

# Profielwerkstuk

---

IDEALE ENERGIEVERDELING VOOR OVERIJSEL IN 2030

Niels Evers en Jarno Soós  
CSG REGGESTEYN | E. LANDEWEERD

## Voorwoord

Voor u ligt het profielwerkstuk over de ideale energieverdeling van Overijssel. Er zijn veel manieren om energie op te wekken. Wij hebben onderzocht welke energiebronnen het meest ideaal zijn om te gebruiken voor de provincie Overijssel, zodat wij uiteindelijk een aanbevelingsrapport kunnen opstellen voor de provincie met de belangrijkste veranderingen en adviezen.

De provincie zal langzaam veranderen met betrekking tot de energievoorziening. Ze kunnen hierbij ons aanbevelingsrapport gebruiken om goede keuzes te maken om de overgang naar een duurzame provincie mogelijk te maken.

We zijn geholpen door verschillende betrokkenen. Deze mensen willen we graag bedanken. Allereerst willen we mevrouw Landeweerd, onze profielwerkstuk begeleidster, bedanken voor haar tijd. Zij heeft ons goed geholpen met de deelonderwerpen en de onderzoeksvraag zodat we gefocust bleven op het onderwerp. Ook willen wij meneer Timmer en mevrouw ter Harmsel bedanken voor de onderzoeksvaardigheden in 5 vwo. We hebben geleerd hoe we goed onderzoek doen en hoe we bronnen moeten gebruiken en vastleggen. Ook willen we meneer Heuver en meneer Geuzendam bedanken. Zij hebben ons bij het vak O&O geleerd hoe we een goed verslag opbouwen.

Tot slot willen we onze ouders en medeleerlingen bedanken die vaak mee hebben gedacht over het onderwerp. Door andere mensen krijg je soms andere inkomsten op een onderwerp. Dit is erg belangrijk bij een breed onderwerp.

*Jarno Soós en Niels Evers  
13 februari 2020 te Nijverdal*

## Samenvatting

Dit profielwerkstuk is geschreven naar aanleiding van een aantal problemen: het versterkt broeikas effect en de afhankelijkheid van de provincie Overijssel van andere landen voor zijn energie. Om deze problemen op te lossen is er een energietransitie nodig. Daarom heeft de provincie Overijssel twee doelstellingen opgesteld:

- 20% hernieuwbare energie in 2023
- 30% hernieuwbare energie in 2030

Voor de periode tussen 2015 tot 2023 is veel beleid geschreven door de provincie Overijssel. Daarentegen is voor de periode 2023 tot 2030 weinig tot geen beleid geschreven. Daarom is de volgende onderzoeksvraag opgesteld:

*Hoe zijn verschillende hernieuwbare energiesoorten in te zetten voor een energieverdeling waarbij de provincie Overijssel overgaat van 20% hernieuwbare energie in 2023 tot 30% hernieuwbare energie in 2030 en welk advies kunnen wij aan de provincie Overijssel geven voor deze energietransitie?*

Met de deelvragen:

- *Welke hernieuwbare energiesoorten zijn er en welke zijn geschikt voor de nieuwe energieverdeling van de provincie Overijssel?*
- *Wat is de huidige energieverdeling van de provincie Overijssel?*
- *Wat is het huidige beleid van de provincie Overijssel met betrekking tot de energietransitie tot 2030?*
- *Welk advies kunnen wij de provincie Overijssel geven voor de energietransitie van 2023 naar 2030?*

Door middel van het beantwoorden van de deelvragen wordt de onderzoeksvraag beantwoord. Uiteindelijk levert dit een aanbevelingsrapport op met een nieuwe energieverdeling en concrete maatregelen om deze nieuwe energieverdeling te bereiken. In dit aanbevelingsrapport wordt de nadruk gelegd op het belang van zonne-energie. Dit is een potentiële energiebron voor de provincie Overijssel waar erg veel te winnen valt.

## Summary

This paper was written in response to a number of problems: the increased greenhouse effect and the province of Overijssel's dependency on other countries for its energy. An energy transition is needed to solve these problems. That is why the province of Overijssel has set two objectives:

- 20% renewable energy by 2023
- 30% renewable energy in 2030

For the period between 2015 and 2023 much policy has been written by the province of Overijssel. On the other hand, little or no policy has been written for the period 2023 to 2030. That is why a research question has been drawn up:

*How can different types of renewable energy be used for an energy distribution in which the province of Overijssel changes from 20% renewable energy in 2023 to 30% renewable energy in 2030 and what advice can we give to the province of Overijssel for this energy transition?*

With the sub-questions:

- *What types of renewable energy are available and which are suitable for the new energy distribution of the province of Overijssel?*
- *What is the current energy distribution of the province of Overijssel?*
- *What is the current policy of the province of Overijssel regarding to the energy transition up to 2030?*
- *What advice can we give the province of Overijssel for the energy transition from 2023 to 2030?*

The research question will be answered by answering the sub-questions. Ultimately, this will result in a recommendation report with a new energy distribution and concrete measures to achieve this new energy distribution. This recommendation report emphasizes the importance of solar energy. This is a potential source of energy from which the province of Overijssel has much to gain.

## Inhoudsopgave

<b>VOORWOORD</b>	<b>1</b>
<b>SAMENVATTING</b>	<b>2</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>3</b>
<b>INHOUDSOPGAVE</b>	<b>4</b>
<b>AANLEIDING</b>	<b>6</b>
BROEIKASEFFECT	6
INVLOED MENSEN	8
PROBLEEM	8
AFHANKELIJKHEID	9
PROVINCIE OVERIJSSSEL	10
ONDERZOEKSVRAAG	10
<b>1, ENERGIESOORTEN</b>	<b>11</b>
1.1 WINDENERGIE	11
1.2 ZONNE-ENERGIE	15
1.3 BIO-ENERGIE	18
1.4 BODEMENERGIE	20
1.5 WATERENERGIE	25
1.6 KERNENERGIE	26
<b>2, HUIDIGE ENERGIEVERDELING</b>	<b>28</b>
CONCLUSIE	31
<b>3, BELEID VAN DE PROVINCIE</b>	<b>32</b>
3.1 BEGROTING PROVINCIE	35
3.2 SUBSIDIES	37
<b>4, AANBEVELINGSRAPPORT</b>	<b>39</b>
4.1 AANLEIDING	39
4.2 UITGANGSSITUATIE	39
4.3 EEN NIEUWE VERDELING	40
CONCLUSIE	47

<u>CONCLUSIE</u>	<u>50</u>
<u>DISCUSSIE</u>	<u>53</u>
<u>NAWOORD</u>	<u>54</u>
<u>BIBLIOGRAFIE</u>	<u>55</u>
<u>BIJLAGE A: LOGBOEKEN</u>	<u>62</u>
LOGBOEK JARNO	62
LOGBOEK NIELS	63

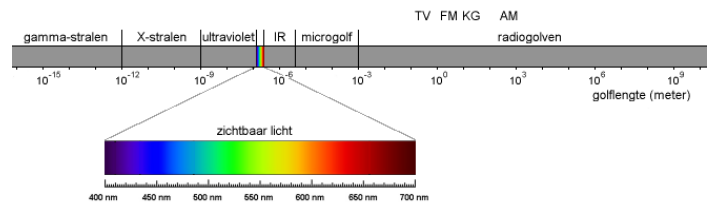
## Aanleiding

Klimaatverandering is een heel actueel onderwerp. Bij veel regeringsleiders over de hele wereld staat dit onderwerp op de agenda. Toch is er nog veel onenigheid over klimaatverandering. Kunnen we er wat aan doen? Moeten we er wat aan doen? Is het wel zo erg? Wat is het eigenlijk? Wat zijn de gevolgen? Iedereen heeft er wel een mening over, maar deze lopen erg ver uiteen.

Velen weten dat het te maken heeft met CO<sub>2</sub> uitstoot en dat dit iets te maken heeft met het broeikaseffect. Door de CO<sub>2</sub> uitstoot wordt het warmer wordt vaak gezegd. Maar waarom?

## Broeikaseffect

Om te begrijpen hoe het broeikaseffect precies werkt moet je wat weten over kwantum mechanica. Hiernaast is het elektromagnetische spectrum te zien. Elektromagnetische straling is de voortplanting van elektrische en magnetische trillingen door de ruimte. Onder deze straling valt licht, maar ook warmte en röntgenstraling.



Figuur 1, Elektromagnetisch spectrum (Noordhoff Uitgevers bv, 2015)

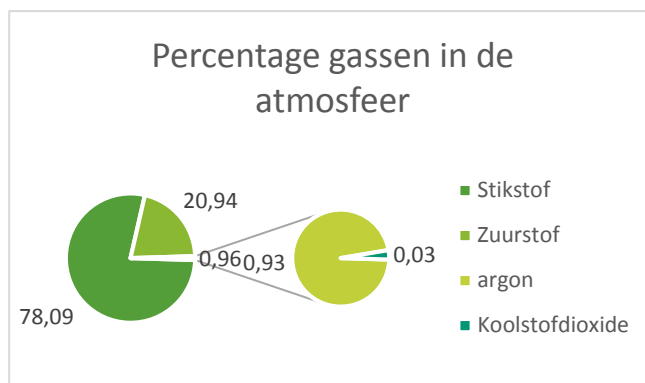
Zonlicht bestaat uit alle soorten elektromagnetische golven en dus uit alle kleuren licht. Licht bestaat uit kleine deeltjes, fotonen. De hoeveelheid energie dat een foton bij zich draagt, correspondeert met de kleur, de golflengte en de frequentie van dat foton. Rood heeft een lager energie niveau en een langere golflengte dan paars, met een hoger energieniveau en kortere golflengte, zie figuur 1

Gassen kunnen licht (fotonen) opnemen als ze precies de goede energiehoeveelheid hebben. Als een gas een foton opneemt gaat het naar een hoger energieniveau. Hierbij springt een elektron naar een hogere schil. Later zal dit elektron weer terug vallen en zal de foton weer worden uitgezonden in een willekeurige richting. Dit wordt duidelijker als je kijkt naar verschillende materialen. Glas is doorzichtig, dit komt omdat dit niet van een materiaal is gemaakt wat een van de kleuren van zonlicht opvangt.

Wij kunnen maar een klein deel van alle golven uit het elektromagnetisch spectrum zien. Er zijn nog veel meer soorten straling naast licht, zoals ultraviolet en infrarood. Infrarood is eigenlijk ook licht, alleen kan het mensenoog het niet zien. Slangen kunnen bijvoorbeeld wel infrarood zien. Alle objecten met een temperatuur boven het absolute nulpunt zenden infrarode straling uit. Zo ook de aarde en de zon. Infrarode straling kun je wel voelen, het is namelijk warmte.

De dampkring is de buitenste laag van de aarde, wat wij zien als de lucht. In deze lucht komen veel verschillende gassen voor. De samenstelling is in figuur 2 te zien. Dit zijn lang niet alle gassen die in de atmosfeer voorkomen. Er zijn ook gassen die in een hele kleine hoeveelheid voorkomen zoals:

- Edelgassen zoals argon (Ar) en helium (He)
- Waterdamp (water in zijn gasvormige toestand)
- Broeikasgassen zoals koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>), methaan (CH<sub>4</sub>), lachgas (N<sub>2</sub>O) en Ozon (O<sub>3</sub>)



Figuur 2, Percentage gassen in de atmosfeer (Aardatmosfeer, 2020)

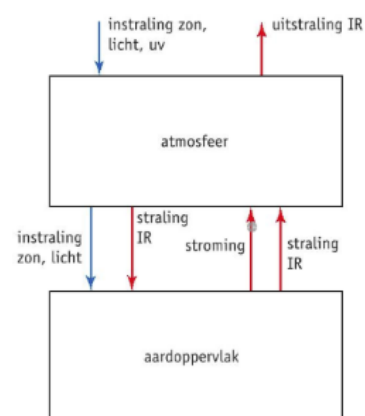
De broeikasgassen kunnen net als sommige andere gassen fotonen opnemen uit het elektromagnetisch spectrum. Nu nemen broeikasgassen geen zichtbaar licht op maar infrarood; de warmte van de aarde. Vervolgens gebeurt hetzelfde als met zichtbaar licht, de elektronen vallen weer terug naar de oude staat. Fotonen zullen worden uitgezonden in een willekeurige richting. Door deze willekeurige richting zal een gedeelte van het infrarood weer terugkomen naar aarde, wat weer zorgt voor warmte.

Dit noemen wij het broeikas effect, de aarde warmt zichzelf op doordat deze (broeikas)gassen warmte weer terugzenden. Als wij geen dampkring zouden hebben zou alle warmte de ruimte in worden gezonden. De aarde was dan niet leefbaar geweest. Berekeningen hebben aangetoond dat de aarde zonder atmosfeer een temperatuur van -18°C zou hebben. De gemiddelde temperatuur op aarde is 15°C. dit betekent dat het broeikas effect zorgt voor een opwarming van 33°C. Het broeikas effect wordt gezien als iets slechts, maar het is dus essentieel voor leven op aarde.<sup>1</sup>

Er is een warmte balans op aarde. Dit is goed te zien in figuren 3 en 4. De atmosfeer kaatst infrarood (IR) straling terug de ruimte in. Maar kaatst dit ook weer terug richting de aarde. Daarnaast zal er een deel doorheen gaan. De straling dat wordt weerkaatst op het oppervlak en weer terug gaat het heelal in is ongeveer 38%. Dit percentage heet het albedo.<sup>2</sup>



Figuur 3, Natuurlijk broeikas effect (Climate Challenge)



Figuur 4, Warmtebalans van de aarde (Noordhoff Uitgevers bv)

<sup>1</sup> (Climate Challenge, sd)

<sup>2</sup> (Noordhoff Uitgevers bv, 2015)



## Invloed mensen

Sinds de industriële revolutie is de mens anders gaan leven. De mensheid begon met de ontwikkeling van machines. Sinds die tijd is alles in een sneltreinvaart gegaan. We kunnen tegenwoordig niet meer zonder. Elektriciteit, voedsel in de winkel, auto's, alles was compleet anders geweest zonder deze ontwikkeling.

Om ons in onze behoeftes te voorzien wordt elektriciteit opgewekt in energiecentrales. Deze energiecentrales stoten broeikasgassen uit, net zoals bijvoorbeeld auto's. Sinds de industriële revolutie is de concentratie broeikasgassen enorm gestegen. Doordat we dit nu al jaren doen ontstaat er een andere verhouding in onze atmosfeer. Er ontstaat een versterkt broeikaseffect. De gemiddelde temperatuur op aarde is niet meer hetzelfde als een paar honderd jaar geleden.

## Probleem

De gemiddelde temperatuur op aarde is aan het veranderen, maar stijgt de temperatuur snel? En wat maakt het uit dat de temperatuur stijgt? Over deze vragen wordt veel gedebatteerd door wereldleiders. Hier is ook niet veel duidelijkheid over. Wel staat het volgende op de site van het Compendium voor de Leefomgeving. Dit is een site in samenwerking met het CBS en de overheid:

*De jaargemiddelde temperatuur in Nederland is trendmatig toegenomen en ligt in 2017  $1,9 \pm 0,6$  °C hoger dan ruim een eeuw geleden, in 1906. Deze opwarming is statistisch sterk significant. De afgelopen 30 jaar is die stijging gemiddeld  $0,04$  °C per jaar geweest. Het jaar 2014 was veruit het warmste jaar sinds het begin van de meetreeks.<sup>3</sup>*

De temperatuur stijgt dus wel degelijk. Het IPCC, het Intergovernmental Panel on Climate Change, heeft eind 2018 een rapport gepubliceerd: "Special Report on Global Warming of 1.5 °C".<sup>4</sup> Het IPCC is een onderdeel van de Verenigde Naties en heeft als doel om wereldwijd wetenschappelijk onderzoek te doen naar klimaatverandering en de gevolgen hiervan op politiek, economisch en geografisch niveau. In dit rapport staat onder andere vermeld wat er gebeurt als de aarde met anderhalve graad Celsius opwarmt. Als gevolg van de klimaatverandering zullen volgens dit rapport de volgende veranderingen optreden:

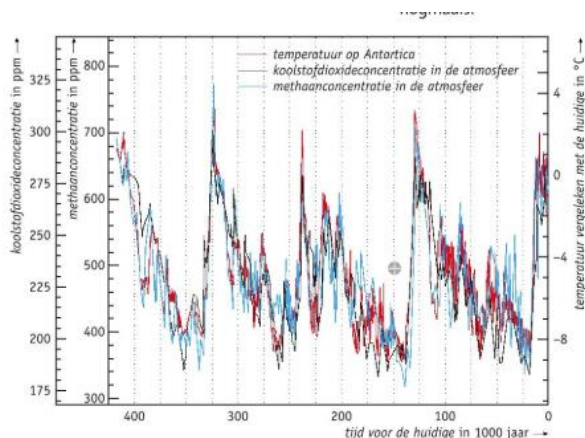
- Grotere extremen in temperatuur, neerslag en droogte.
- Op land zal de bedreiging en uitsterving van sommige wezens groter zijn bij een hogere temperatuur.
- In zee zal de temperatuur stijgen wat ook invloed heeft op de zuurtegraad en zuurstofniveau waardoor er een risico ontstaat voor de biodiversiteit.
- Er zijn risico's op het gebied van: watervoorziening, voedselvoorraad, veiligheid en economische groei.

---

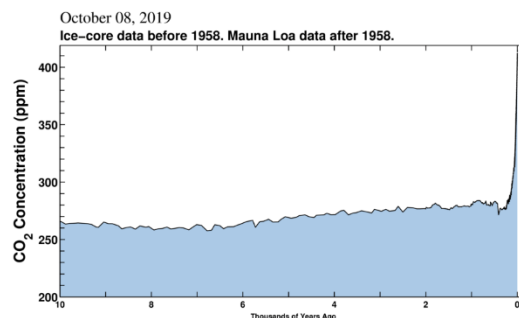
<sup>3</sup> (clo, 2018)

<sup>4</sup> (ipcc, 2018)

Er is een groep mensen die klimaatverandering niet interesseert, het liever aan de kant schuift, of een andere mening heeft. Toch kun je door verbanden te leggen wel zien wat de gevolgen zullen zijn. Zo zie je in figuur 5 de temperatuur op aarde. Hier zie je dat er wel vaker tijden zijn geweest waar de temperatuur hoger was. Wat hier opvalt is dat hier ook de concentraties broeikasgassen extra hoog zijn. Samen met het feit dat het broeikas effect natuurkundig te beschrijven is, moet dit eigenlijk wel waar zijn. In figuur 6 is te zien dat de concentratie koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>) sinds de industriële revolutie bijna is verdubbeld, tot inmiddels meer dan 400 ppm.<sup>5</sup>



Figuur 6, De temperatuur op aarde (Noordhoff Uitgevers bv)



Figuur 5, Concentratie koolstofdioxide (klimaatverandering.nl)

We moeten dus de uitstoot van broeikasgassen beperken. Een groot deel van de uitstoot van broeikasgassen komt door het verbranden van fossiele brandstoffen om energie te winnen.

### Afhankelijkheid

Daarnaast is Nederland heel erg afhankelijk geworden van andere landen. Dit is een risico voor onze economie. Mocht er een wereldmacht bijzondere acties uitvoeren dan kunnen wij binnen een aantal dagen zonder energie zitten. Denk bijvoorbeeld aan Rusland en Noorwegen. Van deze landen importeren wij het grootste deel van ons aardgas. In 2019 verbruikten wij in Nederland 3500 miljoen kubieke meter gas, waarvan we zelf nog niet eens 2000 miljoen kubieke meter winnen.<sup>6</sup> De gaskraan in Groningen wordt verder dicht gedraaid de aankomende jaren. Dus dit betekent dat we in verhouding nog minder uit eigen land halen. Rusland en Noorwegen krijgen hierdoor een hele sterke machtspositie; we kunnen niet meer zonder.

Hetzelfde geldt voor de olie uit het Midden-Oosten. Als hier conflicten optreden kan het zijn dat wij zonder olie komen te zitten.

Het zou dus perfect zijn als Nederland wat meer zelfvoorzienend zal worden. Dit kun je tot stand brengen door meer energie in eigen land op te wekken. Dit kan gecombineerd worden met het feit dat Nederland minder broeikasgassen moet uitstoten door te investeren in hernieuwbare energie.

<sup>5</sup> (Verheggen, sd)

<sup>6</sup> (StatLine, 2019)

## Provincie Overijssel

Vanwege de klimaatverandering en de afhankelijkheid van fossiele brandstoffen wil Nederland en de provincie Overijssel zich verduurzamen. Daarom heeft de provincie Overijssel verschillende doelstellingen opgesteld:

- 20% hernieuwbare energie in 2023
- 30% hernieuwbare energie in 2030

De provincie Overijssel zit op dit moment midden in de transitie om de doelstellingen van 2023 te halen. De provincie Overijssel heeft daarom ook al concrete maatregelen<sup>7</sup> bedacht en uitgevoerd. Echter voor de periode vanaf 2023, wat al over 3 jaar is, is nog geen beleid geschreven. De ervaring leert dat voordat het beleid geschreven is en de bedachte maatregelen worden uitgevoerd er veel tijd verstrijkt. Daarom willen wij hier een bijdrage aan leveren door middel van ons profielwerkstuk.

## Onderzoeksvraag

Daarom hebben wij de volgende onderzoeksvraag opgesteld:

*Hoe zijn verschillende hernieuwbare energiesoorten in te zetten voor een energieverdeling waarbij de provincie Overijssel overgaat van 20% hernieuwbare energie in 2023 tot 30% hernieuwbare energie in 2030 en welk advies kunnen wij aan de provincie Overijssel geven voor deze energietransitie?*

Om deze onderzoeksvraag te beantwoorden gaan we dus onderzoek doen naar de verschillende energiesoorten en hoe deze in te zetten zijn in provincie Overijssel. Ten slotte zullen wij door middel van een aanbevelingsrapport onze onderzoeksresultaten door te geven aan de provincie Overijssel. Dit heeft geleid tot de volgende deelvragen:

- *Welke hernieuwbare energiesoorten zijn er en welke zijn geschikt voor de nieuwe energieverdeling van de provincie Overijssel?*
- *Wat is de huidige energieverdeling van de provincie Overijssel?*
- *Wat is het huidige beleid van de provincie Overijssel met betrekken tot de energietransitie tot 2030?*
- *Welk advies kunnen wij de provincie Overijssel geven voor de energietransitie van 2023 naar 2030?*

---

<sup>7</sup> (Nieuwe Energie Overijssel, 2017)

## 1, Energiesoorten

Om te weten welke energiesoorten optimaal zijn voor de energieverdeling van Overijssel in 2030 moeten we eerst wat weten over verschillende energiesoorten. Hierbij doen wij onderzoek naar wind-, zon-, bio-, water-, bodem- en kernenergie. We laten in ons onderzoek de fossiele energiebronnen buiten beschouwing omdat ons doel is om deze energiebronnen te verminderen.

### 1.1 Windenergie

Windenergie is de verzamelnaam voor alle technieken waarbij bewegingsenergie uit de wind wordt omgezet in andere energievormen, zoals elektrische energie. De vormen die bewegingsenergie omzetten in elektrische energie die toepasbaar zijn in de provincie Overijssel gaan we behandelen.



*Figuur 7, Een zeilboot is ook een vorm van windenergie (Bootverhuur Hospes, sd)*

#### 1.1.2 Windmolens

De meest gangbare vorm van windenergie zijn windmolens of windturbines. Windmolens hebben rotorbladen die worden aangedreven door de wind. Wanneer deze rotorbladen gaan draaien wordt er door middel van een grote dynamo elektrische energie opgewekt.

#### *Voor- en nadelen*

Windmolens hebben een aantal voor- en nadelen. De belangrijkste voordelen van windmolens zijn natuurlijk dat wind een onuitputtelijke energiebron is die geen CO<sub>2</sub> of andere emissies uitstoot tijdens het energieopwekkingsproces. Daarnaast zorgen windmolens voor onafhankelijkheid ten opzichte van andere landen, want de leveringszekerheid van de energie groeit. Windmolens creëren tevens veel werkgelegenheid door de werknemers die zijn vereist bij de constructie en het onderhoud van de windmolens. Doordat Nederland een land met veel wind is zal Nederland een voorloper kunnen worden op het gebied van windmolens. Dit zal kunnen leiden tot een extra exportsector wat goed is voor de Nederlandse economie.

