



## **Können Mandelbäume eine valable Alternative zu Hochstamm-Feldobstkirschen darstellen?**

### **Autoren**

Adrian Reutimann, Sonja Kay, Thomas Schwizer, Felix Herzog,  
Andreas Naef



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF  
**Agroscope**

## Impressum

---

Herausgeber	Agroscope Reckenholzstrasse 191 8046 Zürich <a href="http://www.agroscope.ch">www.agroscope.ch</a>
Auskünfte	Adrian Reutimann, Sonja Kay, Andreas Naef, Felix Herzog, Thomas Schwizer
Redaktion	Carole Enz
Gestaltung	Blaise Demierre
Fotos	Adrian Reutimann, Stefan Germann, Felix Herzog
Titelbild	Mandelbäume in Milibach (VS)
Copyright	© Agroscope 2020
ISSN	2296-7214
DOI	<a href="https://doi.org/10.34776/at349g">10.34776/at349g</a>

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>4</b>
<b>1. Ausgangslage</b> .....	<b>4</b>
<b>2. Methodik</b> .....	<b>5</b>
<b>3. Anbau</b> .....	<b>5</b>
Anbau-Ansprüche der Mandel .....	5
Anbaueignung in der Schweiz .....	5
Erfahrungen Schweizer PraktikerInnen .....	6
Herausforderungen für den Anbau .....	6
<b>4. Absatz</b> .....	<b>7</b>
Credo der AbnehmerInnen .....	7
Rentabilität des Anbaus .....	7
Exkurs: Mandel-Feldobst-Anbau in der Schweiz - Wirtschaftliche Kenngrössen .....	9
<b>5. Bildung und Forschung</b> .....	<b>10</b>
Informationsveranstaltung am Wallierhof .....	10
Sortenprüfung am Breitenhof .....	10
<b>6. Fazit</b> .....	<b>11</b>
<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>12</b>
<b>Anhang</b> .....	<b>13</b>
Beschreibung der Unterlagen .....	13
Beschreibung der Mandelsorten .....	14

## Zusammenfassung

Der Hochstammfeldobstanbau mit Kirschen in der Schweiz steht zunehmend unter Druck. Steigende Kosten, sinkende Einnahmen und Schädlinge wie die Kirschessigfliege machen den Anbau wirtschaftlich unattraktiv. Als Alternative wird in der vorliegenden Arbeit das Potenzial der Mandel für einen Anbau in der Schweiz untersucht.

Mittels Befragung von in- und ausländischen ExpertInnen aus Forschung, Praxis und Markt sowie einer umfassenden Literaturrecherche liessen sich Informationen und Erfahrungen zusammentragen und hinsichtlich des Potenzials für den Mandelanbau in der Schweiz auswerten.

Es zeigte sich: Bereits heute finden sich mehrere innovative Betriebe, die Mandeln in der Schweiz mit (kleinem) Ertrag anbauen. Diese Betriebe unterstreichen, dass gerade die zu erwartenden Klimaveränderung mit steigenden Temperaturen und vermehrter Trockenheit das Potenzial für den Mandelanbau stetig erhöht.

Und auch der Absatzmarkt zeigt sich interessiert. Die «Schweizer Mandel» als Produkt können sich einige AbnehmerInnen gut vorstellen.

Jedoch offenbarte die Recherche auch: Es sind noch viele Fragen offen. Vom optimalen Standort, den geeigneten Sorten, der optimalen Kulturführung, einer angepassten Strategie bezüglich Management und Verarbeitung bis hin zum Absatzmarkt müssen noch viele Antworten gefunden werden. Im Rahmen des Projekts wurden erste Schritte zur Schaffung neuen Wissens sowie zur Weitergabe bestehenden Wissens unternommen. So diente eine Informationsveranstaltung dem inhaltlichen Austausch von Praxis, Forschung, Handel und Verwaltung. Darüber hinaus konnte das Agroscope-Steinobstzentrum Breitenhof eine Sortenprüfung mit zwanzig Mandelsorten starten. Die Ergebnisse werden in den kommenden Jahren erwartet.

## 1. Ausgangslage

Der landschaftsprägende Hochstamm-Feldobstanbau mit Kirschen, u.a. im Schwarzbubenland (Kantone Baselland, Solothurn), steht unter Druck. Hohe Ernte- und Kulturführungskosten bei sinkenden Einnahmen machen die Pflege von Hochstämmen unattraktiv. Hinzukommen hohe Qualitätsanforderungen der KonsumentInnen, Schädlingsdruck, u.a. durch die Kirschessigfliege, und partielle Ernteauffälle.

Ideen für rentable Alternativen, von denen sowohl der Mensch, insbesondere die Obstbauern, als auch die Natur profitieren, sind gefragt. Eine bisher nicht geprüfte Option könnte die Mandel (*Prunus dulcis*) sein. Sie könnte eine Alternative zu (Hochstamm-) Kirschen im Solothurner und Baselbieter Jura sein, indem sie zur Produkt- und Risikodiversifizierung der ObstproduzentInnen sowie als Mehrwert für die Region beiträgt.

### Mandel

Der Mandelbaum (*Prunus dulcis*) stammt ursprünglich aus Vorder- und Zentralasien (Friedrich et al., 1989; Stoll et al., 1986). Die Römer brachten Mandelbäume aus dem Mittelmeerraum mit, um sie nördlich der Alpen anzupflanzen (Küster, 2018).

Die Mandel *Prunus dulcis* (dulcis, lat. = süss) gibt es in der Ausprägung als Bitter- und Süssmandel. Die **Bittermandel** *Prunus dulcis* var. *amara* ist nicht zum Verzehr geeignet. Sie gilt als Wildform der Kulturmandel. Der bittere Geschmack entstammt dem cyanogenen Glycosid Amygdalin. Bittermandeln enthalten bis zu 8% Amygdalin (Roth et al., 1994), so dass beim Verzehr die Gefahr einer Vergiftung durch Blausäure besteht (Taibert et al., 2016).

