

Quelle: *Biologisch-dynamische Landwirtschaft in der Forschung*. Hrsg.: *Forschungsring für Biologisch-Dynamische Wirtschaftsweise e.V./ Universität Kassel-Witzenhausen, Fachbereich Landwirtschaft*. Verlag *Lebendige Erde, Brandschneise 2*, 64295 Darmstadt, 2001

Welche Bedeutung haben Rhythmen im Biologisch-Dynamischen Landbau?

Hartmut Spieß

Einführung

In der Vergangenheit ist der Biologisch-Dynamische Landbau häufig als eine Form des ökologischen Landbaus bezeichnet worden, welche durch die Besonderheit charakterisiert ist, dass die landwirtschaftlichen Arbeiten nach Mondrhythmen durchgeführt würden. Das trifft bei weitem nicht den Kern dieser Wirtschaftsweise und gibt nicht die Intention Rudolf STEINERS (1924) wieder, wie sie in seinem *Landwirtschaftlichen Kurs* zum Ausdruck kommt. Danach ist das Grundlegende, dass der landwirtschaftliche Betrieb als ein Organismus höherer Ordnung betrachtet wird, in welchem sich die einzelnen Glieder gegenseitig bedingen und in vielfachen Wechselbeziehungen stehen. Aufgabe des biologisch-dynamischen Bewirtschafters ist dabei, den Organismus so zu entwickeln, dass die Lebensprozesse gefördert werden. Seinen Ausdruck findet dies in einer hohen Fruchtbarkeit und Gesundheit der Landwirtschaft. Das Entscheidende bei der Ausgestaltung im Einzelnen – wie Bodenbearbeitung, Düngung, Fruchtfolge, Tierbesatz etc. – ist, dass vom Ganzen des Betriebes ausgegangen wird. Dieses Betriebsganze kann als ein Lebenskräfteorganismus, der einen ideellen Zusammenhang widerspiegelt, gedacht werden. Der Entwicklung dieser Betriebsindividualität dienen vor allem die spezifischen biologisch-dynamischen Präparate. Darüber hinaus ist als das Verbindende zwischen den einzelnen Gliedern in einem solchen Organismus das Element des Rhythmus anzusehen, welcher zum einen als Naturrhythmus und zum anderen als vom Menschen gestalter auftritt. Bereits im ersten Vortrag des *Landwirtschaftlichen Kurs* stellt STEINER die Bedeutung der Rhythmen für alles Lebensgeschehen heraus und weist nach, wie mit der Entwicklung des Lebens eine zunehmende Emanzipation von den äußeren, kosmischen Rhythmen stattgefunden hat. Daher findet man beim Menschen vorwiegend endogene Rhythmen, die autonom, d.h. unabhängig von äußeren Zeitgebern auftreten. Demgegenüber stehen die

Pflanzen noch in stärkster Abhängigkeit von Umweltfaktoren, wie den kosmischen Zeitgebern Licht, Wärme, Tageslänge u.a., welche die sogenannten exogenen Rhythmen bedingen. Das Tier nimmt eine Mittelstellung ein. Die Chronobiologie als Wissenschaft von den zeitlichen biologischen Abläufen hat diesen Sachverhalt vielfach nachgewiesen. Vor allem haben die Arbeiten in der Chronomedizin, Chronopharmakologie und Chronohygiene zu revolutionierenden Erkenntnissen über die Wechselbeziehungen von Zeit und Leben geführt (HILDEBRANDT et al. 1998). Der Biologisch-Dynamische Landbau legt daher großes Augenmerk auf rhythmische Vorgänge als Phänomene des Lebendigen.

Rhythmen tragen das Leben

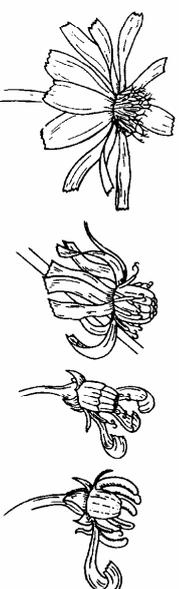
Zunindest deutet sich dies an, denn Rhythmus hat die Funktion, einzelne Lebens- und Stoffwechselfvorgänge zu synchronisieren und zu koordinieren. Wo Leben auftritt, ist es an Rhythmen gebunden, wogegen in der Technik der Rhythmus zum Takt „erstarrt“. Während der Takt die Wiederholung des Gleichen in gleichen Zeiträumen ist, handelt es sich beim Rhythmus um Wiederholung von Ähnlichem in ähnlichen Zeiträumen. Er ist Grunderschreitung wie Voraussetzung des Lebens. Dem „Rhythmus ist die Fähigkeit, linear fortschreitende Prozesse in einer bestimmten Zeitordnung jeweils in ihr Gegenteil umzuwenden. Er ist dadurch die notwendige Voraussetzung allen Lebens, da linear fortschreitende Prozesse letztendlich im Organismus zu Störung, Krankheit und Tod führen müssen“ (WECKEMANN, 1981). Rhythmus finden wir aber ebenso in der scheinbar unbehobenen Welt, im Kosmos. Betrachtet man zum Beispiel die Bewegungen der Planeten unseres Sonnensystems, wie sie sich räumlich und zeitlich gliedern, sehen sie in einem engen mathematischen Zusammenhang, der sich im Verhältnis kleiner ganzer Zahlen ausdrückt und Beziehung zum „Goldenen Schnitt“ aufweist. Der Kosmos (griechisch: das Wohlgeordnete) weist daher Merkmale eines Organismus auf, weil alle einzelnen Erscheinungen in einem totalen Zusammenhang stehen (Himmelsorgank, vgl. SCHMIDT, 1974; BAUER, 1988). So steht beispielsweise jede einzelne Umlaufzeit in mannigfachen Beziehungen zu allen anderen Umlaufzeiten der Planeten. Bezeichnenderweise weisen die autonomen, das heißt zeitlich emanzipierten Rhythmen beim Menschen und beim Tier, welche größere Funktionssysteme oder Organe umfassen, ebensolche ganzzahlig-harmonischen Verhältnisse auf (HILDEBRANDT et al. 1998). Die bekannnte Frequenzbestimmung ist die zwischen Herz- und Atemrhythmus, welche beim gesunden ruhenden Menschen ein Verhältnis von 4:1 aufweist. Die Bedeutung dieser Koordination

besteht in einer gesteigerten Ökonomie. So gilt es als „Weltregel“, dass „Rhythmus Kraft ersetzt“. Diese enorme Bedeutung, die der Rhythmus für alle Lebensvorgänge hat, versucht man im Biologisch-Dynamischen Landbau zu nutzen. Dieses wird auf zwei verschiedenen Wegen beschriften.

