

7 Wachstums- und Ruheperioden

Im Folgenden betrachten wir die Wachstums- und Ruheperioden im jahreszeitlichen Ablauf. Wir machen also eine kurze Zeitreise im Baum, beginnen dabei mit der Knospenruhe und enden im übernächsten Jahr mit dem Erscheinen von Blüten und Früchten.

7.1 Knospenruhe (Winterruhe= Dormanz)

Die Gehölze der gemäßigten Breiten, besser gesagt die laubabwerfenden Gehölze haben eine längere Phase der endogenen Dormanz (lat.: dormire=schlafen, ruhen), um sich vor Kälte und einem vorzeitigen Austrieb während wärmerer Phasen im Winter zu schützen. Die Winterruhe betrifft zwar vornehmlich die Knospen, am Ende aber die gesamte Sprossachse wie auch die Wurzeln.

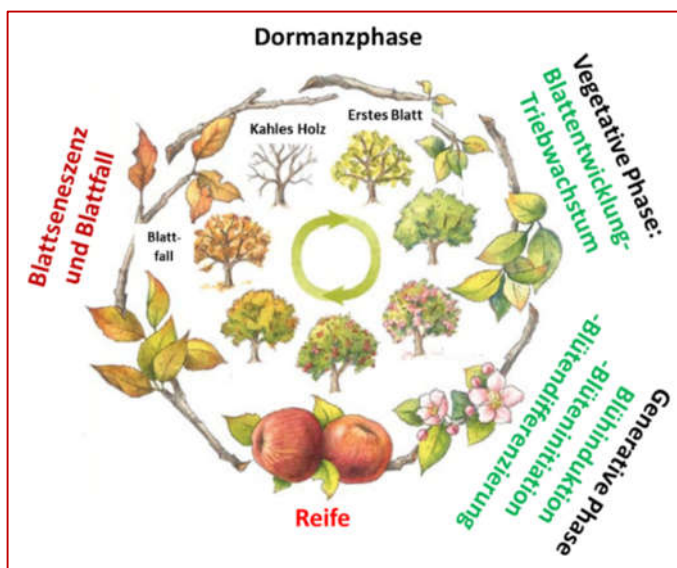


Abbildung 97 Entwicklungsabschnitte der Obstgehölze während einer Vegetation (nach LÜDELING E. 2019)

Die Ruhezustände unserer Gehölze unterteilt man in drei Phasen: Die **Sommerruhe** (Paradormanz), die **Winterruhe** (Endodormanz) und die **Nachruhe** (Ecodormanz).

Da die vegetativen und generativen Entwicklungsabläufe von Trieben und Knospen (Triebabschluss, Eintritt in die Initiationsphase) nicht vollkommen gleichmäßig vonstattengehen, verlaufen auch die Übergänge zwischen diesen einzelnen Ruhephasen fließend und überschneiden sich, wie die Abbildung zeigt. Sie folgen keinem starr festgelegten Ablauf, sondern endogenen (z.B. Obstart, Sorte) und exogenen Einflüssen (z.B. Tageslänge, Temperatur, Wachstumsverlauf).

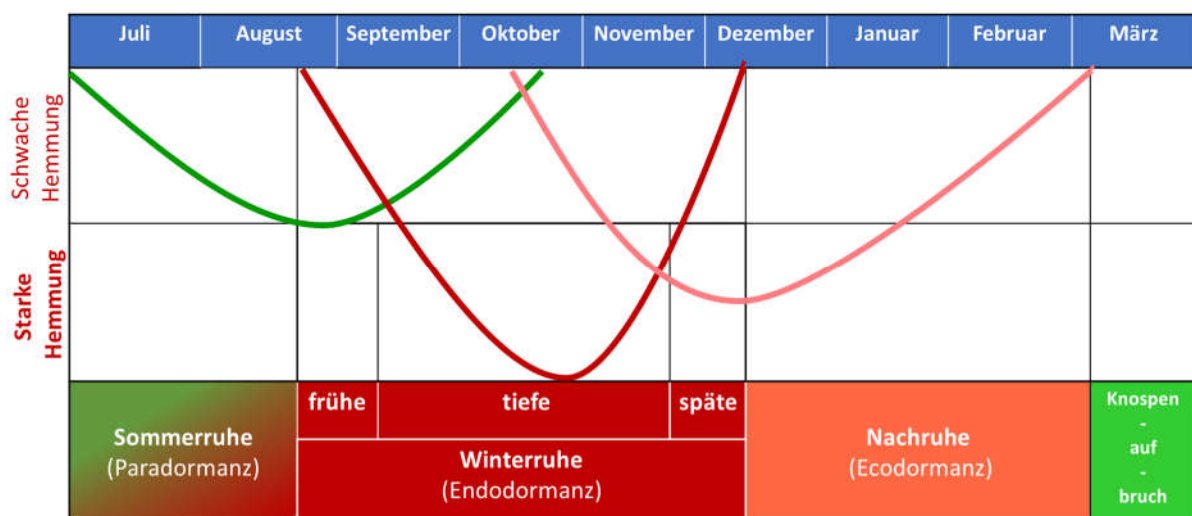


Abbildung 98 Verlauf der Winterruhe im Jahreszyklus (FRIEDRICH et al. 2000)

