

Die Bestimmung des optimalen Erntetermines bei Kernobst

DI GOTTFRIED LAFER, A - 8200 OBSTBAUFACHSCHULE GLEISDORF, OBSTBAUVERSUCHSSTATION HAIDEGG, A-8047 GRAZ

Aus betriebs- und marktwirtschaftlichen Gründen sollen nur **qualitativ hochwertige** und **gut haltbare** Früchte eingelagert werden. Nur dann sind ein reibungsloser Vermarktungsverlauf und gute Preise für den Obstbauern gewährleistet. Qualitativ minderwertige und schlecht haltbare Ware belasten den Markt, vergrämen die Konsumenten und führen zu erhöhten Spesensätzen bei der Lagerung, Sortierung und Vermarktung.

Vollentwicklung und Fruchtreife - Begriffserklärung

Grundvoraussetzung für eine gute Fruchtqualität und Lagerfähigkeit sind **vollentwickelte Früchte** mit **optimalen physiologischen Reifezustand**. Vollentwicklung umfaßt das Aussehen der Früchte (**morphologische Vollentwicklung**: Größe, Form, Farbe) und den Gehalt an wertbestimmenden Inhaltsstoffen (**biochemische Vollentwicklung**). In der Praxis werden die Begriffe Vollentwicklung und physiologischer Reifezustand häufig vermischt und auch oft bedeutungsgleich angesehen. Im Idealfall ist der Apfel morphologisch und biochemisch voll entwickelt, bevor derselbe pflückreif ist oder spätestens zum gleichen Zeitpunkt. Nur dann ist bei bester Qualitätsausbildung auch eine gute Lagerfähigkeit gegeben. Eine Vielzahl von in Österreich angebauten Sorten erreicht leider ihre **Vollentwicklung erst nach der physiologischen Pflückreife**. Ein klassisches Beispiel ist die Sorte **Jonagold**, welche die erforderliche Farbausbildung - vor allem bei geringen Temperaturdifferenzen zwischen Tag und Nacht im Herbst- meist erst nach dem optimalen Reifezustand erreicht. Die Folgen der verspäteten Ernte sind verminderte Haltbarkeit (Schalenbräune, Fleischbräune u.a.), gelbe Grundfarbe, weiche Früchte und Fettigkeit. Eine Lösung des Problems ist durch den verstärkten **Anbau von Rotmutanten**, wie z.B. Jonagored und Novajo möglich. Dies gilt auch für andere Sorten wie Elstar, Gala und Braeburn. Auch hier ist durch die Wahl geeigneter Farbmутanten (Elshof bei Elstar, Mondial Gala, Galaxy bei Gala, Hillwell bei Braeburn) die Ernte zum optimalen physiologischen Reifezustand möglich.

Kriterien für die Vollentwicklung einer Frucht

- Sortentypische Mindestfruchtgröße
- Mindestfruchtform in der Kelchpartie
- Prozentueller Mindestanteil an Deckfarbe (z.B. 30 % bei Jonagold)
- Mindestrefraktometerwert (°Brix)
- Mindestsäuregehalt (mval oder berechnet als g/l Äpfelsäure)
- Mindestzucker- und Säuregehalt (gemäß Thiault) = **Thiault Index**
- **Perlim Index** = $(0,5 \times \text{Festigkeit} + 0,67 \times \text{°Brix} + 0,67 \times \text{Säure}) - 10$

Eine optimale Vollentwicklung der Frucht erzielt man durch eine exakte Behangdichte-regulierung (chemisches Ausdünnen kombiniert mit Handausdünnung). Früchte von überbehängenen Bäumen neigen zur **Kleinfrüchtigkeit**, **verzögerten Farbausbildung** und **verminderten Gehalt an Inhaltsstoffen** und sind somit **geschmacklich minderwertig**. Ebenfalls nachteilig wirken **zu geringe Behangdichten** - durch Alternanz oder Spätfrost ausgelöst - aus, vor allem im Hinblick auf die Haltbarkeit im Obstlager.

