

## De 10 meest gestelde vragen over koolstofvastlegging in bos

**Het aantal publicaties over koolstofvastlegging in bos, de mogelijkheden en onmogelijkheden, de kosten en baten, en de voor- en nadelen is enorm. Toch blijft er veel onduidelijkheid bestaan op dit gebied. Hierin hopen wij enige verandering te brengen, door kort uitleg te geven over de meest gestelde vragen.**

### 1. Hoe werkt het principe van koolstofvastlegging in bos?

Planten nemen via fotosynthese CO<sub>2</sub> op uit de lucht en zetten die met energie uit zonlicht om in suikers (= Bruto Primaire Productie). Een deel van deze suikers wordt gebruikt voor de onderhouds-ademhaling, en een deel voor groei van de plantorganen (de laatste = Netto Primaire Productie). Door val en vertering van strooisel, resteert slechts een klein deel van de suikers als werkelijk netto toename van de plant (Netto Ecosysteem Productie). Bij bomen kan dit proces van netto groei zich over langere tijd (decennia tot eeuwen) voltrekken waardoor een grote hoeveelheid biomassa en dus koolstof<sup>1</sup> wordt opgebouwd. Uiteindelijk neemt de bosbiomassa niet meer toe doordat bijgroei en afbraak door sterfte in evenwicht komen. Behalve in de bomen zelf hoopt zich door strooiselval en humusvorming koolstof op in het organisch materiaal in de bodem. Dit

<sup>1</sup> Zodra de kooldioxide is opgenomen in de plant wordt meestal gesproken in termen van koolstof. 1 ton koolstof komt overeen met 3.67 ton kooldioxide

laatste proces strekt zich vaak uit over meerdere omlopen.

### 2. Koolstofvastlegging in bos heeft toch geen zin omdat na verloop van tijd de koolstof weer vrij komt?

Na verloop van tijd neemt de netto biomassa in oud bos niet meer toe. In een onbeheerd bos zullen bomen sterven en komt de koolstof weer vrij. In een beheerd bos wordt hout geoogst en gebruikt voor producten. Deze producten worden na verloop van tijd afgedankt en breken af. Het is dus inderdaad zo dat alle vastgelegde koolstof na verloop van tijd weer vrijkomt. Echter, bij bosaanleg op landbouwgrond wordt wel één keer een sprong gemaakt van een situatie met weinig koolstof naar één met veel koolstof. In bosbeheer met regelmatige rotaties wordt voortdurend andere koolstof vastgelegd, maar er is wél sprake van een hoeveelheid

koolstof die continu aan de atmosfeer is onttrokken.

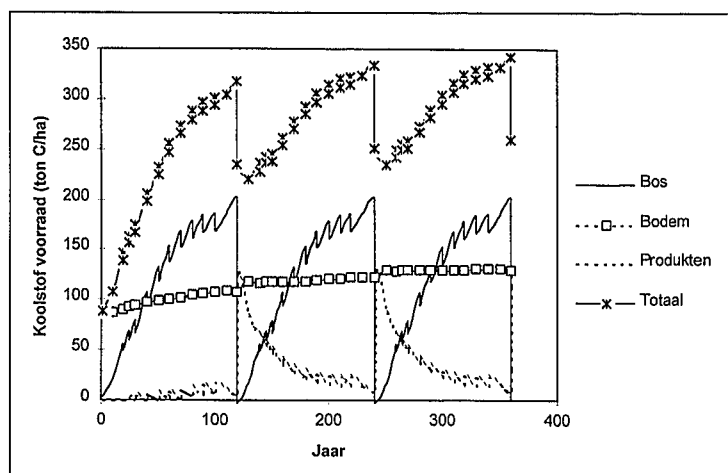
### 3. Hoeveel koolstof legt één hectare Nederlands bos vast?

De staande voorraad, bijgroei en bodemorganische stof zijn om te rekenen naar de huidige koolstofvoorraad en koolstofvastlegging. De resultaten zijn gegeven in Tabel 1.