Die Ruhephasen unserer Gehölze beginnen nicht, wie man gemeinhin annehmen könnte irgendwann im Herbst, sondern weitaus früher. Die **Sommerruhe**, auch Paradormanz genannt, ist quasi ein Vorbote davon. Sie setzt in unseren Breiten bereits im Juli an Kurztrieben ein. An Langtrieben erstreckt sie sich von im **Juli bis September**. Die Sommerruhe ist ein **reversibler Ruhezustand**. Nach unsachgemäßen Kulturmaßnahmen können die Knospen wieder austreiben, beispielsweise nach einem zu frühem und intensivem Sommerschnitt oder einer zu späten und hohen N-Düngung. Diese Zusammenhänge sollten bei der Terminierung des Sommerschnittes und der Stickstoffdüngung stets berücksichtigt werden. Aber auch ein starker Hagelschlag kann Ursache für die Aufhebung der Paradormanz sein.

Mit nachlassenden Tageslängen und Temperaturen wechseln die Knospen im unmittelbaren Anschluss, in unseren Breiten bereits **ab Mitte August**, in die (Frühe) Winterruhe. **Die Winterruhe** (Endodormanz) ist charakterisiert durch einen **stabilen, irreversiblen Ruhezustand der Knospen**. In diesem Zustand vermag weder Schnitt, Düngung oder Entlaubung einen Neuaustrieb herbeizuführen. Kurze extreme Hitzeperioden im August mit Temperaturen um 43°C üben hingegen einen starken ruhebrechenden Impuls aus.

Der Tiefpunkt der Winterruhe, was die Austriebshemmung angeht, ist gleichzusetzen mit dem **Blattfall**. Von diesem Zeitpunkt an werden im Stoffwechsel unserer Gehölze alle Voraussetzungen für höchstmögliche Austriebshemmung und Frosthärte geschaffen. Infolgedessen stellen sich eine Reihe von physiologischen Veränderungen in den Bäumen ein, wie beispielsweise die Anreicherung wuchshemmender Substanzen wie Abscisinsäure und Phlorizidin und der gleichzeitige Abbau von wuchsfördernden Substanzen wie Gibberelline und Cytokinine. Freies Wasser wird in gebundenes Wasser umgewandelt, Nährstoffe werden demobilisiert. Von nun an bis in die darauffolgende Phase der späten Winterruhe, die bis Mitte Dezember anhält, induzieren diese Prozesse ein Höchstmaß an Frosthärte. Die Beendigung der echten Winterruhe im **Dezember/Januar** geht allmählich mit der Umkehr dieser Stoffwechselprozesse einher. Die Frosthärte bleibt bis Ende Januar erhalten. Für die Beendigung der Endodormanz ist eine gewisse Kältesumme erforderlich (SAURE, 1985).

Das Ende der Winterruhe ist manchem durch den sogenannten **Barbaratag** bekannt. Kirschteilweise auch Apfelzweige (Sorten mit geringem Kältebedarf) blühen demnach zu Weihnachten auf, wenn sie am oder nach dem 4. Dezember, dem Barbaratag, geschnitten werden. Dieser Brauch geht auf eine Überlieferung von der Heiligen Barbara zurück, nach der sie auf dem Weg in das Gefängnis mit ihrem Gewand an einem Zweig hängenblieb. Sie stellte den abgebrochenen Zweig in ein Gefäß mit Wasser, und er blühte genau an dem Tag, an dem sie enthauptet wurde. So besagt auch eine Bauernregel: „Knospen an St. Barbara, sind zum Christfest Blüten da.“

Viele Obstbauern nutzen diesen Zusammenhang, um die Blühwilligkeit potenzieller Alternanzanlagen auf den Prüfstand zu stellen und um daraus Rückschlüsse auf den Schnitttermin, den Schnittumfang sowie auf die Düngestrategie zu ziehen. Meist erkennt man den Unterschied zwischen Blüten- und Blattknospen sehr deutlich. Aber manchmal trägt auch der Schein und vermeintliche Blütenknospen entpuppen sich Wahrheit als Blattknospen. Der Sache kann man im Zweifelsfall etwas näher auf den Grund gehen, bevor man unter Umständen beim Winterschnitt von falschen Tatsachen ausgeht.

