

**Lehrstuhl für Technologie der Brauerei II
der Technischen Universität München**

**Einfluss verschiedener Traubenmost-Konzentrierungsverfahren
auf die Weinqualität**

Dirk Weber

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.)

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr. rer. nat. K.-H. Engel

Prüfer der Dissertation:

1. Univ.-Prof. Dr.-Ing. E. Geiger
2. Prof. Dr.-Ing. T. Kurz (Technische Universität Berlin)

Die Dissertation wurde am 28.11.2005 bei der Technischen Universität München eingereicht und durch die Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt der Technischen Universität München am 14.02.2006 angenommen.

Vorwort

An dieser Stelle möchte ich mich recht herzlich bei folgenden Personen bedanken, die diese Promotion erst möglich gemacht bzw. mich hierbei unterstützt haben:

Bei meinen Eltern, die mir das Studium und diese Promotion ermöglichten und mir jederzeit mit Rat und Tat zur Seite standen.

Bei Yvette Lagall, die die fertige Arbeit Korrektur gelesen hat.

Bei Univ.-Prof. Dr.-Ing. Eberhard Geiger, der diese Arbeit an mich herangetragen hat, mir während der gesamten Ausarbeitungszeit seine Unterstützung zuteil werden ließ und die Position des Erstprüfers übernahm.

Bei Univ.-Prof. Dr. rer. nat. K.-H. Engel für die Übernahme des Prüfungsvorsitzes.

Bei Prof. Dr.-Ing. Tomas Kurz von der Technischen Universität Berlin für die Übernahme der Funktion des Zweitprüfers.

Bei Prof. Dr. Monika Christmann, die mich während der Durchführung der Versuche und der Ausarbeitung dieser Dissertation hervorragend betreut hat.

Bei Herrn Seckler, der mir bei der Planung und Durchführung der Versuche stets mit Rat und Tat zur Seite stand.

Bei Dr. Maximilian Freund und Robert Könitz, mit denen ich mich stets über die fachlichen Aspekte dieser Arbeit austauschen konnte.

Bei Dr. Friedrich Zürn und Dr. Rainer Jung und dem gesamten Prüfer-Panel der Forschungsanstalt Geisenheim für die gute Zusammenarbeit hinsichtlich der sensorischen Prüfung der Versuchsweine.

Bei Andre Bernd, Helmut Keller, Karl Engelmann, Thomas Weiler, Reinhold Janz und allen Lehrlingen des Weingutes der Forschungsanstalt Geisenheim, die mir beim Ausbau der Versuchsweine mit helfender Hand zur Seite standen.

Bei den Diplomanten Markus Roll, Dirk Berges, Jörg Schultz, Heiko Huber, Carla Wassermann und Jürgen Aumüller für die gute Zusammenarbeit und tatkräftige Unterstützung während der gesamten Versuchsperiode.

Bei Herrn Gaubatz vom Institut für Weinbau für die gute Zusammenarbeit in der Versuchsplanung bezüglich der Bereitstellung des erforderlichen Traubenmaterials und bei allen Mitarbeitern des Kelterhauses für die Verarbeitung der Trauben und die Bereitstellung der Moste.

Bei Prof. Dr. Ulrich Fischer und Dr. Dierk Clos von der Staatlichen Lehr- und Forschungsanstalt Neustadt für die hervorragende Zusammenarbeit in diesem Forschungsprojekt.

Bei Dr. Gerd Scholten von der Staatlichen Lehr- und Versuchsanstalt Trier für die gute Zusammenarbeit in diesem Forschungsprojekt und die begleitenden Untersuchungen in Bezug auf die Unreifefaktoren.

Bei Prof. Dr. Reiner Wittkowski und Dr. Carsten Faulh vom Bundesinstitut für Risikobewertung und bei Prof. Dr. Hilmar Förstel vom Forschungszentrum Jülich für die begleitenden Untersuchungen hinsichtlich der Entwicklung einer Nachweismethode zur Anwendung der Mostkonzentrierung.

Bei den Herren Dr. Johannes Kiefer und Patric Saladin der Firma IMECON AG für die Unterstützung bei der Durchführung der Versuche mittels ihres Umkehrosmose-Aggregates.

Bei den Herren Tallafus und Schlöhr von der Firma Guttroff für die Bereitstellung des Schrägkühlers und die Unterstützung während der Versuchsdurchführung.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
1.1 Problemstellung und Zielsetzung	2
1.2 Stand des Wissens	3
1.3 Aufbau der Arbeit.....	8
2. Grundlagen	10
2.1 Rechtliche Grundlagen.....	10
2.2 Physikalische Konzentrierungsverfahren.....	11
2.2.1 Umkehrosmose.....	12
2.2.2 Vakuumdestillation	16
2.2.3 Gefrierkonzentrierung.....	18
3. Material und Methoden	21
3.1 Planung und Ablauf des Projektes.....	21
3.2 Technische Beschreibung der verwendeten Anlagen.....	22
3.2.1 Umkehrosmose.....	22
3.2.2 Vakuumdestillation	30
3.2.3 Gefrierkonzentrierung.....	35
3.3 Versuchsdurchführung und Weinausbau	38
3.4 Most- und Weinanalytik.....	43
3.5 Statistische Berechnungsverfahren.....	44
3.6 Sensorische Prüfverfahren	46
3.6.1 Dreieckstest	46
3.6.2 Deskriptive Prüfung	46
3.6.3 Rangordnungsprüfung	48
3.7 Analytische Auswertungsverfahren	48
3.7.1 Standardisierte Anreicherung	48
3.7.2 Relativer Übergang	51
3.8 Sensorische Auswertungsverfahren	52
3.8.1 Dreieckstest	52
3.8.2 Deskriptive Prüfung	54
3.8.3 Rangordnungsprüfung	57
3.8.4 Platzierungsindex	58

4. Ergebnisse	62
4.1 Ergebnisse der Herbstkampagne 1999	62
4.2 Ergebnisse der Herbstkampagne 2000	92
4.3 Ergebnisse der Herbstkampagne 2001	104
4.4 Zusammenfassende Betrachtung der Herbstkampagnen 1999 – 2001	113
4.5 Alternativen zur Mostkonzentrierung und weiterführende Versuche.....	137
4.5.1 Ausdünnung.....	138
4.5.2 Saftentzug	144
4.5.3 Unterschiedliche Verfahren der Gefrierkonzentrierung.....	149
4.5.4 Teilkonzentrierung versus Gesamtkonzentrierung.....	152
4.5.5 Weinkonzentrierung.....	154
4.6 Unreifefaktoren.....	163
4.7 Möglichkeiten der Nachweisbarkeit einer Mostkonzentrierung	170
4.8 Betriebswirtschaftliche Betrachtung.....	172
5. Diskussion	182
6. Zusammenfassung	196
6.1 Zusammenfassung.....	196
6.2 Summary	205
7. Literatur	212
8. Anhang	216
8.1 Ergebnisse der Herbstkampagne 1999	216
8.2 Ergebnisse der Herbstkampagne 2000	240
8.3 Ergebnisse der Herbstkampagne 2001	258
8.4 Ausdünnung.....	276
8.5 Saftentzug	290
8.6 Unterschiedliche Verfahren der Gefrierkonzentrierung.....	298
8.7 Teilkonzentrierung versus Gesamtkonzentrierung	304
8.8 Weinkonzentrierung.....	308
8.9 Unreifefaktoren.....	328
8.10 Möglichkeiten der Nachweisbarkeit einer Mostkonzentrierung.....	336

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Prinzip der Umkehrosmose	12
Abbildung 2:	Wickelmodul	15
Abbildung 3:	Schematischer Aufbau Wickelmodul (verschiedene Lagen).....	15
Abbildung 4:	Schematischer Aufbau Wickelmodul (Stirnseite)	15
Abbildung 5:	Die Grundelemente für die Eindampfung.....	17
Abbildung 6:	Fließschema Umkehrosmose NUSSI	23
Abbildung 7:	ROVIN 160/120.....	25
Abbildung 8:	Fließschema Umkehrosmose IMECON.....	26
Abbildung 9:	Umkehrosmose Aggregat Osmotop 100 FA. KREYER	28
Abbildung 10:	Fließschema Umkehrosmose KREYER.....	29
Abbildung 11:	Vakuumdestillation MTA 600 der Firma ENTROPIE.....	30
Abbildung 12:	Fließschema Vakuumdestillation Entropie.....	31
Abbildung 13:	Vakuumdestillation DCC 200 der Firma DEFRANCESCHI	33
Abbildung 14:	Schematische Darstellung Vakuumdestillation DEFRANCESCHI (DCC 100)	34
Abbildung 15:	Kaltmahlen und Kaltpressen von Weintrauben.....	36
Abbildung 16:	Schräggkühler und Kühlzelle	37
Abbildung 17:	Standardisierte Anreicherung	50
Abbildung 18:	Relativer Übergang	52
Abbildung 19:	Ergebnisse der Dreieckstests	54
Abbildung 20:	Beispiel Netzdiagramm Deskriptive Prüfung 1999	55
Abbildung 21:	Beispiel 95 % - Konfidenzintervall für den Mittelwert (Attribut Brombeere)	56
Abbildung 22:	Rangordnungsprüfung	57
Abbildung 23:	Platzierungsindex	60
Abbildung 24:	Standardisierte Anreicherung der Säuren im Moststadium	65
Abbildung 25:	Standardisierte Anreicherung der Säuren im Weinstadium.....	66
Abbildung 26:	Standardisierte Anreicherung der Zucker im Moststadium.....	67
Abbildung 27:	Standardisierte Anreicherung des Glycerins im Weinstadium.....	68
Abbildung 28:	Standardisierte Anreicherung der Kationen im Moststadium.....	69
Abbildung 29:	Standardisierte Anreicherung der Kationen im Weinstadium	69
Abbildung 30:	Standardisierte Anreicherung der Extinktionswerte im Weinstadium	71

Abbildung 31:	Standardisierte Anreicherung der Gesamtphenole im Moststadium.....	72
Abbildung 32:	Standardisierte Anreicherung der Gesamtphenole im Weinstadium	73
Abbildung 33:	Relativer Übergang der Säuren	74
Abbildung 34:	Relativer Übergang der Zucker	76
Abbildung 35:	Relativer Übergang der Kationen.....	76
Abbildung 36:	Signifikante Unterschiede in den Dreieckstests; Weißwein Jahrgang 1999	78
Abbildung 37:	Signifikante Unterschiede in den Dreieckstests; Rotwein Jahrgang 1999	80
Abbildung 38:	Deskriptive Prüfung der Serie 1: 1999er Müller-Thurgau / Rheinhessen; n = 12.....	82
Abbildung 39:	Deskriptive Prüfung der Serie 2: 1999er Grauer Burgunder / Baden; n = 12	83
Abbildung 40:	Deskriptive Prüfung der Serie 6: 1999er Riesling / Mosel-Saar-Ruwer; n = 12	84
Abbildung 41:	Deskriptive Prüfung der Serie 10: 1999er Portugieser / Pfalz; n = 10.....	85
Abbildung 42:	Deskriptive Prüfung der Serie 11: 1999er Dornfelder / Pfalz; n = 10.....	85
Abbildung 43:	Deskriptive Prüfung der Serie 12: 1999er Spätburgunder / Rheingau; n = 15.....	86
Abbildung 44:	Platzierungsindices der verschiedenen Varianten; Weißwein Jahrgang 1999	88
Abbildung 45:	Platzierungsindices der verschiedenen Varianten; Rotwein Jahrgang 1999	89
Abbildung 46:	Vergleich der Platzierungsindices der verschiedenen Varianten nach zweijähriger Lagerung ;Weißwein Jahrgang 1999.....	90
Abbildung 47:	Vergleich der Platzierungsindices der verschiedenen Varianten nach zwei jähriger Lagerung ;Rotwein Jahrgang 1999.....	91
Abbildung 48:	Signifikante Unterschiede in den Dreieckstests; Weißwein Jahrgang 2000	93
Abbildung 49:	Signifikante Unterschiede in den Dreieckstests; Rotwein Jahrgang 2000	95

Abbildung 50: Deskriptive Prüfung der Serie 4: 2000er Riesling / Rheingau; n = 13.....	97
Abbildung 51: Deskriptive Prüfung der Serie 7: 2000er Portugieser / Nahe; n = 15.....	98
Abbildung 52: Deskriptive Prüfung der Serie 9: 2000er Lemberger / Württemberg; n = 14.....	99
Abbildung 53: Platzierungsindices der verschiedenen Varianten; Weißwein Jahrgang 2000	100
Abbildung 54: Platzierungsindices der verschiedenen Varianten; Rotwein Jahrgang 2000	101
Abbildung 55: Vergleich der Platzierungsindices der verschiedenen Varianten nach einjähriger Lagerung ;Weißwein Jahrgang 2000.....	102
Abbildung 56: Vergleich der Platzierungsindices der verschiedenen Varianten nach einjähriger Lagerung ;Rotwein Jahrgang 2000.....	103
Abbildung 57: Signifikante Unterschiede in den Dreieckstests; Weißwein Jahrgang 2001	105
Abbildung 58: Signifikante Unterschiede in den Dreieckstests; Rotwein Jahrgang 2001	107
Abbildung 59: Deskriptive Prüfung der Serie 1: 2001er Müller-Thurgau / Franken; n = 14.....	108
Abbildung 60: Deskriptive Prüfung der Serie 2: 2001er Bacchus / Franken; n = 14.....	109
Abbildung 61: Deskriptive Prüfung der Serie 3: 2001er Müller-Thurgau / Rheingau; n = 14.....	110
Abbildung 62: Deskriptive Prüfung der Serie 7: 2001er Portugieser / Nahe; n = 12.....	110
Abbildung 63: Platzierungsindices der verschiedenen Varianten; Weißwein Jahrgang 2001	112
Abbildung 64: Platzierungsindices der verschiedenen Varianten; Rotwein Jahrgang 2001	113
Abbildung 65: Standardisierte Anreicherung der Säuren im Moststadium	115
Abbildung 66: Standardisierte Anreicherung der Säuren im Weinstadium.....	117
Abbildung 67: Standardisierte Anreicherung der Zucker im Moststadium.....	119
Abbildung 68: Standardisierte Anreicherung des Glycerins im Weinstadium.....	119

Abbildung 69:	Standardisierte Anreicherung der Kationen im Moststadium.....	120
Abbildung 70:	Standardisierte Anreicherung der Kationen im Weinstadium	122
Abbildung 71:	Standardisierte Anreicherung der Phenole im Moststadium	123
Abbildung 72:	Standardisierte Anreicherung der Phenole im Weinstadium.....	124
Abbildung 73:	Standardisierte Anreicherung der Extinktionswerte im Weinstadium	125
Abbildung 74:	Relativer Übergang der Säuren	127
Abbildung 75:	Relativer Übergang der Zucker.....	128
Abbildung 76:	Relativer Übergang der Kationen.....	129
Abbildung 77:	Relativer Übergang der Phenole.....	130
Abbildung 78:	Signifikante Unterschiede in den Dreieckstests; Weißwein Jahrgänge 1999 - 2001.....	131
Abbildung 79:	Signifikante Unterschiede in den Dreieckstests; Rotwein Jahrgänge 1999 - 2001	133
Abbildung 80:	Platzierungsindices der verschiedenen Varianten; Weißwein Jahrgänge 1999 - 2001.....	136
Abbildung 81:	Platzierungsindices der verschiedenen Varianten; Rotwein Jahrgänge 1999 - 2001	137
Abbildung 82:	Deskriptive Prüfung 2001er Portugieser / Nahe; n = 12	140
Abbildung 83:	Deskriptive Prüfung 2001er Spätburgunder / Pfalz; n = 14.....	141
Abbildung 84:	Vergleich zwischen Ausdünnung und Mostkonzentrierung bei Weißwein.....	142
Abbildung 85:	Vergleich zwischen Ausdünnung und Mostkonzentrierung bei Rotwein.....	143
Abbildung 86:	Deskriptive Prüfung 2001er Portugieser / Nahe; n = 12	146
Abbildung 87:	Vergleich zwischen Saftentzug und Mostkonzentrierung im Jahrgang 2000; n = 17	147
Abbildung 88:	Vergleich zwischen Saftentzug und Mostkonzentrierung im Jahrgang 2001	148
Abbildung 89:	Veränderung des Mahlspaltes bei dem Schrägkühler	150
Abbildung 90:	Gefrierkonzentrierung mittels Schrägkühler und Kühlzelle	151
Abbildung 91:	Rangordnungsprüfung Kühlzelle und alternative Anreicherungsverfahren	152
Abbildung 92:	Vergleich zwischen Teilkonzentrierung und Gesamtkonzentrierung	154
Abbildung 93:	Standardisierte Anreicherung	157

