

Dieter Blankenhorn

Thermische Verfahren zur Rotweinbereitung

ATW

ATW – Ausschuss für Technik im Weinbau

**Deutscher Weinbauverband + Deutsche Landwirtschafts-
Gesellschaft + Kuratorium für Technik und Bauwesen in der
Landwirtschaft**

Thermische Verfahren zur Rotweinbereitung

Dieter Blankenhorn

Abschlussbericht zum ATW-Vorhaben 123

Durchführung

**Staatl. Lehr- und Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau
Traubenplatz 5 + 74185 Weinsberg**

**Förderjahre: 2000 bis 2002
Förderländer: Baden-Württemberg**

KTBL-Titel I/14

Eine ATW-Berater-Information

ATW-Vorstand

Vorsitzender

Peter Jost | Hahnenhof
Oberstraße | D-55422 Bacharach
Tel.: +49 (0) 6743/1216 | Fax: +49 (0) 6743/1076
E-Mail: weingut@tonijost.de

2. und Geschäftsführender Vorsitzender

Prof. Dr. Hans-Peter Schwarz
Forschungsanstalt Geisenheim | Fachgebiet Technik
Brentanostraße 9 | D-65366 Geisenheim
Tel.: +49 (0) 6722/502-365 | Fax: +49 (0) 6722/502-360
E-Mail: hans-peter.schwarz@fa-gm.de

Vorstandsmitglied

Dr. Jürgen Dietrich
Staatsweingut Meersburg | D-88701 Meersburg
Tel.: +49 (0) 7532/4467-10 | Fax: +49 (0) 7532/4467-17
E-Mail: jd@staatsweingut-meersburg.de

ATW-Beirat

Obmann

MinR Hermann Fischer
Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten
PF 3160 | Kaiser-Friedrich-Straße 1 | D-55116 Mainz
Tel.: +49 (0) 6131/16-5252 | Fax: +49 (0) 6131/16-175252
E-Mail: hermann.fischer@mulewf.rlp.de

Geschäftsführer

Christian Reinhold
KTBL | Bartningstraße 49 | D-64289 Darmstadt
Tel.: +49 (0) 6151/7001-151 | Fax: +49 (0) 6151/7001-123
E-Mail: c.reinhold@ktbl.de

Für Entscheidungen, die auf Basis der Angaben in diesem Bericht getroffen werden und deren Folgen, schließt der ATW jegliche Haftung aus.

© 2011

Herausgegeben mit Förderung des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages. Nachdruck, auszugsweise Wiedergabe, Vervielfältigung, Übernahme auf Datenträger und Übersetzung nur mit Genehmigung des 2. und Geschäftsführender Vorsitzender des ATW.

Ausschuss für Technik im Weinbau | Brentanostr. 9 | 65366 Geisenheim
Tel.: +49 (0) 6722/502-364 | Fax: +49 (0) 6722/502-360

Redaktion
Christian Reinhold | KTBL

Titelbild
Doppelröhrenerhitzer mit gerippten Drallrohren zur Erwärmung von Maische | Blankenhorn

Vertrieb
KTBL | Darmstadt | vertrieb@ktbl.de | www.ktbl.de

Printed in Germany.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	7
2	Das Rotweinbereitungsverfahren beeinflusst den Weinstil.....	8
3	Bedeutung des Extraktionsverfahrens bei der Rotweinbereitung.....	10
4	Verfahrensablauf der Thermischen Rotweinbereitung	15
4.1	Oenologische Aspekte	15
4.1.1	Vorteile und Nachteile der Thermischen Verfahren	15
4.1.2	Maischeerwärmung (ME)	16
4.1.3	Kurzhoherhitzung (KHE).....	17
4.1.4	Parameter Temperatur und Zeit	19
4.1.5	Einsatz von Enzymen zum Pektinabbau	21
4.2	Verfahrenstechnik	22
4.2.1	Regenerativer Wärmetausch.....	22
4.2.2	Kennzahlen, Daten und Investitionsbedarf.....	26
5	Ansatzpunkte zur Optimierung des Verfahrens	28
5.1	Effekte unterschiedlicher Extraktionsbedingungen	28
5.1.1	Temperatureffekt während der Maischestandzeit	29
5.1.2	Wirkung einer Maischestandzeit.....	32
5.2	Saftabzug zur Maischeverdichtung	36
5.3	Rührverfahren zur Intensivierung der Extraktion.....	37
5.4	Kombination verschiedener Rotweinbereitungsverfahren	39
6	Fazit.....	42
7	Literatur	43
	Danksagung	44
	ATW- und KTBL-Veröffentlichungen	

Wesentlich ist das Verständnis der vielschichtigen Vorgänge bei der Vinifikation.

(Rolf Maurer, 1986)

1 Einleitung

Nach wie vor erfahren die grundlegenden Rotweinbereitungsverfahren der klassischen Maischegärung sowie der thermischen Verfahren von Seiten der Experten eine deutlich unterschiedliche Bewertung. Häufigstes Argument ist der Qualitätsaspekt, der von beiden Seiten, für das jeweilige Verfahren, in den Vordergrund gestellt wird. Maischegärung oder thermisches Verfahren – die Lager der Befürworter spalten sich in der Regel in Abhängigkeit der Region (Anbaugebiet) sowie der Betriebsstruktur und Betriebsgröße.

Die Verfahren der thermischen Rotweinbereitung wurden in den 60er Jahren grundlegend erforscht, technologisch entwickelt und in die Weinbranche eingeführt. Ein wesentlicher Beitrag dieser Entwicklung wurde an der Staatlichen Lehr- und Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau Weinsberg gelegt. Eine Vielzahl von Untersuchungen zur Optimierung des Verfahrens wurden von KLENK, MEIDINGER und MAURER durchgeführt, ausgewertet und publiziert.

Ein Auszug der Versuchsdokumentation verdeutlicht, dass insbesondere die Themen der Farbgewinnung in Abhängigkeit der Erhitzungstemperatur, die enzymatischen Farbverluste durch Polyphenoloxidasen sowie die Varianz der Verfahrenstechnik bearbeitet wurden. So berichten KLENK und MAURER (1968), dass „die Wirkung von Wärme zur Rotweingewinnung eine außerordentlich wertvolle Maßnahme für den Kellerwirt ist, da eine schnelle Verarbeitung auch großer Maischemengen möglich ist und Weine mit hoher Qualität liefert“ (KLENK, 1968).

Bei diesen sehr grundlegenden Versuchen ist auch nachzulesen, dass die Maischeerwärmung auf 70°C mit einer anschließenden Maischstandzeit bei 70°C die besten Farbwerte und somit auch die beste Qualitätseinschätzung ergab. Dennoch wurde das in die Praxis eingeführte Verfahren der Kurzhocherhitzung mit abweichenden Verfahrensparametern definiert, da hier die regenerative Rückgewinnung der eingesetzten Energie ein entscheidender Faktor war.

Nach über 30 Jahren Erfahrungen in der Praxis sind die thermischen Verfahren zur Rotweinbereitung ein fester Bestandteil der Weinerzeugung. Der technische Fortschritt und die Erfahrung bei der Anwendung der thermischen Verfahren haben eine gewisse Varianz in der Anwendung des Verfahrens entwickelt, indem die Erhitzungstemperatur, Heißhaltezeit oder die Bedingungen der Maischstandzeit variieren.

Das Streben nach einer ständigen Optimierung der Anwendung ist die Grundlage zur Festigung unserer Wettbewerbsposition am Markt. Mit diesem Anspruch werden im vorliegenden Arbeitsvorhaben die thermischen Verfahren beschrieben. Ausgehend von einer Betrachtung der Extraktionsverfahren werden die Grundlagen der Anwendung von Wärme und Zeit auf das Lösen von Inhaltsstoffen beschrieben. Daraus abgeleitet werden die heute relevanten thermischen Verfahren der Kurzhocherhitzung sowie der Maischeerwärmung beschrieben.

Die Versuchstätigkeit orientierte sich stark an der Frage nach Ansatzpunkte der Optimierung des Verfahrensablaufes sowie weiterer qualitätsfördernder Maßnahmen. Unter den Stichworten Rebsorteneignung, Dauer einer Maischstandzeit, Temperatur während der Maischstandzeit und Gasrühren wird in den nachfolgenden Kapitel berichtet.

2 Das Rotweinbereitungsverfahren beeinflusst den Weinstil

Die Diskussion welches Rotweinbereitungsverfahren die bessere Qualität hervorbringt ist müßig und ebenso unzutreffend. Entscheidend ist die Frage wie heutzutage Sortimente geschmacklich zu differenzieren sind, damit am Markt ein maximaler Erfolg erzielt werden kann. Dabei haben die Oenologen entsprechend der Preisdifferenzierung entlang vorhandener Preisschwellen die Entscheidung über die jeweiligen geschmacklichen Eigenschaften zu treffen. Dies bedeutet nicht lediglich die Varianz von Restsüße sondern die logische Verknüpfung von Konsumanlass und Geschmacksprofil. Für Rotwein sind als kombinierbare sensorische Eigenschaften beispielsweise die Farbe, Süße, Säure, Nachgeschmack sowie Gerbstoff/Tannin zu nennen. In Abhängigkeit der jeweiligen Ausprägung der sensorischen Eigenschaften ergeben sich verschiedene Geschmacksprofile, die aufgrund ihres unterschiedlichen Geschmackseindrucks entscheidend für die Akzeptanz bzw. Ablehnung von Rotwein verantwortlich sind. So nimmt das verwendete Verfahren zur Rotweinbereitung deutlichen Einfluss auf den Weinstil und umgeht zunächst die direkte Frage der absoluten Qualität.

Das systematische Gestalten von Geschmack wird zukünftig an Bedeutung gewinnen, wodurch die Oenologie mehr Gestaltungselemente benötigen wird. Die Varianz des Rotweinbereitungsverfahrens kann als ein zentrales Gestaltungselement des Geschmacks betrachtet werden, indem ein deutlich unterschiedlicher Geschmackstyp als Folge des klassischen Verfahrens der Maischegärung einerseits sowie der Thermovinifizierung andererseits entsteht.

Neben der technologischen Entwicklung in der Kellerwirtschaft vollzog sich ein grundlegender Wandel im Konsum. Die Internationalisierung der Märkte verschärfte den Wettbewerb im deutschen Weinregal, auf Getränkekarten in der Gastronomie sowie innerhalb der Sortimente im Fachhandel. Für den Verbraucher bietet sich eine enorme Vielfalt unterschiedlicher Geschmackseindrücke. Eine Vielzahl von Studien bestätigt, dass Verbraucher diese Vielfalt positiv bewerten und innerhalb eines begrenzten Sortimentes ein ausgeprägtes Produktwissen entwickeln. Die Entscheidung über Präferenz oder Ablehnung wird generell dem Begriff der Qualität zugeordnet. Differenziert man den Qualitätsbegriff, so setzt sich dieser aus zwei Komponenten zusammen, die sich entscheidend auf die Verbraucherpräferenzen auswirken:

- **Weinstil**
Hierunter versteht man eine charakteristische Eigenschaftskombination, die einen bestimmten Geschmackstyp hervorbringt. Für Rotweine sind als kombinierbare sensorische Eigenschaften beispielsweise die Farbe, Geschmackliche Fülle, Süße, Säure, Nachgeschmack sowie Gerbstoff/Tannin zu nennen. In Abhängigkeit der jeweiligen Ausprägung der sensorischen Eigenschaften ergeben sich unterschiedliche Geschmacksprofile, die aufgrund ihres Geschmackseindrucks entscheidend für die Akzeptanz bzw. Ablehnung von Rotwein verantwortlich sind. So nimmt das verwendete Verfahren zur Rotweinbereitung deutlichen Einfluss auf den Weinstil und umgeht zunächst die direkte Frage der absoluten Weinqualität. Markante Unterschiede der angesprochenen Verfahren sind dabei die Intensität der Ausprägung von Fruchtaromen, die Farbe sowie der Geschmackseindruck (Gerbstoff/Tannin).
- **Weinqualität**
Sie beschreibt als zweite Komponenten der Produktpräferenz die absolute, innere Wertigkeit, die von Experten mit einer Bewertung anhand einer Punkteskala ausgedrückt wird. Orientiert man sich am Prädikatssystem, so könnte als Beispiel Auslese vor Qualitätswein genannt werden. Verbraucher haben individuelle Anforderungen an das absolute Qualitätsniveau.

Der Wandel des Wettbewerberumfeldes wirft die Frage der Aktualität und der Attraktivität unserer Rotweintypen aus. Aus technologischer Sicht ergibt sich generell die Frage der Optimierung und Anpassung bestehender Verfahren an die Anforderungen des Marktes. Reduziert man die Betrachtung um die bekannten Vor- und Nachteile beider Verfahren, der klassischen Maischegärung einerseits sowie der Thermischen Verfahren andererseits, besteht ein wesentlicher Unterschied in der Art des Extraktionsverfahrens. Während bei der Maischegärung eine alkoholische Extraktion erfolgt, findet bei den thermischen Verfahren ausschließlich eine wässrige Extraktion statt. Dieser zentrale Unterschied bedingt spezifische Lösungsvorgänge und schafft charakteristische Profile phenolischer Substanzen.

3 Bedeutung des Extraktionsverfahrens bei der Rotweinbereitung

Bei der Verarbeitung von Früchten können unterschiedliche Prinzipien der Saftfreisetzung aus den Zellen der Frucht angewendet werden. Grundsätzlich werden 3 Verfahren unterschieden:

- **Auspressverfahren**
Die Freisetzung des Saftes erfolgt durch mechanisches Aufbrechen der Zellwände – und Membranen. Das Prinzip der Entsaftung basiert auf Druck und Zurückhaltung der Feststoffe durch Filterwirkung des Presskuchens. Beispielhaft ist eine Ganztraubenpressung bei der Weißweinbereitung zu nennen.
- **Verflüssigungsverfahren**
Die Freisetzung des Saftes erfolgt durch das Auflösen der Zellwände – und Membranen durch enzymatischen Abbau. Nach Verflüssigung des Gewebes erfolgt lediglich ein absieben des nicht abgebauten Materials. Das Verfahren ist bei der Weinbereitung nicht sinnvoll und zulässig, da im Weingesetz lediglich pektolytische Enzyme zugelassen sind.
- **Extraktionsverfahren**
Die Freisetzung des Saftes aus den Zellen erfolgt durch eine thermisch bewirkte Denaturierung. Sie bewirkt die Aufhebung der Semipermeabilität der Zellmembran und ist die Grundlage, dass von diesem Zeitpunkt an ein Austreten der Zellinhaltsstoffe wie Farbstoffe, Aromastoffe und Phenole erfolgen kann. Das Öffnen der Zellen erfolgt somit aufgrund der Anwendung von Wärme und ist nur in geringem Umfang eine mechanische Zellerstörung. Das verfahrenstechnische Prinzip der Entsaftung kann als Extraktion bezeichnet werden, bei der eine Diffusion innerhalb der Phasen sowie dem Stoffübergang an den Phasengrenzen stattfindet.

Reduziert man die Betrachtung um die bekannten Vor- und Nachteile beider Verfahren, der klassischen Maischegärung einerseits sowie dem Verfahren der Kurzhoherhitzung andererseits, besteht der wesentliche Unterschied in der Art des Extraktionsverfahrens. Während bei der Maischegärung eine wässrig-alkoholische Extraktion erfolgt, findet bei den thermischen Verfahren eine wässrig-thermische Extraktion statt. Dieser zentrale Unterschied bedingt spezifische Lösungsvorgänge und schafft charakteristische Profile phenolischer Substanzen. Ein Vergleich der Extraktionsparameter Wärme und Alkohol zeigt deutlich die Wirkung auf das Löslichkeitsverhalten einzelner phenolischer Inhaltsstoffe.



Abb. 3.1: Extraktionsverfahren unterschiedlicher Rotweinbereitungsverfahren

Extraktionsversuche im kleintechnischen Maßstab ermöglichen differenzierte Informationen über den Stoffübertritt bei unterschiedlichen Extraktionsbedingungen zu erfassen. Ziel dieser Untersuchungen war die Frage der Extrahierbarkeit von Anthocyanen und weiteren phenolischen Substanzen aus den unterschiedlichen Segmenten der Traubenbeere. Die Varianz der Extraktionsbedingungen erfolgt zunächst in drei Temperaturschritten von 30°C, 45°C und 60°C, die wiederum mit unterschiedlichen Alkoholgehalten gepaart sind.

Damit kann exemplarisch die Wirkung von steigendem Alkohol bei konstanter Temperatur aufgezeigt werden. Der Alkohol-Effekt verdeutlicht, unabhängig von der Temperaturstufe, die Extraktionswirkung des Alkohols. Der Temperatur-Effekt verdeutlicht, unabhängig vom Alkoholgehalt, die Extraktionswirkung der Wärme. Werden Alkohol und Wärme kombiniert, so ergibt sich eine überproportionale Extraktionswirkung.

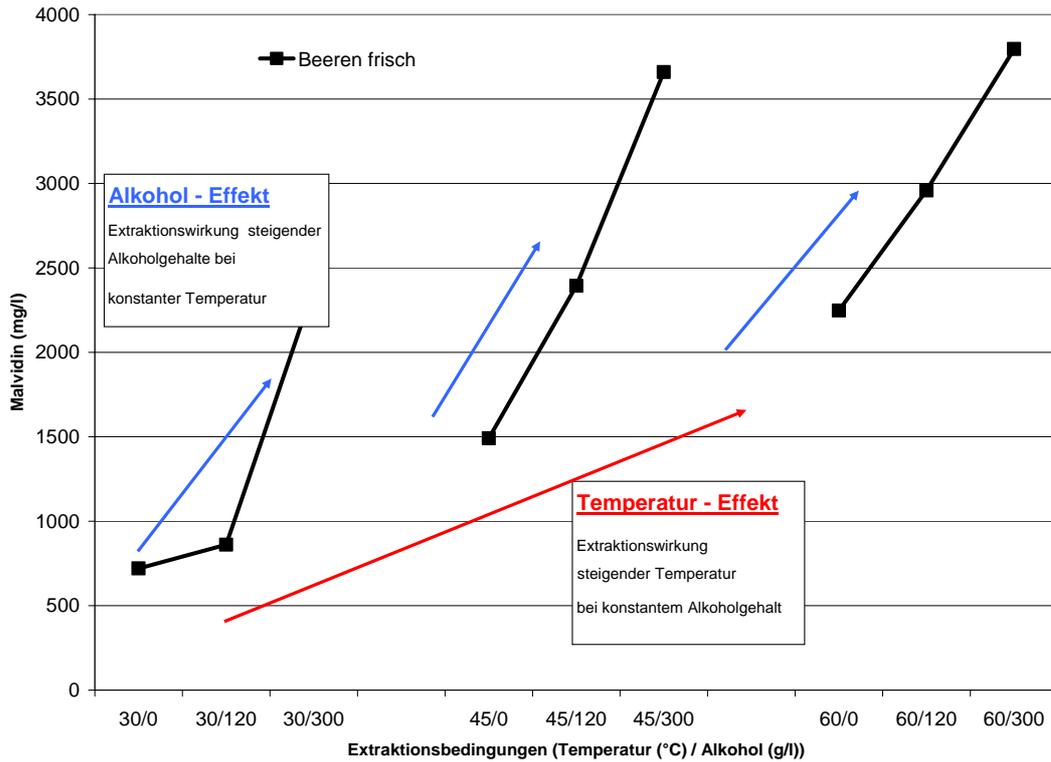


Abb. 3.2: Die Wirkung von Alkohol-Effekt und Temperatur-Effekt auf des Löslichkeitsverhalten des Anthocyan Malvidin aus frischen Beeren

Zunächst wurden die Traubenkerne sowie die Beerenhaut getrennt untersucht. Als weitere Ergänzung wurde die jeweilige Fraktion als frische Beerenhaut, Beerenhaut nach Kurzhocherhitzung, nach Maischeerwärmung bzw. nach Maischegärung untersucht. Das Löslichkeitsverhalten kann anhand des für Lemberger wichtigsten Anthocyan „Malvidin“ aufgezeigt werden.

