



Sorten, Diversität und Robustheit

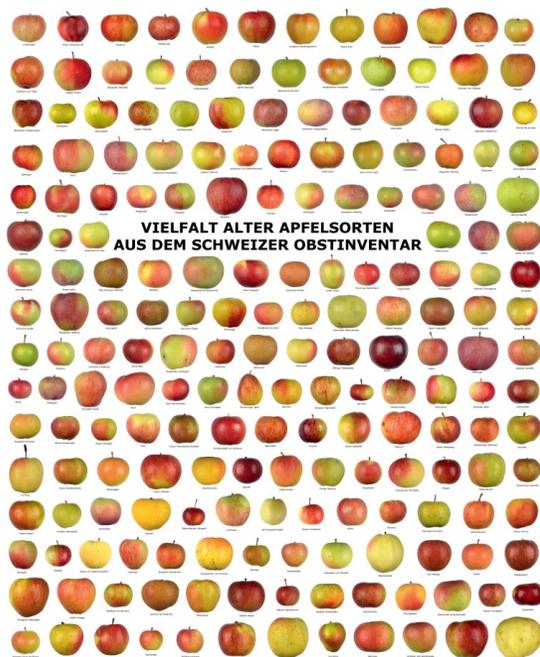
Simone Bühlmann-Schütz

Sortentagung | 11.12.2023



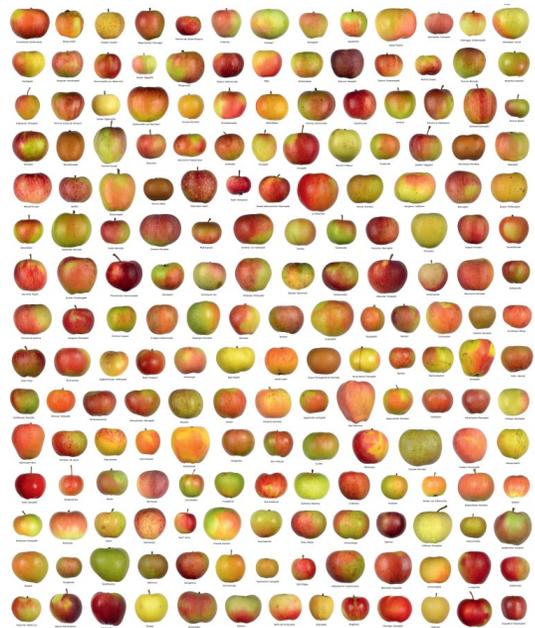
Diversität - früher und heute

Schweizer Apfel Genressourcen
ca. 1200 Akzessionen



VIelfalt ALTER APFELSORTEN
AUS DEM SCHWEIZER OBSTINVENTAR

➔ dargestellt sind
390 Sorten aus
dem Schweizer
Obstinventar

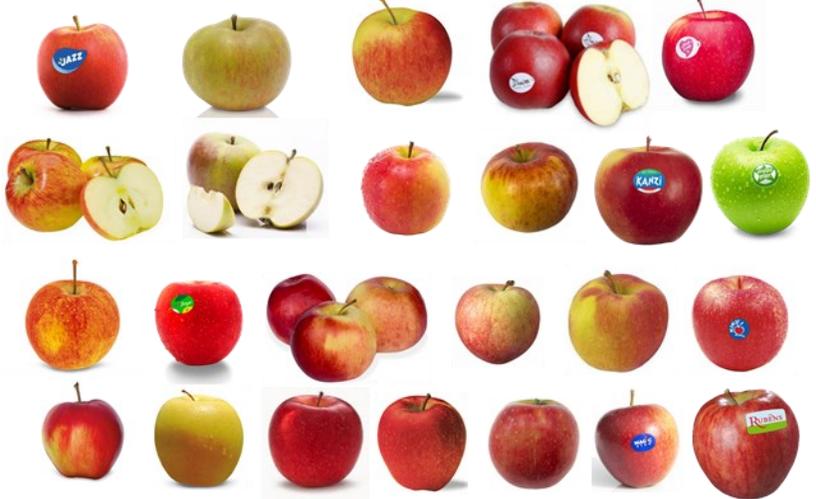


Aktuelle Sorten



3 Sorten ca. 53%
der Anbaufläche

30% 12% 11%



weitere 24
Sorten ca. 39%
der Anbaufläche

➔
= 27 Sorten 92% der Anbaufläche

Anbaufläche CH 2022: ca. 2830 ha

Quelle: Quelle: Obst- und Tafeltraubenanlagen
der Schweiz, BLW

 Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Bundesamt für Landwirtschaft BLW

