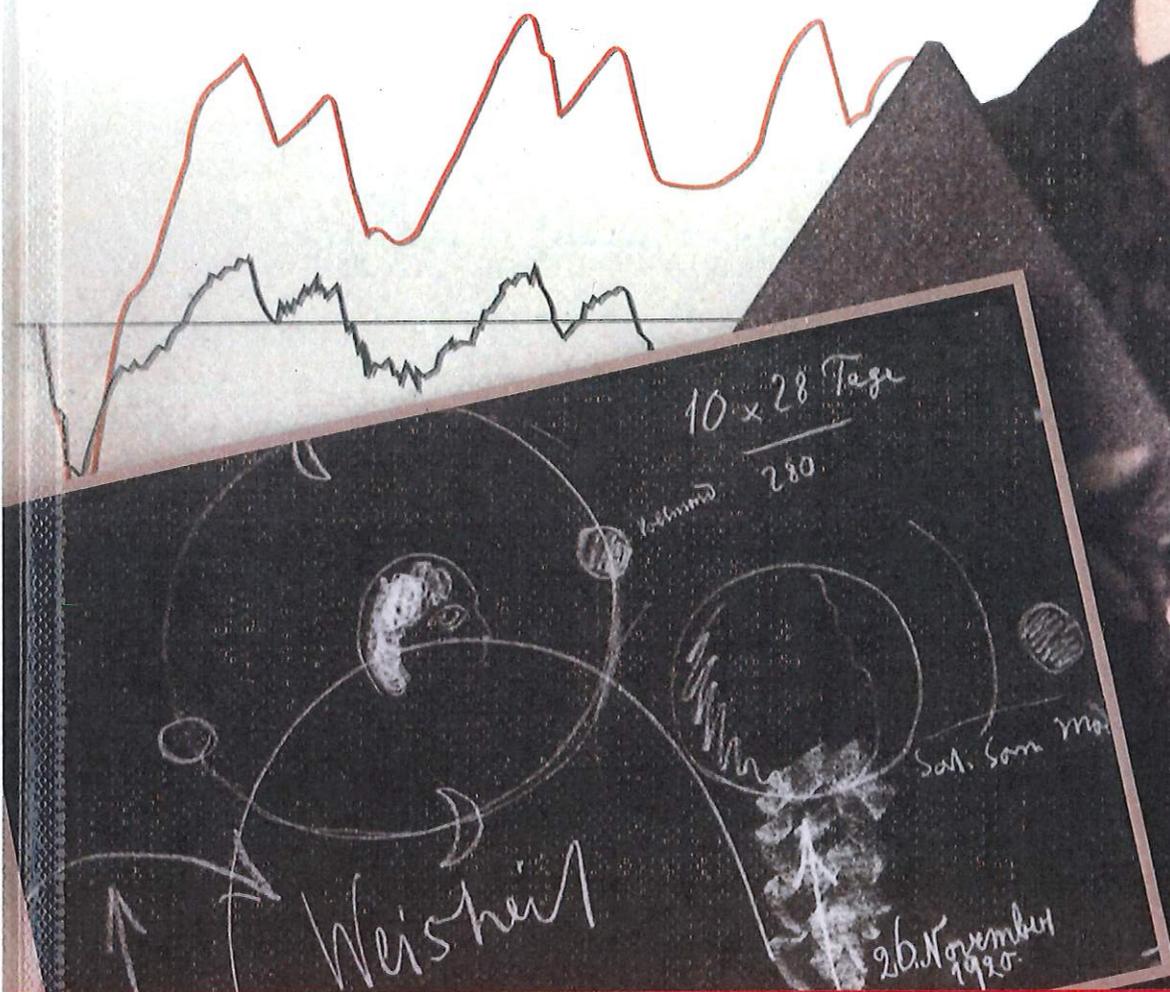


Heusser
Weinzirl

Rudolf Steiner

Seine Bedeutung
für Wissenschaft und
Leben heute

Mit einem Geleitwort von Arthur Zajonc



Rudolf Steiner – Anregungen weit über ein Jahrhundert hinaus

Rudolf Steiner (1861–1925) war einer der universellsten Denker des 20. Jahrhunderts. Sein umfassendes Lebenswerk enthält zahlreiche Impulse für die Weiterentwicklung unterschiedlicher Gebiete wie Medizin, Biologie, Kosmologie, Landwirtschaft, Kunst, Pädagogik oder Sozialgestaltung – und viele seiner Ideen sind in praktische Lebenskonzepte und Reformbewegungen bis hin zu Hochschulgründungen umgesetzt worden. Sein Werk ist heute angesichts globaler sozialer und ökologischer Probleme aktueller denn je.

Welche Bedeutung haben Steiners Konzepte und Visionen für Wissenschaft und Gesellschaft heute?

Diese wichtige Frage beleuchtet ein interdisziplinäres, renommiertes Autorenteam und spannt dabei einen weiten inhaltlichen Bogen, der die biographische Zusammenschau von Steiners Intentionen, den Zusammenhang von Natur- und Geisteswissenschaft, Geist und Materie, kosmische Wirkungen auf Pflanzen, Wechselwirkung von Leib und Seele, Evolutionsbiologie und Freiheit des menschlichen Geistes ebenso umfasst wie Grundfragen der Ästhetik und Sozialgestaltung. Auch ganz praktische, innovative Umsetzungen der Ideen Steiners wie Rhythmus und Gesundheit, die Waldorfpädagogik, die Erneuerung des Hochschulwesens und vieles andere mehr wird thematisiert. Eine anregende, Geist und Seele gleichermaßen ansprechende Lektüre für einen welt-offenen Leserkreis mit Interesse an interdisziplinären, integrativen, natur- und geisteswissenschaftlichen Fragestellungen sowie an der menschen- und naturgemäßen Weiterentwicklung unserer heutigen, in Krisen geratenen Zivilisation.



Univ.-Prof. Dr. med. Peter Heusser, MME

Schweizer Facharzt für Allgemeinmedizin und Anthroposophische Medizin. Langjährige Praxis-, Lehr- und Forschungserfahrung in Integrativer und Anthroposophischer Medizin, u.a. als Dozent für Anthroposophische Medizin an der Eugen-Kolisko-Akademie in Stuttgart und an der Universität Bern sowie als Experte für Komplementärmedizin für die schweizerischen Bundesbehörden. Seit 2009 Inhaber des Gerhard-Kienle-Lehrstuhls für Medizintechnik, Integrative und Anthroposophische Medizin an der Fakultät für Gesundheit der Universität Witten/Herdecke.



Dr. med. univ. Johannes Weinzirl

Medizinstudium in Wien, Ausbildung in Anthroposophischer Medizin, u.a. an der Ita Wegman Klinik in Arlesheim und der Eugen-Kolisko-Akademie in Stuttgart. Seit 2012 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Gerhard-Kienle-Lehrstuhl für Medizintechnik, Integrative und Anthroposophische Medizin an der Universität Witten/Herdecke.



7 Kosmische Rhythmen in der Pflanzenwelt – am Beispiel mondbezogener Traditionen und Phänomene¹

Ernst Zürcher

Einleitung

In den Vorträgen, die als Grundstein für die biologisch-dynamische Landbaumethode gelten, stellt Rudolf Steiner (1924) die Pflanze als Wesen dar, welches sich zwischen terrestrischen und kosmischen Bedingungen entfaltet, indem er zur Sonne auch die anderen Himmelskörper (Mond, Planeten und Fixsterne) und ihre relativen Bewegungen hinzurechnet. Wenige Jahre vorher hatte er im Kurs über »Das Verhältnis der verschiedenen naturwissenschaftlichen Gebiete zur Astronomie« (Steiner 1921) darauf aufmerksam gemacht, wie *jede lebende Zelle* in ihrem Inneren eng verbunden ist mit den entferntesten Erscheinungen und Abläufen des *astronomischen Umlaufes*. Träger für die nicht näher definierten »Kräfte« sind bestimmte mineralische Elemente, organische Substanzen, aber auch das Wasser in einer zentralen Rolle. In beiden Vortragszyklen weist Steiner darauf hin, wie frühere Kulturen noch ein konkretes Verständnis hatten für solche Beziehungen, allerdings auf »alte instinktive« Art.

Ein paar aussagekräftige Zitate mögen dies verdeutlichen:

» Jede Zelle in ihrer Kugelform ist nichts anderes als eine Nachbildung der Form des ganzen Kosmos. Und das Gerüst darin, jede Linie, die da im Gerüst gezogen ist, ist abhängig von den Strukturverhältnissen des ganzen Kosmos. «
(Steiner 1921, S. 16 f.)

» Am Pflanzenwachstum ist der ganze Himmel mit seinen Sternen beteiligt. « (Steiner 1924, S. 22)

» Es ist daher schon von Bedeutung, wenn einer einen Eichbaum pflanzen will und er sich gut versteht auf Marsperioden. [...] Oder haben Sie Anlagen von Nadelholzwäldern, wo die Saturnkräfte eine so große Rolle spielen, wird ganz Anderes entstehen, wenn man in einer sogenannten Aufgangsperiode des Saturn oder in einer anderen Periode den Nadelwald anpflanzt. « (Steiner 1924, S. 40 f.)

» Das Wasser birgt vieles andere noch als bloß dasjenige, was dann chemisch als Sauerstoff und Wasserstoff erscheint. Wasser ist im eminentesten Sinne dazu geeignet, denjenigen Kräften, die zum Beispiel vom Monde kommen, die Wege zu weisen im Erdenbereiche, so dass das Wasser die Verteilung der Mondenkräfte im Erdenbereiche bewirkt. Zwischen Mond und Wasser auf der Erde besteht eine gewisse Art von Zusammenhang. « (Steiner 1924, S. 38)

¹ Erweiterter Beitrag nach Zürcher 2008.

» Die Sternkunde, die man heute hat, dient ja nur noch als mathematische Orientierung. Zu sonst anderem kann sie ja eigentlich nicht mehr gebraucht werden. Aber das war nicht die Sternkunde zu allen Zeiten, sondern man hat schon gesehen in den Sternen etwas, wonach man sich für das irdische Leben und Treiben und Arbeiten richten konnte. Diese Wissenschaft ist nun ganz und gar verlorengegangen. « (Steiner 1924, S. 163)

» Als ganz junger Mensch [habe ich] die Idee gehabt [...], eine sogenannte Bauernphilosophie zu schreiben, das Begriffsleben der Bauern in allen Dingen, von denen sie berührt werden, zu verzeichnen. [...] Es würde eine subtile Weisheit herausgekommen sein, eine Philosophie, die geradezu grandios sich über Intimitäten des Naturlebens ergeht, schon in der Wortbildung. [...] Eine solche Bauernphilosophie zu schreiben, heute ist es nicht mehr möglich; in unserer Zeit haben sich die Dinge meist gänzlich verloren. « (Steiner 1924, S. 115 f.)

Hier liegt eine knappe Auswahl von Aussagen über das Verhältnis der Pflanze zum Kosmos vor, die heute noch oft weit entfernt sind von den geläufigen wissenschaftlichen Vorstellungen. Steiner erwähnt auch, wie der Mensch der Vergangenheit darin einen praktisch umsetzbaren Einblick gewonnen hatte, den es heute im Sinn einer Begegnung der Disziplinen wieder zu erweitern gilt.

Die folgende Darstellung soll einen Überblick vermitteln von inzwischen erfolgten wissenschaftlichen Arbeiten zum Themenkreis »Pflanzen und Mond«, welcher allerdings nur einen Teilbereich des Gesamtzusammenhangs betrifft. Diese Arbeiten sind Hinweise – manchmal vermögen sie auf ihre Weise punktuell zu belegen – dass die Ansätze von Rudolf Steiner sich auf *reale, wissenschaftlich beobachtbare Phänomene* beziehen. Es wird dadurch jedoch deutlich, dass die Verhältnisse oft komplizierter sind als zunächst erwartet. Interessant ist die Tatsache, dass im Laufe mancher dieser

Forschungen neue, unerwartete Phänomene hervorgetreten sind, wovon auch Rudolf Steiner nicht gesprochen hatte.

Ein Zusammentreffen von Wissenschaft und Tradition

Anlässlich der Jahresversammlung der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft in Luzern, abgehalten 1834, konnte der (ursprünglich deutsche) Geologe Jean de Charpentier – ein Verfechter der modernen Eiszeit-Theorie – die Resultate seiner Arbeiten präsentieren. Auf dem Weg zu dieser gelehrten Gesellschaft kam er, unweit des Brünigpasses, ins Gespräch mit einem Waldarbeiter aus Meiringen. Als dieser sah, dass der Fremde einen Granitblock, der neben dem Weg lag, inspizierte, sagte er ihm: »Solche Steine hat es viele hier oben; aber sie kommen von weit her, von der Grimsel; denn es ist Geissberger, und die Berge hier sind es nicht.« Auf die Frage, auf welche Weise die Steine bis hierher gelangten, antwortete der Bergler ohne zu zögern: »Der Gletscher von der Grimsel hat sie hergeführt; denn dieser reichte einst bis zu der Stadt Bern; das Wasser hätte sich nicht hier oben, so hoch über dem Tal, ablagern können.« Was für ein Zusammentreffen! Der berühmte Professor, mit seinem Vortrag über die Gletschertheorie in seiner Tasche, hört Ansichten mit größter Selbstverständlichkeit, von einem namenlos gebliebenen Holzer ausgesprochen, über die sich die Gelehrten noch einige Jahre streiten, bis sie zum anerkannten Wissensgut der Welt gehören werden (Gerber u. Schmalz 1948).

Wachstum der Bäume und Eigenschaften des Holzes: Rhythmen und Bräuche

Die meisten organischen Prozesse und die daraus entstehenden Strukturen weisen einen rhythmischen Charakter auf. Somit werden die Bäume charakterisiert durch ein rhythmisches Wachstum, d.h. eine *Alternanz von Aktiv- und Ruhephasen*. Diese Form des Wachstums zeigt sich nicht nur in Gegenden, die verschiedene Jahreszeiten durchlaufen, sondern auch in Gegenden, die praktisch keine Jahreszeiten kennen, wie z.B. bestimmte Gegenden um den Äquator. Rhythmische Veränderungen lassen sich bei praktisch allen Stadien der Entwicklung beobachten, von der Keimung bis zu der Bildung der Samen. Dieser systematische Wechsel von aktiven Phasen zu Ruhephasen zeigt sich auch in der Morphologie der Triebe oder der Gestaltung der Krone, und – aus anatomischer Sicht – in der Anordnung und der Struktur der Wachstumsringe (Jahresringe).

Es stellt sich die Frage nach der Entstehung dieser Rhythmen: Handelt es sich einfach um eine Wechselwirkung der täglichen und saisonalen Sonnenbewegungen und der endogenen »Mechanismen«, die den Organismen eigen sind? Könnte es sich auch um andere Verbindungsformen der Pflanzen mit den Bewegungen der Gestirne, insbesondere des Mondes, handeln?

Um überleben zu können, musste sich der Mensch als *heterotrophes Wesen* (er benutzt die Materie anderer Organismen als Nahrung) immer über den *rhythmischen Charakter der Pflanzen* im Klaren sein. Wenn man sich Werke anschaut, die sich mit den traditionellen Bräuchen und den Bauernregeln befassen, wenn man die Werke von Autoren der Antike liest, wie z.B. Hesiod, einem griechischen Schriftsteller

aus dem 8. Jahrhundert vor Christus, dem Autor des epischen Lehrgedichtes »Werke und Tage«, oder wenn man mit Gärtnern, Bauern, Waldarbeitern oder Holzverarbeitern über ihre empirischen Erfahrungen spricht, stößt man auf zwei Feststellungen:

- Neben den saisonalen Rhythmen, welche geozentrisch gesehen vom Lauf der *Sonne* verursacht werden, bezeichnen diese Quellen und Personen systematisch die *Mondzyklen* als weiteren Einflussfaktor auf das Wachstum, die Struktur, die Eigenschaften und sogar auf einige Qualitäten der Pflanzen.
- Die Äußerungen zu diesem Thema stimmen sehr oft überein, trotz der zeitlichen und geographischen Distanz ihrer Autoren.

