



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Wirtschaft,
Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Wie geht moderne Apfelzüchtung?



Simone Bühlmann-Schütz & Team



Obstzüchtung bei AGROSCOPE



Leitung FG
«Obstzüchtung»
Andrea Patocchi



Simone Bühlmann-Schütz



Damien Tschopp

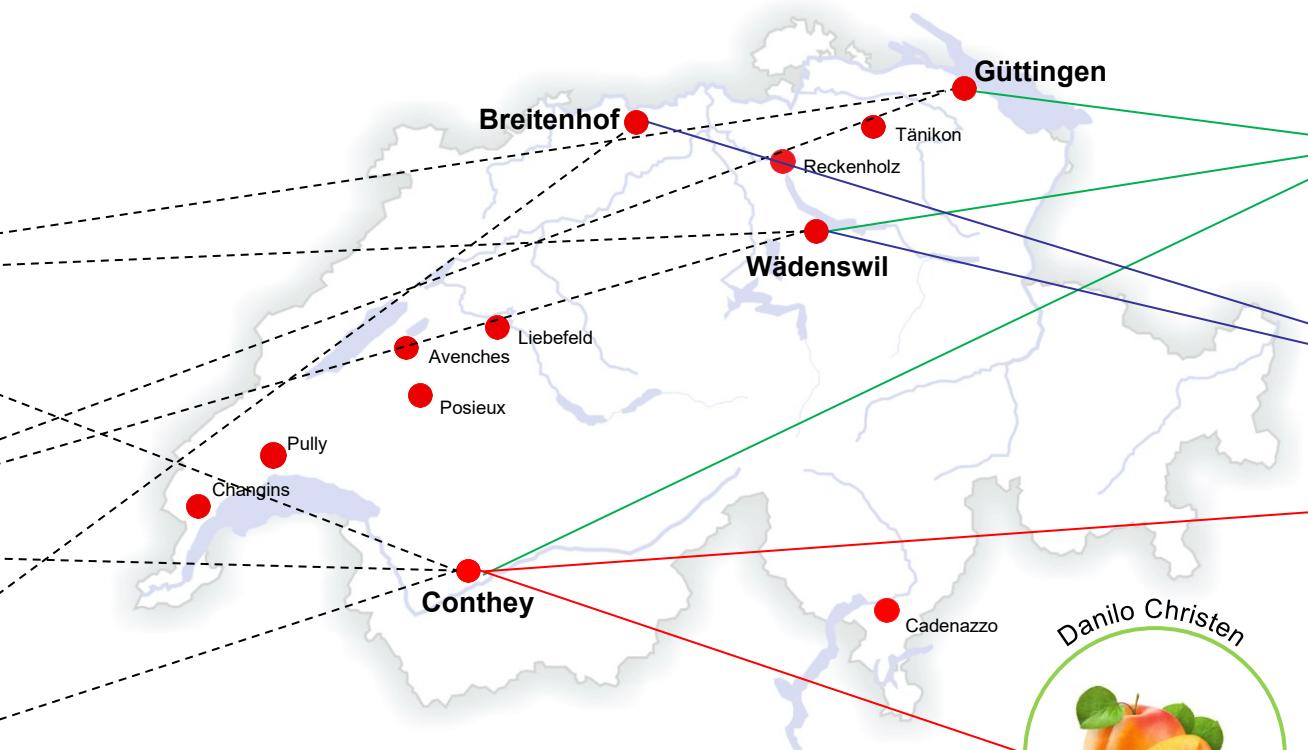


Danilo Christen



Leitung FG «Obstkulturen im Alpenraum»

Obstzüchtung



Sortenprüfung Obst

Samuel Cia



Moritz Köhle



Louis Sutter

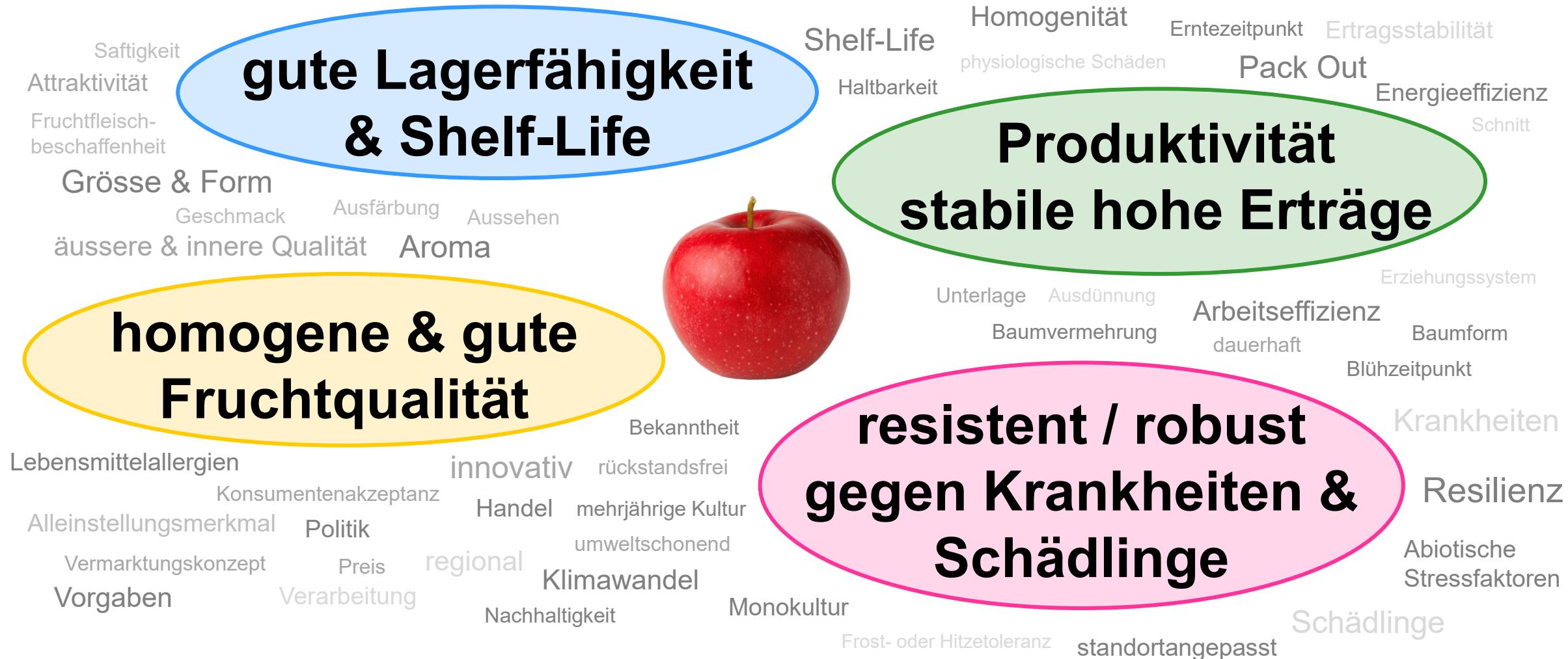


Danilo Christen





Zuchtziele und Herausforderungen in der Züchtung





Resistenzzüchtung

- 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

Phänotypisierung

Künstliche Inokulation im

- Labor
- Gewächshaus
- Feld

Bonitur im Feld

- mit PMS
- ohne PSM

kombiniert

R-Gene gegen verschiedene Krankheiten / Schädlinge

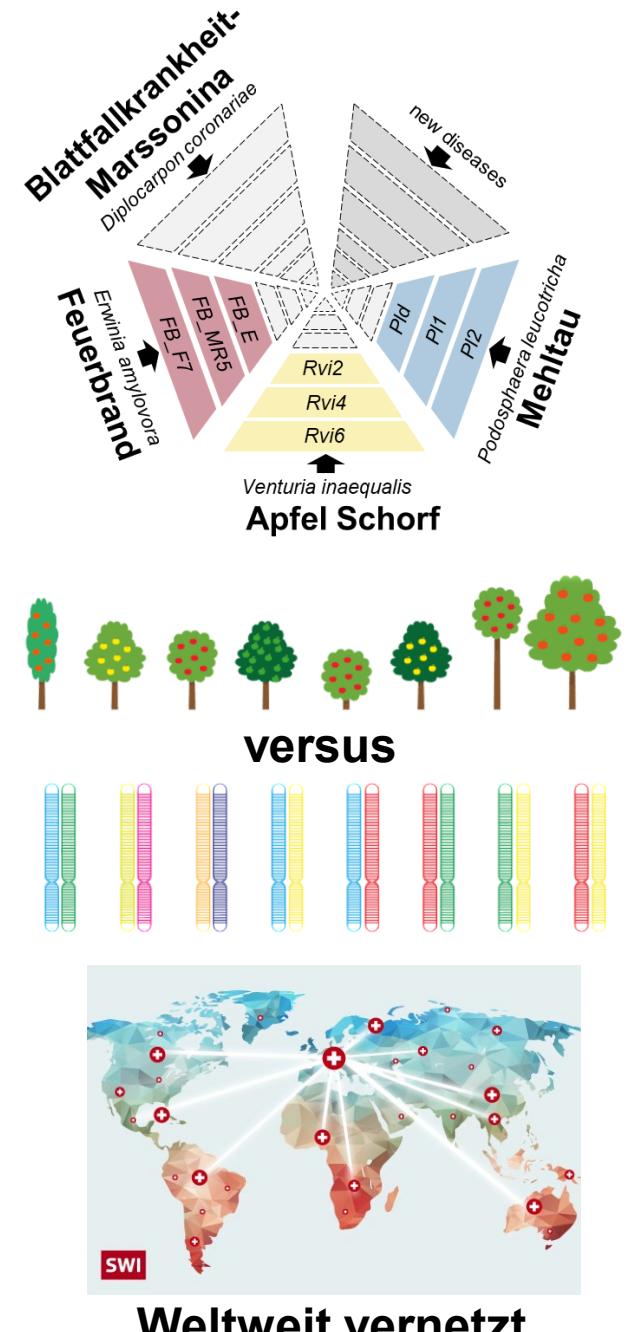
Genotypisierung

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)



