paar mensen en gaat straks nog sneller. Als elke installateur of gespecialiseerd bedrijf elke week 7 woningen (bijna) energieneutraal kan maken, hebben we 25% van de bestaande woningen in 2030 aangepakt. Daar komen nog een miljoen duurzaam gebouwde nieuwbouwhuizen bij. En dan verder versnellen!

Het is nodig om **betere voorlichting** te geven over dit onderwerp en meer mensen op te leiden tot energieadviseur en installateur. Ook moet iedereen weten dat de **maandlasten niet omhoog** hoeven te gaan voor huishoudens en dat investeringen mogelijk zijn via speciale leningen en andere faciliteiten.

Ook voor kantoren zijn er legio mogelijkheden om energieneutraal te worden.

Naast overgaan naar **all-electric oplossingen** en zo veel mogelijk **duurzame energie opwekken** op het eigen oppervlak blijft het

natuurlijk raadzaam om ook **zo veel mogelijk energie te besparen**. In dit hoofdstuk reiken we een aantal oplossingen aan. Nog veel meer oplossingen die ook al binnen een jaar resultaat kunnen hebben, staan in het 54-puntenplan dat Urgenda samen met 800 organisaties maakte om de overheid te helpen bij het terugdringen van de CO₂-uitstoot.⁴¹

Door gebruik te maken van warmtepompen en hard te trekken aan verdere energiebesparing, kan de hoeveelheid energie die we uiteindelijk nodig hebben nog flink omlaag. Dat scheelt zonnepanelen en windmolens!

In steden en bij industrieën die warmte over hebben, kunnen ook **lokale warmtenetten** voorkomen die aan huishoudens warmte leveren. Het is zaak dat die draaien op duurzame bronnen.

Het is **belangrijk dat netwerkbedrijven meer armslag krijgen** en een iets bredere rol, zodat ze keuzes mogen maken die de energietransitie het beste dienen. Dus bijvoorbeeld: niet altijd de eerste die zich meldt aansluiten.

De ideeën die worden aangereikt, zijn ook van verschillende orde. Je kunt ze niet allemaal goed bij elkaar optellen. 500.000 bestaande woningen zo veel mogelijk energieneutraal maken kan 2 Mton CO₂-eq besparen. Bouwen met hennep en hout is een vorm van negatieve emissies: we slaan koolstof langjarig op in materialen.

41. <https://www.urgenda.nl/themas/klimaat-en-energie/40-puntenplan/>

BIJLAGE WARMTEPOMPEN

Soorten, technische kenmerken, voor- en nadelen

Er zijn 3 hoofdsoorten warmtepompen:

1. **Water-water warmtepomp**, in 3 typen:
 - a. gebruikt water uit de bodem
 - b. gebruikt stromend water in de buurt (ook aquathermie/ TEO)
 - c. haalt warm water van het dak via PVT-panelen (panelen die warm water en elektriciteit leveren)
2. **Lucht-water warmtepomp**
3. **Lucht-lucht warmtepomp** (airco die ook kan verwarmen)

SPF = Seasonal Performance Factor
Voor de technisch geïnteresseerden: meestal spreken we in projecten over de SPF-waarde. De SPF (Seasonal Performance Factor) houdt rekening met alle energie die nodig is om een systeem te laten functioneren, zoals een extra pomp, kleppen en regelingen. De SPF is een gemiddelde over een heel jaar. De waarden die we hierna noemen, zoals SPF 4,0 voor een water-water warmtepomp en SPF 3,2 voor een lucht-water warmtepomp, zijn typische SPF-waarden die je ziet in de praktijk.

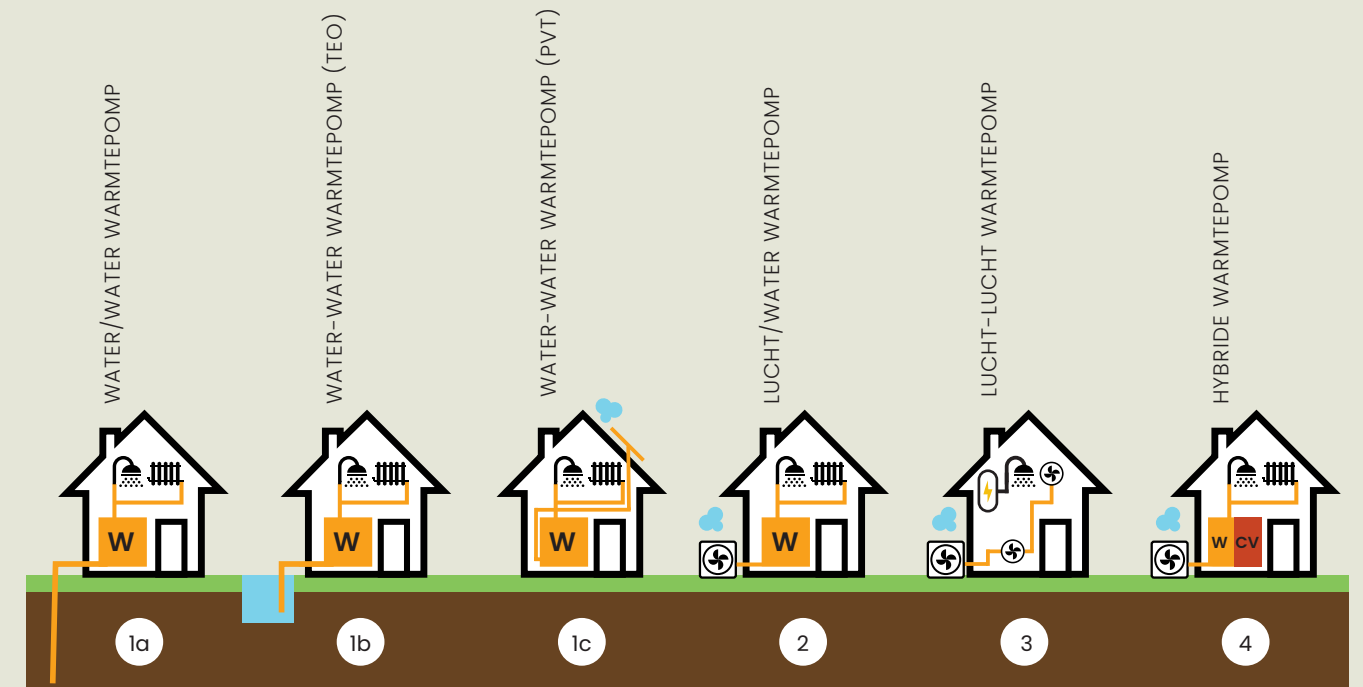
1. Water-water warmtepomp

Alle vormen van water-water warmtepompen gebruiken lagetemperatuur warmte (LT) voor de verwarming van het huis, waardoor er ofwel speciale convectoren nodig zijn in plaats van klassieke radiatoren, ofwel vloerverwarming nodig is. Dit geldt ook voor de lucht-water warmtepomp (zie pag. 128 voor uitleg).

a. Warmtepomp met bodemwarmte (SPF 4,0)

Deze warmtepomp maakt gebruik van ondiepe bodemwarmte. Een verticale bodemlus die tussen de 25 en 150 meter diep gaat, haalt warmte uit de bodem. Met een warmtepomp kun je hiermee de ruimte verwarmen en warm tapwater maken. Hoe langer de bodemlus, hoe meer warmte je uit de bodem haalt. Dat kan door 1 diepe lus te maken, of door meerdere ondiepe lussen. Dan heb je dus meer boringen naast elkaar nodig, die minstens 6 tot 8 meter uit elkaar moeten liggen. Het is vaak handiger om één boring van 120 meter diep te doen dan 4 van 30 meter diep, maar alles hangt af van de samenstelling van de bodem.⁴² Als er dieper dan 100 meter alleen maar klei of droog zand zit, heeft het weinig zin om dieper te boren.

De water-water warmtepomp met een verticale bodembron is een relatief dure installatie, omdat je 25 tot 150 meter de grond in moet. De boringen maken de installatie duurder dan de andere varianten van warmtepompen. Maar deze variant heeft wel een aantal voordelen: er is geen buiten-unit, dus geen geluid buiten, en in de zomer krijg je er (bijna) gratis (top)koeling bij. Ook is de installatie heel efficiënt (SPF 4,0). Hoe groter het huis en hoe hoger de kosten voor aardgas voorheen waren, hoe geschikter deze oplossing is. **Daarom zie je die vaker bij grote vrijstaande woningen, landhuizen en boerderijen met bijgebouwen.** De installatie kost zo'n € 15.000 tot € 25.000. Maar de aardgasrekening bij grote huizen loopt al gauw op van € 200 tot € 300 per maand, en dat is in 10 jaar ook al € 24.000 tot € 36.000. Dan is zo'n warmtepomp een goede investering.



b. Warmtepomp met gebruik van oppervlaktewater (TEO) (SPF 4,0)

Thermische energie uit oppervlakte water (TEO) mag zich in steeds meer aandacht verheugen. De bron waaruit warmte wordt onttrokken is oppervlaktewater, dus een sloot of kanaal vlakbij. Dat water moet wel stromen en minstens 1,5 meter diep zijn. Doordat er energie uit het water wordt gehaald, wordt het water kouder. Als het te ondiep en niet stromend zou zijn, zou het water rondom de warmtewisselaar op den duur bevriezen en gaat het rendement van de warmtepomp hard achteruit.

Er moet een leiding met water vanuit de sloot, de gracht of het kanaal naar de woning worden getrokken. Hoe langer die is, hoe duurder het wordt. Dit is te organiseren per huis, maar ook voor een wijkje. Dan wordt het een warmtenetje.

Een warmtepomp (met alleen een binnen-unit) werkt de lage-temperatuurwarmte van het water op naar warm water voor de ruimteverwarming en warm tapwater. De vraag

is of dit voor woningen met energierekeningen van rond de € 150 per maand niet te duur wordt in vergelijking met de kosten van lucht-water warmtepompen. Het heeft ook meer voeten in aarde om warmte uit water te onttrekken. Denk bijvoorbeeld aan vergunningen. En hoe verder weg het water ligt, hoe duurder en hoe meer gedoe. Het voordeel: geen buiten-unit die geluid maakt.

c. Warmtepomp met PVT-panelen die de warmtepomp voedt met warm water (SPF 4,5)

PVT-panelen halen warmte én elektriciteit van het dak. Die warmte kan benut worden als bron voor de warmtepomp. Let wel op dat je goede PVT panelen neemt die een hoge warmteopbrengst kunnen leveren, want er is veel kaf onder het koren. Binnen in huis is er een binnen-unit van de warmtepomp die water op temperatuur brengt voor de verwarming en die zorgt voor warm tapwater. Dit is een mooie oplossing, maar die is wel duurder dan een lucht-water warmtepomp.

42. <https://www.gawalo.nl/energie/artikel/2018/02/boren-naar-aardwarmte-hoe-dieper-hoe-beter-1015658>.

2. Lucht-water warmtepomp (SPF 3,2)

Als er tegenwoordig gesproken wordt over warmtepompen in de gebouwde omgeving, dan gaat het vaak over de zogenoemde lucht-water warmtepomp. Die zuigt lucht aan via een buiten-unit in de tuin of op het dak of het balkon. Er is ook een binnen-unit plus een boilervat voor douchewater in huis. Bij de meeste huizen komt de binnen-unit met boilervat op de plaats van de oude cv-ketel, in de bijkeuken of op zolder.



De lucht-water warmtepomp is goedkoper dan de water-water varianten en heeft gemiddeld een SPF van 3,2.

De lucht-water warmtepomp maakt warm water voor de douche (in het boilervat) en warm water voor de verwarming. Dit verwarmingswater is minder warm dan water van een cv-ketel, namelijk 35-40 graden versus 60-80 graden bij een cv-ketel. Dat betekent dat deze lagere warmte op een andere manier voor voldoende warmte in de ruimte moet zorgen. Dit kan het makkelijkst door een aantal radiatoren te vervangen door convectoren met ingebouwde ventilatoren. Convectoren zijn een soort moderne radiatoren die lagere temperaturen beter verspreiden, waardoor er een behaaglijke warmte ontstaat. Als je in de slaapkamers geen 20 graden nodig hebt, kun je rustig de oude radiatoren laten hangen.



Voorbeeld van een convector die nodig is bij warmtesystemen die lage temperaturen gebruiken voor de verwarming (onder de 60 graden).

Warmtepompen werken ook goed met vloerverwarming. Is die er nog niet, dan is dat vaak een grotere ingreep dan een paar radiatoren vervangen. Vloer- of wandverwarming zijn dus niet noodzakelijk, in tegenstelling tot wat het PBL schreef. Met 3 tot 5 convectoren (gemiddeld 2 in de woonkamer, 1 in de keuken, en afhankelijk van verdere wensen eventueel ook nog een paar boven) in de plaats van radiatoren (en de rest laten hangen) krijg je huizen goed warm met lucht-water warmtepompen. Dat zijn relatief snelle en simpele veranderingen.

Warmtepompen zijn vooral nodig in de winter als er niemand buiten zit, en veel minder in de zomer.

Hoe groter de afmetingen van de buiten-unit van de warmtepomp, hoe duurder, maar ook hoe minder geluid hij maakt. Er zijn ook mogelijkheden om in de zomer een paar graden te koelen. De warmtepompen mogen van de wetgever buiten overdag op de erfgrens niet meer dan 45 decibel geluid maken en 's nachts (19:00-7:00 u) niet meer dan 40 decibel. Dit is ingegaan op 1 april 2021.

Het is goed om te weten dat warmtepompen vooral nodig zijn in de winter als er niemand buiten zit, en veel minder in de zomer, als ze alleen maar warm water hoeven te maken en doorgaans niet gebruikt worden voor de verwarming. Je kunt ook instellen dat warmtepompen 's nachts stiller draaien dan overdag.

Een lucht-lucht warmtepomp is eigenlijk wat de meeste mensen een airconditioner zouden noemen.

3. Lucht-lucht warmtepomp (SPF 4,0)

Een lucht-lucht warmtepomp is eigenlijk wat de meeste mensen een airconditioner zouden noemen. Hij kan dus goed koelen, maar ook verwarmen! Wel ontstaat er meer luchtstroming, wat niet iedereen prettig vindt.

Lucht-lucht warmtepompen zijn het meest geschikt voor studio's en flats met weinig verschillende ruimten of om alleen een zolderkamer te koelen en eventueel te verwarmen. Er komt een buiten-unit aan de muur of op het dak en daar kunnen maximaal 5 binnen-units aan gekoppeld worden die de ruimte verwarmen of koelen. Dit is een relatief goedkope oplossing en een heel efficiënt systeem. Deze lucht-lucht warmtepomp zorgt alleen voor de verwarming en niet voor warm water. Er moet dus nog een aparte instant heater of elektrische boiler bij.

Voor de grotere zogenoemde grondgebonden woningen, zoals twee-onder-een-kap of vrijstaande huizen, zijn deze lucht-lucht warmtepompen meestal minder geschikt, omdat er twee sets nodig zijn plus een elektrische boiler. Dan kun je beter één lucht-water warmtepomp nemen voor alle verwarming en warm water.

4. Hybride warmtepomp: in praktijk minder goed dan in theorie

Er gaan veel stemmen op om 'tijdelijk' massaal over te stappen op hybride warmtepompen. Een hybride warmtepomp is een lucht-water warmtepomp met een relatief laag vermogen, gecombineerd met een losse of ingebouwde gasketel. Dus het huis moet aangesloten blijven op aardgas en de bewoner blijft ook de netwerkkosten en het vastrecht betalen van samen zo'n € 275 per jaar. Het idee is dat deze warmtepomp een groot deel van het jaar echt als een efficiënte warmtepomp opereert, en alleen als het heel koud is overgaat op aardgas. Het is geen apparaat dat altijd als warmtepomp opereert en af en toe een beetje gas erbij verbruikt: het apparaat werkt óf als een warmtepomp óf als een gasketel. Zodra de warmtepomp de ruimte niet genoeg opwarmt, gaat de gasketel aan en wordt de warmtepomp niet meer benut. Als het kouder is dan 5 graden, gaat meestal de gasketel aan. Doorgaans levert deze warmtepomp géén warm water voor de douche, dus dat gebeurt met aardgas. De besparing zal daarom in de praktijk ca 30-50% bedragen.

In de praktijk van gewone gezinnen blijkt dat deze hybridecombinatie zo'n 50 tot 70% van de tijd gewoon als gasketel opereert.

Theorie versus praktijk: geliefd als tussenoplossing

In theorie zou een hybride-combinatie zonder boilervat minimaal 70% van de tijd als warmtepomp moeten opereren als hij goed is ingeregeld en goed wordt ingezet. Maar in de praktijk van gewone huishoudens blijkt dat deze hybride-combinatie zo'n 50 tot 70% van de tijd gewoon als gasketel opereert. Bij technici die alles heel goed afstellen en er ook daarna veel tijd en aandacht aan blijven besteden, kan de warmtepomp best vaker draaien, maar

in de praktijk is dat meestal niet het geval. Als een hybride ketel 20 jaar meegaat en 50 tot 70% van de tijd gewoon op aardgas draait, dan is dat in het kader van 'zo veel mogelijk doen om ontwrichtende klimaatverandering te voorkomen' niet de gedroomde oplossing. Het halve land op hybride ketels overzetten leidt wel tot aanzienlijke energiebesparing (30 tot 50% minder aardgasgebruik in huis), maar haalt huizen niet van het gas af de komende 20 jaar.

Het is wel begrijpelijk dat de hybride ketel aantrekkelijk is, omdat je de radiatoren kunt laten hangen en er geen boiler vat nodig is. De gasketel van deze hybride oplossing kan namelijk het warme tapwater voor zijn rekening nemen. Het is ook een relatief goedkope optie: de kosten zijn € 5.000 tot € 6.000. Daarnaast ontlast deze optie het elektriciteitsnetwerk als het koud is, want juist dan gaat dit systeem over op aardgas. Zolang de elektriciteitsnetwerken nog niet overal goed genoeg zijn, vinden de netwerkbedrijven deze oplossing dus prettig.



CO₂-warmtepompen zijn alleen geschikt voor kleinere appartementen of ruimten, anders zijn er meerdere buiten-units nodig.

5. CO₂-warmtepomp (SPF 2,5)

Een CO₂-warmtepomp is ook een lucht-water warmtepomp. Het voordeel ervan is dat deze warmtepomp water van 70 tot 75 graden kan maken en dat de huidige radiatoren in de meeste gevallen kunnen blijven hangen en niet hoeven te worden vervangen door convectoren. De warmtepomp zelf is iets duurder, maar omdat er geen andere radiatoren nodig zijn, is het in totaal iets goedkoper dan een standaard lucht-water warmtepomp.

Deze warmtepomp heet een CO₂-warmtepomp, omdat CO₂ wordt toegepast als koudemiddel. In de huidige warmtepompen zit een koudemiddel dat beter niet vrij kan komen (F-gas), want dat is een sterk broeikasgas. Ook CO₂ kan deze functie als koudemiddel vervullen. Het moet alleen wel onder hogere druk van 120 bar in de warmtepomp zitten. Dat vereist dus een hoogwaardigere techniek. Zowel F-gassen als CO₂ wil je graag in de warmtepomp houden en niet per ongeluk laten ontsnappen.

Het nadeel van deze warmtepomp is dat de buiten-unit maar tot 4 of 5 kW kan leveren, dus die is alleen geschikt voor appartementen of kleine woningen. Of je moet meerdere buiten-units naast elkaar plaatsen (zie de afbeeldingen). Maar er wordt hard gewerkt aan nieuwe versies.



DE BUITEN-UNIT VAN DE WARMTEPOMP STAAT VAAK ACHTER IN DE TUIN





4

MOBILITEIT

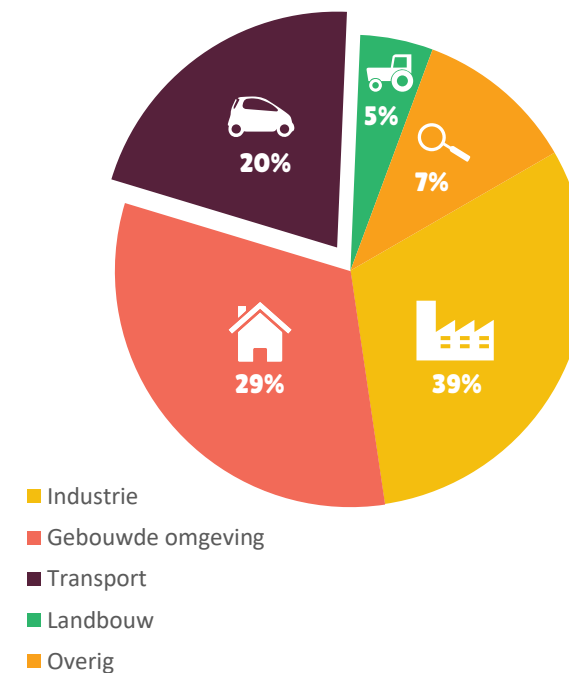
ANDERS & DUURZAAM



Als we minder of anders gaan reizen, hebben we minder energie nodig. Minder en duurzamer reizen betekent minder CO₂, maar ook minder uitstoot van fijnstof, NOx en minder beslag op de ruimte: een schonere en mooiere leefomgeving.

