Die Pappel: Europas unterschätzter Zukunftsbaum

Schnell, anpassungsfähig, vielseitig und resilient – warum Pappeln in Agroforstsystemen Bioökonomie, Klimaschutz und Landwirtschaft zusammenbringen.

Michael Weitz, Tobias Peschel, Ulrich Kotzbauer, Julia Weitz, Konstantin Schwarz, Ken Dohrmann

Technical Report · Version 1.0 · Oktober 2026 · Herausgeber: Lignovis GmbH, Hamburg

Zitiervorschlag: Weitz, M.; Peschel, T.; Kotzbauer, U.; Weitz, J.; Schwarz, K.; Dohrmann, K. (2026): Die Pappel: Europas unterschätzter Zukunftsbaum. Technical Report, Version 1.0. Lignovis GmbH, Hamburg. https://doi.org/10.5281/zenodo.23479857



Abbildung 1: *3-jähriges Pappel-Agroforstsystem auf Hof Hartmann, Niedersachsen (Foto: Lignovis).*

13–27 t
CO_2 bindet ein Hektar Pappel-Gehölzfläche pro Jahr im Holzzuwachs[1]

10–20 Jahre
bis zur Stammholzernte – ein Bruchteil der Umtriebszeit von Fichte, Buche oder Eiche[2]

+10 %
mehr Biomassebedarf in Deutschland bis 2045, getrieben von der stofflichen Nutzung[3]

≈ 32 Mio. m³
Pappel-Stammholz o. R. (Zopf 10 cm) pro Jahr von 10 % der Agrarfläche – Holzeinschlag 2025: 57,3 Mio. m³[4]

1,6–2,2 t
CO_2-Minderung je m³ Pappelholz, das Stahlbeton ersetzt: 0,7 t gespeichert, 0,9–1,5 t CO_2-Äq. vermieden[5]

> 93 %
des in Indien erzeugten Holzes wächst außerhalb des Waldes, überwiegend im Agroforst[6]

Das Wichtigste in Kürze

Deutschland steht vor mehreren Aufgaben zugleich: Eine biobasierte Wirtschaft braucht mehr Holz, während das Aufkommen aus dem Wald sinkt. Große Mengen CO_2 müssen in den nächsten Jahrzehnten aus der Atmosphäre gebunden werden und die Landwirtschaft muss sich an Hitze, Trockenheit sowie Starkregen anpassen. **Keine in Mitteleuropa etablierte Baumart bietet vergleichbare Chancen wie die Pappel, um diesen Herausforderungen zu begegnen.** Sie liefert in kurzer Zeit hochwertiges Stammholz, fixiert Stickstoff als Nährstoff aus der Luft mithilfe von Endophyten, baut Humus auf und kühlt Felder, Nutztiere und Siedlungen.

Die internationale Erfahrung belegt das Potenzial: Italien deckt mit Pappeln auf weniger als 1 % seiner Waldfläche 45 % des heimisch verarbeiteten Holzes.[7] In Spanien, Italien und Ungarn ist Pappel die wichtigste Sperrholzart.[8] Indien hat seine Holzversorgung weitgehend auf Bäume außerhalb des Waldes umgestellt, überwiegend Pappel- und Eukalyptus-Agroforst (Teil 5).

Das Potenzial in Deutschland ist groß: Ein aktuelles Szenario für ein klimaneutrales Deutschland sieht bis 2045 schnellwachsende Gehölze auf 1,7 Mio. ha vor – 10 % der landwirtschaftlichen Fläche.[9] Mit Pappeln könnten auf dieser Fläche rund 40 Mio. t CO_2 pro Jahr gebunden[10] und jährlich Stammholz im Umfang von rund der Hälfte des heutigen Waldeinschlags erzeugt werden (Teil 6). Auf Agrarflächen ist die Pappel dagegen kaum angekommen: Kurzumtriebsplantagen mit Pappeln und Weiden stagnieren bei rund 6.600 ha.[11] Die historischen Erfahrungen aus der Sowjetunion über Belgien bis nach Indien zeigen: Nicht das Wachstumspotenzial ist der Engpass, sondern

[1] Weitz et al. 2024, S. 34; für Spanien > 20 t: EPF 2021, Abschn. 2.2.1.
[2] EPF 2021, Abschn. 1.1 und 2.
[3] Agora Agrar 2026, S. 13 (Abb. A).
[4] Eigene Berechnung, Herleitung in Teil 6; Holzeinschlag (Derbholz o. R.): Destatis 2026
[5] Eigene Berechnung (Kasten „Klimawirkung von Holzgebäuden“, Teil 2) auf Basis Sathre & O’Connor 2010; Leskinen et al. 2018
[6] EAC-PM 2024
[7] Intesa Pioppo 2025
[8] EPF 2021, Abschn. 1.3.
[9] Agora Agrar 2026, S. 13 (Abb. A).
[10] Weitz et al. 2024, S. 35 f.
[11] Liesebach & Schneck 2024 (Kurzfassung).

verlässliche Anbauunterstützungen, Absatzmärkte und Wertschöpfungsketten. Genau diese Lücke können Agroforst-Förderung, Holzbau-Normung, innovative Holzprodukte und zertifizierte CO_2-Senkenleistung heute schließen.

Abstract (English)

Poplar (Populus spp.) combines fast growth, high-quality timber and the most advanced breeding of any forest tree genus, which makes it a key species for supplying a growing bioeconomy with wood from farmland. This technical report compiles the evidence on poplar in agroforestry systems with a focus on Germany. It reviews the biological and silvicultural properties of the genus, wood uses from plywood and packaging to engineered timber, the global distribution of poplar cultivation and the history of breeding and planting programmes in Belgium, Italy, the Soviet Union and the GDR. Case studies from India, Central Asia and China show that poplar agroforestry scales where industrial wood buyers create reliable demand. For Germany, fast-growing trees on 10 % of agricultural land could supply about 32 million m³ of poplar stemwood per year, roughly half of the current national timber harvest, and bind around 40 million t CO_2 per year in wood growth and soil. A modelled expansion path quantifies the planting rates required to meet the agroforestry and hedgerow targets of the German Climate Action Programme 2026 (0.18 Mt CO_2e in 2030, 13.5 Mt in 2045). The report concludes with recommendations for policy, agriculture, industry and research, emphasising reliable funding, standardisation of poplar timber and regional value chains.

Keywords: poplar; agroforestry; bioeconomy; timber construction; carbon sequestration; LULUCF; tree breeding; value chains

Schlagworte: Pappel; Agroforst; Bioökonomie; Holzbau; Kohlenstoffbindung; LULUCF; Züchtung; Wertschöpfungsketten

Sechs Erkenntnisse auf einen Blick

1 Schnellwüchsig und hochwertig

Geprüfte Sorten mit Furnier- und Schnittholzqualität, Brettschichtholz nach EN 14080 und Bauholzklasse T10 – Pappel ist ein Laubholz mit Zukunft im Holzbau.

2 Böden aufbauen statt auslaugen

Kalziumreiche Streu puffert Versauerung, Humus reichert sich unter den Baumreihen an – anders als unter Fichte oder Eukalyptus. Kein Mineraldünger nötig: Pappeln beherbergen stickstoffbindende Bakterien.

3 Klimaanpassung auf der Fläche

Kühlung und Windschutz für Kulturen, Schatten gegen Hitzestress bei Nutztieren, Grünfilter für Nitrat und Sediment, Lebensräume in ausgeräumten Landschaften.

4 Vielfalt als Versicherung

30–40 Arten, Dutzende geprüfte Sorten, kurze Umtriebe: Jede Neupflanzung kann auf resistentere Sorten umstellen. Stecklingsvermehrung macht Züchtungsfortschritt sofort skalierbar.

5 Holz vom Acker statt aus dem Wald

Schnellwachsende Gehölze auf 10 % der Agrarfläche können die Lücke zwischen steigendem Biomassebedarf und sinkender Holzernte im Wald schließen – ohne die Ernährungssicherung zu gefährden.

6 Der Engpass ist die Verwertung

Die ehemalige Sowjetunion, Belgien und Indien zeigen: Dauerhafte und effiziente Lieferketten entstehen, wo Pull-Effekte durch Holznutzer gegeben sind (Teil 4 und 5). Gleichzeitig löst eine Anschubförderung für den Anbau die Henne-Ei-Problematik.

Teil 1 Warum die Pappel?

Holzbedarf der Bioökonomie. Das Thünen-Institut erwartet, dass das Nadelholzaufkommen aus deutschen Wäldern ab 2030 deutlich sinkt und 2050 um bis zu 50 % unter dem heutigen Niveau liegen könnte. Steigende Laubholzanteile können diesen Rückgang nicht ausgleichen. Gleichzeitig wächst die Nachfrage nach Holz für Holzbau, Chemie-, Kunststoff- und Textilindustrie, Biokraftstoffe und Wärme.[12] Rund 90 % des stofflich genutzten Holzes sind heute Nadelholz.[13] Der Holzeinschlag lag 2025 bei 57,3 Mio. m³ und damit deutlich unter dem Zehnjahresmittel von 66,8 Mio. m³.[14] Ein aktuelles Szenario für ein klimaneutrales Deutschland unterstellt bis 2045 einen Anstieg der stofflichen Biomassenutzung um rund 80 % bei einem Rückgang der energetischen Nutzung um 23 %. Zugleich sinkt die Holzernte im Wald um 10 %, um die

[12] Iost 2024, S. 1 und 8.

[13] Iost 2024, S. 9.

[14] Destatis 2026; BMEL-Statistik 2026

Wälder zu stabilisieren. Diese Lücke können schnellwachsende Gehölze und andere lignozellulosehaltige Kulturen auf landwirtschaftlichen Flächen schließen – ohne die Nahrungsmittelversorgung zu gefährden, weil gleichzeitig der prognostizierte Flächenbedarf für Futtermittel deutlich sinkt.[15]

Regeneration degradierter Flächen und Klimaanpassung. Humusverlust, Wind- und Wassererosion, Nährstoffausträge und immer häufigere Hitze- und Dürrephasen setzen die Landwirtschaft unter Druck. Agroforstsysteme gelten als Antwort, weil sie Erträge stabilisieren können, Ökosystemleistungen auf der Fläche steigern und zugleich zusätzliche Holzrohstoffe erzeugen.[16]

Die Gattung im Überblick

Die Gattung *Populus* (Weidengewächse, Salicaceae) umfasst je nach Abgrenzung 30 bis 40 Arten und ist über die gesamte gemäßigte und boreale Nordhalbkugel verbreitet – von Alaska bis Mexiko, von der Iberischen Halbinsel bis Kamtschatka und mit der Euphratpappel bis in die Salzwüsten Zentralasiens.[17] Einzelne Arten gehören zu den am weitesten verbreiteten Bäumen überhaupt: Die Amerikanische Zitterpappel (*P. tremuloides*) gilt als die flächenmäßig am weitesten verbreitete Baumart Nordamerikas[18], die Europäische Aspe (*P. tremula*) deckt fast ganz Eurasien ab.[19]

Folgende Eigenschaften machen die Pappel für Züchtung und Anbau einzigartig:

- **Vegetative Vermehrung:** Fast alle Pappelarten bewurzeln aus Stecklingen. Ein herausragender Einzelbaum lässt sich damit verlustfrei als Klon vervielfältigen. Das erklärt, warum die Pappel in Züchtung und Sortenprüfung weiter entwickelt ist als jede andere Waldbaumart.[20]
- **Leichte Hybridisierung:** Arten verschiedener Sektionen lassen sich kreuzen. Die heutigen Anbausorten sind fast ausnahmslos Hybriden aus europäischer Schwarzpappel, nordamerikanischen Balsam- und Schwarzpappeln und ostasiatischen Balsampappeln (*P. nigra, P. deltoides, P. trichocarpa, P. maximowiczii*).[21]
- **Modellorganismus:** Die Westliche Balsampappel (*P. trichocarpa*) war 2006 die erste Baumart mit vollständig sequenziertem Genom – die Pappel ist seither das „Arabidopsis der Gehölze“ und Referenzsystem der Baumgenetik.[22]

Ein Naturphänomen verdeutlicht das Potenzial klonalen Wachstums: „Pando“ in Utah ist kein gepflanzter Bestand, sondern ein natürlich entstandener Klon der Amerikanischen Zitterpappel. Seine rund 47.000 Stämme auf etwa 43 ha sind über Wurzelbrut aus einem einzigen Sämling hervorgegangen. Mit geschätzt 6.000 t Biomasse gilt Pando als einer der schwersten bekannten Organismen der Erde.[23] Nach der aktuellen genomischen Analyse ist Pando 12.000 bis 37.000 Jahre alt.[24]

Vorteile des Pappelanbaus als Agroforstsystem

1 · Schnelles Wachstum: Sägefähige Stämme in 10 bis 20 Jahren

Bei gutem Management wachsen Pappeln in Agroforstsystemen rund 2 m pro Jahr in die Höhe und liefern 7 bis 15 t Trockenmasse bzw. 15 bis 35 fm je Hektar Gehölzfläche und Jahr. Das entspricht einer CO_2-Bindung im Holzzuwachs von durchschnittlich 13 bis 27 t je Hektar und Jahr.[25] Selbst auf einem Thüringer Grenzertragsstandort (Bodenzahl 30–35, lehmiger Sand, ohne Grundwasseranschluss) erreichten Pappelklone nach acht Jahren einen mittleren Zuwachs von 7,7 bis 8,3 t Trockenmasse je Hektar und Jahr und überschritten damit überwiegend die Schwelle zur Wirtschaftlichkeit.[26] Stammholz ist nach 10 bis 20 Jahren erntereif.[27]

Langjährige Versuche der Landesanstalten bestätigen diese Größenordnung: In Kurzumtriebsplantagen im sächsischen Krummenhennersdorf (820 mm Niederschlag, Ackerzahl 45) erreichte die Sorte ‘Hybride 275’ über vier Ernten von 2008 bis 2015 im Mittel 13,6 t Trockenmasse je Hektar und Jahr, ‘Max 3’ 12,6 t. Ohne Betrachtung der Etablierungsrotation lagen die Mittel bei 15,5 bzw. 14,0 t.[28] In Gülzow (Mecklenburg-Vorpommern), bei nur 559 mm Jahresniederschlag auf lehmigem Sand, ergab das Mittel aller geprüften Pappelklone über 18 Jahre 13,0 t im drei- und 16,4 t Trockenmasse im sechsjährigen Umtrieb.[29] Neue

15 Agora Agrar 2026, S. 13, 38 f.
16 Torralba et al. 2016
17 EPF 2021 Zur Systematik ausführlich: Zarew 1986 (Kap. 3, ca. 36 Arten).
18 Perala 1990
19 Caudullo & de Rigo 2016
20 Zarew 1986 (S. 6: „vegetative Vermehrung, wodurch das wirtschaftlich wertvolle Potenzial herausragender Genotypen vollständig erhalten bleibt“).
21 INBO Dossier populier
22 Tuskan et al. 2006
23 DeWoody et al. 2008; Grant et al. 1992
24 Pineau et al. 2026
25 Weitz et al. 2024, S. 34 und 39.
26 Brückner & Landgraf 2024, S. 53–56.
27 EPF 2021, Abschn. 1.1.
28 Jäkel et al. 2016 (LfULG)
29 Gurgel 2011 (LFA MV)

Sorten heben das Ertragsniveau deutlich: Im bayerischen Sortenprüffeld Strass erzeugten die INBO-Sorten ‘Bakan’ und ‘Skado’ im ersten sechsjährigen Umtrieb 72 % bzw. 35 % mehr Ertrag als die Standardsorten. Im Mittel von sechs Prüffeldern übertrafen neue Kreuzungen aus Westlicher Balsampappel und Maximowicz-Pappel – dem Kreuzungstyp von Bakan und Skado – die Standardsorten um 25 %.[30]

2 · Hohe Holzqualität: geprüft bis zur Bauholznorm

Moderne Sorten sind gezielt auf Holzqualität gezüchtet. Nach den INBO-Sortenpässen, deren Holzkennwerte das Laboratorium für Holztechnologie der Universität Gent ermittelt hat, eignet sich ‘Vesten’ ausgezeichnet für Furnier bis hin zu Baufurniersperrholz (CE-Multiplex) und sehr gut bis ausgezeichnet für Schnittholz. ‘Bakan’ und ‘Skado’ liefern wegen geringer Kern- und Zugholzanteile und hohen Weißgrads besonders gutes Schälfurnier und haben ein günstiges Verhältnis von Festigkeit zu Dichte.[31] Neuere Züchtungen weisen gute bis sehr gute Sägeholzeigenschaften auf.[32] (Zur Normung als Bauholz siehe Teil 2.)



