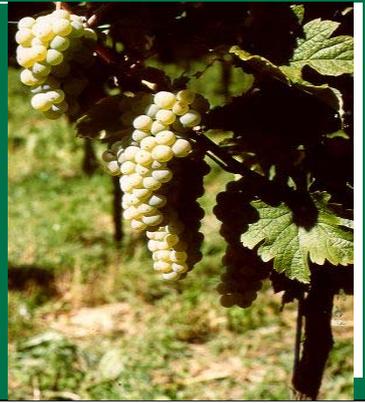


Abschlussbericht



Wertstoffgenerierung aus dem „Abfallprodukt“ Traubentrester

Die Arbeiten wurden im Auftrag der FA 19D (vormals FA 1c) des Landes Steiermark von JOANNEUM RESEARCH, Institut für Nachhaltige Techniken und Systeme von der Arbeitsgruppe für „Chemisch- Technische Pflanzennutzung“ unter Projektleitung von Dr. Herbert Böchzelt durchgeführt.

Das Projektteam

Dr. Herbert Böchzelt

DI Niv Graf

Mag. Wilhelm Haas

DI Johann Lomšek

Gerald Pörtl

Mag. Susanne Wagner

Die chemisch-analytischen Arbeiten, zu den in diesem Bericht zusammengefassten Ergebnissen, wurden in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe für Chemie und Technologie Nachwachsender Rohstoffe am Institut für Chemie an der Karl-Franzens-Universität, Univ.-Prof. Mag. Dr. Martin Mittelbach, durchgeführt.

Der Umfang der praktischen Arbeiten wurde aber auch erst durch die Unterstützung der folgenden Personen, bei denen wir uns hiermit bedanken möchten, möglich:

Herrn DI Albrecher, LFS, Stainz

Herrn Ing. Buchgraber, PSO, Auersbach

Herrn Fandler, Ölmühle Fandler, Pöllau

Herrn Fimbinger, Firma Fimbinger, Kalsdorf

Herrn Ing. Holler, Weinbaufachschule, Silberberg

Herrn Ing. Pelzmann, LW-Versuchsanstalt, Wies

Herrn Gustav und Karl Strauss, Weingut Strauss, Gamlitz

KURZFASSUNG:

EINFÜHRUNG:

Die Weinrebe ist in Gegenden der Süd-, Ost- und Weststeiermark eine weitverbreitete Kulturpflanze, der Anbau und die Gewinnung von Wein stellt in den erwähnten Gegenden einen wichtigen wirtschaftlichen Faktor dar. Der bei der Weingewinnung anfallende Traubentrester wird zurzeit meist kompostiert und anschließend als Dünger wieder in den Weinbergen ausgebracht.

Im Zuge der Überlegungen aus „biogenen Rest- und Abfallstoffen“ zusätzliche Wertstoffe (Kaskadennutzung) zu gewinnen, ergeben sich gerade für die Nutzung des Traubentresters interessante Möglichkeiten.

Ein mögliches Produkt ist dabei das Traubenkernöl, welches aufgrund seines sehr hohen Anteils an ungesättigten Fettsäuren einen beachtlichen ernährungsphysiologischen Wert besitzt, aber zurzeit in Österreich weder nach neuestem technologischen Stand, noch in marktrelevanten Mengen produziert wird. Die Verwertungsoptionen beschränken sich jedoch nicht nur auf die Gewinnung von Traubenkernöl. Im Trester und speziell den Traubenkernen sind auch unterschiedliche Antioxidantien (z.B. Proanthocyanidine) enthalten. Verbindungen, die in letzter Zeit aufgrund ihrer gesundheitsförderlichen Eigenschaften Aufmerksamkeit erregt haben, und damit den Traubentrester zu einem potenziell interessanten Rohstoff machen.

ZIELE:

Es sollen innovative Möglichkeiten zur Nutzung von Traubentrester aufgezeigt und dazu neue technologische Verfahren für wirtschaftliche Umsetzungen erarbeitet werden. Spezielles Augenmerk liegt dabei auf den Möglichkeiten zur Gewinnung von Traubenkernöl, von pharmakologisch interessanten Antioxidantien sowie der Nutzung verschiedener Reststoffe im Bereich der Tierfutter und Kosmetikindustrie. In der Arbeit werden dabei auch regionale und sortenspezifische Besonderheiten im steirischen Weinbau berücksichtigt.

INHALTE:

Die Inhalte des Projektes umfassen folgende Punkte:

- Die Ermittlung des Einflusses von, im steirischen Weinbau vorhandenen, traubensortenspezifischen Unterschieden auf die Gewinnung von Traubenkernöl und Proanthocyanidinen.
- Das Einholen von Information von zur großtechnischen Verarbeitung des Traubentrester erforderlichen technologischen Gegebenheiten zur Trocknung, Reinigung und Verpressung der Traubenkerne bzw. des Tresters und die exemplarische Durchführung von Großversuchen.
- Die Untersuchung des Einflusses der Lagerzeit des feuchten Tresters auf die Gewinnung von Traubenkernöl und Proanthocyanidinen.
- Der Einfluss verschiedener Presstechnologien auf die Qualität des gewonnenen Traubenkernöls und auf die Eignung des anfallenden Presskuchens zur Extraktion der Proanthocyanidine.
- Die Darstellung von Stoffströmen zur gleichzeitigen Gewinnung unterschiedlicher Produkte (z.B. Traubenkernöl, Proanthocyanidine, ...) als Basis wirtschaftlicher Betrachtungen.

ZUSAMMENFASSUNG und ERGEBNISSE:

Die wirtschaftlich-technologische Beurteilung des Potenzials zur Nutzung des in der Steiermark bei der Weinproduktion anfallenden Traubentresters zur Gewinnung unterschiedlicher Produkte wie Traubenkernöl und Proanthocyanidinen (Antioxidantien aus den Traubenkernen) erfordert die Bearbeitung verschiedener Fragestellungen. Im Rahmen der im Bericht beschriebenen Arbeiten wurde daher der Einfluss der folgenden Punkte auf die Gewinnung der genannten Wertstoffe ermittelt: Traubensortenspezifische Unterschiede, unterschiedliche Lagerzeiten des Tresters vor der weiteren Verarbeitung, unterschiedliche Presstechnologien zur Gewinnung des Traubenkernöls, die Qualität des Traubenkernöls und der Extrakte. Weiters wird ein Überblick über unterschiedliche Einsatzbereiche für Traubentresterprodukte gegeben, sowie das wirtschaftliche Potenzial einiger dieser Produkte abgeschätzt.

Der hohen Sortenvielfalt des steirischen Weins wurde in den Untersuchungen Rechnung getragen, indem Traubentresterproben aus der Verarbeitung von den folgenden sieben verschiedenen Traubensorten bezüglich der Gewinnung der genannten Inhaltsstoffe untersucht wurden (die Werte in den Klammern entsprechen den Anteilen der Sorten in der Weinsortenverteilung 1997 in der Steiermark): Chardonnay (5,5 %), Muskateller (2 %), Sauvignon Blanc (6 %), Rheinriesling (2,5 %), Schilcher (17 %), Welschriesling (22 %) und Zweigelt (12 %). Die Summierung der Anteile dieser Sorten in der Weinsortenverteilung in der Steiermark ergibt also einen Wert von 67 %; durch die Auswahl dieser Sorten wird daher die tatsächliche Situation in der Steiermark in sehr guter Weise wiedergegeben.

Es wurde der Mengenanteil an Traubenkernen in den verschiedenen Trestern untersucht und dabei festgestellt, dass dieser Anteil in Trestern aus Rotweinsorten tendenziell höher ist als jener in Trestern aus Weißweinsorten.

Eine erste maschinelle Aufarbeitung (Trocknung und Klassierung) der Trester im industriellen Maßstab (600 - 800 kg Trester) wurde für die Sorten Schilcher, Welschriesling und Zweigelt durchgeführt. Dabei wurden Traubenkerne in sehr großer Reinheit erhalten, ein Faktor, der für die spätere Gewinnung von hochwertigem Traubenkernöl entscheidend ist. Der Mengenanteil an Traubenkernen stellt sich wie folgt dar [w/w]: 29 % (Schilcher), 30 % (Welschriesling) und 41 % (Zweigelt). Die Werte für den Ölgehalt in den Trauben aus den untersuchten sieben verschiedenen Traubensorten betragen zwischen 9,4 und 16 % und entsprechen den Angaben aus der Literatur. Ein ebenfalls in einigen Literaturstellen beschriebener Unterschied im Ölgehalt von Kernen aus Rot- und Weißweinsorten konnte dabei nicht festgestellt werden. Sehr unterschiedliche Werte für den Ölgehalt aus den Kernen von Zweigelttrauben von verschiedenen Anbauorten zeigten, dass neben dem sortenspezifischen auch andere auf den Ölgehalt einflussnehmende Parameter existieren (Wetter, Boden, ...). Die ermittelten Fettsäurezusammensetzungen der gewonnenen Öle entspricht den Literaturwerten. Traubenkernöl ist aufgrund seines hohen Gehalts an der essentiellen Linolsäure (in den hier beschriebenen Arbeiten wurden Anteile bis zu 77% bestimmt) ein ernährungsphysiologisch hochwertiges Speiseöl.

Da bei der Verarbeitung von größeren Mengen an Traubentrestern mit längeren Lagerzeiten der Trester zu rechnen ist, wurden auch Versuche zur Bestimmung des Einflusses unterschiedlicher Lagerzeiten der Traubentrester auf die Menge und Qualität der gewonnenen Inhaltstoffe (Traubenkernöl, Proanthocyanidine) durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass bei kurzzeitiger Lagerung (1 - 2 Tage) der Feuchtigkeitsgehalt des Schalen- und Fruchtfleischanteils der Traubentrester reduziert wird, womit auch der Energieverbrauch der nachfolgenden Trocknung gesenkt werden kann. Gleichzeitig wurde eine nur geringfügige Verringerung der Ausbeute an Öl und Proanthocyanidine und keine qualitative Veränderung der Produkte festgestellt. Die Ergebnisse lassen also den Schluss zu, dass eine beschattete Lagerung für 1 - 2 Tage keine grundsätzlichen Qualitätseinbußen bei den untersuchten Nachnutzungen erwarten lässt.

Da die zur Gewinnung der Öle angewandten Presstechnologien gerade auf die letztgenannten Eigenschaften einen großen Einfluss ausüben, wurde im Rahmen einer umfangreichen Versuchsreihe der Einfluss verschiedener Arten der Pressmethodik auf die Menge und Qualität der aus den Traubenkernen gewonnenen Öle bestimmt. Dabei zeigte sich, dass durch den Einsatz einer Stempelpresse (Kaltpressung) erwartungsgemäß Öl von höherer Qualität gewonnen werden konnte als durch den Einsatz einer konventionellen Schneckenpresse (Warmpressung). Vor allem der qualitätsmindernde Gehalt an freien Fettsäuren lag in den warmgepressten Ölen höher als in den kaltgepressten. Erstaunlich war, dass die Ölausbeuten bei Verwendung der Stempelpressen (Versuchsanlage) je nach eingesetzten Verfahrensparametern nur geringfügig unter jener bei Verwendung der Schneckenpresse lag.

Die Beurteilung der untersuchten Traubenkerne und Traubenkernpresskuchen als Quelle zur Gewinnung der antioxidativ wirksamen und pharmakologisch interessanten Proanthocyanidine erfolgte nach Extraktion dieser Stoffgruppe. Die Ausbeute an der Proanthocyanidin-Rohfraktion zeigte sich bei den Traubenkernen der Sorten Chardonnay (2,52 %), Muskateller (2,67 %) und Rheinriesling (2,15 %) als in etwa gleich hoch, sie war etwas niedriger bei den Traubenkernen der Sorte Sauvignon Blanc (1,64 %) und signifikant höher bei den Traubenkernen der Sorte Zweigelt (2) (4,56 %). Eine geringere Ausbeute wurde aus getrockneten Kernen erhalten. Eine Optimierung des Prozesses, die den Zusammenhang der Ölausbeute bei der Pressung mit der Restfeuchte der Traubenkerne sowie dem Gehalt an PA-Rohfraktion darstellt, ist also vor einer technischen Umsetzung der Extraktion noch notwendig. Die Versuche zur Gewinnung der Proanthocyanidine aus Presskuchen zeigten, dass die Proanthocyanidin-Rohfraktionen aus den Presskuchen der Pressungen mit der Stempelpresse sowohl bezüglich der Quantität, als auch bezüglich der Qualität höher zu bewerten sind als die Proanthocyanidin-Rohfraktionen aus den Presskuchen, die bei den Versuchen mit der Schneckenpresse erhalten wurden. Die Qualität der aus dem Stempel-Presskuchen gewonnenen Proanthocyanidin-Rohfraktionen entsprechen auch in ihrer Zusammensetzung den auf dem Markt befindlichen Produkten AktivinTM und LeucoselectTM.

Die Ergebnisse aus den durchgeführten Arbeiten zeigen die Möglichkeit einer ersten, beispielhaften wirtschaftlichen kaskadischen Reststoffnutzung am Beispiel des bei der Weinproduktion anfallenden Traubentresters. Der Einsatz verschiedener im Kaskadenprozess anfallender Nebenprodukte wie (Schalenreste, Presskuchen, etc.) scheint in unterschiedlichsten Anwendungsbereichen wie Kosmetik, Tierfutter, Pflanzenschutz etc. möglich, bedarf jedoch noch einiger Arbeiten zur Produktreife. Das aus Traubenkernen gewonnene Traubenkernöl, zeigt besonders bei der Gewinnung durch Kaltpressung eine ausgezeichnete Qualität. Erste im Litermaßstab erzeugte Chargen von Traubenkernölen der Sorten Welschriesling, Zweigelt und Schilcher fanden bei Tests in der Gastronomie großen Anklang.

SHORTENED VERSION:

INTRODUCTION

In the area of south-eastern and -western Styria grape vine is a widely spread crop. In these areas the cultivation of grape vine and the production of wine is an important economical factor. Nowadays the by-product grape pomace mostly is composted and used as a fertilizer in the grape yards.

In the course of thinking about the generation of additional valuable resources out of residues and waste material (cascade use), in particular the utilisation of grape pomace is an important possibility. But this not only because of the extraction of top quality grape seed oil, which has a respectable physiological value due to the high content of unsaturated fatty acids. The grape pomace and especially the grape seeds contain also different kinds of antioxidants (e.g. proanthocyanidines), which recently grew important because of their constitutional character. So grape pomace may be a potential source for high value products.

AIMS

The aim of the project is to evaluate the possibilities of using grape pomace, a residue in wine production, to find new technological systems for a commercial implementation of grape pomace utilization. Therefore we turn our special attention in the extraction of grape seed oil, pharmacologically interesting antioxidants and some other by-products. Moreover in this work the Styrian regional specialities and wine species are considered.

CONTENT

The contents are as follows:

- Investigation of the impact of different Styrian grape species on the extraction of grape seed oil and proanthocyanidines
- Picking up of information's about the technological bases of drying, purification and pressing of grape seeds respectively grape pomace for a large scale grape pomace converting and exemplary implementation of large scale experiments
- Investigation of the effect of the storage time of wet grape pomace on extraction of grape seed oil and proanthocyanidines
- Effect of different pressing technologies on the quality of the grape seed oil and the suitability of the pressing cake for extraction of proanthocyanidines
- Demonstration of material flow for simultaneous extraction of different products (e.g. grape seed oil, proanthocyanidines.....) as a basis for commercial consulting

SUMMARY and RESULTS

Different questions have been treated for the evaluation of the economical and technological potential of grape pomace in Styria, for the extraction of different products such as grape seed oil and proanthocyanidines. Therefore the following impacts on extracting of the resources have been evaluated in this project: differences of Styrian grape species, influence of grape pomace storage times, different pressing technologies for oil extraction, and the influence of these factors on quality and quantity of grape seed oil and other extracts. Furthermore an overview is given about different areas of application and the economic potential of these products.

Since in Styria great varieties of grape species are cultivated, samples of 7 species of grape pomace were analysed (data in the brackets indicates the proportion of cultivated grape yard of the special species in Styria in 1997): Chardonnay (5,5 %), Muskateller (2,0 %) Sauvignon Blanc (6,0 %), Rheinriesling (2,5 %), Schilcher (17 %), Welschriesling (22 %) and Zweigelt (12 %). Through this selection of grape species the Styrian viniculture is well represented by showing data of 67 % of the cultivated grapes.

Through the determination of the fraction of grape seed in the different species it could be noted, that red wine species contain more seeds than white wine species. An automated large scale drying and a classification of grape pomace (600 – 800 kg) was carried out with Schilcher, Welschriesling and Zweigelt, giving high yields of purified grape seeds - an important factor extracting the oil. The amount of grape seeds were 29 % (Schilcher),

30 % (Welschriesling) and 41 % (Zweigelt) [w/w, dry]. The yields of grape seed oil out of the 7 grape species were 9,4 % and 16 % [w/w], which matches well with bibliographical references. A different oil content between seeds of red vine and seeds of white vine could not be found as predicted in some bibliographical statements. We found highly varying oil contents in the seeds of Schilcher grapes from different areas. This shows that aside from the grape species the oil content also depends on site related factors such as weather, soil, etc. The fatty acid composition of the oil samples corresponded with bibliographical information. Grape seed oil is a very high value edible oil because of its high content (up to 77 %) of Linoleic acid.

Because of long storage times in processing huge amounts of grape pomace, investigations were performed regarding the influence of different storage times on the amount and quality of the products (grape seed oil and proanthocyanidines). Within a storage time of 1 to 2 days the moisture content of the hull and pulp of the grape pomace is reduced. So the energy demand for the following drying can be lowered and only a small decrease of the oil and proanthocyanidine content was found. According to the measured data no qualitative modification has been observed yet. These results show that there should be no negative effect by a storage of the grape pomace in a shadowed place for 1 or 2 days.

Nowadays the consumers are very sensible concerning the correlation between nutrition and health. So in the last years the organoleptic parameters such as flavour, odour and colour for the evaluation of the quality of edible oils are not the only parameters any more, but physiological features have been evaluated too. Because of the fact that different pressing technologies have a strong influence on the physiological quality of edible oils, in this project the influence of different pressing methods on the quantity and quality of the grape seed oil has been investigated. Using a stamp press for extracting the oil (real cold pressing) gave a better oil quality than using a screw press (more or less hot pressing method). Most notably the content of free fatty acids, which generally decreases the quality of the oil was higher in the hot pressed oils than in the cold pressed. It was interesting that, under testing conditions, the oil yield when using a stamp press was only marginally smaller than using a screw press.

The evaluation of the grape seeds and grape seed press cake as a source of proanthocyanidines were done after extraction. The yield [w/w] of the proanthocyanidine raw fraction in the grape seeds of Chardonnay was 2,52 %, of Muskateller 2,67 % and of Rheinriesling 2,15 %. The content was lower in the grape seeds of Sauvignon Blanc with 1,64 % and significantly higher in the grape seeds of Zweigelt with 4,56 %. Investigations in extracting proanthocyanidines out of the press cakes showed that both, the quality and quantity of the proanthocyanidine raw fraction is better from the press cake attained from the stamp press than from the screw press. The quality of the proanthocyanidine raw fraction obtained from the press cake out of the stamp press also corresponds with the compounds of the products AktivinTM and LeucoselectTM.

The results of this project show the possibility of a first exemplary economic cascade use of a residue considering grape pomace as an example. The use of different by-products occurring during the cascade process such as hulls, press cake etc. seems to be possible in different branches such as cosmetics, animal food, phytosanitary. Also first batches of grape seed oil from Welschriesling, Zweigelt and Schilcher found great echo in tests in gastronomy, further investigations have to be figured out for new product developments.

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	1
1.1.	DIE WEINREBE (<i>VITIS VINIFERA</i>) ALS KULTURPFLANZE IN DER STEIERMARK	2
1.2	TRAUBENTRESTER ALS POTENTIELLE QUELLE ZUR GEWINNUNG VON „WERTSTOFFEN“	4
1.2.1	<i>Traubenkernöl</i>	4
1.2.1.1	Allgemeines zu Speiseölen	4
1.2.1.2	Grundsätzliches zur Qualität von Speiseölen	5
1.2.1.3	Eigenschaften und chemische Zusammensetzung von Traubenkernöl	6
1.2.2	<i>Proanthocyanidine</i>	7
1.2.2.1	Oxidation and Antioxidantien	7
1.2.2.2	Vorkommen und chemische Struktur der Proanthocyanidine	8
1.2.2.3	Pharmakologische Aktivität	10
1.2.2.4	Die Marktlage	11
2	PROBLEMSTELLUNG UND ANGESTREBTE ERGEBNISSE	12
3	MATERIAL UND METHODEN	14
3.1	LITERATUR- UND PATENTRECHERCHE	14
3.2	PROBEN, PROBENNAHME UND PROBENAUFBEWAHRUNG	14
3.3	TECHNOLOGIE	14
3.3.1	<i>Probenvorbereitung - Reinigung und Trocknung des Tresters</i>	14
3.3.1.1	Großversuch	14
3.3.1.2	Kleinversuche	15
3.3.2	<i>Lagerungsversuche</i>	15
3.3.3	<i>Pressversuche</i>	15
3.3.3.1	Schneckenpresse	15
3.3.3.2	Stempelpresse – Vorversuche	17
3.3.3.3	Stempelpresse – Hauptversuchsreihe	18
3.4	ANALYTIK	19
3.4.1	<i>Allgemeine Parameter und Ölanalytik</i>	19
3.4.1.1	Feuchtigkeitsgehalt	19
3.4.1.2	Feststoffgehalt in Ölen	20
3.4.1.3	Ölgehalt in den Traubenkernen	20
3.4.1.4	Restölgehalt im Presskuchen	21
3.4.1.5	Gehalt an freien Fettsäuren	22
3.4.1.6	Fettsäurezusammensetzung	22
3.4.1.7	Iodzahl	23
3.4.1.8	Phosphorgehalt	23
3.4.2	<i>Analyse der Proanthocyanidine</i>	24
3.4.2.1	Extraktion	24
3.4.3	<i>Bestimmung des Totalphenolgehalts nach Folin-Ciocalteu</i>	25
3.4.3.1	Bedingungen zur kolorimetrischen Bestimmung	25
4	ERGEBNISSE	28
4.1	DER EINFLUSS SORTENSPEZIFISCHER UNTERSCHIEDE DER TRAUBENKERNE AUF DIE MENGE UND QUALITÄT DER GEWONNENEN INHALTSSTOFFE	28
4.2	DER EINFLUSS UNTERSCHIEDLICHER LAGERZEITEN DER TRAUBENTRESTER AUF DIE MENGE UND QUALITÄT DER GEWONNENEN INHALTSSTOFFE	31
4.3	DER EINFLUSS DER PRESSTECHNOLOGIE AUF DIE MENGE UND QUALITÄT DER GEWONNENEN INHALTSSTOFFE	33
4.3.1	<i>Schneckenpresse</i>	33
4.3.1.1	Bestimmung der Ausbeuten an Öl und Presskuchen	33
4.3.1.2	Analyse des Ölproben	34
4.3.1.3	Analyse der Presskuchenproben	35
4.3.2	<i>Stempelpresse</i>	37
4.3.2.1	Stempelpresse – Vorversuche	37
4.3.2.2	Stempelpresse – Hauptversuchsreihe	40

4.4	STOFFSTRÖME	46
4.4.1	<i>Trocknung und Klassierung/Reinigung der Traubentrester</i>	46
4.4.2	<i>Einfluss verschiedener Presstechnologien auf die Gewinnung von Traubenkernöl und Proanthocyanidinen</i>	48
5	DISKUSSION	50
5.1	WEINSORTEN UND TRESTER	50
5.1.1	<i>Weißweinsorten</i>	50
5.1.2	<i>Rotweinsorten</i>	50
5.2	DIE AUFARBEITUNG DES TRESTERS	51
5.3	TRESTERLAGERUNGSVERSUCHE	51
5.4	DAS TRAUBENKERNÖL	52
5.4.1	<i>Ölgehalte der Sorten</i>	52
5.4.2	<i>Die Ölqualität</i>	52
5.5	DER EINFLUSS DER PRESSTECHNOLOGIE	53
5.5.1	<i>Zur Speiseölqualität</i>	53
5.5.2	<i>Die Presstechnologie</i>	53
5.5.3	<i>Traubenkernölqualitäten</i>	53
5.4	ANTIOXIDANTIEN	54
5.5	NUTZUNG DES TRAUBENKERNPRESSKUCHENS	55
6	WIRTSCHAFTLICHKEIT UND AUSBLICK	56
6.1	TRAUBENTRESTER	56
6.2	TRAUBENKERNÖL	56
6.3	ANTIOXIDANTIEN	57
7	LITERATUR	58

1 Einleitung

Die Weinrebe ist in Gegenden der Süd-, Ost- und Weststeiermark eine weitverbreitete Kulturpflanze. Obwohl der steirische Wein nach der Menge beurteilt (5 % Produktionsanteil am österreichischen Weinmarkt [Katschner]) eine kleinere Rolle spielt, zeichnet er sich vor allem durch seine Sortenvielfalt und den hohen Qualitätsstandard aus. Somit stellen der Anbau und die Gewinnung von Wein in den erwähnten Gegenden einen wichtigen wirtschaftlichen Faktor dar.