4.1 Impact van verkeer

De mobiliteitssector is qua uitstoot van broeikasgassen nummer 3, na de industrie en de gebouwde omgeving. In 2018 stootte deze sector 35,6 Mton CO₂-equivalenten uit, ongeveer 20% van het totaal.



Aandeel in Nederlandse CO₂-uitstoot per sector. In dit taartdiagram is het verbruik van elektriciteit verwerkt in de verbruikende sectoren en niet apart opgenomen.¹

Minder auto's voor woon-werkverkeer draagt enorm bij aan de reductie van de CO₂-uitstoot.

Daarnaast stoot de sector mobiliteit veel stikstofoxiden en fijnstof uit. Ook is er overlast door geluid en luchtverontreiniging. Op meerdere terreinen is er dus winst te halen door mobiliteit te verduurzamen.

De CO₂-uitstoot door het binnenlandse verkeer en vervoer – dus exclusief de internationale lucht- en zeevaart – wordt voor de helft veroorzaakt door personenauto's. Bijna een derde wordt veroorzaakt door vrachtvoertuigen, vooral op diesel. Bijna een tiende komt door mobiele werktuigen, die vooral ingezet worden in de bouwnijverheid en de landbouw, ook voornamelijk op diesel.

Als we verder inzoomen op het totale wegverkeer, dan vormt de categorie 'woon-werkverkeer & zakelijk' 49,0% van het totale aantal reizigerskilometers, en 'vrije tijd & overig' 41,9%. De categorieën 'winkelen' en 'onderwijs' zijn verantwoordelijk voor respectievelijk slechts 7,9% en 1,2%.²

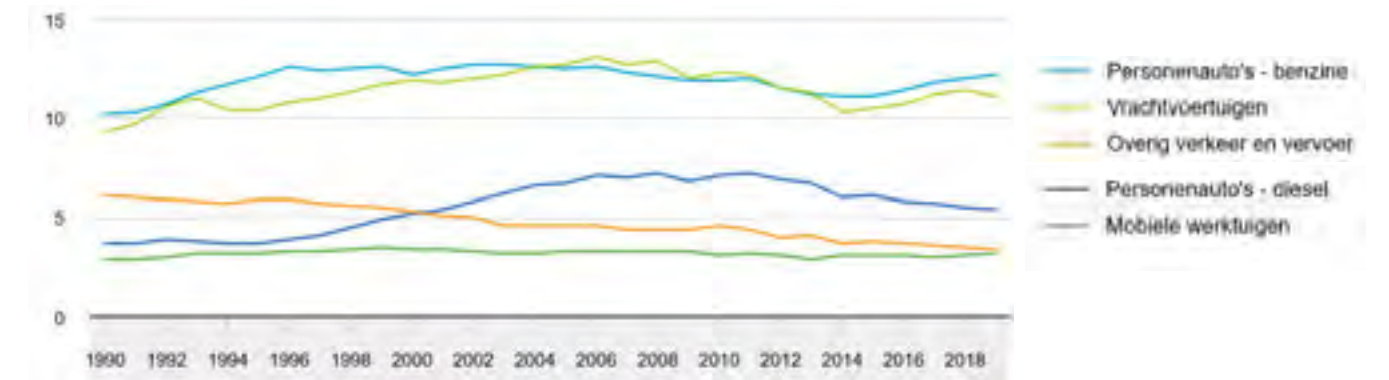
Minder gebruik van personenauto's voor woon-werkverkeer draagt dus significant bij aan het reduceren van CO₂-uitstoot. Als de auto minder wordt gebruikt voor woon-werkverkeer, leidt dit doorgaans tot minder auto's per gezin, en tot meer (elektrische) fietsen, elektrische deelauto's of OV-abonnementen.

1. Zie het EnergieTransitieModel (ETM) van Quintel, gebruikt voor: <https://www.urgenda.nl/wp-content/uploads/Rapport-2030-update-juni-2020.pdf>, p. 51.

2. Mobiliteitsbeeld 2016, http://web.minienm.nl/mob2016/1_1.html



Uitstoot broeikasgassen door sector Mobiliteit in Mton CO₂-eq



Bron: CBS RIVM/Emissieregistratie

Minder CO₂-uitstoot en een schonere leefomgeving met meer leefruimte en minder ruimte voor auto's en asfalt is via verschillende routes te bereiken. Als verplaatsen van mensen en goederen slimmer gebeurt waardoor er minder energie nodig is, hoeft er ook minder duurzame energie opgewekt te worden. Dat vergt dus ook minder ruimte voor energie. Gemeenten kunnen een grote rol spelen in het verbeteren van de leefomgeving.

De volgende stappen kunnen worden onderscheiden:

1. Meer lopen, fietsen en thuis werken en betere infrastructuur voor voetgangers en fietsers.
2. Meer delen: deelfietsen, deelauto's, slimmer en ander OV, waardoor minder bezit van eigen voertuigen noodzakelijk is.
3. Voor zover er vervoerd wordt: vooral elektrisch en zonder benzine en diesel.
4. Hogere belastinggraad voor vrachtvervoer en bestelbusjes, en slimmere combinaties.
5. Verduurzaming versnellen door:
 - invoeren van venstertijden;
 - bevoordelen van elektrisch vervoer;
 - invoeren van stadsheffing;
 - creëren van leefstraten;
 - aanleggen van goede laadstructuur voor elektrisch vervoer.



Als de auto minder wordt gebruikt voor woon-werkverkeer, leidt dit doorgaans tot minder auto's per gezin, en tot meer (elektrische) fietsen, elektrische deelauto's of OV-abonnementen.



4.2 Meer lopen, fietsen en thuiswerken

De stad vriendelijker maken voor voetgangers helpt om mensen binnen de stad uit de auto te krijgen en de leefbaarheid te vergroten. Voor mensen voor wie lopen te ver is, kan de fiets de tweede optie worden in plaats van de auto.

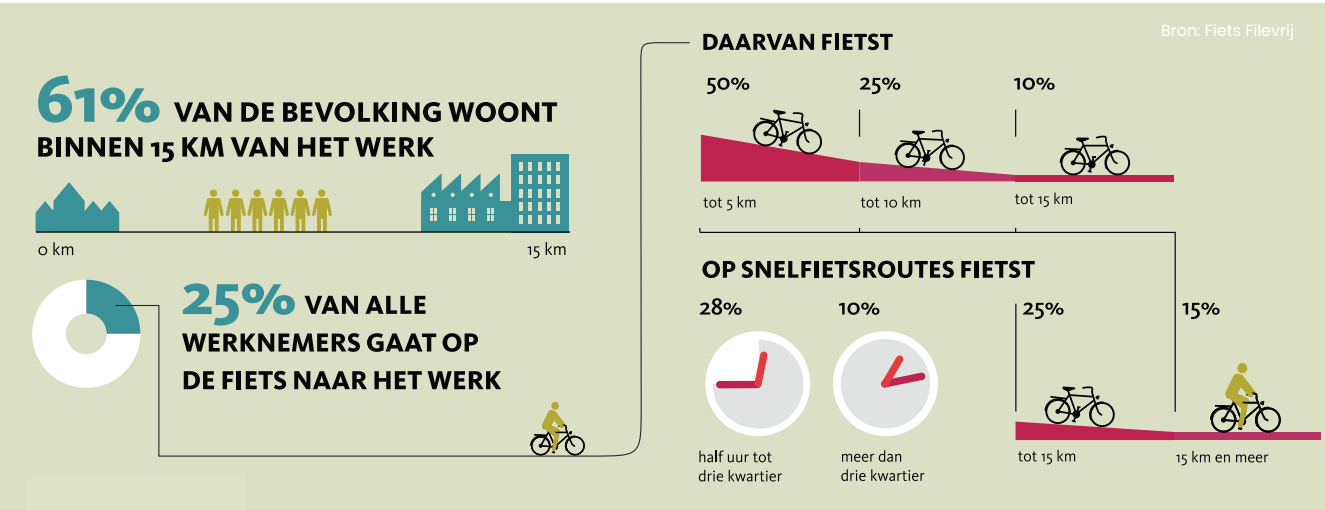
Meer op de fiets naar het werk

In Nederland woont 61% van de mensen binnen 15 km van het werk.³ Toch gaat maar 25% van alle werknemers op de fiets naar het werk. Dit ondanks het feit dat het fietsgebruik sinds 2005 met bijna 11% is toegenomen.⁴ Door de komst van de speed pedelec en de elektrische fiets zijn ook langere afstanden tot 25 kilometer goed af te leggen. Bijna 60% van de e-fietsers bevestigt de stelling dat e-fietsgebruik heeft geleid tot minder autogebruik, en 30% geeft aan minder vaak het OV te hebben gebruikt.⁵



© Bas de Meijer - Fietsersbond

Met de speed pedelec zijn afstanden van 25 km ook voor woon-werkverkeer goed af te leggen.



Snelfietsroutes verlagen de CO₂-uitstoot en zorgen voor gezondere werknemers.

3. Een toekomstagenda voor snelfietsroutes. Fietsersbond en partners (2013), p. 21.
4. Transport en mobiliteit 2016,CBS. <https://www.cbs.nl/nl-nl/publicatie/2016/25/transport-en- mobiliteit-2016>
5. Mobiliteitsbeeld 2016. Kennisinstituut voor Mobiliteitsbeleid (KiM), Ministerie I&M. http://web.minienm.nl/mob2016/documents/Mobiliteitsbeeld_2016.pdf



Het aanleggen van fietssnelwegen, zoals nu steeds vaker gebeurt, zal een grote stimulans betekenen voor fietsen tussen woon- en werkplek. Inmiddels is er in Nederland zo’n 300 kilometer aan snelfietsroutes. Voor de komende jaren staan nog eens 600 kilometer aan snelfietsroutes concreet in de planning, volgens de Fietsersbond. Daarnaast zijn er voor zo’n 600 kilometer potentieel kansrijke verbindingen die nader onderzocht (kunnen) worden.⁷ Een mooi streven, want zoals de Fietsersbond zegt: “Snelfietsroutes zijn ruime en comfortabele fietsroutes die stedelijke regio’s met elkaar verbinden. De routes zorgen voor een betere bereikbaarheid van woon-werklocaties en zijn voor forensen een belangrijke stimulans om voor de fiets te kiezen in plaats van voor de auto.” De decentrale overheden zijn belangrijk om te helpen dit netwerk verder uit te breiden.

6. CO₂-effect van Anders Reizen, CE Delft 2018: <https://www.ce.nl/publicaties/2120/co-effect-van- anders%20reizen>
7. <https://www.fietsersbond.nl/ons-werk/mobiliteit/snelfietsroutes/>

Verleiden van de auto naar de fiets

Als we meer dan 35% van het totale aantal verplaatsingen per fiets willen bereiken, dan zijn er extra stimulerende maatregelen nodig om mensen uit de auto op de fiets te krijgen. Werkgevers kunnen daar een belangrijke rol spelen. Want waarom zou je alleen de automobilist een reisvergoeding geven?

Uit landelijk onderzoek blijkt dat 56% van de automobilisten die minder dan 15 kilometer reizen naar hun werk, serieus overweegt om over te stappen op de fiets. En daarvan geeft 58% aan dat een kilometervergoeding een belangrijke stimulans zou zijn voor deze overstap.⁶

Overheden en andere werkgevers kunnen met hun mobiliteitsbeleid meer mensen stimuleren om vaker de fiets te nemen. Met de hierna beschreven 3 maatregelen daalt het aantal auto-kilometers van 81% naar 55%.

Een kilometervergoeding voor de fiets in plaats van voor de auto, zou de helft van de automobilisten die dichtbij hun werk wonen uit de auto kunnen halen.



1. Kilometervergoeding voor de fiets als je dichtbij woont

Werkgevers kunnen mensen die binnen 15 kilometer van hun werk wonen, een bijdrage geven voor het aanschaffen van een (elektrische) fiets of een fietsvergoeding aanbieden. Het verschuiven van de vergoeding van auto naar fiets (en OV) zal leiden tot veel meer fietsgebruik. De kilometervergoeding voor de fiets kan de werkgever onbelast toekennen. Overheden kunnen dit beleid stimuleren door als voorwaarde bij concessies of samenwerkingen met andere publieke partijen en (grote) bedrijven te vragen naar dit type duurzaam mobiliteitsbeleid. Overheden die dit lanceren en uitdragen, kunnen anderen daarmee inspireren. Als alle grote werkgevers de fiets meer gaan bevoordelen dan de auto, kan dat veel verschil maken. Als alle grote werkgevers een pro-fietsbeleid zouden voeren, dan zou 75% van de mensen die binnen 15 kilometer afstand van hun werk wonen, in 2030 overwegend op de fiets naar het werk kunnen gaan.

Een andere optie is mobiliteitsbudget voor álle werknemers, ongeacht hun reispatroon. Het zou mensen over de streep kunnen trekken, omdat zij ook het geld mogen houden als ze de auto inwisselen voor de fiets of lopen. Dat geld kunnen ze dus voor leukere dingen aanwenden.⁸

2. Beleid voor mensen die verder weg wonen dan 15 kilometer

In Nederland woont 39% van de mensen verder dan 15 kilometer van het werk.⁹ Werkgevers kunnen reisgedrag beïnvloeden met hun vergoedingsbeleid. Zo kunnen ze medewerkers die meer dan 15 kilometer fietsen of het OV gebruiken € 0,19 per kilometer geven, en de vergoeding voor diesel- en benzineauto's verlagen naar € 0,10 per kilometer. Dit is een financiële prikkel voor alle medewerkers om eerder te kiezen voor fiets of OV.¹⁰

Deze maatregel kunnen de decentrale overheden per 1 januari 2022 invoeren, samen met optie 1, de fietskilometervergoeding binnen 15 kilometer. Zo heeft iedereen voldoende tijd om rekening te houden met deze vergoedingen bij het bepalen van het vervoermiddel.

Als de maximale onbelaste woon-werkvergoeding voor de auto wordt verlaagd van € 0,19 per kilometer naar € 0,10 per kilometer, leidt dat volgens CE Delft tot minder autoverkeer en minder verkeerslawaai en een afname van stikstofoxide, fijnstof en CO₂-uitstoot. Ook zorgt dit voor een afname van files en meer gebruik van het OV. Men zal de reistijd meer als werktijd gebruiken.

3. Andere opties voor verstokte automobilisten

Voortbordurend op optie 1 en 2 kun je werknemers die het niet eens zijn met de voorgestelde veranderingen optie 3 aanbieden: toch rijden, maar dan niet alleen. Als bij carpoolen (boven de 15 kilometer) zowel de bestuurder als de inzittende(n) de kilometers mogen declareren tegen ieder € 0,10 per km, levert dat dus bij 2 personen samen € 0,20 per kilometer op. Samen in één auto stoten ze minder uit en het halveert de parkeerdruk.

We verwachten niet dat dit cumulatief een significante besparing van CO₂ oplevert, maar het zou verstokte automobilisten een stap kunnen laten maken. Zo kunnen eigenaren van grond in Gelderland tot eind 2022 een subsidie aanvragen voor het bouwen, verbeteren of uitbreiden van voorzieningen op een overstappunt, inclusief een carpoolplek. Misschien ook een goed idee voor andere provincies?

DEELFIETS: SUCCESVOLLE VORM VAN OV



8. Beterbenutten, 2019: <https://www.beterbenutten.nl/verhalen/4/mobiliteitsbudget-stimuleert-gedagsverandering-vaker-fietsen>

9. Fiets Filevrij, <http://www.fietsfilevrij.nl>

10. CO₂-effect van Anders Reizen, CE Delft 2018. <https://www.ce.nl/publicaties/2120/co-effect-van-anders%20reizen>

4.3 Meer delen

Voor het vervoer dat niet te voet of per fiets gaat, zijn er in grote lijnen 3 opties:

- a. klassiek openbaar vervoer per bus, tram en trein;
- b. deelfietsen en deelauto's als vorm van OV;
- c. eigen vervoer als OV te ver weg is of geen optie is (zie § 3.4 en § 3.5 voor oplossingen).

a. Verbeteren 'klassiek' openbaar vervoer

De treinen rijden al op groene stroom, en de OV-sector heeft beloofd dat alle OV-bussen voor 2030 elektrisch of op groen gas rijden. Dat ziet er goed uit. De treinen zouden wel frequenter kunnen rijden. Als de treinen korter zijn en vaker rijden, maakt dat de trein als vervoermiddel aantrekkelijker. Die wordt dan meer 'metro-achtig'. De wet verbiedt nu kort op elkaar rijden, terwijl dat inmiddels best kan.

De elektrische bus zou ook veel meer ingezet kunnen worden om van stad naar stad te reizen en mensen op hun werkplek af te zetten. Denk aan bussen die over de vluchtstrook mogen rijden en dan stoppen op plekken waar veel mensen werken, zoals bij industrieterreinen, universiteiten en zakendistricten.



Elektrische bussen bij Schiphol worden opgeladen.

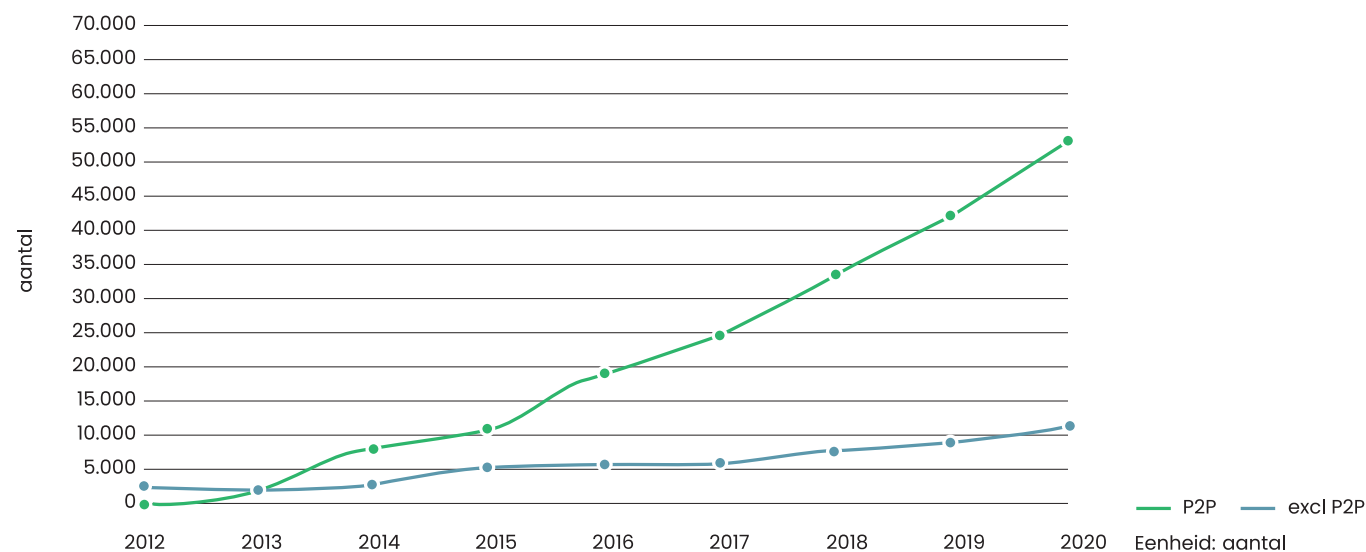
b. Deelfietsen en deelauto's

Als er binnen de stad minder auto's zouden rijden en parkeren, wordt het leefklimaat veel prettiger en de lucht veel schoner, en komt er meer ruimte om te spelen en te recreëren.

