

Holzverbrennung ersetzt nicht grünen Strom am Beispiel Bützfleth

Warum wird in Stade-Bützfleth ein Holzheizkraftwerk geplant?

Mit den Firmen DOW und AOS sind in Stade-Bützfleth zwei bedeutende Chemieunternehmen tätig. Bislang versorgte sich DOW mittels eines Erdgas-Heizkraftwerks (167 MW) mit eigenerzeugtem Strom und Dampf für Elektrolyse bzw. Prozesswärme. Auch der Aluminiumoxid-Produzent AOS betreibt ein eigenes 31 MW Erdgasheizkraftwerk vor allem für den benötigten Hochtemperatur-Prozessdampf. Solange die Versorgung mit russischem Erdgas sicher und kostengünstig war, war eine weitgehende Eigenerzeugung von Strom und Wärme die wirtschaftlichste Lösung für beide Unternehmen. Doch beide Unternehmen sind nun durch die sinkende Versorgungssicherheit und die steigenden Preise für Erdgas gezwungen, vom Erdgas abzukommen. Denn auch ohne CO₂-Bepreisung wird Erdgas immer teurer: Das Fracking LNG-Gas aus den USA ist mit 4 Cent/kWh bis zu 10 Cent/kWh bis zu 5-mal teurer als ehemals das russische Gas und der Preis für Erdgas aus Norwegen ist mit derzeit 5 Cent/kWh allein von 2024 auf 2025 um 50 % angestiegen. Mit einem Holzheizkraftwerk will nun Hansekraft in Stade-Bützfleth in die Lücke springen und damit 37,5 MW Strom, 150 MW Prozessdampf sowie 18,8 MW Fernwärme produzieren. Für die Erfordernisse der ansässigen Industrie, speziell auch für den Aluminiumoxid-Produzenten AOS, soll das Kraftwerk vor allem 1.200 GWh/a Wärme als Hochtemperatur-Prozessdampf und nur 300 GWh/a als Strom liefern. Rund 150 GWh/a sollen in ein örtliches Fernwärmenetze eingespeist werden. Insgesamt müssten dafür jährlich ca. 500.000 Tonnen Holz verbrannt werden, die in Form von Altholz importiert werden sollen.

[1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]

Holzverbrennung ist aus Sicht von Nachhaltigkeit und Klimaschutz fragwürdig

Zwar werden die CO₂-Emissionen aus Heizen mit Holz immer noch (!) per EU-Richtlinie für Erneuerbare Energien (RED III) bzw. in der ETS-Direktive als vernachlässigbar behandelt. Doch wissenschaftlich ist längst klar, dass dies angesichts des durch den Klimawandel bedingten Waldsterbens und des Einbruchs beim Nachwuchs nicht mehr zutrifft, wie ja auch die aktuelle Bundeswaldinventur bestätigte. Holz, das in Minuten verbrennt, braucht eben Jahrzehnte um nachzuwachsen. D. h. Holzverbrennung trägt ebenso wie die Verbrennung fossiler Energieträger zum Anstieg der aktuellen CO₂-Konzentration in der Atmosphäre bei. Und dieser aktuelle Anstieg durch Holzverbrennung kann nicht mittels zukünftiger (!) CO₂-Bindung durch Holznachwuchs kompensiert werden. Laut IPCC ist eine klimaneutrale Bilanz der Holzverbrennung nur gegeben, wenn der Holzzuwachs den Verbrauch deckt und der Wald als Senke fungiert, darauf weisen diverse NGOs bereits seit Jahren hin. 2022 wurde die Klimaschädlichkeit der Holzverbrennung auch vom Bundesministerium (BMUKN) und 2023 sowie 2025 auch vom UBA bestätigt, denn wenn der Wald keine CO₂-Senke mehr ist, kann Holzverbrennung auch nicht mehr klimaneutral sein. Was aber aufgrund der Holzwirtschafts-Lobby bislang noch nicht in gesetzliche Regelungen einfluss. Auch die Verbrennung von Altholz ist bezüglich Klimaschutz keine Alternative. Denn wenn Altholz statt stofflicher Verwertung verbrannt wird, erhöht auch dies die aktuelle CO₂-Konzentration in der Atmosphäre. [9, 10, 11, 12, 13, 14]

