

Gesundes Wohnen mit Bäumen und Holz – medizinische Aspekte eines Alleskönners

Prof. Dr. med. Klaus Fiedler, Berlin

Von der Wiege bis zur Bahre – vom Kinderbett bis zum Sarg ist Holz ein wichtiger Begleiter des Lebens. Die Geschichte der Menschen ist eng verbunden mit ihrem universellsten Material, einem Werkstoff, der ihnen in Form von Feuer als Wärme-, Licht- und Nahrungsquelle diente und der sich zum Bau von Geräten und Werkzeugen sowie Häusern und Möbeln eignet. Holz diente zunächst zum Lebenserhalt, dann als Behausung zum Schutz von Tieren und Menschen und schließlich zum praktischen Leben und Wohlfühlen in Form von Möbeln und Innenraumverkleidungen.

Holz und Wohngesundheit

Holz hat eine gute Ökobilanz und zu seiner Herstellung wird wenig Energie verbraucht. Holz ist als Bau- und Werkstoff aus umwelthygienischer Sicht positiv zu werten, da er zu den nachwachsenden Rohstoffen gehört, meist aus nachhaltiger Forstwirtschaft stammt und wieder verwendet werden kann.

Holz hat eine gute Wärmedämmfähigkeit, angenehme Oberflächentemperatur und im Verhältnis zu seinem geringen Gewicht eine gute Wärmespeicherfähigkeit. Holzböden sind fußwarm, denn sie leiten die Wärme schlecht ab. Holzböden bieten den Milben keine Entwicklungsmöglichkeiten. Holzgegenstände laden sich elektrostatisch kaum auf. Holz fühlt sich im direkten Kontakt angenehm an und schafft im Innenausbau und als Möbel eine behagliche Raumatmosphäre. Holz kann man durch Farbgebung und Maserung den unterschiedlichsten Wünschen anpassen. Es trägt zu einem guten Raumklima bei, da es unversiegelt bei zu feuchter Raumluft die Luftfeuchte aufnehmen und bei ungenügender Raumluftfeuchte wieder abgeben kann. Holz emittiert keine primär gesundheitsbeeinträchtigenden Stoffe, Allergien gegen Holzinhaltstoffe können jedoch vorkommen. Holz ist psychologisch positiv besetzt (es gilt als natürlich, gemütlich, warm, gediegen, gesund, atmungsaktiv, dekorativ, repräsentativ).

Bäume und Gesundheit

Die wohl wichtigste Funktion der Bäume ist die Bindung des Kohlendioxids und die Produktion von Sauerstoff (Abb. 1).

Eine 150-jährige Buche z.B. hat etwa 800.000 Blätter. Mit denen nimmt sie pro Tag bis zu 24 Kilogramm CO_2 auf, so viel wie ein Kleinwagen im Durchschnitt auf 150 Kilometer in die Luft pustet. Außerdem filtert sie

Schadstoffe aus der Luft: Bakterien, Pilzsporen und Staub. Die 150-jährige Buche produziert täglich rund 11.000 Liter Sauerstoff, das entspricht in etwa dem Tagesbedarf von 26 Menschen. Über ihre Blätter verdunstet sie täglich bis zu 500 Liter Wasser – das ist der Inhalt von etwa vier Badewannen.

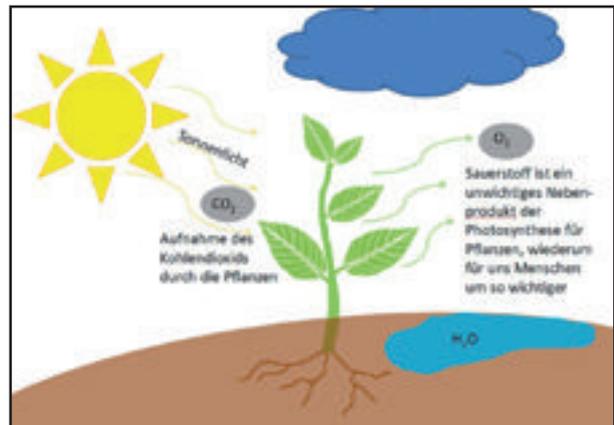


Abb. 1: Fotosynthese (Quelle: Redaktion Wohnmedizin)

Wissenschaftliche Untersuchungen zeigten, dass der Einfluss von Parkanlagen (Cohen et. al., 2007) sowie von Gärten (Sherman et. al., 2005) einen erheblichen Einfluss auf das Wohlbefinden der Exponierten hat. Die Wirkung ist umso größer, je näher die Parkanlage zu den Wohngebieten liegt (Abb. 2).

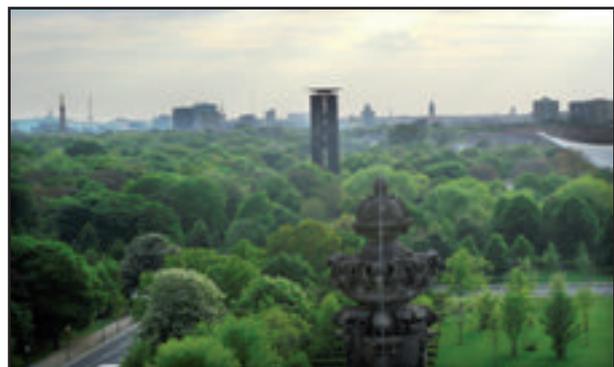


Abb. 2: Tiergarten, Berlin (Quelle: Diana Knoll)

Mit Park und Wald verbinden wir Ruhe, Erholung und Ästhetik. Von besonderer Bedeutung sind die Bäume in der Stadt. Das New York City's Department of Parks and Recreation listet fünf Gründe auf, warum Bäume in der Stadt so großen Nutzen bringen (Peper et. al., 2007):

- Energieeinsparung,
- Kohlendioxidspeicherung,
- Verbesserung der Luftqualität und
- Sturm-Wasser-Management

Es ist insbesondere in exponierten Ländern seit langem bekannt, dass Bäume und andere Formen einer grünen Infrastruktur helfen können, die Schäden durch Sturm und Regen zu verringern. Bei Anfall stärkerer Regenmengen kann die Kanalisation die von den versiegelten Flächen abfließenden Wassermassen nicht mehr aufnehmen mit der Folge von Rückstau und Überschwemmungen, insbesondere bei einem Mischwasser-Kanalisationssystem mit Abfluss ungeklärten Fäkalienabwassers in Seen und Flüsse.