Der bei der Weingewinnung anfallende Traubentrester wird zur Zeit meist kompostiert und anschließend als Dünger wieder in den Weinbergen ausgebracht. Nur ein geringer Anteil des Tresters wird eingemaischt und durch Destillation zu Tresterbränden weiterverarbeitet. Die Gewinnung von Traubenkernöl aus den bei der Weingewinnung im Trester zurückbleibenden Traubenkernen wird zwar ansatzweise von einzelnen Weinbauern durchgeführt, die in der Steiermark produzierte Menge an Traubenkernöl ist allerdings sehr gering. Dies ist auf eine zum Teil rein manuelle Verarbeitung des Tresters und infolge auf einen nur geringen wirtschaftliche Nutzen zurückzuführen.

Im Zuge der Überlegungen aus „Rest- und Abfallstoffen“ „Wertstoffe“ (Added Value) zu gewinnen ergeben sich gerade für die Nutzung des Traubentresters interessante Möglichkeiten. Diese beschränken sich nicht nur auf die Gewinnung des Traubenkernöls, welches auf Grund seines hohen Anteils an der essentiellen Linolsäure einen beachtlichen ernährungsphysiologischen Wert besitzt. In den Traubenkernen sind auch Proanthocyanidine enthalten, Verbindungen, die in letzter Zeit auf Grund ihrer gesundheitsförderlichen Eigenschaften (antioxidative Aktivität) Aufmerksamkeit erregt haben, und bereits in Form von aktiven Bestandteilen medizinischer Produkte und als Nahrungsmittelergänzungstoffe vertrieben werden. Diese Stoffe könnten nach der Gewinnung des Traubenkernöls aus den Traubenkernen durch Extraktion aus dem verbleibenden Presskuchen erhalten werden.

Die im vorliegenden Bericht beschriebenen Arbeiten sollen die Möglichkeiten einer solchen Koppelnutzungskaskade zur gleichzeitigen Gewinnung von Traubenkernöl und Antioxidantien (Proanthocyanidinen) aus dem in der Steiermark bei der Weinproduktion anfallenden Traubentrester aufzeigen. Einleitend zur Vorstellung der angewandten Methoden und erhaltenen Ergebnisse folgt zuerst eine kurze botanische Beschreibung der Weinrebe und ein Überblick zur Bedeutung dieser Pflanze als Kulturpflanze in der Steiermark. Darüber hinaus enthält die Einleitung weitere Informationen zu den erwähnten Inhaltsstoffen der Traubenkerne – dem Traubenöl und den Proanthocyanidinen.

1.1. Die Weinrebe (*Vitis vinifera*) als Kulturpflanze in der Steiermark

Die Weinrebe (*Vitis vinifera*) ist eine sehr alte Kulturpflanze, die bereits bei den Kulturvölkern des Altertums eine große Rolle spielte. Dies wird belegt durch viele bildliche Darstellungen und schriftliche Überlieferungen vom Anbau, der Herstellung und der Verwendung des Weines als Nahrungs-, Genuss- und Heilmittel. Empfehlungen zur Verbesserung der Sorten durch Selektion liegen aus der Zeit vor Christus zurück, im Mittelalter wurde der Weinbau vor allem in Klöstern durchgeführt und weiterentwickelt. Heute werden weltweit etwa 10 Millionen ha Wein mit einer Erzeugung von 68 Millionen t Trauben angebaut. In Europa werden auf 5 Millionen ha 36 t Trauben produziert [Schuster].

Die Weinrebe (*Vitis vinifera*) gehört zur Familie der Vitaceae und wird in drei Subspecies unterteilt: ssp. *sativa* D.C. und ssp. *silvestris* C.M. kommen beide in Mittel- und Südeuropa, Nordwestafrika, der West-Türkei und Palästina vor. Die dritte Subspecies ssp. *caucasica* Vav. ist in Bessarabien, Südrussland und Armenien, im Kaukasus und im Iran, in Kaschmir und in Turkestan verbreitet. Es sind im Laufe der Rebenzüchtung eine große Zahl von Bastarden zwischen den Arten entstanden, die eine wichtige Rolle in der Resistenzzüchtung innehaben. Die Pflanze ist ein ausdauerndes Holzgewächs mit langen Trieben, kurze Stammbildungen können durch entsprechenden Schnitt entstehen. Das kräftige und tiefgehende Wurzelsystem bewirkt, dass die Rebe auch auf trockenen Standorten wachsen kann. Die Blütenstände sind als Kletterranken umgebildete, traubige Rispen [Schuster].

Die Inhaltsstoffe der Weintrauben variieren in Abhängigkeit der Sorte und der Herkunft beträchtlich, wodurch sich Unterschiede in der Qualität der aus den Trauben hergestellten Produkte und verschiedene Nutzungsmöglichkeiten ergeben. Die Traubensorten werden nach den drei Hauptnutzungen unterschieden als

- Keltertrauben zur Wein- und Saftherstellung,
- Tafeltrauben und
- Rosinentrauben.

Tafel- und Rosinentrauben sind heute vielfach kernlos, während in den normalen Beeren 1 bis 5 relativ große (etwa 7,3 x 4,7 mm) harte Samen ausgebildet werden. Von der oben genannten Erzeugung gehen in der Welt 3250 Millionen hl in die Produktion von Wein und Saft, 0,96 Millionen in die Verarbeitung zu Rosinen, und 7,1 Millionen werden direkt verzehrt [Schuster].

In der Steiermark wird der Wein auf einer Fläche von 3650 ha angebaut. Bei der Ernteerhebung 1997 waren im Weinbaugebiet Südoststeiermark (Feldbach, Fürstenfeld, Hartberg, Radkersburg, Weiz, sowie die östlich der Mur gelegenen Gemeinden von Graz-Umgebung und Leibnitz) 2255 Betriebe mit insgesamt über 1160 ha gemeldet. Das Weinbaugebiet Südsteiermark besteht aus den westlich der Mur gelegenen Gemeinden des Bezirkes Leibnitz und umfasst 1980 ha Rebfläche, die von 1142 Weinbaubetrieben bewirtschaftet werden. Mit 490 Betrieben und einer Rebfläche von 510 ha ist das Weinbaugebiet Weststeiermark (Stadt Graz, Voitsberg und Deutschlandsberg und die westlich gelegenen Gemeinden von Graz-Umgebung) schließlich das kleinste Weinbaugebiet der Steiermark. Die Steiermark hat damit einen Anteil von 7 % an Österreichs Rebfläche, ist aber auf Grund des deutlich unter dem Bundesdurchschnitt gelegenen Hektarertrags von 4100 l Wein nur mit 5 % am österreichischen Weinaufkommen beteiligt. Vorherrschend ist der arbeitsaufwendige Bergweingebau: 62 % der Rebflächen befinden sich in Hanglagen mit über 26 % Neigung, fast 20 % davon in Hanglage zwischen 40 und 70 % [Katschner].



Die Steiermark ist ein klassisches Weißweinland. Die Erntestatistik für das Jahr 1997 zeigt einen Anteil von 73 % an Weißwein, von 17 % an Rotwein und von 10 % an Schilcher. Es zeigt sich allerdings ein Trend zu einem vermehrten Anbau von Rotwein. Der Steirische Wein ist auch berühmt für seine hohe Sortenvielfalt. Die nachfolgende Tabelle (Tabelle 1) zeigt die Sortenverteilung [Katschner]:

Weißweinsorten	Welschriesling	22%
	Weißburgunder	10%
	Müller-Thurgau	8%
	Sauvignon Blanc	6%
	Morillon (Chardonnay)	5,5%
	Sämling 88 (Scheurebe)	5%
	Traminer/Gewürztraminer	3%
	Rheinriesling	2,5%
	Grauburgunder (Ruländer)	2%
	Gelber Muskateller	2%
Rotweinsorten	Blauer Wildbacher (Schilcher)	17%
	Blauer Zweigelt	12%
	Blauburger	2%
Andere Sorten (weiß und rot)		3%

Tabelle 1: Weinsortenverteilung in der Steiermark [Katschner].

1.2 Traubentrester als potentielle Quelle zur Gewinnung von „Wertstoffen“

Wie bereits erwähnt stellt der bei der Weinerzeugung anfallende Traubentrester, der in der Steiermark weitgehend kompostiert und im Frühjahr als Dünger wieder in den Weinbergen ausgebracht wird, eine interessante Quelle zur Gewinnung wertvoller Produkte dar. In einer Koppelnutzungskaskade könnten aus den im Trester beinhaltenen Traubenkernen gleichzeitig Traubenkernöl und eine als Proanthocyanidine bezeichnete Stoffgruppe mit gesundheitsförderlichem Potential gewonnen werden. Diese beiden Inhaltsstoffe und ihre Eigenschaften sollen im Folgenden beschrieben werden.

1.2.1 Traubenkernöl

1.2.1.1 Allgemeines zu Speiseölen

Öle und Fette spielen als Lieferanten von Energie, als Träger lebenswichtiger Begleitstoffe und als Quelle für Bausteine, die vom Körper selbst nicht synthetisiert werden können, eine unverzichtbare Rolle in der Ernährung und sind durch andere Stoffe nicht zu ersetzen. Chemisch betrachtet handelt es sich bei den als Nahrungsmittel verwendeten Fetten und Ölen um Triglyceride von tierischer oder pflanzlicher Herkunft. Triglyceride sind Ester von Fettsäuren (FS) mit dem dreiwertigen Alkohol Glycerin (siehe Abbildung 1). Die Art der veresterten FS – die Fettsäurezusammensetzung – beeinflusst die Eigenschaften des Triglycerids, wobei 10 bis 12 verschiedene FS mehr als 98 % des Anteils aller FS der essbaren Fette und Öle ausmachen. So erklärt sich auch das primäre Unterscheidungsmerkmal zwischen Fetten und Ölen, ihr bei Raumtemperatur fester bzw. flüssiger Aggregatzustand, durch unterschiedliche Fettsäurezusammensetzungen. Die bei Raumtemperatur feste Konsistenz der Fette ist auf einen hohen Anteil an gesättigten FA zurückzuführen. Öle enthalten einen höheren Anteil an ungesättigten Fettsäuren, weshalb sie bei Raumtemperatur in flüssiger Form vorliegen.

Bei Speiseölen handelt es sich hauptsächlich um Öle pflanzlichen Ursprungs. Die Fettsäurezusammensetzung kann zur Bestimmung der Herkunft des Öles verwendet werden und stellt ein wichtiges Qualitätsmerkmal der Öle dar. Ernährungsphysiologisch sind vor allem die ungesättigten Fettsäuren von großer Bedeutung [Bokisch].

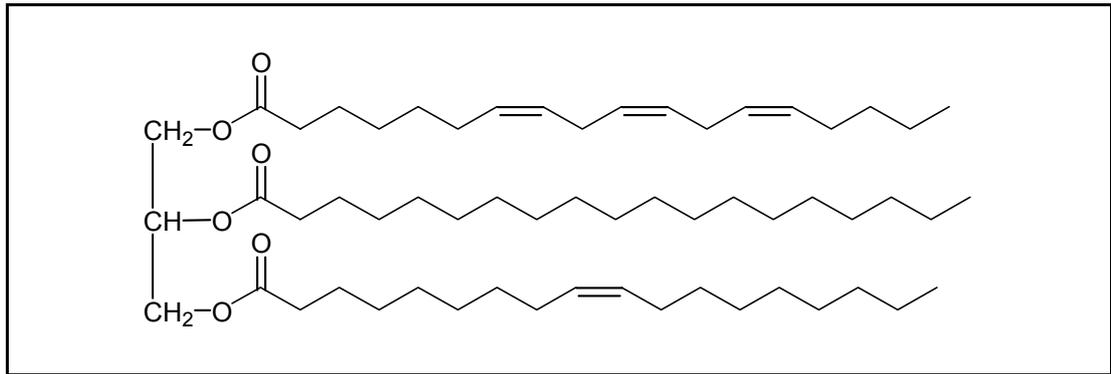


Abbildung 0: 1-γ-Linoleoyl-2-palmitoyl-3-oleoyl-glycerin als Beispiel für die chemische Struktur eines Triglycerides.

1.2.1.2 Grundsätzliches zur Qualität von Speiseölen

Im Folgenden soll ein kurzer Überblick zum Zusammenhang zwischen der zur Gewinnung von Ölen eingesetzten Technologie und der Qualität des erhaltenen Öls gegeben werden.

Grundsätzlich ist zum Thema der Qualität von Speiseölen anzumerken, dass die Definition dieses Begriffes sich in letzter Zeit stark gewandelt hat. Während früher vor allem organoleptische Parameter, wie Geschmack, Geruch und Farbe zur Bewertung eines Öls herangezogen wurden, stehen heute vor allem ernährungsphysiologische Aspekte im Vordergrund [De Greyt]. Bezogen auf das pharmakologisch interessante Nachtkerzenöl betont *Christie*, dass das Öl mit der geringsten Trübung und Färbung nicht immer auch jenes mit den besten Eigenschaften sein muss, und diese Aussage unterstreicht den eben erwähnten Wandel in der Bewertung von Ölen. Die ernährungsphysiologischen Eigenschaften von Speiseölen werden auch durch Inhaltsstoffe beeinflusst, die oft nur in geringen Mengen vorliegen, und gerade die Konzentrationen dieser Inhaltsstoffe stehen besonders unter dem Einfluss der für die Gewinnung der Öle angewandten Technologien. So entstehen durch Behandlung der Speiseöle bei erhöhten Temperaturen (etwa bei der Desodorierung während der Raffination) sogenannte *Trans*-Fettsäuren aus den einfach oder mehrfach ungesättigten Fettsäuren, deren Doppelbindungen im nativen Zustand beinahe ausschließlich in der *cis*-Konfiguration vorliegen [De Greyt]. Epidemologische Untersuchungen führten zu der Annahme, dass die Aufnahme dieser *Trans*-Fettsäuren eine erhöhte LDL-Cholesterin-Konzentration und somit ein erhöhtes Risiko an Herzkrankgefäßerkrankungen zu sterben zur Folge hat [Mensink, Willet, Judd]. Obwohl diese gesundheitsschädlichen Einflüsse der *Trans*-Fettsäuren umstritten sind, empfehlen die meisten Gesundheitsorganisationen die momentane mittlere Aufnahme dieser Verbindungen nicht zu erhöhen [De Greyt]. Tocopherole, die wichtigsten natürlichen Antioxidantien in pflanzlichen Speiseölen, werden bei der konventionellen chemischen Speiseölraffination im Verfahrensschritt der Desodorierung ebenfalls aus dem Öl entfernt [De Greyt].

Die Notwendigkeit der erwähnten Raffination von Speiseölen zur Entfernung von unerwünschten Begleitstoffen des Öls wird oft erst durch die zur Gewinnung des Öls eingesetzte Technologie hervorgerufen. Beim Einsatz der häufig verwendeten Schneckenpressen wird das Öl Temperaturen von 80 °C bis zu 170 °C ausgesetzt [Bokisch]. Diese hohen Temperaturen führen zu Veränderungen in der Zusammensetzung des Öls; so kann die Konzentration an freien Fettsäuren erhöht werden und diese freie Fettsäuren, die die Genusstauglichkeit des Öls erheblich einschränken, müssen daher meist anschließend durch Raffination wieder aus dem Öl entfernt werden. Gleichzeitig verändert aber auch die Raffination die Zusammensetzung des Öls (siehe oben). Eine schonendere Gewinnung von Ölen durch Einsatz hydraulischer Stempel-, Filter- oder Etagenpressen wird selten durchgeführt, obwohl durch eine solche Kaltpressung Öle erhalten werden, die von besonders hoher Qualität sind und alle natürlichen biologischen Wirkstoffe enthalten. *Rohne* gibt als Grund dafür an, dass die komplizierten Arbeitsverfahren im Wesentlichen

eine manuelle Bedienung der Maschinen erfordern und dadurch die Wirtschaftlichkeit der Ölgewinnung in Frage gestellt wird. Diese Argumentation ist heute nicht mehr unbedingt angebracht. Zum einen wurden die entsprechenden Technologien der unter dem Begriff „Pressung“ zusammengefassten Technologien weiterentwickelt und somit die Arbeitsverfahren erleichtert und zum anderen führt der erwähnte Wandel in der Bewertung von Speiseölen auch dazu, dass Konsumenten bereit sind für ein qualitativ wertvolleres hochwertiges kaltgepresstes Öl einen deutlich höheren Betrag zu bezahlen.

1.2.1.3 Eigenschaften und chemische Zusammensetzung von Traubenkernöl

Traubenkernöl wird aus den Traubenkernen durch Kaltpressung oder Extraktion gewonnen [Schuster]. Während Schuster die Farbe des Traubenkernöls allgemein als hell und dessen Geschmack als angenehm bezeichnet, unterscheidet die Nature VertriebsGesmbH bei der Beschreibung von Geruch und Farbe des Traubenkernöls nach der Art der Gewinnung des Öls: Extrahiertes Öl ist beinahe farblos und von neutralem Geschmack während kaltgepresstes Öl eine grünlich bis grüngoldene Farbe und einen typisch traubig-nussigen Geruch besitzt [Nature VertriebsGesmbH]. Auf den Einfluss der zur Ölgewinnung eingesetzten Methode auf die Qualität des Öles wird im Nachfolgenden Kapitel eingegangen.

Die nachfolgende Tabelle zeigt physikalische und chemische Kenngrößen des Traubenöls (Tabelle 2).

Relative Dichte [bei 20°C gegen Wasser 20°C]	0,923-0,926
Brechungsindex [n_D^{40}]	1,473-1,477
Verseifungszahl [mg KOH/ g Öl]	188-194
Iodzahl [g Iod/100 g Probe]	130-138
Unverseifbares [g/kg Öl]	<20
Schmelzpunkt [°C]	-10 bis -24

Tabelle 2: Physikalische und chemische Kenngrößen des Traubenkernöls [Bokisch].

Die Angaben zum Ölgehalt in Traubenkernen schwanken sehr stark. Er bewegt sich zwischen 5 und 20 %. Nach Rohne soll der Ölgehalt mit fortschreitendem Reifezustand zunehmen und in Traubenkernen aus Weißweinsorten höher sein als in solchen aus Rotweinsorten. Der Einfluss der Sorte (weiß/rot) wird auch bei Bokisch erwähnt. Aus den Ergebnissen aktueller Untersuchungen konnte dieser Einfluss nicht erkannt werden [Göktürk Baydar].

Traubenkernöl weist einen sehr hohen Gehalt an der essentiellen Linolsäure auf und ist somit ernährungsphysiologisch von Bedeutung (siehe 1.2.1.1.). Die Fettsäurezusammensetzung (siehe Tabelle 3) ist vergleichbar mit jener des Sonnenblumenöls und des Mohnöls.

Gesättigte Fettsäuren	Palmitinsäure (C16:0)	4-6%
	Stearinsäure (C18:0)	2-4%
Ungesättigte Fettsäuren	Palmitoleinsäure (C16:1)	2-6%
	Ölsäure (C18:1)	13-31%
	Linolsäure (C18:2)	50-76%

Tabelle 3: Fettsäurezusammensetzung von Traubenkernöl [Schuster].

1.2.2 Proanthocyanidine

Wie bereits erwähnt hat die Substanzgruppe der Proanthocyanidine (PA) in letzter Zeit wegen ihres Wirkpotentials in der Kosmetik und ihrer anderen gesundheitsförderlichen Eigenschaften Aufmerksamkeit erregt. Eine der wichtigsten dieser gesundheitsförderlichen Eigenschaften ist die antioxidative Wirkung dieser Stoffgruppe. Bevor deshalb die chemische Struktur und die pharmakologischen Wirkungen der PA dargestellt werden, erfolgt eine kurze Erklärung zum Begriff der antioxidativen Wirkung.

1.2.2.1 Oxidation and Antioxidantien

Antioxidantien sind Substanzen, die, in geringen Mengen zugegeben, einen zeitweiligen Stillstand oder wenigstens eine erhebliche Verzögerung von oxidativen Vorgängen bewirken. Es wird von einem Antioxidans gesprochen, wenn die Schutzwirkung nach einem besonderen Mechanismus verläuft, der besser als die eines einfachen Reduktionsmittels ist. Antioxidantien sind meist organische Verbindungen.

Als die wichtigsten oxidativen Prozesse seien die Autooxidation und die Photooxidation erwähnt. Primär erfolgen Oxidationsprozesse an ungesättigten Kohlenwasserstoff (KW) – Systemen, wie sie zum Beispiel in verschiedenen Biomembranen vorkommen (z.B. verschiedene Lipide).

Folgereaktionen dieser (per)oxidativen Prozesse und der dabei gebildeten Hydroperoxide sind die Bildung von Alkoholen, Aldehyden, Ketonen und Carbonsäuren. Auch können sich in Folge Bindungsumlagerungen und Reaktionen mit anderen Molekülen anschließen.

Viele dieser sekundären Oxidationsprodukte, z.B. von Fettsäuren, sind auch *in vivo* biologisch aktiv. (z.B.: 4-Hydroxynonenal)

Von natürlichen Antioxidantien (Phytochemikalien), spricht man, wenn diese aus Pflanzen gewonnen werden. Die wichtigste Quelle für natürliche Antioxidantien bildet vorwiegend die Gruppe Pflanzenphenole, die in verschiedensten Pflanzenteilen und –arten vorkommt [*Ho, Shahidi*].

In der Pflanze selbst ist der primäre Grund für die Anwesenheit dieser Antioxidantien deren Schutzwirkung des Pflanzengewebes vor oxidativen Schädigungen.

Im menschlichen Körper führt eine Überproduktion von aktiven Sauerstoffradikalen zu oxidativem Stress an den Zellmembranen und in speziellen Fällen auch an anderen Stellen wie zum Beispiel an der DNA. In weiterer Folge kann dies bei exzessiven Schädigungen zu verschiedensten Krankheiten führen, bzw. deren Ausbildung unterstützen und beschleunigen. (Atherosklerose, Krebs etc.) [*Richter, Frankel*].

