

Macro-economische verkenning betonakkoord

MKBA Handelingsperspectieven en
financiële instrumenten

eib

Economisch Instituut
voor de Bouw

Macro-economische verkenning betonakkoord

Het auteursrecht voor de inhoud berust geheel bij de Stichting Economisch Instituut voor de Bouw. Overnemen van de inhoud (of delen daarvan) is uitsluitend toegestaan met schriftelijke toestemming van het EIB. Het is geoorloofd gegevens uit dit rapport te gebruiken in artikelen en dergelijke, mits daarbij de bron duidelijk en nauwkeurig wordt vermeld.

Februari 2016

Macro-economische verkenning betonakkoord

MKBA Handelingsperspectieven en
financiële instrumenten

M. Zuidema

R. Saitua

N. Smit



Economisch Instituut
voor de Bouw

Inhoudsopgave

Conclusies op hoofdlijnen	7
1 Inleiding	11
2 Macro-economische verkenning	13
2.1 Verwachtingen van de vraag naar cement en beton	13
2.2 Verwachtingen grondstoffen voor beton en cement	14
2.2.1 Hergebruik cement en beton	14
2.2.2 Ontwikkeling aanbod alternatieve grondstoffen	14
3 Analyse handelingsperspectieven en instrumenten	17
3.1 Algemeen	17
3.2 Handelingsperspectieven om CO ₂ -uitstoot te reduceren	18
3.2.1 Introductie	18
3.2.2 Rendabele handelingsperspectieven	18
3.2.3 Handelingsperspectieven die minder kansrijk zijn	24
3.2.4 Risico's en onzekerheden	25
4 Financiële instrumenten	27
5 Economische effecten	29
5.1 Effecten op de economie	29
5.2 Maatschappelijk perspectief	29
5.3 Circulaire economie	32
Literatuurlijst	35
EIB-publicaties	37

Conclusies op hoofdlijnen

In opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Milieu heeft het Economisch Instituut voor de Bouw (EIB) de maatschappelijke kosten en baten geanalyseerd van verschillende opties om de betonketen te verduurzamen.

Kansrijke verduurzamingsopties voor betonketen

Er zijn verschillende kansrijke verduurzamingsopties voor de betonketen. In 2025 kan naar schatting op een bedrijfseconomisch rendabele manier 523.500 tot 639.000 ton CO₂ per jaar bespaard worden. De besparingspotentie is ontleend aan het onderzoek van CE Delft naar zeven concrete 'handelingsperspectieven' voor de sector (Tabel 0.1).

Minder rendabele maatregelen bieden nog eens een besparingspotentie van ongeveer 130.000 tot 140.000 ton CO₂. Dat maatregelen bedrijfseconomisch onrendabel zijn, betekent niet dat de maatregelen vanuit een maatschappelijk perspectief onaantrekkelijk zijn. Verduurzamingsopties als zonnepanelen, windenergie en elektrische auto's worden ook gesubsidieerd met het oog op de milieuwinsten. De totale CO₂-reductie bedraagt dan om en nabij 25% van de huidige CO₂-uitstoot in de keten. Ter vergelijking, dit is iets meer dan 4% van de reductie die in het Energieakkoord is afgesproken.

Tabel 0.1 Handelingsperspectieven en mogelijke CO₂-besparing in ton per jaar in 2025, in een bandbreedte

Handelingsperspectief	Laag	Hoog
Geopolymeer	195.000	286.000
Korrelpakkingoptimalisatie	173.000	196.000
CSA Beliet	83.000	83.000
Bouwplanning laagbouw	72.000	72.000
Zelfhelend beton	500	2.000
Totaal rendabele maatregelen	523.500	639.000
Mechanische cementrecycling	58.000	58.000
Demontabel beton	70.000	88.000
Totaal onrendabele maatregelen	128.000	146.000

Bron: CE Delft, bewerking EIB

Drie soorten maatregelen

De gepresenteerde handelingsperspectieven hebben betrekking op de maatregelen die in de keten genomen kunnen worden om te verduurzamen. De maatregelen zijn in drie groepen in te delen:

- Maatregelen gericht op vervanging van cement
- Maatregelen gericht op het optimaliseren van het betongebruik
- Circulaire maatregelen gericht op CO₂-besparing

Vervanging van cement

De productie van cement is erg energie-intensief en bepaalt voor een belangrijk deel de CO₂-uitstoot in de betonketen. 'Geopolymeer' en 'CSA Beliet' zijn twee vervangers voor het bindersysteem bij de productie van cement. Het energieverbruik ligt beduidend lager; de cementvervangers dragen het meeste bij aan de berekende CO₂-reductie. In de praktijk wordt met beide toepassingen al geëxperimenteerd. De vooralsnog hogere productiekosten, onzekerheid over de kwaliteit en strenge toelatingscriteria voor het product voorkomen een breder gebruik op de betonmarkt.

De productiekosten kunnen naar verwachting omlaag bij opschaling. Versnelling van de procedures om het product tot de markt toe te laten helpen daarbij. Onzekerheid over de kwaliteit van het product is weg te nemen door middel van pilots en het demonstreren van de effecten. Als sprake is van overzichtelijke risico's kan gedacht worden aan een waarborgfonds ter compensatie voor opdrachtgevers. Ook middels convenanten onder opdrachtgevers of productcertificaten kan het gebruik van deze duurzame betonproducten gestimuleerd worden.

Optimaliseren van betongebruik

'Korrelpakkingoptimalisatie' en 'Bouwplanning' zijn twee handelingsperspectieven die aansturen op een energie-efficiënt gebruik van beton. Korrelpakkingoptimalisatie gaat uit van het versterken van beton door een hoogwaardiger gebruik van de grondstoffen. Hierdoor wordt bespaard op het cementverbruik. Hiertegenover staan kostenverhogende investeringen in opleiding van personeel en silo's voor de opslag van grondstoffen. Onbekendheid met de technologie en vereiste investeringen belemmeren een uitgebreide toepassing in de markt. Een innovatiefonds kan helpen om deze technologie verder te ontwikkelen en kennis via bijvoorbeeld scholing te verspreiden.

Als beton de kans wordt geboden om langer uit te harden, hoeft minder cement te worden gebruikt om dezelfde sterkte te halen, waardoor minder CO₂-producerend portlandklinker nodig is. Het beperkte bedrijfseconomische belang hiervan en 'split incentives' voorkomen echter dat hiervoor in de praktijk veel aandacht is. De opgave is om explicieter aandacht te krijgen voor de uithardingstijden van beton in de bouwplanning. Dat bewustzijn is nodig aan de productiekant en vraagt ook om informatievoorziening richting opdrachtgevers.

'Zelfhelend beton' is een nieuwe veelbelovende technologie ontwikkeld door de TU Delft, waarbij (alkalifiele) bacteriën in het beton leven en kalksteen produceren waarmee scheurtjes worden gedicht. De onderhoudskosten van beton worden hierdoor lager en de levensduur langer. Daar tegenover staat dat de productie van beton duurder is.

Maatregelen gericht op circulariteit

Het hoogwaardiger hergebruiken van betonnen hoofdconstructies ('Demontabel beton') beperkt de CO₂-intensiteit van het productieproces. Denk aan het hergebruik van kanaalplaten uit vloeren van kantoren voor nieuwe woningen. Bedrijfseconomisch is deze maatregel nu niet aantrekkelijk vanwege de hoge kosten. Hier kan in de ontwerpfase beter rekening mee worden gehouden, echter levert dit pas op de zeer lange termijn duurzaamheidswinst op, wanneer de nieuwe gebouwen weer gesloopt gaan worden. Op korte termijn kan gedacht worden aan het maken van afspraken met opdrachtgevers en ontwerpers over hoogwaardiger hergebruik. Om onrendabele toppen af te dekken, kan bijvoorbeeld een verwijderingsbijdrage een rol spelen.

Het initiatief 'Mechanische betonrecycling' gaat uit van het breken van betonpuin. Hierbij komt betongranulaat en een fijne fractie vrij. Het granulaat kan worden gebruikt in funderingen, terreinophogingen, of als grindvervanger in beton. De fijne fractie, waar cement een groot deel van vormt, kan worden ingezet bij de productie van cement en reduceert de CO₂-uitstoot. Het initiatief is bedrijfseconomisch niet rendabel en komt zonder afspraken of aanvullende financiering niet tot stand.

In algemene zin kan hergebruik van betongranulaat in de vorm van zand en grind naar verwachting op de lange termijn een positieve bijdrage aan de gewenste CO₂-besparing leveren doordat er minder vervoer plaats zal vinden. Het effect is echter bescheiden en ook op de middellange termijn zijn de effecten voor het milieu te verwaarlozen. Het huidige verbod om betongranulaat te storten zorgt er namelijk voor dat via het marktmechanisme altijd een weg wordt gevonden om te worden toegepast.

Economische effecten van verduurzaming zijn beperkt

De economische effecten van een mogelijk 'Duurzaam-Betonakkoord', om de geschetste handelingsperspectieven te stimuleren, lijken bescheiden. In termen van werkgelegenheid is macro-economisch gezien alleen op korte termijn een impuls te verwachten, op het moment dat het akkoord investeringen in innovatieve productiefaciliteiten losmaakt. De positieve werkgelegenheidseffecten gelden alleen wanneer sprake is van additionele investeringen en bij onderbenutting van de werkgelegenheid in de bouw (werkloosheid).

Voor de sector kan een betonakkoord wel een impuls betekenen. De betonsector kent al gedurende een aantal jaren een neergaande markt met marges die onder druk staan. Hoewel op korte termijn de productie kan aantrekken, met een eerst nog verwachte toename van de bouwproductie, zal op langere termijn de vraag naar beton weer onder druk komen als de bouwproductie weer afneemt. Een inzet op vernieuwende technologie kan de sector een impuls geven, in internationaal opzicht onze concurrentiepositie verbeteren en daarmee exportkansen bieden. Innovatieve toepassingen verhogen de productiviteit van de sector en leiden tot hoogwaardige werkgelegenheid.

Er is sprake van onzekerheden en risico's

Voor de beschreven handelingsperspectieven geldt in meer of mindere mate dat zij nog in de initiatiefase zijn en onzekerheid bestaat over de toepasbaarheid en opschaling. Hoewel de meeste initiatieven op lange termijn bedrijfseconomisch rendabel lijken, is vooralsnog sprake van 'verborgen kosten' die een brede acceptatie in de markt voorkomen. Er zijn in de meeste gevallen middelen nodig om benodigde innovaties en investeringen in opschaling te bekostigen. Instrumenten als een revolverend fonds, een verwijderingsbijdrage of een CO₂-emissiesysteem kunnen dienen om benodigde fondsen te vullen. Ook kunnen pilots al dan niet in combinatie met flexibiliteit in de regelgeving de initiatieven verder brengen.

Lage cementprijzen vormen bovendien een risico voor de haalbaarheid van de handelingsperspectieven. Mede door overcapaciteit in China staan de cementprijzen momenteel onder druk. Dalende cementprijzen maken investeringen in verduurzaming bedrijfseconomisch minder aantrekkelijk.

De onzekerheden en risico's nemen niet weg dat verduurzaming van de betonketen kansrijk is. Onder meer uit recent onderzoek van CE Delft komt naar voren dat er veel meer handelingsperspectieven zijn om de keten te verduurzamen dan de zeven die hier aan de orde zijn geweest. De verduurzaming heeft dan baat bij afspraken en beleidsinstrumenten die een klimaat creëren waarin meerdere innovaties een kans krijgen en waardoor 'meerdere bloemen kunnen bloeien'.

1 Inleiding

In opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Milieu wordt momenteel door MVO Nederland de haalbaarheid van een Duurzaam Betonakkoord verkend. Dit akkoord moet een vervolg zijn op de Green Deal Verduurzaming Betonketen dat eind 2011 werd afgesloten en 31 oktober 2015 is afgelopen. De Green Deal heeft bijgedragen aan verdere kennisontwikkeling rond mogelijke CO₂-reductie, handelingsperspectieven en verdienmodellen. Daarnaast heeft CE Delft de milieueffecten in kaart gebracht van potentiële handelingsperspectieven die tot de verduurzaming moeten leiden. Deze grijpen aan in alle onderdelen van de bouwcyclus: er is gekeken naar de gebruikte grondstoffen, energieverbruik tijdens exploitatie, verlenging van de gebruiksfase en recycling.