Altholz und auch Frischholz werden zur wirtschaftlichen Sackgasse

Von 2000 bis 2020 hat sich die Holzverbrennung („Energetische Holznutzung“) in Deutschland um mehr als das 2,5-fache erhöht. [15, 16, 17, 18]. Diese vermehrte Nachfrage nach Energieholz ließ sowohl national als auch international die Preise stark ansteigen, in Deutschland seit 2009 um ca. den Faktor 2. Zu diesen marktbedingten Preissteigerungen kommt nun noch die durch den Klimawandel bedingte Verknappung bei der Holzernte. Der ab 2018 durch den vermehrten Schadholzanfall angestiegene Energieholzvorrat ist inzwischen aufgezehrt [19, 20, 21, 22, 23]. Selbst wenn man nun national und international bei der Holzernte vermehrten Raubbau betreiben würde, um an mehr Energieholz zu kommen, könnten auf diese Weise maximal die nächsten 10 Jahre mit zusätzlichem Frischholz überbrückt werden. Hansekraft setzt deshalb scheinbar realistisch auf kostengünstigeres Altholz. Doch auch hier ist die Versorgungssicherheit ungewiss. Denn bereits jetzt wird in Deutschland alles nicht stofflich verwertete Altholz zu 100 % unter Strom- und/oder Wärmegewinnung verbrannt. Deshalb ist nur noch kontaminiertes, anderweitig nicht verwertbares Altholz kostengünstig am Markt. Die Quellen für unbelastetes Altholz sind im Inland, wie gesagt, längst ausgeschöpft. Zum Beispiel legte deshalb 2024 VEOLIA seine Altholzkraftwerke in Großaitingen und Zapfendorf still, auch weil der Ersatz durch Frischholz unwirtschaftlich war. Dieses Versorgungsproblem will Hansekraft durch Importe von kostengünstigem Altholz lösen. Doch auch für „sauberes“ Altholz sind die Kosten in den letzten Jahren europaweit extrem gestiegen und erreichen mit bis zu ca. 100 Euro/t bereits jetzt Preise, die man früher für frisches Energieholz zahlte. Auch dass europaweit große Überschüsse an Altholz bestünden, relativiert sich. Wie hart umkämpft der Altholzmarkt inzwischen ist, zeigt sich am Beispiel UK, das 2020 zum Importeur für Altholz und 2024 wieder zum Exporteur wurde. Auch Altholz folgt eben dem höchsten Preis. Viele Analysten sagen, die Preise für Altholz werden weiter in die Höhe gehen, da die Preise für Frischholz so stark steigen werden, dass das stoffliche Recycling von Altholz immer wirtschaftlicher wird. Wenn also Hansekraft deshalb bis zu 50 % belastetes Altholz verbrennen will, ist das vielleicht derzeit über Import noch ausreichend vorhanden und im Einkauf relativ billiger. Allerdings sind die für „belastetes“ Altholz geeigneten Heizkraftwerke technologisch aufwändiger und im Betrieb teurer. Das billige Altholz der Belastungsklasse A4 müsste z. B. bei über 1100 °C verbrannt werden, was extreme Anforderungen an die Werkstoffe der Verbrennungsanlagen stellt. In seinem Infopaper zum Altholz schweigt sich Hansekraft zum Grad der Schadstoffbelastung des eingeplanten Altholzes aus. Dabei plant Hansekraft eine ganz normale Wirbelschichtholzverbrennung mit nachgeschalteter Abgasreinigung. Für unbelastetes Altholz oder auch Frischholz könnten damit sicher sehr gute Abgaswerte erreicht werden. Doch für die Verbrennung von belastetem Altholz werden längst wesentlich aufwändigere Kraftwerke mit Holzvergasung empfohlen. Auch die von C4C (Chemistry for Future, VCI + VDI) empfohlene Pyrolyse von Abfällen zu Pyrolyseölen als Grundstoff für die Chemische Industrie könnte zur Konkurrenz für die Verbrennung werden. Es ist also abzusehen, dass spätestens dann wenn Hansekraft bei Mangel an billig verbrennbarem Altholz notfalls auf Frischholz umstellen will, dies zu einer wirtschaftlichen Sackgasse werden wird. [24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 60, 61]

Wird das geplante Kraftwerk nur durch hohe Abgabepreise rentabel?

Stromerzeugung aus Holzverbrennung ist unwirtschaftlich

Schon jetzt ist klar, aus der Stromerzeugung wird Hansekraft keine Gewinne ziehen können, denn Altholzkraftwerke sind ohne EEG-Vergütung unwirtschaftlich. Der garantierte Abnahmepreis von 9,3 Cent/kWh für Strom aus Altholz ist mit dieser EEG-Förderung ausgelaufen. Damit ist die Stromerzeugung aus Altholz mindestens 30 % zu teuer. Wahrscheinlich setzt Hansekraft darauf, dass zumindest zu EE-Strommangelzeiten der Strom zu Spitzenpreisen am freien Markt verkauft werden kann. Doch auch dies ist fragwürdig, da dies zunehmend an die Grenzen der zahlungsfähigen Nachfrage der Industriekunden stößt. Dies wird auch bei den weiter unten geschilderten aktuellen Problemen der DOW deutlich. [37, 38, 39]