Weltweit vernetzt



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**

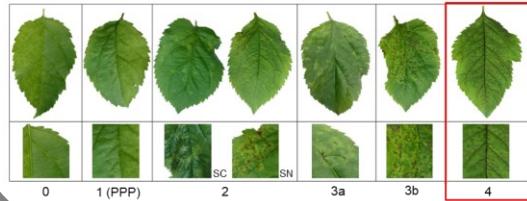


**diverse
Lagerkrankheiten**

... und viele mehr...



Krankheitstests – künstliche Inokulation



Apfelschorf

→ Suche nach möglichen Resistenzquellen



Lentizellenfäulnis (*Neofabraea spp.*)



Triebtestung Feuerbrand Blütentestung

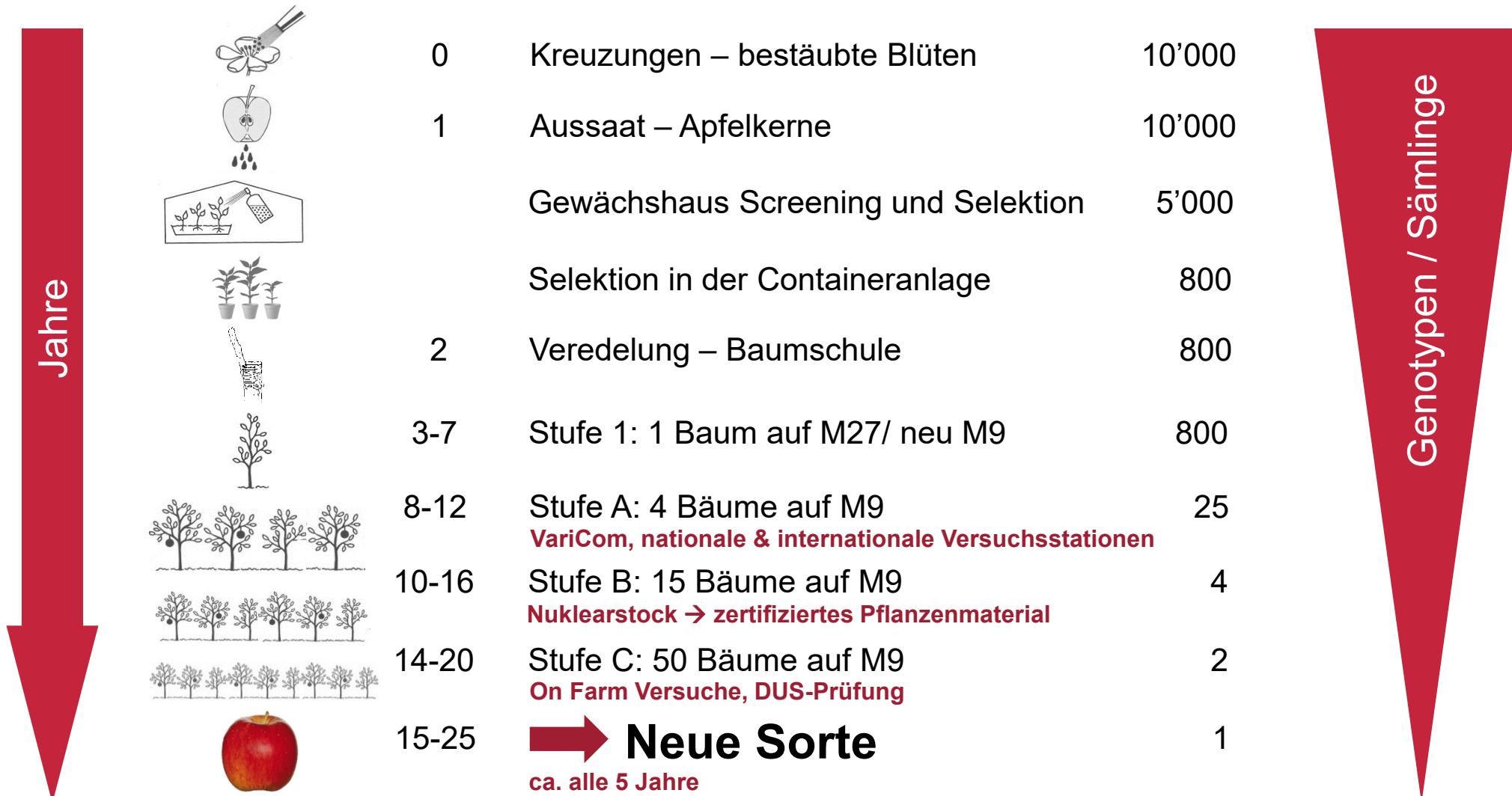
→ Entwicklung eines Tests
und Suche nach möglichen
Resistenzquellen



Marssonina Blattfallkrankheit (*Diplocarpon coronariae*)



Ablauf der Apfelzüchtung Agroscope





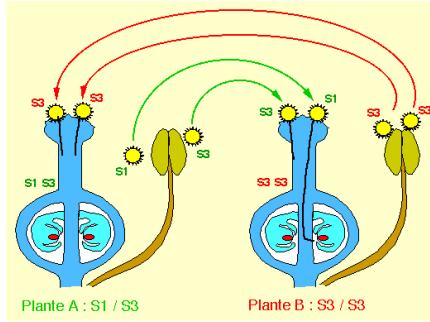
Ablauf der Apfelzüchtung Agroscope



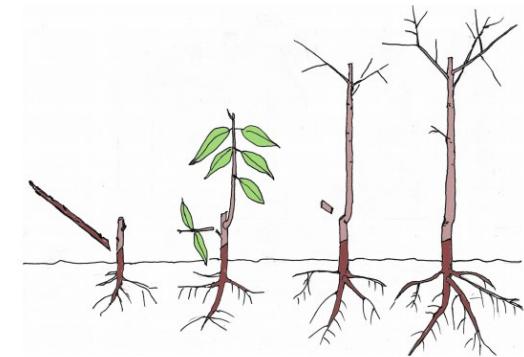


Selbstinkompatibel → Vegetative Vermehrung

- Der Apfel ist selbstinkompatibel → Blüten einer Sorte werden «nicht» mit dem Pollen derselben Sorte befruchtet
- Äpfel/Samen entstehen ausschliesslich bei einer Befruchtung mit fremdem Pollen einer oder mehrerer Sorten
- Vegetative Vermehrung durch Ppropfen / Veredeln auf eine Unterlage
- Lange juvenile Phase von 4 bis 5 Jahren bis zur ersten Bewertung der Fruchtqualität
- Nachkommen (Sämlinge) können sich stark von beiden Eltern unterscheiden → Segregation



- einhäusig (monözisch, männliche und weibliche Blüten an einer Pflanze)
- Zwitterblüten (zweigeschlechtige Blüten, weiblich = Fruchtblätter, männlich = Staubblätter)



- Reiserschnittbäume
- Unterlagen Mutterbeet



Segregierende Nachkommenschaften

Fiesta x Discovery





Ablauf der Apfelzüchtung Agroscope





Agroscope Tafelapfelsorten

Schweizer Orangen

Kreuzung Herausgabe	1935	Kreuzung Herausgabe	1944	Kreuzung Herausgabe	1951	Kreuzung Herausgabe	1958	Kreuzung Herausgabe	1971	Kreuzung Herausgabe	1970	Kreuzung Herausgabe	1986
	1955		1964		1973		1984		1993		1993		1996



Ariwa

Kreuzung Herausgabe	1986
	1996

Milwa-Diwa® Junami®

Kreuzung Herausgabe	1982
	2002

La Flamboyante Mairac®

Kreuzung Herausgabe	1986
	2002

CH 101-Galiwa®

Kreuzung Herausgabe	1992
	2011

Ladina

Kreuzung Herausgabe	1999
	2012

Mariella

Kreuzung Herausgabe	1982
	2013

Rustica

Kreuzung Herausgabe	1994
	2014

Iori

Kreuzung Herausgabe	1999
	2023



Schorfresistenz (Rvi6)

