

# Forschung

## Fällzeitpunkt und Holzeigenschaften

Mondbezogene Variationen im Verhältnis zu Wasser

von Ernst Zürcher

Ernst Zürcher,  
Berne Fachhochschule,  
Architektur, Holz und Bau  
(BFH/AHB),  
Biel, Schweiz

Traditionelles Wissen, oft in Form sogenannter Bauernregeln, sagt aus, dass der Fällzeitpunkt der Bäume einen wesentlichen Einfluss auf die Qualität des gewonnenen Holzes habe. Wichtigste Einflussgröße nach den Jahreszeiten sei die jeweilige Stellung des Mondes. Können solche Zu-

holzeigenschaften. Holz, nach traditionellen Fällregeln gewonnen, wird nämlich heute als Spezialsortiment vermarktet; die Berechtigung einer solchen Kategorie sollte nach wissenschaftlichen Methoden und nachweisbaren Faktoren experimentell und systematisch analysiert werden.

- Dichte (waldfrisch, lufttrocken und darrtrocken)
- Wasseraufnahme (durch Kapillarität und durch Eintauchen)

### Materialherkunft und Probenherstellung

- Mittelland / Jura-Fuß Kt. Waadt, Marchissy / Begnins
- Voralpen Kt. Waadt, Château d'Oex
- Zentral-Alpen Kt. Graubünden, Bergün
- Alpensüdseite Kt. Tessin, Bellinzona / Gerra

**Nummerierung:** In den Beständen wurden jeweils rund 150 Bäume (144 geplante und rund 5 zur Reserve, im Fall von internen Schäden) markiert und der Reihe nach nummeriert. Die Reihenfolge der Fällung der im Voraus nummerierten Bäume wurde durch einen Zufallsgenerator bestimmt.

**Referenzproben:** Wichtig war die Gewinnung einer Probe, die für jeden Baum eines Bestandes als Bezugsgröße dienen konnte. Jedem noch stehenden Baum wurde zu diesem Zweck ein kleiner Holzwürfel entnommen. Dazu wurden mit der Motorsäge auf rund 1,5 m Höhe vier Schnitte so angebracht, dass sie ein Quadrat von rund 50 mm Kantenlänge bildeten. Die Schnitttiefe betrug rund 60 mm. Das so freigelegte Stück konnte darauf herausgebrochen und in eine wasser- und luftdichte Tüte verpackt werden. Pro Stand-



Üppige Holzvorräte in den Bergen:  
Wann fällt man sie am besten für  
Qualitätsholz?

sammenhänge durch wissenschaftliche Methoden bestätigt oder dementiert werden? Das Hauptziel des Forschungsprojektes war die Untersuchung der Ursachen der Variabilität von verwendungsrelevanten

### Material und Methoden

Das Material stammte regelmäßig und gleichzeitig von vier verschiedenen Standorten, welche zentraleuropäische Verhältnisse repräsentieren. Drei davon lieferten je insgesamt 144 Fichten, *Picea abies* Karst., der vierte (im Tessin) 144 Edelkastanien, *Castanea sativa* Mill. Die Bäume wurden an 48 Daten (vom 6. Oktober 2003 bis 18. März 2004, jeweils montags und donnerstags) an den vier Standorten simultan gefällt. Vor Versuchsbeginn wurde an allen Bäumen in jedem Standort an einem bestimmten Tag eine Probe entnommen (Referenzprobe), um später die Resultate mit den Ausgangswerten vergleichen zu können. An den Proben wurden an der Berner Fachhochschule Architektur, Holz und Bau BFH / AHB in Biel die folgenden Kenngrößen anhand von z.T. genormten Standards ermittelt.

### Kenngrößen

- Wasserverlust von waldfrisch bis luft- und darrtrocken
- Schwindverhalten von waldfrisch bis luft- und darrtrocken

### Kurz & knapp:

- Inwieweit der Zeitpunkt des Holzeinschlags und damit bestimmte Rhythmen des Mondes Einfluss auf bestimmte Holzeigenschaften haben, sollte mit der vorliegenden Untersuchung geklärt werden.
- Dazu wurden bei Holzproben aus 4 mal 144 Bäumen (Fichte, Esskastanie, 4 Standorte) von Fälldaten aus einem Zeitraum von 24 Wochen auf Wasserverlust, Dichte, Schwindmaß und Wasseraufnahme getestet.
- Die Ergebnisse zeigen Beziehungen zu synodischen und siderischen Mondzyklen, allerdings differenzierter, als es traditionelle Fällregeln formulieren.

ort wurden diese Proben innerhalb von maximal drei Stunden gewonnen. Diese Referenzproben sollten einen Rückschluss darauf zulassen, wie sich das Trocknungsverhalten der Bäume in Abhängigkeit des Fällzeitpunktes verändert und eine zeitunabhängige Referenzdichte liefern.

