

Position Paper Prof. Dr. Martin Junginger

Chair Bio-based Economy, Copernicus Institute, Utrecht University

For the purpose of the Biomass round table discussion on 15 June 2023

Question as formulated by the standing committee for Economic Affairs and Climate of the House of Representatives: "What can be said about the reduction of CO₂ emissions across the chain compared to the CO₂ emissions from coal? What are the main factors that determine whether there is a CO₂ reduction?"

Answer: An important aspect here are the chosen system boundaries (see figure 1)

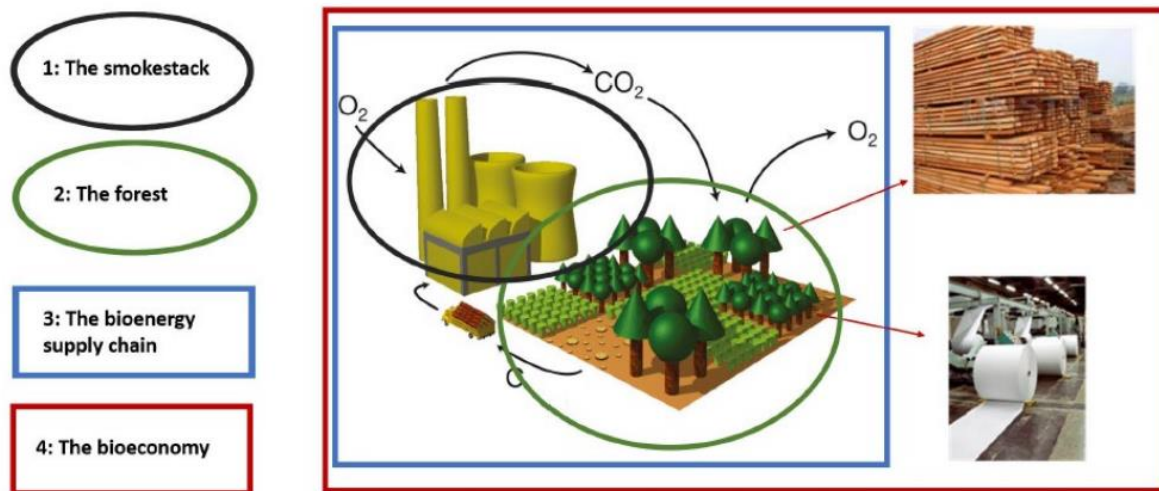


Figure 1: Different system boundaries applied in scientific studies to determine climate effects of woody biomass for energy applications. Option 1 (black) looks only at the emissions the chimney; option 2 (green) to the carbon sinks in the forest; option 3 (blue) to all bioenergy chain; and option 4 (red) to the entire bio-economy, including products from wood. Source: Cowie et al. (2021).

* If one only looks at the chimney (option 1), then the emissions of (woody) biomass per kWh are electricity produced slightly higher than that of coal. It is science and policymakers however agree that these are not the relevant system boundaries, this should at least be the whole value chain.

- If the blue line (the bio-energy chain) is chosen as system boundary, the reductions are from biomass compared to coal at least 80% (in international supply chains) and even >90% (at local chains). Note that the European Commission has a (cleaner) mix of different fossil fuels and that from 2021 a minimum of 70% emission reduction over the chain must be achieved; from 2026 itself 80%. These emission reductions are also for woody plants biomass from Estonia is certainly feasible (see Visser et al (2020), fig. 7).

- Usually in Estonia (and other exporting countries such as the US and Canada) during the timber harvest the high-quality parts of a tree used for materials (e.g. construction wood and paper). Bioenergy typically uses sawdust and other waste from sawmills, and uses low grade branch and top wood, possibly also pulpwood (if there is not enough demand for paper locally) and thinning wood (i.e. low-quality whole trees that are not suitable for construction wood). Construction wood, in particular, stores carbon for decades. If these climate benefits are taken into account (the red line in figure 1), the climate effects of woody biomass are even better. Also the IPCC (2022a) gives this nuanced account of bioenergy.