Rhythmik landbaulicher Arbeiten fördert Lebensprozesse und Gesundheit

Zum einen gilt es, Elemente des Rhythmus im Betrieb umzusetzen, um deren lebenssteigernde Funktion zur Wirkung zu bringen. So ist die häuerliche Erfahrung durch die moderne chronobiologische Forschung abgesehen, dass in der Tierhaltung ein strenger Rhythmus in den Fütterungs- und Melkzeiten oder beim täglichen Austrieb und anderen Haltungstragen zu handhaben ist, will man die Leistungsfähigkeit, die Gesundheit und Langlebigkeit der Haustiere erhalten und womöglich verbessern.

Im Pflanzenbau ist dies ebenso von Bedeutung, auch wenn es nicht so offenbar auftritt. Wird zum Beispiel eine Pflanze ohne Licht-/Dunkelwechsel gezogen, werden die Lebensfunktionen der Pflanze nicht mehr synchronisiert bzw. koordiniert. Deutlich wird dies an den Blütenbewegungen der Wegwarte (*Cichorium intybus*). Bei Dauerbelichtung erfolgt zunächst eine Desynchronisation des Öffnens und Schließens der Blüten einer Pflanze. Später ist dies auch an den Blütenblättern der Einzelblüte zu beobachten, die sich nicht mehr synchron bewegen (Abb. 1). Zu Störungen in der Pflanzenbildung führen darüber hinaus arrhythmische, das heißt ungleichmäßige Licht-/Dunkel-Wechsel im Laufe eines Tages



Rhythmus des Lichtes

Abb. 1: Blütenstand von Wegwarte (*Cichorium intybus*) bei normalem Licht/Dunkel-Wechsel (a) im Vergleich zu Dauerbelichtung, nach 16 (b), nach 22 (c), nach 28 Tagen (d). Quelle: BÜNNING 1977 über eine längere Zeit. Die Bohne (*Phaseolus vulgaris*) reagiert darauf mit schweren Schäden in der Chlorophyllbildung (Chlorose) und mit missgestalteten Blättern. Im Dauerlicht zeigt sie zusätzlich eine gehemmte Samenentwicklung (Zusammenfassung: MLETZKO u. MLETZKO, 1985).

Die Funktion des Rhythmus kommt auch in der Schädlingsregulierung zum Tragen. So wird im ökologischen Pflanzenbau angestrebt, dass sich Schädling und Nützung die Waage halten, was unter den gegebenen Praxisbedingungen häufig nicht der Fall ist. In der Regel weist das Vorkommen von Räubern (Nützung) einen zeitlichen Verzögerung gegenüber dem Auftreten der Beute (Schädling) auf. Im vorbeugenden Pflanzenschutz versucht man daher, durch spezifische Fördermaßnahmen, z.B. Anbau geeigneter Futterpflanzen, der Population der Räuber, wie Marienkäfer, einen zeitlichen Vorsprung gegenüber der Schaderregepopulation, wie Blattläuse, zu verschaffen. Durch diese Veränderung der Rhythmik des Räuber-Beute-Verhältnisses lassen sich die Schädlinge unter das tolerierbare Schadensmaß dezimieren bzw. unter Kontrolle bringen.

Fruchtfolge als Rhythmusorgan des Ackerbaues

Die Fruchtfolge ist eine der vier Hauptsäulen biodynamischer Bewirtschaftung. Selbstverständlich ist es nichts Neues, dass für die Erhaltung der Pflanzengesundheit und Fruchtbarkeit der Böden ein Fruchtwechsel notwendig ist. Um dies zu erreichen, werden die dafür bekannten und notwendigen Anbaupausen der einzelnen Früchte berücksichtigt. Eine andere Qualität erhält jedoch die Fruchtfolge, wenn sie als Rhythmusorgan des Ackerbaues angesehen und dementsprechend gestaltet wird. Auf der Grundlage, dass der Rhythmus nicht nur Polaritäten zum Ausgleich bringt, sondern dass ihm eine die Lebensfunktion steigende Kraft innewohnt, baut man im Biodynamischen wie allgemein im Ökologischen Landbau eine Fruchtfolge sehr gezielt auf. So wechseln Halm- und Blattfrüchte, Winterung und Sommerung, Stark- und Schwachzehrer, stickstoffbindende Kulturen und Nichtleguminosen, Humus auf- und abbauende Früchte, Tiefwurzler und Flachwurzler oder Garenehmer und Garzehrer. Bei einer nach solchen rhythmischen Gesichtspunkten „ausgefeilten“ Fruchtfolge unter Einbeziehung der organischen Düngung verbessert sich kontinuierlich die Bodenfruchtbarkeit und treten Fruchtfolgekrankungen nicht auf.

Biodynamische Präparate rhythmisieren den landwirtschaftlichen Organismus

Eine andere wesentliche rhythmische Handhabung im Betrieb ist die Herstellung und Anwendung der biologisch-dynamischen Präparate (zusammengefasst bei Koerff et al. 1996). Schon in der Herstellung der Präparate ist die Berücksichtigung der Jahresrhythmik im Hinblick auf die Po-

lartät Sommer/Winter als erste prägende Eigenschaft der Präparate zu nennen. Dann folgt – allerdings nur bei den Spritzpräparaten Hornküsel und Horrkümmel – die rhythmische Verarbeitung im einstufigen Rühprozess. Diese werden schließlich in Abstimmung mit der Rhythmik der sich entwickelnden Pflanze angewendet. Demgegenüber werden die Kompostpräparate üblicherweise dem organischen Dünger zugesetzt, so dass entsprechend der Düngung, die in der Regel zur Hackfrucht gegeben wird, nicht jedes Jahr eine Anwendung dieser Heilpflanzenpräparate erfolgt. Es scheint jedoch für eine Ausschöpfung der vollen Wirksamkeit ratsam, die Präparate im jährlichen Rhythmus anzuwenden, wofür entsprechende Handhabungen (Fladenpräparat) vorgesehen sind. Die Präparate der Biologischen-Dynamischen Wirtschaftsweise fungieren daher neben anderem im Sinne eines Rhythmisierungsprozesses des landwirtschaftlichen Organismus. Die Wirkungen dieser Präparate auf die Ertrags- und Qualitätsbildung der Pflanzen sind auch auf die Bodenentwicklung in zahlreichen wissenschaftlichen Untersuchungen dokumentiert (zusammengefasst bei König, 1999).

