



VDI BV FRANKFURT-DARMSTADT e. V.



Technik & Mensch

HOLZTECHNIK

4 | 2020

Kommentar Holz

Liebe Mitglieder,

Holz ist ein faszinierender Werkstoff - vielfältig einsetzbar, robust und von natürlichem Charme.

Holz kann für Häuser, Möbel, Papier, als Wärmequelle und vieles mehr genutzt werden. Da Bäume natürlich nachwachsen und dafür ausschließlich Sonnenenergie, Wasser, Luft und einen nährstoffreichen Boden benötigen, ist Holz in hohem Maße nachhaltig. Bäume setzen in der Wachstumsphase Sauerstoff frei und binden dauerhaft das schädliche Treibhausgas Kohlenstoffdioxid. Diese Vorteile machen Holz zu einem der wertvollsten und beliebtesten Baustoffe überhaupt. Kein Wunder also, dass Bauen mit Holz weiter im Trend liegt.

Eine Herausforderung beim Einsatz von Holzwerkstoffen ist allerdings, dass Holz als Naturprodukt das ganze Jahr über arbeitet und dadurch besonderer Aufmerksamkeit bedarf. Die Herkunft des Holzes muss zudem aus einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung stammen, damit die Holzgewinnung der Umwelt nicht schadet. Die Waldfläche in Hessen beträgt etwa 894.180 Hektar - fast die Hälfte (42,3 Prozent) des Bundeslandes sind von Wald bedeckt. Um diese großen Waldflächen nachhaltig zu bewirtschaften, ist Weitsicht gefragt. Besonders in Zeiten, in denen der Wald zunehmend unter Borkenkäferbefall und Trockenheit leidet.

In dieser Ausgabe befassen wir uns mit dem faszinierenden Werkstoff Holz als leistungsfähigen, nachwachsenden Rohstoff, der Individualität ausstrahlt.

Lukas Kluy
Redaktion T&M

Liebe Mitglieder,

ich habe mich sehr gefreut, als die Redaktion mir schrieb, dass diese Ausgabe von Technik und Mensch dem Thema Holz und Holztechnik gewidmet sein soll. Holz als Werkstoff und vor allem als Teil meiner Lebensrealität begleitet mich schon, solange ich denken kann. Aufgewachsen als jüngstes Kind in einer familiengeführten Schreinerei sind mir Holz als Material, seine Haptik, Optik und besonders sein Geruch und seine Ausstrahlung zutiefst vertraut und sorgen stets für ein wohliges „Zuhause-Gefühl“.

Nach dem Abitur erlernte ich dieses wunderbare Handwerk im heimischen Betrieb und betrat die Fußstapfen unseres Vaters und meiner Brüder. Es zog mich jedoch hinaus in die Wissenschaft und so unterbrach ich diese Richtung und wurde Chemieingenieurin, was mich schließlich sowohl im Haupt- als auch im Ehrenamt zum VDI führte.

Bis Oktober 2020 leitete ich acht Jahre lang die gemeinsame Geschäftsstelle der VDI Landesverbände Hessen und Rheinland-Pfalz und engagierte mich in unserem Bezirksverein zum Beispiel im Schülerforum und für die TechnoTHEK.

Seit kurzem nun bin ich zurück in der Schreinerei, um als Generation 2.2 den Betrieb in ein paar Jahren selbstständig weiterzuführen. Meine Passion gilt der Restaurierung und dem nachhaltigen und individuellen Möbelbau – und der Vermittlung von Wissen, etwa als Dozentin.

Vor diesem Hintergrund kann ich vielen der Beiträge im Heft zu diesem spannenden Thema nur zustimmen und die dortigen



Positionen unterstützen! Besonders freue ich mich schon auf ein persönliches Kennenlernen mit Ihnen bei einer der Veranstaltungen im Arbeitskreis Bautechnik, für dessen Leitung ich den bisherigen Arbeitskreisleiter Bernd Roesner nun gerne als Chemikerin und angehende Restauratorin im Handwerk unterstütze.

Bleiben Sie gesund und kommen Sie gut durch diese schwierige Zeit!

Herzlich
Ihre Christiane Bucher

Dr.-Ing. Christiane Bucher
seit Mitte Oktober
wieder in der Schreinerei
Christian Hildebrandt, Dreieich
christiane@schreinerei-hildebrandt.de

Basiswissen zum Thema Holz

Bäume erzeugen durch ihr stetiges Wachstum den Rohstoff Holz. Nach der Holzernte wird das Rundholz den verschiedenen Verwendungszwecken zugeführt. In den meisten Fällen ist das zuerst ein Sägewerk, wo die Stämme in Brettware (Kanthölzer, Bretter, Latten etc.) verwandelt werden. Aus den Resten und kleineren Stämmen entstehen dann weitere Produkte wie Holzwerkstoffe (Span-, Grobspan- und Mitteldichtespan-Platten), Papier oder Pellets zur Energiegewinnung. Seine vielfältigen Eigenschaften verdankt Holz seinen chemischen Bestandteilen – maßgeblich Lignin und Zellulose, welche für optimale technische Eigenschaften sorgen. Holz gehört zu den ältesten Baustoffen der Menschheit. Häuser, Brücken, Möbel, Böden und unzählige weitere Dinge werden aus Holz hergestellt, denn die Eigenschaften der verschiedenen Holzarten ermöglichen ein unendliches Spektrum des Holzeinsatzes.

Eigenschaften von Holz

Holz ist ein nachwachsender Rohstoff. Je nach Baumart entsteht ein Laub- oder Nadelholz mit diversen Eigenschaften. So sind zum Beispiel Biege-, Zug- und Druckfestigkeit stark von der Holzart abhängig. Festigkeits- und Dauerhaftigkeitsklassen helfen bei der Einschätzung, welches Holz für welchen Zweck geeignet ist. Manche Hölzer eignen sich für statische Belastungen, zum Beispiel im Hausbau, andere Hölzer sind durch ihre Maserung und Farbgebung optisch besonders ansprechend. Wieder andere sind dauerhafte Spezies für den Einsatz im Freien. Durch die Verarbeitung von Holz zu Furnier, Sperrholz, Spanplatten, Brettschichtholz und vielen anderen Holzprodukten optimiert man technisch die vielen Fähigkeiten von Holz. Verbundwerkstoffe wie Wood-Plastic-Composites (WPC) basieren ebenfalls auf Holz. Die Bestandteile



Lignin und Zellulose können übrigens auch getrennt verarbeitet werden und bieten vielfältige Einsatzmöglichkeiten in Industrie und Technik.

Vorteile von Holz

Holz bietet aus unterschiedlichsten Perspektiven betrachtet große Vorteile. Zum einen sind da gestalterische Vorzüge und konstruktive Eigenschaften, zum anderen nachhaltiger Nutzen von Holz und Wald für Umwelt und Klima. Holz ist ein vielseitiges Material, das vielerorts weiterverarbeitet wird, beispielsweise zu Möbeln, Fußböden, Terrassen, Papier, Verpackungen und vielem mehr. Hinzu kommen der Bausektor sowie die Bioraffinerie-, Energie- und Textil-Branche, die zunehmend Holz und Holzbestandteile als nachwachsenden Rohstoff Nr. 1 verwenden.