- The Estonian forests (2.54 million ha = 7* Dutch forests) have been managed for centuries. 22% of the forest has a strict protected status. The rest is managed multifunctionally under mostly PEFC certification (1). The development of the timber harvest is shown in figure 2.

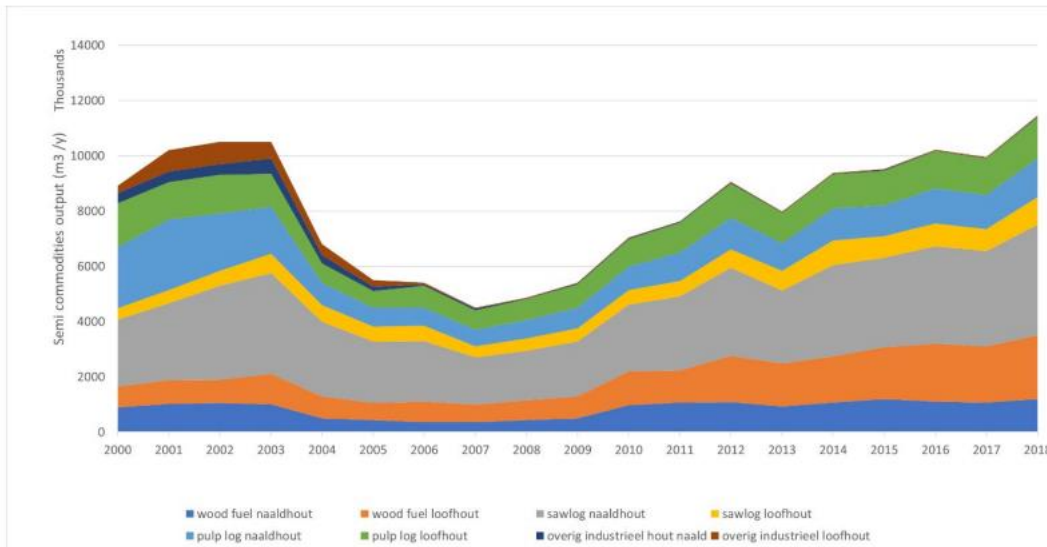


Figure 2. Timber harvest in Estonian forests. The wood harvest is now back at the level of 2002. Source: FAO

Another important aspect is time, and the question of what would have happened if the wood had not been used for bioenergy used. In that case, the carbon of the wood in the forest would have been released slowly, often only after one or several decades (due to rotting processes); in other cases quickly (e.g. due to forest fires). Branch and top wood usually decay within one to two decades; and thus the length of time until bioenergy scores better than a 'no use scenario' usually between 0 and 30 years (Lamers & Junginger, 2013); with use of pulpwood, this can in extreme cases exceed 40 years (2).

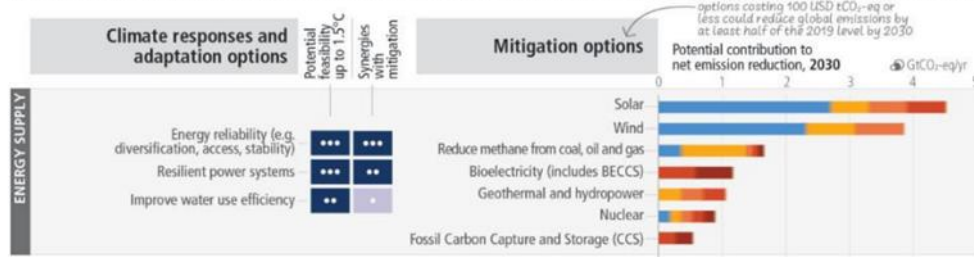
Recently, a number of scientists (Norton et al. 2019, 2022) have indicated that they have such long find peridoes unacceptable in the context of the urgency of climate change, and demands and maximum period of 10 years. Cowie et al (2021), on the other hand, argue that currently the energy supply is far from climate neutral, and we need a portfolio of different options to reach Paris by 2050 achieve objectives; a contribution from bio-energy can certainly play a role in this.