Mit Hilfe der **Fruchtastkontrolle in Vasen**, analog der „Barbaratagmethode“, kann man zwar nur grob, aber andererseits recht schnell und unkompliziert die Blühintensität einer Anlage vorausbestimmen. Folgende Vorgehensweise hat sich diesbezüglich bewährt: Die Astproben werden ab Anfang Januar gezogen, wenn bei den meisten Sorten der Kältebedarf sicher erfüllt ist. Dazu werden 2- jährige Fruchtäste aus dem mittleren und unteren Baumbereich und damit aus der ertragssensibelsten Region entnommen. An der Baumspitze ist mit der geringsten Alternanz zu rechnen. Eine repräsentative Zahl dieser Fruchtäste sollte

- dünne Knospen aufweisen, aus denen voraussichtlich gar keine Blüten entstehen,
- normale Knospen aufweisen, aus denen durchaus Blüten entstehen können,
- dicke Knospen aufweisen, aus denen sich mit Sicherheit Blüten entwickeln.

Die Astproben werden dann wie folgt weiter behandelt:

- Sie werden separat in eine Vase mit Wasser gestellt.
- In einen Raum mit mittleren Temperaturen verbracht (nicht zu warm!).
- Dort werden sie an einem Fenster mit genügend Licht (Südseite!) aufgestellt.
- Achtung: Die Vasen sollten in den darauffolgenden Tagen auf genügend Wasser kontrolliert werden. Die Zugabe von Zucker zur Blühstabilisierung hat sich bewährt.
- Nach 7-10 Tagen zeigen sich alle Blüten.

Daraus kann man nun **Rückschlüsse über den Schnitttermin, die Schnittintensität, das Schnittsystem und die Düngestrategie** ziehen. Ist man 'enttäuscht' vom Ergebnis, kann man beispielsweise

- beim Schnitt im Januar erst einmal nur mit der Stammverlängerung beginnen und im unteren Bereich ein paar wenige lange Eingriffe durchführen, d.h. ganze Äste entfernen,
- den kurzen Fruchtholzschnitt, d.h. den Klick- oder Matha-Schnitt auf Anfang bis Mitte März verlegen, im schlimmsten Fall unterlassen,
- Wurzelschnitt und/oder Prohexadion-Calcium-Behandlungen einplanen,
- die Stickstoffdüngung vor der Blüte reduzieren oder darauf gänzlich verzichten.

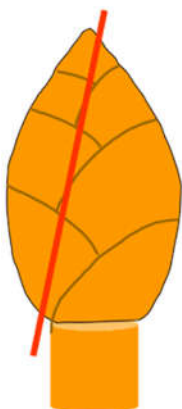


Abbildung 99 Blüten- oder Blattknospe? Die Blütenuntersuchung liefert genauen Aufschluss (BAAB G. 1998, HEGELE M. 2015)

Anstelle der Fruchtastkontrollmethode in Vasen kann man eine **Blütenknospenuntersuchung** durchführen (lassen). Der Vorteil dabei ist, dass man bereits im Dezember eine ziemlich genaue Information über das Blühverhalten kritischer Anlagen bekommen kann. Ähnlich wie bei der Fruchtastmethode beginnt auch hier das Verfahren mit der Entnahme einer repräsentativen Zahl an Fruchtästen aus der Anlage. Dabei wählt man Äste aus, von denen man glaubt, sie wären mit Blütenknospen bestückt. Die vermeintlichen Blütenknospen werden anschließend alle abgeschnitten und davon 150 ausgewählt. Diese werden nun unter dem Binokular (Abbildung) auf ihren tatsächlichen

Inhalt geprüft. Die prozentuale Verteilung von Blüten- und Blattknospen liefert wichtige Hinweise auf die Blühintensität und auf die oben erwähnten Kulturmaßnahmen.

Während in der Vase unter Zimmertemperatur alle Prozesse im Zeitraffer ablaufen, benötigen die Bäume in unseren Obstanlagen noch Wochen und Monate bis zum Zeitpunkt des Knospenaufbruchs. In unseren Breiten treiben die Knospen glücklicherweise nicht schon nach der ersten moderaten Wärmeperiode aus. Dies könnte nämlich fatale Folgen nach sich ziehen. Sie wechseln vielmehr in eine Art Wartestellung, und zwar in die sogenannte **Nachruhe** oder Ecodormanz. Die kühlen vorwinterlichen Temperaturen haben zwischenzeitlich zu einem weitgehenden Abbau der Hemmstoffe beigetragen, die zu Beginn der Winterruhe in die Knospen eingelagert worden waren. Von nun an befinden sich die Knospen in einer Art „Hab-Acht-Stellung“, in der sie jederzeit austreiben können, sobald anhaltend günstige Temperaturbedingungen vorherrschen. In dieser Phase werden die restlichen wuchshemmenden Substanzen kontinuierlich abgebaut. Des Weiteren steigt die Aktivität von Gibberellinen, Cytokinin und von zahlreichen Enzymen. Es erfolgt die Reaktivierung des Leitungssystems, das während der echten Winterruhe blockiert war. Auf diese Weise werden die Grundlagen für die anstehenden Wachstumsprozesse gelegt. Am Ende entsteht wieder freies Wasser, was gleichbedeutend ist mit dem Verlust der Winterfrosthärte. All diese **Vorgänge sind temperatursummenabhängig**. In der Nachruhephase ist für den Fortgang der Entwicklung neben Kälte vor allem eine bestimmte Wärmesumme erforderlich (= die addierten Stunden über 5°C). Bisher ist nur sehr wenig darüber bekannt, ab wann welche Temperaturen maßgebend sind. Die Stoffwechselprozesse gleiten, bedingt durch endogene und exogene Einflüsse ohne erkennbare Grenzen ineinander über. Auf diese Weise hat die Nachruhephase eine Pufferfunktion.

