

KNVC CMG & JONG **KNVC**

present a societal chemical discussion on CCS & CCU

Carbon Café
Capture CO₂
in the climate agreement

Verslag van de discussieavond
op 24 april 2019 in Utrecht

COLOFON

© 2019 KNCV Chemie & Maatschappij Groep

© 2019 Jong KNCV

Redactie: Dr. Carel Wreesmann en Fons Janssen

Vormgeving: Dr. Frans Koeman



Deze uitgave is een initiatief van Jong KNCV en de Chemie & Maatschappij Groep (CMG) van de KNCV.

MET DANK AAN

Alle betrokkenen bij de discussieavond
de discussies en voorbereiding op het rapport:

Kimberly Barentsen
Ir. Hans Blom
Gerdi Breembroek
Dr.ir. Earl Goetheer
Ir. Jan Hopman
Fons Janssen
Prof.dr.ir. Krijn de Jong
Michèlle Prins
Dr. Carel Wreesmann

Jong KNCV
KNCV – CMG-groep
Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, RVO
TNO/TU Delft
TNO
Jong KNCV
Universiteit Utrecht
Natuur & Milieu
KNCV – CMG-groep

5 INLEIDING

6 PRESENTATIE EARL GOETHEER

8 PRESENTATIE MICHÈLLE PRINS

9 PANEL DISCUSSION

11 CLOSING REMARK

12 NAWOORD CAREL WREESMANN

14 AANKONDIGING



Op woensdag avond 24 april vond in vergadercentrum Mammoni in Utrecht het Carbon Café plaats, een discussieavond georganiseerd door de Chemie en Maatschappij Groep (CMG) en Jong KNCV over de Carbon Capture and Storage (CCS) en Utilization (CCU). Sprekers waren Earl Goetheer (TNO/TU Delft), die ook sprak namens Jan Hopman, die verhinderd was door ziekte, en Michèlle Prins (Natuur & Milieu). In de afsluitende panel discussie namen plaats Earl, Michèlle, Krijn de Jong (Hoogleraar katalyse Universiteit Utrecht) en Gerdi Breembroek (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, RVO).

De mediator was Kimberley Barentsen (Jong KNCV).

Een peiling onder het publiek wees uit dat er 22 deelnemers afkomstig waren van universiteiten en hogescholen, 9 van het bedrijfsleven, 4 van de overheid, 4 van politieke partijen en 5 in de categorie overig.

De voertaal was Engels, vandaar dat in dit verslag de panel discussies in deze taal zijn vastgelegd (met dank aan Jong KNCV leden Geert Cremer en Martijn Naaktgeboren). De vragen uit het publiek kwamen al direct na de lezing van Michèlle. Daarna werd haar bijdrage afgesloten en begon de algemene panel discussie.

De huidige emissie van CO₂ leidt tot een onaanvaardbare opwarming van het klimaat. Wij stoten in Nederland jaarlijks ~ 200 miljoen ton CO₂ uit [1], dat is ca. 0,5% van de ~ 40 miljard ton wereldwijd [2].

1. <https://www.tno.nl/nl/aandachtsgebieden/CO2-reductie-in-nederland>
2. <https://nl.co2.earth/global-co2-emissions>

Emissies van CO₂ vinden voor een belangrijk deel plaats vanuit puntbronnen. In dit geval is het mogelijk om CO₂ in geconcentreerde vorm te isoleren. Er zijn dan voor een geconcentreerde CO₂ stroom grofweg twee mogelijkheden:

1. CCS: ondergrondse opslag in lege aardgasvelden of zout cavernes
2. CCU: omzetting naar nieuwe grondstoffen (biomassa dan wel chemicaliën)

Met CCS wordt CO₂ voor zeer lange tijd opgeborgen en komt het niet in de atmosfeer terecht, met CCU is dat uiteindelijk wel het geval met de meeste producten (brandstoffen, basis chemicaliën en plastics).

In de glastuinbouw wordt CCU al op grote schaal toegepast. Daar wordt CO₂-gebruikt als C-meststof door in de kas de CO₂-concentratie te verhogen van 400 naar 1.000 ppm. Dat leidt tot een aanzienlijke opbrengstverhoging, wat voorheen vaak gedaan werd met de verbranding van aardgas.

Tijdens deze discussie avond zijn andere opties, zoals andere vormen energie, die geen CO₂ uitstoten (bijv. kernenergie) of het reduceren van andere broeikasgassen (zoals methaan) nadrukkelijk buiten beschouwing gehouden.