Schorfresistenz (Rvi6)

Schorfresistenz (Rvi6)
Feuerbrandtolerant (FB_F7)

Schorfresistenz (Rvi6)

Schorfresistenz (Rvi6)

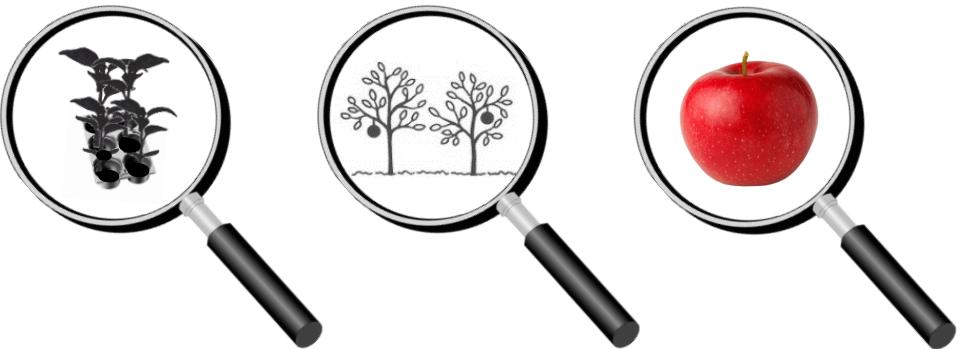


Selektion der Nachkommen

Phänotypische Prüfung

mehrjährige Beobachtung und Analyse...

- Krankheits-Screenings
- Selektion in der Topfanlage
- Bonitur und Selektion im Feld
- Degustation von Fruchtmustern
- Kalibration und Analytik
- Lagerversuche
- Sensorik
- nationales und internationales Netzwerk
- Konsumententest





Marker gestützte Selektion (MAS)



**Phänotypische Prüfung /
Selektion**

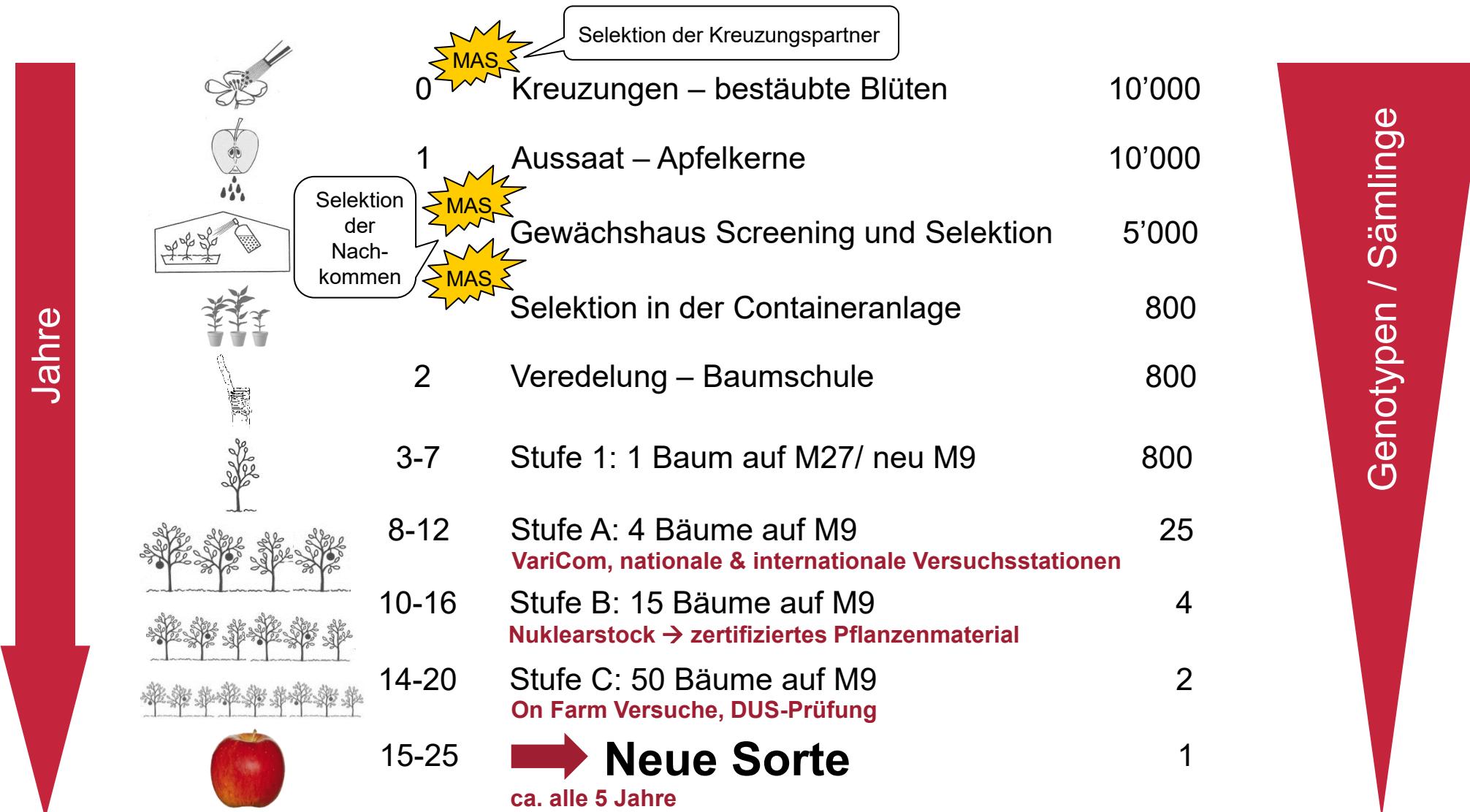
**... phänotypische Prüfung
entfällt für gewisse
Eigenschaften**

Marker gestützte Selektion





Ablauf der Apfelzüchtung Agroscope





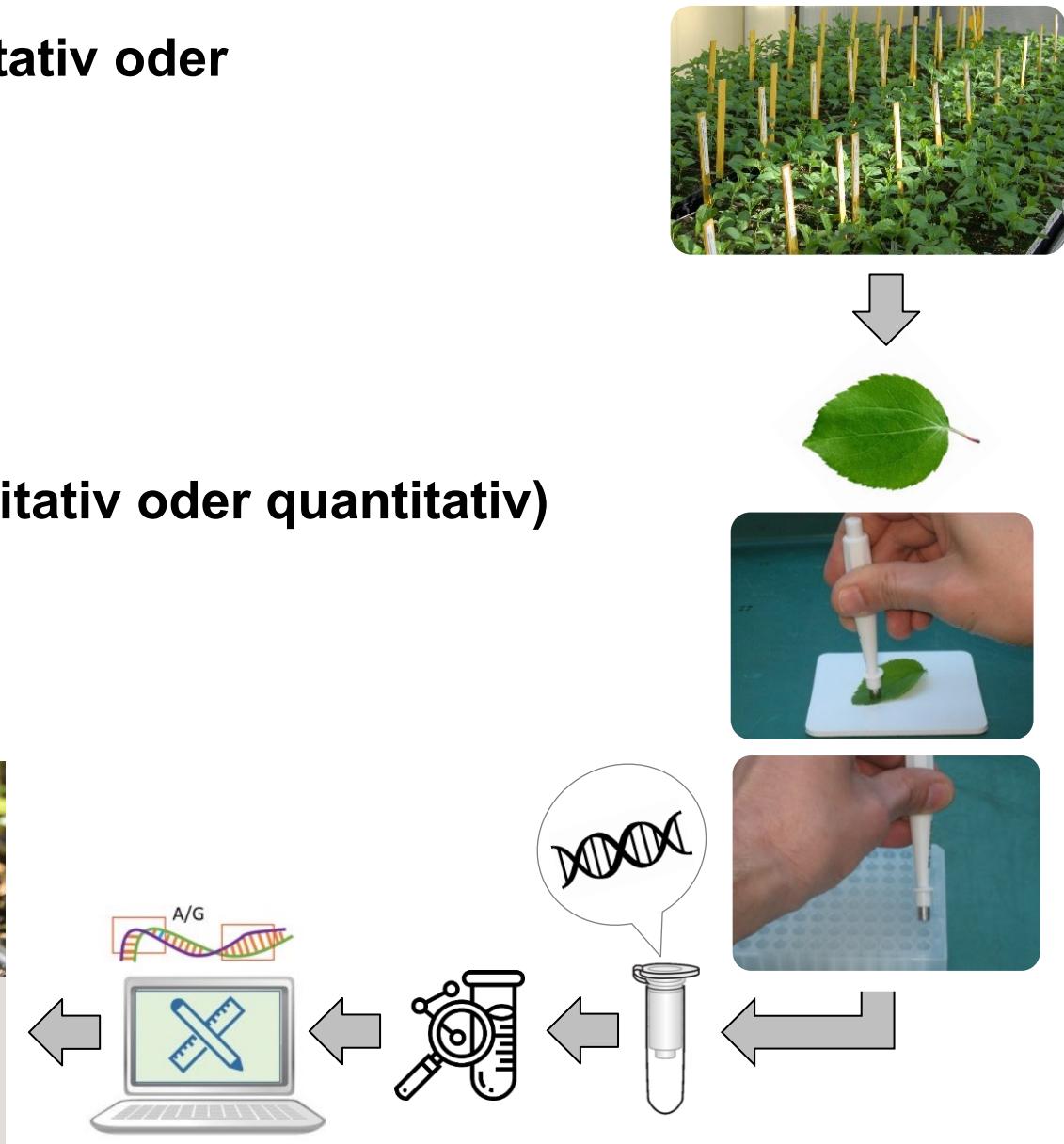
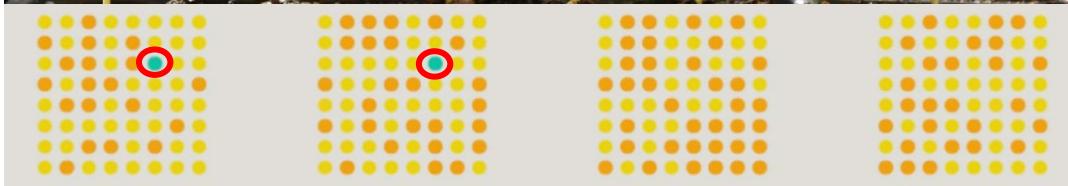
Markergestützte Selektion (MAS)

