



# Klassische Resistenz- züchtung beim Apfel mittels modernster Technik



**Simone Bühlmann-Schütz & Team**



# Obstzüchtung bei AGROSCOPE



## Obstzüchtung

## Sortenprüfung Obst



Leitung FG  
«Obstzüchtung»  
Andrea Patocchi

Simone Bühlmann-Schütz



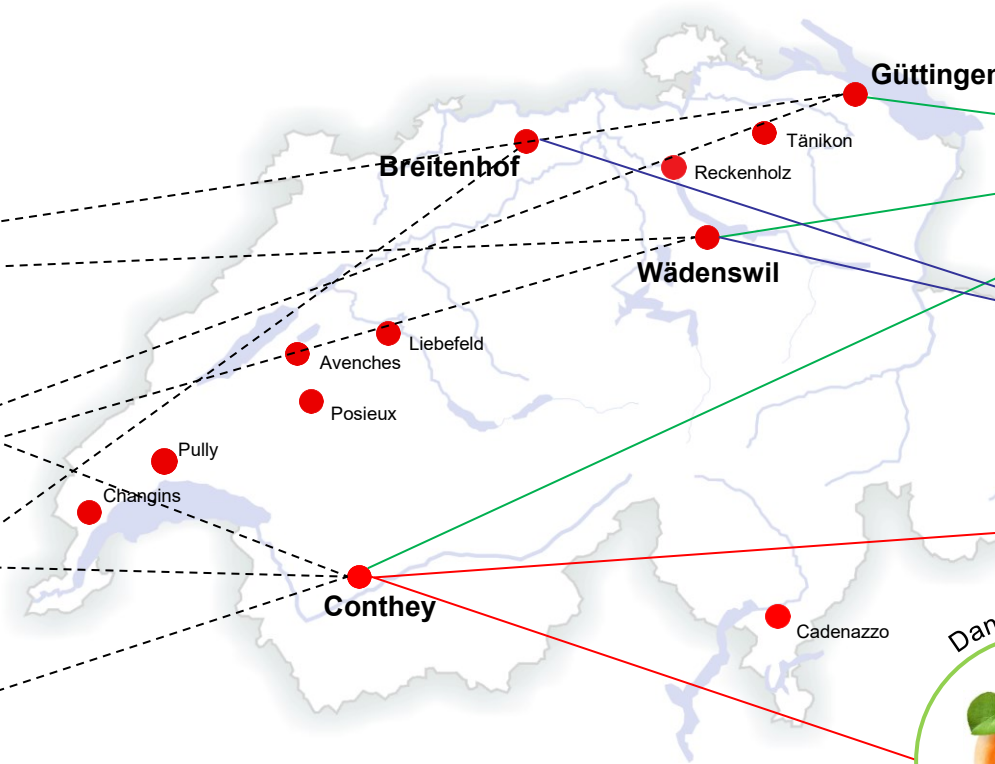
Damien Tschopp



Danilo Christen



Leitung FG «Obstkulturen im Alpenraum»



Samuel Cia



Moritz Köhle



Louis Sutter



Danilo Christen





# Zuchtziele und Herausforderungen in der Züchtung





# Hauptkrankheiten beim Apfel in unserer Region

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

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



**Blatt- & Fruchtschorf**  
*Venturia inaequalis*

**Mehltau**  
*Podosphaera leucotricha*

**Feuerbrand**  
*Erwinia amylovora*



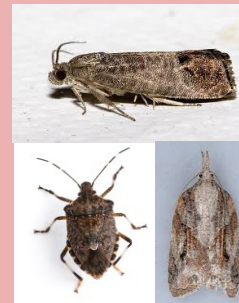
**diverse  
Blattläuse**



**Obstbaumkrebs**  
*Neonectria galligena*



**Blattfallkrankheit**  
*Diplocarpon coronariae*



**diverse  
Schädlinge**



**diverse  
Lagerkrankheiten**



**... und viele mehr...**



# Resistenzzüchtung – damals Bsp. 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-schorffreieste Apfelsorte  
"Prima" aus dem kooperativen  
Züchtungsprogramm PRI, U.S.A.

