

Mondbezogene Traditionen in der Forstwirtschaft und Phänomene in der Baumbiologie¹

ERNST ZÜRCHER

Keywords: Moon phases; traditional forestry; tree biology; felling date; wood properties. FDK 161 : 322 : 81 : 902

Abstract: Ancient forest utilization regulations regarding felling dates and wood use are compared to the moon cycles. Furthermore, moon-phase related investigations with regard to germination behaviour, insect infestation and durability of the wood are presented.

Abstract: Überlieferte Waldnutzungsregeln zum Fällzeitpunkt und zur Holzverwendung werden mit den Mondzyklen verglichen. Ausserdem werden mondphasenbezogene Untersuchungen zum Keimverhalten, zum Insektenbefall und zur Dauerhaftigkeit des Holzes vorgestellt.

Eine Parallele

«Der Jahresversammlung der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft in Luzern, 1834, legte Charpentier [ein Vertreter der modernen Eiszeit-Theorie] seine Ergebnisse vor. Auf dem Wege dorthin kam er auf der Brünigstrasse mit einem Holzer aus Meiringen ins Gespräch. Als dieser sah, wie der fremde Herr einen am Wege liegenden Granitblock betrachtete, sagte er ihm: «Solche Steine hat es viele hier oben; aber sie kommen von weit her, von der Grimsel; denn es ist Geisberger, und die Berge hier sind es nicht.» Auf die Frage, wie denn diese Steine hierher gelangt seien, antwortete der Meiringer ohne Zögern: «Der Gletscher von der Grimsel hat sie hergeführt; denn dieser reichte einst bis zu der Stadt Bern; das Wasser hätte sie nicht hier oben, so hoch über dem Tal, ablagern können.» Welch ein Zusammentreffen! Der berühmte Professor, der seinen Vortrag über die Gletschertheorie in der Tasche trägt, hört von einem namenlos gebliebenen Holzer mit grösster Selbstverständlichkeit die Ansicht aussprechen, um die sich die Gelehrten noch einige Jahre streiten, bis sie zum anerkannten Wissensgut der Welt gehören wird.»

E. GERBER und K.L. SCHMALZ (1948)

1. Einleitung

Die meisten organischen Prozesse und die daraus resultierenden Strukturen weisen einen rhythmischen Charakter auf. In der Pflanzenwelt der gemässigten Zonen ist es offensichtlich, dass die Keimung, das Wachstum und die Bildung dauernder Strukturen bei Bäumen gekennzeichnet sind durch eine Alternierung von aktiven und ruhenden Phasen. Dieser Wechsel findet seinen Ausdruck in der Morphologie des Triebes sowie in der Architektur des Baumes und – auf anatomischer Ebene – in der Bildung von deutlich strukturierten Jahrringen. Dieser rhythmische Charakter der Pflanzen musste durch den Menschen (ein heterotrophes Wesen bezüglich seiner materiellen Bedürfnisse) seit jeher berücksichtigt werden.

Bei der Lektüre von aktuellen oder auch klassischen Berichten über volkstümliche Bräuche in der Landwirtschaft sowie beim Gespräch mit Gärtnern, Bauern oder Förstern mit empirischer Erfahrung auf traditioneller Basis stösst man auf zwei Feststellungen:

- Lunare Rhythmen, zusätzlich zu den jahreszeitlichen Rhythmen, werden systematisch erwähnt als Einflussfaktoren auf das Wachstum, auf die Strukturen sowie auf bestimmte Charakteristiken oder Eigenschaften der Pflanzen.
- Auffällig sind – unabhängig von der geographischen, kulturellen oder zeitlichen Distanz der Quellen – bestimmte Gemeinsamkeiten. Diese Gemeinsamkeiten in den «Bauernregeln» scheinen auf die Möglichkeit von eventuell objektiven Phänomenen hinzudeuten. Zum Beispiel sind

die Fällregeln für Bäume über Kontinente hinweg oft übereinstimmend. Die Zeit des Neumondes (oder des abnehmenden Mondes) gilt allgemein als die günstigste für die Fällung von Bäumen, weil zu dieser Zeit das Holz am haltbarsten sei. Diese Aussagen werden im Alpenraum (HAUSER, 1981), im Nahen Osten (AICHINGER, 1936), in Afrika, Indien, Ceylon und Brasilien (Stebbing, 1906, in SUESSENGUTH, 1930; FORSTMANN, 1936; KOLISKO und KOLISKO, 1953; SCHRÖDTER, 1981) und in Guayana (BAILLÈRES, 1995) gemacht.

Generell ist zu bedenken, dass der Mensch früher mehr Zeit und Ruhe hatte zum Beobachten: für ihn war dies sogar von lebenswichtiger Bedeutung.

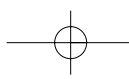
Zu den Fakten, die der Mensch erfahren hat, ist wahrscheinlich oft ein Teil Aberglauben hinzugekommen, sobald die genaue und objektive Beobachtung zugunsten einer blinden Übernahme der traditionellen Regeln vernachlässigt wurde. So findet man im sehr detaillierten Werk von HAUSER (1981) über die Bauernregeln in der Schweiz auch bestimmte mondbezogene Aussagen zum gleichen Thema mit diametral entgegengesetztem Gehalt. So gilt z.B. in St. Maurice (Kt. Wallis, 1935): «Il faut éviter de couper du bois sous le signe des planètes du poisson ou de l'écrevisse, sinon il ne sèche pas» (man soll vermeiden, Holz im Zeichen der Planeten des Fisches oder Krebses zu schlagen, sonst wird es nicht trocknen). Im Gegensatz dazu wird im Diemtigtal (Kt. Bern, 1972) empfohlen: «Hauet das Holz im Märzenwädel Fisch, dann bleibt es wie es ist.»

Für die Bestimmung des «richtigen Fällzeitpunktes» sind in Überlieferungen oder bei mündlichen Aussagen drei Typen von Regeln festzustellen:

- 1) nach dem synodischen Mondrhythmus (Phasendauer 29,531 Tage), zwischen Neumond und Vollmond, «zunehmend – abnehmend»;
- 2) nach dem tropischen Mondrhythmus (Phasendauer 27,32158 Tage), bezüglich der Laufbahn gegenüber dem Horizont, «aufsteigend – absteigend»;
- 3) nach dem siderischen Mondrhythmus (Phasendauer 27,32166 Tage), bis zur Wiederkehr in die gleiche Tierkreis-konstellation, «Mond in einem bestimmten der zwölf Zeichen»; die Tierkreiszeichen werden manchmal auch in «Erde-, Wasser-, Luft- und Wärmezeichen» gruppiert.

Heute sind die traditionellen astrologischen Zeichen der Kalender gegenüber den effektiven astronomischen Konstel-

¹ Nach einem Referat, gehalten am 6. Dezember 1999 im Rahmen der Montagskolloquien des Departements Forstwissenschaften der ETH Zürich.



lationen etwas zeitverschoben, was eine Fehlerquelle für eventuelle wissenschaftliche Prüfungen bedeuten kann. Eine weitere Unbestimmtheit besteht in der trotz der progressiven monatlichen Phasenverschiebung von 2,21 Tagen vermutlich oft undifferenzierten Verwendung von «zunehmend-aufsteigend» und «abnehmend-absteigend».

Die volkstümlichen Vorstellungen über den Zusammenhang zwischen Pflanzenleben und Mondbewegungen sind sehr ähnlich bei den beiden ersten Regeltypen. Bei zunehmendem oder aufsteigendem Mond sieht man die Pflanzensäfte und die Kräfte vor allem nach oben orientiert (deshalb günstig z.B. für Obsternte und Veredelung), bei abnehmendem und absteigendem Mond hingegen nach unten orientiert (deshalb günstig z.B. für Pflanzungen und Baumschnitt).