Bei den **süssen Mandeln** wird zwischen Süss- oder Steinmandel *Prunus dulcis* var. *dulcis* mit einer harten Schale und der Krach- oder Knackmandel *Prunus dulcis* var. *fragilis* unterschieden. Letztere hat eine dünne Schale und kann teils von Hand geöffnet werden.

Ziel der vorliegenden Vorstudie war es, einen umfassenden Überblick über den derzeitigen Stand des Wissens und realistische Potenziale aus praxis- und umsetzungsrelevanten Informationen zum Anbau von Mandeln in der Schweiz zusammenzustellen.



## 2. Methodik

Zwischen Oktober 2019 und Mai 2020 wurden mittels Literaturrecherche und Befragungen Informationen und Einschätzungen zusammengetragen. Rund 170 ExpertInnen, darunter 70 Forschende, 27 Baumschulen und ZüchterInnen sowie diverse Vereinigungen in der Schweiz und in Nachbarländern wie Frankreich, Italien, Spanien und Deutschland sind konsultiert worden.

Daraus resultierend wurden von über 80 Mandelsorten bestehende Erfahrungen über Anbau, Kulturführung, Ernte, Weiterverarbeitung und Herausforderungen gesammelt.

Bei 33 Obstbaufachstellen und 25 Landwirtschaftlichen Betrieben wurde u. a. die Akzeptanz gegenüber einem Anbau von Mandeln erfragt. 20 potenzielle AbnehmerInnen bzw. VerarbeiterInnen wurden einbezogen, die ihre Einschätzung zu potenziellen Marktchancen für Schweizer Mandeln, mögliche Absatzwege und ihre Erwartungen und Anforderungen an das Produkt ins Projekt einbrachten. Vier Betriebe, welche bereits mit Mandeln arbeiten, wurden besucht, um Erfahrungen auszutauschen.

## 3. Anbau

### Anbau-Ansprüche der Mandel

Die Mandel gehört zu den Rosengewächsen, sie kann bis zehn Meter hoch werden und zeigt sich winterfrosthart bis zu Temperaturen im Bereich von  $-16\text{ °C}$  bis  $-20\text{ °C}$ .

Ihre Blüte – wie in Abbildung 1 – erstrahlt von März bis April und ist somit etwas früher als die heimische Kirsche. Ebenso wie die Kirsche ist die Mandel auf Fremdbestäubung u.a. durch Tiere angewiesen. Bereits kurzfristige Frosttemperaturen zum Zeitpunkt der Blüte (bei  $-1\text{ °C}$ ) können bedeutsame Schäden hervorrufen.



Abbildung 1 - Mandelblüte im Milibach VS  
(Foto: A. Reutimann)

Die Mandel bevorzugt sandige Lehmböden mit guter Durchlässigkeit. Ein besonderes Merkmal der Mandel ist ihre grosse Trockenheitstoleranz. Bereits bei 190 mm Niederschlag pro Jahr können Mandelbäume überleben (Shackel et al., 2011). Die maximale Produktivität wird jedoch bei einem ausreichendem Wasserangebot von 1400 mm Niederschlag pro Jahr erreicht (Sanden, 2007).

Die Erntereife der Frucht ist im Spätherbst, im September bzw. im Oktober erreicht.

### Anbaueignung in der Schweiz

Alte Flurnamen im Wallis wie «Amandoley» oder «Amandoleyre» oder «Mandolaire» weisen auf eine frühe Ausbreitung der Mandelkultur in den südlichen Alpentälern hin. Noch heute gibt es am Rhône-Ufer wilde Mandelbäume (Rossier, 2019). Abbildung 2 zeigt die Vielfalt der Walliser Süssmandeln.

Grundsätzlich eignen sich für Mandelbäume dieselben Gebiete, in denen Aprikosen und Wein angebaut werden, wobei Mandeln trockenes Wetter bevorzugen, insbesondere in der zweiten Hälfte der Vegetationsperiode (Krška, 2020).



Abbildung 2 - Vielfalt von Walliser Wildmandeln  
(Foto: S. Germann)

ExpertInnen aus dem Ausland bestätigen diese Einschätzung: «Die bisherigen Resultate sind gut. Sie sind praktisch frei von *Monilia* und Kräuselkrankheit [...]. Deutsche Produzenten sind interessiert, Mandeln für den Erwerbsanbau zu pflanzen, u.a. weil diese trockenheitsverträglich sind. Meine Einschätzung ist positiv, dass es Sinn macht, das Thema weiter zu verfolgen.» (Gartenakademie Rheinland-Pfalz DLR) oder «Aufgrund der Daten [...] denke ich, dass Mandeln in einigen Teilen Ihres Landes angebaut werden können. Sandige Lehmböden mit guter Drainage sind am besten geeignet.» (Institute for Science Application in Agriculture, Serbien).

ExpertInnen bewerten die Sorten 'Ferraduel', 'Keilmandel' oder 'Lauranne', die bereits in der Schweiz wachsen und Ertrag produzieren, als zukunftsfruchtig.

### Erfahrungen Schweizer PraktikerInnen

PraktikerInnen, Fachstellen und ExpertInnen können bereits auf Erfahrungen zum Anbau von Mandeln in der Schweiz aufbauen. So gibt es mindestens zwanzig Betriebe, die über 330 Mandelbäume gepflanzt haben (Abbildung 3). Mehrere hundert Bäume werden zudem von regionalen Baumschulen kultiviert. Zusammen konnten schon über fünfzehn verschiedene Mandelsorten in der Schweiz gefunden werden.

Beispielsweise führt Glauzers Biobaumschule in Noflen BE eine sogenannte «Zürchermandel». Dies ist eine robuste Sorte, deren unbekannter Mutterbaum früher in der Stadt Zürich gestanden haben soll. Auch ProSpecieRara zeigt sich interessiert, Mandeln sowohl in ihren Katalog aufzunehmen, als auch erste lokale Bestände zu inventarisieren.

