

2015

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland

David Meijvogel



DE STRUCTUUR VAN HET INNOVATIESYSTEEM VAN BIPV

RVO.nl maakt een transitie innovatie systeem analyse (TIS-analyse) van BIPV. Voor een goede TIS-analyse is het essentieel om het innovatiesysteem van de te analyseren techniek goed in kaart te brengen. In dit document is het innovatiesysteem van BIPV in kaart gebracht met als doel om als funding te gelden voor de TIS-analyse van BIPV.

Introductie

Hekkert et al. hebben in 2007 een artikel gepubliceerd met een beschrijving van een innovatiesysteem. Aan de hand van die beschrijving hebben is de methode ontwikkeld voor het uitvoeren van een innovatiesysteem analyse. Deze methode is goed beschreven in *Innovatiesysteemanalyse voor beleidsanalisten. Een handleiding* door Hekkert et al. in 2011. Een TIS (Technologisch Innovatie Systeem)-analyse geeft de kansen en barrières van een technologie weer. Voor Rijksdienst Voor Ondernemend Nederland (RVO.nl) is de uitkomst bepalend voor het vaststellen van de rol van RVO.nl in de stimulatie van de technologie.

De PV technologie sector doet het goed in Nederland. Huijben en Verbong (2013) beweren zelfs dat het van hoge waarde zou zijn als de Nederlandse PV markt als voorbeeld wordt gebruikt voor de toekomstige PV marktgroei. Binnen de PV sector worden tegenwoordig veel verschillende technieken geëxploiteerd. Door het brede scala aan verschillende PV principes is het te verwachten dat er een breed scala aan PV producten op de markt gaat komen. Eén categorie van de producten die verwacht wordt is gebouw geïntegreerde PV, ofwel BIPV (Building Integrated PV). Berenschot (2015) definieert BIPV als volgt:

“Wij beschouwen Building Integrated PhotoVoltaics, ofwel BIPV, in dit roadmaptraject als het esthetisch en functioneel integreren van zonnestroomopwekkende functies met reguliere bouwelementen.

Hierbij bevatten bouwelementen naast elektriciteitsopwekking minimaal één functionaliteit in de gebouwschil. Daarnaast is het een doelstelling om volledige integratie te verkrijgen. Esthetische integratie houdt hierbij in veel gevallen in dat de PV-functie niet te herleiden is uit het aanzicht van het gebouw, óf juist een element wordt waar in het bijzonder de aandacht naar getrokken wordt door het esthetische karakter.” (Berenschot, 2015)

De conventionele PV producten die onder BAPV (Building Applied PV) vallen, zoals standaard zonnepanelen, worden wel eens als lelijk beschouwd. Hierdoor kunnen conventionele PV producten een NOMyR (Not on my roof) status krijgen. Door deze maatschappelijke barrière zal het deel duurzame energieopwekking door PV minder zijn. BIPV zou dit moeten voorkomen doordat er rekening wordt gehouden met esthetica.

Als de overheid besluit om extra aandacht aan BIPV te geven, is het nodig om te weten of die aandacht nodig is en waar de aandacht dan precies nodig is binnen het innovatiesysteem van BIPV.

Inhoud

Introductie	1
1: Beleidsdoelen	3
2: Categorisering projecten	3
3: Indeling projecten	7
4: BIPV in het buitenland.....	10
5: Het innovatiesysteem.....	10
5.1: Waardeketen.....	11
5.2: Netwerk.....	13
5.3 Stakeholder analyse	15
5.4 Marktomvang	16
5.5 Beleid	16
5.6 Gecommitteerde subsidie	18
5.7 Samenvatting.....	20
6 Aanbevelingen.....	21
7 Referenties:	22
Appendix A: Bronnen van gebruikte Figuren.	24
Appendix B: Projecten naar dossiernummer	25
Appendix C: Actoren.....	26

1: Beleidsdoelen

Het beleidsdoel met betrekking tot een duurzame energie technologie heeft altijd betrekking tot het milieu. Het reduceren van CO₂-uitstoot, het reduceren van de menselijke invloed op klimaatverandering en een “schonere” leefomgeving creëren.

Het middel om dit doel te bereiken is vaak via de markt. In de huidige samenleving hebben we een principe gemanifesteerd waardoor de significante bijdrage van het duurzaam opwekken van energie slechts opgemerkt kan worden als het duurzaam opwekken van energie economisch rendabel is voor energiebedrijven. Dit komt doordat de Nederlandse energiemarkt sinds 2004 geliberaliseerd is (IEA, 2004: blz 114). We kunnen stellen dat het beleidsdoel wordt nagestreefd, dan wel niet behaald, als er marktadoptie van de duurzame energie technologie (in dit geval BIPV) plaatsvindt, waardoor marktadoptie van BIPV het doel wordt.

Daarnaast is Nederlandse economische groei ook een doel. Naast marktadoptie in Nederland als middel voor het nastreven van dit doel, is het bevorderen van export van BIPV technologieën ook een middel, en daardoor een doel.

Hieruit is te concluderen dat er twee beleidsdoelen zijn.

1. Marktadoptie van BIPV-technologieën in Nederland.
2. Het bevorderen van de Nederlandse export van BIPV-technologieën.

Vanuit deze twee beleidsdoelen volgen de doelen van de voorgelegde TIS-analyse.

1. RVO.nl biedt het Ministerie van EZ inzicht in welke kansen en belemmeringen er zijn rond marktadoptie van PV systemen die in de gebouwde omgeving geïntegreerd kunnen worden en op deze manier bouwmaterialen vervangen.
2. RVO.nl biedt het Ministerie van EZ inzicht in het bevorderen van de export van BIPV-technologieën.

De structuur van het innovatie systeem van BIPV vindt haar grenzen bij de Nederlandse grenzen. Daarom worden internationale projecten, zoals Taak 15 van International Agency Energy – Photovoltaic Power Systems Programme, wel gebruikt om BIPV in Nederland in de goede context te plaatsen, maar zijn dit soort projecten niet aanzienlijk verweven in dit document.

2: Categorisering projecten

Op het gebied van duurzame energie, waarbij de zon als energiebron wordt genomen, zijn er drie categorieën. Binnen, zijn er subcategorieën en daarbinnen zijn verschillende toepassingsgebieden te identificeren. De uiteenzetting van zonne-energie ziet er als volgt uit:

1. PV (Photo-Voltaic). Deze categorie wordt gekenmerkt door het meteen omzetten van de van-de-zon-verkregen energie in elektriciteit.
 - a. Wafer-based technologie
 - i. Conventionele PV module
 - ii. PVT (PV-Thermisch combinatie)
 - iii. Geconcentreerde PV
 - iv. Transparante modules
 - b. Thin Film (Dunne laag of Folie) technologie
 - i. Amorf-silicium
 - ii. Organisch

- c. Luminescente zonne-concentratoren
 - d. Bio Solar technologie
2. Thermisch. Deze categorie wordt gekenmerkt door het meteen omzetten van de van-de-zon-verkregen energie in warmte. Een zonneboiler is hier een voorbeeld van.
 3. CSP (Concentrated Solar Power). Deze categorie wordt gekenmerkt door het omzetten van de van-de-zon-verkregen energie in warmte waarmee vervolgens elektriciteit wordt opgewekt.

Aangezien het in deze TIS-analyse om BIPV gaat, worden alleen PV technologieën in beschouwing genomen. Echter, van de PV technologieën worden alleen Wafer-based technologie, Thin Film technologie en Luminescente zonne-concentratoren meegenomen in de TIS. Hoewel Bio Solar technologie wel onder PV valt, wordt dit als een te specifieke technologie gezien om te combineren in de bebouwde omgeving, op dit moment.

De wafer-based technologie werkt volgens het concept van een PN-junctie dat binnen half geleiders mogelijk is. Als materiaal wordt hiervoor doorgaans silicium als halfgeleider gebruikt. Bij conventionele PV modules wordt het silicium ingekapseld met apart materiaal binnen een metalen frame met een glas bedekking om zo een module te vormen. De wafer techniek wordt wel eens in combinatie met een thermisch systeem gebruikt. Bij het opwekken van elektriciteit met PV cellen komt er warmte vrij. Bij PVT systemen wordt deze warmte gebruikt. Ook geconcentreerde PV systemen zijn niet onbekend met deze techniek. Het invallende licht wordt geconcentreerd op een kleine PV cel, waardoor de cel meer Wp/m^2 (dan bij ongeconcentreerd licht) opwekt en er dus veel silicium bespaard kan worden. Als laatst zijn transparante modules een toepassing van de wafer techniek. Transparante modules lijken op conventionele modules alleen zijn hier de PV cellen ingekapseld met slechts glas en een metalen frame, waardoor de plekken zonder silicium transparant zijn.

Voor de dunne laag technologie wordt veel amorf silicium gebruikt. In amorf silicium is geen duidelijke kristalstructuur te herkennen zoals in het wafer-based silicium. In amorf silicium wordt het concept van een PIN-junctie gebruikt, wat inhoudt dat er tussen de P- en N-laag van het silicium nog een intrinsieke laag zit. Amorf silicium wordt op een substraat aangebracht, dit kan een folie zijn. Organisch materiaal kan worden toegepast als halfgeleider en op een substraat worden aangebracht. Het voordeel van het folie substraat dat wordt gebruikt is de flexibiliteit van de PV cellen.

De luminescente zonne-concentrator is een vrij unieke techniek. Bij toepassing van deze techniek wordt onzichtbaar licht, zoals bijvoorbeeld ultraviolet licht, met een specifieke golflengte geabsorbeerd door kleine organische moleculen die zich in een doorzichtig materiaal bevinden. Na het absorberen zenden de moleculen het licht weer uit, maar dan met een andere golflengte. Het uitgezonden licht wordt naar de rand van het doorzichtige materiaal geleid waar dunne laag PV cellen zijn geïnstalleerd. De gebruikte materialen zenden voor mensen onzichtbaar licht uit en lijken daarom onzichtbaar. De PV toepassing hiervan zit hem in de dunne laag die, bijvoorbeeld, in raamkozijnen is geplaatst. Toch wordt deze techniek apart van de dunne laag technologie gezien omdat de gebruikte techniek geen dunne laag is; dunne laag wordt alleen gebruikt om de techniek te manifesteren.

Hier zijn de technieken slechts oppervlakkig behandeld omdat de beschrijving van de PV technieken niet van essentieel belang is voor dit document. Voor een uitgebreider overzicht met beschrijving van de PV technieken wordt verwezen naar *Inventarisatie innovatieve PV-technologieën*:

Eerste, tweede en derde generatie zonnestroomtechnologieën in vogelvlucht opgesteld door Stichting Zonne-energie Wageningen, Nederlands Instituut voor Ecologie (NIOO - KNAW) en QING Sustainable (2014). Voor een uitvoerige uitleg van de luminescente zonne-concentrator wordt verwezen naar *Building integrated thin film luminescent solar concentrators* geschreven door Wiegman & van der Kolk (2012).