FRUCTUS 

Nationale Datenbank:
www.pgrel.admin.ch

 **Agroscope**



Trade-Off - Reduktion der Sortenvielfalt

Hochstamm vs. Niederstamm | Streuobstwiesen vs. Monokultur | Land vs. Stadt

- Intensivierung → Ertragssteigerung
- Neue Anbausysteme → Arbeitseffizienz
- Pflanzenschutz → Ertragssteigerung + Qualitätssteigerung
- Optimierte Lagerung → Verfügbarkeit + Qualitätssteigerung
- Transport + Absatz → Verfügbarkeit



... dies führte zu ...

- **Verlust** der Sortenvielfalt
- **Verlust** allgemein von Lebensräumen und der Biodiversität



Verlust der «Robustheit / Resistenz / Resilienz»





Intensivierung – Verlust an Diversität Chancen für Krankheiten und Schädlinge?

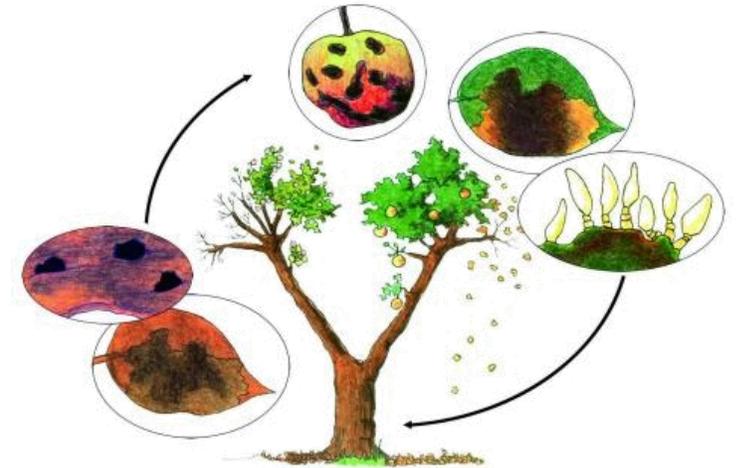
- Vegetative Vermehrung + Monokultur
- Mehrjährige Kultur + Lebensdauer einer Anlage von ca. 15 Jahren
- Enge genetische Grundlage der modernen Apfelsorten
- Verwendung von einzelnen monogenen Resistenzen

Wirt

Beispiel: Apfelschorf (*Venturia inaequalis*)

Pathogen

- sexuelle Rekombination im Winter
- mehrere Zyklen der asexuellen Vermehrung pro Saison



Quelle: www.mein-schooner-garten.de

Heute:

- Nahezu alle kommerziell angebauten modernen Sorten sind sich genetisch sehr ähnlich und anfällig auf Apfelschorf
- Fast alle neu gezüchteten und registrierten Resistenzsorten tragen das gleiche monogene *R*-Gen ► *Rvi6* = *Vf* aus *Malus floribunda* 821



Rvi6-Resistenzdruchbruch, 2021 Wädenswil

Quelle: Agroscope



Fazit: Kenne deine Abwehrkräfte und studiere deinen Feind

«Starker Selektionsdruck durch Monokultur und monogene Resistenz»

→ Resistenzmechanismen beschreiben

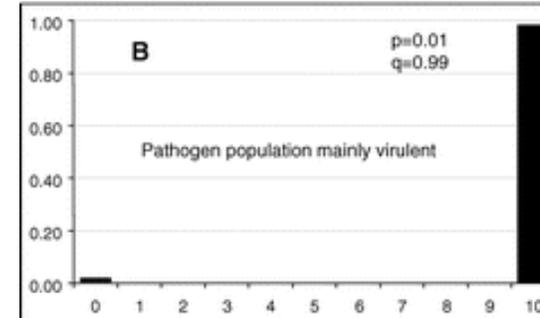
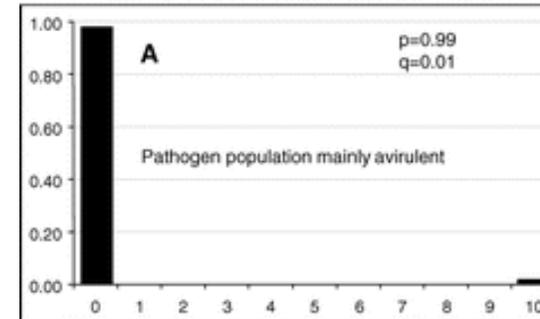
Wirt