Abbildung 2: *6-jährige Pappelstämme der Sorte Bakan in Schleswig-Holstein (Foto: VIVO Carbon).*



Abbildung 3: *Pappel-Wertholzbestand in Belgien im weiten Verband neben Maisanbau (Foto: Lignovis).*

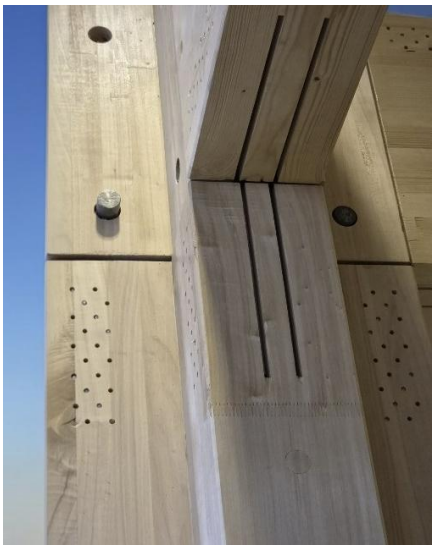


Abbildung 4: *Konstruktionselement aus Pappelholz der Gebr. Schütt KG (Foto: Lignovis).*

3 · Bodenregeneration und Humusaufbau – im Unterschied zu Nadelholz und Eukalyptus

Pappeln bauen Boden auf. Ihre kalziumreiche, rasch zersetzbare Laubstreu puffert Versauerung und beschleunigt auf ehemaligem Ackerland die Entwicklung eines Waldbodens.[33] In französischen Agroforstsystemen nahm der Bodenkohlenstoff in 0–30 cm Tiefe um durchschnittlich 0,24 t C je Hektar und Jahr zu, zusätzlich zu 0,65 t C in der Baumbiomasse. Der Zuwachs konzentrierte sich unter den Baumreihen.[34] Beide Werte beziehen sich auf die gesamte Agroforstfläche aus Baumreihen und Ackergassen in weitständigen Wertholzsystemen, in denen die Baumreihen nur einen kleinen Teil der Fläche einnehmen – am Standort Restinclières etwa 16 %.[35] Nadelhölzer wirken dagegen tendenziell bodenversauernd: Für die Fichte weist die europäische Literaturauswertung negative Calcium- und Magnesiumbilanzen und eine stärkere Versauerung aus.[36] Eukalyptus wird mit allelopathischen Inhaltsstoffen, verarmtem Unterwuchs und starker Bodenwasserzehrung in Verbindung gebracht – auch dort, wo er in Ackerbausysteme integriert wird.[37] Hinzu kommt, dass Pappeln gezielt zur Sanierung belasteter Böden und als Grünfilter an Gewässern eingesetzt werden (Teil 6).[38]

4 · Schneller, unmittelbar nutzbarer Züchtungsfortschritt

Weil Pappeln aus Stecklingen bewurzeln, lässt sich jeder ausgelesene Genotyp unverändert und ohne Samenplantagen in großer Zahl vermehren – ein Züchtungserfolg ist damit unmittelbar praxisreif und skalierbar.[39] Entsprechend groß sind die Sprünge: In der Sowjetunion brachte allein die Sortenwahl bei identischem Standort rund 75 % mehr Stammvolumen (Teil 4). Belgische und italienische Programme

[30] Schirmer 2015, S. 11–13 (Standardsorten: Max 1/Max 4, Max 3, Hybride 275).
[31] INBO-Sortenpässe 2019/2020 (Abschnitte „Wood technology“).
[32] Kudlich 2024, S. 22.
[33] Thomaes et al. 2012; nach EPF 2021, Abschn. 2.2.2.
[34] Cardinael et al. 2017
[35] Cardinael et al. 2018
[36] Augusto et al. 2002
[37] Zhang & Fu 2009; Robinson et al. 2006
[38] EPF 2021, Abschn. 1.1 und 2.4.2; Isebrands & Richardson 2014
[39] Zarew 1986, S. 6.

bringen laufend neue, krankheitstolerantere Sorten hervor (Teil 4). Das 2006 vollständig sequenzierte Pappelgenom bildet die Grundlage für die weitere, gezieltere Züchtung.[40]

5 · Arten- und Sortenvielfalt, kurze Umtriebe: geringes Risiko gravierender Kalamitäten

Die Gattung umfasst 30 bis 40 Arten aus drei Kontinenten, die sich über Sektionsgrenzen kreuzen lassen. Allein das belgische INBO (Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek) hat seit 1997 acht Sorten aus drei Hybridgruppen auf den Markt gebracht, 2021 kam ‘Remus’ hinzu (Teil 4). Diese Vielfalt ist das wirksamste Mittel gegen biotische Schadfaktoren – die Anbauempfehlung lautet, stets mehrere Sorten zu pflanzen.[41] Kurze Umtriebe begrenzen die Zeit, in der ein Bestand Schadereignissen ausgesetzt ist, und erlauben es, bei jeder Neupflanzung auf resistentere Sorten umzustellen.[42] Der Kontrast zum Wald ist deutlich: Die Absterberate der Fichte lag 2020 und 2022 bei 4,2 bzw. 4,4 %.[43] Die Geschichte der Unal-Klone zeigt zugleich die Grenze (Teil 4): Großflächig gepflanzte Einzelklone können von angepassten Rostpilzrassen überwunden werden – Sortenvielfalt ist Voraussetzung, nicht Option.

6 · Hitzeschutz für Kulturen, Nutztiere und Siedlungen

Pappelstreifen senken Windgeschwindigkeit und Verdunstung und stabilisieren das Feldklima. Im Brandenburger Projekt SEBAS, dessen Agroforstsysteme ausschließlich aus Pappelhybriden bestehen, zeigten die ersten Messungen einen kühlenden Effekt.[44] Für Weidetiere ist Schatten auch im gemäßigten Klima tierschutzrelevant: In Belgien stiegen bei Kühen ohne Schatten Atemfrequenz, Hecheln, Körpertemperatur und Cortisolwerte mit der Hitzebelastung, während Schatten diese Effekte abmilderte.[45] In einer Studie mit 540 Milchkühen senkten Pappelreihen an der Westseite offener Ställe in der Hitzeperiode die Atemfrequenz und steigerten Futteraufnahme, Milchleistung sowie antioxidativen und Immunstatus.[46] Für Siedlungen gilt dasselbe Prinzip: Baumbestandene Flächen sind in mitteleuropäischen Städten im Sommer an der Oberfläche um 8 bis 12 °C kühler als dichte Bebauung.[47]



Abbildung 5: *2,5-jähriges Pappel-Agroforstsystem mit Milchkühen auf Grünland, Eichhof, Schleswig-Holstein (Foto: VIVO Carbon).*



Abbildung 6: *4,5-jähriges Pappel-Agroforstsystem mit Ackerbohnen, Hof Schierholz, Niedersachsen (Foto: Lignovis).*

7 · Regionale Rohstoff- und Energiekreisläufe

Pappelholz wird am besten dort verarbeitet, wo es wächst: Sperrholzwerke stehen nahe den Plantagen, weil sich lange Transporte bei diesem Rohstoff nicht lohnen.[48] In Deutschland betreiben viele Anbauer eigene Hackschnitzelheizungen mit dem Ziel der Energieautarkie[49]. Das Thünen-Institut sieht Perspektiven für Agrarholz in Holzwerkstoffen, Papier, Bioraffinerien, Biokraftstoffen und Torfersatz sowie in dezentraler Wärme – mit Vorrang der stofflichen Nutzung nach dem Kaskadenprinzip der RED III.[50]

8 · Mehr Biodiversität in ausgeräumten Agrarlandschaften

Eine europäische Meta-Analyse fand keinen pauschalen Biodiversitätsgewinn für alle Agroforstformen, wohl aber für Baumstreifen im Acker: Gegenüber reinem Ackerland lag die Artenvielfalt dort um 60 % höher, vor allem bei Vögeln und Gliederfüßern.[51] Eine zweite Meta-Analyse über 365 Vergleiche ermittelte einen

[40] Tuskan et al. 2006
[41] Kudlich 2024, S. 22.
[42] EPF 2021, Abschn. 2.
[43] Iost 2024, S. 3 f.
[44] SEBAS (BfN/DeFAF)
[45] Veissier et al. 2018
[46] Li et al. 2025
[47] Schwaab et al. 2021
[48] EPF 2021, Abschn. 2.3.2.
[49] Kudlich 2024, S. 23.
[50] Iost 2024, S. 11–14.
[51] Mupepele et al. 2021

insgesamt positiven, kontextabhängigen Effekt von Agroforst auf Ökosystemleistungen und Biodiversität.[52] Das vom Bundesamt für Naturschutz geförderte Projekt SEBAS untersucht auf vier Brandenburger Betrieben, ob bereits einfach strukturierte Pappelstreifen die Insektenvielfalt erhöhen – die Auswertung zur Artenzusammensetzung läuft noch.[53] Pappelholz beherbergt eine sehr hohe Pilzdiversität und der Pirol bevorzugt Hybridpappelbestände als Bruthabitat.[54]

Viele dieser positiven Wirkungen hängen kaum von der Baumart ab. Gehölzstreifen schaffen waldrandähnliche Saumstrukturen mit kleinräumigen Wechseln von hell und dunkel, feucht und trocken. Sie bieten Deckung und Schutz vor Wind und Witterung und lassen unter den Bäumen einen Unterwuchs aus Kräutern und Gräsern zu. Hinzu kommt die Bodenruhe, die mit dem Gehölzanbau verbunden ist: Im Baumstreifen wird nicht gepflügt, was Regenwürmer, Bodenbakterien und Mykorrhizapilze fördert. Als Übergangsbereiche zwischen Lebensräumen vernetzen die Streifen zudem Habitate in der Agrarlandschaft, und Gehölzstrukturen erhöhen die Aktivität von Fledermäusen.[55] Wie sich die Artenvielfalt in neu angelegten Agroforstsystemen entwickelt, erfasst die Initiative agroforst-monitoring der Universität Münster gemeinsam mit Landwirten in einem Netz von Demonstrationsbetrieben, unter anderem mit Citizen-Science-Methoden.[56]

Auch Hybridpappeln sind ökologisch wertvoll. Eine Literaturstudie der Bundesanstalt für Gewässerkunde hält fest, dass die Raupen des Kleinen Schillerfalters die Blätter der Kanadischen Hybridpappel nach Zitter- und Schwarzpappel bevorzugt fressen, dass sich Schwarz- und euramerikanische Hybridpappeln in der Blattstruktur nicht unterscheiden und dass für die Eiablage des gefährdeten Großen Eisvogels eher Standort und Baumgröße als die Pappelart entscheidend sind.[57] Gemessen an der Zahl der Schmetterlingsarten, deren Raupen dort fressen, steht die Hybridpappel unter allen Pappeln nach Zitter- und Schwarzpappel an dritter Stelle.[58] Hybridpappeln werden von heimischen Pilzen besiedelt, bilden vergleichsweise rasch Baumhöhlen für Höhlenbrüter und Fledermäuse, und fast alle an heimischen Pappeln bekannten holzbewohnenden Käferarten wurden auch an Hybridpappeln nachgewiesen.[59] An Pappeln insgesamt leben rund 470 Insekten- und Milbenarten, 151 davon sind auf die Gattung spezialisiert.[60]

9 · Stickstoffeffizienz: Wachstum ohne Mineraldünger

Pappeln kommen mit wenig Stickstoff aus. In einer Brandenburger Kurzumtriebsplantage brauchten Pappeln und Weiden in den ersten vier Jahren keinen Mineraldünger: Gaben von 25 bis 75 kg Stickstoff je Hektar und Jahr steigerten den Zuwachs bei keiner der beiden Baumarten, knapp die Hälfte des Düngers wurde als Nitrat ausgewaschen.[61] Weiden reagieren in anderen Versuchen allerdings durchaus auf Stickstoff: In Dänemark lagen ihre Erträge mit 60 kg Stickstoff je Hektar und Jahr über drei Umtriebe rund ein Drittel über denen ungedüngter Flächen, statistisch knapp nicht abgesichert.[62] Bei Pappeln zeigte Stickstoffdüngung dagegen auch in zahlreichen internationalen Versuchen nur geringe oder keine Wirkung.[63] Ein Grund dafür: Pappeln bilden zwar keine Wurzelknöllchen wie Leguminosen, beherbergen aber in ihrem Gewebe endophytische Bakterien, die Luftstickstoff binden können.

Das Thünen-Institut für Forstgenetik hat die Nachweise zusammengefasst: Ein aus einer wilden Westlichen Balsampappel isolierter Bakterienstamm (Burkholderia vietnamensis) band nachweislich markierten Luftstickstoff und steigerte bei beimpften Gräsern das Gewicht um 42 % und den Stickstoffgehalt um 37 %. Ein aus Pappeln isolierter Paenibacillus-Stamm förderte Wurzelbildung und Wachstum von Pappelstecklingen.[64] Das Institut sieht darin ein Potenzial für Pionierpflanzungen auf extrem nährstoffarmen Standorten wie Bergbaufolgelandschaften.[65] An wilden Westlichen Balsampappeln wurde die Fixierung 2016 auch direkt im Pflanzengewebe nachgewiesen, bei stark schwankender Aktivität[66]. In Gewächshausversuchen stammten bei beimpften Hybridpappeln rund 65 % des Stickstoffs aus der Luft.[67] Wie viel Stickstoff Pappeln im Freiland auf diesem Weg gewinnen, ist noch nicht quantifiziert – der geringe Düngebedarf ist dagegen praktisch belegt.

52 Torralba et al. 2016

53 SEBAS (BfN/DeFAF)

54 Leonhardt et al. 2019; Milwright 1998; nach EPF 2021.

55 Bessert 2023, mit Verweis auf Vaupel et al. 2023 (Bodenorganismen), Zitzmann et al. 2022 (Habitatvernetzung) und Krings et al. 2022 (Fledermäuse).

56 agroforst-monitoring.

57 BfG 2007

58 Ebert 1991–2005

59 Binder 2015

60 waldwissen.net 2026

61 ATB 2013; Balasus et al. 2012; Kern et al. 2013, Kurzfassung S. 3.

62 Georgiadis et al. 2017 (Ertrag +33 % bei 60 kg N/ha·a, p = 0,055).

63 von Wühlisch 2011

64 von Wühlisch 2011

65 Ulrich et al. 2012

66 Doty et al. 2016

67 Knoth et al. 2014

Pappeln in der deutschen Landschaft – und der Schutz der Schwarzpappel

Hybridpappeln prägen die mitteleuropäische Kulturlandschaft seit Generationen: Sie werden seit dem späten 18. Jahrhundert gezielt angebaut.[68] Die Kanadische Hybridpappel wurde bereits 1785 von Conrad Moench nach Exemplaren im Park des Lustschlosses Weißenstein bei Kassel, dem heutigen Bergpark Wilhelmshöhe, beschrieben – vor rund 240 Jahren.[69] In deutschen Wäldern stehen heute (ohne Kurzumtriebsplantagen) rund 147.000 ha Pappelbestände: 81.000 ha Aspe (55 %), 38.500 ha Schwarzpappel-Hybriden (26 %), 19.200 ha Balsampappel (13 %), 5.500 ha Graupappel (4 %) und 2.600 ha Silberpappel (2 %).[70]

Pappelkampagnen in der DDR. Besonders planmäßig wurden Hybridpappeln in der DDR gepflanzt. Um den Holzmangel der Nachkriegszeit zu lindern, liefen schon im ersten Fünfjahrplan (1951–1955) großangelegte Anbaukampagnen, fachlich begleitet von den forstlichen Forschungszentren in Tharandt und Eberswalde. Für die Landwirtschaftlichen Produktionsgenossenschaften erschien 1953 eine eigene Anleitung zum Pappelanbau außerhalb des Waldes.[71] Plakate warben: „Pflanzt Pappeln – sie mehren euren Besitz und liefern im Vergleich zu anderen Baumarten schon frühzeitig Nutzholz.“[72] Gepflanzt wurde vor allem entlang von Straßen und Wegen und als Windschutz in der ausgeräumten Feldflur. Im nördlichen Harzvorland stammen rund 100 km Pappelreihen aus den 1950er- und 1960er-Jahren, weitere 55 km aus den 1980er-Jahren, als im Zuge der Flurneuordnung erneut Hybridpappeln als Windschutz gesetzt wurden.[73] Eine industrielle Verwertung wurde dagegen kaum aufgebaut. Der Pappelforscher H.-F. Joachim bilanzierte rückblickend, viele Kulturen seien ohne konkretes Wirtschaftsziel angelegt worden[74] – dieselbe Lücke wie in der Sowjetunion (Teil 4). Heute sind viele dieser Reihen überaltert: Im Harzvorland dürften rund zwei Drittel innerhalb der kommenden 20 Jahren verschwinden.[75]

Artreine Schwarzpappeln weist die Bundeswaldinventur nicht gesondert aus. Sie bestehen meist nur noch in Relikten mit überalterten Bäumen[76] – in Nordrhein-Westfalen sind rund 825 genetisch bestätigte Altbäume bekannt, im gesamten Neckareinzugsgebiet 143.[77] Eine Erhaltung über natürliche Samenverjüngung ist kaum noch möglich: Es fehlen die offenen, feuchten Rohböden dynamischer Flussauen, die Restbäume stehen meist isoliert und vorhandene Hybridpappeln können einkreuzen.[78] Der Erhalt der Art beruht deshalb auf der gezielten Pflanzung genetisch geprüfter Steckhölzer. Artreines Material hierfür halten die Genbanken mehrerer Bundesländer bereit.[79]

Teil 2 Pappelholz in der Praxis

Pappelholz ist mit 400–480 kg/m³ eines der leichtesten europäischen Nutzhölzer und besitzt ein außergewöhnliches Verhältnis von Festigkeit zu Gewicht. Es ist hell, feinfaserig, geruchs- und geschmacksneutral, harzfrei und splittert kaum. Es lässt sich hervorragend schälen, messern, verkleben, biegen und beschichten.[80] Sein Zellulosegehalt liegt bei 46–54 %, gebleichter Pappelzellstoff steht Nadelholzzellstoff mechanisch nicht nach.[81] Grenzen hat es wie jede Holzart: unbehandelt ist es im Außenbereich wenig dauerhaft. Wie zäh und zugleich leicht es ist, zeigen klassische Anwendungen am Körper: Prothesen und Holzschuhe (Klompen, Sabots) wurden traditionell aus Pappel gefertigt. Holz aus Agroforstsystemen kann Waldholz in Holzwerkstoffen, Papier und Zellstoff unmittelbar ersetzen – bei einem Bruchteil der Wachstumszeit.[82]

68 Dickmann 2006
69 Moench 1785
70 v. Wühlisch 2016 (Pappelkommission)
71 Baumdenkmale.org (Hybrid-Pappel), nach Joachim 1953.
72 Zeitgenössisches Werbeplakat (undatiert), Wortlaut nach Vorlage der Herausgeber.
73 Bley et al. 2015, Tab. 1.
74 Joachim 2007, zitiert nach Baumdenkmale.org (Hybrid-Pappel).
75 Bley et al. 2015.
76 v. Wühlisch 2016 (Pappelkommission)
77 waldwissen.net 2021 (NRW); BUND Region Stuttgart
78 waldwissen.net: Steckholzvermehrung; Aas 2006 (LWF)
79 waldwissen.net 2021 (NRW); v. Wühlisch 2016 (Pappelkommission)
80 EPF 2021 (Abschn. 1.3).
81 Zarew 1986 (S. 6 f., nach Markow & Mazelo sowie VNIIB).
82 Iost 2024, S. 13 f.