Abbildung 3 zeigt die räumliche Verteilung der MandellandwirtInnen und –kultivierInnen

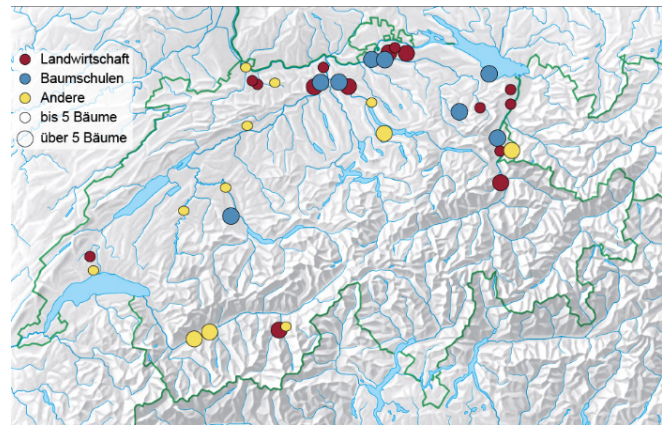


Abbildung 3 - Betriebe mit Mandeln in der Schweiz  
(Hintergrundkarte: Bundesamt für Landestopografie)

Stimmen aus der Praxis zeigen sich positiv: «Erstaunlicherweise sind die Blüten weitgehend resistent gegen Spätfröste.» (Winzer, ZH), «Einen ansprechenden Ertrag gab es im Hitzesommer 2018. Das hat die Trockentoleranz des Mandelbaums bestätigt.» (Landwirt, VS) oder «Die Mandelbäume blühen jedes Jahr im zeitigen Frühjahr wunderschön und sind daher wichtige Nahrungsquelle für zahlreiche Insekten.» (Landwirt, AI).

### Herausforderungen für den Anbau

Der Schädlingsdruck auf Mandelbäume im Vergleich zu jenem auf Kirschen wird seitens der ExpertInnen als gering eingeschätzt. In Regionen, in denen derzeit insbesondere der Befall durch die Kirschessigfliege thematisiert wird (u.a. Baselbieter und Solothurner Jura), sehen PraktikerInnen für den Mandelanbau seitens dieses Schädlings keine Einschränkungen.

Lokal kann es Frass-Schäden durch Tiere, z.B. dem Eichelhäher, kommen. Abbildung 4 zeigt Mandel-Schalen, die vom Eichelhäher aufpickt wurden.



Abbildung 4 - Walliser Mandeln, beschädigt von Eichelhäher  
(Foto: A. Reutimann)

Anbaueinschränkungen, die sich aus den lokalen klimatischen Gegebenheiten ergeben könnten und z.B. das Abfrieren der Blüten durch Spätfrost hervorrufen,

wurden von PraktikerInnen und ExpertInnen bisher nicht beobachtet. Hingegen wurden Krankheiten wie Monilia, Gummifluss, Kräuselkrankheit oder Europäische Steinobstvergilbungs-Krankheit (ESFY) als potenzielle Probleme aufgelistet. Insbesondere die höhere Feuchtigkeit in Luft und Boden im Vergleich zur mediterranen Klimazone werden als Auslöser für Monilia und Gummifluss vermutet.

Stimmen aus der Praxis weisen auf Probleme hin: *«Bisweilen mussten wir die Früchte von Hand pflücken, da sie durch Schütteln nicht hinunterfielen.»* (Landwirt, VS) oder *«[...] die Mandelsorte «Robijn» ist gut gewachsen und hat schnell gefruchtet, ist aber nach sechs Jahren plötzlich eingegangen.»* (Baumschule, TG), *«Zwei Mal pro Saison muss ein Fungizid gespritzt werden, insbesondere gegen Monilia»* (Winzer, ZH), und *«Bezüglich Krankheiten sind hauptsächlich Monilia und die Steinobstvergilbungs-Krankheit zu erwähnen.»* (Landwirt, VS).

Und ExpertInnen aus dem Ausland unterstreichen: *«Das Hauptrisiko ist der Frost, da der Mandelbaum sehr früh im Jahr blüht. Daher ist es notwendig, gut exponierte Flächen und geeignete Unterlagen zu haben.»* (Groupe de Recherche en Agriculture Biologique France) bzw. *«Die Feuchtigkeitsbedingungen nach der Blüte können ein Problem sein.»* (Chambres d'agriculture France).

## 4. Absatz

### Credo der AbnehmerInnen

Bereits in den ersten Befragungen stellten wir eine grundsätzliche Bereitschaft bei PraktikerInnen und AbnehmerInnen fest, die Mandel als Produkt in der Schweiz zu etablieren. Konkret zeigen sich etwa siebzehn Betriebe am Anbau von Mandeln interessiert. Auch mehrere AbnehmerInnen bekunden reges Interesse, Schweizer Mandeln zu beziehen.

Als wirtschaftliche Einschränkungen wurden u.a. die hohen Ernte- und Kulturführungskosten, die sich im Hochstamm-Anbau ergeben, genannt. Darüber hinaus wurden Bedenken laut, dass die Schweizer Mandeln preislich nicht mit Importware konkurrieren können und auch keinen Schutz durch Importzölle haben, wie dies bei Aprikosen, Kirschen, Pflaumen, Äpfeln und Birnen der Fall ist.

Laut MarktexpertInnen ergeben sich folgende Herausforderungen: *«[...] Kostenfaktor im Vergleich zur Qualität. Diese Problematik haben wir bei den Schweizer Baumüssen im Moment, dass die Ware qualitativ eher unter dem ausländischen Schnitt liegt [...] die Preise heute ein Vier- oder Fünffaches über den ausländischen Preisen. Das ist gegenüber den Kunden nicht zu erklären, auch nicht mit dem Schweizer Kreuz.»* (Vermarktung)

Jedoch gibt es nach Einschätzung der ExpertInnen auch eine Vielzahl an Kunden, die in regionalen Produkten einen Mehrwert sehen und bereit sind, einen Aufpreis dafür zu bezahlen.

Ebenfalls interessant ist es, die Mandelblüte touristisch zu nutzen. Beispiele finden sich dazu in Rheinland-Pfalz, Deutschland, mit dem Mandelblütenfest oder in Hustopeče, Tschechien, mit seiner Wein- und Mandelregion.

