

Abschlussbericht zum Projekt

Auslese und Entwicklung frostdoleranter Apfel- und Birnensorten zur Vermeidung von Spätfrostschäden im ökologischen Obstbau

der OPG „Vermeidung Spätfrostschäden im Obstbau“

im Rahmen der Europäischen Innovationspartnerschaft
„Landwirtschaftliche Produktivität und Nachhaltigkeit“ (EIP-Agri)

Weinsberg, 28.4.2025

Gefördert durch:

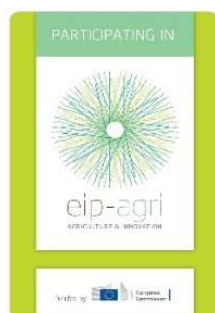




Abbildung 1: Mitglieder der OPG "Vermeidung Spätfrostschäden im Obstbau"

Bericht erstellt durch:

Fördergemeinschaft ökologischer Obstbau (FÖKO e.V.)

Philipp Haug

Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau Weinsberg (LVWO)

Bettina Scherrer

Dr. Franz Ruess

Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee (KOB)

Monika Meyer

Dr Ulrich Mayr

Universität Hohenheim

Dr. Michael Helmut Hagemann

Dr. Anton Milyaev (aktuell University of Bonn)

Mitwirkende Betriebe:

Peter und Heinrich Blank

Erhard Karrer

Bioobstteam Insel Mainau

Georg und Lukas Adrion

Stefanie Magens und Christoph Höfflin

Inhaltsverzeichnis

1.	Kurzdarstellung.....	4
1.1.	Zusammenfassung des Projekts	4
1.2.	Ausgangssituation und Bedarf	6
1.3.	Projektziel und konkrete Aufgabenstellung	6
1.4.	Mitglieder der OPG	7
1.5.	Projektgebiet	8
1.6.	Praktische und organisatorische Zusammenarbeit in der OPG	9
1.7.	Projektlaufzeit und -dauer	9
1.8.	Budget.....	9
1.9.	Verwendung der Zuwendung	9
1.10.	Ablauf des Vorhabens.....	9
2.	Eingehende Darstellung	9
2.1.	Situation zu Projektbeginn und Projektziele.....	9
2.1.1.	Ausgangssituation.....	9
2.1.2.	Projektziele	11
2.1.3.	Abweichungen zwischen Projektplan und Ergebnissen.....	11
2.2.	Darstellung der Ergebnisse	12
2.2.1.	Auswahl von Sorten aus Streuobst-Genressourcen	12
2.2.1.1.	Identifikation und Auswahl spätblühender Apfelsorten/Klone für den Streuobstanbau und als Elternsorten für die Züchtung; Teil LVWO	12
2.2.1.2.	Identifikation und Auswahl spätblühender Apfelsorten/Klone für den Streuobstanbau und als Elternsorten für die Züchtung; Teil KOB	18
2.2.1.3.	Auswahl spätblühender Birnensorten/Klone für den Anbau und Elternsorten für die Züchtung; (KOB).....	26
2.2.1.4.	Qualität und Safteignung ausgesuchter spätblühender Apfelsorten (LVWO) ...	29
2.2.1.5.	Sorten mit frostrobusten Blüten für den Streuobstbau	32
2.2.1.6.	Sorten mit langer Blütezeit.....	34
2.2.1.7.	Selbstfruchtbare Sorten	35
2.2.2.	Züchtung spätblühender und frosttoleranter Kernobstsorten.....	39
2.2.2.1.	Kreuzungen an der LVWO	41
2.2.2.2.	Erprobung und Einführung eines effizienten Selektionsmodus auf späte Blüte (LVWO)	44

2.2.2.3.	Kreuzungen auf Praxisbetrieben	49
2.2.3.	Erforschung des genetischen Hintergrunds der Neuzüchtungen (Uni Hohenheim) 50	
2.2.4.	Sortenprüfung auf Praxisbetrieben (FÖKO)	53
2.2.4.1.	Überblick der Sorten in den Sortengärten	53
2.2.4.2.	Sortenbewertung durch die Praxis	56
2.3.	Beitrag der Ergebnisse zu förderpolitischen EIP Zielen	57
2.4.	Nutzen der Ergebnisse für die Praxis	58
2.4.1.	Sortenempfehlungen für den Streuobstbau.....	58
	<u>2.4.1.1.Sortenporträts Apfel</u>	<u>60</u>
	<u>2.4.1.2.Sortenportraits Birnensorten</u>	<u>64</u>
2.5.	Kommunikations- und Disseminationskonzept	66
2.5.1.	Vorträge, Workshops, Tagungen	66
2.5.2.	Veröffentlichungen	67
2.5.3.	Plakate	67
2.6.	Ausblick	68
	Abbildungsverzeichnis.....	70
	Tabellenverzeichnis	72
	Literaturverzeichnis	73
	Anhänge	74

1. Kurzdarstellung

1.1. Zusammenfassung des Projekts

Allgemeine Zusammenfassung

Das vorliegende Projekt baut auf zwei vorangegangene Projekte auf. Im Rahmen der beiden Projekte: EIP-Projekt „Robuste Apfelsorten für den ökologischen Obstbau und den Streuobstbau“ (2016 - 2021) sowie das MLR-Projekt „Obstsortenzüchtung und Nutzung genetischer Ressourcen aus dem Streuobst“ (2021 - 2022) wurden bereits Erkenntnisse zu spät blühenden Apfelsorten gewonnen, wie auch erste Züchtungen mit dem Zuchtziel „*späte Blüte*“ durchgeführt.

Lehr- und Versuchsanstalt Weinsberg (LVWO)

Der Schwerpunkt an der LVWO lag in der Züchtung von spätblühenden Apfel- und Birnensorten für den Erwerbsobstanbau mittels klassischer Kreuzungszüchtung. Als notwendige Vorarbeit für die Züchtung wurden spätblühende Sorten gesucht und als Kreuzungspartner ausgewählt. Diese bis dato 16 identifizierten „Spätblüher“ wurden alle im Sortenkontroll- und Erhaltungsgarten gepflanzt. Ein Aufruf in der Zeitschrift „Obst- und Garten“ führte zu mehreren Meldungen spätblühender Sorten (Ruess 2021). Weitere Sorten wurden sowohl durch Literaturrecherchen als auch durch das Screening von Sortensammlungen ermittelt.

Die züchterische Arbeit führte im Laufe des Projektes zu 16 Kreuzungskombinationen zwischen spätblühenden Apfelsorten und modernen Sorten sowie 8 Kreuzungen mit ausgewählten Birnensorten. Während die Auswahl der spätblühenden Sorten in erster Linie anhand des späten Blühzeitpunktes erfolgte, waren die Auswahlkriterien für die modernen Sorten die Fruchtqualität, günstige Anbaueigenschaften sowie Resistenzen gegen Schorf und Mehltau. Als Ergebnis dieser Kreuzungen, sowie der in den Vorgängerprojekten durchgeführten Kreuzungen mit spätblühenden Apfelsorten, stehen nun 23 Nachkommenschaften (ca. 1400 Genotypen) aus Apfelkreuzungen, sowie 12 Nachkommenschaften (ca. 340 Genotypen) aus Birnenkreuzungen zur Selektion neuer, spätblühender Sorten im Zuchtgarten der LVWO.

Um den Zuchtfortschritt zu beschleunigen, wurde an der LVWO ein möglicher Selektionsmodus erprobt, welcher eine frühe Selektion auf das Merkmal „späte Blüte“, schon vor Beginn der adulten Phase der Bäume erlauben sollte. Dabei stützte man sich auf Ergebnisse aus der Literatur, welche einen Zusammenhang zwischen der benötigten Stratifikationsdauer bis zur Brechung der Samenruhe des Apfelkerns, dem Blattaustriebszeitpunkt der juvenilen Bäume, sowie dem Blühzeitpunkt der adulten Bäume, vermuten lassen (Murawsky 1959, Murawsky 1967, Tydeman 1958, Mehlenbacher & Voordeckers 1991). Da bisher nur ein Drittel der Bäume der ersten Kreuzungsgeneration in der adulten Phase angelangt sind, war es nicht möglich, den Blühzeitpunkt in den Berechnungen zu berücksichtigen. Was sich aber klar gezeigt hat, ist dass das Keimdatum nicht ausreichend mit dem Blattaustriebszeitpunkt der juvenilen Bäume korreliert, um als indirektes Selektionskriterium auf späten Austrieb genutzt zu werden. Der Blattaustriebszeitpunkt der juvenilen Bäume zeigt zwischen den untersuchten Jahren eine meist starke Korrelation innerhalb der Kreuzungsnachkommenschaften. Allerdings ist der Umwelteinfluss auf den Austriebszeitpunkt so groß, dass mindestens Austriebsdaten

von zwei Jahren vorliegen sollten, um eine Aussage darüber zu treffen, ob ein Sämling wirklich spät austreibt.

Universität Hohenheim (UHH)

Die Universität Hohenheim hat im Rahmen des EIP-Projekts zur Vermeidung von Spätfrostschäden die genetischen Grundlagen spätblühender Apfel- und Birnensorten untersucht. Ziel war es, molekulare Marker zu entwickeln, die zur beschleunigten Züchtung spätblühender, frosttoleranter Sorten mittels markergestützter Selektion (MAS) eingesetzt werden können.

Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee (KOB)

Am KOB wurden insbesondere die alten Apfel- und Birnensorten in den Erhaltungsgärten auf ihre Widerstandsfähigkeit gegenüber Frost untersucht. Diese kann begründet sein in einem späten Blühzeitpunkt, in einer langen Blütezeit oder in robusten Blüten. Im Vordergrund stand die Suche nach spätblühenden Sorten. Dazu wurden die Blütezeitpunkte, der Blühverlauf und die Blühintensität über mehrere Jahre untersucht. Zusätzlich konnte auf bereits vorhandene Daten zurückgegriffen werden. 58 Apfelsorten, die relativ spät bis sehr spät blühen, wurden gefunden und nach ihrer Blütezeit eingestuft. Bei den Birnensorten liegen die Blühzeitpunkte wesentlich näher zusammen und bei hohen Frühjahrstemperaturen sind die Unterschiede besonders gering. Es wurden 29 relativ spät blühende Birnensorten gefunden, die in Kategorien von „spät“ bis „mittelspät/variabel“ eingestuft wurden.

Frostrobuste Apfelsorten konnten anhand von Boniturdaten aus dem Spätfrostjahr 2017 gefunden werden. Bei den Birnensorten wurden im Jahr 2022 besonders robuste bzw. anfällige früh blühende Sorten festgestellt.

Ergänzt wurden diese Arbeiten durch einen Sortenaufwurf nach spät blühenden Birnensorten. Besonders wertvoll war dabei der Hinweis auf eine sehr spät blühende Tafelbirnensorte, die zur weiteren Prüfung in die Erhaltungsgärten aufgenommen wurde. Umfangreiche Literatur- und Internetrecherchen erbrachten zusätzliche Informationen und Hinweise auf Sorten, die in Deutschland nicht oder kaum verbreitet sind.

Auch selbstfruchtbare Sorten können nach Spätfrösten den Ertrag zumindest teilweise sichern. Dies hat bisher nur bei Birnensorten eine gewisse Bedeutung. In diesem Projekt wurde untersucht, ob auch alte Apfelsorten, die als selbstfruchtbar beschrieben werden, in größerem Umfang parthenokarpe Früchte ausbilden können.

Da es ein Ziel des Projektes war, Sortenempfehlungen für den Streuobstbau zu geben, wurden die selektierten Sorten auch auf weitere Eigenschaften wie Krankheitsanfälligkeit und Wuchs untersucht. Es wurden 15 Apfelsorten und 7 Birnensorten ausgewählt, die für den Streuobstbau und Hausgarten empfohlen werden können. Dabei muss erwähnt werden, dass eine späte Blüte durch die erhöhte Feuerbrandgefahr auch mit Nachteilen verbunden sein kann.

Fördergemeinschaft Ökologischer Obstbau e.V. (FÖKO)

Die in den Vorgängerprojekten angelegten Sortenquartiere auf den fünf teilnehmenden Praxisbetrieben wurden im Rahmen des Projektes weitergeführt und mit 7 neuen Sortenkandidaten ergänzt. Anhand von Fragebögen wurden die Sorteneigenschaften jährlich von den Praktikern erhoben und diskutiert. Ein Hauptaugenmerk lag hierbei auf den Kriterien „Produktivität“, „Marktpotential“ und „Gesamteindruck“. Bei letzterem sind auch die anbaurelevanten Parameter, wie Krankheitsanfälligkeit (Schorf, Mehltau) und Wuchs u.a. mit eingeflossen. Bei Verkostungen am ‚Point of sale‘ konnten direkte Feedbackgespräche mit Kund:Innen geführt werden. Vier Sortenkandidaten haben sich mit einem sehr positiven Gesamteindruck gezeigt und sollen für eine breite Anbaustrategie in der Praxis weiter begleitet werden.

Auf einem Praxisbetrieb konnte die partizipative Züchtungsarbeit fortgeführt werden. In den drei Jahren wurden auf dem Betrieb 37 Kreuzungskombinationen durchgeführt. Die Selektion der daraus gewonnen Genotypen wird weiterverfolgt.

1.2. Ausgangssituation und Bedarf

Die Klimaerwärmung hat dazu geführt, dass die Obstblüte bei Apfel und Birne immer früher stattfindet. Während in den 60er Jahren des vorigen Jahrhunderts die Obstblüte noch Anfang-Mitte Mai stattfand, ist sie heute Anfang-Mitte April angesiedelt. Durch diese Verschiebung des Blühzeitpunkts nach vorne ist das Spätfrostisiko extrem angestiegen, da sich im selben Zeitraum die Häufigkeit von Spätfrosten im April nicht geändert hat. Statistisch gesehen ist mittlerweile in jedem zweiten Jahr mit erheblichen Spätfrostschäden zu rechnen. Alleine im Spätfrostjahr 2017 wurden statt der üblichen 1 Mio. to Äpfel in Deutschland nur 552.000 to erzeugt. Das Land Baden-Württemberg stellte damals den betroffenen Betrieben 50 Mio. Euro Frostbeihilfe zur Verfügung. 2020 startete das Land ein Projekt zur Förderung von Versicherungsprämien zur Deckung witterungsbedingter Risiken im Obst-und Weinbau.

Diese finanziellen Beihilfen decken aber lediglich den aktuellen Schaden der Betriebe ab und stellen keine dauerhafte Lösung dar. Die einzig sinnvolle technische Lösung der Spätfrostbekämpfung ist die Frostschutzberegnung, die aber sehr hohe Investitionen in die Wasserbereitstellung und -ausbringung erfordert. Neben dem hohen finanziellen Aufwand stehen dieser technischen Lösung oftmals Umwelt- und Naturschutzaspekte entgegen (Stichwort genehmigungspflichtige Erstellung von Beregnungsteichen, wasserrechtliche Bedenken). Neue Sorten mit später Blüte stellen eine kostengünstige und nachhaltige Lösung der Spätfrostproblematik dar.

1.3. Projektziel und konkrete Aufgabenstellung

Durch den Klimawandel ist mittlerweile in jedem zweiten Jahr mit erheblichen Spätfrostschäden zu rechnen. Die aktuell angebauten Obstsorten sind entweder aufgrund ihrer Genetik (z.B. Jonagold, Alexander Lucas sind triploid) oder ihres Blühzeitpunkts (z.B. Topaz früh blühend) besonders anfällig für Spätfroste. Ziele des Projektes sind:

1. Auslese besonders frosttoleranter alter und neuer Kernobstsorten an den Versuchsanstalten (KOB, LVWO), der Streuobsterhaltungszentrale (KOB), den Verbänden (FOEKO) und den Praxisbetrieben.

2. Auswahl der anbauwürdigen Sorten, Aufpflanzung an Spätfrost exponierten Standorten auf den Pilotbetrieben und Einführung in die Vermarktung.

3. Kombinationszüchtung besonders spätblühender neuer Sorten aus dem Genpool des Streuobst-anbaus an der LVWO Weinsberg und Schaffung neuer marktrelevanter Sorten. Um den Züchtungsprozess zu beschleunigen entwickelt die Universität Hohenheim dazu Marker für die gentechnisch gestützte Selektion (MAS).

1.4. Mitglieder der OPG

Die Akteure übernehmen innerhalb der OPG folgende Aufgaben:

Name	Institution / Adresse	Aufgabe im Projekt
Philipp Haug	Fördergemeinschaft ökologischer Obstbau (FÖKO e.V.), Traubenplatz 5, 74189 Weinsberg und Mainau GmbH, 78465 Insel Mainau	Koordination, Organisation Netzwerk Züchtung und Sorten, Repräsentation der OPG, Durchführung von Sortentests in der Praxis
Stephanie Magens / Christoph Höfflin	Ökoobstbau Höfflin, Südhof 1, 79211 Denzlingen	Sortenprüfung unter ökologischen Anbaubedingungen, Obstregion Rheinebene, Bewertung Markttauglichkeit, Direktvermarktung
Peter Blank	Bio Obsthof Blank GbR, Fildenmoos 6/1, 88214 Ravensburg	Sortenprüfung unter ökologischen Anbaubedingungen, Obstregion Bodensee, Bewertung Markttauglichkeit, Eignung für den Handel, Verbraucherakzeptanz, Verbraucherpanels
Erhard Karrer	Obstbaubetrieb Karrer, 88697 Bermatingen-Ahausen	Durchführung von Sortentests in der Praxis, Obstregion Bodensee
Georg Adrion	Obstbau Adrion, Kniebisstr. 95/1, 71522 Backnang	Sortenprüfung unter ökologischen Anbaubedingungen, Obstregion Neckarraum, Bewertung Markttauglichkeit, Direktvermarktung
Prof. Dr. Christian Zörb - kommissarischer Fachgebietsleiter, Dr. Anton Milyaev – Projektleiter; Dr. Michael H. Hagemann	Universität Hohenheim, Ertrags- physiologie für Sonderkulturen, Emil-Wolff-Str. 23, 70599 Stuttgart	Erarbeitung von Grundlagen zur Entwicklung genetischer Marker anhand von durchgeführten Kreuzungsserien aus der LVWO Weinsberg für die markergestützte Selektion (MAS)
Dr. Ulrich Mayr	Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee (KOB), Schuhmacherhof 6, 88213 Ravensburg	Wissenschaftliche Betreuung des Projekts, Selektion von geeigneten Elternsorten aus dem Streuobst- Genpool

Dr. Franz Rueß	Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau Weinsberg (LVWO), Traubenplatz 5, 74189 Weinsberg	Literaturrecherche, Durchführung von Kreuzungszüchtungen, Sortentest in der Klimakammer, Eignungsprüfung ausgewählter Sorten für die Safftherstellung, Ausbau sortenreiner Säfte
----------------	--	--

Tabelle 1: Mitglieder und Aufgabenverteilung der OPG

1.5. Projektgebiet

Die Obstbaubetriebe liegen innerhalb der drei Obstanbaugebiete in Baden-Württemberg: Bodensee, Rheintal und Neckar. Die Forschungseinrichtungen liegen am Bodensee (KOB) und im Neckargebiet (LVWO) und Stuttgart (Universität Hohenheim).

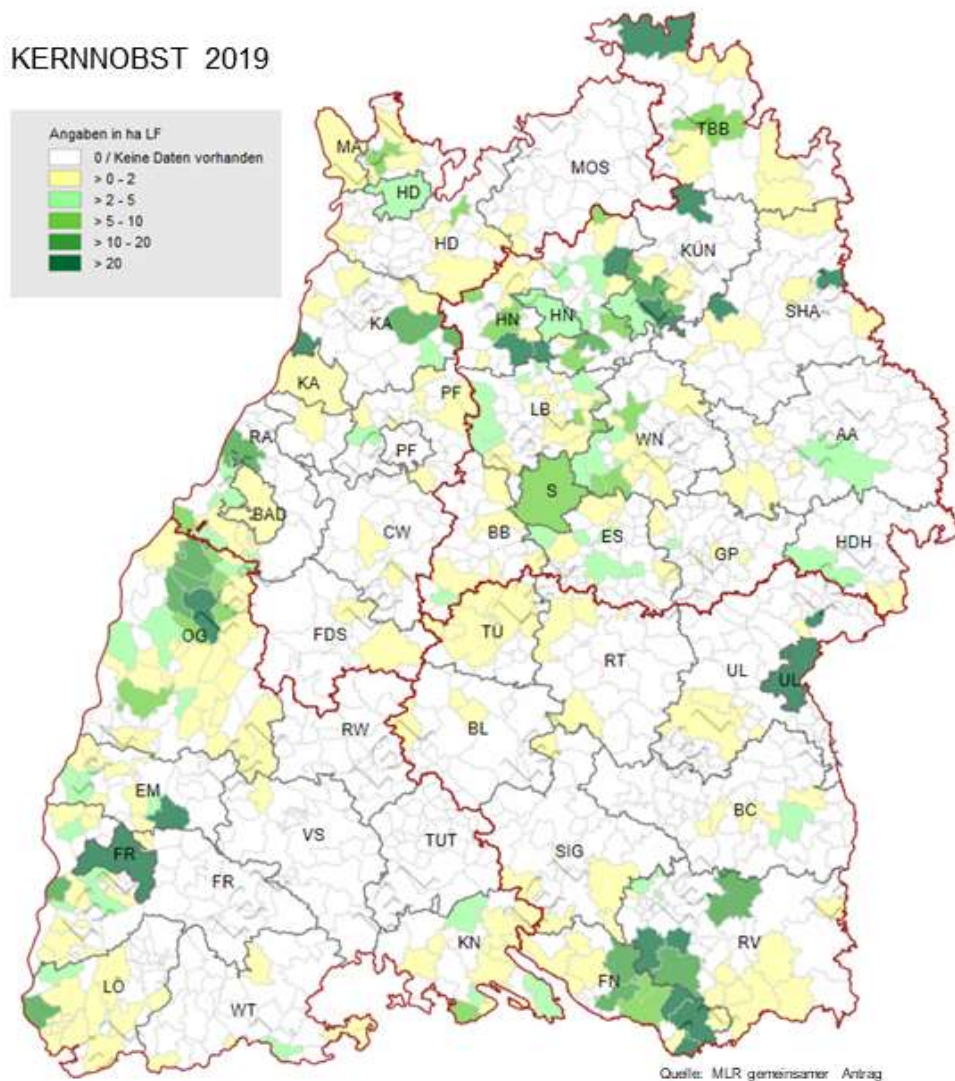


Abbildung 2: Regionale Verteilung der Anbaufläche von Kernobst in Baden-Württemberg

1.6. Praktische und organisatorische Zusammenarbeit in der OPG

Zuwendungsempfänger im Projekt war die OPG „Vermeidung von Spätfrostschäden im ökologischen Obstbau“. Die Fördergemeinschaft ökologischer Obstbau e.V. (FÖKO) organisierte und koordinierte als Leadpartner alle Aktivitäten. Die FÖKO koordinierte alle fachlichen Aktivitäten der OPG. Das KOB Bavendorf wickelt die administrative Verwaltung der OPG ab. Die Vertreter der FÖKO, vom KOB und der LVWO bildeten das interne Projektmanagement.

Die Projektpartner trafen sich im halbjährigen Rhythmus zu insgesamt 6 OPG-Sitzungen. Die Ergebnisse der Sitzungen wurden in Protokollen festgehalten und waren Bestandteil der halbjährlichen Zwischenberichte. Die Abstimmungen zwischen Lead-Partner und internem Projektmanagement erfolgten unregelmäßig bei Bedarf via E-Mail und anderen Kommunikationskanälen.

1.7. Projektlaufzeit und -dauer

Das Projekt startete am 01.12.2021 mit einer Genehmigung zum vorzeitigen Maßnahmenbeginn und endete am 31.12.2024.

1.8. Budget

Die im Rahmen der Projektkonzeption bewilligte Fördersumme betrug 429.690,00 €. Tatsächlich abgerechnet wurden 365.454 €.

1.9. Verwendung der Zuwendung

Die Fördermittel wurden überwiegend für Personalkosten verwendet. Bei den Sachkosten lagen die Schwerpunkte bei den genetischen Analysen der Sämlinge und bei der Entwicklung von Genmarkern für die Projektstudie der Universität Hohenheim.

1.10. Ablauf des Vorhabens

Die einzelnen Arbeitspakete wurden dezentral im Zuständigkeitsbereich der jeweiligen Arbeitskreiskoordinatoren abgearbeitet. Im Rahmen der OPG-Treffen wurden Ergebnisse und Vorgehensweise in der großen OPG-Runde diskutiert und beschlossen.

2. Eingehende Darstellung

2.1. Situation zu Projektbeginn und Projektziele

2.1.1. Ausgangssituation

Die Frostempfindlichkeit hängt stark vom Entwicklungsstadium der Blütenknospe und von den Witterungsbedingungen ab. Während im „Mausohrstadium“ erst Temperaturen unter -5,5°C zu Schäden führen, reduziert sich die Frostanfälligkeit vom „Grüne Knospe“-Stadium mit Temperaturen unter -4°C über das „Rote Knospe- und Ballonstadium“ mit Temperaturen unter -2°C bis zur Vollblüte, bei der schon 0°C zu großen Schäden führen kann.

Durch die veränderten klimatischen Bedingungen blühen Obstbäume immer früher im Jahr, wodurch sich ein erhöhtes Risiko für Blütenfröste ergibt. Vor allem die fehlenden Frosttage über die Wintermonate führen zu einem frühen Austrieb und damit verbunden zu einer früheren Apfelblüte.

