Het Buys Ballot herfstsymposium 2010

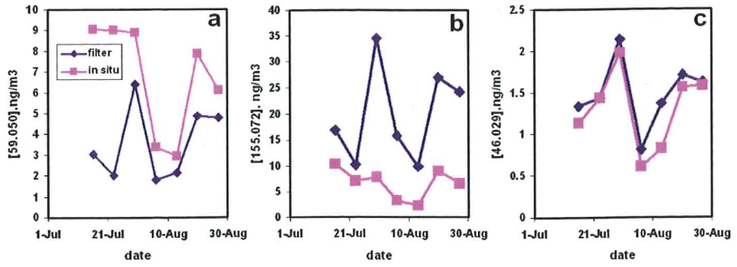
Dewi Le Bars, Denica Bozhinova, Clifford Chuwah, Jan van Angelen, Dorota Mrozek, Supun Pathirana, Huug Ouwersloot, Christiana Photiadou, Joseph Timkovsky en Gert-Jan Steeneveld

Traditiegetrouw rapporteert Meteorologica over bijdrages aan het Buys Ballot herfstsymposium, waarin onderzoek aan fysische en chemische aspecten van het klimaat worden uitgelicht. De Buys-Ballot onderzoeksschool (BBOS), met daarin het IMAU, Wageningen University, het KNMI, NIOZ, RIVM, de TUe, en het Max Planck Instituut (Mainz), coördineert en stimuleert de training- en supervisieprogramma's van de deelnemende promovendi. Elke herfst ontmoeten zij elkaar om hun resultaten te communiceren. Dit jaar gebeurde dat in Callantsoog.

Vergelijking van in situ en filtermetingen van organisch aerosol op het Mt. Sonnblick observatorium in Oostenrijk

Joseph Timkovsky, Rupert Holzinger (IMAU)

Aerosolen spelen een belangrijke rol in de klimaatverandering wegens hun invloed op de stralingsforcering door de verstrooiing en absorptie van zonnestraling. De atmosfeer bevat organische en anorganische aerosolen. Organisch aerosol omvat circa 50% van het totale submicron troposferisch aerosol. We vergelijken twee technieken om de chemische samenstelling van organisch aerosol te meten: in-situ en filtermethoden. In-situ metingen werden uitgevoerd met een spectrometer techniek met hoge precisie en een lage detectielimiet, en wordt hier als referentie beschouwd [1]. Wekelijks zijn zgn. hoge volume filtermonsters door de TU van Wenen verzameld tussen 16 juli en 27 augustus 2009. Deze filters zijn geanalyseerd op vervluchtigende organische componenten. We willen nu de betrouwbaarheid van de filtermetingen beoordelen. Figuur 1 toont drie voorbeelden. In het eerste geval is het in-situ signaal hoger dan de filtermeting (figuur 1a). Dit is waarschijnlijk veroorzaakt door verliezen van componenten van het filter. Ook kunnen chemische reacties op het filter (tussen tijdstip van meting en analyse) de samenstelling van het organisch aerosol hebben veranderd. In het tweede en meest voorkomende geval (figuur 1b) is het filtersignaal hoger dan het in-situ signaal. Waarschijnlijk hebben de filtermonsters verontreinigingen opgepakt tijdens de weekdurende meting op het filter of tijdens opslag. Dergelijke verontreinigingen zijn bij de in-situ metingen onwaarschijnlijk omdat de instrumentele achtergrond en mogelijke verontreinigingen worden gemonitord en op regelmatige basis worden gecorrigeerd. Het derde geval toont goede overeenkomst tussen de twee methodes. Verder onderzoek richt zich op de processen die de artefacten veroorzaken.



Figuur 1. Vergelijking in situ en filtermethode: a) in situ signaal is hoger dan filter; b) filter signaal hoger dan in situ; c) filter signaal is ongeveer gelijk aan in situ.

[1] Holzinger, R., Kasper-Giebl, A., Staudinger, M., Schauer, G., and Röckmann, T.: Analysis of the chemical composition of organic aerosol at the Mt. Sonnblick observatory using a novel high mass resolution thermal-desorption proton-transfer-reaction mass-spectrometer (hr-TD-PTR-MS), *Atmos. Chem. Phys.*, **10**, 10111-10128, doi:10.5194/acp-10-10111-2010, 2010.