Kosmische Rhythmen prägen den Landbau

Allein von der Sonne und deren Licht- und Wärmewirkung hängt alles irdische Leben ab. Nur die Pflanze ist in der Lage, mit Hilfe der Sonnenenergie organische Substanz aufzubauen, die höheres Leben möglich macht. Dies ist zwar eine Binsenweisheit, aber dieses Faktum ist wenig präsent im Bewusstsein des heutigen Menschen. In den alten Kulturen wurden demgegenüber die Sonne und auch die Planeten als Gottheiten verehrt und ihr Wirken für die Erde kultisch gepflegt. So schaute von alters her der Mensch auf den Lauf der Gestirne und beobachtete im Verhältnis dazu das Lebensgeschehen im Gesamten wie das Gedeihen seiner ackerbaulichen Kulturen im Einzelnen. Schon früh entstanden Sä- und Ernteregeln. Die ältesten Sammlungen stammen beispielsweise von *Plinius d. Ä.* (1. Jh. n. Chr.), der das Wissen seiner Zeit in seiner *Naturalis Historia* festhielt. Überwiegend waren es Wetterregeln und Loszeiten für die hauptsächlichsten landwirtschaftlichen Arbeiten im Wechsel der Jahreszeiten, von denen ja das Pflanzenwachstum in erster Linie abhängt. Diese stimmen überwiegend auch heute noch, berücksichtigt man die Verschiebungen durch die Kalenderreformen. Die im wesentlichen aus der Zeit *Karls des Großen* (8. Jh.) stammenden regionalen Saat- und Ernteregeln haben ihre Gültigkeit behalten. Aber auch Regeln zum Mondstand kannte man bereits sehr früh. Die heutigen Sammlungen von Bauernregeln weisen darauf hin, dass mit dem Beginn der Neuzeit und dem Aufkommen einer „Inflationä-

ren“ Astrologie die aus einer intensiven Naturbeobachtung stammenden Regeln verfälscht wurden.

Der Zusammenhang allen irdischen Lebens mit dem umgebenden Kosmos und die Bedeutung der Rhythmen wurde durch RUDOLF STRENER (1924) neu ins Bewusstsein gehoben. So führte er aus, dass durch eine neu zu begründende Wissenschaft der Aberglaube auf diesem Gebiet überwunden werden müsse. Er war auch der Ansicht, dass es sich bei der Erforschung der Naturrhythmen um „wahre Naturwissenschaft“ handelt (STRENER, 1918), weshalb die biologisch-dynamische Forschung von Anfang an darum bemüht ist, den Einfluss kosmischer Rhythmen und Konstellationen auf das Pflanzenwachstum auf eine wissenschaftliche Basis zu stellen.

Für die Landwirtschaft sind im wesentlichen vier Hauptgruppen von Rhythmen relevant, die ihren Ursprung in dem Verhältnis Erde Kosmos haben.

Biologischer Rhythmus	Kosmischer Rhythmus
Tagesrhythmus (circadian), 24h*	Erdatation um ihre Achse
Wocherhythmus (circaseptian) 7d*	von Mondlauf abgeleitet
Monatsrhythmus (circalunar) 27,2-29,5d	Mondumlauf um die Erde
Jahresrhythmus (circannual) 1a*	Sonnenlauf (Erdaturnlauf um die Sonne)
mehrfährige Rhythmen (intraannual) >1a	Sonnenaktivität, Planetenumläufe

*1h (hora) = Stunde, d (dies) = Tag, a (annus) = Jahr

Tab. 1: Relevante Zeitmaße in der Landwirtschaft

Tagessrhythmen synchronisieren Aktivität und Ruhe aller Lebewesen

Der Tagesgang der Sonne mit dem Licht- und Wärmezyklus hell/dunkel, warm/kalt rüft bei allen Lebewesen den Rhythmus von Aktivität und Ruhe hervor. Er bestimmt die Photosynthese der Pflanze mit der Kohlenstoff-assimilation am Tag und der Kohlendioxid-Veratmung und Sauerstoffaufnahme in der Nacht. Damit einher geht das Öffnen der Stomata am Morgen und Schließen am Abend. Dieser sehr komplizierte Prozess wird in erster Linie durch das Licht gesteuert und hängt mit der Zuckerproduktion am Tag und seiner Umwandlung in Stärke bei Nacht, aber auch von den Wärmeverhältnissen und der Wasserversorgung ab. Daher erntet der Gärtner frühmorgens den Salat, wenn die Blattsfingungen geschlossen sind und der Turgor in den Blättern hoch und der Salatkopf „prall und voll“ ist. Auch der Helpflanzenanbauer erntet seine Pflanzen zu verschiedenen

Tagesszeiten, weil der Wirkstoffgehalt innerhalb eines Tages um 100 Prozent schwanken kann. Er wird also wegen hoher Alkaloidgehalte die Blätter des Stechapfels (*Datura stramonium*) am Morgen, die Wurzeln der Tollkirsche (*Atropa belladonna*) am Nachmittag ernten oder wegen hoher Gehalte ätherischer Öle die Ernte von Pfefferminze (*Mentha piperita*), Thymian (*Thymus vul.*), Salbei (*Salvia off.*) oder Kamille (*Marricaria recutita*) auf den Mittag legen.