Bäume helfen auch, den Energieverbrauch in Gebäuden zu senken. Das gilt insbesondere für die Reduzierung der Kosten für die Kühlung eines Hauses in der Sommerzeit. Hierbei haben Bäume an der West- und der Ostseite eines Hauses den größten Einfluss (Donovan and Butry 2009). Bäume in den Straßen der Stadt verringern wirksam den negativen Einfluss der Luftverunreinigungen auf die Gesundheit der Anwohner. Dieser Effekt ist umso höher, je höher die Luftverunreinigung an den betreffenden Standorten ist (Daniels et. al. 2000).

Öffentliche Grünflächen insbesondere mit Bäumen führen auch dazu, dass sich Anwohner mehr veranlasst sehen, sich körperlich im Freien zu betätigen und damit indirekt andere positive Effekte fördern (z.B. Gewichtsreduktion). Das wurde in mehreren Arbeiten bestätigt (Coombes et. al., 2010, Frank et. al., 2005, Lovasi et. al. 2011).

Weiter haben verschiedene Studien gezeigt, dass ein steigender Zugang zu Grünraum in der Stadt mit reduziertem Stress verbunden ist (Harting and Staats, 2006; Roe and Aspinali, 2011; Stigsdotter et. al. 2010; van den Berg et. al. 2010).

In zwei interessanten Arbeiten von 2004 und 2009 fanden die Autoren (Kim and Kaplan; Maas et. al.), dass der Zugang zu Grünraum mit einer reduzierten Einsamkeit und verbesserten sozialen Bindungen der Bewohner eines Stadtgebietes korreliert war.

Aus der Literatur ist zu schlussfolgern, dass bei der Planung von Stadtgrün grundsätzlich folgende Aspekte zu beachten sind: Bei Bepflanzung in unmittelbarer Nähe von Häusern treten vor allem die biophysikalischen Effekte für die dort Wohnenden in den Vordergrund (Schattengebung, Windschutz, Energieeinsparung), während bei der Anlage von zusammenhängenden Grünflächen mit Bäumen (Parks), die Effekte für das gesamte Wohngebiet zu verzeichnen sind und zusätzlich die sozialen Bindungen und das Wohlbefinden der Bewohner erhöht werden.

Das Umweltbundesamt weist darauf hin, dass aber auch darauf zu achten ist, dass bei Neuanpflanzung von Bäumen in der Stadt Baum- und Straucharten bevorzugt werden sollten, die aus allergologischer Sicht geeignet sind. Erle, Birke und Haselnuss blühen auch infolge des Klimawandels früher im Jahr und produzieren tendenziell mehr Pollen (Abb. 3). Das sollte bei Neuanpflanzungen berücksichtigt werden (Umweltbundesamt 2015).

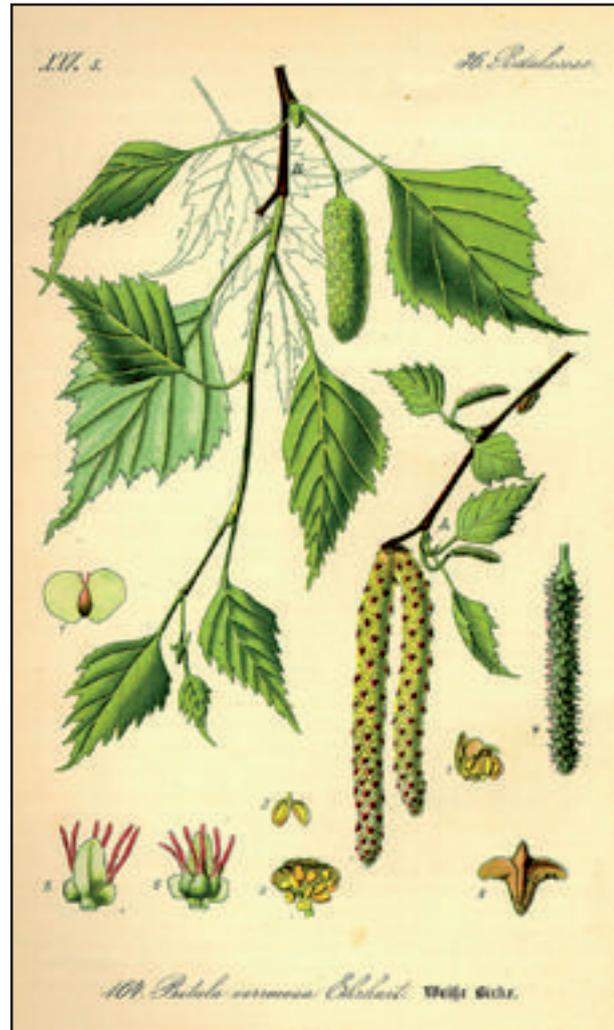


Abb. 3: Birkenpollen stellen ein Problem für viele Allergiker dar. (Quelle: de.wikipedia.org/wiki/Birken)

In Japan gibt es den Begriff des Shinrin-yoku. Hierunter versteht man den japanischen Brauch des „Waldbadens“, d.h., den gesundheitlichen Einfluss des Aufenthaltes in einem Wald, das Einatmen ätherischer Substanzen und das Reduzieren des Stresses und damit die Stärkung des Immunsystems.

Wer das Immunsystem stärkt, erhöht gleichzeitig die Abwehrkraft gegen Bakterien, Viren und sogar gegen Krebserkrankungen.

Edle Hölzer

„Ein Kind mit Wangen so rot wie Blut, die Haut so weiß wie Schnee und die Haare so schwarz wie Ebenholz“, wünschte sich eine Königin und nannte es „Schneewittchen“. Dieses, wohl jedem bekannte Märchen, zeigt, welche Bedeutung edle Hölzer in der Gefühlswelt schon seit langem haben.

Hölzer waren schon in früheren Jahrhunderten positiv besetzt, vor allem, wenn sie selten und damit teuer bzw. exotisch und mit attraktiver Maserung oder Farbe versehen waren.

Die bis heute erhaltenen Möbel aus dem 16. und 17. Jahrhundert sind fast alle aus Eiche.

Das heißt aber nicht, dass nicht viel mehr Holzarten zum Einsatz kamen, sondern ist im Wesentlichen auf die Stabilität und Resistenz dieses Holzes zurückzuführen. Viele andere Hölzer haben insbesondere durch Schädlinge oder Fäulnis die Jahrhunderte nicht überlebt.

