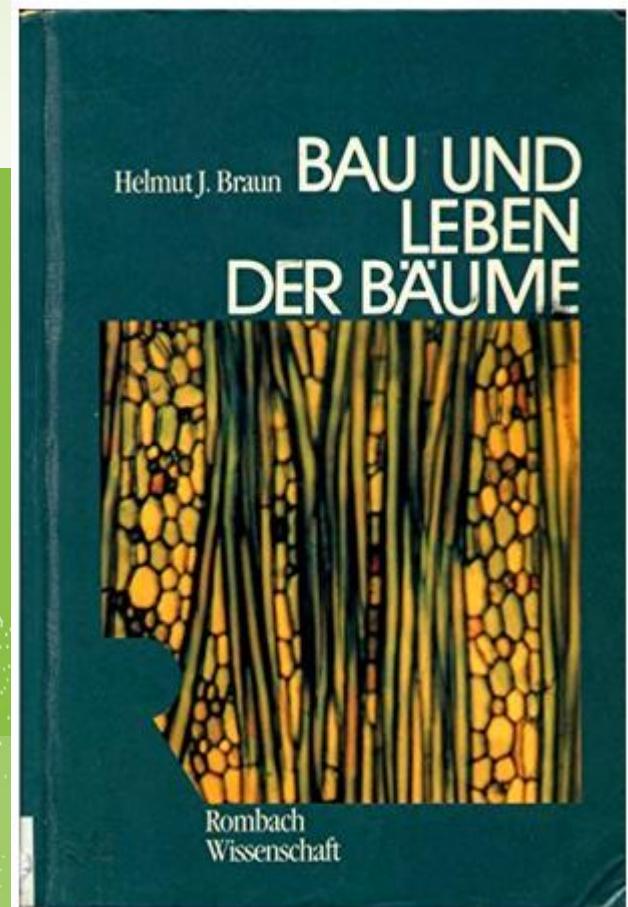


Die physiologischen Leistungen im jährlichen Lebensrhythmus Mitteleuropas

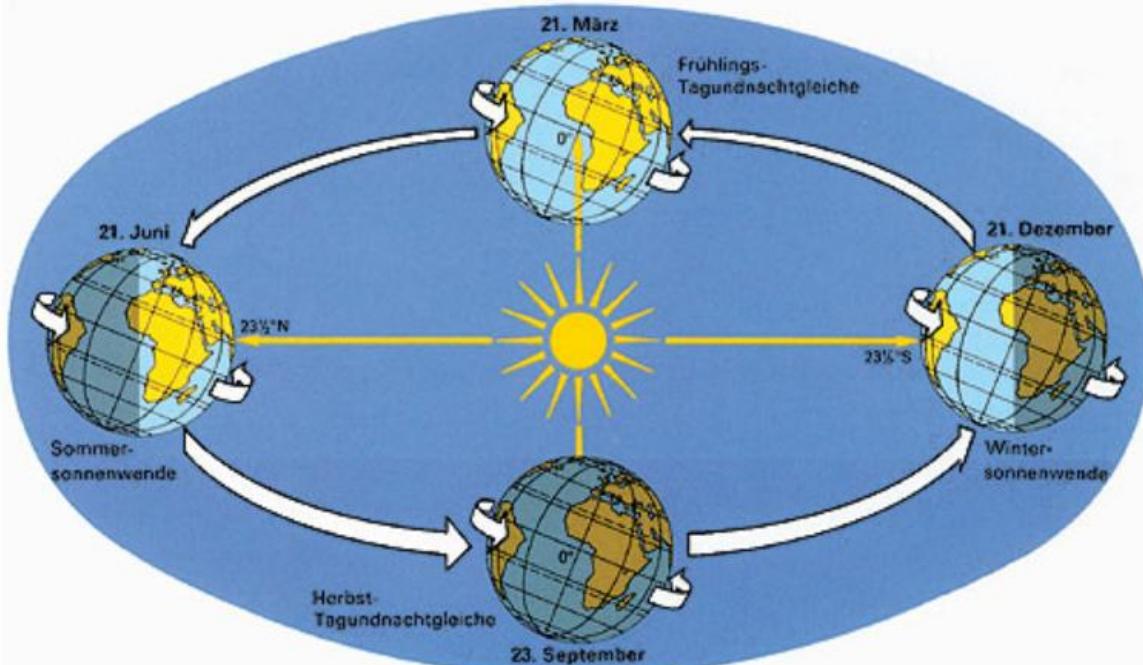
Baumkontrolle und -diagnose

Cecilia Sabatini

November 2025



Die physiologischen Leistungen im jährlichen Lebensrhythmus Mitteleuropas



Die Bahn der Erde um die Sonne

Der Beginn der vier Jahreszeiten, die unseren Lebensrhythmus bestimmen, hängt vom Stand der Sonne ab. Zum Frühlingsbeginn steht die Sonne am **Erdäquator**, zu Sommeranfang am **nördlichen Wendekreis**, am Herbstanfang erneut am **Äquator**, zu Beginn des Winters am **südlichen Wendekreis**.

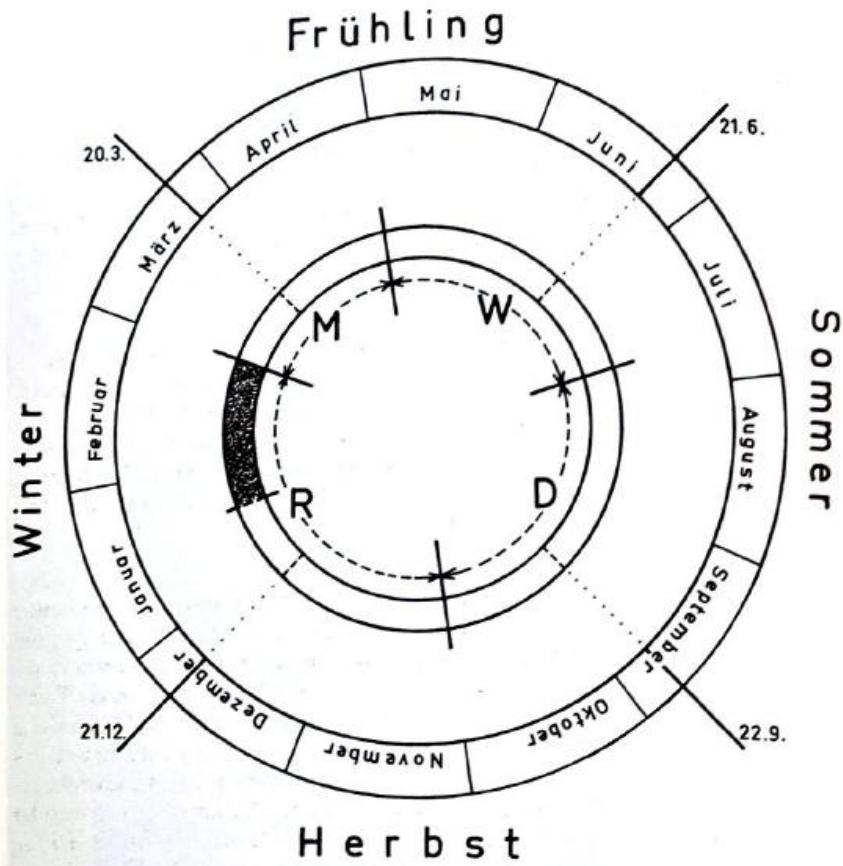
Jährlichen Lebensabläufe der Bäume in Mitteleuropa

Diese Jahreszeiten bestimmen natürlich auch die **jährlichen Lebensabläufe der Bäume in Mitteleuropa**, die ebenfalls vier Phasen oder Perioden erkennen lassen:

- Die Mobilisationsphase (oder Mobilisierungsph.)
- Die Wachstumsphase
- Die Depositionsphase
- Die Ruhephase

Diese vier Jahresperioden der Bäume decken sich jedoch nicht vollkommen mit den Datumsjahreszeiten.

Die innere Uhr der Bäume geht nämlich vor.



In unserem mitteleuropäischen Klima kann die frühjahrszeitliche **Mobilisierungsphase** Anfang März beginnen. Ende April/Anfang Mai setzt die **Wachstumsperiode** ein, die bereits um die Monatswende Juli/August im Wesentlichen abgeschlossen ist und nun von der **Depositionsphase** abgelöst wird. Die Depositionsphase ihrerseits geht Ende Oktober/Anfang November mit dem Laubabwurf allmählich in die **Ruhepause** über, die schon im nächsten Januar beendet werden könnte, wenn die Temperaturen dies erlauben würden. Jeder weiß, dass Forsythienzweige in der Weihnachtszeit im warmen Zimmer zu blühen beginnen. Auch junge Bäume, in ein warmes Gewächshaus gestellt, treiben bereits gegen Ende Januar aus.

Abb. 140

Vergleich des Beginns der vier Jahreszeiten mit dem Beginn der vier Lebensrhythmen eines Baumes innerhalb eines Jahres.

- R = Ruheperiode;
- M = Mobilisierungsperiode;
- W = Wachstumsperiode;
- D = Depositionsperiode eines Baumes innerhalb eines Jahres.

Die Mobilisierungsphase der Bäume beginnt schon vor Frühlingsanfang, die Wachstumsperiode vor Sommeranfang, die Depositionsperiode mitten im Sommer, die Ruhephase mitten im Herbst. Im übrigen: Der letzte Teil der Ruheperiode ist dunkel gezeichnet, was bedeutet, daß die innere (endogene) Ruhezeit bereits etwa Mitte Januar zu Ende wäre, wenn es die Luft-Temperaturen im Freien erlauben würden.