Echter op dit moment zijn de kosten voor windenergie nog hoger dan de kostprijs van energie uit fossiele brandstoffen, zo'n 7 cent per kWh tegenover zo'n 4 cent per kWh. Op dit moment worden de extra kosten gesubsidieerd door de overheid wat de overheid veel geld kost. Toch zijn er door ontwikkelingen op het gebied van windmolens mogelijkheden om de kostprijs te verlagen. Men gaat er van uit de kostprijs van wind uiteindelijk zelfs daalt tot onder de kostprijs van fossiele brandstoffen. In Duitsland, een voorloper op het gebied van windenergie, wordt al het eerste ongesubsidieerde windmolenpark gebouwd.

Een bekend nadeel van de windmolens is dat windmolens soms worden ervaren als horizonvervuiling en dat het geluid als hinderlijk wordt ervaren. Hier zijn al meerdere onderzoeken aan besteed, waarbij de resultaten wisselend zijn. Toch komt wel naar voren dat de aanwezigheid van de mensen met een negatieve mening ten opzichte van windmolens groot is.

Naast de hinder voor het zicht leveren windmolens ook geluidshinder op. De geluidshinder is merkbaar tot op grote afstanden van de windturbines. Het geluid van een windturbine ligt tussen de 94 en 104 Db. Dit is vergelijkbaar met het geluid van hevig verkeer. Het geluid neemt natuurlijk ook af, wanneer de afstand toeneemt.

Tevens nemen de windturbines relatief veel ruimte in, ondanks dat de ruimte die nodig is op het grondoppervlak niet groot is. Te hoge bebouwing kan niet gecombineerd worden met windmolens,

want dan neemt de opbrengst af. Ondertussen zijn er masten die hoog genoeg zijn om windmolens in een bos te bouwen zonder hier last van te ondervinden.

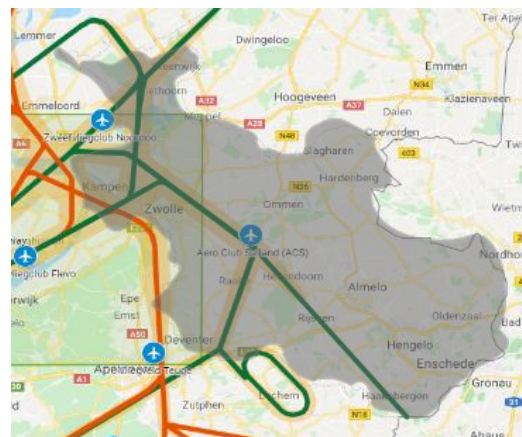
Daarnaast zouden de rotorbladen van een windmolen in aanraking kunnen komen met vogels en vleermuizen. Deze vogelaanvaringen komen echter slechts weinig voor.

Een ander belangrijk nadeel is dat windmolens alleen elektriciteit opwekken wanneer het waait, waardoor de hoeveelheid windenergie niet constant is. In tijden van overschot aan energie zou dit kunnen worden opgeslagen voor periodes waarbij er een tekort aan energie is, echter zijn de mogelijkheden om dit te doen niet eenvoudig.

Een ander nadeel dat in de toekomst een rol zou kunnen spelen is dat windmolens radarbeelden kunnen verstoren. Dit punt zal een grotere rol gaan spelen met de opening van Lelystad airport. Hierdoor zullen er verschillende aanvliegeroutes in Overijssel komen liggen. Door windmolens in de buurt van deze aanvliegeroutes te bouwen kan de radar verstoord worden, wat gevaarlijke situaties tot gevolg kan hebben.

Een onbekend punt van de windmolens is de duurzaamheid van de productie van de windmolens. Windmolens bestaan uit meerdere metaalsoorten, waaronder een aantal zeldzame aardmetalen. Bij de productie van deze aardmetalen worden veel schadelijke stoffen gebruikt. Deze stoffen vervuilen de omgeving en het milieu. Tevens worden deze materialen van over de hele wereld getransporteerd naar Nederland, en bij dit transport komt veel CO<sub>2</sub> vrij.<sup>8</sup>

Ten slotte kan een windturbine natuurlijk een gevaar zijn voor de veiligheid indien de technische systemen falen. Denk hierbij aan oververhitting of het op hol slaan van de wieken als de remming van de wieken faalt.



Figuur 8, Aanvliegeroutes in Overijssel bij opening van Lelystad Airport (Liesker, 2019)

### Bouwkosten

De kosten van een windmolen hangen af van de hoogte en verschillende andere factoren. Bij een windmolen van 2,3 MW ben je 2,45 miljoen euro kwijt aan de installatie. Daarnaast heb je bijna 200.000 euro kosten voor de ontwikkeling en tot slot ben je dan nog bijna 100.000 euro kwijt aan de operationele kosten als onderhoud. Een windmolen is dus zeker niet goedkoop, de prijs per windmolen daalt wel indien men meer dan één windmolen aanschaft<sup>9</sup>. Daarnaast zijn deze gegevens enigszins gedateerd: 2015. In de tussentijd heeft er veel innovatie plaatsgevonden in de wereld van windmolens waardoor de prijzen ook zijn gedaald.

### Opbrengsten

Maar wat levert een windmolen dan nu op? De opbrengst van de windmolens is afhankelijk van de grootte en de plaats. Hoe groter de windmolen, hoe groter de opbrengst. Hoe beter de ligging, hoe

<sup>8</sup> (De Groene Rekenkamer, 2013)

<sup>9</sup> (Clerix, 2015)

groter de opbrengst. Op dit moment heeft een gemiddelde windmolen een vermogen van 2 tot 3 MW<sup>10</sup>. Een windmolen van 3 MW levert gemiddeld 6,5 miljoen kWh per jaar op en dit is genoeg voor 2000 huishoudens.

### Huidige installaties

In figuur 9 kun je zien dat er op dit moment 17 windmolens in de provincie Overijssel staan, drie bij Staphorst, 4 bij Kampen, 4 bij Zwolle, 4 bij Dalfsen en 2 bij Deventer. De huidige windmolens zijn allemaal gebouwd door lokale burger initiatieven en grote energiebedrijven.

### Toekomstplannen

Voor de windmolens heeft de Provincie al in 2015 verschillende kansrijke gebieden aangewezen en daarnaast gebieden die niet geschikt zijn.

De kansrijke gebieden voor windmolens, zoals te zien is in figuur 10, zijn:

- Ten noorden van de Vecht
- Tussen Staphorst en Zwolle
- Nabij Hardenberg

Deze gebieden zijn gemarkeerd als kansrijke gebieden omdat ze niet in een uitgesloten gebied liggen en omdat ze uit de buurt liggen van de vliegroutes, waardoor ze de radarbeelden niet verstoren.

Ondertussen zijn er ook al veel plannen gemaakt voor de windmolens op deze locaties. Van 5 windmolens bij Hardenberg staat al vast dat zij worden gebouwd, naast 7 andere. Daarnaast zijn er nog plannen voor 13 andere windmolens in de provincie Overijssel.

Gebieden waar windmolens zijn uitgesloten zijn:

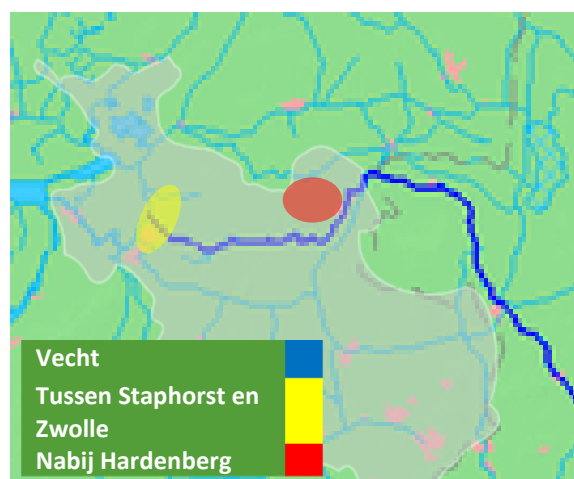
- Natuurnetwerk Nederland
- De twee nationale landschappen (IJsseldelta en Noordoost-Twente)

### Conclusie

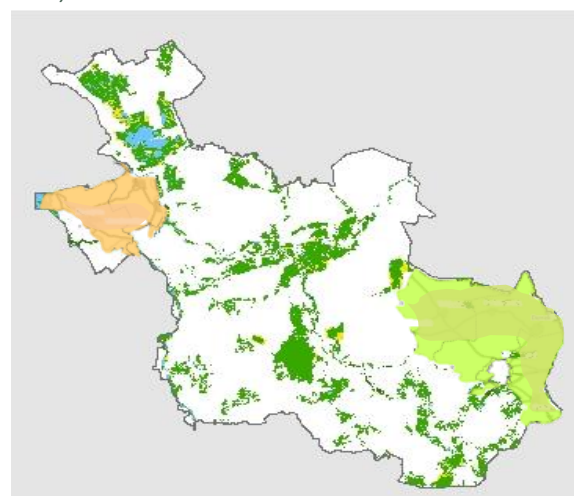
Windmolens zijn een efficiënte hernieuwbare energiesoort. De belangrijkste nadelen hebben te maken met de locatie waar je de windmolens



Figuur 9, Windmolens in de provincie Overijssel (Arts, 2019)



Figuur 10, Kansrijke gebieden voor windmolens (Wikipedia, 2020)



Figuur 11, Natuurnetwerk Nederland en de nationale landschappen (Provincie Overijssel, 2019)

<sup>10</sup> (Ministerie van Economische Zaken, sd)

plaatst. Denk hierbij aan de horizonvervuiling, geluidsoverlast en de hinder voor de radar van vliegroutes.

### 1.1.2 Vlieger

Op dit moment wordt er ook veel onderzoek gedaan naar een vlieger van Ampyx Power<sup>11</sup>. Deze vlieger zou door middel van het vliegen van achtjes in de lucht en de kracht van de wind energie op kunnen wekken door de trekkracht op de kabel, zie figuur 12.

#### Voor- en nadelen

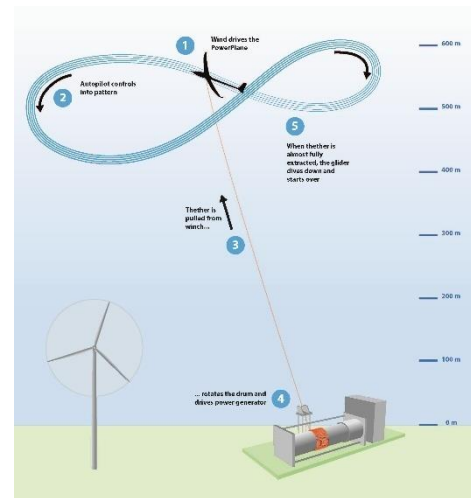
Een groot voordeel van deze nieuwe techniek is dat het geen horizonvervuiling als gevolg heeft.

Echter doordat het op een grote hoogte plaatsvindt kan de luchtvaart er last van ondervinden.

Tevens is het nog een techniek in ontwikkeling, waardoor het op dit moment nog niet rendabel is. Daarbij wordt het op dit moment alleen ontwikkeld voor op zee, waardoor het niet is toe te passen in de provincie Overijssel.

#### Conclusie

Op dit moment is de vlieger nog geen optie voor de provincie Overijssel, want deze is namelijk nog erg duur en niet geschikt voor de provincie Overijssel.



Figuur 12, Installatie van Ampyx Power (Lucros, 2019)

<sup>11</sup> (Ampyx Power, 2020)

## 1.2 Zonne-energie

De zon is een gratis energiebron die elke dag weer opkomt. In het licht van de zon zit energie opgeslagen. Deze energie kun je omzetten tot elektriciteit met behulp van zonnepanelen. Zonnepanelen kun je op veel manieren inzetten: op huizen, auto's, wegen, gebouwen, weilanden en op zee.

### Voor- en nadelen

Bij het omzetten van zonlicht in elektriciteit komen geen stoffen vrij. Het is een schone manier om energie op te wekken. Als de zonnepanelen eenmaal staan, krijg je gratis elektriciteit geleverd, zonlicht kost immer niks.

Het grootste nadeel van zonnepanelen is dat ze 's nachts niks opleveren en op een bewolkte dag niet veel. Je hebt vooral wat aan zonnepanelen als de zon schijnt. De zon schijnt in de winter vaak maar kort en we verbruiken meer elektriciteit in de winter. Om dan toch van zonne-energie gebruik te willen maken moeten we de energie opslaan in batterijen. Met de huidige technieken is dit nog niet grootschalig mogelijk. De techniek in zonnepanelen wordt wel steeds beter en dus het rendement en de levensduur ook. Tegenwoordig gaan zonnepanelen tussen de 15 en 30 jaar mee, afhankelijk van het soort zonnepaneel.

Het is handig om zonnepanelen regelmatig te checken op vuil. Veel vuil wordt weggespoeld door de regen. Soms kunnen er bladeren of iets dergelijks vast blijven zitten. Dit belemmert het rendement van een paneel.

### Bouwkosten

De kosten van zonnepanelen lopen erg uiteen. Afhankelijk van het soort paneel en door wie je het laat monteren. Bij veel bedrijven die zonnepanelen plaatsen en verkopen zijn er wachtlijsten omdat er veel vraag is naar zonnepanelen maar weinig aanbod. De prijs gaat dus bij sommige bedrijven omhoog als gekozen wordt voor een snelle installatie. Ook moet je bij zonnepanelen een omvormer kopen die ervoor zorgt dat de stroom op je eigen stroomnet komt. Om te voldoen aan de volledige elektriciteitsvraag van een gemiddeld huishouden kost dat ongeveer €10.000.<sup>12</sup> Bij deze huizen kook je dan ook met elektriciteit en rijd je een elektrische auto, dus dit is hoog aangehouden.

Zonnepanelen aanschaffen is een grote investering. Volgens een berekening van Milieu Centraal is het wel rendabel om dit te doen. De spaarrente op een bankrekening is tegenwoordig rond de 0%. Bij zonnepanelen ben je de eerste jaren veel geld kwijt, maar na 7 jaar is de investering er ongeveer uit. Daarna maak je winst op je zonnepanelen. Gemiddeld over de levensduur van een zonnepaneel is deze rente 6%.

### Opbrengsten

Over het gemiddelde van een jaar komt er ongeveer 340 watt aan zonne-energie per vierkante meter op ons aardoppervlak. Ter vergelijking van deze energie kun je dus wel 10 lampen laten branden elke vierkante meter op aarde!<sup>13</sup> De zon levert ons iedere dag een enorme hoeveelheid energie, veel meer dan de wereldbevolking op dit moment nodig heeft. We kunnen dit alleen nog niet efficiënt opvangen. De ontwikkeling van zonnepanelen gaat razendsnel tegenwoordig. Toch kunnen de huidige technieken er niet voor zorgen dat we via zonne-energie genoeg energie krijgen. Maar hoeveel leveren ze eigenlijk wel op?

---

<sup>12</sup> (Weetjes Zonnepanelen, sd)

<sup>13</sup> (Lindsey, 2009)



Wattpiek is de meeteenheid die vaak wordt aangegeven op zonnepanelen. Het zegt wat over het rendement van het zonnepaneel. In optimale omstandigheden zal 1 wattpiek (wp) een vermogen leveren van 1 kWh (=1000 Wh). Maar eigenlijk zijn er nooit optimale omstandigheden. Het vermogen van een zonnepaneel wordt beïnvloed door de volgende zaken:

- Richting van de invallende zonnestrallen (loodrecht is de optimale richting)
- Afstand die het licht moet afleggen, in de winter is deze afstand langer doordat de aarde een aantal graden gedraaid staat.
- Temperatuur van de zonnecel (optimaal is 25°C)
- Sterkte van invallende zonnestrallen (onbewolkt is het optimaal)

In Nederland geldt over het algemeen dat 1 Wattpiek (wp) een opbrengst heeft van 0,85 kWh per jaar. In het westen van het land zijn meer zonne-uren en daarom is daar de factor hoger dan 0,85. In het oosten is deze iets lager.

Wanneer je nu een nieuw zonnepaneel zou aanschaffen zou deze rond de 300 wattpiek hebben. Hierin de omrekenfactor van 0,85 geeft dat de zonnepanelen ongeveer 250 kWh opleveren.

Tabel 1 komt van de consumentenbond en geeft weer hoeveel zonnepanelen nodig zijn voor een bepaald verbruik.

	Vermogen zonnepanelen (Wp per stuk)		
	270	300	330
Gewenste jaarlijkse opbrengst (kWh)	Aantal panelen nodig		
1000	4	4	3
2000	8	7	7
3000	12	11	10
4000	16	15	13
5000	20	18	17

Tabel 1, Benodigd aantal zonnepanelen<sup>14</sup>

Niels heeft zonnepanelen thuis op het dak liggen. Om de proef op de som te nemen hebben we gekeken naar deze zonnepanelen. Op ons dak liggen 9 panelen, die hier al ruim 6 jaar liggen. Elke maand hebben wij bijgehouden hoeveel ze opbrachten. De panelen zijn verkocht als 265 wattpiek panelen. Als we dit maal 9 panelen doen en hier de omrekenfactor van 0,85 overheen doen kom je uit op een geschatte opbrengst van ongeveer 2000 kWh. In werkelijkheid hebben de panelen ons inmiddels gemiddeld 2300 kWh per jaar opgebracht. Dit komt dus redelijk overheen, maar zit er iets boven. Wel zal het rendement achteruit gaan in de aankomende jaren, omdat de panelen ouder worden. Dit zal betekenen dat het gemiddelde ook omlaag zou gaan.

### Huidige installaties

Overall in de provincie zijn er huishoudens die zonnepanelen aanschaffen. Ook bedrijven zien tegenwoordig dat het voordelen met zich meebrengt. Ook zijn er al verschillende zonneparken te vinden in de provincie Overijssel, sommige zijn aangelegd door de provincie, anderen door gemeenten of particulieren. Zonneparken door particulieren zijn meestal gefinancierd door bewoners van een bepaalde wijk, die samen een zonnepark aanleggen en hier samen de elektriciteit van krijgen.

<sup>14</sup> (Wilt P. v.)

### Toekomstplannen

De provincie wil dat in 2023 1,9 PJ ( $1,9 * 10^{15}$  Joule) energie uit zonne-energie halen. Tevens willen ze het bouwen van zonneparken stimuleren<sup>15</sup>. De provincie wil dus in de toekomst nog wel investeren in zonne-energie.

### Conclusie

Zonnepanelen zijn een efficiënte manier om duurzaam energie op te wekken. Het nadeel is dat in de winter en 's nachts de zon niet zo vaak schijnt, het levert dan niet zoveel op. De techniek wordt steeds beter en zonnepanelen zullen dus ook steeds rendabeler worden.

---

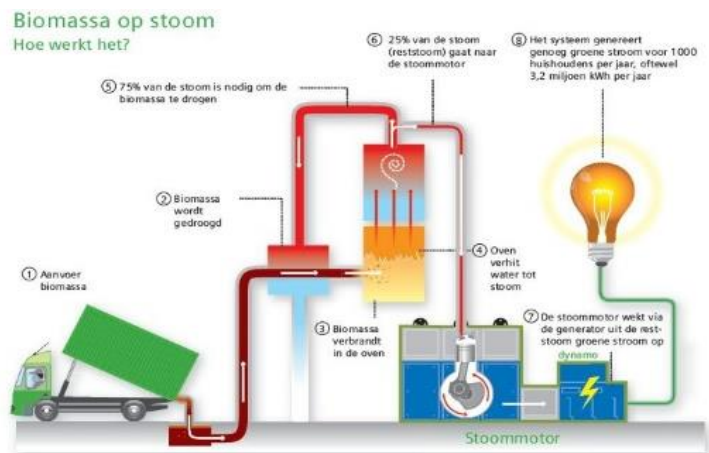
<sup>15</sup> (Overijssel, 2019)

### 1.3 Bio-energie

Via biomassa kan men ook energie opwekken, bio-energie. Er wordt in Nederland meer energie opgewekt door gebruik van biomassa dan door zonne-energie of windenergie. Toch weten veel mensen niet wat bio-energie precies is. Terwijl iedereen gehoord heeft van zonnepanelen.

#### Voor- en nadelen

Bio-energie is energie dat ontstaat bij het verbranden van biomassa. Er gebeurt hetzelfde als in een kolencentrale, maar dan in plaats van kolen gebruiken ze biomassa, zie figuur 13. Biomassa is organisch materiaal. Dit kan bijvoorbeeld tuinafval, hout of slib uit het riool zijn. Bij de verbranding van deze stoffen komt koolstofdioxide vrij. Omdat er koolstofdioxide vrijkomt lijkt het geen duurzaam proces. Dit ligt toch wat ingewikkelder. Afval uit bossen en huishoudens kan gebruikt worden om bio-energie op te wekken, dit gebeurt tegenwoordig al veel. Deze afvalstoffen zouden als ze niet worden gebruikt voor bio-energie vergaan in de natuur en hierbij komen dezelfde koolstoffen vrij in de atmosfeer als bij de verbranding. Het is dus een ideale methode; je bent afval kwijt en je belast het milieu niet extra. We hebben alleen niet zoveel afval in Nederland dat we hiermee aan onze energievoorziening kunnen voldoen.



Figuur 13, Biomassacentrale (Groene energie, sd)

Volgens het rapport van de Sociaal-Economische Raad (SER) moet er in 2030 dubbel zoveel bio-energie worden geproduceerd als dat er nu gebeurt. In 2050 moet bio-energie een nog veel groter aandeel hebben om de klimaatdoelen te halen.<sup>16</sup>

Het probleem is dat er niet zoveel aanbod is aan biomassa. Om dit te halen zullen we dus extra groene brandstoffen moeten maken. Dit kan door bosplantages aan te leggen of door land wat nu voor eten wordt verbouwd gebruiken voor het verbouwen van producten speciaal voor biomassa. Voor beide manieren gelden dezelfde risico's: bodemuitputting, koolstofdioxide uitstoot, verlies aan biodiversiteit en voedseltekort.

Deze gewassen en bossen zullen worden gekapt zodra ze geschikt zijn om te verbrand te worden. Het hele jaar door zal deze grond gebruikt worden om hier zoveel mogelijk op te kunnen produceren. Door deze intensieve manier van produceren kan er bodemuitputting ontstaan, de waarde van de grond kan dan dalen.

Een tweede nadeel is de koolstofdioxide uitstoot. Bij de energieopwekking uit biomassa komt koolstofdioxide vrij. Zodra een boom is gekapt duurt het vele jaren voordat deze boom weer groot is en dus op zijn oude capaciteit koolstofdioxide kan opnemen. Voordat een boom weer energie neutraal is zijn er al weer tientallen jaren voorbij. Dit betekent dat je gigantische bossen nodig zou hebben om de extra uitstoot weer op te vangen. Hier hebben we in Nederland helemaal geen ruimte voor! Importeren zou een optie zijn, maar de schepen die dit zouden moeten vervoeren stoten dan meer uit dan wat dit op zou leveren. Het koolstofdioxide probleem geldt niet alleen voor bomen maar ook

<sup>16</sup> (Sociaal-Economische Raad, 2013)

voor landbouwgewassen. Het proces versnellen, wat we aan het doen zijn op deze manier, zorgt er gewoon voor dat we extra koolstofdioxide uitstoten.

Het volgende risico aan extra biomassa produceren is het feit dat de biodiversiteit achteruit zal gaan. Grote stukken land zullen worden gebruikt voor één soort gewas of boom. Het beste voor de natuur zou zijn om zo veel mogelijk verschillende planten en dieren bij elkaar te hebben, dit is op deze plantages niet mogelijk.

