



Handbuch

Fruchtreife und Verluste im Lager

Dr. Felix Büchele, Dr. Daniel Neuwald
Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee

Interreg



Kofinanziert von
der Europäischen Union
Cofinancé par
l'Union Européenne

Oberrhein | Rhin Supérieur

<https://www.interreg-oberrhein.eu/>

Einführung

- Wie beeinflusst das heutige Klima das Reifeverhalten?
- Fruchtreife bei klimakterischen Früchten

Schäden zur Ernte

- Sonnenbrand und Glasigkeit
- Vermeidungsstrategien

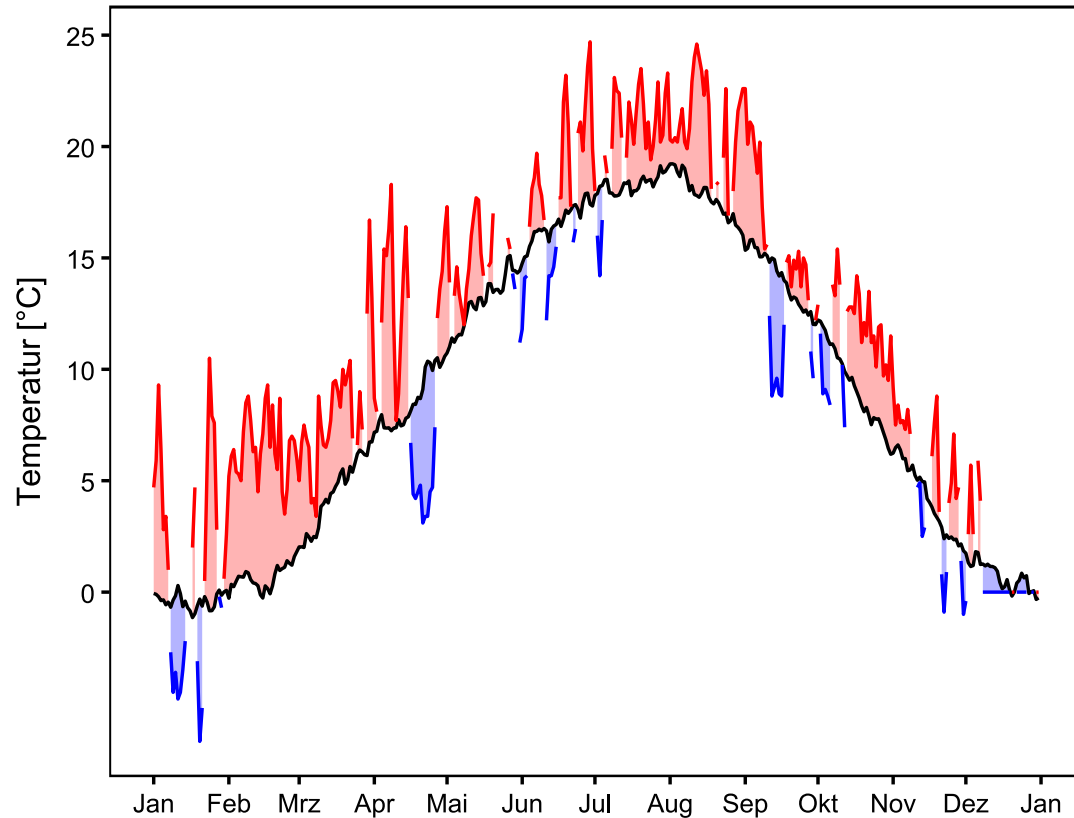
Überreife Früchte: Schäden im Lager

- Weiche Schalenbräune, Fleisch- und Kernhausbräune
- Aufspringen, Weichwerden
- Fäulnis
- Vermeidungsstrategien

Unterentwickelte Früchte

- Schalenbräune, CO₂-Schäden

Erderwärmung



Durchschnittstemperaturen am Bodensee liegt weit über dem Durchschnitt der vergangenen 70 Jahre

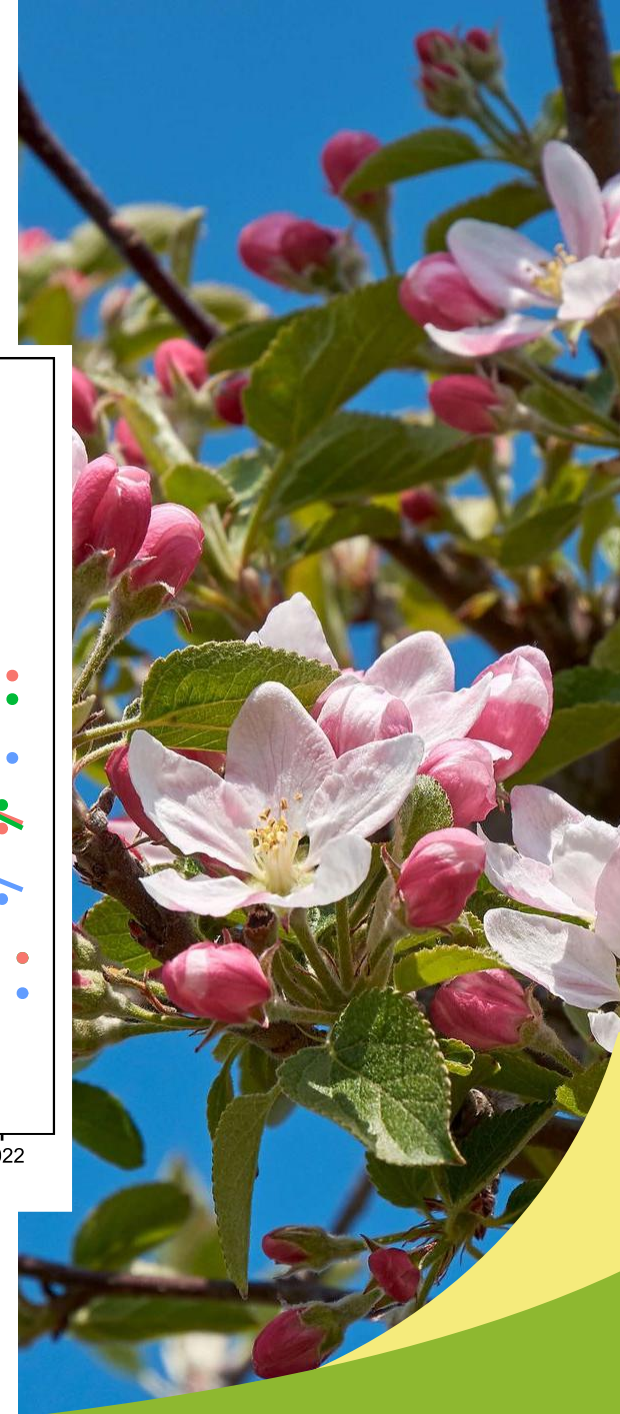
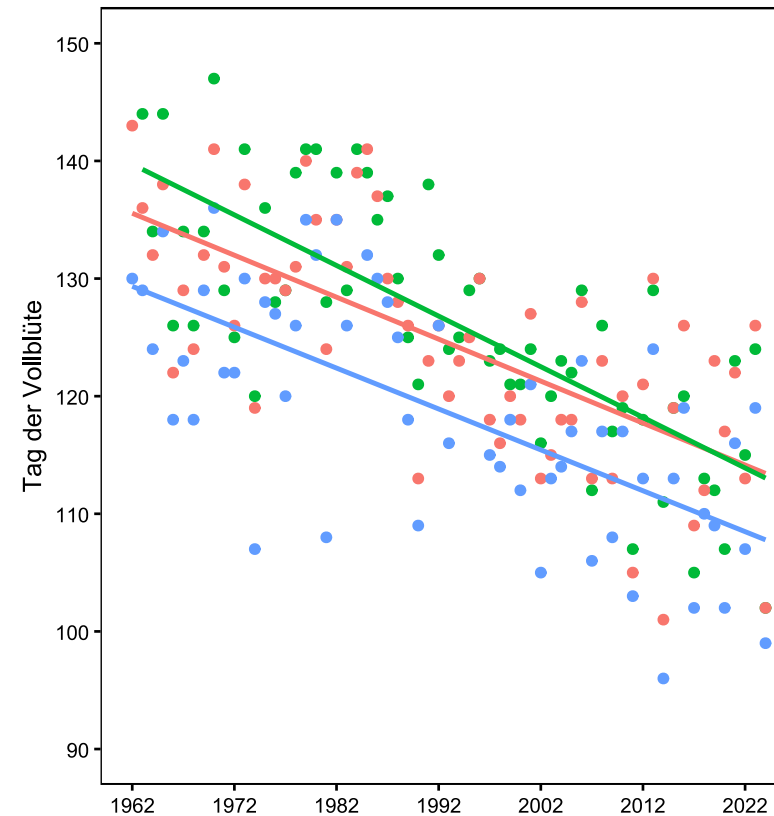
Wiederholt Dürreperioden oder extreme Niederschlagsereignisse beeinflussen:

