

University of Groningen

## ZELFVOORZIENEND ZERNIKE

Falkena, Henk-Jan

**IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.**

*Document Version*

Publisher's PDF, also known as Version of record

*Publication date:*

2011

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

*Citation for published version (APA):*

Falkena, H-J. (2011). *ZELFVOORZIENEND ZERNIKE*. s.n.

**Copyright**

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

**Take-down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

*Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.*

# ZELFVOORZIENEND ZERNIKE

Een onderzoek naar zelfvoorziening van elektriciteit op het Zernike-terrein met lokale productie van duurzame energie door middel van windmolens en zonnepanelen





rijksuniversiteit  
 groningen



Jupiterstraat 89  
9742 EV Groningen  
tel. 06-27323961  
info@falkenamilieu.nl  
www.falkenamilieu.nl

Documenttitel	Zelfvoorzienend Zernike Een onderzoek naar zelfvoorziening van elektriciteit op het Zernike- terrein met lokale productie van duurzame energie door middel van windmolens en zonnepanelen.
Versie	Definitieve rapportage - 30 mei 2011
Opdrachtgever	Stuurgroep Duurzaamheid van de Rijksuniversiteit Groningen
Adviescommissie RUG	prof dr. H.C. Moll (voorzitter en contactpersoon) prof. dr. S. Brandenburg (hoofd accelerator group van het KVI) prof. dr. J.C. Hummelen (hoogleraar organische zonnecellen) dhr. D. Jager (milieudeskundige bij de Arbo- en Milieudienst) drs. C. M. Ree (coördinator Bèta Wetenschapswinkel) dhr. K.K. Smit (energiemanager)
Auteur	drs. Henk-Jan Falkena

© copyright Falkena Milieu, 2011  
Alle rechten voorbehouden

## Inhoudsopgave

Samenvatting.....	5
1 Inleiding .....	7
<i>Leeswijzer</i> .....	7
2 Elektriciteitsverbruik van de RUG.....	9
<i>Doelstellingen</i> .....	9
<i>Energiekosten</i> .....	9
3 Het Zernike-terrein .....	11
<i>Slibdepot</i> .....	11
<i>Overig onbebouwd terrein</i> .....	13
<i>Bebouwd terrein</i> .....	14
4 Windenergie .....	17
<i>Plaatsing van grote windmolens</i> .....	17
4.1 Realisatietraject.....	18
4.2 Windsnelheid en stroomopbrengst.....	19
4.3 Zonering.....	21
4.4 Technische aspecten .....	22
4.5 Impact op landschap en flora en fauna.....	22
<i>Landschap</i> .....	23
4.6 Overlast voor omwonenden.....	23
<i>Geluid</i> .....	23
<i>Slagschaduw</i> .....	23
<i>Toplichten</i> .....	24
4.7 Overige overlast .....	24
<i>Vallende wieken</i> .....	24
<i>IJzel</i> .....	24
<i>Radar</i> .....	24
4.8 Vergunningprocedures en onderzoeken.....	25
4.9 Overheidsbeleid .....	25
<i>Recente ontwikkelingen</i> .....	26
4.10 Draagvlak en participatie.....	27
4.11 Eigendomssituaties grond .....	28

4.12	Subsidies .....	29
4.13	Kosten en baten analyse .....	29
	<i>Aanschaf en installatie</i> .....	31
	<i>Overige kosten</i> .....	31
	<i>Opbrengsten</i> .....	32
4.14	Overige opties voor windenergie .....	34
	<i>Andere locaties</i> .....	34
	<i>Molen Noordenwind</i> .....	34
	<i>Kleinschalige windmolens op gebouwen</i> .....	35
	<i>Overige opties</i> .....	35
5	Zonne-energie .....	37
5.1	Realisatie .....	38
5.2	Type zonnecel .....	39
	<i>Kristallijn silicium</i> .....	39
	<i>Dunne film zonnecellen</i> .....	39
	<i>Verschillen</i> .....	39
5.3	Opbrengst versus weersomstandigheden .....	40
5.4	Beschaduwing .....	40
5.5	Hellingshoek en oriëntatie .....	41
5.6	Kwaliteitsgaranties .....	41
5.7	Technische aspecten .....	42
5.8	Beveiliging en diefstal .....	43
5.9	Benodigde grond .....	43
5.10	Natuur en landschap .....	44
5.11	Vergunningen en beleid .....	44
5.12	Draagvlak, participatie en communicatie .....	44
5.13	Subsidies .....	45
5.14	Kosten en baten analyse .....	46
	<i>Kosten zonnepanelen</i> .....	46
	<i>Overige investeringen</i> .....	47
	<i>Verrekening van de kosten</i> .....	47
	<i>Stroomopbrengst</i> .....	48
5.15	Ontwikkelingen in prijs en techniek .....	50
5.16	Maximaal potentieel zonne-energie .....	51

6	Energiewetgeving .....	53
7	Conclusies en aanbevelingen .....	57
	<i>Educatie, communicatie, synergie en samenwerking</i> .....	57
	<i>Draagvlak voor windmolens</i> .....	58
	<i>Provinciaal windenergie-beleid</i> .....	58
	<i>Kosten en baten van zonnepanelen</i> .....	59
	<i>Energiewetgeving</i> .....	59
	<i>Tot slot</i> .....	59
	Bronnen .....	61
	Bijlage A: Vragen voor vervolgonderzoek .....	63



## Samenvatting

De Stuurgroep Duurzaamheid van de RUG heeft het idee voorgesteld om te gaan voorzien in de elektriciteitsbehoefte van de RUG op het Zernike-terrein door lokale productie van duurzame energie door middel van windmolens en zonnepanelen. In dit onderzoek is de haalbaarheid van dit plan onderzocht en zijn potentiële barrières in kaart gebracht.<sup>1</sup>

Grote windmolens zouden kunnen voorzien in de volledige elektriciteitsbehoefte van de RUG op het Zernike-terrein. Technisch en economisch gezien lijkt dit goed haalbaar. De huidige provinciale regeling staat het echter niet toe. Aanbevolen wordt dat de RUG de discussie over deze optie voor duurzame energie aangaat met het provinciebestuur en hierbij aansluiting zoekt bij de gemeente Groningen. Onzeker is of de plannen in de omgeving op draagvlak kunnen rekenen. Aanbevolen wordt ook om veel aandacht te besteden aan de communicatie met omwonenden en hen mogelijkheden te bieden in het project te participeren.

Zonnepanelen kunnen geplaatst worden op en rondom het slibdepot, op daken en boven parkeerterreinen. Indien al deze mogelijkheden benut worden dan kan hiermee maximaal in ongeveer de helft van de elektriciteitsvraag van de RUG op het Zernike-terrein worden voorzien. De financiële haalbaarheid is hierbij het grootste knelpunt. Het is onzeker of de benodigde subsidie verkregen kan worden. Aanbevolen wordt om actief naar subsidiemogelijkheden te zoeken en om de realisatie gefaseerd uit te voeren. Als pilotproject is de installatie van zonnepanelen op één of meer daken al op korte termijn mogelijk.

Een barrière die voor zowel wind- als zonne-energie van belang is, is de aanleg en het beheer van de infrastructuur die nodig is om de geproduceerde energie aan de universiteitsgebouwen te leveren. Aanbevolen wordt om aanvullend onderzoek te verrichten om de verschillende opties en de juridische en financiële consequenties hiervan in beeld te brengen.

Aanbevolen wordt dat de RUG bij haar plannen samenwerking zoekt met andere partners, met name de Hanzehogeschool en de gemeente Groningen. Duurzame energievoorziening op het Zernike-terrein dient zowel energie- en milieudoelstellingen van de universiteit als prioriteiten in onderwijs en onderzoek en heeft bovendien een uitstralende (voorbeeld) functie. Aanbevolen wordt om deze aspecten in de interne en externe communicatie beeldend en wervend uit te dragen.

---

<sup>1</sup> De eindredactie van de samenvatting is verricht door H. C. Moll en C.M. Ree, leden van de adviescommissie betrokken bij dit onderzoek





# 1 Inleiding

Duurzaam energie is een onderwerp dat zich in een groeiende maatschappelijke belangstelling mag verheugen. Ook de Rijksuniversiteit Groningen (RUG) heeft zich op dit thema gecommitteerd aan ambitieuze doelstellingen. Bij het realiseren deze doelen speelt de Stuurgroep Duurzaamheid een belangrijke rol. Deze commissie bestaat uit medewerkers van de RUG die gespecialiseerd zijn in duurzaamheid en energie. De Stuurgroep adviseert het College van Bestuur op gebied van energie en duurzaamheid en heeft daarnaast als taak om concrete projecten op deze thema's te initiëren. Hierbij wordt onder andere samengewerkt met de Hanzehogeschool en de gemeente Groningen.

Een belangrijk project dat door de Stuurgroep Duurzaamheid naar voren is gebracht, richt zich op duurzame elektriciteitsproductie op het Zernike-terrein. Ongeveer de helft van alle elektriciteit die de RUG verbruikt, wordt binnen dit gebied geconsumeerd. Tegelijkertijd lijkt het Zernike-terrein goede mogelijkheden te bieden om met behulp van windmolens en/of zonnecellen duurzame energie op te wekken. De gedachte hierbij is om energieproductie te combineren met een wetenschappelijke proeftuin voor experimenten met duurzame energie [Stuurgroep Duurzaamheid, 2010].

De eerste fase van het project "Duurzame elektriciteitsvoorziening voor de RUG" betreft een haalbaarheidsstudie. Deze is in opdracht van de RUG uitgevoerd door Falkena Milieu. Falkena Milieu heeft de technische, politieke, juridische en financiële haalbaarheid onderzocht van diverse varianten om op het Zernike-terrein wind- en zonne-energie te produceren. Hiervoor is literatuuronderzoek uitgevoerd en zijn interviews gehouden met specialisten en deskundigen. Dit rapport bevat de resultaten van dit onderzoek. Het doel van de studie is geweest om een overzicht te geven van alle factoren die bij realisatie van wind- en zonne-energie op deze locatie een rol spelen. Deze informatie dient voor de Stuurgroep Duurzaamheid als basis om een oordeel te vormen over de haalbaarheid van duurzame energie op het Zernike-terrein en tevens om te kunnen bepalen welke vervolgstappen er gedaan moeten worden om dit te realiseren.

## *Leeswijzer*

In dit rapport zal in hoofdstuk 2 eerst worden ingegaan op het elektriciteitsgebruik van de RUG op het Zernike-terrein. De kosten en de verwachtingen voor de middellange termijn zullen hierbij aan de orde komen. Hoofdstuk 3 behandelt de kenmerken van het Zernike-terrein en de consequenties hiervan voor de (on)mogelijkheden om hier wind- of zonne-energie te produceren. Vervolgens wordt in hoofdstuk 4 ingegaan op windenergie. De aspecten die voor de haalbaarheid van windenergie van belang zijn, komen hierbij aan de orde. Hoofdstuk 5 is op dezelfde manier opgebouwd en gaat in op de haalbaarheid van zonne-energie. De regelgeving omtrent de elektriciteitsvoorziening is bij zowel wind- als zonne-energie een belangrijke factor. Hier is hoofdstuk 6 aan gewijd. Hoofdstuk 7 tenslotte bevat conclusies en aanbevelingen waaronder een voorstel voor fasering van de realisatie.



## 2 Elektriciteitsverbruik van de RUG

De RUG verbruikt per jaar 52 miljoen kWh. Iets meer dan de helft hiervan wordt verbruikt op het Zernike-terrein: 27 miljoen kWh. De faculteit Wiskunde en Natuurwetenschappen (FWN) is op dit terrein de grootste verbruiker met 11 miljoen kWh. (Cijfers van 2010, bron [Smit, 2011]). Het Kernfysisch Versneller Instituut (KVI) verbruikt ongeveer 4,5 miljoen kWh per jaar. Er is sprake van uitbreidingsplannen waarbij het verbruik van het KVI aanzienlijk zou kunnen stijgen. Deze zijn echter nog in een vroeg stadium en zullen naar verwachting de komende vijf jaren nog niet gerealiseerd worden [Brandenburg, 2011]. Verder is te verwachten dat het elektriciteitsverbruik op het Zernike-terrein zal stijgen wanneer het Centrum voor Levenswetenschappen binnenkort volledig in gebruik is. Overige ontwikkelingen in het elektriciteitsverbruik hangen onder andere af van de ontwikkeling van de aantallen studenten, die moeilijk te voorspellen zijn [Smit, 2011]. Het verbruik van de Hanzehogeschool en overige niet-RUG gebouwen zijn niet in deze beschouwing meegenomen.

De berekeningen in dit rapport zijn gebaseerd op een jaarlijks elektriciteitsverbruik van 30 miljoen kWh. Hierbij is uitgegaan van 2015 als ijkjaar omdat het nog een aantal jaren zal duren voordat de plannen gerealiseerd zijn. Uitgegaan is van een stijging van ongeveer 10% ten opzichte van 2010 als gevolg van volledige ingebruikname van het Centrum voor Levenswetenschappen. Verder is aangenomen dat een aantal overige invloeden elkaar grotendeels zal compenseren. Hierbij gaat het om verdere groei van de universiteit, verhoging van de energie-efficiëntie en de trend dat energie steeds meer als elektriciteit en steeds minder als gas wordt geconsumeerd.

### *Doelstellingen*

De RUG heeft afspraken gemaakt over energiebesparing en duurzame energie middels Meerjaren Afspraken (MJA's) met de overheid. Via het MJA III is de RUG verplicht jaarlijks haar energie-efficiëntie met 2% te verbeteren. In de periode van 2007 tot 2020 moet de energie-efficiëntie met 30% toenemen [Smit, 2011], [Ree, 2011]. Jaarlijks moet over de voortgang worden gerapporteerd. Indien de doelen niet worden gehaald, bestaat de mogelijkheid dat er sancties worden opgelegd [Jager, 2011]. De voortgang ten opzichte van de MJA-doelstellingen wordt openbaar bekend gemaakt. Elk jaar verschijnt een ranglijst die aangeeft hoe de Nederlandse universiteiten presteren wat betreft de MJA-doelstellingen. De RUG staat vrij stabiel in de middenmoot [Smit, 2011].

### *Energiekosten*

De prijs die de RUG voor elektriciteit betaalt is gebaseerd op variabele marktprijzen en op afspraken met leverancier Essent. De tarieven worden telkens drie jaren vooraf reeds vastgelegd. Tot en met 2013 zijn deze dus bekend. Per jaar verschilt de prijs die de RUG betaalt. De gemiddelde prijs in de voor de komende drie jaar vastgelegde contracten is iets meer dan 6 cent per kWh. Dit is exclusief BTW (19%, oftewel iets meer dan 1 cent per kWh.) Daarnaast moet de RUG energiebelasting en netwerkkosten betalen, wat neerkomt op respectievelijk circa 0,5 cent en 1,5 cent per kWh. Intern rekent de RUG met een tarief van 10 cent per kWh. Dit is wat intern door alle faculteiten en afdelingen betaald wordt. Hier zijn de kosten voor de overhead in de organisatie (ongeveer 1 cent per kWh) bij ingrepen [Smit, 2011].

Als stroom aan het net terug geleverd zou worden (wat nu niet of nauwelijks gebeurt maar bij realisatie van de hier onderzochte plannen in de toekomst mogelijk wel), zou de opbrengst aanzienlijk lager zijn dan de inkoopprijs die de RUG betaalt. De gangbare marktprijs ligt momenteel rond de 4 cent per kWh [Van Ens, 2011]. De WKK-installaties van Essent op het Zernike-terrein krijgen zelfs nog lagere vergoedingen [Smit, 2011]. De marktprijs voor elektriciteit fluctueert nogal en is moeilijk te voorspellen. De prijs ligt al circa twee jaar op een relatief laag niveau. In 2008 lag de prijs rond de 7 cent per kWh. In algemene zin ligt het in de lijn der verwachting dat de energieprijzen zullen stijgen.

Een stijgende olie- of gasprijs betekent echter niet automatisch dat ook de elektriciteitsprijs zal stijgen. Deze is tevens afhankelijk van vraag en aanbod op de elektriciteitsmarkt en de prijsontwikkelingen van overige energiebronnen als bruinkool, steenkool en uranium. In de kosten en baten analyses die in dit onderzoek zijn uitgevoerd, zijn vanwege de onzekerheden in de elektriciteitsprijzen berekeningen uitgevoerd voor scenario's met verschillende prijsontwikkelingen.

### 3 Het Zernike-terrein

Het terrein van dit onderzoek is, geografisch gezien, het Zernike-terrein. Figuur 3.1 is een luchtfoto van het terrein. De grenzen van het Zernike-terrein worden gevormd door de ringweg (N370/Plataanlaan) ten zuiden, het Reitdiep aan de westkant, het Van Starckenborghkanaal aan de noordkant en aan de oostkant door sloten die enkele meters westelijk van de Paddepoelsterweg liggen. Het zuidelijke deel van het terrein is bebouwd met gebouwen van de RUG en Hanzehogeschool. Op een wat kleinere strook in het midden staan bedrijfsgebouwen en het Noordelijke gedeelte (ruim de helft van het terrein) is grotendeels onbebouwd.



Figuur 3.1: bovenaanzicht van het Zernike-terrein, vanuit Google Maps

In eerste instantie lijkt met name het noordelijke deel van het Zernike-terrein in aanmerking te komen voor grootschalige duurzame energieproductie. Voor windenergie lijkt in eerste instantie het Van Starckenborghkanaal voor de hand te liggen en voor een PV-park het slibdepot van de provincie [Stuurgroep, 2010].

#### *Slibdepot*

In het noordwestelijke uiteinde van het Zernike-terrein bevindt zich een terrein dat in gebruik is als slibdepot. Het gaat hier om een perceel van ruim 23 hectare dat in eigendom is van de provincie Groningen [Kadaster, 2011]. De provincie heeft een vergunning verleend aan de Grondbank Midden Gelderland (GMG) om hier baggerslib en grond te storten. Dit materiaal is afkomstig van verschillende locaties in de omgeving. De vergunning loopt in 2016 af. De provincie heeft afspraken gemaakt met GMG over de staat waarin het depot op dat moment opgeleverd wordt. Na 2016 neemt de provincie het beheer van het depot over. Daarbij moet de provincie vanwege een wettelijke nazorgbepaling een eeuwigdurende garantie geven dat er geen nadelige milieu-effecten op zullen treden vanuit de opgeslagen gronden. Er zijn op dit moment geen aanwijzingen dat er milieu-effecten te verwachten zijn aangezien de aanwezige grond voorzover bekend niet van vervuilde locaties afkomstig is [Koopmans, 2011], [Van de Vendel, 2011].

Een groot deel van het slibdepot ligt enkele meters boven het omringende terrein, als gevolg van reeds gestorte baggerslib en grond. Enkele lager liggende delen worden momenteel opgevuld. Uiteindelijk is het doel om een zogenaamde hoge weide te creëren: een egaal terrein dat overal op enkele meters hoogte ligt. Dit doel is onder andere bepaald op basis van de resultaten van een participatieproces onder leiding van Arcadis. Arcadis is, als onderaannemer van GMG, beheerder van het terrein en heeft met betrokken actoren in de omgeving – waaronder omwonenden en vertegenwoordigers van de RUG – verschillende opleverscenario's bekeken. De hoge weide-variant bleek de voorkeur te hebben, maar er was ook veel draagvlak voor een variant waarbij op het terrein enkele proeftuinen zouden komen voor de RUG, onder andere voor algenteelt [Koopmans, 2011].



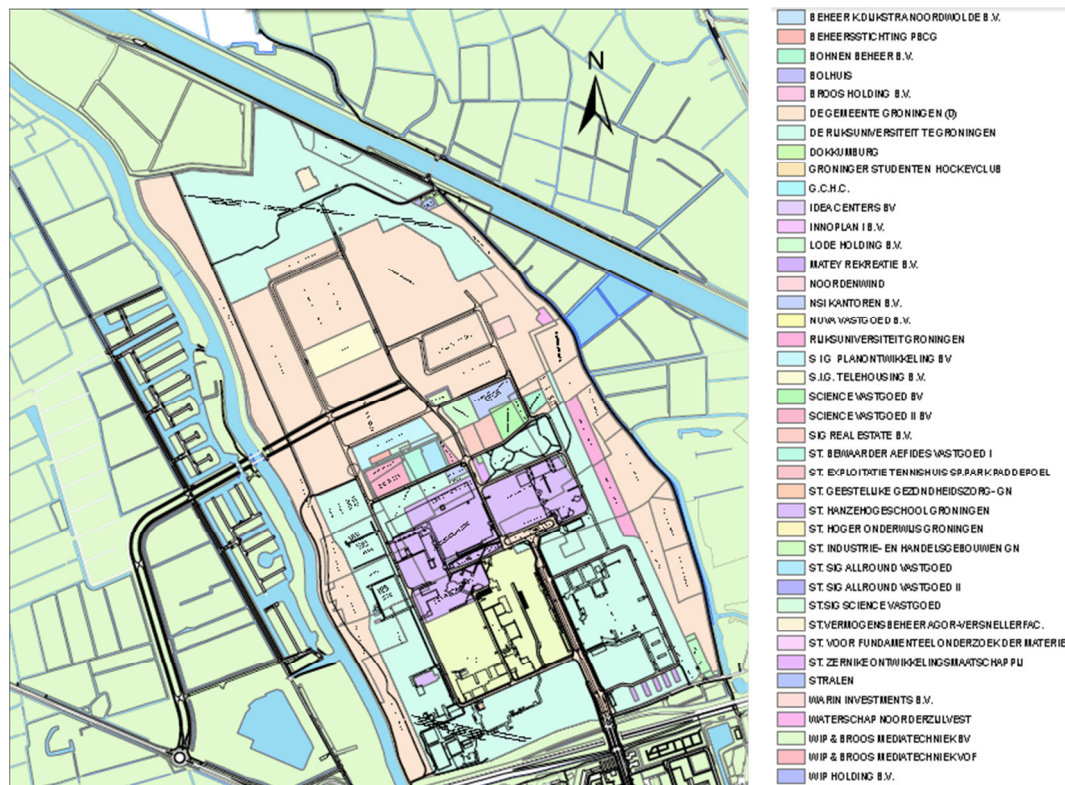
*Figuur 3.2: Weergave van de "hoge weide" variant, die door Arcadis is ontwikkeld.*

Figuur 3.2 geeft aan hoe de zogenaamde hoge weide eruit moet komen te zien. Het zuidoostelijke deel van het slibdepot zal een aaneengesloten hoge weide van circa 15 hectare vormen. Als locatie voor zonnecellen lijkt vooral dit gebied in aanmerking te komen. In de noordwestelijke punt ligt een klein stuk terrein dat op dit moment nog niet is verhoogd. Tussen deze beide gebieden bevindt zich een lager gelegen deel van het terrein dat ongemoeid wordt gelaten. Dit is een stukje natuurgebied met veel riet en water waar veel vogels voorkomen. Het terrein is door de gemeente aangewezen als kerngebied van de ecologische stadsstructuur [Koopmans, 2011].

