



2

OVERIGE

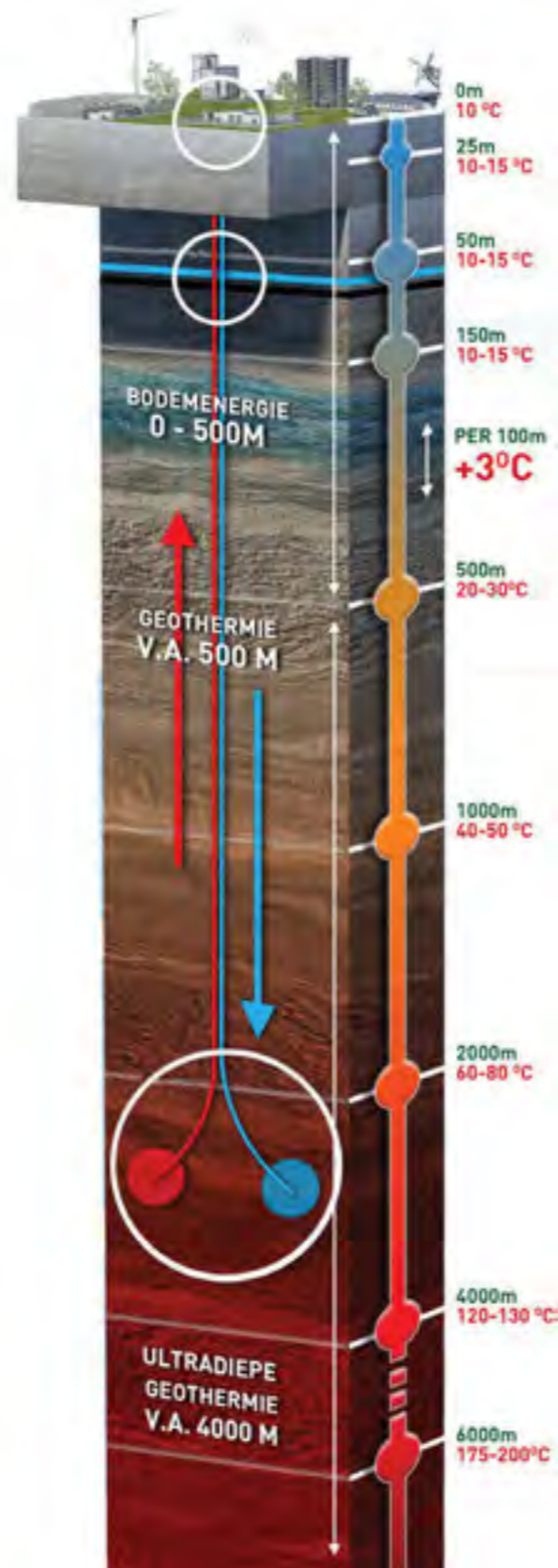
NIET-FOSSIELE

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 aanspouwelijke 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."