In any case, it is undisputed by proponents and opponents that biogenic CO₂ emissions are undesirable can have a (short-term) negative climate impact. However, if this CO₂ were to be captured (BECCS, BioEnergy Carbon Capture & Storage), then one would remove net CO₂ from the atmosphere. After all; through photosynthesis, CO₂ is first captured, and then this carbon from combustion in e.g. empty gas fields stored for long periods. With this, the achieved CO₂ reduction would even exceed 100% come true (there are negative emissions), and the time to climate gains would also increase compared to a 'no use' scenario.

BECCS is also explicitly referred to as called an option to take additional measures to combat climate change until 2030 (see Figure 3). Strengers et al. (2018) indicate that application of BECCS in various sectors (electricity, fuels, heavy industry) also has the greatest techno-economic potential to generate negative emissions in the Netherlands achieve (3).

There are multiple opportunities for scaling up climate action

a) Feasibility of climate responses and adaptation, and potential of mitigation options in the near-term



Conclusion: using woody residual streams from multifunctional forests to replace coal is possible achieve far-reaching greenhouse gas emissions (>>80%) compared to coal. To further climate gains increase (and even achieve negative emissions) and to achieve this as quickly as possible, the combination of bioenergy in combination with CCS are desirable.

Literature references:

Cowie, Annette L. Göran Berndes, Niclas Scott Bentsen, Miguel Brandão, Francesco Cherubini, Gustaf Egnell, Brendan George, Leif Gustavsson, Marc Hanewinkel, Zoe M. Harris, Filip Johnsson, Martin Junginger, Keith L. Kline, Kati Koponen, Jaap Koppejan, Florian Kraxner, Patrick Lamers, Stefan Majer, Eric Marland, Gert-Jan Nabuurs, Luc Pelkmans, Roger Sathre, Marcus Schaub, Charles Tattersall Smith Jr., Sampo Soimakallio, Floor Van Der Hilst, Jeremy Woods, Fabiano A. Ximenes (2021) Applying a science-based systems perspective to dispel misconceptions about forest bioenergy. GCB-Bioenergy, Volume 13, Issue 8 August 2021, pages 1210-1231, <http://doi.org/10.1111/gcbb.12844>

IPCC: (2022a) Nabuurs, G-J., R. Mrabet, A. et al. Agriculture, Forestry and Other Land Uses (AFOLU). In IPCC, 2022: Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley, (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. doi: 10.1017/9781009157926.009

IPCC (2022b) Climate Change 2022. Mitigation of Climate Change, Summary for Policymakers.

Available at :

https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_SummaryForPolicymakers.pdf

Lerink et al. 2023. How much wood can we expect from the European forest:

<https://www.wur.nl/nl/show/hoeveel-hout-kunnen-we-verwachten-uit-europese-bossen.htm>

Lamers, P., Junginger, M. (2013) The 'debt' is in the detail: A synthesis of recent temporal forest carbon analyses on woody biomass for energy. 2013, Biofuels, Bioproducts and Biorefining 7(4) , pp. 373-385. doi: 10.1002/bbb.1407., DOI: 10.1002/bbb.1407

Norton, M., Baldi, A., Buda, V., (...), Walloe, L., Wijkman, A. (2019) Serious mismatches continue between science and policy in forest bioenergy. GCB Bioenergy 11(11), pp. 1256-1263.

Norton, M., Walloe, L., Brack, D., Booth, M., Jones, M.B (2022) Time is of the essence when it comes to forest bioenergy. GCB Bioenergy 14(2), pp. 108-109.

Strengers B., H. Eerens, W. Smeets, G.J. van den Born en J. Ros (2018), NEGATIVE EMISSIONS. Technical potential, realistic potential and costs for the Netherlands. PBL, The Hague.