- Timing Pflanzenentwicklung
- Timing Fruchtreife
- Dauer der Erntefenster
- Fruchtqualität
- Lagerfähigkeit
- Knospenqualität der Folgesaison

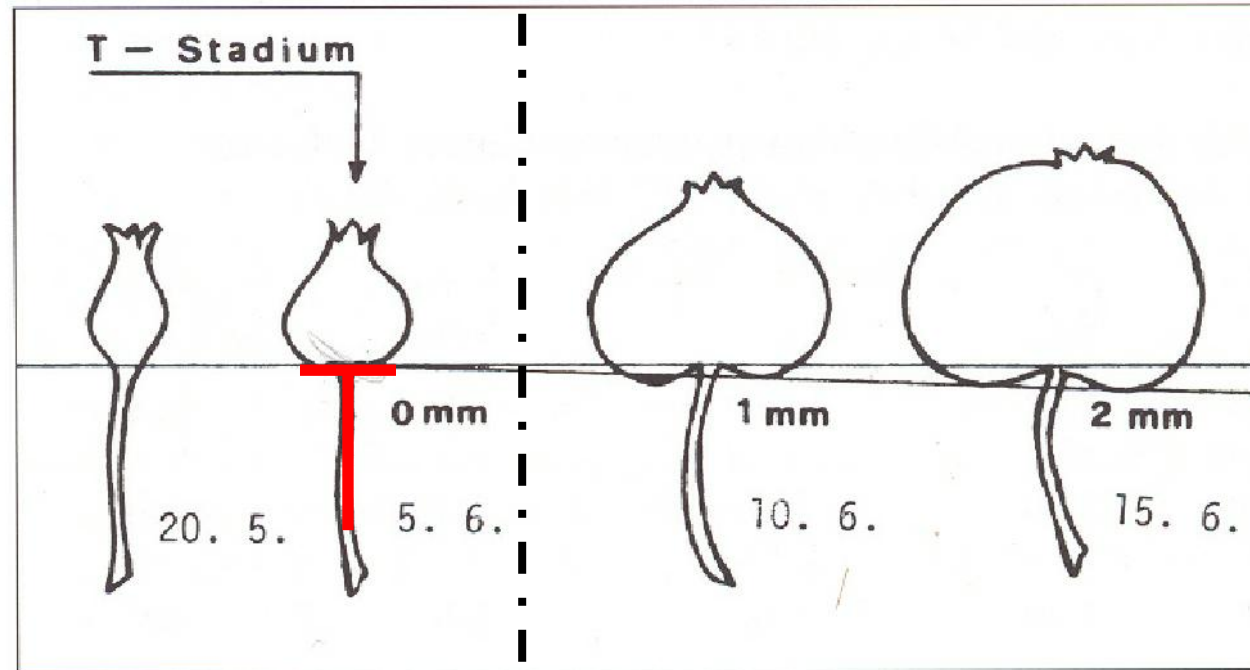
Warme Temperaturen im Winter
verfrühen Termin der Vollblüte bei
Obstarten europaweit

Aufgrund wärmerer Winter und
Frühlinge bleibt das Frostrisiko
allerdings weitestgehend stabil*

Verfrühung der Pflanzenentwicklung
beeinflusst allerdings das erwartbare
Erntefenster der Obstkulturen



Entwicklungsstadien der jungen Frucht



Vollblüte

Zellteilungsphase
Witterungsabhängig

Zellstreckungsphase
Witterungsunabhängig

Reifebeginn

Flexibilität in der Fruchtentwicklung und Reife

Timing der Vollblüte abhängig von Wärmesummen im Winter und Frühjahr

Zellteilungsphase zwischen Vollblüte und T-Stadium flexibel

- Bei sehr früher Vollblüte tendenziell längere Zellteilungsphase

Dauer Zellstreckungsphase genetisch fix mit geringfügigen Abweichungen

Gala: 106 Tage ± 4

Elstar: 107 Tage ± 3

Golden: 120 Tage ± 2

Abschluss Fruchtwachstum bedeutet Übergang zur Fruchtreife

Timing des Reifebeginns kann anhand des Termins des T-Stadiums (Beginn Zellstreckung) prognostiziert werden

Geschwindigkeit der Fruchtreife Prozesse allerdings stark witterungsabhängig

Risiko von extrem kurzen Erntefenstern

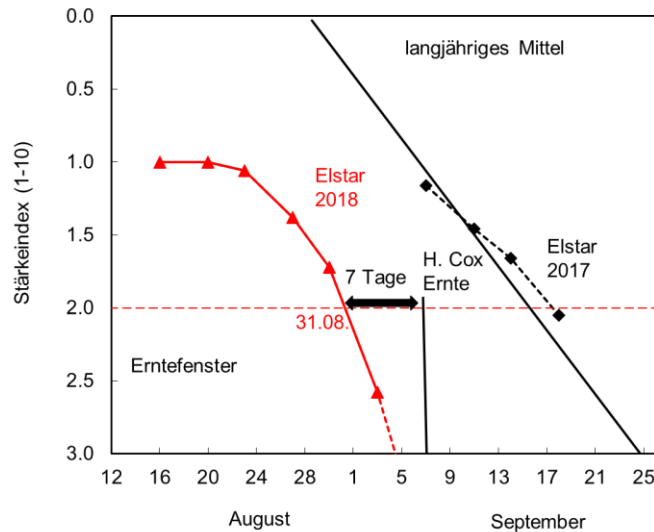
Zusätzlich beeinflussen Stressfaktoren wie Hitze und Trockenheit die Produktqualität

Farbe der Schale unzureichend, weiche Früchte etc...

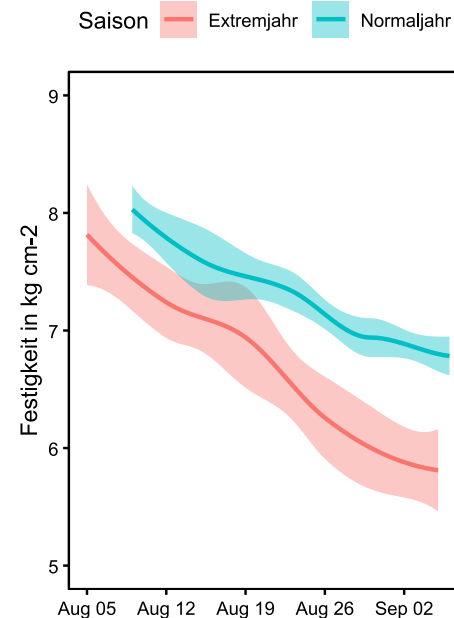
Hitze- und Trockenperioden vor der Ernte

