

Wachstumsprozesse der Obstpflanzen

Für die Pflanzen sind die vegetativen Wachstumsprozesse notwendig, um ausreichend Assimilationsfläche zu erreichen und so Reservestoffe bilden zu können. Gerade Jungbäume investieren ihre Energie in Wachstum, erst später beginnen die Pflanzen mit der Bildung von Blüten bzw. letztlich Früchten. Wichtig für die Pflanze ist einmal das **Wurzelwachstum**, um eine gute Verankerung im Boden zu haben und um Wasser und Nährstoffe aus dem Boden aufnehmen und in die oberirdisch liegenden Pflanzenteile transportieren zu können. Das **Sprosswachstum** dient zur Ausbildung von starken Gerüsten (Stamm, Triebe und Äste), die das Blattwerk tragen. Jede Pflanze verfolgt ihre eigene Strategie. Durch den Aufbau des Sprossgerüsts ist es möglich, das Sonnenlicht möglichst effizient für die Photosynthese auszunutzen.



Jede Pflanze verfolgt mit ihrem Wachstum eine Strategie zur optimalen Ausnutzung des Sonnenlichtes für die Photosynthese.

Wurzelwachstum

Die Wurzeln entwickeln sich am besten in einem tiefgründigen, nicht zu schweren Boden mit guter Humusversorgung und ausreichendem Porenvolumen. Das Wurzelwachstum verläuft aber während des Jahres meist nicht gleichmäßig. Wurzeln haben **keine Ruheperiode** wie die oberirdischen Baumorgane. Sobald entsprechende Temperaturen (Äpfel 4-5°C, Birnen 6-7°C, Marillen und Pfirsiche 12°C) vorliegen, beginnen sie zu wachsen. Das Optimum für das Wachstum der Wurzeln liegt **zwischen 16 und 24°C**. Erst mit dem Nachlassen des Triebwachstums im Frühjahr, beginnen die Wurzeln wieder intensiver zu wachsen. Zum Zeitpunkt des Austriebs sollten möglichst viele Nährstoffe bereits leicht zugänglich und aufnehmbar zur Verfügung stehen, damit eine ausreichende Versorgung gewährleistet ist.



Die Ausbreitung des Wurzelsystems sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Richtung hängt von verschiedenen Faktoren ab.

Die Wurzel reagiert rasch auf Veränderungen in der Krone. Extreme Schnitteingriffe, starker Fruchtbehang und Blattschäden bewirken beispielsweise Einschränkungen im Wurzelwachstum.

Verholzte Wurzeln wachsen wie verholzte Triebe nicht mehr in die Länge, sie werden nur noch dicker und bilden das sogenannte Gerüstsystem der Wurzeln. Das Wurzelsystem kann in horizontaler und vertikaler Richtung unterschiedlich stark ausgebildet sein. Das hängt von mehreren Faktoren ab:

- Obstart
- genetische Veranlagung der Unterlage
- Durchlüftung, Wasserhaushalt und Nährstoffgehalt des Bodens
- Bodenverdichtungen
- Pflanzabstand der Obstpflanzen

Sprosswachstum

Bei den Obstgehölzen besteht die Sprossachse aus Stamm, Gerüstästen, Fruchtholz und einjährigen Trieben. Ihre Aufgaben sind es

- Blätter, Neutriebe und Früchte auszubilden
- die dafür notwendigen Wasser-, Kohlenhydrat- und Nährstoffmengen an Bedarfsorte zu leiten
- Reservestoffe zu speichern und
- in Bedarfszeiten wieder zu mobilisieren.

Die Sprossachse ist also das Bindeglied zwischen Blättern und Wurzel. Sie leitet lebensnotwendige Verbindungen von oben nach unten und umgekehrt. Weiters dient sie als stabiles Gerüst für Blätter und Früchte. Durch den alljährlichen Neuzuwachs und die Bildung der Früchte ist sie die **obstbauliche Produktionsgrundlage**.



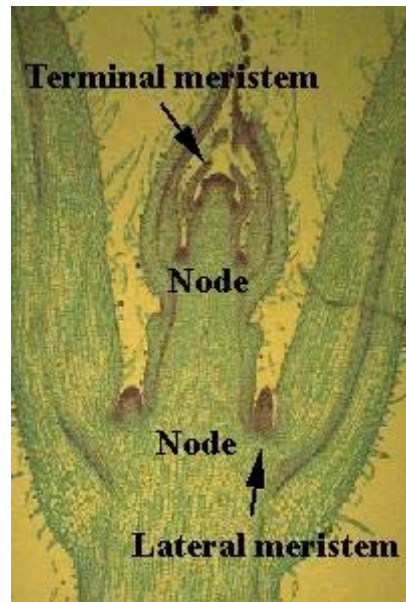
Das Sprossystem der Obstbäume als Träger von Blättern, Blüten und Früchten stellt die obstbauliche Produktionsgrundlage schlechthin dar.

Längenwachstum

Das Längenwachstum geht von **Meristemen** an den Triebspitzen (End- oder Terminalknospen) oder in Blattachseln (Seiten- oder Lateralknospen) aus. Einen Beitrag zum Längenwachstum leisten auch die hinter den Vegetationspunkten liegenden Gewebe durch Zellstreckung.

Im Verlauf des Wachstums erscheinen in regelmäßigen Abständen an den Meristemen Blattanlagen mit aktiven Flankenmeristemen (Lateralmeristemen) und bilden Blattknoten (**Nodien**). Die Zwischenglieder der Nodien, die **Internodien**, sind bei Langtrieben gestreckt und können bis zu 10 cm lang sein. Bei Kurztrieben sind sie stark gestaucht.