Ebenholz spielt in der Zauberei, Mythologie und Esoterik eine wichtige Rolle, es wird ihm oft eine magische Wirkung zugeschrieben. So wird gesagt, dass Häuser mit ebenhölzernen Pfählen nicht von bösen Geistern betreten werden können und Waffen aus Ebenholz Dämonen töten.



Abb. 4: Kabinettschränken aus Ebenholz (18. Jh.)
(Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Ebenholz#/media/File:Evelyncabinet.jpg>)

Rio-Palisander, eine Pflanzenart aus der Gattung Dalbergien (*Dalbergia*) innerhalb der Familie der Hülsenfrüchtler, welche natürlich nur in Brasilien vorkommt, gehört seit über 300 Jahren zu den begehrtesten tropischen Importhölzern zur Herstellung von Furnieren. Zunächst verfolgte der Einsatz vorwiegend als Sägefurnier. Ein besonderer Boom war in der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts zu verzeichnen, als das Messerfurnier erfunden wurde.

Der Leitname ist in Deutschland Palisander (zurückzuführen auf den portugiesischen Trivialnamen „Paolo Santorin“ – heiliges Holz wegen der ihm zugesprochenen medizinischen Heilwirkung).

Seit 1914 wird im internationalen Handel der Name „Jacaranda“ benutzt, um diesen vom Ostindien-Palisander zu unterscheiden. Der Name rührt wahrscheinlich von der ähnlich violetten Färbung der Blüten der Jacaranda und *Dalbergia* Arten her.



Abb. 5: Kreuzgeschweifte Kommode, Schweden um 1760 mit Brandstempel C. Tietze, Rosenholz und Palisander
(Quelle: Foto: Fiedler, K.)

Ostindischen Palisander (*Dalbergia latifolia*) stammt ursprünglich aus Indien und wird auch ostindisches Rosenholz genannt. Heute wird der schnell wachsende Baum vor allem auf großen Plantagen in Indonesien angebaut. Das seit Jahrhunderten höchst begehrte Edelholz besticht durch seine ausnehmend schöne Maserung in dunklen Tönen. Palisander heißt in der englischen Sprache rosewood. Dies ist der Grund dafür, dass der Übersetzungsfehler Rosenholz sich hartnäckig hält.

Rosenholz ist jedoch lediglich eine Unterart des Palisanders, die als *Dalbergia decipularis* bezeichnet wird.

Rosenholz (*Dalbergia decipularis*), englisch Brazilian Tulipwood aus der Gruppe der Palisanderhölzer (*Dalbergia*), hat nichts mit dem Holz von Rosen oder Rosenstöcken (*rosaceae*) zu tun. Der Name leitet sich vom

rosenähnlichen Duft des frisch geschnittenen Holzes sowie seiner schnell verblassenden intensiv rötlichen Farbe ab. Nach dem wichtigen Exporthafen des Holzes aus es im 18. und 19. Jahrhundert, wird es auch Bahia-Rosenholz genannt.

Im Möbelbau des 18. Jahrhunderts galt es als besonders wertvoll und wurde wegen der Seltenheit nach Gewicht, nicht wie sonst üblich nach Rauminhalt, gehandelt (Pfundholz).

Leider verliert sich die Farbe unter Einfluss von Sonnenlicht sehr schnell und das schöne Rot verblasst zu einem oft strukturlosen Gelb (Abb. 6).



Abb. 6: Kästchen aus Rosenholz (Quelle: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/de/9/9c/Rosenholz.jpg>)

In der 2. Hälfte des 18. Jahrhunderts begann man die Zeichnungs- und Kontrastqualitäten der Walnuss zu schätzen („Age of Walnut“). Frankreich versorgte lange Europa mit diesem hoch geschätzten Holz, bis dort selbst nur noch so wenig davon vorhanden war, dass 1720 ein Exportverbot erlassen wurde. Während man Walnuss zunächst massiv verwendete, wurde es später aus Gründen sparsamer Nutzung, wie auch aus künstlerischen Motiven als Furnier auf andere Hölzer geleimt. Hierbei entstanden oft symmetrische und vielwinklich-konfrontierende Maserungsbilder von eindrucksvoller Ästhetik. Besonders begehrt ist das Nusswurzelfurnier (Maserknolle, Abb. 7, 8)

Weiter ist unter anderem als Furnierholz beliebt Mahagoni, Eiche, Esche und Kirschbaum.



Abb. 7: Barockschrank Nusswurzelholz und andere edlen Hölzer (Quelle: Foto: Fiedler K.)



Abb. 8: Barockschrank Nusswurzelholz und andere edle Hölzer (Detail des Türfurniers), (Quelle: Foto: Fiedler K.)

Emissionen aus Holz und Holzprodukten

Die Emissionen aus Holz betreffen vor allem flüchtige organische Verbindungen (VOC), welche nicht gesundheitsschädigend sind (außer bei speziellen Allergien) und von vielen Menschen als angenehm empfunden werden. Das gilt speziell für die Terpene.

Bizyklische Terpene sind flüchtige Bestandteile des Harzöls von Nadelhölzern.

Das Destillat der flüchtigen Fraktion des Harzes ist das Terpentinöl und enthält als Hauptbestandteile α - und β -Pinen und 3-Caren (bizyklische Terpene).

Seit den neunziger Jahren wird laut Umweltbundesamt eine deutliche Zunahme der Konzentration bizyklischer Terpene in der Innenraumluft verzeichnet.

Neben der häufigeren Verwendung von Weichhölzern (vor allem Kiefer und Fichte) in Innenräumen werden der vermehrte Einsatz von sogenannten Biolacken und terpenthaltigen Klebern als Ursache angeführt (UBA 2003). Sowohl α -Pinen als auch 3-Caren in der Raumluft reizen beim Menschen die Schleimhäute von Nase, Rachen und Augen.

Es wurden Entzündungsreaktionen im menschlichen Atemtrakt sowie eine Zunahme des Atemwegswiderstands festgestellt. Diese Krankheitserscheinungen traten insbesondere bei Beschäftigten von Sägewerken im Vergleich von nicht exponierten Arbeitnehmern auf (UBA 2003).

Terpentinöl wurde im Jahr 2000 als möglicherweise Krebs erzeugend in die Kategorie 3A eingestuft.

Es wurde ein Richtwert II von 2 mg bizyklische Terpene pro Kubikmeter Luft und ein Richtwert I von 0,2 mg festgelegt.