Vielen pflanzlichen Nahrungsmitteln wird daher nicht zuletzt wegen ihres Gehaltes an verschiedenen Antioxidantien, eine zumindest vorbeugend unterstützende Wirkung gegen verschiedene Krankheiten, sowie eine positive, die Auswirkungen des Alterungsprozesses, verlangsamernde Beeinflussung zugesprochen.

In Nahrungsmitteln sind Oxidationsprozesse mit Veränderungen in Geschmack, Struktur, Farbe und dem Verlust des Nährwertes (Zerstörung von Vitaminen), bzw. mit einer in Folge einhergehender Un genießbarkeit (z.B.: ranziges Öl) verbunden. Daher werden bestimmten Nahrungsmitteln zur Verlangsamung dieser oxidativen Prozesse (Haltbarmachung), Antioxidantien beigegeben. Sehr oft handelt es sich dabei um künstliche und gesundheitlich bedenkliche Antioxidantien wie BHT (Butylhydroxytoluol) etc.

Aber auch verschiedenen anderen Produkten, die oxidativen Prozessen ausgesetzt sind, werden Antioxidantien zugesetzt (Kunststoffen, Kosmetika, etc.)

1.2.2.2 Vorkommen und chemische Struktur der Proanthocyanidine

Proanthocyanidine (PA) zählen zur großen Gruppe der pflanzlichen Phenole. PA sind polymere Verbindungen, aufgebaut aus über Kohlenstoff-Kohlenstoff Bindungen miteinander verknüpften Polyhydroxyflavan-3-ol Einheiten. Sie sind in der Pflanzenwelt weit verbreitet und stellen eine der größten Gruppen sekundärer pflanzlicher Inhaltsstoffe dar [Gabetta]. Lazarus und Mitarbeiter haben PA in verschiedenen Nahrungsmitteln und Getränken analysiert: In Traubenkernextrakten, in Erdnüssen, in Zimt, in Äpfeln, in den Samenhüllen von Mandeln, in grünem Tee, Traubensaft und Rotwein.

Traubenkerne sind eine besonders reiche Quelle für die Gewinnung von PA, aufgebaut aus drei verschiedenen Basisstrukturelementen: (+)-Catechin, (-)-Epicatechin und (-)-Epicatechin 3-O-gallat [Waterhouse] (siehe Abbildung 1). Die hohe strukturelle Vielfalt der PA aus Traubenkernen ergibt sich aus der Tatsache, dass diese Verbindungen in verschiedenen Kettenlängen vorliegen, dass die einzelnen Basisstrukturelemente über verschiedenen Kohlenstoffe miteinander verbunden sind (C-4→C-6 oder C-4→C-8) und dass diese Bindungen in unterschiedlicher Stereochemie vorliegen (siehe Abbildung 2).

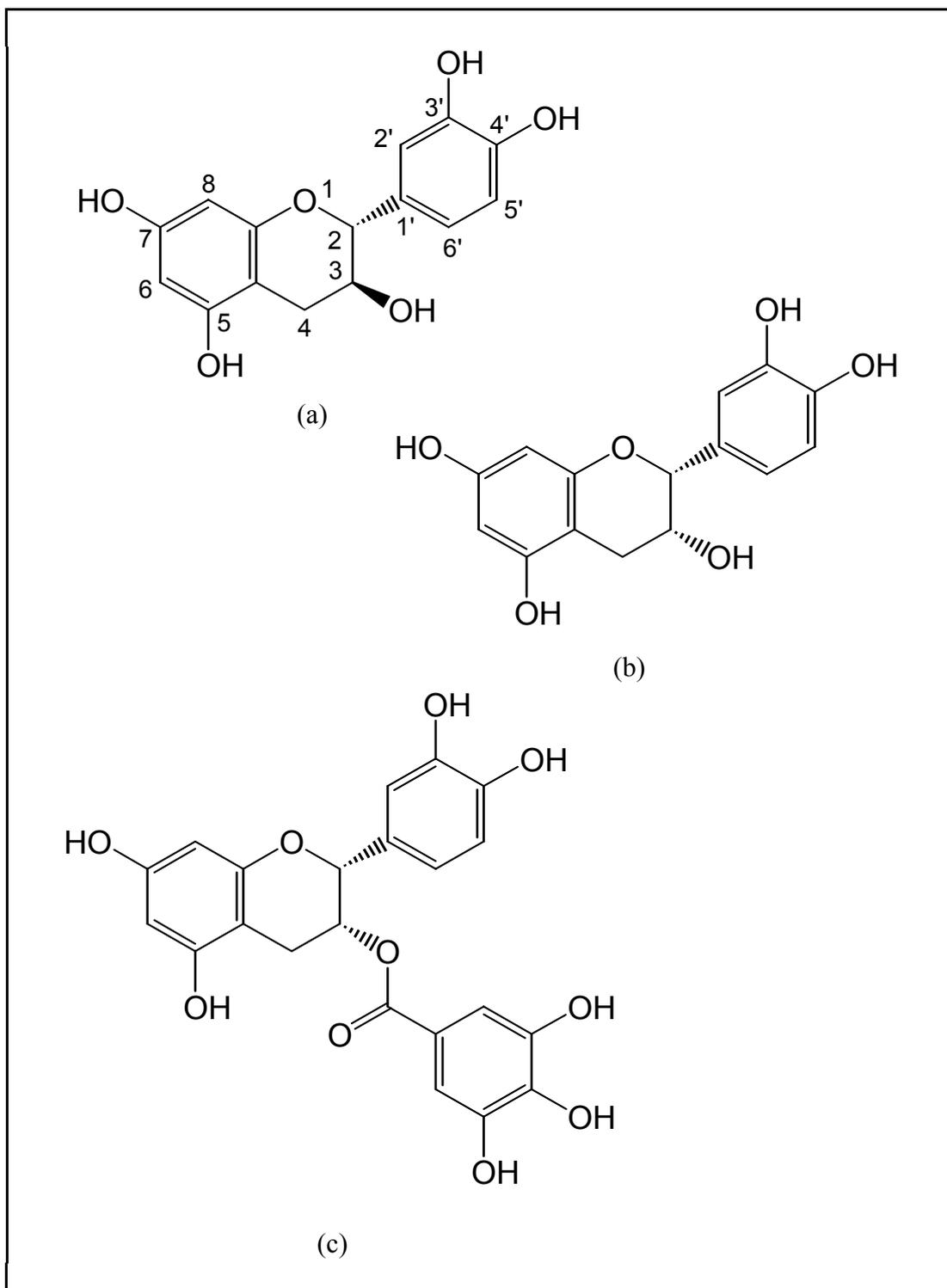


Abbildung 1: Die drei Basisstrukturelemente der Proanthocyanidine (PA) aus Traubenkernen: (a) (+)-Catechin, (b) (-)-Epicatechin, (c) (-)-Epicatechin 3-O-gallat.

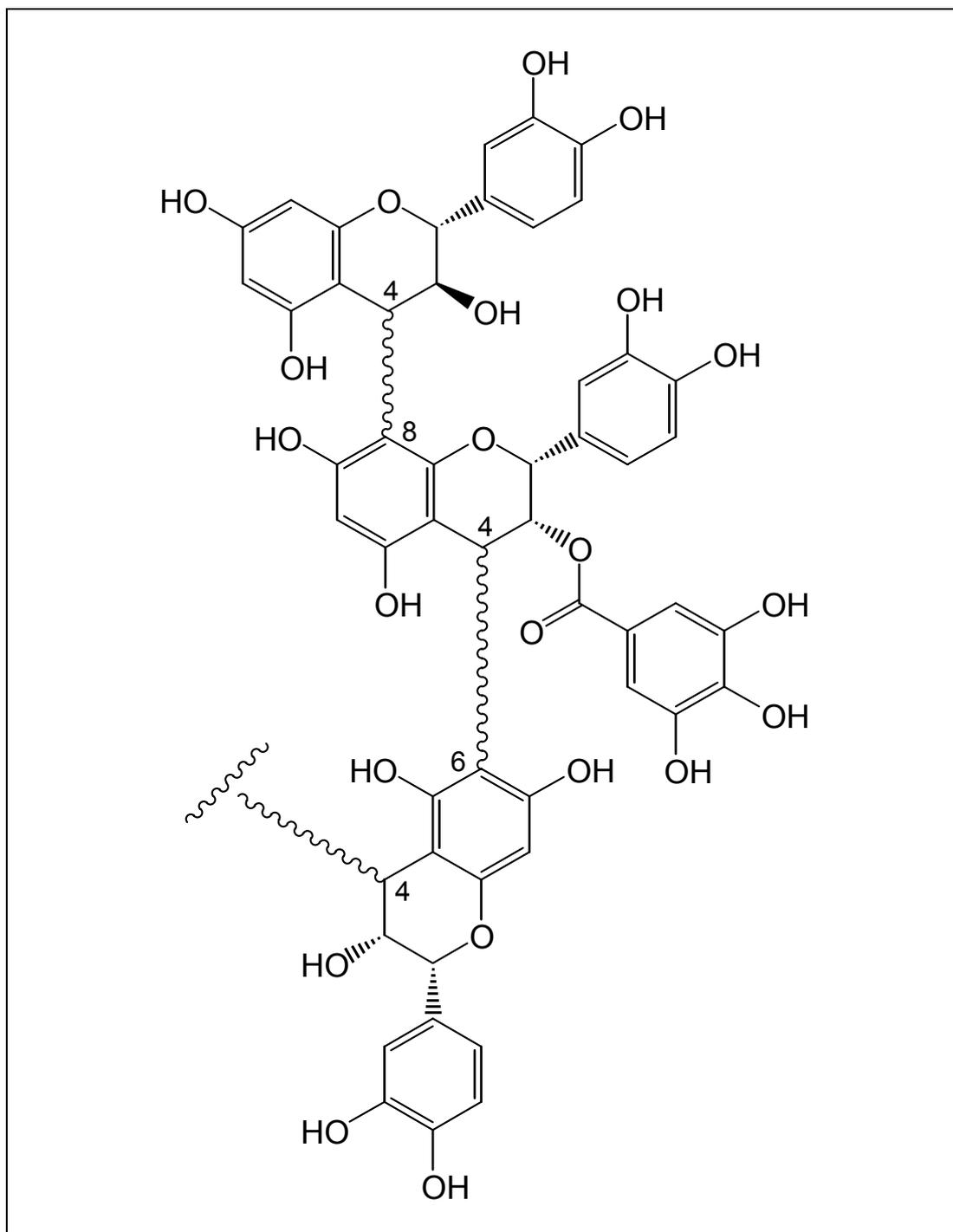


Abbildung 2: Ausschnitt aus der Struktur eines Proanthocyanidins (PA) aus Traubenkernen. Die strukturelle Vielfalt der Verbindungen basiert auf den drei verschiedenen Basisstrukturelementen (siehe auch Abbildung 2), verschiedenen Kettenlängen der Moleküle und verschiedenen Bindungen zwischen den Basisstrukturelementen.

1.2.2.3 Pharmakologische Aktivität

Eine Reihe von gesundheitsförderlichen Eigenschaften der Proanthocyanidine [Santos, Scalbert] und ein möglicher Zusammenhang der Aufnahme von Proanthocyanidinen durch Menschen – zum

Beispiel in Form von Wein – und einem geringeren Risiko an Herzkranzgefäßerkrankungen (Atherosklerose) führten in den letzten zehn Jahren zu einem erhöhten Interesse an dieser Substanzklasse (French paradox [*St. Leger, Renaud*]).

Die physiologische Aktivität der Proanthocyanidine ist das Thema zahlreicher wissenschaftlicher Arbeiten. Untersucht wurden die antioxidative Aktivität und die Eigenschaft als Radikalfänger [*Bors, Frankel, Hagerman, Kanner, Ricardo da Silva, Takahata*], die antimutagenen [*Dauer*] und die antitumorpromovierenden Eigenschaften [*Zhao*], die Inhibierung der Oxidation von LDL [*Teissedre, Yamakoshi*], entzündungshemmende [*Li*], antiallergische [*Akiyama*] und antikariöse Eigenschaften [*Michailescu*].

1.2.2.4 Die Marktlage

1.2.2.4.1 Traubenkernöl

In den westlichen Weinbauländern gilt Traubenkernöl als gefragtes Spezialöl. Dennoch produzieren nur wenige Länder in größerem Ausmaß Traubenkernöl. Dies liegt vor allem daran, dass eine gewinnbringende Erzeugung von qualitativ hochwertigem Öl nur aus frisch getrockneten Traubenkernen möglich ist. Eine vorhergehende Nutzung des Tresters zur Gewinnung von Industrialkohol durch Einwässerung und weiterer Vergärung macht eine solche Nutzung anschließend nicht mehr möglich. Die Gewinnung von Industrialkohol stellt zur Zeit jedoch nach wie vor eine Konkurrenz zur Gewinnung von Traubenkernöl als Speiseöl dar. Eine nachfolgend noch mögliche Gewinnung von Traubenkernöl zur industriellen Verwertung (z.B. Veresterung zu Biodiesel) wird zur Zeit aus Kostengründen, auf Grund der Marktlage im Speiseölsektor, noch nicht erwogen.

Das vor allem in den europäischen Ländern wie Spanien, Frankreich und Italien gewonnene Traubenkernöl wird meist in einem Warmpressvorgang oder durch eine damit kombinierte Extraktion hergestellt und ist damit erst nach darauffolgender Aufbereitung (chemische und/oder physikalische Reinigung) durch Raffinationsprozesse als Speiseöl vermarktbar. Dabei verliert das Öl jedoch einen Großteil seiner charakteristischen Eigenschaften (Geruch, Geschmack, ...). Die Endverbraucherpreise eines solchen Öls schwanken zwischen 3 und 6 € je Liter und lassen somit nur eine Produktion im großen Maßstab als gewinnbringend erscheinen.

Traubenkernöle dieser Qualität werden auf Grund des spezifischen Ölsäureprofils des Traubenkernöls im Non-Foodbereich in der Kosmetik (Massage- oder Hautöl) eingesetzt.

Ein Nischenprodukt stellt kaltgepresstes Traubenkernöl dar, welches sich auf Grund seines charakteristischen Geruches und der hochwertigen Qualität als Spezialöl im Speisebereich einsetzen lässt. Eine Ausnahmestellung mit großem Marktpotenzial bietet die Gewinnung von kaltgepresstem Speiseöl aus Trauben biologischen Anbaus. Hier gibt es zur Zeit weltweit nicht einmal eine Hand voll Kleinanbieter die sich in einem Markt mit zum Teil sehr hohem Preisniveau bewegen. Für die beiden letzten Öllarten ist das Preisniveau beim Endverbraucher je nach Qualität in einem Bereich von über 14 € / Liter bis hin zum Doppelten angesiedelt.

1.2.1.1.1 Weitere Produkte

Zur Zeit werden aus den Trester neben Industrialkohol folgende Nicht-Genussmittel-Produkte (Non-Food-Products) mit unterschiedlichem wirtschaftlichen Potential gewonnen.

Es sind dies phenolische Gesamtextrakte aus vorwiegend roten Traubentrestern sowie die speziellen Antioxidantien Resveratrol und die Gruppe der Anthocyanidine (OPC). Vor allem die OPC Extrakte haben im laufenden Jahr auf Grund neuer Forschungsergebnisse den Weg in die Nahrungsmittelergänzungs- sowie Kosmetikbranche gefunden. Die Kosmetikindustrie setzt seit dem Jahr 2002 OPC- (Traubenkern-) Extrakte in diversen Hautcremes und Lotions ein.

Als weiteres nennenswertes Produkt wird Weinsäure für die chemische und Genussmittelindustrie heutzutage vor allem aus Tresterückständen gewonnen. Produzierende Länder sind in diesem Bereich vor allem Italien, Spanien, Frankreich und Chile.

Als Gesamtfraktion wird der Traubentrestler zur Zeit bereits vereinzelt, auch in Kombination mit Schlamm-packungen, im Wellnessbereich zur Hautpflege eingesetzt.

2 Problemstellung und angestrebte Ergebnisse

Der Weinbau und die Weingewinnung stellen in Gegenden der Süd-, Ost- und Weststeiermark einen wichtigen wirtschaftlichen Faktor dar. Der bei der Weingewinnung anfallende Traubentrester wird in der Steiermark in den meisten Fällen jedoch derzeit noch als biogener „Abfallstoff“ betrachtet und nach Kompostierung wieder in den Weinbergen ausgebracht.

Im Rahmen einer Vorstudie zum Thema wurde bereits die Möglichkeit aufgezeigt aus dem „Rest- bzw. Abfallstoff“ Traubentrester auch in der Steiermark „Wertstoffe“ (Added Value) zu gewinnen [Böchzelt] – nach Abtrennung der Traubenkerne aus dem Trester kann in einer Koppelnutzungskaskade aus diesem zuerst durch Pressung Traubenkernöl gewonnen werden. Aus dem bei der Pressung anfallendem Presskuchen werden in einem weiteren Schritt durch Extraktion eine als Proanthocyanidine bezeichnete Substanzgruppe mit gesundheitsförderlichen Eigenschaften (antioxidative Aktivität) erhalten.

Die untenstehende Abbildung soll einen Überblick über die vielfältigen, bei der Verwertung von Traubentrester anfallenden, Stoffströme geben.

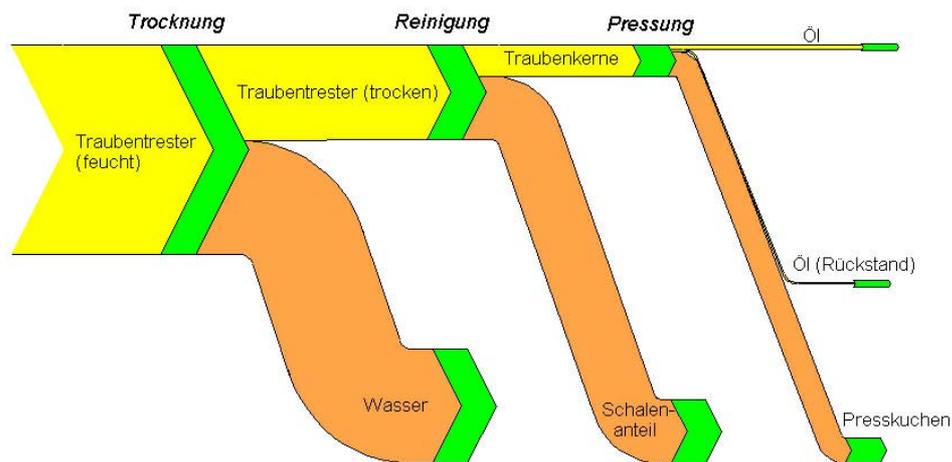


Abbildung 3: Übersicht über mögliche Stoffströme in der Traubentresterwertung [Böchzelt II]

Das in der Vorstudie vorgestellte Potenzial zur Nutzung des Traubentresters in der Steiermark soll in der vorliegenden Studie anhand der im Folgenden aufgelisteten Punkte konkretisiert werden:

- Die Ermittlung des Einflusses traubensortenspezifischer Unterschiede auf die Gewinnung von Traubenkernöl und Proanthocyanidinen. Diese ist von Bedeutung, da im steirischen Weinbau eine hohe Sortenvielfalt vorliegt (siehe 1.1.).
- Das Einholen von Information zum Vorhandensein der zur Verarbeitung von großen Mengen an Traubentrester erforderlichen technologischen Gegebenheiten zur Trocknung, Reinigung und Verpressung der Traubenkerne.
- Die Untersuchung des Einflusses der Lagerzeit des Tresters auf die Gewinnung von Traubenkernöl/Proanthocyanidinen, da bei der Verarbeitung von großen

Mengen an Traubentrester mit längeren Lagerzeiten der Trester gerechnet werden muss.

- Der Einfluss verschiedener Presstechnologien auf die Qualität des gewonnenen Traubenkernöls und auf die Eignung des anfallenden Presskuchens zur Extraktion der Proanthocyanidine. (Kaskadennutzung)
- Die Darstellung von Stoffströmen zur gleichzeitigen Gewinnung von Traubenkernöl und Proanthocyanidinen als Basis wirtschaftlicher Betrachtungen.

3 Material und Methoden

3.1 Literatur- und Patentrecherche

Die Recherchen wurden mittels SciFinder[®], dem Science Citation Index, der amerikanischen und der europäischen Patentdatenbank, sowie mittels verschiedenen anderen öffentlichen Datenbanken im WWW durchgeführt.

3.2 Proben, Probennahme und Probenaufbewahrung

Für die im Rahmen dieses Berichts durchgeführten Versuche wurden Traubentrestersproben von sieben verschiedenen Traubensorten verwendet: Chardonnay (weiß), Muskateller (weiß), Sauvignon Blanc (weiß), Rheinriesling (weiß), Schilcher (rot), Welschriesling (weiß) und Zweigelt (rot).

Die Proben Welschriesling und Zweigelt (1) wurden vom Weingut *Karl Strauss (vulgo „Schopper“, Gamlitz)*, die Proben Chardonnay, Muskateller, Rheinriesling, Sauvignon Blanc und Zweigelt (2) wurden von der Fachschule Silberberg (Leibnitz) und die Probe Schilcher wurde von der Land- und Forstwirtschaftliche Fachschule (LFS) Stainz zur Verfügung gestellt. Wir möchten uns an dieser Stelle für die Unterstützung der Fa. Strauss, der Fachschule Silberberg und der LFS Stainz herzlich bedanken.

Die Proben wurden im Oktober 2001 dem Produktionsprozess zur Gewinnung von Traubensaft (Wein) zum größten Teil direkt nach der Pressung entnommen und noch am selben Tag entweder zur Trocknung gebracht oder in luftdicht verschlossenen Gefäßen zur Lagerung bei -50 °C tiefgefroren (siehe 3.3.1.). Mit einem Teil des Traubentresters der Sorte Schilcher (Blaue Wildbacher) wurde in Zusammenarbeit mit Herrn DI Albrecher (LFS Stainz) Lagerungsversuch durchgeführt (siehe 3.3.2.). Dafür und für das zur Verfügungstellen der Schilchertrester möchten wir uns an dieser Stelle herzlich bedanken.

3.3 Technologie

3.3.1 Probenvorbereitung - Reinigung und Trocknung des Tresters

3.3.1.1 Großversuch

Die Trocknung und Reinigung der je ca. 800 kg Traubentrestersproben der Sorten Schilcher (mit Ausnahme der Proben aus den Lagerungsversuchen, siehe 3.3.2.), Welschriesling und Zweigelt (1) wurde bei der Produktionsgemeinschaft Sämereien Oststeiermark (PSO) durch Herrn Ing. Helmut Buchgraber durchgeführt. Für die Unterstützung durch Herrn Ing. Buchgraber möchten wir uns an dieser Stelle herzlich bedanken.

Geräte:

- Trocknung: Kipprost- Flachrosttrocknungsanlage, indirekt; PSO (Eigenbau)
- Reinigung: Sämereinigungsanlage FAU 1000, Fa. Westrup, Deutschland.

Die aus der Trocknung und Reinigung der Trestersproben erhaltenen Traubenkerne wurden trocken und lichtgeschützt bei Raumtemperatur gelagert.

3.3.1.2 Kleinversuche

Die Traubentresterproben Chardonnay, Muskateller, Rheinriesling, Sauvignon Blanc und Zweigelt (2) wurden nach der Probennahme in luftdichte Behältnisse abgefüllt und bei -50 °C gelagert. Unmittelbar vor den Analysen wurden diese Proben bei Raumtemperatur aufgetaut. Anschließend wurden die Traubenkerne manuell von den Schalen- und Fruchtfleischanteilen getrennt.