De vraag, die voor de KNCV centraal staat, is wat kunnen wij chemici bijdragen?

Omdat Jan Hopman verhinderd was door ziekte, heeft Earl ook Jan's lezing gepresenteerd.

In zijn presentatie gaf Earl Goetheer aan, hoe urgent het CO₂-probleem is. De Nederlandse regering heeft de sterke ambitie om te voldoen aan het Akkoord van Parijs van 2015 en wil daarom de CO₂-uitstoot met de helft omlaag brengen in 2030 en in 2050 zelfs met 95 procent. Dat is een gigantische uitdaging, zowel financieel als wetenschappelijk.

Earl werkt als onderzoeker bij TNO in het samenwerkingsverband Voltachem.

CCU

De chemische industrie kan CO₂ met waterstof omzetten naar verbindingen als mierenzuur, koolstofmonoxide, formaldehyde, methanol, methaan, etc.

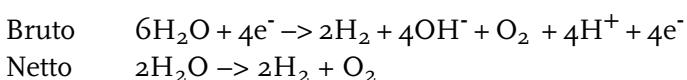
1. CO₂ + H₂ → HCOOH (mierenzuur)
2. CO₂ + H₂ → H₂O + CO (koolstofmonoxide)
3. CO₂ + 2H₂ → H₂O + CH₂O (formaldehyde)
4. CO₂ + 3H₂ → H₂O + CH₃OH (methanol)
5. CO₂ + 4H₂ → CH₄ (methaan)

Vanwege thermodynamica kunnen de producties van koolstofmonoxide, methanol en methaan plaatsvinden in een reactor, waarbij de reactanten gasvormig blijven. De andere producten kunnen in oplossing via een elektrochemische cel gevormd worden, waarbij aan de ene kant de kathode elektronen levert en aan de andere kant de anode elektronen opneemt. Voor elk van deze omzettingen zijn specifieke katalysator materialen nodig, zowel in reactoren met gasvormige reactanten als in elektrochemische cellen.

Bij de elektrochemische productie van waterstof ontstaat ook zuurstof

- Kathode $4\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2 + 4\text{OH}^-$
- Anode $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$

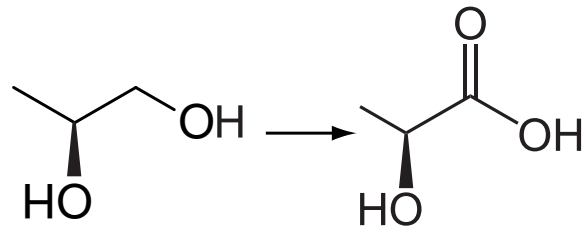
=====



Omdat zuurstof relatief weinig waarde heeft, wordt er

onderzocht of andere elektronen donoren mogelijk zijn, bijvoorbeeld de omzetting van propyleenglycol naar melkzuur.

- Anode $2\text{R-CH}_2\text{OH} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{RCOOH} + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$



Op dit moment loopt er een aantal initiatieven voor de commerciële productie van methanol uit CO₂.

CCS (sheets Jan Hopman)

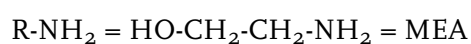
In Nederland loopt sinds 2004 het onderzoeksprogramma CATO (CO₂-Afvang, Transport en Opslag). <https://www.co2-cato.org/cato/overview/cato-programme>

Verschillende opties voor ondergrondse CO₂-opslag zijn niet politiek haalbaar gebleken, met als bekendste voorbeeld Barendrecht. Op dit moment zijn er plannen in de maak om CO₂ op te slaan in lege aardgas velden in de Noordzee namelijk project Athos in havengebied Amsterdam, met als belangrijkste deelnemer Tata Steel, project Porthos in het havengebied Rotterdam, en verder Twence in Hengelo en AVR in Duiven. Voor CO₂-opslag onder de Noordzee is voor de komende halve eeuw nog volop de ruimte. Met deze plannen zou een vermindering van de CO₂-uitstoot in van circa 10 miljoen ton per jaar gerealiseerd kunnen worden.

Het afvangen van CO₂ gebeurt momenteel op twee manieren gebeuren: met amines of met natronloog.