Bei den OSB-Platten sind es vor allem ungesättigte Aldehyde, welche bei der Herstellung durch die Oxidation von Fettsäuren gebildet werden und die im Kiefernholz im Vergleich zu anderen Holzarten vermehrt auftreten.

Außerdem können auch gesättigte Aldehyde, insbesondere Hexanal, bei der Fettoxidation gebildet werden.

Hexanal gilt als Leitkomponente für Untersuchungen zur Verminderung von Aldehydemissionen.

2009 untersuchte die Bundesanstalt für Materialprüfung und -forschung (BAM) verschiedene Herstellungsmethoden von OSB-Platten und stellte fest, dass bei der Zugabe von Antioxidantien (Mischung aus Wein- und Zitronensäure) die Emissionen von Hexanal und höheren Aldehyden um 2/3 gesenkt werden konnten (UBA 2014), das heißt, diese Emissionsraten können durch einfache Mittel wirkungsvoll reduziert werden.



Abb. 9: Holzprodukte können gesundheitsschädliche Substanzen emittieren.

Das Hauptproblem der Emissionen aus Holzwerkstoffen ist Formaldehyd.

Formaldehyd kann Krebs erzeugen (Einstufung 2014 in die Kategorie 1 B).

Obwohl die rechtlichen Regelungen (Gefahrstoffverordnung/Chemikalienverbotsverordnung) in den letzten Jahrzehnten eine deutliche Verringerung der Formaldehydemissionen aus Holzwerkstoffen bewirkten, sind Emissionen dieses Schadstoffes nach wie vor in Häusern und Wohnungen ein nicht zu unterschätzendes Problem.

Nach Angaben des Bundesinstituts für Risikobewertung aus dem Jahr 2006 wird der Richtwert in bis zu 10 % der deutschen Haushalte überschritten. Das liegt an Folgendem: Emissionen von Formaldehyd aus Holzwerkstoffen, die mit Harnstoff/Formaldehyd-Leimen produziert wurden, klingen auch über längere Zeiträume kaum ab!

Holzwerkstoffe wurden und werden beim Hausbau und beim Innenausbau großflächig angewandt.

Der deutsche Richtwert für Formaldehyd beträgt 0,1 ppm (124 $\mu\text{g}/\text{Kubikmeter}$).

Im AgBB-Bewertungsschema wird für Formaldehyd ein NIK-Wert (NIK steht für niedrigste interessierende Konzentration) von 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ angegeben.

Dieser Wert orientiert sich am Richtwert der Weltgesundheitsorganisation (WHO), der etwas niedriger ist, als der Richtwert für die Innenraumluft des BfR. Dieser Wert ist ein „Safe“ Level, bei dem bzw. unterhalb dessen ein erhöhtes Risiko nicht mehr zu erwarten ist.

Da Formaldehyd die Tumorfrequenz in den oberen Atemwegen nur bei solchen Konzentrationen erhöht, welche auch zytotoxisch wirken, bedeutet 0,1 ppm einen praktischen Schwellenwert (UBA 2017).

Folgende Empfehlungen können zur Verringerung von Emissionen durch Holzwerkstoffe gegeben werden:

- Versiegelung der nicht furnierten Teile von alten Möbeln
- Kauf von entsprechend gekennzeichneten Holzwerkstoffen (Platten für den Innenraum, Möbel) z.B. mit Blauem Engel
- Sicherung eines Luftwechsels von mindestens 0,5 pro Stunde – bei diesem Luftwechsel werden Holzwerkstoffe in der Prüfkammer untersucht – hierbei erneuert sich die Raumluft alle zwei Stunden komplett. Moderne Häuser ohne Klimaanlage weisen jedoch nur einen Luftwechsel von 0,1 – 0,2 pro Stunde auf. Es muss also in diesen Bauten manuell regelmäßig gelüftet werden, auch um andere Emissionen zu entfernen (z.B. auch CO₂).

Untersuchungen der Universität Freiberg von 2009 mit Versuchspersonen in Testkammern, die relativ hohen Konzentrationen von Emissionen aus OSB-Platten ausgesetzt waren, ergaben, dass keine gesundheitlich negativen Effekte auftraten und der Geruch als neutral bis angenehm eingestuft wurde (Gminski, R. et. al., 2011).

Die emotionale Wirkung des Geruches wird durch die hedonische Note beschrieben (Hedonik von griechisch *hēdonē* = Lust, Freude). Auf einer Skala von äußerst unangenehm (– 4) bis äußerst angenehm (+ 4) wird beschrieben, wie der Geruch von den Probanden empfunden wird. Es konnte bei den Versuchen bis jetzt noch kein Bauprodukt ermittelt werden, welches von den Probanden gleichzeitig als intensiv riechend und positiv bewertet wurde. Um dieses Ergebnis zu erreichen, musste man zu einem Schokoladenkeks greifen! Es ist jedoch festzustellen, dass Holz und Holzwerkstoffe in der Summe über alle Messtage etwas positiver in der Hedonik als andere Bauprodukte bewertet wurden (UBA 2012).

Emissionen aus Klebstoffen

Nachteilig ist bei Holzböden die Trittschallentwicklung. Hier hilft eine schwimmende Verlegung, indem unter die Bodenbelagselemente eine trittschall-dämmende Unterlage gelegt und Nut und Feder verleimt werden. Hierfür sollten Dispersionsklebstoffe verwendet werden. (GIS-CODE D1 oder EMICODE EC1).

Lösemittel-Klebstoffe (30 – 85 % Lösemittel) und Polyurethan-Klebstoffe (bis zu 10 % Lösemittel) können gesundheitsschädliche flüchtige organische Verbindungen emittieren, bei letzteren sind allergieauslösende Bestandteile bekannt. Gesundheitliche Probleme treten hier insbesondere beim Verlegen und in der unmittelbaren Zeit danach auf.

Als Oberflächenbehandlung werden lösemittelfreie Öle oder Flüssigwaxse empfohlen.

Eine Versiegelung sollte nur mit lösemittelfreien Wasserlacken erfolgen.

Bei der Versiegelung von Holzböden mit Polyurethanharzen oder formaldehydgebundenen Harzen werden zum Teil erhebliche Mengen von Lösemitteln frei. Hierdurch kann es zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen während der Verarbeitung und in der Trocknungsphase kommen (Übelkeit, Schleimhautreizungen bis Augenbrennen, allergische Reaktionen).

Nachteil von Wasserlacken ist, dass sie zum Aushärten meist mehrere Tage benötigen.