Historisch gesehen lässt sich feststellen, dass offenbar seit jeher von einem Einfluss der Sonne und des (synodischen) Mondes auf das Pflanzenwachstum ausgegangen wurde. Schon im 5. Buch Moses, Kapitel 33, Vers 13–14 steht: «Sein Land liegt im Segen des Herrn, (...) da sind edle Früchte der Sonne – und edle, reife Früchte der Monde.» Beim griechischen Historiker und Philosophen Plutarch (1. Jahrhundert n. Chr.) ist zu lesen, dass der «Mond mit seinem feuchten und fruchtbaren Licht günstig für die Vermehrung von Pflanzen und Tieren ist, wohingegen die Sonne mit ihrer versengenden Glut alle wachsenden Dinge ausdörft und verbrennt» (in WIENCKE, 2000). In der Offenbarung des Johannes, Kapitel 22, Vers 2 steht vielleicht in ähnlichem Sinn die verheissungsvolle Vision: «Mitten auf den Strassen der Stadt und hüben und drüben am Strom der Baum des Lebens, zwölffach seine Früchte tragend, so dass er jeden Monat seine Früchte gab.»

Plinius (1. Jahrhundert n. Chr.) reduzierte das Phänomen auf seinen utilitaristischen Aspekt. Er empfahl den römischen Bauern, die Früchte für den Markt vor dem Vollmond zu pflücken, weil sie dann schwerer seien, und für den eigenen Gebrauch vor Neumond, weil sie dann besser haltbar seien. Auch soll man die Bäume bei Neumond fällen (STORL, 1992).

2. Noch lebende Traditionen

Mondbezogene Fällregeln werden von Holzverarbeitenden Fachleuten auch heute noch angewendet. In diesem Artikel soll nicht die aktuelle Populärliteratur zum Thema «Mondregeln» behandelt werden, welche auf wenig Fachwissen beruht. Es werden hingegen ohne Wertung der Aussagen einige dem Autor direkt bekannte Beispiele aus der Praxis oder solche aus zuverlässigen aktuellen Quellen erwähnt. Diese kurze Skizze soll aufzeigen, wie und bei welchen Formen von Holzverwendung man diese angenommene Wirkebene in die Arbeit einbezieht.

Bauholz

Die dazu gehörende Fällregel aus dem französischen Sprachraum lautet: «Bois tendre en cours/Bois dur en décours – Weiches Holz bei Zunahme/Hartes Holz bei Abnahme» (BÉNICHOU, 1989). In den Westalpen (Pays d'En-Haut, Kt. Waadt) lässt sich ein Sägereibesitzer – zugleich eine einflussreiche Persönlichkeit – von einem alten Förster beraten und bietet ein Spezialsortiment «Mondholz» an. Aus Österreich kann der erfolgreiche, international bekannte Familienbetrieb aus der Nähe von Salzburg erwähnt werden. Für Bauholz werden hier langsam gewachsene Gebirgswaldbäume gegen bzw. bei Neumond und Tiefststellung, und zusätzlich in einem «Wärmezeichen» wie Schütze gefällt (THOMA, 1998). Berichte aus der Entwicklungszusammenarbeit in Bhutan und Mali erwähnen die Fällung von Bauholz ebenfalls nach Mondphasen (MAUDERLI,

1998; GIESCH, 1999). In Mali gilt die Regel: «Tu coupes l'arbre pendant la lune vide.» (Du fällst den Baum bei leerem Mond – wenn das Holz termitensicher sein soll.)

Schindeln

Im Pays d'En-Haut berichtet ein junger, anerkannter Schindelleger von interessanten, mondphasenbezogenen Erfahrungen mit Verfärbungs- und Haltbarkeitsunterschieden (VEUVE, 1997). Im Schwarzwald sollen mondgerecht gefällte Nadelbäume Schindeln mit mehrfacher Haltbarkeit liefern (EWALD, 1998).

Kamine

Aus den Freiburger Voralpen (Teutlingen) und aus dem Neuenburger Jura (La Recorne/La Chaux-de-Fonds) sind im Freilichtmuseum Ballenberg (Kt. Bern) zwei alte Häuser mit hölzernen Kaminen zu besichtigen. Nach lokalen Aussagen wurde für solche Kamine Holz von besonderen Fällzeitpunkten verwendet, das einen hohen Feuerwiderstand garantieren sollte. Früher wurden auch Feuerwehrleitern aus schwer brennbarem «Mondphasenholz» hergestellt (BRETON, 2000). Besonders die Lärche wurde in dieser Hinsicht häufig verwendet. Ihr Artenname (*Larix*) hängt mit der folgenden Überlieferung zusammen: die Widerstand leistende, mit Lärchenholz befestigte Alpenortschaft *Larignum* konnte der «göttliche» Caesar auf seinem Feldzug zunächst mit Einsatz von Feuer nicht besiegen. Er staunte über dieses Holz, das vom Feuer nicht ergriffen wurde (VITRUV [1. Jahrhundert n. Chr.], Übersetzung 1987).

Im Rahmen von Fernsehsendungen zum Thema «Mond» stimmen Demonstrationen von «nicht brennbarem Lärchenholz», das an einem fixen Tag geschlagen wurde (1. März, nach Sonnenuntergang), zunächst perplex (ZÖTTL, 1919; LIEDTKE, 1999). In diesem Fall variiert bekanntlich die astronomische Situation zwangsläufig von Jahr zu Jahr.

Brennholz

Im Waadtländer Jura wird heute noch eine alte Tradition gepflegt, wonach für die Gewinnung von Brennholz ebenfalls auf den mondphasenbezogenen Einschlagszeitpunkt geachtet werden soll. Hier gilt allerdings im Vergleich zum Bauholz der gegenteilige Zeitpunkt, wie eine Regel aus Frankreich zeigt: «Le point de la Lune est remarquable, pour en croissant tailler le bois de chauffage, et en décroissant, celui des bastinges.» (Der Zeitpunkt des Mondes ist beachtenswert, um bei Zunahme Brennholz zu fällen und bei Abnahme Bauholz.) (SERRES, 1600). Bei Niederwaldbetrieben stand die Stockauschlagsfähigkeit der Buche eventuell im Vordergrund, eine physiologische Eigenschaft, die vielleicht nach Mondphasen variieren könnte. Es ist nämlich bekannt, dass das vegetative Wachstum von der Kohlenhydratspeicherung in der Stammbasis abhängt; zu dieser Reservebildung ist bisher eine Jahreszyklus bekannt.

Resonanzholz

Die höchste Wertschöpfung des Holzes durch handwerkliches Können ergibt sich aus dem Bau von Musikinstrumenten, z. B. dem Geigenbau. In den berühmten Waldungen bei Klosters (Bündner Prättigau) wie auch im Pays d'En-Haut wollen Holzhändler ebenso wie Instrumentenbauer zur Garantie der Qualität am genau bestimmten Tag der Fällung dabei sein (STAHEL, 1999). Hier wird nicht nur die Mondphase berücksichtigt, sondern auch das Tierkreiszeichen, in dem sich der Mond gerade

befindet. Das gewonnene Holz soll besonders gut trocknen und dabei sehr leicht werden (Huber, zitiert in FEDUKOV, 1998; MICHAUD, 1999).

Käseschachteln

Im Waadtländer Jura sind einige Säger auf die Herstellung von Vacherin-Schachteln spezialisiert; eine Holzverwendung mit hohen Anforderungen an Pilzresistenz aus lebensmittelhygienischen Gründen. Ein Fachmann bestätigt die Berücksichtigung von Mondphasen beim Fällen der Fichten; er spricht von «Notizheften voller Beobachtungen», will aber sein Berufsgeheimnis nicht ohne weiteres preisgeben.