Voor de provincie zal het gebied na oplevering weinig economische waarde hebben. De wettelijke nazorgbepalingen leggen veel beperkingen op aan het gebruik van de grond. Waarschijnlijk zal de provincie dan ook bereid zijn om het terrein voor een lage prijs te verkopen. De nazorgbepalingen lijken op voorhand geen bezwaar om plaatsing van zonnepanelen toe te staan [Van de Vendel, 2011]. Het terrein lijkt hiervoor stabiel genoeg. Volgens de huidige planning is echter pas in 2016 het hele terrein hiervoor gereed. Het lijkt goed mogelijk om gefaseerd delen van het terrein eerder op te leveren. Volledige oplevering in bijvoorbeeld 2014 lijkt echter problematisch [Koopmans, 2011].

### Overig onbebouwd terrein

Op onderstaande kaart zijn alle percelen grond op het Zernike-terrein naar eigenaar onderverdeeld. De totale lijst met eigenaren is erg lang. Voor het noordelijke onbebouwde gedeelte is de situatie echter redelijk overzichtelijk. Een belangrijk stuk terrein is de strook grond langs het Van Starckenborghkanaal die in beeld is als locatie voor windenergie. Deze grond is in handen van twee partijen. Het westelijke (en tevens grootste) deel dat parallel aan het slibdepot loopt, is eigendom van de provincie. Het overige deel is eigendom van de Rijksuniversiteit Groningen [Kadaster, 2011]. Ook op dit laatste stuk grond geldt, net als bij het slibdepot, dat er beperkingen zijn voor de mogelijkheden om het te bebouwen. Dit is omdat de Kernenergiewet voorschrijft dat er in een ruime zone rond het KVI geen (woon)bebouwing mag zijn [Brandenburg, 2011].



Figuur 3.3: Eigendom van alle percelen op het Zernike terrein, bron: [Kadaster, 2011]

In meer zuidelijke richting is een groot deel van de grond in eigendom van de gemeente. Dit gaat grotendeels om terrein dat als bestemming bedrijventerrein heeft. Het lijkt niet waarschijnlijk dat zich hier binnen afzienbare tijd veel bedrijven zullen vestigen. De infrastructuur is echter al wel grotendeels aanwezig. Deze grond zal waarschijnlijk veel duurder zijn dan het slibdepot [Kranenborg, 2011]. Hierbij zal veel afhangen van de opstelling van de gemeente, die zowel eigenaar is als belanghebbende bij de realisatie van duurzame energie.

Bij bouwprojecten zijn grondprijzen vaak een grote kostenpost. Ter indicatie: Bouwgrond in stedelijk gebied kost normaal gesproken in de orde van € 200,- per vierkante meter (€ 2 miljoen,- per hectare) [Kranenborg, 2011]. Een aantal stukken grond rondom het KVI zijn bebost. Dergelijke percelen zijn vaak goedkoper. Bij het kappen van bomen geldt echter een herplantplicht. Bovendien kan het kappen van stukken bos leiden tot bezwaar van omwonenden en andere belanghebbenden [Kranenborg, 2011].



### Bebouwd terrein

Het bebouwde gedeelte van het Zerniketerrein lijkt minder voor de hand te liggen voor grootschalige duurzame energieproductie. Het is echter wel mogelijk op kleinere schaal een deel van de benodigde energie hier te produceren. Zonnepanelen kunnen geplaatst worden op daken of boven parkeerterreinen. Ook kunnen kleinschalige windmolens op gebouwen geplaatst worden. Onderstaand zijn de daken en parkeerterreinen op het Zernike-terrein in beeld gebracht, voorzover in eigendom van de RUG.



Figuur 3.4: Gebouwen en parkeerterreinen van de RUG op het Zernike terrein

In tabel 3.1 is het dakoppervlak van de verschillende gebouwen gegeven. Het betreft hier een schatting op basis van een luchtfoto van het terrein (figuur 3.4). De nummers in de tabel komen overeen met de rode cijfers op de plattegrond hierboven. (Het KVI valt buiten deze kaart.) Het geschatte gezamenlijke dakoppervlak van alle gebouwen bedraagt circa drie hectare. Ten opzichte van het oppervlak van het slibdepot is dit klein maar zeker niet verwaarloosbaar. Overigens zullen niet alle daken geschikt zijn om volledig met zonnepanelen te bedekken. Totaal lijkt ongeveer twee hectare aan dakoppervlak beschikbaar te zijn. In de tabel wordt per gebouw een indicatie gegeven in hoeverre het dak geschikt is voor plaatsing van zonnepanelen. Dit is een eerste schatting op basis van het bovenaanzicht van het dak. Nader onderzoek zou een ander beeld kunnen geven.

Tabel 3.1: Geschatte dakoppervlakten van RUG-gebouwen.

	Gebouw	Oppervlak (m <sup>2</sup> )	Indicatie geschiktheid
1	Nijenborgh 4	7.000	10% - oud gebouw; op het dak heel veel kleine afzuiginstallaties voor zuurkasten
2	Facilitair Bedrijf	4.000	80%
3	ACLO	3.000	80%
4	Nieuwe tentamenhal	2.000	90%
5	WSN-gebouw	1.000	90%
6	Rekencentrum & Ruimtelijke wetenschappen	3.000	80%
7	Zernikeborg	1.000	50% - dak is rondvormig en bol
8	Zernikegebouw	1.000	80%
9	Centrum Levenswetenschappen	3.000	70% - heeft nu deels een groen dak
10	Bernoulliborg	1.000	50% - deels beschaduwd vanwege koepel en onregelmatige dakhoogte
	KVI	3.000	80%
	Totaal dakoppervlak:	29.000	18.000

Een vergelijkbare exercitie is uitgevoerd voor de parkeerterreinen op het Zernike terrein. Het resultaat hiervan is te zien in onderstaande tabel. Het totale oppervlak aan parkeerterreinen is ongeveer anderhalve hectare. Zoals blijkt uit de in de tabel geplaatste opmerkingen is het bij veel terreinen de vraag of en in hoeverre ze bruikbaar zijn voor plaatsing van zonnepanelen. Ook hier is een grove schatting gemaakt van de mate waarin de verschillende terreinen hiervoor geschikt zijn. De nummers in de tabel corresponderen met de blauwe cijfers in figuur 3.4.

Tabel 3.2: Geschatte oppervlakten van parkeerterreinen van de RUG.

	Terrein	Oppervlak (m <sup>2</sup> )	Indicatie geschiktheid
1	Nijenborgh 4: zuidzijde	5.000	60% - bomen beperkt in aantal en op enige afstand
2	Nijenborgh 4: noordzijde	1.000	ongeschikt; omringd door bomen en gebouwen
3	Nadorstplein	1.000	ongeschikt; omringd door bomen en gebouwen
4	Blauwborgje	3.000	40% - bomen op en om het parkeerterrein
5	Grouwelerie	5.000	80%
	KVI	1.500	ongeschikt; omringd door bomen
	Totaal:	16.500	8.000

Ongeveer de helft van de gebouwen en parkeerterreinen op het Zernike terrein zijn in eigendom van de Hanzehogeschool en een aantal bedrijven. Uiteraard zou ook hier zonne- of windenergie toegepast kunnen worden.



## 4 Windenergie

Er zijn meerdere opties om windenergie op te wekken op het Zernike-terrein. In dit rapport worden drie opties onderscheiden:

1. Een aantal grote windmolens;
2. Opwaarderen van de bestaande molen van Noordenwind op dezelfde locatie;
3. Kleinschalige windenergie op bestaande gebouwen.

Met de eerstgenoemde optie is het mogelijk om in de gehele elektriciteitsvraag van 30 miljoen kWh te voorzien. De overige opties kunnen slechts een fractie hiervan dekken. Daarom zal het grootste deel van dit hoofdstuk gaan over grote windmolens. De andere mogelijkheden zullen aan het eind kort besproken worden.

### *Plaatsing van grote windmolens*

De meest gangbare modellen grotere windmolens op land hebben tegenwoordig een masthoogte van 70 tot 100 meter en een vermogen van 2 tot 3 MW [Wikipedia Windenergie, 2011]. Pondera Consult heeft in opdracht van Senternovem een studie uitgevoerd naar de kosten en baten van een windmolenpark op land. Hierbij is gerekend aan een park van 5 molens van 3 MW per stuk. Dit is een park van gemiddelde omvang met het meest gebruikelijke type molens [Pondera Consult, 2009]. Zo'n park zou juist voldoende zijn om te voorzien in de elektriciteitsvraag van de RUG op het Zernike-terrein.



*Figuur 4.1: bovenaanzicht van het Zernike-terrein, vanuit Google Maps*

Een mogelijkheid om meerdere grote windmolens te plaatsen is in een lijnopstelling langs het Van Starckenborghkanaal. Figuur 4.1 geeft een bovenaanzicht van dit gebied, waarbij aangegeven is welke bebouwing er momenteel in de nabije omgeving aanwezig is. Boerderijen en woonhuizen zijn gemarkeerd met rode stippen en openbare gebouwen met groene stippen. De witte stip markeert de bestaande windmolen van Noordenwind. De consequenties van deze bebouwing in relatie tot plaatsing van windmolens zullen in het vervolg van dit hoofdstuk besproken worden. Andere mogelijke loca-

ties zijn in een lijnopstelling langs het Van Starckenborghkanaal oostelijk van het Zernike-terrein of langs de Paddepoelsterweg vanaf de brug over het Van Starckenborghkanaal in zuidelijke richting.

#### 4.1 Realisatietraject

Op [www.windenergie.nl](http://www.windenergie.nl) wordt uitvoerig beschreven hoe het proces om een windmolenpark te realiseren eruit ziet. Figuur 4.2 geeft weer welke fases onderscheiden kunnen worden en welke partijen een rol (kunnen) spelen.

Fase	Voor- verkenning	Verkenning	Planfase	Realisatie	Exploitatie & Behaer
<b>Spelers</b>					
Gemeente					
Provincie					
Initiatiefnemers					
Grondeigenaren					
Omwonenden/bedrijven					
Burgers					
Belangenorganisaties					
Overige overheden					
Projectontwikkelaars					
Fabrikanten					
Exploitanten					
Investeerders / financiers					
Netbeheerders					
Energieleveranciers					
Handelaren					
Kennisinstituten					
Adviesbureaus					

 Actief  
 Mogelijk actief

Figuur 4.2: Fasering en betrokken partijen bij het traject van realisatie van een windmolenpark, bron: [Windenergie, 2011]

Het totaal aan acties dat hierbij per (sub)fase wordt onderscheiden is een omvangrijke lijst. Aan het begin van het proces is een groot deel van deze acties nog (lang) niet aan de orde en/of minder relevant. De ervaring uit de praktijk is dat een realisatieproces vele jaren duurt. Belangrijke bottlenecks die het proces kunnen vertragen zijn de politiek/bestuurlijke lobby om formele toestemming te krijgen en bezwaren van burgers en belangengroeperingen. De fasering die Noordenwind bij haar projecten voor de verkennende fasen hanteert, is:

1. Onderzoek de haalbaarheid (op alle fronten en in meer detail dan in dit rapport);
2. Begin tegelijkertijd de lobby, betrek potentiële partners;
3. Als op basis van bovenstaande een eerste go-no go beslissing positief uitvalt: stel een plan op voor communicatie met omwonenden [Van Ens, 2011].

Deze fasen komen ongeveer overeen met de eerste twee fasen zoals die in bovenstaande figuur zijn gegeven en omvatten de cruciale fasen van lobby en het betrekken van omwonenden. Normaal gesproken duurt de (voor)verkennende fase minimaal enkele jaren. Pas als deze fase voor een groot

deel is gevorderd, is het aan de orde om gedetailleerd over de hierop volgende fasen na te denken [Van Ens, 2011].

De onderwerpen die aan de orde komen bij de haalbaarheidsonderzoeken en op basis waarvan besloten wordt of een project wel of niet uitgevoerd zal worden, zijn in de volgende categorieën onder te verdelen:

- Windsnelheid en stroomopbrengst
- Zonering
- Technische aspecten
- Impact op landschap en flora en fauna
- Overlast voor omwonenden
- Overige overlast
- Vergunningprocedures
- Overheidsbeleid
- Draagvlak en participatie
- Eigendomssituaties
- Subsidies
- Kosten en baten analyse

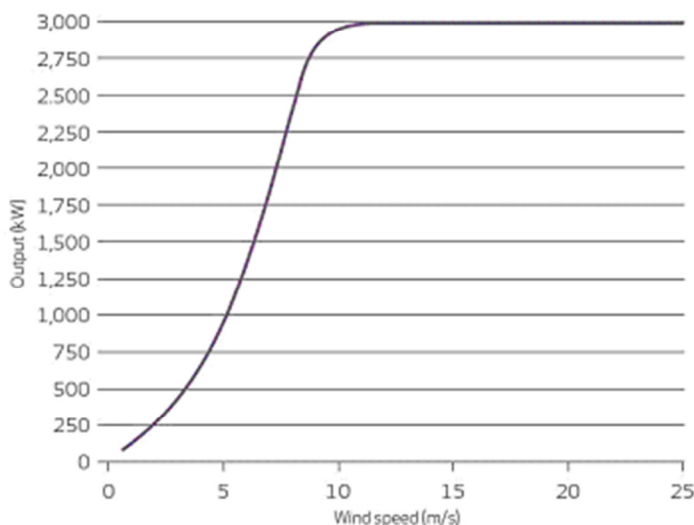
Hieronder zullen deze thema's één voor één aan de orde komen

## **4.2 Windsnelheid en stroomopbrengst**

De opbrengst van een windmolen hangt af van het type windmolen (twee, drie of meer wieken), de windsnelheid, het nominaal vermogen van de windmolen (bepaald door het rotoroppervlak), de tijd die een windmolen kan draaien en het rendement van de omzetting van windenergie naar elektriciteit door de windmolen. Het afgegeven vermogen is evenredig met de derde macht van de windsnelheid. De windsnelheid wordt bepaald door:

- de plaats van de windmolen: aan de kust en vooral boven open zee waait het meestal harder dan diep landinwaarts;
- de hoogte van de turbine: op grotere hoogte waait het doorgaans harder. Landinwaarts is onder ongeveer 90 meter hoogte de windsnelheid overdag gemiddeld echter hoger dan daarboven;
- de tijd van de dag: boven land waait het overdag tot een hoogte van ongeveer 90 meter gemiddeld harder dan 's nachts;
- het seizoen: in de winter waait het gemiddeld harder dan in de zomer [Wikipedia Windenergie, 2011].

Power curve V112-3.0 MW



Figuur 4.3: Opbrengst per uur van een 3 MW windmolen bij verschillende windsnelheden, bron: [Windenergie, 2011].

Figuur 4.3 laat zien dat bij een kleine hoeveelheid extra wind de stroomopbrengst aanzienlijk kan toenemen. De lokale windsituatie is dan ook een belangrijk gegeven. Het jaargemiddelde van de windsnelheid op een bepaalde plaats en ashoogte is redelijk in te schatten. Een eerste schatting is te maken via de windkaart van Nederland op 100 meter hoogte die KEMA in 2005 in opdracht van SenterNovem heeft ontwikkeld. Deze kaart laat zien dat de gemiddelde windsnelheid in Nederland varieert in de range van 6 tot 9 m/s. De hoogste windsnelheden zijn aan de kust te vinden, de laagste in het binnenland en dan met name in het zuiden van het land [KEMA, 2005].

Voor het Zernike-terrein geeft de windkaart van KEMA een gemiddelde windsnelheid van 7 tot 8 m/s aan. De kaart is te grof om de waarde nauwkeurig te bepalen. Dit komt mede omdat er een aanzienlijk verschil is tussen de gemiddelde windsnelheid in de stad en die op het omringende platteland. In de stad is de windsnelheid aanzienlijk lager omdat deze geremd wordt door bebouwing en bomen. Het Van Starckenborghkanaal lijkt qua windopbrengst een ideale lokatie voor de stad Groningen. De dominerende windrichting is zuidwest. Aan de zuidwestkant ligt een open landschap. Daarom is te verwachten dat er meer windopbrengst zal zijn dan bij andere stadslokaties. Ook de geografische opstelling langs het kanaal is wat dat betreft gunstig. Bij een zuidwesten wind staan de molens naast elkaar waardoor ze niet elkaars wind afvangen [Van Ens, 2011].

Via een windmeting kan de windsituatie nauwkeuriger bepaald worden. Zo'n meting kan door een gespecialiseerd bedrijf verricht worden en kost slechts enkele honderden Euro's [Van Ens, 2011]. Een potentiële belemmering lijkt op het eerste gezicht de bomenrij die zich aan de noordkant van het kanaal bevindt. De bomen aldaar zijn vrij hoog (20 tot 25 meter volgens een persoonlijke waarneming). In de praktijk hoeft dit geen probleem te zijn. Ten eerste komt de wind meestal uit de andere richting. Ten tweede zullen de molens boven de bomen uitsteken bij een gangbare masthoogte van 80 m en wiekdiameter van 55 m. Bij kleinere molens zou dit wel een probleem opleveren [Van Ens, 2011].

De windsnelheid is niet constant. Soms waait het zelfs helemaal niet. Windturbines beginnen energie te leveren bij windkracht 2 of 3. Bij windkracht 6 leveren ze hun volle vermogen en dat blijft zo tot ruim windkracht 10. Bij nog hogere windsnelheden is er geen opbrengst omdat de molens dan uit veiligheidsoverwegingen worden stilgezet. Het komt voor dat een windturbine een hele dag niets

produceert, maar het komt ook voor dat een windturbine een hele dag vrijwel het maximale vermogen levert. In een gemiddelde wintermaand produceert een windturbine twee keer zoveel als in een gemiddelde zomermaand. Op jaarbasis kan de productie 20 % naar boven en naar beneden afwijken van een gemiddeld jaar. Over een periode van 10 jaar zijn afwijkingen van 10 % mogelijk [Wikipedia Windenergie, 2011]. Afgelopen jaar (2010) was wat windopbrengst betreft een extreem slecht jaar met een zogenaamde windindex (windindex) van 77 [CBS, 2011].

De totale jaarproductie van een windmolen wordt vaak uitgedrukt in vollasturen. Dit is de jaarlijkse elektriciteitsopbrengst gedeeld door het maximale vermogen, met andere woorden het aantal uren dat de molen op maximale capaciteit moet draaien om deze opbrengst te halen. Het aantal vollasturen varieert in de Nederlandse praktijk van circa 1.600 tot 3.200 (gemiddeld per jaar). In dit rapport is uitgegaan van 2.200 vollasturen op het Zerniketerrein. Dit lijkt gezien de omstandigheden een redelijke schatting. Het is echter goed mogelijk dat de werkelijke waarde 20% hoger of lager zal liggen [Van Ens, 2011]. Een lokale windmeting zal een nauwkeurigere waarde opleveren. Bij 2.200 vollasturen leveren vijf molens van 3 MW per jaar 33 miljoen kWh.

Het aantal (geschatte) vollasturen is slechts circa 25% van het totale aantal uren in een jaar. Met andere woorden, soms is de productie vier maal hoger dan het gemiddelde en op andere momenten veel lager. Productie van en vraag naar elektriciteit zullen daardoor bij productie door alleen windmolens vaak uit balans zijn. Zelfs als gemiddeld 20% van de vraag met wind opgewekt wordt, zal er 's nachts al regelmatig sprake zijn van overproductie en dus gedwongen teruglevering aan het net. Bij windstilte is de opbrengst nul. Tenzij er capaciteit is om elektriciteit op te slaan, is het dus onmogelijk om met alleen windenergie ten allen tijde zelfvoorzienend te zijn.

### 4.3 Zonering

Er zijn regels en aanbevelingen voor de afstanden tussen windmolens onderling en van windmolens ten opzichte van woonhuizen, overige bebouwing, wegen en overige infrastructuur. Een vuistregel voor de onderlinge afstand tussen windmolens is vijf maal de diameter van de rotor. Een kleinere onderlinge afstand heeft tot gevolg dat de turbines niet optimaal profiteren van de wind. Ze staan dan bij sommige windrichtingen in elkaars luwte [Wikipedia Windenergie, 2011]. In deze studie is uitgegaan van een rotordiameter van 55 m. Dit betekent dat de onderlinge afstand minimaal 275 meter is en dat voor vijf molens een strook van minimaal 1.100 meter (4 x 275 m) nodig is. De afstand van de uiterlijke noordwest-punt van het Zernike-terrein tot aan de Paddepoelsterbrug bedraagt ongeveer 1.400 meter.

Een wettelijke regel is dat woningen op tenminste vier maal de ashoogte dienen te liggen [Wikipedia Windenergie, 2011]. Uitgaande van een ashoogte van 80 meter betekent dat een afstand van 320 meter. Figuur 4.1 maakt duidelijk dat meerdere woningen en boerderijen op kortere afstanden staan. Welke woningen wel en welke niet binnen 320 meter van een windmolen zouden komen te staan, hangt mede af van waar precies de molens geplaatst zouden worden. Ook het KVI ligt waarschijnlijk binnen deze zone. Langs de Paddepoelsterweg en langs het kanaal in meer oostelijke richting staan minder woningen.

Het is mogelijk om in geval van woningen binnen de genoemde afstand toch windmolens te plaatsen als met betrokken omwonenden afspraken gemaakt kunnen worden. Dit gebeurt regelmatig in de praktijk. Hierbij wordt dan per woning een compensatie geboden in ruil waarvoor de bewoner afziet van het veto-recht dat hij of zij in feite bezit. Het lijkt echter niet waarschijnlijk dat dergelijke afspraken ook gemaakt kunnen worden bij woningen op een afstand van minder dan 200 meter [Van Ens, 2011]. In de paragraaf over draagvlak en participatie zal verder op dit onderwerp worden ingegaan.



#### 4.4 Technische aspecten

Bij de fysieke realisatie van windmolens zijn achtereenvolgens de volgende activiteiten aan de orde:

- grond bouwrijp maken en leggen van fundering;
- aanleggen van bekabeling tussen windmolens en naar het openbare netwerk;
- transporteren van onderdelen naar de bouwlocatie;
- bouwen van de molen.

