

ENERGIE: WAAR HET VANDAAN KOMT EN NAARTOE GAAT

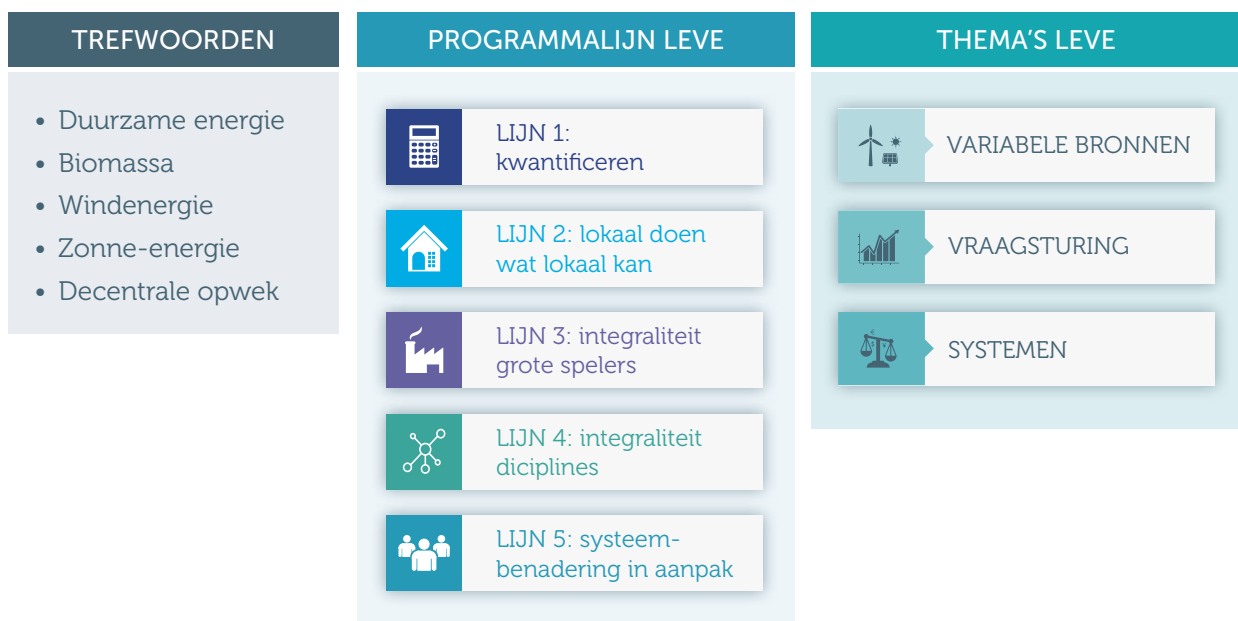
SAMENVATTING

We gebruiken in Nederland een grote hoeveelheid energie. Het aandeel duurzame energie in Nederland is op dit moment nog beperkt (circa 8%): verreweg de meeste energie komt uit kolen, olie en aardgas. Het gebruik van deze fossiele bronnen leidt tot uitstoot van broeikasgassen (waaronder CO₂) en een versterking van het broeikaseffect (de opwarming van de aarde). Het gebruik van duurzame energie levert veel minder CO₂-uitstoot op. Het omschakelen naar een duurzame energievoorziening noemen we de energietransitie.

Het grootste deel van het gebruik van energie vindt plaats in de vorm van warmte. Elektriciteit is nu maar een beperkt deel van de totale energievraag. Bij de huidige energievoorziening kan ongeveer 1/3 deel van de energie niet nuttig gebruikt worden bij de eindgebruiker. Deze gaat 'verloren' tussen bron en eindgebruiker.

Echt duurzame bronnen van energie voor warmte en kracht zijn zon, wind en water. Voor het opwekken van elektriciteit met zonnecellen en windmolens is veel ruimte nodig.

Biomassa wordt op papier beschouwd als duurzaam. De duurzaamheid is in de praktijk afhankelijk van het soort bron en de herkomst ervan. Het inpassen van duurzame energie in het energiesysteem brengt uitdagingen en dilemma's met zich mee. De beschikbaarheid van duurzame energie uit wind en zon hangt af van het weer en varieert per seizoen. Bovendien is de plaats van opwek veel meer decentraal dan waar onze elektriciteitsnetten op gemaakt zijn.



INLEIDING

Energie is in Nederland bijna altijd als vanzelfsprekend beschikbaar. Als de stroom uitvalt of er een probleem is met het aardgasnetwerk merken we pas goed waar we energie voor gebruiken. Om te snappen waarover de energietransitie – de overstap naar een duurzame energievoorziening – gaat, is het goed beter te kijken naar de energievoorziening.

In deze whitepaper kijken we naar drie onderdelen: waar halen we onze energie vandaan (primaire energiebronnen en eindgebruik), gebruik van energie en duurzame energie. We kijken daarbij naar duurzaamheid van energiebronnen, waaronder warmte- en elektriciteitsbronnen. Ook het oppervlak dat nodig is voor het opwekken van duurzame elektriciteit en de uitdagingen die samenhangen met de onvoorspelbaarheid van het weer en daarmee een deel van de opwek van duurzame elektriciteit behandelen we.

