

Ministerie van Economische Zaken  
en Klimaat

> Retouradres Postbus 20401 2500 EK Den Haag

De Voorzitter van de Tweede Kamer  
der Staten-Generaal  
Prinses Irenestraat 6  
2595 BD DEN HAAG

**Directoraat-generaal Klimaat  
en Energie**

**Bezoekadres**

Bezuidenhoutseweg 73  
2594 AC Den Haag

**Postadres**

Postbus 20401  
2500 EK Den Haag

**Overheidsidentificatienr**

00000001003214369000

T 070 379 8911 (algemeen)

F 070 378 6100 (algemeen)

[www.rijksoverheid.nl/ezk](http://www.rijksoverheid.nl/ezk)

**Ons kenmerk**

DGKE / 22552066

**Uw kenmerk**

2022Z19990

Datum 22 november 2022

Betreft Antwoorden op Kamervragen over het bericht 'Nieuwe  
productiemethode maakt rotorbladen van windmolens goed  
recyclebaar'

Geachte Voorzitter,

Hierbij zend ik u, mede namens de staatssecretaris van Infrastructuur en Waterstaat, de antwoorden op de vragen van de leden Boucke en Hagen (D66) over het bericht 'Nieuwe productiemethode maakt rotorbladen van windmolens goed recyclebaar' (Kamerstuk 2022Z19990), ingezonden 20 oktober 2022.

R.A.A. Jetten  
Minister voor Klimaat en Energie

**2022Z19990**

**Directoraat-generaal Klimaat  
en Energie**

1

Wat gebeurt er nu met windturbines die niet meer in Nederland kunnen draaien, bijvoorbeeld omdat ze worden vervangen door nieuwere turbines of omdat er scheurtjes in het materiaal zitten?

**Ons kenmerk**  
DGKE / 22552066

**Antwoord**

Voor windturbines die buiten gebruik worden gesteld, zijn diverse opties voor verwerking beschikbaar voor het turbinedeel en voor de rotorbladen. Het turbinedeel bestaat hoofdzakelijk uit metalen componenten die met de huidige technieken verregaand kunnen worden gerecycled. In hoeverre hergebruik op product- of componentniveau mogelijk is, is afhankelijk van vele factoren, waaronder kwaliteit van componenten en efficiency in termen van kosten voor levensduurverlenging en opbrengst bij hergebruik. Ook voor rotorbladen zijn de opties hergebruik en recycling van toepassing. Zo zien we dat gebruikte rotorbladen voor hergebruik worden doorverkocht aan windmolenexploitanten in het buitenland en incidenteel worden gerecycled voor andere toepassingen, zoals straatmeubilair of kinderspeeltoestellen. Recycling van rotorbladen verloopt nu doorgaans via de shredder waarin de rotorbladen worden vermalen tot kleine deeltjes. Dit shredderproduct wordt ook in de cementindustrie gebruikt waar glasvezel omgezet wordt tot zand en bijdraagt als vulstof, en de hars bijdraagt aan het verbrandingsproces. Naast hergebruik, recycling en gebruik in de cementindustrie kan geshredderd composiet van de rotorbladen ook terecht komen in afvalverbrandingsinstallaties. In de toekomst zou het natuurlijk ideaal zijn als via een circulair ontwerp van rotorbladen de toegepaste materialen aan het einde van de levensduur ook daadwerkelijk weer kunnen worden teruggebracht in een nieuw product.

2

Hoeveel windturbines zullen er in Nederland tot 2030 weggehaald worden? Hoeveel materiaal van die turbines zal worden hergebruikt? Hoeveel materiaal is waarschijnlijk niet herbruikbaar en zal moeten worden weggegooid?