Uit de literatuur en interviews is niet naar voren gekomen dat er qua technische aspecten knelpunten zijn te verwachten. De lokale situatie lijkt geen belemmering te vormen om de benodigde werkzaamheden uit te voeren. Wel zijn er een aantal specifieke kenmerken waarmee rekening moet worden gehouden:

- De bodemgesteldheid is niet overal op het Zernike-terrein hetzelfde. Op sommige plekken is er een stabiele onderlaag op ongeveer 10 meter diepte; op andere plekken ligt deze op 25 meter. Dit zou kunnen betekenen dat er extreem lange heipalen geslagen moeten worden voor de fundering. Grondonderzoek zou hier uitsluitsel over kunnen geven [Kranenburg, 2011].
- Arcadis heeft circa 10 jaar geleden een onderzoek gedaan naar mogelijkheden voor windmolens langs het Van Starckenborghkanaal. Hierbij kwam naar voren dat er instabiliteit op zou kunnen treden van de frequentie van de stroom op het net [Brandenburg, 2011]. Bij de moderne typen windmolens zijn deze problemen echter niet meer aan de orde [Wikipedia Windenergie, 2011].
- Het dichtstbijzijnde en meest voor de hand liggende punt om de molens op het net aan te sluiten is bij het KVI. Dit is een korte afstand in vergelijking met andere windlocaties.
- Er zal bij aansluiting op het net bij het KVI waarschijnlijk extra transformatorcapaciteit moeten komen. De huidige transformatorcapaciteit is toereikend voor een vermogen van 3 à 4 MW [Brandenburg, 2011].
- Mogelijk moet ook elders in de stad extra transformatorcapaciteit worden ingericht door netwerkbeheerder Enexis [Schuiling, 2011]. Daarnaast kan het, afhankelijk van hoe de aansluiting precies plaats vindt, noodzakelijk zijn extra kabels te leggen. Hier spelen meerdere overwegingen een rol. Hoofdstuk 6 gaat hier verder op in.
- De locatie ligt aan het kanaal. Dit kan als voordeel hebben dat het relatief eenvoudig en goedkoop is om grote onderdelen aan te voeren.

#### 4.5 Impact op landschap en flora en fauna

Vogels kunnen schade ondervinden van windturbines door botsingen met wieken en door verdringing van het leef- en broedgebied. 1.500 MW aan windturbines maken in Nederland naar schatting totaal 30.000 directe vogelslachtoffers per jaar [Wikipedia Windenergie, 2011]. Extrapolatie naar een vermogen van 15 MW zou betekenen dat er jaarlijks 300 directe vogelslachtoffers zouden vallen. Dit is uiteraard slechts een benadering. Aanvullend natuuronderzoek zou een nauwkeurigere schatting kunnen leveren. Ter vergelijking: het verkeer maakt in Nederland jaarlijks twee miljoen vogelslachtoffers, de jacht anderhalf miljoen en hoogspanningsleidingen één miljoen [Wikipedia Windenergie, 2011].

Het effect van verdringing van de biotoop is minder duidelijk. Sommige soorten vogels (zoals eenden) blijven honderden meters uit de buurt zodat hun habitat wordt verkleind. Ook vleermuizen kunnen slachtoffer worden van windmolens. Zij komen om door de drukverschillen bij rotorbladen. Tevens kunnen windmolens het microklimaat verstoren [Wikipedia Windenergie, 2011].

## *Landschap*

Windmolens zijn sterk in het landschap aanwezig. In de beginperiode van windenergie werden vooral individuele windturbines geplaatst wat als een "rommelig" effect werd ervaren. Tegenwoordig worden windturbines voornamelijk geplaatst in lijn- of clusteropstellingen die meer aansluiten bij bestaande elementen in het landschap zoals wegen en kanalen. Desondanks worden windturbine(parken) door velen als storend of lelijk ervaren. Men spreekt dan van horizonvervuiling of landschapsvervuiling. Deze perceptie is subjectief. De indruk is bijvoorbeeld vaak anders als omwonenden mede-eigenaar van de windmolen zijn [Wikipedia Windenergie, 2011].

Wat de perceptie zou zijn van dit plan is nog niet onderzocht. Omwonenden, natuur- en milieuorganisaties, lokale media en de politiek zijn de partijen die de meningvorming hierover zullen vormgeven. In ieder geval is duidelijk dat de windmolens van ver zichtbaar zullen zijn met hun masthoogte van circa 80 meter en maximale hoogte inclusief wieken van circa 135 meter.

## **4.6 Overlast voor omwonenden**

Omwonenden kunnen overlast ondervinden door geluid, slagschaduw, knipperverlichting en aantasting van hun uitzicht. Dat laatste item is hiervoor reeds behandeld.

### *Geluid*

Het geluid van een windturbine heeft twee oorzaken: het mechanische geluid van de bewegende delen in de gondel en het zoevende geluid van het draaien van de rotorbladen. Bij moderne windturbines is de gondel goed geïsoleerd en is alleen de geluidsproductie van de rotorbladen van belang. De geluidsproductie van een windturbine neemt toe met de windsnelheid. Op een afstand van 250 meter bedraagt het maximale geluid van één solitaire windturbine ongeveer 40 tot 43 dB(A). Dit geluidsniveau wordt slechts bereikt als de windturbine op maximaal vermogen draait, wat circa 10% van de tijd het geval is. Verder is het geluidsniveau afhankelijk van het type windturbine en van de hardheid van de ondergrond tussen de windturbine en de meetplaats. Vegetatie heeft een sterk dempend effect. Wanneer een tweede windturbine op eenzelfde afstand wordt gezet als de eerste, dan verhoogt het geluidsniveau met 3 dB(A) [Wikipedia Windenergie, 2011].

Er zijn wettelijke geluidsnormen over hoeveel geluid er geproduceerd mag worden door windmolens. Deze zijn ruimer bij meer wind. In het algemeen geldt dat in landelijke gebieden bij specifieke windrichting en windsnelheid de windturbine goed hoorbaar is terwijl aan de geluidsnormen wordt voldaan. Volgens onderzoek van de RUG (door Frits van den Berg) kan er met name 's nachts tot op een afstand van twee kilometer geluidshinder zijn. Er worden overigens enige twijfels bij dit onderzoek geplaatst [Wikipedia Windenergie, 2011].

Bij plaatsing van windmolens langs het Van Starckenborghkanaal is, gegeven de dominerende windrichting, de verwachting dat de geluidshinder zich zal beperken tot een aantal woningen en boerderijen direct aan het kanaal en aan de noordkant van het kanaal (zie figuur 4.1). Mogelijk ligt het geluidsniveau in een aantal gevallen boven de wettelijke normen. Ondanks dat zouden eventueel toch windmolens geplaatst kunnen worden als met de bewoners overeenstemming hierover bereikt kan worden [Van Ens, 2011].

### *Slagschaduw*

Wanneer de zon schijnt, werpt de rotor van een windturbine een bewegende slagschaduw. Dit stroboscopisch effect kan men als vervelend ervaren. Afstand speelt een grote rol bij hinder van slagschaduw. Bij grotere afstanden is er minder hinder, doordat de wiek dan niet de hele zonneschijf kan bedekken en er geen volle schaduw meer valt. Ook de frequentie is belangrijk. Bij de moderne grote

molens is het effect minder vanwege de langzame draaiing van de wieken. De slagschaduw verplaatst zich in de loop van de dag van west naar oost. In de zomer, als de zon hoog staat, is het gebied kleiner dan in de winter. Als in de omgeving van een windturbine de slagschaduw als hinderlijk wordt ervaren, dan kan de betreffende windmolen even worden stilgezet tijdens het passeren van de slagschaduw [Wikipedia Windenergie, 2011]. Dit kan vooraf in de molen “ingeprogrammeerd” worden [Van Ens, 2011].

### *Toplichten*

Net als hoge gebouwen dragen hoge windmolens lichten om vliegtuigen te waarschuwen. Waarschijnlijk zullen die ook in dit geval zijn. Het gaat normaal gesproken om rode knipperende lichten. Deze kunnen door omwonenden als hinderlijk worden ervaren.

## **4.7 Overige overlast**

Voor windmolens in de buurt van rijks(vaar)wegen en spoorlijnen hanteren Rijkswaterstaat en ProRail eigen risicocriteria. Het gaat hier om beleidsregels en niet om wetgeving. Langs rijkswegen wordt plaatsing van windturbines toegestaan bij een afstand van ten minste 30 meter uit de rand van de verharding of, bij een rotordiameter groter dan 60 meter, ten minste de halve diameter. Langs kanalen, rivieren en havens hanteert men een voorkeursafstand van ten minste 50 meter uit de rand van de vaarweg. Indien niet wordt voldaan aan deze voorkeursafstanden wordt plaatsing van windturbines slechts toegestaan als uit aanvullend onderzoek blijkt dat er geen onaanvaardbaar verhoogd veiligheidsrisico bestaat [Windenergie, 2011].

Het lijkt in eerste instantie logisch om aanzienlijk dichterbij de rand van het kanaal te bouwen dan de hierboven genoemde 50 meter. De bovenstaande regels kunnen dus problematisch zijn. Verder landinwaarts bouwen zou kunnen betekenen dat de molens (onder andere) op het slibdepot gebouwd moeten worden. Ook de aanwezigheid van meerdere wegen en paden langs of vlakbij het kanaal is in combinatie met genoemde beleidsregels mogelijk een probleem. Langs de volledige lengte van het kanaal loopt een pad. Deels is dit onverhard, deels een verhard fietspad. Aan beide uiteinden (de noordwestelijke punt en de Paddepoelsterbrug) lopen wegen die breder zijn en geschikt voor autoverkeer. Ook de Paddepoelsterweg is verhard en wordt door auto's gebruikt. Afhankelijk van de wegsituatie ter plekke kunnen de regels meer of minder strikt gehanteerd worden [Van Ens, 2011]. Gesprekken met Rijkswaterstaat kunnen hier mogelijk meer duidelijkheid in brengen.

### *Vallende wieken*

Wieken van windmolens kunnen eraf vallen. Dit komt echter hoogst zelden voor. Het risico is beperkt en wordt gedekt door de verzekering [Van Ens, 2011].

### *IJzel*

Een ander probleem is potentiële schade door vallende stukken ijs. Bij bepaalde weersomstandigheden kan zich op de wieken een laag ijzel vormen. Als deze van grote hoogte neervalt kan dat erg gevaarlijk zijn. Om die reden worden molens die dichtbij paden en bebouwing staan bij ijzelgevaar stil gezet. IJzel is mede een reden waarom er bepaalde afstanden worden aangehouden ten opzichte van wegen en paden [Van Ens, 2011].

### *Radar*

Windturbines kunnen storingen op radarbeelden veroorzaken. Plaatsing in de buurt van radarstations is daardoor meestal niet mogelijk [Wikipedia Windenergie, 2011]. Voorzover bekend is dit hier niet aan de orde.

## 4.8 Vergunningprocedures en onderzoeken

Voor het plaatsen van windturbines zijn een bouwvergunning en milieuvergunning nodig. Recent zijn beide vergunningen opgegaan in de omgevingsvergunning (Wabo). Deze wordt door de gemeente verstrekt. Bij de beoordeling wordt onder andere gekeken of het project strookt met het bestemmingsplan. Indien dit niet het geval is, dient het bestemmingsplan van de gemeente aangepast te worden [Windenergie, 2011].

Mogelijk is ook de Flora- en Faunawet van toepassing [Windenergie, 2011]. De Natuurbeschermingswet is waarschijnlijk niet van toepassing omdat er geen Natura 2000-gebieden in de nabije omgeving liggen. Het kan zijn dat een milieu-effect rapportage uitgevoerd moet worden. De zogenaamde MER-grens ligt bij windparken op 15 MW. Daarboven is een MER altijd verplicht. Daaronder is het aan de gemeente om te beslissen of er een MER uitgevoerd dient te worden. In ieder geval zullen in het kader van de vergunningverlening een geluidsonderzoek, een slagschaduwonderzoek, een onderzoek naar landschappelijke inpassing en een onderzoek naar vogeltrekroutes en mogelijke vogelslachtoffers uitgevoerd dienen te worden [Van Ens, 2011].

Bij windparken van 5 tot 100 MW moet de provinciale coördinatieregeling worden toegepast. Dit houdt in dat de provincie de diverse vergunningprocedures op elkaar afstemt. De gemeente blijft optreden als bevoegd gezag voor bijvoorbeeld de bouwvergunning. Ook de Crisis- en Herstelwet is (nu nog) van toepassing. Het idee hierachter is dat de procedures verkort en gestroomlijnd worden. Onder andere zijn de bezwaarmogelijkheden voor burgers beperkt [Windenergie, 2011].

De hoeveelheid tijd die het vergunningetraject kost, wordt grotendeels bepaald door de onderzoekstijd en eventuele bezwaar- en beroepsprocedures. Uitvoering van een MER duurt in de orde van een half tot één jaar, het verlenen van een vergunning enkele maanden. Juridische procedures kunnen vele jaren duren [Van Ens, 2011].

## 4.9 Overheidsbeleid

Windenergie is een belangrijke prioriteit van de landelijke overheid. Momenteel is er voor ongeveer 2.000 MW totaal vermogen aan windmolens in Nederland. De doelstelling voor 2020 is 6.000 MW (exclusief windparken op zee). Hierover zijn afspraken gemaakt tussen de Ministeries EZ, VROM, LNV, de gezamenlijke provincies, de Vereniging van Nederlandse Gemeenten, NWEA en een aantal maatschappelijke organisaties [Windenergie, 2011].

De provincie Groningen heeft zich middels genoemde afspraken vastgelegd op een doelstelling van 750 MW voor het jaar 2019. In het Provinciaal Omgevingsplan 2009-2013 is deze doelstelling vastgelegd en zijn drie zones aangewezen, waarin de benodigde molens geplaatst zouden moeten worden. Twee van deze zones, te weten de Eemshaven en Delfzijl, zijn reeds in gebruik en zullen verder worden volgebouwd. Een nieuw aangewezen zone is langs de N33 bij Veendam en Menterwolde. Er zijn voor de windturbines in deze zones geen maximale hoogten voorgeschreven. De provincie verwacht nog een extra opdracht van het Rijk van 500 MW. In dat geval zullen de aangewezen zones niet toereikend zijn [Provincie Groningen, 2011], [Ter Horst, 2011].

De gemeente Groningen wil in 2025 voor 50% en in 2035 voor 100% energieneutraal zijn. Windmolens in en rondom de stad moeten hieraan een belangrijke bijdrage leveren. Dit conflicteert met het beleid van de provincie. In het onlangs door de gemeenteraad aangenomen Masterplan Groningen Energieneutraal staat een ambitie van 50 MW in 2025. Participatie van bewoners is hierbij een belangrijk uitgangspunt. Er wordt een aantal lokaties genoemd die in beeld zijn. Het Van Starckenborghkanaal is hier niet één van [Gemeente Groningen, 2011].

### Recente ontwikkelingen

Rondom de provinciale verkiezingen van 2 maart jongstleden bleek dat het provinciale windenergiebeleid voor velen ter discussie staat. Veel partijen gaven aan aanpassingen te willen. Onderstaande tabel geeft de standpunten van de verschillende partijen weer.

Tabel 4.1: Politieke standpunten omtrent windenergie, bron: [Provincie Groningen, 2011].

Partij	Zetels 2011	Zetels 2007	Standpunt*
PvdA	12	12	“De windmolenparken in Groningen blijven beperkt tot de al aangewezen gebieden bij de Eemshaven, Delfzijl en Veendam.”
CDA	5	9	Het CDA is voor off-shore windenergie. Over wind op land wordt niet gesproken.
SP	6	7	“Er moeten meer windparken komen. Bij plaatsing moet rekening worden gehouden met de ruimtelijke inpassing in het landschap. De windmolens moeten vooral geplaatst worden langs al bestaande infrastructuur en op industrieterreinen.”
VVD	6	5	“De VVD ziet windmolens als een industriële activiteit, die geconcentreerd plaatsvindt.”
D66	3	1	“Daarom pleit D66 voor het toestaan van nieuwe grootschalige initiatieven op land. Deze moeten landschappelijk dan wel goed in te passen zijn. D66 wil de balans tussen bescherming van het landschap en productie van windenergie zorgvuldig in evenwicht houden. Daarnaast wil D66 één windmolen per agrarisch bedrijfskavel toestaan met een maximale hoogte van 60m in het kader van de eigen opwekking.”
PVV	3	0	“De PVV is voor een schoner milieu maar wenst niet mee te gaan in het subsidiëren van de onzinnige klimaatwaan. Windmolenparken zijn verliesgevend en zullen altijd moeten blijven draaien op subsidie. Dat kan niet de bedoeling zijn.”
CU	3	4	“De provincie ondersteunt zo mogelijk lokale klimaatinitiatieven zoals het plaatsen van windmolens in windmolenparken (op geschikte locaties die worden aangewezen in het POP)” (Aanvullend hierop heeft lijsttrekker Henk Staghouwer in de campagne aangegeven dat zijn partij van mening is dat het onderzoek waarop de huidige lokaties zijn gebaseerd verouderd is en dat er een nieuw onderzoek gedaan zou moeten worden.)
Groen Links	3	3	“Er komen nieuwe concentratiegebieden voor windmolens op land. De te plaatsen capaciteit wordt voor de komende periode van 750 MW verhoogd naar 1.250 MW. Nieuwe zoekgebieden in het Provinciale Omgevingsplan worden na overleg met bewoners en gemeenteraden vastgesteld door de provincie.” .... “windmolens om industrieterreinen klimaatneutraal te maken”
PvhN	1	1	Geen partijprogramma aanwezig. (De provinciale kieswijzer geeft aan dat de PvhN in Groningen voor meer windenergie is.)
PvdD	1	1	“De Partij voor de Dieren is voorstander van windenergie, maar het moet worden voorkomen dat windmolens geplaatst worden in gebieden waar ze grote problemen opleveren voor de passerende of nabij levende dieren. “

\* Alle teksten tussen aanhalingstekens zijn letterlijke citaten uit het verkiezingsprogramma van de desbetreffende partij.

Met name de locatie langs de N33 staat ter discussie. Bewoners hebben een protestbeweging opgericht onder de naam “Tegenwind N33”. Ook lokale overheden zijn tegen dit plan. Tegelijkertijd zijn er in Oost-Groningen plannen om windmolens te bouwen op andere plekken die nu als “verboden gebied” zijn aangemerkt [De Veer, 2011].

In de aangewezen zones spelen de grote marktpartijen een dominante rol. De provincie gaat alleen het gesprek aan met initiatiefnemers voor windmolens als deze komen met een samenhangend plan voor een geheel gebied. Kleinere partijen, zoals lokale coöperaties en individuele boeren, worden doorverwezen naar de dominante marktpartijen om gezamenlijk een totaalplan te ontwikkelen [Ter Horst, 2011]. Ook dit zorgt voor weerstand. Het resultaat in de praktijk is dat voor alle in het huidige beleid aangewezen lokaties reeds grote partijen initiatiefnemers zijn en dat er voor kleinere partijen geen mogelijkheden meer zijn [De Veer, 2011]. Voor wat betreft de locatie langs het Van Starckenborghkanaal zou deze manier van werken kunnen betekenen dat, mocht deze locatie door de provincie worden aangewezen, het mogelijk nodig zal zijn om samen met andere grote partijen een gezamenlijk plan te ontwikkelen voor een project met (veel) meer dan vijf windmolens, dat zich uitstrekt langs een groter stuk van het kanaal.

Op moment van schrijven van dit rapport vinden er verkennende gesprekken plaats voor de vorming van een nieuw provinciaal college. Het is aannemelijk dat er gesproken wordt over de mogelijkheid om aanpassingen te doen in het windenergiebeleid. Bijvoorbeeld over vervanging van de locatie N33 door één of meer andere locaties. Verschillende partijen proberen, voor danwel achter de schermen, hun invloed uit te oefenen op de college-onderhandelingen, omdat in deze fase belangrijke lijnen worden uitgezet voor het provinciale beleid van de komende jaren. De gemeente Groningen is één van deze partijen. Als de gemeente windenergie ter tafel brengt, zal het belang van de gemeente grotendeels in lijn met dat van de RUG zijn, namelijk dat ook in en rondom de stad windmolens toegestaan worden. De belangen komen echter niet volledig overeen. De gemeente Groningen heeft financieel gezien vooral belang bij de Eemskanaalzone en het Meerstad-gebied als windmolenlocatie. Op het Zernike-terrein heeft de gemeente Groningen geen grondposities en dus zal die locatie financieel gezien minder interessant zijn. De RUG voert momenteel geen actieve lobby. De plannen van de RUG op het Zernike-terrein zijn waarschijnlijk niet bekend bij de politici aan de provinciale onderhandelingsstafel. Hiermee bestaat er een risico dat er een kans gemist wordt om de plannen op het Zernike-terrein een grote stap dichterbij te brengen.

#### **4.10 Draagvlak en participatie**

In de voorgaande paragrafen komt naar voren dat het wel of niet slagen van een plan voor windmolens op Zernike mede afhankelijk is van het draagvlak onder de bevolking. Het creëren van draagvlak is dan ook een belangrijk punt. Een meerderheid van de bevolking is voor windenergie in het algemeen, maar dat wil niet zeggen dat men ook enthousiast is als het om de eigen “achtertuin” gaat. Belangrijk is hoe er over het project wordt gecommuniceerd [Windenergie, 2011].

De volgende tips voor het creëren van draagvlak worden gegeven door [Windenergie, 2011]:

##### **1. Informeer tijdig**

Bij lokale plannen wordt het draagvlak op de proef gesteld. Transparantie en goede communicatie zijn dan essentieel. Goed geïnformeerde mensen staan in het algemeen positief tegenover windenergie. Zij kunnen lokale ambassadeurs worden. Gebrek aan kennis leidt vaak tot achterdocht en weerstand.

##### **2. Betrek omwonenden**

Het is van belang om omwonenden vroeg en als volwaardige gesprekspartners te betrekken. Het is daarbij niet altijd noodzakelijk dat omwonenden ook een beslissende stem hebben. De gemeente blijft verantwoordelijk voor het ruimtelijk beleid. Maar een project wordt er beter van als de lokale gebiedskennis wordt benut.

### 3. Laat mensen participeren

Als omwonenden kunnen deelnemen in een windenergieproject is de kans op draagvlak vele malen groter. Dat kan bijvoorbeeld door omwonenden in de gelegenheid te stellen om tegen een gereduceerd tarief groene stroom van het windpark af te nemen. Of zij kunnen financieel participeren in het park. Zij investeren en hebben financieel voordeel bij een succesvol project. Projecten waarin burgers op deze manier actief deelnemen, kunnen op meer lokaal draagvlak rekenen dan projecten die marktpartijen op afstand realiseren.

### 4. Blijf communiceren

Ook als een project in uitvoering is blijft er behoefte aan informatie. Mensen willen weten hoeveel de turbines opleveren en waarom de turbines soms stilstaan terwijl het wel waait. Informeren kan bijvoorbeeld via lokale kranten, een website en door het organiseren van excursies [Windenergie, 2011].

Noorderwind laat bij grotere projecten altijd een communicatieplan maken door een communicatiebureau dat gespecialiseerd is in windenergieprojecten. Het advies aan de RUG is om dat ook in dit geval te doen [Van Ens, 2011]. Als het gaat om de communicatie is op voorhand een aantal doelgroepen te onderscheiden:

- Directe omwonenden: Mensen die wonen binnen de “verboden zones” wat betreft geluids-overlast en afstand tot een windmolen. Deze mensen hebben in feite een vetorecht;
- Nabije omwonenden: Mensen die buiten deze zones wonen, die uitzicht op de windmolens zullen krijgen en mogelijk vrezes voor overlast door bijvoorbeeld geluid. Deze mensen kunnen een plan frustreren door lang slepende rechtszaken aan te spannen en door de publieke opinie negatief te beïnvloeden;
- Overige mensen: De meerderheid van de bevolking in de regio; mensen die niet persoonlijk geraakt worden, maar soms wel een duidelijke mening hebben en invloed uit kunnen oefenen in het maatschappelijke debat;
- Maatschappelijke organisaties (zoals natuur- en milieu-organisaties): Deze kunnen namens hun achterban invloed uitoefenen op de publieke opinie en de besluitvorming en kunnen soms tevens juridische procedures starten.