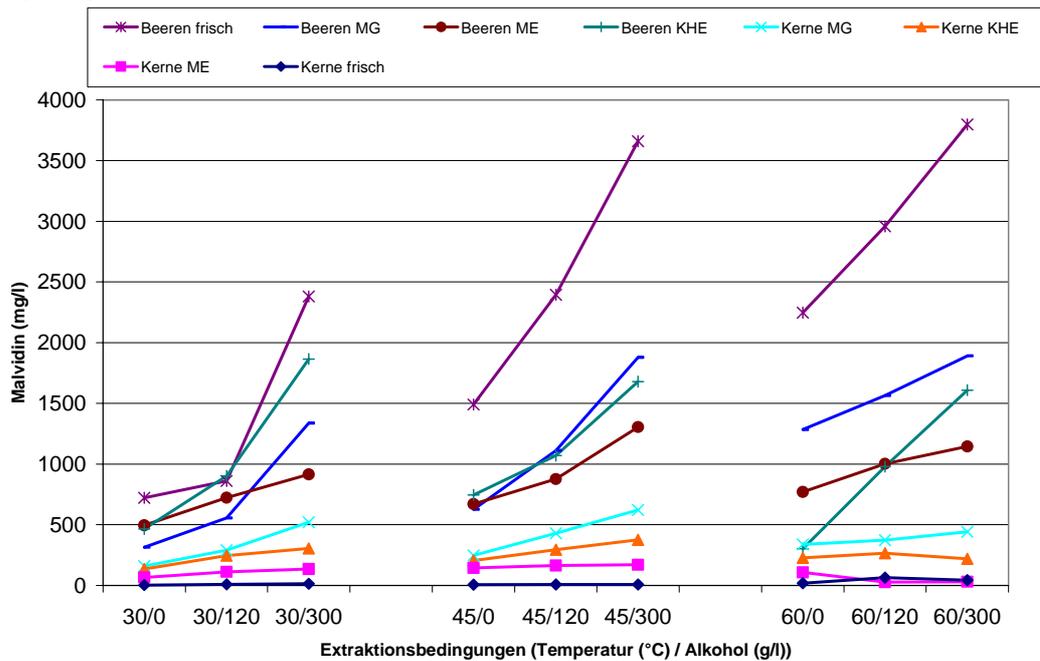


Abb. 3.3: Löslichkeitsverhalten des Anthocyan Malvidin in Abhängigkeit der Faktoren Temperatur und Alkohol

Es wird deutlich, dass entsprechend der Erwartungen aus frischen Kernen kein und nach Kurzhocherhitzung lediglich eine zu vernachlässigende Verunreinigung durch das Bereitungsverfahren festzustellen ist. Die Malvingehalte aus frischen Beerenhäuten sowie aus Beerenhäuten nach Kurzhocherhitzung bei den Extraktionsbedingungen „45°C/ohne Alkohol“ verdeutlicht den Stoffübertritt bei der Thermovinifikation. Insgesamt sind zwei Effekte erkennbar: Die Wirkung von Wärme, indem das Niveau der Extraktion zwischen den drei Temperaturgruppen steigt. Die Wirkung von Alkohol, indem innerhalb der jeweiligen Temperaturgruppe die Steigerung des Alkoholgehaltes eine deutliche Intensivierung der Extraktion bewirkt.

Für die Gruppe der phenolischen Substanzen kann exemplarisch anhand des Catechins gezeigt werden, dass entsprechend der Erwartungen die Extraktion aus den Kernen insbesondere bei Anwesenheit von Alkohol erfolgt. Die ausgeprägteste Extraktion von Catechin erfolgte durch die Kombination von Alkohol und Wärme.

Die Anwendung der vorgestellten Extraktionsversuche ermöglicht die entscheidenden Maßnahmen und Verfahrensschritte bei der Rotweinbereitung zu erklären. Für die Beurteilung der Extraktionswirkung bei den thermischen Verfahren ist dabei lediglich auf die Extraktionswirkung ohne Alkohol einzugehen. Ein weiterer Faktor für die Intensität der Extraktion ist die Zeit, also die Dauer, während die Faktoren wirken können. Als praktisches Anwendungsbeispiel der Kurzhocherhitzung kann die Wirkung der Maischetemperatur sowie der Maischestandzeit verdeutlicht werden. Dabei variiert nach der Kurzhocherhitzung die Maischetemperatur zwischen einer niedrigen Temperatur von 25°C und einer hohen Temperatur von 70°C sowie die Maischestandzeit zwischen einer kurzen Maischestandzeit < 1 Stunde und einer langen Maischestandzeit von 12 Stunden. Die in Abhängigkeit der Rebsorte entstehenden deutlichen Unterschiede in der Extraktionswirkung auf die Farbe und die Gesamtphenolgehalte verdeutlichen die Ansatzpunkte zur Optimierung einer differenzierten Vorgehensweise auch bei den Thermischen Verfahren zur Rotweinbereitung.

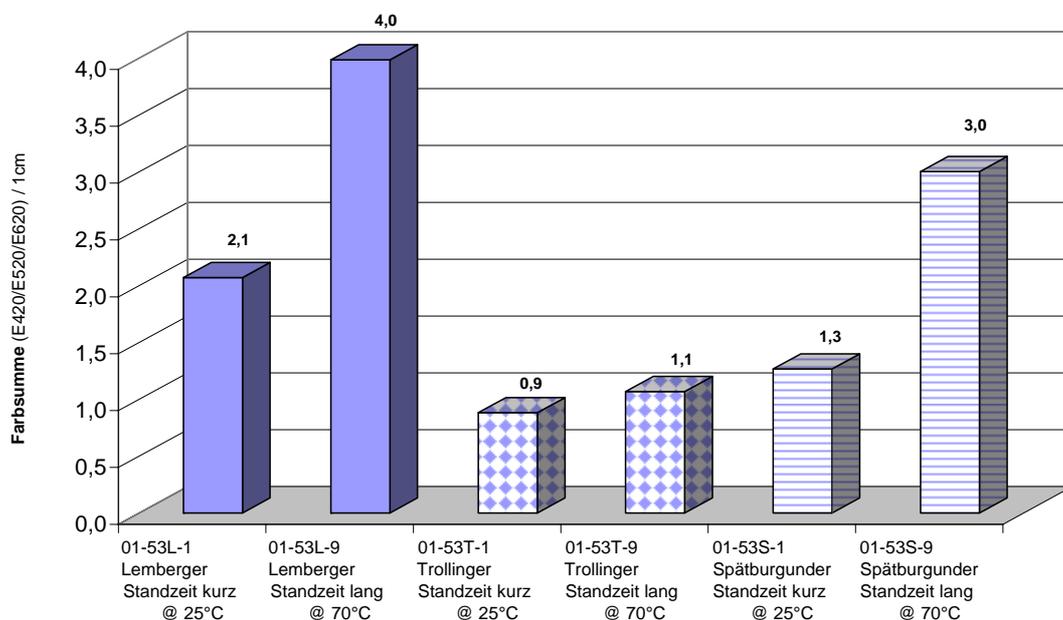


Abb. 3.4: Unterschiede der Farbextraktion in Abhängigkeit der Extraktionsfaktoren Maischetemperatur (25°C/70°C) und Maischestandzeit(kurz(<1h)/lang (12h))

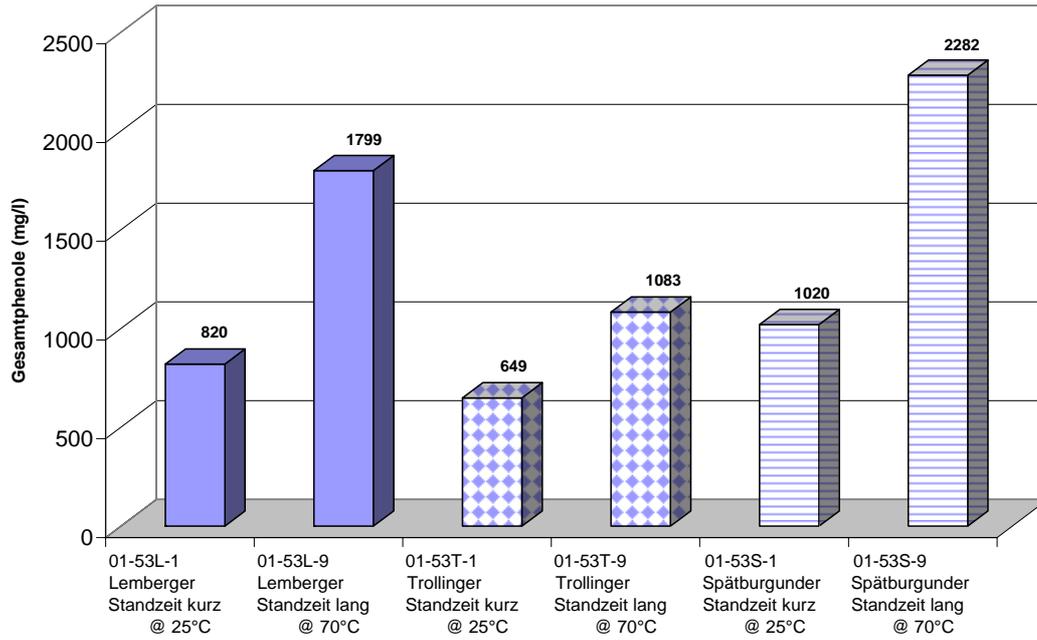


Abb. 3.5: Unterschiede der Phenolextraktion in Abhängigkeit der Extraktionsfaktoren Maischetemperatur (25°C/70°C) und Maischestandzeit(kurz(<1h)/lang (12h))

4 Verfahrensablauf der Thermischen Rotweinbereitung

Die Thermischen Verfahren der Rotweinbereitung sind insbesondere in den deutschen Anbaugebieten weit verbreitet. Zunehmend werden sie auch in anderen Regionen der Welt eingesetzt. Dies liegt an den Betriebsstruktur der Erzeugerbetriebe, die von Unternehmenskonzentration geprägt ist. An wenigen Standorten werden hoch spezialisiert und stark kostenorientierte Verarbeitungskapazitäten aufgebaut. Hierzu eignet sich der Einsatz der Kurzhocherhitzung besonders gut. Kleine und mittlere Erzeugerbetriebe wenden das Verfahren der Maischeerwärmung auf 60°C an und nutzen die einfache technische Anforderung als ein kostengünstiges Verfahren.

Die klimatischen Bedingungen sind ein weiteres Argument für die Verbreitung der thermischen Verfahren. In ungünstigen Jahren ist durch Wärme und Niederschläge im September die Entwicklung von Fäulnis auf den Trauben nicht zu vermeiden. Durch die Anwendung von Wärme ergibt sich, unabhängig vom Anteil der befallenen Trauben zunächst ein hygienisches Verarbeitung der Traubenmaische und die Begrenzung der qualitätsmindernden Wirkung von auftretender Fäulnis.

Der Anbau roter Trauben in Deutschland hat klimatisch bedingt eine Sonderstellung:

- Die Trauben besitzen ein geringeres, natürliches Farbpotential.
- Trauben sind teilweise nicht vollständig ausgereift.
- Niederschläge und Feuchtigkeit im Herbst fördert die Entwicklung von Fäulnis (*Botrytis cinerea*) auf den Trauben. Mit zunehmendem Fäulnisgrad steigt der Anteil der Sekundärinfektion der Trauben mit Schimmelpilzen, Bakterien und Hefen.

4.1 Oenologische Aspekte

4.1.1 Vorteile und Nachteile der Thermischen Verfahren

Bewertet man die verfahrenstechnischen Parameter der thermischen Verfahren im Vergleich zu den Maischegärverfahren, so ergeben sich eine Reihe nachhaltiger Vorteile:

Vorteile der Thermischen Verfahren

- Gute und rasche Farbgewinnung
- Geringer Anspruch an Traubenqualität *
- Reintönige Weine durch kurze Maischestandzeiten, wässrige Extraktion sowie die Möglichkeit der Mostschönung
- Thermische Inaktivierung der enzymatischen Oxidation der Polyphenoloxidasen
- Verarbeitungslinie ähnlich Weißweinbereitung
- Exakte Gärführung möglich: Trubgehalt nach Mostvorklärung und einfache Steuerung der Mostgärung
- Weniger Alkoholverluste, einfache und genaue Anreicherung
- Große Kapazität möglich – je Erhitzungsanlage bis 40 t/Stunde
- Geringe Investitionskosten bei großer Kapazität

* Geringer Anspruch an Traubenqualität: Ausgehend von dem Grundsatz der Verarbeitung von vollreifen und gesunden Trauben, wird auch bei dieser Darstellung die Qualität des Weines von der Güte des Lesegutes abhängen. Der als Vorteil bewertete Effekt liegt darin, dass bei nicht vollreifem oder teilweise durch Fäulnis befallenen Lesegut die thermischen Verfahren die Folgen für die Weinqualität begrenzen. An dieser Stelle sei darauf hinzuweisen, dass bei einem Anteil von 30% Fäulnis durch *Botrytis cinerea* mindestens 30% des Farbpotentials bereits zerstört sind.

Gelingt es nicht die durch *Botrytis cinerea* gebildete Polyphenoloxidase (Laccase) zu inaktivieren, ergeben sich weitere Farbverluste durch die Langzeitwirkung der Enzyme. Zusätzlich ergeben sich weitere Wirkungen durch Fäulnis auf das Lesegut:

- Biologische Wirkung: Fremdorganismen, die Trauben befallen und dadurch eine Schädigung zustande kommt. Zu den Fremdorganismen gehören Schimmelpilze, Hefen und Bakterien. Die Wirkung auf die Trauben wird als Störfaktor bezeichnet, sie kommen durch Nährstoffentzug an Stickstoffverbindungen und Aminosäuren sowie durch die Bildung von Hemmstoffen zustande und beeinträchtigen die alkoholische Gärung.
- Physikalische Wirkung: Strukturverlust der Beeren, durch enzymatischen Pektinabbau der Mikroorganismen. Damit verbunden ist Saftverlust sowie eine starke Trubbildung während der Traubenverarbeitung.
- Chemische Wirkung: Oxidationsprozesse von Zucker und Aromastoffen, Esterbildung. Oxidation von Farbe und Phenole durch Polyphenoloxidasen (Laccase) aus *Botrytis cinerea*.
- Sensorische Wirkung: Farbverlust durch geringere Farbintensität und häufig ausgeprägte Neigung zu Brauntönen. Durch den Abbau von Säuren und die Erhöhung des pH-Wertes folgt ein flacher, breiter Geschmackseindruck. Die Oxidation bewirkt eine Veränderung von Bukett- und Aromastoffen. Durch Stoffwechselprodukte der Mikroorganismen entstehen Mufftöne.

Nachteile der Thermischen Verfahren

- Energieaufwand notwendig: Heizenergie für die Erhitzungsphase sowie Kühlenergie für das Rückkühlen der Moste
- Notwendigkeit der Enzymierung, da die natürliche Enzymausstattung inaktiviert wird.
- Klärprobleme möglich

Insgesamt überwiegen deutlich die verfahrenstechnischen Vorteile der thermischen Verfahren gegenüber den Maischegärverfahren. Für die Entscheidung, mit welchem Rotweibereitungsverfahren gearbeitet werden soll, ist letztendlich der angestrebte Weinstil oder Geschmackseindruck ausschlaggebend. Dennoch werden viele Entscheidungen aufgrund von Fragen der Kapazität oder des Investitionsvolumens getroffen.

4.1.2 Maischeerwärmung (ME)

Die Maischeerwärmung (ME) erhitzt die Maische auf über 60°C und behält diese Temperatur über eine Maischestandzeit von 3 bis 12 Stunden. Diese Vorgehensweise wird auch als Langzeiterwärmung bezeichnet. In der Praxis wird teilweise eine Maischeerwärmung auf 70°C eingesetzt, um eine nachhaltigere Extraktion insbesondere der phenolischen Substanzen zu erreichen. Nach MAURER (1997) wird durch die Erhöhung der Erhitzungstemperatur von 60°C auf 70°C eine deutliche Verbesserung der Extraktion von qualitätsrelevanten Inhaltsstoffen wie Farbe, Phenole und Extraktstoffe ermöglicht.

Aufgrund einer verhältnismäßig einfachen technischen Ausstattung zum Erhitzen, wird dieses Verfahren besonders gerne bei kleinen und mittleren Erzeugerbetrieben eingesetzt. Die technische Ausstattung ist ein Maischeerhitzer in Form eines Doppelrohrwärmetauschers, der über ein Kernrohr für die Maische und ein Mantelrohr für das Erhitzungsmedium, Heißwasser oder Dampf, verfügt. Die Wärmeenergie kann über eine Heißwasserversorgung oder einen der Leistung angepassten Dampferzeuger bereitgestellt werden. Dampferzeuger werden heute auch als mobile Anlagen angeboten.

4.1.3 Kurzhocherhitzung (KHE)

Die Kurzhocherhitzung (KHE) erhitzt die Maische auf 82-85°C für 3 Minuten und kühlt dann die Maische auf 45°C zurück, um eine wässrige Extraktion von bis zu 12 Stunden anzuschließen. Einer der entscheidenden Vorteile des Verfahrens ist die schnelle Erhitzung der Maische auf über 80°C und die damit verbundenen Inaktivierung der Polyphenoloxidasen. Besonders für oxidationsgefährdete Rebsorten wie Trollinger und Spätburgunder kann dies als relevanter Qualitätsfaktor bewertet werden. Ein weiterer Vorteil ist ein um 50% geringere Energieverbrauch im Vergleich zur Maischeerwärmung. Der regenerative Wärmeaustausch, nutzt die freigesetzte Wärmeenergie beim kühlen der heißen Maische, erneut zum Vorwärmen der kalten Maische und definiert darüber die besonderen Anforderungen an die eingesetzten Wärmetauscher. Aufgrund einer mittleren bis hohen Investitionssumme für eine Kurzhocherhitzungsanlage ist diese Verfahren bei mittleren bis großen Erzeugerbetriebe anzutreffen. Der Verfahrensablauf enthält die Abfolge der einzelnen Arbeitsschritte der Verarbeitung von den Trauben bis zum vorgeklärten Rotmost.