Die Winterruhe ist überwunden, wenn sowohl ein spezifischer Kältebedarf (chilling requirement) als auch ein bestimmter Wärmebedarf erfüllt ist. Erst dann erfolgt der **Knospenaufbruch**, der das Ende der Dormanz kennzeichnet. Beide Phasen, d.h. die Endo- und Ecodormanz, ergänzen sich und sind nicht scharf voneinander getrennt. Die jeweiligen Temperaturimpulse dienen der Aktivierung spezieller Gene, die für die Synthese spezifischer Enzyme verantwortlich sind und die Stoffwechselprozesse in die gewünschten Richtungen lenken. Ziel der Züchtung ist es, die für die Endodormanz und Ecodormanz verantwortlichen Gene und Marker zu finden und züchterisch zu nutzen. Wir wissen beispielsweise, dass Sorten mit einem hohen Kältebedürfnis meist ein niedriges Wärmebedürfnis besitzen und Sorten mit einem geringen Kältebedürfnis meist ein hohes Wärmebedürfnis haben. In Zukunft brauchen wir mehr Sorten aus der letztgenannten Gruppe. Sie sollten wegen der immer wärmer werdenden Winter mit einem geringen Kältereiz auskommen, damit sie in der Lage sind, trotzdem gleichmäßig austreiben. Andererseits sollten sie erst so spät wie möglich austreiben; am besten erst dann, wenn die letzte Blütenfrostperiode beendet ist.

Der Kältebedarf unserer Gehölze wird in **Kältesummen** bemessen. Das Erreichen der jeweils notwendigen Kältesummen ist Bedingung für einen gleichmäßigen Austrieb der Knospen. Jede Obstart, jede Sorte und selbst jede Knospe hat einen individuellen Kältebedarf. Blütenknospen haben einen geringeren als Blattknospen und Terminalknospen einen geringeren als Lateralknospen. Die für unsere Obstarten und Sorten notwendigen Kältesummen stellen ein wichtiges Thema in der aktuellen Klimafolgenforschung dar. Über den vorliegenden

wissenschaftlichen Erkenntnisstand ist eine offene Diskussion entflammt. Bei den dabei zugrundeliegenden Temperaturen handele es sich eigentlich um Werte, die im Knospenbereich erfasst werden müssten. Heutzutage greift man dazu einfacherweise auf Daten von Wetterstationen zurück. Die bisherigen Kältesummenwerte und die dazugehörigen Rechenmodelle sind angeblich veraltet und zweifelhaft. Auch bei der Festlegung des Zeitraums, in dem die Kältesummen ermittelt werden, besteht offensichtlich noch 'Forschungsbedarf'. In der Vergangenheit wurden dafür teilweise ganz unterschiedliche Zeiträume herangezogen. Physiologisch betrachtet ist es eigentlich die Zeitspanne vom Beginn der Winterruhe (Mitte bis Ende August) bis Knospenaufbruch.

Obstart	Kältebedarf berechnet nach dem (alten) Kältestunden-Modell (h zwischen 0 -+ 7,2 °C)
Apfel	200 - 1000
Birne	400 - 900
Süßkirsche	500 - 1200
Sauerkirsche	620 - 1400
Pfirsich	200 - 800
Pflaumen	400 - 700
Aprikose	310 - 920
Trauben	100 - 600
Heidelbeere	150 - 700

Die **Mindest-Kältesummen**, welche von den verschiedenen Obstarten erreicht werden müssen, damit deren Kältebedarf gedeckt ist, gehen aus Abbildung hervor. Die dort aufgeführten Daten resultieren aus dem angeblich überholten, aber nach wie vor häufig gebrauchten Chilling-hour Modell. Daraus ist zu entnehmen, dass Äpfel ein vergleichsweise höheres Kältebedürfnis besitzen als andere Obstarten, wobei es auch Unterschiede innerhalb der einzelnen Sorten gibt und mit Sicherheit auch Differenzen zwischen Standorten und Jahren. Aprikose oder Trauben können hingegen auch in winterwarmen Klimaten produziert werden.

Abbildung 100 Notwendige Chilling hours (STAFNE 2016)

Um diese Kältestunden zu berechnen, werden derzeit verschiedene Modelle angewandt. Vier davon werden im Folgenden vorgestellt. Je nach Modell werden zur Berechnung der Kältesumme chill hours (CH), chill units (CU) oder chill portions (CP) herangezogen.