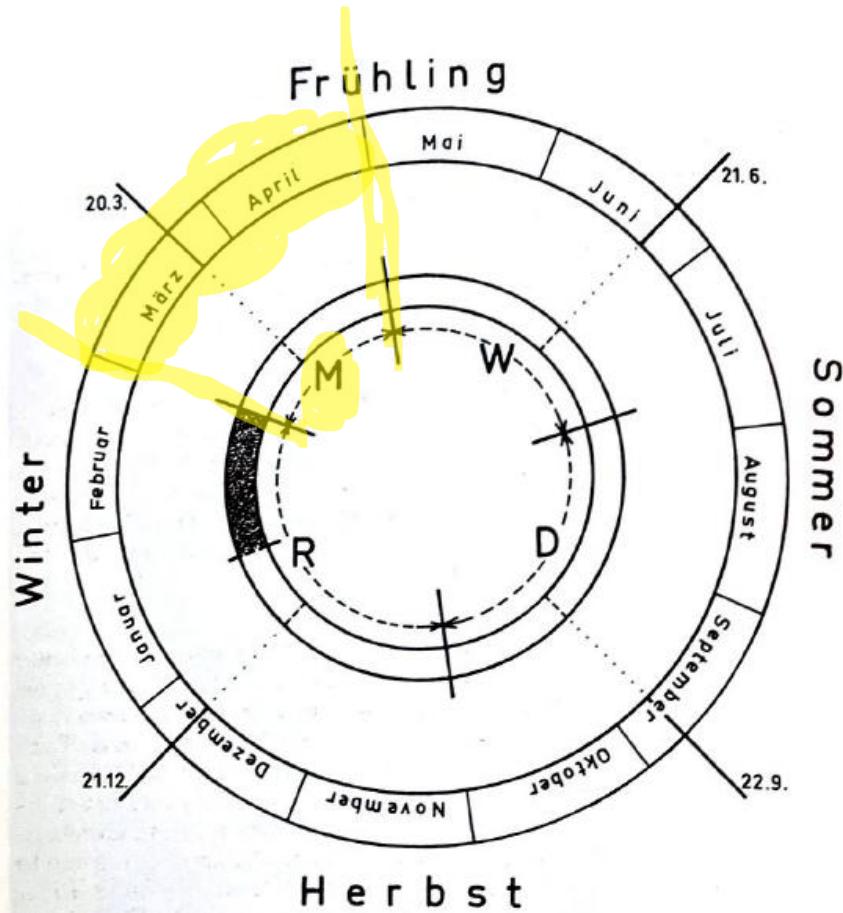


Abb. 140

Vergleich des Beginns der vier Jahreszeiten mit dem Beginn der vier Lebensrhythmen eines Baumes innerhalb eines Jahres.

R = Ruheperiode;

M = Mobilisierungsperiode;

W = Wachstumsperiode;

D = Depositionsperiode eines Baumes innerhalb eines Jahres.

Die Mobilisierungsphase der Bäume beginnt schon vor Frühlingsanfang, die Wachstumsperiode vor Sommeranfang, die Depositionsperiode mitten im Sommer, die Ruhephase mitten im Herbst. Im übrigen: Der letzte Teil der Ruheperiode ist dunkel gezeichnet, was bedeutet, daß die innere (endogene) Ruhezeit bereits etwa Mitte Januar zu Ende wäre, wenn es die Luft-Temperaturen im Freien erlauben würden.

I. Mobilisationsphase

Wenn wir die Vorgänge schildern wollen, die in den *vier Lebensphasen* eines Baumes während *eines Jahres* ablaufen, beginnen wir am besten mit der *frühjahrszeitlichen Mobilisierungsphase*.

Wie ist die Situation eines Laubbaumes Ende der Ruhephase Anfang oder Mitte März zu Beginn der Mobilisierung neuer Lebensenergien?

- Die meisten Laubbäume sind zu dieser Zeit blattlos.
- In den Ästen, dem Stamm und den Wurzeln werden in den Parenchymzellen des Bastes und des Holzes in der Regel große Mengen des Reservestoffes Stärke gespeichert.
- Der Wassergehalt im Baum ist allgemein noch gering, besonders niedrig in der Rinde.

Mit den steigenden Lufttemperaturen im März und im April geraten nun die Bäume in Saft, d. h., sie werden wasserreicher, was meist schon rein äußerlich am Schwellen der Knospen zu erkennen ist.

Wie kommt dieses frühjahrszeitliche Saftsteigen aber zustande? Blätter, die mittels ihrer Transpiration Wasser bis in die Krone saugen, sind noch nicht da.

Das Wasser muss aus den Wurzeln im unbelaubten Zustand der Bäume im zeitigen Frühjahr in das Sprosssystem auf andere Art gelangen.

I. Mobilisationsphase

Wenn die mittleren Tagestemperaturen im März 10-12° erreichen, erwärmt sich auch die Rinde der Bäume. Durch diesen Temperaturanstieg wird zunächst in der Rinde ein temperaturabhängiges Enzymsystem in Gang gesetzt, das im Wesentlichen die Stärke mobilisiert, die wieder in Zucker umgewandelt wird. Die Stärke ist osmotisch unwirksam. Die Zucker aber, die nun in den parenchymatischen Rindenzellen fast schlagartig wieder entstanden sind und wegen der nach wie vor schwachen Atmung und der noch fehlenden Wachstumsvorgänge kaum verbraucht werden, verleihen der gesamten Rinde eine hohe osmotische Saugkraft. Die Folge davon ist, dass die Rinde aus dem hinter ihr liegenden **Holzkörper Wasser anzieht**. Es kommt eine langsame **Wasserverschiebung** vom Holz in die Rinde zustande, wodurch sich der Wassergehalt der Rinde erhöht.

I. Mobilisationsphase

Im Holz entsteht aber **kein Vakuum**. Das Wasser des Holzes, das in die Rinde strömte, wird im Holz durch ein **Nachsaugen** aus dem Wurzelsystem ersetzt, so dass die Wasserverschiebung von innen nach außen, vom Holz zur Rinde, auch eine Wasserbewegung innerhalb des Holzkörpers von unten nach oben bewirkt.

Diese Wasserverschiebung im Holz wird ausgelöst durch den Umstand, dass mit zunehmender Temperatur die accessorischen Gewebe der Gefäße aktiv werden, ihre Stärke zu Zucker auflösen und in die Gefäße abgeben.

Im Holz wird nun seinerseits selbst Wasser osmotisch von unten nach oben gesaugt, wo durch auch der Wassergehalt im Holz zunimmt und sogar ein gewisser **Überdruck** entstehen kann, da ja in dieser Jahreszeit noch kein Wasser verbraucht wird.

Durch diese osmotisch bedingte, frühjahrszeitliche Wasserverschiebung geraten die Bäume zu Beginn der Mobilisationsphase in Saft.

I. Die Mobilisationsphase

Der Beginn der vier Jahreszeiten – Frühling, Sommer, Herbst und Winter –, die unseren Lebensrhythmus bestimmen, hängt vom Stand der Sonne ab. Zum Frühlingsbeginn am 20. März steht die Sonne am Erdäquator, zu Sommeranfang (21. 6.) am nördlichen Wendekreis, am 22. 9. (Herbstanfang) erneut am Äquator, zu Beginn des Winters (21. 12.) am südlichen Wendekreis.

Diese Jahreszeiten bestimmen natürlich auch die jährlichen Lebensabläufe der Bäume in Mitteleuropa, die ebenfalls vier Phasen oder Perioden erkennen lassen: *die Mobilisationsphase, die Wachstumsphase, die Depositionsphase und die Ruheperiode*. Diese vier Jahresperioden der Bäume decken sich jedoch nicht vollkommen mit den Datumsjahreszeiten. *Die innere Uhr der Bäume geht nämlich vor*. In unserem mitteleuropäischen Klima kann die frühjahrszeitliche Mobilisationsphase Anfang März beginnen. Ende April/Anfang Mai setzt die Wachstumsperiode ein, die bereits um die Monatswende Juli/August im wesentlichen abgeschlossen ist und nun von der Depositionsphase abgelöst wird. Die Depositionsphase ihrerseits geht Ende Oktober/Anfang November mit dem Laubabwurf allmählich in die Ruhepause über, die schon im nächsten Januar beendet werden könnte, wenn die Temperaturen dies erlauben würden. Jeder weiß, daß Forsythienzweige in der Weihnachtszeit im warmen Zimmer zu blühen beginnen. Auch junge Bäume, in ein warmes Gewächshaus gestellt, treiben bereits gegen Ende Januar aus (Abb. 140).

Wenn wir die Vorgänge schildern wollen, die in den *vier Lebensphasen eines Baumes während eines Jahres* ablaufen, beginnen wir am besten mit der *frühjahrszeitlichen Mobilisationsphase*. Wie ist die Situation eines Laubbaumes Ende der Ruhephase Anfang oder Mitte März zu Beginn der Mobilisierung neuer Lebensenergien? Die meisten Laubbäume sind zu dieser Zeit blattlos. In den Ästen, dem Stamm und den Wurzeln werden in den Parenchymzellen des Bastes und des Holzes in der Regel große Mengen des Reservestoffes Stärke gespeichert. Der Wassergehalt im Baum ist allgemein noch gering, besonders niedrig in der Rinde. Nehmen wir einmal an, der Wassergehalt liegt im Holz bei 90 % und in der Rinde um 70 %, wobei diese Prozentangaben immer auf das Trockengewicht bezogen werden, das gleich 100 % gesetzt ist. Mit den steigenden Lufttemperaturen im März und im April geraten nun die Bäume in Saft, d. h., sie werden wasserreicher, was meist schon rein äußer-

lich am Schwellen der Knospen zu erkennen ist. Wie kommt dieses frühjahrszeitliche Saftsteigen aber zustande? Blätter, die mittels ihrer Transpiration Wasser bis in die Krone saugen, sind noch nicht da.