Bij BIPV producten worden PV technologieën gebruikt. Bij eenzelfde BIPV product kunnen verschillende PV technologieën worden gebruikt en voor verschillende BIPV producten kan eenzelfde PV technologie worden gebruikt. BIPV producten worden daarom in categorieën ingedeeld. Op deze manier wordt de specifieke techniek voor een BIPV product duidelijk en is het bijbehorend innovatiesysteem makkelijker te identificeren. De BIPV producten worden in vier categorieën opgedeeld, die ook in literatuur voor komen (Jelle et al., 2012; Jelle & Breivik, 2012), elk met hun eigen subcategorieën:

1. Folieproducten
 - a. Amorf-silicium
 - b. Organisch
2. Tegelproducten
 - a. PVT
 - b. Geconcentreerde PV
 - c. Amorf-silicium
 - d. Organisch
3. Glasachtige producten
 - a. Luminescente zonneconcentratoren
 - b. Organische zonnecellen
 - c. Geconcentreerde zonnecellen
 - d. Transparante modules
4. Moduleproducten
 - a. Conventionele PV module

Omdat er verwarring kan ontstaan tussen verschillende categorieën, specifiek tussen tegel- en module producten, zal van elke categorie worden toegelicht wat de categorie inhoud.

Folie producten

Folie producten worden gekenmerkt door een flexibele een lichte zonnecel. Hierdoor zijn ze breed toepasbaar in de bouwindustrie. Folie producten worden gefabriceerd met behulp van dunne laag technieken.



Figuur 1: Folie: Dak met geïntegreerde dunne laag PV technologie.

Tegel producten

Kenmerkend voor tegel producten is dat ze de conventionele keramiek bouwmaterialen imiteren. Tegel producten worden doorgaans voor de bedekking van daken gebruikt. Ze kunnen het hele dak bedekken, of slechts een deel van het dak. Voor het imiteren van deze producten kan gebruik worden gemaakt van dunne laag technieken, zoals bij dakpannen (zie Figuur 2). Als het product alleen een dunne laag is, dus geen tegel, dan is het een folie product. Als er een tegel wordt gefabriceerd met behulp van dunne laag technieken, dan is het een tegelproduct. Voor tegelproducten zou, naast dunne laag technieken, ook een techniek gebruikt kunnen worden die bij de conventionele PV modules ook wordt gebruikt. Wat een tegelproduct scheidt van een module product is dat een tegelproduct een conventioneel bouw materiaal imiteert, een module product doet dat niet.



Figuur 2: Tegel: Dakpannen met geïntegreerde dunne laag PV technologie.

Glasachtige producten

Glasachtige producten zijn breed toepasbaar door de variatie van technieken. Het kan bijvoorbeeld worden toegepast in kasdaken, ramen, daken en facades. Glasachtige producten vervullen vaak naast de functie van het beschermen van mensen tegen de weersomstandigheden en het opwekken van energie ook vaak het doorlaten van daglicht.



Figuur 3: Glasachtig: Een glasachtige PV constructie in een gebouw.

Module producten

Module producten zijn simpelweg conventionele PV modules die gebruikt worden als bouw materiaal. Module producten kunnen hun toepassing bijvoorbeeld vinden als dak of facade. Bij

BIPV module producten is de module het nieuwe bouw materiaal en wordt er geen conventioneel bouw materiaal geïmiteerd.



Figuur 4: Module: Een facade met geïntegreerde module wafer-based PV technologie.

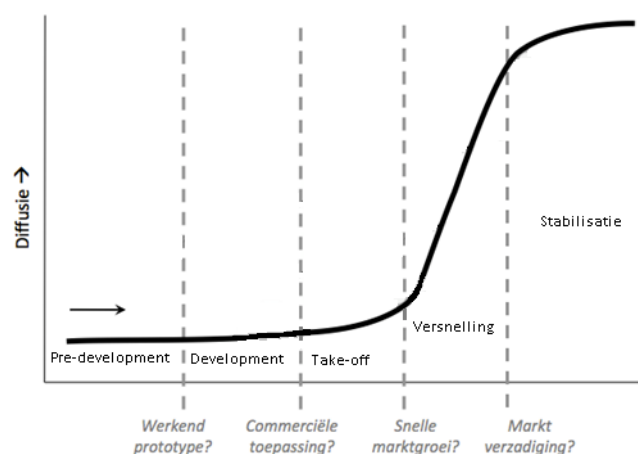
Het tweede deel van de technologische afbakening is betrokken tot de bouwsector, het gebouw geïntegreerde gedeelte. De bebouwde omgeving wordt in drie categorieën gecategoriseerd.

1. Vastgoed. Bijvoorbeeld kantoorgebouwen en hallen en stallen
2. Infrastructuur. Bijvoorbeeld fietspaden en voetpaden.
3. Openbare constructies. Bijvoorbeeld lantarenpalen en geluidsbarrières.

Uit deze drie categorieën wordt slechts de eerste (vastgoed) meegenomen in de TIS. Hoewel infrastructuur en openbare constructies mogelijkheden bieden voor geïntegreerde PV technologieën, worden ze buiten beschouwing gelaten. Ook is het een mogelijkheid om constructies die gebruikt worden voor het beschaduwen mee te nemen, maar dit wordt achter wege gelaten.

3: Indeling projecten

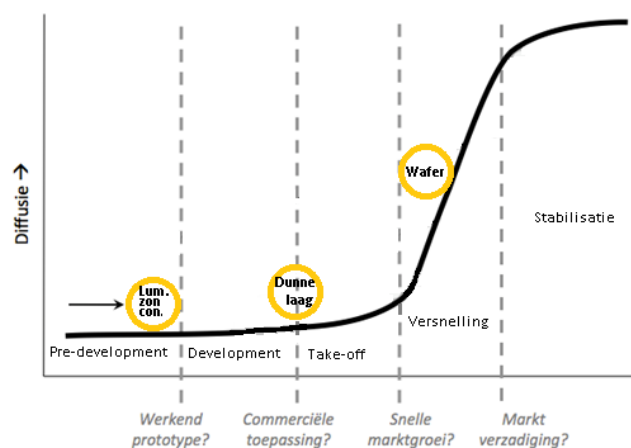
De diffusie van een innovatie verloopt volgens een S-curve, waarop 5 ontwikkelingsfases te identificeren zijn. Deze zijn weergegeven in Figuur 5.



Figuur 5: S-curve met vijf ontwikkelingsfases.

Wat de verschillende fasen beteken wordt behandeld in “de innovatiemotor” van Hekkert en Ossebaard (2010. Blz 58-60). Het is van belang om de technologie in de goede fase in te delen zodat een innovatiesysteem zinvol kan worden gemonitord. Elke innovatieve technologie begint in de “pre-development” fase. Vervolgens kan de technologie een fase verder komen als er met “ja” op de vragen in Figuur 5 kan worden geantwoord.

Eerst zullen de relevante technieken, wafer-based, dunne laag en luminescente zonneconcentratoren, in de S-curve worden geplot om een beeld te geven van waar de technieken zich op het gebied van innovatie begeven, zodat dit kan worden vergeleken met BIPV toepassingen. Dit is te zien in Figuur 6.

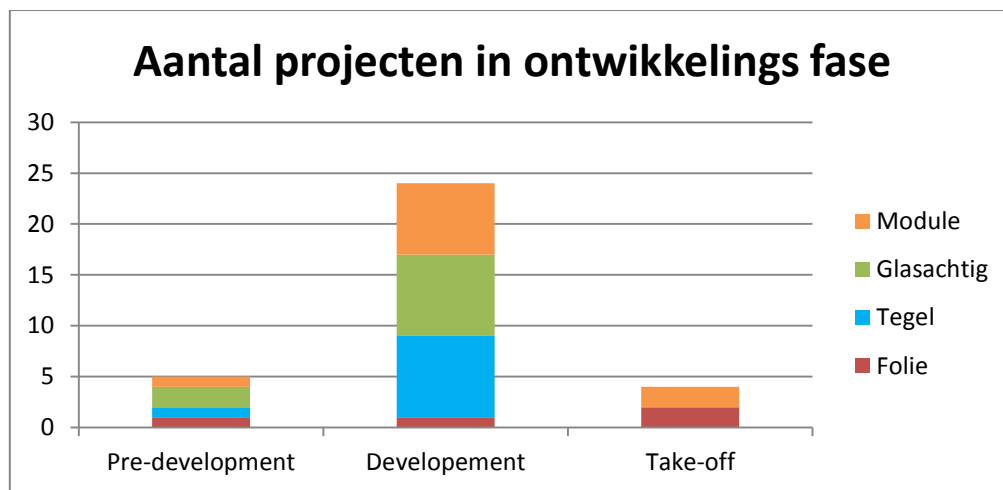


Figuur 6: S-curve met PV technologieën.

De Wafer techniek is in Nederland al in de versnelling. Het is niet ongewoon om een dak met wafer based zonnepanelen, geïnstalleerd als BAPV, op een particulier dak te zien. De wafer based techniek komt terug in de glasachtige producten als transparante modules en bij de module producten. Hetzelfde geldt voor utiliteitsbouw, waar het niet meer bijzonder is als een heel dak bedekt wordt met conventionele zonnepanelen. De dunne laag techniek is commercieel verkrijgbaar, maar nog wel in schaarse getale. De luminescente zonneconcentratoren zijn nog in de pre-development fase, vooral de efficiëntie moet nog verbeterd worden voordat er een valide prototype kan worden ontwikkeld.

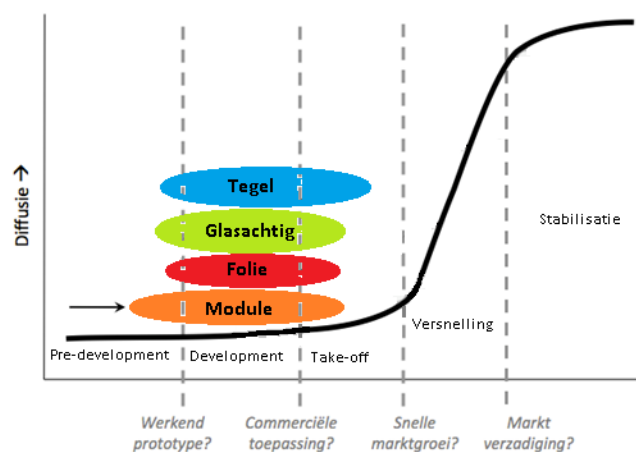
Wat een complicatie is bij het toekennen van een ontwikkelingsfase, is dat BIPV geen technologie is. Bepaalde technologieën die onder BIPV vallen zitten bijvoorbeeld in de development fase, maar sommige ook in de take-off fase. Alle BIPV zal worden ingedeeld in de eerder genoemde categorieën: Folie, Tegel, Glasachtig of Module. Deze zullen dan in de S-curve worden geplot. De bepaling van de fase wordt gedaan aan de hand van projecten die gesubsidieerd worden, en dus als kansrijk worden beschouwd, gecombineerd met waarnemingen van de BIPV markt in Nederland. Er zijn in totaal 33 projecten, deze zijn te vinden in Appendix B. De beleidsagenda's of programma's die van toepassing zijn bij deze projecten zijn: Topsector Energie (TSE), Innovatieagenda Energie (IEA), Energie Onderzoeksubsidie (EOS) en Pieken in de Delta (PID). In welke fases de projecten zijn toegedeeld is te zien in Figuur 7. Hierin is te zien dat Module producten verspreidt zijn over de pre-development fase, development fase en take-off fase. Hetzelfde geldt voor de Folie producten, hoewel Figuur 7 de indruk geeft dat de Folie producten verder in de take-off fase zijn dan de Module producten. Glasachtige producten bevinden zich veelal in de development fase en een enkel project in de pre-

development fase. Voor de Tegel producten geldt nagenoeg hetzelfde als voor de Glasachtige producten.