Het beoogde betonakkoord zal bestaan uit afspraken en invoering van financiële instrumenten die tot doel hebben bedrijven te ondersteunen en te stimuleren om te investeren in technische maatregelen waarmee een substantiële reductie van CO₂-emissies en meer hergebruik van beton en cement in de betonketen kan worden bereikt. In dit kader heeft het ministerie van Infrastructuur en Milieu het Economisch Instituut voor de Bouw (EIB) gevraagd een macro-economische analyse uit te voeren van mogelijke combinaties van instrumenten en maatregelen. In het onderzoek zal ook inzichtelijk worden gemaakt hoe de overheid de maatschappelijke waarde van CO₂-reductie waardeert.

De centrale vraag is dan ook om financiële prikkels te identificeren waarmee de doelstelling van minder CO₂-emissie en meer hergebruik van beton en cement bevorderd kan worden. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de selectie van zeven handelingsperspectieven die is gemaakt door het betonnetwerk naar aanleiding van het onderzoek van CE Delft. Deze worden verder geanalyseerd en gecombineerd met de meest toepasselijke financiële instrumenten. Uiteindelijk kan op basis van de analyse een selectie worden gegeven van de meeste efficiënte handelingsperspectieven en de benodigde instrumenten. Daarnaast is tijdens het onderzoek duidelijk geworden dat het ook van belang is om in kaart te brengen welke maatregelen van belang kunnen zijn om een klimaat te creëren binnen de sector waarin meer initiatieven en innovatie plaatsvinden.

Om deze vragen te beantwoorden worden in het tweede hoofdstuk de resultaten van de macro-economische verkenning weergegeven. Op basis van onze lange termijn prognoses voor de bouwsector geeft dit inzicht in de verwachte vraag naar cement en beton en het aanbod van steenachtig bouwsloopafval waarvan een deel kan worden hergebruikt. In hoofdstuk 3 worden de handelingsperspectieven besproken op basis van hoe kansrijk we de maatregelen achten. Hierbij wordt niet alleen gekeken naar de rentabiliteit, maar ook de effectiviteit en efficiëntie van de CO₂-reductie, realiseerbaarheid en instrumenteerbaarheid. Ook de voor- en nadelen en de toepasbaarheid van de financiële instrumenten komen hier aan bod. Hoofdstuk 4 betreft de economische effecten en mogelijke risico's die spelen in de cement- en betonmarkt. Hoofdstuk 5 sluit af met conclusies en aanbevelingen.

2 Macro-economische verkenning

In dit hoofdstuk worden de verwachtingen voor de macro-economische omgeving tot 2025 toegelicht en zal, middels het delen van inzichten de verwachte bouwproductie, onderverdeeld naar woning, utiliteit en grond-, weg- en waterbouw (gww), de verwachte vraag naar cement en beton gepresenteerd worden. Vervolgens worden de sloopopgave en de mogelijkheden rond hergebruik van grondstoffen besproken. Ook wordt ingegaan op verwachtingen rond het aanbod van alternatieve grondstoffen die gebruikt kunnen worden in de betonindustrie.

2.1 Verwachtingen van de vraag naar cement en beton

Om een beeld te krijgen van de verwachte vraag naar cement en beton hebben we gebruik gemaakt van onze prognose uit de lange termijnverkenning van de bouw 'Investeren in Nederland' dat in juni 2015 is uitgebracht. Hier hebben we gekeken naar het trendmatige 'Evenwichtige Groei'-scenario (EG) dat uitgaat van een gemiddelde economische groei van ongeveer 1,8% per jaar tot 2025.

Tabel 2.1 Bouwproductie Nederland, 2014-2025

	2014	2015	2020	2025
Bouwproductie (index waarde)	100	103	123	115
Nieuwbouw woningen (x 1.000)	44	47	70	55
Nieuwbouw utiliteitsbouw (in mln m ²)	6,4	6,9	7,5	5,2
GWV (index waarde)	100	102	112	119

Bron: EIB

Tabel 2.1 geeft de bouwproductie weer tot 2025 en de opbouw naar de verschillende deelsectoren. De totale bouwproductie neemt naar verwachting tot 2020 toe, waarna deze daalt en tegen het einde van het decennium weer opleeft. De toename tot 2020 wordt vooral gekenmerkt door het inhalen van de tekorten die tijdens de crisis zijn opgebouwd. Na dit jaar wordt verwacht dat de nieuwbouw van woningen gelijk zal zijn aan de structurele groei van huishoudens. Dezelfde trend is zichtbaar in de groei van het aantal m² aan utiliteitsgebouwen: tot 2020 is een

Tabel 2.2 Productie cement en beton, 2014-2025

	2014	2015	2020	2025
Beton (in miljoen m ³)	13,5	13,8	15,6	14,1
Cement (in ton)	4,3	4,4	5,0	4,5

Bron: EIB

lichte toename te zien, daarna wordt de vervangingsvraag bepalender en neemt de uitbreidingsvraag relatief af. In de gww bouw blijft de productie constant toenemen door zowel onderhoud als de toename van het aantal nieuwbouwprojecten.

Tabel 2.2 laat de verwachte vraag naar cement en beton zien die is berekend op basis van de gemiddelde groei van de totale bouwproductie tussen 2014 en 2025. Het CPB heeft een dematerialisatietrend berekend van 0,9%, dit betekent dat naar verwachting op langere termijn relatief minder beton, en dus ook cement, wordt gebruikt ten opzichte van het bouwvolume. Als deze trend wordt meegenomen resulteert dit in een gemiddelde groei van beton en cement van ongeveer 0,4% tot 2025. Gegeven de realisatie van 2014 is de verwachte vraag naar beton en cement berekend in toekomstige jaren.

2.2 Verwachtingen grondstoffen voor beton en cement

2.2.1 Hergebruik cement en beton

Uit de prognoses kan ook een beeld worden gevormd van de verwachte sloop van woningen en utiliteitsgebouwen. In tabel 2.3 zijn deze cijfers weergegeven. Hieruit kan de stroom steenachtig bouwsloopafval (BSA) en betonpuin worden opgemaakt, waarvan een deel hergebruikt kan worden in de betonketen.

Voor woningen is aangenomen dat 76% van de woningonttrekkingen bestaat uit sloop. De sloop van gebouwen is gebaseerd op onze prognoses voor de vervangende vraag. De cijfers voor steenachtig bouwsloopafval zijn gebaseerd op eerdere cijfers voor 2015 uit onze studie 'MKBA Toepassing puingranulaat in beton' uit 2008. Deze zijn geëxtrapoleerd naar 2020 en 2025 op basis van sloop van woningen en gebouwen en schattingen van overige sloopwerkzaamheden.

De toepassingen van bouwsloopafval zijn te vinden in tabel 2.4. Het grootste deel van het BSA wordt gebruikt in funderingen en ophogingen van wegen of riolering ter vervanging van zand. Deze cijfers zijn gebaseerd op verwachtingen van het aantal nieuwbouwwoningen, de woningvoorraad en een index voor het volume van de utiliteitsbouw. De toepassing van het bouwsloopafval in beton in de plaats van grind blijft in een beleidsarm scenario constant.

Tabel 2.3 Verwachte sloop en sloopafval

	2014	2015	2020	2025
Woningen (x 1.000)	10,7	11	12,9	15,3
Gebouwen (in mln m ²)	1,89	2,12	2,54	2,48
Steenachtig bouwsloopafval (in mln ton)	17,1	18,3	21,8	21,8
Betonpuin (in mln ton)	11,1	11,3	16,4	16,3

Bron: EIB

Deze macro-economische cijfers worden gebruikt als input voor de analyse van de verschillende financiële instrumenten bij het invoeren van de handelingsperspectieven.

2.2.2 Ontwikkeling aanbod alternatieve grondstoffen

Hier kijken we naar de perspectieven van de productie van grondstoffen die gebruikt kunnen worden als vervangers van portlandklinker in de productie van cement. Hoogovenslakken en vliegashoudend worden al veelvuldig in Nederland ingezet. Bodemas wordt nog niet gebruikt bij de vervanging van portlandklinker in cement, maar al wel in funderingen als vervanger van zand en grind.

Tabel 2.4 Toepassing bouwsloopafval, in miljoen ton

	2014	2015	2020	2025
Funderingen	14,3	14,7	17,6	15,3
Ophogingen	2,8	3,6	4,3	6,5
Beton (beleidsarm)	0,6	0,6	0,6	0,6

Bron: EIB

Hoogovenslakken

Hoogovenslakken zijn de restanten van de reactie tussen steenkool en erts in een hoogoven, als bijproduct van vloeibare ruwe ijzer. De stof bevat siliciumoxide, calciumoxide, magnesiumoxide, aluminiumoxide en een beperkte hoeveelheid ijzeroxide. De Europese staalindustrie produceert 16 miljoen ton gegraneerd slak per jaar, wat kan worden gebruikt om in een mengsel tot 80% van de benodigde hoeveelheid Portlandcementklinker te vervangen. Bij Tata Steel in IJmuiden wordt op deze manier jaarlijks ongeveer 1,2 miljoen ton hoogovenslakken gebruikt bij de productie van het zogenaamde hoogovencement. Daarnaast wordt circa 1 miljoen ton uit Duitsland geïmporteerd en ongeveer 0,5 miljoen ton uit België. De hoogovenslakken worden ook voor bemesting gebruikt, omdat ze kalk en fosfor bevatten, en worden ingezet bij de afvang en opslag van CO₂ in kolencentrales.

De productie van en vraag naar ruwe ijzer blijven achter bij de ontwikkeling van het BBP. Dit komt door een dematerialisatietrend en het grotere aandeel van diensten in de Europese economie. Een statistische analyse laat zien dat de groei van de productie van ruwe ijzer 1,7% achterblijft bij de groei van het BBP. Als het BBP met 1% groeit, daalt de productie van ruwe ijzer dus met 0,7% (1-1,7 = -0,7).

In het EG scenario zal het BBP tot 2025 met gemiddeld 1,8% per jaar groeien. Indien de dematerialisatietrend wordt doorgezet, zal de productie van ruwe ijzer in de periode tot 2025 met gemiddeld 0,1% per jaar toenemen. Omdat deze groei gemiddeld en nog onzeker is, kunnen we verwachten dat de productie van ruwe ijzer en hoogovenslakken in Europa ongeveer zal stagneren of licht toe- of afnemen. In Nederland zal dit afhankelijk zijn van de concurrentiepositie van Tata Steel.

Vliegas

Vliegas is een restproduct uit kolencentrales en wordt eveneens ingezet als grondstof voor cement. In 2014 werd 1,4 miljoen ton vliegas geproduceerd. Echter, door het tekenen van het Energieakkoord in Nederland bestaat er een grote kans dat deze energiecentrales worden gesloten. Ook in andere Europese landen is deze trend zichtbaar. De mogelijke opkomst van technologieën om CO₂ af te vangen en op te slaan zou dit tegen kunnen houden. De verwachting voor het aanbod van vliegas ligt dus tussen stagnering of het verdwijnen van deze stof als vervanger van Portlandcementklinker.

Bodemas

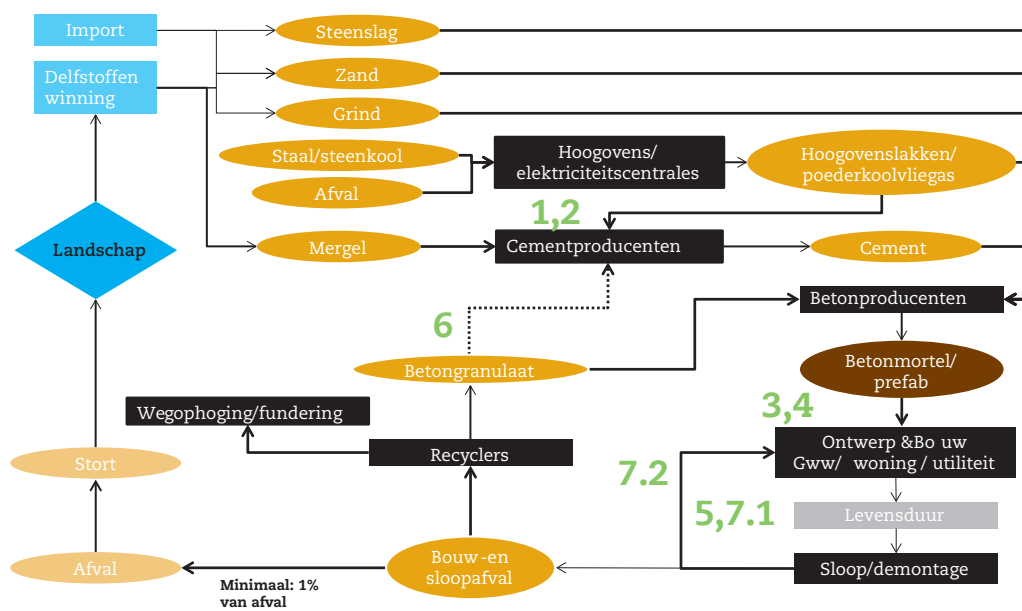
Mogelijk kan in de toekomst ook bodemas uit afvalverbrandingsinstallaties als vervanger van portlandklinker worden ingezet. In 2014 werd in Nederland 1,3 miljoen ton bodemas 'nuttig ingezet' (Bibliotheek afvalstoffen). In principe zou de productie van bodemas gelijk op moeten gaan met de ontwikkeling van afvalstromen en dus met de demografische ontwikkelingen. Door de trend dat steeds meer afval wordt gerecycleerd en dus niet wordt verbrand, is de verwachting dat ook de productie van bodemas per saldo licht zal dalen. Het inzetten van bodemas bij de productie van cement zou de daling van het aanbod van vliegas kunnen compenseren. Voordat bodemas op een zelfde manier gebruikt kan worden, moet het echter nog wel aangepast worden om hiervoor geschikt te worden gemaakt.