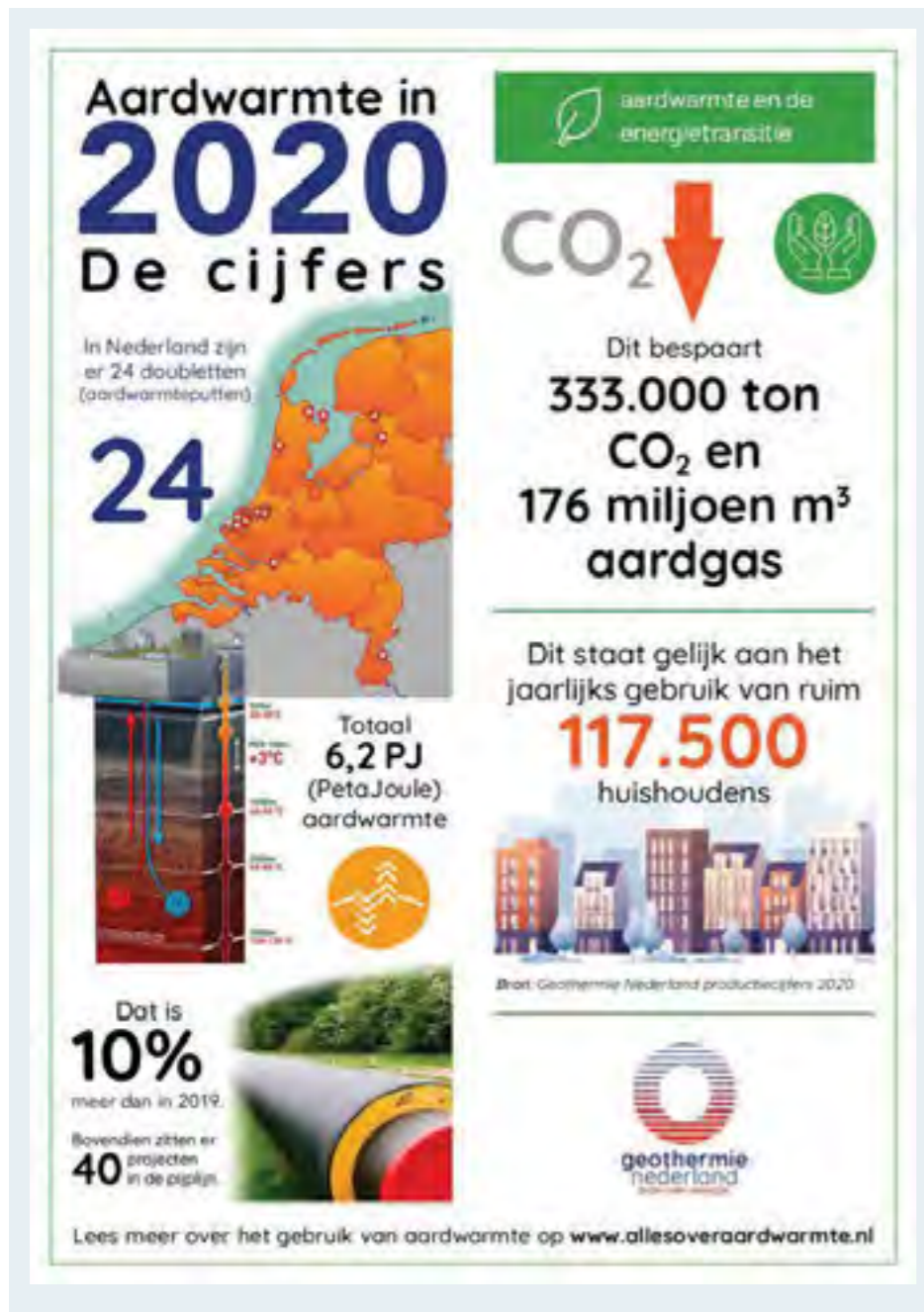
Geothermie: nu al beschikbaar

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.

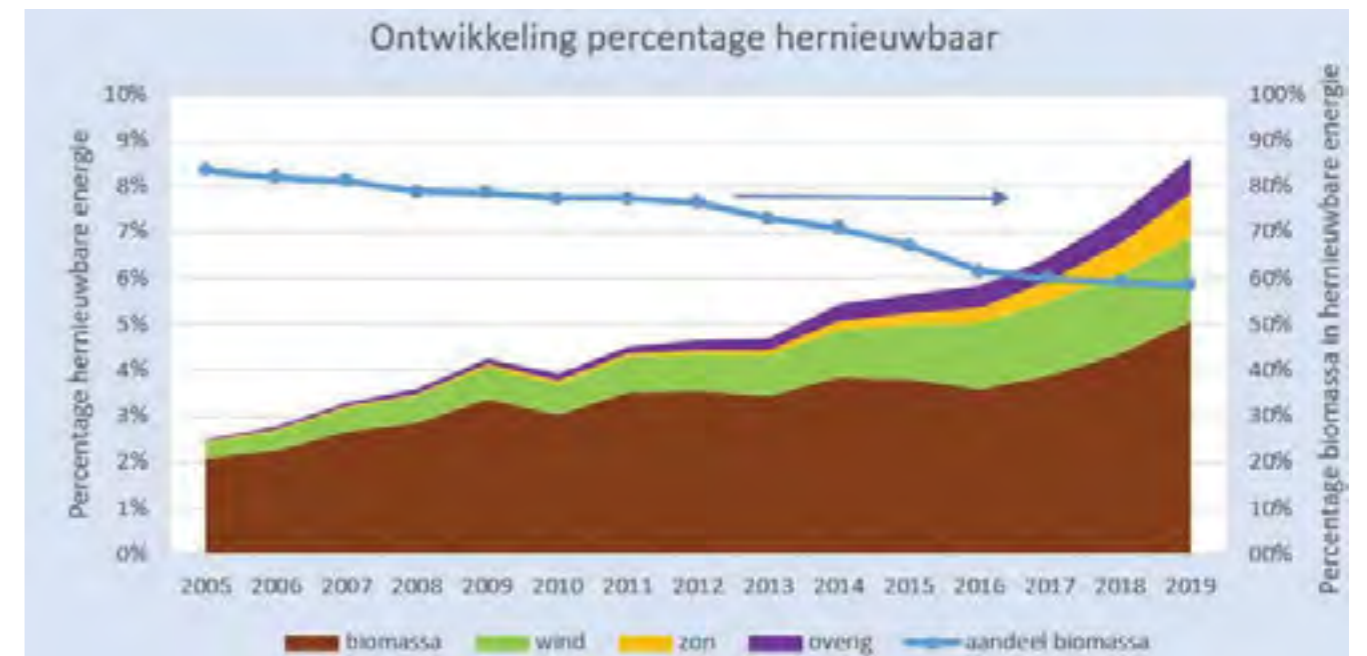
Volgens RVO⁸ is er in Nederland 125 PJ aan restwarmte van 100 graden (hoge temperatuur - HT) en 345 PJ aan restwarmte van middentemperatuur (MT) plus 116 PJ aan restwarmte van lage temperatuur. Samen is dat een theoretisch potentieel van 586 PJ aan restwarmte. Het economisch potentieel is heel veel lager, 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 warmtewetten 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 doorgaan 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 paddenstoelsoorten. 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 verstoppen 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 eenvoudig, 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.