Figuur 7: Aantal projecten in ontwikkelingsfase per categorie.

De meeste projecten bevinden zich in de development fase, ook is te zien dat projecten van elke categorie tenminste één project in de development fase hebben. Hoewel dit ook geldt voor de pre-development fase is het aantal veel kleiner dan voor de development fase. Waarnemingen op de markt van BIPV laten zien dat elk van de vier producten al commercieel verkrijgbaar zijn. Er zijn bijvoorbeeld al commerciële glasproducten terug te vinden bij Utrecht Centraal of Rotterdam Centraal. Voor voorbeelden van commercieel verkrijgbare BIPV producten wordt verwezen naar *BIPV Product overview for solar façades and roofs: BIPV Status Report 2015, SUPSI – SEAC*, opgesteld door SEAC en SUPSI. In dit rapport vallen de meeste producten onder de Tegel producten. Dit gezegd hebbende is de indeling van de BIPV in de S-curve in Figuur 8 te zien.



Figuur 8: S-curve met BIPV indeling per categorie.

De ontwikkelingsfase van BIPV wordt ingeschat op de take-off fase. Van elke categorie zijn producten al commercieel verkrijgbaar. Toch blijkt uit de projecten dat er veel projecten worden uitgevoerd voorbereidend op een commercieel product, en dat BIPV dus ook nog deels in de development fase zit, en som zelfs in de pre-development. Dit soort projecten zijn nog steeds nodig voor de ontwikkeling van een product. De verschillende categorieën van BIPV kunnen op dezelfde manier benaderd worden vanuit het innovatiesysteem, met uitzondering van luminescente zonne-

concentratoren omdat die specifieke techniek nog in de pre-development fase is. Als gekozen wordt voor het bevorderen van de ontwikkeling van BIPV is de doelstelling om BIPV in de versnellingsfase te laten komen.

4: BIPV in het buitenland

Er is wereldwijd 40 GW aan PV geïnstalleerd in 2014, waar China (10,6 GW) en Japan (9,7 MW) het grootste aandeel in hebben, en Europa daar met 7 GW heeft bijgedragen (SolarPower Europe, 2015: p. 9). Cumulatief was er aan het eind van 2014 meer dan 178 GW aan PV geïnstalleerd, waarvan 88 GW, het grootste aandeel, in Europa (SolarPower Europe, 2015: p. 12). Binnen Europa zijn het Verenigd Koninkrijk (2,402 GW), Duitsland (1,898 GW), Frankrijk (0,927 GW), Nederland (0,400 GW) en Italië (0,385 GW) de landen die het meest PV in 2014 hebben geïnstalleerd (SolarPower Europe, 2015: p. 23). Cumulatief zijn binnen Europa Duitsland (38,235 GW), Italië (18,313 GW), Frankrijk (5,632 GW), Spanje (5,388 GW) en het Verenigd Koninkrijk (5,230 GW) de koplopers SolarPower Europe, 2015: p. 23). Nederland heeft 1,042 GW aan PV heeft geïnstalleerd (CBS, 2015: statline; SolarPower Europe, 2015: p. 23).

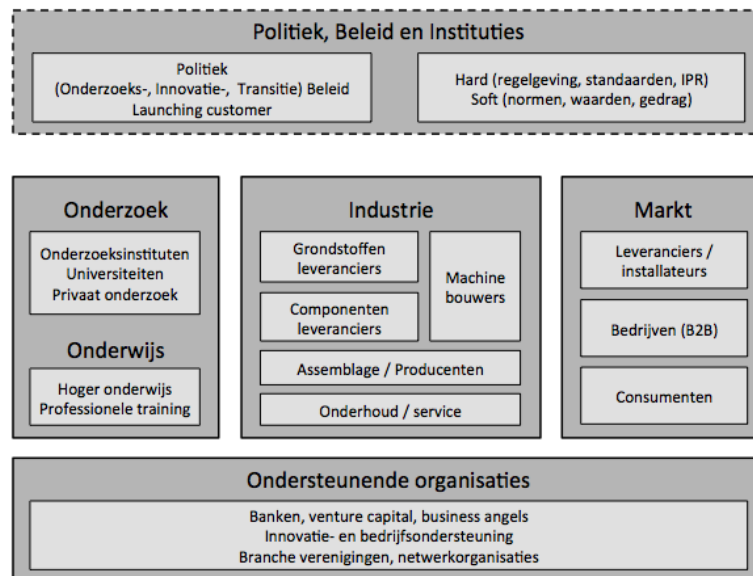
Het aantal geïnstalleerde BIPV wereldwijd in 2014 cumulatief gezien wordt geschat op 1,6 GW schrijft Berenschot (2015) in de roadmap voor BIPV *Bouwen aan BIPV*, waar als bron *Building-Integrated Photovoltaic (BIPV): Technologies and global markets* uit 2015 van BCC Research is gebruikt. Dit houdt in dat in 2014 wereldwijd 1% van het geïnstalleerde PV bestond uit BIPV. In Nederland was in 2014 het percentage BIPV van de geïnstalleerde PV 1% (SEAC, 2015; Berenschot, 2015), wat neerkomt op 10 MW BIPV, waarbij *Building Integrated Photovoltaics (BIPV) Market* uit 2014 van Transparency Market Research als bron is gebruikt. Wereldwijd en in Nederland zijn de percentages BIPV van totaal geïnstalleerde PV hetzelfde. Op wereldschaal loopt Nederland dus modaal. Binnen Europa worden Frankrijk, Duitsland, Italië en Spanje vaak genoemd als koplopers van BIPV, en wordt Nederland achterwege gelaten.

Er werd in 2012 in Europa het meest BIPV geïnstalleerd, 41% van het totaal, gevolgd door Noord-Amerika met 27% van de het totaal jaarlijks geïnstalleerde BIPV, volgens een onderzoek van Transparency Market Research (website Transparency Market Research). Ook door Research and Markets wordt Europa als de grootste speler aangewezen, zij verklaren dat Duitsland, Frankrijk, Spanje en Italië de grootste drijvers zijn (website Research and Markets). De grootste BIPV partijen rond 2012 zijn First Solar, Pythagoras Solar Ltd, Ascent Solar Technologies and Sapa Solar (website Research and Markets; website Transparency Market Research). Transparency Market Research zou aan dat lijstje ook nog Centrosolar AG willen toevoegen (website Transparency Market Research). Van die partijen zijn in 2015 de grootste partijen First Solar, Ascent Solar Technologies en Centrosolar AG over (website MarketWatch).

5: Het innovatiesysteem

Het innovatiesysteem kan schematisch worden weergegeven, zoals in Figuur 9 te zien is. Het innovatiesysteem bestaat uit iedereen die invloed heeft op de techniek. Hekkert & Ossebaard (2010) beschrijven een technologisch innovatiesysteem als “een netwerk van spelers die binnen een specifieke institutionele infrastructuur invloed uitoefenen op de ontwikkeling en toepassing van een nieuwe technologie.” (Hekkert & Ossebaard, 2010: p. 51). De spelers binnen een innovatiesysteem

zorgen voor de ontwikkeling, de marktimplementatie, het gebruik, de exploitatie, het beleid van de technologie, enzovoort. Wet- en regelgeving, cultuur, normen en waarden (enzovoort) behoren ook tot het innovatiesysteem.

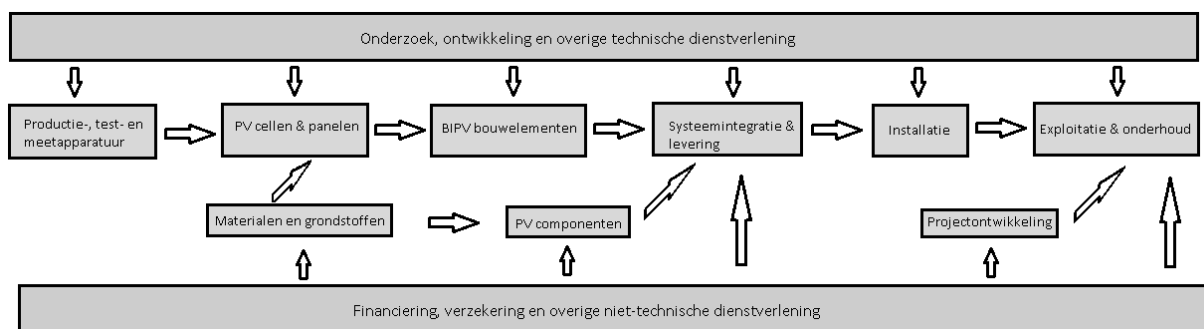


Figuur 9: Het innovatiesysteem.

Het innovatiesysteem wordt in kaart gebracht aan de hand van de waardeketen van BIPV, het netwerk, de marktomvang, het beleid en de gecommiteerde subsidie.

5.1: Waardeketen

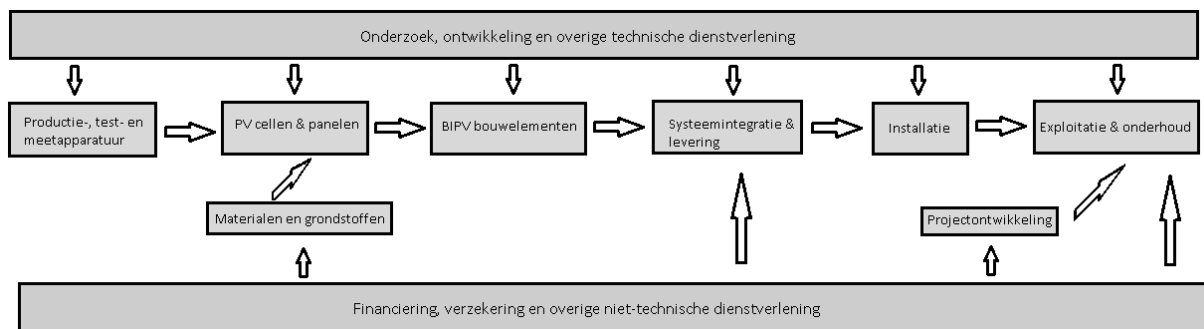
De waardeketen van PV wordt voor elk technologisch traject hetzelfde genomen en ziet er uit zoals weergegeven in Figuur 10.



Figuur 10: De waardeketen van PV.