VAN PRIMAIR GEBRUIK NAAR EINDGEBRUIK

In *Figuur 1* staat welke energiebronnen er gebruikt worden (primaire gebruik) om te komen tot de energie die we in Nederland daadwerkelijk gebruiken (eindgebruik).¹⁻²

Te zien is dat er in de route van primaire energie die er binnenkomt naar het uiteindelijk gebruik van energie een grote hoeveelheid energie niet nuttig kan worden gebruikt. Ongeveer 1/3 gaat bij verschillende omzettingen en distributie verloren. Dat wil zeggen dat het gemiddelde ketenrendement van primair naar finaal energiegebruik maximaal 67% is.

De grootste factor hierin zijn de verliezen bij warmte-kracht koppeling: de verliezen die optreden bij het verbranden van fossiele brandstoffen bij de omzetting in warmte en elektriciteit.

Het energieverlies bij de elektriciteitsproductie is met 570 PJ duidelijk meer dan de geleverde elektriciteit. In totaal wordt op dit moment ruim 1/5 van de warmte die vrijkomt bij elektriciteitsproductie nuttig gebruikt.

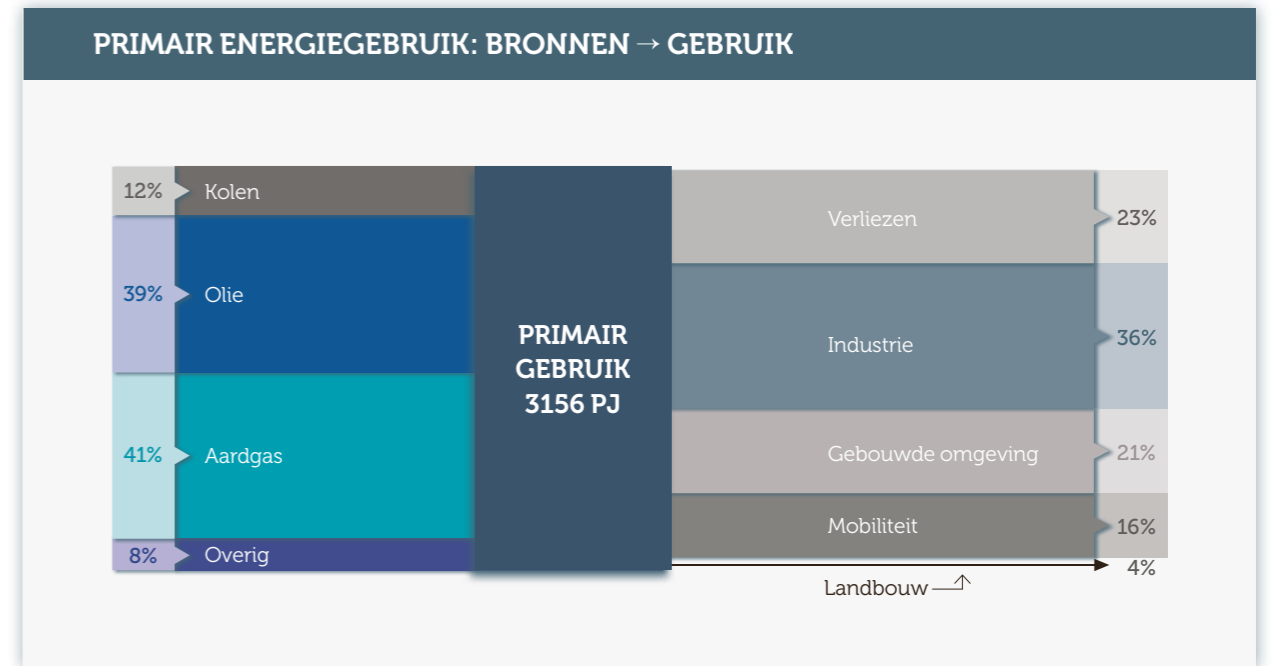
Er gaat ook energie verloren bij transport en bij opslag. Een voorbeeld is de weerstand van elektriciteitskabels die ervoor zorgt dat je uiteindelijk minder energie overhoudt als je elektriciteit transporteert, zeker als dat over grotere afstanden is.

Ook is te zien dat olie, kolen en aardgas de drie hoofdmoten zijn van de energie die we momenteel gebruiken, samen meer dan 90%.

Hernieuwbare bronnen zijn in 2019 goed voor een kleine 6% van het primaire gebruik: 181 PJ van de in totaal 3156 PJ.

¹ Cijfers van ebn.nl. https://www.ebn.nl/wp-content/uploads/2019/03/EBN_Infographic-2019_14MRT19.pdf

² R.P. van Leeuwen, *Towards 100% Renewable Energy Supply for Urban Areas and the role of Smart Control*, pagina 2, op basis van gegevens uit de Nationale Energieverkenning en CBS-data.



Figuur 1 Primair energiegebruik: bronnen en gebruik.

Zo is te zien dat elektriciteitsproductie, industrie, mobiliteit, landbouw en gebouwde omgeving allemaal een belangrijke bijdrage leveren aan de totale uitstoot van broeikasgassen: dat is een van de redenen dat de energietransitie alle sectoren raakt. Het totale warmtegebruik in industrie, gebouwde omgeving en de landbouw is 970 PJ: meer dan 70% van de energie die niet voor transport of als grondstof wordt ingezet.

GEBRUIK VAN ENERGIE

Van de 3156 PJ primaire energie belandt uiteindelijk 2440 PJ bij een eindgebruiker (*Figuur 2*).