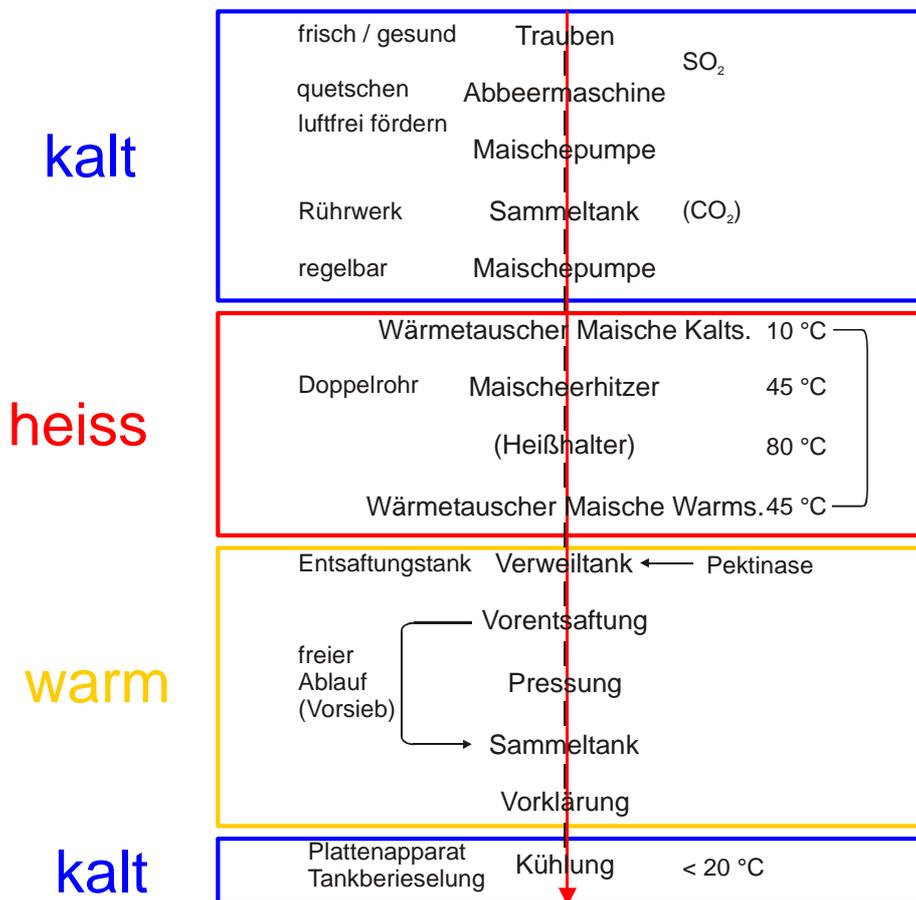


Abb. 4.1: Verfahrensablauf der Kurzhocherhitzung (KHE)

Nach dem abbeeren der Trauben und quetschen der Beeren wird die Maische mittels eines Pumpentrichters sowie einer Exzentrerschneckenpumpe in die Verarbeitung gefördert. Je nach Betriebsstruktur sind ein oder mehrere Sammel-tanks erforderlich, um eine kontinuierliche Beschickung der Erhitzungsanlage sicherzustellen. So werden insbesondere bei Erzeugergemeinschaften und Genossenschaften die einzeln ankommenden Traubenpartien nach Qualitätskategorien, Einzellagen oder Großlagen sortieren, Sammelbehälter benötigt, um die eingehenden Trauben zu einer verarbeitungsfähigen Menge anzusammeln. Lediglich kleinere und mittlere Betriebe können ohne Sammel-tank arbeiten, wenn sie in ausreichender Menge einheitliche

Partien bereithalten. Diese, sehr schonende und kostengünstige Variante ist jedoch nur in wenigen Betrieben anzutreffen. Sammel tanks sind als langsam laufende Rührwerk tanks ausgeführt und haben die Aufgabe, die darin aufbewahrte Maische derart zu bewegen, dass ein Entmischen der Maische verhindert wird. Nur wenn die Maische eine homogene Struktur aufweist, kann sie für die weitere Verarbeitung ein zweites Mal gepumpt werden. Kommt es zu einer Entmischung im Sammel tank, dann wird zunächst ein erhöhter Saftanteil von der Maischepumpe gefördert und der im Sammel tank verbleibenden Restmaische die Pumpfähigkeit entzogen. Zusätzlich steigt die Gefahr des Verstopfens der Rohrleitungen im Wärmetauscher oder im Erhitzer.

Der Umfang an Oxidationsschutz der Maische hängt vom Zustand der Trauben sowie von der Verweildauer der Maische im Sammel tank ab. Für die Anlagen, die ohne Sammel tank arbeiten und direkt von der Abbeermaschine in die Erhitzungsanlage fördern, besteht im Grundsatz kein Bedarf an Oxidationsschutz. Kann dies nicht gewährleistet werden empfiehlt sich eine Maischenschwefelung von mindestens 40 mg/l, um wilde Hefen und Bakterien in ihrer Aktivität zu hemmen sowie vorhandenen Sauerstoff zu binden. Zusätzlich kann eine CO₂ Dosierung von 2 g CO₂/Kg Maische erfolgen, um ebenfalls Sauerstoff fernzuhalten.

Die Temperaturführung bei der Maischeerhitzung kann in vier Bereiche unterteilt und als Temperatur-Zeitdiagramm dargestellt werden.

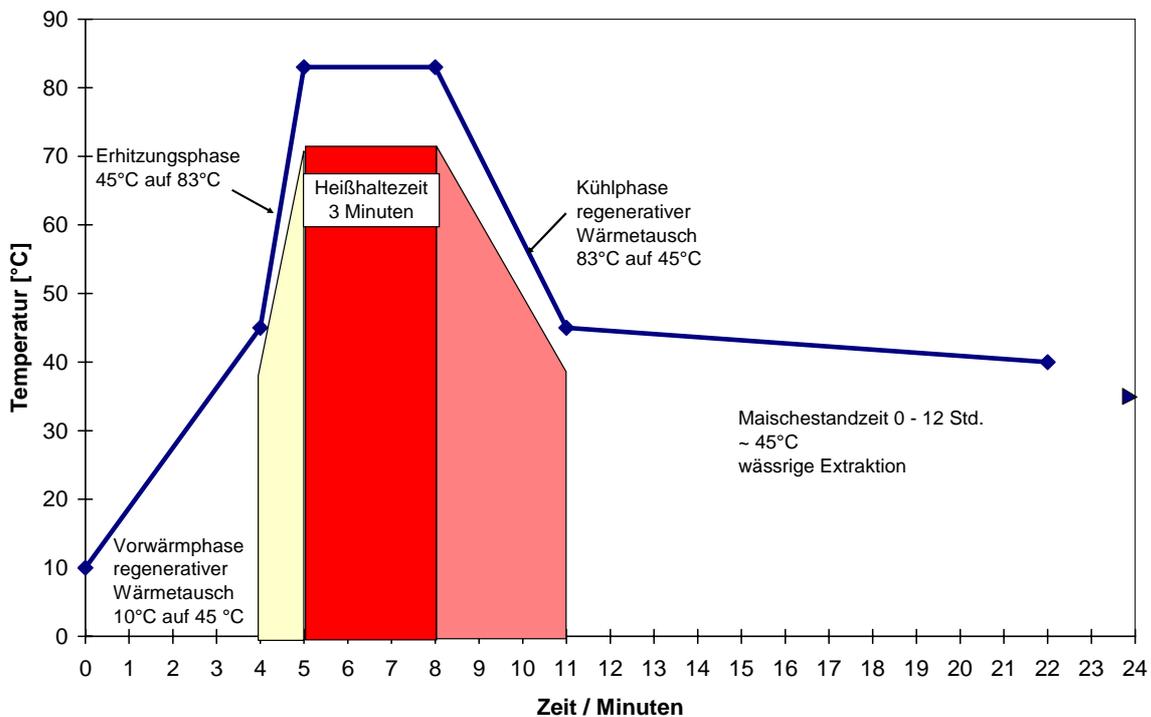


Abb. 4.2: Temperaturverlauf des Verfahrens der Kurzhocherhitzung (KHE)

Vorwärmphase

Während der Vorwärmphase wird die Maische von ihrer Ausgangstemperatur durch regenerativen Wärmetausch auf 45-50°C erwärmt. Dies geschieht in einem Wärmetauscher der direkt regenerativ mittels Spiralwärmetauscher oder indirekt regenerativ mittels Doppelrohrwärmetauscher arbeitet.

Erhitzungsphase

Während der Erhitzungsphase wird die Maische von 45°C mittels Dampf oder Heißwasser auf seine Erhitzungstemperatur gebracht. Hierbei werden Doppelrohrwärmetauscher verwendet, in deren Kernrohr die zu erwärmende Maische und im Mantelrohr Dampf oder Heißwasser fließen.

Heißhaltezeit

Während der Heißhaltezeit wird die Maische für die Dauer von 3 Minuten auf der Erhitzungstemperatur gehalten.

Kühlphase

Während der Kühlphase wird die Maische von der Erhitzungstemperatur durch regenerativen Wärmetausch von 82-85°C auf 45°C gekühlt. Dies geschieht in einem Wärmetauscher der direkt regenerativ mittels Spiralwärmetauscher oder indirekt regenerativ mittels Doppelrohrwärmetauscher arbeitet.

Maischestandzeit

Maischekontakt zur wässrigen Extraktion von Inhaltsstoffen bei 45°C. Im Ausgang des Wärmetauschers werden kontinuierlich pektolytische Enzyme für einen Pektinabbau zugesetzt. Ein schonendes Bewegen fördert die Extraktion. Die Dauer der Maischestandzeit variiert je nach Rebsorten, geschmacklicher Zielsetzung und einzelbetrieblichen Rahmenbedingungen zwischen 0 Stunden (sofortiges Pressen) und 12 Stunden.

4.1.4 Parameter Temperatur und Zeit

Da bei unseren Rebsorten die Farbstoffe in wenigen, relativ dickwandigen Zellen direkt unter der Außenhaut vorkommen, ist ihre vollständige Extraktion relativ schwierig. Da die Beerenhäute mit einer festen, wachsbelegten Hülle abgeschlossen sind, müssen die Farbstoffe durch relativ dicke Zellwände nach innen wandern, um in den Saft überzutreten. Je weniger beschädigt die Zelle sind, je weniger Bewegung die Maische erfährt und je kürzer die Kontaktzeit mit dem Saft, desto langsamer und unvollständiger verläuft die Extraktion.

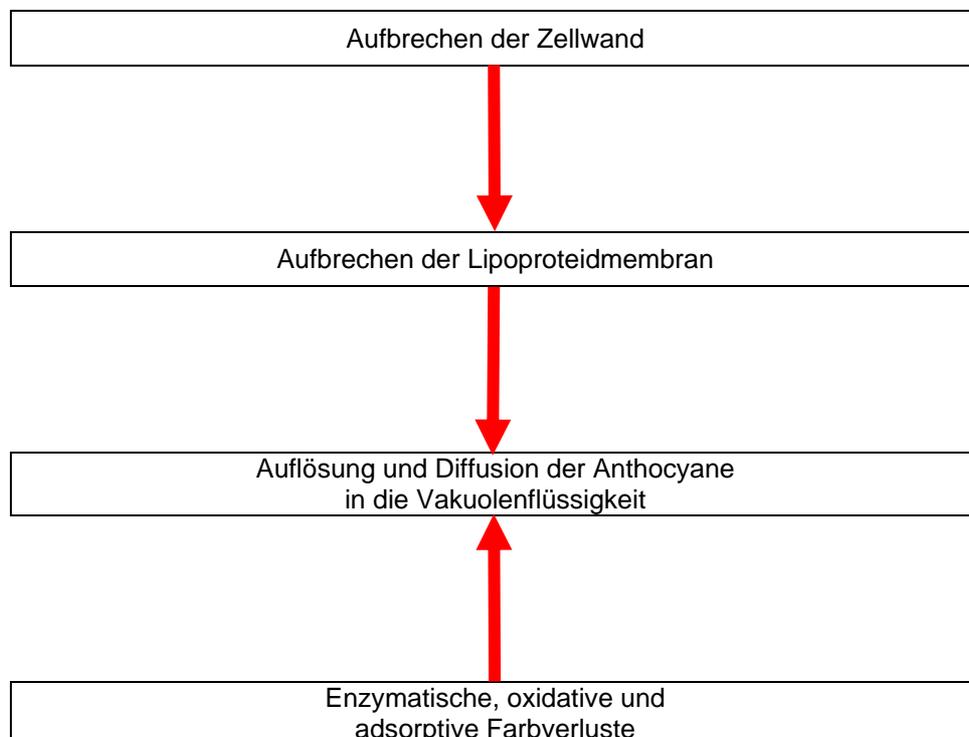


Abb. 4.3: Grundsätzliche Vorgänge bei der Farbstoffgewinnung

Um die Anthocyane zu extrahieren, müssen hintereinander das Aufbrechen der Zellwand sowie das Aufbrechen der Lipoproteidmembran durch thermische Einwirkung erfolgen, bevor dann das Auflösen der Farbstoffe und die Diffusion in den Saft erfolgen können. Nach der Diffusion der Anthocyane in den Saft gilt es sie zu erhalten. Bei dem Verfahren der Maischeerwärmung auf 60°C ist darauf zu achten, dass die Erwärmung der Maische zügig auf eine Temperatur größer 55°C bis 60°C erfolgt. Damit ist die Inaktivierungstemperatur der Polyphenoloxidasen erreicht und die Gefahr unnötiger Farbverlust beseitigt. Oberhalb einer Maischetemperatur von 60°C steigt die Farbzunahme linear. Bei niedriger Maischetemperatur ist eine hohe Enzymaktivität der Polyphenoloxidasen für Farbverluste verantwortlich.

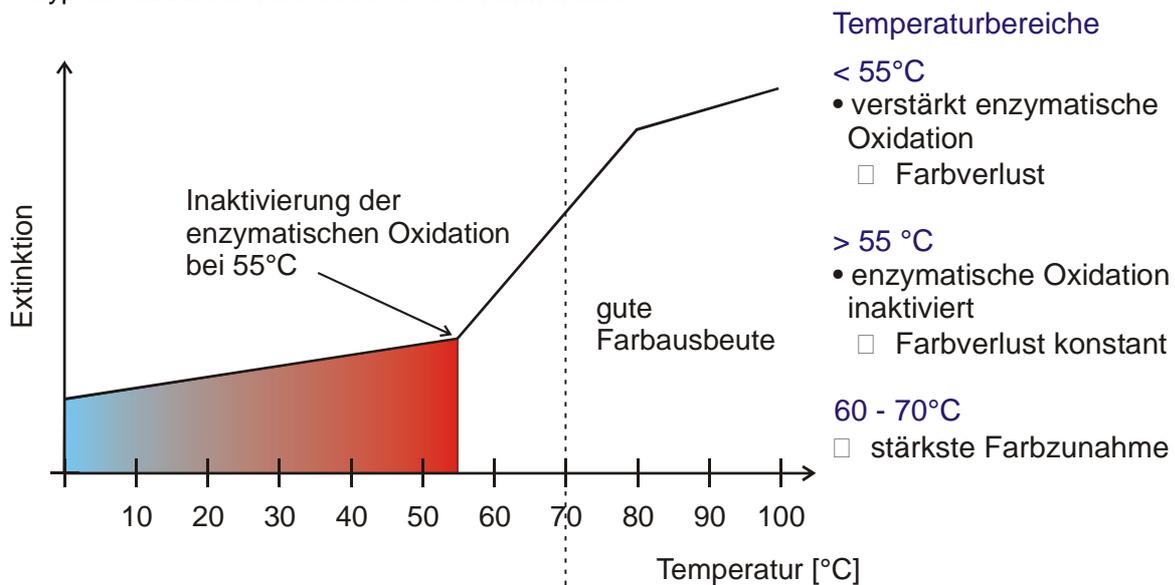


Abb. 4.4: Einfluss der Maischetemperatur auf die Farb- und Gerbstoffausbeute

Das klassische Verfahren der Kurzhocherhitzung mit den Parametern 83°C Erhitzungstemperatur, 3 Minuten Heißhaltezeit und 6 Stunden Maischestandzeit (83/3/6) erfährt in Teilbereichen der praktischen Anwendung eine Varianz in Temperatur und Zeit. Mit einer Erhöhung der Erhitzungstemperatur von 83°C auf 87°C sowie einer Verlängerung der Heißhaltezeit von 3 Minuten auf 6 Minuten (87/6/0) soll eine Intensivierung des Stoffübergangs während der verlängerten Heißhaltephase erreicht werden, um auf die anschließende Maischestandzeit ohne nennenswerte Extraktionsverluste verzichten zu können.

Versuche von MAURER (1981) belegen, dass in einem gewissen Rahmen eine Kompensation von Extraktionsparameter möglich ist, ohne deutliche Verluste der Farb- und Phenolextraktion hinnehmen zu müssen. Ein Vergleich der Erhitzungstemperatur, Erhitzungsdauer, Heißhaltezeit und Maischestandzeit auf die analytischen Werte der Anthocyane und Gesamtphenolgehalte verdeutlicht nahezu identischen Analysenwerte bei der Anwendung von

(82°C Erhitzungstemperatur/2 Minuten Heißhaltezeit/4 Stunden Maischestandzeit)

oder

(87°C Erhitzungstemperatur/6 Minuten Heißhaltezeit/ohne Maischestandzeit).

Das Zusammenspiel der Extraktionsparameter Wärme und Zeit kann wie folgt beschrieben werden:

- Je höher die Erhitzungstemperatur, je länger die Heißhaltezeit, desto intensiver das Lösen der Farbstoffe. Ausgehend vom Standardverfahren, lässt sich der Anthocyangehalt um bis zu 10% steigern.
- Je länger die Maischestandzeit, desto höher die Gesamtphenolgehalte. Bei einer Varianz der Maischestandzeit von 4, 8 und 12 Stunden konnten bei der Rebsorte Schwarzriesling eine Zunahme des Gesamtphenolgehaltes von 40% auf einen Wert von 2 300 mg/l erreicht werden.

Ausgehend vom Standardverfahren ist für eine Optimierung der einzelnen Parameter eine intensive sensorische Beurteilung notwendig. Analytische Werte der Farbmessung sowie Gesamtphenole bieten hierzu lediglich ein ergänzendes Instrumentarium.

4.1.5 Einsatz von Enzymen zum Pektinabbau

Die Traube besitzt von Natur aus pektinspaltende Enzyme, hauptsächlich Pektinesterase, welche bei längerer Einwirkzeit die Pressbarkeit der Maische deutlich verbessert. Aus diesem Grund lässt sich eine Maische nach einer Maischestandzeit besser Pressen. Die natürliche Enzymaktivität wird ab einer Temperatur von 55°C bis 60°C inaktiviert. Dies bedeutet, dass der natürliche Prozess der Saftfreisetzung unterbrochen wird. Um die Pressbarkeit der Maische sowie die Kläreigenschaften des Mostes zu verbessern, wird eine Zugabe von pektolytischen Enzympräparaten empfohlen.

Bei der Kurzhoherhitzung ist die Situation recht einfach, da nach der Erhitzungsphase mit anschließendem Kühlen die Maische eine Temperatur von 45°C aufweist und direkt in die Maische enzymiert werden kann. Die Dosage erfolgt am einfachsten über eine Dosierpumpe, um die Enzyme gleichmäßig in den Maischestrom zu verteilen. Die Wirksamkeit der Enzyme ist entscheidend von deren Verteilung in der Maische abhängig. Bei einer Temperatur von 45°C können die zugesetzten pektolytischen Enzyme nahezu in ihrem Temperaturoptimum eine gute Enzymaktivität entwickeln.

Bei der Maischeerwärmung auf 60°C oder 70°C gestaltet sich die Maischeenzymierung deutlich schwieriger. Aufgrund der vorherrschenden Maischetemperatur werden die natürlich vorhandenen Enzyme ebenso wie zugesetzte Enzyme teilweise inaktiviert. In diesem Fall ergeben sich zwei Strategien für die Vorgehensweise. Die erste Strategie besteht in einer frühen Enzymierung in die frische, kalte Maischen vor Erhitzung, wenn diese in einem Sammeltank zwischengelagert wird. Hierbei nutzt man die verbleibende Zeit vom Einmischen bis zum Erreichen der Inaktivierungstemperatur bei der Maischeerhitzung mit einer möglichst hohen Enzymaktivität. Diese Teilenzymierung ist in der Regel ausreichend, um eine gute Pressbarkeit der Maischen zu ermöglichen. Die zweite Strategie verzichtet auf eine Maischeenzymierung und begrenzt sich auf eine Mostenzymierung nach Rückkühlung des Mostes unter 45°C.

