



Planbureau voor de Leefomgeving

ECO-INNOVATIE IN GEVESTIGDE PRODUCTIEKETENS

Een analyse van de beton- en de glastuinbouwketen

PBL-notitie

**Alexander van der Vooren, Melchert Reudink en
Aldert Hanemaaijer**

23 september 2015

PBL
PBL
2015

Eco-innovatie in gevestigde productieketens. Een analyse van de beton- en de glas-tuinbouwketen

© PBL Planbureau voor de Leefomgeving

Den Haag, 2015

PBL-publicatienummer: 1646

Contact

Alexander van der Vooren (alexander.vandervooren@pbl.nl)

Met dank aan

De auteurs zijn voor de totstandkoming van deze notitie dank verschuldigd aan Olav-Jan van Gerwen (PBL) en alle geïnterviewde personen (zie bijlage).

Voor opmerkingen en suggesties naar aanleiding van eerdere versies is dank verschuldigd aan Piet Broekharst (LTO Glaskracht), Maryse Chappin (Universiteit Utrecht), Harry Hofman (Strukton), Mantijn van Leeuwen (CRH), Marit van Lieshout (CE-Delft), William van Niekerk (TAUW), Evert Schut (Rijkswaterstaat), Stefan van Uffelen (WBCSD, MVO Nederland), Robert Droop, Tjeerd Meester, Mark Overman en Murk de Roos (ministerie van Infrastructuur en Milieu), Paul Boeding, John Butter en Bart Hellings (ministerie van Economische Zaken). Tot slot hebben diverse collega's van het PBL input en commentaar geleverd.

U kunt deze publicatie downloaden via de website www.pbl.nl. Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Vooren, A. van der et al. (2015), *Eco-innovatie in gevestigde productieketens. Een analyse van de beton- en de glas-tuinbouwketen*, Den Haag: PBL.

Het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) is het nationale instituut voor strategische beleidsanalyses op het gebied van milieu, natuur en ruimte. Het PBL draagt bij aan de kwaliteit van de politiek-bestuurlijke afweging door het verrichten van verkenningen, analyses en evaluaties waarbij een integrale benadering vooropstaat. Het PBL is vóór alles beleidsgericht. Het verricht zijn onderzoek gevraagd en ongevraagd, onafhankelijk en wetenschappelijk gefundeerd.

Inhoud

Conclusies en aanbevelingen	4
1 Inleiding	9
1.1 Groene groei en eco-innovatie	9
1.2 De rol van het gevestigde systeem en de overheid bij eco-innovatie	11
1.3 Methode	15
1.4 Leeswijzer	16
2 Eco-innovatie in de betonketen	17
2.1 Economische schets	17
2.2 Ecologische schets	18
2.3 Opties voor vergroening	20
2.4 Barrières voor vergroening	21
2.5 Rol van de overheid	23
2.6 Tot slot	25
3 Eco-innovatie in de glastuinbouw	27
3.1 Economische schets	27
3.2 Ecologische schets	28
3.3 Opties voor vergroening	30
3.4 Barrières voor vergroening	32
3.5 Rol van de overheid	34
3.6 Tot slot	36
Literatuur	38
Bijlage: geïnterviewde personen	41

Conclusies en aanbevelingen

Eco-innovatie en groene groei

Eco-innovatie is een belangrijke sleutel voor groene groei

Het kabinet heeft een groenegroeiambitie. Het kabinet streeft ernaar het concurrentievermogen van Nederland te versterken en tegelijkertijd de druk op het milieu en de afhankelijkheid van fossiele brandstoffen terug te dringen. Efficiënter omgaan met energie en materialen vermindert niet alleen de milieudruk en afhankelijkheid van grondstoffen, maar leidt ook tot kansen voor bedrijven en versterkt de weerbaarheid van de Nederlandse economie. Een belangrijke sleutel voor groene groei zijn innovaties die zijn gericht op producten en productieprocessen die de druk op het milieu voorkomen of reduceren. Bij deze zogenoemde eco-innovaties gaat het niet alleen om het boeken van efficiëntiewinst met bestaande technieken, maar vooral ook om baanbrekende eco-innovaties die afwijken van gangbare werkwijzen en routines. De opschaling van deze baanbrekende eco-innovaties staat in dit rapport centraal.

Baanbrekende eco-innovaties blijven vaak op de plank liggen

In de praktijk is het lastig om baanbrekende eco-innovaties snel en grootschalig toe te passen. Dit geldt zeker in bestaande productieketens waar sprake is van gevestigde belangen, zoals ook wordt bevestigd in dit onderzoek naar eco-innovatie in de beton- en glastuinbouwketen in Nederland. Een belangrijke reden hiervoor is dat de collectieve baten voor natuur en milieu veelal niet of onvoldoende zijn geïnternaliseerd in de prijs van schone technologie. Een andere oorzaak voor het uitblijven van grootschalige toepassing is dat veel ketens, waaronder de beton- en de glastuinbouwketen, in een fase verkeren die wordt gekenmerkt door incrementele verbetering van bestaande technieken (vaak gericht op kostprijsreductie), competitie op prijs en door een toenemende concentratie van macht. Het uitblijven van grootschalige toepassing van baanbrekende eco-innovaties kan de verdere vergroening en het verdienvermogen van deze ketens belemmeren, en heeft daarmee ook gevolgen voor de Nederlandse economie.

Gevestigde belangen belemmeren baanbrekende eco-innovatie

Voor zowel de beton- als de glastuinbouwketen geldt dat de milieuprestaties in Nederland ten opzichte van andere landen relatief goed zijn en dat de bedrijven werken aan eco-innovaties die de milieuprestaties verbeteren. Tegelijkertijd kan in beide ketens nog veel milieuwinst worden geboekt als er meer en sneller baanbrekende eco-innovaties worden toegepast. Voor beide ketens geldt echter ook dat het voor de consument of afnemer nauwelijks is waar te nemen of producten groener zijn. Grootschalige toepassing wordt in beide ketens belemmerd doordat het huidige systeem waarbinnen ze functioneren hier weinig ruimte toe biedt. Ten eerste is er in beide ketens een hoge machtsconcentratie bij een beperkt aantal spelers. De gevestigde belangen, zoals de cementindustrie in de betonketen en de supermarkten in de glastuinbouwketen, bepalen in belangrijke mate de snelheid en richting van het veranderingsproces en die zijn niet noodzakelijk gericht op snelle vergroening van de keten. Ten tweede worden beide ketens gekenmerkt door een eigen cultuur en vaste routines. Zo worden in de betonketen de kenmerken van traditioneel beton als maatstaf ge-

bruikt voor het toetsen van nieuwe materialen, en wordt het in de glastuinbouw als een economische noodzaak gezien om zoveel mogelijk opbrengst per vierkante meter te halen tegen zo laag mogelijke kosten. Ten derde krijgen ketenpartijen maar weinig prikkels om baanbrekende eco-innovaties snel en grootschalig toe te passen. In de betonketen ontbreekt een goed functionerend systeem voor het aanjagen van koplopers en opdrijven van achterblijvers. In de glastuinbouw zijn er inmiddels meer prikkels sinds er afspraken met de overheid zijn gemaakt over de emissieruimte van de sector en er aanvullend eisen worden gesteld aan de emissiereductie van individuele glastuinbouwbedrijven. Ten vierde is er weinig ruimte voor nieuwkomers die met baanbrekende eco-innovatie het gevestigde systeem proberen te veranderen. Denk hierbij aan een gebrek aan investeringsruimte in de glastuinbouw, of aan normen in de betonketen die de goede kwaliteit van bestaande producten waarborgen.

De overheid kan bijdragen aan het versnellen van eco-innovatie

De glastuinbouw- en betonketen zijn relatief milieuefficiënt, kennen relatief lage prijzen en marges en hoge toetredingsbarrières. Deze combinatie van kenmerken maakt het lastig om baanbrekende innovaties te realiseren, die wel nodig zijn met het oog op economische groei en het verder verbeteren van de milieuefficiëntie op de lange termijn. Zolang bedrijven en consumenten onvoldoende urgentie ervaren om verder te vergroenen en eco-innovaties niet van de plank komen, is er een belangrijke rol weggelegd voor de overheid, gezien het publieke belang van groene groei. De wijze waarop overheidsbemoeyenis het beste kan worden vormgegeven, verschilt per keten. Uit het onderzoek komt naar voren dat zolang de overheid zich terughoudend opstelt en de markt zijn gang laat gaan, het bestaande systeem voorlopig in stand blijft en gevestigde partijen veelal de richting en de snelheid van verandering controleren. Tegelijkertijd kan te veel bemoeyenis, bijvoorbeeld via subsidiëring, ook marktverstoringen veroorzaken en leiden tot een situatie die (op termijn) ongewenst is vanuit een innovatieperspectief. In beide gevallen is het risico aanwezig dat baanbrekende eco-innovaties op de plank blijven liggen of pas onnodig laat worden geïmplementeerd. Daarnaast is aandacht nodig voor de gevestigde belangen, de bestaande infrastructuur, gedane investeringen (in machines, gebouwen, enzovoort), routines en de huidige wet- en regelgeving. De overheid kan via institutionele veranderingen de positie innemen van aanjager van gewenste ontwikkelingen en van het beslechten van hindernissen, bijvoorbeeld door flankerend beleid te voeren.

Naast generiek beleid is maatwerk nodig

Vanwege het publieke belang van groene groei ziet de overheid het als haar taak om te zorgen dat schone technologie minstens dezelfde kansen krijgt als bestaande (vervuilende) technologie. Zij kan er met regelgeving en economische instrumenten op toezien dat de positieve collectieve milieueffecten worden meegewogen in investeringsbeslissingen. Beprijzen of normeren is effectief, zeker voor het stimuleren van geleidelijk verdergaande innovatie. Zo zou een CO₂-prijs van 25-30 euro per ton in beide ketens een stevige stimulans vormen voor het versneld en grootschalig toepassen van eco-innovatieve technieken. In de glastuinbouw is al een prijs van 20 euro afgesproken bij overschrijding van de emissieruimte. Voor baanbrekende innovaties is meer nodig, zeker als de risico's nog groot zijn en markten nog ontbreken. De overheid kan de richting en snelheid deels bepalen door samen met de keten een concrete langetermijnambitie te formuleren en op deze wijze investeerders een handelingsperspectief voor de lange termijn te bieden. Zo kan worden voorkomen dat risicovollere eco-innovaties minder snel doorgang vinden of worden uitgesteld. Analyse van beide ketens leert dat naast generiek beleid maatwerk geboden is. Belangrijk hierbij is dat de overheid enerzijds het gevestigde systeem meeneemt in vergroeningsvraagstukken en anderzijds uitdagers kansen geeft om te vernieuwen. Maatwerk vergt gedetailleerde kennis van en interactie met de keten. Welke ruimte de overheid heeft om in te grijpen, komt hierna, bij de bespreking van de onderzochte ketens, uitgebreider aan bod.

Eco-innovatie in de betonketen

De betonketen wacht op externe prikkels

Binnen de betonketen zijn er weinig directe, interne prikkels om verder te vergroenen, mede dankzij de relatief goede duurzaamheidsprestaties van de keten en een gebrek aan vraag naar 'groen' beton. Leveranciers van beton zitten in het bouwproces relatief laat aan tafel, namelijk als het bestek al is dichtgetimmerd. Dit betekent dat in de praktijk vaak routinematig beton wordt ingekocht. Desondanks voorzien gevestigde bedrijven dat verdergaande vergroening van de keten onvermijdelijk is en bereiden ze zich met onderzoeks-, ontwikkelings- en demonstratieprojecten voor op komende veranderingen. Het gaat dan bijvoorbeeld om innovaties als het toepassen van CO₂-arme bindmiddelen als alternatief voor cement, CO₂-afvang, -opslag en -gebruik (CCSU) en het terugwinnen en hoogwaardig hergebruiken van grondstoffen in de betonketen. Maar voor het snel en grootschalig toepassen van zulke innovaties wachten ze vaak op externe prikkels. Vanuit de sector zelf wordt gesignaleerd dat prikkels die koplopers uitdagen groene innovaties toe te passen (belonen), die 'het peloton' stimuleren en achterblijvers aansporen te vergroenen (bestrafen) daarbij kunnen helpen. Een hogere CO₂-prijs, belasting op grind of andere (primaire) grondstoffen, dan wel in de tijd oplopende minimumeisen stellen aan producten zijn mogelijke instrumenten waarmee de overheid gevestigde bedrijven kan aansporen tot verandering, waarbij de koplopers laten zien dat maatstaven kunnen worden verlegd.

Aanbestedingsbeleid kan voor beton beter worden benut

De overheid kan, als grootste opdrachtgever in de betonketen, koplopers belonen via haar inkoop- en aanbestedingsbeleid. Daarvoor kan ze volgens ketenpartijen de ruimte die het aanbestedingsbeleid biedt voor het stimuleren van eco-innovatie veel beter benutten; deze conclusie wordt ook getrokken door partijen in de Green Deal 'Verduurzaming Betonketen'. Dit vergt meer dynamiek in het beoordelingssysteem bij aanbestedingen, beoordelen op alle kostenposten over de gehele levensduur, functioneel aanbesteden en handhaving hiervan. Op die manier krijgen bedrijven prikkels voor innovatie en ruimte om met creatieve en innovatieve oplossingen te komen. Door bij het aanbestedingsproces meer ruimte te bieden aan innovaties, kunnen de best beschikbare technieken en producten van nu de eisen vormen voor het inkoopbeleid van de overheid in de nabije toekomst.

Maatwerk vergt ook 'nieuwe' kennis over de betonketen bij de overheid

Gevestigde partijen hebben vaak geen direct belang bij baanbrekende innovaties, zo ook in de betonketen. Zulke partijen gebruiken hun kennis en macht vaak om de snelheid en richting van technologische verandering te beïnvloeden, bijvoorbeeld via de Green Deal 'Verduurzaming Betonketen'. Ze trekken innovaties die het systeem uitdagen in twijfel, of berichten negatief over de prestaties ervan, bijvoorbeeld over de bijdrage aan het verlagen van de milieu-impact. Voor de overheid is het van belang te beseffen dat ze met deze Green Deal visievorming en het formuleren van doelen overlaat aan gevestigde partijen die proberen het veranderingsproces ten gunste van zichzelf te beïnvloeden. De belangen van gevestigde bedrijven zijn afhankelijk van waar in de keten ze zijn gevestigd. Een recycler heeft vaak andere belangen dan een producent van primaire grondstoffen. En een producent van betonproducten heeft belang bij een product dat met zo weinig mogelijk cement voldoet aan de functie-eisen, terwijl de producent van cement gebaat is bij meer cement in beton. Het leveren van maatwerk vergt de nodige kennis bij de overheid. Informatie die wordt aangebracht vanuit gevestigde bedrijven moet zij op waarde kunnen (laten) schatten. Het helpt ook als het kennisnetwerk niet enkel bestaat uit gevestigde partijen en om, naast incrementele stappen, ook oog te blijven houden voor de baanbrekende innovaties die op de middellange en lange termijn nodig zijn. Daarnaast verdient het aanbeveling om als belangrijke opdrachtgever zelf actief nieuwe kennis op te bouwen en voldoende aandacht te hebben voor de rol van uitdagers als *game changers*.

Creëer speelruimte voor baanbrekende eco-innovaties in de betonketen

Uitdagings die druk uitoefenen op de betonketen om te veranderen, hebben weinig speelruimte. Dat komt deels voort uit het al genoemde gebrek aan prikkels. Een ander deel van de verklaring zijn volgens zowel gevestigde partijen als nieuwkomers de hoge toetredingsbarrières. De betonketen is grotendeels door regels, keurmerken en normen 'dichtgetimmerd'. Deze zijn veelal door de sector zelf in het leven geroepen om de kwaliteit en goede naam van beton te waarborgen. Innovatieve producten worden langs de maatstaven gelegd van traditioneel beton, ook als ze andere functionaliteiten hebben die niet langs zulke maatstaven kunnen worden gemeten. Het aanpassen van normen is een langdurig en kostbaar proces, waarbij gevestigde partijen bijna altijd zijn vertegenwoordigd in de normcommissies. De speelruimte is daardoor beperkt, zodat nieuwkomers met baanbrekende innovaties de markt eigenlijk alleen kunnen betreden via simpele, geprefabriceerde producten waarvoor geldt dat de maatschappelijke kosten beperkt zijn bij eventuele gebreken. Nieuwkomers in beton betreden de markt doorgaans eerder via stoeptegels dan via funderingen. Om baanbrekende innovaties binnen en buiten de betonketen in de toekomst meer kans te geven, kan de overheid een verdergaande rol innemen door publieke normen te stellen die de privaat gestelde normen vervangen. Zulke signalen worden ook vanuit de keten zelf afgegeven. Dit kan alleen als de overheid voldoende kennis over de ontwikkelingen in de keten heeft.

Eco-innovatie in de glastuinbouwketen

Gezamenlijke langetermijnambitie in de glastuinbouw

De Nederlandse glastuinbouw heeft een sterke reputatie op het gebied van innovatie. De innovatiekracht van de sector heeft de Nederlandse glastuinbouw in de naoorlogse decennia een internationale toppositie bezorgd op het gebied van efficiëntie. Ook wat betreft eco-innovatie scoort de Nederlandse glastuinbouw goed. Er wordt aan diverse baanbrekende innovaties gewerkt, zoals het op steeds grotere schaal toepassen van nieuwe teeltmethoden ('Het Nieuwe Telen') en het gebruik van aardwarmte. In het programma 'Kas als Energiebron' wordt in nauwe samenwerking met de overheid gewerkt aan het ontwikkelen en marktrijp maken van dit soort innovaties. In de glastuinbouw hebben de verschillende betrokken partijen samen met de overheid een langetermijnambitie geformuleerd voor 2050 en tussendoelen voor 2020. Door in nauwe interactie met de overheid doelen af te spreken en diverse vergroenings- en innovatiemaatregelen programmatisch te bundelen, wordt helderheid gecreëerd voor partijen die in eco-innovaties willen investeren.

