

Dr. Ir. Bert Metz
Dr. Leo Meyer
Drs. Sible Schöne
Prof Dr. Wim Turkenburg
p/a
Klimaatbureau HIER
Zuilenstraat 7a
3512 NA Utrecht

Aan:

De Minister van Economische Zaken en Klimaat
Ir. E.D. Wiebes MBA
Postbus 20401
2500 EK Den Haag

cc:

-Tweede Kamer der Staten Generaal
-Overleg Klimaatakkoord
-NWO
-TKI Energie

Utrecht, 1 mei 2018

Betreft: het uit de lucht halen van CO₂, een belangrijke optie voor het Klimaatakkoord.

Geachte heer Wiebes,

Met deze brief vragen wij uw aandacht voor de belangrijke rol die het uit de lucht halen van broeikasgassen, met name CO₂, zal moeten spelen bij het realiseren van de klimaatdoelen (negatieve emissies). Concreet pleiten wij ervoor om in de thans lopende onderhandelingen over het af te sluiten klimaatakkoord ook maatregelen mee te nemen die al voor 2030 tot negatieve emissie van broeikasgassen kunnen leiden. Daarnaast bepleiten wij het initiëren van een programma van onderzoek, ontwikkeling en demonstratie om beter inzicht te krijgen in methoden en technieken om tot negatieve emissie van broeikasgassen te komen en op de kansen hierbij voor Nederland.

Het kabinet streeft naar een vermindering van de uitstoot van broeikasgasemissies van 49 procent in 2030 ten opzichte van 1990. Daarnaast neemt het kabinet het voortouw om de 2030 doelstelling van de EU op 55 procent in plaats van 40 procent te brengen. Het doel van 49% is volgens het PBL in lijn met het realiseren van 95% emissiereductie in 2050¹. Zo'n reductie zou passen bij het beperken van de temperatuurstijging op aarde als gevolg van menselijk handelen tot "ruim onder 2 graad Celsius". Het doel van 55% emissiereductie in 2030 past, volgens het PBL, bij het streven om de mondiale temperatuurstijging te beperken tot 1,5 graad Celsius.

Waarom "streven naar niet meer dan 1,5 graad" belangrijk is voor Nederland zelf

De in Parijs overeengekomen doelstelling ("ruim beneden 2 graden en streven naar niet meer dan 1,5 graad") is een aanscherping van de doelstelling die in 2010 internationaal was afgesproken (te weten "beneden 2 graad Celsius"). De aanscherping komt voort uit het wetenschappelijke inzicht dat ook opwarming beneden 2 graad Celsius grote schade kan toebrengen aan onder meer koraalriffen, tropisch regenwoud, en landbouw. Bovendien kan het leiden tot onomkeerbare processen zoals het massaal verdwijnen van ijs op Groenland en West-Antarctica, met een zeer aanzienlijke stijging van de zeespiegel als gevolg. Een indicatie hiervoor is dat de CO₂-concentratie in de atmosfeer thans op hetzelfde niveau

¹ [PBL, Analyse Regeerakkoord Rutte-III: Effecten op klimaat en energie, 30 oktober 2017,](#)

ligt als tijdens pieken in die concentratie 3 tot 5 miljoen jaar geleden. De zeespiegel lag destijds zo'n 10 tot 20 meter boven het huidige niveau². Een herhaling hiervan zou voor Nederland desastreus zijn. Intussen zien we in de wetenschap de voorspellingen over maximaal te verwachten zeespiegelstijging bij ongewijzigd beleid omhoog gaan. Zo heeft het KNMI³ berekend dat een stijging van 2,5 tot 3 meter in deze eeuw niet uitgesloten kan worden, vooral als gevolg van het afsmelten van ijs in Antarctica. En een andere, recente studie⁴ geeft aan dat in het jaar 2500 de stijging wel eens 12,5 meter zou kunnen bedragen. Bij beperking van de temperatuurstijging tot 2 graden is er nog steeds een aanzienlijk risico van grootschalig afsmelten van ijskappen; bij 1,5 graad is dat risico aanzienlijk kleiner⁵.

Voor Nederland moet dit een belangrijke reden zijn er alles aan te doen om de mondiale opwarming door de uitstoot van broeikasgassen tot 1,5 graad te beperken.