Am Ende des Längenwachstums wandeln sich die zuletzt gebildeten Blattanlagen zu Knospenschuppen um. Sie umhüllen die Blatt- und Blütenanlagen und das **Meristem** und schützen sie vor schädlichen Einwirkungen. Die Ansätze der Knospenschuppen bleiben nach dem Austrieb der Knospen im nächsten Jahr als Narben (Astring) deutlich erkennbar erhalten.



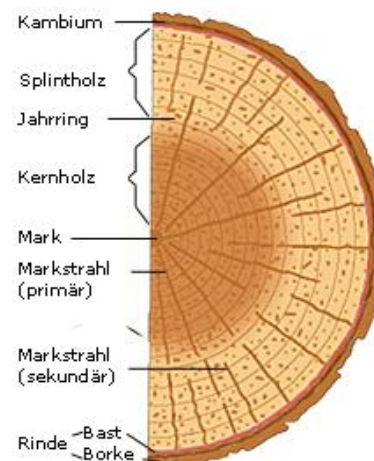
Darstellung eines Meristems, das Bildungsgewebe das für das Längenwachstum der Pflanzen verantwortlich ist.

Quelle: www.csd1.tamu.edu

Dickenwachstum

Verholzte Triebe sind nicht mehr zum Längenwachstum fähig. Weiteres Wachstum findet nur noch als **sekundäres Dickenwachstum** statt.

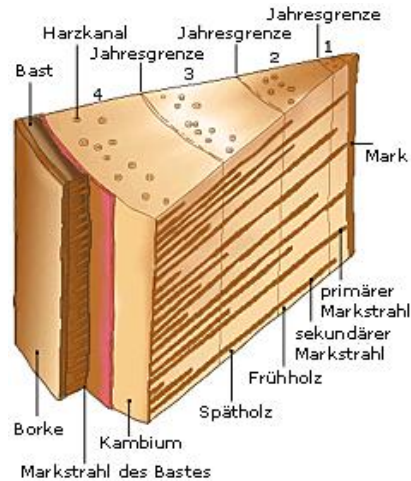
Das dafür zuständige Bildungsgewebe, das **Kambium**, stellt einen zylindrischen Mantel zwischen Holzteil und Rinde dar. In jedem Jahr bildet es **nach innen Holz** mit den darin enthaltenen Gefäßen zur Wasser- und Nährstoffleitung (**Xylem**) und **nach außen Bast** mit den Siebröhren für die Leitung der Assimilate (**Phloem**). Wegen der jahresrhythmischen Kambiumaktivität mit weitlumigen Holzelementen im Frühjahr und engen gegen das Vegetationsende entstehen die im Querschnitt von



Stamm und Ästen erkennbaren **Jahresringe**.

Durch das Dickenwachstum werden alle außerhalb des Kambiums gelegenen Gewebe gedehnt. Im Bereich der Epidermis kann es deshalb zum Zerreißen von Zellen kommen. Dem beugt die Pflanze durch die Anlage eines **Korkkambiums** vor. Dieses wiederum bewirkt die Ausbildung eines sekundären Abschlussgewebes mit einer außen liegenden Korkschicht. Sie schützt vor Verletzungen und Wasserverlust. Einen Gasaustausch ermöglichen so genannte Lentizellen im Korkgewebe.

Der Holzteil ist quer zu den Jahresringen von **Markstrahlen** durchzogen. Das sind Bänder aus lebendem Gewebe, welches **zum Quertransport von Kohlenhydraten und Nährstoffen** und zur Speicherung von Reservestoffen dient. Das eigentliche Holz wird vom Festigungsgewebe der Holzfasern gebildet. Diese Holzfasern verleihen dem Holz seine hohe Festigkeit und Elastizität.



Sekundäres Dickenwachstum geht vom Kambium aus, welches nach aussen Bast, nach innen Holz bildet.

Quelle: <http://www.baumarkt.de>

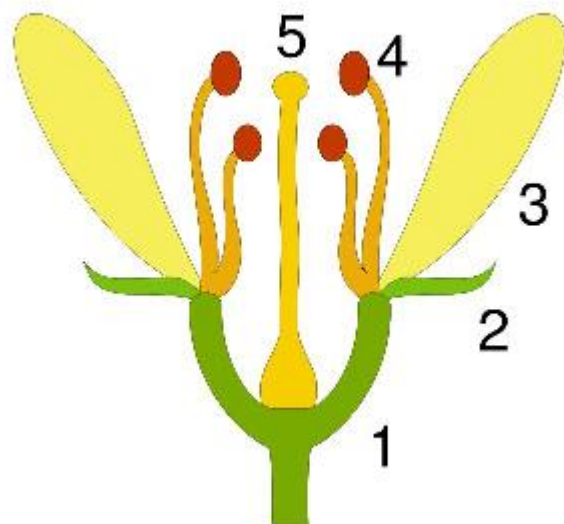
Blütenbildung

Die Blüte ist ein Spross, dessen Blätter für die geschlechtliche Fortpflanzung umgewandelt sind. Bei einer typischen Blüte sind die äußeren Hüllblätter (**Kelchblätter**) grün. In der Knospe schützen sie die inneren Blütenteile.

Die **Kronblätter** bilden die innere, gefärbte Blütenhülle, die Insekten anlockt. Weiter innen folgen die Staub- und Fruchtblätter, die wichtigsten funktionellen Teile der Blüten.

Jedes **Staubblatt** besteht aus einem Stiel und einem erweiterten Teil, der Anthere. Diese ist zweigeteilt, und jede der zwei Hälften enthält zwei Höhlungen, die Pollensäcke mit den Pollenmutterzellen. Aus diesen entstehen letztlich die Pollenkörner. Die **Fruchtblätter** bilden den aus Narbe, Griffel und Fruchtknoten bestehenden Stempel. Im Fruchtknoten befinden sich eine bis viele Samenanlagen. Sie sitzen auf einem Stiel und bestehen aus einer Hülle und einem vielzelligen Zentralkörper, dem Nucellus. In diesem entsteht die Embryosackmutterzelle.