Auch Prozessdampf aus Holzverbrennung ist kein sicheres Geschäft

Unbestritten braucht AOS riesige Mengen an Prozessdampf mit Temperaturen von etwas über 250 °C, um im sog. Bayer-Prozess aus Bauxit reines Aluminiumhydroxid zu erzeugen. Dieser Dampf wurde früher von AOS mit Erdgas (zu einem Preis zwischen 2 und 3 Cent/kWh) erzeugt. Wie man aus Kreisen energieintensiver Industrien weiß, wird die Produktion in Deutschland bereits mit Energiepreisen von mehr als 4 bis 6 Cent/kWh („vor Maschine“, d. h. inklusive aller Steuern und Abgaben) unwirtschaftlich. Die Frage ist nun, ob Hansekraft den Prozessdampf dauerhaft so billig liefern kann, zumal zumindest längerfristig die wirtschaftliche Versorgung mit Altholz gefährdet ist. Auch langfristige Lieferverträge bieten keine Sicherheit, z. B. rutschten bei Biomethan bereits 2 große Anbieter mangels Lieferfähigkeit in die Insolvenz. [40, 41]

Wären letztlich die Kunden in einem Fernwärmenetz das einzige sichere Geschäft?

Mit den für Fernwärme vorgesehenen ca. 300 GWh/a könnten mindestens 30.000 Haushalte beheizt werden. Würde diese Abwärme voll genutzt, hinge die Wärmeversorgung fast aller Haushalte in Stade und näherer Umgebung vom Holzheizkraftwerk Bützfleth ab. Doch das Holzheizkraftwerk wäre ein unsicherer Wärme-lieferant für das Fernwärmenetz der Stadtwerke Stade. Denn über kurz oder lang könnte Hansekraft gezwungen sein, wirtschaftliche Schwierigkeiten bei der Strom- und Prozessdampfproduktion durch relativ hohe Abgabepreise bei der Fernwärme zu kompensieren. Schon jetzt haben viele Fernwärmeversorger Probleme, ihre Wärme zu bezahlbaren Preisen anzubieten. [42]

Zukunftssicherheit für die Industrie gibt es nur durch Wärme aus grünem Strom

Prozesswärme muss in Zukunft anders erzeugt werden

Für Unternehmen, die bisher ihre Prozesswärme auf fossiler Basis erzeugten, erscheint es am einfachsten, die bisherigen Anlagen ohne wesentliche Neuinvestitionen weiterzubetreiben. Wer also bislang Erdgas verbrannte, könnte theoretisch ohne allzu große Umrüstung z. B. grünen Wasserstoff verbrennen. Doch es zeichnet sich ab, grüner Wasserstoff wird dafür voraussichtlich zumindest die nächsten 15 Jahre zu teuer sein. [43, 44, 45]

Für ein Unternehmen wie AOS, das viel Prozessdampf braucht, scheint es deshalb ideal, sich diesen in Zukunft – ohne große Eigeninvestitionen – einfach von Hansekraft liefern zu lassen. Doch wie gesagt, ob dieser Dampf auf Basis von Holzverbrennung längerfristig zu wirtschaftlichen Konditionen geliefert werden kann, erscheint fraglich. Wenn also letztlich Verbrennung als zukunftsichere Wärmequelle ausfällt, bleibt nur noch grüner Strom. Dazu kommt, dass AOS zukünftig auch das bislang für das Brennen von Aluminiumhydroxid zu Aluminiumoxid verwendete Erdgas ohnehin durch grünen Strom ersetzen muss.

Mit Strom können alle Temperaturlevel abgedeckt werden

Mit Ohm'scher Wärme lassen sich Prozess-Temperaturen von 20 °C bis ca. 1.200 °C erzeugen, Induktionswärme kann bei geeigneten Materialien bis ca. 1.600 °C eingesetzt werden, Lichtbogen erzeugen Temperaturen zwischen ca. 3.000 °C und 16.000 °C und Plasmaentladungen bei produktionstechnischen Anwendungen sogar bis zu 30.000 °C. Mit Wärmepumpen lassen sich durch Kombination von Strom mit Umwelt- oder Abfallwärme Temperaturen bis ca. 250 °C erzeugen. Für den Prozessdampf-Bedarf von AOS stehen also mehrere verbrennungsfreie Möglichkeiten zur Verfügung.

