zudeuten scheinen, aber erstens sind diese Messungen noch ausserordentlich unsicher, und zweitens bietet die vorgeschlagene Hypothese auch theoretisch unüberwindbar erscheinende Schwierigkeiten.

Unabhängig von jeder derartigen theoretischen Erklärungsmöglichkeit zeigt das Bestehen einer Beziehung zwischen dem synodischen Mondzyklus und dem Wetterablauf einen weiteren Aspekt für das Wirken kosmischer Einflüsse im Irdischen – vor allem des Zusammenwirkens von Sonnen- und Mondenrhythmen, wie es gerade in den Mondphasen zum Ausdruck kommt. Insbesondere ergibt sich eine deutliche Beziehung der dargestellten Ergebnisse zu dem von *G. Wachsmuth* (1952) geschilderten «Atmungsrhythmus der Erde», der in der doppelten Luftdruckwelle mit ihren Maxima um 9 Uhr und 21 Uhr und ihren Minima um 3 Uhr und 15 Uhr Ortszeit sowie vielen anderen meteorologischen und geophysikalischen Messgrössen zum Ausdruck kommt. Diese Beziehung ist am deutlichsten an den – auch am besten verbürgten – Ergebnissen der ersten Abbildung. Die am oberen Rand dieser Abbildung aufgetragene Abszisse gibt für den Zeitpunkt der oberen Kulmination des Mondes die jeweilige Ortszeit wieder. Dabei zeigt sich nun, dass die maximale Anzahl von Tagen mit stärkstem Niederschlag dann auftritt, wenn der Mond um 3 Uhr und um 15 Uhr kulminiert. Die entsprechenden Minima der Kurve ergeben sich für die Tage, an denen die Kulmination des Mondes ungefähr um 9 Uhr und 21 Uhr stattfindet. Diese Übereinstimmung legt es nahe, den dargestellten Zusammenhang zwischen Mondphasen und Niederschlagstätigkeit als Beeinflussung des von Wachsmuth geschilderten Atmungsrhythmus der Erde durch den Mond zu interpretieren.

Um zu einem wirklichen Verständnis dieser Beeinflussung zu kommen, wird es notwendig sein, mindestens im gleichen Umfang, wie es für die nordamerikanischen Niederschlagsdaten geschehen ist, auch andere meteorologische und geophysikalische Messdaten auf ihre Abhängigkeit vom Mondzyklus zu untersuchen. Insbesondere wäre es interessant, festzustellen, ob zwischen verschiedenen Erdteilen und Klimazonen signifikante Unterschiede auftreten. In den bisher vorliegenden Messergebnissen sollte zunächst nicht mehr als ein erster Hinweis und eine Anregung für weitere Forschungsarbeit gesehen werden.

Thomas Schmidt

LITERATUR

Adderley, E. E., E. G. Bowen (1962): Science *137*, 749.

Bigg, E. K., G. T. Miles (1964): Journal of the Atmospheric Sciences *21*, 396.

Bradley, D. A., M. A. Woodbury, G. W. Brier (1962): Science *137*, 748.

Bradley, D. A. (1964): Nature *204*, 136.

Brier, G. W., D. A. Bradley (1964): Journal of the Atmospheric Sciences *21*, 386

Steiner, R. (1924): Arbeitervortrag 13. September 1924 Die Menschenschule *25* (1951), 345.

Wachsmuth, G. (1952): Erde und Mensch, 2. Auflage, Konstanz/Dornach.

Entwicklungsrhythmik von Blütenknospen

Untersuchungen von *Otti Zeller*

In der Blütenbildung erreicht der durch Ausdehnung und Zusammenziehung hindurchgehende Bildeprozess der höheren Pflanze die Stufe höchster Verfeinerung lebendiger Substanz. Wohl ist es *Goethes* unbestreitbares Verdienst, in seinem «Versuch die Metamorphose der Pflanzen zu erklären», deutlich gemacht zu haben, dass auch der Blüte Sprosscharakter zukommt; doch mag es dem unbefangenen Betrachter nicht weniger verwunderlich erscheinen, wie der grüne Laubblattspross mit einem Male lichte, in Farbigkeit erglänzende und auch mikromorphologisch anders gestaltete Blütenblätter hervorbringt.

Die wichtige Phase des Übergangs vom Blatt zur Blüte lässt sich besonders gut bei Obstgehölzen studieren, da sich dort – im Gegensatz zu annuellen Gewächsen – der Differenzierungsprozess über einen längeren Zeitraum hinzieht. Untersuchungen dieser Art hat zuerst *O. Zeller* (1954–1960) vorgenommen, über die bereits in einer kurzen Zusammenfassung berichtet wurde (***Endlich***, 1959).