Besonders der Süden Deutschlands und damit die Hauptanbaugebiete für Obst in Baden-Württemberg und Bayern sind von dieser klimatischen Entwicklung betroffen (siehe Abbildung 3 Abbildung 3 vom DWD)

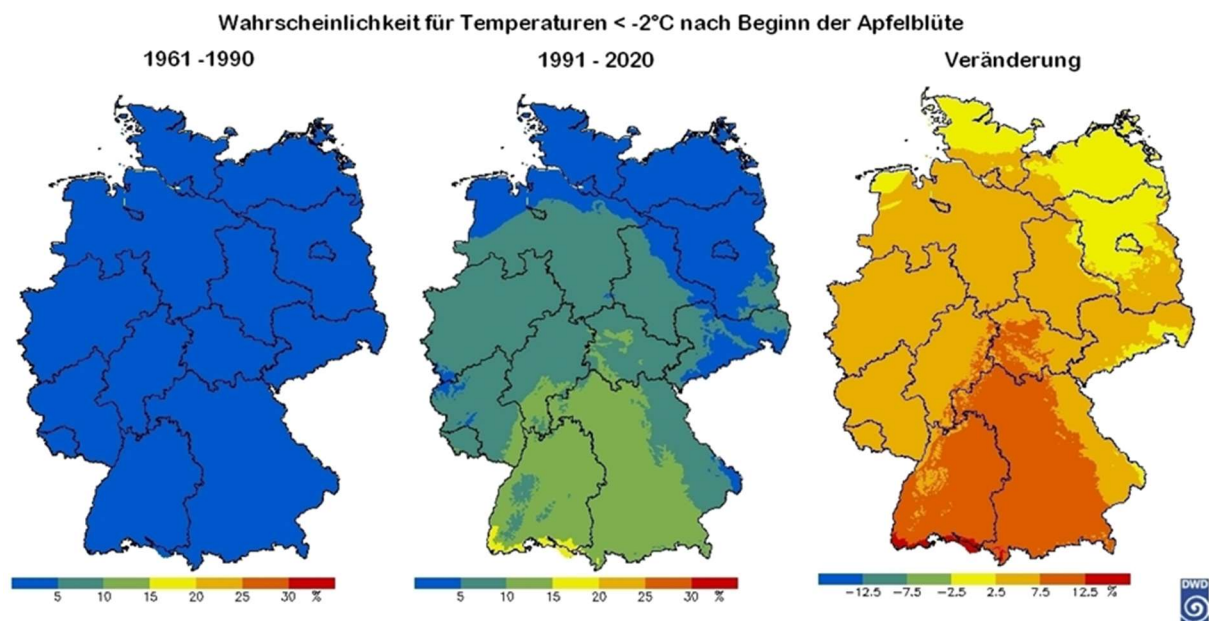


Abbildung 3: Regionale Unterschiede der Wahrscheinlichkeit (in %) für Temperaturen unter -2 °C nach Beginn der Apfelblüte für die Zeiträume 1961-1990 (linke Karte) und 1991-2020 (mittlere Karte) sowie die prozentuale Veränderung zwischen diesen beiden Zeiträumen (Quelle: Deutscher Wetterdienst: https://www.dwd.de/DE/wetter/thema_des_tages/2023/4/15.html)

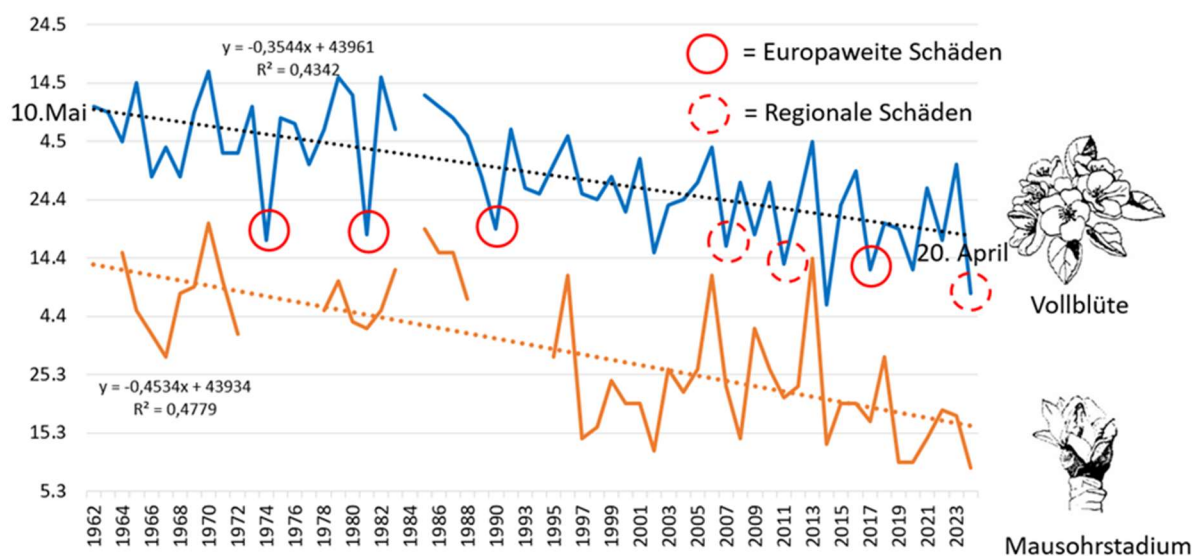


Abbildung 4: Entwicklung der Vollblüte bei Apfel und Auftreten von Spätfrostschäden in der Neckarregion von 1962 – 2020 (M. Strauss und Dr. F. Rueß, LVWO Weinsberg)

Phänologische Untersuchungen der LVWO Weinsberg zeigen im Zeitraum der letzten 60 Jahre eine Verschiebung des Blühzeitpunkts um drei Wochen nach vorne. Ebenso hat sich im gleichen Zeitraum der Austriebsbeginn um drei Wochen nach vorne verschoben. In der Regel erfolgt die Blüte zirka vier Wochen nach dem Blattaustrieb. In diesem Zeitkorridor Anfang bis Mitte April ist die Gefahr von

Spätfrösten jedoch nach wie vor sehr häufig und die Spätfrostschäden haben daher zugenommen (siehe Abbildung 4)

2.1.2. Projektziele

Ziel des Projektes ist es, Sortenneuentwicklungen bei Apfel und Birne mit Toleranzeigenschaften gegenüber Blütenfrost in der Anbaupraxis zu verbreiten und dort weiterzuentwickeln. Dadurch soll der ökologisch wirtschaftende Obstbau noch nachhaltiger und umweltschonender gestaltet werden. Bei diesem Projekt handelt es sich um den Aufbau einer Wertschöpfungskette, bei dem in mehreren Teilschritten neue kältetolerante Kernobstsorten ausgelesen, durch Züchtungsarbeit neue spätblühende Sorten geschaffen, auf ihre Verbraucherakzeptanz geprüft und letztendlich in dauerhafte unternehmerische Strukturen gebracht werden sollen. Von den neuen Kernobstsorten mit Toleranz gegenüber Spätfrostereignissen sollen Produzenten, Vermarkter und Verbraucher sowie aufgrund der Möglichkeit der umweltfreundlichen Erzeugung auch die Umwelt profitieren.

2.1.3. Abweichungen zwischen Projektplan und Ergebnissen

Zu Projektbeginn konnte die geplante Personalstelle an der LVWO trotz mehrfacher Ausschreibung im ersten halben Jahr nicht besetzt werden. Die Arbeiten wurden trotzdem wie geplant mit überdurchschnittlichem Einsatz des bestehenden LVWO-Teams gestartet.

Die nicht abgerufenen Fördermittel für die Personalkosten der LVWO konnten durch einen Änderungsantrag in die Arbeiten an der Universität Hohenheim investiert werden. Die Mittel wurden für weiterreichende Sequenzierungen und das hierzu benötigte Projektpersonal eingesetzt.

2.2. Darstellung der Ergebnisse

2.2.1. Auswahl von Sorten aus Streuobst-Genressourcen

Die Recherchen und Beobachtungen bei Streuobst-Genressourcen wurden an der LVWO und vom KOB durchgeführt. Ziel war es, Apfel- und Birnensorten mit den Eigenschaften wie „spätblühend“, „langblühend“, „frostrobuste Blüte“ oder „selbstfruchtbare Sorten“ zu identifizieren. Darüber hinaus sollte durch eine Saftverkostung die Anbauwürdigkeit der jeweiligen Sorte beurteilt werden. Neben einer direkten Anbauempfehlung für den Streuobstanbau, spielt die Bewertung der Sorten im Hinblick auf Eignung als Kreuzungselter in der Züchtung eine gewichtige Rolle.

2.2.1.1. Identifikation und Auswahl spätblühender Apfelsorten/Klone für den Streuobstanbau und als Elternsorten für die Züchtung; Teil LVWO



Abbildung 5: Christiansapfel im Landkreis Metzingen, aufgenommen am 9. Mai 2023

Die Identifikation spätblühender Apfel- und Birnensorten erfolgte an der LVWO Weinsberg anhand der folgenden Strategien:

- Durch Blühzeitbonituren im Sortenkontrollgarten
- Screening des Pomoretums der Landwirtschaftlichen Lehranstalt Triesdorf
- Recherche in der sortenbeschreibenden Literatur und in Sortendatenbanken (DGO, FRUCTUS CH, National Fruit Collection GB, Erhalternetzwerk Obstsortenvielfalt des Pomologenvereins)

- Ein Aufruf in der Fachzeitschrift `Obst und Garten` (Ruess 2021)
- Eigene Beobachtungen

Es konnten insgesamt 16 Apfelsorten identifiziert werden, welche als spätblühend eingestuft wurden.

Sortenbezeichnung
Spätblühender Taffetapfel
Christiansapfel
Heslacher Gereutapfel
Belle Fille des Salins / de Indre
Königlicher Kurzstiel
Piemonteser, Hans-Ulrichsapfel
Roter Bellefleur, Siebenschläfer
Div. Luiken
Weißer Maicherapfel
Crawley Beauty
Kaiserapfel, Limperger
Cros Croquet, Double Bellefleur
Grauer Kurzstiel
Grünapfel
Waginger Kalvill (D), Brunntaler Kalvill (A)
Verzisoare

Tabelle 2: Spätblühende Sorten welche auf dem OVG Heuchlingen zur Erhaltung und Evaluierung gepflanzt wurden.

Dabei gilt es zu beachten, dass der Blühzeitpunkt ein äußerst komplexes Merkmal ist, welches durch viele verschiedene genetische und umweltbedingte Faktoren beeinflusst wird (Milyaev et al. 2024). Der Zeitpunkt der Blüte kann über verschiedene Standorte und Jahre stark abweichen. Da die Sorten unterschiedlich auf Umwelteinflüsse reagieren, kann sich auch das Ranking über Standorte und Jahre verändern. Als Referenz für den angestrebten Blühzeitpunkt diene der `Spätblühende Taffetapfel`, welcher am Standort Obstversuchsgut Heuchlingen ca. 4 Wochen nach der Standardsorte `Topaz` blüht.

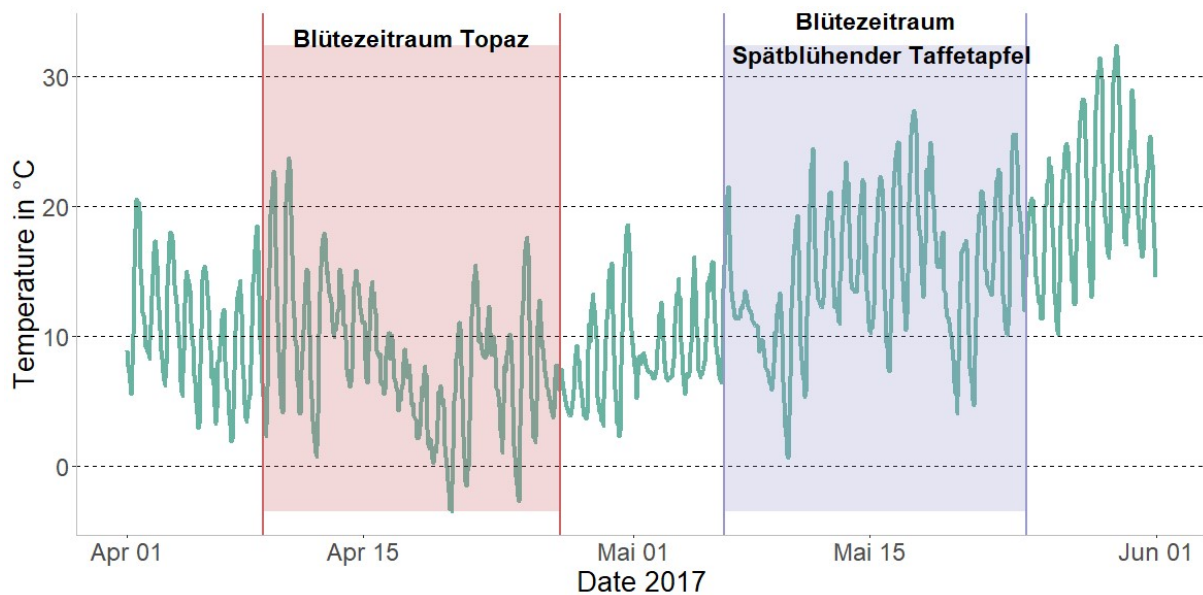


Abbildung 6: Temperaturkurve Frühjahr 2017. Stündlich gemessen auf 2m Höhe am Standort OVG Heuchlingen sowie Blütezeiträume der Sorten Topaz (rot) und Spätblühender Taffetapfel (lila) (Nach C. König 2022).

Von den oben gelisteten Sorten wurden Edelreiser bezogen, auf schwachwachsende Unterlagen (M9) veredelt und im Sortenerhaltungsquartier der LVWO am Standort Heuchlingen gepflanzt. Hier werden die Sorten in den kommenden Jahren unter einheitlichen Bedingungen evaluiert und die Blütezeit überprüft. Erst die Bewertung unter einheitlichen Bedingungen erlaubt die korrekte Beurteilung des relativen Blühzeitpunktes.

Die Sorten: 'Spätblühender Taffetapfel', 'Christiansapfel', 'Heslacher Gereutapfel', Spätblüher aus Schwabbach (Arbeitsname), 'Königlicher Kurzstiel', 'Belle Fille des Salins', 'Crawley Beauty', „Palmapfel“ (Arbeitsname), 'Hans-Ulrichs-Apfel' und 'Weißer-Maicher-Apfel' wurden im Bericht des Vorgängerprojektes „Obstsortenzüchtung und Nutzung genetischer Ressourcen aus dem Streuobst. Züchtung spätblühender Apfelsorten“ (König 2022) beschrieben.

Am 24. Mai 2023 konnten in der Sortensammlung der LLA Triesdorf weitere spätblühende Sorten identifiziert werden, welche hier vorgestellt werden:

Grauer Kurzstiel

Die Sorte 'Grauer Kurzstiel' oder 'Court Pendu gris' ist eine alte in Frankreich verbreitete Sorte, welche im Jahr 1423 zum ersten Mal genannt wurde. Die Frucht ist flachkugelförmig mit einem kurzen Stiel. Die Schale ist stark zimtgrau berostet mit grünlich gelber Grundfarbe. Das Fruchtfleisch ist fest und saftig mit wenigem Reinetengeschmack. Optisch und geschmacklich ähnelt der 'Graue Kurzstiel' der traditionellen Sorte 'Boskoop'. Die Sorte eignet sich gut als Tafelfrucht tendiert aufgrund der starken Berostung aber zu Schalenrissen. Der 'Graue Kurzstiel' wurde 1883 von W. Lauche beschrieben als die „am spätesten blühende Apfelsorte, welche aufgrund des späten Blühzeitpunktes selten durch Frühjahrsfröste beeinträchtigt ist“.



Abbildung 7: Grauer Kurzstiel

Kaiserapfel (Synonyme: Limberger, Rudinapfel, Weihermättler)

Der Kaiserapfel ist eine Apfelsorte aus der Schweiz. In den Sortenempfehlungen von ProSpecieRara wird er als Zufallssämling aus Sissach (BL) beschrieben, erstmals um 1840 genannt und ist heute selten. Die Frucht wurde früher gerne für Konserven genutzt, ist aber ansonsten eher als Most- und Küchenapfel zu bewerten (ProSpecieRara 2024).

Gros Croquet (Synonyme: Bon Pommier, Double Belle Fleur, Double Bellefleur, Double Bon Pommier, Double Bonne Ente, Flandre, Gros Rouge, Gros RTau, Grosse Bonne Ente)

Die Sorte 'Double Belle Fleur' wird auf der Seite der Britischen Genbank „National Fruit Collection“ als sehr großer Tafelapfel beschrieben mit einer knackigen, saftigen Textur, grüngelb mit roter Deckfarbe. In der Sortenbeschreibung der National Fruit Collection GB ist Blüte sehr spät, Ende Mai, angegeben (www.nationalfruitcollection.org.uk).



Abbildung 8: Gros Croquet

Waginger Kalvill (Synonyme: Brunntaler Kalvill (in A), Winterkalvill von Traunreuth, Laufener Kalvill)

Im Zwischenbericht des Projektes „Alte Obstsorten in den oberbayerischen Voralpenlandkreisen“ wird die Sorte als wertvolle Sorte mit hervorragenden Fruchtqualitäten (groß, gesund, sehr lange haltbar, aromatisch) und gesunden, wüchsigen Bäumen beschrieben. Es handelt sich um eine in den Landkreisen Traunstein und Berchtesgadener Land verbreitete Lokalsorte.



Abbildung 9: Waginger Kalvill

Verzisoare

Diese Rumänische Sorte zeichnet sich aus durch sehr kleine, grüne Früchte, einer sehr späten Blüte, Robustheit und Langlebigkeit. Obwohl die Sorte spätreifend ist, ist ein vorzeitiger Fruchtfall zu beobachten. Die Sorte wurde im Rahmen der Sortenechtheitsprüfung der Apfelsorten der Deutschen Genbank Obst (DGO) geprüft. Laut dem Pomologen J. Bannier ist sie eine robuste, langlebige Sorte, welche schon des Öfteren zur Züchtung verwendet wurde.



Abbildung 10: Verzisoare

Belle Fille de l'Indre (Synonym: Belle Fille de la Creuse)

In der Literatur sind viele verschiedene Sorten mit der Bezeichnung Belle Fille zu finden. Es wird angenommen, dass zwischen den verschiedenen Belle Fille Typen auch ein mehr oder weniger großer Verwandtschaftsgrad vorliegt. So hat der genanalytische Vergleich zwischen den Sorten 'Belle Fille des Salins', (gemeldet und zur Verfügung gestellt von der Baumschule Frank Wetzels) und der Sorte 'Belle Fille de l'Indre', welche im Pomoretum der LLA Triesdorf steht, eine Übereinstimmung von ~88 % ergeben. 'Belle Fille de l'Indre' kommt vermutlich aus dem französischen Departement Indre während der Ursprung von 'Belle Fille des Salins' im französischen Jura vermutet wird. 'Belle Fille de l'Indre' blüht sehr spät Ende Mai. Die Frucht ist eher klein und zeigt eine grüngelbe Grundfarbe mit roter Flammung. Die Textur ist knackig und saftig, geschmacklich eher fade.



Abbildung 11 Belle Fille de l'Indre

Des Weiteren wurden in Triesdorf drei Sorten als spätblühend identifiziert, welche als unbekannt gelistet sind. Die Sorten werden hier mit der Pflanznummer aus dem Pomoretum Triesdorf angegeben und die Beschreibung beruht auf eigenen Beobachtungen am 5.9.2024.

Unbekannt 7.17

Der Baum zeigt sich kräftig und wüchsig. Die Äpfel sind klein und grün und offensichtlich noch unreif, lassen aber bereits eine leichte rote Flammung erkennen.



Abbildung 12 U nbekannt 7.17

Unbekannt 8.49

Die zwei Bäume wirken klein und schwächlich. Die Früchte sind klein, gelb und sind am 5. September bereits vom Baum gefallen. Trotz der großen Ähnlichkeit handelt es sich laut Aufzeichnungen der Sortensammlung nicht um den Spätblühenden Taffetapfel.



Abbildung 13: Apfelsorte Unbekannt 8.49 am Pomoretum Triesdorf

Unbekannt 28.8

Der Baum zeigt sich vital mit leichter Tendenz zum Verkahlen. Die Früchte sind groß, gelb und duften stark. Das Fruchtfleisch ist weich, zum Teil leicht glasig, mit stark exotischem Ananasaroma und sehr wenig Säure. „Großer Ananas Apfel“ wäre ein passender Name.

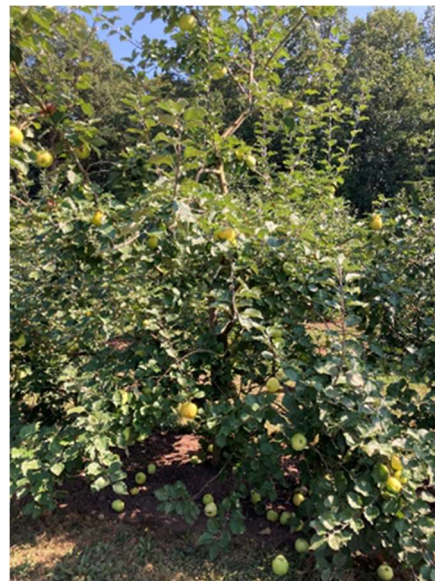


Abbildung 14: Apfelsorte Unbekannt 28.8 im Pomoretum Triesdorf

2.2.1.2. Identifikation und Auswahl spätblühender Apfelsorten/Klone für den Streuobstanbau und als Elternsorten für die Züchtung; Teil KOB

Zur Identifizierung von spätblühenden Sorten wurden am KOB Bonituren in den Erhaltungsgärten für Apfel- und Birnensortensorten durchgeführt. Dort stehen insgesamt ca. 750 Apfel- und 500 Birnensorten.

Blütenbonituren bei Apfelsorten



Abbildung 15 Sortenerhaltungsgarten mit Bäumen auf mittelstark wachsender Unterlage

Die Apfelsorten stehen an drei Standorten auf unterschiedlich stark wachsenden Unterlagen. Im ältesten Quartier von 1996 wurden die Sorten auf die mittelstark wachsende Unterlage M4 veredelt. Im später angelegten, umfangreichsten Quartier stehen die Sorten aus Platzgründen auf der schwach wachsenden Unterlage M9. Schließlich werden weitere Sorten auf einer traditionellen Streuobstwiese auf Hochstamm erhalten. Ein Teil der Sorten ist auf allen drei Unterlagen vorhanden.

Es wurden Blühintensität und Blühverlauf zu verschiedenen Zeitpunkten bonitiert. Die Entwicklungsstadien wurden anhand der BBCH-Skala erfasst. Das Stadium 5 beschreibt die Entwicklung der Blütenanlage vom Knospenschwellen (Code 51) bis Ballonstadium (Code 59), das Stadium 6 die Blüte vom Öffnen der ersten Blüte (Code 60) bis zum Ende der Blüte, wenn alle Blütenblätter abgefallen sind (Code 69).

Einfluss der Witterungsbedingungen

Die Sorten haben genetisch bedingt ein unterschiedliches Kälte- und Wärmebedürfnis, welches für das Einsetzen der Blüte erfüllt sein muss. Eine bestimmte Anzahl an Kältestunden ist erforderlich, damit die winterliche Knospenruhe aufgehoben wird. Dies hat den Vorteil, dass die Knospen nicht bereits nach kurzen Wärmeperioden im Januar oder Februar aktiviert werden. Wenn das Kältebedürfnis erfüllt ist, reagieren die Knospen auf warme Temperaturen und entwickeln sich. Bei zwischenzeitlich einsetzenden Kälteperioden verlangsamt sich die Blütenentwicklung. Es gibt verschiedene Modelle, um den Blühzeitpunkt rechnerisch zu ermitteln. Stark schwankende Temperaturen erschweren jedoch eine Berechnung.

Ein sehr warmes Frühjahr, ohne große Rückschläge durch Kälteeinbrüche, führt meist zu einem schnellen, gleichzeitigen Blühen vieler Sorten. Die Unterschiede sind dann relativ gering. In einem kühlen Frühjahr hingegen zeigen sich die Unterschiede deutlicher. Der Temperaturverlauf ist jedoch

selten geradlinig, wodurch die Einstufung der Blütezeit erschwert wird. Durch diese Beobachtungen lassen sich auch die unterschiedlichen Angaben zum Blühzeitpunkt in der Literatur erklären. Hinzu kommt die allgemeine Temperaturerhöhung infolge des Klimawandels.

Wie bereits zuvor erwähnt, wird auch die Knospenentwicklung der verschiedenen Sorten von den Witterungsbedingungen unterschiedlich stark beeinflusst. Dies wurde durch die mehrjährigen Bonituren deutlich. Die Reihenfolge des Aufblühens änderte sich teilweise von Woche zu Woche und auch von Jahr zu Jahr, wie die nachfolgenden Abbildungen zeigen.