De elektriciteit wordt met name centraal opgewekt met kolen- en gascentrales en komt via het elektriciteitsnetwerk bij de eindgebruiker. Dit is 379 PJ: circa 15% van de totale energie komt als elektriciteit aan bij de eindgebruiker.

7% van het eindgebruik komt in de vorm van restwarmte bij de eindgebruiker.

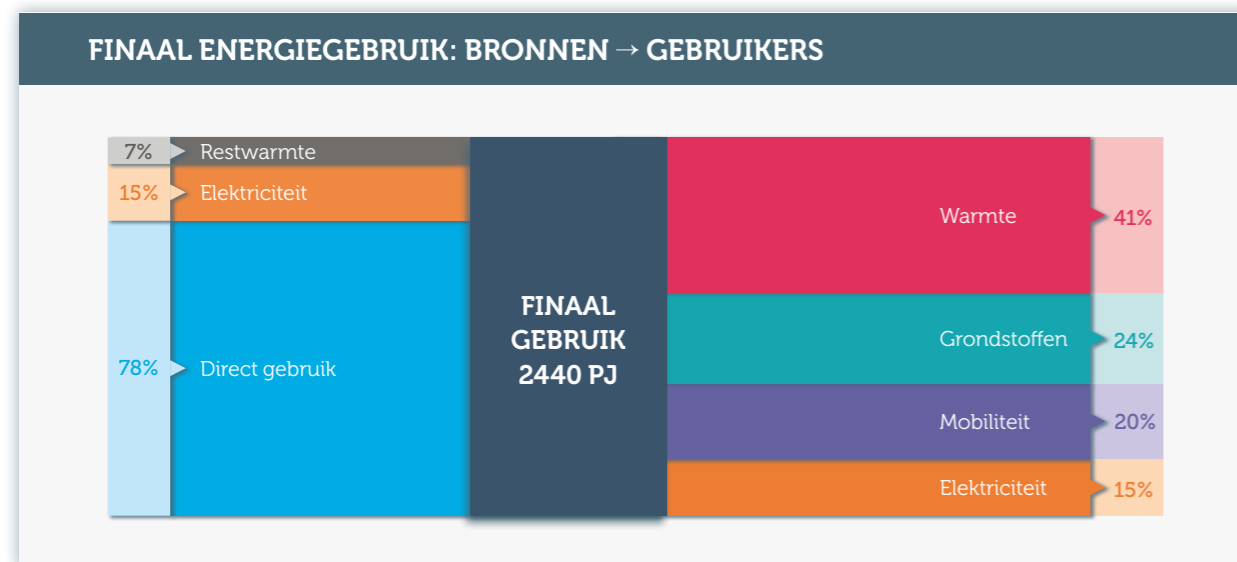
Het grootste deel van de energie komt direct als energiebron bij de gebruiker (aardgas, benzine, diesel, etc.). Dit is 78%.

Bij gebruik van energie is warmte de belangrijkste toepassing. Warmte wordt vaak lokaal gemaakt: in de gebouwde omgeving meest met gebruik van gasketels (cv) en ook in de industrie is warmte de belangrijkste toepassing van energie. De warmtetransitie is daarom een belangrijk onderdeel van de energietransitie. Het feit dat warmte vaak lokaal wordt gemaakt, is te zien aan het feit dat veel energie via het gasnetwerk naar de eindgebruiker wordt getransporteerd.

Fossiele grondstoffen worden niet alleen als energiebron ingezet. In *Figuur 2* is te zien dat deze grondstoffen (met name aardolie maar ook aardgas) een grondstof vormen, bijvoorbeeld in de industrie voor het maken van plastics. 24% van de energie die we gebruiken in Nederland zit in die grondstoffen.

Mobiliteit is met 20% de volgende in deze rij. In het huidige energiesysteem draait mobiliteit voornamelijk op brandstoffen uit aardolie, zoals benzine en diesel.

Elektriciteit blijft op 15%. Elektriciteit zal in de toekomst meer en meer gebruikt worden om op locatie warmte te maken (warmtepomp) en voor mobiliteit (treinen, elektrische auto's).



Figuur 2: Finaal energiegebruik: bronnen en gebruikers

DUURZAME ENERGIE

Bij gelijkblijvende mondiale emissies is de aarde binnen 9 jaar met 1,5°C opgewarmd.³ In het Akkoord van Parijs (2015)⁴ is afgesproken dat het streven is om opwarming verder dan 1,5°C te voorkomen. Op basis van de wereldwijde en Europese klimaatdoelstellingen wordt het energietransitiebeleid in Nederland vormgegeven. Dit is voor Nederland vertaald naar het Klimaatakkoord.⁵

Hierbij wordt ingezet op een toename van duurzame energiebronnen: met name bio-energie, windenergie en zonne-energie.

Ook energiebesparing is belangrijk. De definitie van duurzame energie is: 'energie waarover we als mensheid voor onbeperkte tijd kunnen beschikken': het raakt niet op.⁶

³ ebn.nl (stand van zaken eind 2019) <https://www.ebn.nl>

⁴ Akkoord van Parijs, <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/klimaatverandering/klimaatbeleid>

⁵ <https://www.klimaatakkoord.nl>

⁶ Brundtland definitie uit Our Common Future 1987, <http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>

Dit is daarmee energie die van buiten op de aarde komt: direct of indirect energie van de zon. Zonlicht kan met zonnecellen direct in elektriciteit worden omgezet. Warmte van de zon kan met zonnecollectoren worden geogst.

