

SPA 05/013 – Wert-Holz

Endverwendungsnachweis



Sparkling Science >
Wissenschaft ruft Schule
Schule ruft Wissenschaft

bmwfw

Inhalt

Ergebnisse.....	3
wissenschaftliche Ergebnisse des Projektes.....	3
Einbindung der Schüler/innen in die Forschungsaktivitäten und ihre Beiträge zu den Forschungsergebnissen.....	28
Darstellung der längerfristigen Zusammenarbeit.....	30
Stellungnahmen von beteiligten Wissenschaftler/innen, Lehrer/innen und Schüler/innen.....	33
Projektbeschreibung 2.....	39
Projektbeschreibung „Wert-Holz“ in Deutsch.....	39
Project description “Wert-Holz” in English.....	40
Informationen für die Programmevaluierung.....	42
Überblick über am Projekt mitwirkende Schulen und Partner.....	42
Konferenzbeiträge.....	43
Publikationen.....	43
Medienspiegel.....	44
Veranstaltungen.....	44
Fotos.....	45
Literatur.....	46
Anhang.....	50
Quellen der Literaturanalyse.....	50
Aggregierte Daten der Charakterisierung selten genutzter Holzarten.....	57

Ergebnisse

wissenschaftliche Ergebnisse des Projektes

Einleitung

Vor nicht allzu langer Zeit wurden noch fast alle Gerätschaften des täglichen, vor allem bäuerlichen, Bedarfs aus Holz gefertigt. Eisen und Metalle waren ein Zeichen von Wohlstand (Blau, 1917, Radkau 2007). Unterschiedliche Teile eines Geräts waren dabei verschiedensten Beanspruchungen ausgesetzt - genauso vielfältig war auch die Holzartenauswahl. Josef Blau zählt im Jahre 1917 27 Holzarten in nur einem böhmischen Hauswesen und betont dabei, dass jedes Holz nach Herkunft und Eigenschaft unterschieden und für den passenden Gebrauch ausgewählt wurde (Blau, 1917). Heute werden viele diese Holzarten – Großsträucher und Kleinbäume (wie z.B. Kornelkirsche und Berberitze) – nicht mehr genutzt. In historischer Literatur (bis in das frühe 18. Jhdt. zurückreichend, siehe Literaturliste im Anhang) wurden diese Holzarten detailreich – jedoch zumeist ohne zahlenmäßige Beschreibung der Eigenschaften – dargestellt.

Im Rahmen des Sparkling Science Projektes „Wert-Holz“ wurden selten genutzte Holzarten gesammelt und mit modernen Methoden Kennwerte für zahlreiche Holzeigenschaften eruiert. Viele Eigenschaften, für die es heute keine Prüfverfahren gibt, (wie z.B. die Spaltbarkeit) wurden in historischer Literatur beschrieben. Für derartige Prüfgrößen wurden gemeinsam mit Schüler/innen und Lehrpersonal der am Projekt teilnehmenden Schulen neue Prüfaufbauten entwickelt.

Die vielfältigen im Rahmen des Projektes durchgeführten Untersuchungen sowie eine umfassende Literaturanalyse ermöglichen eine differenzierte Beschreibung der Eigenschaften und Verwendungsmöglichkeiten der zahlreichen selten genutzten Holzarten. Dies ist die Grundlage, um zukünftig moderne, nachhaltige Anwendungen zu ermöglichen.

Material und Methoden

Probenmaterial

Das für die Charakterisierung der selten genutzten Holzarten herangezogene Probenmaterial wurde zu einem großen Teil in umfangreichen Beprobungen bei den Projektpartnern „Esterházy Forst- und Naturmanagement“, „MA42“ sowie „MA49“ im Herbst 2014 und Frühling 2015 bezogen. Dabei wurden die jeweiligen Gehölze anhand botanischer Bestimmungsmerkmale wie Blätter, Fruchtstände, Knospen, Rindenbild und Habitus bestimmt und gerade Stammabschnitte von jeweils mehreren Individuen entnommen. Weiteres Material wurde von Schüler/innen der HBLA für Forstwirtschaft Bruck/Mur gesucht und zur Verfügung gestellt sowie im Rahmen eines Aktionstages von Schüler/innen der HTL Mödling Holztechnik gesammelt. Die erworbenen Stammabschnitte wurden nach der Weiterverarbeitung zu Riftbrettern in einer Umlufttrocknungs- (Weiss WK3 1000/40) bzw. Vakuum-Hochfrequenz-Trocknungsanlage (Sonderanfertigung BOKU, Institut für Holztechnologie und nachwachsende Rohstoffe) bis zum Erreichen der gewünschten Holzfeuchte getrocknet und anschließend bei Normklima (20°C, 65% relative Luftfeuchtigkeit) klimatisiert und auf 10mm bzw. 20mm Dicke gehobelt.

Entsprechend der jeweiligen Prüfanordnungen wurden aus diesem Material folgende Proben präpariert:

- Biegefestigkeit und Biege-E-Modul: Probendimensionen von 180x10x10mm (lon., rad., tang.)
- Druckfestigkeit: Probendimensionen von 20x10x10mm (lon., rad., tang.)
- Zugfestigkeit: mittels CNC gefräste Zugproben von mit den Außenabmessungen 120x10x10mm (lon., rad., tang.) sowie einem zu prüfenden Querschnitt von 8x4mm (rad, tang.) mit Verstärkungen an den Einspannungen

- Bruchschlagarbeit: Probendimensionen von 80x10x10mm (lon., rad., tang.)
- Dichte, Schwind- und Quellverhalten: Probendimensionen von 20x10x10mm (lon., rad., tang.)
- Abrasion: aus mehreren Elementen bestehende und mit Weißleim auf Hartfaserplatten aufgeleimte Prüflinge mit einer zu prüfenden Fläche von 100x100mm
- Gleitreibung zwischen Haut und Holzoberfläche: gehobelte Bretter mit 20mm bzw. 10mm Stärke
- Brennwert: kleine zur Zuführung zur Mühle geeignete Probenkörper
- Bakterienwachstum auf Holzoberflächen: quadratische Probenkörper mit Abmessungen von 50x50mm und variabler Höhe
- Sorptionsverhalten: Kammproben mit den Außenabmessungen 60x20x20 (lon., rad., tang.)
- Spaltbarkeit: Rohschnitte von Stammabschnitten mit einer Länge von 250mm
- Härte: gehobelte Bretter mit 20mm Stärke
- Faser-/Tracheidenlänge: gespaltene Holzspäne mit einem Maximaldurchmesser von 1mm
- Ligningehalt, Extraktstoffgehalt, pH-Wert: Material mehrerer Individuen gemischt, zu einer Partikelgröße von 80µm vermahlen
- Schallgeschwindigkeit: Probendimensionen von 120x10x10mm (lon., rad., tang.)
- relative Schutzwirkung bei Erdkontakt: Probendimensionen von 10x10x260mm
- Oberflächenenergie: unmittelbar vor dem Prüfen gehobelte Bretter

Alle Proben wurden vor Durchführung der jeweiligen Prüfroutinen im Normklima analog zu DIN 50 014 bei 20°C und 65% rel. Luftfeuchte bis zur Gewichtskonstanz gelagert.

Biegefestigkeit und Biege-E-Modul

Die Biegeprüfung wurde angelehnt an DIN 52186 als 3-Punkt-Biegeprüfung auf der Universalprüfmaschine „Z020“ der Firma Zwick Roell durchgeführt, die Probenverformung mit dem Laserextensometer „laserXtens“ von Zwick/Roell zweidimensional und berührungsfrei mit einer Genauigkeit von 0,3 µm bestimmt. Aufgrund der gegenüber den in der oben genannten Norm vorgeschriebenen reduzierten Probendimensionen von nur 180x10x10mm (axial, radial, tangential) wurde der Auflagerabstand entsprechend der geforderten Mindestlänge von 15 mal der Probenhöhe mit 150mm festgelegt, der Radius der in Stahl ausgeführten Auflagerrollen wurde auf 7,5mm ebenfalls reduziert. Je nach Holzart wurde die Prüfgeschwindigkeit unterschiedlich gewählt, um die Höchstkraft innerhalb der geforderten 1,5±0,5min zu erreichen. Die Proben wurden in tangentialer Richtung gleichmäßig und stoßfrei bis zum Bruch belastet und die Biegefestigkeit sowie Biege-Elastizitätsmodul entsprechend den in der Norm vorzufindenden Formeln unter Verwendung der vor der Prüfung ermittelten Probendimensionen berechnet.

Druckfestigkeit

Die Druckprüfung parallel zur Faserrichtung wurde in Anlehnung an die Norm DIN 52 185 durchgeführt. Die Probendimensionen wurden gegenüber den in der Norm vorgeschriebenen auf die Maße 20x10x10mm (axial, radial, tangential) reduziert. Es wurde die Universalprüfmaschine „Z020“ der Firma „Zwick Roell“ verwendet und die Proben innerhalb der geforderten Prüfzeit von 1,5±0,5min (bei je nach Holzart variierender Prüfgeschwindigkeit) bis zum Erreichen der Höchstkraft belastet. Die Druckfestigkeit wurde analog zu den in der Norm vorzufindenden Formel unter Verwendung der im Rahmen der Prüfung ermittelten Probendimensionen berechnet.

Zugfestigkeit

Zur Messung der Zugfestigkeit wurden gegenüber der EN 52188 reduzierte Probendimensionen verwendet. Die Probenkörper waren allseitig tailliert und wiesen im Bereich des kleinsten Probenquerschnittes die Abmessungen von 8x4mm auf. Der Jahrringverlauf wurde entlang der längeren Querschnittseite des Probenquerschnittes ausgerichtet um die Anzahl an Jahrringen im Prüfkörper zu maximieren. Die Zugfestigkeit wurde analog zu der in der Norm zu findenden Formel aus Maximalkraft und

Probenquerschnitt berechnet.

Bruchschlagarbeit

Der Schlagbiegeversuch wurde auf der Prüfmaschine „HIT 50 P“ der Firma „Zwick Roell“ in Anlehnung an die DIN 52189 durchgeführt. Abweichungen von der Norm stellten die kleinere Probengröße von 10x10x80mm, der verringerte Abstand der Widerlager von 210 auf 62 mm und ein kleineres Pendelschlagwerk mit einem Arbeitsvermögen von 50 Joule dar. Bei der Prüfung wird nach Ermittlung der Probendimensionen die Probe in tangentialer Richtung vom Pendelschlagwerk durchschlagen und die Bruchschlagarbeit analog zu der in der Norm zu findenden Formel berechnet.

Dichte (Roh- und Darrdichte)

Die Bestimmung der Roh- sowie der Darrdichte wurde nach DIN 52 182 durchgeführt. Die Probendimensionen wurden unter Zuhilfenahme der Messuhr „Mitutoyo absolute“ der Firma „Mitutoyo“ mit einer Genauigkeit von 1/1000 mm gemessen sowie das Gewicht mit der Laborwaage „ACCULAB“- (Genauigkeit 1/1000 g) bestimmt. Errechnet wurde die Dichte bei Normklima (Rohdichte) als auch im darrtrockenen Zustand (Darrdichte, siehe Niemz 1993) analog zu der in der Norm befindlichen Formel.

Schwind- und Quellverhalten

Die Bestimmung der Quell- bzw. Schwindmaße wurde angelehnt an die DIN 52 184 durchgeführt, die Probendimensionen waren gegenüber den vorgeschriebenen Maßen reduziert auf 20x10x10mm präpariert und wurden unter Zuhilfenahme der Messuhr „Mitutoyo absolute“ der Firma „Mitutoyo“ gemessen. Die Trocknung wurde bei 103°C bis zur Gewichtskonstanz durchgeführt und die Proben anschließend in einem Exsikkator über Silikagel als Trocknungsmittel abgekühlt. Die Befeuchtung zur Ermittlung des maximalen Quellmaßes wurde ebenfalls in einem Exsikkator und analog zu dem in der Norm beschriebenen beschleunigten Verfahren unter Anlegen von Vakuum durchgeführt.

Abrasion

Auf eine Hartfaserplatte aufgeleimte Stäbchen bzw. Brettchen wurden angelehnt an die EN 13696 auf einem Abraser der Firma „Taber Industries“ geprüft. Abweichend vom Anhang A der oben genannten Norm (Bewertung der Beständigkeit von unlackierten Elementen gegen Verschleiß) wurde mit einer fixierten Umdrehungszahl von 50 Umdrehungen geprüft und anschließend der Gewichtsverlust mit einer Laborwaage bestimmt.

Spaltbarkeit

Im Rahmen des Projektes wurden in zwei Diplomarbeiten zwei verschiedene Methoden zur Messung der Spaltbarkeit realisiert, welche eine Quantifizierung der benötigten Arbeit sowie eine Bewertung der Oberflächenqualität möglich machen. Unter dem Begriff „Spaltbarkeit“ wird zwischen „gut spaltbar“, der Oberflächenqualität der gespaltenen Fläche, sowie „leicht spaltbar“, der zum Spalten benötigten Arbeit unterschieden. Die Messung der beim Spaltprozess aufgenommenen Arbeit ist nicht standardisiert und wurde einerseits durch einen Prüfaufbau mit linearer Relativbewegung des Probenkörpers zum Spaltkeil, andererseits durch eine Ausführung als Schlagpendel bewerkstelligt.

Gleitreibung (im Hinblick auf die Eignung als Werkzeugstiel)

Zur Messung der Gleitreibung wurde ein nicht standardisierter Prüfaufbau entwickelt. Bei diesem liegen die Prüfkörper auf drei Rollen gelagert auf. Die auf ebendiese bei Durchführung der Prüfung zusätzlich zur Gewichtskraft wirkende Kraft (Normalkraft) wird indirekt als Gegenkraft über drei Wägezellen des Typs „166H“ der Firma „BCM Sensor“ ermittelt. Die in der Achse des Prüfkörpers wirkende Gleitreibungskraft wird ebenso als Gegenkraft von einer Wägezelle gleichem Typs gemessen. Bei diesem Prüfaufbau wurden des weiteren Messverstärker des Modells „INA125“ sowie ein 16 Bit Analog-Digitalwandler „ADS1115“ von Texas Instruments verwendet. Bei der Prüfung wird nach dem Reinigen der Hautoberfläche mit Ethanol

mit dem Zeigefinger mit einer aufgetragenen Normalkraft von 4N über den Prüfkörper gestrichen und der Gleitreibungskoeffizient als Quotient zwischen Gleitreibungskraft und Normalkraft berechnet.

Brennwert

Die Ermittlung des Brennwertes wurde im Rahmen einer Diplomarbeit an der HBLA für Forstwirtschaft Bruck/Mur nach ÖNORM M 7132 bestimmt. Proben von 46 mitteleuropäischen Holzarten wurden mit einer „Fritsch Universal PULVERISETTE 19“ Schneidemühle unter Verwendung eines Siebes mit 1mm Lochgröße zerkleinert und je 1g mit einer „IKA C 21“ Brikettierpresse mit 90Nm zu einer Tablette verpresst. Die Messung des Brennwertes wurde mit dem Kalorimeter „C200“ des Unternehmens „IKA“ durchgeführt.

Bakterienwachstum auf Holzoberflächen

Im Rahmen einer Diplomarbeit an der Forstschule Bruck/Mur wurde die Sterblichkeitsrate von Kolibakterien (*Escherichia coli*) auf sieben verschiedenen Holzoberflächen untersucht. Die Bakterienkulturen wurden auf je 40 Proben pro Holzart aufgebracht (je 10 Proben pro Holzart wurden als nicht kontaminierte Kontrollproben geführt), bebrütet und nach Rückabklatschen der Holzproben auf frische LB-Plattenmedien (lysogeny broth) sowie erneuter Bebrütung ausgezählt. Der Einfluss der Reinigung durch einen Geschirrspüler wurde an der Hälfte der verfügbaren Proben untersucht.

Sorptionsverhalten

Im Rahmen einer Diplomarbeit an der HTL Mödling Abteilung Holztechnik wurden Sorptionskurven für mehrere selten genutzte Holzarten ermittelt. Dabei wurde die Ausgleichsfeuchte an Kammproben in Klimaschränken mit 35%, 45%, 55%, 65%, 75%, 85% rel. Luftfeuchte je Holzart gemessen.

Härte

Die Härte nach Brinell wurde sowohl analog zu ÖNORM EN 1534 als auch als instrumentiert gemessen. Zum Einsatz kam die Universalprüfmaschine „Z020“ der Firma „Zwick Roell“ mit dem Härteprüfkopf des gleichen Unternehmens. Die zur konventionellen Berechnung der Brinell-Härte notwendigen Messungen der Durchmesser der nach der Prüfung am Probenkörper verbleibenden Eindrücke wurden mit Hilfe der Stereolupe „Stemi 2000“ von „Zeiss“ mit angeschlossenem Kamerasystem „Axiocam ERc 5“ des selben Unternehmens sowie der Bildanalysesoftware „ImageJ“ (Schneider, 2012) nach vorheriger Kalibration durchgeführt. Die Durchführung von sowohl konventioneller als instrumentierter Härteprüfung machen einen Vergleich der beiden Methoden für zahlreiche Holzarten möglich.

Faserlänge und Tracheidenlänge

Die Messung der Faser- bzw. Tracheidenlängen wurde im Rahmen einer Diplomarbeit an der HTL Mödling Abteilung Holztechnik für einige ausgewählte Holzarten sowie von Mitarbeitern der Universität für Bodenkultur an allen im Projekt behandelten Holzarten gemessen. Zuvor wurde das Material in einer Mischung von 1:1:1 Volumsteilen H₂O₂ (30%):Wasser:Essigsäure für mehrere Stunden (bis zum Zerfall des Faserverbundes) mazeriert und in weiterer Folge die Faserlängen unter dem Durchlichtmikroskop unter Benutzung der Bildanalysesoftware „ImageJ“ (Schneider, 2012) gemessen.

Ligningehalt

Der Ligningehalt wurde nach Abtrennung der Extraktstoffe (siehe Methode zur Bestimmung des Extraktstoffgehalts) analog zu T222 und UM 250 (TAPPI) bestimmt. Dazu wurde nach zweistündiger Hydrolyse mit 72% H₂SO₄ bei 20°C sowie vierstündiger Hydrolyse mit 3% H₂SO₄ bei 100°C das säurelösliche Lignin photometrisch bei 205nm sowie Klason Lignin gravimetrisch nach vorangegangener Trocknung bei 105°C für 24 Stunden gemessen.

Extraktstoffgehalt

Material mehrerer Individuen je Holzart wurde in zwei Durchgängen zu einer Partikelgröße von 80µm

gemahlen und in einem Speed Extractor der Firma „Hubi“ mit den Lösungsmitteln Cyclohexan/Wasser, Ethanol, Ethanol/Wasser sowie Wasser extrahiert sowie nach anschließender Trocknung der Extraktstoffe deren Masse gravimetrisch bestimmt.

pH-Wert

Angelehnt an Sandermann (1959) wurde die Messung des pH-Wertes in einer Dispersion durchgeführt. Material mehrerer Individuen je Holzart wurde dazu in zwei Durchgängen zu einer Partikelgröße von 80 µm gemahlen und je 1g in 70ml destilliertem Wasser unter Verwendung eines Magnetrührers bei Raumtemperatur eine Stunde extrahiert. Der Überstand nach 2 Stunden Dekantieren wurde zur weiteren Abtrennung der Feststoffe zentrifugiert und der pH-Wert der verbleibenden Flüssigkeit mit einem pH-Meter gemessen.

relative Schutzwirkung bei Erdkontakt

Angelehnt an EN 252 wurde die relative Schutzwirkung bei Erdkontakt im Freiland-Prüfverfahren bestimmt. Dazu wurden gegenüber der Norm reduzierte Probenabmessungen von 10x10x260mm verwendet und die Bewertung der Proben nach 602 Tagen (April 2015 bis November 2016) analog zum Bewertungsschema nach Abschnitt 11.2 in oben genannter Norm durchgeführt.

Schallgeschwindigkeit

Die Messung der Schallgeschwindigkeit wurde mit einem Ultraschallmessgerät („Ultrasonic-Tester“) durchgeführt. Bei dieser zerstörungsfreien Messung wird die Holzprobe zwischen Sender und Empfänger positioniert und jene Zeit mit einer Auflösung von 1µs gemessen, welche ein Ultraschall-Impuls mit einer Frequenz von 55kHz zum Durchlaufen des Probekörpers benötigt. Die Schallgeschwindigkeit wird unter Verwendung der Probenlänge (gemessen mit einer Schieblehre mit einer Genauigkeit von 10µm) errechnet.

Literaturanalyse

Zur besseren Beschreibung der Holzarten und deren Verwendung wurden 122 historische Bücher sowie 88 Stellen volkswissenschaftlicher Literatur analysiert (siehe z.B. Klein 2015, Klein et al. 2016, Bockhorn 2013). Diese Werke stammen aus den Bereichen Botanik, Forstwirtschaft, Holzwirtschaft, Xylotheke und Hausökonomie und decken einen Zeitraum von 1690 bis 1985 ab. Es wurden für die 60 heimischen Holzarten die anatomisch-strukturellen sowie technologischen Beschreibungen und die Hinweise auf Verwendungen zusammengefasst. Eine besondere Ressource hierbei sind Xylotheke. In diesen für Naturaliensammlungen vorgesehenen „hölzernen Büchern“ wurde neben der aus dem jeweiligen beschriebenen Holz gefertigten Buchhülle auch die Rinde, die Blätter, Zweige und Früchte, im Unterschied zu herkömmlichen Herbarien, in möglichst lebendiger Form und ganzheitlich, durch Darstellung verschiedener Stadien sowie unter Einbeziehung von Forstschädlingen, Symbionten und technologischen Gesichtspunkten dargestellt. Einige Serien dieser Xylotheke weisen auch handschriftliche Beschreibungen der Pflanze als auch der Holzeigenschaften und der Verwendung auf (Candid Huber 1747-1813, Schildbach 1771-1799 und von Hinterlang 1798-1826).

Die umfangreichen Beschreibungen wurden zu den häufigsten Nennungen kondensiert. Widersprüche in der Literatur wurden auch aufgezeigt. Zur besseren Beschreibung wurden Originalzitate übernommen. Bei den Zahlenwerten in den historischen Büchern stellte sich heraus, dass die Werte für die Rohdichte eindeutig nachvollziehbar sind (Dichte im lufttrockenen Zustand). Eine Auswahl dieser Dichtewerte wurde den eigenen Messungen gegenübergestellt.

Beschreibung der Prüfgrößen sowie Ergebnisse der Charakterisierung mitteleuropäischer Holzarten

Während Eigenschaften und Kenngrößen der „Hauptholzarten“, jenen heute in der Holzwirtschaft verarbeiteten Holzarten, in der Literatur wie zum Beispiel dem Holzatlas von Wagenführ (1985) oder dem Tabellenwerk von Sell (1997) abgebildet sind, sucht man diese Parameter für „selten genutzte Holzarten“ vergeblich. Im Projekt Wert-Holz sind diese Eigenschaften an insgesamt an 42900 Einzelmessungen bestimmt worden. Davon stammen rund 10000 Messungen von beteiligten Schüler/innen. Im folgenden Abschnitt werden die jeweiligen Prüfparameter sowie die Ergebnisse der Charakterisierung der mitteleuropäischen Holzarten kurz beschrieben.

Biegefestigkeit

Der Begriff „Festigkeit“ beschreibt jene Grenzspannung, bei welcher ein Prüfkörper bei Belastung bricht. Demnach ist die Biegefestigkeit gleich der höchsten beim Biegeversuch auftretende Spannung und berechnet sich als Quotient des Biegemoments und Biegegewiderstandsmoments (Niemtz in Wagenführ 2008). Sie steigt mit zunehmender Dichte und ist stark von einwirkender Temperatur und Feuchte abhängig. Des Weiteren wird die Biegefestigkeit von strukturellen Eigenschaften des Holzes beeinflusst (Lohmann 1986, Kollmann 1951). Sie ist eine der bedeutendsten Prüfgrößen, viele Konstruktionselemente werden in dieser Weise beansprucht (Bosshard 1984) und sie gibt sehr gute Anhaltspunkte für die Beurteilung einer Vielzahl von Werkstoffeigenschaften (Göhre, 1961, Kollmann 1951). Die Biegebeanspruchung, bei welcher sowohl Zug- als auch Druckspannungen gleichzeitig auftreten, kann zur Schätzung ebendieser Prüfgrößen herangezogen werden, wobei der Zusammenhang zwischen Biege- und Druckfestigkeit ausgeprägter ist als zwischen Biege- und Zugfestigkeit (Widhalm 2010).

Die Medianwerte der an 60 bearbeiteten Holzarten gemessenen Biegefestigkeit variieren in einem Bereich von über 99 MPa mit dem höchsten Medianwert bei Esche (*Fraxinus spp.*) von 155,7 MPa und dem niedrigsten Medianwert bei Platane (*Platanus spp.*) von 56,4 MPa. Es wurden insgesamt 2648 Messungen der Biegefestigkeit durchgeführt. Die Prüfwerte zur Biegefestigkeit selten genutzter Holzarten sowie einigen als Referenz geprüften im Handel erhältlichen Holzarten sind als Boxplot in nachfolgender Abbildung sowie als Tabellenwerte im Anhang des Berichtes ersichtlich.

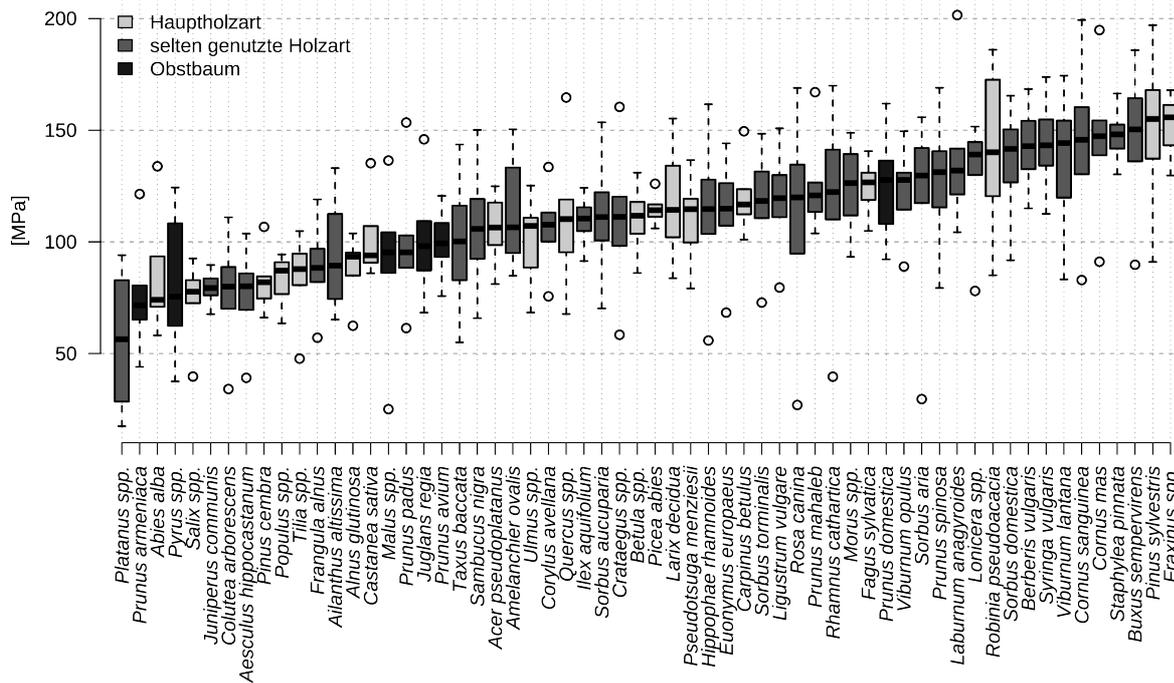


Abbildung 1: Biegefestigkeit mitteleuropäischer Holzarten

Biege-Elastizitäts-Modul

Die reversible Formänderung bei Einwirkung und Wegnahme einer Kraft wird als Elastizität bezeichnet. Der Begriff findet also bei Formänderungen unter Krafteinwirkung unterhalb der Elastizitätsgrenze (jener Punkt bzw. Bereich in dem eine plastische - d.h. nicht reversible - Deformation beginnt) Anwendung, d.h. in jenem Bereich in dem der Körper nach Wegnahme der wirkenden Kraft wieder in seine Ursprungsform zurückkehrt (Göhre 1961).