Fässer

Auch von einigen Fassbauern aus Frankreich wird «Mondphasenholz» verwendet: damit könnten undurchlässige Dauben hergestellt werden. Der behauptete Unterschied wäre vielleicht im Zusammenhang mit analogen, interessanten jahreszeitlichen Schwankungen der Porosität von Eichenholz zu sehen (DAVALL und LANDOLT, 1861).

Pflüge

Die Berücksichtigung kosmischer Zusammenhänge bei der Holzverwendung ist nicht auf den zentraleuropäischen Raum begrenzt. In Bolivien werden durch die Ketschua-Indianer (aus der Inkakultur) heute noch Thago-/Algarrobo-Bäume (*Prosopis ferax*) zur Pflugerstellung im ersten abnehmenden Mond nach dem Frühlingspunkt (kurz vor dem Osterfest) gefällt. Der Qualitätsgewinn (Härte, Haltbarkeit) sei für sie beim Gebrauch offensichtlich (DELGADILLO, 1998).

Flößen von Holz

Der Transport des Stammholzes über Wasserwege erfolgte früher unter Berücksichtigung des Mondstandes, weil allgemeine analoge Gesetzmässigkeiten bei der Geschiefbeführung beobachtet wurden (SCHWENK, 1991; OGI, 1996; GURY, 1999). Im Prättigau galt die Regel: «Flößen sollte man im nidschigentä [im absteigenden]»; dann soll das Holz in der Mitte des Baches bleiben (SCHMITTER, 1953).

3. Mondbezogene Phänomene in der Biologie des Baumes (und der Samen)

Die Aufgabe der Forschung liegt in der kritischen Prüfung eines Wahrheitskerns dieser Aussagen und effektiver Phänomene hinter den Erfahrungen. Tatsachen müssen von Aberglauben getrennt werden. Bei einem positiven Ergebnis könnten wir heute von einem reichen Fundus aus jahrtausendealtem Umgang mit der Natur bereichert werden. Zu bedenken ist für den «modernen» Menschen grundsätzlich, dass der Mensch früher den unmittelbaren Kontakt mit seinem Material hatte.

Im Folgenden werden Forschungsergebnisse oder Hinweise dargestellt, die im Zusammenhang mit dem synodischen Mondrhythmus stehen.

Eichenstämme

Unter Ludwig XIV. wurde 1669 eine Königliche Forstordnung erlassen, nach der «die Holzfällung im abnehmenden Mond von der Zeit des Laubabwurfes bis zum Wiederausschlag» stattfinden soll (MÜLLER, 1993). Diese Regel wurde 1733 bis

1735 durch Duhamel du Monceau, Generalinspektor der französischen Marine und einer der Gründer der modernen Baumbiologie, als auf Aberglauben fussend kritisch betrachtet und geprüft (KNUCHEL, 1930, S. 33–34). Durch den Vergleich von Fällungen in der Mitte der abnehmenden Phase mit Fällungen in der Mitte der zunehmenden Phase widerlegt er zwar die allgemeine Regel (dass Holz, gefällt bei abnehmendem Mond, dauerhafter sei), er deckt aber ein entgegengesetztes, mondbezogenes Phänomen auf. Das Resultat war nicht bloss mondneutral, sondern «es fiel (...) zugunsten des zunehmenden Mondes aus; eine Wiederholung des Versuches fiel wieder zugunsten des zunehmenden Mondes aus» (KNUCHEL, 1930). Es muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass mit sehr wenigen Bäumen gearbeitet wurde (je drei junge, ungefähr drei Fuss dicke Eichen) und dass die zerlegten Stammstücke «an verschiedenen Stellen» aufbewahrt wurden. Diese zwei Aspekte stellen die Wissenschaftlichkeit und Objektivität der Aussage stark in Frage.

Föhrenholz

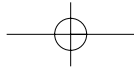
Über eine ganze Jahresperiode hinweg wurde die Dauerhaftigkeit von Bohrkernen gegenüber drei holzerstörenden Pilzgattungen bestimmt. Die Proben wurden regelmässig alle zwei Wochen aus sechs Bäumen entnommen, am genauen Zeitpunkt des Neumondes und des Vollmondes (WAZNY und KRAJEWSKI, 1984). Beim gemessenen Abbau für die Gesamtperiode und für den Gesamtversuch war keine systematische Mondrelation zu verzeichnen; es war nur ein (traditionell und auch wissenschaftlich bekannter) Jahrestrend feststellbar.

Wenn aber die erhaltenen Werte für den Abbau durch den Kellerschwamm (*Coniophora puteana*), eine Braunfäule mit den höchsten Abbauraten bei diesem Versuch, näher betrachtet werden, so kann festgestellt werden, dass doch über eine Zeitstrecke von vier vollen Monaten eine systematische Schwankung zwischen Voll- und Neumondwerten stattfindet (*Abbildung 1*). Eine Nachprüfung durch den Autor dieses Beitrages mittels einer Zwei-Weg-Varianzanalyse bestätigt einerseits den jahreszeitlichen Trend in dieser Periode von Ende Juli bis Ende November (P-Wert = 0,000), sie zeigt aber auch, dass in diesem Abschnitt der Holzabbau bei Vollmondentnahmen stark signifikant tiefer ist als bei Neumondproben (P-Wert = 0,006). Diese mondbezogenen Schwankungen sind hier nicht vom generellen Trend abhängig (Interaktion mit P = 0,270). Somit lässt sich zwar nicht eine generelle Regel bestätigen, es tritt aber ein relevantes mond-chronobiologisches Phänomen auf, das in zukünftigen Forschungen aufgegriffen werden könnte.

Aufschlussreicher wäre es gewesen, die Proben in der abnehmenden und in der zunehmenden Phase zu entnehmen – statt am genauen Zeitpunkt des Voll- und Neumondes. Dies hätte nämlich den traditionellen Aussagen besser entsprochen; eine Forschungsarbeit über das Keimverhalten hatte die Bedeutung dieser Nuance hervorgehoben (siehe übernächstes Kapitel).

Befall durch Borkenkäfer

Eine Bestätigung alter Regeln in Bezug auf Insektenbefall lieferten mehrjährige Versuche mit gefällten Fichten im Rahmen einer Forschung des Institutes für Forstschutz der Forstlichen Bundesversuchsanstalt Wien-Schönbrunn (JAHN, 1982). Nach einer kühleren Periode ergab sich eine deutliche Bevorzugung der Vollmondbäume gegenüber den Neumondbäumen bei den ersten Anflügen. Diese Unterschiede wurden ferner mit Variationen von «biophysikalischen Feldern» in Zusammenhang gebracht, mit Differenzierung zwischen Tag und Nacht auf der Ebene des Kambialchemismus.