Beispiel Extremjahr 2018

Stärkeabbau Elstar



Festigkeitsabbau Elstar



Früher Reifebeginn aber vor allem:
Extrem kurzes Erntefenster

**Bei überreifen und weichen Früchten
erhöhtes Risiko von:**

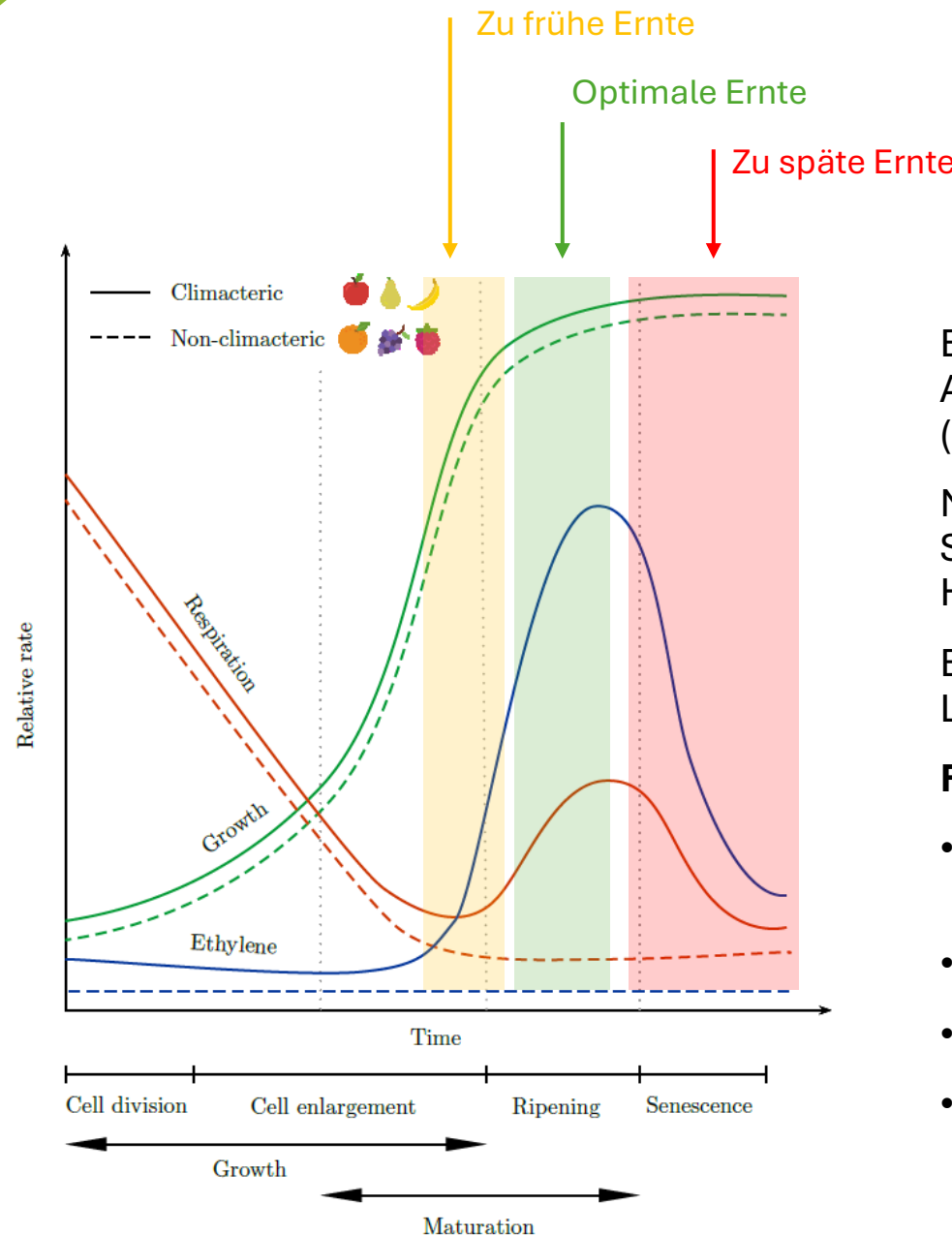
- Mechanischen Schäden
- Fleisch- und Kernhausbräune
- Fäulnis
- Kälteschäden

1-MCP (SmartFresh™ oder Fysium®) zeigen bei
zu spätem Einsatz verminderte Wirkung

Quelle: Dirk Köpcke - Esteburg, 2019.

Elstar – sicher lagern auch in Extremjahren. Lagerseminar KOB 2019

Timing der Ernte entscheidet über Lagerperformance



Bei Kernobst erfolgt zum Einsatz der Reife ein kurzfristiger Anstieg der Atmungsaktivität und Ethylenproduktion (**Klimakterium**)

Nach Überschreiten dieses Maximums beginnen Seneszenz Prozesse in der Frucht und die weitere Haltbarkeit ist minimiert

Bei zu später Ernte ist die Effektivität von 1-MCP und CA-Lagerung reduziert

Folgen von zu früher oder zu später Ernte:

- Produktqualität leidet (Weiche Früchte, Gelbe Schale, Säureabbau oder schlechtes Aroma)
- Erhöhtes Risiko von Lagerkrankheiten
- Erhöhtes Risiko von Lagerfäulnis
- Verkürzte Lagerdauer

Falscher Erntetermin lässt sich nicht im Lager korrigieren!

Ausschnitt: Sortierergebnisse Apfel 2018 - 2024

Sammlung von Auslagerergebnissen

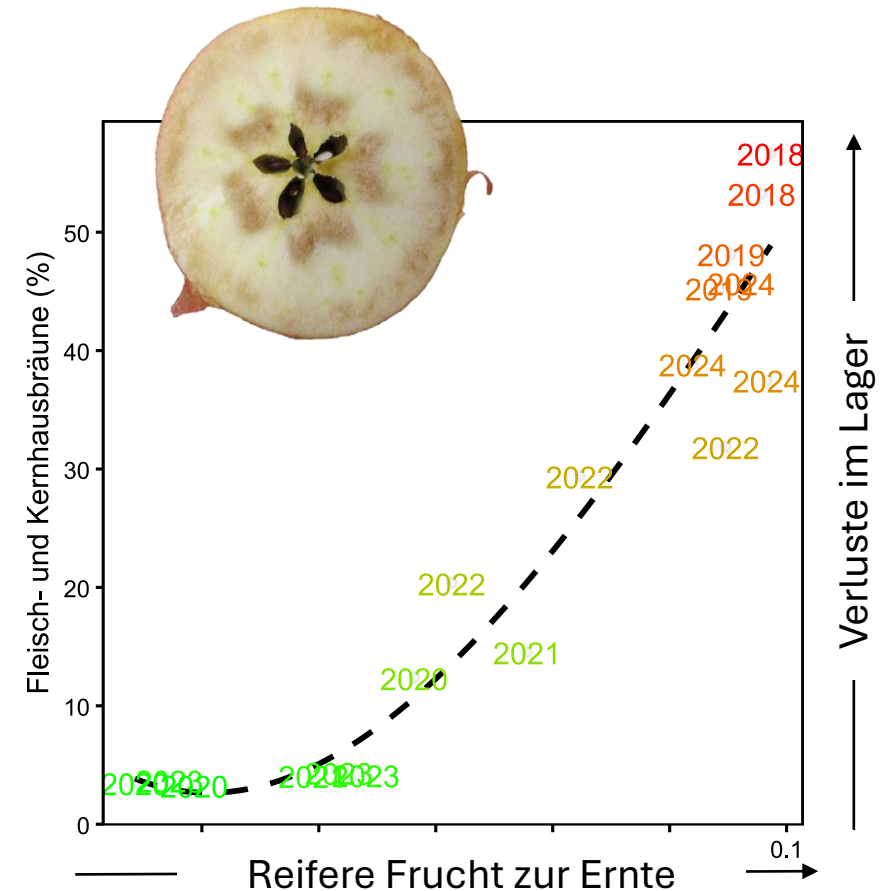
- Identisches Sortenspektrum (Elstar, Gala)
- Identische Lagerbedingungen
(~1,5°C, 1.2% O₂, 2.0% CO₂, 1-MCP Einsatz, Lagerung für >8 Monate)