Abbildung 94: Relativer Übergang	158
Abbildung 95: Deskriptive Prüfung Serie 4: 2000er Riesling / Rheingau; n = 13	159
Abbildung 96: Deskriptive Prüfung Serie 3: 2001er Müller-Thurgau / Rheingau; n = 15	160
Abbildung 97: Deskriptive Prüfung Serie 5: 2001er Riesling / Rheingau; n = 15	161
Abbildung 98: Rangordnungsprüfungen der Weißweine	162
Abbildung 99: Rangordnungsprüfungen der Rotweine	163
Abbildung 100: Platzierungsindices bei unreifem Lesegut	165
Abbildung 101: Platzierungsindices Weißwein <80 °Öchsle	166
Abbildung 102: Platzierungsindices Weißwein >80 °Öchsle	167
Abbildung 103: Platzierungsindices Rotwein <80 °Öchsle	168
Abbildung 104: Platzierungsindices Rotwein >80 °Öchsle	169
Abbildung 105: Vergleich des Verkaufserlöses zwischen Chaptalisierung und Mostkonzentrierung	174
Abbildung 106: Kostenvergleich Eigeninvestition und Lohnunternehmer	179
Abbildung 107: Vergleich des Verkaufserlöses zwischen Chaptalisierung und Mostkonzentrierung	180

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zulässigkeitsbereiche der unterschiedlichen physikalischen Konzentrierungsverfahren in Deutschland für Tafelwein.....	11
Tabelle 2: Wasserdampf tafel.....	17
Tabelle 3: Technische Daten NUSSI 6.....	23
Tabelle 4: Technische Daten ROVIN 160/40	27
Tabelle 5: Technische Daten VinoCon TM RO-3 4040-35D	27
Tabelle 6: Technische Daten Osmotop 100.....	28
Tabelle 7: Technische Daten MTA 600	31
Tabelle 8: Technische Daten DCC 50	32
Tabelle 9: Standardisierung der Analysenwerte.....	49
Tabelle 10: Berechnung des relativen Übergangs.....	51
Tabelle 11: Tabellarische Darstellung der Ergebnisse der Dreieckstests.....	53
Tabelle 12: Berechnungsbeispiel Dreieckstests	53
Tabelle 13: Berechnungsbeispiel Deskriptive Prüfung 1999	55
Tabelle 14: Berechnungsbeispiel Platzierungsindex.....	59
Tabelle 15: Versuchsserien der Herbstkampagne 1999.....	63
Tabelle 16: Versuchsserien der Herbstkampagne 2000.....	92
Tabelle 17: Versuchsserien der Herbstkampagne 2001.....	104
Tabelle 18: Versuchsserien Ausdünnung.....	139
Tabelle 19: Versuchsserien Saftentzug.....	145
Tabelle 20: Versuchsserien Gefrierkonzentrierung.....	149
Tabelle 21: Versuchsserien Teilkonzentrierung.....	153
Tabelle 22: Versuchsserien Weinkonzentrierung	155
Tabelle 23: Versuchsserien Unreifefaktoren	164
Tabelle 24: Basisdaten Teilkostenrechnung	176
Tabelle 25: Teilkostenrechnung Beispiel 1	177
Tabelle 26: Teilkostenrechnung Beispiel 2	178

Formeln

Formel 1: Osmotischer Druck.....	13
Formel 2: Osmotischer Koeffizient	13
Formel 3: Gefrierpunktserniedrigung (1)	19
Formel 4: Gefrierpunktserniedrigung (2)	19
Formel 5: Mostgewicht bei Gefrierkonzentrierung.....	20
Formel 6: Ausgangsgleichung zur Berechnung des Wasserentzugs.....	39
Formel 7: Berechnung der Mostmenge nach der Konzentrierung.....	39
Formel 8: Berechnung des Wasserentzugs.....	40
Formel 9: Berechnung der Rangziffer aus der Platzziffer	48

Abkürzungen

A	Ausdünnung
BgVV	Bundesamt für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin
GATT	General Agreement on Tariffs and Trade
GK	Gesamtkonzentrierung
HKKZ	Halbkonzentrat Kühlzelle
HKSK	Halbkonzentrat Schrägkühler
IRMS	Stable isotope ratio mass spectrometry
K	Kontrolle
Kon.	Konzentrat
KZ	Kühlzelle
MK	Mostkonzentrierung
Oe	Öchsle
Perm.	Permeat
Q.b.A.	Qualitätswein bestimmter Anbaugebiete
RTK	Rektifiziertes Traubenmost Konzentrat
RO	Reverse Osmosis
S 16	Saccharose Anreicherung um 16 g/l
S 28	Saccharose Anreicherung um 28 g/l
S	Saccharose
SEA	Saftentzug Ausdünnung
SEK	Saftentzug Kontrolle
SK	Schrägkühler
SLFA	Staatliche Lehr- und Forschungsanstalt
SLVA	Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt
TK	Teilkonzentrierung
UO	Umkehrosmose
UTA	Untypische Alterungsnote
VD	Vakuumdestillation
WK	Weinkonzentrierung

1. Einleitung

Auf internationaler Ebene werden seit längerer Zeit Bedeutung und Konsequenzen einer Zulassung „neuer önologischer Verfahren“ erörtert. Seit 1998 wurde diese Diskussion auch in Deutschland geführt. Diese neuen Verfahren setzen internationale Wettbewerber zum Teil bereits erfolgreich ein. Um auf dem internationalen Markt mit diesen Weinen konkurrieren zu können und im Rahmen der Chancen-Gleichheit, kam in der deutschen Weinbranche der Wunsch auf, diese Verfahren auch in Deutschland zuzulassen. Allerdings konkurrieren jedoch marktwirtschaftliche und technologische Interessen mit weinethischen Gesichtspunkten und nationalen Traditionen. Eine grundlegende Änderung des deutschen Weingesetzes wäre die Folge einer Zulassung dieser Verfahren.

Das relativ plötzliche Auftauchen dieser Diskussionen um die „neuen önologischen Verfahren“ liegt in den GATT-Verhandlungen (GATT = General Agreement on Tariffs and Trade = Allgemeines Zoll- und Handelsabkommen) begründet. Zum 01.01.1996 trat ein Abkommen in Kraft, das einen Abbau aller technischen Handelshemmnisse zwischen den Mitgliedsstaaten der Welthandelsorganisation vorsieht. Diese Vereinbarung zielt auf eine Harmonisierung technischer Vorschriften sowie eine gegenseitige Anerkennung landesüblicher Praktiken und beinhaltet auch die Verfahren zur Weinbereitung.

Als Folge dieses Abkommens stehen die deutschen Weinerzeuger im internationalen Vergleich nun vor der Situation, sich mit qualitativ hochwertigen ausländischen Weinen messen zu lassen, die teilweise mit Hilfe dieser in Deutschland nicht zugelassenen „neuen önologischen Verfahren“ unter Umständen einfacher bzw. preiswerter erzeugt wurden. Daher ist es nicht verwunderlich, dass diese neuen Verfahren das Interesse der deutschen Weinerzeuger geweckt haben und diese nun bestrebt sind zu klären, ob eine Zulassung einzelner „neuer önologischer Verfahren“ auch für die deutsche Weinbranche von Nutzen sein kann.

Eines dieser „neuen önologischen Verfahren“ stellt die Mostkonzentrierung dar, wobei es sich hierbei nicht wirklich um eine neues Verfahren handelt. Der Literatur [SIGLER, 2002] ist zu entnehmen, dass bereits im 18. Jahrhundert empfohlen wurde, dem frisch gekelterten Most eingekochten Most beizumischen. In anderen Bereichen der Lebensmittelbranche sind diese Konzentrierungsverfahren weit verbreitet. Für die Weinbranche wurde die Anwendung der Mostkonzentrierung bereits in den fünfziger Jahren diskutiert. Es wurden Versuche

mittels Gefrierkonzentrierung durchgeführt. In den siebziger Jahren folgten weitere Versuche mittels Umkehrosmose und Vakuumdestillation. Allerdings konnte sich bisher aus rechtlichen Gründen keines dieser Verfahren etablieren.

Durch eine Weiterentwicklung dieser Verfahren auf anderen Teilgebieten der Lebensmittelindustrie und der bereits angesprochenen internationalen Handelsabkommen mit ihren Auswirkungen auf die gesamte Weinbranche, wird nun die Anwendung der Mostkonzentrierung erneut diskutiert.

Bei der Mostkonzentrierung wird dem Traubenmost auf physikalischem Wege mittels verschiedener technologischer Verfahren Wasser entzogen. Das primäre Ziel der Mostkonzentrierung besteht in einer Erhöhung des Zuckergehaltes und somit auch des Gesamtalkohols. Neben dem Zuckergehalt sollen auch alle übrigen Mostinhaltsstoffe äquivalent dem Wasserentzug aufkonzentriert werden. Die Mostkonzentrierung könnte somit eine Alternative zu der herkömmlichen Chaptalisierung (nach J. A. CHAPTAL) mittels Saccharose oder dem Einsatz von RTK (Rektifiziertes Traubenmost-Konzentrat) darstellen. Weitere positive Aspekte erhofft man sich durch eine Konzentrierung der Aromakomponenten und eine Intensivierung der Farbe bei Rotweinen.

Die Mostkonzentrierung ist auf EU-Ebene bereits seit 1999 für Qualitätswein zugelassen. In Deutschland hingegen beschränkt sich die Anwendung der Mostkonzentrierung durch nationale Gesetze auf Tafelwein und ist erst seit Herbst 2002 ein zugelassenes önologisches Verfahren für Qualitätswein.

1.1 Problemstellung und Zielsetzung

Im Rahmen eines auf drei Jahre bemessenen Forschungsauftrages des Bundesministeriums für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft (BMVEL) wurden an der Forschungsanstalt Geisenheim, beginnend mit der Herbstkampagne 1999, Versuche zur Mostkonzentrierung durchgeführt. Das Ziel dieses Forschungsprojektes bestand in der Klärung der Frage, ob eine Zulassung der Mostkonzentrierung auch für Qualitätswein für die deutsche Weinbranche von Nutzen sein könnte. Hier galt es in besonderem Maße die Gültigkeit der gewonnenen Erkenntnisse für die gesamte deutsche Weinbranche, durch Verwendung von Probenmaterial unterschiedlicher Rebsorten und Qualitäten aus möglichst allen deutschen Weinanbaugebieten, zu gewährleisten.

Der Forschungsauftrag wurde von den Forschungs- bzw. Versuchsanstalten in Neustadt und Trier unterstützend begleitet. In Neustadt wurde parallel ebenfalls ein Forschungsprojekt zur Mostkonzentrierung durchgeführt, welches von dem Forschungsring des Deutschen Weinbaues (FDW) finanziert wurde. Der Schwerpunkt dieses Projektes lag auf Seiten der Analytik, während die in Geisenheim stattfindenden Forschungen vornehmlich technologische und sensorische Aspekte eruierten. Die Analytik der Moste und Weine fand daher an der SLFA Neustadt statt, während Mitarbeiter der SLVA Trier Untersuchungen bezüglich der Unreifefaktoren, die bei einer Konzentrierung der Moste mit aufkonzentriert werden könnten, durchführten. Diese Unreifefaktoren könnten die Weinqualität negativ beeinflussen.

Bei einer Zulassung neuer Verfahren stellt sich immer die Frage der Nachweisbarkeit der Anwendung. In Anbetracht dieser Tatsache wurden dem Bundesamt für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BgVV) in Berlin und dem Forschungszentrum Jülich Proben der Versuchsweine zugesandt, um auf dem Wege des Stabilisotopenverhältnisses $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ eine Nachweismethode der Mostkonzentrierung zu entwickeln.

Einen weiteren Aspekt stellte die betriebswirtschaftliche Seite dar. Für die erfolgreiche Anwendung neuer Verfahren sind auch immer die Betriebskosten entscheidend. Daher sollte eine Gegenüberstellung der herkömmlichen Chaptalisierung mit der Mostkonzentrierung erfolgen.

1.2 Stand des Wissens

Erste Versuche zur Konzentrierung von Traubenmost fanden bereits im 18. Jahrhundert statt. Im Jahr 1775 berichtete SPRENGER [SIGLER, 2002, S. 18] von den Vorzügen eines konzentrierten Weines in Bezug auf Farbe, Konsistenz, Geruch und Geschmack.

Neuere Untersuchungen zu diesem Thema reichen bis in das Jahr 1951 zurück, in dem TROOST [1955] Versuche zur Konzentrierung von Traubenmost durchführte. Durch diese Methode sei es möglich, Moste, aus denen kleine Weine entstünden, so weit einzuengen, dass sie selbstständig werden, oder dass darüber hinaus ein neuer Weintypus hervortritt. Beim Einengen der Moste kommt es zu einem Entzug von Wasser, wobei die gelösten Inhaltsstoffe wie Zucker, Extrakt, Säuren usw. konzentriert werden. In Anbetracht der Tatsache, dass unreife Moste nach dem Konzentrieren noch unreifer werden, empfiehlt sich die Anwendung nur bei Mosten mit geringem Säuregehalt. Zur Anreicherung mittels

Konzentrierung stehen mehrere Möglichkeiten zur Verfügung. Einerseits kann der Most direkt auf das gewünschte Mostgewicht von etwa 90 °Öchsle bis 98 °Öchsle aufkonzentriert werden, wobei andererseits die Möglichkeit der Überkonzentrierung eines Mostes auf etwa 120 °Öchsle bis 150 °Öchsle gegeben ist. Dieses Konzentrat kann separat ausgebaut und später als Zusatzwein verwendet oder bereits im Moststadium zugesetzt werden. Als Konzentrationsverfahren wählte TROOST [1955] die Kalt-Konzentration von H. Link, bei der Kohlensäure-Trockeneis in den Most eingerührt wird und infolgedessen Wasser ausfriert. Bei diesem Verfahren gelingt es, dem Most bis zu 40 % Wasser zu entziehen und das Mostgewicht somit um 45 °Öchsle und mehr zu steigern.

Im Jahr 1970 berichtet WUCHERPFENNIG [1970, S. 1559] von Versuchen zur Mostkonzentrierung mittels einer zweistufigen Fallstromverdampferanlage. Hierbei wurde festgestellt, dass die mit konzentriertem Most hergestellten Weine den nach klassischen Methoden verbesserten Weinen gegenüber mindestens gleichwertig, wenn nicht sogar qualitativ überlegen waren. Insofern scheint es technisch durchaus möglich zu sein, das klassische Verfahren der Nassverbesserung oder unter Umständen auch jede Zuckerung durch das Konzentrieren von Mosten zu ersetzen.