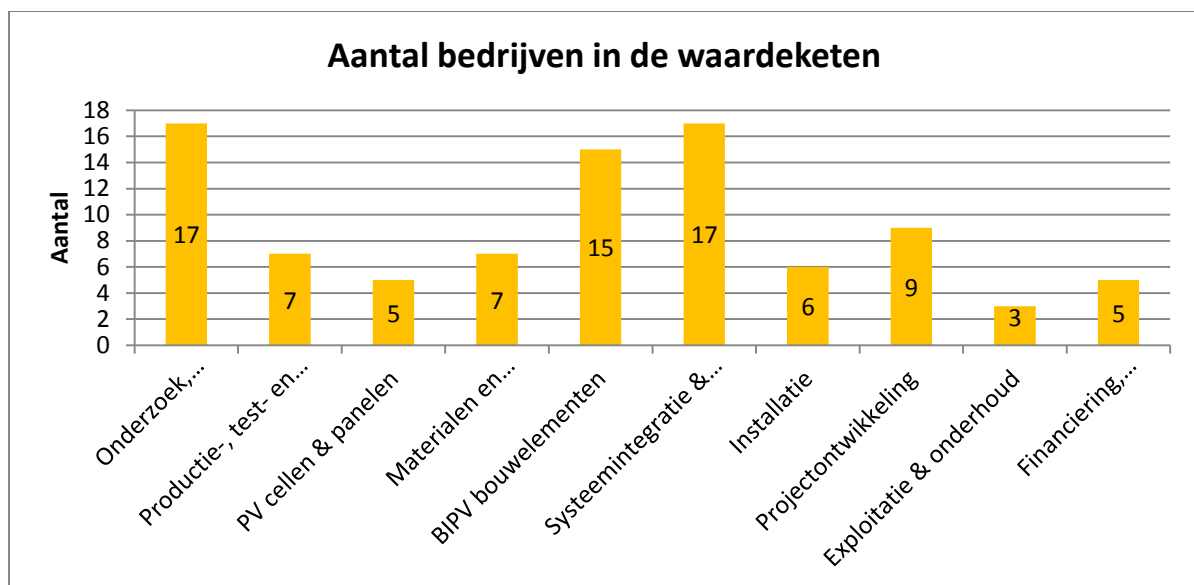
Om deze waardeketen te transformeren naar BIPV hoeven we slechts de PV componenten schakel eruit te halen, omdat die in BIPV niet voor komt. Zo wordt de waardeketen zoals weergegeven in Figuur 11.

De waardeketen ziet er voor elke technologisch traject hetzelfde uit. Er zijn 139 partijen werkzaam in de 33 projecten die worden geanalyseerd. Deze partijen zijn verdeeld over de waardeketen zoals is aangegeven in Figuur 12. Echter, van de partijen is er van 45% bekend waar ze in de waardeketen zijn geplaatst, wat neer komt op 62 partijen.



Figuur 11: De waardeketen van BIPV.

De partijen zijn naar eigen beoordeling ingedeeld. Het is mogelijk dat partijen op meerdere plekken in de waardeketen actief zijn, daardoor kan één partij meer dan één keer worden meegeteld in de indeling.



Figuur 12: De waardeketen van BIPV met het aantal partijen daarin.

In Figuur 12 is te zien dat de meeste partijen zich bevinden op het onderzoek, ontwikkeling en overige technische dienstverlening, BIPV bouwelementen en systeem integratie & levering. Veel bedrijven ontwikkelen BIPV bouwelementen, daarbij wordt meteen gekeken naar de systeem integratie. Bij deze ontwikkeling is onderzoek altijd van belang. Dit verklaart de pieken in de waardeketen. Binnen de andere schakels is een gemiddelde van 6 partijen aanwezig. Dat wetende, valt het op dat bij de schakel exploitatie en onderhoud erg weinig partijen actief zijn. Gezien de ontwikkelingsfase van BIPV, voornamelijk de Development Fase waardoor er nog weinig diffusie waarneembaar is, is dit te verwachten. De drie partijen die zichzelf hebben ingedeeld bij deze schakel hebben zich ook bij andere schakels ingedeeld. De drie partijen zijn:

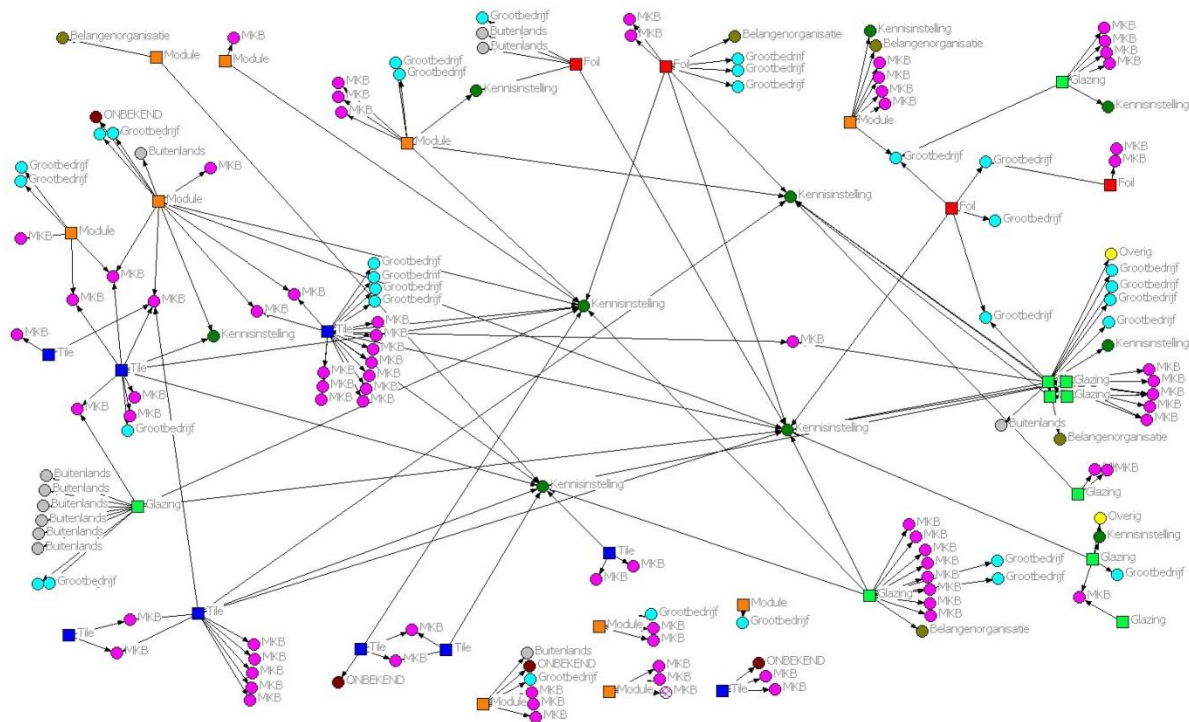
1. Heijmans N.V.
2. Oskomera Solar Power Solutions
3. Solar Comfort B.V.

Al deze partijen hebben zich zelf onder de schakels Exploitatie & onderhoud, Installatie, Projectontwikkeling en Systeemintegratie & levering ingedeeld. Solar Comfort B.V. heeft zich daarnaast ook nog bij Productie-, test- en meetapparatuur, ontwikkeling en overige technische dienstverlening ingedeeld. Oskomera Solar Power Solutions is op 16 juni 2015 failliet verklaard (website Solar Magazine) en Heijmans is een voornamelijk een bouwbedrijf. Te concluderen is, omdat Solar Comfort zich als enige zonne-energiebedrijf in de laatste schakel van de waardeketen bevindt, dat er een schaarste is aan zonne-energiebedrijven in de laatste schakel, Exploitatie & onderhoud, van de waardeketen van BIPV. Ook al is 45% van de partijen bekend in de waardeketen, geeft dit toch een goede indicatie van de situatie.

5.2: Netwerk

In totaal zijn er 139 partijen werkzaam in de 33 projecten die worden bekeken. Het netwerk van de projecten en partijen ziet er uit, zoals in Figuur 13 is weergegeven. In Figuur 13 zien we de projecten als vierkantjes weergegeven. De blauwe zijn tegel producten, groene zijn glasachtig, rode zijn folie en oranje zijn module producten.

Het valt op dat er vier glasachtige projecten heel dicht bij elkaar zijn geplaatst. Dit is omdat deze projecten dezelfde zijn onder andere benamingen, in andere perioden of onder andere regelingen. Dit projecten (deze projecten) gaat over Smart Energy Glass.



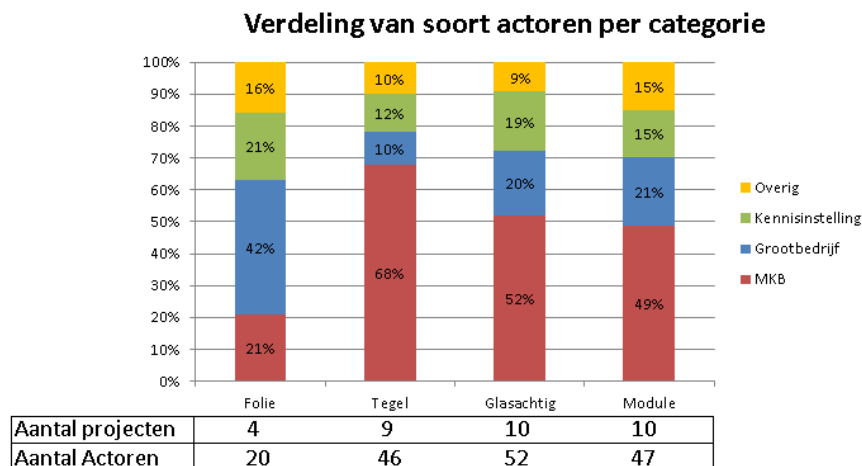
Figuur 13: Projecten met soort partijen.

Kennisinstellingen TUE en TNO zijn bij bijna alle categorieën betrokken zijn. ECN is bij alle categorieën, behalve module producten, betrokken. SEAC is bij alle categorieën, behalve bij folie, betrokken. Dat deze kennisinstellingen breed betrokken zijn bij de BIPV projecten wil niet zeggen dat BIPV goed in het onderwijs vertegenwoordigd is. Berenschot (2015) heeft als een van de elf taken de integratie van BIPV in opleidingen gegeven. Deze uitdaging heeft Berenschot verdeeld in twee componenten waarvan de eerste integratie in ontwerpers- en installateursopleidingen is, en de

tweede is bijscholing (Bernschot, 2015: p. 70). Dit wijst erop dat BIPV slecht is vertegenwoordigd in het onderwijs.

Verder zijn heel veel verschillende MKB's slechts bij één project betrokken waardoor er geen directe kennis is van andere partijen of projecten. Een enkeling is bij meerdere projecten betrokken, en nog minder bij meerdere projecten in verschillende categorieën. Wellicht is er informeel wel een heel goed netwerk en daarom wordt deze waarneming slechts als indicator gebruikt.