3 Analyse handelingsperspectieven en instrumenten

3.1 Algemeen

Alvorens de handelingsperspectieven individueel toe te lichten en te analyseren, zal met behulp van het stroomschema in figuur 3.1 duidelijk worden gemaakt waar de maatregelen precies aanhaken in de betonketen.

Figuur 3.1 Stroomschema betonketen



Bron: EIB

De gouden ovalen vormen duiden hier op grondstoffen, de zwarte vlakken zijn de producenten of de verschillende toepassingen waarin de grondstoffen worden gebruikt. De dikgedrukte lijnen zijn vervuilende transportstromen.

De handelingsperspectieven komen in de figuur terug in de groene cijfers waarbij elk cijfer de volgende betekenis heeft:

1. Geopolymeer
2. CSA Beliet cement
3. Korrelpakking optimalisatie
4. Smart concrete (bouwplanning)
5. Betonkernactivering
6. Betonrecycling-technologie
7. Circulaire economie (1) demontabel beton en (2) zelfhelend beton

3.2 Handelingsperspectieven om CO₂-uitstoot te reduceren

3.2.1 Introductie

In de verkenning naar mogelijke maatregelen die kunnen worden genomen als onderdeel van het betonakkoord, is onderzoek gedaan door CE Delft naar 16 handelingsperspectieven die kansrijk lijken om in Nederland (op termijn) te worden ingevoerd. Deze 16 perspectieven zijn slechts een selectie van een langere lijst van mogelijke technische perspectieven die allen bijdragen tot verduurzaming van de betonsector. De initiatieven beogen verduurzaming op een van de volgende wijzen: CO₂-reductie door nieuwe grondstoffen, procesoptimalisatie of lager energieverbruik tijdens de levensduur van het beton, stimuleren van circulariteit van beton en cement en andere innovaties, zoals het opslaan van CO₂ in beton (carbonatatie).

Aan de hand van het onderzoek van CE Delft is door het MVO Netwerk Beton een selectie gemaakt van zeven handelingsperspectieven (of maatregelen) die in dit onderzoek in een macro-economisch perspectief verder worden onderzocht. Het betonakkoord beperkt zich echter niet tot deze specifieke initiatieven en stimuleert niet alleen deze oplossingen.

De zeven geanalyseerde maatregelen zijn onderverdeeld in twee groepen:

1. Rendabele handelingsperspectieven

Deze maatregelen zouden structureel bedrijfseconomisch rendabel kunnen zijn en hebben belangrijke effecten op duurzaamheid, maar hebben te maken met aanloopproblemen, zoals 'verborgen' kosten of andere belemmeringen. De maatregelen zijn goed te instrumenteren, wat wil zeggen dat de toepassing van deze maatregelen door beleidsinzet of te maken afspraken goed te stimuleren is.

2. Onrendabele handelingsperspectieven

Handelingsperspectieven die waarschijnlijk kansrijk zijn. Deze perspectieven hebben in principe belangrijke potentie, maar er bestaat nog onzekerheid over de mate van bedrijfseconomische rentabiliteit of de kwaliteit van de producten.

Tabel 3.2 geeft de potentiële CO₂-besparing van de handelingsperspectieven weer. In 2025 kan naar schatting op een bedrijfseconomisch rendabele manier 523.500 tot 639.000 ton CO₂ per jaar bespaard worden. Dat is om en nabij 25% van de huidige CO₂-uitstoot in de keten. Met de minder kansrijke, onrendabele maatregelen is een additionele besparing van 128.000 tot 146.000 ton CO₂ te realiseren. Hierbij is echter geen rekening gehouden met concurrentie tussen de verschillende maatregelen. Het totale potentieel neemt met ongeveer 20.000 ton CO₂ af als daarvoor wordt gecorrigeerd.

3.2.2 Rendabele handelingsperspectieven

Deze maatregelen zouden structureel bedrijfseconomisch rendabel kunnen zijn en hebben belangrijke effecten op duurzaamheid.

Betonkernactivering

Bij betonkernactivering zorgt het beton via stralingswarmte voor de temperatuurregulering van het gebouw. Onder dit handelingsperspectief vallen ook andere manieren van thermische activering van beton die tot energiebesparingen kunnen leiden. Omdat het betonoppervlak, waardoor de temperatuur wordt aangepast, groot is, hoeft een betrekkelijk lage verwarmings-temperatuur te worden bereikt en wordt op deze manier energie bespaard tijdens de gehele levensduur van het gebouw. Een warmtepomp gecombineerd met betonkernactivering (via circulatie van water) kan een geschikte manier zijn om warmte en koelte uit de bodem te halen en aan het gebouw af te geven: in de winter warmte, in de zomer koelte. Echter, warmtepompen zijn in Nederland nu nog erg duur, waardoor dit niet rendabel is voor woningbouw. Bij grotere kantoorcomplexen en utiliteitsgebouwen zijn schaalvoordelen te behalen bij het invoeren van warmte/koude opslag en wordt dit perspectief al wel gebruikt.

Tabel 3.2 Handelingsperspectieven en mogelijke CO₂-besparing in ton per jaar in 2025, in een bandbreedte

Handelingsperspectief	Laag	Hoog
Geopolymeer	195.000	286.000
Korrelpakkingoptimalisatie	173.000	196.000
CSA Beliet	83.000	83.000
Bouwplanning laagbouw	72.000	72.000
Zelfhelend beton	500	2.000
Totaal rendabele maatregelen	523.500	639.000
Mechanische cementrecycling	58.000	58.000
Demontabel beton	70.000	88.000
Totaal onrendabele maatregelen	128.000	146.000

Bron: CE Delft, EIB bewerking

Potentieel

De kosten per ton CO₂-reductie worden door CE Delft geschat op € 0 voor kantoren en € 351 voor woningen (tabel 3.3). Daarnaast is het besparingspotentieel van dit systeem geraamd op 2,3 kg CO₂ per jaar per m² voor kantoren en op 176 kg CO₂ per woning per jaar. Vanwege de invoering van de BENG-norm voor energieneutrale nieuwbouwwoningen in 2020 die de invoering van deze technische maatregel waarschijnlijk zal stimuleren, zal het effect op CO₂-reductie beperkt zijn.

Instrumenten

Betonkernactivering wordt op het moment al toegepast bij grote utiliteitsgebouwen en sommige kantoorcomplexen, omdat het voor projecten van deze omvang rendabel is. Wat betreft woningbouw is het handelingsperspectief momenteel meestal onrendabel. Door de introductie van de BENG-norm in 2020 kan het handelingsperspectief op bedrijfseconomische basis worden toegepast, omdat nieuwbouw hoe dan ook bijna energieneutraal moet zijn. Vóór die tijd is het, volgens de begeleidingscommissie, van belang dat de sector werkt aan standaardisatie van producten en processen en prestatiemetingen worden gedaan zodat certificering kan worden opgesteld. Wanneer RVO Nederland regelgeving opstelt, kunnen, indien nodig, gemakkelijker fondsen worden aangesproken door producenten.

De stelling is dat betonkernactivering meer comfort biedt in het gebruik van het gebouw dan veel andere energiebesparende maatregelen. Door 'split incentives' is hier in het ontwerpproces van woningen echter onvoldoende aandacht voor. Dat vraagt om het verspreiden van kennis van deze technologie. Gezien de goede perspectieven na 2020 met de invoering van de BENG-norm, voorzien wij geen verdere rol van financiële instrumenten als onderdeel van het betonakkoord.

Geopolymeer

Hierbij worden alkalisch (basisch) geactiveerde materialen met een lagere CO₂-voetdruk als een alternatief bindersysteem gebruikt ter vervanging van het traditionele cement op basis van portlandklinker. Dit bindersysteem kan op basis van een breed scala van grondstoffen worden geproduceerd waarvan de belangrijkste (calcium)aluminaten en silicaten zijn. Productie is mogelijk op basis van vliegias, hoogovenslakken, vulkanische as, specifieke kleisoorten en, in enkele gevallen, ook bodemas uit afvalverbrandingsinstallaties. Daarnaast is een alkalische (basis) activator nodig. Er zijn twee mogelijke processen om geopolymeer te maken: het 'koude' en het 'warme' proces.

Tabel 3.3 Reductiekosten per handelingsperspectief per ton CO₂-besparing (in euro)

Handelingsperspectief	Laag	Hoog
Geopolymeer	0	0
Korrelpakking	-73	-36
CSA Beliet	0	0
Bouwplanning laag	-75	68
Zelfhelend beton	-8.000	6.900
Mechanische betonrecycling (ADR methode)	6	6
Demontabel Beton	131	267
Bouwplanning hoog	706 ¹	1.354 ²

1 Betreft het gemiddelde van koude gietbouw

2 Betreft het gemiddelde van warme gietbouw

Bron: CE Delft

Potentieel

In eerste instantie wordt, in verband met strenge normen, gedacht aan het gebruik van geopolymeer voor niet-constructieve betonproducten (geen balken, of sterkte muren, maar bijvoorbeeld vloeren). CE Delft heeft verondersteld dat voor het betonakkoord alleen niet-constructieve toepassingen worden gehanteerd, omdat de wapening in beton minder beschermd zou kunnen zijn tegen aantastende zuren (lagere alkaliniteit). Afhankelijk van het soort geopolymeer schat CE Delft de CO₂-reductie tussen 69.678 à 102.240 ton per miljoen m³ beton. Niet-constructief beton vormt circa 20% van het gebruik van beton. Uitgaande van een gemiddelde van 2,8 miljoen m³ niet-constructief beton en volledig gebruik van geopolymeer in deze toepassingen, betekent dit dat tussen 195.000 en 286.000 ton CO₂ kan worden bespaard.

In principe zijn de productiekosten 20% lager dan portlandcement, maar in bepaalde toepassingen is meer geopolymeer nodig¹. In niet-constructieve toepassingen zal geopolymeer, afhankelijk van de beschikbaarheid van de grondstoffen, gedeeltelijk met portlandcement concurreren en gedeeltelijk met hoogovencementen.

Op basis van het reductiepotentieel van 200.000 à 300.000 ton CO₂ per jaar vormt geopolymeer een van de meest kansrijke handelingsperspectieven. Indien het op de lange termijn ook in constructieve toepassingen kan worden gebruikt, worden de mogelijkheden nog groter. Naar verwachting zullen geopolymeren goedkoper en beter worden naarmate de productieschaal toeneemt en meer onderzoek wordt gedaan naar mogelijke toepassingen. Uit ontmoetingen met de begeleidingscommissie bleek echter dat er grote verschillen zijn in de percepties van de experts over het potentieel van geopolymeren, zowel voor constructieve als niet-constructieve toepassingen. Enerzijds wordt verwacht dat op korte termijn met de productie van geopolymeren op basis van het koude productieproces kan worden begonnen en, afhankelijk van de beschikbaarheid van grondstoffen, gemakkelijk kan worden opgeschaald. Anderzijds wordt betwijfeld of geopolymeer zelfs op lange termijn rendabel kan worden geproduceerd en wordt gesteld dat jaren van onderzoek nog relatief weinig hebben uitgewezen.

Instrumenten

Een punt van aandacht voor de invoering van dit handelingsperspectief is dat de productie van regulier cement in een aantal gevallen niet goed combineert met de productie van geopolymeer. Voor betonproducenten speelt dit niet mee: zij kunnen gemakkelijk schakelen tussen de

1 Volgens enkele deelnemers van de begeleidingscommissie is de prijs van cement de laatste tijd gedaald en lager dan de prijs van geopolymeer. De export van cement uit China zou een verdere daling van de prijs van cement tot gevolg kunnen hebben.

verschillende productiemethoden. In Nederland zijn er op het moment verschillende partijen die initiatieven nemen voor grootschalige productie van geopolymeer, zoals CRH en ASCEM en verschillende producenten van betonwaren. Op de vraag hoe ver deze initiatieven zijn, wanneer deze kunnen worden gerealiseerd en welke belemmeringen er nog zijn die de realisering van de maatregel in de weg staan, hebben we geen eenduidig antwoord kunnen krijgen.

