



# Nutzung von Wildapfelgenetik in der Apfelzüchtung bei AGROSCOPE

**Simone Bühlmann-Schütz & Team**

SKEK 2025 - Lyss



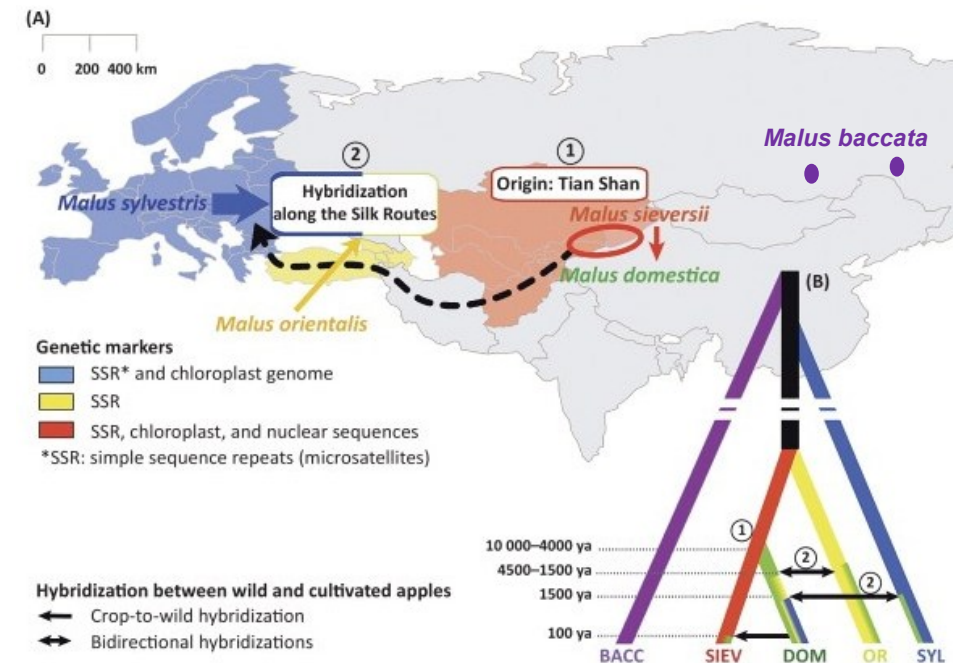
# Die Geschichte des Kulturapfels

- Das **genetische Zentrum** (Center of Diversity) des heutigen Kulturapfels (*Malus × domestica*) liegt ursprünglich im **Tian-Shan-Gebiet in Zentralasien**. Die dortigen Obstwälder sind etwa 10 bis 12 Millionen Jahre alt.
- Von diesem Ursprungsort aus wurde der Apfel vor Tausenden von Jahren entlang der **Seidenstraße** durch **Menschen und Tiere** nach **Europa** verbreitet.



Quelle: South Tyrol Apple Consortium, 2022

- Das Apfelgenom von *Malus × domestica* setzt sich größtenteils aus den Genomen dreier Wildarten zusammen: dem zentralasiatischen *Malus sieversii*, dem aus dem Orient stammenden *Malus orientalis* sowie dem europäischen Holzapfel *Malus sylvestris*.



Quelle: Cornille *et al.* 2014



# Gattung *Malus*

Familie: ***Rosaceae***  
(Rosengewächse)  
Unterfamilie: ***Spiraeoideae***  
Tribus: ***Pyreae***  
Untertribus: ***Pyrinae*** (Kernobst)  
Gattung: ***Malus***  
Art: ***Malus domestica***  
***Malus sieversii***  
***Malus orientalis***  
***Malus sylvestris***  
***Malus baccata***  
.....