Ter verhoging van de leefbaarheid zijn er dus 2 oplossingen om de auto terug te dringen:

1. **Zet in de stad veel deelfietsen** bij alle plekken waar veel mensen komen. Niet alleen bij stations, maar ook bij bijvoorbeeld bibliotheken, scholen en plekken waar veel mensen werken. De deelfiets moet makkelijk per app te betalen zijn.
2. **Plaats in alle wijken voldoende elektrische deelauto's.** Zet in elke nieuwbouwwijk standaard deelauto's neer en maak alle andere vormen van parkeren duur. Lever er een nationale parkeervergunning bij, zodat je met die deelauto in alle steden gratis kunt parkeren. En sta toe dat deze auto's in de spits over de vluchtstrook mogen, net als andere duurzame vervoermiddelen, zoals elektrische taxi's, OV-bussen en elektrische auto's met meer dan 2 passagiers. In de binnenstad heeft de fiets de meeste ruimte, en de auto's worden meer aan de randen neergezet.





Ontwikkeling aantal deelauto's. Eenheid: aantal

c. Elektrische deelauto's

De markt voor deelauto's groeide vanaf 2015 exponentieel. In 2016 was er in één jaar een groei van 55%.¹¹ Kennisplatform Crow meldt dat het aantal deelauto's in 2020 met circa 13.000 is toegenomen ten opzichte van 2019.¹²

Het totale aantal deelauto's in Nederland komt hiermee op ongeveer 64.000 in het voorjaar van 2020. Crow ziet dat de absolute groei ten opzichte van 2019 stabiel is gebleven en vermoedt dat er een nieuwe fase is aangebroken in de ontwikkeling van de markt voor deelmobiliteit. In de Green Deal Autodelen II werd gestreefd naar 100.000 deelauto's in 2021 en 700.000 gebruikers van autodelen. Het doel van 700.000 gebruikers is al ruimschoots behaald: in 2020 waren er namelijk 730.000 deelautogebruikers, een stijging van bijna 42% ten opzichte van 2019.¹³ Om het doel van 100.000 deelauto's te halen is er wel meer groei nodig dan afgelopen jaren.¹⁴

CROW-KpVV begeleidt de Green Deal Autodelen en helpt gemeenten en provincies om een beter mobiliteitsbeleid te ontwikkelen. Ze maken een jaarlijks overzicht van de stand van zaken (dashboard)¹⁵ en signaleren de sterkste stijging van het aantal deelauto's op de car sharing platforms, waar mensen hun eigen auto verhuren aan anderen (P2P). Daarnaast is er een flinke groei van business car sharing (zakelijk autodelen) en autodelen binnen lokale gemeenschappen. Bij dat laatste gaat het om lokale initiatieven waarin groepjes particulieren één of meer auto's delen. Het gaat meestal om vaste groepen gebruikers die samen alle kosten delen. Vaak zijn dit regionale (burger)initiatieven vanuit een coöperatieve gedachte.

Het doel van 700.000 deelautogebruikers in 2021 is al ruim gehaald in 2020.

11. KpVV Crow, <https://kpvvdashboard-4.blogspot.com/>
 12. <https://www.verkeersonderneming.nl/nieuws/dashboard-autodelen-2020-met-730-000-deelautogebruikers-is-het-doel-overtroffen/>
 13. <https://www.crow.nl/dashboard-autodelen/home/monitor/gebruik-deelauto-s>
 14. <https://www.crow.nl/over-crow/nieuws/2019/september/autodelen-wordt-steeds>
 15. <https://www.crow.nl/dashboard-autodelen/home/monitor>



In grote steden valt veel winst te behalen als het gebruik van deelauto's wordt gestimuleerd. In samenwerking met plaatselijke energiecoöperaties kunnen initiatieven worden gestart om het gebruik van deelauto's in die steden te bevorderen. De lokale en regionale overheden kunnen naast een subsidieregeling voor e-deelauto's actief de handschoen oppakken en de collectieve inkoop van elektrische deelauto's (mede-)organiseren, zodat voor de energiecoöperaties de aankoopkosten dalen.

Daarnaast kan de decentrale overheid samen met lokale energiecoöperaties een publiekscampagne organiseren en garant staan voor het huidige verzekeringsdilemma. Als een coöperatie zo'n auto zelf zou leasen voor een goede prijs, dan kan slechts één persoon gebruikmaken van de auto in verband met verzekering en aansprakelijkheid. Maar de coöperaties zouden er veel aan hebben als de provincie of gemeente zou helpen met een gezamenlijke constructie waarbij de overheid mede garant staat voor de verzekering. Dan kan een 'private' leaseauto door velen gedeeld worden. E-deelauto's worden dan ook interessant voor mensen met een laag inkomen.



Energiecoöperatie Duurzaam Waterland gebruikt winst voor deelauto's

Deelauto's die worden geëxploiteerd door een energiecoöperatie: het kan een succes zijn. Dit blijkt uit het deelautoproject van de Stichting Duurzaam Waterland, een project dat gelieerd is aan de lokale energiecoöperatie in de regio Edam-Volendam. Die heeft met de winst van de opgewekte stroom van 2 eigen coöperatieve windmolens een project opgezet met elektrische deelauto's. Binnen 3 jaar zijn ze gegroeid naar 11 deelauto's en meer dan 385 deelnemers.¹⁶

Stichting Duurzaam Waterland toont aan dat er behalve in steden dus ook op het platteland een goede kans is voor elektrische deelauto's. Mensen durven dan een (tweede) auto sneller weg te doen of schaffen die niet meer aan. Onlangs heeft het rijk aangegeven deelauto's op het platteland nog meer te willen stimuleren. Stichting Duurzaam Waterland wil de opgedane kennis graag delen. Hun resultaten zijn te vinden op hun website (zie voetnoot 16). Verderop beschrijven we iets over de kosten.

Duurzaam Waterland benoemt 4 zaken die belangrijk zijn, waarvan 2 voor de gebruikers:

- 1. Regel voorspelbaarheid** voor langere tijd zodat mensen erop kunnen vertrouwen dat er langjarig een betrouwbaar alternatief is als ze de (tweede) auto wegdoen. Een samenwerking van een energiecoöperatie met de gemeente kan dat vertrouwen geven.
- 2. Begin altijd met meerdere auto's: één deelauto = geen deelauto.** Als er meerdere auto's bij elkaar staan, vertrouwt men er meer op dat er meestal een auto beschikbaar is.

Rond de financiën en de organisatie zijn er ook 2 zaken belangrijk. In het geval van Stichting Duurzaam Waterland wordt de auto geleased en vervolgens op een platform aangeboden dat alles regelt. De stichting geeft de leasemaatschappij en het platform de zekerheid dat een minimum betaling per maand gegarandeerd is.

Noodzakelijk is dus:

- 3. Spreek een prijs** af met de aanbieder van het platform per auto per maand, inclusief alles – auto, platform, callcenter, administratieve backend, onderhoud, schoonmaak – en garandeer dat bedrag. Als er niet genoeg betalende klanten zijn in een maand, dan betaalt de stichting bij tot het afgesproken bedrag.

Een voorbeeld. Stel: de afgesproken minimumprijs voor de auto van € 450 per maand is inclusief alles. En er is een maand waarin de auto slechts € 325 oplevert uit gebruik en abonnementen. Dan stort de stichting € 125 bij.

Stichting Duurzaam Waterland heeft tot € 40.000 gegarandeerd en vastgelegd voor dit project. In 3 jaar is € 25.000 daadwerkelijk besteed. Dat is winst uit de coöperatieve windmolens die ze daaraan besteden. Inmiddels kunnen de auto's zichzelf steeds beter 'bedruipen', doordat mensen abonnementen afsluiten of betalen per rit.

- 4. Wie garandeert, bepaalt de prijs per uur en per kilometer.** In dit geval bepaalt Stichting Duurzaam Waterland tegen welke prijs bijvoorbeeld de leden van de coöperatie de deelauto's kunnen gebruiken, niet de eigenaren van het platform.

Verder is het belangrijk dat er goede plekken komen voor die deelauto's. Dan helpt het enorm als de gemeente de laadpalen en vaste plekken faciliteert.

Het soort auto bepaalt de kosten per maand. De Skoda Citigo kost € 450 per maand en bevalt goed in Waterland. Ze zijn begonnen met 2 auto's en inmiddels rijden er 11 vanaf verschillende plekken. Steeds meer mensen durven hun (tweede) auto daar weg te doen.

Noodzakelijk is een partij die garant gaat staan, zodat zo'n project kan beginnen op een platform dat een bepaalde garantie verlangt. Die partij moet ook bereid zijn dat lang vol te houden: minimaal 5 jaar, liever langer.

Een gemeente kan die rol voor autodelen oppakken, al dan niet in samenwerking met een lokale coöperatie voor duurzame energie. Een project kan al starten met 2 deelauto's en een gegarandeerd bedrag van € 10.000 voor als de auto's in het begin nog niet voldoende klanten trekken. Bij een beetje succes zal de gemeente of de coöperatie de helft tot driekwart van dit gegarandeerde bedrag echt nodig hebben.

16. <https://sdwaterland.nl/deelauto/rapportage/>



Zware voertuigen worden steeds vaker elektrisch, zoals deze Tenax straatveger en de Doosan DX165W graafmachine. In mei 2021 is Breytner en H.N. Post & Zonen met de eerste 50 tons elektrische trekker met oplegger de weg op gegaan.



4.4 Veel elektrificeren

Bijna alle type voertuigen kunnen voor 2030 elektrisch worden. Dat geldt nu al voor passagiersvoertuigen zoals gewone auto's en taxi's en voor bestelbussen. Ook kleine elektrische vrachtwagens worden al gebruikt door veel bedrijven, van bierfabrikanten tot grootgrutters. Er zijn daarnaast elektrische tractoren en kranen, cementwagens en allerlei andere voertuigen voor de bouw en het grondverzet.

Het elektrificeren van mobiele werktuigen voorkomt niet alleen ongeveer 10% van de huidige CO₂-uitstoot, het gevolg is ook een significante vermindering van stikstof, fijne materie en lawaai.¹⁷

De komende jaren worden steeds meer en steeds zwaardere voertuigen geëlektrificeerd.

Batterij versus waterstof

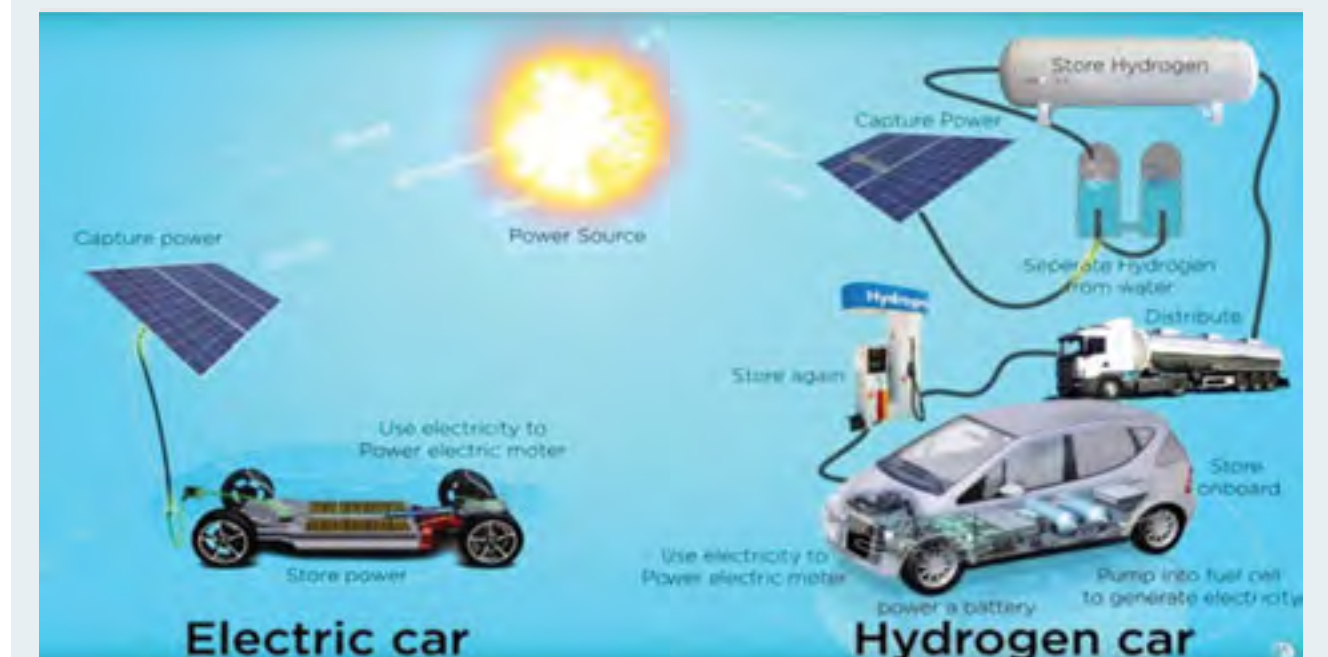
Er zijn twee manieren om elektrisch te rijden:

- 1. Batterij-elektrisch:** duurzame elektriciteit in een batterij opslaan en daarop rijden.
- 2. Waterstof-elektrisch** met behulp van een brandstofcel: duurzame elektriciteit gebruiken om water te splitsen in waterstof en zuurstof (dit kost energie), en de duurzame waterstof in een brandstofcel stoppen om alsnog elektrisch te rijden.

De eerste manier leidt tot veel minder verlies van energie. De tweede manier kent meer stappen en dus meer energieverlies. Dat zie je hieronder afgebeeld.¹⁸

In het schema op de volgende pagina zie je nogmaals dat rijden op waterstof veel minder efficiënt is, maar dan weergegeven in getallen.¹⁹

Batterij-elektrisch is vele malen efficiënter (77% nu) dan de waterstofroute (33% nu) en ook dan benzine en diesel. Het blijft een efficiëntere optie, ook over 30 jaar.



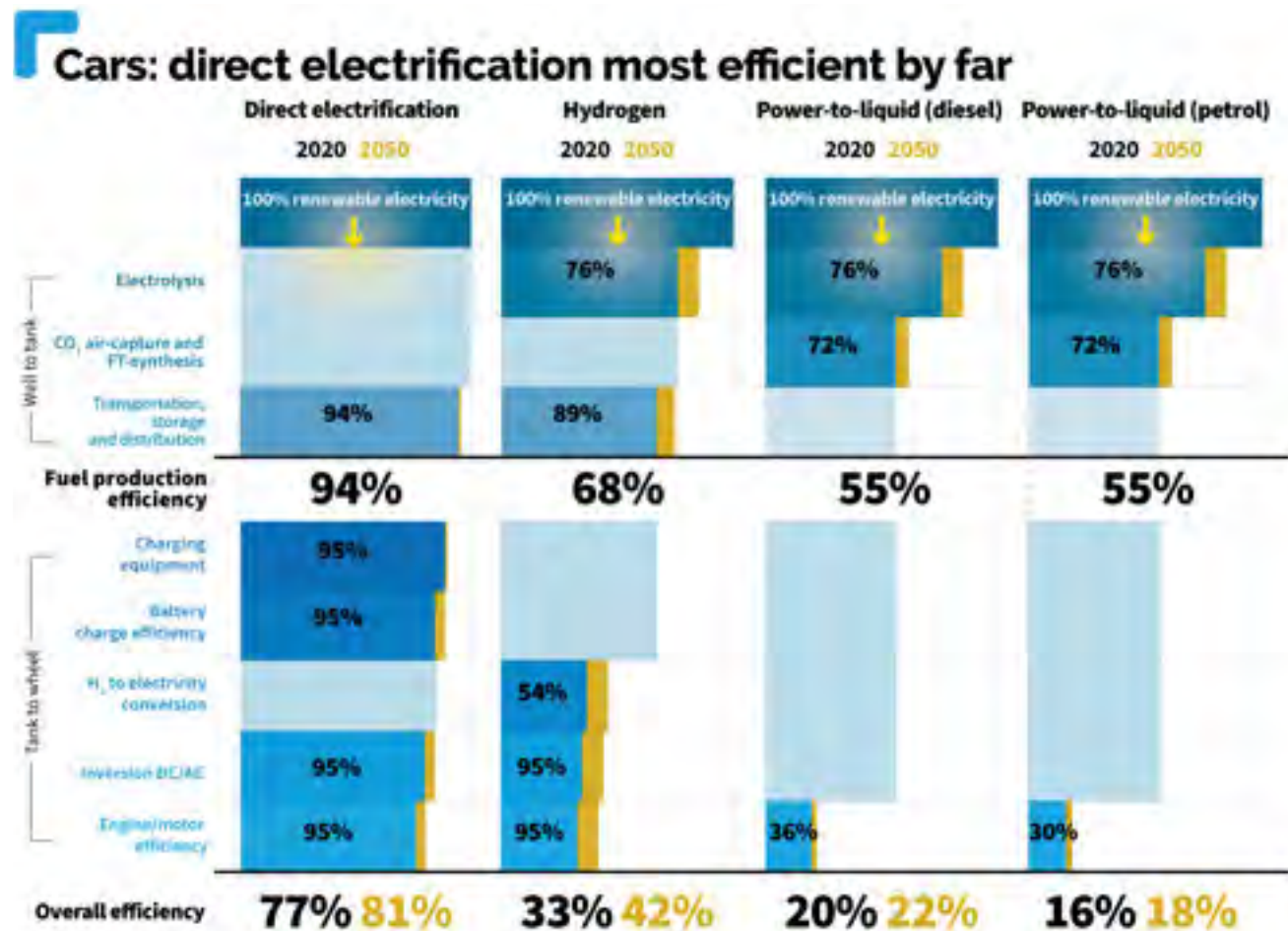
Grafisch schema: elektrische auto tegenover waterstofauto

Bron: <http://insideevs.com/viaolino.org>

17. Zie <https://www.aannemervak.nl/bouwplaats/lijst-met-elektrische-mobiele-bouwmachines/>

18. Zie o.a. <http://www.olino.org/blog/nl/articles/2017/02/27/rijden-op-waterstof-of-elektrisch-rijden-met-batterijen/en>
<https://innovationorigins.com/nl/morgen-beter-elektrisch-rijden-is-eerder-lonend-dan-sommigen-denken/>

19. https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/2020_12_Briefing_feasibility_study_renewables_decarbonisation.pdf



Conversie-efficiëntie

Bron: Rapport van Transport & Environment (december 2020) ¹⁹

Zolang er geen overschot is aan zeer goedkope waterstof, is het niet logisch dat deze route groot wordt. De transportsector is zeer competitief, dus als batterij-elektrisch rijden zoveel goedkoper is, dan gaat die sector niet op waterstof rijden, tenzij er geen andere oplossing is.

Bovendien heeft allereerst de industrie veel waterstof nodig en die heeft vaak geen alternatief. Voordat de industrie grootschalige en goedkope waterstof over heeft, zijn we minstens

10 jaar verder. Tot die tijd is het verstandiger om de waterstof te benutten voor de industrie en het vervoer zo veel mogelijk batterij-elektrisch te laten rijden. Zolang de hele zware vrachtwagens nog niet elektrisch kunnen rijden, kunnen die lokaal geproduceerd waterstof of groen gas uit groene afvalstromen benutten.

Ombouwen van benzine naar elektrisch

Het wordt een uitdaging om zo veel mogelijk mensen elektrisch te laten rijden. Voor velen is de aanschafprijs nog te hoog en veel mensen rijden in de nog aanwezige auto's en kopen geen nieuwe auto. In deze overgangperiode, totdat elektrische voertuigen niet meer duurder zijn dan benzine- en dieselauto's, is het interessant om ook te kijken naar ombouw.

In Europa zijn verschillende organisaties bezig met het ombouwen van benzineauto's naar elektrische auto's, waaronder New Electric in Nederland.²⁰ De kosten variëren van € 7.500 tot € 17.500. Vooral voor kleine, relatief moderne (stads)auto's zijn de kosten relatief laag en kan ombouwen interessant zijn. Helemaal wanneer door opschaling met behulp van een overheidsprogramma de kosten verder kunnen dalen.



Geschikte auto's voor ombouw zijn bijvoorbeeld de Renault Twingo, Fiat 500, Citroen C1, Peugeot 107, Toyota Aygo en Volkswagen Polo. Volgens de literatuur vormen deze autotypes zo'n 30% van het totale aandeel personenauto's²¹ en stoten ze nu minimaal 100 gram CO₂ per kilometer uit.²²

20. In-Wheel: https://www.nissan-global.com/EN/TECHNOLOGY/OVERVIEW/in_wheel_motor.html;

MW Motors: <https://mwmotors.cz/>;

New Electric: <http://www.newelectric.nl/nl/>

of dit Franse bedrijf: <https://www.businessinsider.nl/benzine-auto-ombouwen-elektrisch/>

21. CBS Jaarmonitor wegvoertuigen 2019. <https://www.cbs.nl/nl-nl/achtergrond/2019/14/jaarmonitor-wegvoertuigen-2019>

CBS Nieuwsbericht Nederlanders en hun auto, 2019. <https://www.cbs.nl/nl-nl/achtergrond/2019/14/jaarmonitor-wegvoertuigen-2019>

22. <https://www.clo.nl/indicatoren/nl0134-koolstofdioxide-emissie-per-voertuigkilometer-voor-nieuwe-personeelautos>

Verschiedende organisaties zijn bezig met het ombouwen van benzineauto's naar elektrische auto's.