Extreme Unterschiede in der Haltbarkeit und Verlusten

- Fleisch- und Kernhausbraun Risiko steigt exponentiell mit zu später Ernte

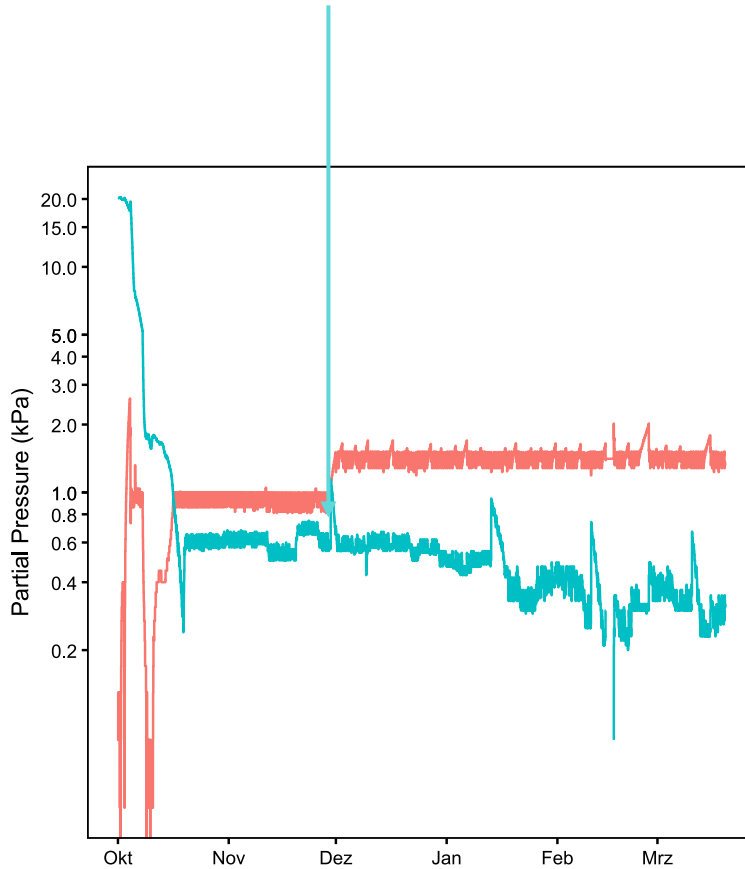
Auch mit idealer Lagerführung können die Fehler eines falschen Erntetermins nicht korrigiert werden!

