

Die zeitliche Distanz vom T-Stadium (BBCH 74) bis zur Ernte (= BBCH 87 bis BBCH 89) ist, in Abhängigkeit von der jeweiligen Sorte und dem Standort, von Jahr zu Jahr verhältnismäßig konstant. Dieser Umstand erlaubt es ausgehend von diesem Termin eine erste brauchbare Ernteterminprognose vorzunehmen.

In beiden Zeiträumen werden von den Früchten erhebliche Kohlenhydratmengen verbraucht, vor allem für den Zellwandaufbau, zur Energiegewinnung (Atmung) und für Reserven(Stärke). Gleich zu Beginn der Fruchtentwicklung müssen sie deshalb auf alte und vor der Ernte sogar auf frische Kohlenhydratreserven zurückgreifen. Im Verlauf der Zellstreckung nimmt das Auxinniveau in allen Baumteilen soweit ab, dass die Bildung von Ethylen nicht mehr unterbunden werden kann. Mit dem Erreichen eines bestimmten Ethylenniveaus in den Früchten wird nun deren Reifeentwicklung ausgelöst.

## 7.5 Wachstumsmodell nach SAURE

### 7.5.1 Modelle-Warum?

Die skizzierten Abläufe verdeutlichen die Komplexität pflanzlicher Stoffwechselfvorgänge. Je tiefer man Einblick in das innere System des Pflanzenwachstums nimmt, umso mehr ist man beeindruckt von der Perfektion, die einem auf Schritt und Tritt begegnet. Unsere kognitiven Fähigkeiten können dabei nicht immer Schritt halten mit der Vielschichtigkeit dieses komplizierten Netzwerks an Auf- und Abbauprozessen.

Darüber hat sich wohl auch SAURE sehr viele Gedanken gemacht. Im Jahr 1981 veröffentlichte er sein **Modell der hormonellen Grundlagen pflanzlicher Regelungsvorgänge**. Darin erklärt er unter anderem auch die Einflüsse des Schnittes auf die Regelungsvorgänge. Die Autoren halten dieses Modell auch 40 Jahre nach seinem Erscheinen für aktuell. Es beruht auf wissenschaftlichen Erkenntnissen, ist einleuchtend, gut zu verstehen und für den Praktiker gut zu gebrauchen. An ihm werden wir uns im Folgenden entlang bewegen in der Hoffnung, dass der geneigte Leser dem gerne und einfach zu folgen vermag. Darauf aufbauend möchten wir die praktischen Maßnahmen zur Wuchsregulierung erörtern und erklären. Das Modell von SAURE **beruht schwerpunktmäßig auf den Wechselwirkungen von Auxinen und Cytokininen**.

### 7.5.2 Das Modell der Wachstumsregulierung

Ein Großteil dieser Gedanken müssen SAURE bewegt haben, als er in den Subtropen sah, unter welchen von unseren „Erkenntnissen“ und „Gewissheiten“ völlig gegensätzlichen Bedingungen Apfelbäume gedeihen konnten. Dieser Anstoß hat dann letztendlich zur Entwicklung des Modells der Wachstumsregulierung geführt, das im Folgenden vorgestellt werden soll. Wichtig ist dabei schon der Begriff „Regelung“ in der Bezeichnung:

Wir haben es hier nicht nur mit einer klassischen „Ursache-Wirkung“-Beziehung zu tun, bei der beispielsweise viel Dünger noch mehr Wachstum bewirken würde, sondern wir finden hier eine **Regelung, was bedeutet, dass das Ergebnis auf die Ursache zurückwirkt**. Es „regelt“ sozusagen die Intensität der Ursache. Dadurch entsteht ein sich selbst kontrollierendes System, so wie etwa der Heizungs-Thermostat die Zufuhr von warmem Wasser zum Heizkörper regelt und der Raum sich dadurch eigenständig auf z.B. konstante 21°C erwärmt.

Wir beginnen mit einem System (dem Obstbaum), das sich im Ausgang des Winters in der Wachstumsruhe befindet. Wir beobachten nun die Wechselwirkungen von Auxinen und Cytokininen.