Das sieht auch die C4C Studie des VCI und VDI so: „... *Komplette direkte Elektrifizierung der Wärmeversorgung unabhängig vom Temperaturbereich: Hierbei kommen Power-to-Heat-Technologien wie Elektrodenkessel und Wärmepumpen zum Einsatz, für Temperaturen über 500 °C neue Technologien wie elektrische Induktionsheizungen. Derartige Technologien sind u.a. beim Elektrocracker in der Entwicklung, hier sind Temperaturen von 800 °C zu realisieren. ... Alternativ können im niedrigen Temperaturniveau perspektivisch Wärmepumpen eingesetzt werden, ggf. bietet sich für mittlere und höhere Temperaturniveaus (z. B. im E-Cracker) die direkte Elektrifizierung an.*“ [36]

Power-to-Heat Kessel zur Prozessdampferzeugung

Für die Erzeugung von heißem Prozessdampf bis hin zu 300 °C mit 85 bar gibt es heute Power-to-Heat-Kessel mit Leistungen bis zu 60 MW. Diese arbeiten übrigens mit Elektroden und das Wasser selbst dient sozusagen als Heizwiderstand. Nachteil von PtH, für die Erzeugung von ca. bis zu 98 % Prozesswärme sind immer 100 % elektrische Energie nötig. Power-to-Heat ist also ganz besonders auf günstige Strompreise angewiesen. [46, 47, 48]

Hochtemperaturwärmepumpen helfen Stromsparen

Heute stehen Hochtemperaturwärmepumpen mit bis zu 50 MW Leistung und Temperaturen von 250 °C zur Verfügung. Wie hoch der COP ist, also der Wärmegewinn zusätzlich zur elektrischen Betriebs-Energie, hängt vom benötigten Temperaturhub ab. Wird als Wärmequelle relativ heiße Abwärme genutzt, werden in der Industrie im Schnitt im Vergleich zur direkten rein elektrischen Wärmeerzeugung (PtH) ca. 50 % Strom eingespart. Die von AOS beim Bayer-Prozess in Form von Dampf eingesetzte Wärme beträgt pro Tonne Aluminiumhydroxid ca. ca. 412 kWh. Doch diese Wärme wird nicht vollständig in chemische Energie umgesetzt, so dass noch genug Abwärme relativ hoher Temperatur verbleibt. Diese Abwärme könnte mit Wärmepumpen wieder zur Prozessdampfgewinnung genutzt und somit ein Teil der Wärme im Kreislauf geführt werden. Ein Konzept, wie es z. B. auch für die Papierindustrie vorgeschlagen und von einigen Unternehmen bereits eingeplant wird. [49, 50, 51, 52, 53]

Mit Wärmespeichern lassen sich Stromschwankungen überbrücken

Doch kontinuierlicher Betrieb, wie bei chemischen Anlagen i. d. R. notwendig, erfordert unterbrechungsfreie Wärme- bzw. Prozessdampfversorgung. Dies wird durch Wärmespeicher bzw. sog. Carnot-Speicher* möglich. Als Carnot-Speicher werden heute Anlagen für die Umwandlung von elektrischer Energie in Wärme unter Aufheizung von verschiedenen Speicher-Materialien bezeichnet. Ursprünglich für die zeitverzögerte Erzeugung von Dampf für den Betrieb von Dampfturbinen gedacht, eignen sich Carnotspeicher auch zur Wärmespeicherung, um damit Prozessdampf zu erzeugen. Diese Wärmespeicher lassen sich auch in Kombination mit Wärmepumpen einsetzen. So dass Strommangelzeiten beim Betrieb der Wärmepumpen überbrückt werden können. (* Nach Sadi Carnot, dem Begründer der thermodynamischen Grundlagen der Wärmekraftmaschinen benannt.)

Als Wärmepeicher kommen in Frage:

- Power-to-Heat Kessel mit integrierter Speicherfunktion oder in Kombination mit zusätzlichen Dampfspeicherkesseln. Damit lassen sich Strommangelzeiten oder stromlose Zeiten von wenigen Stunden bis hin zu 24 h überbrücken.
- Speicherung der Wärme in Öl. Der Vorteil ist, dass je nach eingesetztem Thermoöl druckfreie Wärmespeicherung auf Temperaturen bis gut 400 °C möglich ist.
- Speicherung der Wärme in Salzschnmelzen ermöglicht Wärmespeicherung bei Temperaturen sogar bis gut 600 °C.
- Speicherung in Festkörpern z. B. Basaltschotter, ist bei bis zu 850 °C Speichertemperatur möglich.

[54, 55, 56]

Fazit: Bei entsprechendem Technologieeinsatz ist auch mit Strom eine unterbrechungsfreie und zugleich netzdienliche Prozessdampfversorgung durchaus verbrennungsfrei möglich.

Gibt es in Stade überhaupt genug Strom?

Doch gibt es in Stade überhaupt genug Strom, um nicht nur die Prozesswärme, sondern auch den sonstigen elektrischen Energiebedarf (→ z. B. Elektrolyse) der Industrie abzudecken?