Durch den Erhitzungsprozess werden aus den Zwischenzellwänden mechanisch und enzymatisch Fragmente herausgelöst, die größere Pektinmengen enthalten. Eine Mostenzymierung ist deshalb für die Maischeerhitzung sowie für die Kurzhoherhitzung anzuraten. Pektolytisches Enzym ist keine einheitliche Substanz. Es enthält mehrere Aktivitäten, welche die Pektinstoffe auf unterschiedliche Art und Weise abbauen. Für die Maische- und Mostbehandlung sind deshalb zwei unterschiedliche pektolytische Aktivitäten erforderlich.

In der Maische sollte die Gewebestruktur der Trauben möglichst erhalten werden. Ziel ist es die Saftfreisetzung zu fördern ohne einen Strukturverlust oder gar ein Strukturverlust der Beeren zu erhalten, das die Pressbarkeit verschlechtert. Diese Forderung wird am besten durch einen Anteil an Pektinesterase erfüllt.

Der Most enthält durch die Erhitzung, die Wirkung des Maischeenzymys sowie den Pressvorgang bestimmte Mengen an Zellfragmenten und Pektinbruchstücken, die größtenteils kolloidale Struktur aufweisen. Werden sie nicht direkt weitgehend abgebaut, so können sie mit anderen Mostkolloiden halbflüssliche Komplexe bilden, die sich nicht absetzen und nur schwer aus dem Most/Wein zu entfernen sind. Derartige Pektinbruchstücke werden durch die Enzymaktivität der Polygalacturonase abgebaut.

4.2 Verfahrenstechnik

Der technische Fortschritt im Anlagenbau erstreckt sich zunächst auf den Bereich der schonenden Förderung der Rotmaische. Die erzielten Verbesserungen begründen sich auf der Optimierung der Abstimmung von Förderschnecke und Pumpe sowie eine Varianz von extrem schonenden Pumpsystemen aus dem Nahrungsmittelbereich. Hierbei stehen Schraubenspindelpumpen, Schlauchpumpen oder Sinuspumpe zur Verfügung. Diese werden beispielsweise zur schonenden Förderung von Fruchtstücken in Joghurts erfolgreich eingesetzt. Entscheidender Nachteil derartiger Pumpentypen ist der hohe Anschaffungspreis, der deutlich über dem der Exzentrerschneckenpumpe liegt.

4.2.1 Regenerativer Wärmetausch

Insbesondere die Entwicklungen der Wärmetauscher konnten wesentliche Fortschritte erfahren. So werden heute überwiegend Doppelrohrwärmetauscher mit gerippten Drallrohren angeboten und eingesetzt, die mittels Wasser den regenerativen Wärmetransfer vornehmen. Wesentliche Vorteile ergeben sich aus der Verbesserung der Produktführung, die sich ausschließlich auf die innere Röhre mit gleichbleibendem Durchmesser begrenzt. Das Risiko des Verstopfens der Röhren bei Maischen mit geringen Saftanteilen reduziert sich deutlich. Zweiter entscheidender Faktor ist die Reduzierung des Wärmeverlustes der zunächst durch die Umstellung von direkter Wärmeübertragung „Maische gegen Maische“ der Spiralwärmetauscher auf indirekte Wärmeübertragung „Maische gegen Wasser gegen Maische“ entstand. Die heute häufig eingesetzten gerippten Drallrohre bewirken eine turbulente Strömung innerhalb des Wasserkreislaufes und damit eine verbesserte Wärmeübertragung auf die Maische.

Der direkt regenerative Wärmetausch folgt dem Prinzip der direkten Wärmeübertragung Maische gegen Maische. Die eintretende kalte Maische (10°C) wird im Gegenstrom mit der aus der Heißhaltephase (83-85°C) kommenden heißen Maische vorgewärmt. Die heiße Maische kühlt sich dabei auf 45-50°C ab. Der wesentliche Vorteil dieses Systems ist der direkte Übergang der Wärmeenergie mit nur geringen Energieverlusten.

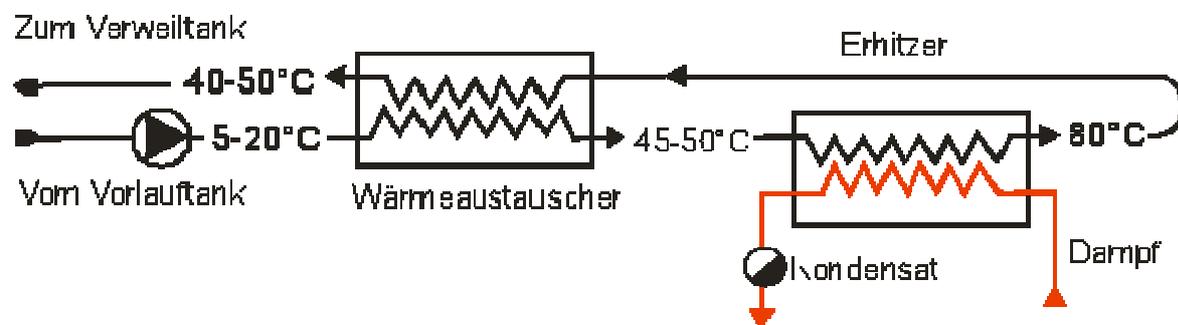


Abb. 4.5: Direkt regenerativer Wärmetausch

Traditionell wurde der direkt regenerative Wärmetausch mit Spiralwärmetauscher durchgeführt. Die äußerst massiv gebauten Spiralen sind so angeordnet, dass die Maische im Gegenstrom eine möglichst große Oberfläche zum Wärmetausch zur Verfügung steht. Die Edelstahlspirale wird rechts und links von einer Dichtungsplatte begrenzt und mit einer Vielzahl an verschraubten Bolzen gehalten.

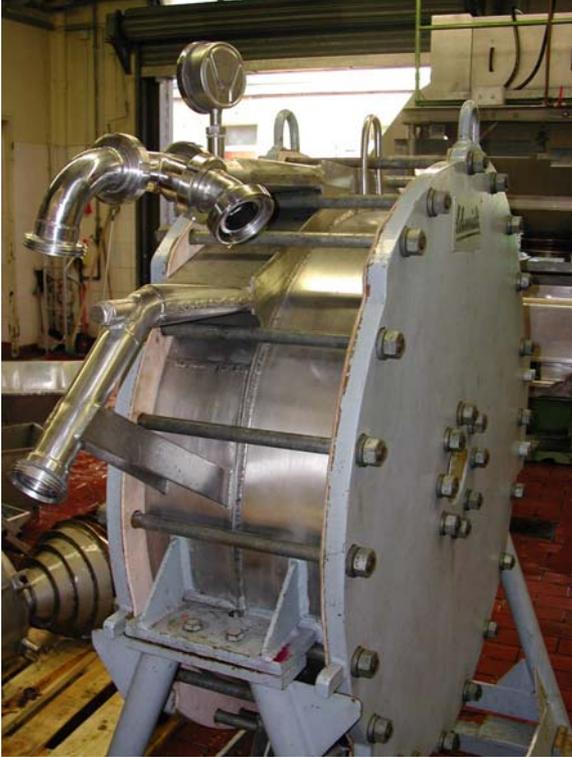


Abb. 4.6: Spiralwärmetauscher zum direkt regenerativen Wärmetausch

In geöffnetem Zustand wird die Spiralstruktur sichtbar. Das Reinigen erfolgt durch spülen des Spiralwärmetauschers in geschlossenem Zustand. Das Öffnen des Spiralwärmetauschers erfolgt in der Regel erst nach der Ernte zur Grundreinigung oder wenn er verstopft.

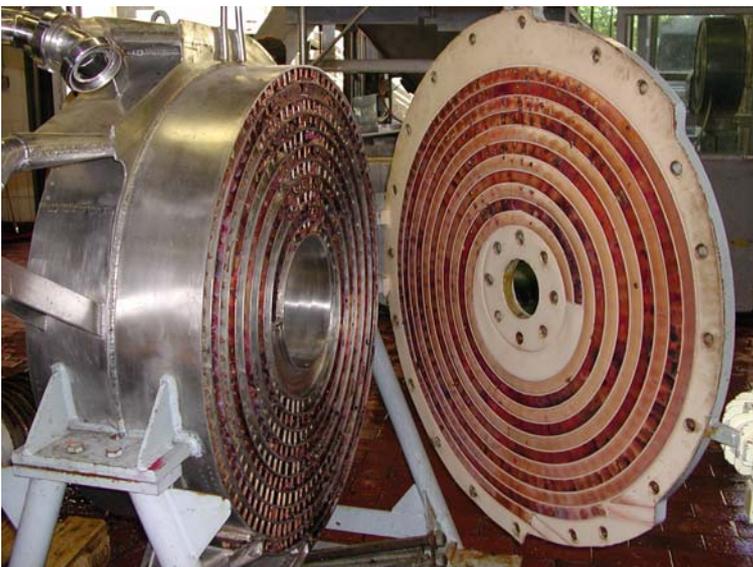


Abb. 4.7: Spiralwärmetauscher – geöffnet – zum direkt regenerativen Wärmetausch

Die Spiralen werden im Abstand durch Edelstahlstege gehalten. Sie behindern das durchfließen der Maische und erhöhen so den Druckaufbau im System. Eine Reinigung zwischen den Edelstahlstegen und der Dichtplatte ist nur unzureichend durchführbar.



Abb. 4.8: Spiralwärmetauscher – detail – zum direkt regenerativen Wärmetausch

Eine alternative Entwicklung im System des direkt regenerativen Wärmetausches wurde von der Firma Tankbau Becker in Gau-Odernheim getätigt. Mit langen, U-förmigen Profilen wird ein Wärmetauscher hergestellt, der die Vorteile des direkt regenerativen Wärmetausches berücksichtigt und dabei eine wesentlich verbesserte Reinigung ermöglicht.



Abb. 4.9: Wärmetauscher (Fa. Becker) zum direkt regenerativen Wärmetausch

Der indirekt regenerative Wärmetausch folgt dem Prinzip der indirekten Wärmeübertragung Maische gegen Wasser gegen Maische. Die Wärmeenergie wird von der heißen Maische aus der Heißhaltephase (83-85°C) auf das im Gegenstrom fließende Wasser (Wasserkreislauf) übertragen, das wiederum seine Wärmeenergie auf die kalte Maische (10°C) überträgt. Die heiße Maische kühlt sich dabei auf 45-50°C ab.

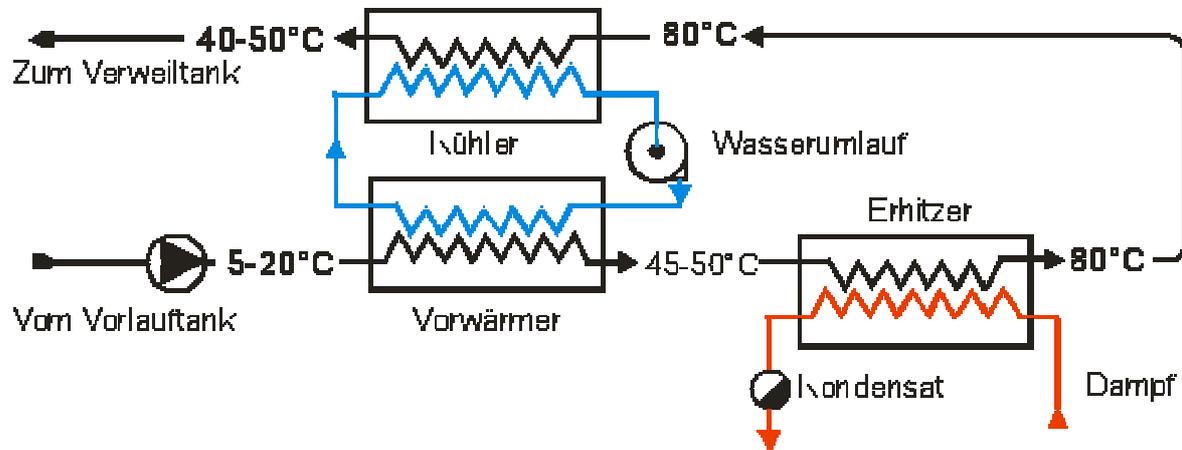


Abb. 4.10: Indirekt regenerativer Wärmetausch

Mit der Entwicklung zum indirekt regenerativen Wärmetausch werden heutzutage Röhrenwärmetauscher mit einer Leitungslängen von 6 m eingesetzt. Das Prinzip des Röhrenwärmetauschers sind zwei ineinander verlaufende Röhren. Im Inneren verläuft das Kernrohr, in dem die Maische mit konstantem Leitungsquerschnitt gefördert wird. Die äußere Röhre wird als Mantelrohr bezeichnet und führt das Medium zur Temperaturbeeinflussung. Beim indirekt regenerativen Wärmetausch ist das der zuvor genannte Wasserkreislauf, indem das Wasser von der heißen Maische erwärmt wird und diese Wärmeenergie auf die eintretenden kalte Maische übertragen wird. In der anschließenden Erhitzungsphase von 45°C auf 85°C wird im Mantelrohr mit Dampf oder Heißwasser die Wärmeenergie auf die Maische übertragen. Wesentlicher Vorteil der Röhrenwärmetauscher ist der gleichmäßige Leitungsquerschnitt im Kernrohr, der die Gefahr des Verstopfens deutlich reduziert, den Druckaufbau im System begrenzt und eine gute Reinigung ermöglicht. Eine weitere Arbeitserleichterung sind die mit Schnellspannelementen leicht zu öffnenden Leitungsbögen am Wendebereich der 6 m langen Röhren.



Abb. 4.11: Röhrenwärmetauscher zum indirekt regenerativen Wärmetausch



Abb. 4.12: Röhrenwärmetauscher Ausschnitt Kernrohr (innen) und Mantelrohr (außen)

4.2.2 Kennzahlen, Daten und Investitionsbedarf

Zur Planung einer Investition in die Verfahren der thermischen Rotweinsbereitung sind die oenologischen Aspekte sowie die technologischen Aspekte zu berücksichtigen. Die oenologischen Aspekte umfassen dabei die angestrebte Weinstilistik, die Rebsortenstruktur mit unterschiedlichen Extraktionspotentialen sowie die Betriebsstruktur mit Verarbeitungsmengen im Zeitablauf. Die technologischen Aspekte werden von den oenologischen Aspekten abgeleitet. Hier erfolgt die Entscheidung über die Parameter für die Erhitzungstemperatur, Dauer der Heißhaltezeit sowie die Entscheidung ob eine Maischestandzeit durchgeführt wird oder ob eine direkte Phasentrennung nach der Heißhaltephase erfolgt. Diese Varianz des Verfahrens kann als Adaption an die einzelbetrieblichen Gegebenheiten verstanden werden.

Kurzhocherhitzungsanlagen werden mit Leistungsmengen von 3 bis 40 Tonnen/Stunde angeboten. Die begrenzenden Faktoren bei kleinen Anlagen sind die Investitionskosten und bei großen Anlagen der Innenrohrdurchmesser DN 100, um die Maische gleichmäßig und nachhaltig zu erhitzen. Kurzhocherhitzungsanlagen definieren sich dabei aus der Leistungsmengen (Tonnen/Stunde) und der davon abgeleiteten technischen Ausstattung. Der Energiebedarf wird in (kW) berechnet. Für den Anwender ist die Dampfleistung (Kg/Dampf/h) entscheidend, die aus stationären Dampferzeugern oder auch aus mobilen Leihgeräten erzeugt werden kann.

Tab. 4.1: Technische Daten zur Kurzhocherhitzungsanlagen

Leistungs- menge t/h	indirekt regenerativer Wärmetauscher		Erhitzer		Heiß- halte- phase	Inhalt Maisched. Anlage Liter	Gewicht d. Anlage kg	Leistung d. Anlage kW	Dampf- leistung Kg/Dampf/h
	Innenrohr	Außenrohr	Innenrohr	Außenrohr					
3	DN50	DN65	DN50	DN100	DN50	230	600	150	200
5	DN50	DN65	DN50	DN100	DN50	380	960	260	350
10	DN50	DN65	DN50	DN100	DN65	620	1080	520	700
15	DN65	DN100	DN65	DN100	DN80	1045	1370	780	1050
20	DN65	DN100	DN65	DN100	DN80	1290	1720	1040	1400
25	DN80	DN125	DN80	DN125	DN100	1920	3080	1300	1770
30	DN80	DN125	DN80	DN125	DN125	2370	3900	1560	2120
40	DN100	DN150	DN100	DN150	DN150	3483	4800	2080	2830

Die erforderliche Investition in eine Kurzhocherhitzungsanlage können als Index der Investitionskosten und der Leistungsmenge dargestellt werden. Beginnend mit kleinen

Leistungsmengen von 5 t/Stunde sind zunächst Investitionskosten von 5.000 €/t Leistungsmenge erforderlich. Mit zunehmender Leistungsmenge der Anlagen auf 15 t/Stunde reduziert sich der Investitionsbedarf auf 3.000 €/t Leistungsmenge. Die größten Anlagen haben bei entsprechender Nutzung die geringsten Investitionskosten je Tonne Leistungsmenge.

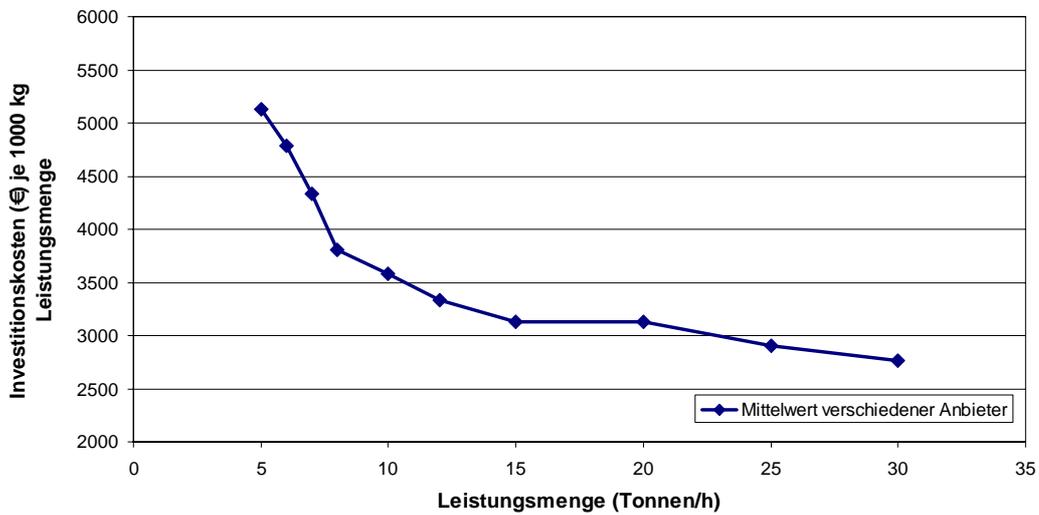


Abb. 4.13: Beziehung zwischen Leistungsmenge (t/h) und Investitionskosten einer Kurzhoherheizungsanlage

5 Ansatzpunkte zur Optimierung des Verfahrens

Qualitätsfördernde Maßnahmen bei der thermischen Rotweinbereitung

Im Gegensatz zu der klassischen Maischegärung fällt es schwer, spontan qualitätsfördernde Maßnahmen bei der Kurzhocherhitzung zu nennen. Betrachten wir das klassische Verfahren der Maischegärung, so kann eine Reihe von einzelnen Maßnahmen genannt werden, die als qualitätsfördernd einzustufen sind. Beispielsweise kann durch den Saftabzug vor Beginn der Maischegärung ein optimiertes Verhältnis von Beerenschale und Flüssigkeit erreicht werden, was zu nachhaltigeren, komplexeren Weinen führt. Die Liste der Maßnahmen könnte leicht weitergeführt werden. Die qualitätsfördernden Maßnahmen bei der Kurzhocherhitzung gestalten sich wesentlich komplizierter, da verfahrensbedingt nur begrenzt die Möglichkeit für einen Eingriff im Maischestadium besteht. Aus diesem Grund wurden die nachfolgenden Bereiche untersucht, um eine Einschätzung über die Wirksamkeit zu bekommen.