Das Wasser muß aus den Wurzeln im unbelaubten Zustand der Bäume im zeitigen Frühjahr in das Sproßsystem auf andere Art gelangen. Wenn die mittleren Tagestemperaturen im März 10–12° erreichen, erwärmt sich auch die Rinde der Bäume. Durch diesen Temperaturanstieg wird zunächst in der Rinde ein temperaturabhängiges Enzymsystem in Gang gesetzt, das im wesentlichen die Stärke mobilisiert, die wieder in Zucker umgewandelt wird. Die Stärke ist osmotisch unwirksam. Die Zucker aber, die nun in den parenchymatischen Rindenzellen fast schlagartig wieder entstanden sind und wegen der nach wie vor schwachen Atmung und der noch fehlenden Wachstumsvorgänge kaum verbraucht werden, verleihen der gesamten Rinde eine hohe osmotische Saugkraft (vgl. S. 37). Die Folge davon ist, daß die Rinde aus dem hinter ihr liegenden Holzkörper Wasser anzieht. Es kommt eine langsame Wasserverschiebung vom Holz in die Rinde zustande, wodurch sich der Wassergehalt der Rinde erhöht. Im Holz entsteht aber kein Vakuum. Das Wasser des Holzes, das in die Rinde strömte, wird im Holz durch ein Nachsaugen aus dem Wurzelsystem ersetzt, so daß die Wasserverschiebung von innen nach außen, vom Holz zur Rinde, auch eine Wasserbewegung innerhalb des Holzkörpers von unten nach oben bewirkt. Diese Wasserverschiebung im Holz wird ausgelöst durch den Umstand, daß mit zunehmender Temperatur die accessorischen Gewebe der Gefäße aktiv werden, ihre Stärke zu Zucker auflösen und in die Gefäße abgeben (vgl. S. 61). Im Holz wird nun seinerseits selbst Wasser osmotisch von unten nach oben gesaugt, wodurch auch der Wassergehalt im Holz zunimmt und sogar ein gewisser Überdruck entstehen kann, da ja in dieser Jahreszeit noch kein Wasser verbraucht wird. Durch diese osmotisch bedingte, frühjahrszeitliche Wasserverschiebung geraten die Bäume zu Beginn der Mobilisationsphase in Saft (Abb. 141 A und B).

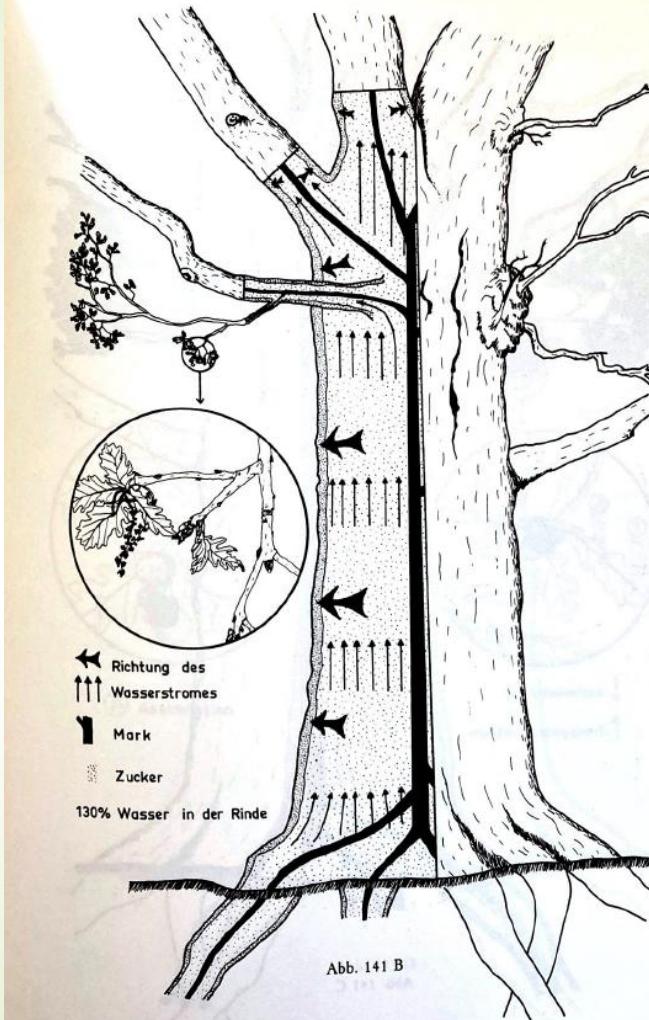
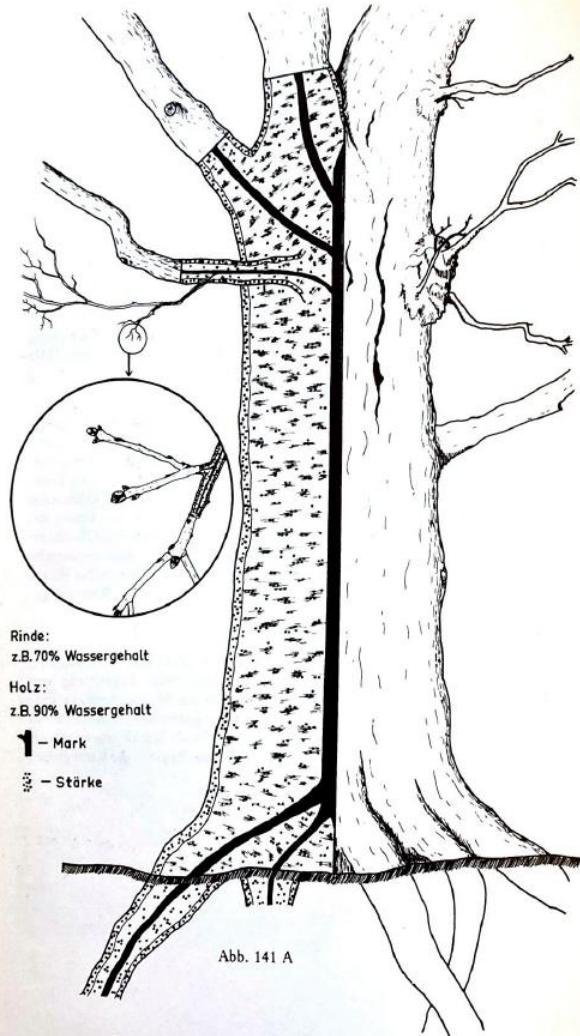
Voraussetzung ist natürlich, daß auch im Wurzelwerk ähnliche Vorgänge ablaufen und die Wurzeln überhaupt Wasser aufnehmen können. Das ist sicher in der Regel der Fall, denn die Wintertemperaturen im Boden sind höher als die der Luft, der Boden erwärmt sich im Frühjahr vorzeitig, ab 50 cm Tiefe gefriert der Boden bei uns gewöhnlich nicht.

Manchmal kann aber auch bei jungen Bäumen, z. B. jungen Buchen, die noch nicht tief wurzeln, die frühjahrszeitliche Wasserverschiebung zu einer tödlichen Katastrophe führen. Im März kann es vorkommen, u. a. auf der schwäbisch-bayerischen Hochebene, daß der Boden noch tief gefroren und mit Schnee bedeckt ist, bei klaren Tagen aber die Sonne die Luft schon stark erwärmt. Im Sproßsystem kommt deshalb eine normale Wasserverschiebung in Gang, in deren Verlauf aber noch kein Wasser aus Wurzeln und dem

I.

Mobilisations phase

I. Mobilisations phase



gefrorenen Boden nachgeschoben werden kann. Die unteren Stammteile werden infolgedessen immer wasserärmer, in den unteren Wasserleitbahnen treten Luftembolien auf, die jeden Wassernachschnitt unterbinden, wenn sich die Verhältnisse wieder normalisiert haben. Mit dem Austreiben der Blätter verlieren diese Jungbäume im Sproß ihr restliches Wasser und gehen an Trocknis zugrunde.

Aber nicht nur junge Laubbäume, sondern auch junge Nadelbäume werden dadurch gefährdet, ja noch mehr als Laubbäume. Bei den Nadelbäumen kommt ja hinzu, daß sie mit ihren immergrünen Nadeln bereits an warmen Märztagen kräftig transpirieren können und somit viel Wasser abgeben, das aus dem gefrorenen Boden noch nicht ersetzt werden kann.

Bei der mobilisierten organischen Substanz, die in der frühjahrszeitlichen Mobilisierungsphase in beträchtlichen Mengen von den accessorischen Geweben in die Gefäße ausgeschieden werden kann, handelt es sich zwar vornehmlich um Zucker, aber auch Eiweiße, Aminosäuren, Enzyme und andere Stoffe sind um diese Zeit in den Wasserleitbahnen nachzuweisen. *Der langsam fließende Wasserstrom, der sich in der frühjahrszeitlichen Wasserverschiebung im Holz von unten nach oben bewegt, verfrachtet deshalb nicht nur Wasser und Nährsalze, sondern auch organische Nährstoffe auf kürzestem Wege zu den allmählich austreibenden Knospen* (Abb. 141 B).

Da das mit zahlreichen anorganischen und organischen Stoffen angereicherte Wasser in den Gefäßen im zeitigen Frühjahr unter einem positiven Druck steht, kann es aus dem Holz als Blutungssait ausfließen, wenn der Stamm verletzt wird. Verletzte Buchen können im Frühjahr besonders intensiv bluten. Viele Mitbürger, die in den Weinbaugebieten wohnen, kennen das heftige Bluten der Rebstöcke, wenn sie im Frühjahr zurückgeschnitten werden. Gelegentlich finden die Blutungssäfte auch technische Verwendung, z. B. zur Gewinnung von Saft aus Birken und in Kanada zur Gewinnung von Zucker aus Zuckerahorn.