Eine Anpassung der Pflanzen liegt auch bezüglich der tagesperiodischen Temperaturschwankungen vor. So werden von den Pflanzen tags höhere und nachts tiefere Temperaturen bevorzugt (Thermoperiodismus). Erst bei einer bestimmten Größe der Temperaturamplitude (Differenz zwischen höchster und niedrigster Temperatur) erreichen die Pflanzen ihre maximale Wachstumsleistung wie Tomaten bei +8°C (Abb. 2) und Kartoffeln bei +5°C. Nicht nur im Gewächshaus hat dies Bedeutung, sondern auch in der landwirtschaftlichen Praxis. So wurde die Beobachtung gemacht, dass bei Mähren, die auf Dämme gesät wurden, durch die größere Temperaturamplitude die Keimung als auch die Gesundheit verbessert waren. Aber auch bei der Unkrautregulierung sollten thermoperiodische Einflüsse beachtet werden, da die Keimruhe verschiedener Wildpflanzen erst dann gebrochen wird, wenn ein Wechsel hoher und niedriger Temperaturen einsetzt (Temperaturamplitude 10/30°C).

Rhythmus der
Tagesstemperatur

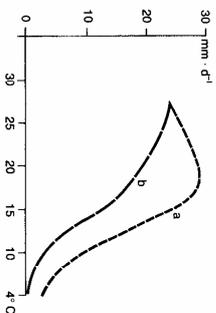


Abb. 2: Thermoperiodizität beim Längswachstum der Tomate: a= bei Tagestemperatur 25,5°C und ständiger Temperaturen in der Nacht (Abszisse); b= konstante Tages- und Nachtemperaturen, wie Abszisse. Quelle: Gieseler 1988

Über die genannten Beispiele hinaus sind die tagessrhythmischen Phänomene, wie die Blattbewegungen u.a. für die landwirtschaftliche Praxis nur insofern von Bedeutung, als die Pflanzen den Tagesrhythmus zur Zeitmessung benutzen, um ihre jahresrhythmische Entwicklung zu synchronisieren. Diese rhythmische Organisation der Pflanze wurde von dem Botaniker und Chronobiologen Erwin Bünning (1977) als physiologische (innere) Uhr bezeichnet.

Jahresrhythmen dominieren den Landbau

Die jahresrhythmischen Erscheinungen der Pflanzen haben die stärkste Bedeutung für den Pflanzenbauer. An die jahresrhythmischen Veränderungen von Licht und Wärme haben sich die Pflanzen adaptiert. Dies ist für den Landwirt und Gärtner im Hinblick auf die Aussaat und Ernte von großer Bedeutung, da die Pflanzen je nach ihrem photoperiodischen Typ (Langtags-, Kurztagspflanze) auf die Veränderung der Tageslänge im Jahresrhythmus reagieren. So sät man beispielsweise eine Langtagspflanze wie Hafer sehr zeitig im Frühjahr, damit sie sich im Kurztag vegetativ stark entwickelt und eine lange Vegetationszeit hat, was die Voraussetzung für einen hohen Ertrag ist. Ein spät gesäter Hafer wird niemals hohe Erträge bilden können, weil durch den Langtag die Wachstumszeit begrenzt wird. Die Pflanzen reagieren atypisch, wie die Kartoffel, die entsprechend ihrer Herkunft aus Südamerika eine Kurztagspflanze ist und erst für die Langtagsbedingungen umgezüchtet werden musste. Will man viele Knollen haben, muss man frühzeitig die Kartoffeln auslegen, da Kurztag den Knollensatz fördert. Die Knollen sind dann kleiner und eignen sich für Saatkartoffeln. Spät ausgesetzte Kartoffeln wachsen mehr unter dem Einfluss des Langtags, so dass weniger dafür aber größere Knollen (Speiseware) gebildet werden. Tagneutrale Pflanzen wie die Buschbohnen reagieren auf die Photoperiode kaum oder nicht.

Eine ebenso wichtige Rolle spielen für die Pflanzenentwicklung die jahresrhythmischen Temperaturverhältnisse. So benötigen vor allem unsere winteranuellen Pflanzen wie das Wintergetreide, aber auch Sommergetreide, eine bestimmte Summe von Tagen mit niedrigen Temperaturen, um in die generative Entwicklung eintreten, d.h. blühen und fruchten zu können (Vernalisation/Jarowisation).

Saattermin wie ein Betriebsmittel einsetzen

Die Einhaltung der optimalen Saatterzeit ist für den Praktiker eines der wichtigsten Instrumente zur Beeinflussung des Wachstums und der Gesundheit seiner Kulturpflanzen; vor allem bei begrenzter zur Verfügung stehenden Betriebsmitteln, wie es im Ökologischen Anbau der Fall ist. Mit der optimalen Saatterzeit können Ertragsreserven ausgeschöpft, die Produktivität verbessert und vorbeugender Pflanzenschutz betrieben werden. Häufig werden durch ungenügende Berücksichtigung der günstigsten Saatterzeit große Ertragsreserven verschleckt. Einen allgemein gültigen Saattermin gibt es für eine bestimmte Kulturart nicht. Er kann entspre-

chend den Gegebenheiten des Standortes sowie des Klimas und der Witterung regional sehr verschieden sein (Spieß 2001).

Die Wahl der Saat- und Pflanztermine der Kulturen hat entscheidende Bedeutung im Ventilen bzw. Vorbeugen von Pflanzenkrankheiten. Sät man beispielsweise Wintergetreide zu früh, führt dies in der Regel zu „mastigen“ Beständen, die dann leichter von pilzlichen Erregern befallen werden, wie Typulafäule (*Typhula incarnata*) bei der Gerste oder Schneeschimmel (*Gerlachia nivalis*) bei Weizen und Roggen. Demgegenüber hat eine Verspätung im Saattermin eine Verzögerung in der Keimung und nachfolgender pflanzlicher Entwicklungsstadien zur Folge, was die Pflanze schwächt und krankheitsanfälliger macht. Dadurch können satgutübertragbare Krankheiten begünstigt werden, wie das zum Beispiel beim Weizensteinbrand (*Tilletia caries*) der Fall ist. Ein anderes klassisches Beispiel stellt das saatzeitabhängige Auftreten des Haferflugbrandes (*Ustilago avenae*) dar. Dieser Erreger hat ein Keimoptimum von etwa 15°C. Zur Vorbeugung eines Befalles muss demnach der Hafer im zeitigen Frühjahr, bei niedrigen Temperaturen gesät werden. Unter diesen Bedingungen keimt zwar bereits der Hafer, jedoch nicht das Pilzmyzel aus, so dass der Befall durch den Entwicklungsvorsprung des Hafers begrenzt bleibt.