Pathogen

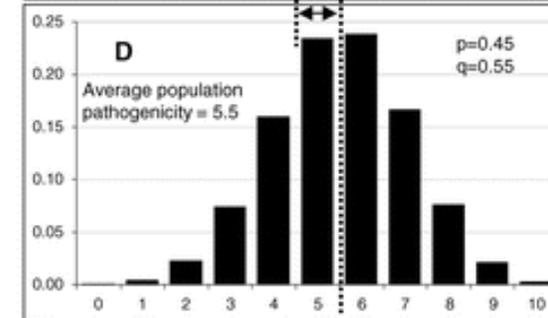
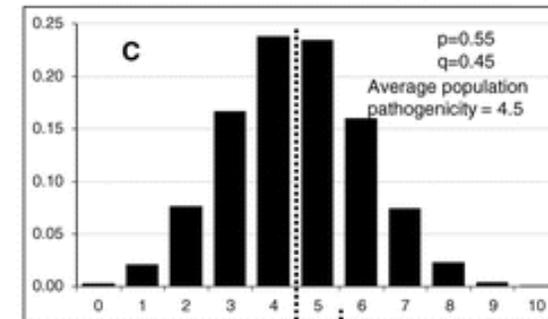
«gemischter Reproduktionszyklus = ein hohes Potenzial für genetische Variabilität, schnelle Vermehrung und Ausbreitung, Akkumulation von Mutationen»

→ Reproduktionszyklus und Ausbreitung kennen

Major gene resistance “breaks”



Quantitative resistance “erodes”



Quelle: PATHOGEN POPULATION GENETICS, EVOLUTIONARY POTENTIAL, AND DURABLE RESISTANCE, Bruce A. McDonald and Celeste Linde, Annual Review of Phytopathology 2002 40:1, 349-379

⇒ Kombination von mehreren monogenen Resistenzen, oder Kombination mit quantitativen/polygenen Resistenzen



Resistenzzüchtung

- monogen
- polygen
- polygen + monogen

pyramidiert

gegen den gleichen Krankheitserreger

kombiniert

gegen verschiedene Krankheiten

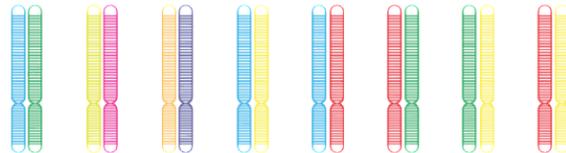
Phänotypisierung

- künstliche Inokulation im
 - Labor, Gewächshaus, Feld
- Bonitur im Feld
 - mit oder ohne PSM