Samenwerken met garages

Door samen met de garages en het onderwijs een programma op te zetten, kunnen deze fossiele auto's die de komende jaren nog niet afgeschreven zijn, omgebouwd worden tot een elektrisch voertuig. Jongeren op technische opleidingen kunnen alvast goed het verschil leren tussen fossiele auto's met verbrandingsmotoren en elektrische voertuigen die technisch gezien veel simpeler zijn. Overheden zouden mensen met een kleine beurs en een kleine moderne stadsauto kunnen ondersteunen. Dit kan door een voucher te geven met een financiële bijdrage voor de ombouw bij deelnemende garages. Dat leidt ook tot extra werk in een branche die het moeilijk heeft. Hierdoor hoeft een deel van de mensen niet te wachten op de beschikbaarheid van nieuwe en betaalbare elektrische auto's.

Daarnaast komen er steeds meer betaalbare kleinere elektrische voertuigen op de markt. De versnelling door de ombouwactie kan er in samenhang met de andere maatregelen en de aantrekkende verkoop van elektrische voertuigen voor zorgen dat minimaal 50% van de passagiersauto's in 2030 elektrisch kan zijn.

4.5 Meer oplossingen voor leefbaarheid en minder uitstoot

Er zijn nog heel veel andere oplossingen om de leefomgeving voor mensen te verbeteren en de uitstoot van schadelijke stoffen, waaronder CO₂, omlaag te brengen. Zie ook 'Anders van A naar B'.²³ We lichten er een paar uit waarbij decentrale overheden een rol kunnen spelen.



© Gerit Anis, Leefstraat.be



© Dries Gysel, Leefstraat.be

Op dit moment worden op veel plekken 'leefstraten' ingericht. Gent was een van de eerste steden waar dit gebeurde, maar het initiatief is overgenomen in vele andere plaatsen. In leefstraten krijgen voetgangers en fietsers meer ruimte, en bewoners zijn er vaak blij mee.²⁴

Stadsheffing voor een leefbare stad

In Londen is in 2003 een tolsysteem ingevoerd, een zogenoemde Congestion Charge Zone. In het centrumgebied binnen de ring moest door de week tussen 7.00-18.00 uur een bedrag per dag worden betaald (± € 15). Inmiddels is het systeem uitgebreid tot West-Londen en geldt het 24/7 tot 22:00 uur. Tot 2012 leidde het systeem tot 10% minder drukte en 11% minder autokilometers. De tol wordt in rekening gebracht via een kentekenherkenningssysteem. Elektrische en zeer schone voertuigen betalen minder dan diesel- en benzineauto's. De verschillen werden steeds verder opgeschroefd en men bevoordeelt nu ook deelvervoer.²⁵ De noodzaak om mobiliteit te verduurzamen en af te stemmen met verstedelijking bevestigde ook de Provinciale Raad voor Omgevingsbeleid in november 2019.²⁶

Grote steden zouden zo'n tolsysteem kunnen invoeren, ook om schonere lucht in de stad te krijgen. Milaan heeft het inmiddels ook en Brussel wil het gaan invoeren. Men kan het tolsysteem zien als een stadsheffing om een leefbare stad te realiseren. Speciale groepen zoals politie en ambulances kunnen uiteraard uitgezonderd worden. De techniek is bewezen en kan relatief snel geïmplementeerd worden.

Voor een stad als Amsterdam is berekend dat 0,4 Mton CO₂-reductie mogelijk is, en op basis van het aantal inwoners zou dan in een stad als Nijmegen 0,08 Mton gereduceerd kunnen worden per jaar. Zie voor meer toelichting maatregel 31 van Urgenda's 54-puntenplan.²⁷

23. <https://www.urgenda.nl/wp-content/uploads/Rapport-2030-update-juni-2020.pdf> p. 51-71.

24. www.leefstraat.be/over-leefstraat/

25. London Congestion Charge: <https://tfl.gov.uk/modes/driving/congestion-charge>

26. Provinciale Raad voor Omgevingsbeleid (PRO) van Gelderland, 2019

27. www.urgenda.nl/themas/klimaat-en-energie/40-puntenplan/



© Dries Gysels, Leefstraat.be

**IN LEEFSTRATEN
KRIJGEN VOETGANGERS
EN FIETSERS MEER
RUIMTE, EN BEWONERS
ZIJN ER VAAK BLIJ MEE!**



1.



2.

Meer (snel)laadpalen en slim laden

Met een gewoon stopcontact of een normale laadpaal op straat ben je veel tijd kwijt om genoeg extra stroom 'te tanken' om weer een paar honderd kilometer extra te kunnen rijden. Dat kost je een hele nacht of vele uren. De groei van het aantal gewone laadpalen, zoals deze groene op het plaatje¹, loopt goed. We zijn het land met de grootste laaddichtheid ter wereld.²⁸

Voor mensen die veel rijden of mensen die plotseling ontdekken dat de accu niet vol genoeg is, is een gewone laadpaal te traag en is een snellader cruciaal. Daarmee kun je in een half uur tot drie kwartier voldoende bijladen voor een paar honderd kilometer.²



Net zoals niet iedereen een eigen benzinepomp heeft, hoeft ook niet iedereen een eigen laadpaal voor de deur. Er moeten alleen wel genoeg snelladers in de buurt zijn – ook in de stad, niet alleen langs snelwegen – om mensen het vertrouwen te geven dat ze altijd snel voldoende kilometers kunnen laden. De snellaadbedrijven willen graag opschalen, maar lopen vaak tegen veel bureaucratie aan. Zorgen dat er versneld snellaadpalen komen, niet alleen langs de snelwegen, is een belangrijke taak voor decentrale overheden.³



3.

Voldoende snelladers zijn ook in de stad nodig, niet alleen langs snelwegen.

De groei van het aantal auto's op batterijen is ook essentieel om met de autoaccu's als 'elektraopslag' meer balans te creëren op het elektriciteitsnet. De eerste laadpalen die ook weer elektriciteit uit de batterij kunnen halen zijn er al, maar de opschaling gaat tot op heden heel traag. Ook hier ligt een schone taak voor overheden.

28. <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/energie-en-milieu-innovaties/elektrisch-rijden/stand-van-zaken/cijfers>



Elektrische voertuigen op de Nederlandse wegen t/m 28 februari 2021



Verkochte elektrische personenauto's in de maand februari 2021



Verkoop-marktaandeel



Aantallen laadpunten



Stand van zaken elektrisch rijden februari 2021 (Bron: RVO)

Energie besparen met Banden op Spanning

Van alle auto's rijdt 60% met een te lage bandenspanning. Dit komt doordat banden langzaam spanning verliezen, zo'n 2 tot 3% per maand.²⁹ Regelmatig bijpompen is dus raadzaam, maar de meeste mensen vergeten dit te doen of weten het niet eens, of ze doen het verkeerd. In navolging van de campagne Band op Spanning kunnen decentrale overheden zogenoemde Slimme Bandenpompen plaatsen bij bijvoorbeeld supermarkten en parkeergarages, en daar kan men automobilisten erop attenderen, bijvoorbeeld met een groot bord: "4 keer per jaar banden oppompen levert u 100 euro op!" Dit zal automobilisten motiveren om vaker hun banden op spanning te brengen.

Een project waarbij bijvoorbeeld mensen met een afstand tot de arbeidsmarkt of verkopers van daklozenkranten iets kunnen verdienen door de bandenpomp te bedienen, zou twee vliegen in één klap slaan. Voor hen een mooie bron van extra inkomstenbron en de automobilist bespaart € 100 per jaar. Dan kan een paar euro voor 'de bandenspanner' er toch wel vanaf?

Er is nog meer winst te halen. Hardere banden leveren niet alleen geld en CO₂-winst op, ze zijn ook veiliger en leiden tot minder slijtage, waardoor er minder microplastics in het milieu belanden. En ze veroorzaken minder lawaai.

Als de helft van de automobilisten elke 2 maanden de banden juist gaat oppompen, bespaart dit per jaar 0,2 Mton CO₂. Het bespaart ook nog € 100 per jaar per auto, oftewel in totaal € 400 miljoen! De kosten voor 2.500 bandenpompen bedragen € 3,5 miljoen. Dat is dus snel terugverdiend.

Zie voor meer hierover maatregel 27 van het 54-puntenplan van Urgenda en partners.³⁰

29. Rijksoverheid: www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2018/11/12/autoband-op-juiste-spanning-beter-voor%20milieu-en-portemonnee
30. www.urgenda.nl/themas/klimaat-en-energie/40-puntenplan/



De nieuwe slimme bandenpomp met touchscreen is makkelijk te gebruiken. De auto-eigenaar kan door het kenteken in te toetsen direct de juiste bandenspanning vinden. Als er 2.500 van deze slimme bandenpompen in het land worden geplaatst bij bijvoorbeeld bedrijven, benzinestations en supermarkten, en daar duidelijke uitleg wordt gegeven, gaan automobilisten naar verwachting beter en vaker hun banden op spanning brengen.

60% van de auto's rijdt met een te lage bandenspanning. Met hardere banden is veel te besparen: geld, CO₂-uitstoot, slijtage en lawaai.

Gedragscampagnes: van 'meest belachelijke autorit' tot 'Low Car Diet'

Bijna 45% van alle autoritten is nog geen 7,5 kilometer lang. Dat kan dus heel vaak ook met de fiets of het OV.³¹ Deze korte ritjes veroorzaken een relatief hoge uitstoot van broeikasgassen en fijnstof door het vele stoppen en optrekken. Zonder deze ritjes is er minder file en is de stad beter bereikbaar.

Bijna 45% van de autoritten is nog geen 7,5 kilometer lang.

No Ridiculous Car Trips

Een succesvolle gedragscampagne om minder korte autoritjes te bereiken is in 2006 in gevoerd in de Zweedse stad Malmö en is sindsdien regelmatig herhaald. Daar vond men het een 'belachelijk' idee dat het verkeer vastloopt en dat er dure infrastructurele ingrepen nodig zijn, terwijl ontzettend veel autoritten zo kort zijn. Mensen nemen uit gewoonte of gemak de auto, terwijl dat lang niet altijd nodig is. Met de stadscampagne werden de bewoners van Malmö geconfronteerd met al die korte autoritten. Ze gingen op zoek naar 'de meest belachelijke autorit'. Bewoners werd gevraagd om te vertellen over een eigen belachelijke autorit.³² Daarmee konden ze meedingen naar een prijs: een fiets, natuurlijk.

De techniek hierachter is story-telling, een effectieve vorm van communiceren. Om gewoontegedrag te doorbreken, helpt het als mensen zich bewust worden van hun gedrag. Met No Ridiculous Car Trips steeg het aandeel fiets in Malmö tussen 1995 en 2010 van 20% naar 30%. Daaraan liggen meer maatregelen ten grondslag, maar deze campagne heeft er aantoonbaar aan bijgedragen. De campagnekosten bedroegen zo'n € 100.000.



Low Car Diet: 1 maand niet autorijden

In 2012 begon Urgenda met Low Car Diet, een wedstrijd die beoogde om binnen een maand zo veel mogelijk fossiele autokilometers te verminderen. Bedrijven en allerlei organisaties streden tegen elkaar om te kijken wie in één maand het meeste CO₂ kon besparen. Op een speelse manier maakte men kennis met openbaar vervoer, deelauto's, elektrische taxi, (OV-)fiets en speed pedelecs. In 2012 deden 100 topbestuurders en hun medewerkers mee, in totaal 800. Zij leverden hun autosleutels in en deelden hun ervaringen via Twitter, Facebook en blogs op de website.

Deelnemers gingen blijvend 35% minder autorijden. Daarmee is Low Car Diet het effectiefste gedragsprogramma op dit gebied in Nederland.



Het 'autodieet' was succesvol. In één maand vermeden de deelnemers samen 145.000 autokilometers en bespaarden ze 20.000 kilo CO₂. Bovenal dachten ze na over vervoer en nieuwe vormen daarvan. Van de deelnemers pleitte 34% voor flexibele werk- en vergaderplekken, zo'n 30% zag (elektrische) fietsen en mobiliteitspassen zitten en 20% wilde wel een deelauto van het bedrijf.

Low Car Diet wordt nu al ruim 8 jaar georganiseerd en inmiddels is het een aparte organisatie.³³ Low Car Diet is steeds vaker een opstap voor bedrijven om hun vervoersbeleid onder de loop te nemen. Ieder jaar is het aantal deelnemers gegroeid.

Het nut van zo'n maand is overduidelijk. Deelnemers die met Low Car Diet een maand hun auto laten staan, rijden daarna blijvend 35% minder auto. Ze stoten 50% minder uit en de reiskosten dalen met 20 tot 30%. Low Car Diet is daarmee het meest effectieve gedragsprogramma op dit gebied in Nederland.

LowCarDiet
Klaar voor de start?



31. https://www.rli.nl/sites/default/files/rli_2018-04_van_b_naar_anders._investeren_in_mobiliteit_voor_de_toekomst._3-9-2018.pdf p. 52

32. <https://www.crow.nl/mobiliteit-en-gedrag/weblog/juli-2011/malmo-no-ridiculous-car-trips>

33. <https://www.lowcardiet.nl/>



Elektrisch rijden voor zwaar vervoer en zonnedak op vrachtwagens

Behalve e-bestelwagens komen er steeds meer elektrische vrachtwagens op de markt. Voor de allerzwaarste categorie vrachtwagens is de uitdaging om te verduurzamen het grootst. De meeste experts verwachten dat door steeds betere, goedkopere en lichtere batterijen in combinatie met steeds betere en snellere laadstations in 2030 een groot deel van de zwaardere vrachtwagens toch elektrisch kan worden.³⁴ De eerste elektrische vrachtwagens rijden al rond in Nederland en ook steeds vaker op grotere afstanden.

Om de doelen van Parijs te halen, is de overgang naar emissieloos rijden op alle terreinen noodzakelijk. Een eventuele tussenstap in 2020 met bijvoorbeeld LNG (vloeibaar aardgas) leidt niet tot een emissieloos wagenpark. De vraag is of er nog tijd is voor een tussenstap en of die niet eerder zal leiden tot vertraging dan tot versnelling. Als provincies of gemeenten het signaal afgeven dat het ook goed is om in (bio-)LNG te investeren, kan het juist gebeuren dat men pas na 2030 nadenkt over een overstap naar volledig emissieloos vervoer. Wij pleiten ervoor om vooral de versnelling van elektrisch vrachtverkeer te ondersteunen.

Vrachtwagens met zonnedak: 5,5% minder brandstof

Een extra optie om verduurzaming te stimuleren, is het ondersteunen van zonnepanelen op vrachtwagens. Startup IM Efficiency is bezig om bestaande vrachtwagens uit te rusten met zonnepanelen op het dak: SolarOnTop. Uit berekeningen blijkt dat deze zonnepanelen 5,5% brandstof besparen. De dynamo hoeft tijdens de rit geen stroom meer op te wekken en de motor wordt minder belast. Dit scheelt gemiddeld 2.300 liter diesel per jaar en zo'n 6 ton CO₂-uitstoot.³⁵

Met zonnepanelen op vrachtwagens bespaar je gemiddeld 2.300 liter diesel per jaar per wagen.

In 2020 is het bedrijf de SolarOnTop-systemen gaan plaatsen bij de eerste vrachtwagens. De komende jaren verwachten ze die bij 42.000 vrachtwagens in Nederland te kunnen plaatsen. De terugverdientijd lijkt minder dan 3 jaar te zijn. Wellicht kan deze maatregel onderdeel worden van de besparingsplicht volgens de Wet Milieubeheer en kan die worden opgenomen in de Erkende Maatregelenlijst Energiebesparing Bedrijfstak Mobiliteitsbranche.

34. Visierapport, Urgenda 2019, <https://www.urgenda.nl/visie/rapport-2030/>
35. <https://imefficiency.com/solarontop>



Innovatie: langzaam semi-autonoom elektrisch vervoer

In Nederland rijden heel veel bestelauto's rond die samen 5,3 Mton CO₂ per jaar uitstoten en vaak een zeer inefficiënte vorm van distributie vormen. Een deel van die bestelwagens kan elektrisch worden, maar er kan ook een deel vervangen worden door een nieuwe ontwikkeling door MWCL (More Work Less Carbon) met Artificial Intelligence: semi-autonome elektrische voertuigen. Goederenvervoer dat geen haast heeft, kan gedaan worden met deze voertuigen die de snelheid hebben van een wandelaar of jogger en die ongeveer net zo breed zijn als een wandelwagen en maximaal 2 meter lang zijn. Het voertuig is ontwikkeld door Het zit vol sensoren en leert vaste routes rijden. Is er een onverwacht obstakel, dan stopt het voertuig en kijkt er iemand op afstand mee om het wagentje eromheen te sturen. Vandaar 'semi-autonoom'.

Deze wagentjes kunnen op vakantieparken en industrieterreinen van alles vervoeren. In april 2019 zijn op een park op Ameland de eerste proeven met het vervoer van linnengoed gedaan. De voertuigen kunnen ook worden ingezet in het buitengebied en ze kunnen rechts aanhouden op fietspaden. In april 2020 heeft de Solar Impulse Foundation deze innovatie het Efficient Solutions Label toegekend. Dit label wordt na een strenge evaluatie door onafhankelijke experts toegekend aan efficiënte, schone en winstgevendende oplossingen die al beschikbaar zijn en die een positief effect hebben op milieu en kwaliteit van leven.

Naar verwachting kan deze innovatie rond 2025 vooral een rol gaan spelen voor het goederenvervoer in rustige gebieden, zoals op het platteland. Er is wel steun nodig, onder andere van de RDW voor het opstellen van 'verkeersregels'. Het creëren van regelluwe zones is in het begin nodig. Ook moet goed worden gekeken naar de inpassing in de fysieke ruimte, ook gezien de veiligheid voor fietsers. Een duidelijke rol voor overheden.



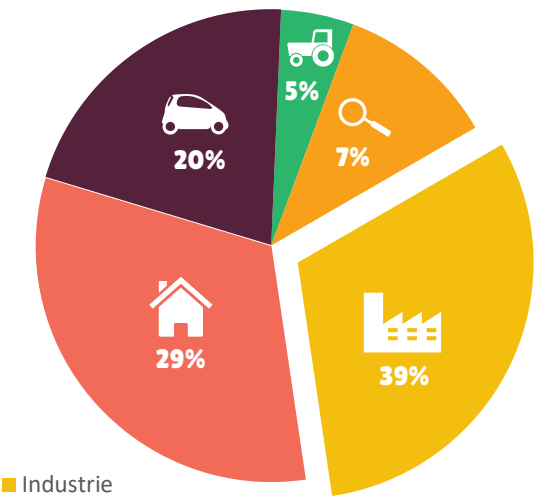
5

MKB &

INDUSTRIE

NOG MEER ENERGIE BESPAREN

De industrie veroorzaakt bijna 40% van alle uitstoot van CO₂ in Nederland. In dit hoofdstuk leggen we de nadruk op energie besparen bij bedrijven, waarmee ook de CO₂-uitstoot afneemt.

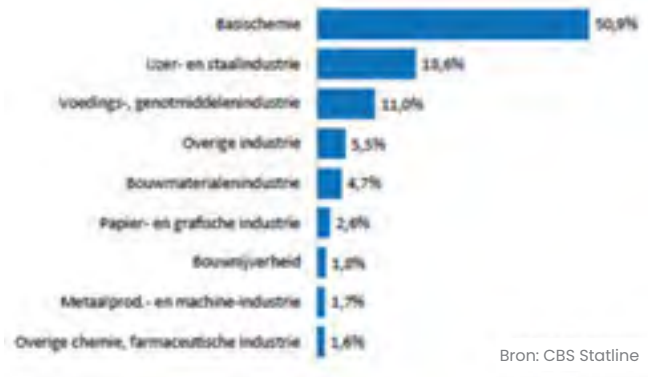


- Industrie
- Gebouwde omgeving
- Transport
- Landbouw
- Overig

Aandeel in Nederlandse CO₂-uitstoot per sector.