Het meest gebruikte amine is monoethanolamine (MEA). Opgelost in water bindt MEA de CO₂ bij lage temperatuur en bij verhoging van de temperatuur staat dit CO₂ weer af.

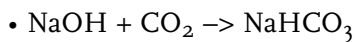
- $\text{R-NH}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{R-NH}_3^+ \text{HCO}_3^-$
- $2\text{R-NH}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons 2\text{R-NH}_3^+ \text{CO}_3^{2-}$



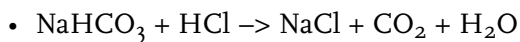
Hoe hoger de molaire verhouding MEA:CO₂ des te sneller verloopt het afvangen. Ook treden er afbraakreacties op.

Het ontwerp voor een ideale installatie voor doelmatig afvangen van CO₂ met MEA of andere amines is onderdeel van het CATO onderzoeksprogramma.

Met natronloog ontstaat natrium bicarbonaat, dat onder andere toegepast wordt als maagzout en in bakpoeder.



Met bijvoorbeeld zoutzuur kan het afgevangen CO₂ weer verdreven worden



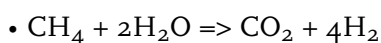
Het nadeel van deze methode is de grote hoeveelheid afval zout (NaCl).

Bij verbranding van fossiele brandstoffen komt CO₂ vrij, samen met waterdamp, in de massaverhouding 7:3. Om CO₂ ondergronds te kunnen opslaan, moet het eerst in 90% zuivere vorm geïsoleerd worden, zoals bijvoorbeeld via MEA. Vervolgens moet het onder hoge druk en lage temperatuur vloeibaar gemaakt worden. In een aardgas gestookte elektriciteitscentrale is ongeveer een kwart meer energie nodig om de gevormde CO₂ te af te vangen in vergelijking met ongehinderde CO₂-emissie.

WATERSTOF

Er zijn drie soorten waterstof: blauwe waterstof, groene waterstof en grijze waterstof.

Nederland importeert op dit moment blauwe waterstof uit Noorwegen. Dat wordt geproduceerd uit aardgas door dit direct na winning over een geschikte katalysator te leiden in aanwezigheid van water, waardoor waterstof en CO₂ instaat. Het ontstane CO₂ wordt weer ondergronds opgeslagen. Uiteraard gaat een deel van de oorspronkelijk energie-inhoud van het aardgas verloren.



Bij groene waterstof wordt de stroom opgewekt door emissievrije energiebronnen, terwijl voor grijze water-

stof de energie is opgewekt met fossiele brandstoffen. Om dezelfde hoeveelheid waterstof te produceren, is een serie elektrolyse cellen nog steeds vele malen kostbaarder om te construeren dan een reactor buis waar doorheen gasvormige componenten stromen. Daarom is groene waterstof op dit moment economisch niet haalbaar.

De productie en import van blauwe waterstof uit methaan draagt dus bij aan de vermindering van de CO₂-uitstoot in Nederland.

KLIMAATTAFFEL INDUSTRIE

Michèle werkt bij de NGO Natuur & Milieu (N&M) en vertegenwoordigde haar organisatie aan de klimaat tafel 'Industrie'. N&M is ook één van de grondleggers geweest van het energieakkoord.

<https://www.natuurenmilieu.nl/>

De industrie stelde zich terughoudend op en wilde liever niet praten over CO₂-belasting. De belangrijkste zorg van de industrie was een gelijk speelveld ten opzicht van onze buurlanden Duitsland en België.

De industrie was het eens met de stelling dat de vervuiler betaalt en dat van alle alternatieven, CCS de meest kosteneffectieve optie is om CO₂-emissies te reduceren. De NGO's hadden bezwaar tegen CCS, omdat het geen duurzame oplossing biedt. De bestaande productie processen, die gebaseerd zijn op het uitstoten van CO₂, zouden vervangen worden moeten worden door alternatieven die CO₂-vrij zijn.

Uiteindelijk werd in deze klimaat tafel overeenstemming bereikt over een totaal CCS volume van 7 miljoen ton CO₂ per jaar.

DISCUSSION AFTER MICHÈLLE'S LECTURE

Q: Why would NGO's want to limit CCS, since it is quite expensive and that would be an incentive for the companies to strive towards other ways of CO₂-reduction?

A: Industries do not want to take responsibility for the full costs and, nevertheless the costs, regard CCS as a relatively cheap solution, compared to other measures. NGO's aim for more sustainable measures. We believe that without any incentive to become carbon neutral it is going to be much harder to reach the goals.