NEUBERT [1976, S. 129] berichtet 1976 von Versuchen zur Mostkonzentrierung mittels Umkehrosmose, die unter der Leitung von Professor Wucherpfennig ebenfalls an der Forschungsanstalt Geisenheim durchgeführt wurden. Man gewann die Erkenntnis, dass Weine aus konzentrierten säurereichen Mosten einen typischen „Konzentratgeschmack“ aufwiesen, der eine Verstärkung des grasigen Geschmacks von Weinen aus unreifen Mosten sowie einen rauen Abgang zur Folge hatte. Dagegen präsentierten sich die Weine aus konzentriertem Most der Sorte Müller-Thurgau besser, allerdings ohne eine ähnlich gute sensorische Beurteilung wie die trocken verbesserten Varianten zu erzielen. Eine Konzentrierung frühreifer und säurearmer Sorten sei nach den vorliegenden Ergebnissen möglich.

Neben der Konzentrierung von Most berichten WUCHERPFENNIG UND NEUBERT [1977, S. 209] 1977 auch von einer Konzentrierung von Wein mittels der Umkehrosmose. Hierbei werden außer dem Alkohol und der Gesamtsäure alle Weininhaltsstoffe angereichert.

Im gleichen Jahr fasst WUCHERPFENNIG [1977, S. 59] die in den vorangegangenen Jahren gesammelten Erfahrungen in einer Habilitationsschrift zusammen. Außer den Ergebnissen von NEUBERT [1971] präsentierte er eingangs zudem die Ergebnisse anderer Forschergruppen. PEYNAUD [1970] sowie PEYNAUD und ALLARD [1970] führten demnach vergleichende Versuche zur Mostkonzentrierung mittels Umkehrosmose und Verdampfung durch. Bei der Degustation zeigte sich, dass die über Umkehrosmose hergestellten Konzentrate denen der mittels Verdampfung erzeugten überlegen waren. Die ersten Versuche zur Mostkonzentrierung mit heimischen Rebsorten wurden von TROOST [1955 (2) und 1972] und von TROOST und HENNIG [1946 – 1951 und 1952 / 1953] in den Jahren 1951 – 1954 durchgeführt. Sie bedienten sich des Krause-Linde-Kälteverfahrens sowie der Kohlensäure-Trockeneis-Konzentrierung nach Link und kamen nach der Degustation der Versuchsweine zu folgendem Ergebnis: Unreife Moste eignen sich nur schlecht zum Konzentrieren, da neben allen übrigen Inhaltsstoffen auch die typische Unreife, der „grasige“ Geschmack, mitkonzentriert wird. Dagegen zeigte die Anreicherung bei früh reifenden und säureärmeren Sorten wie Ruländer, Müller-Thurgau und Weißburgunder bessere Ergebnisse. Trotzdem lagen die mittels Trockenzuckerung und Nassverbesserung angereicherten Weine bei der Probe in allen Fällen vorne. Weitere Versuche zur Gefrierkonzentrierung mittels des Krause-Linde-Gefrierverfahrens und der Methode nach Link unternahm BÖHRINGER [1955]. Die Vergleiche zeigten bei den roten Traubensorten, dass die Weine aus Konzentrat infolge der mitkonzentrierten Gerbstoffe herb und unharmonisch waren, weshalb sich derartige Moste nicht zur Konzentrierung eigneten. Bei Weinen aus weißen Traubensorten ergab sich ein divergentes Bild. Kleine Weine der Sorte Riesling wiesen auf Grund der Konzentrierung in besonderem Maße einen unreifen Säuregeschmack sowie einen rauen und unangenehmen Nachton auf. Im Gegensatz dazu ergaben Konzentrate aus reifen Mosten der Sorten Silvaner und Müller-Thurgau harmonischere Weine, die teilweise von Qualitätswein fast nicht zu unterscheiden waren.

In den folgenden Jahren beschäftigte sich ZÜRN [1979] mit weiteren, die Konzentrierung von Most und Wein mittels Umkehrosmose betreffenden, Untersuchungen. In seiner Dissertation trägt er eingangs ebenfalls die Ergebnisse anderer Forschergruppen zusammen. Neben den bereits erwähnten Resultaten verweist er auf Versuche von PERI und POMPEI [ZÜRN, 1979, S. 11], in denen italienische Traubenmoste mittels Umkehrosmose konzentriert wurden. Vergleiche dieser Weine mit anderen, durch Verdampfung hergestellten, fielen demnach eindeutig zu Gunsten des Umkehrosmose-Verfahrens aus. Bei den

eigenen Versuchen stellte sich heraus [ZÜRN, 1979, S. 145], dass das Konzentrieren mit der zur Verfügung stehenden Anlage, ohne technische Schwierigkeiten realisiert werden konnte. Durch den Konzentrierungsprozess bzw. das Anheben des Mostgewichtes auf eine höhere Qualitätsstufe, fand keineswegs eine geschmackliche Beeinträchtigung der Weine statt; im Wesentlichen wurden sie im gleichen Maße wie die mit Saccharose angereicherten Weine beurteilt. Demzufolge gilt es, laut ZÜRN [1979] für die Praxis als erwiesene Tatsache, dass die Konzentrierung von Most mit Hilfe der Umkehrosmose eine Anreicherung der Weine mit Saccharose durchaus ersetzen kann. In vielen Fällen wurden die aus konzentrierten Mosten hergestellten Weine besser beurteilt als die aus gezuckerten Mosten gewonnenen. Insofern vermag das Verfahren der Mostkonzentrierung nicht nur die Anreicherung zu ersetzen, sondern gleichzeitig die Qualität etwas zu erhöhen. Weiterhin wurde die Konzentrierung von Wein mittels Umkehrosmose praktiziert. Hier zeigte sich, dass der Alkoholgehalt nicht ansteigt und der Säuregehalt nicht entsprechend dem Konzentrierungsgrad wächst. Bei einer sensorischen Beurteilung erhielten die konzentrierten Weine ohne Nachbehandlung zunächst keine bessere Beurteilung als die Ausgangsprodukte. Wurden sie jedoch durch einen individuell abgestimmten Zusatz von Süßreserve auf ein harmonisches Säure-Zucker-Extraktverhältnis gebracht, präsentierten sie sich sensorisch besser als die Produkte, aus welchen ihre Herstellung erfolgte.

Auch in Frankreich wurden Versuche zur Konzentrierung von Wein mittels Umkehrosmose durchgeführt. BUI, DICK, MOULIN und GALZY [1986] berichten von Versuchen zur Erzeugung alkoholreduzierter Weine. Durch eine Anwendung der Umkehrosmose können Weine mit geringerem Alkoholgehalt erzeugt werden, ohne dem Wein Wasser zusetzen zu müssen. Es kamen zwei Umkehrosmose- Systeme zum Einsatz, von denen die erste Anlage mit einer ethanoldurchlässigen Membran und die zweite Anlage mit einer ethanolrückhaltenden Membran ausgerüstet waren. Die Permeat-Austausch-Einheit garantierte das Wasser-Ethanol-Gleichgewicht in der Anlage. Das auf diese Weise erhaltende Produkt bleibt in seiner Zusammensetzung und organoleptischen Qualität Wein.

In Kanada wurden ebenfalls Versuche zur Mostkonzentrierung mittels Umkehrosmose durchgeführt. DUISCHAEVER, ALBA, BUTEAU und ALLEN [1991] berichten über vergleichende Versuche zwischen Mostkonzentrierung und Chaptalisierung bei Rieslingmosten. Die Moste wurden in Schritten von 2 °Brix auf drei unterschiedliche Konzentrierungsgrade angereichert. Die Konzentrierung führte zu einer Erhöhung der

Konzentration der gelösten Feststoffe einschließlich der Säuren. Der pH-Wert veränderte sich nicht. Bei der Chaptalisierung hingegen wurde nur die Zuckerkonzentration erhöht. Unabhängig von der Art der Konzentrierung waren im Moststadium der pH-Wert niedriger und der Säuregehalt höher als im Weinstadium. Die Gehalte an flüchtiger Säure stiegen linear mit dem Grad der Konzentrierung, wohingegen die Konzentration der flüchtigen Säure bei der Chaptalisierung konstant blieb. Da die Moste auf drei unterschiedliche Stufen aufkonzentriert wurden, unterschieden sich auch deren Zuckergehalte entsprechend des Konzentrierungsgrades. Bei allen Versuchsweinen wurde die Gärung bei dem gleichen Alkoholgehalt gestoppt, was zur Folge hatte, dass sich die Weine in ihrem Restzuckergehalt analog der Konzentrierungsstufe unterschieden. Die Versuchsergebnisse zeigten, dass die Mostkonzentrierung mittels Umkehrosmose eine interessante Alternative zur Chaptalisierung darstellt.

In den Jahren 1993 – 1995 befasste sich DIEL [1999, S. 158] im Rahmen seiner Dissertation mit vergleichenden Versuchen zwischen der Mostkonzentrierung mittels Umkehrosmose und der Chaptalisierung. Bei der analytischen Auswertung der Versuchsweine gelang es ihm sowohl eine Erhöhung der Asche als auch der zuckerfreien Extrakte und der Restextrakte in den Umkehrosmose-Weinen nachzuweisen. Rotweine erfuhren durch die Umkehrosmose-Konzentrierung eine Farbstoffanreicherung. Bei den sensorischen Untersuchungen stellte sich heraus, dass das Ausmaß der Extraktstofferhöhung und der Anreicherung der phenolischen Verbindungen keine Auswirkung auf den Geschmackseindruck der Weine hatte. In Einzelfällen erkannten die Verkoster Rangunterschiede zwischen Umkehrosmose-Anreicherung und Saccharoseanreicherung. Bei der erweiterten Dreiecksprüfung gelang es den Prüfern jedoch nicht, diese Bevorzugung zu verifizieren. Die Umkehrosmose-Anreicherung führt somit weder zur Verbesserung noch zur Verschlechterung der geruchlichen und geschmacklichen Eigenschaften der Weine. Im Hinblick auf die Kostenkalkulation zeichneten sich zwischen Umkehrosmose- und Saccharoseanreicherung nur geringe Unterschiede ab. Für die Wirtschaftlichkeit der Umkehrosmose-Anreicherung spielt vor allem die Reduzierung des Mostvolumens durch die Permeatabtrennung eine entscheidende Rolle. Insgesamt spiegeln die Ergebnisse die Möglichkeit wider, die Mostkonzentrierung durch Umkehrosmose technisch zu realisieren und zudem im Vergleich zur Saccharoseanreicherung qualitativ gleichwertige Weine zu erzeugen.

Ähnlich wie bei der Konzentrierung von Wein mittels Umkehrosmose zur Erzeugung alkoholreduzierter Weine, kann dieses Verfahren auch bei anderen alkoholischen Getränken eingesetzt werden. In Spanien führten LÓPEZ, ALVAREZ, RIERA und ALVAREZ [2002] Versuche mittels Umkehrosmose zur Erzeugung von alkoholreduziertem Apple Cider durch. Bei diesen Versuchen wurden verschiedene Polyamid- und Celluloseacetat-Membranen getestet. Eine Durchführung der Experimente erfolgte bei unterschiedlichen Transmembrandrücken (15 – 50 bar), wohingegen die Temperatur bei 15 °C und der Feedstrom bei 200 l/h konstant gehalten wurden. Der Permeatfluss und die Rückhaltung wurden kontrolliert und ließen sich durch eine Anhebung des Transmembrandruckes steigern. Die Polyamid-Membranen zeigten eine höhere Rückhaltung für Ethanol und andere Aromakomponenten als die Celluloseacetat-Membranen. Es wurden sowohl Versuche mit Batchfiltration als auch mit Diafiltration durchgeführt. Bei der Diafiltration lagen die Fluxraten und der Alkoholentzug höher als bei der Batchfiltration. Dem Apple Cider ließen sich bis zu 75 % Alkohol entziehen, ohne signifikante Verluste der Hauptaromakomponenten verzeichnen zu müssen. Der Entzug anderer unerwünschter Substanzen wie Methanol oder Essigsäure fiel ebenfalls hoch aus.

1.3 Aufbau der Arbeit

Die weiteren Ausführungen dieser Arbeit sind in die Teilbereiche

- Grundlagen,
 - Material und Methoden,
 - Ergebnisse,
 - Diskussion,
 - Zusammenfassung,
 - Literatur und
 - Anhang
- gegliedert.

Bei der Darstellung der zum Verständnis dieser Arbeit notwendigen **Grundlagen** erfolgt eingangs eine Präsentation der rechtlichen Grundlagen zur Mostkonzentrierung. Im Anschluss werden die zur Mostkonzentrierung verwendeten physikalischen Konzentrierungsverfahren dem Grundsatz nach im Einzelnen vorgestellt.

In dem Kapitel **Material und Methoden** erfolgt eine Erläuterung bezüglich Planung und Ablauf des Forschungsprojektes. Eine technische Beschreibung der unterschiedlichen, in den Praxisversuchen tatsächlich eingesetzten, Konzentrierungsaggregate soll die bereits aufgezeigte grundsätzliche Darstellung der Konzentrierungsverfahren vertiefen. Weitere Aspekte stellen die Versuchsdurchführung und der Weinausbau, die Most- und Weinanalytik und die in dieser Arbeit angewendeten statistischen Berechnungs- und sensorischen Prüfverfahren dar. Zur besseren Interpretation der Versuchsergebnisse wurden eigene analytische und sensorische Auswertungsverfahren entwickelt, die abschließend dargestellt werden.

Die Präsentation der „**Ergebnisse**“ gliedert sich ebenfalls in mehrere Bereiche, wobei eingangs die Einzelergebnisse der drei Herbstkampagnen aus analytischer und sensorischer Sicht vorgestellt und abschließend zusammengefasst werden. Im Laufe der dreijährigen Versuchsperiode warfen die Zwischenergebnisse neue Fragen auf. Aus diesem Grund wurden weinbauliche und kellerwirtschaftliche Alternativen zur Mostkonzentrierung untersucht und andere weiterführende Versuche durchgeführt. Die Darstellung der Ergebnisse der, ebenfalls in dieses Forschungsprojekt eingebunden, externen Institutionen bezüglich des Verhaltens von Unreifefaktoren bei der Mostkonzentrierung und der Nachweismöglichkeiten der Mostkonzentrierung finden ebenfalls gesonderte Betrachtung. Abschließend erfolgt eine betriebswirtschaftliche Beurteilung der Mostkonzentrierung.

Als letzte Punkte sind eine **Diskussion** der in dieser Arbeit gewonnenen Erkenntnisse und eine **Zusammenfassung** der gesamten Arbeit vorgesehen.

Die Angabe der verwendeten **Literatur** sowie der **Anhang**, welchem die detaillierten Versuchsergebnisse entnommen werden können, bilden den Abschluss der Arbeit.

2. Grundlagen

Im Folgenden sollen die zum allgemeinen Verständnis dieser Arbeit beitragenden Grundlagen erläutert werden. Diese gliedern sich in die rechtlichen Grundlagen und in eine Vorstellung der zur Mostkonzentrierung eingesetzten physikalischen Konzentrierungsverfahren sowie deren vergleichende Betrachtung.

2.1 Rechtliche Grundlagen

Die Anwendung der Mostkonzentrierung ist in Deutschland auf einer Basis nationaler und internationaler Gesetzgebung geregelt. Nachfolgend sollen die wichtigsten Punkte dieser Verordnungen bzw. Gesetze bezüglich der Anwendung der Mostkonzentrierung aufgezeigt werden.

Auf europäischer Ebene war die Mostkonzentrierung bereits seit 1999 für Qualitätswein zugelassen [VERORDNUNG (EG) NR. 1493/1999]. In Deutschland unterlag ihre Anwendung zusätzlichen nationalen Beschränkungen [WEINVERORDNUNG §15 und § 21 und WEINGESETZ § 22] und war demnach nur für Tafelwein zulässig.