### 7.5.2.1 Beginn des Austriebes

Die Wurzeln werden oberhalb von +5°C wieder aktiv und fangen an, Cytokinine zu synthetisieren. Diese werden durch das Xylem mit dem Transpirationsstrom akropetal, d.h. in die oberirdischen Pflanzenteile transportiert. Da Cytokinine in den waagerechten Trieben der Sprossachse auf der Oberseite transportiert werden, werden die **Terminalknospen wie auch die Knospen auf Oberseiten von Trieben bevorzugt versorgt**. Gleichzeitig beginnen auch die Knospen mit der Produktion von Cytokininen.

Übersteigt nun die Wachsförderung (= Cytokininwirkung) die noch vorhandene Wachshemmung in den Knospen, dann kommt es zum **Knospenaustrieb**, woraufhin **dort die Produktion von Auxinen einsetzt**.

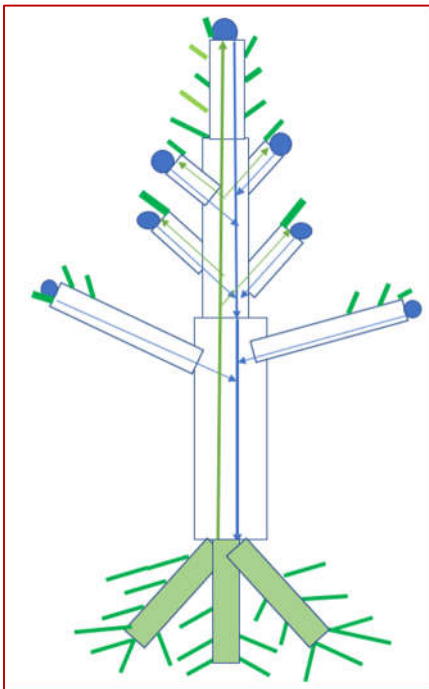


Abbildung 116 Beginnender Austrieb im Frühjahr

Die Abbildung zeigt die Situation in der Phase des beginnenden Austriebes:

- Die Cytokinine treffen auf Knospen, deren Gehalte an Hemmstoffen mittlerweile abgebaut wurden.
- Tribspitzen senkrecht stehender Triebe werden stark gefördert, ebenso Knospen auf der Oberseite von waagerechten Trieben.
- Die austreibenden Pflanzenorgane produzieren daraufhin Auxin, das basipetal in Richtung der Wurzel transportiert wird und dieser den entscheidenden „Auxinimpuls“ versetzt.
- Dadurch wird wiederum das Wurzelwachstum und damit gleichzeitig die Cytokinin-Produktion verstärkt.

Der Austrieb im Frühjahr markiert den Beginn einer Phase, in der sich das Wachstum der Bäume immer weiter verstärkt. Der Auxinfluß aus den oberirdischen Teilen des Baumes führt zu einer anhaltenden Förderung des Wurzelwachstums. Dadurch wird wieder mehr Cytokinin in die Sprossachse transportiert, was dort das Triebwachstum anregt. Dies wiederum stabilisiert und verstärkt die nach unten transportierte Auxinmenge. Auf diese Weise schaukelt sich das System auf.

### 7.5.2.2 Phase starken Wachstums

Durch die Zunahme wachsender Wurzelspitzen werden die Wurzeln nun in die Lage versetzt erhebliche Mengen an Wasser- und Nährelementen aufzunehmen; der richtige Zeitpunkt, um zu düngen.

Der Auxinexport in Richtung Wurzel korrespondiert mit der Anzahl Auxin produzierender (= wachsender) Tribspitzen. Der Cytokininexport aus der Wurzel korrespondiert von diesem Auxinzustrom, aber auch mit dem Bodenmilieu rund um die Wurzel.

In diesem Stadium können wir an den Langtrieben im Durchschnitt **ein neues** (Auxin produzierendes) **Blatt pro Tag** beobachten. Der Baum befindet sich nun in der Phase seines stärksten Wachstums. Über dessen Ausmaß entscheiden die Auxinimpulse aus der

Sprossachse und die dadurch ausgelösten Cytokininimpulse aus der Wurzel. Einen nicht unerheblichen Beitrag zu dieser Dynamik leisten wir selbst, vor allem mit der Standortwahl (Nachbau-Jungfräulich), unseren Schnitteingriffen (Langer- oder Kurzer Fruchtholzschnitt-Klickschnitt) und unserer Düngestrategie (Wasser, Sauerstoff, Stickstoff).

