

Kommentar zum Kurzpapier des Umweltbundesamts (UBA):

„Bilanzierung von Holz im CO₂-Rechner“¹ vom 2.5.2024

Die Zuordnung von CO₂-Emissionen zu Wärmeholz im UBA CO₂-Rechner widerspricht den physikalischen Grundlagen, dem Europa- und Bundesrecht und der praktischen Waldbewirtschaftung.

Prof. Dr. Willi Rößner² VDI

Mitglied im Bund Naturschutz

Bezug genommen wird auf den folgenden, kursiv dargestellte Textauszug:

Das bei der Verbrennung von Holz entstehende CO₂ wurde bisher in der THG-Bilanzierung mit Null angesetzt. Die Begründung war: Holz ist ein nachwachsender Rohstoff. Er speichert CO₂, welches am Ende seines Lebensweges (durch Verrottung oder Verbrennung) in die Atmosphäre zurückkehrt. Der Kohlenstoff befindet sich somit im Kreislauf. Diese Betrachtung ist jedoch zu kurzgefasst bzw. idealisiert, v.a. in globaler Perspektive halten sich das Wachstum von Bäumen und die Nutzung von Holz nicht zwangsläufig die Waage. Wird dem Wald mehr entnommen als nachwächst, ist das Gleichgewicht gestört.

Deshalb wird künftig im CO₂-Rechner das im Holz gebundene CO₂ bei der Verbrennung in die THG-Bilanzierung einbezogen. Dafür wird zwischen Waldholz und Holz aus der Grün- und Gartenpflege unterschieden. Bei letzterem – so die Annahme – verringert die Entnahme von Holz keine bilanzierte Senkenleistung, da diese Flächen nicht mit Wald vergleichbare Speicher bilden können.

Deshalb werden hier geringere CO₂-Emissionsfaktoren angesetzt.

Mit dieser THG-Bilanzierung wird deutlich, dass die energetische Nutzung von Holz aus dem Wald (z.B. in Form von Scheitholz aus Stammholz) nicht klimaneutral ist und z. B. eine Dämmung der Gebäudehülle auf alle Fälle höchste Priorität hat.

In diesem Text wird unterstellt, dass „in globaler Perspektive“ mehr energetisch verwertetes Holz entnommen wird als nachwächst. Die „globale Perspektive“ trifft allerdings für den Wirkungsbereich des CO₂-Rechners -nämlich Deutschland- nicht zu.

In Deutschland hat die Waldfläche in den letzten 50 Jahren zugenommen (FWD). Der Raubbau in anderen Gebieten, wird mit der nachhaltigen Waldnutzung in Deutschland unzutreffend vermengt. Bezogen auf CO₂-Emissionen ist dies sachlich unbegründet und zugleich eine unberechtigte Abqualifizierung der deutschen Forstwirtschaft.

Mit gleicher Logik müsste das UBA auch den Genuss von -in Deutschland geernteten- Kirschen als tödlich einstufen, nur weil in der „globalen Perspektive“, Kirschen irgendwo in der Welt giftig gespritzt werden.

Unverständlich ist der Zusammenhang zwischen „energetischer Nutzung von Holz aus dem Wald“ und Dämmung der Gebäudehülle. Man kann schließlich dämmen und Holz energetisch nutzen.

Die Aussage

„Mit dieser THG-Bilanzierung wird deutlich, dass die energetische Nutzung von Holz aus dem Wald (z.B. in Form von Scheitholz aus Stammholz) nicht klimaneutral ist“ ist ein

¹https://www.ifeu.de/fileadmin/uploads/Publikationen/Biomasse/03052024_Kurzpapier_Biomasse_Bilanzierung_von_Holz_im_CO2-Rechner.pdf

² Lehrbeauftragter an der Technischen Hochschule Augsburg

Seit dem Jahr 2000 Mitglied beim BUND mit teilweise abweichender Meinung zur Holznutzung. Der Fokus liegt auf den Gebieten regenerative Energien, nachwachsende Rohstoffe und Klimaschutz.

Zirkelbezug. Die THG- Bilanzierung missachtet den natürlichen CO₂- Kreislauf und beruht deshalb auf falschen Voraussetzungen. Davon ausgehend soll dann „deutlich werden“, dass „Holz aus dem Wald“ nicht klimaneutral sei.

Willkürlicher Negativbonus für Holz aus nachhaltiger, klimaneutraler Waldwirtschaft

In einer nachhaltigen Waldwirtschaft wird weniger Holz geerntet als nachwächst. Diese Mengenbeschränkung ist ein maßgebendes Kriterium für Nachhaltigkeit.

Der Holzvorrat ist jedoch nur eine Komponente in der THG- Bilanzierung.

Bedeutsamer für die CO₂- Aufnahmefähigkeit ist die Altersstruktur des Waldes, wie in Bild 1 erläutert.

Wachstum: Jungwald nimmt CO₂ auf.

CO₂- Senke



C- **negativ** geladene Biomasse.
C- Speicher füllt sich auf.

Zerfall: Altwald gibt CO₂ ab.

CO₂- Quelle



C- **positiv** geladene Biomasse
C- Speicher entleert sich.

Bild 1: Die Altersstruktur beeinflusst die C- Speicherfähigkeit des Waldes

Der dargestellte Baum (rechts) hat im Wachstum geschätzte 200 kg CO₂ aufgenommen, welches beim Zerfall wieder in den atmosphärischen Kreislauf zurückfließt. Die gleiche Menge wäre, ohne klimatische Negativwirkung, auch beim Heizen in den Kreislauf zurückgeflossen. Wird dieser Baum aber energetisch durch Heizöl ersetzt, addiert sich klimaschädlich weiteres geschätztes 180 kg fossiles CO₂ hinzu, welches dann die Atmosphäre irreversibel anreichert.

Unzweifelhaft ist der zerfallende Baum auch die Lebenswelt für Mikroorganismen und Kleinlebewesen. Die ökologische Waldwirtschaft nutzt deshalb den Holzzuwachs nicht vollständig, sondern lässt über Totholzrücklagen auch Raum für die Biodiversität. Kombination von Arten- und Klimaschutz!

Die Richtung des Kohlenstoff- Flusses bestimmt die Klimawirkung

Die Biomasse des Waldes ist der C- Träger und unterscheidet sich abhängig vom Alter in **C- negativ und C- positiv geladener Masse**.

Negativ: Biomasse nimmt CO₂ auf (CO₂- Senke) z. B. Jungwald in der Aufbauphase

Positiv: Biomasse gibt CO₂ ab (CO₂- Quelle) z. B. Altwald in der Zerfallsphase.