➔ 25 bis 50 Arten einschliesslich diverser Hybriden und Zierformen

➔ **grosse züchterisch nutzbare Diversität**

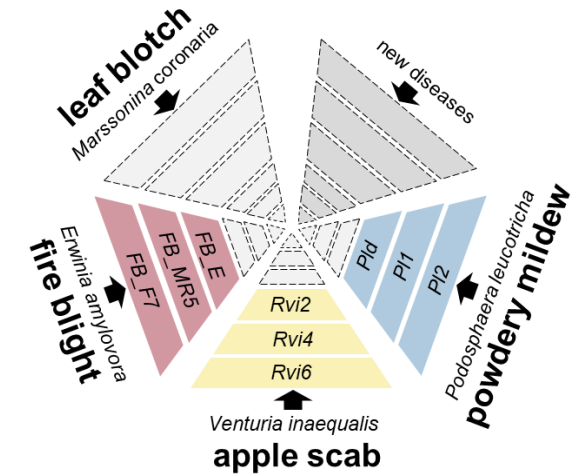


Quelle: Ashley Adamant  
Published Sep 01, 2024



# Zuchtziele und Resistenzzüchtung

- Homogene, gute Fruchtqualität
- Stabile Produktivität und hohe Erträge
- Gute Lagerfähigkeit und Haltbarkeit im Shelf-Life
- **Resistenz / Toleranz gegenüber Krankheiten und Schädlingen**



- Verwandte Wildarten mit **monogener/qualitativer Resistenz**
- Alte Sorten mit einem hohen Niveau an Robustheit («quantitativ oder qualitativ»)

- Moderne Sorten oder Zuchtklone mit einem hohen Niveau an Robustheit («quantitativ oder qualitativ»)
- Stetige Integration der neusten Erkenntnisse aus der Züchtungsforschung

## pyramidisiert / stacked

R-Gene gegen die gleiche Krankheit / Schädling

## kombiniert

R-Gene gegen verschiedene Krankheiten / Schädlinge

## Phänotypisierung

Künstliche Inokulation im

- Labor
- Gewächshaus
- Feld

Bonitur im Feld

- mit PSM
- ohne PSM

## Genotypisierung

Molekulare Marker

- SSR or SCAR Marker
- SNP (single nucleotide polymorphism)

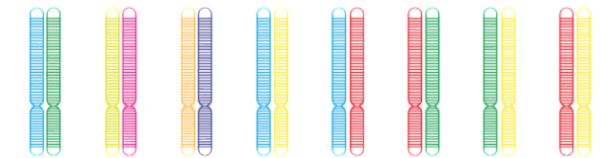
Genomische Selektion

- SNP array

(Infinium® 20K SNP array or Affymetrix Axiom® Apple 480K SNP array)



versus



Weltweit vernetzt



# Resistenzzüchtung - Apfelschorf

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-schorffreistene 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-schorffreistene Sorten

Anfangs 19. Jahrhundert

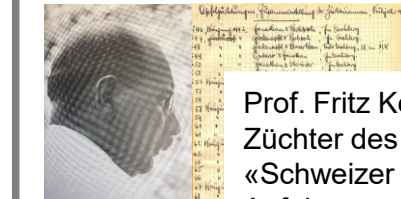


Gründung der Schweizerischen  
Versuchsanstalt für Obst- / Wein-  
und Gartenbau in Wädenswil, erster  
Direktor Hermann Müller-Thurgau  
→ 1892 Beginn der systematischen  
Kreuzungen von Obstsorten

1890

Anfangs 20. Jahrhundert

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



Prof. Fritz Kobel  
Züchter des  
«Schweizer Orangen  
Apfels»

1914

1939

1970



Dr. Markus Kellerhals  
Start der Resistenzzüchtung in  
der Schweiz

1984

Anfang 1990

1996

1998



Erste Vf/Rvi6-schorffreistene  
Sorte "Ariwa" aus dem  
Schweizer Apfelmehrprogramm