Elke categorie vraagt een eigen benadering. Bij de eerste categorie komt meer kijken dan alleen communicatie. Het is duidelijk dat deze mensen een nadeel ondervinden door het project. Bovendien hebben ze een sterke onderhandelingspositie. In de praktijk wordt in dergelijke gevallen per omwonende geprobeerd een overeenkomst te sluiten die voor beide partijen voordelig is. Het nadeel dat deze mensen ondervinden wordt daarbij veelal financieel gecompenseerd, bijvoorbeeld door één of meer participaties in een windmolen te schenken [Van Ens, 2011].

De groep directe omwonenden bestaat in dit geval, afhankelijk van waar de molens geplaatst zullen worden en de uitkomst van geluids- en andere onderzoeken, uit de bewoners van 5 tot 15 woningen en boerderijen (zie figuur 4.1).

## 4.11 Eigendomssituaties grond

De grond waarop een windmolen komt te staan, moet worden aangekocht of gepacht. In principe is het mogelijk om op grond van een ander een windmolen te plaatsen maar hiervoor is toestemming nodig [Van Ens, 2011]. Het stuk grond van het slibdepot tot aan de Paddepoelsterbrug is reeds in handen van de RUG. Westelijk hiervan is de grond eigendom van de provincie. Zowel ten oosten van de Paddepoelsterbrug langs het Van Starckenborghkanaal als langs de Paddepoelsterweg is een groot deel van de grond eigendom van de gemeente.

## 4.12 Subsidies

Windmolens zijn zonder subsidie over het algemeen niet rendabel. Anno 2006 kost het opwekken van stroom door windenergie 8,8 tot 10,3 eurocent per kWh, afhankelijk van de locatie. Het opwekken van conventionele elektrische energie kost 2,9 tot 5,8 eurocent per kWh [Wikipedia Windenergie, 2011]. Daarom stelt het Rijk middels de zogenaamde SDE (Stimulering Duurzame Energie) subsidie beschikbaar. De SDE subsidieert de zogenaamde onrendabele top. Dat wil zeggen dat men het verschil bijpast tussen de marktprijs voor elektriciteit en de prijs die een exploitant moet krijgen om zijn project winstgevend te maken (€ 0,12 per kWh in 2010). In feite zijn hiermee de inkomsten stabiel. Er zijn echter een paar aantekeningen te plaatsen hierbij. Ten eerste is er een maximum aan de subsidie per kWh. Onder een marktprijs van circa 4,5 ct/kWh wordt er niet extra bijgepast. Oorspronkelijk werd gedacht dat de prijs hier vrijwel altijd boven zou moeten liggen, maar in de afgelopen jaren is de prijs regelmatig lager geweest. Tevens wordt er slechts over maximaal 1760 vollasturen SDE gegeven. Het idee is dat bij deze productie het project rendabel zou moeten zijn. Meer subsidie is voor de winstgevendheid niet nodig. Wordt er toch meer geproduceerd dan is alle extra verkochte elektriciteit winst voor de ondernemer. De subsidie wordt niet over de volledige levensduur betaald maar gedurende de eerste 15 jaar. De gedachte is dat in een periode van 15 jaar een park zich zal hebben "terugverdiend". SDE subsidie kan pas worden aangevraagd als de benodigde vergunningen verleend zijn [Agentschap NL, 2011].

Hoeveel subsidie in 2011 beschikbaar is en onder welke voorwaarden, is nog niet volledig duidelijk. De regeling voor dit jaar wordt pas halverwege het jaar bekend. Minister Verhagen heeft in een kamerbrief wel een indicatie gegeven over hoe de subsidie eruit zal zien [Verhagen, 2010]. De SDE gaat dan SDE+ heten. Het lijkt erop dat de systematiek voor subsidiëring van windenergie hetzelfde blijft. Wel is de verwachting dat het garantiebedrag per kWh iets zal dalen. Daarnaast wil Verhagen verschillende inschrijfperiodes invoeren. Wie zich in de eerste periode aanmeldt krijgt een lagere subsidie dan in de tweede periode, maar wie te lang wacht loopt de kans dat alle subsidie reeds verdeeld is [Verhagen, 2010], [Van Ens, 2011]. Uiteraard is het nog minder zeker hoe in 2012 of 2013 de SDE geregeld zal zijn.

Naast SDE-subsidie is er de energie investerings aftrek (EIA). Dit is geen directe subsidie maar een belastingvoordeel. Ondernemers mogen 40% van de investeringskosten van hun winst aftrekken. In de praktijk betekent dit dat ongeveer 11% van de investering via de belasting terug gekregen kan worden. De RUG lijkt hier echter niet van te kunnen profiteren omdat ze geen onderneming is [Agentschap NL, 2011].

## 4.13 Kosten en baten analyse

Commerciële windprojecten leveren in de huidige markt goede rendementen. Pondera Consult heeft eind 2009 de kosten en baten van windmolens op land gedetailleerd in beeld gebracht. Het bijbehorende kosten en baten-overzicht staat in tabel 4.2. Het gaat hier om een park van 15 MW (vijf molens van 3 MW per stuk) op een gemiddeld windrijke locatie.



Tabel 4.2: Kosten en baten van een 15 MW windmolenpark op land, bron: [Pondera Consult, 2009].

Post	Uitgangspunt	Bedrag/ jaar
Investering	€ 1.430/kW	
Financiering	Rente: 5% (15 jr)	€ 2.066.542
Onderhoud & verz.	€ 0,011/kWh/jaar	€ 363.000
Grondkosten (priv.)	€ 14/kW/jaar	€ 210.000
Netkosten	€ 11/kW/ jaar	€ 165.000
OZB	€ 18.600/jaar	€ 18.600
Overige kosten		€ 50.000
<b>Saldo kosten</b>		<b>€ 2.873.142</b>
Elektr. verkoop	€ 0,07 (2008)	€ 2.310.000
Subsidie	€ 0,032/kWh	€ 1.056.000
<b>Saldo baten</b>		<b>€ 3.366.000</b>
<b>Resultaat</b>		<b>€ 492.858</b>

In dit voorbeeld wordt jaarlijks bijna een half miljoen Euro winst gemaakt. Of in het geval van het Zernike-terrein ook winst gemaakt zal worden, hangt van meerdere factoren af. Achter alle kosten en baten in bovengenoemd voorbeeld zitten aannames die in het geval van de RUG en het Zerniketerrein anders uit kunnen pakken.

Tabel 4.3: Aannames voor kosten en baten modelpark en locatie langs Van Starckenborghkanaal.

	Model Pondera Consult	Locatie Van Starckenborgh	Toelichting
Capaciteit	15 MW	15 MW	5 molens van 3 MW
Installatiekosten	€ 1.430,- per kW	€ 1.430,- per kW	
EIA-aftrek	11%	n.v.t.	
Effectieve investering	21,45 miljoen Euro	24,1 miljoen Euro	
Rente	5%	5%	
Afschrijvingstermijn	15 jaar	15 jaar	
Levensduur	20 jaar	20 jaar	
Onderhoud	€ 0,011/kWh	€ 0,011/kWh	
Grondkosten	€ 14,- / kW / jr	€ 14,- / kW / jr	
Bouwleges	€ 100.000,-	3% v/d investering	
Netaansluiting	€ 11,- / kW / jr	€ 11,- / kW / jr	
Monitoring	€ 50.000,-	€ 50.000,-	Jaarlijkse kosten; gedurende eerste 3 jaar
Gebiedsbijdrage	€ 30.000,-	€ 30.000,-	Jaarlijkse kosten
SDE garantieprijs	11,0 ct/kWh	10,0 ct/kWh	
Aantal vollasturen per jaar	2.200	2.200	
Jaarproductie	33.000.000 kWh	33.000.000 kWh	
Verkoopprijs stroom	7,0 ct/kWh	5,0 ct/kWh 5,0 ct & 9,0 ct (50/50) 6,25 ct/kWh 6,25 ct & 11,25 ct (50/50)	Scenario 1 Scenario 2 Scenario 3 Scenario 4

In tabel 4.3 staan de aannames gespecificeerd die in het rapport van Pondera Consult staan vermeld of hieruit zijn te herleiden [Pondera Consult, 2009]. Tevens staan de aannames vermeld die in dit onderzoek zijn gedaan voor een locatie op het Zernike-terrein. Op een aantal punten wijken de aannames af. Hieronder worden de belangrijkste kosten- en batenposten kort benoemd.

### *Aanschaf en installatie*

De kosten voor de aanschaf en installatie van de windmolens vormen de grootste post. Deze zijn vrij nauwkeurig bekend en stabiel. De investering per kW geïnstalleerd vermogen komt overeen met bedragen die worden genoemd op internet en door Noordenwind [Wikipedia Windenergie, 2011], [Van Ens, 2011]. De effectieve investering voor de RUG is hoger dan voor andere initiatiefnemers omdat de RUG niet in aanmerking komt voor EIA-aftrek. Mogelijk is dit te omzeilen door met een commerciële partij in zee te gaan. De mogelijkheden en consequenties hiervan zijn in dit onderzoek niet uitgewerkt.

De uitkomsten van de kosten-batenanalyse zijn sterk afhankelijk van welke rentevoet en terugverdiendtijd gehanteerd worden. Zowel in dit onderzoek als in het voorbeeldmodel is uitgegaan van 5% rente op de investering en afbetaling in 15 jaar. Voor dit laatste is een goede reden, namelijk dat de SDE-subsidie ook na 15 jaar stopt en dat projectontwikkelaars hun investering vaak binnen deze termijn terugverdiend willen hebben. De rente is uiteraard geen vast gegeven. Rentestanden kunnen fluctueren. Bovendien kan een project ook (gedeeltelijk) met eigen vermogen gefinancierd worden zodat er geen (minder) rente betaald hoeft te worden. Commerciële partijen zullen ook dan een rentepercentage hanteren als rendement op hun investering. Noordenwind geeft aan dat men in de praktijk rond de 4% rente betaalt op van de bank geleend geld en rond de 5% op van particulieren geleend geld [Van Ens, 2011].

### *Overige kosten*

Onderhoud is de één na grootste kostenpost en lijkt ook een redelijk vaststaand gegeven. Deze post is inclusief verzekeringen tegen uitval en schade bij bijvoorbeeld afvallende wieken of stukken ijs. Grondkosten en netaansluiting vormen ook aanzienlijke posten. Deze lijken een wat grotere afwijkingmarge te hebben. Er wordt bij het modelpark uitgegaan van landbouwgrond. Grond in de buurt van de stad is duurder. Aan de andere kant hangt het sterk af van de (meewerking van) de verkopende of verhurende partij welke prijs in de praktijk betaald moet worden. Een deel van de grond is reeds in eigendom. De overige grond is eigendom van de provincie en lijkt een relatief lage economische waarde te hebben (zie ook hoofdstuk 3).

Wat betreft de aansluiting op het elektriciteitsnetwerk zouden de kosten lager uit kunnen vallen dan in het voorbeeldpark. De locatie ligt dicht bij het KVI dat aangesloten is op een elektriciteitskabel met een forse capaciteit. Om hier een aansluiting te maken hoeven dus geen lange kabels getrokken te worden. De aansluiting van het KVI is echter niet toereikend om een vermogen van 15 MW te verwerken. Om dit mogelijk te maken zou uitbreiding nodig zijn van de kabel- en transformatorcapaciteit [Brandenburg, 2011]. Ook is het mogelijk om vanaf de opwekkingslocatie meerdere kabels aan te leggen die rechtstreeks naar een aantal gebouwen van de RUG lopen. Hierdoor kan mogelijk meer elektriciteit voor eigen gebruik aangewend kan worden (zie hoofdstuk 6).

OZB, bouwleges, monitoring en gebiedsbijdragen zijn relatief bescheiden posten. De OZB zal in de gemeente Groningen mogelijk afwijken van het hier overgenomen landelijk gemiddelde. De bouwleges in Groningen liggen fors hoger dan in het gegeven voorbeeld. Deze bedragen altijd 3% van de investeringskosten. Pogingen van de RUG om bij eerdere miljoenenprojecten hier korting op te krijgen zijn steeds zonder resultaat geweest, dus kan ook in dit geval deze 3% waarschijnlijk als een gegeven worden beschouwd [Kranenburg, 2011].

In sommige regio's worden standaard bepaalde stortingen verplicht in fondsen om in landschap of lokale gemeenschappen te investeren. In Groningen is dit niet het geval. Toch zal er waarschijnlijk geld nodig zijn ter compensatie van schade voor landschap en omwonenden. De term "gebiedsgebonden bijdrage" die door Pondera Consult wordt gehanteerd heeft betrekking op de genoemde verplichte fondsen. Deze zou in dit geval misschien beter door "participatie" vervangen kunnen wor-

den. Het gehanteerde bedrag lijkt voor deze post op het eerste gezicht een redelijke schatting [Van Ens, 2011]. Monitoring van effecten op flora en fauna wordt soms verplicht gesteld. Dit zal mede afhangen van de resultaten van de vooraf te verrichten onderzoeken [Windenergie, 2011].

### *Opbrengsten*

De baten van een windmolenpark bestaan uit de verkoop (of vermeden inkoop) van elektriciteit en de verkregen subsidie. De laatste is mede afhankelijk van de eerste en beide zijn afhankelijk van de hoeveelheid geproduceerde elektriciteit. Zoals eerder al aangegeven kan de stroomopbrengst per jaar sterk fluctueren. Over een periode van 15 of 20 jaar zal deze variatie aanzienlijk minder zijn.

Een belangrijke aanname is het aantal vollasturen. Het getal van 2.200 is hier overgenomen maar dit zou 10 of 20% af kunnen wijken. Een dergelijke afwijking zal de uitkomst van de business case sterk doen veranderen. Nader onderzoek naar de windsnelheid zou hier duidelijkheid in kunnen geven.

Ook een belangrijke onzekerheid is de (verkoop)prijs van elektriciteit. Het rapport van Pondera Consult hanteert een marktprijs van 7,0 cent per kWh. Sinds publicatie van dit rapport (in 2009) is de verkoopprijs van elektriciteit echter aanzienlijk gedaald. De verwachtingen voor de langere termijn zijn dat de prijzen weer zullen stijgen, maar wanneer en hoe snel dit gebeurt is erg onzeker. In dit rapport is uitgegaan van 5,0 cent per kWh. Deze waarde ligt iets boven de huidige marktprijs.

Niet alleen de elektriciteitsprijs bij aanvang van het project is onzeker, de prijsontwikkeling in de jaren daarna is dat ook. Tevens is onzeker of de stroom voor eigen gebruik mag worden gerekend of aan het net moet worden terug geleverd (zie ook hoofdstuk 6). In het eerste geval kan als (virtuele) verkoopprijs de kosten gerekend worden per kWh die minder hoeft te worden ingekocht. Deze prijs is aanzienlijk hoger (zie ook hoofdstuk 2) en dus zou dit een groot financieel voordeel opleveren. Vanwege deze onzekerheden is wat betreft de financiële opbrengst uit de stroom voor een aantal scenario's gekozen:

Scenario 1: De elektriciteitsprijs blijft stabiel (€ 0,05 per kWh) ten opzichte van de inflatie en alle stroom wordt aan het net terug geleverd;

Scenario 2: De elektriciteitsprijs blijft stabiel (€ 0,05 per kWh) ten opzichte van de inflatie en de helft van de geproduceerde stroom kan rechtsreeks voor eigen gebruik worden aangewend (€ 0,09 per uitgespaarde kWh);

Scenario 3: De elektriciteitsprijs stijgt jaarlijks gemiddeld 2,5% (€ 0,0625 per kWh<sup>2</sup>) meer dan de inflatie en alle stroom wordt terug geleverd;

Scenario 4: De elektriciteitsprijs stijgt jaarlijks gemiddeld 2,5% (€ 0,0625 per kWh<sup>1</sup>) en de helft van de geproduceerde stroom kan rechtsreeks voor eigen gebruik worden aangewend (€ 0,1125 per uitgespaarde kWh<sup>1</sup>);

Het effect van de onzekerheid in de marktprijs voor elektriciteit wordt voor een belangrijk deel teniet gedaan doordat het verschil tussen de marktprijs en de SDE-garantieprijs wordt gecompenseerd. Daarmee is de SDE garantieprijs een belangrijker factor. Ook deze is echter onzeker. Omdat de verwachting is dat deze lager zal worden, is uitgegaan van 10 cent per kWh. Een cent hoger of lager zal een sterk effect op de financiële balans geven. Belangrijk hierbij is ook om te bedenken dat het verschil ten opzichte van de marktprijs wordt gecompenseerd, niet het verschil ten opzichte van de werkelijk verkregen prijs [Agentschap NL, 2011]. Veel hangt dus ook af van de contracten die met energiebedrijven kunnen worden gesloten.

---

<sup>2</sup> Bij 2,5% stijging per jaar zal gedurende een periode van 17 jaar (15 jaar looptijd en 2 jaar voordat het project gerealiseerd is) de prijs met iets meer dan 50% stijgen. Omdat telkens wordt gerekend met jaarlijkse kosten en baten is uitgegaan van een gemiddelde prijs gedurende de gehele periode die 25% boven de huidige prijs ligt.

Tabel 4.4: Jaarlijkse kosten en baten van de verschillende scenario's (in duizenden Euro's)

	Modelpark	RUG 1	RUG 2	RUG 3	RUG 4
Investering	1.430	1.607	1.607	1.607	1.607
Rente	632	710	710	710	710
Onderhoud	363	363	363	363	363
Grondkosten	210	210	210	210	210
OZB	23	23	23	23	23
Bouwleges	10	48	48	48	48
Netaansluiting	165	165	165	165	165
Monitoring	10	10	10	10	10
Gebiedsbijdrage	30	30	30	30	30
<i>Kosten totaal</i>	<i>2.873</i>	<i>3.166</i>	<i>3.166</i>	<i>3.166</i>	<i>3.166</i>
Opbrengst stroom	2.310	1.650	2.310	2.063	2.888
SDE	1.056	1.320	1.320	990	990
<i>Baten totaal</i>	<i>3.366</i>	<i>2.970</i>	<i>3.630</i>	<i>3.053</i>	<i>3.878</i>
<i>Jaarlijks resultaat</i>	<i>493</i>	<i>-196</i>	<i>464</i>	<i>-114</i>	<i>711</i>

Bovenstaand staan voor het modelpark en de vier gekozen scenario's voor het Zernikepark de kosten en baten weergegeven. Gegeven de aannames die gemaakt zijn en de onzekerheden hierin mag duidelijk zijn dat er aanzienlijke onzekerheidsmarges zijn. Zo is op voorhand zeker niet te stellen dat de scenario's 1 en 3 verliesgevend zullen zijn. De productieprijs van de elektriciteit komt in alle RUG scenario's uit op 9,6 cent per kWh (8,7 cent per kWh in het modelpark).

Tabel 4.4 geeft alleen de jaarlijkse balans gedurende eerste 15 jaar. Een windmolenpark gaat echter langer mee. Wanneer de SDE-subsidie stopt, is een molen technisch gezien normaal gesproken nog niet afgeschreven. Een reële levensduur is 20 jaar [Windenergie, 2011], [Wikipedia Windenergie, 2011]. Een vollediger overzicht geeft de onderstaande tabel waarin de totale winst en verliesrekening over een periode van 20 jaar staat. In de laatste vijf jaren zijn er minder opbrengsten vanwege het wegvallen van de subsidie. Er zijn echter ook minder kosten omdat alle afschrijvingen reeds hebben plaatsgevonden. De extra vijf jaren blijken in alle scenario's het financiële plaatje aanzienlijk rooskleuriger te maken. Hierbij valt op dat het effect van een hogere elektriciteitsprijs aanzienlijk kleiner is dan het effect van de mogelijkheid om de stroom gedeeltelijk voor eigen gebruik af te kunnen nemen. In de laatste vijf jaar, wanneer de SDE-subsidie vervallen is, heeft de elektriciteitsprijs wel een sterke relatie met de winstgevendheid.

Tabel 4.5: Kosten en baten per windpark-scenario over de volledige levensduur (in duizenden Euro's)<sup>3</sup>

	Modelpark	RUG 1	RUG 2	RUG 3	RUG 4
Jaarlijks resultaat jaar 1 t/m 15	493	-196	464	-114	711
Jaarlijks resultaat jaar 16 t/m 20	1.521	859	1.519	1.849	2.839
Totaal resultaat jaar 1 t/m 15	7.395	-2.944	6.956	-1.706	10.669
Totaal resultaat jaar 16 t/m 20	7.607	4.294	7.594	9.244	14.194
Totale winst over levensduur	15.002	1.350	14.550	7.538	24.863

Sommige neveneffecten zijn mogelijk ook als kosten- of batenposten te beschouwen maar vrijwel niet in Euro's uit te drukken. Hierbij valt onder andere te denken aan:

- Aantasting van landschap, flora en fauna;

<sup>3</sup> Bij de laatste twee scenario's is ervan uitgegaan dat in de jaren 16 t/m 20 de elektriciteitsprijs gemiddeld per kWh 0,5 cent hoger ligt dan de prijs aan het eind van jaar 15. Dus een marktprijs van 8 cent per kWh (5 cent + 50% + 0,5 cent) en een vermeden kostprijs van 14 cent per kWh (9 cent + 50% + 0,5 cent).

- Effect op (duurzaam) imago van de RUG;
- Vermindering van gevoeligheid voor fluctuerende energieprijzen;
- Bijdrage aan het halen van MJA-doelstellingen;
- Experimenteerruimte voor smart grids.

#### 4.14 Overige opties voor windenergie

Naast de hiervoor uitvoerig behandelde optie voor een aantal grote molens op het Zernike-terrein zijn er ook alternatieven denkbaar qua windenergie:

- Vergelijkbare molens op een andere locatie;
- Vervanging van de bestaande molen voor Noordenwind door een grotere molen;
- Windenergie op gebouwen.

##### *Andere locaties*

Als mogelijke locatie zijn een lijnopstelling langs het Van Starckenborghkanaal (tussen de Paddepoelsterbrug en noordwest-punt van het slibdepot) en een opstelling langs de Paddepoelsterweg reeds benoemd. Er zijn meer mogelijkheden denkbaar dan deze twee. In principe is het ook mogelijk om langs het Reitdiep aan de westkant van het terrein windmolens te plaatsen of meer op het midden-gedeelte van het terrein. Langs het Reitdiep zullen molens moeilijker in een rechte lijn te plaatsen zijn (wat vaak aantrekkelijker gevonden wordt) en zullen ze ook veel dichterbij woonwijken komen te staan. Dat laatste geldt ook als de molens parallel aan het Van Starckenborghkanaal meer landinwaarts geplaatst worden. De eerstgenoemde twee locaties lijken dan ook de voorkeur te hebben.