1. Das **Kältestunden-Modell** (Chilling-hour -Model von **WEINBERGER**, 1950) berechnet dabei die Summe der Chill hours (Kältestunden). Eine Chill hour entspricht einer Stunde in der die Temperaturen zwischen 0 und + 7,2°C liegen. Das Modell sieht keine Gewichtung der einzelnen Stunden vor. Es berücksichtigt auch nicht, dass höhere Temperaturen als + 7,2 °C, den Kältereiz unter Umständen wieder aufheben können. Das Modell wird daher heute besonders für warme Standorte als nicht ausreichend brauchbar angesehen, findet aber immer noch breite Anwendung.

2. Das UTAH-Modell nach RICHARDSON, 1974, quantifiziert den Kältereiz in Kälteeinheiten

Temperaturbereich in °C	Kältewert (Chilling Units)
<1,4	0
1,5 - 2,4	0,5
2,5 - 9,1	1
9,2 - 12,4	0,5
12,5 - 15,9	0
16,0 - 18,0	-0,5
>18	-1

Abbildung 101 Bewertung unterschiedlicher Temperaturen als Beitrag zur Kältesumme gemäß dem UTAH-Modell von RICHARDSON, 1974

(Chill Units = CU) und weist dabei ganze, halbe und negative Kälteeinheiten aus, und zwar im Temperaturbereich von 0°C bis +18°C. Es erfolgt eine Gewichtung der Kältewerte. Diese werden anschließend aufsummiert. Optimal sind nach dem UTAH-Modell vor allem die Stunden zwischen:

- +2,4° C und +9,1° C zu werten, ganz besonders die zwischen 6°C und 7°C
- Temperaturen unter 0°C haben beim UTAH-Modell keinen Einfluss auf die Kältesumme.
- Temperaturen > 16°C gehen beim UTAH-Modell in Form negativer Kälteeinheiten (Chilling Units) in die Berechnung ein.

- Dem UTAH - Modell werden von Wissenschaftlern irreführende Ergebnisse unterstellt.
3. Das in Israel 1987 von FISHMAN entwickelte **Dynamic Model** summiert sogenannte „Chill Portions“ (CP), basierend auf stündlichen Temperaturen. Nach dem Dynamic-Modell folgen die effektiven winterlichen Kältereize einer Glockenform mit einem optimalen Chilling-Wert, der bei + 6 °C liegt. Die Chilling-Werte verjüngen sich jeweils bei geringeren und höheren Temperaturen und erreichen bei -2 °C und +14 °C den Nullwert. Wärmere Temperaturen reduzieren die Kältesumme. Das Dynamic-Modell wird derzeit als die **beste Option zur Ermittlung des Kältebedürfnisses** betrachtet, vor allem für warme Gebiete.
4. **Cornell Extension** verwendet ein von HAUAGGE und CUMMINS (1991) entwickeltes Modell, das der folgenden Formel folgt: $Chilling\ Unit(CU)=0,277 + 0,1940t - 0,0124t^2$, (t= Celsius-Temperatur). Es funktioniert ähnlich wie das UTAH-Modell, bei dem die maximalen Chilling Units bei 7°C erreicht werden. Für dieses Modell liegt aktuell kein Urteil vor.

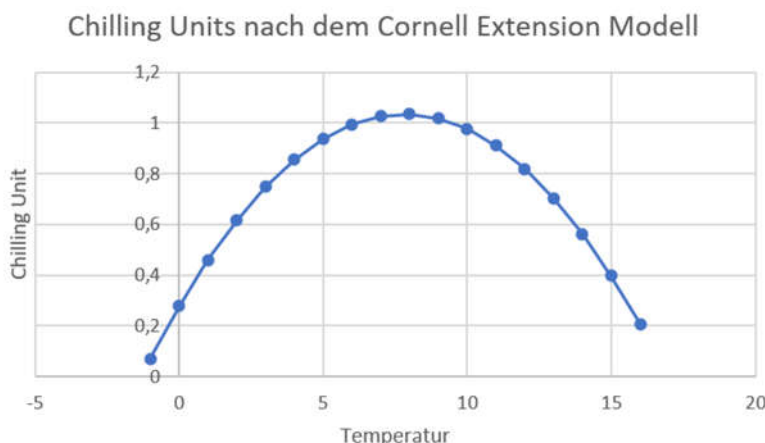


Abbildung 102 Chilling Units, berechnet nach dem Cornell-Extension-Modell

In der Abbildung wird verdeutlicht, wie sich die Temperatur auf die Ermittlung dieser Chilling-Units (CU) auswirkt. Man erkennt, dass im Bereich zwischen 5-10°C der stärkste Temperatureinfluss angenommen wird.