Die zweite Feststellung scheint auf *objektive Tatsachen* hinzudeuten. So stimmen die allgemeinen Fällregeln für Bäume überein, weil sie den Mondfaktor sowohl in den Alpen wie auch im Nahen Osten, in Indien, in Sri Lanka, in Brasilien oder in Guyana, in Korea oder in Finnland erwähnen. All diese Traditionen beruhen scheinbar auf ähnlichen Beobachtungen: So wird z.B. die Periode des abnehmenden Mondes oder des Neumondes als geeigneter Fällzeitpunkt betrachtet für Bäume, die ein Bauholz liefern sollen, welches haltbarer und widerstandsfähiger gegen Insekten- und Pilzbefall ist. Eine »Phytopraktik« aus Zentralamerika bezeichnet ihrerseits die Zeit des abnehmenden Mondes als optimale Pflanzzeit für Stecklinge.

Zu diesem Thema muss man die Tatsache erwähnen, dass sich der Mensch in früheren Zeiten unmittelbarer, länger und bedächtiger der Beobachtung widmen konnte. Da die Lebensumstände früher härter waren als heute, waren diese Beobachtungen für den Menschen sicher überlebenswichtig.

tig. Früher stand zwischen dem Menschen und seinem Werkstück weder eine Maschine noch ein automatischer Arbeitsprozess, was ihm vermutlich erlaubte, seine *qualitativen Wahrnehmungen bis ins Extreme zu verfeinern*.

In die präzisen und objektiven Beobachtungen wird sich wahrscheinlich oft ein Teil Aberglauben gemischt haben infolge einer blinden Übernahme traditioneller Regeln. Der Übergang von der mündlichen zur schriftlichen Überlieferung barg sicherlich ebenfalls die Gefahr von Vereinfachungen, Verdrehungen und Verfälschungen.

Drei Typen von forstlichen Regeln

Für die Bestimmung des »richtigen Fällzeitpunktes«, sind in historischen Schriften oder in aktuellen mündlichen Überlieferungen drei verschiedene Typen von Regeln festzustellen:

■ Synodischer Mondrhythmus

Dieser Rhythmus, dessen Periode 29,531 Tage umfasst, bezeichnet die Regeln nach den »Mondphasen«. Er misst den Übergang des Neumondes bis zum Vollmond (zunehmende Phase) und das Wiedererreichen des nächsten Neumondes (abnehmende Phase) (Abb. 7-1). Auf der täglichen Zeitebene kann man den Rhythmus in den Gezeiten des

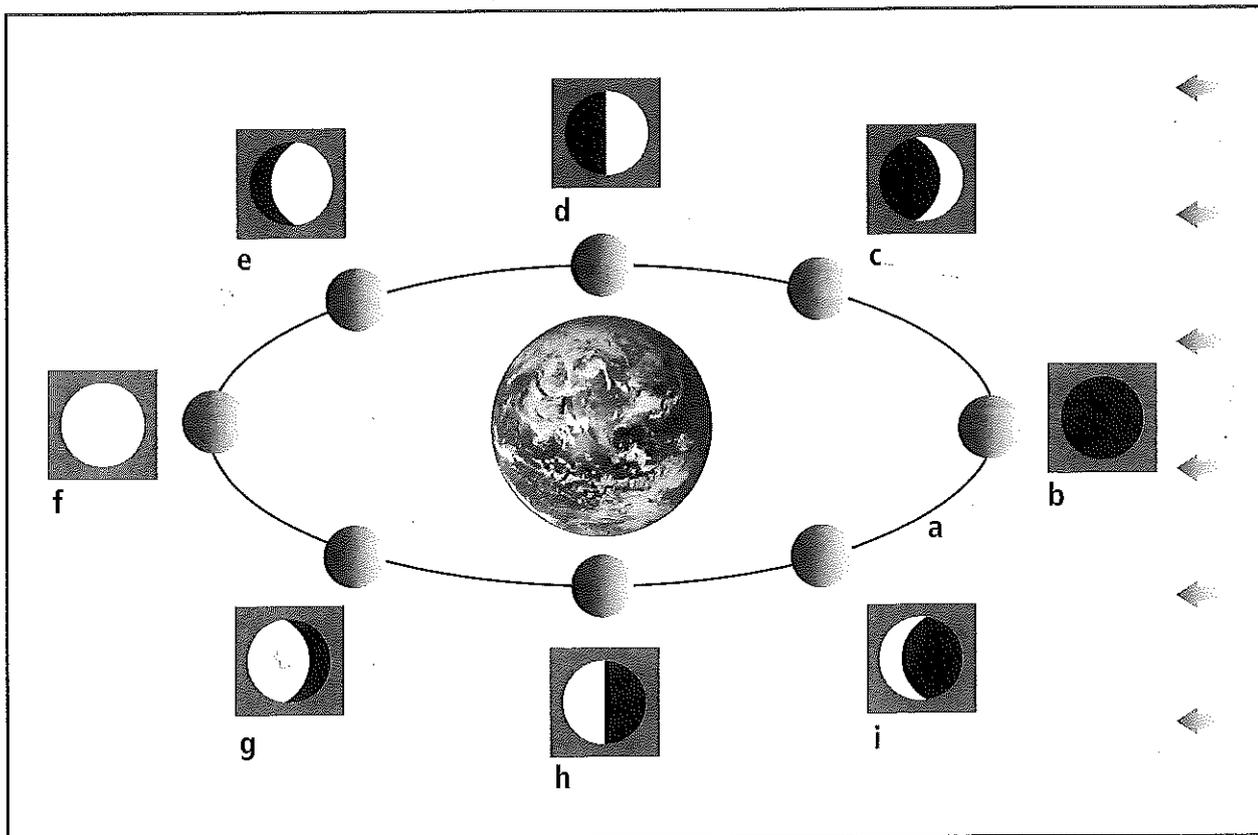


Abb. 7-1 Mondphasen, dem synodischen Rhythmus entsprechend, mit einer Periode von 29,5 Tagen: a Mondbahn um die Erde für einen Beobachter des Erd-Mond-Systems, von einem Punkt aus weit entfernt über dem Erd-Nordpol; b Neumond,

von der Erde aus gesehen; c zunehmende Sichel; d erstes Viertel; e zunehmender Dreiviertelmond; f Vollmond; g abnehmender Dreiviertelmond; h letztes Viertel; i abnehmende Sichel.

Meeres erkennen, deren wichtigste Periode 24,8 Stunden hat; doch die Gezeiten werden selten in der Forstliteratur erwähnt. Der einzige aktuell bekannte Fall betrifft den Schnitt des Bambus *Phyllostachys aurea* am Äquator: Um den Zeitpunkt der Ebbe zu bestimmen, der für die Konservierung des Bambus günstig sein soll, schneiden die Bauern im Landesinneren eine »Wasserlinie« ab, welche im richtigen Zeitpunkt (der Ebbe) kein Wasser absondert (Moran Ubi- dia 2003).

■ Tropischer Mondrhythmus

Hierzu gehören die Regeln gemäß dem Zyklus des »aufsteigenden Mondes« und des »absteigenden Mondes« in Bezug zum Horizont der Erde. Dieser Rhythmus, welcher für den Beobachter weniger sichtbar ist, betrifft die Höhe der Umlaufbahn des Mondes im Verhältnis zum Horizont. Diese Bahn variiert auf systematische Art: Mit 13 oder 14 jährlichen Wiederholungen nimmt die Höhe der Umlaufbahn während 13 oder 14 Tagen zu. Diese Tendenz kehrt sich in der zweiten Hälfte des tropischen Monats um, dessen Periode 27,32158 Tage umfasst. Eine Verwechslung ist hier möglich: Der Ausdruck »aufsteigender/absteigender Mond« wird manchmal für den »zunehmenden/abnehmenden Mond« gebraucht, jedoch unterscheiden sich die Zeiträume der beiden Zyklen um 2,21 Tage. Diese beiden Rhythmen fallen immer Ende Dezember zusammen, der Vollmond oder der Neumond findet bei der höchsten respektive der niedrigsten Position der tropischen Umlaufbahn statt.

■ Siderischer Mondrhythmus

Der siderische Rhythmus umfasst die Regeln gemäß den Konstellationen oder »Tierkreiszeichen«, in denen sich der Mond befindet. Auch dieser dritten Ebene wird eine

Beeinflussung zugeschrieben, welche seit jeher erwähnt wird; gewisse diesbezügliche Dokumente, wie die »Manichäischen Handschriften«, gehen bis auf die persische Epoche zurück (Schmidt 1940). Dieser Mondrhythmus, dessen Periode sehr nahe am tropischen Rhythmus liegt, bezieht sich auf die Konstellationen des Tierkreises, vor denen der Mond auf seiner Bahn um die Erde vorbeizieht. Die Wiederkehr in die gleiche Tierkreis-Konstellation erfolgt nach 27,32166 Tagen. Eine Fehlerquelle (durch Verwechslung der »Tierkreis-Konstellationen« mit den »Tierkreiszeichen« der Astrologie) entsteht längerfristig aus der Tatsache, dass die astronomischen Konstellationen, an einem bestimmten Datum des Jahres betrachtet, unmerklich variieren auf Grund der langsamen Kreiselbewegung (Präzession) der Erdachse.

Noch lebende Traditionen

Heute noch gibt es Handwerker, welche beim *Fällen von Holz* mondbezogene Regeln anwenden. Es ist nicht unser Ziel, die verschiedenen, zurzeit sehr beliebten »Mondkalender« zu behandeln, welche viele Anwendungsbereiche auf zu absolute Weise und ohne experimentelle Basis abdecken. Die folgenden Beispiele betreffen Fälle, die dem Autor persönlich bekannt sind, oder werden in wissenschaftlichen Quellen erwähnt. Sie zielen darauf ab, die ganze Vielfalt der Holznutzung aufzuzeigen, bei denen der *Mondfaktor* als wichtig erachtet wird, um *außergewöhnliche Qualitäten und Eigenschaften* zu erhalten. Man muss klar festhalten, dass in den meisten Fällen der Mondfaktor nach den Jahreszeiten nur an zweiter oder sogar dritter Stelle steht. Besonders dem im Winter geschlagenen Holz

wird ein großer Wert beigemessen und dem Standort, d.h. den Wachstumsbedingungen der Bäume. Besonders beliebt sind Bäume, welche in den Bergen in natürlichen Beständen langsam heranwachsen. Manchmal wird erwähnt, dass gewisse Winde am Zeitpunkt des Holzeinschlags, wie z.B. der Föhn in den Alpen, eine negative Wirkung auf bestimmte Holzqualitäten haben sollen.

Konstruktionsholz

Die wichtigsten hier verlangten Eigenschaften sind die *mechanischen Festigkeiten* (in Bezug auf Druck-, Zug- und Biegebelastung) und die *Resistenz gegen Pilz- und Insektenbefall*. Eine französische Regel besagt: »Bois tendre en cours, bois dur en décours«; d.h., weiches Holz soll man bei zunehmendem, und Hartholz bei abnehmendem Mond fällen. Alternativ kann diese Regel wie folgt interpretiert werden: »Bei Zunahme wird gefälltes Holz weich, bei Abnahme hart.«

Schindeln

Es handelt sich hier um Brettchen in verschiedenen Größen, welche wie Dachziegel zur Dachdeckung oder als Fassadenverkleidung eingesetzt werden. Dadurch sind diese Holzschindeln extrem der *Witterung* ausgesetzt und von *Fäulnis* bedroht. Die Holzarten, welche erfahrungsgemäß für Schindeln geeignet sind, sind die Eiche, die Kastanie und die Lärche. Ebenfalls zu erwähnen sind die Fichte und die Tanne, welche gewisse Schindelmacher bei bestimmten Mondphasen fällen, um Schindeln zu erhalten, die nach dem Regen rasch trocknen.

Kamine

In gewissen Gebieten in Mitteleuropa wurde Holz sogar zum Bau von Kaminen eingesetzt, welche auch zum Räuchern von Fleisch benutzt wurden. Um *schwer entflammbares Holz* zu erhalten, wurden Bäume nach den entsprechenden »Mondregeln« geschlagen.

Brennholz

Eine Regel von Olivier de Serres (1600) rät: »Der Stand des Mondes ist wichtig; bei zunehmendem Mond soll man das Brennholz fällen, bei abnehmendem Mond das Bauholz.« Dieser Empfehlung wird heute zum Beispiel im Jura immer noch Folge geleistet. In diesem Fall geht es eher um das Erlangen von *guter Brennbarkeit* (ein thermischer Abbauvorgang), als um eine lange Lebensdauer oder Widerstandskraft gegen Schädlinge.

Resonanzholz

Die höchste Wertschöpfung durch handwerkliches Können erhält das Holz als Resonanzholz für den Bau von *Geigen, Gitarren* und *Klavieren*. Das Bestimmen des richtigen Fällzeitpunktes in Bezug auf den Mondstand bildet eines der Geheimnisse der Kunst einzelner Geigenbauer.

Fässer

Die Handwerker haben festgestellt, dass das Erhalten von *undurchlässigen Eichendauben* nur zu bestimmten Jahreszeiten und bei bestimmten Mondphasen möglich ist.

Bambus

Weit verbreitete Traditionen in Südamerika (Kolumbien, Ecuador, Brasilien) wie auch in Indien, berufen sich auf den Mondkalender für das Schneiden des Bambus (es sind eigentlich keine Bäume, sondern Riesengräser). Der Bambus soll dadurch *widerstandsfähiger* gegen schädliche Insekten sein.

Flößen

Mehrere unabhängige, traditionelle Quellen erwähnen die Tatsache, dass nicht nur die Eigenschaft des Holzes, sondern auch die Art, wie die Stämme auf den Flüssen treiben, sich je nach Mondperioden unterscheidet.

Herausforderung für die Forschung

Angesichts dieser Traditionen und Praktiken, welche in der Forstwelt entstanden sind (die Landwirtschaft könnte weitere Beispiele liefern), ist auf den ersten Blick unser aktueller Wissensstand erstaunlich limitiert: Die Welt der Wissenschaft sollte sich hier schon längst angesprochen fühlen. Der Forscher steht eigentlich vor der Herausforderung, auf objektive und kritische Art herauszufinden, ob nicht ein Kern Wahrheit in dem »alten Wissen« vorhanden ist, ob nicht reelle Phänomene und Prozesse hinter den Erfahrungen der Praktiker stecken. *Die reellen Tatsachen müssen vom Aberglauben unterschieden werden, um anschließend quantifiziert zu werden.* Man muss bereit sein, einige unserer aktuellen Theorien in Frage zu stellen und zu erweitern. Bei einer vollständigen oder auch nur

partiellen Bestätigung einiger Phänomene würden wir durch einen Schatz bereichert, der durch die jahrtausendealten Kontakte des Menschen mit der Natur entstanden ist. Sehr viele Arbeitshypothesen und Entwicklungsmöglichkeiten würden uns somit geboten. Die Situation ist analog zur pharmazeutischen Forschung, die sich heute auch am Wissen der traditionellen Praktiker orientiert, welches voller spezifischer Besonderheiten ist, mit manchmal erstaunlicher Wirkungskraft.

Eigentlich wurde dieser Schritt bei einjährigen Pflanzen schon mehrmals im Rahmen eines modernen wissenschaftlichen Verfahrens unternommen. Die Forscher stießen dabei manchmal auf unerwartete Weise auf Mondrhythmen. Das *Innovationspotential* bleibt jedoch bei der wissenschaftlichen Gemeinschaft noch abzuschätzen und bei den spezifischen Benutzern noch umzusetzen.