Landschaftsbezogen stellt sich aus der Summe von Senkenleistung nachwachsender Bäume und der Quellenleistung absterbender Bäume die resultierende CO₂- Flussrichtung ein. Die Menge der Biomasse und damit die C- Speicherkapazität ist von der Natur limitiert. Die Richtung und Menge des CO₂- Flusses hängen somit nicht allein von der Mächtigkeit der Biomasse, sondern vor allem auch von der Altersstruktur ab.

Bei einer regelmäßigen Verjüngung durch Holzentnahme steigt der Zuwachs und somit auch die CO₂- Aufnahme durch dynamisch nachwachsende Jungbäume.

Parallel dazu wird mit der Substitution fossiler Brennstoffe durch Wärmeholz, die fossile CO₂- Emission vermieden.

Selbstverständlich können und müssen diese Positiveffekte noch durch andere Maßnahmen, wie Wärmedämmung verstärkt werden.

Ressourcenverbrauch der Sonnen- und Windenergie im Vergleich zur Holznutzung.

Die nachhaltige Holznutzung weist im Vergleich zu anderen erneuerbaren Energien und Rohstoffen den höchsten bioökonomischen Nettonutzen auf!

Für den deutschen Wald mit 10 Mio. ha und einem jährlichen Holzeinschlag 78 Mio. m³ hätte ein vollkommener Ausfall der Holznutzung, die in der nachfolgenden Tabelle aufgeführten Wirkungen³.

Zugrunde gelegt wird 7,8 m³/ha Holzeinschlag, davon 75 % energetisch verwertet, als Summe aus Brennholz, Verschnitt und Altholz.

Ersatzbedarf	8 Mio. t/a Kunststoff, oder 21 Mio. t/a Stahl
Ölbedarf	28 Mrd. Liter/a
H2- Bedarf	5 Mio. t/a, falls auf Wasserstoffwirtschaft umgestellt werden sollte
CO2- Emission	63 Mio. t/a
Energiebedarf	25 TWh/a für die Herstellung von Ersatzwerkstoffen
Klimafolgekosten	8 Mrd. €/a mit 130 €/tCO2
CO2- Abgabe	11 Mrd. €/a mit 180 €/tCO2
Wertschöpfung	94 Mrd. €/a ginge der Regionalwirtschaft verloren
Windkraftbedarf	7.000 Windkraftwerke (WKW) der 7,2 MW- Klasse
Ressourcenbedarf	50 Mio. t Material für 7.000 Windkraftwerke incl. Energiespeicher
Solarfläche	70.000 ha (ohne Berücksichtigung von Verlusten)
Wärmeversorgung für 23 Mio. Personen ginge verloren.	

Quelle: Eigene Berechnungen (NP CO2-4.1.xls)

Eine nachhaltige Forstwirtschaft kann mengenmäßig den nationalen Rohstoff- und Energiebedarf zwar nicht decken, aber den gesellschaftlich gewünschten Ausbau der erneuerbaren Energien volkswirtschaftlich sehr wirksam unterstützen.

Dieser Artikel richtet sich nicht gegen die notwendige Sonnen- und Windkraft, plädiert aber gleichermaßen für die, aus bioökonomischer Sicht, höherwertige, ökologische Holznutzung. Mit einer stofflichen und energetischen Holznutzung könnte man theoretisch in der BRD allein rund 7.000 Windkraftwerke (WKW) ersetzen. Dabei könnte man ebenso rund 50 Mio. Tonnen Material, vorwiegend Stahlbeton, einsparen.

Die Sonnen und Windenergie (SoWi) liefert Elektroenergie, welche für viele Anwendungen wie Haushaltsstrom oder E- Mobilität ohne Energiebruch direkt verwendbar ist.

Für das Heizen ist jedoch die Energiespeicherung in anderen Energieformen z. B.

Wasserstoff notwendig. In der weiteren Energiekette erfolgt wieder die Rückverwandlung in Strom und über eine Wärmepumpe die Umwandlung in Wärmeenergie. Jede Umwandlung ist mit einem Energiebruch verbunden und verursacht Umwandlungsverluste.

Holz liefert dagegen direkt die Wärmeenergie ohne Energiebrüche.

Eine maßvolle Waldnutzung bindet weit weniger Ressourcen als die SoWi- Technik und liefert nicht nur Energie, sondern vor allem auch Holz als Werk- und Grundstoff für Baumaterial, Möbel und Papier.

Holz ist ein problemloser Energiespeicher.

Holzprodukte sind C- Speicher

Holz ist unabhängig von globalen Energie- und Rohstofflieferungen.

Holz ist ein Bestandteil der Regionalwirtschaft in Waldregionen.

und!

nachhaltig gewonnenes Holz ist klimaneutral

In einer intelligenten Waldwirtschaft lässt sich ein guter Kompromiss zwischen Arten- und Klimaschutz bewerkstelligen.

Ein Beispiel hierfür ist das international anerkannte Trittssteinkonzept im Steigerwald.

³ Eigene Schätzung.

Holznutzung ist ressourcenschonend und CO₂- neutral!

Die energetische Holzverwendung erfolgt klimaneutral im geschlossenen atmosphärischen CO₂- Kreislauf. Ein Baum nimmt im Wachstum CO₂ aus der Atmosphäre auf und egal, ob er verrottet oder verbrennt, gibt er das gespeicherte organische CO₂ wieder in gleicher Menge zurück (**Bild 2**). In der Gesamtbilanz erfolgt dabei keine CO₂- Anreicherung in der Atmosphäre.

Im UBA- Rechner wird eine, nichtexistierende CO₂- Quelle für Holz bilanziert.

Bei „Fossilen“ wird kontinuierlich Öl aus dem Erdinnern gesaugt und additiv als CO₂ irreversibel in der Atmosphäre angereichert.

Im Vergleich mit anderen Brennstoffen (**Bild 3**, diagonal schraffiert) verbleibt lediglich die operative CO₂- Belastung für Ernte und Aufbereitung (0,5 bis 3 % des Heizwertes).

Auch eine Wasserstoffinfrastruktur benötigt operative Energie z.B. für Transport oder Kompression.