Die Blüten sind je nach Obstart einzeln, paarweise oder in Blütenständen (Infloreszenzen) angeordnet.



Schematische Darstellung des Blütenaufbaues

1 - Blütenboden

2 - Kelchblätter

3 - Kronblätter

4 - Staubblätter

5 - Fruchtblätter

Quelle: <http://www.wikipedia.de>



Birnenblüte (links) und Kirschenblüte (rechts)

Quelle: <http://www.wikipedia.de>

Phasen der Blütenbildung

Mit der Bildung der Blüten gehen die Pflanzen von der vegetativen zur generativen Phase über. Diesen Wechsel bezeichnet man als Blüteninduktion. Die bis dahin rein vegetativen **Meristeme** erhalten einen Impuls, dem biochemische und strukturelle Änderungen in den Spitzenmeristemen folgen. Diese Vorgänge werden als Blüteninitiation bezeichnet.

Die **grundlegenden Prozesse** bei der Blütenbildung sind also:

- Induktion
- Initiation
- Differenzierung

Beginn und Dauer der Initiation hängt vorrangig von der Obstart ab.

Weitere **Einflussfaktoren** sind:

- Sorte
- klimatische und standörtliche Bedingungen
- Ertrags- und Wuchsverhalten der Pflanzen

Die meisten Blütenknospen werden innerhalb von drei bis vier Wochen angelegt.

Kurz nach der Initiation beginnt die Differenzierung der Blütenanlagen und Blütenorgane. Zuerst erscheinen die Kelch- und Blütenblätter, dann Staub- und Fruchtblätter. Sie entwickeln sich im Spätsommer/Herbst in rascher Folge. Pollen und Eizellen werden erst im Frühjahr kurz vor dem Aufblühen gebildet.



Erst im Frühjahr kurz vor dem Aufblühen werden die männlichen (Pollen) und weiblichen (Eizellen) Geschlechtszellen gebildet. Alle anderen Blütenorgane entstehen schon im Jahr davor.

Blütenqualität

Der Erfolg einer Befruchtung und die frühen Phasen bis hin zur reifen Frucht werden auch durch die Blütenqualität bestimmt.

Kriterien für die Blütenqualität:

- Ausbildung der Fruchtknoten und Staubblätter
- Anzahl der Blüten im Blütenstand
- Anzahl und Fläche der Primärblätter

Die Befruchtung einer Blüte setzt eine Mindestanzahl an Fruchtblättern (beim Apfel 5 bis 6) und Staubblättern voraus. Wichtig ist auch die Qualität dieser Organe, die durch die Anzahl der gebildeten Pollenkörner und ihre Nährstoffreserven bestimmt wird. Sie wirkt sich auf das Wachstum des Pollenschlauchs aus und kann dazu beitragen, dass auch unter ungünstigen Witterungsbedingungen während der Blüte noch eine Befruchtung möglich ist.

Der Befruchtungserfolg ist an der **Anzahl der gebildeten Samen** erkennbar. Trotz der grundsätzlichen Vorteile einer hohen Blütenqualität ist es sehr schwierig, eine direkte Verbindung zur Fruchtqualität zu finden. Da die Zeitspanne zwischen Initiation und Fruchtreife der Obstarten häufig mehr als ein Jahr beträgt, können Umweltfaktoren noch stark auf die Fruchtentwicklung Einfluss nehmen.

Grundsätzlich kann man aber sagen, dass bei hoher Blütenqualität die Chancen auf eine gute Befruchtung und Fruchtentwicklung eindeutig besser sind.



Beim Durchschneiden der Frucht kann man die Anzahl der gebildeten Samen erkennen.

Alternanz

Unter Alternanz versteht man Schwankungen im Ertragsverhalten der Obstgewächse über mehrere Jahre. Häufig schwankt dieses im zweijährigen Rhythmus. In einem Jahr werden viele Blüten gebildet, beispielsweise wenn durch Blütenfrost im Vorjahr die Pflanze einen starken Ertragsabfall durchgemacht hat, im Folgejahr dann werden wieder weniger Blüten gebildet. Dadurch entsteht im Ablauf von 2 Jahren ein Wechsel von Tragjahr und Wuchsjahr (Rastjahr).

Die einzelnen Obstarten sind **unterschiedlich anfällig** für Alternanz. Apfel und Birne alternieren sehr stark, Steinobst deutlich weniger und Beerenobst fast nie. Beim Apfel gibt es auch Sortenunterschiede. Golden Delicious und Gala tragen z.B. relativ regelmäßig, Elstar viel unregelmäßiger. Geringe Probleme mit Alternanz gibt es, wenn ein ausgewogenes Verhältnis zwischen vegetativer und generativer Entwicklung besteht. Man bezeichnet diesen Zustand in der Fachsprache als "**Physiologisches Gleichgewicht**".



Der Baum im Vordergrund trägt in diesem Jahr keine Äpfel (Rastjahr), wächst aber viel stärker als die restlichen Bäume.

In alternierenden Anlagen variieren **Anzahl und Qualität der Blüten**. Alternanz ist im Erwerbsobstbau nach wie vor ein grundlegendes Problem.

Wechselwirkungen von vegetativen und generativen Organen

Die vegetativen und generativen Sprosse der Obstgehölze entwickeln sich nicht unabhängig voneinander, und sie sind als Elemente eines gesamten Sprosssystems auch nicht gleich gut entwickelt.

Benachbarte Organe wirken hemmend aufeinander, dabei gewinnt ein Organ die Oberhand. Ohne dieses hierarchische Prinzip wären harmonisch gebaute Kronen- und Strauchformen nicht möglich.