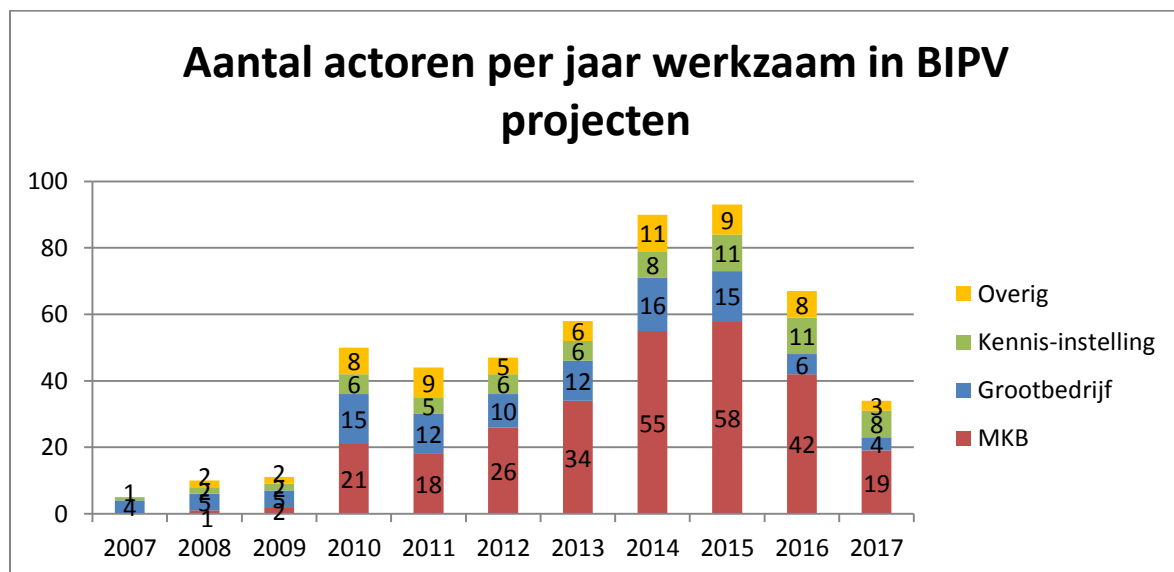
De verdeling van de verschillende partijen over de categorieën is te zien in Figuur 14.



Figuur 14: Verdeling van actoren.

Het aantal actoren per project is voor elke categorie nagenoeg hetzelfde. Het valt op dat er bij de categorie Tegel producten meer MKBers zitten dan bij de andere categorieën. Folie producten worden vooral door grootbedrijven gemaakt.

Het valt op dat in de folieproducten relatief meer grote bedrijven werkzaam zijn. Het zou kunnen dat dit komt doordat folieproducten over het algemeen, in deze beschouwing, verder ontwikkeld zijn. Hierdoor wordt de interesse van de grote spelers dus sneller gewekt.



Figuur 15: Aantal actoren per jaar werkzaam in BIPV projecten.

In Figuur 15 is het aantal actoren dat per jaar werkzaam is in de gesubsidieerde projecten te zien. Hier is te zien dat het aantal actoren sinds 2011 toeneemt. Vanaf 2016 neemt het aantal geregistreerde actoren af, maar het is mogelijk dat nieuwe projecten nog geregistreerd moeten worden, waardoor het aantal lopende projecten, en dus het aantal werkzame actoren, zou toenemen.

5.3 Stakeholder analyse

Er zijn verschillende partijen betrokken bij dit innovatiesysteem. SEAC en verschillende universiteiten oefenen invloed uit op BIPV door kennisontwikkeling. De overheid oefent invloed uit op BIPV door beleid hierover op te stellen. Welstandsfederaties oefenen invloed uit door aan te sturen op BIPV. Woningcorporaties oefenen invloed uit omdat ze een groot deel van de afzetmarkt kunnen vertegenwoordigen. De MKBers zijn vaak partijen die BIPV producten ontwikkelen om ze vervolgens te verkopen. Voor grote bedrijven geldt hetzelfde, alleen is vaak te merken dat deze minder dominant op de BIPV markt aanwezig zijn door de relatief kleine afzetmarkt die niet genoeg waarde biedt voor grote bedrijven. Architecten hebben invloed op BIPV door BIPV in hun ontwerpen mee te nemen, hierdoor kan de vraag naar BIPV toenemen.

Tegelijkertijd zijn er ook partijen die de gevolgen van de ontwikkeling van BIPV ervaren. Architecten, bijvoorbeeld, krijgen meer mogelijkheden om gebouwen te ontwerpen. Door BIPV kunnen architecten gebouwen ontwerpen die energie leveren. Hiervoor is kennis nodig over energie en energie allocatie. Dit is kennis die de alledaagse architect niet nodig heeft voor het uitvoeren van zijn, of haar, functie. Dakdekkers zullen wellicht BIPV producten moeten plaatsen. Ze zullen dan kennis moeten hebben van BIPV producten en hoe ze aangesloten moeten worden. De bouwsector zal ook gevolgen ervaren. De bouwsector moet BIPV als een bouwproduct gaan zien. Hiervoor moeten ze kennis hebben van de BIPV producten en hoeveel energie ze op kunnen leveren. Afwegingen voor de keuze van bouwdelen zullen meer gerelateerd worden aan energieopwekking. De standaard PV panelen sector is eveneens een partij die gevolgen zal ervaren. De markt voor deze sector kan veranderen. Het is mogelijk dat deze markt zich meer gaat richten op zonneparken dan op de bouw omdat het esthetisch karakter van BIPV doorgaans meer waarde heeft dan BAPV. Vastgoedbeheerders kunnen ervoor kiezen om hun gebouwen te laten renoveren. Een renovatie optie is BIPV. Onder druk van het streven naar energie neutrale gebouwen kan BIPV een optie worden voor vastgoedbeheerders om te renoveren. Verder zullen recycling partijen invloed ervaren. Zij zullen moeten weten hoe ze BIPV moeten recyclen en voor welke sector BIPV delen gerecycled kunnen worden. Als laatste worden financiers, zoals banken, beïnvloed door de ontwikkelingen van BIPV. Zij zijn degene die in deze technologie kunnen investeren. Investerings worden vaak pas gedaan na bepaalde ontwikkelingen van de technologie waardoor die als veelbelovend wordt beschouwd. Op het moment dat er in BIPV wordt geïnvesteerd hebben financiers ook invloed op BIPV. Deze lijst van actoren is niet compleet maar geeft wel een richting aan. In Tabel 1 is deze analyse uitgewerkt.

In Tabel 1 is te zien welke partijen (in globale zin) invloed hebben op de ontwikkeling van BIPV en welke partijen de gevolgen van de ontwikkeling van BIPV ervaren. Vaak heeft de ontwikkeling van een techniek meer invloed dan men van te voren heeft in kunnen schatten. Daarom wordt deze analyse niet als leidraad genomen, maar in het achterhoofd dient Tabel 1 mee te worden genomen. Het in acht nemen van deze stakeholder analyse helpt bij het in context plaatsen van BIPV

ontwikkelingen en de belangen die verschillende partijen daar bij hebben. Hetzelfde geldt bij het realiseren dat de ontwikkelingen kunnen worden tegengewerkt.

Tabel 1: Stakeholder analyse

Heeft invloed op BIPV	Ervaart gevolg van BIPV
SEAC, TUE en andere kennisinstellingen	Architecten
Ministerie van Economische zaken, Gemeenten, en andere overheden	Dakdekkers
Welstandsfederatie Ruimtelijke Kwaliteit en andere welstandsfederaties	Bouwsector
Woningcorporaties	Standaard PV panelen sector
ZigZagSolar, ZEP BV en andere MKBers	Vastgoedbeheerders
Tata Steel, Nuon en andere grote bedrijven	Recycling partijen
Bear Architects en andere architectenbureaus	Financiers

5.4 Marktomvang

Er is een kleine markt voor BIPV in Nederland. SEAC en SUPSI hebben in 2015 een status rapport over BIPV opgeleverd. In dit rapport zijn ook Nederlandse commercieel actieve partijen genoemd, waaruit blijkt dat de Nederlandse BIPV markt niet groot is.

Het gaat hier om de partijen die actueel commercieel actief zijn. Oskomera Solar Power Solutions is bijvoorbeeld op 16 juni 2015 failliet verklaard (website Solar Magazine), daarom wordt die niet meegenomen in de beschouwing van de marktomvang. Hierdoor zal het aantal geïnstalleerde BIPV in Nederland hoger uitvallen dan dat bepaald is aan de hand van de actueel commercieel actieve partijen. Wiep Folkerts van SEAC beweert dat BIPV in 2016 een omvang in capaciteit van 100 MW zal hebben en in 2020 een omvang van 500 MW (Solar Magazine, 2015: p. 54).

De geïnstalleerde PV in Nederland was 773 miljoen kWh, of 1021 MW in 2014 (CBS, 2015: statline; SolarPower Europe, 2015: p. 23). Na een marktinventarisatie heeft Stichting Monitoring Zonnestroom bevonden dat de gemiddelde verhouding Wp per m² voor zonnecellen 144 Wp/m² was in 2014 (Stichting Monitoring Zonnestroom, 2014). Dit betekent dat er in 2014 zo'n 7.1 miljoen vierkante meter aan PV geïnstalleerd was in Nederland. Verder meldt het CBS dat er in 2013 (voor 2014 is nog geen cijfer bekend) voor zonne-energie 6200 fte was (CBS, 2015: persbericht). Nederland is in 2014 op de vierde plaats gekomen met het aantal jaarlijks geïnstalleerde PV met 400 MW (SolarPower Europe, 2015: p. 23). Zoals eerder is benoemd wordt 1%, of 10 MW, van de geïnstalleerde PV gerekend tot BIPV (SEAC, 2015; Berenschot, 2015). RVO.nl heeft ook zelf onderzoek gedaan naar de marktomvang door commerciële partijen te benaderen en heeft hierbij van 80% respons gekregen. In lijn met 1% BIPV gecombineerd met eigen onderzoek wordt het aantal fte dat aan BIPV wordt gewijd op ongeveer 60 geschat, de totale omzet van BIPV in 2014 wordt op ongeveer 10 miljoen euro geschat en het aantal vierkante meter geïnstalleerde BIPV wordt op 71,8 duizend geschat.

5.5 Beleid

Gebaseerd op het beleid van de Nederlandse overheid wordt er subsidie verdeeld. De SDE+ regeling is tot nog toe de standaard regeling. Echter is de SDE+ regeling alleen voor PV-systemen met een vermogen van 15 kWp of meer (website RVO.nl), hierdoor vallen de meeste particulieren PV-

systemen buiten de regeling. Minister Kamp heeft op 18 februari in 2015 een kamerbrief over de uitvoeringsagenda van het Energieakkoord van eind 2013 geschreven. Hierin staat dat een aantal regelingen die voor de bouw zijn gerealiseerd gecombineerd met een goed aanbod aan energiebesparende maatregelen vanuit de marktpartijen moet leiden tot een stevige impuls aan energiebesparing in de gebouwde omgeving in 2015, dat stimulering van decentrale energieproductie een prioriteit blijft en dat Nederland een onomkeerbare stap heeft gezet in de richting van een volledig duurzame energiehuishouding met het ondertekenen van het Energieakkoord (Kamp, 2015). Deze brief indiceert dat het huidige beleid voortbouwt op het beleid uit 2011 en dat de nieuwe regelingen ter aanvulling zijn van de reeds bestaande regelingen.

Betreffende de certificatie van PV-installateurs heeft de Europese Commissie in artikel 14 lid 3 vastgelegd van de *Richtlijn 2009/28/EG* dat er op “31 december 2012 certificatieregelingen of gelijkwaardige kwalificatieregelingen beschikbaar komen of zijn voor installateurs” (Europese Commissie, 2009: p. 34). Elke lidstaat is verplicht om de certificaten van die door de andere lidstaten zijn afgegeven erkennen. Deze certificering is verplicht indien de PV-installatie op het net wordt aangesloten. Alleenstaande systemen mogen zonder certificering worden geïnstalleerd. In Nederland is sprake van gecertificeerde bedrijven en gecertificeerde individuen.