Voor bijna elke industrietak zijn er oplossingen om het productieproces substantieel te veranderen, waardoor de CO₂-uitstoot naar bijna nul kan. Het zal veelal gaan om het elektrificeren van processen en soms het gebruik van (ultra)diepe geothermie plus meer inzet van waterstof. Dit alles vaak in plaats van het huidige gebruik van aardgas, steenkool en biomassa

Het zijn vaak ingrijpende veranderingen die stevige investeringen vereisen. Voor de grote industrieën, zoals staal en chemie, lijkt het logisch om dat landelijk aan te pakken met middelen van de nationale overheid en/of grote financiële instellingen. Er staan heel veel oplossingen in het Urgenda-boek *100% duurzame energie in 2030. Het kan, als je het wilt!*¹



Verdeling bijdrage CO₂-uitstoot in de industrie, exclusief de energiesector

Voor lokale en regionale overheden zijn er wel degelijk veel mogelijkheden om industrieën en vooral het MKB te helpen om veel minder energie te verbruiken. Deels door besparende technieken en deels door nieuwe technieken die leiden tot een lager energieverbruik. Energiebesparing die binnen 5 jaar kan worden terugverdiend is wettelijk verplicht. Lokale overheden moeten dat (laten) handhaven.

Voor bijna elke industrietak zijn er oplossingen om het productieproces substantieel te veranderen, waardoor de CO₂-uitstoot naar bijna nul kan.

1. <https://www.urgenda.nl/wp-content/uploads/Rapport-2030-update-juni-2020.pdf>



Met industriële warmtepompen kun je efficiënt restwarmte benutten en gebruik van aardgas voorkomen.

MAAK ENERGIEBESPARING PRIORITEIT

5.1 Handhaaf de wet

Op basis van Europese wetgeving, die vertaald is in de Wet milieubeheer, zijn alle bedrijven die meer dan 50.000 kWh elektriciteit of 25.000 m³ aardgas (of het equivalent daarvan) verbruiken, verplicht om alle energiebesparingsmaatregelen te nemen die zich binnen 5 jaar terug verdienen. Voor 19 verschillende bedrijfstakken zijn er inmiddels 'lijsten met Erkende Maatregelen'. Die richten zich vooral op het warmtegebruik van gebouwen en het elektriciteitsgebruik van de apparatuur in de bedrijfsgebouwen.²

De maatregelen op die lijsten zijn dan wel verplicht, maar vaak worden ze niet genomen. Het is de taak van de omgevingsdiensten om dat te controleren. Als er niet gehandhaafd wordt, doen bedrijven de investeringen vaak niet. Het is de taak van gemeenten en provincies om de prioriteiten te stellen voor omgevingsdiensten.

Energie besparen is vaak relatief goedkoop als je kijkt naar de kosten per ton vermeden CO₂-uitstoot. In Nederland zijn ook vele megatonnen te besparen als er serieus werk gemaakt wordt van het handhaven van deze wetgeving, die er al jaren is. Veel burgers zien liever energiebesparing dan een extra windturbine. Misschien een goede reden om de komende 2 jaar het handhaven van deze energiebesparingswetgeving tot prioriteit van de omgevingsdiensten te verklaren? In de rest van dit hoofdstuk beperken we ons tot drie opties die veel energiebesparing kunnen opleveren (en onder die wet vallen):

- Industriële warmtepompen
- Zuinigere elektromotoren
- Inregelen warmte-installaties bedrijven

De maatregelen op die lijsten met Erkende Maatregelen zijn dan wel verplicht, maar vaak worden ze niet genomen.

2. <https://www.infomil.nl/onderwerpen/duurzaamheid-energie/energiebesparing/erkende-maatregelen>

5.2 Inregelen warmte-installaties bedrijven

Voor het goed functioneren van een klimaatinstallatie moeten de luchthoeveelheden in een installatie overeenstemmen met de ontwerpwaarden. Ook is in allerlei verwarmingsinstallaties goed waterzijdig inregelen belangrijk om de installatie efficiënt te laten werken. Slecht ingeregelde apparaten gebruiken te veel energie en zorgen voor onnodige CO₂-uitstoot.



Een uitvloeisel van de Wet milieubeheer is het Activiteitenbesluit milieubeheer. In de wet zijn bepaalde bedrijven en instellingen als 'inrichting' aangewezen die aan deze wet en het besluit moeten voldoen. Inrichtingen die per jaar meer dan 50.000 kWh elektriciteit of 25.000 m³ aardgas (of het equivalent daarvan) verbruiken, zijn verplicht om alle energiebesparende maatregelen te treffen die een terugverdientijd van 5 jaar of minder hebben. Zij hebben een energiebesparingsplicht.

Bedrijven kunnen op verschillende manieren aan die energiebesparingsplicht voldoen. Bijvoorbeeld door alle toepasselijke maatregelen te treffen die staan op de Erkende Maatregelenlijsten voor energiebesparing (EML). Deze lijsten

Slecht ingeregelde apparaten gebruiken te veel energie en zorgen voor onnodige CO₂-uitstoot.

bevatten voor 19 bedrijfstakken energiebesparende maatregelen met een terugverdientijd van 5 jaar of minder.³ In het Bouwbesluit is opgenomen dat een goed ingeregelde installatie 23% kan besparen op het gasgebruik, en daardoor zou logischerwijs waterzijdig inregelen van installaties moeten zijn opgenomen als erkende maatregel. Helaas liet het kabinet zich op het laatste moment op een zijspoor zetten door een enkel rapport dat vele foute aannames kent, en nam het inregelen niet op. Een tegenreactie van branchevereniging Techniek Nederland heeft niet mogen baten en veel tijd is verloren gegaan. Lokale overheden kunnen in samenwerking met Omgevingsdiensten alsnog handhaven op het inregelen van warmte-installaties bij bedrijven.

Besparing bij goed inregelen

Het technisch potentieel voor besparing door goed inregelen ligt in de utiliteitsbouw tussen de 5,5 en 8,3 TWh. Bij 5,5 TWh besparing zou dat leiden tot ongeveer 1 Mton CO₂-reductie. Het is zonde als dit soort eenvoudige besparingsmaatregelen over het hoofd worden gezien.

3. <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/energie-besparen/informatieplicht-energiebesparing/energiebesparingsplicht>



Grootschalige toepassing van zuinigere elektromotoren en energiebesparende magneetkoppelingen kan veel energie besparen en een grote uitstootverlaging opleveren.

5.3 Elektromotoren vervangen door moderne versies

Vrijwel alle toepassingen met draaiende en bewegende onderdelen in deze wereld worden aangedreven door een elektrische motor, kortweg een elektromotor. ECN schat dat bijna 70% van de totale industriële elektriciteit wordt verbruikt door elektromotoren.⁴ Bij de dienstensector ligt dit percentage rond de 38%.

Een elektromotor is een relatief eenvoudig apparaat, dat vaak ook vrij simpel efficiënter te maken is. Veel elektromotoren drijven pomp-, compressor- en ventilatiesystemen aan. Ze gaan lang mee en daarom draaien er nog heel veel verouderde systemen, terwijl verbeteringen op dit gebied zich vaak snel terugverdienen.

Elektromotoren worden ingedeeld in zogenaamde IE-klassen. IE1 is een elektromotor met een 'standaard efficiëntie'. De IE5 is 'zeer efficiënt', maar is nog nauwelijks commercieel verkrijgbaar. Op basis van de Europese Richtlijn Ecodesign eist de EU al voor een grote groep motoren dat ze minimaal IE2 of IE3 zijn. Motoren met IE4 krijgen in Nederland subsidie voor energie-investeringsaftrek (EIA). Toch draaien er nog veel oude motoren.

ECN laat zien dat veel besparingen afhangen van het vermogen van de motor. De meeste investeringen in een elektromotor van een hogere klasse zijn binnen 2 jaar terugverdiend. Ook andere maatregelen zijn mogelijk. Denk aan een regelaar voor het toerental of de frequentie, een systeembenadering voor het optimaliseren van stromingssystemen, en contactloze magneetkoppelingen.

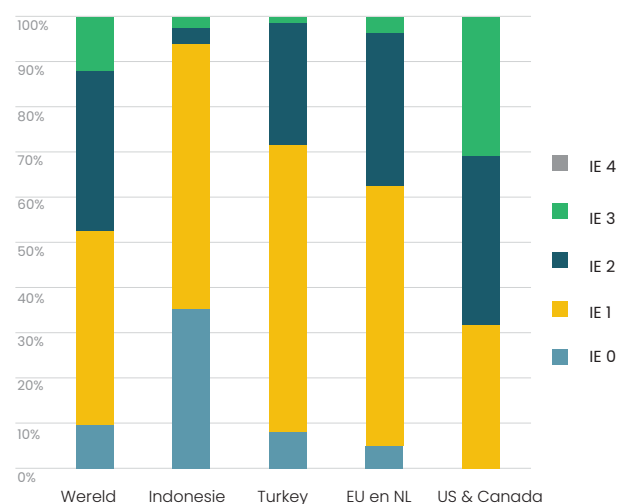
4. Het besparingspotentieel van Elektrische Aandrijfsystemen in de Nederlandse industrie en dienstensector. ECN 2017, p. 19. <https://publicaties.ecn.nl/PdfFetch.aspx?nr=ECN-E--17-021>

Besparing voor elektromotoren

In het ECN-rapport staat dat een systeembenadering (de combinatie van betere motoren, beter inregelen en de regeling van toerental en frequentie) voor de industrie en de dienstensector naar schatting 9,1 TWh besparing kan opleveren. Dat staat ongeveer gelijk aan 3,8 Mton CO₂. Hierin is nog niet meegenomen wat de contactloze magneetkoppelingen extra kunnen besparen. Zytec, een bedrijf dat die koppelingen levert, ziet een potentie van 9 tot 12 Mton, maar rekent nu voorzichtig met 2 Mton.



Een elektromotor van Zytec



Aandeel elektromotorenpark naar IE-klassen voor vier onderscheiden regio's, vanaf 0,75 kW. 2016

Volgens de wet moeten veel bedrijven alle energiebesparende maatregelen nemen die zich binnen 5 jaar terug verdienen. Dat geldt voor de meeste aanpassingen aan elektromotoren, van de aanschaf van efficiëntere motoren tot de genoemde systeembenaderingen en contactloze magneetkoppelingen. Er is in Nederland al een Green Deal Efficiënte Elektrische Aandrijfsystemen om dat te bespoedigen onder grotere bedrijven, de zogenoemde MJA/ETS-bedrijven. Maar het geldt net zo goed voor de kleinere bedrijven en de dienstensector. Die moeten nu plannen gaan maken (audits), maar er wordt nog niet echt druk gezet op de uitvoering. Het handhaven van bestaande wetgeving door omgevingsdiensten kan enorm veel besparing opleveren, dus de nadruk leggen op besparingsmaatregelen zou nu absolute prioriteit moeten hebben. Het levert bedrijven ook gewoon veel geld op.

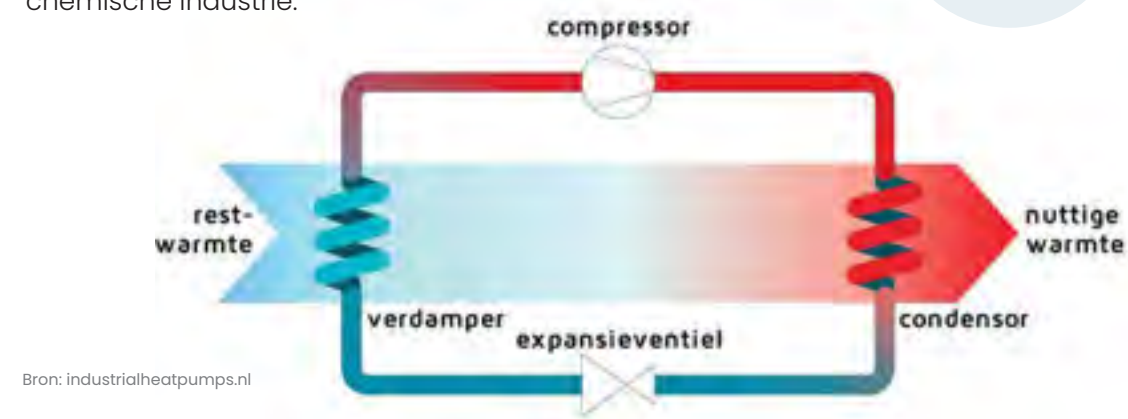
Een obstakel voor maatregelen is volgens de industrie de financiering, zelfs als maatregelen zich binnen 2 tot 5 jaar terugverdienen. Overheden zouden daarbij kunnen helpen. Het is belangrijk dat deze maatregelen prioriteit krijgen doordat overheden bestaande wetgeving gaan handhaven, zoals de EU Richtlijn Ecodesign, de European Minimum Energy Performance Standard (EU MEPS) en de Wet milieubeheer. Omgevingsdiensten moeten als prioriteit meekrijgen om te handhaven en bedrijven te wijzen op hun verplichtingen en op mogelijkheden voor betere elektromotoren. Dit naast alle andere mogelijkheden om energie te besparen waarvan de kosten binnen 5 jaar terug verdiend zijn. Meer daarover in de volgende paragraaf.

5.4 Gebruik industriële warmtepompen opschalen

In veel bedrijven wordt de 'restwarmte' die vrijkomt tijdens het productieproces niet benut, maar gewoon in het water of de lucht 'gestort'. Het is zaak om warmte niet weg te laten lekken, maar opnieuw te benutten om nog meer warmte mee te maken. Dat kan met een warmtepomp.

Bij veel industriële processen blijft warmte van vaak 50 tot 80 graden over, die nu als 'afvalwarmte' wordt gezien. Maar deze warmte kan met één of meer industriële warmtepompen opgewerkt worden tot warmte van 100 tot 250 graden plus elektriciteit. Heel veel industrieën zouden baat hebben bij zulke grote warmtepompen, waardoor ze geen aardgas meer nodig hebben om die extra warmte te genereren. Tientallen bedrijven zijn hier al in geïnteresseerd.⁵

Warmtepompen kunnen in verschillende stadia ingezet worden en in stappen ook water opwarmen van 200 naar 500 graden, en daarna eventueel nog meer. De warmtepomp zelf kan duurzame elektriciteit gebruiken voor dit proces. Experts verwachten dat industriële warmtepompen binnenkort al binnen 5 jaar terug te verdienen zijn. Deze techniek is eenvoudig toe te passen in bijvoorbeeld de papierindustrie en de voedings- en genotsmiddelenindustrie, maar ook in de chemische industrie.



Bron: industrialheatpumps.nl

Met warmte kan ook op een gewenst moment elektriciteit gemaakt worden. Het voordeel is dat warmte goed opgeslagen kan worden – bijvoorbeeld in geïsoleerde ruimtes en buizen – maar elektriciteit niet.

Door de techniek van de warmtepomp op industriële schaal te gebruiken (mechanische dampcompressie), kun je uit één eenheid elektrische energie samen met de restwarmte wel 5 eenheden bruikbare energie maken. In vakjargon is dit een COP van 5 of meer.

Besparing bij industriële warmtepomp

De industriële warmtepomp is voor heel veel sectoren een goede oplossing en kan ook bij succes snel opschalen. Stimuleer warmtepompen met modules van 20 MW, dan kun je snel naar 40, 60, 80, 100 MW. Als we op alle geschikte plekken in de industrie warmtepompen zouden benutten in plaats van fossiele brandstoffen, dan zou dat 9,25 Mton CO₂-uitstoot per jaar schelen.

Tientallen bedrijven zijn geïnteresseerd in de ontwikkeling van grote industriële warmtepompen.

5. Zie <https://www.urgenda.nl/wp-content/uploads/Rapport-2030-update-juni-2020.pdf> p.122



Sander Geelen maakt industriële drogers op elektrische warmtepompen

**'IK WIL NOOIT MEER IETS
NIET-DUURZAAM DOEN'.**

© Klaus Tummers

Vanuit het duurzaamste kantoorpand ter wereld en een hyper-duurzaam fabriekspand stuurt Sander Geelen het bedrijf Geelen Counterflow in het Limburgse Haalen aan. Dat maakt voor klanten wereldwijd drogers en koelers volgens het besparende principe van tegenstroom. Een recente doorbraak is de industriële elektrische droger.

Waarom zo duurzaam?

'In 2010 zeilde ik in de Cariben. Ik zag de toestand van het koraal en wist: alles moet anders. Dat heb ik eerst privé doorgevoerd. Daarna kwam er een volledig houten kantoorpand. Dat produceert zelfs energie, het heeft een BREEAM-score van 99,94%. Toen was onze fabriek aan de beurt en vervolgens onze producten. Daarmee hebben we nog veel meer impact.'

Wat maakt Geelen Counterflow?

'We maken drogers en koelers voor de voedings- en diervoedingsindustrie, gebaseerd op counterflow. Daarbij gaat de productstroom van boven naar beneden en de luchtstroom andersom. Dat is de meest efficiënte technologie voor warmte-uitwisseling. Mijn oom heeft rond 1980 tegenstroomkoelers ontwikkeld. Zonder het te weten gebruikte hij het principe van de poten van een poolvos: het bloed naar beneden koelt in de poten af, zodat het temperatuurverschil tussen de poot en het ijs afneemt. Naar boven wordt het bloed weer warm. Een gewone industriële droger in onze industrie verbruikt evenveel gas als zo'n 750 gezinnen; met counterflow is dat al zo'n 25% minder. Desondanks blijven het energievreters. En ze werken op aardgas, daar wilden we vanaf. Afgelopen 5 jaar hebben we een hybride droger ontwikkeld die behalve op gasbranders ook volledig op elektrische warmtepompen werkt, dus ook op groene stroom.'

Waarom een hybride droger?

'Onze klanten willen de gasbranders nog houden als back-up bij technische problemen of extreem hoge stroomprijzen. We hebben nu 3 hybride drogers verkocht, elk met enkele MW's thermische capaciteit. Ze worden geïnstalleerd in Zuid-Korea, China en Noorwegen bij 3 van

de grootste voedingsmiddelenfabrikanten ter wereld. We starten ze met gasbranders op, zodat de fabrieken hun nieuwe productielijnen zonder onzekerheden in bedrijf kunnen nemen. Draait alles goed, dan nemen we de counterflow warmtewisselaars in bedrijf. Die kunnen tot 75% van de restwarmte van de drogers terugwinnen. Met industriële warmtepompen wordt die restwarmte opgestuwd naar 120 graden, waarmee we weer kunnen drogen. Dan kunnen de gasbranders uit blijven. Bijkomend voordeel van de warmteterugwinning is dat we zo'n 75% van het water kunnen terugwinnen door de lucht te condenseren. En voor veel klanten is water besparen even belangrijk als minder CO₂ uitstoten.'

Hoe overtuig je klanten om duurzaam te gaan drogen?

'Een hybride droger is enkele malen duurder dan een op aardgas. Dat komt door de extra warmtepompen, warmtewisselaars, leidingen en besturing en zo. Maar in de meeste landen dalen de operationele kosten van de droger daarna sterk. Stroom is relatief duur, maar dat valt weg tegen de enorme energiebesparing. Op basis van Total Cost of Ownership is een elektrische droger vrijwel altijd veel goedkoper dan een op gas. Dat kunnen we voorrekenen, maar we moeten de klant er wel van overtuigen dat ze eerst meer moeten investeren. Leuke uitdaging. Hogere CO₂-prijzen gaan hierbij zeker helpen.'

Is het niet riskant om in te zetten op een technologie waar eerst geen vraag naar was?

'Mijn ambitie is hoog en niet zonder risico's, maar als ondernemer wil ik nooit meer iets niet-duurzaam doen.'



6

LANDBOUW

& NATUUR

**MINDER UITSTOOT ÉN
MEER KOOLSTOFOPSLAG**



NATUURINCLUSIEVE KRINGLOOPLANDBOUW LEVERT 6 OPLOSSINGEN VOOR DE PRIJS VAN 1

Landbouw en natuur zijn lastige dossiers op dit moment. Denk maar aan klimaat en stikstof, de vele boerendemonstraties en de snelle afname van aantallen en soorten insecten en weidevogels. Het is tijd voor die ommezwaai in de landbouw waar vele grote namen en internationale en Nederlandse instituten al langer om vragen: van IPCC tot de Food and Agriculture Organization van de Verenigde Naties (FAO), van de Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid tot RIVM, van de Vogelbescherming tot het Wereldnatuurfonds, en van minister Schouten tot de vooruitstrevende boer. En ook virologen die meer pandemieën voorspellen als wij de druk op de natuur niet verminderen.