5.1 Effekte unterschiedlicher Extraktionsbedingungen

Das Verfahren der Kurzhocherhitzung durchläuft nach der Erhitzung, Heißhalten und Rückkühlen, eine Maischestandzeit zur wässrigen Extraktion von Inhaltsstoffen. Sie erfolgt bei einer Maischetemperatur von 45°C über eine Dauer von bis zu 12 Stunden. Um einen Leitfaden für ein differenziertes Vorgehen bei der Maischestandzeit zu erstellen, wurden die relevanten genannten Parameter ausgewählt, um die Reaktion auf geänderte Extraktionsbedingungen zu erfassen.

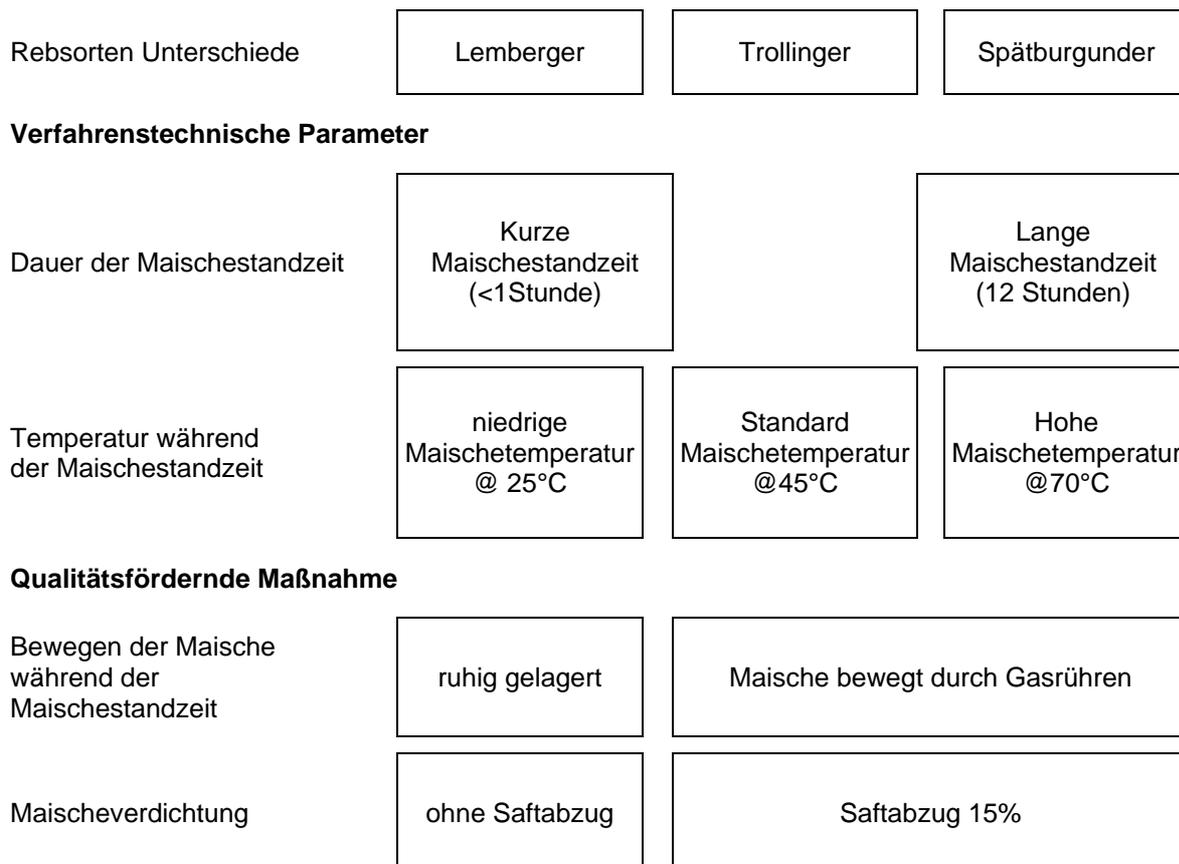


Abb. 4.14: Übersicht der relevanten Parameter

Versuchsbedingt wurde bei der Dauer der Maischestandzeit eine kurze Maischestandzeit von < 1 Stunde sowie eine lange Maischestandzeit von 12 Stunden gewählt, um die entstehenden Unterschiede in einer deutlichen Ausprägung zu erhalten. In der praktischen Anwendung zeigen die Erfahrungen, dass ein Optimum zwischen 4 und 8 Stunden Maischestandzeit liegt.

5.1.1 Temperatureffekt während der Maischestandzeit

Eine häufig gestellte Frage bezieht sich auf die angewandten Extraktionsparameter Temperatur und Zeit während der Maischestandzeit. Für diesen Bereich kann in den letzten Jahren die größte Entwicklung beobachtet werden. So war die Frage, ob eine Reduzierung der bisher empfohlenen Maischetemperatur von 45°C. nachhaltig zu Farb- und Qualitätsverlusten führt. Aus Gründen der Rationalisierung und Arbeitswirtschaft könnte nach der Erhitzung ein direktes Rückkühlen auf 25°C. mit anschließender Maischestandzeit angestrebt werden.

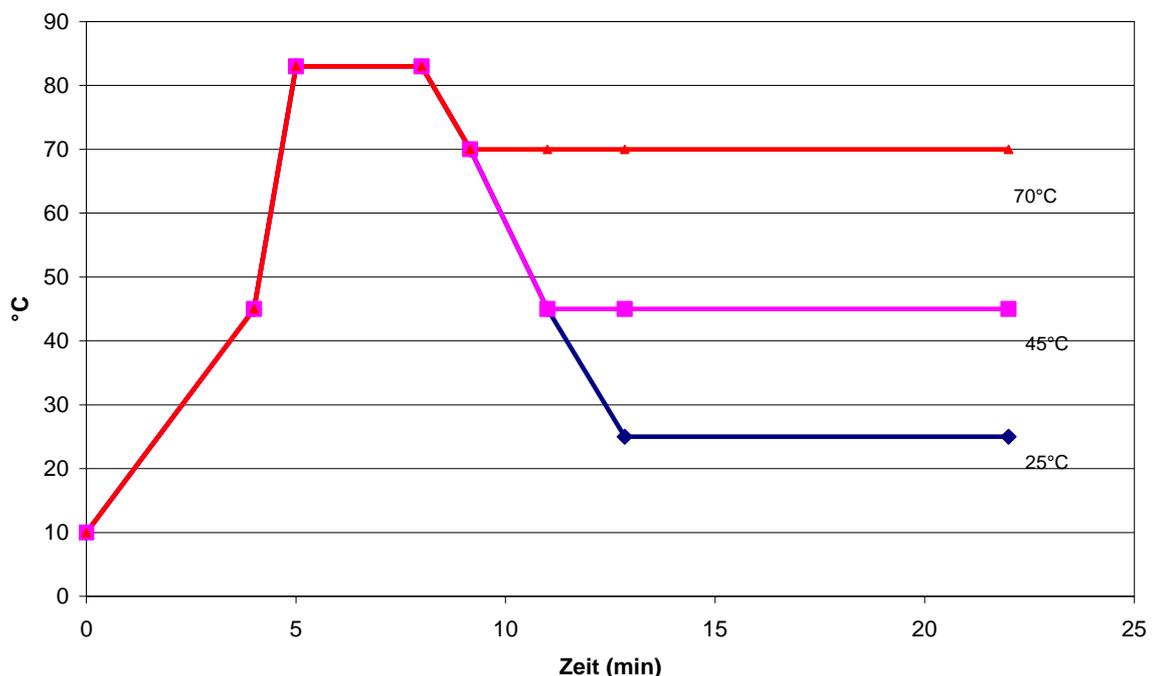


Abb. 4.15: Varianz der Maischetemperatur 25°C, 45°C, 70°C während der Maischestandzeit

Die Extraktionsversuche bestätigen dabei die in der Literatur beschreibenden Zusammenhänge und ergeben ein differenziertes Ergebnis. Um eine deutliche Trennung der Parameter Maischetemperatur und Dauer der Maischestandzeit zu erreichen, wurden die Temperaturversuche mit zwei unterschiedlichen Maischestandzeiten durchgeführt. Eine kurze Maischestandzeit von kleiner 1 Stunde ermöglicht eine Einschätzung, in welchem Umfang die Extraktion direkt nach der Erhitzungsphase stattgefunden hat. In der Praxis entspricht dies der Situation, dass ohne Maischestandzeit gearbeitet wird oder aus Kapazitätsgründen auf eine Maischestandzeit verzichtet werden muss und direkt oder nach kurzer Zeit bereits die Phasentrennung durchgeführt erfolgt. Andererseits erfolgt eine lange Maischestandzeit von 12 Stunden, um das Extraktionspotential insbesondere der phenolischen Substanzen weitgehend zu realisieren.

Die Temperaturwirkung auf Farbe und Gesamtphenolgehalt bei einer kurzen Maischestandzeit können wie folgt dargestellt werden. Aufgrund des unterschiedlichen Verhaltens einzelner Rebsorten, erfolgt die Auswertung differenziert nach den charakteristischen Rebsorteneigenschaften von Lemberger, Trollinger und Spätburgunder. Innerhalb der Rebsorten

variiert wiederum das Konzept der Varianz der Temperatur (25°C/45°C/70°C) während der Maischestandzeit (kurz < 1 h).

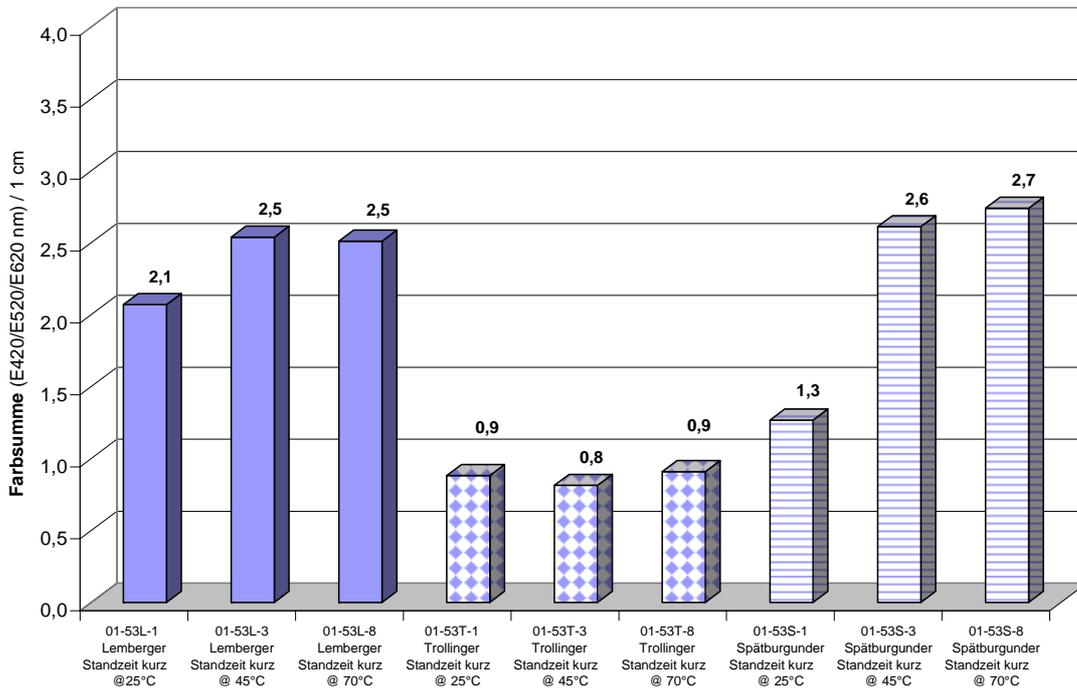


Abb. 4.16: Temperaturwirkung auf die Farbe während einer kurzen Maischestandzeit (< 1h)

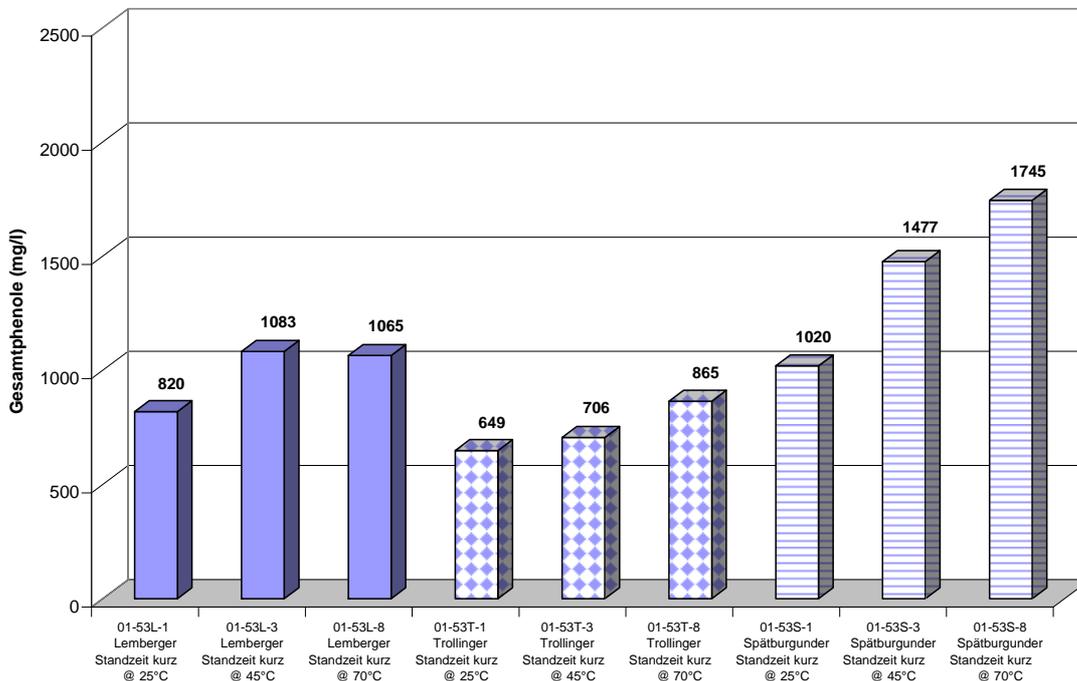


Abb. 4.17: Temperaturwirkung auf die Gesamtphenolkonzentration während einer kurzen Maischestandzeit (< 1h)

Trollinger

Für Trollinger erscheint eine Diskussion über unterschiedliche Extraktionsbedingungen von untergeordneter Bedeutung zu sein. Unabhängig ob die Extraktion bei einer Maischetemperatur von 25°C, 45°C oder 70°C erfolgt, ergeben sich nur geringe Unterschiede in der Farbextraktion. Es

scheint, dass die Farbextraktion bei Trollinger in kürzester Zeit stattfindet. Der Gesamtphenolgehalt steigt mit zunehmender Maischetemperatur und erreicht bei 70°C einen Wert von 865 mg/l.

Lemberger

Für Lemberger ist festzustellen, dass die Farb- und Phenolextraktion, bei kurzen Maischestandzeiten, bei 45°C sowie bei 70°C ein gleiches Niveau aufweist. Auffällig ist, dass ein direktes Rückkühlen der Maische auf 25°C eine geringere Extraktion bewirkt.

Spätburgunder

Für Spätburgunder ergibt die Varianz der Temperatur bereits bei kurzer Maischestandzeit das deutlichste Ergebnis. Die Farbextraktion reagiert sehr deutlich auf das sofortige Rückkühlen auf 25°C indem lediglich eine Farbsumme von 1,3 zu messen ist. Auch die Konzentration an Gesamtphenole erreicht lediglich einen Wert von 1 020 mg/l. und ist damit nahe den Werten von Trollinger. Die Farbwerte bei 45°C und 70°C besitzen ein ähnliches Niveau mit deutlich höheren Werten von 2,6 und 2,7.

Die Temperaturwirkung auf Farbe und Gesamtphenole bei einer langen Maischestandzeit von 12 Stunden kann wie folgt dargestellt werden.

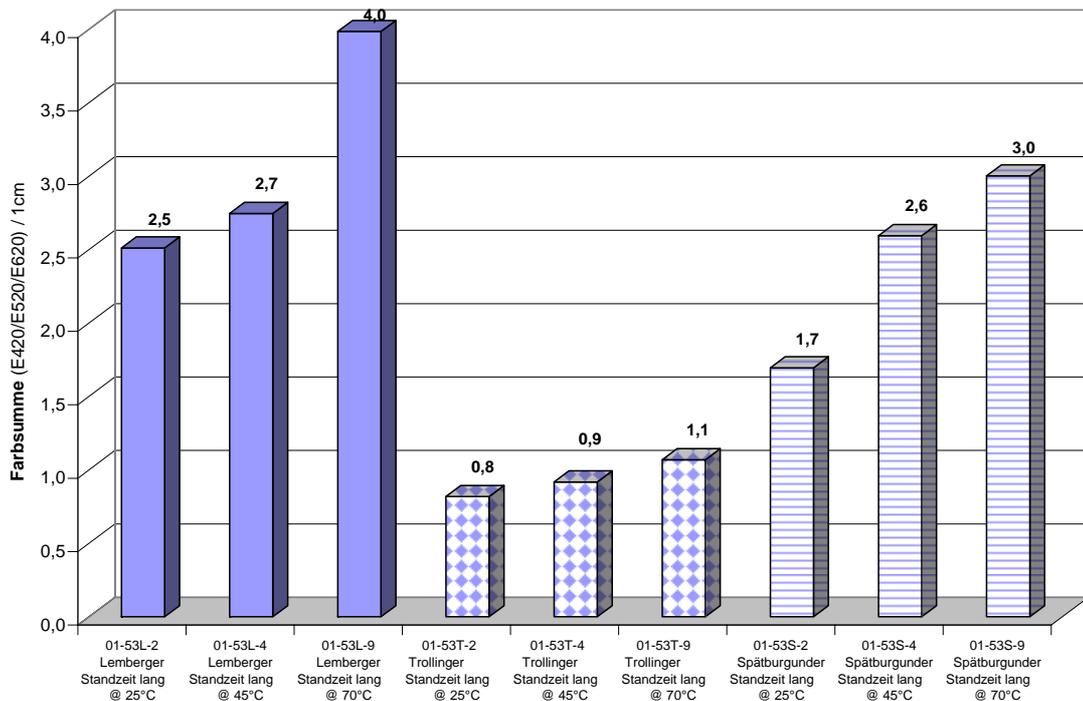


Abb. 4.18: Temperaturwirkung auf die Farbe während einer langen Maischestandzeit (12h)

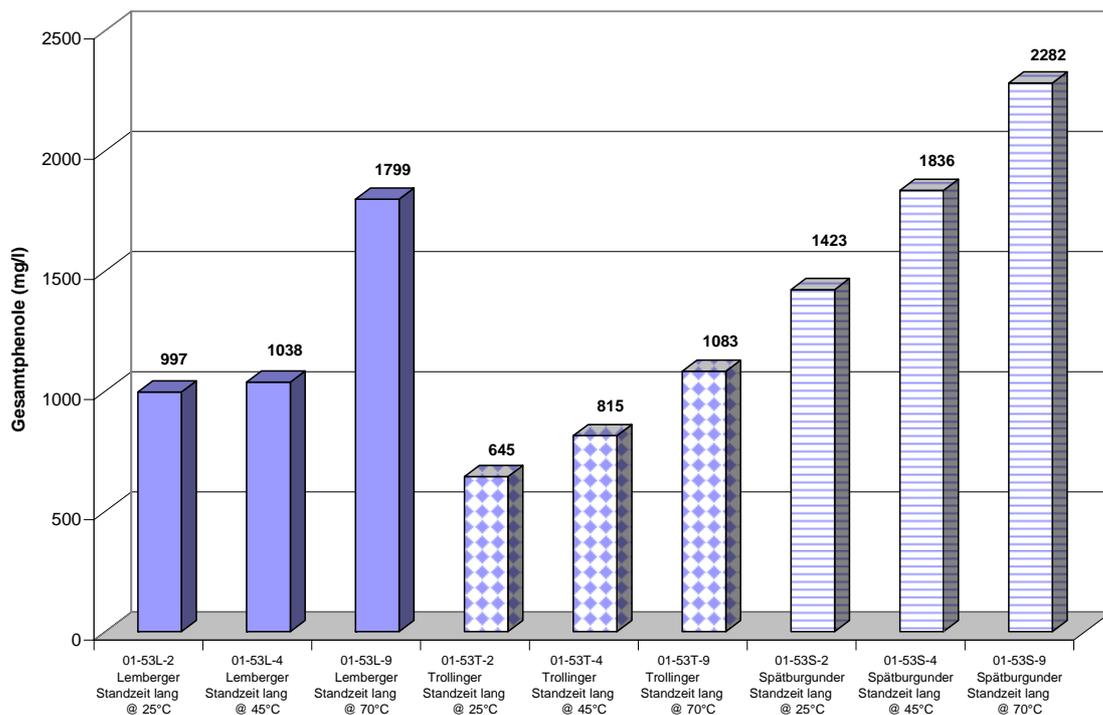


Abb. 4.19: Temperaturwirkung auf die Gesamtphenolkonzentration während einer langen Maischestandzeit (12h)

Trollinger

Selbst bei einer für Trollinger ungewöhnlich langen Maischestandzeit von 12 Stunden, zeigen sich nur geringe Unterschiede bei der Extraktion. Die Farbwerte sind nahezu identisch und lediglich der Gesamtphenolgehalt erhöht sich bei 70°C auf einen Wert von 1 083 mg/l. Dies verdeutlicht, dass ein leichter Rotweintyp wie Trollinger nicht wesentlich auf die Varianz der Temperatur während der Maischenstandzeit reagiert.