Wenn Wasserlacke als filmbildendes Element nicht wasserlösliche Acrylharze enthalten, werden chemische Stoffe als „Lösungsvermittler“ eingesetzt, die zum Teil gesundheitsschädigende Eigenschaften haben. Außerdem können chemische Konservierungsstoffe, die zur Haltbarkeit den Wasserlacken beigelegt wurden, beim späteren Abschleifen frei werden.

Holzschutzmittelemissionen

Pentachlorphenol (PCP) wurde wegen seines breiten fungiziden und baktiziden Wirkungsspektrums früher häufig als Holzschutzmittel eingesetzt. Akute Vergiftungserscheinungen bei Aufnahme großer Mengen sind Übelkeit, Schwächegefühl, erhöhte Körpertemperatur und eventuell Leberschäden.

Außerdem enthalten PCP-Produkte je nach dem angewandten Herstellungsverfahren in unterschiedlichem Ausmaß die hochgiftigen Dioxine (PCDD) und Dibenzofurane (PCDF).

PCP darf seit 1989 in der Bundesrepublik nicht mehr hergestellt, in Verkehr gebracht und verwendet werden (bereits seit 1986 ist seine Anwendung als Holzschutzmittel in Aufenthaltsräumen verboten).

Bei der Anwendung PCP-haltiger Holzschutzmittel kommt es über viele Jahre zu Ausgasungen meist geringer Konzentrationen, die von Menschen aufgenommen werden können.

So sind auch heute noch in Innenräumen zum Teil erhebliche Konzentrationen von PCP nachzuweisen, welche aus Holzschutzmittelanwendungen stammen, die lange vor Verbot des PCP erfolgten.

Lindan (Hexachlorcyclohexan [HCH]) und Endosulfan sind Schädlingsbekämpfungsmittel, die zu der Gruppe der chlorierten Kohlenwasserstoffe gehören. Sie wirken als Nerven- und Atemgifte. Ihre akute Warmblütertoxi-

zität ist zwar gering, doch können sie sich im Fettgewebe und fetthaltigen Organen von Menschen und Tieren anreichern. Chlorierte Kohlenwasserstoffe findet man weltweit in Luft, Wasser und Boden sowie in den Organismen. Da die genannten Holzschutzbekämpfungsmittel eine sehr breite Anwendung in privaten und öffentlichen Gebäuden gefunden haben, besteht hier ein erheblicher Sanierungsbedarf. Eine Totalsanierung, d.h., das vollständige Entfernen der kontaminierten Oberflächen oder der sekundär belasteten Baustoffuntergründe ist aus finanziellen Gründen meist nicht machbar, da hierzu in vielen Fällen ein Abriss oder ein Rückbau von Gebäudeteilen, z.B. dem Dachstuhl auf den Rohbauzustand erforderlich wäre.

Da die genannten Holzschutzbekämpfungsmittel eine sehr breite Anwendung in privaten und öffentlichen Gebäuden gefunden haben, besteht hier ein erheblicher Sanierungsbedarf.

Vermehrte Lüftungs- und Reinigungsmaßnahmen führen nur zu einem unzureichenden Erfolg.

Es wird daher empfohlen, Folien (z.B. Kunststofffolien, Alu-kaschierte Tapeten) zur Abdichtung kontaminierter Baumaterialien zu verwenden. Da diese jedoch nicht überall einsetzbar sind, wurden auch Anstriche als mögliche Alternative diskutiert. Es fehlten aber Untersuchungen zur Langzeitwirkung von Anstrichsystemen.

In Emissionskammerversuchen, die fast zwei Jahre dauerten, wurde festgestellt, dass die Mehrzahl der ausgewählten Beschichtungssysteme auch über einen längeren Zeitraum eine wirksame Barriere gegenüber den Schadstoffemissionen darstellen (Franke, Wesselman 1997). Die Ausdünstungen von Lindan, Endosulfan und Dichlorfluorid konnten meist um mehr als 95 % verringert werden.

Emissionen von Pentachlorphenol wurden durch Anwendung eines alkalisch eingestellten Grundierungsmittels nahezu vollständig verhindert. EP-Harze (Bisphenol A/Epichlorhydrin-Harz und Epoxidharz-Dispersion) erwiesen sich als am günstigsten, weil sie die Schadstoffe um über 98 % reduzierten und gegenüber Temperatur- und Feuchteeinwirkungen am wenigsten anfällig waren.

Die EP-Harze haben zudem den Vorteil, auf verschiedensten Baumaterialien wie Holz, Putz, Mauerwerke oder anderen mineralischen Untergründen zu haften. Emissionen von Pentachlorphenol (PCP) waren nach wenigen Wochen nicht mehr nachweisbar, weil zusätzlich zur diffusionshemmenden Wirkung der Beschichtung auch die Überführung des Pentachlorphenols in die Salzform durch die alkalische Grundierung erfolgt.

Allerdings sollte das Mischungsverhältnis Harz und Härter sowie die gute Vermischung der Komponenten genau beachtet werden. Daher empfiehlt sich, Fachfirmen mit den Beschichtungsarbeiten zu betreiben.

Das System besteht aus einer Grundierung „Biophil-Reaktionsgrund“ basierend auf einem Polyacrylatgemisch und enthält die für Acrylatdispersionen gängigen Konservierungsmittel und aus einer Deckbeschichtung „Biophil-Decklack“, welcher als Bindemittel ein modifiziertes Naturharz enthält. Durch die Modifizierung konnte auf eine Lösungsmittelzugabe vollständig verzichtet werden. Als Konservierer ist eine halogenfreie, sauerstoffaktive Verbindung zugesetzt worden. Hersteller ist die Fa. IMPARAT Farbwerk, Gutachter die TU Hamburg-Hamburg.

Der alkalisch eingestellten Grundierung wurde das Lösungsmittel Propylenglykol in einem Anteil unter 10 Gew.-% zugegeben.

Nachträgliches Aufbringen einer Emissionsbarriere kann also durchaus sinnvoll sein.

Wichtig ist es jedoch, künftig auf chemische Holzschutzmittel in trockenen Wohn- und Aufenthaltsräumen zu verzichten. Durch Wahl geeigneter, widerstandsfähiger, trockener Holzarten (z.B. Kernholz von Eiche, Lärche und Kiefer) und konstruktiven Holzschutz (z.B. ausreichende Belüftung von Holzaußenwänden) lässt sich der chemische Holzschutz weitgehend vermeiden.