Omdat wind ontstaat door temperatuurverschillen die door de zon veroorzaakt worden, is windenergie ook een duurzame bron. De zon zorgt ook voor getijde-effecten en verdamping (regen). Daarmee zijn ook getijde-energie en waterkracht duurzame energiebronnen.

Ook biomassa ontstaat met behulp van licht van de zon en groeit daardoor. Het is daarmee – onder bepaalde voorwaarden – duurzaam. Omdat er in de aarde een grote hoeveelheid energie in de vorm van warmte beschikbaar is beschouwen we ook warmte uit de aarde als een duurzame energiebron. In de volgende paragrafen kijken we uitgebreider naar de beschikbaarheid en duurzaamheid van energiebronnen.

DUURZAAMHEID VAN WARMTEBRONNEN

Duurzame warmte is warmte waarvoor geen of nauwelijks CO₂-uitstoot plaatsvindt. Duurzame warmte is erg belangrijk in de energietransitie, omdat het grootste deel van onze huidige energiebehoefte in de vorm van warmte gevraagd wordt.

GEOTHERMIE

Geothermie⁷ is warmte van meer dan 500 m diepte uit de aarde en wordt ook 'aardwarmte' genoemd. Hoe dieper geboord wordt, hoe warmer het water dat kan worden opgepompt. Via een warmtewisselaar wordt de warmte afgegeven om gebruikt te gaan worden. In potentie is de winbare warmte voldoende voor alle laagwaardige warmte, bij temperaturen van <100°C, die we in Nederland gebruiken. Of geothermie mogelijk is hangt van de ondergrond af.

BODEMWARMTE

Bodemwarmte is warmte uit de bodem van minder dan 500 m diepte. De temperatuur op een diepte tot ongeveer 150 m is 10-15°C. Bodemwarmte wordt vaak gebruikt als bron voor een warmtepomp. De warmtepomp kan, met behulp van elektriciteit, de warmte uit de bodem opwerken tot de temperatuur die nodig is.

RESTWARMTE

Restwarmte is warmte die overblijft na nuttig gebruik van energie in een proces. Bijvoorbeeld in de industrie: bij gebruik van hoogwaardige warmte (van meer dan 100°C) blijft laagwaardige warmte over. Deze warmte kan elders gebruikt worden. Of restwarmte echt duurzaam is, hangt af van de bron van de warmte en de procesoptimalisatie: als de oorspronkelijke warmtebron niet duurzaam is, dan is de restwarmte ook niet duurzaam. Het gebruik van de restwarmte kan ook in dat geval wel slim zijn. Als een proces zo geoptimaliseerd kan worden dat er minder of geen restwarmte is, dan is dat een belangrijke besparingsstap die tot verduurzaming leidt.

WARMTE UIT AFVALVERBRANDING

In een duurzame, circulaire economie wordt geen afval geproduceerd. Het verbranden van afval en daarmee warmte en elektriciteit opwekken is dus ook niet duurzaam. Zolang het afval beschikbaar is, kan het inzetten ervan wel de meest duurzame keuze zijn.

WARMTE UIT DE ZON

Met behulp van zonnecollectoren kan warmte van de zon worden geogst. Dit heeft een hoger rendement dan de omzetting naar elektriciteit, maar warmte is wel een minder breed inzetbare vorm van energie. Met behulp van PV-T kan van één paneel zowel warmte als elektriciteit gehaald worden.

⁷ <https://www.geothermie.nl/index.php/nl/geothermie-aardwarmte/wat-is-geothermie/22-geothermie/wat-is-geothermie/18-wat-is-geothermie>

DUURZAAMHEID VAN ELEKTRICITEITSBRONNEN

Elektriciteit kan op verschillende manier opgewekt worden zonder gebruikt te maken van fossiele brandstoffen of andere niet-duurzame methodes.

ZON

Zonlicht kan met behulp van zonnecellen omgezet worden in elektriciteit. Zie voor meer informatie ([whitepaper #5: All-electric: elektriciteit opwekken, gebruiken en transporteren](#)).

WINDENERGIE

Windenergie is energie uit de wind, die met behulp van windmolens omgezet wordt in elektriciteit.

ELEKTRICITEIT UIT FOSSIELE BRONNEN

In fossiele brandstoffen zoals kolen, olie en aardgas zit veel energie. Deze fossiele energie is miljoenen jaren geleden opgeslagen en komt vrij door de verbranding van deze fossiele brandstoffen. Daarbij komt het broeikasgas CO₂-vrij, wat bijdraagt aan de opwarming van de aarde. Daarom zijn deze fossiele bronnen geen duurzame bronnen voor elektriciteitsproductie.