Ook is het mogelijk om buiten de grenzen van het Zernike-terrein te kijken. Een mogelijkheid zou zijn om (ook) oostelijk van de Paddepoelsterweg windmolens te plaatsen langs het Van Starckenborghkanaal. Hier zijn er minder woningen en boerderijen. Wel ligt er nabij een begraafplaats. De grond in dit gebied is grotendeels eigendom van de gemeente. Deze locatie zou interessant kunnen zijn als de RUG meer duurzame energie zou willen opwekken dan de circa 30 miljoen kWh waarvan in dit rapport is uitgegaan. Bijvoorbeeld als de ambitie zou zijn om alle energie van de RUG duurzaam te produceren. Tenslotte zou ook gekeken kunnen worden naar plaatsing van windmolens in reeds aangegeven gebieden, zoals de Eemshaven of op de Noordzee. Dit sluit echter niet aan op het idee van de RUG om de eigen energie op eigen grond te produceren.

##### *Molen Noordenwind*

Windmolenvereniging Noordenwind heeft op het Zernike-terrein al heel lang een windmolen in gebruik. Deze staat vlakbij het KVI en heeft een masthoogte van 32 meter en een vermogen van 75 kW. Volgens de huidige wettelijke regels is het toegestaan om deze molen op dezelfde locatie te vervangen door een nieuwe. Deze zou een iets hogere mast mogen hebben. Er zou turbine met een vermogen van 0,9 MW geplaatst kunnen worden, wat een jaarproductie van rond de 2 miljoen kWh zou betekenen [Van Ens, 2011]. Het is echter zo dat het provinciale beleid erop gericht is om zogenaamde solitaire windmolens te vervangen door molens in grotere parken. Solitaire molens worden gezien als landschapsvervuiling. Het verwijderen van de molen van Noordenwind zou “wisselgeld” kunnen zijn om toestemming te krijgen voor een groter windpark elders op het Zernike-terrein [Ter Horst, 2011].

Noordenwind geeft er de voorkeur aan eerst af te wachten of het idee van meerdere grote windturbines doorgang kan vinden. Daarbij heeft Noordenwind de intentie om voor een aanzienlijk deel (in de orde van één molen van 3 MW) in dit project te participeren. Als blijkt dat dit plan niet door kan gaan is plan B om de huidige molen te “upgraden”. Als deze upgrade is uitgevoerd zou het uiteraard een forse kapitaalvernietiging zijn om dan alsnog de molen te vervangen voor een plek langs het Van Starckenborghkanaal [Van Ens, 2011].

Overigens levert de huidige molen slechts circa 20.000 kWh per jaar terwijl gezien het vermogen van de molen het achtvoudige mogelijk zou moeten zijn (75 kW maal 2.200 vollasturen = 165.000 kWh). Dit heeft er met name mee te maken dat het beheer van de molen niet optimaal is geregeld [Brandenburg, 2011].

### *Kleinschalige windmolens op gebouwen*

In dit onderzoek is niet diepgaand gekeken naar plaatsing van kleinschalige windmolens op daken van RUG-gebouwen. De eerste indicaties zijn dat kleine windmolens vaak niet rendabel zijn en dat ze slechts kleine hoeveelheden energie kunnen leveren. Bovendien creëert een molen schaduw en conflicteert daardoor met het plaatsen van zonnecellen op hetzelfde dak. Desondanks kan het mogelijk interessant zijn kleine molens te plaatsen. Bijvoorbeeld als kleinschalig demonstratieproject op in het zicht springende locaties en op een dak waar geen zonnepanelen geplaatst kunnen worden.

### *Overige opties*

ECN heeft een testpark voor windturbines. In gesprekken met de gemeente Groningen heeft ECN aangegeven dat dit park vol is en dat men zoekt naar een nieuwe locatie om experimentele molens te testen [Westendorp, 2011]. Ook de Hanzehogeschool geeft aan graag demonstratieprojecten te doen op gebied van duurzame energie. Dit onder andere in het kader van de NRG Academy [Van den Berg, 2011a].



## 5 Zonne-energie

Er zijn verschillende manieren om elektriciteit op te wekken uit zonne-energie. Op voorhand is op het Zernike-terrein vooral gedacht aan plaatsing van zonnepanelen op het slibdepot. Zoals in hoofdstuk 3 is aangegeven is dit terrein ruim 23 hectare groot en lijkt circa 15 hectare hiervan in aanmerking te komen om zonnepanelen op te plaatsen. Slibdepots en vuilstortplaatsen worden vaker gebruikt om zonnepanelen te plaatsen. In dergelijke situaties worden meestal amorfe zonnecellen geplaatst. Een vergelijkbaar project in Nederland is de voormalige vuilstortlocatie “De Reeven” te Azewijn [Beeftink, 2011].

Tabel 5.1: kerngegevens van solarpark Azewijn, afkomstig van [www.pfixx.nl](http://www.pfixx.nl)

Vermogen	1,8 MWp
Oppervlakte	80.000 m <sup>2</sup> bebouwd
Jaaropbrengst	ca. 1.620.000 kWh per jaar
Aantal zonnepanelen	ca. 36.000 x Amorf Silicium PF50
Investering	ca. 6 mln. euro
CO <sub>2</sub> reductie	ca. 500.000 kg per jaar

Hiernaast is het mogelijk om daken en parkeerterreinen van zonnepanelen te voorzien. Op daken worden zonnepanelen al veel toegepast. Vaak gaat het om woonhuizen met schuine daken, maar platte daken (zoals het geval is bij de meeste gebouwen van de RUG) zijn ook prima geschikt. Zonnecellen op parkeerterreinen zijn minder gangbaar. Ze worden onder andere in Duitsland en de Verenigde Staten toegepast. In de regio Groningen hebben twee ondernemers (Jeroen Niezen en Bardo Heeling) een onderneming opgericht onder de naam Zonnedak. Deze onderneming richt zich specifiek op het toepassen van zonnecellen op parkeerterreinen. Onderdeel van het concept is dat de opgewekte energie gebruikt wordt voor het opladen van elektrische auto's die op het terrein parkeren. De Hanzehogeschool is een samenwerking met Zonnedak aangegaan. Studenten onderzoeken de haalbaarheid van het plan en mogelijk volgt er een pilot op het Zernike-terrein [Van den Berg, 2011a].<sup>4</sup>

Ten opzichte van het slibdepot zijn de oppervlakken van daken en parkeerterreinen relatief klein. Bij elkaar opgeteld gaat het toch om een aanzienlijk oppervlak. In hoofdstuk 3 is ingegaan op de verschillende dak- en parkeerlocaties die voor de RUG in beeld zijn. Als ook de Hanzehogeschool meegenomen zou worden, zou het totale beschikbare dakoppervlak van gebouwen en parkeerterreinen ongeveer twee maal zo groot zijn.

Tabel 5.2: verschillende opties voor de productie van zonnestroom op het Zernike-terrein

	Slibdepot	Daken	Parkeerterreinen
Totaal oppervlak (ha)	15	3	1,5
Netto oppervlak PV-panelen	6	1	0,25
Type paneel	Amorf (A) of polykristallijn (P)	Polykristallijn	Polykristallijn
Constructie	Tafels	Bevestiging op dak	Constructie met dak
Opbrengst (GWh/jr)	3,6 (A) / 7,2 (P)	1,2	0,3
% van elektriciteitsvraag Zernike	12% (A) / 24% (P)	4%	1%

In tabel 5.2 zijn de kenmerken van de verschillende varianten voor zonnestroom gegeven. Uit de gegevens blijkt dat zonne-energie een beperkte (maar zeker niet te verwaarlozen) bijdrage kan leveren.

<sup>4</sup> Er worden zonnepanelen op constructies geplaatst zodat ze een dak boven de parkeerplaatsen vormen. Het plaatsen van zonnepanelen gaat dus niet ten koste van de beschikbare parkeerruimte.



ren ten opzichte van de totale behoefte aan elektriciteit op het Zernike-terrein. In dit hoofdstuk gaat de meeste aandacht uit naar de open veld-variant. Ook toepassing van zonnepanelen op daken en parkeerterreinen komen aan de orde.

## 5.1 Realisatie

De figuur hiernaast is een kopie van figuur 4.2 die in het vorige hoofdstuk werd gebruikt om de fasering te schetsen van de realisatie van een windmolenpark. Bij een zonnepark zijn dezelfde hoofdfasen te onderscheiden. Ook zullen de betrokken partijen vaak dezelfde zijn of in dezelfde categorie te plaatsen. Wel zal een aantal accenten anders liggen. Bij een windmolenpark zijn politieke besluitvorming en draagvlak onder omwonenden belangrijke bottlenecks. Deze vragen veel aandacht en tijd waardoor het traject voorafgaand aan de realisatie erg lang kan duren. Bij zonne-energie zijn op deze twee punten veel minder problemen te verwachten. In principe hoeft het proces dan ook minder lang te duren. Het belangrijkste knelpunt bij zonne-energie is doorgaans het sluitend maken van de business case.

Fase	Voor- verkenning	Verkenning	Planfase	Realisatie	Exploitatie & Beheer
<b>Spelers</b>					
Gemeente	Actief	Actief	Actief	Actief	Actief
Provincie	Actief	Actief	Mogelijk actief	Mogelijk actief	Mogelijk actief
Initiatiefnemers	Mogelijk actief	Actief	Actief	Actief	Actief
Grondeigenaren	Mogelijk actief	Actief	Actief	Actief	Actief
Omwonenden/bedrijven	Mogelijk actief	Actief	Actief	Actief	Actief
Burgers	Mogelijk actief	Actief	Actief	Actief	Actief
Belangenorganisaties	Actief	Actief	Actief	Actief	Actief
Overige overheden	Mogelijk actief	Actief	Actief	Actief	Actief
Projectontwikkelaars	Mogelijk actief	Actief	Actief	Actief	Actief
Fabrikanten	Mogelijk actief	Actief	Actief	Actief	Actief
Exploitanten	Mogelijk actief	Actief	Actief	Actief	Actief
Investeerders / financiers	Mogelijk actief	Actief	Actief	Actief	Actief
Netbeheerders	Mogelijk actief	Actief	Actief	Actief	Actief
Energieleveranciers	Mogelijk actief	Actief	Actief	Actief	Actief
Handelaren	Mogelijk actief	Actief	Actief	Actief	Actief
Kennisinstututen	Mogelijk actief	Actief	Actief	Actief	Actief
Adviesbureaus	Mogelijk actief	Actief	Actief	Actief	Actief

Actief  
 Mogelijk actief

*Figuur 5.1: Fasering en betrokken partijen bij het traject van realisatie van een windmolenpark, bron: [Windenergie, 2011]*

Een realisatietraject zou er als volgt uit kunnen zien:

1. Nader onderzoek naar de haalbaarheid (waaronder terreinonderzoek, subsidiescan, financiële constructies en gesprekken met overheden en andere partners) – minimaal 1 jaar;
2. Vergunningentraject – circa 6 maanden;
3. Offertetraject – circa 6 maanden (waarvan ongeveer de helft levertijd van zonnepanelen);
4. Realisatie – circa 6 maanden (eventueel langer als er lange kabels gelegd moeten worden).

De genoemde tijdsduur per fase is indicatief. Voor parkeerterreinen en daken kunnen sommige fasen waarschijnlijk sneller worden doorlopen [Daniëls, 2011], [Beeftink, 2011].

De factoren die de haalbaarheid van elektriciteitsproductie op basis van zonnecellen bepalen, worden in het vervolg besproken en zijn onder te verdelen in de volgende categorieën:

- Type zonnecel
- Opbrengst versus weersomstandigheden
- Beschaduwing
- Hellingshoek en oriëntatie
- Kwaliteitsgaranties
- Technische aspecten
- Beveiliging en diefstal
- Benodigde grond
- Natuur en landschap
- Vergunningen en beleid

- Draagvlak, participatie en communicatie
- Subsidies
- Kosten en baten analyse
- Toekomstige ontwikkelingen in prijs en techniek

## 5.2 Type zonnecel

Er zijn diverse manieren om zonne-energie te winnen:

- Zonneboilers en andere vormen om warmte uit de zon te winnen
- Parabolische spiegels voor het maken van stoom. De stoom wordt in een turbine met generator omgezet in elektriciteit.
- Zonnepanelen die zonlicht direct in elektriciteit omzetten.

Alleen de laatste vorm is hier onderzocht. Productie van warmte valt buiten de scope van dit onderzoek. Parabolische spiegels functioneren alleen goed op locaties waar veel direct zonlicht is en worden onder andere toegepast in woestijngebieden in de VS en Spanje [Wikipedia Zonnepaneel, 2011].

### *Kristallijn silicium*

De meest gebruikte zonnecellen zijn multi- en mono-kristallijn silicium panelen. Samen nemen ze 80 tot 90% van de markt voor hun rekening. Zonnepanelen op huizen en gebouwen zijn vrijwel altijd kristallijne panelen. Mono-kristallijne panelen bevatten zeer zuiver silicium. Ze halen hogere rendementen maar zijn ook duurder. Multikristallijn silicium wordt daarom veel vaker gebruikt dan mono-kristallijn. Ook hiermee zijn relatief hoge rendementen te behalen, in de orde van 15%. Dat wil zeggen dat de elektriciteitsproductie 15% van de invallende zonne-energie bedraagt. Het theoretische maximum voor enkelvoudige zonnecellen ligt onder standaard omstandigheden rond de 30% [Solarbuzz, 2011], [Hummelen, 2011].

### *Dunne film zonnecellen*

Een andere manier waarop zonnestroom geproduceerd kan worden is door een dunne laag van een specifiek materiaal op een film aan te brengen. Dunne films bedienen 10 tot 20% van de markt voor zonnecellen. Ze worden onder andere toegepast in rekenmachines en horloges, maar ook bij grote "zonneweides". Er zijn veel verschillende materialen die voor dunne films bruikbaar zijn. Momenteel zijn cadmiumtelluride zonnecellen de goedkoopste soort en worden daarom veel gebruikt. De verwachting is echter dat dit een tijdelijke situatie is omdat de beschikbaarheid van de grondstoffen beperkt is. Amorf silicium wordt het meest gebruikt voor dunne films en kent niet het probleem van schaarse voorraden [Solarbuzz, 2011].

In de categorie dunne film zonnecellen vallen ook de organische en polymeer zonnecellen waar bij de RUG veel onderzoek naar wordt gedaan. De verwachtingen omtrent dit type zonnecellen zijn hooggespannen. Het wordt mogelijk geacht dat op langere termijn deze de markt zullen domineren. Naar verwachting zal het nog zeker minimaal 10 jaar duren voordat dunne films met organische en polymeer zonnecellen commercieel interessant zijn. Het rendement is op dit moment nog te laag [Solarbuzz, 2011], [Hummelen, 2011].

### *Verschillen*

De prijzen van de meest gebruikte dunne film zonnecellen zijn per geproduceerde kWh ongeveer 20% lager dan kristallijne zonnecellen. Ze zijn echter wel minder efficiënt. Bij gebruik van panelen met amorf silicium zijn ongeveer twee maal zoveel panelen nodig om dezelfde hoeveelheid elektriciteit te produceren als bij gebruik van kristallijn silicium [Solarbuzz, 2011]. Verder wordt vaak gesteld dat dunne films een kortere levensduur hebben [Wikipedia Zonnepaneel, 2011], [Daniëls, 2011]. Een

ander verschil is dat kristallijne cellen bij hoge temperaturen een lager rendement leveren. Voor dunne films geldt dit niet. Ook leveren amorfe cellen meer elektriciteit bij indirecte zonne-instraling en (gedeeltelijke) bewolking, terwijl kristallijne cellen het vrijwel uitsluitend van direct zonlicht moeten hebben [Wikipedia Zonnepaneel, 2011], [Beeftink, 2011].

### 5.3 Opbrengst versus weersomstandigheden

De opbrengst van een zonnecel hangt af van hoeveel de zon schijnt. De hoeveelheid zon kan van dag tot dag en van uur tot uur verschillen. Ook varieert de gemiddelde zonne-intensiteit sterk per seizoen en per locatie. Een zonnige locatie als Los Angeles (VS) ontvangt gemiddeld 5,5 uur zon per dag, terwijl Hamburg (Duitsland) gemiddeld slechts 2,5 uur zon per dag kent. Een PV-systeem van 1 kW piekvermogen zal in Los Angeles ongeveer 1.600 kWh produceren en in Hamburg ongeveer 750 kWh. Een verschil dus van ruwweg een factor twee [Solarbuzz, 2011].

Nederland kent een klimaat met relatief veel bewolking, vergelijkbaar met Hamburg. Meestal wordt in Nederland uitgegaan van 800 kWh opbrengst per kW piekvermogen [Wikipedia Zonnepaneel, 2011], [Daniëls, 2011]. Uiteraard schijnt niet overal in Nederland evenveel zon en zijn er ook per jaar variaties mogelijk. Belangrijk zijn de variaties per seizoen. In de maanden mei tot en met augustus is het aantal zonne-uren per dag gemiddeld circa vier maal hoger dan in december en januari [Agentschap NL, 2010]. De opbrengst zal in deze maanden dus ook aanzienlijk hoger zijn. Het verschil is echter minder dan een factor vier. Ook op bewolkte dagen produceert een PV-systeem elektriciteit, gemiddeld 10 tot 20% ten opzichte van de productie op een zonnige dag [Solarbuzz, 2011]. Voor een amorf paneel ligt dit percentage hoger.

Zonnecellen produceren alleen overdag stroom. Dit sluit goed aan bij de momenten waarop de vraag bij de RUG het hoogst is. Wat dat betreft is de verwachting dat vraag en aanbod op de RUG in het geval van zonne-energie aanzienlijk beter zullen matchen zijn dan bij windenergie en dat in principe een groot deel van de productie voor eigen gebruik zou kunnen worden aangewend.

De Watt-piek (Wp) is een veel gebruikte term om het vermogen van een zonnepaneel aan te geven. Het wil zeggen dat het betreffende paneel bij maximale zon één Watt stroom kan leveren. Kristallijne panelen leveren gemiddeld ongeveer 150 Wp per vierkante meter, amorfe panelen ongeveer 75 [Wikipedia Zonnepaneel, 2011], [Daniëls, 2011]. Dit houdt in dat kristallijne en amorfe panelen in Nederland jaarlijks per vierkante meter respectievelijk ongeveer 120 en 60 kWh groene stroom produceren.

### 5.4 Beschaduwning

De zonnepanelen in een zonne-energiesysteem zijn elektrisch en in serie aan elkaar gekoppeld. Wanneer een klein deel van de panelen beschaduwd wordt of minder licht ontvangt, produceren ook de panelen die hiermee in serie verbonden zijn minder elektriciteit. Dit heeft dus ook effect op panelen in het zonne-energiesysteem die niet beschaduwd zijn. Ook deze panelen zullen minder elektriciteit gaan produceren [Agentschap NL, 2010].

Beschaduwning kan op verschillende manieren optreden. Het meest zichtbaar is schaduw door objecten in de omgeving, zoals gebouwen, bomen en planten (of windmolens!). Minder herkenbaar is ongelijkmatige vervuiling door bijvoorbeeld bladeren, vogelpoep of mosranden. De opbrengstderving kan aanzienlijk zijn, terwijl van de buitenkant vaak niet zichtbaar is dat vervuiling aanwezig is. Daarom wordt sterk aangeraden gebruik te maken van een datalogsysteem. Zo'n systeem kan per subunit aangeven wat de opbrengst is. Als er afwijkingen zijn, wordt dit snel opgemerkt. Ook uitval door kapotte onderdelen komt hiermee aan het licht [Daniëls, 2011].

Verder mag duidelijk zijn dat begroeiing of bebouwing in de omgeving een serieus bezwaar kan zijn. Veel parkeerterreinen zullen om deze reden waarschijnlijk niet of slechts voor een gedeelte geschikt zijn. Het kappen van bomen zou meer terrein geschikt kunnen maken, maar hierbij gelden uiteraard ook andere overwegingen. Voor het slibdepot geldt dat er momenteel weinig tot geen bebouwing en begroeiing is. Aan de zuidkant staat een beperkt aantal kleinere bomen. Meer bomen die tevens iets hoger zijn, staan aan de noordkant en zullen dus weinig schaduw opleveren. Om in de toekomstige situatie bij een veld met zonnepanelen beschaduwning te voorkomen zou groei van planten en bomen tegengegaan of aangepast moeten worden. Afhankelijk van hoe hoog de constructies met panelen zijn en wat er met de onderliggende grond gedaan wordt, zal er met enige regelmaat gesnoeid of gemaaid moeten worden.

## 5.5 Hellingshoek en oriëntatie

Een zonnepaneel produceert de meeste stroom als het loodrecht op de zon staat. Er zijn daarom panelen die op beweegbare constructies staan en continu met de zon meedraaien. Voor vaste panelen geldt dat in Nederland het hoogste rendement wordt gehaald bij een verticale hellingshoek van 36 graden en een oriëntatie van 5 graden westelijk ten opzichte van het zuiden [Agentschap NL, 2010]. Bij een andere oriëntatie zal het rendement lager zijn, maar in veel gevallen is het verschil beperkt. Bij hellingshoeken tussen 20° en 60° is de jaaropbrengst slechts 5 % lager [Wikipedia Zonnepaneel, 2011].

Qua (theoretisch) rendement zou het niet per se bezwaarlijk hoeven te zijn om panelen volledig horizontaal te plaatsen. Dit levert echter wel een ander bezwaar op. Panelen onder een helling zijn grotendeels zelfreinigend. Bij horizontaal geplaatste panelen zal water en vuil blijven liggen. In de voorgaande paragraaf is reeds aangegeven dat dit funest kan zijn voor de opbrengst. Daarom wordt in de praktijk ook bij horizontale oppervlakken vaak een minimale hellingshoek van 20 graden aangehouden [Beeftink, 2011]. Als gevolg hiervan is het niet mogelijk om een horizontaal oppervlak volledig met zonnepanelen te bedekken. Een schuinstaand paneel creëert schaduw voor het daarachter staande paneel. Er moet daarom een aanzienlijke afstand tussen de panelen worden aangehouden. De gangbare tussenafstand tussen twee panelen komt ongeveer overeen met de lengte van een paneel. Verder zijn er ook soms nog andere stukken waar geen panelen geplaatst kunnen worden, bijvoorbeeld aan de randen of op onderhoudspaden. Totaal zal van een terrein gemiddeld 40% door zonnepanelen bedekt kunnen worden [Beeftink, 2011].

## 5.6 Kwaliteitsgaranties

Zonnepanelen kunnen vele jaren meegaan. Na verloop van tijd daalt uiteindelijk de opbrengst en als deze te ver is gedaald zal een paneel moeten worden afgeschreven. De meeste commercieel beschikbare zonnecellen kunnen minstens 20 jaar elektriciteit produceren zonder significante daling van de efficiëntie [Wikipedia Solar Cell, 2011]. De laatste jaren wordt er echter gewaarschuwd voor kwalitatief inferieure zonnecellen die vaak uit China afkomstig zijn en tegen erg lage prijzen in de markt worden gezet. Bij deze zonnecellen daalt het rendement vaak vele malen sneller [Hummelen, 2011], [Daniëls, 2011].