Die direkt proportionale Abhängigkeit zwischen Spannung und Formänderung wird durch den Elastizitäts-Modul bzw. E-Modul beschrieben (Göhre 1961). Er ist Maßzahl für jene, bei Holz natürlich rein hypothetischen, Spannung, welche zur Formänderung des Holzes um das doppelte nötig wäre. Der E-Modul steigt mit zunehmender Dichte und ist abhängig von der Holzfeuchte und Temperatur (Lohmann 1986).

Die Medianwerte der an 60 bearbeiteten Holzarten gemessenen Biege-E-Moduln variieren in einem Bereich von 13,5 GPa mit dem höchsten Medianwert bei der „Hauptholzart“ Weißkiefer (*Pinus sylvestris*) von 19,3 GPa und dem niedrigsten Medianwert bei der Marille (*Prunus armeniaca*) von 5,8 GPa. Es wurden insgesamt 2649 Messungen des Biege-Elastizitäts-Modul durchgeführt. Die Biege-E-Modul der mitteleuropäischen Holzarten sind als Boxplot in nachfolgender Abbildung sowie als Tabellenwerte im Anhang des Berichtes ersichtlich.

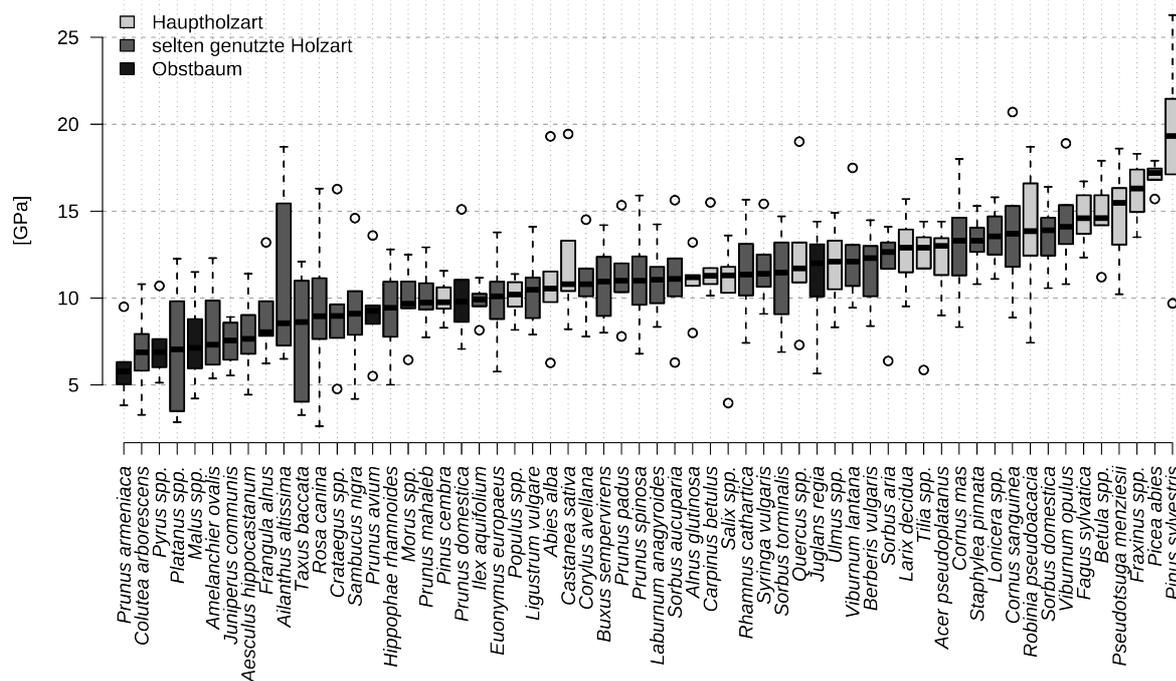


Abbildung 2: Elastizitäts-Moduln mitteleuropäischer Holzarten

Druckfestigkeit

Die Druckfestigkeit parallel zur Faser beschreibt jene Spannung, bei welcher ein Probekörper unter Druckbeanspruchung versagt. Der Bruch tritt demnach beim Umknicken der Fasern im Holz ein (Göhre 1961). Bei parallel zur Faserrichtung wirkender Kraft ist die Druckfestigkeit linear von der Dichte abhängig (Lohmann 1986).

Die Medianwerte der an 60 bearbeiteten Holzarten gemessenen Druckfestigkeit variieren in einem Bereich von 38,4 MPa mit dem höchsten Medianwert bei Buchsbaum (*Buxus sempervirens*) von 75,2 MPa und dem niedrigsten Medianwert bei Weide (*Salix spp.*) von 36,8 MPa. Es wurden insgesamt 2803 Messungen der Druckfestigkeit durchgeführt. Die Prüfwerte zur Druckfestigkeit der mitteleuropäischen Holzarten sind als Boxplot in nachfolgender Abbildung sowie als Tabellenwerte im Anhang des Berichtes ersichtlich.

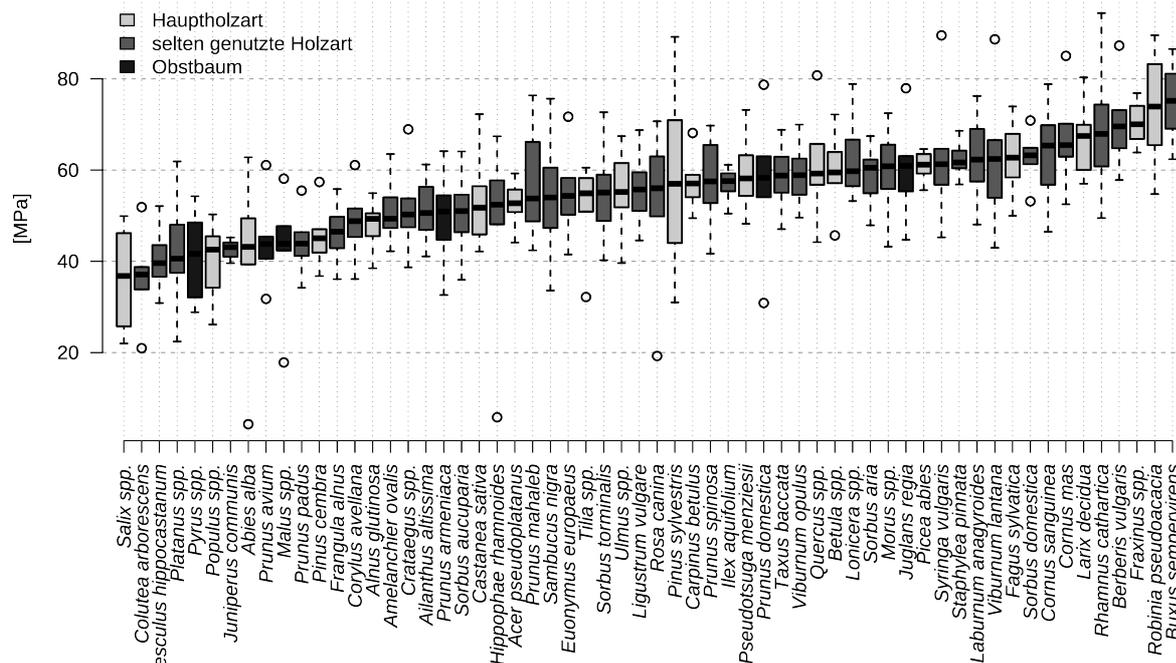


Abbildung 3: Druckfestigkeit mitteleuropäischer Holzarten

Zugfestigkeit

Die Zugfestigkeit ist hauptsächlich in Faserrichtung für praktische Anwendungsfälle von Bedeutung und ist von der Holzart, Dichte, Faserrichtung, Feuchtigkeit, Temperatur, Gefüge, Querschnittsform und den biologischen Wuchsbedingungen abhängig (Vorreiter 1949). Die Messung der Zugfestigkeit gestaltet sich schwieriger als bei anderen Holzeigenschaften (Kollmann 1955). Kollmann (1955) beschreibt auch bedeutende Unterschiede zwischen Prüfwerten an Stücken mit Bauholzabmessungen und kleinen, fehlerfreien Proben, wobei bei letzteren die Streuung der Messwerte ungleich kleiner ist.

Die Medianwerte der an 60 bearbeiteten Holzarten gemessenen Zugfestigkeit variieren in einem Bereich von 209,8 MPa mit dem höchsten Medianwert bei Robinie (*Robinia pseudoacacia*) von 243,5 MPa und dem niedrigsten Medianwert bei Wacholder (*Juniperus communis*) von 33,7 MPa. Es wurden insgesamt 711 Messungen der Zugfestigkeit durchgeführt. Die Prüfwerte zur Zugfestigkeit der mitteleuropäischen Holzarten sind als Boxplot in nachfolgender Abbildung sowie als Tabellenwerte im Anhang des Berichtes ersichtlich.

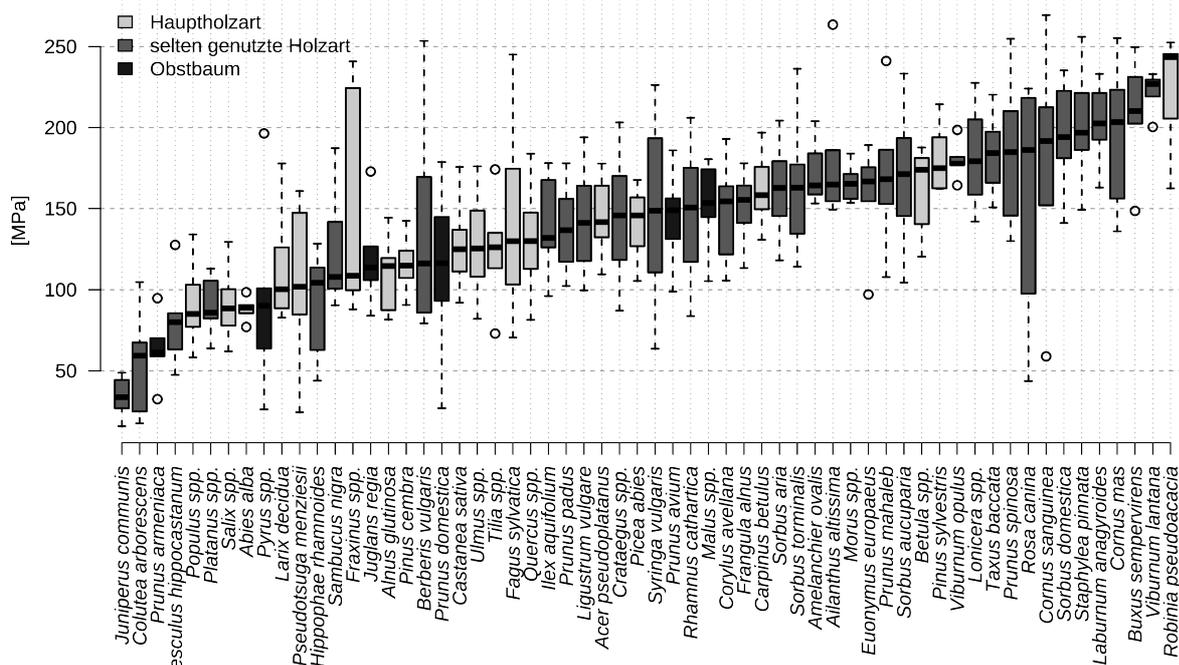


Abbildung 4: Zugfestigkeit mitteleuropäischer Holzarten

Bruchschlagarbeit

Im Gegensatz zu den oben beschriebenen statischen Prüfverfahren wird bei der Messung der Bruchschlagarbeit ein dynamischer Materialkennwert ermittelt. Dieser beschreibt den Widerstand des Werkstoffes gegen eine schlagartig einwirkende Biegebeanspruchung (Göhre 1961, Niemz in Wagenführ 2008, Niemz 1993).

Die Medianwerte der an 59 bearbeiteten Holzarten gemessenen Bruchschlagarbeit variieren in einem Bereich von 131,5 kJ/m² mit dem höchsten Medianwert bei Kornelkirsche (*Cornus mas*) von 139,9 kJ/m² und dem niedrigsten Medianwert bei Marille (*Prunus armeniaca*) von 8,4 kJ/m². Es wurden insgesamt 1662 Messungen der Bruchschlagarbeit durchgeführt.

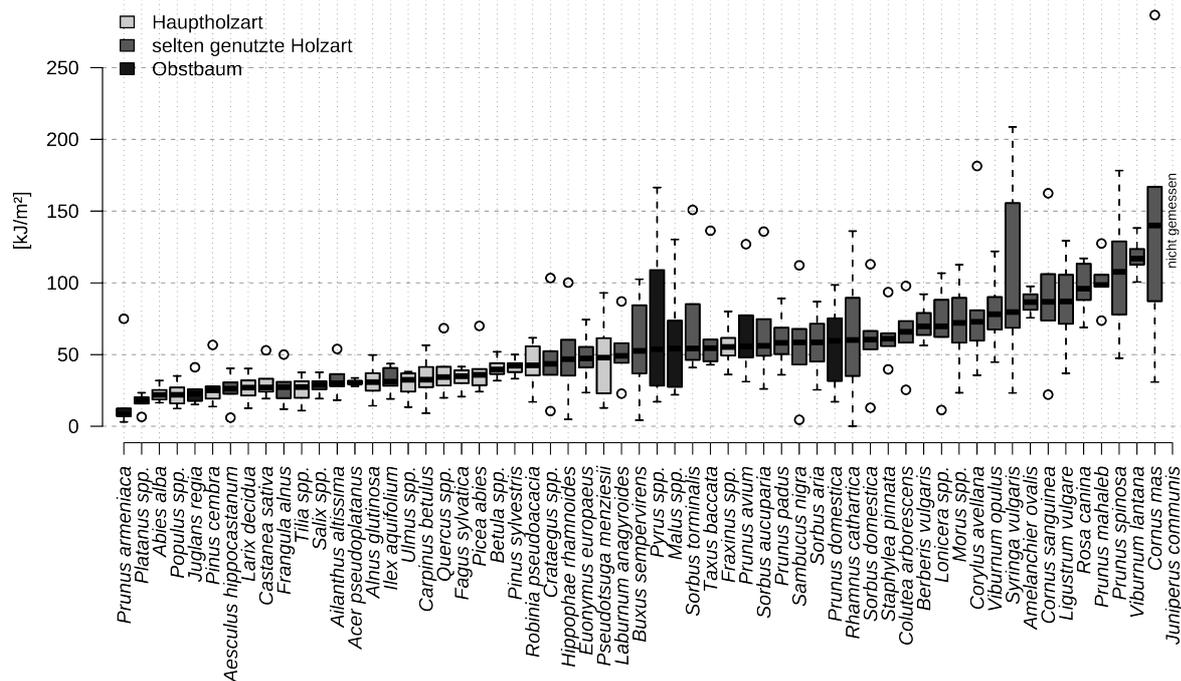


Abbildung 5: Bruchschlagarbeit mitteleuropäischer Holzarten

Dichte (Roh- und Darrdichte)

Die Dichte ist eine der wesentlichsten Materialkennwerte, erklärt sie doch Variation bei anderen Materialkennwerten in großem Maße (Niemz in Wagenführ 2008, Bosshard 1984, Niemz 1993, Kollmann 1951). So verhalten sich innerhalb eines durch Anisotropie und Inhomogenität bedingten Streubereiches Eigenschaften wie Festigkeit, Härte und Verbrennungswiderstand sowie Wärmeleitfähigkeit direkt proportional zur Dichte (Göhre 1961). Die Korrelation zwischen Dichte und anderen Materialkennwerten, besonders Festigkeitsmaßen, wird als sehr hoch beschrieben (Saranpää in Barnett 2003), eine im Rahmen des Projektes durchgeführte Bachelorarbeit kann mit einem beispielhaft angeführten Korrelationskoeffizienten (Produkt-Moment-Korrelation nach Pearson) von 0.76 zwischen Darrdichte und Biegefestigkeit diese Aussage unterstreichen. Wie auch andere Materialkennwerte ist die Dichte abgesehen von der Holzart vom Standort, der soziologischen Stellung des Gehölzes, sowie von strukturellen Einflussgrößen wie z.B. Früh- bzw. Spätholzanteil, Jahringbreite, Dichteverteilung im Stamm, Reaktionsholz sowie Alter des Gehölzes abhängig (Niemz 1993). Insofern ist auch hier die Bearbeitung von jeweils mehreren Individuen überaus wichtig.

Die Medianwerte der an 60 bearbeiteten Holzarten gemessenen Rohdichte nach DIN 52 182 variieren in einem Bereich von $0,53 \text{ g/cm}^3$ mit dem höchsten Medianwert bei Flieder (*Syringa vulgaris*) von $0,97 \text{ g/cm}^3$ und dem niedrigsten Medianwert bei Weide (*Salix spp.*) von $0,44 \text{ g/cm}^3$. Die Medianwerte der an 60 bearbeiteten Holzarten gemessenen Darrdichte variieren in einem Bereich von $0,53 \text{ g/cm}^3$ mit dem höchsten Medianwert bei Kornelkirsche (*Cornus mas*) von $0,93 \text{ g/cm}^3$ und dem niedrigsten Medianwert bei Weide (*Salix spp.*) von $0,41 \text{ g/cm}^3$. Es wurden insgesamt 2925 Messungen der Darrdichte sowie 3814 Messungen der Rohdichte durchgeführt. Die Prüfwerte zur Rohdichte mitteleuropäischer Holzarten sind als Boxplot in nachfolgenden Abbildung sowie die Prüfwerte zur Roh- und Darrdichte als Tabellenwerte im Anhang des Berichtes ersichtlich.

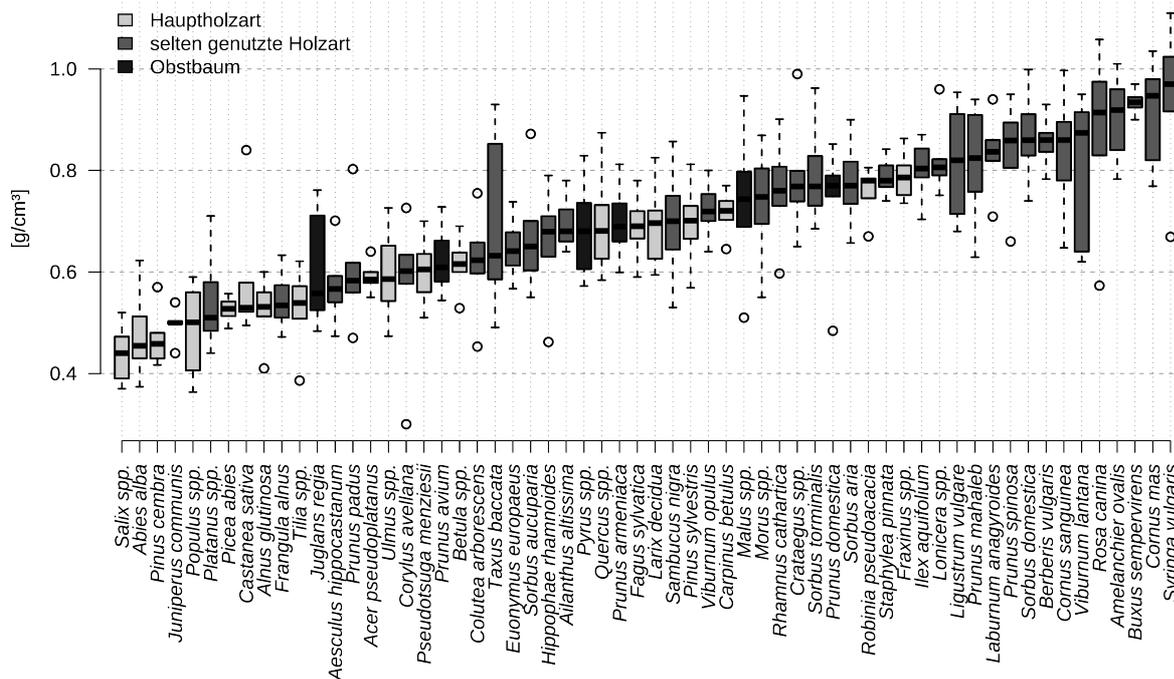


Abbildung 6: Rohdichte mitteleuropäischer Holzarten

Schwind- und Quellverhalten

Bei Feuchteänderungen im Bereich bis zur Fasersättigung, man spricht hier auch vom hygroskopischen Bereich, kommt es zu als „Quellen“ und „Schwinden“ bezeichneten Dimensionsänderungen. Diese sind durch Einlagerung bzw. Abgabe von Wassermolekülen in die intermizellaren bzw. interfibrillaren Hohlräume und dem dadurch einhergehenden Ausdehnen bzw. Zusammenziehen der Zellwand bedingt (Niemz 1993). Dabei ist das maximale Quell- bzw. Schwindmaß eine Kenngröße, welche diese Dimensionsänderung quantifiziert (Niemz in Wagenführ 2008, Niemz 1993, Kollmann 1951). Die maximalen Quell- und Schwindmaße wurden jeweils in alle drei anatomischen Hauptrichtungen gemessen, aus diesen Messungen auch zusätzlich das Volumsquellmaß bzw. -schwindmaß berechnet. Beispielhaft sind in der folgenden Abbildung die maximalen Quellmaße mitteleuropäischer Holzarten in tangentialer Richtung abgebildet. Es wurden insgesamt 2947 Messungen der Quellmaße in tangentialer Richtung, sowie ebenso viele in die anderen beiden anatomischen Hauptrichtungen (sowie Schwindmaße) durchgeführt.

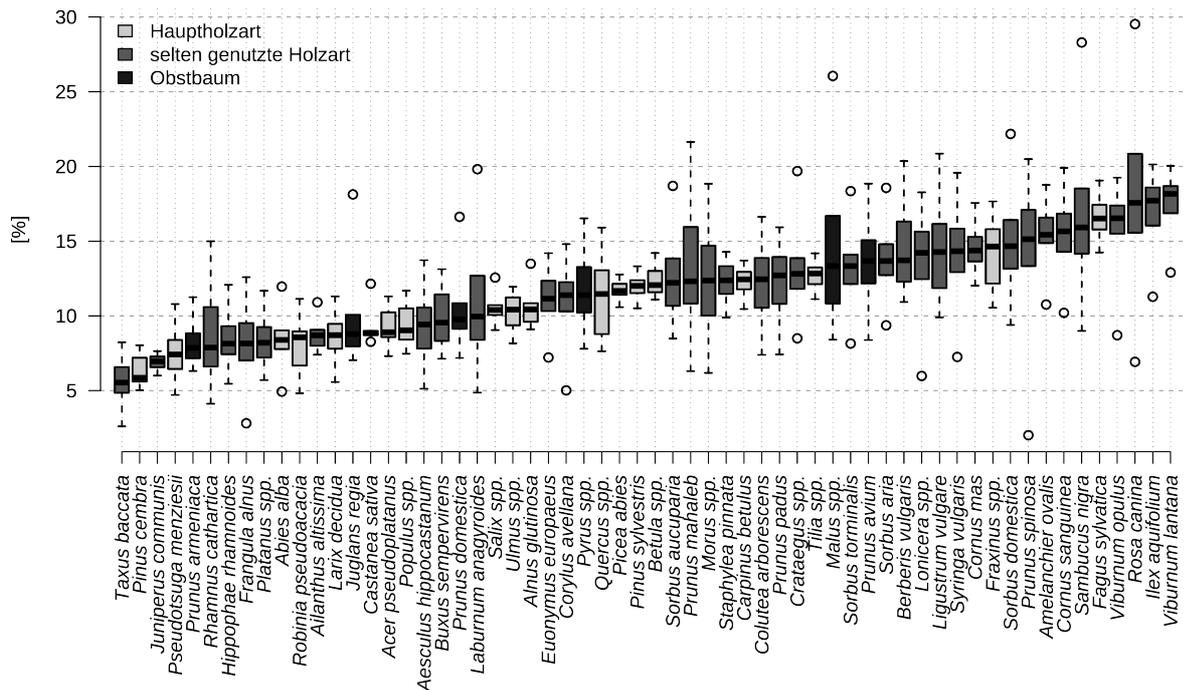


Abbildung 7: maximales Quellmaß mitteleuropäischer Holzarten in tangentialer Richtung

Abrasion

Aus historischer Perspektive war der mechanische Abrieb an Holzoberflächen von besonderer Bedeutung, war Holz doch in früheren Zeiten der bevorzugte Rohstoff im Maschinenbau, welcher im 18. Jahrhundert als Zweig der Zimmermannskunst galt (Fuchs 2012). Auch bei Wagenteilen wie Radlagern war die Berücksichtigung von Abrieb vonnöten (Vorreiter 1949). Auch wenn die Bedeutung von Holz im Maschinenbau heute nicht mehr die gleiche ist, sind auch heute noch alle Holzelemente Abnutzungserscheinungen ausgesetzt. Kollmann (1955) beschreibt die Schwierigkeit der vielfältigen Ausformungen von Abnutzung - der Einfluss von Geschwindigkeit, Flächendrücken, Stößen und Schwingungen aber auch Einfluss von Feuchtigkeit, Fremdkörpern, Temperatur und chemischen Stoffen - und die daraus resultierende Schwierigkeit diese Größe vergleichbar zu messen.

Die Medianwerte der an 60 bearbeiteten Holzarten gemessenen Abrasion nach 50 Umdrehungen der Schleifwalzen eines Taber Abrasers variieren in einem Bereich von 44,35 mg mit dem höchsten Medianwert (der höchsten Abriebsmasse) bei Zirbe (*Pinus cembra*) von 66,35 mg und dem niedrigsten Medianwert (der geringsten Abriebsmasse) bei Zwetschke (*Prunus domestica*) von 22 mg. Es wurden insgesamt 478 Messungen am Taber Abraser durchgeführt.