# Hauptkrankheiten beim Apfel in unserer Region

**Robustheit / Teilresistenz:** Genetische Ressourcen & moderne Sorten

**Hauptresistenz (monogen):** Hauptsächlich Wildäpfel & diverses Zuchtklone



**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...**

# Selektion der Nachkommen

## Phänotypische Selektion



- Screening im Gewächshaus
- Selektion in der Topfanlage
- Bonitur im Feld
- Degustation von Fruchtmustern
- Kalibration und Analytik
- Lagerversuche
- Sensorik Panel
- Konsumententest
- Nationales und internationales Testnetzwerk

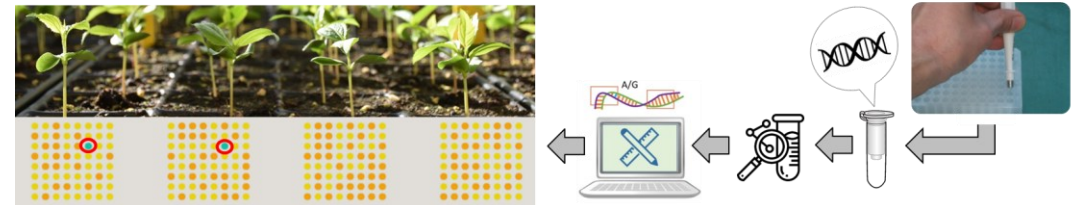
## Marker gestützte Selektion

Möglich für bekannte monogene/qualitativ oder quantitativ (QTL) Resistenzgene...

- Schorfresistenz
- Mehltairesistenz
- Feuerbrandresistenz
- ...

...und gewisse Fruchtqualitätsmerkmale (qualitativ oder quantitativ)

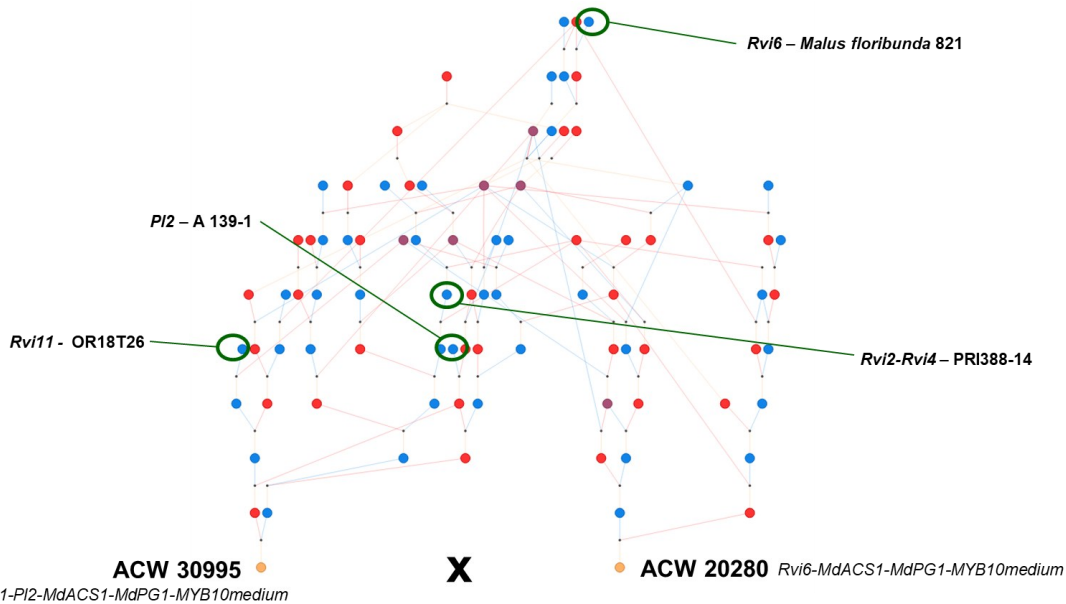
- Anteil rote Deckfarbe
- Reifezeitpunkt
- ...