Ein nachhaltig bewirtschafteter Wald wächst immer nach, bietet Lebens- und Erholungsraum für Menschen,

Tiere und Pflanzen. Wälder entziehen der Atmosphäre große Mengen an Kohlendioxid (CO₂) und speichern dieses in den Holzbestandteilen. Bei der stofflichen Verwendung von Holz, zum Beispiel in Holzhäusern, Möbeln oder Holzfußböden, bleibt der Kohlenstoff (C) über einen langen Zeitraum gebunden, während neue Bäume nachwachsen und wiederum Kohlenstoff binden.

All diese Faktoren machen Holz zum genialen Player in einer zukünftigen biobasierten Kreislaufwirtschaft: CO₂-arme nachhaltige Produktion, mehrfache Kaskadennutzung und abschließende energetische Verwertung – das können nicht viele Rohstoffe bieten. In allen Bereichen, in denen Holzprodukte fossile, klimaschädliche Materialien ersetzen, zeigt sich das enorme Potenzial.

**Gesamtverband
Deutscher Holzhandel e.V.**

Recycling von Rotorblättern

Balsaholz von Epoxidharz befreien

Rotorblätter aus laminiertem Balsaholz ließen sich bisher nicht recyceln. Doch nun haben Forscher eine Lösung gefunden: Sie gewinnen das Holz zurück und fertigen daraus neue Dämmstoffmatten.

In Deutschland sorgen etwa 30.000 Windkraftanlagen für grünen Strom. Doch nach ihrem Gebrauch landen sie auf dem Sondermüll. Einer Studie des Fraunhofer-Instituts für Chemische Technologie (ICT) in Pfinztal zufolge ließen sich bis 2027 rund 87.000 Blätter ausrangieren. Forscher am Fraunhofer-Institut für Holzforschung, dem Wilhelm-Klauditz-Institut (WKI) in Braunschweig, haben dafür sogar eine Recyclingtechnik entwickelt.

Rotorblätter von Windenergieanlagen haben eine Lebensdauer von 10 - 20 Jahren. Danach werden sie üblicherweise der Verbrennung im Zementwerk zugeführt. Eine erneute stoffliche Nutzung der Bestandteile findet nicht statt. Ein Rotorblatt besteht bei einer Länge von 40 m und einer Masse von ca. 26 t aus etwa 24 t Glasfaserverstärktem Kunststoff (GfK), 1,3 t Balsaholz sowie 0,5 t Metall. Bei einer mittleren Dichte des Balsaholzes mit 150 kg/m^3 enthält solch ein Blatt etwa $8,5 \text{ m}^3$ wertvolles Balsaholz, das für Recyclingprozesse zur Verfügung steht. Die herausragenden stofflichen Eigenschaften des Balsaholzes sollen nach dem ersten Einsatz im Rotorblatt möglichst durch eine Kaskadennutzung einer zweiten Verwendung als Dämmstoff zugeführt werden.

Die langen Arme der Windräder bestehen meist aus Balsaholz, das mit Matten aus glasfaserverstärktem Kunststoff (GfK) und Epoxid- oder Polyesterharz verklebt ist. Rund 15 m^3 extrem druckfestes Balsaholz stecken in einem Rotorblatt. „Das ist der entscheidende Vorteil von

Balsaholz gegenüber den meisten Kunststoffschäumen“, erklärt Projektleiter Peter Meinlschmidt vom Fraunhofer WKI.

Die Forscher von WKI und ICT haben nun gemeinsam mit Partnern aus der Industrie eine neue Recyclingtechnik entwickelt. Dafür werden die abgenommenen Blätter noch vor Ort zerlegt. Normalerweise arbeitet man sich mit einer Bandsäge durch das Rotorblatt, allerdings ist das relativ aufwendig. „Wir probierten es stattdessen mit einer Wasserstrahl-Lanze. Das ging deutlich schneller und besser“, erzählt Meinlschmidt.

Da die Lanze wegen des gewaltigen Rückstoßes nur schwer zu führen ist, wurde sie an einem speziellen Fahrzeug befestigt und von dort aus gesteuert. So entstehen etwa 20 Meter lange Stücke, die in einer Zerkleinerungsmaschine auf die Größe eines Handtellers zerkleinert

werden. Eine sogenannte Prallmühle trennt schließlich die einzelnen Bestandteile voneinander. Dafür werden sie in Drehungen versetzt und mit hoher Geschwindigkeit auf Metall geschleudert. „Das Verbundmaterial bricht auseinander, weil das Holz zähelastisch ist, während Glasfaser und Harz sehr hart sind“, sagt der Projektleiter.

Am Fraunhofer WKI werden daraus jetzt extrem leichte Holzfaserdämmplatten gefertigt. Mit einer Dichte unter 20 kg/m^3 bieten sie eine ähnlich gute Dämmung wie Styropor. Zudem lässt sich das recycelte Holz sehr fein gemahlen und mit Schaummittel versetzt zu einem neuartigen Holzschaum verarbeiten, der als umweltfreundliches Dämm- und Verpackungsmaterial eingesetzt werden kann.

Bettina Reckter
Fraunhofer WKI



Bauen mit Holz – nachhaltig und zukunftsfähig

Holz ist der Trend der Zukunft und eignet sich hervorragend für ein vorgefertigtes Bauen mit kurzen Baustellenzeiten. Das betrifft Wohngebäude von klein bis groß,

einfach bis luxuriös genauso wie Gewerbebauten, Schulen, Wohnheime oder Büros. Selbst Holzhochhäuser sind z.B. in Norwegen, Österreich, England oder China im Bau.

Trendwende in Sicht?

Allerdings haben der Holzbau und die Naturfaserdämmung in Deutschland noch mit erheblichen Problemen zu kämpfen. Der verbreitete Wunsch nach dem 2. Weltkrieg endlich „modern“ – mit neu entwickelten Produkten der Chemie- und Baustoffindustrie – zu bauen, hat dazu geführt, dass sich nachhaltige Baustoffe nur schwer durchsetzen können. Auch gibt es erhebliche Wissenslücken bei Bauplanern und Handwerkern, die oft nur wenig über natürliche Baustoffe, über Inhaltsstoffe und bauphysikalische Wirkungsweisen von synthetischen Bau- und Dämmstoffen, über nicht erneuerbaren Primärenergieaufwand oder über gesundes Wohnen gelernt haben. Doch die Nachfrage für die Aus- und Weiterbildung von Bauplanern und Baufachkräften zum Thema Holzbau und Nachhaltigkeit nimmt in den letzten Jahren zu.