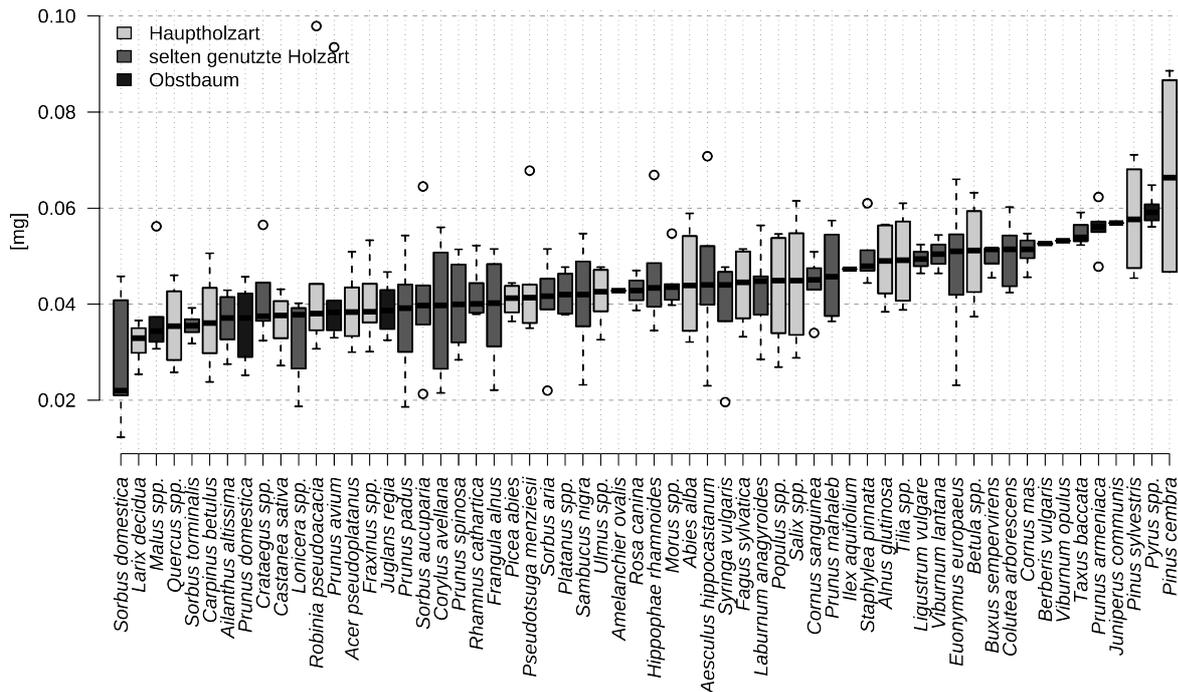


Abbildung 8: Abrieb nach 50 Umdrehungen des Taber Abrasers

Spaltbarkeit

Spalten bezeichnet einen durch ein keilartig wirkendes Werkzeug bedingten Trennungsvorgang, bei welchem sich die Trennungskluft vor dem Keil ausbreitet und sich somit von einem schneidenden Trennungsvorgang unterscheidet (Kollman 1955). Die Spaltfestigkeit ist von der Holzart und hier vor allem von deren anatomischen Aufbau (Nördlinger 1890), Dichte, Faserrichtung, Holzfehler sowie Größe und Form des Spaltkörpers abhängig (Vorreiter 1949).

Im Projekt Wert-Holz wurden zwei verschiedene Prüfaufbauten im Rahmen von Diplomarbeiten an der HTL Mödling Abteilung Holztechnik entwickelt. Im Zuge der Entwicklung der Prüfverfahren wurde ein Vorversuch zur Messung der Spaltbarkeit der Holzarten Hainbuche (*Carpinus betulus*), Rotbuche (*Fagus sylvatica*) Birke (*Betula pendula*) und Esche (*Fraxinus excelsior*) durchgeführt, eine weitere über die Projektlaufzeit hinaus gehende Diplomarbeit beschäftigt sich weiterführend mit dem Themenfeld „Spaltbarkeit“.

Gleitreibung (im Hinblick auf die Eignung als Werkzeugstiel)

Neben einer ausreichender Festigkeit und ggf. bestimmten dynamischen Eigenschaften (z.B. Schwingungsdämpfung) spielt die Interaktion der Handoberfläche mit der Oberfläche des Griffmaterials bei der Wahl der richtigen Holzart als Werkzeugstiel eine Rolle (Kühne 1951). Diese Oberfläche muss zum einen durch ihre Reibungseigenschaften ein Entgleiten des Stieles verhindern (Kühne 1951). Zum anderen ist Reibung auch für die Bildung von Reibungsblasen verantwortlich (Knapik 1995). Als Reibung wird jener Widerstand bezeichnet, welchen sich relativ zueinander bewegende Oberflächen erfahren. Dabei unterscheidet man jenen Widerstand, welcher gegen eine Verschiebung aus dem Ruhezustand wirkt, die Haftreibung, von jenem welcher bei sich relativ zueinander in Bewegung befindlichen Oberflächen auftritt und als Gleitreibung bezeichnet wird (Vorreiter 1949).

Bei der Messung von Gleitreibungskoeffizienten zwischen Hautoberfläche am Zeigefinger und Holz an 59 mitteleuropäischen Holzarten konnte der höchste Wert bei Zirbe (*Pinus cembra*) mit 0,39 sowie der niedrigste Wert bei Marille (*Prunus armeniaca*) mit 0,23 gemessen werden. Für Werkzeugstiele heute übliche Holzarten wie Buche (*Fagus sylvatica*) und Esche (*Fraxinus excelsior*) weisen eher höhere Messwerte auf. Es wurden insgesamt 553 Messungen der Gleitreibung zwischen Holz- und Hautoberfläche durchgeführt.

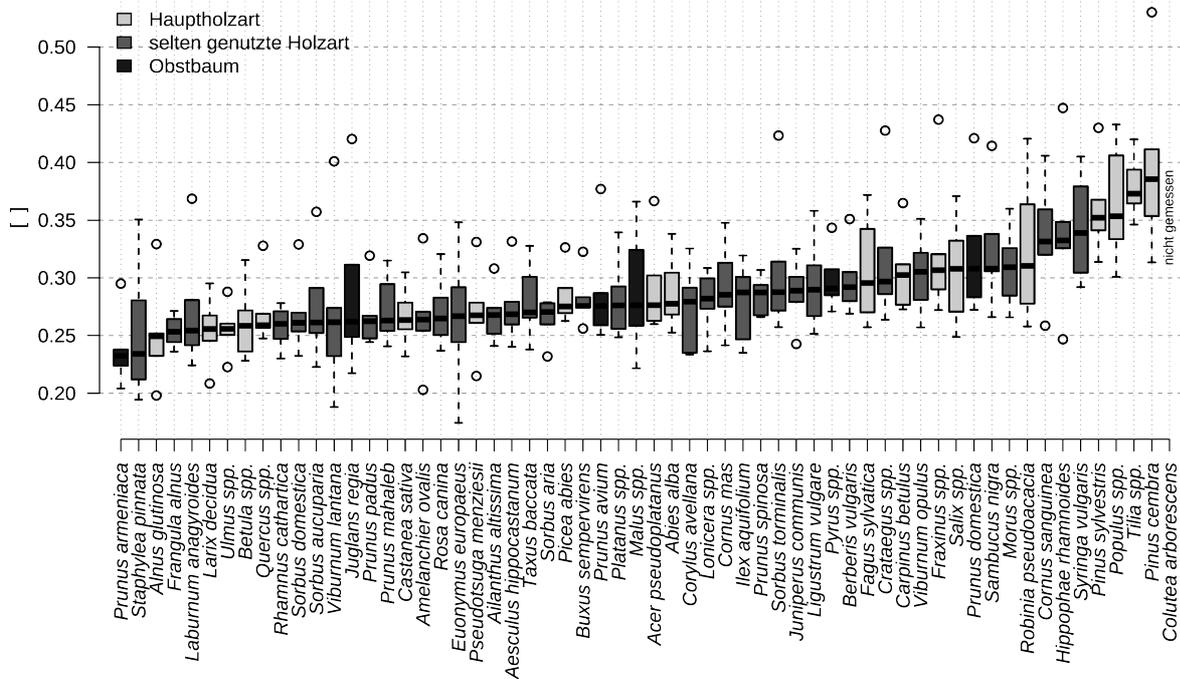


Abbildung 9: Gleitreibungskoeffizient zwischen Holz- und Hautoberfläche (in vivo)

Brennwert

Holz spielt schon seit Urzeiten und bis zum 19. Jahrhundert die wichtigste Rolle für die Wärme- aber auch Kraftgewinnung (Radkau 1987, Kollman 1955, Vorreiter 1949). Sowohl der häusliche, aber vor allem der Heizbedarf bestimmter Gewerbe wie Salinen und Eisenhütten wurde durch Holz und Holzkohle gedeckt (Radkau 1987). Kollmann (1955) spricht von minimalen Unterschieden im von der Elementarzusammensetzung abhängigen Heizwert der verschiedenen Holzarten und nennt den Ligningehalt und Harzanteil als die größten Einflussgrößen. Die im Rahmen einer Diplomarbeit an der HBLA für Forstwirtschaft Bruck an der Mur gemessenen Brennwerte mitteleuropäischer Holzarten korrelieren ebenfalls mit dem Ligningehalt (Pearson Produkt-Moment-Korrelation von 0,55), ein Zusammenhang mit dem Extraktstoffgehalt ist nicht nachweisbar.

Den höchsten gemessenen Brennwert vom 46 gemessenen mitteleuropäischen Holzarten weist Zirbe (*Pinus cembra*) mit einem Medianwert von 20,9 MJ/kg, den niedrigsten Pappel (*Populus spp.*) mit 18,9 MJ/kg auf. Es wurden insgesamt 152 Messungen des Brennwertes durchgeführt.

Härte

Als Härte wird der Widerstand gegen einen in die Oberfläche eindringenden Körper bezeichnet (Kollmann 1955). Diese Eigenschaft war historisch von Bedeutung, auch heute ist die Härte für viele Produkte, wie zum Beispiel für Parkett, sehr entscheidend. Sie ist von der Holzart, Jahringbreite, Spätholzanteil, Baumteil, Holzfeuchte und Schnittrichtung abhängig sowie stark mit der Dichte korreliert (Vorreiter 1949).

Die Medianwerte der an 60 bearbeiteten Holzarten gemessenen Härte variieren in einem Bereich von 45,5 N/mm² mit dem höchsten Medianwert bei Flieder (*Syringa vulgaris*) von 52,8 N/mm² und dem niedrigsten Medianwert bei Wachholder (*Juniperus communis*) von 7,3 N/mm². Es wurden insgesamt 620 Messungen der Härte durchgeführt.

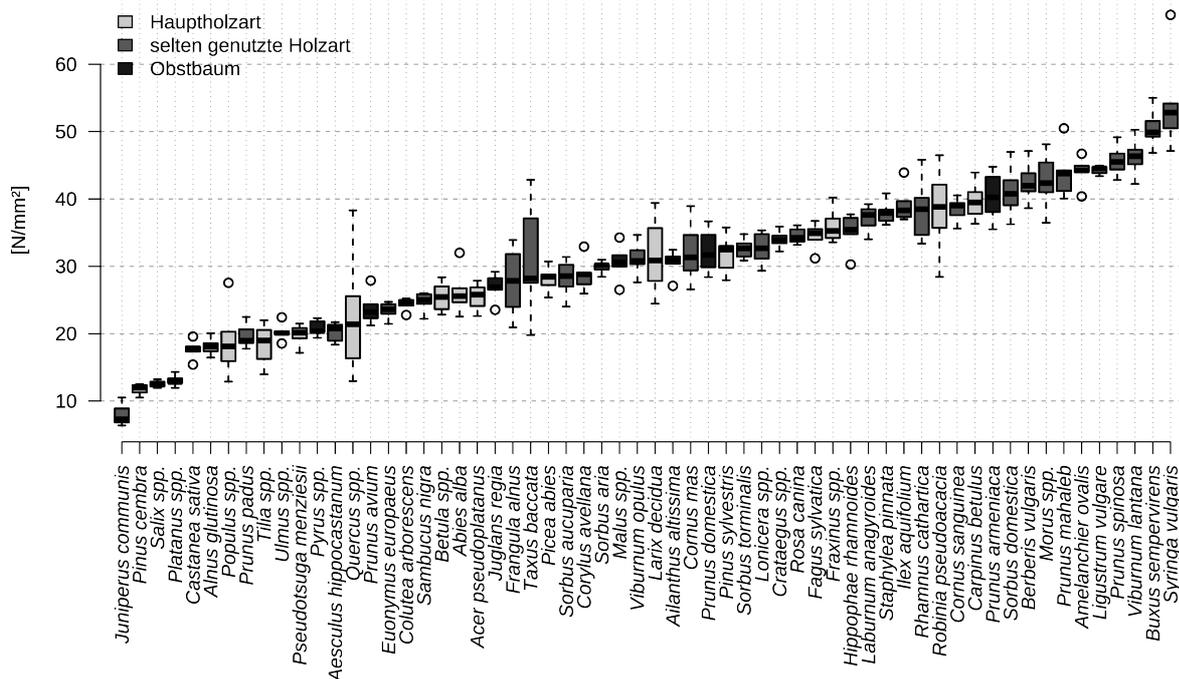


Abbildung 11: Brinell-Härte mitteleuropäischer Holzarten

Faserlänge und Tracheidenlänge

Das Fasergewebe (Libriformfasern und Fasertracheiden) ist als Festigungsgewebe für die mechanischen Eigenschaften unterschiedlicher (Laub-) Holzarten verantwortlich. Bei Nadelhölzern übernehmen Tracheiden neben der Leitungsfunktion ebenfalls die Festigungsfunktion. Die Länge der Holzfasern bzw. Tracheiden ist Holzarten-inherent (Ilvessalo-Pfäffli 1995). In historischer Literatur ist häufig von Fasrigkeit die Rede, dieser Begriff ist jedoch oft widersprüchlich verwendet und nicht unbedingt mit der tatsächlichen Länge der Einzelfasern in Verbindung stehend (Nördlinger 1890).

Bei Laubhölzern wurden die kürzesten Faserlängen bei Berberitze (*Berberis vulgaris*) mit 431µm und die längsten Faserlängen mit 1567µm bei Platane (*Platanus spp.*) gemessen. Bei den Nadelhölzern variieren die Tracheidenlängen zwischen 1134µm bei Wachholder (*Juniperus communis*) und 4499µm bei Fichte (*Picea abies*). Es wurden insgesamt 4930 Messungen der Faser- bzw. Tracheidenlänge durchgeführt.

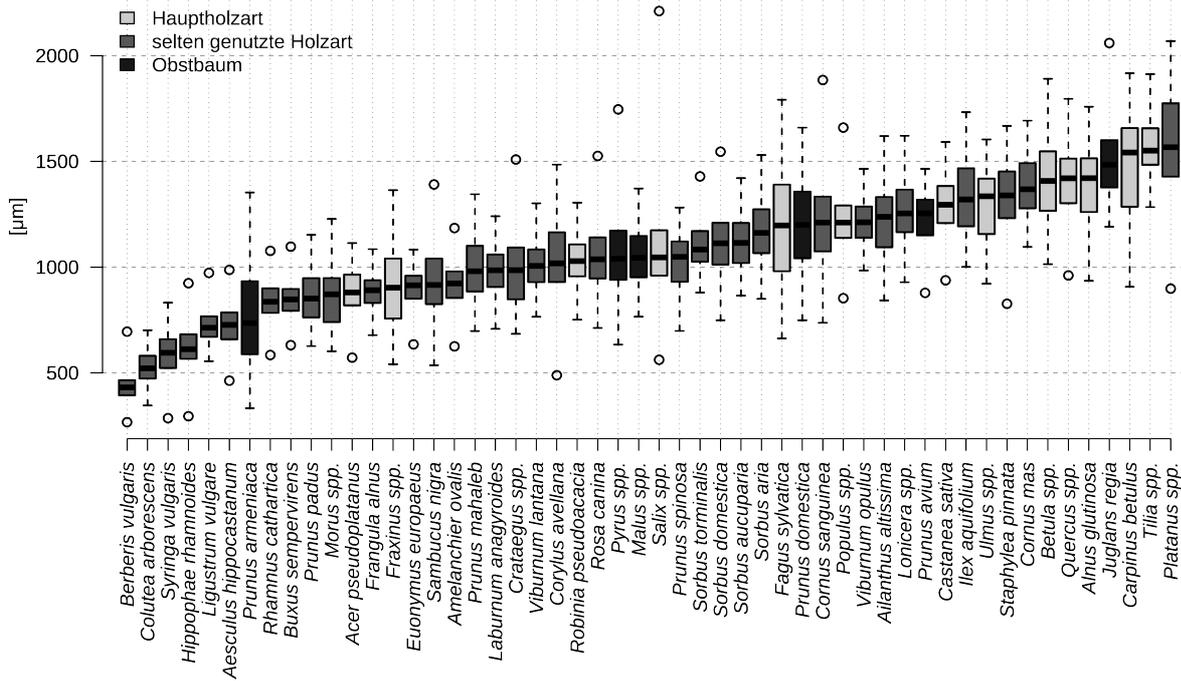


Abbildung 12: Faserlängen mitteleuropäischer Laubholzarten

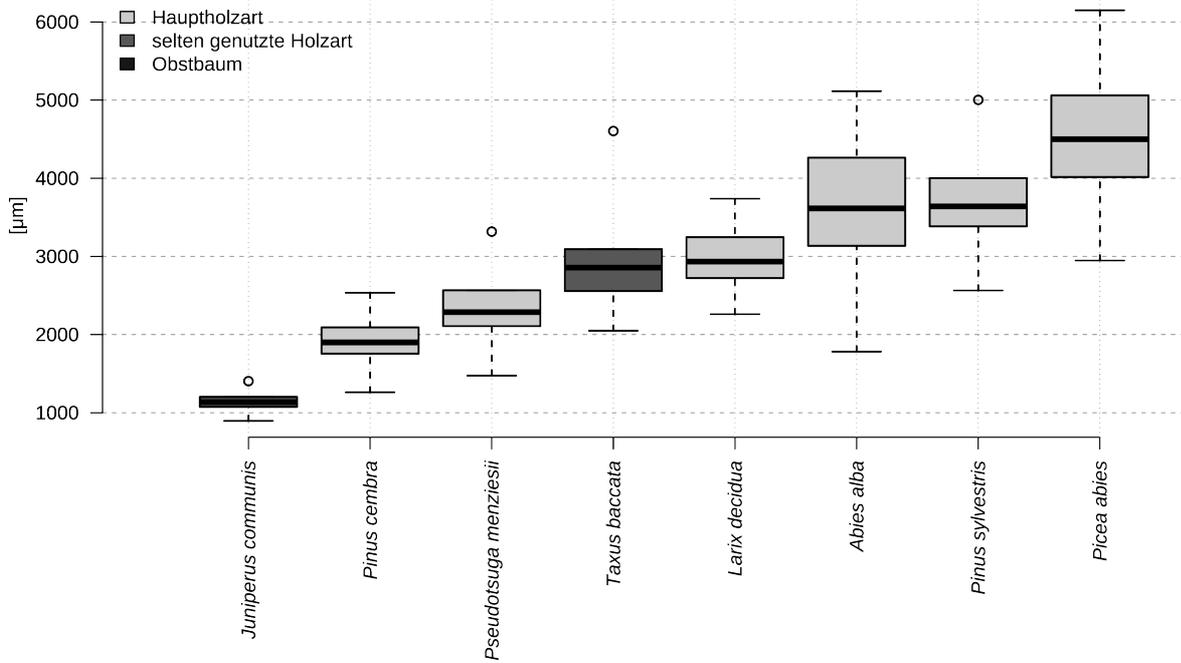


Abbildung 13: Tracheidenlängen mitteleuropäischer Nadelholzarten

Ligningehalt

Lignin ist eines der Hauptbestandteile des Holzes und mit rund 20-40% in Holz vertreten. Erst durch die Einlagerung von Lignin sind die mechanischen Eigenschaften von Pflanzen derart erhöht, um ein Höhenwachstum mehr als 100 Metern zu ermöglichen (Fengel 1989). Es ist ein charakteristischer Bestandteil pflanzlicher Zellwände und für die Verholzung verantwortlich (Kollmann 1955) und versteift das zellulose Gewebe wesentlich (Bosshard 1984). Die Darstellung von Lignin ist schwierig (Bosshard 1984), die hochdimensionale dreidimensionale Vernetzung (Kollmann 1955) macht eine Quantifizierung nur als Ligninpräparat möglich (Bosshard 1984). Isoliertes Lignin zeichnet sich durch Degradierung, Änderungen und Verunreinigungen aus, es ist nicht geklärt in welchem Grade dieses den Ligningehalt in Holz widerspiegelt (Fengel 1989).

Der an 60 bearbeiteten Holzarten gemessene Ligningehalt variiert in einem Bereich von 13 Massen-Prozent mit dem höchsten Wert bei Wacholder (*Juniperus communis*) von 30% und dem niedrigsten Wert bei Götterbaum (*Ailanthus altissima*) von 17%.

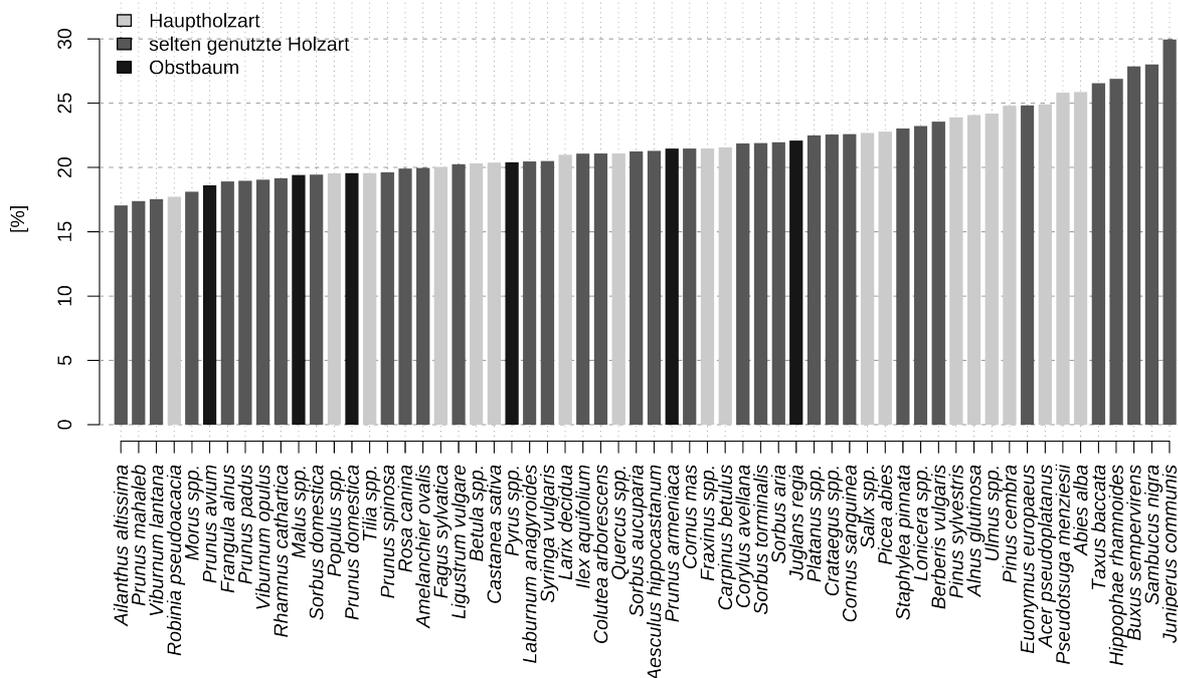


Abbildung 14: Ligningehalt mitteleuropäischer Holzarten

Extraktstoffgehalt

Extraktstoffe sind lediglich zu einigen wenigen Prozenten im Holz vertreten, jedoch können einzelne Teile des Baumes, wie Astansätze, Kernholz, Wurzeln, bzw. verwundete Bereiche auch einen relativ hohen Extraktstoffgehalt aufweisen (Fengel 1989). Das Vorkommen derartiger Stoffe ist jedoch neben dem Baumteil auch je nach Holzart, dem Alter und beeinflusst durch äußere Umstände verschieden (Vorreiter 1949).

Der an 60 bearbeiteten Holzarten gemessene Extraktstoffgehalt variiert in einem Bereich von 17 Massen-Prozent mit dem höchsten Wert bei Lärche (*Larix decidua*) von 20,3% und dem niedrigsten Wert bei Fichte (*Picea abies*) von 3,3%.

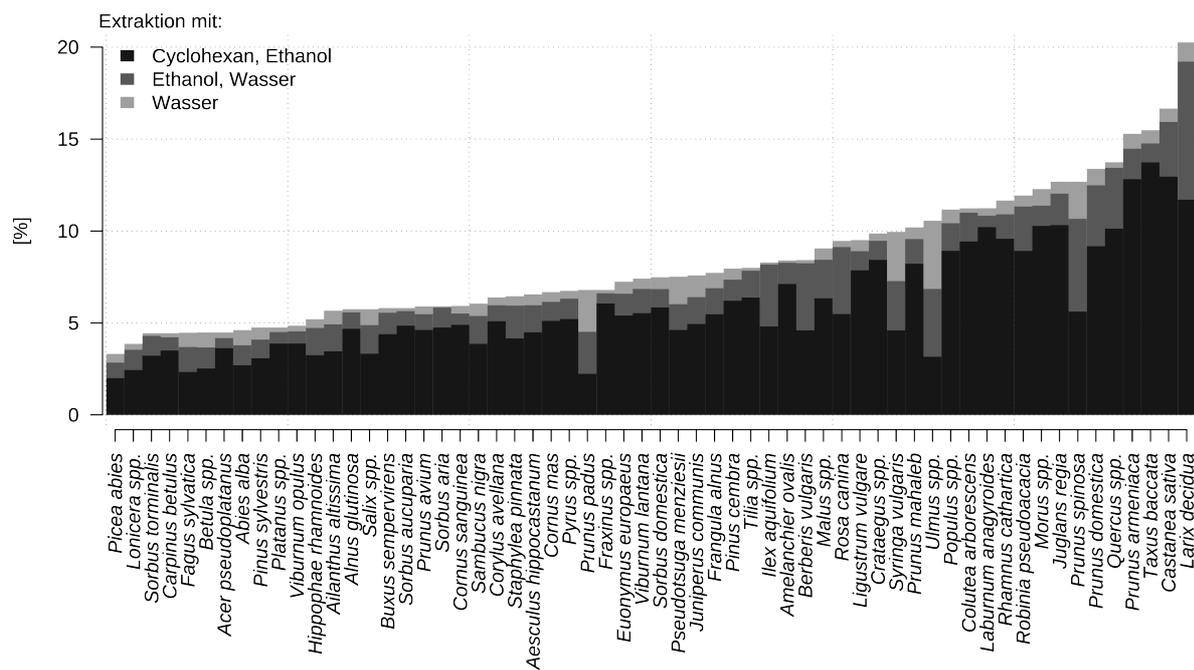


Abbildung 15: Extraktstoffgehalt mitteleuropäischer Holzarten

pH-Wert

Der pH Wert beschreibt den negativen dekadischen Logarithmus der Konzentration an Wasserstoffionen in einer Lösung und ist somit ein Maß für den sauren bzw. basischen Charakter dieser (Fengel 1989, Sandermann 1959). Neben seiner Bedeutung in der Papier- und Faserindustrie sowie bei der Verklebung bzw. Beschichtung von Holz ist er auch für Metallkorrosionen durch Holz, Holzverfärbungen und Holzschutz verantwortlich (Sandermann 1959).