In einer 2014 und 2015 in Australien vorgenommenen Studie wurden drei der Modelle zur Ermittlung des Kältebedarfs bei den Sorten 'Granny Smith', 'Cripps Pink', 'Kalei', 'Gala' und 'Fuji' herangezogen. Die Ergebnisse sind in Abbildung 103 aufgeführt. Die meisten Apfelsorten benötigen zur Erfüllung ihres Kältereizes gemäß dem 'alten Kältestundenmodell' 800 bis 1000 Kältestunden. Bei jeder Obstart gibt es auch sogenannte 'low-chill-varieties'. Das sind Sorten, die einen geringeren Kältereiz beanspruchen. Dieses Kriterium wird in Zukunft, zumindest in kritischen Regionen, einen mitentscheidenden Beitrag bei der Beurteilung von Sortenneuheiten haben.

Sorte	Kältebedarf berechnet nach Kälteportionen nach dem Dynamik-Modell	Kältebedarf berechnet nach Chilling hours nach dem Utah-Modell	Kältebedarf berechnet nach Chilling hours nach dem Kältestunden-Modell
'Granny Smith'	72,8	1239	852
'Cripps Pink'	73,3	1242	856
'Kalei'	75,5	1275	883
'Gala'	76,7	1300	893
'Fuji'	77,0	1307	908

Abbildung 103 Kältebedarf verschiedener Apfelsorten, berechnet nach 3 Modellen (PARKES H. 2020)

Bei Pflanzen, bei denen dieses Kältebedürfnis nicht erfüllt wurde, ergibt sich eine völlig andere phänologische Entwicklung. Es erfolgt ein zeitlich verzögerter und damit unregelmäßiger Austrieb: Neben geschlossenen Blüten können am gleichen Baum haselnussgroße Früchte hängen. Dann müssen spezielle Kultur- oder Pflanzenschutzmaßnahmen 'nachhelfen', um einen einigermaßen gleichmäßigen Austrieb der Bäume zu erreichen. Ansonsten würden sich, ähnlich wie bei Zitronen, alle Entwicklungsstadien einer Frucht, von der Blüte bis zur Erntereife zeitgleich an derselben Pflanze einstellen. In den Subtropen hat sich in solchen Fällen der Einsatz **ruhebrechender Mittel** bewährt, die i. d. R. auf Stickstoffimpulsen beruhen (Cyanamid, Kalksalpeter). Sie müssen Anfang Februar (bzw. zum Ende des dortigen Winters) in höheren Dosierungen 1 bis 2 mal ausgebracht werden. Wobei sicher nicht alle vorhandenen Knospen austreiben werden. Eine andere Möglichkeit besteht in der (chemischen oder mechanischen) **Vollentlaubung** der Bäume unmittelbar nach der Blüteninitiation und bevor das Stadium der Winterruhe erreicht wird (bei uns Anfang August).

Bisher wurde das erforderliche Kältebedürfnis in Mitteleuropa (noch) immer erfüllt. Bei der Sorte 'Fresco'/Wellant[®], die offenbar einen sehr hohen Kältebedarf hat, wurde in warmen Anbauregionen bereits ein zu unregelmäßiger Austrieb beobachtet. Die Grenze, ab der die Winterkälte nicht mehr für einen zuverlässigen, gleichmäßigen Austrieb unserer Obstarten ausreicht, verschiebt sich auf unserer Halbkugel durch den **Klimawandel** immer weiter nach Norden.

7.2 Knospenaufbruch

Mit der Synthese von Gibberellinen, Cytokininen sowie zahlreicher Enzyme wird im Frühjahr das Wachstum der Knospen aktiviert. Die Gehölze geraten auf diese Weise allmählich in einen Zustand, der ihnen einen Austrieb ermöglichen würde. Verhindert wird dies zunächst durch noch immer geringe Temperaturen und durch den zunächst noch fehlenden Triebanreiz aus der Wurzel. Alle weiteren Entwicklungsprozesse bis zum Aufblühen der Blütenknospen im April/Mai sind vor allem von der Lufttemperatur (Gesamtsumme aller Stunden $> +5^{\circ}\text{C}$ ab 1. Februar) und von der Intensität der Sonneneinstrahlung abhängig. Die Bodentemperatur übt nur einen geringen Einfluss aus.

7.3 Knospenaustrieb und Wachstum

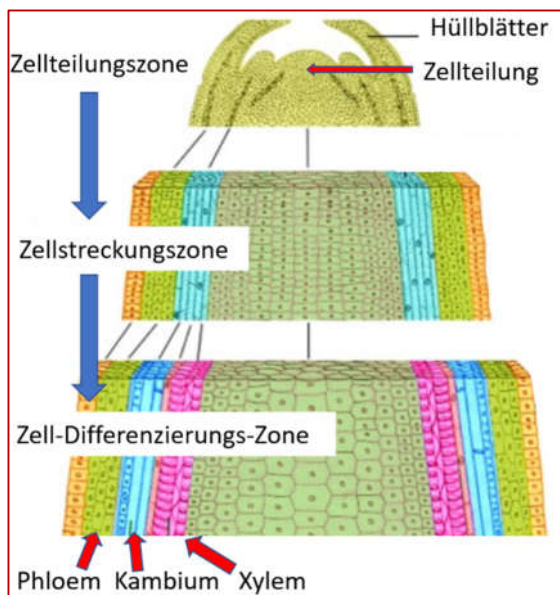


Abbildung 104 Vegetationspunkt am Spross

Die Abbildung zeigt einen Längsschnitt durch einen Vegetationspunkt am Spross, etwa in einer Triebspitze.