Prognose des optimalen Erntetermines

Der richtige Pflückzeitpunkt ist neben der Vollentwicklung von entscheidender Bedeutung für den Lagerungserfolg und der Geschmacksqualität. Sowohl ein zu früher als auch ein zu später Erntetermin wirken sich auf die Qualität und Lagerfähigkeit des Obstes negativ aus. Für die Beurteilung der optimalen Erntetermine ist daher eine Kombination von Kriterien, die einerseits die Fruchtqualität und andererseits auch die Fruchtreife beurteilen, sinnvoll. Zudem erlaubt nur eine **Kombination verschiedener Reifeteste** eine Aussage hinsichtlich des optimalen Erntetermines. Reifeteste müssen zudem meßbare Veränderungen anzeigen, objektiv erfassbar, über Jahre hinweg relativ konstant und rasch bzw. einfach durchführbar sein.

I. Langfristige Methoden

Diese Verfahren erlauben die Bestimmung des optimalen Erntetermines bereits zu einem sehr frühen Zeitpunkt. Dem gegenüber steht der Nachteil der nicht exakten Bestimmbarkeit des optimalen Erntetermines. Für die grobe Beurteilung des ungefähren Erntezeitraumes sind diese Methoden aber sehr wertvoll (Ernteorganisation, Erntekräfte).

- Anzahl der Tage von der Vollblüte bis zur Ernte
- Anzahl der Tage vom T-Stadium bis zur Ernte
- Meteorologische Verfahren:
 - Temperatursumme in den ersten 30 – 50 Tagen nach der Blüte (Basistemperatur 5°C)
 - Blühbeginn und Temperaturdifferenz (Max. – Min.) im Mai

Beispiel für die meteorologische Methode (Cox Orange, Wilhelminadorp)

$$D = 212 - (1,03 \times B) - (0,15 \times \Delta t \text{ Mai})$$

B = Anzahl der Tage vom 01. April bis zur Vollblüte

Die Anzahl der Tage von der Vollblüte bis zur Ernte (D) ist von einer Vielzahl von Faktoren abhängig:

- Temperatur (Minimum, Maximum, Temperaturdifferenz)
- Niederschlag
- Strahlung
- Bodenart
- Wasserversorgung u.a.

II. Kurzfristige Methoden

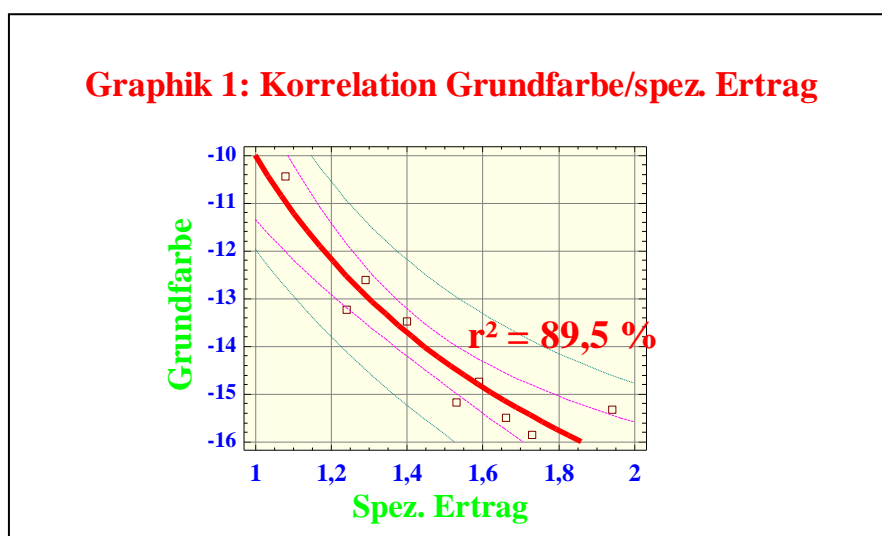
- **Aufhellungsvorgänge in und auf der Frucht**
 - Aufhellung der grünen Grundfarbe
 - Aufhellung des roten Farbtones der Deckfarbe
 - Aufhellung des Fruchtfleisches
 - Aufbau von Carotinoiden (Violaxanthin)
- **Ablösbarkeit des Fruchstieles vom Fruchtkuchen**
- **Bräunung der Samen**
- **Weichwerden des Fruchtfleisches (Messung mittels Penetrometer)**