Kwaliteitsgaranties zijn daarom erg belangrijk bij de aanschaf van zonnepanelen. De meeste fabrikanten leveren bij hun panelen een garantiecertificaat. De gangbare garantie is voor een periode van 25 tot 30 jaar waarin de output niet onder een bepaald percentage (vaak rond de 80%) van de oorspronkelijke capaciteit mag komen [Wikipedia Solar Cell, 2011]. De waarde van een dergelijk certificaat is uiteraard afhankelijk van de betrouwbaarheid van de partij die de garantie levert. In sommige gevallen zijn er ook keurmerken van onafhankelijke instanties van toepassing (bijvoorbeeld TÜV in Duitsland) [Hummelen, 2011].

Over de levensduur van panelen op basis van amorf silicium bestaat discussie. Veel partijen beweren dat amorfe panelen ten opzichte van kristallijne panelen een ongeveer twee maal zo korte levensduur hebben [Wikipedia Zonnepaneel, 2011], [Daniëls, 2011]. Dit wordt door anderen tegengesproken, onder andere met het argument dat ook bij amorfe panelen fabrieksgaranties voor 25 jaar worden afgegeven [Beeftink, 2011], [Hummelen, 2011].

De leidraad voor zonnestroomprojecten van SenterNovem adviseert een uiterst zorgvuldig traject van aanbesteding te volgen om problemen met slechte kwaliteit panelen te voorkomen. De leidraad geeft een uitvoerige checklist. Belangrijke items hierbij zijn aandacht voor specificaties, testrapporten, garanties, afspraken over opbrengst en sancties bij overtreding, aandacht voor financiële betrouwbaarheid en continuïteit van de leverancier, inspecties voor, tijdens en na de bouwfase en monitoring door onafhankelijke deskundigen. Het bijbehorende proces is in zeven fases onderverdeeld:

- 1 Kwalificaties aanbieders
- 2 Offerteaanvraag
- 3 Aanvullende informatie
- 4 Beoordelen van de offertes
- 5 Onderhandelen
- 6 Selectie aanbieder
- 7 Contractering [Agentschap NL, 2010].

Naast de kwaliteit van de panelen is het ook belangrijk te letten op de kwaliteit van installateurs [Daniëls, 2011].

## 5.7 Technische aspecten

Voor de plaatsing van zonnepanelen zal een aantal activiteiten uitgevoerd moeten worden:

- grond bouwrijp maken;
- bouwen van een draagconstructie;
- aanleggen van bekabeling en aansluiting op het openbare netwerk;
- plaatsen en aansluiten van de zonnepanelen en randapparatuur.

Het bouwrijp maken van grond is alleen bij een open veld van toepassing. De panelen worden hier geplaatst op vrij lichte constructies die geen hoge eisen aan de ondergrond stellen. De ondergrond op het slibdepot zal bij oplevering zoals gepland (zie hoofdstuk 3) redelijk stabiel en vlak zijn. Naar verwachting hoeven er geen verdere bewerkingen gedaan te worden voordat de constructies voor de zonnepanelen geplaatst kunnen worden [Beeftink, 2011].

Bij plaatsing van panelen op vlakke daken worden er metalen constructies op het dak gezet. Deze kunnen los staan of aan het dak worden bevestigd. In principe is vrijwel elk dak hiervoor geschikt. Het draagvermogen van het dak moet echter wel voldoende zijn om de panelen en de constructie te dragen. Kristallijne panelen wegen 15 tot 25 kg per m<sup>2</sup>, amorfe panelen zijn lichter. Daarnaast zijn daken van asbest niet geschikt [Daniëls, 2011], [Agentschap NL, 2010].

Ook op het veld zijn draagconstructies nodig. Gangbare “tafels” zijn ongeveer een meter hoog en zijn ongeveer een meter in de grond verankerd. In het geval van zonnepanelen boven parkeerplaatsen zullen er sterkere en hogere constructies nodig zijn. Door de Hanzehogeschool wordt momenteel onderzocht welke constructies hiervoor mogelijk zijn [Van den Berg, 2011a].

De aanleg van bekabeling voor de aansluiting van een veldlocatie op het stroomnet is vergelijkbaar met aansluiting van een windpark, zoals beschreven in het vorige hoofdstuk. Bij parkeerterreinen en daken zal de benodigde hoeveelheid bekabeling beperkt zijn. De zonnepanelen kunnen overigens niet rechtstreeks aan het net gekoppeld worden. Er zijn inverters nodig om de stroom van gelijkstroom naar wisselstroom om te vormen.



*Figuur 5.2: Tafel met (amorfe) zonnepanelen op een open veld locatie*

## 5.8 Beveiliging en diefstal

Zonnepanelen vertegenwoordigen een aanzienlijke waarde en kunnen dus een interessant object voor dieven zijn. De gebouwen van de RUG op Zernike zijn zonder uitzondering hoog en moeilijk te bereiken zodat diefstal vanaf de daken vrijwel uitgesloten lijkt. Voor parkeerterreinen en het slibdepot is diefstalgevoeligheid wel een punt van aandacht. Het is geen eenvoudige klus om panelen te stelen, maar op afgelegen plaatsen, zoals industrieterreinen, komt het voor. Panelen kunnen mechanisch beschermd worden tegen diefstal zodat ze alleen verwijderd kunnen worden door de bouten af te slijpen. Ook is het mogelijk om panelen elektronisch te beveiligen. Bij verwijdering van een paneel wordt dan automatisch een SMS verstuurd of een telefoontje gepleegd [Groeninckx, 2011]. Daarnaast lijkt het zinvol een stevig hekwerk te plaatsen rondom het veld met zonnepanelen.

Vandalisme is ook een potentieel gevaar. Zonnepanelen zijn sterk genoeg om bijvoorbeeld hagelbuien te doorstaan [Hummelen, 2011]. Hardhandige vandalen zullen echter aanzienlijke schade aan kunnen richten. Ook dit probleem speelt niet voor de daklocaties, maar wel voor het open veld en parkeerterreinen. Een stevig hekwerk zou in het geval van het slibdepot (of andere veldlocatie) effectief kunnen zijn. Het is de vraag of dit ook voor parkeerterreinen een optie is.

## 5.9 Benodigde grond

Om grote hoeveelheden elektriciteit te produceren is een groot oppervlak aan zonnepanelen nodig. De beschikbaarheid van grond en de prijs hiervan zijn dan ook belangrijke factoren. Voor amorfe panelen geldt dit in sterkere mate dan voor kristallijne panelen omdat de opbrengst hier lager is en er per kWh dus meer ruimte nodig is. Voor de productie van 30 miljoen kWh per jaar is een totaal oppervlak nodig van ongeveer 125 hectare bij het gebruik van amorfe panelen, of de helft hiervan (63 hectare) bij kristallijne panelen.

Het voor zonnecellen beschikbare oppervlak op het slibdepot, daken van gebouwen en parkeerterreinen bedraagt samen ongeveer 19 hectare (zie ook figuur 5.1) en is dus niet voldoende. Mogelijk zouden ook zonnecellen geplaatst kunnen worden op de grond rondom het KVI. Percelen in eigendom van de RUG die in aanmerking zouden kunnen komen, zijn de grond die nu als gronddepot van de RUG in gebruik is en een aantal grasvelden. Gezamenlijk hebben deze een oppervlak van naar schatting 5 hectare. De strook gemeentegrond die ten zuiden van het slibdepot langs het Reitdiep loopt, is misschien een andere optie. Ook deze is ongeveer 5 hectare groot, waarmee het totale oppervlak op 29 hectare uit zou komen (zie ook figuur 4.1).

Overige gronden op het Zernike-terrein lijken financieel niet haalbaar. In hoofdstuk 3 is reeds ingegaan op grondprijzen. De percelen van de gemeente met als bestemming bedrijfsterrein kosten bij hantering van marktprijzen in de orde van twee miljoen Euro per hectare. In paragraaf 5.14 zal blijken dat dergelijke prijzen vele malen te hoog zijn voor een rendabele business case. Projecten met zonnestroom op open veld worden in de praktijk dan ook uitsluitend uitgevoerd op locaties waar de grond extreem goedkoop of gratis is. Meestal zijn dit afvalstortlocaties [Beeftink, 2011].

## 5.10 Natuur en landschap

Bij plaatsing van zonnepanelen op open veld wordt sterk in het landschap ingegrepen en zal er dus een impact zijn op natuur en landschap. Voor bomen en grotere planten zal op een veld met zonnepanelen geen ruimte zijn. Op sommige plekken zullen er mogelijk bomen gekapt moeten worden. Ook bij parkeerterreinen kan dit het geval zijn. Een zekere mate van begroeiing zal op een veld met zonnepanelen echter zeker mogelijk zijn. Slechts ongeveer de helft van het terrein is bedekt. Bij tafels van een meter hoogte leveren kleinere planten en bloemen geen schaduw op. Wel zal er voor deze bloemen en planten minder zonlicht beschikbaar zijn. Het idee is immers dat zoveel mogelijk zonlicht door de panelen wordt opgevangen. Ook zal er gesnoeid moeten worden, wat kosten met zich meebrengt en ten koste kan gaan van de natuurwaarden. Na de bouwfase is menselijke aanwezigheid niet vaak noodzakelijk. Vogels en andere dieren zullen dus weinig verstoord worden. Er zou meer verstoring kunnen zijn als er bijvoorbeeld een bezoekerscentrum geplaatst wordt en rondleidingen worden gegeven.

Het deel van het slibdepot dat het meest geschikt lijkt voor plaatsing van zonnepanelen, is nu nog in gebruik als depot. Op dit moment is dit deel van het terrein volledig onbegroeid. Er wordt regelmatig grond verplaatst en met zware machines gereden. Ten opzichte van de huidige situatie zal plaatsing van zonnepanelen tot een verhoging van de natuurwaarden leiden. Het is echter ook mogelijk om het gebied om te vormen tot een natuurgebied. In dat geval zal de natuurwaarde uiteraard nog hoger zijn. Ook ten opzichte van het opleverscenario "hoge weide" (zie hoofdstuk 3) zal een veld met zonnepanelen waarschijnlijk betekenen dat de natuurwaarden lager worden.

## 5.11 Vergunningen en beleid

Bij het plaatsen van zonnecellen op daken zijn geen vergunningen nodig. Bij parkeerterreinen in principe wel maar het is waarschijnlijk mogelijk om dit te vermijden [Daniëls, 2011]. Bij een open veld locatie is een bouwvergunning noodzakelijk. De gemeente is hiervoor bevoegd gezag en zal mogelijk eerst het bestemmingsplan moeten wijzigen voordat de vergunning verleend kan worden.

Verdere onderzoeken naar de impact op omwonenden en de natuur zijn voor zover bekend niet aan de orde. Ten opzichte van het traject voor windenergie betekent dit dat het formele juridische proces sneller en soepeler doorlopen kan worden. Het provinciale en gemeentelijke beleid is gericht op het stimuleren van zonne-energie zodat hier geen bijzondere belemmeringen te verwachten zijn. Een punt van onzekerheid is wel dat het slibdepot door de gemeente zowel wordt gezien als locatie voor duurzame energie als onderdeel van een ecologische kernzone. Deze doelstellingen kunnen met elkaar conflicteren.

## 5.12 Draagvlak, participatie en communicatie

Het is niet te verwachten dat plannen voor zonnepanelen op het Zernike-terrein tot verzet van omwonenden zullen leiden. Communicatie richting de omgeving is daardoor minder cruciaal dan bij windmolens. Toch zou het zinvol zijn de nodige aandacht aan participatie en communicatie te beste-

den. De gemeente Groningen (en in mindere mate ook de provincie) ziet in participatie bij duurzame energieprojecten een belangrijk middel om het milieubewustzijn van de burgers te verhogen [Gemeente Groningen, 2011]. Participatie door omwonenden en andere inwoners van de stad zou voor de gemeente of provincie een extra reden kunnen zijn om ondersteuning aan het project te verlenen, bijvoorbeeld middels subsidie of het goedkoop beschikbaar stellen van benodigde grond. Ook zal communicatie een positief effect op het imago van de RUG kunnen hebben.

### 5.13 Subsidies

Zonne-energie is veel duurder dan conventionele elektriciteit en ook aanzienlijk duurder dan wind-energie. De productiekosten bedragen in Nederland ongeveer 25 cent per kWh [Pfixx ]. Deze kosten dalen snel doordat zonnepanelen goedkoper worden. De verwachting is dat zonne-energie binnen afzienbare tijd in zonnige landen zonder subsidie kan. In Nederland zal dit langer duren. Voorlopig is bij veel projecten subsidie de grootste inkomenspost.

De SDE-regeling, zoals in het vorige hoofdstuk beschreven, is ook voor zonne-energie van toepassing. Ook voor zonne-energie geldt dat gedurende 15 jaar het verschil wordt bijgesteld tussen de marktprijs voor stroom en de stroomprijs waarbij een project rendabel geacht wordt te zijn. Voor grotere projecten gold vorig jaar een garantieprijs van 43 cent per kWh [Agentschap NL, 2011].

In 2011 gaat de SDE+ regeling gelden. Hoe deze eruit gaat zien zal pas over enkele maanden bekend zijn. Het lijkt erop dat alleen middelgrote projecten tussen 15 en 100 kWp voor subsidie in aanmerking zullen komen. In de situatie van 2010 gold dat projecten van meer dan 100 kWp in principe geen subsidie konden krijgen. In de praktijk konden initiatiefnemers hun projecten desondanks toch volledig gesubsidieerd krijgen omdat het hen werd toegestaan hun projecten over meerdere aanvragen te verdelen [Agentschap NL, 2011], [Verhagen, 2010].

In voorgaande jaren was er veel minder subsidie beschikbaar dan er werd aangevraagd. Voor grotere projecten werd slechts ongeveer één procent van de aanvragen gehonoreerd. Mogelijk wordt dit percentage hoger, bijvoorbeeld doordat kleinere projecten uitgesloten worden en er dus meer voor de grote overblijft. Het lijkt echter uiterst onwaarschijnlijk dat er in 2011 wel voldoende subsidie zal zijn om alle aanvragen te honoreren [Daniëls, 2011], [Beeftink, 2011]. Waarschijnlijk zal de SDE+ net als bij wind verschillende inschrijfperiodes gaan hanteren waarbij in de eerste periode het subsidiebedrag het laagste is [Agentschap NL, 2011], [Verhagen, 2010]. Mogelijk biedt dit meer kans om subsidie te verkrijgen.

In de SDE-regeling werden een aantal voorwaarden gesteld. Het is waarschijnlijk dat deze zullen blijven gelden. Zo dient een aanvraag voorzien te zijn van een projectplan en wordt deze alleen in behandeling genomen als er een bouwvergunning is verstrekt. Verder dient een aangevraagd project binnen 18 maanden na beschikking in bedrijf te zijn [Agentschap NL, 2011].

Deskundigen geven aan dat er naast de SDE meer subsidiemogelijkheden zijn en raden aan hier goed onderzoek naar te doen [Daniëls, 2011], [Beeftink, 2011]. Bij grotere zonnestroomprojecten is vaak subsidie van de lokale overheid mogelijk. Pfixx geeft aan dat bij de projecten die zij heeft uitgevoerd bij afvalstortlocaties een provinciale subsidie gangbaar was van circa één Euro per Wp [Beeftink, 2011]. Commerciële initiatiefnemers kunnen effectief 11% van hun investering terug krijgen van de belastingen vanwege de EIA (energie investerings aftrek). De RUG zal hier als non profit-organisatie geen gebruik van kunnen maken [Agentschap NL, 2011].



## 5.14 Kosten en baten analyse

Per variant die in dit rapport is behandeld (open veld, dak en parkeerterrein) zijn de kosten en baten in beeld gebracht. Op een aantal punten zijn er wezenlijke verschillen tussen deze varianten. In tabel 5.3 zijn deze in beeld gebracht. In het vervolg van deze paragraaf zullen de aannames worden toegelicht die bij de berekening van de kosten en baten zijn gedaan. Vervolgens worden de resultaten van deze berekeningen gegeven.

Tabel 5.3: Aannames bij de berekening van kosten en baten voor drie varianten voor zonnestroom.

	Open veld I	Open veld II	Daken	Parkeerterrein
Beschikbaar oppervlak (ha)	15	15	3	1
Netto oppervlak PV-panelen	6	6	1	0,25
Type zonnecel	Amorf	Polykristallijn	Polykristallijn	Polykristallijn
Totaal opgesteld vermogen (kWp)	4.500	9.000	1.500	375
Levensduur	15	25	25	25
Kosten panelen (€ / kWp)	1.600	2.000	2.000	2.000
Installatie en constructie (€ / kWp)	300	300	150	800
Kosten inverters (€ / kWp)	150	150	150	150
Kabels en netaansluiting (€ / kWp)	100	100	25	50
Kosten hekwerk	€ 50.000,-	€ 50.000,-	n.v.t.	n.v.t.
Totale investering (M €)	10,2	23,0	3,5	1,1
Rente	5%	5%	5%	5%
Afschrijving	15	15	15	15
Onderhoudskosten (per jaar)	1% van de totale investeringsom			
Grondkosten (€ / m <sup>2</sup> )	10	10	n.v.t.	n.v.t.
Bouwleges (% v/d investeringsom)	3%	3%	n.v.t.	n.v.t.
Stroomopbrengst (GWh / jaar)	3,6	7,2	1,2	0,3
Verkoopprijs stroom (resp. marktprijs en RUG kostprijs)	Scenario A: 5 ct / kWh & 9 ct / kWh Scenario B: 6,25 ct / kWh & 11,25 ct / kWh			
Deel stroom voor eigen gebruik	50%	50%	100%	100%
SDE garantieprijs (€ / kWh)	0,25	0,25	0,25	0,25
Overige subsidies (€ / kWp)	500	500	100	500

### Kosten zonnepanelen

Het grootste deel van de investeringen bestaat uit de aanschaf van zonnepanelen. De prijs van deze panelen is daarmee een zeer dominante factor. Tegelijkertijd is het een erg onzekere factor. De in dit onderzoek geraadpleegde deskundigen, rapporten en internet sites geven sterk uiteenlopende prijzen. De meerderheid noemt prijzen in de range van € 2,- tot € 3,- per Wp voor kristallijne panelen [Daniëls, 2011], [Beeftink, 2011], [Solarbuzz, 2011]. Hogere prijzen worden ook regelmatig genoemd. Daarnaast circuleren op internet ook prijzen die veel lager liggen. Onduidelijk is hoe betrouwbaar deze data zijn. In dit onderzoek is uitgegaan van € 2,- per Wp, de onderkant van de range van prijzen die door de meeste deskundigen genoemd worden.

Amorfe panelen zijn goedkoper. De geraadpleegde deskundigen geven aan dat het verschil in prijs ongeveer 20% is [Daniëls, 2011], [Beeftink, 2011]. Daarom is uitgegaan van € 1,60 per Wp. Het mag duidelijk zijn dat de foutenmarge in deze getallen aanzienlijk is. De volgende paragraaf gaat in op de prijsontwikkelingen van zonnepanelen en biedt enkele berekeningen bij de lagere kostprijzen die over enkele jaren mogelijk van toepassing zijn.

### *Overige investeringen*

Investeringskosten worden meestal genoemd in Euro's per Wp voor alle kosten gezamenlijk. De geraadpleegde deskundigen noemen totaalprijzen die ongeveer € 0,50 per Wp hoger liggen dan de prijzen voor de zonnepanelen.

Voor het omvormen van stroom zijn inverters nodig. De hoeveelheid benodigde inverters is evenredig met het opgestelde vermogen. Per kWp bedragen de kosten ongeveer € 150,-. Ook deze prijzen kennen een dalende tendens maar deze is minder sterk dan die voor zonnepanelen [Daniëls, 2011].

De kosten van de draagconstructie kunnen per variant aanzienlijk verschillen. De eenvoudigste en dus goedkoopste constructies worden gebruikt op daken. Bij toepassing op parkeerterreinen worden de hoogste eisen aan de constructie gesteld. De hier gedane aannames zijn op basis van door deskundigen genoemde getallen. Met name het bedrag voor constructies op parkeerterreinen kent een hoge onzekerheidsmarge [Daniëls, 2011], [Beeftink, 2011]. Omdat voor daken geen bouwvergunning nodig is, hoeven er geen bouwleges betaald te worden. Er is vanuit gegaan dat dit ook voor parkeerterreinen van toepassing is.

De kosten voor de aanleg van elektriciteitskabels zijn naar verwachting lager dan bij een groot windmolenpark. Bij panelen op het dak kan de aansluiting plaatsvinden op de bedrading in de gebouwen. Bij parkeerterreinen zal er een kabel moeten komen van het terrein naar het naast liggende gebouw, een afstand in de orde van enkele tientallen meters. Bij het slibdepot zal een langere kabel nodig zijn. Aangenomen is dat er alleen sprake zal zijn van een kabel naar het KVI.

In dit onderzoek is uitgegaan van een grondprijs van € 10 per m<sup>2</sup> voor het slibdepot. Dit is ver beneden gangbare grondprijzen, maar lijkt een goede schatting voor deze specifieke locatie. Voor de gemeentelijke grond met bestemming bedrijfsterrein moet met veel hogere prijzen gerekend worden en zullen de grondkosten de kosten voor aanschaf van panelen kunnen benaderen. De (markt)prijs van de grond van het KVI ligt hier waarschijnlijk tussenin. Feitelijk is deze grond al van de RUG en dus zou de grond ook als gratis beschouwd kunnen worden. Het lijkt zinvol te rekenen met een prijs die nu gekregen wordt van een partij die de grond gebruikt. Hier is in deze studie geen onderzoek naar gedaan.

Zonnepanelen vragen weinig onderhoud. In principe hoeft er aan een zonnepaneel na plaatsing niets meer te gebeuren om deze tot aan het einde van de levensduur stroom te laten produceren. Uiteraard kan het zijn dat er onderdelen (panelen, inverters of elektriciteitskabels) stuk gaan en vervangen moeten worden. Omdat er geen bewegende onderdelen zijn, zal er weinig slijtage zijn [Daniëls, 2011], [leidraad]. De jaarlijkse kosten voor onderhoud zijn hier op 1% van de totale installatiekosten gesteld. Dit is inclusief kosten voor controles, monitoring, beveiliging en groenbeheer.

### *Verrekening van de kosten*

Er is in dit onderzoek uitgegaan van een afbetalingstermijn van 15 jaar en een rentevoet van 5%. Dit zijn gangbare getallen en dezelfde als voor windenergie zijn gehanteerd. Voor de RUG kunnen echter andere cijfers van toepassing zijn. Mogelijk kan er (deels) met eigen geld gefinancierd worden of kan er een lagere rente worden bedongen. Dit zou een aanzienlijk voordeel op kunnen leveren aangezien rente een belangrijke kostenpost is.