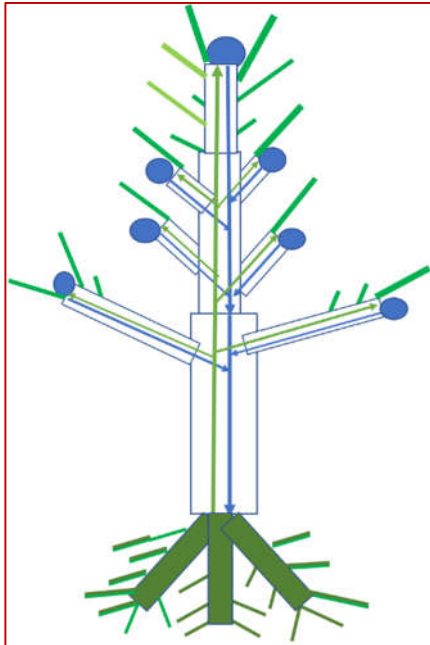


Abbildung 117 Das System schaukelt sich auf

In der Abbildung erkennt man, dass wir nun das **Stadium der stärksten Wurzelförderung** erreicht haben.

Damit verläuft nicht nur die Synthese von Cytokinin auf Hochtouren, sondern auch die Wasser- und Nährelementaufnahme.

Auf diese Weise wird nun umgekehrt das vegetative Wachstum der oberirdischen Teile stark gefördert, so dass auch dort die Produktion an Auxinen weiter anhält und damit auch der Export in Richtung Wurzel.

Damit entsteht zeitweilig **eine Art kybernetischer Kreislauf**.

Genau in dem Entwicklungsabschnitt, in dem von der Wurzel eine besonders starke Wuchsförderung (=Cytokininexport) ausgeht, setzt häufig ein Prozess der **Selbstregulation** ein - und zwar mit der Bildung vorzeitiger Triebe. Diese sorgen durch ihre zusätzliche Auxinproduktion dafür, dass das Wurzelwachstum wieder gebremst wird. SAURE spricht in diesem Zusammenhang von einem „Fallschirm-Effekt“.

**Mitten in dieser Phase stärksten Wachstums  
wird der Baum „herunter-geregelt“.  
Warum?**

### 7.5.2.3 Erster Triebabschluss

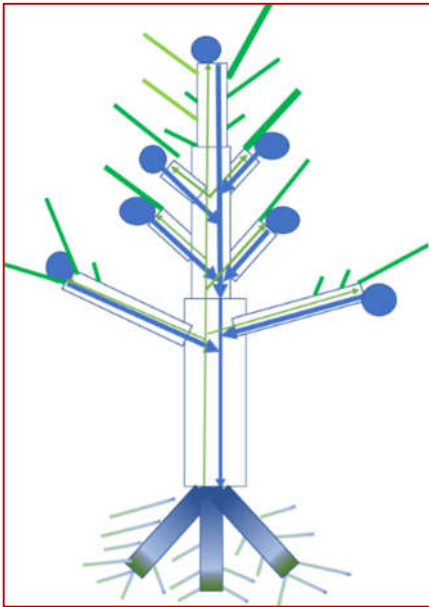


Abbildung 118 Hohe Auxinmengen leiten im Frühsommer allmählich den Wachstums-Stillstand ein

ebenso nachlässt.

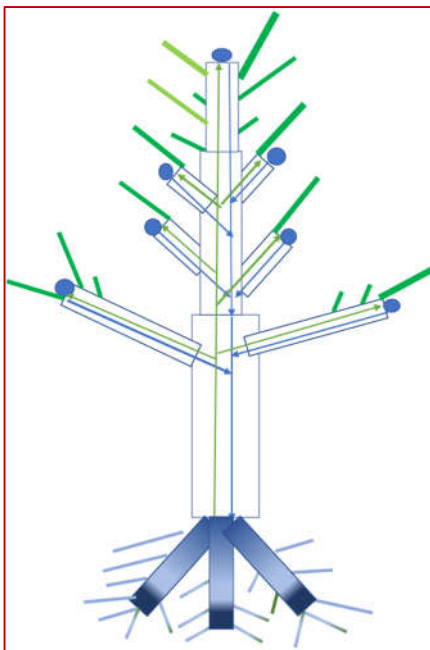


Abbildung 119 Wachstums-Stillstand mitten im Sommer (um den 24.6.)