Gebrek aan investeringsvermogen knelpunt voor baanbrekende innovaties

Ondanks een relatief gunstig innovatieklimaat, vormt een gebrek aan investeringsvermogen een groot knelpunt bij het grootschalig toepassen van baanbrekende eco-innovaties. De glastuinbouw kampt met economische tegenwind, deels als gevolg van de wereldwijde economische crisis sinds 2008, maar ook door incidenten als de EHEC-crisis in 2011 en de handelsboycot door Rusland. Naast deze incidentele en conjuncturele factoren is er een meer structurele verklaring voor de ongunstige economische positie waarin de sector verkeert, en het gebrek aan investeringsvermogen dat daarvan het gevolg is. De sectorstructuur is traditioneel primair gericht op kostprijconcurrentie en schaalvergroting. Dat leidt enerzijds tot overaanbod en druk op de prijzen. Anderzijds gaat schaalvergroting gepaard met toenemende kapitaallasten en een afnemende solvabiliteit. Lage prijzen leiden tot lage marges en weinig investeringsvermogen. En een lage solvabiliteit leidt tot weinig bereidheid tot kredietverlening voor het investeren in innovaties.

Faciliteren van het zoeken naar nieuwe product-marktcombinaties

De glastuinbouwbedrijven zijn zich er in toenemende mate van bewust dat ze de concurrentie op kostprijs niet gaan winnen. De sector zal zich moeten toeleggen op het concurreren op

kwaliteit (nieuwe product-marktcombinaties, ofwel marktinnovaties) om vitaal te blijven en voldoende investeringsvermogen te genereren. Bij het creëren van verschillende product-marktcombinaties kan de overheid op diverse manieren ondersteuning bieden. Bij de toegang tot nieuwe overzeese markten levert de overheid al een bijdrage door het uitvoeren van handelsmissies en het sluiten van handelsovereenkomsten. Met haar inkoopbeleid kan zij de markt voor duurzaam geproduceerde glastuinbouwproducten stimuleren, en via het Topsectorenbeleid kan onderzoek naar nieuwe producten voor hoogwaardiger nichemarkten worden ge(co)financierd. De keten zelf heeft echter ook een verantwoordelijkheid. De overheid kan de sterke spelers in de keten wat meer op kun 'ketenverantwoordelijkheid' wijzen om te investeren in groene groei van de keten als geheel.

Richting geven door het verminderen en stroomlijnen van subsidies

Ondanks de noodzaak om te concurreren op kwaliteit is de focus op kostprijsconcurrentie dominant in de glastuinbouw (en in de landbouw in het algemeen). Mede door de royale beschikbaarheid van subsidies, regelingen voor investeringsaftrek en kredietverlening in het verleden is het lange tijd mogelijk geweest om te investeren in steeds efficiëntere productiemethoden. Daarbij werd de efficiëntie niet zozeer gerealiseerd door dezelfde hoeveelheid producten te maken met minder energie en grondstoffen, maar vooral door met dezelfde hoeveelheid energie en grondstoffen steeds meer producten te maken. Generieke subsidies en heffingskortingen, zoals de korting op de energiebelasting op gas, werken vergroening tegen omdat ook relatief inefficiënt producerende bedrijven in stand worden gehouden. Hierdoor wordt overaanbod gecreëerd, wat de prijzen weer verder onder druk zet. Subsidiëring kan zinvol zijn om gericht bepaalde gewenste ontwikkelingen aan te jagen. Met het beter op elkaar afstemmen van subsidies en regelingen voor investeringsaftrek kan de overheid nadrukkelijker richting geven aan vergroening en het ontwikkelen van marktinnovaties.

Maatwerk in financieringsarrangementen en regelgeving

Naast een goede onderlinge afstemming van subsidies is maatwerk een belangrijke voorwaarde voor verduurzaming. Bij baanbrekende eco-innovaties, zoals de toepassing van aardwarmte, komen vaak onverwachte aspecten om de hoek kijken die botsen met gangbare wet- en regelgeving en subsidie- en financieringsarrangementen. Zo vragen de hoge aanvangsinvesteringen bij het boren naar warmte om de beschikbaarheid van subsidiegelden vooraf, en niet pas tijdens de exploitatie, zoals nu het geval is bij de SDE+-regeling. Ook het voldoen aan bepaalde eisen in het kader van de Mijnbouwwet, voordat vergunningen kunnen worden afgegeven, brengt veel voorbereiding en kosten met zich, zonder dat vooraf duidelijk is of warmtewinning uit de betreffende bron lonend kan zijn. Voor deze specifieke knelpunten heeft de overheid onder andere met de Green Deals en de garantieregeling voor aardwarmte (RNES Aardwarmte) de nodige stappen gezet.

Toezien op een goed functionerende markt

De grote mate van externe financiering van de sector zit structurele aanpassingen in de weg. Financiers willen niet te veel afschrijven op hun kredietportefeuille en willen deze gecontroleerd afbouwen. Een grote partij als de Rabobank kan het zich permitteren om kredietportefeuilles in haar eigen tempo af te bouwen, terwijl het voor individuele tuinbouwbedrijven, ondanks de ingrijpende gevolgen voor de betrokkenen, soms beter zou zijn als ze failliet zouden gaan. Bedrijven die eigenlijk niet gezond zijn, worden in de huidige praktijk toch in leven gehouden. Ook daardoor wordt meer productie in stand gehouden dan wenselijk is voor een goede prijsvorming, wat vervolgens weer een rem zet op het beschikbare investeringsvermogen in de sector. Op deze manier wordt de negatieve spiraal van overproductie en lage prijzen in stand gehouden. Het roept bovendien de vraag op in hoeverre de overheid zou moeten toezien op een gezonde financieringsstructuur voor de keten, waarin het mechanisme van creatieve destructie (het failliet mogen laten gaan van bedrijven met verouderde productiestructuren) haar zelfreinigende werking kan hebben.

1 Inleiding

Nederland is een sterk innovatieland en scoort vaak hoog in verschillende ranglijsten; zo neemt het de vijfde plaats in op de jaarlijkse innovatieranglijst van de Europese Commissie (2015). Toch vinden veel vindingen niet hun weg naar de praktijk. In het bijzonder innovaties gericht op milieuvriendelijkere producten en productieketens – eco-innovaties – blijven nogal eens op de plank liggen. Nederland is met een dertiende plaats op de Europese eco-innovatieranglijst dan ook een gemiddeld land (Europese Commissie 2013). Het uitblijven van grootschalige toepassing van baanbrekende eco-innovaties kan de vergroening van de Nederlandse economie belemmeren en daardoor op de langere termijn de concurrentiepositie aantasten. Terwijl vergroening van de economie juist een ambitie is van het huidige kabinet.

In deze notitie onderzoeken we waarom baanbrekende eco-innovaties die marktrijp zijn of daar tegenaan zitten, in de praktijk toch (nog) niet grootschalig worden toegepast. Het doel is barrières te identificeren en beleidsmakers aangrijpingspunten te bieden om vergroening van de economie te realiseren en versnellen. We richten ons op twee ketens om te achterhalen wat de uitrol van baanbrekende groene innovaties mogelijk in de weg zit, te weten de beton- en de glastuinbouwketen. Beide ketens zijn interessante studieobjecten door hun grote milieu-impact, hun bijdrage aan de Nederlandse economie en de kansen die er zijn voor eco-innovatie. Dankzij inspanningen van gevestigde partijen zijn de milieuprestaties van zowel de beton- als de glastuinbouwketen in Nederland relatief goed. Tegelijkertijd is er in beide ketens nog veel milieuwinst te boeken als er meer baanbrekende sprongen worden gemaakt in plaats van stapsgewijze innovaties gericht op kostprijsreductie. Denk aan het toepassen van aardwarmte en energieneutrale kassen in de glastuinbouw en aan alternatieve bindmiddelen voor cement, CO₂-afvang, -opslag en -gebruik (CCSU) en bijvoorbeeld aan het terugwinnen en hoogwaardig hergebruiken van alle grondstoffen in de betonketen.

We schetsen in dit hoofdstuk eerst de noodzaak van groene groei en het belang van eco-innovatie om dat te bereiken. Daarna bespreken we wat er in de literatuur bekend is over de barrières voor eco-innovatie, en welke rol de overheid kan spelen bij het bevorderen van groene baanbrekende innovaties. Ten slotte schetsen we de aanpak van dit onderzoek en hoe de innovatiesysteembenadering daarbij helpt.

1.1 Groene groei en eco-innovatie

Groene groei verbindt de ecologische uitdaging met concurrentiekracht

Groene groei is van groot belang voor de houdbaarheid van de mondiale economische groei op de lange termijn. De mondiale concurrentie om natuurlijke hulpbronnen zal immers verder toenemen, aangewakkerd door de groei van de wereldbevolking naar zo'n 9 miljard mensen – van wie naar schatting 5 miljard mensen tot de middenklasse behoren – en de bijbehorende consumptiewensen. Stijgende en wisselvallige grondstofprijzen zijn hiervan vaak het gevolg. Ook de aantasting van natuur en milieu – onder andere zichtbaar in biodiversiteitsverlies en klimaatverandering – ondergraaft de mogelijkheden voor toekomstige economische groei. Groene groei verbindt de ecologische uitdaging met concurrentiekracht, zowel binnen Nederland als met andere landen eromheen, en vraagt om het radicaal efficiënter inzetten van grondstoffen, energie, land en water bij de productie van goederen en diensten (Hanemaaijer & Kruitwagen 2015).

Groenegroeiambitie van het kabinet

Ook voor Nederland is vergroening van de economie belangrijk. Een van de ambities van het tweede kabinet-Rutte is om het concurrentievermogen van Nederland te versterken en tegelijkertijd de druk op het milieu en de afhankelijkheid van fossiele brandstoffen terug te dringen. Deze ambitie is vastgelegd in de zogenoemde Groene Groeibrief (EZ 2013a). Efficiënter omgaan met energie en materialen vermindert niet alleen de milieudruk, de afhankelijkheid van schaarse grondstoffen en de ecologische risico's, maar leidt ook tot kansen voor bedrijven en vergroot de weerbaarheid van de Nederlandse economie. Door natuurlijke hulpbronnen veel efficiënter in te zetten, is het mogelijk de concurrentiepositie te behouden of te verbeteren, wat van wezenlijk belang is voor de houdbaarheid van de welvaart in Nederland. Investeren in groene technologie vormt bovendien een bron voor groei als Nederland zijn innovatiekracht inzet voor mondiale uitdagingen in mondiale markten (EZ & IenM 2015).

Eco-innovatie is een belangrijke sleutel voor groene groei

Groene groei en het efficiënter omgaan met energie en materialen vraagt om eco-innovatie. Dit type innovatie is gericht op nieuwe of gewijzigde processen, technieken, procedures, systemen en producten om belasting van het milieu te voorkomen of te reduceren (Beise & Rennings 2005). Eco-innovatie beslaat een breed scala aan onderwerpen, zoals hernieuwbare energie, besparing van energie, water en grondstoffen, afval en afvalwater, en schone lucht en bodem en schoon water. Dit type innovatie maakt het mogelijk de omslag te maken naar schonere en efficiëntere producten en productieprocessen. Eco-innovatie is dan ook een belangrijke sleutel voor groene groei. Daarbij gaat het niet alleen om het boeken van efficiëntiewinst met bestaande technieken (incrementele eco-innovaties), maar zijn ook baanbrekende eco-innovaties nodig (zie kader 1.1). Het laatste type innovaties staat in deze studie centraal.

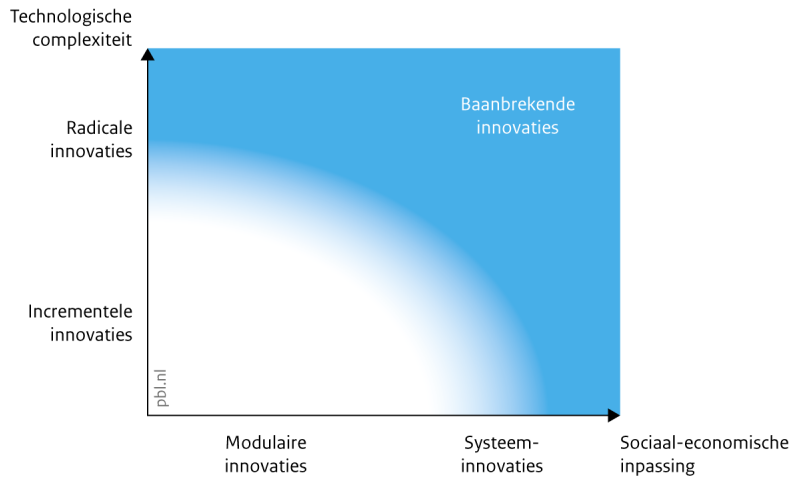
1.1 Baanbrekende innovaties

Innovaties zijn volgens Hekkert en Ossebaard (2010) baanbrekend als ze ertoe leiden dat wordt afgeweken van de tot nu toe gevaren koers. Zij typeren innovaties aan de hand van twee dimensies: de technologische complexiteit en de sociaal-economische inpassing. De dimensie 'technologische complexiteit' geeft aan in welke mate organisaties hun kennis en vaardigheden moeten aanpassen voor het produceren of toepassen van de innovatie. Als deze aanpassing minimaal is omdat wordt voortgebouwd op bestaande technologieën en producten, dan spreken we van *incrementele innovatie*. Wanneer voor producten, processen en dergelijke een nieuwe kennisbasis is vereist en de aanpassing dus groot is, dan spreken we van *radicale innovaties* (Henderson & Clark 1990).

De dimensie 'sociaal-economische inpassing' geeft aan in welke mate er aanpassingen nodig zijn in de sociaal-economische context – de keten – waarin een nieuwe technologie een plek moet krijgen, zoals regelgeving, stakeholders, gewoonten en infrastructuur. Is deze aanpassing klein en bijvoorbeeld beperkt tot één schakel in de keten, dan spreken we van een *modulaire innovatie*. Als bij de inpassing van een innovatie grote aanpassingen nodig zijn, bijvoorbeeld over meerdere ketenschakels, dan spreken we van een *systeeminnovatie* (Hekkert & Ossebaard 2010). Bij systeeminnovaties moeten dus meerdere ketenschakels en de relaties tussen de ketenschakels gelijktijdig veranderen.

Figuur 1.1 laat zien dat baanbrekende innovaties alle innovaties zijn die grote aanpassing behoeven, in de kennis en vaardigheden van organisaties en/of in de sociaal-economische context.

Figuur 1.1
Typologie van innovaties



Bron: Hekkert en Ossebaard 2010

Baanbrekende innovaties behoeven een grote aanpassing in de kennis en vaardigheden van organisaties en/of in de sociaal-economische context.

Voor het realiseren van eco-innovaties is de rol van bedrijven cruciaal. Voor bedrijven zijn er verschillende goede redenen om eco-innovaties te ontwikkelen of toe te passen. Om in een competitieve markt te kunnen overleven, is innovatie een belangrijke voorwaarde. Efficiënter omgaan met energie en materialen leidt tot kostenverlaging, en dat wordt interessanter naarmate de prijzen voor grondstoffen stijgen of wanneer die hoog blijven. Daarnaast vormen snelgroeiende markten voor schone en zuinige producten een belangrijke drijfveer voor bedrijven om deze producten op de markt te brengen. Tegelijkertijd zijn er echter nog de nodige barrières, die ertoe leiden dat baanbrekende eco-innovaties niet op grote schaal worden toegepast. In het PBL-rapport *Vergroenen en verdienen* (PBL 2013b) worden de volgende drempels genoemd: onvoldoende prijsprikkels, belemmerende regelgeving, instabiel beleid, de weerstand van gevestigde belangen en een gebrek aan geschikte financiering.

1.2 De rol van het gevestigde systeem en de overheid bij eco-innovatie

Blijven groene innovaties op de plank liggen en zo ja waarom?

In de praktijk komen baanbrekende groene innovaties in Nederland lastig van de grond (Cleantechgroup & WWF 2014). Voor een deel kan dit worden verklaard door het probleem van 'dubbele externaliteiten'. Ten eerste komt de positieve bijdrage aan een schoner milieu de hele samenleving ten goede, terwijl de kosten voor de innoverende organisatie zijn. Ten tweede is het vanwege kennispillovers voor een organisatie hoe dan ook vaak lastig om zich de winsten van innovatie toe te eigenen (Rennings 2000). Zolang milieubelastende effecten niet in rekening worden gebracht en schone technologie niet wordt beloond, is eco-innovatie in het nadeel ten opzichte van generieke innovatie, wat vanuit een breed welvaartspectief suboptimaal is (Hanemaaijer & Kruitwagen 2015). Daarnaast zijn voor eco-innovaties de kapitaalbehoeften vaak hoger en de marktcondities onzekerder dan voor generieke innovaties; bovendien is de terugverdientijd vaak langer (Adenfelt et al. 2014; SER 2013b; Van der Vooren & Hanemaaijer 2015).