Es zeigte sich dabei, dass die ersten Knospenanlagen der heimischen Obstgehölze schon bis zu 2 Jahre vor dem Blühtermin angelegt werden, und in wechselnden Phasen der Wachstumsaktivität und Differenzierungsruhe ein rein vegetatives Entwicklungsstadium durchlaufen. In der Johannizeit des Vorblühjahres setzt sich dann unmittelbar nach einer kurzen Wachstumspause der Blütenimpuls durch und leitet das Stadium generativer Knospendifferenzierung ein. Es ist beachtenswert, dass sich die Umformung der vegetativen Knospe zur Blütenknospe in der Jahreszeit stärkster Licht- und Wärmewirkung vollzieht. In drei weiteren Abschnitten, die von *Zeller* durch eindrucksvolle Mikrotomschnitte belegt werden, schreitet die Blütenentwicklung weiter voran. Im ersten Abschnitt, der von August bis Oktober reicht, entstehen in rascher Folge aus den Meristemen die Blütenbecher mit Kelchblatt-, Kronblatt-, Staubblatt- und Fruchtblattanlagen. Im November ist der Punkt tiefster Knospenruhe erreicht. Von da ab geht die Entwicklung in gerade noch wahrnehmbaren Schritten voran (zweiter Abschnitt), um ab Ende Februar in einen von neuer Entwicklungsdynamik erfüllten dritten Abschnitt einzumünden, der im Frühling mit der Baumblüte zum Höhepunkt der floralen Entfaltung führt.

O. Zeller gelang durch vergleichende Entwicklungsstudien auch der Nachweis, dass die im Zeichen der Produktivität überdüngten Jungobstbäume, deren Langtriebe schon im ersten Lebensjahre, d. h. unnatürlich früh, in den Blattachselknospen Blütenanlagen ausbilden und im Folgejahr fruktifizieren, Störungen in ihrer Entwicklungsrhythmik aufweisen. Erstens setzt der Blütenimpuls bei solchen einjährigen Langtrieben stets einige Wochen verzögert und nie einheitlich ein. Zweitens sind diese Blüten meist unnormal gestaltet, besitzen einen schmalen asymmetrischen Blütenbecher, sowie weniger Staub- und Fruchtblätter, wodurch die Zahl der Samenanlagen in den fertig ausgebildeten Früchten sich gegenüber den normalen Kurztriebfrüchten reduzierte. Drittens war auffallend, dass beträchtlich mehr Blüten an diesen unnatürlich getriebenen Obstbäumen auftraten, als später zum Aufblühen kamen. Insgesamt zeigt sich bei diesen künstlich auf raschen Ertrag ausgerichteten Bäumen eine beträchtliche Entwicklungsdisharmonie und Blütenverkümmerung, die sich wohl auch auf die biologische Wertigkeit dieser Früchte auswirken dürfte, obwohl sie äusserlich keine Defekte erkennen lassen.

In jüngster Zeit hat *O. Zeller* (1964 a) ihre Untersuchungen auch auf nordeuropäische Kulturrassen von *Malus communis, Prunus padus* und Beerensorten ausgedehnt. In Mitteleuropa reicht die Vegetationszeit in Normallagen von März bis Oktober, in Südfinnland dagegen nur von Mai bis September. Innerhalb der Vegetationsperiode unterliegen die Obstgehölze dort einer zwar weniger intensiven, aber doch ausdauernden Besonnung (19-Stunden-Tag in der Mittsommerzeit).

Die Traubenkirsche *(Prunus padus)* durchläuft die Blütenentwicklung in Finnland vom Eintritt des Blütenimpulses bis zur Phase der Archesporbildung in den Antheren in nur 6 Wochen, während gleiche Gewächse in Deutschland dazu 3 Monate benötigen. Es zeigte sich auch hier, dass eine Korrelation zwischen den gleichzeitig am Baum ablaufenden Prozessen der Embryo-, Samen- und Fruchtgenese und der Blütenentwicklung besteht. Die kürzere Vegetationsperiode bedingt eine Beschleunigung der Entwicklungsabläufe. Die Blütenentwicklung bei den untersuchten finnischen Apfelsorten setzt zu verschiedenen Zeiten ein und wird von der Autorin als photoperiodische Reaktion angesehen.

In Finnland spielen die zirkumpolaren Rubusarten *Rubus arcticus* und *Rubus chamaemorus* in der Obstversorgung eine wichtige Rolle. *O. Zeller* (1964 b) befasste sich auch mit der Entwicklungsgeschichte und Morphogenese dieser Arten. Bei *Rubus chamaemorus* setzt der Blütenimpuls im August ein (70° C nördl. Breite), während auch zu gleicher Zeit Früchte reifen und neue Knospen für die nächstjährigen Blüten angelegt werden. Alle Phasen der Entwicklung laufen innerhalb der kurzen Vegetationsperiode in gedrängter Folge ab. *Rubus arcticus*-Pflanzen fruchten nur in Mittelfinnland reichlich; weniger dagegen in Nord- und in Südfinnland, wo dafür reichblütige Infloreszenzen ausgebildet werden. Die ausserhalb des mittelfinnischen Hauptverbreitungsgebiets der Pflanze vorkommenden Gewächse vermögen zwar viele Blüten anzulegen, aber dieser Überfluss führt unter den nordeuropäischen Bedingungen nicht zu ihrer völligen Ausreifung. Fruchtreife und Keimfähigkeit werden in Frage gestellt.