CO₂ weer uit de lucht halen is inmiddels onvermijdelijk

In een recent rapport⁶ stelt het PBL: *“Om aan het Parijsakkoord te voldoen zijn op nationale, Europese en mondiale schaal omvangrijke hoeveelheden negatieve emissies vrijwel onvermijdelijk, dat wil zeggen maatregelen waarmee CO₂ aan de atmosfeer wordt onttrokken”*. Deze conclusie is in feite ook te vinden in het Energierapport van 2016. Daarin wordt inzet van biomassa in combinatie met CO₂-afvang en opslag (BECCS) noodzakelijk geacht om het CO₂-gehalte in de atmosfeer na 2050 actief te verminderen en aldus de opwarming van de aarde tot maximaal 2 graad Celsius te beperken⁷.

In Parijs hebben landen plannen gepresenteerd die moeten leiden tot beperking van de uitstoot van broeikasgassen. Maar met de toezeggingen die daarbij zijn gedaan koersen we af op een opwarming van 3 graden of meer⁸. Vrijwel zeker zullen we de komende jaren teveel broeikasgassen in de atmosfeer brengen. De voorgestane vermindering van deze uitstoot is urgent nodig, maar intussen niet meer voldoende om de Parijs doelstellingen te halen. Het teveel aan broeikasgassen, en met name CO₂, moet weer uit de lucht worden gehaald.

Een illustratie van de ernst van de situatie is te vinden bij het KNMI⁹. Wereldwijd zitten we nu al ruim 1 graad Celsius boven het pré-industriële niveau. En ook als de concentratie van broeikasgassen vanaf nu constant zouden kunnen houden door de broeikasgas-emissies tot vrijwel nul terug te dringen, zitten we - vanwege de traagheid van het klimaatsysteem - vast aan een verdere stijging van de temperatuur op aarde met 0,2 tot 0,6 graad Celsius. Als we daarnaast ook de luchtvervuiling door zwavel wereldwijd aanpakken, komt daar waarschijnlijk nog 0,1 tot 0,3 graad Celsius bij. Dit zou betekenen dat we thans al vastzitten aan een temperatuurstijging van 1,4 tot 1,8 graad Celsius. En omdat we nog langere tijd door zullen gaan met het uitstoten van broeikasgassen, mag worden verwacht dat we zonder negatieve emissie technieken v er over de limiet van 1,5 graad Celsius heengaan. Ook zonder CO₂-uitstoot uit fossiele brandstoffen blijven er in de wereld nog onvermijdelijke methaan- en lachgas emissies uit landbouw en veeteelt over, dus die zullen ook gecompenseerd moeten worden met negatieve emissies

In vrijwel alle scenario's die op "ruim beneden 2 graad Celsius" zijn gericht, en in alle scenario's die op "streven naar maximaal 1,5 graad" zijn gericht worden technieken om tot negatieve emissies van CO₂ te

² [WMO Greenhouse Gas Bulletin, oktober 2017, p.5](#)

³ [KNMI, Extreme zeespiegelstijging in de 21^e eeuw, 6 april 2017,](#)

⁴ De Conto, R.M. , Pollard,D., [Nature, volume 531,](#) pages 591–597 (31 March 2016)

⁵ International Cryosphere Climate Initiative, [Threshold graphic](#)

⁶ [PBL, Negatieve Emissies, 7 februari 2018](#)

⁷ Ministerie van Economische Zaken, [Energierapport 2016,](#) p. 125

⁸ UN Environment, [Emissions Gap Report 2017](#)

⁹ Springtij Forum, [Rapport Energie- en Klimaatjury,](#) 2017

komen al ingezet, anders lukt het niet. Scenario's die zijn gericht op maximaal 1,5 grad komen mondiaal tot een CO₂ uitstoot die in 2050 netto nul is en voor alle broeikasgassen tezamen tot een uitstoot die rond 2060-2070 netto nul is met daarna een periode - tot tenminste het jaar 2100 - waarin de emissies netto negatief zijn. Om dit te kunnen realiseren moet al in 2020 worden begonnen met het uit de lucht halen van CO₂. Dit zou op hele grote schaal in de tweede helft van deze eeuw moeten plaatsvinden. De omvang van deze negatieve emissie komt in deze scenario's in de tweede helft van de eeuw jaarlijks overeen met een kwart tot meer dan de helft van de huidige mondiale CO₂-uitstoot per jaar¹⁰ Scenario's voor "ruim beneden 2 grad Celsius" laten, iets verschoven in de tijd, een vergelijkbare inzet van negatieve emissies zien.