An Hand der genannten Gesetzestexte ergibt sich das folgende, vereinfachte Bild bezüglich der seit 1999 geltenden, weinrechtlichen Zulässigkeit der Mostkonzentrierung in Deutschland:

- Die Konzentrierung ist generell nur für Tafelwein zugelassen.
- Die Anwendung eines Verfahrens schließt die Anwendung der anderen aus.
(Demnach dürfen Chaptalisierung und Mostkonzentrierung nicht gemeinsam bei ein und demselben Most angewendet werden.)
- Die Konzentrierung darf keine Verminderung des Ausgangsvolumens um mehr als 20 % zur Folge haben und in keinem Fall den natürlichen Alkoholgehalt (vor der Vergärung in Form von Zucker vorliegend) um mehr als 2 % vol erhöhen.

Abhängig von den verschiedenen Verarbeitungsstufen sind unterschiedliche physikalische Konzentrierungsverfahren zulässig (Tabelle 1):

Tabelle 1: Zulässigkeitsbereiche der unterschiedlichen physikalischen Konzentrierungsverfahren in Deutschland für Tafelwein

Verfahren / Verarbeitungsstufe	Umkehrosmose	Vakuumdestillation	Gefrier- konzentrierung
Trauben	/	(zulässig)	/
Most	zulässig	zulässig	/
Wein	/	zulässig	zulässig

Demnach ist die Umkehrosmose nur für die Mostkonzentrierung zulässig, wohingegen die Vakuumdestillation in den drei Verarbeitungsstufen Trauben, Most und Wein angewendet werden darf. Eine Destillation im Traubenstadium ist jedoch nur rein rechtlich und nicht technisch möglich. Die Gefrierkonzentrierung ist nur im Weinstadium für Tafelwein legitim.

Zwischenzeitlich fand die Zulassung der Mostkonzentrierung aufgrund der in diesem Forschungsprojekt gewonnenen Erkenntnisse statt. Im Juli 2002 wurde die Mostkonzentrierung mittels Umkehrosmose und Vakuumdestillation auch für Qualitätswein in Deutschland zugelassen. Die Gefrierkonzentrierung bleibt jedoch im Moststadium weiterhin für alle Qualitätsstufen verboten [WEINVERORDNUNG §15 und § 21 und WEINGESETZ § 22], um die Herstellung „künstlicher Eisweine“ zu verhindern.

2.2 Physikalische Konzentrierungsverfahren

Alle physikalischen Verfahren zur Konzentrierung beruhen auf der Tatsache, dass dem Most bzw. Wein Wasser entzogen und hierdurch die restlichen Inhaltsstoffe angereichert werden. Prinzipiell lässt sich dieser Effekt durch

- Filtration (Hyperfiltration),
- Hitze (Eindampfen) oder
- Kälte (Gefrierkonzentrieren)

erzielen.

Die Anreicherung einer Lösung mittels (Hyper-) Filtration erfolgt durch die so genannte Umkehrosmose. Hierbei wird der Prozess der Osmose umgekehrt und dem System auf diese Weise Wasser entzogen.

Bei der Konzentrierung durch Hitze werden Vakuumverdampfer verwendet, bei welchen der Siedepunkt der zu konzentrierenden Lösung durch Anlegen eines Vakuums herabgesetzt wird.

Im Bereich der Gefrierkonzentrierung bieten sich mehrere technische Möglichkeiten an. Sie alle beruhen darauf, dass Wasser in Form von Eis ausgefroren wird.

2.2.1 Umkehrosmose

Durch Anwendung der Umkehrosmose können wässrige Lösungen aufkonzentriert werden. Hierbei werden noch Teilchen zurückgehalten, die sich in einem Größenbereich von 1 nm bewegen. Dies entspricht in etwa den Ausmaßen von gelösten Salzen.

Abbildung 1 veranschaulicht das Prinzip der Osmose und der Umkehrosmose. In einem Zylinder, der durch eine semipermeable Membran in zwei Bereiche getrennt ist, befinden sich zwei Flüssigkeiten. Auf der einen Seite der Membran befindet sich reines Wasser, auf der anderen Seite Traubenmost. Die semipermeable Membran ist nur für das reine Wasser durchlässig; die gelösten Inhaltsstoffe des Traubenmostes werden zurückgehalten. Im Ausgangspunkt bilden beide Seiten ein Gleichgewicht. Im

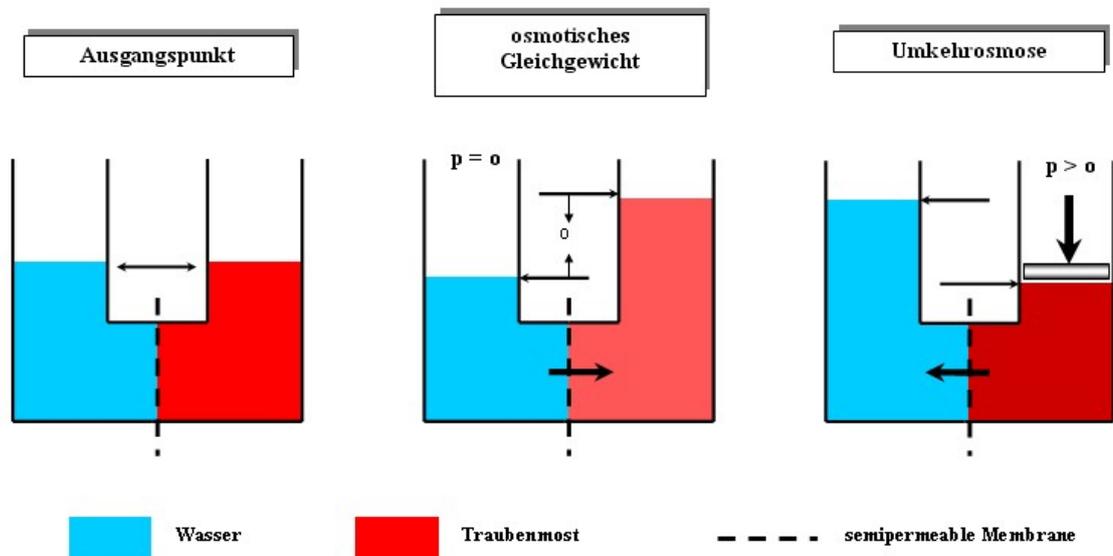


Abbildung 1: Prinzip der Umkehrosmose (IMECON AG)

Die Moleküle der gelösten Inhaltsstoffe des Traubenmostes üben nun so lange einen Sog auf das reine Wasser aus, bis sich durch einseitige Permeation des Wassers ein osmotisches Gleichgewicht eingestellt hat. Es stellt sich demzufolge eine Höhendifferenz ein, die dem osmotischen Druck der Lösung entspricht. Lösungen haben das Bestreben, sich zu verdünnen. Bereits Van't Hoff konnte nachweisen, dass der osmotische Druck der Konzentration an gelösten Inhaltsstoffen proportional ist [KESSLER, 1996, S. 80]:

$$\Pi = C * R * T \quad (1)$$

Π : Osmotischer Druck
 C: m/MV molare Konzentration in mol/m³
 R: Allgemeine Gaskonstante = 8,314 J/mol K
 T: Absolute Temperatur in K

Formel 1: Osmotischer Druck

Quelle: KESSLER, 1996, S. 80

Die lineare Abhängigkeit des osmotischen Druckes von der Konzentration gilt streng genommen nur für ideale Lösungen, dies ist bei niedrigen Konzentrationen mit ausreichender Genauigkeit der Fall. Bei höheren Konzentrationen und je nach Art des gelösten Stoffes können Wechselwirkungen auftreten, so dass reale Lösungen Abweichungen zeigen. Diese Abweichung wird durch den osmotischen Koeffizienten φ beschrieben:

$$\varphi = \frac{\Pi_{real}}{\Pi_{ideal}} \quad (2)$$

Formel 2: Osmotischer Koeffizient

Quelle: KESSLER, 1996, S. 80

An Hand eines Beispiels soll die Berechnung des osmotischen Druckes für einen Traubenmost mit 80 °Öchsle aufgezeigt werden:

In einem Traubenmost mit 80 °Öchsle sind 187,4 g/l Invertzucker gelöst [AMTSBLATT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN, 1990, S. 18].

Das Molekulargewicht von Invertzucker beträgt 180 g/mol.

Hieraus ergibt sich eine molare Konzentration von 1041 mol/m³.

Nach Formel 1 errechnet sich der osmotische Druck bei 20 °C zu

$$\Pi = 1041 \text{ mol/m}^3 * 8,314 \text{ J/mol K} * 293 \text{ K} = 25 * 10^5 \text{ Pa}$$

KESSLER (1996, S. 80) untersuchte für einige Lösungen die gemessenen Zusammenhänge zwischen osmotischem Druck und Lösungsmittelkonzentration. Ein Mostgewicht von 80 °Öchsle entspricht einer Glucose- bzw. Fructosekonzentration von 17 Gew.-%. Der gemessene osmotische Druck beträgt hier etwa 28 bar. Unter Berücksichtigung der Konzentrationsüberhöhung an der Membran muss der aufzuwendende Druck bei der Konzentrierung jedoch noch wesentlich höher sein.

Die geringen Abweichungen der osmotischen Drücke in dem Rechenbeispiel und bei den von KESSLER gemessenen Werten liegen darin begründet, dass das Rechenbeispiel eine idealisierte Modelllösung verkörpert, bei KESSLER jedoch tatsächlich gemessene Werte einer realen Lösung vorliegen, bei der, wie bereits erwähnt, Abweichungen auftreten, die durch den osmotischen Koeffizienten beschrieben werden.

Wendet man gemäß Abbildung 1 auf die Lösung einen Druck p auf, der größer als der osmotische Druck ist, so wird aus der Lösung einseitig durch die Membran Lösungsmittel in das reine Lösungsmittel treten, d. h. die Osmose wird umgekehrt. Man spricht dann von Umkehrosmose. Mit RO (reverse osmosis) soll dies charakterisiert werden. Durch RO können somit rein mechanisch Lösungen konzentriert werden.

Ziel der praktischen Anwendung der Umkehrosmose ist es, möglichst reines Wasser durch die RO-Membranen zu pressen und den Durchtritt an gelösten Inhaltsstoffen so klein wie möglich zu halten. Um diesen Erfordernissen nachkommen zu können, sind einige Einflussgrößen zu beachten, die im Folgenden aufgezeigt werden.

Zunächst muss man sich darüber im Klaren sein, dass der Transportmechanismus durch die RO-Membran keinesfalls mit dem durch die Ultrafiltrationsmembran vergleichbar ist. Während die Ultrafiltrationsmembran Poren hat, durch die Wasser mit gelösten Bestandteilen laminar hindurchfließt, sind die RO-Membranen in ihrer aktiven Trennschicht porenfrei und homogen. Diese Membranen sind gegenüber Wasser löslich; man spricht daher auch von Löslichkeitsmembranen. Wasser wird auf der einen Membranseite absorbiert und geht in Lösung. Durch eine angelegte Druckdifferenz diffundiert das Wasser durch die Membran, im Anschluss erfolgt auf der anderen Membranseite die Desorption.

Ideal semipermeabel wäre eine RO-Membran, wenn die Lösungsdiffusion nur für Wasser gelten würde. Es findet jedoch auch für die in Wasser gelösten Bestandteile (z.B. Glucose, org. Säuren) eine mehr oder weniger starke Lösungsdiffusion durch die Membran statt. Daher ist die richtige Werkstoffauswahl für die RO-Membran äußerst wichtig. Für die Güte der RO müssen nämlich Membranen verwendet werden, in denen Wasser eine hohe Löslichkeit und hohe diffuse Beweglichkeit gegenüber den in Wasser gelösten Bestandteilen hat.

Üblicherweise werden die Membranen in Form so genannter Wickelmodule eingesetzt (Abbildung 2). Abbildung 3 und Abbildung 4 zeigen den schematischen Aufbau eines solchen Moduls.



Abbildung 2: Wickelmodul
Quelle: SARTORIUS AG

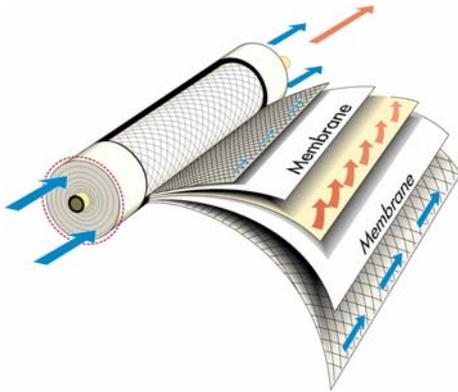


Abbildung 3: Schematischer Aufbau Wickelmodul (verschiedene Lagen)
Quelle: SARTORIUS AG

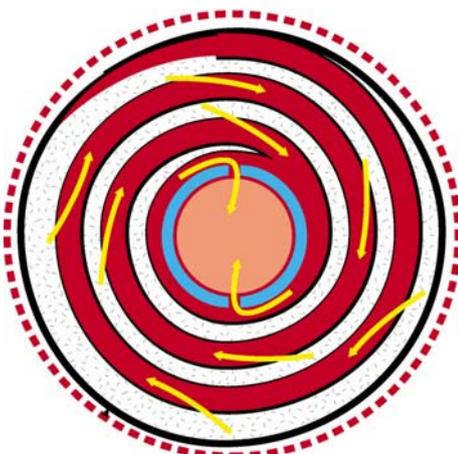


Abbildung 4: Schematischer Aufbau Wickelmodul (Stirnseite)
Quelle: SARTORIUS AG

Eine oder mehrere Membrantaschen werden zusammen mit je einem netzähnlichen Kunststoffgewebe (Retentatspacer) spiralförmig um ein Permeatsammelrohr gewickelt. Die Membrantaschen bestehen aus zwei Membranen, zwischen denen ein feines

Kunststoffgewebe (Permeatspacer) liegt. Die Taschen selbst sind an drei Seiten geschlossen. Die vierte Seite bleibt offen und wird mit dem perforierten Permeatrohr verbunden. Die zu trennende Flüssigkeit tritt als so genannter Feedstrom stirnseitig in das Modul ein und durchströmt dieses in axialer Richtung. Die eigentliche Trennung der Lösung erfolgt in radialer Richtung beim Passieren der Membran. Das Permeat fließt innerhalb der porösen Stützschiicht spiralförmig dem Sammelrohr zu, um von dort aus zentral abgeleitet zu werden. Die feedseitigen Spacer dienen nicht nur als Abstandhalter für die beiden Membranen, sondern haben außerdem die Aufgabe, besonders bei geringen Überströmungsgeschwindigkeiten, durch Verwirbelung des Feedstroms der Konzentrationspolarisation entgegen zu wirken und damit den Stoffaustausch positiv zu beeinflussen.

2.2.2 Vakuumdestillation

Bei der Vakuumdestillation wird dem zu konzentrierenden Medium Wasser entzogen, indem es zum Sieden gebracht und anschließend abdestilliert wird. Im Allgemeinen findet für Lebensmittel die Konzentrierung bei niedrigen Temperaturen statt, so dass die Verdampfung bei Drücken unter Atmosphärendruck, d. h. unter Vakuum erfolgt. Die wichtigsten Einflussfaktoren auf die Siedetemperatur beim Eindicken von Flüssigkeiten mit gelösten Bestandteilen sind:

- Druck bzw. Vakuum im Verdampferraum;
- Lösungskonzentration (osmotischer Druck).

In einem Verdampfer kann die Siede- oder Verdampfungstemperatur in erster Linie durch den Druck geregelt werden. Dampf und Flüssigkeit stehen miteinander im Gleichgewicht und ihre Temperaturen sind jeweils eine Funktion des Sattedampfdruckes. Tabelle 2 stellt diese Zusammenhänge dar. Die Oberfläche der siedenden Flüssigkeit hat die gleiche Temperatur wie der entstehende Dampf.