I. Mobilisationsphase

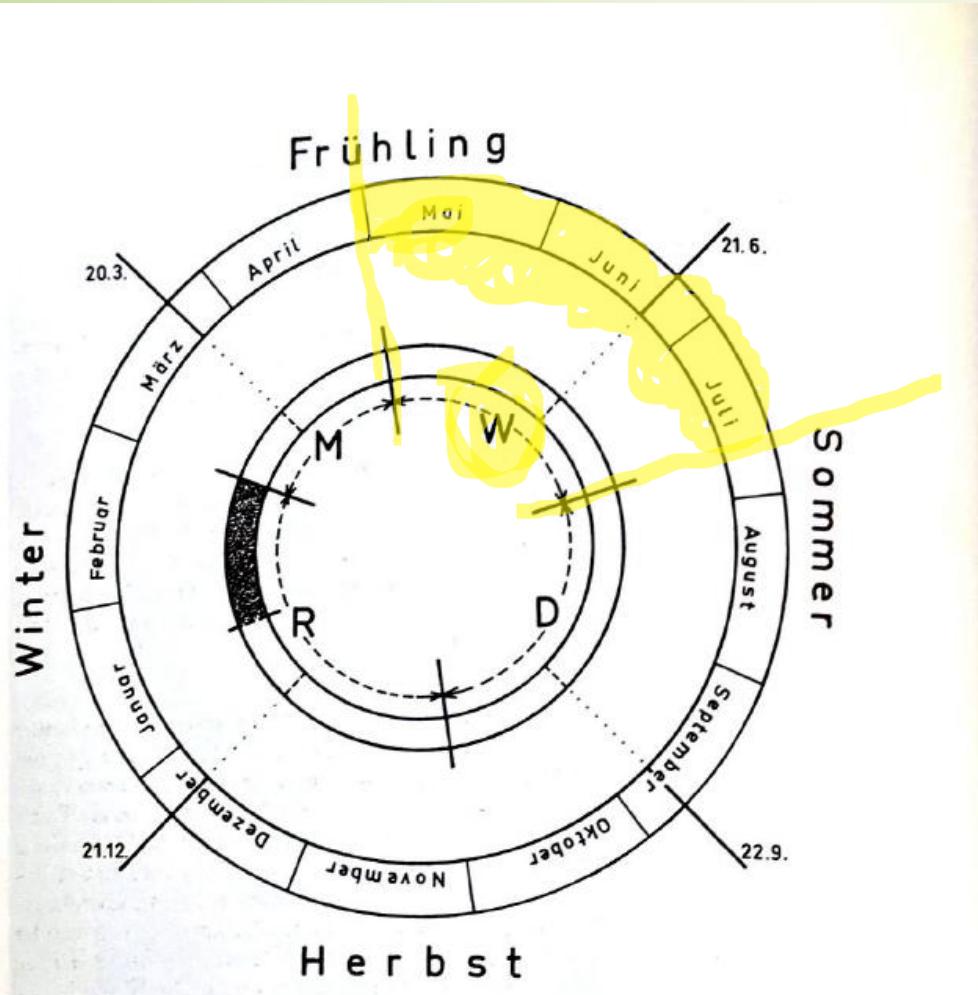


Abb. 140

Vergleich des Beginns der vier Jahreszeiten mit dem Beginn der vier Lebensrhythmen eines Baumes innerhalb eines Jahres.

R = Ruheperiode;

M = Mobilisierungsperiode;

W = Wachstumsperiode;

D = Depositionsperiode eines Baumes innerhalb eines Jahres.

Die Mobilisierungsphase der Bäume beginnt schon vor Frühlingsanfang, die Wachstumsperiode vor Sommeranfang, die Depositionsperiode mitten im Sommer, die Ruhephase mitten im Herbst. Im übrigen: Der letzte Teil der Ruheperiode ist dunkel gezeichnet, was bedeutet, daß die innere (endogene) Ruhezeit bereits etwa Mitte Januar zu Ende wäre, wenn es die Luft-Temperaturen im Freien erlauben würden.

II. Die Wachstumsphase

Mit dem Austreiben der Knospen und dem Entfalten der Blätter geht die Zeit der Mobilisation zu Ende. Die frühjahrszeitliche Wasserverschiebung hört auf. Die jungen Blätter erzeugen durch die Assimilation neue Zucker und beginnen zu transpirieren. Dadurch kommt der Transpirationsstrom in Gang, durch den Wasser und Nährsalze herangeschafft werden. Die Wachstumszeit hat begonnen.

1. Wachstumsrhythmus

Die auffälligsten und am besten bekannten Wachstumsvorgänge sind das

Längenwachstum der Haupt- und Seitentriebe und das Dickenwachstum des Stammes, der Äste und der Wurzeln. Das Triebwachstum beginnt Ende April/Anfang Mai und ist im allgemeinen Ende Juli/Anfang August beendet. In der Regel übertrifft der Längenzuwachs des Höhentriebes (Endtriebes = Terminaltriebes) in der Jugend die der Seitentriebe. Die Seitentriebe der oberen Kronenbereiche oder in der Peripherie der Krone wachsen stärker als die Zweige im unteren oder inneren Teil der Krone. Mit zunehmendem Alter kann, besonders bei Laubbäumen, das Längenwachstum der Seitenzweige dem der Terminaltriebe gleichkommen oder es sogar übertreffen. Das führt dann zu der bekannten Abwölbung der Kronen älterer Bäume.

Der Tagesablauf des Höhenwachstums ist nicht gleichmäßig. Als Beispiel sei das Höhenwachstum einer Kiefer dargestellt: mäßiges Wachstum in der ersten und kräftiges Wachstum in der zweiten Tageshälfte, wobei sich letzteres bis in die Nacht hineinziehen kann. Der Rhythmus des täglichen Höhenzuwachses ist sehr von der Temperatur abhängig. Der größte Höhenzuwachs wird kurz nach dem Zeitpunkt erreicht, zu dem die Lufttemperatur am höchsten war. In heißen Sommerperioden besteht oft während des Tages wachstumshemmender Wassermangel. In diesen Zeiten findet das Haupthöhenwachstum dann in den warmen Nächten statt (Abb. 142).

Der Jahresgang des Höhenwachstums erstreckt sich bei den einzelnen Baumarten über recht unterschiedliche Zeiträume. Tanne, Fichte und Kiefer wachsen in den unteren Lagen des südlichen Westschwarzwaldes 80–90 Tage in die Höhe. Sie beginnen mit ihrem Höhenwachstum Ende April/ Anfang Mai, erreichen Mitte Juni Höchstbeträge und lassen dann wieder im Zuwachs nach, der Ende Juli ausläuft. Die europäische Lärche fängt in den Schwarzwald-Vorbergen zwar schon sehr früh zu treiben an, ihr eigenständiges Höhenwachstum setzt aber nach einer langen Anlaufphase erst Anfang Juni ein, kulminiert Ende Juni/Anfang Juli und fällt dann langsam ab, bis es schließlich erst im September, nach rund 140 Tagen, völlig eingestellt wird.

II. Wachstumsphase: Wachstumsrhythmus

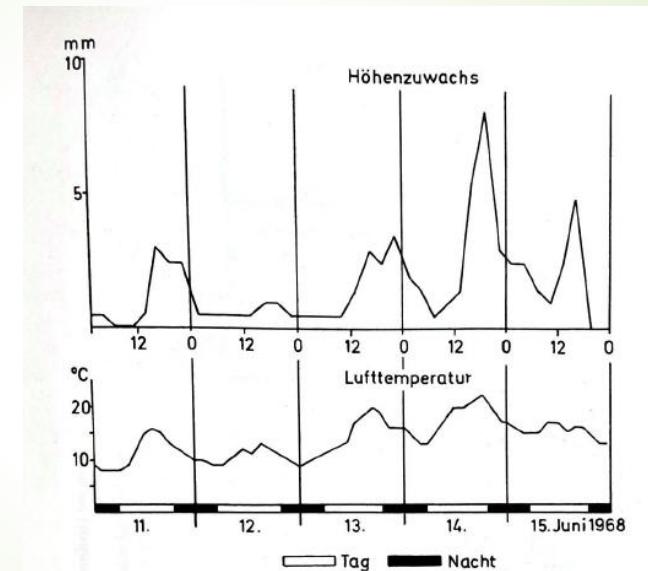


Abb. 142

Höhenzuwachs einer Kiefer
(*Pinus sylvestris* L.)
bei Tag und Nacht in Abhängigkeit
von der Lufttemperatur
(nach Mitscherlich 1975).

Wesentlich verschieden von diesen Wachstumsabläufen sind die von **Lärmbäumen**. So kommen **Buche** und **Eiche** nach kurzer Anlaufphase zu Wachstumsraten, die für zwei bis drei Wochen im Mai zu Beträgen von täglich bis zu 5 cm ansteigen, dann aber rasch erlöschen, um nach einer Ruheperiode in einem **zweiten Schub um den 24. Juni**, dem **Johannistag** herum, mit den **Johannistrieben** noch einmal aufzuleben. Wieder anders ist das Wachstum von **Eiche** und **Hainbuche**, die nur eine **leichte Sommerdepression** in ihrem von Mal bis Anfang August andauernden Höhenwachstum haben.

Im gesamten Lebensablauf eines Baumes ist der Höhenzuwachs im ersten Lebensjahr als Keimling gering. Schon im zweiten und dritten Jahr kann er aber einige Dezimeter erreichen. Die längsten Triebe werden zwischen 5 bis 15 Jahren gebildet, also in einer relativ frühen Phase des gesamten Lebensablaufes, wenn man bedenkt, daß Bäume einige hundert Jahre alt werden können. Endhöhen über 45 m kommen in Mitteleuropa selten, solche von mehr als 55 m kaum vor.

Die ersten Teilungen des Kambiums, die zum **Dickenwachstum** führen, können bereits im April noch vor dem Laubausbruch in der Mobilisationsphase einsetzen. Voll beginnt das Dickenwachstum aber ebenfalls erst im Mai, sein Höhepunkt liegt im Juni oder Juli. In dieser dreimonatigen **Hauptwachstumszeit** wird im Holz fast ausschließlich das sogenannte Früh- oder Sommerholz gebildet, das vornehmlich dazu dient, den Baum in dieser Zeit mit den notwendigen großen Mengen Wasser zu versorgen (vgl. S. 93). In der zweiten Juli-Hälfte und im August geht das Dickenwachstum nur noch schwach weiter; es entsteht lediglich noch das überwiegend der Festigung dienende Spätholz, das im gesamten Holz-Jahresring in der Regel den kleineren Anteil ausmacht. Spätestens in der ersten September-Hälfte läuft das Dickenwachstum aus. Im Tagesablauf liegt der Schwerpunkt des Dickenwachstums, wie beim Längenwachstum, wahrscheinlich auch auf der zweiten Tageshälfte. Es kann sich bis in die Nacht hinein fortsetzen.

II. Wachstumsphase: Wachstumsrhythmus

II. Wachstumsphase: Assimilationsleistungen

2. Assimilationsleistungen

Wenn wir uns im folgenden über die Photosyntheseleistungen der grünen Blätter unterhalten wollen, müssen die Grundkenntnisse über die Photosynthese wieder gegenwärtig sein (vgl. S. 38 ff.).