De conclusie moet zijn dat het permanent verwijderen van broeikasgassen uit de atmosfeer onmisbaar is voor het behalen van de doelstellingen van Parijs. Het is daarom van belang ook in Nederland werk te maken van maatregelen om tot negatieve emissie van CO₂. Ook is van belang deze maatregelen mee te nemen in het Klimaatakkoord voor 2030 waarover thans wordt onderhandeld.

Dit zou ook tegemoet komen aan de motie Vos (PvdA) die de Tweede Kamer op 24 mei 2016 heeft aangenomen waarin aan de regering wordt gevraagd meer werk te maken van het *afvangen en opslaan van CO₂* én van het *actief verwijderen van CO₂ uit de lucht*. Aan het eerste deel van deze motie is en wordt intussen uitvoering gegeven, aan het tweede deel nog niet.

Er zijn concrete en substantiële maatregelen voor negatieve emissie van CO₂ in Nederland mogelijk

Het PBL heeft laten zien⁶ dat al vóór 2030 er concrete mogelijkheden bestaan om significante hoeveelheden CO₂ uit de lucht te halen. Voor alle opties tezamen wordt het realistisch potentieel geschat op zo'n 20 Mton CO₂ per jaar. Realisatie van negatieve emissie kan derhalve een niet te verwaarlozen bijdrage leveren aan de benodigde reductie van de uitstoot die in 2030 moet zijn bereikt – berekend op een kleine 50 Mton CO₂ per jaar.¹¹ Ook kunnen negatieve emissies een verdere emissiereductie in 2030 tot 55% mogelijk maken, ook al zijn er onzekerheden.

Het onttrekken van CO₂ aan de lucht kan op diverse manieren. Veel genoemd is herbebossing. Een andere optie is het verhogen van het organisch-stofgehalte van landbouwgronden ('Carbon Farming') en van de grond in natuurgebieden. Ook aan productie van houtskool ('biochar') en opslag hiervan in de bodem kan worden gedacht. Weer een andere optie is het afvangen en opslaan van CO₂ uit processen (bij zowel industrie als elektriciteitscentrales) waarbij biomassa als grond- of als brandstof wordt gebruikt. Een volgende mogelijkheid biedt het bouwen van installaties waarmee CO₂ direct uit de lucht kan worden gehaald (Direct Air Capture) en langdurig kan worden omgezet in producten zoals koolstofvezels (een vorm van CCU - Carbon Capture and Utilization). Tot slot willen we ook een andere methode noemen: het vastleggen van CO₂ in gesteenten zoals olivijn, dus mineralisatie van CO₂.

¹⁰ Rogelj, J., et al, Scenarios towards limiting global mean temperature increase below 1.5 °C, Nature Climate Change March 5, 2018,

¹¹ [Brief Minister Wiebes aan Tweede Kamer](#), 26 april 2018,

Een eerste schatting van PBL van het realiseerbaar potentieel van deze opties wordt voor de jaren 2030 en 2050 gegeven in onderstaande tabel. De hier gegeven lijst van mogelijke opties is overigens niet uitputtend.

Optie	Realiseerbaar potentieel voor 2030 (MtCO ₂ /jaar)	Realiseerbaar potentieel voor 2050 (MtCO ₂ /jaar)
Herbebossing en Verrijking landbouwgrond	1-1,5	2-3
DAC met opslag CO ₂ , bijv. in vorm van koolstofvezels	-	??
Bio-based chemie en AVI's plus CCS	1,2	3,5
Biomassa in WKK's plus CCS	4	>>4, maar onzeker
Productie biobrandstoffen plus CCS	2,3	>>2,3 maar onzeker
Toeslag cement en houtbouw	1,5	??
Biomassa en CCS in voormalige kolencentrales	12	??
Mineralisatie van CO ₂	<<1	??

Bron: PBL, 2018⁶.

Toelichting op de opties

Hieronder geven we per sector een toelichting op de genoemde opties.

a) Natuur en Landbouw

Extra bosaanplant op bestaande natuurterreinen en niet-rendabele landbouwgrond kan in 2030 0,5-1 Mt CO₂ per jaar uit de lucht halen. Daarbij moet worden opgemerkt dat als het bos volwassen is, er nog maar heel beperkt sprake van koolstofvastlegging.