Da Stade in einen typischen Windstromgebiet bzw. Windstromdurchflussgebiet liegt, ist das bereits jetzt und auch in Zukunft der Fall. Oft klagen Unternehmen auch, dass das lokale bzw. regionale Stromnetz für einen Anschluss, der Umstellung von Erdgas auf Strom ermögliche, zu schwach sei. Auch dies ist in Stade nicht der Fall: Es stehen eine leistungsstarke 110 kV Hochspannungsleitung und eine 380 kV Höchstspannungsleitung des Übertragungsnetzes zur Verfügung. Und selbst wenn der Windstrom in diesen Netzen mal knapp wird, stünde ja bei Dunkelflaute Strom aus Norwegen oder aus den Residualkraftwerken im Übertragungsnetz zur Verfügung. Was ist also das Hindernis, die Industrie in Stade einfach auf Strom umzustellen? [57, 58, 59]

In Stade sind wohl die Strompreise das Problem und nicht die Stromversorgung!

Der US-Chemiekonzern Dow legt Teile seiner Anlagen in Schkopau (Sachsen-Anhalt) und Böhlen (Sachsen) bis Ende 2027 still. Dieser Schritt ist auf zu hohe, die Wettbewerbsfähigkeit beeinträchtigende Energiekosten zurückzuführen. Betroffen sind vor allem energie- und damit kostenintensive Anlagen am Anfang der chemischen Wertschöpfungskette. Dank billigem russischen Erdgas war in der Vergangenheit die Produktion an diesen deutschen Standorten nicht nur konkurrenzfähig, sondern hatte selbst im weltweiten Wettbewerb Vorteile. Vor denselben Problemen steht DOW nun auch am Standort Stade.

Es ist dabei auf kurze Sicht offensichtlich billiger auf Holzverbrennung zu setzen. Längerfristig wird jedoch Strom und billige Wärme aus dem Holzheizkraftwerk nicht gesichert sein. Denn beim Holz stößt man an natürliche Ressourcengrenzen, der Industriestrompreis hängt dagegen von wirtschaftspolitischen Entscheidungen ab. Jede Bundesregierung, die Deutschland als Industriestandort erhalten will, wird gezwungen sein, eine kostengünstige Nutzung von grünem Strom zu ermöglichen. Dies wird allerdings durch Subventionen beim Strompreis, was die Größe und die Dauer des Subventionsbedarfs betrifft, nicht leistbar sein.

(Die Lösung wird wohl in der Abkehr von der privatwirtschaftlichen Finanzierung des Netzausbaus über Netzentgelte liegen. Vorbilder könnten z. B. Niederlande, Dänemark oder Schweden sein, wo die Übertragungsnetze in staatlichem Besitz und die Verteilnetze weitgehend in öffentlicher Hand sind. Das ist allerdings ein Thema, das den Rahmen dieses Papers sprengt).

Fazit: Das geplante Holzheizkraftwerk bietet keine Zukunftssicherheit für die Industrie

Auf den ersten Blick mag der Bau eines Holzheizkraftwerks in Stade-Bützfleth als plausible Lösung erscheinen, um immer teurer werdendes Erdgas zu ersetzen. Doch bei genauerer Hinsicht, erscheint es als fragwürdige Notlösung, die längerfristig zur Investitionsruine zu werden droht.

Quellen:

Die Aussagen dieses Papers beruhen hauptsächlich auf den nachfolgend aufgeführten Quellen.