Weitere Produkte – neben Mandeln für den Direktverzehr – können aus oder mit Mandeln hergestellt werden: Schokolade, Mandelöl, Mandelmus oder Kosmetik.

### Rentabilität des Anbaus

Die Rentabilität des Schweizer Mandelanbaus wird nachfolgend anhand ausgewählter Parameter zu Anbau, Kulturführung, Ernte und Vermarktung abgeschätzt. Diese Zusammenstellung soll lediglich einen ersten Eindruck über potenzielle Kosten sowie Gewinne vermitteln. Sie ist nicht abschliessend.

#### Anbau

Im Hochstamm-Feldobstbau werden etwa 50 bis 100 Mandelbäume pro Hektare gepflanzt. Bei einer Neuanlage müssen für das Pflanzenmaterial etwa 90-140 CHF pro Hochstamm kalkuliert werden. Hinzu



kommen Kosten für den Pflanzpfahl, den Stammschutz und ev. für den Mäuseschutz sowie Maschinenkosten für die Pflanzung.

Mandeln können auch in Plantagen mit rund 300 Bäumen pro Hektare angepflanzt werden (Arquero et al., 2017). In diesem Fall werden die Mandeln in Reihenabständen von sieben mal sechs Metern angelegt.

Schon im zweiten Jahr können an den Mandelbäumen die ersten Blüten beobachtet werden (Sozias i Company et al., 2017). Der Vollertrag bei Plantagenbäumen liegt nach vier Jahren bei etwa 5 kg pro Baum (IRTA, 2015). Ansonsten können Mandelbäume einen Ertrag bis 40 kg erreichen (Günther, 2020). Die Bäume können 50 bis 100 Jahre alt werden (Eisenbarth, 2018).

### **Kulturführung**

In der Aufbauphase sind jährlich ein Grün- und ein Winterschnitt nötig. Während der Produktion wird ein jährlicher Winterschnitt empfohlen (Arquero, 2013), der einen jährlichen Ertrag ermöglicht.

In der Plantagen-Produktion wird mit einer durchschnittlichen Produktionsdauer von 20 bis 25 Jahren kalkuliert (Boriss et al., 2005).

In einigen wenigen Schweizer Betrieben werden die Mandeln jährlich vorbeugend gegen Monilia oder Kräuselkrankheit behandelt.



Abbildung 5 - Reife Mandeln im Milibach VS 2018  
(Foto: S. Germann)

### **Ernte**

Die Ernte erfolgt im September bzw. Oktober (Abbildung 5). Die Mandeln können mittels Herunterschlagen oder Schüttler geerntet werden. Für den Betrieb eines hydraulischen Baumschüttlers wird mit Kosten von CHF 52.- pro Stunde gerechnet (Gazzarin, 2019). Ein Baum kann in weniger als zwei Minuten mechanisch geerntet

werden (Pascuzzi et al., 2017). Hinzu kommen Rüstzeiten für die Vor- und Nachbereitung.

In Frankreich wird mit einem durchschnittlichen Ertrag von 1000 kg Mandelkerne pro Hektare gerechnet (Alcover et al., 2017). In Spanien erreichten 2018 einige Plantagen eine durchschnittliche Produktion von über 2000 kg Mandelkerne pro Hektare. Experten prognostizieren zukünftige Erträge von mehr als 3000 kg Mandelkerne pro Hektare (Miarnau et al., 2018).

### **Marktvorbereitung**

Die Mandel kann mit und ohne Schale vermarktet werden.

Mit Schale können Mandeln zu Öl verarbeitet werden (Rytz, 2019). Entsprechende Ölpresen finden sich in der Schweiz u.a. in der Baumnußölproduktion.

Für die Vermarktung als Mandel ohne Schale bedarf es einer Weiterverarbeitung bzw. Veredelung. Spezielle Knackmaschinen, wie sie beispielsweise in der Schweiz für Baumnuße verwendet werden, können für das Knacken der Mandeln ebenfalls genutzt werden. Geeignete Maschinen finden sich auch in der Schweiz. Die Kosten belaufen sich auf etwa CHF 12.- pro kg Mandeln ohne Schale (König, 2019).

### **Produktpreis**

Schweizer Mandeln werden bisher noch nicht am Markt gehandelt. Produktpreise für Importmandeln belaufen sich zwischen CHF 15.- pro kg Mandeln mit Schale (gebana.com, 2020) bis CHF 56.- pro kg Kerne ohne Schale (rohners-hofladen.ch, 2020).

### **Förderung**

Werden Mandeln als Hochstamm-Feldobst gepflanzt und genutzt, sind sie gemäss Direktzahlungsverordnung für Biodiversitätsbeiträge in der Qualität als auch in der Vernetzung anerkannt und beitragsberechtigt. Die Höhe der Beiträge richtet sich nach der ökologischen Qualität der Einzel-Bäume (QI / QII). Je nach Kanton und regionalem Vernetzungsprojekt können zusätzliche Förderungen möglich sein.

Nebst der Förderung der Bäume wird je nach Nutzung der Fläche (extensive Wiese, Buntbrache, etc.) ein zusätzlicher Biodiversitätsbeitrag pro Hektare gewährt.