**Rohproben:** Beim Fällen der markierten und nach dem Zufallsprinzip ausgewählten Bäume wurden jeweils vier 75 mm dicke Stammscheiben entnommen. Zwei in rund 50 cm Höhe und zwei nach weiteren 4 m. Aus je einer unteren und einer oberen Stammscheibe wurde dann ein 75 mm breiter Riegel herausgeschnitten und aus diesem je zwei Probekörper der Abmessung 75 x 75 x 120 mm so ausgeformt, dass das Kambium die äußere Grenze bildete. Diese Blöcke wurden in wasser- und luftdichte Plastikbeutel verpackt und per Post an die AHB in Biel geschickt.

**Herstellung der Prüfkörper:** Die wasser- und luftdicht verpackten Rohproben wurden am Montag nach dem Fälltag an der AHB in verschiedene Prüfkörper aufgetrennt (Abbildung 1) und als präzise geformte Testproben aus dem Splint- und Kernbereich aufbewahrt.

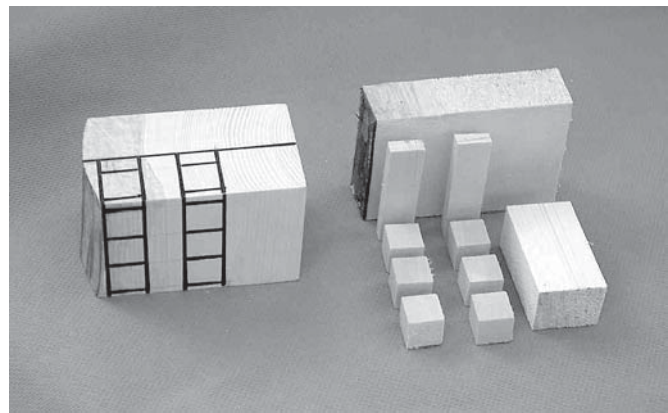
Die zugeschnittenen Proben wurden unmittelbar nach der Bearbeitung wieder luft- und wasserdicht verpackt und so bis zur weiteren Verwendung, die noch am gleichen Tag stattfand, gelagert. Es kam vor, dass nicht alle geplanten Proben hergestellt werden konnten. Bei der Fichte z. B. variierte

der Splintanteil manchmal so stark, dass nicht immer eindeutige Splint- und Kernholzproben erzeugt werden konnten. Beim Kastanienholz führte außerdem das Auftreten von Ringschäle (interne zirkuläre Risse) dazu, dass nicht alle Proben planmäßig hergestellt werden konnten. Zur detaillierten Datenauswertung auf gesamtschweizerischer Ebene wurden diese „Lücken“ rechnerisch gefüllt, indem der entsprechende Baum-Mittelwert eingesetzt wurde, differenziert nach Splint oder Kern.

## Untersuchungen

**Wasserverlust und Dichte:** Der Wasserverlust und die Dichte wurden an zwei verschiedenen Prüfkörpern nach DIN 52 182 ermittelt. Die Messungen fanden ein erstes Mal direkt nach der Probenherstellung im waldfrischen Zustand statt, ein zweites Mal nach Lagerung bis zur Gewichtskonstanz im Normklima 20 °C/65 % rF (relative Luftfeuchte) und zuletzt im darrtrockenen Zustand. Die Relativedichte lässt sich als Verhältnis von Darrdichte zu Frischdichte berechnen.

**Schwindmaß:** Beim Trocknungsprozess wird bei jeder Holzprobe eine Dimensionsabnahme (Schwinden) festgestellt, unterschiedlich ausgeprägt in axialer, radialer und tangentialer Richtung. Das Schwindmaß wurde in tangentialer Richtung entsprechend DIN 52 184 ermittelt. Darüber hinaus wurde an den Proben für die Dichtebestimmung das Schwindmaß in radialer und axialer Richtung ermittelt. Gemessen



sen wurde jeweils im waldfrischen, konditionierten und darrtrockenen Zustand die entsprechende Probenabmessung auf +/- 0,1 mm genau.