Omdat zonnestroomprojecten een forse investering vergen, is er veel aandacht voor financiering. Er worden verschillende financiële constructies toegepast. In veel gevallen is degene die zonnepanelen op zijn of haar dak heeft niet de eigenaar, maar worden de panelen gehuurd of geleased. Betaling van de huur of lease gebeurt soms in de vorm van doorsluizen van de verkregen SDE-subsidie of doorgeven van de opbrengst van de verkochte stroom. KNN Milieu heeft voor de gemeente Gronin-

gen commerciële bedrijven gevraagd naar offertes voor plaatsing van zonnepanelen op gemeentelijke daken. Deze bedrijven stelden verschillende financiële constructies voor. Mogelijk kunnen bepaalde constructies wederzijds voordeel opleveren. Zo gaf één bedrijf aan dat in de door haar voorgestelde constructie IEA-aftrek mogelijk zou zijn. Normaal gesproken zou dit voor de gemeente niet mogelijk zijn [Van den Berg, 2011b].

### *Stroomopbrengst*

De baten van het project zijn voor het grootste deel afhankelijk van de hoeveelheid geproduceerde elektriciteit en de opbrengst per kWh. De elektriciteitsproductie is een redelijk vaststaand gegeven. Er is enige variatie in de totale hoeveelheid zonne-uren per jaar maar ten opzichte van andere onzekerheden is de marge hierin beperkt. De opbrengst per kWh is minder zeker. Deze onzekerheid geldt beide delen waaruit de opbrengst bestaat, namelijk de verkoopwaarde en de verkregen SDE-subsidie.

In hoofdstuk 4 is reeds ingegaan op de ontwikkelingen en onzekerheden in de elektriciteitsprijzen. In dit hoofdstuk wordt met dezelfde prijzen en scenario's gerekend:

Scenario A: De prijzen blijven stabiel ten opzichte van de inflatie op een niveau van 5 cent per kWh voor de verkoopprijs op de markt en 9 cent als besparing per kWh die minder hoeft te worden ingekocht.

Scenario B: De prijzen stijgen gemiddeld 2,5% meer dan de inflatie. De marktprijs bedraagt dan gedurende de afschrijvingstermijn van 15 jaar gemiddeld 6,25 cent per kWh en per niet ingekochte kWh is het gemiddelde bespaarde bedrag 11,25 cent.

In de vorige paragraaf is al vermeld dat de SDE+ regeling veel onzekerheden kent. In dit onderzoek is aangenomen dat er SDE-subsidie ontvangen wordt en dat de SDE een garantieprijs hanteert van 25 cent per kWh. Een bedrag van € 0,25 wordt door meerdere bronnen genoemd als de prijs waarvoor in Nederland op open veld-locaties zonnestroom kan worden geproduceerd. Gezien de opzet van de SDE-regeling om alleen de onrendabele top te subsidiëren lijkt dit dan ook een redelijk bedrag. Dit is veel lager dan het garantiebedrag van 2010 (43 cent). Mogelijk zal in 2011 het bedrag hoger zijn en in de jaren daarna verder dalen. Als de kostprijzen van zonnestroom blijven dalen, zal de SDE-subsidie per kWh waarschijnlijk in deze daling meegaan.

Als het project bij de verdeling van SDE-subsidie volledig buiten de boot valt, heeft dit een dramatisch effect op de financiële haalbaarheid. De SDE bedraagt meer dan de helft van de inkomsten. Aangenomen is dat de totale bijdrage van overige subsidies in de initiële investeringen voor een open veld locatie en op parkeerterreinen € 0,50 per Wp bedraagt. Bij daken is de toepassing van zonnepanelen al veel gangbaarder en lijkt overheidssubsidie minder aannemelijk. Daarom is hier uitgegaan van een subsidie van € 0,10 per Wp.

In tabel 5.4 staan de kosten en baten weergegeven per variant zonnestroom en bij een gelijkblijvende en stijgende stroomprijs (respectievelijk scenario A en B). Voor zowel een open veld met amorf paneel (optie I) als panelen op daken is de som van de kosten en baten bijna nul. Bij kristallijne panelen op open veld of parkeerterreinen zijn de kosten gedurende de eerste 15 jaar ongeveer 10% hoger dan de baten. Gezien de gedane aannames is dit een beperkt verschil en kan geconcludeerd worden dat voor geen van de scenario's op voorhand gezegd kan worden of deze winst- of verliesgevend zullen zijn. Verder valt op dat de hoogte van de stroomprijs weinig verschil maakt. De hogere stroomopbrengst wordt voor een belangrijk deel teniet gedaan doordat er minder SDE-subsidie verkregen wordt.

Tabel 5.4: Jaarlijkse kosten en baten van drie varianten en bij twee stroomprijsscenario's (in duizenden Euro's)

	Open veld I		Open veld II		Daken		Parkeerterreinen	
	A	B	A	B	A	B	A	B
Scenario kWh-prijs								
Investering	678	678	1.533	1.533	233	233	75	75
Rente	234	234	545	545	98	98	28	28
Onderhoud	102	102	230	230	35	35	11	11
Grondkosten	100	100	100	100	0	0	0	0
OZB	10	10	22	22	3	3	1	1
Bouwleges	20	20	46	46	0	0	0	0
<i>Kosten totaal</i>	<i>1.144</i>	<i>1.144</i>	<i>2.476</i>	<i>2.476</i>	<i>369</i>	<i>369</i>	<i>115</i>	<i>115</i>
Verkochte stroom	252	315	504	630	108	135	27	34
SDE	720	675	1.440	1.350	240	225	60	56
Overige subsidie	150	150	300	300	10	10	13	13
<i>Baten totaal</i>	<i>1.122</i>	<i>1.140</i>	<i>2.244</i>	<i>2.280</i>	<i>358</i>	<i>370</i>	<i>100</i>	<i>103</i>
<i>Jaarlijks resultaat</i>	<i>-22</i>	<i>-4</i>	<i>-232</i>	<i>-196</i>	<i>-11</i>	<i>1</i>	<i>-15</i>	<i>-12</i>

De cijfers in tabel 5.4 geven alleen de balans over de eerste 15 jaar. Voor amorfe panelen is aangenomen dat de levensduur ongeveer 15 jaar zal zijn. De kristallijne panelen op daken en parkeerterreinen zullen naar verwachting hierna nog ongeveer 10 jaar langer stroom kunnen leveren. In tabel 5.5 is ook deze periode meegerekend. Na het 15<sup>de</sup> jaar zal geen SDE-subsidie meer verkregen worden, maar zijn ook de kosten lager. Alle afschrijvingen hebben namelijk reeds in de eerste 15 jaar plaatsgevonden. Hiermee wordt het totaalplaatje voor alle varianten met kristallijne panelen een stuk rooskleuriger, met name in het scenario met hogere elektriciteitsprijzen (B). Volgens deze berekening leveren zonnepanelen op daken over de totale levensduur het hoogste financiële rendement.

Tabel 5.5: Kosten en baten per zonnestroomvariant en per scenario over de totale levensduur<sup>5</sup>

	Open veld I		Open veld II		Daken		Parkeerterrein	
	A	B	A	B	A	B	A	B
Scenario kWh-prijs								
Jaarlijks resultaat jaar 1 - 15	-22	-4	-232	-196	-11	1	-15	-12
Jaarlijks resultaat jaar 16 -25	0	0	152	512	70	148	15	34
Totaal resultaat jaar 1 - 15	-326	-56	-3.480	-2.940	-166	14	-232	-187
Totaal resultaat jaar 16 - 25	0	0	1.519	5.119	698	1.478	147	342
Totale winst over levensduur	-326	-56	-1.961	2.179	532	1.626	-85	155

Bij berekeningen met verschillende prijsontwikkelingen blijkt dat bij hogere grond- en stroomprijzen en dalende prijzen voor zonnepanelen het eerder voordelig wordt om kristallijne in plaats van amorfe panelen toe te passen. Bij die ontwikkelingen wordt het aantrekkelijker om op zo weinig mogelijk grond zoveel mogelijk elektriciteit te produceren en zijn de kosten die hiermee gemoeid zijn lager.

Effecten die niet goed in geld zijn uit te drukken maar wel als kosten of baten opgevat kunnen worden zijn:

- effecten op flora en fauna;
- verhoogde zekerheid van energielevering en energieprijzen;
- bijdrage aan het halen van MJA-doelstellingen;

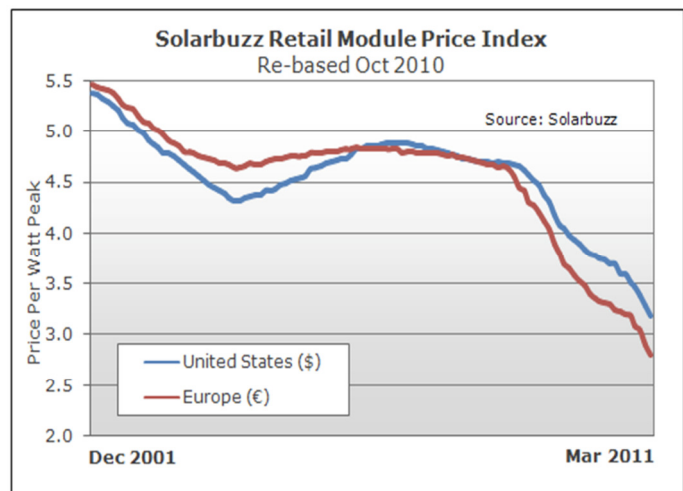
<sup>5</sup> Het B-scenario voor daken en parkeerterreinen gaat ervan uit dat de prijs nog 10 jaar lang jaarlijks met 2,5% blijft stijgen. Dit betekent in deze totale periode een stijging van 28% ten opzichte van de prijs aan het eind van het 15<sup>de</sup> jaar. Er is in dit onderzoek van uitgegaan dat de gemiddelde prijs in deze periode de helft van dit percentage hoger zal liggen. Dit betekent (afgerond) een prijs van 15,5 cent per kWh (niet) ingekochte stroom.

- experimenteerruimte voor smart grids, plastic zonnecellen en andere duurzame energietoepassingen;
- effect op imago van de RUG;
- wellicht eenvoudigere werving van studenten en onderzoeksgelden als gevolg van een versterkt imago.

### 5.15 Ontwikkelingen in prijs en techniek

Zonnestroom maakt de laatste jaren een stormachtige ontwikkeling door. De wereldwijd geïnstalleerde capaciteit groeit al jarenlang exponentieel met circa 40% per jaar [IEA, 2010]. China en Duitsland zijn belangrijke spelers op de markt, zowel qua productie van zonnepanelen als geïnstalleerd vermogen. Vooral in China groeit de PV-industrie in hoog tempo. Technologisch zijn zonnepanelen nog lang niet uitontwikkeld. Deze ontwikkeling gaat ook snel en zorgt ervoor dat de prijs voortdurend daalt. Er is een relatie tussen de groei in de productie en daling van de prijs. Er is een model ontwikkeld dat aangeeft dat voor elke verdubbeling van de cumulatieve productie de prijs van zonnepanelen met 22% daalt [Sinke, 2010],[Wikipedia Solar Cell, 2011]. Historisch gezien is de prijsontwikkeling lang in overeenstemming met dit model geweest. Rond 2004 trad er een trendbreuk op die werd veroorzaakt door hogere prijzen voor de prijzen van silicium als gevolg van een tekort aan productiecapaciteit. Vrij recent is de productiecapaciteit op peil gebracht en als gevolg daarvan is er de afgelopen jaren sprake van een sterk versnelde prijsdaling.

In figuur 5.3 is de dalende tendens in de prijzen voor zonnepanelen duidelijk te zien. Het betreft hier gemiddelde prijzen van panelen. De prijsverschillen in de markt zijn aanzienlijk. De laagste door Solarbuzz gerapporteerde prijzen bedragen € 1,27 per Wp voor multikristallijne en € 0,91 per Wp voor dunne films [Solarbuzz, 2011]. De laagste prijs die in dit onderzoek naar voren is gekomen is € 0,68 per Wp [Independent Solar Systems, 2011]. Gesprekken met experts geven de indruk dat de prijzen momenteel sterk dalen en dat schattingen van prijzen binnen enkele maanden achterhaald zijn.



*Figuur 5.3: Gemiddelde prijs voor zonnepanelen (groothandelprizen, exclusief BTW), bron: [Solarbuzz, 2011]*

Uitgaande van de eerder genoemde cijfers van 40% jaarlijkse groei van het cumulatieve vermogen en 22% prijsdaling bij een verdubbeling van dit vermogen, lijkt een gemiddelde jaarlijkse prijsdaling van 10% reëel. Uiteraard zal deze daling niet onbeperkt door kunnen gaan. Mede gezien de sterke recente prijsdalingen lijkt het eind van de trend echter nog niet in zicht. Om een indicatie te geven welk het effect de prijsdalingen kunnen hebben, geeft tabel 5.6 aan wat de prijs per kWh is als over drie jaar vanaf nu met de realisatie zou worden begonnen en de prijzen van panelen tussentijds jaarlijks 10% dalen. Aangenomen is verder dat de benodigde inverters 10% goedkoper worden gedurende deze periode. Te verwachten is dat parallel hieraan ook de beschikbare subsidie zal dalen. Daarom is hier niet een nieuwe kosten-baten berekening uitgevoerd.

Tabel 5.6: kWh-prijs voor 4 varianten van zonnestroomproductie bij doorgaande prijsdaling (€/kWh)

Toepassing	Prijs 2011	Prijs 2014
Open veld met amorfe panelen	0,32	0,24
Open veld polykristallijn	0,23	0,17
Daken	0,20	0,14
Parkeerterreinen	0,25	0,19

Duidelijk is dat de daling van de prijzen van panelen de productieprijs per kWh sterk doet dalen. Daarmee daalt ook de afhankelijkheid van subsidie. Ook in 2014 zal er bij de aangenomen prijsdalingen in elke variant echter nog een aanzienlijk deel subsidie nodig zijn voor een rendabele business case. Amorfe panelen (op een open veld) zijn het meest afhankelijk van subsidie. In de huidige subsidie-praktijk krijgen deze gedurende vrijwel de gehele levensduur subsidie en kristallijne panelen voor ongeveer 60% van de levensduur. Bij doorgaande daling van de prijzen zullen de panelen een kleiner deel van de totale kosten voor hun rekening nemen en zullen de overige kostenposten, zoals de draagconstructie en de grondprijzen, relatief zwaarder gaan wegen. Dit betekent onder andere dat op een open veld het voordeel van meer productie per vierkante meter bij kristallijne panelen relatief zwaarder zal wegen in de kosten baten analyse.

### 5.16 Maximaal potentieel zonne-energie

De RUG streeft ernaar om, indien dit haalbaar is, een zo groot mogelijk deel van het elektriciteitsgebruik op het Zernike-terrein ter plekke te produceren. Aangezien het onzeker is of een windmolenpark doorgang kan vinden en omdat het voordelig kan zijn een mix van energiebronnen te hanteren, rijst de vraag hoeveel zonnestroom er maximaal op het Zernike-terrein geproduceerd zou kunnen worden.

Aan het begin van dit hoofdstuk is een aantal cijfers gegeven over hoeveel elektriciteit er opgewekt zou kunnen worden op respectievelijk het slibdepot, daken van RUG-gebouwen en parkeerterreinen. Vervolgens is de optie genoemd dat hiernaast circa 10 hectare grond rondom het KVI gebruikt zou kunnen worden. In tabel 5.7 is berekend wat de stroomopbrengst zou zijn als ook deze grond met zonnepanelen bedekt zou worden en als tevens in alle gevallen kristallijne panelen toegepast worden.

Tabel 5.7: Stroomopbrengst bij maximale benutting van het PV-potentieel op het Zernike-terrein

Lokatie	Bruto oppervlak	Oppervlak panelen	Stroomopbrengst
Slibdepot	15 ha	6 ha	7,2 GWh
Overige grond rondom het KVI	10 ha	4 ha	4,8 GWh
Daken	3 ha	1 ha	1,2 GWh
Parkeerterreinen	1 ha	0,25 ha	0,3 GWh
Totaal	29 ha	11,25 ha	13,5 GWh

De totale maximale productie van zonnestroom komt hiermee op 13,5 miljoen kWh, ofwel 45% van de elektriciteitsbehoefte van de RUG op het Zernike-terrein. Er kan op het terrein meer zonnestroom geproduceerd worden als ook de daken en parkeerterreinen van de Hanzehogeschool meegenomen worden. In dit onderzoek zijn de Hanzehogeschool en overige bebouwing buiten beschouwing gelaten.



## 6 Energiewetgeving

In de huidige situatie is de RUG alleen consument van energie. Bij realisatie van de hier besproken plannen zal de RUG tegelijk consument en producent worden. Hiermee ontstaat een complexe situatie. Duurzame energieprojecten die niet in handen zijn van een energiebedrijf ondervinden ernstige knelpunten als gevolg van de Nederlandse energiewetgeving.

In feite zijn er twee opties om de geproduceerde duurzame energie te consumeren, namelijk levering “achter de meter” en levering aan het openbare net. De eerste optie is bijvoorbeeld van toepassing bij huizen waarop een zonnepaneel is geplaatst. Dit paneel is niet aan het openbare net gekoppeld maar aan de elektriciteitskabels in het huis. De geproduceerde stroom wordt direct in huis geconsumeerd en het effect hiervan is dat er minder energie van het net hoeft te worden ingekocht. (De situatie dat er soms meer stroom geproduceerd wordt dan er in huis nodig is, wordt hier even buiten beschouwing gelaten.) De tweede optie is bijvoorbeeld van toepassing bij een windmolenpark op zee. De stroom moet hier via het openbare net worden getransporteerd en daarom verkocht worden aan een zogenaamde PV-partij (programmaverantwoordelijke). De PV-partijen in Nederland zijn in dezelfde handen als de grote energiebedrijven [Wikipedia Elektriciteitsmarkt, 2011].

In de kosten-baten analyses van hoofdstuk 4 en 5 is aangetoond dat levering achter de meter een belangrijk financieel voordeel oplevert. Dat komt omdat in dat geval elke geproduceerde kWh betekent dat er een kWh minder hoeft te worden ingekocht. Ook de bijkomende kosten voor BTW, energiebelasting en transport hoeven dan niet betaald te worden. Per kWh bespaart de RUG aldus 9 cent. Bij teruglevering aan het net moet nog steeds alle geconsumeerde elektriciteit tegen hetzelfde tarief ingekocht worden. Daar tegenover staat de opbrengst van de verkoop van de geproduceerde elektriciteit bij teruglevering aan het net. Deze bedraagt per kWh slechts ongeveer de helft van de totale kosten bij inkoop (zie ook hoofdstuk 2).

Het ligt voor de hand om te zoeken naar manieren om zoveel mogelijk “achter de meter” te leveren en zo weinig mogelijk aan het openbare net terug te leveren. De belangrijkste factoren die de (on)mogelijkheden hiertoe bepalen, zijn:

- de locatie van elektriciteitsproductie ten opzichte van de locatie van consumptie;
- de eigendomssituatie van de tussenliggende kabels en het elektriciteitsnetwerk;
- in hoeverre consumptie en productie van duurzame elektriciteit elkaar gedurende de tijd matchen.

In het geval van zonnepanelen op daken en parkeerterreinen is te verwachten dat er een groot deel van de elektriciteit achter de meter geleverd en geconsumeerd kan worden. De plaats van productie en die van consumptie liggen dichtbij elkaar. De tussenliggende kabels liggen op eigen terrein. Productie vindt grotendeels overdag plaats als de vraag het grootst. Het is te verwachten dat de totale opbrengst per locatie op de meeste momenten lager zal zijn dan de vraag van het aangekoppelde gebouw. Levering achter de meter is ook van toepassing op de windturbine van Noordenwind. Deze levert op dit moment alle elektriciteit rechtstreeks aan het KVI. Bij opwaardering zal de elektriciteitsproductie vervelvoudigen. Mogelijk zullen er dan momenten ontstaan dat de vraag vanuit het KVI overschreden wordt en een deel van de stroom aan het net moet worden teruggeleverd.

Bij grootschalige elektriciteitsproductie op of in de buurt van het slibdepot zal het lastiger zijn om achter de meter te leveren. Het ligt voor de hand om een aansluiting te maken bij het naastgelegen KVI en hier achter de meter te leveren. De productie overtreft echter op veel momenten ruimschoots de behoefte van het KVI en mogelijk ook de capaciteit van de netaansluiting van het KVI. Deze draagt 4 MW en is dus niet toegerust op een windmolenpark van 15 MW [Schuiling, 2011]. Er zal bij duurzame elektriciteitsproductie van een dergelijke omvang een nieuwe kabel gelegd moeten wor-



den van het KVI richting een verdeelstation elders in de stad en/of er zullen kabels richting andere gebouwen van de RUG gelegd moeten worden. Beide opties stuiten op bezwaren. Aanleg van een kabel richting een verdeelstation op enkele kilometers afstand betekent een kostenpost van naar verwachting circa € 1,5 miljoen. Bovendien moet dan alle elektriciteit die niet door het KVI wordt geconsumeerd aan het net worden verkocht [Smit, 2011], [Schuiling, 2011].

De accountmanager van Enexis raadt de RUG aan te onderzoeken of, behalve het KVI, andere gebouwen van de RUG rechtstreeks op de productielocatie aangesloten kunnen worden. Dit zou inhouden dat er meerdere kabels richting het zuidelijke deel van het Zernikepark getrokken worden. Vanwege de kortere afstanden is dit waarschijnlijk goedkoper dan een kabel naar het verdeelstation. Bovendien kan dan ook in deze gebouwen “achter de meter” worden geleverd. Er zijn hier echter wel enige beperkingen:

- Het is om veiligheidsredenen wettelijk niet toegestaan om via één kabel meerdere gebouwen aan elkaar of aan dezelfde windmolen- of PV-locatie te koppelen. Dit betekent dat bijvoorbeeld vanaf elke windmolen een aparte kabel naar een ander gebouw moet lopen. Er zijn dan meer kilometers kabel nodig en het is ook niet mogelijk om stroom van molen A aan gebouw B te leveren op moment dat meer wordt geproduceerd dan gebouw A nodig heeft;
- Levering achter de meter mag alleen als de kabel waardoor de stroom wordt aangevoerd eigendom is van de RUG. De kabels moeten getrokken worden door grond die nu deels van de gemeente is. Deze grond zal waarschijnlijk moeten worden aangekocht, of anders gepacht. Voor de aanleg van kabels is toestemming nodig. Het lijkt aannemelijk dat als voorwaarde gesteld zal worden dat de kabels in dezelfde zone gelegd worden als nu reeds aanwezige bekabeling. Het is dan de vraag of het mogelijk is voor een deel van deze kabels wel en voor een ander deel niet eigenaar (van de grond) te zijn. Bovendien wordt de RUG hiermee tevens verantwoordelijk voor het onderhoud van de kabels. Mogelijk wordt de RUG dan ook beschouwd als een netwerkbedrijf zoals Enexis, wat vergaande consequenties kan hebben [Schuiling, 2011].