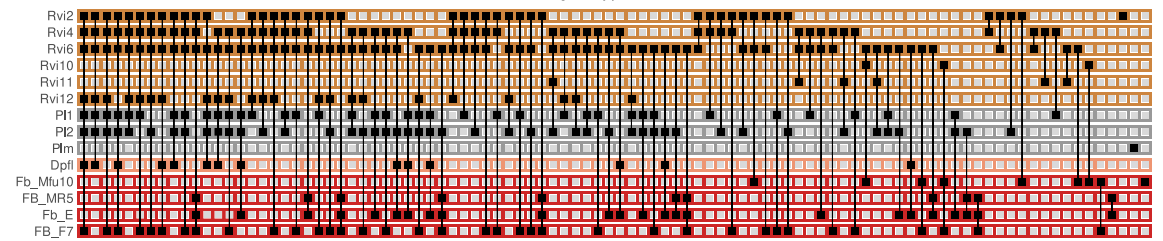
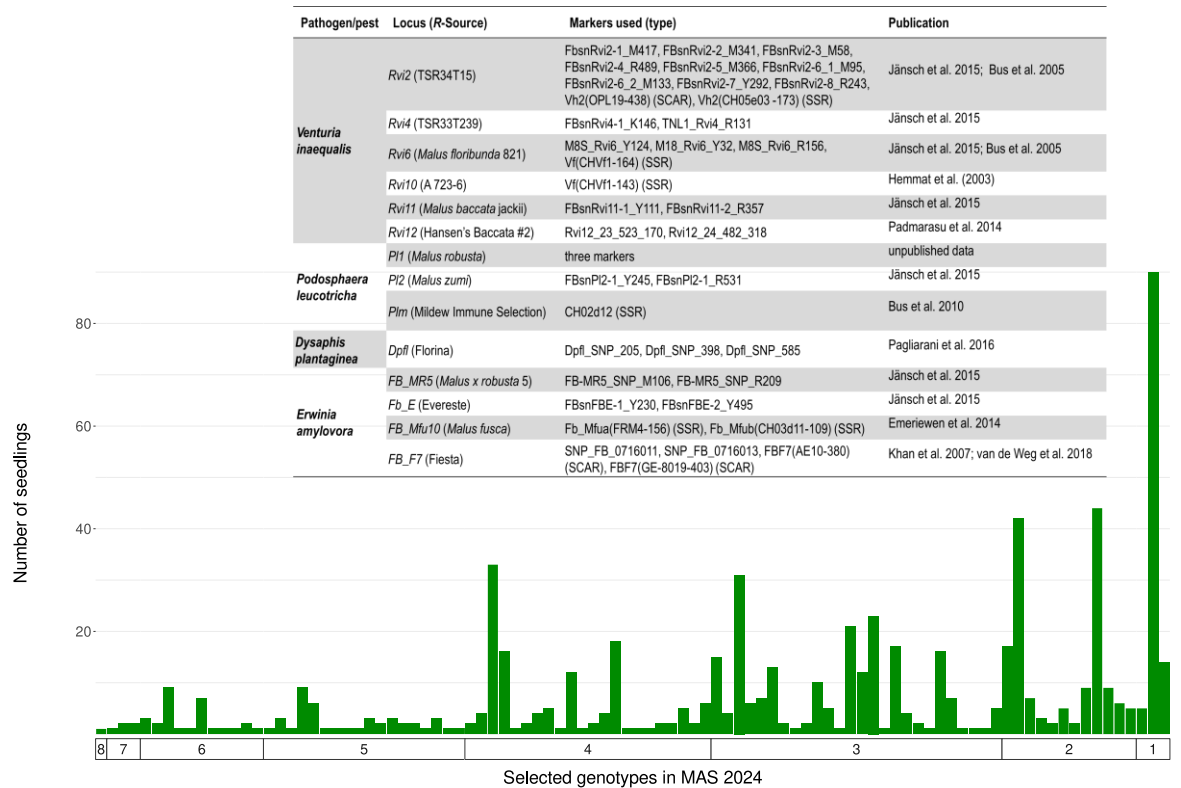