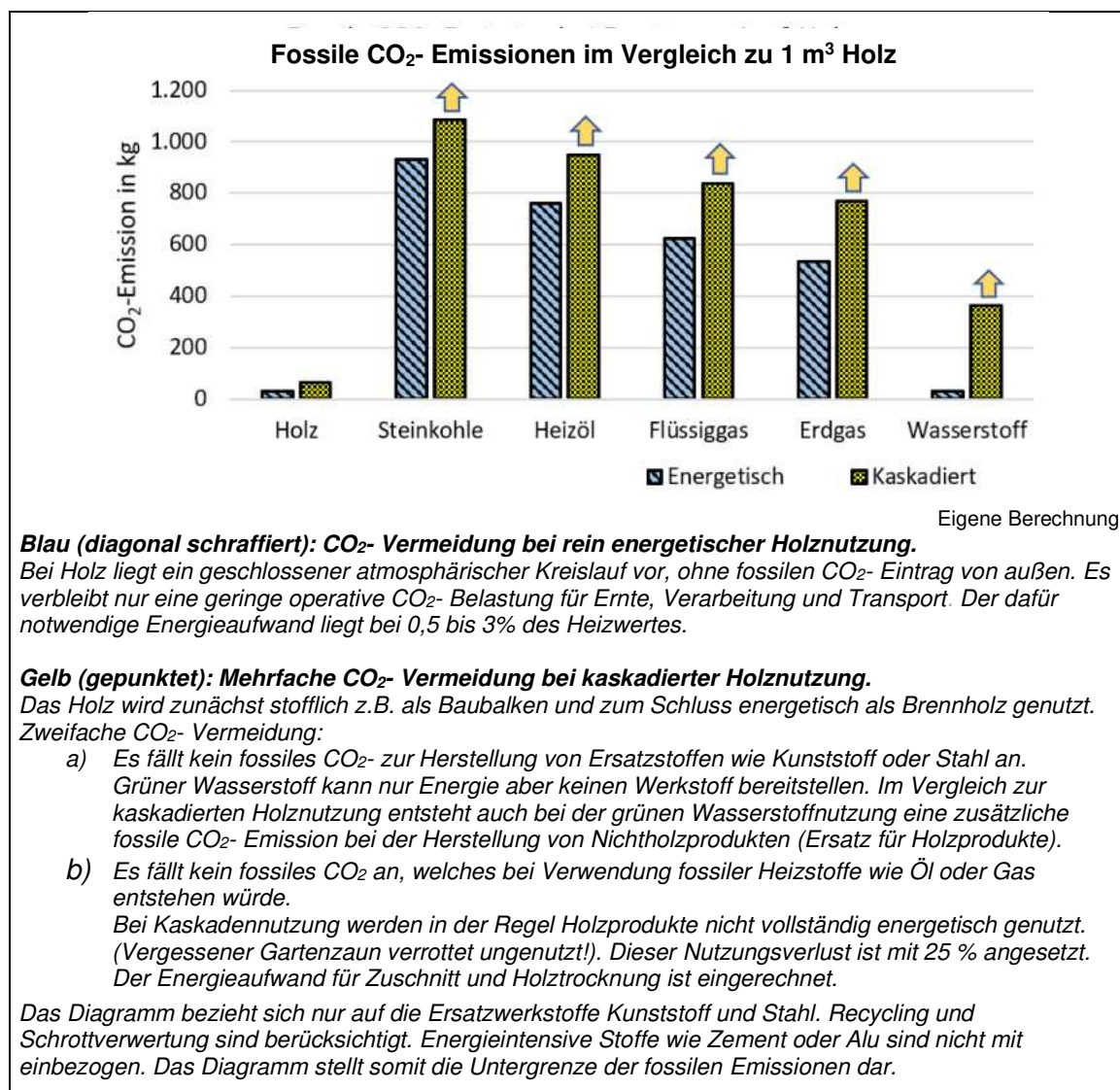
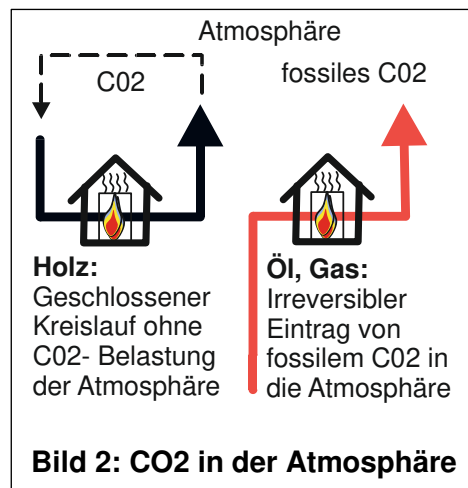


Bild 3: Fossile CO₂- Emissionen bei Ersatz von einem Kubikmeter Holz.

Ersatz der Holznutzung durch fossile Stoffe

Im **Kulturwald** (Bild 4, links) wird ein Teil des Holzes aus Nachhaltigkeitsgründen (Biodiversität) nicht entnommen und verrottet. Der andere Teil wird stofflich genutzt zur Herstellung von Holzprodukten oder energetisch genutzt in Form von Brenn- Abfall- und Altholz.

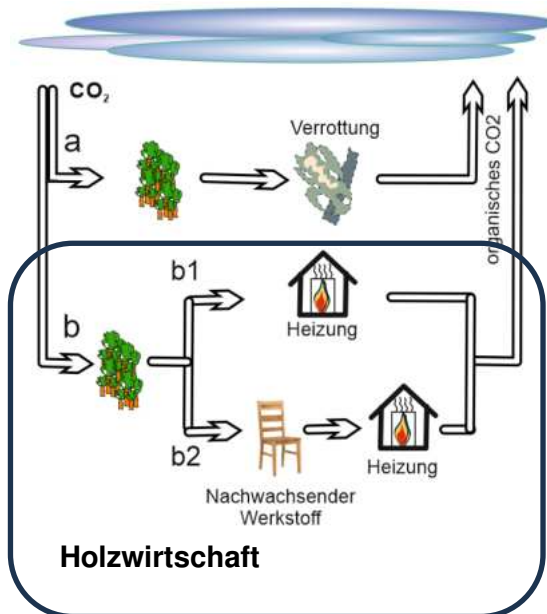
Die Holzprodukte wirken als C- Speicher und sind evtl. nach mehreren Kaskadierungsstufen noch energetisch nutzbar. Insgesamt ergibt sich ein umweltneutraler CO₂- Kreislauf.

Kulturwald mit Holznutzung

- (a) Ein Teil des Holzzuwachses bleibt aus Artenschutzgründen ungenutzt zur Verrottung im Wald.
- (b) Der andere Teil des Holzzuwachses wird energetisch (b1) und/oder stofflich (b2) genutzt.

Das im Wachstum aufgenommene organische CO₂ fließt in beiden Zweigen a und b wieder in die Atmosphäre zurück.

Klimaneutraler CO₂- Kreislauf.



Naturwald ohne Holznutzung

- (a) Der gesamte Holzzuwachs verrottet ungenutzt im Wald. Das im Wachstum absorbierte organische CO₂ entweicht nahezu vollständig wieder zurück in die Atmosphäre.

- (b) Der ungenutzte Holzzuwachs wird durch fossile Rohstoffe für Heizzwecke (b1) oder für künstliche Werkstoffe (b2) ersetzt. Das dabei freiwerdende fossile CO₂ fließt zusätzlich in die Atmosphäre.