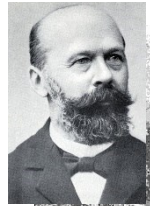


Prof. Dr. Cesare Gessler  
ETH Zürich + Team +  
internationale Projekte  
Entwicklung von  
molekularen Markern und  
deren Anwendung in der  
Züchtung



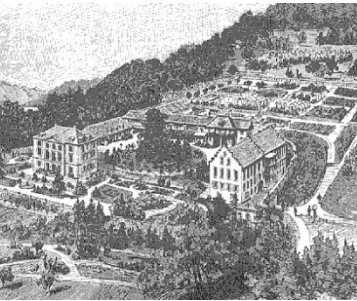
1998 Herausgabe Topaz, bis  
heute eine der erfolgreichsten  
Vf/Rvi6-schorffresistente Sorten

Anfangs 19. Jahrhundert



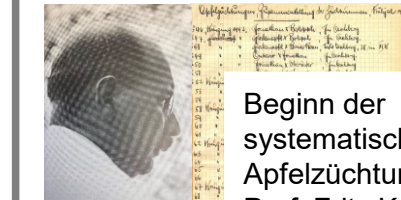
Gründung der Schweizerischen  
Versuchsanstalt für Obst- / Wein- und  
Gartenbau in Wädenswil, erster  
Direktor Hermann Müller-Thurgau

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.



Beginn der  
systematischen  
Apfelzüchtung durch  
Prof. Fritz Kobel

1914

1939

1970



Dr. Markus Kellerhals  
Start der Resistenzzüchtung in  
der Schweiz

1984

Anfang 1990

1996

1998



Erste Vf/Rvi6-schorffresistente  
Sorte "Ariwa" aus dem  
Schweizer Apfelmzüchtprogramm



# Resistenzzüchtung – heute

- Hauptresistenz
- Teilresistenz
- Teilresistenz + Hauptresistenz

## pyramidiert

gegen den gleichen Krankheitserreger

## kombiniert

gegen verschiedene Krankheiten

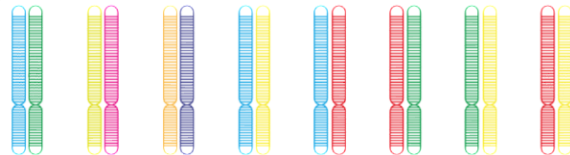
## Phänotypisierung

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

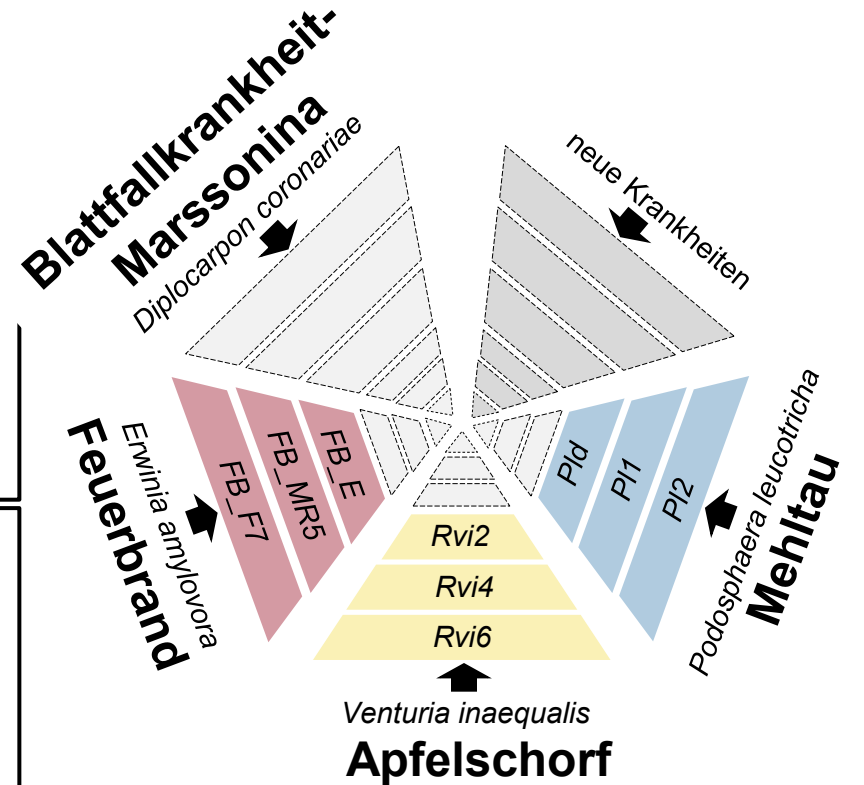


## Molekulare Selektion

- Markergestützte Selektion
- Genomische Selektion (Zukunft?)