Drei Wertschöpfungsketten aus einem Stamm

Tabelle 1: Produkte der drei Verarbeitungswege für Pappelholz

Schälen / Messern	Sägen / Verkleben	Hacken / Zerfasern
Sperrholz, Furniere, Leichtbau- und Sandwichplatten, Obst-, Austern- und Käseverpackungen, Innenausbau von Wohnmobilen, Zügen und Booten, Möbel, Zündhölzer, Tischtennisschläger, Prothesen	Schnittholz, Paletten und Kisten, Brettschichtholz (BSH), Brettsperrholz (CLT), Furnierschichtholz (LVL), I-Träger, thermisch modifiziertes Holz für Fassaden und Terrassen	OSB und Spanplatten, MDF, Holzfaser-Dämmstoffe, Zellstoff und Papier, Holz-Kunststoff-Verbunde (WPC), Pflanzenkohle, Bioraffinerie (Lignin, Chemikalien), Energieholz

Sperrholz und Verpackung: Massenmärkte, die Kunststoff ersetzen

Pappelsperrholz ist in Spanien, Italien und Ungarn die wichtigste Sperrholzart. Frankreich, Spanien, Italien und Ungarn produzierten 2018 zusammen rund 627.600 m³.[83] Das geringe Gewicht spart Masse in Wohnmobilen, Zügen und Yachten. Ebenheit und helle Farbe machen es zum Favoriten für Möbel und Innenausbau. Weil das Holz farb-, geruch- und geschmacksneutral ist, geht ein erheblicher Teil in Obst-, Austern- und Käseverpackungen, Medizinbedarf und Einwegbesteck – dort ersetzt Pappel Einwegkunststoff.[84] In Frankreich ist die Leichtverpackungsindustrie der größte Abnehmer der Pappelproduktion. Die Branche verarbeitet rund 630.000 m³ Pappelholz pro Jahr.[85]

Die Wertschöpfung bleibt regional (Teil 1, Eigenschaft 7): Allein in der französischen Region Nouvelle-Aquitaine hängen an Pappelanbau und Verarbeitung nahezu 2.000 direkte Arbeitsplätze.[86] In Frankreich teilen sich rund 136.000 Eigentümer die etwa 194.000 ha Pappelbestände – Pappelanbau ist dort eine kleinbäuerliche Kultur, keine forstliche Großstruktur.[87]

Spanien: Ein Weltmarktführer, gewachsen aus dem Pappelanbau

Wie eine Pappelwertschöpfungskette ländliche Räume trägt, zeigt Spanien. Die Garnica-Gruppe aus La Rioja, 1941 als kleines Familiensägewerk gegründet, gilt heute als weltweit führender Hersteller von Pappelsperrholz[88]. Sie beschäftigt über 1.100 Mitarbeitende, überwiegend im ländlichen Raum, in sieben Werken – fünf in Spanien und zwei in Frankreich.[89] Schon 2017 lag die Produktionskapazität bei 330.000 m³ Sperrholz, 93 % des Umsatzes gingen in den Export.[90] Das größte europäische Pappelsperrholzwerk steht in Valencia de Don Juan (León): mit über 300 direkten Arbeitsplätzen wuchs die Gemeinde in zwei Jahrzehnten um 34 %. Mehr als 90 % des Pappelsperrholzes aus Kastilien und León gehen in den Export, vor allem in den Fahrzeug- und Bootsbau.[91]

Wie WIMCO in Indien (Teil 5) sichert auch Garnica seinen Rohstoff selbst: Die von Firmengründer Pedro Garnica ins Leben gerufene Gesellschaft Bosques y Ríos bewirtschaftet über 2.500 ha Pappelbestände und gilt als größtes Pappelanbauunternehmen Europas. Vom spanischen Umweltministerium erhielt sie die Zertifizierung der ersten Pappelpflanzung Spaniens als CO_2-Senkenprojekt.[92]

Bauen mit Pappel: Italien und Spanien gehen voran

- **Normung:** Die europäische Brettschichtholznorm EN 14080 gilt für gelistete Nadelholzarten *oder Pappel* – sie ist damit die einzige Laubholzart, die ohne Sonderregelung als Ausgangsmaterial für Brettschichtholz zugelassen ist.[93] 2024 haben UNE und CEN die spanischen Klone MC und Luisa Avanzo als Bauschnittholz der Festigkeitsklasse T10 (EN 338) normiert, objektbezogene Laborprüfungen entfallen, BSH- und CLT-Produkte aus diesen Klonen sind CE-fähig.[94]
- **Spanien:** Im EU-Projekt LIFE Wood for Future entsteht in Granada das erste Demonstrationsgebäude mit tragenden Brettschichtholzträgern aus Pappel. Im Vorläuferprojekt COMPOP erreichten Pappel-Leimbinder (Klon I-214) im Vierpunkt-Biegeversuch die Klasse GL20h, obwohl dasselbe Holz als Schnittholz nur C14–C16 erreichte – der Verklebungseffekt homogenisiert und versteift.[95]

83 EPF 2021 (Abschn. 1.3–1.4, EPF-Statistik 2018).
84 EPF 2021 (Abschn. 1.3).
85 France Bois Forêt 2018 (Leichtverpackung ca. 630.000 m³/a); CNP 2023
86 CNPF 2021 (Nouvelle-Aquitaine).
87 CNP 2023
88 El Debate 2024
89 ProPopulus 2024 (Garnica)
90 Garnica 2018
91 leonoticias 2019
92 ProPopulus 2024 (Garnica)
93 EN 14080:2013
94 LIFE Wood for Future 2024; Fuentes García 2025
95 COMPOP Timber (UGR)

- **Italien:** Das modulare System PoplyHouse errichtet komplette, erdbebensichere Gebäude aus Pappelsperrholz und erhielt 2021 den Nachhaltigkeitspreis der italienischen Agentur für Energie und nachhaltige Entwicklung.[96] Brettsperrholz aus Pappel lag in Biegeversuchen nur rund 8 % unter den Kennwerten von Fichten-CLT.[97] Pappel-LVL, Faserdämmstoffe und thermisch modifizierte Pappel für Bauprodukte sind dokumentiert.[98]
- **Deutschland:** Im FNR-geförderten Innovationsprojekt PappelWERT entsteht in Rerik (Mecklenburg-Vorpommern) das erste deutsche landwirtschaftliche Demonstrationsgebäude aus Pappelholz-Leimbindern.[99]

Klimawirkung von Holzgebäuden im Vergleich zu mineralischen Bauweisen

Holz im Gebäude speichert Kohlenstoff über 50 bis 100 Jahre und ersetzt emissionsintensive Baustoffe – Pappelsperrholz trägt einen Netto-Klimavorteil von über 780 kg CO_2 je m³.[100]

- **Je Kubikmeter Pappelholz:** Ein Kubikmeter Pappelholz enthält rund 0,2 t Kohlenstoff und speichert damit rund 0,7 t CO_2. Ersetzt er Stahlbeton, werden nach den Meta-Analysen von Sathre & O'Connor (2010) und Leskinen et al. (2018) zusätzlich rund 0,9 bis 1,5 t CO_2-Äq. vermieden – zusammen 1,6 bis 2,2 t CO_2-Äq. je Kubikmeter. Stahlbeton ist der Vergleichsmaßstab, weil er in allen hier genannten Gebäudevergleichen die Referenz bildet. Ob der Ersatz von Stahl oder von Beton je Kubikmeter Holz mehr bewirkt, beantwortet die Literatur nicht einheitlich.[101]
- **Ein- und Zweifamilienhäuser:** Über den gesamten Lebenszyklus spart die Holzbauweise gegenüber konventioneller Bauweise 77 bis 207 kg CO_2-Äquivalente je m² Bruttogeschossfläche ein – bei 200 m² sind das 16 bis 41 t. Bei Mehrfamilienhäusern ist der relative Vorteil wegen höherer Brandschutzanforderungen etwas geringer.[102]
- **Geschosswohnungsbau:** Ein Vergleich von 20 Wohnbauprojekten in Holz- und Holzhybridbauweise mit jeweils funktionsgleichen Stahlbeton-Zwillingen ergab im Mittel 204 kg CO_2-Äquivalente je m² weniger – bis zu 50 % der Herstellungsemissionen, bei drei- bis viergeschossigen Bauten rund 220 bis 240 kg, bei höheren Gebäuden rund 160 kg. Den größten Hebel bieten Bauteile mit viel Material in der Tragstruktur, vor allem die Geschossdecken.[103]
- **Substitutionsfaktor:** Meta-Analysen beziffern den Substitutionsfaktor – die vermiedenen Emissionen im Verhältnis zum Kohlenstoff im eingesetzten Holzprodukt – auf durchschnittlich 2,1 (21 Studien) bzw. 1,2 (51 Studien). Substitutionsfaktoren allein sind nach Einschätzung der Autoren jedoch keine hinreichende Grundlage für politische Entscheidungen.[104]
- **Beispiele:** Das 18-geschossige Studentenwohnheim Brock Commons in Vancouver speichert in 2.233 m³ Brettsperr- und Brettschichtholz 1.753 t CO_2 und vermied weitere 679 t in der Herstellung.[105] Das 84 m hohe HoHo Wien spart nach Angaben der Projektentwicklung gegenüber einer Stahlbetonausführung rund 2.800 t CO_2-Äquivalente.[106]
- **Dämmstoffe:** Bei Holzfaser- und Zellulosedämmung liegt der Klimavorteil vor allem im gespeicherten biogenen Kohlenstoff. In einer ganzheitlichen Bewertung schnitten Zellulose-Einblasdämmung und Holzfasermatten gut ab, nass hergestellte Holzfaserplatten wegen ihres Energiebedarfs dagegen schwächer.[107] Für die EU-Zertifizierung dauerhafter Kohlenstoffspeicher (CRCF, Mindestdauer 35 Jahre) ist vorgesehen, holzfaserbasierte und andere biobasierte Dämmstoffe ebenso wie tragende Holzbauteile als langlebige Gebäudespeicher zu erfassen. Der delegierte Rechtsakt zur Kohlenstoffspeicherung in Gebäuden ist für Ende 2026 angekündigt.[108]

Alle genannten Studien beziehen sich auf Nadelholz bzw. allgemeine Holzbauweisen – pappelspezifische Gebäudeökobilanzen liegen bislang nicht vor.

96 ProPopulus 2021

97 Hematabadi et al. 2020

98 ProPopulus 2022 (Tech Paper „Poplar Wood for Construction").

99 Lignovis: PappelWERT

100 EPF 2021 (Abschn. 2.2.1 und 2.5.2; Fußabdruckbewertung durch Föra).

101 Eigene Berechnung: Raumdichte 0,40 t/m³, Kohlenstoffanteil 50 %, Substitutionsfaktoren 1,2 bzw. 2,1 nach Leskinen et al. 2018 und Sathre & O'Connor 2010. Der Speicheranteil wirkt nur während der Nutzungsdauer des Produkts.

102 Hafner et al. 2017 (THG-Holzbau); Hafner & Schäfer 2017

103 Troy et al. 2026 (reduce) Der Kennwert umfasst fossile Emissionen und den biogen gespeicherten Kohlenstoff (GWP-total) in der Herstellungsphase; er ist daher nicht mit Lebenszykluswerten gleichzusetzen und nicht zusätzlich zum Produktspeicher anzurechnen.

104 Sathre & O'Connor 2010; Leskinen et al. 2018

105 Canadian Wood Council 2018

106 HoHo Wien

107 ifeu 2020

108 EU-Kommission 2026 (CRCF Gebäude); VO (EU) 2024/3012 (CRCF)

Teil 3 Pappel weltweit: Flächen, Ernten, Bedeutung

Weltweit stehen rund 9,6 Mio. ha Pappelplantagen, davon über 8,5 Mio. ha in China. Natürliche Pappelwälder bedecken über 64 Mio. ha, vor allem in Russland, Kanada und den USA.[109] In Europa konzentriert sich der Anbau auf Frankreich, Spanien, Ungarn und Italien. Tabelle 2 stellt die belastbaren Kenngrößen der wichtigsten Anbauländer zusammen. Die Flächenangaben sind nur bedingt vergleichbar, weil Pappelbestände in Italien als landwirtschaftliche Kultur zählen, in anderen Ländern als Wald oder Agroforst, und weil die kurzen Umtriebe die Inventuren schnell veralten lassen.[110]

Tabelle 2: *Pappelflächen, Ernten und Bedeutung im nationalen Holzmarkt ausgewählter Länder*

Land	Pappelfläche (ha)	Jahresernte / Bedarf	Bedeutung im nationalen Holzmarkt	Quelle
China	> 8.500.000 (Plantagen und Agroforst)	Zuwachs der Produktion um 40 Mio. m³ in einem Jahrzehnt (2000er)	Größtes Pappelland der Welt. Rohstoffbasis für Sperrholz, Platten und Papier, Schutzgürtel gegen Wüstenbildung	FAO 2016, FAO 2010[111]
Frankreich	≈ 194.000–212.000 (136.000 Eigentümer)	Bedarf ca. 1,5 Mio. m³/a, Leichtverpackung allein ca. 630.000 m³/a	Höchstens 3 % der Laubwaldfläche liefern über 20 % der Stammholzproduktion. Zweitwichtigste Laubholzart nach der Eiche, größte Anbaufläche Europas	CNP 2023, CNPF, FBF 2018[112]
Spanien	≈ 123.000 (FAO 2016)	k. A. – Plantagen binden > 20 t CO_2/ha·a	Wichtigste Sperrholzart, Marktführer Garnica. Klone MC und Luisa Avanzo seit 2024 als Bauholz normiert	EPF 2021, LIFE WfF 2024[113]
Italien	≈ 46.000–54.000	Produktion ≈ 1,0 Mio. m³/a bei Bedarf 2,2 Mio. m³/a (zweitgrößter Pappel-Importeur nach China)	Weniger als 1 % der Waldfläche liefert 45 % des heimisch verarbeiteten Holzes und ca. 33 % des Holzes der Möbelbranche	Intesa 2025, CREA 2018[114]
Ungarn	≈ 109.000 produktionsorientiert (FAO 2016), 2000: 156.700 inkl. 47.400 Naturbestände	1,7 Mio. m³ (1991)	Wichtigste Sperrholzart, wichtiger Exporteur nach Italien	EPF 2021, FAO 1992/2000[115]
Belgien	≈ 35.000	1991: 60 % der Produktion exportiert (210.000 m³)	Herkunft der Unal- und INBO-Sorten, Züchtungszentrum Geraardsbergen seit 1948	EPF 2021, FAO 1992, INBO[116]
Türkei	≈ 100.000–130.000	3,5 Mio. m³ (1991)	Fast ausschließlich private Anbauer, eigenes Pappelforschungsinstitut (Izmit)	FAO 1992, FAO 2020[117]
Indien	> 300.000 (Agroforst, v. a. Punjab, Haryana, West-UP)	Bauernholz für Sperrholz, Zündholz, Bleistifte, Zellstoff	> 93 % des indischen Holzes von Bäumen außerhalb des Waldes, Yamunanagar „Sperrholzhauptstadt“	ICFRE/EAC-PM 2024[118]
Deutschland	≈ 6.600 KUP (Pappel und Weide), im Wald ≈ 58.000 Hybrid- und Balsampappeln	überwiegend Kurzumtrieb/Energieholz, Wertholzketten im Aufbau	Kaum erschlossen, Agroforst als Maßnahme des Klimaschutzprogramms 2026	Liesebach & Schneck 2024, v. Wühlisch 2016, KSP 2026[119]
UdSSR (hist.)	≈ 150.000 künstliche Bestände (1978), Ukraine: > 100.000 ha allein 1958–65	k. A. – Aspe (Wildart): 18,7 Mio. ha mit 2,6 Mrd. m³ Holzvorrat	Zündholz-, Verpackungs- und Plattenindustrie, Feldschutzstreifen (Woronesch 1980: 35 % Pappel)	Zarew 1986[120]

Hinweis: Flächenangaben aus unterschiedlichen Jahren und Definitionen (Plantage, Wald, Agroforst), Werte gerundet. Erntemengen historischer IPC-Berichte dienen der Größenordnung.

[109] EPF 2021, Abschn. 1.2, nach FAO 2016 (die China-Angabe steht dort irrtümlich als „acres“; gemeint sind Hektar, vgl. FAO 2000: 6 Mio. ha).

[110] EPF 2021 (Abschn. 1.2: Italien nach neuer Inventur 46.125 ha, −23 % gegenüber FAO-Wert).

[111] FAO 2016; Lebedys 2010

[112] CNP 2023; CNPF 2021; France Bois Forêt 2018

[113] EPF 2021; LIFE Wood for Future 2024; Fuentes García 2025

[114] Intesa Pioppo 2025; CREA 2018

[115] EPF 2021; FAO 1992; FAO 2000

[116] EPF 2021; FAO 1992; INBO Dossier populier

[117] FAO 1992; FAO 2020

[118] EAC-PM 2024; Fläche: Poplar culture in India 2015; Chavan et al. 2023

[119] Liesebach & Schneck 2024 (Kurzfassung); v. Wühlisch 2016 (BWI 2012); KSP 2026.

[120] Zarew 1986 (S. 7, 10 f.).

Teil 4 Züchtung: Warum die Pappel die am weitesten entwickelte Waldbaumart ist

Belgien: Vom Zündholz zur Pappelzüchtung

Kaum eine Geschichte zeigt so klar, wie eine Industrie eine Baumart formt. Die belgische Zündholzindustrie konzentrierte sich seit 1835 im Dendertal um Geraardsbergen. 1912 schlossen sich neun Fabriken zur Union Allumettière zusammen. Der schwedische Unternehmer Ivar Kreuger (Svenska Tändsticks AB, S.T.A.B., heute Swedish Match) übernahm 1925 drei Viertel der Anteile und führte ab 1932 die gesamte Gruppe unter dem Namen Union Allumettière.[121] Zündhölzer brauchen astfreies, feinporiges, harzfreies Schälholz – und die Aspe, das klassische Zündholzholz, wächst in Belgien nicht in ausreichender Menge. Deshalb begann der Konzern schon in den 1920er-Jahren, Flächen für den Pappelanbau zu kaufen. 1963 besaß Unal rund 1.500 ha Wald.[122]

Die Verbindung nach Schweden war auch wissenschaftlich: S.T.A.B. gehörte zu den Gründungsfinanziers der schwedischen Waldbaumzüchtung in Ekebo (1936), deren treibende Kraft, der Genetiker Hermann Nilsson-Ehle, ab 1938/39 Berater der Union Allumettière wurde. In Ekebo entstanden zeitgleich die ersten triploiden und hybriden Aspen für die schwedische Zündholzindustrie.[123] 1948 gründete die Union Allumettière in Geraardsbergen das Instituut voor Populierenteelt, das Züchtung und Kreuzung von Pappelarten systematisch untersuchte.[124] Ab 1954 leitete der Forstingenieur Victor Steenackers die Arbeit. Er durchkämmte die USA nach Saatgut und Reisern der wüchsigsten *P. deltoides* und *P. trichocarpa* und ganz Belgien nach den letzten reinen Schwarzpappeln, die man bereits für ausgestorben hielt.[125]

Aus Kreuzungen der Jahre 1960–62 gingen Anfang der 1970er-Jahre die weltweit vertriebenen „Unal-Klone“ hervor – euramerikanische (*P. deltoides* × *P. nigra*: Primo, Ghoy, Gaver, Gibecq, Ogy, Isières) und interamerikanische (*P. trichocarpa* × *P. deltoides*: Beaupré, Unal, Boelare, Hunnegem, Raspalje). Sie zählten zu den schnellstwachsenden Bäumen der gemäßigten Nordhalbkugel – und einige wurden Opfer ihres Erfolgs, als der Rostpilz *Melampsora larici-populina* die großflächig gepflanzten, genetisch einheitlichen Klone erreichte.[126] Die Lehre aus dieser Erfahrung – Krankheitsresistenz und Sortenvielfalt vor Maximalwuchs – prägt die Züchtung bis heute.