# Marker gestützte Selektion

## Abstammung / Resistenzquellen



## Selektion der Nachkommen



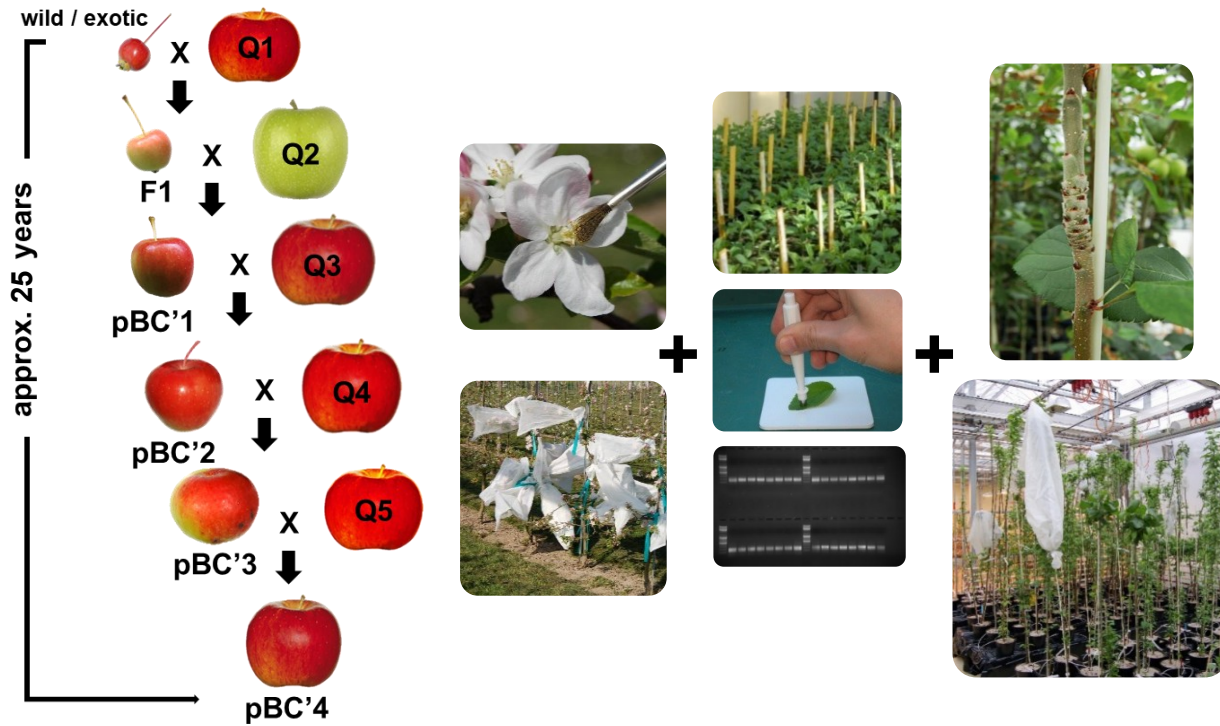
- scab
- powdery mildew
- aphids
- fire blight





# Generationsbeschleunigung «Low Input Fast-Track» (LIFT)

## Klassisch im Feld



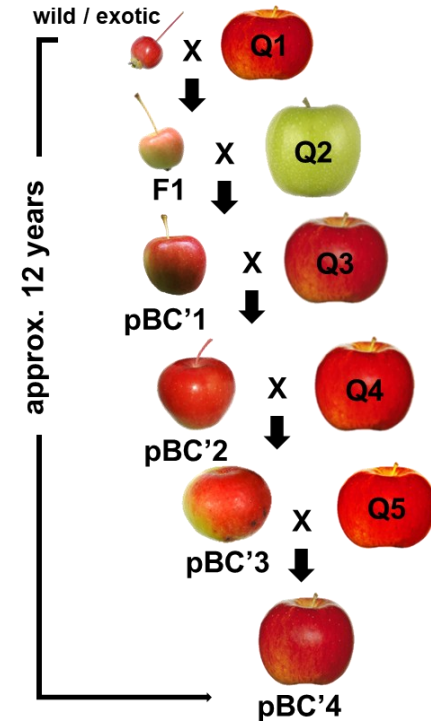
klassische Züchtung  
starke Resistenz aus  
Wildäpfeln oder  
exotischem Material