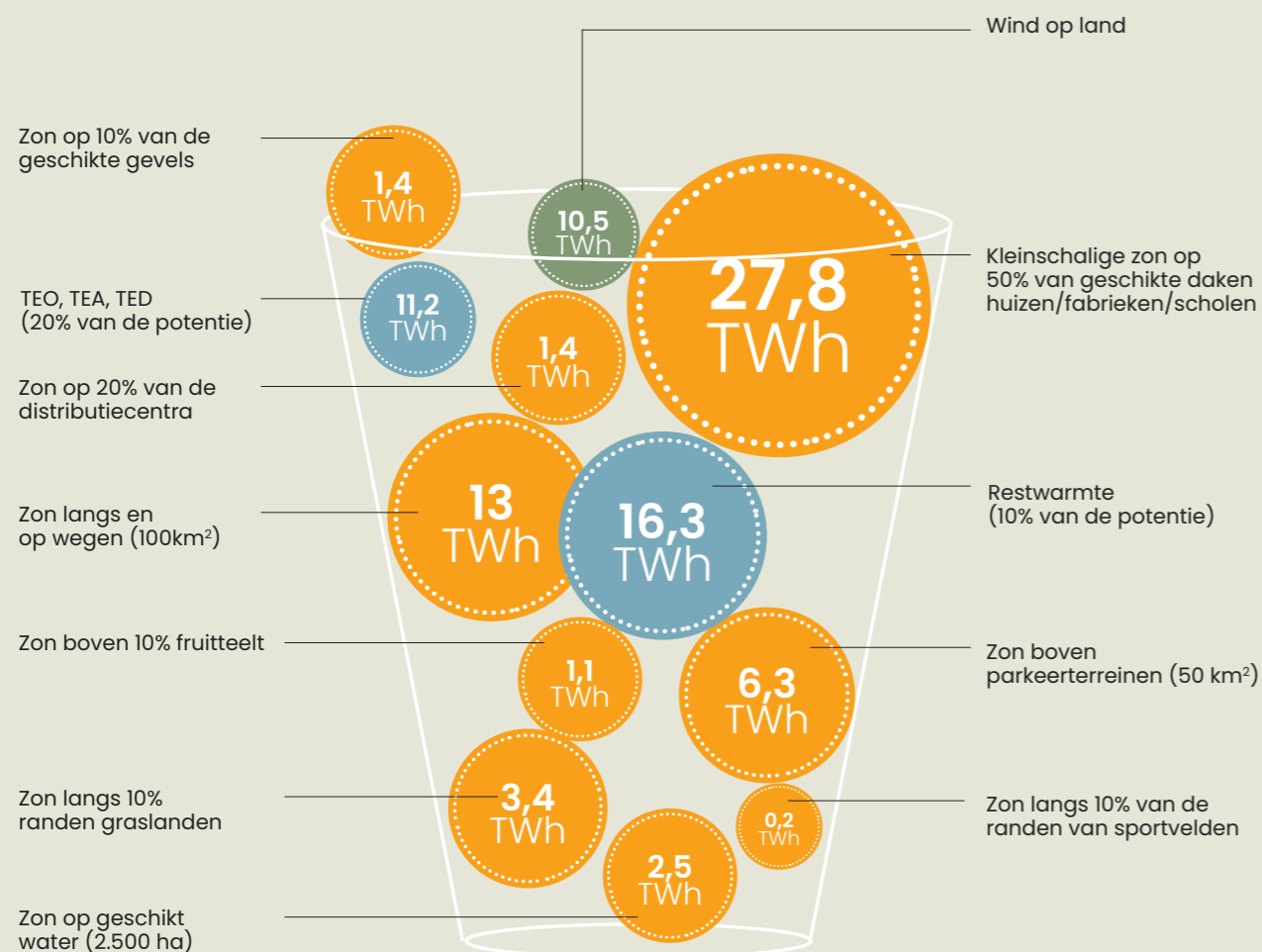
Twee dammen produceren 40 tot 60 TWh zonder CO₂-uitstoot. Hiermee is de doelstelling voor 2030 in één klap gehaald, en de kolencentrales voor de baseload kunnen dicht. Deze technologie past bij de Nederland en levert ook exportmogelijkheden.

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 km ²)	13	46,8	7
Boven parkeerterreinen (50 km ²)	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!