Als Swedish Match die Zündholzproduktion in Geraardsbergen ab 1969 schrittweise zurückfuhr, ging das Institut in öffentliche Trägerschaft über, seit 1991 gehört es zur Forschung der Flämischen Gemeinschaft, zunächst als Teil des Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer (IBW), heute des Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO).[127] Seit 1997 hat das INBO acht Sorten auf den Markt gebracht, die auf einer in Europa einzigartigen Sammlung von *P. nigra, P. deltoides* und *P. trichocarpa* beruhen. Kreuzungsprogramme liefen bis 2014, die Selektion daraus wird bis heute fortgeführt, und 2021 erhielt mit ‘Remus’ ein weiterer Klon aus einer Kreuzung von 1965 den europäischen Sortenschutz.[128]

Die aktuellen INBO-Sorten

Tabelle 3: *Aktuelle Sorten des INBO (Belgien): Abstammung, Sortenschutz, Geschlecht und Holzeigenschaften*

Sorte	Abstammung	Kreuzung / EU-Sortenschutz	Geschl.	Holz und Resistenz (lt. Sortenpass)
Bakan	*P. trichocarpa* × *P. maximowiczii* (asiamerikanisch)	1970 / 2016	♂	Sehr gut für Furnier (geringer Kern- und Zugholzanteil, hoher Weißgrad), günstiges Festigkeits-Dichte-Verhältnis für Schnittholz
Skado	*P. trichocarpa* × *P. maximowiczii* (asiamerikanisch)	1970 / 2016	♀	Vollgeschwister von Bakan, sehr gut für Furnier. Für Bauzwecke etwas geringeren E-Modul beachten
Marke	*P. deltoides* × *(P. trichocarpa* × *P. maximowiczii)* (asiamerikanisch)	1970 / 2016	♀	Vollgeschwister von Dender. Furnier und Schnittholz gut bis sehr gut, sehr tolerant gegen Blattrost

121 Steenackers-Chronik

122 Steenackers-Chronik („Tribute to my father“).

123 Steenackers-Chronik; Skogforsk

124 Populier van Hier 2024; INBO Dossier populier

125 Steenackers-Chronik („Woonzorgcentrum de populier“).

126 Populier van Hier 2024; Steenackers-Chronik

127 Steenackers-Chronik (Unal-Chronik 1969–1979, „Woonzorgcentrum de populier“); Populier van Hier 2024; zum IBW: FAO 2000 Die Datierung der Unal-Markteinführung schwankt in den Quellen zwischen 1970, 1972 und 1980.

128 Belgium IPC Report 2024

Sorte	Abstammung	Kreuzung / EU-Sortenschutz	Geschl.	Holz und Resistenz (lt. Sortenpass)
Dender	*P. deltoides* × *(P. trichocarpa* × *P. maximowiczii)* (asiamerikanisch)	1970 / 2016	♂	Furnier gut bis sehr gut (auch CE-Multiplex), Schnittholz gut bis sehr gut, sehr tolerant gegen Blattrost
Vesten	*P. deltoides* × *P. nigra* (euramerikanisch)	1978 / 2002	♀	Furnier ausgezeichnet (auch CE-Multiplex), Schnittholz sehr gut bis ausgezeichnet, zählt zu den wüchsigsten euramerikanischen Sorten Europas
Oudenberg	*P. deltoides* × *P. nigra* (euramerikanisch)	1978 / 2002	♀	Furnier gut, Schnittholz sehr gut, sehr geringer Zugholzanteil (7 %)
Remus	*P. deltoides* × *P. nigra* (euramerikanisch)	1965 / 2021	♀	Furnier und Schnittholz gut. Tolerant gegen Blattrost, resistent gegen Bakterienkrebs, gut bis sehr gut auf fruchtbaren Böden.

Alle sieben Sorten sind gegen die wichtigsten europäischen Pappelkrankheiten – Blattrost (Melampsora larici-populina), Blattfleckenkrankheit (Marssonina brunnea) und Bakterienkrebs (Xanthomonas populi) – als tolerant eingestuft. Kreuzungsjahr und Geschlecht nach den Sortenpässen.[129] *Muur (euramerikanisch, ♂) und Grimminge (interamerikanisch) vervollständigen die Reihe.*

In Deutschland haben die INBO-Züchtungen ältere Sorten in Agroforstsystemen weitgehend ersetzt.[130] Mit Bakan und Dender stehen zudem männliche Sorten zur Verfügung, die keinen Samenflug erzeugen.[131]

Italien: Papierindustrie, Staatsinstitut und private Züchter

Auch in Italien stand die Industrie am Anfang: Das Istituto di Sperimentazione per la Pioppicoltura in Casale Monferrato wurde auf Grund der Papierfabrik Società Cartiere Burgo errichtet und am 1. Oktober 1939 eröffnet.[132] Aus der italienischen Pappelforschung stammt der Klon ‘I-214’, den der Genetiker Giovanni Jacometti 1929 auslas. Er prägt die traditionelle Pappelkultur Italiens bis heute und ist die Referenz, an der neue Sorten gemessen werden. Inzwischen stehen rund 80 Klone zur Verfügung, von denen neuere ertragreicher als ‘I-214’ und gegen viele Pilzkrankheiten sowie die Pappelrindenlaus resistent sind – ohne Gentechnik.[133] Heute gehört das Institut zum Centro di Ricerca Foreste e Legno des staatlichen Agrarforschungsrats CREA, das Züchtung, Erhaltung forstgenetischer Ressourcen und Pappelanbauforschung bündelt.[134] Das CREA hat zudem gezielt Sorten „mit höherer Umweltverträglichkeit“ (MSA) gezüchtet, die dank hoher genetischer Resistenz mit weniger Pflanzenschutz auskommen.[135]

Daneben betreiben private Baumschulen eigene Programme. Alasia Vivai Italia (Savigliano, Piemont) züchtet – gestützt auf die Erfahrung von vier Baumschulgenerationen – seit 1985, also seit rund 40 Jahren, neue Pappel- und Weidensorten für Wertholz, Biomasse und die Sanierung versalzter oder nitratbelasteter Standorte. Die hauseigene Elternsammlung (Populetum) umfasst nach Unternehmensangaben eine besonders große genetische Bandbreite aller wichtigen Pappelarten und dient dazu, Kreuzungseltern bis zur Blühreife zu erziehen und ihr Geschlecht zu bestimmen.[136] Ein aktuelles Ergebnis ist der Klon ‘Missouri’, den das Unternehmen als derzeit ertragsstärksten Klon mit guter Krankheitsresistenz, Toleranz gegen die Pappelrindenlaus und guten Holzeigenschaften beschreibt. Die Sperrholzindustrie hat ihn als Alternative zu ‘I-214’ erprobt. Weitere rund 50 Klone aus einem fortgeschrittenen Programm gehen seit 2024 in Feldprüfungen.[137] Mit Biopoplar s.r.l. (Cavallermaggiore, Provinz Cuneo) arbeitet ein weiteres privates Forschungsunternehmen an der Pappelzüchtung. Zu den aktuellen Sorten zählen ‘Everest’, ‘Grecale’ und ‘Maestrale’.[138]

Sowjetunion: Das größte Sortenprüfnetz der Geschichte – und warum daraus keine Wertschöpfungskette wurde

Die Sowjetunion betrieb Pappelzüchtung im Kontinentalmaßstab. Die Programme begannen fast gleichzeitig 1932–1935 an vier Instituten. Alexander S. Jablokow erhielt 1951 den Staatspreis der UdSSR für neue Hybridpappelsorten (u. a. ‘Pionier’, ‘Russki’, ‘Sowjetische Pyramidenpappel’).[139] Ab 1956 wurden rund 80 Arten und Sorten in einem Netz von 41 Forstbetrieben in 22 Gebieten der RSFSR (Russische Sozialistische Föderative Sowjetrepublik) und 17 Forstbetrieben der Ukraine geprüft – nach dem Vorbild der 1.650 landwirtschaftlichen Sortenprüfflächen des Landes.[140] Die Ergebnisse waren eindeutig: Auf einer 1974

[129] INBO-Sortenpässe 2019/2020; Remus: De Clercq 2024; Belgium IPC Report 2024
[130] Weitz et al. 2024, S. 38.
[131] INBO-Sortenpässe 2019/2020
[132] CREA Foreste e Legno
[133] CREA futuro: Energia con il pioppo
[134] CREA Foreste e Legno; CREA 2018
[135] CREA futuro: Energia con il pioppo
[136] Alasia Vivai
[137] Alasia Vivai (Seiten „Clone Missouri“ und „I cloni di pioppo“).
[138] Biopoplar
[139] Zarew 1986 (S. 10 f.); Museum des Waldes (Moskau)
[140] Zarew 1986 (S. 19 f.).

angelegten Praxisfläche bei Woronesch erreichten die Sorten ‘Pionier’, ‘Robusta’ und der Hybrid э.с.-38 nach neun Jahren rund 75 % mehr Stammvolumen als die ortsübliche Balsampappel – bei identischem Standort und identischer Agrotechnik.[141] In der Halbwüste bei Astrachan erzielte ‘Brabantica’ unter Bewässerung das 5,5-fache Volumen der lokalen Schwarzpappel.[142]

Der Feldschutz-Effekt ist ebenfalls dokumentiert: Der Pappelanteil an den Feldschutzstreifen im Gebiet Woronesch stieg von 8 % (1968) über 20 % (1971) auf 35 % (1976–80), weil Pappelstreifen ihre Schutzfunktion bereits ab dem zweiten Jahr erfüllen.[143] Dennoch entstand keine tragfähige Wertschöpfungskette. Die über 100.000 ha, die 1958–65 in der Ukraine gepflanzt wurden, scheiterten großenteils an ungeeigneten Standorten, fehlenden, für die jeweilige Region geprüften und empfohlenen Sorten sowie mangelnder Pflege.[144] Die geprüften Sorten blieben, wie Zarew 1986 selbst schrieb, „nur in Sammlungen einzelner wissenschaftlicher Einrichtungen“ vorhanden und wurden nach 1991 nie rechtlich registriert oder breit eingeführt.[145] Es fehlte, was Belgien mit der Zündholzindustrie und Indien mit der Sperrholzindustrie hatten: ein Abnehmer mit langfristigem Eigeninteresse und ein Preis, der Knappheit signalisiert.

Teil 5 Agroforst mit Pappel: Drei Erfolgsgeschichten aus der Welt

Indien: Wie ein Zündholzhersteller eine Industrie auf Bauernland aufbaute

Über 93 % des in Indien produzierten Holzes stammen heute von Bäumen außerhalb des Waldes – der überwiegende Teil davon aus Agroforst.[146] Das ist keine Nebenerscheinung, sondern das Ergebnis einer bewussten Strategie: Nach dem Forest Conservation Act (1980) und der Nationalen Forstpolitik (1988) wurde der Einschlag in Naturwäldern weitgehend verboten. Holzverarbeitende Industrien mussten ihren Rohstoff selbst anbauen oder Landwirte dafür gewinnen.[147] Die Western India Match Company (WIMCO), Indiens größter Zündholzhersteller, begann daraufhin gemeinsam mit dem Forest Research Institute Dehradun Feldversuche mit *Populus deltoides* in der Indogangesebene und betreibt seit 1984 ein von der Agrarentwicklungsbank NABARD genehmigtes Agroforstprogramm – Vertragsanbau mit Pflanzgutlieferung, Beratung, Finanzierung und Abnahmegarantie.[148]

Das Ergebnis: mehr als 300.000 ha Pappel-Agroforst in Punjab, Haryana, West-Uttar Pradesh und Uttarakhand, meist in 7- bis 10-jährigen Umtrieben mit Weizen zwischen den Reihen, weil die im Winter unbelaubte Pappel genug Licht durchlässt.[149] Aus diesem Bauernholz entstand in Yamunanagar (Haryana) die „Sperrholzhauptstadt Indiens“, deren Holzindustrie etwa 70 % ihrer Produktion als Sperrholzplatte ausbringt.[150] Neuere Wirtschaftlichkeitsstudien bestätigen den Vorteil für die Landwirte: Pappel-Randpflanzungen mit Sorghum-Weizen-Fruchtfolge erzielten in Nordindien höhere Einkommen als reiner Ackerbau, bei einer internen Verzinsung von 85 %.[151] Eine Befragung von 100 Betrieben in Punjab 2022/23 fand Randpflanzungen mit Pappel und Eukalyptus wirtschaftlich tragfähig – die Pappel wegen ihrer kürzeren Umtriebszeit rentabler.[152]

Dieselbe Region hatte kurz zuvor die Gegenlektion erlebt: In Haryana pflanzten Landwirte ab den 1970er-Jahren Eukalyptus für die Papierfabrik in Yamunanagar, bis Mitte der 1980er-Jahre die Preise wegen eines Überangebots einbrachen und viele die Bäume wieder rodeten. Erst danach führte WIMCO dort die Pappel ein.[153] Für den Weizen ist sie der verträglichere Partner, weil sie im Winter kahl steht. In einem Versuch in Uttarakhand lag der organische Kohlenstoff im Boden unter Pappel-Agroforst höher als unter Eukalyptus-Agroforst und auf dem freien Feld.[154] Ein eindeutiger Sieger ist die Pappel in Indien dennoch nicht: Landesweit stellt der Eukalyptus, der leichter zu etablieren ist und auch auf ungünstigen Standorten wächst, rund 72 % der Bäume auf Agrarflächen. Auch die Pappelpreise schwankten stark, zwischen 1995 und 2003 etwa durch Holzimporte und Überangebot.[155] Den Ausschlag für die Pappel im Nordwesten gab ein

[141] Zarew 1986 (S. 24, Tab. 5: Stammvolumen 16,0–16,2 gegenüber 9,1 · 10^{-2} m³).
[142] Zarew 1986 (S. 31, Tab. 11).
[143] Zarew 1986 (S. 7, nach Angaben der Forstverwaltung Woronesch).
[144] Zarew 1986 (S. 11).
[145] Zarew 1986 (Vorwort, S. 3); zur Nichtregistrierung nach 1991: Zarew, Hybriden Jablokows
[146] EAC-PM 2024 (ICFRE: > 93 % „trees outside forests“); Belfer Center 2022 (94 %); Rizvi et al. 2025 (92 % aus Agroforstplantagen).
[147] Chavan et al. 2023
[148] Jain & Singh 2000; Chavan et al. 2023
[149] Poplar culture in India 2015; Chavan et al. 2023
[150] Haryana Forest Dept.
[151] Chavan et al. 2022
[152] JADP 2024
[153] Haryana Forest Dept.
[154] Sharma et al. 2022 (Pantnagar, Uttarakhand).
[155] Chavan et al. 2023; Haryana Forest Dept.

industrieller Abnehmer mit langfristigem Eigeninteresse. Indien zeigt damit: Ob sich Pappel-Agroforst verbreitet, entscheidet weniger die Biologie als vielmehr eine tragfähige Wertschöpfungskette. Zugleich nimmt der Anbau auf Bauernland Nutzungsdruck von den Naturwäldern: Der Einschlag in Indiens Wäldern ist auf unter 2 Mio. m³ pro Jahr begrenzt – bei einem Holzbedarf von rund 100 Mio. m³.[156]

Zentralasien: Große, weitgehend unerschlossene Wertschöpfungspotenziale

In Usbekistan, Kirgisistan, Tadschikistan und Südkasachstan gehören Pappeln zu den verbreitetsten Baumarten. Sie werden traditionell als Windschutz auf Feldern und in Hausgärten sowie entlang der Bewässerungskanäle und Straßen gepflanzt – funktional ein Agroforstsystem, das Bauholz, Brennholz und Windschutz für die bewässerte Landwirtschaft liefert.[157] In der Sowjetzeit war die Pappel dort schlicht das verfügbare Bauholz: Der Transport von Nadelholz über Tausende Kilometer aus Sibirien war zu teuer. Eine sowjetische Monografie zum Pappelanbau unter künstlicher Bewässerung dokumentiert die Praxis.[158]

Nach dem Zerfall der Sowjetunion wurden die Windschutzstreifen großflächig als Brennholz gerodet, und die Pappelzüchtung kam bis heute weitgehend zum Erliegen.[159] Das Potenzial ist dagegen quantifiziert: Ein Windschutznetz mit 500 m Streifenabstand auf den bewässerten Ackerflächen könnte jährlich 2,9 Mio. m³ Nutzholz für Zentralasien und 1,5 Mio. m³ für Usbekistan allein liefern – das Fünffache der heutigen heimischen Rundholzproduktion und -importe des Landes.[160] Aktuelle Projekte von World Agroforestry (ICRAF) und indischen Forschungseinrichtungen prüfen gezielt, wie sich das indische Vertragsanbaumodell auf Zentralasien übertragen lässt.[161]

China: 8,5 Millionen Hektar gegen Wüste und Holzmangel

China ist das größte Pappelland der Welt: über 8,5 Mio. ha Pappelplantagen und Agroforstsysteme, darunter die Schutzgürtel des „Grünen Walls“ (Three-North Shelterbelt).[162] Innerhalb eines Jahrzehnts stieg die chinesische Pappelholzproduktion um 40 Mio. m³, während sie in der übrigen Welt seit den 1980er-Jahren stagnierte.[163] Der Kreis Siyang (Jiangsu) gilt als Modellfall – und ist zugleich ein italienisch-chinesisches Züchtungsprojekt: In den 1970er-Jahren führte er 32 Pappelklone aus Italien ein. Heute bedecken Pappeln dort über 100.000 ha, die Baumbedeckung stieg von 7 auf 47 %, und kleinbäuerlicher Pappel-Agroforst stabilisiert Flussauen und liefert Holz, Fasern und Brennholz für die lokale Industrie.[164] China ist zugleich weltgrößter Pappelholz-Importeur.[165]

Teil 6 Pappel-Agroforst in Deutschland: Klimaschutz, der Erträge bringt

Agroforstsysteme kombinieren Baumreihen mit Ackerbau oder Grünland auf derselben Fläche. Mit der Pappel als Gehölzkomponente entstehen in kurzen Umtrieben sägefähige Stämme, während die Ackerkultur zwischen den Streifen weiter bewirtschaftet wird. Die Systeme sind reversibel, förderfähig und lassen sich weitgehend mit dem Maschinenpark eines durchschnittlichen Betriebs bewirtschaften.