Visser, L., Hoefnagels R., Junginger, M. (2020) The Potential Contribution of Imported Biomass to Renewable Energy Targets in the EU—the Trade-offs between Ambitious Greenhouse Gas Emission Reduction Targets and Cost Thresholds. *Energies* 2020, 13, 1761; doi:10.3390/en13071761

1. See also: <https://pefc.org/events-training/introduction-to-the-estonian-national-system>

2. The PBL will publish a report in September (Strengers in collaboration with Cowie, Berndes and Matthews) that extensively discusses all the ins and outs of the carbon debt. The chamber will also be informed about this by I&W.

3. On 2 November (2023), the PBL (Daniels & Strengers) will present an integrated study (based on OPERA) in which the role of bio-raw materials and negative emissions in a climate-neutral energy system (including bunkers and feedstocks for the chemical industry) will be extensively discussed. order will come. This study will be presented to Minister Jetten.

=====

In Dutch:

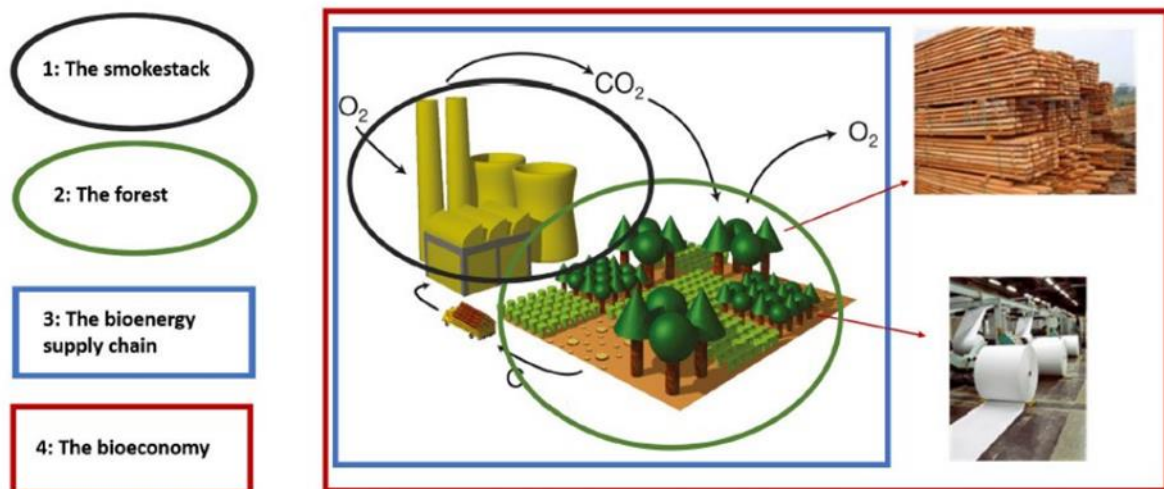
Position Paper Prof. Dr. Martin Junginger

Chair Bio-based Economy, Copernicus Instituut, Universiteit Utrecht

Ten behoeve van het rondetafelgesprek Biomassa d.d. 15 juni 2023

Vraagstelling zoals geformuleerd door de vaste commissie voor Economische Zaken en Klimaat van de Tweede Kamer: “Wat kan er gezegd worden over de reductie van CO₂-uitstoot over de keten in vergelijking met de CO₂-uitstoot van steenkolen? Wat zijn de belangrijkste factoren die bepalen of er sprake is van CO₂-reductie?”

Antwoord: Een belangrijk aspect hierbij zijn de gekozen systeemgrenzen (zie figuur 1)



Figuur 1: verschillende systeemgrenzen die in wetenschappelijke studies zijn toegepast om de klimaat-effecten van houtige biomassa voor energietoepassingen te bepalen. Optie 1 (zwart) kijkt alleen naar de emissies uit de schoorsteen; optie 2 (groen) naar de koolstofreservoirs in het bos; optie 3 (blauw) naar de hele bio-energie keten; en optie 4 (rood) naar de gehele bio-economie, inclusief producten uit hout. Bron: Cowie et al. (2021)

* Als men enkel kijkt naar de schoorsteen (optie 1), dan zijn de emissies van (houtige) biomassa per kWh geproduceerde elektriciteit iets hoger dan die van steenkool. Wetenschap en beleidsmakers zijn het echter erover eens dat dit niet de relevante systeemgrenzen zijn, dit moet minimaal de hele waardeketen zijn.