Das Wachstum der Wurzel und der Krone des Baumes kommt somit „mitten im Sommer“, also beim Vorhandensein aller notwendigen Wachstumsfaktoren **zum Erliegen! Das System „steht“** (Abbildung).

Für den aufmerksamen Leser wird das „Regelmodell“ erkennbar, welches das Wachstum unserer Bäume regelrecht „lenkt“.

Das sich immer stärker aufschaukelnde System, das wir bisher betrachtet hatten, erzeugt anhaltend hohe Mengen an Auxin, in Abhängigkeit von Wachstum und Ertrag.

Der unablässige Export in Richtung Wurzeln führt dort zu steigenden Auxinkonzentrationen. Überschreiten die sich akkumulierenden Auxinmengen in den Wurzeln einen gewissen Schwellenwert, tritt eine völlig entgegengesetzte Wirkung ein, die SAURE als **Wirkungsumkehr** bezeichnet:

Bei zu hohen Auxinmengen nimmt nämlich die Aktivität der Wurzel plötzlich ab. Dieser Umkehr-Effekt ist in der Abbildung skizziert: **Die zunehmende Auxinkonzentration „regelt“** das Wachstum der Wurzeln nach und nach „ab“. Dadurch wird nun weniger Cytokinin aus der Wurzel nach oben geliefert, ebenso weniger Wasser und Nährelemente, so dass das Wachstum in der Sprossachse

Das wiederum hat eine **Kettenreaktion** zur Folge:

Die oberirdischen Teile des Baumes waren bislang von einem hohen Auxin- und Gibberellin-Gehalt „geflutet“, der vor allem von den IES-exportierenden Triebspitzen resultierte.

Dies hatte bisher keine negativen Auswirkungen auf die vegetative Leistung der Sprossachse. Grund dafür war der ständige ‘Nachschub’ an Cytokininen aus der Wurzel. Diese Cytokinimpulse schalteten nämlich den ansonsten hemmenden Einfluss hoher Auxin-Konzentrationen auf die oberirdischen Teile des Baumes aus.

Mit der nachlassenden Synthese von Cytokininen erlischt nun allmählich deren direkte austriebsfördernde Wirkung in der Sprossachse. Der austriebshemmende Einfluss der mittlerweile hohen Auxinkonzentration in den oberirdischen Teilen wird nicht mehr kompensiert.

Schon seit Jahrhunderten weiß man, dass Obstbäume, zumindest in unseren Klimaten, mitten im Sommer ihr Wachstum vorübergehend einstellen. Da dies in etwa mit dem 24.6. eines Jahres (Heiliger Johannes der Täufer, historisch auch mit dem 21.6., dem Datum der Sonnenwende, verknüpft) begann, wurde dieses Phänomen von den Obstbauern „**Johannis-Trieb**“ genannt. Denn wenn wieder genügend Auxin in Spross und Wurzel per (Ver)Atmung abgebaut wird, kann sich das System unmittelbar nach dem Johannistag wieder kurzzeitig erholen.

#### 7.5.2.4 Erneuter Austrieb

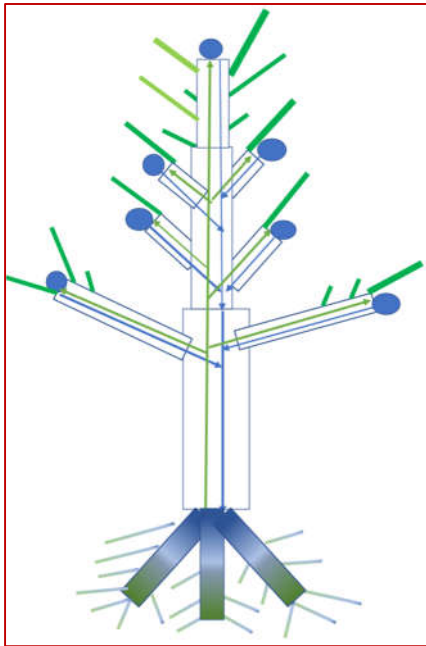


Abbildung 120 Erneuter Austrieb im Sommer

Auch Phytohormone wie das Auxin werden von der Pflanze durch Atmung wieder abgebaut. Wenn nun keine neuen Mengen von oben mehr geliefert werden, verringert sich deren Konzentration in der Wurzel langsam wieder. Damit wird (vorübergehend) die Hemmung des Wurzelwachstums wieder aufgehoben.