3.3.2 Lagerungsversuche

Nach der Abpressung des Traubensaftes wurde Traubentrester der Traubensorte Schilcher im Freien, in Mengen von mehreren Tonnen auf Betonplatten beschattet gelagert (Oktober 2001). In den in der Tabelle 4 angeführten zeitlichen Abständen wurden dem so gelagerten Traubentrester aus der Tiefe Stichproben entnommen, welche anschließend in luftdicht geschlossenen Gefäßen bei -50 °C gelagert wurden. Unmittelbar vor den Analysen wurden diese Proben bei Raumtemperatur aufgetaut und die Traubenkerne wurden manuell von den Schalen- und Fruchtfleischanteilen getrennt und verschiedene Untersuchungen durchgeführt.

Probenbezeichnung	Zeitpunkt der Probenentnahme [h]*
Schilcher/Lagerungsversuch/1	0
Schilcher/Lagerungsversuch/2	6
Schilcher/Lagerungsversuch/3	12
Schilcher/Lagerungsversuch/4	24
Schilcher/Lagerungsversuch/5	30
Schilcher/Lagerungsversuch/6	48
Schilcher/Lagerungsversuch/7	55

Tabelle 4: Daten zum Lagerungsversuch mit Traubentrester aus Schilcher (* der Beginn des Lagerungsversuch ist mit 0 h definiert).

3.3.3 Pressversuche

Die Versuche wurden nach zwei grundsätzlich unterschiedlichen Methoden durchgeführt, die der Schneckenpressung und der Stempel (Zylinder-, Seiher-, Filter-) presse. Während erstere Methode zu warmgepresstem Öl führt, wird die zweite Art der Pressmethodik zur Gewinnung von sogenannten kaltgepressten Ölen angewendet.

3.3.3.1 Schneckenpresse

Die verwendete Schneckenpresse wurde von Herrn Ing. H. Pelzmann (Landwirtschaftliches Versuchszentrum, Referat Spezialkulturen, Wies, Stmk.) zur Verfügung gestellt, wofür wir uns bei ihm an dieser Stelle bedanken möchten.

3.3.3.1.1 Technische Daten

Gerätetyp:

Schneckenpresse KOMET CA 59 G, Bj. 1996, IBG Monforts, Oekotec GmbH & Co. KG, Mönchengladbach, Deutschland

Kapazität in [kg] Material/Stunde (je nach Art und Schüttgewicht des Pressgutes)	5 bis 8
Elektrische Leistung in [kW]	max. 1,1
Gewicht in [kg]	80
Abmessungen in [mm]	
Länge	700
Breite	300
Höhe	400

Tabelle 5: Technische Daten zur Schneckenpresse KOMET CA 59 G



Abbildung 4: Schneckenpresse KOMET CA 59 G

3.3.3.1.2 Bedingungen zu den Pressversuchen

Die Versuche wurden mit dem Presseinsatz 8 durchgeführt. Die Temperatur an der Außenseite des Presskopfes betrug etwa 100 °C.

Pressversuche wurden mit Traubenkernen durchgeführt, die durch Trocknung und Aufreinigung der nachstehenden Tresterproben [eingesetzte Menge] erhalten wurden (siehe 3.3.1.):

- Schilcher [580 g]
- Welschriesling [690 g]
- Zweigelt (1) [470 g]

3.3.3.2 Stempel­presse – Vorversuche

Diese Versuchsreihe konnte bei der Fa. Fimbinger, Kalsdorf/Feldkirchen, durchgeführt werden, wofür wir uns an dieser Stelle bedanken möchten.

3.3.3.2.1 Technische Daten

Gerätetyp:

Eigenbau, Fa. Fimbinger

Die folgenden technischen Werte unterliegen dem Betriebsgeheimnis der Fa. Fimbinger.

Betriebsdruck [bar]	
Druckkraft [t]	
Kolbendurchmesser [mm]	

Tabelle 6: Technische Daten zur hydraulischen Presse der bei den Vorversuchen verwendeten Stempel­presse.

Innendurchmesser [mm]	
Außendurchmesser [mm]	
Höhe [mm]	
Lochraster [mm]	
Lochdurchmesser [mm]	

Tabelle 7: Angaben zu den Dimensionen des Stempels der bei den Vorversuchen verwendeten Stempel­presse.



Abbildung 5: Stempelpresse Vorversuch – Eigenbau Fimbinger

3.3.3.3 Stempelpresse – Hauptversuchsreihe

Diese Versuche wurden in Kooperation mit einem italienischen Pressenhersteller auf Vermittlung der Firma Fimbinger durchgeführt, wofür wir uns an dieser Stelle herzlich bedanken.

3.3.3.3.1 Technische Daten

Gerätetyp: Mehrkolben Zylinderpresse

Die folgenden technischen Werte unterliegen dem Betriebsgeheimnis der Fa. Fimbinger.

Kolbendurchmesser [mm]	
Kolbendruck [bar]	
Presskammer-Durchmesser [mm]	
Presskammerhöhe [mm]	
Presskammervolumen [l]	
Spezifische Kraft auf das Pressgut [kg/cm ²]	

Tabelle 8: Technische Daten zur Zylinderpresse

Die Presskammer der Versuchspressen ist elektrisch beheizbar (300 Watt) und kann auf eine Temperatur von bis zu 80 °C aufgeheizt werden.

3.3.3.3.2 Bedingungen zu den Pressversuchen

Pressversuche wurden mit Traubenkernen durchgeführt, die durch Trocknung und Aufreinigung der nachstehenden Tresterproben (Großversuche) erhalten wurden (siehe 3.3.1.):

- Schilcher
- Welschriesling
- Zweigelt (1)

Die Proben wurden unterschiedlich für die Pressung vorbereitet (siehe Tabelle 7). Es wurden je 800 g der Proben verarbeitet. Die Parameter zu den einzelnen Versuchen werden in der nachfolgenden Tabelle aufgelistet:

Traubenkernsorte	Zustand des Ausgangsprodukts	Spezifischer max. Pressdruck [kg/cm ²]	Versuchsdauer [min]	Pressen-temperatur [°C]
Schilcher	ganze Kerne	816	15	77
	fein gemahlen	816	21	75
Welschriesling	ganze Kerne	816	25	74
	grob gebrochen	816	20	40
	fein gemahlen	816	20	65
Zweigelt	ganze Kerne, vorgetrocknet	816	15	50

Tabelle 9: Versuchsparameter zu den Pressversuchen mit der Zylinderpresse.

3.4 Analytik

3.4.1 Allgemeine Parameter und Ölanalytik

3.4.1.1 Feuchtigkeitsgehalt

Geräte:

- Trockenschrank
- Becherglas (50 ml)
- Analysenwaage

Durchführung:

1 g (auf 1 mg genau) der Probe wird eingewogen. Die eingewogene Probe wird nun im Trockenschrank bei 80 °C getrocknet. Die Trocknung erfolgt solange bis eine Gewichtskonstanz der Probe (auf 1 mg genau) festgestellt werden kann. Aus der Differenz von Ein- und Auswaage ergibt sich schließlich der Feuchtigkeitsgehalt der Probe.

3.4.1.2 Feststoffgehalt in Ölen

Geräte:

- Wasserstrahlpumpe
- Saugflasche (500 ml)
- Büchnertrichter (innerer Durchmesser 45 mm)
- Filterpapier MN 615 (Macherey-Nagel, Düren, Deutschland)
- Zentrifuge

Durchführung:

Aus 100 g (Einwaage auf 0,1 g genau) werden die Feststoffe durch Zentrifugieren (3200 U/min) und anschließender Vakuumfiltration abgetrennt. Das filtrierte Öl wird abgewogen und der Gehalt an Feststoffen aus der Differenz zur Menge der eingesetzten Ölprobe berechnet.

3.4.1.3 Ölgehalt in den Traubenkernen

Chemikalien:

- Petrolether, Siedebereich 40-60 °C, Destillationsrückstand nicht mehr als 2 mg/100 ml (Plomer, Graz).
- Wasser (destilliert)
- Flüssiger Stickstoff

Geräte:

- Soxhlet-Extraktionsapparatur inklusive Heizpilz, Rundkolben (250 ml), Kühler und Extraktionshülse
- Analysenwaage
- Magnetrührer/Rührstab
- Kontaktthermometer
- Trockenschrank
- Schneidmühle
- Rotavapor
- Exsikkator
- Bechergläser (50 und 100 ml)
- Trichter

Durchführung:

5 g der Analysenprobe werden auf 1 mg genau eingewogen. Die Probe wird in ein 100 ml Becherglas überführt und nach Zugabe von 50 ml Wasser wird die Mischung bei 40 °C (Kontaktthermometer) 1 h lang gerührt (Magnetrührer/Rührstab, 100 U/min). Die überstehende Lösung wird dekantiert, die verbleibende Probe wird in ein 50 ml Becherglas überführt, 2 h bei 80 °C im Trockenschrank getrocknet und nach dem Abkühlen im Exsikkator gewogen. Die Probe wird

weitere 10 min getrocknet und erneut nach dem Abkühlen gewogen. Die Differenz zur vorangegangenen Wägung soll nicht mehr als 10 mg betragen. Andernfalls werden Trocknung und Wägung wiederholt. Die Probe wird nach Zugabe von etwas flüssigem Stickstoff in einer Schneidmühle homogenisiert. Der zunächst bei 103 ± 2 °C getrocknete Rundkolben der Extraktionsapparatur wird nach dem Abkühlen im Exsikkator auf 1 mg genau gewogen und an die Apparatur angeschlossen. Die Extraktionshülse wird in das Zwischenstück der Extraktionsapparatur eingesetzt und die homogenisierte Probe mit Hilfe eines Trichters in die Extraktionshülse überführt. Um alle Probeteilchen quantitativ zu überführen wird das Mahlgefäß der Schneidmühle sorgfältig mit etwa 50 ml Petrolether nachgespült. Nach Zugabe von weiteren etwa 20 ml Petrolether in die Extraktionsapparatur wird der Kühler an die Extraktionsapparatur angeschlossen und die Apparatur auf einen Heizpilz gesetzt. Das Lösungsmittel wird zum heftigen Sieden gebracht. Die Probe wird vom Siedebeginn des Lösungsmittels an gerechnet 4 h lang extrahiert. Nach dem Abkühlen wird das Lösungsmittel am Rotovapor bei 40 °C entfernt. Der Kolben mit dem Öl wird 2,5 h lang bei 103 ± 2 °C im Trockenschrank getrocknet und nach dem Abkühlen im Exsikkator gewogen. Die Probe wird weitere 10 min getrocknet und erneut nach dem Abkühlen gewogen. Die Differenz zur vorangegangenen Wägung soll nicht mehr als 10 mg betragen. Andernfalls sind Trocknung und Wägung zu wiederholen.

Berechnung:

Der Ölgehalt w in g/100 g der Analysenprobe wird nach folgender Formel berechnet:

$$w = (A-T) \cdot 100/E$$

A Gewicht des Kolbens mit Öl in g;

T Gewicht des leeren Kolbens in g;

E Einwaage der Probe.

3.4.1.4 Restölgehalt im Presskuchen

Chemikalien:

Siehe 3.4.1.2

Geräte:

Siehe 3.4.1.2

Durchführung:

5 g der Analysenprobe werden auf 1 mg genau eingewogen. Die Probe wird in ein 100 ml Becherglas überführt und nach Zugabe von 50 ml Wasser wird die Mischung bei 40 °C (Kontaktthermometer) 1 h lang gerührt (Magnetrührer/Rührstab, 100 U/min). Die überstehende Lösung wird dekantiert, die verbleibende Probe wird in ein 50 ml Becherglas überführt, 2 h bei 80 °C im Trockenschrank getrocknet und nach dem Abkühlen im Exsikkator gewogen. Die Probe wird weitere 10 min getrocknet und erneut nach dem Abkühlen gewogen. Die Differenz zur vorangegangenen Wägung soll nicht mehr als 10 mg betragen. Andernfalls werden Trocknung und Wägung wiederholt. Die Probe wird nach Zugabe von etwas flüssigem Stickstoff in einer Schneidmühle homogenisiert. Der zunächst bei 103 ± 2 °C getrocknete Kolben der Extraktionsapparatur wird nach dem Abkühlen im Exsikkator auf 1 mg genau gewogen und an die Apparatur angeschlossen. Die Extraktionshülse wird in das Zwischenstück der Extraktionsapparatur eingesetzt und die homogenisierte Probe mit Hilfe eines Trichters in die Extraktionshülse überführt. Um alle Probeteilchen quantitativ zu überführen wird das Mahlgefäß der Schneidmühle sorgfältig mit etwa 50 ml Petrolether nachgespült. Nach Zugabe von weiteren etwa 20 ml Petrolether in die Extraktionsapparatur wird der Kühler an die Extraktionsapparatur

angeschlossen und die Apparatur auf einen Heizpilz gesetzt. Das Lösungsmittel wird zum heftigen Sieden gebracht. Die Probe wird vom Siedebeginn des Lösungsmittels an gerechnet 6 h lang extrahiert. Nach dem Abkühlen wird das Lösungsmittel am Rotovapor bei 40 °C entfernt. Der Kolben mit dem Öl wird 2,5 h lang bei 103±2 °C im Trockenschrank getrocknet und nach dem Abkühlen im Exsikkator gewogen. Die Probe wird weitere 30 min getrocknet und erneut nach dem Abkühlen gewogen. Die Differenz zur vorangegangenen Wägung soll nicht mehr als 1 mg betragen. Andernfalls sind Trocknung und Wägung zu wiederholen.

Berechnung:

Siehe 3.1.4.3

3.4.1.5 Gehalt an freien Fettsäuren

Chemikalien:

- Ethanol (technische Qualität)
- Diethylether (Merck, Darmstadt, Deutschland)
- 0,1 M Lösung von Kaliumhydroxid in Ethanol (Merck, Darmstadt, Deutschland)
- 1%ige Phenolphthalein-Lösung (Merck, Darmstadt, Deutschland) in Ethanol

Geräte:

- Laborwaage
- Titriergefäß (250 ml)
- Bürette

Durchführung:

70 ml Ethanol/Diethylether (1:1, v/v) werden in einem Titriergefäß mit drei Tropfen einer 1%igen Phenolphthalein-Lösung in Ethanol versetzt und die Lösung bis zum Farbumschlag (von farblos nach zart rosa) mit einer 0,1 M Lösung von Kaliumhydroxid in Ethanol vortitriert.

Nach Zugabe von (2-5 g, Einwaage auf 0,01 g genau) der Probe wird abermals bis zum Farbumschlag titriert.

Berechnung:

Der Gehalt an freien Fettsäuren in der Probe wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$[\text{Gehalt an freien Fettsäuren (\%)}] = a \cdot 280 / 100 \cdot E$$

a = ml an Verbrauch der 0,1 M Lösung von Kaliumhydroxid in Ethanol

280 = Molekülmasse der Ölsäure

E = Einwaage der Probe in g

3.4.1.6 Fettsäurezusammensetzung

Chemikalien:

- 0,5 M methanolische NaOH-Lösung

- Bortrifluorid-Methanol-Komplex (RdH)
- n-Hexan (p.a., Merck)
- Na₂SO₄ (wasserfrei, technisch, RdH, Seelze, Deutschland)
- NaCl (technische Qualität)

Geräte:

- Gaschromatograph HP 5890 Serie II mit integriertem
Flammenionisationsdetektor.

Durchführung:

Etwa 100 - 200 mg (Einwaage auf 0,1 mg genau) Probe werden mit 4 ml einer 0,5 M methanolischen NaOH-Lösung versetzt und die Lösung wird 10 min unter Rückfluss erhitzt. Der siedenden Lösung werden 5 ml einer 20%igen methanolischen Lösung des Bortrifluorid-Methanol-Komplexes zugegeben und die Lösung wird weitere 2 min unter Rückfluss erhitzt. Nach Abkühlen werden der Lösung 5 ml n-Hexan zugegeben, die Mischung wird geschüttelt und mit etwa 20 ml gesättigter wässriger NaCl-Lösung versetzt. Die Hexan-Phase wird abgetrennt, über Na₂SO₄ getrocknet und mittels Gaschromatographie gekoppelt mit einem Flammenionisationsdetektor vermessen.

Bedingungen zur Gaschromatographie:

- Säule: HPFFAP 30 m x 0,2 mm, Schichtdicke 0,33 µm
- Injektortemperatur: 220 °C
- Detektortemperatur: 250 °C
- Temperaturprogramm: mit 5 °C/min von 150 auf 220 °C

3.4.1.7 Iodzahl

Die Iodzahl wurde anhand der Ergebnisse aus der Bestimmung der Fettsäurezusammensetzung nach folgender Gleichung berechnet [*A.O.C.S. Official Method Cd 1c-85*]:

Iodzahl [g Iod / 100 g] = Gehalt an Ölsäure [%] · 0,860 + Gehalt an Linolsäure [%] · 1,732 + Gehalt an Linolensäure [%] · 2,616

3.4.1.8 Phosphorgehalt

Reagenzien:

- 0,15%ige wässrige Hydrazinsulfat-Lösung
- Ammoniummolybdat-Lösung:

In einem 1000 ml Becherglas werden zu 500 ml Wasser 225 ml konzentrierte Schwefelsäure langsam und unter ständigem Rühren zugegeben. Das Becherglas muss dazu in einem Eisbad stehen. Wenn die verdünnte Säure auf Raumtemperatur abgekühlt ist, gibt man 20 g Ammoniummolybdat zu. Im Maßkolben auf 1000 ml mit Wasser auffüllen.

- Molybdathydrazin-Reagenz

250 ml der Ammoniummolybdatlösung werden in einen 1000 ml Maßkolben pipettiert. 100 ml Hydrazinsulfatlösung werden zugeben und auf 1000 ml mit Wasser verdünnt.

- Schwefelsäure (im Verhältnis 1:10) mit Wasser verdünnt

Geräte:

- Porzellantiegel (Durchmesser 6 cm)
- Muffelofen
- Maßkolben (100 ml, 1000 ml)
- Spectrophotometer U-3501 (Hitachi, Tokyo, Japan)
- Küvetten (aus Quarzglas SUPRASIL[®], Schichttiefe 10,00 mm, Hellma)

Durchführung:

Zum Probenaufschluss werden $2 \pm 0,2$ g ZnO in einem Porzellantiegel (Durchmesser 6 cm) kegelförmig angehäuft, 1 ml Probe in das ZnO eingebettet und mit weiteren 0,2 g ZnO bedeckt. Nach 5 min wird die Mischung mittels eines Bunsenbrenners zum Entzünden gebracht und weiter bis zur völligen Verkohlung erhitzt. Der Tiegel wird für 10 min bei 650 °C in den Muffelofen gestellt. Nach dem Abkühlen wird das Gemisch im Tiegel mit dem Spatel aufgelockert und der Tiegel wieder für 5 min in den Muffelofen gestellt. Nachdem der Tiegel abgekühlt ist wird das Gemisch im Tiegel bei etwa 50 °C in 25 ml Schwefelsäure (im Verhältnis 1:10 mit Wasser verdünnt) gelöst, die filtrierte Lösung in einem 100 ml Maßkolben mit 50 ml des Molybdathydrazin-Reagenz versetzt und der Maßkolben bis zur Markierung mit Wasser aufgefüllt. Die Lösung wird 25 min auf 85 °C erwärmt. Nach dem Abkühlen der Lösung wird ihre Extinktion von Licht einer Wellenlänge von etwa 820 nm bestimmt. Das exakte Absorptionsmaximum wird zuvor während einer Kalibration mit Kaliumhydrogenphosphat-Lösungen verschiedener Konzentrationen bestimmt.

3.4.2 Analyse der Proanthocyanidine

3.4.2.1 Extraktion

Chemikalien:

- Essigsäureethylester (technische Qualität, mittels 5%iger Natriumcarbonat-Lösung gewaschen, über Calciumchlorid getrocknet und bei Normaldruck destilliert, Plomer Graz).
- Wasser (destilliert)
- Natriumsulfat (wasserfrei, technisch, RdH, Seelze, Deutschland)
- Petrolether (technische Qualität, Plomer, Graz)
- Calciumchlorid (technische Qualität)

Geräte:

- Analysenwaage

- Schüttelapparatur
- Zentrifuge
- Rotavapor
- Erlenmeyer-Kolben (250 ml) mit entsprechendem Stopfen
- Trichter
- Faltenfilter MN 615^{1/4} (Macherey-Nagel, Düren, Deutschland)

Durchführung:

Etwa 60 g der Probe (Traubenkerne oder Presskuchen) werden nach Zugabe von etwas flüssigem Stickstoff in einer Schneidmühle homogenisiert. 50 g (Einwaage auf 1 mg genau) der homogenisierten Probe werden in einem Erlenmeyer-Kolben mit 100 ml Essigsäureethylester versetzt. Die Mischung wird mit Stickstoff überlagert, der Kolben wird luftdicht verschlossen und 16 h auf einer Schüttelapparatur geschüttelt (130 U/min). Anschließend wird die überstehende Lösung dekantiert, filtriert und über Natriumsulfat getrocknet. Die Mischung wird ein weiteres Mal gefiltert und am Rotavapor (T_{max}=40 °C) eingedunstet. Aus der konzentrierten Lösung werden durch Zugabe des ungefähr fünffachen Volumens an Petroether die Proanthocyanidine ausgefällt. Die Mischung wird zentrifugiert (3200 U/min, 10 min), die überstehende Lösung dekantiert, der Rückstand im Exsikkator über Calciumchlorid getrocknet und anschließend gewogen (auf 1 mg genau).

3.4.3 Bestimmung des Totalphenolgehalts nach Folin-Ciocalteu

3.4.3.1 Bedingungen zur kolorimetrischen Bestimmung

Chemikalien:

- Wasser (für die Chromatographie, Merck, Darmstadt, Deutschland)
- Ethanol (absolut, p.a., RdH, Seelze, Deutschland)
- Folin-Ciocalteu's Phenolreagens (2 N in Bezug auf den Säuregehalt, Fluka, Steinheim, Deutschland)
- Natriumcarbonat-10-hydrat (zur Analyse, Merck, Darmstadt, Deutschland)

Geräte:

- Spectrophotometer U-3501 (Hitachi, Tokyo, Japan)
- Transferpetten
- Maßkolben (10 ml)
- Küvetten (aus Quarzglas SUPRASIL[®], Schichttiefe 10,00 mm, Hellma)

Durchführung:

10 mg der nach 3.4.2.1. erhaltenen Probe werden in Wasser/Ethanol (9:1, v/v) gelöst, sodass das Gesamtvolumen der Lösung 10 ml beträgt. Die Lösung wird filtriert und das Filtrat im Verhältnis

1:10 mit Wasser/Ethanol (9:1, v/v) verdünnt. 0,2 ml der so hergestellten Lösung werden in einer Quarzküvette mit 1 ml Folin-Ciocalteu's Phenolreagens, welches zuvor mit destilliertem Wasser im Verhältnis 1:10 verdünnt worden ist, und 0,8 ml einer 7,5%igen wässrigen Natriumcarbonatlösung vermischt. Die Lösung wird 30 min bei etwa 22 °C stehengelassen. Anschließend wird die Extinktion der Lösung von Licht einer Wellenlänge von 765 nm mittels eines Photometers bestimmt.