Massa-onafhankelijke fractionering van koolstofmonoxide

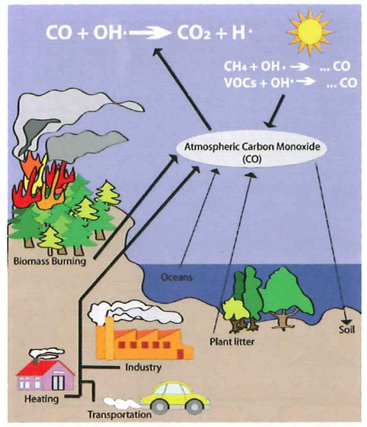
Supun L. Pathirana (IMAU)

Koolstofmonoxide (CO) is de belangrijkste put voor het hydroxyl radicaal (OH), en heeft meerdere antropogene en natuurlijke bronnen, een grote seizoensvariatie en is belangrijk voor paleoatmosferische chemie. Bepalingen van haar isotopensamenstelling zijn nuttig bij het bepalen van de individuele bronnen en putten en dus de globale CO cyclus (figuur 2). Oorspronkelijk werd CO isotopenanalyse uitgevoerd met offline extractiesystemen die grote hoeveelheden lucht nodig hebben. Recent zijn er continue-stroomtechnieken ontwikkeld voor kleinere luchtmonsters (200 ml). Wij bouwen een automatisch continue-stroom systeem om alle drie stabiele isotopen van CO te analyseren, nl. $\delta^{13}C$, $\delta^{18}O$ en $\delta^{17}O$, of CO. Als eerste stap is een traditioneel systeem voor $\delta^{13}C$ en $\delta^{18}O$ opgezet. Dit systeem extraheert CO uit een luchtmonster, zet het om in CO_2 met een Schütze reagens, en stuurt het naar een IR-massaspectrometer. Een geautomatiseerde meting kost 15 minuten, zodat meerdere metingen kunnen worden gecombineerd en dus hogere precisie kan worden bereikt. De oxidatiemethode tot CO_2 wordt gebruikt zodat deze later kan worden gekoppeld aan een analysesysteem om $\delta^{17}O$ in CO_2 te bepalen. Een directe methode voor $\delta^{17}O$ analyse in CO bestaat nog niet. In de toekomst gaan we de nieuwe methode gebruiken voor atmosferische metingen en voor metingen van de afwijkende isotoopfractionering in de reactie tussen CO en OH.

Het belang van stoffenscheiding voor de chemie in het Amazone gebied

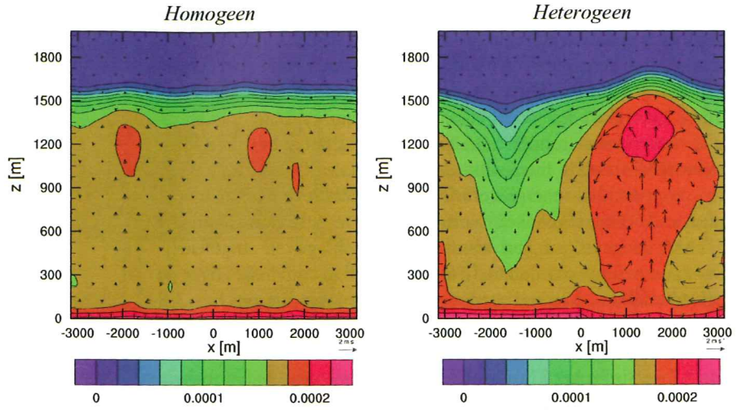
Huug Ouwersloot (Wageningen University, Max Planck Instituut)

Het regenwoud van de Amazone heeft veel invloed op het globale klimaat en verandert snel door ontbossing. Om de gevolgen te overzien is meer kennis nodig over de processen die daar spelen. De chemie in de tropische regenwouden wordt beïnvloed door onder meer de uitwisseling van biogene stoffen en dynamische processen zoals turbulente menging. Normaal gesproken wordt bij de analyse van waarnemingen geen rekening gehouden met de invloed van dynamische processen op de chemie. Echter, tegenwoordig wordt stoffenscheiding door inefficiënte turbulente menging gezien als een mogelijk belangrijke invloed. Doordat turbulentie niet in staat is de stoffen uniform te verspreiden, ontstaan er gebieden waar de stoffen zich gecorreleerd of antigecorreleerd verzamelen. Dit verandert de gemiddelde chemische productiesnelheden in de grenslaag.