De rol van het gevestigde systeem

Een andere belangrijke verklaring voor het niet of traag (op grote schaal) toepassen van baanbrekende groene innovaties is dat de gevestigde structuren en systemen geen ruimte bieden aan (eco-)innovatie (Hoffman et al. 2015). Het gevestigde systeem waarbinnen een keten functioneert is ontstaan door een sterk netwerk van bedrijven en andere relevante spelers rondom de dominante technologie. Marktrelaties zijn sterk door wederzijdse afhankelijkheden, zoals in een productie- of waardeketen waarvoor grote, relatiespecifieke kapitaalinvesteringen zijn gedaan (Grossman & Helpman 2005). De verwevenheid van bedrijven in een keten wordt versterkt door een gedeelde infrastructuur en gedeelde instituties, zoals regels, gewoonten en cultuur. Zo'n gevestigd systeem geeft maar beperkt ruimte om het anders te doen, omdat de verhoudingen tussen de bedrijven in de keten door innovaties kunnen gaan schuiven. Om in Porters (1985) woorden te spreken: het machts-evenwicht in de keten kan worden verstoord door innovaties omdat de ene schakel er mogelijk meer van profiteert dan de andere. Deze mogelijke verstoring zet gevestigde belangen onder druk, waardoor weerstand kan ontstaan.

Baanbrekende eco-innovaties verstoren doorgaans ook de machtsverhoudingen, zeker als ze het gehele systeem betreffen. Ze hebben vaak tot doel grondstoffengebruik te verminderen, vervuulende grondstoffen te vervangen door schonere, of grondstoffen (beter) te hergebruiken. Deze drie doelen hebben gemeenschappelijk dat ze bestaande afhankelijkheden tussen opeenvolgende schakels in de keten onder druk kunnen zetten. Gevestigde partijen zijn vaak nauwelijks in staat om te anticiperen op baanbrekende innovaties – waarin de gevraagde technologiespecifieke competenties afwijken van de competenties die het bedrijf al heeft opgebouwd. Dit geldt vooral als dit hun winstgevende positie ondermijnt, en bedrijven het risico lopen grote hoeveelheden geïnvesteerd kapitaal in het huidige systeem vervroegd te moeten afschrijven (*stranded assets*) (Caldecott & McDaniels 2014). Gevestigde partijen bepalen in sterke mate de ruimte die opkomende innovaties krijgen door het beïnvloeden van het publiek, het beleid, de markt en nieuwkomers (Smink et al. 2015). Een recente studie van Wesseling (2015) laat zien dat gevestigde partijen in de auto-industrie – die aanvankelijk misschien defensief en terughoudend zijn – uiteindelijk belangrijk zijn voor de doorbraak en grootschalige toepassing van technologische innovaties. De oplossing voor vergroeningsvraagstukken zal in de praktijk dan ook vaak moeten worden gezocht bij een combinatie van gevestigde partijen en nieuwe uitdagers van het systeem.

Welke rol kan de overheid spelen bij (eco-)innovatie?

De rol van de overheid bij (eco-)innovatie kan op verschillende manieren worden benaderd; vanuit het traditionele marktperspectief en innovatiesysteemperspectief. Een aantal economen gaat nog een stap verder en dicht de overheid een actieve rol toe bij het creëren en vormgeven van nieuwe markten. We lichten deze drie perspectieven hierna kort toe.

Marktperspectief

Traditioneel wordt overheidsingrijpen gelegitimeerd vanuit een marktperspectief. Als bedrijven minder innovatieve producten voortbrengen dan maatschappelijk gewenst of optimaal is, dan is er sprake van een marktfalen dat aanleiding geeft tot overheidsingrijpen. Het CPB (Lanser & Van der Wiel 2011) onderscheidt op hoofdlijnen drie vormen van marktfalen als een rem op innovatie. Ten eerste kan *marktmacht* innovatie in de weg staan, omdat die een belemmering vormt voor innovatieve starters om tot de markt toe te treden. Ook kan marktmacht voor bestaande bedrijven een reden zijn om minder te innoveren. Ten tweede kunnen *externe effecten en freeriden* in het geding zijn. Zo zullen bedrijven minder prikkels hebben om te innoveren als ze niet alle baten van de investering in innovatie kunnen genieten doordat deze voor een deel wegvloeien naar de concurrent, de consument of de samenleving als geheel. Dit is relevant voor eco-innovaties, omdat de collectieve baten van schone technologie voor natuur en milieu vaak niet of onvoldoende zijn geïnternaliseerd in de prijs.

Ten derde kunnen *asymmetrische informatie en coördinatieproblemen* innovatie belemmeren. Zo brengt de financiering van onderzoeksprojecten grote risico's en onzekerheden met zich die kapitaalverschaffers moeilijk kunnen inschatten. De asymmetrie in informatie leidt ertoe dat verschaffers van risicokapitaal terughoudend zijn in hun honorering van innovatieve projecten.

Innovatiesysteemperspectief

Volgens het innovatiesysteemperspectief is de kans op succesvolle innovaties (waarvan de toepassing wijdverspreid is) afhankelijk van het functioneren van het innovatiesysteem, het geheel van actoren, regels en instituties die gezamenlijk het succes van de ontwikkeling, toepassing en diffusie van innovaties bepalen (Hekkert & Ossebaard 2010). De innovatiesysteembenadering is bruikbaar om de factoren te achterhalen die bijdragen aan het succes of falen van opkomende, radicale technologieën in een sector of land (Negro et al. 2012). Figuur 1.2 geeft een overzicht van de raderen die ervoor moeten zorgen dat het systeem goed functioneert. Zodra deze haperen, kunnen ze een barrière vormen voor innovatieve activiteiten.

Als één of meerdere raderen niet goed functioneren, dan is het gevolg dat het systeem als geheel hapert (systeemfalen). Dit kan aanleiding geven tot overheidsingrijpen als het systeem hierdoor minder innovaties voortbrengt dan maatschappelijk gewenst of optimaal is. Dit is maatwerk, omdat in elk systeem een ander radertje stroef kan gaan lopen door onvoorziene en/of ongewenste terugkoppelingen binnen het systeem. Met een interactieve beleidsaanpak, zoals bij het Topsectorenbeleid, wordt dan geprobeerd knelpunten of onvolkomenheden in de werking van het innovatiesysteem weg te nemen.

Vormgeven van nieuwe markten

Een aantal economen bouwt voort op het innovatiesysteemperspectief en dicht de overheid, naast het repareren van systeemimperfecties, ook een actieve rol toe bij het creëren en vormgeven van nieuwe markten (Mazzucato 2013). Als de wens is dat innovaties een grotere bijdrage leveren aan publieke belangen, zoals duurzaamheid, dan zal het innovatiebeleid volgens deze economen *mission-oriented* moeten zijn. Investeringen zijn dan niet gericht op een sector of een technologie, maar op concrete visies en missies, zoals in het verleden 'een man op de maan' en 'altijd kunnen weten waar je bent' en in het heden 'klimaatverandering' en 'gezondheidszorg' (Mazzucato 2013, 2015; zie ook Borrás & Seabrooke 2015). Deze reideneerlijn wordt onderbouwd door te stellen dat alle grote technologische doorbraken in de samenleving, zoals massaproductie, vliegtuig- en ruimtetehnologie, IT, het internet en gps, mede zijn ontstaan als gevolg van directe overheidsinvesteringen.

Figuur 1.2
Onderdelen van een succesvol innovatiesysteem



Bron: PBL, 2013; op basis van Hekkert, 2007; Suurs, 2009

Eco-innovatie vraagt om gericht overheidsbeleid

Zonder gericht overheidsbeleid zal eco-innovatie onvoldoende van de grond komen (Hannemaaijer & Kruitwagen 2015). Een belangrijke reden hiervoor is al eerder genoemd, namelijk dat de collectieve baten van schone technologie voor natuur en milieu veelal niet of onvoldoende zijn geïnternaliseerd in de prijs. Een investeerder kan zich deze baten dan ook niet toe-eigenen, en het is aan de overheid om dit marktfalen op te heffen. Daar komt bij dat de kapitaalintensiteit van schone technologie vaak relatief hoog is en de terugverdientijd relatief lang. Verder liggen de baten van schone technologie soms ver in de toekomst, en komen ze ten goede aan de hele gemeenschap en niet alleen degene die de nieuwe producten koopt of gebruikt. Vanwege de genoemde additionele belemmeringen voor eco-innovatie ten opzichte van generieke innovaties en het publieke belang dat met eco-innovatie is gemoeid, is te beargumenteren dat de rol van de overheid voor eco-innovaties groter is dan bij generieke innovatie. Zeker als private partijen nog onvoldoende doordrongen zijn van de noodzaak om te vergroenen of als de barrières voor private partijen nog te hoog zijn.

Schone technologie wordt sneller financieel rendabel als regelgeving eisen stelt aan milieugebruik of als heffingen dan wel subsidies marktprijzen corrigeren voor milieugevolgen (PBL 2013a). De overheid kan er dus met regelgeving en economische instrumenten voor zorgen

dat de positieve collectieve milieueffecten wel worden meegewogen in investeringsbeslissingen. Dit maakt het voor bedrijven eenvoudiger om tot een sluitende businesscase te komen, waardoor de bereidheid tot investeren toeneemt. Overheidsregulering en subsidies bieden bedrijven kansen, maar betekenen tegelijkertijd een risico voor investeerders. De winstgevendheid wordt immers mede afhankelijk van overheidsbeleid, wat onzekerheid betekent voor investeerders, omdat regelgeving en subsidies kunnen worden aangepast. De overheid kan barrières voor eco-innovaties deels met generieke oplossingen wegnemen.

Aangezien het innovatieproces – van inventie tot brede toepassing – van geval tot geval zijn specifieke kenmerken heeft, vraagt dit om uiteenlopende ondersteuning van de overheid. Er bestaat geen *one-size-fits-all*-instrument. Er is dan ook een mix van beleidsinstrumenten nodig voor de totstandkoming van eco-innovaties. Beprijzen of normeren van milieugebruik is effectief, vooral als het gaat om innovatie langs gebaande paden (zoals verbetering van de efficiëntie). Echt nieuwe producten en productieprocessen (baanbrekende innovaties) vragen ook om andere overheidsinterventies, zoals het helpen bij het mobiliseren van middelen of het tijdelijk direct steunen van echte vernieuwers. De onzekerheden zijn immers groot en markten ontbreken vaak nog (PBL 2013b). Voor het stimuleren van groene innovatie is derhalve maatwerk geboden. Een belangrijke vraag daarbij is hoe de overheid enerzijds het gevestigde systeem meeneemt in vergroeningsvraagstukken, en anderzijds uitdagers kansen geeft.

1.3 Methode

Onderzoek gericht op vergroening van twee gevestigde ketens

Het is bij innovatie van belang te kijken naar het hele systeem. Een geschikte manier om dit te doen, is door te kijken naar specifieke ketens en de sector waarin ze opereren. Op deze manier kijken we niet alleen naar bedrijven die eco-innovaties ontwikkelen en op de markt zetten (koplopers), maar ook naar (vroeg en late) volgers die innovaties adopteren, en naar andere stakeholders.

In dit rapport richten we ons op twee specifieke ketens, te weten de betonketen binnen de bouw en de glastuinbouwketen binnen het voedseldomein. Beide ketens zijn interessante studieobjecten door hun grote milieu-impact, hun bijdrage aan de economie en de kansen die er zijn voor eco-innovatie. Tegelijkertijd zijn deze ketens heel verschillend van structuur; zo is de glastuinbouw veel meer gericht op export dan de betonketen. Groot voordeel van een ketenspecifieke aanpak is dat de instituties (regels, gewoonten en cultuur) waarbinnen de bedrijven in de keten opereren vergelijkbaar zijn. Bovendien wordt inzicht verkregen in het samenspel en de onderlinge afhankelijkheden tussen bedrijven in de keten. De milieuprestaties van de beton- en de glastuinbouwketen in Nederland lopen momenteel voor op andere landen, maar in beide ketens is nog veel milieuwinst te boeken. Een belangrijke reden voor het uitblijven van baanbrekende innovaties is dat beide ketens in een fase zitten die wordt gekenmerkt door incrementele vooruitgang, competitie op prijs en toenemende concentratie van macht. In deze fase wordt innovatie vooral gekenmerkt door procesinnovaties gericht op kostprijsreductie. Doorgaans zijn er lage marges per eenheid product, waardoor het vaak ontbreekt aan voldoende vermogen om te investeren in baanbrekende innovaties. Bovendien hebben bedrijven onvoldoende financiële buffers om de grotere risico's te kunnen opvangen die met baanbrekende innovaties gepaard gaan.

Aanpak van het onderzoek

In dit onderzoek gaan we vanuit het innovatiesysteem perspectief op zoek naar mogelijke barrières en oplossingen voor de vergroening van de beton- en glastuinbouwketens. De belangen in de keten van bedrijven die baanbrekende eco-innovaties op de markt willen intro-

duceren, zijn vaak tegengesteld aan de belangen van gevestigde partijen en het huidige systeem. Tegelijkertijd hebben kleine bedrijven die baanbrekende innovaties ontwikkelen grote bedrijven nodig om deze innovaties succesvol op de internationale markt te kunnen brengen. De huidige hoge eco-efficiëntie in beide ketens is gevormd door gedane investeringen in het verleden, maar begint nu in de weg te zitten. In dit rapport beogen we de onderzoeksvragen te bestuderen voor zowel kleine als grote bedrijven, koplopers en achterblijvers en bedrijven vooraan en achteraan in de keten.

Voor beide ketens is als onderzoeksmethode gebruikgemaakt van semigestructureerde interviews met bedrijven, brancheorganisaties en andere stakeholders in de periode januari 2014 tot en met juni 2015 (zie ook de bijlage). Met dit kwalitatieve onderzoek streven we ernaar antwoorden te vinden op de vragen waarom baanbrekende eco-innovaties die (bijna) marktrijp zijn, in de praktijk toch (nog) niet grootschalig worden toegepast, en hoe overheidsbeleid kan bijdragen aan het wegnemen van belemmeringen en het stimuleren van deze innovaties, zodat de economie sneller vergroent.

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 (beton) en 3 (glastuinbouw) introduceren we eerst beide ketens, beschrijven we hun belang voor milieu en economie en de huidige situatie in de keten. Daarna gaan we in op de kansen die eco-innovatie binnen de keten biedt, en presenteren we mogelijke barrières voor het op grote schaal implementeren van eco-innovaties. De hoofdstukken worden afgesloten met een beschouwing over de mogelijk rol van de overheid. Alhoewel in dit rapport twee specifieke ketens centraal staan, denken we dat beide ketens op onderdelen exemplarisch zijn voor andere ketens. De lessen die we trekken richting beleid om het eco-innovatiesysteem beter te kunnen laten functioneren, zijn dan ook bewust breder geformuleerd.

2 Eco-innovatie in de betonketen

Beton is het meest gebruikte bouw materiaal ter wereld. Gevolg hiervan is dat ook de belasting op het milieu door toedoen van de betonketen groot is. Deze belasting wordt vooral veroorzaakt door de hoge CO₂-uitstoot, de grote hoeveelheden betonpuin en door de aantasting van natuur en milieu als gevolg van grootschalige winning van de benodigde delfstoffen. Dankzij inspanningen van gevestigde partijen uit de betonketen is de eco-efficiëntie van de Nederlandse betonketen relatief goed. Desondanks kunnen er nog flinke sprongen worden gemaakt. Er liggen eco-innovaties op de plank die een grote stap in verduurzaming kunnen betekenen, maar vooralsnog niet grootschalig worden toegepast. Enkele kansrijke innovaties zijn het toepassen van CO₂-arme bindmiddelen als alternatief voor cement, CO₂-afvang, -opslag en -gebruik (CCSU) en het terugwinnen en hoogwaardig hergebruiken van alle grondstoffen in de betonketen (Van Lieshout 2015a). Partijen in de Green Deal 'Verduurzaming Betonketen' zien ook nieuwe exportkansen voor de innovatiekennis over de betonketen (MVO Netwerk Beton 2011). Niet zozeer het beton zelf is dus een exportproduct, maar de kennis die Nederlandse bedrijven hebben over duurzaam cement en beton. In dit hoofdstuk beantwoorden we de vraag waarom eco-innovaties in de betonketen blijven liggen of beperkt worden toegepast, en hoe de overheid een rol kan spelen om vergroening van de keten te helpen realiseren.

In het vervolg van dit hoofdstuk geven we eerst een toelichting op de huidige economische en ecologische prestaties van Nederlandse betonketen, gevolgd door een beknopt overzicht van kansrijke opties voor vergroening ervan. Daarna volgt een bespreking van de gevonden barrières voor vergroening. We sluiten het hoofdstuk af met beleidsaanbevelingen die er aan kunnen bijdragen om eco-innovaties van de plank te krijgen.

2.1 Economische schets

In Nederland wordt jaarlijks zo'n 14 à 15 miljoen kubieke meter beton geproduceerd. Dat komt overeen met bijna 1.000 liter beton per inwoner per jaar. Ongeveer 50-55 procent hiervan wordt gebruikt in de betonmortelindustrie, die met truckmixers de betonspecie aflevert op de bouwplaats. Daarnaast wordt circa 35-40 procent verwerkt tot kant-en-klaar verharde betonproducten (prefab), zoals bouwelementen, straatstenen, tegels, heipalen en rioolbuizen. Het overige cement vindt zijn weg naar de bouw via aannemers, bouwmaterialenhandelaren en leveranciers van onder andere vloer- en metselspecie (zie verder kader 2.1).