Met een pakket maatregelen in de landbouw, zoals verminderen van ploegen, verbeteren van gewasrotatie en oogstresten achterlaten op het land, kan zo'n 0,6 Mton worden gehaald in 2030. Gezien de taakstelling van de sector zoals verwoord in het regeerakkoord (afname uitstoot 3,5 Mton in 2030) is dat significant. Voor 2050 wordt ingeschat dat de hoeveelheden grofweg kunnen worden verdubbeld. De genoemde maatregelen zijn overigens gunstig voor de bodemvruchtbaarheid, de productiviteit van de landbouw, de resistentie tegen droogte en – voor wat betreft de bossen - het behoud van biodiversiteit.

b) Industrie en transport

Bij de industrie zullen fossiele grondstoffen moeten worden vervangen door biomassa ("bio-based economy") en andere hernieuwbare grondstoffen. Negatieve emissie kan dan worden verkregen door afvangen van CO₂ bij chemische processen, warmteproductie met biomassa en bij de productie van biobrandstoffen.

De chemische industrie heeft zich inmiddels ook tot taak gesteld¹² fossiele grondstoffen deels door biomassa te vervangen. Het gaat daarbij vooral om de productie van bulkchemicaliën die voor de productie van kunststoffen worden gebruikt. De meeste kunststoffen komen in Nederland uiteindelijk in

¹² VNCI/ Agentschap NL, Routekaart Chemie 2012-2030 : Energie en Klimaat; VNCI/ Ecofys, Chemistry for Climate: [Acting on the need for speed, Roadmap for the Dutch Chemical Industry towards 2050](#)

afvalverbrandingsinstallaties (AVI's) terecht. Door deze installaties van CO₂ afvang en opslag te voorzien, kan omstreeks 2030 circa 0,6 Mton CO₂ per jaar uit de lucht worden gehaald.

Bij gebruik van biomassa voor de productie van koolstof, een grondstof voor diverse industriële producten, kan via AVI's-met-CCS nog zo'n 0,6 Mton per jaar aan de lucht worden onttrokken. Dit betekent een negatief emissiepotentieel van 1,2 Mton CO₂. En in 2050 kan het negatief emissiepotentieel van de industrie wellicht zo'n 3,5 Mt CO₂ per jaar zijn.

Warmte-kracht installaties (WKK's) die hoge temperatuur-warmte voor de industrie produceren, kunnen door omschakeling op biomassa als brandstof en door CO₂ afvang en opslag omstreeks 2030 jaarlijks naar schatting zo'n 2,5 Mton CO₂ uit de lucht halen. Tel daarbij het gebruik van CCS bij AVI's op, zoals in het regeerakkoord genoemd, dan komt daar - door het organisch materiaal in het afval - nog circa 1,4 Mton per jaar bij. Een kleine 4 Mton per jaar negatief dus. In 2050 zal het potentieel naar verwachting aanzienlijk groter zijn, mede afhankelijk van de inrichting van industriële processen en van het energiesysteem.

Negatieve emissie van CO₂ kan ook worden bereikt bij de productie van biobrandstoffen. Het gaat dan om brandstoffen die door vergisting worden verkregen of uit synthesegas worden gemaakt dat door vergassing van houtige biomassa kan worden verkregen. Bij deze productieprocessen komt een deel van de koolstof in de vorm van CO₂ vrij. Die kan worden afgescheiden en opgeslagen.

Als het voorstel van de Europese Commissie wordt aangenomen, dan zal vanaf 2021 de benzine- en dieselconsumptie voor 0,5% uit geavanceerde biobrandstof moeten bestaan, oplopend tot 3,6% in 2030. Bij de productie van geavanceerde biobrandstof kan CO₂ worden afgevangen en opgeslagen. Voor Nederland kan dit een potentieel leveren van 2,3 Mton CO₂ dat per jaar aan de lucht wordt onttrokken. Op langere termijn kan dit potentieel nog flink toenemen, omdat biobrandstoffen ook voor vrachtwagens, scheepvaart en luchtvaart een belangrijke mogelijkheid bieden om klimaatvriendelijker te worden.

Op langere termijn kan wellicht ook de productie en het gebruik van koolstofvezels dat uit atmosferisch CO₂ is gemaakt een rol gaan spelen. Deze vezels kunnen als constructiemateriaal in een veelheid van sectoren worden ingezet, zoals de energiesector (productie windturbines), de transportsector (productie fietsen, auto's, treinen en vliegtuigen) en de gebouwde omgeving.

