

University of Groningen

## Carbon 13 and carbon 14 in trees and the atmospheric CO<sub>2</sub> increase

Tans, Petrus Paulus

**IMPORTANT NOTE:** You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

*Document Version*

Publisher's PDF, also known as Version of record

*Publication date:*

1978

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

*Citation for published version (APA):*

Tans, P. P. (1978). *Carbon 13 and carbon 14 in trees and the atmospheric CO<sub>2</sub> increase*. s.n.

### Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

### Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

PROMOTOR: Dr. W.G. Mook  
COREFERENT: Prof.Dr. H. Postma

The work described in this thesis was supported by the "Nederlandse Organisatie voor Zuiver Wetenschappelijk Onderzoek" (Z.W.O.).

### Samenvatting

Bij het verbruik van fossiele brandstoffen (kolen, olie, aardgas) ten behoeve van de wereld energievoorziening komen zeer grote hoeveelheden koolzuurgas ( $\text{CO}_2$ ) vrij. Hierdoor wordt het  $\text{CO}_2$  gehalte van de atmosfeer verhoogd. Het  $\text{CO}_2$  gas dat uit de verbranding ontstaat neemt deel in de natuurlijke koolstof kringloop. Vanuit de atmosfeer wordt het door de planten (biosfeer) opgenomen bij de koolzuurassimilatie. Een ander gedeelte lost in het zeewater op en verspreidt zich samen met het in polaire streken afgekoelde water over de gehele diepte van de oceanen. Tenslotte blijft er ook een gedeelte in de atmosfeer achter. Deze laatste fraktie heeft een ingrijpende invloed op de stralingsbalans van de atmosfeer.

De aarde heeft een konstante gemiddelde temperatuur. De warmte die zij door straling van de zon ontvangt, wordt door het aardoppervlak en de atmosfeer weer uitgezonden naar de ruimte in de vorm van (onzichtbare) infrarode straling. Een gedeelte van deze infrarode straling van het aardoppervlak wordt sterk geabsorbeerd door  $\text{CO}_2$  in de atmosfeer. Wanneer nu het  $\text{CO}_2$  gehalte in de lucht toeneemt wordt de natuurlijke stralingsbalans verstoord met als gevolg dat de temperatuur op het aardoppervlak stijgt. Het is op dit moment nog niet mogelijk om in grote lijnen te voorspellen welke precies de gevolgen voor het klimaat zullen zijn. Het tot nu toe gedane onderzoek wijst echter wel in de richting van gevolgen die zeer ernstig kunnen zijn, van dezelfde omvang als het verschil tussen een ijstijd en een warme periode. Het behoeft geen betoog dat een snelle verandering van het aardse klimaat de stabiliteit van onze samenleving zwaar op de proef zou kunnen stellen.

De betrouwbaarheid van de voorspelling van het toekomstige  $\text{CO}_2$ -gehalte zal groter worden naarmate de modellen die de koolstofkringloop beschrijven op méér en betere meetresultaten gebaseerd kunnen worden. Hierbij kan het onderzoek met de zeldzame isotopen van koolstof,  $^{13}\text{C}$  (stabiel, natuurlijk voorkomen  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C} \approx 0.01$ ) en  $^{14}\text{C}$  (radioactief, natuurlijk voorkomen  $^{14}\text{C}/^{12}\text{C} \approx 10^{-10}$ ) een belangrijke bijdrage leveren. Steenkool, olie en aardgas bevatten geen  $^{14}\text{C}$ ; hun verbranding veroorzaakt dus een verlaging van het  $^{14}\text{C}$  gehalte van de atmosfeer ("Suess effekt"). De grootte van deze verlaging hangt mede af van de manier waarop het atmosferische  $\text{CO}_2$  uitwisselt met de plantenwereld en de oceanen. De  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  verhouding van fossiele brandstoffen verschilt enigszins van die van "natuurlijk"  $\text{CO}_2$  in de atmosfeer, zodat de industriële revolutie óók de  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  verhouding van het atmosferische  $\text{CO}_2$  veranderd zal hebben. Hetzelfde geldt voor de biosfeer,

waardoor  
of humus  
Direkte  
 $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ - ve  
het  $^{13}\text{C}$ -  
van bomen  
hebben v

In d  
die de ui  
tussen d

Deze

van een

Deze res

uit de p

lichte v

$^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ .

$\text{CO}_2$ . He

keur en

neersla

$^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$

verhou

versch:

$^{13}\text{C}$ -g

komen

corrig

I

volle

het n

lijke

gebou

van c

sind:

deli

verv

alle

brui

van

de 1

20k. 20p. 28. 8g en 90

89

waardoor ook een verandering van de totale massa staand hout (ontbossing) of humus (landbouw) de  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ -verhouding van de atmosfeer zal wijzigen. Direkte metingen van het atmosferische  $\text{CO}_2$ -gehalte en van de  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ - en  $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ - verhoudingen bestaan pas vanaf 1958. Voor indirecte gegevens over het  $^{13}\text{C}$ - en  $^{14}\text{C}$ -gehalte in het verleden kunnen we echter gebruik maken van bomen die het  $^{13}\text{C}$ - en  $^{14}\text{C}$ -gehalte van de atmosfeer in hun jaarringen hebben vastgelegd.