ZÜRCHER, E.: Mondbezogene Traditionen in der Forstwirtschaft und Phänomene in der Baumbiologie (reviewed paper)

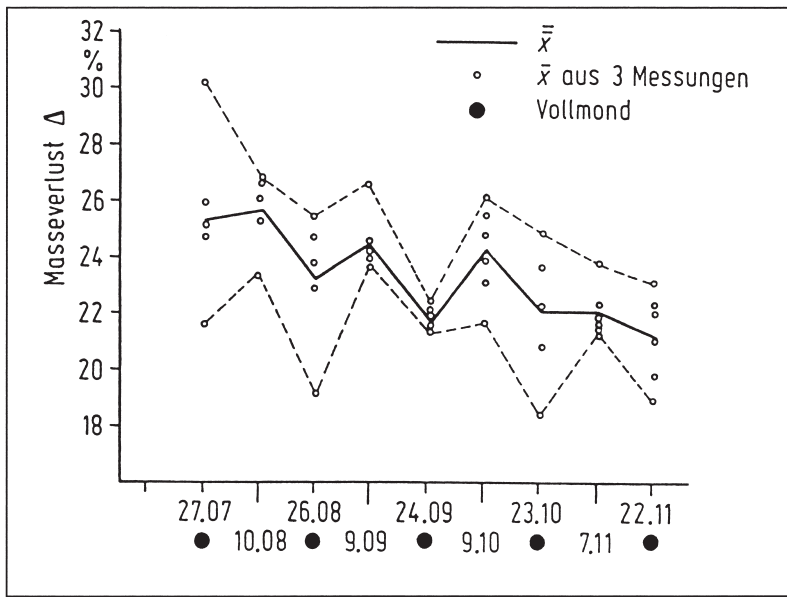


Abbildung 1: Masseverlust durch *Coniophora puteana* von Föhrenholzproben, entnommen an Voll- und Neumondtagen über eine Periode von vier Monaten (27. Juli bis 22. November 1980; Ausschnitt aus WAZNY und KRAJEWSKI, 1984).

Figure 1: Weight loss in pine-wood samples due to *Coniophora puteana*, collected at full moon and new moon over a period of four months (July 27th to November 22nd, 1980; taken from WAZNY and KRAJEWSKI, 1984).

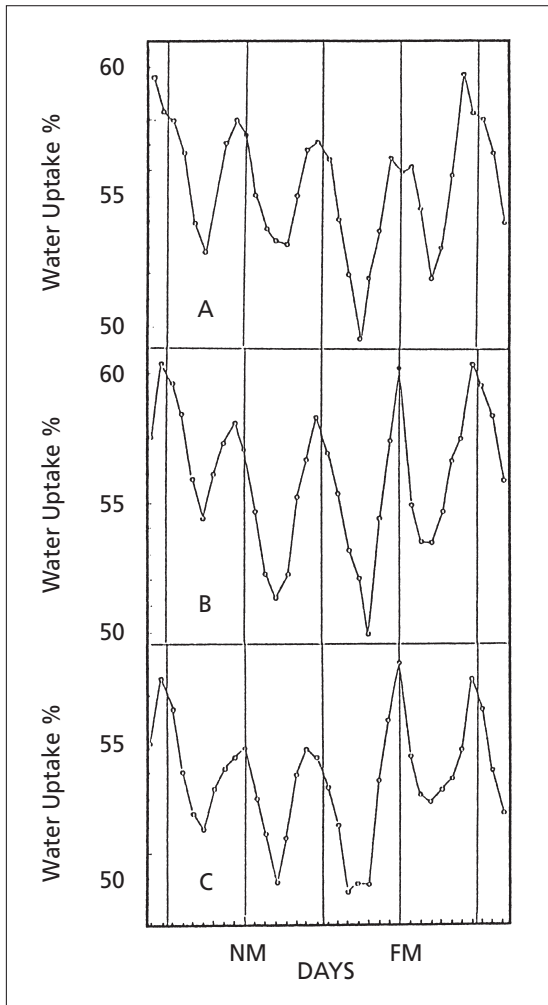


Abbildung 2: Synodisches Variationsmuster der Wasseraufnahme (in % des Trockengewichtes) durch Bohnen (*Phaseolus vulgaris* L.) A: Periode 15.5.-18.8.1972; B: Periode 25.9.72-22.1.73; C: Periode 25.9.72-5.1.73 (aus BROWN und CHOW, 1973).

Figure 2: Synodic variation-pattern of water absorption (in % of dry weight) by beans (*Phaseolus vulgaris* L.) A: period 15.5.-18.8.1972; B: period 25.9.72-22.1.73; C: period 25.9.72-5.1.73 (taken from BROWN and CHOW, 1973).

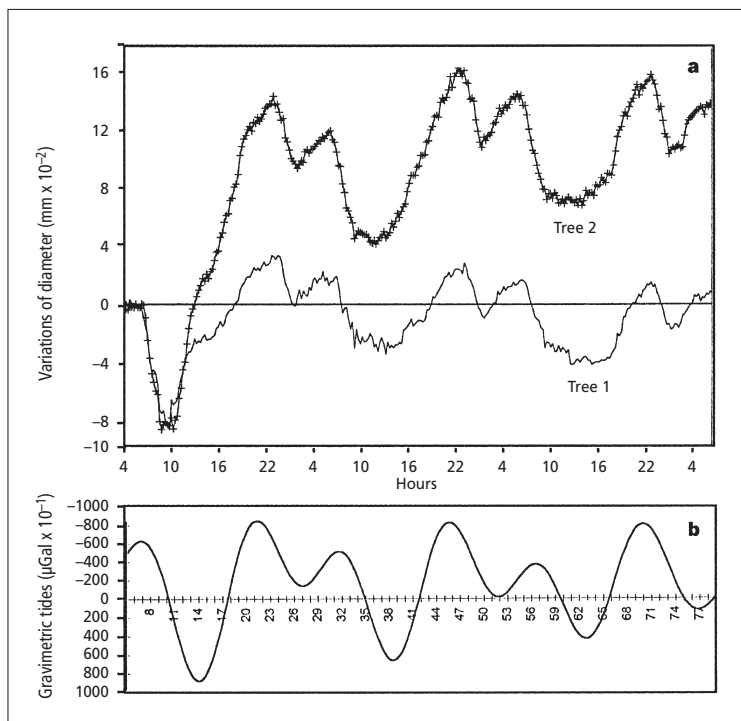
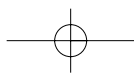


Abbildung 3: Reversible Veränderungen im Stammdurchmesser von zwei jungen, in separaten Containern gehaltenen Fichten (*Picea abies* Karst.) unter konstanter Finsternis im Gewächshaus (a), welche sich synchron zu den berechneten Gezeitenkräften verhalten (b). Periode: 17.-20.7.1988; Standort der Bäume: Florenz, Italien (aus ZÜRCHER et al., 1998).

Figure 3: Reversible changes in the stem diameter of two juvenile Norway spruce trees (*Picea abies* Karst.) held in separate containers under greenhouse conditions of constant darkness (a), behaving synchronously according to the calculated tidal powers (b). Period: 17.-20.7.1988; site of trees: Florence, Italy (taken from ZÜRCHER et al., 1998).



Downloaded from http://meridian.allenpress.com/szf/article-pdf/151/11/417/1963546/szf_2000_0417.pdf by guest on 03 January 2024

Keimung und Initialwachstum

Unter tropischen Bedingungen, wie sie an einer Baumschule in Ruanda gegeben waren, ist eine ideale Situation für die Untersuchung von Mondrhythmen vorhanden: Temperatur und Tagesdauer sind mehr oder weniger konstant, während der Trockenperioden kann gewässert werden. Über eine Zeitspanne von drei Jahren wurden ein Vorversuch, ein Hauptversuch (zwölf Aussaaten mit je vier Wiederholungen) und ein Kontroll- und Ergänzungsversuch durchgeführt. Die Aussaaten erfolgten jeweils zwei Tage vor Vollmond und zwei Tage nach Neumond (ZÜRCHER, 1992). Für *Maesopsis eminii* zeigen Keimung und Initialwachstum einen ausgeprägten rhythmischen Charakter. Keimgeschwindigkeit, Keimrate, mittlere Höhe und maximale Höhe nach vier Monaten hängen somit systematisch vom Zeitpunkt der Aussaat im Zusammenhang mit der Mondphase ab (bessere Resultate bei Vor-Vollmond-Aussaaten). Diese Ergebnisse stimmen mit früheren Experimentalwerten an Jahrespflanzen überein. Hier konnte eine alte Aussaatregel auch für Bäume zum ersten Mal geprüft und bestätigt werden.