- 1-MCP Wirkung reduziert bei zu später Anwendung



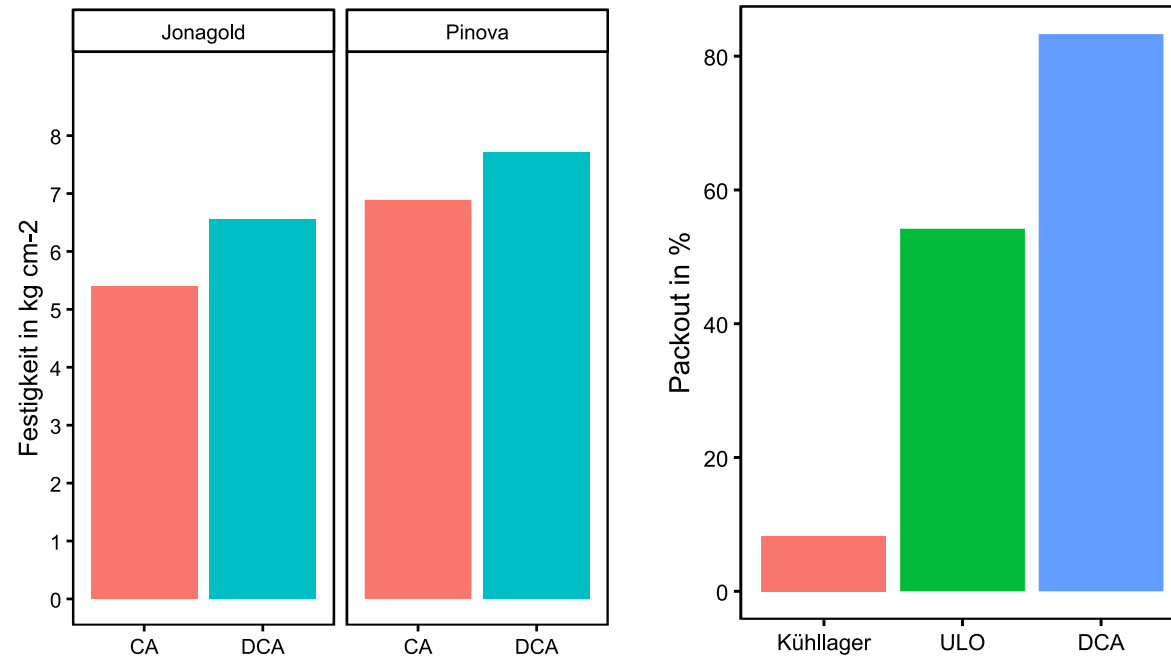
Kritische Partien? DCA-Lagerung

Sauerstoffwerte < 0,7%

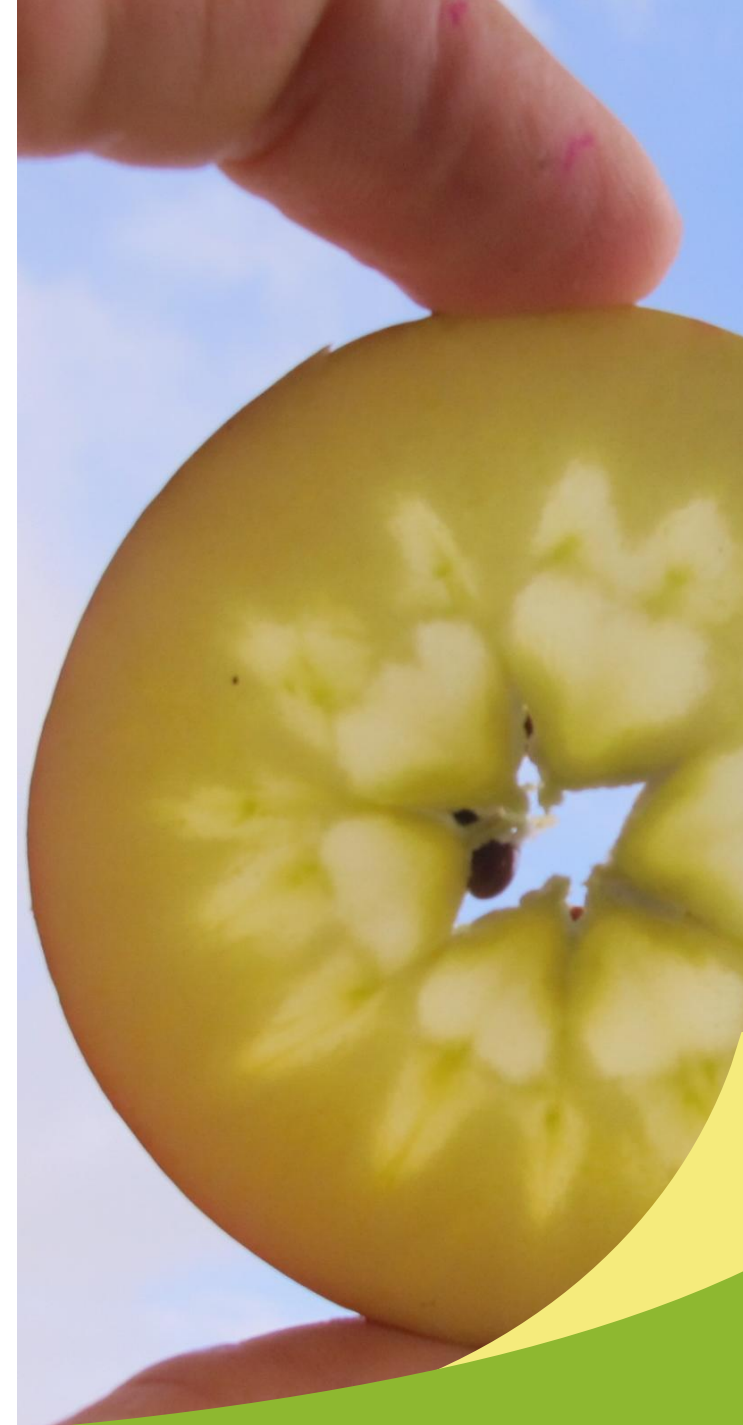
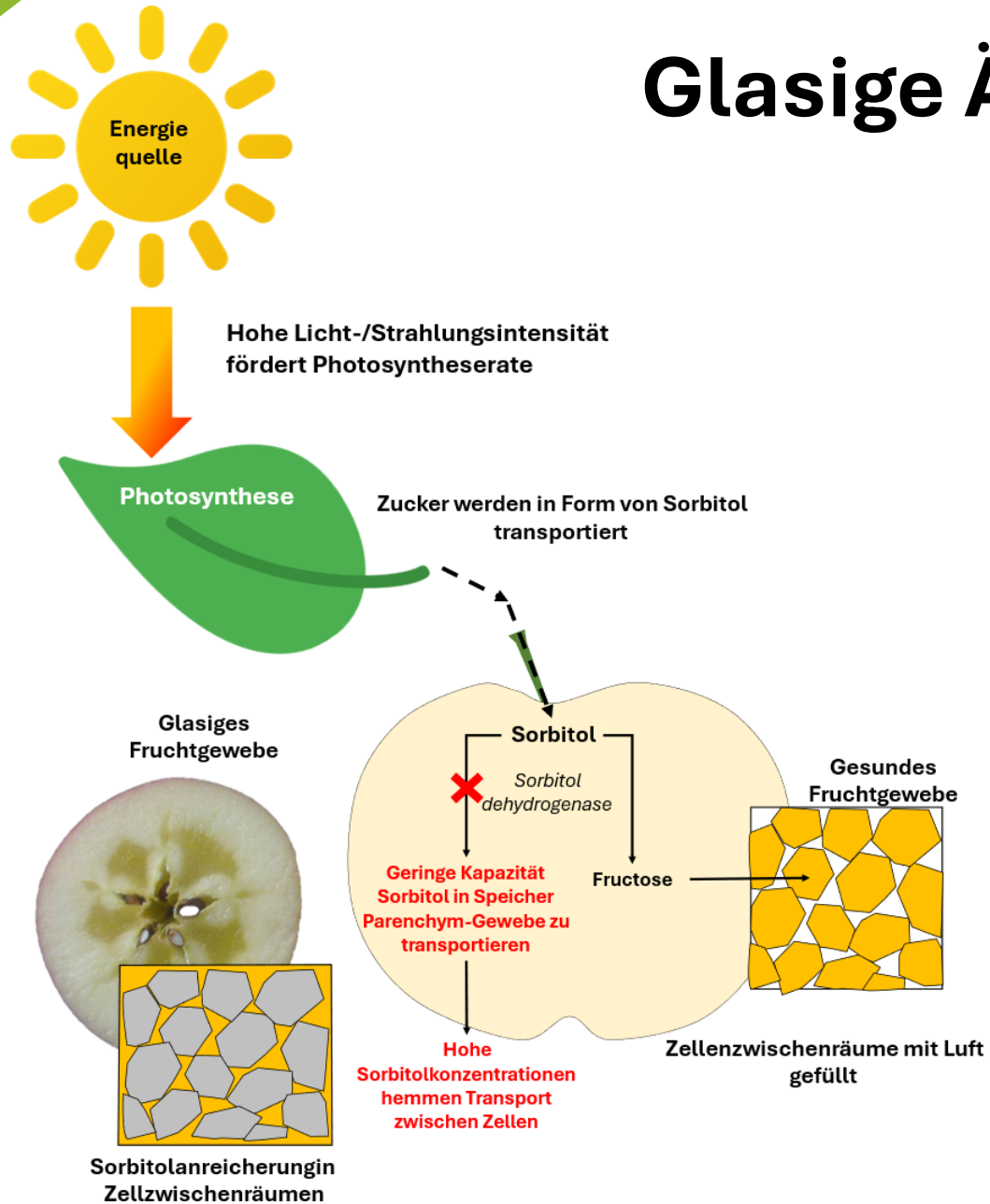


DCA-Lagerung reduziert auch bei zu später Ernte das Risiko von Lagerverlusten im Vergleich zur CA-Lagerung signifikant und verlangsamt Weichwerden der Früchte und Farbwechsel der Schale