**Wasseraufnahme:** Im luft- oder darrtrockenen Zustand ist Holz durch seine ausgeprägte Tendenz, Wasser wieder aufzunehmen (Hygroskopizität, Wassersorption) gekennzeichnet. Die Frage stellt sich, ob diese Eigenschaft eventuell auch im Zusammenhang mit dem Fällzeitpunkt mondrhythmisch variiert. Zur Bestimmung der Sorption wurden die Proben der Abmessung 16 x 7 x 65 mm an der einen Stirnfläche mittels eines feinen Nagels auf eine Platte fixiert. Danach wurde die Platte so über einer Wanne positioniert, dass die Proben 5 mm tief in die sich in der Wanne befindende Flüssigkeit getaucht wurden. Um den Flüssigkeitspegel in der Wanne konstant zu halten, war diese mit einem Überlaufloch in der Seitenwand und einer konstanten Flüssigkeitszufuhr versehen. Die Flüssigkeit war ein Gemisch aus üblicher schwarzer Schreibtinte und Wasser. Die Verweildauer der Proben in der Lösung betrug neun Minuten. Als Maß für die Kapillarität wurde die Massenzunahme gemessen

**Abb. 2:** Ausformung und Lage der Prüfkörper in den Rohproben. Der in der Nähe der Rinde gelegene Splintbereich wird gegenüber dem Kernholz zur Veranschaulichung grau gekennzeichnet.

Abbildung 3a-d: Wasserverlust (Trocknungsverhalten), Wasseraufnahme (Sorptions) und Darrdichte von Fichten-Splintholz für 48 sukzessive Fälldaten in Château d'Oex., resp. Darrdichte-Variation im Standort Marchissy. Hervorheben der Fällzeitpunkte kurz vor Vollmond (○) und kurz nach Vollmond (●), mit entsprechenden Verbindungslinien.

Abb. 3a: Wasserverlust Château d'Oex (Splintholz)

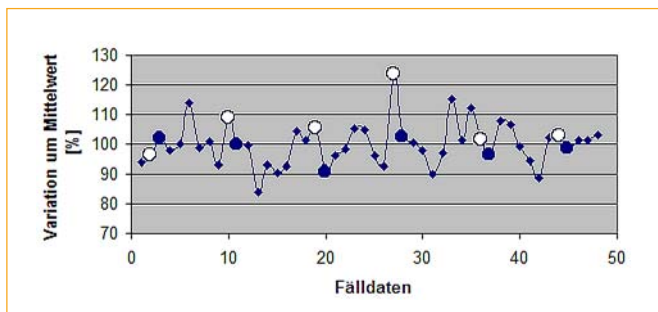
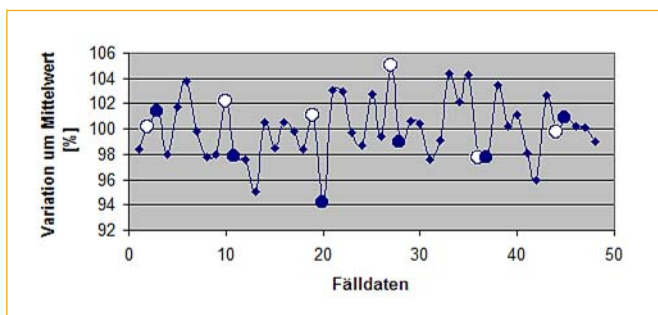


Abb. 3b: Wasseraufnahme Château d'Oex (Splintholz)

und berechnet, zusätzlich zur visuellen Beurteilung.

Zur Ermittlung der Wasseraufnahme im Eintauchverfahren wurden die Probekörper, an denen die Dichte bestimmt worden war, nach der Darrtrocknung während 7 Tagen (168 Stunden) in Wasser (20 °C) gelagert. Die Wasseraufnahme entspricht der prozentualen Massenzunahme während der Wässerung.