Eine Bestätigung erfolgte kurz darauf durch einen unabhängigen Versuch nach gleicher Methodik mit u.a. *Detarium microcarpum* in der westafrikanischen Sahel-Zone (BAGNOUD, 1995).

Die Vorverschiebung der Aussaaten gegenüber Voll- und Neumond erwies sich als relevant: im Ergänzungsversuch ergaben Aussaaten am genauen Zeitpunkt des Vollmondes zum Teil noch schlechtere Resultate als Vor-Neumond-Aussaaten (ZÜRCHER, 1992).

Wasseraufnahme

Ein differenziertes Keimverhalten ist vermutlich mit einer unterschiedlichen Wasseraufnahme zum Zeitpunkt der Aussaat verbunden. In einem umfangreichen Versuch (7931 Serien à 20 Bohnen), bei dem die Samen täglich vier Stunden in Wasser eingetaucht wurden, um die Wasseraufnahme zu bestimmen, konnte gezeigt werden, dass das Quellverhalten der Samen einen rhythmischen Charakter besitzt (BROWN und CHOW, 1973; *Abbildung 2*). Dieses Verhältnis ist mondphasenbezogen, im Rhythmus mit Voll- und Neumond und zusätzlich mit dem ersten und letzten Viertel (in einem zircaseptanen Takt mit Phasen von 7,4 Tagen).

Bei genauer Betrachtung der publizierten Kurven lässt sich zudem feststellen, dass die Maximalwerte gegenüber den Mondphasen oft leicht vorverschoben sind, aber in Phase bleiben. Das Ausmass der kurzfristigen (wöchentlichen) Variationen ist immer beträchtlich (bis zu 20%) und erstaunt, weil es sich um ruhende Samen handelt.

Diese Phasenverschiebung, wie sie auch bei den Keimversuchen festgestellt wurden, sowie der wöchentliche «Unter-rhythmus» sollten in weiteren Pilzabbauversuchen und Holzeigenschaftsprüfungen künftig berücksichtigt werden.

Stockausschlag

Aussagen aus einer Sammlung von Forstregeln für das Jahr 1999 (BRIEMLE, 1998) wurden durch den Autor mit Hilfe von Praktikern kritisch geprüft. Zum Thema «Waldroden/kein Stockausschlag» (wo behauptet wird, dass nichts nachwächst) wurden zwei angegebene Daten mit den vollmondsymmetrischen Gegendaten in zwei experimentellen Feldversuchen verglichen. In der ersten Vegetationsperiode konnten weder in Biel (Buche, Esche, Weide in den Waldungen der Burgergemeinde) noch im Tessin (Edelkastanie in Gerra, Versuchsflächen der Sottostazione der WSL) deutliche Unterschiede festgestellt werden.

Baumgezeiten

Eine interdisziplinäre Neubearbeitung von schon publizierten, langjährigen baumphysiologischen Forschungsergebnissen ermöglichte einen weiteren Schritt: es konnte der synodische Mondrhythmus auf Tagesebene (gravimetrischer Gezeitenrhythmus) bei Bäumen festgestellt werden. Dem bisher bekannten, 24-stündigen photo- und thermoperiodischen Ablauf der meisten physiologischen Prozesse liegt somit ein lunarperiodischer, 24,8-stündiger Rhythmus zugrunde, der erst unter kontrollierten, konstanten Bedingungen in Erscheinung tritt (ZÜRCHER *et al.*, 1998; *Abbildung 3*).

Stammgezeiten

Eine aufschlussreiche Untersuchung an der Universität Florenz bestand auch darin, einen adulten Douglasienstamm, der von seinem Wurzelwerk und von seiner Krone getrennt und wasser- bzw. luftdicht isoliert wurde, mit einer normal wachsenden Douglasie bezüglich Durchmesservariationen zu vergleichen. Das erstaunliche Ergebnis war, dass im isolierten Stamm Schwankungen stattfanden, synchron mit denjenigen des normal wachsenden Baumes. Noch drei Monate nach der Fällung (mit noch lebendem Kambium) waren die Variationen feststellbar, in einer bestimmten Synchronizität mit den berechneten Gezeitenkurven (*Abbildung 4*). Wichtig ist hier die Tatsache, dass der präparierte Stamm eine konstante Holz- und Wassermasse besitzt; die Durchmesser-schwankungen wären deshalb zunächst nur durch ein alternatives Quellen und Schwinden der Zellwände erklärbar.

4. Hypothesen und weitere Befunde

In Anbetracht der extrem schwachen Gravitationskräfte, die zur Erklärung dieser zircadianen Schwankungen in Frage kämen, ist es eher unwahrscheinlich, dass es sich bei diesen «Baum- und «Stammgezeiten» um einen direkten schwerkraftbezogenen Effekt handelt. Ein Argument zu dieser Ansicht liefert die Tatsache, dass auch Organismen, die sich in allen Richtungen autonom bewegen, einen solchen täglichen «Gezeitenrhythmus» zeigen können. Verhaltensforscher haben in einem berühmt gewordenen «Bunkerversuch» festgestellt, dass der physiologische Grundrhythmus bei sich frei bewegendem, vom Tagesablauf isolierten Menschen nicht 24, sondern 25 Stunden beträgt (ASCHOFF und WEVER, 1962). Dieser synodische Tagesrhythmus könnte eventuell in Zusammenhang stehen mit feinen (auch schwach lunarbezogenen) gleichläufigen Variationen des Erdmagnetfeldes. Hier sei auf das umfangreiche Werk «Geomagnetobiologie» von DUBROV (1978), Sowjetische Akademie der Wissenschaften, hingewiesen. Vielleicht spielt auch das darin erwähnte, ebenfalls periodisch variierende, erdatmosphärische elektrische Feld bezüglich chronobiologischen Phänomenen eine Rolle.

Was den Prozess betrifft, der zu den gemessenen Durchmesservariationen führen könnte, liegen zunächst zwei Erklärungsvarianten vor:

- Es findet eine Steuerung der Membranaktivität lebender Zellen statt, die die Wasserbewegungen in die Zellwand und von der Zellwand zurück in das Zytoplasma lenken, gekoppelt mit Wasserverschiebungen über den Apoplasten (Zellwandsystem ausserhalb der Plasmamembranen).
- Es handelt sich um rhythmische Variationen der Holz-Wasser-Relation (Bindung von Wasser an die Zellwand), in Anlehnung an das Bohnen-Experiment. Das Verhältnis vom Anteil freien Wassers zum Anteil elektrostatisch gebundenen Wassers ist eventuell wegen variierender «Clusterbildung» (übermolekulare Organisationseinheiten) nicht