**Antwoord**

In opdracht van het innovatiecentrum Smart Port uit de provincie Zuid-Holland, heeft TNO op basis van aannames een inschatting gemaakt van de hoeveelheid materiaal die terug zal komen van het Noordzeegebied<sup>1</sup>. Tot 2030 zijn de hoeveelheden materiaal die terugkomen beperkt, maar nemen daarna snel toe. Het gaat hierbij om in potentie opnieuw in te zetten materialen. Het is niet op voorhand aan te geven welk deel niet herbruikbaar of recyclebaar is, mede vanwege de duurzame innovatiekracht die snel toeneemt en die nuttige toepassingsmogelijkheden snel vergroot. De besproken innovatie in het Volkskrant-artikel is hier een voorbeeld van.

3

Wat is uw reactie op de in het Volkskrant-artikel genoemde innovatie, waarbij het composiet kan worden omgesmolten tot glasvezel en koolstofvezel?

---

<sup>1</sup> SmPo\_TNO-Offshore-windpark-decommissioning\_v03.final\_.pdf (smartport.nl)

**Antwoord**

Het artikel biedt inzicht in de technologische ontwikkelingen rond het bereiken van circulariteit van een product als rotorbladen. Die technologie, van thermisch en chemisch scheiden van thermoharde composiet in vezel en hars, wordt al langere tijd getest, maar een economisch rendabele uitvoering vergt nog een verdere inspanning op productontwerp en het deel van het materiaal dat daadwerkelijk kan worden hergebruikt via recycling.

Daarnaast laat het artikel veel vragen over de nieuwe technologie onbeantwoord, zoals hoeveel energie dit vereist en welke kosten daarmee samenhangen, of er in het proces schadelijke stoffen vrijkomen en of er alternatieven denkbaar zijn voor het verbranden van de hars uit het composiet. In elk geval komen door het verbranden van de hars ook CO<sub>2</sub> en mogelijk andere gassen vrij, die zullen moeten worden afgevangen. De lagere temperatuur waarbij de materialen kunnen worden teruggewonnen is dus een knappe verbetering door TNO, maar er zijn waarschijnlijk nog de nodige uitdagingen voordat dit procedé in de praktijk toepasbaar zal zijn.

De grote uitdaging is het uiteindelijk realiseren van de optimale condities voor een circulaire levenscyclus van rotorbladen. Dat wil zeggen: bij het ontwerp van de rotorbladen wordt rekening gehouden met de uiteindelijke recycling ervan, en recyclers hebben technologieën die waardevolle stromen opleveren die aansluiten bij de vraag vanuit de markt.

4

Deelt u de opvatting dat deze innovatie een essentiële schakel lijkt bij het verder verduurzamen van de opwek van windenergie? Zo ja, hoe kan u ervoor zorgen dat deze innovatie op grote schaal kan worden toegepast?

**Antwoord**

Voor het stimuleren van R&D&I gericht op transitie levert het missiegedreven innovatiebeleid een belangrijke bijdrage. Allereerst via de sturing op inhoud zoals de vraag welke technologie nodig is, het bij elkaar brengen van de publiek-private innovatiepartners, en het brede innovatie-instrumentarium over alle missies heen in aanvulling op generiek innovatie-instrumentarium. Het kabinet zet daarmee vol in op het versneld duurzame oplossingen beschikbaar te hebben voor belangrijke thema's zoals de energie- en de circulaire transitie. De genoemde innovatie in het artikel is een mooi voorbeeld van een circulaire innovatie die met het bestaande instrumentarium zoals de regelingen Demonstratie Energie- en Klimaatinnovatie (DEI+) of Missiegedreven Onderzoek, Ontwikkeling en Innovatie (MOOI) opgeschaald kan worden.

5

Welke veelbelovende technieken voor het hergebruiken van windturbines en andere producten in de energietransitie, zoals zonnepanelen, batterijen, kabels, etc., zijn bij u bekend? Wat doet u zodat deze innovaties op grote schaal kunnen worden toegepast?

**Antwoord**

Zie het antwoord op vraag 8.

6

Wie is er verantwoordelijk voor een goede verwerking na einde levensduur van

producten die worden gebruikt in de energietransitie, zoals windmolens, zonnepanelen, batterijen, kabels, etc.?