Anderer Phänomene jahresrhythmisch veränderter Virulenz von Pathogenen sind bekannt, ohne dass deren Zusammenhänge geklärt sind. So wird regelmäßig die Erfahrung gemacht, dass bestimmte Kulturen pilzlicher Pathogene unter konstanten Laborbedingungen im Winter nicht oder nur sehr schlecht wachsen, wogegen in den übrigen Monaten die Kultivierung problemlos gelingt. Noch steht aus zu untersuchen, inwieweit ein Zusammenhang mit kosmischen Rhythmen besteht.

Mehrfährigen Rhythmen mehr Beachtung schenken?

Interessanterweise wird von STEINER im Landwirtschaftlichen Kurs auch auf die Wirksamkeit der Sonnenflecken hingewiesen, die im Mittel eine elfjährige Periodizität der Sonnenaktivität aufweisen. Spätere Untersuchungen wiesen nach, dass neben vielen Beziehungen zur Biosphäre (Zusammenfassung Siegel 1975) auch ein Zusammenhang mit dem Pflanzenwachstum anhand der Ausbildung der Jahresringe bei Bäumen besteht. Verstärktes Wachstum wurde jeweils zu den Maxima der Sonnenaktivität gefunden. Auch der Getreidebrand soll russischen Wissenschaftlern zufolge der Rhythmik der Sonnenflecken folgen. In der Praxis schien sich dies bezüglich des Weizensteinbrandes zu bestätigen, wo zum Sonnenfleckenmaximum in der Vegetationsperiode 1999/2000 noch nie

da gewesene Befallszahlen bis 100 % festgesetzt wurden (Spess 2000). Auf dem gleichen Standort Dottenfelderhof zeigten Bestandsaufnahmen von Löwenzahn (*Taraxacum officinale*) ebenfalls eine Beziehung zu den Sonnenflecken mit minimalen Blütenbeständen zu den Maxima der Sonnenaktivität (Spess 1999).

Aus dem Bereich Forstwirtschaft und Landschaftsbau seien abschließend zwei Beispiele mehrjähriger Rhythmen genannt. So berichtet Schurtz (1950) über Samenjahre der Rotbuche, die in stärkster Abhängigkeit vom 12-jährigen Umlauf des Jupiter standen. Demgegenüber weiß man bisher nicht, ob es äulbere Zeiger sind, die das weltweit gleichzeitige Blühen des Schirmbambus alle 120 Jahre und anderer Bambusarten mit Ruhephasen von 10, 20 und 90 Jahren auslösen.

Lunare Rhythmen finden sich in allen Naturreichen

Heute sind mehr als sechshundert Lebewesen bekannt, die einen lunaren Rhythmus zum Beispiel in der Fortpflanzung oder in der Nahrungssuche aufweisen. In allen wissenschaftlich gesicherten Fällen handelt es sich dabei um eine Abhängigkeit vom Zyklus der Mondphasen oder dem mondtägigen Gezeitenrhythmus. Bei den Pflanzen mit einer synodisch-lunaren Rhythmik sind in der Literatur z.B. genannt: Keimfähigkeit und Wasseraufnahme bei Bohne; Wurzelwachstum bei Bohne und Sonnenblume; Atmung bei Kartoffel, Möhre und Sonnenblume; Wachstumsrate von Kresse und diversen Wildpflanzen; Nährstoffaufnahme von Sudangras und Mais; DNS-Bildung bei Kartoffel; Cytokinbildung bei Seetang (Zusammenfassung: Spess, 1994; Endres u. Schrad, 1997). Neueste Ergebnisse liegen über die Keimung und die Wachstumsrate tropischer Bäume vor, welche die höchsten Werte bei Aussaat zwei Tage vor Vollmond erreichten (Zurcher, 1998). Andererseits wurde nachgewiesen, dass Baumstämme im Rhythmus der Gezeiten schwellen und schrumpfen (Zurcher et al., 1998).

Im Hinblick auf die traditionelle Landwirtschaft werden heute kaum noch übereinstimmende Bauernregeln gefunden. Jedoch sind nicht alle Mondregelnbarer Unsinn. So wird noch heute teils die abnehmende, teils die absteigende Stellung des Mondes beim Fällen von Nutzholz berücksichtigt. So soll im zunehmenden Mond geschlagenes Holz eher faulen und von Schädlingen befallen werden. Die Richtigkeit dieser Mondregel wurde durch Untersuchungen in Österreich und Kuba von Janz (1982) sowie Leon u. Barro (1987) bestätigt. Sie wiesen nach, dass Fichten bzw. Kiefern, die zu Vollmond geschlagen wurden, stärker von Borkenkäfern (*Ips* spp. *Phytophaga*) befallen wurden als zu Neumond geschlagene Fangbäume.

Komplexität der Mondzyklen erschwert Untersuchungen

Der Mond ist mit fünf Hauptrythmen und mehreren hundert sogenannten Ungleichheiten der beweglichste Wandler unseres Planetensystems. Der synodische Mondrhythmus ist am bekanntesten. Er beschreibt den Mondumlauf um die Erde in 29,5 Tagen im Verhältnis zur Sonne (Mondphasen, Voll-, Neumond, Viertel). Mit diesem Zyklus ändern sich die Reflexion von Sonnenlicht, die Gravitation und gering die elektromagnetische Feldstärke. Aufgrund der elliptischen Bahn des Mondes entstehen Erdnähe (Pg) und Erdferne (Ag). Dieser anomalistische Rhythmus beträgt 27,6 Tage. Der Mond läuft wie alle Planeten und die Sonne vor einem Gürtel von Sternbildern, dem Tierkreis oder Zodiac. Für diese siderische Umlaufzeit benötigt der Mond 27,3 Tage. Bezüglich der Einteilung des Tierkreises in Sternbilder bzw. Sternzeichen finden sich unterschiedlichste Angaben und Deutungen, die auf ca. fünf verschiedenen Systemen fußen (vgl. Spess, 1997). Wie die Sonne nimmt der Mond bei jedem Umlauf einen Höchst- und einen Tiefstand ein. Dieser auf- und absteigende Mond wird tropischer Umlauf (27,3 d) genannt. Schließlich beschreibt der draconische Mondumlauf in 27,2 Tagen das Wandern der Schnittpunkte (Mondknoten) von scheinbarer Sonnenbahn und Mondbahn und den damit in Zusammenhang stehenden Finsternissen. In der Überlagerung (Interferenz) der einzelnen Mondzyklen einschließlich der Vielzahl planetarer Konstellationen entstehen unendlich viele Kombinationsmöglichkeiten, so dass es für eine bestimmte gesamt Kosmische Konstellation keine Wiederholbarkeit gibt.