Die Photosyntheseleistungen der Blätter kann man heutzutage direkt an den Blättern mit modernen Apparaten genau messen. Was dabei registriert wird, ist aber nicht die absolute, *nicht* die *Brutto-Assimilation*. In einem Blatt wird mit Hilfe des Chlorophylls aus Kohlendioxyd und Wasser unter Einwirkung des Lichtes Zucker aufgebaut und Sauerstoff abgeschieden. In einem assimilierenden Blatt wird aber gleichzeitig auch geatmet, d. h., es findet mit der Atmung auch der umgekehrte Vorgang zur Photosynthese statt, in dem Zucker mit Sauerstoff zu Kohlendioxyd und Wasser »verbrannt« wird. Die Gaswechselapparaturen stellen also die Brutto-Assimilation abzüglich der Atmung und somit die *Netto-Assimilation* fest.

Die Intensität des *Tagesganges der Photosynthese* wird, wie das für einen Lebensvorgang natürlich ist, von den verschiedensten Umweltfaktoren in verwickelter Weise beeinflusst. Wir wollen uns nur zwei dieser Faktoren herausgreifen, das **Licht** und die Temperatur. Das Licht ist **ohne Zweifel der wichtigste assimilationsbestimmende Faktor**, denn ohne die Energie des Lichtes keine Photosynthese. Das Beispiel, das in Abb. 143 dargestellt ist und das Verhal-

II. Wachstumsphase: Assimilationsleistungen

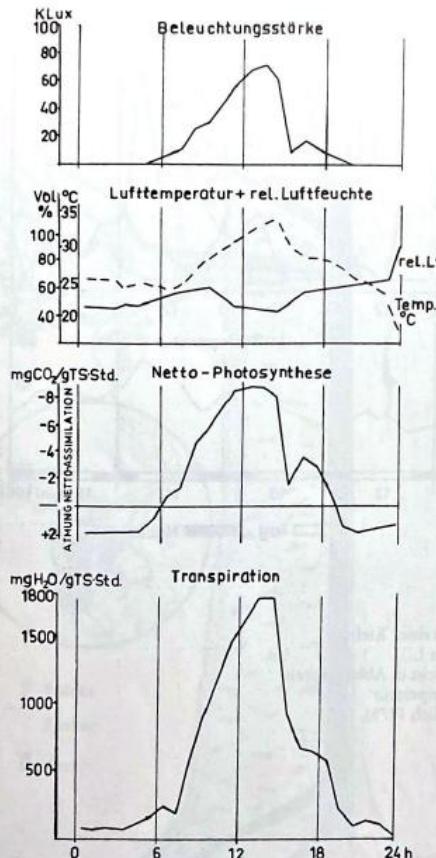


Abb. 143

Tagesgang von Beleuchtungsstärke, Lufttemperatur und relative Luftfeuchte, Netto-Photosynthese und Transpiration von einjährigen Trieben der Kiefer (*Pinus sylvestris* L.) an einem schwülwarmen Sommertag mit Nachmittag-Gewitter (nach Mitscherlich 1975).
gTS = pro Gramm Trockensubstanz.

ten einer Kiefer an einem schwül-warmen Sommertag mit einem Nachmittagsgewitter zeigt, lehrt, daß bei guter Wasserversorgung die Netto-Photosynthese kurz nach Tagesanbruch beginnt und korreliert mit der Zunahme der Beleuchtungsstärke und der Lufttemperatur sehr gleichmäßig bis zum Gipfelpunkt in den frühen Nachmittagsstunden gegen 14 Uhr ansteigt. Der Abfall der Photosynthese-Aktivität am Nachmittag ist allgemein verhältnismäßig steil, in unserem Beispiel noch verstärkt durch die Gewitterbildung. Durch das Heraufziehen des Gewitters ging die Lichteinstrahlung scharf zurück, wodurch auch die Photosynthese-Leistung gleichsinnig kraß vermindert wurde. Der Zusammenhang zwischen Photosynthese und Wärme ist nicht so eng, wie die relativ hohen Temperaturen am Nachmittag an unserem Beispiel beweisen. Immergrüne Bäume wie Tanne, Fichte oder Kiefer können deshalb bei geringer Beleuchtungsstärke auch im Winter bei niedrigen Temperaturen bis minus 5 Grad noch assimilieren (Abb. 143).

II. Wachstumsphase: Assimilationsleistungen

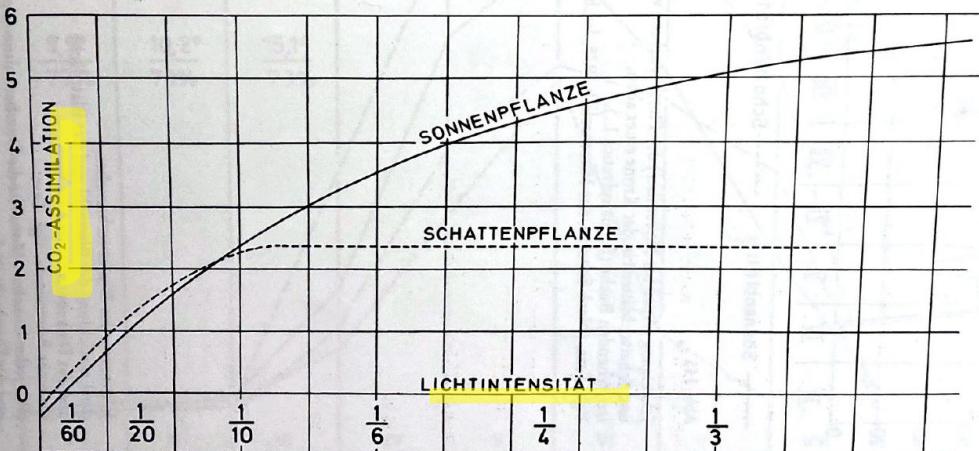
Die einzelnen Pflanzen sind an ihren natürlichen Standorten offenbar in verschiedener Weise an die Ausnutzung der dort herrschenden Licht-Intensitäten angepaßt. Man kann Starklicht- oder **Sonnenpflanzen** und Schwachlicht- oder **Schattenpflanzen** unterscheiden. Abbildung 144 zeigt die **Abhängigkeit der Assimulations-Intensität von der Beleuchtungsstärke** bei einer starken Licht angepaßten Pflanze und bei einer Schattenpflanze. **Man sieht, daß die höchste assimulatorische Leistung**, gemessen an der Kohlendioxyd-Aufnahme, bei der Schattenpflanze zwar absolut niedriger ist als bei der Sonnenpflanze, daß aber dieses Optimum bei der Schattenpflanze schon bei wesentlich geringerer Lichtintensität erreicht wird als bei letzterer. Schon bei einem Zehntel des vollen Tageslichtes kann eine Schattenpflanze die ihr mögliche höchste Assimulationsintensität erreichen, während eine Sonnenpflanze hierzu wesentlich höhere Lichtstärken benötigt. Von den Bäumen sind die **extremsten Schattbaumarten** der Buchsbaum und die Eibe, auch **Tanne** und **Rotbuche** gehören dazu. Halbschatt- bzw. Halblichtbaumarten sind die Hainbuche, Fichte, Douglasie, der Bergahorn und die Zirbelkiefer bzw. Eiche und Esche; ausgesprochene **Lichtbaumarten** sind die Robinie, die Waldkiefer, die Birke und die Lärche.

Schattbaumarten atmen in der Regel schwächer als die Lichtbäume; **trotz der geringeren Brutto-Photosyntheseleistung bleibt den Schattholzarten** deshalb noch ein positiver Stoffgewinn. Sie können daher an schattigen Standorten oder unter dem Kronendach anderer Bäume wachsen, wo den Lichtbäumen noch keine positive Stoffproduktion möglich ist.

Abb. 144

Assimilationsleistung (= aufgenommenes CO₂ pro Zeiteinheit) bei einer Schatten- und Sonnenpflanze.

Bei der Schattenpflanze ist die Assimilationsleistung zwar absolut niedriger als bei der Sonnenpflanze, das Optimum wird jedoch bei verhältnismäßig geringen Lichtintensitäten erreicht (nach Lundegardh).



Doch nicht nur zwischen den Baumarten gibt es Unterschiede in der Fähigkeit, die Lichtstärken auszunutzen, sondern auch innerhalb der Kronen größerer Bäume. Betrachten wir uns den Jahresgang der Photosynthese in der mächtigen Krone einer alten, freistehenden Buche, aufgeteilt nach dem Sonnen- und Schattenteil der Krone und ausgedrückt in der CO₂-Assimilation bezogen auf das Trockengewicht der Blätter. Die Blätter in der Sonnenkrone, die als Sonnenblätter im Gegensatz zu den Schattenblättern zwei Lagen von Palisadenzellen besitzen (vgl. Abb. 56) beginnen zusammen mit den Schattenblättern mit der Netto-Photosynthese Ende April/Anfang Mai. Die Photosynthese-Leistungen steigen in beiden Kronenteilen im Mai zunächst an, differenzieren sich aber ab Juni. Die Sonnenblätter streben von hier an ihrem Höhepunkt der Produktion zu, der in der zweiten Juni-Hälfte und im Juli erreicht wird. Von den ersten Augusttagen an vermindert sich die Netto-Photosynthese der Sonnenblätter drastisch. Sie nimmt von nun an bis Mitte September rasch ab und endet schon Anfang Oktober, da die Sonnenblätter frühzeitig vergilben und abfallen. Die Schattenblätter bleiben während der Sommermonate in ihrer CO₂-Assimilation deutlich hinter den Sonnenblättern zurück. Sie behalten ihr relativ niedriges Niveau aber lange Zeit bei, so daß sie im Herbst von Mitte August an die Sonnenblätter in ihren Leistungen übertreffen. Dies gilt auch noch für den Oktober, da die Verfärbung und der Abfall der Schattenblätter spät erfolgt (Abb. 145).

Das Endprodukt der Photosynthese ist ein einfacher Zucker, die Glukose. Wieviel Zucker kann nun von einem Baum gebildet werden? Das ist natürlich nach Baumart und nach den äußeren Assimilationsbedingungen sehr verschieden. Unter allgemein günstigen Umständen kann als Anhaltspunkt angenommen werden, daß ein Quadratmeter grüner Blattfläche in der Stunde 0,5–1,5 g Glukose zu erzeugen vermag.