Mit den Mythen aufräumen

Trotzdem halten sich einige Mythen wie „Holz brennt wie Zunder“ hartnäckig. Dabei ist Holz wesentlich feuerresistenter als angenommen, denn die Oberflächenverkohlung behindert eine Brandausbreitung. Holz brennt langsam, berechenbar und ohne zusätzliche Gase hochgiftiger chemischer Produkte, was die Rettung von Leben und Sachwerten erheblich erleichtert. Nachweislich werden die meisten Brände durch Defekte an technischen Geräten oder durch menschliches Fehlverhalten ausgelöst und unsere Wohnungseinrichtung brennt aufgrund des hohen Kunststoffgehalts wirklich wie Zunder. [1]

In Deutschland ist das Bauordnungsrecht Ländersache. Die Länder erlassen Landesbauordnungen (LBO), aber nur wenige Bundesländer fördern mit einer bezüglich des Brandschutzes modernisierten LBO auch den Holzbau und die



Naturfaserdämmung. So sind die geltenden Brandschutzregeln der LBO noch aus der Zeit des 2. Weltkriegs.

Ein weiterer Mythos ist, dass Holz ein „Barackenklima“ erzeugt. Das Gegenteil ist der Fall: Massivholz verfügt über bessere Wärmedämmwerte als mineralische Baustoffe. Das Barackenklima entsteht durch mangelnde (Zug-)Luftdichtigkeit im Gebäude. Um die vorgeschriebenen Wärmeschutzkriterien zu erfüllen, können Gebäudebauteile in Holzständerbauweise mit einer Naturfaserdämmung relativ schlank erstellt werden. Zusätzlich bieten diese Bauteile noch einen hohen sommerlichen Hitzeschutz und einen sehr guten Schallschutz.

Auch verfügt Deutschland, entgegen aller Befürchtungen, über ausreichend Holzvorräte. Import und Export halten sich etwa annähernd die Waage und es ist ein jährlicher Holzzuwachs zu verzeichnen [2] [3], auch wenn das Waldsterben der Fichten regional erheblich ist. Dagegen haben sich die Kiefernwälder in den letzten Jahren als beständiger gegenüber Hitze- und Trockenperioden erwiesen, denn ihre Pfahlwurzeln erreichen tiefer liegend Wasserschichten. Kiefernholz ist ein sehr gutes Bauholz mit höherem Kernholzanteil als Fichte. Selbst für die Umstellung der Wälder in Mischwälder mit weniger Fichten-Bauholz zeigen Forschung und Praxis neue Wege für Hochleistungswerkstoffe auf. So gibt es Beispiele für den konstruktiven Holzbau mit Bau-Buche, einem Furnierschichtholz aus Buche, das wesentlich geringer dimensioniert als das übliche Brettschichtholz aus Fichte eingesetzt werden kann.

In jüngster Zeit wird die Frage nach schädlichen Ausgasungen aus Holz häufig gestellt. Holz und Holzgeruch haben nachweislich eine gesundheitsfördernde Wirkung. Dagegen emittieren Leime in Holzwerkstoffen im Gegensatz zu reinem Holz durchaus Stoffe, deren Art, Umfang und Schädlichkeit einer Prüfung bedürfen. [4]

Holzbau bedeutet auch Klimaschutz

Der Klimaforscher Hans Joachim Schellnhuber, Gründer des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung, warf auf der Klimakonferenz in Kattowitz 2018 den Staaten im Kampf gegen die Erderwärmung Tatenlosigkeit vor. „Das Defizit ist irrsinnig. Wir fahren diesen Planeten gerade an die Wand“, sagte er der dpa. Bezahlen dafür würden die jungen Leute. [5] Auch Greta Thunberg, die 16jährige Umweltaktivistin aus Schweden, richtete aus der Sicht dieser künftigen Generation sehr eindringliche Worte an die versammelten Verantwortlichen aus aller Welt. [6]

Auch hier kann der Holzbau punkten. Denn: Holz erzeugt beim Wachstum Sauerstoff, bindet CO₂ und leistet damit einen Beitrag zum Klimaschutz. Die CO₂-Speicherung im Holz ist für viele Länder, z.B. China, eine wichtige Motivation für den Holzbau. Die TU München stellte im Rahmen eines Forschungsprojektes zu Sanierungsmaßnahmen (Holz statt konventioneller Baustoffe) fest, dass sich der Verbrauch an nicht erneuerbarer Primärenergie um 16 – 45 % und Treibhausgasemissionen durch den Einsatz nachwachsender Rohstoffe ebenfalls um 19 – 46 % reduzieren. [7] Vergleichbare Einsparungen erhält man auch bei Neubauten, sofern das Holz aus regionaler und nachhaltiger Waldwirtschaft kommt und nicht im Raubbau geerntet und tausende Kilometer transportiert wurde. [8]

Die hessische Landesregierung hat im Koalitionsvertrag 2019 für die Reduzierung der Treibhausgasemissionen u.a. „die verstärkte Verwendung von Holz als Baustoff zur langfristigen Kohlenstoffbindung“ festgeschrieben. Dafür sollen entsprechende Fördermöglichkeiten geschaffen werden.

Beim Gebäudeenergieverbrauch die ganze Wertschöpfungskette betrachten

Es ist die Aufgabe jedes Planers, jedes Energie-, Bau- oder Sanierungsberaters, jedes Verwaltungsmitarbeiters und Kommunalpolitikers dafür zu sorgen, dass das Thema Nachhaltigkeit beim Bürger/Bauherren und in der Baubranche ankommt. Nachhaltigkeit implementiert auch die Frage der Kreislaufwirtschaft

von Gebäuden, also die Wiederverwendbarkeit, das Recycling oder die umweltunschädliche Entsorgung der Baumaterialien. Zudem sollte als Gebäudeenergieverbrauch der gesamte Energieeinsatz von der Rohstoffgewinnung über den Transport, die Baustoffherstellung und die Gebäudeerrichtung bis zur Entsorgung (Graue Energie) plus die Nutzungsenergie von Gebäuden zum Maßstab werden. Bisher gilt noch die „Mogelpackung“, die die Heizenergie oder die Nutzungsenergie während der Gebäudelebensdauer vergleichend in Ansatz bringt.