De economische crisis heeft net als in de rest van de bouw grote impact gehad op de betonketen. Eind 2014 was het jaarlijkse cementverbruik, het hoofdbestanddeel van beton, zo'n 30 procent lager dan in het topjaar 2008 (Cement&BetonCentrum 2012). Een aantal mortelcentrales heeft zijn deuren moeten sluiten en de centrales die nog open zijn, moeten de mortel regelmatig onder de kostprijs verkopen. De cementindustrie heeft tot in de jaren zeventig een beschermde status gehad om in tijden van oorlog door te kunnen bouwen. Maar inmiddels behoort Nederland tot de weinige landen die niet zelfvoorzienend zijn voor cement. Een groot deel van het cement en ook van het halffabricaat cementklinker moet worden ge-

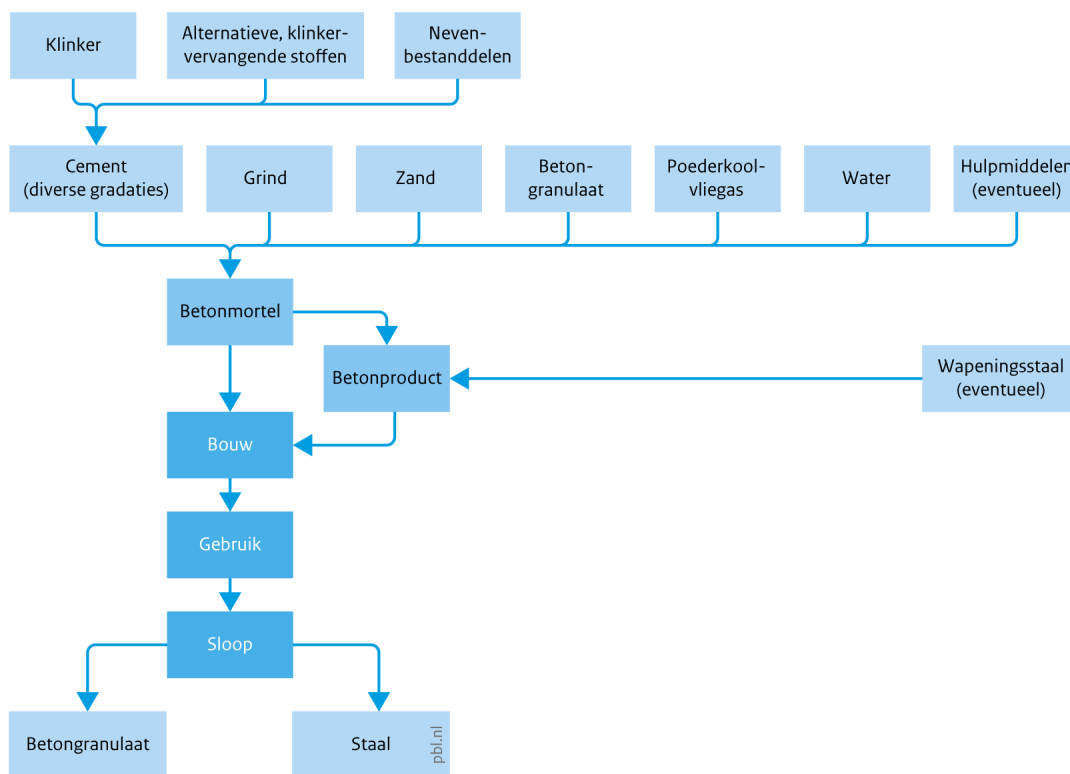
importeerd. Zo is de enige Nederlandse cementproducent, ENCI, in handen van de Duitse Heidelbergcementgroep. Bovendien gaat de groeve van ENCI in Maastricht in 2018 dicht, waardoor ENCI de klinker moet importeren en de rol van Nederland in de cementindustrie nog kleiner wordt. Vanwege het hoge gewicht van de grondstoffen bevinden winning, productie en afzetmarkt zich doorgaans dicht bij elkaar. De grondstoffen zullen dan ook veelal uit omliggende landen worden geïmporteerd.

2.1 Beton en de betonketen

Beton is een samenstelling van cement en één of meerdere toeslagmaterialen, zoals zand en grind, water en eventuele hulpstoffen. Cement is het bindende element en daarmee het hoofdbestanddeel van beton. Van oudsher wordt cement gemaakt van de Portlandklinker. In Nederland wordt de CO₂-intensieve Portlandklinker echter op grote schaal vervangen door restproducten, zoals hoogovenslakken en poederkoolvliegias. Afhankelijk van de toepassing variëren het type cement, het cementgehalte en de hoeveelheid en type toeslagmaterialen.

Figuur 2.1

De betonketen



Bron: Bijleveld et al. 2013

2.2 Ecologische schets

CE-Delft heeft recent de milieu-impact van de Nederlandse betonketen over 2010 geanalyseerd (zie Bijleveld et al. 2013). De belangrijkste resultaten van deze studie zijn dat de totale klimaatimpact door de productie van cement en beton ongeveer 3.720 kiloton CO₂-equivalenten is, oftewel ongeveer 1,8 procent van de Nederlandse nationale emissies; het totale primaire energieverbruik is ruim 45 petajoule. Dit is 1,1 procent van het primaire energieverbruik van alle Nederlandse economische activiteiten. De fijnstofemissies zijn ruim 6 kiloton PM10-equivalenten, dat is zo'n 13 procent van de fijnstofemissies van alle Neder-

landse economische activiteiten. Het grondstoffenverbruik van de keten wordt gedomineerd door beton. Andere grondstoffen, zoals staal en brandstof, worden in kleinere hoeveelheden gebruikt, maar hebben per gewichtseenheid wel een grotere impact op het milieu. De effecten van landgebruik door grondstofwinning zijn in de studie van CE Delft niet gekwantificeerd.

In de ontwikkeling van cement en beton gaat de aandacht van oudsher vooral uit naar karakteristieken als betrouwbaarheid, voorspelbaarheid, sterkte, chemische inertie, kleur en veiligheid. Sinds de jaren tachtig is daar het reduceren van de milieu-impact bijgekomen en is de uitloging van beton een thema dat ook aandacht vraagt. Meer recente ontwikkelingen zijn de aandacht voor het reduceren van de CO₂-uitstoot, het terug in de keten brengen van betonpuin (circulaire economie), en voor gebiedsontwikkeling en natuur bij de winning van de delfstoffen. Op deze drie milieuaspecten presteert Nederland relatief goed dankzij inspanningen van overheden en gevestigde partijen uit de betonketen. We gaan hierna kort op deze aspecten in.

CO₂-uitstoot

'Ongeveer 5 procent van de CO₂ die in de atmosfeer terecht komt door toedoen van de mens is afkomstig van de cementindustrie' (Cement&BetonCentrum 2012). Deze CO₂-uitstoot komt vooral vrij bij de productie van de cementklinker. Bij het ovenproces valt kalksteen (calciumcarbonaat = CaCO₃) uiteen in de klinker (calciumoxide = CaO) en koolstofdioxide (CO₂). De oven moet hiervoor verhit worden tot zo'n 1.400 graden Celsius, met brandstoffen die doorgaans ook CO₂ uitstoten. Kortom: de productie van cement leidt zowel tot chemisch- als energiegerelateerde CO₂-uitstoot. De CO₂-uitstoot van het in Nederland geproduceerde cement is verantwoordelijk voor 0,33 procent van de Nederlandse CO₂-uitstoot (Cement&BetonCentrum 2012). Dit is exclusief de emissies van geïmporteerd cement. Nederland kent maar één cementproducent (ENCI B.V.) en importeert twee derde van het cementverbruik. Bovendien is het percentage laag, doordat Nederland relatief weinig bouwt terwijl de CO₂-uitstoot per hoofd van de bevolking wel hoog is.

Het verschil met de wereldwijde uitstoot is verder te verklaren doordat in Nederland in cement secundaire grondstoffen worden toegepast ter vervanging van de CO₂-intensieve Portlandklinker, zoals hoogovenslak (restproduct van hoogovens) en poederkoolvliegias (restproduct van kolencentrales), en doordat secundaire brandstoffen worden gebruikt bij de productie van cement, zoals gedroogd zuiveringsslib (Cement&BetonCentrum 2012).

Hergebruik

Zo'n 16 procent¹ van al het Nederlandse afval bestaat uit betonpuin. Daar staat tegenover dat bijna al dit betonpuin nuttig wordt toegepast als onderlaag, ter fundering en ophoging, bij de aanleg van wegen (Corsten et al. 2010). Een nuttige, maar relatief laagwaardige toepassing. Ongeveer 2 procent van het betonpuin wordt als grindvervanger ingezet bij de productie van nieuw beton (Bijleveld et al. 2013). Daarnaast is, zoals gezegd, het hergebruik van de restproducten hoogovenslak en poederkoolvliegias al jaren gemeengoed in Nederland. De hoogovens en kolengestookte elektriciteitscentrales kunnen hun restproduct op deze manier verantwoord kwijt. In toenemende mate worden ook diverse andere restproducten verwerkt in beton, zoals spoorballast en bodemassen van afvalverbrandingsinstallaties.

Gebiedsontwikkeling bij winning van delfstoffen

Waar in veel Europese landen zand en grind wordt gewonnen door het opblazen van rotsen, wordt in Nederland het merendeel gewonnen door verruiming van de rivieren. De winning van delfstoffen wordt zoveel mogelijk gecombineerd met het leveren van een positieve bijdrage aan de kwaliteit en toekomstige gebruiksmogelijkheden van het gebied waarin wordt gewonnen, zoals waterberging, rivierruiming, natuurontwikkeling, recreatie en wonen aan

¹ Veertig procent is bouw- en sloopafval, en daarvan is zo'n 40 procent betonpuin.

het water. Ook rond de toekomst van het ENCI-gebied in Maastricht wordt samengewerkt met de gemeente Maastricht, de provincie Limburg en Natuurmonumenten. In Nederland worden echter steeds minder delfstoffen gewonnen. In 2018 sluit de groeve van ENCI in Maastricht, en in 2022 eindigt de grindwinning bij het Grensmaasproject. Nederland zal voor zowel grind als voor cement afhankelijk worden van import.

2.3 Opties voor vergroening

Er is een groot aantal technisch haalbare opties om de milieu-impact van de betonketen verder te verlagen. Deze alternatieven zijn zeker nog niet uitontwikkeld en vaak ook nog duur, maar ze vragen wel om toepassing om het leer- en ontwikkelingsproces voort te zetten. Uit een doorrekening van 16 geselecteerde (uit 70 initieel geïdentificeerde) verduurzamingsopties (zie tabel 2.1) concludeert CE Delft dat Nederland zijn CO₂-uitstoot van de betonketen met meer dan één derde kan verlagen (zie Van Lieshout 2015a). De 16 kansrijke opties variëren van het veranderen van de betonsamenstelling tot hergebruik en recycling en het aanpassen van het bouwproces. Bij het bepalen van deze opties waren de beschikbaarheid van data en de interesse van een van de netwerkpartners uit het Maatschappelijk Verantwoord Ondernemen (MVO) Netwerk Beton een belangrijke voorwaarde. Diverse andere opties die op termijn een belangrijke bijdrage kunnen leveren aan het verlagen van de milieu-impact zijn hierdoor niet als kansrijk meegenomen, zoals CCSU, verlaging van het cementgehalte en slanker bouwen (minder beton). Ook het vervangen van beton door andere mogelijk duurzamere constructiematerialen zijn niet meegenomen in de studie van CE Delft.

Tabel 2.1 Zestien kansrijke opties voor verduurzaming van de betonketen

Categorie	Toelichting
Verandering van de betonsamenstelling	Optimaliseren korrelverdeling
	Verruimen toegestane grondstoffen voor cement (CEM X)
	Inzet calcium sulpho-aluminaatcementen (CSA-beliët)
	Inzet supergesulfateerde cementen
	Inzet alternatief CSH Cement
	Inzet geopolymereën als cement
Hergebruik/recycling	Bouwen met demontabele standaardeenheden
	Cementrecycling via slim breken en/of <i>Advanced Dry Recovery</i> (mechanisch)
	Cementrecycling via kringbouw (thermisch)
	Inzet bodemas als vulstof met bindcapaciteit
Andere wapeningsmethode	Inzet staalvezels in plaats van traditionele wapening in gietbeton
Aanpassen bouwproces	Langere uithardingstijd gietbeton door aanpassen bouwplanning
	Beperken overdimensionering in ontwerpfasen
Verlengen levensduur	Langere levensduur door flexibel ontwerp
	Zelfhelend beton
Energiegebruik in gebruiksfase	Betonkernactivering in combinatie met warmtepomp en warmte- en koudeopslag (WKO) als extra boven op EPC-eis

Bron: Van Lieshout (2015)

Zowel gevestigde bedrijven als nieuwkomers zijn actief met deze en andere groene innovaties. Er zijn pilot- en demonstratieprojecten, maar er zijn ook bedrijven die bij de ene of de

andere optie aangeven dat ze deze al enkele jaren op kleine schaal toepassen. Toch worden veel van de eco-innovaties niet grootschalig toegepast. We gaan hierna in op de barrières voor verdergaande vergroening.

2.4 Barrières voor vergroening

Beton is betrouwbaar, veilig, goedkoop en flexibel in toepassing. Bovendien is de concurrentie hoog en is beton in Nederland relatief duurzaam. Dit alles maakt dat beton al jaren een zeer geliefd bouw materiaal is; beton is een zekerheid voor bouwers. Volgens een aantal respondenten heeft het leveren van een betrouwbaar en flexibel product, dat altijd en goedkoop leverbaar is, een keerzijde: in het bouwproces wordt maar weinig rekening met beton gehouden. Hiermee wordt bedoeld dat de leveranciers van beton vaak pas relatief laat aan tafel zitten, als het bestek al is dichtgetimmerd. Het gevolg hiervan is dat er nog weinig ruimte is om het bouwproces aan te passen ten behoeve van verduurzaming van beton.

De goede naam van beton wordt bewaakt door een goed georganiseerde keten. Het behouden van deze goede naam in de toekomst is dan ook het fundament voor de keten om gezamenlijk te werken aan verduurzaming, en dat gebeurt ook steeds meer. Zo werken gevestigde partijen aan het sluiten van de grondstoffenketens, aan CO₂-armere cementen en de toepassing van alternatieve bindmiddelen. Dit kan een strategische stap van deze bedrijven zijn, maar in sommige gevallen zijn het slechts individuen binnen de bedrijven die zich hier hard voor maken, zonder dat de rest van het bedrijf meebeweegt. Door een gebrek aan externe prikkels lijkt de noodzaak te ontbreken om op korte termijn grote sprongen te maken met de vergroening van beton. We gaan hier in op de meest in het oog springende barrières daarvoor. We zoomen daarbij niet specifiek in op bepaalde eco-innovaties, maar gebruiken wel specifieke voorbeelden voor een nadere onderbouwing, zoals geopolymere beton, CCSU, het gebruik van betongranulaat, het terugwinnen van cementsteen uit betonpuin en het verlengen van de uithardingstijd.

Gebrek aan urgentie bij gevestigde partijen

De zware economische tijden hebben ook de bouw hard getroffen; vooral kleinere producenten van betonmortel en betonproducten geven aan moeite te hebben om het hoofd boven water te houden. Geld voor het ontwikkelen en implementeren van eco-innovaties is er niet, tenzij het om kleine investeringen gaat die direct bijdragen aan een kostenverlaging van het product. Bij de grote cementbedrijven aan het begin van de keten, zit volgens de respondenten wel geld voor eco-innovatie. De niet-cementbedrijven zien echter dat de cementindustrie minimale belangen heeft om op korte termijn grote sprongen te maken richting echt groen beton. De grote cementpartijen investeren weliswaar enorme bedragen in onderzoek en ontwikkeling, maar hebben geen direct belang bij een snelle toepassing van baanbrekende innovaties die hun opgebouwde kennis en competenties en geïnvesteerd vermogen onder druk zetten. Toch zeggen de cementbedrijven wel degelijk rekening te houden met een toekomst waarin verdergaande vergroening van de betonketen onvermijdelijk is. Ook anticiperen ze op ontwikkelingen die de prikkel om te vergroenen kunnen verhogen, zoals een hogere CO₂-prijs, en als gevolg daarvan op een mogelijk vertrek van hoogovens en kolencentrales uit Nederland. Bij een mogelijk vertrek of sluiten van hoogovens en kolencentrales wordt de prijs van belangrijke grondstoffen als hoogovenslakken en poederkoolvliegashoog hoger, en wordt het aantrekkelijk om terug te grijpen op de CO₂-intensieve Portlandklinker.