Lemberger

Für Lemberger ist festzustellen, dass die Farb- und Phenolextraktion bei langer Maischestandzeit, von der Maischetemperatur beeinflusst wird. Während eine niedrige Temperatur von 25°C durch die lange Maischestandzeit teilweise kompensiert wird, zeigt sich das hohe Extraktionspotential der Rebsorte Lemberger, die bei 70°C den höchsten Farbwert erreicht.

Spätburgunder

Für Spätburgunder ergibt die Varianz der Temperatur auch bei langer Maischestandzeit das deutlichste Ergebnis. Die Farbextraktion reagiert sehr deutlich auf die unterschiedlichen Maischetemperaturen. Je höher die Maischetemperatur, desto intensiver die Extraktion der Farbe sowie in gleicher Weise auch die Erhöhung des Gesamtphenolgehaltes.

5.1.2 Wirkung einer Maischestandzeit

Die Varianz der Maischestandzeit ermöglicht die unterschiedlichen Effekt einer kurzen oder einer langen wässrigen Extraktion zu erfassen. Dies wiederum bildet die Grundlage für einzelbetriebliche Entscheidungen oder einer Weiterentwicklung der thermischen Verfahren. Es folgt ein Vergleich von kurzer und langer Maischestandzeit bei unterschiedlichen Temperaturniveaus.

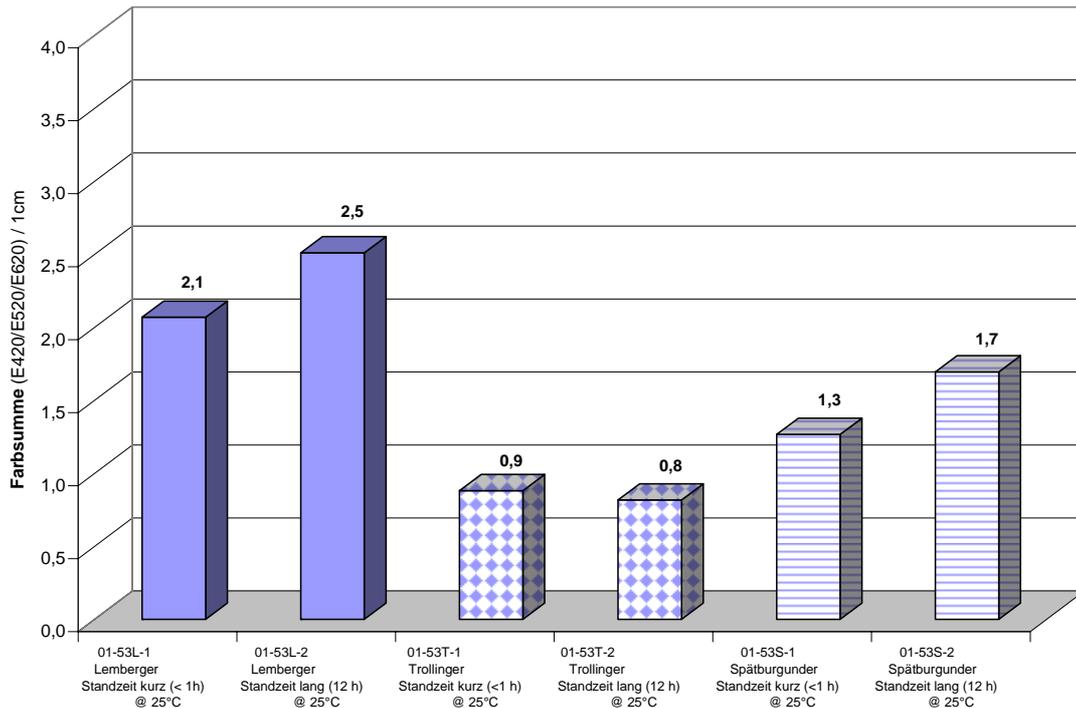


Abb. 4.20: Wirkung einer Maischestandzeit auf die Farbe bei niedriger Maischetemperatur von 25°C

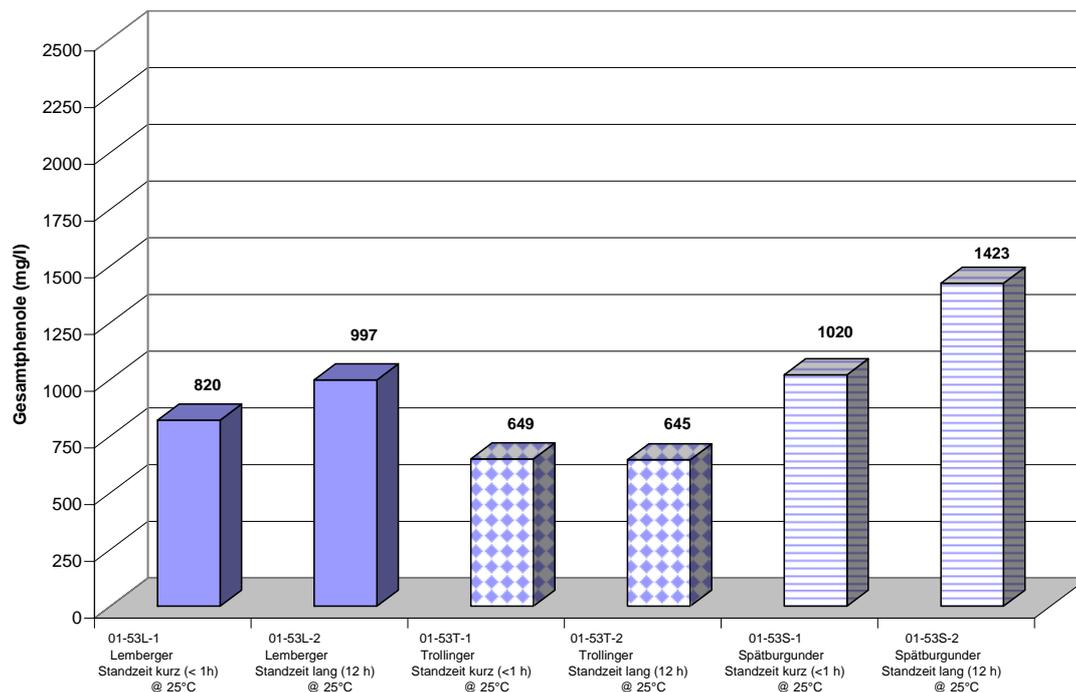


Abb. 4.21: Wirkung einer Maischestandzeit auf die Gesamtphenolkonzentration bei niedriger Maischetemperatur von 25°C

Die Wirkung einer Maischestandzeit bei einer niedrigen Maischetemperatur von 25°C ergibt lediglich eine geringe Zunahme der Farbsumme sowie des Gesamtphenolgehaltes. Lediglich der Spätburgunder reagiert mit einer Zunahme von rund 400 mg/l Gesamtphenolgehalt. Insgesamt ist das Extraktionsniveau sehr niedrig. Die Farbausprägung sowie die geschmackliche Struktur sind gering.

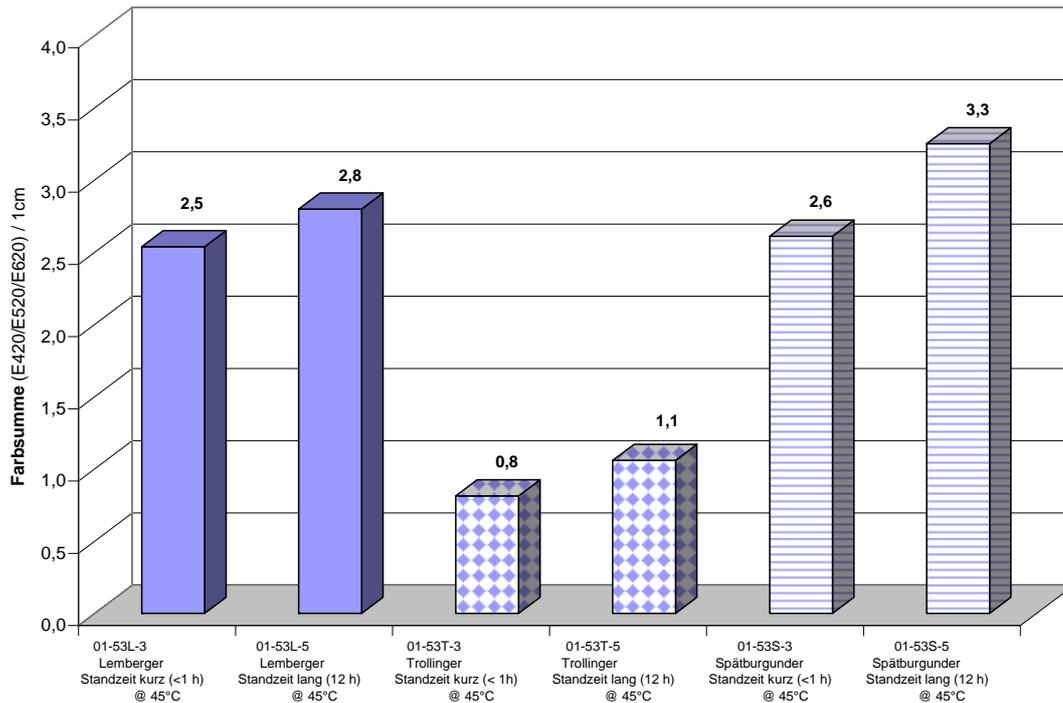


Abb. 4.22: Wirkung einer Maischestandzeit auf die Farbe bei mittlerer Maischetemperatur von 45°C (Standard)

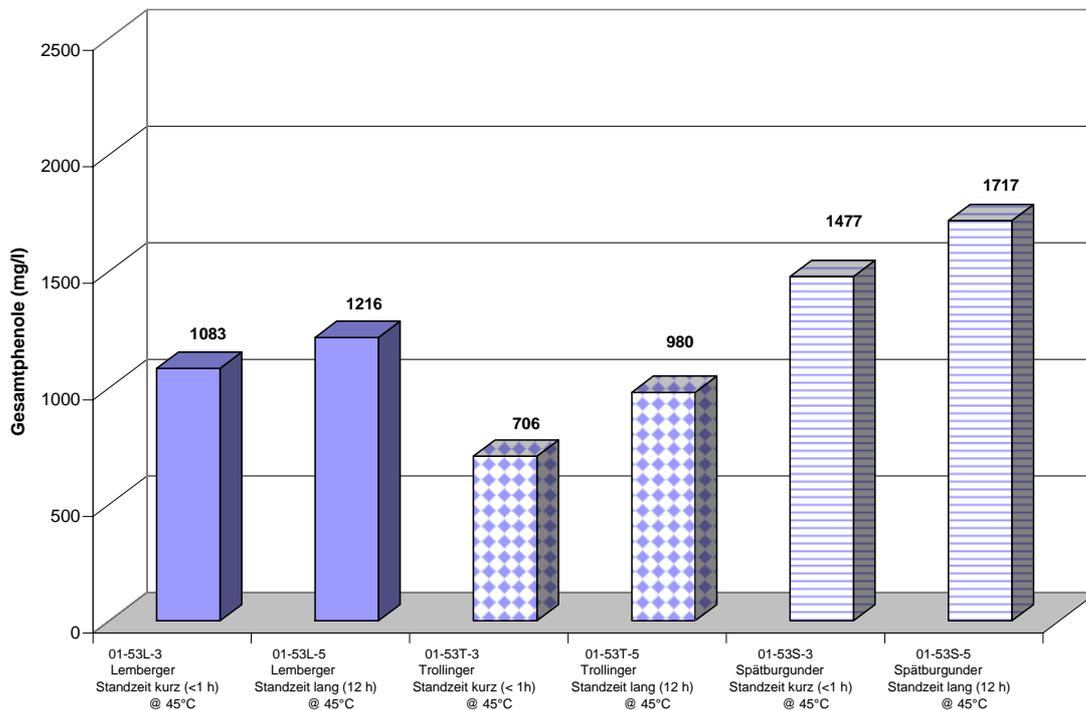


Abb. 4.23: Wirkung einer Maischestandzeit auf die Gesamtphenolkonzentration bei mittlerer Maischetemperatur von 45°C (Standard)

Die Wirkung einer Maischestandzeit bei der Standard-Temperatur der Kurzhoherhitung von 45°C ergibt zunächst Farb- und Phenolwerte auf einem höheren Niveau. Deutlich erkennbar sind die unterschiedlichen Rebsortenniveaus, die jeweils mit Zunahmen der Maischenstandzeit eine Zunahme der Farbsumme sowie der Gesamtphenolgehalte aufweisen. Die Rebsorte Spätburgunder reagiert am deutlichsten auf die Verlängerung der Maischestandzeit bei 45°C.

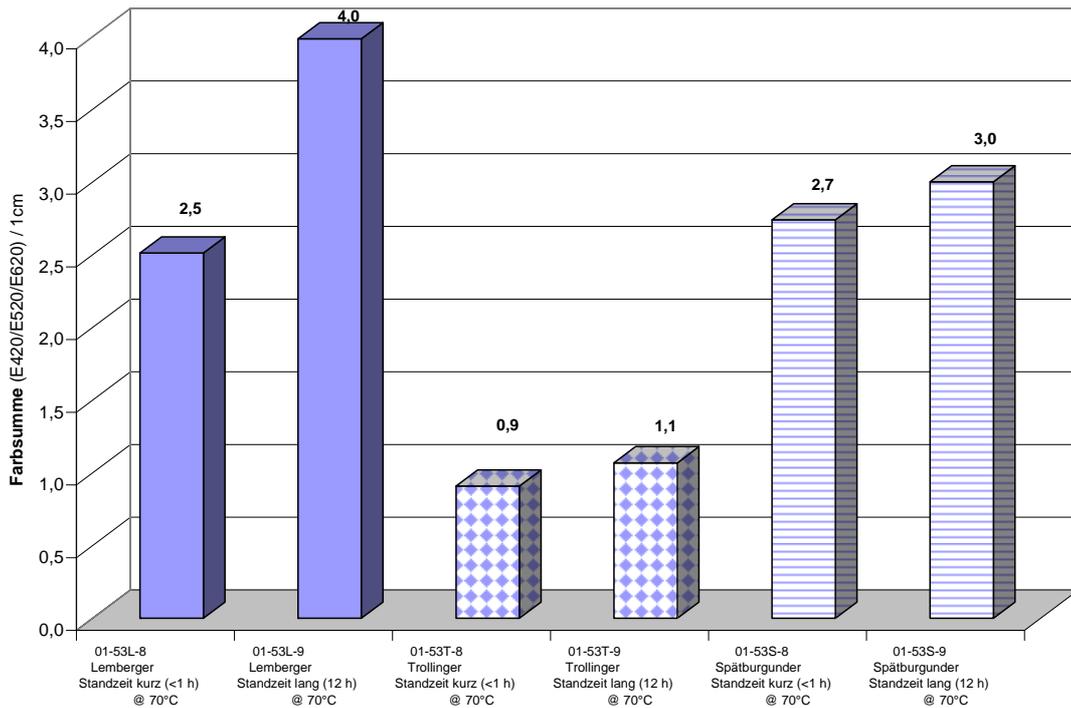


Abb. 4.24: Wirkung einer Maischestandzeit auf die Farbe bei hoher Maischetemperatur von 70°C

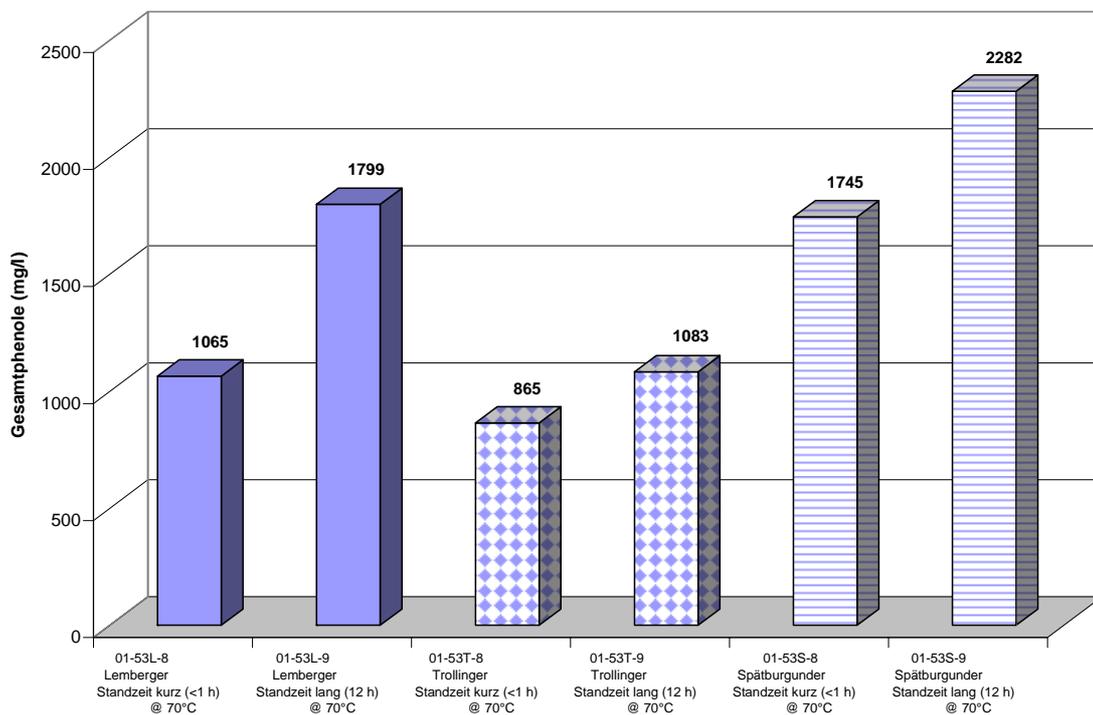


Abb. 4.25: Wirkung einer Maischestandzeit auf die Gesamtphenolkonzentration bei hoher Maischetemperatur von 70°C

Die Wirkung einer Maischestandzeit bei einer hohen Maischetemperatur von 70°C verdeutlicht die Synergieeffekte der Extraktionsparameter Temperatur und Zeit indem ein nochmals höheres Extraktionsniveau bei den Rebsorten Lemberger und Spätburgunder erreicht wurde. Für Trollinger zeigt sich deutlich das begrenzte Extraktionspotential, da auch bei den extremen Bedingungen keine wesentliche Zunahme der Farbsumme zustande kam. Lediglich der Gesamtphenolgehalt des Trollingers folgt der Gesetzmäßigkeit, dass bei langer Maischestandzeit

insbesondere der Gesamtphenolgehalt steigt. Bei Lemberger kann mit der Kombination Lange Maischestandzeit bei hoher Maischetemperatur von 70°C eine deutliche Steigerung der Farbsumme sowie des Gesamtphenolgehaltes festgestellt werden. Der Spätburgunder zeigt erneut eine deutliche Reaktion auf die Verlängerung der Maischestandzeit sowie auf die erhöhte Temperatur während der Maischestandzeit.