Effektivität von 1-MCP geht stark zurück bei zu später Ernte und Anwendung



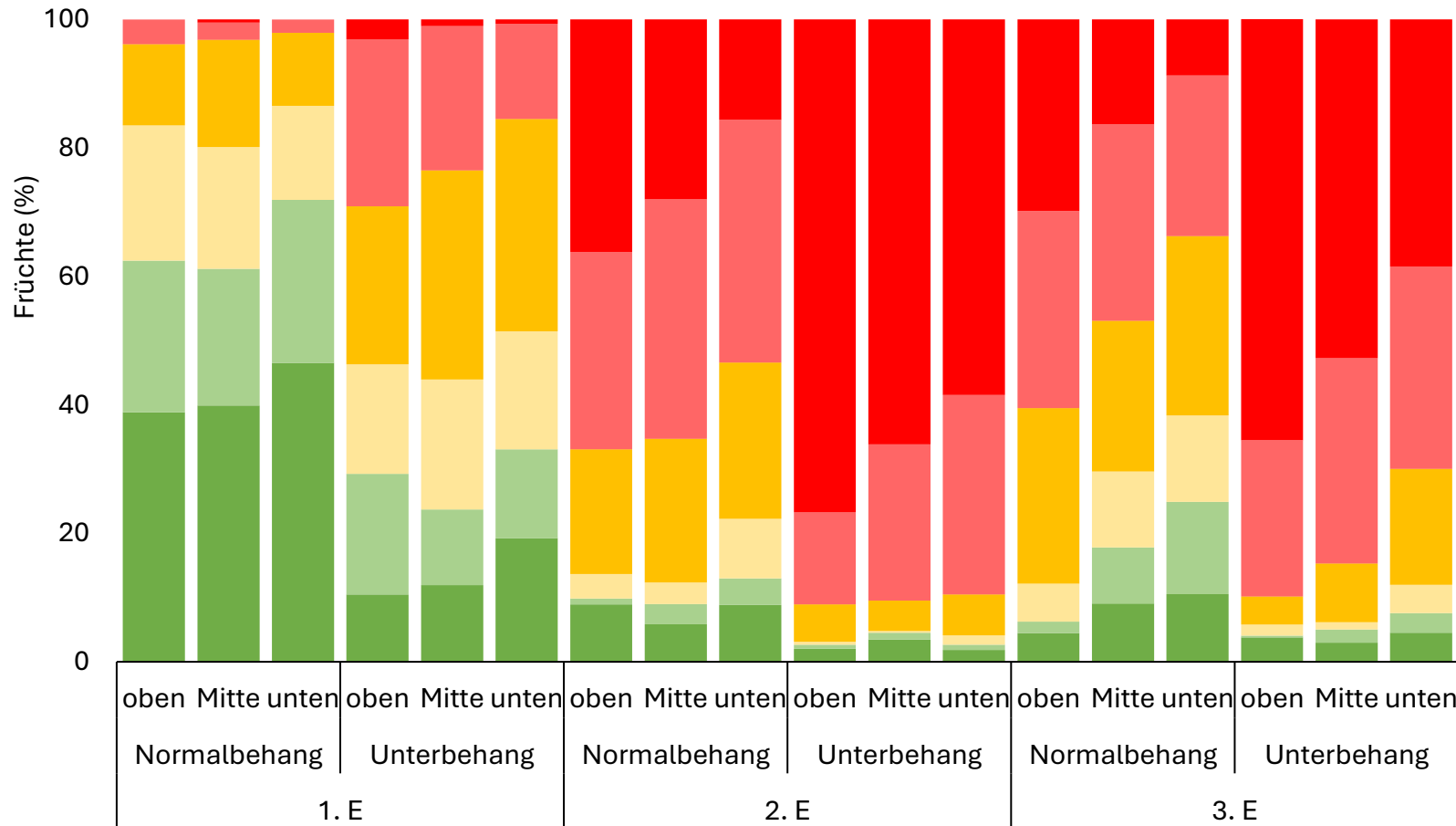
Glasige Äpfel



Risikofaktoren Glasigkeit

Schadboniturlevel von 0 bis 5

0 1 2 3 4 5

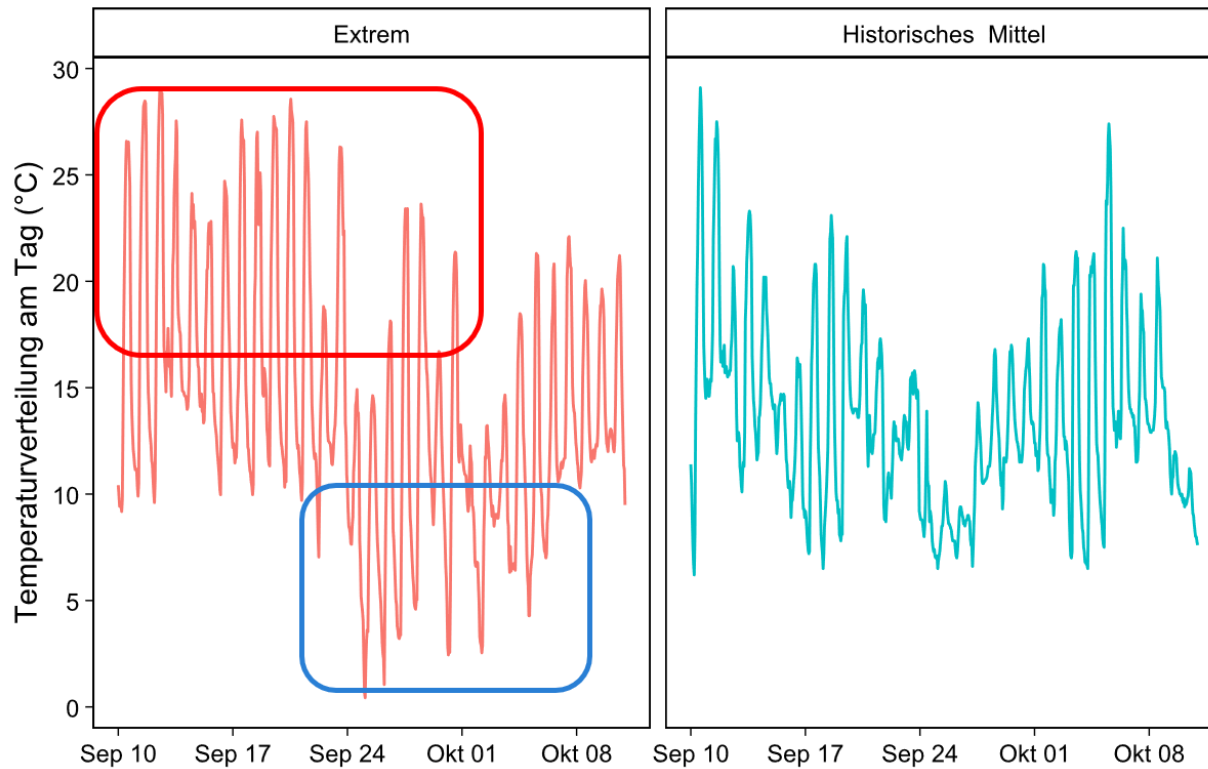


Fördernde Faktoren

- Unterbehang bzw. zu große Früchte
- Hohes Blatt-Frucht-Verhältnis
- Überreife bzw. späte Pflücke
- Warme Tage und kalte Nächte

Spätere Ernte

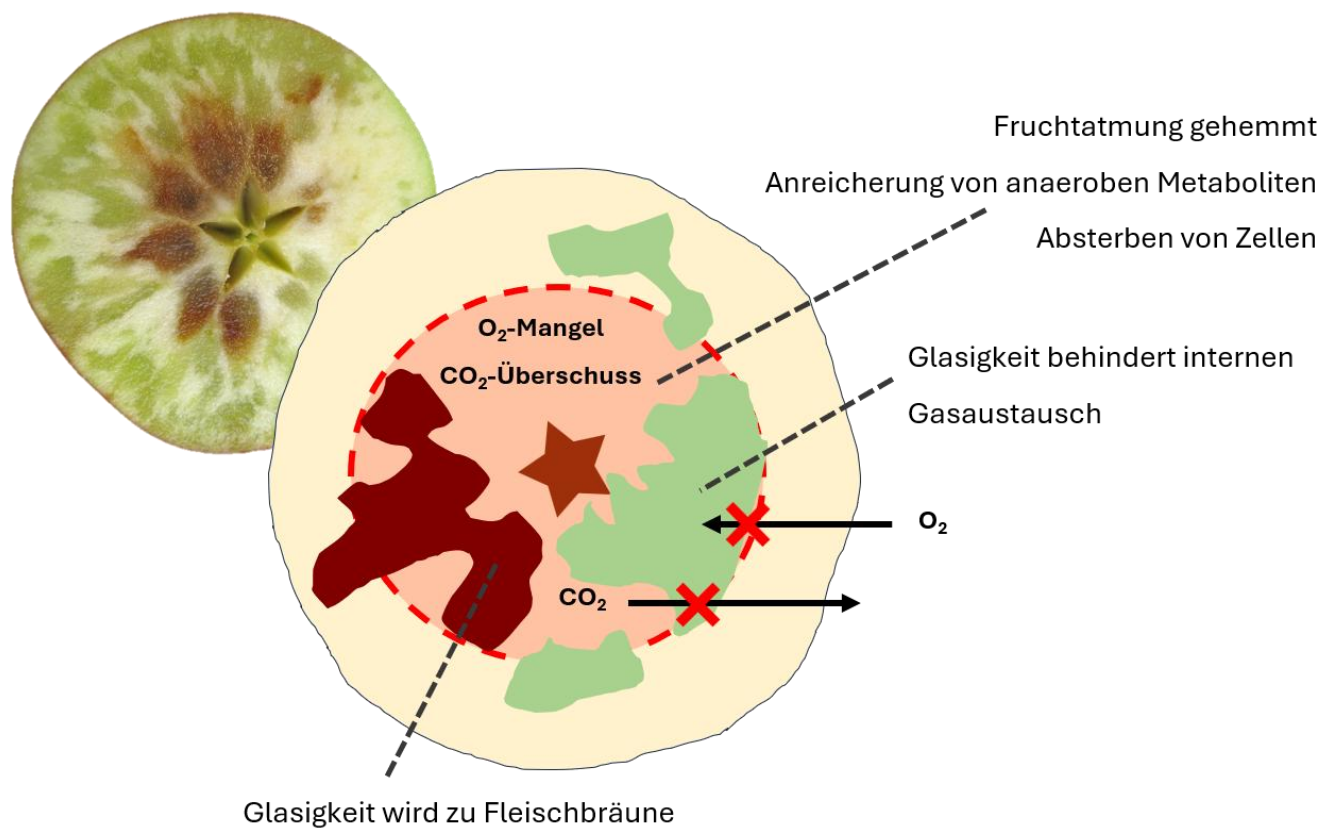
Fördernde Klimafaktoren



Heiße Tage fördern Photosyntheserate – kalte Nächte reduzieren Atmungsintensität und Abbau der Inhaltsstoffe

Kältephasen können Ethylenproduktion induzieren und somit Reife beschleunigen und die Anfälligkeit der Früchte gegenüber Glasigkeit fördern

Glasig wird braun im Lager



Betroffene Früchte nicht direkt in CA-Lagerung überführen sondern für 3-4 Wochen bei leicht erhöhter Temperatur im Kühllager halten, bis die Symptome abgebaut sind

1-MCP hilft in der Zeit die Früchte knackig zu halten, verlängert zugleich allerdings die Zeit, bis das Sorbitol in das Zellinnere transportiert wurde



Sonnenbrand im Lager?