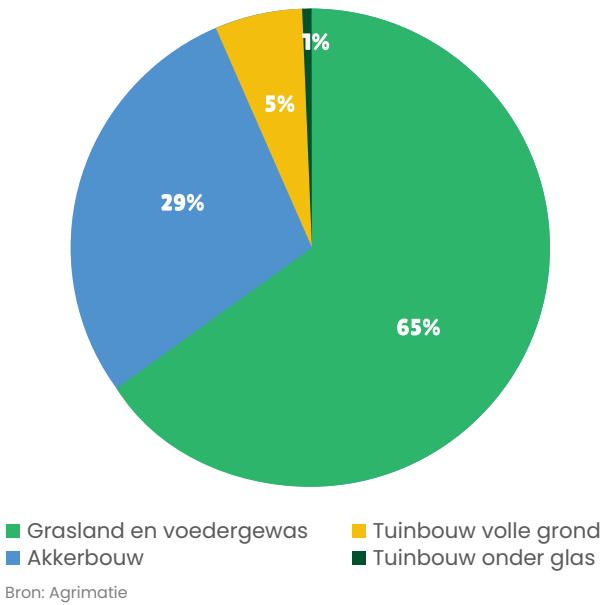
6.1 Landbouw kan veel efficiënter

Nederland is een exporterend land met een zeer intensieve landbouw en prijst zichzelf om zijn efficiëntie. Toch kan onze landbouw nog veel efficiënter. Op 65% van de 1,8 miljoen hectare Nederlandse landbouwgrond worden gras en diervoedergerassen geteeld. Het merendeel is dus in gebruik om dieren te voeden.¹ Veel voedsel dat mensen goed kunnen eten, geven we aan dieren, terwijl veel landbouwgrond efficiënter in te zetten is voor het direct telen van voedsel (vooral eiwitten) voor mensen of voor andere doeleinden.

65% van de 1,8 miljoen hectare Nederlandse landbouwgrond is in gebruik voor gras en diervoedergerassen.

Nog geen 5% van de Nederlandse landbouwgrond is in gebruik voor het telen van groente en fruit – aardappelen en graan niet meegerekend.² Als de eiwittransitie van dierlijk naar plantaardig voedsel doorzet – een kabinetsdoel – zal onze landbouw ons van meer groente, fruit en plantaardig eiwit moeten gaan voorzien en minder van dierlijk eiwit. Dieren zullen uiteindelijk een andere rol krijgen in het voedselsysteem: we offeren geen goede landbouwgrond meer op aan het voeden van dieren, maar dieren sluiten de kringlopen door reststromen te eten en grazen alleen maar op marginale graslanden.

Agrarisch grondgebruik in 2019



1. <https://www.agrimatie.nl/ThemaResultaat.aspx?subpubID=2232&themalD=2286&indicatorID=2911>
2. <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/71904ned/table?ts=1612280337176>

HET PROBLEEM



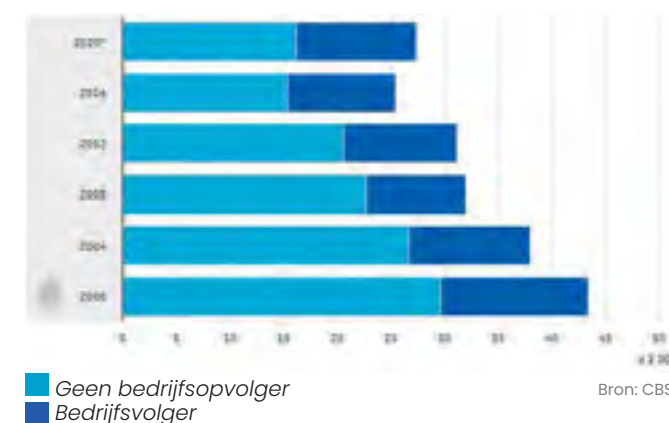
DE UITKOMST

WAT VRAGEN WIL

* De meeste ruggewijde koraalriffen zijn nu het slachtoffer van bleekster, een ziekte die voortvloeit uit de overmatige opbouw van kalkafzettingen van organismen die zich aan het overleven in uitputtende omstandigheden. De groei zit in het verminderen van schade aan klimaat, zeeleven en biodiversiteit.

GREENPEACE

Landbouwbedrijven met bedrijfshoofd van 55 jaar of ouder



6. <https://natuurrijknederland.org/samenvatting/>

- Een natuurinclusieve kringlooplandbouw levert 6 oplossingen voor de prijs van één en is een belangrijk onderdeel in de energietransitie:**

177



Biologische bloembollen zijn beter voor bodem, klimaat en milieu. Op de foto: Caring Farmers en biologische bollentelers John en Johanna Huiberts.



6.2 Voedseltransitie

Verderop gaan we in op de vele noodzakelijke veranderingen in de landbouw. Maar eerst belichten we de rol van de overheid en ook die van consumenten bij de landbouwtransitie. Zoals wetenschappers terecht zeggen: de veestapel inkrimpen heeft geen nut als we niet ook minder vlees en zuivel gaan consumeren. We hebben dan ook bovenal een voedseltransitie nodig. En daar kan iedere instantie direct mee van start. Want hoewel de boeren anders zullen gaan produceren, zal ook de vraag naar duurzame producten moeten veranderen. Hier ligt een grote rol voor bedrijven en voor lage en hogere overheden. Alle overheidsinstanties hebben een taak als aanjager van natuurinclusieve kringlooplandbouw.

Voor 1 kilo eiwit uit vlees	is zoveel plantaardig eiwit nodig (zoals uit soja en granen)
Kip	5
Varken	11
Rund	33 (vooral uit hooi en gras dat een mens niet kan eten)

Concrete stappen

We geven een aantal voorbeelden waarmee nu al verschil gemaakt kan worden:

1. Voer het voorstel van de TAPP-coalitie⁷ uit: een **duurzaamheidsheffing op vlees** leidt tot een lagere vleesconsumptie, bespaart zorgkosten en levert een verduurzamingsfonds op voor de landbouw van jaarlijks € 600 miljoen tot € 800 miljoen. Dit is een opgave voor de landelijke overheid, maar ook elk bedrijfsrestaurant kan in de prijsstelling nu al keuzes maken. Hetzelfde geldt overigens voor suiker.
2. Schaf btw op **biologische producten** af.

3. Koop enkel nog in bij **regionale** of **lokale** koploperboeren die geen kunstmest en pesticiden gebruiken, zoals biologische of biodynamische boeren.
4. Punt 3 geldt voor de kantines, maar ook voor evenementen en voor terreinbeheer. Denk aan het kopen van bloembollen, heesters en bomen bij **biologische kwekers**.
5. Verander het voedselbeleid in de overheidskantine en bij overheidsevenementen. **Maak plantaardig de norm**. Niet de vegetariër moet dieetwensen doorgeven, maar de vleeseter.

Niet de vegetariër moet dieetwensen doorgeven, maar de vleeseter.

6. Maak **duurzaam inkopen** een voorwaarde voor subsidies aan projecten.
7. Informeer burgers beter over **gezond voedsel**. Dit kan via multimediale campagnes, op festivals, via gemeenten, in de gezondheidszorg en op scholen.
8. Kies als gesprekspartners van overheden vooral voor **de koplopers**, niet voor de achterlopers.
9. Voer in de agrarische sector koploperbeleid uit. Veel regelgeving voor agrariërs is gericht op de gangbare landbouw en op het beperken van de impact op de leefomgeving. **Duurzame boeren** dragen dezelfde administratielasten, terwijl zij minder impact hebben op de natuur. Er is koploperbeleid nodig waarmee duurzame boeren juist worden ondersteund in plaats van geremd. Ook is stimulerend beleid voor pioniers noodzakelijk: Nederlandse boeren die exotische vruchten telen of wijn maken zodat voedselkilometers worden beperkt, verdienen ondersteuning.

⁷ De True Animal Protein Price Coalition (TAPP Coalitie) wil de consumptie en productie van eiwitten duurzamer maken, in Nederland en Europa, door het invoeren van een eerlijke prijs inclusief milieukosten. Zie www.tappcoalitie.nl

6.3 Voedselverspilling aangepakt

Voedselverspilling is zonde, onder meer van alle energie, grond en water die gebruikt zijn voor het telen en vervoeren van voedsel. De overheid kan hier in eerste instantie zelf mee aan de slag in kantines en bij evenementen, maar het is belangrijker dat de hele keten dit oppakt. Van ziekenhuizen en scholen tot horeca, en van boeren tot consumenten. Voorlichting en samenwerking tussen veeboeren, voedingsindustrie, winkels en andere verkoopkanalen is belangrijk.

Het 100% terugdringen van voedselverspilling kan in Nederland een besparing van 6 Mton CO₂-uitstoot opleveren.⁸ Maar hierin zit overlap met vleesreductie en de verduurzaming van de landbouw, dus daarom rekenen we voorzichtig met 1 Mton CO₂ in 2030. Een bedrag van €5 miljoen per jaar voor voorlichting en subsidies aan ngo's die aan dit thema werken, zet veel zoden aan de dijk.

Bron: One World



Percentages verspilling naar type voedsel

8. <https://www.vork.org/nieuws/halvering-voedselverspilling-draagt-fors-bij-aan-landbouwdoelstelling-klimaatakkoord/>



Gebruik het hele dier

Nederland telt miljoenen legkippen, waarvan wel de eieren worden gegeten, maar het vlees nauwelijks. De legkippen gaan als goedkoop vlees op fossiel transport naar ver buitenland, terwijl we daarnaast andere kippen voor het vlees houden. Dat kan ook anders. Eierproducenten Kipster en Tomesen verkopen worst van uitgelegde legkippen. Als je alle dieren achter de eierproductie in Nederland opeet, kan een deel van de productie van vleeskippen achterwege blijven, en het scheelt veel kilometers voor transport van voedsel en kippen. Bij Kipster worden ook de eendagshaantjes niet gedood, maar grootgebracht voor vlees.

Het 100% terugdringen van voedselverspilling kan in Nederland een besparing van 6 Mton CO₂-uitstoot opleveren.



Kipster is naar eigen zeggen het meest klimaat-, milieu- en diervriendelijke ei ter wereld. De productie is CO₂-neutraal, de kippen leven enkel van restvoer. De leghennen worden in Nederland gegeten, net als de haantjes. Die worden niet zoals gewoonlijk direct uit het ei doodgemaakt, maar grootgebracht op een boerderij en pas na 16 weken geslacht.

6.4 Omslag van de veehouderij

Nederland is het vee-dichtste land ter wereld en slachtte 640 miljoen dieren in 2019.⁹ Onze veehouderij heeft in Nederland een jaarlijkse uitstoot van zo'n 18 Mton aan CO₂-equivalenten.¹⁰ We importeren en exporteren veel vlees, dus dit is niet een-op-een te vergelijken met onze consumptie. Die consumptie zorgt in Nederland voor een uitstoot van 12,9 Mton, waarvan 5,6 Mton in de veehouderij.¹¹ De werkelijke uitstoot als gevolg van onze productie en consumptie van vlees is nog veel hoger, want in deze cijfers zijn de ontbossing en de import van veevoer bijvoorbeeld nog niet meegerekend (zie tabel).

Het beleid van de afgelopen decennia leidde tot een halvering van het aantal boeren, maar het aantal dieren bleef hetzelfde.¹²

De komende 10 jaar kan een consistent beleid naar natuurinclusieve kringlooplandbouw leiden tot een halvering van het aantal dieren, met bijbehorende halvering van broeikasgassen en met behoud van het aantal boeren.

Met gerichte uitstapregelingen aan de ene kant en een extensiverings- en omschakel-programma aan de andere kant wordt de boerenstand zo groot mogelijk gehouden. Met een omschakeling naar bijvoorbeeld biologisch kan het aantal veehouders gelijk blijven, terwijl het aantal dieren flink daalt. Een gemiddeld bio-logisch varkensbedrijf houdt bijvoorbeeld maar 1/6 van het aantal dieren van een gangbaar bedrijf.¹³

Sector	Uitstoot in 2016 in kton CO ₂ -eq
Melkveehouderij	12.254
Varkenshouderij	2.314
Vleesveehouderij	1.626
Groenvoedergewassen	564
Schapen, paarden en geit	550
Vleeskuikenhouderij	508
Legkippenhouderij	503
Akkerbouw	467
Glastuinbouw	92
Overige plantaardige sectoren	41
Vollegrondsgroenteteelt	27
Totaal	18.946

De afgelopen decennia halveerde het aantal boeren, maar het aantal dieren bleef hetzelfde. Voortaan liever andersom.

Berekening van de broeikasgasemissies vanuit de landbouw (in kton CO₂-eq) volgens IPCC-systematiek waarbij aankoop van kunstmest, krachtvoer en energie niet aan de landbouw wordt toegerekend.¹⁰

9. Aantal slachtingen en geslacht gewicht per diersoort (CBS)
<https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/7123slac/table?ts=1612278797423>
10. <https://www.clm.nl/uploads/nieuws-pdfs/935-Review%20Voedselvisie%20Natuur%20en%20Milieu.pdf> (tabel 3, p12)
11. <http://www.blonkconsultants.nl/wp-content/uploads/2017/11/Voetafdruk-van-eiwitconsumptie-en-productiedocx-finaal.pdf>
12. <https://www.wakkerdier.nl/persberichten/de-schadelijke-gevolgen-van-de-kiloknaller/>
13. In 2017 telde een gemiddeld biologisch varkensbedrijf 616 varkens. Bij andere bedrijven zijn dat er 3.400.
<https://varkens.nl/gelderland-en-overijssel-toonaangevend-in-biologische-varkenshouderij/>
<https://www.cbs.nl/nl-nl/achtergrond/2016/43/factsheetvarkensstapel>



EEN 100% GRASGEVOERDE
BEDRIJFSVOERING MET
WEIDEGANG IS DUURZAMER
EN DIERVRIENDELIJKER



Kruidenrijk grasland levert veel op: een grote biodiversiteit, een gezonde bodem en een lagere CO₂-uitstoot. Dág kunstmest! De actie 1001.ha maakt zich hier sterk voor.



Kruidenrijk grasland campagne 1001ha

De campagne 1001ha.nl laat zien dat melkveehouders klaar zijn voor de omslag naar duurzamer grasland.¹⁴ 1001.ha.nl biedt boeren 50% korting op een startersmengsel met gemengd zaaigoed – het ‘Saladebuffet’ – plus intensieve begeleiding. Boeren staan hiervoor in de rij. Binnen enkele maanden was 1.250 hectare verkocht, waardoor 625.000 kilo kunstmest en ruim 1 kton CO₂ wordt bespaard.

Het laagdrempelig experimenteren met het saladebuffet is slechts de eerste stap op weg naar blijvende kruidenrijke graslanden met betere waterberging, meer biodiversiteit, meer koolstofopslag, meer maatschappelijke waardering en gezonde koeien. Elke gemeente kan boeren op die manier helpen om het areaal kruidenrijk grasland te verhogen.

Koeien in de stal zetten gaat meestal samen met lege, maar zeer intensief beheerde weilanden, weinig biodiversiteit, veel kunstmest en een ongezonde bodem.

Melkveehouderij

Vanwege de grote klimaatimpact en het landgebruik van de melkveehouderij is extra aandacht voor deze sector nodig. Reductie van de uitstoot van broeikasgassen én stikstof is op 3 manieren te bereiken:

- Minder dieren (per hectare);
- Meer weidegang, meer grasgevoerde dieren en minder krachtvoer;
- Omschakelen naar natuurlijk en kruidenrijk grasland.

¹⁴. <https://1001ha.nl/>

¹⁵. <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2016/21/voor-het-eerst-in-9-jaar-meer-blijvend-grasland>

¹⁶. <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2019/48/opnieuw-meer-melkkoeien-in-de-wei>

¹⁷. <https://www.melkvee.nl/artikel/259375-frieslandcampina-verwacht-enorme-terugloop-aantal-melkveebedrijven-tot-2030/>

¹⁸. <https://www.melkvee.nl/artikel/48508-koeienvlaai-trekt-massas-wormen-aan/>



Weiden weiden weiden!

De melkveehouderij is met 12 Mton CO₂-eq de grootste uitstoter van broeikasgassen en beslaat het grootste deel van de Nederlandse landbouwgrond. Ondanks vele subsidies en goede bedoelingen zet schaalvergroting in de melkveehouderij door, blijft het areaal natuurlijk grasland hangen op slechts 5%.¹⁵ Het aantal uren dat een koe in de wei liep, daalde van 1.941 uur in 2013 naar 1.648 uur in 2018.¹⁶ Koeien in de stal zetten gaat meestal samen met lege, maar zeer intensief beheerde weilanden, weinig biodiversiteit, veel kunstmest en een ongezonde bodem. Het recentelijk gepresenteerde beleidsplan van FrieslandCampina lijkt dit tij niet te keren: dit plan gaat uit van een daling van het aantal boeren met 30% bij een gelijkblijvende melkproductie.¹⁷ Overheidsingrijpen is nodig.

Inzetten op meer weiden werkt aan meerdere kanten: het vereist een grondgebonden bedrijfsvoering en meer mest in de wei en daardoor een gezondere bodem met meer wormen¹⁸ en minder dieren per hectare. Minder koeien betekent minder mest, minder methaanuitstoot en minder export en dus minder vervoersbewegingen. Door dieren meer te weiden, eten ze meer gras en minder (geïmporteerd) krachtvoer waarvoor kunstmest wordt gebruikt. Ook worden urine en poep automatisch gescheiden, waardoor minder ammoniak ontstaat.

Als boeren omschakelen naar kruidenrijk grasland, kan met behulp van stikstofbindende klavers de 500 kilo kunstmest per hectare achterwege worden gelaten. Behalve dat dat veel CO₂-uitstoot voorkomt van kunstmest, is het beter voor de bodem, en een gezonde bodem legt meer CO₂ vast.

Financieel net zo sterk

Onderzoek en praktijkvoorbeelden tonen aan dat extensiever boeren niet betekent dat een boer er financieel op achteruit gaat. Dat komt doordat kostenposten zoals kunstmest en krachtvoer worden geschrapt, waardoor de boer onder de streep hetzelfde verdient (zie tabel¹⁹), maar méér maatschappelijke waardering krijgt.

Als de boer ook nog een bijdrage krijgt voor natuurbeheer en een verhoogd waterpeil, ontstaat er een goede situatie voor iedereen: meer biodiversiteit, meer dierenwelzijn, minder uitstoot van broeikasgassen en stikstof, en meer koolstof in de bodem.

De CO₂-opslag wordt veel groter als je óók werkt aan de aanleg van bomenranden en verhoging van het waterpeil. Bovendien leidt het tot een gezonde bodem die beter bestand is tegen langdurige droogte en waarin meer voedsel aanwezig is voor insecten en vogels. Elke keer dat gras wordt gescheurd of geploegd, gaan meerdere jaren opslag van koolstof en opbouw van biodiversiteit verloren. Een langetermijnvisie en intensieve begeleiding en monitoring zijn daarom erg belangrijk.



Elke hectare kruidenrijk grasland levert het volgende op:

- 500 kilo minder kunstmest
- 1000 kilo minder CO₂ uitstoot
- Meer voedsel voor insecten en vogels
- Minder bestrijdingsmiddelen
- Betere waterberging door de diepere en verschillende wortels
- Gelijke opbrengst met meer biodiversiteit
- Een begeleidingstraject voor boeren met webinars of workshops
- Maatschappelijke waardering



Met strokenteelt krijgen plagen minder kans. Bestrijdingsmiddelen zijn niet meer nodig. Natuurlijke plaagbestrijding is beter voor de insecten en het bodemleven.

Kerngetal	2016	Gangbaar	Grond-gebonden	Natuur-inclusief	Circulair
Totaal opbrengsten	502.000	607.000	494.000	384.000	538.000
Totaal betaalde kosten	418.000	521.000	397.000	283.000	442.000
Bedrijfswinst	84.000	86.000	97.000	101.000	97.000
Aantal onbetaalde arbeidsjaareenheden (oaje)	1.66	1.66	1.66	1.66	1.66
Nederland totaal	50.000	52.000	59.000	61.000	58.000

Bedrijfskenmerken en resultaten voor een natuurinclusief melkveebedrijf in het Friese veenweidegebied in vergelijking met andere bedrijfstypen. (Bron: Wageningen Economic Research.)

19. https://peterderuyterlandschap.nl/wp-content/uploads/2019/09/PDF-149_DLNI20_Laagveen_friesland-webversie.pdf



© Marco Buschman

Krimpmaatregelen voor overheden

Krimp van het aantal dieren samen met minder consumptie van dierlijke eiwitten zet de meeste zoden aan de dijk. Hier is zowel op landelijk, provinciaal én gemeentelijk niveau al veel te doen.