Eine junge Anbauform. Agroforst ist in Deutschland als landwirtschaftliche Nutzung noch neu: Erst seit der GAP-Reform 2023 sind Agroforstsysteme in den Direktzahlungsregeln eigens definiert und über die Öko-Regelung 3 förderfähig.[166] Pappeln wurden auf Agrarflächen bislang fast nur in Kurzumtriebsplantagen für Energieholz angebaut, deren Fläche seit Jahren stagniert – unter anderem wegen der Konkurrenz durch Mais für Biogas.[167] Inzwischen rückt der stoffliche Holzmarkt in den Blick: Wertholzorientierte Systeme mit geprüften Sorten liefern Stämme für Sperrholz, Furnier und Holzbau (Teil 2), Kronen- und Restholz bleibt für die energetische Nutzung.

Schutzwirkungen auf der Fläche. Zu den in Teil 1 beschriebenen Eigenschaften kommen Schutzleistungen für Acker und Gewässer: Windschutzstreifen reduzieren die Windgeschwindigkeit um 20–46 % und die Bodenerosion um bis zu 76 %.[168] Als Grünfilter halten Pappelpufferstreifen bis zu 70–90 % der

156 Rizvi et al. 2025
157 ICRAF Central Asia; Thevs et al. 2022
158 Osolin 1966
159 Thevs et al. 2022; ICRAF Central Asia
160 Thevs et al. 2022
161 Rizvi et al. 2025; ICRAF Central Asia
162 EPF 2021 (nach FAO 2016; FAO 2000: 6 Mio. ha).
163 Lebedys 2010
164 ForestIndustries.EU 2010
165 Intesa Pioppo 2025 (Italien „zweitgrößter Pappel-Importeur nach China“).
166 DVL 2025 (mit Verweis auf § 4 Abs. 2 GAPDZV und Öko-Regelung 3).
167 Liesebach & Schneck 2024 (Kurzfassung).
168 ICFRE Windbreaks; zu Zentralasien: ICRAF Central Asia

Nitrate und 75 % der Sedimente zurück und binden 3- bis 10-mal mehr Stickstoff und Phosphor als krautige Ufervegetation.[169]



Abbildung 7: *9-jähriges Pappel-Agroforstsystem, Hof Müller-Hartmann (Foto: Lignovis).*



Abbildung 8: *Pappel-Demonstrations-Pflanzung des INBO Instituts in Belgien (Foto: Lignovis).*



Abbildung 9: *Pappel-Agroforst auf Hühnerauslauf: Verschattung, Schutz und Verdunstungskühlung (Foto: Lignovis).*

Agroforst als Schlüssel zur Deckung des steigenden Biomassebedarfs in Deutschland

Das Szenario für ein klimaneutrales Deutschland von Agora Agrar sieht vor, den steigenden Biomassebedarf bis 2045 unter anderem mit schnellwachsenden Gehölzen auf 1,7 Mio. ha zu decken – das sind 10 % der landwirtschaftlichen Fläche.[170] Mit Pappel ergäbe sich auf dieser Fläche bei einem Holzzuwachs von 12 t Trockenmasse je Hektar und Jahr und einer Speicherleistung von 1,84 t CO_2 je Tonne Trockenmasse Holz eine Bindung von 37,5 Mio. t CO_2 pro Jahr. Der Humusaufbau mit durchschnittlich 1,5 t CO_2 je Hektar und Jahr fügt 2,55 Mio. t CO_2 hinzu – zusammen rund 40 Mio. t CO_2 jährlich.[171] Messungen des Leibniz-Instituts für Agrartechnik und Bioökonomie (ATB) an einer Brandenburger Pappelkultur zeigen, dass die Annahme zum Boden eher vorsichtig ist: Die Pappelbewirtschaftung erhöhte die Kohlenstoffspeicherung in Boden und Wurzeln um 1,29 bis 2,04 t C je Hektar und Jahr, das entspricht 4,7 bis 7,5 t CO_2. Selbst Umtriebe von zwei und vier Jahren speicherten 50 % mehr Kohlenstoff als Grünland, sehr lange Umtriebe erreichten das Niveau gemäßigter Wälder.[172]

Welcher Sektor profitiert? Das Senkenziel des Klimaschutzgesetzes für den Landnutzungssektor (LULUCF) liegt 2045 bei −40 Mio. t CO_2-Äquivalenten.[173] Mit den 40 Mio. t des oben ausgeführten Szenarios ist das nicht gleichzusetzen, denn dieses beschreibt die Bindung im gesamten Holzzuwachs – einschließlich des Holzes, das von der Fläche abgefahren wird. Dem Landnutzungssektor werden bei Agroforst auf Acker- und Grünland jedoch nur der Kohlenstoff im stehenden Gehölzbestand und im Boden zugerechnet.

Die Anrechnung von Holzprodukten ist in der EU-LULUCF-Verordnung an Waldflächen (Aufforstung und bewirtschaftete Waldfläche) gekoppelt, energetisch genutztes Holz gilt als sofortige Emission.[174] Auch der EU-Zertifizierungsrahmen CRCF trennt: Kohlenstoff in Gehölzen und Boden fällt unter „Carbon Farming“, die Speicherung in langlebigen Produkten mit einer Mindestdauer von 35 Jahren bildet eine eigene Kategorie.[175] Die Klimawirkung des abgefahrenen Holzes entfaltet sich damit in den holzverwendenden Sektoren: als Kohlenstoffspeicher und Ersatz für Beton, Stahl und Kunststoff in Gebäuden und Industrie sowie als vermiedene fossile Emission im Energiesektor.

Ein erheblicher Teil der Klimaschutzleistung von Pappel-Agroforst wird also außerhalb des Landnutzungssektors wirksam. Auch der Wert, den das Klimaschutzprogramm 2026 für Agroforst und Hecken im Jahr 2045 ansetzt (13,5 Mio. t, siehe Abbildung 10), ist eine reine LULUCF-Größe,[176] ebenso die

[169] EPF 2021 (Abschn. 2.2.2 und 2.4.2); Fortier et al. 2015

[170] Agora Agrar 2026, S. 13 (Abb. A), S. 39.

[171] Weitz et al. 2024, S. 35 f.

[172] Fiege et al. 2025

[173] KSP 2026, S. 11 (Zielwerte nach § 3a Abs. 1 KSG: −25 Mio. t 2030, −35 Mio. t 2040, −40 Mio. t 2045).

[174] VO (EU) 2018/841

[175] VO (EU) 2024/3012 (CRCF)

[176] VIVO Carbon 2026

11 Mio. t CO_2 zusätzlicher Netto-Senke, die das Agora-Szenario für neue Hecken und schnellwachsende Bäume auf Agrarflächen im Jahr 2045 ausweist.[177]

Zusätzliches Stammholz im Umfang von rund der Hälfte des aktuellen deutschen Holzeinschlags. Schnellwachsende Agroforst-Gehölze auf 10 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche erzeugen rechnerisch 20,4 Mio. t oberirdische Holztrockenmasse pro Jahr. Für einen fairen Vergleich ist zu beachten, dass die Holzeinschlagsstatistik für den Forst nur Derbholz ab 7 cm Durchmesser und ohne Rinde erfasst. Reisig und Waldrestholz sind nicht enthalten.[178] Rechnet man die Pappelbiomasse entsprechend um – rund 26 % Ast- und Kronenholz[179], rund 5 % Stammspitze oberhalb eines marktüblichen Zopfs von 10 cm und rund 10 % Rinde[180] –, verbleiben rund 12,9 Mio. t Stammholz ohne Rinde. Bei einer Raumdichte von 0,40 t je Kubikmeter[181] sind das rund 32 Mio. m³ – 56 % des Holzeinschlags 2025 von 57,3 Mio. m³.[182] Weil die Statistik den tatsächlichen Einschlag im Wald um rund 20 % unterschätzt, entspricht das gemessen am realen Einschlag knapp der Hälfte.[183] Hinzu kommen jährlich rund 6 Mio. t Trockenmasse Kronen- und Astholz, die sich für Holzwerkstoffe, Zellstoff, Pflanzenkohle oder Wärme eignen, sowie rund 1,4 Mio. t Rinde.

Tabelle 4: *Holz- und CO_2-Potenzial schnellwachsender Gehölze auf 10 % der Agrarfläche*

Szenario	Gehölzfläche	Holz gesamt (Mio. t TM/a)	Stammholz o. R., Zopf 10 cm (Mio. m³/a)[1]	Anteil am Holzeinschlag 2025[2]	Kronen- und Astholz (Mio. t TM/a)	CO_2-Bindung (Mio. t/a)[3]
10 % der Agrarfläche	**1,7 Mio. ha**	**20,4**	**≈ 32**	**≈ 56 %**	**≈ 6**	**≈ 40**

Fläche nach Agora Agrar 2026, Zuwachs (12 t TM/ha·a) nach Weitz et al. 2024. [1] Stamm 74 % der oberirdischen Holzbiomasse, abzüglich rund 5 % Stammspitze oberhalb Zopf 10 cm und rund 10 % Rinde, Raumdichte 0,40 t/m³. [2] Holzeinschlag 2025: 57,3 Mio. m³ Derbholz ohne Rinde (Destatis). Die Statistik unterschätzt den tatsächlichen Einschlag um rund 20 %. [3] Bruttobindung im Holzzuwachs zuzüglich Humusaufbau (1,5 t CO_2/ha·a). Dem LULUCF-Sektor werden davon nur Gehölzbestand und Boden zugerechnet, Holzprodukte und Energieholz wirken in den holzverwendenden Sektoren (siehe Text). Berechnung: Lignovis.

Politischer Rückenwind: Klimaschutzprogramm 2026

Das am 25. März 2026 vom Bundeskabinett beschlossene Klimaschutzprogramm 2026 stellt für 2027 bis 2030 zusätzlich 4,7 Mrd. Euro für den Sektor Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF) bereit und enthält 23 Maßnahmen für Wälder, Moore und Böden. Agroforst und Hecken sind darin als eigene Maßnahme benannt.[184] Die LULUCF-Ziele des Klimaschutzgesetzes werden nach Einschätzung des Expertenrats für Klimafragen selbst mit den Maßnahmen des Programms bis 2040 sehr deutlich verfehlt – der Handlungsdruck auf Gehölze in der Agrarlandschaft ist entsprechend hoch.[185] Nach der Maßnahmenliste des Programms entfallen im Jahr 2045 rund 90 % des Mineralboden-Pfeilers auf Agroforst und Hecken – 13,5 von 15 Mio. t CO_2-Äquivalenten, rund 18 % der gesamten LULUCF-Senke. Ihr jährlicher Beitrag soll von 0,18 Mio. t (2030) auf das 75-Fache wachsen.[186]

Auch die im Programm vorgesehene Minderung durch verstärkte Holznutzung – 16 Mio. t CO_2-Äq. im Jahr 2040 und 18 Mio. t im Jahr 2045 (siehe Abbildung 10) – setzt zusätzliches Holz voraus.[187] Weil das Nadelholzaufkommen aus den Wäldern in den kommenden Jahrzehnten sinkt[188], muss Holz aus Agroforstsystemen diese Minderung maßgeblich mit ermöglichen (siehe Szenario oben). Inwieweit dieses Holz bilanziell dem Holzproduktespeicher im LULUCF-Sektor zugerechnet wird, hängt von der Inventurmethodik ab. Es entlastet in jedem Fall die Wälder und ersetzt emissionsintensive Materialien.

Für diese Ziele ist eine schnellwachsende, holzwirtschaftlich attraktive Baumart ein zentraler Hebel – die Pappel ist der naheliegende Kandidat. Projekte wie PappelWERT (Lignovis, FNR-gefördert) und die Aufbauarbeit von VIVO Carbon schaffen die Grundlagen: geprüfte Sorten, Anbauverfahren, Kooperationsmodelle, Holzvermarktung und belastbare CO_2-Nachweise. Hinzu kommt ein struktureller Effekt, den Indien bereits vorführt: Holzproduktion ist nicht mehr allein auf den Wald angewiesen – Agroforst erweitert die Produktionsfläche, schafft regionale Wertschöpfung und nimmt Nutzungsdruck aus den Wäldern.

177 Agora Agrar 2026, S. 16.

178 Destatis, Holzeinschlagsstatistik

179 Fortier et al. 2013

180 Thünen, Holzaufkommen Anteil der Stammspitze: eigene Annahme (Kegelnäherung für Stämme mit 25–35 cm Brusthöhendurchmesser: 2–6 % des Stammvolumens).

181 INBO-Sortenpässe 2019/2020 (Holzdichten 330–451 kg/m³ bei 60 % relativer Luftfeuchte).

182 Destatis 2026

183 Iost 2024.

184 KSP 2026; hier S. 10 (Finanzierung) sowie Kap. 3.6.2 und Anhang 8.6 (Maßnahmen LULUCF); Maßnahme „Hecken und Agroforst – Investitionsförderung zur Einrichtung von Agroforstsystemen und Anlage von Hecken“ nach Expertenrat 2026; Zahl der Maßnahmen nach BMUKN-Pressemitteilung.

185 Expertenrat 2026

186 VIVO Carbon 2026

187 VIVO Carbon 2026

188 Iost 2024, S. 1 und 8.

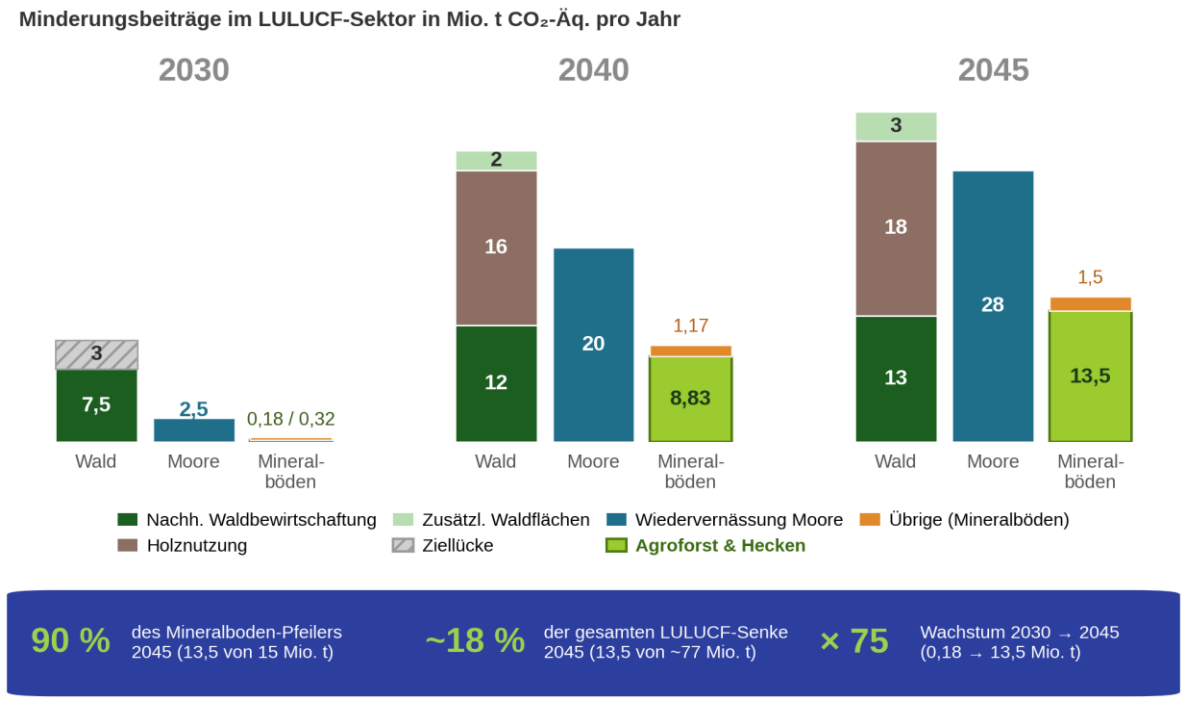


Abbildung 10: *Beiträge der LULUCF-Maßnahmen im Klimaschutzprogramm 2026 in Mio. t CO_2-Äq./Jahr. Agroforst & Hecken als Teil des Mineralboden-Pfeilers. Quelle: KSP 2026, Anhang 8.6 · Anteilsberechnung: VIVO Carbon (2026) · Darstellung: Lignovis.*

Ausbaupfad bis 2030. Was das Zwischenziel von 0,18 Mio. t im Jahr 2030 praktisch bedeutet, zeigt folgende Modellrechnung (Abbildung 11). Sie gilt für Agroforstgehölze allgemein, nicht nur für Pappeln. Pappeln binden im Holzzuwachs und im Boden zwar schneller Kohlenstoff als die meisten anderen Baumarten. Andere Baumarten stehen dafür länger bis zur Holznutzung, sodass ihr durchschnittlich auf der Fläche stehender Vorrat und damit ihre Senkenleistung höher sein kann.