**Antwoord**

**Ons kenmerk**  
DGKE / 22552066

Voor de productengroepen zonnepanelen en batterijen is een wettelijke uitgebreide producentenverantwoordelijkheid van toepassing. In dat geval zijn de producenten verantwoordelijk voor het doelmatige afvalbeheer van hun afgedankte producten. In Nederland wordt de uitvoering van de wettelijke verplichtingen collectief uitgevoerd door de respectievelijke producentenorganisaties: Stichting OPEN (Organisatie Producentenverantwoordelijkheid E-waste Nederland) voor afgedankte elektrische en elektronische apparatuur, Stichting Batterijen en Stichting EPAC (Electric Power Assisted Cycle) voor draagbare en fietsbatterijen en Stichting Auto & Recycling voor elektrisch aangedreven auto's. Voor windmolens en kabels is geen wettelijke producentenverantwoordelijkheid ingevoerd maar is doorgaans de eigenaar van de installatie verantwoordelijk voor de ontmanteling en correcte afvoer van afgedankte materialen, dat wil zeggen conform de Wet milieubeheer en het Landelijk Afvalbeheerplan.

7

Deelt u de mening dat de energietransitie gaat om duurzaamheid in alle facetten en dat er daarom ook heel specifiek aandacht moet zijn voor circulariteit?

**Antwoord**

Ja, duurzaamheid gaat niet alleen over CO<sub>2</sub>-uitstoot, ook over het minimaliseren van milieu-impact, behoud van biodiversiteit en het verminderen van de grondstof voetafdruk en circulariteit is een belangrijk middel om aan deze aspecten van duurzaamheid bij te dragen. Dit rechtvaardigt dan ook specifieke aandacht voor circulariteit in de energietransitie. In het Nationaal Plan Energiesysteem (NPE) wordt deze brede opvatting van duurzaamheid één van de publieke belangen waarlangs beslissingen over het energiesysteem van de toekomst worden afgewogen. Ter illustratie: eerder heeft de minister voor Klimaat en Energie u al geïnformeerd over het speerpunt dat zonne-energie moet passen binnen de circulaire economie, en dat circulariteit meegenomen gaat worden in de vergunningverlening voor windparken.

8

In hoeverre werkt u aan circulariteit in de energietransitie, waarbij de afvalberg van windmolens, zonnepanelen, batterijen, kabels, etc. zo veel mogelijk wordt beperkt en kritieke en waardevolle materialen zo veel mogelijk worden teruggewonnen en hergebruikt?

**Gecombineerd antwoord vraag 5 en 8**

Het kabinet zet zich actief in om de transitie naar een circulaire economie te versnellen. Hiervoor zal een nieuw Nationaal Programma Circulaire Economie begin volgend jaar aan uw Kamer worden gestuurd. Als onderdeel van dit traject hebben de verschillende transitieteams voor prioritaire productgroepen adviesroutekaarten aangeboden aan het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. De adviesroutekaart van de circulaire maakindustrie inclusief de prioritaire productgroep circulaire windparken bevat (in bijlage 2) een overzicht

van relevante circulaire oplossingen in verschillende fasen van volwassenheid<sup>2</sup>. In de adviesroutekaart is expliciete aandacht voor kritieke grondstoffen. In het kader van het nieuwe Nationaal Programma Circulaire Economie zullen de doelen en vervolgacties rond circulaire windparken en de bredere Kennis en Innovatie Agenda Circulaire Economie<sup>3</sup> nader worden uitgewerkt, inclusief aandacht voor terugwinnen en hergebruiken van kritieke materialen. Daarnaast zal in de nationale grondstoffenstrategie expliciet aandacht worden gegeven aan het vergroten van de leveringszekerheid van kritieke grondstoffen op middellange termijn. Circulariteit is hiertoe één van de vijf handelingsperspectieven, waarmee ook de negatieve impact van winning en verwerking van grondstoffen op mens en milieu verminderd gaat worden. Deze grondstoffenstrategie zal naar verwachting einde van dit jaar naar uw Kamer worden toegezonden.