- 1) *ENERGIE AUS ALTHOLZ*; (Stand 10.2025); HanseKraft Stade; <https://hansekraft-stade.de/>
- 2) *Fragen und Antworten*; (Stand 10.2025); HanseKraft Stade; <https://hansekraft-stade.de/faq/>;
- 3) *ENERGIE AUS ALTHOLZ – RESSOURCEN SCHONEN, KLIMA SCHÜTZEN*; (Stand 10.2025); HanseKraft Stade; <https://hansekraft-stade.de/wp-content/uploads/2025/08/Infoblatt-Altholz.pdf>;
- 4) *Die Pläne für ein riesiges Altholzkraftwerk in Stade*; (Stand 27.10.2025); NABU; DUH; ROBIN WOOD, Biofuelwatch; https://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/energie/biomasse/241112-infopapier-stade_b_tzfleth.pdf
- 5) *Position der BI zum Holzkraftwerk*; (Stand 27.10.2025); Bürgerinitiative Bützfleth; <https://www.buergerinitiative-buetzfleth.de/hansekraft-holzkraftwerk/position-der-bi/>;
- 6) *Erhitzt geplantes Heizkraftwerk in Bützfleth weiter die Gemüter?*; (28.05.2025); KREISZEITUNG Wochenblatt; https://www.kreiszeitung-wochenblatt.de/stade/c-wirtschaft/erhitzt-geplantes-heizkraftwerk-in-buetzfleth-weiter-die-gemueter_a361057?ref=curate;
- 7) *Stadtrat in Stade beschließt Bau von Biomasse-Heizkraftwerk*; (01.07.2025); NDR; https://www.ndr.de/nachrichten/niedersachsen/lueneburg_heide_unterelbe/stadtrat-in-stade-beschliesst-bau-von-biomasse-heizkraftwerk,aktuelllueneburg-170.html;
- 8) *EU-VERHANDLUNGEN ZU RED III BEENDET: ENTTÄUSCHENDE ERGEBNISSE ZUR HOLZVERBRENNUNG*; (30.03.2023), Martin Häusling MDEP; <https://www.martin-haeusling.eu/presse-medien/pressemitteilungen/2974-eu-verhandlungen-zu-red-iii-beendet-enttaeuschende-ergebnisse-zur-holzverbrennung.html>;
- 9) *Der Wald in Deutschland – Ausgewählte Ergebnisse der vierten Bundeswaldinventur*; (10.2024); BMEL; https://www.bmleh.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/vierte-bundeswaldinventur.pdf?__blob=publicationFile&v=17;
- 10) *Kurzdossier Waldzustand und Holznutzung national und international*; (10.2024); Michael Huber S4F FG Kommunalen Klimaschutz; <https://de.scientists4future.org/waldzustand-und-holznutzung-national-und-international/>
- 11) *What IPCC Really Says on Forest Biomass and Climate Change*; (11.20221); NRDC (the Natural Resources Defense Council USA; <https://www.nrdc.org/bio/sasha-stashwick/what-ipcc-really-says-forest-biomass-climate-change>;
- 12) *Ist Heizen mit Holz klimaneutral?*; (Stand 2022); BMUKN; <https://www.bundesumweltministerium.de/heizen-mit-holz/umwelt/klimaauswirkungen-von-heizen-mit-holz>;
- 13) *Holzheizungen: Schlecht für Gesundheit und Klima*; (08.2023); UBA; <https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/emissionen-von-luftschadstoffen/quellen-der-luftschadstoffe/holzheizungen-schlecht-fuer-gesundheit-klima>;
- 14) *Klimawirkung der energetischen Holznutzung*; (10.2025); UBA; <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/klimawirkung-der-energetischen-holznutzung>;
- 15) *Deutschland: Höchster Holzeinschlag seit Orkanjahr 1990*; (07.2007); Renewable Carbon by nova-Institute; <https://renewable-carbon.eu/news/deutschland-hoechster-holzeinschlag-seit-orkanjahr-1990/>

- 16) Energetischer Holzverbrauch der privaten Haushalte; (01.2023) UBA;
<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/energetischer-holzverbrauch-der-privaten-haushalte>;
- 17) Holz – die große erneuerbare Energie (03.2025); Interessengemeinschaft Energie Umwelt Feuerungen;
https://www.holzwaerme.info/fileadmin/user_upload/Downloads/250303_IH_Infobro_Holz_grosse_erneuerbare_Energie_2025.pdf;
- 18) Iost, Susanne, Glasenapp, Sebastian, Jochem, Dominik, Shmyhelska, Liliya, Weimar, Holger; Holzaufkommen und -verwendung in Deutschland – Entwicklung seit 2000 und Ausblick bis 2040; (2024); Thünen Working Paper No. 235; <https://www.econstor.eu/handle/10419/289612>;
- 19) Holzpreisentwicklung in Deutschland nach Jahren; (Stand 10.2025); WIKI.SAH; https://www.science-at-home.de/wiki/Holzpreisentwicklung_in_Deutschland_nach_Jahren;
- 20) Aktuelle Entwicklungen im Energieholzsektor, (12.2009); Jürgen Hahn in LWF aktuell 74;
<https://www.lwf.bayern.de/mam/cms04/forsttechnik/dateien/a74-aktuelle-entwicklungen-im-energieholzsektor.pdf>;
- 21) Untersuchung des Energieholzmarktes in Bayern – Eine Analyse von Aufkommen und Verbrauch; (08.2022); LWF;
https://www.lwf.bayern.de/mam/cms04/service/dateien/energieholzmarktbericht_2020.pdf;
- 22) Aktuelle Preise für Brennholz; (08.2025); agrarheute; <https://www.agrarheute.com/energie/aktuelle-preise-fuer-brennholz-scheitholz-kaufen-636222>;
- 23) Kaum Nachschub: Holzangel führt zu Rekordpreisen; (09.10.2025) BR;
<https://www.br.de/nachrichten/bayern/kaum-nachschub-holzangel-fuehrt-zu-rekordpreisen,Uz2KvAO>;
- 24) Altholz – Hinweise zum Recycling; (04.2019); UBA; <https://www.umweltbundesamt.de/altholz#hinweise-zum-recycling>;
- 25) Holzenergie in Deutschland – Status Quo und Potenziale; (2014); Agentur für Erneuerbare Energien;
https://www.unendlich-viel-energie.de/media/file/317.Renews_Spezial_Holzenergie_Japan_DE_Mar14.pdf;
- 26) -
- 27) Rest- & Abfallstoffe; (Stand 10.2025); DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum;
<https://www.dbfz.de/biooekonomieatlas/biomassebasis/rest-abfallstoffe>;
- 28) High energy prices saw ‘record amount’ of waste wood processed in 2022; (06.2023); letsrecycle.com;
<https://www.letsrecycle.com/news/high-energy-prices-lead-to-record-amount-of-waste-wood-processed-in-2022/>;
- 29) Growing demand for waste wood increases chase for alternative fuels; (09.2022); RECYCLING magazine;
<https://www.recycling-magazine.com/2022/09/29/growing-demand-for-waste-wood-increases-chase-for-alternative-fuels/#>;
- 30) Großbritannien wird zum Altholz-Importeur; (07.2020); NEUE ENERGIE;
<https://www.contextcrew.de/grossbritannien-wird-zum-altholz-importeur/>;
- 31) Marcus Knauf: Altholz stofflich nutzen oder thermisch verwerten?; (08.2017);
https://www.researchgate.net/publication/319313453_Altholz_stofflich_nutzen_oder_thermisch_verwerten_Bei_Beruecksichtigung_der_heutigen_Rahmenbedingungen_ergeben_sich_keine_okobilanziellen_Vorteile_fur_das_Recycling;
- 32) Evaluierung der Altholzverordnung im Hinblick auf eine notwendige Novellierung; (2020); UBA;
<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/evaluierung-der-altholzverordnung-im-hinblick-auf>;
- 33) Sachstand zu den alternativen Verfahren für die thermische Entsorgung von Abfällen; (2017); UBA;
<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/sachstand-zu-den-alternativen-verfahren-fuer-die>;
- 34) Thermische Verwertung: Verbrennen von Holzabfällen; (Stand 01.2025); Bundesamt für Umwelt (BAFU) CH;
<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/abfall/verkehr-mit-abfaellen/vollzugshilfe-ueber-den-verkehr-mit-sonderabfaellen-und-anderen-/umweltvertraegliche-entsorgung-von-sonderabfaellen-und-anderen-/umweltvertraegliche-entsorgung-von-holzabfaellen/thermische-verwertung--verbrennen-von-holzabfaellen.html>;