Der Mond im Biologisch-Dynamischen Landbau

Die bereits oben erwähnten Hinweise STREINERS im *Landwirtschaftlichen Kurs* impulsierten die Erforschung kosmischer Rhythmen nicht nur im Biologisch-Dynamischen Landbau, sondern in erheblichem Maße ganz allgemein. Zahlreiche Untersuchungen zum Einfluss des Mondes wurden darüber hinaus durch die Veröffentlichung der Experimente von Koursko (1933) angeregt. Sie erhielt in Saat- und Pflanzzeitversuchen das immer wiederkehrende Ergebnis, dass Aussaaten vor Vollmond zu höheren Erträgen und besseren Qualitäten führten als die Aussaaten vor Neumond. Zur gleichen Zeit publizierte JABERK (1936) seine Untersuchungen, der nach astrologischen Angaben von *Paracelsus* und *Albertus Magnus* arbeitete. Andere Autoren bestätigten die genannten Ergebnisse in Folgeversuchen jedoch nicht oder nur teilweise. Die gesamte Darstellung der damaliger Arbeiten ist der Arbeit von Spess (1994) zu entnehmen.

Auf der Basis der Resultate von Kourisko wurde für biologisch-dynamische Bewirtschaftler ein erster Saat-Termin-Kalender auf astronomischer Basis in den 50er/60er Jahren durch F. Ruland und H. Schmidt herausgegeben. Die Empfehlungen dieses Kalenders wurden seinerzeit von Maria Thun (1963) aufgegriffen, jedoch andere Beobachtungen gemacht. In Tagesausgaben mit Kadies stellte sie verschiedene Pflanzentypen fest, die im Verlauf eines siderischen Monats wiederholt in Trigonon auftreten und sich in Wurzel-, Blüten-, Blatt- und Frucht-/Samentyp unterscheiden. Diese Zuordnung einschließlich der Berücksichtigung anderer Mond- und Planetenrhythmen stellt die Basis des seit 1963 von ihr herausgegebenen Saatkaltenders „Ausstattage“ dar. Es ist wichtig zu erwähnen, dass andere Kalender-Autoren zwar die gleiche Trigoneinteilung verwenden, aber im Unterschied zu Thun den Mondstand vor den astronomischen Sternzeichen angeben. Damit entsteht ein Unterschied zur astronomischen Einteilung der Tierkreisbilder von ca. ein bis zwei Tagen. In der Praxis und in der Beratung führt dies zu Irritationen und Missverständnissen.

Wissenschaftliche Untersuchungen zu Mondkalendern

Mehrere Doktorarbeiten in Deutschland und in der Schweiz sowie wissenschaftliche Untersuchungen in Österreich wurden in den 70er und 80er Jahren über die Wirksamkeit der Mond-, Tierkreis-, Trigone durchgeführt. Mehrheitlich ließ sich jedoch ihr Einfluss auf das Pflanzenwachstum nicht verifizieren (vgl. Spess 1994). Die neueste Arbeit zu diesem Thema liegt aus dem Institut für biologisch-dynamische Forschung vor. Auf dem Demeter-Betrieb Dollenfeld der Hof/Bad Vilbel wurden in systematischen, mehrjährigen Saatzeitversuchen unter variierten Versuchsbedingungen fünf verschiedene Kulturpflanzen auf das Auftreten lunarer Rhythmen hinsichtlich Wachstum und Qualität der Pflanzen geprüft (Spess 1994). Die Resultate seien hier kurz zusammenfassend dargestellt. Eindeutig reagierten die Pflanzen auf primäre Wachstumsfaktoren, wie die der Jahresthymik unterliegenden Variationen der Lichtintensität, Wärme, Feuchte oder Tageslänge. Ertragshebungen durch die verspätete Aussaat betragen innerhalb des vierwöchigen Zeitraumes nicht selten 25 % bzw. konnten die Erträge saatzeitbedingt um mehr als das Doppelte schwanken. Erst nach Trendberichtigung der Ergebnisse mittels Polynomregressionen traten lunare Rhythmen deutlich in Erscheinung, die im mehrjährigen Vergleich größtenteils abzusichern waren. Danach ließen sich wenig Übereinstimmungen mit den Empfehlungen der „Ausstattage“ finden. Demgegenüber ergab sich, dass die einzelnen Kulturen spezifisch auf die Mondzyklen reagierten, wie nachfolgende Resultate zeigen.

Roggen vor Vollmond säen?

In fünfjährigen Versuchen mit Winterroggen wurden die deutlichsten Unterschiede beim Feldaufgang gefunden. Danach lief die Saat besonders gut auf, wenn sie kurz vor Vollmond erfolgte (+6 %). Am wenigsten keimfreudig zeigte sich der Roggen bei Aussaat kurz vor Neumond (-9 %). Die weitere Ertragsbildung unterlag Faktoren der Kompensation. Bezüglich der Qualität traten bei der Keimfähigkeit vergleichbare Unterschiede wie die beim Feldaufgang gemann auf. Hier führten auch die Erdhöhe und Erdferne zu signifikanten Differenzierungen.

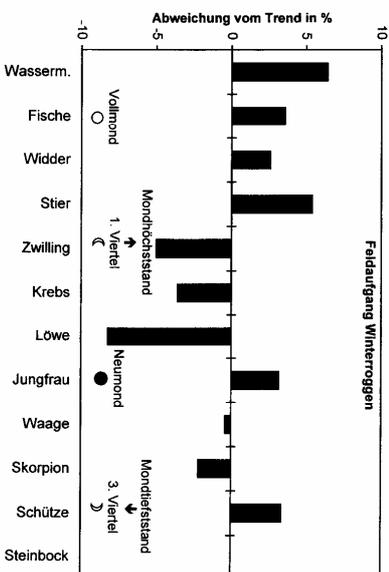


Abb. 3: Relative Abweichungen des Feldaufganges (Keimlinge) von Winterroggen vom geglätteten Jahrestrend in Abhängigkeit vom Mondstand zum Zeitpunkt der Aussaat von Mitte September bis Mitte Oktober, Mittel aus 5 Jahren.