Ondanks deze onzekerheid kan wel worden gesteld welke financiële instrumenten hier een rol kunnen spelen. Indien ervan uit wordt gegaan dat geopolymeer rendabel is, kan een revolverend fonds, in samenwerking met groene fondsen, helpen bij de financiering door geld ter beschikking stellen in de vorm van een achtergestelde lening, terwijl groene fondsen het restant voor hun rekening nemen. Daarnaast kan mogelijke onzekerheid over de kwaliteit van de producten worden verzekerd door een waarborgfonds, eventueel gekoppeld aan een revolverend fonds. Voor verdere ontwikkeling van het gebruik van geopolymeer kan ook een innovatiefonds worden aangewend.

Zowel publieke als private opdrachtgevers kunnen het gebruik van geopolymeer stimuleren door expliciet bepaalde percentages gebruik van grondstoffen met een lage CO₂-voetdruk na te streven, vooralsnog in niet-constructieve toepassingen maar mogelijk ook in bredere zin op lange termijn. Tegelijkertijd kunnen initiatieven worden genomen om de bekendheid met geopolymeer toepassingen te bevorderen door gerichte informatie te verspreiden, indien blijkt dat de productie kan worden opgeschaald. Een mogelijke wettelijke minimumeis is waarschijnlijk in tegenspraak met handelsverdragen, omdat gebruik van bepaalde producten niet verplicht kan worden gesteld. Wel kan de overheid een generieke eis instellen wat betreft de emissies van de gebruikte grondstoffen.

Korrelpakkingoptimalisatie

Door optimalisatie van de korrelpakking van beton kan de ruimte die ingenomen wordt door lucht en water worden verminderd, waardoor de sterkte van beton wordt verhoogd. Hierdoor kan volgens CE Delft naar schatting 10% cement worden bespaard. Hiertegenover staan kostenverhogende investeringen in opleiding van personeel en silo's voor de opslag van grondstoffen. Door deelnemers van de begeleidingscommissie werd echter aangemerkt dat deze schattingen mogelijk te optimistisch zijn omdat op het moment al enige optimalisatie wordt toegepast. Voor verdere optimalisatie zou het, volgens sommigen, onvermijdelijk zijn dat de kosten stijgen door duurdere toeslagmaterialen en meer handelingen voor personeel.

Potentieel

Per saldo worden de kosten per ton CO₂-reductie door CE Delft tussen -€ 73 en -€ 36 geschat, dus worden kosten bespaard². De reductie van CO₂ kan worden gerealiseerd bij 75-85% van het cementverbruik, voor de overige 15-25% van de betonsoorten is een hoog aandeel water vereist voor de 'werkbaarheid' van het mengsel in de toepassing. Naar verwachting zal de besparing van cement tot 20-40% kunnen stijgen wanneer bedrijven nieuwe grondstoffen gebruiken voor verdere optimalisatie. In de berekening is echter uitgegaan van de huidige grondstoffen. Het reductiepotentieel bij 75-85% van de toepassingen is 10% per ton cement. Uitgaande van een gemiddelde emissie van 0,5 ton CO₂ per ton cement is de reductie 0,05 per ton cement. In 2020 zal de vraag naar cement naar verwachting ongeveer 4,6 miljoen ton bedragen, zodat een reductie aan CO₂-emissies van tussen 173.000-196.000 ton kan worden bereikt. Ook voor dit handelingsperspectief bestaan echter twijfels over berekeningen rond het reductiepotentieel en is verder onderzoek gewenst.

Instrumenten

De invoering van dit handelingsperspectief levert volgens CE Delft lagere productiekosten op, maar vereist een investering in silo's en opleiding van personeel. Daarnaast werden de volgende twee problemen vermeld in een bijeenkomst met de begeleidingscommissie. Ten eerste is er sprake van onbekendheid met de technologie, vooral bij kleine betonproducenten. Daarnaast kan de optimalisatie voor enkele (kleine) betonproducenten tot aanloopverliezen leiden. Om deze

² Enkele leden van de begeleidingscommissie zijn het hier niet mee eens. Volgens hen leidt serieuze toepassing van korrelpakkingoptimalisatie per saldo tot hogere kosten, o.a. omdat materialen duurder worden. Ook de besparing van 10% cement staat ter discussie.

belemmeringen (voor een deel) uit de weg te ruimen, zou eerst bekendheid met de technologie moeten worden bevorderd. Daarnaast kan een innovatiefonds helpen om de mogelijkheden en de potentie van het initiatief verder te onderzoeken en mogelijk te ontwikkelen.

Als nader onderzoek de rentabiliteit van dit initiatief kan onderschrijven, kunnen op termijn binnen de sector afspraken worden gemaakt over een na te streven percentage constructief beton dat met korrelpakking moet worden gemaakt. Ook kan de overheid hier als opdrachtgever een belangrijke rol in spelen. Voor de investeringen, die relatief klein lijken te zijn, kunnen leningen verstrekt worden door een revolverend fonds.

CSA-beliet cement

Bij toepassing van CSA-beliet wordt bij de productie van cement het bindersysteem op basis van portlandklinker vervangen door een calciumsulfo-aluminaat bindersysteem, of ook wel klinkers op basis van beliet, calciumsulfo-aluminaatferriet, genoemd. De CO₂-voetdruk is hierdoor lager omdat bij de chemische reactie minder CO₂ in de lucht komt (minder decarbonisatie) en de temperatuur in de oven 200 graden lager hoeft te zijn. Daarnaast is ook minder energie nodig voor het malen van de klinker voordat het gemengd wordt met calciumsulfaat. De toepassing is vooral in constructief beton, zodat er vooralsnog geen mogelijke concurrentie zal zijn met geopolymer.

Potentieel

In eerste instantie vervangt dit cementsoort met name het portlandcement voor woningen (in constructief gebruik). Uitgaande van 314.000 ton cement voor CEM I (cement met een inhoud van 95% Portland) kan de reductie CO₂ op 83.000 ton per jaar worden geschat. Omdat de kosten vergelijkbaar zijn met het relatief dure en sterke CEM-I cement, worden de reductiekosten door CE Delft op nul euro geschat. Daarnaast moeten voor dit perspectief ook geen additionele investeringen in apparatuur worden gedaan omdat het belietcement in dezelfde reguliere ovens en maalinstallaties geproduceerd kan worden als portlandcement. Volgens CE Delft is dit handelingsperspectief dus bedrijfseconomisch rendabel.

Instrumenten

Een belangrijke belemmering is dat voor constructieve toepassingen strenge eisen gelden voordat een product mag worden gebruikt. Volgens CE Delft zal dit naar verwachting tot 2020 duren, maar is het van belang om dit proces te bespoedigen omdat dit de belangrijkste belemmering vormt. Financiering is in dit geval geen probleem.

Bouwplanning laagbouw

De essentie van dit handelingsperspectief is het langer laten uitharden van beton, waardoor een grotere sterkte kan worden bereikt en minder cement hoeft te worden gebruikt. De precieze reductie is afhankelijk van de toepassing. Voor laagbouw is het volgens CE Delft bedrijfseconomisch rendabel en voor hoogbouw onrendabel, maar dit is sterk afhankelijk van het soort project en in welke mate het langer later uitharden van het beton de bouw vertraagt. Enkele leden van de Werkgroep duurzaam beton geven echter aan dat het nog niet duidelijk is of de technologie over de hele breedte van de laagbouw op bedrijfseconomische rendabele basis kan worden toegepast, omdat er projecten zijn waarbij de langere uitharding te lastig is om in te passen in de logistiek en dus de bouwtijd (te veel) verlengd wordt. In het bijzonder bij de productie van betonwaren kan dit handelingsperspectief mogelijk een belangrijke rol spelen, omdat daar een relatief gemakkelijke kosten-baten analyse kan worden gedaan vanwege de standaardisering van het productieproces.

Potentieel

Volgens CE Delft kunnen met de toepassing van deze technologie de CO₂-emissies met 36% per m² nieuwbouw vloeroppervlakte dalen. Uitgaande van een gemiddelde van 4,53 mln m² laagbouw (woningen en kantoren) en de kengetallen van CE Delft met betrekking tot de emissies per m² laagbouw levert dit een jaarlijkse reductie van ongeveer 72.000 ton CO₂.

Instrumenten

Om dit handelingsperspectief toe te passen zouden aannemers al bij het maken van het werkplan rekening moeten houden met de toepassing van de techniek. Informatievoorziening voor

aannemers, private opdrachtgevers en lokale overheden zal belangrijk zijn om de transitie aan de vraagzijde te stimuleren. Vervolgens kunnen informatieve afspraken tussen partijen in de keten en opdrachtgevers worden georganiseerd over het na te streven percentage laagbouw waarbij bouwplanning wordt toegepast. Doordat laagbouw in opdracht van de rijksoverheid beperkt is, zijn de mogelijkheden van nationale afspraken naar verwachting kleiner. Uiteindelijk bestaat ook de optie om een minimumeis in te stellen in de vorm van een bepaald percentage van de laagbouw waarbij dit handelingsperspectief moet worden toegepast.

Bouwplanning hoogbouw

Bouwplanning voor hoogbouw is niet bedrijfseconomisch rendabel op basis van de resultaten uit het rapport van CE Delft. Vanuit de begeleidingscommissie werd dit echter betwijfeld: hoogbouw zou juist sneller rendabel zijn dan laagbouw omdat verschillende sterktes van het beton nodig zijn en langere uitharding van het beton minder snel zou leiden tot vertraging van het bouwproces. Daarnaast is aangegeven dat de wensen van opdrachtgevers en aannemers soms sterk uiteenlopen wat betreft de waarde van de extra tijd die nodig is voor het uitharden van het beton.

Potentieel

Voor het onrendabele deel zou een grens kunnen worden overwogen, zodat deze maatregel niet toegepast wordt wanneer de kosten voor reductie van CO₂ boven een bepaald bedrag uitkomen. In illustratieve berekeningen hebben wij een grens van maximaal € 253 per ton CO₂ gehanteerd³. De maximale CO₂-reductie bij deze grens bedraagt 27.000 ton CO₂ per jaar. Het totaal voor bouwplanning zou op maximaal 115.000 ton CO₂ per jaar komen. Gezien het betrekkelijk kleine deel dat door bouwplanning in de hoogbouw te realiseren is, lijkt dit handelingsperspectief niet de meeste efficiënte manier om CO₂ te besparen.

Instrumenten

Door mogelijke verschillende belangen van ondernemers en opdrachtgevers zou informatie over bouwplanning beter verspreid moeten worden op basis waarvan verder onderzocht kan worden wanneer dit initiatief kan bijdragen aan de rentabiliteit van bouwprojecten. Op termijn kunnen dan ook afspraken gemaakt worden over consistente toepassing van de maatregel. Indien blijkt dat het perspectief onrendabel is, kan worden gekeken hoe dit deel moet worden bekostigd. Het meest simpele alternatief is de kosten op de marktprijzen te verhalen, bijvoorbeeld door middel van een verwijderingsbijdrage. Uitgaande van een emissie van 0,044 ton CO₂ per m² nieuwbouw, zoals door CE Delft berekend, zouden de kosten van nieuwbouw met maximaal 253 x 0,044 = € 11 per m² stijgen. Een ander mogelijk instrument is bekostiging via een CO₂-emissiesysteem regeling.

Zelfhelend beton

Zelfhelend beton is een nieuwe veelbelovende technologie ontwikkeld door de TU Delft, waarbij alkalifiele bacteriën (die in alkalische milieu kunnen overleven) in het beton leven en kalksteen produceren waarmee scheurtjes worden gedicht. Experimenten hebben laten zien dat scheurtjes tot 0,4 mm hiermee kunnen worden hersteld. Naar verwachting zijn hierdoor 30% minder reparaties nodig en worden zo onderhoudskosten en de daarmee gepaard gaande CO₂-emissies voorkomen. Bovendien kan de levensduur van beton met 20% worden verlengd. Daartegenover staat dat de productie van beton duurder is.