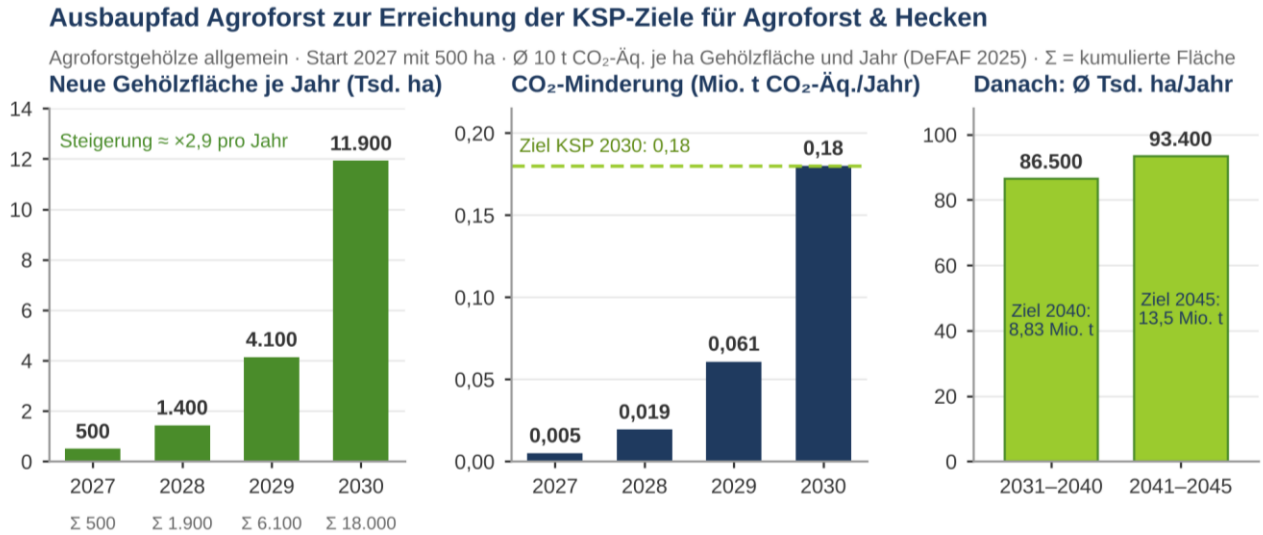


Abbildung 11: *Modellrechnung zum Ausbaupfad für die KSP-Ziele Agroforst & Hecken (0,18 Mio. t CO_2-Äq. 2030, 8,83 Mio. t 2040, 13,5 Mio. t 2045) für Agroforstgehölze allgemein. Annahmen: Ø 10 t CO_2-Äq. je ha Gehölzfläche und Jahr nach Böhm et al. 2025, wirksam ab der ersten Vegetationsperiode (Pflanzung im Winterhalbjahr). Zielwerte: KSP 2026, Anhang 8.6 · Modellrechnung und Darstellung: Lignovis.*

Durchschnittswerte je Hektar Agroforst nennen weder das Klimaschutzprogramm noch das Klimaschutzgesetz.[189] Die Rechnung verwendet deshalb den Mittelwert von rund 10 t CO_2-Äq. je Hektar Gehölzfläche und Jahr, den der Deutsche Fachverband für Agroforstwirtschaft aus deutschen und europäischen Studien abgeleitet hat.[190]

189 KSP 2026, Anhang 8.6 (nur Minderungswerte je Maßnahme); Expertenrat 2026 (keine Flächen- und Hektarannahmen dokumentiert).

190 Böhm et al. 2025, Zusammenfassung und S. 13–15 (Spanne der Studien 1,8–25 t CO_2-Äq. je ha Gehölzfläche und Jahr).

Beginnt der Ausbau 2027 mit 500 ha, muss sich die jährliche Pflanzfläche bis 2030 jedes Jahr knapp verdreifachen – auf rund 11.900 ha im Jahr 2030 und insgesamt 18.000 ha. Für die Ziele von 8,83 Mio. t im Jahr 2040 und 13,5 Mio. t im Jahr 2045 wären danach im Mittel rund 86.500 bzw. 93.400 ha neue Gehölzfläche pro Jahr nötig.[191] Bis 2045 wüchse die Gehölzfläche so auf rund 1,35 Mio. ha.

Geringerer Flächenbedarf. Drei Faktoren verringern den tatsächlichen Flächenbedarf. Erstens können Hecken je Hektar einen größeren Beitrag im Landnutzungssektor leisten: Nach einer Auswertung des Thünen-Instituts binden sie in den ersten 20 Jahren rund 16 t CO_2 je Hektar und Jahr allein in der Gehölzbiomasse.[192] Weil aus Hecken kein Holz geerntet wird, bleibt dieser Kohlenstoff in der Bilanz des Sektors. Dafür entfallen aber auch Holzprodukte, die als Speicher oder Ersatz fossiler Rohstoffe im Bau- und Energiesektor wirken.

Zweitens ist mit der Skalierung von Agroforst, insbesondere bei der Pappel, durch Anbauoptimierung und Züchtungsfortschritt mit erheblichen jährlichen Zuwachssteigerungen zu rechnen. Schon die Anordnung in Streifen steigert den Zuwachs von Pappeln gegenüber Plantagen um rund 20 %,[193] und neue Sorten übertreffen ältere deutlich (Teil 1 und 4).

Drittens dürfte Agrarfläche frei werden, auf der heute Energiepflanzen kultiviert werden: 2025 wuchsen auf rund 1,19 Mio. ha Pflanzen für Biogas und auf rund 0,82 Mio. ha Raps, Getreide und Zuckerrüben für Biodiesel, Pflanzenöl und Bioethanol – zusammen rund 12 % der landwirtschaftlichen Fläche. Die Biogasfläche ging bereits 2025 um 80.000 ha zurück, weil weniger Strom aus Biogas erzeugt wird.[194]

Rolle der Pappel und Rahmenbedingungen. Die Ausbauziele gelten für alle Agroforstgehölze. Wegen ihres Nutzwerts und der vergleichsweise kurzen Zeit bis zur Holzernte dürfte die Pappel jedoch einen Großteil davon tragen müssen. Je kürzer der Zeitraum bis zur rentablen Holznutzung, desto geringer sind die volkswirtschaftlichen Kosten für Investitions- und Beibehaltungsförderung. Diese Förderungen sind derzeit noch entscheidend dafür, ob sich Landwirte für Agroforst entscheiden, weil in Deutschland etablierte Absatzmärkte für hochwertiges Pappelholz fehlen.

Erreichbar ist der Pfad daher nur mit berechenbaren und für die Landwirtschaft attraktiven Rahmenbedingungen: mit praxisnahen Investitionsförderungen für die Anpflanzung, wie sie aktuell Niedersachsen und Brandenburg eingeführt haben,[195] und mit einer verlässlichen Beibehaltungsförderung für die Agroforstbewirtschaftung, derzeit über die Öko-Regelung 3.[196] Die Baumschulkapazitäten lassen sich technisch hinreichend schnell skalieren, zumal Pappeln einfach über Stecklinge vermehrt werden (Teil 1). Das setzt aber zwingend verlässliche Marktbedingungen für die Marktakteure voraus.

Vier Geschäftsmodelle für Pappel-Agroforst

Tabelle 5: *Vier Geschäftsmodelle für Pappel-Agroforst*

Holz	CO_2-Leistung	Ökosystemleistungen	Rohstoffbasis
Wertholz für Sperrholz, LVL, CLT und Schnittholz, Industrie- und Energieholz aus Resten	Zertifizierte Senkenleistung in Biomasse, Boden und Holzprodukten, Carbon-Removal-Verträge als langfristige „Abnahme“ der Klimaleistung	Humusaufbau, Wasser- und Erosionsschutz, Biodiversität, Tierwohl, Lieferketten-Nachweise	Rückverfolgbares Holz aus der Region – für Bau, Verpackung, Wärme, Pflanzenkohle und Bioraffinerien

191 KSP 2026, Anhang 8.6 (Zielwerte); eigene Modellrechnung, Annahmen siehe Abbildung 11.

192 Drexler et al. 2021 (87 t C je ha zusätzlich in der Gehölzbiomasse gegenüber Acker, bezogen auf 20 Jahre; mit Boden 104 t C je ha); Böhm et al. 2025, S. 15.

193 Böhm et al. 2025, S. 14.

194 FNR 2026, Tab. 1–3 (Werte 2025 geschätzt); FNR-Pressemitteilung 2026-39 vom 10.06.2026.

195 ML Niedersachsen 2025; MLEUV Brandenburg 2026.

196 DVL 2025.

Handlungsempfehlungen

- **Politik:** Agroforst zum attraktiven Business-Case für Landwirte machen und Investitions- und Beibehaltungsförderung verstetigen, um die Verfügbarkeit von Pappelholz zu steigern und die Holzart für die Industrie interessant zu machen. Pappelholz in Bau- und Beschaffungsstandards verankern und die Normung schnell vorantreiben (EN 14080).
- **Landwirtschaft:** Holzerzeugung als zweites Standbein ausbauen – Ertrag durch Holz, Agrarprämien und CO_2-Leistung bei gleichzeitigen Synergien mit Ackerkultur, Grünland und Tierhaltung.
- **Holzindustrie:** Regionale Wertschöpfungsketten aufbauen und – nach dem Vorbild WIMCO – als Abnehmer in Vorleistung gehen: Anbaukooperationen, Co-Investment, Abnahmegarantie. Nachfrage durch Holzverwerter ist der Schlüssel für zunehmenden und effizienten Anbau.
- **Wirtschaft:** Schnellwachsende Bäume als sofort verfügbare Instrumente zur CO_2-Entnahme und zum Insetting nutzen und das erzeugte Holz möglichst in regionalen Kreisläufen sowie in langlebigen Produkten als Kohlenstoffspeicher verwenden.
- **Energie:** Holz aus Agroforstsystemen als speicherbaren Energieträger für Hochtemperaturwärme und Wärmenetze einplanen – für Kältespitzen und Dunkelflauten in Ergänzung zu Wärmepumpen.
- **Wissenschaft:** Sortenprüfung in Agroforst-Konstellationen, Klassifizierung von Pappelsorten für verschiedene Einsatzzwecke und Normung vorantreiben, Wertholz-Erntetechnik und MRV-Methoden für Kohlenstoff in Streifen, Boden und Produkt weiterentwickeln.

Wussten Sie schon? Anekdoten zur Pappel

- **Die wertvollste Holztafel der Welt** ist aus Pappel: Leonardo da Vinci malte die Mona Lisa auf eine Pappelholztafel. Das dimensionsstabile, feinfaserige Holz trägt die Farbschichten seit über 500 Jahren.[197]
- **Claude Monet** widmete den Pappeln an der Epte 1891 eine Serie von rund zwei Dutzend Gemälden, Van Gogh, Klimt und Cézanne malten sie ebenso. Die Pappel prägt Europas Kulturlandschaft seit der Römerzeit (Po-Ebene).[198]
- **Ein Wald, der ein Baum ist:** „Pando“ in Utah ist kein gepflanzter Bestand, sondern ein natürlicher Klon der Zitterpappel – rund 47.000 Stämme auf 43 ha, nach genomischer Schätzung 12.000 bis 37.000 Jahre alt.[199]
- **Zündhölzer, Eisstiele, Spanschachteln:** Weil Pappelholz nicht splittert und geschmacksneutral ist, steckt es seit Generationen in Alltagsgegenständen – und hat die belgische Zündholzindustrie zur Pappelzüchtung gebracht (Teil 4).
- **Aspenschindeln auf dem Welterbe:** Die silbrig vergrauten Schuppendächer und Zwiebelkuppeln der Verklärungskirche von Kischi (Karelien, UNESCO-Welterbe) sind aus Aspenholz – ein Beleg für die Witterungsbeständigkeit der Art unter nordischem Klima.[200]
- **Heilpflanze Pappel:** Als Weidengewächs enthält die Pappel Salicin und Populin – natürliche Vorläufer der Salicylsäure. Pappelblätter werden traditionell bei rheumatischen Beschwerden eingesetzt und sind im Arzneibuch Polens als Arzneidroge beschrieben.[201] Pappelknospen hat die Kommission E für die äußerliche Anwendung positiv bewertet.[202]

[197] Louvre, Notice Monna Lisa
[198] Tucker 1989
[199] DeWoody et al. 2008; Grant et al. 1992; Pineau et al. 2026
[200] UNESCO, Kizhi Pogost
[201] Pobłocka-Olech et al. 2025
[202] Kommission E 1990

Anhang Methodik und Quellenverzeichnis

Methodischer Hinweis

Dieser Technical Report ist kein begutachteter Fachartikel, sondern eine belegte Übersichtsarbeit. Alle quantitativen Aussagen sind in Fußnoten auf Primärquellen (FAO-IPC-Berichte, nationale Branchenstatistiken, begutachtete Fachartikel, amtliche Dokumente) oder auf klar benannte Sekundärquellen zurückgeführt. Bei Literaturrecherche, Quellenabgleich und Textentwurf wurde das KI-Sprachmodell Claude (Anthropic) unterstützend eingesetzt. Auswahl, Prüfung und Verantwortung für alle Inhalte liegen bei den Autoren. Flächenangaben stammen aus unterschiedlichen Jahren und Definitionen und sind nur als Größenordnung vergleichbar. Ertrags- und CO_2-Werte sind Durchschnittswerte und standortabhängig. Historische Angaben aus der sowjetischen Fachliteratur wurden aus dem russischen Original übernommen, Sorten- und Ortsnamen sind transkribiert. Unternehmensangaben (z. B. zu Sorten privater Züchter) sind im Quellenverzeichnis als Herstellerangaben gekennzeichnet, eigene Berechnungen sind als solche ausgewiesen.

Quellenverzeichnis

Aas 2006 (LWF) — Aas, G. (2006): Die Schwarzpappel (Populus nigra) – zur Biologie einer bedrohten Baumart. LWF Wissen 52, Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Freising.

Agora Agrar 2026 — Agora Agrar (2026): Die Zukunft von Landnutzung und Ernährung in Deutschland. Wie Wettbewerbsfähigkeit und Nachhaltigkeit in Land- und Forstwirtschaft vereinbar sind. Berlin. agora-agrar.de/publikationen/die-zukunft-von-landnutzung-und-ernaehrung-in-deutschland.

agroforst-monitoring — Universität Münster, Zentrum für Interdisziplinäre Nachhaltigkeitsforschung: Forschungsprojekt agroforst-monitoring (seit 2020; Demonstrationsbetriebe 2022–2024, Edelholz 2023–2026). agroforst-monitoring.de; uni-muenster.de/OekologischePlanung/Transfer (abgerufen 10/2026).

Alasia Vivai — Alasia Vivai Italia (Savigliano): „La ricerca“, „I cloni di pioppo“ und „Clone Missouri“, alasiafranco.com (abgerufen 09/2026; Herstellerangaben); AgroNotizie (2007): Alasia New Clones (Züchtungsprogramm seit 1985).

ATB 2013 — Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim (ATB) (2013): Genügsame Hackschnitzel-Lieferanten – Pappeln und Weiden kommen ohne Stickstoffdünger aus. Pressemitteilung vom 06.05.2013 (FNR-gefördertes Projekt, Leitung Dr. J. Kern).

Augusto et al. 2002 — Augusto, L.; Ranger, J.; Binkley, D.; Rothe, A. (2002): Impact of several common tree species of European temperate forests on soil fertility. Annals of Forest Science 59: 233–253. doi:10.1051/forest:2002020.

Balasus et al. 2012 — Balasus, A.; Bischoff, W.-A.; Schwarz, A.; Scholz, V.; Kern, J. (2012): Nitrogen fluxes during the initial stage of willows and poplars in short-rotation coppices. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 175(5): 729–738. doi:10.1002/jpln.201100346.

Baumdenkmale.org — Baumdenkmale (o. J.): Hybrid-Pappel (Populus × canadensis). Online-Baumkataster, baumdenkmale.org/baumarten/hybrid-pappel-populus-x-canadensis/ (abgerufen 10/2026).

Belfer Center 2022 — Belfer Center for Science and International Affairs (2022): Forests, Trees, and Agroforestry – Their Roles in India’s Sustainable Development and Climate Action (zuerst in: Indian Forester 148(5)); Daten: Centre for Science and Environment (CSE) 2019.

Belgium IPC Report 2024 — National Poplar Commission of Belgium (2024): Belgium – Country Progress Report to the 27th Session of the International Commission on Poplars and Other Fast-Growing Trees (IPC), FAO, Rom (Autoren u. a. De Clercq, W.; Steenackers, M.; Vanden Broeck, A.).

Bessert 2023 — Bessert, L. (2023): Agroforstwirtschaft und Biodiversität. Vortrag, Uni Hohenheim goes Agroforscht, 05.12.2023. Deutscher Fachverband für Agroforstwirtschaft (DeFAF) e.V., agroforst-info.de.

BfG 2007 — Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) (2007): Vergleich der ökologischen Wertigkeit von Hybrid- und Schwarzpappeln – Literaturrecherche. Koblenz, 09.01.2007. bafg.de (weitere Fachpublikationen).

Binder 2015 — Binder, F. (2015): Hybridpappel. Baumartenbeitrag zu Anbauwürdigkeit und Ökologie, researchgate.net/publication/290444497.

Biopoplar — Biopoplar s.r.l. (Cavallermaggiore, Provinz Cuneo): „Ricerca – Cloni“, biopoplar.com (abgerufen 09/2026; Herstellerangaben).

Bley et al. 2015 — Bley, D.; Mammen, U.; Günther, E. (2015): Die Bedeutung von Pappeln (Populus spec.) im nördlichen Harzvorland für den Rotmilan Milvus milvus. Abhandlungen und Berichte aus dem Museum Heineanum 10 (Sonderband): 63–84.

BMEL-Statistik 2026 — BMEL-Statistik: Holzmarkt – Holzeinschlag 2025 (Zehnjahresmittel 66,8 Mio. m³). bmel-statistik.de/forst-holz/holzmarkt (abgerufen 09/2026).

Böhm et al. 2025 — Böhm, C.; Eysel-Zahl, G.; Hübner, R.; Kay, S.; Kudlich, W.; Kürsten, E.; Morhart, C.; Schwarz, K.; Wack, J. M.; Weitz, M.; Zehlius-Eckert, W. (2025): Themenblatt Nr. 10: Klimawirksamkeit von Agroforstsystemen. Deutscher Fachverband für Agroforstwirtschaft (DeFAF) e.V. doi:10.5281/zenodo.15613002.

Brückner & Landgraf 2024 — Brückner, F.; Landgraf, D. (2024): Zuwachsuntersuchungen einer Kurzumtriebsplantage aus Pappel und Robinie im ostthüringischen Saale-Holzland-Kreis. In: Landgraf, D. (Hrsg.): 3. Erfurter Tagung „Schnellwachsende Baumarten“, Tagungsband. Fachhochschule Erfurt, ISSN 2627-9908, S. 51–59.

BUND Region Stuttgart — BUND Region Stuttgart, Kreisverband Ludwigsburg: Schwarzpappeln im Landkreis Ludwigsburg (Arbeitskreis Neckar-Schwarzpappel: 143 genetisch geprüfte Altbäume, 34 Genotypen im Neckareinzugsgebiet).