Voor hergebruik van zonnepanelen specifiek is het initiatief van ZonNext bij mij bekend, deze organisatie brengt vraag en aanbod van gebruikte zonnepanelen bij elkaar en faciliteert zo hergebruik van deze panelen. Stichting OPEN is in Nederland verantwoordelijk voor de recycling van zonnepanelen en beoogt dit op een zo hoogwaardig mogelijke manier te doen. De minister voor Klimaat en Energie heeft regelmatig contact met stichting OPEN en andere stakeholders in dit proces, om de afvalberg van zonnepanelen zo veel mogelijk te beperken en terugwinning van grondstoffen te realiseren.

9

Klopt het dat, vanuit de doelen van het programma Nederland Circulair 2050, het doel voor de energievoorziening (i.e. energie-opwekkers, energiedragers en overige infrastructuur) ook is om in 2050 volledig circulair te zijn?

10

Betekent dat dat de energievoorziening in 2050 voor 100% bestaat uit herbruikbare materialen en dat er faciliteiten zijn om die materialen ook daadwerkelijk te hergebruiken?

11

Welke tussendoelen heeft u geformuleerd tot aan een 100% circulaire energievoorziening in 2050?

12

In hoeverre ligt u op koers voor het halen van de tussendoelen en het einddoel?

13

Kunt u toezeggen om tweejaarlijks te monitoren in hoeverre de tussendoelen en het einddoel voor een 100% circulaire energievoorziening gehaald zullen worden?

Antwoord vragen 9 t/m 13

Sinds 2016 wordt er ingezet op een volledige circulaire economie in 2050. Daarmee streeft het kabinet ook naar een klimaatneutraal energiesysteem in 2050 dat bijdraagt aan de doelen van de circulaire economie. De manier waarop circulariteit en klimaatneutraliteit bij elkaar komen in het toekomstige energiesysteem, zal terugkomen in het Nationaal Plan Energiesysteem (NPE), waarvan het eerste concept voor de zomer van 2023 naar de Kamer wordt gestuurd. In het NPE wordt 'duurzaamheid' (en daarbinnen o.a. circulariteit en

<sup>2</sup> [bijlage-4-adviesroute-naar-een-circulaire-economie-voor-de-maakindustrie.pdf \(overheid.nl\)](#)

<sup>3</sup> [Home - De KIA CE \(kia-ce.nl\)](#)

duurzaam grondstoffengebruik) ook één van de publieke belangen op basis waarvan beslissingen over het energiesysteem van de toekomst worden afgewogen.

Daarnaast wordt in het kader van het Nationaal Programma Circulaire Economie ingezet op prioritaire productgroepen zoals circulaire zon-PV-systemen, windparken en klimaatinstallaties. Hierbij worden doelen en acties richting 2030 nader uitgewerkt om circulariteit in die ketens te versnellen. Specifieke doelen voor het energiesysteem als geheel zijn niet voorzien. De voortgang wordt gemonitord door het Planbureau voor de Leefomgeving.

14

Hoe maakt u werk van de uitvoering van de motie Hagen c.s., die oproept om een grondstoffenstrategie te ontwikkelen, onder andere voor het veiligstellen van circulaire grondstoffen voor de energietransitie?

Antwoord

Het kabinet heeft richting uw Kamer eerder aangegeven te streven naar verzending van de nationale grondstoffenstrategie einde dit jaar. De motie die oproept tot het versnellen van de circulaire economie, een groene industriepolitiek en het veiligstellen van cruciale grondstoffen voor de energietransitie zal hier goed in worden meegenomen. Het doel van de grondstoffenstrategie is om de leveringszekerheid van kritieke grondstoffen op de middellange termijn te vergroten en de negatieve impact van winning en verwerking van kritieke grondstoffen op mens en milieu te verkleinen. Circulariteit en het bijbehorende nationale programma circulaire economie zullen hier een belangrijk handelingsperspectief in vormen.

15

Vindt u dat de energiesector genoeg werk maakt van circulariteit ten aanzien van productie en inkoop, onderhoud en verwerking na einde levensduur? Wat zou er beter kunnen? Bent u hierover met de sector(en) in gesprek?