Emission von fossilem CO₂.

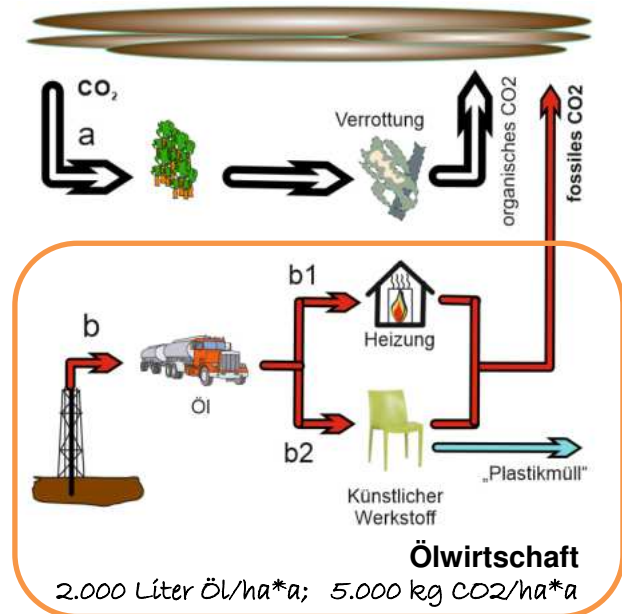


Bild 4: Klimaschädlicher Ersatz von Holz durch fossile Rohstoffe.

Beispiel Substitution von Holz durch Öl: Die energetische und stoffliche Substitution z. B. zur Kunststoffherstellung, saugt Öl aus der Erde, entlässt über die Substitution fossiles CO₂ in die Atmosphäre und verursacht dort eine kontinuierliche CO₂- Kumulation

Substitutionslast: Jährlich rund 2.000 Liter Ölverbrauch und rund 5.000 kg fossile CO₂- Emission je Hektar. Zusätzlich entsteht „Plastikmüll“.

Im **Naturwald** (Bild 4, rechts) verrottet das Holz vollständig. Durch fehlende Holzentnahme ist die Biomasse größer, verbunden mit einer höheren C- Speicherkapazität. Es werden aber als Substitutionslast je ha rund 2.000 l Öl aus der Erde gepumpt und schließlich ca. 5.000 kg fossiles CO₂ in die Atmosphäre entlassen.

Die Substitutionslast ist ein (unökologisches) inhärentes Element des Naturwaldes. Im Prinzip erfolgt eine **Direktumwandlung von Öl zu CO₂**, welche in der Atmosphäre eine kontinuierliche CO₂- Kumulation verursacht. Am vermeintlich ökologischen Naturwald hängt eine, für den Waldbesucher unsichtbare und unökologische Öl- oder Gaswirtschaft.

Grobe, sehr konservativ ermittelte Zahlen zeigen, dass stofflich und energetisch genutztes Holz je Hektar und Jahr rund 2.000 Liter Öläquivalent ersetzt und eine fossile CO₂- Emission von 4.000 bis 6.000 kg vermeidet⁴. Die Summe von Ölkosten (Stand 2020), Klimafolgekosten und CO₂- Abgabe ergeben eine volkswirtschaftliche Belastung von jährlich ca. 2.800 € pro Hektar. Der Wertschöpfungsverlust für die lokale Holzwirtschaft liegt jährlich bei rund 4.800 €. Ein pauschaler Einschlagstopp verursacht neben der klimatischen auch eine ökonomische Negativwirkung.

Kaskadierte Holznutzung ist weitestgehend anzustreben.

Die laufende, mediale und wissenschaftliche CO₂- Diskussion behandelt den Wald vorwiegend nur als Brennholzlieferant und unterstellt geografisch undifferenziert eine Übernutzung des Waldes. (Trivialparole: „Der Wald wird verheizt“). In dieser engsichtigen Betrachtungsweise bleibt die stoffliche Nutzung weitgehend unberücksichtigt.

Untersuchungen zur Klimawirkung des Waldes enthalten in einem komplexen Modell eine Reihe von Vergleichsfaktoren wie z. B.:

- **Die Substitutionslast (fossile Stoffe und CO₂- Emission), die dem Naturwald anhaftet.**
- **Die C- Speicherkapazität im Holzprodukt.**
- **Das C- Aufnahmevermögen von nachwachsenden Jungbäumen im Kulturwald.**
- **Die Flussrichtung der CO₂- Ströme in Abhängigkeit vom Baumalter.**
- **Kaskadierte Holznutzung** (Mehrfachverwendung des Werkstoffes).
- **Ressourcenverbrauch von Material, Arbeitskapazität und Kapital bei Ersatz der Holznutzung durch SoWi- Technik.** (Diese Ressourcen fehlen in der Volkswirtschaft an anderen Stellen, z.B. im Wohnungsbau)

Gegner des Wirtschaftswaldes nehmen die Substitutionslast nicht ernst und verweisen auf die, mit der größeren Biomasse verbundene höhere C- Speicherkapazität im Naturwald. Diese ist jedoch nur temporär wirksam, weil das im Wachstum aufgenommene C fast in gleicher Menge bei der Verrottung wieder als CO₂ abgegeben wird. Langfristig stellt sich ein Gleichgewicht zwischen Zu- und Abfluss von CO₂ ein. Auf eine teilweise Verlagerung des C in den Waldboden wird zwar hingewiesen; jedoch ist das Wirkprinzip, nach dem das flüchtige CO₂ eines verrottenden Baumes in den Waldboden eingelagert werden soll, nicht offengelegt.

Ersatz der Holznutzung durch Sonnen und Windenergie

Die Holznutzung wird in der momentanen öffentlichen Diskussion von manchen Kreisen in Frage gestellt. Häufig kommt hierbei die (leichtfertige) Aussage: „Naja, statt Holz machen wir's halt mit Windkraft!“.

Zum folgenden Zitat⁵ :

„Steigt der Anteil erneuerbarer Energien und sinken damit die Emissionen, wie dies erklärtes politisches Ziel ist, so verringern sich auch gleichzeitig mögliche Substitutionseffekte und damit das THG-Einsparpotenzial durch Holzprodukte.“

ist anzumerken, dass

- a- die Solar- oder Windenergie keine Holzprodukte substituieren kann. Sie liefert nur Energie. Der Rohstoff Holz muss weiterhin durch fossile Werkstoffe ersetzt werden.
- b- die SoWi- Technik im Vergleich zur Holzverwendung sehr viel höhere finanzielle und materielle Investitionen erfordert. (50 Mio. Tonnen Materialaufwand für Windkraft)

⁴ Rößner Willi: „Energetische und stoffliche Holznutzung sind klimanützlich“ in Deutscher Waldbesitzer 5/2020.