Die Disziplin, welche die zeitbezogenen Strukturen der Organismen untersucht, nennt sich *Chronobiologie*. Sie befasst sich mit allen rhythmischen Erscheinungsformen der Lebensprozesse, was bedeutet, dass außer Mondrhythmen auch Tages- und Jahresrhythmen berücksichtigt werden. Andererseits wird aber ebenso auf der Skala der Stunden und Minuten geforscht (was unser Verdauungssystem betrifft) oder mit Rhythmen von noch höheren Frequenzen (bis zum Niveau der Millisekunde), die wir in unserem Nervensystem antreffen.

Die Chronobiologie hat sich in den letzten fünfzig Jahren beachtlich entwickelt, sie hat sich in verschiedene Richtungen spezialisiert. Die *Chronophysiologie* beschreibt und analysiert die Beschaffenheit der rhythmischen Prozesse der verschiedenen Funktionen des Organismus und die Einwirkung der Umwelteinflüsse auf sie. Die *Chronopharmakologie* analysiert die chronobiolo-

Tab. 7-1 An den synodischen Mondzyklus gebundene Unterrhythmen und weitere Mondrhythmen.

Periode	Rhythmus oder Mondzyklus	Einheit
12,42 Stunden	tidal	halbtägliche Gezeiten
24,0 Stunden	täglich	Tag: Sonnenzyklus als Referenz
24,85 Stunden	bitidal, lundian	Mondtag
7,38 Tage	circaseptan	Mondwoche
14,76 Tage	semilunar	Syzygie (Konjunktion oder Opposition bezüglich der Sonne)
29,53 Tage	lunar, synodisch	Mondwechsel, Mondmonat: Neumond – Vollmond – Neumond
27,32158 Tage	lunar, tropisch	aufsteigender, absteigender Mond
27,32166 Tage	lunar, siderisch	Position in Tierkreisconstellationen
27,55 Tage	lunar, anomalistisch	elliptische Mondbahn

gischen Wirkungen von Medikamenten. In der modernen Medizin kennt man unter anderem auch die Chronopathologie, die Chronotoxikologie, die Chronotherapie und die Chronohygiene.

Der wichtigste, synodische Mondzyklus unterteilt sich in *Unterrhythmen*, welche an das Phänomen der Gezeiten gebunden sind und von der täglichen Erdrotation abhängen, kombiniert mit dem monatlichen Mondumlauf um die Erde. Sie sind in Tabelle 7-1 zusammengestellt.

Die Mondrhythmen in der Biologie: eine Übersicht

Endres und Schad (1997) stellen in detaillierter Weise dar, wie *Mondperiodizitäten* bei den einjährigen Pflanzen, in der Biologie der Tiere und des Menschen als *reale Phänomene* ablaufen. Eine Reihe von mehr

als 600 Arten, hauptsächlich Tiere, zeigen diesen Rhythmustyp auf, was empirisch nachgeprüft und in der wissenschaftlichen Literatur publiziert wurde. Dadurch wird die Komplexität der implizierten chronobiologischen Phänomene veranschaulicht und die Frage der eigentlichen Natur der Zeit gestellt. Engelmann zitiert in »Rhythms of Life« (2004) die Arbeiten von Pearse (1990) und von Palmer (1995) als gute Referenzen zu den gezeitengebundenen Rhythmen, womit auch zweiwöchige und monatliche Perioden gebunden sind.

Während sich bei den Blaualgen (Cyanophyceae) kein periodischer Mondrhythmus aufzeigen lässt, was wahrscheinlich auf ihren zu kurzen Lebenszyklus zurückzuführen ist, sind bis 1996 45 Arten der Thallophyten (niedere Pflanzen ohne Spross, Wurzeln und Blätter) und 40 Arten der höheren Blütenpflanzen (Angiospermen) in diesem Zusammenhang erfasst worden.

Alle eukaryotischen Zellen und Organismen oszillieren üblicherweise, dank ihrer inneren Uhr, zwischen exogenen und endogenen Faktoren, basierend auf den Wechselwirkungen zwischen Kern und Zytoplasma. Im Jahre 1938 entdeckte Bracher, dass im Schlamm an der Ostküste von England der geißelte Einzeller *Euglenia limosa* nicht nur tägliche oder circadiane Wanderungen unternimmt, sondern sich auch nach einem Mondrhythmus mit einer Periode von 24,8 Stunden bewegt. Das erlaubt ihm, nur tagsüber und bei Ebbe an der Oberfläche zu erscheinen. Dieser einzellige Organismus besitzt einen echten Kern und kann sich dank seiner Geißeln bewegen – Bewegungsmöglichkeit gilt als tierisches Merkmal. *Euglenia* verfügt über eine Chlorophyllassimilation – ein Pflanzenmerkmal – besitzt jedoch einen lichtempfindlichen Photorezeptor (manchmal als Augenfleck bezeichnet). Dies stellt die Tatsache in den Vordergrund, dass *der rhythmische Mondfaktor und der photoperiodische Sonnenfaktor zusammen ein Kontinuum bilden*, welches eine Vielzahl von Lebewesen umfasst, sowohl pflanzliche wie auch tierische.

Mondperiodizitäten bei der Keimung, dem Wachstum und der Frucht- und Samenbildung von einjährigen Pflanzen

Die ersten, nach wissenschaftlichen Kriterien geführten Untersuchungen wurden von Elizabeth Semmens (1923) durchgeführt. Diese wurden 1947 in der Zeitschrift »Nature« noch präzisiert. Die Forscherin er-

wähnt eine starke *Beschleunigung der Keimung* von Senfsamen (*Sinapis sp.*) unter dem direkten Effekt des Mondlichtes. Auf experimentelle Art stellte sie dieses Phänomen in Zusammenhang mit der polarisierten Natur dieses Lichtes (als reflektiertes Sonnenlicht), mit einer stärkeren *Polarisation* an bestimmten Momenten des Zyklus. Dieser Lichttypus verstärkt den Abbauvorgang der Stärkekörner durch Diastase, ein Enzym, welches durch Hydrolyse diese Reservesubstanz mobilisiert.

Mit Hilfe von sehr vollständigen Laborexperimenten, ausgeführt zwischen 1927 und 1935, stellte Lili Kolisko *Variationen des Wachstums* verschiedener Pflanzen im Zusammenhang mit dem synodischen Mondrhythmus dar. Gemüse- und Blumensamen wie Lattich (*Lactuca sativa*), Weißkohl (*Brassica oleracea*), Lauch (*Allium porrum*), Tomaten (*Lycopersicon esculentum*), Erbsen (*Pisum sativum*), Bohnen (*Phaseolus vulgaris*), Liebstöckel (*Levisticum officinale*), Schafgarbe (*Achillea millefolium*), Melisse (*Melissa officinalis*), Eisenhut (*Aconitum napellus*) sowie Getreidesamen wie Mais (*Zea mays*), Weizen (*Triticum sp.*), Hafer (*Avena sativa*) und Gerste (*Hordeum vulgare*), zwei Tage vor dem Vollmond gesät, keimten besser aus, wiesen ein stärkeres Wachstum auf, hatten zahlreichere Blüten und lieferten eine größere Ernte als die Samen, welche zwei Tage vor Neumond gesät wurden. Gewisse Serien des Experiments zeigten einen abrupten Wandel auf, wenn man von der idealen Periode, ungefähr zwei Tage vor Vollmond, zum exakten Tag des Vollmondes kam. Dies zeigt eine Form von *Phasenverschiebung* zwischen der sichtbaren Laufbahn unseres Satelliten und dem Effekt auf die Keimung. Kolisko arbeitete mit einem sehr homogenen Material und folgte bei der Auswahl der Daten den Empfehlungen von Rudolf Steiner, Erfinder der biodynamischen

schen Landwirtschaftsmethode, welche seit mehr als achtzig Jahren mit wachsendem Erfolg praktiziert wird. (Steiner 1924).

Es wurde offensichtlich, dass die *exakte Mondphase bei der Aussaat* eine wichtige Rolle spielt für die Gesamtheit des pflanzlichen Zyklus, die sich über Keimung, Wachstum, Blüten-, Frucht- und Samenbildung erstreckt. Diese Rolle ergänzt jene der *Jahreszeit*, welche der astronomischen Verbindung zwischen der Erde und der Sonne entspricht.

Diese Periodizitäten wurden bei verschiedenen Gelegenheiten bestätigt, aber auch *differenziert*, zum Beispiel durch Voegelé (1930), mit mehreren im Freiland getesteten Getreidearten. Die größte Differenz zeigte sich zwischen den Aussaaten, die zwei bis fünf Tage vor dem Vollmond erfolgten, und jenen, die zwei bis drei Tage nach dem Vollmond durchgeführt wurden.

Die Wiederaufnahme der Aussaatversuche nach Kolisko war das Werk von Popp (1933), der diese mit verschiedenen Sorten von Kartoffeln (*Solanum tuberosum*), Bohnen, Mais und Schalotten (*Allium ascalonicum*) vornahm. Die Kartoffeln, welche im letzten Viertel und bei Neumond gepflanzt wurden, ergaben höhere Erträge, während die Schalotten des ersten und letzten Viertels die besten Ernten brachten. Der Autor erklärte trotz allem, dass der Mondeinfluss »höchst unwahrscheinlich« sei, obwohl methodische Mängel eingeräumt wurden. Dies lässt erkennen, welche verzerrende Rolle Vorurteile bei der Erforschung dieses Themas haben können. Bei einem späteren Experiment stellt Popp (1936, 1937) wiederum ausgeprägte Unterschiede beim Mais fest, jedoch sind dieses Mal die erhaltenen Resultate den Ergebnissen von Kolisko entgegengesetzt.

Hingegen erhielt Opitz (1936) eine übertragende Gerstenernte von Aussaaten bei zu-

nehmendem Mond im Vergleich zu denen, die bei abnehmendem Mond ausgesät wurden. Die Vergleichsdaten lagen nur einen Tag auseinander. Ein analoges Resultat wurde von Breda (1960) mit Roggen (*Secale cereale*), erzielt: Die Analyse mit Hilfe von beweglichen Mittelwerten zeigte eine größere Ernte bei der Aussaat, die bei Vollmond erfolgte, im Gegensatz zu der Aussaat bei Neumond.

Die systematischen, sich über lange Zeiträume erstreckenden Versuche von Maria Thun erlauben, anhand der gewonnenen Erfahrungen die Stimulierung bzw. den *Wachstumsstil der Pflanzen* in vier verschiedene Typen einzuordnen – Wurzel, Stiel, Blatt, Blüte/Frucht – als Funktion der Mondposition in den Tierkreisconstellationen (was dem siderischen Zyklus entspricht) während der Aussaat. Ihre persönlichen Resultate, die leider nicht nach konventionellen wissenschaftlichen Kriterien vorliegen, brachten die Forscherin dazu, jährlich einen »Aussaatkalender« mit der Angabe von »Aussaatagen« herauszugeben. Abele (1973, 1975) verifizierte – mit Karotten, Sommergerste, Hafer und Radieschen – den Ansatz von Maria Thun und bestätigte teilweise die hier erwähnte Differenzierung.

Spiess (1994) belegt statistisch, nach Feldversuchen über eine Dauer von fünf, teilweise sechs Jahren, die Relevanz von Mondvariationen im Falle von einjährigen Kulturpflanzen, nämlich Winterroggen, Radieschen, Karotten, Kartoffeln, Bohnen und Senf. In diesem Zusammenhang bringt er vier interessante *spezifische Besonderheiten* ans Licht.

■ Anomalistischer Umlauf

Ein Variationsrhythmus, welcher in der mündlichen, traditionellen Überlieferung kaum erwähnt wird, spielt ebenfalls eine Rolle. Dieser Rhythmus ist gebunden an

den anomalistischen Umlauf mit einer Periode von 27,6 Tagen, bedingt durch die elliptische und exzentrische Umlaufbahn des Mondes. Demzufolge passiert der Mond abwechselnd und mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten den erdnächsten Punkt auf seiner Bahn um die Erde (Perigäum) und anschließend den erdfernten Punkt auf seiner Umlaufbahn (Apogäum). Für alle getesteten Arten zeigten die Aussaaten während der Periode des Perigäums – im Vergleich zu den anderen Perioden der Aussaat – eine signifikant positive Reaktion, wenn der saisonale Effekt (*annual trend*) vorerst mathematisch eliminiert wurde.

■ Synodischer Rhythmus

Ein synodischer Rhythmus (Mondphasen) zeigt sich bei allen untersuchten Arten, mit einem ausgeprägten Unterschied zwischen der Phase des zunehmenden und der Phase des abnehmenden Mondes. In welchem Sinn dieser Unterschied vorliegt, ist jedoch *artspezifisch* begründet: Während die drei Tage vor Vollmond ausgesäte Karotte einen maximalen Ertrag bringt, ist die Ernte von Kartoffeln, welche zwischen dem ersten Viertel und dem Vollmond gepflanzt wurden, minimal. Dies bestätigt die Resultate von Kolisko für die Karotte und jene von Popp (1933) für die Kartoffel.

■ Tropischer Rhythmus

Der tropische Rhythmus, der abwechselnd die Mondbahn über dem Horizont aufsteigen und absteigen lässt, beeinflusst *nur bestimmte Arten*: Die Bohne ist die sensibelste (mit einer maximalen Anzahl von Schoten bei einer Aussaat während der Kulmination – der Mond in der Konstellation der Zwillinge), gefolgt von dem Radieschen und der Karotte.

■ Siderischer Rhythmus

In Bezug auf den siderischen Rhythmus werden beträchtliche *Unterschiede bei der Ernte* festgestellt, gemäß den zwölf Positionen des Mondes in den Tierkreiszeichen. Spiess hebt jedoch hervor, dass diese Differenzen auch durch die drei ersten genannten Rhythmen erklärt werden könnten. Die von Maria Thun durchgeführte Zusammenstellung in vier Wachstumstypen gemäß den Tierkreiszeichen kann nach Spiess mit der gewählten Methode nicht unmittelbar bestätigt werden. Diese spezifische Analyse wurde jedoch in der Folge von Kollerstrom und Staudenmaier (2001) mit einem positiven Resultat durchgeführt, verbunden mit einer Neuinterpretation der experimentellen Daten von Spiess.

Auf analoge Weise zeigen die Versuche von Fritz (1994) eine schnellere Keimung von Radieschen, die zwei Tage vor Vollmond ausgesät wurden (synodischer Rhythmus). Durch den Gebrauch von transparenten und undurchsichtigen Glasscheiben, welche er auf die Aussaaten legte, konnte der Autor statistisch eine Wirkung des Mondlichtes auf die Entwicklung der Blattoberfläche und auf das Stiel-Wurzel-Verhältnis hervorheben.