Figuur 2. Schematische weergave van de CO-cyclus.

Met numerieke experimenten met een LES-model bootsen we typische dynamische en chemische omstandigheden na voor het Amazone regenwoud. Met een gekoppelde chemiemodule zijn de belangrijkste processen die de stoffenscheiding beïnvloeden bestudeerd. De intensiteit van de stoffenscheiding blijkt sterk af te hangen van de verhouding tussen de reagerende stoffen en van het Damköhler-getal: de verhouding tussen de tijdschaal van turbulentie en de levensduur van een chemische stof.
Om de belangrijkste eigenschappen van de chemie in het Amazone regenwoud na te bootsen, is een uitgebreid chemisch schema gebruikt. Hiermee werd de intensiteit van stoffenscheiding onderzocht en bekeken wat de invloed van heterogene grondoppervlakken was. Het blijkt dat heterogene oppervlakken de intensiteit van stoffenscheiding kunnen verdubbelen vergeleken met homogene oppervlakken (figuur 3). Het onderzoek zal ook bijdragen aan CLAIRE-2012: een grootschalig experiment in het Amazonegebied.

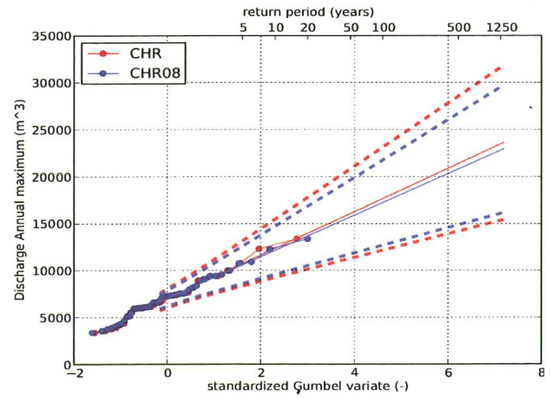


Figuur 3. Chemische reactiesnelheden zoals gesimuleerd met het LES model voor de reactievergelijking: isopreen + OH → RO_2. De waarden zijn gemiddeld over het vierde gesimuleerde uur en alle posities in de y-richting. Het linkerfiguur geeft de homogene situatie weer. Het rechterfiguur laat de situatie zien voor heterogene grondoppervlaktes. Negatieve x-waarden komen overeen met een bos als ondergrond en positieve x-waarden met grasland.

Een uitgebreide referentie neerslagdataset voor de Rijn

Christiana Photiadou[1,2], Albrecht Weerts[2], Bart van den Hurk[1,3] (1: IMAU, 2: Deltares, 3: KNMI)