Nauwelijks vraag naar groen beton

Publieke en private opdrachtgevers vragen nog nauwelijks om 'groen' beton. Dit is de observatie van nagenoeg alle gesproken partijen en tevens een belangrijke conclusie van de gespreksagenda voor de Green Deal (Van Lieshout 2015b). Enkel als het goedkoper is dan het

huidige beton en het voortbouwt op de bestaande kennis, is er kans dat er vraag naar is en de innovatie van de plank afkomt. Kortom: vooral voor incrementele verbeteringen is plaats. Bedrijven uit de betonketen signaleren dat private opdrachtgevers en aannemers in het algemeen terughoudend zijn bij het kopen van beton waarin bijvoorbeeld betongranulaat is toegepast. Een belangrijke verklaring hiervoor is het routinematig handelen van en een gebrek aan kennis bij afnemers. Afnemers geven er de voorkeur aan vast te houden aan bestaande, bekende producten. Zo vragen opdrachtgevers en aannemers, volgens enkele respondenten, standaard om beton dat moet voldoen aan CUR-100, wat neerkomt op heel mooi, schoon en gaaf beton, zonder pikjes en dergelijke. Dit wordt ook gevraagd voor toepassingen waar het lang niet altijd relevant is, zoals funderingen. Dit geldt ook voor publieke opdrachtgevers, zoals Rijkswaterstaat, ProRail, de Rijksvastgoeddienst, lagere overheden, waterschappen en gemeenten, die belangrijke opdrachtgevers van de bouw zijn. Zij kunnen bij uitstek de marktvoor vraag voor groen beton creëren. In het aanbestedingsbeleid wordt hier invulling aan gegeven door het principe van Economisch Meest Voordelige Inschrijving (EMVI), waarbij bedrijven een fictieve korting op de inschrijfprijs krijgen bij hogere milieuprestaties. Volgens geïnterviewden heeft dit in de praktijk echter nog tot minimale prikkels voor groene innovaties geleid. De reële prijs is voor de opdrachtgever vaak toch doorslaggevend. Bovendien vindt een aantal bedrijven dat het rekenprogramma (DuboCalc) dat hiervoor wordt gebruikt weinig ruimte laat voor innovatie, omdat daarin enkel de standaard mortelmixen zijn opgenomen. De vraag naar groen beton begint volgens respondenten wel langzaam te komen – vooral vanuit grotere gemeenten, die specialisten in huis hebben –, maar het loont voor een bedrijf nog nauwelijks om het hoofd boven het maaiveld uit te steken.

Weinig speelruimte voor uitdagers

Nieuwe uitdagers die druk uitoefenen op het gevestigde systeem om te veranderen, hebben weinig speelruimte. Dat komt deels voort uit het hiervoor genoemde gebrek aan prikkels, maar een ander deel van de verklaring ligt in de hoge toetredingsbarrières. Ten eerste is de betonketen door regels, keurmerken en normen 'dichtgetimmerd'. Deze zijn in het leven geroepen om de kwaliteit en goede naam van beton te waarborgen. Innovatieve producten worden langs de maatstaven gelegd van traditioneel beton, zelfs als ze andere functionaliteiten hebben die daarlangs niet kunnen worden gemeten. Het aanpassen van normen is een langdurig en kostbaar proces waarbij gevestigde partijen bijna altijd zijn vertegenwoordigd in de normcommissies. De speelruimte is zo beperkt dat uitdagers met baanbrekende innovaties de markt eigenlijk alleen kunnen betreden via relatief simpele geprefabriceerde producten waarvoor geldt dat de maatschappelijke kosten beperkt zijn bij eventuele gebreken. Innovaties in beton betreden dus doorgaans eerder de markt via stoeptegels dan via funderingen. Dit heeft ook te maken met het feit dat de functionaliteit van geprefabriceerde producten kan worden getest voordat deze worden toegepast in een bouwwerk. Ten tweede is voor nieuwkomers het aantrekken van werkkapitaal een probleem. Nieuwkomers geven te kennen dat de grootste worsteling de voorfinanciering voor opdrachten is. Het is in de bouw niet ongebruikelijk dat opdrachten pas na drie maanden worden betaald, wat voor grotere gevestigde bedrijven misschien geen probleem is, maar voor kleinere bedrijven en zeker voor nieuwkomers een barrière, omdat ze de lening die ze daarvoor moeten aangaan moeilijk krijgen.

Gevestigde partijen bepalen de snelheid en richting van verandering

Gevestigde partijen hebben in de betonketen vaak geen belang bij grote verandering en werpen soms zelfs barrières op om baanbrekende innovaties tegen te gaan. Ze gebruiken hun kennis en macht om bij de overheid en andere stakeholders onzekerheid te creëren over welke technologische opties wel of niet kansrijk zijn, trekken innovaties van uitdagers van het systeem in twijfel, of berichten negatief over de prestaties van de innovaties, zoals over de bijdrage aan het verlagen van de milieu-impact. Ketenpartijen geven aan dat als de druk

om te veranderen wél groot genoeg is, de gevestigde partijen zullen proberen de richting en de snelheid van verandering zodanig te controleren dat deze zo goed mogelijk aansluiten bij hun belangen, wat logisch is gezien hun positie. De belangen van gevestigde partijen zijn afhankelijk van waar in de keten bedrijven zijn gevestigd. Een recycler heeft vaak andere belangen dan een producent van primaire grondstoffen, tenzij bedrijven beide activiteiten omvatten. En een producent van betonproducten heeft belang bij een product dat met zo min mogelijk cement voldoet aan de functie-eisen, terwijl de producent van cement gebaat is bij meer cement in beton.

2.5 Rol van de overheid

De Nederlandse betonketen is relatief milieuefficiënt, kent relatief lage prijzen en marges en hoge toetredingsbarrières. Het gevestigde systeem maakt het lastig om meer baanbrekende innovaties te realiseren, die nodig zijn met het oog op de economische groei en het verbeteren van de milieuefficiëntie op de lange termijn. Voor beton geldt bovendien dat consumenten en afnemers aan de buitenkant nauwelijks kunnen waarnemen of het beton 'groener' is. Met labels en keurmerken wordt geprobeerd consumenten en opdrachtgevers te informeren over onder andere de milieu-impact. Toch zijn private en publieke opdrachtgevers nog terughoudend. Zolang de bedrijven in de betonketen nog onvoldoende urgentie ervaren om te vergroenen, of zolang de barrières hiervoor te hoog zijn, heeft de overheid een belangrijke rol. Wat doet die overheid momenteel, en wat kan zij veranderen als zij de diffusie en opschaling van groene innovaties wil stimuleren? Het is hierbij de vraag hoe de overheid een rol kan spelen bij het vergroening van het gevestigde systeem enerzijds, en het geven van kansen aan uitdagers van dit gevestigde systeem anderzijds.

Aanbestedingsbeleid inzetten om eco-innovatie te bevorderen

De overheid heeft als voornaamste opdrachtgever van de bouw de mogelijkheid om de marktvrage voor groen beton te creëren en bedrijven uit te dagen. In het aanbestedingsbeleid wordt hier invulling aan gegeven door een fictieve korting op de inschrijfprijs te geven bij hogere milieuprestaties (EMVI). Volgens de geïnterviewde bedrijven geeft het aanbestedingsbeleid in de huidige vorm echter nog weinig prikkels om eco-innovatie te bevorderen. Het biedt te weinig ruimte voor innovatie. En als alle bedrijven eenmaal voldoen aan een bepaald keurmerk, dan geeft dit ook geen prikkel meer om zich verder op groen te onderscheiden. Zo voldoen nagenoeg alle bedrijven aan de eisen voor de bovenste trede van de CO₂-prestatieladder², die wordt gebruikt bij publieke aanbestedingen. Zulke aanbestedings-eisen zijn te statisch en waarborgen bovendien niet altijd dat er concreet iets met het beton wordt gedaan om de milieu-impact te verlagen.

Om innovatie te bevorderen, is het nodig om dynamiek aan te brengen in het beoordelings-systeem, net als gebeurt bij de Energie Prestatie Coëfficiënt (EPC) voor nieuwbouwwoningen. In de praktijk blijken koplopers nu soms zelfs te worden gepasseerd omdat ze een milieuefficiënter product aanbieden wat voor de opdrachtgever lastig te vergelijken is met andere offertes of door gebrek aan kennis niet goed kan worden beoordeeld. Naast dynamiek helpt het om de groene betonproducten te beoordelen op hun milieueffecten en kosten over de gehele levensduur (*total costs of ownership*) en/of functioneel aan te besteden. Functioneel aanbesteden is meer gericht op de gewenste functie van het product en de eisen waaraan het moet voldoen, maar niet hoe het moet worden gemaakt. Als het om duurzaamheid gaat,

² De CO₂-prestatieladder is een certificatiesysteem, waarmee een aannemer kan aantonen dat hij in zijn bedrijf en in projecten maatregelen neemt die leiden tot een beperking van de CO₂-uitstoot door zijn bedrijf of elders in de keten. In publieke aanbestedingen kan een hogere trede op de ladder een fictieve korting opleveren op de inschrijfprijs.

kunnen bedrijven dus zelf kiezen of ze gaan voor minder beton, voor alternatieven voor cement of voor meer recycling. Meerdere respondenten halen het Projectbureau Zeeweringen van Rijkswaterstaat aan als een voorbeeld dat erin is geslaagd de ruimte die het aanbestedingsbeleid biedt dusdanig te benutten dat er functioneel wordt aanbesteed op basis van *total cost of ownership* en een goed werkend en dynamisch EMVI, zodat het bedrijven blijft uitdagen om te vernieuwen en prijsduiken onmogelijk is. Dit vraagt volgens de respondenten ook om de bereidheid van de overheid tot het in de eerste jaren betalen van 'een klein beetje meer'. Voor een meer uitdagend aanbestedingsproces kan de overheid dus meer ruimte bieden aan innovaties en deze belonen. De best beschikbare technieken en producten van nu kunnen zo de eisen vormen voor het inkoopbeleid van de overheid in de nabije toekomst.

Green Deal-aanpak draagt bij aan kennisuitwisseling en netwerkvorming

De overheid faciliteert met de Green Deal-aanpak de vergroening van de economie. In de Green Deal 'Verduurzaming Betonketen' hebben enkele (gevestigde) partijen vanuit de gehele keten inclusief enkele brancheorganisaties de handen ineengeslagen voor het verduurzamen van de betonketen. De partijen hebben gezamenlijk ambities geformuleerd voor de korte, middellange en lange termijn. De gesproken deelnemers aan deze Green Deal wijzen op positieve resultaten van de Green Deal, zoals kennisuitwisseling, het signaleren van belemmeringen voor de betonketen (waarop de overheid een vervolg kan geven), het formuleren van ambities, en netwerkvorming. In 2015 worden met opdrachtgevers samenwerkingsovereenkomsten gesloten om de vraag naar duurzaam beton te vergroten en knelpunten daarbij aan te pakken. De Green Deal helpt bedrijven om strategische partners te zoeken en buiten de Green Deal om met één of twee partners stappen te zetten. De Green Deal draagt dus indirect bij aan de realisatie van eco-innovatie.

Gevestigde partijen geven richting via de Green Deal

Gelijktijdig zijn de deelnemers aan de Green Deal, die zichzelf en elkaar niet allemaal als koplopers beschouwen op het gebied van verduurzaming van beton, ook behoorlijk kritisch. Brancheorganisaties zijn volgens enkelen een remmende factor. Een aantal deelnemers geeft zelf te kennen dat ze alleen in de Green Deal zitten om hun eigen belang te vertegenwoordigen. En dit belang, zo zegt een respondent, komt niet noodzakelijk overeen met het gezamenlijk belang om 'verduurzaming van beton' zo snel mogelijk te realiseren. Het is dus belangrijk voor de overheid om te beseffen dat ze met deze Green Deal visievorming en het formuleren van doelen overlaat aan gevestigde partijen die proberen de richting en snelheid van het veranderingsproces te beïnvloeden ten gunste van zichzelf. Zo zijn in opdracht van het ministerie van IenM rapporten opgesteld over de mogelijke bijdrage van en belemmeringen voor kansrijke opties. Hiervoor hebben partijen in de Green Deal eerst 70 verduurzamingsopties opgesteld, die vervolgens in meerdere stappen zijn teruggebracht naar zeven handelingsperspectieven (van Lieshout 2015a). Deze selectie was volgens deelnemers een strategisch belangenspel, omdat de keuze verwachtingen schept voor de toekomst en daarmee invloed kan hebben op het openen en afsluiten van ontwikkelingspaden of het versnellen en vertragen van opties. Bovendien zijn opties waarvoor geen interesse was bij een van de netwerkpartners of waarvoor geen kwantitatieve gegevens beschikbaar waren, niet meegenomen. Enkelen suggereren dat de overheid hier richting kan geven of zelfs kan bijdragen aan de oprichting van een onafhankelijk onderzoeksinstituut. Let wel, het gaat hier niet noodzakelijk om innovaties die al op de plank liggen of in de laatste fase van ontwikkeling zijn. Het is dus aan te bevelen dat de overheid niet enkel bouwt op de resultaten van de Green Deal, maar ook aanvullende acties onderneemt om aandacht te geven aan de verspreiding van nieuwe innovatieve ideeën. Zo kan zij specifiek opties stimuleren die op de langere termijn kansrijk lijken. Voor Nederland lijkt bijvoorbeeld verdergaande recycling en substitutie van cement kansrijk, omdat er geen Nederlandse industrie is voor cement.

Kennisopbouw is nodig om eco-innovatie te bevorderen

Respondenten signaleren dat een gebrek aan kennis (vooral bij aannemers en opdrachtgevers) een probleem is voor het vermarkten van innovaties. Dit kennistekort leidt tot een aversie tegen nieuwe producten of toepassing van bijvoorbeeld secundaire grondstoffen. In de betonketen uit deze aversie zich door vast te houden aan bestaande producten die bekend zijn, maar vaak ook overgekwalificeerd, met als gevolg een hogere impact op het milieu dan nodig is. Eerder is al het voorbeeld gegeven van mooi, schoon en gaaf beton (CUR-100) dat wordt gevraagd voor toepassingen waar het lang niet altijd relevant is. Voor de overheid als belangrijke opdrachtgever is het dus taak om zelf actief nieuwe kennis op te bouwen over wat er mogelijk is en daarvoor verder terug in de keten te kijken dan naar aannemers alleen. Volgens respondenten hebben aannemers vaak ook een kennisachterstand over de nieuwste technologische ontwikkeling. De overheid kan met informatieprogramma's actief bijdragen aan het verspreiden van kennis richting aannemers. Bovendien dragen uitdagers en gevestigde spelers heel veel informatie aan over wat wel en niet technologisch en economisch mogelijk is, en wat wel en niet duurzaam is. Om deze informatie te kunnen beoordelen is een stevige kennisbasis vereist. Kortom: het is een vicieuze cirkel, waarvan het belangrijk is dat deze weer in een opwaartse spiraal gaat in plaats van in een neerwaartse, zoals volgens een aantal respondenten nu het geval is.

Beprijzen en reguleren

De betonsector is een prijsgedreven markt en de transportkosten zijn hoog. Hierdoor lijken stappen die bijdragen aan het goedkoper maken van duurzaam beton – ten opzichte van regulier beton – effectief. Meerdere respondenten uit de betonketen geven aan dat een CO₂-prijs van minstens 30 euro per ton dan ook een stevige stimulans zou vormen voor vergroening van de keten. De cementindustrie valt onder het Europese emissiehandelssysteem (ETS). De respondenten signaleren dat de huidige CO₂-prijs en bijkomende regulering onvoldoende zijn om de betonketen verdergaand te vergroenen. Gevestigde partijen verwachten dat de prijs wel gaat oplopen en anticiperen daar ook op, maar hebben tot die tijd geen haast met de uitrol van baanbrekende eco-innovaties. Beleidsopties om steviger prikkels in te zetten richting vergroening zijn een hogere CO₂-prijs onder het Europese ETS, belasting op grind of andere (primaire) grondstoffen, dan wel in de tijd oplopende eisen stellen aan producten. Met normen die geleidelijk worden aangescherpt kan de overheid de gevestigde bedrijven aansporen tot verandering, waarbij koplopers laten zien dat maatstaven kunnen worden verlegd.

2.6 Tot slot

De betonketen heeft moeite het hoofd boven water te houden. Er is overcapaciteit, en de marges zijn laag. De grondstoffen voor beton moeten overwegend worden geïmporteerd, zeker als in 2018 de groeve van ENCI in Maastricht sluit en in 2022 de grindwinning bij het Grensmaasproject eindigt. Bovendien is het vooruitzicht dat de bouw van nieuwe infrastructuur terugloopt, met als mogelijk gevolg dat het betonpuin dat nu grotendeels onder nieuwe wegen verdwijnt zich gaat ophopen. Het benutten van de potentie aan eco-innovaties en door middel van hoogwaardig hergebruik invulling geven aan een circulaire economie biedt kansen voor de Nederlandse betonketen. De keten kan de milieuprestaties flink verbeteren, maar ook de kennis over duurzaam cement en beton exploiteren op buitenlandse markten. In Nederland wordt met verschillende technieken geëxperimenteerd om de (primaire) grondstoffen weer terug te winnen. Bij een gebrek aan een echte Nederlandse cementindustrie, en dus beperkte gevestigde (Nederlandse) belangen, lijkt het een kansrijke optie voor de toekomst om in te zetten op de ontwikkeling en toepassing van alternatieven voor cement en het terugwinnen van cementsteen. Naast de rol die de overheid heeft om via het aanbestedingsbeleid koplopers uit te dagen en via het beprijzen en reguleren achterblijvers aan te

sporen in beweging te komen, ligt er een rol voor de overheid om te voorkomen dat baanbrekende langetermijnopties buiten de boot vallen. Dit geldt niet alleen voor baanbrekende opties binnen de betonketen, maar ook voor andere constructieve materialen die een mogelijk alternatief vormen voor beton, zoals vezelversterkte kunststof. Als een circulaire betonketen tot stand komt, zal de organisatie van de keten sterker zijn dan ooit. Het gevolg daarvan is wel dat alternatieve constructiematerialen moeilijker een voet tussen de deur krijgen. Om baanbrekende opties binnen en buiten de betonketen in de toekomst meer kans te geven, kan de overheid een verdergaande rol innemen door publieke normen te stellen die de privaat gestelde normen vervangen. Dergelijke signalen worden ook vanuit de keten zelf afgegeven. Dit kan alleen als de overheid voldoende kennis over de ontwikkelingen in de keten heeft.