Alles bij elkaar gaat het voor 2030 om een realiseerbaar negatief potentieel van zo'n 7,5 Mt CO₂ per jaar. Gezien de taakstelling voor industrie en mobiliteit - 22 Mton minder uitstoot in 2030 - is dit potentieel aanzienlijk. Daarbij gaat het bovendien om een toepassing van CCS die in lijn is met de beoogde verduurzaming van industriële processen.

c) Gebouwde omgeving

De belangrijkste optie in de gebouwde omgeving om CO₂ uit lucht te halen en langdurig vast te leggen is de productie van beton. Door toevoeging van stoffen die CO₂ bevatten (plantaardige vezels, vliegas dat heeft gereageerd met CO₂) of stoffen die CO₂ opnemen (olivijn als vervanger van zand) kan omstreeks 2030 zo'n 1,1 Mton CO₂ per jaar aan de lucht worden onttrokken. Als daarbij wordt opgeteld het potentieel voor CO₂ vastlegging in hout, wanneer staal en beton in de bouw wordt vervangen door houtskeletten -een paar tienden Mton per jaar, dan leidt dat omstreeks 2030 voor de gebouwde omgeving tot een negatief potentieel van zo'n 1,5 Mton CO₂ per jaar. Dit is aanzienlijk gelet op de taakstelling voor de sector (een uitstootvermindering van 3,4 Mton in 2030¹¹). Denkbaar is dat op langere termijn in de bouw ook het gebruik van koolstofvezels die uit atmosferisch CO₂ zijn gemaakt een rol kan gaan spelen.

d) Elektriciteit

Het regeerakkoord maakt duidelijk dat *“uiterlijk in 2030 zal worden gestopt met de productie van elektriciteit uit kolen”*. Die formulering laat de mogelijkheid open om centrales die kolen verstoken geschikt te maken voor het verstoken van andere brandstoffen, zoals ook verwoord in uw brief aan de Tweede Kamer van 23 februari 2018¹³.

In Nederland staan meerdere kolencentrales waarvan er drie recent zijn gebouwd. Het lijkt mogelijk om een of meerdere van die centrales zodanig om te bouwen dat zij voor 100% op duurzame biomassa kunnen draaien. RWE, eigenaar van de Amer- en de Eemshavencentrale, heeft daar al op gezinspeeld. Zij denken vóór 2030 voor 100% op biomassa te kunnen overschakelen, ook als er voor het stoken van biomassa geen subsidie meer wordt gegeven. Aannemende dat de centrale van een CCS installatie wordt voorzien, kan er voor de Amercentrale een negatief emissiepotentieel van 3,8 Mt per jaar worden ingeboekt. En als 100% biomassa-stook met CCS in de Eemscentrale zou worden toegepast, zou dat kunnen resulteren in 8,8 Mton CO₂ per jaar dat aan de lucht wordt onttrokken.

Dit potentieel is overigens niet nodig om de taakstelling voor de elektriciteitssector zoals genoemd in het regeerakkoord te halen, maar kan worden benut om een reductiedoelstelling van 55% te realiseren.

Mocht het op langere termijn mogelijk worden om koolstofvezels uit atmosferisch CO₂ te maken, dan kunnen deze vezels bij onder meer de fabricage van materialen voor windturbines worden gebruikt. Dit zou dan een tweede route zijn om in de elektriciteitssector tot negatieve emissie van CO₂ te komen.

Onderzoek, ontwikkeling en demonstratie nodig

In uw brief over het Klimaatakkoord¹³ geeft u kaders waaraan maatregelpakketten moeten voldoen om tot minder uitstoot van broeikasgassen te komen. Een van de kaders is dat de maatregelen toekomstgericht moeten zijn. Voor een kostenefficiënte transitie richting 2030 en 2050 zijn pilots en demonstraties van maatregelen van belang die kansrijk zijn na 2030, naast onderzoek en ontwikkeling & innovatie. U schrijft: *“De technologieën die tussen 2030 en 2050 een wezenlijke bijdrage moeten leveren aan de transitie, bevinden zich deels nog in een onderzoeksfase. Hier moeten we nu aandacht voor hebben, willen we hier op langere termijn van kunnen profiteren. De focus hier ligt op technieken die, bij succesvolle doorontwikkeling, een grote bijdrage kunnen leveren aan de Nederlandse en wereldwijde klimaatopgave én het verdienvermogen van de Nederlandse economie, zoals de benutting van waterstof, de benutting van CO₂ als grondstof (CCU) en de ontwikkeling van geavanceerde biobrandstoffen. (...)De afspraken die hierover in het Klimaatakkoord worden gemaakt komen in een strategische kennis- en innovatieagenda.”*