Markergestützte Selektion  
kontrollierte Bedingungen  
im Gewächshaus

Künstliche Winterruhe im  
Kühlraum

bei Agroscope beim Apfel  
seit 2008 in Anwendung

## «Fast-Track»



➔ Verkürzung der Generationszeit von  
4 bis 5 Jahre ➔ ca. 2.5 Jahre  
im Feld im Gewächshaus

# «Low Input Fast-Track»



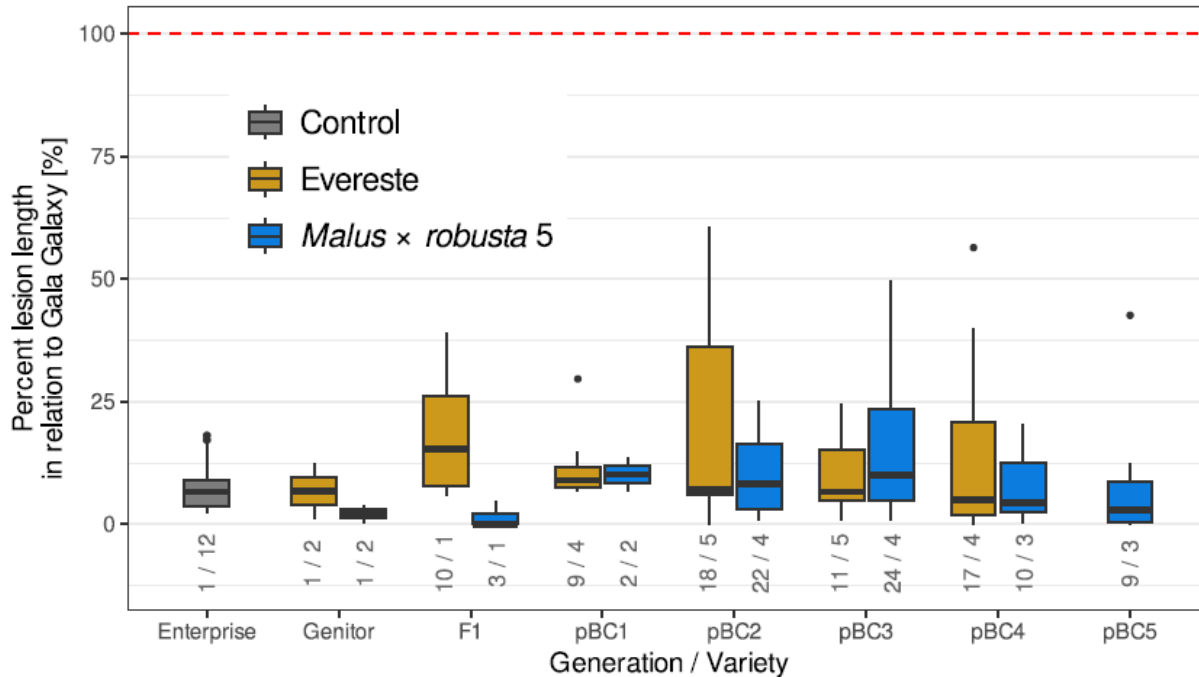
➔ Low input fast-track (LIFT): an approach for fast introgression and stacking of (*R*-)genes into advanced apple selections - <https://doi.org/10.1007/s00425-025-04780-4>