- 35) Energetische Nutzung von kontaminiertem Altholz mittels Flashpyrolyse; (2002); Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft – Institut für Holzchemie und chemische Technologie des Holzes; https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dk040233.pdf;
- 36) Wie die Transformation der Chemie gelingen kann; (04.2023); C4C Chemistry for Climate (VCI + VDI); <https://www.vci.de/vci/downloads-vci/publikation/broschueren-und-faltblaetter/final-c4c-broschue-langfassung.pdf>;
- 37) Altholzmarkt: Rein stromgeführte Anlagen ohne EEG-Vergütung zusehends unter Druck; (30.04.2024); EUWID; <https://www.euwid-recycling.de/news/maerkte/altholzmarkt-rein-stromgefuehrte-anlagen-ohne-eeg-verquetung-zusehends-unter-druck-300424/>;
- 38) Perspektiven für Altholzkraftwerke nach dem Auslaufen des EEG in den Jahren 2020 bis 2026; (2020); Simon Obert und Stephan Hofherr in Energie aus Abfall, Band 17; https://tkv-wissen.de/wp-content/uploads/2023/06/2020_EaA_787-802_Obert.pdf;
- 39) Marktintegrationsmodell für Altholzanlagen; ; (2020); BAV - Bundesverband der Altholzaufbereiter und -verwerter; https://altholzverband.de/wp-content/uploads/2020/01/2020-01-16-BAV-Marktintegrationsmodell-Kurzform_FINAL.pdf;
- 40) Leitplanken für einen Industriestrompreis; (2023); Bundesverband Erneuerbare Energie (BEE); <https://www.bee-ev.de/service/publikationen-medien/beitrag/leitplanken-fuer-einen-industriestrompreis>;
- 41) Insolvenzen in der Biogas-Branche; (23.12.2024); agrarheute; <https://www.agrarheute.com/energie/gas/insolvenzen-biogas-branche-megapleiten-folgen-fuer-landwirte-630561>;
- 42) Teure Fernwärmepreise: Verbraucherzentrale fordert Preisdeckel; (05.2025); Verbraucherzentrale; <https://www.vzbv.de/pressemitteilungen/teure-fernwaermepreise-verbraucherzentrale-fordert-preisdeckel>;
- 43) Turning the European Green Hydrogen Dream into Reality: A Call to Action; (2023); Burchard, J., Hegnsholt, E., Holm, M., Klose, F., Ritter, D. & Schönberger, S.. Berlin, Kopenhagen, Düsseldorf, München: Boston Consulting Group. Zugriff am 6.2.2024; <https://media-publications.bcg.com/Turning-the-European-Green-H2-Dream-into-Reality.pdf>;
- 44) Wasserstoff – Strategie erforderlich. Wo und wie sollten sich Energieversorger beim Wasserstoffengagieren? (2020).; Bechtolsheim, M. von, Arthur D. Little; (Luxembourg; (Zugriff am 7.2.2024); <https://www.adlittle.com/de-de/HydrogenStrategy>;
- 45) Site-specific, Comparative Analysis for Suitable Power-to-X Pathways and Products in Developing and Emerging Countries; (08.2023) Fraunhofer ISE; https://www.ise.fraunhofer.de/de/presse-und-medien/presseinformationen/2023/fraunhofer_ise_studie_woher_deutschlands_importe_fuer_wasserstoff_und_power-to-x-produkte_kommen_koennten.html;
- 46) POWER TO HEAT; (Stand 11.2025); OTTO JUNKER Solutions; <https://www.otto-junker-solutions.com/de/produkte/power-to-heat/>;
- 47) Hochspannungs-Elektrodenkessel für Dampf- und Heißwasser; (Stand 11.2025); PARAT Halvorsen AS; <https://www.parat.no/de/produkte/industry/parat-ieh-hochspannung-elektrodenkessel/>;
- 48) Energiespeicher; (2019; Stenzel, Peter, Linssen, Jochen, Robinius, Martin, Stolten, Detlef, Gottke, Valeska, Teschner, Helena, Velten, Alexa, Schäfer Frank, in BWK: das Energie-Fachmagazin. 71. 33-48. 10.37544/1618-193X-2019-06-33; https://www.researchgate.net/publication/333816019_Energiespeicher;
- 49) HOCHTEMPERATUR-WÄRMEPUMPE; (Stand 11.2025); Bundesverband Geothermie; <https://www.geothermie.de/bibliothek/lexikon-der-geothermie/h/hochtemperatur-waermepumpe>;
- 50) Elektrifizierung thermischer Prozesse; (Stand 11.2025); Unternehmensnetzwerk Klimaschutz; <https://www.klima-plattform.de/klimaquide/quideinhalte/artikel/elektrifizierung-thermischer-prozesse>;
- 51) Hochtemperatur-Wärmepumpen für die Papierindustrie; (2024); Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE ; <https://edocs.tib.eu/files/e01fb24/1903451027.pdf>;