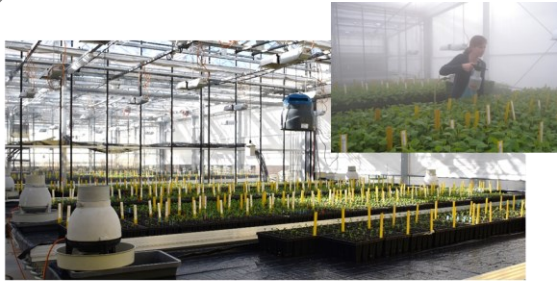
## Züchtungsforschung



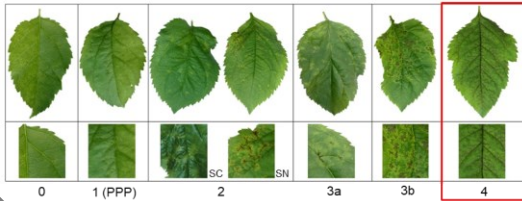
➔ Dauerhafte Resistenz gegen Krankheiten und Schädlinge



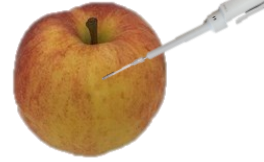
# Krankheitstests – künstliche Inokulation



## Apfelschorf



→ Suche nach möglichen Resistenzquellen



Lentizellenfäulnis  
(*Neofabraea* spp.)



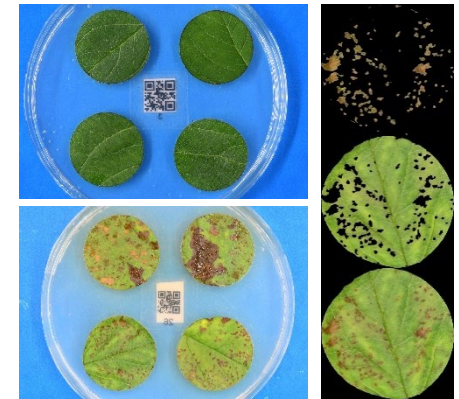
## Triebtestung



## Feuerbrand

## Blütentestung

→ Entwicklung eines Tests und Suche nach möglichen Resistenzquellen



Marssonina Blattfallkrankheit  
(*Diplocarpon coronariae*)



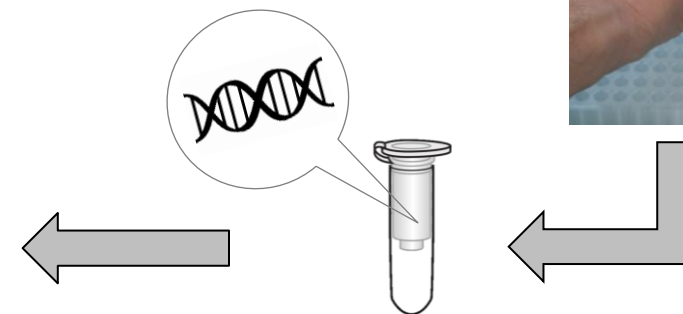
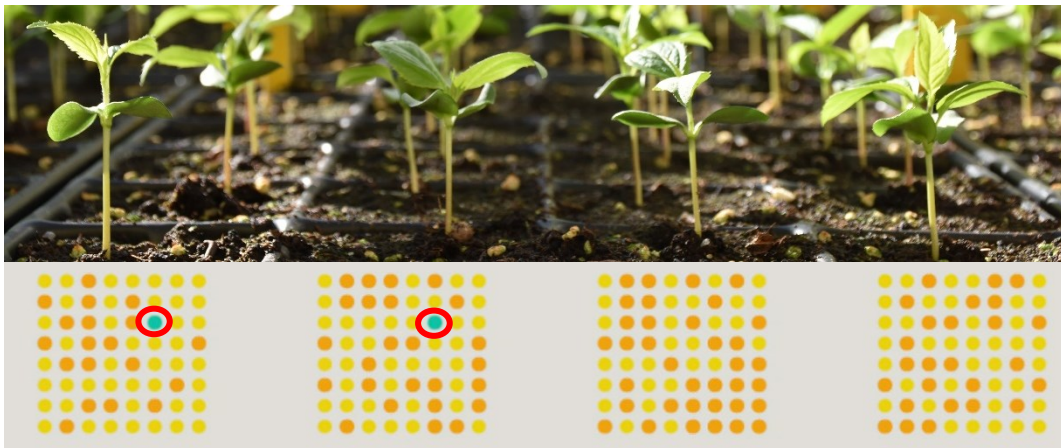
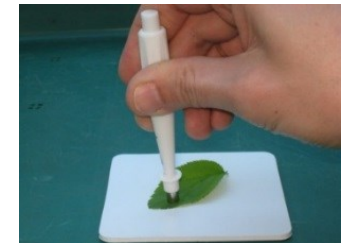
# Markergestützte Selektion (MAS)