## Exkurs: Mandel-Feldobst-Anbau in der Schweiz – wirtschaftliche Kenngrößen

Annahmen: 100 Hochstamm pro Hektare, Lebensdauer 25 Jahre  
 25 kg Mandelkerne pro Baum ab 4. Standjahr (~250 kg per Hektare)  
 bzw. 40 kg Mandeln in Schale pro Baum  
 Lohnkosten Betriebsleiter CHF 35.-/Akh

Investitionskosten		
<b>Erstellung</b>		Einheit
Pflanzmaterial (CHF 100.-pro Baum)	10 000	CHF ha <sup>-1</sup>
Stützpfehl, Stammschutz (CHF 40.- pro Baum)	4000	CHF ha <sup>-1</sup>
Pflanzkosten (Maschinen- und Arbeitskosten)	3000	CHF ha <sup>-1</sup>
<b>Total</b>	<b>17 000</b>	<b>CHF ha<sup>-1</sup></b>
<b>Aufbauphase (1. bis 3. Jahr)</b>		
Baumpflege (Kontrolle + Erziehung, 1 h pro Jahr pro Baum)	3500	CHF ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>
Ev. Düngung / Pflanzenschutz	1000	CHF ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>
<b>Total</b>	<b>4500</b>	<b>CHF ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup></b>
<b>Ev. Rodung</b>		
Fällen bzw. Roden der Alt-Bäume (20min pro Baum)	6000	CHF ha <sup>-1</sup>
<b>Investitionskosten (Erstellung + Aufbau + Rodung)</b>	<b>36 500</b> =17 000+(3x4500)+6000	<b>CHF ha<sup>-1</sup></b>

Ertragsphase (4. bis 25. Jahr)			
<b>Kulturführung</b>			Einheit
Baumpflege (Kontrolle + Erziehung, 1 h pro Jahr pro Baum)	3500		CHF ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>
Ev. Düngung / Pflanzenschutz (per ha per Jahr)	1000		CHF ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>
<b>Total</b>	<b>4500</b>		<b>CHF ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup></b>
<b>Erntekosten</b>			
Baumschüttler mit Seil (CHF 3.10 pro Baum)	310		CHF ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>
<i>Alternativ: Baumschüttler hydraulisch (CHF 52.- pro Std.)</i>		200	CHF ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>
Auflesegerät (10 kg pro Std., CHF 20.- pro Std.)	500	500	CHF ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>
Arbeitszeit (~25 h pro Hektare)	1000	1000	CHF ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>
<b>Total</b>	<b>1810</b>	<b>1700</b>	<b>CHF ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup></b>
<b>Nachernte</b>			
Ev. Waschen	1000	1000	CHF ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>
Trocknung	500	500	CHF ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>
Sortierung	500	500	CHF ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>
Knacken (CHF 12.- pro kg ohne Schale)		3000	CHF ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>
<b>Total</b>	<b>2000</b>	<b>5000</b>	<b>CHF ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup></b>
<b>Jahreskosten Ertragsphase</b>	<b>8310</b>	<b>11 200</b>	<b>CHF ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup></b>

Erlöse (ab 4. Jahr)			
<b>Produktpreise</b>	<b>«mit Schale»</b>	<b>«ohne Schale»</b>	
Mit Schale (CHF 15.- pro kg)	6000		CHF ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>
Ohne Schale (CHF 56.- pro kg)		14 000	CHF ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>
<b>Förderung</b>			
<i>Direktzahlungen pro Baum: BFF QI CHF 13.50, Vernetzung CHF 5.-</i>	1355		CHF ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>
<i>Direktzahlung für die Fläche: nach Nutzung unterschiedlich</i>			CHF ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup>

## 5. Bildung und Forschung

### Informationsveranstaltung am Wallierhof

Im Rahmen einer Informationsveranstaltung wurden am 10. Juni 2020 die Ergebnisse des Projekts vorgestellt. Hierbei trafen sich 23 Fachleute aus Anbau, Forschung und Verarbeitung am Bildungszentrum Wallierhof des Kantons Solothurn, tauschten erste Erfahrungen sowie bestehende Erwartungen aus und diskutierten weitere notwendige Schritte. Neben PraktikerInnen, die Einblicke in ihre etablierten Baumpflanzungen und ihre Motivation präsentierten, beteiligten sich Baumschulisten sowie mehrere Abnehmerorganisationen an der Tagung (siehe Abbildung 6).



Abbildung 6 – Informationsveranstaltung am Wallierhof Juni 2020 (Foto: F. Herzog)

Das Interesse der Teilnehmenden galt dabei sowohl allgemeinen Informationen zur optimalen Standort- und Sortenwahl, als auch Themen wie Produktqualität (Gehalt an Amygdalin) oder Food Trends. Insgesamt profitierte die Diskussion sehr davon, dass potenzielle Partner einer Wertschöpfungskette «Schweizer Mandel» durch die Teilnehmenden vertreten war, was einen direkten Austausch ermöglichte.

Eine Weiterführung des gegenseitigen offenen Austausches wurde von allen Teilnehmenden begrüsst. Ein nächstes Treffen wird für den Herbst 2020 angestrebt. Als dringender Handlungsbedarf wurde das Schliessen der Wissenslücke im Bereich regionalangepasste und marktaugliche Sorten formuliert. Darüber hinausgehende Ideen für den Bereich Verarbeitung und Vermarktung wurden angesprochen, können jedoch aufgrund fehlender Fruchtmengen derzeit nicht praktisch getestet werden.

Die positive und vor allem engagierte Resonanz der Teilnehmenden ermuntert zur baldigen Fortsetzung.

### Sortenprüfung am Breitenhof

Aufgrund der vielversprechenden ersten Ergebnisse der Umfragen entschied sich Agroscope, eine erste Sortenprüfung für Mandeln am Agroscope-Steinobstzentrum Breitenhof in Wintersingen BL zu etablieren.

#### Selektion der Unterlage

Die Vergleichbarkeit der Ergebnisse steht an erster Stelle bei einer Sortenprüfung. Daher werden alle Mandelsorten auf derselben Unterlage veredelt. Darüber hinaus ist das Ziel der Agroscope-Studie, die Bäume als Hochstamm-Feldobst zu etablieren. Dies bedingt wiederum eine starkwüchsige Unterlage. Als Unterlagen im Mandelanbau werden z.B. Pflaume (*Prunus domestica*), Mandeln (*Prunus amygdalus*), Pfirsiche (*Prunus persica*, *Prunus davidiana*) oder Kreuzungen dieser Arten verwendet. Unterlagen, die in und für die Schweiz erwähnt und empfohlen wurden, sind: Cadaman, FRANC Montclar, Garnem, GF-677, St. Julien A, St. Julien INRA GF 655/2, St. Julien INRA2, Weinbergpfirsich. Im Anhang sind weitere Details wie Herkunft, Wuchsstärke und spezielle Eigenschaften dazu aufgeführt.