Physiologische und psychologische Wirkungen

Es ist seit langem bekannt, dass Holz zum Wohlfühlen im Innenraum beiträgt. Holzvertäfelte Decken und Wände wirken warm und gemütlich, schaffen eine behagliche Raumatmosphäre.

Plastik, Stahl oder Aluminium haben oft den gegenteiligen Effekt.

Eine Studie an der Universität Tampere, Finnland (Wallenius 2014), ergab, dass eine Raumausrüstung aus Holz das Stressniveau des Menschen deutlich senkt, die Stimmung positiv beeinflusst und auf Blutdruck und Puls eine beruhigende Wirkung hat. Durch Holz bringt man sich gewissermaßen die Natur in den Raum.

Auch das Berühren von Holzoberflächen vermittelt ein Gefühl der Wärme, Sanftheit, Natürlichkeit und Geborgenheit. Zum Wohlfühlen hat die Ärztezeitung sogar Lampenschirme aus Holz empfohlen (Abb. 10).



Abb. 10: Lampenschirm aus Holz (Quelle: <http://freshhouse.de/35-bastelideen-fuer-diy-lampe>)

Medizinische Anwendungen

Holz ist hautfreundlich. Nicht umsonst ist Holz bis in die jüngste Zeit auch ein beliebtes Material für Prothesen als Ersatz von menschlichen Körperteilen, insbesondere den Gliedmaßen bzw. Teile von ihnen. Aber bereits in Vorzeiten wurde Holz als Ersatzmaterial für menschliche Körperteile benutzt. Schon die alten Ägypter konnten vor 2500 Jahren Zeh-Prothesen herstellen, wie Mumienfunde beweisen. Die hier abgebildete Prothese besteht aus drei beweglichen Teilen aus Holz und Leder und wurde 2000 von dem deutschen Archäologen Nehrlich gefunden (Abb 11).

Sie befand sich im Grab einer Priestertochter, die in der Zeit zwischen 950 und 710 vor Christus lebte. Im Test mit nachgebauten Prothesen dieser Art erwiesen sie sich als voll funktionsfähig. Die Prothese kann im ägyptischen Museum in Kairo besichtigt werden.



Abb. 11: Zehprothese aus Holz und Leder (Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Prothese>)

Chinin

Aus der Rinde des westafrikanischen Yohimbebaums wird das natürliche Potenzmittel Yohimbin gewonnen. Auf Deutsch heißt dieser Baum bezeichnenderweise auch Liebes- oder Potenzbaum.

Die Rinde wird in Afrika seit Langem als Aphrodisiakum benutzt. Man nennt sie das pflanzliche Viagra. 3 – 8 Teelöffel der Rinde werden zehn Minuten in einem halben Liter Wasser gekocht, abgeseiht und langsam getrunken.



Abb. 12: Yohimbe-Baum (*Pausinystalia yohimbe*) (Quelle: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Yerba_Mate.jpg)

Holz und Allergie

Weniger bekannt ist, dass Holz auch Allergien auslösen kann (Tab. 1). Allergien durch Hölzer treten sehr selten, im Allgemeinen nur bei berufsbedingtem Umgang mit diesem Material auf.

Es kann sich hierbei um Kontaktdermatitiden, aber auch um irritative Reaktionen der Schleimhäute der oberen Luftwege handeln.

Neben einer physikalisch-irritativen Wirkung, können auch chemische Inhaltsstoffe des Holzes, wie Phenole, Alkaloide und Saponine eine Rolle spielen.

Zuweilen wird eine vermeintliche Allergie durch Holz, aber auch durch Schimmelpilze auf feuchtem Holz hervorgerufen. Allergien mit Frühreaktionen (Typ 1, IgE,) sind bei einheimischen Holzarten so gut wie unbekannt. Extrem selten wird Rhinitis und Asthma beim Bearbeiten von Kiefern- und Kirsche beobachtet.

Bei exotischen Hölzern ist eine solche Allergie in einigen Fällen nachgewiesen, so wurde z.B. im Holzstaub der roten Zeder (*Thuja plicata*) das Allergen Plicatsäure gefunden (Abb. 13).



Abb. 13: *Thuja plicata*
(Quelle: https://en.wikipedia.org/wiki/Thuja_plicata)

Die berufliche Gefährdung durch Holzstaub ist abhängig von der Stärke der Exposition, d.h., von der Art der verarbeiteten Hölzer und der Höhe der Holzstaubkonzentration, welche direkt auch von den Lüftungsverhältnissen abhängt.

Allergische Reaktionen können vor allem beim Sägen und Schleifen der betreffenden Hölzer auftreten, wenn die Belüftung unzureichend ist.

Aufgrund des Rückgangs der Importe von exotischen Hölzern und verbesserten Absaugungsanlagen in den Produktionsstätten sind derartige Erkrankungen in Europa in den letzten 20 Jahren erheblich zurückgegangen, jedoch in den Ursprungsländern dieser Hölzer durchaus noch häufig.

Obwohl die Entstehung allergischer Reaktionen durch Hölzer zum Teil noch ungenügend erforscht ist, sind von folgenden tropischen Hölzern Reaktionen bekannt, welche dem allergischen Symptomenkreis zugerechnet werden können: Abachi, Makoré und Mahagoni, Kambala, Teak, Palisanderarten, Kokos, Kokobolo, Western red cedar, Silver oak und Australian blackwood. Eine allergische Kontaktdermatitis (Typ IV Kontaktallergene, vermittelt durch T-Lymphozyten) kann nur bei disponierten Personen insbesondere beim Schleifen von Holz mit der Entwicklung von Feinstaub entstehen.

Allergien durch Berührung von Holz sind sehr selten. Es wurden Fälle einer allergischen Kontaktdermatitis beobachtet bei Personen, welche bestimmte Werkstücke aus Holz mit intensiver Berührung angefertigt haben (Hobby, basteln, Heimarbeit).

Hierbei handelte es sich z.B. um Holzgriffe, Holzschmuckstücke und Geigenkinnhalter.