Möglich für bekannte Haupt- und / oder Teilresistenz

- Schorf
- Mehltau
- Feuerbrand
- ...

... und einige Qualitätsmerkmale

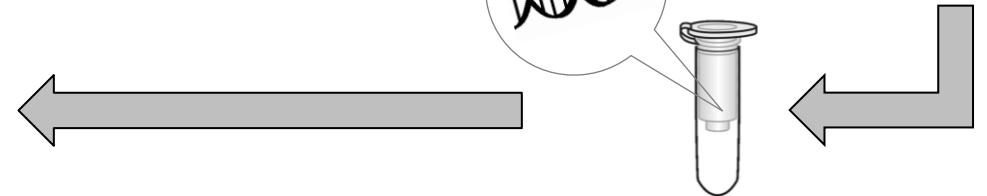
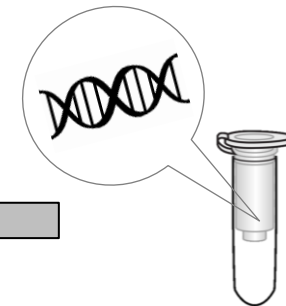
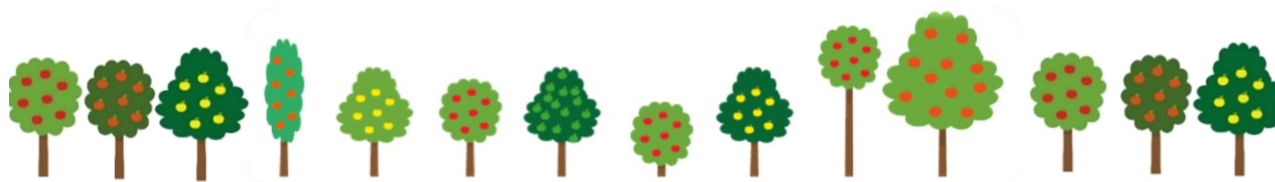
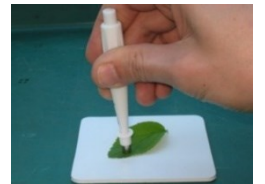
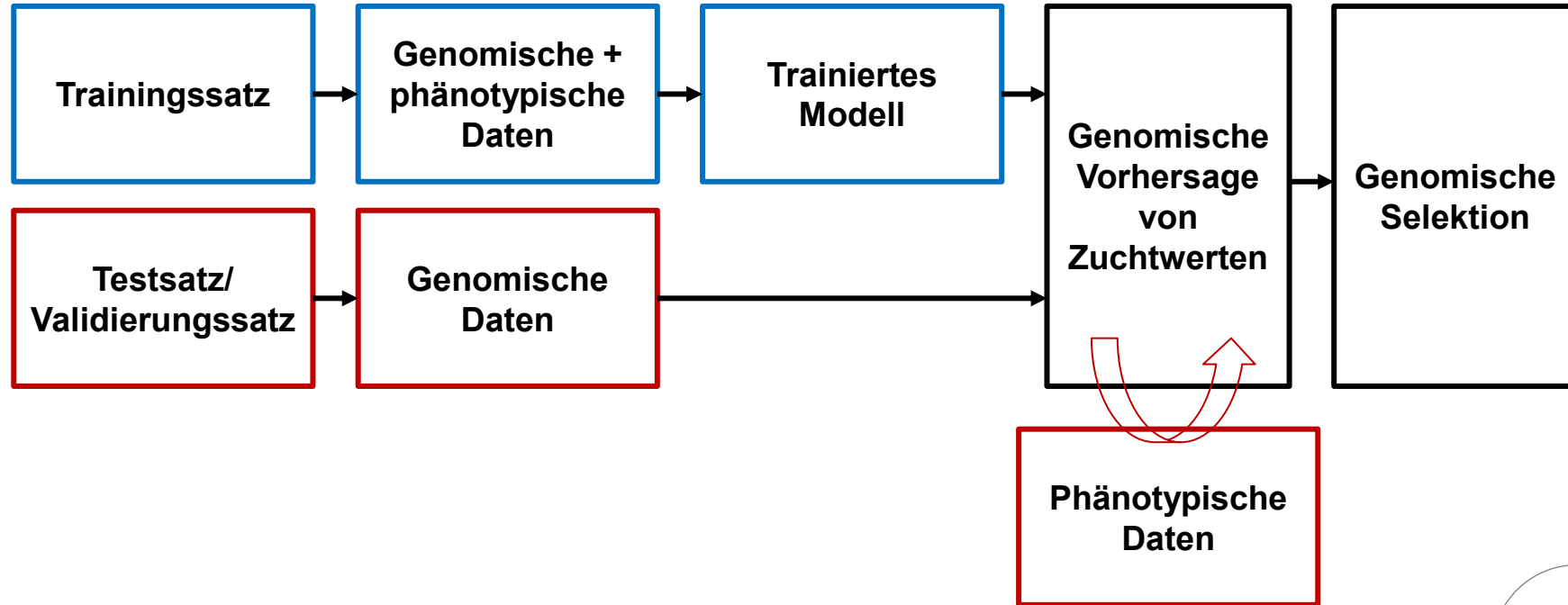
- Anteil roter Deckfarbe
- Erntezeitpunkt
- ...