Aufgrund guter Eigenschaften und vielseitiger Empfehlung wurde die Unterlage GF-677, ein Hybrid aus Mandel und Pfirsich, ausgewählt und 80 Stück aus Frankreich beschafft. Im Frühling 2020 wurden sie im Kanton Baselland gesetzt.

Geplant ist im Juli/August 2020, die Unterlagen mit den selektierten Mandelsorten per Okulation zu veredeln. Sorten, die dabei ev. ausfallen, werden im Frühjahr 2021 erneut okuliert.

#### Selektion der Mandelsorten

Insgesamt sollen zwanzig Sorten mit je zwei Bäumen (= 40 Mandelbäume) untersucht werden, die auf den etablierten Unterlagen in der Versuchsanlage gepflanzt werden. Für die Sortenprüfung wurden ausschliesslich Süssmandeln ausgewählt.

Die Auswahl der Mandelsorten basiert vorwiegend auf Empfehlungen von Fachleuten im In- und benachbarten Ausland. Ziel war es, eine grosse Bandbreite an unterschiedlichen Charakteristika der Mandelbäume hinsichtlich Blühzeitpunkt des Baumes sowie Geschmack und Aussehen der Frucht auszuwählen.

Eine vollständige Liste der ausgewählten Sorten findet sich im Anhang. Sie stammen aus (Anzahl Sorten in Klammer): Deutschland (2); Frankreich (4), Italien (2), Schweiz (4), Spanien (6), Ungarn (1) und den USA (1).

## 6. Fazit

Unsere Ergebnisse zeigen, dass die Mandel als Produkt sowohl in der landwirtschaftlichen Praxis als auch im Abnehmermarkt in der Schweiz als interessante Option für die Zukunft wahrgenommen wird und erste Schritte zur Etablierung bereits unternommen wurden.

Wir sehen aber auch eine Lücke bzw. einen Bedarf an fundiertem Wissen und vor allem belastbaren (d.h. wissenschaftlich-evaluierten) Informationen für den Anbau in der Schweiz. Offene Fragen bestehen seitens Standortwahl, geeigneter Sorten, optimaler Kulturführung und Strategien zu Management, Verarbeitung und Absatzmarkt. Diese Fragen könnten nunmehr im Rahmen von Forschung und Entwicklung aufgegriffen werden, um PraktikerInnen, Marktteilnehmenden und ExpertInnen mit fundiertem Fachwissen zu unterstützen und den Mandelanbau somit auf eine solide Basis zu stellen. Zudem besteht ein grosses Interesse seitens der Akteure, bei dieser Wissensbildung mitzuwirken. Die geplante Sortenprüfung von Agroscope ist ein erster Schritt, um Antworten zu liefern.

## Dank

Unser herzlichster Dank gilt der Fondation Sur-la-Croix, die durch Ihre finanzielle Unterstützung dieses Projekt erst ermöglicht hat.

Zudem möchten wir uns bei allen Beteiligten aus Praxis, Forschung und Verwaltung (u.a. kantonale Fachstellen insbesondere Herrn Franco Weibel, Kanton Basel-Landschaft und Herrn Philipp Gut, Kanton Solothurn) für den konstruktiven Input sowie regen Austausch bedanken. Ihre Beiträge, Ideen und das kritische Feedback waren und sind sehr wertvoll und werden von uns hochgeschätzt.



## Literaturverzeichnis

- Alcover, A., Bameule, M., Boyer, I., Duval, H., & et al. (2017). *Référentiel technique pour la culture de l'amandier en Provence-Alpes-Côte d'Azur*. Chambre régionale d'Agriculture PACA.
- Arquero, O. (2013). *Manual del almendro*. Seville, Spain: Consejería de Agricultura, Junta de Andalucía.
- Arquero, O., & Jarvis-Shean, K. (2017). Orchard Management. Dans R. Sozias i Company, & T. M. Gradziel, *Almonds - Botany, Production and Uses* (pp. 240-253). Zaragoza, Spain: CABI.
- Boriss, H., & Brunke, H. (2005). *Commodity Profile: Almonds*. Agricultural Issues Center University of California. Récupéré sur <https://aic.ucdavis.edu/wp-content/uploads/2019/01/agmr-profile-Almonds-2005.pdf>
- Crawford, M. (2017). *How to grow your own nuts*. Cambridge: Green Books.
- Eisenbarth, P. (2018). Die Vielfalt von Mandeln, Pfirsichen und Aprikosen in der Pfalz. 5. *Symposium „Biodiversität – Förderung historischer Nutzpflanzen“*. Bad Kreuznach.
- Friedrich, & Schuricht. (1989). *Seltenes Kern-, Stein- und Beerenobst* (éd. 2). Melsungen: Neumann.
- Gazzarin, C. (2019). *Agroscope Transfer 291 - Maschinenkosten 2019 : gültig bis September 2020*. Agroscope.
- gebana.com. (2020). *Mandeln in der Schale 1kg*. Consulté le 05 04, 2020, sur Gebana: <https://www.gebana.com/shop/mandeln-in-schale-1kg/>
- Günther, M. (2020). *Mandel (Prunus amygdalis)*. Consulté le 05 07, 2020, sur DLR Rheinpfalz: <https://www.gartenakademie.rlp.de/Internet/global/themen.nsf/561ae14211da8d55c1256f420024468b/5e9a195a2858fbc7c1256f710061a5ed?OpenDocument>
- IRTA. (2015). *Simposio Nacional de Almendro y otros Frutos secos*. Fira de Lleida: IRTA.
- König, C. (2019, 11 11). Interview mit C. König von [nussknacken.ch](http://nussknacken.ch).
- Krška, B. (2020, 01 22). Interview mit B. Krška vom Research and Breeding Institute of Pomology Holovousy Ltd.
- Küster, H. (2018). *Am Anfang war das Korn: Eine andere Geschichte der Menschheit*. C.H.Beck.
- Miarnau, X., Torguet, L., Zazurca, L., Maldonado, M., & et al. (2018, 10 03). El futuro del almendro en España: ¿Será posible producir 4.000 kg de grano/ha? *Horticultura*. Récupéré sur <https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/223521-El-futuro-del-almendro-en-Espana-Sera-posible-producir-4000-kg-de-grano-ha.html>
- Pascuzzi, S., & Santoro, F. (2017, 12). Analysis of the Almond Harvesting and Hulling Mechanization Process: A Case Study. *Agriculture*. doi:10.3390/agriculture7120100
- Reighard, G., & Loreti, F. (2008). Rootstock Development. Dans D. R. Layne, & D. Bassi, *The Peach: Botany, Production and Uses* (pp. 193-220). CABI.
- rohners-hofladen.ch. (2020). *Getreide, Nüsse, Saaten, Mühlenerzeugn*. Consulté le 05 04, 2020, sur Rohners Hofladen: <https://shop.rohners-hofladen.ch/search?p=1&q=mandeln&o=7&n=24&cf=4068>
- Rossier, J. (2019, 11 27). Interview mit Jacques Rossier, Dienststelle für Landwirtschaft Wallis.
- Roth, L., Daunderer, M., & Kormann, K. (1994). *Giftpflanzen Pflanzengifte* (éd. 4). Hamburg.
- Rytz, E. (2019, 11 18). Interview mit Ernst Rytz von nussoehli und Biobetrieb Stift Olsberg.
- Sanden, B. (2007). *Fall Irrigation Management in a Drought Year for Almonds*. Bakersfield, California: University of California Cooperative Extension Kern Soil and Water.
- Shackel, K., Edstrom, J., Fulton, A., Lampinen, B., & Schwankl, L. (2011). Drought Survival Strategies for Established Almond Orchards on Shallow Soils. *2011-2012 Annual Report to the Almond Board of California*.
- Sozias i Company, R., Ansón, J., & Espiau, M. (2017). Taxonomy, Botany and Physiology. Dans R. Sozias i Company, & T. Gradziel, *Almonds - Botany, Production and Uses* (pp. 1-42). Zaragoza: CABI.
- Stoll, K., & Gremminger, U. (1986). *Besondere Obstarten – Vom Reichtum seltener, südländischer und wildwachsender Früchte*. Stuttgart: Ulmer.
- Taibert, X., & Imhof, S. (2016). *Prunus dulcis - Der Mandelbaum*. Consulté le 04 03, 2020, sur Philipps-Universität Marburg: [https://www.online.uni-marburg.de/botanik/nutzpflanzen/xaver\\_taibert/Unbenannt-1.htm](https://www.online.uni-marburg.de/botanik/nutzpflanzen/xaver_taibert/Unbenannt-1.htm)