Der an 60 bearbeiteten Holzarten gemessene pH-Wert variiert in einem Bereich von 2,4 mit sauersten Wert bei Eiche (*Quercus spp.*) von 4 und dem höchsten Wert bei Hollunder (*Sambucus nigra*) von 6,4.

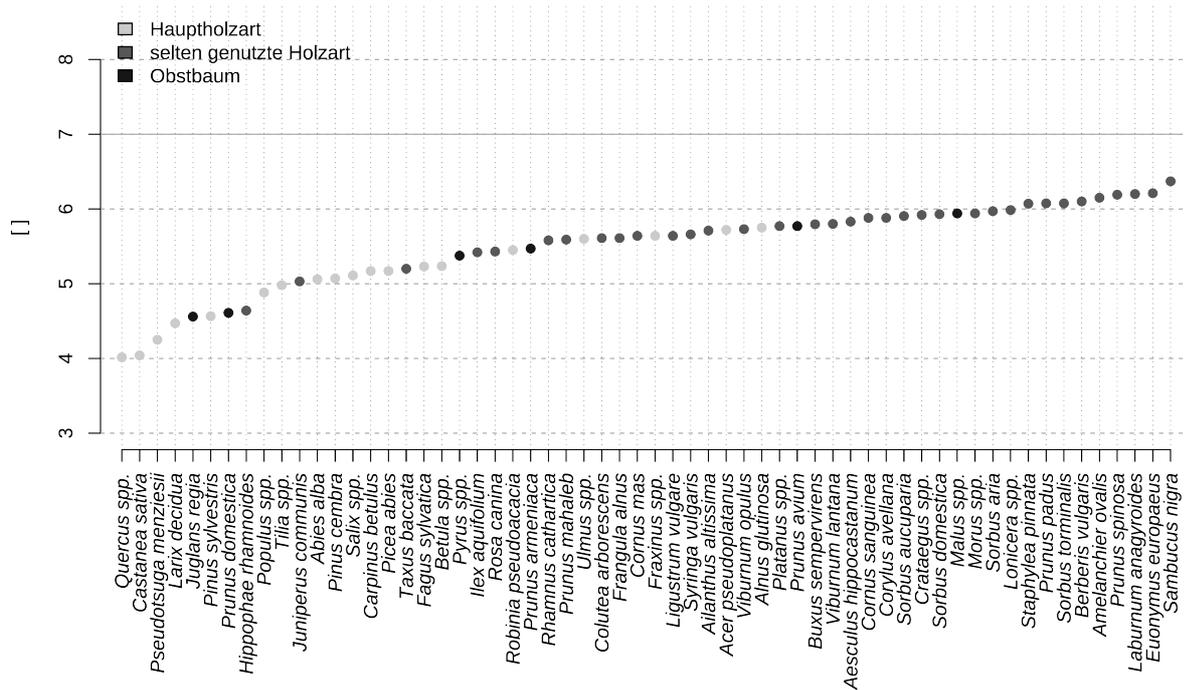


Abbildung 16: pH-Wert von Holz mitteleuropäischer Holzarten in Dispersion mit Wasser

relative Schutzwirkung bei Erdkontakt

Laborversuche zur Dauerhaftigkeit von Holz bilden jeweils die Resistenz einer Holzart gegen einzelne holzabbauende Pilze unter kontrollierten Bedingungen ab. Bei Holz im Erdkontakt sind jedoch anders als im Laborversuch meist viele Pilz- und Bakterienkulturen am Abbau beteiligt. Im Freilandversuch, wie in der ÖNORM EN 252 beschrieben, entspricht der Holzabbau, meist Moderfäule (Findlay 1954), realeren Bedingungen als denen im Laborversuch. Die relative Schutzwirkung von 57 mitteleuropäischen Holzarten bei Erdkontakt ist in unten stehender Abbildung ersichtlich. Es wurden insgesamt 166 Messungen der relativen Schutzwirkung bei Erdkontakt durchgeführt.

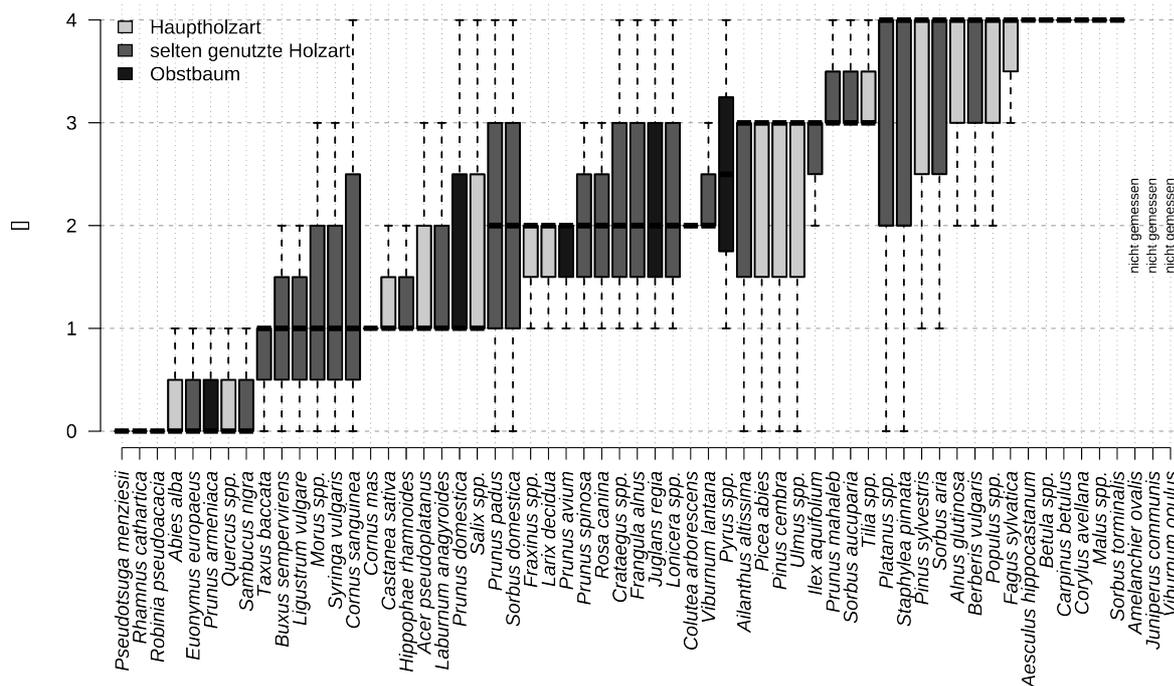
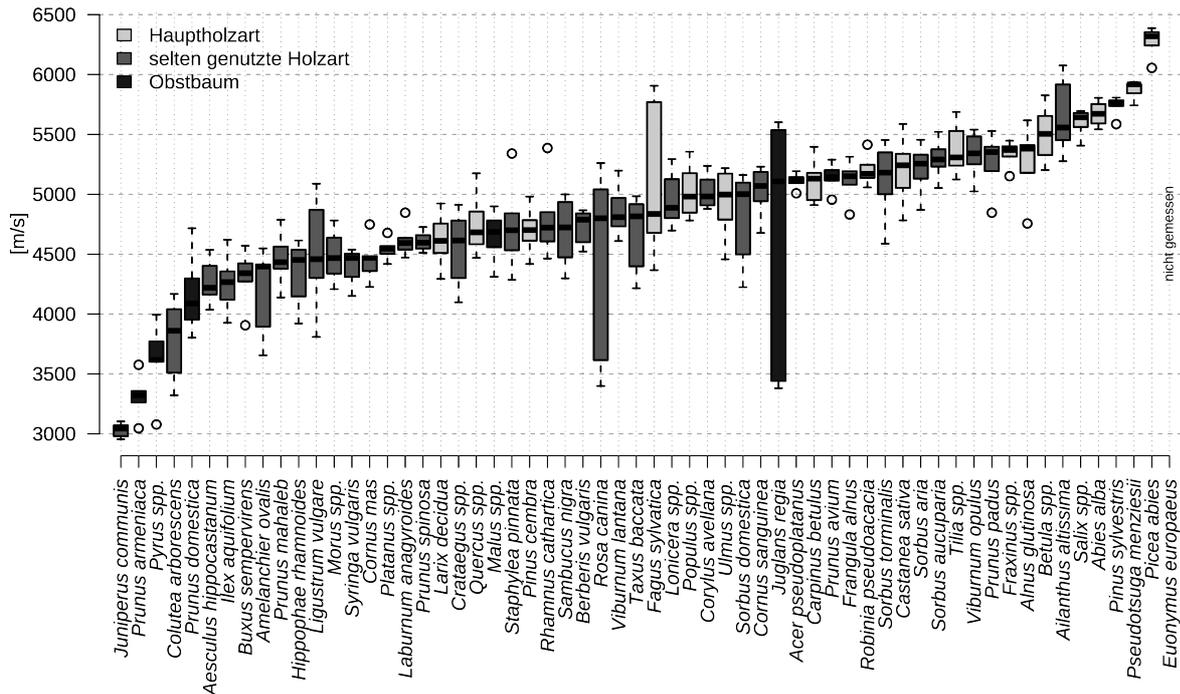


Abbildung 17: relative Schutzwirkung bei Erdkontakt von 60 mitteleuropäischen Holzarten. Bewertungsziffer analog zu ÖNORM EN 252 von 0, kein Angriff, bis 4, Ausfall.

Schallgeschwindigkeit

Holz wird neben ästhetischen Aspekten vor allem aufgrund seiner mechanischen und akustischen Eigenschaften im Musikinstrumentenbau eingesetzt. Dabei ist neben Dichte und Elastizitätsmodul vor allem die Schallgeschwindigkeit von Bedeutung (Wegst 2006). Auch im Hinblick auf die indirekte Messung von Holzeigenschaften bzw. die zerstörungsfreie Charakterisierung ist die Schallgeschwindigkeit von Interesse (Bocur 2003).

Selten genutzte Holzarten sind potentiell im Musikinstrumentenbau einsetzbar. In 521 Einzelmessungen wurde die Schallgeschwindigkeit von 59 Holzarten gemessen. Dabei weist Fichte (*Picea abies*) mit einer Schallgeschwindigkeit von 6319m/s den höchsten, Wacholder (*Juniperus communis*) mit 3044m/s den niedrigsten Wert auf.



Ergebnisse der Literaturanalyse

Die Behandlung der historischen Literatur im Zusammenhang mit historischer Holznutzung bzw. dem Holzarteneinsatz umfasste 122 Werke, mit Publikationsdaten beginnend mit 1690. Die Auswertung bzw. Aggregation, der systematischen Aufnahme der Beschreibungen der holzartenbezogenen technologischen Eigenschaften sowie deren Einsatz ermöglicht eine umfassende Zusammenschau der bisherigen (historischen) Bemühungen im Bereich der umfassenden Charakterisierung der mitteleuropäischen Holzarten. Insgesamt wurden drei Xylotheken in die Literaturanalyse aufgenommen, welche nach erfolgter Transkription ebenfalls analog bearbeitet wurden.

Neben der Deskription der Eigenschaften und Verwendungsmöglichkeiten der Holzarten sind auch Vergleiche zu rezent gemessenen Kennwerten möglich. Besonders die Dichte als einer der wichtigsten und mit vielen weiteren mechanischen Kennwerten hoch korrelierter Parameter ist mit relativ einfachen Mitteln messbar und deshalb sind in diesem Zusammenhang moderne Prüfabläufe ähnlich zu historischen Messmethoden. Aus diesem Grund ist hier auch ein Vergleich der historischen Daten mit den Messwerten der im Rahmen des Projektes durchgeführten Charakterisierung möglich. Diese Gegenüberstellung validiert auf der einen Seite die neu gemessenen Parameter, auf der anderen Seite zeigt sie auch die Vergleichbarkeit der Angaben zur Rohdichte in historischen Quellen. Beispielhaft sind in Abb. 18 und 19 diese Gegenüberstellungen abgebildet.

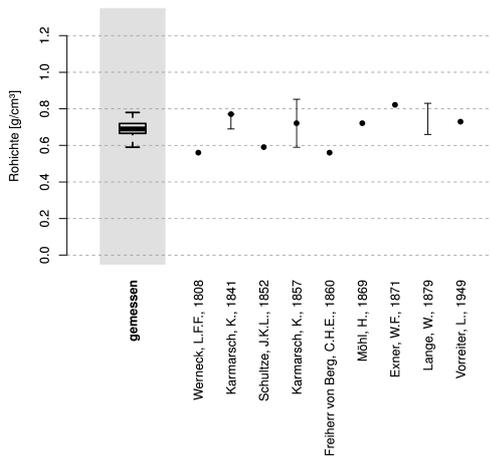


Abbildung 18: Vergleich der gemessenen Rohdichte mit in der Literatur genannten Werten für *Fagus sylvatica*

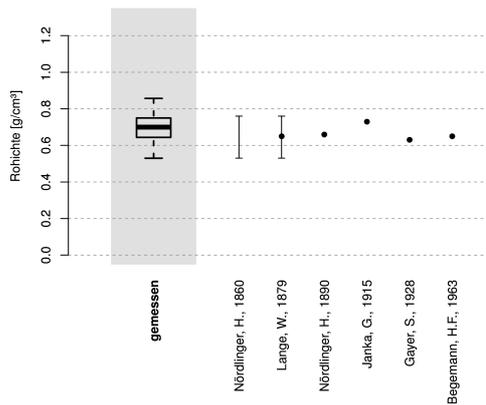


Abbildung 19: Vergleich der gemessenen Rohdichte mit in der Literatur genannten Werten für *Sambucus nigra*

Zusammenarbeit mit internationalen Projektpartnern

Im Rahmen des Projektes Wert-Holz kam es zu einer internationalen Kooperation mit wissenschaftlichen Partnern der „Faculty of Forestry and Wood Technology“ der Mendel Universität Brno (Tschechische Republik, Zemědělská 3, 613 00 Brno). In diesem Zusammenhang wurden Daten und Ergebnisse der Analysen zur historischen Holzverwendung der beiden Arbeitsgruppen weiter aufgebaut und verglichen. In weiterer Folge ist eine gemeinsame Publikation zur Holzverwendung an Spinnrädern in österreichischen und tschechischen Museen sowie einem slowakischen Museum in Entstehung, Publikationen zu weiteren Objektgruppen sind in Zukunft (nach Projektende) geplant.

Abbildung 20 und 21 geben eine Übersicht über die Anzahl an Bestimmungen je Holzart in den beiden verglichenen Datensätzen. Während in Österreich eine große Anzahl an verschiedenen Holzarten nachgewiesen werden konnte (insgesamt 48 verschiedene Holzarten), 17 davon kann man der Gruppe der Sträucher zuordnen, wurden in den tschechischen Museen und dem slowakischen Museum lediglich 20 verschiedene Holzarten bestimmt. Lediglich ein Strauch (Hollunder - *Sambucus nigra*) kam hier zum Einsatz. Auch die relative Wichtigkeit der Holzarten unterscheidet sich deutlich, während im Datensatz der Mendel Universität Brno Buche (*Fagus sylvatica*) am häufigsten nachgewiesen wurde kommt Fichte (*Picea abies*) deutlich seltener zum Einsatz - diese Holzart wurde in österreichischen Museen am häufigsten nachgewiesen. Andere Holzarten, beispielsweise Lärche (*Larix decidua*) haben wiederum in Österreich eine weit größere relative Wichtigkeit.

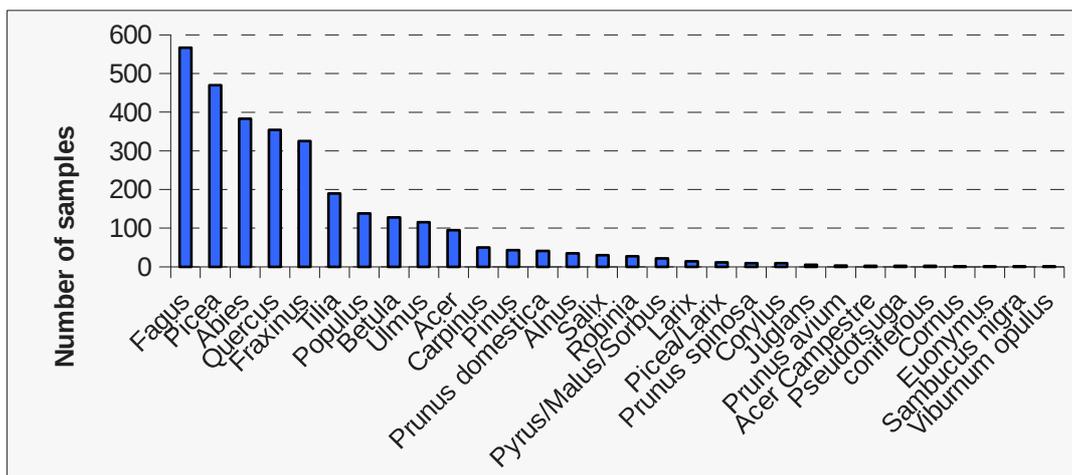


Abbildung 20: Anzahl an Bestimmungen je Holzart an insgesamt 3073 Objekten aus drei tschechischen Museen sowie einem slowakischen Museum

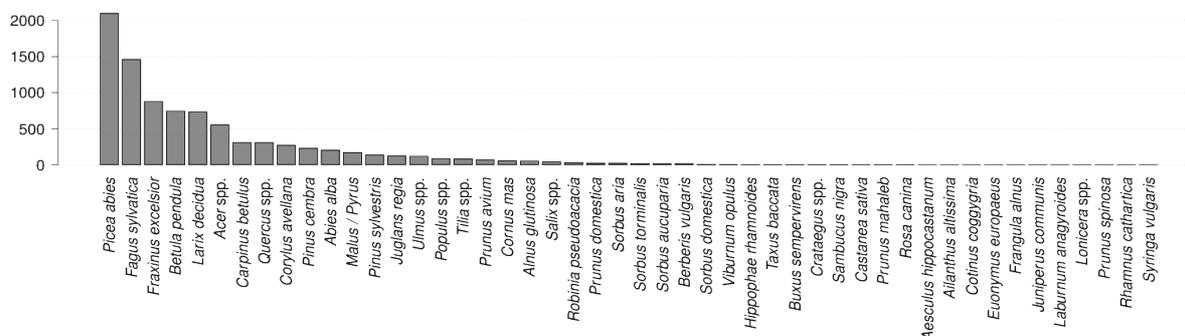


Abbildung 21: Anzahl an Bestimmungen je Holzart an insgesamt 8985 Objekten aus fünf österreichischen Museen

Aggregation der Ergebnisse aus Charakterisierung, Literaturanalyse und historischer Holzverwendung

Die Zusammenführung der Daten der Literaturanalyse, der Charakterisierung sowie des im Rahmen des Projektes Wert-Holz aufbereiteten Datensatzes aus dem Projekt „Historische Holzverwendung“ (FWF - TRP 21 - B16) für 60 mitteleuropäische Holzarten würde den Umfang des Endverwendungsnachweises übersteigen, die Holzartenportraits sind als Katalog in einem im Frühjahr 2017 erscheinenden Buch vorzufinden (siehe Abschnitt Publikationen).

Einbindung der Schüler/innen in die Forschungsaktivitäten und ihre Beiträge zu den Forschungsergebnissen

Tabelle: Überblick über direkt und indirekt eingebundene Schüler und Schülerinnen

Name der Kooperationschule	direkt eingebundene Schüler/innen								indirekt
	Anzahl der Klassen	Anzahl der Mädchen	Anzahl der Buben	gesamt pro Schule	Alter von bis	Anzahl der Kinder mit Migrationshintergrund	davon Mädchen	davon Buben	
HTL Mödling	6	8	56	64	16-34	unbekannt	/	/	
HLFS Bruck an der Mur	1	0	32	32	17-19	0	0	0	25
Gesamtzahl	7	8	88	96	16-34	unbekannt	/	/	25

Anzahl der beteiligten Studierenden	weibl.	männl.
9	3	6

Tabelle: im Rahmen des Projektes durchgeführte Diplomarbeiten

Name	Thema	Schule	Betreuer	Schuljahr
Michael Schöfmann und Michael Posch	Selten genutzte Holzarten	HTL Mödling	Fellner	2014/15
Rogi Philip, Kerbl Jan	Kalorimetrie	Forstschule Bruck/Mur	Pongruber	2015/16
Neubrand Marco	Bakterienwachstum auf Holzoberflächen	Forstschule Bruck/Mur	Kainz	2015/16
Schrammel Lukas, Weiss Gerald, Wolf Stefan	Sorpion, Quell-/Schwindverhalten	HTL Mödling	Gautsch	2015/16
Kreitner Simon, Hartt Maximilian, Wiklicky Markus	Oberflächeneigenschaften	HTL Mödling	Fellner	2015/16
Szmid Filip, Tuschl Katharina	Bruchbild-Faserlänge-Zugfestigkeit	HTL Mödling	Bodner	2015/16
Tobias Steiner, Jakob Hammerl, Funk Roland, Fahrer Daniel	Spaltbarkeit Prototypen	HTL Mödling	Deimling, Fellner	2015/16
Kurz Lukas, Geiger Samuel	Spaltbarkeit	HTL Mödling	Fellner	2016/17

Rodic Dejan, Jansch Hannes, Steininger Lukas	Oberflächeneigenschaften 2	HTL Mödling	Fellner	2016/17
Sevcik Lukas, Steinert Felix, Poppe Alexander	Farbe	HTL Mödling	Anderl	2016/17

Tabelle: im Rahmen des Projektes durchgeführte akademische Abschlussarbeiten

Name	Thema	Semester	Abschlussarbeit
Clemens Huber , Isabel Seisenbacher, Lisa Platzer, Michael Krumay,	Charakterisierung von selten genutzten Bäumen und Sträuchern	Sommersemester 2015	Bachelorarbeit
Bernadette Maria Brandstätter	Europäische Holzarten und ihre Verwendung im Musikinstrumentenbau	Sommersemester 2016	Bachelorarbeit
Gabriel Sorger	Biegeeigenschaften mitteleuropäischer Holzarten	Sommersemester 2016	Bachelorarbeit (nicht abgeschlossen)

Die für die Charakterisierung selten genutzter Holzarten notwendige Datenbasis wurde und wird zu einem bedeutenden Anteil durch von Schüler/innen durchgeführte Werkstoffprüfungen ergänzt bzw. aufgebaut. Dabei wurde im Rahmen des Projektes primär auf die gemeinsame Betreuung von Diplomarbeiten gesetzt, da in diesem Zusammenhang einerseits durch das enge Betreuungsverhältnis, andererseits durch die größere personelle Kontinuität Daten, Lösungsansätze in Verbindung mit Prüfaufbauten und Methodik und Interpretationsansätze von hoher Qualität gesichert sind. Durch die gemeinsame Bearbeitung des Projektthemas entstehen umfassende Synergieeffekte, von welchen alle beteiligten Projektpartner sowie die beteiligten Schüler/innen profitieren.

Ergänzend zu den oben genannten, für den wissenschaftlichen Erfolg des Projektes ungemein wichtigen, Diplomarbeiten wurde das Projektthema punktuell im Rahmen von Aktions- bzw. Projekttagen mit einer größeren Anzahl von Schüler/innen bearbeitet. Intention war es hierbei eine möglichst große Anzahl von Schüler/innen mit Fragestellungen des Projektes zu konfrontieren, sowie wissenschaftliche Methodik zu vermitteln. Dabei sollten die im Fokus der Ausbildung stehenden Themengebiete gefestigt werden (im Projekt wurden beispielsweise wichtige Prüfgrößen der Holzforschung bearbeitet), aber in erster Linie auch aufbauend auf diese eine „Horizontenerweiterung“ bei den Schüler/innen stattfinden (indem Themen wie historische Holzverwendung, selten genutzte Holzarten sowie unkonventionelle Prüfmethode bearbeitet wurden).

Diplomarbeiten

Im Rahmen von Diplomarbeiten waren insgesamt 25 Schüler/innen zu insgesamt 10 unterschiedlichen Themenbereichen ins Projekt eingebunden. Davon wurden acht der Arbeiten an der HTL Mödling Holztechnik sowie zwei an der HLFS Bruck/Mur vergeben. Die aus den Arbeiten resultierenden Messwerte können direkt in die Datenbasis des Projektes übernommen werden, die fortgeschrittene Ausbildung der Schüler/innen zum Zeitpunkt des Verfassens der Arbeiten sowie das intensive Betreuungsverhältnis garantieren eine hohe Qualität der zur weiteren Verwendung verfügbaren Daten. Drei der im Rahmen des Projektes abgewickelten Diplomarbeiten werden erst nach Projektende finalisiert und sind demzufolge nicht im vorliegenden Endverwendungsnachweis enthalten.

Durch die gemeinsame Betreuung der Diplomarbeiten im Rahmen des Projektes hatten die Schüler/innen sowie die Projektpartner einen bedeutend erweiterten Zugang zu Infrastruktur, zu Expertise und personeller Unterstützung sowie Literatur.

Beprobungswettbewerb HLFS Bruck/Mur

Die meisten der im Projekt bearbeiteten Holzarten sind im Handel nicht erhältlich. Das für die mechanische Charakterisierung notwendige Probenmaterial musste aus diesem Grund bei Projektpartnern und Unterstützern im Zuge umfangreicher Beprobungen gesucht und erworben werden. Zusätzlich zu diesen Bemühungen wurde die Idee entwickelt, Schüler/innen schon in dieser Phase des Projektes mit einzubinden.

Viele der Schüler/innen der HLFS Bruck/Mur stehen direkt oder indirekt mit einem forstwirtschaftlichen Betrieb bzw. privatem Waldbesitz in Verbindung. Dieser Umstand sowie das durch die Schulbildung bedingte umfassende botanische Grundwissen stellen im Rahmen des Projektes ein großes Potential bei der Beschaffung von geeignetem Probenmaterial dar. Im Zuge einer über mehrere Monate andauernden Aktion bzw. Wettbewerbes haben Schüler/innen in ihrem privaten Umfeld Probenmaterial gesammelt. Im Rahmen einer Preisverleihung wurde die Leistung der teilnehmenden Schüler/innen herausgestrichen und mit ersten Ergebnissen der jeweiligen Holzart bedruckte Brettabschnitte selten genutzter Holzarten als Dankeschön überreicht. Zusätzlich wurden die Gewinner des Wettbewerbes, jene Schüler/innen welche am meisten an der Komplettierung des Probenmaterials beteiligt waren, mit Gutscheinen belohnt.

Im Rahmen der Preisverleihung wurden auch erste Ergebnisse des Projektes präsentiert sowie Fragestellungen diskutiert.

Aktionstage HTL Mödling 9.-10.9.2015

Neben den über Diplomarbeiten bearbeiteten Charakterisierung selten genutzter Holzarten war es intendiert die HTL Mödling über Aktionstage auch in die Phase der Werbung des Probenmaterials in das Projekt mit einzubinden. Dabei sollte für die Schüler/innen der Bezug holztechnologischer Gesichtspunkte zu der lebenden Pflanze (botanische Merkmale, ökologisch wichtige Parameter wie Standort, ökologische Nische etc. sowie zur nachhaltigen Nutzung relevante Aspekte wie z.B. Häufigkeit im Bestand) hergestellt werden.