5.2 Saftabzug zur Maischeverdichtung

Das Verfahren des Saftabzuges zur Maischeverdichtung folgt dem Ziel kraftvolle und strukturierte Weine zu erzeugen. Diese Vorgehensweise ist bei der Rotweinbereitung durch Maischegärverfahren verbreitet und bei besonders qualitätsorientierten Erzeugerbetrieben ein fester Bestandteil der Rotweinbereitung. Bei den Thermischen Verfahren zur Rotweinbereitung ist diese Vorgehensweise in der Regel nicht üblich. Derzeit gibt es keine technische Einrichtung, um systematisch diesen Saftabzug vorzunehmen. Einzelne Betriebe verfügen über Erfahrung, wengleich nur wenige Argumente ausgetauscht werden. Aus diesem Grund wurden im Rahmen der Untersuchungen einige Experimente dazu durchgeführt.

Die entstehenden Effekte eines Saftabzuges von ca. 15% Saft aus der Maische ist zunächst bei der Maischegärung sowie bei den Thermischen Verfahren vergleichbar. Bei den thermischen Verfahren stellt sich jedoch die entscheidende Frage, wann der Saftabzug stattfinden sollte.

Saftentzug vor der Kurzhocherhitzung

Erfolgt der Saftentzug aus dem Sammelbehälter oder Pumpentrichter vor der Kurzhocherhitzung, wird eine Maischeverdichtung eintreten, die eine intensive Farbe sowie mehr geschmackliche Fülle hervorbringt. Der begrenzende Faktor beim Saftabzug vor der Kurzhocherhitzung ist die steigende Verstopfungsgefahr der Wärmetauscher. Nachdem dies eines der gefürchteten Ereignisse während der Ernte ist, werden die verantwortlichen Kellermeister diese Methode meiden. Bei saftreichen Rebsorten wie Trollinger könnte aus verfahrenstechnischer Sicht ein Saftabzug vorgenommen werden. Bei Rebsorten mit geringem Saftanteil ist dies nicht zu empfehlen. Somit stellt sich die Frage an den Oenologen, ob bei einer saftreichen Rebsorte eine geschmackliche Verdichtung sinnvoll erscheint.

Saftabzug nach der Kurzhocherhitzung

Erfolgt der Saftabzug aus der Maische direkt nach dem Erhitzer, so stellt sich die Frage, in welchem Umfang die Extraktion bis zu diesem Zeitpunkt stattgefunden hat. Nachdem diese Vorgehensweise aus verfahrenstechnischer Sicht durchaus möglich wäre, kann der entstehende Effekt anhand der Farbentwicklung der einzelnen Versuchsglieder interpretiert werden.

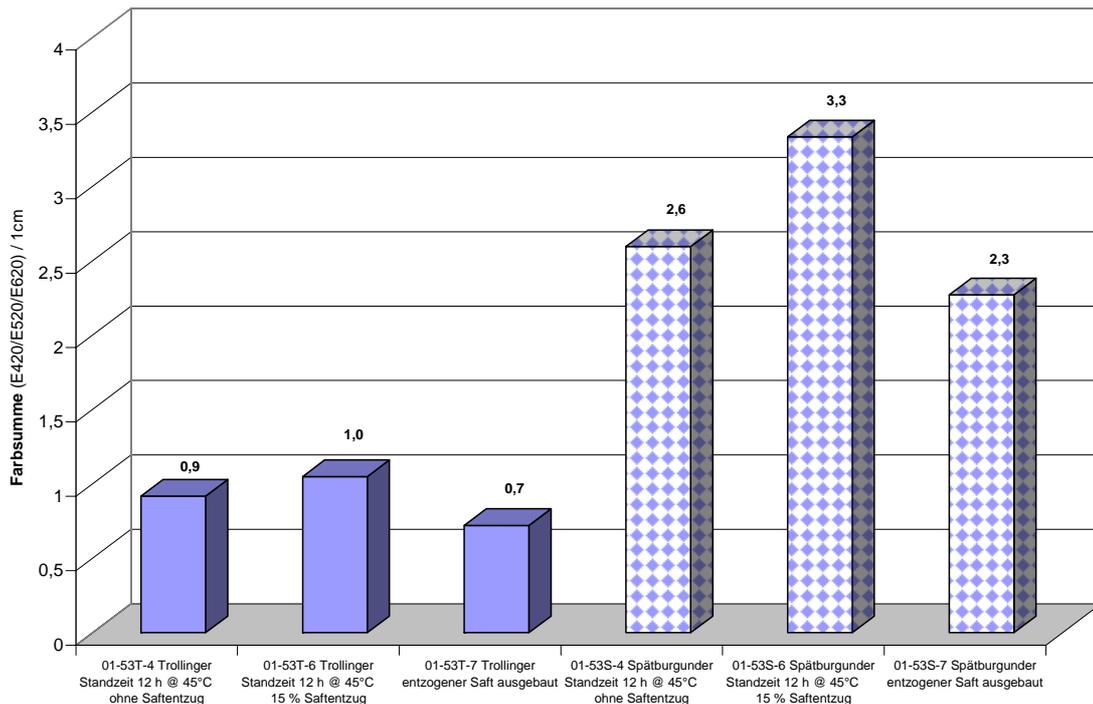


Abb. 4.26: Wirkung von Saftentzug auf die Farbentwicklung

Ausgehend von der Kontrolle ergibt sich durch den Saftabzug von 15% der Gesamtmenge direkt am Ausgang der Kurzhocherhitzung eine Farbvertiefung. Eine differenzierte Betrachtung nach Rebsorten ergibt ebenfalls ein nachvollziehbares Ergebnis. Für Trollinger ergibt sich nur eine geringe Farbzunahme, da insgesamt wenig Farbe vorhanden ist und bereits in den ersten Minuten der Extraktion (Heißhaltephase 180 Sekunden) ein Großteil der Extraktion stattfindet. Für Spätburgunder erfolgt dies auf einem höheren Niveau mit stärkerer Ausprägung. Die Steigerung der Farbsumme von 2,6 auf 3,3 ist im Glas festzustellen. Die Grenzen des Verfahrens werden bei der Beurteilung des entzogenen Saftes deutlich. Da die gesamte Maische inklusive des zu entziehenden Mostes die Kurzhocherhitzung durchläuft, wird in der Erhitzungsphase (83-85 °C) und der Heißhaltephase (180 Sekunden) bereits so viel Farbe extrahiert, dass der zu entziehende Saft deutlich rot gefärbt ist. Bei der Rebsorte Spätburgunder zeigt sich deutlich, dass der Saftabzug nur geringfügig weniger Farbe aufweist als die Kontrolle. Dem positiven Effekt der Maischverdichtung steht ein eher negativer Effekt bei dem entzogenen Saft gegenüber. Aufgrund seiner Farbextraktion kann dieser nicht als Rosewein vermarktet werden. Wegen seiner mangelnden Dichte und Struktur ist er auch nicht als Rotwein attraktiv.

Insgesamt zeigt sich, dass das Verfahren der Maischverdichtung durch Saftabzug bei den thermischen Verfahren nicht eindeutig zu bewerten ist. Ansatzpunkte zur Optimierung sollten nach technischen Lösungen zum Saftabzug nach Beginn der Maischförderung und vor Erreichen der Erhitzungsphase recherchieren.

5.3 Rührverfahren zur Intensivierung der Extraktion

Wird die erhitzte Maische während der Maischstandzeit ruhig gelagert, verläuft die Farbdiffusion in den Most nur langsam und unvollständig. Die Maischbewegung verbessert die Farbextraktion durch Optimierung der Diffusionsvorgänge. Sie kann mittels mechanischer Bewegung oder durch Gasrühren erfolgen. Ein zu starkes mechanisches Mischen ist nicht anzuraten, da eine starke Trubfreisetzung sowie eine verstärkte Phenolextraktion erfolgt. Wird die Maische in Rührtanks bewegt, genügt das Rührwerk je 15 bis 30 Minuten Ruhephase, lediglich 1 bis 2 Umdrehungen langsam laufend zu aktivieren. Dadurch werden immer wieder neue Kontaktflächen zwischen

Beerenhäuten und Flüssigkeit geschaffen, die den Farbstoffübergang intensivieren. Häufiges, leichtes Bewegen ist deshalb effektiver als wenige intensive Mischzyklen. Da gewöhnlich nicht genügend Rührtanks vorhanden sind, kann das Mischen der Maische mittels des sehr einfachen und wirkungsvollen Gasrührens erfolgen (MAURER, 1997).

Rührverfahren

Rührverfahren zur Verbesserung der Extraktion durch Mischfunktion während der Maischestandzeit (4-12 Stunden)

Mechanisch:

→ 1 bis 2 langsame Umdrehungen je 15 bis 30 Minuten Ruhephase

Gasrühren:

→ mit Luft oder CO₂, Intervall 1-2 Minuten je 1 Stunde Maischestandzeit

→ Einleiten des Gases am tiefsten Punkt im Tank



Abb. 4.27: Schonende Bewegung der Maischen durch Gasrühren mit Luft

Bisherige Versuche zeigen, dass die Anwendung von besonders schonenden Rührverfahren von Vorteil ist. Eines der schonendsten Rührverfahren ist das Gasrühren, bei dem am tiefsten Punkt im Behälter ein Gas eingeleitet wird, um durch das aufsteigen der Gasblasen eine leichte Bewegung der Maische zu erreichen. Als Lanze diente ein Edelstahlrohr passender Länge mit 10-20 mm Durchmesser, dessen Eintrittseite mit einem Kugelhahn sowie einem Griff versehen wurde. In den Versuchen wurde dabei das Gasrühren mittels der beschriebenen Lanze vorgenommen, das von oben in die Behälter eingeführt und in unterschiedlichen Zeitintervallen aktiviert wird. Die besten Erfahrungen ergaben sich mit einem Gasrühren von 1-2 Minuten je Stunde Maischestandzeit.

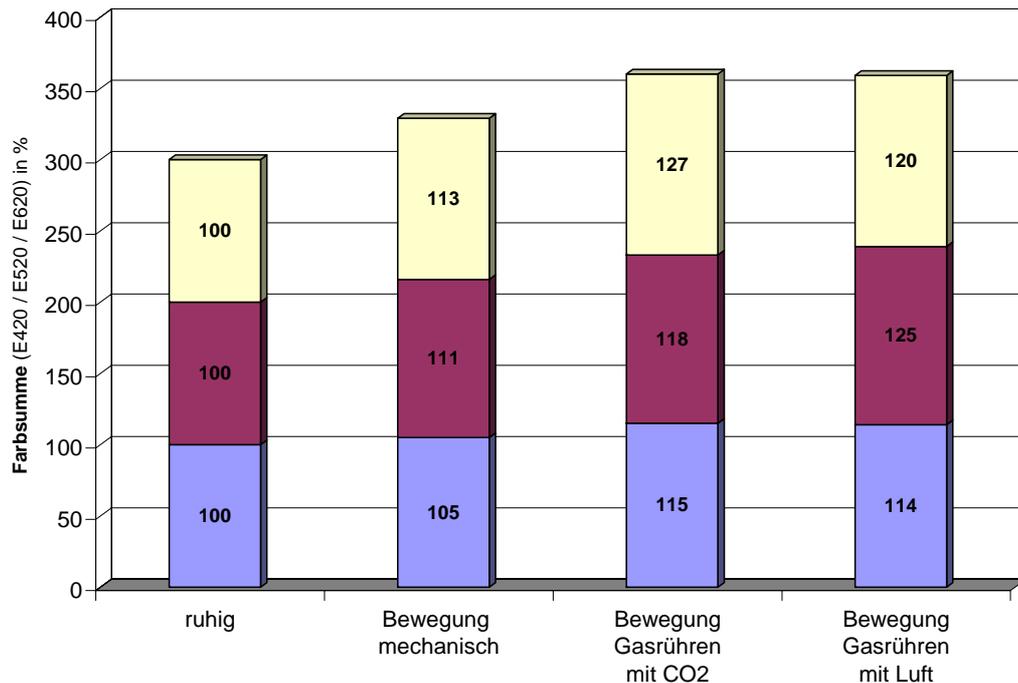


Abb. 4.28: Einfluss der verschiedenen Rührverfahren auf die Farbsumme (Maischestandzeit 45°C/8 Stunden) (MAUER, 1997)

Mit der Auswahl des verwendeten Gases können unterschiedliche Argumente angeführt werden. So wird das Rühren mit CO₂ häufig als ein weiterer Oxidationsschutz begründet, der jedoch nicht notwendig erscheint. Da die Polyphenoloxidasen Tyrosinase und Laccase im Rahmen des Erhitzens inaktiviert wurden, ist die enzymatische Polyphenoloxidation begrenzt. Somit könnte auch das Gasrühren mit Luft (gereinigte Pressluft) erfolgen. Insgesamt haben Versuche gezeigt, dass sich die Farbintensität bei E 420 nm und E 520 nm erhöht und im Vergleich zum mechanischen Rühren weniger Farbverlust festzustellen war. Ausgehend von einer Extraktionsphase ohne Bewegung zeigt sich, dass das Gasrühren den Extraktionseffekt verbessert und neben mehr Farbe die Phenolstruktur verändert. So erhöhen sich im Durchschnitt der Werte die Gesamtphenole, gerbende und nichtgerbende Phenole sowie der flavonoide Phenole zwischen 10% und 25%. Ein Vergleich verschiedenen Rebsorten zeigt, dass bei Spätburgunder und Lemberger die besten Ergebnisse erzielt werden konnten. Auch die Verkostung der einzelnen Versuchsvarianten ergab in der Tendenz eine bessere Bewertung der mit Luft gerührten Varianten im Vergleich zu mechanischem Rühren.

5.4 Kombination verschiedener Rotweinbereitungsverfahren

Ein farbkräftiger Most nach der Maischeverarbeitung ist zwar ein gutes Ausgangsmaterial, garantiert aber nicht, dass daraus ein dunkel gefärbter Rotwein wird. Die phenolischen Stoffe allgemein und die Farbstoffe im Besonderen sind sehr reaktionsfreudige und deshalb empfindliche Verbindungen. Der weitere Ausbau muss deshalb sorgfältig und Produktgerecht erfolgen.

In Ergänzung der Anwendung thermischer Verfahren zur Rotweinbereitung soll an dieser Stelle ein Hinweis auf die in der Praxis bewährte Vorgehensweise zur gezielten, geschmacklichen Abstimmung vorgestellt werden, indem Rotweine aus Kurzhoherhitzung mit Rotweinen aus Maischegärung verschnitten werden.

Verschittversuche zur Farbstabilisierung

Aufgrund der unterschiedlichen Extraktionsverfahren verfügen die entstehenden Moste und Jungweine über ein deutlich unterschiedliches Profil an phenolischen Inhaltsstoffen. Zieht man einen Vergleich, so kann bei der Maischegärung einen Überschuss an gelösten phenolischen Substanzen und bei der Kurzhoherhitzung ein Defizit festgestellt werden. Um diese Unterschiede auszugleichen und auftretende Synergieeffekte zu nutzen, wurde ein Lemberger zunächst getrennt verarbeitet. Zum Zeitpunkt des 1. Abstichs erfolgten der Verschnitt mit zeitversetzter Schwefelung sowie eine weitere Lagerung von 5 Monaten.

Das Ergebnis kann beispielhaft anhand der Farbsumme (E420/E520/E620) beschrieben werden. Dabei haben die 3 Varianten mit Verschnittanteilen unabhängig deren jeweiligen Anteile eine selbst mit dem Auge sichtbare Farbvertiefung. Dieser Effekt kann zunächst auf eine stabilisierende Wirkung von Anthocyane-Phenole-Komplexe zurückgeführt werden. Das Versuchsglied der Maischegärung sowie der Kurzhoherhitzung verfügte über geringere Farbwerte. Als sensorisches Ergebnis ist festzuhalten, dass die Unterschiede der Verschnittvarianten (30%MG/70% KHE - 50%KHE/50%MG - 70%MG/30%KHE) weniger als Qualitätsunterschiede sondern als eine Varianz im Geschmacksstil von Fruchtorientiert mit geschmeidigem Gerbstoff hin zu mehr Gerbstoff und kräftiger Struktur wahrgenommen wurden.

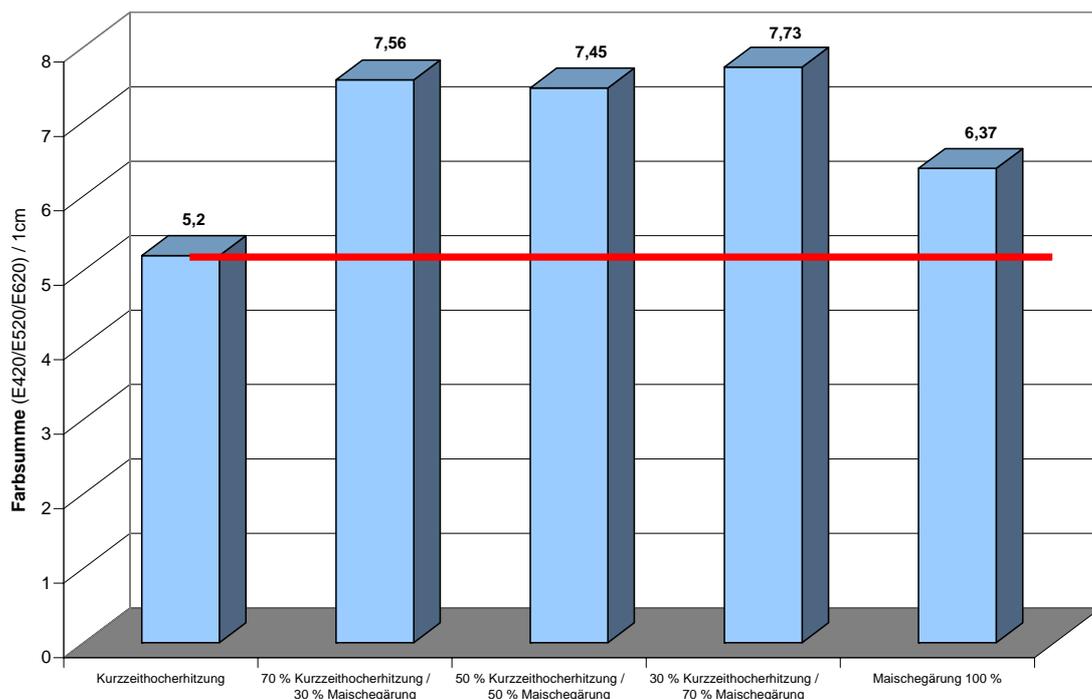


Abb. 4.29: Veränderung der Farbsumme als Folge unterschiedlicher Verschnittanteile zwischen Maischegärung und Kurzhoherhitzung

Um eine Strategie der Vorgehensweise zu beschreiben, werden mögliche Handlungsalternativen systematisch aufgezeigt. Dabei werden die Parameter Verschnittzeitpunkt und Verschnittverhältnis kombiniert.