II. Wachstumsphase: Assimilationsleistungen

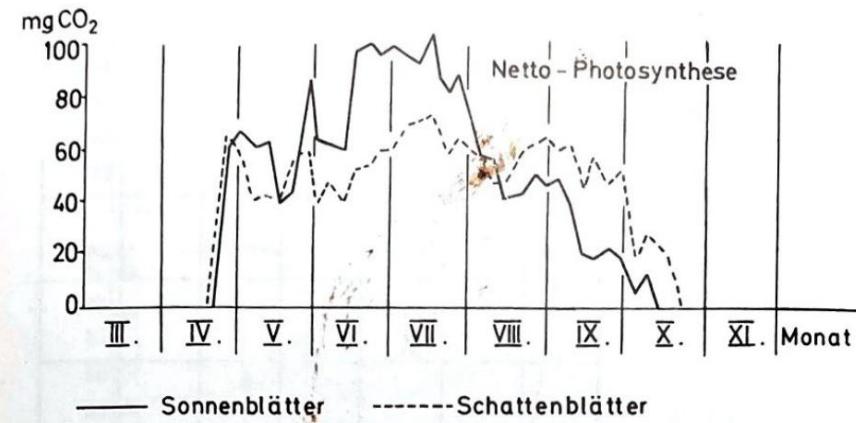


Abb. 145

Jahresgang (April bis November) der Photosynthese von Sonnen- und Schattenblättern in der Krone einer alten, freistehenden Buche (*Fagus sylvatica* L.).
Vgl. Text. (Nach Schulze, aus Mitscherlich 1975, leicht verändert.)

3. Wasserverbrauch

In der Wachstumszeit braucht der Baum Wasser zum Aufbau der Zucker im Rahmen der Photosynthese, zur Bildung der neuen Triebe und der neuen Gewebe, die infolge des Dickenwachstums in Stamm und Ästen entstehen. Dieses Wasser wird durch die Transpiration der Blätter im Baum hochgesaugt und mit dem Transpirationsstrom gleichmäßig verteilt. Wie wir in einem vorhergehenden Abschnitt über die Transpiration schon erfahren haben (vgl. S. 41), ist die Intensität der Transpiration abhängig von Lufttemperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit. In den Sommernächten ist deshalb bei niedrigen Temperaturen und geringer relativer Luftfeuchtigkeit die Transpiration schwach. Mit den an einem schönen Sommertag um 7 Uhr morgens ansteigenden Temperaturen nimmt die Transpiration rasch zu und erreicht in der Mittagszeit ihren Höhepunkt. In den Nachmittagsstunden fällt die Transpiration, allmählicher als sie am Vormittag anstieg, mit der langsam zurückgehenden Temperatur wieder auf das niedrige nächtliche Niveau zurück. Der in der Abbildung 143 wiedergegebene Tagesgang der Transpiration ist ideal und

kommt nur zustande, wenn der Boden genügend Wasser führt. An heißen Sommertagen ist es jedoch häufig so, daß durch die Blätter mehr Wasser verbraucht wird, als im Holz nachgeleitet werden kann, oder der Wassergehalt im Boden durch die starke Beanspruchung in den Vormittagsstunden gegen Mittag weitgehend erschöpft ist. Die Folge ist, daß im Baum Wassermangel auftritt, die Schließzellen um die Spaltöffnungen der Blätter erschlaffen, wodurch die Spaltöffnungen geschlossen werden. Die Transpiration erfährt in diesem Falle deshalb, nachdem sie bis zum späten Vormittag sehr kräftig war, eine mittägliche Depression, aus der sie sich erst wieder am Nachmittag erholt, wenn sich im Boden die Wasserreserven durch kapillares Nachleiten von Wasser wieder aufgefüllt haben.

II. Wachstumsphase: Wasserverbrauch

Die Tagestranspiration von Bäumen, d. h. also die Abgabe von Wasserdampf an die umgebende Luft, ist nach Baumart sehr verschieden. Am stärksten transpirieren die feuchte Standorte bevorzugenden Weiden und Pappeln (9–15 g Wasser pro g frischer Laubmasse), viele Laubbäume – u. a. Birke, Eiche, Buche – nehmen mit 4–8 g Wasser pro g frischer Laubmasse eine Mittelstellung ein. Die schwächsten Verdunster sind die Nadelbäume Lärche, Kiefer und Fichte, die pro g frischer Nadeln nur 1,4–3,8 g Wasser abgeben.

Diese Transpirationswerte sagen noch nichts über den tatsächlichen Wasserverbrauch eines Baumes aus. Von dem Wasser, das ein Baum durch seine Wurzeln aufnimmt, geht zwar durch die messbare Transpiration der größte Teil wieder verloren, ein anderer Teil bleibt aber im Baum zurück. Die absolute Menge von Wasser, die ein Baum durch die Wurzeln aufnimmt, ist freilich schwer zu messen. In letzter Zeit ist es jedoch gelungen, eine Methode zu entwickeln, die es erlaubt, das von Bäumen absolut aufgenommene Wasser bei optimaler Wasserversorgung festzustellen:

Mit Hilfe dieser Methode ergab sich u. a., daß folgende Bäume, die alle eine Höhe von 3–4 m hatten, im Laufe einer Vegetationsperiode von Anfang Mai bis Ende Oktober an Wasser aufnahmen: eine Weide 914 Liter, eine Esche 342, eine Erle 310 und ein junger Bergahorn 132 Liter. Die Weide hatte eine durchschnittliche Blattfläche während der Vegetationsperiode von $6,1 \text{ m}^2$, die Esche von $3,56$, die Erle von $2,85$ und der Bergahorn von $1,49 \text{ m}^2$. Das ergab einen jährlichen Wasserverbrauch pro m^2 Blattfläche für die Weide von 163 Litern, für die Esche von 96, für die Erle von 109 und für den Bergahorn von 90 Litern.

II. Wachstumsphase: Wasserverbrauch

Aus diesen nackten Zahlen sind zwei Erkenntnisse zu gewinnen. Die hier angeführten Bäume sind, als sie auf ihren Wasserverbrauch untersucht wurden, jung und relativ klein gewesen. Nehmen wir an, daß ausgewachsene Bäume – und das ist nicht überschätzt – die 100fache Blattfläche haben, so

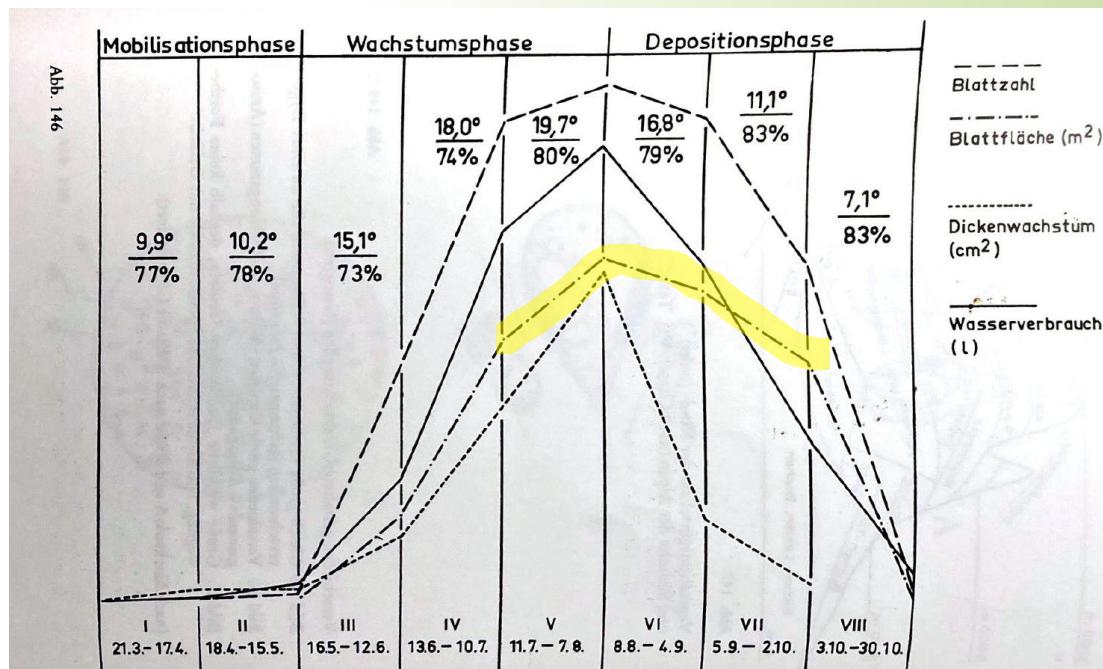
kommt man auf **gewaltige Mengen von Wasser, die ein großer Baum in einer Vegetationsperiode aufnehmen kann**, vorausgesetzt, der Boden liefert ausreichend Wasser nach.

Das ist die eine Erkenntnis. Und die andere ist die: **Die einzelnen Baumarten verhalten sich hinsichtlich der Größe ihrer Transpiration und ihres Wasserverbrauchs unterschiedlich: Die Weide ist ein ausgesprochener Wasserverschwender, während Esche, Erle und Bergahorn wesentlich sparsamer mit dem ihnen zur Verfügung stehenden Wasser umgehen.**

Bäume, selbst nahe Verwandte, können sich auch darin unterscheiden, was sie mit dem aufgenommenen Wasser an Holz produzieren. Vergleichen wir, um dies zu demonstrieren, zwei Pappelarten, die für die Holzerzeugung sehr wichtig sind, nämlich die Sorte »Barn« mit der Sorte »Robusta«. Die beiden Bäume, je einer pro Sorte, die wir zum Vergleich heranziehen wollen, waren gleich alt und annähernd gleich hoch (4 m); sie hatten im Durchschnitt der Vegetationsperiode eine mittlere Blattfläche von 9,0 bzw. 8,9 m² und einen Wasserverbrauch von 850 bzw. 856 Liter. So ähnlich sie in diesen Daten waren, so verschieden war im Untersuchungsjahr der Zuwachs an Holz: Der Baum der Sorte »Barn« erzeugte 9439 cm³, der von der Sorte »Robusta« nur 2861 cm³ Holz. Dieses Ergebnis, mehrmals bestätigt, zeigt uns, daß die Sorte »Barn« mit dem aufgenommenen Wasser wesentlich produktiver »arbeitet« als die Sorte »Robusta« und für die Holzerzeugung deshalb auch die bessere Pappelsorte ist.