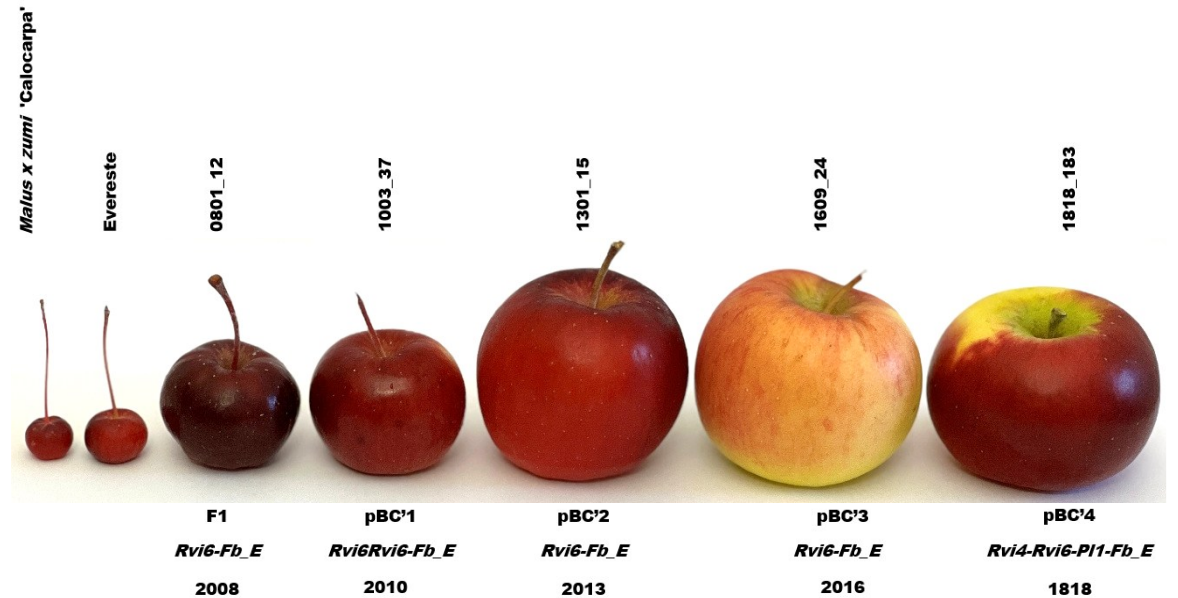
# Generationsbeschleunigung «LIFT»

- «Evereste» (*Fb\_E*)  
2023 pBC'5 (1. Kreuzung 2008)
- *Malus x robusta 5* (*FB\_MR5*)  
2022 pBC'6 (1. Kreuzung 2008)
- «Evereste» (*Fb\_E*) + *Malus x robusta 5* (*FB\_MR5*)  
2024 pBC'6 *FB\_MR5* + pBC'6 *Fb\_E* + *Rvi\_* + *PI\_*
- *Malus fusca* (*Fb\_Mfu10*)  
2024 pBC'3 *Fb\_Mfu10* (1. Kreuzung 2014)

## Anfälligkeit in der Feuerbrandtriebtestung



## Steigerung der Fruchtgrösse und Qualität





**Thank you for your attention**

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



**Agroscope** good food, healthy environment  
 www.agroscope.admin.ch



An  
**APPLE**  
 a day keeps  
 the doctor away





# Wollt Sie mehr über die Obstzüchtung bei Agroscope erfahren, dann...

- SRF Einstein «Mit Gentechnik zu nachhaltigeren Äpfeln?»  
Mit Gentechnik zu nachhaltigeren Äpfeln?



- Tages Anzeiger «Sie weiss, was den perfekten Apfel ausmacht»  
«Sie weiss, was den perfekten Apfel ausmacht»

- Website

<https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/themen/pflanzenbau/pflanzenzuechtung/obst.html>

- Comparison between artificial fire blight shoot and flower inoculations in apple

<https://doi.org/10.1007/s42161-023-01550-7>

- Low input fast-track (LIFT): an approach for fast introgression and stacking of (*R*-)genes into advanced apple selections

<https://doi.org/10.1007/s00425-025-04780-4>