Möglich für bekannte monogene/qualitativ oder quantitative (QTL) Resistenzen

- Schorf
- Mehltau
- Feuerbrand
- ...

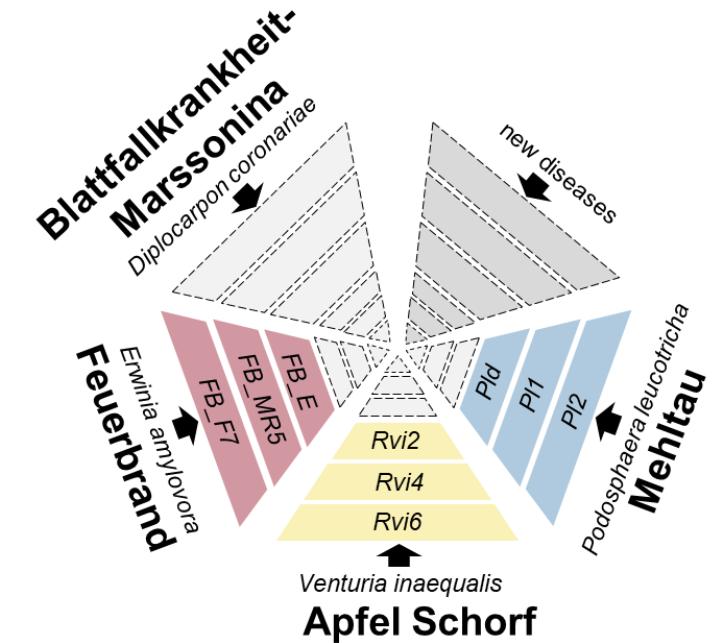
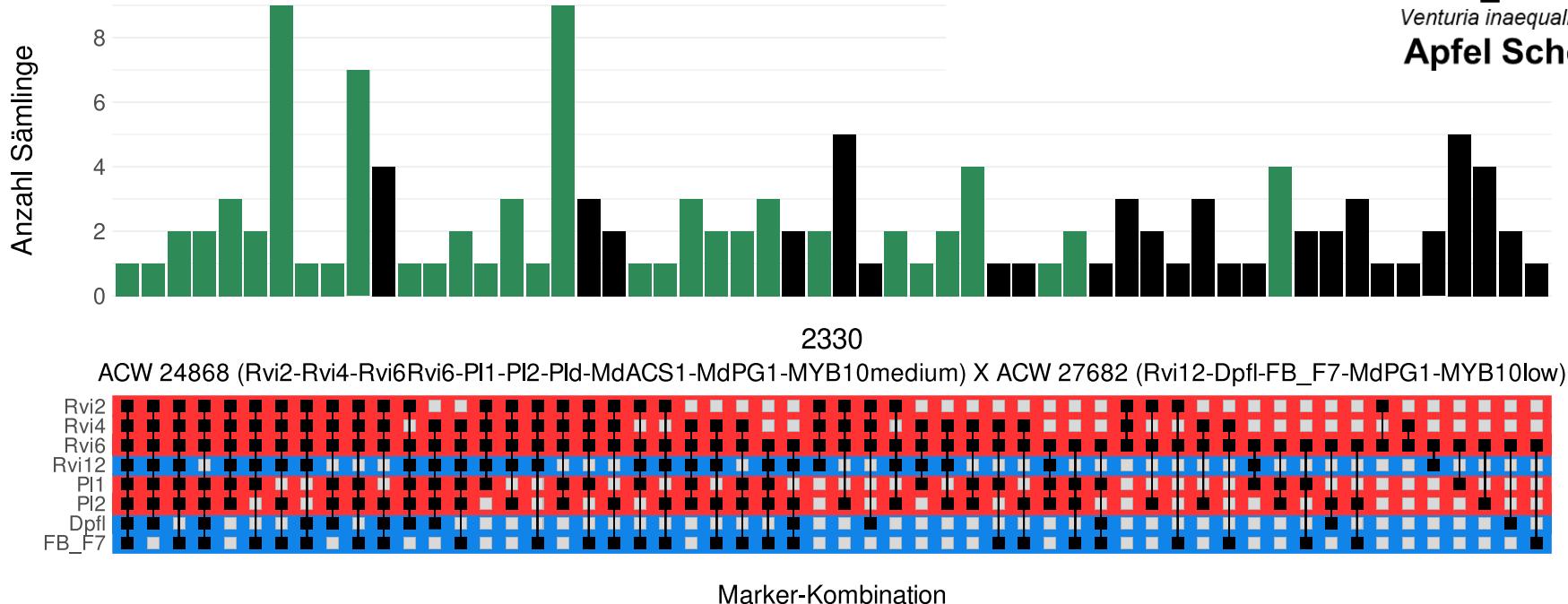
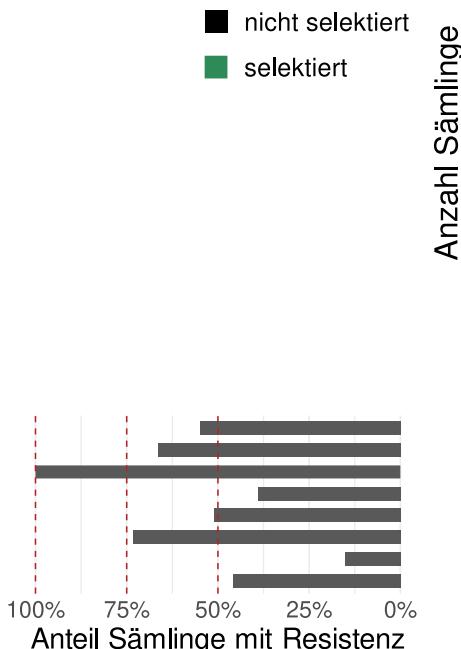
... und einige Qualitätsmerkmale (qualitativ oder quantitativ)

- Anteil roter Deckfarbe
- Erntezeitpunkt
- ...





Markergestützte Selektion (MAS)

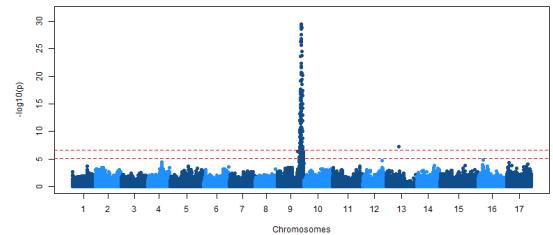
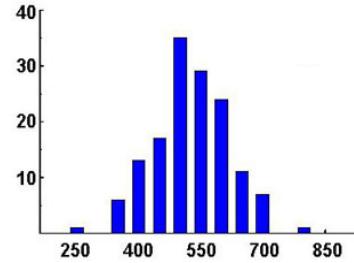
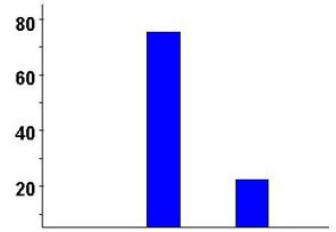




Markergestützte Selektion (MAS)

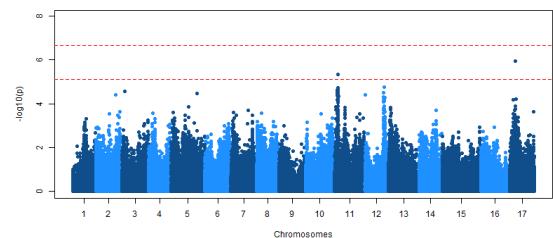
funktioniert sehr gut für ...