In einer fast unbemerkt gebliebenen These illustriert Milton (1974) für den Mais die Komplexität der synodischen Mondvariationen mit Hilfe der Messung der jungen Triebe (Koleoptile) eine Woche nach der Aussaat. Serien von täglichen Aussaaten im Labor heben eine wöchentliche Rhythmizität hervor, die nach Mondvierteln gegliedert ist. Hier kontrastiert das maximale Wachstum vor dem Vollmond einerseits mit dem Minimum, das zwischen dem dritten Viertel und dem Neumond situiert ist, andererseits mit dem Wachstumsminimum exakt zu Beginn des ersten Viertels und

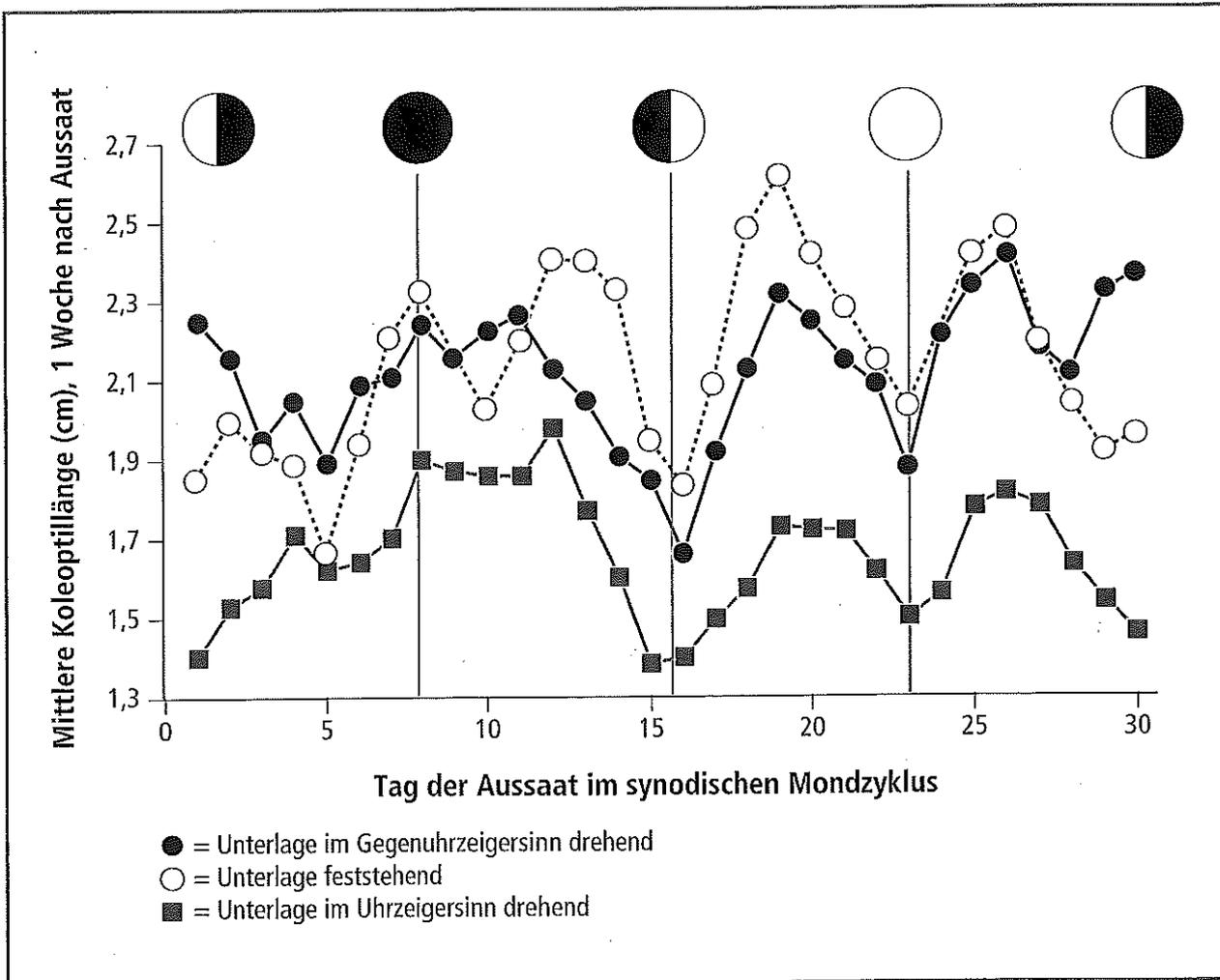


Abb. 7-2 Entwicklung von Mais-Koleoptilen (*Zea mays*), sieben Tage nach Aussaat, dargestellt in Zusammenhang mit den synodischen Mondphasen am Tag der Aussaat. Drei verschiedene experimen-

telte Konfigurationen in der Versuchsperiode Dezember 1972 bis Januar 1974 (mod. nach Milton 1974).

auch bei Vollmond (Abb. 7-2). Diese *systematischen Variationen während kurzer Perioden* würden die offensichtlichen Unterschiede zwischen den Resultaten von Kolisko und Popp in Bezug auf den Mais erklären.

Einige Jahre früher hat Millet (1970) die Komplexität der Chronobiologie von Saubohnen (*Vicia faba*) dargestellt, für welche sich simultan mindestens fünf verschiedene Rhythmen von unterschiedlicher Periode aufzeigen lassen.

Erwähnenswert sind zuletzt für die Gruppe der einjährigen Pflanzen die monatlichen rhythmischen Mondvariationen, welche 1977 von Eliane Graviou entdeckt wurden. Dies kam zum Vorschein bei der Untersuchung des Längenwachstums der Wurzeln von Kresse (*Lepidium sativum*) bei konstanter Temperatur und Dunkelheit im Laufe der ersten 72 Stunden nach der Keimung.

Die Keimung und das Initialwachstum von bestimmten Baumarten

Eine forstliche Baumschule, unter den afrikanischen Tropen (Ruanda) gelegen, bot interessante Bedingungen für Experimente über die Keimung und die erste Wachstumsphase verschiedener Holzarten in Funktion des Mondfaktors. In einer solchen Lage sind die Temperaturen und die Tageslänge weniger dem Wechsel unterworfen als in höheren Breitengraden; Trockenperioden können mit künstlicher Bewässerung kompensiert werden. Die Forschungen fanden während drei Jahren statt: orientierender Vorversuch, Hauptversuch mit 12 Aussaaten à 4 Wiederholungen von je 50 Samen, schlussendlich Kontrollversuche und ergänzende Tests. Die Aussaaten des Hauptversuches erfolgten zwei Tage vor Vollmond, abwechselnd mit Aussaaten zwei Tage vor Neumond unter Bezug auf die bereits erwähnten Versuche von Kolisko (Zürcher 1992).

Für den Musizi (*Maesopsis eminii*), ein afrikanisches Kreuzdorngewächs (Rhamnaceae), welches von Liberia bis Kenia vorkommt, variieren *Keimgeschwindigkeit* und *Keimrate* – wie auch die mittleren und maximalen *Pflanzenhöhen* – in den ersten Monaten nach einem *deutlich rhythmischen Muster*. Die kurz vor Vollmond erfolgten Aussaaten brachten vergleichsweise höhere Werte.

Ein unabhängiger Versuch wurde fünf Jahre später in Westafrika nach der gleichen Methodik durchgeführt. Mit vier Baumarten der Trockenzonen, nämlich *Sclerocarya birrea*, *Adansonia digitata*, *Azelia africana* und *Detarium microcarpum*, wurde diese Rhythmisität für die mittlere Höhe zwei Monate nach der Aussaat ebenfalls

nachgewiesen (Bagnoud 1995). Dieser regelmäßige Wechsel zwischen besseren und schlechteren Pflanzenserien glich sich jedoch progressiv aus und war vier Monate nach Aussaat nicht mehr deutlich.

Bei dieser Art von Versuchen ist es wichtig, die *Aussaatdaten mit großer Präzision auszuwählen*: Nahe bei den geeignetsten Momenten (zwischen dem ersten Viertel und Vollmond) ergab bei einem zusätzlichen Versuch mit *Maesopsis eminii* der exakte Zeitpunkt des Vollmondes Resultate, die schlechter ausfielen als diejenigen der zwei Tage vor Neumond gestarteten Serien. Die gleiche Beobachtung lässt sich auch an den Serien von Milton mit dem Mais gewinnen.

Es ist jedoch *nicht angebracht*, sich eine *schematische Vorstellung der Übereinstimmung von pflanzlichen Rhythmen und Mondzyklen* zu machen. Gewisse Gehölzarten können ein gegensätzliches Verhalten an den Tag legen und positiv auf eine Aussaat vor Neumond reagieren (z.B. *Acacia melanoxylon* und *Sesbania sesban*). Dies erinnert an das Verhalten der Kartoffel bei den Beobachtungen von Popp und später von Spiess, verglichen mit Karotten. Diese ersten positiven Resultate betreffend die Baumarten zeigen trotzdem auf, wie wichtig die Berücksichtigung der »lunaren Chronobiologie« für die Baumschulbewirtschaftung sein kann, wenn man kräftige Pflanzen in großen Mengen produzieren will.

Ein widersprüchlicher, neu überprüfter Versuch

In seiner kurzen Übersicht der damaligen Untersuchungen zu den Mondrhythmen in der Pflanzenwelt äußert Beeson (1946) eine eher skeptische generelle Meinung zum Thema, z.T. gestützt auf die Arbeiten von Rohmeder (1938), welche mit einem sicht-

bar kritischen Vorurteil durchgeführt worden sind. Diese Arbeiten hatten das Ziel, die kürzlich von Kolisko entdeckten mondrhythmischen Phänomene zu testen. Das praktische Experiment wurde auf eine sehr sorgfältige Weise durchgeführt in einem eindrucklichen Umfang. Ausgangsmaterial waren Samen von Fichten (*Picea abies*) aus demselben Lagerbestand (Stock), ausgestattet mit einem hohen Keimungspotential und von einer homogenen Qualität. Während der Jahre 1936 (vier Monate) und 1937 (sieben Monate) wurden in 87 Serien à 1 200 Samen, welches insgesamt 104 400 Samen ergibt, die Keimgeschwindigkeit und die Keimrate nach 7, 10, 14 und 21 Tagen bestimmt. Für die Aussaaten wurden im jeweiligen synodischen Mondmonat 8 Zeitpunkte gewählt: das (astronomische) erste Viertel, der Vollmond, das (astronomische) letzte Viertel und der Neumond sowie (jeweils dazwischen) die zunehmende Sichel, der zunehmende Dreiviertelmond, der abnehmende Dreiviertelmond und die abnehmende Sichel (vgl. Abb. 7-1).

Weil erstens die Streubreite der Variationen für beide Jahre relativ eng war, zweitens der Alterungseffekt des Saatgutes in der langen Serie von 1937 die mondphasenbezogenen Variationen überlagerte und drittens bestimmte Keimratenkurven zum Teil divergierende Abschnitte zeigten, kam der Autor zum definitiven Schluss – ohne Unterstützung durch statistische Analysen (zu jener Zeit noch nicht üblich?) –, dass diese Versuche »keinen Anhalt dafür [liefern], dass der Wechsel der Mondgestalten die Keimung des Fichtensamens beeinflusst«.

Wenn wir heute, mehr als siebenzig Jahre später (Zürcher 2013), eine statistische Varianzanalyse für die gruppierten Daten aus den zwei Versuchsjahren (mit Glättung des Alterungstrends) durchführen, kommen wir zu einem anderen Ergebnis. Wir erhalten

für die *Variation der Keimraten* um den allgemeinen Mittelwert zwar einen effektiv schmalen Streubereich, die Statistik liefert jedoch deutlich *signifikante Unterschiede* (Abb. 7-3). Diese Unterschiede bringen uns zurück zu den Ergebnissen von Kolisko, da u. a. die Keimraten der Fichtenaussaaten vor dem Vollmond jetzt signifikant höher sind – um 2,8 % – als diejenigen, welche vor dem Neumond durchgeführt wurden; außerdem sind sie auch signifikant höher als bei den Aussaaten, welche exakt bei Vollmond, bei der ersten Sichel und am ersten Viertel erfolgten.

Somit finden die Resultate von Kolisko eine späte Bestätigung anhand einer Forstbaumart von erstrangigem Stellenwert. Andererseits ist eine Konvergenz mit *Maesopsis eminii* vorhanden, wo eine abrupte *Abnahme des Initialwachstums* festgestellt wurde für die Aussaaten während des Tages des Vollmondes.

Aussaatsversuch mit Waldföhre/Kiefer

Eine noch zu publizierende Untersuchung über Keimung und Initialwachstum von Waldföhren (*Pinus sylvestris*) im kantonalen Forstgarten Rodels-Realta (Graubünden/Schweiz) zeigt deutliche simultane Parallelitäten sowohl zum synodischen wie auch zum siderischen Mondrhythmus.

Ab März 2004 konnten während dreier Monate 60 sukzessive Aussaaten mit je 4 Wiederholungen in speziell vorbereiteten Saatbeeten durchgeführt werden. Bei der Verschulung der Jungpflanzen (2006) wurden über 1 400 Pflanzen nach Aussaattag und -zeit mit Gewicht, Länge der Wurzel sowie Gesamtlänge erfasst. Deutlich kam ein *synodischer Rhythmus* zum Vorschein von jeweils viermal einer halben Woche (3,7 Tage) besseren Wachstums, gefolgt von

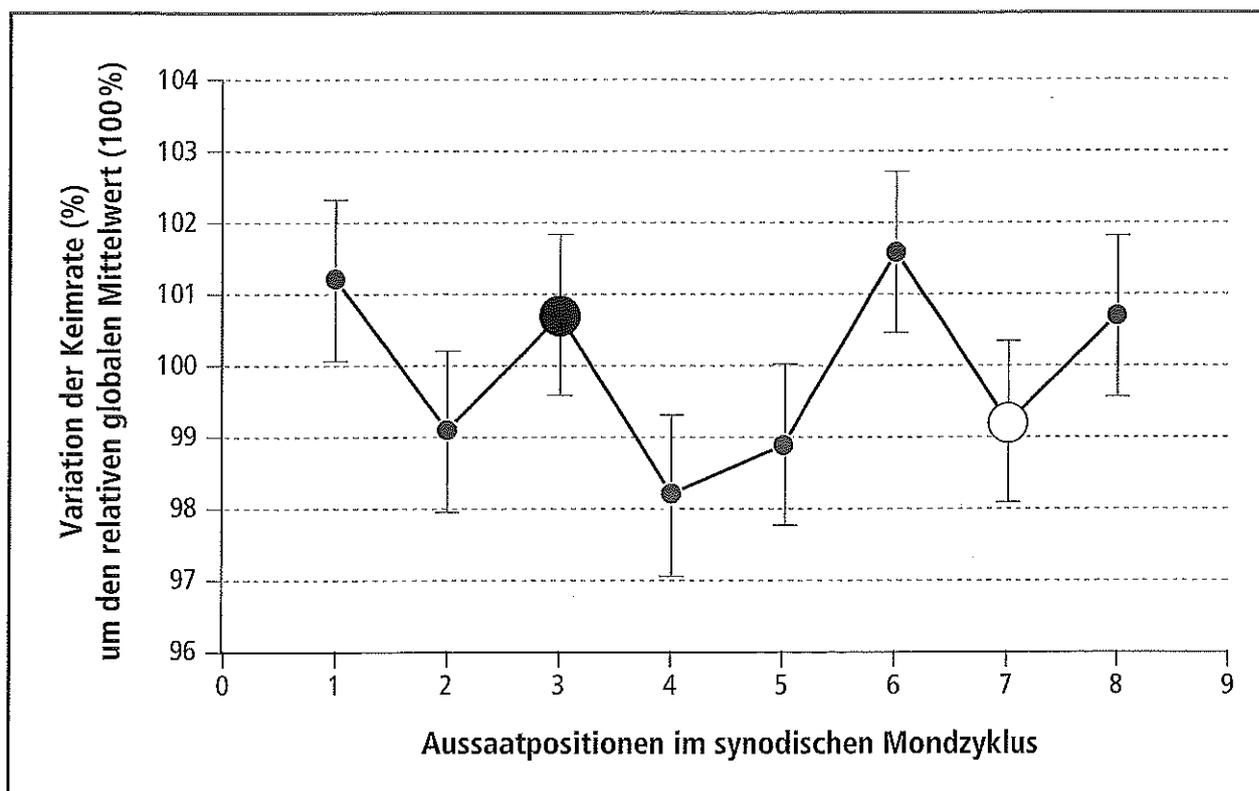


Abb. 7-3 Variation um den globalen Mittelwert der Keimrate von Fichtensamen (*Picea abies*) nach 21 Tagen für Aussaaten, die 1936 und 1937 nach Mondphasen durchgeführt wurden; neu analysiert nach E. Rohmeder (1938). Die vertikalen Segmente um die Mittelwerte entsprechen der 95 %-LSD, der

»least significant difference« (ein Streuungsmaß). Die Aussaat drei Tage vor Vollmond (6) ergibt signifikant höhere Werte als drei Tage vor Neumond (2) und am Tag des Vollmondes (7), am ersten Viertel (5) und drei Tage davor (4).

einer halben Woche verminderten Wachstums. Dieses Resultat stimmt vom Phänomen her mit den Ergebnissen von Milton (1974; s. Abb. 7-2) und teilweise mit den neu ausgewerteten Resultaten von Rohmeder (1938; s. Abb. 7-3) überein. Interessanterweise zeigt auch die auf Seite 181 dargestellte Variation der Wasseraufnahme durch Samen (s. Abb. 7-4) eine synodische Gliederung in vier sukzessive Zu- und Abnahmen.