Q: Greening the production process in industries is a limiting factor in the whole process of CO₂-reduction. We will have to increase the production of green energy much faster to keep the economy going. Why don't NGO's try to import renewable energy from solar panels in the Sahara for example, instead of the current plans?

A: Almost every country signed the Paris Agreement. In the Netherlands, being a rich country, we are able to

reach higher goals than targeted, whereas the targets in countries in Africa are much lower.

Remark added by the rapporteurs: Apparently, when African countries harvest solar energy and export it to Europe, it seems that these countries do not gain any credit points according to the Paris agreement for this contribution to CO₂-reduction. This aspect is outside CCS/CCU, nevertheless worthwhile to mention.

Q: What should we do first in short term to counter climate change?

Krijn: Long Term and short term terminology is confusing. You need exponential growth every 3 years for 40 years to gain efficient conversion. So everything we invent now is too late for Paris.

Earl: It takes 5 years to develop CCS networks. We are going to have a massive overshoot in CO₂ and therefore we have to capture it and store it on the long term and we will have to aim for negative CO₂-emissions, which means to reduce CO₂ in the atmosphere.

Michèle: On the short term we need to change our behavior. Buy less clothes, meat, plane tickets, cars, etc. Our behavior will save money and the environment.

Q: If you must choose between CCS and CCU, what should we choose both on the short term, or on the long term?

Audience: We need to act fast. CCS is something we can do now. Industries are still very conservative in their thinking, because they expect to be hooked on carbon for a long time.

Q: When it comes to the comparison between CCS and CCU, CCU will take much more time compared to CCS as hydrogen is not available at the required large scale. What we can reach on short term with CCS is much more than CCU. Tata Steel can supply Europe's plastic market with CCU, but the emissions are simply too high, because other companies would be able to do that as well. How is this issue addressed?

Earl: In the Netherlands we have a lot of heavy industry. It does not seem to be possible to use alternatives. Tata steel tries to be innovative. 15 euro's per ton to capture the CO₂ from Tata Steel with their HISarna process in combination with CCS. 70 people are working fulltime to develop this process. Unfortunately, the scale-up will be done in India. They have faith that it will be brought back to IJmuiden. Side products like CO should be used as a starting point for new products.

Q: Why don't we say you are not allowed to emit or pay a lot for carbon? Do CCS/CCU yourself and close the carbon loop. Who will be responsible for the action?

Kim: It will lose the level playing field for the industry.

Krijn: Sustainable energy is about numbers. In the Netherlands we have 6 large oil refinements emitting 10 million tons of CO₂ per year. Consumers themselves emit 200 million tons per year by using these fuels. Hence, the consumers contribute to a much larger part to CO₂ emission by transport than the industry.

Earl: Scientists are on the frequent flyer list.

Michèle: It appeared to be not feasible to achieve a change in thinking with the Industry.

Q: What should we do to reach consensus?

Michèle: A carbon tax, early in the chain is more effective than tax on goods. A carbon tax may be calculated in the prices, but that will make polluting products more expensive and less attractive for the customer.

Earl: A carbon tax must be smart, because we cannot lose our industry from an economical perspective.

Michèle: In Europe, a lot of countries look at the Netherlands willing to follow our leadership role. We have to be the frontrunner. Shell should be able to pay for a carbon tax, with an annual profit of 20 billion dollars.

Krijn: This would boil down to 2 cents per liter of fuel. Although this looks like a negligible change, it could overall lead to a loss for this company (Krijn is a former Shell employee in the Technology department).

Q: We probably need a solution somewhere in the middle. It wouldn't help to transfer our industry to India or Germany. With every decision we will have to take other countries into account. Netherlands Enterprise Agency (RVO) subsidizes some of the CCS projects assigned by the government. What can we say here?

Audience: Carbon tax must be implemented on a global scale in the U.N., we need commitment from governments, companies, pension funds.

Earl: I agree that you need that on a European level or tighten the current ETS system. But there is a time issue. They won't come to a solution within 5 years. You don't want to kill the industry. I don't see it happening.

Krijn: Carbon tax at consumer level is effective. Because we have already relatively high taxes in The Netherlands, an extra tax to compensate for CO₂ emission looks feasible. A possibility is tax on car usage per kilometer (Dutch: kilometerheffing).