1. Bei der **Zellteilung** entstehen neue Zellen. Diese sind zunächst noch nicht differenziert, d.h. aus ihnen könnte im Prinzip noch jeder Teil eines Baumes werden (Meristemvermehrung). Genau an dieser Stelle werden bei der Zellteilung auch Phytohormone wie Auxin und Gibberellin produziert.
2. Die Zellen strecken sich dann in der **Streckungszone**.
3. **Danach differenzieren sie sich**. Das bedeutet, sie übernehmen eine bestimmte Funktion und werden zu Phloem-, Kambium- oder Xylemzellen. In diesem Bereich entstehen

dann die ersten Blattanlagen. Das Kambium bildet ständig neue Gefäße (Xylem und Phloem) **immer entlang des Transportflusses von Phytohormonen**. Dieser Zusammenhang ist für uns wichtig, denn wenn z.B. ein Trieb angeschnitten wird, dann werden in Zukunft die Leitbahnen in Richtung des neuen Seitentriebes gebildet. Werden z.B. in einen Seitenast viele Hormone transportiert (viele Leitbahnen), dann bildet das Kambium auch viele neue Gefäße.

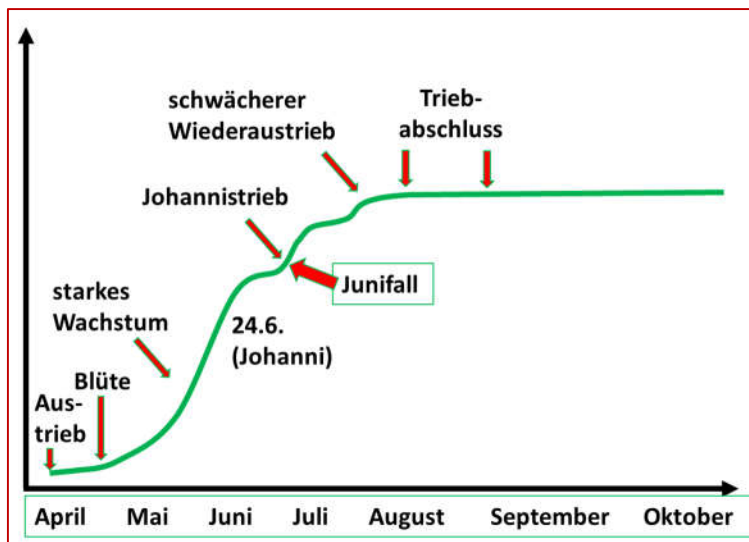


Abbildung 105 Triebentwicklung im Jahreslauf (TROMP J., WEBSTER A.D., WERTHEIM S.J. 2005)

Aus den Winterknospen entwickeln sich Triebe, die am Ende der Vegetation wieder mit einer Blattnosphe oder mit einer Blütenknospe abschließen. In der Abbildung wird die Entwicklung eines fiktiven Lang- und Kurztriebs erläutert. Bei beiden entfalten sich zuerst die Blattanlagen, die im Jahr zuvor angelegt worden waren. Sie sind oft kleiner als die Blätter, die sich in der Folge entwickeln. Die zu Beginn des Wachstums, Ende April/Anfang Mai, entstehenden Blätter haben kurze Internodien (= Rosetten).

Während der ersten Hauptwachstumsphase im Mai kommt es bei Langtrieben zu Zellstreckungen mit langen Internodien. Bei Kurztrieben hingegen bleiben diese Zellstreckungen aus. Im Juni beruhigt sich das Wachstum der Triebe allmählich.

- **Bei Kurztrieben** kommt das Wachstum bereits Ende Juni zum Erliegen. Bei ihnen schließt nun die vegetative Phase ab und es beginnt die generative Phase mit Blühinduktion, Blüteninitiation und Blütendifferenzierung. Auf diese Weise entsteht eine für Kernobst typische gemischte Knospe, die sowohl Blüten wie auch Blätter hervorbringt.
- **Langtriebe** wachsen hingegen bis Juli/August, manchmal sogar bis September/Oktober, ehe sie abschließen. Solange sie wachsen, erzeugen sie die mit Abstand höchsten Auxin - Mengen im Baum. Auf diese Weise entfalten sich mächtige Kohlenhydratsenken, zuungunsten benachbarter Früchte. Der Zeitpunkt der Endknospenbildung ist abhängig vom Ertragsverhalten (Zahl konkurrierender Kohlenhydratsenken), vom hormonellen Milieu (insbesondere dem Gibberellin- und Auxinniveau), der Wasser- und Nährstoffversorgung (Trockenheit, Regenperioden) sowie den vorherrschenden Temperaturen (Hitze, Kälte).