3.4.3.1.1 Kalibrierung

Chemikalien:

- Gallussäure Monohydrat (3,4,5-Trihydroxy-benzoesäure Monohydrat, purum, > 98 %, Fluka, Buchs, Schweiz)
- Wasser (für die Chromatographie, Merck, Darmstadt, Deutschland)
- Ethanol (absolut, p.a., RdH, Seelze, Deutschland)
- Folin-Ciocalteu's Phenolreagens (2 N in Bezug auf den Säuregehalt, Fluka, Steinheim, Deutschland)
- Natriumcarbonat-10-hydrat (zur Analyse, Merck, Darmstadt, Deutschland)

Geräte:

- Analysenwaage
- Transferpetten
- Maßkolben (10 ml)

Durchführung:

110 mg (Einwaage auf 0,1 mg genau) Gallussäure Monohydrat werden in Wasser/Ethanol, 9:1, v/v, gelöst, sodass das Gesamtvolumen der Lösung 10 ml beträgt. Diese Lösung wird zweimal in Folge im Verhältnis von je 1:10 mit Wasser/Ethanol, 9:1, v/v, verdünnt. Man erhält so eine Lösung, deren Konzentration an Gallussäure 100 mg/ml beträgt. Diese Lösungen werden in vier verschiedenen Verdünnungen (siehe Tabelle 10) in einer Quarzküvette mit 1 ml Folin-Ciocalteu's Phenolreagens (1:10 mit Wasser verdünnt, siehe 3.4.2.2.1.) und 0,8 ml einer 7,5%igen wässrigen Natriumcarbonat-Lösung vermischt. Die Lösungen werden 30 min bei etwa 22 °C stehengelassen und anschließend nach den unter 3.4.2.2.1. beschriebenen Bedingungen vermessen.

Lösung #		1	2	3	4
Zugabe an ... [ml]	Lösung C	0,05	0,1	0,15	0,2
	H ₂ O/EtOH, 9:1, v/v	0,15	0,1	0,05	-
	Folin-Ciocalteu's Phenolreagens(1:10 mit H ₂ O verdünnt)	1	1	1	1
	7,5%ige wässrige Na ₂ CO ₃ -Lösung	0,8	0,8	0,8	0,8
Konzentration an Gallussäure [mg/l] (die Zugabe des Folin-Ciocalteu's Phenolreagens und der Na ₂ CO ₃ -Lösung bleiben unberücksichtigt)		25	50	75	100

Tabelle 10: Daten zur Erstellung der Kalibrationsgeraden mit Gallussäure

3.4.3.1.2 Berechnung

Aus den Ergebnissen der Kalibrierung (siehe 3.4.2.2.2.) erhält man eine Kalibrationsgerade der folgenden Form:

$$[\text{Extinktion bei 765 nm (AU)}] = k \cdot [\text{Konzentration an Gallussäure (mg/ml)}] + d$$

k = Steigung der Kalibrationsgeraden

d = Ordinatenabschnitt der Kalibrationsgeraden

Nach Umformung dieser Gleichung lässt sich daraus der Totalphenolgehalt [ausgedrückt in Gallussäureäquivalenten (GAE)] in den unter 3.4.2.2.1. beschriebenen Probelösungen berechnen:

$$[\text{Totalphenolgehalt (GAE) (mg/l)}] = \{[\text{Extinktion (AU)}] - d\} / k$$

4 Ergebnisse

Die im vorliegenden Bericht beschriebenen Versuche dienen einer Konkretisierung des in einer Vorstudie bereits aufgezeigte Potenzials zur Verwertung des bei der Weinproduktion anfallenden Abfallproduktes Traubentrester in der Steiermark [Böchzelt]. Zu diesem Zweck wurden Traubentresterproben aus der Verarbeitung von sieben für die Steiermark typischen Traubensorten untersucht:

- Chardonnay (weiß),
- Muskateller (weiß),
- Rheinriesling (weiß),
- Sauvignon Blanc (weiß),
- Schilcher (spezial / rot),
- Welschriesling (weiß) und
- Zweigelt (rot).

Neben dem Einfluss von sortenspezifischen Unterschieden der Traubenkerne auf die Menge und Qualität der zu gewinnenden Produkte (Traubenkernöl und Proanthocyanidine) wurden auch der Einfluss der Lagerung des Traubentresters und der Einfluss der zur Produktion der genannten Produkte eingesetzten Presstechnologie untersucht. Außerdem wurde die Möglichkeit einer maschinellen Trocknung und Reinigung des Traubentresters ausgearbeitet.

Die Ergebnisse aus diesen Versuchen werden nun in den nachfolgenden Kapiteln dargestellt. Stoffströme zur Gewinnung des Traubenkernöls werden als Basis für wirtschaftliche Betrachtungen herangezogen.

4.1 Der Einfluss sortenspezifischer Unterschiede der Traubenkerne auf die Menge und Qualität der gewonnenen Inhaltsstoffe

Aus den untersuchten Tresterproben aus sieben Traubensorten (siehe 3.2.) erfolgte die Abtrennung der Traubenkerne von den Schalen- und Fruchtfleischanteilen zu einem Teil manuell aus den feuchten Traubentresterproben und zu einem anderen Teil maschinell aus dem zuvor getrockneten Traubentrester. Die Ergebnisse zu den Trennungen werden in den beiden nachfolgenden Tabellen (Tabellen 11 und 12) dargestellt:

Tresterprobe	Feuchtgewicht der Tresterprobe [g]	Mengenanteil an Traubenkernen [g (Gew.-%) ¹]	Feuchtigkeitsgehalt der Traubenkerne [Gew.-%]
Chardonnay	431	59 (14)	34,9
Muskateller	405	56 (14)	35,1
Rheinriesling	488	56 (11)	32,6
Sauvignon Blanc	288	56 (19)	30,9
Zweigelt (2)	166	67 (40)	48,5

Tabelle 11: Ergebnisse zur manuellen Trennung der Traubenkerne von Schalen- und Fruchtfleischanteilen verschiedener Traubentresterproben (¹ Die in Klammern gesetzte Angabe des Mengenanteils an Traubenkernen in Gewichts-% bezieht sich auf das Feuchtgewicht der Tresterprobe).

Tresterprobe	Feuchtgewicht der Tresterprobe [kg]	Trockengewicht der Tresterprobe ¹ [kg (Gew.-%) ²]	Mengenanteil an Traubenkernen [kg (Gew.-%) ³]	Restfeuchtigkeitsgehalt der Traubenkerne [Gew.-%]
Schilcher	698	315 (45)	90 (29)	5,0
Welschriesling	791	295 (37)	88 (30)	5,1
Zweigelt (1)	637	305 (48)	126 (41)	4,9

Tabelle 12: Ergebnisse zur maschinellen Trennung der Traubenkerne und Schalen- und Fruchtfleischanteilen verschiedener Traubentresterproben (¹ Wie im Text (siehe oben) beschrieben wurde bei der maschinellen Trennung der Traubentrester zunächst getrocknet (siehe auch 4.3.); ² Die in Klammern gesetzten Werte in Gewichts-% zum Trockengewicht der Tresterproben beziehen sich auf das Feuchtgewicht der eingesetzten Tresterproben. ³ Die in Klammern gesetzten Werte in Gewichts-% zum Mengenanteil an Traubenkernen beziehen sich auf das Trockengewicht der eingesetzten Tresterprobe).

Im Folgenden wurde mittels Extraktion der Ölgehalt der verschiedenen Traubenkernproben bestimmt (siehe Tabelle 13). Die Fettsäurezusammensetzung und die Iodzahl der dabei erhaltenen Ölproben sind in der Tabelle 14 dargestellt.

Traubenkernprobe	Ölgehalt [Gew.-%] (bezogen auf das Feuchtgewicht der Traubenkernprobe)	Ölgehalt [Gew.-%] (bezogen auf das Trockengewicht der Traubenkernprobe)
Chardonnay	6,6	10,1
Muskateller	9,0	13,8
Rheinriesling	8,3	12,3
Sauvignon Blanc	8,2	11,8
Schilcher	15,7 ¹	16,5
Welschriesling	10,8 ¹	11,4
Zweigelt (1)	13,5 ¹	14,2
Zweigelt (2)	4,8	9,4

Tabelle 13: Ölgehalt von verschiedenen Traubenkernproben (¹ Diese Werte sind nur bedingt mit den anderen Werten in dieser Spalte zu vergleichen, da die Traubenkerne nur noch einen Restfeuchtigkeitsgehalt besitzen, siehe Tabelle 12).

Ölprobe	Fettsäurezusammensetzung								Iodzahl [g Iod/ 100 g]
	Palmitinsäure (C16:0) [%]	Stearinsäure (C18:0) [%]	Ölsäure (C18:1) [%]	Linolsäure (C18:2) [%]	Linolensäure (C18:3) [%]	Nicht identifiziert [%]			
Chardonnay	7,0	3,6	17,8	71,7	-	-			139,5
Muskateller	9,2	3,1	16,2	70,3	-	1,2			135,7
Rheinriesling	8,1	3,5	17,3	70,4	-	0,7			136,8
Sauvignon Blanc	7,3	6,2	12,6	73,3	-	0,6			137,8
Schilcher	6,3	4,1	13,5	76,1	-	-			143,4
Welschriesling	6,6	4,3	17,3	71,8	-	-			139,1
Zweigelt (1)	6,8	4,0	14,7	74,5	-	-			141,7
Zweigelt (2)	8,5	4,1	19,0	67,7	0,7	-			135,4

Tabelle 14: Fettsäurezusammensetzung und Iodzahl von Ölproben aus verschiedenen Traubenkernsorten.

Traubenkernprobe	Chardonnay	Muskateller	Rheinriesling	Sauvignon Blanc	Schilcher	Welschriesling	Zweigelt (1)	Zweigelt (2)
Ausbeute an PA-Rohfraktion [Gew.-%]	In den Traubenkernen (Feuchtmasse)	1,73	1,45	1,13	0,08	0,14	0,22	2,35
	In den Traubenkernen (Trockenmasse)	2,52	2,67	2,15	0,08	0,15	0,23	4,56
Totalphenolgehalt in Gallussäureäquivalenten (GAE) [Gew.-%]	In der PA-Rohfraktion	30,1	34,4	37,2	- ¹	19,7	25,0	37,3
	In den Traubenkernen (Feuchtmasse)	0,49	0,61	0,50	- ¹	0,03	0,06	0,88
	In den Traubenkernen (Trockenmasse)	0,75	0,94	0,74	- ¹	0,03	0,06	1,71

Tabelle 15: Ergebnisse zur Bewertung der Traubenkerne aus den unterschiedlichen Traubenarten in Bezug auf die Gewinnung von Proanthocyanidinen. Die erhaltenen Extrakte werden als Proanthocyanidin (PA)-Rohfraktionen bezeichnet (¹ Die erhaltenen PA-Rohfraktion war zu gering um die Bestimmung des Totalphenolgehalts durchzuführen.).

4.2 Der Einfluss unterschiedlicher Lagerzeiten der Traubentrester auf die Menge und Qualität der gewonnenen Inhaltsstoffe

Zur Untersuchung des Einflusses der Lagerung auf die Verwertbarkeit von Traubentrester wurde Traubentrester der Traubensorte Schilcher unter den bereits erwähnten Bedingungen (3.3.2.) gelagert. In festgesetzten Zeitabständen wurden dem Traubentrester Proben entnommen. Die Abtrennung der Traubenkerne aus diesen Proben erfolgte manuell. In der Tabelle 16 sind die Ergebnisse zu diesen Trennungen dargestellt:

Tresterprobe	Zeitpunkt der Probennahme ¹ [h]	Mengenanteil an Traubenkernen [Gew.-%] (bezogen auf die Tresterfeuchtmasse)	Feuchtigkeitsgehalt der Traubenkerne [Gew.-%]
Schilcher/Lagerungsversuch/1	0	26,9	32,4
Schilcher/Lagerungsversuch/2	6	30,9	31,4
Schilcher/Lagerungsversuch/3	12	33,1	32,2
Schilcher/Lagerungsversuch/4	24	34,8	30,0
Schilcher/Lagerungsversuch/5	30	38,2	36,8
Schilcher/Lagerungsversuch/6	48	37,6	34,9
Schilcher/Lagerungsversuch/7	55	48,0	39,0

Tabelle 16: Ergebnisse zur manuellen Trennung der Traubenkerne von Schalen- und Fruchtfleischanteilen aus unterschiedlich lang gelagerten Traubentresterproben der Sorte Schilcher (¹ Der Beginn des Lagerungsversuch ist mit 0 h definiert).

Im Folgenden wurde mittels Extraktion der Ölgehalt in den erhaltenen Traubenkernproben bestimmt (siehe Tabelle 17). Die Fettsäurezusammensetzung und die Iodzahl der dabei erhaltenen Ölproben sind in der Tabelle 18 dargestellt.

Eine Bewertung des Einflusses der verschiedenen Lagerzeiten des Tresters auf die in den Traubenkernen enthaltenen Proanthocyanidine erfolgte durch eine Extraktion der Proanthocyanidine aus den Traubenkernen und durch eine anschließende Bestimmung des Totalphenolgehalts in den Extrakten (siehe Tabelle 19).

Traubenkernprobe	Ölgehalt [Gew.-%] (bezogen auf das Feuchtgewicht der Traubenkernprobe)	Ölgehalt [Gew.-%] (bezogen auf das Trockengewicht der Traubenkernprobe)
Schilcher/Lagerungsversuch/1	12,6	18,6
Schilcher/Lagerungsversuch/2	13,4	19,6
Schilcher/Lagerungsversuch/3	12,5	18,4
Schilcher/Lagerungsversuch/4	13,5	19,3
Schilcher/Lagerungsversuch/5	10,8	17,1
Schilcher/Lagerungsversuch/6	10,5	16,2
Schilcher/Lagerungsversuch/7	10,4	17,1

Tabelle 17: Ölgehalt der Traubenkernproben aus unterschiedlich lang gelagerten Tresterproben der Sorte Schilcher.

Ölprobe	Fettsäurezusammensetzung							Iodzahl [g Iod/ 100 g]
	Palmitinsäure (C16:0) [%]	Stearinsäure (C18:0) [%]	Ölsäure (C18:1) [%]	Linolsäure (C18:2) [%]	Nicht identifiziert [%]			
Schilcher/Lgv./1	6,8	4,1	14,3	74,3	0,5			141,0
Schilcher/Lgv./2	6,6	4,2	13,7	74,9	0,6			141,5
Schilcher/Lgv./3	6,6	4,2	13,9	74,8	0,6			141,5
Schilcher/Lgv./4	6,7	4,1	14,5	74,3	0,5			141,2
Schilcher/Lgv./5	6,6	4,1	13,8	74,9	0,6			141,6
Schilcher/Lgv./6	6,8	4,1	14,3	74,3	0,6			141,0
Schilcher/Lgv./7	6,7	4,1	13,9	74,5	0,8			141,0

Tabelle 18: Fettsäurezusammensetzung und Iodzahl von Ölproben aus Traubenkernen unterschiedlich lang gelagerter Traubentrester.

Traubenkernprobe	Schilcher Lgv./1	Schilcher Lgv./2	Schilcher Lgv./3	Schilcher /Lgv./4	Schilcher Lgv./5	Schilcher Lgv./6	Schilcher Lgv./7
Ausbeute an PA-Rohfraktion [Gew.-%]							
In den Traubenkernen (Feuchtmasse)	3,63	3,46	3,38	3,24	2,68	3,14	2,38
In den Traubenkernen (Trockenmasse)	5,37	5,04	4,99	4,63	4,24	4,82	3,90
In der PA-Rohfraktion	33,6	39,3	33,9	34,8	32,1	34,2	36,0
Totalphenolgehalt in GAE [Gew.-%]							
In den Traubenkernen (Feuchtmasse)	1,22	1,36	1,15	1,13	0,86	1,07	0,86
In den Traubenkernen (Trockenmasse)	1,80	1,98	1,70	1,61	1,36	1,64	1,40

Tabelle 19: Ergebnisse zur Bewertung der Traubenkerne aus den unterschiedlich lang gelagerten Tresterproben in Bezug auf die Gewinnung von Proanthocyanidinen. Die erhaltenen Extrakte werden als Proanthocyanidin (PA)-Rohfraktionen bezeichnet.

4.3 Der Einfluss der Presstechnologie auf die Menge und Qualität der gewonnenen Inhaltsstoffe

4.3.1 Schneckenpresse

Pressversuche mit der Schneckenpresse wurden mit Traubenkernen aus drei Traubentrestern – Schilcher, Welschriesling und Zweigelt (1) – durchgeführt. Die Gewinnung der Traubenkerne aus den Traubentrestern (Trocknung und Reinigung/Klassifizierung) war zuvor maschinell durchgeführt worden (siehe 3.3.1. und 4.1.).

4.3.1.1 Bestimmung der Ausbeuten an Öl und Presskuchen

Die Bestimmung der bei diesen Versuchen erreichten Ausbeuten an Öl und Presskuchen erfolgte gravimetrisch durch den Vergleich der Massen der gewonnenen Öle/Presskuchen mit den Massen der zur Pressung eingesetzten Traubenkerne (siehe Tabelle 20). Die Bestimmung der Ölausbeute erfolgte aber auch indirekt durch die Messung des Restölgehalts in den erhaltenen Presskuchen (siehe Tabelle 21).

Traubenkernprobe		Schilcher	Welschriesling	Zweigelt (1)
Eingesetzte Probenmenge [g]		581	692	471
Ölausbeute	absolut [g]	98	63	57
	bezogen auf die eingesetzte Probenmenge (Feuchtmasse) [Gew.-%]	16,8	9,1	9,6
	bezogen auf die eingesetzte Probenmenge (Trockenmasse) [Gew.-%]	17,7	9,6	12,8
Presskuchen-ausbeute	absolut [g]	463	599	404
	bezogen auf die eingesetzte Probenmenge (Feuchtmasse) [Gew.-%]	80	87	86
	bezogen auf die eingesetzte Probenmenge (Trockenmasse) [Gew.-%]	84	92	91

Tabelle 20: Ergebnisse zu den Pressversuchen mit der Schneckenpresse: Gravimetrisch bestimmte Ausbeuten an Öl.

Presskuchenprobe		Schilcher	Welschriesling	Zweigelt (1)
Feuchtigkeitsgehalt [Gew.-%]		4,0	4,4	4,5
Restölgehalt [Gew.-%]	bezogen auf die Presskuchenfeuchtmasse	4,2	5,9	4,9
	bezogen auf die Presskuchentrockenmasse	4,4	6,2	5,1

Tabelle 21: Ergebnisse zu den Pressversuchen mit der Schneckenpresse: Feuchtigkeitsgehalt und Restölgehalt der Presskuchenproben.

Die Werte zur Ölausbeute in der nachfolgenden Tabelle beziehen sich auf den Ölgehalt in den Traubenkernen vor der Pressung (siehe Tabelle 22). Eine Ölausbeute von 100 % würde bedeuten, dass bei der Pressung das gesamte Öl aus den Traubenkernen erhalten werden konnte.

Traubenkernprobe	Schilcher	Welschriesling	Zweigelt (1)
Ölausbeute [%] (berechnet auf Basis des Restölgehalts in den Presskuchenproben)	73	45	63
Ölausbeute [%] (gravimetrisch bestimmt; der in Klammern gesetzte Wert ist der Feststoffgehalt [Gew.-%] im gewonnenen Öl, siehe Tabelle 21)	107 (10)	84 (10)	71 (19)

Tabelle 22: Ergebnisse zur Bestimmung der Ölausbeute bei den Pressversuchen mit der Schneckenpresse; Vergleich der auf Basis des Restölgehalts in den Presskuchenproben bestimmten Werten mit den gravimetrisch bestimmten Werten (alle Werte beziehen sich auf die Probenfeuchtmassen).

4.3.1.2 Analyse des Ölproben

Neben einer Beurteilung der allgemeinen Eigenschaften der Ölproben wurde zur Überprüfung der Qualität des erhaltenen Öls die Fettsäurezusammensetzung, die Iodzahl, der Gehalt an freien Fettsäuren, der Gehalt an Phosphor und der Feststoffgehalt bestimmt (siehe Tabelle 23).

Allgemeine Eigenschaften der Ölproben:

Die aus den Schilcher- und Welschrieslingtraubenkernen gewonnenen Öle wiesen eine leichte Trübung auf und besaßen eine gelb-grünliche Farbe, das aus den Zweigelttraubenkernen gewonnene Öl war vor der Entfernung der Feststoffe rötlich gefärbt. Nach der Entfernung der Feststoffe war auch dieses Öl gelb-grünlich gefärbt. Alle Öle zeigten einen nussigen Geruch.

Ölprobe		Schilcher	Welschriesling	Zweigelt (1)
Fettsäurezusammensetzung	Palmitinsäure (C16:0) [%]	6,3	6,4	6,8
	Stearinsäure (C18:0) [%]	4,1	4,3	4,0
	Ölsäure (C18:1) [%]	14,0	17,3	14,7
	Linolsäure (C18:2) [%]	74,8	71,0	74,1
	Linolensäure (C18:3) [%]	0,3	0,4	0,4
	Nicht Identifiziert [%]	0,5	0,6	-
Iodzahl [g Iod / 100 g]		142,6	144,3	142,0
Gehalt an freien Fettsäuren [%]		0,59	1,05	0,90
Gehalt an Phosphor [mg/kg]		4,9	5,1	10,4
Feststoffgehalt im Öl [Gew.-%]		10	10	19

Tabelle 23: Fettsäurezusammensetzung, Iodzahl, Gehalt an freien Fettsäuren, Gehalt an Phosphor und Feststoffgehalt der bei den Pressversuchen mit der Schneckenpresse erhaltenen Ölproben.

Die Fettsäurezusammensetzung und Iodzahl wurde auch für die Ölproben bestimmt, welche bei der Bestimmung des Restölgehalts in den bei den Pressversuchen erhaltenen Presskuchen gewonnen wurden (siehe Tabelle 24).

Ölprobe (aus der Bestimmung des Restölgehalts in den Presskuchen)		Schilcher	Welschriesling	Zweigelt (1)
Fettsäurezusammensetzung	Palmitinsäure (C16:0) [%]	6,7	6,5	7,0
	Stearinsäure (C18:0) [%]	4,2	4,2	4,0
	Ölsäure (C18:1) [%]	14,1	16,7	14,2
	Linolsäure (C18:2) [%]	74,6	71,3	74,7
	Linolensäure (C18:3) [%]	-	0,5	-
	Nicht Identifiziert [%]	0,4	0,7	0,2
Iodzahl [g Iod / 100 g]		141,3	139,2	141,6

Tabelle 24: Fettsäurezusammensetzung und Iodzahl der Ölproben aus der Bestimmung des Restölgehalts in den bei den Pressversuchen mit der Schneckenpresse erhaltenen Presskuchen.

4.3.1.3 Analyse der Presskuchenproben

Allgemeine Eigenschaften der gewonnenen Presskuchen:

Die Presskuchen aus der Pressung der Traubenkerne aus dem Schilcher-, Welschriesling- und Zweigelt (1)-Traubentrester waren nach ihrem Aussehen kaum zu unterscheiden. Es wurden braune homogene Feststoffe von relativ harter Konsistenz erhalten.



Abbildung 6: Typisches Aussehen eines Traubenkernpresskuchens aus der Pressung mit einer Schneckenpresse.

Eine Bewertung der erhaltenen Presskuchen als potenzielle Quelle zur Gewinnung von Proanthocyanidinen erfolgte durch eine Extraktion der Proanthocyanidine aus den Presskuchen und durch eine anschließende Bestimmung des Totalphenolgehalts in den Extrakten (Tabelle 25).

Presskuchenprobe		Schilcher	Welschriesling	Zweigelt (1)
Ausbeute an PA-Rohfraktion [Gew.-%]	Im Presskuchen (Feuchtmasse)	0,40	0,09	0,14
	Im Presskuchen (Trockenmasse)	0,42	0,09	0,15
Totalphenolgehalt in GAE [Gew.-%]	In der PA-Rohfraktion	39,5	14,4	36,2
	Im Presskuchen (Feuchtmasse)	0,157	0,013	0,050
	Im Presskuchen (Trockenmasse)	0,164	0,014	0,052

Tabelle 25: Ergebnisse zur Bewertung der bei den Pressversuchen mit der Schneckenpresse erhaltenen Presskuchenproben in Bezug auf die Gewinnung von Proanthocyanidinen. Die erhaltenen Extrakte werden als Proanthocyanidin (PA)-Rohfraktionen bezeichnet.