- Bekannte monogen / qualitativ vererbte Eigenschaften / Merkmale
- Bekannte QTLs (Quantitative Trait Locus) = bekannter Abschnitt in der DNA, der mit der Variation eines quantitativen Merkmals in Wechselwirkung steht



funktioniert nicht für ...

- Unbekannte Eigenschaften / Merkmale jeglicher Art
- Quantitative Eigenschaften / Merkmale die durch mehrere Abschnitte/Loci in der DNA (und ihre Interaktion) gesteuert wird → **Genomische Selektion**



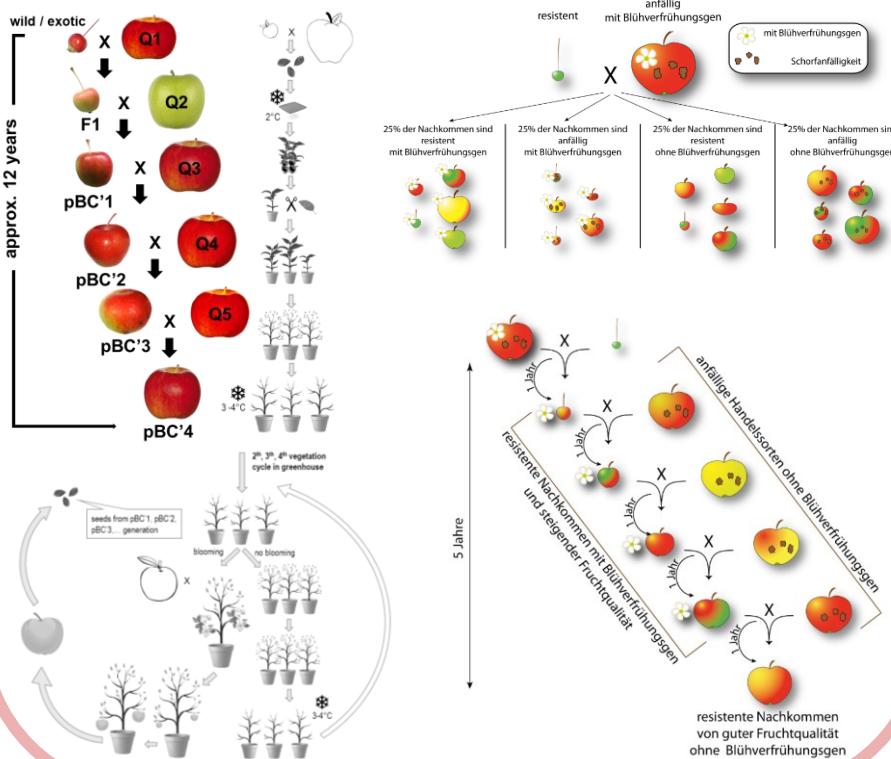


Neue Züchtungsmethoden

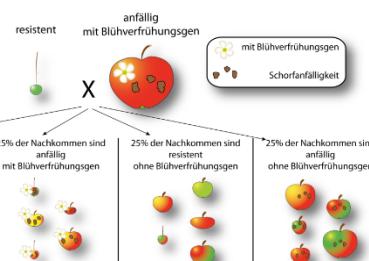
Generationsbeschleunigung «Speed Breeding»

Beschleunigtes Einkreuzen von Resistzenzen aus Wildäpfeln in eine neue Apfelsorten durch Verkürzung der Juvenilität

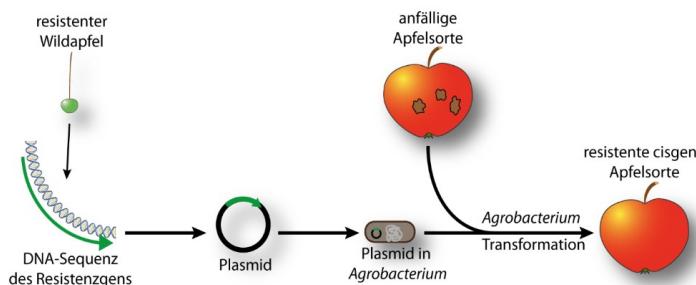
«Fast Track»



Early Flowering



Cisgenese

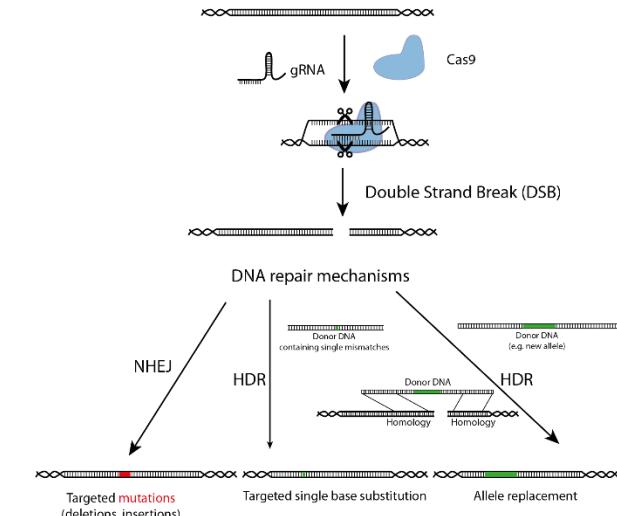


Cisgene Pflanzen sind gentechnisch modifizierte Pflanzen, die am Ende des Prozesses ein oder mehrere Gene aus kreuzbaren Organismen enthalten.

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

Die restlichen Sorteneigenschaften bleiben dabei +/- unverändert.

Genomeditierung



Verfahren zur gezielten Veränderung von Erbinformation in lebenden Pflanzenzellen.

Die restlichen Sorteneigenschaften bleiben dabei +/- unverändert.



Feuerbrand Ausbruch 2007



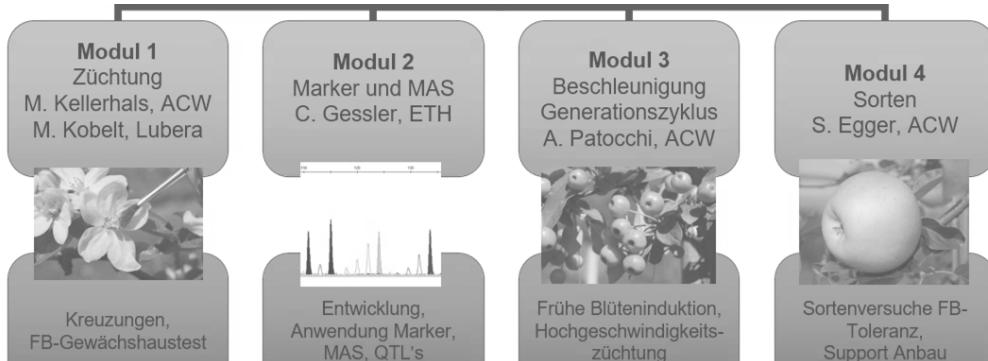
Bilder: David Szalatnay, Richard Hollenstein & Agroscope



Start diverser durch den Bund finanzierte Forschungsprojekt zu Feuerbrand ab 2008

In der Obstzüchtung:

- Züchtung feuerbrandrobuster Obstsorten – ZUEFOS (2008-2011)

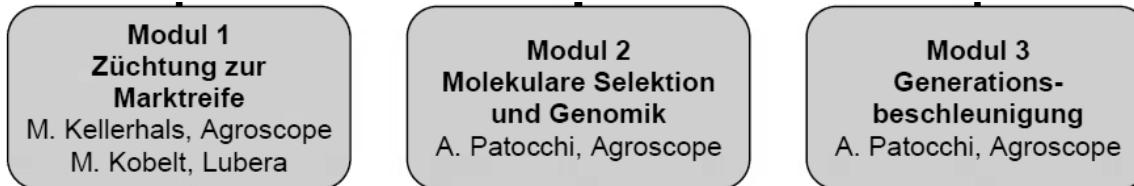


→ Output Sorte Ladina



feuerbrandrobust (*FB_F7*) & *Rvi6* (*Vf*) - schorfresistent

- Züchtung feuerbrandrobuster Obstsorten II – ZUEFOS II (2012-2013)