Wij stellen voor om in Nederland een RD&D programma op te zetten om na te gaan welke methoden en technieken kansen bieden voor een betekenisvolle negatieve emissie van CO₂ en andere broeikasgassen en de kansrijke opties verder te ontwikkelen, aansluitend bij de kennis, expertises en kundes waarover Nederland beschikt.

Een verzoek hiertoe is door ons al begin 2016 per e-mail aan NWO gedaan. Daarbij gaven we aan dat zo'n programma tezamen met bijvoorbeeld TKI Energie opgezet zou kunnen worden. In 2016 gaven we aan dat zo'n programma de komende vijf jaar een omvang van gemiddeld 3 miljoen euro per jaar zou kunnen hebben. Het antwoord van NWO was dat de gelden waarover zij beschikten voor de jaren 2016 en 2017 al verdeeld waren. Inmiddels is het 2018 en voor zover ons bekend zijn met betrekking tot het bevorderen van onderzoek naar Negatieve Emissie Technieken (NET's) door NWO nog geen initiatieven genomen.

¹³ [Brief Minister Wiebes aan de Tweede Kamer](#), 23 februari 2018

Bij het opzetten van een RD&D programma kan een voorbeeld worden genomen aan het programma *Greenhouse Gas Removal (GGR) from the Atmosphere* dat in de UK in 2016 van start is gegaan met een budget van ongeveer 10 miljoen euro. Het RD&D programma in de UK is opgezet door de Natural Environment Research Council (NERC), de Engineering and Physical Sciences Research Council (EPSRC), de Economic and Social Research Council (ESRC) en het Department for Business, Energy and Industrial Strategy (BEIS)¹⁴. Voorbeelden van lopend onderzoek zijn gegeven in bijlage I.

Afsluitend

Gezien het enorme belang van negatieve emissies voor het halen van de klimaatdoelstellingen van Parijs pleiten wij ervoor om in de thans lopende onderhandelingen over het af te sluiten klimaatakkoord ook maatregelen mee te nemen zoals in het PBL rapport beschreven die al voor 2030 tot negatieve emissie van broeikasgassen kunnen leiden. Daarnaast pleiten wij voor het opstarten van een onderzoeks-, ontwikkelings- en demonstratieprogramma op het thema 'negatieve emissie van broeikasgassen'. Doel van dit programma zou moeten zijn de diverse technieken en methoden grondig in kaart te brengen en de ontwikkeling van Negatieve Emissie Technieken te bevorderen voor zover ze voor Nederland van belang zijn. Zo'n RD&D programma kan helpen om realisatie van het potentieel dat voor 2030 en 2050 bestaat veilig te stellen. Ook kan zo'n programma het makkelijker maken om in 2030 een emissiereductie van 55% in plaats van 49% te realiseren.

Hopende op een reactie uwerzijds
en met dank voor uw aandacht,

Met vriendelijke groet,

Dr. Ir. Bert Metz, voormalig co-voorzitter IPCC Werkgroep Mitigatie

Dr. Leo Meyer, ClimateContact-Consultancy

Drs. Sible Schöne, Directeur HIER Klimaatbureau

Prof. Dr. Wim Turkenburg, emeritus hoogleraar Science, Technology and Society, Universiteit Utrecht

¹⁴ Een overzicht van het programma is te vinden op <https://nerc.ukri.org/research/funded/programmes/ggr/>

BIJLAGE 1. Voorbeelden van al lopend onderzoek

Tot slot willen we een aantal voorbeelden geven van al lopend onderzoek dat de basis zou kunnen vormen van een Nederlands RD&D programma Negatieve Emissie Technieken.