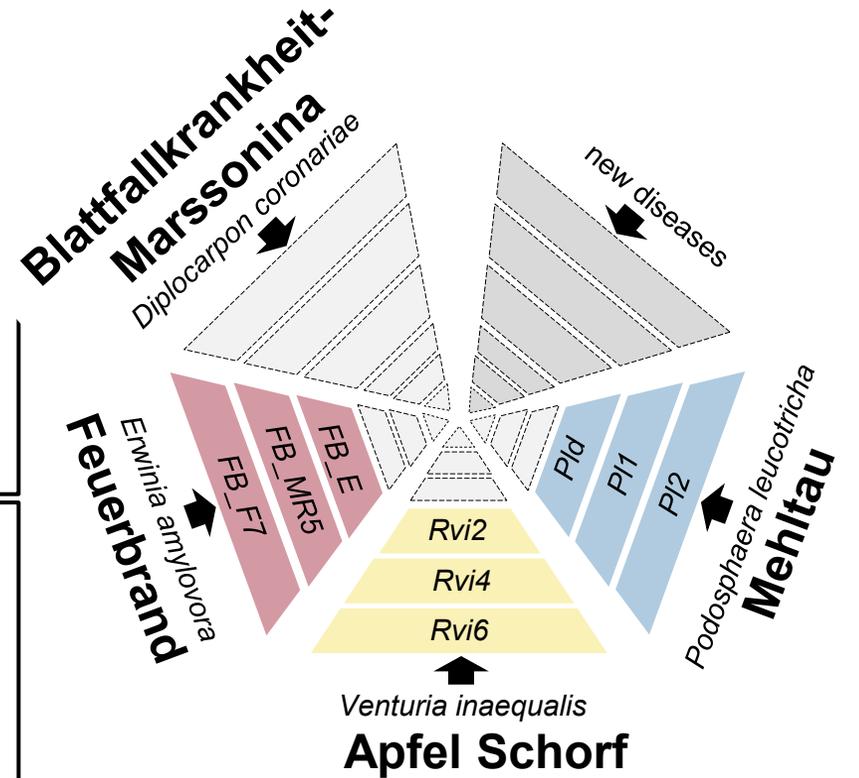


Molekulare Selektion

- Marker gestützte Selektion
- Genomische Selektion (Zukunft?)



Züchtungsforschung



➔ Dauerhafte Resistenz gegen Krankheiten und Schädlinge



Fakt ist jedoch, dass der Wissenstand nicht bei allen Schaderregern gleich ist...



Blatt- & Fruchtschorf
Venturia inaequalis

Mehltau
Podosphaera leucotricha

Feuerbrand
Erwinia amylovora



**diverse
Blattläuse**



Obstbaumkrebs
Neonectria galligena



Blattfallkrankheit
Diplocarpon coronariae



**diverse
Schädlinge**



**diverse
Lagerkrankheiten**



... und viele mehr...



... und das neue resistente Sorten nicht von heute auf morgen vom Himmel fallen...

ca. 95 Jahre

ca. 70 Jahre



Thomas Andrew Knight
Britischer Botaniker und Pomologe

Nachweis von Feldimmunität in *Malus* Wildtypen (*M. floribunda* 821 und *M. atrosanguinea* 804/240-57)



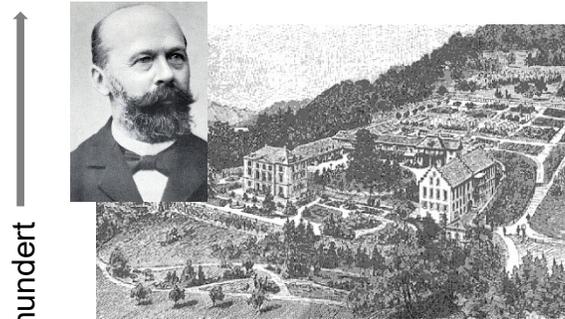
Erste Vf/Rvi6-schorffreistente Apfelsorte "Prima" aus dem kooperativen Züchtungsprogramm PRI, U.S.A.



Prof. Dr. Cesare Gessler
ETH Zürich + Team + internationale Projekte
Entwicklung von molekularen Markern und deren Anwendung in der Züchtung



1998 Herausgabe Topaz, bis heute eine der erfolgreichsten Vf/Rvi6-schorffreistente Sorten



Gründung der Schweizerischen Versuchsanstalt für Obst- / Wein- und Gartenbau in Wädenswil, erster Direktor Hermann Müller-Thurgau



Erste Kreuzungen mit der Quelle der Vf/Rvi6-Schorffreistenz von *M. floribunda* 821 an der Universität von Illinois, U.S.A.



Beginn der systematischen Apfelmzüchtung durch Prof. Fritz Kobel



Dr. Markus Kellerhals
Start der Resistenzzüchtung in der Schweiz



Erste Vf/Rvi6-schorffreistente Sorte "Ariwa" aus dem Schweizer Apfelmzüchtungsprogramm

Anfangs 19. Jahrhundert

1890

Anfangs 20. Jahrhundert

1914

1939

1970

1984

Anfang 1990

1996

1998

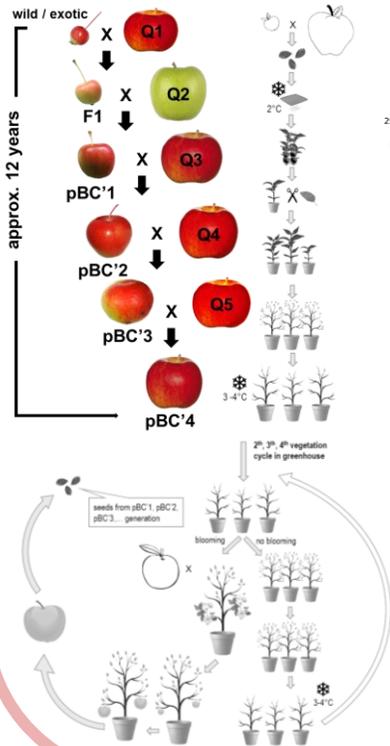


Neue Züchtungsmethoden als Lösung?