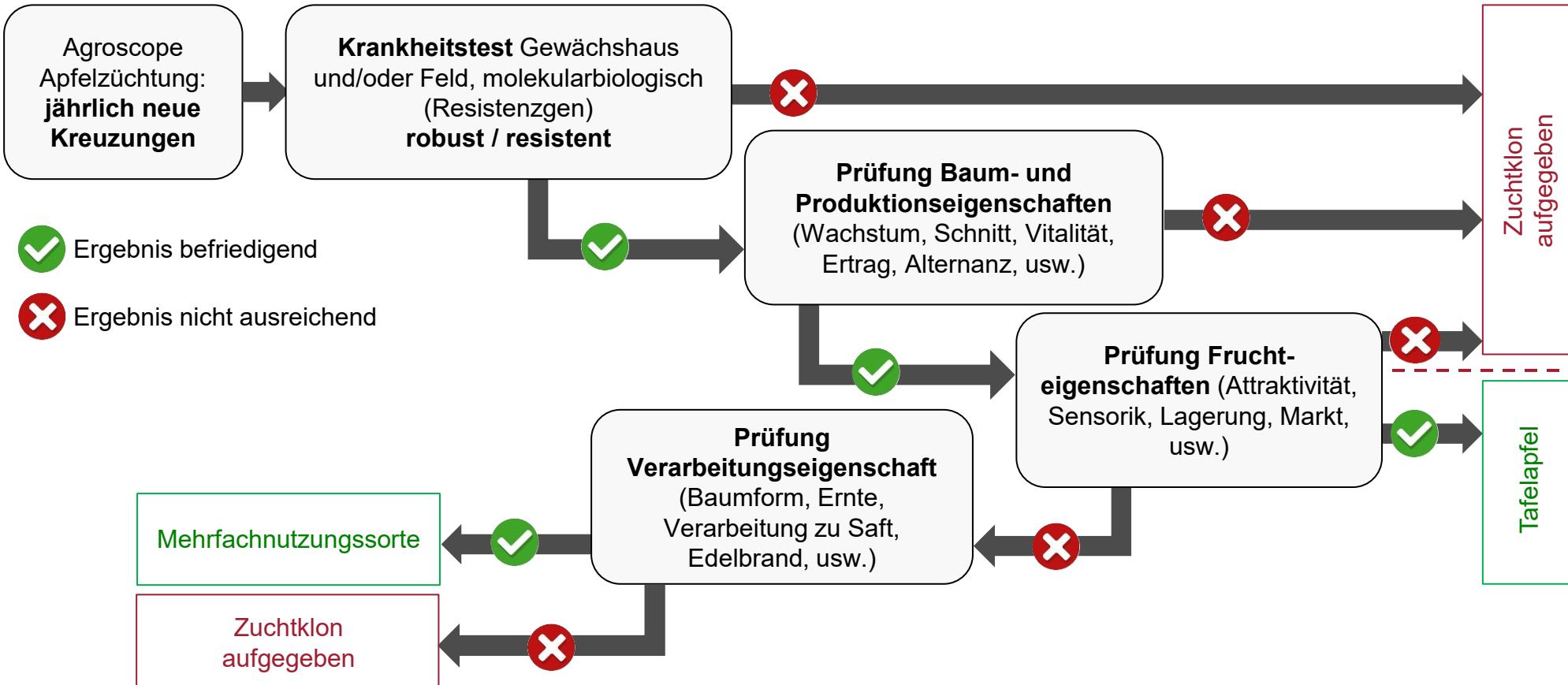
→ Umveredlung der ersten
Hochstammbäume auf
Praxisbetrieben

- Gemeinsam gegen Feuerbrand – GgFB (2014-2017)

→ in enger Zusammenarbeit mit den Projekten
SOFEM, HERAKLES, HERAKLES Plus



Testung von Agroscope Zuchtklonen für die Verarbeitung



Quelle: Projekt HERAKLES Plus - adaptiert



Testung von Agroscope Zuchtklonen für die Verarbeitung - Standorte

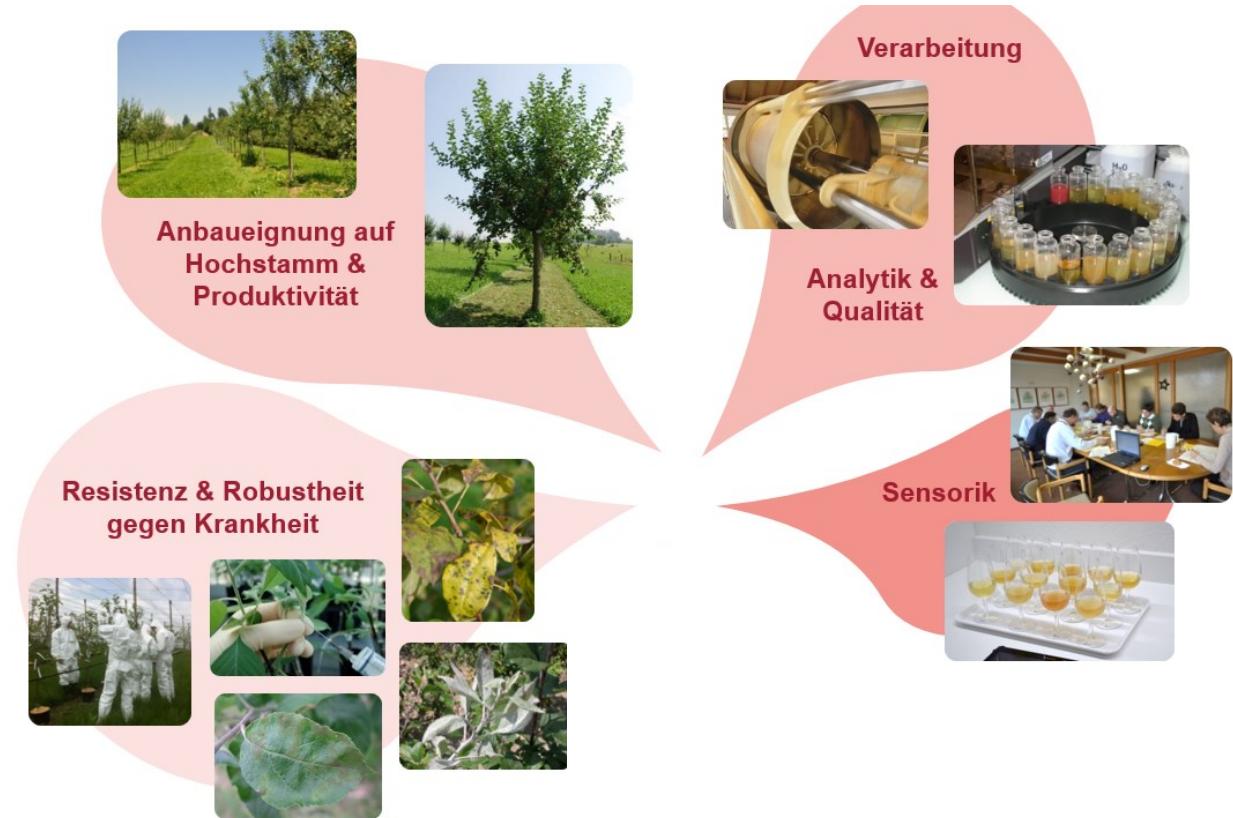
Sorte	Mutter	Vater	Hochstamm Staub	Hochstamm Müller	Hochstamm Schilliger	bio-dynamisch Kaufmann	Hochstamm Strauss	Niederstamm FiBL	Niederstamm BoFru AG	Niederstamm Kuppelwieser	HERAKLES
ACW 11303	ACW 6104	Rewena		2021	2015		2024	2022			x
ACW 16426	ACW 8259	ACW 11537	2014	2021	2015	2017	2024	2022			x
ACW 15097	Ariwa	Mariella			2015	2017	2024		2022		x
ACW 12556	Marina	ACW 7962			2014						x
ACW 13490	Resi	Ariwa		2021	2015	2017		2022		2017	x
ACW 14995	Topaz	Fuji			2015	2019					x
ACW 11301	ACW 6104	Rewena			2017						x
ACW 11319	ACW 6104	Rewena			2015						x
ACW 22374	ACW 12382	Enterprise			2017						
ACW 22764	Ariane	Ladina			2017						
ACW 22800	Mariella	58/06			2025						

aktuelle Übersicht der Agroscope Zuchtklone für die Mehrfachnutzung an den Prüfstandorten in der Schweiz
Pilotanlagen Niederstamm FiBL auf M111 und M25 an den Standorten: Steinebrunn, Horw, Oberhof



Ausgangslage

- Der Bedarf an neuen robusteren Sorten für die Verarbeitung zur Ergänzung des vorhandenen Sortiments ist vorhanden
- Finanzierung der Projekte ZUEFOS I + ZUEFOS II und GgFB durch das BLW
- Unterstützt durch die Kantonalen Fachstellen (St. Gallen, Thurgau und Zürich) und dem FiBL
- In Zusammenarbeit mit VariCom, den Baumschulen Lehner und Scherrer, sowie dem Projekt HERAKLES Plus
- **Ziel:** Zugang zu den interessanten Zuchtklonen für Schweizer Produzenten



In Zusammenarbeit mit dem Projekt:
«HERAKLES Plus»



Agroscope

VariCom



Baumschule
Scherrer



strickhof

Thurgau

FiBL



Witta, Wisper und Wally – drei Mehrfachnutzungssorten – was können sie?