Mondstand und Feldaufgang

Möhren ein bis drei Tage vor Vollmond säen?

In allen Jahren reagierte die Möhre mit statistisch gesicherten Mehrerträgen (+14 %) bei Aussaat ein bis drei Tage vor der Vollmondstellung. Die Haltbarkeit der Möhren zeigte einen synodisch-lunaren Verlauf mit den geringsten Zersetzungsverlusten bei Aussaat kurz vor Vollmond und den höchsten unmittelbar vor und nach Neumond (Abb. 4).

Kartoffeln zu Neumond legen?

In parallel zu Möhren durchgeführten Pflanzzeitversuchen mit Kartoffeln verhielten sich die Knollenerträge dazu jedoch nahezu entgegengesetzt, d.h. mit Mindererträgen in Höhe von 11 % bei Pflanzungen vor Vollmond.

Mondstand und Ernte

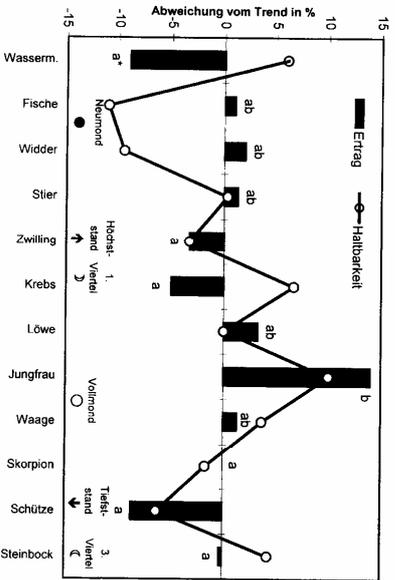


Abb. 4: Relative Abweichungen des Ertrages (TM) und der Halbbarkeit von Möhren vom geglätteten Jahrestrend in Abhängigkeit vom Mondstand zum Zeitpunkt der Aussaat von Mitte April bis Mitte Mai; Mittel 3 Jahre.
*) ungleiche Buchstaben unterscheiden sich signifikant; a = 5% Quelle: SPIEG 1994

Pflanzen zur Erndhäte brachten die Höchsterrträge (+16 %). Im vierjährigen Mittel ließen sich diese Unterschiede statistisch nicht sichern, waren jedoch in Einzeljahren hoch signifikant.

Buschbohnen bei Mondhöchststand stecken?

Buschbohnen in Gefäßversuchen reagierten am stärksten auf den auf- und absteigenden Mond sowie auf die Erndhäte (Abb. 5). So wurden bei der ersten Pflückung die meisten Hülsen bei den Aussaaten zum Mondhöchststand (+16 %) sowie zum Perigäum (+16 %) gebildet. Ähnlich reagierte auch das Kraut der Buschbohnen mit signifikanten Unterschieden zwischen den Aussaaten zum Mondhöchststand (+7 %) und Tiefststand (-8 %).

Radleschen im aufsteigenden Mond säen?

Das Radleschwamm zeigte sich wie die Bohnen am stärksten abhängig von auf- und absteigenden Mond, aber auch von der Vollmond- und Erdnähebestellung. Am besten wuchsen die Radleschen bei Aussaaten in der ersten aufsteigenden Mondperiode (+9 %) sowie zur Erndhäte (+20 %). Demgegenüber waren die Erträge bei Aussaat zu Vollmond am niedrigsten (-11 %). Allerdings wiesen diese Knöllchen die beste Halbbarkeit auf. Beim Blatt unterschieden sich die Höchsterrträge bei Aussaat zum Mondtiefststand (+11 %) von den Tiefsterträgen zur Erdferne (-13 %).

Mondstand und Ernte

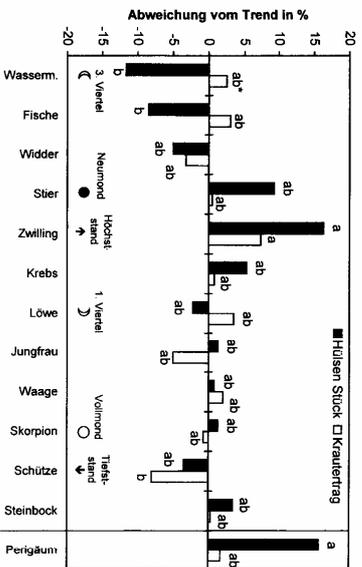


Abb. 5: Relative Abweichungen der Hülsenanzahl und des Krauttrages (TM) von Buschbohnen vom geglätteten Jahrestrend in Abhängigkeit vom Mondstand zum Zeitpunkt der Aussaat Mitte Mai bis Mitte Juni; Mittel 3 Jahre.
*) ungleiche Buchstaben unterscheiden sich signifikant; a = 5% Quelle: Spiess 1994

Fazit zum Thema Mond und Pflanzenwachstum

Das gefundene unterschiedliche Verhalten der einzelnen Kulturen könnte eine Erklärung für die Vielzahl unterschiedlicher Bauernregeln zum Mondstand sein. Demgegenüber sind die einheitlichen Resultate in bezug auf die Erndhäte des Mondes hervorzuheben, die größtenteils signifikante Ertragssteigerungen bei den Nutzungsorganen der Kulturen bewirken. Aufgrund dieser Ergebnisse ist zu vermuten, dass – ähnlich der Einteilung der Pflanzen in photoperiodische Reaktionstypen (s.o.) – die Kulturpflanzen auch nach lunarperiodischen Reaktionstypen zu unterscheiden sind. Diese Hypothese bedarf der Untermuerung durch weitere Untersuchungen. Es bestätigten sich sowohl die wissenschaftlichen Resultate der Literatur als auch die Hinweise STEINERS, dass primär die Mondphasen sowohl die Keimung der Saaten als auch allgemein das Pflanzenwachstum beeinflussen. Die hier vorgestellten Resultate von SPIESS (1994) weisen nach, dass praxisrelevante Effekte durch die Berücksichtigung der Mondstellung zum Zeitpunkt der Aussaat eintreten können. Eine Übertragung der Ergebnisse auf alle Verhältnisse der Landwirtschaft ist verfrüht, da dies zeitgleiche, repräsentative Untersuchungen auf verschiedenen Standorten voraussetzt. Während in der breiten Praxis aufgrund der Arbeitsorganisation Mondrhythmen nur sehr begrenzt anwendbar sind, scheinen diese eher im Gar-

tenbau und vergleichbaren Gebieten umsetzbar zu sein. Die Ergebnisse enthalten den Hinweis, dass besonders im Samenbau und im Heilpflanzenanbau zur Erzeugung einer hohen Saatgütekategorie bzw. einer spezifischen Ernährungsqualität – neben der allgemeinen Ertragsrelevanz – sich die Berücksichtigung lunarer Rhythmen zu empfehlen scheint.