Tabelle 2: Wasserdampf tabel
Quelle: KESSLER, 1996, S. 630

θ [°C]	P [Pa]
10	1227
12	1401
14	1597
16	1817
18	2062
20	2337
22	2642
24	2982
26	3360
28	3779
30	4241

Eine Druckabsenkung führt zur Siedepunktserniedrigung, eine Druckerhöhung entsprechend zur Siedepunktserhöhung. Durch Evakuieren, d. h. Druckabsenkung unter Atmosphärendruck, werden Siedetemperaturen unter 100 °C erzielt [KESSLER, 1996, S. 228].

Abbildung 5 zeigt schematisch die Grundelemente einer Anlage, die zur schonenden Wasserverdampfung unter 100 °C erforderlich sind. Zu nennen sind: [KESSLER, 1996, S. 218]

- Vakuumverdampfer als Wärmetauscher;
- Abscheider zur Trennung der Brüden (Dampf) und Konzentrat;
- Kondensator für die Brüden;
- Vakuumerzeugung mit Kondensatentfernung.

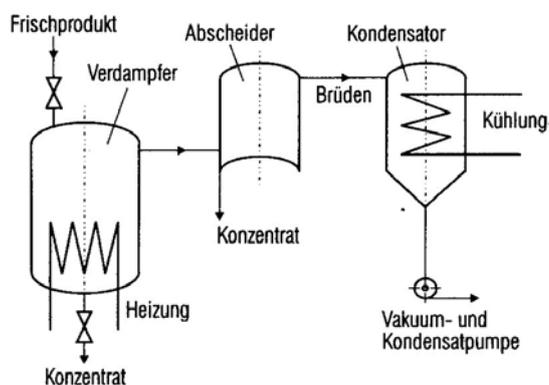


Abbildung 5: Die Grundelemente für die Eindampfung
Quelle: KESSLER, 1996, S. 219

Die Verdampfer zur Mostkonzentrierung arbeiten bei einer Temperatur von etwa 25 °C, was einem erforderlichen absoluten Druck von ca. 3000 Pa (0,03 bar) entspricht. Zur Bildung und Aufrechterhaltung des Vakuums sind abzusaugen:

- Dampf bzw. Brüden, gebildet beim Verdampfen,
- Gase, gelöst oder dispergiert im eingebrachten Produkt,
- Luft, eingedrungen in die Anlage durch Undichtigkeiten.

Volumenmäßig bildet der Brüden den weitaus größten Anteil. Er wird bei der Anwendung der thermischen Kompression durch Kondensation abgesaugt, indem er an gekühlten Flächen kondensiert. Der Kondensator stellt demzufolge die Hauptvakuumpumpe dar, und die Kondensationstemperatur ist mit ihrem Sattedampfdruck für die Höhe des Vakuums maßgebend. Die darüber hinaus an einer Anlage angeschlossenen Vakuumpumpen, wie beispielsweise Wasserstrahlpumpen, haben lediglich die Aufgabe, das Vakuum beim Anfahren der Anlage zu erzeugen und nicht kondensierbare Gase (z. B. eingedrungene Luft) abzusaugen und somit das Vakuum aufrecht zu erhalten. [KESSLER, 1996, S. 238]

2.2.3 Gefrierkonzentrierung

Kühlt man wasserhaltige Lebensmittel langsam unter 0 °C ab, so bilden sich reine Eiskristalle und die übrigen Lebensmittelbestandteile konzentrieren sich auf. Das Trennen der Eiskristalle von der Restflüssigkeit (z. B. Fruchtsäften oder Extrakten) nennt man Gefrierkonzentrieren. Dieses Konzentrierungsverfahren bei niedrigen Temperaturen ist besonders für Produkte mit leicht flüchtigen Aromabestandteilen geeignet. [KESSLER, 1996, S. 303]

Trotz des hohen Wassergehaltes der meisten Lebensmittel wird der Gefrierpunkt des Wassers durch gelöste Stoffe, die echt und kolloidal gelöst sein können, gesenkt. Der Gefrierbeginn vieler Lebensmittel liegt je nach Zusammensetzung zwischen – 0,5 und – 2 °C. Kalorimetrische Untersuchungen zeigen, dass das Wasser in Lebensmitteln mit abnehmender Temperatur nach und nach ausfriert. [KESSLER, 1996, S. 311]

Nach Unterschreitung des Gefrierpunktes wasserhaltiger Lebensmittel bilden sich reine Eiskristalle, die weitgehend frei von Einschlüssen wie Salz, Säure, Aroma, Zucker, Eiweiß oder Fett sind. Werden diese Eiskristalle abgetrennt, so entsteht ein Produkt mit höherer Feststoffkonzentration. Die Gefrierpunkte, d. h. die Temperaturen, bei denen die erste

Eiskristallbildung stattfindet, liegen bei umso tieferen Werten, je höher die Konzentration der gelösten Stoffe ist. [KESSLER, 1996, S. 313]

Für geringere Konzentrationen lässt sich die Gefrierpunktserniedrigung gut durch das Raoult'sche Gesetz und die Clausius-Clapeyronsche Gleichung berechnen [KESSLER, 1996, S. 308]:

$$\Delta T = \frac{R \cdot T^2}{r} \cdot \frac{m}{1000 \cdot M} \quad (3)$$

ΔT : Gefrierpunktserniedrigung in K oder °C
 T: Gefrierpunkt von Wasser = 273,15 K
 R: allgemeine Gaskonstante = 8,314 J/mol K
 r: Erstarrungs- bzw. Schmelzwärme von Wasser = 333,5 kJ/kg
 m: Masse des Gelösten in g pro 1000 g Wasser
 M: relative Molekularmasse des Gelösten in g/mol

Formel 3: Gefrierpunktserniedrigung (1)

Quelle: KESSLER, 1996, S. 308

Für wässrige Lösungen wird:

$$\Delta T = \frac{8,314 \cdot 273,15^2}{333,5 \cdot 1000} \cdot \frac{m}{M} = 1,86 \frac{m}{M} \quad (4)$$

Formel 4: Gefrierpunktserniedrigung (2)

Quelle: KESSLER, 1996, S. 308

An Hand eines Beispiels soll die Gefrierpunktserniedrigung für einen Traubenmost mit 100 °Öchsle berechnet werden:

In 1000 g Traubenmost mit 100 °Öchsle sind 216,8 g Invertzucker gelöst [AMTSBLATT DER EUROPÄISCHEN GEMEINSCHAFTEN, 1990, S. 19].

Die relative Molekularmasse von Invertzucker beträgt 180 g/mol.

Nach Formel 4 errechnet sich die Gefrierpunktserniedrigung zu 2,24 °K.

Beim Gefrieren wird Wärme durch Eiskristallbildung frei. Wie KESSLER [1996, S. 312] zeigte, lässt sich durch langsame Temperaturabsenkung des Kältemittels die plötzlich frei werdende Kristallisationswärme an Hand eines Temperaturanstieges nachweisen. Es ist hier ganz deutlich zu erkennen, dass auch bei einer Lösung zunächst eine Unterkühlung erforderlich ist, um anschließend eine spontane Kristallisation durch Eisbildung einzuleiten. Bei einem Gefrierpunkt von ca. – 2,5 °C beträgt die Unterkühlungstemperaturdifferenz etwa 5 °C.

Bei der Gefrierkonzentrierung lässt sich das gewünschte Mostgewicht durch die Prozesstemperatur einstellen. Wie bereits WÜRDIG und WOLLER [1989, S. 36] zeigten, ist die Konzentration des Eismostes weitgehend unabhängig von dem ursprünglichen Mostgewicht. Das Mostgewicht des Eismostes kann überschlägig nach der Formel 5

$$^{\circ}\text{Öchsle} = 21 + 17 * \Delta T \quad (5)$$

Formel 5: Mostgewicht bei Gefrierkonzentrierung

Quelle: WÜRDIG und WOLLER, 1989, S. 36

berechnet werden; wobei ΔT die Differenz zwischen dem Nullpunkt und der Prozesstemperatur in $^{\circ}\text{C}$ darstellt. Gemäß Formel 5 muss zum Erreichen eines Mostgewichtes von 100 $^{\circ}\text{Öchsle}$ eine Prozesstemperatur von etwa $-4,6^{\circ}\text{C}$ gewählt werden.

3. Material und Methoden

Im Folgenden werden zuerst die Planung und der Ablauf der durchgeführten Versuche erläutert. Im Anschluss erfolgt die Vorstellung der zur Mostkonzentrierung verwendeten Aggregate, gefolgt von Erörterungen bezüglich der Versuchsdurchführung, der Most- und Weinanalytik, den statistischen Berechnungs-, sensorischen Prüf-, analytischen und sensorischen Auswertungsverfahren.

3.1 Planung und Ablauf des Projektes

Die Planung der Versuche erfolgte an der Forschungsanstalt Geisenheim unter Absprache mit den Forschungs- und Versuchsanstalten in Neustadt und Trier.

Die Konzentrierung der Moste wurde mittels Umkehrosmose, Vakuumdestillation und Gefrierkonzentrierung durchgeführt. Zur besseren Beurteilung der Versuchsergebnisse wurden jeweils eine unbehandelte Kontrollvariante und eine auf traditionelle Weise chaptalisierte Variante ausgebaut.

Im ersten Versuchsjahr 1999 stand ein erster allgemeiner Verfahrensvergleich der unterschiedlichen Varianten im Vordergrund. Zur Konzentrierung wurde unterschiedliches Traubenmaterial aus fast dem gesamten Bundesgebiet verwendet, da die Ergebnisse für alle deutschen Weinanbaugebiete Gültigkeit besitzen sollten. Die Konzentrierung mittels Umkehrosmose und Vakuumdestillation erfolgte vor Ort durch einen Lohnunternehmer in den jeweiligen Betrieben. Die Gefrierkonzentrierung wurde im Fachgebiet Kellerwirtschaft der Forschungsanstalt Geisenheim durchgeführt. Der gesamte Versuchsausbau der Moste fand ebenfalls in Geisenheim statt. Die analytische Untersuchung der Moste und Weine erfolgte durch die SLFA Neustadt, der die Proben zur Verfügung gestellt wurden. In Geisenheim wurden lediglich die unmittelbar zum Versuchsausbau erforderlichen Analysen durchgeführt. Den Forschungseinrichtungen in Berlin und Jülich wurde die Aufgabe zuteil, eine Nachweismethode der Anwendung der Mostkonzentrierung zu entwickeln. Nach der Abfüllung der Weine im Frühjahr wurde an der Forschungsanstalt Geisenheim die sensorische Beurteilung der Versuchsweine durchgeführt, welche sich bis in den Sommer erstreckte.

Die Versuchsplanung für die Herbstkampagne 2000 basierte auf den im Verlauf des ersten Versuchsjahres gewonnenen Erkenntnissen. Im Gegensatz zum vergangenen Versuchsjahr

wurde die Konzentrierung der Moste vollständig in Geisenheim durchgeführt. Zu diesem Zweck wurde eine Vakuumdestillation angemietet. Das Aggregat zur Gefrierkonzentrierung und eine Umkehrosmose-Anlage stellte die jeweilige Industrie zur Verfügung. Der Versuchsausbau, die Analytik und die Sensorik fanden in gleicher Weise wie bereits im Jahr 1999 statt.

Auch in der Herbstkampagne 2001 wurden alle Versuche vor Ort an der Forschungsanstalt Geisenheim durchgeführt. Die Anwendung der Konzentrierungsverfahren beschränkte sich in diesem Jahr auf die Umkehrosmose und die Gefrierkonzentrierung. Der Versuchsausbau und die Sensorik erfolgten wieder in Geisenheim, während die Institute in Neustadt, Berlin und Jülich die Analytik vornahmen. Nachdem alle Versuchsweine dieser drei Jahre vorlagen, wurde die SLVA Trier mit der Aufgabe betraut, diese bezüglich der Unreifefaktoren zu untersuchen.

3.2 Technische Beschreibung der verwendeten Anlagen

Die Versuche zur Mostkonzentrierung wurden prinzipiell mittels drei verschiedener Arten der Konzentrierung - der Umkehrosmose, der Vakuumdestillation und der Gefrierkonzentrierung - durchgeführt. In den Herbstkampagnen 1999 und 2000 erfolgte die Konzentrierung für alle drei genannten Verfahren. In der Herbstkampagne 2001 wurde auf die Vakuumdestillation verzichtet.

3.2.1 Umkehrosmose

In den Versuchsjahren 1999 bis 2001 kamen Umkehrosmoseanlagen verschiedener Hersteller zum Einsatz. Im Anschluss erfolgt die technische Beschreibung dieser Aggregate.

Herbstkampagne 1999

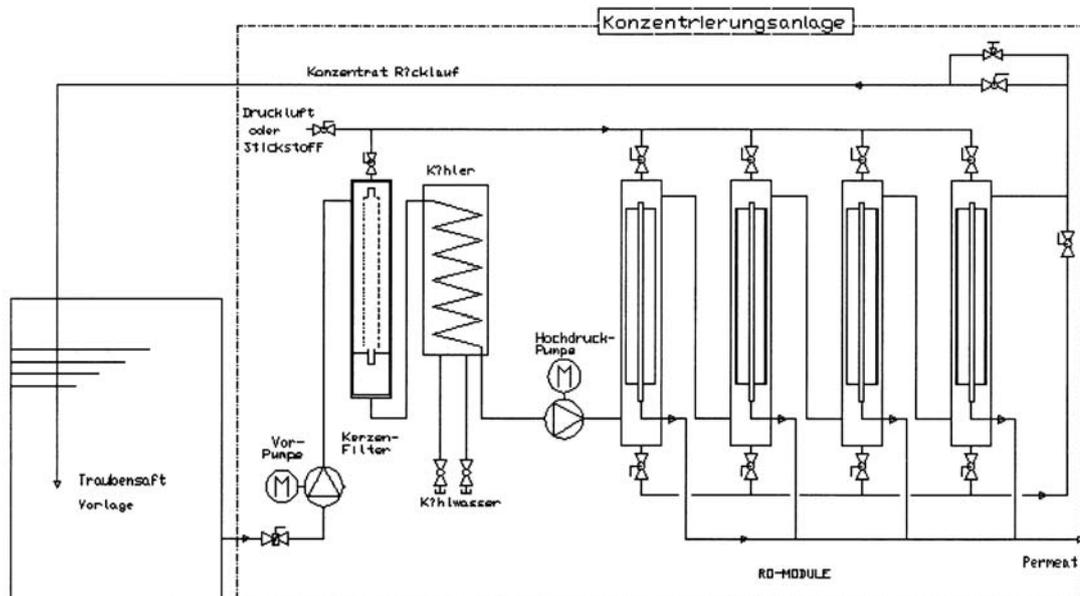
Während der Herbstkampagne 1999 führte ein Lohnunternehmer die Konzentrierung mittels Umkehrosmose vor Ort in den jeweiligen Betrieben durch. Hierbei unterstützte ihn ein Diplomand, der sich in seiner Arbeit mit der Mostkonzentrierung beschäftigte. Zum Einsatz kam hier das Modell NUSSI 6 der Firma Vinopur, welches mobil auf einem Anhänger installiert war. In Tabelle 3 sind die technischen Daten dieser Anlage dargestellt.

Tabelle 3: Technische Daten NUSSI 6**Quelle: ROLL, 2000, S. 24**

Permeatleistung [l/h] (bei 80 °Oe)	600 (100 pro Modul)
Traubensaftzufluss [l/h]	3500
Betriebsdruck [bar]	60 – 95
Energiebedarf [kW]	11,7
Abmessungen [mm] (B x H x T)	2200 x 1700 x 800
Membrantrennschärfe [Dalton]	60 – 70
Anzahl der Module [-]	6

Nähere Information über die in den Wickelmodulen eingesetzten Membranen konnten leider von dem Lohnunternehmer, trotz mehrmaliger Anfragen, nicht in Erfahrung gebracht werden. Auch der Weg über den Hersteller führte nicht zu dem gewünschten Erfolg. Wie sich später zeigte, ging die Firma NUSSI eine Kooperation mit der Firma KREYER ein, so dass letztendlich in beiden Anlagen die gleichen Module verwendet wurden. Doch auch die Firma KREYER erklärte sich nicht bereit, diese Informationen preiszugeben.