# Entwicklung der genomischen Selektion (GS)



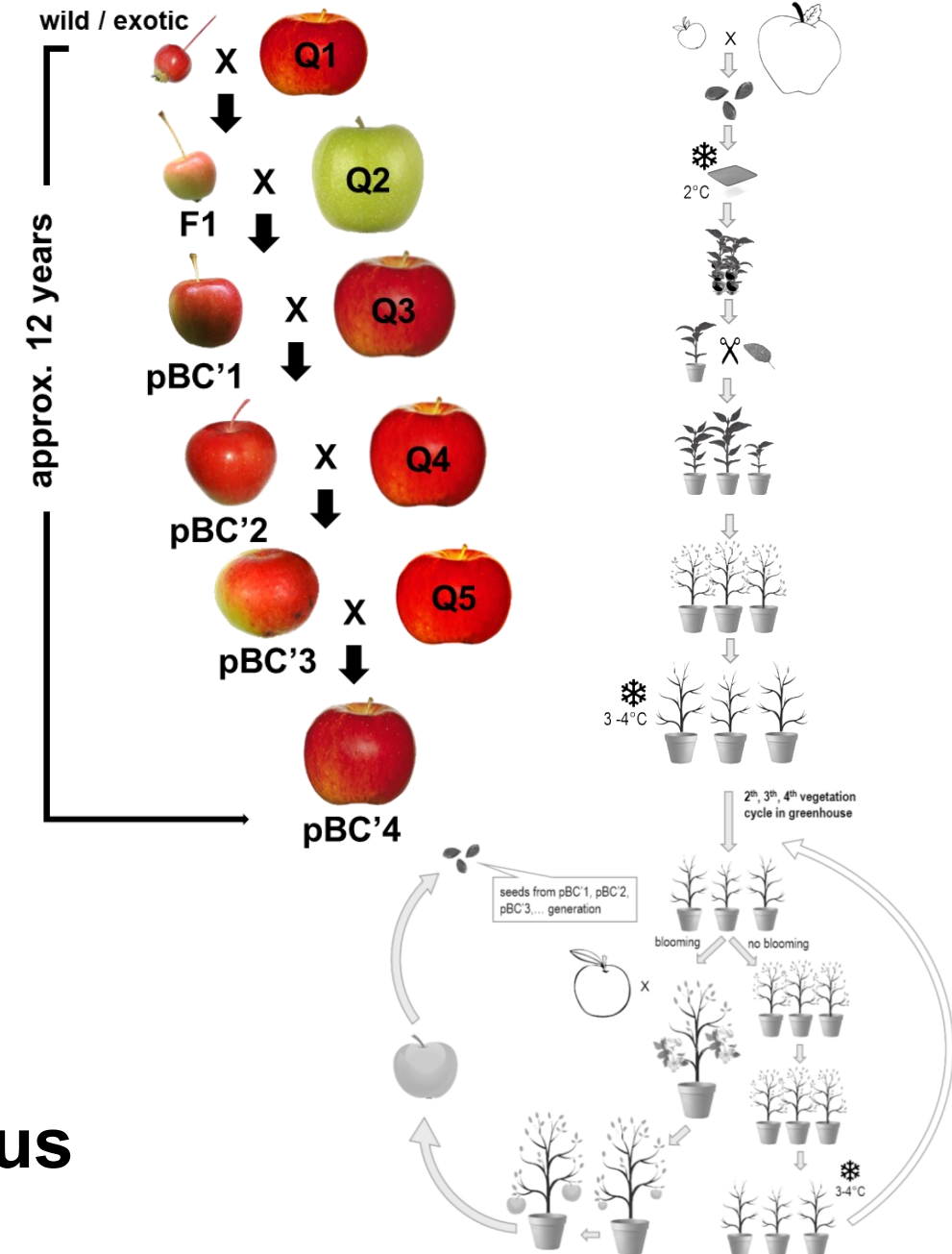


# Generationsbeschleunigung «Fast Track»

- MAS für bekanntes Resistenzgen aus Wildäpfeln oder anderen *R*-Quelle
- spezifische Kulturführung im Gewächshaus
- künstliche Winterruhe im Kühlraum ca. 3-4°C