Antwoord

Circulariteit is een grote prioriteit voor dit kabinet. Het doel is om de windenergie-industrie te stimuleren op een verantwoorde wijze te produceren en exploiteren en om de duurzame leveringszekerheid van grondstoffen te stimuleren, ook gelet op de geopolitieke ontwikkelingen. De afgelopen periode heeft de minister voor Klimaat en Energie samen met de sector gewerkt aan het Moonshot Circulaire Windparken project van ECHT. Hierna is het rapport 'The ideation process focussed on circular strategies in the wind industry' gepresenteerd. Dit rapport is een initiatief van het Versnellingshuis Nederland Circulair! (een samenwerking tussen het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, VNO-NCW, MKB-Nederland, MVO Nederland en het Groene Brein), en is uitgevoerd als onderdeel van het 'Uitvoeringsprogramma Circulaire Maakindustrie' van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat. Het kabinet wil de energiesector stimuleren om nog verder te gaan en concrete stappen te zetten op gebied van circulariteit bij windparken op zee. Daarom heeft de minister voor Klimaat en Energie aangegeven in de brief over de vergunningverlening voor de komende 4 gigawatt in IJmuiden Ver dat in die procedure criteria opgenomen zullen worden over circulariteit (Kamerstuk 35092, nr. 33).

16

Welke wet- en regelgeving ziet toe op circulariteit bij materiaalgebruik en productiemethoden voor windturbines, zonnepanelen, batterijen, kabels etc.?

Ons kenmerk  
DGKE / 22552066

Antwoord

Zoals gemeld in het antwoord op vraag 6 is een wettelijke producentenverantwoordelijkheid van toepassing op zonnepanelen en batterijen, gereguleerd via de EU Richtlijn afgedankte elektrische en elektronische apparaten respectievelijk de EU Richtlijn batterijen en accu's. Daarnaast is op zonnepanelen de Europese Ecodesign-richtlijn van toepassing. Nieuwe Europese product- en productiegerichte eisen voor batterijen zijn opgenomen in de ontwerp-Batterijenverordening, die zich momenteel in een afrondende fase bevindt. Voor zonnepanelen zijn toegesneden product- en productiegerichte eisen in voorbereiding. In het zogeheten Ecodesign Consultation Forum, het Ecodesign informatieplatform voor lidstaten en bedrijfsleven, heeft de Europese Commissie inmiddels een eerste voorstel voor een verordening voor zonnepanelen met alle partijen besproken. De verwachting is dat medio 2023 een verordening voor zonnepanelen in werking kan treden.

17

Welke kansen ziet u om met wet- en regelgeving een circulaire energievoorziening verder te bevorderen, bijvoorbeeld door het stellen van normen voor het gebruik van *bio-based* materiaal voor energie-opwekkers, -dragers en overige energie-infrastructuur en het formuleren van een afbouwpad voor het gebruik van materialen die niet herbruikbaar zijn?

Antwoord

In het kader van de betere samenhang tussen circulaire economie en klimaatbeleid zoals aangekondigd in het coalitieakkoord wordt in de breedte bekeken op welke wijze circulariteit in het instrumentarium voor de klimaat- en energietransitie kan worden opgenomen. Dat zou inderdaad kunnen leiden tot (verdere) regelgeving ten aanzien van het gebruik van primaire abiotische grondstoffen, van recycleat en duurzame biogebaseerde grondstoffen en van herbruikbaarheid. De Europese wet- en regelgeving speelt hier een belangrijke rol. Dit gebeurt in aanvulling op bredere regelgeving voor de circulaire economie die ook van toepassing is op het grondstofgebruik voor de energietransitie, zoals diverse initiatieven uit het Circular Economy Package van de Europese Commissie, in het bijzonder de regelgeving gericht op de milieuprestatie van producten. Het afgeven van nieuwe subsidies voor het gebruik van biograndstoffen voor energieopwekking is, conform het Duurzaamheidskader Biograndstoffen, afgebouwd voor het opwekken van elektriciteit en lage temperatuurwarmte. Gebruik van duurzame biograndstoffen voor materiaal voor de energie-infrastructuur kan, waar gepast en mits dit gebeurt binnen het Duurzaamheidskader Biograndstoffen, wel een rol spelen in het creëren van een circulaire energievoorziening.