Het laatste risico is dat de voedselproductie achteruit zal gaan. Op land waar nu gewassen worden verbouwd om te eten, worden dan de energieplantjes gekweekt. Men zal dus moeten gaan produceren met een hoger rendement om dezelfde voedselhoeveelheid te kunnen behouden.

### Bouwkosten

Over de bouwkosten van een biomassacentrale is niet veel bekend. Maar een biomassacentrale hoeft ook niet extra te worden gebouwd. Je kunt ook bestaande kolencentrales gaan gebruiken om biomassa in te doen in plaats van kolen.

### Opbrengsten

Hoeveel een biomassacentrale precies opwekt is lastig te zeggen. Wel kan één biomassacentrale complete steden van energie voorzien. Je hebt dus niet heel veel centrales nodig om Overijssel te voorzien van voldoende elektriciteit.

### Huidige installaties

Op het kaartje hiernaast, figuur 14, is te zien dat er verschillende biomassacentrales zijn in Nederland. Een aantal zijn heel kleinschalig. Er zijn 19 centrales momenteel in gebruik die meer dan 1 MW ( $1 \cdot 10^6$  Watt) produceren.<sup>17</sup> Deze centrales zijn op allerlei manieren gefinancierd. Sommige zijn van bedrijven die zich zo van hun eigen stroombehoefte kunnen voorzien. Anderen zijn gefinancierd door de overheid.



Figuur 14, Biomassacentrales Overijssel (avih, sd)

Er zijn 3 grote centrales in Overijssel, in Goor, Steenwijk en Hengelo. Die in Goor en Steenwijk draaien volledig op biomassa. De centrale in Hengelo is naast een biomassa centrale ook een afvalverwerkingsbedrijf.

### Toekomstplannen

De overheid ziet biomassa wel als een oplossing voor de energietransitie. We hebben het nodig om over te gaan naar een volledig duurzaam energiesysteem. Het volgende staat op de site van de rijksoverheid:

*Het kabinet gaat ervan uit dat een CO<sub>2</sub>-arme en circulaire economie alleen haalbaar en betaalbaar is met de inzet van bio-energie. Dat staat in het Klimaatakkoord. Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) heeft berekend dat biomassa na 2030 schaars kan worden in de wereld. Daarom wil het kabinet biomassa zo beperkt en hoogwaardig mogelijk inzetten. Dat betekent dat plantaardige (en dierlijke) materialen eerst gebruikt worden om producten van te maken zoals bouw materiaal, textiel of bio-plastics, en daarna eventueel als brandstof. Dit heet ook wel bio-economie of biobased economy.<sup>18</sup>*

<sup>17</sup> (avih, sd)

<sup>18</sup> (Rijksoverheid, sd)

Het ministerie van Economische zaken heeft eind 2015 een rapport gepubliceerd over hoe de biomassa voorziening eruit zou moeten zien in 2030. Allereerst wordt er gekeken naar de vraag en het aanbod van biomassa. Ze concluderen dat er voldoende duurzaam geproduceerde biomassa aanwezig zou moeten kunnen zijn om aan de volledige vraag te voldoen. Wel moet er hiervoor veel geld geïnvesteerd worden in een duurzame productie. Ook staat in dit rapport dat de meest effectieve oplossing het bijmengen van biomassa in kolencentrales. Om zo zoveel mogelijk kolen te vervangen door biomassa.<sup>19</sup>

### Conclusie

De overheid is wel bereid om er in te investeren, maar dit moet wel op een goede manier gebeuren. We gaan alleen biomassa gebruiken als het afval is of duurzaam is geproduceerd. Bio-energie is een goede energiebron om over te stappen van fossiele brandstoffen naar een volledig duurzame opwekking. Wel moeten we oppassen welk soort biomassa wordt gebruikt.

## 1.4 Bodemenergie

We onderscheiden drie vormen van bodemenergie: Een warmtepomp, warmte-koude opslag en geothermie. Ze maken alle drie gebruik van het warme of koude grondwater in de bodem. Het verschil tussen de verschillende vormen zit hem in de diepte waar het water vandaan komt en de opbrengsten van de vorm van bodemenergie.

### 1.4.1 Warmtepomp

De warmtepomp is vooral geschikt voor kleine schaal en haalt warmte uit de ondiepste lagen gesteente. Een warmtepomp is geschikt voor het verwarmen van één woning.

#### *Voor- en nadelen*

Er zitten verschillende voor- en nadelen aan een warmtepomp: Allereerst is het een duurzame energiebron, wat natuurlijk erg belangrijk is. Tevens leveren warmtepompen naast warmte, kunnen ze ook koelen.

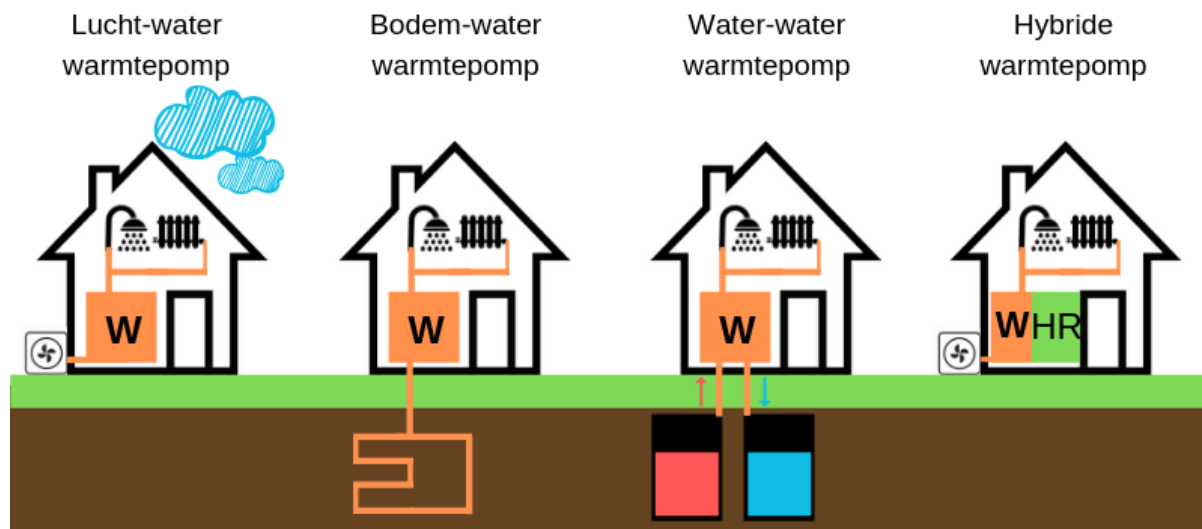
Er zitten ook nadelen aan de warmtepompen, bijvoorbeeld de aanschafkosten en het feit dat je huis goed moet zijn geïsoleerd om een warmtepomp te laten renderen.

---

<sup>19</sup> (Ministerie van Economische Zaken, 2015)

### Bouwkosten

De prijzen van een warmtepomp variëren erg, namelijk tussen de €5.000 en de €25.000 per installatie. De variatie in prijs is afhankelijk van de soort warmtepomp, zie figuur 15.



Figuur 15, Verschillende soorten warmtepompen (Birger, sd)

### Opbrengsten

Voor een huishouden levert een warmtepomp op basis van de bodem een besparing op van 1600 kWh<sup>20</sup> ten opzichte van een HR-ketel.

### Huidige installaties

Er zijn geen cijfers bekend over hoeveel warmtepompen er in Overijssel zijn geïnstalleerd. Op dit moment zijn er 220.000<sup>21</sup> warmtepompen geïnstalleerd in Nederland.

### Toekomstplannen

Doordat de warmtepomp geschikt is voor één enkele woning kan de provincie Overijssel weinig betekenen. Daarom heeft de provincie Overijssel wel rekening gehouden met warmtepompen in de energietransitie maar ze spelen hierbij zelf geen rol.

### Conclusie

De provincie kan dus minder betekenen op het gebied van warmtepompen aangezien dit een keuze is van de woningeigenaar. De Provincie kan wel subsidie verlenen aan woningeigenaren die een warmtepomp willen installeren als ook aan woningbouworganisaties om zo mensen te stimuleren hun woning te verduurzamen. In 2018 is het aantal warmtepompen in Nederland met meer dan 100.000<sup>22</sup> gegroeid, bij een extra stimulans door middel van subsidie en de verbetering van het rendement in de komende jaren mag je ervan uitgaan dat deze groei minimaal blijft doorzetten.

<sup>20</sup> (Waterpompplein.nl, sd)

<sup>21</sup> (waterpompplein.nl, 2018)

<sup>22</sup> (Vakblad waterpompen, 2019)

#### 1.4.2 Warmte-koude opslag

Bij warmte-koude opslag wordt de warmte en de kou uit de bodem gebruikt om gebouwen te verwarmen of te verkoelen. Warmte-koude opslag kan op lokale schaal worden toegepast; een bedrijfspand of kantoor kan voor zichzelf een warmte-koude opslag installatie of WKO-installatie aan laten leggen.

##### *Voor- en nadelen*

WKO heeft verschillende voordelen waarbij de belangrijkste de energiewinst is. Daarnaast heeft WKO een hoger rendement dan een warmtepomp wat op dit moment veel gebruikt wordt voor woningen. Helaas zijn de kosten voor WKO net als bij de warmtepomp erg hoog. Ook zijn WKO-installaties afhankelijk van de locatie waardoor het niet overal geplaatst kan worden.

##### *Bouwkosten*

De kosten van een WKO-installatie zijn dan gemiddeld 70.000 euro<sup>23</sup>.

##### *Opbrengsten*

Het vermogen van een WKO-installatie hangt af van de grootte, gemiddeld kun je uitgaan van 150 kW warmtevermogen en 200 kW koelvermogen.

##### *Huidige installaties*

Op dit moment zijn er zo'n 40<sup>24</sup> WKO-installaties in de provincie Overijssel.

##### *Toekomstplannen*

Warmte-koude opslag kan overal worden toegepast, hoewel er wel aquifers aanwezig moeten zijn. Dit zijn goed waterdoorlatende lagen in de ondergrond met een hoge temperatuur. Voor WKO is dit echter over het algemeen veel beschikbaar.

In de provincie Overijssel is WKO niet toegestaan in waterwingebieden en grondwaterbeschermingsgebieden en WKO mag tot een bepaalde diepte aangelegd worden in boringsvrije zones. In de verordening van de Provincie Overijssel staan deze dieptes.

In de transitie gaat de provincie Overijssel uit van 200 nieuwe WKO-systemen. Hierbij speelt de provincie zelf geen rol, want dit zijn investeringen door bedrijven en kantoren.

##### *Conclusie*

Concluderend kunnen we dus zeggen dat WKO een mooie bijdrage is aan de energietransitie. Echter ook hier kan de provincie Overijssel, net als bij de warmtepompen, zelf niet investeren en is het afhankelijk van de keuzes van anderen. Toch zijn subsidies hier wel een goede optie: het belangrijkste nadeel zijn de aanschafkosten van het systeem.

---

<sup>23</sup> (Energievastgoed, 2015)

<sup>24</sup> (Provinciale Staten van Overijssel, 2010)

### 1.4.3 Geothermie

Bij geothermie wordt de warmte van het grondwater gebruikt. Het grondwater wordt omhoog gepompt en de warmte wordt gebruikt voor het verwarmen van huizen, bedrijfspanden, kassen enzovoort.

#### *Voor- en nadelen*

Geothermie heeft verschillende voordelen: allereerst is het iets dat makkelijk kan worden toegepast, waarbij de omgeving geen overlast ervaart. Het is op veel plekken een goede optie. Voor geothermie zijn er twee benodigdheden: aquifers en voldoende vraag naar warmte; een woonwijk of een bedrijventerrein. De aquifers moeten voor geothermie aan meer eisen voldoen om geschikt te zijn dan bij WKO. Hierdoor kan Geothermie niet overal.

Daarnaast is geothermie een vorm van warmte die erg betrouwbaar is, want het is niet afhankelijk van het weer. Hierdoor is de hoeveelheid warmte te voorspellen en is de hoeveelheid constant.

Ten slotte is geothermie op dit moment een van de goedkopere energiebronnen, maar het is nog niet goedkoop genoeg om te concurreren zonder subsidie.

#### *Bouwkosten*

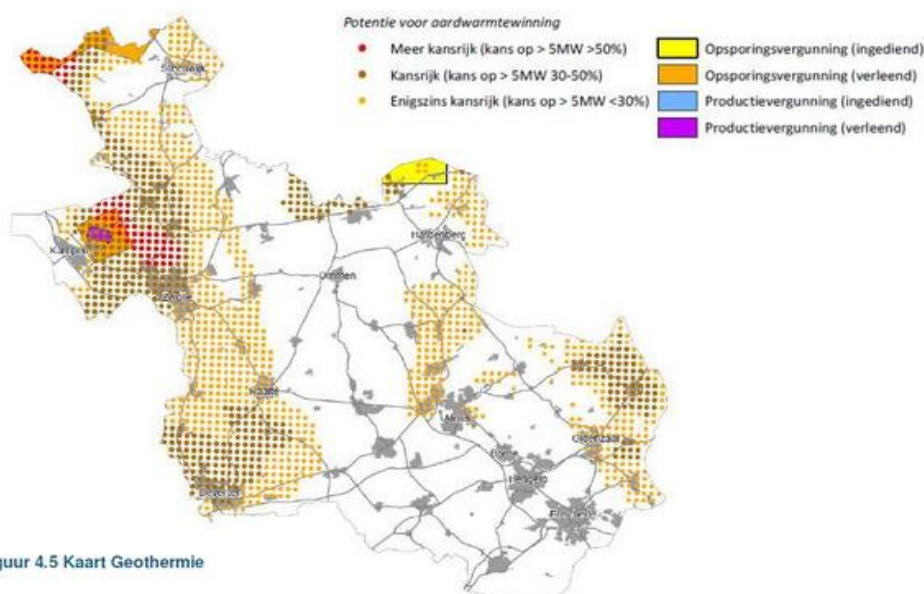
De investeringskosten van een geothermie installatie zijn ongeveer 1,3 tot 1,7 miljoen euro per MW<sup>25</sup>, dit is de thermische capaciteit van een geothermie bron. Er zijn natuurlijk ook kosten voor het verspreiden van de gewonnen warmte, deze kosten zijn veel moeilijker in te schatten; deze zijn afhankelijk van de omvang en de kwaliteit van de warmtevraag. Om deze zo laag mogelijk te houden is het handig om deze installatie in de buurt van een woonwijk of bedrijventerrein te plaatsen.

#### *Opbrengsten*

Geothermie levert een gemiddelde besparing van 180.000 GJ<sup>26</sup> per bron.

#### *Huidige installaties*

In figuur 16 kun je zien dat er op dit moment geothermie wordt opgewekt in de omgeving Zwolle.



Figuur 16, Gebieden met potentie voor aardwarmte in Overijssel (Provincie Overijssel, 2017)

<sup>25</sup> (Platform Geothermie, 2017)

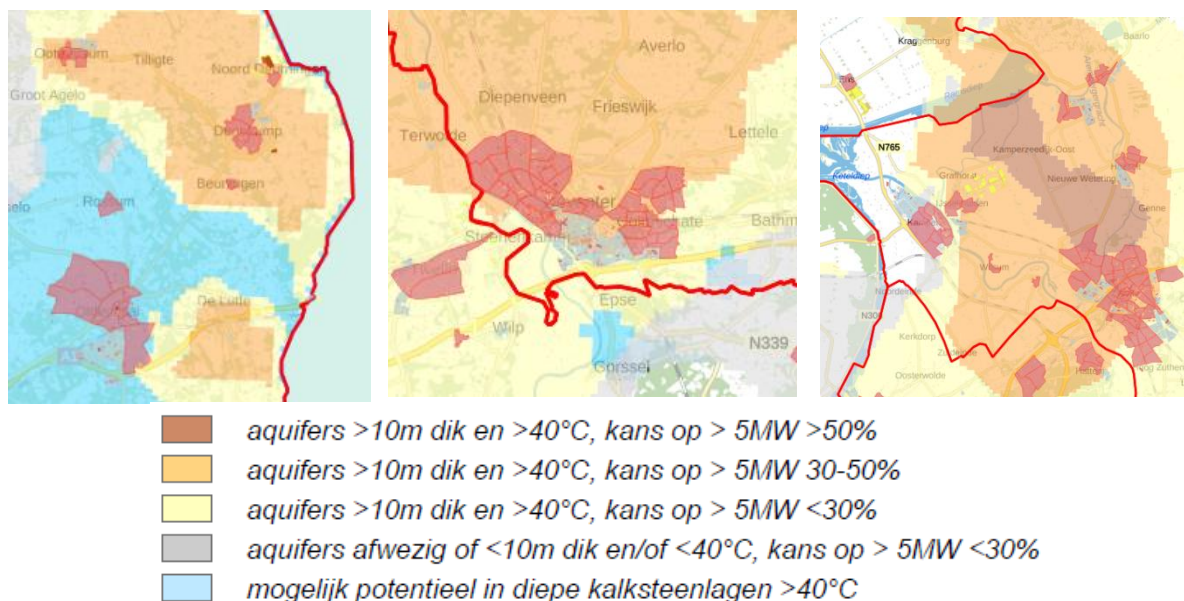
<sup>26</sup> (Platform Geothermie, 2017)



### Toekomstplannen

Geothermie is niet toegestaan in waterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden en boringsvrije zones.

Geothermie kan alleen voorkomen bij aquifers. Er zijn verschillende aquifers, afhankelijk van de gesteentelaag waarin ze voorkomen. In de Krijt-Jura periode zijn er geen aquifers ontstaan in de provincie Overijssel<sup>27</sup>. In de Trias is er een potentieel gebied bij Denekamp en Oldenzaal. Hier komen aquifers en woonkernen met warmtevraag bij elkaar, zie het linker kaartje van figuur 17. In het Rotliegend zijn twee potentiële gebieden bij Zwolle en Kampen en Deventer. Bij Zwolle en Kampen wordt hier op dit moment ook al gebruik van gemaakt.



Figuur 17, Kans op potentiële aquifers (van links naar rechts: Oldenzaal, Deventer en Zwolle) (Provincie Overijssel, 2017)

De provincie Overijssel heeft de opdracht gegeven om in de energietransitie van 2015 naar 2023 vier nieuwe projecten geothermie te verwezenlijken.

### Conclusie

Geothermie is een goede optie voor de provincie Overijssel om energie te winnen want het is een vorm van energie waar relatief weinig nadelen aanzitten. Toch is een belangrijk nadeel dat het afhankelijk is van aquifers in de bodem hierdoor zal er eerst onderzocht moeten worden waar het mogelijk is. Het bouwen van een geothermie installatie kost wel veel tijd.

### Conclusie

Concluderend kunnen we zeggen dat alle drie de verschillende vormen van warmte uit de bodem goed te gebruiken zijn in de toekomstige energieverdeling. De provincie kan zelf investeren in geothermie, daarnaast kan het door middel van subsidies warmtepompen en warmte-koude opslag aantrekkelijker maken.

<sup>27</sup> (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, sd)

## 1.5 Waterenergie

Waterenergie is een onderwerp die niet wordt meegenomen door de Provincie Overijssel in de energietransitie. Er zijn verschillende vormen van waterenergie die mogelijk zouden kunnen zijn in Nederland: waterkrachtcentrales, getijdenenergie en blue energy. Voor de Provincie Overijssel is het alleen interessant om te kijken naar waterkrachtcentrales; voor getijdenenergie moet er sprake zijn van getijdeverschil en voor blue energy moet er sprake zijn van zout water in de buurt van zoet water.

### 1.5.1 Waterkrachtcentrales

In Overijssel stromen een aantal rivieren, de belangrijkste zijn de IJssel en de Vecht, deze zijn beide geschikt voor het winnen van energie uit water. De potentie is het grootst bij stuwen en kribben vanwege de hoge stroomsnelheid. Een voorbeeld van zo'n project is de ontwikkeling van een waterkrachtcentrale bij de stuw de Haandrik door het bedrijf Vivace.

#### *Voor- en nadelen*

Waterkrachtcentralen hebben als belangrijkste voordeel dat het een onuitputtelijke energiebron is. Daarbij is het op verschillende plekken ook rendabel om toe te passen. Helaas kan het alleen niet op veel plekken: de stroomsnelheid moet hoog genoeg zijn.

#### *Bouwkosten*

De begrote bouwkosten van de installatie bij de stuw de Haandrik zijn 820.000 euro.

#### *Opbrengsten*

De opbrengsten van de stuw de Haandrik zouden 280.000 kWh per jaar moeten zijn. Het verval is hier echter wel 2 meter, wat erg hoog is in vergelijking met de meeste plekken in de provincie Overijssel. Dit betekent dan ook dat de opbrengsten hier hoger uitvallen dan op andere potentiële locaties.

#### *Huidige installaties*

Op dit moment zijn er geen installaties in de provincie Overijssel. Vroeger werd er wel bij de stuw bij Haandrik energie gewonnen.

#### *Toekomstplannen*

De provincie Overijssel heeft zelf geen plannen voor waterenergie in de provincie. Er zijn echter wel projecten door investeerders, zoals de ontwikkeling van de waterkrachtcentrale bij de stuw de Haandrik.

Bij de IJssel is er dus een samenwerking mogelijk met het project Ruimte voor de Rivier en de kribverlaging. De Vecht heeft meerdere stuwen waar energie opgewekt kan worden.

#### *Conclusie*

Hieruit blijkt dat waterenergie niet het verschil gaat maken in de energievoorziening van de provincie Overijssel, toch is dit een goed voorbeeld van kleine initiatieven die kunnen bijdragen aan de energietransitie omdat het ook qua kosten rendeert.

## 1.6 Kernenergie

Een kerncentrale werkt in principe hetzelfde als een kolencentrale. De kolen worden verbrand en hierbij komt warmte vrij. Met deze warmte wordt water opgewarmd waardoor dit wordt omgezet tot waterdamp dat een turbine laat draaien. In deze turbine wordt stroom opgewekt, net zoals in een dynamo van een fietslamp. Het grote verschil met een kerncentrale is de brandstof. Hier wordt geen kolen gebruikt maar uranium. Uranium wordt niet verbrand maar wordt gespleten in een kernreactor. Dit gebeurt door een neutron met de juiste snelheid op een uraniumatoom af te schieten. Het uranium splijt en hierbij komt radioactief afval, 2 neutronen en heel veel energie vrij. Deze energie komt vrij in de vorm van warmte. Met deze warmte gebeurt hetzelfde als in een kolencentrale.

### Voor- en nadelen

Het grote voordeel van kernenergie is dat er, in tegenstelling tot de fossiele brandstoffen, geen broeikasgassen bij vrij komen. Het nadeel van een kerncentrale is het radioactieve afval. Na de splitsing van het uranium komt er afval vrij. Dit afval zal nog jaren radioactieve straling afgeven. Te veel radioactieve straling is schadelijk voor de mens. Dit afval moet je heel goed opslaan in afgesloten ruimtes, zodat het niet in aanraking komt met mensen.

Veel mensen zijn sceptisch over kernenergie, deze mensen denken aan de kernrampen in Tsjernobyl of Fukushima. Toch zijn er weinig incidenten met kerncentrales. De eerste kerncentrale werd gebouwd in 1942, wereldwijd zijn er momenteel rond de 450 kerncentrales. In ongeveer 80 jaar zijn er maar 7 kernrampen geweest terwijl er 450 centrales wereldwijd staan.

Wat veel mensen niet weten is dat andere manieren van energie opwekken ook niet zonder slachtoffers gaat. In het rapport Europe's Dark Cloud van het Wereld Natuur Fonds, de Health and Environment Alliance en het Climate Action Network staat dat jaarlijks duizenden mensen overlijden door de luchtvervuiling van kolencentrales in EU.<sup>28</sup>

Op de site van Our world in Data, dat wetenschappelijke informatie verzameld over wereldproblemen staat het volgende diagram:



Figuur 18, Overledenen van luchtvervuiling en ongelukken gerelateerd aan de energieproductie, in overledenen per terawattuur<sup>29</sup>

<sup>28</sup> (Wereld Natuur Fonds, 2016)

<sup>29</sup> (Death rates from energy production per TWh, 2007)

Kernenergie is zo veilig, dat er bijna geen doden vallen! We blijven ook steeds in ontwikkeling en kernenergie zal dus nog veilig worden in de toekomst.