- ohne den Einsatz von Gentechnik

➔ Verkürzung der Generationszeit von

**4 bis 5 Jahre im Feld** ➔ **ca. 2.5 Jahre im Gewächshaus**





# Lagerversuche und Verkostungen

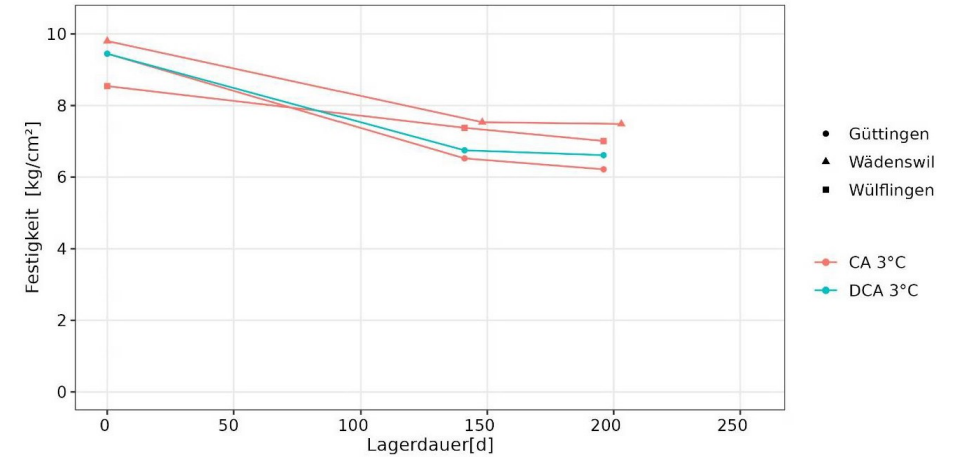
## ■ Tast- und Exaktlagerversuche (Kühlager, CA-Lager, DCA-Lager)