### Analyse auf gesamtschweizerischer Ebene

- Um die standortbezogene relative Beschränktheit des Stichprobenumfangs bei der Fichte und die natürliche Variabilität des Untersuchungsmaterials (starkes „weißes Rauschen“) zu kompensieren, wurde bei jedem Untersuchungsmerkmal standortweise und für Splint und Kern die Variation um den Mittelwert berechnet und daraus ein einheitlicher gesamtschweizerischer Trend ermittelt (mit sechsfacher Daten-

menge im Vergleich mit den vorherigen Standort-Datenreihen für die Kriterien Wasserverlust, Schwindmaß und Relativedichte). Dieser gesamtschweizerische Trend ergibt bei Fichte (Splint und Kern) für jedes Kriterium eine Datenmenge von  $n = 3456$ , zusammen mit Edelkastanie  $n = 4032$ .

- Aus früheren wissenschaftlichen chronobiologischen Untersuchungen zu dieser Thematik wurde zunächst ein hypothetisches synodisches Modell definiert (der bekannte Wechsel zwischen Neumond und Vollmond, resp. zunehmend / abnehmend) und in zwei Varianten angewendet; ferner wurde ein siderisches Modell (Stellung des Mondes in bestimmten Tierkreisconstellationen) aus anderen Untersuchungen ebenfalls getestet, in Ergänzung zu einem tropischen Modell (Wechsel zwischen Tiefststellung und Höchststellung, resp. aufsteigend / absteigend).

- Die Anwendung dieser Modelle erfolgte an den Gesamt-Trends der Kriterien mit relativem Charakter (wo die Einzelprüfkörper mit sich selbst verglichen werden), nämlich am Wasserverlust, am Schwindmaß und an der Relativedichte. Ferner wurde im gleichen Sinn bei der Wiederaufnahme von Wasser getestet.

- Die statistische Bearbeitung anhand dieser Modelle erfolgte mit Hilfe einer multifaktoriellen Varianzanalyse mit Einbau des Faktors „Jahreszeit“ und der kovariablen „Referenzdichte“.

## Ergebnisse

Die Ergebnisse aus dieser Langzeit-Untersuchung sollen zunächst Klarheit und Objektivität in ein noch wenig erforschtes, aber heftig diskutiertes Wissensgebiet mit traditionellem Hintergrund bringen. Durch eine Quantifizierung der fällzeitpunktbezogenen Effekte und durch die Identifikation der Hauptfaktoren sollte abgeklärt werden, ob eine Umsetzungsmöglichkeit in die Praxis gegeben ist. Die Resultate der statistischen Auswertung der trockenungsbezogenen Kriterien wurden kürzlich publiziert, vorerst in elektronischer Form (ZÜRCHER, E., SCHLAEPER, R., CONEDERA, F., GIUDICI, F. (2009): „Looking for differences in wood properties as a function of the felling date: lunar phase-correlated variations in the drying behavior of Norway Spruce (*Picea abies* Karst.) and Sweet Chestnut (*Castanea sativa* Mill.)“. *Trees, Structure and Function*, 28. August 2009).

Die mit statistischen Analysen fundierten Untersuchungsergebnisse brachten eine Vielzahl von interessanten Phänomenen und Tendenzen ans Licht. Die nach Beurteilungskriterien wie Wasserverlust, Schwindmaß und Dichte des Holzes geführten Analysen belegen nun, dass mondbezogene Rhythmen sowohl für Splint wie auch für nicht mehr lebendes Kernholz effektiv mitprägend sind. Somit ist die Realität des Faktors Mond im Bereich der Holzeigenschaften auf breiter Materialbasis wissenschaftlich eindeutig nachgewiesen. Erstaunlich ist, dass nicht nur

die Rhythmen in Bezug zu Neu- und Vollmond (synodische Periodizität), sondern auch die Position des Mondes vor den Tierkreisconstellationen am Fälltag (siderische Periodizität) die untersuchten Holzeigenschaften subtil mit beeinflussen.

In Ergänzung zu diesen generell präsentierten Resultaten sei hier ein spezieller Aspekt herausgegriffen: das Trocknungsverhalten des Fichten-splintholzes aus einem der drei Fichtenstandorte im Zusammenhang mit dem synodischen Mondrhythmus am Fälltag. Im Vergleich dazu wird das Wassersorptionsverhalten (durch Eintauchen) der bereits darrgetrockneten Proben dargestellt.

### Wasserverlust und Sorptionsverhalten (Wasseraufnahme)

Anhand dieser Abbildungen können folgende Bemerkungen gemacht werden:

- Die drei Grafiken für Château d'Oex illustrieren das beträchtliche Ausmaß der Variationen im Laufe der Zeit für die Kriterien „Wasserverlust bei der Holz-trocknung“, „Wiederaufnahme von Wasser“ (durch Eintauchen von Proben desselben Fälldatums) nach der Trocknung und „Darrdichte“ des Holzes (nach Trocknen der Proben bei 103 °C).