# Anhang

## Beschreibung der Unterlagen

<b>Cadaman</b>	<p>Herkunft: Frankreich          Kreuzung aus <i>Prunus davidiana</i> und <i>Prunus persica</i>          Starkes Wachstum wie GF-677 in den ersten 2/3 Jahren, danach schwächer.          Gute Erträge          Gute Resistenz gegenüber Feuchtigkeit.          Einige Tage frühere Reife als mit GF-677</p>
<b>FRANC Montclar</b>	<p>Herkunft: Frankreich  <i>Prunus persica</i>          Schwächere Wuchskraft als GF-677 (15 bis 20%)          Schneller Produktionseintritt          Gute Erträge.          Gute Resistenz gegenüber Eisen-Chlorose und Magnesiummangel          Weniger Resistenz gegenüber nassen Böden als GF-677</p>
<b>Garnem</b>	<p>Herkunft: Spanien          Kreuzung aus <i>Prunus persica</i> und <i>Prunus amygdalus</i>          Starker Wuchs (wie GF-677)          Gleicher Produktionseintritt und Ertrag wie GF-677          Resistent gegenüber Nematoden          Toleranz gegenüber Chlorosen und Wurzelsticken          Ausläufer mit ihren roten Blättern sind einfach zu roden</p>
<b>GF-677</b>	<p>Herkunft: Frankreich          Kreuzung aus <i>Prunus dulcis</i> und <i>Prunus persica</i>          Starkwüchsig          Gute Toleranz zu aktivem Kalk (bis zu 11%)          Empfohlen für leichte und mittlere Böden (Crawford, 2017)          Chlorosefestigkeit (bis 12% Aktivkalk)          Gute Adaption an trockene Böden          Gut verpflanzbar          Macht keine Wurzeltriebe          Geeignet zum Schütteln (Pépinieres LAFOND)</p>
<b>St. Julien A</b>	<p>Herkunft: Frankreich  <i>Prunus domestica</i> subsp. <i>insititia</i>          Mittelstark wachsend          Empfohlen für leichte, mittlere und schwere Böden (Crawford, 2017)          Empfindlich auf kalkhaltige Böden          Empfindlich gegenüber Pathogenen wie <i>Pseudomonas syringae</i> (Reighard et al., 2008)</p>
<b>St. Julien INRA GF 655/2</b>	<p>Herkunft: Frankreich  <i>Prunus domestica</i> subsp. <i>insititia</i>          Macht Wurzelausschläge          Mittlere bis niedrige Wuchskraft          Eher flaches Wurzelsystem          Nicht gut auf trockenen Böden          Toleranz gegenüber kalkhaltigen Böden          Toleranz gegenüber schweren, wasserdurchtränkten Böden (Reighard et al., 2008)</p>
<b>St. Julien INRA2</b>	<p>Herkunft: Frankreich  <i>Prunus domestica</i> subsp. <i>insititia</i>          Starkwüchsig          Kein bis wenig Gummifluss          Geringe Wurzelausschläge</p>
<b>Weinbergpfirsich</b>	<p><i>Prunus persica</i>          Kräftiger Wuchs          Gut auf leichten, lockeren Böden          Nährstoffbedürftig (&gt;100 kg N/ha)          Als Jungbaum gut verpflanzbar          Bildet keine Wurzelausläufer</p>