De Volkskrant heeft 5 Juli 2019 een artikel gepubliceerd over waarom kernenergie dé oplossing is voor het klimaatprobleem. Hierin staat: Ter vergelijking: als de brandstof voor een kerncentrale in een vrachtwagen past, heb je voor een kolencentrale met dezelfde capaciteit 25 duizend treinwagons nodig. Dankzij die concentratie brengt kernenergie nauwelijks schade aan de natuur.<sup>30</sup>

Kernenergie is een betrouwbare energiebron, het draait tenslotte altijd en is alleen afhankelijk van de aanvoer van uranium, wat geen probleem hoort te zijn.

Ook wordt er in het artikel van de Volkskrant aangekaart dat het ook een risico met zich meebrengt omdat je met de juiste kennis nucleaire wapens zou kunnen maken. Hoogleraar internationale betrekkingen Joshua Goldstein, zegt in het interview met de Volkskrant dat dit voor Nederland niet van toepassing is. Nederland is een betrouwbaar en stabiel land. Hier zou niemand wat met een atoombom willen.

Een groot nadeel is de bouwduur van een kerncentrale. Er moet eerst veel geregeld worden op het gebied van veiligheid voordat de bouw kan beginnen. Wel staan er nu een aantal kerncentrales in Nederland die niet draaien, deze kunnen makkelijk weer worden vernieuwd en worden gestart. De bouw van een kerncentrale duurt lang, minimaal 10 jaar. Als alle plannen en regelgeving al is goedgekeurd.

#### Bouwkosten

Over de bouwkosten van een kerncentrale is vrijwel niets bekend. Dit komt omdat er maar één kerncentrale in Nederland staat die operationeel is.

#### Opbrengsten

De enige centrale in Nederland op dit moment wekt 485 MW op. Dit is 4% van de gebruikte energie in Nederland.<sup>31</sup>

#### Huidige installaties

Er is nu een kerncentrale operationeel in Nederland, dit is de kerncentrale in Borssele. EPZ, de eigenaar van de kerncentrale heeft het op de site staan dat ze met deze centrale 485 MW aan energie produceren. Borssele is een kerncentrale met één reactor.

#### Toekomstplannen

De overheid denkt dat een kerncentrale wel kan bijdragen aan de klimaatdoelen. Toch denken ze niet dat er voor 2030 een nieuwe kerncentrale gebouwd wordt. De bouw van een kerncentrale is duur en het kost veel tijd. Daarom wil de overheid nu liever investeren in andere duurzame bronnen van energie zoals de wind of de zon.

#### Conclusie

Kerncentrale is een schone bron van energie wat veel energie kan opwekken. Het is wel een grote investering omdat het vele jaren duurt voordat een kerncentrale operationeel is. Het is een betrouwbare energiebron; het draait tenslotte altijd.

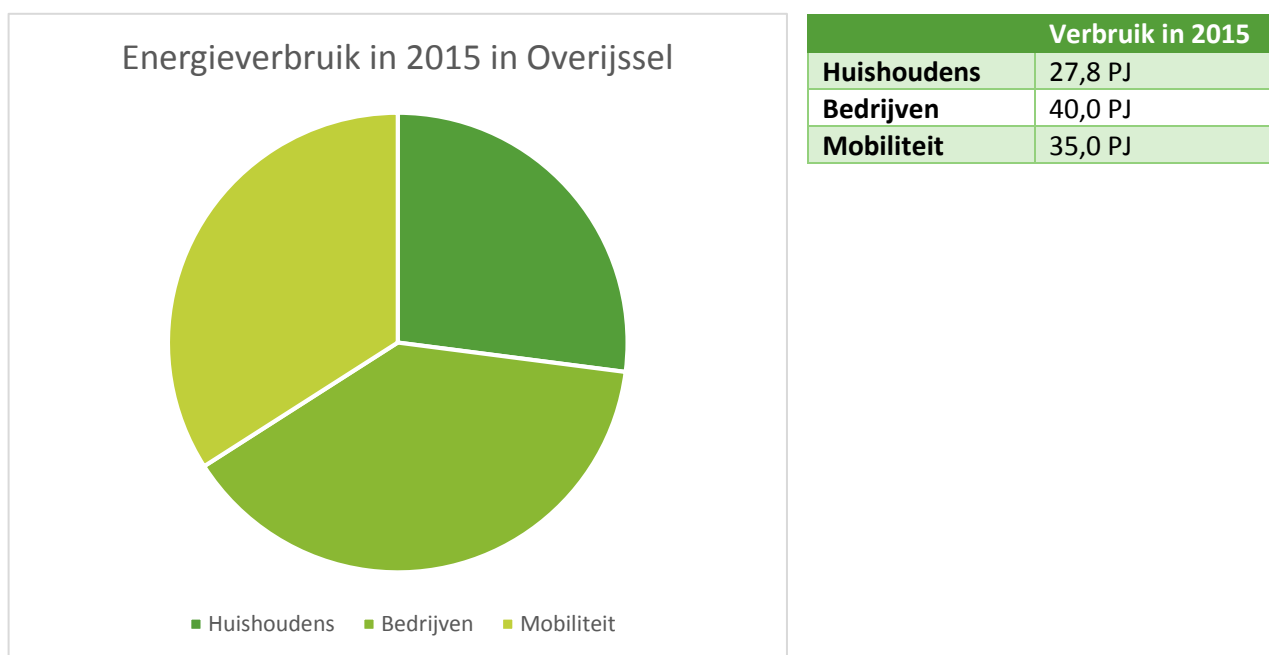
---

<sup>30</sup> (Visscher, De enige manier om snel en krachtig een eind te maken aan de opwarming van de aarde is kernenergie, 2019)

<sup>31</sup> (Opwekking Kernenergie, sd)

## 2, Huidige energieverdeling

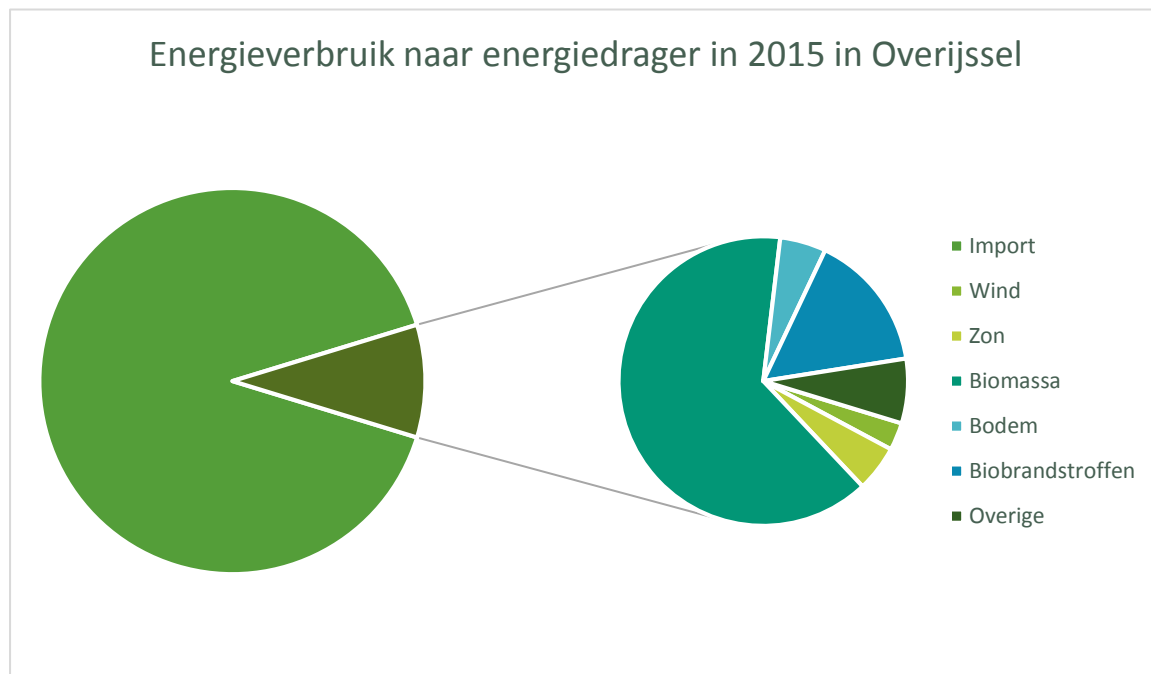
Om te begrijpen wat er veranderd moet worden is het van belang om te weten hoe de huidige situatie is en hoe de huidige energieverdeling eruit ziet. Wat van belang is, is het verschil tussen energie en elektriciteit. Veel mensen denken dat dit hetzelfde is, Echter elektriciteit is slechts een onderdeel van energie. Zo behoren brandstoffen niet tot elektriciteit maar wel tot energie. In dit hoofdstuk hebben wij het iedere keer over energie. Het percentage duurzame energie is over het algemeen lager dan het percentage duurzame elektriciteit, doordat de meeste duurzame energiebronnen bijdragen aan het elektriciteitsnetwerk. Hieronder in figuur 19 zie je het energieverbruik en de verdeling daarvan over verschillende groepen<sup>32</sup>. Hierin is het belang van het verschil tussen energie en elektriciteit duidelijk zichtbaar: de groep mobiliteit heeft een veel kleiner deel in het elektriciteitsverbruik, omdat de belangrijkste energiebron van de groep mobiliteit brandstoffen zijn.



Figuur 19, Energieverbruik Overijssel in 2015 (Provinciale Staten van Overijssel, 2017)

<sup>32</sup> (Provinciale Staten van Overijssel, 2017)

Hieronder in figuur 20 zie je de bijdrages van de duurzame energie in Overijssel in 2015 en het gedeelte duurzame energie ten opzichte van het totaal<sup>33</sup>. Het is duidelijk zichtbaar dat het percentage duurzame energie ten opzichte van het totaal nog erg klein is, maar 7%. En daarvan is ook nog een groot deel bio-energie, misschien wel de meest discutabele vorm van duurzame energie. Het overige deel van de energie in de provincie Overijssel wordt allemaal geïmporteerd, want er zijn namelijk geen energiecentrales voor fossiele brandstoffen in de provincie Overijssel.

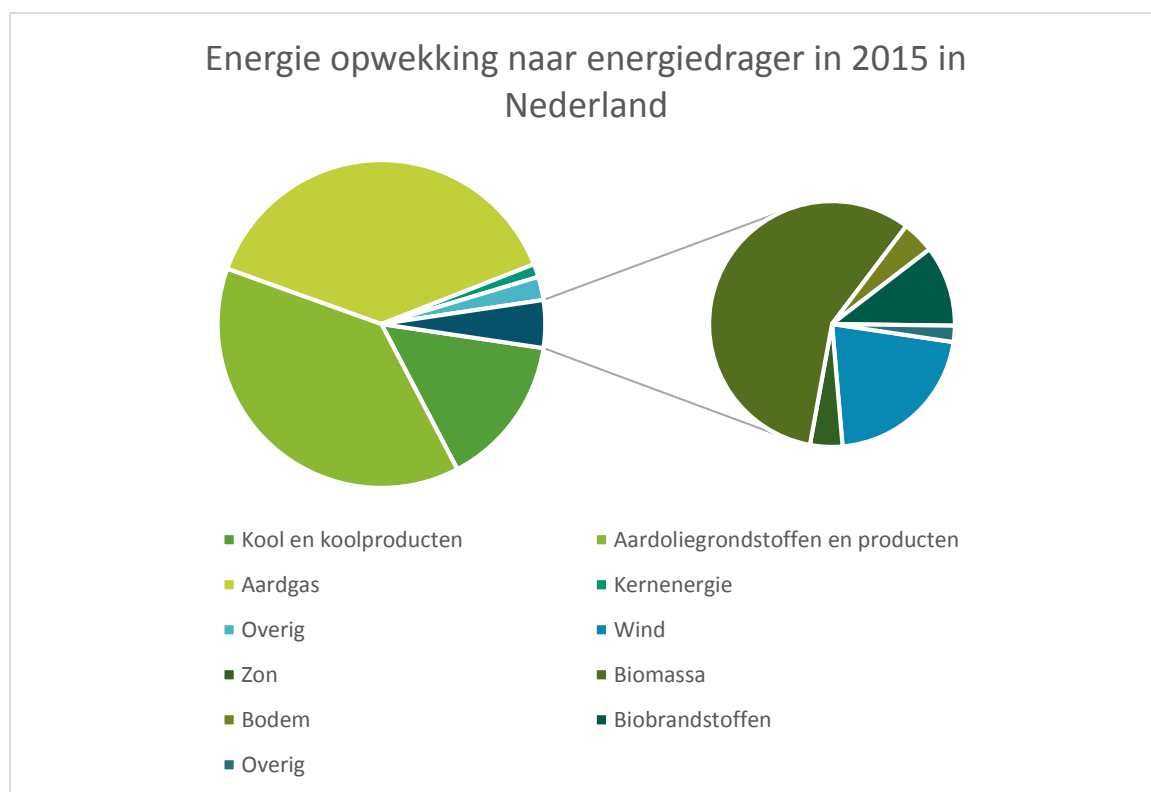


Energiedrager	% in energie opwekking
<b>Import</b>	93,1
<b>Wind</b>	0,3
<b>Zon</b>	0,5
<b>Biomassa</b>	6,2
<b>Bodem</b>	0,5
<b>Biobrandstoffen</b>	1,5
<b>Overig</b>	0,7

Figuur 20, Energieverbruik naar energiedrager Overijssel in 2015, duurzaam (Provinciale Staten van Overijssel, 2017)

<sup>33</sup> (Provinciale Staten van Overijssel, 2017)

Alle energie die niet duurzaam wordt opgewekt in de provincie wordt geïmporteerd. Niet alle energie die wordt geïmporteerd is fossiel. Hieronder in figuur 21 zie je het energieverbruik per energiedrager, ook dat van de fossiele brandstoffen in Nederland in 2015<sup>34</sup>. Hiervan is maar een klein deel duurzaam opgewekt. Het aandeel windenergie in Nederland is groter dan in de provincie. De verklaring hiervoor is dat er een groot deel van de windenergie op zee wordt opgewekt; dat is niet mogelijk in Overijssel.

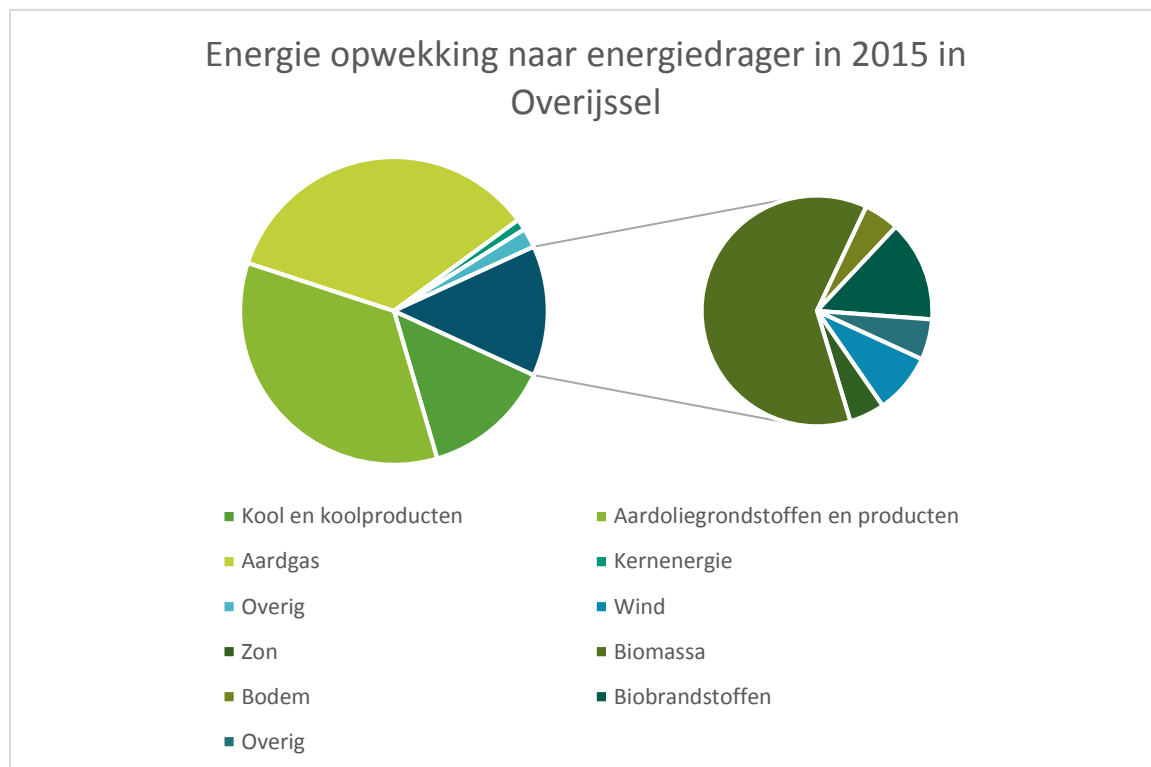


Energiedrager	% in energie opwekking
<b>Kool en koolproducten</b>	15,0
<b>Aardoliegrondstoffen en producten</b>	38,2
<b>Aardgas</b>	38,6
<b>Kernenergie</b>	1,3
<b>Overig</b>	2,3
<b>Wind</b>	1,0
<b>Zon</b>	0,2
<b>Biomassa</b>	2,7
<b>Bodem</b>	0,2
<b>Biobrandstoffen</b>	0,5
<b>Overig</b>	0,1

Figuur 21, Energieopwekking naar energiedrager Nederland in 2015 (CBS, 2016), (CBS, 2017)

<sup>34</sup> (CBS, 2016), (CBS, 2017)

Wanneer je het energieverbruik van Nederland als de geïmporteerde energie in de energieverdeling van Overijssel toevoegt, ontstaat de huidige energieverdeling van Overijssel. Deze is hieronder zichtbaar in figuur 22



Energiedrager	% in energie opwekking
<b>Kool en koolproducten</b>	14,0
<b>Aardoliegrondstoffen en producten</b>	35,6
<b>Aardgas</b>	35,9
<b>Kernenergie</b>	1,2
<b>Overig</b>	2,1
<b>Wind</b>	1,2
<b>Zon</b>	0,7
<b>Biomassa</b>	8,7
<b>Bodem</b>	0,7
<b>Biobrandstoffen</b>	2,0
<b>Overig</b>	0,8

Figuur 22, Energie opwekking naar energiedrager Overijssel in 2015

### Conclusie

Concluderend kunnen we zeggen dat er nog veel moet gebeuren in de provincie Overijssel om de doelstellingen te halen. Doordat een groot deel van de huidige energieverdeling geïmporteerd is, kan dit een vertekend beeld geven. Het is van belang dat het geïmporteerde deel kleiner wordt, zodat de provincie minder afhankelijk is van andere gebieden en landen.



### 3, Beleid van de provincie

De provincie Overijssel heeft al veel beleid geschreven voor de energietransitie.

Het beleid van de provincie Overijssel is op dit moment gericht op twee doelstellingen:

- 20% hernieuwbare energie in 2023 en
- 30% hernieuwbare energie in 2030

Ten opzichte van deze doelstellingen heeft de provincie een ambitie uitgesproken:



---

Een betrouwbare, duurzame en betaalbare  
energievoorziening met beperking van uitstoot van  
broeikasgassen.

Omgevingsvisie Provincie Overijssel

---



De Provincie Overijssel heeft in zijn omgevingsvisie de kansen van verschillende hernieuwbare energiebronnen uitgewerkt. Tevens hebben zij daar onderzocht hoe zij de verschillende maatregelen kunnen financieren en hebben zij ruimte gemaakt in de begroting.

Ten aanzien van de veranderingen ten opzichte van de energieverdeling en de doelstellingen die zijn opgesteld, heeft de Provincie Overijssel het uitvoeringsprogramma Nieuwe Energie<sup>35</sup> opgesteld. Hierin heeft de provincie Overijssel de concrete maatregelen uitgewerkt die nodig zijn om in 2023 voor 20% zelf hernieuwbare energie opwekken.

---

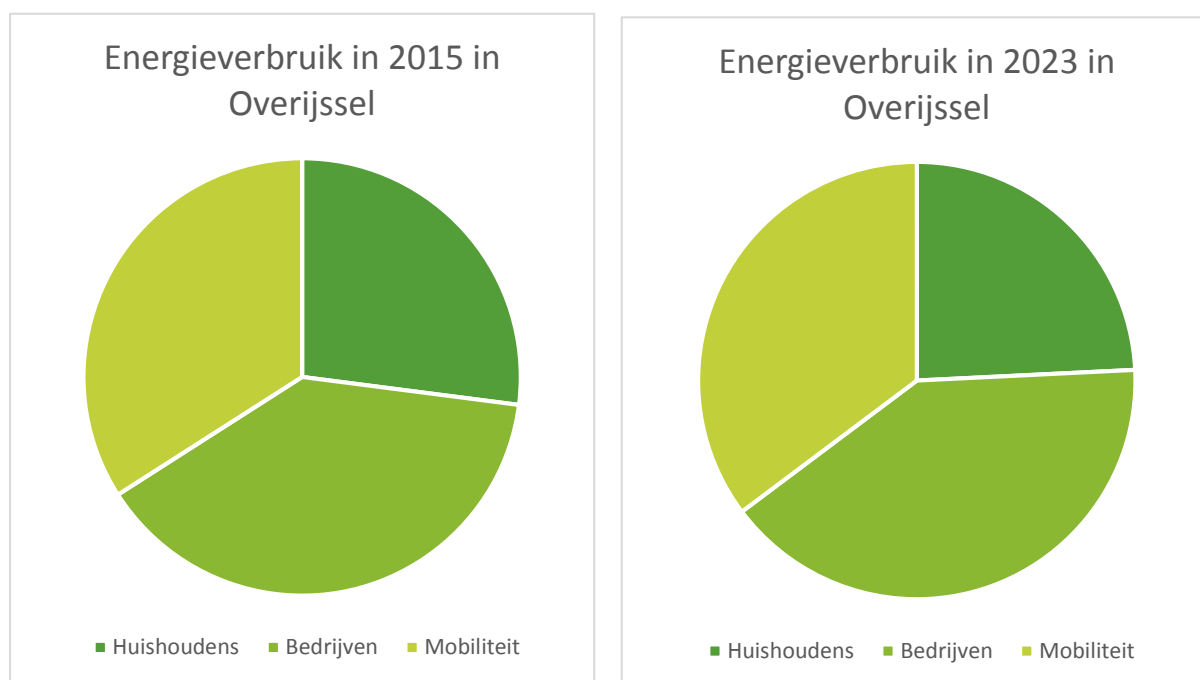
<sup>35</sup> (Provinciale Staten van Overijssel, 2017)

Hoewel er nog geen beslissingen genomen zijn, is de provincie Overijssel al wel uitgegaan van een concrete verdeling in het rapport<sup>36</sup>. Deze is als volgt:

- windenergie: het doel is tenminste 1,4 PJ in 2023 gerealiseerd te hebben, maar er is nadrukkelijk potentie voor meer. Een groei naar 2 PJ is (ruimtelijk) mogelijk, mits er draagvlak voor ontstaat;
- zonne-energie: de doelstelling voor zonne-energie is bijna 2 PJ. De bijdrage van zonne-energie is gerelateerd aan windenergie (in de huidige allocatiediscussie wordt er vaak een keuze gemaakt voor het opwekken van wind- of zonne-energie); het totaal van zon en wind zou tenminste 3,4 PJ per jaar moeten genereren;
- bio-energie: het doel is om in 2023 ruim 10 PJ aan energie uit biomassa te produceren;
- bodemenergie: voor 2023 wordt door geothermie en warmte-/koudeopslag ingezet op 2,4 PJ.
- overige maatregelen: (collectieve) warmtepompen en restwarmtebenutting zal op 1,6 PJ komen.