Dadurch wird die Wurzel wieder in die Lage versetzt, Cytokinine zu produzieren. Verbunden mit dem Abbau von Auxin kommt auf diese Weise **wieder eine Wachsförderung** der oberirdischen Pflanzenorgane in Gang. Es erfolgt ein erneuter Austrieb. (Abbildung).

Welche Kraft entfaltet dieser erneute Austrieb?

Der sogenannte Johannistrieb setzt starke Leitbahnen voraus. Er findet daher hauptsächlich an Terminalknospen starker, aufrechter Triebe statt. Weniger bis gar nicht dagegen an schwachen, flach gestellten Trieben, die nur

eine untergeordnete Versorgung durch Leitbahnen besitzen. Das hat zur Folge, dass dieser erneute Austrieb zwangsläufig schwächer sein muss und weniger Triebspitzen erfassen wird als der erste Austrieb im Frühjahr. Beim erneuten Austrieb (Abbildung 120) startet die Wurzel darüber hinaus mit noch immer relativ hohen Auxingehalten. Eine kleine Steigerung der Auxinmengen, hervorgerufen durch erneute Austriebe im oberirdischen Teil, führt deswegen unweigerlich wieder zu einem Abregeln der Wurzel und damit zum **erneuten und endgültigen Wachstumsstillstand von Wurzel und Krone**.

Damit schließt sich der Kreis, und wir kommen zu der Frage, welcher biologische Sinn denn hinter dem hier Gezeigten steckt. Betrachtet man das Ganze einmal „von oben“, also in seiner Gesamtheit, dann drängt sich folgendes Bild auf:

Unsere Baumobst-Gehölze bereiten sich schon zu einem Zeitpunkt auf den Winter vor, an dem davon noch nichts zu spüren ist. Im folgenden Kapitel haben wir ein intelligentes Regelmodell kennen gelernt, das den Bäumen ermöglicht, ihre Wachstumsvorgänge bereits im Laufe der Vegetationsperiode selbsttätig herunterzuregeln. Das bringt den Vorteil, dass die Gehölze schon rechtzeitig auf den Winter vorbereitet und so gut wie möglich vor Winterfrost geschützt sind. Außerdem versetzt dieser „eingebaute Jahreskalender“ unsere Bäume in die Lage, ihr vegetatives Wachstum trotz zwischenzeitlich auftretender Wärmeperioden im „Winterschlafmodus“ zu halten aber doch so früh wie möglich und vor allem gleichmäßig mit dem Austrieb zu beginnen.

Weiter kombiniert diese intelligente Regelung neben einem zunächst starken und dann gedrosselten vegetativen Austrieb die Reifeentwicklung der Früchte (Einlagerung von Inhaltsstoffen, Fruchtwachstum, Attraktivität der Früchte) zeitgleich das Entstehen neuer Blütenknospen und das erste Entwicklungsstadium von Früchten, die erst im kommenden Jahr geerntet werden. Die Grundlage unserer Qualitätserträge wird mindestens ein Jahr zuvor gelegt und beruht damit auch auf den Kulturmaßnahmen des vergangenen Jahres.

**Wir lernen somit ein System kennen,  
das sich im Laufe der Jahrmillionen „intelligent“ an seine Umgebung angepasst hat.  
Es beruht auf einem komplexen Netzwerk von Faktoren,  
die sich gegenseitig bedingen und beeinflussen.**

**Je tiefer man in dieses Netzwerk hineinblickt, umso beeindruckender erscheint einem das  
sich dahinter verborgene interaktive Ordnungsprinzip.  
Ganz offensichtlich handelt es sich bei unseren Obstanlagen  
nicht „nur“ um in Reih und Glied stehende Bäume.**