Auch der *siderische Zyklus*, die von der Erde aus beobachtbare Stellung des Mondes zum (Fix-)Sternhimmel, wurde zu den aufgenommenen Bäumchen in Bezug gesetzt. Dieser Zyklus wird nach den zwölf Tier-

kreisconstellationen eingeteilt, in denen der Mond jeweils am Himmel zu beobachten ist. Traditionell findet gelegentlich auch eine Einteilung in Dreiergruppen (sog. Trigone) nach den klassischen Elementen (Feuer, Erde, Wasser, Luft = Licht) statt. Die *Gruppierung nach den Elementen* ergab, dass sowohl für die Wurzel- wie auch für die Gesamtlänge die Pflanzen von Aussaaten in dem Element Wasser am kleinsten sind, diejenigen aus dem Element Erde oder Luft/Licht am größten.

Mondrhythmen in der Zytologie, Physiologie und Morphologie

Die ermittelten Variationen bei der Keimung, dem Wachstum und der Frucht- und Samenbildung der Pflanzen in Zusammenhang mit den Mondzyklen haben ihren Ursprung in oder sind begleitet von verschiedenen interessanten Phänomenen. Diese werden hier zunächst für die *krautigen Jahrespflanzen* aufgezeigt, auch als vielversprechende, weiterzuentwickelnde Forschungsrichtungen:

- Analysen der *Erbgutsubstanz-DNS* und der mitotischen Aktivität von Kartoffelgewebe, welches im Labor vermehrt wurde (Rossignol et al. 1990, 1998), zeigen *Variationen im Verlauf des synodischen Zyklus* auf. Bei Neumond entwickelt sich eine Struktur der DNS, welche mit einer Ansammlung von Kohlenhydraten in Zusammenhang steht. Bei Vollmond entwickelt sich hingegen eine Struktur, welche dem Wachstum und der Blütenbildung eigen ist. Die *mitotische Aktivität* ist im ersten und im letzten Viertel maximal, alternierend mit den Minima bei Voll- und bei Neumond. In Bezug auf diesen Rhythmus beobachten die Forscher gewisse Typen von Zellen, welche sich »im Kontrapunkt« reproduzieren.
- Verschiedene Algen folgen in ihrer *Reproduktion* Mondperiodizitäten (Endres und Schad 1997), was sich z. B. im Gehalt alginischer Säure bei der Braunalge *Fucus virsoides* ausdrückt (Lausi u. De Cristini 1967). Auf analoge Weise treten bei den Algen *Ecklonia maxima* und *Sargassum heterophyllum* die Maxima von *Cytokininen* – eine Gruppe von pflanzlichen Wachstumshormonen – bei bestimmten Mondphasen auf (Hofmann et al. 1986).
- Bei Pflanzen, die im täglichen Abstand getestet wurden, wie die Bohne *Phaseolus vulgaris*, *Philodendron sagittifolium* oder *Geranium sp.*, erkennt Rounds (1982) eine semilunare Periodizität in der Synthese des Acetylcholins oder des Noradrenalins, welche sich durch ihren Effekt auf den Herzrhythmus der großen amerikanischen Schabe *Periplaneta americana* messen lassen. Diese Beobachtungen illustrieren die Tatsache, dass dem *Erntezeitpunkt von Medizinalpflanzen* ein Einfluss auf ihre *pharmakologische Wirkung* zugeschrieben wird. Einmal mehr wird deutlich, wie gut begründet gewisse traditionelle Praktiken bezüglich der Mondzyklen waren, die in Klöstern beim Anbau solcher Pflanzentypen angewendet wurden.
- Eine Neuinterpretation von alten systematischen Aufzeichnungen der *Blattbewegungen* der Jack- oder Riesenbohne *Canavalia ensiformis*, in konstantem Milieu gehalten – in der Linie der Arbeiten des Begründers der Chronobiologie E. Bünning – erlaubte es P. Barlow, durch Berechnung der entsprechenden gravimetrischen Gezeiten einen klar erkennbaren *tidalen Rhythmus* nachzuweisen (Vorwort zu Klein 2007).
- Die von Graviou 1978 festgestellten Variationen des *Gasaustausches* bei Tomatensamen, welche sich in einem scheinbaren Ruhezustand befanden, wiesen bei konstanten Licht- und Temperaturbedingungen eine maximale Sauerstoffabsorption bei Vollmond sowie bei Neumond auf. Dieses Resultat stimmt überein mit der Entdeckung von Brown und seinen Mitarbeitern (1954, 1955, 1962, 1965), wonach die Kartoffel und die Karotte bei ihrer Atmungstätigkeit einem *synodischen Mondrhythmus* folgen. Hier war der Sauerstoffverbrauch der Karotte im drit-

ten Quartal und bei Neumond maximal, bei Vollmond minimal.

Bei der Kartoffel wird der *monatliche Rhythmus* durch einen *täglichen Mondrhythmus* überlagert: Laboruntersuchungen, welche während zehn Jahren unter konstanten Bedingungen im Dunkeln durchgeführt wurden, zeigen ein Maximum bei Mondaufgang und bei seinem Höchststand, dies jedoch nur von September bis Februar, nicht aber im restlichen Jahr. In der Folge hat Graviou (1978) einen solchen Rhythmus bei der Atmungstätigkeit von Sonnenblumenkernen *Helianthus annuus* gefunden.

- Laborversuche mit der Gartenkresse *Lepidium sativum* L., die während drei Jahren durchgeführt wurden, erlaubten es Maw (1967) aufzuzeigen, dass das Wachstum bei Pflanzen, die in einer *negativ ionisierten Atmosphäre* gehalten werden, sich im Winter bei Neumond beschleunigte und bei Vollmond verlangsamte. Im Sommer jedoch zeigten sich diese Effekte im ersten und im letzten Quartal. Bei einer *positiv ionisierten Atmosphäre* hingegen kann *keine derartige Periodizität* festgestellt werden. Da die verschmutzte Luft in den Städten positiv ionisiert ist – verglichen mit der frischen Waldluft – hat Plaisance (1985) zahlreiche Perspektiven über die wohltuende Wirkung der negativen Ionisierung der Waldatmosphäre für Körper und Geist eröffnet. Vielleicht ist dies durch einen ausgeprägteren Effekt der Mondrhythmen bedingt?
- Es ist wahrscheinlich, dass die rhythmischen Differenzen bei der Geschwindigkeit der Keimung und der Keimrate gebunden sind an *zyklische Variationen der Wasserabsorption* durch die Samen. Dies haben Brown und Chow (1973) auf der Basis von eindrucklichem Testmaterial

(7 931 Serien von 20 Bohnen) gezeigt. Die Tag für Tag während vier Stunden ins Wasser eingelegten Samen nahmen die Flüssigkeit gemäß einem synodischen, circaseptanen Mondzyklus (mit einer Periode von 7,4 Tagen) auf. Bemerkenswert waren die beträchtlichen Unterschiede in der gemessenen Absorption über eine halbe Mondwoche: Sie betragen bis zu 20 %. Dies könnte bedeuten, dass es sich um *Variationen der Eigenschaften des Wassers* handeln könnte, deren Fluktuationen bereits wissenschaftlich entdeckt worden waren. Durch Serien von standardisierten chemischen Reaktionen (Fällungsreaktion von Wismutchlorid), haben Piccardi und Cini (1960) anhand von Arbeiten, die sich über 30 Jahre erstreckten, dieses Phänomen eindeutig aufgezeigt.

- Das Phänomen war bereits von Burkard (1955) verifiziert worden mit dem Aufzeigen der Rolle der *Variationen des atmosphärischen Druckes*, deren Rhythmus bekannterweise von den Mondzyklen bestimmt wird (daher der Ausdruck »atmosphärische Gezeiten«). In der Folge wurden diese Variationen durch De Meyer und Capel-Boute (1987) statistisch analysiert auf der Basis von ausgedehnten ergänzenden Serien. Die Variationen der Wasserabsorption von Samen gemäß synodischen Rhythmen konnten durch Innamorati und Signorini (1980) bestätigt werden, ebenso durch Spruyt et al. (1987), wobei noch eine eindruckliche *saisonale Variation* auftauchte. Seltsamerweise erhalten die zuletzt genannten Autoren auf der Basis von 25 Mondzyklen (über 2 Jahre) mit täglichen Eintauchtests bei konstanten Laborbedingungen zwar ebenfalls einen »circaseptanen« Mondrhythmus, jedoch im Vergleich zu jenem von Brown und Chow (1973) leicht phasenverschoben (Abb. 7-4).

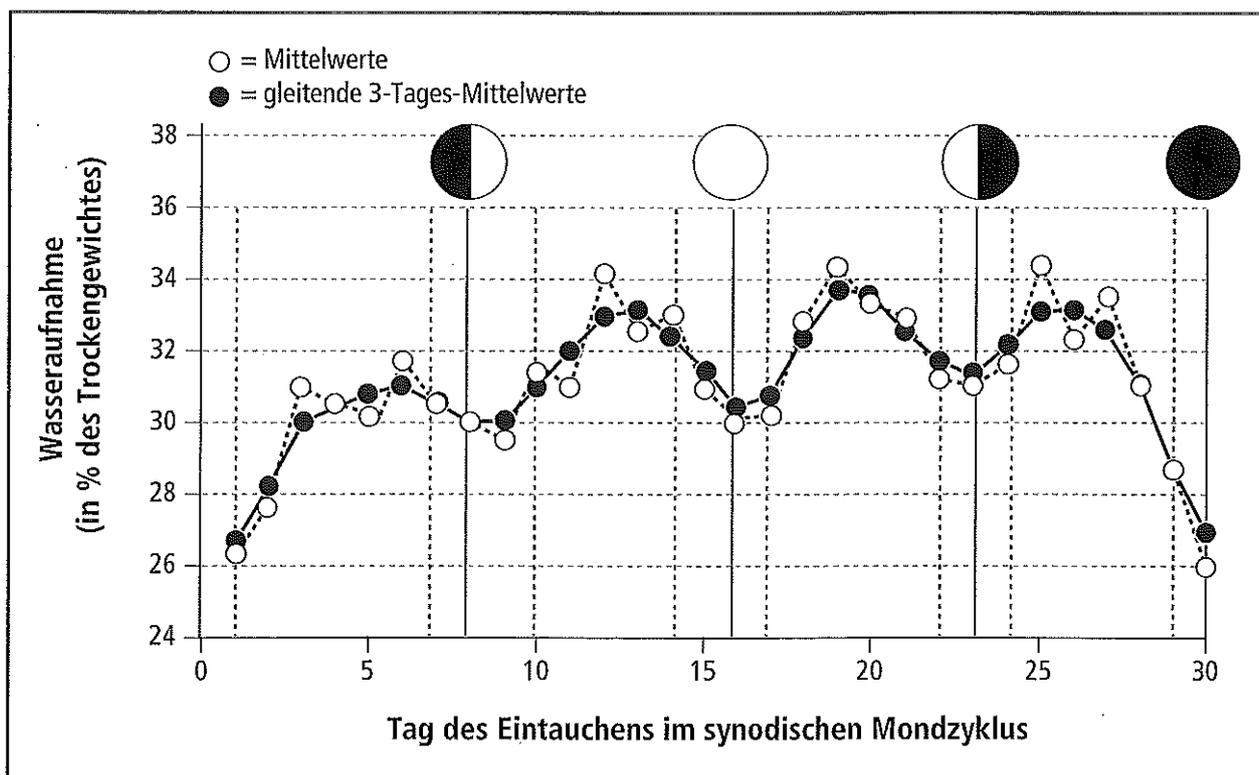


Abb. 7-4 Variation der Wasseraufnahme durch Bohnensamen (*Phaseolus vulgaris*) nach Eintauchen während vier Stunden unter konstanten Laborbedingungen (25 °C, Dunkelheit), dargestellt bezüglich Mondphasen (zusammenfassend für 25 Lunationen von Juni 1984 bis Juli 1986). Werte

in Prozent des Trockengewichtes vor dem Eintauchen. Die punktierten vertikalen Linien beidseitig der Hauptphasen stellen den zeitlichen Streubereich dieser Phasen dar (mod. nach Spruyt et al. 1987).

- Abrami (1972) zeigt ein weiteres Phänomen auf, wie das Wachstum der Pflanzen von charakteristischen Mondperiodizitäten beeinflusst wird. Seine Untersuchungen, die unter freien Bedingungen durchgeführt wurden, betreffen die Rolle des *Temperaturfaktors* auf das Steckungswachstum des Sprosses bei sieben einjährigen Wildpflanzenarten: Schneeglöckchen (*Galanthus nivalis*), Lerchensporn (*Corydalis cava*), Buschwindröschen (*Anemone nemorosa*), Beinwell (*Symphytum tuberosum*), Bärlauch (*Allium ursinum*), Giersch (*Aegopodium podagraria*) sowie Acker-Glockenblume (*Campanula rapunculoides*). Selbstverständlich ist das Wachstum bei niederen Temperaturen schwächer als bei höheren Temperaturen; aus

diesen Arbeiten geht jedoch hervor, dass die Korrelation zwischen diesen beiden Variablen sich auf periodische Art verändert und sich auch *je nach Pflanzenart unterschiedlich* verhält nach lunarbezogenen Rhythmen von 29,5, 14,7, 9,7 und 7,3 Tagen. So hängt die Wachstumsgeschwindigkeit der Glockenblume in den Monaten März, April und Mai in der Phase des Neumondes mehr von der Temperatur ab als in der Phase des Vollmondes.

- Was den Faktor *Licht* betrifft, haben Kolisko und Kolisko (1939/1953) – im Gegensatz zu den Beobachtungen von Semmens (1923) – bei Keimversuchen, die in *unterschiedlichen Bodentiefen* durchgeführt wurden, festgestellt, dass die syno-

dischen Mondrhythmen bestehen bleiben. Das würde bedeuten, dass ein zusätzlicher Faktor zum polarisierten Licht ebenfalls einen Einfluss hat.