Daarnaast is het de bedoeling om het verbruik te verminderen: van 102,8 PJ naar 96,3 PJ. De verdeling over de groepen zal hierdoor ook veranderen, zie de figuren en tabel 23 hieronder.

	Verbruik in 2015	Verbruik in 2023
<b>Huishoudens</b>	27,8 PJ	23,3 PJ
<b>Bedrijven</b>	40,0 PJ	39,0 PJ
<b>Mobiliteit</b>	35,0 PJ	33,9 PJ

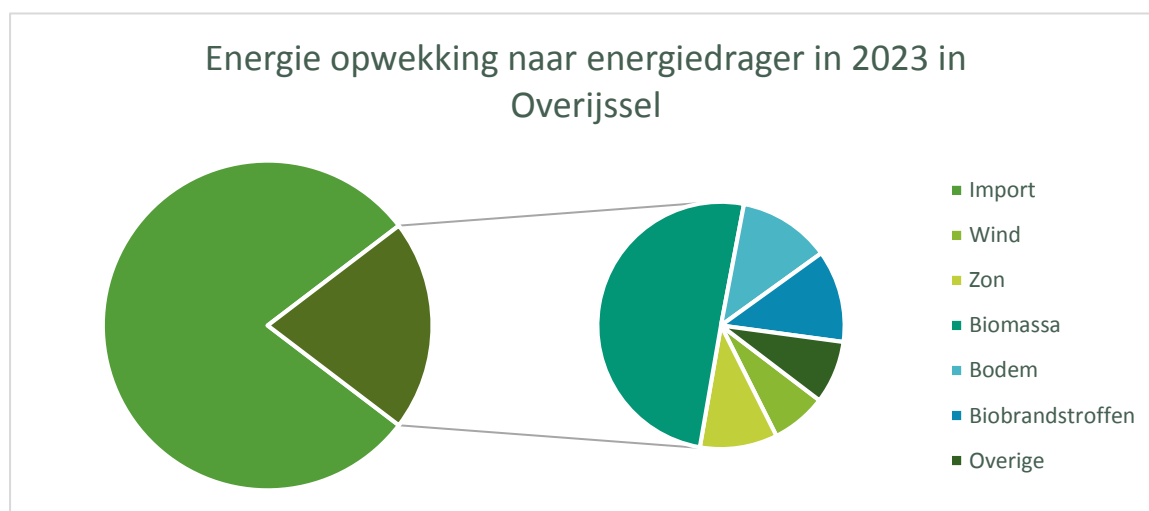
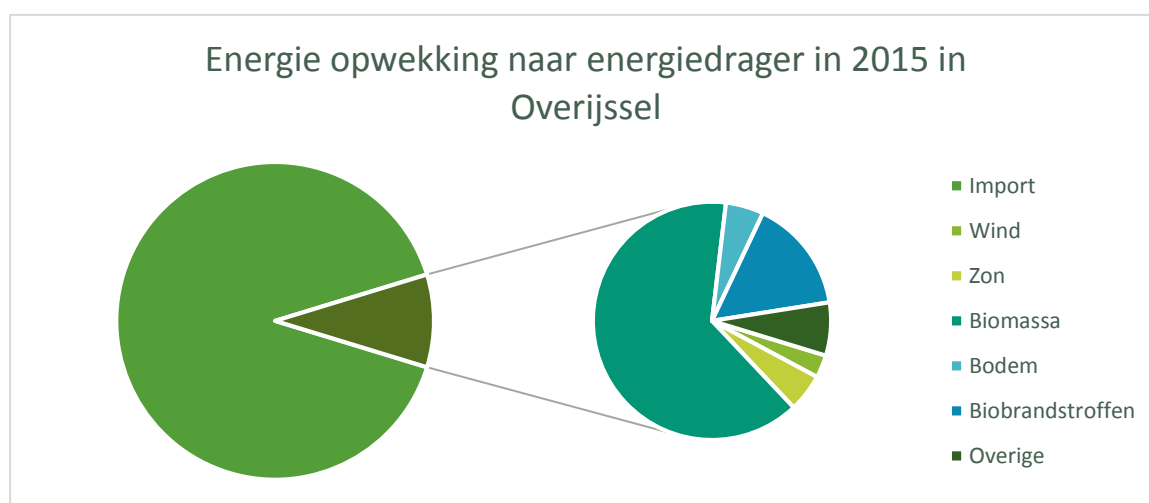


Figuur 23, Energieverbruik Overijssel in 2015 en 2023

<sup>36</sup> (Provinciale Staten van Overijssel, 2017)

Als gevolg van de daling van het energieverbruik en de concrete maatregelen veranderd de energieverdeling. Indien men de concrete maatregelen volgt zie je dus ook dat het percentage duurzame energie in de energieverdeling is gegroeid tot de beoogde 20%. Zie hieronder in de figuren en tabel 24

Energiedrager	% in energie opwekking in 2015 in Overijssel	Minimale % in energie opwekking in 2023 in Overijssel
<b>Import</b>	93,1	79,3
<b>Wind</b>	0,3	1,5
<b>Zon</b>	0,5	2,1
<b>Biomassa</b>	6,2	10,4
<b>Bodem</b>	0,5	2,5
<b>Biobrandstoffen</b>	1,5	2,5
<b>Overig</b>	0,7	1,7



Figuur 24, Energie opwekking naar energiedrager Overijssel in 2015 en 2023

Ondertussen zijn er al een aantal jaren verstreken en is er een voortgangsrapport<sup>37</sup> opgesteld in 2018 over de voortgang van het handelen. Het ziet er op dit moment naar uit dat de doelstellingen niet gehaald zullen worden. Met name de groei van het aandeel windenergie duurt lang doordat er veel protest is, in de periode 2015 tot 2017 is het aandeel windenergie gelijk gebleven. Hieronder in tabel 25 zie je de veranderingen weergegeven volgens het voortgangsrapport:

Energiesoort	Energieopbrengst in 2015	Energieopbrengst in 2017
Windenergie	0,3	0,3
Zonne-energie	0,5	0,8
Bodem	0,5	0,8

Figuur 25, Energieopbrengst 2015 en 2017

Uit de gegevens hierboven blijkt dat er nog veel moet gebeuren en dat het huidige beleid niet effectief genoeg is. Daarnaast blijkt dat het investeren in windenergie moeilijk is doordat er veel weerstand wordt ondervonden.

### 3.1 Begroting provincie

De provincie Overijssel heeft voor 2020 voor verschillende begrotingstaken<sup>38</sup> gericht op de energietransitie geld vrij gemaakt, deze zie je hieronder.

#### 1.1.2 Uitvoering van ons ruimtelijk- en waterbeleid (€886.000)

1. Wij voeren pilots uit in het kader van de transities (energie, klimaat, circulair) die input zijn voor de beleidsontwikkeling.

#### 1.1.3 Ontwikkelen en uitvoeren beleid voor de ondergrond (€186.000)

1. Wij werken samen met partners aan bewustwording en participatie rond het benutten en beschermen van de ondergrond zoals het organiseren van de maand van de bodem.
2. Wij stimuleren gemeenten om ruimtelijk beleid op te stellen waarbij de ondergrond een bijdrage levert aan de maatschappelijke opgaven. Hiermee zorgen we dat de gemeenten zijn voorbereid op hun nieuwe taken onder de Omgevingswet.
3. Wij scherpen het provinciaal beleid aan op bodemenergie en geothermie in het licht van de regionale energiestrategieën.

#### 2.3.1 Stimuleren van energiebesparende maatregelen en de opwekking van hernieuwbare energie (€7.740.000)

1. Wij implementeren de aanbevelingen van de tussenevaluatie programma Nieuwe Energie Overijssel.
2. Wij ontwikkelen met de regio's de Regionale Energiestrategie 2030 voor Twente en West-Overijssel.
3. Wij ondersteunen de ontwikkeling van aardgasvrije wijken.
4. Wij stimuleren duurzame warmtevoorziening door ontwikkeling van warmtenetten voor gebruik van restwarmte en geothermie.
5. Wij versterken de ontwikkelcapaciteit voor lokale initiatieven en projecten zon- en windenergie bij bedrijven en gemeenten en monitoren de ontwikkeling van zonnevelden.

<sup>37</sup> (Provincie Overijssel, 2019)

<sup>38</sup> (Provincie Overijssel, 2020)

6. Wij realiseren 23,5 MW windenergie in de Veenwieken, 8,4 MW windenergie in windpark Nieuwleusen Synergie in de gemeente Dalfsen en 12 MW windenergie in windpark Staphorst WDS.
7. Wij stimuleren aardwarmte en bodemenergie en ondersteunen verdere projectontwikkeling en realisatie van aardwarmteprojecten Zwolle en Kampen.
8. Wij stellen een investeringsvoorstel op voor de impuls van € 20 mln voor energietransitie uit het Coalitieakkoord.

### 2.3.2 Financieren van projecten door Energiefonds Overijssel Acties (€82.000)

1. Wij streven er in 2020 naar om via Energiefonds Overijssel minimaal € 20 miljoen te investeren in projecten gericht op hernieuwbare energie en energiebesparing.
2. Wij gaan na welke mogelijkheden er zijn om de voorwaarden van het Energiefonds te verruimen, zodat lokale initiatieven daar ook gebruik van kunnen maken.
3. Wij stellen als aandeelhouder het jaarplan en de begroting voor 2020 en het jaarverslag over 2019 van het fonds vast.
4. Wij zien als aandeelhouder toe op uitvoering van het jaarplan 2020 van Energiefonds Overijssel.

Al deze acties zijn voor verschillende doeleinden gericht. In 2020 wordt er dus ongeveer 8 miljoen euro uitgetrokken voor het uitvoeren van taken ten opzichte van de energietransitie. Daarnaast bestaat het energiefonds Overijssel dat verschillende subsidies verleent en investeert in projecten die energie besparen of energie opwekken uit hernieuwbare bronnen. Dit fonds bevat ongeveer 200 miljoen euro<sup>39</sup>.

### Conclusie

Uit de begroting kunnen we opmaken dat de provincie Overijssel al veel geld vrijmaakt voor de energietransitie. De begroting verandert ieder jaar, maar het klimaatprobleem zal in de komende jaren alleen maar groter worden, dus we kunnen ervan uitgaan dat dezelfde hoeveelheid budget vrij is in de energietransitie van 2023 naar 2030. Hierbij zal het begrotingsgeld vooral worden gebruikt voor investeringen van de provincie Overijssel zelf, zoals windmolens en geothermie. En het energiefonds kan worden gebruikt voor subsidies en lokale initiatieven, zoals voor zonnepanelen en een waterkrachtcentrale.

---

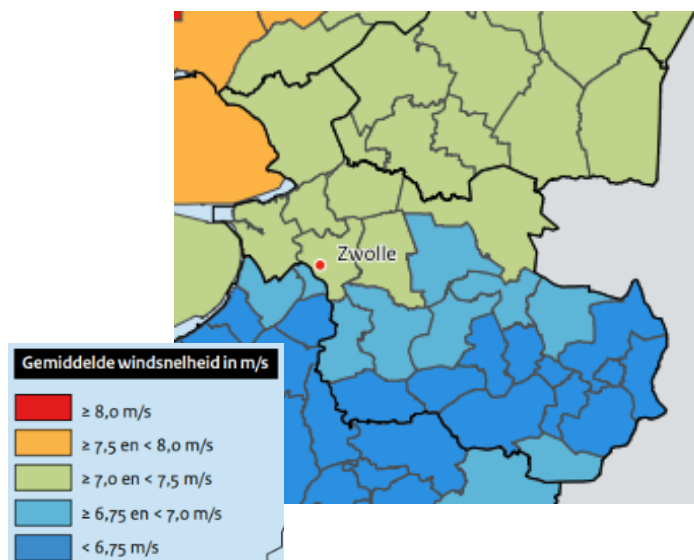
<sup>39</sup> (Energiefonds Overijssel, 2013)

## 3.2 Subsidies

We gaan ook per energiebron bekijken welke subsidies hier op dit moment voor worden gegeven door de nationale overheid. Deze kosten vallen dan weg voor de provincie Overijssel bij het investeren in hernieuwbare energie.

### 3.2.1 Windenergie

Voor windparken is er een SDE+ subsidie, deze subsidies zijn voor gemeenten bij de realisatie van windmolens. Afhankelijk van de windsnelheid in een gemeente wordt de windsnelheid bepaald. In 2019 lag het bedrag van de subsidie op 3,9 eurocent per kWh<sup>40</sup>. De indeling van de windsnelheid per gemeente kun je zien in figuur 26.



Figuur 26, Windsnelheid per gemeente (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2018)

### 3.2.2 Zonne-energie

#### 3.2.2.1 Zonneparken

Ook voor zonneparken bestaat de SDE+ subsidie, deze is voor de eigenaar van het zonnepark. De indeling voor de subsidie op zonnepanelen is afhankelijk van de opbrengst en de locatie. Hierdoor kan de subsidie verschillen tussen de 7,4 en 8,5 eurocent per kWh<sup>41</sup>.

#### 3.2.2.2 Zonnepanelen

Bij de overheid kun je de btw van je zonnepanelen terugvragen. De 21% die je normaal gesproken extra moet betalen, kun je dus weer terugkrijgen.

Ook kun je in sommige gevallen subsidie krijgen. Er is geen landelijke subsidie, maar afhankelijk van in welke gemeente je woont kun je wel subsidie krijgen voor zonnepanelen. Ook kun je in veel gevallen een handige lening afsluiten, dit is voor mensen die geen geld hebben om te investeren.

Naast de subsidie en de teruggave van de btw is er nog een regeling van de overheid die het aantrekkelijker maakt om zonnepanelen aan te schaffen. De stroom die je normaal gesproken koopt kost zo'n 22,5 cent per kWh. Als je stroom levert, in dit geval door zonnepanelen krijg je hier ongeveer 7 cent per kWh voor. Al een aantal jaren heeft de overheid een salderingsregeling. Deze salderingsregeling houdt in dat je ook 22,5 cent per kWh krijgt als je stroom levert. De opgewekte stroom die je niet verbruikt geef je aan de energiemaatschappij voor dezelfde prijs als dat je het later weer terug koopt. Je maakt dus evenveel "winst" op energie dat je terug levert. Deze regeling gaat de overheid langzaam afbouwen vanaf 2023, in 2031 is de salderingsregeling niet meer van kracht.<sup>42</sup>

<sup>40</sup> (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2019)

<sup>41</sup> (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2020)

<sup>42</sup> (Iedereen doet wat, sd)

### 3.2.3 Bio-energie

Ook voor bio-energie is een SDE+ subsidie, die afhankelijk is van de soort bio-energie. De meest gangbare vormen van bio-energie, zoals de verbranding van biomassa, krijgen rond de 5 eurocent per kWh<sup>43</sup> aan subsidie.

### 3.2.4 Bodemenergie

#### 3.2.4.1 Warmtepomp

Voor de warmtepomp bestaat de ISDE subsidie, deze subsidie ligt tussen eenmalig €500 en €2500<sup>44</sup>.

#### 3.2.4.2 Warmte-koude opslag

Voor warmte-koude opslag is nog geen subsidie.

#### 3.2.4.3 Geothermie

Voor geothermie bestaat ook de SDE+ subsidie. Deze is 1,9 eurocent per kWh<sup>45</sup>.

### 3.2.5 Waterenergie

Voor waterkracht bestaat er ook een SDE+ subsidie, deze is 4,6 eurocent per kWh<sup>46</sup>

### 3.2.6 Kernenergie

Op dit moment is er geen subsidie voor kernenergie.

## Conclusie

Voor veel hernieuwbare energiesoorten bestaat er een subsidie. Wat opvalt is dat de subsidie het hoogst is bij de zonnepanelen. Er is echter vrij weinig subsidie bij bijvoorbeeld geothermie en bij warmte-koude opslag is er zelfs helemaal geen subsidie. Voor de provincie Overijssel betekent dit dat er voor sommige energiesoorten zoals zonnepanelen veel subsidie is en dat de kosten hier meer afnemen dan bij andere energiesoorten zoals geothermie en warmte-koude opslag.

---

<sup>43</sup> (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2019)

<sup>44</sup> (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2019)

<sup>45</sup> (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2019)

<sup>46</sup> (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2019)

## 4, Aanbevelingsrapport

### 4.1 Aanleiding

In de aanleiding van dit profielwerkstuk is het probleem van de klimaatverandering uitgelegd. Daarnaast is het argument van de afhankelijkheid van fossiele brandstoffen en andere landen genoemd. De overheid wil daardoor dat Nederland meer hernieuwbare energie zelf gaat produceren. De provincie Overijssel wil 20% van de energie op een hernieuwbare manier opwekken in 2023 en 30% in 2030. Aan de transitie, om in 2023 de 20% te halen, wordt hard gewerkt. Echter is er voor de transitie van 2023 naar 2030 nog geen beleid geschreven. Dit heeft geleid tot de volgende onderzoeksvraag:

*Hoe zijn verschillende hernieuwbare energiesoorten in te zetten voor een energieverdeling waarbij de provincie Overijssel overgaat van 20% hernieuwbare energie in 2023 tot 30% hernieuwbare energie in 2030 en welk advies kunnen wij aan de provincie Overijssel geven voor deze energietransitie?*

Als antwoord op deze onderzoeksvraag stellen wij een aanbevelingsrapport op waarin wij de provincie Overijssel een advies geven. Hierin zal een scenario worden geschetst waarvan wij denken dat dit de beste verdeling is. In het rapport zullen we voor verschillende hernieuwbare energiebronnen gaan bekijken hoe deze zijn in te passen in deze nieuwe energieverdeling, welke concrete maatregelen genomen moeten worden en waar deze moeten worden toegepast. De nieuwe energieverdeling zal vanuit een bepaalde uitgangssituatie worden opgesteld.

### 4.2 Uitgangssituatie

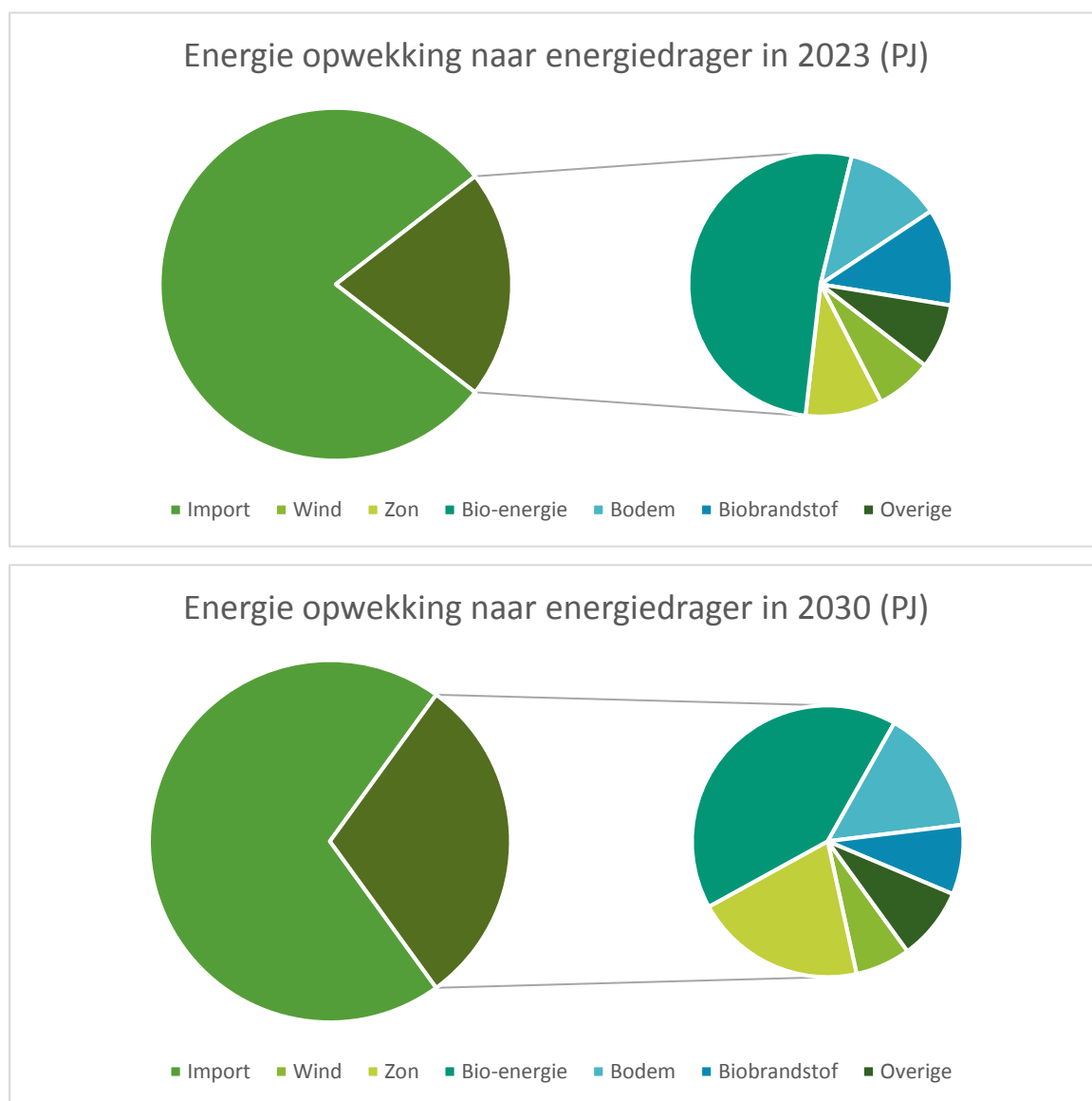
Voor de nieuwe energieverdeling gaan wij uit van een aantal voorwaarden die samen de uitgangssituatie van het aanbevelingsrapport vormen. Dit zijn de volgende voorwaarden:

- Allereerst wordt ervan uitgegaan dat de doelstellingen voor 2023 worden gehaald;
- En dat het totale energieverbruik in de provincie Overijssel gelijk blijft. Over het algemeen daalt het energieverbruik de afgelopen jaren, omdat er steeds meer technische ontwikkelingen zijn op het gebied van energiebesparingen. Dit betekent dat wanneer de maatregelen die in dit rapport worden genoemd, nageleefd worden en het energieverbruik daalt, dan zal het aandeel hernieuwbare energie in de energieverdeling van provincie Overijssel meer zijn dan de beoogde 30%. Dit is natuurlijk geen probleem, omdat ook na 2030 de provincie Overijssel het aandeel hernieuwbare energie wil laten groeien.



### 4.3 Een nieuwe verdeling

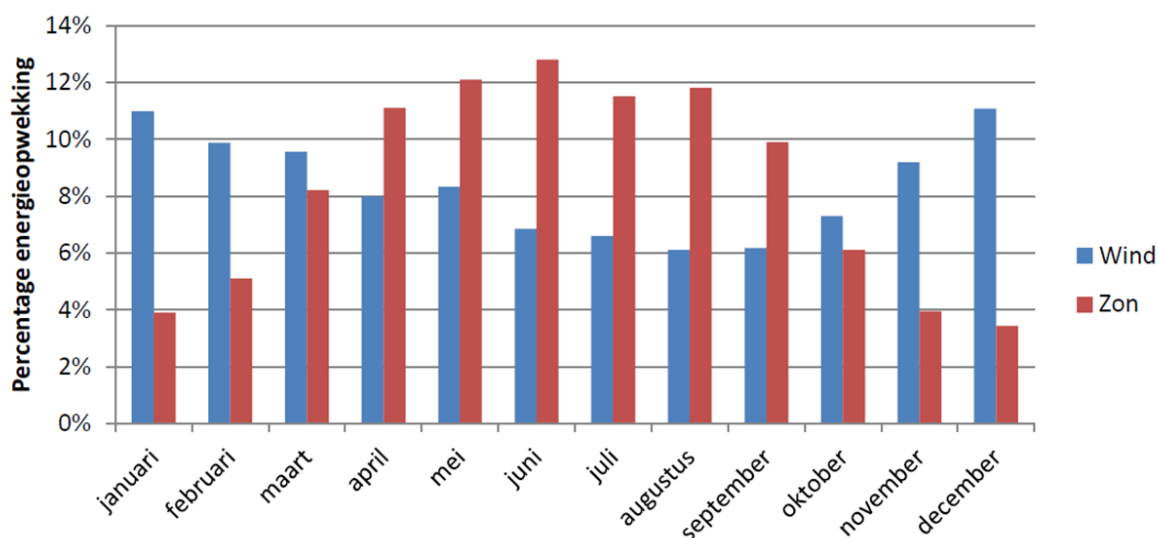
Voor de provincie Overijssel hebben we een nieuwe energieverdeling bedacht voor in 2030. In figuur 27 kun je zien hoe deze nieuwe verdeling er volgens ons uit komt te zien.