Schlussbetrachtung

Mit der zusammenfassenden Darstellung über Rhythmen im Landbau sollte veranschaulicht werden, dass Rhythmus bzw. Rhythmen nutzbringend im Biologisch-Dynamischen wie im gesamten Ökologischen Landbau eingesetzt werden können, um den landwirtschaftlichen Organismus in seiner Komplexität bezüglich Fruchtbarkeit, Gesundheit und Leistungsfähigkeit zu unterstützen.

Literatur

- Bauer, H. 1988: Über die hemisphärischen Planetenbewegungen. Elemente einer Himmelsorganik. Verlag Freies Geistesleben, Stuttgart
- BUNNING, E. 1977: Die physiologische Uhr. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York
- Enders, H.-P. u. W. Schrad 1997: Biologie des Mondes, Mondperiodik und Lebensrhythmen. Hirzel Verlag, St. Gallen
- Gesler, G. 1988: Pflanzenbau. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg
- Jahn, E. 1982: Untersuchungen zum Befall von Fichten-Fangbäumen durch Borkenkäfer im Zusammenhang mit Mondphasen zur Fällungszeit. Anz. Schädlingskd., Pflanzenschutz, Umweltschutz 55, 145-159
- Hildebrandt, G., M. Moser u. M. Lehner 1998: Chronobiologie und Chronomedizin. Hippokrates Verlag, Stuttgart
- Jagers, H. 1936: Hat der Mond einen Einfluss auf das Pflanzenwachstum? Z. Pflanzenenergie, Dtinge, u. Bodenkd. 41, 336-347
- Kovács, U. J (ed.) 1999: Ergebnisse aus der Präparatforschung. Schriftenreihe Bd. 12, Inst. f. biol.-dynam. Forschung, Darmstadt
- Koepf, H.H., W. Schaumann u. M. Haccius: Biologisch-Dynamische Landwirtschaft. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart
- Kausko, L. 1933: Der Mond und das Pflanzenwachstum. Mitt. Biol. Inst. an Goethe-univ. Stuttgart
- Leon, J. u. N. Baezo 1987: Influencia de las fases lunares en la atracción de arboles trampa para escoldidos del género Ips en pinares de Baracoa. Revista Forestal Baracoa 17, 2, 45-56
- Melzer, H. G. u. I. Melzer 1985: Biohybnik. Ziemsen Verlag Wittenberg
- Schmidt, T. M. 1974: Musik und Kosmos als Schöpfungs Wunder. Verlag Th. Schönl, Frankfurt
- Schultz, J. 1950: Kosmische Perioden bei den Samenjahren der Waldtanne. Sternkalender 1951, S. 89-92. Phil.-Anthrop. Verlag, CH-Dornach
- Sigel, F. 1975: Schuld ist die Sonne. Verlag Harry Deutsch Thun, Frankfurt/M.
- Smess, H. 1994: Chronobiologische Untersuchungen mit besonderer Berücksichtigung lunarer Rhythmen im biologisch-dynamischen Pflanzenbau. Habilitationsschrift Weihenstephan, Schriftenreihe Inst. Biol.-Dynam. Forschung Darmstadt, Bd. 3, 4
- Smess, H. 1997: Vom Sein und Ermen zum richtigen Zeitpunkt. Über den Umgang mit Pflanzenrhythmen in Brauchtum und Wissenschaft. In: Mythen, Rhythmen, Rituale, S. 209-237, 15. Goldegger Dialoge, Hg. Kulturverein Schloß Goldegg A-5622 Goldegg
- Smess, H. 1999: Zur praktischen Anwendung kosmischer Rhythmen im Pflanzenbau. Untersuchungen zur Lenkungsregulierung mit der Versuchsmethode nach Rudolf STEINER. Chronobiologie-Seminar. Daxmer Hessens e. V. Modautal
- Smess, H. 2000: Rückblick auf das Arbeitsjahr 2000. In: Arbeitsbericht 2000 des Inst. f. biol.-dynam. Forschung, Darmstadt/Bad Vilbel
- Smess, H. 2001: Zum Umgang mit Rhythmen im Landbau. Lab. Erde 52, 1, 14-17
- Strenner, R. 1918: Die Polarität von Dauer und Entwicklung im Menschenleben. 2. Aufl. 1983, GA 184, Rudolf Steiner Verlag, CH-Dornach
- Strenner, R. 1924: Geisteswissenschaftliche Grundlagen zum Gedächtnis der Landwirtschaft. 6. Aufl. 1979, GA 327, Rudolf Steiner Verlag, CH-Dornach
- Thun, M. 1963: Neunjährige Beobachtung kosmischer Zusammenhänge bei Einjahrespflanzen. Lab. Erde 1, 30-37
- WECKENMANN, M. 1981: Wie können experimentelle und geisteswissenschaftliche Ergebnisse der Rhythmusforschung für die Therapie fruchtbar werden? Beitr. Erweit. Heilkunst 2, 41-52
- Zörcner, E. 1998: Chronobiology of Trees: Synthesis of traditional phytopractices and scientific research, as a tool of future forestry. 3rd IUFRO extension working party symposium, Virginia Polytech. Inst. and State Univ., USA
- Zörcner, E., M.-G. Cantiani, F. Sobieratti-Guerri und D. Michel. 1998: Tree stem diameter fluctuate with tide. Nature, Vol. 392, 665-666