In einem Workshop am 9.9.2015 haben zwei zweite Klassen der HTL Mödling erst eine Einführung zu Fragestellungen, Zielen, Zwischenstand des Projektes erhalten und dann in Kleingruppen Bestimmungsmerkmale selten genutzter Holzarten unter Zuhilfenahme von zahlreicher Bestimmungsliteratur sowie Onlinequellen in Form eines standardisierten Formulars zur Verwendung bei der am folgenden Tag durchgeführten Beprobung erarbeitet.

Am 10.9.2015 konnte das am Vortag angeeignete Wissen im Rahmen einer Beprobung im Wald der Gemeinde Mödling angewendet werden. Die Kleingruppen wurden durch Lehrpersonal der HTL Mödling, Mitarbeiter der BOKU sowie einem Mitarbeiter der Gemeinde Mödling (Gärtnerei/Forst) begleitet und konnten nach durchgeführter sicherer Bestimmung eines jeweiligen Gehölzes aufgrund mehrerer Bestimmungsmerkmale Probenmaterial entnehmen.

Darstellung der längerfristigen Zusammenarbeit

Grundidee der Profilschwerpunktbildung „Holzforschung“ war eine Kooperation der fachbezogenen höheren Schulen HTL Mödling, Holztechnik und HBLA für Forstwirtschaft in Bruck/Mur) mit der dem Bereich Holzverwendung der Universität für Bodenkultur. Nachdem in vorangegangenen Sparkling Science Projekten (Wald-Holz-Werkstoff, Holz für Salz, Pech gehabt) bereits positive Erfahrung gesammelt werden konnten, wurde der Fokus auf Maturaarbeiten (sgn. Diplomarbeiten) gelegt. D.h. für die Profilschwerpunktbildung war wichtig, dass sich die drei Partner und deren Schwerpunkte möglichst gut

kennen lernen. Frau Andrea Klein konnte den Kontakt mit der Forstschule zusätzlich durch ein Praktikum ihrer Ausbildung an der Hochschule für Agrar- und Umweltpädagogik noch intensivieren. Im ersten Projektjahr (Start mit Oktober 2014), dem Schuljahr 2014/15, konnten bereits eine Diplomarbeit an der HTL Mödling durchgeführt werden. Als eines der großen Probleme im Bereich der Diplomarbeiten stellte sich die zeitliche Abfolge heraus: De facto beginnen die Schüler/innen mit ihrer Abschlussarbeit üblicherweise am Ende der vierten Klasse. Tatsächlich eingereicht werden diese dann im Herbst, demnach würde idealerweise der Projektstart auf Mai oder Juni zu legen sein. Im Rahmen der Profilschwerpunktbildung im Bereich Holzforschung kam es dann zu zwei formalen Treffen mit über das Projektteam hinausgehenden Vertretern der drei Projektpartner. Bei einem ersten Treffen am 17. September 2015 an der HTL Mödling wurden die unterschiedlichen Vorstellungen der beteiligten Institutionen sowie Akteure diskutiert und erste Projektideen entwickelt. Besonders Kooperationsmöglichkeiten direkt zwischen den zwei Schulpartnern wurden hier erstmalig formuliert, im Rahmen des Projektes waren die beiden Schulpartner jeweils alleinstehend eingebunden. Neben inhaltlichem Abgleich und dem Kennenlernen der Akteure der unterschiedlichen Einrichtungen wurde in einer Führung durch die Labors und Lehrräumlichkeiten der HTL-Mödling die Ausstattung der Abteilung Holztechnik vorgestellt und infrastrukturelle Kooperationsmöglichkeiten diskutiert. In einem zweiten Treffen (26. Februar 2016) an der HBLA für Forstwirtschaft in Bruck an der Mur wurden die bestehenden Ideen zu langfristigen Kooperationsmöglichkeiten weiter intensiviert sowie auch die Lehr- und Projektinfrastruktur der HBLA für Forstwirtschaft Bruck an der Mur demonstriert.

Im Rahmen der Treffen zur Bildung eines Profilschwerpunktes im Bereich Holzforschung konnten folgende Kooperationsmöglichkeiten definiert werden:

- gemeinsame Nutzung von Infrastruktur: die jeweiligen Institutionen verfügen über jeweils unterschiedliche Ausstattung, besonders im Bereich der Labors. Bei zukünftigen Projekten ist die Ausstattung der jeweils anderen Organisationen bekannt, eine Mitbenutzung derer kommt durch die stärkere Vernetzung der jeweiligen Akteure einfacher zustande.
- Austausch von Material: Die Partner verfügen über unterschiedliche Ressourcen an Material für zukünftige Forschungsfragen bzw. Diplomarbeiten. Durch stärkere Vernetzung können derartige Ressourcen für die Partner verfügbar gemacht werden. Im Projekt Wert-Holz wurde beispielsweise eine Sammlung von mikroskopischen Präparaten mitteleuropäischer Holzarten begonnen. Diese Sammlung wird auch nach Projektende an der Universität für Bodenkultur erweitert und steht in weiterer Folge den Partnern für Fragestellungen im Zusammenhang mit zukünftigen Diplomarbeiten sowie zu Lehrzwecken zur Verfügung.
- Austausch von Know-How: Die Partner im Rahmen der Profilschwerpunktbildung verfügen über Know-How in unterschiedlichen, jedoch miteinander in Beziehung stehenden, Bereichen. Durch Transfer von Know-How können die Partner auf weit größere Ressourcen als bisher zurückgreifen. Als Beispiel kann hier eine geplante Kooperation im Rahmen des unten beschriebenen Projektantrages genannt werden bei welcher in einer Diplomarbeit an der HTL Mödling eine Box zur Klimatisierung von Holzproben konzipiert werden soll, welche in weiterer Folge im holztechnologischen Zentrum an der HLFS für Forstwirtschaft Bruck an der Mur zum Einsatz kommt.
- Diplom- bzw. vorwissenschaftliche Arbeiten: Die Zusammenarbeit im Rahmen von Diplomarbeiten hat sich im Projekt Wert-Holz besonders bewährt. Durch gemeinsam betreute Arbeiten konnte ein Mehrwert für alle beteiligten Institutionen sowie erweiterte Erfahrungsmöglichkeiten für die Schüler/innen geschaffen werden. Eine langfristige Kooperation im Rahmen von Diplomarbeiten in zukünftigen Projekten bzw. auf individueller Basis wird von den Partnern angestrebt. Zusätzlich zur

umgesetzten Kooperation im Rahmen des Projektes Wert-Holz ist diese Kooperationsmöglichkeit ausdrücklich auch zwischen den beiden Schulpartnern gegeben und ist über ein oben stehendes Beispiel weiter beschrieben.

- Projektideen: Die Kooperation der drei Partnerinstitutionen soll auch zu zukünftig gemeinsam umgesetzten Projekten führen. Im Rahmen der Profilschwerpunktbildung im Bereich Holzforschung ist es zu einer gemeinsamen Projektidee zur Nutzung von Tannenholz gekommen. Diese Idee wurde im weiteren Verlauf der Profilschwerpunktbildung weiter intensiviert und als Projektantrag bei der 6. Ausschreibung des Programms Sparkling Science eingebracht (T.A.N.N.E. Tanne – Abies alba – Nasskern – Nutzung - Eigenschaften.). Im Falle der Genehmigung werden die Schulen miteinander verschränkte Forschungsarbeiten im Rahmen von Diplomarbeiten durchführen (Standorts- und Baumauswahl, Analysen am Baum – HBLA für Forstwirtschaft Bruck an der Mur; Holz Trocknung und Analysen am Holz – HTL Mödling Abteilung Holztechnik). Durch bestehende und intensive Vernetzung zwischen den Projektpartnern kann die Zusammenarbeit in zukünftigen Projekten weiter intensiviert und die Qualität der Projektabwicklung aber natürlich auch der Lehre weiter erhöht werden.
- Kooperation im Rahmen von Exkursionen und Lehrveranstaltungen: Die Partner im Rahmen des Profilschwerpunktes beschäftigen sich mit Themenfeldern der Wertschöpfungskette Holz aus unterschiedlichen Blickwinkeln. Aus diesem Grund eignen sich die Institutionen als Ziel von Exkursionen für die jeweils anderen Partner. Für Schüler/innen und Studierende ergibt sich hier ein Mehrwert durch Erfahrungen in an die Schul- bzw. Studienbildung angrenzende Themenfelder, dieser kann ein umfassenderes Verständnis für die gesamte Branche forcieren. Als Beispiel kann hierzu die im ersten Treffen zur Profilschwerpunktbildung diskutierte Besuch einer Schulklasse der HLFS für Forstwirtschaft Bruck an der Mur beim schuleigenen Sägewerk der HTL Mödling Holztechnik angeführt werden.

In den Diskussionen konnte ein sehr starker Wille an einer zukünftigen Kooperation – auch unabhängig von finanzierten Sparkling Science Projekten – festgestellt werden. Drei Diplomarbeiten die über die Projektlaufzeit hinausgehen zeigen dies auch deutlich. Es wurde jedoch auch festhalten, dass eine geringe Basisfinanzierung (vor allem Reisekosten der Schüler/innen) sehr hilfreich, sogar notwendig wäre.

Im Zuge einer Bachelorarbeit an der Hochschule für Agrar- und Umweltpädagogik wird DI Andrea Weber (Klein) das abgeschlossene Projekt Wert-Holz sowie die Zusammenarbeit zwischen den beteiligten Partnern im Rahmen der umgesetzten Profilschwerpunktbildung im Bereich Holzforschung evaluieren. Die daraus resultierenden Ergebnisse sehen wir als wichtige Orientierungshilfe für die zukünftige Auslegung der Kooperationsbemühungen.

An der Sparkling Science Profilschwerpunktbildung im Bereich Holzforschung waren folgende Vertreter der Partnerinstitutionen beteiligt (innerhalb der Institution alphabetisch gereiht):

HBLA für Forstwirtschaft Bruck an der Mur: Erich Gutschlhofer, Andreas Pongruber, Sebastian Slovik

HTL Mödling Abteilung Holztechnik: Thomas Anderl, Josef Bodner, Josef Fellner, Ernst Gautsch

Universität für Bodenkultur: Martina Fröhlich, Michael Grabner, Barbara Hinterstoisser, Johannes Konnerth, Konrad Mayer, Sebastian Nemestothy, Elisabeth Wächter

Kommentar von Martina Fröhlich, KinderBOKU & Young Scientists am Zentrum für Lehre, Universität für Bodenkultur Wien: Die Bildung von Profilschwerpunkten im Projekt „Wert-Holz“ aus der Sicht der Young Science-Ansprechperson der BOKU

Die Zusammenarbeit mit Schulen hat an der Universität für Bodenkultur Wien (BOKU) einen hohen Stellenwert. Dies zeigt sich anhand unterschiedlicher Initiativen und zahlreicher Projekte, die in den vergangenen Jahren in vielfältiger Form gestartet und durchgeführt wurden.

Aus diesem Grund bekam die BOKU im Rahmen von Projekteinreichungen in der dritten Programmphase von Sparkling Science die Möglichkeit, die maximalen Förderbeträge um bis zu 20 % zu überschreiten, wenn spezielle Maßnahmen zum Ausbau von profilgebenden Schwerpunkten im Bereich Forschungs-Bildungs-Kooperation umgesetzt werden. Dies erfolgte zeitgleich mit dem Aufbau der Young Science-Themenplattform für Vorwissenschaftliche Arbeiten und Diplomarbeitenprojekten, an der die BOKU mitwirkte und über 100 Themen aus verschiedenen Forschungsfeldern erarbeitete.

Der Ausbau von profilgebenden Schwerpunkten war und ist für die WissenschaftlerInnen der BOKU, die sich in Sparkling Science-Projekten engagieren, eine große Herausforderung, zumal die Vorgaben seitens der Programmschiene weitgehend offen gehalten wurden. Dies brachte jedoch mit sich, dass in den verschiedenen Projekten vielfältige, sehr kreative Maßnahmen entwickelt und umgesetzt wurden, die die Besonderheiten des jeweiligen Projekts wiedergeben.

Im Projekt „Wert-Holz“ ist die Entwicklung und Umsetzung dieser Maßnahmen ausgezeichnet gelungen. Die Aktivitäten in diesem Bereich erstrecken sich über eine große Spanne und zeigen zahlreichen Möglichkeiten für eine langfristige Zusammenarbeit von Universität und Schule auf. Besonders beeindruckend sind die zahlreichen Maturaarbeiten zu den vielfältigen Fragestellungen des Projekts, die von SchülerInnen in Zusammenarbeit mit den WissenschaftlerInnen entstanden sind. Gerade hier ist eine sehr enge und abgestimmte Kooperation mit allen Beteiligten notwendig, was im Projekt „Wert-Holz“ hervorragend gelungen ist. Weiters sind die Kooperationsmöglichkeiten zwischen den beteiligten Schulen und der BOKU (zB.: Nutzung der Infrastruktur der jeweiligen Bildungseinrichtung, Austausch von Ressourcen und Know-how), die im Projekt entstanden sind, hervorzuheben. Diese stellen einen großen Mehrwert für alle beteiligten Institutionen dar.

Meiner Meinung nach, waren für diese ausgezeichnete Entwicklung des Profilschwerpunktbildung „Holzforschung“ folgendes wesentlich: gut durchdachtes und mit allen Beteiligten abgestimmtes Konzept, Kennenlernen der jeweiligen Bildungseinrichtungen inklusive Besuche und Besichtigungen der Infrastruktur, Offenheit für neue Ideen, optimale Nutzung der verschiedenen Kommunikationswege (zB.: mit den beteiligten SchülerInnen), Diskussion und Erörterung der Möglichkeiten mit einem Mehrwert für alle, Flexibilität der beteiligten Bildungseinrichtungen und insbesondere die Begeisterung für das Fach und das Engagement in der Zusammenarbeit. Dies war auch bei der Abschlussveranstaltung des Projekts im September 2016 deutlich zu spüren, zu der alle Beteiligten in interaktiver und didaktisch vielfältigster Weise ihre Ergebnisse und Arbeiten aus dem Projekt präsentierten.

Stellungnahmen von beteiligten Wissenschaftler/innen, Lehrer/innen und Schüler/innen

Stellungnahmen von Schüler/innen

Schrammel Lukas, Weiss Gerald, Wolf Stefan - Diplomarbeit "Sorpion, Quell-/Schwindverhalten": Also wir drei sind sehr froh ein Teil dieses Projekte gewesen zu sein und hoffen auch, dass die gewonnen Kennwerte helfen die Datenbank zu ergänzen und die Artenvielfalt in der Verwendung zu vergrößern. Wir sind sehr

glücklich mit der Kooperation und haben absolut nichts auszusetzen. Ihr bzw. Du habt uns in jeder möglichen Art geholfen, begonnen mit den fertigen Proben, die noch dazu makellos waren und wir gleich beginnen konnten mit unseren Vorversuchen und der Hauptprüfung. Im Laufe der gesamten Zeit konnten wir uns jederzeit an Dich [Anm: Ansprechperson an der BOKU] wenden und wir haben sofort eine Antwort bekommen, die uns geholfen hat. Die Vergleichswerte waren super aufbereitet, so dass wir sie nur mehr trennen mussten und konnten schon mit der Berechnung beginnen. Also ein riesen Dankeschön an alle Beteiligten eurer Seite und ein ganz besonderes Dankeschön an Dich! Wir hatten riesen Spaß bei der Arbeit und konnten viel Wissen mitnehmen, aber viel wichtiger ist die Erfahrung an einem solchen Projekt mitzuarbeiten, an dem mehrere Parteien beteiligt sind, und das wir eine tragende Rolle in diesem Geschehen übernehmen durften.

Maximilian Hartl, Simon Kreitner und Markus Wiklicky - Diplomarbeit "Oberflächeneigenschaften": Wir, Maximilian Hartl, Simon Kreitner und Markus Wiklicky, bedanken uns bei den Mitarbeitern der Universität für Bodenkultur in Wien, weil sie uns umfassend betreut haben und zur Seite gestanden sind. Diese Arbeiten haben uns sehr viel Spaß und Freude bereitet. Während unserer Zeit auf der BOKU Tulln wurde uns jeden Tag etwas Neues und Interessantes gezeigt, beziehungsweise gelehrt. Wir werden diese Zeit vermissen.

Michael Schöfmann und Michael Posch - Diplomarbeit "Eigenschaften von selten genutzten Holzarten" 2014/15 HTL Mödling: Grundsätzlich müssen wir sagen, dass es uns sehr Spaß gemacht hat und das Team [Anmerkung: evt. war hier "Thema" gemeint] für uns sehr interessant und fachlich recht einfach war. Besonders durch deine [Anm: Durch die Unterstützung seitens der BOKU] Hilfe waren wir auch sehr eigenständig und benötigten die Hilfe von Herrn Prof. Fellner nur sehr selten. Auch dass ihr uns den Hintergrund, z.B. in Stübing gezeigt habt war sehr toll! Das einzige 'lästige' an der ganzen Diplomarbeit war zum Schluss das Zusammenschreiben, vor allem dass ihr andere Vorstellungen hattet als Herr Prof. Fellner. Wir hätten lieber mehr noch geprüft, wie z.B. mit dem Schlagversuch. Allem in allem hat es uns aber wie schon erwähnt viel Spaß gemacht und wir würden solch eine Diplomarbeit auf jeden Fall wieder machen.

Stellungnahmen der Schüler/innen nach dem Aktionstag vom 9./10.09.2015:

Ich fand die letzten 2 Tage, also das Projekt, sehr interessant. Die Leute von der BOKU sind sehr gut engagiert und vorbereitet. Den Wald erkunden und die Sträucher umschneiden hat mir sehr gut gefallen. Und ich glaube ich habe viel mitnehmen können was uns erzählt wurde.

Der Ausflug war ziemlich interessant, die Leute der BOKU waren sehr nett und kannten sich sehr gut aus. Außerdem habe ich ein paar neue Holzarten kennengelernt.

Ich fand diese 2 Tage sehr lehrreich. Etwas mehr über gewisse Sträucher in der eigenen Umgebung kennenzulernen und von diesen dann selbst Proben zu nehmen hat mir persönlich viel Spaß gemacht. Ich fände es schön, wenn man das wiederholen könnte.

Hat mir sehr gut gefallen, ich hätte aber gern mehr Bäume umgeschnitten.

Es war sehr gut organisiert und auch sehr gut ausgeführt. Sehr gut war, dass wir selbst viel zu tun hatten (also wie es sich in einem Workshop gehört).

Es war ziemlich interessant wie wir in den Gruppen die Holzarten ausgearbeitet haben. Es wurde ziemlich gut organisiert, im Wald hätte es ein bisschen länger sein können.

Die Idee hat mir sehr gut gefallen. Endlich weiß ich wie ein Flieder aussieht.

Ich fand das Suchen in Büchern und im Internet über unsere Holzart recht interessant. Das Suchen des Holzes im Wald hätte mir auch gefallen, wenn wir etwas gefunden hätten.

Der Vortrag war sehr langweilig und hat auch ewig gedauert. Das Heraussuchen von dem bestimmten Baum war sehr stressig, aber auch informativ. Die Bäume dann im Wald zu suchen war, finde ich, am besten, da man lernt wie der Baum und seine Struktur aussieht. Aber man hätte was ändern können, da wir nur den Baum suchen mussten und ich die anderen noch immer nicht kenne.

Der Vortrag war etwas langweilig, aber dann im Wald, wo wir die Bäume suchen haben müssen, war lustig. Das Heraussuchen der Bäume war interessant, weil ich nichts über diese Baumart gewusst habe.

Ich fand das BOKU-Projekt sehr interessant, weil ich das gut fand, dass wir zuerst in kleinen Gruppen über die Baumart mehr herausfinden mussten um dann im Wald diese zu suchen. Es war gut, dass wir im Wald waren und selbst bestimmen mussten, welcher Baum unser gesuchter war. Außerdem war es eine neue Erfahrung, mit der Uni zusammenzuarbeiten und herauszufinden wie diese arbeitet. Mir persönlich hat es gut gefallen und würde gern wieder solch ein Projekt machen.

Ich fand es sehr interessant und informativ. Wir konnten viele Informationen bekommen. Trotz den anfänglichen technischen Schwierigkeiten war die Präsentation danach sehr interessant. Ich fand es toll auch über andere Holzarten zu erfahren. Wie hart, stabil oder elastisch verschiedenes Holz sein kann war spannend. Am zweiten Tag war es auch sehr lustig. Man konnte noch mehr erfahren und durch den Wald gehen und verschiedene Sträucher finden. Ich würde es sehr toll finden, wenn wir so ein Projekt nochmal machen würden.

Der Vortrag am ersten Tag war interessant und informativ und die Leute waren nett. Der zweite Tag war lustiger.

Es war interessant und sehr informativ; Es war lustig, gemeinsam in den Wald zu gehen; Es war gut, dass wir zuerst etwas über den Baum/Strauch herausfinden mussten und erst dann in den Wald gegangen sind; Es war interessant, was wir bei der Präsentation erfahren haben und einen kleinen Einblick in das Projekt bekommen haben; Es war eine gute Erfahrung (auch, dass wir zum regulären Stoff andere Baum-/Straucharten kennengelernt haben); Es wurde uns alles genau erklärt; Bei der Präsentation wurden wir miteingebunden, was das Ganze nicht so langweilig gemacht hat; Insgesamt war es ein sehr informatives, interessantes, lustiges und spannendes Projekt, das irrsinnig Spaß gemacht hat (wobei der zweite Tag lustiger war)

Meiner Meinung nach haben sie das Projekt gut durchgezogen. Was an diesem Projekt aber am besten war – es gab nicht nur einen theoretischen, sondern auch einen praktischen Teil, was viele andere Projekte nicht haben. Im Großen und Ganzen fand ich das Projekt sehr interessant.

Mir hat das Projekt sehr gut gefallen. Die Leute waren sehr freundlich und haben uns bei manchen Sachen unterstützt. Der Vortrag war sehr informativ. Die Suche im Wald war lustig. Leider gab es nur ein brauchbares Exemplar unseres Strauches, was sehr entmutigend war. Leider durften wir nicht mit der Motorsäge sägen.

Gut aufgeteilt – 1 Tag Vorbereitung, 1 Tag Ausführung; War interessant, Sträucher kennenzulernen; Die Leiter wussten was sie tun; Es war gut, einmal nicht in der Schule zu sitzen; Es war nie langweilig

Mir hat der gestrige Tag (10.9.2015) sehr gut gefallen. Es ist gut, dass wir auch mit Sträuchern gearbeitet haben. Es war sehr interessant, dass wir keine genauen Angaben bekommen haben, wo sich die Sträucher befinden. Außerdem hat es mir gefallen, dass wir nicht nur auf Wegen bleiben mussten, sondern auch ins Gelände gegangen sind.

Liebe BOKU! Mir hat diese Aktion sehr gut gefallen. Ich hab sehr viele neue Pflanzenarten kennengelernt und in mir hat auch die Begegnung mit dem Wald neue Erlebnisse und neue Freude erweckt. Mir hat auch die Befassung mit einem Thema (Baumart) und die darauffolgende Beprobung der Holzart sehr gefallen. Man hat dabei gelernt, wie man diese Holzarten erkennt, in welcher Umgebung sie wachsen, wie diese

verschiedenen Früchte aussehen, u.v.m. Es war sehr gut zu sehen, wie viele Arten in diesen Wäldern wachsen und für was diese Pflanzen zu gebrauchen sind. Gut war auch, dass wir sie auch umschneiden und bearbeiten konnten, das hat uns dabei noch mehr Spaß gemacht. Danke für diesen schönen Lehrgang in den Wald und die lehrreichen Gespräche.

Liebe BOKU! Mir hat diese Aktion gut gefallen, weil sie interessant war und man auch selber etwas machen musste. Es war nicht schwer die Aufgabe zu erfüllen, da man in einer Gruppe war und auch ein BOKU-Mitarbeiter dabei war. Es hat sehr Spaß gemacht im Wald Bäume zu erkennen und zu erproben. Gut war, dass es in der Nähe war und man nicht lange herumgehen musste. Praktisch war auch, dass man sich nicht um Werkzeug etc. kümmern musste, da man es zur Verfügung gestellt bekommen hat. Eine tolle Aktion, von der ich gerne wieder eine machen würde.

Der Vortrag hat mir sehr gefallen und die Gruppenarbeit war auch gut. Im Wald war es echt cool und spannend. Hat mir sehr viel Spaß gemacht.

Es war ziemlich interessant, das Recherchieren hat mir viel Spaß gemacht. Am lustigsten war es, die Bäume im Wald zu suchen und umzuschneiden.

Ich fand das Projekt sehr interessant, da wir viele oder allgemein die Sträucher nicht kennen gelernt hätten. Die Leute der BOKU waren sehr nett und engagiert. Ich persönlich fand den Donnerstag besser, da es lustig ist mit Freunden in den Wald zu gehen. Die Sägen hätten ein bisschen besser sägen können.

Die Zusammenarbeit mit der BOKU hat mich durchaus interessiert und sollte meiner Meinung nach öfter an unserer Schule stattfinden. Die Vorbereitung ist sehr gut gelungen. Die Erklärungen waren sehr deutlich und bei der Recherche standen genug Quellen zu Verfügung. Besonders die Suche nach den entsprechenden Exemplaren war sehr unterhaltend und hat Spaß gemacht. Leider hatte meine Gruppe dabei ein wenig Pech, da nur wenige dicke, lange Hundsrosenstämme zu finden waren. Andererseits war es dadurch umso spannender. Während des Suchprozesses ist mir aufgefallen, dass man mit ganz anderen Augen durch den Wald geht, wenn man nach einer bestimmten Pflanze sucht. In den Tagen darauf fiel mir eine Hundsrose oder dergleichen sehr schnell ins Auge. Ich denke eine solche Zusammenarbeit ist besonders wichtig für Leute, die nicht jeden Tag in der Natur sind und einige Pflanzenarten kennen, so wie das durchaus bei uns der Fall ist, da viele aus der Stadt kommen. Verbesserungsvorschläge habe ich keine. Ich würde mich freuen ein solches Projekt zu wiederholen. Danke für den kurzen Einblick in das Berufsfeld der BOKU!

Mir hat das Projekt „Sparkling Science“ sehr gut gefallen! Am ersten Tag mussten wir Informationen über unsere jeweiligen Sträucher/Kleinbäume im Internet suchen. Dies war sehr leicht, da der Fragezettel sehr gut und einfach formuliert war und wir auch gleich wussten was wir suchen müssen. Am zweiten Tag gingen wir nach Mödling in den Wald um unsere Sträucher/ Kleinbäume zu suchen und kleine Holzproben abzuschneiden. Das hat mir am besten gefallen da wir überall herum klettern und überall nach unseren Strauch suchen durften. Außerdem hat man auch noch ein wenig über seinen Strauch gelernt und es freut mich sehr ein kleiner Teil dieses großen Projekts zu sein!