Landelijk ligt er het recente plan voor ‘Samenwerken aan regie op ruimte’²⁰ dat een goede start is. Specifiek voor de krimp van de overheid vragen wij met spoed:

- Begrens alle veehouderijsectoren die nog niet zijn begrensd door een fosfaat- of dierrechtenstelsel. De geiten-, schapen- en kalverensectoren groeien momenteel.²¹



Groeit import nuchtere kalveren en groei dieraantallen in kalver-, schapen- en geitensectoren. (Bron: RVO en CBS.)

- Beperk de import van kalfjes: de afgelopen jaren is de import van kalveren toegenomen tot ruim 800.000 per jaar. Lange veetransporten uit Ierland en Letland zijn behalve dierenvriendelijk ook slecht voor het klimaat. Ook drukt de import op Nederlandse veehouders.²² Na de slacht wordt vrijwel alle kalfsvlees geëxporteerd, veelal naar Zuid-Europa: nóg een vervoersbeweging die zorgt voor onnodige uitstoot.
- Zet dierenwelzijn centraal. Het Beter Leven-keurmerk van de Dierenbescherming biedt geweldige kansen. 80% van de Nederlandse varkensvleesconsumptie loopt

bijvoorbeeld via de supermarkt en dat vlees draagt allemaal 1 ster van het Beter Leven-keurmerk. Als de supermarktbranche afsprekt om elk varken slechts 20 cm² extra ruimte te geven, leidt dat tot 20% minder varkens per stal. Overgebleven dierrechten dienen vergoed en vernietigd te worden. Stel een maximum aan sterftepercentages, groeisnelheid, productie per dier en bepaal een einddatum voor pijnlijke (sommige reeds verboden maar gedoogde) ingrepen. Er is nog geen wettelijke minimum leefruimte voor geiten, voer die in en leg de lat hoog.

- Ontmoedig bedrijfsovernames die leiden tot schaalvergroting, bijvoorbeeld door afroeping van dier- of fosfaatrechten.

Voor gemeenten en provincies is er het 10-puntenplan dat de Utrechtse Natuur en Milieufederatie ontwikkelde samen met de Caring Farmers om kringlooplandbouw te stimuleren.²³

- Praat mét boeren, niet over boeren! De helft – van veehouderij t/m fruittelers – heeft geen opvolger. Hoe los je dat samen op? Biedt het kansen voor jonge innovatieve boeren of concepten zoals Herenboeren?²⁴ Welke boeren willen bewegen met wat hulp, en hoe kun je helpen? Kleinschalige duurzame boeren lopen vaak tegen kromme regelgeving op die samen simpel opgelost kan worden op basis van wederzijds vertrouwen.
- Toon ambitie in gemeentelijke/provinciale omgevingsvisies, omgevingsplannen en omgevingsverordening en houd die ambitie constant in het achterhoofd bij het vergeven van vergunningen. Hanteer hier het principe ‘beter voorkomen dan genezen’ met het oog op natuur, dierenwelzijn, milieu, overlast en volksgezondheid.

- Breng reststromen in kaart. In de toekomst hebben dieren een andere rol: ze sluiten kringlopen doordat ze restvoer wegwerken, en grazen op marginale graslanden waar geen ander voedsel op verbouwd kan worden. Een inventarisatie van geschikte voerreststromen in de regio is een eerste stap. Daarnaast kan er beter worden samengewerkt: welke boeren zetten groene reststromen van gemeente of provincie graag om in plantaardige bemesting?

We kunnen budgetneutraal en ruimhartig boeren zonder opvolger uitkopen en veel van die landbouwgrond omzetten naar natuur.



- Hanteer een duurzaam pachtbeleid voor eigen gronden.
- Stimuleer horeca en andere afzetkanalen in de regio om meer plantaardig aan te bieden en daarnaast om het héle dier en álle dieren te gebruiken: haantjes, bokjes, legkippen en orgaanvlees zijn eetbaar en waardevol. Geef met de eigen inkoop het goede voorbeeld.
- Intensiveer voorlichting over gezond, onbespoten en plantaardig eten.

- Zet subsidies in om melkveehouders te helpen omschakelen naar een grasgevoerde (biologische) bedrijfsvoering op kruidenrijke graslanden.
- Voer ‘staldering’ in, bijvoorbeeld: voor iedere 10 m² nieuwbouwstal moet 12 m² worden gesloopt óf 20 m² van functie veranderen. Het eerste stuurt op een geborgde krimp van de veestapel. Met het tweede wordt voorkomen dat boeren allemaal kiezen voor statische opslag in plaats van sloop.²⁵
- Handhaaf extra op dierenwelzijn, milieu, middelengebruik en mestwetgeving.
- Sta extra ruimte voor activiteiten bij particulieren toe, bijvoorbeeld een groter huis of een grotere schuur, mits daar stallen voor gesloopt worden. Vooral gemeenten moeten dit regelen.



Met gesloten portemonnee van landbouwgrond naar natuur

Een recent voorstel van een duo economen laat zien hoe we budgetneutraal en heel ruimhartig agrariërs zonder opvolger kunnen uitkopen en een groot deel van de landbouwgrond kunnen omzetten naar natuur.²⁶ Dit plan van Natuurrijk Nederland maakt gebruik van de grote verschillen in prijs voor natuurgrond, landbouwgrond en bouwgrond. Door een miniem deel van de agrarische grond te verkopen voor bebouwing, kan een ruimhartige en vrijwillige compensatie van de agrarische sector worden bekostigd en een groot deel van het land worden ‘afgewaardeerd’ tot natuurgrond. Met dit plan kan het areaal natuur stijgen van 15% naar 50%, met gesloten portemonnee. Centrale regie is wel een vereiste.

20. Aanbevelingen-aan-het-nieuwe-kabinet-Samen-werken-aan-regie-op-ruimte-31-maart_def.pdf (transit.iecoalitievoedsel.nl)

21. <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2020/47/opnieuw-stijging-van-het-aantal-melkgeiten-in-nederland>

22. <https://www.bnnvara.nl/zembla/artikelen/4000-melkboeren-roepen-op-tot-importstop-kalveren>

23. <https://caringfarmers.nl/wp-content/uploads/10-puntenplan-gemeenten-stimuleren-kringlooplandbouw.pdf>

24. www.Herenboeren.nl

25. Voucherregeling VAB | Stimulus Programmamanagement

26. <https://natuurrijknederland.org/samenvatting/>



Klavers zijn goed voor de bodem: ze leggen stikstof vast.



Gezonde mest brengt leven in de bodem en zorgt voor biodiversiteit.



6.5 De bodem centraal

Een gezonde bodem krioelt van het bodemleven, bevat grote hoeveelheden koolstof (uit CO₂) en is beter bestand tegen hele droge of natte periodes. Het bodemleven lijdt onder ploegen en verkeerde mest. Nederland heeft een groot mestoverschot van vooral drijfmest, maar is er een tekort aan goede vaste mest, waardoor ook veel kunstmest wordt gebruikt. Zowel de injectie van drijfmest als het gebruik van kunstmest is slecht voor het bodemleven. Door gebruik hiervan en door ook te ploegen neemt de bodemkwaliteit af, waardoor de vraag naar mest weer stijgt.

De afnemende bodemkwaliteit en het stikstofprobleem dwingen ons om heel anders met mest om te gaan.

De afnemende bodemkwaliteit en het stikstofprobleem dwingen ons om heel anders met mest om te gaan. Dit geldt overigens niet alleen voor boeren, maar ook voor bijvoorbeeld gemeenten, beheerders van sportvelden en eigenaars van landgoederen.

Een halvering van de veestapel lost het mestoverschot op, maar zorgt nog niet voor de benodigde hoeveelheden gezonde mest. Goed en toekomstgericht mestbeleid is nodig. Denk hierbij niet alleen aan het ombouwen van stallen voor potstalmest, maar ook aan onderzoek en investeringen om humane mest terug in de keten te brengen en aan het verder ontwikkelen en stimuleren van plantaardige mest.

Plantaardige mest en stikstofbinders

Klavers en andere stikstofbindende gewassen halen stikstof uit de lucht en leggen die vast in de bodem. We noemden deze al bij melkvee, maar deze planten kun je ook in andere landbouwsectoren inzetten door gewassen af te wisselen met vlinderbloemigen, zoals erwten en lupine. Dan kan de hoeveelheid stikstofmest flink naar beneden. Er zijn al boeren en tuinders die alleen maar werken met plantaardige mest: ze wisselen teelt af met stikstofbindende gewassen en verhakselen gras dat ze terug op het land brengen.²⁷

Vaste dierlijke mest

Potstalmest en leghenstrooiselmest (mengsels van strooisel en mest) zijn de beste (dierlijke) bemesters.²⁸ Als je de uitstoot van productie tot en met toediening en het effect op de bodem zou meenemen, is potstalmest de duurzaamste optie, terwijl de wet die nu juist afremt. Een proactief plan om stallen om te bouwen naar potstallen en om in de stal aan mestscheiding te doen, leidt tot goede organische mest en vermindert de uitstoot van stikstof en CO₂. Zo'n zelfde proactief plan is nodig voor de varkenshouderij: géén luchtwassers, maar krimpen en mest scheiden, zoals de innovatieve Pigster van plan is.²⁹ Maak dit een voorwaarde bij nieuwbouw of omschakeling en bied financiële hulp.

27. <https://caringfarmers.nl/100-plantaardige-mest-kan-dat/>

28. www.nutrinorm.nl: De samenstelling van organische meststoffen; <https://www.wur.nl/nl/show/Handboek-Melkveehouderij-2020-H2.htm>

29. <https://www.boerderij.nl/Varkenshouderij/Achtergrond/2020/12/Emissiearme-varkenshokken-met-een-dubbel-toilet-683008E/>



Mestverwerking is niet duurzaam

Mestverwerking in mestverwerkingsfabrieken is géén duurzame optie, want het beperkt de uitstoot van ammoniak in de stal niet. Ook verbruiken deze fabrieken veel energie. Bovendien zorgen mestverwerkingsinstallaties voor veel vervoersbewegingen en stankoverlast voor omwonenden. Het gebruik van mineralenconcentraat uit verwerkte mest wordt binnenkort door de EU toegestaan als alternatief voor kunstmest, maar vooralsnog levert dit na vele jaren onderzoek niet het gewenste product op voor akkerbouwers.

Er is overigens wel een goede tijdelijke oplossing, zolang de veehouderij nog drijfmest produceert. Dat is warmtewinning uit compostering, bijvoorbeeld van een combinatie van ongewenste drijfmest en champost (restproduct van champignonkwekerij) in de zogenoemde Biomeiler. Die kan verder doorontwikkeld worden om kassen van duurzame warmte te voorzien, terwijl die tegelijkertijd gezonde compost maakt voor de akkerbouw. Daarmee wordt koolstof teruggebracht in de bodem en neemt de bodemkwaliteit toe.³⁰

Mestsoort	Effectieve os (kg/ton)	N-gehalte (kg/ton)	Fosfaat (kg/ton)	Eos/N-verhouding
Rundveedrijfmest	30	4,4	1,6	6,8 : 1
Vleesvarkendrijfmest	18	7,2	4,2	2,5 : 1
Zeugendrijfmest	10	4,2	3,0	2,4 : 1
Kippendrijfmest	35	10,2	7,8	3,4 : 1
Vaste rundveemest	65	6,4	4,1	10 : 1
Leghen strooiselmest	230	20,5	26	11 : 1

Organische stof, stikstof en fosfaat in organische mest (Bron www.nutrinorm.nl en Handboek voor de melkveehouderij).

30. <https://bioverbeek.nl/bedrijfsontwikkelingen/praatplaatbiomeiler/>



CO₂-winst in de akkerbouw

Nederland telt ruim 500.000 hectare akkerbouw. Door een omschakeling van plantaardige en dierlijke mest – in tegenstelling tot kunstmest – kan tot wel 1 ton koolstof per hectare per jaar bespaard worden.³¹

Hier bovenop kan nog CO₂ worden vastgehouden door groenbemesters, niet-kerende grondbewerking, afwisseling van gewassen en het voorkomen van braak liggen van land. Een omschakeling naar meer duurzame teelten, zoals hennep voor de bouw en lupine voor vleesvervangers, is beter voor de bodem dan gewassen zoals aardappelen en bieten, die de bodem verslechteren.

Voor gangbare boeren is het afbouwen van agrochemie en het vertrouwen op de natuurlijke werking van de bodem een gigantische stap. Goede begeleiding en financiële ruimte om te experimenteren zijn hierbij enorm belangrijk. Maatregel 45 uit het 54-puntenplan van Urgenda³² stelt daarom een experimenteerpilot voor met een netwerk van bodemdeskundigen en welwillende boeren.

Nog meer winst is te behalen door akkerbouwland waarop gewassen voor veevoer worden geteeld, om te zetten naar grasland, voedselbos of natuur. De hoeveelheid koolstof in de bodem kan ook daar met in totaal 20 ton per hectare toenemen (20 ton CO₂/ha).³³

31. https://www.ilvo.vlaanderen.be/Portals/68/documents/Mediatheek/Mededelingen/231_Koolstofopbouw_onder_grasland.pdf

32. <https://www.urgenda.nl/themas/klimaat-en-energie/40-puntenplan/maatregel45>

33. https://www.ilvo.vlaanderen.be/Portals/68/documents/Mediatheek/Mededelingen/231_Koolstofopbouw_onder_grasland.pdf

6.6 Waterpeil omhoog in veengebieden

Nederland telt zo'n 270.000 hectare veen-weidegebied. Het grondwaterpeil wordt bijna overal kunstmatig verlaagd, voornamelijk om de landbouw te faciliteren. Het verlaagde peil veroorzaakt de uitstoot van zo'n 7 Mton CO₂ per jaar, oftewel 4% van de totale Nederlandse CO₂-uitstoot. Dit komt doordat het veen oxideert. Ook verdrogen de veengebieden en dit heeft negatieve gevolgen voor natuur en biodiversiteit. Daarnaast verzakken er veel huizen door het lage peil, wat pijnlijk duidelijk werd na de recente droge zomers.

Binnen Natuurnetwerk Nederland zijn een aantal natuurgebieden aangewezen waar het waterpeil op korte termijn omhoog kan.³⁴ Vanwege verdroging, verzakking en CO₂-emissie is het belangrijk dat op nog veel meer plekken het waterpeil stijgt, zodat in 2030 een aantal Mton CO₂ per jaar extra in de grond blijft zitten.

Ook het Aanvalsplan Grutto, waar oud-minister Winsemius zich sterk voor maakt, rept van een hoger waterpeil voor de grutto als één van de te nemen maatregelen.³⁵



Het verlaagde peil veroorzaakt de uitstoot van zo'n 7 Mton CO₂ per jaar, oftewel 4% van de totale Nederlandse CO₂-uitstoot.



GRASSA & THOSE VEGAN COWBOYS



Eiwitten uit gras direct voor mensen

Natuurlijke graslanden met een hoog waterpeil zijn goed voor klimaat en biodiversiteit. Hoe hoger het waterpeil, hoe beter. Hier kunnen geen koeien grazen, maar toch kan ook dit grasland opbrengst opleveren. Bijvoorbeeld door met lichte machines te maaien en het gras beschikbaar te stellen voor de toekomstplannen van Those Vegan Cowboys, die melk willen maken van gras. Of voor gras-bioraffinage in de mobiele installaties van Grassa. Hiermee wordt gras ontleed in precies de juiste eiwitten voor koeien, varkens of kippen of wellicht ooit voor mensen. Dit scheelt import van soja.

34. <https://www.urgenda.nl/themas/klimaat-en-energie/40-puntenplan/maatregel12>

35. <https://www.fmf.frl/aanvalsplan-grutto/>



Diesel-aggregaten voor het beregenen van gewas zijn vervuillend. Agriper maakt mobiele opvouwbare zonne-aggregaten die stil en schoon stroom leveren voor de pomp.

6.7 Energieopwekking rond agrarisch land

Het platteland is groot en daarom is er veel potentieel voor energieopwekking. Door dit slim in te zetten, ontstaat een win-winsituatie (zie ook hoofdstuk 1). Een aantal mogelijkheden:

- Gebruik energieopwekking als alternatieve inkomstenbron voor de meest intensieve boeren. Bijvoorbeeld: melkveehouders die niet weiden, krijgen een vergunning voor een windmolen in ruil voor het inleveren van (alle) dier- of fosfaatrechten.
- Dubbel landgebruik: Nederland telt 1.860 hectare voor de teelt van zacht fruit in de open grond, zoals blauwe bessen en bramen. Deze vruchten worden vaak tegen hagel en slecht weer beschermd door plastic overkappingen, maar tegenwoordig soms ook door lichtdoorlatende zonnepanelen.
- Vergunning voor panelen kunnen gekoppeld worden aan de voorwaarde voor een duurzame bedrijfsvoering met meer biodiversiteit.
- Door zonnepanelen niet op weiland te leggen, maar verticale panelen eromheen te zetten, bespaar je veel land.

- Tijdelijke zonnevelden zouden kunnen dienen om verschaalde landbouwgrond in een periode van 5 tot 10 jaar te herstellen. Onder de panelen worden bloemrijke graslanden aangelegd om het insecten- en bodemleven te ondersteunen. Als de panelen verhuizen naar een nieuw veld, geldt voor het herstelde veld een verbod voor kunstmest en pesticiden.
- Is het aantal dieren gedaald en is er ruimte in de mestkelder, gierput of silo over? Gebruik de ruimte voor warmte opslag.³⁶
- Agrarisch land is zeer geschikt voor kleine, 12 meter hoge windmolens van E.A.Z. Wind. Deze leveren zo'n 22.000 tot 30.000 kWh per jaar, genoeg energie voor een groot agrarisch bedrijf. Deze molens kunnen rekenen op draagvlak van burgers.
- Aggregaten voor het beregenen van landbouwgrond verbruiken veel diesel, maar ze kunnen ook werken met mobiele zonnepanelen.

Meer over energie opwekken rond landbouwgrond staat in § 1.7 en § 1.10.

36. <https://leaderutrechttoost.nl/portfolio-item/duurzame-warmteopslag-monumentale-boerderij/>

6.8 Groene kansen door krimp

50% minder dieren betekent ook dat er veel minder grond nodig is voor de teelt van veevoer. Er komt dus land vrij. De hoeveelheid vrijkomend land is minder dan 50%, omdat het resterende aantal dieren extensiever gehouden zal worden: er is meer ruimte per dier nodig. Ook gaan we uit van een kringlooplandbouw in 2030 waarbij geen veevoer in de vorm van soja, mais en granen uit het verre buitenland wordt geïmporteerd. Daar tegenover staat dat we meer lokaal geproduceerd voedsel gaan eten en dus minder importeren, wat weer extra landbouwgrond vraagt.