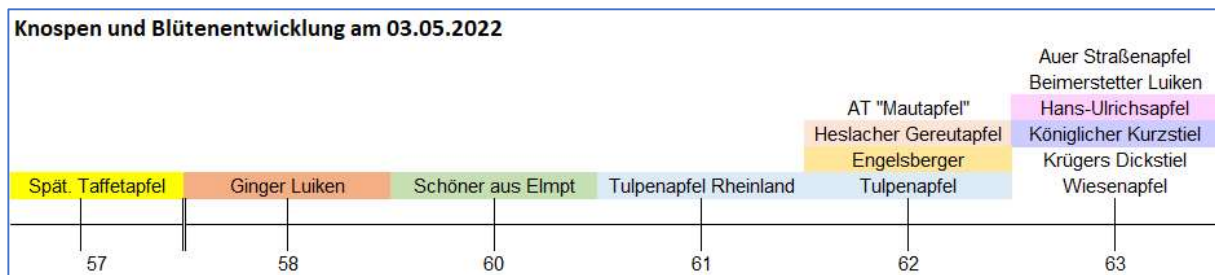


Abbildung 16: Knospen- und Blütenentwicklung 2022

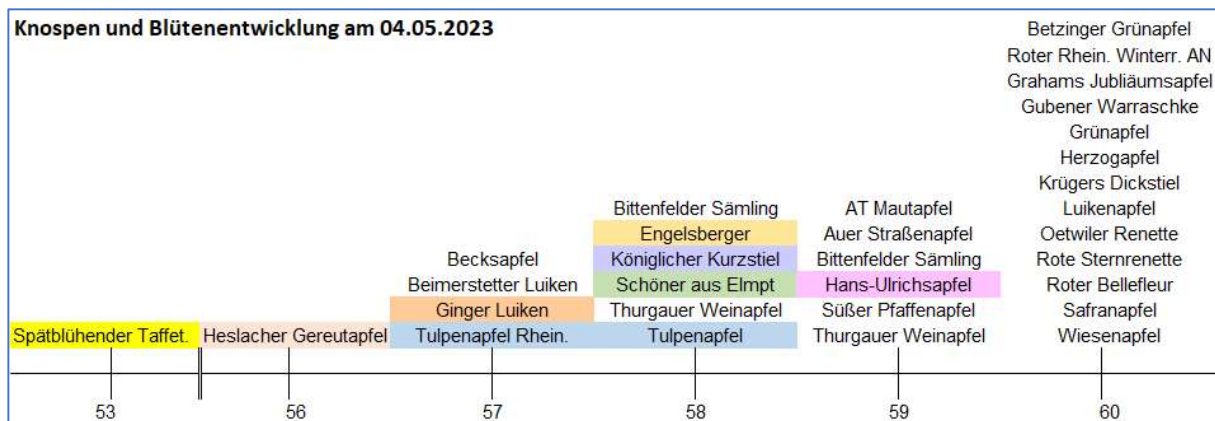


Abbildung 17: Knospen- und Blütenentwicklung 2023

Um die Sorten näher einzustufen, wurden sie in folgende Kategorien unterteilt:

- extrem spät
- sehr spät
- spät bis sehr spät
- spät
- mittelspät bis spät

Dabei sind die Übergänge nicht starr, sondern fließend. Insgesamt konnten 58 Apfelsorten erfasst werden, die relativ spät bis sehr spät blühen. Die Sorte 'Spätblühender Taffetapfel' wies die späteste Blüte auf und wird daher als einzige der Kategorie „extrem spät“ zugeordnet.



Abbildung 18: die Sorte 'Spätblühender Taffetapfel' auf der Streuobstwiese in Eschau

extrem spät	sehr spät	sehr spät - spät	spät	mittelspät / spät
Spätbl. Taffetapfel	AT "Chela Pith"	AT "Mautapfel"	Becksapfel	Baldenheimer Weißapfel
	Beimerstetter Luiken	Auer Straußenapfel	Betzinger Grünapfel	Chusenrainer
	Ginger Luiken	Engelsberger	Bittenfelder	Gubener Waraschke
	Heslacher Luiken	Oberrieder Glanzrenette	Börtlinger Weinapfel	Herzogapfel
	Königlicher Kurzstiel	Rote Sternrenette	Eschacher Mostapfel	Krügers Dickstiel
	Tulpenapfel Rheinland	Schöner aus Elmpf	Fleiner	Neue Orleans Renette
	Tulpenapfel	Süßer Pfaffenapfel	Frankenbacher Dauerapfel	Riesenboiken
		Wiesenapfel	Gelber Münsterländer Borsdorfer	Roter Eiserapfel
			Grahams Jubiläumsapfel	
			Grünapfel	
			Hans-Ulrichsapfel	
			Hofstätt	
			Kleiner Langstiel	
			Luikenapfel	
			Luxemburger Renette	
			Martini	
			Muskatellerluiken	
			Mutterapfel	
			Oetwiler Renette	
			Pohorka	
			Rheinischer Winterrambur	
			Rheinlands Ruhm	
			Roter Bellefleur (Siebenschläfer)	
			Safranapfel	
			Schönauer Streifling	
			Schussentäler (Gros Croquet)	
			Thurgauer Weinapfel	

Tabelle 3: Spätblühende Apfelsorten am KOB

Die folgenden sieben Sorten blühten nur in manchen, eher kühlen Jahren spät, in anderen dagegen mit der großen Mehrzahl der Sorten:

- Brettacher
- Champagner Renette
- Danziger Kant
- Englischer Prinz
- Halberstädter Jungfernapfel
- Rheinischer Krummstiel
- Roter Ziegler

Tendenziell entwickelten sich die Blüten auf Hochstamm langsamer, als auf den schwächer wachsenden Unterlagen.

Literatur und Internetrecherchen

Ergänzend zu den Bonituren wurden Recherchen in der Literatur und im Internet durchgeführt. Besonders in Gebieten mit rauem Klima oder in Höhenlagen findet man eine größere Anzahl an spätblühenden Sorten. Sie wurden als Zufallssämlinge ausgelesen und brachten durch die späte Blüte eine höhere Ertragssicherheit. Bei einer späten Blüte verbessert sich tendenziell auch die Bestäubung durch Insekten, da die Tagestemperaturen dann im Durchschnitt höher sind. Bienen fliegen beispielsweise erst ab ca. 8 °C.

Dies trifft auch auf relativ zahlreiche regionale Sorten zu, die auf der Schwäbischen Alb beheimatet sind. In der nachfolgenden Tabelle sind spätblühende Lokalsorten und Sorten mit lokaler Bedeutung aus dem Landkreis Reutlingen aufgeführt.

Spätblühende Sorten im Landkreis Reutlingen	
Becksapfel	Kleinbettlinger Luiken
Betzinger Grünapfel	Muskatellerluiken
Bihlmayer	Ohmenhäuser Sämling
Christiansapfel	Pfaffenapfel
Fetzerapfel	Reicheckerluiken
Herzogapfel	Reutlinger Streifling
Hofstätter	Schmiedbastele

Tabelle 4: Spätblühende Sorten im Landkreis Reutlingen („Obstsorten-Katalog“, Thilo Tschersich, 2021)

In der Schweiz findet man ebenfalls relativ viele spätblühende Sorten, die in der Regel für Höhenlagen gut geeignet sind. In den Sortenbeschreibungen des Buches „Früchte, Beeren, Nüsse“ von David Szalatnay et. al. werden folgende Sorten als spät blühend beschrieben.

Spätblühende Sorten in der Schweiz		
Aachackerer	Hediger	Oberrieder Glanzrenette
Aargauer Herrenapfel	Johannecher	Oetwiler Reinette
Api rose	Kaiserapfel	Seegässler
Bänziger	Knucheler	Siebensüß
Blauacher	Lederapfel Baselland	Spätlauber
Engishofer	Leuenapfel	Stäfner Rosen
Fraurotacher	Marmorapfel	Süßer Zila
Götighofer	Mistapfel	Wachsreinette
Gruniker	Nägeliapfel	Waldhöfler
Hans-Ulrichsapfel	Oberdieks Reinette	

Tabelle 5: Spätblühende Sorten in der Schweiz

Spätblühende Sorten in internationalen Sortendatenbanken

In verschiedenen Internet-Datenbanken werden zahlreiche Sorten detailliert beschrieben. Es kann häufig nach dem Blühzeitpunkt gefiltert werden. So wie beim 'Spätblühenden Taffetapfel' oder 'Spätlauber' weisen auch die Namen 'Fleuritard' und 'Feuille Morte' auf die späte Blüte bzw. den späten Austrieb hin.

Zum Vergleich der Blühzeitpunkte wird öfter die Einstufung des Blühzeitpunktes der Organisation „National Fruit Collection“ verwendet. Die Daten wurden erhoben in der Sortensammlung in Brogdale (Kent) im Südosten Großbritanniens. Es wird der Zeitpunkt festgehalten an dem 10 % und 80 % der Blüten geöffnet sind bzw. 90 % der Blütenblätter abgefallen ist.

In der Datenbank „Fruitid.com“ erhalten die Sorten 'Roter Astrachan' und 'Wellington' mit der Hauptblüte am 1. Mai die Bezeichnung „F1“. In der Datenbank „Pomiferous.com“ wird für sie ein „Pollination Peak 1“ angegeben. Die Einstufung erfolgt tageweise von 1 (1. Mai) bis 42 (11. Juni), der Blüte des 'Spätblühenden Taffetapfels'.

Spätblühende Sorten in der Sortendatenbank "National Fruit Collection"		
Andre Briollay	Cusset Blanc	Normandie
Belle des Buits	Feuillemorte	Racine
Blanc Sur	Fleuritard	Reinette de France
Canada Blanc de la Creuse	Jean Tondeur	Rose Double
Court Pendu Plat*	La Nationale	Sacramentsappel
Cravert	Louiton	Spatbluhender Taffetapfel
Cravert Rouge	Madoue Rouge	Verallot
Crawley Beauty	Michotte	Verite
* Königlicher Kurzstiel		
Internetadresse: https://www.nationalfruitcollection.org.uk/index.php		

Tabelle 6 Spätblühende Sorte in der Datenbank der National Fruit Collection

Die Blühzeitpunkte in der Tabelle bewegen sich zwischen der Blüte des Königlichen Kurzstiel am 26. Mai und der Blüte des 'Spätblühenden Taffetapfel'.

Teilweise werden die Blühzeitpunkte in Gruppen zusammengefasst. Ein Hauptgrund für die Angabe des Blühzeitpunktes ist hier vor allem die Unterstützung bei der Auswahl von Sorten, die sich gegenseitig befruchten können.

Nach Angaben der Datenbank „Pomiferous“ blühen die folgenden Sorten am spätesten:

Spätblühende Sorten in der Datenbank "Pomiferous"
Belle Fleur de France, Pollination Peak 42
Feuille Morte, Pollination Peak 40
Fleuritard rouge, Pollination Peak 37
Blanc Dur, Pollination Peak 37
André Briollay, Pollination Peak 35
Canada Blanc de la Creuse, Pollinaition Peak 35
Louiton, Pollination Peak 35
Internetadresse: https://pomiferous.com/

Tabelle 7: Die am spätesten blühenden Sorten in der Datenbank "Pomiferous"

In der Datenbank „<https://www.fruitid.com/>“ kann man nach dem Blühzeitraum filtern. Die nachfolgende Abbildung zeigt die am spätesten blühenden Sorten.

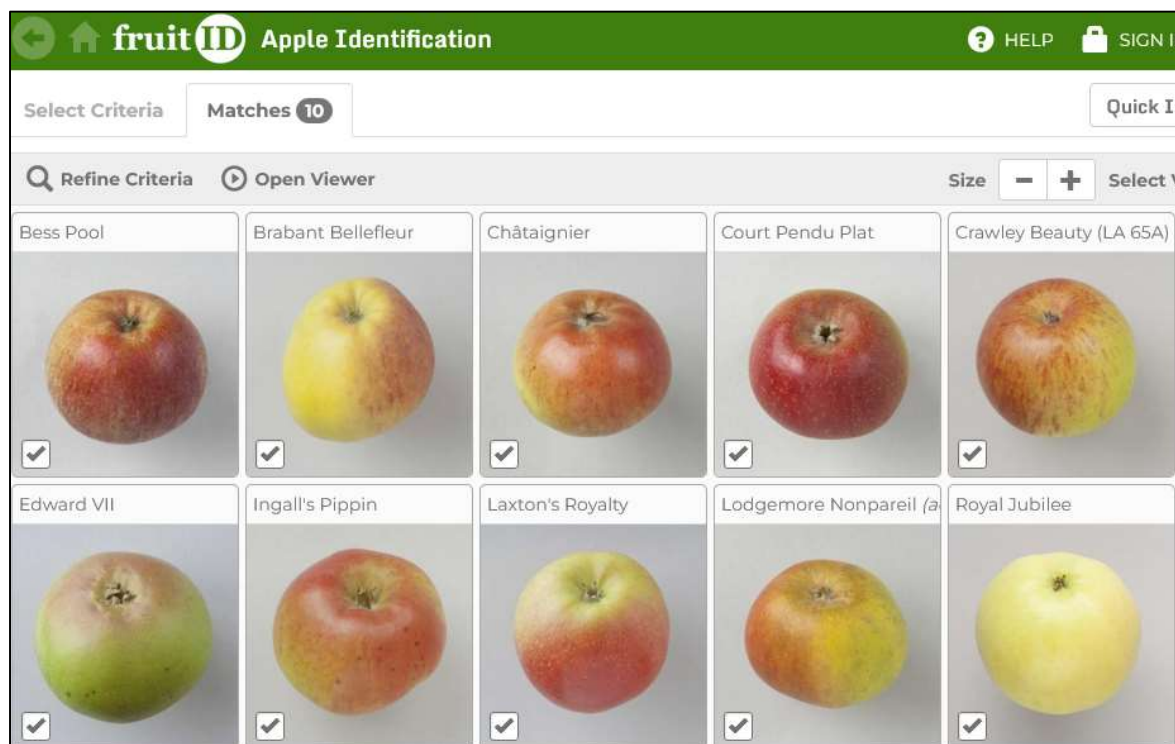


Abbildung 19: Screenshot von der Seite www.fruitid.com mit Sorten der „Flowering Day Band F21 - F25 und F26 - 30“

Hier wird der Blühzeitpunkt wiederum vorwiegend aus dem Grund angegeben, Sorten mit gleicher Blütezeit für eine ausreichende Befruchtung zusammenzustellen.

Spätblühende Sorten im Angebot von Baumschulen

Bei der Internetrecherche wurden auch im Angebot von ausländischen Baumschulen Angaben von Blühzeitpunkten gefunden.



Abbildung 20: Auswahl spätblühender Cidersorten auf <https://www.ericdumont.fr> / Spätblühende Sorten (Pollination-Group 6) auf der Seite www.orangeppintrees.com

Ähnliche Angaben finden sich auf den Seiten der Baumschulen „Derouineau“ (www.pepinieresderouineau.fr), „Heritage Fruit Tree Nursery“ (<https://heritagefruittreenursery.ie>), „Trees of Antiquity“ (www.treesofantiquity.com) und „Silver Creek Nursery“ (<https://silvercreeknursery.ca>). Insbesondere bei den Wirtschaftssorten stand vermutlich die Auswahlmöglichkeit von Sorten für raue Lagen im Vordergrund.

Herkunft und Verbreitung von spät blühenden Sorten

Betrachtet man die große Anzahl von alten Sorten, findet sich darunter nur ein relativ geringer Anteil von spät blühenden Sorten. In den Erhaltungsgärten für Apfelsorten am KOB sind es weniger als 10 %, bei den Birnensorten ist der Anteil noch geringer.

Von den spät blühenden Sorten in Baden-Württemberg sind viele eng verwandt mit der Sorte 'Luikenapfel', die früher stark verbreitet war. Nach einer Analyse, die im Rahmen des Luikenprojektes der Landesgruppe BW des Pomologenvereins erstellt wurde, sind die Sorten 'Spätblühender Taffetapfel', 'Bittenfelder', 'Ginger Luiken' und 'Fetzerapfel' direkte Abkömmlinge dieser Sorte. Der 'Börtlinger Weinapfel', 'Beimerstetter Luiken' und 'Eschacher Mostapfel' sind zumindest eng verwandt.

Die niederrheinische Sorte 'Schöner aus Elmpt', von einem Baumschuler selektiert, soll sich aufgrund der späten Blüte zu einem Exportschlager in die ehemaligen deutschen Ostgebiete Nieder- und Oberschlesien entwickelt haben („Regionale Obstsorten im Rheinland“, LVR Netzwerk Umwelt). Bei der Sorte 'Königlicher Kurzstiel' scheint die späte Blüte dagegen nur eine vorteilhafte Eigenschaft neben dem Hauptaugenmerk, der guten Fruchtqualität, zu sein. Diese Sorte ist weniger für raue Lagen geeignet, da die Früchte spät reifen.

Demgegenüber spielte der Blühzeitpunkt bei „modernen“ Tafelsorten bisher keine Rolle. Hier standen andere Kriterien wie Fruchtqualität, Ertrag und Anbaueignung im Vordergrund. Zudem kommen Höhenlagen oder andere ungünstige Standorte für den Erwerbsanbau nicht in Frage.

Besonderheiten bei der Blüte spätblühender Apfelsorten

Bei den Blütenbonituren fiel auf, dass relativ häufig Blütenstände auftraten, die den typischen BBCH-Stadien nicht entsprachen. Dies wurde insbesondere bei den sehr spät blühenden Sorten beobachtet. In der folgenden Abbildung zeigt das erste Foto von links das typische BBCH-Stadium 56 „Grüne Knospe“, das daran anschließende Foto das Stadium 57 „Rote Knospe“ mit sich streckenden Blütenstielen. In den beiden rechten Fotos von Sorten mit sehr später Blüte sind bereits in einem sehr frühen Stadium rote Blütenblätter sichtbar.



Abbildung 21: Blütenknospen mit typischen BBCH-Stadien (2 Fotos links) und untypischen Knospen

Zudem entwickelten sich die Knospen von manchen Sorten uneinheitlich. Auf engem Raum sind sehr verschiedene Stadien zu finden. Hierdurch wird eine Einstufung der Blütenentwicklung erschwert.



Abbildung 22 Unterschiedliche Stadien der Blüten- und Fruchtentwicklung auf engem Raum

Weiterhin wurden immer wieder fehlentwickelte Blütenstände unter den späten Sorten beobachtet.



Abbildung 23: Untypische Blüten und Blütenstände

Es fragt sich, ob diese Abweichungen durch die Temperatursteigerungen infolge des Klimawandels hervorgerufen werden und möglicherweise zunehmen. In den Erhaltungsgärten am KOB hatten sie bisher keinen erkennbaren Einfluss auf den Ertrag.

Auswahl von Sorten für die Züchtung aus den Erhaltungsgärten des KOB

Für die Züchtung kommen vor allem Sorten in Betracht, die eine gute Tafelqualität aufweisen. Dies gilt für die Apfelsorten:

‘Königlicher Kurzstiel’, ‘Hans-Ulrichsapfel’, ‘Mutterapfel’, ‘Oberrieder Glanzrenette’, ‘Roter Bellefleur’ und ‘Krügers Dickstiel’. Auch der ‘Luikenapfel’, obwohl selbst nicht besonders spät blühend und mit geringer Tafelqualität, kann für die Züchtung interessant sein, da er die Elternsorte zahlreicher spätblühender Sorten ist. Die Sorte ‘Neue Orleans Renette’ ist triploid und daher weniger gut für Züchtungen geeignet. Der ‘Königliche Kurzstiel’ ist aufgrund der besonders späten Blüte am vielversprechendsten und wurde im Projekt mehrfach für Kreuzungen verwendet.

Bei den Birnensorten konnten keine besonders spät blühenden Sorten in den Sortengärten des KOB gefunden werden, die Tafelqualität aufweisen. Die ‘Schwesternbirne’, die bei einem Sortenaufwurf genannt wurde, wurde in die Sammlungen am KOB und der LVWO aufgenommen. Wenn sich die sehr späte Blüte und Tafelqualität auch an diesen Standorten bestätigt, wäre sie ein guter Kandidat für Züchtungen. Die bereits häufiger verwendete ‘Vereinsdechantsbirne’ oder deren Abkömmlinge wie ‘Jeanne d’Arc’, ‘Dolacomí’ oder ‘Taylors Gold’ sind vermutlich gute Kreuzungspartner. Die Blütezeit der Neuzüchtungen wird jedoch vermutlich nicht wesentlich vom allgemeinen Sortiment abweichen.

Für die Sortenwahl im Streuobstbau sind andere Kriterien zu beachten. Darauf wird später näher eingegangen.

2.2.1.3. Auswahl spätblühender Birnensorten/Klone für den Anbau und Elternsorten für die Züchtung; (KOB)

Blütenbonituren bei Birnensorten

Die Birnensorten in den Sortenerhaltungsgärten des KOB stehen an 3 Standorten auf verschiedenen Unterlagen. Neben den Quartieren in Bavendorf, auf denen überwiegend Tafelbirnen auf der Unterlage Quitte C stehen, enthält der Sortengarten “Unterer Frickhof” hauptsächlich Wirtschaftsbirnen. Ein Teil der Sorten wird dort auf Hochstamm erhalten.



Abbildung 24: Birnensortengarten am „Unteren Frickhof“



Abbildung 25: Sortenunterschiede bei Birnenblüten

Teilweise werden auch für Birnensorten in der Literatur unterschiedliche Blühzeitpunkte angegeben. Nach den mehrjährigen Bonituren wurde jedoch deutlich, dass die Sortenunterschiede hier wesentlich geringer sind. Vermutlich spielen wiederum die gestiegenen Frühjahrstemperaturen eine Rolle und führen dazu, dass mehr Sorten gleichzeitig blühen. Doch bereits Eduard Lucas erwähnte im Handbuch der Obstkultur von 1902 „spätblühende Birnen gibt es eigentlich nicht“.

Die Auswertung der Blütenbonituren wird in der folgenden Tabelle dargestellt.

Einteilung der Birnensorten in den Erhaltungsgärten des KOB und "Unteren Frickhof" nach Blühzeitpunkt		
spät	mittelspät - spät	mittelspät / variabel
"Hundsmäuler AN" *	Dolacom	Betzelsbirne
"Letule AN" *	Egnacher Mostbirne	Boscs Flaschenbirne
Herbstfeigenbirne	Fertilia Delbard	Deutsche Nationalbergamotte
Karlebirne	Jeanne d'Arc	Egnacher Mostbirne
Späte Weinbirne	Konstanzer Längler	Esperens Herrenbirne
Subira	Metzer Bratbirne**	Langstielerin
Weitfelder Birne	Normännische Ciderbirne	Robert de Neufville
Wolfsbirne	Vereinsdechantsbirne	Rote Bergamotte
	Welsche Bratbirne	Super Comice
		Taylors Gold
		Volkmarserbirne
		Winternelis
* Arbeitsname, unbekannte Sorte		
** Synonym: 'Grüne Jagdbirne'		

Tabelle 8: Spätblühende Birnensorten

Bei den spät blühenden Sorten handelt es sich ausschließlich um Wirtschaftsbirnen. Unter den mittelspät- bis spät blühenden Sorten hat die 'Vereinsdechantsbirne' mit den Tochtersorten 'Jeanne d'Arc' und 'Dolacomí' Tafelqualität, ebenso wie die Sorte 'Fertilia Delbard', die 1960 gezüchtet wurde.

Ergebnisse des Sortenaufrufs

Um weitere spät blühende Birnensorten zu finden, wurden Sortenaufrufe in den Newsletter des KOB und der Sortenerhaltungszentrale Baden-Württemberg veröffentlicht. Zahlreiche Meldungen kamen von Ralf Lachenmaier, der sich intensiv auf die Suche nach spät blühenden Sorten machte. Von ihm erhielten wir den wichtigen Hinweis auf die 'Schwesternbirne' und viele Literaturangaben. Auch Matthias Braun und Jens Meyer gaben uns wertvolle Auskünfte.

Sorten, die als spätblühend gemeldet wurden und nicht in den Sortengärten geprüft werden konnten, waren:

- Masselbacher Mostbirne
- Palmischbirne
- Paulsbirne
- Prinzessin Marianne
- Schwesternbirne
- Schweizer Heubirne
- Triumph de Vienne
- Weidenblättrige Herbstbirne
- Winterelis
- Wöhrlesbirne

Ferner wurde uns eine bisher nicht bestimmte Pomeranzenbirne gemeldet sowie die beiden Sorten 'Hannoversche Jakobsbirne' und 'Pomeranzenbirne vom Zabergäu', die in der Literatur als spät blühend beschrieben werden, jedoch als verschollen gelten.

Fazit bei Birne

Es konnten keine Birnensorten identifiziert werden, welche so spät blühen, dass das Risiko für Blütenfröste relevant verringert wäre. Da die Birnenblüte grundsätzlich noch 2-3 Wochen früher im Jahr stattfindet als die Apfelblüte, müsste die Blüte enorm verzögert sein. Eine mögliche Strategie die Blütenfrostdoleranz bei Birnen züchterisch zu bearbeiten könnte sein, den Fokus auf die Fähigkeit der Jungfernfruchtigkeit (Parthenokarpie) zu legen. Dies konnte im Rahmen dieses Projektes nicht berücksichtigt werden. Der züchterische Fokus bei der Auswahl der Elternsorten wurde auf die Fruchtqualität, eine leichte Verzögerung der Blüte, Feuerbrandresistenz und die rote Schalenfarbe gelegt.

2.2.1.4. Qualität und Safteignung ausgesuchter spätblühender Apfelsorten (LVWO)

Zur Ermittlung des Wertes der spätblühenden Sorten für den Streuobstanbau und die Eignung zur Saftherstellung wurde in den Jahren 2022 und 2023 an der LVWO Weinsberg Saft und Fruchtwine aus ausgewählten spätblühenden Sorten hergestellt. Dieser wurde dann im Rahmen der Projekttreffen verkostet. Dabei wurden die Attribute Farbe, Geruch, Geschmack und Harmonie anhand einer Skala von 1 (schlechteste Bewertung) bis 5 (beste Bewertung) bewertet. Die Ergebnisse sind in den folgenden Grafiken dargestellt. Eine Apfelverkostung von spätblühenden Sorten wurde in einem vorangegangenen Projekt (Projektbericht: „Obstsortenzüchtung und Nutzung genetischer Ressourcen aus dem Streuobst. Züchtung spätblühender Apfelsorten“ König 2022) durchgeführt und wird im Folgenden zusätzlich vorgestellt.