Witta (ACW 11303)



Wisper (ACW 15097)



Wally (ACW 16426)



In Zusammenarbeit mit dem Projekt:
«HERAKLES Plus»



Agroscope

VariCom

 **LEHNER**

Baumschule
Scherrer



strickhof Thurgau



FiBL



Witta (ACW 11303)



wenig Säure, deutlich süsser Saft
robust gegen Mehltau / Feuerbrand
Rvi6/Vf Schorfresistenz



- + mittelstarker Wuchs
- + schöne, stabile Krone
- + robuster, gesunder Baum
- + regelmässige, mittlere bis hohe Erträge
- + fester Apfel, gute Pressbarkeit
- + guter Mischpartner
- + viel rote Deckfarbe
- + sehr hohe Festigkeit des Fruchtfleischs
- + schmeckt auch als Tafelapfel
- + zur Verarbeitung von Apfelsaft, Dörrobst, Cider und Edelbrand geeignet

- späte Ernte: Mitte bis Ende Oktober (ca. eine Woche nach «Braeburn»)
- Apfelmus etwas grobkörnig



Sorte	°Brix	pH	Gesamtsäure [g/L]	ZSV	Glucose [g/L]	Fructose [g/L]	Saccharose [g/L]	Sorbitol [g/L]	Folin [mg/L]
Boskoop (Strickhof)	14.3	3.48	7.81	18.3	25.0	72.3	34.9	6.1	696
Witta (LZSG+Schilliger)	12.2	3.52	5.14	23.7	22.8	58.0	32.1	8.1	753



Wisper (ACW 15097)



Saft mit gutem Zucker-/Säure-Verhältnis

robust gegen Feuerbrand / *Pl*1 Mehltairesistenz

Rvi6/Vf Schorfresistenz



- + mittlerer bis starker Wuchs (triploid)
- + regelmässige mittlere bis hohe Erträge
- + robuster, gesunder Baum
- + grosse Früchte
- + gute Pressbarkeit
- + sehr guter Dörrapfel
- + bekömmlicher Tafelapfel
- + zur Verarbeitung von Apfelsaft, Dörrobst, Apfelmus, Cider und Edelbrand geeignet

- gestaffelte Reife der Früchte: Mitte September bis Anfang Oktober (+/- mit «Golden Delicious»)
- Instabilität aufgrund der grossen Baumkrone auf Hochstamm, neigt zu überhängenden Ästen
- Lagerbarkeit unter CA-Bedingungen begrenzt



Sorte	°Brix	pH	Gesamtsäure [g/L]	ZSV	Glucose [g/L]	Fructose [g/L]	Saccharose [g/L]	Sorbitol [g/L]	Folin [mg/L]
Boskoop (Strickhof)	14.3	3.48	7.81	18.3	25.0	72.3	34.9	6.1	696
Wisper (LZSG+Schilliger)	11.5	3.23	7.35	15.6	21.3	61.2	25.1	1.8	579



Wally (ACW 16426)



deutlich säurebetonter Saft
robust gegen Feuerbrand / PI2 Mehltäuresistenz
Rvi2/Vh2 Schorfresistenz



- + mittlere Wuchsstärke
- + stabile, kompakte Krone
- + robuster, gesunder Baum
- + regelmässige mittlere bis hohe Erträge
- + früher Ertragseintritt
- + gute Pressbarkeit der weichen, saftigen Früchte
- + guter Mischpartner auf Grund des hohen Säuregehalts
- + Ernte: Mitte Oktober (+/- mit «Braeburn»)
- + zur Verarbeitung von Apfelsaft, Dörrobst, Apfelmus, Cider und Edelbrand geeignet

- aufgrund der weichen Früchte ist die maschinelle Ernte evtl. problematisch, wenn keine unmittelbare Weiterverarbeitung erfolgt
- ➔ sofortige Verarbeitung der Früchte wird empfohlen
- nicht zum Frischkonsum als Tafelapfel oder für sortenreines Apfelmus geeignet



Sorte	°Brix	pH	Gesamtsäure [g/L]	ZSV	Glucose [g/L]	Fructose [g/L]	Saccharose [g/L]	Sorbitol [g/L]	Folin [mg/L]
Boskoop (Strickhof)	14.3	3.48	7.81	18.3	25.0	72.3	34.9	6.1	696
Wally (LZSG+Schilliger)	12	3.3	10.81	11.1	12.3	61.7	31.3	4.0	269



Witta - ACW 11303

Süsse betonter Saft

robust gegen Mehltau/Feuerbrand
Rvi6/Vf Schorfresistenz



Wisper - ACW 15097

ausgeglichener Saft

robust gegen Feuerbrand / *P1* Mehltauresistenz
Rvi6/Vf Schorfresistenz / triploid

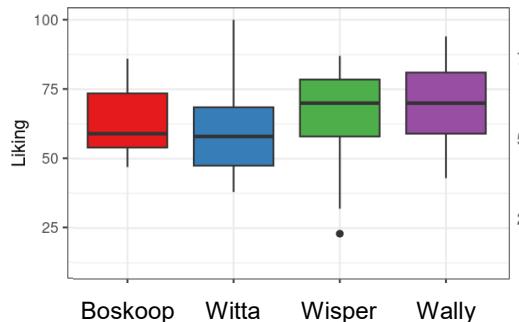


Wally - ACW 16426

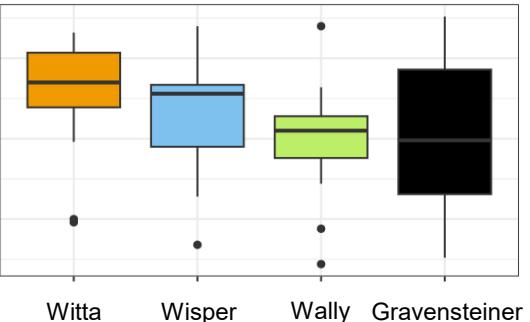
Säure betonter Saft

robust gegen Feuerbrand / *P2* Mehltauresistenz
Rvi2/Vh2 Schorfresistenz

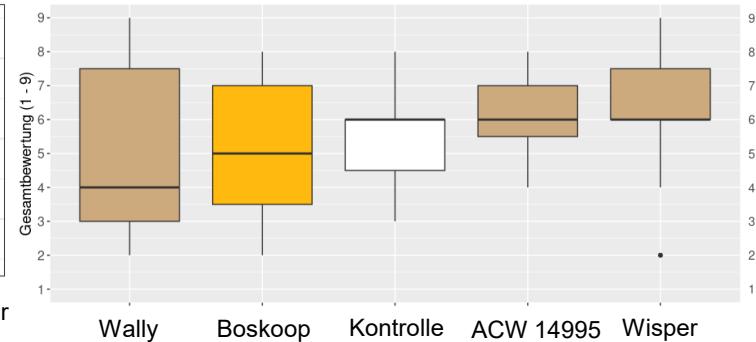
Cider (Saftgärung)



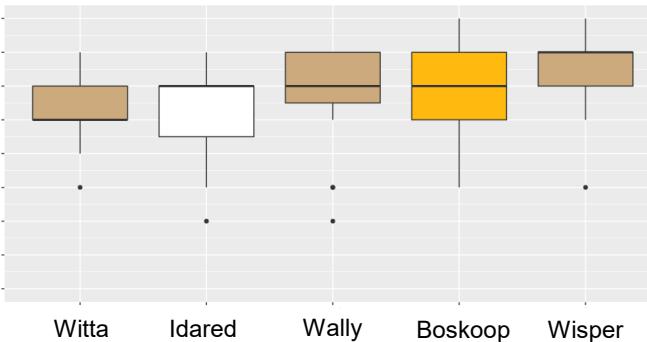
Edelbrand



Apfelmus



getrocknete Apfelringe





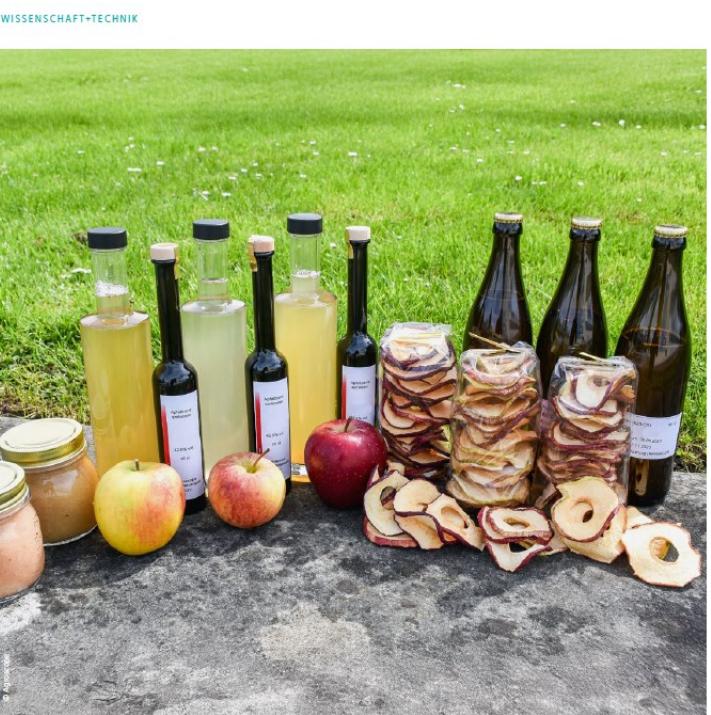
Vermehrung, Bäume

Sorten erhältlich als Bäume - Niederstamm (M9, G11, MM111, ...), oder als Hochstamm - oder als Edelreis für Umveredlungen