Opvallend is de relatief grote hoeveelheid koolstof die in de bosbodem is opgeslagen. De koolstofvoorraad per hectare hangt in Nederland sterk af van de staande voorraad per hectare van het bostype.

### 4. Met bos is toch niets te bereiken?

Wie alleen kijkt naar de koolstofvastlegging in het Nederlandse bos, denkt al snel dat dit geen zoden aan de dijk zet. Figuur 2



Figuur 1. Koolstof in een eikenbos in Nederland in een omloop van 120 jaar. We gaan ervan uit dat bij aanleg er al een hoeveelheid in de bodem aanwezig was. Aan het eind van omloop worden producten gemaakt (stippelijjn) die vrij snel weer afbreken.

**Tabel 1. Koolstofvoorraden en vastlegging in het Nederlandse bos. De totale Nederlandse uitstoot van koolstof bedraagt ongeveer 60 miljoen ton C (Nabuurs et al. 1996).**

	Resultaat
Totale koolstofvoorraad in bos en bosbodem	64 Miljoen ton C
Koolstofvoorraad in biomassa	19.7 Miljoen ton C
Geschatte nationale koolstofvoorraad in houtproducten in gebruik	15.1 Miljoen ton C
Gemiddelde koolstofvoorraad in biomassa per hectare	59 ton C/ha
Bostype met huidige hoogste koolstofvoorraad	beuk: 125 ton C/ha
Bostype met huidige hoogste vastleggingsnelheid	beuk: 4.6 ton C/ha.jr
Jaarlijkse vastlegging in totale Nederlandse bos	0.33 Miljoen ton C

laat echter zien dat dit voor lang niet alle landen geldt. Er zijn Europese landen waar de bosgroei bijna de helft van de koolstofdioxide uitstoot compenseert.

### 5. Hoeveel bomen moet ik planten om mijn auto te compenseren?

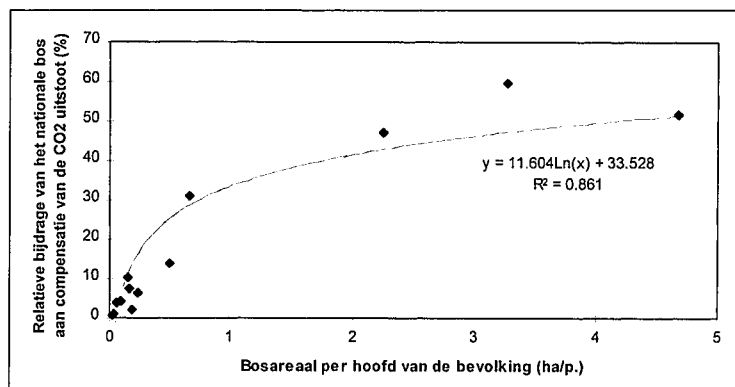
Stel u rijdt 40 jaar lang elk jaar 16000 km en u wilt de kooldioxide uitstoot die daardoor ontstaat compenseren door bosaanleg. Bij een verbruik van 1:11, gebruikt u in uw leven 58200 liter benzine. Bij een uitstoot van 0.86 kg C/liter benzine, moet u dan 50 ton C compenseren, of 1.25 ton C per jaar. Als we voor Nederland uit gaan van een vastleggingssnelheid van 1.4 ton C/ha.jaar, zou u 0.9 hectare bos aan moeten leggen.