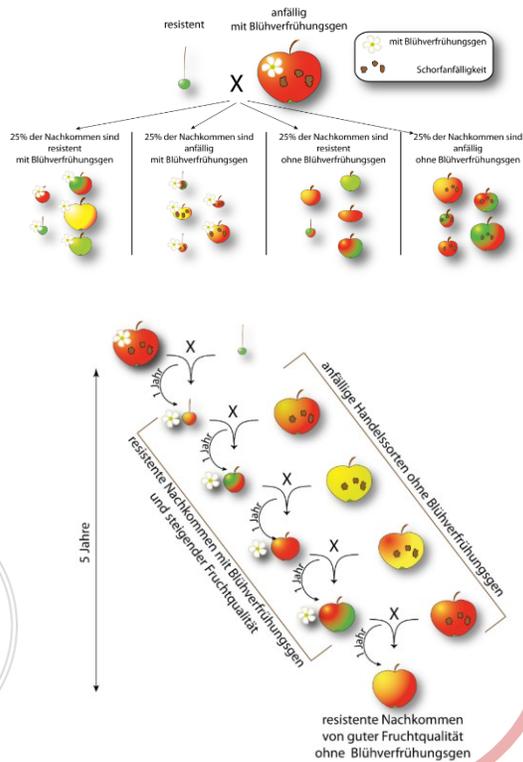
Generationsbeschleunigung «Speed Breeding»

Beschleunigte Einkreuzung von Resistenzen aus Wildäpfeln in eine neue Apfelsorten durch Verkürzung der Juvenilität

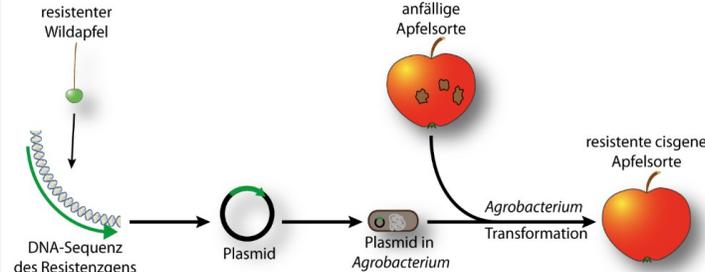
«Fast Track»



Early Flowering



Cisgenese

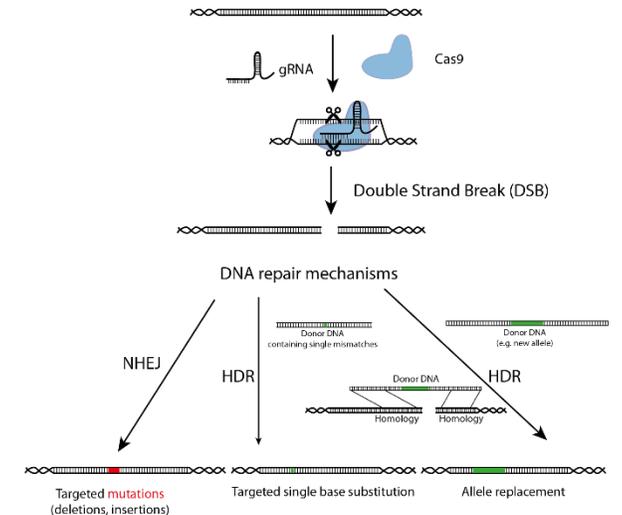


Cisgene Pflanzen sind gentechnisch modifizierte Pflanzen, die am Ende des Prozesses ein oder mehrere Gene aus kreuzbaren Organismen enthalten.

D.h. beim Apfel kann man nur Apfelgene einschleusen/einbauen.

Die restlichen Sorteneigenschaften bleiben dabei +/- unverändert.

Genomeditierung



Verfahren zur gezielten Veränderung von Erbinformation in lebenden Pflanzenzellen.

Die restlichen Sorteneigenschaften bleiben dabei +/- unverändert.