## Beschreibung der Mandelsorten

<b>Keilmandel</b>	<p>Herkunft: Deutschland          Verbreitet ab Freinsheim ab ca. 1985, Mutterbaum um 1900 im Garten der Familie Keil          Blüte zartrosa und gross (ca. 55 mm)          Weichschalig, von Hand zu knacken          Blüte März bis Mitte April (Pfalz DE)          Reife Mitte bis Ende September (Pfalz DE)</p>
<b>Dürkheimer Krachmandel</b>	<p>Herkunft: Deutschland          Verbreitet im Raum Bad Dürkheim, ab ca. 1940          Blüte rein weiss und gross (ca. 50 mm)          Weichschalig, von Hand zu knacken          Blüte März / Mitte April (Pfalz DE)          Reife Mitte / Ende September (Pfalz DE)</p>
<b>Tuono</b>	<p>Herkunft: Italien          Alte apulische Sorte          Patentfrei          Selbstfertil          Späte Blüte, Anfang März (Saragossa ES)          Mittlere Verzweigungsintensität          Verbreitet in allen Mittelmeerländern</p>
<b>Filippo Cea</b>	<p>Herkunft: Italien          Apulische Sorte          Selbstfertil          Samengewicht 1.6g          Harte Schale          Späte Blüte, Februar / Anfangs März (Apulien IT)          Reife Mitte August / Mitte September (Apulien IT)</p>
<b>Ferraduel</b>	<p>Herkunft: Frankreich, INRA          Kreuzung aus Cristomorto (Italien) und Ai (Frankreich)          Grossfrüchtig          Moniliaresistent          Frosthart          Fremdbefruchtung          Sehr späte Blüte, nach Blattaustrieb, etwa mit Ferragnès          Reife Anfang / Mitte September</p>
<b>Ferragnes</b>	<p>Herkunft: Frankreich, INRA          Kreuzung aus Cristomorto (Italien) und Ai (Frankreich) (um 1960)          Bedeutende Sorte im französischen Erwerbsanbau          Blüte rein weiss, klein (ca. 28 mm)          Sehr ertragreich          Moniliaresistent          Fremdbefruchtung          Sehr späte Blüte, gleichzeitig mit dem Laubaustrieb          Reife Ende September / Anfang Oktober (Pfalz)</p>
<b>Lauranne Avijor</b>	<p>Herkunft: Frankreich, INRA          Kreuzung von 1978 aus Ferragnès x Tuono          Selbstfertil          Schnell fruchtbar          Sehr widerstandsfähig gegen Krankheiten          Sehr späte Blüte, drei Tage nach Ferragnès          Reife früh, Anfang / Ende September, vor Ferragnès</p>



<b>Ferrastar</b>	<p>Herkunft: Frankreich, INRA  Kreuzung aus Cristomorto (Italien) und Aï (Frankreich)  Sehr ertragreich  Aufrechter Wuchs  Hartschalig  Fremdbefruchtung  Sehr späte Blüte, ein bis drei Tage vor Ferragnès  Reife Anfang / Mitte September mit Ferragnès</p>
<b>Walliser Spitzmandel</b>	<p>Herkunft: Schweiz  Wilder Mutterbaum aus Sion  Spitzige Mandelschale  Süsse Mandel  Blüte ca. Ende März vor Walliser süsse Lange (Törbel VS)</p>
<b>Walliser süsse Lange</b>	<p>Herkunft: Schweiz  Zufallssämling aus Törbel VS  Hartschalig  Lange Mandel  Blüte weiss mit rosa Zentrum  Schale splittet, gut für mechanisches Öffnen  Späte Blüte, April (Törbel VS)</p>
<b>Sion Mandel</b>	<p>Herkunft: Schweiz  Wilder Mutterbaum aus Sion  Schön blühend  Eher späte Blüte, Ende März/April (Törbel VS)</p>
<b>Zürichmandel</b>	<p>Herkunft: Schweiz  Unbekannter Mutterbaum aus Zürich  Gesunder Wuchs  Geringer Ausfall</p>
<b>Makako</b>	<p>Herkunft: Spanien, CEBAS-CSIC  Selbstfertil  Harte Schale  Einfache Ernte  Hoher Ertrag  Späte Blüte, März (Spanien)  Ernte früh, September (Spanien)</p>
<b>Penta</b>	<p>Herkunft: Spanien, CEBAS-CSIC  Kreuzung aus S5133 und Lauranne  Selbstfertil  Harte Schale  Einfache Ernte  Späte Blüte, fünfzehn Tage nach Ferragnès  Ernte früh, September (Spanien)</p>
<b>Mardía</b>	<p>Herkunft: Spanien, CITA  Kreuzung aus Felisia und Bertina von 2007  Selbstfertil  Grosse, harte Schale  Krankheitstolerant  Sehr späte Blüte, Ende März (Saragossa ES)  Ernte früh, Ende August/September (Spanien)</p>
<b>Vialfas</b>	<p>Herkunft: Spanien, CITA  Kreuzung aus Felisia und Bertina von 2013  Selbstfertil  Hoher Ertrag  Toleranz gegenüber Pilzkrankheiten  Sehr späte Blüte, drei Tage vor Mardía</p>

<b>Marinada</b>	Herkunft: Spanien, IRTA Kreuzung aus Lauranne und Glorieta von 1994 Selbstfertil Hoher Ertrag Geringe Verzweigungsintensität Späte Blüte, sieben Tage nach Ferragnès
<b>Vairo</b>	Herkunft: Spanien IRTA Kreuzung aus 4-665 und Lauranne von 1991 Selbstfertil Hoher Ertrag Sehr wüchsig Toleranz gegenüber Roten Blattflecken ( <i>Polystigma ochraceum</i> ) Späte Blüte, wie Ferragnès Frühe Ernte, fünfzehn Tage vor Ferragnès
<b>Tétényi rekord</b>	Herkunft: Ungarn Grossfrüchtig Hohe Produktivität Ernte Ende September/Anfang Oktober (Ungarn)
<b>Texas</b>	Herkunft: Kalifornien Weisse Blüten Weichschalig Fremdbefruchtung Späte Blüte Ernte Mitte Oktober (Nîmes FR)