Met een ensemble van klimaatmodelsimulaties onderzoeken we het effect van klimaatverandering op de extreme afvoerwaardes en het hydrologisch gedrag van de Rijn. Ensembles kunnen echter grote verschillen met waargenomen series vertonen. Het ensemble kan worden gecorrigeerd door gebruik te maken van een nauwkeurige referentieneerslag dataset die lang genoeg is, en die extreme afvoerwaardes bevat. De bestaande dataset CHR (Commissie voor de hydrologie van het Rijnstroomgebied) voor 1961-1995 is uitgebreid tot 2008 (CHR08). Gevalideerde neerslagdatasets van REGNIE, ETH en de Universiteit van Trier zijn toegevoegd aan de CHR dataset, die nu waarnemingen voor bijna 50 jaar in 134 sub-stroomgebieden in het Rijnstroomgebied bevat. De dataset is bedoeld voor evaluatie van klimaat- en hydrologische modellen, en haar nieuwe lengte verbetert de mogelijkheid om extreme debieten en neerslagwaardes te bestuderen. De dataset wordt gebruikt voor hydrologische modellen van de Rijn en wordt vergeleken met waargenomen afvoeren en met modelsimulaties die zijn geforceerd met andere neerslagdatasets. De uitgebreide CHR dataset toont een goede score voor gemiddelde jaarlijkse gangen voor extreme debieten (zowel hoog als laag). De CHR en CHR08 afvoeren zijn gefit op een Gumbelverdeling voor terugkeertijden tot 1250 jaar (figuur 4). De Gumbel-fit met CHR08 levert een smallere range op van het 99% betrouwbaarheidsinterval voor terugkeertijden van 50, 100 en 1250 jaar. De CHR08 reduceert duidelijk de fout voor de 100 en voor de 1250 jaar terugkeertijd. Met CHR08 is de biascorrectie van de ensemble-uitvoer duidelijk beter. Dus de gecorrigeerde ensembles leveren zelfs nog smallere 99% betrouwbaarheidsintervallen voor 1250 jaar op.



Figuur 4. Gumbel plot van de jaarlijkse maximale Rijnafvoer te Lobith met CHR (rood) en CHR08 (blauw) datasets. De getrokken lijnen geven de fits van de Gumbelverdeling en de gestreepte lijnen zijn 99% betrouwbaarheidsintervallen voor terugkeertijden van 50, 100 en 1250 jaar.

Terugkoppelingen tussen klimaat en menselijke activiteit

Clifford Chuwah[1,2,3], Twan van Noije[1], Detlef van Vuuren[2] en Wilco Hazeleger[1,3] (1: KNMI, 2: Planbureau voor de Leefomgeving, 3: Wageningen Universiteit)

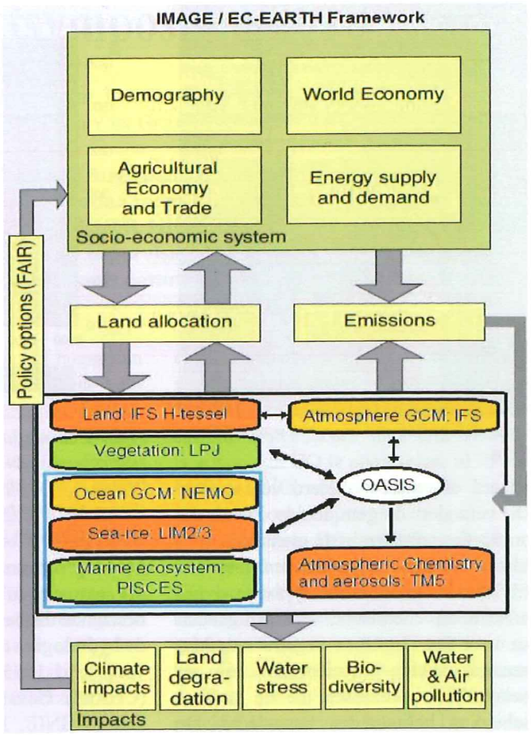
Tegenwoordig is men er van overtuigd dat terugkoppelingen in het klimaatsysteem zorgen voor versterkingen of verzwakkingen van verstoringen in dat systeem. Kennis van terugkoppelingen is van belang voor management beslissingen gericht op mitigatie van en adaptatie aan effecten van klimaatveranderingen. Tot dusver zijn de klimaatmodellen die gebruikt worden om verwachtingen te

maken gebaseerd op emissiescenario's of op verwachte concentraties broeikasgassen en aerosolen van socio-economische scenario's. Zulke scenario's worden geproduceerd door een "integrated assessment model" (IAM) dat gewoonlijk in detail menselijke activiteiten koppelt aan energieverbruik en landgebruik. Daartegenover worden in een IAM de gevolgen van klimaatveranderingen beschreven door vrij simpele klimaatmodellen. Vreemd genoeg zijn IAMs en geavanceerde klimaatmodellen vrij onafhankelijk van elkaar ontwikkeld. Recent is in het klimaatonderzoek de interesse toegenomen om deze nogal verschillende disciplines aan elkaar te koppelen. In dit project proberen we de kloof tussen klimaatmodel en IAM te overbruggen. We doen dit door bestudering van terugkoppelingen en verbanden tussen het klimaatsysteem en menselijke activiteiten met het IAM IMAGE en klimaatmodel EC-Earth (figuur 5). EC-Earth bevat TM5: een model voor atmosferische chemie en transport. In dit project berekenen we de samenstelling van de atmosfeer in de 21e eeuw met TM5 gebaseerd op IMAGE scenario's voor emissies en landgebruik. Het belang van terugkoppelingen onderzoeken we door diverse koppelingen tussen TM5 en IMAGE op te nemen.