Hölzer und schädliche Inhaltsstoffe			
Name	botanischer Name	pathogene Inhaltsstoffe	Typ I-Reaktionen durch Holzstaub als Berufsallergen
Abachi	Triplochiton scleroxylon	unbekannt	Rhinitis, Asthma
Makoré	Tieghemalla heckeli	Saponine, Benzochinon	Rhinitis, Asthma
afrikanischer Mahagoni	Khaya anthoteca	Anthothecol, Benzochinon	Rhinitis, Asthma
echtes Mahagoni	Swietenia macrophylla		Rhinitis, Asthma/duale asthmatische Reaktion
Limba	Terminalia superba	unbekannt	Rhinitis, Asthma
Mansonia	Mansonia altissima	Glykoside, z.B. Mansonin C	Rhinitis, Asthma
Okumé/Gabun	Aucoumea klaineana		Rhinitis, Asthma
Meranti	Shorea spez.	Benzochinon	
Teak	Tectona grandis	Chinon: Deoxylapachol	Rhinitis, Asthma
Iroko/Kambala	Chlorophora excelsa	Stilben: Chlorophorin	Rhinitis, Asthma
Palisander	Dalbergia latifolia	Chinone: Latinon, Dalbergion	
Western red cedar	Thuja plicata (Riesen-Lebensbaum)	Plicatsäure, Thymochinon	häufig Asthma (häufig IgE-Antikörper gegen Plicatsäure)
Mammutbaum, California Redwood	Sequoia sempervirens		asthmatische Sofort- und verzögerte Reaktion
Libanon-Zeder	Cedrus libani		Rhinitis, Asthma
Platane	Platanus	unbekannt	
Zebraholz	Microberlinia species		duale asthmatische Reaktion
zentralamerikanischer Walnussbaum	Juglans olanchana		Sofort- und verzögerte Reaktionen
Eiche	Quercus	Tannine, Aldehyde	Rhinitis, Asthma
Buche	Fagus sylvatica	Sesquiterpenlaktone, Aldehyde	Rhinitis, Asthma
Birke	Betula	Chrysochinon	
Fichte	Picea abies	Terpene, Stilbene	Rhinitis, Asthma
Pappel	Populus	Terpene	
Esche	Fraxinus excelsior	unbekannt	Rhinitis, Asthma
Nussbaum	Juglans	Chinon: Juglon	
Kiefer	Pinus sylvestris	Pinosylvin, Terpene, Koniferylbenzoat	Rhinitis, Asthma
Tanne	Aies alba (Weißtanne)		Rhinitis, Asthma
Kirsche	Prunus avium/cerasus		Rhinitis, Asthma

Tab: 1 Hölzer und schädliche Inhaltsstoffe

(Quelle: <http://www.alles-zur-allergologie.de/Allergologie/Artikel/3846/Allergen,Allergie/H%C3%B6lzer>)

Die bevorzugten sensibilisierten Hölzer waren dabei Palisander, Teak und Mahagoni.

Wenn Allergien durch einheimische Hölzer bekannt geworden sind, handelt es sich insbesondere um Koniferen (Tanne, Kiefer, Fichte, Lerche) durch das darin enthaltene Balsamharz, dessen Bestandteile unter anderem Terpinol und Kolophonium sind.

Buchen- und Eichenholzstaub sind als krebserzeugend (Nasenschleimhautkrebs) eingestuft.

Auch Stäube anderer Hölzer stehen im Verdacht, krebserzeugende Wirkung zu haben.

Eine Gefahr besteht jedoch nur bei berufsmäßiger Exposition. Deshalb müssen die staubemittierenden Bearbeitungsmaschinen mit Absaugungseinrichtungen betrieben werden. Ist das für Handmaschinen und Handschleifarbeitsplätze nicht möglich, müssen die an diesen Plätzen Tätigen, Filtergeräten mit Partikelfiltern nach DIN EN 143-P2 oder filtrierende Halbmasken nach DIN EN 149-FFP 2 benutzen.

Mythos und Symbolik von Holz

Holzarten sind seit langen Zeiten durch Mythos und Symbolik gekennzeichnet (Baumportal 2017).

Der Apfelbaum steht in allen euro-asiatischen Kulturen für Leben, Liebe und Fruchtbarkeit.

Die Birke ist in Nord- und Osteuropa der Baum des Lebens und des Glücks.

Der Buche sprach man einst die Fähigkeit der Vorhersage zu: Wenn man mit einer Axt Anfang November in den Stab einer Buche hackte und die Baumwunde trocken blieb, rechnete man mit einem strengen Winter.

Das germanische Runenalphabet ritzte man in Buchenstäbe.

Die Eberesche galt in der germanischen Mythologie und bei den keltischen Druiden als Glücksbringer.

Die Eibe ist sowohl Symbol der Totenruhe, als auch Symbol des ewigen Lebens und in der germanischen Mythologie ein Schutzmittel gegen böse Geister und Zauber.

Die Eiche ist für viele Völker ein heiliger Baum, ein Symbol für Kraft und Stärke, ja ein Nationalsymbol. Heilige Eichen durften nicht gefällt werden.

Die Kirsche war stark im Volksglauben verankert. So glaubte man, dass ein Kind schön wird, wenn man das erste Badewasser eines Neugeborenen an einem Kirschbaum ausschüttete.

Die Linde galt bei den Germanen, Slawen und Kelten als heilig und diente als Gerichts- und Richtbaum, aber auch

als Baum der Freude und des Volkes (Tanzbaum, Dorf- linde).

Viele Heiligenstatuen wurden aus Linde geschnitzt.

Tilman Riemenschneiders unerreichte, berühmte Kunstwerke bestehen aus dem „Lignum Sacrum“ dem heiligen Holz wie es früher hieß, dem Holz der Linde.



Abb. 14: Tilman Riemenschneider: Hl. Sebastian, Würzburg, gegen 1490; Detail Bayerisches Nationalmuseum, München
Quelle: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tilman_Riemenschneider_Sebastian_BNM_12-260_img02.jpg

Im Nibelungenlied ist es ein Lindenblatt, das bei Siegfried beim Bad im Drachenblut die Stelle verdeckt, die ihn verwundbar macht.

Zusammenfassung

Holz ist:

- ökologisch (nachwachsender Rohstoff),
- raumklimatisch günstig (gute Wärmedämmfähigkeit, Feuchtigkeitsspeichernd, kaum statische Aufladung),
- hat eine angenehme Oberflächentemperatur,
- ist psychologisch positiv besetzt,
- bildet oft einen ästhetischen Genuss
- und wirkt insbesondere in der Form von Bäumen direkt gesundheitsfördernd.