Dipl.-Ing. Eva Riks
Landesbetrieb Landwirtschaft
Hessen - Kompetenzzentrum
HessenRohstoffe

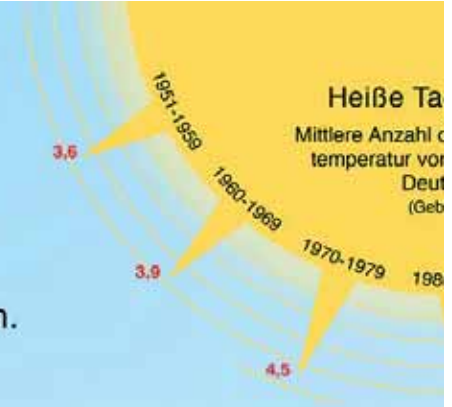
Quellen:

- [1] Institut für Schadenverhütung und Schadenforschung der öffentlichen Versicherer e.V.
- [2] Holger Weimar, Thünen Institut: Holzbilanzen 2013 bis 2015 für die Bundesrepublik Deutschland
- [3] Zahlen und Fakten zum Wald in Deutschland: www.waldkulturerbe.de
- [4] Europäische Gesellschaft für gesundes Bauen und Innenraumhygiene: Emissionen aus Holz und Holzwerkstoffen, Stand 12.2018
- [5] www.tagesschau.de vom 14.12.2018
- [6] <http://www.spiegel.de/video/kattowitz-schuelerin-greta-rechnet-in-rede-mit-politik-ab-video-99023586.html>
- [7] Kaufmann, Hermann; Wolfertstetter, David: Abschlussbericht zum Forschungsantrag AZ 31277/02-25, TUM 2017
- [8] Holz von Hier gGmbH: Schulungsunterlagen für Planer, Block I/4a

Dürre im Wald

Wälder leiden unter der zunehmenden Trockenheit. Dabei hat die Dürre bei verschiedenen Baumarten (z.B. Fichte und Buche) unterschiedliche Auswirkungen.

Infografik: helengruber.de



Borkenkäferbefall bei der Fichte erkennen

- 1. Kleine Löcher und Bohrmehl
- 2. Frischer Harzfluss
- 3. Spechteinschläge am Stamm
- 4. Rotfärbung der Nadeln
- 5. Der Borkenkäfer fliegt aus
- 6. Größere Rindenstücke, grüne Nadeln fallen ab
- 7. Der Baum stirbt.



Klebrige Abwehr

Harzfluss als natürliche Abwehr funktioniert bei bis zu 200 Käfern pro Baum, wenn es genug Wasser gibt.

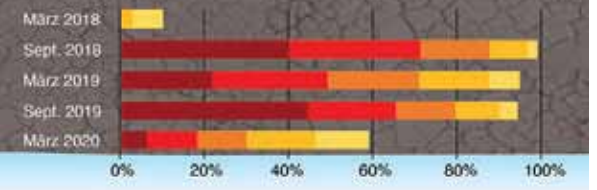
Flachwurzler

Die Fichte nutzt vorrangig oberflächennahe Wasserreserven. Die meisten Wurzeln wachsen zwischen 20 und 60 cm Tiefe.

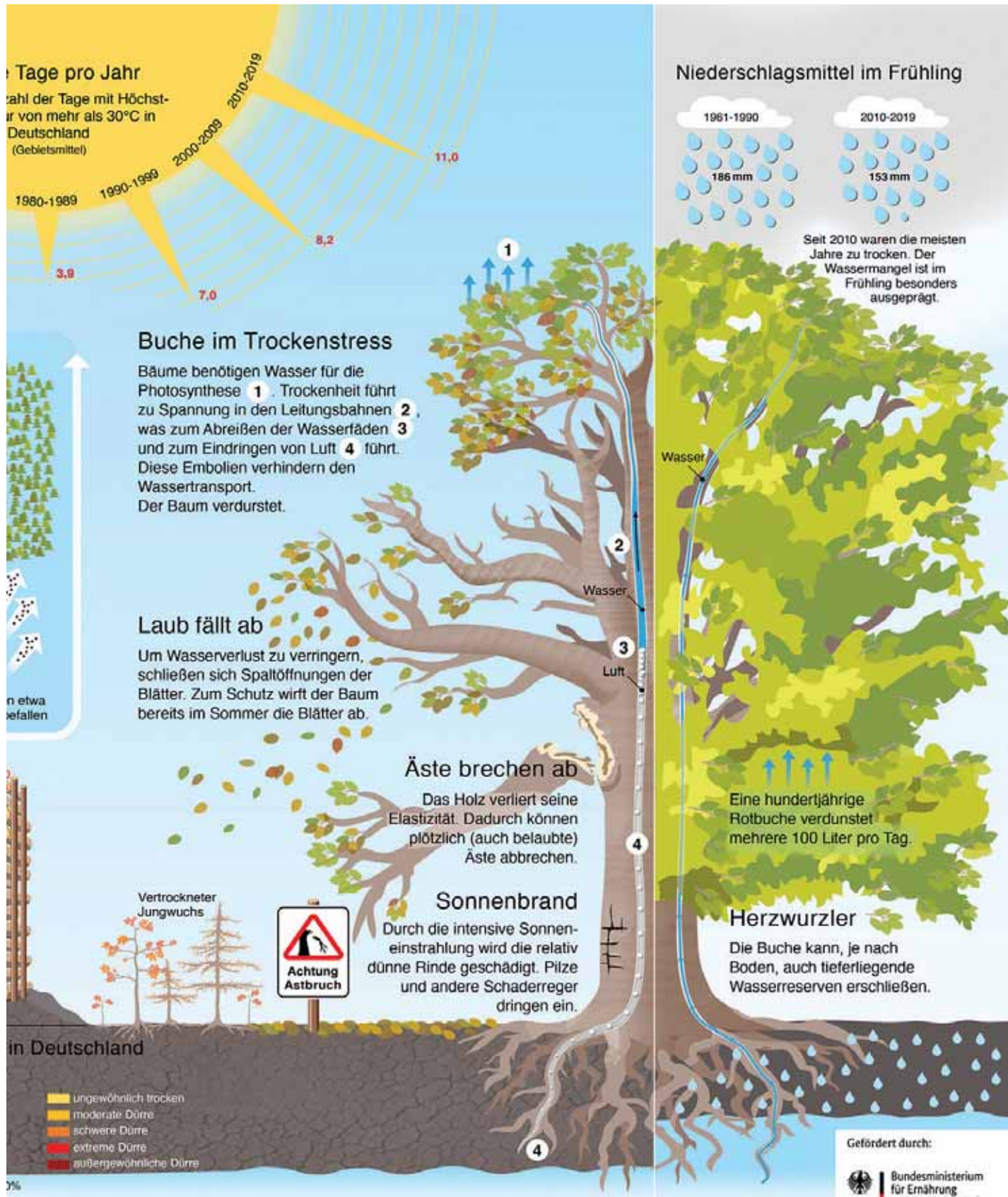
Insektenschadholz (Fichte, Tanne, Douglasie)



Von Bodentrockenheit betroffene Fläche in D



© FNR2020 fnr.de Datenquellen: StBA (2020), DWD (2019), UFZ (2020)



Hightech-Rohstoff mit Zukunft

Auch in unserer modernen Welt ist Holz ein unverzichtbarer Werk- und Baustoff. Über Jahrhunderte wurde Holz in den unterschiedlichsten Bereichen eingesetzt. Basierend auf handwerklichen Kenntnissen und Traditionen wurden bewährte Verarbeitungstechnologien entwickelt, überliefert und weiter optimiert.

Seit Beginn des 20. Jahrhunderts wird das Wissen um die materialgerechte Verarbeitung und Nutzung ingenieurmäßig ausgebaut. Im Ergebnis konnten neue Werkstoffe aus Holz entwickelt und weitere Anwendungsbereiche erschlossen werden. Holz ist damit nach wie vor ein aktueller und zukunftsfähiger Werkstoff.