Verholzende, mehrjährige Pflanzen zeigen in ihrer Physiologie ebenfalls Phänomene rhythmischen Charakters auf, die mit dem Mond zusammenhängen:

- Vogt et al. (2002) haben eine Studie zur *pflanzlichen Sekundärchemie* durchgeführt, die zum Ziel hatte, eine in Zentralamerika heimische Phytopraktik zu untersuchen. Gemäß dieser Tradition werden die Palmblätter, die für die Herstellung von Dächern verwendet werden, entsprechend den Mondphasen geerntet. Die signifikanten Unterschiede des Kohlenstoffgehaltes (in unterschiedlichen Formen), des Kalziumgehaltes und in der Hemizellulose-Fraktion könnten, so die Autoren, die größere Dauerhaftigkeit der in der Vollmondphase geernteten Blätter erklären. Unter den drei analysierten Palmenarten *Prestoea montana*, *Heliconia caribea* und *Palicourea riparia* hat man jedoch beträchtliche Unterschiede festgestellt. Leider wurden hier die Zwischenphasen, die sich in anderen Studien als interessant herausgestellt haben, wie etwa die Tage zwischen dem ersten Viertel und dem Vollmond, nicht in Betracht gezogen.
- Bereits publizierte Untersuchungsergebnisse über die Variationen des *Durchmessers von Baumstämmen* (unter konstanten Bedingungen gehalten), wurden durch eine interdisziplinäre Gruppe wieder aufgegriffen und weiter analysiert. Es zeigte sich nun, dass im schwachen Pulsieren der Stämmchen ein täglicher synodischer Mondrhythmus existiert, der den *gravimetrischen Gezeiten* entspricht. Abgesehen vom bekannten photo-thermoperiodischen Zyklus von 24 Stunden, der bei Außenbedingungen für die meisten physiologischen Prozesse unter Sonneneinfluss besteht, scheint es, dass die Baumstämme ihren Durchmesser nach einem latenten periodischen Mondzyklus von 24,8 Stunden verändern können (Zürcher et al. 1998). Der Prozess, der die lunar korrelierten reversiblen Schwankungen des Durchmessers verursacht, könnte mit einer Veränderung des relativen Wassergehalts der Zellwand in Bezug auf das Zytoplasma verbunden sein.
- Dieses letztere mondbezogene Phänomen hat in der Linie der Arbeiten von Burr (1944, 1945, 1947, 1972) eine schöne Bestätigung gefunden und eine zusätzliche Erklärung erhalten: Holz knecht (2002) stellt ein Dispositiv von äußerst empfindlichen Messungen der *bioelektrischen Potentiale von Bäumen* vor, die er an Fichte (*Picea abies*) und Arve (*Pinus cembra*) anwendete. Die Messserien erlauben es, Variationsrhythmen aufzuzeigen, welche mit den gravimetrischen Gezeiten und ebenso mit den monatlichen synodischen Mondzyklen einhergehen, und zwar während der Wintersaison, in der die Pflanzen eine Vegetationspause einlegen. Hingegen herrscht während der Wachstumsphase der Bäume die von der Sonne bestimmte normale Periode von 24 Stunden vor (Holzknecht u. Zürcher 2006).
- Im Gegensatz zur Kartoffel (Rossignol et al. 1990, 1998), ist bei der Fichte die *mitotische Aktivität* von polyembryonalen Geweben bei Voll- und bei Neumond maximal und im ersten und letzten Viertel minimal. Der Versuch wurde unter konstanten Laborbedingungen durchgeführt (Vlasinova et al. 2003–2004).
- Vor kurzem konnten die Daten der Florenzer Forscher um Cantiani (1994) – bereits einmal durch Zürcher et al. (1998)

analysiert – neu überarbeitet werden, ergänzt durch tiefer gehende Auswertungen von Messungen an frei wachsenden Bäumen (ebenfalls aus der Florenzer Forschung). Dies erlaubte eine spektakuläre *Bestätigung der Rolle der gravimetrischen Gezeiten* in der Baumphysiologie (Barlow et al. 2010). Diese Autoren formulierten in Ergänzung dazu die Hypothese einer möglichen Rolle der Aktivität des *geomagnetischen Feldes* als weiterer Taktgeber der Durchmesservariationen. Dies scheint sehr plausibel, weil die Bäume auf dieses Feld extrem empfindlich reagieren, wie es Fraser-Smith (1978) mit Hilfe von Elektroden feststellen konnte – was sie funktionell gleichwertig macht zu den gewöhnlich eingesetzten technischen Antennen. Eine erwähnenswerte Bemerkung dieses Autors lautet, dass der gemessene geomagnetische Pulsierungsbereich von 0,2 bis 5 Hertz ungefähr dem sog. »Delta«-Funktionsmodus der menschlichen Gehirnwellen (typisch für den Tiefschlafzustand) entspricht.

- Vor noch kürzerer Zeit (2012) erschienen drei weitere ausführliche Publikationen in ebenfalls renommierten Zeitschriften:
 - Barlow u. Fisahn (2012) weisen auf ein gezeitenkorreliertes Wurzelwachstum bei *Arabidopsis thaliana* hin und bringen dies in Zusammenhang mit einem erweiterten Verständnis der Wasserphysik.
 - Die zweite Studie (Barlow 2012) gibt einen großen Überblick über das Phänomen der *pflanzlichen Bioelektrizität* und bettet es in einen lunaren und kosmischen Kontext ein.
 - Einer brasilianisch-englisch-schweizerischen Forschergruppe ist es gelungen nachzuweisen, dass Weizenkeimlinge messbare *Lichtemissionen* von sich geben, die synchron mit den lo-

kalen gravimetrischen Gezeiten sind (Moraes et al. 2012). Somit kommt eine chronobiologische Dimension zum bereits bekannten Phänomen der ultraschwachen Photonenemissionen biologischer Herkunft hinzu, wovon Alexander Gurwitsch in den 1920er Jahren eine zellteilungsfördernde (»mitogenetische«) Wirkung feststellte.

Der kosmische Tanz der Knospen

Mondbezogene Variationen in der Form von Baumknospen, analog zu den oben beschriebenen Fluktuationen im Baumdurchmesser, wurden bereits von Edwards (1982, 1993) anhand von sorgfältigen fotografischen Beobachtungsserien entdeckt. Mit Hilfe eines *Formfaktors*, entwickelt aus den Gesetzmäßigkeiten der projektiven Geometrie, kann jede Knospe, egal ob sie kugelförmig, elliptisch oder von einer mehr oder weniger länglichen Eiform ist – zudem nach oben oder nach unten gerichtet – mit einem einzigen Parameter λ charakterisiert werden. Diese Form, also der entsprechende Parameter, ändert sich nicht nur radikal im Moment des Austreibens, sondern verändert sich ganz subtil um den charakteristischen Wert herum während der ganzen vorangehenden Periode, ab Beginn der Knospenbildung. Das Phänomen besteht darin, dass sich die Knospen während des Winters rhythmisch leicht verlängern und wieder zusammenziehen, ähnlich einer Atmung oder einem subtilen Herzschlag, die bereits leichte Bewegungen des Öffnens und Schließens anzeigen. Edwards zeigt außerdem auf, dass die Fluktuation der Form für einige Arten synchron mit der Position des Mondes in Bezug auf die Sonne

(synodischer Rhythmus) stattfindet, jedoch für andere Arten synchron mit der *Ausrichtung des Mondes zu anderen Planeten*. Beispielsweise ist dies Saturn für die Buche *Fagus sylvatica* und Mars für die Eiche *Quercus sp.*

Bei der Mistel *Viscum album*, einem verholzenden Halbparasiten, der gewisse Laub- und Nadelbäume befällt, wurde bei den lichtdurchlässigen Beeren die Analyse der Form mit dem Parameter von Edwards ebenfalls angewendet (Flückiger u. Baumgartner 2002; Baumgartner u. Flückiger 2004). Die Messwerte der über sechs Jahre (zwischen 1991 und 2001) systematisch gesammelten Beeren weisen eine reversible Fluktuation innerhalb einer Amplitude von $\lambda = 0,8$ bis $\lambda = 1,2$ auf. Die Veränderungen hängen signifikanterweise mit der Position des Mondes zu den *fixen Konstellationen des Tierkreises* (siderischer Rhythmus) zusammen. Diese Resultate stimmen einerseits mit den Grenzen der seit der Antike bekannten Konstellationen überein und andererseits mit ihren qualitativen Gruppierungen (nach den klassischen Elementen Erde, Wasser, Luft und Feuer), die in den Arbeiten von M. Thun verwendet werden.

Fällzeitpunkt und Holzeigenschaften

Um auf die forstwirtschaftlichen Traditionen und auf die Regeln, welche den Zeitpunkt zum Holzfällen unter Berücksichtigung der Jahreszeiten und der Mondzyklen betreffen, zurückzukommen, treten wir in ein Gebiet hinein, das eine besondere Forschungsmethodik verlangt, weil hier mit ganzen Bäumen gearbeitet werden muss.

Die Proben, die getestet und analysiert werden, müssen einerseits aus dem Splint-

holz stammen, das teilweise noch lebendig ist, andererseits aus dem Kernholz (bei Fichte und Weißtanne auch Reifholz genannt), das viel trockener ist. Das Kernholz besitzt keine aktiven Zellen mehr und bildet den Hauptanteil des Stammvolumens von ausgewachsenen Bäumen.

Somit haben wir es hier mehrheitlich mit physikalischen und – was die Splintholzproben betrifft – teilweise mit biologischen Phänomenen oder Prozessen zu tun.

Abgesehen von den Untersuchungen des Bambus *Dendrocalamus strictus* durch Besson und Bhatia (1937), welche einen steigenden Wassergehalt von Vollmond zu Neumond anzeigen und einen sinkenden Wassergehalt von Neumond zu Vollmond nachweisen, wurde erst kürzlich der Frage mit wissenschaftlichen Methoden nachgegangen, inwieweit der *Fällzeitpunkt* in Bezug auf den Mond einen Einfluss auf die *Eigenschaften des Holzes* hat (Triebel 1998; Seeling u. Herz 1998; Seeling 2000; Bariska u. Rösch 2000; Zürcher u. Mandallaz 2001).

Es handelt sich hier um drei Untersuchungen, die jeweils auf der Basis von sechs bestimmten Daten durchgeführt wurden. Man wollte drei »geeignete« Holzschläge alternierend mit drei »ungeeigneten« Holzschlägen darstellen. Dafür wurden 120, 60 respektive 30 Fichten untersucht. Was die statistische Behandlung und die Interpretation der Resultate anbelangte, gingen die Standpunkte der Autoren auseinander. Die *Variationen der Dichte* nach dem Trocknungsprozess stimmten jedoch überein (Zürcher u. Mandallaz 2001).

Um die Frage auf eine grundlegendere Art und Weise zu beantworten und sich auf eine breitere Basis von Daten zu stützen, wurde ein neuer Versuch konzipiert. Auf zeitlich neutrale Weise (ohne vorbestimmte mondbezogene Datenwahl), wurden in vier (zeitweise fünf) Schweizer Standorten si-

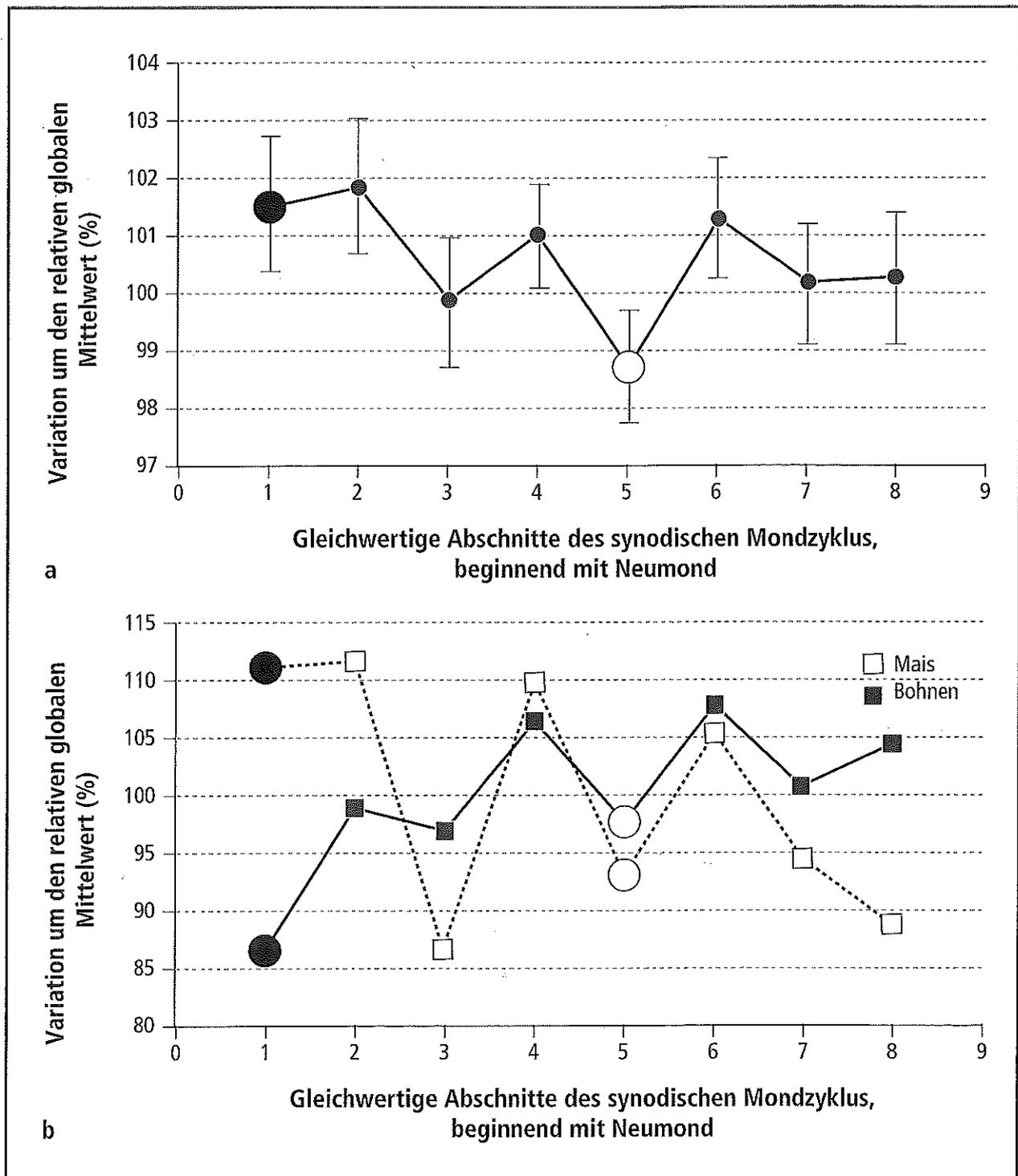


Abb. 7-5 Systematische, statistisch signifikante Variation des Wasserverlustes durch Holzproben von Fichte (*Picea abies*, Splint- und Kernholzproben) infolge des kontrollierten Trocknungsprozesses (a), verglichen (b) mit den Ergebnissen von Milton 1974 mit Mais (s. Abb. 7-2) und mit den-

jenigen von Spruyt et al. 1987 mit Bohnen (s. Abb. 7-4). Die vertikalen Segmente um die Mittelwerte in a entsprechen der 95%-LSD, der »least significant difference« (ein Streuungsmaß) (mod. nach Zürcher et al. 2010).

multan 48 aufeinanderfolgende Holzschläge durchgeführt, jeden Montag und jeden Donnerstag. An jedem dieser Standorte wurden somit während fünfeinhalb Monaten zweimal wöchentlich jeweils 3 Bäume gefällt, was einem Total von 624 Bäumen entspricht, die im Laufe des Winters 2003–2004 geschlagen wurden. Hauptsächlich wurden Fichten (*Picea abies*) und Edelkastanien (*Castanea sativa*) sowie ergänzend Weißtannen (*Abies alba*) gefällt. Jeder Baum lieferte aus zwei Höhen im Stamm Serien von Splintholz- und Kernholzproben. Dieses Material wurde unter standardisierten Bedingungen in seinem Trocknungsverhalten untersucht.

Unter den verschiedenen beobachteten und statistisch bestätigten Rhythmen bei drei beobachteten Hauptkriterien (*Wasserverlust*, *Schwindmaß*, *Relativedichte*), kann z.B. hier der Wasserverlust bei der Fichte hervorgehoben werden. Dieser variierte systematisch zwischen den Holzschlägen, die unmittelbar vor Vollmond und am bzw. unmittelbar nach Vollmond erfolgten (Zürcher et al. 2010; Abb. 7-5 a). Diese Art von Schwankungen hängt nicht mit einem unterschiedlichen anfänglichen Wassergehalt des stehenden Baumes zusammen, sondern mit der Tatsache, dass die Kräfte, welche das Wasser an die Zellwände des Holzgewebes binden, Fluktuationen unterworfen sind. Das Verhältnis zwischen dem Wasser, das leicht aus dem Holz extrahiert werden kann und als »frei« bezeichnet wird, und jenem, welches unterhalb des Fasersättigungspunktes extrahiert wird (»gebundenes« Wasser), schwankt in Funktion der Mondzyklen und vermutlich auch der Jahreszeiten. Zudem treten hier die Rhythmen je nach Holzart unterschiedlich auf.

Auf unerwartete Art weist die statistische Analyse nicht nur verschiedene signifikante synodische Rhythmen auf, sondern

auch einen *markanten siderischen Rhythmus* (nach der Position des Mondes vor den Tierkreisconstellationen).