Die **Bildung von Blüten** ist bei jeder Obstart auf bestimmte Zonen der Krone konzentriert.

- Die höchste Bereitschaft zu Blüten findet man an Organen, die mittelmäßig gehemmt sind (optimale Fruchtsprossstärke).
- Im Übergangsbereich zu stärkerem Wachstum entwickeln sich "**Übergangsknospen**" mit vegetativem Einschlag.
- Bei sehr starkem Wachstum bleibt die Blütenbildung ganz aus.
- Bei sehr stark gehemmten Bereichen werden zunehmend verkümmerte oder auch gar keine Blüten mehr gebildet.



*Auf stark wachsenden (wenig gehemmten) Organen bleibt die Blütenbildung aus, es werden nur **Blattknospen** ausgebildet.*

Länge der blütenbildenden Triebe

Für jede Obstart gibt es unterschiedliche Trieb­längen­bereiche, die für die Bildung von Blüten optimal sind. In Vollertragsjahren tragen die Pflanzen auch auf relativ kurzen und sehr langen Trieben, im Rastjahr (bei wenig Blütenbildung) werden die optimal langen Triebe bevorzugt. Nach Feucht (1982) werden folgende Längenbereiche der Triebe als optimal für die Blütenbildung erachtet:

- Apfel und Birne: 1 - 25 cm
- Marille, Zwetschke, Sauerkirsche: 0,3 - 50 cm
- Süßkirsche: 0,3 - 25 cm
- Pfirsich: 20 - 80 cm
- Johannis- und Stachelbeeren: Kurz- und Langtriebe
- Schwarze Johannisbeere: Langtriebe (starkes Wachstum ist Voraussetzung für starke Blüte)
- Him- und Brombeeren: Blüten auf Trieben jeglicher Länge
- Erdbeeren: Blüte bei mittlerem Wachstum



Die Sauerkirsche hat ein sehr breites Längenspektrum für die optimale Trieb­länge zur Blütenbildung.

Blühorte am Trieb

Die Spitzenknospen (**Terminalknospen**) bei Apfel und Birne entwickeln sich williger zu Blütenknospen als die Seitenknospen (**Lateralknospen**). Die Lateralknospen werden erst nach den Terminalknospen angelegt. Sie sind fast ausschließlich an Langtrieben zu finden und qualitativ den Terminalknospen unterlegen.

Steinobst bildet seine Blütenknospen nur aus Lateralknospen. Die einzelnen Obstarten blühen entweder bevorzugt am Kurztrieb oder am Langtrieb.

Auch das Strauchbeerenobst bildet nur lateral Blütenknospen. Hohe Blütenqualität ist bei allen Arten an arttypisch kräftigen Wuchs gebunden.



Beim Apfel bilden sind vor allem die Terminalknospen als Blütenknospen ausgebildet.

Blühorte im Sprosssystem

Die erstmals blühenden Sprosse am zweijährigen Astabschnitt bringen die meisten Blüten hervor. In Richtung der älteren Astpartien nimmt die Blühwilligkeit stufenförmig ab. Bei Apfel, Birne, Zwetschke und Sauerkirsche reicht die blühende Zone bis zum drei- und vierjährigen Astabschnitt. Im Vergleich dazu sind die Kurztriebe des Pfirsichs extrem kurzlebig, diejenigen der Süßkirsche jedoch besonders lange blühfähig.

Bei allen Obstarten befinden sich die meisten und am besten entwickelten Knospen in den **gut belichteten Kronenpartien**, die schwächsten im Kroneninneren. Auch beim Strauchbeerenobst nimmt die Blühwilligkeit mit zunehmendem Alter der Fruchtzweige ab. Himbeeren und Brombeeren haben in dieser Hinsicht keine Probleme. Ihre Triebe und Ranken werden ohnehin höchstens zwei Jahre alt.



Die meisten Blüten entstehen am zweijährigen Astabschnitt.

Entwicklung der Frucht

Damit sich aus den Blüten Früchte entwickeln können, muss im allgemeinen Bestäubung und Befruchtung der Blüten stattfinden. Die Entstehung der Frucht geht vom Stempel in der Blüte und von Pollen aus.

Unter **Bestäubung** versteht man die Übertragung des männlichen Pollens auf die Narbe des Fruchtknotens. Die Bestäubung wird entweder von Insekten oder vom Wind bewerkstelligt.

Danach kommt es zur **Befruchtung**, d.h. der Pollen keimt aus und dringt mit einem Pollenschlauch in den Griffel des Fruchtknotens ein und wächst schließlich in das Fruchtknotengewebe hinein, um dort die Samenanlagen zu befruchten.



*Fruchtknoten mit den Samenanlagen beim Apfel.
Quelle: <http://www.lms.de>*

Bestäubung

Die Übertragung des Blütenstaubs erfolgt durch den Wind oder durch Insekten. **Winbestäuber** bilden große Mengen flugfähiger Pollen aus. Außerdem besitzen sie großflächige Narben mit zahlreichen Verzweigungen zum Auffangen des Blütenstaubs. Bei den Obstgehölzen gehören die Hasel- und die Walnuss zu den Windbestäubern.

Die meisten anderen Obstarten werden **durch Insekten bestäubt**. Sie bilden vergleichsweise geringe Pollenmengen aus, die Pollenkörner sind häufig verklebt und wenig flugfähig.

Insektenbestäuber locken mit auffällig gefärbten Blütenorganen Insekten an, die beim Pollen- und Nektarsammeln die Blüten bestäuben. Die wichtigsten Insekten bei der Bestäubung sind **Honigbiene und Hummel**.

Die Honigbienen überwintern als Volk und sind zur Zeit der Blüte in großer Zahl vorhanden. Hummeln haben den Vorteil, dass sie auch noch bei tieferen Temperaturen fliegen, bei denen die Honigbiene im Stock bleibt.