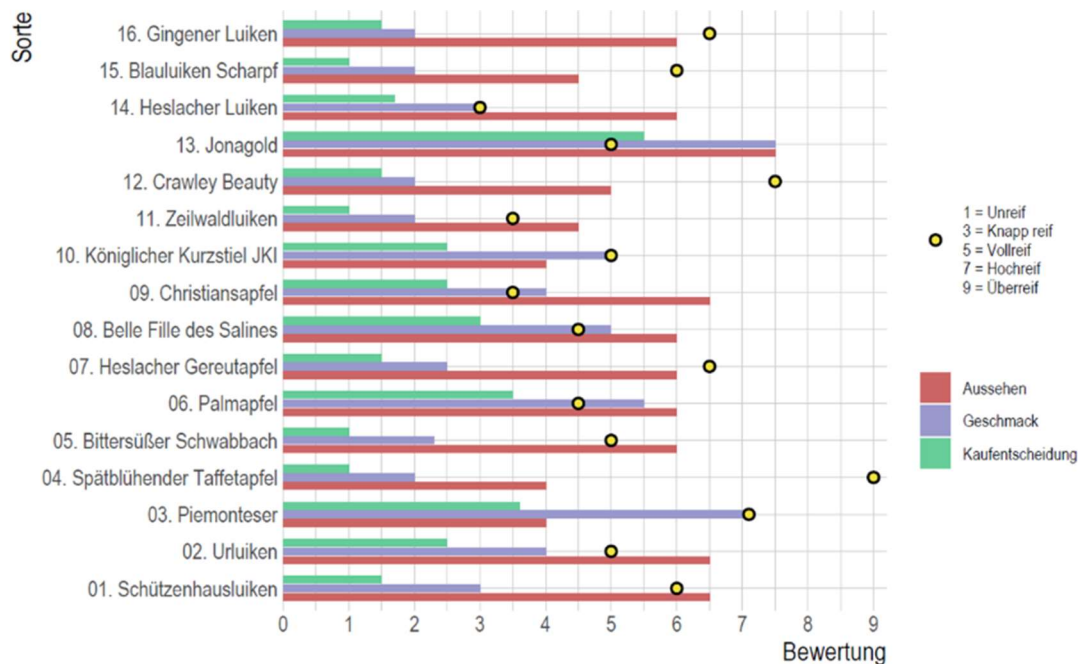


Abbildung 26: Bewertung von Aussehen, Geschmack und Kaufentscheid anhand einer Skala 1 (schlechteste Bewertung) bis 9 (beste Bewertung). Grafik: König 2022

Bei dieser Apfelverkostung im Jahr 2022 wurden die spätblühenden Sorten: `Königlicher Kurzstiel`, `Christiansapfel`, `Belle Fille das Salins`, `Heslacher Gereutapfel`, `Spätblühender Taffetapfel`, `Piemonteser` und verschiedene, relativ spätblühende Luikentypen mit der Standardsorte `Jonagold` verglichen. Während die meisten Sorten im Aussehen relativ gut abschnitten, konnten die wenigsten geschmacklich mit dem Standard mithalten. Am besten wurden die Sorten: `Palmapfel`, `Piemonteser` und `Belle Fille des Salins` bewertet.

Im Herbst 2022 und 2023 wurden weitere spätblühende Sorten in der Abteilung Frucht- und Brennereitechnologie der LVWO Weinsberg zu Saft und zu Apfelwein verarbeitet. Die Produkte wurden dann im Rahmen der Projekttreffen verkostet.



Abbildung 27: Saftverkostung im Sensorikstudio der LVWO

Im Rahmen des Projekttreffens im März 2023 wurden sortenreine Säfte der Sorten 'Piemonteser', 'Königlicher Kurzstiel', 'Spätblüher aus Schwabbach', 'Heslacher Luiken', ein zweiter 'Heslacher Luiken' (Typ Zeilwald), 'Luikenapfel aus Hemmingen' und 'Christiansapfel' verkostet.



Abbildung 28: Saftverkostung März 2023 mit den Sorten 1 = 'Piemonteser' ('Hans-Ulrichsapfel'), 2 = 'Königlicher Kurzstiel', 3 = 'Spätblüher aus Schwabbach', 4 = 'Heslacher Luiken', 5 = 'Heslacher Luiken' (Typ Zeilwald), 6 = Luikenapfel aus Hemmingen, 7 = Christiansapfel

Besonders überzeugt hat hier die Sorte 'Königliche Kurzstiel'. Das schlechte Ergebnis der Sorte 'Heslacher Luiken' Typ Zeilwald in den Attributen Geruch, Geschmack und Harmonie ist auf einen Fehler bei der Safterstellung zurückzuführen.

Während dem OPG-Treffen im März 2023 wurden die spätblühenden Sorten, welche in der Sortensammlung der LLA Triesdorf identifiziert wurden, sowie der 'Christiansapfel' und die 'Oberrieder Glanzreinetten' als sortenreiner Saft und teilweise als sortenreiner Fruchtw Wein verkostet. Als Saft fielen die Sorten 'Oberrieder Glanzreinetten' sowie die rumänische Sorte 'Verzisoare' positiv

auf. Die Fruchtweinverkostung fand insgesamt keinen besonders guten Anklang, was vermutlich daran lag, dass Apfelwein, oder gebräuchlich „Moschd“ ein eher herbes Getränk ist, welches hierzulande nur noch sehr selten getrunken wird. Ergänzend zu den Ergebnissen muss gesagt werden, dass manche Sorten leider nicht zum optimalen Reifezeitpunkt geerntet wurden, was einen großen Einfluss auf die Fruchtqualität und den Geschmack haben kann.

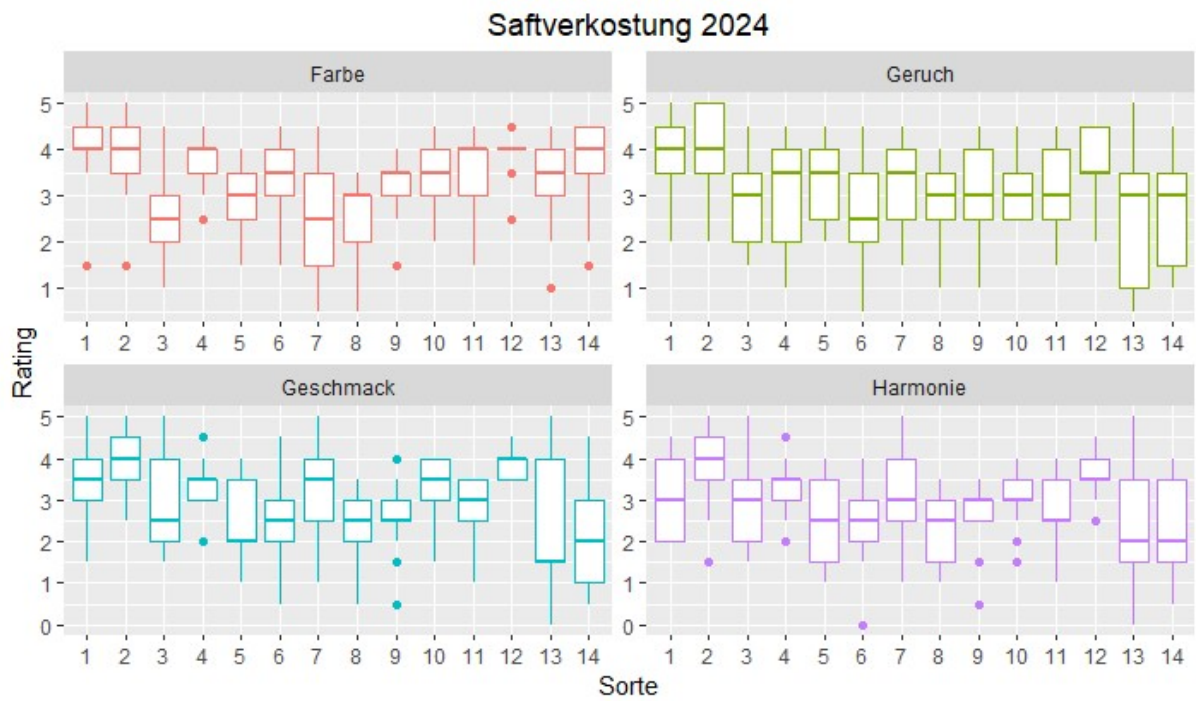


Abbildung 29: Softverkostung März 24 mit den Sorten: 1= Christiansapfel, 2 = Oberrieder Glanzreinette, 3 = Weißer Maicherapfel, 4 = Unbekannt 1 (7.17), 5 = Kaiserapfel, 6 = Unbekannt 2 (8.49), 7 = Königlicher Kurzstiel, 8 = Cros Croquet, 9 = Roter Belfleur 1 (16.7), 10 = Roter Belfleur 2 (18.3), 11 = Grünapfel, 12 = Verzisoare, 13 = Unbekannt 3 (28.8), 14 = Belle Fille de l'Indre



Abbildung 30: Apfelweinverkostung März 24 mit den Sorten: 1 = Christiansapfel, 2 = Oberrieder Glanzreinette, 3 = Weisser Maicherapfel, 4 = Unbekannt 1 (7.17), 5 = Kaiserapfel, 6 = Cros Croquet (Doppelter Bellefleur), 7 = Roter Bellefleur (18.3), 8 = Verzisoare, 9 = Belle Fille de l'Indre

Die Fruchtweine wurden analytisch auf die in der nachfolgenden Tabelle dargestellten Parameter untersucht:

	Roter Bellefleur	Christiansapfel	Oberrieder Glanzreinette	Weißer Maicherapfel	Unbekannt 7.17	Verzisoare	Kaiserapfel	Cros Croquet	Belle Fille
Gesamtalkohol g/l berechnet	52,70	55,20	65,80	61,20	57,70	57,50	51,20	59,10	52,00
Gesamtalkohol % vol. berechnet	6,67	6,99	8,34	7,75	7,31	7,28	6,48	7,49	6,59
Vorhandener Alkohol g/l Alcolyzer	52,60	55,10	65,70	61,10	57,60	57,40	51,10	59,00	51,90
Vorh. Alkohol % vol. berechnet	6,66	6,98	8,33	7,74	7,30	7,27	6,47	7,48	6,58
Gesamtextrakt g/l berechnet	19,50	28,60	30,30	27,50	23,60	23,60	17,60	23,50	17,10
Zuckerfreier Extrakt (Most /Fruchtwein) g/l berechnet	19,30	28,40	30,10	27,30	23,40	23,40	17,40	23,30	16,90
red. Gesamtzucker g/l	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
Gesamtsäure (ber. als Weinsäure pH 7) g/l titrimetrisch	3,80	9,80	9,10	3,30	5,20	2,90	2,50	2,20	2,90
Gesamte SO ₂ mg/l FT2	94,00	106,00	80,00	80,00	76,00	71,00	76,00	86,00	69,00
Rel. Dichte Biegeschwinger	0,9983	1,0013	1,0003	0,9999	0,9990	0,9990	0,9977	0,9987	0,9974
Flüchtige Säure g/l FT2	0,73	1,01	0,92	1,14	0,94	1,06	0,64	0,94	0,67

Tabelle 9: Analyse Ergebnisse der untersuchten Fruchtweinproben.

2.2.1.5. Sorten mit frostrobusten Blüten für den Streuobstbau

Apfelsorten mit frostrobusten Blüten

Die Widerstandsfähigkeit von Apfelblüten gegenüber Spätfrost konnte anhand von Daten aus dem Frostjahr 2017 untersucht werden. Bedingt durch sehr warme Temperaturen im März und April begann die Blüte etwa 2 Wochen früher als im langjährigen Mittel. Am 20. April wurde für zwei Drittel der Sorten die Vollblüte bonitiert. In der Nacht vom 20. auf den 21. April sank die Temperatur an der Wetterstation Bavendorf auf -5 °C in 2 m Höhe und zerstörte damit einen großen Teil der Blüten. Es zeigte sich jedoch, dass nicht nur spätblühende Sorten Früchte ansetzen konnten, sondern auch einige Sorten, die während der Frostnacht blühten.

Sorten mit frostrobusten Blüten							
Sorte	BBCH 20.04.2017	Blüten- ansatz Behang		Blüten- ansatz Behang		Blüten- ansatz Behang	
		Baum 1		Baum 2		Baum 3	
Muskatrenette	64	3	3	3	3	3	3
"Taubenapfel AN"	65	3	3	3	3	3	2
Öhringer Blutstreifling	65	3	3	3	3	1	1
Ontario	65	3	3	3	3	1	1
Alantapfel	65	2	2	3	2	2	2
Rheinischer Bohnapfel	64	3	3	1	1	3	3
Roter Osterkalvill	63	1	1	2	2	2	2
Wettringer Taubenapfel, R14	65	2	2	2	2	2	2
Wettringer Taubenapfel, R18	65	2	2	2	2	2	2

Tabelle 10: Fruchtbehang von Sorten mit frostrobusten Blüten 2017, Boniturstufen: 1 = schwach, 2 = mittel, 3 = stark

Die Robustheit der Sorten wird teilweise in der Literatur bestätigt. Ein Sonderfall stellt die Sorte 'Ontario' dar: die Blüten sind sehr robust, das Holz ist jedoch gegenüber starken Winterfrösten empfindlich. Im „Obstsorten-Atlas“ von Silbereisen, Götz, Hartmann wird vermerkt: „Herausragend ist die Frosthärte der Blüte; es ist keine Kultursorte bekannt, die durch Spätfröste so wenig Ausfälle erleidet wie 'Ontario'.“ Dies wird auf eine starke parthenokarpe Veranlagung zurückgeführt.

Weitere Sorten mit gutem Behang waren:

- Der Leckerbissen
- Dithmarscher Paradiesapfel
- Edelgrauech
- Geflammter Kardinal
- Goldparmäne
- Litauer Pepping
- Salemer Klosterapfel
- Schweizer Orangenapfel
- Weißer Astrachan

Von diesen Sorten fruchtete jedoch nur ein Baum (Ausfall oder Alternanz der anderen Bäume), wodurch die Aussagekraft dieser Ergebnisse einschränkt wird.

Ein interessanter Bericht zum Thema frostrobuste Sorten findet sich in der Zeitschrift „Wochenblatt für Land- und Forstwirtschaft.28.1876“ der Königlich-Württembergische Zentralstelle für die Landwirtschaft. Aufgrund der lang anhaltenden kühlen Witterung im Frühjahr 1874 wurde mit großen Ertragsausfällen bei der Obsternte gerechnet. Um diese abzuschätzen und um Sorten zu finden, die trotzdem Früchte angesetzt hatten, wurden alle landwirtschaftlichen Vereine um einen Bericht hierzu aufgefordert. Die Ergebnisse wurden von Eduard Lucas zusammengefasst. Bei den Apfelsorten wurden die „Luikenäpfel“, weitere spät blühende Sorten und auch „Goldparmänen“ genannt. Die Sorte 'Kanadarenette' gehörte ebenfalls zu den Sorten, die häufig Früchte trugen. Eine besondere Frostrobustheit der Blüten konnte für das Jahr 2017 allerdings nicht bestätigt werden. Möglicherweise wäre das Ergebnis bei einem weniger starken Frost anders ausgefallen.

Fraglich ist, ob und wie stark sich die Robustheit gegenüber Blütenfrost vererbt. Die Sorte 'Muskatrenette' ist die Muttersorte von 'Cox Orange' und damit mit vielen Sorten verwandt, deren Blüten nicht besonders frosthart sind. Die robuste Sorte 'Schweizer Orangenapfel' hingegen ist ein Abkömmling von 'Ontario'.

Birnsorten mit frostrobusten Blüten

Auch bei den Blüten der Birnsorten gibt es Unterschiede in der Frostanfälligkeit. Am KOB konnte dies im Jahr 2022 für Birnsorten überprüft werden, die relativ früh blühten. Kurz vor bzw. beim Beginn der Blüte sank die Temperatur auf -4 °C in 2 m Höhe an der Wetterstation in Bavendorf. Sorten mit robusten Blüten hatten einen guten Ertrag, während die empfindlichen Sorten kaum fruchteten. Die folgende Tabelle zeigt die Anfälligkeit bzw. Robustheit, die in der Literatur teilweise bestätigt wird.

Robustheit von früh blühenden Birnensorten gegenüber Frost

Robuste Sorten	Empfindliche Sorten
+ Doppelte Philippsbirne	- Grüne Winawitz
+ Frühe von Trévoux	- Kuhfuß
+ Liegels Winterbutterbirne	- Martinibirne
+ Ludis Holzbirne	- Olivier de Serres
+ Pastorenbirne	- Super Comice
+ Supertrevoux	- Vila
+ Stuttgarter Geißhirtle	

Tabelle 11: Birnensorten mit robusten und anfälligen Blüten gegenüber Frost

Schon während der Blütezeit können die Blüten einen Hinweis auf eine Schädigung durch Frost geben. Beim Querschnitt verfärbt sich der Fruchtknotenbereich dann bräunlich. Das nachfolgende Foto zeigt die Blüten der Sorten 'Frankelbacher Weinbirne' (links mit Frostscha- den) und 'Stuttgarter Geißhirtle'.



Abb. 1: Birnenblüte mit Frostscha- den (links) und intakte Blüte (rechts) am 05.04.2022

Im bereits erwähnten Bericht des Wochenblatts für Land- und Forstwirtschaft von 1876 wird die 'Knausbirne' als eine der wenigen Sorten genannt, die trotz einer langen, kühlen und regenreichen Blühperiode Früchte trug. Dies konnte während der Projektzeit nicht überprüft werden.

2.2.1.6. Sorten mit langer Blütezeit

Apfelsorten

Für einen Vollertrag reichen bereits ca. 10 % der Blüten aus. Auch eine lange Blütezeit kann daher vorteilhaft bei Spätfrösten sein. Das ist der Fall, wenn nur der Anteil der gerade offenen Blüten durch Frost geschädigt wird und die weniger frostempfindlichen Knospen unbeschädigt bleiben und Früchte ansetzen können.

Die Dauer der Blüte ist sehr variabel und hängt überwiegend von den Witterungsbedingungen ab. Im Jahr 2024 stagnierte beispielsweise die Blütenentwicklung bei allen beobachteten Sorten während einer Kälteperiode von neun Tagen. Auch reagieren die Sorten von Jahr zu Jahr unterschiedlich. Es ist

daher schwierig, eine deutlich längere Blütezeit festzustellen, die genetisch bedingt ist. Die folgenden Sorten wiesen tendenziell über mehrere Jahre eine längere Blütezeit auf als die Mehrzahl der Sorten:

‘Bittenfelder’ - ‘Eschacher Mostapfel’ - ‘Grahams Jubiläumsapfel’ - ‘Martini’ - ‘Riesenboiken’ - ‘Roter Eiserapfel’

Bei einigen Sorten ergänzen sich die Eigenschaften einer späten und langen Blütezeit.

In der Literatur wird die ‘Kanadarenette’ häufig als eine Sorte mit sehr langer Blütezeit genannt. Bei den Bonituren in den Erhaltungsgärten konnte jedoch keine besonders lange Blühdauer festgestellt werden. Möglicherweise hängt dies mit den gestiegenen Frühjahrstemperaturen durch den Klimawandel zusammen.

Birnensorten

In der Literatur wird für relativ viele Birnensorten eine lange Blütezeit angegeben; eine kurze Blütezeit ist die Ausnahme. Als Beispiel wird die Sorte ‘Gräfin von Paris’ genannt, was ein Grund für ihre Empfindlichkeit bei ungünstiger Witterung sein kann.

Bei den Bonituren konnte eine etwas längere Blütezeit nur bei wenigen Sorten festgestellt werden. Sorten mit tendenziell langer Blühdauer waren folgende Sorten:

- Gelbmöstler
- Gwährbirne
- Hardenponts Winterbutterbirne
- Nordhäuser Winterforelle
- Seidersbirne
- Sülibirne

2.2.1.7. Selbstfruchtbare Sorten

Die Bildung von Früchten ohne Bestäubung (Parthenokarpie) ist bei Kernobstsorten eine Ausnahme. Sie spielt in unserem Klima bisher nur bei Birnensorten eine gewisse Rolle. Die Voraussetzung ist, dass nur die Samenanlagen vom Frost geschädigt werden, das Fruchtknotengewebe aber noch intakt ist. Die Bildung parthenokarper Früchte nach Frost kann durch die Applikation von Phytohormonen (im Bioanbau jedoch nicht zulässig) gefördert werden. Dies soll auch die Fruchtform positiv beeinflussen, da es bei unbefruchteten Früchten zu Missbildungen kommen kann.

Der Ertrag kann nicht nur durch Spätfröste gefährdet werden, sondern auch durch eine mangelnde Bestäubung bei kühler, regnerischer Witterung. Auch in diesem Fall sind Sorten, die zur Parthenokarpie in der Lage sind, im Vorteil.

Ein weiterer Vorzug ist, dass kernlose Sorten keine oder nur eine geringe Alternanz aufweisen, denn bei gutem Behang können die Kerne durch die Abgabe von Phytohormonen die Blütenbildung für das folgende Jahr unterdrücken. Dies ist je nach Sorte unterschiedlich stark ausgeprägt und kommt bei Streuobstsorten häufig vor.

In der Regel spielt die Parthenokarpie in der Züchtung keine Rolle. Die Hoffnung von John F. Spencer, mit der Züchtung von 'Spencer Seedless' gegen Ende des 19. Jahrhunderts einen Durchbruch wie bei samenlosen Orangensorten zu erlangen, hat sich nicht erfüllt. Ein Grund war vermutlich das relativ trockene, wenig aromatische Fruchtfleisch. Auch in Deutschland hat man in geringem Umfang mit 'Wellington Bloomless' und 'Spencer Seedless' gezüchtet („Wertvolles Erbmaterial“ Bericht in „Besseres Obst“, Andreas Peil et al.). Mit zunehmenden Spätfrösten könnte die Parthenokarpie eine größere Bedeutung bekommen.

Selbstfruchtbarkeit bei Birnensorten

Die Fähigkeit zur Parthenokarpie ist genetisch bedingt. Beispiele für Birnensorten, die parthenokarpe Früchte ausbilden können, sind: 'Conference', 'Dr. Jules Guyot', 'Frühe von Trevoux', 'Novembra' und 'Williams Christ'.

Durch die Abgabe von Phytohormonen können befruchtete Früchte gegenüber parthenokarpen Früchten hinsichtlich der Nährstoffversorgung am Baum besser konkurrieren. Parthenokarpe Früchte werden daher häufig abgeworfen. Wenn aber infolge von Frost keine Befruchtung stattfand, fehlt diese Konkurrenz und es können sich parthenokarpe Früchte bilden.

Neben den Sorteneigenschaften hängt das Ausmaß zur Parthenokarpie auch vom Klima ab. Beispielsweise werden unter günstigen Klimabedingungen in Kalifornien in sortenreinen Pflanzungen mit der Birnensorte 'Williams Christ' bis zu 80 % parthenokarpe Früchte gebildet (Lucas' Anleitung zum Obstbau, 33. Auflage).

Selbstfruchtbarkeit bei Apfelsorten

Bei Apfelsorten wird die Selbstfruchtbarkeit in der deutschsprachigen Literatur kaum erwähnt. Der Verweis auf die Parthenokarpie der Sorte 'Ontario' ist eine Ausnahme. In der englischsprachigen Literatur und in Datenbanken findet man dagegen häufig in Sortenbeschreibungen die Bezeichnung „self-fertile“ bzw. selbstfruchtbar. Es stellte sich die Frage, ob bestimmte Apfelsorten nach Spätfrösten ebenfalls in größerem Rahmen durch Parthenokarpie Früchte bilden können.

Um diese Eigenschaften zu überprüfen, wurde ein Tastversuch im Sortengarten am KOB durchgeführt. Ausgewählt wurden folgende Sorten, für die in der Literatur die Eigenschaft zur Selbstbefruchtung erwähnt wird:

'Mutterapfel', 'Engelsberger', 'Peasgoods Sondergleichen' und 'James Grieve'.



An 10 Blütenzweigen dieser Sorten wurden mehrere Blütenstände vor dem Aufblühen mit einem feinmaschigen Gewebe eingenetzt, so dass keine Insekten zur Bestäubung an die Blüten gelangen konnten. Nach dem Ende der Blütezeit wurde die Frucht-Entwicklung in mehreren Bonituren beobachtet.

Abbildung 31: Eingenetzte Blüten für den Versuch zur Selbstfruchtbarkeit

Bei den Sorten 'Mutterapfel' und 'Peasgoods Sondergleichen' konnte sich jeweils nur eine Frucht entwickeln. Bei der Sorte 'Engelsberger' bildeten sich zunächst mehrere Früchte, von denen sich jedoch die meisten nicht weiterentwickelten und abfielen. Insgesamt haben sich nur 4 Früchte gebildet. Eine deutliche Ausnahme war die Sorte 'James Grieve': 13 Früchte konnten geerntet werden. Sie enthielten insgesamt 13 Kerne. Bei Früchten, deren Blüten nicht eingenetzt waren, konnten sich demgegenüber 95 Kerne bilden. Die Äpfel unterschieden sich äußerlich nicht voneinander.



Abbildung 32: Vergleich von kernreichen Früchten (links) und überwiegend kernlosen Früchten (rechts) der eingenetzten Blütenstände bei der Sorte 'James Grieve',

Im Frostjahr 2017 konnte von 'James Grieve' zumindest ein mittlerer Ertrag geerntet werden. Interessant für die Züchtung könnte es sein, dass sich diese Eigenschaft zu vererben scheint. Auch die Abkömmlinge 'Greensleeves', 'Lord Lambourne', 'Elton Beauty' und 'Falstaff' von 'James Grieve' gelten als selbstfruchtbar.

Zusätzlich untersucht wurde die Sorte 'Spencer Seedless', die im Erhaltungsgarten am KOB steht. Entsprechend ihrer Bezeichnung bildet sie in der Regel keine Samen aus.



Abbildung 33: Blüten und Frucht der Sorte 'Spencer Seedless'

Die Blüten dieser Sorten haben keine Kronblätter (Petalen) und locken keine Insekten zur Befruchtung an. Werden die Sorten zur Züchtung von Hand bestäubt, bilden sie hingegen Samen aus. Weitere kernlose Sorten sind beispielsweise: 'Wellington Bloomless', 'Wunder aus Rae' und 'Faibella'.

Ebenfalls meist kernlos sind die Früchte der Sorte 'Bessemjanka' (Bessemânka Mičurinskaâ), die ebenfalls untersucht wurde. Diese Sorte weist eine normale Blüte auf, bildet aber kernlose Früchte.