Potentieel

De CO₂-voetdruk wordt ten eerste gereduceerd omdat beton dat bloot staat aan de elementen geen coating meer nodig heeft. De emissies verbonden met de productie en vervoer van coating en verwijdering van de oude coating worden bespaard. CE Delft heeft berekend dat in dit geval de reductie van CO₂-emissies tussen 2.700-30.500 ton per jaar bedraagt, afhankelijk van het type project. Op basis hiervan is de besparing per jaar in de periode tot 2025 circa 620-2.700 ton CO₂. CE Delft heeft ook berekend dat door de langere levensduur minder betonproductie plaatsvindt in de toekomst en daardoor additionele CO₂-besparingen worden gedaan. Deze effecten zijn

³ Dit is wat de overheid nu maximaal subsidieert voor windmolens op zee. Windmolens op zee zijn echter een veelbelovende technologie die in de toekomst aanzienlijk efficiënter kan worden en zelfs in aanmerking komt om te worden geëxporteerd. Dit is niet het geval voor bouwplanning. Daarom moet onze berekening als een min of meer willekeurige illustratie worden geïnterpreteerd.

echter pas te realiseren op de lange termijn, na minstens 50 jaar, als het beton moet worden vervangen. Dit valt buiten de horizon die we hanteren. De kosten kunnen aanzienlijk variëren, afhankelijk van de constructie, van -€ 8.000 tot € 6.900 per ton CO₂. De technologie kan zeker als interessant worden aangemerkt door de besparingen die bereikt kunnen worden voor bepaalde typen constructies. Bovendien wordt verwacht dat dit perspectief nog volop in ontwikkeling is en daardoor nog aanzienlijk beter en goedkoper kan worden.

Instrumenten

Deze nieuwe veelbelovende technologie kan leiden tot aanzienlijk lagere kosten van onderhoudsgevoelige objecten en zal naar verwachting nog efficiënter en goedkoper worden door verder onderzoek. Bovendien kan de kennis in de toekomst mogelijk geëxporteerd worden. Innovatiesubsidies vormen daarom een belangrijk financieel instrument voor dit handelingsperspectief. Het beoogde betonakkoord zou het gebruik van huidige subsidiefondsen kunnen begeleiden.

3.2.3 Handelingsperspectieven die minder kansrijk zijn

Deze handelingsperspectieven hebben in principe belangrijke potentie, maar er bestaat nog onzekerheid over de mate van bedrijfseconomische rentabiliteit. Ook kunnen ze structureel licht onrendabel zijn uit bedrijfseconomisch standpunt, maar bestaat de kans dat dit verandert wanneer meer ervaring met de toepassing wordt opgedaan.

Mechanische betonrecycling als innovatieve recyclingtechnologie

Bij het breken van betonpuin komt betongranulaat, met een maximale fractie van 16 mm, en een fijne fractie, van maximaal 4 mm, vrij. Het granulaat kan worden gebruikt in funderingen, terreinophogingen, of als grindvervanger in beton. De fijne fractie, waar cement een groot deel van vormt, kan worden ingezet bij de productie van cement, waardoor minder 'virgin' cement nodig is en CO₂-uitstoot gereduceerd kan worden.

Potentieel

Het deel teruggewonnen cement uit betonpuin dient gemengd te worden met 'virgin' cement en mag volgens CE Delft op het moment niet meer dan 2,5% van het mengsel uitmaken. Uitgaande van een gemiddeld gebruik van 4,6 miljoen ton cement en een gemiddelde emissie van 0,5 ton CO₂ per ton cement levert dit een besparing van circa 58.000 ton CO₂ per jaar. In de toekomst, als meer proeven zijn gedaan met het gebruik van hergebruikt cement, zou een aanzienlijk grotere hoeveelheid cement door gebruik van dit handelingsperspectief kunnen worden gerealiseerd.

Instrumenten

De invoering van mechanische betonrecycling is niet bedrijfseconomisch rendabel, maar de onrendabele top is relatief bescheiden ten opzichte van huidige cementprijzen: circa € 3 per ton cement volgens CE Delft (ongeveer 4% van de prijs van cement). Betonproducenten zullen dus alleen initiatief nemen als deze kosten kunnen worden terugverdiend, maar dit maakt de concurrentie moeilijk met niet-duurzaam beton. Opdrachtgevers kunnen hierbij een rol spelen als ze zich bereid verklaren om in hun projecten bepaalde percentages gerecycleerd beton te gebruiken. Anderzijds zouden ook betonproducenten onderling kunnen afspreken een bepaald percentage beton met gerecycleerd materiaal na te streven.

Ter illustratie, cement maakt ongeveer 1% van de prijs van een nieuwbouwwoning uit, zodat de prijs van een woning met circa 0,04% zou stijgen bij toepassing van hergebruikt cement. De prijselasticiteit van nieuwbouwwoningen is 0,5, dus de vraag en productie worden dan verwacht met 0,02% omlaag te gaan. De werkgelegenheidseffecten hiervan zijn te verwaarlozen. Tenslotte, komt dit handelsperspectief ook in aanmerking voor bekostiging via de invoering van een CO₂-emissiesysteem.

Demontabel beton

De essentie van dit handelingsperspectief is het hergebruik van betonnen hoofdconstructies. Wanneer in de ontwerpfase rekening wordt gehouden met demontage, kan dit vanwege de lange levensduur van gebouwen pas op de zeer lange termijn een duurzaamheidswinst opleveren. Echter, nu kunnen ook al elementen worden hergebruikt, bijvoorbeeld kanaalplaten uit

vloeren van kantoren die hergebruikt worden voor woningen. Immers, de belasting op vloeren in woningen is lager dan in kantoren.

Potentieel

Uitgaande van het gebruik van kanaalplaten van gesloopte kantoren voor woningen en dezelfde aannames als CE Delft, komen wij tot een gemiddelde besparing van CO₂-emissies tussen 70.000-88.000 ton per jaar voor de periode van 2017 tot 2025. Dit is lager dan de schatting van CE Delft (tussen 76.000 en 235.000 ton), waar de vraag naar vloeren van woningen als basis is genomen. Wij hebben daarnaast het aantal m² kantoorvloeren als restrictie gehanteerd dat gedemonteerd kan worden uitgaande van de verwachte sloop van utiliteitsgebouwen. Immers, er kunnen niet meer vloeren van kantoren worden gebruikt dan er worden gesloopt. De kosten per ton CO₂ bedragen tussen € 131-€ 267 per ton CO₂, en bestaan uit het vrijmaken van vloeren uit bestaande gebouwen, de opslag en het leggen daarvan in woningen en zijn afhankelijk van de mate waarin de vloeren moeten worden aangepast.

Instrumenten

Hierbij kunnen gerichte vrijwillige afspraken met opdrachtgevers en ontwerpers worden gemaakt zodat een bepaalde hoeveelheid hergebruik wordt gegarandeerd. Daarnaast kan ook een verwijderingsbijdrage een rol spelen bij de bekostiging van dit handelsperspectief. Op basis van onze schatting van het aanbod van kantoorvloeren, komt dit, afhankelijk van het aantal nieuwbouwwoningen, uit op ongeveer € 1,50-€ 2,80 per m².

3.2.4 Risico's en onzekerheden

Bij de beschreven handelingsperspectieven dient een belangrijke kanttekening geplaatst te worden. Voor het merendeel van de maatregelen geldt dat zij zich nog in de initiatieffase bevinden en dat onzekerheid bestaat over de toepassingsmogelijkheden en opschaling. Hoewel de meeste initiatieven op lange termijn bedrijfseconomisch rendabel lijken, kan ook sprake zijn van 'verborgen kosten' die een brede acceptatie in de markt voorkomen.

- Een eerste oorzaak kan liggen in de last van de gewoonte: het kost enige moeite en tijd om innovaties in te voeren. Informatie en begeleiding kunnen hierbij een belangrijke rol spelen. Maar er is ook vaak sprake van aanloopproblemen (aanpassen van productie, opleiding van personeel, etc.) die waarschijnlijk toch tot (verborgen) aanloopverliezen leiden.
- Een ander veel voorkomend probleem is dat rendabele handelingsperspectieven omgeven kunnen zijn met risico's. Zo kan de werking van een nieuw product, ondanks enkele succesvolle proeven, nog niet zeker zijn voor alle toepassingen. Bij situaties waarop nog niet is getest zouden ongewenste effecten kunnen ontstaan, zoals het tegenvallen van de sterkte van het cement/beton of de kosten die uiteindelijk hoger uitkomen dan oorspronkelijk gedacht. Hiermee ontstaan uiteraard kosten voor de initiatiefnemer en/of zijn klanten. Dit zijn als het ware 'verborgen kosten' in de vorm van risicokosten. In dit geval zou moeten worden bedacht hoe de risico's teruggebracht of gedekt kunnen worden zodat de initiatiefnemer of de klanten niet voor de verliezen opdraaien. Uitgebreide pilotprojecten kunnen hierin een rol spelen.
- Coördinatieproblemen vormen ook vaak een belemmering, bijvoorbeeld omdat partijen voor de invoering van het handelingsperspectief afhankelijk van elkaar zijn en niet in staat zijn om autonoom het initiatief te nemen. De verandering van een product kan bijvoorbeeld afhankelijk zijn van de acceptatie door klanten die bereid moeten zijn om het nieuwe product te gebruiken. Als dit nog onzeker is, zal de producent het product niet durven te veranderen. Concrete afspraken tussen partijen in de keten kunnen hier als oplossing dienen.

Er zijn in de meeste gevallen dus afspraken, regelgeving, aanvullend onderzoek of middelen nodig om benodigde innovaties en investeringen in opschaling te bekostigen. Hoe dit vertaald kan worden naar concrete instrumenten, wordt in navolgend hoofdstuk verder toegelicht.

Daling prijzen portlandcement

Dalende cementprijzen vormen een reëel risico, die de bedrijfseconomische haalbaarheid van de beschreven handelingsperspectieven (verder) onder druk kan zetten. Hoe lager de conventionele cementprijzen, hoe minder aantrekkelijk het is om te investeren in innovatie.

De verwachting bestaat dat door een mondiale overcapaciteit van de productie van portlandcement de prijzen voor cement de komende jaren zullen dalen. De overcapaciteit komt met name uit China waar jarenlang is geïnvesteerd in hoge productiecapaciteit en, door de grootte van de installaties, voor 30-40% van Europese prijzen geproduceerd kan worden. Een daling van de vraag uit de nationale markt brengt nu al een daling van de internationale prijzen teweeg en wordt ook verwacht de komende jaren te worden doorgezet. Dit heeft een negatief effect op de rentabiliteit van de handelingsperspectieven, aangezien concurrentie van niet-duurzaam cementklinker dan sterker wordt en kosten voor de productie van duurzaam cement dus minder sterk kunnen stijgen. Wellicht zal extra financiering nodig zijn, bijvoorbeeld door middel van een revolverend fonds, om de transitie te bekostigen. Dan is echter nog de vraag of duurzaam cement en beton ook na de transitieperiode voldoende met cement en beton van traditionele grondstoffen kan concurreren. Convenanten en afspraken over de inzet tussen opdrachtgevers en producenten over het gebruik van duurzaam cement zullen hier ook van belang zijn.

4 Financiële instrumenten

Hier zullen de verschillende financiële instrumenten worden behandeld die mogelijk kunnen worden ingezet ter stimulering van de technische handelingsperspectieven. Daarnaast worden de voor- en nadelen, mogelijke toepassingen en vormgeving besproken.

Minimumeis

De minimumeis kan worden ingezet indien vrijwillige afspraken tussen partijen onvoldoende effect hebben of om de gewenste marktontwikkeling te versnellen. Hierbij is van belang dat de lat wel hoog genoeg moet worden gelegd zodat er wel een duidelijk verschil bestaat tussen de inzet die er al zou zijn en de additionele inzet bij een minimumeis. De regel zou kunnen ingaan op bepaalde duurzaamheidseisen, producteisen of voorwaarden voor duurzaam inkopen. Aangezien het in de betonsector mogelijk lastig kan zijn om een generieke regel toe te passen, moet eventueel gerubriceerd worden op basis van grootte van projecten, benodigde sterkte van beton, categorie en toepassing. Voordelen van de eis zijn dat er voldoende aandacht kan zijn voor de vormgeving en deze goed te implementeren is, zonder dat het zich beperkt tot specifieke handelingsperspectieven. Anderzijds is navolging van de regel mogelijk moeilijk te controleren en kan deze kostenverhogend werken. Tot slot zou de minimumeis ook (pas) ingezet kunnen worden nadat andere stimuleringsmaatregelen uit het betonakkoord aflopen zodat ook na deze periode voor duurzame beton wordt gekozen.