Q: The Dutch Government is still opposed to tax based on car kilometers?

A: Tom hopes that we, in the Netherlands, will keep this debate going and take it to the next level i.e. decide to implement car kilometer tax after all.

Q: If we keep talking and discussing nothing will happen. What should be our goals in 5 years? And in the long term?

Audience: We have elections for the European Parliaments and we should vote for green candidates.

Audience: We should initiate our actions tonight.

Krijn: We should make a voice for CCS under the North Sea. This could help other people to follow this example.

Audience: CCS may not be a solution. They want the chemical industry to focus on biobased products and make disruptive innovations. CCS is not enough.

Earl: Young people can use their brains and have to work on clever ideas, but realistically we should take action now and we cannot wait for new technologies to keep producing the same sort of products.

Audience: Is society and economy ready to change behavior?

Audience: Disruptive changes are not popular with the in industry. An approach focusing on a fair level playing field does not take into account disruptive changes such as electric cars.

Audience: Not all chemical companies are conservative. Biobased products will be competitive very soon and these are also developed by chemical companies.

Earl: ETS (the Emissions Trading System that we in the EU for CO₂) is one of the main incentives. CO₂ is becoming more and more expensive by this cap and trade system. This will create incentives towards a global level playing field.

Q: We cannot decide for the next generations what is good for them. Then they might get solutions in the future. Is it possible to do something with captured CO₂?

Earl: Don't get out the CO₂ under the ground. Leave it there, be happy it is there safely covered

Audience: Live with CCS for now, because it is the quickest solution. We need to buy time with CCS before we can develop even more effective technologies

Michèle: It is hard to predict what new technologies

will be developed. Cost reduction in renewable energy went much faster than expected.

Q: What is going to happen now?

Michèle: The companies that have worked with CO₂ are prepared to act. An example DSM was mentioned. For every fossil job going away, 7 new, sustainable jobs are being created.

Gerdi: What we need to do today and in the near future is buying time. We have high emission here and we need to capture it in time.

Earl: We need R&D and deployment. We need it all. But we rely on you, it's not only us.

Krijn: David MacKay did the calculations for the UK. He did the math with the real numbers. He calculated with Biomass, Nuclear Energy and CCS and if you took one of those out zero CO₂ emissions appeared to be impossible. Therefore, we have to use all available options.

CLOSING REMARK

We (Kimberly Barentsen and Fons Janssen) organized this evening, on behalf of Jong KNCV, with the intention to bring you in contact with policy makers. We hope to see you back in the not too distant future.

Als chemicus heb ik de volgende uitdagingen opgepikt van deze avond

1. AFVANGEN VAN CO₂

Kennelijk zijn geconcentreerde oplossingen van amines, zoals monoethanolamine (MEA), in water op dit moment de best aanpak. Hoe stabiel zijn deze amines onder deze omstandigheden?

Dit afvangen zoals dat nu gebeurt in het kader van CCS uit rookgassen van bijv. elektriciteitscentrales, is een behoorlijk energie intensief proces. Is het mogelijk een energie zuinigere benadering te vinden?

Rookgassen bevatten CO₂ in een concentratie van rond de 10%. De atmosfeer bevat 0,04% CO₂. Kan voor het verwijderen van CO₂ uit de atmosfeer een zelfde benadering, d.w.z. amines in water, worden gevolgd?

Welke alternatieven zijn er voor MEA? En voor de aanpak via amines in water?

2. WATERSTOF MAKEN

Om groene waterstof te maken zijn een serie van elektrolyse cellen nodig, vergelijkbaar met de productie van chloor. Dit zijn relatief erg dure installaties, waardoor dit hele proces erg duur wordt. De hoeveelheid waterstof die nodig is voor een bijdrage aan de energie transitie is oneindig veel groter dan de behoefte aan chloor.

- Groene waterstof $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$
- Chloor $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2$

Veel goedkoper is een reactor waarin gasvormige component over een katalysator worden geleid. Zo wordt blauwe waterstof gemaakt (uit aardgas).

- Blauwe waterstof $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \Rightarrow 2\text{H}_2 + \text{CO}_2$

Is het mogelijk een installatie te ontwerpen, die groene waterstof maakt tegen de prijs van blauwe? Dit is echt een gigantische uitdaging.