- Door TNO wordt gewerkt aan Direct Air Capture door atmosferisch CO₂ te absorberen aan amines en waarbij geothermische energie wordt gebruikt om de CO₂ weer af te scheiden en voor nuttig gebruik in de glastuinbouw beschikbaar te krijgen. Aldus kan de inzet van fossiel CO₂ bij de bemesting van kassen met CO₂ worden voorkomen. Ook in Twente wordt aan de winning van atmosferisch CO₂ gewerkt. Door atmosferisch koolstof langdurig op te slaan of vast te leggen, kan de concentratie van CO₂ in de lucht worden verlaagd. Er zijn studies die suggereren dat dit op wereldschaal tot vastlegging van meerdere gigatonnen CO₂ per jaar kan leiden. De kosten hiervan zijn thans echter hoog, naar schatting tenminste 500 USD per ton CO₂. RD&D is nodig om deze kosten te verlagen, in potentie tot wellicht minder dan 150 USD per ton.

Wereldwijd wordt inmiddels op diverse plekken behoorlijk intensief aan de ontwikkeling van DAC technieken gewerkt. Voorbeelden zijn te vinden in de VS, Canada en China, en – in Europa – in Zwitserland (Climeworks AG te Zürich) en Finland (Lappeenranta University of Technology).

- In het buitenland (George Washington University, USA) is ook onderzoek gaande naar verwijdering van CO₂ uit de lucht via direct air capture waarbij de CO₂ uit de lucht wordt omgezet in koolstofvezels. Het streven is deze vezels zodanig te produceren dat ze gebruikt kunnen worden als grondstof voor constructiematerialen die voor bijvoorbeeld het maken van windturbines, auto's, vliegtuigen, huizen en gebouwen kunnen worden gebruikt. Voor zover ons bekend is van dergelijk onderzoek in Nederland nog geen sprake.

- Nederlanders zoals Willem Ferwerda zijn actief bezig met programma's om tot herbebossing in landen in de derde wereld te komen. Soortgelijke programma's zouden opgezet kunnen worden voor herstel van mangrove bossen. Dat zou niet alleen bijdragen aan vastlegging van koolstof uit de lucht, maar ook de erosie van kustgebieden kunnen tegengaan en kunnen bijdrage aan herstel van ecosystemen. Discussie is er over effectiviteit van herbebossing indien door klimaatverandering en bosbranden de opgeslagen van atmosferische koolstof weer verloren gaat. In verder onderzoek zou dit een punt van aandacht moeten zijn.

- In 2016 kwamen enkele land- en tuinbouworganisaties uit Nederland, België, Duitsland, Engeland en Noorwegen bijeen om te praten over 'carbon farming', onder meer over de proeven die lopen en de (te verwachten) resultaten daarvan. Carbon farming is een ontwikkeling die in de kinderschoenen staat. Ook de Landbouw Universiteit Wageningen geeft er aandacht aan terwijl in 2012 het Centrum voor Landbouw en Milieu (CLM) een quick scan heeft uitgevoerd naar de potenties van Carbon farming in de Nederlandse melkveehouderij. Verdere ontwikkeling en toepassing van kennis en kunde op dit gebied lijkt van belang, voor Nederland zelf maar ook voor andere landen. Daarbij: leden van de Tweede Kamer hebben in 2017 de regering verzocht onderzoek te doen naar opslag van CO₂ (lees koolstof) in de bovenste laag van de bodem en naar het verdienmodel voor deze opslag.

- Koolstof uit de lucht kan ook in de vorm van houtskool (biochar) voor honderden tot duizenden jaren in de bodem worden opgeslagen en daar kunnen bijdragen aan verbetering van de bodemvruchtbaarheid. De meningen hierover zijn echter verdeeld. Ook dit zou een onderwerp voor nader onderzoek kunnen zijn. Dit onderzoek zou door bijvoorbeeld de WUR kunnen worden uitgevoerd.

- Het bedrijf GreenSands in Enkhuizen importeert olivijn dat op verschillende wijzen gebruikt kan worden. Een van de afnemers is, voor zover ons bekend, de NS. Olivijn kan CO₂ door mineralisatie uit de lucht halen. Voorstellen om deze optie op grote schaal toe te passen zijn in Nederland gedaan. Over de hoeveelheid CO₂ die met deze aanpak van jaar tot jaar uit de lucht kan worden gehaald verschillen de

meningen. Het lijkt nuttig meer inzicht in te krijgen in de potenties van verschillende aanpakken op dit terrein door zowel verdere verkenningen uit te voeren als experimenten te doen en bestaande projecten te monitoren.