Abbildung 34: Die Sorte 'Bessemjanka' auf mittelstark wachsender Unterlage und Früchte

'Bessemjanka' zeigt keine Alternanz, wächst spindelförmig und ist robust gegenüber Schorf und Mehltau. Nachteilig ist die hohe Anfälligkeit für Marssonina und die kurze Lagerfähigkeit dieser Herbstsorte.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die hohe Fruchtbarkeit der Sorte 'James Grieve' auch auf die Fähigkeit zur Bildung von parthenokarpen Früchten zurückzugehen scheint. Dies kann bei Spätfrösten vorteilhaft sein. Daneben müssen aber auch weitere Eigenschaften wie die Krankheitsanfälligkeit berücksichtigt werden. Möglicherweise haben sich die unbefruchteten Blüten bei den anderen getesteten Sorten nicht weiterentwickelt, weil sie nicht mit den anderen, befruchteten Blüten am Baum konkurrieren konnten. Denkbar ist weiterhin, dass die Sorten, bei denen

die unbefruchteten Blüten abgeworfen wurden, in einem günstigeren Klima mehr parthenokarpe Früchte bilden können.

2.2.2. Züchtung spätblühender und frosttoleranter Kernobstsorten

Der Aufgabenschwerpunkte der LVWO im Projekt lagen in der Auswahl geeigneter Elternsorten, der Entwicklung neuer spätblühender Sorten für den Tafelobstanbau und die damit verbundene Erprobung eines Selektionsmodus. Da die Entwicklung einer neuen Apfelsorte ein sehr langwieriger Prozess ist, welcher von der Durchführung der Kreuzung bis zur Sortenzulassung bis zu 20 Jahren dauern kann, konnte im Rahmen dieses Projektes lediglich der Grundstein für die Entwicklung neuer spätblühender Apfelsorten gelegt werden. Durch die Kreuzung ausgewählter Elternsorten wurden Populationen mit einer großen genetischen Bandbreite erzeugt, aus welchen die Selektion potentieller Sorten erfolgen kann. Insgesamt wurden im vorliegenden Projekt und in den Vorgängerprojekten ca. 1400 Sämlinge erzeugt, welche zur Bewertung und Selektion im Züchtungsquartier des OVG Heuchlingen gepflanzt wurden. Weitere Sämlinge aus den Kreuzungen des letzten Projektjahres werden im Jahr 2025 gesät.

Um ein Grundverständnis für den Züchtungsvorgang zu schaffen wird hier kurz auf die Blühbiologie von Kernobstgehölzen eingegangen. Der Apfel *Malus domestica* sowie auch die Birne *Pyrus communis* sind bis auf wenige Ausnahmen obligate Fremdbefruchter. Die Blüten enthalten zwar sowohl weibliche als auch männliche Geschlechtsmerkmale, jedoch wird die Inzucht durch bestehende Selbstinkompatibilitätsmechanismen unterbunden (Hanke und Flachowsky 2017). Die Fremdbefruchtung führt dazu, dass das Genom sehr stark heterozygot ist und die Nachkommen sich genetisch stark von den Eltern unterscheiden. Die Züchtung neuer Kernobstsorten kann grob in zwei Phasen unterteilt werden. In der ersten Phase werden zwei Elternsorten mit gewünschten Merkmalen kombiniert und in der zweiten Phase, welche sich über einige Jahre zieht, werden aus den Kreuzungsnachkommen die vielversprechenden Genotypen ausgewählt. Diese werden dann im Folgenden ausschließlich durch Veredlung vermehrt, um die Sorteneigenschaften zu erhalten. Wesentlich wird der Züchtungsvorgang auch dadurch beeinflusst, dass Kernobstgehölze eine mehrjährige juvenile Phase durchlaufen bevor die Blüten- und Fruchtbildung einsetzt.

Züchtungsablauf

An der LVWO wird seit vielen Jahren erfolgreich mit klassischer Kreuzungs- Kombinationszüchtung gearbeitet. Das allgemeine Züchtungsschema, wie es an der LVWO praktiziert wird, ist im Folgenden dargestellt:

1. Auswahl geeigneter Elternsorten
2. Kreuzung: Bestäubung der Muttersorte mit Pollen der Vatersorte. Insbesondere bei Kreuzungen mit spätblühenden Sorten als Vatersorte wird dazu der Pollen im Vorjahr gesammelt und eingefroren
3. Ernte und Entkernen der Früchte mit anschließender Stratifikation
4. Aussäen der Samen im Gewächshaus und Anzucht
- (5. Künstliche Infektion mit verschiedenen Rassen des Apfelschorfs (*Venturia inaequalis*))
- (6. Selektion der resistenten Sämlinge)

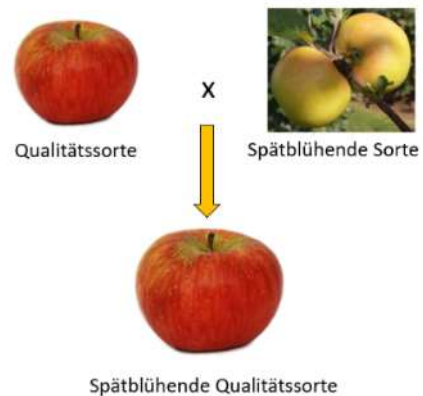
7. Umzug der selektierten Sämlinge in ein Containerbeet im OVG Heuchlingen
8. Anzucht im Containerbeet bis Winter, MAS (Marker Assisted Selection)
9. Reiserschnitt der Sämlinge und Veredlung von 2 Bäumen auf schwachwachsender Unterlage
10. Aufpflanzen der veredelten Sämlinge im Züchtungsbeet im OVG Heuchlingen
11. Beobachtung und Evaluation der Sämlinge über 3 Jahre
12. Auswahl der geeigneten Klone und Aufnahme in Prüfstufe 1 (10 Bäume)
13. Aufnahme in Prüfstufe 2 (70 Bäume)
15. Sortenanmeldung

Ist die späte Blüte das priorisierte Zuchtziel, weicht der Ablauf von der Darstellung ab. Es findet keine künstliche Infektion im Gewächshaus statt und die erste Selektion auf Schorf- und Mehlttauresistenz entfällt, da solch eine frühe Selektion die Gefahr birgt, spät austreibende Genotypen zu verlieren. Da es kaum Erfahrungen in der Züchtung von spätblühender Apfel- und Birnensorten gibt, muss ein mögliches Vorgehen definiert und getestet werden. Das Vorgehen ist im Abschnitt „Erprobung und Einführung eines effizienten Selektionsmodus auf späte Blüte (LVWO)“ dargestellt.

Auslese geeigneter Elternsorten

Äpfel

Da die als spätblühend identifizierten Sorten nicht die gewünschten Eigenschaften bezüglich Fruchtqualität, Lagerfähigkeit und Anbau einer modernen Tafelapfelsorte aufweisen, wurden die Elternsorten so gewählt, dass die Eigenschaft der späten Blüte mit den Eigenschaften einer modernen Tafelapfelsorte kombiniert werden. Als wichtigste Eigenschaften sind hier: Fruchtqualität, Fruchtgröße, Lagerfähigkeit, Resistenz gegen Schorf und Mehltau und Robustheit gegen Feuerbrand zu nennen. Unter Berücksichtigung dieser Auswahlkriterien sind die folgenden Elternsorten zum Einsatz gekommen:



Spätblühende Sorten

- `Christiansapfel`: Extrem späte Blüte, gute Fruchtqualität
- `Heslacher Gereutapfel`: Sehr späte Blüte, Lokalsorte, Luiken Typ
- `Spätblühender Taffetapfel`: Späteste Blüte, kurzer Tagwert
- `Königlicher Kurzstiel`: Sehr alte Sorte, extrem späte Blüte, sehr gute Fruchtqualität, lange lagerbar
- `Spätblüher aus Schwabbach`: Pomologisch nicht bestimmte Sorte, sehr späte Blüte, gute Blattgesundheit, Mostobstsorte
- `Belle Fille des Salins`: Alte französische Sorte, Tafelobstqualität, lange lagerbar, kleinfruchtig

- `Belle Fille de l'Indre': Alte französische Sorte, Tafelobstqualität, kleinfruchtig
- `Grauer Kurzstiel': Sehr späte Blüte, starke Berostung, fein aromatischer Geschmack

Qualitäts- und Resistenzgebende Sorten mit sehr guter Fruchtqualität

- `Flavia': Großfruchtig, Rvi6 Schorfresistenz
- `Enterprise': Rvi6 Schorf-Resistenz, Feuerbrandtoleranz,
- `Mammut': Frosttoleranz, Rvi6 Schorfresistenz
- Zuchtklon Y6: Rvi6, -10 Schorf- und PI2 Mehltresistenz
- `Wellant': Großfruchtig, Delikatess-Apfel

Die Elternsorten für die Birnenkreuzungen wurden anhand der Frosttoleranz, Resistenzeigenschaften vor allem gegen Feuerbrand und Qualitätseigenschaften (z.B. rotgelbe Fruchtfarbe) ausgewählt

Birnen

- `Harrow Blizz': Feuerbrandtoleranz, Parthenokarpie
- `Harrow Sweet': Feuerbrandtoleranz, Parthenokarpie
- `Novembra®': Langer Blühzeitraum, Parthenokarpie, Schorfbustheit, gut lagerfähig
- `Fred': Rote Schalenfarbe, gut lagerfähig
- `Boscs Flaschenbirne': relativ späte Blüte
- `Rote Williams': Rote Schalenfarbe, Parthenokarpie
- `Clapps Liebling': relativ späte Blüte
- `Karina': Rote Schalenfarbe

2.2.2.1. Kreuzungen an der LVWO

Inklusive der Vorarbeiten, welche für das Projekt geleistet wurden, wurden insgesamt 29 Kreuzungskombinationen von Apfelsorten sowie 12 Kombinationskreuzungen von Birnensorten durchgeführt. Zum Teil wurden die Kreuzungskombinationen doppelt mit vertauschten Eltern durchgeführt. Dies ist insbesondere interessant, da es geschlechtsgebundene Merkmale gibt. Die Kreuzungskombinationen sind alle in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Code	Muttersorte	Vatersorte	Beteiligte Resistenzgene
Äpfel 2020			
DA	Heslacher Gereutapfel	Flavia	Rvi6
DB	Spätbl- Taffetapfel	Flavia	Rvi6
DC	Christiansapfel	Flavia	Rvi6
Äpfel 2021			
IA	Enterprise	Spätbl. Taffetapfel	Rvi6
IB	Enterprise	Christiansapfel	Rvi6
JA	Heslacher Gereutapfel	Enterprise	Rvi6
KA	Spätbl. Taffetapfel	Enterprise	Rvi6

LA	Christiansapfel	Enterprise	Rvi6
Äpfel 2022			
GA	Christiansapfel	Mammut	Rvi6
GB	Christiansapfel	Königlicher Kurzstiel	-
HA	Königlicher Kurzstiel	Mammut	Rvi6
HB	Königlicher Kurzstiel	Christiansapfel	-
IA	Spätblüher aus Schwabbach	Mammut	Rvi6
Birnen 2022			
AA	Harrow Blizz	Xenia	
AB	Xenia	Harrow Sweet	
BA	Fred	Xenia	
BB	Fred	Harrow Blizz	
Äpfel 2023			
GA	Mammut	Christiansapfel	Rvi6
GB	Mammut	Maia 1 (Evercrisp)	
FA	Y6	Königlicher Kurzstiel	Rvi6,10,PI2
HA	Königlicher Kurzstiel	Christiansapfel	
HB	Königlicher Kurzstiel	Enterprise	
HC	Königlicher Kurzstiel	Y6	Rvi6,10,PI2
IA	Königlicher Kurzstiel	Enterprise	Rvi6
IB	Königlicher Kurzstiel	Mammut	Rvi6
IC	Königlicher Kurzstiel	Y6	Rvi6,10,PI2
ID	Königlicher Kurzstiel	Königl. Kurzstiel	
Birnen 2023			
AA	Harrow Blizz	Karina	
BA	Fred	Karina	
CA	Boscs Flaschenbirne	Fred	
DA	Rote Williams	Fred	
EA	Clapps Liebling	Fred	
AC	Fred	Boscs Flaschenbirne	
AD	Fred	Rote Williams	
AE	Fred	Clapps Liebling	
Äpfel 2024			
SA	Y6	Belle Fille de l'Indre	Rvi6,10,PI2
SB	Christiansapfel	Belle Fille des Salins	
SC	Christiansapfel	Belle Fille de l'Indre	
SD	Belle Fille de l'Indre	Wellant	
SE	Belle Fille de l'Indre	Y6	Rvi6,10,PI2
SF	Grauer Kurzstiel	Y6	Rvi6,10,PI2

Tabelle 12: Kreuzungstabelle aller durchgeführten Kreuzungen von 2020 bis 2024 an der LVWO

Die Kreuzungen wurden jeweils am Standort der Muttersorte durchgeführt. Aufgrund der unterschiedlichen Blühzeitpunkte der Elternsorten wurde der Pollen der Vatersorte teilweise im Vorjahr geerntet und eingefroren. Zum Zeitpunkt der Blüte der Muttersorte wurde der Pollen der Vatersorte mit einem Pinsel oder direkt auf die Narbe der Blüte der Muttersorte aufgetragen. Dieser Vorgang wurde im Idealfall an drei aufeinander folgenden Tagen wiederholt. Zur Absicherung, damit keine ungewollte Fremdbestäubung durch Insekten stattfinden konnte, wurden die Blüten vor dem Aufblühen bis zur Abblüte durch feinmaschige Netze geschützt. Zur Erntezeit wurden die aus den Kreuzungen entstandenen Äpfel geerntet und die Kerne daraus entnommen.



Abbildung 35: Kreuzungen am Königlichen Kurzstiel werden am KOB Bavendorf durchgeführt. Bild: N. Siefen

Aussaat und Anzucht der Sämlinge

Da der Apfel- und Birnenkern einen Kältereiz benötigen um die Samenruhe zu brechen wurden diese einer dreimonatigen Stratifikation bei 4°C in feuchtem Substrat unterzogen und anschließend im Gewächshaus gesät. Zur Überprüfung der These, dass der Samen eines Spätblüher eine längere Zeit zum Keimen benötigt wurden die Kerne wöchentlich aus dem Kühlraum geholt und alle Samen, welche den Keimprozess begonnen hatten, gepflanzt. Dabei wurde das Keimdatum festgehalten.



Abbildung 36: Sämlinge im Gewächshaus der LVWO in Weinsberg

Die Sämlinge wurden im Gewächshaus unter optimierten Wachstumsbedingungen (optimale Nährstoffversorgung und UV-Licht) angezogen und im Mai ins Freiland gepflanzt. Im Freiland wurden die Sämlinge platzsparend in Reihen mit kleinen Abständen von 30 – 50 cm in vorbereitete Pflanzrinnen im gefrästen Beet gepflanzt.

Von den Nachkommen der ersten Kreuzungsgeneration aus dem Jahr 2020 (DA, DB und DC) wurde eine Auswahl von ca. 300 Genotypen jeweils doppelt veredelt und als betriebsübliche Anlage zur weiteren Bewertung und Selektion gepflanzt.



Abbildung 37: Pflanzung der Sämlinge am OVG Heuchlingen



Abbildung 38: Pflanzung der veredelten Spätblüher am OVG Heuchlingen (l), Fertige Anlage mit ersten Blüten (r)

2.2.2.2. Erprobung und Einführung eines effizienten Selektionsmodus auf späte Blüte (LVWO)

Hintergrund

Da es einige Jahre dauert bis die Apfel- und Birnensämlinge aus der Juvenilität in die adulte Phase kommen und beginnen Blüten und Früchte zu bilden, ist es wünschenswert eine Möglichkeit der indirekten Selektion auf den Blütezeitpunkt zu finden, welcher es erlaubt, alle nicht spätblühenden Genotypen frühzeitig vor Eintritt in die adulte Phase auszusortieren. Veröffentlichungen aus dem ehemaligen Kaiser-Wilhelm-Institut für Züchtungsforschung in Müncheberg und aus der East Malling Research Station beschreiben einen starken Zusammenhang zwischen dem Blattaustriebszeitpunkt der juvenilen Bäume und dem späteren Blühzeitpunkt der adulten Bäume (Murawsky 1959, Murawsky 1967, Tydeman 1958). Kann dieser Zusammenhang bestätigt werden, ergibt sich daraus die Möglichkeit bereits im zweiten Jahr auf einen späten Blühzeitpunkt zu selektieren. Eine Studie von Mehlenbacher & Voordeckers (1991) beschreibt eine starke Korrelation zwischen der Zeit, welche der Kern bis zur Keimung benötigt und dem Blattaustriebszeitpunkt im zweiten Jahr. Dieser Zusammenhang könnte ebenfalls als Selektionskriterium genutzt werden und wurde in diesem Forschungsvorhaben näher untersucht. Konkret wurden folgende Fragestellungen untersucht:

- Frage 1: „Kann das Keimdatum als indirektes Selektionsmerkmal für den Blühzeitpunkt genutzt werden?“
- Frage 2: „Kann der Zeitpunkt des Blattaustriebes der juvenilen Bäume als indirektes Selektionskriterium für den Blühzeitpunkt genutzt werden?“

In der durch Studien bestätigten Annahme, dass der Blattaustrieb der juvenilen Bäume stark mit dem Blühzeitpunkt der adulten Bäume korreliert, wurde untersucht, ob ein Zusammenhang zwischen dem Keimdatum des Sämlings und dem Blattaustriebszeitpunkt des juvenilen Sämlings in den ersten Jahren vor Blüteneintritt besteht.

Methode

Konkret bedeutet dies, dass der Keimzeitpunkt des Kerns sowie der Blattaustriebszeitpunkt der Sämlinge im Feld festgehalten wurden. Zur Bestimmung des Keimzeitpunktes wurden die zur Stratifikation im Kühllager befindlichen Samen nach einer Stratifikationszeit von 3 Monaten wöchentlich ausgelagert, alle Samen mit einer gut sichtbaren Wurzel entnommen und in Multitopfplatten gepflanzt. Die Keimrate wurde festgehalten und die Sämlinge mit dem Keimdatum markiert. Der Blattaustrieb wurde jährlich anhand einer Boniturskala (1-6), angelehnt an Mehlenbacher & Voordeckers (1991) bonitiert. Im letzten Projektjahr konnten sogar die ersten Blüten der frühesten Kreuzungsgeneration beobachtet und bonitiert werden. Da aber nur ein Teil der gesamten Population geblüht hat, ist eine statistische Auswertung noch nicht sinnvoll und sollte erfolgen, sobald der Großteil der Bäume blüht.

Zur Berechnung der Korrelationen wurde das Keimdatum in einen Wert: „Anzahl Tage von Beginn der Stratifikation bis zur Keimung“ umgewandelt und für den Blattaustrieb der Wert: „Anzahl Tage von Beginn des jeweiligen Jahres bis Austriebsstadium 3“, nach der oben genannten Boniturskala, berechnet.

Da sich herausgestellt hat, dass sich die verschiedenen Kreuzungspopulationen in der Verteilung der Werte stark unterscheiden, wurden die Korrelationen separat für die verschiedenen Nachkommenschaften gerechnet. Zur Berechnung der Korrelationsstatistik wurde Spearman's Rangfolgekorrelation angewendet (mit der Statistiksoftware R, Version 4.2.2).

Ergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Korrelationsberechnung in Tabellenform für die Kreuzungsgenerationen der Jahre 2020, 2021 und 2022 dargestellt. Die Farbmarkierungen sind folgendermaßen zu verstehen:

- Rot: stark positiver Zusammenhang,
- Orange: mittelstark positiver Zusammenhang,
- Blau: schwach positiver Zusammenhang.

Das Signifikanzniveau ist folgendermaßen abgebildet: $\ast = <0.05$, $\ast\ast = <0.01$, $\ast\ast\ast = <0.001$. Nicht signifikante Ergebnisse sind nicht farblich markiert.

Kreuzungen 2020	DA	DB	DC
Anzahl Sämlinge	31	52	214
Variablen	R	R	R
Keimzeitpunkt ~ Blattaustrieb 2022	0.32**	0.019	-0.12
Keimzeitpunkt ~ Blattaustrieb 2023	0.22	0.081	-0.078
Blattaustrieb 2022 ~ Blattaustrieb 2023	0.45***	0.4***	0.6***
Blattaustrieb 2022 ~ Blattaustrieb 2024	0.57**	0.31	0.51***
Blattaustrieb 2023 ~ Blattaustrieb 2024	0.29	0.66***	0.54***
Keimzeitpunkt ~ Blüte 2024	0.27	0.14	0.093
Blattaustrieb 2022 ~ Blüte 2024	0.11	0.22	0.25*
Blattaustrieb 2023 ~ Blüte 2024	-0.033	0.4*	0.19

Tabelle 13: Korrelationsberechnung Blattaustrieb, Keimzeitpunkt und Blüte der Kreuzungsgeneration 2020

Kreuzungen 2021	IA	IB	JA	KA	LA
Anzahl Sämlinge	5	6	91	4	47
Variablen	R	R	R	R	R
Keimzeitpunkt ~ Blattaustrieb 2023	0.11	-0.3	0.65***	1***	0.55***
Keimzeitpunkt ~ Blattaustrieb 2024	-0.58	-0.23	0.25*	1***	0.72***
Blattaustrieb 2023 ~ Blattaustrieb 2024	0.13	0.8	0.26*	1***	0.62***

Tabelle 14: Korrelationsberechnung Blattaustrieb, Keimzeitpunkt und Blüte der Kreuzungsgeneration 2021

Kreuzungen 2022	GA	GB	HA	HB	IA
Anzahl Sämlinge	13	26	86	15	120
Variable	ρ	ρ	ρ	ρ	ρ
Keimzeitpunkt ~ Blattaustrieb 2024	0	0.84***	0.3**	0.61*	0.1

Tabelle 15: Korrelationsberechnung Blattaustrieb, Keimzeitpunkt und Blüte der Kreuzungsgeneration 2022

Antwort auf Frage 1.: „Kann das Keimdatum als indirektes Selektionsmerkmal für den Blühzeitpunkt genutzt werden?“

Der Zusammenhang zwischen Keimzeitpunkt und Austriebszeitpunkt, dargestellt als Spearmann's Rangkorrelationskoeffizient ρ (ρ) variiert stark zwischen den verschiedenen Kreuzungskombinationen und zum Teil auch innerhalb einer Kreuzungskombination wurden große Unterschiede im Korrelationsniveau zwischen den Jahren festgestellt. Daraus wird gefolgert, dass der Keimzeitpunkt grundsätzlich ungeeignet ist als Selektionsmerkmal auf späten Austrieb. Inwiefern der Keimzeitpunkt mit dem Zeitpunkt der Blüte korreliert, konnte nicht abschließend untersucht werden, da erst ca. ein Drittel der ersten Kreuzungsgeneration bis zum Abschluss der Projektlaufzeit die adulte Phase erreicht hat. Es wird aber vermutet, da die Korrelation zwischen dem Keimzeitpunkt und dem

Blattaustrieb der juvenilen Bäume nicht ausreichend ist, dies auch für den Zusammenhang zwischen Keimzeitpunkt und Zeitpunkt der Blüte gilt. Eine interessante Beobachtung, welche hier erwähnt werden soll, ist dass es auch Kreuzungsnachkommenschaften gibt, welche eine starke Korrelation zwischen dem Keimzeitpunkt und dem Zeitpunkt des Blattaustriebes zeigen. Insbesondere bei den Nachkommenschaften der Kreuzungen aus dem Jahr 2022 kann beobachtet werden, dass die Kreuzungen, bei welchen zwei spät blühende Eltern kombiniert wurden (GB und HB), eine stark positive Korrelation zwischen dem Keimzeitpunkt und dem Austriebszeitpunkt zeigen.

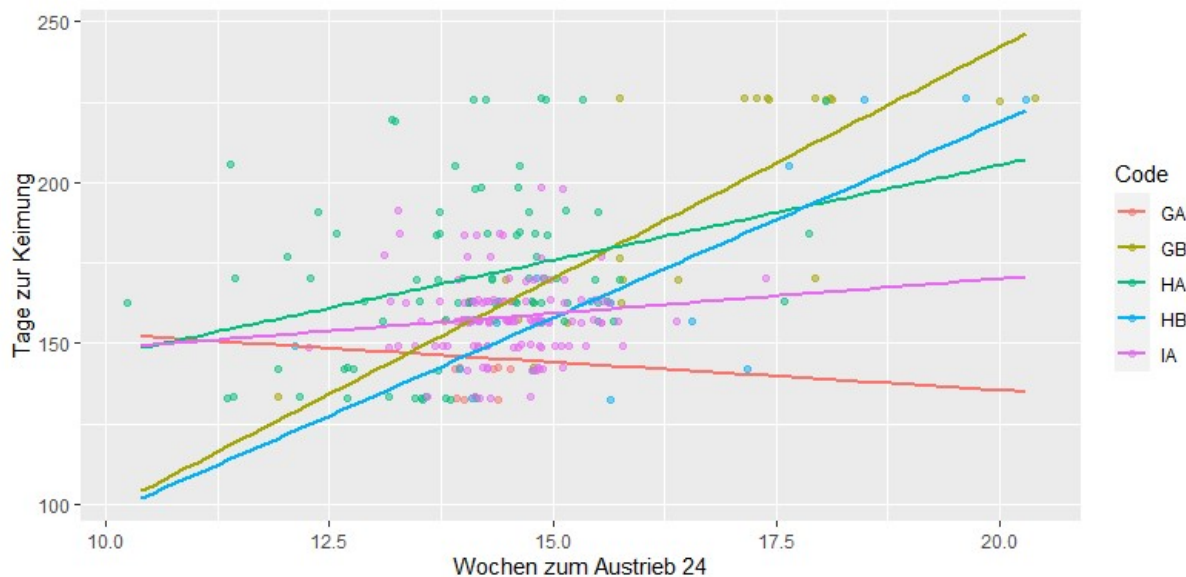


Abbildung 39: Korrelations-Streudiagramm der Nachkommenschaften aus den Kreuzungen von 2022. Die Nachkommenschaften der verschiedenen Kreuzungen sind farblich markiert und die Linien stellen den linearen Zusammenhang der Datenwerte dar.