Herausforderungen in der Züchtung



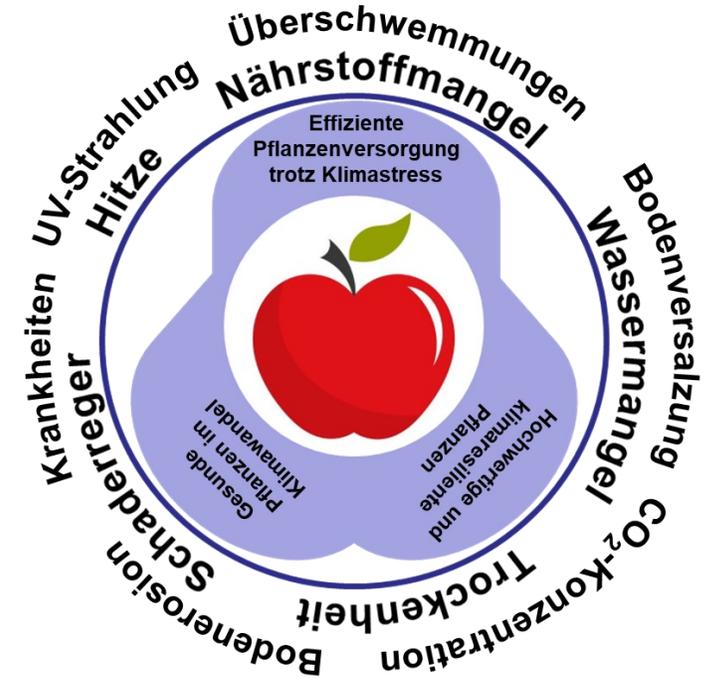


Züchtung von klimaangepassten Sorten

- Forderung nach widerstandsfähigen Sorten...
 - Widerstandsfähig gegen... ?
- Der Klimawandel führt zur Erwärmung der Erde...
 - Trockenheitsresistenz? Hitzetoleranz? Low-Chill? ...
- Der Klimawandel führt zur Häufung von Extremereignissen...
 - trockenheits- oder überschwemmungsresistente Sorten? Frosttoleranz? ...
- Sorten mit einer kurzen Regenerationszeit?
- Sorten mit einer erhöhten Effizienz in der Nutzung der eingesetzten Ressourcen?
- Sorten mit einer hohen Ertrags- und Qualitätsstabilität?
- Sorten mit einer erhöhten Toleranz oder Resistenz?
- Adaption an neue Produktionssysteme?



Früher oder später wird der Klimawandel zu Veränderung / Verschiebung der Vegetationsperiode und der Anbauregionen führen.





Einfluss des Klimawandels auf die Phänologie

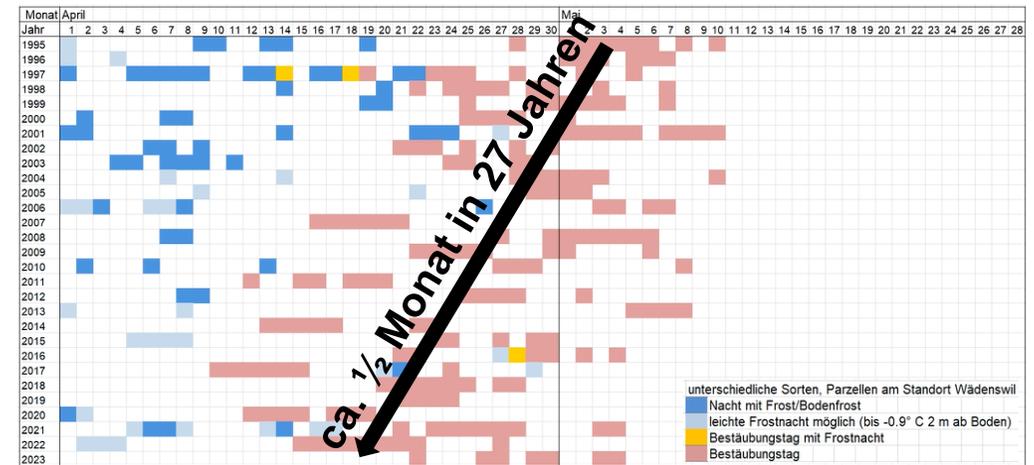
Die Phänologie → Trend zur früheren Blüte

- Negative Folgen des frühen Blühzeitpunkts
 - Zusammentreffen von Spätfrostereignissen und hoch empfindlichen frühen Entwicklungsstadien der Blüten und Früchte
- Durch die höheren Temperaturen im Winter → **Kältebedürfnis nicht erfüllt**
- Durch die höheren Temperaturen im Frühling → **Wärmebedürfnis zu früh erfüllt**