⁵ Rainer Luick, Klaus Hennenberg, Christoph Leuschner, Manfred Grossmann, Eckhard Jedicke, Nicolas Schoof und Thomas Waldenspuhl

Mit welchen Konsequenzen ist der Ersatz der Holznutzung durch Windkraftwerke (WKW) verbunden?

Bild 5 zeigt einen Vergleich zwischen Kulturwald (links) und einen, mit Solar- oder Windenergie (SoWi) ergänzten Naturwald (rechts). Diese Energiequellen erfordern zur technischen Realisierung einen großen Ressourceneinsatz wie z. B. Stahl und Zement.

Kulturwald mit Holznutzung

Ein Teil des Holzzuwachses wird energetisch und stofflich genutzt.

Naturwald ohne Holznutzung

Holz verrottet ungenutzt.
Nur energetischer Holzersatz durch Solar- oder Windenergie
Stofflicher Holzersatz weiterhin über fossile Grundstoffe.

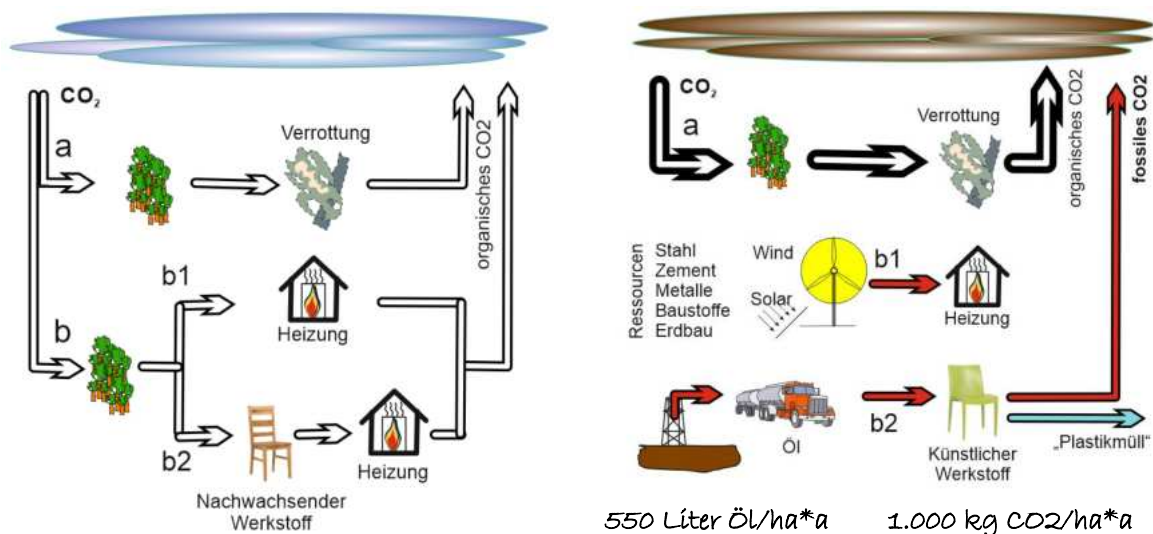


Bild 5: Einsatz von Solar- und Windenergie schafft keinen stofflichen Holzersatz

Rechte Bildhälfte: Solar- und Windenergie substituieren lediglich die energetische Komponente von Holz. Stofflicher Ersatz muss durch andere Werkstoffe, z. B. Kunststoff bereitgestellt werden. Es verbleibt eine jährliche Substitutionslast von ca. 550 Liter Öl und rund 1.000 kg fossile CO₂-Emission je Hektar.

Solar- oder Windenergie sind technikbasierte Energiequellen. Sie wandeln Wind- oder Solarenergie mit technischen Prozessen in Elektroenergie um, sind volatil und abhängig von Tageszeiten und Wetterlagen. Sie benötigen Energiespeicher und erfordern mehrfache technische Umwandlung zwischen verschiedene Energieformen.

Im Gegensatz zu Holz liefert die Solar- oder Windtechnik nur Energie, aber keinen Werkstoff. Im Holz wird die Sonnenenergie über das Baumleben hinweg, in einem biochemischen Prozess als Kohlenstoff in fester Form mit hoher Energiedichte gespeichert. Das Ergebnis ist stofflich als Holzprodukt und energetisch direkt als Heizwärme verwertbar. Die natürliche, gespeicherte Energie ist unabhängig von Tageszeiten oder Wetterlagen und unabhängig vom geopolitischen Energieangebot, jederzeit verfügbar.

Windkraftwerke (WKW)

Die beiden, in **Bild 6** skizzierten, **Windkraftwerke** mit einer Nennleistung von je 7,2 MW erbringen zusammen einen **volatilen** Energieertrag von rund 25 Mio. kWh pro Jahr. Die gleiche, aber **speicherbare und konstant nutzbare** Energiemenge liefert ein nachhaltig genutzter Wald mit ca. 2.200 ha in Verbindung mit einer **Harvester- Forwarder-Kombination (HFK) (Bild 7)**.

Die Gesamthöhe der WKW beträgt 210 m. Zum Vergleich; das Ulmer Münster misst 162 m. Die maßstäbliche Darstellung der HFK im Bild zeigt den deutlich niedrigeren Materialaufwand im Vergleich zu den Windkraftwerken.

Bei der volatilen Windkraft muss der Zeit- und Mengenunterschied zwischen Energieangebot und -abnahme ausgeglichen werden. Das gilt für Tagesschwankungen, und insbesondere für den Winterbedarf. Analog zu Erdgas muss die über das Jahr verteilte Windenergie für den Winter gespeichert werden. Hierzu ist z. B. eine Wasserstoff-Infrastruktur aufzubauen. Weitere Alternativen sind reaktionsschnelle Gaskraftwerke oder Pumpspeicherkraftwerke. Letztere sollten aus physikalischen Gründen im Hochgebirge angesiedelt sein. Dort könnten sie zugleich auch einen Beitrag zum Wasserhaushalt leisten.

Energiepuffer Wasserstoff

Einzelschritte zur Energiespeicherung mit Wasserstoff zeigt das (Bild 8). Umwandlung von Strom über Elektrolyseur zu Wasserstoff, Wasserstoffspeicherung, dann Rückverstromung über Brennstoffzelle oder H₂-Turbine. Verteilung über (noch nicht vorhandenes) leistungsfähiges Stromnetz zu dezentralen Wärmepumpen.