- Baumschule Beat Lehner → <https://www.lehner-baumschulen.ch/>
 - Witta (ACW 11303)
 - Wisper (ACW 15097)
 - Wally (ACW 16426)
 - Baumschule Willy Scherrer (Bio) → scherrer.baumschule@bluewin.ch
 - Witta (ACW 11303)
- in Zusammenarbeit mit der **VariCom GmbH**



Artikel in der «Obst+Wein»



«WITTA», «WISPER» UND «WALLY»: DREI NEUE MEHR- FACHNUTZUNGSPFELSORTEN AUS WÄDENSWIL

Der Apfel wird weltweit intensiv beforscht. Ziel der Apfelzüchtung ist es, krankheitsrobuste Sorten für den Nieder- und Hochstammanbau zu entwickeln. Nun hat Agroscope drei neue vielversprechende Sorten vorgestellt. Wie «Witta», «Wisper» und «Wally» entstanden sind und was ihre Sortensteckbriefe auszeichnen, beschreibt Simone Bühlmann-Schütz.

16

OBST+WEIN | 3/2025



In Zusammenarbeit mit dem Projekt:
«HERAKLES Plus»



Agroscope

VariCom



Baumschule
Scherrer



strickhof Thurgau

FiBL



Projekt HERAKLES Plus 2025-2027



Centre Romand
de Pasteurisation

Schweizer Obstverband
Fruit Union Suisse
Associazione Svizzera Frutta

KANTON AARGAU

KANTON LUZERN

Kanton St.Gallen
Landw. Zentrum SG

arenenberg

CANTON DU VALAIS
KANTON WALLIS

Kanton Zürich

fondation
sur la croix
Projekte Landwirtschaft

Resilientes Mostobst-Produktionssystem für die Zukunft - dank robuster Sorten und nachhaltiger Krankheitsbekämpfungsmassnahmen



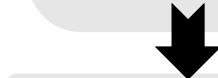
Feuerbrand



Marssonina



Anbau und
Verarbeitung



Wissenstransfer

Projektpartner:

CAVO-Stiftung, IP-SUISSE, SOV, Fondation sur la Croix,
Centre romand de pasteurisation
Kantone AG, LU, SG, TG, VS, ZH

Agroscope Wädenswil
Extension Obstbau



Leitung:
Sarah Perren



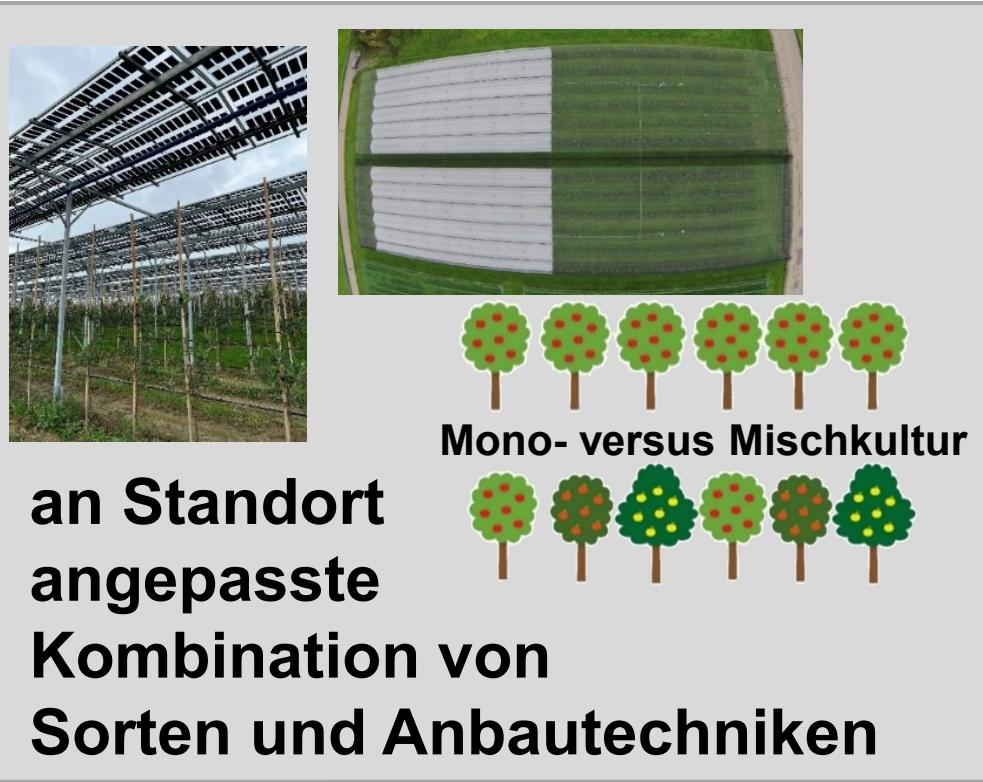
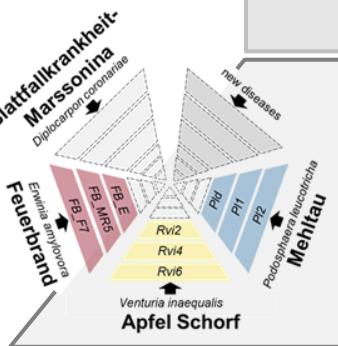
Durchführung
Perrine Gravalon



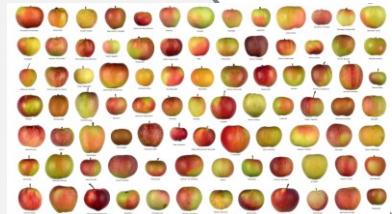
Webseite und
Publikationen



Strategien für eine dauerhafte Resistenz / Toleranz



Sortenvielfalt / robuste Sorten / Kombination von qualitativen und quantitativen Resistenzen





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





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

- SRF Einstein «Mit Gentechnik zu nachhaltigeren Äpfeln?»

Mit Gentechnik zu nachhaltigeren Äpfeln?

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



- 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>



Tools-RoBiS

Entwicklung von Tools für die Züchtung von robuste Birnensorten

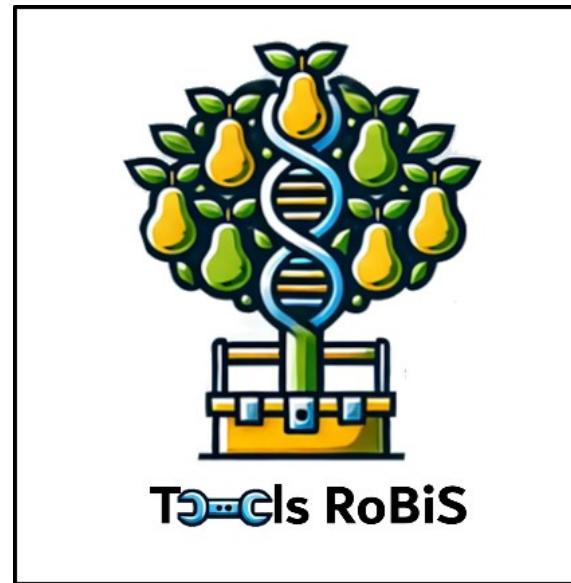


ZIEL 1

- A) Suche nach neuen Feuerbrandresistenzquellen in Schweizer Wildbirnen (*Pyrus Pyraster*) Akzessionen
- B) Entwicklung von molekularen Markern für bis zu drei bereits bekannte Resistzenzen und die Evaluation, ob ihre Kombination zu einer stärkeren Resistenz führt.

ZIEL 2

Etablierung einer Screening-Methode, um eine grosse Anzahl von Sämlingen und/oder Akzessionen auf ihre Anfälligkeit gegen Birnenschorf (*Venturia pirina*) zu testen.



ZIEL 3

Entwicklung eines "Fast-Track"-Protokolls zur Beschleunigung des Generationszyklus.

ZIEL 4

Auswahl der Genotypen, Vorbereitung des Pflanzenmaterials und Etablierung eines Netzwerks für die Pflanzung einer Birnen-Referenzpopulation (REFPOP).



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Landwirtschaft BLW

bio
forum
www.bioforum.ch

WILD
BiSS

Agroscope

ETH zürich