Kürzlich konnte diese Arbeit weiter vertieft werden in dem Nachweis, dass die lunar-synodischen Variationen besonders während der vier »Wintermonate« November, Dezember, Januar und Februar stattfinden. Dies betrifft z.B. den Wasserverlust während der Trocknung, aber auch später die Wiederaufnahme von Wasser (*Hygroskopizität*) durch die getrockneten Proben – eine Art »Prägung« zum Vorschein bringend. Zudem ergaben mechanische Tests zur Ermittlung der *Druckfestigkeit* und standardisierte, kalorimetrische Tests zur Bestimmung des *Heizwertes* der Proben ebenfalls systematische Variationen dieser Art (Zürcher et al. 2012).

Diese Forschung kann somit bestätigen, dass an der Basis der »lunaren« Phytopraktiken der Forstleute ein Kern Wahrheit besteht. Andererseits treten eindruckliche Parallelen zum Verhalten von Maiskeimlingen und zur Wassersorption durch Bohnen auf (Abb. 7-5 b): Die Keimung von Fichtensamen (s. Abb. 7-3) war für die Zeitspanne vom ersten Viertel bis zum abnehmenden Dreiviertelmond tendenziell identisch.

Implikationen und Perspektiven

Dieser Überblick der mondbezogenen Zyklen, welche in der Pflanzenwelt nachgewiesen wurden, weist ein reelles Phänomen auf. Diese Zyklen *ergänzen und modifizieren* die gut bekannten *exogenen Rhythmen solarer Natur*, sowohl auf der täglichen wie auch auf der saisonalen Ebene. Außerdem sind sie in den Aktivitätszyklus der *Sonnenflecken* zu platzieren, welcher in einer unge-

fähr elfjährigen Periode variiert. Parallel zu den Mondzyklen zeigen sich somit bei den Pflanzen Variationen auf der Zeitebene der Stunden, da bei den *gravimetrischen Gezeiten* zwei Ebben und zwei Fluten pro Tag stattfinden. Auch auf dem Niveau der Woche oder des Mondmonats, sowohl beim synodischen, tropischen, siderischen wie auch beim anomalistischen Rhythmus (mit Perigäum und Apogäum) ist der Einklang mit den Mondzyklen feststellbar. Es zeigt sich, dass *die Mondrhythmen erkennbar werden, wenn der Einfluss der Sonne zurücktritt*, sei es auf natürliche Weise oder durch eine experimentelle Vorrichtung.

Es stellt sich die Frage über die Natur der Kräfte, die hier im Spiel sind. Was die synodischen und anomalistischen Rhythmen betrifft, ist die Variation der *Gravitationskraft*, die für die Gezeiten verantwortlich ist, *zu schwach*, um auch nur einen Teil der bei den Pflanzen beobachteten Mondphänomene zu erklären: Sie übersteigt nicht 0,2 Millionstel der Auswirkung der Schwerkraft auf eine auf der Erdoberfläche platzierte Masse. Für den größten je in Europa gemessenen Baum (Klein 1908), eine Weißtanne (*Abies alba*) im Schwarzwald, die 68 m hoch war, einen Durchmesser von 380 cm hatte, deren Stamm ein Volumen von 140 m³ aufwies und 100 t wog, würde die tidale Mondkraft täglich einen Zug und eine Entlastung von 20 g ausüben – das entspricht dem Gewicht von zwei Stück Würfelzucker!

Die Variationen des *geomagnetischen Feldes*, die schwach aber trotzdem deutlich sind, eine Periode von einem halben Mondtag (12 Stunden 25 Minuten) aufweisen und eine Folge der gravimetrischen Gezeiten sind, zeigen eine analoge Situation auf.

Wie bereits wiederholt erwähnt, scheint es offensichtlich zu sein, dass dieses Medium nichts anderes ist als das Element, das

für alle organischen Prozesse wesentlich ist: das *Wasser*. Die Schlussfolgerungen von Piccardi (1962) gingen in diese Richtung und wurden später durch Eichmeier und Bürger (1969) sowie Tromp (1972) bestätigt. Der berühmte österreichische Philosoph und Wissenschaftstheoretiker Paul Feyerabend bekräftigte dies ebenso in »Science in a Free Society« (1978) auf der Basis seiner Kompetenzen in Mathematik, Physik und Astronomie.

Schon in den 1920er Jahren wurden Experimente durchgeführt, welche die Variationen der *Oberflächenspannung* des Wassers mit Hilfe von extrem feinen Kapillarröhrchen aus Glas aufzeigten (Maag 1928). So wurde ermittelt, dass die Mondrhythmen (unter anderem die täglichen tidalen Rhythmen) *ab einem bestimmten Feinheitsgrad der Kapillaren erkennbar* werden. Viel später wurde festgestellt, dass die Tatsache, dass das Wasser sich in Kapillarsystemen (entweder aus Glas oder aus organischem Material, wie die pflanzlichen Zellen mit ihren Hohlräumen, aber auch mit ihren leicht porösen Zellwänden) befindet, eine wichtige Modifikation seiner Eigenschaften bewirkt. So kann das Wasser bis zu einer Temperatur von -15 °C flüssig bleiben (Sparks et al. 2000). Was nun wieder mit Hilfe der neusten Technologien zu untersuchen wäre, ist, ob unter solchen Bedingungen der Faktor »Zeit« einen Effekt auf grundlegende Eigenschaften des Wassers hat.

Im Feld der theoretischen Physik kürzlich erschienene Publikationen von G. Dorda (2004, 2010 – Dorda war Coautor von Klaus von Klitzing bei der Entdeckung des Quanten-Hall-Effekts, wofür Klitzing 1985 den Nobelpreis erhielt), schlagen ein neues astrogeophysikalisches Modell für die Rolle der Gravitation bei den Lebensprozessen vor. Dieses Modell integriert die statischen und die dynamischen Aspekte der Gravitation

in Funktion der Umlaufbahn der involvierten Himmelskörper. Das Modell basiert auf einer »Quantisierung« der Schwerkraft und der Zeit und zeigt einen reversiblen Effekt auf die supramolekulare Struktur des Wassers, gebunden einerseits an die Sonne, andererseits an die Mondbewegungen (von der Erde aus berechnet). So führt es zu der Bestimmung von *reversiblen Aggregats- oder Kohärenzzuständen des Wassers* (auch als »clusters« bezeichnet), welche in einer quantitativ beträchtlichen Amplitude variieren (im Verhältnis von 1 : 2 200), je nachdem, ob es sich um eine Interaktion Sonne-Erde oder eine Interaktion Mond-Erde handelt. Letztere wird in diesem Modell nach dem täglichen Stand des Mondes moduliert, variiert aber auch gemäß der zunehmenden und abnehmenden Mondphase. Dorda denkt, dass diese rhythmische Fluktuation des Wasserzustandes in einem System von drei Himmelskörpern diese *biologische Uhr* darstellt, welche bis jetzt in den organischen Strukturen und Prozessen gesucht wurde. Dieses neue Modell konnte Dorda mit Hilfe von unabhängigen experimentellen Messergebnissen validieren, die bereits publiziert vorlagen (Cantiani et al. 1994; Zürcher et al. 1998).

Schließlich hat Vallée (2004) eine neue experimentelle Methode entwickelt, die es erlaubt, reproduzierbar nachzuweisen, dass schwache niederfrequente elektromagnetische Felder einen dauerhaften Effekt auf das Wasser haben. Dieser Forscher legt den Akzent auf die *Bedeutung der Kontaktflächen zwischen dem Wasser und seinen festen oder gasförmigen Einschlüssen*: ein wesentlicher Aspekt, da das Grenzflächenwasser in der organischen Welt eine wichtige Rolle spielt.

Rossignol et al. (1998) unterstreichen ihrerseits die Bedeutung der *elektromagnetischen Phänomene*, die mit den Mondzyklen in Verbindung stehen (Polarisation des

Lichts, Modulation der Wellenlänge, Ionisation der Atmosphäre, atmosphärischer Druck), und ziehen eine mögliche Rolle bei der Induktion bioelektrischer Potentiale der Zellen in Betracht.

All diese Entdeckungen und Interpretationen auf ausschließlich physikalischer Ebene erklären jedoch nicht die beobachteten chronobiologischen Unterschiede zwischen gewissen lebenden Pflanzenarten (Jahrespflanzen oder Gehölze).

Parallel zu diesen Hypothesen, welche aus der Grundlagenforschung stammen, eröffnet die lunare Chronobiologie bei der Feldarbeit mit den Pflanzen unerwartete Perspektiven, wenngleich sie bereits durch bestimmte traditionelle Praktiken ange-deutet wurden:

- *Produktion und Selektion von Pflanzen*, indem man die fundamentale, rhythmische Natur jeder einzelnen Art respektiert. Dies hat zum Beispiel Martin Schmidt erlaubt, im Laufe der Jahre 1944–1964 eine neue Roggenart zu entwickeln (Francke 2001), welche heute weiter kultiviert wird. Die Methode berücksichtigt neben den Rhythmen auch die Platzierung der Körner auf der Achse der Ähren, analog zu den »Phytopraktiken« in tropischen Regionen (Aumeeruddy u. Pinglo 1989);
- qualitativ hochwertige *Aufforstungen* mit Sämlingen, die aus Baumschulen stammen, die eine hohe Keimquote erzielen, und gegen Krankheiten sehr widerstandsfähig sind – das Ganze aus der Perspektive einer »Forst-Agroforstwirtschaft des Kohlenstoffs« (*carbon forestry and agroforestry*) (Verchot et al. 2005);
- ökologische und biokompatible *Holztechnologien*, indem man Hölzer verwendet, die gegen Schäden resistent sind dank chronobiologisch richtiger Ernte-techniken (insofern die artspezifischen

- Nuancen wissenschaftlich weiter geklärt werden);
- die *Phytopharmakologie* (Heilpflanzenkunde), die einen maximalen Nutzen aus den Wirksamkeitszyklen der Wirkstoffe zieht.

Die Tatsache, dass der *Faktor Zeit* im Zusammenhang mit dem astronomischen Geschehen als eine grundlegende Umweltkomponente angesehen wird, erlaubt die Entwicklung von *Biotechnologien im echten Sinn des Wortes*, welche die Organismen – hier die Pflanzen und ihre Bestandteile – zur vollen Entfaltung ihrer Potentiale führen.

Fazit

Diese Übersicht von Forschungsarbeiten zum Thema Pflanzen und Mond befasste sich vordergründig mit Rhythmusfragen im Sinn der Chronobiologie. Es konnte belegt werden, dass die Rhythmusforschung erst durch das Einbeziehen des »Kosmischen« im Sinn Steiners ihre volle Dimension erhält. Rudolf Steiner stellt aber auch die *Formgebung* in einen kosmischen Zusammenhang. Zu diesem zweiten Aspekt ist es kürzlich gelungen, interessante neue Fakten aufzudecken (Zürcher 2009). Es handelt sich um eine Schilderung, in der von Beobachtungen an Pflanzen ausgehend versucht wird zu zeigen, *wie sich Räumliches und Zeitliches, Form und Rhythmus nach mathematisch-geometrischen Verhältnissen durchdringen*. Einen Schlüssel dazu liefern zwei irrationale Zahlen: der Goldene Schnitt Phi (ϕ) und die Kreiszahl Pi (π). Diese Betrachtung führt zu astronomischen Dimensionen, wiederum zum Wissen alter Kulturen und zur Frage einer möglichen

Synthese-Erfahrung von Raum und Zeit – in Anlehnung an das klassische »Problem« der Quadratur des Kreises.

Bei vielen dieser Arbeiten wird deutlich, dass es sich vermutlich nicht nur um eine direkte Kausalwirkung der astronomischen Himmelskörper handelt (z. B. beim Effekt von polarisiertem Mondlicht). Diese scheinen auch durch ihre Positionen und durch ihre Bewegungen zueinander eine Modulation von physikalischen (von den Pflanzen wahrgenommenen) Grundkräften wie der Gravitation, dem Geomagnetismus und der Luft- bzw. Bodenelektrizität zu bewirken. Hinzu kommt ein ständiger Beschuss von energiereicher kosmischer Strahlung (in galaktische und Hintergrundstrahlung differenziert), die zusammen mit der solaren elektromagnetischen Strahlung und dem ionisierten gasförmigen Sonnenwind ein weiteres Energie-Umfeld darstellt, womit z. B. der Mond interferiert (durch Abschirmung – s. dazu Bigg 1963).

So geschildert, hätten wir einen momentanen allgemeinen Überblick der »(terrestrisch-)kosmischen« *Entwicklungsbedingungen* für die Pflanzen mit ihren komplexen Interaktionen und Rhythmisizitäten (siehe dazu Layet u. Wehrle 2010). Was jedoch grundsätzlich noch fast vollständig fehlt, ist eine Einsicht in die artspezifischen *gestaltgebenden Prinzipien* (Urbilder).

Die Weiterarbeit in diese beiden Richtungen verlangt interdisziplinäre wie auch transdisziplinäre Grundlagen und Impulse. Auf den nächsten Schritt in diesem Sinn weist uns Rudolf Steiner bereits seit 90 Jahren, mit Gültigkeit für Disziplinen auch außerhalb der Botanik:

» Ich möchte Ihnen zeigen, wie es auf die Dauer unmöglich sein wird, bei den alten Gliederungen zu bleiben. Und daher möchte ich zeigen, wie die verschiedensten anderen Gebiete, die sich heute um

Astronomie nicht kümmern, gewisse Beziehungen haben zu einer ja räumlich universellen Erkenntnis, zur Astronomie, so dass einfach gewisse astronomische Erkenntnisse in anderen Gebieten werden auftauchen müssen, damit man diese anderen Gebiete in einer wirklichkeitsgemäßen Weise bezwingen lernt. « (Steiner 1921, S. 3).

Literatur

- Abele U. Vergleichende Untersuchungen zum konventionellen und biologisch-dynamischen Pflanzenbau unter besonderer Berücksichtigung von Saatzeit und Entitäten. Diss. Justus Liebig-Universität Gießen: Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung 1973.
- Abele U. Saatzeitversuch mit Radieschen. *Lebendige Erde* 1975; 6: 223–5.
- Abrami G. Correlations between lunar phases and rhythmicities in plant growth under field conditions. *Can J Bot* 1972; 50: 2157–66.
- Aumeeruddy Y, Pinglo F. *Phytopractices in Tropical Regions. A Preliminary Survey of Traditional Crop Improvement Techniques.* Unesco/Man and the Biosphere Programme MAB, Institut de Botanique/Laboratoire de Botanique Tropicale, Montpellier. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization 1989.
- Bagnoud N. Rythmicités dans la germination et la croissance initiale de 4 essences ligneuses de la Zone Soudano-Sahélienne. Essai lunaison. Bern: Groupe de foresterie pour le développement, IER Sikasso, Mali / Intercoopération 1995.
- Bariska M, Rösch P. Fällzeit und Schwindverhalten von Fichtenholz. *Schweiz Z Forstwesen* 2000; 151 (11): 439–43.
- Barlow PW, Volkov AG (eds). *Moon and Cosmos: Plant Growth and Plant Bioelectricity, Plant Electro-Physiology.* Berlin, Heidelberg: Springer 2012.
- Barlow PW, Fisahn J. Lunisolar tidal force and the growth of plant roots, and some other of its effects on plant movements. *Ann Bot* 2012; 110: 301–18.
- Barlow PW, Mikulecky M, Strestik J. Tee-stem diameter fluctuates with the lunar tides and perhaps with geomagnetic activity. *Protosplasma* 2010; 247 (1–2): 25–43.
- Baumgartner S, Flückiger H. Mistelbeeren – Spiegel von Mond- und Sternbild-Konstellationen. *Mistilteinn* 2004; 5: 4–19.
- Beeson CFC. The moon and plant growth. *Nature* 1946; 158: 572–3.
- Bigg EK. The influence of the moon on geomagnetic disturbances. *J Geophys Res* 1963; 8 (5): 1409–13.
- Bracher R. The light relations of *Euglena limosa* Gard. Part 1: The influence of intensity and quality of light on phototaxy. *J Linn Soc Lond Bot* 1938; 51: 23–42.
- Breda E. Untersuchungen von Saatgut- und Nahrungsqualität in Abhängigkeit vom Jahresrhythmus. Forschungsbericht. Darmstadt: Institut Biologisch-dynamischer Forschung 1960 (unveröff. Manuskript).
- Brown F, Chow CS. Lunar-correlated variations in water uptake by bean seeds. *Biol Bull* 1973; 145: 265–78.
- Burkard O. Einige statistische Versuche zur Piccardischen Fällungsreaktion. *Theor Appl Climatol* 1955; 6 (4): 506–10.
- Burr HS. Moon-madness. *Yale J Biol Med* 1944; 16: 249–56.
- Burr HS. Diurnal potentials in the maple tree. *Yale J Biol Med* 1945; 17 (6): 727–34.
- Burr HS. Tree potentials. *Yale J Biol Med* 1947; 19 (3): 311–8.
- Burr HS. *Blueprint for Immortality: The Electric Patterns of Life.* Saffron Waldon, Essex, England: C. W. Daniel Company 1972.
- Cantiani M (†), Cantiani MG, Sorbetti Guerri F. Rythmes d'accroissement en diamètre des arbres forestiers. *Rev Forest Franc* 1994; 46: 349–58.
- De Meyer F, Capel-Boute C. Statistical analysis of Piccardi chemical tests. *Int J Biometeorol* 1987; 31 (4): 301–22.
- Dorda G. Sun, Earth, Moon – the Influence of Gravity on the Development of Organic