Anhand von Abbildung 6 soll der Verfahrensablauf bei der Mostkonzentrierung dargestellt werden.

**Abbildung 6: Fließschema Umkehrosmose NUSSI****Quelle: KREYER**

Der zu konzentrierende Most lag in einem Behälter vor, von welchem eine externe Pumpe ihn dem Umkehrosmoseaggregat zuführte. Der Hochdruckpumpe des Aggregates waren drei

Sicherheitsfilter mit Porengrößen von 50 µm bis 100 µm und ein Wärmetauscher vorgeschaltet, der bei einer zu großen Produkterwärmung zur Kühlung des Mostes dienen konnte, was allerdings in dieser Herbstkampagne nicht vonnöten war. In der Hochdruckpumpe selbst wurde der Druck von etwa 1 – 2 bar auf 80 bis maximal 92 bar erhöht. Die Einstellung des Druckes erfolgte mit Hilfe eines Kugelventils zur Grobeinstellung und mittels eines Nadelventils zur Feinjustierung. Anschließend gelangte der Most in die in Reihe geschalteten Umkehrosmosemodule. Bei den verwendeten Membrantypen handelte es sich um Röhrenwickelmodule. Man entfernte das Permeat aus dem Prozess, während das Konzentrat so lange über den Vorlagebehälter im Kreislauf gefahren wurde, bis die gewünschte Endkonzentration erreicht bzw. die errechnete Permeatmenge entzogen war. Es bestand die Möglichkeit, die Anlage so einzustellen, dass sie nach Erreichen der vorgegebenen Permeatmenge selbstständig abschaltete. Die Qualität des entzogenen Wassers wurde ständig über eine Messung der Leitfähigkeit kontrolliert, wodurch es gelang, Undichtigkeiten der Module frühzeitig zu erkennen. Nach Beendigung der Konzentrierung konnte die Anlage mit Luft oder Wasser leer gedrückt werden.

Die Reinigung der Anlage wurde individuell gestaltet. Erfolgte lediglich ein Farbwechsel von weißen auf rote Moste oder waren nur kürzere Standzeiten zu erwarten, genügte eine Reinigung mit Leitungswasser. Für diesen Reinigungsvorgang benötigte man etwa 20 – 30 Minuten und ca. 1.500 Liter Wasser. Der Erfolg der Reinigung wurde über eine Leitfähigkeitsmessung des Permeats kontrolliert. Bei stärkeren Verblockungen bzw. einem Farbwechsel von roten auf weiße Moste erwies sich allerdings eine chemische Reinigung als unverzichtbar. Hierzu wurde ein alkalisches Reinigungsmittel so lange im Kreislauf gefahren, bis sich die Leitfähigkeit des Permeats stabilisierte. Anschließend wurde die Anlage 5 Minuten mit Wasser gespült und mit Zitronensäure neutralisiert.

Herbstkampagne 2000

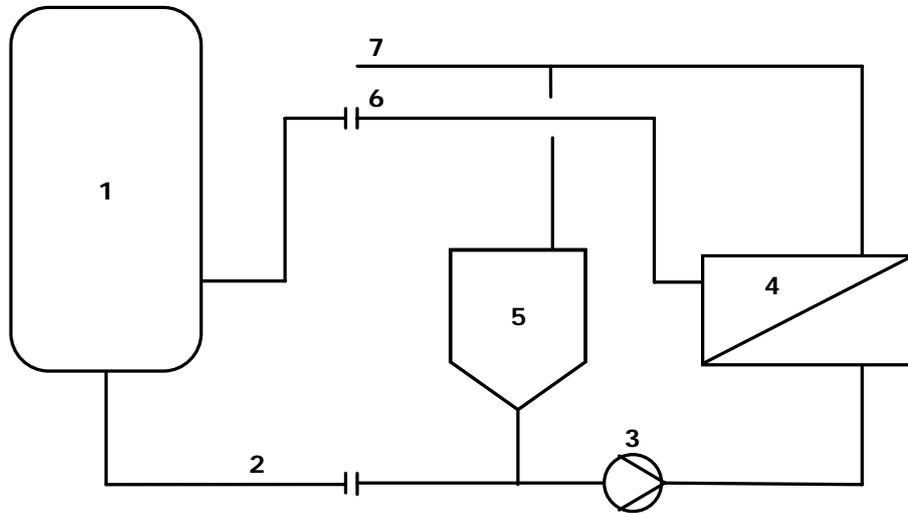
Die Konzentrierung der Moste mittels Umkehrosmose wurde in der Herbstkampagne 2000 vollständig in Geisenheim durchgeführt. Zum Einsatz kam hier das Aggregat ROVIN 160/40 der Firma IMECON mit einem stündlichen Wasserentzug von 40 l. Abbildung 7 zeigt das Modell ROVIN 160/120 mit einem Wasserentzug von 120 l/h.



Abbildung 7: ROVIN 160/120
Quelle: IMECON AG

Anhand von Abbildung 8 soll das Fließschema bei der Konzentrierung erläutert werden: Der vorgeklärte Most wird in dem Arbeitstank (1) vorgelegt und über eine externe Pumpe (in Abbildung 8 nicht dargestellt) dem Umkehrosmoseaggregat zugeführt. Über die Zuführleitung (2) und einen Sicherheitsfilter zum Schutz der Membranen vor groben Partikeln gelangt der Most in die Pumpe (3), wo der Druck von 1 – 2 bar zu Beginn der Konzentrierung schrittweise auf etwa 60 bar erhöht wird. Mit steigendem Mostgewicht verringert sich der Flux, so dass eine Erhöhung des Drucks erforderlich ist, um den angestrebten Wasserentzug von 40 l/h annähernd konstant zu halten. Diese Druckerhöhung wird von der Anlage selbstständig über eine Volumenstrommessung im Permeatauslauf gesteuert und kann im maximalen Fall Werte bis zu 160 bar erreichen. Von der Pumpe gelangt der Most in die Umkehrosmose-Membranen (4), wo die eigentliche Trennung in Retentat (Konzentrat) und Permeat (Wasser) erfolgt. Das Konzentrat gelangt über die Konzentrat-Rückführleitung (6) und einen Röhrenwärmetauscher, der mit Frischwasser beschickt wurde, um die Temperatur des Konzentrates bei etwa 25 °C konstant zu halten, in den Arbeitstank zurück. Hierbei wird es so lange im Kreislauf geführt, bis sich in dem Arbeitstank die gewünschte Endkonzentration einstellt. Der erforderliche Wasserentzug zum Erreichen dieser Endkonzentration lässt sich im Vorfeld berechnen und in die Steuerung der Anlage eingeben. Nach Erreichen dieser Permeatmenge schaltet die Anlage automatisch ab. Das in den Umkehrosmose-Membranen abgetrennte Permeat (7) wird aus dem Kreislauf

entfernt oder alternativ in dem Reinigungsbehälter (5) aufgefangen und zur anschließenden Reinigung der Anlage verwendet.



- | | |
|--------------------------|------------------------------|
| 1 Arbeitstank | 5 Reinigungsbehälter |
| 2 Zuführleitung | 6 Rückführleitung Konzentrat |
| 3 Pumpe | 7 Permeat |
| 4 Umkehrosmose Membranen | |

Abbildung 8: Fließschema Umkehrosmose IMECON

Quelle: IMECON AG

Die Reinigung der Anlage erfolgte nach jedem Konzentrationsdurchgang, wobei zuerst der mit Wasser gefüllte Reinigungsbehälter im Kreislauf über die Anlage gefahren wurde. Die selbstständige Steigerung des Druckes ging in einem Zeitintervall von etwa 20 Minuten bis auf 10 bar vorstatten. Im Anschluss hieran wurde dieser Arbeitsgang mit Kalilauge (1 %), Wasser, Zitronensäure (0,2 %) und abschließend noch einmal mit Wasser wiederholt, bis das auslaufende Wasser den pH-Wert von 7 erreicht hatte.

In Tabelle 4 sind die technischen Daten der Anlage ROVIN 160/40 aufgeführt.

Tabelle 4: Technische Daten ROVIN 160/40

Quelle: IMECON AG

Leistungsdaten	
Menge zu verarbeitender Most* [l/h]	250 - 400
Menge zu entziehendes Wasser* [l/h]	25 - 40
Menge aufkonzentrierter Most pro Tag** [l]	8000
Membranen	
Membrantyp	Spiralwickelmodule
Anzahl Membranelemente [-]	2
Anzahl Druckrohre [-]	1
Anlage	
Ausführung	fahrbar
Maximum Druck [bar]	160
Inhalt Spülbehälter [l]	100
Stromanschluss	400 V / 50 Hz / 3 Phasen
Anschlussleistung [kW]	4
Gewicht ca. [kg]	500
Abmessungen [mm] (B x H x T)	800 x 1800 x 2500

* je nach Anfangskonzentration und gewünschter Endkonzentration variiert diese Leistung

** bei einem Wasserentzug von 10% während 20 Stunden

Die Firma IMECON verwendete Wickelmodule der Firma OSMONICS. Zum Einsatz kam hier das Modul VinoCon™ RO-3 4040-35D. Tabelle 5 zeigt die technischen Daten dieses Moduls.

Tabelle 5: Technische Daten VinoCon™ RO-3 4040-35D

Rückhaltung NaCl (2000 ppm, 25 °C, 2,93 bar) [%]	99,0
Spacer [mm]	0,76
Filterfläche [m ²]	7,52
Membran	S-Serie, Dünnschicht Membran (TFM®)
Betriebsdruck [kPa]	1,379 – 5,516
Flux [l / m ² h]	11,9 – 30,6
Max. Druck [kPa]	8,274
Max. Temperatur [°C]	50
Sanitisierungstemperatur [°C]	90
pH-Bereich Betrieb [-]	3,0 – 10,0
pH-Bereich Reinigung [-]	2,0 – 11,5
Druckabfall [kPa]	103
Länge [m]	1,016
Durchmesser [m]	0,1011
Durchmesser Permeatrohr [m]	0,0159
Gewicht [kg]	5,4

Herbstkampagne 2001

Auch in der Herbstkampagne 2001 erfolgte die Konzentrierung mittels Umkehrosmose an der Forschungsanstalt Geisenheim. Verwendet wurde das Aggregat Osmotop 100 der Firma Kreyer (Abbildung 9), welches von der Firma WTG (Wine Technology GmbH) gemietet wurde.

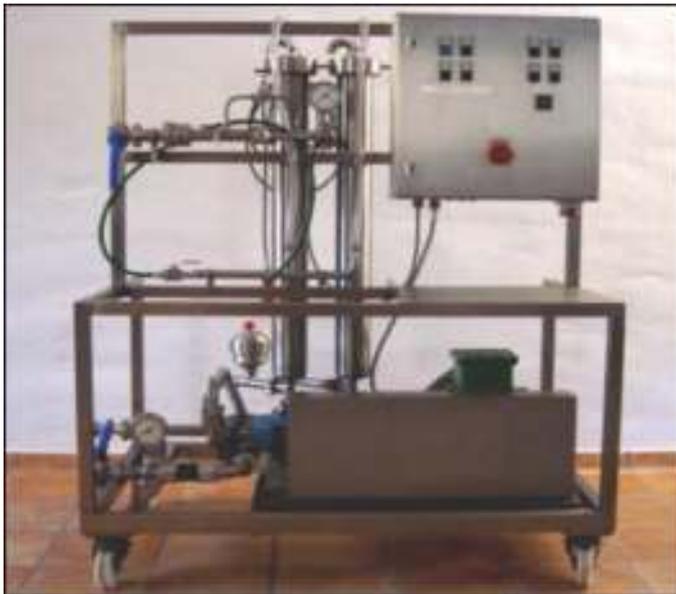


Abbildung 9: Umkehrosmose Aggregat Osmotop 100 FA. KREYER
Quelle: KREYER

Tabelle 6 zeigt die technischen Daten dieser Anlage.

Tabelle 6: Technische Daten Osmotop 100

Quelle: Kreyer

Durchschnittliche Wasserextraktion [l/h]	100
Elektrische Anschlussleistung [kW]	6
Maximale Absicherung [A]	12
Abmessungen [mm] (L x B x H)	1450 x 900 x 1780
Gewicht [kg]	390
Anzahl der Druckrohre	2
Anzahl der Membranen	2

Nähere Informationen über die Membran der eingesetzten Wickelmodule waren leider nicht erhältlich. Trotz mehrmaliger Anfragen bestand die Firma KREYER darauf, dass es sich bei diesen Informationen um vertrauliche Daten handele, die man aus Wettbewerbsgründen nicht preisgeben könne.

Anhand von Abbildung 10 soll der Prozessablauf bei der Mostkonzentrierung erläutert werden.

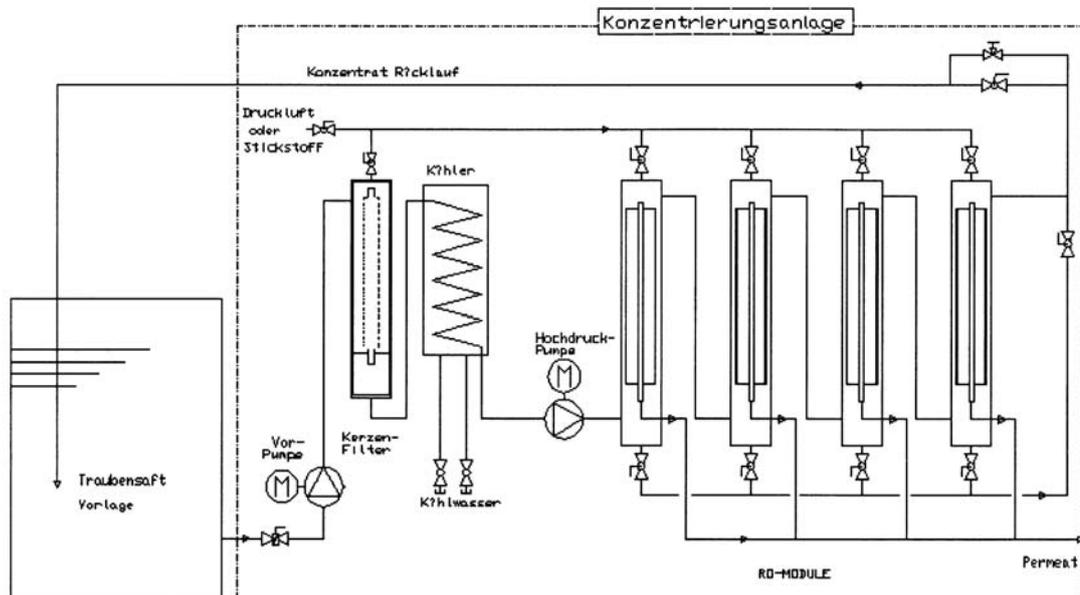


Abbildung 10: Fließschema Umkehrosmose KREYER

Quelle: KREYER; (Abbildung identisch mit Abbildung 6, da baugleiche Anlagen)

Der bereits durch Sedimentation über Nacht vorgeklärte Most wurde vor der Konzentrierung zusätzlich über ein grobmaschiges Metallsieb filtriert, um eventuell vorhandene größere Trubpartikel oder Traubenkerne, die die Membranen beschädigen könnten, zu entfernen, da die von der FA Geisenheim angemietete Anlage (im Gegensatz zur Darstellung in Abbildung 10) über keinen Vorfilter verfügte. Anschließend wurde der zu konzentrierende Most in einem Tank vorgelegt und über eine externe Pumpe dem Umkehrosmoseaggregat zugeführt. Von der Hochdruckpumpe gelangte der Most zu zwei in Serie geschalteten Hochdruckrohren (Darstellung in Abbildung 10 mit 4 Druckrohren), in denen sich die Umkehrosmosemembranen befanden. Im Konzentratauslauf erfolgte die Einstellung des gewünschten Druckes mittels eines Kugelventils zur Grobeinstellung und eines Nadelventils zur Feinjustierung. Der Lieferant bezifferte den maximalen Betriebsdruck mit etwa 92 bar. Über Schlauchleitungen erfolgte eine Ausleitung des abgetrennten Permeats aus dem Prozess. Da das Umkehrosmoseaggregat über keine Rückkühlung des Konzentrates verfügte (im Gegensatz zur Darstellung in Abbildung 10), kam es zu Beginn zu einer Erwärmung der Moste bis auf etwa 40 °C. Um diesem entgegenzuwirken wurde ein Röhrenerhitzer aus der Fruchtsaftbranche in einen Gegenstromkühler umfunktioniert, indem man ihn auf der Dampfeintrittsseite mit Frischwasser beschickte. Danach schloss man diesen „Kühler“ an der

Konzentratrückfuhrleitung an und sorgte somit für eine Produkttemperatur von etwa 25 – 30 °C. Der zu konzentrierende Most wurde so lange im Kreislauf geführt, bis die gewünschte Endkonzentration bzw. der gewünschte Wasserentzug erreicht war.