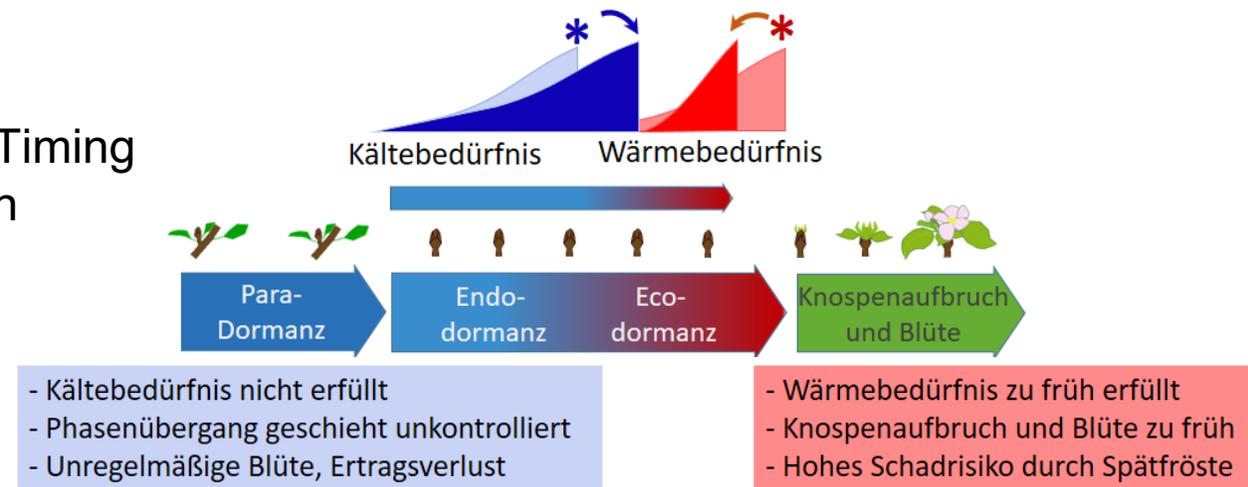
⇒ Identifizierung von Regionen im Genom, welche das Timing der Dormanz und des Knospenaufbruchs kontrollieren

⇒ Grundlagen für eine effiziente Züchtung von Apfelsorten mit geringerem Risiko für Ertragseinbussen bei Spätfrostereignissen

Zeitpunkt der Bestäubung in der Apfelzüchtung: 1995 bis 2023 Standort Wädenswil



Quelle: Agroscope



Quelle: Janne Lempé, www.julius-kuehn.de



Resilienz – versus robuste Sorten

- **Resilienz (Ökologie):** Ist die Fähigkeit eines Ökosystems sein Zustand trotz der Einwirkung von Stress/eines Schocks zu bewahren. *(Crawford Stanley Holling, 1973)*



Resilienz bezieht sich also immer auf ein System, nicht auf eine einzelne Sorte.

In der Landwirtschaft sind Systeme gesucht die resilient, stabil und produktiv sind:

- **Resilienz:** Widerstandsfähigkeit eines Anbausystems eine Krise mit möglichst hohen Erträgen zu überstehen
- **Stabilität:** minimale Variabilität der Erträgen in normalen Jahren
- **Produktivität:** hoher Durchschnittsertrag in normalen Jahren
(Picasso et al. 2019, crop science, vol. 59)
 - **Stabilität** und **Resilienz** korrelieren stark mit dem Standort → angepasste Sortenwahl
 - **Produktivität** kann negativ mit der **Resilienz** gekoppelt sein
 - **Krankheitsresistenz** ist ein Teilfaktor der **Resilienz** und stark vom vorherrschenden **Krankheitsdruck** abhängig



Sorten-Diversität kann zu einer erhöhten Resilienz eines Agrarsystems beitragen, indem sie den externen Stress/Schock abfedert. *(Snyder et al. 2020, frontiers in sustainable food systems, vol. 4)*



Danke für Ihre Aufmerksamkeit

Simone Bühlmann-Schütz & Team
 simone.buehlmann-schuetz@agroscope.admin.ch

Agroscope gutes Essen, gesunde Umwelt
 www.agroscope.admin.ch



An
APPLE
 a day keeps
 the doctor away