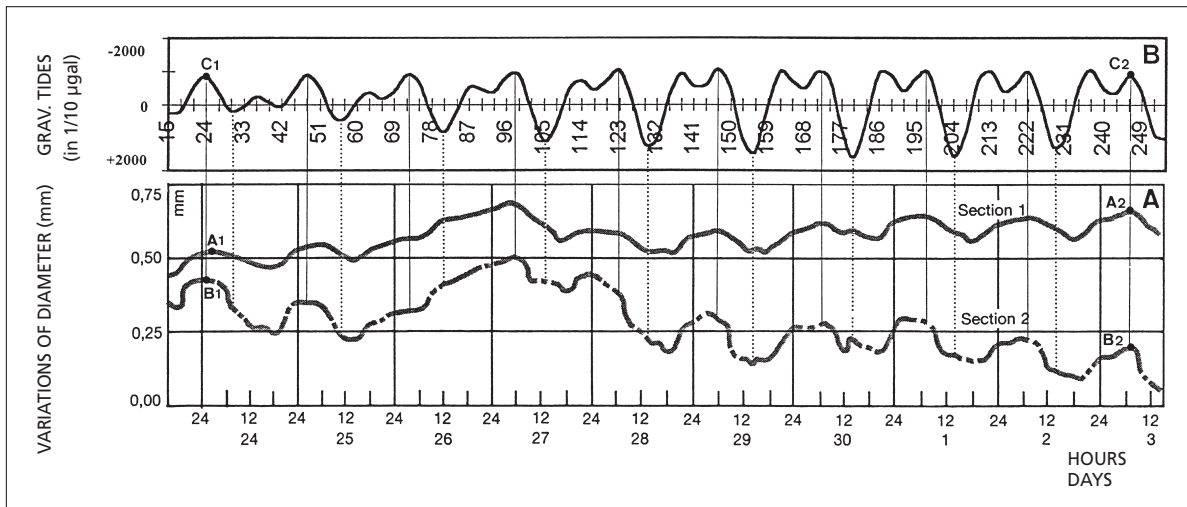


Abbildung 4: Reversible Veränderungen im Stammdurchmesser (A) von einem wurzel- und kronengetrennten Douglasienstamm (*Pseudotsuga menziesii* Fr.) («Section 2») und von einer frei wachsenden Douglasie («Section 1») unter normalen Bedingungen. A1-A2/B1-B2/C1-C2: Referenzpunkte zur Phasenbestimmung. Die Durchmesserschwankungen verhalten sich synchron zu den berechneten Gezeitenkräften (B). Periode: 23.6.–3.7.1977; Fälldatum: 21.3.1977; Standort der Bäume: Florenz, Italien (aus ZÜRCHER et al., 1998, Gesamtartikel).

Figure 4: Reversible changes in the stem diameter (A) of a Douglas-fir stem (*Pseudotsuga menziesii* Fr.), cut off from the roots and the crown («Section 2») and of a freely growing Douglas fir («Section 1») under normal conditions. Variations in diameter behave synchronously according to the calculated tidal powers (B). Period: 23.6.–3.7.1977; felling date: 21.3.1977; site of the trees: Florence, Italy (taken from ZÜRCHER et al., 1998, integral submitted article).

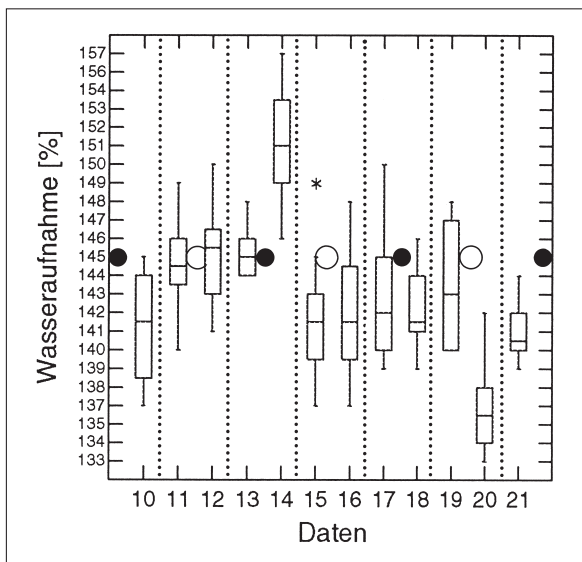


Abbildung 5: Wasseraufnahme durch Zellulose, kurz nach bzw. vor Neu- und Vollmond (Box-plots/Kistendiagramme). Versuchsort: Biel; Daten: vom 11.11.99 (10) bis 03.02.00 (21). November-Neumond: 08.11.99; Februar-Neumond: 05.02.00.

Figure 5: Water absorption through cellulose, shortly after respectively before new moon and full moon (box plots). Site of investigation: Biel; dates: from 11.11.99 (10) to 3.2.00 (21). November new-moon: 8.11.99; February new-moon: 5.2.00.

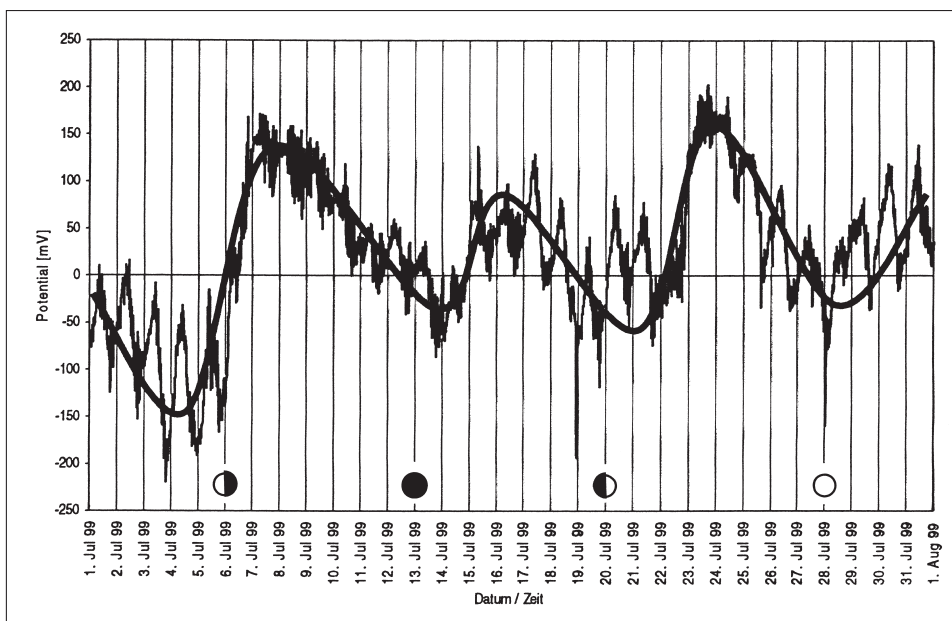


Abbildung 6: Bioelektrisches Potential einer Gebirgsfichte auf Kambialniveau, vom 1. Juli bis 1. August 1999 (aus GEHRIG, 1999).

Figure 6: Bio-electric potential of a Norway spruce (grown in mountainous surroundings) at cambial level, from July 1st to August 1st, 1999 (taken from GEHRIG, 1999).

konstant. Die Arbeiten von G. Piccardi (in DUBROV, 1978, und DAVIS, 1995) konnten solche Schwankungen bei kontrollierten Kristallisationsvorgängen in langjährigen Laborversuchen hervorheben. Schon für GÄUMANN (1930) «liegt die Ursache der unterschiedlichen Pilzwiderstandsfähigkeit des Fichten- und Tannenholzes weniger in einem unterschiedlichen Gehalt des Holzes an Zellinhaltsstoffen wie Kohlehydraten, Stickstoff, Phosphorsäure, Kali und Harzen begründet, als vielmehr in einem unterschiedlichen kolloid-chemischen Verhalten der Zellwände selbst, insbesondere der Zellulose und des Xylans, weniger des Lignins (...)». Für diesen Autor sind solche Prozesse nicht nur auf den Splint beschränkt, sondern spielen sich auch im Kernbereich ab: «Bei den Hölzern, bei welchen der Wassergehalt makrochemisch jahraus, jahrein sich gleich bleibt, so beim Fichtenkern, müsste die Umlagerung des Wassers rein mizellär erfolgen, vielleicht in dem Sinne, dass die Wassermoleküle während der Bildung des Jahringes intramizellär, während der übrigen Zeit intermizellär gelagert werden.» (Als Mizellen werden die kristallinen Zelluloseketten der Mikrofibrillen bezeichnet, um welche hygroskopische parakristalline Zellulose angelagert ist.) Auch BAVENDAMM (1974) übernimmt in seinem Kapitel über den Einfluss der Fällzeit auf die Dauerhaftigkeit des Holzes die Ansicht, dass jene durch ein unterschiedliches kolloid-chemisches Verhalten der Zellulose und der Hemizellulose in den verschiedenen Jahreszeiten zu erklären ist. Diese Interpretation fand später Unterstützung durch die Arbeiten von BURMESTER (1978), wonach die Fasersättigungsfeuchtigkeit des (sonst als «abgestorben» geltenden) Eichenkernholzes im Laufe des Jahres signifikant variiert (mit einem der Maxima im März).