- Structures. Part II: The Influence of the Moon. München: Sudetendeutsche Akademie der Wissenschaften und Künste 2004; Bd. 25: 29–44.
- Dorda G. Quantisierte Zeit und die Vereinheitlichung von Gravitation und Elektromagnetismus. Göttingen: Cuvillier 2010.
- Edwards L. The Field of Form. Edinburgh: Floris Books 1982.
- Edwards L. The Vortex of Life – Nature's Patterns in Space and Time. Floris Books, Edinburgh 1993.
- Endres KP, Schad W. Biologie des Mondes. Mondperiodik und Lebensrhythmen. Stuttgart, Leipzig: S. Hirzel 1997.
- Eichmeier J, Büger P. Über den Einfluss elektromagnetischer Strahlung auf die Wismutchlorid-Fällungsreaktion nach Piccardi. Int J Biometeorol 1969; 13 (3–4): 239–56.
- Engelmann W. Rhythms of Life. An Introduction Using Selected Topics and Examples. University of Tübingen 2004.
- Feyerabend P. Science in a Free Society. New York: Doubleday 1978.
- Flückiger H, Baumgartner S. Formveränderungen reifender Mistelbeeren. Elemente Naturwiss 2002; 77 (2): 2–15.
- Francke H. Das Ährenbeet von Martin Schmidt. Lebendige Erde 2001; 3: 40–3.
- Fraser-Smith AC. ULF Tree potentials and geomagnetic pulsations. Nature 1978; 271: 641–2.
- Fritz J. Untersuchungen zum Einfluß des synodischen Mondrhythmus auf das Pflanzenwachstum von Rettich (*Raphanus sativus*) und Efeueralie (*Fatschedera lizei*). Dipl.-Arbeit, Universität Gesamthochschule Kassel 1994.
- Gerber E, Schmalz KL. Findlinge. Berner Heimatbücher Nr. 34. Bern: Haupt 1948.
- Graviou E. Variabilité non aléatoire d'un matériel végétal dans ses échanges gazeux et dans sa croissance. Bull Mens Soc Linn Lyon 1977; 46 (4): 108–12.
- Graviou E. Analogies between rhythms in plant material, in atmospheric pressure, and solar lunar periodicities. Int J Biometeorol 1978; 22 (2): 103–11.
- Hofmann PJ, Featonby-Smith CB, Van Staden J. The development of ELISA and IRA for cytokinin estimation and their application to a study of lunar periodicity in *Ecklonia maxima* (Osbeck) Papenf. J Plant Physiol 1986; 122: 455–66.
- Holzknrecht K. Elektrische Potentiale im Splintholz von Fichte und Zirbe im Zusammenhang mit Klima und Mondphasen. Universität Innsbruck, Naturwissenschaftliche Fakultät, Institut für Botanik. PhD-Thesis G0443 Physiol. 2002.
- Holzknrecht K, Zürcher E. Tree stems and tides. A new approach and elements of reflexion. Schweiz Z Forstwesen 2006; 157 (6): 185–90.
- Innamorati M, Signorini P. Ritmi nei vegetali: rilevamento ed analisi. G Bot Ital 1980; 114 (3–4): 124.
- Klein G. Farewell to the Internal Clock. A Contribution in the Field of Chronobiology. New York: Springer 2007.
- Klein L. Bemerkenswerte Bäume im Grossherzogtum Baden. Heidelberg: C. Winter 1908.
- Kollerstrom N, Staudenmaier G. Evidence for lunar-sidereal rhythms in crop yield: a review. Biol Agricult Horticult 2001; 19: 247–59.
- Kolisko L. Der Mond und das Pflanzenwachstum. In: Wachsmuth G (Hrsg). Gää Sophia. Jahrbuch der naturwissenschaftlichen Sektion am Goetheanum, Bd. II. Dornach, Switzerland 1927; 358–79.
- Kolisko L. Der Mond und das Pflanzenwachstum. In: Wachsmuth G (Hrsg). Gää Sophia. Landwirtschaft, Bd. IV. Dornach, Switzerland 1929; 84–94.
- Kolisko L. Der Mond und das Pflanzenwachstum. Mitt Biol Inst Goetheanum. Dornach, Switzerland 1934; 1: 19–21 u. 2: 17–24.
- Kolisko L. Der Mond und das Pflanzenwachstum. Mitt Biol Instit Goetheanum. Dornach, Switzerland 1935; 3: 17–19 u. 4: 3–14.
- Kolisko E, Kolisko L. Landwirtschaft der Zukunft. Schaffhausen, Switzerland: Meier und Cie 1953.
- Lausi D, De Cristini P. Osservazioni sulle variazioni periodiche del contenuto in acido

- algino in *Fucus virsoides*. Trieste: Nova Thalassia 1967; 3 (4): 1–16.
- Layet M, Wehrle R. Electroculture et énergies libres. Les bienfaits de l'électricité et du magnétisme naturels pour les cultures écologiques. Paris: Le Courrier du Livre 2010.
- Maag GW. Planeteneinflüsse. Konstanz: West-Ost-Verlag 1928.
- Maw MG. Periodicities in the influences of air ions on the growth of garden cress, *Lepidium sativum* L. Can J Plant Sci 1967; 47: 499–507.
- Millet B. Analyse des rythmes de croissance de la Fève (*Vicia faba* L.). Thèse Ph.D, Ann Sci Univ Besançon 1970; 3^{ème}, Bot. 8: 1–132.
- Milton WJ. Exogenous variations in plant (*Zea mays*) germination and growth in darkness and »constant« temperature, modified by uniform daily rotations. Diss. Northwestern University, Evanston, Illinois 1974.
- Moraes TA, Barlow PW, Klingelé E, Gallego C. Spontaneous ultra-weak light emissions from wheat seedlings are rhythmic and synchronized with the time profile of the local gravimetric tide. Naturwissenschaften 2012; 99 (6): 465–472.
- Moran Ubidia J. Traditional Bamboo preservation methods in Latin America. Ecuador: Faculty of Architecture and Urbanism, University of Guayaquil 2003.
- Opitz K. Über den Einfluss des Mondes auf das Pflanzenwachstum. Z Pflanzenern DÜng Bodenkd 1936; 41: 357–9.
- Palmer JD. The Biological Rhythms and Clocks of Intertidal Animals. New York: Oxford University Press 1995.
- Pearse JS. Lunar reproductive rhythms in marine invertebrates: maximizing fertilization? In: Hoshi M, Yamashita O (Hrsg). Advances in Invertebrate Reproduction 5th ed. New York: Elsevier Science 1990; 311–6.
- Piccardi G, Cini R. Polymerization and the low-frequency electromagnetic field. J Pol Sci 1960; 48: 393.
- Piccardi G. The Clinical Basis of Medical Climatology. Springfield: Charles. C. Thomas Publ. Ill. 1962.
- Plaisance G. Forêt et Santé. Guide pratique de sylvothérapie. Saint-Jean-de-Braye: Editions Dangles 1985.
- Popp M. Hat der Mond einen Einfluss auf das Pflanzenwachstum? Z Pflanzenern DÜng Bodenkd 1933; 11 (4): 145–50.
- Popp M. Hat der Mond einen Einfluss auf das Pflanzenwachstum? 2. Mitt. Z Pflanzenern DÜng Bodenkd 1936; 41: 348–57.
- Popp M. Hat der Mond einen Einfluss auf das Pflanzenwachstum? 3. Mitt. Z Pflanzenern DÜng Bodenkd 1937; 48 (3/4): 133–8.
- Rohmeder E. Der Einfluss der Mondphasen auf die Keimung und erste Jugendentwicklung der Fichte. Forstwiss Zentralbl 1938; 60 (19): 593–603; 634–46.
- Rounds HD. A semilunar periodicity of neurotransmitter-like substances from plants. Physiol Plantarum 1982; 54 (4): 495–9.
- Rossignol M, Benzine-Tizroutine S, Rossignol L. Lunar cycle and nuclear DNA variations in potato callus or root meristem. In: Tomassen GJM, de Graaff W, Knoop AA, Hengeveld R (Hrsg). Geo-Cosmic Relations; the Earth and its Macro-Environment. Proceedings of the First International Congress on Geo-Cosmic Relations. Amsterdam, Wageningen: Pudoc 1990.
- Rossignol M, Rossignol L, Oldeman R, Benzine-Tizroutine S. The Struggle of Life – or the Natural History of Stress and Adaptation. Wageningen: Grafisch Service Centrum Van Gils 1998.
- Schmidt C (Hrsg). Manichäische Handschriften. 95. Erste Kapitel. Stuttgart: Verlag Kohlhammer 1940.
- Seeling U. Ausgewählte Eigenschaften des Holzes der Fichte (*Picea abies* [L.] Karst.) in Abhängigkeit vom Zeitpunkt der Fällung. Schweiz Z Forstwesen 2000; 151 (11): 451–8.
- Seeling U, Herz A. Einfluss des Fällzeitpunktes auf das Schwindungsverhalten und die Feuchte des Holzes von Fichte (*Picea abies*). Literaturübersicht und Pilotstudie. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg/Brsg.: Institut Forstbenutzung und Forstliche Arbeitswissenschaft. Arbeitspapier 1998; 2–98.

- Semmens E. Effect of moonlight on the germination of seeds. *Nature* 1923; 111: 49–50.
- Semmens E. Chemical effects of moonlight. *Nature* 1947; 4044: 613.
- Serres O. *Le Théâtre d'agriculture et mesnage des champs*. Paris: Jamet-Métayer 1600 (1400 p).
- Sparks JP, Campbell GS, Black RA. Liquid water content of wood tissue at temperatures below 0°C. *Can J Forest Res* 2000; 30: 624–30.
- Spieß H. Chronobiologische Untersuchungen mit besonderer Berücksichtigung lunarer Rhythmen im biologische-dynamischen Pflanzenbau. Schriftenreihe Bd. 3. Darmstadt: Institut für Biologisch-Dynamische Forschung 1994.
- Spruyt E, Verbelen JP, De Greef JA. Expression of circaseptan and circannual rhythmicity in the imbibition of dry stored bean seeds. *Plant Physiol* 1987; 84: 707–10.
- Steiner R. *Geisteswissenschaftliche Grundlagen zum Gedeihen der Landwirtschaft*. Landwirtschaftlicher Kurs. Koberwitz bei Breslau 1924. Dornach: Rudolf Steiner Verlag 1985.
- Steiner R. *Science du Ciel – Science de l'Homme. Relation de l'Astronomie avec les Autres Sciences (18 conférences du 1^{er} au 18 janvier 1921)*. Geneve: Editions Anthroposophiques Romandes 1993. Deutsche Originalversion: Das Verhältnis der verschiedenen naturwissenschaftlichen Gebiete zur Astronomie. Dritter naturwissenschaftlicher Kurs. Rudolf Steiner Online Archiv: <http://anthroposophie.byu.edu> [1. Februar 2013].
- Triebel J. Mondphasenabhängiger Holzeinschlag. Literaturbetrachtung und Untersuchung ausgewählter Eigenschaften des Holzes von Fichten (*Picea abies* Karst.). Diplomarb. TU Dresden, Institut für Forstbenutzung und Forsttechnik 1998.
- Tromp SW. Possible effects of Extra-terrestrial stimuli on colloidal systems and living organisms. In: *Biometeorology Vol. 5 Part II. Proceedings of the 6th International Biometeorological Congress held at Noordwijk, The Netherlands, 3–9 September 1972*.
- Tromp SW, Weihe WH, Janneke J, Bouma. Supplement to Vol. 16 of *The International Journal of Biometeorology* 1972.
- Vallée Ph. *Etude de l'effet de champs électromagnétiques basse fréquence sur les propriétés physico-chimiques de l'eau*. Paris: Thèse de Doctorat, Université Pierre et Marie Curie 2004.
- Verchot LV, Mackensen J, Kandji S, van Noordwijk M, Tomich TP, Ong CK, Albrecht A, Bantilan C, Anupama K, Palm CA. Opportunities for linking adaptation and mitigation in agroforestry systems. In: Robledo C, Kanninen M, Pedroni L (eds). *Tropical forests and adaptation to climate change. In search of synergies*. Jakarta: Center for International Forestry Research (CIFOR) 2005; 103–21.
- Vlasinova H, Mikulecky M, Havel L. The mitotic activity of Norway spruce polyembryonic culture oscillates during the synodic lunar cycle. *Biol Plantarum* 2003/2004; 47 (3): 475–6.
- Voegele L. Dynamische Wirkungen und ihre praktische Auswertung. *Demeter* 1930; 5 (12): 241–5.
- Vogt KA, Beard KH, Hammann S, O'Hara Palmiotto J, Vog DJ, Scatena FN, Hecht BP. Indigenous knowledge informing management of tropical forests: the link between rhythms in plant secondary chemistry and lunar cycles. *Ambio* 2002; 31 (6): 485–90.
- Zürcher E. Rhythmicities in the germination and initial growth of a tropical forest tree species (in French with a German summary). *Schweiz Z Forstwesen, J Forest Suisse* 1992; 143: 951–66.
- Zürcher E. Les plantes et la lune – traditions et phénomènes. In: Hallé F. (éd.). *Aux Origines des Plantes. Des Plantes Anciennes à la Botanique du XXI^e Siècle*. Paris: Fayard 2008; 389–411.
- Zürcher E. Zur Interaktion von Rhythmus und Form. *Jahrbuch für Goetheanismus. Niefern-Öschelbronn: Tycho Brahe* 2009; 227–50.

- Zürcher E. Lunar-synodic variation in the germination of European spruce (*Picea abies*) seeds: a previous trial re-evaluated (in preparation 2013).
- Zürcher E, Mandallaz D. Lunar synodic rhythm and wood properties: traditions and reality. In: *L'arbre 2000. The Tree. 4th International Symposium on the Tree*, 20–26 August, 2000. Montreal: Institut de Recherche en Biologie Végétale, Montréal Botanical Garden, Isabelle Quentin 2001; 244–50.
- Zürcher E, Cantiani MG, Sorbetti-Guerri F, Michel D. Tree stem diameters fluctuate with tide. *Nature* 1998; 392: 665–6.
- Zürcher E, Rogenmoser C, Soleimany Kartalaei A, Rambert D. Reversible variations in some wood properties of norway spruce (*Picea abies* Karst.), depending on the tree felling date. In: Nowak KI, Strybel HF (eds). *Spruce: Ecology, Management and Conservation*. Hauppauge, New York: Nova Science Publishers 2012; 75–94.
- Zürcher E, Schlaepfer R, Conedera M, Giudici F. 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* 2010; 24: 31–41.