Energievorm	Energie opwekking naar energiedrager in 2023 (PJ)	Energie opwekking naar energiedrager in 2030 (PJ)
<b>Import</b>	76,1	67,4
<b>Wind</b>	1,4	1,9
<b>Zon</b>	1,9	5,9
<b>Bio-energie</b>	10,5	11,9
<b>Bodem</b>	2,4	4,3
<b>Biobrandstof</b>	2,4	2,4
<b>Overige</b>	1,6	2,5
<b>Totaal</b>	<b>96,3</b>	<b>96,3</b>

Figuur 27, Nieuwe energieverdeling: energie opwekking naar energiedrager in 2023 en 2030

De opvallendste verandering is de grote toename van het aandeel zonne-energie. Dit is het belangrijkste punt in het door ons geschetste scenario. Over het algemeen wil men het aandeel zonne-energie gelijk laten groeien aan het aandeel windenergie. In Nederland groeit het aandeel windenergie gemiddeld nog wat meer dan het aandeel zonne-energie, omdat aan de kust de zekerheid van wind erg groot is, waardoor er daar veel energie kan worden opgewekt. Echter is de provincie Overijssel voor Nederlandse begrippen ongunstig voor windenergie, het waait niet veel. Daarnaast blijkt uit het voortgangsrapport dat het laten groeien van het aandeel windenergie erg moeilijk verloopt; er is veel weerstand vanuit de omgeving. Zonne-energie daarentegen is over het algemeen een geaccepteerde vorm van duurzame energie, omdat het niet erg verstoring in het landschap voorkomt en het beter rendeert: zonne-energie is per kWh goedkoper dan windenergie. Een van de belangrijkste nadelen van zonne-energie is de grote verschillen in de opbrengst: wanneer de zon schijnt leveren de panelen veel energie en wanneer de zon niet schijnt leveren de panelen weinig energie. Hierdoor leveren zonnepanelen in de winter veel minder energie dan in de zomer. Er is alleen iets waar men geen rekening mee houdt: de provincie Overijssel importeert de overige energie. Dit betekent dat het de fluctuaties in de energieopbrengst kan opvangen door ook te fluctueren in de import van energie uit de rest van Nederland en het buitenland. Daarnaast vullen zonne-energie en windenergie elkaar goed aan, zie figuur 28. En omdat in Nederland over het algemeen de omstandigheden voor windenergie gunstig zijn ten opzichte van andere landen, investeert Nederland veel in windenergie, vooral op zee. Dit betekent dan ook dat het aanbod van energie in de wintermaanden in Nederland groter zal zijn dan in de zomer. Hierdoor kan het tekort van de provincie Overijssel gemakkelijk aangevuld worden.<sup>47</sup>



Figuur 28, Combinatie wind- en zonne-energie (Combinatie wind- en zonne-energie, sd)

Naast de voordelen voor in 2030 levert deze investering ook voordelen op voor de periode na 2030 waarin de provincie Overijssel verder zal gaan met het vergroten van het aandeel hernieuwbare energie in de energieverdeling. Doordat Nederland de komende jaren veel investeert in windenergie is de verwachting dat de algemene opinie ten opzichte van windmolens in het landschap ook zal veranderen. Hierdoor zal men over het algemeen de windmolens in het landschap meer accepteren. Hierdoor kan het aandeel windenergie na 2030 makkelijker en sneller groeien met minder weerstand vanuit de omgeving.

<sup>47</sup> (Combinatie wind- en zonne-energie, sd)

Het aandeel van bodemenergie en overige energie groeit evenveel als in de periode 2015 tot 2023, het aandeel biobrandstof blijft gelijk en de resterende vereiste groei om tot 30% hernieuwbare energie in 2030 te komen, wordt gecompenseerd door de groei van bio-energie, zie figuur 29.

Energievorm	Energie opwekking naar energiedrager in 2015 (PJ)	Energie opwekking naar energiedrager in 2023 (PJ)	Energie opwekking naar energiedrager in 2030 (PJ)
<b>Import</b>	93,1	76,1	67,4
<b>Wind</b>	0,3	1,4	1,9
<b>Zon</b>	0,5	1,9	5,9
<b>Bio-energie</b>	6,2	10,5	11,9
<b>Bodem</b>	0,5	2,4	4,3
<b>Biobrandstof</b>	1,5	2,4	2,4
<b>Overige</b>	0,7	1,6	2,5
<b>Totaal</b>	102,8	96,3	96,3

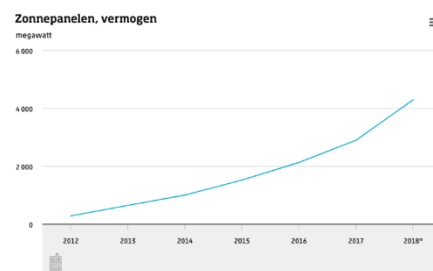
*Figuur 29, energie opbrengst naar energievorm in 2015, 2023 en 2030*

### 4.3.1 Zonne-energie

Voor zonne-energie wordt uitgegaan van een toename van 4 PJ naar 5,9 PJ. Dit lijkt een ambitieus plan, want dit is meer dan 3x zoveel als dan dat in 2023 opgewekt zou moeten worden door zonnepanelen. Echter was er in 2019 een groei van 50%. Als we dit vol zouden houden wordt dit doel al binnen een aantal jaren behaald.<sup>48</sup>

#### Maatregelen

In de afgelopen jaren is zonne-energie een gigantische opkomst aan het maken. In 2010 waren zonnepanelen nog in een ontwikkelfase. Nog geen 10 jaar later zien we al enorm veel panelen. Op figuur 30 is goed te zien dat het aantal zonnepanelen de afgelopen jaren is gestegen. Er blijven innovaties komen om zonnepanelen efficiënter en goedkoper te maken. Het wordt dus steeds aantrekkelijker om zonnepanelen aan te schaffen als particulier, maar ook als bedrijf.



Figuur 30, Totaal opgewekt vermogen zonnepanelen Nederland (Hollandsolar, sd)

Toch hebben 10% van de huishoudens maar zonnepanelen op hun dak liggen. Er is dus nog veel ruimte om te groeien. In een onderzoek van Deloitte stond het volgende:

*In Nederland is er 892 vierkante kilometer aan geschikt dakoppervlak beschikbaar. Op deze daken kunnen 270 miljoen zonnepanelen worden geïnstalleerd, die energie kunnen opwekken gelijk aan 50% van de totale Nederlandse energiebehoefte.<sup>49</sup>*

Omgerekend betekent dit dat al deze zonnepanelen 80 PJ zouden kunnen opwekken. De streefwaarde van 5,9 PJ voor 2030 lijkt dan nog maar het begin.

De mogelijkheid om te vergroten is er dus, nu moet men het nog willen. Zonnepanelen zijn niet goedkoop, maar binnen 7 jaar heb je dit geld al weer terug verdient. De vele jaren daarna krijg je gratis groene stroom.<sup>50</sup> Het is een grote investering, maar uit veel onderzoeken is gebleken dat het rendabel is om ze aan te schaffen.

Een zonnepark is een goede oplossing voor iemand die in een flat woont of die weinig geld heeft om te investeren. Je kunt samen met anderen zonnepanelen kopen. Het rendement is dan wel lager dan dat je ze zelf op je dak hebt liggen. Maar dit loont ook nog steeds.

Er zijn diverse zonneparken opgezet in de provincie Overijssel in de afgelopen jaren. Veelal door ondernemers en bewoners van de regio waar dit zonnepark staat. Een voorbeeld hiervan is de Weuste in Wierden. Hier zijn door bewoners en ondernemers uit de buurt in samenwerking met de gemeente Wierden. Bewoners zijn een soort eigenaar van een klein stukje zonnepark, voor een vast bedrag per maand. Het zonnepark levert op deze manier goedkoper energie dan dat je dit bij een energiemaatschappij zal kopen. Dit park levert ongeveer 0,0144 PJ en heeft een oppervlakte van 4,5 hectare en er staan 13440 panelen.<sup>51</sup>

<sup>48</sup> (Vermogen zonnepanelen in Nederland weer anderhalf keer hoger dan vorig jaar, 2020)

<sup>49</sup> (Deloitte, 2018)

<sup>50</sup> (Wilt v. d., 2019)

<sup>51</sup> (Weuste, sd)

We gaan ervan uit dat de groei van zonne-energie voor driekwart, wat gelijk staat aan 3PJ, wordt gehaald door zonnepanelen op daken van bedrijven en huizen. Het laatste kwart zal dan moeten worden opgewekt door middel van zonneparken. Deze verhouding hebben wij gemaakt omdat ongeveer een kwart van alle zonnepanelen nu in zonneparken liggen. Exacte cijfers zijn er niet, daarom hebben wij gekozen voor 25%. Om deze 1 PJ te halen zou er nog ongeveer 300 hectare aan zonneparken bij moeten komen. Dit is ongeveer 70 zonneparken ter grote van de Weuste. Er zullen 4 miljoen zonnepanelen bij moeten komen, 3 daarvan op daken van bedrijven en woningen, 1 miljoen in de vorm van zonneparken.

De provincie zal vooral moeten gaan investeren in de reclame voor zonnepanelen en zonneparken. De panelen zijn al heel aantrekkelijk, de provincie hoeft niet te zorgen dat ze nog goedkoper worden. Wel zou de provincie kunnen helpen met investeringen, zoals een goede lening aanbieden of grootschalige zonneparken aan de man brengen.

#### 4.3.2 Windenergie

Voor windenergie wordt uitgegaan van een toename van 0,5 PJ naar 1,9 PJ.

##### *Maatregelen*

Op het gebied van windenergie zal er een toename zijn van 0,5 PJ, dit wordt gehaald wanneer alle huidige plannen voor windmolens worden uitgevoerd en er daarnaast nog 6 extra windmolens worden gebouwd van 3 MW.

Deze windmolens zouden goed kunnen worden geplaatst in de gemeentes Oldenzaal, Losser, Tubbergen en Dinkelland. Deze gemeentes hebben duurzame ambities voor de bouw van windmolens, maar deze werden tegengehouden door de provincie. Ze horen namelijk bij een uitsluitingsgebied: nationaal landschap Noordoost Twente. Onlangs heeft de provincie echter toch toestemming gegeven na aandringen van de gemeenten.

De kosten van 6 nieuwe windmolens kunnen worden geschat tussen de 15 en 20 miljoen euro. Deze kosten zijn natuurlijk niet alleen voor de provincie. Indien deze windmolens kunnen worden gerealiseerd in samenwerking met de vier gemeentes uit noordoost Twente, zal de provincie zelf waarschijnlijk niet meebetalen aan de windmolens. Indien de provincie wel mee betaald, dan is variëren de kosten voor de provincie afhankelijk van hoeveel de provincie de windmolen in bezit wil hebben. Hoe meer kosten zij dragen, hoe meer opbrengsten zij ook krijgen.

Een deel van de kosten voor windmolens wordt al gefinancierd door de overheid, het verschil tussen de energieprijzen van fossiele brandstoffen en dat van windmolens wordt gesubsidieerd, deze kosten vallen dus weg.

#### 4.3.3 Bio-energie

Voor bio-energie wordt uitgegaan van een toename van 1,4 PJ naar 11,9 PJ. Extra bio-energie produceren is misschien wel de makkelijkste maatregel om door te voeren. Tussen 2015 en 2023 zal er volgens de plannen 4,3 PJ extra moeten worden opgewekt. Hier zal tussen 2023 en 2030 nog 1,4 PJ bij moeten komen, wat uiteindelijk uitkomt op 11,9 PJ aan bio-energie.

##### *Maatregelen*

Het is mogelijk om energie op te wekken door biomassa in de verbrandingskachels van een kolencentrale te doen. Je vervangt de kolen door biomassa. Maar dit is niet de meest efficiënte manier om energie uit biomassa te halen. Veel bedrijven en instanties zijn nu aan het experimenteren hoe je

zo veel mogelijk energie uit biomassa kan halen en zo min mogelijk broeikasgassen uit kunt stoten. De Europese Unie heeft €19 miljoen vrij gegeven om onderzoek te doen naar deze overgang.<sup>52</sup>

Het ziet er na uit dat met kleine aanpassingen aan kolencentrales de productie al stukken efficiënter gaat. Ook kunnen deze centrales flexibel draaien, bij veel vraag draaien ze harder, bij weinig vraag minder hard. Dit lost het probleem van zonne-energie en windenergie ook voor een groot deel op. De biomassacentrale vangt de tekorten van de zon en wind op.

Bij de nieuwe biomassacentrales wordt de warmte ook opgevangen om water te verwarmen. Het verzorgt woningen dus van elektriciteit en warmte.

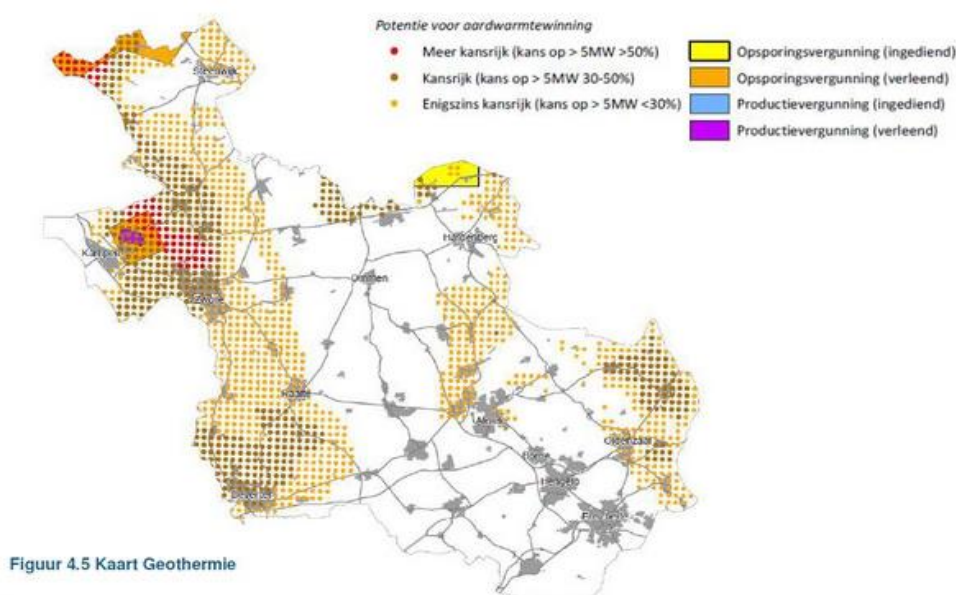
#### 4.3.4 Bodemenergie

Voor bodemenergie wordt uitgegaan van een toename van 1,9 PJ naar 4,3 PJ.

##### *Maatregelen*

De toename van 1,9 PJ moet worden vormgegeven door 2 extra projecten geothermie en 350 nieuwe WKO systemen.

De WKO systemen zullen gebouwd worden door bedrijven en kantoren. De 2 nieuwe projecten geothermie kunnen geprobeerd worden bij Deventer. In figuur 31 kun je zien dat er op dit moment nog niets onderzocht wordt in de bodem van Deventer, terwijl de kansen toch reëel zijn: 30-50% op een bron van 5 MW.



Figuur 4.5 Kaart Geothermie

Figuur 31, Gebieden met potentie voor aardwarmte in Overijssel (Provincie Overijssel, 2017)

Indien er twee bronnen van 5 MW worden gevonden zullen de totale kosten van dit project tussen de 13 en 17 miljoen liggen. Echter de provincie kan hier ook investeerders bij betrekken, waardoor de kosten lager komen te liggen. Hierdoor worden de opbrengsten natuurlijk ook lager, want een deel van de opbrengsten gaat naar de investeerders. Als je kijkt naar de begroting, zie je dat er ongeveer 8 miljoen euro wordt vrijgemaakt voor de energietransitie. Over een periode van 7 jaar is het daarom reëel om tussen de 5 en 10 miljoen euro zelf te investeren in geothermie. Dit bedrag wordt over een relatief korte periode van ongeveer 2 jaar terugverdiend. Er zijn echter ook nog kosten voor het

<sup>52</sup> (START EUROPEES ONDERZOEKSPROJECT VOOR INNOVATIEVE OMBOUW VAN KOLENCENTRALE NAAR BIOMASSA, 2018)

opsporen van een geothermie bron, hier valt echter niks over te zeggen, want deze prijzen zijn niet bekend.

WKO-systemen kunnen worden gestimuleerd door subsidie van de provincie Overijssel. Hiervoor kan de provincie een deel van het Energiefonds Overijssel inzetten. Indien de provincie Overijssel hier een bedrag van 5 miljoen euro voor vrijmaakt en men gaat uit van een groei van 325 systemen kan een gemiddeld bedrijf rekenen op een bedrag van ruim 10.000 euro, wat natuurlijk een groot verschil maakt op een bedrag van 70.000 euro.

De overheid geeft ook subsidie voor geothermieprojecten, welke afhankelijk is van de opbrengst van de geothermie bron, deze is namelijk zo'n 1,3 cent per kWh<sup>53</sup>, waardoor een bron van 5 MW bijna een half miljoen euro subsidie ontvangt.

Dit levert uiteindelijk een toename op die gelijk is aan de groei tussen 2015 en 2023. Deze doelen zijn vastgesteld als haalbaar, waaruit we ook kunnen concluderen dat een gelijke groei ook haalbaar is.

#### 4.3.5 Biobrandstoffen

De biobrandstoffen neemt niet toe, de verklaring hiervoor is simpel: het aandeel biobrandstoffen groeit in normale situaties om slechts twee redenen:

- Er komen meer auto's bij die op biogas rijden.
- Het percentage bijmenging biobrandstoffen in de gewone brandstoffen stijgt.

Men verwacht geen sterke toename in auto's op biogas in de komende jaren, omdat de ontwikkeling hiervoor nog niet ver genoeg is. Daarnaast is het percentage bijmenging op dit moment 10%, dit is het maximaal mogelijke percentage.

#### 4.3.6 Kernenergie

Provincie Overijssel heeft geen kerncentrale. Dit zijn ze in de aankomende jaren ook niet van plan om te bouwen. Kernenergie is een goede, duurzame manier van energie produceren. Het plannen en bouwen van een kerncentrale duurt alleen heel erg lang. Het is onmogelijk om een kerncentrale werkend te krijgen voor 2030, daarom nemen we kernenergie niet mee in onze oplossing.

#### 4.3.7 Overig

Het overige deel groeit met 0,9 PJ tot 2,5 PJ.

#### *Maatregelen*

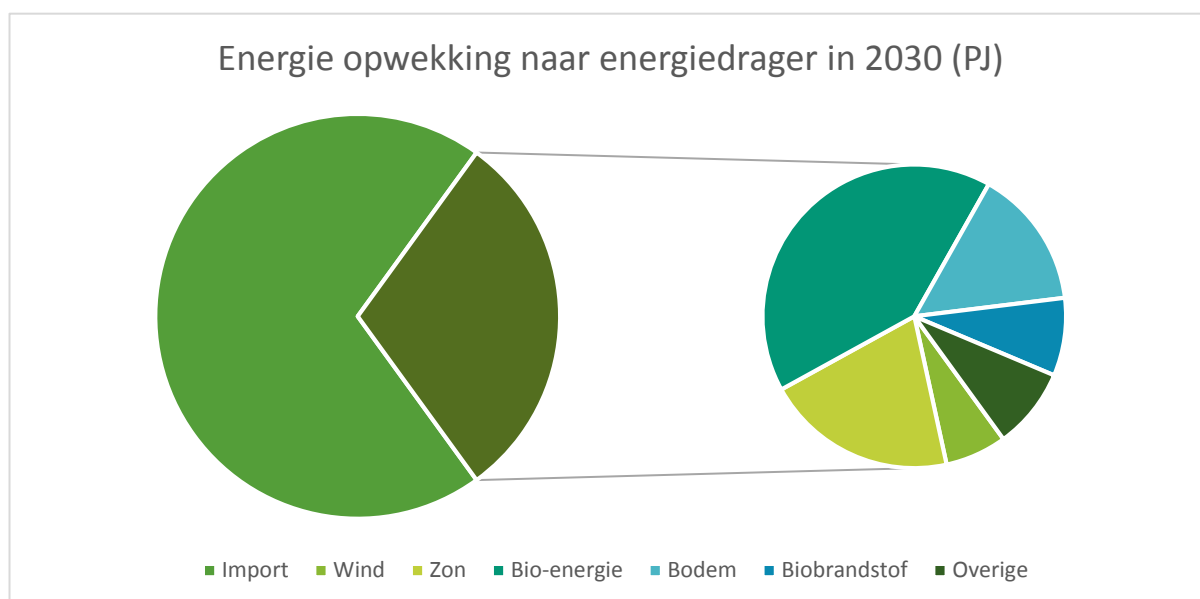
De groei van het overige deel wordt gerealiseerd door warmtepompen en lokale initiatieven, zoals de waterkrachtcentrale van Vivace. De provincie kan bijdragen aan deze lokale initiatieven door te investeren namens het Energiefonds Overijssel.

---

<sup>53</sup> (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2019)

## Conclusie

In 2030 moet Overijssel zijn overgegaan naar 30% hernieuwbare energie. Dit is te realiseren door de verdeling in figuur 32 aan te houden.



Energievorm	Energie opwekking naar energiedrager in 2030 (PJ)
<b>Import</b>	67,4
<b>Wind</b>	1,9
<b>Zon</b>	5,9
<b>Bio-energie</b>	11,9
<b>Bodem</b>	4,3
<b>Biobrandstof</b>	2,4
<b>Overige</b>	2,5
<b>Totaal</b>	96,3

Figuur 32, Beoogde energieverdeling Overijssel in 2030

Hoe dit te realiseren is heeft u kunnen lezen in de voorgaande pagina's. De belangrijkste groeier is zonne-energie, hierin zal de provincie Overijssel het meeste moeten investeren. De mogelijkheden zijn erg groot, er wordt nu nog te weinig gebruik van gemaakt. De provincie zal vooral moeten gaan investeren in de reclame voor zonnepanelen en zonneparken. De panelen zijn al heel aantrekkelijk, de provincie hoeft niet te zorgen dat ze nog goedkoper worden. Wel zou de provincie kunnen helpen met investeringen, zoals een goede lening aanbieden of grootschalige zonneparken aan de man brengen. Het is belangrijk op projecten op te zetten samen met bewoners en bedrijven, om samen tot een betere provincie te komen.

Daarna is er een kleine groei voor windenergie. De windenergie heeft een relatief kleine groei, omdat de ervaring leert dat er relatief veel weerstand tegen de windmolens is. De windenergie wordt gerealiseerd door het bouwen van zes windmolens in de gemeentes in Noord-Oost Twente, want hier zijn op dit moment al plannen voor.