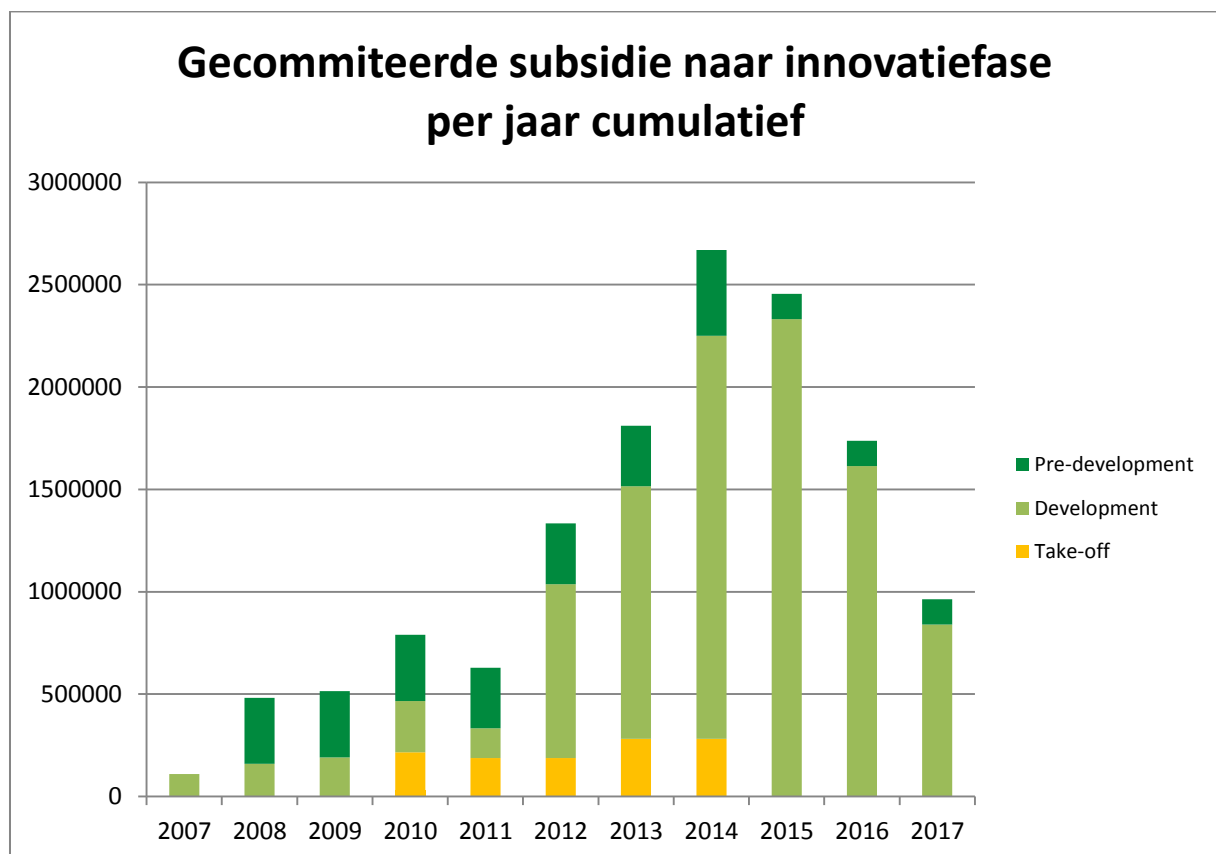
Verder is er de EPC regeling in Nederland. “De EPC is de maat voor het gebouwgebonden primaire energiegebruik voor de volgende functies: verwarming, warmtapwater, koeling, ventilatie, verlichting, ontvochtiging en bevochtiging, inclusief de vereiste hulpenergie. Zelf-opgewekte energie (PV, WKK) verlaagt (verbetert) de EPC.” (Agentschap NL, 2012: p. 2). De EPC regeling wordt aangescherpt naar “ ‘bijna nul’ in 2020, met een beoogde tussenstap EPC = 0,4 per 1-1-2015” (W/E adviseurs & Arcadis Nederland BV, 2013: p. 3). Dit beleid stimuleert het gebruik van PV, en dus ook BIPV, in de bouw. Verdergaand op de bouw is er in het rapport *Nul op de meter: Ervaringen van vernieuwers in de woningbouw* gepubliceerd waar het de bewoner om gaat als er energie bespaart wordt in de bouw: “Een tweede leerpunt: het gaat de bewoner niet om energie, maar om gezondheid, comfort, bedieningsgemak, uitstraling en prijs.” (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2015: p. 9). Als comfort, uitstraling en prijs op PV betrokken worden valt te redeneren dat BIPV al snel een streep voor heeft op BAPV. Hoewel dit voor de prijs nog niet geldt is de verwachting dat BIPV in de toekomst goedkoper wordt dan BAPV, vanwege de besparing op bouwkosten. In datzelfde rapport is gepubliceerd dat er proactief richting aan het zoekproces wordt gegeven op het gebied van energiebesparing in de bouw: “Helemaal autonoom beweegt de markt niet, want een bepalende impuls is gegeven door overheden, institutionele opdrachtgevers en brancheorganisaties.” (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2015: p. 6). De effecten van de richting die aan het zoekproces zijn ook merkbaar volgens dat rapport: “Nog maar een paar jaar geleden had nog nooit iemand er van gehoord, nu trekt het de aandacht op bouwbeurzen en – symposia onder de verzamelnaam Nul op de Meter.” (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2015: p. 2). Het beleid betreffende energiebesparing in de bouw is gunstig voor BIPV.

Naast energiebesparing in de bouw zijn asbestdaken ook actueel in Nederland. Asbest vormt op zichzelf een probleem en moet daarom worden verwijderd, daarbij komt dat asbest daken illegaal worden. “Per 1 januari 2024 zal er in ons land een verbod op asbesthoudende daken van toepassing zijn” (Inspectie SZW, 2015: p. 29). Deze daken móeten worden vervangen voor 2024. Gecombineerd met de energiebesparing in de bouw is dit een goede kans voor BIPV.

Er zijn indicaties dat het beleid onstabiel is. Minister Kamp heeft bekend gemaakt dat de saldering regeling in ieder geval tot 2020 geldig blijft en dat de regeling in 2017 of 2018 geëvalueerd gaat worden (website Vereniging Eigen Huis). Dit geeft blijk van een onzeker en instabiel beleid. Verder is er geen specifieke regeling voor BIPV. Alle regelingen die voor BIPV gelden zijn dezelfde als die van BAPV. De producten die als BAPV gezien worden zijn goedkoper dan BIPV en hebben daarom grotere kans om in gebruik te worden genomen. Onzekerheid leidt een gebrek aan vertrouwen voor investeringen. Dus hoewel er hard aan de weg wordt gewerkt richting een duurzamer Nederland in de vorm van beleid, zijn er punten voor verbetering.

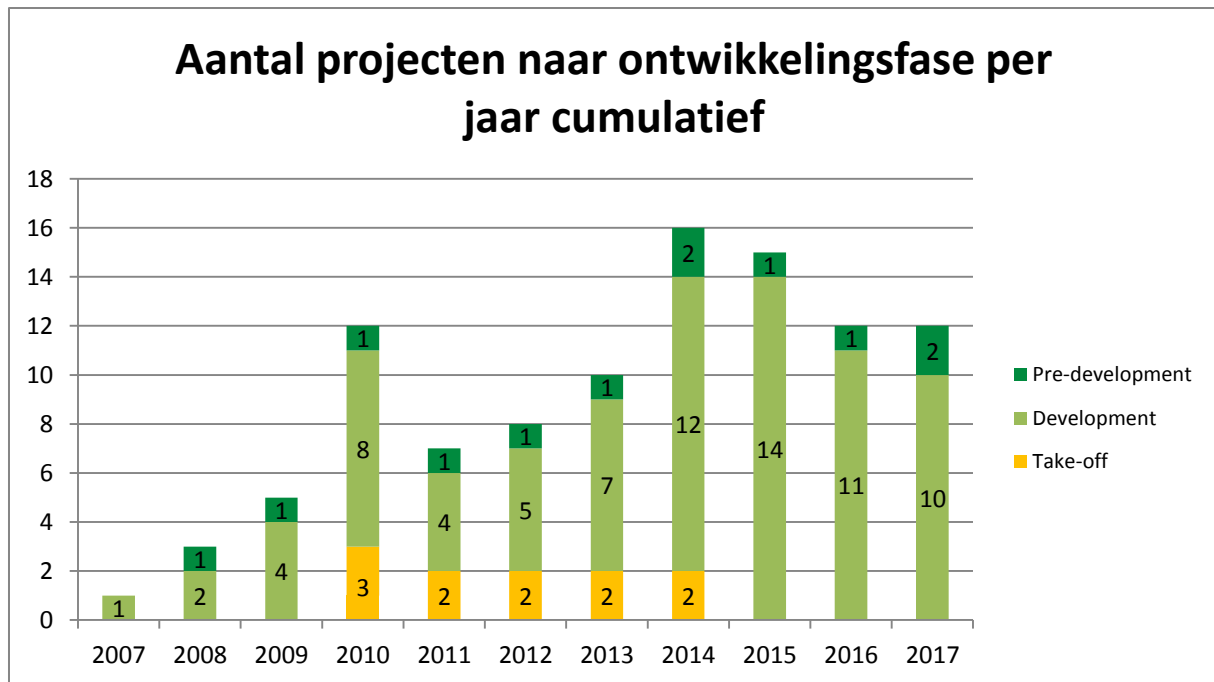
5.6 Gecommitteerde subsidie

In totaal is er voor de 33 projecten 13,5 miljoen euro subsidie gecommitteerd. Per jaar en per innovatiefase is het gecommitteerde bedrag in Figuur 16 te zien. Het valt op dat er nog steeds projecten zijn die in de Pre-development fase opereren, ondanks dat er al commercieel actieve partijen zijn met commercieel verkrijgbare BIPV producten. In deze projecten wordt onderzoek gedaan naar het optimaliseren van het gebruik van invallend zonlicht, materialen en stroomlijning van de waardeketen. Dit kan gepaard gaan met vernuftige concentratie, zonvolgende, warmteopvang en -afvoer en daglicht diffusie systemen, substraatonderzoek en productieprocessenonderzoek. Er wordt dus geen onderzoek gedaan naar de PV technieken. De resultaten van deze onderzoeken zijn niet inherent aan een commercieel BIPV product.



Figuur 16: gecommitteerde subsidie per innovatiefase.