Gesundheitlich zu beachten sind:

- Emissionen von Formaldehyd und Holzschutzmitteln,
- Emissionen bei der Verlegung von Holz und Holzprodukten,
- selten Schleimhautreizungen durch meist höhere Konzentration von Terpenen,
- die seltenen Allergien gegen Holzinhaltsstoffe und
- mögliche gesundheitliche Probleme bei ungenügender Absaugung von Holzstaub bei kommerziellen Sägearbeiten.

Holz im Haus ist ein wichtiger Teil der Wohnkultur, Bäume und Holz sind gesundheitsfördernd, Holz ist ein Stück Leben und wenn wir rationell mit diesem Naturgut

arbeiten, wird es auch in der Zukunft stets ein untrennbarer Bestandteil wohnmedizinischer Qualität sein!

Literatur

- Baumportal (2017): <http://www.baumpruefung.de/keltisches-horoskop/mythos-und-symbolik-der-holzarten>
- Cohen, D.A., MsKenzie, T.L., Sehgal, A., Williamson, S., Golinelli, D., Lurie, N. (2007): Contribution of public parks to physical activity. *Am. J. Public Health* 97, 509 – 514.
- Coombes, E., Jones, A.P., Hillsdon, M. (2010): The relationship of physical activity and overweight to objectively measured green space accessibility and use. *Soc.Sci. Med.* 70, 816 – 822.
- Daniels, M.J., Dominici, F., Samet, J.M., Zeger, S.L. (2000): Estimating particulate matter-mortality dose-response curves and threshold levels: an analysis of daily time-series for the 20 largest US cities. *Am. J. Epidemiol.* 152, 397 – 406.
- Day, S.D., Dove, J.E., Bartens, J., Harris, J.R. (2008): Storm-water management that combines paved surfaces and urban trees. In: Reddy, K.R., Khire, M.V., Alshawabkeh, A.N. (Eds.), *Geocongress. The Geo-Institute of the American Society of Civil Engineers.*, pp. 1129 – 1136, New Orleans, Louisiana.
- Donovan, G.H. (2017): Including public-health benefits of trees in urban-forestry decision making. *Urban Forestry & Urban Greening*, 22, 120 – 123. https://www.researchgate.net/publication/313815659_Including_public-health_benefits_of_trees_in_urban-forestry_decision_making
- Donovan, G.H., Butry, D.T. (2009): The value of shade: estimating the effect of urban trees on summertime electricity use. *Energy Build.* 41, 662 – 668.
- Frank, L.D., Schmid, T.L., Sallis, J.F., Chapman, J., Saelens, B.E. (2005): Linking objectively measured physical activity with objectively measured urban form. *Am. J. Prev. Med.* 28, 117 – 125.
- Franke L. (1995): Untersuchungen über ein Spezialanstrichsystem zur Versiegelung schadstoffemittierender Baustoffuntergründe. Gutachten des Leiters des Lehr- und Forschungsbereiches Bauphysik und Werkstoffe im Bauwesen der TU Hamburg-Harburg vom 31.10.1995.
- Gminski, R.; Marutzky, R.; Kevekordes, S.; Fuhrmann, F.; Bürger, W.; Hauschke, D.; Ebner, W.; Mersch-Sundermann, V. (2011): Chemosensory irritations and pulmonary effects of acute exposure to emissions from oriented strand board. *Human & experimental toxicology* 30, Nr.9, S.1204 – 1221.
- Hartig, T., Staats, H. (2006): The need for psychological restoration as a determinant of environmental preferences. *J. Environ. Psychol.* 26, 215 – 226.
- Kardan, O., Gozdyra, P., Misic, B., Moola, F., Palmer, L.J., Paus, T., Berman, M.G. (2015): Neighborhood greenspace and health in a large urban center. *Sci. Rep.* 5, 11610.
- Kim, J., Kaplan, R. (2004): Physical and psychological factors in sense of community: new urbanist Kentlands and nearby orchard village. *Environ. Behav.* 36,313 – 340.
- Lovasi, G.S., Jacobson, J.S., Quinn, J.W., Neckerman, K.M., Ashby-Thompson, M.N., Rundle, A. (2011): Is the environment near home and school associated with physical activity and adiposity of urban preschool children? *J. Urban Health* 88,1143 – 1157.
- Franke L., Wesselmann M. (1997): Verhinderung von Emissionen aus Baustoffen durch Beschichtungen. *Bauforschung für die Praxis*, Band 34, 68 S., Fraunhofer IRB Verlag.
- Maas, J., van Dillen, S.M., Verheij, R.A., Groenewegen, P.P. (2009): Social contacts as a possible mechanism behind the relation between green space and health. *Health Place* 15, 586 – 595.
- McPherson, E.G., Simpson, J.R., Gardner, S.L., Vargas, K.E., Xiao, Q. (2007): New York City, New York Municipal Forest Resource Analysis.
- National League of Cities (2016): Sustainable Cities Institute. Urban Forestry <http://www.sustainablecitiesinstitute.org/>
- Roe, J., Aspinall, P. (2011): The restorative benefits of walking in urban and rural settings in adults with good and poor mental health. *Health Place* 17, 103 – 113.
- Sherman, S.A., Varni, J.W., Ulrich, R.S., Malcarne, V. (2005): Post-occupancy evaluation of healing gardens in a pediatric cancer center. *Landsc. Urban Plan.* 73, 167 – 183.
- Stigsdotter, U.K., Ekholm, O., Schipperijn, J., Toftager, M., Kamper-Jørgensen, F., Randrup, T.B. (2010): Health promoting outdoor environments-associations between green space, and health, health-related quality of life and stress based on a Danish national representative survey. *Scand. J. Public Health* 38, 411 – 417.
- UBA (2003): Sagunski, H., Heinzow, B.: Richtwerte für die Innenraumluft: Bicyclische Terpene (Leitsubstanz α -Pinen). *Bundesgesundheitsbl – Gesundheitsforsch – Gesundheitsschutz* 46, 346–352, DOI 10.1007/s00103-003-0584-7.
- UBA (2012): Wilke O., Wiegner, K., Jann O., Brödner, D., Scheffler H.: Immissionsverhalten von Holz und Holzwerkstoffen. *Texte 07/2012*.
- UBA (2014): Emissionsverhalten von Holz und Holzwerkstoffen. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/produkte/bauprodukte/studien-zur-messung-bewertung-von-schadstoffen/emissionsverhalten-von-holz-holzwerkstoffen#textpart-1>.
- UBA (2015): Neuer UMID: Allergikerfreundliche Bäume für die Stadtbepflanzung. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/neuer-umid-allergikerfreundliche-baeume>.