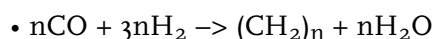
3. KOOLSTOFMONOXIDE (CO)

Na afloop sprak ik Krijn de Jong, hij vertelde mij dat tata Steel, naast CO₂, ook veel CO uitstoot. Alle CO, die in de atmosfeer terecht komt, wordt omgezet naar CO₂. Is het mogelijk om iets met deze CO te doen? In tegenstelling

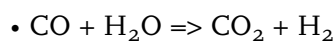
tot CO₂, heeft CO een relatief hoge energie inhoud.

Krijn's onderzoek (*) richt zich o.a. op het omzetten van CO en waterstof naar koolwaterstoffen zonder de gebruikelijke vorming van CO₂. Omdat de bangelijkste toepassing van koolwaterstoffen transport is, komt deze CO uiteindelijk ook in de atmosfeer terecht. Dit is dus een CCU toepassing.

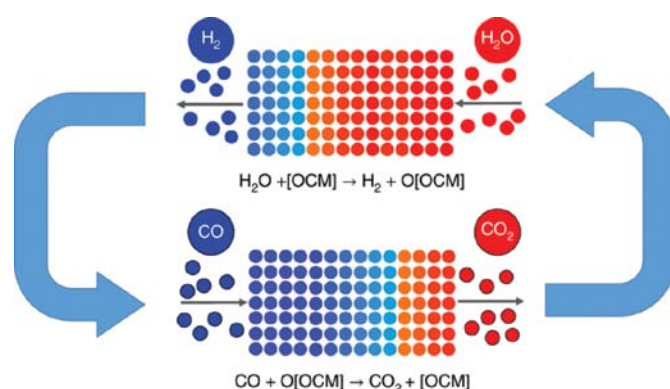
Deze omzetting staat bekend als Fisher Tropsch synthese



Tijdens dit proces treedt ook de Water Gas Shift reactie op, wat leidt tot CO₂ als ongewenst bijproduct.

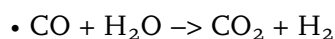


Laatst (na 24 april) kwam ik zelf dit tegen (onderzoek in VK). Eerst wordt CO gebruikt om een katalysator oppervlak schoon te branden. Daarbij ontstaat CO₂. Dit katalysatoroppervlak kan dan weer zuurstof onttrekken aan water, onder vorming van waterstof.



<https://fuelcellsworks.com/news/major-step-forward-in-the-production-of-green-hydrogen/>

Netto treedt dus onderstaande reactie op, die identiek aan de Water Gas Shift reactie van hierboven.



(*) zie Krijn's recente publicatie: Xie et al. (2019) Promoted cobalt metal catalysts suitable for the production of lower olefins from natural gas, *Nature Communications*, 10, 167 (<https://doi.org/10.1038/s41467-018-08019-7>).

In tegenstelling tot Fisher Tropsch synthese blijven in deze opzet CO₂ en waterstof geschieden van elkaar en kunnen ze ieder apart worden opgevangen. CO₂ kan dan opgeslagen worden via CCS.

Mijn slotopmerking m.b.t. katalyse: Regelmatig (o.a. in C&EN, maar ook in ons eigen C2W) verschijnen er publicaties over steeds betere katalysatoren voor de omzetting van C₁ naar C₂, bijvoorbeeld van methaan naar etheen, ethanol, azijnzuur, etc.

4. OPSLAG IN GESTEENTEN

Een andere optie voor CCS is het laten reageren van CO₂ met het gesteente olivijn. Deze optie kwam zijdelings ter sprake. Olivijn heeft de chemische formule MgFeSiO₄ en is wereldwijd in ruime mate beschikbaar. Omdat het voor een deel uit magnesium oxide (MgO) bestaat, kan het CO₂ opnemen. Er ontstaat dan magnesiumcarbonaat (MgCO₃), silica (SiO₂) en ijzeroxide (FeO).

<https://nl.wikipedia.org/wiki/Olivijn>

5. DAVID MACKAY

De Britse fysicus David J.C. MacKay heeft in 2008 een internationale bestseller geschreven met de titel: Sustainable energy - without the hot air (Duurzame energie - zonder dikdoenerij / opgeblazen verhalen). Inderdaad een aanrader, informatief, goed geschreven en nog steeds bijzonder relevant.

De conclusies en aanbevelingen van dit boek komen in grote mate overeen met die van onze CMG werkgroep van 2017 over chemische energie opslag. Het lijkt mij niet onwaarschijnlijk dat tenminste een deel van de data, die wij gebruiken hebben, hun oorsprong vinden in zijn inzichten.