3 Eco-innovatie in de glastuinbouw

De Nederlandse glastuinbouw behoort tot de meest efficiënte landbouwsystemen ter wereld wat betreft ruimte-, water- en nutriëntegebruik. Deze voorsprong in efficiëntie heeft zich in het verleden vertaald in een sterke concurrentiepositie. De Nederlandse glastuinbouw heeft altijd tot de economisch meest vitale en meest innovatieve agrarische sectoren behoord, en wordt vaak aangeduid als de 'parel van de Nederlandse landbouw'. Aan dat tijdperk lijkt echter een einde te zijn gekomen (Van Velden 2013). Door inkrimping van de markt als gevolg van de wereldwijde recessie, maar vooral ook door toenemende buitenlandse concurrentie en overaanbod staan de prijzen voor glastuinbouwproducten sterk onder druk, en daarmee ook de inkomsten. Dit heeft gevolgen voor de financiële weerbaarheid van de keten: meer dan de helft van de ondernemingen genereert onvoldoende inkomsten voor investeringen en renteaflissingen, en is daardoor financieel ongezond.³ Benutting van het technisch potentieel voor eco-efficiëntie biedt kansen voor de keten om zijn concurrentiepositie weer te versterken. In dit hoofdstuk beantwoorden we de vraag waarom een deel van de potentie van eco-innovatie in de Nederlandse glastuinbouwketen onbenut blijft.

We vervolgen dit hoofdstuk met een schets van de huidige economische en ecologische prestaties van de Nederlandse glastuinbouw, gevolgd door een beknopte bespreking van kansrijke opties voor vergroening. Daarna presenteren we de belangrijkste gevonden barrières voor vergroening van de glastuinbouwketen. We sluiten het hoofdstuk af met beleidsaanbevelingen gericht op het optimaal benutten van de potentie voor eco-innovatie.

3.1 Economische schets

De glastuinbouw speelt een belangrijke rol binnen de agrarische productie in Nederland. De ruim 67.000 agrarische bedrijven die Nederland in 2013 telde, zetten gezamenlijk ruim 21 miljard euro om (CBS). Van die omzet nam de melkveehouderij 30 procent voor haar rekening. De glastuinbouw⁴ komt op een tweede plaats, met zo'n 24 procent, ofwel 5 miljard euro. In 2009 waren in glastuinbouwbedrijven zo'n 44.000 mensen werkzaam (Productschap Tuinbouw 2011). Daarnaast biedt de glastuinbouw indirect werkgelegenheid aan duizenden mensen in de toeleverende industrie, logistiek, groothandel en detailhandel. In figuur 3.1 is de Nederlandse glastuinbouwketen schematisch weergegeven.

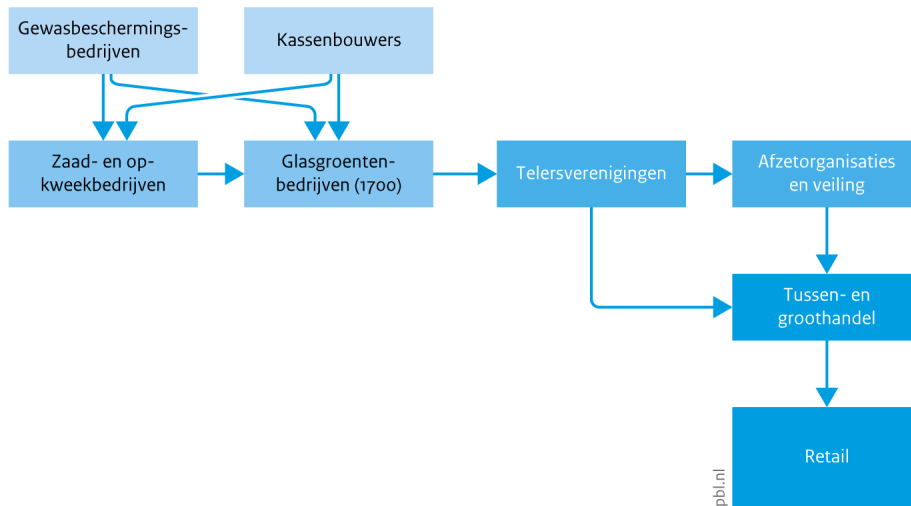
De moderne glastuinbouw heeft zich in de tweede helft van de vorige eeuw ontwikkeld. Door kassen warm te stoken konden in Nederland nieuwe groenten als tomaten en paprika's op grotere schaal worden geproduceerd, en werd het bovendien mogelijk om bepaalde groenten het hele jaar door te telen. Vanaf de jaren zestig is het aantal glastuinbouwbedrijven en hectaren glas flink toegenomen. De beschikbaarheid van aardgas maakt het mogelijk om de kassen relatief goedkoop en schoon te verwarmen en draagt verder bij aan de groei van de keten. Glasgroenten hebben een steeds belangrijker aandeel in de Nederlandse export van

³ LTO Glaskracht op basis van McKinsey analyse (Consultancy.nl 2014).

⁴ Bestaande uit de volgende CBS-categorieën: snijbloemenbedrijven, glasgroentebedrijven en pot- en perkplantenbedrijven. In het vervolg van de analyse in dit hoofdstuk ligt de nadruk op de glasgroenteketen.

landbouwproducten; 'afkomstig uit Holland' wordt als een garantie voor kwaliteit gepromoot. Ondertussen ontwikkelt zich een min of meer zelfstandige industrie van toeleveranciers en ontstaat het geroemde innovatiecluster, waarin tuinders en toeleveranciers nauw samenwerken aan innovaties.

Figuur 3.1
De glastuinbouwketen



Bron: SEO 2011

Concurrentie op de kostprijs

In de jaren negentig deden zich belangrijke verschuivingen voor in de afzetstructuur van de glastuinbouw (glasgroente). Voor het leveren van grote partijen aan de supermarkten voldeed het traditionele systeem van coöperatieve veilingen – met de mogelijkheid om 'door te draaien' bij te lage prijzen – niet langer. Ondertussen resulteerden de prijzenoorlogen tussen de supermarkten in steeds lagere afzetprijzen voor diverse landbouwproducten, waaronder ook tuinbouwproducten. Om bij deze lage prijzen toch rendabel te kunnen produceren, zijn tuinders zich vervolgens steeds meer gaan toeleggen op kostprijsreductie. De focus op de kostprijs bleek ten koste te gaan van de kwaliteit, zoals de sector pijnlijk duidelijk werd gemaakt door de Duitse consument die zich afkeerde van de *Holländische Wasserbombe*. Het Nederlandse kwaliteitsimago had een deuk opgelopen en de glastuinbouw verloor een aanzienlijk deel van de Duitse afzetmarkt. Het was tevens een signaal dat de strategie van kostprijsreductie haar grenzen begon te bereiken en het noodzakelijk werd dat de glastuinbouw zich weer op basis van kwaliteit in de markt kon onderscheiden. Sindsdien is er in de glastuinbouw toenemende aandacht voor het ontwikkelen van nieuwe product-marktcombinaties, maar blijft het concurreren op kostprijs nog steeds de dominante strategie.

3.2 Ecologische schets

Er zijn diverse ecologische thema's waarbij de glastuinbouw een belangrijke rol speelt, zoals watergebruik, gebruik van gewasbeschermingsmiddelen, het sluiten van nutriëntencycli en het gebruik van energie. Daarnaast heeft de glastuinbouw invloed op de landschapskwaliteit. De aanblik van de grote kassencomplexen en de lichtvervuiling die er vaak mee gepaard gaat worden doorgaans ervaren als een aantasting van de landschappelijke kwaliteit. Op verschillende thema's heeft de glastuinbouw de afgelopen decennia grote vooruitgang geboekt. De gesloten omgeving van de kas heeft het mogelijk gemaakt om van chemische

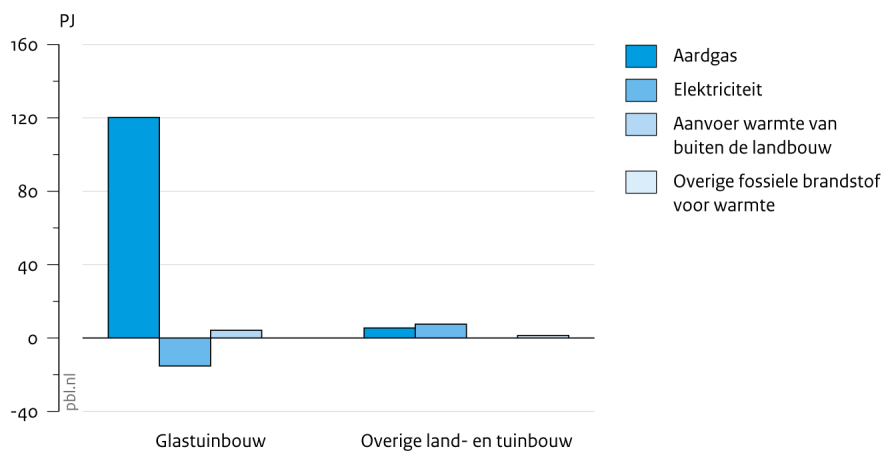
plagbestrijding vrijwel geheel over te gaan op biologische plagbestrijding. Door gebruik te maken van substraatteelt kan de dosering van nutriënten zeer nauwkeurig worden geregeld en kunnen uitgespoelde nutriënten worden opgevangen en hergebruikt. De waterbesparing in de glastuinbouw is zeer groot ten opzichte van de teelt van vergelijkbare gewassen in de volle grond en open lucht. Dit is vooral een voordeel in gebieden waar zoet water schaars is, en biedt kansen voor de export van de Nederlandse glastuinbouwkennis en -kunde.

Energiegebruik

Ook op het gebied van energiegebruik is veel vooruitgang geboekt. De glastuinbouw gebruikt in 2013 56 procent minder energie per eenheid product ten opzichte van 1990 (Van der Velden & Smit 2014). Desondanks heeft de glastuinbouw, met 88 procent, veruit het grootste aandeel in het energieverbruik van de Nederlandse landbouwsector (zie figuur 3.2). Het gasverbruik van de glastuinbouw komt overeen met een kleine 10 procent van het binnenlandse gasverbruik.

Een deel van het gasverbruik wordt via warmtekrachtkoppeling omgezet in elektriciteit. Een deel van deze elektriciteit wordt in de glastuinbouw zelf gebruikt, onder andere voor belichting. De rest van de opgewekte elektriciteit wordt teruggeleverd aan het elektriciteitsnet. De elektriciteitsproductie door de glastuinbouw bedraagt zo'n 10 procent van het Nederlandse elektriciteitsverbruik. De netto teruglevering aan het net bedroeg in 2013 4,2 miljard kilowattuur, wat overeenkomt met het elektriciteitsverbruik van zo'n 1,3 miljoen huishoudens, ofwel 17 procent van de huishoudens.

Figuur 3.2
Energieverbruik glastuinbouw en overige land- en tuinbouw, 2013



Bron: CBS en LEI

De glastuinbouw heeft veruit het grootste aandeel in het energieverbruik van de Nederlandse landbouwsector.

Aardgas is veruit de belangrijkste energiebron voor de glastuinbouw. Nog geen 3 procent van de binnen de glastuinbouw gebruikte energie was in 2013 afkomstig van hernieuwbare bronnen (Van der Velden & Smit 2014). Binnen het in 2008 afgesloten convenant 'Schone en Zuinige Agrosectoren' is een aandeel hernieuwbare energie van 20 procent in 2020 afgesproken. In de 'Meerjarenafspraak Energietransitie Glastuinbouw 2014-2020' heeft dit doel plaatsgemaakt voor het overkoepelende doel van een maximale CO₂-uitstoot door de sector van 6,2 megaton in 2020, en een energiebesparing in 2020 van 11 petajoule ten opzichte van 2011. De sector wil primair worden afgerekend op CO₂-uitstoot en niet op het aandeel hernieuwbare energie.

CO₂-uitstoot

In 2012 sloten de glastuinbouwketen en de Nederlandse overheid voor de periode 2013-2020 het 'Convenant CO₂-emissieruimte binnen het CO₂-sectorsysteem glastuinbouw'. Hierin is voor het jaar 2020 een totale emissieruimte opgenomen van 6,2 megaton CO₂ (tegen een uitstoot van 6,8 megaton in 2013). De sector beschouwt dit emissiedoel als het primaire doel voor de energietransitie, omdat energiebesparing en het overstappen op hernieuwbare energie instrumenteel zijn aan het verminderen van CO₂-emissies. Om het doel te halen, zal de CO₂-uitstoot van de sector jaarlijks met 2,6 procent moeten afnemen. In vergelijking met de jaarlijkse verlaging van 1,74 procent voor de bedrijven⁵ die opereren binnen het Europese CO₂-handelssysteem (ETS) is dat een ambitieuze afspraak.

Ter compensatie mag de glastuinbouwsector gebruikmaken van een verlaagd tarief voor de energiebelasting. Mocht de sector het emissieplafond van 6,2 megaton in 2020 echter overschrijden, dan moet het teveel aan verbruikt aardgas met de overheid worden verrekend tegen het equivalent van de geldende CO₂-prijs. Om freeriden te kunnen voorkomen, is in het verlengde van het Nationaal Energieakkoord (SER 2013a) afgesproken om aanvullend een privaat systeem – het energiebesparingssysteem glastuinbouw (EBG) – te introduceren, dat het mogelijk maakt om de CO₂-uitstoot naar individuele bedrijven te kunnen vertalen. Bedrijven krijgen in dit systeem individuele CO₂-plafonds toebedeeld. Bij overschrijding van dit plafond geldt een minimale verrekenprijs van 20 euro per ton zolang de prijs van internationaal verhandelbare CO₂-emissierechten lager is.

3.3 Opties voor vergroening

De glastuinbouw is sterk gebleken in het verbeteren van de energie-efficiëntie, maar de toenemende schaarste aan fossiele grondstoffen vereist ook een omschakeling naar meer hernieuwbare energiebronnen. Het aandeel hernieuwbare energie in de glastuinbouw bedroeg 2,9 procent in 2013, tegen een gemiddeld percentage voor Nederland van 4,5 procent. Waar de glastuinbouw bij de reductie van CO₂-emissies, mede door het grootschalige gebruik van warmtekrachtkoppeling, ver vooroploopt ten opzichte van het landelijk gemiddelde, daar blijft de sector bij het gebruik van hernieuwbare bronnen dus achter (eveneens als gevolg van het grootschalige gebruik van warmtekrachtkoppeling). Daarnaast vormt het halen van de emissie- en energiebesparingsdoelstellingen voor 2020 nog een forse opgave.

Kas als Energiebron

Om deze opgave het hoofd te bieden, werkt de overheid samen met de sector binnen het programma 'Kas als Energiebron' aan innovaties die de energietransitie binnen de glastuinbouw verder kunnen brengen. De ambitie van dit programma is dat het in 2020 mogelijk is om in nieuwe kassen op een rendabele wijze klimaatneutraal te telen. Voor 2050 heeft het programma de ambitie dat de gehele glastuinbouwsector klimaatneutraal is. Om aan deze opgave en ambities tegemoet te komen, is een meertrapsstrategie in het leven geroepen, waarbij voor de korte en middellange termijn wordt ingezet op het versnellen van veelbelovende opties als 'Het Nieuwe Telen', het gebruik van aardwarmte en het stimuleren van regionale samenwerking tussen bedrijven binnen en buiten de sector.

Het Nieuwe Telen

Bij 'Het Nieuwe Telen' (HNT) gaat het om teeltmethoden die het mogelijk maken om op basis van nieuwe, natuurkundige inzichten in de groei van planten een aanzienlijke energiebesparing te realiseren. Omdat voor het toepassen van deze nieuwe teeltmethoden slechts geringe

⁵ Overigens opereert ook een klein deel van de Nederlandse glastuinbouwbedrijven binnen het ETS. Het CO₂-sectorsysteem voor de glastuinbouw en het private energiebesparingssysteem glastuinbouw (EBG) is op deze bedrijven niet van toepassing.

investeringen in bestaande kassencomplexen nodig zijn, is deze optie extra kansrijk in de huidige periode waarin de sector economisch onder druk staat en er weinig middelen zijn om te investeren in nieuwe technieken. Met behulp van 'Het Nieuwe Telen' kan tot 2020 naar schatting in totaal een energiebesparing van 7 petajoule worden gerealiseerd.⁶

Aardwarmte

Bij een optimaal gebruik van aardwarmte kan 10 tot 20 procent van het energiegebruik in de glastuinbouw worden verduurzaamd. Afhankelijk van het tempo van energiebesparing in de sector kan dit aandeel nog hoger uitvallen.⁷ De toepassing van aardwarmte staat in Nederland nog in de kinderschoenen. Als sector loopt de glastuinbouw – met acht projecten – in Nederland voorop met het toepassen van aardwarmte. De hele keten van operators, toeleverende industrie tot wetgeving en toezicht is in ontwikkeling en doorloopt momenteel een steile leercurve. In Frankrijk, waar al dertig jaar ervaring is met aardwarmte, heeft de ontwikkeling van de toepassing van aardwarmte en het ontwikkelen van de hele keten vijftien jaar geduurd. Naar schatting is het gebruik van aardwarmte in 2020 goed voor een CO₂-reductie van 0,3 megaton. Dit komt overeen met een energiebesparing van 5 petajoule, ofwel 5 procent van het energiegebruik van de sector.⁸

Regionale uitwisseling energie en reststromen

Regionale samenwerking tussen tuinbouwbedrijven op energiegebied (energienetwerken) en van tuinbouwbedrijven met bedrijven in andere sectoren (bijvoorbeeld biogas uit mestvergisters, alternatieve CO₂-bronnen, restwarmte) biedt extra kansen voor verdere energiebesparing en verduurzaming. In het 'Plan van aanpak Energiewinst in de regio' staat de vraag centraal hoe projecten rond verduurzaming en energiebesparing beter kunnen landen in de regio, en hoe synergie kan worden gecreëerd tussen regionale partijen.⁹ Een versnelling van de regionale samenwerking zou voor de sector kunnen resulteren in een energiebesparing van 3 tot 5 petajoule in 2020.