Möglicherweise spielt Windbestäubung auch bei von Insekten bestäubten Pflanzen eine gewisse Rolle. Bei selbstunfruchtbaren Sorten und bei längeren Distanzen ist die übertragene Blütenstaubmenge sehr gering und hat damit wenig Bedeutung.



Honigbiene und Hummel sind die wichtigsten Bestäuber der meisten Obstarten.

Befruchtung

Nachdem der Pollen auf die Narbe des Stempels gelangt ist, keimt dieser mit einem Pollenschlauch aus. Die Narbe bildet ein zuckerhaltiges Sekret, das den Pollen festhält und für ein günstiges Keimmedium sorgt.

Insgesamt beträgt die Zeitspanne zwischen Bestäubung und Befruchtung bei Kirschen drei bis fünf Tage, bei Zwetschken sieben bis acht Tage und beim Apfel fünf bis sieben Tage.

Man unterscheidet:

- **Selbstfruchtbare Sorten:** diese können mit den Pollen derselben Sorte bzw. Blüte befruchtet werden.

Selbstfruchtbar sind:

- Pfirsiche und Nektarinen
- Quitten
- Walnuss
- Haselnuss
- die meisten Marillensorten
- einige Süßkirschensorten (Lapins, Celeste)
- einige Weichselsorten (Schattenmorelle, Kelleris 16)
- einige Zwetschkensorten (Hauszwetschke)
- Holunder
- Beerenobst

▪ **Selbststerile Sorten:**

bei diesen ist der sorteneigene Pollen nicht zur Befruchtung fähig. Die Pollen keimen zwar aus, die Pollenschläuche werden aber im sorteneigenen Griffelgewebe bald gehemmt und gelangen nicht bis zu den Samenanlagen.

Selbststeril sind:

- Apfel
- Birne
- die meisten Süßkirschensorten
- einige Weichselsorten
- einige Zwetschkensorten



Aufgrund der Selbststerilität beim Apfel werden häufig Zieräpfel zur Befruchtung in den Anlagen mitgepflanzt.

Morphologische bedingte Sterilität

Bei der morphologisch bedingten Sterilität kommt es zu keinem Fruchtansatz, weil die Geschlechtsorgane der Blüten nicht normal ausgebildet sind. Sofern davon nur die Staubgefäße betroffen sind, kann mit entsprechenden Befruchtersorten ein normaler Fruchtansatz erfolgen.

Man spricht von **Antherensterilität**, wenn die Antheren verkümmert sind und deshalb nur wenig und mangelhafte Pollen ausbilden.

Oft fehlen die Antheren ganz, so dass nur rein weibliche Blüten gebildet werden (Erdbeersorte "Mitzi Schindler").

Männlich sterile Obstsorten sind die Pfirsichsorten "Fairhaven" und "Hale", die Birnensorte "Bristol Cross" und die Zwetschkensorte "Tuleu Gras".

Für den Obstbau spielt die morphologisch bedingte Sterilität keine Rolle.

Zytologisch bedingte Sterilität

Im Normalfall haben die Zellen von Blütenpflanzen einen zweifachen Chromosomensatz, d.h. sie sind diploid. Eine Ausnahme stellen die Geschlechtszellen (Pollen) dar, die nur einen einfachen Chromosomensatz aufweisen.

Die zytologisch bedingte Sterilität tritt bei **triploiden Apfel- und Birnensorten** auf. Die Zellen dieser Sorten beinhalten einen dreifachen Chromosomensatz, der bei der Pollenbildung nicht gleichmäßig auf die Pollenkörner verteilt wird. Dadurch sind diese morphologisch sehr unterschiedlich gestaltet. Die Mehrzahl der Pollenkörner sind nicht keimfähige Schrumpfkörner, daneben gibt es normale Pollenkörner und Riesenpollenkörner.

Außerdem verhalten sich die Pollenschläuche von triploiden Sorten im Griffel anders. Nur wenige Pollenschläuche durchwachsen das Griffelgewebe, die Wachstumsgeschwindigkeit ist auch geringer.

Grundsätzlich bilden triploide Sorten weniger Pollen aus als diploide!

Im praktischen Obstbau muss berücksichtigt werden, dass beim Anbau einer triploiden Sorte **mindestens zwei diploide Sorten** (oder Zieräpfel) vorhanden sein müssen, da die triploide Sorte als Befruchter ungeeignet ist.



Die Sorte "Jonagold" ist ein Beispiel für eine triploide Apfelsorte.

Intersterilität

Beim Phänomen der Intersterilität kommt es trotz für die Befruchtung geeigneter Pollen zu keiner Befruchtung zwischen zwei Sorten. Solche Sorten haben zufällig die gleichen Sterilitätsgene (z.B. durch nahe Verwandtschaft) und verhalten sich daher befruchtungsbiologisch wie eine einzige sterile Sorte. Das ist häufig bei **Süßkirschensorten** zu beobachten.

Aber auch bei **Äpfeln und Birnen** ist die Intersterilität weit verbreitet. So kann z.B. Golden Delicious die Sorte Jonagold nicht befruchten, die Sorte Elstar befruchtet nicht Rubinette, Williams Christbirne befruchtet nicht Gute Luise.



Vor allem bei Süßkirschen ist aufgrund der Intersterilität auf geeignete Befruchtungspartner zu achten.

Apomixis

Unter Apomixis versteht man die Entwicklung von Samen ohne Befruchtung. Sie wird daher auch als vegetative Samenbildung bezeichnet.