- **Jod-Stärketest (Stärkewertermittlung)**
- **Reifeindex nach Streif**
- **Beurteilung der Aufhellung der grünen Grundfarbe**

Die Aufhellung der Grundfarbe ergibt sich aus dem Verhältnis grüner (Chlorophyll a und b) zu den gelblichen Farbstoffen (Carotin, gelbe Xanthophylle, blaßgelbe Flavone). Im Idealfall verläuft der Chlorophyllabbau parallel zur physiologischen Fruchtreife. Mit Hilfe von Farbtafeln (z.B. CBT Skala für Golden Del.) kann die Aufhellung der Grundfarbe bewertet werden. Eine andere Möglichkeit ist die objektive Messung der Grundfarbe mittels eines Farbmeßgerätes (Colorimeter), wie z.B. Minolta Chroma-Meter CR 300. Mit dieser Methode wurden in den Niederlanden (Wilhelminadorp) besonders bei Frühsorten zur Prognose des frühest möglichen Erntetermines positive Erfahrungen gesammelt. Eine Vielzahl von **Störfaktoren** beeinflussen jedoch den Abbau der grünen Farbstoffe und müssen bei der Interpretation berücksichtigt werden:

- Klimagebiet
- Behangdichte
- Witterung (Temperatur u.a.)
- Lichtintensität
- N-Versorgung
- Triebwachstum
- Frühfröste

Einen enormen Einfluß auf den Chlorophyllabbau übt die **Behangdichte** aus. Aus zahlreichen Behangdichteversuchen konnte vor allem bei Golden Del. eine starke Korrelation zwischen Grundfarbe und Fruchtbehang festgestellt werden. Je höher die Fruchtzahl pro Baum bzw. pro cm² Stammquerschnittsfläche, um so grüner waren die Früchte bei gleichem Reifezustand (Graphik 1). Bei Überbehängen wird vielfach zu spät geerntet, da man auf die Aufhellung der Grundfarbe wartet. Die Früchte sind dann in den meisten Fällen überreif und somit auch schlecht lagerfähig. Auch aus diesem Grunde ist eine Kombination mit anderen Pflückreifebestimmungsmethoden vorteilhaft.



Parallel zum Chlorophyllabbau läuft auch die Zunahme der Intensität von roten Farbstoffen. Das leuchtend Werden des roten Farbtones der Deckfarbe ist daher ein wesentliches Reifekriterium, besonders bei den Sorten Idared und Gloster. Die Chlorophyllabbauprodukte sind wichtige Vorstufen für Aromastoffe, somit sind nur gut aufgehellte Früchte wirklich geschmackvoll. Schattenfrüchte und Früchte von zu stark behangenen Bäumen hellen kaum auf, sind zuckerarm und geschmacklos.

- **Bräunung der Samen**

Die Bräunung der Samen ist kein brauchbares Pfückreifekriterium. In den kühleren Produktionsgebieten Mittel- und Nordeuropas vollzieht sich bei den Lagersorten die Samenbräunung ca. 4 – 6 Wochen vor der physiologischen Fruchtreife. Zudem wird die Bräunung der Samen auch von der Bestäubersorte beeinflusst. Frühsorten als Pollenspender bringen die Samen früher zum Bräunen als Spätsorten.

- **Messung der Fruchtfleischfestigkeit (Penetrometrie)**

Die Messung der Fruchtfleischfestigkeit erfolgt mit Hilfe eines Penetrometers. Dies kann ein einfacher Handpenetrometer (z.B. Effe-gi) oder ein technisch aufwendiges Gerät mit konstantem Anpreßdruck (z.B. Instron) sein. Auch das vollautomatische Qualitäts- und Reifenanalysengerät „Pimprenelle“ aus Frankreich ermittelt neben dem Einzelfruchtgewicht, dem Refraktometer- und Säurewert auch exakt die Fruchtfleischfestigkeit.



Abb. 1: Analysenlabor „Pimprenelle“

Die Penetrometrie ist zur Bestimmung des optimalen Erntetermins aber nur in Kombination mit anderen Reifetesten brauchbar. Die Richtwerte für die Fruchtfleischfestigkeit verschiedener Apfelsorten sind in **Tabelle 1** zusammengefasst.