Maatwerk en praktijkdemonstraties als voorwaarden voor systeeminnovaties

Behalve de genoemde opties zijn er op de langere termijn systeeminnovaties nodig om in 2050 een klimaatneutrale glastuinbouw te kunnen realiseren. Het gaat dan naast aardwarmte om andere, ongedachte en soms voor onmogelijk gehouden combinaties van kennis en technologie waarbij een structurele wijziging optreedt. Economisch perspectievolle energiedoorbraken voor de glastuinbouw moeten passen in de specifieke omstandigheden van de sector en de bedrijven. Kassen zijn niet vergelijkbaar met gebouwen en het rendement in de glastuinbouw is dermate laag dat slechts goedkope oplossingen tot implementatie zullen leiden. Innovatiedoorbraken die tot aanzienlijke energiebesparingen of tot de inzet van hernieuwbare energiebronnen leiden, dienen bovendien aan specifieke eisen te voldoen. Het grote scala aan producten in de glastuinbouw brengt ook een groot scala aan verschillende (teelt)omstandigheden met zich, waarvoor passende oplossingen moeten worden bedacht die – om de telers te overtuigen – ook in de praktijk dienen te worden gedemonstreerd. Een goede afstemming tussen onderzoek, praktijkdemonstraties, monitoring, kennisuitwisseling en gerichte subsidies vormen volgens de sector de cruciale voorwaarden voor het laten ontkiem van potentiële systeeminnovaties.

⁶ Zie Versnellingsplan Het Nieuwe Telen – Kas als Energiebron, http://www.jaarplankasalsenergiebron.nl/fileadmin/user_upload/e2020/Images_2014/VersnplanHNTGtb_incl_samvat_26032014.pdf.

⁷ Beleidsbrief Glastuinbouw, TK, vergaderjaar 2013-2014, 32 627, nr. 14.

⁸ Zie Versnellingsplan Aardwarmte – Kas als Energiebron, https://www.kasalsenergiebron.nl/content/docs/Over_ons/Versnellingsplan_Aardwarmte.pdf.

⁹ Zie Plan van aanpak Energiewinst in de regio – Kas als Energiebron, https://www.kasalsenergiebron.nl/content/docs/Over_ons/Plan_van_aanpak_Energiewinst_in_de_regio.pdf

3.4 Barrières voor vergroening

De glastuinbouw kampt met economische tegenwind. Deels is dit het gevolg van de wereldwijde economische crisis die in 2008 haar intrede deed. Maar ook incidenten als de EHEC-crisis in 2011 en de handelsboycot door Rusland hebben een negatief effect gehad op de inkomens van de sector. Naast deze incidentele en conjuncturele factoren is er een meer structurele verklaring voor de ongunstige economische positie waarin de sector verkeert, en het gebrek aan investeringsvermogen dat daarvan het gevolg is, namelijk de structuur van de sector.

Sectorstructuur leidt tot gebrek aan investeringsvermogen

De glastuinbouw heeft zich in de afgelopen decennia ontwikkeld tot een volwassen markt waar primair wordt geconcentreerd op kostprijs. Dit heeft geleid tot een grote druk op de marktprijzen, waardoor de inkomsten van de sector overwegend laag zijn en er nauwelijks geld over is om te investeren in eco-innovatie. Daarnaast betekenen de lage marktprijzen dat de terugverdientijd van grote investeringen in eco-innovatie lang zal zijn.

De concurrentie op kostprijs heeft een sectorstructuur in de hand gewerkt die het extra lastig maakt om uit de negatieve prijsspiraal te ontsnappen. Om mee te kunnen in die concurrentiestrijd hebben veel glastuinders ingezet op schaalvergroting. Op sectorniveau gaat schaalvergroting doorgaans gepaard met een toename van het aanbod enerzijds, en hogere kapitaallasten anderzijds. Door de toename van het aanbod komen de prijzen verder onder druk te staan, terwijl de hogere kapitaallasten de solvabiliteit – de verhouding tussen eigen en vreemd vermogen – van de glastuinbouwbedrijven steeds verder verkleinen. De lage solvabiliteit maakt het voor externe financiers risicovol om (nog meer) krediet te verlenen voor het investeren in eco-innovaties.

Wanneer er geen verstoring van de markt plaatsvindt zal het marktmechanisme zijn werk doen, en zullen er bij een situatie van overaanbod en lage prijzen op termijn bedrijven verdwijnen. Hierdoor neemt vervolgens het aanbod af en kan het prijspeil zich weer herstellen. Bij de glastuinbouw treedt in dit mechanisme echter een vertraging op doordat de sector voor een groot deel extern is gefinancierd. Bovendien is het overgrote deel van deze externe financiering verstrekt door één bank, de Rabobank. Een faillissement van glastuinbouwbedrijven betekent dat externe financiers een verlies moeten nemen op hun kredietportefeuille, wat vooral voor de Rabobank een forse afschrijving kan betekenen. Externe financiers van de sector willen geen grote verliezen leiden op hun portefeuille en willen hun posities in de sector gecontroleerd afbouwen. Hierdoor verloopt de afname van bedrijven (en vooral de afbouw van het glasareaal) te langzaam om een sterk corrigerend effect op de marktprijs te kunnen hebben. Het systeem dat zich in de afgelopen decennia heeft ontwikkeld, en de financiering daarvan, vertraagt dus het zelfcorrigerende mechanisme van de markt, en maakt de transformatie naar een groenere glastuinbouw lastig.

Subsidies werken overproductie en inefficiënties in de hand

Een andere oorzaak voor het overaanbod, en de daarmee gepaard gaande lage marktprijzen, is de veelheid aan subsidies waarop de sector aanspraak kon maken. Subsidiering kan een middel zijn om bepaalde gewenste ontwikkelingen te stimuleren, maar ze kan ook marktverstoringen werken en ongewenste neveneffecten hebben. Zo konden tuinders die met subsidie een warmtekrachtkoppeling installatie aanschaffen met de verkoop van elektriciteit hun bedrijfsresultaat uit de zwarte cijfers houden. Soms is het bedrijfsresultaat zelfs zo gunstig dat externe financiers bereid zijn om krediet te verlenen voor een verdere uitbreiding van het bedrijf. Op deze manier heeft subsidie gericht op het verminderen van de CO₂-uitstoot door middel van warmtekrachtkoppeling als onbedoeld neveneffect dat er voor de sector meer kapitaal beschikbaar komt om de productie uit te breiden. De toename van het productaan-

bod dat daarmee gepaard gaat, zet de prijzen weer verder onder druk waardoor de negatieve spiraal van overproductie en lage prijzen in stand wordt gehouden. Een ander voorbeeld is de subsidie in het kader van de Gemeenschappelijke Marktordening (GMO) vanuit de Europese Unie. Deze subsidie heeft vooral tot doel om nieuwe product-marktcombinaties te ontwikkelen, maar is in de praktijk toch vooral ingezet voor het financieren van schaalvergroting en procesoptimalisatie van de bestaande (bulk)productie. Meer in het algemeen kan worden geconcludeerd dat subsidiëring aan de ene kant overaanbod creëert, wat vervolgens de marktprijzen drukt, en er aan de andere kant toe kan leiden dat relatief inefficiënte bedrijven in leven kunnen blijven (Baarsma et al. 2011). De inefficiënte bedrijven hebben niet of nauwelijks mogelijkheden om te investeren in eco-innovaties, maar door het prijsdrukende effect van overaanbod is het ook voor efficiënte bedrijven lastig om hun voorsprong in efficiëntie te vertalen in hogere marges en meer investeringsruimte voor eco-innovaties.

Gebrek aan betalingsbereidheid bij de consument

Een belangrijke barrière is dat investeringen in eco-innovaties moeten worden terugverdiend via de verkoop van de geteelde producten. Omdat de meerwaarde van duurzaam geteelde producten voor een gemiddelde consument niet zichtbaar is, is de betalingsbereidheid (te) laag. Als aannemelijk kan worden gemaakt dat milieuvriendelijke teelt ook lekkerder of gezonder is, dan kan dit zeker helpen bij het vermarkten van groene producten. Een alternatief voor het terugverdienen van investeringen in duurzaamheid is het werken met productcertificaten of keurmerken, waarbij de meerwaarde inzichtelijk wordt gemaakt. In de biologische teelt is deze slag al gemaakt en blijkt de betalingsbereidheid groter en koopt de consument bewuster (op keurmerken). In het gangbare segment is er voor de consument nog weinig te kiezen, omdat het aanbod nog sterk homogeen is wat betreft milieuvriendelijkheid.

Risico's en onzekerheden belemmeren de financiering van baanbrekende eco-innovaties

Een andere mogelijkheid om de investeringen in eco-innovatie terug te kunnen verdienen, is het creëren van een verdienmodel dat niet afhankelijk is van de opbrengsten van de geteelde producten, en waarbij nieuwe afzetmarkten worden gecreëerd. Een voorbeeld hiervan is warmtekrachtkoppeling, waarbij de opgewekte elektriciteit aan het net kan worden teruggeleverd. Een vergelijkbaar verdienmodel is mogelijk voor het gebruik van aardwarmte, wat een veel duurzamer energiebron is dan de gasgestookte warmtekrachtkoppeling. In plaats van elektriciteit kan in dit geval warmte worden geleverd aan externe afnemers. Een belangrijk verschil met het investeren in warmtekrachtkoppeling is dat met aardwarmte wordt geïnvesteerd in een vorm van hernieuwbare energie en dat de sector minder afhankelijk wordt van fossiele brandstof. Tegelijkertijd gaat de investering in aardwarmte gepaard met grote risico's en hoge kosten, wat een een grootschalige toepassing van deze energiebron voorlopig in de weg zit. Het boren naar aardwarmte vraagt namelijk hoge aanvangsinvesteringen. Ook gaat het gepaard met veel onzekerheden, zowel over de beschikbaarheid van voldoende warmte in de bodem als over het tot stand komen van een markt met voldoende vraag naar aardwarmte. Daarnaast worden er vanuit het Staatstoezicht op de Mijnen hoge veiligheidseisen gesteld aan het boren naar aardwarmte, vergelijkbaar met het boren naar fossiele brandstoffen. Maar door de veel lagere energiedichtheid van aardwarmte drukken de veiligheidskosten aanzienlijk zwaarder op de exploitatie. Door de grote risico's en onzekerheden rond aardwarmte is het lastig om financiers te vinden. Ook de subsidieregelingen rond hernieuwbare energie sluiten niet altijd even goed aan op de financieringsbehoefte. Subsidies in het kader van regeling Stimulering Duurzame Energieproductie (SDE+) gaan bijvoorbeeld pas lopen tijdens de exploitatiefase, terwijl bij aardwarmte juist in het begin, bij het boren, de grootste kosten zitten. De glastuinbouwketen werkt in samenspraak met de overheid aan het oplossen van dit soort knelpunten, onder andere door het instellen van een garantieregeling voor aardwarmte (RNES Aardwarmte) en de mogelijkheid om gebruik te maken van de Garantstelling Landbouw (GL) bij aardwarmteprojecten.

3.5 Rol van de overheid

De Nederlandse glastuinbouw heeft een sterke reputatie op het gebied van innovatie. De overheid heeft hierin altijd een grote rol gehad. De fijnmazige interactie tussen overheid, kennisinstellingen (WUR) en het georganiseerde bedrijfsleven in de vorm van productschappen, is binnen de land- en tuinbouw al decennia gemeengoed en heeft als voorbeeld gediend voor de 'gouden driehoek' die nu centraal staat in het Topsectorenbeleid. Ook op het gebied van verduurzaming is de innovatiekracht van de sector groot, zoals onder andere het programma 'Kas als Energiebron' laat zien. Er is een gezamenlijke ambitie voor de lange termijn geformuleerd, en er zijn doelen gesteld voor de korte termijn. Technisch en organisatorisch is er nog veel mogelijk om de sector duurzamer te maken, maar de uitdaging is om dit op een rendabele wijze te doen. Welke rol kan de overheid hierbij spelen?

Startpunt is een concrete langetermijnambitie

In de glastuinbouw hebben de verschillende betrokken partijen met de overheid gezamenlijk een langetermijnambitie geformuleerd voor 2050 en tussendoelen voor 2020. Momenteel zijn de sector en overheid in het kader van 'Kas als Energiebron' in onderhandeling over de doelen voor 2030. Het krachtig uitdragen van deze gezamenlijk overeengekomen ambities, ondersteund met voorspelbaar beleid, helpt partijen te mobiliseren en geeft investeerders een handelingskader voor de lange termijn. Zonder deze langetermijnzekerheid zullen bedrijven een veel kortere afschrijvingstermijn hanteren en zullen de risicovollere projecten minder snel doorgang vinden.

Veel opties vergen een internationale aanpak

De Nederlandse glastuinbouw opereert in een internationale markt en dat beperkt de mogelijkheden die de overheid heeft om nationaal 'in te grijpen'. Het eenzijdig aanscherpen van milieuregelgeving bijvoorbeeld, zet de concurrentiepositie onder druk, zonder dat het veel bijdraagt aan het oplossen van mondiale ecologische problemen, zoals klimaatverandering en verlies van biodiversiteit. Dit soort regelgeving moet op Europese schaal worden aangescherpt, zodat het speelveld eerlijk blijft. Hetzelfde geldt voor de CO₂-prijs. Een hogere CO₂-prijs is onmiskenbaar een grote prikkel om verder te verduurzamen, maar het verlagen van het CO₂-plafond, of het uit de markt nemen van emissierechten, is alleen mogelijk in Europees verband. Hoewel het overgrote deel van de glastuinbouwbedrijven niet deelneemt aan het ETS, werkt een hogere CO₂-prijs ook door in het CO₂-sectorsysteem omdat het teveel aan gebruikt aardgas wordt verrekend met het CO₂-equivalent van de CO₂-prijs.

Richting geven door het verminderen en stroomlijnen van subsidies

Desondanks heeft de overheid wel degelijk invloed op de wijze waarop de sector opereert en op de ruimte die er is voor de toepassing van eco-innovaties. De meest in het oog springende wijze waarop deze invloed tot uiting komt is via het omvangrijke subsidie-instrumentarium dat op de sector van toepassing is (Baarsma et al. 2011). Subsiëring kan zinvol zijn om gericht bepaalde gewenste ontwikkelingen aan te jagen, zoals de toepassing van nieuwe baanbrekende eco-innovaties. Maar zoals we eerder zagen kunnen subsidies ook marktversturend werken, waardoor er enerzijds te veel en anderzijds te weinig efficiënt wordt geproduceerd, met lagere prijzen en marges tot gevolg (Baarsma et al. 2011). Die lagere prijzen en marges beperken weer de investeringsruimte voor het toepassen van eco-innovaties. Het is dan ook raadzaam om bij de inzet van subsidies goed na te denken over mogelijke neveneffecten. Daarnaast is goede onderlinge afstemming tussen de verschillende subsidies van belang, maar daaraan lijkt het nu te ontbreken. Tegenover de miljoenen euro's aan subsidie voor het verduurzamen van de productie staat een belastingkorting op het gasverbruik van ongeveer 100 miljoen euro. Opties zoals warmtekrachtkoppeling worden hierdoor extra aantrekkelijk, omdat kan worden geprofiteerd van investeringssubsidies en gesubsidieerd gasverbruik. Maar het helpt bijvoorbeeld niet bij het vergroten van het aan-

deel hernieuwbare energie, een aspect waarop de sector dan ook achterblijft bij het Nederlandse gemiddelde. Door een betere onderlinge afstemming van subsidies kan de overheid een sterkere prikkel richting verduurzaming geven.

Maatwerk in financieringsarrangementen en regelgeving

Naast een goede onderlinge afstemming van subsidies is maatwerk een belangrijke voorwaarde voor verduurzaming. Bij baanbrekende eco-innovaties, zoals de toepassing van aardwarmte, komen vaak onverwachte aspecten om de hoek kijken die botsen met gangbare wet- en regelgeving en subsidie- en financieringsarrangementen. Zo vragen de hoge aanvangsinvesteringen bij het boren naar warmte om de beschikbaarheid van subsidiegelden vooraf, en niet pas tijdens de exploitatie, zoals nu het geval is bij de SDE+-regeling. Ook het voldoen aan bepaalde eisen in het kader van de Mijnbouwwet, voordat vergunningen kunnen worden afgegeven, brengt veel voorbereiding en kosten met zich zonder dat vooraf duidelijk is of warmtewinning uit de betreffende bron lonend kan zijn. Voor deze specifieke knelpunten zijn overigens de nodige oplossingen in de maak of reeds gevonden. Onder andere met de Green Deals en de garantieregeling voor aardwarmte (RNES Aardwarmte) heeft de overheid op het vlak van maatwerk de laatste jaren aanzienlijke stappen gezet.