II. Wachstumsphase: Wasserverbrauch

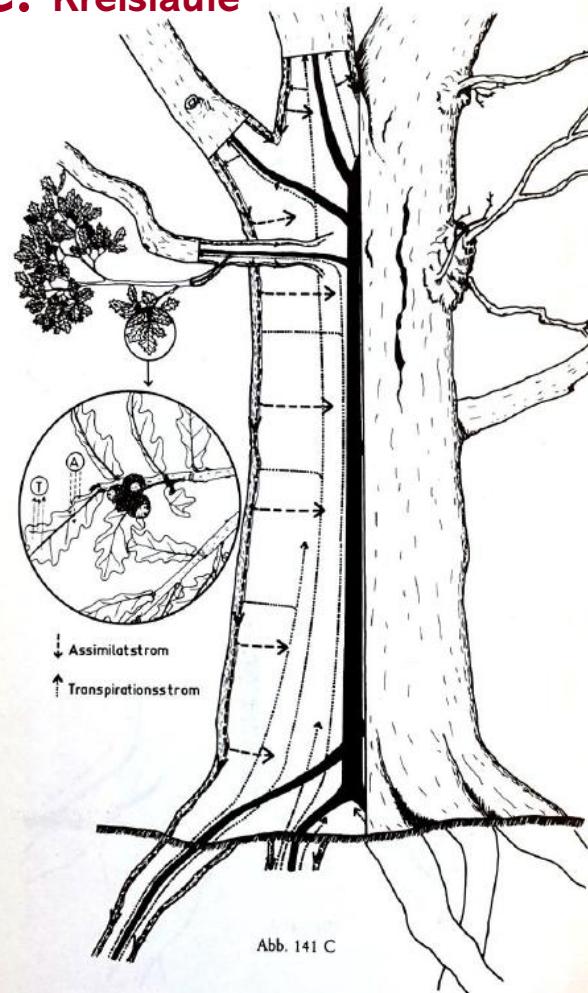
Wir wissen bereits, daß das Höhenwachstum Ende Juli aufhört und das Dickenwachstum der Bäume Ende Juli in der Regel seinen Höhepunkt erreicht, dann rasch absinkt, um im September auszulaufen. In der Abbildung 147 ist der *Jahresverlauf des Dickenwachstums* für eine 4 m hohe Baumweide graphisch dargestellt. Wir wissen aber noch nicht, wie sich die *Blattmasse* während einer Vegetationsperiode entwickelt und neben der Blattmasse vor allem der *Wasserverbrauch*. Die *Blattmasse* nimmt von Mai bis Anfang Juli stark zu, vermehrt sich dann bis zur Monatswende Juli/August nur noch langsam. Zu diesem Zeitpunkt, an dem auch das Längenwachstum aufhört und das Dickenwachstum abklingt, hatte besagter Baum 31 207 Blätter und eine Blattfläche von $10,5 \text{ m}^2$. Ab hier verringert sich gewöhnlich die Blattmasse durch den Abfall der ersten Blätter, im August noch relativ schwach, im September verstärkt. Der *Wasserverbrauch* steigt mit der Blattmasse stark an und fällt ebenfalls ab Juli/August ab. Der Rückgang des Wasserverbrauchs ist jedoch stärker als die Abnahme der Blattmasse. Die Gründe dafür liegen auf der Hand: Die Blätter beginnen im August zu altern und sind nicht mehr so leistungsfähig. Außerdem ist mit dem zu Ende gehenden Wachstum der Wasserbedarf nicht mehr so hoch (Abb. 146).



4. Kreisläufe

II. Wachstumsphase: Kreisläufe

Die Wachstumsphase ist nach allem gekennzeichnet durch das Längenwachstum der Triebe, das mit der Anlage von Winterknospen endet, und durch das Dickenwachstum der Sproßachsen und Wurzeln. Die für dieses Wachstum benötigten Stoffe, Wasser, Nährsalze und die Assimilate, kommen durch die Transpiration der Blätter in den Baum bzw. werden durch die Photosynthese in den Blättern gebildet. Das Wasser fließt in der Wachstumszeit als Transpirationsstrom im Holz von den Wurzeln durch den Stamm nach oben, verteilt sich auf die Äste und wird von den Blättern in der Transpiration als Wasserdampf an die Luft abgegeben. Teile des Transpirationsstromes werden auf diesem Weg abgezweigt: Wasser wird in die neuen Gewebe, die vom Kambium im Rahmen des Dickenwachstums gebildet werden, eingebaut und hier auch gespeichert; Wasser fließt noch weiter nach außen und versorgt zu ihrer Funktionsfähigkeit den Bast und die Rinde. Umgekehrtes ist auch möglich: Bei starker Transpiration kann aus Holz und Rinde Wasser in den Transpirationsstrom gesaugt werden. Wasser wird bei der Photosynthese in den Blättern verbraucht. Nicht übersehen darf man, daß aus dem Transpirationsstrom auch das Lösungsmittel Wasser stammt, in dem die gelösten Assimilate als Assimulationsstrom aus den Blättern im Bast nach unten in den Stamm und in die Wurzeln fließen. In den Wurzeln kommt nur ein Teil der Assimilate an. Zur Versorgung des Kambiums der sich bildenden Gewebe und zur Aufrechterhaltung der Lebensfunktion der schon vorhandenen lebenden Gewebe in Bast und Holz werden sie via Bast- und Holzstrahlen ständig verteilt und verbraucht, gegen Ende der Wachstumszeit auch bereits für die nächste Mobilisationsphase gespeichert (Abb. 141 C).



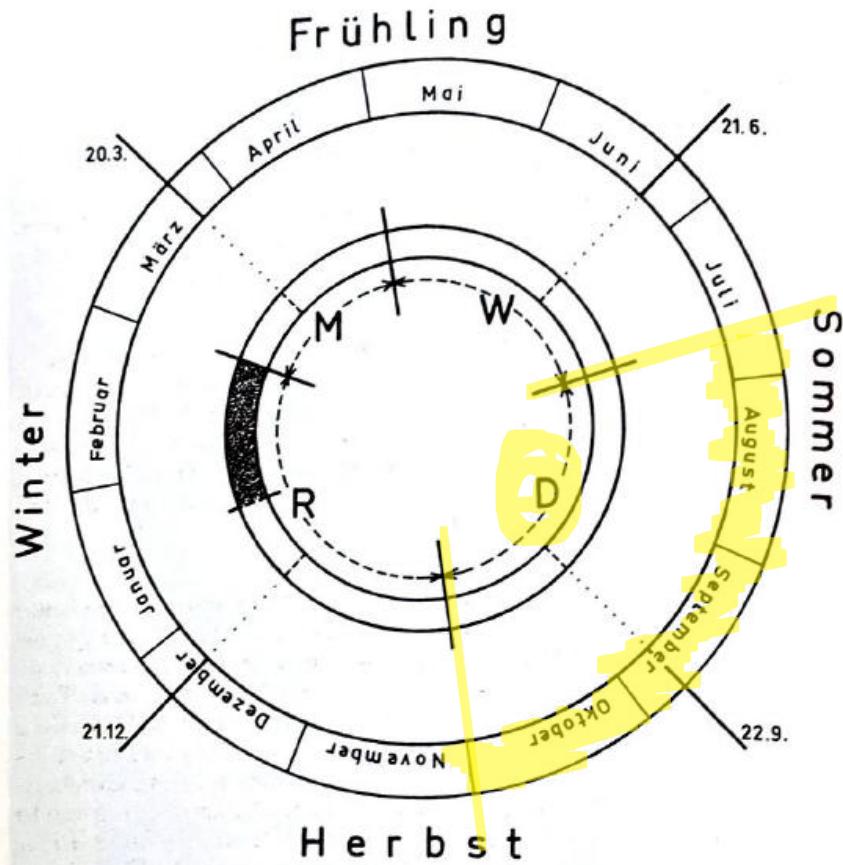


Abb. 140

Vergleich des Beginns der vier Jahreszeiten mit dem Beginn der vier Lebensrhythmen eines Baumes innerhalb eines Jahres.

R = Ruheperiode;

M = Mobilisierungsperiode;

W = Wachstumsperiode;

D = Depositionsperiode eines Baumes innerhalb eines Jahres.

Die Mobilisierungsphase der Bäume beginnt schon vor Frühlingsanfang, die Wachstumsperiode vor Sommeranfang, die Depositionsperiode mitten im Sommer, die Ruhephase mitten im Herbst. Im übrigen: Der letzte Teil der Ruheperiode ist dunkel gezeichnet, was bedeutet, daß die innere (endogene) Ruhezeit bereits etwa Mitte Januar zu Ende wäre, wenn es die Luft-Temperaturen im Freien erlauben würden.

III. Die Depositionsphase

Letztere Tendenz verstärkt sich; Anfang August hört das Triebwachstum auf, das Dickenwachstum geht nur noch schwach weiter. Die Produktion von Zucker durch die Photosynthese ist zwar nicht mehr so hoch wie vorher, aber doch noch bis weit in den September hinein recht beachtlich (vgl. Abb. 145). Die jetzt entstehenden Zucker werden für das Wachstum nicht mehr ganz verbraucht, es entstehen Überschüsse, die als Reservestoffe in Form von Stärke und Fetten abgelagert (deponiert) und gespeichert werden können. Die Depositionsphase hat begonnen. Die Aufladung des Baumes mit Speicherstoffen fängt in der Regel wohl in den Wurzeln an und schreitet von da nach oben durch den Stamm in die Zweige fort. Im Prinzip dienen alle Parenchymzellen im Bast und im Holz der Wurzeln und der Sproßachsen als Reservelager. Am Ende der Depositionsphase sind die Bäume in der Regel vollbeladen mit Reservestoffen, die ihnen nach der Ruheperiode den Start in die neue Vegetationsperiode erlauben (Abb. 141). Während die Mobilisierungsphase gleitend in die Wachstumszeit und diese allmählich in die Depositionsperiode übergeht, ist die Trennlinie zwischen Depositions- und Ruheperiode relativ scharf. Die Depositionsphase endet, wenn Ende Oktober oder Anfang November, meist sehr abrupt in wenigen Tagen, die Masse der Blätter abfallen. Der Blattfall ist kein Vorgang, den die von der Vegetationszeit ermüdeten Bäume passiv über sich ergehen lassen müssen. Auch Bäume in den ständig feuchtwarmen Tropen stoßen in bestimmten im einzelnen verschiedenen Zeitabständen ihre Blätter ab. Die immergrünen Holzpflanzen unserer Klimazone behalten ihre Blätter auch nicht bis zu ihrem Lebensende: Die Stechpalme z. B. (*Ilex aquifolium* L.) und die Waldkiefer (*Pinus sylvestris* L.) etwa drei Jahre, die Fichte (*Picea abies* L. Karst.) fünf bis sechs Jahre. Der Blattfall ist ein aktives Geschehen, gesteuert von Hormonen, das den immergrünen Bäumen eine ständige Erneuerung der Blätter erlaubt und den mit zarten Blättern ausgerüsteten sommergrünen Bäumen in unseren Klimazonen ermöglicht, den Winter zu überstehen. Es ist kein passives Dahinsterben, sondern ein aktives Zur-Ruhe-Gehen, was sich im Blattfall offenbart.