Canadian Wood Council 2018 — Canadian Wood Council (2018): Brock Commons Tallwood House – UBC Vancouver Campus, Case Study (Werte nach dem Wood Carbon Calculator for Buildings auf Basis von Sathre & O’Connor 2010).

Cardinael et al. 2017 — Cardinael, R.; Chevallier, T.; Cambou, A.; Béral, C.; Barthès, B. G.; Dupraz, C.; Durand, C.; Kouakoua, E.; Chenu, C. (2017): Increased soil organic carbon stocks under agroforestry: A survey of six different sites in France. Agriculture, Ecosystems & Environment 236: 243–255. doi:10.1016/j.agee.2016.12.011.

Cardinael et al. 2018 — Cardinael, R.; Guenet, B.; Chevallier, T.; Dupraz, C.; Cozzi, T.; Chenu, C. (2018): High organic inputs explain shallow and deep SOC storage in a long-term agroforestry system – combining experimental and modeling approaches. Biogeosciences 15: 297–317. doi:10.5194/bg-15-297-2018 (flächengewichtete Werte: Baumreihen 16 %, Ackergassen 84 % der Fläche).

Caudullo & de Rigo 2016 — Caudullo, G.; de Rigo, D. (2016): Populus tremula in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: San-Miguel-Ayanz, J. et al. (Hrsg.): European Atlas of Forest Tree Species. Publications Office of the EU, Luxemburg.

Chavan et al. 2022 — Chavan, S. B.; Dhillon, R. S.; Sirohi, C. et al. (2022): Enhancing Farm Income through Boundary Plantation of Poplar (Populus deltoides): An Economic Analysis. Sustainability 14(14): 8663. doi:10.3390/su14148663.

Chavan et al. 2023 — Chavan, S. B. et al. (2023): Carbon Sequestration Potential of Commercial Agroforestry Systems in Indo-Gangetic Plains of India: Poplar and Eucalyptus-Based Agroforestry Systems. Forests 14(3): 559. doi:10.3390/f14030559.

CNP 2023 — Conseil National du Peuplier (CNP) (2023): Mise à jour des principaux faits et chiffres Peuplier; Acteurs et structure de la filière Peuplier. peupliersdefrance.org.

CNPF 2021 — CNPF Hauts-de-France – Normandie (2021): Le Plan filière Peuplier en Hauts-de-France (Daten: Agreste 2021); CNPF Nouvelle-Aquitaine: Peuplier – chiffres de la récolte 2015. cnpf.fr.

COMPOP Timber (UGR) — Universidad de Granada, Proyecto COMPOP Timber: Ergebnisse der Vierpunkt-Biegeversuche nach UNE-EN 408:2011 an Brettschichtholz aus Pappel (Klon I-214), Einstufung GL20h nach UNE-EN 14080:2013. compop.ugr.es/noticias.html.

CREA 2018 — Corona, P.; Bergante, S.; Castro, G.; Chiarabaglio, P. M.; Coaloa, D.; Facciotto, G. et al. (2018): Linee di indirizzo per una pioppicoltura sostenibile. Rete Rurale Nazionale / CREA, Rom, ISBN 978-88-99595-96-8.

CREA Foreste e Legno — CREA – Centro di Ricerca Foreste e Legno: Sedi / Aziende sperimentali (Casale Monferrato: ehem. Istituto di Sperimentazione per la Pioppicoltura, errichtet auf Grund der Società Cartiere Burgo, eröffnet 01.10.1939), crea.gov.it; CREA futuro (2025): Alla scoperta del CREA Foreste e Legno.

CREA futuro: Energia con il pioppo — CREA futuro: @CREA Energia con il pioppo/1, l'albero del popolo, creafuturo.crea.gov.it/9172 (I-214 von Giovanni Jacometti 1929 ausgelesen; rund 80 verfügbare Klone); AgroNotizie (26.08.2024): Pioppo, dieci cose da sapere per iniziare (Interview CREA; Klone mit „Maggiore Sostenibilità Ambientale", MSA).

De Clercq 2024 — De Clercq, W. (2024): Poplar Cultivar 'Remus' – Passport / Variety Data Sheet. INBO, Geraardsbergen (Holzeigenschaften: Laboratorium für Holztechnologie, Universität Gent).

Destatis 2026 — Statistisches Bundesamt (Destatis) (2026): Holzeinschlag 2025 insgesamt um 6,4 % gesunken, Schadholzaufkommen halbiert. Pressemitteilung vom 15.04.2026 (57,3 Mio. m³ ohne Rinde).

Destatis, Holzeinschlagsstatistik — Statistisches Bundesamt: Qualitätsbericht Holzeinschlagsstatistik (2026) und Fachserie 3 Reihe 3.3.1 (Derbholz = Holz ab 7 cm Stärke mit Rinde; Erhebung in Erntefestmetern Derbholz ohne Rinde, EfmD o. R.; Nichtderbholz/Waldrestholz nicht enthalten).

DeWoody et al. 2008; Grant et al. 1992 — DeWoody, J.; Rowe, C. A.; Hipkins, V. D.; Mock, K. E. (2008): „Pando" lives: Molecular genetic evidence of a giant aspen clone in central Utah. Western North American Naturalist 68(4): 493–497; Grant, M. C.; Mitton, J. B.; Linhart, Y. B. (1992): Even larger organisms. Nature 360: 216.

Dickmann 2006 — Dickmann, D. I. (2006): Silviculture and biology of short-rotation woody crops in temperate regions: Then and now. Biomass and Bioenergy 30: 696–705; zitiert nach Thünen-Institut, literatur.thuenen.de/digbib_extern/bitv/dn050857.pdf.

Doty et al. 2016 — Doty, S. L.; Sher, A. W.; Fleck, N. D.; Khorasani, M.; Bumgarner, R. E.; Khan, Z.; Ko, A. W. K.; Kim, S.-H.; DeLuca, T. H. (2016): Variable Nitrogen Fixation in Wild Populus. PLoS ONE 11(5): e0155979. doi:10.1371/journal.pone.0155979.

Drexler et al. 2021 — Drexler, S.; Gensior, A.; Don, A. (2021): Carbon sequestration in hedgerow biomass and soil in the temperate climate zone. Regional Environmental Change 21: 74. doi:10.1007/s10113-021-01798-8 (Thünen-Institut für Agrarklimaschutz).

DVL 2025 — Deutscher Verband für Landschaftspflege (DVL) (2025): Steckbrief Agroforst – GAP und Recht. Projekt MODEMA, Version 1 vom 29.08.2025. dvl.org.

EAC-PM 2024 — Economic Advisory Council to the Prime Minister (EAC-PM) (2024): Agroforestry: Missing Trees for the Forest. Working Paper Series, New Delhi, Oktober 2024 (Daten: Indian Council of Forestry Research and Education, ICFRE).

Ebert 1991–2005 — Ebert, G. (Hrsg.) (1991–2005): Die Schmetterlinge Baden-Württembergs. Ulmer, Stuttgart; zitiert nach umwelt+verkehr karlsruhe, Heft 2/05: „Naturschutz contra Naturschutz: Vom oftmals unsinnigen Feldzug gegen (Kanada-)Hybridpappeln".

El Debate 2024 — El Debate (18.09.2024): Muere Pedro Garnica, fundador del líder global en la producción de tableros contrachapados. eldebate.com.

EN 14080:2013 — CEN (2013): EN 14080:2013 Timber structures – Glued laminated timber and glued solid timber – Requirements (Anwendungsbereich: gelistete Nadelholzarten oder Pappel).

EPF 2021 — European Panel Federation (EPF) (2021): European Poplar and Poplar Plywood Industry – a multi-tool to tackle the climate change and to contribute to the achievement of the objectives of the European Green Deal. Position Paper, Brüssel. europanels.org. Flächendaten nach FAO (2016).

EU-Kommission 2026 (CRCF Gebäude) — Europäische Kommission, DG CLIMA (Volpi, G.) (2026): From Policy to Practice – Certifying Credible Carbon Removals through the EU CRCF Regulation. Vortrag, ISCC, Mai 2026 (Technical Assessment Paper: Empfehlung zur Aufnahme tragender Holzbauteile sowie holzfaserbasierter und anderer biobasierter Dämmstoffe; Delegierter Rechtsakt vorläufig Q4 2026); Europäische Kommission: Certification methodologies, climate.ec.europa.eu (Stand 07/2026).

Expertenrat 2026 — Expertenrat für Klimafragen (2026): Stellungnahme zum Entwurf des Klimaschutzprogramms 2026 (Stand 18.03.2026). Berlin. Zielwerte: § 3a Abs. 1 Bundes-Klimaschutzgesetz.

FAO 1992 — FAO (1992): Report of the 19th Session of the International Poplar Commission, Zaragoza, Spanien. FO:CIP/92/Rep.

FAO 2000 — FAO (2000): Synthesis of National Reports on Activities related to Poplar and Willow Areas, Production, Consumption and the Functioning of National Poplar Commissions. 21st Session of the International Poplar Commission, Portland/Oregon. fao.org/4/ac348t/AC348T01.htm.

FAO 2016 — FAO (2016): Poplars and Other Fast-Growing Trees – Renewable Resources for Future Green Economies. Synthesis of Country Progress Reports, 25th Session of the International Poplar Commission, Berlin, 13.–16.09.2016. Working Paper IPC/15, Forestry Policy and Resources Division, FAO, Rom.

FAO 2020 — FAO (2020): Poplars and Other Fast-Growing Trees – Renewable Resources for Future Green Economies. Synthesis of Country Progress Reports, 26th Session of the International Poplar Commission (Working Paper IPC/17).

Fiege et al. 2025 — Fiege, C.; Germer, S.; Schwarz, A.; Bischoff, W.-A.; Pecenka, R. (2025): Coarser root residues are a major subsoil carbon sink after re-conversion of poplar short rotation coppice plantation to cropland. Biomass and Bioenergy 200: 108029 (Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie, ATB).

FNR 2026 — Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) (2026): Anbau und Verwendung nachwachsender Rohstoffe in Deutschland. Statistikbericht 2026, Stand Juni 2026; Pressemitteilung 2026-39 vom 10.06.2026: Anbau nachwachsender Rohstoffe 2025 auf rund 2,3 Mio. Hektar.

ForestIndustries.EU 2010 — ForestIndustries.EU (05.07.2010): Italy-China Partnership: Poplar-based Agroforestry Benefits Millions (Fallbeispiel Siyang County nach Angaben der FAO International Poplar Commission).

Fortier et al. 2013 — Fortier, J.; Truax, B.; Gagnon, D.; Lambert, F. (2013): Mature Hybrid Poplar Riparian Buffers along Farm Streams Produce High Yields in Response to Soil Fertility Assessed Using Three Methods. Sustainability 5(5): 1893–1916. doi:10.3390/su5051893 (Stamm 74 %, Äste 26 % der oberirdischen Holzbiomasse, 9-jährige Bestände).

Fortier et al. 2015 — Fortier, J.; Truax, B.; Gagnon, D.; Lambert, F. (2015): Biomass carbon, nitrogen and phosphorus stocks in hybrid poplar buffers, herbaceous buffers and natural woodlots in the riparian zone on agricultural land. Journal of Environmental Management 154: 333–345.

France Bois Forêt 2018 — France Bois Forêt (2018): Assurer l'avenir du peuplier. franceboisforet.fr, 16.03.2018.

Garnica 2018 — Garnica (2018): Garnica adquiere Maderas de Llodio. garnica.one (Unternehmensangaben: Kapazität 330.000 m³, Exportanteil 93 %, Stand 2017).

Georgiadis et al. 2017 — Georgiadis, P.; Sevel, L.; Raulund-Rasmussen, K.; Stupak, I. (2017): Fertilization of Willow Coppice Over Three Consecutive 2-Year Rotations: Effects on Biomass Production, Soil Nutrients and Water. BioEnergy Research 10(3): 728–739. doi:10.1007/s12155-017-9834-7.

Gurgel 2011 (LFA MV) — Gurgel, A. (2011): Ergebnisse der Versuche mit schnellwachsenden Baumarten nach 18 Jahren Bewirtschaftung in Gülzow. Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern (LFA MV), Gülzow (Trockenmasse über 18 Jahre, Mittel aller Pappelklone: 234,5 t TM/ha im drei- und 294,4 t TM/ha im sechsjährigen Umtrieb; Jahresmittel eigene Berechnung); vgl. LFA MV (2015): Jahresbericht 2014, Mitteilungen der LFA Heft 54, S. 22.

Hafner & Schäfer 2017 — Hafner, A.; Schäfer, S. (2017): Comparative LCA study of different timber and mineral buildings and calculation method for substitution factors on building level. Journal of Cleaner Production 167: 630–642.

Hafner et al. 2017 (THG-Holzbau) — Hafner, A.; Rüter, S.; Ebert, S.; Schäfer, S.; König, H.; Cristofaro, L.; Diederichs, S.; Kleinhenz, M.; Krechel, M. (2017): Treibhausgasbilanzierung von Holzgebäuden – Umsetzung neuer Anforderungen an Ökobilanzen und Ermittlung empirischer Substitutionsfaktoren (THG-Holzbau). Ruhr-Universität Bochum, Waldklimafonds 28W-B-3-054-01, ISBN 978-3-00-055101-7 (literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn058600.pdf); Kennwerte nach FNR-Pressemitteilung 2022-91 vom 16.11.2022.

Haryana Forest Dept. — Haryana Forest Department: Agro Forestry – Wood based industries. haryanaforest.gov.in/agro-forestry-wood-based/ (abgerufen 09/2026).

Hematabadi et al. 2020 — Hematabadi, H. et al. (2020): Bending and shear properties of cross-laminated timber panels made of poplar (Populus alba). Construction and Building Materials, ScienceDirect PII S095006182032331X (Abweichung der Tragfähigkeitskennwerte gegenüber Fichten-CLT rund 8 %).

HoHo Wien — HoHo Wien: Nachhaltigkeit, hoho-wien.at (abgerufen 09/2026; Angabe der Projektentwicklung, Berechnungsmethodik nicht veröffentlicht).

ICFRE Windbreaks — Indian Council of Forestry Research and Education (ICFRE): Agroforestry – Windbreak systems. icfre.gov.in/pdf/books-file/book12.pdf.

ICRAF Central Asia — World Agroforestry (ICRAF): Poplars in Agroforestry in Central Asia – from Planting Material to Utilization. Projektbeschreibung, worldagroforestry.org / cifor-icraf.org (abgerufen 09/2026).

ifeu 2020 — ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (2020): Ganzheitliche Bewertung von verschiedenen Dämmstoffalternativen. Endbericht, 23.03.2020.

INBO Dossier populier — Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO): De INBO variëteiten van populier, een aanwinst voor de Europese populierenteelt. Dossier populier INBO/KBBM. purews.inbo.be/ws/files/15044340/Dossier_populier_INBO_KBBM.pdf.

INBO-Sortenpässe 2019/2020 — Steenackers, M.; De Clercq, W. (2019/2020): Poplar Cultivar Passports 'Bakan', 'Dender', 'Marke', 'Muur', 'Oudenberg', 'Skado', 'Vesten'. INBO, Geraardsbergen; Holzeigenschaften: Laboratorium für Holztechnologie, Universität Gent. vlaanderen.be/inbo/media/1469/inbo_cultivars_populier.pdf.

Intesa Pioppo 2025 — Regione Veneto / Regione Lombardia (2025): Intesa interregionale per lo sviluppo della filiera del pioppo, Mailand, 12.09.2025 (Daten: Centro Studi FederlegnoArredo); Il Sole 24 Ore (12.09.2025): Pioppi, accordo imprese-Regioni per lo sviluppo della filiera.

Iost 2024 — Iost, S. (2024): Aufkommen und Verwendung von Holz – Perspektiven für Biomasse aus KUP und AFS. In: Landgraf, D. (Hrsg.): 3. Erfurter Tagung „Schnellwachsende Baumarten", Tagungsband. Fachhochschule Erfurt, ISSN 2627-9908, S. 1–18 (Thünen-Institut für Waldwirtschaft).

Isebrands & Richardson 2014 — Isebrands, J. G.; Richardson, J. (Hrsg.) (2014): Poplars and Willows – Trees for Society and the Environment. FAO, Rom / CABI, Wallingford, 634 S.

JADP 2024 — Enhancing Farm Profitability through Boundary Plantation of Poplar and Eucalyptus in Punjab (2024). Journal of Agricultural Development and Policy 34(1): 117–122 (Befragung von 100 Betrieben in Ludhiana und Hoshiarpur, 2022/23).

Jain & Singh 2000 — Jain, S. K.; Singh, P. (2000): Economic analysis of industrial agroforestry: poplar (Populus deltoides) in Uttar Pradesh (India). Agroforestry Systems 49: 255–273 (WIMCO-Agroforstprogramm).

Jäkel et al. 2016 (LfULG) — Jäkel, K.; Dietzsch, A.; Becker, R. (2016): Erfahrungen mit dem Anbau von KUP in Sachsen – Betreiberbefragung. Vortrag, Köllitsch, 28.01.2016. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG), landwirtschaft.sachsen.de/download/1_20160128_01_KUP_Jaekel.pdf (Folie „KUP Krummenhennersdorf": Erträge der Rotationen 2008, 2010, 2013 und 2015; Mittelwerte eigene Berechnung).

Joachim 1953 — Joachim, H.-F. (1953): Pappelanbau außerhalb des Waldes. Schriftenreihe für die Landwirtschaftlichen Produktionsgenossenschaften 33 (zitiert nach Baumdenkmale.org).

Joachim 2007 — Joachim, H.-F. (2007): Zur Pappel- und Weidenforschung und zum Anbau dieser schnellwüchsigen Baumarten. In: Behrens, H.; Hoffmann, J. (Hg.): Umweltschutz in der DDR, Bd. 2: Mediale und sektorale Aspekte. München, S. 107–126.

Kern et al. 2013 — Kern, J.; Balasus, A.; Forstreuter, M.; Kaupenjohann, M. (2013): Einfluss der mineralischen Stickstoff-Düngung auf den Biomasseertrag von Pappel und Weide sowie Ermittlung relevanter Umweltwirkungen. Abschlussbericht zum FNR-Vorhaben 22010608, Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim.

Knoth et al. 2014 — Knoth, J. L.; Kim, S.-H.; Ettl, G. J.; Doty, S. L. (2014): Biological nitrogen fixation and biomass accumulation within poplar clones as a result of inoculations with diazotrophic endophyte consortia. New Phytologist 201: 599–609.

Kommission E 1990 — Kommission E (BGA/BfArM): Monographie „Populi gemma (Pappelknospen)". Bundesanzeiger Nr. 22a vom 01.02.1990.