In dit proefschrift wordt een mathematische formulering afgeleid die de uitwisseling van de drie meetbare grootheden  $\text{CO}_2$ ,  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  en  $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$  tussen de lucht en de zee beschrijft.

Deze vergelijkingen worden vervolgens gebruikt bij de interpretatie van een reeks van  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  getallen van hout uit de periode 1850-1970. Deze resultaten zijn verkregen uit boomringen van drie eiken en een beuk uit de provincie Drenthe. Planten vertonen tijdens de fotosynthese een lichte voorkeur voor de opname van het  $^{12}\text{C}$ -isotoop met als gevolg dat de  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ -verhouding van de plant lager is dan die van het atmosferische  $\text{CO}_2$ . Het betekent voor ons onderzoek een extra complicatie, dat de voorkeur enigszins afhankelijk is van omstandigheden zoals de hoeveelheid neerslag, de luchttemperatuur en de konditie van de boom. Daardoor is de  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ -verhouding van de atmosfeer slechts één der factoren die deze verhouding in de jaarring bepalen. Binnen een zelfde jaarring hebben wij verschillen aangetroffen die de te verwachten trend van het atmosferische  $^{13}\text{C}$ -gehalte verre overtreffen. We kunnen aan deze moeilijkheid ontkomen door gemiddelden van gehele ringen te nemen en het  $^{13}\text{C}$ -gehalte te corrigeren voor een aantal omgevingsfactoren.

De moeilijkheid voor  $^{14}\text{C}$  is een andere. Opdat  $^{14}\text{C}$ -metingen een zinvolle bijdrage konden leveren aan de toetsing van reservoirmodellen, was het nodig de meetnauwkeurigheid aanzienlijk op te voeren; van de gebruikelijke 4-5‰ naar 1-2‰. Daartoe moesten speciale  $^{14}\text{C}$ -telbuizen worden gebouwd die in een meetduur van twee etmalen een nauwkeurigheid bereiken van ongeveer 1‰.

Met deze telbuizen is de verlaging van het atmosferische  $^{14}\text{C}$ -gehalte sinds de industriële revolutie nauwkeurig gemeten. Ook de chemische behandeling welke het hout moet ondergaan om die stoffen uit een jaarring te verwijderen welke in andere jaren zijn gevormd, verdiende de aandacht. Van alle houtmonsters hebben we uiteindelijk slechts de cellulosefractie gebruikt om het Suess-effect te meten. Een preciese bepaling van de invloed van de mens op het atmosferische  $^{14}\text{C}$ -gehalte wordt bemoeilijkt doordat de natuurlijke variaties in het  $^{14}\text{C}$ -gehalte van de atmosfeer slechts weinig

kleiner zijn. Deze worden veroorzaakt in variaties in de kosmische straling, welke voor de  $^{14}\text{C}$ -produktie verantwoordelijk is.

Direkte metingen werden ook verricht aan  $^{13}\text{C}$  en  $^{14}\text{C}$  in de lucht zelf. Hiervoor zijn maandelijks gemiddelde luchtmonsters genomen op de televisiezender van Smilde (100 m hoogte). De resultaten geven een beeld van de natuurlijke korte-termijn fluktuaties van  $^{13}\text{C}$  en  $^{14}\text{C}$  en worden gebruikt bij de interpretatie van de boomringmetingen.

De in dit proefschrift beschreven resultaten hebben nog niet direkt geleid tot een betrouwbare voorspelling van het toekomstige  $\text{CO}_2$ -gehalte. Onze  $^{13}\text{C}$ -resultaten stemmen niet overeen met die van sommige andere onderzoekers. Om de invloed van lokale factoren definitief uit te schakelen zullen metingen aan meerdere bomen verricht moeten worden, ook afkomstig van gebieden op aarde met minder verontreinigde lucht. Ook voor  $^{14}\text{C}$  zijn meerdere metingen vereist, vooral om de invloed van natuurlijke variaties kwantitatief vast te kunnen stellen.

## References

- Arnold, J.R.  
in nat  
Bacastow, R.  
and ra  
*Carbon*  
86-135  
Bach, W. 19  
*Geophy*  
Baertschi, I.  
bei de  
1030-1  
Baxter, M.S.  
variat  
Baxter, M.S.  
measur  
Berger, R.  
*Proc.*  
Bischof, W.  
conten  
Bolin, B. a  
as ded  
carbon  
Bolin, B. a  
conten  
22, 43  
Bolin, B. 1  
the ca  
Brenninkmey  
electro  
on-lin  
*carbon*  
Broecker, W.  
the ma  
Broecker, W.  
man's u  
(ed. D.