Hintergrund

- Symptome typischerweise bekannt am Baum
- Intensive UV-Einstrahlung über längere Zeit
- Hohe Fruchtoberflächentemperaturen (>45°C für 30 bis 60 Minuten)
- Oder plötzlich und extreme Sonnenlichtexposition nach Regenphase, Baumschnitt oder Ausdünnung

Sonnenbrand in der Lagerung?!

- Symptome erst zur Auslagerung erkennbar
- „Gesunde“ Früchte eingelagert, Sonnenbrand entsteht während der Lagerung ohne Sonne?
- Vorwiegend Früchte in den oberen Schichten der Großkiste betroffen



Sonnenbrandrisiko bei der Ernte

Geerntete Früchte nicht in der Sonne stehen lassen!



- Hohes Risiko an sehr sonnigen und heißen Erntetagen (Ende August und Anfang September)
- Früchte plötzlich direkter Sonneneinstrahlung ausgesetzt
- Beschädigung der Früchte während Großkisten in der Anlage stehen
- Symptome entstehen erst verzögert während der Lagerung, nicht erkennbar zur Einlagerung

Maßnahme

- Großkisten nicht direkt in der Sonne stehen lassen!
- Regelmäßiger zum Betrieb transportieren und in Schatten stellen
- Behutsam über Nacht geschützt abkühlen lassen
- Unmittelbare Einlagerung nicht notwendig, behutsame Abkühlung über Nacht spart auch Energie beim Kühlen!

Gilt auch für andere Obstarten!

Erdbeeren:

Jede Stunde bei $> 20\text{ °C}$ in der Anlage reduziert die Kühllagerdauer um rund einen Tag

Beschattung!



Weiche Schalenbräune



Ursache

- Zu schnelle Abkühlung von warmen Früchten mit einer hohen Stoffwechselaktivität
- Vorsicht an heißen und sonnigen Erntetagen!
- Sekundäre Infektion mit Pilzen

Empfindliche Sorten

Pinova, Jonagold, Elstar

Maßnahmen

- Zu späte Pflücken vermeiden! Überreife Früchte sind empfindlicher!
- Stufenabkühlung der Früchte: 8 – 10°C, nach 5- 7 Tagen 5°C auf Solltemperatur

Kältefleisch- und Schalenbräune



Auch das Risiko anderer Kälteschäden ist durch überreife Früchte deutlich erhöht!

Sortenempfehlungen bei der Lagertemperatur beachten!

Bei überreifen Früchten:

- Stufenkühlung oder
- generell leicht erhöhte Lagertemperatur

„Mechanische Schäden“



Aufplatzen und Mehligkeit insbesondere bei Sorten wie Gala ein typisches Symptom von:

- Zu spät geerntet
- Zu langer Verzug Ernte und Einlagerung
- Zu lange gelagert
- Lagerbedingungen nicht effizient
- Zu hohe Lagertemperatur bei hoher Luftfeuchtigkeit

Bereits kleine Risse bieten Eintrittspforten für pilzliche Pathogene

Schalen und Fleischbräune



Entstehung

- Zu späte Ernte
- Zu lange Lagerung
- Ineffiziente Lagerbedingungen!

Selbst bei optimalen Lagerbedingungen entsprechend der Empfehlungen, ist bei zu später Ernte das Risiko von Schalen- und Fleischbräune deutlich erhöht!

Zu späte Ernte kann nicht 100% durch extreme Lagerbedingungen kompensiert werden!

1-MCP Einsatz und extrem niedrige Sauerstoffwerte in der DCA-Lagerung unbedingt zu empfehlen

Kurzer Exkurs: Lagerfäulnis



Abwehrkräfte/Immunsystem der Früchte nimmt mit zunehmender Reife und Alterung ab

Erhöhtes Risiko von Lagerfäulen!

Konsequentes Pflanzenschutzprogramm (Option Nacherntebehandlungen oder Heißwasserbehandlung prüfen)

Mechanische Beschädigungen bei Ernte, Einlagerung und Transport vermeiden

Räume und Großkisten gründlich desinfizieren

Stabile Klimaführung im Lager um Kondensationen zu vermeiden

CA-Schäden



Verursacht durch zu hohe CO_2 -Konzentrationen oder im seltenen Fall durch zu niedrige O_2 -Konzentrationen im Lager

Zu schnelles Einstellen der CA-Bedingungen nach der Abkühlung

Unbedingt sortenindividuelle Lagerempfehlungen beachten!

Überreife Früchte können eine erhöhte Anfälligkeit zeigen!

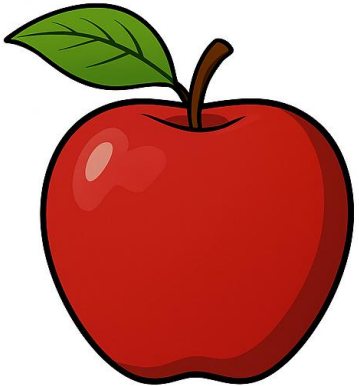
Gegebenenfalls CA-Einstellung über einen längeren Zeitraum ziehen oder Sollwerte konservativer legen (insbesondere bei CO_2)

Heiße Tage und warme Nächte

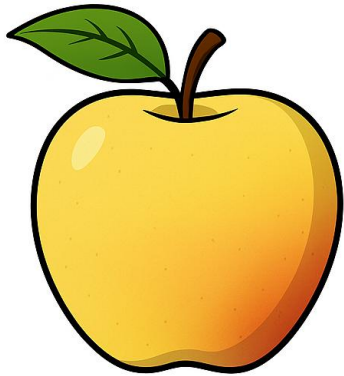
Anthocyan-Synthese bei

- starken Tag-Nacht-Temperaturdifferenz
- hoher Lichtintensität
- Ethylen zusätzlich koordinierender Faktor

25°C Tag / 10°C Nacht



30°C Tag / 20°C Nacht



Bildung der Deckfarbe verzögert

- Deckfarbe ist kein verlässlicher Reifeparameter!

Marktproblem!

- Qualitätsstandards hinsichtlich Farbausprägung motivieren Betriebe auf rote Farbe zu warten
- Ethylenproduktion stressbedingt beschleunigt

Folge

- Früchte sind überreif bis Deckfarbe entsprechend Marktvorgaben erreicht ist
- Erhöhtes Risiko von Lagerverlusten

Schlecht-ausfärbende Apfelsorten haben keine Perspektive am Bodensee oder Marktstandards müssen angepasst werden

Deckfarbe ist kein verlässlicher Reifeparameter!

- Wer zu lange auf Farbe wartet riskiert Lagerverluste!
- Festigkeit und Stärkeabbau gleichzeitig im Blick behalten!
- **Wichtig:** Wird viel Stärke in der Frucht eingelagert bei hoher Photosyntheserate (warme Tage mit viel Sonnenlicht), erfolgt der Abbau leicht verzögert

CO₂-Schäden bei unterentwickelten Früchten



Erhöhte CO₂-Empfindlichkeit bei unterentwickelten Früchten!