Zellulose-Wasser-Verhältnis

Die erste Erklärungsvariante ist relativ schwierig zu prüfen (eventuell mit Hilfe von Markersubstanzen), die zweite deutlich einfacher, sofern die Prüfung ausserhalb des Stammkörpers erfolgt. Zu diesem Zweck wurden Serien von identischen Zelluloseplättchen (Weissgrad 93%) an verschiedenen Tagen und bei vorausberechneter gravimetrischer Situation jeweils genau eine Stunde in Wasser von ungefähr gleicher Temperatur gelegt (die Luftfeuchtigkeit spielte keine Rolle, weil die Proben untergingen) und die Wasseraufnahme in Prozenten des Trockengewichtes bestimmt. Der Versuch dauerte etwa drei Monate, zwischen November-Neumond 1999 und Februar-Neumond 2000, an Tagen kurz nach bzw. kurz vor der entsprechenden Phase (Abbildung 5). Die Resultate zeigten auffallende, statistisch signifikante Variationen mit Mittelwerten, die zwischen 136,4% und 151,3% lagen (Streuung > 10%). Mit dieser Serie konnte zunächst noch keine Korrelation, weder zu den synodischen Mondphasen noch zu den gravimetrischen Gezeiten (Werte des Geodätischen Instituts der ETH Zürich) oder zu Komponenten des geomagnetischen Feldes (Werte der Gruppe Geomagnetismus, Universität Neuenburg) gefunden werden. Damit öffnet sich aber ein Fragenkomplex, der bei der Untersuchung von zeitlich variierenden Holzeigenschaften eine wichtige Rolle spielen könnte.

Bioelektrisches Potential

Abschliessend und in Anlehnung an die Arbeiten von BURR (1945, 1947) und an den 7-Tages-Rhythmus bei der Wasseraufnahme durch Bohnen sei auf eine Komponente eines Forschungsprojektes der Professur Holzwissenschaften über das Monitoring der Vitalität bei der Fichte hingewiesen (GEHRIG, 1999). Es ist bekannt, dass der stehende Baum ein autonomes

«bioelektrisches Potential» zwischen Stammfuss und Kronenspitze aufbaut, welches einerseits mit dem Vitalitätszustand des Baumes, andererseits im Laufe der Zeit (Jahres-, Monats-, Tages- und noch kürzere Zyklen) variiert. Bei Feldaufnahmen an Gebirgsfichten (Alvaneu, Kt. Graubünden) erschien – unabhängig von der Temperatur und vom Niederschlag – beim gemessenen bioelektrischem Potential auf Kambialebene ein zircaseptaner Rhythmus, der sich relativ gut in den synodischen Monat einordnen lässt (Abbildung 6). Dieses Ergebnis wird im Rahmen des Gesamtprojektes eine Vertiefung und eine Differenzierung erfahren. In die gleiche Richtung gingen erste Aufnahmen von bioelektrischen Potentialen bei Fichten erst Splintholztiefe. Dieser Aspekt könnte auch bei der besprochenen Holz-Wasser-Relation eine wichtige Rolle spielen.

5. Fazit

Diese Ausführungen liefern verschiedene Ansatzpunkte für eine weiterführende, praxisorientierte baum- und holzbezogene Rhythmusforschung. Die präsentierten Forschungsergebnisse weisen auf verschiedene mögliche Vorteile bei einer Umsetzung hin:

- Eine chronobiologische Baumschulpraxis kommt den zukünftigen Bedürfnissen (Aufforstungen zum CO₂-Ausgleich in Tropenregionen) bezüglich Wirtschaftlichkeit und Qualität entgegen.
- Weil die Dauerhaftigkeit des gefällten Holzes offensichtlich nicht mondphasenneutral ist, liegt diesbezüglich ein ökologisch interessantes Entwicklungspotential vor (im Zusammenhang mit der Problematik der Holzschutzmittel).
- Es scheint plausibel, dass sogar wochenzeitliche und tageszeitliche Kriterien zu spezifischen Holzeigenschaften führen könnten.

Deutlich wird jedenfalls, dass die Phänomene viel komplizierter sind als oft dargestellt und dass sie über vereinfachende traditionelle Regeln weit hinausgehen. Ohne diese seltsamen Überlieferungen aus vergangenen Kulturen wären wir aber vielleicht gar nicht zu diesen ersten, anfänglichen Einsichten gekommen.

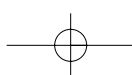
Zusammenfassung

Seit mehr als zwei Jahrtausenden bestehen in der Forstwirtschaft Praktiken und Regeln hinsichtlich des «richtigen» Fällzeitpunktes von Waldbäumen im Zusammenhang mit Mondzyklen. Nach einer Übersicht von Regeltypen werden ausgewählte Beispiele aus verschiedenen Verwendungsbereichen skizziert, wonach besondere Holzeigenschaften erhalten werden sollen. Anschliessend werden mondphasenbezogene wissenschaftliche Untersuchungen dargestellt, welche sich einerseits mit dem Keimverhalten, dem bioelektrischen Potential und dem Insektenbefall der Bäume befassen, andererseits mit der Dauerhaftigkeit des Holzes und seiner Beziehung zum Wasser.

Résumé

Traditions forestières liées aux cycles lunaires et phénomènes correspondants dans la biologie des arbres

Il existe depuis plus de deux millénaires des pratiques forestières et des règles concernant l'abattage des arbres en fonction des cycles lunaires. Après une description générale des types de règles, l'article esquisse quelques exemples concrets d'utilisations particulières, où le respect de ces règles est censé



garantir certaines propriétés du bois. La seconde partie présente des travaux scientifiques liés au facteur «phases de la lune». Ces travaux concernent par exemple la germination, le potentiel bio-électrique et la sensibilité des arbres aux attaques d'insectes; ils sont d'autre part relatifs à la durabilité du bois et à sa relation à l'eau (qui trouve son expression dans des variations réversibles du diamètre des fûts).

Summary

Moon-Related Traditions in Forestry and Corresponding Phenomena in Tree Biology

Forestry practices and rules with regard to «the appropriate time» for tree felling in correlation with the moon cycles have been existing for more than two thousand years. On the basis of an overall view of regulation types, selected examples from various fields of use are described suggesting to thus attain advantageous wood properties. Moon-phase related scientific investigations are then presented, focusing on germination behaviour, bio-electric potential and insect infestation of trees as well as on the durability of the wood and its correlation to water.