### 6. Kan ik mijn geld beter in de tropen investeren?

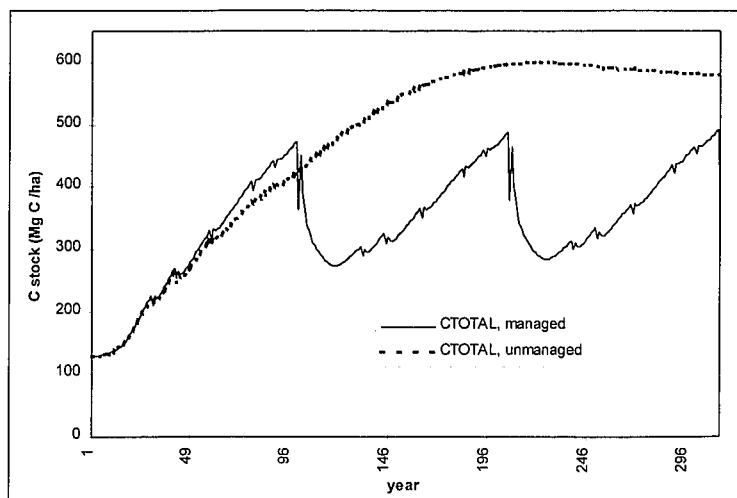
De kosteneffectiviteit (of: hoe leg ik zoveel mogelijk koolstof vast met 1 gulden) is een complexe zaak. Dit komt ondermeer doordat de koolstofvastleggingssnelheid uiteindelijk naar nul gaat (zie onder 1) terwijl de beheerkosten gewoon door gaan. Ook de grootte van het project is bepalend. Bovendien kunnen de kosten variëren doordat eerst gebruik gemaakt wordt van de goedkope gronden, terwijl later de grondkosten kunnen stijgen doordat er steeds minder grond beschikbaar is. Er zijn ook stu-

dies die rekening houden met de winsten die verloren gaan, wan-

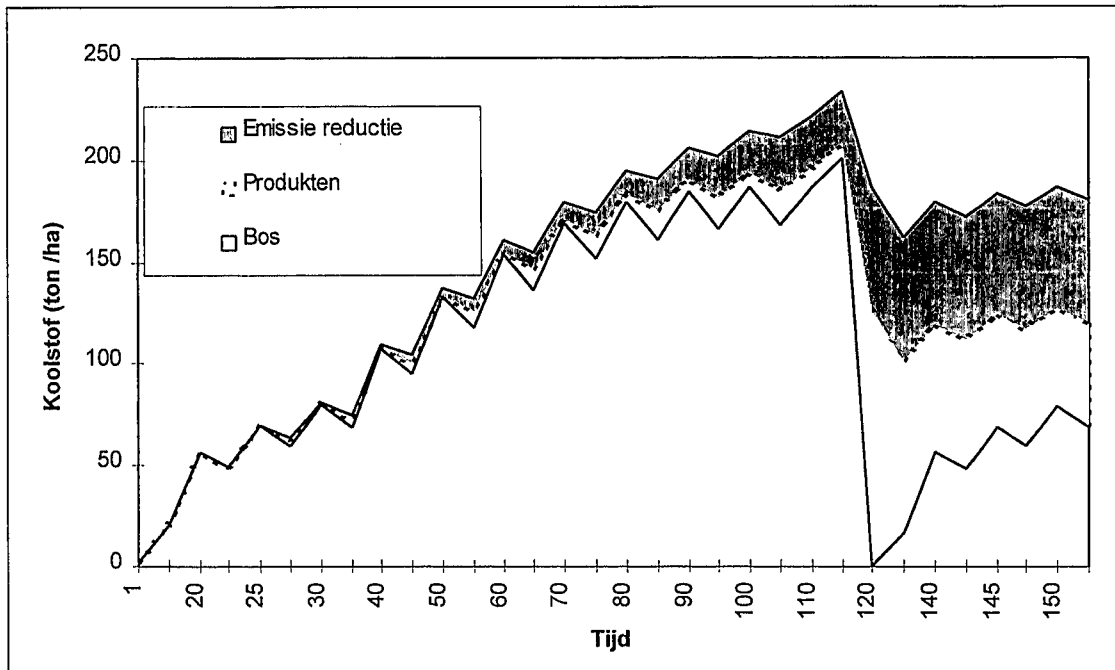
neer men stopt met landbouw. Deze opportunity-costs kunnen



Figuur 2. Relatie tussen het bosareaal in een land (hectares per hoofd van de bevolking) en de compensatie van de nationale kooldioxide uitstoot door dit bos (Nabuurs et al. 1997)



Figuur 3. Vergelijking van koolstof opslag in beheerd bos (bomen en producten samen) en onbeheerd bos. Een verschil als in dit figuur ontstaat op die groeiplaatsen waar het bos een grote staande voorraad kan bereiken.