KOLEN VERSUS AARDGAS

Bij het verbranden van kolen komt per hoeveelheid opgewekte elektriciteit bijna twee keer zoveel CO₂ vrij als bij het verbranden van aardgas.⁸ Voor aardgas geldt echter dat het in onverbrande vorm ook een broeikasgas is, omdat het voor een groot deel bestaat uit methaan (CH₄). Methaan blijft minder lang in de atmosfeer dan CO₂, maar heeft in die tijd wel een grotere bijdrage aan de opwarming (global warming potential).⁹⁻¹⁰

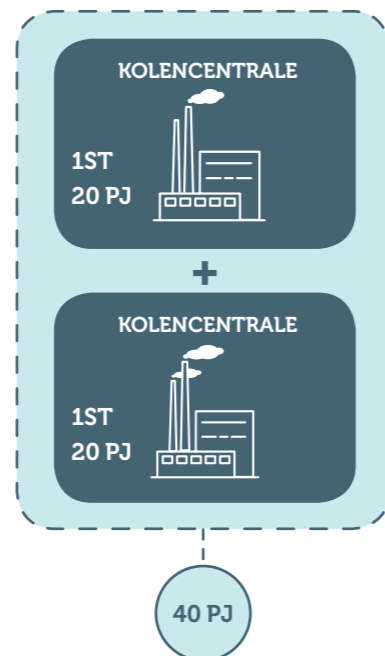
OPPERVLAKTE NODIG VOOR OPWEK VAN DUURZAME ELEKTRICITEIT

Om een indruk te geven van de aantallen of oppervlakte die nodig is voor grootschalige toepassing van deze elektriciteitsopwekkers geven we een paar rekenvoorbeelden en 'vuistregels'.

Voor de eenvoud gebruiken we aannames en afrondingen. Grotere of kleinere windmolens, andere efficiency van zonnecellen: dan worden de sommen anders. Met zonnecellen en windmolens wekken we in Nederland nu circa 2% van het totale energiegebruik (circa 10% van het elektriciteitsgebruik) op. Dit is ongeveer 40 PJ per jaar.

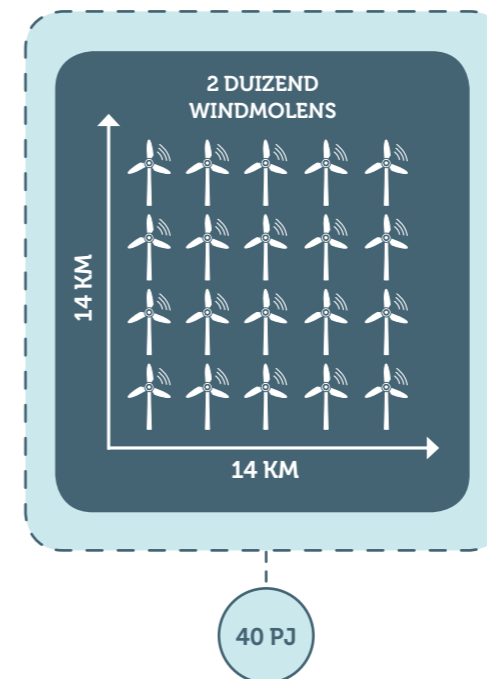
40 PJ MET KOLENCENTRALES:

Een kolencentrale zoals de 'Hemweg 8' in Amsterdam levert een maximaal effectief vermogen van 630 MW. Als deze centrale het hele jaar draait, dan levert dit 20 PJ aan elektrische energie op. Dus voor 40 PJ zijn twee 'Hemweg 8'-centrales nodig.



40 PJ MET WINDENERGIE:

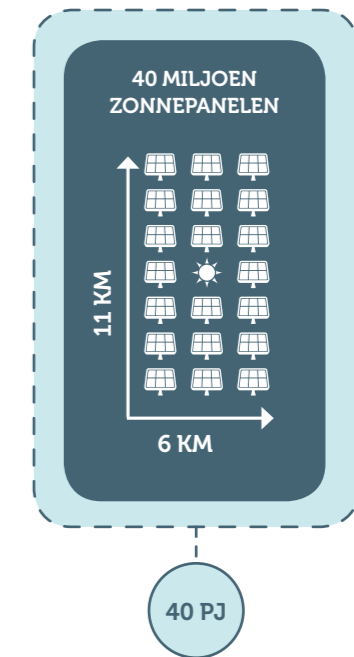
Een 3 MW windmolen (de as is dan ongeveer 100 m hoog) levert minimaal 6 GWh per jaar op (als de windmolen 2000 uur per jaar vol vermogen draait). Omdat 1 Wh gelijk is aan 3,6 kJ is 6 GWh ongeveer 0,02 PJ. Er zijn dus 2000 grote windmolens nodig om 2 kolencentrales van 20 PJ te vervangen. De windmolens kunnen op circa 300 meter van elkaar geplaatst worden: een oppervlakte van 14 km bij 14 km. Nemen we 50 keer zoveel, dus het huidige gebruik van Nederland, dan moeten we 1/5 van de Noordzee (57.000 km²) vol zetten met windmolens.



40 PJ MET ZONNE-ENERGIE:

Voor zonne-energie rekenen we met een opbrengst van 272 kWh per 320 Wp (1 paneel). Voor de genoemde 40 PJ (40 PJ = 11 TWh) zijn dan 40 miljoen zonnepanelen nodig. Met 6 panelen bij elk van de 8 miljoen huishoudens in Nederland hebben we dan iets meer opbrengst dan de genoemde 2 kolencentrales. De oppervlakte is dan 11 km bij 6 km.