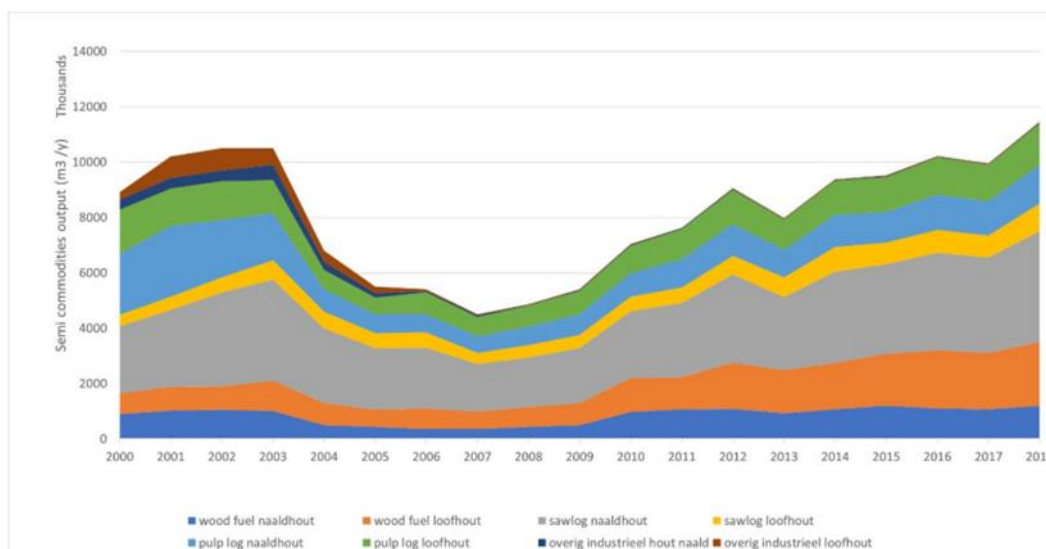
• Als de blauwe lijn (de bio-energie keten) gekozen wordt als systeemgrens, zijn de reducties van biomassa ten opzichte van steenkool minimaal 80% (bij internationale aanvoerketens) tot zelfs >90% (bij lokale ketens). Merk op dat de Europese commissie een (schonere) mix van verschillende fossiele brandstoffen hanteert en dat vanaf 2021 tegenover deze mix minimaal 70% emissiereductie over de

keten behaald moet worden; vanaf 2026 zelf 80%. Ook deze emissiereducties zijn voor houtige biomassa uit Estland zeker haalbaar (zie Visser et al (2020), fig. 7).

- Doorgaans worden in Estland (en ander exporterende landen zoals de VS en Canada) bij de houtoogst de hoogwaardige onderdelen van een boom gebruikt voor materialen (b.v. constructiehout en papier). Voor bio-energie wordt doorgaans zaagsel en ander afval uit zagerijen gebruikt, en laagwaardig taken tophout gebruikt, eventueel ook pulphout (als er lokaal niet voldoende vraag is naar papier) en dunningshout (dat wil zeggen laagwaardige hele bomen die niet voor constructiehout geschikt zijn). Met name constructiehout legt koolstof decennialang vast. Als deze klimaatvoordelen meegenomen worden (de rode lijn in figuur 1) zijn de klimaateffecten van houtige biomassa nog beter. Ook het IPCC (2022a) geeft deze genuanceerde uiteenzetting over bio-energie.

- De Estse bossen (2.54 miljoen ha = 7* Nederlandse bos) worden al eeuwenlang beheerd. 22% van het bos heeft een strenge beschermde status. De rest wordt multifunctioneel beheerd onder veelal PEFC certificering (1)

. De ontwikkeling van de houtoogst is weergegeven in figuur 2.