- Bei Wasserverlust sind zum Teil starke Sprünge bzw. Verschiebungen von den Werten vor Vollmond (○) zu den Werten unmittelbar nach Vollmond (●) zu beobachten.

- Bei der Wasseraufnahme sind ebenfalls starke Sprünge bzw. Verschiebungen von den Werten vor Vollmond zu den Werten direkt nach Vollmond zu beobachten, in ähnlichem Sinn wie bei Wasserverlust, obschon es unterschiedliche Proben waren.

- Die Kurve und die entsprechenden Punkte der Darrdichte zeigen eine ähnliche Dynamik, aber im entgegengesetzten Sinn.

- Die auf die Mondphasen bezogenen Differenzen sind hier vor allem für die zentrale Versuchsperiode ausgeprägt und systematisch (um Vollmond b, c und d).

- Die Grafik „Darrdichte“ für den Standort Marchissy zeigt, dass auch andere, noch nicht identifizierte Faktoren überlagernd mitspielen und zum Beispiel die Verhältnisse um den Vollmond (d) umkehren. Entsprechend ist der Verlauf der Kurven „Wasserverlust“ und „Wasseraufnahme“ in diesem Standort beeinflusst worden.

- In diesem Sinn lässt sich der Faktor „Mond“ bei den Eigenschaftsvariationen des Holzes statistisch bestätigen. Im Einzelfall sind jedoch Ausnahmen und Störungen jederzeit möglich.

### Fazit: Mondphasen-einfluss ist komplex

Aus diesen Ergebnissen geht hervor, dass die mondphasenbezogenen Variationen in den untersuchten Holzeigenschaften einen komplizierten Verlauf aufweisen als man in Analogie zu vielen

Holzereiregeln hätte erwarten können. Bei den wasserbezogenen Eigenschaften von Fichtenholz (besonders im Splint) kann demnach nicht die gesamte Phase des

Abb. 3c: Darrdichte Château d'Oex (Splintholz)

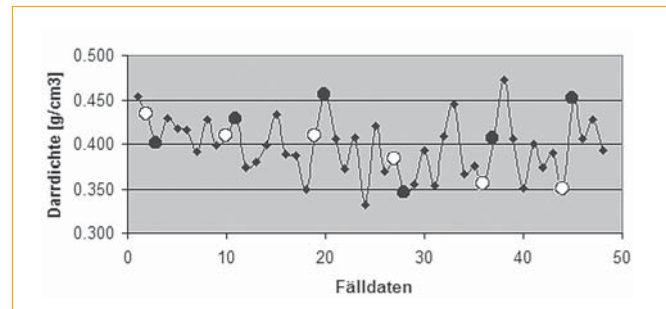
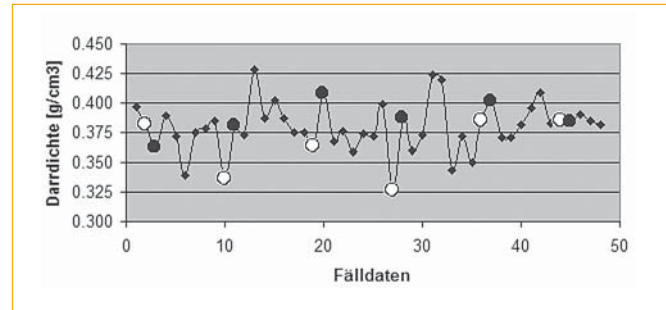


Abb. 3d: Darrdichte Marchissy (Splintholz)

zunehmenden Mondes der gesamten Phase des abnehmenden Mondes gegenübergestellt werden. Es sind nämlich vor allem die 3/2 letzten Tage der ersten Periode (unmittelbar vor Vollmond), die sich in dieser Hinsicht von den 3/2 ersten Tage der zweiten Periode (unmittelbar nach Vollmond) am deutlichsten abheben. Die Relevanz dieses Phänomens für die Praxis sollte mit Hilfe von gezielten Versuchen – zum Beispiel über Brandverhalten bzw. Brennwert oder über Dauerhaftigkeit gegenüber holzerstörenden Pilzen – genauer abgeklärt werden. ■