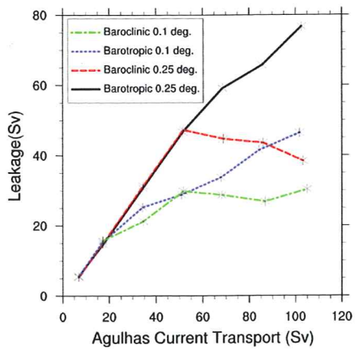
Het modelleren van de retroflectie van de Agulhasstroming

DEWI LE BARS, WILL DE RUIJTER AND HENK DIJKSTRA (IMAU)

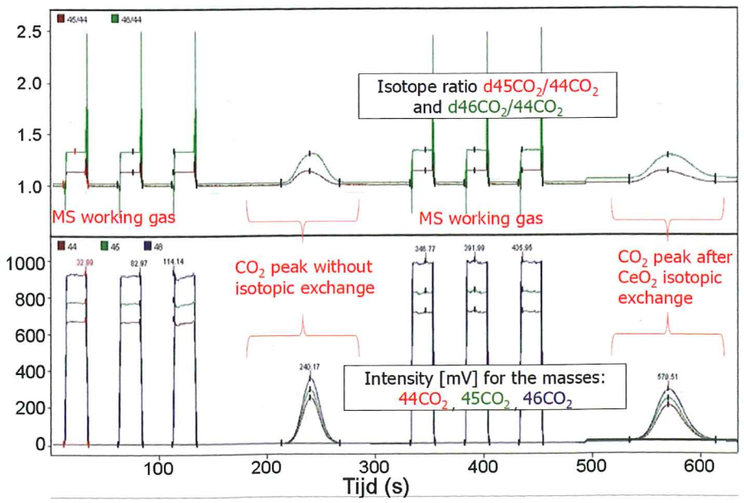
De Agulhasstroming (AS) stroomt zuidwaarts vanaf de Zuid-Afrikaanse kust in het westen van de Indische Oceaan. Ten zuiden van het continent draait het grootste deel van de stroming oostwaarts richting de Indische Oceaan, maar een ander deel stroomt verder in de Atlantische Oceaan in de vorm van wervels. Dit heet "lekkage". Deze wervels zijn warmer en zouter dan het water in de Atlantische Oceaan, en beïnvloeden de Atlantische Meridionale Overturning Circulatie en het klimaat. De nieuwste modellen geven tegenstrijdige conclusies over de relatie tussen het AS transport en de Agulhas wervels. We moeten een beter begrip krijgen van het fysisch mechanisme van de retroflectie en simulatie modellen voor de oceaan. Hiervoor gebruiken we in deze studie het Hallberg Isopicnal Model (HIM). De runs zijn gedaan voor een geïdealiseerde kustlijn en vlakke bodem. Het AS transport wordt vergroot door de sterkte van de windforcering aan te passen. Hiermee kunnen we de relatie tussen AS en de lekkage vastleggen. De resultaten laten zien dat bij een middelmatige resolutie van het barotrope model de relatie lineair is, en slechts een deel van de AS terugstroomt (figuur 6). Dit is niet het geval wanneer de resolutie hoger wordt, of wanneer het model baroklien wordt door (i) inertial overshoot en (ii) barokliene instabiliteiten, twee processen die de lekkage reduceren. De lekkage is zelfs kleiner als deze twee processen worden gecombineerd in een hoge resolutie baroklien model. Wat gebeurt er bij hogere resoluties, en kunnen we de gevonden relatie parameteriseren in lage resolutie modellen? Dat zijn de uitdagingen voor de komende jaren!