Hintergrund

- Unreife Frucht: Antioxidative Metabolismus nicht voll ausgeprägt
- Von den Polyphenolen in der Apfelschale ist **Anthocyan** einer der wichtigsten **Antioxidantien**
- Entstehung von Nekrosen während Lagerung durch CO₂ in nicht-angefärbten Schalenbereichen

Problemstellung: Klimawandel verschlechtert Farbbildung

Lagerführung bei schlecht-angefärbten Äpfeln

Lagerversuch Cameo

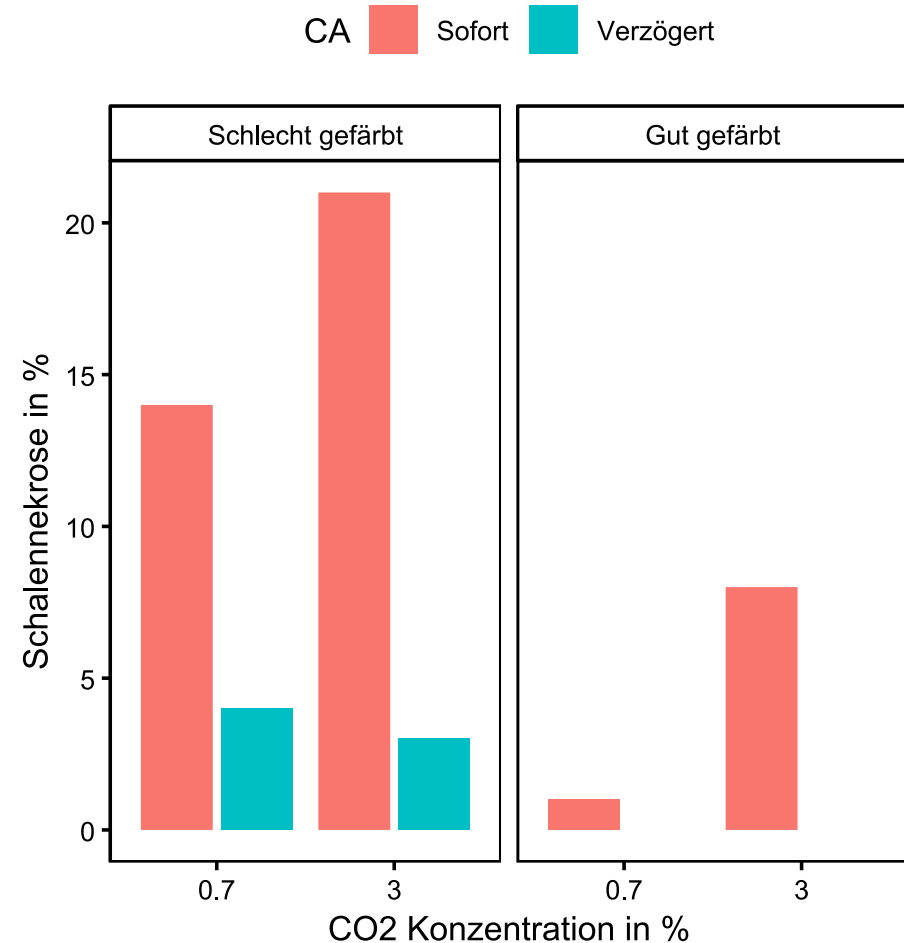
- Schlecht und gut angefärbte Früchte
- CO₂-Konzentrationen 0,7% oder 3,0%
- Direkt CA oder 3-4 Wochen verzögert

Ergebnis

- Schlecht angefärbte Früchte zeigen hohes Risiko von Schalennekrosen bei erhöhten CO₂-Werten
- Verzögerte CA-Einstellung minimiert das Risiko (Früchte passen sich an); auch bei erhöhten CO₂-Werten!

Bedeutung

- Farbbildung im Feld fördern (Lichteinfall)
- Vorsichtiger Lagerbedingungen bei unterentwickelten Früchten



Gewöhnliche Schalenbräune



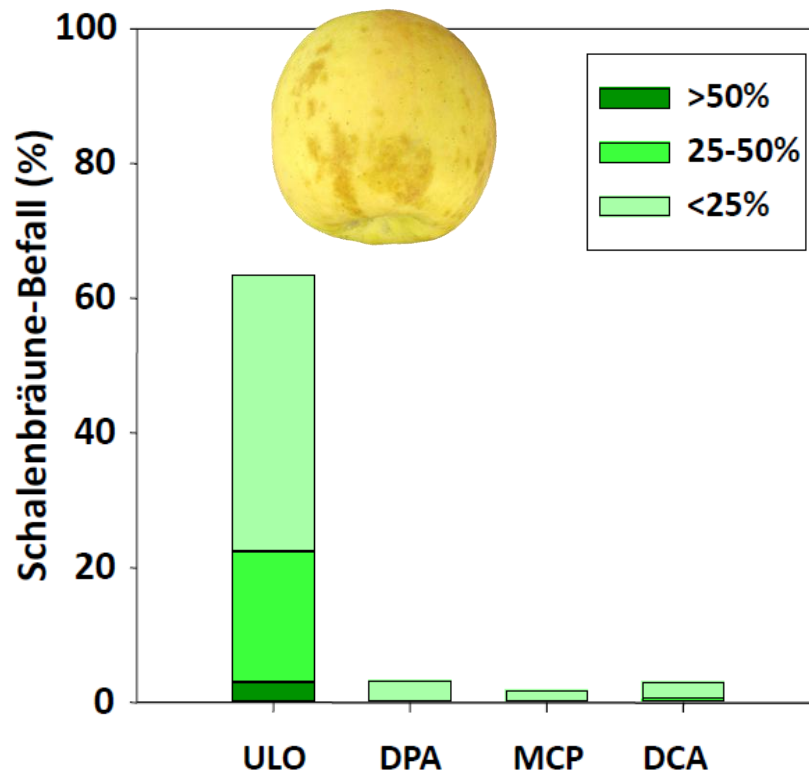
Ursache

- Kälteschock zur Einlagerung induziert Schäden
- Unterentwickelte Früchte sind empfindlicher

Maßnahmen

- Erntetermin optimieren! Risiko nimmt ab mit späterer Ernte
- Niedrige O₂-Konzentrationen helfen: ULO oder DCA-Lagerung reduziert Oxidationsprozesse und Befall
- 1-MCP Anwendung limitiert Symptome

Reduktion Schalenbräune Risiko



Zanella et al. 2007

DCA und 1-MCP sind gleichwertig effektiv oxidative Schäden auf der Schale zu vermeiden, wie das in der EU nicht mehr zugelassene DPA

Bei Risikopartien unbedingt DCA-Lagerung mit Sauerstoffwerten ($<1,0\%$ O_2) und Einsatz von 1-MCP zu empfehlen

Zusätzlich für eine gute Luftumwälzung im Lager sorgen und so zu hohe Luftfeuchtigkeiten und Feuchtenester vermeiden



Abschließende Bemerkungen

- Der Reifegrad zur Ernte ist der Hauptregulator für die Haltbarkeit der Früchte im Lager: Sowohl zu frühe als auch zu späte Erntetermine können im Lager kritisch sein
- Falsche Erntetermine können nur geringfügig durch angepasste Lagerstrategien kompensiert werden, dennoch gibt es Ansätze, um auf die jeweiligen Eigenschaften der Fruchtpartien zu reagieren. Lagerbedingungen müssen immer auf die Qualität und Reifegrad des jeweiligen Fruchtmaterials zugeschnitten werden
- Es besteht ein großer Unterschied zwischen Apfelsorten, wie stark der Einfluss des Erntetermins zu beobachten ist
- Die Effekte des Klimawandels beeinträchtigen die Haltbarkeit vieler Apfelsorten und verfrühen und verkürzen die Erntefenster. Empfindliche Sorten wie Elstar (Stichwort Weichwerden) haben langfristig keine Perspektive am Bodensee
- Der Fachbereich Ernte, Lagerung und Fruchtqualität am KOB spricht sich positiv für eine Zulassung und den breitflächigen Einsatz von reifeverlangsamenden Stoffen wie 1-MCP oder AVG aus. Diese Hilfsmittel können dazu beitragen, die Ernteplanung zu erleichtern, das Risiko von Lebensmittelverlusten im Lager zu reduzieren und somit einen Beitrag zur Anpassung auf den Klimawandel und Sicherstellung der Nahrungsmittelversorgung zu leisten.



Impressum

Version	1.0
Autoren	Dr. Felix Büchele Dr. Daniel Neuwald
Datum	22.08.2026
Publikationsrechte	KOB (nicht-kommerziell)
Bildrechte	KOB Frudistor.de Lizenzfreie Stockphotos
Anschrift	Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee Schuhmacherhof 6 88213 Ravensburg-Bavendorf
Kontakt	felix.buechele@kob-bavendorf.de neuwald@kob-bavendorf.de lagergruppe@kob-bavendorf.de
Finanzierung	Durch EU-Mittel im Förderprogramm Interreg Oberrhein