Revolverend fonds

Een revolverend fonds kan worden ingezet om handelingsperspectieven die op termijn wel rendabel zijn in de overgangperiode op gang te brengen. Met name als toegang tot andere vormen van financiering een knelpunt is, kunnen op deze manier toch investeringen worden gedaan. Eventueel zou een deel van het genomen risico gesubsidieerd kunnen worden om de effectiviteit van het instrument verder te vergroten. Daarnaast kan, indien de bouwmaterialen de juiste certificering hebben, een groenverklaring worden aangevraagd voor projecten waarbij deze worden gebruikt. Op deze manier wordt gebruik gemaakt van subsidies waardoor de rente van dergelijke groene fondsen lager is. Bovendien kan een revolverend fonds gecombineerd worden met een waarborgfonds. Een voordeel van dit instrument is dat de kosten beperkt worden.

CO2-emissiehandel

Ook een CO2-emissiehandelsysteem kan worden ingezet om generieke besparende maatregelen te stimuleren. Het systeem zou de vorm aan kunnen nemen van een vergelijkbaar systeem als in de glastuinbouw waarbij een aflopend emissie-pad is vastgesteld, waarbij wordt uitgegaan van een jaarlijkse reductie van 3% en de sector een vergoeding ontvangt voor additionele besparingen. Voordeel hiervan is dat de kosten beperkt blijven. Daarnaast is het systeem relatief simpel en is het een brede, flexibele regeling waarbij ook nieuwe alternatieven die tot lagere CO2-emissies leiden kunnen worden beloond. Echter is het instrument lastig te implementeren in een keten waarbij er tegengestelde belangen bestaan tussen producenten en eindgebruikers. Zo moet de prijs van CO2 bijvoorbeeld wel in verhouding staan met de extra kosten voor aannemers. Andere nadelen zijn dat de verdeling binnen de sector zelf wordt uitgevoerd. Dit vereist een goede organisatie ter controle van de gerealiseerde reductie om een eerlijk verdeling van de vergoeding te garanderen. Tot slot kan geen onderscheid worden gemaakt op basis van efficiëntieverschillen van de manieren waarop de besparingen tot stand kunnen worden gebracht: er vindt geen selectie van projecten plaats en dit zou tot subsidiëring van inefficiënte projecten kunnen leiden.

Verwijderingsbijdrage

De verwijderingsbijdrage kan worden gebruikt om (tijdelijke) onrendabele toppen van handelingsperspectieven te bekostigen. Ook kan hiermee een fonds worden gevuld waarmee innovaties gestimuleerd kunnen worden. Zo kan het de vorm aannemen van een opslag op de verkoopprijs van beton of als opslag op de sloop van bouwwerken. Nadeel is dat het instrument direct prijsverhogend werkt en daarmee een klein nadelig effect heeft op de vraag naar beton.

Duurzaam innovatiefonds

Met dit fonds kunnen innovaties worden gestimuleerd en kan kennis verder ontwikkeld worden. Dit blijkt vooral van belang te zijn voor het constructieve deel van de betonsector, omdat er zekerheid moet zijn over de sterkte van het materiaal.

Waarborgfonds

Het waarborgfonds kan worden gebruikt om risico's af te dekken van nieuwe producten waarvan de kwaliteit nog onzeker is. Dit is belangrijk voor de acceptatie en het gebruik van nieuwe soorten beton en andere innovaties. Een bijkomend voordeel is dat hier met een systeem kan worden gewerkt waarbij betrokken partijen ook risicodragend participeren. Zeker voor constructieve toepassingen van beton is het belangrijk dat mogelijke schade kan worden verzekerd. Andere nadelen zijn gedragsrisico's die vaker optreden bij het afsluiten van verzekeringen, zoals averechtse selectie of moreel wangedrag.

Andere instrumenten

Naast de financiële instrumenten is uit het onderzoek gebleken dat ook andere maatregelen kunnen worden genomen om de verduurzaming van de sector te stimuleren. Op het moment blijken verbeteringen van processen of producten onvoldoende de markt te bereiken of maar beschikbaar te zijn voor een beperkte groep bedrijven. Er moet dus worden ingezet op verdere kennisverspreiding. Daarnaast spelen coördinatieproblemen een grote rol in het beperken van de invoering van de handelingsperspectieven. Door middel van afspraken en convenanten tussen partijen in de keten zouden gezamenlijke stappen kunnen worden ondernomen om de kosten en baten van de maatregelen eerlijk te verdelen. Tot slot blijkt goede scholing of nascholing een belangrijk factor om de transitie naar een duurzame sector te kunnen maken.

Conclusie

Bovenstaande bespreking van de handelingsperspectieven en financiële instrumenten leidt tot de onderstaande matrix van mogelijke combinaties.

Figuur 4.1 Matrix technische handelingsperspectieven en financiële instrumenten

Handelingsperspectief	Afspraken (vrijwillig)	Informatie en begeleiding	Revolverend fonds	Waarborgfonds	Minimumeis	Verwijderingsbijdrage	CO2 emissiesysteem	Innovatiesubsidie
Geopolymeer	Gebruik geopolymeer		Bouw plant	Kwaliteitsgarantie			Vergoeden CO2 reductie	Verdere ontwikkeling en demonstratie
CSA Beliet	Verspoedigen testproces			Kwaliteitsgarantie			Vergoeden CO2 reductie	
Korrelpakking-optimalisatie		Bekendheid	Relatief lage investeringen		Percentage in constructief beton		Vergoeden CO2 reductie	Verdere ontwikkeling en demonstratie
Bouwplanning	Integratie betonketen-laagbouw				Stimuleren bij laagbouw	Hoogbouw – doorrekenen marktprijzen	Vergoeden CO2 reductie	
Betonkernactivering		Bekendheid en certificering						
Mechanische betonrecycling	Stimuleren gebruik gerecycleerd beton				Stimuleren gebruik gerecycleerd beton	Doorrekenen hogere prijzen per m2 nieuwbouw	Vergoeden CO2 reductie	
Demontabel beton	Stimuleren gebruik				Stimuleren gebruik	Stimuleren gebruik	Vergoeden CO2 reductie	
Zelfhelend beton								Ontwikkeling technologie

Bron: EIB

5 Economische effecten

Naast de conclusies die kunnen worden getrokken op basis van de verdeling van de handelingsperspectieven zullen hier algemene conclusies worden getrokken over de effecten van de invoering van de initiatieven op de Nederlandse economie.

5.1 Effecten op de economie

Werkgelegenheid

Op de korte termijn zijn er mogelijk effecten op de werkgelegenheid door investeringsimpulsen, zoals de bouw van een geopolymerfabriek. Deze effecten zijn echter tijdelijk van aard omdat deze niet langer dan de bouw van de fabriek duren. Voor een kwantitatieve indicatie zouden wij inzicht moeten hebben in de desbetreffende investeringsbedragen. De structurele effecten op de Nederlandse economie zijn verwaarloosbaar klein.

Sectorale effecten

Voor de sector kan een betonakkoord wel een impuls betekenen. De betonsector kent al gedurende een aantal jaren een neergaande markt met marges die onder druk staan. Hoewel op korte termijn de productie kan aantrekken, met een verwachte toename van de bouwproductie tot 2020, zal op langere termijn de vraag naar beton weer onder druk komen als de bouwproductie weer afneemt. Een inzet op vernieuwende technologie kan de sector een impuls geven. Innovatieve toepassingen verhogen de productiviteit van de sector en leiden tot meer hoogwaardige werkgelegenheid. Innovaties kunnen in internationaal opzicht onze concurrentiepositie verbeteren en daarmee exportkansen bieden.

Stimuleringsbeleid voor onderzoek en innovatie

Innovatie kan dus van economische betekenis zijn voor de betonketen en de Nederlandse economie productiever maken als exportkansen ontstaan. Voor het stimuleren van innovatie is te leren van beleidsinzet op andere terreinen. In voorgaand kader is al gerefereerd aan het Energieakkoord. Om innovaties te stimuleren heeft de overheid in samenspraak met het bedrijfsleven ook andere vormen van publiek-private samenwerking ingevoerd. In dit kader zijn de Top Consortia voor Kennis en Innovatie (TKI) opgezet. In de TKI's werken ondernemers en wetenschappers samen om nieuwe producten of diensten op de markt te kunnen brengen of vernieuwende productiemethoden te ontwikkelen die duurzaam zijn of de productiviteit verhogen. De onderzoeken kunnen ook toegepast zijn, zoals bijvoorbeeld de ontwikkeling van pilots om nieuw producten te testen.

In 2013 investeerde het bedrijfsleven € 319 miljoen in onderzoek in de TKI's. Ter stimulering heeft de overheid 25% van dit bedrag geïnvesteerd. Voor kleine bedrijven wordt 40% bijgelegd, tot een bedrag van € 20.000. In totaal werd in het kader van TKI's in 2013 € 83 miljoen door de overheid geïnvesteerd. Voor 2016 geldt een plafond van € 75 miljoen. Om in aanmerking te komen voor het fonds moeten organisaties zich aansluiten bij een TKI, bijvoorbeeld bij de TKI Energie of de TKI Chemie.

Daarnaast is in 2015 de 'MKB-Innovatiestimulering Regio en Topsectoren' regeling in het leven geroepen teneinde innovaties bij het midden- en kleinbedrijf over regiogrenzen heen te stimuleren. In 2015 is daarvoor € 50 miljoen beschikbaar gesteld.

5.2 Maatschappelijk perspectief

Maatschappelijk gezien is er draagvlak om te investeren in de reductie van CO₂-uitstoot. Het bewijs vormt onder meer de beleidsinzet rond energiebesparing en CO₂-uitstoot en de aandacht die hier ook voor is bij particulieren en in het bedrijfsleven.

Versterking concurrentiepositie en exportkansen

Invoering van handelingsperspectieven als het gebruik van nieuwe bindmiddelen in cement of zelfhelend beton heeft, naast de effecten op CO₂-reductie in Nederland, als bijkomend effect dat er mogelijk nieuwe technologieën worden ontwikkeld. Dit sluit aan bij de ambitie van het Energieakkoord om Nederland een top-10 positie in te laten nemen op de Mondiale Cleantech ranking. Dit resultaat zou worden bereikt door uit te blinken in 'smart solutions for sustainability'. Een uitnodigend investerings- en groeiklimaat voor bestaande en nieuwe innovaties moet hier zorg voor dragen. Daarnaast zijn, als onderdeel van het Energieakkoord, middelen beschikbaar gesteld voor technisch onderzoek en de ontwikkeling van demonstratieprojecten. De ambitie is dat op lange termijn de Nederlandse economie wordt versterkt door deze topospositie in Cleantech. Op deze wijze kunnen de extra kosten die samengaan met de investeringen in duurzaamheid zich op de lange termijn terugverdienen. Investerings- en technologieën rond duurzaam beton kunnen hier onderdeel van vormen.

De aanwezigheid van sterke productieve clusters in duurzaam beton kunnen Nederland een voorsprongpositie opleveren op het moment dat de beweging naar duurzaamheid internationaal een grote vlucht neemt ('first mover advantages'). Dan kunnen duurzame producten en diensten wellicht op meer dan rendabele basis (internationaal) worden gecommercialiseerd. Dit kan een winst voor de Nederlandse economie opleveren. Het punt is echter dat ook andere landen zich in deze richting begeven. Het kan dan voordelig zijn om juist te wachten totdat anderen deze technologieën ontwikkelen ('free rider'). Echter, als internationaal iedereen zo zou redeneren, zouden geen initiatieven worden genomen ('prisoners dilemma').

De beweging naar duurzaamheid zou dan veel trager verlopen voor de wereld als geheel. Dit is een coördinatieprobleem. De oplossing kan worden gezocht in internationale afstemming. Samenwerking tussen landen op het gebied van de ontwikkeling van nieuwe technologieën kan synergievoordelen bieden, onnodige onrendabele uitgaven voorkomen en gezamenlijke doelstellingen dus efficiënter binnen bereik brengen.

De economische potentie van de duurzame betonproductie is niet met zekerheid te schatten. Zelfs als op termijn de internationale concurrentie hevig is, kan het ontwikkelen van sterke clusters een concurrentievoorsprong geven en in de toekomst voordeel opleveren.

Volgens de literatuur worden sterke clusters die een concurrentievoorsprong kunnen opleveren gekarakteriseerd door:

- Een sterke thuismarkt
- Een uitgebreid net van verwante gespecialiseerde bedrijven (toeleveranciers, eindproducten, onderzoek en ontwikkeling)
- Een gespecialiseerde arbeidsmarkt met een opleidingsinfrastructuur
- Aanwezigheid van concurrentie

Er lijkt te kunnen worden geconcludeerd dat er nog leereffecten zijn te verwachten bij de ontwikkeling van zelfhelend beton en innovatieve bindmiddelen voor cement. In hoeverre er werkelijk sprake kan zijn van een cluster in economische zin, is in dit korte onderzoek niet vast te stellen.