Bei diesen Kreuzungen konnte ein größerer Teil an spätaustreibenden Sämlingen beobachtet werden.

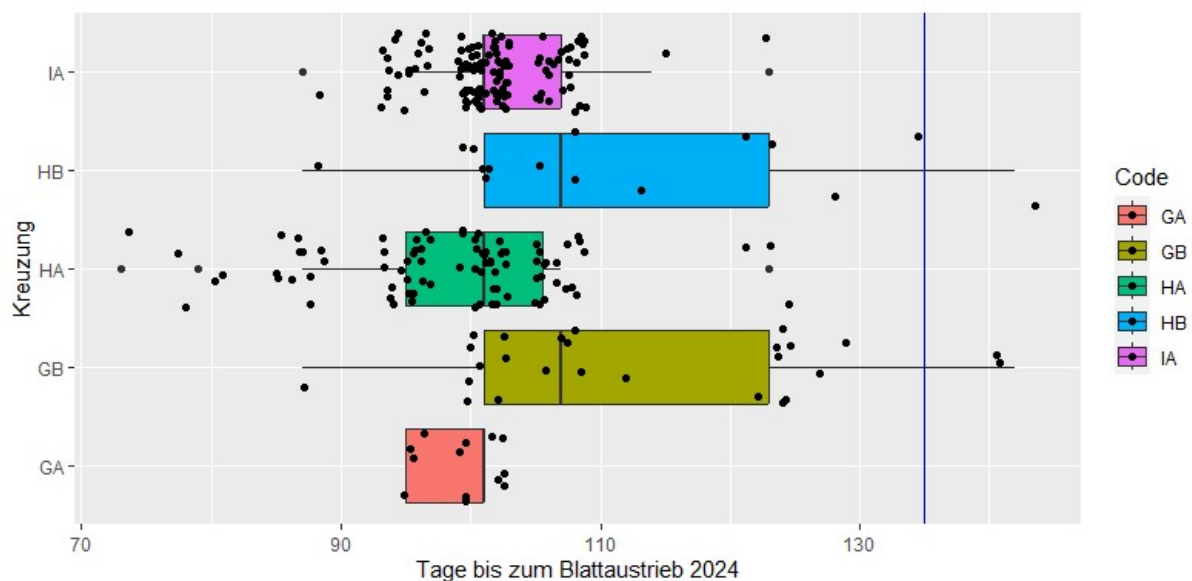


Abbildung 40: Boxplot der Werte "Tage bis zum Blattaustrieb" der Kreuzungs-Nachkommenschaften aus den 2022 durchgeführten Kreuzungen. Die Nachkommen der Kreuzungen bei welchen beide Eltern spätblühend sind (GB und HB), heben sich in der Verteilung der Werte deutlich von den anderen Kreuzungen bei welchen nur ein spät blühender Elter eingesetzt wurde, ab. Die vertikale Blaue Linie markiert den Austriebszeitpunkt des Christiansapfels.

Antwort auf Frage 2.: „Kann der Zeitpunkt des Blattaustriebes der juvenilen Bäume als indirektes Selektionskriterium für den Blühzeitpunkt genutzt werden?“

Die Untersuchungen, ob der Blattaustriebszeitpunkt der juvenilen Bäume als Selektionskriterium genutzt werden kann, konnten noch nicht abgeschlossen werden, da noch keine ausreichende Anzahl an blühenden Bäumen vorhanden war. Es ist aber aufgefallen, dass der Blattaustriebszeitpunkt zwischen den Jahren immer eine positive Korrelation aufweist, welche aber zwischen den verschiedenen Kreuzungskombinationen sehr schwankt. Daraus ist zu schließen, dass dieses Merkmal über mehrere Jahre beobachtet werden muss, um eine hinreichende Datengrundlage für die Selektion zu erhalten. Somit scheint dieses Merkmal als indirektes Selektionskriterium nicht zu einem schnelleren Selektionserfolg zu führen.

Fazit

Eine abschließende Bewertung der getesteten indirekten Selektionskriterien ist zum Abschluss des Projektes noch nicht möglich, da noch nicht genügend Daten zum Blühzeitpunkt der Kreuzungsnachkommen vorliegen. Dies muss im Nachgang des Projektes ausgewertet werden.

Resultierend aus den erzielten Ergebnissen und Beobachtungen scheint es am praktikabelsten, die Sämlinge nach der Aufzucht im Gewächshaus auf min. 20 cm Höhe, in Reihen mit kleinen Abständen von ca. 30 cm zu pflanzen und den Blattaustrieb über 2-3 Jahre zu bonitieren. Aufbauend auf diese Boniturergebnisse kann eine Auswahl getroffen werden.

2.2.2.3. Kreuzungen auf Praxisbetrieben

In diversen Projekten konnte seit 2011 in einem partizipativen Züchtungsansatz verschiedene Apfelzuchtlinien auf zwei Praxisbetrieben am Bodensee generiert werden. In erster Linie standen in der Vergangenheit bei der Elternauswahl und den Selektionskriterien die Robustheit und insbesondere die Schorftoleranz im Vordergrund. In einigen der Nachkommenschaften (u.a. 13-15-1, 15-9-4 und 13-2-6) fiel ein besonders später Austrieb auf, sodaß im Rahmen des vorliegenden Projektes die Züchtungsarbeit mit dem Augenmerk auf Schorftoleranz und „später“ Austrieb u.a. mit diesen Elternlinien auf dem Praxisbetrieb der Insel Mainau in den drei Jahren 2022-24 weitergeführt werden konnte. Als Mutterpflanzen wurden etablierte Schowi-Sorten (=schorftolerant) mit bereits hohem Qualitätsstandard wie z.B. Natyra, Ellipso, Deljonca und Summercrisp ausgewählt. Insgesamt konnten in den drei Jahren 37 Kreuzungskombinationen (siehe Tabelle) durchgeführt werden.

Die einzelnen Züchtungsschritte laufen auf dem Praxisbetrieb Mainau ähnlich ab, wie an der LVWO und wie unter 2.2.2.2. beschrieben. Nach der Bestäubung mit Pinsel, Ernte, Stratifikation und Aussaat werden die Sämlinge im Gewächshaus zunächst angezogen und im Mai ins Freiland gepflanzt. Im Gegensatz zur LVWO werden auf der Insel Mainau die Sämlinge in den ersten Jahren nicht abveredelt. D.h. die Selektionsarbeit incl. die Auswertung der Fruchteigenschaften geschieht auf den Sämlingen. Die Fruchtbildung auf Sämlingen tritt zwar meist erst im 5-6 Standjahr ein, die Verzögerung wird bei dieser Methode aber aufgrund möglicher epigenetischer Effekte in Kauf genommen. Bereits während der Projektlaufzeit konnten aber auf rund 400 Genotypen die Blattgesundheit (u.a. Schorf und Mehltau) und das Austriebsverhalten selektioniert werden. Die Bonitur der Fruchteigenschaften und Abveredelung der vielversprechendsten Zuchtklone wird erst nach Projektende durchgeführt werden können.



Abbildung 41: Später Austrieb des Zuchtklones 13-2-6 im Jahr 2024

2022			2023			2024		
Mutter	Pollen- geber	Kreuzungs- nummer	Mutter	Pollen- geber	Kreuzungs- nummer	Mutter	Pollen- geber	Kreuzungs- nummer
Natyra	D12Frei-23	1	Natyra	F8	1	Natyra	13-2-6	1
Natyra	D12-3-1	2	Natyra	12-10-2	2	Natyra	E 25	2
Natyra	EIP15F8	3	Natyra	Deljonka	3	Natyra	Deljonka	3
Natyra	A12-10-2	4	Sansa	Deljonka	4	Natyra	MA 17	4
Bonita	EIP15F8	5	UEB 4536	WUR 029	5	Natyra	13-15-1	5
Deljonka	13-7-21	6	UEB 4536	13-15-1	6	Natyra	Hilde	6
Deljonka	GD1149	7	WUR 029	Deljonka	7	Ellipso	13-15-1	7
Deljonka	13-15-1	8	WUR 029	12-10-2	8	Ellipso	Deljonka	8
WUR 029	D12-14-1	9	Deljonka	WUR 029	9	Ellipso	13-1-5	9
WUR 029	A12-7-2	10	Deljonka	13-7-21	10	Ellipso	PIA 41	10
WUR 029	EIP15F8	11	Deljonka	15-9-4	11	Ellipso	A12-7-2	11
Crisp	13-15-1	12	Deljonka	13-15-1	12	Ellipso	F8	12
Crisp	A12-10-2	13						

Tabelle 16: Kreuzungskombinationen am Standort Mainau 2022-2024

2.2.3. Erforschung des genetischen Hintergrunds der Neuzüchtungen (Uni Hohenheim)

Die Universität Hohenheim hat im Rahmen des EIP-Projekts zur Vermeidung von Spätfrostschäden die genetischen Grundlagen spätblühender Apfel- und Birnensorten untersucht. Ziel war es, molekulare Marker zu entwickeln, die zur beschleunigten Züchtung spätblühender, frosttoleranter Sorten mittels markergestützter Selektion (MAS) eingesetzt werden können.

Genotypisierung und Probenaufbereitung

Im Sommer 2022 wurden an der LVWO Weinsberg von insgesamt Genotypen - 300 Apfelsämlingen und ihren Elternsorten - Blattproben genommen. Jeweils eine Probe wurde gemäß den Vorgaben des Sequenzierdienstleisters (LGC Genomics) aufbereitet und versendet; die zweite Probe verblieb an der Universität Hohenheim zur späteren Nutzung.

Erhebung phänotypischer Daten

Die LVWO ermittelte den Zeitpunkt des Knospenaufbruchs für jeden Sämling und für die Elternsorten als phänotypisches Merkmal, welches aufbereitet und für eine genomweite Assoziationskartierung (Genomweite Assoziationsstudien, GWAS) bereitgestellt wurde.

Genomweite Assoziationsstudien

Zur genetischen Analyse wurde Targeted Genotyping-by-Sequencing (tGBS) als Sequenziermethode

eingesetzt. Bei unserem tGBS-Ansatz wurden gezielt vorab definierte, blühzeitassoziierte Genomregionen sequenziert. Eine vorausgehende Literaturrecherche sowie eine Markerempfehlung durch das Julius Kühn-Institut (JKI Dresden-Pillnitz) unterstützten die Auswahl relevanter Loci. Die Sequenzierung erfolgte über die LGC Group Anfang 2023.

Die im Rahmen des Projekts durchgeführten genomweiten Assoziationsanalysen (GWAS) basierten auf einem SeqSNP-basierten Targeted Genotyping-Ansatz und lieferten zentrale Erkenntnisse zur genetischen Architektur des Knospenaufbruchs bei Apfel. Insgesamt wurden 86.605.644 Reads erzeugt, was einer durchschnittlichen effektiven Sequenzabdeckung von 249x pro Zielregion (target) entspricht. Das bedeutet, dass jede Zielregion in jedem Genotyp im Durchschnitt 249-mal sequenziert wurde, um vollständige und fehlerfreie Informationen für jede DNA-Sequenz zu erzeugen. Nach der Sequenzierung konnten zahlreiche Unterschiede in den DNA-Sequenzen der Zielregionen (genetische Varianten) zwischen den Genotypen identifiziert werden. Nach der Datenfilterung blieben davon 1.554 genetische Varianten erhalten. Im Mittel waren es etwa drei Varianten pro Zielregion – ein Indiz für die hohe Effizienz des gewählten Targetpanels, das sowohl publizierte als auch unveröffentlichte Marker (Peil & Lempe, JKI Dresden-Pillnitz) umfasste. Die Annotation erfolgte mit einer Mindestähnlichkeit von 95 % zum doppelhaploiden Referenzgenom GDDH13 v1.1.

Zur Assoziation der genetischen Daten mit dem Phänotyp (in diesem Kontext das Timing des Knospenaufbruchs) wurden 400 Genotypen selektiert, wobei ein Drittel gezielt aus spät austreibenden Sämlingen gewählt wurde (Kreuzungspopulationen DA = 91, DB = 110, DC = 176 und Apfelsorten „other“ = 23). Die genetische Differenzierung der Populationen wurde durch PCA-Analysen untersucht. Die erste Hauptkomponente (PC1) erklärte 13 % der Gesamtvariation und trennte die DC-Population (Kreuzung 'Christiansapfel' × 'Flavia') deutlich von den anderen Gruppen, was auf eine genetisch konsistente und distinkte Basis des spätblühenden Elternteils hinweist. PC2 (7 %) differenzierte hauptsächlich zwischen DA ('Heslacher Gereutapfel' × 'Flavia') und DB ('Taffetapfel' × 'Flavia').

Diese Populationen zeigten eine erhebliche genetische Heterogenität und eine hohe Heterozygotie, was aus züchterischer Sicht von Vorteil ist, da sich dadurch eine breite Variationsbasis für Selektion und Kreuzung ergibt.



Abbildung 42: Kreuzungspopulationen am LVWO in Weinsberg am Tag der Probenahme (Juli 2022)

Etablierung neuer diagnostischer Methoden

Durch die GWAS wurden spezifische Sequenzabschnitte auf den Chromosomen 9, 10 und 15 identifiziert, die als Strukturvarianten mit dem Zeitpunkt des Knospenaufbruchs assoziiert erscheinen. Insbesondere auf Chromosom 9 zeigt sich ein Cluster regulatorischer Sequenzen, in dem mehrere Gene mit bekannter Funktion in der Blühregulation – wie z. B. *FLOWERING LOCUS T*-ähnliche Gene – lokal eng beieinander liegen, was auf eine koordinierte Expression und mögliche epigenetische Steuerung hinweist. Diese strukturellen Merkmale können nun durch gezielte Long-Range-PCR angesteuert werden, um stabile PCR-Marker zu entwickeln, die nicht auf Einzelnukleotidpolymorphismen, sondern auf das Vorhandensein ganzer regulatorischer Domänen abzielen; so könnten sich zukünftig Genotypen mit spätem Knospenaufbruch bereits im Sämlingsstadium effizient identifizieren lassen. Die bisherigen Ergebnisse aus Weinsberg zeigten jedoch, dass die Heritabilität des Merkmals Knospenaufbruch gering zu sein scheint, daher wird für einige wenige Genotypen die Bonitur verlängert.

Transkriptomanalyse und Metabolomik knospenrelevanter Gene

Zur Validierung der genomischen Marker wurde die Genexpression zum Zeitpunkt des Knospenaufbruchs in Blütenknospen bei allen Elternlinien im Projekt systematisch untersucht. Dafür wurde eine Total-RNA-Extraktion durchgeführt, bei der poly-A-haltige mRNAs entfernt wurden, um vor allem kodierende RNA-Fractionen vollständig zu erfassen. Die Methode erlaubt es die regulatorische Aktivität über das gesamte Transkriptom hinweg sichtbar zu machen. Dadurch konnten wir nicht nur feststellen, welche Gene in den relevanten Genomregionen vorhanden sind, sondern auch, welche davon tatsächlich aktiv transkribiert werden und somit direkt an der Regulation des Knospenaufbruchs beteiligt sein könnten. Hierbei gilt es zu beachten, dass nur ein Zeitpunkt (Knospe vor dem Knospenaufbruch) beprobt wurde, wobei für die Erfassung ALLER Gene mehrere und frühere Zeitpunkte mit in Betracht gezogen werden müssten, hier jedoch die Projektmittel nicht ausreichen würden. Im Abgleich mit den zuvor identifizierten GWAS-Markern lassen sich so besonders vielversprechende Marker herausfiltern – nämlich jene, die nicht nur mit spätblühenden Phänotypen korrelieren, sondern deren Zielgene auch zur relevanten Entwicklungszeit exprimiert werden – was ihre Aussagekraft für die zukünftige Selektion erheblich erhöht. Natürlich müssen diese Marker weiter validiert werden.

Neben den genetischen Analysen wurde untersucht, ob Proteine der bekannten blühregulierenden Gene (20-30 kDa) oder Signalpeptide (ca. 5 kDa) in Apfelblättern als physiologische Marker für das Merkmal „späte Blüte“ verwendet werden können. Die Analysen der Proteinexpression wurden an der Core Facility der Universität Hohenheim mittels Nano-LC-ESI-MS/MS durchgeführt. Zunächst wurde überprüft, ob die Methode eine ausreichende Sensitivität zur Identifikation dieser Proteine aufweist. Dabei wurde Blattmaterial von sechs genetisch unterschiedlichen Apfelsorten untersucht, davon drei mit spätblühendem und drei mit regulärem Phänotyp, jeweils in vierfacher Wiederholung, um sowohl die Reproduzierbarkeit der Proteindetektion zu testen als auch die beiden kontrastierenden Phänotypen zu vergleichen. Die Ergebnisse zeigen, dass über 4.000 Proteine in Apfelblättern erfolgreich detektiert und quantifiziert werden konnten. Allerdings lag die Abundanz vieler blühregulierender Proteine (wie z.B. die von FT-Homologen) unterhalb der Nachweisgrenze. Die Detektionsrate von Signalpeptiden betrug weniger als 5 % und war somit sehr gering. Eine mögliche Erklärung hierfür könnte sein, dass diese kleinen Moleküle während der Probenextraktion aussortiert

waren. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Methode eine unzureichende Detektionssensitivität von Proteinen aufweist, die in vergleichsweise geringen Mengen im Blattgewebe vorliegen. Ein effektiver Nachweis von Proteinprodukten der Blühgene in Apfelblättern war mit der aktuellen Methodik daher nicht möglich.

Bioinformatik und Markerentwicklung

Im Verlauf der Markerentwicklung wurde eine große Anzahl zusätzlicher SNPs entdeckt, die mit dem Knospenaufbruchsverhalten der Apfelsämlinge korrelieren. In Hohenheim kamen zur Validierung dieser Marker sowohl klassische, etablierte SSR-Marker zum Einsatz – das sind kurze, repetitive DNA-Abschnitte mit hoher Variabilität, die in der Züchtung seit vielen Jahren als genetische Indikatoren verwendet werden – als auch neu entwickelte Marker, die gezielt aus den GWAS-Daten des Projekts abgeleitet wurden. Diese neuen Marker basieren auf spezifischen Sequenzunterschieden in blührelevanten Genregionen und werden derzeit im Labor weiter getestet und mithilfe der nächsten Probenserie aus dem Frühjahr 2025 erneut validiert. Ziel ist es, ein robustes Set molekularer Marker zu etablieren, das sowohl klassische SSRs als auch funktionelle Marker aus den GWAS-Ergebnissen umfasst und das anschließend dem Julius Kühn-Institut, der LVWO Weinsberg sowie interessierten Züchterinnen und Züchtern in Deutschland für die praktische Anwendung zur Verfügung gestellt wird.

2.2.4. Sortenprüfung auf Praxisbetrieben (FÖKO)

2.2.4.1. Überblick der Sorten in den Sortengärten

Im Rahmen des Projektes wurden auf den fünf OPG-Praxisbetrieben bestehende Prüfquartiere mit 7 neuen Apfelsorten mit jeweils um die 50 Bäumen erweitert. Ziel ist es, neben klassischen Ertrags- und Qualitätsmerkmalen vor allem robuste und marktfähige Sorten zu identifizieren, die sich auch unter veränderten Umweltbedingungen und Biopraxisbedingungen bewähren.

Im aktuellen Projektzeitraum wurden die folgenden Sorten zusätzlich aufgenommen: Mammut, Inobi, Lyra, Ellipso, Y6 (Umveredelung), Iori (ACW 14886) und Estelle.

Die Erhebung fokussiert sich auf praxisrelevante Merkmale wie regelmäßige Erträge, Schorfresistenz, ggfls. späte oder frosttolerante Blüte und geringe Vorerntefruchtfälle. Besonderes Augenmerk liegt auf dem Gesamteindruck, der von den Betrieben in Boniturnoten dokumentiert wurde (siehe Abbildung 46)

Kurzbeschreibung der neu geprüften Sorten

Mammut

Die Sorte Mammut wurde an der Staatlichen Lehr- und Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau (LVWO) in Weinsberg gezüchtet.

Mammut zeichnet sich durch eine gute Fruchtausfärbung und einen ausgezeichneten Geschmack aus. Die Früchte sind lange lagerfähig, sowohl unter Kühllager- als auch unter ULO-Bedingungen.



Abbildung 43: Mammut bei Auslagerung im April 2024

Im Projektzeitraum zeigten Mammut-Bäume eine hohe Produktivität, wenngleich teilweise eine Alternanzneigung beobachtet wurde, die auf geeigneten Unterlagen (z.B. G11) abgemildert werden kann.

Im Frostjahr 2017 fiel Mammut durch hoher Frosttoleranz auf. Im Projektzeitraum waren an den Versuchsstandorten keine Frosteinflüsse zu bonitieren.

Sowohl in Prüfquartieren mit und ohne Pflanzenschutz waren mittlere bis starke Schorfdurchbrüche zu verzeichnen.

Im Vergleich der Sortenbewertungen liegt Mammut im oberen Bereich des Gesamteindrucks.

Inobi

Inobi ist eine Sorte des französischen Züchtungsprogramms Novadi. Sie entstand aus zwei Nummernsorten und besitzt die Rvi6-Schorfresistenz.

Die Früchte ähneln in Form und Farbe der Sorte Gala, weisen jedoch ein festeres Fruchtfleisch und eine etwas höhere Säure auf. Inobi reift am Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee (KOB) etwa 7–10 Tage nach Gala und kann in zwei Pflückdurchgängen geerntet werden. Der Baum wächst mittelstark aufrecht, zeigt gesundes Laub und eine gute Garnierung.

In Verkostungen schnitt Inobi gegenüber Gala regelmäßig besser ab. Unter reduziertem Pflanzenschutz wurden an den meisten Standorten keine Berostung oder Schorf beobachtet. Jedoch waren an zwei Standorten in den Jahren 2023 und 2024 teilweise sehr starke Schorfdurchbrüche (siehe Abbildung 44: Verschorfte ‚Inobi‘ am Praxisstandort Karrer 2024) trotz einem Minimalpflanzenschutzprogramm zu verzeichnen.

In der Bewertung erreicht Inobi konstant hohe Werte bei Produktivität, Marktwert und Gesamteindruck.



Abbildung 44: Verschorfte ‚Inobi‘ am Praxisstandort Karrer 2024

Lyra (UEB 5060)

Lyra wurde vom Institut für experimentelle Botanik Prag gezüchtet und ist eine Kreuzung aus Barby x SQ 159.

Die Sorte produziert große, attraktive Früchte mit sehr guter Fruchtqualität, sehr gutem Geschmack, moderner Textur und sehr hoher Schorfstabilität.



Abbildung 45: Lyra

Lyra ist besonders für Apfelallergiker interessant, da sie niedrige Mal d1-Werte aufweist. Bei der Direktvermarktung wird die Sorte deshalb sehr gut angenommen und zeigt hier in den Bewertungen einen hohen Marktwert. Allerdings schließt die gelbe Fruchtfarbe die Vermarktung im Großhandel aus. Kritisch wird auch die helle Schale in Punkto Regenflecken gesehen.

Ellipso (UEB 4702/1)

Ellipso stammt aus dem tschechischen Züchtungsprogramm am Institut für experimentelle Botanik Prag. Die Sorte bildet flachkugelige, mittelgroße Früchte mit einem hohen dunkelroten Deckfarbenanteil. Die Ernte erfolgt etwa zehn Tage vor Golden Delicious. An allen Standorten war die Schorfstabilität gegeben und ist ein großes Plus in der Anbauwürdigkeit unter Biobedingungen.



Abbildung 46: Ellipso

Die Früchte zeichnen sich durch ein süßsäuerliches, sehr angenehmes Aroma und eine knackige, saftige Konsistenz aus. Die Lagerfähigkeit ist sehr gut: Unter ULO-Bedingungen bleibt Ellipso bis zu neun Monate frisch. Allerdings lässt die Festigkeit nach Auslagerung schnell nach. In der Sortenbewertung zeigte sich 2024 eine deutliche Steigerung des Marktwertes im Vergleich zu 2023.

Y6

Bei Y6 handelt es sich um eine sehr neue Kreuzung, die aus dem Programm der LVWO stammt. Die Sorte befindet sich noch in einem sehr frühen Prüfstadium, weshalb für das Projekt noch keine Bäume aus einer Baumschule zur Verfügung standen. 2024 konnten an zwei Standorten die Edelreiser der Sorte als Umveredelung etabliert werden. Eine größere Anpflanzung von 500 Bäumen ist für 2025 vorgesehen.

Iori (ACW 14886)

Iori (ACW 14886) ist eine späte Apfelsorte aus dem Züchtungsprogramm von Agroscope Wädenswil. Die Reife erfolgt nach Topaz, was eine Erweiterung des Erntefensters ermöglicht. An den Prüfstandorten war die Rvi6 Resistenz der Sorte bereits im Ersten Standjahr 2024 durchbrochen. Weitere Angaben zur Krankheitsresistenz oder Lagerfähigkeit sind aktuell für Baden Württemberg noch nicht vollständig dokumentiert.

Estelle

Estelle wurde an der LVWO Weinsberg gezüchtet und entstammt einer Kreuzung zwischen Summercrisp und Sweetango®. Es handelt sich um eine Fröhsorte mit sehr attraktiver Optik: hoher Anteil roter Deckfarbe (ca. 90 %), kaum Berostung und guter FruchtgröÖe. Estelle weist eine weitgehend stabile Rvi10-Schorfresistenz auf und besitzt eine sehr gute Lagerföhigkeit für eine Fröhsorte (bis zu 6 Wochen im KÖhllager). In Verkostungen erreichte Estelle hÖufig SpitzenplÖtze und wurde als Testsieger bewertet.