Die Auxin- und Gibberellinproduktion läuft in dieser ersten Wachstumsphase auf Hochtouren. Eine Hemmung des Gibberellinniveaus mit Hilfe von Prohexadion-Calcium zur Wachstumskontrolle ist lediglich zu Beginn diese Periode möglich, anschließend nicht mehr.

Speziell bei Langtrieben erfolgt der Triebabschluss nicht etwa abrupt, sondern in einem speziellen Rhythmus: Nach Beendigung der ersten Wachstumsphase erfolgt häufig noch eine **zweite schwächere Wachstumsphase**, die als **Johannistrieb** bezeichnet wird, da er um den Johannistag (= 24. Juni) einsetzt. Dieser erneute Austrieb ist auf das noch nicht vollständig hormonell abregulierte Wurzelwachstum zurückzuführen (SAURE 1981). Dauer und Stärke hängen von der Sorte, dem Fruchtbehang (konkurrierende Kohlehydratverbraucher) und der Wasser- und Nährstoffversorgung ab.

Am Ende des Triebwachstums werden die zuletzt angelegten Blätter zu Knospenschuppen umgebildet und übernehmen damit eine Schutzfunktion für den ruhenden Vegetationspunkt. Die Blattanlagen werden dabei spiralförmig angelegt, so dass die Blätter gleichmäßig mit gleichen Winkelabständen um die Sprossachse verteilt werden. Bei Obstgehölzen steht demzufolge das 6. Blatt über dem ersten. Dabei sind zwei Umläufe um den Trieb notwendig (= 2/5-Stellung).

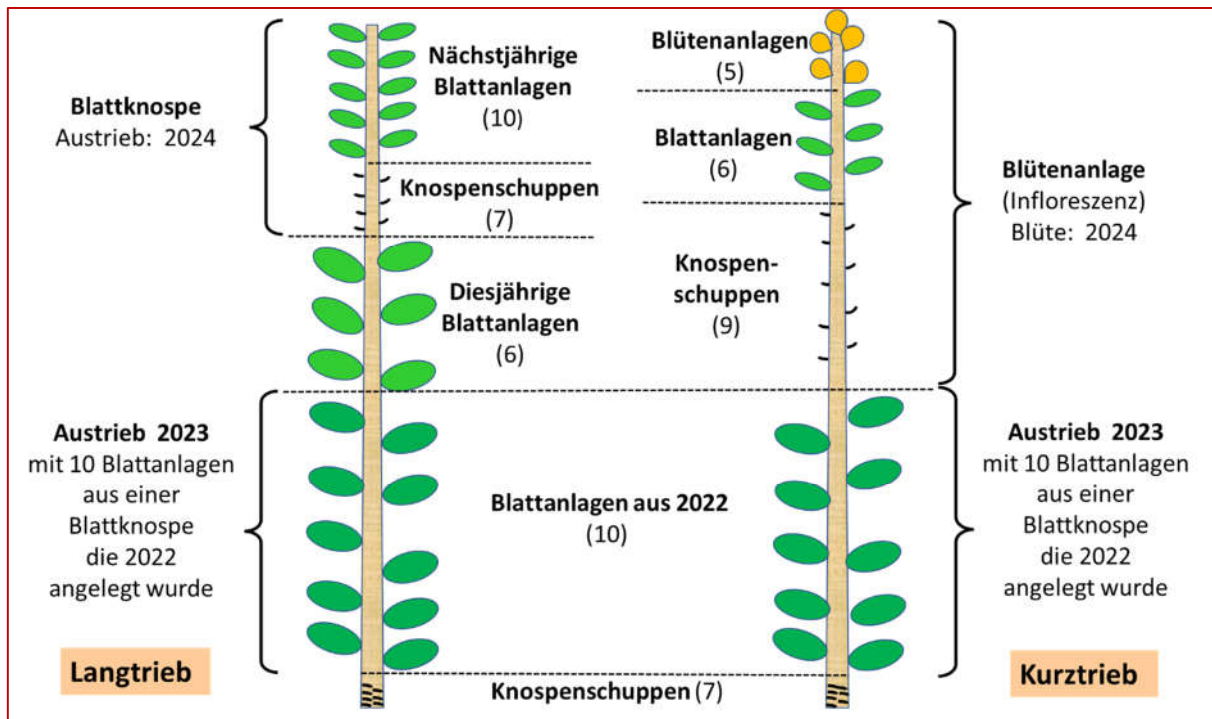


Abbildung 106 Entwicklung von Lang- und Kurztrieben über einen Zeitraum von 3 Jahren