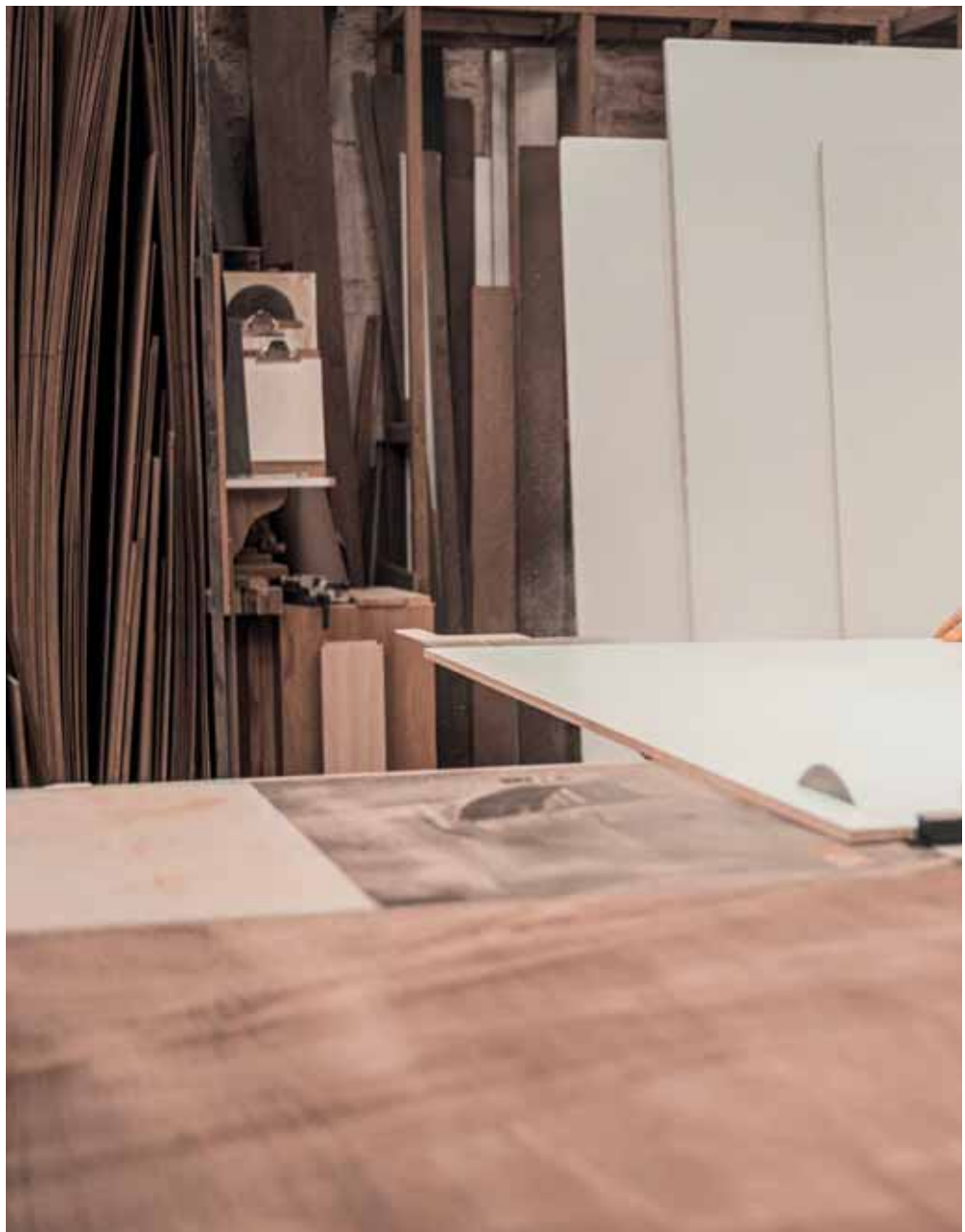
Holz wird zu einer Vielzahl von Produkten verarbeitet. Dabei wird zwischen Vollholzprodukten und Holzwerkstoffen unterschieden. Der Begriff „Vollholz“ steht für das allseits bekannte Massiv- oder Schnittholz. Schnittholz wird in Sägewerken erzeugt, indem dort die runden Stammabschnitte zu Balken, Bohlen, Brettern, Kanthölzern etc. zurechtgesägt werden. Wuchstypische Holzeigenschaften wie Jahrringstruktur und Astansätze bleiben unverändert erhalten und prägen das typische Aussehen sowie die physikalischen Eigenschaften des Schnittholzes.

Holzwerkstoffe sind dagegen Werkstoffe, bei denen Holz zunächst zerkleinert und dann wieder zu neuen Werkstoffen zusammengesetzt wird. Dabei können die Holzeigenschaften mit Blick auf bestimmte Anwendungsbereiche gezielt verändert und optimiert werden.

Die wichtigsten Holzwerkstoffe sind die Spanplatte, die Faserplatte (z. B. Laminat), die Grobspanplatte (OSB, Oriented Strand Boards) sowie das Sperrholz. Je nach verwendeten Bindemitteln und evtl. Zusatzstoffen (z. B. Gips oder Zement) lassen sich homogene Werkstoffe mit spezifischen Eigenschaften in nahezu jeder beliebigen Größe herstellen.

Brettspertholz und Brettschichtholz sind Bindeglieder zwischen dem Vollholz und den Holzwerkstoffen. Hier wird das Holz zunächst in kleine Bretter oder Stäbe zersägt, die dann wieder miteinander verleimt werden. Beim Brettschichtholz erfolgt dies längs zur Faser, beim Brettspertholz quer zur Faser („über Kreuz“). So lassen sich hochfeste, statisch vorberechnete Bauelemente („Leimbinder“) herstellen und kühne, mit früheren Baustoffen nicht realisierbare Konstruktionen verwirklichen.

Eine neue Werkstoffgruppe sind die sogenannten Wood-Plastic-Composites (WPC). Dabei handelt es sich um thermoplastisch verarbeitbare Verbundwerkstoffe aus Holz, Kunststoff und synthetischen Additiven. Ein typisches Beispiel für diese Produktgruppe ist eine wetterfeste Terrassendiele hergestellt aus 70% Holzmehl, 25% Polyethylen oder Polypropylen und 5% Additiven (z. B. UV-Schutzzusätzen und Farbpigmente). Die WPC's sind eine neue Werkstoffgruppe mit großem technologischem Potenzial.



Bauen mit Holz

Jeder kennt Holz im Hausbau. Ob Blockhaus oder moderne Architektur: Bauen ohne Holz ist undenkbar. Moderne Holzwerkstoffe erschließen neue Verwendungen und Bauweisen. Woraus wären Dach, Türen und Fensterrahmen, wo bliebe die Behaglichkeit von Holzelementen wie Balken, Treppen und Holzböden? Wie sähen unsere Tische, Stühle, Betten und Inneneinrichtungen ohne Holz aus? Hätten wir Tapeten, Bilderrahmen oder offene Kamine?