Fruchtfleischfestigkeit - Richtwerte			
Sorten	Fruchtfleischfestigkeit Einlagerung*	Fruchtfleischfestigkeit Auslagerung**	Fruchtfleischfestigkeit Konsumzeitpunkt***
Elstar	7,0 - 6,5 kg/cm²	> 5,5 kg/cm²	> 4,0 kg/cm²
Arlet	8,0 - 7,5 kg/cm²	> 6,5 kg/cm²	> 5,0 kg/cm²
Gala	8,5 - 8,0 kg/cm²	> 6,5 kg/cm²	> 5,0 kg/cm²
Gala Imperial	8,5 - 8,0 kg/cm²	> 6,5 kg/cm²	> 5,0 kg/cm²
Galaxy	8,5 - 8,0 kg/cm²	> 6,5 kg/cm²	> 5,0 kg/cm²
RubINETTE	7,0 - 6,5 kg/cm²	> 6,0 kg/cm²	> 4,0 kg/cm²
Pinova	8,5 - 7,5 kg/cm²	> 6,5 kg/cm²	> 5,0 kg/cm²
Jonagold	7,0 - 6,5 kg/cm²	> 6,0 kg/cm²	> 4,5 kg/cm²
Jonagored	7,0 - 6,5 kg/cm²	> 6,0 kg/cm²	> 4,5 kg/cm²
Golden Del	7,5 - 7,0 kg/cm²	> 6,0 kg/cm²	> 4,5 kg/cm²
Topaz	8,5 - 8,0 kg/cm²	> 6,5 kg/cm²	> 5,0 kg/cm²
Gloster	9,0 - 8,0 kg/cm²	> 6,0 kg/cm²	> 4,5 kg/cm²
Idared	7,5 - 7,0 kg/cm²	> 6,0 kg/cm²	> 5,0 kg/cm²
Braeburn	9,0 - 8,5 kg/cm²	> 7,0 kg/cm²	> 6,0 kg/cm²

* empfohlene Richtwerte bei der Einlagerung (werden zu Beginn der Saison definiert)

** Richtwerte bei der Auslagerung

*** Richtwerte zum Konsumzeitpunkt

Tabelle 1: Richtwerte für die Fruchtfleischfestigkeit bei der Ernte, Auslagerung und Konsumzeitpunkt

Umweltfaktoren und Kulturmaßnahmen beeinflussen - neben der Fruchtreife - ebenfalls sehr stark die Festigkeit des Fruchtfleisches:

- Behangdichte
- Fruchtgröße
- Witterung
- Belichtung
- N-Versorgung
- Wasserversorgung
- Mineralstoffversorgung (Ca-Angebot, Mg und andere)

Früchte der Sorte Elstar von Bäumen mit sehr hohen Behangdichten sind oder werden bedeutend weichfleischiger als Früchte von normal behangenen Bäumen. Zudem bestehen

sehr hohe Korrelationen zwischen den Gehalten an löslicher Trockensubstanz (°Brix) und dem Penetrometerwert, ausgedrückt in kg/cm². Ähnliche Zusammenhänge wurden in Versuchen mit unterschiedlichen Behangdichten bei Golden Delicious beobachtet.

- **Messung des Stärkeabbaus (Jod-Stärketest)**

Der Reifeprozess einer Frucht ist dadurch gekennzeichnet, daß die vorhandene Stärke in Zucker umgewandelt wird. Der Stärketest macht die Umwandlung auf der Schnittfläche einer Frucht sichtbar. Stärke läßt sich durch Jodlösungen blau anfärben. Jeder Obstbauer kann im Prinzip seine **Jod/Kaliumjodid -Lösung** nach folgender **Rezeptur** selbst herstellen:

10 g Kaliumjodid (KJ) in 100 ml Wasser lösen
3 g Jod dazu mischen und auf 1,0 l mit destilliertem Wasser auffüllen