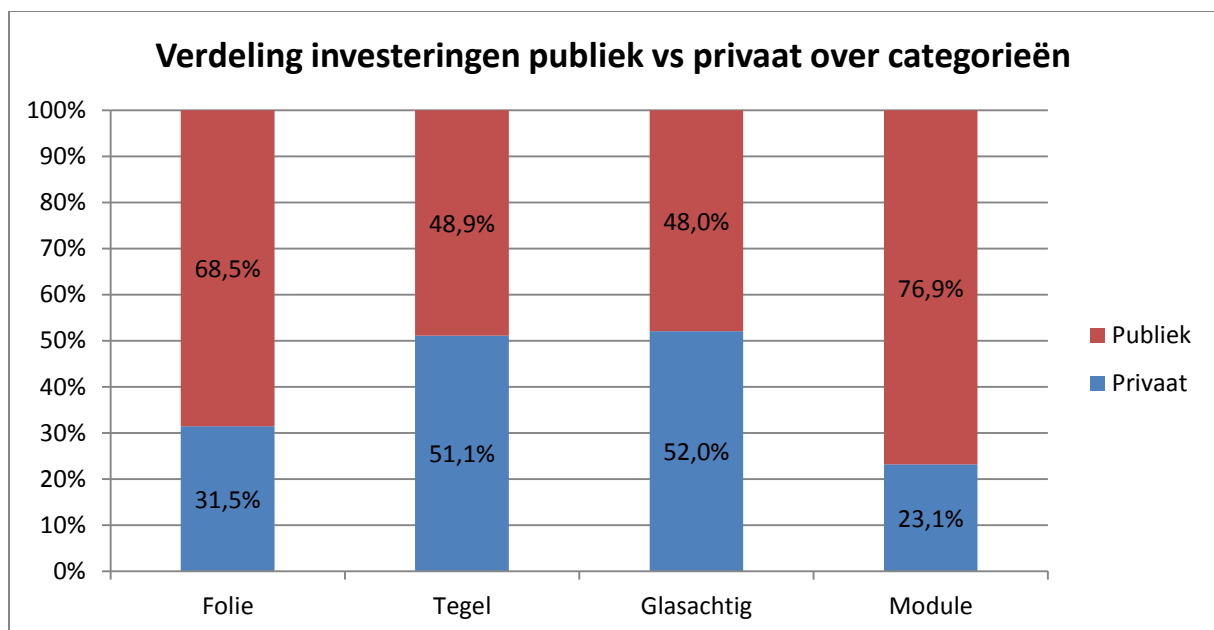
Het aantal projecten dat er per jaar loopt met welke innovatiefase is te zien in Figuur 17.



Figuur 17: Aantal projecten per jaar naar innovatiefase.

Te zien is dat er geen buitensporig onverwachte patronen zijn waar te nemen.

Verder wordt er ook nog gekeken naar de private investering. Deze is van slechts 24 projecten bekend. De verdeling van de private investeringen wordt over de verschillende categorieën gegeven in Figuur 18.

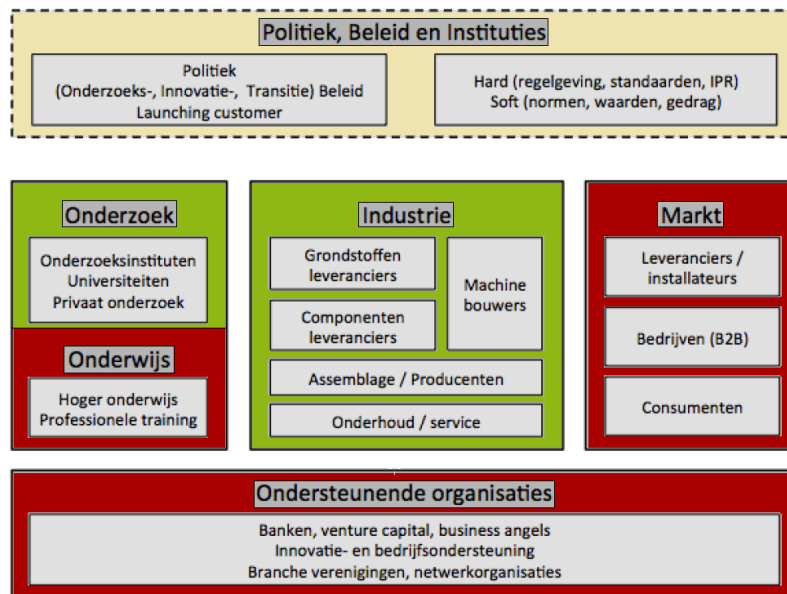


Figuur 18: Verdeling investeringen.

In de Folie en Module producten wordt minder privaat geïnvesteerd dan in de Tegel en Glasachtige producten.

5.7 Samenvatting

De structuur van het innovatiesysteem is te zien in Figuur 19.



Figuur 19: Samenvatting van het innovatiesysteem.

Het innovatiesysteem van BIPV in Nederland mist een grootschalige markt. Dit is ook te zien in de waardeketen. De verschillende partijen zijn goed verdeeld over de gehele waardeketen, met uitzondering van de schakel *exploitatie en onderhoud*. Dit is de laatste schakel in de waardeketen die onderbezet is, wat de indruk wekt dat veel BIPV producten tot een goed prototype worden ontwikkeld waarna opschaling ontbreekt. Dit uit zich in de marktomvang. De BIPV markt in Nederland is erg klein. Tegelijk is de kleine markt omvang een indicator voor het ontbreken van opschalingsinvesteringen en ondersteunende organisaties.

Bij de subsidie verdeling over de projecten is geen buitensporig resultaat waar te nemen op basis van de innovatiefase. Bij de private investeringen ontbreekt informatie van 9 projecten, maar toch wordt het vermoeden niet gewekt dat hier opmerkelijke investeringen worden gedaan.

Het beleid in Nederland stuurt op verduurzaming. Hoewel het doel duidelijk is, kunnen de wegen richting het doel verduidelijking gebruiken. Vanaf 2011 bevindt het beleid zich in een stabielere omgeving, maar er is plaats voor verbetering. Ook is er geen specifieke regeling voor BIPV. Alle huidige regelingen voor BIPV zijn dezelfde als die voor BAPV.

Het aantal gesubsidieerde projecten in Nederland lijkt toe te nemen, evenals de werkzame actoren in die projecten. Dit suggereert dat de interesse in BIPV in Nederland toeneemt. De meeste werkzame actoren worden verbonden door de kennisinstellingen, formeel althans.

De sterke componenten in het systeem zijn de industrie en onderzoek. ECN, TNO en de universiteit van Eindhoven zijn goed vertegenwoordigd binnen BIPV. Verder geldt voor de PV industrie hetzelfde als voor de BIPV industrie omdat het ze op dat gebied dezelfde aspecten beslaan. Voor PV werd de industrie in 2011 als sterk beoordeeld door Eveleens et al. in *Zon-PV: Een analyse van het Nederlandse innovatiesysteem rond zonnestroom*. Er zijn geen tekenen dat sinds 2011 de industrie achteruit is gegaan. Daarom wordt de industrie van BIPV ook als sterk beschouwd.

6 Aanbevelingen

Aan de hand van de structuur van het innovatiesysteem wordt aanbevolen om de volledige TIS-analyse te maken. Hierbij is het van essentieel belang om interviews en workshops te organiseren met betrokken partijen. Het is hierbij belangrijk dat de participerende partijen genoeg divers zijn; dat de BIPV producenten, kennisinstellingen, overheden, grote bedrijven uit de PV- en bouwsector (waarvan eventueel weerstand verwacht kan worden), architecten, welstandsfederaties, woningcorporaties, financiers en vastgoedbeheerders allemaal voldoende worden meegenomen in dergelijke sessies. Daarnaast kan er tijdens deze sessies nog onderscheid worden gemaakt tussen gesubsidieerde partijen en ongesubsidieerde partijen. Vanuit RVO.nl kan de gesubsidieerde wereld goed worden gemonitord, maar de ongesubsidieerde wereld is lastigere te volgen. Voor een volledige analyse moeten ongesubsidieerde partijen ook worden meegenomen.

Verder zijn er twee beleidsdoelen gesteld. De eerste is marktadoptie van BIPV-technologieën en de tweede is het bevorderen van de Nederlandse export van BIPV-technologieën. Er moet stil worden gestaan bij de redenen van deze doelen. Nu wordt ervan uitgegaan dat BIPV gestimuleerd moet worden en wordt er niet zo zeer stil gestaan bij de vraag welke esthetica gestimuleerd moet worden. Zoals is benoemd in de introductie moet BIPV de NOMyR status van PV producten voorkomen. Echter zijn er meer mogelijkheden om een NOMyR status te voorkomen, door bijvoorbeeld aandacht te besteden aan de esthetica van, goedkopere, BAPV. Welke richting op wordt gegaan met zonne-energie moet goed worden onderbouwd. Een goede onderbouwing van de visie helpt bij een sterk en consistent beleid, en dat bevordert de ontwikkeling van een technologie. Daarom wordt een goed onderbouwde visie toegejuicht.

Een aanbeveling die absoluut niet achterwege gelaten kan worden is het vormen van consistent beleid zodat het investeringsrisico afneemt. Afhankelijk van de visie die gevormd wordt moet er beleid worden opgesteld. Het is van essentieel belang dat het gevormde beleid consistent is. Een invers voorbeeld hiervan is de onzekerheid over de saldering regeling. Hier bestaat nog geen zekerheid over. Betrokken partijen weten zo niet waar ze aan toe zijn. Voor de ontwikkeling van een techniek is het belangrijk dat het beleid dat gevormd wordt consistent is en op de lange termijn wordt vastgehouden. Als de overheid er voor kiest om BIPV te stimuleren, meer dan BAPV, moet er ook beleid komen dat specifiek gericht is op BIPV. Er bestaat in Nederland geen beleid dat speciaal voor BIPV is opgesteld. Het beleid dat BIPV nu zou moeten stimuleren geniet een te hoog abstractieniveau, zoals de EPC regeling. Voor het bevorderen van de ontwikkeling van BIPV is belangrijk dat daar gericht beleid voor komt.

7 Referenties:

Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS): Hernieuwbare elektriciteit; productie en vermogen. Verkregen uit Statline. 29-06-2015.

Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS): Werkgelegenheid rond energievoorziening sterk gestegen. Persbericht. 09-10-2015.

Europese Commissie: Richtlijn 2009/28/EG van het Europees Parlement en de Raad van 23 april 2009. 2009

Eveleens, C., Boer de, S. & Hekkert, M.: Zon-PV: Een analyse van het Nederlandse innovatiesysteem rond zonnestroom. Universiteit Utrecht. Utrecht. 24 mei, 2011.

Hekkert, M., Boer de, S. & Eveleens, C.: Innovatiesysteemanalyse voor beleidsanalisten. Een handleiding. Universiteit Utrecht. Utrecht. 2011.

Hekkert, M. & Ossebaard, M.: De innovatie motor. Koninklijke Van Gorcum BV. Assen. 2010.

Hekkert, M.P., Suurs, R.A.A., Negro, S.O., Kuhlmann, S. en Smits, R.E.H.M.: Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change. Technological Forecasting and Social Change. Volume 74, Issue 4, p. 413–432. 2007.

Huijben, J.C.C.M. & Verbong, G.P.J.: Breakthrough without subsidies? PV business model experiments in the Netherlands. Energy Policy. Volume 56, p. 362–370. 2013.

IEA (International Energy Agency): Energy policies of IEA countries. The Netherlands 2004 Review. Paris. 2004.

Inspectie Sociale Zaken en Werkgelegenheid (Inspectie SZW): Sectorrapportage Asbest 2015. Augustus, 2015.

Jelle B.P., Breivik, C. & Røkenes, H.D.: Building integrated photovoltaic products: A state-of-the-art review and future research opportunities. Solar Energy Materials & Solar Cells. Volume 100, p. 69-96. 2012.

Jelle B.P. & Breivik, C.: The path to the building integrated photovoltaics of tomorrow. Energy Procedia. Volume 20, p. 78 – 87. 2012.

Kamp, H.G.J.: Kamerbrief over Uitvoeringsagenda Energieakkoord 2015. 18 februari 2015.