18

Wat is de voortgang van de verkenning van de mogelijkheden en wenselijkheid van het stellen van normen aan PV-panelen en het instellen van een keurmerk of certificaat, die u met de Zonnebrief heeft toegezegd?

19

Loopt eenzelfde soort verkenning voor windturbines, batterijen, kabels, etc.? Zo nee, kunt u toezeggen om zo'n verkenning te starten?

**Ons kenmerk**  
DGKE / 22552066

Antwoord vraag 18 en 19

Zoals reeds in vraag 16 besproken wordt niet alleen op Nederlands, maar ook op Europees niveau ingezet op circulariteit en verlaging van de CO<sub>2</sub>-voetafdruk van zonnepanelen. De Europese Commissie heeft een eerste voorstel voor een Ecodesign-maatregel en een Energielabel voor zon-PV-modules besproken; hierbij is Nederland nauw betrokken geweest. Op dit moment staat hier de openbare raadpleging voor open. Met deze maatregelen worden er minimumnormen vastgelegd voor PV-modules en wordt transparantie over duurzaamheid van PV-modules vergroot. Het heeft de voorkeur om normering op Europees niveau te organiseren. In aanvulling op deze minimumeisen verkent Nederland of het, eventueel in samenwerking met andere Europese landen, waardevol is om een keurmerk of certificaat in te voeren voor duurzame zonnepanelen. Deze verkenning is nog voortgaand. Voor batterijen is, zoals benoemd in het antwoord op vraag 16, een Europees wetsvoorstel in de maak om circulariteit veel meer de norm te maken op de Europese markt. Andere productgroepen kunnen op termijn ook worden opgepakt in het kader van de Ecodesign-richtlijn.

20

In hoeverre is circulariteit onderdeel van de tenders voor Wind op Zee?

Antwoord

In de vergunningverlening van windparken op zee kunnen criteria worden meegenomen op gebied van circulariteit. In de recente Kamerbrief over de vergunningverlening windenergie op zee IJmuiden Ver (4 GW) heeft de minister voor Klimaat en Energie aangekondigd dat deze criteria worden opgenomen in de komende tenders voor IJmuiden Ver 1 t/m 4 (Kamerstuk 35092, nr. 33). Ook is de minister voor Klimaat en Energie gestart met de voorbereiding van de herziening van de wet windenergie op zee. Hierin wordt circulariteit als thema meegenomen om ervoor te zorgen dat eisen ten aanzien van circulariteit ook in toekomstige vergunningverleningen voor windparken op zee een plek krijgen. De criteria zullen ambitieus en haalbaar zijn, waarbij het halen van de 2030 en 2050 doelen op gebied van circulariteit het uitgangspunt is.

21

In hoeverre is circulariteit onderdeel van de tenders in het programma Opwek Energie op Rijksvastgoed?

Antwoord

In tenders is het in principe mogelijk om eisen te stellen ten aanzien van circulariteit. Voorwaarde is dan wel dat de eisen objectief meetbaar zijn en de markt hierin kan voorzien. Er is nu nog onvoldoende zicht op in hoeverre marktpartijen circulaire windmolens en zonnepanelen kunnen leveren. De minister voor Klimaat en Energie gaat na of middels een marktconsultatie de mogelijkheden kunnen worden verkend. Tevens zal op de samenhang tussen het programma OER en eventuele aanvullende regelgeving voor circulariteit in de toekomst worden gelet. Zie verder ook de beantwoording van vraag 17.



22

Kunt u deze vragen beantwoorden voor de begrotingsbehandeling van het ministerie van Economische Zaken en Klimaat?

Antwoord

Ja.

**Directoraat-generaal Klimaat  
en Energie**

**Ons kenmerk**  
DGKE / 22552066