Duurzame bronnen vragen dus veel oppervlak om genoeg energie op te vangen en om te zetten in bruikbare energie. Vuistregel is dat zon 10 W/m² levert, wind 3 W/m² en waterkracht 1 W/m².¹¹



DUURZAME GASSEN

De meeste energie die als warmte wordt gebruikt, wordt als aardgas gedistribueerd. Zo zagen we al dat ons gasnet een belangrijke energie-ader is. Dat maakt dat duurzame gas een belangrijke rol kunnen spelen in de energietransitie.¹²

Duurzame gas zijn gasen die uit niet-fossiele bronnen gemaakt worden met behulp van duurzame energie. Onder voorwaarden zijn ook biogas en groengas (biogas opgewerkt naar aardgaskwaliteit) duurzaam. Power-to-gas (P2G) gaat over het omzetten van elektriciteit in bijvoorbeeld waterstof (H₂) of methaan (CH₄) wat als gas getransporteerd kan worden. Voor meer informatie over duurzame gas, (zie [whitepaper #6: Van aardgas naar duurzaam gas](#)).

⁸ <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2013/10/Vreuls%202005%20NL%20Energiedragerlijst.pdf>
aardgas 56,1 kg CO₂/GJ en steenkool 94,7 kg/GJ

⁹ <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2020/19/uitstoot-broeikasgassen-3-procent-lager-in-2019/co2-equivalent>

¹⁰ <https://www.nature.com/articles/nature19797>

¹¹ Wind & zon: conform calculatie hierboven. Waterkracht met 1,5 m hoogteverschil.

¹² Infrastructure Outlook 2050. TenneT en Gasunie. https://www.tennet.eu/fileadmin/user_upload/Company/News/Dutch/2019/Infrastructure_Outlook_2050_appendices_190214.pdf

KERNENERGIE

Kernenergie is geen duurzame energiebron: de grondstoffen zijn niet onbeperkt aanwezig en na gebruik blijft er kernafval over. Kernenergie is wel een CO₂-arme bron van energie.

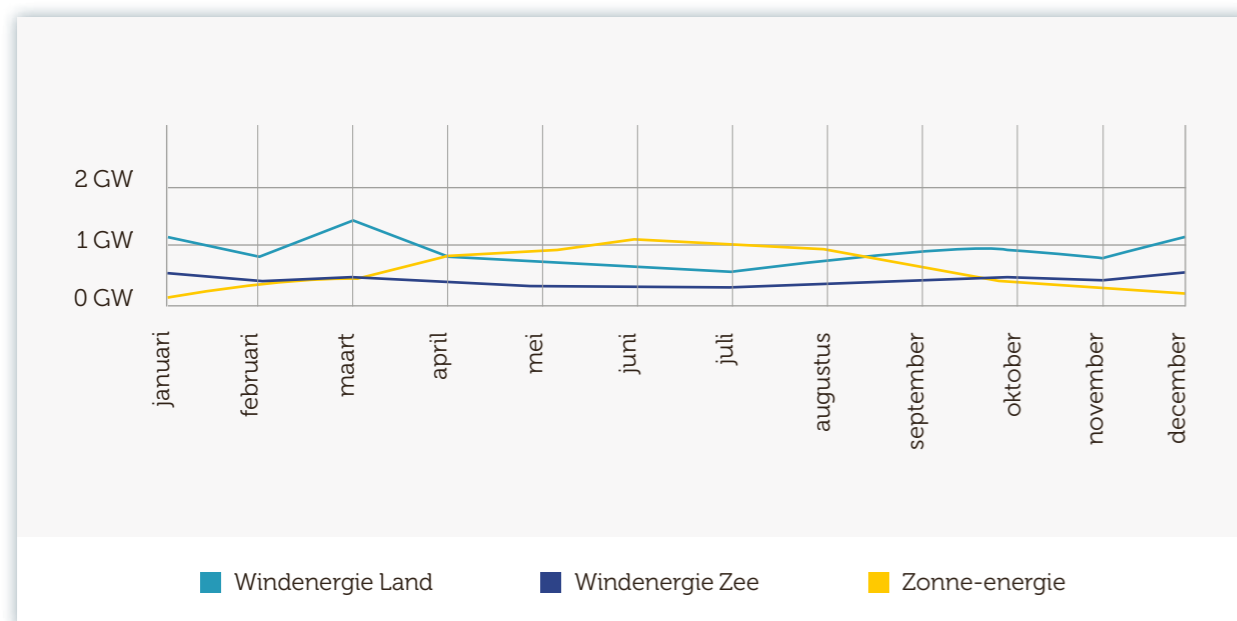
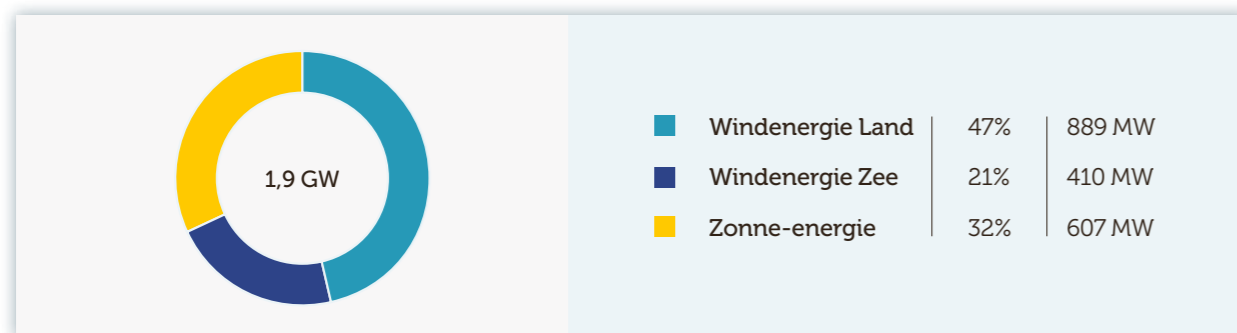
UITDAGINGEN

VARIABELE OPWEK

Een belangrijk aandachtspunt bij zonne-energie en windenergie is dat de opwek variabel is: deze hangt af van het weer. Bovendien weten we dat er in de zomer meer zonlicht is en dat dan de

meeste zonne-energie wordt opgewekt met zonnecellen. Ook zonnecollectoren leveren in de zomer de meeste warmte op. De wind is gemiddeld sterker in de herfst en de winter, waardoor de opbrengst van windmolens dan juist hoger is. Zie voor de gemiddelde opwek van duurzame bronnen per maand [Figuur 3](#).