Es war spannend was wir über Bäume und Sträucher erfahren haben und auch neue kennengelernt haben von denen wir nicht einmal die Ahnung hatten das es sie gibt. Am Zweiten Tag haben wir die Holzproben gesucht was auch sehr viel Spaß gemacht hat. Es war schade dass wir nur die Holzproben gesucht haben und nicht erfahren haben was danach mit dem Holz gemacht wird. Es wäre schön gewesen wenn man uns anhand eines Stückes gezeigt hätte was damit passiert bei den verschiedenen Tests.

Liebe Boku Wir die Klasse 2BIIHH haben beim Projekt Sparkling Scienc mit gemacht. Mir persönlich hat dieses Projekt viel Spaß gemacht und man hat auch einiges lernen können. Der erste Tag war sehr viel Arbeit richtige und gute Informationen heraus zu finden doch schlussendlich haben wir es doch geschafft. Der zweite Tag war meiner Meinung nach interessanter da man die Bäume suchen musste doch bei manchen

Gruppen gab es in der Umgebung nur zwei Bäume die nebeneinander gestanden sind, so musste man nicht viel suchen. Doch durch unsern guten Begleiter haben wir noch andere Bäume gefunden welche wir nicht als Thema hatten.

Sehr geehrte BOKU, das suchen war ein bisschen lang. Die Hundsrose war schier schwer zu finden also haben wir nur 4 Proben gefunden. Im Großen und Ganzen bin ich sehr zufrieden hat spaßgemacht und war sehr informativ. Vielen Dank für diese Erfahrung.

Sehr geehrte Damen und Herren der BOKU! Das Projekt „Sparkling Science“ war in meinen Augen ein sehr großer Erfolg! Die anfängliche Präsentation war übersichtlich, leider etwas trocken vorgetragen aber trotzdem sehr informativ. Ebenfalls waren die Steckbriefe gut zusammengestellt und die Recherchematerialien gut ausgesucht. Mir persönlich hat der zweite Tag am besten gefallen da das identifizieren der Bäume sehr interessant und lehrreich war. Der gesamte Einblick in ihre Arbeitswelt war sehr interessant und ich hoffe sie können mit unseren Proben gute Ergebnisse erzielen.

Liebe Studenten der Boku, Erstmals vielen Dank, dass wir bei diesem Projekt teilnehmen durften. Ich für mich persönlich habe sehr viel von bestimmten Sträuchern und Bäumen im Wald gelernt und außerdem wo diese wachsen. Natürlich hoffe ich das einerseits so ein Projekt nochmal stattfindet und das wir wieder dabei sein dürfen um Proben aus dem Wald entnehmen zu dürfen. Was ebenfalls etwas neues war, dass wir die Bäume nicht am Holz erkennen mussten, sondern an den Blättern.

Hiermit möchte ich mich persönlich für diesen Ausflug in den Wald bedanken. Es war meines Erachtens sehr cool, dass wir als erstes über eine bestimmte Baumart recherchieren musste, und dann selber in den Wald gehen und die gesuchte Holzart zu suchen und abschneiden. Vor allem weil immer jemand bei uns war der noch mehr davon weiß und uns immer etwas erklären konnte. Es war auch sehr interessant mit einer Uni zusammen zu arbeiten, und das Projekt Sparkling Science mit ihnen zu beginnen. Die Bücher die man uns gab waren genauso wie das Internet beim Recherchieren sehr nützlich, da wir sonst am nächsten nicht gewusst hätten wie die speziellen Merkmale der bestimmten Sträucher sind, und so keinen guten Erfolg gehabt hätten. In der Zukunft würde ich sehr gerne so etwas wiedermachen. Ich kann es nur weiter empfehlen, auch für zukünftige Schüler.

Liebe Veranstalter des sparkling Sience Projekt, in der Abteilung Holztechnik, Mir Persönlich hat dieses Projekt sehr gut gefallen, da wir nicht nur in den Wald gegangen sind und irgendwelche Bäume gesucht haben, sondern aktiv mitgearbeitet haben, in dem wir am Anfang uns über eine bestimmte Baum- oder Strauchart informiert um diese dann auch im Wald zu identifizieren können. Gut fand ich auch, dass ihr auch literarische Quellen mitgenommen habt um die im Internet gefundenen Quellen zu bestätigen. Schade war das wir viel Zeit verbraucht, da die Projektoren im KÜ- Saal nicht funktioniert haben. Toll war auch das wir im Wald selber beproben durften und so auch lernen konnten was in der Universität für Bodenkultur gemacht wird. Vielen Dank für euren Zeit aufwand.

Ich fand das Projekt Sparkling Science sehr interessant, weil man gelernt hat was für Bäume um einen herum sind die man nicht in der Schule gelernt hat. Ich fand auch gut wie alles organisiert war, aber auf der Karte die in der Mappe war ein Maßstab drauf sein da ich mich nicht in den Wäldern von Mödling auskenne ich fand auch gut das bei ein paar gruppen Schüler der 5 Klassen mit gegangen sind

Liebe Boku, Wir, die 2BH11H, hatten am 9.9 und 10.9 das Projekt Sparkling Sience. Mir persönlich hat es gut gefallen, da wir mehr über Bäume und Sträucher, über die man im Unterricht nicht so viel hört, gelernt. Am ersten Tag, wo wir über die Bäume recherchieren durften wurden uns die Aufgaben verständlich erklärt und wenn wir Hilfe brauchten wurde uns auf der Stelle geholfen! Am zweiten Tag durften wir mit unseren Betreuern in den Wald gehen und die Bäume suchen und umsägen. Also war für mich das Projekt richtig gelungen!

Das Projekt „Sparkling Science“ ist sehr nützlich und für die Schüler die teilnehmen auch sehr interessant. Man lernt in der Schule hauptsächlich die wichtigsten Holzarten kennen, bei diesem Projekt jedoch lernen die Schüler auch über andere Holzarten und über verschiedene Straucharten. Außerdem war es auch sehr interessant in den Wald zu gehen und den Strauch über den man am Vortrag im Internet und in Bücher geforscht hat zu suchen und ihn zu fällen. Mir persönlich hat das Projekt sehr gut gefallen und ich freu mich schon die Ergebnisse zu erfahren.

An sich ist es ein sehr gelungenes Projekt mit wenigen Ausnahmen. Am Mittwoch hat das recherchieren über die Baum/Strauchart sehr gut mit der Organisation funktioniert, der Vortrag aber, war ziemlich eintönig. Wir wurden zwar miteinbezogen aber einfaches dastehen, reden und Bilder zeigen ist Schlussendlich nicht das aufregendste. Im praktischen Teil könnte man das Ganze mit den Gruppen besser planen da z.B. die Traubenkirsche (meine Gruppe) nur 2-mal im Wald vorhanden war. Im gesamten finde ich das Projekt trotz allem eine sehr gute Idee da wir an einem Projekt dieser Art teilhaben durften und Sie sich die Mühe gemacht haben das zu organisieren.

Liebe Veranstalter des sparkling science Projektes „Wert Holz“ Allgemein hat mir das Projekt sehr gut gefallen. Ich finde es interessant etwas über andere, nicht so bekannte Holzarten zu lernen. Leider ist es sich nicht ausgegangen seine Holzart vor der Klasse zu beschreiben. Es hätte mich sehr interessiert die anderen Holzarten näher kennen zu lernen. Die Präsentation am Anfang war sehr interessant. Ich war sehr erstaunt, dass sich die Menschen früher so viele Gedanken gemacht haben welches Holz sie für welches Teil eines Gerätes verwenden. Das Ausarbeiten am ersten Tag war informativ, aber der zweite Tag hat mir natürlich besser gefallen. Das bestimmen der Position auf der Karte war sehr schwer. Vielleicht hätte es auch gereicht wenn man nur die Koordinaten aufgeschrieben hätte. Danke nochmals dass ihr das Projekt mit uns gemacht habt und uns dabei interessante Informationen über andere Holzarten beigebracht habt. Ich hoffe wir waren hilfreich und haben gute Proben gefunden.

Stellungnahmen von Lehrer/innen

Andreas Pongruber, HBLA für Forstwirtschaft in Bruck an der Mur: Wert-Holz im Rahmen von "Sparkling Science" war eine Herausforderung für mich als Lehrer an der Höheren Bundeslehranstalt für Forstwirtschaft in Bruck an der Mur. Die Vernetzung von Universität und Schule fand in allen Ebenen statt. So konnten wir auch Frau Dipl.-Ing. Andrea Klein als Unterrichtspraktikantin an vorderster Front einsetzen. Aufgrund der großen geografischen Streuung unserer Schüler konnte Probenmaterial aus ganz Österreich gesammelt und ausgewertet werden. Die Vertiefung einzelner im Zuge der Diplomarbeit war sowohl für Schüler als auch die beteiligten Lehrkräfte sehr von Vorteil. Unsere Datenbanken wurden gefüllt und zukünftige Schüler können aus einem größeren Fundus schöpfen. Auch der Austausch mit der HTL Mödling bzw. deren Professoren hat für uns langfristige Partnerschaften ermöglicht, die so nicht entstanden wären. Die Initialzündung war gegeben und weitere Projekte werden folgen, der Teilnehmerkreis wird größer und (internationale) Kontakte gepflegt.

Stellungnahmen von Wissenschaftler/innen

Johannes Konnerth, Universität für Bodenkultur: Das Projekt Wert-Holz hat sich durch die sehr aktive Beteiligung der einzelnen Akteure und eine enge Kooperation zwischen den unterschiedlichen Projektpartnern ausgezeichnet. Durch diese hat sich unter anderem durch gemeinsame Nutzung von Probenmaterial, Infrastruktur, personellen Ressourcen sowie Know-How ein Mehrwert für die einzelnen Partner aber im Besonderen für den Projektablauf sowie die daraus hervorgehenden Projektergebnisse ergeben. Die Beteiligung der Schüler/innen war angefangen mit der Werbung von Probenmaterial sehr wichtig für den Projektverlauf, auch ist der Beitrag der in den Diplomarbeiten umgesetzten Messungen erheblich, stammen doch mehr als 10000 Messwerte im resultierenden Datensatz von Schüler/innen. Ganz besonders freuen mich die Bestrebungen einer langfristigen Zusammenarbeit zwischen den Projektpartnern

im Rahmen der Profilschwerpunktbildung im Bereich Holzforschung. In zukünftig gemeinsam umgesetzten Projekten können wir so die bestehende Kooperation intensivieren und in der Bearbeitung zukünftiger Forschungsfragen weiterführen.

Konrad Mayer, Universität für Bodenkultur: Die Zusammenarbeit mit den Partnerschulen im Rahmen des Projektes Wert-Holz hat sich als sehr anregend erwiesen. Durch tatkräftige Mitwirkung der Schüler/innen, besonders im Rahmen von Diplomarbeiten, konnte ein überaus umfassender Datensatz im Bereich der Charakterisierung selten genutzter Holzarten von hoher Qualität aufgebaut werden. Die Zusammenarbeit mit jungen interessierten und motivierten Menschen war durch einen wechselseitigen Lernprozess geprägt - nicht nur konnte Expertise auf Seiten der Universität bei der Betreuung von Diplomarbeiten eingebracht werden, durch die Mitbetreuung von Diplomarbeiten wurden eigene Denkmuster neu geordnet und Ansätze entwickelt. Besonders im Hinblick auf Überlegungen zur Wissenschaftsvermittlung habe ich persönlich an diesem Projekt sehr profitiert - durch die intensive Zusammenarbeit und kontinuierliches Feedback von Seiten der Schüler/innen fühle ich mich für zukünftige Kooperationen mit Partnerschulen, aber auch für die Betreuung von Studierenden, gut gewappnet.

Michael Grabner, Universität für Bodenkultur: Das Projekt Wert-Holz konnte einen zwischenzeitlichen Schlussstrich unter mehr als 10 Jahren intensiver Forschung ziehen. Es konnten hierbei auch Ergebnisse des Sparkling Science Projektes „Wald-Holz-Werkstoff“ mit einbezogen werden. Es konnten sensationelle Ergebnisse erzielt werden, die nun in die Verfassung eines Buches „Werk-Holz“ im Verlag Kessel münden. Die Zusammenarbeit zwischen Forschung und Schule funktionierte hervorragend – dies ist unter anderem in der sehr hohen Anzahl an Maturaarbeiten (sieben plus drei begonnene) eindrucklich zu sehen. 121 Schüler/innen konnten direkt oder indirekt beteiligt werden. Im Zuge der Profilschwerpunktbildung war es möglich, dass sich alle Akteure kennen lernen. Es konnte dieser Profilschwerpunkt tatsächlich entwickelt werden. Der Wille zur gemeinsamen Arbeit aller drei Partner (Mödling, Bruck, BOKU) ist deutlich zu sehen – einerseits durch drei Diplomarbeiten, die über die Projektlaufzeit hinaus laufen und andererseits vor allem durch einen gemeinsamen Sparkling Science Antrag (T.A.N.N.E. Tanne – Abies alba – Nasskern – Nutzung – Eigenschaften.) dessen Grundidee während der Treffen zur Profilschwerpunktbildung entstanden ist. Wir freuen uns auf viele gemeinsame Aktivitäten.

Projektbeschreibung 2

Projektbeschreibung „Wert-Holz“ in Deutsch

Vor nicht allzu langer Zeit wurden noch fast alle Gerätschaften des täglichen, vor allem bäuerlichen, Bedarfs aus Holz gefertigt. Unterschiedliche Teile eines Geräts waren dabei verschiedensten Beanspruchungen ausgesetzt, genauso vielfältig war auch die Holzartenauswahl. Josef Blau zählt im Jahr 1917 noch 27 Holzarten im typischen böhmischen Hauswesen und betont dabei, dass jedes Holz nach Herkunft und Eigenschaft unterschieden und für den passenden Gebrauch ausgewählt wurde. Heute werden diese Holzarten – Großsträucher und Kleinbäume (wie z.B. Kornelkirsche und Berberitze) – nicht mehr genutzt. Im Projekt Wert-Holz wurde historische Literatur analysiert und mit modernen Prüfwerten verknüpft, um selten genutzte Holzarten unter Einbeziehung von Ergebnissen vorhergehender Untersuchungen detailliert zu beschreiben und das Potential für moderne Nutzungsmöglichkeiten aufzuzeigen.

Analyse historischer Literatur

In einem ersten Schritt stand die Analyse von 122 historischen Literaturquellen über die Eigenschaften und Verwendungsmöglichkeiten heutzutage selten genutzter Holzarten im Mittelpunkt. Frühere Arbeiten in

österreichischen Museen haben gezeigt, welche Holzarten in Österreich in der Vergangenheit genutzt wurden. Unter den 49 nachgewiesenen Holzarten sind 17, die man unter der Gruppe Großsträucher und Kleinbäume zusammenfassen kann (z.B. Kornelkirsche, Berberitze, Elsbeere). Diese finden heute keine Anwendung mehr, sind aber in der Literatur seit 1690 sehr genau beschrieben. Diese Beschreibungen sind oft sehr umfassend, es fehlen in der Literatur jedoch zumeist Zahlenangaben zu heute üblichen Prüfgrößen wie Holzdichte, Festigkeit, Schwindverhalten, etc.

Schüler/innen konnten im Rahmen des Projektes Wert-Holz den großen Wert historischer Literatur, aber auch die Grenzen der Vergleichbarkeit von Angaben in dieser erfahren. Durch Einbeziehen von historischen Quellen zur Beantwortung von modernen Forschungsfragen im Rahmen von Diplomarbeiten war es für die Schüler/innen in weiterer Folge möglich, das weitreichende Wissen um die Holzverwendung und Holzverarbeitung in vergangener Zeit zu verstehen. Dadurch konnten auch neue, nicht standardisierte Prüfverfahren entwickelt (z.B. Abriebfestigkeit des Holzes selbst, Spaltbarkeit, etc.) und die moderne Charakterisierung von wenig beschriebenen Holzeigenschaften ermöglicht werden.

Charakterisierung der selten genutzten Holzarten

In weiterer Folge wurden Laborwerte für eine zahlenmäßige, moderne Beschreibung selten genutzter Holzarten (Holzdichte, Festigkeit, Schwindverhalten, Spaltbarkeit etc.) in mehr als 42 000 Einzelmessungen für 24 Prüfgrößen ermittelt. Durch die Berücksichtigung der „selten genutzten Holzarten“ konnte die bekannte Spannweite der technologischen Kennwerte des Werkstoffs Holz deutlich erweitert werden. Für die Durchführung der Materialprüfungen war es notwendig Probenmaterial zu sammeln, da die betreffenden Holzarten derzeit nicht käuflich zu erwerben sind. Die Schüler/innen konnten auf diesem Weg auch die zugehörigen Großsträucher und Kleinbäume kennenlernen. Diese beernteten Gehölze wurden zu Prüfkörpern aufgearbeitet und nach der Klimatisierung entsprechend moderner Prüfnormen sowie neu entwickelter Verfahren (z.B. Kratzfestigkeit, Spaltbarkeit etc.) geprüft. Die Schüler/innen konnten bei gemeinsamen Beprobungen aktiv teilnehmen und die Großsträucher und Kleinbäume in ihrem natürlichen Umfeld kennenlernen. Sie konnten damit nachvollziehen wo, wie, und wie schnell sie wachsen, was im Hinblick auf deren nachhaltige Verwendung von Bedeutung ist. Vor der Beprobung erfolgte eine eindeutige Bestimmung an Hand der Blätter, Blüten, Früchte etc. Im Zuge von Maturaarbeiten aber auch zum Teil innerhalb des Labor-Übungsbetriebs wurden mehr als 10 000 Messungen von den Schüler/innen durchgeführt sowie neue Prüfanordnungen entwickelt.

Beschreibung der selten genutzten Holzarten

Ziel des Projektes war es die Eigenschaften und Verwendungsmöglichkeiten der mitteleuropäischen Holzarten, inklusive der heute nicht mehr im Einsatz befindlichen Kleinbäume und Großsträucher, darzustellen. Als Datenbasis dafür steht die Analyse der historischen Literatur, die moderne zahlenmäßige Charakterisierung sowie Ergebnisse aus vorangegangenen Projekten zur Verfügung. Diese drei Informationsquellen wurden zusammengeführt und werden im Frühjahr 2017 als umfassende Beschreibung von 60 mitteleuropäischen Holzarten in Buchform im Verlag Kessel veröffentlicht. Die öffentliche Diskussion des Potentials von selten genutzten Holzarten sowie die Thematisierung von diesem im Schulunterricht und der damit verbundener Heranführung von zukünftigen Akteuren der Holzbranche an die Inhalte von „Wert-Holz“ soll eine nachhaltige Nutzung unserer heimischen Holzressourcen forcieren.

Project description “Wert-Holz” in English

Not long ago almost all tools and utensils, especially in the rural environment, were made from wood. Josef Blau counted 27 different wood species in 1917 in a single Bohemian household and emphasized that the wood was selected by its properties and origin according to the intended use. Nowadays these wood species, small trees and shrubs (such as cornel cherry and barberry), are no longer in use anymore. The project “Wert-

Holz” was set up to collect and test these nowadays rarely used wood species by means of modern methods and newly developed approaches and merge the results with information from the analysis of historical literature and previous investigations. This collection should form the basis for a discussion on modern and sustainable applications of rarely used wood species.

Analysis of historical literature

In a first step 122 literary sources were analyzed to extract information on the properties and usage of the nowadays rarely used wood species. It is known from previously undertaken investigations which wood species had been used in the past for which intent. Of 49 found wood species, 17 were assigned to the group of small trees and shrubs. These are no longer in use anymore, but are described in detail in the literature starting from 1690. Although literature contains a comprehensive source of information on the wood species of interest, exact measures respectively numeric information on the described properties (like density, dimension stability, etc.) are most of the time missing or not comparable with modern values.

Pupils were able to experience the great value of historic literature, but also faced the limitations of the use of the included information. By including historic literary sources dealing with wood and forest technology in their Matura projects they were able to understand the intensive knowledge concerning wood utilization and wood processing in former times. Doing so, it was possible to develop new and not standardized approaches to test certain rarely investigated wood properties like the ability to split wood, the abrasion resistance etc. on specimens in order to receive a modern characterization of the species.

Characterization of rarely used wood species

In a next step a modern characterization respectively tests on properties like density, strengths, dimension stability, the ability to split the material etc. in more than 42,000 individual measurements were undertaken. By also considering “rarely used wood species”, such as big shrubs and small trees, technological limits of the material wood could be pushed considerably. To facilitate the tests, sample material had to be collected as it is not possible to buy the needed material nowadays. This way the pupils learned about the shrubs and small trees and therefore were able to understand the whole progress of the project from sampling to the final results. The taken samples were processed to obtain specimens and tests, according both to standardized and newly developed methods, were undertaken, leading to extensive data to describe the properties of in total 60 central European wood species. By involving pupils into the sampling procedure they obtained an awareness for the woody plants of interest. They saw the growing-conditions and -speed which both are of importance in respect of a sustainable use of this resource. Before sampling, it was necessary to observe the leaves, flowers and fruits of the plants in order to determine the species. Especially in the form of Matura projects of individual school pupils, but also in the context of laboratory tutorials more than 10,000 measurements were taken by school pupils and new testing methods were developed.

Description of the rarely used wood species - aggregation of results

The project Wert-Holz intended to summarize the properties and historical utilization of the middle European wood species, also considering big shrubs and small trees which are rarely used nowadays. The analysis of old literature, the modern characterization and results of previous investigations served as a resource to aggregate information in order to provide a comprehensive description of the rarely used wood species. These three sources aggregated will be published as a description of 60 middle European wood species as a book in spring 2017 published by “Verlag Kessel”. The public discussion as well as the ongoing discussion in school lectures, addressing the pupils as future protagonists in the wood sector, of the topics covered by the project “Wert-Holz” such as modern utilization of rarely used wood species should help to increase biodiversity and sustainability of our forests.

Informationen für die Programmevaluierung

Überblick über am Projekt mitwirkende Schulen und Partner

Partner bei der Werbung des Probenmaterials:

 <p>Esterházy</p>	<p>Forstbetrieb Esterházy Esterházyplatz 5 7000 Eisenstadt http://esterhazy.at/de/fnm</p>
 <p>UNSERE WÄLDER StoDt+Wien Wien ist anders.</p>	<p>Forstamt und Landwirtschaftsbetrieb der Stadt Wien (MA 49) Triester Straße 114 1100 Wien www.wien.gv.at/umwelt/wald/forstamt/</p>
 <p>UNSERE GÄRTEN StoDt+Wien</p>	<p>Die Wiener Stadtgärten (MA 42) Johannesgasse 35 1030 Wien www.wien.gv.at/umwelt/parks/stadtgaerten.html</p>
 <p>stadt GEMEINDE Mödling</p>	<p>Forstbetrieb der Gemeinde Mödling Fabriksgasse 5-9 2340 Mödling</p>
	<p>Schöffel-Verein Eichkogel</p>
	<p>Forstverwaltung Schloss Grafenegg Grafenegg 1 3485 Haitzendorf www.metternich.at/</p>

wissenschaftliche Partner:

 <p>Mendel University in Brno</p>	<p>Faculty of Forestry and Wood Technology Mendel Universität Brno (CZ) Zemědělská 3 613 00 Brno http://www.ldf.mendelu.cz/en</p>
--	---

Schulpartner:

	HBLA für Forstwirtschaft Bruck an der Mur Dr. Th. Körnerstraße 44 8600 Bruck an der Mur http://www.forstschule.at
	HTL Mödling Technikerstraße 1-5 2340 Mödling http://htl.moedling.at

Es wurden keine Teilnahmebestätigungen oder Partnerschaftsurkunden ausgestellt.

Konferenzbeiträge

Grabner, M., Weber, A., Mayer, K., Wächter, E., Nemestothy, S. 2016. Holzartenauswahl – Ein Vergleich historischer Literatur mit Analysen in Museen. Vortrag an der Tagung: Holz in der Vormoderne. Werkstoff, Wirkstoff, Kunststoff. Krems, Österreich, September 28-30, 2016

Grabner, M., Weber, A., Mayer, K., Nemestothy, S., Wächter, E. 2016. Beech in historical literature. Presentation at the 4th Workshop “Historical Wood Utilization”, Sentrupert, Slovenia, June 13-17, 2016

Mayer, K., Grabner, M. 2016. Beech wood compared to other hardwoods - properties and utilization, past and modern. Presentation at the 4th Workshop “Historical Wood Utilization”, Sentrupert, Slovenia, June 13-17, 2016

Grabner, M., Mayer, K., Wächter, E., Nemestothy, S., Klein, A. 2016. Characterization of Central European Tree- and Shrub species – Analyses of museum objects, historical literature and modern testing. Presentation at the Meeting of the International Academy of Wood Science (IAWS), Paris, France, June 1-3, 2016

Grabner, M. 2016. Historical Wood Utilization: How to rediscover lost knowledge? Presentation at the congress: Old and New Worlds. The global challenges of Rural History. International Conference, Lisbon 27-30 January 2016, Portugal: 101

Grabner, M., Klein, A. 2014. Utilization of different Austrian wood species in past times – Knowledge for the future!? Presentation at the IUFRO World Congress, Salt Lake City, USA, October 5th-11th 2014

Publikationen

Eine umfassende Zusammenführung der in Wert-Holz bearbeiteten Datensätze wird im Frühjahr 2017 als Buch mit dem Titel „Werk**Holz**, Eigenschaften und historische Nutzung 60 mitteleuropäischer Holzarten“ im Verlag Kessel (Dr. Norbert Kessel, <http://www.forstbuch.de>, Eifelweg 37 53424 Remagen-Oberwinter) erscheinen (Buchpräsentation am 24. April 2017 an der Universität für Bodenkultur). Neben einer thematischen Einführung wird das Buch einen Überblick über die gewählte Methodik sowie einen Katalog von Holzartenportraits für alle 60 bearbeiteten Holzarten enthalten.



Medienspiegel

06.10.2016, Holzkurier, Altes Holzwissen: Zurück in die Zukunft?

01.10.2016 Forstzeitung, Altes Holzwissen für junge Leute

28.09.2016, NÖN, Altes Gehölz für junge Forscher

21.09.2016, noen.at, Altes Gehölz für junge Forscher

20.07.2016, NÖN, Was Holz alles kann

17.02.2016, Tiroler Tageszeitung "Auf dem Holzweg" zur Matura

17.11.2015, Wochenzeitung NÖN Mödlinger Ausgabe, Forschung hautnah im Stadtwald

27.03.2015, Die Presse.com, Auf dem Holzweg zur Erinnerung

Belegexemplare sind der digitalen Version dieses Dokuments als Anhang beigelegt

Veranstaltungen

Datum	Veranstaltung
22. Juni 2015	Forstschule HLFS Bruck/Mur – Siegerehrung Beprobungs - Wettbewerb
9. +10. September 2015	Aktionstage HTL Mödling
17. September 2015	Treffen zur Profilschwerpunktbildung (laut Sonderrichtlinie Sparkling Science 4.3.2) an der HTL Mödling Abteilung Holztechnik
26. Februar 2016	Treffen zur Profilschwerpunktbildung (laut Sonderrichtlinie Sparkling Science 4.3.2) an der HBLA für Forstwirtschaft Bruck/Mur

24. Juni 2016	Aktionstag: Holzeigenschaften - vom beprobten Material zum Messwert
16. September 2016	Wert-Holz Abschlussveranstaltung
24. April 2017	geplante Buchpräsentation des im Rahmen des Projektes Wert-Holz entstandenen Buches „WerkHolz“ (siehe Abschnitt Publikationen)

Fotos

Druckfähige Fotos liegen dem Endverwendungsnachweis in digitaler Form (CD) bei.