Die Apomixis hat vor allem in der **Obstzüchtung** Bedeutung, weil der Samen ausschließlich Gene der Muttersorte enthält und die erwachsene Pflanze praktisch erbgleich mit der Muttersorte ist. Aus apomiktisch entstandenen Samen könnten muttergleiche Sämlinge erzeugt werden. Es wurde versucht, apomiktische Apfel-Wildformen zur **Unterlagengewinnung** zu verwenden, um so die Vorteile der vegetativen und generativen Vermehrung zu kombinieren. In den Baumschulen sind jedoch derzeit keine apomiktischen Apfelunterlagen in Vermehrung, weil zu den Edelsorten Unverträglichkeit bestehen kann oder das Wachstum zu stark ist.

Viele **Walnussorten** fruchten apomiktisch. Dies erklärt auch, warum isoliert stehende Bäume gute Erträge bringen können.



Sorten der Walnuss bilden zum Teil Samen ohne vorhergehende Befruchtung.

Quelle: <http://www.suz-mitte.de>

Parthenocarpie

Einige Obstpflanzen sind wie auch andere Kulturpflanzen in der Lage, samenlose Früchte zu entwickeln. Man bezeichnet diese Eigenschaft als **Parthenocarpie oder Jungfernfrüchtigkeit**. Bei Citrus, Ananas, Feige, Tafeltrauben und Banane hat dieses Phänomen eine wirtschaftliche Bedeutung. In unseren Breiten spielt sie nur bei der **Birne** eine gewisse Rolle.

Die Neigung zur Parthenocarpie ist je nach Obstart und Sorte sehr unterschiedlich. Bei Birnen kann die Parthenocarpie von **Spätfrösten** ausgelöst werden, wenn dadurch die Samenanlagen abgetötet werden, das übrige Fruchtknotengewebe aber intakt bleibt. Unter diesen Bedingungen entfällt die sonst gegebene Konkurrenz zwischen samenhaltigen und parthenocarpen Früchten: die parthenocarpen Fruchtansätze wachsen weiter, während bei normalen Befruchtungsverhältnissen die parthenocarpen Früchte abgestoßen werden, weil sie weniger um Nährstoffe konkurrieren können als samenhaltige Früchte.

Durch den Einsatz von Wachstumsregulatoren (**Gibberellinen**) kann die Ausbildung parthenocarper Früchte noch gefördert werden. Allerdings zeigen diese Früchte meist kein sortentypisches Aussehen. Trotzdem können derartige Wachstumsregulatoren ein wirksamer Ersatz für natürliche Befruchtung bei schlechten Blühbedingungen sein.



Bei Birnen kommt es zur Ausbildung samenloser Früchte, die allerdings nicht die sortentypische Form aufweisen.

Quelle: Profi Guide "Kernobst - Harmonisches Wachstum, optimaler Ertrag", Hans-Josef Weber

Fruchtansatz

Nicht alle Blüten werden zu Früchten. Man geht davon aus, dass zwischen 10 und 30% der Blüten sich auch tatsächlich (wenn auch nur vorübergehend) zu Früchten weiterentwickeln. Angestrebt wird ein jährlich etwa gleicher, mittlerer Ertrag. Damit wirkt man der Alternanz entgegen und erhält Früchte von ausreichender Größe.

Der Fruchtansatz hängt ab von:

- **Blütenqualität:** nicht alle Blüten bringen die gleichen Voraussetzungen, Früchte zu bilden, mit
- Bedingungen in der **Zeit zwischen Ernte und Blattfall:** gerade beim Apfel laufen in dieser Zeitspanne in den angehenden Blütenknospen intensive Zellteilungsprozesse ab.
- **Position** der Blütenknospen: die terminale Blüte (= Königsblüte) in einem Blütenstand setzt besser an als lateral stehende Blüten.
- **Witterung während und kurz nach der Blütezeit:** ist entscheidend für die Übertragung der Pollen durch Bienen, aber auch für das Pollenschlauchwachstum und die Lebensfähigkeit der Samenanlagen.



Nicht alle Blüten eines Baumes entwickeln sich auch zu einer Frucht.

Fruchtwachstum

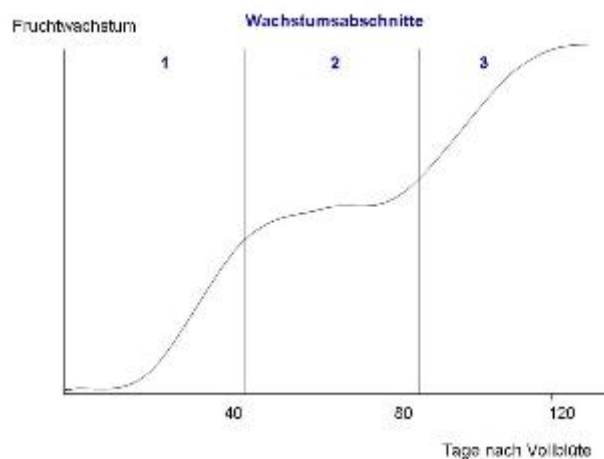
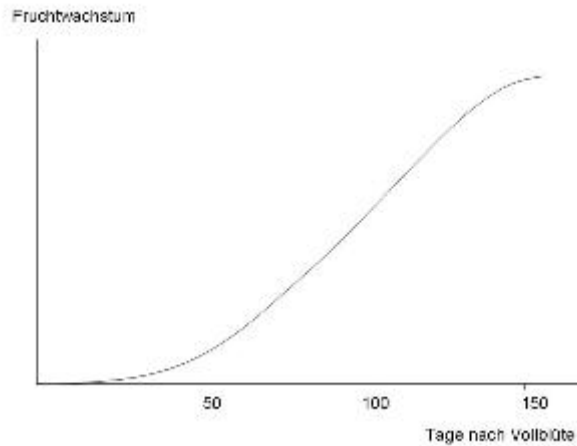
Hat eine Befruchtung stattgefunden, beginnt einige Zeit nach der Blüte das Fruchtwachstum. Früchte wachsen zuerst durch **Zellteilung**, danach durch Streckung der gebildeten Zellen (**Zellstreckung**).