Die Reinigung der Anlage erfolgte, wie bereits in der Herbstkampagne 2000, nach jedem Konzentrierungsvorgang mit einer Kombination aus Lauge und Säure.

3.2.2 Vakuumdestillation

Die Vakuumdestillation wurde nur in den beiden Herbstkampagnen 1999 und 2000 verwendet. Auch hier kamen unterschiedliche Fabrikate zum Einsatz. Die nachfolgenden Ausführungen sollen die Funktion der beiden Anlagen in Kürze beschreiben.

Herbstkampagne 1999

In der Herbstkampagne 1999 führte der Lohnunternehmer vor Ort in den Betrieben sowohl die Vakuumdestillation, als auch die Umkehrosmose durch. Zum Einsatz kam hier das Aggregat MTA 600 der Firma ENTROPIE (Abbildung 11), welches ebenfalls mobil installiert war. Prinzipiell handelte es sich bei diesem Aggregat um einen horizontalen Röhrenverdampfer im Fallstromprinzip, das im Wesentlichen aus dem Prozessbehälter, einem Heizkessel und einem Kühlturm bestand. Die technischen Daten dieser Anlage sind in Tabelle 7 dargestellt.



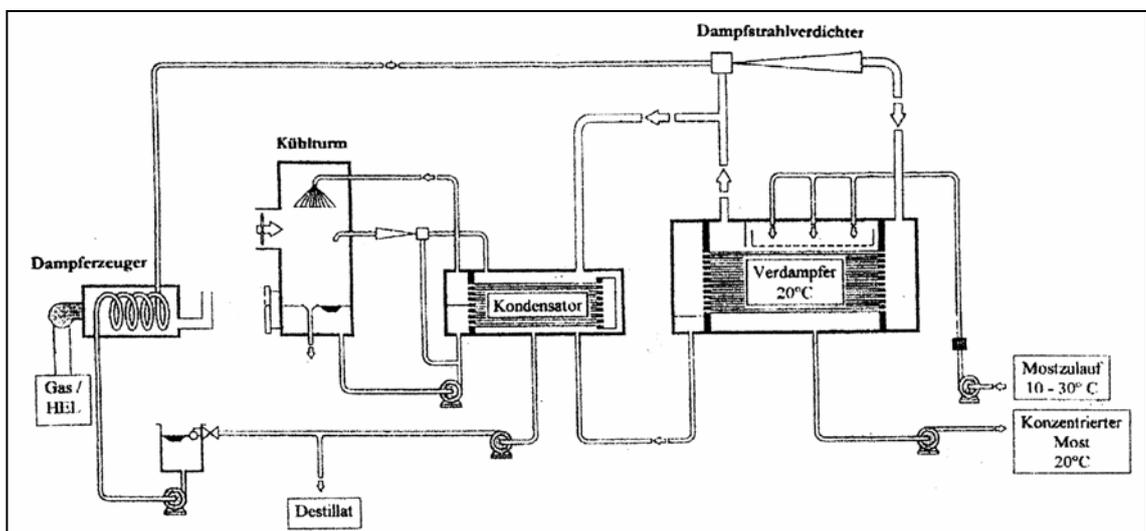
Abbildung 11: Vakuumdestillation MTA 600 der Firma ENTROPIE
Quelle: ENTROPIE

Tabelle 7: Technische Daten MTA 600

Quelle: ROLL, 2000, S. 20

Mostdurchflussleistung [l/h]	2000 – 4000
Verdampfungsleistung [l/h]	600
Verdampfungstemperatur [°C]	18 – 30
Heizölverbrauch [l/h]	30
Max. Leistungsaufnahme [kW]	17
Max. Zuckereindampfung [g/l]	550
Abmessungen [mm] (L x B x H)	4000 x 1800 x 2400

Der Prozessablauf während der Konzentrierung soll anhand von Abbildung 12 dargestellt werden.

**Abbildung 12: Fließschema Vakuumdestillation Entropie**

Zu Beginn des Konzentrierungsprozesses wurde über eine Vakuumpumpe das zur Konzentrierung bei niedrigen Temperaturen erforderliche Vakuum erzeugt. Der eigentliche Prozessbehälter lag in Form von drei unterteilten Kammern vor, wobei sich in der mittleren Kammer das horizontal liegende Röhrenbündel befand. Der Most wurde mittels Düsen über das von innen mit Dampf beheizte Röhrenbündel versprüht. Bei dem Kontakt mit den Rohren erwärmt sich der Most und Wasser verdampft. Der konzentrierte Most sammelte sich am Boden des Prozessbehälters. Eine Pumpe führte ihn dem Vorlagetank wieder zu, über den der Most so lange im Kreislauf gefahren wurde, bis er die gewünschte Endkonzentration erreichte. Der entstandene Wasserdampf wurde durch einen mit Frischdampf beschickten Dampfstrahlverdichter, nach dem Prinzip einer Venturidüse, aus dem Prozessbehälter abgesaugt. Im Anschluss daran konnte das Gemisch aus Frischdampf und abgedampftem Wasser mittels einer Staudüse verdichtet und einer der beiden seitlichen Kammern des Prozessbehälters zugeführt werden, um es hieraus in das Innere des Röhrenbündels zu leiten. Hier kondensierte der Dampf und gab die Kondensationswärme an

die Umgebung ab, wodurch es gelang, den Most auf gleich bleibender Temperatur zu halten. Das entstandene Kondensat sammelte sich in der dritten Kammer des Prozessbehälters und ließ sich über einen Durchflusszähler aus dem Kreislauf entfernen. Ein Teil des abgedampften Wassers wurde nicht dem Dampfstrahlverdichter zugeführt, sondern vorher abgezweigt und in einen Kondensator geleitet. Hier erfolgte die Kondensation an mit Kühlwasser beschickten Rohrbündeln. Die Kondensationswärme wurde an das Kühlwasser abgegeben, welches wiederum in einem Kühlturm gekühlt wurde. Letztendlich erfolgte eine Abgabe der Kondensationswärme an die Umgebungsluft. Danach erfolgte die Ableitung des im Kondensator angefallenen Kondensats mit dem im Verdampfer angefallenen Kondensat. Über eine Änderung des Mischungsverhältnisses von Frischdampf zu abgedampftem Wasser, die beide dem Verdampfer zugeführt werden, kann die Verdampfungstemperatur in gewissen Grenzen geregelt werden.

Kam zwischen zwei Konzentrierungsprozessen kein Farbwechsel der Moste zu Stande oder waren keine langen Standzeiten zu erwarten, reichte eine Reinigung der Anlage mit Wasser aus. Anderenfalls führte man eine chemische Reinigung durch, wobei die Anlage zuerst für 20 min mit verdünnter Natronlauge im Kreislauf gefahren wurde. Anschließend erfolgten eine Spülung zur Verdrängung der Lauge mit Wasser, eine Neutralisation mit Zitronensäure und eine abschließende Reinigung mit Wasser.

Herbstkampagne 2000

Während der Herbstkampagne 2000 wurde auch die Konzentrierung mittels Vakuumdestillation vollständig an der Forschungsanstalt Geisenheim durchgeführt. Zum Einsatz kam hier das Aggregat DCC 50 der Firma DEFRANCESCHI mit einem Wasserentzug von 50 l/h. Die technischen Daten dieses Modells sind in Tabelle 8 dargestellt. Abbildung 13 zeigt das Modell DCC 200 mit einem Wasserentzug von 200 l/h. Prinzipiell ist das Aggregat DCC 50 allerdings gleich aufgebaut.

Tabelle 8: Technische Daten DCC 50

Quelle: DEFRANCESCHI

Verdampfte Wassermenge [l/h]	50
Mosttemperatur min. / max. [°C]	12 – 20
Max. aufgenommene Leistung [kW]	16
Abmessungen [mm] (L x B x H)	2850 x 1700 x 2330

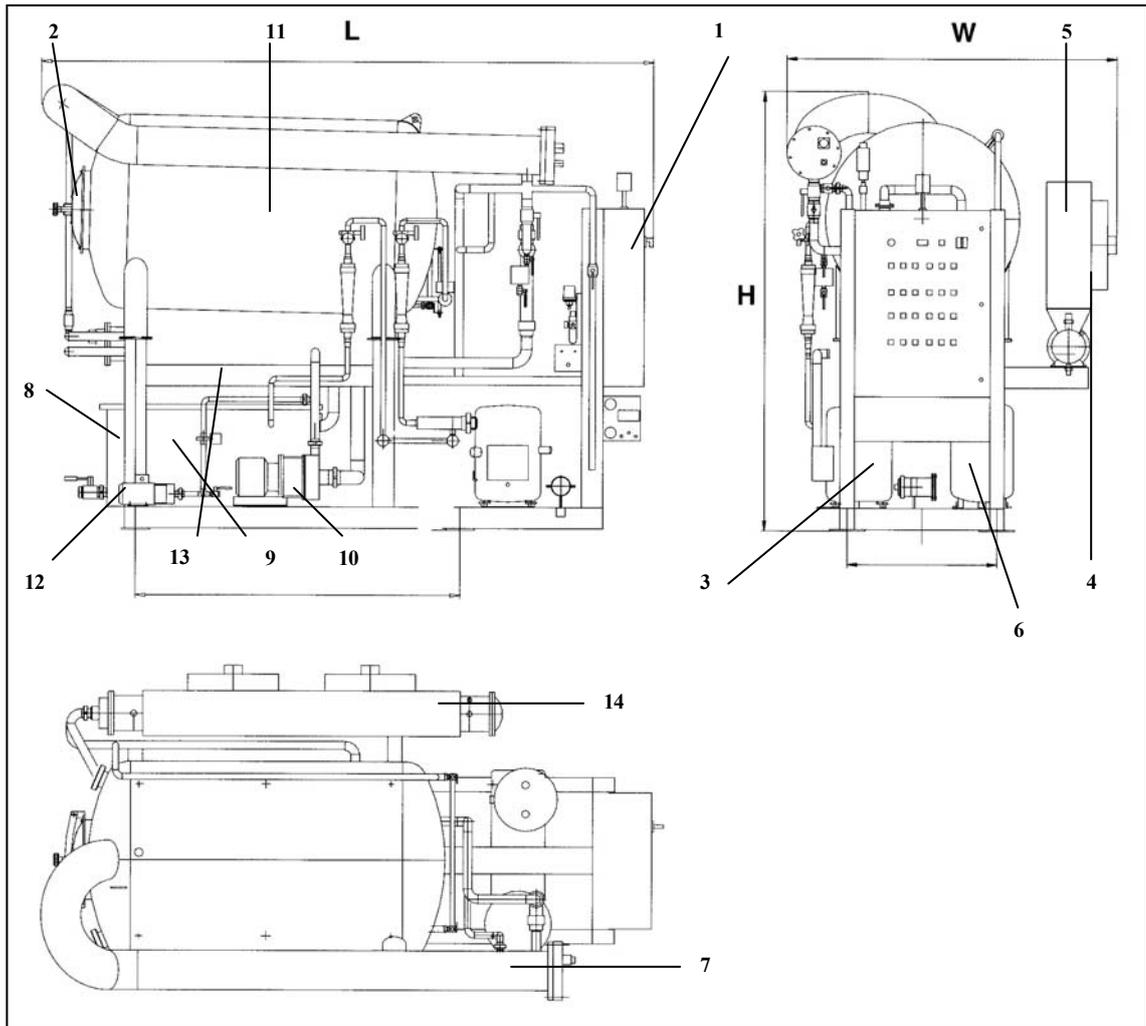


Abbildung 13: Vakuumdestillation DCC 200 der Firma DEFRANCESCHI
Quelle: DEFRANCESCHI

Im Folgenden werden Aufbau und Funktionsweise dieses Aggregates von Abbildung 14 kurz erläutert:

Prinzipiell verfügt es über vier verschiedene Kreisläufe:

- Wasserkreislauf
- Produktkreislauf
- Kühlmittelkreislauf zur Kondensation des Brüdens
- Kühlmittelkreislauf zur Wasserkühlung



1	Schalttafel	8	Wasserpumpe (Rückseite)
2	Inspektionstür	9	Wassertank
3	Kompressor	10	Most-Hauptpumpe
4	Ventilator	11	Prozessbehälter
5	Lamellenwärmetauscher	12	Auslasspumpe
6	Sammelbehälter für Phasentrennung	13	Kondensateinheit
7	Kondensationskammer	14	Wärmetauscher

Abbildung 14: Schematische Darstellung Vakuumdestillation DEFRANCESCHI (DCC 100)
Quelle: DEFRANCESCHI

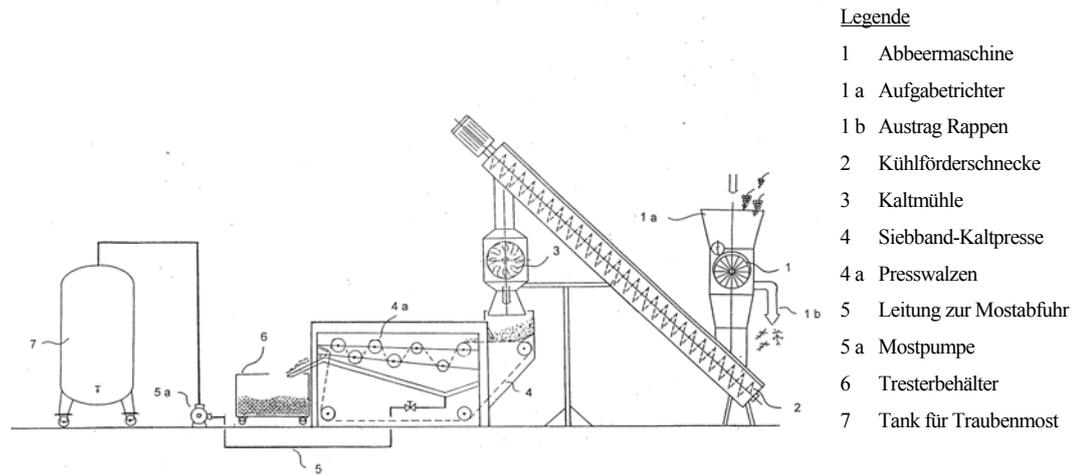
Zu Beginn des Konzentrierungsvorganges wird mit Hilfe einer Venturidüse das Vakuum im Prozessbehälter (11) erzeugt. Hierzu ist es erforderlich, das in einem Vorratsbehälter (9) befindliche Wasser im Kreislauf zu pumpen. Sobald das gewünschte Vakuum von etwa 0,03 bar erreicht ist, wird der Mostkreislauf angefahren. Bevor der Most durch im Prozessbehälter befindliche Düsen eingespritzt wird, durchläuft er einen Wärmetauscher (14), in welchem bei Bedarf die Erhöhung der Mosttemperatur stattfinden kann. Zur Erwärmung dient die Abwärme des Kühlmittelkompressors (3). Die überschüssige Wärme wird durch Ventilatoren (4) abgeblasen. Bei einer Temperatur von etwa 25 °C verdampft

nun Wasser aus dem Most. Der Wasserdampf wird durch die Venturidüse aus dem Prozessbehälter entfernt und kondensiert an den Kühlflächen des Kondensators (7). Die Kühlung erfolgt durch direkte Verdampfung des Kühlmittels R 22. Das Destillat gelangt in den Wasserkreislauf, aus dem die überschüssige Menge schließlich abgeführt wird. Das im Prozessbehälter (11) verbliebene Konzentrat wird abgepumpt und im Kreislauf gefahren. Ist die gewünschte Endkonzentration erreicht, wird der Most durch eine im Vorratstank des Wasserkreislaufs befindliche Spirale geführt und hierbei rückgekühlt. Durch einen zweiten Kühlmittelkreislauf gelingt es, den Wasserkreislauf selbst mit Hilfe des Kühlmittels R 22 zu kühlen. Die beim Verdichten des R 22 entstehende Wärme wird durch einen Ventilator (4) abgeblasen. Bei Bedarf ist es möglich, den gesamten Konzentrierungsprozess über einen Mostvorlagetank im Kreislauf zu fahren.