Literatur

- Barnett, J. 2003: Wood Quality and its Biological Basis. Blackwell Publishing Ltd
- Blau, J. 1917: Böhmerwälder Hausindustrie und Volkskunst. Band 1: Wald- und Holzarbeit. Calve, Prag.
- Bucur, V. 2003: Nondestructive characterization and imaging of wood. Berlin, Springer.
- Bockhorn, O. 2013: Projekt "Historische Holzverwendung in Österreich" – Ein Blick in Museumsinventare und volkscundlicher Literatur. Österreichische Zeitschrift für Volkskunde. LXVII, Heft 1+2 2013, 1-10
- Bosshard H. 1984: Holzkunde. Band 2, Zur Biologie, Physik und Chemie des Holzes, 2. Auflage Birkhäuser Verlag
- Findlay et al. 1954: Moderfäule. Die Zersetzung von Holz durch niedere Pilze. Holz als Roh- und Werkstoff 12 (8): 12, 293–296
- Fuchs, H. 2012: Holz als Grundstoff der vorindustriellen Wirtschaft – die enzyklopädische Wissensbasis. Diplomarbeit an der Historisch-Kulturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Wien, Wien.
- Fürst, D. 2007: Vergleichende Untersuchung der antimikrobiellen Wirksamkeit von sieben verschiedenen Hölzern. Dissertation, Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg i. Br.
- Gehring et al. 2000: Hygienische Eigenschaften von Holz- und Kunststoffbrettern in der Nahrungsmittelverarbeitung und -präsentation: Ein Vergleich. Holz als Roh- und Werkstoff 58
- Gindl et al. 2004: Effects of surface ageing on wettability, surface chemistry, and adhesion of wood. Holz als Roh- und Werkstoff, Volume 62, Issue 4, pp 273–280
- Good et al. 1992: The Modern Theory of Contact Angles and the Hydrogen bond Components of Surface Energies. In: G. I. Loeb; M. E. Schrader (Hrg.): Modern approaches to wettability. P. 1-27.
- Göhre, K. 1961: Werkstoff Holz. Technologische Eigenschaften und Vergütung. 2. Aufl., Fachbuchverlag, Leipzig
- Ilvessalo-Pfäffli, M. 1995: Fiber Atlas: Identification of Papermaking Fibers. Springer Verlag
- Klein, A. 2015. Historische Holzverwendung in Österreich. Dissertation an der Universität für Bodenkultur Wien.
- Klein, A., Bockhorn, O., Mayer, K., Grabner, M. 2016. Central European wood species: characterisation using old knowledge. Journal of Wood Science. 62. 194-202, DOI: 10.1007/s10086-015-1534-3
- Knapik et al. 1995: Friction Blisters. Pathophysiology, Prevention and Treatment. Sports Med (1995) 20: 136
- Kollmann, F., 1951: Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe. Springer Verlag
- Kühne, H. 1951: Untersuchung über einige Eigenschaften des Eschen und Robinienholzes im Hinblick auf dessen Verwendung für die Werkzeugstiele. Eidgenössische Materialprüfungs- und Versuchsanstalt für Industrie, Bauwesen und Gewerbe. Bericht-Nr. 179a. Zürich
- Lohmann, U., 1986: Holz-Handbuch. 3, Auflage, DRW-Verlag
- Niemz, P. 1993: Physik des Holzes und der Holzwerkstoffe. DRW-Verlag
- Nördlinger, H. 1890: Die Gewerblichen Eigenschaften der Hölzer. Stuttgart. J.G. Gotta'sche Buchhandlung.
- Rabel, W. 1971: Einige Aspekte der Benetzungstheorie und ihre Anwendung auf die Untersuchung und

- Veränderung der Oberflächeneigenschaften von Polymeren. In: Farbe und Lack 77,10 (1971), P. 997-1005.
- Radkau, J. und Schäfer, I. 1987: Holz- Ein Naturstoff in der Technikgeschichte. Rowohlt Taschenbuch Verlag, Reinbeck bei Hamburg.
- Sandermann, W. 1959: Über die Bestimmung der pH-Werte von Handelshölzern und deren Bedeutung für die Praxis. Holz als Roh- und Werkstoff. 17Jg, Heft 11
- Sell, J. 1997 Eigenschaften und Kenngrößen von Holzarten. Baufachverlag Lignum
- Schönwälder et al. 2002: Wooden boards affecting the survival of bacteria? Holz als Roh- und Werkstoff 60
- Schneider et al. 2012: NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. Nature Methods 9, 671-675
- Stingl R., Domig K.J., Teischinger A. (2009): Holz und Hygiene.
- Vorreiter, L. 1949: Holztechnologisches Handbuch, Band1: Allgemeines, Holzkunde, Holzschutz und Holzvergütung. Verlag Georg Fromme, Wien
- Wagenführ, R. 1985: Holzatlas. VEB Fachbuchverlag Leipzig
- Wagenführ, A. 2012: Taschenbuch der Holztechnik, 2. Auflage, Hanser Verlag
- Wegst, G. K. 2006: Wood for sound. American Journal of Botany 93(10): 1439-1448
- Widhalm, B. 2010: Natural durability of hardwood - phenol amount. Bachelorarbeit an der Universität für Bodenkultur

Weiters wurden drei Xylotheiken zitiert. Diesen Naturaliensammlungen kann kein eindeutiges Erscheinungsdatum zugeordnet werden. Vgl. aus diesem Grund folgende Quellen:

Hinterlang (1798-1826):

Hinterlang, Carl Aloys von, 1798: Xylotheik am Zoologischen Museum der Universität Hohenheim. Hohenheim.

Huber (1747-1803):

Huber, Candid, 1793: Kurzgefaßte Naturgeschichte der vorzüglichsten bayerischen Holzarten. München. Josef Lenthner

Schildbach (1771-1799):

Schildbach, Carl, 1780: Xylotheik Kassel. Naturkundemuseum im Ottoneum. Kassel.

im Bericht zitierte Normen:

DIN 51 900-1 2000-04 Prüfung fester und flüssiger Brennstoffe - Bestimmung des Brennwertes mit dem Bomben-Kalorimeter und Berechnung des Heizwertes

DIN 52183 1976-09 Prüfung von Holz; Bestimmung der Rohdichte

DIN 52183 1977-11 Prüfung von Holz; Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes

DIN 52184 1979-05 Prüfung von Holz; Bestimmung der Quellung und Schwindung

DIN 52185 1976-09 Prüfung von Holz; Bestimmung der Druckfestigkeit parallel zur Faser

DIN 52186 1978-06 Prüfung von Holz; Biegeversuch

DIN 52188 1979-05 Prüfung von Holz; Bestimmung der Zugfestigkeit parallel zur Faser

DIN 52189-1 1981-12 Prüfung von Holz; Schlagbiegeversuch; Bestimmung der Bruchschlagarbeit

DIN EN 1534 2000-04 Parkett und anderer Holzfussböden – Bestimmung des Eindruckwiderstandes (Brinell) – Prüfmethode; Deutsche Fassung

ÖN EN 438-2 1992-09 Dekorative Hochdruck-Schichtpressstoffplatten (HPL) - Platten auf Basis härtpbarer Harze (Schichtpressstoffe) - Teil 2: Bestimmung der Eigenschaften

ÖNORM M 7131 Energiewirtschaftliche Nutzung von Holz und Rinde als Brennstoff

ÖN C 2354 1998-12 Transparente Beschichtungsstoffe für Holzfußböden und daraus hergestellte Versiegelungen - Mindestanforderungen und Prüfungen

TAPPI T222 and UM250 Acid-insoluble lignin in wood and pulp

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Biegefestigkeit mitteleuropäischer Holzarten.....	9
Abbildung 2: Elastizitäts-Moduln mitteleuropäischer Holzarten.....	10
Abbildung 3: Druckfestigkeit mitteleuropäischer Holzarten.....	11
Abbildung 4: Zugfestigkeit mitteleuropäischer Holzarten.....	12
Abbildung 5: Bruchschlagarbeit mitteleuropäischer Holzarten.....	13
Abbildung 6: Rohdichte mitteleuropäischer Holzarten.....	14
Abbildung 7: maximales Quellmaß mitteleuropäischer Holzarten in tangentialer Richtung.....	15
Abbildung 8: Abrieb nach 50 Umdrehungen des Taber Abrasers.....	16
Abbildung 9: Gleitreibungskoeffizient zwischen Holz- und Hautoberfläche (in vivo).....	17
Abbildung 10: Brennwerte mitteleuropäischer Holzarten.....	18
Abbildung 11: Brinell-Härte mitteleuropäischer Holzarten.....	19
Abbildung 12: Faserlängen mitteleuropäischer Laubholzarten.....	20
Abbildung 13: Tracheidenlängen mitteleuropäischer Nadelholzarten.....	20
Abbildung 14: Ligningehalt mitteleuropäischer Holzarten.....	21
Abbildung 15: Extraktstoffgehalt mitteleuropäischer Holzarten.....	22
Abbildung 16: pH-Wert von Holz mitteleuropäischer Holzarten in Dispersion mit Wasser.....	23
Abbildung 17: relative Schutzwirkung bei Erdkontakt von 60 mitteleuropäischen Holzarten. Bewertungsziffer analog zu ÖNORM EN 252 von 0, kein Angriff, bis 4, Ausfall.....	24
Abbildung 18: Vergleich der gemessenen Rohdichte mit in der Literatur genannten Werten für <i>Fagus sylvatica</i>	26
Abbildung 19: Vergleich der gemessenen Rohdichte mit in der Literatur genannten Werten für <i>Sambucus nigra</i>	26
Abbildung 20: Anzahl an Bestimmungen je Holzart an insgesamt 3073 Objekten aus drei tschechischen Museen sowie einem slowakischen Museum.....	27
Abbildung 21: Anzahl an Bestimmungen je Holzart an insgesamt 8985 Objekten aus fünf österreichischen Museen.....	27

Anhang

Quellen der Literaturanalyse

- 1 - Amann, Gottfried, 1954: Bäume und Sträucher des Waldes. Neudamm. Verlag J. Neumann.
- 2 - Andraea, Jacob Heinrich, 1790: Charakteristik innländischer Forstbäume und Sträucher: in Tabellen kurz dargestellt: nebst einem alphabetischen Verzeichniß der vornehmsten Schriftsteller über das Forstwesen. Frankfurt am Main. Andraeische Buchhandlung.
- 3 - Anonymus, 1796: Handbuch für praktische Forst und Jagdkunde. Teile 1-3. Leipzig. Schwickerscher Verlag.
- 4 - Werneck-Willingrain, Heinrich Ludwig, 1935: Die naturgesetzlichen Grundlagen der Land- und Forstwirtschaft in Oberösterreich. Versuch zu einer Pflanzengeographie und -Ökologie. Linz. Jahrbuch des Oberösterreichischen Musealvereines, 86.
- 5 - Lang, Gustav, Baumann, Richard, Harsch, Otto Graf, Himmelsbach-Noël, Fritz, 1927: Das Holz als Baustoff: Aufbau, Wachstum, Behandlung und Verwendung für Bauteile. Wiesbaden. C.W. Kreidel's Verlag.
- 6 - Bechstein, Johann Matthäus, 1812: Forstbotanik, oder vollständige Naturgeschichte der deutschen Holzpflanzen und einiger fremden. Erster Theil. Erfurt. Verlag Henning.
- 7 - Begemann, Helmut F., 1963: Lexikon der Nutzhölzer: Vorkommen, Charakteristik und Verwendung der im Welthandel vorkommenden Nutzhölzer, Band 2. Mehring. Verlag und Fachbuchdienst Emmi Kittel.
- 8 - Bellermann, Johann Bartholomäus, 1788: Abbildungen zum Cabinet der vorzüglichsten in- und ausländischen Holzarten nebst deren Beschreibung. Erfurt. Bellermann.
- 9 - Bersch, Josef, 1893: Die Verwerthung des Holzes auf chemischen Wege. Wien. A. Hartleben's Verlag.
- 10 - Böckler, Georg Andreas, 1699: Der nützlichen Hauß und Feldschule. Erster Teil. Frankfurt, Leipzig. Verlag Merkel.
- 11 - Böhmer, Georg Rudolf, 1799: Technische Geschichte der Pflanzen welche den Handwerken, Künsten und Manufakturen bereits in Gebrauch sind oder noch gebraucht werden können. Leipzig. Weidmannische Buchhandlung.
- 12 - Borkhausen, Moritz Balthasar, 1800: Handbuch der Forstbotanik und Forsttechnologie, Teil 1. Gießen und Darmstadt. Georg Friedrich Hener.
- 13 - Borkhausen, Moritz Balthasar, 1803: Theoretisch-praktisches Handbuch der Forstbotanik und Forsttechnologie. Zweiter Teil. Gießen und Darmstadt. Georg Friedrich Hener.
- 14 - Burgsdorf, Friedrich August Ludwig, 1788: Forsthandbuch. Berlin. Burgsdorf.
- 15 - Carlowitz, Hannß Carl, 1713: Sylvicultura oeconomica. Leipzig. Braun.
- 16 - Cramer, Johann Andreas, 1766: Anleitung zum Forst-Wesen, nebst einer ausführlichen Beschreibung von Verkohlung des Holzes, Nutzung der Torfbrüche. ec. Mit vielen Kupfern. Braunschweig. Fürstliche Waisenhaus-Buchhandlung.
- 17 - Dempp, Karl Wilhelm, 1842: Lehre von den Baumaterialien mit Rücksicht auf ihr Vorkommen in der Natur. München. Joseph Lindauer'sche Buchhandlung.
- 18 - Dopf, Karl, 1949: Unsere Nutzhölzer. Wien. Verlag Georg Fromme & Co.

- 19 - Du Roi, Johann P., 1771: Die Harbkesche wilde Baumzucht theils Nordamerikanischer und anderer fremder, theils einheimischer Bäume, Sträucher und Strauchartigen Pflanzen : nach den Kennzeichen, der Anzucht, den Eigenschaften und der Benutzung beschrieben. Braunschweig. Fürstliche Waisenhaus-Buchhandlung.
- 20 - Duhamel du Monceau, Henri Louis, 1763: Abhandlung von Bäumen Stauden und Sträuchen. Nürnberg. Seligmann.
- 21 - Duhamel du Monceau, Henri Louis, Schöllnbach, Carl Christoph Oelhafen von, Winterschmidt, Adam Wolfgang, 1766: Von Fällung der Wälder und gehöriger Anwendung des gefällten Holzes Oder Wie mit dem Schlag-Holz, dann halb- und ganz ausgewachsenem Ober-Holz, umzugehen, und alles benannte Holz richtig zu schätzen und anzuschlagen ist. Teil 1. Nürnberg. Winterschmidt.
- 22 - Duhamel du Monceau, Henri Louis, Schöllnbach, Carl Christoph Oelhafen von, Winterschmidt, Adam Wolfgang, 1767: Von Fällung der Wälder und gehöriger Anwendung des gefällten Holzes Oder Wie mit dem Schlag-Holz, dann halb- und ganz ausgewachsenem Ober-Holz, umzugehen, und alles benannte Holz richtig zu schätzen und anzuschlagen ist. Teil 2. Nürnberg. Winterschmidt.
- 23 - Duhamel du Monceau, Henri Louis, 1775: Die Kunst des Kohlenbrennens oder die Art und Weise aus Holz Kohlen zu machen. In: Justi, Johann Heinrich: Schauplatz der Künste und Handwerke. Berlin. Johann Heinrich Rüdiger.
- 24 - Exner, Wilhelm Franz, 1871: Die mechanischen Eigenschaften des Holzes. Wien. Wilhelm Braumüller.
- 25 - Feldeck, Josef von, 1730: Kern einer vollständigen Haus und Landeswirtschaft. Frankfurt, Leipzig.
- 26 - Fischer, Christoph, 1690: Fleissiges HerrenAuge Oder WohlAb und Angeführter HausHalte Das ist: Gründlich und kurtz zusammen gefasster Unterricht Von Bestell und Führung eines nütz und einträglichen LandLebens und Wirthschafft. Franckfurt, Nürnberg. Zieger.
- 27 - Fischer, Christoph, Nislen, Tobias, 1696: Fleissiges Herren-Auge, Oder Wohl-Ab- und Angeführter Haus-Halter, Das ist: Gründlich- und kurtz zusammen gefasster Unterricht, von Bestell- und Führung eines nütz- und einträglichen Land-Lebens und Wirthschafft. Nürnberg. Zieger.
- 28 - Florini, Francisci Philippi, 1705: Oeconomus prudens et legalis oder allgemeiner klug- und rechtsverständiger Haus-Vatter. Nürnberg. Johann Christoph Donauer.
- 29 - Berg, Carl Heinrich Edmund Freiherr von, 1860: Anleitung zum Verkohlen des Holzes: ein Handbuch für Forstmänner, Hüttenbeamte, Technologen und Cameralisten. Darmstadt. Verlag von Eduard Zernin.
- 30 - Fuchs, Hannes, 2012: Holz als Grundstoff der vorindustriellen Wirtschaft - die enzyklopädische Wissensbasis. Diplomarbeit an der Historisch-Kulturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Wien. Wien.
- 31 - Funke, Carl Philip, 1800: Naturgeschichte und Technologie für Lehrer in Schulen und für Liebhaber dieser Wissenschaften. Wien und Prag. Franz Haas.
- 32 - Gayer, Sigmund, 1928: Die Holzarten und ihre Verwendung in der Technik. Leipzig. Jänecke.
- 33 - Gayer, Sigmund, 1939: Die Holzarten und ihre Verwendung in der Technik. Leipzig. Jänecke.
- 34 - Gleditsch, Johann Gottlieb, 1775: Systematische Einleitung in die neuere aus ihren eigenthümlichen physikalisch-ökonomischen Gründen hergeleitete Forstwissenschaft. Erster Band. Berlin. Arnold Weber.
- 35 - Gleditsch, Johann Gottlieb, 1775: Systematische Einleitung in die neuere aus ihren eigenthümlichen physikalisch-ökonomischen Gründen hergeleitete Forstwissenschaft. Zweyter Band. Berlin. Arnold Weber.

- 36 - Graef, Max, 1905: Moderne Bautischlerei. Tischler und Zimmerleute enthaltend alle beim inneren Ausbau vorkommenden Arbeiten des Bautischlers. Leipzig. Verlag von Bernh. Friedr.
- 37 - Grebe, Karl, 1861: Die Forstbenutzung: Ein Nachlass von Dr. G. König. Eisenach. Baerecke.
- 38 - Großmann, Josef, 1916: Das Holz, seine Bearbeitung und seine Verwendung. Leipzig und Berlin. Teubner.
- 39 - Guiot, 1771: Forsthandbuch. Nürnberg. Wolfgang Schwarzkopf.
- 40 - Hanausek, Eduard, 1897: Die Technologie der Drechslerkunst: Die Lehre von den Rohstoffen und deren Bearbeitung. Wien. Verlag der Handels- und Gewerbekammer.
- 41 - Hartig, Georg Ludwig, 1804: Physikalische Versuche über das Verhältnis der Brennbarkeit der meisten deutschen Wald-Baum-Hölzer. Herborn. Hohenschul Buchhandlung.
- 42 - Hartig, Georg Ludwig, 1827: Lehrbuch für Förster und die es werden wollen. Stuttgart. J. G. Gotta.
- 43 - Hartig, Theodor, 1851: Vollständige Naturgeschichte der forstlichen Culturpflanzen Deutschlands. Stuttgart und Tübingen. Gotta.
- 44 - Hartmann, Carl, 1841: Populäres Handbuch der allgemeinen und speziellen Technologie. Band 2. Berlin. Amelang.
- 45 - Hayne, Friedrich Gottlob, 1815: Abbildungen der deutschen Holzarten für Forstmänner und Liebhaber der Botanik. Erster Band. Berlin. Schüppelsche Buchhandlung.
- 46 - Hayne, Friedrich Gottlob, 1820: Abbildungen der deutschen Holzarten für Forstmänner und Liebhaber der Botanik. Zweiter Band. Berlin. Schüppelsche Buchhandlung.
- 47 - Herwig, Georg, 1794: Entwurf einer Forstkunde. Frankfurt am Mayn. Gebhard und Körber.
- 48 - Heß, Richard, 1895: Die Eigenschaften und das forstliche Verhalten der wichtigsten in Deutschland vorkommenden Holzarten. Berlin. Paul Parey.
- 49 - Hildt, Johann Adolf, 1798: Beschreibung in und ausländischer Holzarten zur technologischen Kenntnis und Warenkunde. Weimar. Verlag des Industrie-Comtoirs.
- 50 - Hilf, Richard B., Röhrig, Fritz, 1938: Der Wald in Geschichte und Gegenwart. Potsdam. Akademische Verlagsgesellschaft Athenaion m.b.H.
- 51 - Hinterlang, Carl Aloys von, 1798: Xylothek am Zoologischen Museum der Universität Hohenheim. Hohenheim.
- 52 - Hohberg, Wolf Helmhardt von, 1715: Georgica Curiosa: Umständlicher Bericht und klarer Unterricht Von dem Adelichen Land- und Feld-Leben. Nürnberg. Martin Endter.
- 53 - Hohberg, Wolf Helmhardt von, 1716: Georgica Curiosa: Umständlicher Bericht und klarer Unterricht Von dem Adelichen Land- und Feld-Leben. Nürnberg. Martin Endter.
- 54 - Huber, Candid, 1793: Kurzgefaßte Naturgeschichte der vorzüglichsten bayerischen Holzarten. München. Josef Lenthner.
- 55 - Hufnagl, Leopold, 1920: Handbuch der kaufmännischen Holzverwertung und des Holzhandels für Waldbesitzer, Forstwirte, Holzindustrielle und Holzhändler. Berlin. Parey.
- 56 - Hundeshagen, Johann Christian, 1842: Encyclopädie der Forstwissenschaft. Tübingen. Verlag Laupp.
- 57 - Hunziker, Walter, 1916: Unsere Holzarten. Aarau. H.R. Sauerländer & Co.

- 58 - Jägerschmied, Karl Friedrich, 1827: Handbuch für Holztransport- und Flosswesen zum Gebrauche für Forstmänner und Holzhändler, und für solche die es werden wollen. Karlsruhe. Müllersche Hofbuchhandlung.
- 59 - Janka, Gabriel, 1915: Die Härte der Hölzer. Wien. Frick.
- 60 - Karmarsch, Karl, 1841: Grundriss der mechanischen Technologie: Als Leitfaden für den technologischen Unterricht an polytechnischen Instituten und Gewerbeschulen. Hannover. Helwingsche Hof-Buchhandlung.
- 61 - Karmarsch, Karl, 1857: Handbuch der mechanischen Technologie. Erster Band. Hannover. Helwingsche Hof-Buchhandlung.
- 62 - Keeß, Stefan Edlem von, 1823: Darstellung des Fabriks und Erwerbswesens im österreichischen Kaiserstaate. Wien. Anton Strauß.
- 63 - Knuchel, Hermann, 1954: Das Holz: Entstehung und Bau, Physikalische und gewerbliche Eigenschaften, Verwendung. Aarau. H.R.
- 64 - König, Ewald, 1956: Heimische und eingebürgerte Nutzhölzer. Stuttgart. Holz Zentralblatt Verlag.
- 65 - Kraus, Paul, 1910: Die Hölzer. Stuttgart. Verlag Felix Kraus.
- 66 - Krebs, Friedrich L., 1826: Vollständige Beschreibung und Abbildung der sämtlichen Holzarten welche im mittlern und nördlichen Deutschland wild wachsen. Braunschweig. Friedrich Bieweg und Sohn.
- 67 - Krünitz, Johann Georg, 1773-1858: Oekonomische Encyclopädie oder allgemeines System der Staats- Stadt- Haus- und Landwirthschaft. Berlin.
- 68 - Kundgraber, Maria, Weiss, Dieter, 1981: Holz Naturformen, Sonderausstellung Schloß Stainz. Stainz. Steiermärkisches Landesmuseum Joanneum.
- 69 - Lange, Walter, 1879: Das Holz als Baumaterial: Sein Wachsen und seine Gewinnung, seine Eigenschaften und Fehler. Holzminden. C.C. Müller'sche Buchhandlung.
- 70 - Laris, Eugen, 1910: Nutzholz liefernde Holzarten, ihre Herkunft und Gebrauchsfähigkeit für Gewerbe und Industrie. Wien. A. Hartleben's Verlag.
- 71 - Lengefeld, Karl Christoph von, 1762: Anmerkungen von denen auf den Thüringer-Walde bekanntesten drey Arten Nadel-Hölzern: Als der Tanne, Fichte, und des Kienbaums. Nürnberg. Christian e Launoy.
- 72 - Leo, Friedrich August, 1805: Handbuch zur Kenntniss der vornehmsten Pflanzen nach dem Linneischen System: ihrer Cultur, Nutzen und Gebrauch für Freunde des Land- und Gartenbaues, Künstler, Handwerker und sonstige Liebhaber der Botanik. Leipzig. Friedrich August Leo.
- 73 - Leonhardi, Friedrich Gottlob, 1792: Naturgeschichte für alle Stände, vorzüglich für diejenigen, welche mit der Kenntniß der Naturkörper die Anwendung und den Nutzen zu verbinden suchen. Leipzig. Johann Ambrosius Barth.
- 74 - Mayr, Heinrich, Gayer, Johann Karl, 1903: Die Forstbenutzung. Berlin. Paul Parey.
- 75 - Medicus, Ludwig Wallrad, 1802: Forsthandbuch oder Anleitung zur deutschen Forstwissenschaft. Tübingen. Cottasche Buchhandlung.
- 76 - Meyer, Johann Christian Friedrich, 1810: Forstdirektionslehre nach den Grundsätzen der Regierungspolitik und Forstwissenschaft. Würzburg. Joseph Stahel.