Figuur 4. Koolstof voorraad in bos en houtproducten in een eikenbos in Nederland in een 120 jarige omloop. Tevens is de vermeden emissie door het gebruik van houtproducten gegeven. Alternatieven als aluminium vragen veel meer energie voor verwerking. Daardoor ontstaat bij houtproducten een vermeden emissie (Sikkema en Nabuurs 1994).

flink oplopen. Al deze factoren verklaren de sterk uitéénlopende schattingen van de kosten. Toch is wel duidelijk dat koolstofvastlegging in Nederland een dure optie is ten opzicht van de tropen. In Nederland kunnen de kosten oplopen tot enkele honderden guldens per ton koolstof. In de tropen bedragen de kosten ongeveer een halve tot vijf gulden per ton koolstof. Daar staat tegenover dat de projecten in Nederland een voorbeeldfunctie hebben, de maatschappelijke meerwaarde van het bos hier genomen wordt en de uiteindelijke uitvoering en bosinstandhouding in Nederland veel zekerder is.

#### 7. Moet ik een beheer van niets-doen introduceren of doorgaan met mijn reguliere beheer?

In een door de mens beheerd bos, bereikt de boom meestal niet zijn maximale biomassa,

maar vindt een (eind)kap plaats. Een bos zonder oogst heeft daardoor in de meeste gevallen een hogere koolstofvoorraad dan bos met oogst.

Van het geoogste hout worden vaak producten gemaakt. Deze zijn afhankelijk van het type houtproduct, korter dan 1 jaar tot mogelijk meer dan 100 jaar in gebruik. Tel je de in de producten opgeslagen koolstof en de koolstof in de boombiomassa van het beheerde bos bij elkaar op, dan blijkt deze som toch vaak kleiner dan de koolstofvoorraad in de boombiomassa van een onbeheerd bos (Figuur 3).

Naast de daadwerkelijke vastlegging in houtproducten heeft hout ook een CO<sub>2</sub>-emissie reductie component. Houtproducten vergen voor productie en verwerking van een vergelijkbaar product vaak minder energie dan alternatieve grondstoffen. Het

gebruik van hout kan dus een hoeveelheid CO<sub>2</sub> uitstoot voorkomen. In tegenstelling tot koolstofopslag in de boombiomassa, die uiteindelijk een verzadigingspunt bereikt, komt dit emissiereductie effect na elke rotatie terug (zie Figuur 4).

Behalve voor producten kan hout ook worden gebruikt voor energie-opwekking. Ook de bijdrage van bio-energie aan de koolstofbalans bestaat uit een CO<sub>2</sub> emissie-reductie component. De CO<sub>2</sub> die bij verbranding vrijkomt is eerder vastgelegd in diezelfde biomassa, waardoor de cyclus gesloten is. Dit in tegenstelling tot fossiele brandstoffen, waar de kringloop zich uitstrekt over miljoenen jaren en dus praktisch gezien sprake is van éénrichtingsverkeer. Bio-energie wordt daardoor beschouwd als CO<sub>2</sub>-neutraal, in tegenstelling tot fossiele energie.

---

ledere kubieke meter vurenhout die gebruikt wordt voor energie-opwekking voorkomt een uitstoot van 0.16 ton C uit fossiele brandstof. Evenals bij houtproducten treedt dit CO<sub>2</sub>-emissie reductie effect op na elke rotatie.

Als we beide reductie-componenten, van houtproducten en energieverbranding, meetellen, dan leidt bos met oogst tot minder koolstof in de atmosfeer dan bos zonder oogst.