Im Jahr 2012 wurden im Baubereich (Neubau und Modernisierung) insgesamt 13,4 Mio. m³ Holz eingesetzt.

Das ist mit einem Viertel bis zu einem Drittel des gesamten Holzeinschlages der bedeutsamste Verwendungsbe- reich in Deutschland. Knapp 17% der neu gebauten bzw. modernisierten Ein- und Zweifamilienhäuser in Deutschland werden überwiegend aus Holz und Holzwerkstoffen errichtet; bei den Mehrfamilienhäusern ist die Holzbauquote mit rd. 2 % der Baugenehmigungen noch vergleichsweise klein.

Bezogen auf sein Gewicht hat Holz eine sehr hohe Tragfähigkeit, deutlich höher als die zum Beispiel von Stahl. So ist es möglich, ein siebenstöckiges Wohnhaus komplett aus Holz zu fertigen. So wie in

Berlin, Prenzlauer Berg. Das 2008 errich- tete Gebäude ist ein Hingucker im Stra- ßenbild – seinen natürlichen Ursprung sieht man ihm dabei nicht unbedingt an.

Holz als Grundlage von Bildung, Kultur und Technik

Auch in Bildung, Kultur und Unterhaltung ist Holz nicht wegzudenken: Was wäre unser Leben ohne Zeitung, Zeitschriften und Bücher?

Wie würden wir unsere Geschenke verpa- cken? Könnten wir ohne Papier und Blei- stift überhaupt alle lesen und schreiben, oder wäre dies wie bei den alten Völkern nur ein Privileg von wenigen Schrift- gelehrten? Auf welchen Materialien würden wir schreiben, unsere Gefühle, Gedichte und Lieder, unsere Ideen und Erfindungen festhalten und weiter- geben? Wären technische Meilensteine und wissenschaftliche Hochleistungen wie Dampfmaschine, Flugzeug oder Computer ohne Papier als Informations- träger überhaupt erfunden worden?

1843 hatte Gottlob Friedrich Keller, ein Weber aus Sachsen, eine bahnbrechende Idee, nämlich wie Holz für die Herstel- lung von Papier genutzt werden kann. Damals war Papier ein knappes Gut, denn es musste aus Flachsfasern und Hadern hergestellt werden, und diese standen nur in geringem Umfang zur Verfügung. Aber immer mehr Menschen dürsteten nach Wissen, Bildung und Information, die Nachfrage nach Büchern und Zeit- schriften stieg und war mit den alten Verfahren nicht mehr zu bewältigen. Erst das von Gottlob Friedrich Keller entwickelte Verfahren ermöglichte die kostengünstige Herstellung von großen Papiermengen und löste eine beispiel- lose Verbreitung von Informationen, Wissen und Bildung aus.

**Bundesministerium
für Ernährung und Landwirtschaft**



Digitales Treffen der Arbeitskreisleiter*innen mit dem Vorstand

Die Corona-Pandemie beeinflusst die Aktivitäten des Bezirksvereins nach wie vor stark. Genau deswegen trafen sich Ende November rund 10 Arbeitskreisleiter*innen und der Vorstand zusammen in einer digitalen Sitzung. In der dreistündigen Diskussionsrunde konnten die Herausforderungen in diesem Jahr reflektiert werden. Mit bemerkenswertem Geschick konnten einige Arbeitskreise interessante Veranstaltungen in den digitalen Raum verlegen und berichteten über die großen Chancen für die Erreichbarkeit eines breiten Publikums in online Formaten. Ebenso konnten witzige Anekdoten ausgetauscht und ein vorsichtig positiver Blick in das neue Jahr geworfen werden. Die enge Vernetzung und die offene Aussprache beflügelten die Ideen für die kommenden Veranstaltungen. Unterstützt wurde diese Sitzung von der Hauptgeschäftsstelle in Düsseldorf, um einen Blick hinter die Kulissen zu erhaschen und die Planung des nächsten Jahres anzugehen.

Lukas Kluy
Vorstand

Holz + Technik Museum: Aus Wald wird Holz, aus Holz wird Kultur



Das Museum nahe des Wißmarer Sees präsentiert in zwei Gebäuden Geräte und Maschinen, die einst in dem dort ansässigen, 1999 stillgelegten Sägewerk- und Zimmereibetrieb eingesetzt wurden.

Mit dem Titel „Forst“ ist der erste Ausstellungsbereich überschrieben, in dem die Entwicklungsstadien heimischer Baumarten vom Samenkorn bis zur Holzernte vorgestellt werden. Außerdem kann sich hier der

Besuchende über die Geschichte der Forstwirtschaft und über die Arbeiten im Forst informieren. In einem interaktiven Bereich werden die Materialeigenschaften der einzelnen Holzarten erfahrbar gemacht.

Die nächsten Ausstellungseinheiten sind der Holzverarbeitung gewidmet. Hier kann eine große, mit Holz befeuerte Dampfmaschine (Baujahr 1937) besichtigt werden, die die Energie für das Sägegatter (Baujahr 1959) in der Abteilung „Sägerei und Zimmerei“ liefert.

An dem Sägegatter werden große Baumstämme zu Bohlen zersägt, weitere Geräte und Maschinen veranschaulichen den Ablauf in einem Sägewerk der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts. Zudem wird hier die Wartung der Geräte, wie das Schärfen von Sägeblättern, in einer Werkstatt anschaulich erklärt.

Ein weiterer Bereich ist den holzbearbeitenden Handwerken gewidmet. Werkstatteinrichtungen mit Geräten und Erzeugnissen geben Einblicke in die Arbeitswelt der Zimmerer, Tischler und Schreiner. Wandtafeln und Modelle erläutern die historische Entwicklung der holzver- und holzbearbeitenden Techniken.



Im Ausstellungsabschnitt über Energie werden Themen wie „Holz als Energieträger“ (Holz als Ausgangsmaterial von fossilen Brennstoffen), „Ökosystem Baum“ sowie „Erneuerbare Energieträger“ erläutert.

Holz + Technik Museum
35435 Wettenberg-Wißmar
www.holztechnikmuseum.de

Herausragende agrartechnische Abschlussarbeiten gesucht

Der Fachbereich Max-Eyth-Gesellschaft Agrartechnik (VDI-MEG) schreibt für 2021 wieder den Max-Eyth-Nachwuchsförderungspreis aus. Mit ihm werden bis zu vier Verfasser der besten agrartechnischen Bachelor-, Master-, oder Diplomabschlussarbeiten geehrt. Die Gewinner erhalten eine Geldprämie in Höhe von jeweils 600 €. Diese wird von der Max-Eyth-Stiftung zur Verfügung gestellt.

Für die Teilnahme an der Ausschreibung ist ein Gutachten erforderlich, aus dem die herausragende Qualität der Abschlussarbeit und die besondere Bedeutung für die Agrartechnik ersichtlich wird. Einreichungsberechtigt sind Hochschullehrerinnen und

Hochschullehrer, die das Fachgebiet Agrartechnik vertreten oder ein agrartechnisches Thema einer Abschlussarbeit betreuen. Einreichungen sind bis zum 22. Januar 2021 möglich.