Das Wachstum der Früchte folgt entweder einer einfachen oder einer doppelten S-Kurve (einfach- bzw. doppeltsigmoide Kurve). In beiden Fällen steigt die Wachstumskurve zunächst langsam an. Anschließend setzt das Wachstum schnell ein.

Bei den Früchten mit **einfacher S-Kurve** hält das Wachstum bis kurz vor der Ernte an und flacht dann deutlich ab. Zur Gruppe mit einfacher S-Kurve gehören Apfel, Birne und Erdbeere.

Beim **doppelt sigmoiden Verlauf** erfolgt nach einiger Zeit ein weitgehender Stillstand des Fruchtwachstums, später dann ein erneutes Wachstum. Es sind also zwei Wachstumsphasen durch eine Periode mit fehlendem oder stark reduziertem Wachstum getrennt. Zur Gruppe mit ausgeprägt zyklischem Entwicklungsrhythmus gehören Johannisbeeren, Himbeeren, Brombeeren, Heidelbeeren und das Steinobst. Die **3 Wachstumsabschnitte** werden dabei folgendermaßen eingeteilt:

- Phase 1:
Intensives Fruchtwachstum, der Samen erreicht äußerlich seine volle Größe
- Phase 2:
Keine Größenzunahme der Frucht, die Steinhärtung erfolgt
- Phase 3:
Früchte wachsen wieder sehr schnell und erreichen ihre Reife



Einfach sigmoider Wachstumsverlauf z.B. beim Apfel (oben) und doppelt sigmoides Fruchtwachstum z.B. beim Steinobst (unten).

Zellteilungsphase

Die Zellteilungsperiode erstreckt sich bei den meisten Früchten über einen Zeitraum, der **20 - 33%** der Gesamtwachstumsdauer ausmacht. Beim Beerenobst (Johannisbeeren, Stachelbeeren, Himbeeren und Brombeeren) ist die Zellteilungsphase bis zur Blüte bereits abgeschlossen. Die übrigen Obstarten benötigen nach der Blüte noch einen gewissen Zeitraum:

- Kirsche: 2-3 Wochen
- Zwetschke: 4-5 Wochen
- Apfel: 4-6 Wochen
- Birne: 7-9 Wochen

Bis zum Junifruchtfall ist in der Regel dieser Vorgang vollständig abgeschlossen. Erdbeeren stellen dabei eine Ausnahme dar, weil sie bis zur Ernte einer fortdauernden Zellteilung unterliegen. Nach der Zellteilung ist die Anzahl der Zellen in einer Frucht festgelegt. Ein Apfel besteht beispielsweise aus 40 bis 60 Mio. Zellen, wobei von Frucht zu Frucht erhebliche Unterschiede auftreten können.

Nach dem Abschluss der Zellteilung kann es auch wieder zum Einsetzen derselben kommen. So können mechanische Schäden durch Hagelschlag oder Pilzinfektionen eine Wundreaktion auslösen, die zum Wundverschluss durch Korkbildung führt.



Mechanische Schäden wie z.B. durch Hagelschlag können die Zellteilung in der Frucht wieder anregen, damit die Wunden mit Korkgewebe verschlossen werden können.

Zellstreckungsphase

Während der Streckungsphase nehmen die Zellen erheblich an Größe zu. Beim Apfel ist die Zellstreckung im Bereich unter der Schale am niedrigsten, im Kernhausbereich in der Regel am höchsten.

Diese Streckungsphase **hält bis etwa zur Reife** an, doch folgt der anfänglich gleichmäßigen Wachstumsperiode eine solche mit langsamerem Zuwachs. In diesem Zusammenhang interessant ist die Feststellung, dass die Zellgröße proportional zur Fruchtgröße ist, d.h. dass die Endgröße der Früchte in diesem Fall weniger von der Anzahl der gebildeten Zellen, sondern zu einem nicht unerheblichen Teil doch auch von den Umweltbedingungen abhängt. Einen große **Einfluss auf die Fruchtentwicklung** haben folgende Faktoren:

- Wasserzufuhr
- ausreichende Belichtung
- Temperatur
- Düngung



Nicht nur die Anzahl der Zellen, sondern auch die Größe ist entscheidend für Textur und Fruchtfleischfestigkeit. Für die Fruchtgröße ist letztendlich die Zellanzahl wesentlich entscheidender als die Zellgröße.

Beim Apfel sind Zellzahl und Zellgröße entscheidend für Textur und Fruchtfleischfestigkeit sowie für die Lagerfähigkeit. Im Optimalfall haben die Früchte möglichst viele kleine Zellen.

Fruchtfall

Wie bereits erwähnt entwickeln sich auch unter optimalen Bedingungen nicht alle Blüten zu einer Frucht. Es erfolgt eine **natürliche Blüten- bzw. Fruchtausdünnung**, nach der in der Regel für eine Qualitätsobstproduktion noch immer zu viele Früchte am Baum hängen bleiben. Obstgehölze streben von Natur aus eine möglichst große Anzahl von Früchten mit Samen an.

Das natürliche Abfallen der Früchte geschieht nicht kontinuierlich. Man kann bei vielen Obstarten **drei Fallperioden** (Nachblüte-, Juni- und Vorerntefruchtfall) feststellen.

Die **Phytohormone** spielen auch beim Fruchtfall eine bedeutende Rolle. So konnte z.B. festgestellt werden, dass zum Zeitpunkt der jeweils höchsten Phytohormonproduktion in den Samen der Fruchtfall am geringsten ist. Die in den Samen produzierten Auxine wirken einer allgemeinen Tendenz der Früchte zum Abfallen entgegen. Abfallende Früchte weisen meist weniger Samen auf, was naturgemäß auf eine geringere Phytohormonproduktion hinweisen kann.