MarketWatch. Website: <http://www.marketwatch.com/story/global-building-integrated-photovoltaic-bipv-market-2015-2019-2015-02-12> bekeken op 13-11-2015.

Research and Markets. Website: http://www.researchandmarkets.com/research/tjxzvq/global_building bekeken op 10-11-2015

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO.nl). Website: <http://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/zon-sde-2015> bekeken op 13-11-2015.

Solar Energy Application Centre (SEAC): BIPV marktontwikkeling in Nederland. Mei, 2015.

Solar Energy Application Centre (SEAC) & University of Applied Sciences and Arts of Southern Switzerland (SUPSI): BIPV Product overview for solar façades and roofs: BIPV Status Report 2015, SUPSI – SEAC. 2015.

Solar Magazine: Artikel: Juni 2015, Jaargang 6, Nummer 2. Juni 2015.

Solar Magazine. Website: <http://solarmagazine.nl/nieuws-zonne-energie/i3726/deze-week-meer-duidelijkheid-over-toekomst-oskomera-solar-power-solutions> bekeken op 21-10-2015 bekeken op 11-11-2015.

SolarPower Europe (voorheen EPIA (European Photovoltaic Industry Association)): Global Market Outlook For Solar Power / 2015 – 2019. Juni 2015.

Stichting Monitoring Zonnestroom: Inventarisatie PV markt Nederland: Status april 2014.

Stichting Zonne-energie Wageningen, Nederlands Instituut voor Ecologie (NIOO - KNAW) & QING Sustainable: *Inventarisatie innovatieve PV-technologieën: Eerste, tweede en derde generatie zonnestroomtechnologieën in vogelvlucht*. Augustus 2014.

Vereniging Eigen Huis. Website: <https://www.eigenhuis.nl/actueel/nieuws/2015/592959-veh-maakt-zich-zorgen-over-salderingsregels/> bekeken op 02-11-2015.

W/E adviseurs & Arcadis Nederland BV: EPC woningbouw en utiliteitsbouw 2015: Eindrapport. December, 2013.

Wiegman, J.W.E. & Kolk, E. van der: Building integrated thin film luminescent solar concentrators. Solar Energy Materials and Solar Cells. Volume 103, p. 41– 47. Augustus 2012.

Appendix A: Bronnen van gebruikte Figuren.

Omslag Figuur: Hanergy. Website:

<http://www.hanergy.com/en/upload/contents/2015/05/55684303b3533.jpg> bekeken op 25-11-2015.

Figuur 1: Alternative Energy. Website:

<http://www.altenergy.org/renewables/solar/solartechnolgy.html> bekeken op 25-11-2015.

Figuur 2: Ventus Energy. Website: <http://www.ventusenergy.ca/wp-content/uploads/2014/10/photovoltaic-roofing-shingles.jpg>

bekeken op 25-11-2015.

Figuur 3: Businesswire. Website:

<http://mms.businesswire.com/bwapps/mediaserver/ViewMedia?mgid=204433&vid=5&download=1> bekeken op 25-11-2015.

Figuur 4: Solar Distribution. Website: <http://www.solardistribution.eu/gb/article/bipv-solaire-photovoltaique-integre-au-batiment.html> bekeken op 25-11-2015.

Figuur 5: Eveleens et al., 2011. Bewerking van Figuur 4 op pagina 14.

Figuur 6: Eveleens et al., 2011. Bewerking van Figuur 4 op pagina 14.

Figuur 7: Zelf geconstrueerd.

Figuur 8: Eveleens et al., 2011. Bewerking van Figuur 4 op pagina 14.

Figuur 9: Eveleens et al., 2011. Figuur 1 op pagina 11.

Figuur 10: Zelf geconstrueerd.

Figuur 11: Zelf geconstrueerd.

Figuur 12: Zelf geconstrueerd.

Figuur 13: Zelf geconstrueerd.

Figuur 14: Zelf geconstrueerd.

Figuur 15: Zelf geconstrueerd.

Figuur 16: Zelf geconstrueerd.

Figuur 17: Zelf geconstrueerd.

Figuur 18: Zelf geconstrueerd.

Figuur 19: Eveleens et al., 2011. Bewerking van Figuur 1 op pagina 11.

Appendix B: Projecten naar dossiernummer

In Tabel 2 zijn alle projecten weergegeven die in de database van RVO.nl als BIPV projecten zijn geclassificeerd. Deze 33 projecten zijn gebruikt in dit document.

Tabel 2: Alle geregistreerde projecten

Dossiernummer	Titel project
DEMO07015	Flexibele zonne-energie
DEMO11038	Smart Energy Glass vanuit gebruikersperspectief
DEMO11039	Tuinbouwkas voorzien van daglichtinstallatie en duurzame WKK
KTOH01046	Het concentreren van zonlicht met fresnellenzen in combinatie met zon-pv in een kasdek
SBIRH03001	Smart Energie Glass voor de vervangingsmarkt
SBIRH03006	Helico
SBIRH03009	Prefab PV systemen
SBIRH03018	Integratie van PV Panelen in kasdekken
SBIRH03021	Modulair Zonnedak
SBIRH03042	Multi-functioneel integreren-, genereren- en geleiden van zonne-energie met een kunststof dakmodule
TEZ0214011	organic PhotoVoltaic systems integrated in manufactured building elements
TEZG113003	Zonnig Coolen (ZoCool!)
TEZG113007	Hoog Geconcentreerde Zon op Fotovoltaïsche Cellen in de Gebouwde Omgeving (HCPV-GO)
TEZG113008	WenSDak, esthetisch gebouwgeïntegreerd zonneWarmte- en StroomDak
TEZG113010	Integratie OPV in Bouw en Glastuinbouw (IGOB&G)
TEZG114003	Gebouwgeïntegreerde Esthetische Vernieuwende EnergieLeverende Zonnegevels
TEZG214008	De Groene Combi
TKIZ01006	Light weight Rooftop BIPV System
TKIZ01013	Low cost prefab Roof-integrated PV system
TKIZ01014	A Novel Concept for an Aesthetic Energy Roof AER
TKIZ01016	Smart Energy Windows
TEZG214006	Building Integrated Concentrator- PV
TKIZ01012	R2RO4PV Roll-to-roll organics for PV
TKIZ01018	Solar Building Elements Application Test Garden
MITEN14086	Building Integrated Energy for Prefab Production
MITEN14087	Prefab Production of Modular Energy Roof System
MITEN14088	Mystiek
EOSLT07036	FERROSI
KTOH03012	PV-GIDS
KTOH03013	Haalbaarheid van een nieuw dakgeïntegreerd zonne-energieconcept
MITEN13018	ZigZagSolar
NEOT04009	Onderzoek naar Smart Energy Glass
PID102006	Solar Module Value Chain for International BIPV Concepts

Appendix C: Actoren

In Tabel 3 zijn alle in de projecten geregistreerde partijen weergegeven. Dit zijn er 138 in totaal.

Tabel 3: Alle in de projecten geregistreerde actoren

3D-AG
Aerspire
AGC Flat Glass Nederland B.V.
AGC Glass Europe
Akzo Nobel Car Refinishes B.V.
Alkupro B.V.
Alrack B.V.
Amphenol Benelux B.V.
Apollon Solar
B.P.N. Bedrijfsadviseurs B.V.
Balini Produktinnovatie
Ballast Nedam Infra B.V.
Besseling installatie groep B.V.
Blomsma SQ Zeefdruk B.V.
Bode Proj.- en Ing.bur. B.V.
BOM
Bosch Rexroth Services B.V.
Bouwbedrijf van der Maazen BV
Bumet B.V.
Bunnik Plants 7 B.V.
CCM Centre for Concepts in Mechatronics B.V.
Chematronics B.V.
Cofely Energy Solutions B.V.
College van Beroep voor het bedrijfsleven
Coöperatieve Trevin UA
Dakdekkersbedrijf Verkoelen Weert B.V.
De Mar Houtconstructies
De Markies Nijmegen B.V.
Dimark Solar BV
Direct Current B.V.
DSM N.V.
Ecofys Netherlands B.V.
Ela Sol Nederland B.V.
Energieonderzoek Centrum Nederland (ECN)
Eurotech Venlo B.V.
Femtogrid Energy Solutions B.V.
Fruitpact
Gebr. Kooy B.V.
GEO Holland BV
Han van Zwieten Architecten BNA
Havecon Kassenbouw B.V.
Heijmans N.V.
Helianthos B.V.
Heliatek GmbH
Heliox B.V.

Hoesch Bau Systeme GmbH
Hogeschool van Arnhem en Nijmegen
Hotraco iSolutions BV
HRsolar B.V.
I-Thermostat
Icopal B.V.
Ideeuwes
Imtech Nederland B.V.
Inno-Experts B.V.
Interuniversitair Micro_Electronica Centrum
Inventum B.V.
IOT Aachen
KEMA Nederland B.V.
Kingspan Unidek B.V.
Kiwa Nederland B.V.
Laborelec
LasUnie Made Procestechniek B.V.
Leikon Dak B.V.
Ludvig Svensson B.V.
Maan Research & Development B.V.
Mate4Sun B.V.
Merckx
MiPlaza Philips
N.V. Luchthaven Schiphol
N.V. Nuon Energy
Ned. Brancheorg. Zonne Energie Industrie Holland Solar
Ned. Org. voor Toegepast.- natuurwetenschapp. Onderz. TNO
Neways B.V.
Npsp Composieten B.V.
NTS Optel
Oskomera Solar Power Solutions B.V.
Ozeon
Peer+ B.V.
Photovoltaic Professional Management B.V.
Polyplastic B.V.
Rimas B.V.
Rockwool B.V.
Roth & Rau B.V.
Rutges B.V.
S-Air International B.V.
SABIC Europe B.V.
Sapa Building System N.V.
Scheuten Holding B.V.
SCX Solar B.V.
Serre Bouw brabant
SGS Intron B.V.
Sika Energy B.V.
Sixways B.V.
Smid & Hollander Dakbouw B.V.
Smit Ovens B.V.

Solar Comfort B.V.
Solar Modules Nederland B.V.
SolarNRG Holding B.V.
Solarswing Energy BV
Solartech International BV
Solinso
Soltech
SP Architecten B.V.
Stichting DLO
Stichting Dutch Polymer Institute
Stichting Elan Wonen
Stichting Hogeschool Zuyd
Stichting IMEC Nederland
Stichting Solar Energy Applicat. Centre
Stichting Twenty Twenty
Stichting W/E adviseurs duurzaam bouwen
Stork Screens
Streamline Consultancy
Suntrap Nederland
Syncom B.V.
Tata Steel Nederland Technology B.V.
Technische Universiteit Delft
Technische Universiteit Eindhoven
The Engineering Factory
Thyssenkrupp Steel Europe AG
Tiemstra Beheer B.V.
Trespa International B.V.
TULIPPS SOLAR B.V.
Ubbink B.V.
Unilin Insulation B.V.
Van Kempen Koudetechniek B.V.
VDL Enabling Technologies Group Eindhoven B.V.
Vitrona Verkoop B.V.
voestalpine Polynorm B.V.
VolkerWessels DEC B.V.
Wageningen Universiteit Wageningen University
Wallvision B.V.
Warebo Someren B.V.
Woningstichting De Woonplaats
Xyztec B.V.
Young Solar
Yparex B.V.
Zonnepanelen-Parkstad