Bedrijfseconomisch onrendabele investeringen in reductie van de CO₂-uitstoot, betekenen dus niet dat zij maatschappelijk gezien onaantrekkelijk zijn. Over de maatschappelijke prijs van een ton CO₂ zijn de meningen echter verdeeld. Ook klimaatmodellen, waarop deze prijzen zijn gebaseerd, laten uiteenlopende resultaten zien. Een recente studie van de regering van de Verenigde Staten concludeerde op basis van drie klimaatmodellen dat een prijs van US\$ 37 de maatschappelijke kosten weerspiegelde van de uitstoot van een ton CO₂ in 2015. Een recentere studie, van onderzoekers aan de Stanford University en gepubliceerd in het gespecialiseerde tijdschrift 'Nature Climate Change' kwam op US\$ 230 per ton CO₂ geëmitteerd in 2015. Hierbij werd ook rekening gehouden met de meest recente mogelijke effecten op wereldschaal en

mogelijke daling van de economische groei op de lange termijn. Deze studie is echter nog niet door de academische gemeenschap gevalideerd.

Overheidssubsidies om CO2-emissies te reduceren

Beleidsmatig is het ook interessant om te zien hoeveel de overheid in Nederland impliciet bereid is uit te geven om bepaalde CO2-reducties te bewerkstelligen. Dit kan uit de praktijk van de projecten die door de overheid (mede) gestimuleerd zijn worden afgeleid, zoals de projecten die in het Energieakkoord zijn opgenomen.

Voor windmolens op zee is dit maximaal circa € 0,151 per kWh wat overeenkomt met € 253 per ton CO2 uitgaande van een emissie van 62 kg CO2 per kWh. Voor zonne-energie is dit € 124 per ton CO2. Voor deze vormen van duurzame energie heeft een deel van de stimulering te maken met de belangrijke verbeteringen en kostenverlagingen die voor deze technologieën in de toekomst te verwachten zijn. Deze zullen alleen van de grond komen als het proces nu al op gang wordt gebracht door stimulering van de kostbare aanloopfase. Informeel is door ambtenaren van Economische Zaken medegedeeld dat technologieën die CO2-emissies teweeg brengen voor minder dan € 100 per ton in principe interessant zijn.

In het kader van het SER Energieakkoord zijn investeringen tussen € 13-17,7 miljard overeengekomen voor de periode 2013-2020. De investeringen in Hernieuwbare Energie vallen op door het totale bedrag van bijna € 9,5 miljard. De onrendabele top van deze investeringen wordt gefinancierd door de SDE+ regeling. Hierbij wordt de prijs van duurzame energie door middel van een subsidie verlaagd ten opzichte van andere goederen of diensten en ten opzichte van conventionele energie. De regeling kan aangevraagd worden voor de productie van duurzame elektriciteit, duurzame warmte of gecombineerde opwek van duurzame warmte en elektriciteit of groen gas. De subsidie wordt bekostigd uit een heffing op alle energierekeningen van huishoudens en bedrijven (de zogenaamde Opslag Duurzame Energie oftewel ODE). Doelstelling van het akkoord is dat de hernieuwbare energieopwekking in 2020 14% wordt (nu circa 4,5%) en 16% in 2023. Het akkoord zou dan leiden tot een CO2-reductie in 2020 van 16 tot 17 miljoen ton CO2 equivalent, grotendeels in de elektriciteitssector.

Op basis van dit onderzoek biedt de betonketen een aantrekkelijke case. Het onderzoek toont aan dat een aanzienlijke reductie van de CO2-uitstoot is te realiseren tegen relatief lage kosten. Voor veel maatregelen geldt dat enkel een bijdrage nodig is om een transitie door te komen. Voor enkele andere maatregelen geldt dat de onrendabele top vergeleken met andere verduurzamingsopties relatief laag is.

Verplaatsen van klinkerproductie

Een aandachtspunt in een mogelijk betonakkoord om CO2-uitstoot te reduceren, vormt het gegeven dat straks veel van deze uitstoot niet meer in Nederland plaatsvindt. De CO2-footprint van beton wordt grotendeels bepaald door de klinkerproductie. De klinkerproductie vindt nu nog in Nederland plaats, maar volgens planning wordt de mergelgroeve van de Sint-Pietersberg in Limburg gesloten vanaf 2018. Vanaf dat moment zal de benodigde klinker uit onder meer België worden geïmporteerd en daarmee wordt het grootste deel van de CO2-productie in de sector buiten Nederland geplaatst.

Aangezien een deel van de handelingsperspectieven er op zijn gericht op het cementverbruik te besparen, bestaat de vraag hoe de besparing mee zal tellen voor de Nederlandse doelstelling voor CO2-reductie. Zonder internationale afspraken hierover zouden de Nederlandse maatregelen leiden tot lagere emissies in het buitenland. Met name in het licht van de dalende cementprijzen door overcapaciteit in China is dit een relevant thema dat misschien ook buiten Europese grenzen moeten worden behandeld.

5.3 Circulaire economie

Circulaire economie komt voort uit de gedachte dat er duurzamer moet worden omgegaan met de leefomgeving, grondstoffen, materialen en energieverbruik. Circulariteit wordt op dit moment breed maatschappelijk gedragen. De bouwsector, als grootverbruiker van materialen, kan hier aan bijdragen door duurzaam en circulair te bouwen. Voor de betonsector zijn enkele voorbeelden: hergebruik van sloopmateriaal en beton, demontabel beton, mechanische cementrecycling en uitvoering van bouwprojecten waarbij de circulaire filosofie wordt gehanteerd. De circulaire economie is vooral belangrijk wanneer het leidt tot minder gebruik van (uitputbare) grondstoffen, minder schadelijke emissies, bescherming van biodiversiteit of minder aantasting van het landschap.

Circulariteit in de betonketen

Voor de betonketen is hergebruik van betonelementen een zeer waardevolle ontwikkeling voor de circulaire economie. Bijvoorbeeld door demonteren van vloeren van kantoren die aangepast worden en opnieuw gebruikt kunnen worden voor vloeren van nieuwbouwwoningen. Zo wordt productie van cement met de daarmee gepaard gaande CO₂-emissies voorkomen. Zeker als op de lange termijn bij het ontwerp van bouwwerken rekening wordt gehouden met hergebruik van materialen, kan het effect hiervan verder toenemen. Ook het hergebruik van cement door middel van mechanische cementrecycling verlaagt de vervuilende productie.

Gebruik van puingranulaat voortkomend uit de sloop van gebouwen wordt nu al gerecycleerd als vervanger van grind in funderingen en beton en in terreinophogingen. De sector wil hergebruik van betongranulaat als grindvervanger in beton stimuleren, zodat hoogwaardiger hergebruik wordt gerealiseerd. Nu wordt puingranulaat vooral met succes in funderingen gebruikt en maar in beperkte mate in beton. Deze manier van recyclen heeft, wat betreft milieuwinsten, echter eenzelfde effect als hergebruik in beton.

Als op de lange termijn echter het gebruik in funderingen minder wordt doordat relatief minder wegen worden aangelegd, zal door de werking van het marktmechanisme meer granulaat in terreinophogingen worden gebruikt, vooral als vervanger van zand. Momenteel is zand nog veel goedkoper, maar omdat sprake is van een stortverbod van granulaat zou een overschot daarvan tot prijsdalingen leiden zodat het gebruik aantrekkelijker wordt. Ook het gebruik in beton wordt aantrekkelijker doordat granulaat goedkoper wordt.

Kansrijke ontwikkelingen

Een maatschappelijk voordeel van hergebruik van granulaat in beton ten opzichte van terreinophogingen is dat hergebruik compacter wordt en minder vervoer nodig is. Het granulaat zal in de plaats komen van grind dat op het moment voornamelijk met de binnenvaart uit Duitsland aangeleverd wordt. Zand voor ophogingswerken komt van dichterbij (bijvoorbeeld de Noordzee, of baggerspecie). Op de lange termijn is hergebruik van puingranulaat in beton maatschappelijk gezien per saldo positief en wenselijk, maar het effect is relatief bescheiden. Op de middellange termijn zijn de effecten voor het milieu dan ook te verwaarlozen.

Een andere ontwikkeling, naast de daling van de granulaatprijs, dat hergebruik in beton aantrekkelijk zal maken, is dat grind naar verwachting duurder wordt omdat de locaties van winning verder weg zullen liggen nadat het Grensmaasproject is afgerond. Daarnaast moet de exploitant investeren in het landschap om de locaties van winning als waardevol recreatiegebied terug te leveren.

Circulariteit: de economische dimensie

De gedachte dat duurzamer moet worden omgegaan met de leefomgeving, grondstoffen, materialen en energieverbruik wordt op dit moment breed maatschappelijk gedragen. De circulaire economie kan hier een bijdrage leveren door minder gebruik te maken van (uitputbare) grondstoffen, minder schadelijke gassen uit te stoten, biodiversiteit te beschermen en het landschap minder aan te tasten. In de bouwsector kan dit worden toegepast door bijvoorbeeld met duurzame grondstoffen te werken en circulair te bouwen. Zo worden sloopmateriaal en beton veelal hergebruikt en zijn er al bouwprojecten waarbij de circulaire filosofie wordt gehanteerd.

Als vanuit economisch perspectief wordt gekeken naar de vernieuwing in de bouwsector om meer te gaan bouwen volgens circulariteit, moet rekening worden gehouden met het krachtig streven van bedrijven naar een stevige winstgevendheid. Daar zijn verschillende redenen voor, waaronder het behoud van de onderneming, winstgevendheid van aandeelhouders, toegang tot financiering en stabiliteit voor andere stakeholders, zoals werknemers. Natuurlijk spelen verschillen tussen bedrijven, zoals cultuur en oriëntatie, een rol bij de mate waarin bedrijven inzetten op circulariteit, maar de uitgangspunten van de markteconomie doen ook hier onmiskenbaar hun werk: als kansen niet worden genomen door conservatieve bedrijven, zullen succesvolle innovatieve bedrijven deze kansen wel aangrijpen en hier van profiteren. Hun marktaandeel zal groeien en uiteindelijk zal het gedrag gekopieerd worden waardoor de innovaties breder verspreid worden.

De oorzaken van een laag niveau van innovatie in de bouw moeten dus worden gezocht in het functioneren van de markteconomie: de mate waarin bedrijven de vruchten kunnen plukken van hun eigen inspanningen en verliezen bij zwakke prestaties. Dit is soms precies het probleem: innovatie kan maatschappelijke voordelen opleveren maar levert bedrijfseconomisch weinig voordeel. Daarnaast hebben weinig innovatieve bedrijven relatief weinig last van hun opstelling. Deze problemen zijn met name omvangrijk voor de bouw en de gebouwde omgeving en bovendien is voor deze sector een grote rol voor overheden weggelegd op diverse terreinen (sectorale en bouwregelgeving, ruimtelijk beleid, grondbeleid, fiscaal beleid, opdrachtgeversrol) met bijzondere gevolgen voor de marktwerking. Ook zijn vele actoren actief in de gebouwde omgeving en levert dit coördinatieproblemen op. Daarnaast laat de transparantie op de markt zelf ook te wensen over en dit geeft geen stimulans voor vernieuwing en concurrentie op kwaliteit.

Voor de succesvolle inzet van beleid moet gezocht worden naar instrumenten die binnen dit economische model zijn in te zetten. Voor de inzet van initiatieven vormt visie, een inspirerend verhaal, een anker voor beleid. Dat is echter niet voldoende: er zijn daarnaast concrete doelstellingen nodig. De historie van milieubeleid laat dit duidelijk zien. Als er doelen worden gesteld, dan wordt er ook gekeken of deze worden behaald en als dit niet het geval is, is dit het signaal voor nadere acties.

Voor de circulaire economie in de bouw gaan de gedachten dan al snel uit naar reducties van materiaalstromen en afvalstromen en percentages hernieuwbare grondstoffen of percentages hoogwaardig hergebruik. Wat hier aan realistische doelstellingen mogelijk is, vereist nader onderzoek. Huidige informatie schiet op dit moment nog duidelijk tekort om tot verantwoorde doelstellingen te komen. Er is nog geen goed zicht op wat op macro-niveau zou kunnen, welke route hier naar toe zou kunnen leiden en wat de consequenties zijn van het realiseren van deze doelen. Een complicatie bij de circulaire economie is dat er soms tegenstrijdige effecten zijn in termen van duurzaamheid, bijvoorbeeld meer energiegebruik nu en minder afvalstromen later. Ook moeten gevolgen voor veiligheid en gezondheid bij de afwegingen worden betrokken. Er is geen reden om aan te nemen dat een verantwoorde operationalisering niet mogelijk zou zijn, maar het is geen sinecure om dit werkelijk goed in kaart te brengen en daarmee ook doelen en resultaten van doelen te kunnen onderbouwen. Dit is des te belangrijker, aangezien een werkelijke verschuiving in de materiaal- en grondstoffenketen naast winnaars ook duidelijke verliezers gaat

opleveren. Die zullen zich roeren en als de doelen dan ook nog eens diffuus en moeilijk verdedigbaar zijn, dan ligt een nederlagenstrategie op de loer. Hier ligt dan nog een serieuze beleidsgerichte onderzoeksopgave.