Abbildung 47: Estelle

2.2.4.2. Sortenbewertung durch die Praxis

Die Sorten wurden in den Kategorien Produktivität, Marktwert und Gesamteindruck für die Jahre 2023 und 2024 von den Praktikern bewertet. Hierbei wurden auch die bereits im Sortiment aufgenommenen bzw. aus Vorgängerprojekten in Prüfung stehende Sorten bewertet und in folgender Graphik dargestellt:

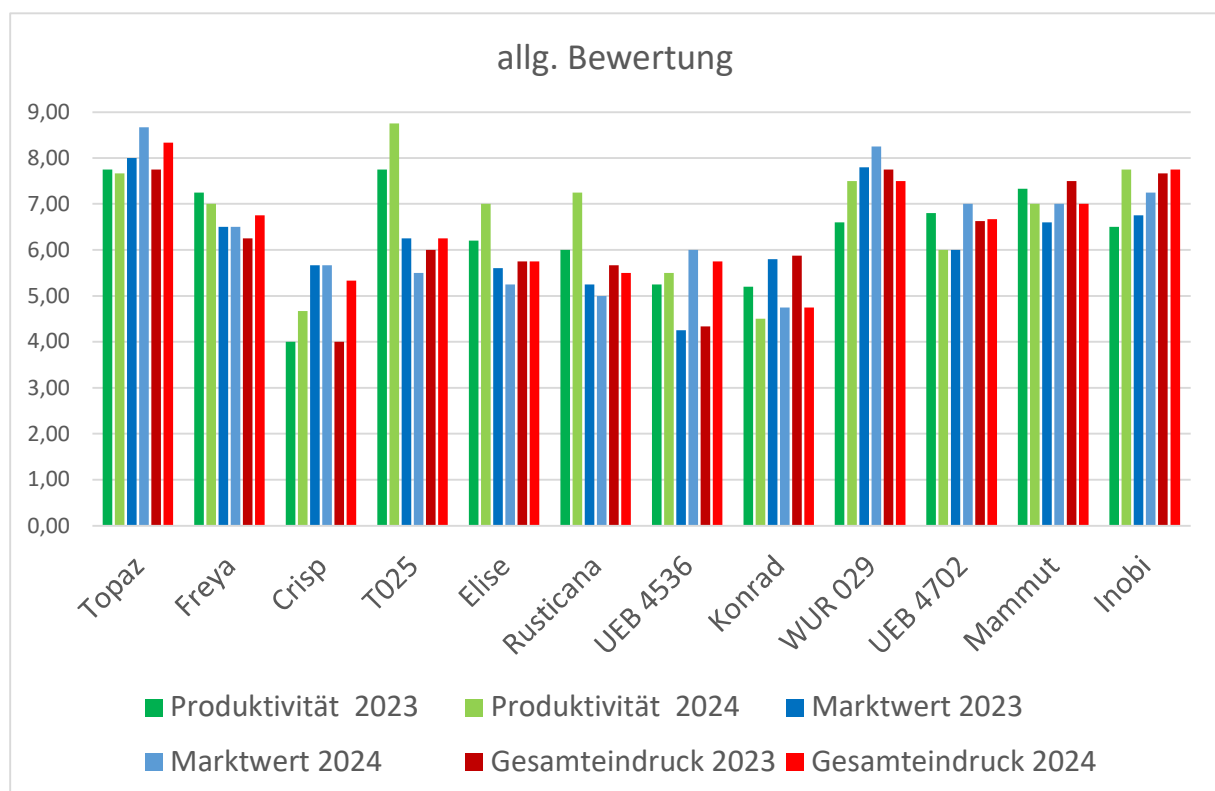


Abbildung 48: allgemeine Bewertung (2023 und 2024) der Apfelsorten auf den 5 Praxisstandorten hinsichtlich Produktivität, Marktwert und Gesamteindruck.

Die Praktikerbewertung zeigt, dass sich die Referenzsorte Topaz in der Praxis und am Markt weiterhin behauptet und als äußerst produktive und verlässliche Sorte gilt.

Inobi und Mammut liegen in allen Bewertungskriterien sehr nahe an Topaz und zeigen ein sehr gutes Gesamtergebnis.

Ellipso verbessert sich in den beiden Folgejahren insbesondere beim Marktwert deutlich und bestätigt seine Stärke in Geschmack, Robustheit und Fruchtqualität und bietet damit eine interessante Option als früh reifende, marktattractive Sorte.

WUR 029/Wurtwinning punktet beim Marktwert, insbesondere durch seine sehr hohe geschmackliche Bewertung und Verbrauchernachfrage in allen Vermarktungssegmenten.

Die neuseeländische Prüfsorte T025 weist eine sehr hohe Produktivität auf, schwächelt jedoch bei Marktwert und Gesamteindruck.

Freya besticht durch eine verhältnismäßig hohe Produktivität, hohe Schorftoleranz und unkomplizierten Anbau. Aufgrund des eher durchschnittlichen Geschmacks ist auch der Marktwert eher im Mittelfeld verortet.

Crisp, Elise, Konrad und Rusticana bleiben in allen Kategorien eher unterdurchschnittlich.

Die neu aufgepflanzten Sorten Y6 und Iori befinden sich noch in der Erprobung und werden in den kommenden Jahren weiter bewertet.

2.3. Beitrag der Ergebnisse zu förderpolitischen EIP Zielen

Das abgeschlossene Projekt bezieht sich auf das Schwerpunktthema Klimaschutz und Anpassung des Obstbaus an den Klimawandel. Im Bereich Züchtung von Obstkulturen sind Ergebnisse in Form von „fertigen“ neuen Sorten nur über mehrere Jahre zu erwarten. Nachdem in Baden-Württemberg keine institutionelle Förderung von Obstzüchtung existiert, können befristete bzw. dreijährige Projekte Ergebnisbausteine für ein übergeordnetes, langfristiges Ziel – der Etablierung von klimaresilienten Sorten beitragen. In diesem Entwicklungsprozess konnte das Projekt wertvolle Erkenntnisse und Meilensteine leisten und somit in folgenden Aspekten einen Beitrag leisten:

- Reduktion des Wasserverbrauchs: Analog zur Problematik der Häufung von Hagelereignissen in den 90er Jahren, die letztendlich zum flächendeckenden Einsatz von Hagelnetzen im Apfelanbau führte, wird die Zunahme von Spätfrostschäden zum Ausbau von technischen Gewässern für die Frostschutzberegnung führen. Um einen Hektar Apfel eine Frostnacht vor Schäden zu schützen werden 300 qbm Wasser benötigt. Sollte künftig auch nur ein Drittel der Baumobstfläche Baden-Württembergs (18.000 ha) derart geschützt werden, sind hierfür zwei Millionen qbm Wasser nötig. Durch biologisch angepasste Sorten kann dieser Ressourcenverbrauch vermieden oder gemindert werden.
- Das Projekt hat eine regionale Anpassungsstrategie an die veränderten Klimabedingungen angestoßen, indem widerstandsfähige Sortenkandidaten gegenüber Frostereignissen gezüchtet und in den Folgejahren selektiert, geprüft, auf Praxisbetrieben etabliert und in Wert gesetzt werden. Es ist damit eine Weiterentwicklung bestehender Produktionsverfahren und langfristiger Wertschöpfungsketten im ökologischen Obstbau.

- Es sind neue Produkte (Sorten) entwickelt worden, die nicht nur an die Klimaverschiebung angepasst sind, sondern in ihren Geschmacksprofilen auch an die aktuellen und künftigen Verbraucherwünsche angepasst sind.
- Der Brückenschlag zwischen Spitzenforschung und -technologie sowie den Landwirten, Unternehmen, NRO und Beratungsdiensten wurde weiter ausgebaut und verfestigt: Ausgehend von der Sichtung von spätblühenden Streuobstsorten am KOB und LVWO, über die Entwicklung von genanalytischen Markern an der Universität Hohenheim, über die praktische und partizipative Kreuzungszüchtung an der LVWO und auf Praxisbetrieben, bis hin zur Testung von robusten Prüfsortimenten in der Biopraxis und Verkostungen am POS.

2.4. Nutzen der Ergebnisse für die Praxis

Aus den Sortenprüfungen auf den Praxisstandorten konnten 4-5 Favoritensorten herausgearbeitet werden. Neben den bereits etablierten Standardsorte ‚Topaz‘ sind nun weitere robuste Sortenkandidaten für die Praxis abgeprüft und können in eine Beratungsempfehlung einfließen. Diese sind dann auch der Grundstock für die Einführung eines Dachmarkenkonzeptes (siehe hierzu auch Ausblick). Die im Projekt entstanden Zuchtklone werden weiter selektioniert und die Elitesorten sukzessive in die Praxis eingeführt. Diese werden neben breiteren genetischen Resistenzeigenschaften teilweise auch klimaangepasste Eigenschaften aufweisen.

2.4.1. Sortenempfehlungen für den Streuobstbau

Im Streuobstbau bestehen in der Regel keine Möglichkeiten durch Frostschutzberegnung oder ähnliche Maßnahmen, Spätfrostschäden zu vermeiden. Daher sollten bereits bei der Anlage von Streuobstbeständen gefährdete Lagen gemieden werden. Daneben kann durch die Sortenwahl das Risiko von Spätfrostschäden gemindert werden.

Bei der Sortenwahl für raue Lagen eignen sich früh und mittelfrüh reifende Sorten besser als Sorten mit spätem Reifezeitpunkt. Durch einen früheren Triebabschluss ist auch die Frosthärte des Holzes in der Regel höher.

Die späte Blüte trägt zur Ertragssicherheit bei, hat aber nicht nur Vorteile. Sie bringt eine erhöhte Gefahr von Feuerbrand-Infektionen mit. Feuerbrandbakterien benötigen eine bestimmte Temperatursumme für die Infektion und diese wird bei einer späten Blüte eher erreicht. Das Gleiche gilt für Sorten mit langer Blütezeit, auch sie haben ein erhöhtes Feuerbrandrisiko.

Ein großer Teil der Apfelsorten mit später Blüte wurde für Höhenlagen selektiert. Wie sich diese Sorten in warmen Lagen verhalten, lässt sich nicht vorhersehen. Von Sorten wie ‚Danziger Kant‘ oder ‚Berner Rosenapfel‘ ist bekannt, dass die Krankheitsanfälligkeit in warmen Lagen zunimmt.

Ausschließlich spätblühende Sorten auszuwählen, ist nicht empfehlenswert. Die Entwicklung des Klimas und der Spätfrostgefahr ist unsicher. Bei einer langlebigen Kultur wie dem Streuobst ist es generell günstig, die Risiken durch ungünstige Witterungsbedingungen, Krankheiten oder Schädlinge mit der Pflanzung unterschiedlicher Sorten zu reduzieren.

Apfelsorten für Streuobst und Hausgarten			
Sorte	Blüte	Verwendung	Anbau
Börlinger Weinapfel	spät	W	Streuobst
Belle Fille des Salines	spät	T, W	Streuobst/Hausgarten
Christiansapfel	sehr spät	W	Streuobst
Engelsberger	sehr spät	W	Streuobst
Grahams Jubiläumsapfel	spät	W	Streuobst/Hausgarten
Heslacher Gereutapfel	sehr spät	W	Streuobst
Königlicher Kurzstiel	sehr spät	T	Hausgarten
Luxemburger Renette	spät	W	Streuobst/Hausgarten
Muskatellerluiken	spät	W	Streuobst
Mutterapfel	spät	T, W	Hausgarten/Streuobst
Ontario	robust	T, W	Hausgarten
Rheinischer Bohnapfel	robust	W	Streuobst
Rheinischer Winterrambur	mittelspät	W	Streuobst
Roter Bellefleur	spät	T, W	Streuobst/Hausgarten
Wettringer Taubenapfel	robust	T, W	Streuobst/Hausgarten
T = Tafelobst, W = Wirtschaftsobst			

Tabelle 17: Apfelsorten für den Streuobstbau und Hausgarten

Birnensorten für Streuobst und Hausgarten			
Sorte	Blüte	Verwendung	Anbau
Frühe von Trevoux	robust	T	Hausgarten
Grüne Jagdbirne	mittelspät - spät	W	Streuobst
Prinzessin Marianne	mittelspät	T	Hausgarten/Streuobst
Stuttgarter Geißhirtle	früh, robust	T, W	Hausgarten/Streuobst
Novembra/Xenia	tw. selbstfruchtbar	T	Hausgarten
Welsche Bratbirne	mittelspät - spät	W	Streuobst
Winternelis	mittelspät	T	Hausgarten
T = Tafelobst, W = Wirtschaftsobst			

Tabelle 18: Birnensorten für den Streuobstbau und Hausgarten

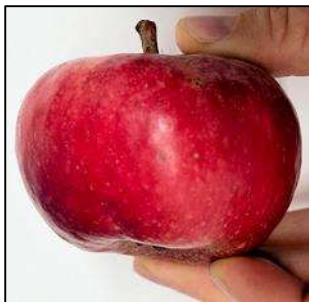
2.4.1.1. *Sortenporträts Apfel*

Börtlinger Weinapfel

Die spät blühende Sorte wurde als Zufallssämling vor 1850 in der Gemeinde Börtlingen im Landkreis Göppingen (BW) gefunden und später überregional verbreitet. Die kleinen Früchte werden im Oktober geerntet und eignen sich aufgrund des günstigen Zucker-Säure-Verhältnisses und der guten Ausbeute besonders für Saft und Most. Der Baum ist starkwüchsig und sehr robust gegenüber Schorf, jedoch etwas anfällig für Marssonina. Die Sorte bevorzugt warme Lagen mit gut versorgten Böden.



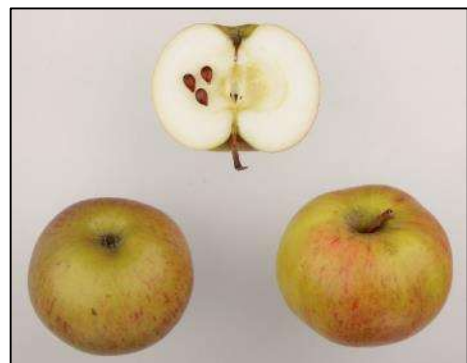
Belle Fille des Salins



Die Sorte wurde Anfang des 20. Jahrhunderts im französischen Département Jura gefunden. Im Sortengarten in Heuchlingen zeigten sich die Früchte flach gebaut, klein, mit flächiger rot gestreifter Deckfarbe, festem Biss und angenehmem, ausgewogen süß-säuerlichem Geschmack. Die Sorte soll noch etwas später blühen als der 'Spätblühende Taffetapfel'. In französischen Beschreibungen wird die Robustheit gegenüber Schorf hervorgehoben. Die Früchte werden im Oktober geerntet.

Christiansapfel

Der 'Christiansapfel' wurde im Raum Metzingen-Neuhausen und Glems wiederentdeckt. Im Sortenerhaltungsquartier der LVWO in Heuchlingen waren die Bäume sehr vital, jedoch mit leichter Tendenz zum Verkahlen und zur Alternanz. Der 'Christiansapfel' eignet sich als Mostapfel und bedingt als Tafelapfel. Die Sorte reift Ende September/Anfang Oktober und ist nach Informationen von Thilo Tschersich nicht lagerfähig. In Heuchlingen war die Blüte etwa zeitgleich mit dem 'Spätblühenden Taffetapfel'.



Engelsberger

Die Sorte blüht sehr spät. Sie wurde im Raum Öhringen im Hohelohekreis (BW) gefunden. Die kleinen Früchte sind mit einem Gehalt von 12 ° Brix und 11 g Säure/ l besonders für Saft und Most geeignet, zumal die Saftausbeute mit 70 - 75 % hoch ist. Die Früchte sind jedoch nur kurz lagerfähig und müssen schnell verarbeitet werden. Der Wuchs ist schwach bis mittelstark, der Ertrag setzt früh ein. Die Sorte verlangt ein warm-trockenes Klima.



Grahams Jubiläumsapfel



Die Sorte wurde 1888 von J. Graham in England gezogen und „Royal Jubilee“ anlässlich des 50-jährigen Regierungsjubiläum von Königin Victoria genannt. Durch die späte Blüte und das frostharte Holz ist die Sorte auch für raue Lagen und als Unterlage bzw. Stammbildner geeignet. Die Ansprüche an den Boden sind gering. Die großen Früchte werden als Wirtschaftsäpfel verwendet. Sie reifen im September und sind etwa bis November lagerfähig.

Heslacher Gereutapfel

Die Sorte ist um 1820 in Stuttgart-Heslach entstanden. Der reichtragende Mostapfel blüht sehr spät und hat geringe Ansprüche an das Klima. Der robuste Baum wächst mittelstark bis stark. Die kleinen bis mittelgroßen Früchte werden im September geerntet.



Königlicher Kurzstiel

Die sehr alte, weit verbreitete Sorte wurde bereits 1565 erwähnt. Die mittelgroßen Früchte mit rauer Schale sind nur mäßig saftig und eignen sich vor allem als Tafelapfel. Da sie spät reifen und möglichst lange am Baum bleiben sollten, sind raue Lagen nicht geeignet. Der Baum wächst schwach, daher ist die Sorte besonders für den Hausgarten empfehlenswert.

Luxemburger Renette

Die sehr robuste, spät blühende Sorte ist vor 1820 in Luxemburg entstanden. Die Anforderungen an Boden und Klima sind gering und der Anbau ist auch in Höhenlagen möglich. Die mittelgroßen bis großen Früchte werden im Oktober geerntet und können als Tafelapfel, Mostapfel und zum Brennen verwendet werden. Der Baum wächst zunächst stark und bildet später mittelgroße bis große Kronen. Der Ertrag setzt spät ein. Die Sorte 'Luxemburger Triumph' ähnelt der 'Luxemburger Renette' stark, blüht jedoch früher und ist weniger robust.



Muskatellerluiken

Die Sorte ist -obwohl der Name das nahelegt – nicht näher mit dem 'Luikenapfel' verwandt. Sie wurde 1854 erstmals von Eduard Lucas erwähnt. Der Name deutet bereits auf die aromatischen, mittelgroßen Früchte hin, die sich sehr gut zum Mosten und Brennen eignen. Die Früchte werden im September geerntet und sind bis etwa Dezember lagerfähig. Der starkwachsende Baum ist wenig anspruchsvoll an Boden und Klima.



Mutterapfel

Die spätblühende Sorte stammt aus Massachusetts/USA und wurde 1844 erwähnt. Die Früchte zeichnen sich durch eine gute Tafelqualität aus. Sie sind mittelgroß und werden im September geerntet. Die Ansprüche an das Klima sind relativ gering. Der Baum wächst mittelstark. Am KOB war die Anfälligkeit für Schorf mittel, für Mehltau schwach. Die Anfälligkeit für Feuerbrand war nach Untersuchungen in der Schweiz gering.

Ontario

Die Sorte wurde aus Sämlingen der Kreuzung von 'Northern Spy' und 'Wagener' 1820 in Ontario County (USA) ausgelesen. Während die Blüten äußerst robust gegenüber Spätfrösten sind, ist das Holz nicht besonders frosthart. Daher müssen Lagen mit starken Winterfrösten gemieden werden. Der Wuchs ist zunächst mittelstark und geht mit einsetzendem Ertrag zurück. Die vielseitig verwendbaren, großen Früchte werden im Oktober geerntet und können lange gelagert werden. Die Sorte ist besonders für den Hausgarten empfehlenswert.



Rheinischer Bohnapfel



Diese bekannte und verbreitete Sorte blüht nicht spät, aber die Blüten sind robust gegenüber Frost. Zudem ist die Sorte wenig anfällig für Schwarzen Rindenbrand und Feuerbrand. Sie ist breit anbaufähig, nur in Hochlagen reifen die Früchte, die möglichst spät geerntet werden sollten, nicht genügend aus. Die mittelgroßen Früchte eignen sich sehr gut für Saft und Most und sind lange lagerfähig. Die Anfälligkeit für Schorf und Mehltau ist mittel. Die Bäume der triploiden

Sorte wachsen stark. Der Ertrag setzt spät ein und ist trotz starken Schwankungen insgesamt hoch.

Rheinischer Winterrambur

Die Herkunft der Sorte ist unsicher, sie entstand vermutlich vor 1800. Die triploide Sorte wächst stark, ist robust und wenig anfällig für Schwarzen Rindenbrand. Die mittelgroßen bis großen Früchte reifen im Oktober und sind vor allem für Saft und Most geeignet. Die Sorte bevorzugt ein mittleres Klima in ausreichend feuchten Lagen. Die ertragreichen Bäume können sehr alt werden und werden für Streuobstwiesen empfohlen.



Roter Bellefleur

Die Sorte soll aus Holland stammen und wurde bereits 1760 beschrieben. Aufgrund der späten Blüte wird sie auch „Siebenschläfer“ genannt. Die mittelgroßen Früchte können als Tafel- und Wirtschaftsäpfel verwendet werden und reifen im Oktober. Die Bäume wachsen zunächst schwach und später stark. Sie sind robust und haben geringe Ansprüche an Klima und Boden, daher kann die Sorte auch in Höhenlagen angebaut werden.

Wettringer Taubenapfel

Die Sorte wurde Ende des 19. Jh. in Wettringen/Franken gefunden. Die Blüten haben sich am KOB robust nach einem Spätfrost gezeigt. Die mittelgroßen Früchte können als Tafel- und Wirtschaftsapfel verwendet werden. Der Baum wächst stark und ist wenig krankheitsanfällig. Der Ertrag setzt früh ein und ist relativ regelmäßig.



2.4.1.2. *Sortenportraits Birnensorten*

Frühe aus Trévoux

Die Sorte wurde in Trévoux/Frankreich aus Samen gezogen und 1862 erstmals beschrieben. Die Blüte dieser Tafelbirne hat sich am KOB als verhältnismäßig frosthart erwiesen. Zudem soll die Sorte über eine starke Neigung zur Bildung von parthenokarpen Früchten verfügen. Die mittelgroßen Früchte reifen im August und sind kurz lagerfähig. Der Baum wächst schwach bis mittelstark und ist eher für den Anbau im Hausgarten als auf Streuobstwiesen geeignet. Die Sorte kann auch in höheren Lagen (bis ca. 600 m) auf guten, nicht zu schweren Böden angebaut werden. Die Sorte 'Supertrevoux' ist eine Mutante von 'Frühe aus Trévoux' mit schwächerem Wuchs und größeren Früchten.



Metzer Bratbirne (Synonym: Grüne Jagdbirne)



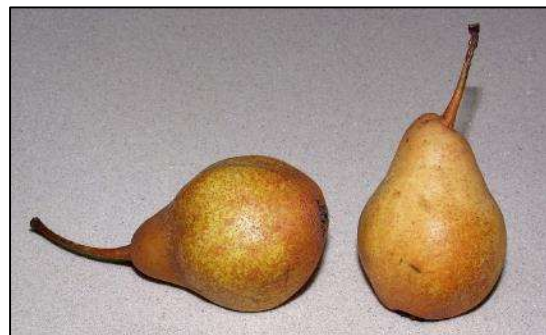
Die Herkunft der gerbstoffreichen Mostbirne ist unbekannt. Die Sorte gilt als sehr frosthart und wurde daher auch als Stammbildner verwendet. Die Blüte ist relativ spät und soll nach Angaben des „Obstsorten-Atlas“ zudem sehr frosthart sein. Der Baum wächst mittelstark und ist wenig anfällig für Feuerbrand oder andere Krankheiten. Die Ansprüche an das Klima sind gering und die Anbaubreite wird als sehr groß beschrieben. Die kleinen bis mittelgroßen Früchte reifen spät und sollten vor der Verarbeitung mehrere

Wochen zur Nachreifung gelagert werden.

Bei der pomologischen Sortenprüfung der Deutschen Genbank Obst wurde festgestellt, dass die unter dem Namen 'Grüne Jagdbirne' in Süddeutschland verbreitete Sorte identisch ist mit der in der historischen Literatur beschriebenen 'Metzer Bratbirne'.

Prinzessin Marianne

Die Sorte wurde um 1800 in Belgien gezüchtet und bekam den Namen einer holländischen Königstochter. Die Tafelbirne hat einen geringen Wärmeanspruch und eignet sich besonders für mittlere und kühlere Birnenlagen. Die Blüte ist mittelspät. Die mittelgroßen Früchte werden im September geerntet und können auch für Saft und Kompott verwendet werden. Der Baum wächst



mittelstark bis stark. Die Sorte ist sowohl für Streuobstwiesen als auch für den Hausgarten geeignet.

Stuttgarter Geißhirtle

Die Sorte soll vor 1800 von einem Ziegenhirten in der Umgebung von Stuttgart entdeckt worden sein. Die relativ frühe Blüte hat sich am KOB als frosthart erwiesen, was durch die Literatur bestätigt wird. Die kleinen Tafelbirnen reifen im August. Sie können auch zum Einkochen oder Dörren verwendet werden. Der Baum wächst mittelstark und der Ertrag setzt früh ein. Geeignet sind vor allem warme Lagen mit zumindest mittlerer Bodenqualität. Die Sorte ist auch aufgrund der frühen Reife und kurzen Lagerfähigkeit vor allem für den Hausgarten empfehlenswert.



Novembra (Xenia)

Bei der Tafelbirne 'Novembra' handelt es sich nicht um eine historische Sorte. Sie wurde 1962 in Moldawien gezüchtet. Obwohl die Sorte früh blüht, ist sie relativ ertragssicher, da sie lange blüht und nach leichten Schäden durch Spätfröste auch ohne Befruchtung Früchte bilden kann. Die Sorte ist auf mittelstark wachsenden Unterlagen für Hausgärten in geschützten Lagen geeignet. Die großen Früchte können über einen langen Zeitraum ab etwa Ende September geerntet werden. Sie sind gut lagerfähig und behalten ihre Festigkeit und Saftigkeit lange.

Welsche Bratbirne

Die Herkunft dieser spätblühenden Sorte ist unbekannt; sie wurde 1823 erstmals beschrieben. Sie wächst stark und bildet landschaftsprägende Bäume. Die Sorte ist auch für Höhenlagen geeignet und wenig feuerbrandanfällig. Die mittelgroßen Früchte werden im September geerntet und können für Most und zum Destillieren verwendet werden. Beachtet werden muss, dass die Früchte nur kurz lagerfähig sind und schnell teigig werden.