Met een voorzichtige schatting kunnen we ervan uitgaan dat zeker 25% van dit land beschikbaar komt, oftewel landelijk 450.000 hectare. De vrijkomende ruimte kan bijvoorbeeld worden ingezet voor:

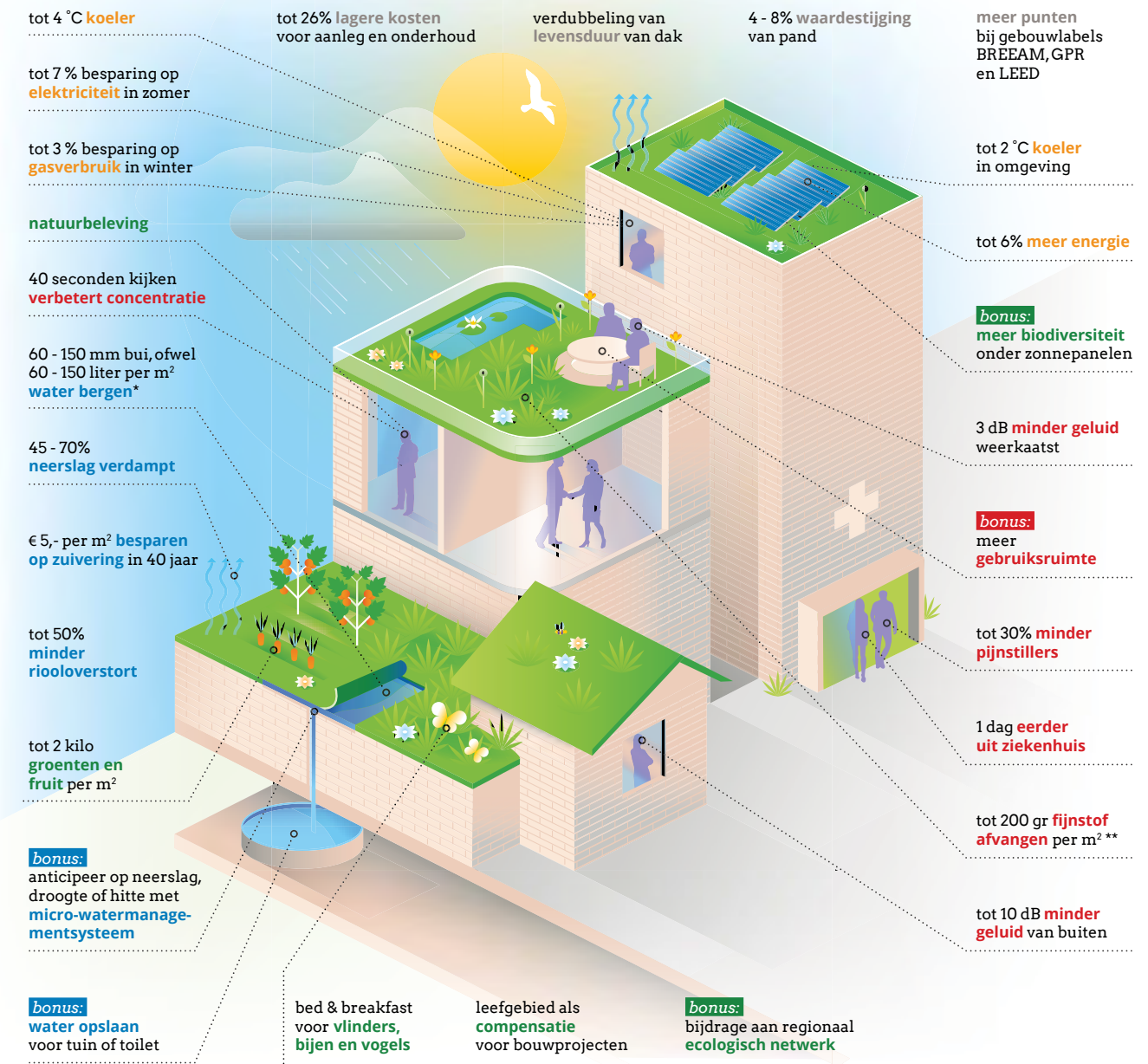
- 50.000 hectare bos. Uitgaande van een voorzichtige 10 ton CO₂ per hectare per jaar³⁷ kan dit na 10 jaar oplopen tot een opslag van 0,5 Mton CO₂ per hectare per jaar, plus een grote winst voor de biodiversiteit en meer duurzaam hout in de toekomst.
- 50.000 hectare voor natte natuurgebieden in veenweidegebieden: natuurlijke graslanden, moeras, bos en natte teelten zoals lisdodde.
- 50.000 hectare voor aan te leggen voedselbos. Uitgaande van een voorzichtige 10 ton CO₂ per hectare per jaar kan dit na 10 jaar oplopen tot de opslag van 0,5 Mton CO₂ per hectare per jaar, plus een grote winst voor de biodiversiteit en meer duurzaam lokaal en gevarieerd voedsel. Stichting

Voedselbosbouw heeft een fonds ontvangen om de komende jaren boeren te adviseren en te begeleiden bij de omschakeling. Plantgoed kost zo’n € 10.000 per hectare.

- 50.000 hectare voor nieuwe boerenbedrijven, zoals voor de teelt van groente en fruit, eiwitteelt voor mensen (zoals lupinen en erwten) en duurzame initiatieven van jonge innovatieve boeren.
- 200.000 hectare voor groene wijken met circulaire, energieneutrale huizen met groene daken, groene tuinen en parken. Denk bij de aanleg van de wijk ook direct aan lokale voedselvoorziening zoals een pluktuin, een Herenboeren-boerderij³⁸ of een voedselbos. Als er wordt gekozen voor hennephuizen, kan met de bouw CO₂ worden vastgelegd in plaats van uitgestoten.³⁹ Ook hier kan versneld vergroend worden als gemeenten samen met vrijwilligers zaailingen verplanten vanuit stadsparken en omliggende natuurgebieden. Zo kreeg de nieuwe groene wijk Oosterwold in Almere tienduizenden gratis bomen van Meer Bomen Nu.

50% minder dieren
betekent ook dat er veel
minder grond nodig
is voor de teelt van
veevoer.

Verder zijn meer bomen langs akkers welkom. Steeds meer boeren zijn geïnteresseerd in het aanleggen van heggen en boshagen om de biodiversiteit op hun land te vergroten. Dit kan ook de opbrengst vergroten.⁴⁰ Door hen te helpen met plantgoed komt een versnelling op gang.



* bij bestaande bouw maximaal een 100 mm bui oftewel 100 liter per m²
** met een natuurdak of grasdak

6.9 Bomen en bosbeheer

Bos is een van de beste en goedkoopste manieren om CO₂ vast te leggen. Bovendien zorgen bossen voor schone lucht, recreatie, biodiversiteit en duurzaam bouw materiaal: hout. Bouwen met hout bespaart veel CO₂ vergeleken met de traditionele bouw. Maar op dit moment heeft Nederland veel te weinig bos om te bouwen met hout. Veel hout wordt geïmporteerd, waarbij weer extra CO₂ wordt uitgestoten bij het transport.

De afgelopen jaren zijn er in Nederland meer bomen verdwenen dan bijgekomen. Er zijn in Nederland tot 2020 verhoudingsgewijs zelfs meer bomen verdwenen dan in het Amazonegebied. Tot dat jaar is er jaarlijks 4.000 hectare verdwenen, ofwel 1% van het bos.⁴¹ Dat kan anders. Ten eerste is in het hele land terughoudender beleid nodig voor kappen: in de bebouwde kom, langs wegen, op het platteland en in bossen. Veerkeersveiligheid wordt beter gewaarborgd door vangrails en een lagere snelheid dan door een boomvrije zone langs de weg. Compensatie van bomenkap moet niet gebeuren op basis van het aantal bomen, maar op kruinoppervlak. Ook ander bosbeheer is belangrijk. De duurzaamste methode is natuurvolgend bosbeheer. Daarbij worden alleen de bomen gekapt waarvan de meeste planken kunnen worden gezaagd, en blijft de bosbodem zo veel mogelijk ongemoeid. Hiermee kan jaar na jaar de uitstoot van 0,2 Mton CO₂ worden bespaard.⁴² Kapvlaktes moeten vermeden worden, want die hebben grote negatieve gevolgen vanwege de zon en uitspoeling van nutriënten en koolstof uit de kale bodem.⁴³

Bij natuurvolgend bosbeheer blijven jonge bomen staan en kunnen kromme bomen zelf afsterven. Dit levert een grote bijdrage aan de biodiversiteit van bossystemen. Veel organismen zijn afhankelijk van staand dood hout.



Jaarlijks verdwijnt 1% van het Nederlandse bos.



Deze jonge kastanje zou hier doodgaan door gebrek aan licht en ruimte. Dankzij de campagne 'Meer Bomen Nu' wordt deze boom gered en mag hij elders groot worden.

41. <https://nos.nl/artikel/2321122-na-30-jaar-bomen-kappen-komt-er-nu-bos-bij-in-nederland.html>

42. <https://www.urgenda.nl/themas/klimaat-en-energie/40-puntenplan/> (maatregel 7)

43. https://natuuralertnederland.nl/wp-content/uploads/2021/01/VlaktekapBoscosystemen_def6_2.pdf

44. <https://meerbomen.nu/>



De natuur inzetten om natuur te maken!

Nederland wil 37.000 hectare bos aanplanten. Kwekers gaan de vraag naar bomen niet aankunnen, maar gelukkig produceert de natuur voldoende jonge bomen en struiken. Meer Bomen Nu⁴⁴ verzamelt zaailingen en stekken in de natuur en geeft deze gratis weg. De meeste belanden bij boeren en burgers die er voedselbossen mee starten en die de laagdrempelige werkwijze erg waarderen. Door samenwerking tussen ngo's, boswachters, gemeenten en burgers kan Nederland goedkoper en sneller vergroend worden. O ok burgers worden graag betrokken bij het planten van bomen, getuige het enorme enthousiasme (2.400 vrijwilligers) bij de campagne Meer Bomen Nu.



6.10 Tips voor gemeenten en instanties

- Grote winst is te behalen in de vele kilometers berm in Nederland. Bomen, heggen, hagen en bloemenlinten langs wegen leggen CO₂ vast en maken het land mooier. Maar ze filteren ook fijnstof en zorgen voor meer biodiversiteit en schonere lucht. Onderzoek toont aan dat bosschages langs wegen brandstof bespaart, doordat auto's minder worden afgeremd door de wind. Bomen doen dit beter dan geluidsschermen.⁴⁵

Bomen, heggen, hagen en bloemenlinten langs wegen leggen CO₂ vast en maken het land mooier.

- Stap voor bermbeheer over op het keurmerk Kleurkeur voor bermbeheer van de Vlinderstichting⁴⁶ en koop duurzaam plantgoed in zoals biologische bollen.
- In de ene gemeente staan meer bomen per hectare of inwoner dan de andere. Zorg dat uw gemeente boven het gemiddelde zit.⁴⁷
- Aan de slag met Meer Bomen Nu, Operatie Steenbreek, IVN of Struikroven. Diverse landelijke organisaties en campagnes helpen gemeenten met vergroenen. Gemeente Amsterdam is de eerste gemeente die gratis zaailingen uit de natuur inzet voor vergroenen van de gemeente. Groen in de bebouwde kom levert bovendien verkoeling, gezonde lucht, betere waterberging en gezondere mensen op.
- Nederland telt 8.000 kilometer aan N-wegen. Er is een achterhaalde CROW-richtlijn die dicteert dat er 4,5 meter van de weg geen bomen mogen worden geplant. Als je die loslaat, komt er veel ruimte vrij voor bomen, hagen en heggen. Start met planten!

Dat kan goedkoop door gebruik te maken van zaailingen en stekken uit de natuur. Bestaande bosranden en stadsparken leveren jonge aanwas voor bermen.⁴⁸

- Stop met het bemesten van kale grasbermen met kunstmest, maar kies voor natuurlijke bemesting door klavers en compost.
- Knot wilgen niet allemaal tegelijk, maar om en om.
- Verander het bermbeheer op agrarisch land. De huidige regelgeving stimuleert boeren om landschapselementen te verwijderen en bermen kaal te houden. Daardoor is meer grond aangemerkt als landbouwgrond en telt deze mee in de mestwetgeving. Nieuwe regelgeving moet het planten van bomen op agrarisch land belonen. Terreinbeherende instanties en gemeenten kunnen het bermbeheer beter weer in eigen hand nemen. Gemeente Berkelland geeft



het goede voorbeeld: samen met boeren pakken zij het bermbeheer aan. In de hele gemeente worden kale bermen omgetoverd tot bomenrijke of bloemenrijke paradijsjes.⁴⁹

- Vergroen als overheidsinstantie de eigen terreinen om biodiversiteit te versterken en CO₂ vast te leggen. Denk daarbij ook aan

45. <https://mp.nl/verhaal/100000-hectare-bosstroken-langs-snelwegen-reduceren-tot-3-mton-co2-emissie-van-wegverkeer>

46. <https://www.vlinderstichting.nl/kleurkeur/>

47. <https://eenvandaag.avrotros.nl/item/staan-er-veel-of-weinig-bomen-in-jouw-gemeente-op-deze-kaart-kan-je-het-zien/>

48. www.meeerbomen.nu/over-de-actie

49. <https://www.urgenda.nl/themas/klimaat-en-energie/40-puntenplan/> (maatregel 35)

voedselproductie, want langs elk hek kunnen tomaten groeien, en een fruitboom misstaat niet in een kantoortuin.⁵⁰

- Voor nieuwbouwwijken kan de oude VROM-regeling nieuw leven in worden geblazen. Die eiste namelijk 75 m² groen in een straal van 500 meter van elke nieuwbouwwoning, exclusief de tuinen.⁵¹ Dit kost € 2.000 per woning en kan verrekend worden in de verkoopprijs.
- Met het aanleggen van groene daken is in heel Nederland binnen één jaar 0,1 Mton CO₂ te besparen en ontstaat veel ruimte voor insecten en vogels op de daken.⁵²
- Gevels verdienen meer aandacht: snelgroeiende klimop, druivenranken en andere klimplanten kunnen de gevels van de vele lelijke distributiecentra en andere gebouwen bedekken. Daarmee wordt Nederland mooier en worden de gebouwen koeler. Dit scheelt airco in de zomer en dus CO₂-uitstoot. En in het groen wordt CO₂ vastgelegd. Ook zijn groene gevels een thuishaven voor vele vogels en insecten. Vaak wordt gedacht dat klimop muren aantast, maar dit geldt alleen voor oude huizen en niet voor nieuwbouw.



Vaak wordt gedacht dat klimop muren aantast, maar dit geldt alleen voor oude huizen en niet voor nieuwbouw.



STRAATBOER: Meer groen op bedrijventerreinen

Straatboer is een organisatie die zich richt op het vergroen(t)en van steden en bedrijventerreinen, bijvoorbeeld door kerstbomen een tweede leven te geven aan de schaduwkant van het terrein, en door bomen en fruitbomen te planten aan de zonnige kant.



50. Zie <https://straatboer.nl/>

51. <https://www.urgenda.nl/themas/klimaat-en-energie/40-puntenplan/> (maatregel 49)

52. <https://www.urgenda.nl/themas/klimaat-en-energie/40-puntenplan/> (maatregel 10)

SAMENVATTING LANDBOUW & NATUUR

De landbouw – en vooral de veehouderij – stoot veel broeikasgassen uit zoals methaan, lachgas en CO₂. In Nederland gaat het om 18 Mton CO₂-eq. Maar de landbouw kan als een van de weinige sectoren ook CO₂ vastleggen, net als de natuur. Om de klimaatdoelen te halen, is ook een voedseltransitie nodig en is het noodzakelijk om koolstof vast te leggen in bomen en andere natuur. In de energietransitie is het dan ook niet meer dan logisch om ook landbouw, natuur en voeding mee te nemen. Dit is zo, omdat de landbouw veel grond in beslag neemt en veel energie verbruikt. En vanwege de biodiversiteitscrisis en de stikstofcrisis staat de landbouw nu op een kantelpunt.

Een ommezwaai naar een natuurinclusieve kringlooplandbouw kan in 10 jaar leiden tot 15 Mton CO₂-eq minder uitstoot. Dit kan door een krimp van de veestapel, minder gebruik van kunstmest en krachtvoer, beter beheer van graslanden en verhoging van het waterpeil in veengebieden. Hierbovenop valt er in 2030 minimaal 4 Mton aan negatieve CO₂-emissies te behalen door koolstofopslag in bodem en natuur. Landbouwgrond biedt ook ruimte voor het opwekken van energie: niet in de vorm van mestvergisting en zonneparken, maar wel door de grond voor meer doelen tegelijk te benutten, zoals met zonnepanelen langs akkers of boven fruitteelt. Deze maatregelen zorgen ook voor minimaal 50% reductie in de stikstofemissie, een eis die is voortgevloeid uit de rechtszaak: rondom stikstof die na een advies van de Europese rechter heeft geleid tot een uitspraak bij de Raad van State, die ons Nederlandse beleid ondeugdelijk verklaarde en eiste dat er daadwerkelijk minder stikstofuitstoot moest komen. Na 2 jaar is er nog niet veel actie op deze uitspraak ondernomen.

Een voedsel- en landbouwtransitie is een grote en dure opgave waarvan de kosten in de vele miljarden lopen, maar eentje die uiteindelijk geld oplevert doordat bespaard wordt op zorgkosten, natuurherstel en milieumaatregelen. Bovendien hebben we in Nederland in 2030 een mooier platteland met meer natuur en biodiversiteit, gezonde lucht, een goede waterkwaliteit en gezond voedsel. Het platteland is groener, met meer vlinders en vogels.

De grootste kosten zitten in ruime uitstapregelingen voor boeren en het ombouwen van stallen voor meer ruimte voor dieren of meer vaste en gezonde mest. Dit vergt de komende jaren miljarden. Daarnaast is het belangrijk dat men investeert in technieken om humane mest weer op het land te kunnen brengen.

Een landbouwtransitie kan ook slim: je kunt duur land opkopen om bos te planten, of kiezen om boeren te helpen met het starten van voedselbossen. Dat laatste is een stuk goedkoper. Ook kan een duurzaamheidsbijdrage op vlees jaarlijks € 1,3 miljard in het laatje brengen om enerzijds de landbouwtransitie te bekostigen en anderzijds burgers met een kleine portemonnee te compenseren, zodat zij meer biologische producten kunnen kopen. Datzelfde mechanisme kan met andere producten. Denk aan kunstmest en bestrijdingsmiddelen, of een suikertax. Ook het plan van Natuurrijk Nederland biedt interessante aanknopingspunten om grond met gesloten portemonnee beschikbaar te maken voor woningen, jonge innovatieve boeren en natuur.

Naast een landbouwtransitie hebben we meer bos en bomen nodig. In de vele duizenden kilometers berm in Nederland liggen de grootste kansen voor meer bomen om stikstof af te vangen, CO₂ vast te leggen en de biodiversiteit een flinke impuls te geven.

Maatregelen uit het 54-puntenplan van Urgenda en partners	CO ₂ -reductie mton in 2030	negatieve CO ₂ -emissies (voorwaarde is vroeg beginnen, niet pas in 2028)
2. Minder koeien, niet minder winst	6	
7. Duurzaam bosbeheer	0,2	
11. Een dag per week zonder vlees (3 dagen zonder in 2030)	1,5	
12. Versneld vernatten veenweide en beter beheer grasland	3	2
22. Verdubbeling krimp varkenssector	1,2	
35. + 49. Meer bossen, bomen en begroeide bermen, ook in bebouwde kom		2,5
45. Minder/geen stikstofkunstmest	1,5 – 2	
53. Krimp andere diersectoren	1,6	
Extra: Voorkomen van voedselverspilling	2	
TOTAAL	18	4,5



THERE IS NO
PLANET B





EENHEDEN

Voorvoegsels

k (kilo) = 1.000 = 10³

M (mega) = 1.000.000 = 10⁶

G (giga) = 1.000.000.000 = 10⁹

T (tera) = 1.000.000.000.000 = 10¹²

P (peta) = 1.000.000.000.000.000 = 10¹⁵

Joule (J)

Joule (J) is de officiële eenheid voor energie.

Tegenwoordig wordt steeds vaker de eenheid kWh gebruikt. Eén joule is gelijk aan 1 watt gedurende 1 seconde.

1 kWh = 3.600.000 J = 3,6 MJ (megajoule)

Watt (W)

Watt (W) is de eenheid van vermogen, en vermogen drukt de hoeveelheid energie per tijdseenheid uit.

Kilowattuur (kWh)

Kilowattuur (kWh) is de eenheid voor elektrische energie. 1 kWh is de energie die door een vermogen van 1000 W gedurende 1 uur wordt geleverd of verbruikt. Kilowattuur wordt tegenwoordig ook als eenheid voor andere soorten energie gebruikt.

Terrawattuur (TWh)

De opgave voor de RES is de opwekking van 35 TWh duurzame elektriciteit.

1 TWh = 1 miljard kWh

Wattpiek (Wp)

De Wattpiek (Wp) is een eenheid die wordt gebruikt om het maximale vermogen van zonnepanelen uit te drukken. 1 Wattpiek is de productie van 1 watt (W) onder standaard omstandigheden (zogenoemde STC-condities). Veel zonnepanelen hebben tegenwoordig een vermogen van 340 Wp. Om de opbrengst in kWh daarvan te berekenen onder STC-condities in Nederland, vermenigvuldig je het aantal Wp met 0,85 (kWh/Wp). Een paneel van 340 Wp kan dus jaarlijks 340 Wp x 0,85 = 289 kWh opwekken.

COLOFON



Urgenda

Lees en download deze uitgave ‘Tussen kolen en Parijs – Gids voor spelers in de regionale energietransitie’ op www.urgenda.nl

Eerste uitgave mei 2021

Volg ons

 @Urgenda

 facebook.com/urgenda

 instagram.com/urgenda

Tekst

Urgenda, Marjan Minnesma

Urgenda, Hanneke van Ormondt

Met dank aan meelezende collega's en experts uit ons netwerk

Eindredactie en interviews

Ellen Segeren

Grafische vormgeving

Studio Puik, Anouk van Dijk

Fotografie

Siebe Swart (omslag)

Branko de Lang (door hele boek heen)

Paul Vertegaal, Chantal Dekker, Ilco Kemmere,

Marco Buschman, Juke Westendorp, Hanneke

van Ormondt, Rosa van Ederen, Janna Bathoorn,

Jessey Woodley, Peter ten Wolde, iStock, 123rf.com.

Productie

Drukkerij Groenprint, Rotterdam