Om een duurzame energievoorziening te maken met wind- en zonne-energie is dus een manier nodig om energie te bewaren als er meer wordt opgewekt dan gebruikt en dit ter beschikking te hebben als zon en wind niet beschikbaar zijn.



Figuur 3 De gemiddelde productie van duurzame energie in 2019 per maand per bron. (energieopwek.nl)

Gemiddeld werd er in 2019 1,9 GW aan elektriciteit opgewekt met zon en wind. Dit is ongeveer 2% van het totale primaire gebruik (100 GW).

DECENTRALE OPWEK

Een tweede aandachtspunt is dat het Nederlandse elektriciteitsnetwerk grotendeels is aangelegd in de tijd dat de stroom werd opgewekt in grote centrales en via het netwerk werd gedistribueerd naar gebruikers. Centrale opwek dus, en decentraal gebruik. Duurzame opwekking vindt vaak decentraal plaats: zonnecellen op het dak van particulieren of bedrijven, een windmolen bij een boerderij. Windmolenparken leveren minder elektriciteit dan een conventionele elektriciteitscentrale, maar soms wel veel meer dan waar het lokale net op ontworpen was. Dat betekent dat het distributienetwerk aangepast moet worden om deze vorm van duurzame energie mogelijk te maken.

De impact op een regionaal midden- of laagspanningsnet door productiepieken van decentraal opgestelde zonPV-velden en windturbines is daarmee complex. Er kan onbalans ontstaan in de lokale energienetten, wat in de regel voorkomen wordt door het toepassen van "curtailing", ofwel het afschakelen van deze productie-units voor een bepaalde tijd, totdat de balans weer hersteld is. Zie voor meer informatie [whitepaper #3: Energiesysteem in Balans](#).

DUURZAME INZET VAN BIOMASSA

Biomassa viel in de definitie in Nederland onder de duurzame bronnen en is alles wat uit de natuur geoogst kan worden: meestal hout, maar ook gras en mest. Op dit moment is meer dan de helft van de duurzame gelabelde energie in Nederland afkomstig van biomassa.

Of de inzet van biomassa daadwerkelijk duurzaam is, hangt af van de bron. CO₂ die uitgestoten wordt door het verbranden van biomassa doet in de atmosfeer namelijk hetzelfde als CO₂ afkomstig van verbranding van aardgas, kolen of benzine. Het verschil zit dus niet in de uitstoot van CO₂ maar in lengte van de koolstofcyclus waar die uitstoot onderdeel van is. Voor fossiele brandstoffen geldt dat deze cyclus miljoenen jaren beslaat.

Voor biomassa is deze 1 jaar (bijvoorbeeld gebruik van tweede generatie biomassa als restproduct van landbouw) tot vele tientallen jaren (houtproductie). Hoe langer de cyclus, hoe meer negatieve impact het gebruik van biomassa op de CO₂-concentratie in de atmosfeer heeft.

Biomassa kan vaak relatief eenvoudig toegevoegd worden aan de brandstof in bestaande installaties. Ook is het inzetbaar als brandstof als overbrugging op het moment dat zon en wind het even laten afweten. Omdat het ook een relatief goedkope optie is, is de inzet vaak aantrekkelijk. Dit leidt ertoe dat er een wereldmarkt voor biomassa ontstaat. Het verwerken van (rest)hout tot pellets en het vervoer ervan over grote afstanden maakt dat de CO₂-uitstoot in de keten van biomassa veel hoger is dan die bij echt duurzame bronnen.

Uitgangspunt voor LEVE: inzet van biomassa als energiebron is verantwoord als de bron lokaal en gecertificeerd is, het geen eerste generatie biomassa betreft en de cyclustijd maximaal enkele jaren bedraagt of de houtmassa van het areaal waar de biomassa geoogst wordt toeneemt.

BIJLAGE OVERZICHT BRONNEN

BELANGRIJKE ENERGIEBRONNEN MET VOOR- EN NADELEN

	VOORDELEN	NADELEN	CO ₂	OPMERKINGEN
KOLEN	Goedkoop	Importeren	---	Bruinkool & steenkool
AARDGAS	Goedkoop	Importeren, aardbevingen	--	
OLIE	Goedkoop	Importeren	---	
KERNENERGIE		Kernafval		
ZONNE-ENERGIE (ELEKTRICITEIT)	Lokaal op te wekken, in de toekomst ook op zee	Impact op lokale landschap, opwek hangt af van het weer en is in de winter altijd laag		Circa 10 W / m ²
ZONNE-ENERGIE (WARMTE)	Lokaal op te wekken			
WINDENERGIE	Lokaal op te wekken, ook op zee	Impact op lokale landschap, opwek hangt af van het weer		Circa 3 W / m ²
GETIJD-ENERGIE		In NL beperkt		
WATERKRACHT		Hoogteverschil nodig, in NL beperkt		Circa 1 W / m ²
BIOMASSA		Concurrentie voedsel, CO ₂ -kringloop	-	Duurzaamheid afhankelijk van bron
GEOTHERMIE		Grote projecten		Goed bronbeheer
BODEMWARMTE		Laagwaardige warmte		Goed bronbeheer