Literaturverzeichnis

- AICHINGER, H. (1936): Hat der Mond Einfluss auf die Haltbarkeit des Holzes? Die Umschau 40/36, Frankfurt a.M.
- ASCHOFF, J., WEVER, R. (1962): Spontanrhythmik des Menschen bei Ausschluss aller Zeitgeber. Naturwiss. 49: 337–342.
- BAGNOUD, N. (1995): Rythmicités dans la germination et la croissance initiale de 4 essences ligneuses de la zone Soudano-Sahélienne. Essai lunaire. Groupe de Foresterie pour le Développement, IER Sikasso, Mali/Intercoopération, Bern, 13 S.
- BAILLERES, H. (1995): Persönliche Mitteilung, CIRAD Forêt, Nogent/ Marne, France.
- BAVENDAMM, W. (1974): Die Holzschäden und ihre Verhütung. WVG, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart, 136 S.
- BÉNICHOU, H. (1989): Vivre et comprendre les rythmes de la lune. Editions Séléné, Paris, 101 S.
- BRETON, L. (2000): Persönliche Mitteilung, Vaux-sur-Morges VD.
- BRIEMLE, G. (1998): Vom rechten Zeitpunkt. Der forstliche Mondkalender für 1999. Wald und Holz, 16: 31–33.
- BROWN, F.A.Jr., CHOW, C.S. (1973): Lunar-correlated variations in water uptake by bean seeds. Biol. Bull. 145: 265–278.
- BURMESTER, A. (1978): Jahreszeitliche Schwankung des Schwind- und Quellvermögens von Eichenholz im lebenden Baum. Holz als Roh- und Werkstoff 36: 157–161.
- BURR, H.S. (1945): Diurnal potentials in the maple tree. Yale J. Biol. and Med. 17/6: 727–734.
- BURR, H.S. (1947): Tree potentials. Yale J. Biol. and Med. 19/3: 311–318.
- DAVALL DE, J., LANDOLT, El. (1861): Welchen Einfluss hat der Standort auf die Beschaffenheit des Holzes als Bau- und Brennmaterial, welchen die Fällungszeit? Schweiz. Z. Forstwes. März und April 1861.
- DAVIS, J.S. (1995): Ist Wasser mehr als H₂O? Das Lebelement zwischen Mythos und Molekül. Verlag Hans Erni-Stiftung, Luzern, 40 S.
- DELGADILLO, J. (1998): Influencia de la fase lunar en el corte y durabilidad de madera Muestreos de Arboles de Thago (*Prosopis sp.*). Universidad Mayor de San Simon, Cochabamba, Bolivia/Intercooperation, Bern, 15 S.
- DUBROV, A.P. (1978): The geomagnetic field and life. Geomagnetobiology. Plenum Press, New York and London, 311 S.
- EWALD, K. (1998): Persönliche Mitteilung, ETH Zürich.
- FEDUKOV, V. (1998): The spruce (*Picea*) resonance wood: selection, growth, certification (russisch). Naouchnoe izd., Ioshkar-Ola, Marijskij ouniversitet, 204 S.
- FORSTMANN, W. (1936): Hat der Mond Einfluss auf die Haltbarkeit des Holzes? Die Umschau 40/13, Frankfurt a.M.
- GÄUMANN, E. (1930): Untersuchungen über den Einfluss der Fällzeit auf die Eigenschaften des Fichten- und Tannenholzes. 2. Teil. Beiheft Nr. 6 zu den Zeitschriften des Schweizerischen Forstvereins, 155 S.
- GEHRIG, M. (1999): Vergleich bestehender und innovativer Diagnoseverfahren zur Beurteilung der Baumvitalität (in Bearbeitung, Dissertation ETH Zürich).
- GERBER, E., SCHMALZ, K.L. (1948): Findlinge. Berner Heimatbücher Nr. 34. Haupt, Bern.
- GIESCH, C. (1999): Persönliche Mitteilung, ETH Zürich.
- GURY, P. (1999): Persönliche Mitteilung, Foncine-le-Haut (F).
- HAUSER, A. (1981): Bauernregeln – Eine schweizerische Sammlung mit Erläuterungen. 3. erw. Aufl., Artemis Verlag, Zürich/München, 720 S.
- JAHN, E. (1982): Untersuchungen zum Befall von Fichten-Fangbäumen durch Borkenkäfer im Zusammenhang mit Mondphasen zur Fällungszeit. Anz. Schädlingskde., Pflanzenschutz, Umweltschutz 55: 145–159.
- KNUCHEL, H. (1930): Untersuchungen über den Einfluss der Fällzeit auf die Eigenschaften des Fichten- und Tannenholzes. 1. Teil Beiheft Nr. 5 zu den Zeitschriften des Schweizerischen Forstvereins, 127 S.
- KOLISKO, E., KOLISKO, L. (1953): Die Landwirtschaft der Zukunft. Meier & Cie, Schaffhausen.
- LIEDTKE, K. (1999): Persönliche Mitteilung und Fernsehauftritt, Pinneberg (D).
- MAUDERLI, U. (1998): Terroir communal de Sorobasso: Analyse de la production et de l'approvisionnement en bois de service. ARFP/PAGDRN, Sikasso, Mali/Intercoopération, Bern, 70 S.
- MICHAUD, B. (1999): Persönliche Mitteilung, Amancey/Jura (F).
- MÜLLER, K. (1993): Holzschutzpraxis. Bauverlag GMBH, Wiesbaden u. Berlin, 387 S.
- OGLI, A. sen. (1996): Fernsehinterview, Kandersteg BE.
- SCHMITTER, W. (1953): Waldarbeit und Waldarbeiter im Prättigau. AG. Buchdruckerei Schiers, 273 S.
- SCHRÖDTER, W. (1981): Pflanzengeheimnisse. 3. Aufl., G.E. Schröder-Verlag, Kleinjöl b. Flensburg, 297 S.
- SCHWENK, T. (1991): Das sensible Chaos: strömendes Formenschaftern in Wasser und Luft. 8. Aufl., Verl. Freies Geistesleben, Stuttgart.
- SERRES, O. de (1600): Le Théâtre d'agriculture et mesnage des champs. Jamet-Métayer, Paris, 1004 S.
- STAHEL, J. (1999): Persönliche Mitteilung, Klosters GR.
- STORL, W.-D. (1992): Der Garten als Mikrokosmos. Knaur, München, 400 S.
- SUESSENGUTH, K. (1930): Tropische Bäume, Bambuseen und Mondwechsel. Mitt. d. Deutschen Dendrol. Ges. 42: 97–104.
- THOMA, E. (1998): ...dich sah ich wachsen. 4. Aufl., Edition Grüne Erde, Klagenfurt, 203 S.
- VEUVE, O. (1997): Persönliche Mitteilung, La Forclaz VD.
- VITRUV: Zehn Bücher über Architektur. 2. Buch IX, Vom Bauholz. Übersetzt und mit Anmerkungen versehen von C. Fensterbusch, 1987. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, S. 125–127.
- WAZNY, J., KRAJEWSKI, K.J. (1984): Jahreszeitliche Änderungen der Dauerhaftigkeit von Kiefernholz gegenüber holzerstörenden Pilzen. Holz als Roh- und Werkstoff, 42: 55–58.
- WIENKE, E. (2000): Der Einfluss des Mondes auf das Pflanzenwachstum. Facharbeit Erasmus-Gymnasium, Amberg (D), 39 S.
- ZÖTTL, J. (1819): Aufschreibung nach einem alten Buche aus dem 13. Jahrhundert. Liesfeld-Kundl (A).
- ZÜRCHER, E. (1992): Rythmicités dans la germination et la croissance initiale d'une essence forestière tropicale. Schweiz. Z. Forstwes. 143 (12) 103–110.
- ZÜRCHER, E., CANTIANI, M.-G., SORBETTI GUERRI, F., MICHEL, D. (1998): Tree stem diameters fluctuate with tide. Nature, 392/16 april 1998: 665–666.

Verfasser:

Dr. ERNST ZÜRCHER, Departement Forstwissenschaften, Professur Holzwissenschaften, ETH-Zentrum, 8092 Zürich.