Winternelis

Die mittelspät und lang blühende Tafelbirne wurde 1883 in Belgien gezogen. Die Bäume wachsen schwach und eignen sich für den Anbau im Hausgarten in warmer Lage. Die Anfälligkeit für Feuerbrand wird als gering beschrieben. Die kleinen bis mittelgroßen Früchte reifen im Oktober und sind von November bis Januar genussreif.

2.5. Kommunikations- und Disseminationskonzept

2.5.1. Vorträge, Workshops, Tagungen

Die Akteure der OPG haben an folgenden Veranstaltungen teilgenommen und das Projekt vorgestellt bzw. vertreten:

FÖKO:

EIP-Tagung am MLR (Stuttgart), EIP-AGRI Ergebnistransfer, 19.10.2022

FÖKO- Delegiertentagung, 14.-15.12.22

BMEL (Bonn): Fachgespräch zu den „Forschungs- und Handlungsbedarfen im Bereich der Züchtung für den ökologischen Landbau einschl. der Ökozüchtung“, 28. April 2023

EIP-Tagung am MLR (Stuttgart), EIP-AGRI Ergebnistransfer, 7. November 2023

FÖKO- Delegiertentagung, 14.-15.12.23

FÖKO- Delegiertentagung, 17.-18.12.24

LVWO

Projektvorstellung bei einer Informationsveranstaltung für Berater Sommer 2023

Vortrag an der EcoFruit Konferenz, 19.2.2024 Stuttgart

Vortrag am Obst- und Gartentag des LOGL's, 10.4.2024 an der LVWO Weinsberg

Präsentation an der Beiratsitzung der LVWO, 27 Juni 2024 in Weinsberg

Präsentation am EIP-Agri Ergebnistransfer, 19.11.2024 am Innenministerium in Stuttgart

Infostand mit Plakat am Tag der offenen Tür der LVWO, 1.9.2024 am OVG Heuchlingen

Plakatpräsentation EUCARPIA Symposium, 11.-16.9.2023 Dresden Pillnitz

Plakatpräsentation Fruchtwelt Bodensee, 23.-25.2.2024 Friedrichshafen

KOB

Informationsweitergabe zum Projekt für den Landesweiten Streuobsttag BW am 13.05.2023

Informationen zum Projekt am Tag des offenen Sortengartens am KOB in den Jahren 2022, 2023, 2024

Vortrag von Monika Meyer auf der Streuobstwiesenkonferenz in Marienthal am 01.03.2024

Informationsweitergabe zum aktuellen Stand für den Landesweiten Streuobsttag BW am 04.05.2024

Darüber hinaus wurde an den jährlichen Sortenverkostungen sowohl an der LVWO, als auch am KOB und der jährlichen Ökoobstbautagung der FÖKO, Mitgliedertreffen der FÖKO-Süd jeweils die Projektergebnisse mit eingebracht und mit der Praxis diskutiert.

2.5.2. Veröffentlichungen

Sortenaufzug zu spät blühenden Birnensorten im KOB-Newsletter 1/2022 und Newsletter der Sortenerhaltungszentrale Baden-Württemberg 2022

Projektvorstellung im KOB-Newsletter 3/2022

EcoFruit Proceedings 2024: B. Scherrer, F. Rueß, C. Koenig, M. Meyer, U. Mayr, A. Milyaev, M.H. Hagemann, P. Haug – Reviewed Paper “Selection and development of late-flowering apple varieties to avoid frost damage in organic fruit growing”

Das Projekt wurde auf der Website der FÖKO integriert und dort vorgestellt (<https://www.foeko.de/projektefoeko/>)

Informationen zum Projekt auf der Homepage www.kob-bavendorf.de

2.5.3. Plakate

Plakate wurden bei den EIP-AGRI Ergebnistransferveranstaltungen des MLR, beim Tag der offenen Tür der LVWO, am EUCARPIA Symposium in Dresden Pillnitz, auf der Fruchtwelt Bodensee und auf der EcoFruit 2024 präsentiert.

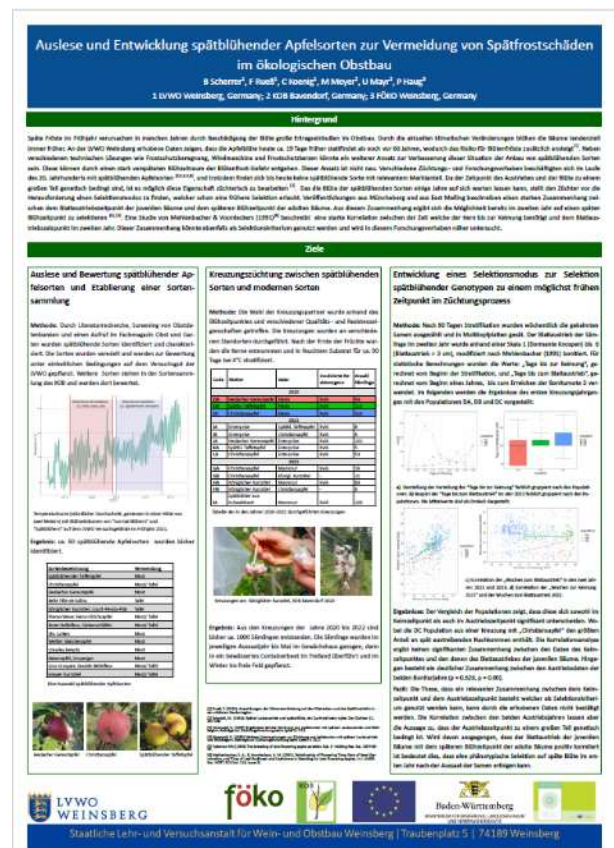


Abbildung 49: Projekt-Plakat

2.6. Ausblick

Um dem Ziel den Züchtungsprozess zu beschleunigen, ist die Weiterführung der Arbeiten an der Uni Hohenheim notwendig. Die bisherigen Ergebnisse zeigen eine enge Assoziation bestimmter struktureller genomischer Bereiche mit dem Knospenaufbruch. Dies könnte die Möglichkeit eröffnen, künftig durch einfache PCR-basierte Diagnostik – unabhängig von komplexen SSR- oder SNP-Analysen – schnell und kostengünstig Selektionen hinsichtlich des Knospenaufbruchs durchzuführen. Die hierzu relevanten Genregionen sollen zukünftig in Kombination mit den Blühdaten der LVWO Weinsberg erneut statistisch modelliert werden.

Seit der Veröffentlichung von Scherrer et al. 2024 wurden die Arbeiten an der Universität Hohenheim kontinuierlich fortgesetzt. Eine finale, peer-reviewte Veröffentlichung der gesamten genetischen Untersuchung steht noch aus. Die Weiterführung der Arbeiten wird aus Eigenmitteln der Universität Hohenheim finanziert. Der Abschluss der Untersuchungen sowie die Publikation der vollständigen Ergebnisse sind für Ende 2025 geplant.

Die Erprobung und Einführung eines effizienten Selektionsmodus auf späte Blüte an der LVWO ist zum Abschluss des Projektes noch nicht möglich, da noch nicht genügend Daten zum Blühzeitpunkt der Kreuzungsnachkommen vorliegen. Dies muss im Nachgang des Projektes ausgewertet werden.

Resultierend aus den erzielten Ergebnissen und Beobachtungen scheint es am praktikabelsten, die Sämlinge nach der Aufzucht im Gewächshaus auf min. 20 cm Höhe, in Reihen mit kleinen Abständen von ca. 30 cm zu pflanzen und den Blattaustrieb über 2-3 Jahre zu bonitieren. Aufbauend auf diese Boniturergebnisse kann eine Auswahl getroffen werden.

Die züchterische Arbeit führte im Laufe des Projektes zu 37 Kreuzungskombinationen auf einem Praxisbetrieb und 16 Kreuzungskombinationen (LVWO) zwischen spätblühenden Apfelsorten und modernen Sorten sowie 8 Kreuzungen mit ausgewählten Birnensorten. Während die Auswahl der spätblühenden Sorten in erster Linie anhand des späten Blühzeitpunktes erfolgte, waren die Auswahlkriterien für die modernen Sorten die Fruchtqualität, günstige Anbaueigenschaften sowie Resistenzen gegen Schorf und Mehltau. Als Ergebnis dieser Kreuzungen, sowie der in den Vorgängerprojekten durchgeführten Kreuzungen mit spätblühenden Apfelsorten, stehen nun 23 Nachkommenschaften (ca. 1400 Genotypen) aus Apfelkreuzungen, sowie 12 Nachkommenschaften (ca. 340 Genotypen) aus Birnenkreuzungen zur Selektion neuer, spätblühender Sorten im Zuchtgarten der LVWO. In einem Nachfolgeprojekt gilt es nun, diesen „Schatz“ zu heben. D.h. in den nächsten Selektionsschritten werden sich Elitesorten herauskristallisieren, die dann in die weitere Sortenprüfung u.a. auf den bewährten Praxisstandorten angepflanzt und getestet werden.

Im Arbeitsnetzwerk der FÖKO und einem parallel abgeschlossenen EIP-Projekt Wertschätzung, Wertschöpfung und Inwertsetzung von Umweltleistungen im ökologischen Obstbau ist zwischen 2022-2024 die Grundzüge eines neuen Dachmarkenkonzept erarbeitet worden.

Ziel dieses Konzepts ist es, ein breites, regional (klima)angepasstes und robustes Sortenspektrum aus regionaler Züchtung, zum Beispiel von der LVWO Weinsberg, unter einem Markennamen und in Zusammenarbeit mit der ganzen Wertschöpfungskette zu etablieren. So können neue Züchtungen direkt nach einer Praxisprüfung niederschwellig in den Markt eingeführt werden, ohne dass einzelne Sorten mühsam und zeitaufwendig einzeln eingeführt werden müssen. Die regionalen Sortenlisten werden durch ein Sortengremium laufend aktualisiert. Alle unter der Marke geführten Apfelsorten zeichnen sich durch ihre Robustheit sowie ihren modernen Geschmack aus. Dabei tritt der Sortenname

in den Hintergrund. Die „Bio Stars“ bieten Kundinnen und Kunden Bio-Äpfel einer Geschmackswelt: süß-säuerlich, knackig und crisp. Dabei wird im Laufe der Saison mit nur einem Regalplatz immer die optimale, genussreife Sorte vermarktet, die ein verbraucherorientiertes und zeitgemäßes Geschmackserlebnis garantiert.

Seit dem 1.1.2025 können durch einen vorzeitig bewilligten Maßnahmenbeginn ein neues EIP-Projekt der FÖKO mit der notwendigen Personalausstattung die nächsten Schritte bei der Weiterentwicklung und Etablierung von „Biostars“ gegangen werden:

Als Basis wird die Züchtung und Selektion von Sorten mit Mehrfachresistenzen bzw. Feldtoleranzen und ggfls. Eigenschaften zur Frosttoleranz durch eine Projektstelle an der LVWO Weinsberg weiter vorangetrieben.

Zusammen mit der gesamten Wertschöpfungskette sind Konzepte für das Marketing und das Markenmanagement bereits angestoßen und werden in Arbeitsgruppen weiter ausgestaltet.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Mitglieder der OPG "Vermeidung Spätfrostschäden im Obstbau"	1
Abbildung 2: Regionale Verteilung der Anbaufläche von Kernobst in Baden-Württemberg	8
Abbildung 3: Regionale Unterschiede der Wahrscheinlichkeit (in %) für Temperaturen unter -2 °C nach Beginn der Apfelblüte für die Zeiträume 1961-1990 (linke Karte) und 1991-2020 (mittlere Karte) sowie die prozentuale Veränderung zwischen diesen beiden Zeiträumen (Quelle: Deutscher Wetterdienst: https://www.dwd.de/DE/wetter/thema_des_tages/2023/4/15.html).....	10
Abbildung 4: Entwicklung der Vollblüte bei Apfel und Auftreten von Spätfrostschäden in der Neckarregion von 1962 – 2020 (M. Strauss und Dr. F. Rueß, LVWO Weinsberg).....	10
Abbildung 5: Christiansapfel im Landkreis Metzingen, aufgenommen am 9. Mai 2023	12
Abbildung 6: Temperaturkurve Frühjahr 2017. Stündlich gemessen auf 2m Höhe am Standort OVG Heuchlingen sowie Blühzeiträume der Sorten Topaz (rot) und Spätblühender Taffetapfel (lila) (Nach C. König 2022).....	14
Abbildung 7: Grauer Kurzstiel	15
Abbildung 8: Gros Croquet.....	15
Abbildung 9: Wager Kalvill.....	15
Abbildung 10: Verzisoare	16
Abbildung 11 Belle Fille de l'Indre.....	16
Abbildung 12 Unbekannt 7.17.....	17
Abbildung 13: Apfelsorte Unbekannt 8.49 am Pomoretum Triesdorf.....	17
Abbildung 14: Apfelsorte Unbekannt 28.8 im Pomoretum Triesdorf.....	17
Abbildung 15 Sortenerhaltungsgarten mit Bäumen auf mittelstark wachsender Unterlage	18
Abbildung 16: Knospen- und Blütenentwicklung 2022	19
Abbildung 17: Knospen- und Blütenentwicklung 2023	19
Abbildung 18: die Sorte 'Spätblühender Taffetapfel' auf der Streuobstwiese in Eschau	19
Abbildung 19: Screenshot von der Seite www.fruitid.com mit Sorten der „Flowering Day Band F21 - F25 und F26 - 30“	23
Abbildung 20: Auswahl spätblühender Cidersorten auf https://www.ericdumont.fr / Spätblühende Sorten (Pollination-Group 6) auf der Seite www.orangepippintrees.com	24
Abbildung 21: Blütenknospen mit typischen BBCH-Stadien (2 Fotos links) und untypischen Knospen.....	25
Abbildung 22 Unterschiedliche Stadien der Blüten- und Fruchtentwicklung auf engem Raum.....	25
Abbildung 23: Untypische Blüten und Blütenstände	25
Abbildung 24: Birnensortengarten am „Unteren Frickhof“	27
Abbildung 25: Sortenunterschiede bei Birnenblüten.....	27

Abbildung 26: Bewertung von Aussehen, Geschmack und Kaufentscheid anhand einer Skala 1 (schlechteste Bewertung) bis 9 (beste Bewertung). Grafik: König 2022.....	29
Abbildung 27: Saftverkostung im Sensorikstudio der LVWO	30
Abbildung 28: Saftverkostung März 2023 mit den Sorten 1 = 'Piemonteser' ('Hans-Ulrichsapfel'), 2 = 'Königlicher Kurzstiel', 3 = 'Spätblüher aus Schwabbach', 4 = 'Heslacher Luiken', 5 = 'Heslacher Luiken' (Typ Zeilwald), 6 = Luikenapfel aus Hemmingen, 7 = Christiansapfel	30
Abbildung 29: Saftverkostung März 24 mit den Sorten: 1= Christiansapfel, 2 = Oberrieder Glanzreinette, 3 = Weißer Maicherapfel, 4 = Unbekannt 1 (7.17), 5 = Kaiserapfel, 6 = Unbekannt 2 (8.49), 7 = Königlicher Kurzstiel, 8 = Cros Croquet, 9 = Roter Belfleur 1 (16.7), 10 = Roter Belfleur 2 (18.3), 11 = Grünapfel, 12 = Verzisoare, 13 = Unbekannt 3 (28.8), 14 = Belle Fille de l'Indre	31
Abbildung 30: Apfelweinverkostung März 24 mit den Sorten: 1 = Christiansapfel, 2 = Oberrieder Glanzreinette, 3 = Weisser Maicherapfel, 4 = Unbekannt 1 (7.17), 5 = Kaiserapfel, 6 = Cros Croquet (Doppelter Belfleur), 7 = Roter Belfleur (18.3), 8 = Verzisoare, 9 = Belle Fille de l'Indre.....	32
Abbildung 31: Eingenetzte Blüten für den Versuch zur Selbstfruchtbarkeit	37
Abbildung 32: Vergleich von kernreichen Früchten (links) und überwiegend kernlosen Früchten (rechts) der eingenetzten Blütenstände bei der Sorte 'James Grieve',	37
Abbildung 33: Blüten und Frucht der Sorte 'Spencer Seedless'	38
Abbildung 34: Die Sorte 'Bessemjanka' auf mittelstark wachsender Unterlage und Früchte	38
Abbildung 35: Kreuzungen am Königlichen Kurzstiel werden am KOB Bavendorf durchgeführt. Bild: N. Siefen.....	43
Abbildung 36: Sämlinge im Gewächshaus der LVWO in Weinsberg	43
Abbildung 37: Pflanzung der Sämlinge am OVG Heuchlingen	44
Abbildung 38: Pflanzung der veredelten Spätblüher am OVG Heuchlingen (l), Fertige Anlage mit ersten Blüten (r)	44
Abbildung 39: Korrelations-Streudiagramm der Nachkommenschaften aus den Kreuzungen von 2022. Die Nachkommenschaften der verschiedenen Kreuzungen sind farblich markiert und die Linien stellen den linearen Zusammenhang der Datenwerte dar.	47
Abbildung 40: Boxplot der Werte "Tage bis zum Blattaustrieb" der Kreuzungs-Nachkommenschaften aus den 2022 durchgeführten Kreuzungen. Die Nachkommen der Kreuzungen bei welchen beide Eltern spätblühend sind (GB und HB), heben sich in der Verteilung der Werte deutlich von den anderen Kreuzungen bei welchen nur ein spät blühender Elter eingesetzt wurde, ab. Die vertikale Blaue Linie markiert den Austriebszeitpunkt des Christiansapfels.	47
Abbildung 41: Später Austrieb des Zuchtklones 13-2-6 im Jahr 2024	49
Abbildung 42: Kreuzungspopulationen am LVWO in Weinsberg am Tag der Probenahme (Juli 2022)	51
Abbildung 43: Mummut bei Auslagerung im April 2024.....	53
Abbildung 44: Verschorfte 'Inobi' am Praxisstandort Karrer 2024	54
Abbildung 45: Lyra.....	54

Abbildung 46: Ellipso	55
Abbildung 47: Estelle	56
Abbildung 48: allgemeine Bewertung (2023 und 2024) der Apfelsorten auf den 5 Praxisstandorten hinsichtlich Produktivität, Marktwert und Gesamteindruck.....	56
Abbildung 49: Projekt-Plakat.....	67

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Mitglieder und Aufgabenverteilung der OPG	8
Tabelle 2: Spätblühende Sorten welche auf dem OVG Heuchlingen zur Erhaltung und Evaluierung gepflanzt wurden.	13
Tabelle 3: Spätblühende Apfelsorten am KOB	20
Tabelle 4: Spätblühende Sorten im Landkreis Reutlingen („Obstsorten-Katalog“, Thilo Tschersich, 2021).....	21
Tabelle 5: Spätblühende Sorten in der Schweiz	22
Tabelle 6 Spätblühende Sorte in der Datenbank der National Fruit Collection	22
Tabelle 7: Die am spätesten blühenden Sorten in der Datenbank "Pomiferous"	23
Tabelle 8: Spätblühende Birnensorten.....	27
Tabelle 9: Analyse Ergebnisse der untersuchten Fruchtweinproben.	32
Tabelle 10: Fruchtbehang von Sorten mit frostrobusten Blüten 2017, Boniturstufen: 1 = schwach, 2 = mittel, 3 = stark	32
Tabelle 11: Birnensorten mit robusten und anfälligen Blüten gegenüber Frost	34
Tabelle 12: Kreuzungstabelle aller durchgeführten Kreuzungen von 2020 bis 2024 an der LVWO	42
Tabelle 13: Korrelationsberechnung Blattaustrieb, Keimzeitpunkt und Blüte der Kreuzungsgeneration 2020.....	46
Tabelle 14: Korrelationsberechnung Blattaustrieb, Keimzeitpunkt und Blüte der Kreuzungsgeneration 2021.....	46
Tabelle 15: Korrelationsberechnung Blattaustrieb, Keimzeitpunkt und Blüte der Kreuzungsgeneration 2022.....	46
Tabelle 16: Kreuzungskombinationen am Standort Mainau 2022-2024	50
Tabelle 17: Apfelsorten für den Streuobstbau und Hausgarten	59
Tabelle 18: Birnensorten für den Streuobstbau und Hausgarten	59

Literaturverzeichnis

- Bartha-Pichler B, Brunner F, Gersbach K, Zuber M. 2005. „Rosenapfel und Goldparmäne“, AT Verlag
- Büchele M (Hrsg.). 2018. „Lucas' Anleitung zum Obstbau“, 33., erweiterte Auflage Ulmer Verlag.
- fruit ID, www.fruitid.com, Abrufe 2024
- Deutsche Genbank Obst, www.deutsche-genbank-obst.de, Abrufe 2023 bis 2025
- Deutsche Obstbauzeitung. Heft 3, 01.02.1914. „Rheinlands Ruhm“, Vereinszeitschrift Deutscher Pomologenverein
- Erhalternetzwerk Obstsortenvielfalt, www.obstsortenerhalt.de, Abrufe 2023 bis 2025
- FRUCTUS, <https://www.fructus.ch/sorten/aepfel/portraits/>, Abrufe 2023 bis 2024
- Mäckle-Jansen, B. 2020. „Sortenbeschreibung, aktueller Erkenntnisstand“, BUND Naturschutz, Kreisgruppe Lindau
- Murawski H. 1959. Weitere Untersuchungen zur Züchtung von Apfelsorten mit spätem Laubaustrieb und Blühbeginn. Beiträge zur Züchtungsforschung beim Apfel IV. 29.2.
- Murawski H. 1967. Ergebnisse bei der Züchtung von Apfelsorten mit spätem Laubaustrieb und Blühbeginn. Beiträge zur Züchtungsforschung beim Apfel IV. 37.3.
- Mehlenbacher SA & Voordeckers AM. 1990. Relationship of Flowering Time, Rate of Seed Germination, and Time of Leaf Budbreak and Usefulness in Selecting for Late-flowering Apples. In J. AMER. Soc. HORT. SCI (Vol. 116, Issue 3).
- Milyaev A, Born U, Sprich E, Hagemann M, Flachowsky H, Luedeling E. 2024. Identifying indicators of apple bud dormancy status by exposure to artificial forcing conditions. Tree Physiology, 2024, 44, tpae112. <https://doi.org/10.1093/treephys/tpae112>
- Hanke M-V, Flachowsky H. 2017. Obstsortenzüchtung und Wissenschaftliche Grundlagen. Springer-Verlag.
- Hartmann W. 2020. „Alte Obstsorten“, 6. Auflage im Ulmer Verlag
- Königlich-Württembergische Zentralstelle für die Landwirtschaft. 1876. „Wochenblatt für Land- und Forstwirtschaft. 28 1876“, Seiten 265-270, Stuttgart, archiviert durch das Münchener Digitalisierungszentrum der Bayerischen Staatsbibliothek (<https://digitale-sammlungen.de/de/details/bsb11329296>)
- Lauche W. 1883. „Deutsche Pomologie, Aepfel“
- Lucas, Eduard. 1902. „Vollständiges Handbuch der Obstkultur“, 4te vermehrte Auflage, bearbeitet von Friedrich Lucas, Stuttgart, Verlag von Eugen Ulmer
- Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (Hrsg.). Juni 2024. „Schwarzer Rindenbrand an Kernobst“, Hinweise zur Pflanzengesundheit, Kernobst
- LVR Netzwerk Umwelt mit den Biologischen Stationen im Rheinland (Hrsg.). 2013. „Regionale Obstsorten im Rheinland“
- Obst_Sortenempfehlungen/prospectorara-obstsorten_nordwestschweiz.pdf, 2024

National Fruit Collection, www.nationalfruitcollection.org.uk, Abruf 2024

Orange Pippin Fruit Trees, <https://www.orangepippintrees.com>, Abruf 2024

Peil A, Flachowsky H, Lempe, J, Höfer M. 2024. "Wertvolles Erbmateriale" in Besseres Obst, 9/10 | 2024, Österreichischer Agrarverlag, Wien

Pépinières BALTET-DUMONT, <https://www.ericdumont.fr>, Abruf 2-2024

<https://pomologie.com/>, Abrufe 2023-2024

Projekt-Zwischenbericht: „Alte Obstsorten in den oberbayerischen Voralpenlandkreisen. Zwischenbericht - Anhang 4: Auszug Sortensteckbriefe“

Ruess, F., 2021: Obstbau im Klimawandel, spätblühende Apfelsorten gesucht!, Obst & Garten, Juli 2021, S. 6-15

Rueß, F, „Xenia® - Möglichkeiten und Grenzen im Anbau - Eine interessante neue Birnensorte stellt sich vor“, Bericht auf LVWO-Homepage: https://lvwo.landwirtschaft-bw.de/Lde/Startseite/Fachinformationen/Xenia_+-+Moeglichkeiten+und+Grenzen+im+Anbau, Abruf 2024

Schweizerisch. Landwirtschaftl. Verein (Hrsg.). 1863. „Schweizerische Obstsorten“, abgerufen von der Website <https://www.e-rara.ch> 2023 - 2025

Szalatnay D, Kellerhals M, Frei M, Müller U. 2011. „Früchte, Beeren, Nüsse“, 1. Auflage im Haupt Verlag
Silbereisen R, Götz G, Hartmann W. 1996. „Obstsorten Atlas“, 2. überarb. und erw. Auflage, Verlag Eugen Ulmer

Tschersich T, 2021. „Obstsorten-Katalog zu Lokalsorten und lokal bedeutsamen Sorten im Landkreis Reutlingen“, Grünflächenberatung LRA Reutlingen

Tydemann HM. 1958. The breeding of late flowering apple varieties. Rpt. E- Malling Res. Sta. 1957:68-73.

Wiesenobst, www.wiesenobst.org/obstsorten/, Abrufe 2024 und 2025

https://lwl.landwirtschaft-bw.de/pb/site/pbs-bwmlr/get/documents_E460647972/MLR.LEL/PB5Documents/lwl/Abteilung_4/Karten/Kernobst.png

Anhänge

Sortentabelle Apfel - Bericht EIP-Projekt_end.pdf