Ten slotte bestaat een goede beleidsaanpak niet alleen uit doelstellingen, maar ook uit een effectieve strategie om die doelstellingen zo doelmatig mogelijk te realiseren. Marktconforme instrumenten, die bestaan uit interventies gericht op prijzen, scoren in termen van doelmatigheid vaak beter dan geboden en verboden. Dit speelt naar verwachting zeker ook in de bouw, waar fysieke condities voor bouwwerken zeer sterk kunnen verschillen tussen locaties en waar de aard en functie van gebouwen vaak ook uiteenlopende eisen stelt. Regelgeving die aanstuurt op uniformiteit kan dan heel ongunstig uitvallen en onnodig hoge kosten veroorzaken bij bepaalde type projecten. Prijzen die burgers en bedrijven verleiden om in het algemeen meer circulair te acteren, terwijl er toch de vrijheid blijft bestaan om te kiezen tussen meer en minder circulaire materialen, is vanuit doelmatigheid doorgaans te prefereren boven een 'one size fits all' beleid.

Literatuurlijst

- CBS (web artikel 2014), 'Rendement en CO2-emissie van elektriciteitsproductie in Nederland, update 2012
- CE Delft (2015), 'Update Prioritering handelingsperspectieven verduurzaming betonketen 2015', Delft
- Convenant CO2-emissieruimte binnen het CO2-sectorsysteem glastuinbouw voor de periode 2013-2020 (2011), Den Haag
- CPB (2015), 'Nederland in 2030 en 2050: twee referentiescenario's', Den Haag
- ECN (2015), 'Kosten wind op zee 2015', externe notitie, Petten
- Ecorys en Erac (2013), 'Praktijkervaring met revolverende fondsen', Rotterdam
- EIB (2015), 'Investeren in Nederland, scenariostudie', Amsterdam
- EIB (2015), 'SER Energieakkoord, macro-economische doorwerking', Amsterdam
- EIB (2009), 'Toekomst verkenning grondstoffen', Amsterdam
- EIB (2008), 'MKBA Toepassing puingranulaat in beton', Amsterdam
- European Commission (2015), 'Statistical Annex of European Economy', Economic and Financial Affairs
- Meerjarenafspraak energietransitie-glastuinbouw 2014-2015, Den Haag
- Nederlandse Emissie Autoriteit (2015), 'Voortgang emissiehandel 2015, feiten en cijfers over emissiehandel in Nederland', Den Haag
- Rijkswaterstaat (2013), 'Nederlandse afval in cijfers, gegevens 2010-2013'
- Stanford Report (2015), 'Estimated social cost of climate change not accurate, Stanford scientists say'
- Tweede Kamer, vergaderjaar 2012-2013, 33 193, n3. 3, 'Parlementair onderzoek 'Kosten en Effecten Klimaat en Energiebeleid', Den Haag
- United States Environmental Protection Agency (2015), 'The Social Cost of Carbon', www3.epa.gov/climatechange/EPAactivities/economics/scc.html
- World Steel Association (2015), 'Statistical Yearbook 2015', Brussels

EIB-publicaties

2010

Verwachtingen bouwproductie en werkgelegenheid 2010

Algemene kosten in het bouwbedrijf 2006-2008

Bedrijfseconomische kencijfers b&u-bedrijven 2008

Bedrijfseconomische kencijfers gww-bedrijven 2008

Trends en ontwikkelingen in de afbouwbranche 2010-2015

Zzp'ers in de bouw

De arbeidsmarkt in de bitumineuze en kunststofdakbedekkingsbranche

Kantorenleegstand - probleemanalyse en oplossingsrichtingen

Ondergrondse netwerken en grondwaterbeheer

Monitor arbeidsongevallen in de bouw 2009 (ARBOUW)

Ziekteverzuim in de bouw 2009

Beleidsvarianten beperking hypotheekrenteaftrek en liberalisatie huursector

Nacht- en weekendwerk in het wegonderhoud

Bouw in beeld 2009

De bouwarbeidsmarkt 2010-2015

Bedrijfseconomische kencijfers gespecialiseerde bedrijven 2007-2008

Strategie en crisis

Vrouwen in technische functies

Marktstudie AFNL 2011-2012

Infrastuctuurmonitor - MIRT 2011

Kantorenleegstand - analyse van de marktwerking

2011

Verwachtingen bouwproductie en werkgelegenheid 2011

Algemene kosten in het bouwbedrijf 2007-2009

Openbare aanbestedingen in de gww

Bedrijfseconomische kencijfers gww-bedrijven 2009

Bedrijfseconomische kencijfers b&u-bedrijven 2009

Succesvol binnenstedelijk bouwen

De winst van innoveren

Algemene BouwplaatsKosten (ABK) van B&U-projecten 2010 (RRBOUW)

Productiviteit en strategie

Bouwconcerns in beeld 2009-2010

Trends en ontwikkelingen in de afbouwbranche 2011-2016

Restauratie en onderhoud van monumenten - marktverkenning tot 2015

Aanbestedingsgedrag opdrachtgevers

Actuele situatie in de bouw - overzicht ten behoeve van de nieuwe woonvisie

Dynamiek op de woningmarkt

De civiele betonbouw tot 2016 - ontwikkelingen op de markt en in de rolverdeling in het bouwproces

Monumenten en corporaties - monumentenbezit en -beleid van corporaties

Ziekteverzuim in de bouw 2010

Maatschappelijke woonagenda - van programmeren naar stimuleren

Monitor arbeidsongevallen in de bouw 2010 (ARBOUW)

Kantorenmonitor - analyse van vraag en aanbod

MKBA Herstructurering Eemsdelta

Bedrijfseconomische kencijfers - b&u- en gww-bedrijven 2010

Kosten en baten van de bouw bbl-opleiding

Overheid en markt; nieuw evenwicht in aanbesteden

Dienstverlening van medeoverheden - quick scan onder architectenbureaus

Infrastructuurmonitor - MIRT 2012

Algemene kosten in het bouwbedrijf 2008-2010

Kostenmodel omgevingsrecht

Bouwen voor kwaliteit

2012

Evaluatie stimuleringspakket woningbouw

Verwachtingen bouwproductie en werkgelegenheid 2012

Situatie op de Nederlandse hypotheekmarkt

Arbeid en scholing in de restauratiesector

Trends en ontwikkelingen in de wegenbouw tot 2017

Trends en ontwikkelingen in de afbouwbranche 2012-2017

Bouwconcerns in beeld 2010-2011

Effecten van bezuinigingen in de infrastructuur

Annuitaire beperking hypotheekrenteafrek

Vitaliteit: van feit tot beleid

Ziekteverzuim in de bouw 2011

Landelijke samenvatting kantorenmonitor

Stedelijke ontwikkeling en infrastructuur

Monitor arbeidsongevallen in de bouw 2011

Aanbestedingsgedrag opdrachtgevers

Gemeentefinanciën, voorzieningen en ruimtelijke investeringen in krimpgebieden

Kantorenmarkt Noord Nederland

Kantorenmarkt Oost Nederland

Kantorenmarkt provincie Utrecht

Kantorenmarkt Noord-Holland en Flevoland

Kantorenmarkt Zuid-Holland

Kantorenmarkt Zeeland

Kantorenmarkt Noord-Brabant

Kantorenmarkt Limburg

Verkiezingsprogramma's - gevolgen voor de woningmarkt en de bouwproductie

Bouwen voor de zorg

De bouw in 2020

Inventarisatie projecten Noord-Holland Noord 2013

Bouwschoolverlaters

Perspectief voor de funderingsbranche

Bouw in beeld 2011-2012

Regeerakkoord en woningcorporaties

Infrastructuurmonitor - MIRT 2013

Algemene kosten in het bouwbedrijf 2009-2011

Bedrijfseconomische kencijfers - b&u- en gww-bedrijven 2011

Marktstudie AFNL 2012-2017

2013

Verwachtingen bouwproductie en werkgelegenheid 2013

Verhuurderheffing en huurmaatregelen in krimpregio's

Bouwconcerns in beeld 2011-2012

Woonakkoord - effecten op bouwproductie en werkgelegenheid

Trends en ontwikkelingen in de afbouwbranche 2013-2018

Investeringsfaciliteit en verhuurderheffing

De Stroomversnelling

Ziekteverzuim in de bouw 2012

Verkenning woningbouwprogrammering Regio Amersfoort

De feiten rond aanbesteden

Monitor arbeidsongevallen in de bouw 2012 (ARBOUW)

Bouwen voor het onderwijs

Regionale kantorenmarkten Metropoolregio Rotterdam en Den Haag

SER Energieakkoord

Duurzame inzetbaarheid van arbeid

Bouw in beeld 2012-2013

Restauratie en onderhoud van monumenten

Waterbouw en waterschappen tot 2020

MKBA Zeeuws-Vlaanderen

Infrastructuurmonitor - MIRT 2014

EMVI, tenzij.....

Verkenning woningbouwprogrammering regio Arnhem-Nijmegen

Kostenverschil binnenstedelijk bouwen en bouwen op uitleglocaties in Noord-Holland

Algemene kosten in het bouwbedrijf 2010-2012

Bedrijfseconomische kencijfers b&u- en gww-bedrijven 2012

2014

Verwachtingen bouwproductie en werkgelegenheid 2014

Bouwconcerns in beeld 2012-2013

Eindgebruiker en opdrachtgever in de bouw: lessen uit het buitenland

Toekomstperspectieven sloopsector

Scenariostudie Overijssel

Verkenning woningbouwprogrammering Regio Amersfoort

Startersregeling Regio Amersfoort

Succesfactoren opdrachtgeverschap

Ziekteverzuim in de bouw 2013

Gebruik en effecten van de Starterslening)

Transactiekosten aanbesteden

Bouw in beeld 2013-2014

Regionale afstemming van werklocaties in Noord-Brabant

Infrastructuurmonitor - MIRT 2015

Monitor arbeidsongevallen in de bouw 2013 (Arbouw)

2015

Verwachtingen bouwproductie en werkgelegenheid 2015

Grondmarkt in crisistijd

Van de grond af aan

Algemene kosten in het bouwbedrijf 2011-2013

Bedrijfseconomische kencijfers - b&u- en gww-bedrijven 2013

Restschulden in Nederland

Beleggen in zorgvastgoed

Effect vrijstelling WWS en verhuurderheffing

Monitor arbeidsongevallen in de bouw 2014 (Arbouw)

Investeren in Nederland

Werkloosheid in de bouw 2009-2011

Woningmarktgebieden in de Noordvleugel

Infrastructuurmonitor: MIRT 2016

Vitaliteit op de lange termijn

Succesvolle EMVI-aanbestedingen

Energiebesparende technieken en kwalificaties bouwpersoneel

Bedrijfseconomische kencijfers b&u- en gww-bedrijven 2014

Algemene kosten in het bouwbedrijf 2012-2014

Monitor bouwketen najaar 2015

Bouw in beeld 2014-2015

MKBA wetsvoorstel kwaliteitsborging voor het bouwen

Monitor Zzp'ers in de bouw 2014, eerste halfjaar

Monitor Zzp'ers in de bouw 2014, tweede halfjaar

2016

Verwachtingen bouwproductie en werkgelegenheid 2016

Macro-economische verkenning betonakkoord

Ziekteverzuim in de bouw 2014

Instandhouding van monumenten

Monitor Zzp'ers in de bouw 2015, eerste halfjaar

Evaluatie marktvisie waterschappen

Monitor bouwketen voorjaar 2016

Sustainable Urban Delta

Economisch Instituut voor de Bouw

Koninginneweg 20
1075 CX Amsterdam

t (020) 205 16 00

eib@eib.nl
www.eib.nl

Desktop publishing: Margo Wakidjan-Nijbroek, EIB



Economisch Instituut
voor de Bouw

Koniginneweg 20
1075 CX Amsterdam
t (020) 205 16 00
info@eib.nl
www.eib.nl