Standort	Erntedatum	Zucker [°Brix]	Festigkeit [kg/m <sup>2</sup> ]	Säure [g/l]	Stärke [Streifindex]
Güttingen	04.10.2022	12.94	9.45	7.2	9.57
Wädenswil	04.10.2022	13.53	9.80	9.2	5.88
Wülflingen	10.10.2022	13.22	8.54	6.7	8.16

Güttingen NL 2: 3°C CA



Güttingen NL 2: 3°C DCA



## ■ Verkostungen mit Experten und KonsumentInnen







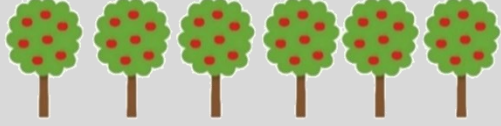
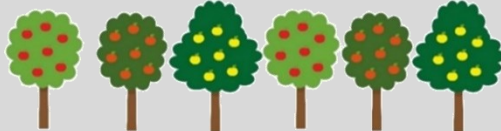
# Strategien für eine dauerhafte Resistenz / Toleranz





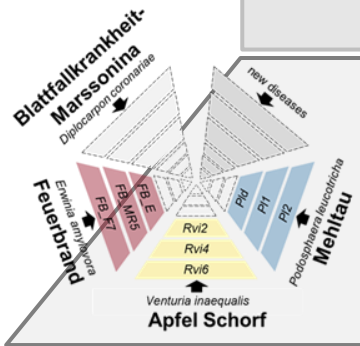


**angepasste  
Pflanzenschutz-  
strategie**

**an Standort  
angepasste  
Kombination von  
Sorten und Anbautechniken**

**Mono- versus Mischkultur**



**Sortenvielfalt / robuste Sorten / Kombination  
von Haupt- und Teilresistenzen**





# Latest Release neue Agroscope Sorten



## Ladina

Kreuzung 1999  
Herausgabe 2012



Topaz x Fuji

- schorfresistent (*Rvi6*)
- feuerbrandtolerant
- reift ca. 1 Woche vor Golden Del.
- mittlere Wuchskraft
- gute und regelmäßige Erträge
- exotisches Aroma
- sehr saftig
- Lagerbarkeit begrenzt

## Mariella

Kreuzung 1982  
Herausgabe 2013



Maigold x Arlet

- Ernte +/- Fuji
- reift ca. 4 bis 5 Wochen nach Golden Del.
- gute und regelmäßige Erträge
- sehr knackig und saftig
- ausgewogener Geschmack
- sehr gute Lagerfähigkeit

## Rustica

Kreuzung 1994  
Herausgabe 2014



La Flamboyante x H 23-10

- schorfresistent (*Rvi6*)
- Ernte +/- Braeburn
- gute und regelmäßige Erträge
- sehr gesunder Baum
- säuerlich
- rustikale Optik
- knackig & saftig

## CH201 – Fred® Iori

Kreuzung 2000  
Herausgabe 2018



Harrow Sweet x Verdi

- reift ca. 10 Tage nach Conference
- gute und regelmäßige Erträge
- knackig / saftig

Kreuzung 1999  
Herausgabe 2023



Topaz x Fuji

- schorfresistent (*Rvi6*)
- reift ca. 3 Wochen nach Golden Del.
- mittlere Wuchskraft
- gute Erträge
- viel rote Deckfarbe
- intensives Aroma
- Lagerbarkeit in Prüfung  
→ bis jetzt unproblematisch

# Mehrfachnutzungssorten

## Sortenschutzanmeldung in der Schweiz im November 2023

- Versuche 2023/24:
  - Sortenreine Cidre
  - Sortenreine Edelbrände
  - Sortenreine getrocknete Apfelringe
  - Sortenreines Apfelmus
- Die ersten kommerziellen Pflanzungen sind ab Herbst 2024 geplant