- 77 - Mignerons, 1786: Mignerons neu erfundenes Verfahren Holz zu verbessern und starke Stämme zu beugen. Leipzig. Joachimsches Literarisches Magazin.
- 78 - Moeller, Josef, 1883: Die Rohstoffe des Tischler- und Drechslergewerbes. 1.Theil: Das Holz. Kassel. Theodor Fischer.
- 79 - Möhl, Heinrich, 1869: Grundriss der mechanischen Technologie. Kassel. Theodor Fischer.
- 80 - Monroy, Johann Albrecht von, 1929: Das Holz: Gemeinfassliche Darstellung seiner Erzeugung, Gewinnung und Verwendung. Berlin. VDI Verlag.
- 81 - Moser, Heinrich Christoph, 1794: Die wesentlichen Kennzeichen der deutschen und nordamerikanischen Holzarten und Forstkräuter. Leipzig. Gräffsche Buchhandlung.
- 82 - Neger, Franz Wilhelm, 1919: Die Nadelhölzer und übrigen Koniferen. Berlin. Walter de Gruyter & Co.
- 83 - Neger, Franz Wilhelm, 1920: Die Laubhölzer. Berlin. Walter de Gruyter & Co.
- 84 - Niklasova, Silvy, 2009: Characteristics of rarely used wood species, Diplomarbeit an der Univ. Prag und Univ. f. Bodenkultur Wien. Wien.
- 85 - Nördlinger, Hermann, 1860: Die Technischen Eigenschaften der Hölzer für Forst- und Baubeamte, Technologen und Gewerbetreibende. Stuttgart. J.G. Gotta'sche Buchhandlung.
- 86 - Nördlinger, Hermann, 1874: Deutsche Forstbotanik oder forstbotanische Beschreibung aller deutschen Waldhölzer sowie der häufigeren oder interessanteren Bäume und Sträucher unserer Gärten und Parkanlagen. Stuttgart. J.G. Gotta'sche Buchhandlung.
- 87 - Nördlinger, Hermann, 1881: Anatomische Merkmale der wichtigsten deutschen Wald- und Gartenholzarten. Stuttgart. J.G. Gotta'sche Buchhandlung.
- 88 - Nördlinger, Hermann, 1890: Die Gewerblichen Eigenschaften der Hölzer. Stuttgart. J.G. Gotta'sche Buchhandlung.
- 89 - Petri, August, 1793: Auf Erfahrung gegründete Anleitung nützliche Waldungen von allerlei Holzarten, welche in unserem Himmelsstrich gedeihen, anzupflanzen. Frankfurt. Jägerische Buchhandlung.
- 90 - Pfeil, Wilhelm, 1831: Die Forstwirthschaft nach rein praktischer Ansicht. Leipzig. Baumgärtners Buchhandlung.
- 91 - Pfeil, Wilhelm, 1858: Forstbenutzung und Forsttechnologie. Leipzig. Baumgärtners Buchhandlung.
- 92 - Burkart, W., Podany, F.M., 1883: Burkart's Sammlung der wichtigsten europäischen Nutzhölzer in charakteristischen Schnitten. Brünn. W. Burkart.
- 93 - Printz, Eduard, 1884: Die Bau- und Nutzhölzer oder das Holz als Rohmaterial für technische und gewerbliche Zwecke, sowie als Handelsware. Weimar. Bernhard Friedrich Voigt.
- 94 - Printz, Eduard, 1908: Die Bau- und Nutzhölzer, umfassend das Holz als Rohmaterial für gewerbliche Zwecke sowie als Handelsware. Leipzig. Verlag von Bernh. Friedr. Voigt.
- 95 - Roš, Mirko, 1936: Das Holz als Baustoff. Bern. EMPA Berichte.
- 96 - Schafflützel, Hans, 1974: Nutzhölzer: Herkunft, Merkmale, Eigenschaften, Verwendung. Zürich. Verlag Verband schweizerischer Schreinermeister und Möbelfabrikanten.
- 97 - Schildbach, Carl, 1780: Xylothek Kassel. Naturkundemuseum im Ottoneum. Kassel.
- 98 - Schmidt, Franz, 1792: Österreichs allgemeine Baumzucht oder Abbildungen in- und ausländischer

- Bäume und Sträucher deren Anpflanzung in Österreich möglich und nützlich ist. Erster Band. Wien. Ignaz Albertische Buchdruckerei.
- 99 - Schmidt, Franz, 1794: Österreichs allgemeine Baumzucht oder Abbildungen in- und ausländischer Bäume und Sträucher deren Anpflanzung in Österreich möglich und nützlich ist. Zweiter Band. Wien. Ignaz Albertische Buchdruckerei.
- 100 - Schmidt, Franz, 1800: Österreichs allgemeine Baumzucht oder Abbildungen in- und ausländischer Bäume und Sträucher deren Anpflanzung in Österreich möglich und nützlich ist. Dritter Band. Wien. Ignaz Albertische Buchdruckerei.
- 101 - Schmidt, Franz, 1822: Österreichs allgemeine Baumzucht oder Abbildungen in- und ausländischer Bäume und Sträucher deren Anpflanzung in Österreich möglich und nützlich ist. Vierter Band. Wien. Ignaz Albertische Buchdruckerei.
- 102 - Schönwiese, Heinrich, 1911: Die Holz und Spielwaren-Hausindustrie in der Viechtau bei Gmunden. Gmunden. Joh. Habacher.
- 103 - Schroeder, Julius, 1872: Das Holz der Coniferen. Dresden. Schönfelds Verlagsbuchhandlung.
- 104 - Schultze, Johann Karl Ludwig, 1852: Die Forstbenutzung im Geiste der Zeit, einschließlich des Wesentlichen der Holztechnologie. Kassel. H. Hotop.
- 105 - Schwankl, Alfred, 1951: Welches Holz ist das. Stuttgart. Franckhs Werkstoff Führer.
- 106 - Sierstorff, Caspar Heinrich von, 1796: Ueber die forstmäßige Erziehung, Erhaltung und Benutzung der vorzüglichsten inländischen Holzarten. Nebst einigen Beiträgen, welche das Forstwesen überhaupt betreffen. Hannover. Gebrüder Hahn.
- 107 - Spenner, Fridolin Carl Leopold, 1834: Handbuch der angewandten Botanik oder praktische Anleitung zur Kenntnisse der medizinisch, technisch und ökonomisch gebräuchlichen Gewächse Teutschlands und der Schweiz. Freiburg. Universitätsbuchhandlung und Buchdruckerei der Gebr. Groos.
- 108 - Stoetzer, Hermann, 1903: Forstliche Produktionslehre II. Tübingen. Verlag der H.
- 109 - Strube, Julius Melchior, 1791: Kurze Anleitung zur Forstwissenschaft. Coburg. Ahl Verlag von R. A. W. Ahl.
- 110 - Stubenrauch, Franz Xaver Anton von, 1771: Anfangsgründe der Forstwissenschaft. München. Stage.
- 111 - Stübling, Rudolf, 1896: Das gesamte Drechslergewerbe. Weimar. Bernhard Friedrich Voigt.
- 112 - Takahashi, Akira, 1983: Compilation of Data on the mechanical properties of foreign woods (Part IV) European woods. Matsue. Shimane University.
- 113 - Thenius, Georg, 1921: Das Holz und seine Destillationsprodukte. Wien. A. Hartleben's Verlag.
- 114 - Völker, Hieronymus Ludwig Wilhelm, 1836: Handbuch der Forsttechnologie. Leipzig. Baumgärtners Buchhandlung.
- 115 - Vorreiter, Leopold, 1949: Holztechnologisches Handbuch, Band 1: Allgemeines, Holzkunde, Holzschutz und Holzvergütung. Wien. G. Fromme & Co.
- 116 - Vorreiter, Leopold, 1965: Maßänderungen Kennzahlen und Kräfte der Hölzer. Augsburg. Mering Verlag.
- 117 - Walther, Friedrich Ludwig, 1787: Handbuch der Forstwissenschaft. Anspach. Haueisen.

118 - Walther, Friedrich Ludwig, 1790: Die vorzüglichsten in- und ausländischen Holzarten. Bayreuth. Johann Andreas Lübecks Erben.

119 - Walther, Friedrich Ludwig, 1793: Theoretisch-praktisches Handbuch der Naturgeschichte der Holzarten für den Forst- und Landwirth. Bayreuth. Johann Andreas Lübecks Erben.

120 - Walther, Friedrich Ludwig, 1802: Handbuch der Forsttechnologie. Giesen. Tasche und Müller.

122 - Wangenheim, Friedrich Adam Julius von, 1787: Beytrag zur teutschen holzgerechten Forstwissenschaft. Göttingen. Johann Christian Dieterich.

123 - Werneck, Ludwig Friedrich Franz Freiherr von, 1808: Pysikalisch-chemische Abhandlungen über die spezifischen Gewichte der vorzüglichsten deutschen Holzarten. Gießen und Darmstadt. Georg Friedrich Heyer.

Tabellenstruktur Literaturanalyse

Folgende Kategorien waren in der Tabellenstruktur zur Literaturanalyse vorhanden:

Name, Wiss. Name, Literaturquelle, Synonyme, Englische Bezeichnung, Französische Bezeichnung, Baumbeschreibung, Holzbeschreibung, Anatomie, Kern, Anmerkungen, Beschreibung, Dichte, Festigkeit, Zugfestigkeit, Druckfestigkeit, Biegefestigkeit, E-Modul, Schub/Torsionsfestigkeit, Spaltbarkeit, Zähigkeit, Härte, Quell/Schwindmaß, Formbeständigkeit, Dauerhaftigkeit, Faserigkeit, Politurfähigkeit, Bearbeitbarkeit, Anmerkungen, Bauholz, Erdbau, Wasserbau, Tischler/Möbel, Wagner, Geräte/Werkzeug, Maschinenbau, Messgeräte, Drechsler, Schnitzer, Instrumentenmacher, Faßbinderei, Infrastruktur, Zündholz/Wolle, Industrieholz, Nebenprodukte, Anmerkungen

Aggregierte Daten der Charakterisierung selten genutzter Holzarten

	Rohdichte [g/cm ³]	Darrdichte [g/cm ³]	Biege-E-Modul [GPa]	Biegefestigkeit [MPa]	Druckfestigkeit [MPa]	Bruchschlagarbeit [kJ/m ²]
Abies alba	0.45	0.43	10.6	74	43	22
Acer pseudoplatanus	0.58	0.56	13.0	106	53	30
Aesculus hippocastanum	0.57	0.53	7.7	80	40	26
Ailanthus altissima	0.68	0.65	8.6	89	51	30
Alnus glutinosa	0.53	0.51	11.2	93	49	31
Amelanchier ovalis	0.92	0.87	7.3	107	49	87
Berberis vulgaris	0.86	0.82	12.3	143	70	70
Betula spp.	0.62	0.59	14.6	112	60	40
Buxus sempervirens	0.93	0.89	11.0	150	75	53
Carpinus betulus	0.72	0.69	11.3	117	57	32
Castanea sativa	0.53	0.50	10.8	94	52	27
Colutea arborescens	0.62	0.59	6.9	80	37	66
Cornus mas	0.95	0.93	13.3	147	65	140
Cornus sanguinea	0.86	0.81	13.7	146	65	87
Corylus avellana	0.60	0.57	10.8	108	49	73
Crataegus spp.	0.77	0.72	9.0	111	50	43
Euonymus europaeus	0.64	0.61	10.1	115	54	47
Fagus sylvatica	0.69	0.65	14.6	127	63	35
Frangula alnus	0.53	0.50	8.0	88	46	27
Fraxinus spp.	0.79	0.75	16.3	156	70	55
Hippophae rhamnoides	0.68	0.64	9.4	115	52	47
Ilex aquifolium	0.80	0.77	9.9	110	58	31
Juglans regia	0.56	0.52	12.0	98	61	23
Juniperus communis	0.50	0.45	7.6	79	43 NA	
Laburnum anagyroides	0.84	0.78	11.1	132	62	49
Larix decidua	0.70	0.66	12.9	114	67	27
Ligustrum vulgare	0.82	0.80	10.5	120	56	87
Lonicera spp.	0.81	0.75	13.6	139	60	70
Malus spp.	0.74	0.69	7.1	95	44	54
Morus spp.	0.75	0.70	9.7	126	61	72
Picea abies	0.53	0.51	17.2	114	61	36
Pinus cembra	0.46	0.43	9.8	82	45	25
Pinus sylvestris	0.70	0.68	19.3	155	57	42
Platanus spp.	0.51	0.47	7.0	56	41	18
Populus spp.	0.50	0.48	10.2	87	43	22
Prunus armeniaca	0.69	0.70	5.8	72	51	8
Prunus avium	0.61	0.58	9.3	99	44	56
Prunus domestica	0.77	0.73	9.8	128	58	60
Prunus mahaleb	0.82	0.74	9.7	121	54	99
Prunus padus	0.58	0.55	11.0	95	44	58
Prunus spinosa	0.86	0.80	11.0	131	58	108
Pseudotsuga menziesii	0.61	0.57	15.5	115	58	48
Pyrus spp.	0.68	0.65	6.9	75	42	54
Quercus spp.	0.68	0.64	11.7	110	59	34
Rhamnus cathartica	0.76	0.71	11.4	122	68	60
Robinia pseudoacacia	0.78	0.75	13.9	140	74	42
Rosa canina	0.91	0.86	9.0	120	56	96
Salix spp.	0.44	0.41	11.3	78	37	29
Sambucus nigra	0.70	0.68	9.1	106	54	58
Sorbus aria	0.77	0.72	12.7	130	61	58
Sorbus aucuparia	0.65	0.63	11.1	111	51	56
Sorbus domestica	0.86	0.80	13.9	142	63	60
Sorbus torminalis	0.77	0.71	11.5	118	55	54
Staphylea pinnata	0.78	0.74	13.3	148	62	61
Syringa vulgaris	0.97	0.92	11.4	143	61	80
Taxus baccata	0.63	0.58	8.6	100	59	54
Tilia spp.	0.54	0.52	12.9	88	55	27
Ulmus spp.	0.59	0.57	12.1	107	55	32
Viburnum lantana	0.87	0.85	12.1	144	62	117
Viburnum opulus	0.72	0.69	14.1	128	59	78

	max. Quellmaß lon.	max. Quellmaß rad.	max. Quellmaß tan.	max. Schwindmaß lon.	max. Schwindmaß rad.	max. Schwindmaß tan.
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Abies alba	0.6	4.2	8.4	0.5	4.0	7.9
Acer pseudoplatanus	0.5	4.7	8.9	0.5	4.3	8.0
Aesculus hippocastanum	0.9	5.2	9.4	0.9	4.9	8.6
Ailanthus altissima	0.5	4.1	8.7	0.6	4.1	8.3
Alnus glutinosa	0.8	5.4	10.4	0.7	5.0	8.8
Amelanchier ovalis	0.4	10.2	15.4	0.4	8.6	13.2
Berberis vulgaris	0.3	8.4	13.7	0.3	7.6	12.3
Betula spp.	0.8	7.0	12.1	0.8	6.6	10.8
Buxus sempervirens	1.0	6.0	9.5	1.1	5.3	8.8
Carpinus betulus	0.6	6.3	12.4	0.6	5.9	11.0
Castanea sativa	0.6	4.6	8.9	0.6	4.4	8.1
Colutea arborescens	1.1	6.7	12.5	1.1	6.3	11.1
Cornus mas	0.2	9.8	14.4	0.2	8.8	12.6
Cornus sanguinea	0.4	8.3	15.7	0.4	8.0	13.8
Corylus avellana	0.9	5.0	11.4	0.9	4.9	10.4
Crataegus spp.	0.4	6.1	12.8	0.4	5.8	11.3
Euonymus europaeus	0.3	5.4	11.2	0.3	5.1	10.0
Fagus sylvatica	0.6	6.2	16.5	0.6	5.9	13.8
Frangula alnus	0.8	3.3	8.2	0.8	3.2	7.6
Fraxinus spp.	0.5	5.9	14.6	0.5	5.6	12.8
Hippophae rhamnoides	0.6	4.5	8.1	0.6	4.6	7.5
Ilex aquifolium	0.6	5.7	17.7	0.6	5.4	15.0
Juglans regia	0.6	5.3	8.8	0.6	5.1	8.1
Juniperus communis	0.7	3.8	6.9	1.3	4.0	6.4
Laburnum anagyroides	0.4	6.1	10.0	0.4	5.6	9.0
Larix decidua	0.5	3.6	8.7	0.5	3.5	8.0
Ligustrum vulgare	0.4	7.7	14.3	0.4	7.5	13.3
Lonicera spp.	0.5	8.8	14.2	0.5	8.1	12.5
Malus spp.	0.7	6.9	13.3	0.7	6.9	12.8
Morus spp.	0.4	5.6	12.4	0.4	5.3	11.0
Picea abies	0.5	6.4	11.7	0.5	6.1	10.5
Pinus cembra	0.6	3.2	5.9	0.6	3.1	5.5
Pinus sylvestris	0.5	7.1	12.0	0.5	6.6	10.7
Platanus spp.	0.6	4.1	8.2	0.7	4.1	8.0
Populus spp.	0.9	3.0	9.0	0.8	2.8	7.8
Prunus ameniaca	1.5	3.2	7.9	1.5	3.1	7.3
Prunus avium	0.6	6.0	13.7	0.7	5.6	12.1
Prunus domestica	0.3	4.6	9.8	0.3	4.7	9.2
Prunus mahaleb	0.5	7.6	12.3	0.7	7.3	12.6
Prunus padus	0.8	4.9	12.7	0.8	5.1	11.4
Prunus spinosa	0.4	8.1	15.1	0.4	7.4	13.3
Pseudotsuga menziesii	0.4	5.1	7.4	0.4	4.7	6.4
Pyrus spp.	0.6	5.1	11.4	0.6	4.8	10.2
Quercus spp.	0.5	4.9	11.5	0.5	4.7	10.3
Rhamnus cathartica	0.7	3.7	7.9	0.7	3.5	7.3
Robinia pseudoacacia	0.4	5.5	8.6	0.4	5.5	8.1
Rosa canina	0.5	8.8	17.6	0.5	7.5	15.0
Salix spp.	0.7	4.3	10.4 NA	NA	NA	
Sambucus nigra	0.3	7.3	15.9	0.3	7.0	13.7
Sorbus aria	0.6	8.0	13.7	0.6	7.5	12.2
Sorbus aucuparia	0.8	6.3	12.2	0.7	6.4	11.2
Sorbus domestica	0.4	8.5	14.7	0.4	7.9	12.8
Sorbus torminalis	0.5	9.1	13.3	0.5	8.3	11.8
Staphylea pinnata	0.3	6.6	12.4	0.3	6.1	10.5
Syringa vulgaris	0.3	9.3	14.3	0.3	8.5	12.5
Taxus baccata	0.6	3.1	5.5	0.4	2.5	5.1
Tilia spp.	0.6	5.4	12.8	0.6	5.2	11.4
Ulmus spp.	0.5	5.4	10.4	0.5	5.1	9.4
Viburnum lantana	0.4	10.3	18.2	0.3	9.5	15.6
Viburnum opulus	0.7	8.0	16.5	0.7	7.6	14.3

	[MPa]	[MPa]	[mg]	[]	[μm]	[m/s]	
Abies alba	88.8	25.6	0.044		0.278	3614	5672
Acer pseudoplatanus	141.7	25.8	0.038		0.276	880	5117
Aesculus hippocastanum	80.0	20.8	0.044		0.269	727	4219
Ailanthus altissima	164.9	31.0	0.037		0.268	1238	5557
Alnus glutinosa	114.6	18.1	0.049		0.249	1421	5380
Amelanchier ovalis	164.3	44.2	0.043		0.264	923	4397
Berberis vulgaris	116.2	42.0	0.053		0.292	431	4788
Betula spp.	174.0	25.5	0.051		0.259	1408	5504
Buxus sempervirens	210.2	49.9	0.051		0.276	847	4341
Carpinus betulus	158.3	39.5	0.036		0.302	1542	5130
Castanea sativa	125.0	17.8	0.038		0.264	1295	5242
Colutea arborescens	59.3	24.7	0.051 NA			522	3861
Cornus mas	203.4	31.3	0.051		0.285	1368	4469
Cornus sanguinea	191.7	39.0	0.045		0.332	1211	5070
Corylus avellana	154.5	28.8	0.040		0.279	1018	4982
Crataegus spp.	145.8	33.9	0.038		0.297	986	4614
Euonymus europaeus	166.8	23.6	0.051		0.267	914 NA	
Fagus sylvatica	129.9	34.9	0.045		0.296	1197	4836
Frangula alnus	155.4	27.8	0.040		0.253	891	5151
Fraxinus spp.	108.6	35.3	0.038		0.307	903	5370
Hippophae rhamnoides	104.3	35.4	0.043		0.332	612	4452
Ilex aquifolium	132.0	38.3	0.047		0.287	1320	4267
Juglans regia	113.7	26.9	0.039		0.262	1484	5107
Juniperus communis	33.7	7.3	0.057		0.289	1134	3044
Laburnum anagyroides	202.6	37.6	0.045		0.254	985	4593
Larix decidua	100.3	30.9	0.033		0.256	2934	4611
Ligustrum vulgare	141.2	44.6	0.049		0.290	714	4458
Lonicera spp.	179.3	32.7	0.038		0.282	1254	4887
Malus spp.	153.5	30.6	0.034		0.276	1044	4685
Morus spp.	165.3	42.4	0.044		0.309	871	4467
Picea abies	145.8	28.4	0.041		0.275	4499	6319
Pinus cembra	114.9	12.0	0.066		0.386	1899	4701
Pinus sylvestris	175.0	32.5	0.058		0.352	3641	5768
Platanus spp.	85.9	12.8	0.042		0.276	1567	4545
Populus spp.	85.1	18.1	0.045		0.353	1211	4980
Prunus armeniaca	61.2	40.3	0.056		0.233	736	3322
Prunus avium	149.0	23.2	0.038		0.276	1255	5143
Prunus domestica	116.4	31.7	0.037		0.308	1200	4089
Prunus mahaleb	168.2	43.8	0.046		0.263	981	4433
Prunus padus	136.7	19.0	0.039		0.262	852	5352
Prunus spinosa	184.9	45.5	0.040		0.287	1049	4596
Pseudotsuga menziesii	101.8	20.2	0.041		0.268	2287	5918
Pyrus spp.	90.1	20.4	0.059		0.291	1040	3616
Quercus spp.	130.0	21.4	0.035		0.259	1420	4682
Rhamnus cathartica	150.7	38.5	0.040		0.260	836	4722
Robinia pseudoacacia	243.5	38.8	0.038		0.310	1029	5171
Rosa canina	186.2	34.2	0.043		0.265	1037	4800
Salix spp.	88.5	12.4	0.045		0.308	1046	5643
Sambucus nigra	107.9	25.0	0.042		0.308	916	4723
Sorbus aria	162.8	30.2	0.042		0.270	1162	5256
Sorbus aucuparia	171.3	28.5	0.040		0.261	1115	5290
Sorbus domestica	194.2	40.8	0.022		0.261	1113	5001
Sorbus torminalis	162.9	32.7	0.036		0.288	1083	5181
Staphylea pinnata	196.9	37.9	0.048		0.234	1339	4700
Syringa vulgaris	148.7	52.8	0.044		0.339	595	4468
Taxus baccata	184.3	28.2	0.054		0.270	2855	4815
Tilia spp.	126.2	19.0	0.049		0.373	1551	5308
Ulmus spp.	125.4	20.1	0.043		0.256	1335	4997
Viburnum lantana	226.9	46.4	0.050		0.262	1006	4809
Viburnum opulus	177.7	30.8	0.053		0.305	1212	5341

	pH Wert []	Extraktstoffgehalt [%]	Ligningehalt [%]	rel. S. in Erdkontakt [Bewertungsziffer]	Brennwert [MJ/kg]
Abies alba	5.1	4.6	25.9	0.0 NA	
Acer pseudoplatanus	5.7	4.5	24.9	0.0	19.6
Aesculus hippocastanum	5.8	6.6	21.3	0.0	19.6
Ailanthus altissima	5.7	5.7	17.1	0.0	19.4
Alnus glutinosa	5.8	5.8	24.1	0.0	19.6
Amelanchier ovalis	6.2	8.4	20.0	0.0	19.9
Berberis vulgaris	6.1	8.4	23.6	0.0	19.5
Betula spp.	5.2	4.5	20.3	0.0 NA	
Buxus sempervirens	5.8	5.8	27.9	1.0	20.2
Carpinus betulus	5.2	4.5	21.6	1.0	19.3
Castanea sativa	4.0	16.7	20.4	1.0 NA	
Colutea arborescens	5.6	11.2	21.1	1.0 NA	
Cornus mas	5.6	6.7	21.5	1.0	19.5
Cornus sanguinea	5.9	5.9	22.6	1.0	19.6
Corylus avellana	5.9	6.4	21.9	1.0	19.5
Crataegus spp.	5.9	9.9	22.6	1.0	19.4
Euonymus europaeus	6.2	7.2	24.8	1.0	20.0
Fagus sylvatica	5.2	4.5	20.1	1.0	19.7
Frangula alnus	5.6	7.7	18.9	1.0	19.4
Fraxinus spp.	5.6	6.8	21.5	1.0 NA	
Hippophae rhamnoides	4.6	5.2	26.9	1.0	20.5
Ilex aquifolium	5.4	8.3	21.1	2.0	19.5
Juglans regia	4.6	12.7	22.1	2.0 NA	
Juniperus communis	5.0	7.6	30.0	2.0	20.5
Laburnum anagyroides	6.2	11.2	20.5	2.0	19.7
Larix decidua	4.5	20.3	21.0	2.0 NA	
Ligustrum vulgare	5.6	9.5	20.3	2.0	20.1
Lonicera spp.	6.0	3.9	23.2	2.0	19.4
Malus spp.	5.9	9.1	19.4	2.0	19.9
Morus spp.	5.9	12.3	18.1	2.0	19.5
Picea abies	5.2	3.3	22.8	2.0 NA	
Pinus cembra	5.1	8.0	24.8	2.0	20.9
Pinus sylvestris	4.6	4.7	23.9	2.0 NA	
Platanus spp.	5.8	4.8	22.5	2.0	19.4
Populus spp.	4.9	11.2	19.6	2.5	18.9
Prunus armeniaca	5.5	15.3	21.5	3.0	20.1
Prunus avium	5.8	5.9	18.6	3.0 NA	
Prunus domestica	4.6	13.4	19.6	3.0	20.0
Prunus mahaleb	5.6	10.2	17.4	3.0	19.4
Prunus padus	6.1	6.8	19.0	3.0	19.1
Prunus spinosa	6.2	12.7	19.6	3.0	19.4
Pseudotsuga menziesii	4.3	7.5	25.8	3.0	19.8
Pyrus spp.	5.4	6.7	20.4	3.0 NA	
Quercus spp.	4.0	13.7	21.1	4.0 NA	
Rhamnus cathartica	5.6	11.7	19.2	4.0	19.4
Robinia pseudoacacia	5.5	11.9	17.7	4.0	19.8
Rosa canina	5.4	9.5	19.9	4.0	19.1
Salix spp.	5.1	5.8	22.7	4.0	19.4
Sambucus nigra	6.4	6.1	28.0	4.0	20.1
Sorbus aria	6.0	5.9	22.0	4.0	19.5
Sorbus aucuparia	5.9	5.8	21.3	4.0	19.4
Sorbus domestica	5.9	7.5	19.4	4.0	19.4
Sorbus torminalis	6.1	4.5	21.9	4.0	19.4
Staphylea pinnata	6.1	6.5	23.0	4.0	19.8
Syringa vulgaris	5.7	10.0	20.5	4.0	19.9
Taxus baccata	5.2	15.5	26.6	4.0	20.8
Tilia spp.	5.0	8.0	19.6	4.0 NA	
Ulmus spp.	5.6	10.6	24.2 NA	NA	
Viburnum lantana	5.8	7.4	17.6 NA		19.5
Viburnum opulus	5.7	4.8	19.1 NA		19.7

Folgende Dokumente sind dem Endbericht beigelegt:

- abgeschlossene Projektdokumentation
- Protokolle
- Themenanregungen für vorwissenschaftliche Arbeiten (Young Science)
- zahlenmäßiger Nachweis
- Belegexemplare der Medienbeiträge (ausschließlich in der digitalen Version enthalten)
- abgeschlossene Diplomarbeiten sowie akademische Abschlussarbeiten (ausschließlich in der digitalen Version enthalten)