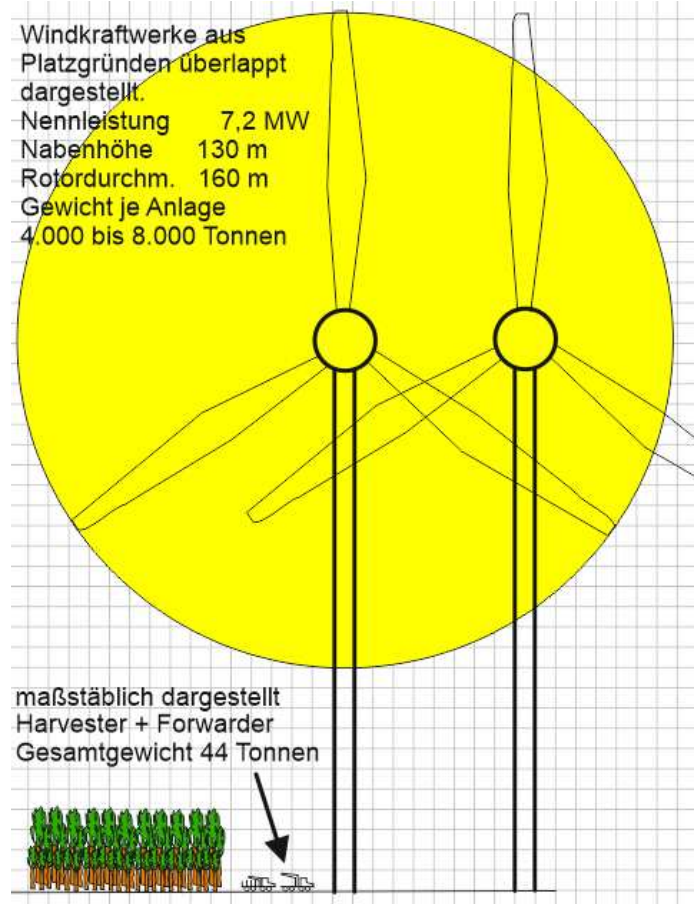


Bild 6: Vergleich des Ressourcenverbrauchs der Windkrafttechnik gegenüber der Holznutzung.

2.200 ha Wald und eine Harvester/Forwarder-Kombination ersetzen zwei große volatile Windkraftwerke, liefern bei Kaskadennutzung die gleiche, speicherbare, konstant nutzbare Energiemenge, ersetzen zusätzlich jährl.ca. 700 Tonnen Kunststoffe und vermeiden ca. 7.000 Tonnen CO₂. Materialeinsatz für zwei Windkrafträder fallweise 8.000 bis 16.000 Tonnen; für Harvester+ Forwarder rd. 44 Tonnen.

Harvester (Baumfällmaschine)

Forwarder (Holztransporter)



Bild 7: Harvester- Forwarder- Kombination (HFK) zur Holzernte. Energieverbrauch weniger als 0,5 % der geernteten Holzenergie.

Zur Speicherung der Energie, welche ein WKW in einer Stunde bei Durchschnittsleistung abgibt, benötigt man eine 11 Tonnen Li-Io- Batterie. Investitionskosten von mindestens 100.000 EURO.

Die gleiche Energiemenge speichert 0,6 m³ Holz für 40 bis 60 Euro.

Die großtechnische Wasserstoff- Speicherung wird derzeit (2024) favorisiert, ist aber noch nicht realisiert. Beim momentanen Kenntnisstand ist noch unklar, welches Feinkonzept sich durchsetzen wird. Die Kosten sind nur grob schätzbar.

Für einen fiktiven vollständigen energetischen und stofflichen Ersatz des jährlichen Holzeinschlags von 78 Mio. m³ in Deutschland (Stat. Bundesamt), ergibt sich mit konservativen Eckwerten gerechnet, allein für den **energetischen Holzersatz** ein Bedarf von ungefähr **6.000 WKW** der 7,2 MW- Klasse unter Berücksichtigung von Ernte- Speicher- und Umwandlungsverlusten und der Annahme, dass alle Haushalte Wärmepumpen einsetzen. Der ganzjährige Mittelwert für den Wärmepumpenfaktor ist mit 3,5 angesetzt.

Zum Abdecken des **stofflichen Holzersatzes** müssen rund 4 Mio. Tonnen Kunststoff, oder 6 Mio. Tonnen Alu, oder 18 Mio. Tonnen Stahl erzeugt werden. Der Grundstoffbedarf z.B. Öl zur Kunststoffherstellung oder Erz zur Stahlerzeugung sowie die fossilen CO₂- Emissionen existieren weiterhin.

Zum Bereitstellen der Produktionsenergie für die Ersatzwerkstoffe werden weitere **1.000 WKW** benötigt.

Für den energetischen und stofflichen Holzersatz in Deutschland sind in Summe rund 7.000 WKW erforderlich.

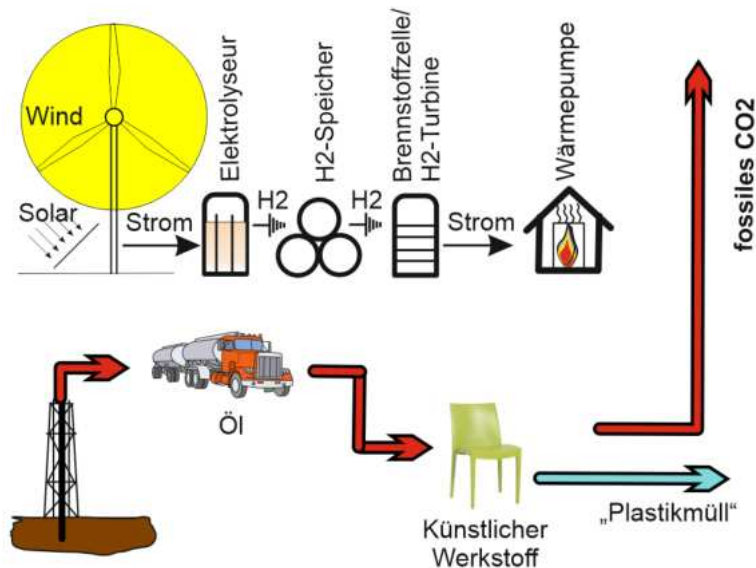


Bild 8: Komplexe Versorgungsstruktur beim Heizen mit Solar- oder Windenergie.

Für das Heizen ist die Energiespeicherung z. B. durch Wasserstoff notwendig. In der Energiekette erfolgt zunächst die Umwandlung von Strom zu H₂ in einem Elektrolyseur, Speicherung im H₂-Speicher, Rückverwandlung in Strom über Brennstoffzelle oder H₂-Turbine und schließlich die Umwandlung über eine Wärmepumpe in Wärmeenergie. Jede Umwandlung ist mit einem Energiebruch verbunden und verursacht Umwandlungsverluste.