KSP 2026 — Bundesregierung (2026): Klimaschutzprogramm 2026, Kabinettsbeschluss vom 25.03.2026. BMUKN, Berlin (auch als Unterrichtung: Deutscher Bundestag, Drucksache 21/4950 vom 27.03.2026); BMUKN-Pressemitteilung vom 25.03.2026.

Kudlich 2024 — Kudlich, W. (2024): Pappelanbau in Agroforst & Kurzumtriebsplantage – aktuelle Entwicklung und Perspektive. In: Landgraf, D. (Hrsg.): 3. Erfurter Tagung „Schnellwachsende Baumarten", Tagungsband. Fachhochschule Erfurt, ISSN 2627-9908, S. 19–31.

Lebedys 2010 — Lebedys, A. (FAO) (2010): Workshop on the Use and Production of Poplar in the European Union, Brüssel, 30.11.2010. foris.fao.org/static/pdf/ipc/Lebedys_Brussels_EN.pdf.

Leonhardt et al. 2019; Milwright 1998 — Leonhardt, S. et al. (2019): Molecular fungal community and its decomposition activity in sapwood and heartwood of 13 temperate European tree species. PLoS One 14(2): e0212120; Milwright, R. D. P. (1998): Breeding biology of the Golden Oriole Oriolus oriolus in the fenland basin of eastern Britain. Bird Study 45: 320–330.

leonoticias 2019 — leonoticias (05.12.2019): La mayor subasta de chopos de toda la historia en León adjudica 170.000 árboles por 9,57 millones de euros.

Leskinen et al. 2018 — Leskinen, P.; Cardellini, G.; González-García, S.; Hurmekoski, E.; Sathre, R.; Seppälä, J.; Smyth, C.; Stern, T.; Verkerk, P. J. (2018): Substitution effects of wood-based products in climate change mitigation. From Science to Policy 7. European Forest Institute. doi:10.36333/fs07.

Li et al. 2025 — Li, J.; Zhou, Y.; Feng, M.; Song, L.; Liu, Y.; Yang, H.; Zhang, L.; Zhang, A.; Zhao, X.; Sun, X.; Gao, Y.; Guo, J. (2025): Tree Shade Improves Milking Performance, Apparent Digestibility, Antioxidant Capacity, and Immunity of Dairy Cows in Open Sheds. Animals 15(11): 1673. doi:10.3390/ani15111673.

Liesebach & Schneck 2024 — Liesebach, M.; Schneck, V. (2024): Pappeln und andere schnellwachsende Baumarten in Deutschland. Bericht der Nationalen Pappelkommission 2020–2023. Thünen Working Paper 237, Braunschweig. doi:10.3220/WP1713423686000.

LIFE Wood for Future 2024; Fuentes García 2025 — LIFE Wood for Future (2024): Spanish poplar wood is officially recognized as structural wood by the standardization committees. life-woodforfuture.eu, 23.08.2024; Fuentes García, Y. (2025): Caracterización mecánica de clones de chopo MC y Luisa Avanzo y su viabilidad para laminados estructurales. Dissertation, Universidad de Granada.

Lignovis: PappelWERT — Lignovis GmbH (2026): Innovationsprojekt PappelWERT – Projektunterlagen (Förderung: BMLEH über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V., FNR).

Louvre, Notice Monna Lisa — Musée du Louvre: Portrait de Lisa Gherardini, dite Monna Lisa – Notice d'œuvre (Bildträger: Pappelholz). collections.louvre.fr.

ML Niedersachsen 2025 — Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (ML) (2025): Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen zur Förderung der Einrichtung von Agroforstsystemen (RL AFS). Erl. v. 25.06.2025, Nds. MBl. 2025 Nr. 310.

MLEUV Brandenburg 2026 — Ministerium für Land- und Ernährungswirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg (MLEUV) (2026): Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen zur Einrichtung von Agroforstsystemen im Land Brandenburg (Agroforst-Richtlinie), Fassung vom 6. August 2026; Presseinformation 165/2026 vom 14.08.2026.

Moench 1785 — Moench, C. (1785): Verzeichniß ausländischer Bäume und Stauden des Lustschlosses Weissenstein bey Cassel. Frankfurt/Leipzig, S. 81 (Erstbeschreibung von Populus canadensis).

Mupepele et al. 2021 — Mupepele, A.-C.; Keller, M.; Dormann, C. F. (2021): European agroforestry has no unequivocal effect on biodiversity: a time-cumulative meta-analysis. BMC Ecology and Evolution 21: 193. doi:10.1186/s12862-021-01911-9.

Museum des Waldes (Moskau) — Комитет лесного хозяйства Московской области, Музей леса: Яблоков Александр Сергеевич (1897–1973). klh.mosreg.ru (Staatspreis der UdSSR 1951 für die Züchtung neuer Hybridpappelsorten).

Osolin 1966 — Озолин, Г. П. (1966): Выращивание тополей в условиях искусственного орошения [Pappelanbau unter künstlicher Bewässerung]. Москва: Лесная промышленность; zitiert nach Zarew (1986), Literaturverzeichnis Nr. 75.

Perala 1990 — Perala, D. A. (1990): Populus tremuloides Michx. – Quaking Aspen. In: Burns, R. M.; Honkala, B. H. (Hrsg.): Silvics of North America, Vol. 2, Hardwoods. USDA Forest Service, Agriculture Handbook 654; Little, E. L. (1971): Atlas of United States Trees, Vol. 1.

Pineau et al. 2026 — Pineau, R. M.; Mock, K. E.; Morris, J.; Kraklow, V.; Brunelle, A.; Pageot, A.; Ratcliff, W. C.; Gompert, Z. (2026): Mosaic of somatic mutations in one of Earth's largest organisms, Pando. eLife Reviewed Preprint 110244; bioRxiv doi:10.1101/2024.10.19.619233 (aktuelle Fassung: 12.000–37.000 Jahre; erste Fassung 2024: 16.000–80.000 Jahre).

Pobłocka-Olech et al. 2025 — Pobłocka-Olech, L.; Krauze-Baranowska, M.; Godlewska, S.; Kimel, K. (2025): HPLC-DAD-ESI/MS and 2D-TLC Analyses of Secondary Metabolites from Selected Poplar Leaves and an Evaluation of Their Antioxidant Potential. International Journal of Molecular Sciences 26(13): 6189. doi:10.3390/ijms26136189.

Poplar culture in India 2015 — Poplar culture in India (2015): Übersichtsbeitrag zur Pappelkultur in Nordindien, academia.edu/19177330 (Flächenangabe > 312.000 ha ist eine Schätzung; eine amtliche Flächenstatistik für Pappel-Agroforst liegt nicht vor).

Populier van Hier 2024 — Populier van Hier (2024): Soorten populieren. populiervanhier.be; Hout Info Bois: Populierenhout (debeuckelaere.com).

ProPopulus 2021 — ProPopulus (14.12.2021): Building with poplar is a reality. propopulus.eu (PoplyHouse: Nachhaltigkeitspreis 2021 der italienischen Agentur für Energie und nachhaltige Entwicklung).

ProPopulus 2022 — ProPopulus (2022): The European Poplar Sector – Tech Papers (u. a. „Poplar and Carbon", „Poplar Wood for Construction"). propopulus.eu/en/tech-papers.

ProPopulus 2024 (Garnica) — ProPopulus (30.10.2024): Pedro Garnica, defensor del chopo como motor de la economía en zonas rurales; ProPopulus-Meldung: MITECO otorga a Bosques y Ríos la certificación de la primera chopera en España como proyecto de absorción de CO_2. propopulus.eu.

Rizvi et al. 2025 — Rizvi, A. H.; Dhiman, R. C.; Dhyani, S. K.; Arunachalam, A.; Singh, A.; Yuldasheva, D.; Welp, M.; Azizova, B.; Eshchanova, G.; Suyunovich, M. B.; Rizvi, J. (2025): Emulating Indian agroforestry-based wood value chain for improving the wood-based economy in Central Asian Countries. Indian Journal of Agroforestry 27(2).

Robinson et al. 2006 — Robinson, N.; Harper, R. J.; Smettem, K. R. J. (2006): Soil water depletion by Eucalyptus spp. integrated into dryland agricultural systems. Plant and Soil 286: 141–151.

Sathre & O'Connor 2010 — Sathre, R.; O'Connor, J. (2010): Meta-analysis of greenhouse gas displacement factors of wood product substitution. Environmental Science & Policy 13(2): 104–114.

Schirmer 2015 — Schirmer, R. (2015): Auf die Sorte kommt es an. LWF aktuell 105: 11–13. Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, Freising; lwf.bayern.de.

Schwaab et al. 2021 — Schwaab, J.; Meier, R.; Mussetti, G.; Seneviratne, S.; Bürgi, C.; Davin, E. L. (2021): The role of urban trees in reducing land surface temperatures in European cities. Nature Communications 12: 6763. doi:10.1038/s41467-021-26768-w.

SEBAS (BfN/DeFAF) — Bundesamt für Naturschutz (2023): SEBAS – Förderung der biologischen Vielfalt durch Agroforstwirtschaft, Projektsteckbrief und Pressemitteilung vom 17.03.2023 (Bundesprogramm Biologische Vielfalt; Koordination BTU Cottbus-Senftenberg); DeFAF e. V.: SEBAS – Projektseite und erste Ergebnisse (9. Forum Agroforstsysteme), agroforst-info.de/sebas (Ergebnisse zur Insektenvielfalt stehen noch aus, Stand 09/2026).

Sharma et al. 2022 — Sharma, A.; Sah, V. K.; Yadav, V.; Kaushik, P. (2022): Effect of poplar and eucalyptus based agroforestry system on soil biochemistry. Indian Journal of Biochemistry and Biophysics 59(1): 126–130. doi:10.56042/ijbb.v59i1.40562.

Steenackers-Chronik — Steenackers, J. (Hrsg.): Victor Steenackers – Forest tree breeder, Geraardsbergen, Belgium (vicsteenackers.blogspot.com), Seiten „Unal, Union Allumettière, S.T.A.B., Swedish Match", „Tribute to my father", „Scandinavian roots of the poplar breeding program at Geraardsbergen" und „Woonzorgcentrum de populier"; darin zusammengefasst: Stroobant, M.; Robben, D. (2003): Tot de laatste lucifers. Geschiedenis van de lucifersnijverheid in de Denderstreek; Hedborg, K. E. (1972): Herinneringen aan lucifers; Godfroid, S.; Surdiacourt, D. (1983): Lucifersbedrijven te Geraardsbergen.

Steenackers-Chronik; Skogforsk — Wie „Steenackers-Chronik", Seite „Scandinavian roots of the poplar breeding program at Geraardsbergen"; zu Nilsson-Ehle und Ekebo: Föreningen för Växtförädling av Skogsträd (heute Skogforsk), gegründet 1936.

Thevs et al. 2022 — Thevs, N. et al. (2022): Potential of Agroforestry to Provide Wood Resources to Central Asia. Forests 13(8): 1193. doi:10.3390/f13081193.

Thomaes et al. 2012 — Thomaes, A. et al. (2012): Diverging effects of two contrasting tree species on soil and herb layer development in a chronosequence of post-agricultural forest. Forest Ecology and Management 278: 90–100.

Thünen, Holzaufkommen — Thünen-Institut: Holzaufkommen und -verwendung – Literaturrecherche, literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn067800.pdf (Umrechnung Vorratsfestmeter mit Rinde in Erntefestmeter ohne Rinde: rund 10 % Rinde).

Torralba et al. 2016 — Torralba, M.; Fagerholm, N.; Burgess, P. J.; Moreno, G.; Plieninger, T. (2016): Do European agroforestry systems enhance biodiversity and ecosystem services? A meta-analysis. Agriculture, Ecosystems & Environment 230: 150–161. doi:10.1016/j.agee.2016.06.002.

Troy et al. 2026 (reduce) — Troy, J.; Schön, K.; Schwarz, J. (2026): reduce – CO_2-Einsparpotenzial durch verstärkten Einsatz von Holz im Geschosswohnungsbau. TU Wien, BMLUK-Stiftungsprofessur für Holzbau, ISBN 978-3-200-11277-3 (GWP-total, Module A1–A3 nach EN 15804/EN 15978; zusammengefasst bei proHolz Austria, 30.06.2026).

Tucker 1989 — Tucker, P. H. (1989): Monet in the '90s – The Series Paintings. Museum of Fine Arts, Boston / Yale University Press (Serie „Les Peupliers", 1891).

Tuskan et al. 2006 — Tuskan, G. A. et al. (2006): The genome of black cottonwood, Populus trichocarpa (Torr. & Gray). Science 313(5793): 1596–1604.

Ulrich et al. 2012 — Ulrich, K.; Becker, R.; Enkisch, H.; Scherling, C.; Weckwerth, W.; Ewald, D. (2012): Kleine Bakterien – große Wirkung? Endophytische Bakterien fördern das Wachstum von Bäumen. Beiträge aus der NW-FVA 8 (Thünen-Institut für Forstgenetik); Volltext: thuenen.de (Kleine_Bakterien.pdf).

UNESCO, Kizhi Pogost — UNESCO World Heritage Centre: Kizhi Pogost (Nr. 544) – Description / Nomination file. whc.unesco.org/en/list/544.

v. Wühlisch 2016 (Pappelkommission) — Wühlisch, G. von (2016): Pappeln und Weiden in Deutschland: Bericht der Nationalen Pappelkommission 2012–2015. Thünen Working Paper 62, Braunschweig. doi:10.3220/WP1471853422000 (Flächen nach Bundeswaldinventur 2012, ohne Kurzumtrieb).

Veissier et al. 2018 — Veissier, I.; Van laer, E.; Palme, R.; Moons, C. P. H.; Ampe, B.; Sonck, B.; Andanson, S.; Tuyttens, F. A. M. (2018): Heat stress in cows at pasture and benefit of shade in a temperate climate region. International Journal of Biometeorology 62: 585–595.

VIVO Carbon 2026 — VIVO Carbon gGmbH (2026): Agroforst. Skalierung jetzt. Positionspapier zum Klimaschutzprogramm 2026, Folie 3 „Skalierungspfad" (Werte nach KSP 2026, Anhang 8.6; Anteile Agroforst & Hecken: VIVO-Berechnung auf Basis der KSP-Maßnahmenliste).

VO (EU) 2018/841 — Verordnung (EU) 2018/841 über die Einbeziehung der Emissionen und des Abbaus von Treibhausgasen aus Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft (LULUCF), konsolidierte Fassung vom 11.05.2023, Art. 9 und Anhang V (Anrechnung von Holzprodukten in den Kategorien aufgeforstete Fläche und bewirtschaftete Waldfläche; Energieholz als sofortige Emission; Produktionsansatz).

VO (EU) 2024/3012 (CRCF) — Verordnung (EU) 2024/3012 zur Schaffung eines Unionsrahmens für die Zertifizierung von dauerhaften CO_2-Entnahmen, kohlenstoffspeichernder Landbewirtschaftung und CO_2-Speicherung in Produkten (CRCF), in Kraft seit 06.12.2024 (Kategorien: dauerhafte Entnahmen, Carbon Farming mit mind. 5 Jahren, Speicherung in langlebigen Produkten mit mind. 35 Jahren).

von Wühlisch 2011 — Wühlisch, G. von (2011): Hohe Wuchsleistung auch bei Null-Düngung. Stickstoff-Bindung auch ohne Wurzelknöllchen möglich. Holz-Zentralblatt Nr. 39 vom 30.09.2011, S. 970–971 (Thünen-Institut für Forstgenetik, Großhansdorf); Volltext: literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn049184.pdf.

waldwissen.net 2021 (NRW) — waldwissen.net (2021): Erhaltungsarbeit für die Schwarzpappel (Populus nigra) in Nordrhein-Westfalen (825 genetisch bestätigte Altbäume; Erhaltung nur über Steckholzvermehrung).

waldwissen.net 2026 — waldwissen.net (2026): Großer Eisvogel und Kleiner Schillerfalter – zwei Liebhaber der Aspe (Zitterpappel, Baum des Jahres 2026).

waldwissen.net: Steckholzvermehrung — waldwissen.net (2026): Steckholzvermehrung von Schwarzpappeln (generative Naturverjüngung nur begrenzt oder kaum möglich).

Weitz et al. 2024 — Weitz, M.; Peschel, T.; Weitz, J. (2024): Agroforstsysteme mit schnellwachsenden Baumarten – Rahmenbedingungen, Anbauverfahren und Klimaschutzpotential. In: Landgraf, D. (Hrsg.): 3. Erfurter Tagung „Schnellwachsende Baumarten – Status Quo und neue Entwicklungen", 16.–17.11.2023, Tagungsband. Fachhochschule Erfurt, ISSN 2627-9908, S. 32–42.

Zarew 1986 — Царев, А. П. (1986): Сортоведение тополя [Sortenkunde der Pappel]. Воронеж: Издательство Воронежского университета, 152 S. Volltext: booksite.ru/fulltext/rusles/carevtopol/text.pdf.

Zarew, Hybriden Jablokows — Царев, А. П.: Гибриды тополя селекции А. С. Яблокова в насаждениях Москвы и Московской области. revolution.allbest.ru/biology/00454368_1.html.

Zhang & Fu 2009 — Zhang, C.; Fu, S. (2009): Allelopathic effects of eucalyptus and the establishment of mixed stands of eucalyptus and native species. Forest Ecology and Management 258: 1391–1396.

Gefördert durch:

Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

FNR Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.

Die Förderung des Verbundvorhabens PappelWERT erfolgt aus Mitteln des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat (BMLEH) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages. Die Projektträgerschaft erfolgt über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR).

Impressum

Autoren: Michael Weitz, Tobias Peschel, Ulrich Kotzbauer, Julia Weitz, Konstantin Schwarz, Ken Dohrmann
Herausgeber: Lignovis GmbH, Tietzestr. 29, 22587 Hamburg, info@lignovis.com, www.lignovis.com
Technical Report, Version 1.0, Oktober 2026 · DOI: 10.5281/zenodo.23479857
Verbundvorhaben PappelWERT, Förderkennzeichen: 2222NR070A
Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren. Die Inhalte geben ausschließlich die Auffassung der Autoren wieder und nicht notwendigerweise die des BMLEH oder der FNR.
Lizenz: Creative Commons Namensnennung 4.0 International (CC BY 4.0). Ausgenommen sind Fotos, Logos und Abbildungen Dritter.