Diese Jod/KJ – Lösung muß unbedingt in einer lichtundurchlässigen Flasche – am besten eine einfache Sprühflasche – gelagert werden. Die Früchte werden in der Mitte senkrecht zur Stielachse durchgeschnitten und mit einer J/KJ – Lösung besprüht. Nach einer Einwirkzeit von ca. 1 min wird der Stärkeanteil deutlich sichtbar. Die Bonitur des Stärkeabbaus erfolgt nach dem Stärkeabbau-Chart von Ctifl (Frankreich). Hinsichtlich der Art des Stärkeabbaus werden 3 Sortengruppen unterschieden (radiale, zirkulare und intermediäre Typen). Der Stärkeabbau wird nach einer **Skala von 1 – 10** beurteilt (**1** = kein Stärkeabbau, **10** = vollkommener Abbau). Neuerdings sind auch Geräte auf dem Markt, welche die Stärkeabbauwerte der Früchte objektiv mittels Videokamera messen und die erhaltenen Daten EDV – mäßig weiter verarbeiten (Amidometre von Ctifl, Frankreich; Art-System, UP GmbH, Deutschland; FruitScan, Elmed Industrieelektronik Südtirol).

Je höher der Stärkeabbauwert, um so reifer ist die Frucht. Leider wird dieser Stärkeabbauwert ebenfalls durch eine Vielzahl von **Störfaktoren** beeinflusst, welche bei der Interpretation unbedingt zu berücksichtigen sind:

- Behangdichte
- Fruchtgröße
- Witterung
- Belichtung
- Blattgesundheit
- Wasserversorgung usw.

Um den Stärkeabbauwert richtig zu beurteilen, sollten folgende obstbauliche und meteorologische Einflußfaktoren unbedingt mit berücksichtigt werden:

Unreife vorgetäuscht	obstbauliche Faktoren	Überreife vorgetäuscht
optimal, dunkelgrün Übergrößen niedrig Licht	Blattzustand Fruchtgröße Behangdichte Exposition der Früchte	schlecht klein überreich Schatten
	Meteorologische Faktoren	
Hitzewelle knapp hoch	Temperatur Wasserversorgung Belichtung	niedrig, kaltes Wetter reichlich niedrig

Einen besonders starken Einfluß auf den Stärkeabbau übt wiederum die Behangdichte aus. Bei sehr hohen Fruchtbehängen wird nur sehr wenig Stärke eingelagert, die dann in Folge im Zuge des Reifeprozesses noch beschleunigt abgebaut wird. Überreife wird in solchen Fällen vorgetäuscht und verführt zu verfrühter Ernte. Im Gegensatz dazu wird bei niedrigen Behangdichten viel Stärke in die Früchte verlagert, die überdies sehr langsam metabolisiert wird. Unreife wird vorgetäuscht und die Früchte werden meistens zu spät geerntet (Graphik 4). Eine Verwendung von **Korrekturfaktoren** für die exakte Interpretation des Stärkewertes bei unterschiedlichen Behangdichten erscheint sinnvoll (- 1 bei Behangdichten 7 - 9, 0 bei Behangdichtestufen 4 - 6, + 1 bei Behangdichten zwischen 1 - 3). Die Bonitur der Behangstärke der Obstbäume erfolgt rein visuell nach der Skala 1 - 9 (1 = äußerst geringer Behang, 9 = extremer Überbehang, 5 = optimale Behangdichte).

Für den Praktiker genügt vielfach der **Stärketest**, um den Reifeverlauf der Früchte zu verfolgen. Die **optimale Pflückreife** für eine Langzeitlagerung haben die in der Steiermark angebauten Sorten bei den in Tabelle 1 angeführten **Stärkabbauwerten**:

Delbarestivale	4,0	RubINETTE	7,0
Early Gold	3,0 - 4,0	Boskoop	5,0
Arlet	5,0 - 6,0	Jonagold	7,0 - 8,0
Gala	5,0	Golden Del.	6,0 - 7,0
Pinova	7,0 - 8,0	Topaz	3,0 - 4,0
McIntosh	4,0	Gloster	3,0
Fiesta	5,0	Idared	6,0
Elstar	3,0 - 4,0	Braeburn	3,0 - 4,0
Elise	6,0 - 7,0	Granny Smith	5,0

Tabelle 2: Optimale Stärkeabbauwerte für eine Langzeitlagerung (Skala 1 - 10, Ctifl)

- **Reifeindex nach Streif**

Die Fruchtmuster werden nach folgenden Reife- und Qualitätsindikatoren analysiert:

- **Fruchtfleischfestigkeit** [kg/cm²] mittels Penetrometer
- **Refraktometerwert** [°Brix] mittels Refraktometer
- **Stärkeabbauwert** [1 - 10] mittels Jod-Kaliumjodid-Lösung

Aus diesen Merkmalen wird der **Reifeindex nach Streif** (RI) errechnet.