**ACW 11303**

**super süßer Saft**

robust gegen Mehltau / Feuerbrand

*Rvi6/Vf* Schorfresistenz



**ACW 15097**

**ausgewogener Saft**

robust gegen Mehltau / Feuerbrand

*Rvi6/Vf* Schorfresistenz



**ACW 16426**

**sehr saurer Saft**

robust gegen Feuerbrand / *PI2* Mehltaresistenz

*Rvi2/Vh2* Schorfresistenz



**Agroscope** *VariCom*

Baumschule  
Scherrer



strickhof

Thurgau



**FiBL**

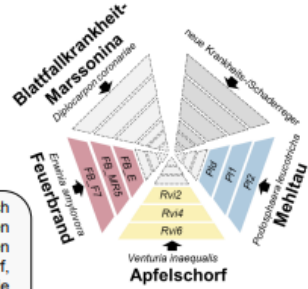


# Klassische Resistenzzüchtung beim Apfel unter Anwendung modernster Methoden

Simone Bühmann-Schütz, Jakob Schlierscher, Marius Hodel, Luzia Lussi und Andrea Patocchi  
Agroscope, Forschungsbereich Pflanzenzüchtung, Schweiz; www.agroscope.ch

## Agroscope - Obstzüchtung

Die Forschungsgruppe Obstzüchtung züchtet neue innovative Sorten, welche die Qualitätsanforderungen der Produktion, der nachgelagerten Stufen und der Konsumenten mit hoher Qualität und Robustheit vereinen. Diese Zuchtziele verfolgt Agroscope gemeinsam mit ihrem Vermarktungspartner in nationalen und internationalen Kooperationen und Forschungsprojekten. Agroscope führt und entwickelt in diesem Rahmen Zuchtprogramme für Apfel, Birne und Aprikose.



- Züchtungsablauf**
- 1. Jahr: Bestäubung
  - Ernte / Entkernen
  - 2. Jahr: Aussaat / Selektion
  - Topfanalage/ Selektion
  - 3. Jahr: Veredelung/ Baumschule
  - 4.-8. Jahr: Baum- & Fruchtbewertung/ Selektion
  - 9.-20. Jahr: Externe Standorte/ Baumvermehrung/ Lagerversuche/ Konsumententests/ Selektion
  - 15.-25. Jahr: neue Sorte

**Dauerhafte Robustheit** wird durch die **Pyramidisierung** von mehreren Resistenzgenen (gegen den gleichen Krankheitserreger, wie Apfelschorf, Mehltau, Feuerbrand) und durch die **Kombination** von mehreren Resistenzgenen gegen verschiedene Krankheiten erzielt.

**Künstliche Inokulation** (Apfelschorf, Feuerbrand, „in Entwicklung“ für Marssonina und Lentizellenfäulnis) im Gewächshaus und/oder Labor für die Selektion und zur Identifikation neuer Resistenzquellen.

**Anwendung von molekularen Markern in der Selektion (MAS)** für bekannte Resistenzgene und Qualitätseigenschaften.

**Etablierung der Genomischen Selektion (GS)** für ausgewählte quantitative Merkmale (z.B. Erntezeitpunkt, Festigkeit, Fruchtgewicht, ...) für eine effiziente und zielgerichtete Selektion.

**Generationsbeschleunigung Fast Track** durch spezifische Kulturführung im Gewächshaus und künstliche Winterruhe im Kühlraum wird die Generationszeit um mehr als die Hälfte verkürzt. Anwendung der Methode in Kombination mit MAS für eine schnellere Einkreuzung von Resistenzen aus Wildäpfeln und exotischem Material.

**Lagerversuche** unter verschiedenen Bedingungen (Kühlager, CA, DCA).

- Ladina**: exotisches Aroma, Rvi6, feuerbrandrobust
- Rustica / Rusticana**: rustikale Frucht, Rvi6, gesunder Baum
- Iori**: schöne Frucht, Rvi6, einzigartiges Aroma

Agroscope – robuste Apfelsorten

SRF Schweizer Radio und Fernsehen  
<https://www.srf.ch/play/einstein/video/mit-gentec...>

## Einstein - Mit Gentechnik zu nachhaltigeren Äpfeln? - Play SRF



Die beliebtesten Äpfel, wie Gala und Golden Delicious, sind anfällig und müssen viel gespritzt werden. Gefragt sind robustere Sorten.

SRF · 26.10.2023





# 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