Die Solar- oder Windenergie liefert nur Energie und kann keine Holzprodukte substituieren. Der Rohstoff Holz muss weiterhin durch fossile Rohstoffe ersetzt werden.

50 Mio. Tonnen Ressourcenaufwand für den lediglich teilweisen Ersatz von Holz durch Windkrafttechnik.

Die nachfolgenden Aussagen beruhen auf einer aktuellen Planung eines WKW mit VESTAS V 172, Nennleistung 7,2 MW, mit einem prognostizierten Jahresertrag von 12,5 Mio. kWh im Binnenland (Steigerwald).

Die im Bild 6 angeführten zwei WKW bestehen vorwiegend aus CO₂ intensiven Stahl und Stahlbeton. Ein WKW wiegt abhängig von Untergrund und Mastkonstruktion zwischen 4.000 und 8.000 Tonnen. Mit dem anteiligen peripheren Materialeinsatz (z.B. Erdkabel, Traföhäuschen, Kranfläche) und der Energiespeicherung (Elektrolyseur H₂- Speicher, Rückverstromung über Brennstoffzelle oder Turbine) werden hier vorsichtig insgesamt gut **7.000 Tonnen** Materialeinsatz für ein WKW mit 7,2 MW- Nennleistung angesetzt.

Harvester + Forwarder wiegen zusammen ungefähr 44 Tonnen. Größenvergleich zu WKW in Bild 6.

Gegenüber der HFK hat die Windkraft-Technik den 180- bis 360- fachen Materialaufwand. Hier die vorsichtige Aussage:

Windkraft hat den 200- fachen Ressourcenbedarf gegenüber Holznutzung

Der gesamte deutsche Holzeinschlag energetisch durch Windkraft ersetzt, ergäbe bei erforderlichen 7.000 WKW einen Ressourcenaufwand von rund 50 Mio. Tonnen Material mit unterschiedlichem monetärem und werkstofftechnischem Wert. Der Materialmix für ein WKW besteht aus niederwertigem Schotter, aus Stahlbeton, aus verschiedenen Metallen, Kunststoffen und hochwertigen, seltenen Magnet- und Katalysatorwerkstoffen.

Hinzu kommt der Energieeinsatz für die Tiefbauarbeiten wie Fundament, Kabeltrassen usw. und für die spätere Renaturierung von Fundament und Recycling der Anlagenelemente.

Fazit: Der energetische Holzersatz durch Windkraft ist mit einem beträchtlichen Ressourcenaufwand verbunden und ist auch in der globalen Perspektive eine volkswirtschaftliche und **ökologische** Mehrbelastung.

Beispiel: Allein für eine standfeste Arbeits- und Kranfläche werden ca. 1.500 qm Fläche benötigt; ausgebaut für eine Achslast größer 10 Tonnen. Erforderlich ist hierfür eine 45 cm verdichtete Schotterschicht (Richtlinie DWA-A904-1, RLW 2016). Materialbedarf für die Kranfläche plus Zufahrt schon ungefähr 3.000 Tonnen.

Der Energieinhalt von 1 Kubikmeter Holz liegt bei mehr als 2.300 kWh. Eine Lithium- Ionen-Batterie gleichen Energieinhaltes wiegt 20 Tonnen.

In landläufigen (nicht nachprüfbar) Verlautbarungen wird die energetische Amortisationszeit eines Windkraftwerkes mit ungefähr 7 Monaten angegeben.

Nach eigener Schätzung liegt die material- energetische Amortisationszeit eines Windkraftwerkes **incl. Speichertechnik** bei mehr als 15.000 effektiven Betriebsstunden.

Bei einer Harvester- Forwarder- Kombination (HFK) sind es rund 100 Betriebsstunden.

Kollateraleffekte bei SoWi- Technik und bei Holznutzung

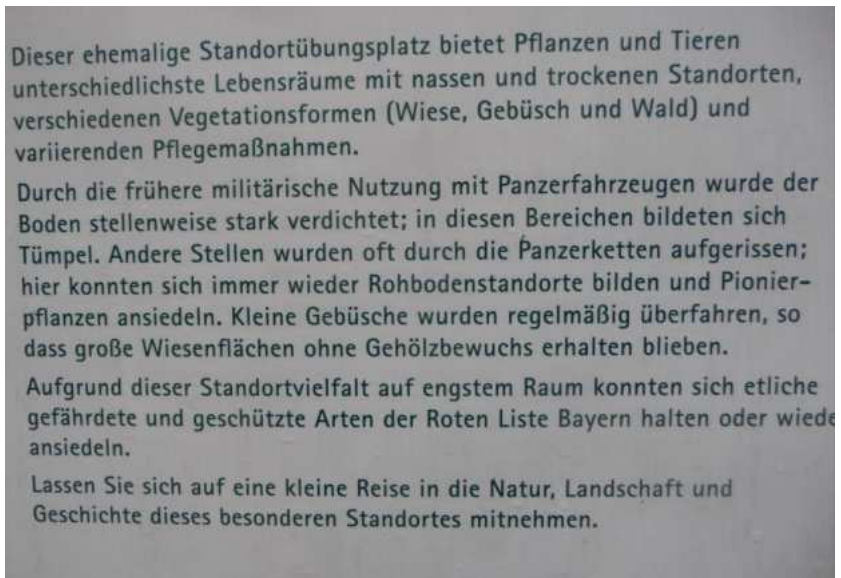
Jegliche Bereitstellung von Energie und Rohstoffen ist mit negativen Kollateraleffekten verbunden. Zur CO₂- Reduktion nimmt man sie zwangsläufig in Kauf. So sind Störungen der Natur sowohl bei der SoWi- Technik als auch beim Einsatz von Harvester- Forwarder- Kombinationen (Bild 7) unvermeidbar.

SoWi- Anlagen sind kapital- und rohstoffintensiv. („Sonne und Wind kosten nichts“?).

Ressourcenverbrauch in großen Mengen als Stahlbeton für WKW oder als ALU und Oberflächenschichten für Sonnenkollektoren, Landverbrauch durch Solarfelder, Schall, Schattenwurf und Landschaftsveränderung durch Windkraftwerke, volkswirtschaftliche Kapazitäts- und Kapitalbindung z.B. zu Lasten des Wohnungsbaus, Rohstoffverbrauch für Speichertechnik, wetterbedingte Volatilität sowie Aufwand zur Renaturierung und Entsorgung von Millionen Tonnen Stahlbeton.

Bei der, in der Waldwirtschaft gebräuchlichen **Harvester- Forwarder- Kombination** sind die unvermeidbaren

Fahrzeugspuren in den Rückegassen ein negativer Kollateraleffekt. Die Bodenverdichtungen müssen durch technische und organisatorische Maßnahmen reduziert werden. Ärgerlicher, unsachgemäßer HFK-Einsatz kommt vor, darf aber nicht verallgemeinert werden. Waldwege dienen der Holznutzung, haben aber auch eine Funktion als Rad- und Wanderwege und als Zugang für Löschfahrzeuge bei Waldbränden.