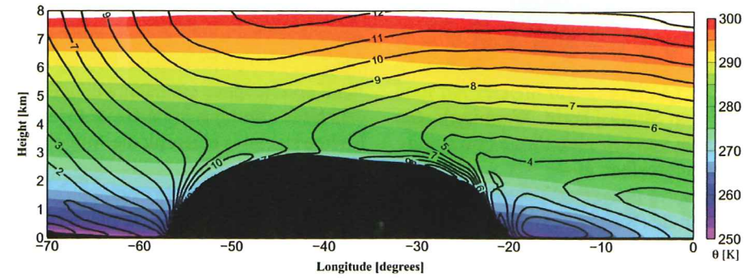
Figuur 5. Het gekoppelde IMAGE / EC-Earth model.



Figuur 6. Lekkage als functie van het transport in de Agulhasstroming voor de vier modellen. De eenheid is Sverdrup: 1 Sv = 10^6 m^3s^{-1}.



Figuur 7. IRMS chromatogram. De GC/MS Open Split Interface reeks laat drie pieken zien, gevolgd door een CO_2 piek. De eerste CO_2 piek komt door CO_2 dat direct ingespoten wordt vanuit de GC kolom. De tweede CO_2 piek komt door CO_2 na de isotopenuitwisseling in de CeO_2 oven.



Figuur 8. Gemiddelde potentiële temperatuur (kleur) en windsnelheden (contouren) voor de wintermaanden rondom de Groenlandse ijskap op 74 NB.

Bepaling van $\Delta^{17}O$ in stratosferisch CO_2

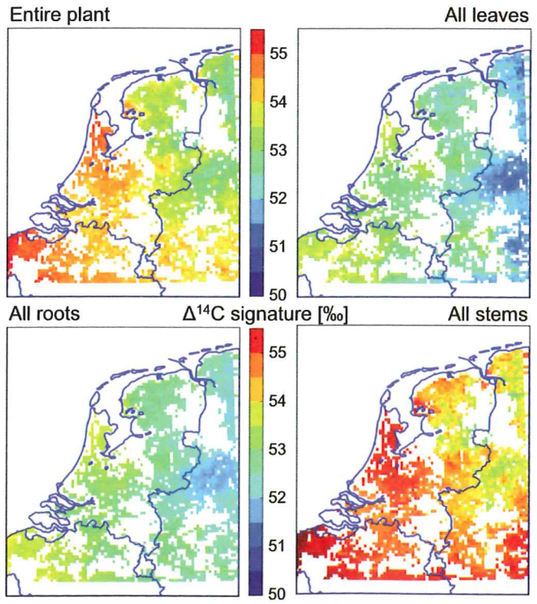
DOROTA MROZEK, THOMAS RÖCKMANN (IMAU)

We willen een analytisch systeem ontwikkelen voor de bepaling van $\Delta^{17}O$ in stratosferisch CO_2 om de details te begrijpen van het isotopen overdrachtsmechanisme tussen O_3 en CO_2. Het karakteriseren van het gehalte ^{13}C en ^{18}O in kooldioxide is belangrijk voor het begrijpen van de globale koolstofcyclus. De meeste isotopenfractioneringen zijn afhankelijk van de massa omdat ze ontstaan door verschillen in chemische en fysische eigenschappen die massa-afhankelijk zijn. In de atmosfeer laten bijna alle gassen een zuurstofisotoop anomalie zien. Afwijkingen in ^{17}O van een zuiver massa-afhankelijk patroon worden 'anomalie' genoemd en worden gedefinieerd door de waarde van $\Delta^{17}O$. De isotoopanomalie ($\Delta^{17}O > 0$) wordt veroorzaakt door de overdracht van het zuurstofisotoop tussen O_3 en CO_2. De details van dit overdrachtsmechanisme worden nog slecht begrepen. Simultane metingen van ^{17}O en ^{18}O in stratosferisch CO_2 zijn mogelijk door complete zuurstofisotoop-uitwisseling met CeO_2 bij 650°C. Bij deze methode wordt CO_2 gemeten voor en na de isotoopuitwisseling (figuur 7). Het nieuwe systeem kan ^{17}O meten op nanomol CO_2 nauwkeurig. De ontwikkeling van het analytische systeem is nog gaande maar de eerste resultaten zijn veelbelovend.