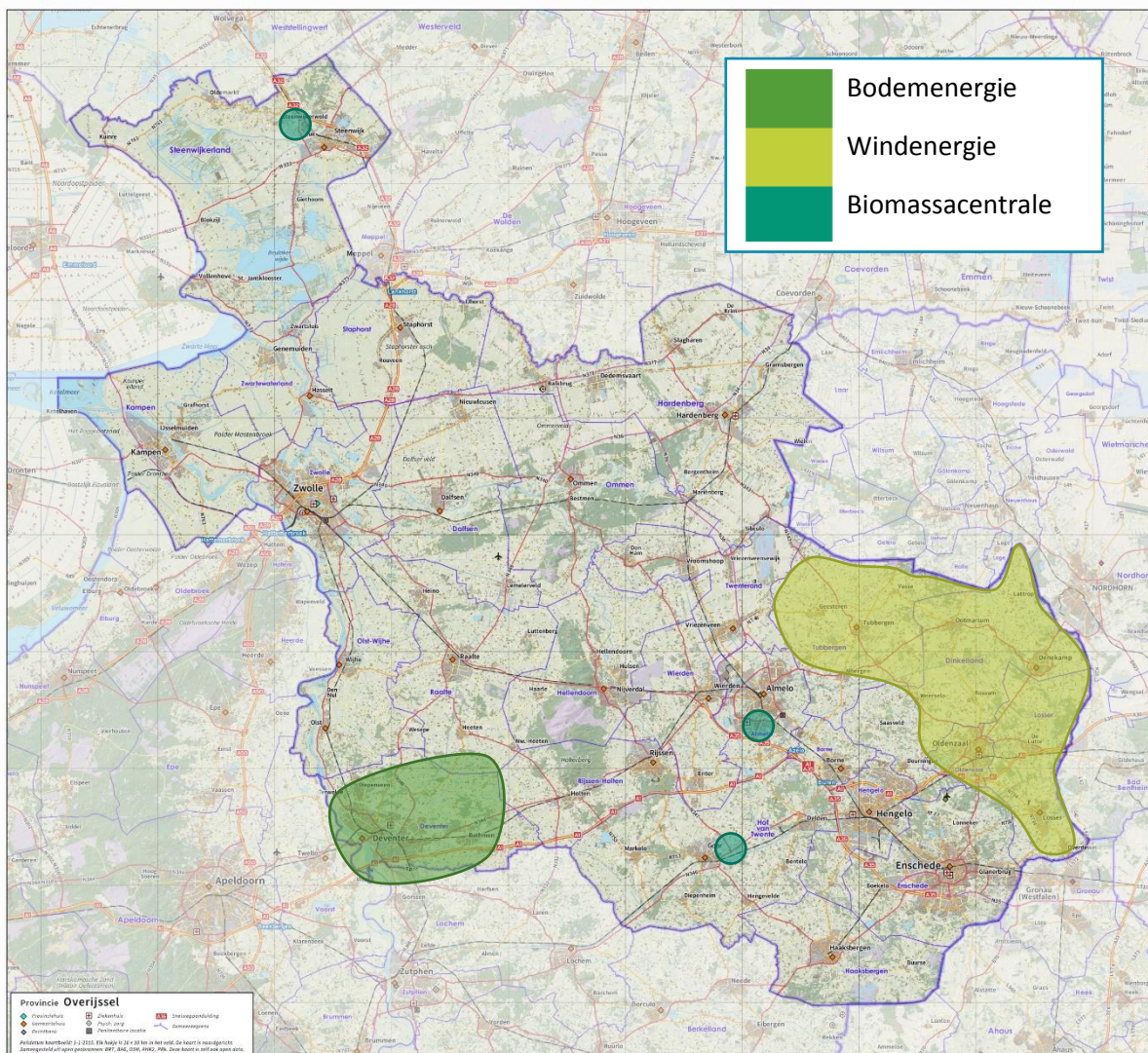


De bodemenergie en overige deel groeit evenveel als in de periode 2015 tot 2023. Het zijn beide twee energievormen met potentie. Echter zijn de onderdelen te kleinschalig om de nieuwe energieverdeling te dragen. Een gelijke groei wordt bij de bodemenergie gerealiseerd door twee nieuwe projecten geothermie en 325 WKO-systemen. De groei van het overige deel wordt veroorzaakt door warmtepompen en lokale initiatieven.

Het aandeel biobrandstoffen groeit niet in de energieverdeling, omdat er geen ruimte is voor groei. Het aandeel bijmenging van biomassa in brandstoffen is al maximaal, namelijk 10%. Daarnaast verwacht men de komende jaren geen sterke groei in auto's die rijden op biogas.

Dan blijft er nog een klein deel over om op 30% hernieuwbare energie in 2030 uit te komen. Dit deel wordt aangevuld door groei van biomassa. Dit is een hernieuwbare energiesoort die niet zo duurzaam is, maar wel een grote rol kan spelen in de energietransitie.

Hieronder staat in figuur 33 een kaart van de provincie Overijssel waarin aan staat gegeven waar het handigste bodemenergie en windenergie kan worden opgewekt. Er wordt op dit moment nog niets onderzocht in de bodem van Deventer, terwijl de kansen toch 30-50% zijn op een bron van 5 MW, waarmee bodemenergie kan worden gewonnen. De windenergie staat nu aangegeven in de gemeenten in het noordoosten, dit komt omdat deze gemeentes al hebben aangegeven wel geïnteresseerd te zijn in windenergie en hier ook al plannen voor hebben. Ook zijn de biomassacentrales aangegeven die nu al biomassa op grote schaal gebruiken om energie op te wekken, hier is groei mogelijk. Ook kleine biomassacentrales zouden kunnen uitbreiden.



Figuur 33, Maatregelen op de kaart

Figuur 34 is een samenvattend schema van onze maatregelen om ervoor te zorgen dat de provincie Overijssel voor 30% op een hernieuwbare manier energie opwekt in 2030.



Figuur 34, Samenvattend schema

## Conclusie

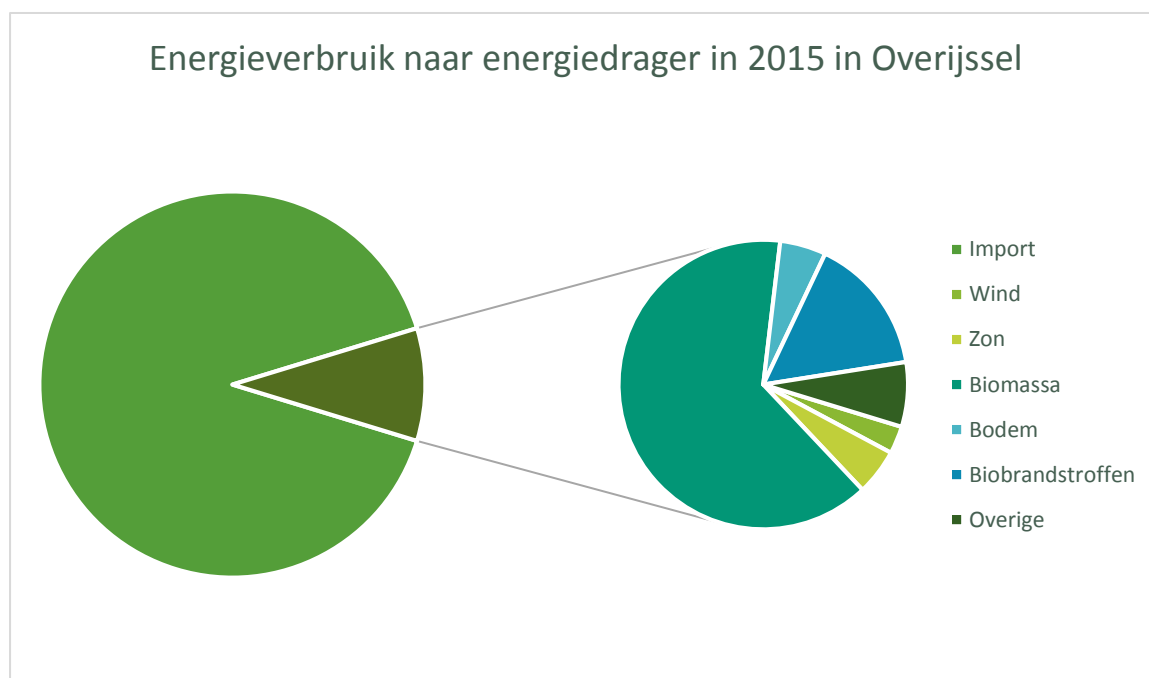
Terugkijkend op het onderzoek kunnen we nu de deelvragen beantwoorden:

- *Welke hernieuwbare energiesoorten zijn er en welke zijn geschikt voor de nieuwe energieverdeling van de provincie Overijssel?*

Concluderend kunnen we zeggen dat de potentie van een aantal hernieuwbare energiesoorten geschikt zijn voor de provincie Overijssel: Zonne-energie en bodemenergie. Hieraan kleven weinig nadelen of nadelen die makkelijk zijn te verhelpen. Bij windenergie is de weerstand erg groot, waardoor deze projecten moeilijk van de grond komen, bio-energie is minder duurzaam dan het lijkt, waterenergie is te kleinschalig en kernenergie kost veel geld en het duurt lang om een kerncentrale te bouwen.

- *Wat is de huidige energieverdeling van de provincie Overijssel?*

De huidige energieverdeling van de provincie Overijssel is als volgt:



Energiedrager	% in energie opwekking
<b>Import</b>	93,1
<b>Wind</b>	0,3
<b>Zon</b>	0,5
<b>Biomassa</b>	6,2
<b>Bodem</b>	0,5
<b>Biobrandstoffen</b>	1,5
<b>Overig</b>	0,7

Figuur 35, Energieverbruik naar energiedrager Overijssel in 2015, duurzaam (Provinciale Staten van Overijssel, 2017)

- *Wat is het huidige beleid van de provincie Overijssel met betrekken tot de energietransitie tot 2030?*

Het huidige beleid van de provincie Overijssel is gericht op twee doelstellingen:

- ✓ 20% hernieuwbare energie in 2023
- ✓ 30% hernieuwbare energie in 2030

Voor de energietransitie van 2015 naar 2023 is al veel beleid geschreven, zijn concrete maatregelen bedacht en is ruimte gehouden in de begroting: ongeveer 8 miljoen euro per jaar. Voor de energietransitie van 2023 naar 2030 is nog weinig tot geen beleid geschreven.

- *Welk advies kunnen wij de provincie Overijssel geven voor de energietransitie van 2023 naar 2030?*

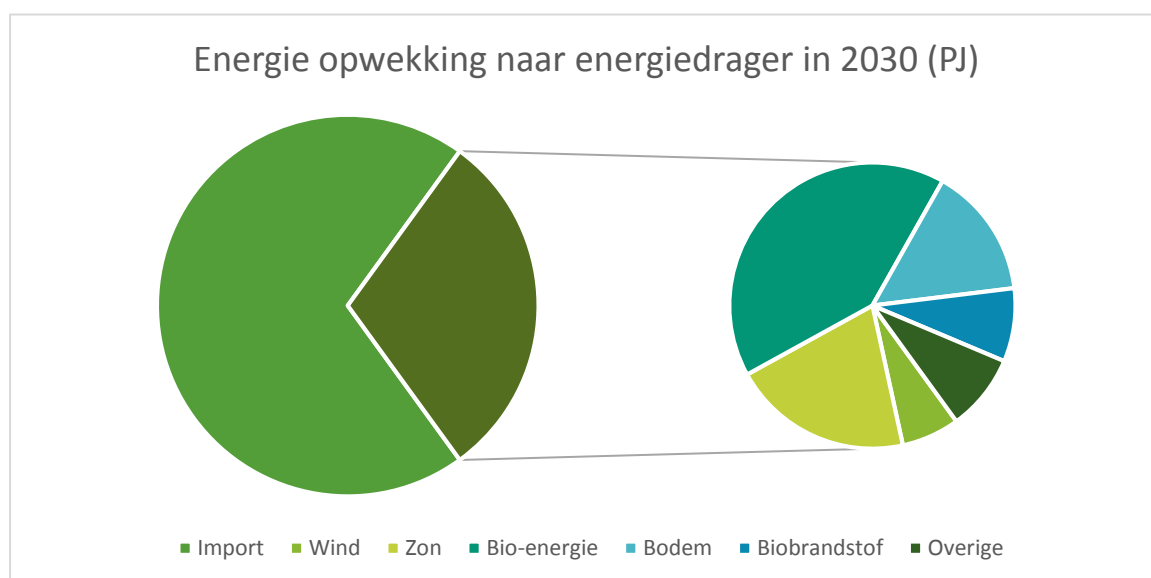
Wij hebben een nieuwe energieverdeling en mogelijke concrete maatregelen waarmee deze nieuwe energieverdeling te halen is. Door het volgen van de nieuwe energieverdeling wordt de doelstelling van 30% hernieuwbare energie in 2030 gehaald. In de nieuwe energieverdeling is de belangrijkste groeier zonne-energie, hierin zal de provincie Overijssel het meeste moeten investeren. De mogelijkheden zijn erg groot, er wordt nu nog te weinig gebruik van gemaakt. De provincie zal vooral moeten gaan investeren in de reclame voor zonnepanelen en zonneparken. De panelen zijn al heel aantrekkelijk, de provincie hoeft niet te zorgen dat ze nog goedkoper worden. Wel zou de provincie kunnen helpen met investeringen, zoals een goede lening aanbieden of grootschalige zonneparken aan de man brengen. Het is belangrijk op projecten op te zetten samen met bewoners en bedrijven, om samen tot een betere provincie te komen. Daarnaast groeit ook de windenergie licht, is er een gelijke groei voor bodemenergie en het overige deel duurzame energie en groeit ook de biomassa licht.

Met de antwoorden op deze verschillende deelvragen kunnen we nu ook onze hoofdvraag beantwoorden:

*Hoe zijn verschillende hernieuwbare energiesoorten in te zetten voor een energieverdeling waarbij de provincie Overijssel overgaat van 20% hernieuwbare energie in 2023 tot 30% hernieuwbare energie in 2030 en welk advies kunnen wij aan de provincie Overijssel geven voor deze energietransitie?*

De verschillende hernieuwbare energiesoorten windenergie, zonne-energie, bio-energie, bodemenergie, waterenergie en kernenergie zijn op verschillende manieren in te zetten: De potentie van wind is relatief klein, er is namelijk veel weerstand waardoor het moeilijk van de grond komt. De potentie van zonne-energie is erg groot, want het is een duurzame energievorm met weinig nadelen of nadelen die makkelijk zijn op te lossen. De potentie van bio-energie is kleiner, want het is een mindere duurzame vorm van hernieuwbare energie. Daardoor kan het wel goed functioneren als overgangsenergiesoort voor de energietransitie om de doelen te halen. Bodemenergie heeft ook veel potentie en kan door blijven groeien. De potentie van water-energie en kernenergie is erg klein. Water-energie is te kleinschalig om een verschil te maken en de kosten van kernenergie en de duur van de bouw van een kerncentrale zijn grote nadelen aan kernenergie.

Als advies is een nieuwe energieverdeling voor 2030 opgesteld en zijn concrete maatregelen bedacht om deze nieuwe energieverdeling te halen. In de nieuwe energieverdeling is de belangrijkste groeier zonne-energie, hierin zal de provincie Overijssel het meeste moeten investeren. De mogelijkheden zijn erg groot, er wordt nu nog te weinig gebruik van gemaakt. De provincie zal vooral moeten gaan investeren in de reclame voor zonnepanelen en zonneparken. De panelen zijn al heel aantrekkelijk, de provincie hoeft niet te zorgen dat ze nog goedkoper worden. Wel zou de provincie kunnen helpen met investeringen, zoals een goede lening aanbieden of grootschalige zonneparken aan de man brengen. Het is belangrijk op projecten op te zetten samen met bewoners en bedrijven, om samen tot een betere provincie te komen. Daarnaast groeit ook de windenergie licht, is er een gelijke groei voor bodemenergie en het overige deel duurzame energie en groeit ook de biomassa licht. De nieuwe energieverdeling ziet er dan als volgt uit:



Energievorm	Energie opwekking naar energiedrager in 2030 (PJ)
<b>Import</b>	67,4
<b>Wind</b>	1,9
<b>Zon</b>	5,9
<b>Bio-energie</b>	11,9
<b>Bodem</b>	4,3
<b>Biobrandstof</b>	2,4
<b>Overige</b>	2,5
<b>Totaal</b>	96,3

Figuur 36, Nieuwe energieverdeling

## Discussie

Bij ons plan hebben wij geen rekening gehouden met de mogelijkheden van het stroomnet. Het stroomnet kan de pieken op sommige plekken in Nederland niet meer aan. Op momenten van veel zon of wind staat er plot te veel energie op de kabels.<sup>54</sup> Hiermee hebben wij geen rekening gehouden in ons onderzoek, maar hier zal de provincie zich zeker in moeten verdiepen. Het zou zonde zijn als elektriciteit wordt weggegooid door een falende infrastructuur.

Daarnaast zijn er een aantal uitgangspunten geweest, waarvan het aanbevelingsrapport afhankelijk is. Zo voldoet het aanbevelingsrapport niet, als de doelen voor 2023 niet worden gehaald.

Tevens gaan we ervan uit dat het energieverbruik gelijk blijft. Dat het energie gelijk blijft is niet realistisch, het zal zeer waarschijnlijk dalen doordat men energiezuiniger is. Dit betekent dat de doelstellingen makkelijker worden gehaald, maar wanneer het energieverbruik toch toeneemt door onvoorziene omstandigheden wordt de doelstelling ook niet gehaald.

Daarnaast wordt er veel verwezen naar de huidige begroting en subsidies in het aanbevelingsrapport. Het is echter niet zeker dat deze gelijk blijven: de financiële situatie van de provincie Overijssel kan veranderen of de overheid kan besluiten de subsidies te verminderen of te stoppen.

Daarbij komt dat het een aanbevelingsrapport voor in de toekomst is. Dit betekent dat er ook veel kan veranderen in techniek en zelfs in hoe mensen denken over de energietransitie; misschien worden windmolens dan al meer geaccepteerd dan nu of is er een nieuwe duurzame energiesoort bijgekomen met een hoog rendement.

---

<sup>54</sup> (nieuwsuur, 2019)

## Nawoord

Het profielwerkstuk dient verschillende doelen, allereerst doe je zelfstandig onderzoek naar een onderwerp dat je persoonlijke interesse heeft of aansluit bij de studiekeuze die binnenkort volgt. Dit hebben wij ook ervaren, het profielwerkstuk is een van de weinige onderdelen in het onderwijs waar je zelf vrijheid hebt over het onderwerp. Daarnaast heeft het onderwerp ook raakvlak met de studies die wij willen gaan volgen, wat het extra interessant maakt en ons helpt in het vervolgonderwijs. Dit is ook een ander doel van het profielwerkstuk: het is een verbindend element tussen het voortgezet onderwijs en de universiteit, waar het leren onderzoek doen een belangrijk component is. Er zijn veel verschillen tussen het middelbaar onderwijs en het universitair onderwijs. Het profielwerkstuk volgt meer de richtlijnen van het universitair onderwijs, waardoor het helpt bij de overgang naar het universitair onderwijs. Wij kunnen hier zelf natuurlijk nog weinig over zeggen, want wij weten nog niet hoe het onderzoek doen verloopt op de universiteit. We geloven echter wel dat het ons helpt in de overgang naar universitair onderwijs door de verhalen van anderen en de universiteiten zelf.

Het profielwerkstuk draagt ook bij aan de persoonlijke ontwikkeling: je leert goed te plannen en te communiceren met begeleiders. Wij hebben beide het vak onderzoeken en ontwerpen, waardoor wij hier al wel eerder mee te maken hebben gekregen. Toch hebben we hier wel meer van geleerd, doordat de opzet van het profielwerkstuk anders is dan bij onderzoeken en ontwerpen.

Tevens moet het profielwerkstuk bijdragen aan je zelfstandigheid, dit hebben wij ook erg gemerkt gedurende het proces.

Je moet namelijk zelf stappen ondernemen en er is relatief weinig begeleiding en veel vrijheid. Gedurende het proces zijn wij hier ook beter in geworden.

Uiteindelijk zijn wij erg tevreden met het eindresultaat en hebben wij het ervaren als een interessante en leerzame ervaring.

## Bibliografie

- SunNed B.V. (sd). *ode aan de zon*. Opgehaald van sunned.nl: <https://www.sunned.nl/Over-SunNed/Ode-aan-de-zon/page.aspx/40>
- Aardatmosfeer. (2020, jan 27). Opgehaald van Wikipedia: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Aardatmosfeer>
- Ampyx Power. (2020). *Our products*. Opgehaald van ampyxpower.com: <https://www.ampyxpower.com/future/products-and-markets/>
- Arts, A. (2019, maart 16). *Windmolens krijgen alleen meewind als iederéén profiteert*. Opgehaald van destentor.nl: <https://www.destentor.nl/zwolle/windmolens-krijgen-alleen-meewind-als-iedereen-profiteert~a7813bfe/>
- avih. (sd). *biomassakaart*. Opgehaald van avih: <https://www.avih.nl/biomassakaart/>
- Birger. (sd). *Hoe werkt een warmte pomp?* Opgehaald van voordewereldvanmorgen.nl: <https://www.voordewereldvanmorgen.nl/duurzame-blogs/hoe-werkt-een-warmtepomp>
- Bootverhuur Hospes. (sd). *Varen vanuit het centrum van Sneek!* Opgehaald van bootverhuurhospes.nl: <https://www.bootverhuurhospes.nl/>
- Bosma A., P. G. (2011). *Vivace: waterkracht uit langzaam stromend water* .
- CBS. (2015). *Elektriciteit in Nederland*. Den Haag: Centraal Bureau voor de Statistiek.
- CBS. (2016). *Hernieuwbare energie in Nederland 2015*. Den Haag: Centraal Bureau voor de Statistiek.
- CBS. (2017, juni 30). *Energiebalans; kerncijfers, 1946-2016*. Opgehaald van cbs.nl: <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/37281/table?fromstatweb>
- CBS. (2018). *Cijfers - Energie*. Opgehaald van cbs.nl: <https://longreads.cbs.nl/trends18/economie/cijfers/energie/>
- CBS. (2018, april 6). *Energieverbruik van particuliere huishoudens*. Opgehaald van cbs.nl: <https://www.cbs.nl/nl-nl/achtergrond/2018/14/energieverbruik-van-particuliere-huishoudens>
- CBS. (2019, april 17). *Energieverbruik gedaald in 2018*. Opgehaald van cbs.nl: <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2019/16/energieverbruik-gedaald-in-2018#id=undefined>
- CBS. (sd). *Economie. cijfers - energie*. Opgehaald van CBS.nl: <https://longreads.cbs.nl/trends18/economie/cijfers/energie/>
- Clerix, K. (2015, september 29). *Zoveel kost een windmolen en zoveel brengt hij op*. Opgehaald van Mondiaal Nieuws: <https://www.mo.be/analyse/zoveel-kost-een-windmolen-en-zoveel-brengt-hij-op>
- Climate Challenge. (sd). *Climate Challenge*. Opgehaald van Climate Challenge: <http://www.climatechallenge.be/nl/>
- clo. (2018, april 25). *Temperatuur in Nederland en mondiaal, 1906 - 2017*. Opgehaald van clo.nl: <https://www.clo.nl/indicatoren/nl0226-temperatuur-mondiaal-en-in-nederland>