RI - Streif	=	$\frac{\text{Fruchtfleischfestigkeit}}{\text{Refraktometerwert} \times \text{Stärkeabbauwert}}$
--------------------	---	---

Reife- und Qualitätsmerkmale wichtiger steir. Apfelsorten							
Sorte	PO (kg/cm ²)	° Brix opt.	° Brix min.	Stw	Sre g/l	RI Streif*	RI Streif**
Arlet	> 8,0	12,0	9,5	5,0 - 6,0	> 7,5	0,13	0,08
Elstar	> 6,5 - 7,0	12,5	10,5	3,0 - 3,5	> 7,5	0,17	0,10
Gala	> 9,5	12,0	9,5	4,0 - 5,0	> 4,0	0,20	0,10
Rubinette	7,5	13,0	11,5	5,0 - 6,0	> 7,5	0,10	0,08
Jonagold	> 7,0 - 7,5	12,5	11,0	7,0 - 8,0	> 6,5	0,08	0,06
Pinova	7,5 - 8,5	12,5	10,5	7,0 - 8,0	> 6,5	0,09	0,06
Topaz	9,0 - 8,5	13,0	11,5	3,0 - 4,0	< 10,5	0,22	0,15
Golden Del.	> 7,0 - 8,0	12,5	11,0	6,0 - 7,0	> 6,5	0,09	0,07
Gloster	8,0 - 9,0	12,0	9,5	3,5	< 7,5	0,21	0,15
Idared	> 7,0 - 8,0	11,5	9,0	6,0	< 7,5	0,10	0,07
Braeburn	9,0 - 10,0	12,0	9,5	3,0 - 4,0	> 7,5 - 9,0	0,24	0,16
Fuji	8,0 - 9,0	12,5	11,0	7,0 - 8,0	> 3,5	0,09	0,07

- PO = Penetrometerwert kg/cm² zur Ernte
 °Brix = Refraktometerwert °Brix (opt. = Optimum, min. = Minimum)
 Stw = Stärkeabbauwert (1 - 10)
 Sre = titrierbare Säure berechnet als Äpfelsäure g/l
 RI-Streif = Reifeindex nach Streif

Tabelle 2: Geforderte Reifeindices (nach Streif) für den optimalen Pflückzeitpunkt (Erntefenster) unter steirischen Standortverhältnissen

Die RI-Werte für den optimalen Pflückzeitpunkt sind immer **regional** zu definieren und können nicht von einem anderen Produktionsgebiet übernommen werden. Aus der **Tabelle 2** sind die geforderten Werte für Fruchtfleischfestigkeit, Refraktometer- und Stärkeabbauwerte sowie die daraus resultierenden Reifefaktoren ersichtlich.

Auch bei der Interpretation des der Reifeindex nach Streif ist die Behangdichte zu berücksichtigen, besonders bei Sorten, die bei einem niedrigen Stärkeabbauwert ihre optimale Pflückreife haben (Elstar, Gloster, Braeburn u.a.). Dieser Reifeindex ist jedoch aufgrund der Kombination mehrerer Fruchtmerkmale weniger den Störfaktoren ausgesetzt als Reifeteste, die nur ein Kriterium berücksichtigen.

Probenahme für die Reifetests - entscheidend für die Aussagekraft der Reifeteste

Eine verlässliche Stichprobe für die Ernteterminermittlung umfaßt pro Sorte 10 Äpfel (bei unausgeglichenen Partien besser 20 Äpfel) von 10 Bäumen. Die Früchte sind an der Peripherie der Baumkrone in Augenhöhe auf beiden Seiten der Baumreihe zu entnehmen. Früchte aus den Wipfel- und Schattenzonen des Obstbaumes dürfen nicht für die Untersuchungen verwendet werden.