Figuur 2. Houtoogst in Estse bossen. De houtoogst zit nu weer op het niveau van 2002. Bron: FAO

Een ander belangrijk aspect is tijd, en de vraag wat er was gebeurd als het hout niet voor bio-energie was gebruikt. In dat geval was de koolstof van het hout in het bos maar langzaam vrijgekomen, vaak pas na één of enkele decennia (door rottingsprocessen); in andere gevallen snel (b.v. door bosbranden). Tak- en tophout vergaan meestal binnen één tot twee decennia; en daarmee is de tijdsduur totdat bio-energie beter scoort dan een 'geen gebruik scenario' meestal tussen de 0 en dertig jaar (Lamers & Junginger, 2013); bij gebruik van pulphout kan dit in extreme gevallen oplopen tot boven de 40 jaar (2).

Recentelijk hebben een aantal wetenschappers (Norton et al. 2019, 2022) aangegeven dat zij dergelijk lange periodes onacceptabel vinden in het kader van de urgentie van klimaatverandering, en eisen een maximale periode van 10 jaar. Cowie et al (2021) argumenteren daarentegen dat op dit moment de energievoorziening verre van klimaatneutraal is, en we een portfolio van verschillende opties nodig hebben om tot 2050 de Parijs doelstellingen te halen; een bijdrage van bio-energie kan hier wel degelijk een rol in spelen.

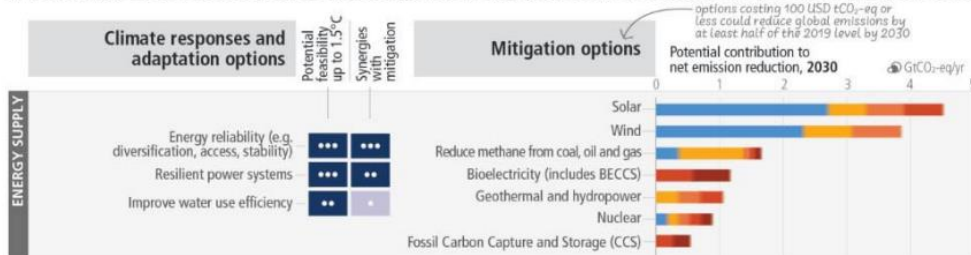
Hoe dan ook is het door voor- en tegenstanders onbetwist dat biogene CO₂ uitstoot een ongewenste (korttijdige) negatieve klimaatimpact kan hebben. Indien deze CO₂ echter zou worden afgevangen

(BECCS, BioEnergy Carbon Capture & Storage), dan zou men netto CO₂ uit de atmosfeer verwijderen. Immers; via fotosynthese wordt eerst CO₂ vastgelegd, en vervolgens wordt deze koolstof van verbranding in b.v. lege gasvelden langdurig opgeslagen. Daarmee zou de behaalde CO₂ reductie zelfs boven de 100% uitkomen (er is sprake van negatieve emissies), en zou ook de tijdsduur tot klimaatwinst ten opzichte van een 'geen gebruik' scenario tot een minimum beperken.

BECCS wordt in het meest recente IPCC summary for policy makers assessment report ook nadrukkelijk als een optie genoemd om tot 2030 extra maatregelen te nemen om klimaatverandering tegen te gaan (zie figuur 3). Strengers et al. (2018) geven aan dat toepassing van BECCS in diverse sectoren (elektriciteit, brandstoffen, zware industrie) ook het grootste techno-economische potentiële heeft om negatieve emissies in Nederland te behalen (3).

There are multiple opportunities for scaling up climate action

a) Feasibility of climate responses and adaptation, and potential of mitigation options in the near-term



Figuur 3. Uittreksel uit het IPCC AR6 WG3 summary for policy makers, figuur 7. Getoond worden klimaatmitigatie-opties in de energiesector die tot 2030 een positieve bijdrage kunnen leveren. (IPCC 2022b)

Conclusie: het gebruik van houtige reststromen uit multifunctionele bossen ter vervanging van kolen kan verregaande broeikasgasemissies (>>80%) ten opzichte van kolen behalen. Om de klimaatwinst verder te vergroten (en zelfs negatieve emissies te behalen) en zo snel mogelijk te realiseren zou de combinatie van bioenergie in combinatie met CCS wenselijk zijn.