Windcirculatie rondom de Groenlandse ijskap

JAN VAN ANGELEN (IMAU)

De windcirculatie boven Groenland heeft een belangrijke invloed op de massabalans en dus het smelten van de ijskap. Daarnaast wordt de afname van het zee-ijs in de Arctische Oceaan gedomineerd door windgedreven zee-ijs export tussen Groenland en Spitsbergen. Daarom is het belangrijk om de windpatronen en de drijvende krachten beter te begrijpen en te analyseren. We gebruikten resultaten van RACMO2/GR: een klimaatmodel met 11 km resolutie. In figuur 8 zien we op 74° NB een doorsnede van de Groenlandse ijskap, met wintergemiddelde potentiële temperatuur en windsnelheden. Er zijn duidelijk drie jets te onderscheiden. Twee jets boven de ijskap, aan de oost- en westkant met gemiddelde windsnelheden boven de 10 ms^{-1}. Deze jets zijn katabatisch: koude lucht met een hoge dichtheid wil van de ijskap afstromen. Door de Corioliskracht resulteert dit in een met de klok meedraaiende circulatie over de ijskap, dus een zuidelijke wind aan de westkant en een noordelijke wind aan de oostkant. Een derde jet wordt gevonden langs de oostkant van de ijskap, over het met zee-ijs bedekte kustgebied. Deze jet is thermisch geforceerd; koude lucht accumuleert boven het zee-ijs langs de Groenlandse oostkust. Boven de open Atlantische Oceaan is de lucht warmer, wat leidt tot een oost-west temperatuurgradiënt (figuur 8 tussen -20 en 0° graden WL) en dus ook een drukgradiënt. Als gevolg van deze forcering en de rotatie van de aarde staat er dus een aanhoudende noordelijke wind langs de oostkust die de export van zee-ijs uit het Arctisch gebied aandrijft.



Figuur 9. Gemodelleerde verschillen in ^{14}C signatuur van zomertarwe in het groeiseizoen van 2008. De waargenomen verschillen zijn uitsluitend veroorzaakt door weersverschillen die de plantengroei tijdens het groeiseizoen beïnvloeden. Het model toont dat in Nederland de ^{14}C "groeigradiënten" kunnen oplopen tot 3.5 ‰, wat een detecteerbaar signaal is dat bovenop gradiënten door fossiele brandstoffen in de regio komt.

Het modelleren van ^{14}C uitwisseling om fossiele brandstofemissies op regionale schaal te schatten

DENICA BOZHINOVA (WAGENINGEN UNIVERSITEIT)

Schattingen van regionale fossiele brandstofemissies bevatten een grote onzekerheid. Die zouden kunnen worden verkleind via het modelleren van de emissies en het transport van tracergassen uit geassocieerde bronnen. De ^{14}C radioactieve isotoop wordt ook wel de "gouden tracer" voor fossiele brandstofemissies genoemd, omdat zijn unieke eigenschappen verzekeren dat zijn voorkomen in erg oude bronnen geheel vervallen zijn. Dit betekent dat fossiele brandstofemissies ^{14}C-vrij zijn, en dus de natuurlijk waargenomen ^{14}C atmosferische mengverhoudingen zullen verlagen. Toevoeging van ^{14}C in een model dat de regionale koolstofcyclus simuleert, vereist verificatie met waarnemingen, die we in ons geval van gewasmonsters verkrijgen. Planten leggen de atmosferische koolstofconcentratie vast tijdens hun dagelijkse fotosynthese en het modelleren van de plantengroei geeft inzicht in de kwantitatieve complicaties van dergelijke gewasmonsters. Onze eerste resultaten laten zien dat groeisnelheid een detecteerbare invloed heeft op de bemonsterde ^{14}C signatuur (figuur 9), wat betekent dat het negeren van dit effect zal resulteren in een fout in de geschatte fossiele brandstofgradiënten.