Helaas is in 2016 deze pionier op het gebied van nadenken over duurzame energie veel te vroeg overleden. Hij was hoogleraar aan de Universiteit van Cambridge en adviseur van de Britse regering.

https://en.wikipedia.org/wiki/David_J._C._MacKay

<https://www.withouthotair.com/download.html>

Dit waren de poster en de begeleidende tekst waarmee deze avond werd aangekondigd / verspreid via de mail'

JONG KNCV & KNCV^{CMG}
present a societal chemical discussion on CCS & CCU

Carbon Café
Capture CO₂
in the climate agreement

Professor Krijn de Jong
Inorganic chemistry & catalysis
Utrecht University

Professor Earl Goetheer
Power 2 Chemicals
TNO / Volta Chem

Ir. Jan Hopman
Director CATO from TNO
Leading National CCS program
CATO

Michelle Prins
Projectleider Energie
Natuur & Milieu

Date: 24 April 2019
50 places available
Time: 18:45-22:00
Place: Utrecht, Mammoni, Mariaplaats 14
Register: cmg.kncv.nl/carboncafe

Prices: Jong KNCV free, KNCV €5,-, Non-member €10

CARBON CAPTURE STORAGE & UTILISATION

Jong KNCV en de Chemie & Maatschappij Groep organiseren op 24 april een discussieavond in Utrecht over het afvangen en opslaan van CO₂.

Met de klimaatconferentie in Polen achter ons en de afronding van het klimaatakkoord in ons vooruitzicht, moet er op chemisch vlak nog veel gebeuren om het klimaatdoel van Parijs te halen. Het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) geeft bijvoorbeeld aan dat we na 2050 zelf grote hoeveelheden CO₂ uit de lucht moeten halen. Hoe gaan we dat doen en welke rol is er voor Nederland weggelegd?

Op papier is de duurzame potentie vanuit chemisch oogpunt oneindig. Vanwege het klimaatakkoord zijn er vele rapporten verschenen over elektrificatie van de industrie, waterstofproductie en circulaire chemie met biobased grondstoffen. Maar één oplossing geeft nog veel discussie in Nederland: het afvangen en opslaan of opwerken van CO₂, ook wel bekend als Carbon Capture Storage (CCS) & Utilisation (CCU).

Jong KNCV en de Chemie & Maatschappij Groep willen tijdens het Carbon Café op 24 april duidelijkheid scheppen over het CCS & CCU vraagstuk. Welke technieken zijn er allemaal om CO₂ af te vangen? Wat is er chemisch en thermodynamisch mogelijk en wat is maatschappelijk betaalbaar? Hoe groot is de noodzaak en het risico bij CO₂-opslag en welke geochemische processen spelen hier een rol? Hoe ziet een CO₂ 'smart grid' eruit en wat zijn de veelbelovende producten van CO₂-gebruik? Tijdens dit informele netwerkevenement willen we op deze vragen ingaan met (jonge) chemici, politici, beleidsmakers, ondernemers en belangenbehartigers in duurzaamheid.

De volgende sprekers zullen hun kennis en visie delen:

Jan Hopman, Directeur CO₂ Afvang, Transport en Opslag (CATO) programma

Krijn de Jong, Professor Inorganic Chemistry and Catalysis, Utrecht University

Earl Goetheer, Principal Scientist Carbon Capture Storage and Utilisation, TNO

Bekijk het volledige programma hieronder.

Daarnaast is het ook mogelijk om actief bij te dragen aan de inhoud van het programma. Interesse? Neem contact op met Fons Janssen (jong@kncv.nl).

Fons Jansen en Kimberly Barentsen

Let op! Slechts 50 plaatsen beschikbaar => Registreer nu!

Locatie: Mammoni (Mariaplaats 14, 3511 LJ Utrecht)

Datum: 24 april 2019

Tijd: 18.45 - 22.00 uur

PROGRAMMA

Tijd	Onderdeel
18.45	Receptie met welkomsdrankje
19.00	Opening Jong KNCV en CMG
19.15	Nederlands Klimaatakkoord: joint fact finding
19.30	Catch it and Release it
19.45	Storage as a necessary thing?
20.00	Interactieve Intermezzo
20.30	Panel discussie
21.30	Netwerkborrel
22.00	Afsluiting

KNVCV