Literatuurreferenties:

Cowie, Annette L. Göran Berndes, Niclas Scott Bentsen, Miguel Brandão, Francesco Cherubini, Gustaf Egnell, Brendan George, Leif Gustavsson, Marc Hanewinkel, Zoe M. Harris, Filip Johnsson, Martin Junginger, Keith L. Kline, Kati Koponen, Jaap Koppejan, Florian Kraxner, Patrick Lamers, Stefan Majer, Eric Marland, Gert-Jan Nabuurs, Luc Pelkmans, Roger Sathre, Marcus Schaub, Charles Tattersall Smith Jr., Sampo Soimakallio, Floor Van Der Hilst, Jeremy Woods, Fabiano A. Ximenes (2021) Applying a science-based systems perspective to dispel misconceptions about forest bioenergy. GCB-Bioenergy, Volume 13, Issue 8 August 2021, pages 1210-1231, <http://doi.org/10.1111/gcbb.12844>

IPCC: (2022a) Nabuurs, G-J., R. Mrabet, A. et al. Agriculture, Forestry and Other Land Uses (AFOLU). In IPCC, 2022: Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley, (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. doi: 10.1017/9781009157926.009

IPCC (2022b) Climate Change 2022. Mitigation of Climate Change, Summary for Policymakers. Available at : https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_SummaryForPolicymakers.pdf

Lerink et al. 2023. Hoeveel hout kunnen we verwachten uit et Europese bos: <https://www.wur.nl/nl/show/hoeveel-hout-kunnen-we-verwachten-uit-europese-bossen.htm>

Lamers, P., Junginger, M. (2013) The 'debt' is in the detail: A synthesis of recent temporal forest carbon analyses

on woody biomass for energy. 2013, *Biofuels, Bioproducts and Biorefining* 7(4) , pp. 373-385. doi: 10.1002/bbb.1407., DOI: 10.1002/bbb.1407

Norton, M., Baldi, A., Buda, V., (...), Walloe, L., Wijkman, A. (2019) Serious mismatches continue between science and policy in forest bioenergy. *GCB Bioenergy* 11(11), pp. 1256-1263.

Norton, M., Walloe, L., Brack, D., Booth, M., Jones, M.B (2022) Time is of the essence when it comes to forest bioenergy. *GCB Bioenergy* 14(2), pp. 108-109.

Strengers B., H. Eerens, W. Smeets, G.J. van den Born en J. Ros (2018), *NEGATIEVE EMISSIES. Technisch potentieel, realistisch potentieel en kosten voor Nederland*. PBL, Den Haag.

Visser, L., Hoefnagels R., Junginger, M. (2020) The Potential Contribution of Imported Biomass to Renewable Energy Targets in the EU—the Trade-offs between Ambitious Greenhouse Gas Emission Reduction Targets and Cost Thresholds. *Energies* 2020, 13, 1761; doi:10.3390/en13071761

1. Zie ook: <https://pefc.org/events-training/introduction-to-the-estonian-national-system>

2. Het PBL komt in september uit met een rapport (Strengers in samenwerking met Cowie, Berndes en Matthews) dat uitgebreid ingaat op alle ins en outs rond de koolstof-schuld. De kamer wordt daar ook over geïnformeerd door I&W.

3. Op 2 november (2023) komt het PBL (Daniels & Strengers) met een integrale studie (op basis van OPERA) waarin de rol van biograndstoffen en negatieve emissies in een klimaatneutraal energiesysteem (incl. bunkers én feedstocks voor de chemie) uitgebreid aan de orde zal komen. Deze studie zal worden aangeboden aan Minister Jetten.