III. Depositionsphase:

Der äußerlich sichtbare Vorbote des *Blattfalles* ist die sogenannte *Vergilbung der Blätter*. Das Chlorophyll wird vor dem Blattabwurf abgebaut und seine wertvollen Bestandteile aus den Blättern in den Stamm zurückgeführt. Die Begleitfarbstoffe des Chlorophylls, die Karotinoide und die gelben Xanthophylle verbleiben in den Blättern und geben ihnen die charakteristische Herbstfärbung. Aber auch andere wichtige Stoffe, mit denen der Baum sparsam umgehen muß, so z. B. Aminosäuren und Stickstoff aus dem Eiweißabbau in den Blättern und Phosphor, verlassen die Blätter und werden in die Sproßachsen transportiert. Substanzen andererseits, über die der Baum oft im Übermaß verfügt und die zu Ballaststoffen werden können, wie z. B. Kalzium, werden in die alten Blätter überführt und mit diesen abgestoßen.

Der Blattfall selbst ist ein anatomisch-mechanischer Vorgang, der von Pflanzenhormonen gesteuert wird. Der Wuchsstoff, β-Indolylessigsäure, dessen Bedeutung für das Wachstum wir schon erfahren haben (vgl. S. 19), wird vornehmlich in den Blättern gebildet. Gegen Ende der Depositionsphase nimmt die Produktion dieses Wuchsstoffes – das Wachstum selbst ist ja längst erloschen – stark ab und wird schließlich eingestellt. Durch dieses Geschehen wird es ermöglicht, daß sich an der Basis der Blattstiele ein besonderes Trenngewebe ausbildet, in dessen Bereich sich die Blätter von den Zweigen ablösen. Die zurückbleibenden Blattnarben zeigen noch die Stellen an, an denen die Blätter saßen. Führt man übrigens den Blättern, wenn sie selbst keinen oder nur noch wenig Wuchsstoff erzeugen, künstlich Wuchsstoff zu, was

sehr einfach durch Aufsprühen einer Wuchsstofflösung geschehen kann, so kann der Blattfall eine Zeitlang hinausgezögert werden.

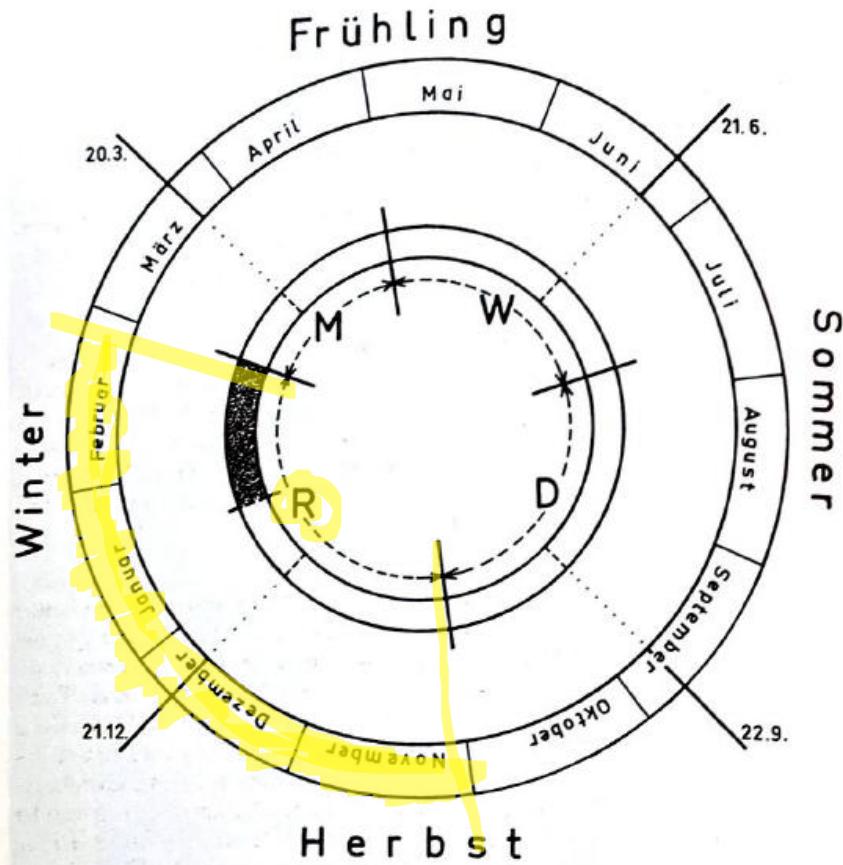


Abb. 140

Vergleich des Beginns der vier Jahreszeiten mit dem Beginn der vier Lebensrhythmen eines Baumes innerhalb eines Jahres.

- R = Ruheperiode;
- M = Mobilisierungsperiode;
- W = Wachstumsperiode;
- D = Depositionsperiode eines Baumes innerhalb eines Jahres.

Die Mobilisierungsphase der Bäume beginnt schon vor Frühlingsanfang, die Wachstumsperiode vor Sommeranfang, die Depositionsperiode mitten im Sommer, die Ruhephase mitten im Herbst. Im übrigen: Der letzte Teil der Ruheperiode ist dunkel gezeichnet, was bedeutet, daß die innere (endogene) Ruhezeit bereits etwa Mitte Januar zu Ende wäre, wenn es die Luft-Temperaturen im Freien erlauben würden.

Mit dem Erlöschen der Wuchsstoffproduktion entsteht gegen Ende der Depositionsphase der sehr spezifische Wirkstoff *Abscisin*. Dieser pflanzliche Wirkstoff hieß früher *Dormin*. Dieser Begriff kommt vom lateinischen Wort *dormire* = schlafen. Warum wurde das *Abscisin* früher *Dormin* genannt? Das *Abscisin* entsteht in den Knospen und bewirkt deren »Schlafen«, also die Knospenruhe. Die Ruhephase, die Bäume und Sträucher nach ihrem eigenen inneren (= endogenen) Rhythmus einlegen, ist verhältnismäßig kurz. Viele wissen sicher, daß Zweige von Kirschbäumen, Forsythien u. a., die am 4. Dezember, an »Barbara«, geschnitten und im warmen Zimmer in Wasser gestellt werden, als »Barbara-Zweige« zu Weihnachten blühen können und auszutreiben beginnen. Bis zu diesem Zeitraum ist das *Abscisin* in den Knospen zerfallen und einem Austreiben, einem Beginn der Mobilisationsphase würde nichts im Wege stehen, wenn es die Temperaturen erlauben würden. Die Lufttemperaturen sind aber um diese Zeit – mitten im Winter – noch zu niedrig, und erst im März/April, wenn Tagesdurchschnittswerte von 12 Grad erreicht werden, springen die Enzymsysteme an, die dann die Mobilisierung der Reservestoffe und damit die neue Mobilisationsphase einleiten.

Die äußere Ruhe an einem Baum während der Ruheperiode ist vollkommen: nicht jedoch die innere Ruhe!

Wenn es im Winter kalt wird, die Temperaturen längere Zeit etwa unter minus 10 Grad absinken und die Kälte in den Baum hineinkriecht, ist die Gefahr groß, daß die wichtigen lebenden Gewebe im Baum erfrieren. Die Bäume haben die Möglichkeit, dies zu verhindern. Zu Beginn der Mobilisationsphase, wenn die Lufttemperaturen über 12 Grad im Mittel ansteigen, wird – wie wir ja inzwischen wissen – ein Enzymsystem tätig, das den Reservestoff Stärke in Zucker zurückverwandelt, der für den neuen Lebensbetrieb notwendig ist. Wenn bei tiefen Kältetemperaturen der Erfrierungstod droht, beginnt im Baum ein anderes Enzymsystem zu funktionieren, das ebenfalls die Reservestoffe in Zucker überführt. Für was ist das notwendig? Die großen Mengen der plötzlich auftretenden Zucker werden im Wasser der Zellen, besonders natürlich in den Zellsaft-Vakuolen gelöst; die Zuckerkonzentrationen in den lebenden Zellen steigen gewaltig an. In hochkonzentrierten Lösungen, seien es Zucker- oder Salzlösungen, wird der Gefrierpunkt von null Grad je nach Stärke der Konzentration weniger oder mehr weit unter die Null-Grad-Grenze herabgesetzt. Vergleichen Sie die Wirkung von Streusalzen auf vereisten oder verschneiten Straßen!

IV. Ruhephase:

Die derart vom Baum in seinen lebenden Zellen erzielte Gefrierpunktterniedrigung schützt ihn vor dem Tod durch Erfrieren! Unsere einheimischen Bäume vermögen dadurch auch mehrere extrem kalte Winterwochen zu überstehen. Freilich sind nicht alle Bäume gleichermaßen kälteresistent. In der scharfen Kälte des Februars 1956 litten vor allem unsere wärmebedürftigsten Holzpflanzen, die Nussbäume, die damals stark zurückfroren oder ganz an Kälte starben. Sobald die Temperaturen wieder ansteigen, wird aus den Zuckern wieder Stärke. Am Ende der Ruhephase herrschen in den Bäumen praktisch die gleichen Zustände wie zu deren Beginn. Mit der frühjahrzeitlichen Stärkeauflösung kann die neue Mobilisationsphase ihren Anfang nehmen (Abb. 141 D und E).

DANKE

für die Aufmerksamkeit!

*Applied Sciences
for Life*

Cecilia Sabatini