4.3.2 Stempelpresse

4.3.2.1 Stempelpresse – Vorversuche

Die Vorversuchsreihe mit der Stempelpresse wurden mit Traubenkernen aus zwei Traubentrestern – Schilcher und Welschriesling – durchgeführt. Die Gewinnung der Traubenkerne aus den Traubentrestern (Trocknung und Reinigung/Klassifizierung) war zuvor maschinell durchgeführt worden (siehe 3.3.1. und 4.1.).

4.3.2.1.1 Bestimmung der Ausbeuten an Öl und Presskuchen

Die Bestimmung der bei diesen Versuchen erreichten Ausbeuten an Öl erfolgte indirekt durch die Messung des Restölgehalts in den erhaltenen Presskuchen (siehe Tabelle 26).

Presskuchenprobe		Schilcher	Welschriesling
Feuchtigkeitsgehalt [Gew.-%]		6,0	6,0
Restölgehalt [Gew.-%]	bezogen auf die Presskuchen-feuchtmasse	5,3	5,6
	bezogen auf die Presskuchen-trockenmasse	5,6	6,0

Tabelle 26: Ergebnisse zu der Vorversuchsreihe mit der Stempelpresse: Feuchtigkeitsgehalt und Restölgehalt der Presskuchenproben.

Die Werte zur Ölausbeute in der nachfolgenden Tabelle beziehen sich auf den Ölgehalt in den Traubenkernen vor der Pressung (siehe Tabelle 13). Eine Ölausbeute von 100 % würde bedeuten, dass bei der Pressung das gesamte Öl aus den Traubenkernen erhalten werden konnte.

Traubenkernprobe	Schilcher	Welschriesling
Ölausbeute [%] (berechnet auf Basis des Restölgehalts in den Presskuchenproben)	66	48

Tabelle 27: Ergebnisse zur Bestimmung der Ölausbeute bei der Vorversuchsreihe mit der Stempelpresse; die Werte beziehen sich auf die Probenfeuchtmassen.

4.3.2.1.2 Analyse der Ölproben

Neben einer Beurteilung der allgemeinen Eigenschaften der Ölproben wurde zur Überprüfung der Qualität des erhaltenen Öls die Fettsäurezusammensetzung, die Iodzahl und der Gehalt an freien Fettsäuren bestimmt (siehe Tabelle 28).

Allgemeine Eigenschaften der Ölproben:

Die aus Schilcher- und Welschriesling frisch gewonnenen Öle waren trüb und gelb-grünlich gefärbt und zeigten einen nussigen Geruch. Nach 10 Tagen setzte sich der Trub zum Grossteil ab und zurück bleibt ein klares gelblich grünes Öl. Je nach Sorte mit einem nussigen bis wein-ähnlichen Geruch und einem kernig-nussigem, als sehr angenehm empfundenen, Eigengeschmack.

Ölprobe		Schilcher	Welschriesling
Fettsäurezusammensetzung	Palmitinsäure (C16:0) [%]	6,2	6,2
	Stearinsäure (C18:0) [%]	4,0	4,2
	Ölsäure (C18:1) [%]	13,8	18,3
	Linolsäure (C18:2) [%]	75,6	70,8
	Linolensäure (C18:3) [%]	0,2	0,4
	Nicht Identifiziert [%]	0,2	0,2
Iodzahl [g Iod / 100 g]		143,3	143,5
Gehalt an freien Fettsäuren [%]		0,28	0,57

Tabelle 28: Fettsäurezusammensetzung, Iodzahl und Gehalt an freien Fettsäuren der bei der Vorversuchsreihe mit der Stempelpresse erhaltenen Ölproben.

Die Fettsäurezusammensetzung und Iodzahl wurde auch für die Ölproben bestimmt, welche bei der Bestimmung des Restölgehalts in den bei den Pressversuchen erhaltenen Presskuchen gewonnen wurden (siehe Tabelle 29).

Ölprobe (aus der Bestimmung des Restölgehalts in den Presskuchen)		Schilcher	Welschriesling
Fettsäurezusammensetzung	Palmitinsäure (C16:0) [%]	6,4	6,6
	Stearinsäure (C18:0) [%]	4,0	4,1
	Ölsäure (C18:1) [%]	13,1	16,5
	Linolsäure (C18:2) [%]	76,5	71,6
	Linolensäure (C18:3) [%]	-	0,5
	Nicht Identifiziert [%]	-	0,7
Iodzahl [g Iod / 100 g]		143,8	139,5

Tabelle 29: Fettsäurezusammensetzung und Iodzahl der Ölproben aus der Bestimmung des Restölgehalts in den bei der Vorversuchsreihe mit der Stempelpresse erhaltenen Presskuchen.

4.3.2.1.3 Analyse der Presskuchenproben

Allgemeine Eigenschaften der gewonnenen Presskuchen:

Im Unterschied zu den bei den Versuchen mit der Schneckenpresse erhaltenen Presskuchen (siehe 4.3.1.3.) waren die Presskuchen nach Pressung mit der Stempelpresse von relativ lockerer Konsistenz. Es handelte sich um heterogene Mischungen. Das Vorliegen einzelner Bestandteile der verarbeiteten Traubenkerne im Presskuchen – so z.B. der Traubenkernschalen – wurde beobachtet.



Abbildung 7: Presskuchen aus der Pressung von (nicht vorbehandelten) Schilcher-Traubenkernen mittels Stempel-(Zylinder-)presse.

Eine Bewertung der erhaltenen Presskuchen als potenzielle Quelle zur Gewinnung von Proanthocyanidinen erfolgte durch eine Extraktion der Proanthocyanidine aus den Presskuchen und durch eine anschließende Bestimmung des Totalphenolgehalts in den Extrakten (Tabelle 30).

Presskuchenprobe		Schilcher	Welschriesling
Ausbeute an PA-Rohfraktion [Gew.-%]	Im Presskuchen (Feuchtmasse)	0,50	0,32
	Im Presskuchen (Trockenmasse)	0,53	0,34
Totalphenolgehalt in GAE [Gew.-%]	In der PA-Rohfraktion	58,6	23,1
	Im Presskuchen (Feuchtmasse)	0,291	0,076
	Im Presskuchen (Trockenmasse)	0,310	0,080

Tabelle 30: Ergebnisse zur Bewertung der bei der Vorversuchsreihe mit der Stempelpresse erhaltenen Presskuchenproben in Bezug auf die Gewinnung von Proanthocyanidinen. Die erhaltenen Extrakte werden als Proanthocyanidin (PA)-Rohfraktionen bezeichnet.

4.3.2.2 Stempelpresse – Hauptversuchsreihe

Die Hauptversuchsreihe mit der Stempelpresse wurde mit Traubenkernen aus drei Traubentrestern – Schilcher, Welschriesling und Zweigelt (1) – durchgeführt. Die Gewinnung der Traubenkerne aus den Traubentrestern (Trocknung und Reinigung/Klassifizierung) war zuvor maschinell durchgeführt worden (siehe 3.3.1. und 4.1.). Im Rahmen dieser Versuchsreihe erfolgte eine weitere Probenvorbereitung der Traubenkernproben vor der Pressung. Die Traubenkerne wurden entweder

- als ganze Kerne,
- als ganze Kerne nach einer weiteren Vortrocknung,
- grob gebrochen oder
- fein gemahlen

gepresst. Angaben zur Probenvorbereitung der einzelnen Traubenkernproben werden in den nachfolgenden Tabellen angeführt.

4.3.2.2.1 Bestimmung der Ausbeuten an Öl und Presskuchen

Die Bestimmung der bei diesen Versuchen erreichten Ausbeuten an Öl und Presskuchen erfolgte gravimetrisch durch den Vergleich der Massen der gewonnenen Öle/Presskuchen mit den Massen der zur Pressung eingesetzten Traubenkerne [siehe Tabellen 31 (Schilcher und Zweigelt (1)) und 32 (Welschriesling)]. Die Bestimmung der Ölausbeute erfolgte aber auch indirekt durch die Messung des Restölgehalts in den erhaltenen Presskuchen (siehe Tabelle 33).

Traubenkernprobe		Schilcher		Zweigelt (1)
Art der Probenvorbereitung		ganze Kerne	fein gemahlen	ganze Kerne, vorgetrocknet
Eingesetzte Probenmenge [g]		800	800	800
Ölausbeute	absolut [g]	105	100	15
	bezogen auf die eingesetzte Probenmenge (Feuchtmasse) [Gew.-%]	13,1	12,5	1,9
	bezogen auf die eingesetzte Probenmenge (Trockenmasse)[Gew.-%]	13,8	13,1	- ¹
Presskuchenausbeute	absolut [g]	675	680	720
	bezogen auf die eingesetzte Probenmenge (Feuchtmasse) [Gew.-%]	84,4	85,0	90,0
	bezogen auf die eingesetzte Probenmenge (Trockenmasse) [Gew.-%]	88,7	89,4	- ¹

Tabelle 31: Ergebnisse zu den Pressungen der Traubentresternproben aus Schilcher- und Zweigelt (1)-Trauben aus der Hauptversuchsreihe mit der Stempelpresse: Gravimetrisch bestimmte Ausbeuten an Öl

und Presskuchen (¹ Der Feuchtigkeitsgehalt der Zweigelt (1) – Traubenkerne nach der zusätzlichen Vortrocknung ist nicht bekannt).

Traubenkernprobe		Welschriesling		
Art der Probenvorbereitung		ganze Kerne	gebrochene Kerne	fein gemahlen
Eingesetzte Probenmenge [g]		800	800	800
Ölausbeute	absolut [g]	50	50	50
	bezogen auf die eingesetzte Probenmenge (Feuchtmasse) [Gew.-%]	6,3	6,3	6,3
	bezogen auf die eingesetzte Probenmenge (Trockenmasse) [Gew.-%]	6,6	6,6	6,6
Presskuchenausbeute	absolut [g]	740	740	735
	bezogen auf die eingesetzte Probenmenge (Feuchtmasse) [Gew.-%]	93,0		91,9
	bezogen auf die eingesetzte Probenmenge(Trockenmasse) [Gew.-%]	97,9	97,9	96,7

Tabelle 32: Ergebnisse zu den Pressungen der Traubentresterproben aus Welschriesling-Trauben aus der Hauptversuchsreihe mit der Stempelpresse: Gravimetrisch bestimmte Ausbeuten an Öl und Presskuchen.

Presskuchenprobe	Art der Probenvorbereitung	Feuchtigkeitsgehalt [Gew.-%]	Restölgehalt [Gew.-%]	
			bezogen auf die Presskuchenfeuchtmasse	bezogen auf die Presskuchentrockenmasse
Schilcher	ganze Kerne	7,7	6,7	7,3
	fein gemahlen	7,6	6,3	6,8
Zweigelt (1)	ganze Kerne, vortrocknet	9,1	7,9	8,7
Welschriesling	ganze Kerne	6,9	6,2	6,7
	gebrochene Kerne	8,3	5,6	6,1
	fein gemahlen	6,8	7,4	7,9

Tabelle 33: Ergebnisse zur Hauptversuchsreihe mit der Stempelpresse: Feuchtigkeitsgehalt und Restölgehalt der Presskuchenproben.

Die Werte zur Ölausbeute in der nachfolgenden Tabelle beziehen sich auf den Ölgehalt in den Traubenkernen vor der Pressung (siehe Tabelle 34). Eine Ölausbeute von 100 % würde bedeuten, dass bei der Pressung das gesamte Öl aus den Traubenkernen erhalten werden konnte.

Traubenkernprobe	Art der Probenvorbereitung	Ölausbeute [%] (berechnet auf Basis des Restölgehalts in den Presskuchenproben)	Ölausbeute [Gew.-%] (gravimetrisch bestimmt)
Schilcher	ganze Kerne	57	83
	fein gemahlen	60	80
Welschriesling	ganze Kerne	43	41
	gebrochenen Kerne	48	41
	fein gemahlen	31	41

Tabelle 34: Ergebnisse zur Bestimmung der Ölausbeute bei der Hauptversuchsreihe mit der Stempelpresse; Vergleich der auf Basis des Restölgehalts in den Presskuchenproben bestimmten Werten mit den gravimetrisch bestimmten Werten (alle Werte beziehen sich auf die Probenfeuchtmassen; die Werte zu den Versuchen mit den Traubenkernen Zweigelt (1) werden in dieser Tabelle nicht angeführt, da die Werte des Ölgehalt und des Feuchtigkeitsgehalt der vorgetrockneten Traubenkerne (siehe oben) nicht bekannt sind.).

4.3.2.2.2 Analyse der Ölproben

Die Ölproben aus den Pressversuchen der Traubenkerne aus jeweils einer Traubensorte wurden vor den Analysen vereint.

Neben einer Beurteilung der allgemeinen Eigenschaften der Ölproben wurde zur Überprüfung der Qualität des erhaltenen Öls die Fettsäurezusammensetzung, die Iodzahl, der Gehalt an freien Fettsäuren, der Gehalt an Phosphor und der Feststoffgehalt bestimmt (siehe Tabelle 35).

Allgemeine Eigenschaften der Ölproben:

Die gewonnenen Öle wiesen eine leichte Trübung, eine gelb-grünliche Färbung und einen nussigen Geruch auf.

Ölprobe		Schilcher	Welschriesling	Zweigelt (1)
Fettsäurezusammensetzung	Palmitinsäure (C16:0) [%]	6,3	6,6	6,5
	Stearinsäure (C18:0) [%]	4,0	4,2	3,9
	Ölsäure (C18:1) [%]	14,0	17,5	14,6
	Linolsäure (C18:2) [%]	75,3	69,7	74,6
	Linolensäure (C18:3) [%]	0,4	1,4	0,4
	Nicht Identifiziert [%]	-	0,6	-
Iodzahl [g Iod / 100 g]		143,5	146,5	142,8
Gehalt an freien Fettsäuren [%]		0,14	0,40	0,35
Gehalt an Phosphor [mg/kg]		7,7	7,8	19,0
Feststoffgehalt im Öl [Gew.-%]		4	7	2

Tabelle 35: Fettsäurezusammensetzung, Iodzahl, Gehalt an freien Fettsäuren, Gehalt an Phosphor und Feststoffgehalt der bei der Hauptversuchsreihe mit der Stempelpresse erhaltenen Ölproben.

Die Fettsäurezusammensetzung und Iodzahl wurde auch für die Ölproben bestimmt, welche bei der Bestimmung des Restölgehalts in den bei den Pressversuchen erhaltenen Presskuchen gewonnen wurden (siehe Tabelle 36).

Ölprobe(aus der Bestimmung des Restölgehalts in den Presskuchen)	Art der Probenvorbereitung	Fettsäurezusammensetzung					Linolensäure (C18:2) [%]	Linolensäure (C18:3) [%]	Nicht identifiziert [%]	Iodzahl [g Iod/ 100 g]
		Palmitinsäure (C16:0) [%]	Stearinsäure (C18:0) [%]	Ölsäure (C18:1) [%]	Linolsäure (C18:2) [%]	Linolensäure (C18:3) [%]				
Schlicher	ganze Kerne	6,9	4,2	16,5	71,5	-	-	0,9	138,0	
	fein gemahlen	9,3	5,6	18,3	65,7	-	-	1,1	129,5	
Zweigelt (1)	ganze Kerne, vorgetrocknet	6,8	3,9	14,3	73,9	0,5	0,5	0,7	141,6	
Weischriesling	ganze Kerne	6,9	,2	13,8	75,1	-	-	-	141,9	
	gebrochene Kerne	6,6	4,1	16,3	71,8	0,5	0,5	0,7	139,7	
	fein gemahlen	7,4	4,5	18,5	69,6	-	-	-	136,5	

Tabelle 36: Fettsäurezusammensetzung und Iodzahl der Ölproben aus der Bestimmung des Restölgehalts in den bei der Hauptversuchsreihe mit der Stempelpresse erhaltenen Presskuchen.

4.3.2.2.3 Analyse der Presskuchenproben

Allgemeine Eigenschaften der gewonnenen Presskuchen:

Den Erwartungen entsprechend zeigte die Vorbehandlung (siehe 4.3.2.2.1.) der Traubenkernproben vor den Pressungen einen Einfluss auf das Aussehen der erhaltenen Presskuchen. In den heterogenen Mischungen der Presskuchen aus Pressungen von ganzen Kernen oder gebrochenen Kernen waren Teile des Ausgangsmaterials (Traubenkernschalen) zu erkennen, während es sich bei den Presskuchen aus Pressungen von fein gemahlene Kernen um homogene, feinkörnige Mischungen handelte. Im Vergleich zu den Presskuchen aus den Pressversuchen mit der Schneckenpresse (siehe 4.3.1.3.) zeigten die erhaltenen Presskuchen allerdings eine relativ lockere Konsistenz.

Eine Bewertung der erhaltenen Presskuchen als potenzielle Quelle zur Gewinnung von Proanthocyanidinen erfolgte durch eine Extraktion der Proanthocyanidine aus den Presskuchen und durch eine anschließende Bestimmung des Totalphenolgehalts in den Extrakten [siehe Tabellen 37 (Schilcher und Zweigelt (1)) und 38 (Welschriesling)].

Presskuchenprobe		Schilcher		Zweigelt (1)
Art der Probenvorbereitung		ganze Kerne	fein gemahlen	ganze Kerne, vorgetrocknet
Ausbeute an PA-Rohfraktion [Gew.-%]	Im Presskuchen (Feuchtmasse)	0,11	0,36	1,17
	Im Presskuchen (Trockenmasse)	0,12	0,39	1,29
Totalphenolgehalt in GAE [Gew.-%]	In der PA-Rohfraktion	36,2	39,7	49,6
	Im Presskuchen (Feuchtmasse)	0,039	0,143	0,581
	Im Presskuchen (Trockenmasse)	0,042	0,155	0,639

Tabelle 37: Ergebnisse zur Bewertung der bei der Hauptversuchsreihe mit der Stempelpresse erhaltenen Presskuchenproben aus den Schilcher- und Zweigelt (1)-Traubenkernen in Bezug auf die Gewinnung von Proanthocyanidinen. Die erhaltenen Extrakte werden als Proanthocyanidin (PA)-Rohfraktionen bezeichnet.

Presskuchenprobe		Welschriesling		
Art der Probenvorbereitung		ganze Kerne	gebrochene Kerne	fein gemahlen
Ausbeute an PA-Rohfraktion [Gew.-%]	Im Presskuchen (Feuchtmasse)	0,89	0,37	0,20
	Im Presskuchen (Trockenmasse)	0,96	0,40	0,21
Totalphenolgehalt in GAE [Gew.-%]	In der PA-Rohfraktion	40,8	32,2	27,7
	Im Presskuchen (Feuchtmasse)	0,365	0,118	0,054
	Im Presskuchen (Trockenmasse)	0,392	0,129	0,058

Tabelle 38: Ergebnisse zur Bewertung der bei der Hauptversuchsreihe mit der Stempelpresse erhaltenen Presskuchenproben aus Welschriesling-Traubenkernen in Bezug auf die Gewinnung von Proanthocyanidinen. Die erhaltenen Extrakte werden als Proanthocyanidin (PA)-Rohfraktionen bezeichnet.

4.4 Stoffströme

Das folgende Kapitel gibt einen bildhaften Überblick zu den Stoffstrom bei der Nutzung von Traubentrestern zur Gewinnung von Traubenkernöl und Proanthocyanidinen. Sie sollen die Basis zur Abschätzung von Produktionskosten darstellen.

Die folgend angeführten Werte sind in Gew.-% angegeben.

4.4.1 Trocknung und Klassierung/Reinigung der Traubentrester

Die folgenden drei Abbildungen geben die Stoffstromverteilung der maschinellen Trocknung und Klassierung/Reinigung von Traubentrestern aus den Traubensorten Schilcher, Welschriesling und Zweigelt (1) wieder:

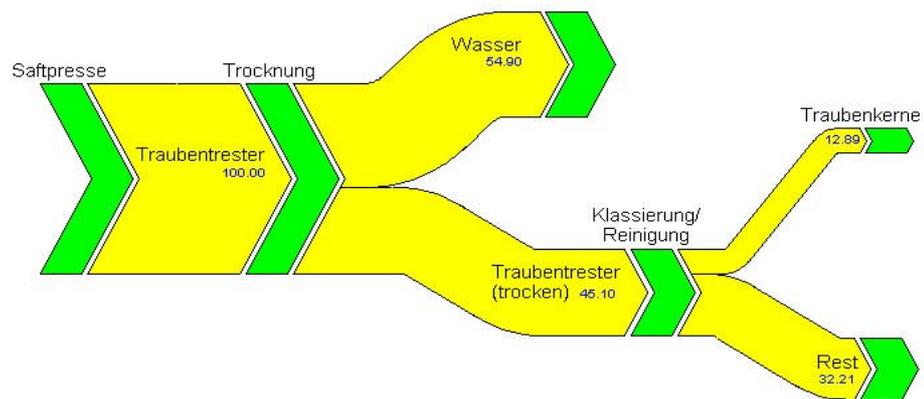


Abbildung 8: Stoffstrom zur Trocknung und Reinigung von Traubentrester aus Trauben der Sorte Schilcher

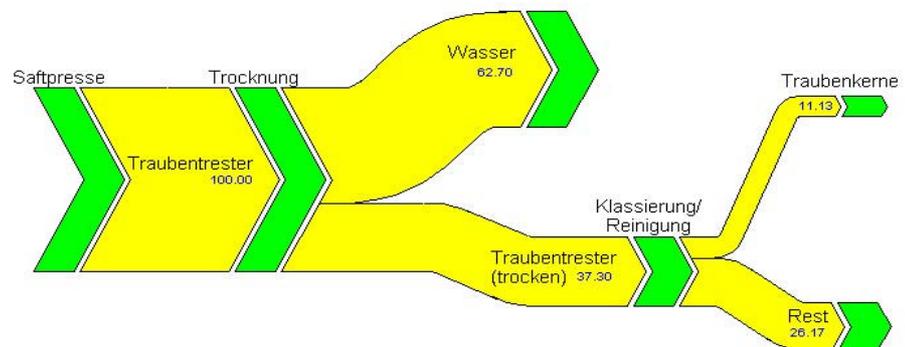


Abbildung 9: Stoffstrom zur Trocknung und Reinigung von Traubentrester aus Trauben der Sorte Welschriesling

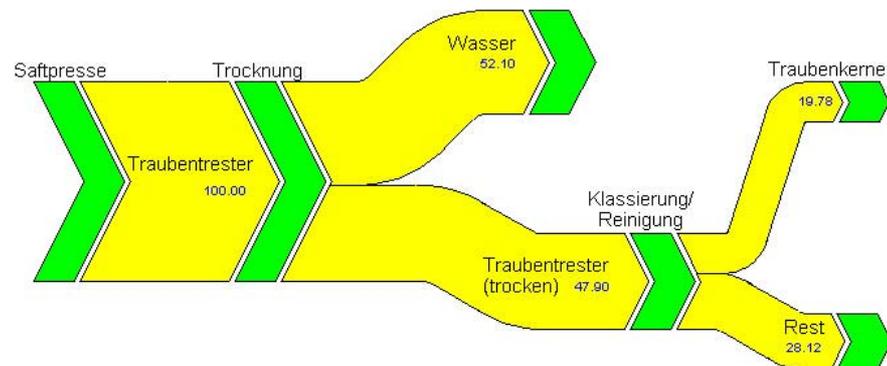


Abbildung 10: Stoffstrom zur Trocknung und Reinigung von Traubentrester aus Trauben der Sorte Zweigelt (1)

4.4.2 Einfluss verschiedener Presstechnologien auf die Gewinnung von Traubenkernöl und Proanthocyanidinen

Die folgenden vier Abbildungen zeigen die Stoffstromverteilungen zur gleichzeitigen Gewinnung von Traubenkernöl und Proanthocyanidinen aus Traubenkernen der Traubensorten Schilcher und Welschriesling, sowie den Einfluss der angewandten Presstechnologie (Schnecken- und Stempelpresse) auf die Produktausbeute.