Dieser ehemalige Standortübungsplatz bietet Pflanzen und Tieren unterschiedlichste Lebensräume mit nassen und trockenen Standorten, verschiedenen Vegetationsformen (Wiese, Gebüsch und Wald) und variierenden Pflegemaßnahmen.

Durch die frühere militärische Nutzung mit Panzerfahrzeugen wurde der Boden stellenweise stark verdichtet; in diesen Bereichen bildeten sich Tümpel. Andere Stellen wurden oft durch die Panzerketten aufgerissen; hier konnten sich immer wieder Rohbodenstandorte bilden und Pionierpflanzen ansiedeln. Kleine Gebüsch wurden regelmäßig überfahren, so dass große Wiesenflächen ohne Gehölzbewuchs erhalten blieben.

Aufgrund dieser Standortvielfalt auf engstem Raum konnten sich etliche gefährdete und geschützte Arten der Roten Liste Bayern halten oder wieder ansiedeln.

Lassen Sie sich auf eine kleine Reise in die Natur, Landschaft und Geschichte dieses besonderen Standortes mitnehmen.

Bild 9: Natur- und Kulturerlebnispfad

„Deuringer Heide“, ehemals US- Übungsgelände

Interessant ist, dass Umweltorganisationen in Panzerspuren eine besondere Artenvielfalt erkennen. Panzerspuren wurden deswegen an einigen Stellen zu Biotopen erklärt und lokalpolitisch verteidigt. Die Naturschutzorganisationen beschreiben am Beispiel ehemaliger Truppenübungsplätze euphorisch den ökologischen Wert von Fahrzeugspuren.

Zitat aus der Informationstafel in **Bild 9**:

„... konnten sich etliche gefährdete und geschützte Arten der roten Liste Bayern halten oder wieder ansiedeln“.

Je nach lokalpolitischer Zweckmäßigkeit werden Fahrzeugspuren glorifiziert oder dämonisiert. Unabhängig von solchen Übertreibungen muss festgestellt werden, dass die Rückegassen eine Belastung sind, dass aber die SoWi- Technik genauso Belastungen mit sich bringt. Eine vergleichende Nutzwertanalyse von Holznutzung und SoWi- Technik existiert bislang nicht. Zeitgeistgesteuert bearbeitet eine Überzahl von Instituten vorwiegend nur die Nachteile der Waldwirtschaft. Das UBA muss hingegen für eine sachlich und finanziell neutrale Forschungsförderung sorgen.

Feinstaub.

Feinstaub entsteht in Verkehr und Industrie, aber auch in der Natur z.B. durch Blütenstaub, Bodenerosion, Vulkane und Buschfeuer. Er ist keine besondere Erscheinungsform der Holzverbrennung, kann aber in Ballungsgebieten zum Problem werden. Im Gegensatz zu CO₂ lässt sich Feinstaub mit bereits verfügbaren technischen Mitteln filtern. Deshalb ist er als pauschales Abschreckungsargument gegen Holzheizungen ungeeignet. Aufgrund der mengenmäßig begrenzten Holz- Verfügbarkeit ist es aber umweltfreundlicher, das Holz direkt in Waldregionen zu nutzen. Dort entstehen auch nicht die problematischen Feinstaubkonzentrationen wie in Ballungsgebieten.

Zusammenfassung

Die energetische Holznutzung wirkt physikalisch in einem CO₂- neutralen Kreislauf.

Die Zuordnung von CO₂- Emissionen zu Wärmeholz im UBA CO₂- Rechner widerspricht den physikalischen Grundlagen.

Das Gleichsetzen der deutschen Waldwirtschaft mit Raubbau irgendwo auf der Welt und daraus einen willkürlicher Negativbonus für „Holz aus Wald“ abzuleiten, ist sachlich unbegründet und eine unberechtigte Abqualifizierung der deutschen Forstwirtschaft.

Bei einer regelmäßigen Verjüngung durch Holzentnahme steigt der Zuwachs und somit auch die CO₂- Aufnahme durch dynamisch nachwachsende Jungbäume. (Dynamische CO₂- Senke.)

Die nachhaltige Holznutzung weist im Vergleich zu anderen erneuerbaren Energien und Rohstoffen den höchsten bioökonomischen Nettonutzen auf! Bezogen auf den deutschen Holzeinschlag ersetzt sie rund 7.000 Windkraftwerke und vermeidet 50 Mio. Tonnen Baustoffe, vorwiegend Stahlbeton.

Eine undifferenzierte pauschale Kritik der Holznutzung, die auf Klimaängste und Waldvernichtungsvorwürfe abzielt, ist unberechtigt; vielmehr ist eine rationale Neubewertung der nachhaltigen Holznutzung notwendig.

Holz liefert nachwachsenden Rohstoff und zugleich erneuerbare Energie und unterstützt das 65%- Ziel der Bundesregierung.

Der Verzicht auf energetische Holznutzung ist klima- und wirtschaftsschädlich.

12.06.2024

Autor:

Prof. Dr. Willi Rößner⁶
Stadtbergen

roessnerwilli@gmail.com

⁶ Parteilos, geb. 1948, aufgewachsen im elterlichen Bauernhof im Steigerwald. Lehre als Maschinenschlosser, parallel dazu zweiter Bildungsweg. Aktiv in der Gemeinde als Mitglied der Jugendblaskapelle, der Freiwilligen Feuerwehr und Organisator von Kirchweihumzügen. Kurzzeitig Facharbeiter, dann Maschinenbaustudium in Schweinfurt mit Abschluss Ing. grad. Weiterstudium an der Technischen Universität Berlin. Schwerpunkte Werkzeugmaschinen und Thermische Turbomaschinen Abschluss 1973 als Dipl. Ing. Berufstätigkeit als Wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Technischen Universität Stuttgart, dort Promotion (Dr.-Ing). 1980 Konstruktionsleiter in einem unternehmergeführten mittelständischen Betrieb. 1983 Leiter der „Division Sondermaschinen“ eines Konzernunternehmens im Saarland mit Umsatz- und Gewinnverantwortung. 1986 Berufung zum Professor an der Hochschule Augsburg. Nach der Pensionierung, Wahrnehmung von Lehraufträgen an der Hochschule Augsburg, Umbau und Renovierung des elterlichen Bauernhofs mit häufigen und längeren Aufenthalten im Steigerwald. Gelegentliches Verfassen von Artikeln zur Diskussion um die Waldnutzung im Steigerwald.