Verschnittzeitpunkt

Je früher der Verschnitt, desto größer die Wahrscheinlichkeit von Farbstabilisierender Wirkung und geschmacklicher Integration.

Je später der Verschnitt, desto größer die Freiheit und Flexibilität für die endgültige Verschnittregelung vor der Abfüllung.

Verschnittverhältnis

Neben den Anteilen, die ohne Verschnittpartner ausgebaut werden, besteht entsprechend des angestrebten Geschmacksprofils eine stufenlose Vorgehensweise. Im frühen Stadium sollte ein Verschnittanteil von mindestens 30% vorgenommen werden.

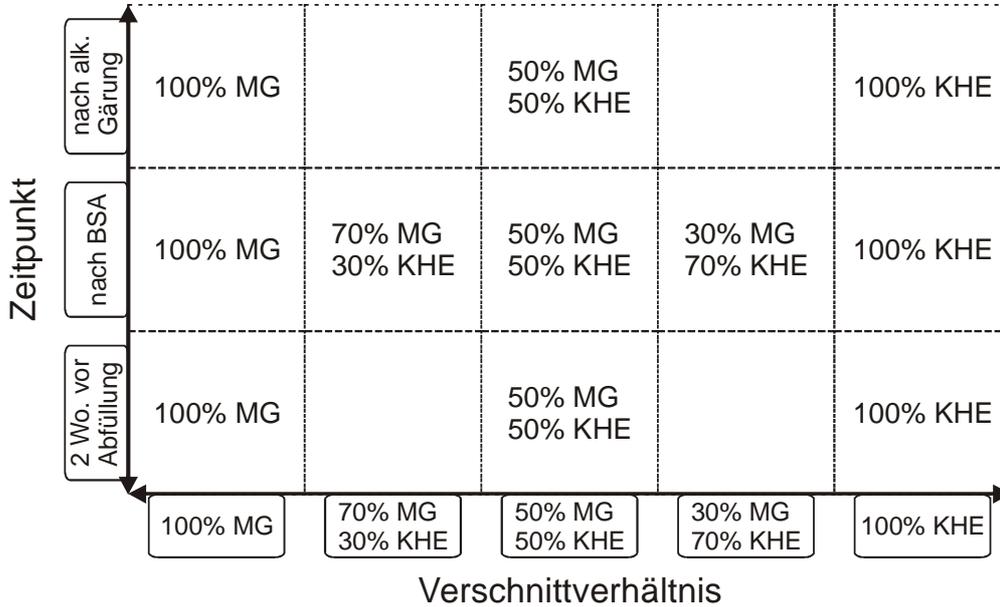


Abb. 4.30: Übersicht von Handlungsalternativen für die Kombination unterschiedlicher Rotweinbereitungsverfahren

6 Fazit

Die Verbreitung der Thermischen Rotweinbereitung in den letzten 30 Jahren dokumentiert die Bedeutung des Verfahrens für die Weinbranche. Insbesondere für Erzeugerbetriebe mit großen Verarbeitungsvolumen und früher Vermarktung fruchtbetonter Rotweine haben sich die thermischen Verfahren zur Rotweinbereitung bewährt.

Der grundlegende Unterschied der thermischen Verfahren zu den klassischen Verfahren der Maischegärung ist die wässrige Extraktion der Inhaltsstoffe. Hieraus entsteht ein charakteristisches Geschmacksprofil mit ausgeprägter Fruchtstruktur und begrenzter Phenolextraktion.

Wesentlicher Vorteil der thermischen Verfahren ist die Begrenzung der Wirkung mikrobiologischer Einflüsse durch die Inaktivierung von Bakterien und Hefen in der Maische. Die Verarbeitung von Trauben, die mit Fäulnis befallen sind sollten generell minimiert werden. Bei Anteilen von > 10% Fäulnis entstehen Qualitätsmängel, deren Langzeitfolgen durch die thermischen Verfahren begrenzt werden.

Durch den technischen Fortschritt der letzten 20 Jahre stehen heute Systeme von Wärmetauscher zur Verfügung, die einen exakten Temperaturverlauf in den einzelnen Phasen sicherstellen sowie Aspekte der Produktschonung, Betriebssicherheit und Energieverbrauch berücksichtigen. Das klassische Verfahren der Kurzhocherhitzung mit dem regenerativen Wärmetausch hat sich als Standardverfahren etabliert. Die Anwendung in der Praxis hat dabei eine individuelle Varianz in der Handhabung von Erhitzungstemperatur, Heißhaltezeit und Maischestandzeit erfahren.

Zum besseren Verständnis der Extraktion konnten die Effekte von Temperatur und Maischekontaktzeit aufgezeigt werden. Die Betrachtung verschiedener Rebsorten mit unterschiedlichem Extraktionspotential verdeutlicht, dass verstärkt auf eine rebsortenspezifische Traubenverarbeitung geachtet werden sollte. Dies bedeutet, dass der Einsatz von verfahrenstechnischen Parametern am Extraktionspotential der Rebsorte (Trollinger, Schwarzriesling, Spätburgunder, Dornfelder, Lemberger) ausgerichtet werden sollte.

Weitere qualitätsoptimierende Maßnahmen wie der Saftabzug zur Maischeverdichtung, das Bewegen der Maische zur verbesserten Extraktion sowie die Kombination durch Verschnitte von thermischen Verfahren und klassischer Maischegärung sind Maßnahmen, die in begrenztem Umfang einen Beitrag zur Qualitätsverbesserung und stilistischen Ausrichtung beitragen.

7 Literatur

BLANKENHORN, D. (2000): Thermische Verfahren: Entwicklungen und Ansatzpunkte zur Optimierung; Der Deutsche Weinbau, Nr. 21, S. 18-19.

BLANKENHORN, D. (2003): Anforderungen an das Lesegut aus Sicht der Kellerwirtschaft, Rebe und Wein, Nr. 9, S. 17-18.

KLENK, E. und R. MAURER (1968): Über den wirtschaftlichen Einsatz von Maischeerhitzern, Deutsches Weinjahrbuch, S. 192-196.

MAURER, R. (1997): Optimierung der Rotweibereitung durch Wärmeanwendung; Rebe und Wein, Nr. 10, S. 336-343.

MEIDINGER, F. (1985): Reintönige Weine durch die Kurzhocherhitzung; Die Weinwirtschaft, 121/85, Nr. 7, S. 202-207.

MEIDINGER, F. (1974): Die Technik der Farbstoffgewinnung und -erhaltung bei der Rotweibereitung; Deutsches Weinbau Jahrbuch, S. 209-220.

Danksagung

Der Ausschuss für Technik ermöglichte durch die Finanzierung des vorliegenden Forschungsvorhabens einen erweiterten Einblick in die thermischen Verfahren der Rotweinabereitung sowie eine Bewertung aus aktueller Sicht. Der vorliegende Bericht erleichtert die einzelbetriebliche Beratung in der Praxis sowie die Ausbildung von Fachschüler und Studenten.

Mein Dank gilt den Gesprächspartnern Herrn Auchter, Fa. Kiesel, Herrn Becker, Fa. Becker Tankbau, Herrn Krumm, Fa. Alfa-Laval sowie Herrn Gottfried Stettner, Ingenieurbüro Stettner für die Diskussion von Erfahrungen sowie die Überlassung von Informationsmaterial.

Herrn Weinbautechniker Holger Schwarz sei für die Durchführung der kellerwirtschaftlichen Versuche im Herbst und Frau Lilli Palt für die Anfertigung der Analysen und Auswertung der Ergebnisse gedankt. Den Mitarbeitern des Referates Kellerwirtschaft gilt mein Dank für die tatkräftige Unterstützung.

KTBL-Veröffentlichungen zum Thema Wein- und Obstbau

KTBL-Schriften

Stand vom 01.09.2011

Nr.	Verfasser: Titel. Erscheinungsjahr	Bestell-Nr.
465	Anlage und Bewirtschaftung von Weinbergterrassen. Terrassentage Oberkirch 2008, 123 S., 23 €	11465
456	Technik im Weinbau. 8. internationales ATW-Symposium 2007, 238 S., 26 €	11456
442	Hoffmann, B., Jacobi-Ewerth, M.: Präsentation von Weingütern auf Messen und Weinfesten. 2006, 88 S., 20 €	11442
421	Qualitätsmanagement im Obst- und Weinbau. Internationales ATW-Symposium 2004, 238 S., 26 €	11421

KTBL-Sonderveröffentlichungen

50 Jahre Ausschuss für Technik im Weinbau – Jubiläumsband 2002. 62 S., 10 €	40J50
Pflanzenschutz im Wein- und Obstbau. Internationales ATW-Symposium 2001, 195 S., 19 €	40006
40. ATW-Tagung für Weinbau-Fachberater 2011 in Freyburg. 45 S., 5 €	4040BT
39. ATW-Tagung für Weinbau-Fachberater 2009 in Bad Kreuznach. 25 S., 5 €	4039BT
38. ATW-Tagung für Weinbau-Fachberater 2008 in Oberkirch. 25 S., 5 €	4038BT
37. ATW-Tagung für Weinbau-Fachberater 2006 in Bad Kreuznach. 37 S., 5 €	4037BT

KTBL-Kalkulationsunterlagen

Datensammlung Weinbau und Kellerwirtschaft. 2010, 14. Auflage, 119 S., 23 €	19499
Datensammlung Feldbewässerung. 2009, 1. Auflage, 100 S., 22 €	19498
Faustzahlen für die Landwirtschaft. 2009, 14. Auflage, 1200 S., 30 €	19494
Datensammlung Gartenbau. 2009, 1. Auflage, 600 S., 25 €	19493
Datensammlung Betriebsplanung Landwirtschaft. 2010/2011, 22. Auflage, 784 S. + Online-Zugang, 26 €	19503
Datensammlung Energiepflanzen. 2006, 372 S., 23 €	19485
Datensammlung Landschaftspflege. 2005, 5. Auflage, 102 S., 18 €	19481
Datensammlung Direktvermarktung. 2011, 112 S., 24 €	19504
Maschinenkosten (MaKost). 2007, Online-Tool, 15 € für 12 Monate	30006
Standarddeckungsbeiträge (SDB)-online. 2007, 15 € für 12 Monate	30003
agroXML – Informationstechnik für die zukunftsorientierte Landwirtschaft. 2007, 180 S., 24 €	11454

KTBL-Arbeitsblätter Weinbau

104	Binder, G.: Rotweinsbereiung durch Maischegärverfahren. 2011, (im Druck)	42104
103	Bäcker, G.: Sprühgeräte im Weinbau – Bauarten und Typentabellen. 2011, 8 S., 5 €	42103
102	Walg, O.: Technik der mineralischen und organischen Düngerausbringung. 2010, 6 S., 5 €	42102
101	Walg, O.: Technik der mechanischen Unterstockbodenpflege. 2010, 6 S., 5 €	42101
100	Walg, O.: Technik der Herbizidausbringung. 2009, 4 S., 3 €	42100
98/99	Kohl, E.: Raupenschlepper für die Bewirtschaftung von Weinbausteillagen. 2008, 16 S., 7 €	42098/99
97	Achilles, A.: Traubenvollernter – Typentabelle. 2008, 6 S., 4 €	42097
96	Walg, O.: Mulchgeräte für den Weinbau. 2007, 4 S., 4 €	42096
95	Kohl, E.: Seilzugmechanisierungssysteme zur Bewirtschaftung von Weinbausteillagen. 2007, 8 S., 4 €	42095
94	Walg, O.: Bodenbearbeitungs- und Tiefenlockerungsgeräte – Teil 2: angetrieben. 2007, 4 S., 4 €	42094
93	Walg, O.: Bodenbearbeitungs- und Tiefenlockerungsgeräte – Teil 1: gezogen. 2007, 6 S., 4 €	42093
92	Walg, O.: Bindematerialien und -geräte für die Stammbindungen. 2006, 4 S., 4 €	42092
91	Walg, O.: Entblätterungstechnik im Weinbau. 2006, 5 S., 4 €	42091
90	Walg, O.: Rebschnitt. 2005, 8 S., 4 €	42090
89	Walg, O.: Bindematerialien und Bindegeräte zum Biegen und Gerten. 2005, 5 S., 4 €	42089
87	Jäger, P.; Achilles, A.: Weinbau-Schmalspurtraktoren – Typentabelle 2004, 14 S., 3 €	42087
86	Rebholz, F.: Stapler im Weinbaubetrieb. 2002, 5 S., 3 €	42086

Nr.	Verfasser: Titel. Erscheinungsjahr	Bestell-Nr.
172	Koch, H. et al.: Optimierung der Applikationstechnik bei der Herbizidausbringung und beim chemischen Ausbrechen. 2011, 30 S., 10 €	41172
171	Schwingenschlögl, P.: Spezialprogramme für die Weinwirtschaft. 2011, (im Druck)	41171
165	Littek, T. et al.: Das Hagelschutzsystem „Whailex“. 2011, 58 S., 10 €	41165
164	Köhler, H.-J. et al.: Die Weinstein stabilisierung durch Zusatz von Inhibitoren. 2011, 97 S., 12 €	41164
162	Schygulla, M.: Vergleich von Vertriebssystemen in der Direktvermarktung von Wein. 2009, 52 S., 10 €	41162
160	Jung, R., Schüßler, C.: Alternative Flaschenverschlüsse für Wein. 2010, 70 S., 10 €	41160
158	Bäcker et al.: GPS-Systeme im Pflanzenschutz. 2008 (per Download unter www.ktbl.de abrufbar)	41158
153	Bäcker, G.: Bewertung neuer Pflanzenschutzverfahren. 2009, 72 S., 10 €	41153
151	Seckler, J. et al.: Beeinflussung des Trubgehalts durch Pressprogramme. 2009, 117 S., 10 €	41151
149	Jörger et al.: Mechanisierung des Querterrassenweinbaus. 2008 (s. Tagungsband KTBL-Schrift 465)	11465
148	Binder, G.: Rekonditionierung gebrauchter Barriquefässer. 2010, 62 S., 10 €	41148
147	Weiland, J. et al.: Einsatz von Flotation in Winzerbetrieben. 2010, 71 S., 10 €	41147
146	Hoffman, D.: Präsentation von Weingütern auf Messen und Weinfesten. 2006 (s. KTBL-Schrift 442)	41146
143	Kauer, R.: Die Umstellung auf ökologischen Weinbau. 2007 (s. KTBL-Schrift 459)	41159
140	Rebholz, F.: Weinbergsschlepper als Arbeitsplatz. 2006, 78 S., 10 €	41140
139	Zipse, W.: Standort-Grünveredlung. 2006, 35 S. 8 €	41139
138	Weik, B.: Die Rolle der Mikrooxygenierung in der Weinbereitung. 2011, (im Druck)	41138
137	Walg, O.: Drahtrahmengestaltung und Rebenerziehung. 2006, 50 S., 10 €	41137
136	Uhl, W.: Automatische Steuerung für Laubschneider. 2003, 19 S., 6 €	41136
135	Seckler, J. et al.: Zielgröße Weinqualität – Optimierung der Entrappung. 2006, 90 S., 12 €	41135
134	Thies, L., C. Schneider, G. Röhrig: Brennereiwiesen im Weinbaubetrieb. 2004, 42 S., 10 €	41134
133	Steiner, H.: EDV-Ausstattung in Weinbaubetrieben. 2010 (per Download unter www.ktbl.de abrufbar)	41133
132	Schygulla, M., B. Degünther: Selbstklebe-Etikettiertechnik. 2003, 43 S., 10 €	41132
130	Rebholz, F.: Weinbergsschlepper in der Praxis. 2003, 30 S., 10 €	41130
129	Cosma, C.: Schnelltests zur Untersuchung alkoholischer Getränke. 2003, 33 S., 10 €	41129
128	Schandelmaier, B.: Kieselfiltration für Klein- und Mittelbetriebe. 2004, 67 S., 10 €	41128
127	Jung, R., J. Seckler u. F. Freund: Einfluss der inneren Oberfläche auf das Gärverhalten von Traubenmost. 2006, 118 S., 12 €	41127
126	Steinberg, B., G. Bäcker: Tropfbewässerung im Weinbau. 2004, 35 S., 11 €	41126
125	Weik, B.: Abbeermaschinen und Maischeförderung. 2003, 58 S., 10 €	41125
124	Eichler, S.: Flaschen-Außenwaschmaschinen für Winzerbetriebe. 2003, 45 S., 10 €	41124
123	Blankenhorn, D.: Thermische Verfahren zur Rotweinbereitung. 2011 (per Download unter www.ktbl.de abrufbar)	41123
122	Bäcker, G., W. Struck: Sprühgebläse der neuen Generation. 2002, 36 S., 8 €	41122
121	Schultz, H. R., C. Deppisch: Reflektierende Unterstockfolien. 2003, 39 S., 10 €	41121
120	Prior, B.: Schutzhüllen für Jungreben. 2002, 65 S., 9 €	41120
119	Jung, R., J. Seckler u. F. Zürn: Beeinflussung des Verschleißdrucks. 2001, 28 S., 7 €	41119
118	Müller, D.H., et al.: Direktkühlung bei der Weinproduktion. 2002, 74 S., 10 €	41118
117	Rühling, W.: Seilgezogene Mechanisierungssysteme. 2002, 24 S., 7 €	41117
115	Uhl, W.: Minimierung des Herbizidaufwandes. 2001, 46 S., 9 €	41115
114	Walg, O.: Mechanisierung des Rebschnitts. 2002, 33 S., 8 €	41114
113	Binder, G.: Rotweinbereitung in Erzeugerbetrieben. 2000, 118 S., 9 €	41113
111	Schwingenschlögl, P.: Schlagkarteien für den Weinbau. 2002, 30 S., 7 €	41111
110	Bäcker, G.: Mehrreihige Pflanzenschutzverfahren. 2000, 61 S., 9 €	41110

ATW-Berichte sind beim KTBL abrufbar. Über das gesamte Veröffentlichungsprogramm können Sie sich im Veröffentlichungsverzeichnis informieren. Es ist kostenlos erhältlich beim KTBL, Bartningstraße 49, D-64289 Darmstadt www.ktbl.de; www.ktbl-shop.de (Tel.:+49(0)6151/7001-0; Fax: +49(0)6151/7001-123; vertrieb@ktbl.de)