- Combinatie wind- en zonne-energie*. (sd). Opgehaald van Windunie:  
<https://www.windunie.nl/exploitatiediensten/wind-zonne-energie/>
- De Groene Rekenkamer. (2013, november 10). *Windenergie in Nederland – de dodelijke keerzijde van windenergie*. Opgehaald van De Groene Rekenkamer: <https://groene-rekenkamer.nl/1795/windenergie-nederland-de-dodelijke-keerzijde-van-windenergie/>
- Death rates from energy production per TWh*. (2007). Opgehaald van Our world in data:  
<https://ourworldindata.org/grapher/death-rates-from-energy-production-per-twh>
- Deloitte. (2018, Maart 13). *50% van de vraag naar elektriciteit kan worden opgewekt door zonnepanelen*. Opgehaald van Deloitte: <https://www2.deloitte.com/nl/nl/pages/over-deloitte/articles/50-percent-van-de-vraag-naar-elektriciteit-kan-worden-opgewerkt-door-zonnepanelen.html>
- Energiefonds Overijssel. (2013). *Energiefonds Overijssel*. Opgehaald van energiefondsoverijssel.nl:  
<https://www.energifondsoverijssel.nl/>
- Energieonderzoek Centrum Nederland. (2009). *ECN Facts windenergie*.
- Energievastgoed. (2015, februari 20). *WKO: '70% van de systemen haalt rendement niet'*. Opgehaald van energievastgoed.nl: <https://www.energievastgoed.nl/2015/02/20/wko-70-van-de-systemen-haalt-rendement-niet/>
- EPZ. (sd). *Kerncentrale*. Opgehaald van EPZ: <https://epz.nl/themas/kerncentrale>
- Essent. (2019). *Voor- en nadelen van windenergie*. Opgehaald van Essent:  
<https://www.essent.nl/kennisbank/stroom-en-gas/duurzame-energie/voordelen-nadelen-windenergie>
- Groene energie*. (sd). Opgehaald van blauweenergie: <https://blauweenergie.wordpress.com/>
- Hagelaars, J. (2016, september 12). *Recordwarmte op de aarde ondanks een koude zon*. Opgehaald van Klimaatverandering:  
<https://klimaatverandering.wordpress.com/2016/09/12/recordwarmte-op-de-aarde-ondanks-een-koude-zon/>
- Heijden, v. d. (2015, februari 5). *wetenschapper*. Opgehaald van We ontvangen 1,9 kilo zonne-energie per seconde: <https://wetenschapper.wordpress.com/2015/02/05/we-ontvangen-19-kilo-zonne-energie-per-seconde/>
- Hollandsolar. (sd). *Zonne-energie wordt de belangrijkste energiebron van Nederland*. Opgehaald van Hollandsolar: <https://hollandsolar.nl/cijfers>
- Iedereen doet wat. (sd). *Zonnepanelen*. Opgehaald van Iedereen doet wat:  
[https://www.iedereendoetwat.nl/mogelijkheden/zonnepanelen?utm\\_campaign=ezk-klimaat-koepel-01-2020&utm\\_medium=search&utm\\_source=google&utm\\_content=ron-search-alg&utm\\_term=searchad-multi-device-cpc-performance](https://www.iedereendoetwat.nl/mogelijkheden/zonnepanelen?utm_campaign=ezk-klimaat-koepel-01-2020&utm_medium=search&utm_source=google&utm_content=ron-search-alg&utm_term=searchad-multi-device-cpc-performance)
- ipcc. (2018, Oktober 3). *SPECIAL REPORT: GLOBAL WARMING OF 1.5 °C*. Opgehaald van ipcc:  
<https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/spm/>

- J., R. (2011, April 5). *Staat van de Energietransitie in Nederland*. . Opgehaald van rli.nl:  
[https://www.rli.nl/sites/default/files/essay\\_rotmans\\_-\\_staat\\_van\\_de\\_energietransitie\\_in\\_nederland\\_1\\_0.pdf](https://www.rli.nl/sites/default/files/essay_rotmans_-_staat_van_de_energietransitie_in_nederland_1_0.pdf)
- Jan, R. (2011, november 16). *Naar een schone economie in 2050: routes verkend*. Opgehaald van PBL Planbureau voor de Leefomgeving: <https://www.pbl.nl/publicaties/naar-een-schone-economie-in-2050-routes-verkend>
- Keulemans, M. (2019, juli 24). *Duidelijker wordt het niet: de klimaatverandering van nu is echt uniek*. Opgehaald van Volkskrant: <https://www.volkskrant.nl/wetenschap/duidelijker-wordt-het-niet-de-klimaatverandering-van-nu-is-echt-uniek~b6d1c9df/>
- lenntech. (sd). *Chemische Samenstelling van Lucht*. Opgehaald van lenntech:  
<https://www.lenntech.nl/lucht-samenstelling.htm>
- Liesker, W. (2019, februari 15). *Lelystad Airport - Vliegroutes*. Opgehaald van google.com:  
[https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=16DtIkj\\_5DOa8UPcnGoRjJpqR5MU&ll=52.463852936649744%2C6.54975070468754&z=9](https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=16DtIkj_5DOa8UPcnGoRjJpqR5MU&ll=52.463852936649744%2C6.54975070468754&z=9)
- Lindsey, R. (2009, Januari 14). *Climate and Earth's Energy Budget*. Opgehaald van Nasa earthobservatory: <https://earthobservatory.nasa.gov/features/EnergyBalance>
- Lubach, A. (2018, november 4). Kernenergie. Nederland.
- Lucros. (2019). *Ampyx Power*. Opgehaald van lucros-group.eu: <https://www.lucros-group.eu/ampyx-power/>
- Milieu Centraal. (sd). *Milieu Centraal*. Opgehaald van Milieu Centraal:  
<https://www.milieucentraal.nl/klimaat-en-aarde/klimaatverandering/>
- Ministerie van Economische Zaken. (2015). *Biomassa 2030, Strategische visie voor de inzet*. Den Haag: het Ministerie van Economische Zaken.
- Ministerie van Economische Zaken. (sd). *Feiten en cijfers*. Opgehaald van Wind op land:  
<https://www.windenergie.nl/windenergie-op-land/feiten-en-cijfers>
- (2017). *Nieuwe Energie Overijssel*. Zwolle: Provincie Overijssel.
- nieuwsuur. (2019, April 26). *Meer en meer zonnepanelen, hier en daar dreigen capaciteitsproblemen*. Opgehaald van NOS: <https://nos.nl/nieuwsuur/artikel/2282236-meer-en-meer-zonnepanelen-hier-en-daar-dreigen-capaciteitsproblemen.html>
- Noordhoff Uitgevers bv. (2015). *Pulsar 3e editie natuurkunde*. Noordhoff Uitgevers bv.
- Nu.nl. (sd). *Klimaatvraag: Hoe komt het dat de temperatuur stijgt door broeikasgassen?* Opgehaald van Nu.nl: <https://www.nu.nl/weekend/5828637/klimaatvraag-hoe-komt-het-dat-de-temperatuur-stijgt-door-broeikasgassen.html>
- Opwekking Kernenergie*. (sd). Opgehaald van Rijksoverheid:  
<https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/duurzame-energie/opwekking-kernenergie>
- Ouwerkerk, R. (sd). *Kernsplijting*. Opgehaald van natuurkunde.nl:  
<https://www.natuurkunde.nl/opdrachten/1543/kernsplijting>

- Overijssel. (2019, Februari 19). *Zonne-energie*. Opgehaald van Provincie Overijssel:  
<http://www.overijssel.nl/thema's/economie/nieuwe-energie/nieuwe-energie/zonne-energie/>
- PBL Planbureau voor de Leefomgeving. (2014, maart 3). *Biomassa wensen en grenzen*. Opgehaald van PBL Thembsites: <https://themasites.pbl.nl/biomassa/>
- Platform Geothermie. (2017). *CO2- en aardgasbesparing*. Opgehaald van geothermie.nl:  
<https://geothermie.nl/index.php/nl/geothermie-aardwarmte/geothermie-in-nederland/duurzaamheid-en-omvang/23-co2-en-aardgasbesparing>
- Platform Geothermie. (2017). *Financiën*. Opgehaald van geothermie.nl:  
<https://geothermie.nl/index.php/nl/geothermie-aardwarmte/geothermie-in-nederland/wetgeving-en-financien/101-financien>
- Provinciale Staten van Overijssel. (2010). *Duurzaam gebruik van bodemenergie*. Zwolle.
- Provinciale Staten van Overijssel. (2017). *Nieuwe Energie Overijssel*.
- Provincie Overijssel. (2017, september 8). *Risico's winnen aardwarmte onderschat; kans op aardbevingen*. Opgehaald van tubantia.nl: <https://www.tubantia.nl/regio/risico-s-winnen-aardwarmte-onderschat-kans-op-aardbevingen~a031e84b/>
- Provincie Overijssel. (2019, november 13). *Begrenzing NNN en Zone Ondernemen met Natuur en Water (Omgevingsvisie)*. Opgehaald van geoportaal.nl:  
<https://www.geoportaaloverijssel.nl/metadata/dataset/e32ecb1c-a023-4db7-b2d0-f889ee6fac46>
- Provincie Overijssel. (2019). *Voortgangsrapportage*.
- Provincie Overijssel. (2020). *Begroting 2020*.
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2017, juli). *Factsheet: WKO en warmtepompen*. Opgehaald van rvo.nl: <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2017/07/RVO.nl%20-%20Factsheet%20WKO%20en%20warmtepompen.pdf>
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2018, december). *Windsnelheid per gemeente SDE+ december 2018*. Opgehaald van rvo.nl:  
<https://www.rvo.nl/sites/default/files/2018/12/Windsnelheid%20per%20gemeente%20SDE%20december%202018.pdf>
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2019). *Biomassa SDE+*. Opgehaald van rvo.nl:  
<https://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/stimulering-duurzame-energieproductie/categorie%C3%ABn/biomassa-sde>
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2019). *Geothermie SDE+*. Opgehaald van rvo.nl:  
<https://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/stimulering-duurzame-energieproductie/categorie%C3%ABn/geothermie-sde>
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2019). *Geothermie SDE+*. Opgehaald van rvo.nl:  
<https://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/stimulering-duurzame-energieproductie/categorie%C3%ABn/geothermie-sde>

- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2019). *ISDE: Voorwaarden apparaten*. Opgehaald van rvo.nl: <https://www.rvo.nl/subsidie-en-financieringswijzer/isde/voorwaarden-apparaten>
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2019). *Water SDE+*. Opgehaald van rvo.nl: <https://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/stimulering-duurzame-energieproductie/categorie%C3%ABn/water-sde>
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2019). *Wind SDE+ (land, meer en waterkering)*. Opgehaald van rvo.nl: <https://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/stimulering-duurzame-energieproductie/categorie%C3%ABn/wind-sde>
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2020). *Zon SDE+*. Opgehaald van rvo.nl: <https://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/stimulering-duurzame-energieproductie/categorie%C3%ABn/zon-sde>
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (sd). *Data over warmte*. Opgehaald van rvo.nl: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/duurzame-energie-opwekken/verduurzaming-warmtevoorziening/data-over-warmte>
- Rijksoverheid. (sd). *Rijksoverheid stimuleert ontwikkeling bio-energie*. Opgehaald van Rijksoverheid: <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/duurzame-energie/bio-energie>
- Rob. (sd). *broeikastheorie*. Opgehaald van Klimaatgek: <https://klimaatgek.nl/wordpress/broeikastheorie/>
- Scheire, L. (sd). *How quantum mechanics explains global warming - Lieven Scheire*. Opgehaald van Ted: <https://ed.ted.com/lessons/how-quantum-mechanics-explains-global-warming-lieven-scheire>
- Sociaal-Economische Raad. (2013). *Energieakkoord voor duurzame groei*. Sociaal-Economische Raad.
- Spierings, S. (2019, maart 12). Bomen kappen voor het Klimaatakkoord; hoe het gebruik van biomassa ook averechts kan werken. *Volkskrant*, pp. <https://www.volkskrant.nl/economie/bomen-kappen-voor-het-klimaatakkoord-hoe-het-gebruik-van-biomassa-ook-averechts-kan-werken~b9958c8d/?referer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F>.
- Spijker, E. d. (2007). *Biomassa voor energie uit de Nederlandse natuur*. Wageningen: WageningenUR.
- START EUROPEES ONDERZOEKSPROJECT VOOR INNOVATIEVE OMBOUW VAN KOLENCENTRALE NAAR BIOMASSA.** (2018, Oktober 31). Opgehaald van TNO: <https://www.tno.nl/nl/over-tno/nieuws/2018/10/start-europees-onderzoeksproject-voor-innovatieve-ombouw-van-kolencentrale-naar-biomassa/>
- StatLine. (2019, December 30). *Aardgasbalans; aanbod en verbruik*. Opgehaald van StatLine CBS: <https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/00372/line?ts=1580643861354&fromstatweb=true>
- Sterl, F. (sd). *Werking van een kernreactor*. Opgehaald van sciencespace.nl: <https://www.sciencespace.nl/het-allerkleinste/artikelen/3483/werking-van-een-kernreactor>
- Stichting Platform Geothermie. (2017). *Wat is geothermie?* Opgehaald van geothermie.nl: <https://geothermie.nl/index.php/nl/geothermie-aardwarmte/wat-is-geothermie>

- thiniceclimate. (2012, Juli 11). *How CO2 warms the climate - Ray Pierrehumbert*. Opgehaald van thiniceclimate: <https://thiniceclimate.org/blog/details/1907/how-co2-warms-the-climate-ray-pierrehumbert>
- Urgenda. (2019). *Nederland 100% duurzame energie in 2030*. Urgenda.
- Vakblad waterpompen. (2019, mei 1). *Nederlandse verkoop warmtepompen groeit bijna 30 procent*. Opgehaald van vakbladwaterpompen.nl: [https://www.vakbladwarmtepompen.nl/sector/nieuws/2019/05/nederlandse-verkoop-warmtepompen-groeit-bijna-30-procent-1014674?\\_ga=2.167396734.1963603900.1580239661-1558356444.1572457244](https://www.vakbladwarmtepompen.nl/sector/nieuws/2019/05/nederlandse-verkoop-warmtepompen-groeit-bijna-30-procent-1014674?_ga=2.167396734.1963603900.1580239661-1558356444.1572457244)
- van der Maas, K. (2013). *Rendementsverbetering van een warmte- koude opwek en opslag systeem*.
- van Hal, G. (2018, november 9). *Een tweede Nederlandse kerncentrale? De argumenten voor en tegen op een rij*. Opgehaald van De Volkskrant: <https://www.volkskrant.nl/nieuws-achtergrond/een-tweede-nederlandse-kerncentrale-de-argumenten-voor-en-tegen-op-een-rij~b2b61415/>
- van Mersbergen, C., & van Dongen, A. (2019, april 5). *Klaar met alle meningen over klimaatverandering? Dit zijn de feiten*. Opgehaald van Het AD: <https://www.ad.nl/binnenland/klaar-met-alle-meningen-over-klimaatverandering-dit-zijn-de-feiten~ace1349c/?referrer=https://www.google.com/>
- Vellinga, P. e. (1999, januari 1). *Broeikaseffect, Klimaatverandering en het weer*. Opgehaald van vu.nl: <http://dare.ubvu.vu.nl/bitstream/handle/1871/1697/ivmvu0736.pdf?sequence=2>
- Verheggen, B. (sd). *Klimaatverandering*. Opgehaald van Klimaatverandering: <https://klimaatverandering.wordpress.com/bart-verheggen/>
- Visscher, M. (2019, Juli 5). *De enige manier om snel en krachtig een eind te maken aan de opwarming van de aarde is kernenergie*. Opgehaald van De Volkskrant: <https://www.volkskrant.nl/columns-opinie/de-enige-manier-om-snel-en-krachtig-een-eind-te-maken-aan-de-opwarming-van-de-aarde-is-kernenergie~b848e802/>
- Visscher, M. (5, Juli 2019). *De enige manier om snel en krachtig een eind te maken aan de opwarming van de aarde is kernenergie*. Opgehaald van De Volkskrant: Ter vergelijking: als de brandstof voor een kerncentrale in een vrachtwagen past, heb je voor een kolencentrale met dezelfde capaciteit 25 duizend treinwagons nodig. Dankzij die concentratie brengt kernenergie nauwelijks schade aan de natuur.'
- waterpompplein.nl. (2018, juli 18). *Aantal warmtepompen bij Nederlandse woningen groeit sterk*. Opgehaald van waterpompplein.nl: <https://warmtepompplein.nl/stijging-aantal-warmtepompen/>
- Waterpompplein.nl. (sd). *Besparing waterpomp*. Opgehaald van Waterpompplein.nl: <https://warmtepompplein.nl/warmtepomp-besparing/>
- Weetjes Zonnepanelen. (sd). *Prijzen zonnepanelen*. Opgehaald van Zonnepanelen weetjes: <https://www.zonnepanelen-weetjes.nl/prijzen-zonnepanelen/>
- Wereld Natuur Fonds, H. a. (2016). *Europe's Dark Cloud*. Brussel: WWF European Policy Office, Sandbag, CAN Europe and HEAL.

*Weuste*. (sd). Opgehaald van Zonnepark De Groene Weuste: <https://weustestroom.nl/>

wikipedia. (2019, april 1). *Wattpiek*. Opgehaald van wikipedia:  
<https://nl.wikipedia.org/wiki/Wattpiek>

Wikipedia. (2019, november 17). *Windenergie*. Opgehaald van Wikipedia:  
<https://nl.wikipedia.org/wiki/Windenergie>

Wikipedia. (2020, februari 1). *Overijsselse Vecht*. Opgehaald van wikipedia.nl:  
[https://nl.wikipedia.org/wiki/Overijsselse\\_Vecht](https://nl.wikipedia.org/wiki/Overijsselse_Vecht)

Wilt, P. v. (sd). *Zonnepanelen kopen: waar let je op?* Opgehaald van Consumentenbond:  
<https://www.consumentenbond.nl/zonnepanelen/kiezen>

Wilt, v. d. (2019, december 19). *Terugverdientijd zonnepanelen*. Opgehaald van Consumentenbond:  
<https://www.consumentenbond.nl/zonnepanelen/terugverdientijd-zonnepanelen>

Zonne-energiegids. (sd). *Aantal zonuren in Nederland*. Opgehaald van Zonne-energiegids:  
<https://www.zonne-energiegids.nl/aantal-zonuren-in-nederland/>

zonnepanelen.net. (sd). *zonnepanelen-wattpiek*. Opgehaald van zonnepanelen.net:  
<https://www.zonnepanelen.net/zonnepanelen-wattpiek-wp/>

## Bijlage A: Logboeken

Wij houden een logboek bij ter verantwoording van wat wij hebben uitgevoerd.

## Logboek Jarno

Datum	Tijd	Wat
6 mei 9.40	50 minuten	Onderzoek vaardigheden les
13 mei 9.40	50 minuten	Onderzoek vaardigheden les
20 mei 9.40	50 minuten	Onderzoek vaardigheden les
27 mei 9.40	50 minuten	Onderzoek vaardigheden les
3 jun 9.40	50 minuten	Onderwerp en onderzoeksvraag bepaald
27 jun 10.45	50 minuten	Plan van aanpak uitwerken
12 sep 12:30	30 minuten	Gesprek met E. Landeweerd.
1 okt 11:30	180 minuten	Planning gemaakt voor aankomende weken, opmaak verslag gemaakt, begonnen met onderdeel windenergie.
22 nov 15:00	180 minuten	Het beleid van de provincie Overijssel onderzocht.
25 nov 15:00	120 minuten	Het onderdeel windenergie afgerond en gegevens verzameld over de huidige energieverdeling in Overijssel.
27 nov 10:00	180 minuten	Herzien deelvragen, gebrainstormd over invulling van het verslag.
29 nov 12:00	30 minuten	Gesprek met mevrouw Landeweerd gehad over voortgang.
3 jan 14:00	120 minuten	Meer gegevens verzameld over de huidige energieverdeling, berekeningen gedaan en tekst gemaakt.
28 jan 15:30	150 minuten	Het beleid van de provincie afgerond
28 jan 19:00	100 minuten	Bodemenergie onderzocht
29 jan 12:35	50 minuten	Vormen van waterenergie onderzocht
30 jan 9:45	50 minuten	Inlezen over zonne-energie
30 jan 11:00	50 minuten	Waterenergie onderzocht
30 jan 15:00	150 minuten	Begroting van provincie Overijssel onderzocht
30 jan 18:15	30 minuten	Uitgezocht wat de kosten van de bouw van een windmolen zijn
31 jan 12:30	30 minuten	Overlegd over de inhoud van het aanbevelingsrapport
31 jan 17:00	30 minuten	Eigen stukjes netjes afgerond.
2 feb 18:00	60 minuten	De aanleiding en uitgangssituatie van het aanbevelingsrapport geschreven.
3 feb 8:50	50 minuten	De algemene nieuwe energieverdeling van de provincie Overijssel geschreven.
3 feb 14:05	30 minuten	Verder geschreven aan de nieuwe energieverdeling van de provincie Overijssel.
3 feb 17:00	60 minuten	Een aantal opmerkingen van ELA verbeterd.
4 feb 11:30	240 minuten	Een aantal opmerkingen van ELA verbeterd.
5 feb 10:45	50 minuten	Een aantal opmerkingen van ELA verbeterd.
5 feb 12:45	60 minuten	Onderzoek gedaan naar het aanbevelingsrapport.
5 feb 16:00	90 minuten	Gewerkt aan het aanbevelingsrapport.
6 feb 10:45	50 minuten	Gewerkt aan het overige deel van het aanbevelingsrapport.
8 feb 0:00	90 minuten	Subsidies uitgewerkt.
9 feb 18:00	60 minuten	De stukjes van Niels doorgelezen.
12 feb 17:00	120 minuten	De samenvatting en het nawoord geschreven. Daarnaast Niels' stukjes doorgelezen en de conclusie aangevuld.
13 feb 10:30	50 minuten	Laatste dingen doorgesproken met Niels.
13 feb 20:00	150 minuten	Doorgekeken en de discussie afgerond.

## Logboek Niels

Datum	Tijd	Wat
6 mei 9.40	50 minuten	Onderzoek vaardigheden les
13 mei 9.40	50 minuten	Onderzoek vaardigheden les
20 mei 9.40	50 minuten	Onderzoek vaardigheden les
27 mei 9.40	50 minuten	Onderzoek vaardigheden les
3 juni 9.40	50 minuten	Onderwerp en onderzoeksvraag bepaald
27 juni 10.45	50 minuten	Plan van aanpak uitwerken
12 sep 12:30	30 minuten	Gesprek met E. Landeweerd.
1 okt 11:30	180 minuten	Planning gemaakt voor aankomende weken, begonnen met onderdeel broeikaseffect/klimaatverandering.
3 okt 14:30	90 minuten	Verder gegaan met het onderdeel klimaatverandering en de problemen hiervan
10 okt 13:00	75 minuten	Het onderdeel klimaatverandering afgerond en begonnen aan onderzoek van zonne-energie.
17 okt 14:00	75 minuten	Verwijzingen verbeterd, onderzoek gedaan naar rendement zonnepanelen
24 nov 16:00	60 minuten	Onderzoek naar wat zonnepanelen opleveren en naar eigen zonnepanelen.
25 nov 15:00	60 minuten	Onderzoek zonnepanelen afgerond
26 nov 19:00	60 minuten	Begonnen aan onderzoek Biomassa
27 nov 10:00	180 minuten	Herzien deelvragen, gebrainstormd over invulling van het verslag
29 nov 12:00	30 minuten	Gesprek met mevrouw Landeweerd gehad over voortgang
29 nov 19:15	30 minuten	Verder gegaan met het uitwerken van het onderzoek over biomassa
12 dec 16:00	45 minuten	Zoeken naar informatie over mogelijkheden voor biomassa. Ook een hoorcollege van de universiteit van Vlaanderen bekeken.
28 jan 16:00	30 minuten	Onderzoek gedaan naar mogelijkheden biomassa.
29 jan 16:00	45 minuten	Begonnen aan onderzoek kernenergie
30 jan 10:00	50 minuten	Besproken voortgang verslag en kernenergie
30 jan 16:00	75 minuten	Onderzoek kernenergie afgerond
31 jan 11:35	120 minuten	Besproken aanbevelingsrapport met Jarno. Bio-energie afgerond en to do list opgesteld.
2 feb 12:00	30 minuten	Aanleiding geschreven
5 feb 10:45	50 minuten	Aanpassen zonne-energie
5 feb 14:00	180 minuten	Aanpassen energiesoorten
6 feb 10:45	50 minuten	Controleren op fouten
6 feb 14:00	120 minuten	Doorlezen stukjes Jarno en begonnen aanbeveling zonne-energie
6 feb 19:00	60 minuten	Aanbeveling zonne-energie
9 feb 11:00	120 minuten	Aanbeveling zonne-energie
10 feb 8:30	30 minuten	Aanbeveling bio-energie
10 feb 10:45	50 minuten	Doorlezen opmerking Jarno, aanbeveling Bio-energie
10 feb 16:45	30 minuten	Voorwoord geschreven
12 feb 13:00	180 minuten	Verwijzingen naar figuren en conclusie geschreven.
13 feb 10:30	50 minuten	Laatste bespreking met Jarno over laatste aanpassingen
13 feb 16:30	60 minuten	Conclusie afgerond