- 52) Hochtemperatur Industriewärmepumpen und Dampferzeugung(P2H) aus Abwärme; (Stand 11.2025); Lübbers; https://industrie-waermepumpe.de/?mtm_campaign=suche-industriewaermepumpen-ad9937&qad_source=1&qad_campaignid=21406338700&qclid=EAlaIqObChMljiSi3oHtkAMVoZmDBx0DwhM-EAMYASAAEqLaM_D_BwE;
- 53) Rekord-Wärmepumpen: BASF erhält Förderzusage für 15 MWGroßwärmepumpe zur industriellen Dampferzeugung; (2024); solarbranche.de; <https://www.solarbranche.de/news/nachrichten/artikel-38894-rekord-waermepumpen-basf-erhaelt-foerderzusage-fuer-15-mw-grosswaermepumpe-zur-industriellen-dampferzeugung>;
- 54) Speicherung für Hochtemperaturwärme; (2006); Rainer Tamme et al. DLR; https://www.fvee.de/wp-content/uploads/2022/02/th2005_06_02.pdf;
- 55) Mit Carnot-Batterien gegen die Dunkelflaute; (11.2022); scinexx; <https://www.scinexx.de/news/energie/mit-carnot-batterien-gegen-die-dunkelflaute/>
- 56) Wärme speichern: mit Kalk, Steinen und Carnot-Batterien; (18.11.2024), VDI Nachrichten; <https://www.vdi-nachrichten.com/technik/energie/waerme-speichern-fuer-morgen-mit-kalk-steinen-und-carnot-batterien-die-sonnenwaerme-in-den-winter-bringen/>;
- 57) Die Abschnitte der Elbe-Lippe-Leitung Nord; (Stand 11.2025); TenneT; <https://www.tennet.eu/de/projekte/elbe-lippe-leitung-nord/die-abschnitte-der-elbe-lippe-leitung-nord>;
- 58) Grid Maps OffShore; (Stand 11.2025); TenneT; https://tennet-drupal.s3.eu-central-1.amazonaws.com/default/2025-07/DE_JUN2025_Offshore_Corporate.pdf;
- 59) Grid Maps OnShore; (Stand 11.2025); TenneT; https://tennet-drupal.s3.eu-central-1.amazonaws.com/default/2025-07/DE_JUN2025_Onshore_Corporate.pdf;
- 60) UK waste wood market thrives in 2024; (06.2025); Bioenergy Insight; <https://www.bioenergy-news.com/news/uk-waste-wood-market-thrives-in-2024/>
- 61) 17. BimSchV, § 6 Verbrennungsbedingungen für Abfallverbrennungsanlagen; (Stand 11.2025); https://www.gesetze-im-internet.de/bimschv_17_2013/_6.html;