„Die Landwirtschaft ermöglicht eine sichere und ausgewogene Ernährung. Außerdem haben ihre Energie- und Kohlenstoffkreisläufe das Potenzial, einen positiven Beitrag zur Klimaproblematik zu liefern“, so Professor Dr. Heinz Bernhardt, Vorsitzender der VDI-MEG Arbeitsgruppe Nachwuchsförderung. „Intelligente Technik ist eine unabdingbare Voraussetzung dafür. Viele gute Ideen und Ansätze finden sich in den Einreichungen zum Nachwuchspreis“, ist Bernhardt sicher.

Die Preisträger werden im Rahmen der VDI-MEG Nachwuchsförderungstagung am 7. Mai 2021 in Mannheim bekannt gegeben. Für weitere Informationen zum Max-Eyth-Nachwuchsförderungspreis steht Dr. Jürgen Frisch, Ansprechpartner für die Arbeitsgruppe Nachwuchsförderung der VDI-MEG, zur Verfügung. Anträge werden bis 22. Januar 2021 an folgende Adresse erbeten:

Dr. Jürgen Frisch
Max-Eyth-Stiftung, c/o KTBL,
Bartningstraße 49, 64289 Darmstadt
Telefon: 06151 7001-124,
E-Mail: Max-Eyth-S@ktbl.de

Papier als nachhaltige Alternative in der Verpackungsindustrie

Der gesellschaftliche Wunsch nach nachhaltigen Verpackungslösungen rückt die Papierumformung in den Fokus der Verpackungsindustrie. Die Produktion von Papierverpackungen stellt wegen anisotropen Werkstoffeigenschaften allerdings eine große Herausforderung für die Umformtechnik dar. Aktuelle Forschung am Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen (PtU) der TU Darmstadt soll nun das Tiefziehen von Papier als eine nachhaltige Verpackungslösung ohne Verzicht auf individuelle Geometrien, Produktivität und ansprechende Oberfläche ermöglichen.

Motivation

Kunststoffe werden zur Herstellung kostengünstiger Verpackungen bei optischer Vielfältigkeit und hoher Oberflächengüte eingesetzt. Einmalverpackungen aus Kunststoff sind in den letzten Jahren stark in die Kritik geraten, da das Umweltbewusstsein zunehmend in den Fokus der Gesellschaft gerückt ist. Aus diesem Grund werden besonders nachhaltige Verpackungen auch zu Marketingzwecken genutzt. Faserwerkstoffe, wie Papier und Pappe, stellen eine günstige Alternative dar. Sie zeichnen sich dadurch aus, dass sie aus nachwachsenden Rohstoffen bestehen und sich natürlich zersetzen. Durch Recycling können zudem neue Papierprodukte aus Altpapier geschaffen werden. Die gezielte Zugabe von Additiven kann dabei die Materialeigenschaften in die gewünschte Richtung anpassen. Die Bedruckbarkeit von Papier bietet außerdem die Möglichkeit das Aussehen von Verpackungen zu individualisieren.

Papierherstellung

Papier kann sowohl aus Primärfasern, welche aus Holz oder Einjahrespflanzen gewonnen werden, als auch aus Sekundärfasern, recyceltem Altpapier, hergestellt werden. Diese

Faserstoffe werden gemeinsam mit verschiedensten Additiven zur Beeinflussung von Eigenschaften und Farben zu einer wässrigen Masse zusammengefügt. Das Trocknen der Masse auf einem bewegten Sieb hat eine Ausrichtung der Fasern in der Bahnebene zur Folge. Ein Großteil der Fasern richtet sich dabei in Richtung der Bahnbewegung (machine direction, MD) aus, ein kleinerer Teil genau senkrecht dazu (cross direction, CD). Die Verbindung des Fasernetzwerks erfolgt primär durch Wasserstoffbrückenbindungen.

Anwendung findet um zum Beispiel Eierkartons herzustellen. Die Verpackungsformen können dabei sehr vielfältig sein, die vorherige Herstellung eines komplexen und teuren Gusswerkzeugs ist jedoch unabdingbar. Zudem muss der Faserstoff für den Prozess vorbereitet werden, was die Fertigungszeit verlängert. Das fertige Gussprodukt hat stoßdämpfende Eigenschaften, jedoch auch eine gröbere Oberflächenstruktur und geringere Festigkeit als eine Papierbahn. Bekannte Papierverpackungen, die

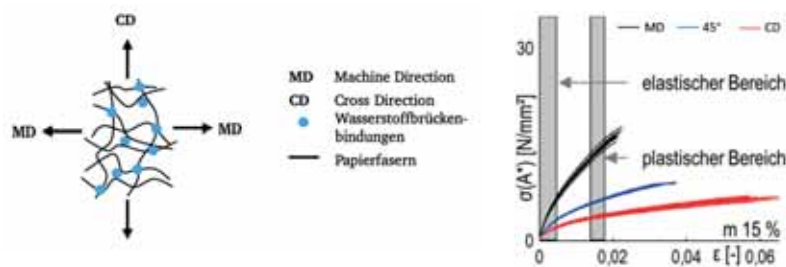


Abb. 1: Schematische Darstellung des Fasernetzwerks; Spannungs-Dehnungsdiagramm von Papier bei 15% Feuchtigkeit

Materialeigenschaften

Papier hat durch seinen Faseraufbau nur einen geringen elastischen Dehnungsbereich bevor die Wasserstoffbrückenbindungen irreversibel getrennt werden und es so zu plastischer Verformung kommt. Durch die bereits erläuterte Faserausrichtung verhält sich Papier zudem stark anisotrop. In CD ist eine höhere Bruchdehnung aber geringere Bruchspannung als in MD zu verzeichnen. (vgl. Abb. 1) Daraus resultiert in CD eine höhere maximale Dehnung und in MD eine stärkere Rückfederung nach plastischer Materialverformung.

Fertigungsprozesse und deren Kritik

Zur Herstellung von Verpackungen aus Papier gibt es verschiedene ur- und umformende Fertigungsansätze. Das Fasergießen von Papier ist ein umformendes Verfahren was vielfach

durch Umformverfahren hergestellt werden sind. Sie bieten die Möglichkeit günstig Verpackungen verschiedener Größen aus zugeschnittenem, flachem Material herzustellen. Faltpackungen können bedruckt werden und dadurch als Werbeträger dienen. Die Verpackungsgeometrie ist, dem Fertigungsverfahren geschuldet, sehr eingeschränkt. Der Faltvorgang kann nur in eckigen Kanten resultieren und bietet keine Möglichkeit, Freiformen zu produzieren. Zudem sind häufig weitere Prozessschritte, wie zum Beispiel Verkleben, nötig. Ein weiteres umformendes Verfahren zur Herstellung von Papierprodukten ist bereits aus der Blechumformung bekannt: Das Tiefziehen (vgl. Abb. 2).