De meeste gebouwen op het Zernike-terrein zijn aangesloten op de zogenaamde MSD-ring. Dit zijn middelgrote netaansluitingen. Het KVI, het Centrum voor Levenswetenschappen en het TCN Telehouse datacentrum hebben MST-aansluitingen. Dit zijn grotere aansluitingen met rechtstreekse kabels. Deze gebouwen hebben (potentieel) een groter elektriciteitsverbruik [Schuiling, 2011]. Het lijkt logisch in ieder geval deze gebouwen mee te nemen wanneer gekeken wordt naar de mogelijkheid om meerdere RUG-gebouwen op het duurzame elektriciteitspark aan te sluiten. Het datacentrum is overigens geen gebouw van de RUG.

Een andere optie zou zijn dat de RUG het netwerk op het Zernike-terrein volledig overneemt van Enexis. Op dit moment loopt het openbare net tot aan de aansluiting van elk individueel gebouw. Vroeger was het aansluitpunt de plek waar de hoofdkabel het Zernike-terrein binnenliep. Op het terrein zelf was sprake van een privaat net van de RUG. Met Enexis zou onderhandeld kunnen worden om deze situatie in ere te herstellen. In dat geval kan de duurzame elektriciteit over het volledige terrein achter de meter worden geleverd. Verkoop aan het net zal dan alleen nodig zijn wanneer de productie de vraag op het gehele terrein (dus inclusief Hanzehogeschool en overige bedrijven) overtreft.

Overname van het netwerk heeft echter wel ingrijpende consequenties. Het betekent dat alle gebouwen op het Zernike-terrein, dus ook die van onder andere de Hanzehogeschool, van de RUG als stroomleverancier afhankelijk worden. De RUG wordt daarmee verantwoordelijk voor de continuïteit van de stroomvoorziening voor deze gebouwen. Dit houdt onder andere in dat de RUG stroom zal moeten inkopen op momenten dat de eigen productie niet toereikend is. Ook wordt de RUG als beheerder van het netwerk verantwoordelijk voor het beheer van alle elektriciteitskabels op het terrein. Om dit beheer goed te doen, is veel specifieke kennis, expertise en onderhoudsapparatuur no-

dig die de RUG niet bezit [Schuiling, 2011]. Bovendien is het de vraag of het überhaupt mogelijk is voor de RUG om eigen netwerkbeheerder te worden. De Energiekamer van de NMA bepaalt wat wel en wat niet een eigen netwerk is. Zij zal een ontheffing moeten verlenen. Het is onduidelijk of deze ontheffing verleend kan worden [Energiekamer, 2011].

Voor de prijs die de RUG zal krijgen bij de verkoop van elektriciteit, is zij afhankelijk van wat de grote energiebedrijven bereid zijn te betalen. De NMA heeft een beleidsregel opgesteld dat sprake moet zijn van redelijke terugleververgoedingen. Dit wil zeggen dat de prijs in redelijke verhouding moet staan tot de prijs die de kopende partij op moment van levering zou moeten betalen bij inkoop elders op de markt. Desondanks weten de energiebedrijven aanzienlijke winsten te maken met het verhandelen van “overgeproduceerde” elektriciteit [Van Wolfen, 2011]. Het zou misschien mogelijk zijn een betere prijs te krijgen indien een energiebedrijf mede-eigenaar wordt van het project. Dit bedrijf zou dan de overproductie als groene stroom elders kunnen verkopen en kan zelf ook als handelende partij op het elektriciteitsnet fungeren.



## 7 Conclusies en aanbevelingen

In opdracht van de Stuurgroep Duurzaamheid van de Rijksuniversiteit Groningen is de haalbaarheid onderzocht van duurzame elektriciteitsproductie op het Zernike-terrein met behulp van windmolens en/of zonnepanelen. Gebleken is dat windmolens kunnen voorzien in de volledige elektriciteitsbehoefte van de RUG op het Zernike-terrein (circa 30 miljoen kWh per jaar). Dit is realiseerbaar door middel van vijf windmolens met een vermogen van 3 MW en een masthoogte van circa 80 meter. Technisch en economisch gezien lijkt dit goed haalbaar. PV Zonnepanelen kunnen geplaatst worden op en rondom het slibdepot, op daken en boven parkeerterreinen. Indien al deze mogelijkheden benut worden dan kan hiermee in ongeveer de helft van de elektriciteitsvraag van de RUG op het Zernike-terrein worden voorzien.

De vraag of dit potentieel haalbaar is, valt niet met een simpel ja of nee te beantwoorden. Zowel voor windenergie als voor zonnepanelen zijn de perspectieven op veel punten rooskleurig. Er zijn echter ook enkele serieuze barrières geconstateerd. Er lijken zeker mogelijkheden te bestaan om deze barrières te slechten. De belangrijkste kansen en barrières worden hier besproken en van aanbevelingen voorzien.<sup>6</sup>

### *Educatie, communicatie, synergie en samenwerking*

De duurzame energievoorziening op het Zernike-terrein kan naast de energie- en milieudoelstellingen van de universiteit ook de prioriteiten van de RUG in onderwijs en onderzoek uitdragen en heeft bovendien een uitstralende (voorbeeld) functie. Deze doelen lijken goed te combineren en kunnen een manier vormen om extra meerwaarde te creëren met de plannen voor duurzame energieproductie. Kleinschalige demonstratieprojecten zijn denkbaar met bijvoorbeeld plastic zonnepanelen, innovatieve kleinschalige windmolens, zonnedaken boven parkeerterreinen en bewegende zonnepanelen. Het slibdepot lijkt een goede locatie voor een combinatie van exploitatie en proefprojecten. Hier zou een bezoekerscentrum kunnen komen over duurzame energie.

*Aanbeveling: Voer de nadere invulling en realisatie van de plannen voor duurzame energie in samenwerking met andere partners uit.*

Logische samenwerkingspartners zijn de Hanzehogeschool en de gemeente Groningen. Met deze partners zijn al goede contacten, ze geven aan geïnteresseerd te zijn in samenwerking en hebben vergelijkbare doelstellingen op gebied van duurzame energie. Het gezamenlijk maken (en uitvoeren) van plannen betekent onder andere een sterkere uitstraling, meer lobbycapaciteit en meer kans op subsidie.

*Aanbeveling: Betrek personeel, studenten en overige burgers bij de plannen betrekken om het draagvlak en daarmee de kans op succes te verhogen.*

In tabel 7.1 staan de belangrijkste barrières weergegeven, die de realisatie van grootschalige wind- en zonne-energie op het Zernike-terrein in de weg (kunnen) staan. Voor windenergie liggen de voornaamste knelpunten op het gebied van maatschappelijk draagvlak en politieke besluitvorming. Voor

<sup>6</sup> De eindredactie van dit hoofdstuk – met name ten aanzien van de formulering van de aanbevelingen – is verricht door H. C. Moll en C.M. Ree, leden van de adviescommissie betrokken bij dit onderzoek.

zonne-energie zijn de belangrijkste uitdagingen van financiële aard. De wetgeving op het gebied van elektriciteit is in beide gevallen een complicerende factor.

Tabel 7.1: De belangrijkste barrières voor wind- en zonne-energie op het Zernike-terrein

Deelaspect	Windenergie	Zonne-energie
Technisch		
Economisch		Kosten en kostprijsontwikkeling Subsidies
Maatschappelijk	Draagvlak in de omgeving	
Politiek en juridisch	Provinciaal beleid	
	Wetgeving m.b.t. elektriciteit	

### **Draagvlak voor windmolens**

Draagvlak onder omwonenden is cruciaal voor het slagen van elk initiatief voor een windpark. Communicatie en participatie zijn belangrijke middelen om het draagvlak te verhogen. Het is gangbaar – en verdient ook in dit geval sterk aanbeveling – om omwonenden aan te bieden om mede-eigenaar te worden van een windpark. Dit is een vorm van compensatie voor ondervonden overlast. Tevens verhoogt het de betrokkenheid bij het plan.

*Aanbeveling: Communiqueer proactief; betrek een gespecialiseerd bureau om een communicatiestrategie te formuleren.*

Van belang is dat er op tijd gecommuniceerd wordt, dat omwonenden via de RUG van de plannen op de hoogte worden gesteld (en niet via de media) en dat het plan enerzijds voldoende concreet is om zich een beeld bij te vormen en anderzijds voldoende mogelijkheden open laat voor inspraak en aanpassing.

*Aanbeveling: Besteed speciale aandacht aan communicatie en overleg met bewoners van woningen en boerderijen dichtbij de locaties waar windmolens geplaatst zouden kunnen worden (tot circa 300 meter).*

Voor deze groep omwonenden is de impact relatief groot. Indien vanuit deze groep bewoners verzet komt, kan dit de doorgang van de plannen ernstig vertragen of zelfs onmogelijk maken.

### **Provinciaal windenergie-beleid**

De huidige provinciale regelgeving staat windmolens toe op een drietal locaties. Het Zernike-terrein is hier niet één van. Dit betekent dat het op dit moment onmogelijk is om een vergunning te krijgen om hier windmolens te plaatsen. Het is goed denkbaar dat de provincie in de komende jaren aanvullende locaties zal aanwijzen. Zeker is dit echter niet. Ook is onzeker of in dat geval het Zernike-terrein als locatie voor windmolens zal worden aangewezen. Een lobby richting het provinciale bestuur zou aanwijzing van het Zernike-terrein als locatie voor windmolens meer kans kunnen geven.

*Aanbeveling: Ontwikkel samen met de gemeente Groningen en andere mogelijke partners een lobby strategie en voer deze actief uit.*

De gemeente voert reeds een actieve lobby voor windenergie en de voorgestelde plannen voor duurzame elektriciteit in Zernike sluiten goed aan op de visie die de gemeente heeft.

### *Kosten en baten van zonnepanelen*

Het grootste knelpunt van zonnestroom is de financiële haalbaarheid. Er is subsidie nodig om een zonnestroom-project rendabel te maken. Subsidie is mogelijk verkrijgbaar via de SDE+ of via de regionale overheid. Het is echter zeer onzeker of de RUG vanuit deze bronnen voldoende subsidie zal kunnen krijgen. Tegelijkertijd is het zo dat de kostprijs van zonnepanelen sterk daalt. Deze trend zal zich naar verwachting doorzetten. Er is dus steeds minder subsidie nodig. Het is echter onzeker of er een moment zal komen waarop zonnestroom voor de RUG zonder subsidie rendabel zal zijn. Op korte termijn is deze situatie niet te verwachten.

*Aanbeveling: Faseer de investering in zonne-energie.*

Plaatsing van panelen op daken zou op korte termijn rendabel kunnen zijn afhankelijk van hoe de SDE+ regeling uitvoering zal vinden. Een demonstratieproject op een veldlocatie zou een aantrekkelijke investering kunnen zijn indien een combinatie wordt gemaakt tussen stroomproductie en wetenschappelijk onderzoek en onderwijs. Het tempo waarin de hoeveelheid zonnepanelen in de loop der jaren vervolgens wordt uitgebreid kan worden afgestemd op de prijsontwikkelingen van zonnepanelen, de marktprijzen voor elektriciteit en de subsidiemogelijkheden.

### *Energiewetgeving*

Het is onduidelijk hoeveel elektriciteit “achter de meter” geleverd kan worden en hoeveel via het openbare net dient te worden getransporteerd. In het eerste geval is de (financiële) opbrengst per geproduceerde kWh grofweg tweemaal zo hoog als in het laatste geval. Voor de RUG is het dus voordelig als er zo weinig mogelijk zelf opgewekte stroom via het openbare net hoeft te worden geleverd. Bij aanleg van een omvangrijk wind- of zonnepark zullen extra ondergrondse elektriciteitskabels aangelegd moeten worden. Het is onduidelijk hoeveel kabels er precies nodig zijn en waar en wat de kosten hiervan zullen bedragen. Tevens is niet duidelijk of deze kabels als openbaar net zullen gelden of dat ze voor levering “achter de meter” gebruikt kunnen worden.

*Aanbeveling: Voer gesprekken met de netwerkbeheerder en onafhankelijke deskundigen om meer inzicht te krijgen in de mogelijkheden om de teruglevering van elektriciteit aan het openbare net te minimaliseren. Onderzoek of er alternatieve bedrijfs- en financieringsmodellen zijn waarbij meer geprofiteerd kan worden van subsidies, belastingvoordelen, enzovoort.*

### *Tot slot*

Er bestaat voldoende aanleiding voor de RUG om deze studie een vervolg te geven. In dit onderzoek worden verschillende mogelijke vervolgstappen aangegeven. Uiteraard is het aan de Stuurgroep Duurzaamheid om, als opdrachtgever van dit onderzoek, ook haar eigen conclusies te trekken en zelf vast te stellen of, en zo ja welke, volgende stappen zij wil ondernemen.



## Bronnen

Agentschap NL (2010), *Leidraad zonnestroomprojecten*, januari 2010, gepubliceerd op [http://www.senternovem.nl/mmfiles/Leidraad%20zonnestroomprojecten\\_tcm24-266261.pdf](http://www.senternovem.nl/mmfiles/Leidraad%20zonnestroomprojecten_tcm24-266261.pdf)

Agentschap NL (2011), telefonische gesprekken met medewerkers van de afdelingen SDE wind, SDE zon en EIA

Beeftink (2011), telefonisch gesprek met Ben Beeftink, medewerker van Pfixx Solar BV

Brandenburg (2011), interview met Sytze Brandenburg, hoofd van de accelerator group van het KVI

CBS (2011), *Nederlandse windmolens vangen minder wind*, Centraal Bureau voor de Statistiek, <http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/themas/industrie-energie/publicaties/artikelen/archief/2011/2011-3321-wm.htm>, 28 februari 2011

Daniëls (2011), interview met Rudy Daniëls, consultant duurzame energie installaties, eigenaar van Daniels Smart Energy

De Veer (2011), *Meer molens dan grond*, artikel in het Dagblad van het Noorden van 4 januari 2011

Energiekamer (2011), telefonisch gesprek met een medewerker van de Energiekamer van de NMA

Gemeente Groningen (2011), *Masterplan Groningen Energieneutraal*, aangenomen door de gemeenteraad in januari 2011

Groeninckx (2011), informatie van website van Jeffrey Groeninckx bvba, aannemer en installateur gespecialiseerd in zonnepanelen, <http://www.jeffreygroeninckx.be>, februari 2011

Hummelen (2011), mondelinge informatie van Kees Hummelen, hoogleraar chemie aan de RUG en mede-uitvinder van de plastic zonnecel

IEA (2010), *Technology Roadmap Solar Photovoltaic Energy*, International Energy Agency (IEA), oktober 2010

Independent Solar Systems (2011), aanbieding op internet van Nederlandse zonne-energie bedrijf, <http://www.independentsolarsystems.nl/contents/nl/d11.html>, maart 2011

Kadaster (2011), kadastrale informatie afkomstig van het Kadaster en de gemeente Groningen, aangeleverd door Robert Kootstra, afdeling Vastgoed en Investeringsprojecten, RUG.

KEMA (2005), *Windkaart van Nederland op 100 m hoogte*, KEMA Nederland, in opdracht van SenterNovem, juni 2005

Koopmans (2011), interview met Martin Koopmans, manager bedrijfsvoering bij Grondbank GMG

Kranenburg (2011), telefonisch interview met Martin Kranenburg, projectmanager vastgoed en investeringsprojecten bij de RUG

Pondera Consult (2009), *Kosten en baten windpark op land*, definitieve rapportage d.d. 12-10-2009, studie in opdracht van SenterNovem



Provincie Groningen (2011), verkiezingsprogramma's van de provinciale partijen, geraadpleegd via [www.provinciegroningen.nl](http://www.provinciegroningen.nl)

Ree (2011), *Sustainable Development at the RU Groningen*, powerpoint presentatie van Karin Ree t.b.v. bespreking over de Hansa Energy Corridor op 12 januari 2011

Schuiling (2011), gesprek met Wim Schuiling, accountmanager voor de RUG bij Enexis

Sinke (2010), *Prepare for impact; Solar energy on its way to very large scale use*, presentatie van Wim Sinke, stafmedewerker Programma & Strategie bij de afdeling Zonne-energie van het Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN)

Smit (2011), interview met Kor Smit, energiemanager van de RUG

Solarbuzz (2011), <http://www.solarbuzz.com>, maart 2011

Stuurgroep Duurzaamheid (2010), *Planperiode 2010/2011 Stuurgroep Duurzaamheid*, versie 19 juli 2010

Ter Horst (2011), telefonisch gesprek met Wim ter Horst, coördinator windenergie bij de provincie Groningen

Van den Berg (2011a), gesprek met Jeroen van den Berg, programma manager bij het Energie Kennis Centrum van de Hanzehogeschool

Van den Berg (2011b), *Groningen maakt werk van zonne-energie; Op zoek naar haalbare PV, dak- en financieringsconstructies*, concept eindrapportage, KNN Milieu, 15 maart 2011

Van de Vendel (2011), interview met Jan van de Vendel, provincie Groningen

Van Ens (2011), interview met Nynke van Ens, projectleider van Noordenwind

Van Wolfen (2011), telefonisch gesprek met John van Wolfen, medewerker van de Belastingdienst

Verhagen (2010), *Kamerbrief stimulerend duurzame energieproductie*, verstuurd aan de Tweede Kamer op 30-11-2010 door minister Maxime Verhagen van Economische Zaken

Westendorp (2011), gesprek met Jeroen Westendorp, beleidsadviseur energie bij de gemeente Groningen

Wikipedia Elektriciteitsmarkt (2011), [http://nl.wikipedia.org/wiki/Nederlandse\\_elektriciteitsmarkt](http://nl.wikipedia.org/wiki/Nederlandse_elektriciteitsmarkt)

Wikipedia Solar Cell (2011), [http://en.wikipedia.org/wiki/Solar\\_cell](http://en.wikipedia.org/wiki/Solar_cell), februari 2011

Wikipedia Windenergie (2011), <http://nl.wikipedia.org/wiki/Windenergie>, februari 2011

Wikipedia Zonnepaneel (2011), <http://nl.wikipedia.org/wiki/Zonnepaneel>, februari 2011

Windenergie (2011), <http://www.windenergie.nl>, redactie door het Duurzame Energie Centrum van Agentschap NL, februari 2011

## Bijlage A: Vragen voor vervolgonderzoek

Sommige vragen zijn in dit onderzoek nog niet (volledig) beantwoord. Tevens zijn er tijdens en naar aanleiding van deze studie nieuwe vragen naar voren gekomen. Vragen die mogelijk voor vervolgonderzoek in aanmerking komen, zijn onder andere:

### TECHNISCH

- Zijn er gegevens bekend over een eventuele afhankelijkheid van windsnelheid en zonnestraaling? Is hiermee een patroon te maken van hoe bij een combinatie van zonne- en windenergie de gezamenlijke opbrengst over de tijd zal variëren?
- Is het mogelijk om per dak exact in beeld te brengen hoeveel panelen geplaatst kunnen worden en wat een ideale opstelling is?
- Zou het mogelijk zijn om een hellingshoek van minder dan 20 graden toe te passen? Zo ja, hoeveel extra oppervlak aan panelen zou er dan geplaatst kunnen worden?
- Wie heeft er gelijk als het gaat om de levensduur van amorfe panelen?
- Wat is de energievraag per gebouw en hoe verloopt dit gedurende de dag?
- Wat is de capaciteit van de netwerkaansluiting per gebouw?
- Hoe zit dit voor de gebouwen van de Hanzehogeschool?
- Is het mogelijk de elektriciteitsconsumptie op andere momenten te laten plaatsvinden om beter aan te sluiten op de productie?

### FINANCIEEL EN JURIDISCH

- Hoe groot is de kans dat de elektriciteitsprijs sneller of minder zal stijgen dan binnen de marges van de scenario's in de dit onderzoek?
- Zou de RUG willen investeren met eigen geld of geleend geld?
- Hoeveel rente betaalt de RUG over geleend geld? Hoeveel is het jaarlijkse rendement op het eigen vermogen van de RUG?
- Wat zijn de terugverdientijden die horen bij de verschillende varianten van duurzame energieproductie die in dit onderzoek behandeld zijn?
- Is er meer zekerheid te geven over hoe de prijzen van zonnepanelen zich de komende jaren zullen ontwikkelen?
- Kan een juridisch expert van de RUG de juridische problemen met de elektriciteitswetgeving in kaart brengen en hiervoor creatieve oplossingen bedenken?
- Is het mogelijk om voor teruglevering van groene stroom een hogere prijs te krijgen dan de marktprijs voor grijze stroom?
- Wat voor constructies zijn er mogelijk voor de financiering en wat zijn de voor- en nadelen van deze constructies?
- Is het mogelijk om door slimme constructies voor EIA in aanmerking te komen of om te voorkomen dat BTW, energiebelasting en/of transportkosten betaald moeten worden?

### RUIMTELIJK

- Welke mogelijkheden en beperkingen geeft de Kernenergiewet voor de zone rondom het KVI?
- Hoe wordt deze grond nu gebruikt en door wie? Welke afspraken zijn er gemaakt en voor hoe lang? Wat is de financiële opbrengst?
- Wat zijn de precieze terreinomstandigheden op de plekken waar mogelijk windmolens geplaatst worden? Hoe diep zou hier geheid moeten worden?
- Wie zijn de bewoners van de woningen en boerderijen op en rondom het Zernike-terrein?
- Zijn deze bewoners in verenigingen georganiseerd?

### RISICO'S

- Kunnen windmolens problemen veroorzaken voor de radar van schepen?

- Leveren zonnepanelen risico's bij brand doordat ze stroom blijven leveren?
- Hoe reëel is het risico op diefstal van zonnepanelen?
- Biedt een hekwerk afdoende bescherming? Helpt elektronische beveiliging? Zijn er andere maatregelen mogelijk?
- Hoe reëel is het risico op beschadiging van zonnepanelen door vandalisme?

#### SYNERGIE ONDERZOEK, EDUCATIE EN COMMUNICATIE

- Wat is een goede locatie voor een bezoekerscentrum?
- Zou dit centrum permanent bemand moeten zijn?
- Wil de RUG hier andere thema's aan de orde laten komen naast duurzame energie?
- Heeft grootschalige productie van duurzame elektriciteit invloed op de inkoopprijs van elektriciteit door de RUG? Bijvoorbeeld omdat de totale inkoop zal dalen of omdat de afname van elektriciteit vanaf het net een grilliger patroon zal krijgen?
- Hoe kan de meeste meerwaarde gehaald worden door combinatie van energieproductie met onderzoek, educatie en communicatie?
- Zijn deze voordelen mogelijk ook in Euro's uit te drukken?
- Wat is de belangstelling van omwonenden, studenten, personeel en anderen om te participeren in duurzame elektriciteitsproductie door de RUG?
- Wat zouden hiervan de voordelen kunnen zijn?
- Op wat voor manier kan de RUG positieve publiciteit genereren met haar plannen voor duurzame elektriciteitsproductie? En op wat voor manier kan deze publiciteit behulpzaam zijn bij het realiseren van deze plannen?