Aanjagen van regionale herstructurering

Duurzaamheidswinst kan voor een belangrijk deel worden gerealiseerd door regionale samenwerking tussen tuinbouwbedrijven onderling en tussen tuinbouwbedrijven en andere bedrijven. Voor het goed kunnen benutten van elkaars energie en reststromen is een goede ruimtelijke clustering noodzakelijk. De meeste glastuinbouwgebieden zijn organisch gegroeid en een goede ruimtelijke clustering vraagt dan vaak een (gedeeltelijke) herstructurering van het glasareaal. Herstructurering en verplaatsing van glastuinbouwbedrijven komt nu, mede door de slechte economische situatie, moeizaam op gang. Vooral provinciale en gemeentelijke overheden kunnen een stimulerende en faciliterende rol spelen om dit soort herstructureringsprocessen vlot te trekken (Buurma et al. 2013).

Faciliteren van het zoeken naar nieuwe product-marktcombinaties

Wanneer voor de tuinbouwproducten een betere prijs kan worden ontvangen, ontstaat meer financiële ruimte om te investeren in eco-innovaties. Het realiseren van een betere prijs kan op verschillende manieren (EZ 2013b):

- door met bestaande producten nieuwe (overzeese) markten aan te boren die nog niet zijn overvoerd;
- door de bestaande productie op bestaande markten anders te vermarkten, bijvoorbeeld door het instellen van een duurzaamheidslabel;
- door producten voor bestaande markten meer te differentiëren in kwaliteit, zodat naast concurrentie op de prijs ook concurrentie op kwaliteit ontstaat;
- door nieuwe producten te ontwikkelen en nichemarkten aan te boren, bijvoorbeeld gericht op dieetvoeding of de farmacie.

Bij het creëren van deze verschillende product-marktcombinaties kan de overheid op verschillende manieren ondersteuning bieden. Ten behoeve van de toegang tot nieuwe overzeese markten kan zij handelsmissies uitvoeren en handelsafspraken maken. Met haar inkoopbeleid kan de overheid de markt voor duurzaam geproduceerde glastuinbouwproducten stimuleren, en met het Topsectorenbeleid kan onderzoek naar nieuwe producten voor hoogwaardiger nichemarkten worden ge(co)financierd.

Er rust uiteraard ook een verantwoordelijkheid bij de sector zelf. Niet overal in de glastuinbouw gaat het slecht. Toeleveranciers van zaden, kassen en klimaatsystemen verkopen hun producten en diensten in het buitenland en zijn daar succesvol in. Maar ze hebben die positie alleen maar kunnen opbouwen met behulp van de Nederlandse glastuinders. Het verkopen

van hardware en kennis in het buitenland is goed, maar levert voor de Nederlandse tuinders ook meer concurrentie op uit het buitenland. Tegelijkertijd hebben de toeleveranciers in Nederland een vitale glastuinbouwketen nodig waarmee ze samen hun producten verder kunnen ontwikkelen. Toeleveranciers in de glastuinbouw kunnen invulling aan hun verantwoordelijkheid geven door bijvoorbeeld wat meer risicovol in groene groei van de keten te investeren. De overheid kan, onder andere in kader van het Topsectorenbeleid, deze sterke spelers in de keten wat meer op hun 'ketenverantwoordelijkheid' wijzen.

Toezien op een goed functionerende markt

De Nederlandse glastuinbouw wil zijn positie in de markt versterken, maar dan moet de markt wel goed functioneren. De overheid heeft hier een belangrijke rol. Handelen in strijd met mededinging bijvoorbeeld, wordt doorgaans streng bestraft. Telersverenigingen die in het verleden hebben geprobeerd de marktprijs op te drijven door een deel van het aanbod niet op de markt te brengen, hebben dit aan den lijve kunnen ondervinden. Dat is niet voor niets, want het waarborgen van voldoende mededinging is noodzakelijk om markten goed te kunnen laten functioneren. Mededinging wordt echter niet alleen beperkt door knelpunten aan de inkoop- of verkoopkant van de markt, maar ook, en wellicht minder zichtbaar, door de wijze waarop marktactiviteiten worden gefinancierd. De relatief lage rentabiliteit van het land- en tuinbouwbedrijf maakt deze sector weinig aantrekkelijk voor grote investeerders. Het aantrekken van kapitaal is voor de land- en tuinbouw altijd al lastig geweest, wat in het verleden onder andere heeft geleid tot het oprichten van 'eigen' coöperatieve banken.

De bankensector is nog steeds de grootste kredietverlener in de land- en tuinbouw. In de glastuinbouw is het overgrote deel van de kredieten verleend door één bank. Een dergelijke concentratie van financiering kan een gezonde werking van de markt frustreren wanneer marktomstandigheden het noodzakelijk maken om af te schrijven op de kredietportefeuille. Een gezonde markt kent immers periodes van creatieve destructie, waarbij oude productiestructuren (versneld) worden afgeschreven en er ruimte komt voor nieuwe, innovatieve productiestructuren. Op dit moment lijkt het grootschalig te moeten afschrijven op verouderde productiestructuren de mogelijkheden tot vernieuwing in de glastuinbouw te beperken, en daarmee ook eco-innovatie. De overheid zou nadrukkelijker aandacht moeten hebben voor de financieringsstructuur van de sector en de wijze waarop deze structuur zich verhoudt tot processen van creatieve destructie.

3.6 Tot slot

De Nederlandse glastuinbouw heeft een sterke reputatie op het gebied van innovatie. Deze innovatiekracht heeft de sector in de naoorlogse decennia een internationale toppositie bezorgd op het gebied van efficiëntie. Ook op het gebied van eco-innovatie scoort de Nederlandse glastuinbouw nog altijd goed. Zijn koppositie is de laatste jaren echter onder druk komen te staan; concurrenten in het buitenland telen inmiddels bijna even efficiënt en vaak tegen een lagere kostprijs. Tegelijkertijd kunnen er op het gebied van het breed toepassen van eco-innovaties nog grote stappen worden gemaakt. Dat vergt echter investeringen, waarvoor onder de huidige marktomstandigheden, en gegeven de huidige sectorstructuur, weinig vermogen beschikbaar is.

De Nederlandse glastuinbouw zal het ook in de toekomst niet op kostprijs gaan winnen van de buitenlandse concurrentie, terwijl de primaire glastuinbouwproductie wel een cruciale schakel vormt in het succesvolle innovatiecluster. Wil Nederland deze innovatiekracht kunnen behouden en blijven benutten, dan zal de sector zich nadrukkelijker op kwaliteit moeten gaan onderscheiden. De kosten die met zo'n omschakeling zijn gemoeid zijn niet enkel door de tuinders op te brengen, maar zullen door de keten als geheel moeten worden opgebracht,

dus inclusief toeleverende en faciliterende schakels in de keten. Alleen dan kan er weer een vitaal Nederlands glastuinbouwcluster ontstaan, waar alle schakels in de keten wel bij varen, een cluster dat bovendien over voldoende financiële draagkracht beschikt om substantiële sprongen in eco-innovatie te financieren. De overheid kan hieraan een belangrijke bijdrage leveren door – binnen de grenzen van wat mogelijk is in een marktcontext – de noodzakelijke heroriëntatie op kwaliteitsproducten zo goed mogelijk te faciliteren. Maar vooral ook door nadrukkelijker richting te geven bij verduurzaming van de sector en de ontwikkeling van eco-innovatie te blijven ondersteunen.

Literatuur

- Adenfelt, M., M. Sanders & U. Stavlöt (2014), *Digging for gold in the green economy. Private investment in green venturing*, Brussels: European Liberal Forum.
- Agrimatie: <http://www.agrimatie.nl>.
- Beise, M. & K. Rennings (2005), 'Lead markets and regulation: a framework for analyzing international diffusion of environmental innovations', *Ecological Economics* 52: 5-17.
- Berkhout, P., H. Silvis & I. Terluin (red.) (2014), *Landbouw-Economisch Bericht 2014*, Den Haag: LEI.
- Bijleveld, M.M., G.C. Bergsma & M. van Lieshout (2013), *Milieu-impact van betongebruik in de Nederlandse bouw. Status quo en toetsing van verbeteropties*, Delft, CE Delft.
- Borrás, S & L. Seabrooke (eds.) (2015), *Sources of national institutional competitiveness: Sensemaking in institutional change*, Oxford: Oxford University Press.
- Caldecott, B. & J. McDaniels (2014), *Financial dynamics of the environment: Risks, impacts, and barriers to resilience*, Working Paper for the UNEP Inquiry.
- CBS (2011), *Energieverbruik in de landbouw (korte onderzoeksbeschrijving)*, Den Haag/Heerlen: CBS.
- CBS (2014), StatLine: Energieverbruik; land- en tuinbouw, Den Haag/Heerlen: CBS.
- Cement&BetonCentrum (2012), *Roadmap duurzaam cement*, 's-Hertogenbosch, <http://www.cementenbeton.nl/duurzaam-bouwen/cement-en-co2>.
- Cleantechgroup & WWF (2014), *The Global Cleantech Innovation Index 2014. Nurturing tomorrow's transformative entrepreneurs*.
- Compendium voor de Leefomgeving, <http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl0013-Energieverbruik-door-de-land--en-tuinbouw.html?i=6-40>.
- Corsten, M., E. Worrell, A. van Duin & M. Rouw (2010), *Saving Materials. Een verkenning van de potentiële bijdrage van duurzaam afval en recyclingbeleid aan broeikasgasemissie-reductie in Nederland*, Utrecht: UU GEOG Copernicus.
- Dialogic (2015), *Innoveren en ondernemen met beleid. Analytische achtergrondstudie van de beleidsdoorlichting artikel 12 (innovatie) en 13 (ondernemingsklimaat) ministerie van Economische Zaken*, Utrecht: Dialogic.
- Europese Commissie (2013), *Eco-Innovation Scoreboard. Eco-innovation Observatory*. <http://www.eco-innovation.eu/>.
- Europese Commissie (2015) *Innovation Union Scoreboard 2015*, België, Europese commissie, http://ec.europa.eu/growth/industry/innovation/facts-figures/scoreboards/index_en.html.
- EZ (2013a), *Kamerbrief Groene Groei: voor een sterke duurzame economie*, <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/kamerstukken/2013/03/28/kamerbrief-groene-groei-voor-een-sterke-duurzame-economie.html>.
- EZ (2013b), *Beleidsbrief Tuinbouw*, <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2013/10/21/beleidsbrief-tuinbouw>.
- EZ & IenM (2015), *Tussenbalans Groene Groei 2015*, <http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/rapporten/2015/06/18/tussenbalans-groene-groei-2015.html>.
- Grossman, G.M. & E. Helpman (2005), 'Outsourcing in a global economy', *Review of Economic Studies* 72: 135-159.
- Hanemaaijer, A. & S. Kruitwagen (2015), *Sturing geven aan groene groei. Opties voor een groenegroeiagenda*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

- Henderson, R.M. & K.B. Clark (1990), 'Architectural innovation: the reconfiguration of existing product technologies and the failure of existing firms', *Administrative Science Quarterly* 35: 9-30.
- Hekkert, M. & M. Ossebaard (2010), *De innovatiemotor. Het versnellen van baanbrekende innovaties*, Assen: Koninklijke Van Gorcum.
- Hekkert, M.P., R.A.A. Suurs, S.O. Negro, S. Kuhlmann & R.E.H.M. Smits (2007), 'Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change', *Technological Forecasting and Social Change* 74 (4): 413-432.
- Hoffman J., M. Smink & J. Wesseling (2015), 'Macht, energie en vermogen', *Tijdschrift Milieu*: maart.
- Consultancy.nl (2014), *LTO en McKinsey: Groentetelers moeten samenwerken*, <http://www.consultancy.nl/nieuws/9737/lto-en-mckinsey-groentetelers-moeten-samenwerken>.
- Lanser D. & H. van der Wiel (2011), *Innovatiebeleid in Nederland: De (on)mogelijkheden van effectmeting*, CPB-Achtergronddocument, Den Haag: Centraal Planbureau.
- LEI (2014), *Energiemonitor van de Nederlandse glastuinbouw 2013*, Den Haag: Landbouw-Economisch Instituut.
- Lieshout, M. van (2015a), *Update Prioritering handelingsperspectieven verduurzaming. betonketen 2015. Kostencurve opgesteld op basis van quickscan van 16 door het MVO Netwerk Beton geselecteerde verduurzamingsopties*, Delft: CE Delft.
- Lieshout, M. van (2015b), *Vorbereiding convenant Concreet 2.0 binnen de Green Deal Beton. Gespreksagenda voor overleg tussen de Rijksoverheid en het MVO Netwerk Beton*, Delft: CE Delft.
- Mazzucato, M. (2013), *The entrepreneurial state – Debunking public vs. private sector myths*, Anthem Press.
- Mazzucato, M. & C.R. Penna (eds.) (2015), *Mission-oriented finance for innovation – New ideas for investment-led growth*, Policy Network and Rowman & Littlefield International.
- MVO Netwerk Beton (2011), *Green Deal 'verduurzaming betonketen' van MVO Nederland en partners in de betonketen in samenwerking met de Rijksoverheid*, http://www.mvonderland.nl/system/files/media/geheel_ondertekende_deal_30.pdf.
- Negro, S.O., Alkemade, F. & M.P. Hekkert (2012), 'Why does renewable energy diffuse so slowly? A review of innovation system problems', *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 16 (6): 3836-3846.
- PBL (2013a), *Wissels omzetten. Bouwstenen voor een robuust milieubeleid voor de 21^e eeuw*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- PBL (2013b), *Vergroenen en verdienen. Op zoek naar kansen voor de Nederlandse economie*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Pinxterhuis, G. (2014), *Versneld naar marktgerichtheid. Programmaplan marktgericht innovatiesysteem glastuinbouw*, SIGN/InnovatieNetwerk
- Porter, M.E. (1985), *Competitive advantage*, New York: The Free Press.
- Productschap Tuinbouw (2011), *Tuinbouwcijfers 2010*, Productschap Tuinbouw.
- Rennings, K. (2000), 'Redefining innovation – Eco-innovation research and the contribution from ecological economics', *Ecological Economics* 32: 319–332.
- Roza, C. (2006), *Kas als energiebron. Keerpunt en katalysator*, Utrecht/Bleiswijk: Innovatie-Netwerk/Stichting Innovatie Glastuinbouw.
- SEO (2011), *Boer zoekt duurzaamheid. Publiek belang en duurzaamheid in de productie van varkensvlees en glasgroenten*, Amsterdam: SEO Economisch Onderzoek.
- SER (2013a), *Energieakkoord voor duurzame groei*, Den Haag: Sociaal-Economische Raad.
- SER (2013b), *Werkdocument Tafel 3: Versnelling van de commercialisering van innovatie en schone energie- en adaptatietechnologieën*, www.energieakkoordser.nl.
- Smink, M.M., M.P. Hekkert & S.O. Negro (2015), 'Keeping sustainable innovation on a leash? Exploring incumbents' institutional strategies', *Business Strategy and the Environment* 24: 86-101.

- Suurs, R.A.A. (2009), *Motors of sustainable innovation: Towards a theory on the dynamics of technological innovation systems*, Utrecht University.
- Velden, P. van (2013), *De Nederlandse glastuinbouw: End of an era*, Foodlog, <http://www.foodlog.nl/artikel/het-rommelt-in-de-tuinbouw/>.
- Velden, N.J.A. van der & P.X. Smit (2014), *Energiemonitor van de Nederlandse glastuinbouw 2013*, Wageningen: LEI Wageningen UR.
- Vooren, A. van der & A. Hanemaaijer (2015), *De vallei des doods voor eco-innovatie in Nederland*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.
- Wesseling, J.H. (2015), *Strategies of car manufacturers in sustainability transitions*, Utrecht: Utrecht University.

Bijlage: geïnterviewde personen

Beton

Dhr. B. Albrechts	Holcim
Mevr. M. van Bakel	Suston Group BV
Dhr. T. Bouwman	EcoScala
Dhr. P. Broere	Branchevereniging Recycling Breken en Sorteren (BRBS)
Dhr. T. van Dalen	Van Dalen
Dhr. L. Dekker	Mebin
Dhr. J. Frenay	ENCI
Dhr. M. Galema	Fibercore Europe
Dhr. G.J. de Gier	Oranje BV
Dhr. F. Hoekemeijer	Heijmans
Dhr. H. Hofman	Strukton
Dhr. V. Jansen	Theo Pouw
Dhr. P. Lanser	Cement&BetonCentrum
Dhr. M. van Leeuwen	CRH
Dhr. W. van Niekerk	BAM → nu Tauw
Dhr. E. Peet	Bruil
Dhr. A.P. Pielkenrood	Bond van Fabrikanten van Betonproducten in Nederland (BFBN)
Dhr. M. van der Poel	Vereniging van Ondernemingen van Betonmortelfabrikanten in Nederland (VOBN)
Dhr. A. Pols	Betonmortelcentrale de Lek
Dhr. Y. Provoost	Rijkswaterstaat
Dhr. M.P.H. de Roos	Ministerie van Infrastructuur en Milieu
Dhr. E. Schut	Rijkswaterstaat
Dhr. H.M.L. Schuur	Bond van Fabrikanten van Betonproducten in Nederland (BFBN)
Dhr. E.M.M. Vermeulen	Van Nieuwpoort
Mevr. L.A.C. van der Voort	Cascade
Dhr. T. van der Wal	VBI Ontwikkeling BV
Mevr. W. de Wit	Van Nieuwpoort
Dhr. E. Worrell	Universiteit Utrecht

Glastuinbouw

Dhr. P. Broekharst	LTO-Glaskracht
Mevr. S. Goetgeluk	Topteam Tuinbouw & Uitgangsmaterialen
Dhr. P. Klapwijk	GreenQ
Dhr. G.J. Meeuws	PlantLab
Mevr. M. Prins	Priva
Mevr. P. van Velden	Onafhankelijk tuinbouwjournalist
Mevr. J. Vogelenzang	Wageningen UR