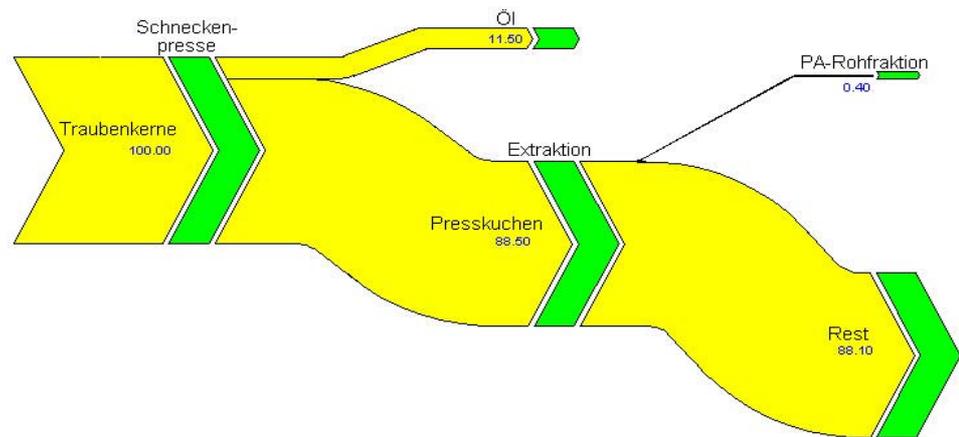


Abbildung 11: Stoffstrom zur Gewinnung von Traubenkernöl aus Traubenkernen der Sorte Schilcher mittels Schneckenpresse und anschließender Extraktion der Proanthocyanidine aus dem erhaltenen Presskuchen.

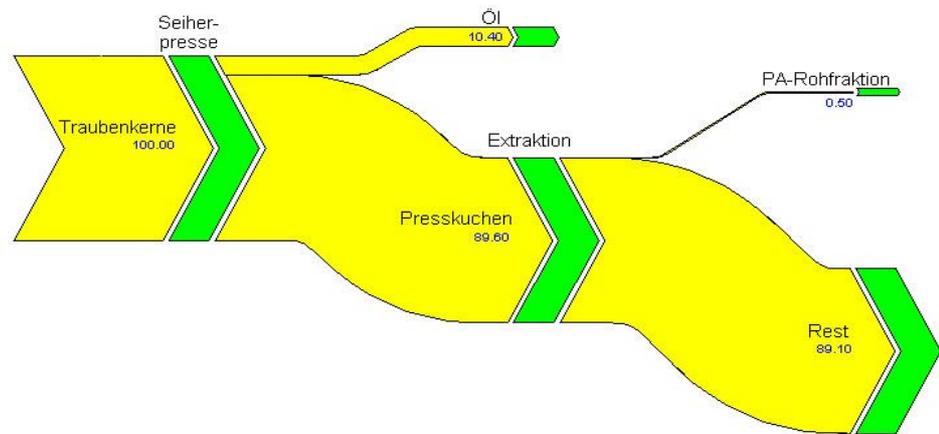


Abbildung 12: Stoffstrom zur Gewinnung von Traubenkernöl aus Traubenkernen der Sorte Schilcher mittels Stempelpresse (Vorversuchsreihe) und anschließender Extraktion der Proanthocyanidine aus dem erhaltenen Presskuchen.

5 Diskussion

Die Beurteilung der Möglichkeiten zur Nutzung des in der Steiermark bei der Weinproduktion anfallenden Traubentresters zur Gewinnung von Traubenkernöl und Proanthocyanidinen (Antioxidantien aus den Traubenkernen) erfordert die Bearbeitung verschiedener Fragestellungen. Im Rahmen der im vorliegenden Bericht beschriebenen Arbeiten wurde daher der Einfluss der folgenden Punkte auf die Gewinnung der genannten Wertstoffe ermittelt:

- Traubensortenspezifische Unterschiede,
- unterschiedliche Lagerzeiten des Tresters vor der weiteren Verarbeitung,
- unterschiedliche Presstechnologien zur Gewinnung des Traubenkernöls aus den Traubenkernen,
- der Qualität des Traubenkernöls und der Extrakte sowie
- der Bewertung des wirtschaftlichen Potentials.

Die Ergebnisse zu den durchgeführten Arbeiten sind unter Kapitel 4. dargestellt und werden im Folgenden diskutiert.

5.1 Weinsorten und Trester

Die hohe Sortenvielfalt des steirischen Weins wurde bereits in der Einleitung erwähnt (siehe 1.1., Tabelle 1). Dieser Tatsache wurde bei den beschriebenen Arbeiten Rechnung getragen, indem Traubentrestersproben aus der Verarbeitung von sieben verschiedenen Traubensorten bezüglich der Gewinnung von Traubenkernöl und anderen Koppelnutzungsprodukten wie Proanthocyanidinen untersucht wurden. Die Ergebnisse geben damit die sortenspezifischen Eigenschaften wieder, nehmen jedoch nicht auf mögliche regionale, wetterbestimmte und den Erntezeitpunkt betreffende Einflüsse Rücksicht. Auf Grund der vorhandenen Ergebnisse und der aus der Literatur bekannten Werte, kann jedoch davon ausgegangen werden, dass diese Werte nur geringfügig variieren.

Die verschiedenen Traubensorten werden im Folgenden aufgeführt; die Werte in den Klammern geben den Anteil dieser Sorten in der Weinsortenverteilung in der Steiermark wieder (siehe Tabelle 1, [Katschner]): Chardonnay (5,5 %), Muskateller (2 %), Sauvignon Blanc (6 %), Rheinriesling (2,5 %), Schilcher (17 %), Welschriesling (22 %) und Zweigelt (12 %). Die Summierung der Anteile dieser Sorten in der Weinsortenverteilung in der Steiermark ergibt einen Wert von 67 %; durch die Auswahl dieser Sorten wird also die tatsächliche Situation in der Steiermark in sehr guter Weise wiedergegeben.

5.1.1 Weißweinsorten

Die Ergebnisse zur Untersuchung des Einflusses der sortenspezifischen Unterschiede der Traubenkerne auf die Menge und Qualität der gewonnenen Inhaltsstoffe sind im Kapitel 4.1. ff. dargestellt. Die Tabelle 11 (Kapitel 4.2) zeigt die Ergebnisse zur manuellen Abtrennung der Traubenkerne von dem Schalen- und Fruchtfleischanteil verschiedener Traubentrestersproben im feuchten Zustand. Die Mengenanteile an Traubenkernen der Trestersproben aus den angeführten Weißweinsorten (Chardonnay, Muskateller, Rheinriesling und Sauvignon Blanc) sind einander sehr ähnlich und betragen zwischen 11 und 19 %. Erwähnenswert erscheint, dass der Traubenkernanteil im Trester aus Sauvignon Blanc mit 19 % etwas über den Werten der Anteile in den anderen Weißweintrestern liegt, dass gleichzeitig aber der Feuchtigkeitsgehalt der Traubenkerne aus Sauvignon Blanc (30,9 %) geringer ist als bei den restlichen Sorten (32,6-35,1 %).

5.1.2 Rotweinsorten

Die hervorstechendsten Werte von Tabelle 11 sind allerdings jene des Tresters aus der Verarbeitung der roten Zweigelt-Trauben. Der Mengenanteil an Traubenkernen in diesem Trester

liegt mit 40 % wesentlich über dem Anteil in den Trestern der Weißweinsorten (11-19 %). Das spielt jedoch nur zur Abschätzung des Reinigungsaufwandes eine Rolle, denn durch die unterschiedlichen Verfahren zur Rotwein- und Weißweingewinnung ergibt sich logisch ein höherer Anteil an Kernen im, bei der Rotweingewinnung, anfallenden Trester (Einmaischen; evt. Zugabe von Zellulasen.). Ebenso ist auf Grund dieser Prozessunterschiede der Feuchtigkeitsgehalt der Zweigelt-Traubenkerne höher als in den Kernen aus den untersuchten weißen Traubensorten (30,9-35,1 %). Spezielle Beachtung soll im Zusammenhang der Sortenwahl und Ölgewinnung dem Schlicher (Blaue Wildbacher) einer in der Traubenvorreife gewonnenen Rarität gewidmet werden.

5.2 Die Aufarbeitung des Tresters

Der höhere Traubenkernanteil in Rotweintrestern zeigt sich auch in den Werten aus der Tabelle 12, in welcher die Ergebnisse zur maschinellen Abtrennung der Traubenkerne von Schalen- und Fruchtfleischanteilen aus drei verschiedenen Traubentrestern dargestellt werden. Der Mengenanteil an Traubenkernen im Zweigelt-Trester liegt mit 41 % deutlich über den Anteilen im Schilcher- und Welschriesling-Trester (29 bzw. 30 %). Da zur maschinellen Trennung der Traubentrester diese zuvor getrocknet werden und der Feuchtigkeitsgehalt der Schalen- und Fruchtfleischanteile im Trester höher ist als jener in den Traubenkernen, liegen die Werte bezüglich des Traubenkernanteils aus der Tabelle 12 generell höher als jene aus der Tabelle 11. Die Trocknung der Trester spiegelt sich auch in der geringen Restfeuchte (4,9-5,0 %) der erhaltenen Traubenkerne wieder. Dieser Mindestfeuchtigkeitsgehalt ist zur späteren Gewinnung von Traubenkernöl aus den Traubenkernen notwendig [Böchzelt]. Die Trocknung und maschinelle Klassierung/Reinigung der Traubentrester aus der Verarbeitung der genannten drei Traubensorten wird im Kapitel 4.5. in Form von Stoffströmen dargestellt.

5.3 Tresterlagerungsversuche

Da bei der Verarbeitung von größeren Mengen an Traubentrestern mit längeren Lagerzeiten der Trester zu rechnen ist, sind die im Rahmen der hier beschriebenen Studie in Kooperation mit der LFS Stainz, durchgeführten Versuche zur Bestimmung des Einflusses unterschiedlicher Lagerzeiten der Traubentrester auf die Menge und Qualität der gewonnenen Inhaltsstoffe (Traubenkernöl, Proanthocyanidine) von großer praktischer Bedeutung, da die Trester nicht immer sofort weiterverarbeitet werden können.

Die Ergebnisse zu diesen Versuchen werden im Kapitel 4.3. angeführt. Die Tabelle 16 zeigt dabei die Werte für den Mengenanteil an Traubenkernen in den Tresterproben und für den Feuchtigkeitsgehalt der Traubenkerne in Abhängigkeit der Lagerzeit des Tresters. Diese Werte zeigen bei steigender Lagerzeit eine leichte Zunahme des Feuchtigkeitsgehalts der Traubenkerne (32,4 % bei 0 h; 39,0 % bei 55 h). Gleichzeitig nimmt der Mengenanteil der Traubenkerne im Trester in einem stärkeren Ausmaß zu (26,9 % bei 0 h; 48,0 % bei 55 h). Aus diesen Ergebnissen ist zu schließen, dass der hohe Feuchtigkeitsgehalt des Schalen- und Fruchtfleischanteils des Tresters während der Lagerung abnimmt. Dieser Aspekt ist im Zusammenhang mit der Trocknung des Tresters von großer Bedeutung. In der Vorstudie zu der hier beschriebenen Arbeit [Böchzelt] wurde bereits auf die Problematik des hohen energetischen Aufwands bei der Trocknung der Traubentrester hingewiesen. Der Energieverbrauch bei der Trocknung des Traubentresters ist zu einem großen Teil auf den hohen Feuchtigkeitsgehalt des Schalen- und Fruchtfleischanteils zurückzuführen. Die eben beschriebenen Ergebnisse zeigen, dass dieser Feuchtigkeitsgehalt durch entsprechende Lagerung des Tresters reduziert werden kann, womit auch der Energieverbrauch der nachfolgenden Trocknung gesenkt werden würde. Rohne beschreibt allerdings, dass der Ölgehalt in den Traubenkernen durch unsachgemäße Lagerung vor der Verarbeitung merklich zurückgeht. Eine merkliche Verminderung des Ölgehalts konnte in der vorliegenden Studie jedoch nicht nachgewiesen werden (siehe Tabelle 17). Der Ölgehalt in den Traubenkernen (bezogen auf die Traubenkern-trockenmasse) wurde vor dem Lagerungsversuch (0 h) mit 18,6 % und nach einer 55 stündigen Lagerung des Tresters mit 17,1 % bestimmt.

Der Ölgehalt der Traubenkerne nimmt also nur leicht ab, die Fettsäurezusammensetzung des Öls bleibt nahezu unverändert (siehe Tabelle 18). Auch die Ausbeute an der PA-Rohfraktion (bezogen auf die Traubenkern-Trockenmasse, siehe Tabelle 19) zeigt mit zunehmender Lagerzeit eine leichte

Abnahme (5,37 % bei 0 h, 3,90 % bei 55 h), während die Qualität der Rohfraktionen (ermittelt durch die Bestimmung des Totalphenolgehalts) nahezu unverändert bleibt (siehe Tabelle 19).

Auch in anderen Ländern wie Chile wurden bereits diesbezügliche Lagerungsversuche durchgeführt, die nach Auskunft tendenziell die gleichen Ergebnisse zeigten. Die Ergebnisse lassen also den Schluss zu, dass eine Lagerung für 1 - 2 Tage keine grundsätzlichen Qualitätseinbußen bei der nachfolgenden Ölgewinnung und Traubenkernnutzung erwarten lässt. Inwieweit diese Lagerungen die Qualität der anderen Reststoffe, wie Schalen und Restfruchtfleisch, beeinflusst wurde hier nicht untersucht. Zur Gewinnung des Traubenkernöles ergibt sich durch die Ergebnisse, dass für eine Manipulation des feuchten Tresters bei geeigneter Lagerumgebung (trocken; Temperatur: 2-18 °C (Tag-Nachtwechsel) im Freien) bis zu zwei Tage Zeit bleiben, ohne dass mit gravierenden Einbußen der Ausbeute und der Qualität des gewonnenen Öles zu rechnen ist.

5.4 Das Traubenkernöl

5.4.1 Ölgehalte der Sorten

In der Tabelle 13 (Kapitel 4.1.) werden die Ergebnisse zur Bestimmung des Ölgehalts in den untersuchten Traubenkernproben der verschiedenen Traubensorten aufgelistet. Literaturangaben zum Ölgehalt in Traubenkernen schwanken sehr stark. *Schuster* gibt Werte von 10 bis 20 % an, *Bokisch* Werte von 6 bis 20 % und *Rohne* Werte von 5 bis 20 %. Alle drei Autoren führen an, dass weiße Trauben ölreichere Kerne liefern als rote. Aus den Ergebnissen einer Untersuchung, welche 2001 veröffentlicht wurde, konnte der Unterschied des Ölgehalts von Traubenkernen aus weißen und roten Trauben nicht erkannt werden [*Göktürk Baydar*]. Diese Untersuchung beinhaltet die Bestimmung des Ölgehalts in den Kernen aus zwölf Keltertrauben- und sechs Tafeltraubensorten aus nordamerikanischer, belgischer, deutscher, französischer und türkischer Herkunft. Zehn der achtzehn untersuchten Traubenkernproben stammen aus roten Traubensorten. Bei diesen Traubenkernen wurden Ölgehalte von 13,1 bis 19,6 % bestimmt; der Mittelwert und Standardabweichung aus diesen Daten betragen $17,2 \pm 1,8$ %. In den Traubenkernen aus weißen Traubensorten wurden Ölgehalte von 11,6 bis 18,1 % bestimmt (Mittelwert/Standardabweichung: $15,5 \pm 2,0$ %). Der Mittelwert des Ölgehalts in den Traubenkernen aus weißen Sorten liegt nach den Ergebnissen dieser Untersuchung also unter dem Mittelwert des Ölgehalts in den Traubenkernen aus roten Sorten.

Auch die in im Rahmen der vorliegenden Untersuchung bestimmten Werte für den Ölgehalt in den verschiedenen Traubenkernproben (siehe Tabelle 13) lassen nicht auf einen Unterschied zwischen roten und weißen Traubensorten rückschließen. Da die untersuchten Traubenkernproben auf Grund verschiedener Vorbehandlungen der Trester sehr verschiedene Feuchtigkeitsgehalte aufweisen (siehe oben) werden zu einem Vergleich der Werte für den Ölgehalt die auf das Trockengewicht der Traubenkernproben bezogenen Daten herangezogen. Es wurden Werte im Bereich von 9,4 bis 16,5 % erhalten und diese Werte entsprechen damit den Daten aus der Literatur [*Schuster, Bokisch, Rohne*]. Der höchste als auch der niedrigste Ölgehalt wurde für Traubenkerne aus roten Trauben bestimmt [16,5 % für Schilcher; 9,4 % für Zweigelt (2)]. Die erwähnenswerte Tatsache, dass für die zwei untersuchten Traubenkerne aus Zweigelttrauben [Zweigelt (1), Weingut Karl Strauss; Zweigelt (2), Fachschule Silberberg, siehe 3.2.] sehr unterschiedliche Werte des Ölgehalts ermittelt wurden, zeigt, dass der Ölgehalt nicht allein durch die Traubensorte bestimmt wird. Als mögliche weitere einflussnehmende Parameter können unter anderen das Anbaugebiet und der Reifezustand der Trauben bei der Ernte genannt werden [*Ohnishi, Rohne*].

5.4.2 Die Ölqualität

Die aus den gewonnenen Ölen bestimmten Werte der Fettsäurezusammensetzung stimmen weitgehend mit den in der Tabelle 3 angegebenen Literaturwerten nach *Schuster* überein. Abweichungen von diesen Werten sind im Anteil an Palmitinsäure festzustellen, der in den untersuchten Proben zwischen 6,3 und 9,2 % bestimmt wurde (Literatur [*Schuster*] 4-6%) und im Anteil an Palmitoleinsäure. Diese Fettsäure konnte in den untersuchten Ölproben nicht

nachgewiesen werden, ihr Anteil in Traubenkernöl wird von *Schuster* (siehe Tabelle 3) aber mit 2 - 6 % angegeben. In diesem Bereich müssen die Werte von *Schuster* jedoch kritisch hinterfragt werden, da auch in den Arbeiten von *Göktürk&Baydar* sowie *Ohnishi* keine Palmitoleinsäure in Traubenkernöl nachgewiesen werden konnte.

5.5 Der Einfluss der Presstechnologie

5.5.1 Zur Speiseölqualität

Bevor nun im Folgenden die Ergebnisse zur Bestimmung des Einflusses der Presstechnologie auf Menge und Qualität der aus den Traubenkernen gewonnenen Inhaltsstoffe (Traubenkernöl und Proanthocyanidine) diskutiert werden, soll an dieser Stelle nochmals auf die unter Punkt 1.2.1.1 dargestellte Einführung zur Speiseölthematik hingewiesen werden.

5.5.2 Die Presstechnologie

In einer umfangreichen Versuchsreihe wurde daher im Rahmen der im vorliegenden Bericht vorgestellten Arbeiten der Einfluss der bei der Gewinnung des Traubenkernöls eingesetzten Presstechnologie auf die Menge und Qualität sowohl des erhaltenen Öls, aber auch der aus dem bei der Pressung zurückbleibenden Presskuchens extrahierten Proanthocyanidine bestimmt. Die Ergebnisse aus diesen Versuchen werden im Kapitel 4.4. und den entsprechenden Unterkapiteln aufgelistet. Es wurden drei verschiedene Pressen verwendet (siehe Kapitel 4.4.1-2): Eine Schneckenpresse (Warmpressung), bei deren Verwendung das gewonnene Öl einer Temperatur von mindestens 100 °C ausgesetzt war (siehe Kapitel 4.4.1.), eine kleine Versuchspresse (Eigenbau, Fa. J. Fimlinger, Kalsdorf / Feldkirchen, siehe Kapitel 4.4.2.) und eine semi-kontinuierliche Presse mit einer Kapazität von über 250 kg/h (Beide zur Kaltpressung geeignet). Die Traubenkerne wurden nach unterschiedlichen Vorverarbeitungsprozessen und bei Vorwärmtemperaturen von 25 - 80 °C, und somit unter jenen ca. 80 – 100 °C der bei der Verwendung der Schneckenpresse prozessbedingt entstehenden, verpresst. Die Experimente mittels der semi-kontinuierlichen Stempelpresse, welche im vorliegenden Bericht als Hauptversuchsreihe mit der Stempelpresse bezeichnet werden (4.4.2.), wurden bei einem italienischen Pressenhersteller ohne dem Beisein der Autoren durchgeführt. Dabei wurde die vorgeschlagene Versuchsdurchführung leider nur in einem geringen Ausmaß berücksichtigt wodurch nicht alle Ergebnisse verwertbar waren. Zusätzlich erfolgte der Transport der Presskuchenproben von Mailand nach Graz unsachgemäß. Eine Diskussion der entsprechenden Ergebnisse ist deshalb nur bedingt möglich.

Im Folgenden werden in erster Linie die Ergebnisse aus den Pressungen der Traubenkerne der Sorten Schilcher und Welschriesling, einerseits mit der Schneckenpresse und andererseits mit der Stempelpresse in der Vorversuchsreihe, sowie ein praxisnaher Pressversuch mit Mischchargen, erläutert.

5.5.3 Traubenkernölqualitäten

Die bereits erwähnte höhere Konzentration an freien Fettsäuren in Ölen, die bei höheren Temperaturen (Schneckenpresse) gewonnen werden, zeigt sich auch in den hier vorgestellten Ergebnissen. Die Tabelle 23 enthält die Werte für den Gehalt an freien Fettsäuren in den Ölen aus den Versuchen mit der Schneckenpresse. Der Gehalt für das Öl aus den Schilcher-Traubenkernen beträgt 0,59 % jener für das Öl aus den Welschriesling-Traubenkernen 1,05 %. Bei der Verwendung der Stempelpresse wurden wesentlich geringere Werte erhalten: Schilcher 0,28 %, und Welschriesling 0,57 % (siehe Tabelle 28). Die Qualität der mittels der Stempelpresse durch Kaltpressung gewonnenen Öle ist also erwartungsgemäß höher als jene der mittels der Schneckenpresse gewonnenen Öle. Erstaunlich ist allerdings, dass die Ölausbeute unter Verwendung der Stempelpresse bei der Pressung der Schilcher-Traubenkerne in der gewählten

Versuchsanordnung nur gering niedriger und bei der Pressung der Welschriesling-Traubenkerne sogar höher ist, als bei der Verwendung der Schneckenpresse.

Um die Ergebnisse der Klein- und Vorversuche zu verifizieren, wurde zusätzlich ein weiterer praxisnaher Versuch mit Mischchargen aus steirischen Weißwein- (Welschriesling / Chardonnay) Rotwein- (Zweigelt / Blauer Portugieser) und Schilchertraubenkernen durchgeführt. Die Ausbeuten sind in der folgenden Tabelle dargestellt:

Traubenkernprobe (je 10kg Kerne)	Schilcher	Weißer Sorten	Rote Sorten
Ölausbeute – Schneckenpresse [I]	1,4	1,1	0,8

Tabelle 39: Ergebnisse zur Bestimmung der Ölausbeute bei Pressversuchen von Mischchargen.

Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass die Ausbeuten zur Gewinnung von Traubenkernöl mittels Stempelpressen bei Optimierung nur geringfügig unter den mit Schneckenpressen erreichbaren sein werden. Unter vergleichbaren Bedingungen variieren die Restölgehalte in den Presskuchen je nach eingesetzter Presstechnologie und Vorbereitung der Kerne zwischen 4,2 und 6% bei Verwendung einer Schneckenpresse, und 5,3 bis 6,5 % bei Verwendung einer Stempelpresse. Eine Optimierung der Ölausbeuten scheint auf Grund der bisherigen Ergebnisse und Erfahrungen in der industriellen Umsetzung noch möglich.

Die Ergebnisse zeigen in Summe die grundsätzliche Durchführbarkeit für eine wirtschaftliche Produktion bei der Verwendung einer semikontinuierlichen Stempelpresse zur Gewinnung kaltgepressten Traubenkernöls auf.

5.4 Antioxidantien

Die Ergebnisse zur Bewertung der Traubenkerne aus den verschiedenen Traubensorten in Bezug auf die Gewinnung von Proanthocyanidinen sind in der Tabelle 15 (siehe 4.1.) dargestellt. Zu dieser Bewertung wurden die Traubenkerne mit Ethylacetat extrahiert und aus dem gewonnenen Extrakt durch Zugabe von Petrolether die Proanthocyanidinrohfraktion (PA-Rohfraktion) ausgefällt (siehe 3.4.2.1.). Die Beurteilung der Qualität dieser Rohfraktionen erfolgte durch die Bestimmung des Totalphenolgehalts in den Proben nach Folin-Ciocalteu (siehe 3.4.2.2.) [Yi]. Im Kapitel 1.1.2.2. sind die Proanthocyanidine aus Traubenkernen, ihre chemische Struktur und ihr Vorkommen beschrieben.

Dabei wurde auch die hohe strukturelle Vielfalt dieser Verbindungsklasse erwähnt. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, ob die eben beschriebene im Grunde sehr einfache Methode zur Bestimmung des Totalphenolgehalts nach Folin-Ciocalteu ausreicht um die Qualität von Traubenkernextrakten zu bestimmen. Diese Frage wird von *Shrikhande* positiv beantwortet. In der zitierten Arbeit werden auch Ergebnisse zur Bestimmung der phenolischen Komponenten in Traubenkernextrakten verglichen, die einerseits mit der oben beschriebenen Methode nach Folin-Ciocalteu und andererseits mittels einer wesentlich komplizierteren chromatographischen Methode bestimmt worden waren. Dieser Vergleich zeigt eine gute Übereinstimmung der Werte. Unter diesem Gesichtspunkt erscheint die angewandte kolorimetrische Bestimmungsmethode für ein erstes „screening“ der Proben als ausreichend.

Zu der nun folgenden Diskussion der Ergebnisse zur Bewertung der Traubenkerne aus den verschiedenen untersuchten Traubensorten (siehe Tabelle 15, Kapitel 4.1.) werden die Werte zur Ausbeute an PA-Rohfraktion (bezogen auf die Traubenkern-Trockenmasse) und die Werte zum Totalphenolgehalt in der PA-Rohfraktion herangezogen. Die Ausbeute an der PA-Rohfraktion ist bei den Traubenkernen der Sorten Chardonnay (2,52 %), Muskateller (2,67 %) und Rheinriesling (2,15 %) in etwa gleich hoch, sie ist etwas niedriger bei den Traubenkernen der Sorte Sauvignon Blanc (1,64 %) und signifikant höher bei den Traubenkernen der Sorte Zweigelt (2) (4,56 %). Wirklich hervorstechend sind jedoch die extrem niedrigen Werte für die Traubenkerne der Sorten Schilcher (0,08 %), Welschriesling (0,14 %) und Zweigelt (1) (0,22 %). Im Gegensatz zu den oben

erwähnten Proben wurden diese Traubenkerne nach vorhergegangener Trocknung der entsprechenden Trester durch maschinelle Abtrennung des Schalen- und Fruchtfleischanteils erhalten (siehe 3.3.1.). Der durch diese Trocknung nur sehr niedrige Restfeuchtegehalt der Traubenkerne [Schilcher, 5,0 %; Welschriesling, 5,1 %; Zweigelt (1), 4,9 %] könnte der Grund für die geringe Ausbeute an der PA-Rohfraktion sein. Durch die Trocknung kann eine Bindung der Inhaltsstoffe an Zellwände und Membrane stattfinden [Fiehn]. Dazu ist jedoch zu erwähnen, dass im Rahmen der hier beschriebenen Studie nicht an einer Optimierung der Extraktion der Proanthocyanidine aus den Traubenkernen gearbeitet wurde und dass zu dieser Extraktion ausschließlich eine modifizierte Form der von *Pekic* ausgearbeiteten Methode angewandt wurde. Eine Optimierung des Prozesses die den Zusammenhang der Ölausbeute bei der Pressung mit der Restfeuchte der Traubenkerne sowie dem Gehalt an PA-Rohfraktion darstellt, ist also vor einer technischen Umsetzung der Extraktion noch notwendig. Erstversuche zeigten, dass mit der Verwendung von Wasser [Duncan, Nafisi-Movaghar] oder von einer Mischung aus Wasser und anderen polaren Lösungsmitteln [Bombardelli] bei der Extraktion der getrockneten Kerne eine wesentlich höhere Ausbeute erreicht werden kann als bei der Extraktion mit dem vergleichbar unpolaren Ethylacetat. Mögliche Bindungen der Inhaltsstoffe an Membrane oder Zellwände könnten so wieder gelöst werden. Zusätzlich ist zu erwähnen, dass durch Extraktion der Proanthocyanidine aus dem Traubenkernpresskuchen nach Gewinnung des Traubenkernöls höhere Ausbeuten an Proanthocyanidinen erhalten wurden als aus den getrockneten Traubenkernen selbst (siehe unten).

5.5 Nutzung des Traubenkernpresskuchens

Für die Verwendung der Stempelpresse sprechen die Ergebnisse zur Bewertung der Presskuchen bezüglich der Gewinnung von Proanthocyanidinen. Die Werte in der Tabelle 40 zeigen, dass die PA-Rohfraktionen aus den Presskuchen der Pressungen mit der Stempelpresse sowohl bezüglich der Quantität, als auch bezüglich der Qualität (Bestimmung des Totalphenolgehalts) höher zu bewerten sind als die PA-Rohfraktionen aus den Presskuchen, die bei den Versuchen mit der Schneckenpresse erhalten wurden.

Presskuchenprobe	Presstechnologie	Ausbeute und Qualität der PA-Rohfraktion [Gew.-%] (bezogen auf die Traubenkerntrockenmasse)
Schilcher	Schneckenpresse	0,37 (39,5)
	Stempelpresse (Vorversuchsreihe)	0,47 (58,6)
Welschriesling	Schneckenpresse	0,09 (14,4)
	Stempelpresse (Vorversuchsreihe)	0,32 (23,1)

Tabelle 40: Ergebnisse zur Bewertung verschiedener Presstechnologien in Bezug auf die spätere Nutzung der Traubenkernpresskuchen zur Gewinnung von Proanthocyanidinen (Die in Klammern gesetzten Werte geben den Totalphenolgehalt (in GAE) in der Proanthocyanidin (PA)-Rohfraktion in Gew.-% wieder und geben so Aufschluss über die Qualität der Rohfraktion.)

Die Qualitäten der, aus dem Stempel-Presskuchen gewinnbaren, PA-Rohfraktion entsprechen den auf dem Markt befindlichen Produkten Aktivin™ und Leucoselect™ auch hinsichtlich ihrer Zusammensetzung. Erste Untersuchungen zur qualitativen Bewertung der OPC – Extrakte, über deren antioxidativen Kapazität hinaus, wurde durch erste Entwicklungen einer geeigneten HPLC-MS-Analysemethode durch die Arbeitsgruppe möglich [Poeltl].

6 Wirtschaftlichkeit und Ausblick

6.1 Traubentrester

Großtechnisch wird der Trester, wie unter 3.3 beschrieben, getrocknet und die Kerne durch Trockenklassierung in einer Sämereianlage getrennt und gereinigt. So wird der, nach der Trocknung anfallende Traubentrester in eine Kern- und Restfraktion getrennt. Die verbleibende Traubentresterrestfraktion (TTRF) besteht aus Traubenhaut und andern strukturellen Resten der Trauben. Dieser Rest eignet sich hervorragend als Zuschlag zu Tiertrockenfutter. Wie erste Versuche zeigten, sprechen die Tiere offensichtlich sehr stark auf den besonderen Geruch an. Die möglichen positiven Eigenschaften der TTRF sowie die Umsetzung einer wirtschaftlichen Verwertung wird zur Zeit gerade geprüft. Wenn diese Verwertungsoption sich tatsächlich nutzen lässt, ergibt sich dadurch eine zusätzliche Gewinnoption in der Verwertungskaskade.

Damit wäre eine Feuchtklassierung, wie sie mit bestehenden Sämereianlagen nicht möglich ist, zur Vorabtrennung der Traubenkerne nicht nötig. Letztere würde zwar Trocknungskosten einsparen, aber in weiterer Folge auch zu höheren Investitionskosten bei der Produktion des Öles führen, da damit nicht mehr auf in der Steiermark bereits bestehende Technologien, wie sie bei der Trockenklassierung bestehen, zurückgegriffen werden könnte.

Eine weitere Verwertungsmöglichkeit im Bereich der kosmetischen Nutzung ergibt sich auch durch die im Traubentrester und in der TTRF enthaltenen bioaktiven Stoffe. Produktentwicklungen zur Verwertung als Tierfutterzuschlagstoff und evt. auch im Bereich des Pflanzenschutzes sollten hier das Ziel weiterer Arbeiten sein.

6.2 Traubenkernöl

Die Marktchancen für Traubenkernöl stellen sich, wie schon einleitend erwähnt, sehr gut dar. Dies gilt in Abhängigkeit der Qualität sowohl für die Verwertung als Speiseöl als auch im Bereich der Kosmetik. Durch die in dem vorliegenden Projekt durchgeführten Arbeiten, konnte die Basis für eine wirtschaftliche Umsetzung der Produktion von steirischem Traubenkernöl gelegt werden.

Die Nutzung unterschiedlicher Presstechnologien zur Gewinnung von Traubenkernöl ermöglichen, wie gezeigt, die Produktion unterschiedlicher Ölqualitäten. Jedoch ist bei der Auswahl der Presstechnologie eine Kosten-Nutzen-Rechnung auf Grund der erzielbaren Marktpreise durchzuführen, da die Investitionskosten für geeignete Kaltpressmethoden (Stempelpresse, Rohrrotationspressen) im Vergleich zu Schneckenpressen bei gleicher Stundenleistung ca. um den Faktor 5 - 10 höher anzusetzen sind. Dabei ist aber auch zu bedenken, dass nur eine Kaltpressmethode eine Nutzung des Traubenkernpresskuchens möglich macht.

Die ersten im Litermaßstab erzeugten Chargen von Traubenkernölen der Sorten Welschriesling, Zweigelt und Schilcher zeigen eine geschmackliche Qualität, die im Bereich der Gastronomie großen Anklang findet und einen ersten Bedarf geweckt hat. Die Reife einer wirtschaftlichen Produktion, von der Trocknung über die Reinigung bis zum Pressvorgang, ist durch die vorliegende Arbeit gegeben. Die Umsetzung einer ersten wirtschaftlichen Produktion von mehreren 100 Litern steirischem Traubenkernöls soll in den nächsten Monaten erfolgen. Auf Grund der in dem Projekt erarbeiteten Erfahrungen wird es möglich sein, die Produktion des Traubenkernöls auf das eingesetzte Traubenkernmaterial und die verwendeten Pressen anzupassen, um die Produktion einer optimalen Qualität zu erzielen.

6.3 Antioxidantien

Wie bereits angeführt entsprechen die Qualitäten der, aus dem Stempel-Presskuchen gewinnbaren, PA-Rohfraktion den auf dem Markt befindlichen Produkten Aktivin™ und Leucoselect™ hinsichtlich ihrer Zusammensetzung. Die beiden genannten Extrakte werden aus den Traubenkernen ohne vorherige Gewinnung des Öls durchgeführt. Durch die Umsetzung der Erkenntnisse der vorliegenden Arbeit wäre damit eine weitere, beispielhafte kaskadische Reststoffnutzung des verbleibenden Traubenkernpresskuchens möglich. Damit scheint auch hier eine wirtschaftliche Umsetzung bei einer Vertiefung der Erkenntnisse über die Extraktionsmöglichkeiten möglich. Speziell die Nutzung von Traubenkernen aus biologischem Anbau, in Kombination mit der Gewinnung von biologischem Traubenkernöl und Extrakt bzw. der Verwertung des Gesamtpressrückstandes, hat ein hohes Marktpotential im Bereich der Kosmetik- und Nahrungsmittelindustrie. Die Gegebenheiten in Österreich und speziell in der Steiermark, zeigen bei einer Steigerung des kb-Anbaus von Weintrauben damit eine weitere interessante Wertschöpfungsoption.

7 Literatur

- Akiyama H., J. Sakushima, S. Taniuchi, T. Kanda, A. Yanagida, T. Kojima, R. Teshima, Y. Kobayashi, Y. Goda, and M. Toyoda. (2000) Antiallergic effects of apple polyphenols on the allergic model mouse. *Biological & Pharmaceutical Bulletin*. 23/11, pp. 1370-1373
- Böchzelt H., W. Haas, J. Lomsek und H. Schnitzer. (2001) Vorstudie zur Wertstoffgenerierung aus dem Abfallprodukt Traubentrester. Abschlussbericht, Stmk. LR FA 1c
- Böchzelt, H., W. Haas, G. Poeltl, M. Mittelbach and H. Schnitzer (2002). *Vitis Vinifera* Kernels: Oil Processing and Antioxidants. Proceedings, AOCS Exhibition and Congress 2002, Montreal, Canada.
- Bokisch M. (1993) *Nahrungsfette und -öle*. Ulmer, Stuttgart, Deutschland.
- Bombardelli, E. (1979) Method of obtaining flavanolic oligomers. Patent GB 1 541 469
- Bors W., and C. Michel. (1999) Antioxidant capacity of flavanols and gallate esters: Pulse radiolysis studies. *Free Radical Biology & Medicine*. 27, pp. 1413-1426
- Christie, W. W. (1999) The analysis of evening primrose oil. *Ind. Crop Prod.* 10, pp. 73-83.
- Dauer A., P. Metzner, and O. Schimmer. (1998) Proanthocyanidins from the bark of *Hamamelis virginiana* exhibit antimutagenic properties against nitroaromatic compounds. *Planta Medica*. 64/4, pp. 324-327
- De Greyt, W. F., M. J. Kellens, and A. D. Huyghebaert. (1999) Effect of physical refining on selected minor components in vegetable oils. *Fett/Lipid*. 101/11, pp. 428-432.
- Duncan, K. W., I. A. Gilmour. (1999) Process for extraction of proanthocyanidins from botanical material. United States Patent 5 968 517
- Fiehn, O. (2002) Metabolomics – the link between genotypes and phenotypes. *Plant Molecular Biology*. 48, pp. 155-171
- Frankel E. (1993) In Search of Better Methods to Evaluate Natural Antioxidants and Oxidative Stability in Food Lipids, *Trends Food Sci. Technol.* 4(7), pp. 220-225
- Frankel E. (1996) Antioxidants in Lipid Foods and Their Impact on Food Quality. *Food Chem.* 57(1), pp. 51-55
- Frankel E. (1999). Food Antioxidants and Phytochemicals: Present and Future Perspectives. *Fett/Lipid*. 101(12), pp. 450-455
- Frankel E., C. Bosanek, A. Meyer, K. Silliman, and L. Kirk. (1998) Commercial Grape Juices Inhibit the in vitro Oxidation of Human Low-Density Lipoproteins. *J. Agric. Food Chem.* 46(3), pp. 834-838
- Frankel E., J. Kanner, J. German, E. Parks, and J. Kinsella. (1993) Inhibition of Oxidation of Human Low-Density Lipoprotein by Phenolic Substances in Red Wine. *Lancet*. 341(Feb 20), pp. 454-457

- Frankel E., S.Huang, J.Kanner, and J. German. (1994) Interfacial Phenomena in the Evaluation of Antioxidants: Bulk Oils versus Emulsions. *J. Agric. Food Chem.* 42(5), pp.1054-1059
- Frankel E. N., A. L. Waterhouse, and P. L. Teissedre. (1995) Principal phenolic phytochemicals in selected California wines and their antioxidant activity in inhibiting oxidation of human low-density lipoproteins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 43. pp. 890-894
- Gabetta B., N. Fuzatti, A. Griffini, E. Lolla, R. Pace, T. Ruffilli, and F. Peterlongo. (1999) Characterization of proanthocyanidins from grape seeds. *Fitoterapia.* 71, pp. 162-175
- Göktürk Baydar N., and M. Akkurt. (1999) Oil content and oil quality properties of some grape seeds. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry.* 25/3, pp. 163-168
- Hagerman A. E., K. M. Riedl, G. A. Jones, K. N. Sovik, N. T. Ritchard, P. W. Hartzfield, and T. L. Riechel. (1998) High molecular weight plant polyphenolics (tannins) as biological antioxidants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 46, pp. 1887-1892
- Ho Ch. T. and F. Shahidi. (2000) *Phytochemicals and Phytopharmaceuticals*, AOCS Press, USA
- Judd, J. T., B. A. Clevidence, and R. A. Meusing. (1994) Dietary trans fatty acids: effects on plasma lipids and lipoproteins of healthy men and women. *Am. J. Clin. Nutr.* 59, pp. 861-868.
- Kanner J., E. Frankel, R. Granit, B. German, and J. E. Kinsella. (1994) *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 42/1, pp. 64-69
- Katschner E. (1998) *Der Steirische Wein.* Leykam Buchverlags GmbH, Graz
- Lazarus S. A., G. E. Adamson, J. F. Hammerstone, and H. H. Schmitz. (1999) High-performance liquid chromatography of proanthocyanidins in foods and beverages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 47, pp. 3693-3701
- Li, W. G., X. Y. Zhang, Y. J. Wu, and X. Tian. (2001) Anti-inflammatory effect and mechanism of proanthocyanidins from grape seeds. *Acta Pharmacologica Sinica.* 22/12, pp. 1117-1120
- Mensink, R. P., and M. B. Katan. (1990) Effect of dietary *trans* fatty acids on high-density and low-density lipoprotein cholesterol levels in health subjects. *N. Engl. J. Med.* 323, pp. 439-445.
- Michailescu P., P. Sarni-Manchado, and M. H. Korompli. (2001) Potential anticaries activity of proanthocyanidins: Inhibition of *Streptococcus* mutants growth. *Journal of Dental Research.* 80/4, p 1222.
- Nafisi-Movaghar K., T. T. Svanoe, W. A. Seroy. (1999) Method for extraction of proanthocyanidins from plant material. United States Patent 5 912 363
- Nature – Der grüne Zweig. (2000) In <http://www.nature.de>
- Ohnishi M., S. Hirose, M. Kawaguchi, S. Ito, and Y. Fujino. (1990) Chemical composition of lipids, especially triacylglycerols, in grape seeds. *Agric. Biol. Chem.* 54/4, pp. 10356-1042.
- Pekic B., V. Kovac, E. Alonso, and E. Revilla. (1998) Study of the extraction of proanthocyanidins from grape seeds. *Food Chemistry.* 61/1-2, 201-206

Poeltl, G., W. Haas, M. Mittelbach and H. Boechzelt (2002). Assessing the Quality of Procyanidin Extracts from Grape Seeds Using Polar-Bonded Phase LC/ESIMS. Proceedings, AOCS Exhibition and Congress 2002, Montreal, Canada.

Renaud S., and M. de Lorgeril. (1992) Wine, alcohol, platelets, and the French paradox for coronary heart disease. *Lancet*. 339, pp. 1523-1526

Ricardo da Silva J. M., N. Darmon, Y. Fernandez, and S. Mitjavila. (1991) Oxygen free radical scavenger capacity in aqueous models of different procyanidins from grape seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 39/9, pp. 1549-1552

Richter C. (1999) Molekulare Aspekte des Alterns. *Chem. Unserer Zeit*. 4, pp. 221-225

Rohne G. (1966) The extraction of oil from grape seeds. *Fette, Seifen, Anstrichmittel*. 68/10, pp. 805-808

Santos-Buelga C., and Scalbert A. (2000) Proanthocyanidin and tannin-like compounds – nature, occurrence, dietary intake and effects on nutrition and health. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 80/7, pp. 1094-1117

Scalbert A., S. Deprez, I. Mila, A.-M. Albrecht, J.-F. Francois, and S. Rabot. (2000) Proanthocyanidins and human health: Systemic effects and local effects in the gut. *Biofactors*. 13/1-4, p 115

Schuster W. (1992) Ölpflanzen in Europa. DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt am Main, Deutschland.

Shahidi F. (1997) Natural Antioxidants – *Chemistry, Health Effects and Applications*, Editor F. Shahidi, AOCS Press, USA

Shrikhande, A. J. (2000) Wine by-products with health benefits. *Food Research International*. 33, pp. 469-474

Singleton, V. L., and J. A. Rossi, Jr. (1965) Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*. 16, pp 144-158

St. Leger A. S., A. L. Chochrane, and F. Moore. (1979) Factors associated with cardiac mortality in developed countries with particular reference to the consumption of wine. *Lancet*, pp. 1017-1020.

Takahata Y., M. Ohnishi-Kameyama, S. Furuta, M. Takahashi, and I. Suda. (2001) Highly polymerized procyanidins in brown soybean seed coat with a high radical-scavenging activity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 49, 5843-5847

Teissedre P. L., E. N. Frankel, A. L. Waterhouse, and H. Peleg. (1996) Inhibition of in vitro human LDL oxidation by phenolic antioxidants from grapes and wines. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 70/1, pp. 55-61

Waterhouse A. L., S. Ignelzi, and J. R. Shirley. (2000) A comparison of methods for quantifying oligomeric proanthocyanidins from grape seed extracts. *American Journal of Enology and Viticulture*. 51/4, pp. 383-389

Willett, W. C., J. M. Stampfer, and J. E. Manson. (1993) Intakes of *trans* fatty acids and risk of coronary heart disease among women. *Lancet*. 341, pp 581-586.

Yamakoshi J., S. Kataoka, T. Koga, and T. Ariga. (1999) Proanthocyanidin-rich extract from grape seeds attenuates the development of aortic atherosclerosis in cholesterol-fed rabbits. *Atherosclerosis* 142, pp. 139-149

Yi, O.-S., A. S. Meyer, and E. N. Frankel. (1997) Antioxidant activity of grape extracts in a lecithin liposome system. *Journal of the American Oil Chemist's Society*. 74/10, pp. 1301-1307

Zhao J., J. Wang, Y. Chen, and R. Agarwal. (1999) Anti-tumor-promoting activity of a polyphenolic fraction isolated from grape seeds in the mouse skin two-stage initiation-promotion protocol and identification of procyanidin B5-3'-gallate as the most effective antioxidant constituent. *Carcinogenesis*. 20/9, pp. 1737-1745

www.abfallwirtschaft.steiermark.at

Medieninhaber und Herausgeber:
Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Fachabteilung 19D
Abfall- und Stoffflusswirtschaft
Leiter: Hofrat Dipl.-Ing. Dr. Wilhelm Himmel
Projektleitung: Dipl.-Ing. Gudrun Walter
8010 Graz, Bürgergasse 5a
Fax: (0316) 877-2416
Email: post@fa19d.stmk.gv.at
Internet: www.abfallwirtschaft.steiermark.at

Für den Inhalt verantwortlich:
Dr. Herbert Böchzelt
Mag. Wilhelm Haas
Mag. Susanne Wagner
JOANNEUM RESEARCH
Institut für Nachhaltige Techniken und Systeme
8010 Graz, Elisabethstrasse 16



Februar 2003