Dieser Prozess ermöglicht das Herstellen von Produkten verschiedenster Geometrien, inklusive Freiformen, bei einer

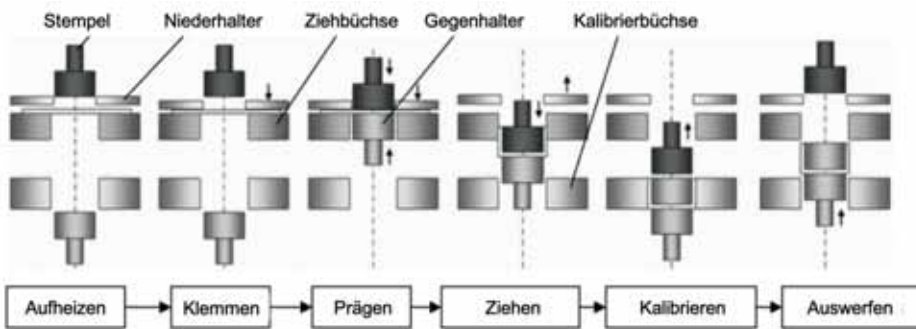


Abb. 2: Der Tiefziehprozess

hohen Produktivität und guter Oberflächenstruktur. Durch die beschriebene, geringe Dehnbarkeit des Materials ist die Umformbarkeit stark eingeschränkt. Aus diesem Grund bildet Papier beim Tiefziehen, nach einer anfänglichen Deformation des Fasernetzwerks, Falten (vgl. Abb. 2). Im weiteren Tiefziehvorgang werden die Falten stärker verpresst, sodass die Oberflächenqualität steigt. Zum Ende des Tiefziehvorgangs kommt es zu einer Rückfederung der Probenzarge.

Für eine verbesserte Faltenverpressung, höhere plastische Dehnbarkeit und eine geringere Rückfederung sorgt das Tiefziehen unter Einfluss von Dampf. Feuchtigkeit und erhöhte Temperatur beeinflussen die Wasserstoffbrückenbindungen und verzögern das Materialversagen.

Untersuchungen eines dreilagigen Frischfaserpapiers konnte festgestellt werden, dass eine Feuchtigkeit von

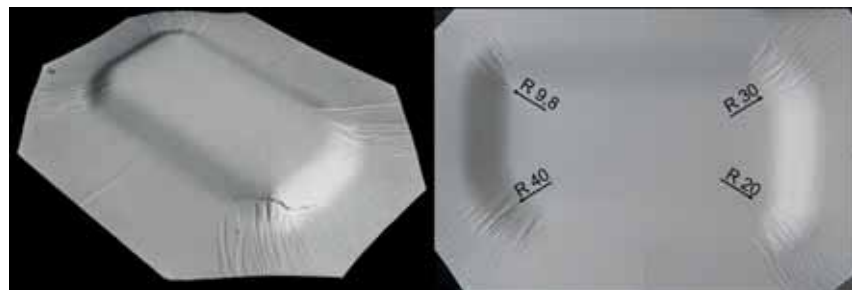


Abb. 4: Probenradien bei einer Feuchtigkeit von 10% (links) und 15% (rechts)

15% die höchste Dehnung ermöglicht. Bei einer geringen Feuchtigkeit kommt es zu einem früheren Versagen der Wasserstoffbrückenbindung und bei einer höheren Feuchtigkeit versagen die Proben, da sich die Faserstruktur durch die Wasseraufnahme löst. Zusätzlich spielt auch die Geometrie eine Rolle. Umso kleiner ein Eckenradius ist, umso mehr Material häuft sich in dem Bereich an. Materialanhäufungen erfordern mehr Faltenbildung und dadurch eine höhere Materialverformung, weswegen es an kleinen Eckenradien besonders früh zu Versagen kommt.

Das Tiefziehen von Papier bietet noch viele offene Fragen und Herausforderungen, die in Bezug auf verbesserte Maßhaltigkeit trotz Anisotropie, stärkere Faltenverpressung und höhere Ziehtiefe zu untersuchen sind. Aus diesem Grund wird in dem durch die AiF geförderten IGF Vorhaben 21562N „Optimierte Papierumformung durch den Einsatz von Wasserdampf“ weiter an der Optimierung des Tiefziehens durch Dampf einbringung gearbeitet.



Abb. 3: Umformen durch Dehnung des Fasernetzwerks (links) und durch Faltenbildung (rechts)

Herausforderungen beim Tiefziehen von Papier

Trotz Feuchtigkeit und erhöhter Temperatur ist das Umformvermögen von Papier gering und die Prozessparameter müssen sehr genau eingestellt werden. Dabei spielt der Feuchtigkeitsgehalt eine große Rolle. In verschiedenen experimentellen

Die anisotrope Rückfederung hat zudem Verzug zu Folge. Durch gezielte Dampf einbringung, die zu verschiedenen Feuchtigkeitsgehalten an unterschiedlichen Positionen der Probe führt, kann der anisotropen Rückfederung entgegengewirkt und der Verzug verringert werden. Aus den genannten Gründen muss die Faserausrichtung der Probe bei nicht rotationssymmetrischen Geometrien beachtet werden. Die Umformung, die den höchsten Materialüberschuss bildet, sollte in CD

M.Sc. Nicola Jessen
M.Sc. Julian Mushövel
Prof. Dr.-Ing. Dipl. Wirtsch.-Ing.
Peter Groche
Institut für Produktionstechnik und Umformmaschinen (PtU)
Technische Universität Darmstadt

IMPRESSUM

HERAUSGEBER

Verein Deutscher Ingenieure
Bezirksverein Frankfurt-Darmstadt e.V.
Bernusstraße 19
60487 Frankfurt am Main
Tel.: 069 / 79 53 97 90
www.vdi-frankfurt.de

REDAKTION

Lukas Kluy
Tatiana Friedel
Natalia Launert
www.vdi-frankfurt.de
office@vdi-frankfurt.de

LAYOUT & SATZ

Verein Deutscher Ingenieure
Bezirksverein Frankfurt-Darmstadt e.V.
Bernusstraße 19
60487 Frankfurt am Main
Tel.: 069 / 79 53 97 90
www.vdi-frankfurt.de

DRUCK

AWG Druck GmbH
Limburger Strasse 26
65594 Runkel
Tel.: 06482 / 91 39 0
www.awg-druck.de

URHEBERRECHT

Der Herausgeber haftet nicht für unverlangt eingesandte Manuskripte und Fotos.

Alle Rechte vorbehalten.

Insbesondere bedürfen Nachdruck, Aufnahme in Online-Dienste und Internet und Vervielfältigung auf Datenträger vorheriger schriftlicher Zustimmung des Herausgebers.

Der Bezugspreis ist für VDI-Mitglieder durch den Mitgliedsbeitrag abgegolten.

Erscheinungszeitraum: 1/4jährlich

ISSN: 1611-5546