Die Anzahl der Samen sind verantwortlich für die gebildete Mengen an Phytohormonen.

Nachblütefall

Diese Fallperiode setzt je nach Obst **ein bis vier Wochen nach der Blüte** ein und dauert etwa 14 Tage. Beim Kernobst werden bereits die Blüten abgestoßen, die sich nicht weiterentwickeln. Beim Steinobst kommt es noch einem gewissen Wachstum der Fruchtknoten bis zu einem Durchmesser von 4 bis 5 mm, und werden dann vier bis sechs Wochen nach der Vollblüte abgestoßen. Diese erste Fallperiode ist normalerweise die intensivste. Unbefruchtete Blüten, bei denen keine Samenentwicklung einsetzt, werden abgestoßen.



Nach der Blüte werden unbefruchtete Blüten mit wenig oder keinen Samen von den Bäumen abgestoßen.

Junifruchtfall

Die zweite Fallperiode beginnt sechs bis acht Wochen nach der Blüte. Da sie zeitlich in den Juni fällt, wird sie auch als Junifruchtfall bezeichnet.

Der Junifruchtfall fällt umso stärker aus, je mehr Blüten pro Baum vorhanden waren und je schwächer der Blütenfall war.

Ursache des Junifruchtfalles ist offensichtlich, dass Bäume mit überstarkem Fruchtansatz aus Ernährungsgründen nicht alle Früchte bis zur Reife bringen können. Bei mehrsamigen Früchten wie z.B. Kernobst oder Johannisbeeren fallen in der Regel Früchte mit einer geringen Samenzahl ab. Diese Früchte sind auch schlechter entwickelt, weil sie wegen einer nicht ausreichenden Befruchtung weniger um Nährstoffe konkurrieren können.

Beim Kernobst ist diese Fallperiode im Normalfall erwünscht, da der Fruchtansatz, sofern keine Alternanz oder extremen Witterungsbedingungen während der Blüte vorliegen, in der Regel zu groß ist. Bei anderen Obstarten kann der Junifruchtfall dagegen zu erheblichen Ertragsausfällen führen (Röteln bei Kirschen, Durchrieseln bei Johannisbeeren).



Bei sehr starkem Fruchtansatz fällt auch der Junifruchtfall stärker aus.

Vorerntefruchtfall

Die dritte Fallperiode tritt kurz vor der Ernte auf. Ihre wirtschaftlichen Schäden können groß sein, da es sich bereits um pflückreife Früchte handelt. Der Vorerntefruchtfall kann u.a. durch Wind und Unwetter verstärkt werden.

Der Vorerntefruchtfall tritt je nach Obstart und Sorte unterschiedlich stark auf. Gefährdet sind vor allem Apfel, Birne, Zwetschke, Pfirsich und Schwarze Johannisbeere.

Bei Kirschen ist er praktisch ohne Bedeutung.

Beim Kernobst kann der Vorerntefruchtfall gezielt durch den **Einsatz von synthetischen Auxinen** (Naphthyllessigsäure) vermindert werden.



Bereits pflückreife Früchte fallen kurz vor der Ernte ab.

Fruchtarten

Die Früchte der verschiedenen Obstarten entstehen entweder aus dem **Fruchtknoten** oder aus dem Fruchtknoten und den benachbarten Geweben. Daher unterscheidet man verschiedene Arten von Früchten.

- **Balgfrüchte:**
entsteht aus einem Fruchtknoten, der aus nur einem einzigen Fruchtblatt besteht. Eine Balgfrucht ist eine Fruchtform, bei der die Frucht mehrere Einzelsamen enthält, die von einer trockenen, meistens ledrigen Fruchtwand umgeben sind.
Entstehen in einer Blüte aus zwei oder mehr Fruchtblättern mehrere Balgfrüchte, so spricht man von einer **Sammelbalgfrucht**. Eine Sonderform der Balgfrucht stellt der Apfel dar. Die Frucht des Apfels besteht aus durch Achsengewebe verbundene **Sammelbalgfrüchte**. Hier werden die Balgfrüchte vom fleischigen Blütenboden umschlossen und infolgedessen an der Öffnung behindert.
- **Steinfrüchte:**
entstehen aus dem von einem Fruchtblatt gebildeten Fruchtknoten. Die innerste Schicht des Fruchtknotens wird zur steinige Hülle, die beiden äußeren Hüllen bleiben fleischig und entwickeln sich zur saftigen Frucht. Zu den Steinfrüchten gehören Marillen, Kirschen, Weichseln, Zwetschken, Pfirsiche, Mandeln, Walnüsse und Holunder (die Frucht von Holunder enthält mehrere Samen).
- **Nussfrüchte:**
entstehen durch Hartwerden der gesamten Fruchtknotenwand. Der genießbare Teil an der Nuss ist der Samen, wie z.B. bei der Haselnuss
- **Beeren:**
hier verdicken sich die Fruchtknotenwände allseitig und die Samen sind in gallertartigem Fruchtfleisch eingebettet. Zu den Beeren gehören Johannisbeeren, Stachelbeeren, Heidelbeeren und Kiwis.



Erdbeeren und Himbeeren gehören botanisch nicht zum Beerenobst. Die Himbeere (oben) ist eine Sammelsteinfrucht, die Erdbeere (unten) eine Sammelnussfrucht.

Quelle: <http://www.ruhr-uni-bochum.de>

Von **Sammelfrüchten** spricht man, wenn aus zahlreichen Fruchtknoten ein ganzer Fruchtstand ausgebildet wird. Zu den Sammelfrüchten gehören die Erdbeere (Sammelnussfrucht), Him- und Brombeeren (Sammelsteinfrucht).