DILEMMA'S

Alles opgeteld wordt het erg lastig om onze (energie-intensieve) manier van werken en leven volledig te voorzien van duurzame energie, zeker in de tijd die we er nog voor hebben. We zien dat blijvende uitstoot op het niveau van 2019 tegen het eind van 2027 naar verwachting al leidt tot een temperatuurstijging van 1,5°C. En in het Akkoord van Parijs is afgesproken dat we daar het liefst onder willen blijven. Energiebesparing is daarom een belangrijk aandachtspunt in de energietransitie.

CONCLUSIE

De hoeveelheid energie die in Nederland gebruikt wordt is onvoorstelbaar groot en voor het overgrote deel van fossiele herkomst. Duurzame bronnen kunnen niet op korte termijn de volledige energievraag invullen, terwijl de uitstoot van CO₂ en andere broeikasgassen omlaag moet. Als de wereldwijde uitstoot van broeikasgassen niet daalt, wordt een opwarming van 1,5°C in 2027 bereikt.

De redenen dat opschaling niet van vandaag op morgen kan, zijn divers: omdat er niet genoeg beschikbaar is (biomassa), omdat we de ruimte niet hebben (wind, zon) en omdat het plannen en bouwen van bijvoorbeeld windparken niet van vandaag op morgen kan. Bovendien zijn de bronnen niet altijd (dag/nacht, windstil, seizoensafhankelijk) beschikbaar en is ook niet elke bron meteen toepasbaar op elke toepassing.

Dit maakt de energietransitie tot een opgave waarbij integratie van verschillende bronnen, transport- en opslagmethodes en besparingsmogelijkheden noodzakelijk is om de beschikbaarheid van energie te behouden. Per onderdeel en voor het geheel dienen kosten, duurzaamheid, gebruiksgemak en beschikbaarheid te worden afgewogen zonder kostbare tijd te verliezen.

OVER LEVE

Dit whitepaper is ontwikkeld door LEVE: Lectorenplatform Energievoorziening in Evenwicht. Dit is een samenwerking tussen lectoren van 7 hogescholen: AVANS Hogeschool, Hogeschool van Arnhem en Nijmegen (HAN), Hanzehogeschool, Hogeschool Zeeland, Hogeschool Rotterdam, Hogeschool Saxion en Hogeschool Windesheim.

Het lectorenplatform LEVE wordt ondersteund door het Sustainable Electrical Energy Center of Expertise (SEECE), Centre of Expertise Energy (EnTranCe) en de Topsector Energie (TKI Wind op Zee, TKI Nieuw Gas, Human Capital Agenda en Systeemintegratie).

Hoofdauteur: Jeike Wallinga (Windesheim).
In samenwerking met: Jan-jaap Aué (Hanze), Richard van Leeuwen (Saxion), Christoph Maria Ravesloot (Rotterdam), Jacob van Berkel (Zeeland), Jack Doomernik (AVANS) en Aart-Jan de Graaf (HAN).

LEVE bevordert draagvlak en onderscheidend vermogen met betrekking tot het evenwicht tussen alle energiestromen richting 2030. Dit doen we regio-overstijgend door met gebiedsgericht praktijkonderzoek te komen tot betrouwbare modellen, data en informatie en deze resultaten kenbaar te maken.

De visie van LEVE is om richting 2030 een robuust en gedragen energiesysteem in evenwicht te behouden. Wij geloven dat we dit resultaat alleen door integrale samenwerking van kennisinstellingen, bedrijven, burgers en overheden kunnen behalen. Als verenigde lectoraten binnen LEVE verbinden wij stakeholders aan dit proces.

Meer informatie vindt u op de website van LEVE: www.lectorenplatformleve.nl. Hier vindt u ook de onderzoeksagenda waarin de programma's en thema's van LEVE staan beschreven. Ook kunt u zich aanmelden voor de nieuwsbrief van LEVE. U krijgt dan bericht als er nieuwe whitepapers beschikbaar zijn. U kunt contact opnemen via lectorenplatform.leve@org.hanze.nl

WHITEPAPERS IN DEZE SERIE

Met deze serie whitepapers informeert LEVE beleidsmakers, beslissers en anderen met interesse in energietransitie over onderwerpen die van belang zijn voor het energiesysteem van de toekomst.

- **WHITEPAPER #1** **ENERGIE PER JAAR EN PER PERSOON**
- *WHITEPAPER #2* *ENERGIE: WAAR HET VANDAAN KOMT EN NAARTOE GAAT*
- **WHITEPAPER #3** **ENERGIE IN BALANS**
- **WHITEPAPER #4** **WARMTE – NET WAT JE NODIG HEBT**
- **WHITEPAPER #5** **ALL-ELECTRIC: ELEKTRICITEIT OPWEKKEN, GEBRUIKEN EN TRANSPORTEREN**
- **WHITEPAPER #6** **VAN AARDGAS NAAR DUURZAAM GAS**