Man kann eine gewisse Parallelität zwischen der unnatürlichen Wachstumsforcierung bei unseren heimischen Plantagenobstbäumen und der – klimatisch bedingten – geringen Fertilität der *Rubus arcticus*-Pflanzen ausserhalb ihres lichtklimatischen Optimums feststellen: die Störung ihrer sorten- bzw. artspezifischen Entwicklungsrhythmik. Es ist zu hoffen, dass die in Angriff genommenen weiteren Untersuchungen darüber noch genauere Aufschlüsse vermitteln.

Bruno Endlich.

Endlich B. (1959): Entwicklungsrhythmik der Blütenknospen. Naturw. Rdsch. *12,* 436

Zeller O. (1954): Beginn der Blütenphase bei den Infloreszenzknospen einiger Kern- und Steinobstsorten. Angew. Bot. *28,* 178.

(1955): Entwicklungsverlauf der Infloreszenzknospen einiger Kern- und Steinobstsorten. Angew. Bot. *29,* 69.

(1958): Über die Jahresrhythmik in der Entwicklung der Blütenknospen einiger Obstsorten. Gartenbauwiss. *23,* 167.

(1960): Entwicklungsgeschichte der Blütenknospen und Fruchtanlagen an einjährigen Langtrieben von Apfelbüschen. I. Entwicklungsverlauf und Entwicklungsmorphologie der Blüten am einjährigen Langtrieb. Z. f. Pflanzenzücht. *44,* 175.

(1964): a) Entwicklungsrhythmen von Obstgewächsen in Finnland. I. Entwicklungsrhythmen von fünf Kultursorten von Malus communis Poir. und Prunus padus L. Maataloustieteellinen Aikakauskirja. *36,* 85.

(1964): b) Entwicklungsmorphologische Studien an Blütenknospen von Rubus arcticus L. und Rubus chamaemorus L. in Finnland. Beitr. zur Phytologie, Stuttgart.

Wagenschein, Martin: Die pädagogische Dimension der Physik

Braunschweig, Georg Westermann Verlag 1962.

Die Physik, als eine besonders geartete Distanzierung des Menschen von der Natur, in ihrer noch nicht ausgeschöpften Bildungsmächtigkeit neu zu ermessen, dies ist mit Worten von Martin Wagenschein ausgesprochen eine Umschreibung des Zieles seines Buches. Es ist ein bedeutendes, anregendes und erfrischendes Buch eines Pädagogen, der auf ein reiches Wirken zurückschauen darf.

Martin Wagenschein weist in der Einleitung auf zwei Wendungen seines Lebensganges hin: «Einmal geriet ich sehr früh, nach wenigen Jahren der Arbeit an der öffentlichen Höheren Schule (an ihr oder an meiner Eignung oder an beidem fast verzweifelnd), in die erzieherisch aktive Luft einer freien Schulgemeinde von pädagogischem Rang (es war die Odenwaldschule *Paul Geheebs),* wo ich nahezu ein Jahrzehnt in fast völliger Freiheit lernend lehren durfte. – Zweitens konnte ich später, nach mehr als zwei Jahrzehnten öffentlicher Höherer Schule (zuletzt an einer hessischen Versuchsschule mit aufgelockerter Oberstufe), an einer Pädagogischen Hochschule künftige Volksschullehrer und an einer Technischen Hochschule und einem Studienseminar künftige Gymnasiallehrer (der Physik) ausbilden helfen, schliesslich auch Lehrer aller Schularten und Fachrichtungen an einer Universität.» (11/2)

Es ist unmöglich, hier den vielfältigen Gehalt des vorliegenden Buches gebührend zu würdigen. Wir können bestenfalls dessen «pädagogische Stimmung» andeuten und hoffen damit, unsere Leser zu dessen Studium anzuregen.

Im ersten Kapitel «Physik als Naturaspekt» verdeutlicht Martin Wagenschein seine Sicht der Physik unter anderem durch die Schilderung eines Titelblattes, das ihm für ein physikalisches Lehrbuch vorschwebt: «Deshalb, wenn ich ein Titelblatt für ein physikalisches Lehrbuch zu entwerfen hätte, so wären da Wolken, Sonne, Mond und Sterne zu sehen, darunter Berge und Wälder, dazwischen Blitz und Regenbogen, und in den Bergen Kristalle, Erze und Magnetsteine, dazu unten Flüsse und Meere. Das ganze umstellt aber, am Rande, von Apparaten: Waagen, Fernrohren, Ampèremetern und so fort.» Martin Wagenschein weist aber noch darauf hin, «dass diesem Titelbild noch etwas fehlt, obwohl es nicht drauf sein darf, denn es steckt darin: etwas, ohne das es keine Physik gäbe, wohl aber Natur: der die Natur betrachtende Mensch, und zwar der moderne Mensch, seit 1600, der so viel mit der Natur anstellt.» (18/9)

Das erwähnte erste Kapitel bildet mit weiteren vier Kapiteln den ersten Teil «Die Entstehung der Physik im Menschen». Der zweite Teil des Buches ist überschrieben «Die Bildung des Menschen im Physikunterricht» und umfasst elf Kapitel. Wir greifen einige Ka-