#### **8. Kan ik het best een bio-energieplantage aanleggen of juist een lange omloop bostype?**

Bij de vorige vraag werd duidelijk dat hout verschillende effecten kan hebben op de koolstofvoorraad. Of een bio-energieplantage beter is dan een lange omloop bostype hangt af van de meegetelde effecten. Als naast de opslag van koolstof in biomassa, bosbodem en houtproducten ook de CO<sub>2</sub>-emissie reductie component van hout wordt meegeteld, dan blijkt het verbranden van hout voor energie-opwekking de grootste bijdrage te kunnen leveren aan het tegengaan van het broeikas-effect. Voor dat doel kan men dan ook het beste een bio-energieplantage aanleggen.

#### **9. Wat schiet ik als bouseigenaar, er mee op?**

Vooralsnog niets. Maar daar zou wel eens verandering in kunnen

komen. Koolstofvastlegging wordt algemeen gezien als de vermarkingsoptie van bos: Sinds 1 januari 1996 betalen alle huishoudens in Nederland een energieheffing in de Regulerende Energie Belasting Regeling (REB, of ecotax). Deze heffing komt neer op 11 ct/m<sup>3</sup> aardgas en 2.95 ct /KWh elektriciteit.

Door deze regeling heeft koolstof ineens waarde gekregen. In geval van aardgas (0.525 kg C/m<sup>3</sup>) komt dat neer op f209,- per ton C. Aangezien elke kubieke meter hout ongeveer 0.2 ton C bevat, is elke kubieke meter hout alleen vanwege het koolstofgehalte bijna f42,- waard. De netto bijgroei van het hele Nederlandse bos (ongeveer 1.2 miljoen kubieke meter), levert jaarlijks een extra waarde op van f52 miljoen.

Een andere mogelijkheid om in de toekomst bosuitbreiding en mogelijk ook -instandhouding mogelijk te maken ligt in de verkoop van CO<sub>2</sub> certificaten aan bedrijven en particulieren (zie het artikel van Kuiper en Jansen, SBH elders in dit nummer).

#### **10. Wat is Kyoto bos?**

In december 1997 hebben 38 geïndustrialiseerde landen zich in Kyoto verplicht hun uitstoot van CO<sub>2</sub> in 2008 -2012 met zo'n 7% terug te brengen ten opzichte van het jaar 1990. Het protocol geeft aan dat ook maatregelen in bossen meegenomen mogen

worden. Er bestaat echter grote onduidelijkheid over welke maatregelen het gaat (bosuitbreiding, herbebossing en ontbossing) en welke componenten van koolstofvastlegging meegeteld mogen worden.

In de meest nauwe interpretatie gaat het in Nederland om bos dat vanaf 1990 op landbouwgrond is aangelegd. De groei van dat bos tussen 2008 en 2012 mag worden meegeteld. Vanaf 1990 tot 1995 is in Nederland zo'n 5700 ha bos aangelegd, grotendeels in het kader van de Randstad-groenstructuur of de SBL regeling. Rond 2010 zal een deel van dit bos zich in een snelgroeiende fase bevinden.

#### **Literatuur**

Nabuurs, G.J., G.M.J. Mohren and M.F.F.W. Jans 1996 Kosteneffectiviteit van koolstofvastlegging in bos. IBN rapport 248. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek. Wageningen 50 p.

Nabuurs, G.J., R. Päivinen, R. Sikkema and G.M.J. Mohren 1997 The role of European forests in the global carbon cycle - a review. Biomass and Bioenergy 13(6): 345-358.

Sikkema, R. & G.J. Nabuurs. 1994. Bossen en Hout op de koolstofbalans. Studie naar de CO<sub>2</sub> verminderingmogelijkheden van een viertal Nederlandse bostypen: eik/beuk, fijnspar, 15- en 5-jarige omloop populier. NOVEM, Nederlandse Onderneming voor Energie en Milieu bv. EWAB programma. NOVEM Rapport 9416. 46 pp + bijl.