3.2.3 Gefrierkonzentrierung

Bei der Gefrierkonzentrierung kamen zwei unterschiedliche Verfahren zum Einsatz. Einerseits das Konzentrieren mittels flüssigen Stickstoffs in einem Schrägkühler und andererseits das Einfrieren des Traubenmaterials in Kühlzellen. Im Folgenden sollen die beiden zur Gefrierkonzentrierung eingesetzten Verfahren kurz dargestellt werden:

Das erste Verfahren stellt das so genannte Kaltmahlen und Kaltpressen von Weintrauben dar. Ursprünglich stammt dieses Verfahren aus der Gewürzindustrie. Unter tiefen Temperaturen dient es der aromaschonenden Vermahlung von Gewürzen. Die Herstellerfirma war bestrebt, jenes mit großem Erfolg angewendete Verfahren nun auch auf andere Bereiche der Lebensmittelindustrie, beispielsweise die Weinbranche, zu übertragen. Abbildung 15 stellt diesen Prozess in schematischer Form dar, der zu einem späteren Zeitpunkt in der Praxis zum Tragen kommen soll.

Legende

- 1 Abbeermaschine
- 1 a Aufgabetrichter
- 1 b Austrag Rappen
- 2 Kühlförderschnecke
- 3 Kaltmühle
- 4 Siebband-Kaltpresse
- 4 a Presswalzen
- 5 Leitung zur Mostabfuhr
- 5 a Mostpumpe
- 6 Tresterbehälter
- 7 Tank für Traubenmost

Abbildung 15: Kaltmahlen und Kaltpressen von Weintrauben**Quelle: SAUERSTOFFWERK FRIEDRICH GUTTROFF GMBH**

Im Folgenden wird der idealisierte Prozess beschrieben (vergleiche Abbildung 15). Die zu konzentrierenden Trauben werden vor der Zuführung in den Schrägkühler abbeert. Dieser Arbeitsschritt ist notwendig, da die Beeren im Verlauf des Prozesses gemahlen werden und das Stielgerüst dann ebenfalls zermahlen würde, woraus ein unerwünschter Anstieg der Phenole resultierte. Die Beeren gelangen von der Abbeermaschine (1) in flüssigen Stickstoff, wo sie bei -192 °C schockgefroren werden. Eine Kühlförderschnecke (2) befördert die Trauben den Schrägkühler hinauf, in den zusätzlich Stickstoff eingeblasen wird. Die Temperatur beträgt hier etwa -100 °C . Anschließend gelangen die Beeren in eine Kaltmühle (3). Hierin erfolgt deren Zermahlung zu Schnee. Die Temperatur nach der Mühle beträgt ca. -50 °C ; welche allerdings über die Geschwindigkeit der Kühlförderschnecke in gewissen Grenzen reguliert werden kann. Eine zu große Erwärmung des Materials könnte dazu führen, dass sich die Mühle zusetzt, insofern gilt es, dies zu vermeiden. Bei der Wahl der Mühle ist darauf zu achten, dass die Kerne der Weintrauben weitgehend im Stück erhalten bleiben, da anderenfalls der Phenolgehalt ebenfalls ansteigen würde. Der mechanische Aufschluss der Beerenhäute soll eine bessere Ausbeute der Aroma- und Farbstoffe gewährleisten. Von der Mühle gelangt der Schnee direkt auf eine Siebband-Kaltpresse (4), auf welcher das Traubenmaterial entsaftet wird. Auch bei diesem Verfahren ist die Wahl der Prozesstemperatur für die Endkonzentration des Traubenmostes entscheidend. In Verbindung mit einer Bandpresse stellt diese Anordnung somit ein kontinuierliches Verfahren zur Traubenmostkonzentrierung dar.

Bei den in Geisenheim durchgeführten Pilotversuchen war der Entrapper allerdings separat positioniert, demzufolge war es erforderlich, das Traubenmaterial von Hand aufzugeben.

Zum Abpressen des gefrorenen Traubenmaterials verwendete man statt der dargestellten Bandpresse eine konventionelle Schlauchpresse (WILLMES PRESSER 1000). Abbildung 16 zeigt den in Geisenheim eingesetzten Schrägkühler.



Abbildung 16: Schrägkühler und Kühlzelle

In den Praxisversuchen trennte man den frei ablaufenden Most nach dem Entrappen von dem Traubenmaterial, da dieses bei der Aufgabe in den Schrägkühler möglichst trocken sein sollte, um die Gefahr eines eventuellen Zufrierens der Aufgabestelle auszuschließen. In der Herbstkampagne 1999 wurde die Randtemperatur bei dem Keltervorgang auf der Schlauchpresse kontrolliert. Bei einer Temperatur von -1 °C wurde der Pressvorgang abgebrochen, weil ansonsten auch das ausgefrorene Wasser auftauen und demzufolge das bereits gewonnene Konzentrat verwässern würde. Das erhaltene Konzentrat hatte ein Mostgewicht von etwa 150 °Öchsle . Anschließend erfolgte die Anreicherung des Abtropfmostes aus dem Entrapper mit dem Konzentrat auf das gewünschte Mostgewicht. Bei dieser Verfahrensweise stellte sich allerdings das Problem, dass viel Konzentrat übrig blieb und nicht der gesamte Most aus dem Ausgangsmaterial bzw. alle Fraktionen Verwendung fanden, was die Ergebnisse beeinträchtigen könnte. Aus diesem Grund wurde in der Herbstkampagne 2000 zuerst der Abtropfmost aus dem Entrapper mit dem gesamten Konzentrat verschnitten. Bei dem Pressen des Traubenschnees kontrollierte man während der Herbstkampagne 2000 nicht die Randtemperatur, sondern kelterte solange, bis die Mischung des abgelaufenen Konzentrates ein Mostgewicht von 150 °Öchsle aufwies, um die Versuche zu standardisieren. Anschließend wurde diese Mischung aus Vorlaufmost und

Konzentrat, die jetzt alle Saftfraktionen enthielt, mit dem unbehandelten Vergleichsmost auf das gewünschte Mostgewicht rückverschnitten. In der Herbstkampagne 2001 erfolgte die Konzentrierung aus logistischen Gründen auf dem Firmengelände der Firma GUTTROFF. Das Konzentrat mit 150 °Öchsle sowie der unbehandelte Vergleichsmost wurden nach Geisenheim geliefert, um dort die Anreicherung des Ausgangsmostes mit diesem Halbkonzentrat, ähnlich wie bei der Anwendung von rektifiziertem Traubenmostkonzentrat (RTK), auf das gewünschte Mostgewicht vorzunehmen.

Das nächste angewendete Verfahren zur Gefrierkonzentrierung stellt das Einfrieren ganzer Trauben in Kühlzellen dar. Dieses Verfahren ähnelt der traditionellen Eisweinbereitung. Zum Gefrieren der Trauben können hier Industriekühlkammern verwendet werden. Eine homogene Temperaturverteilung von etwa -10 °C ist hierbei ausreichend. Die Trauben werden in gefrorenem Zustand gekeltert. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Temperatur nicht über 0 °C ansteigt, um das Auftauen des gefrorenen Wassers und somit das Verdünnen des bereits abgelaufenen Konzentrates zu verhindern. Die Konzentration des ablaufenden Mostes ist temperaturabhängig. In der Herbstkampagne 2000 wurden die Trauben in einer Industriekühlkammer der Firma GUTTROFF gefroren; diese ist in Abbildung 16 zu sehen. Während der Herbstkampagne 2001 wurden die Trauben in dem Kühlhaus des Mensagebäudes der Forschungsanstalt Geisenheim eingefroren, welches eine Temperatur von -18 °C aufwies. Das nach dem Keltern gewonnene Konzentrat wurde in beiden Herbstkampagnen mit dem unbehandelten Vergleichsmost auf das gewünschte Mostgewicht rückverschnitten.

3.3 Versuchsdurchführung und Weinausbau

Schon bei der Lese des Traubenmaterials wurde auf die Standardisierung der Versuchsbedingungen geachtet. Dies war gerade dann besonders wichtig, wenn eine Aufteilung des Traubenmaterials auf die einzelnen Versuchsvarianten einer Serie unumgänglich war, wie beispielsweise im Fall der Gefrierkonzentrierung mittels Schrägkühler oder Kühlzelle, aber auch bei der Durchführung einer Maischegärung bei den Rotweinserien. Hierbei musste die homogene Verteilung des Ausgangsmaterials auf die verschiedenen Varianten gewährleistet sein, um den Vergleich zu ermöglichen. In Anbetracht dieser Tatsache wurde das Traubenmaterial schon im Weinberg abwechselnd in die entsprechenden Büten, für jede Variante getrennt, mit der Hand gelesen. Konnte die Homogenität des Ausgangsmaterials nicht gewährleistet werden, erfolgte die Streichung der entsprechenden Varianten aus dem Versuchsplan. Verarbeitete man innerhalb einer Serie nur

Most, stellte sich diese Problematik nicht, da die Möglichkeit bestand, den Most vor der Aufteilung auf die einzelnen Versuchsglieder in einem Tank zu homogenisieren.

Nach dem Mahlen und Keltern der weißen Trauben wurde der Most üblicherweise durch Sedimentation über Nacht vorgeklärt. Zum Schutz vor mikrobiologischen Aktivitäten erfolgte eine Mostschwefelung mit 35 mg/l SO₂. Nach rund 18 Stunden wurde der klare Überstand abgezogen und auf die einzelnen Versuchsglieder aufgeteilt. Bei der Verarbeitung von rotem Traubenmaterial kamen, davon abhängig ob eine Maischegärung oder Maischeerhitzung durchgeführt werden sollte, unterschiedliche Verfahren zum Einsatz. Bei der Maischerhitzung wurden die Trauben zuerst entrappt und anschließend in einem Röhrenwärmetauscher auf etwa 70 °C erhitzt. Nachdem die Maische über Nacht abgekühlt war, wurde sie am darauf folgenden Morgen gekeltert. Nach der Schwefelung mit 35 mg/l SO₂ und der Vorklärung erfolgte die Aufteilung der einzelnen Mostpartien. Bei der Maischegärung wurden die Trauben büttenweise entrappt, mit 35 mg/kg SO₂ geschwefelt und dann entsprechend den einzelnen Versuchsanstellungen weiter behandelt.

Das Ziel bestand darin, die Moste mit den unterschiedlichen Verfahren um die zulässigen 16 g/l in ihrem Gesamtalkohol zu erhöhen. In der Herbstkampagne 1999 galt es noch, die zulässigen Alkoholhöchstgrenzen bei der Anreicherung von 99 g/l bei Weißwein und 102,5 g/l bei Rotwein der Weinbauzone A nicht zu überschreiten. In den darauf folgenden Herbstkampagnen besaß dieses Gesetz keine Gültigkeit mehr. Bei der Anreicherung mittels Saccharose wurden dem Most pro Gramm zu erhöhendem Alkohol und hl 250 g Saccharose zugesetzt. Bei der Anreicherung durch Konzentrierung der Moste musste zuerst der nötige Wasserentzug berechnet werden. Dieser lässt sich nach folgenden Formeln ermitteln:

$$\text{Mostmenge vor Konzentrierung} * \text{Gesamtalkoholgehalt vor Konzentrierung} = \quad (6)$$

$$\text{Mostmenge nach Konzentrierung} * \text{Gesamtalkoholgehalt nach Konzentrierung}$$

Formel 6: Ausgangsgleichung zur Berechnung des Wasserentzugs

$$\text{Mostmenge nach Konzentrierung} = \quad (7)$$

$$\frac{\text{Mostmenge vor Konz.} * \text{Gesamtalkoholgehalt vor Konz.}}{\text{Gesamtalkoholgehalt nach Konz.}}$$

Formel 7: Berechnung der Mostmenge nach der Konzentrierung

$$\text{Wasserentzug} = \text{Mostmenge vor Konzentrierung} - \text{Mostmenge nach Konzentrierung} \quad (8)$$

Mostmenge vor Konzentrierung – Mostmenge nach Konzentrierung

Formel 8: Berechnung des Wasserentzugs

Die Produkte aus Mostmenge und Gesamtalkoholgehalt vor und nach der Konzentrierung stellen die beiden Seiten der Ausgangsgleichung zur Berechnung des erforderlichen Wasserentzugs dar (Formel 6). Durch Umstellen von Formel 6 errechnet sich die Mostmenge nach der Konzentrierung (Formel 7). Der eigentliche Wasserentzug ergibt sich, indem die Differenz zwischen der Mostmenge vor der Konzentrierung und nach der Konzentrierung gebildet wird (Formel 8).

In den drei Versuchsjahrgängen kamen Konzentrierungsanlagen unterschiedlicher Hersteller zum Einsatz, die dann auch teilweise mit anderen Parametern betrieben wurden.

Im Bereich der Umkehrosmose wurden in den Jahrgängen 1999 und 2001 prinzipiell gleiche Anlagen verwendet, obwohl diese von zwei verschiedenen Herstellern stammten. Die Firma NUSSI, von der die Anlage im Jahrgang 1999 stammte, und die Firma KREYER, von der die Anlage im Jahrgang 2001 stammte, gingen eine Kooperation ein, so dass diese beiden Anlagentypen prinzipiell vergleichbar sind. Die Moste wurden hier bei einem fest eingestellten Eingangsdruck von 80 bar im Kreislauf gefahren, bis der gewünschte Wasserentzug erreicht war. Bei der Überkonzentrierung von Teilmengen, wie es bei der Maischegärung erforderlich war, erwies sich dieser Druck teilweise nicht als ausreichend, so dass hier der Eingangsdruck auf den maximal zulässigen Wert dieser Aggregate von 95 bar gesteigert werden musste. Der Permeatfluss stellte sich hier in Abhängigkeit von den gewählten Drücken und dem jeweils vorliegenden Mostgewicht selbst ein. Das Umkehrosmoseaggregat der Firma IMECON, welches im Jahrgang 2000 eingesetzt wurde, arbeitete nach einem anderen Prinzip. Hier wurde der gewünschte Permeatfluss in der Anlagensteuerung vorgegeben und die Anlage regelte den Eingangsdruck selbstständig nach oben, um den gewünschten Fluss konstant zu halten. Auch hier wurden die Moste so lange im Kreislauf gefahren, bis der Entzug der gewünschten Wassermenge vorlag. Als Vorgabe für den Permeatfluss wurde stets eine Leistung von 40 l/h vorgewählt, was der maximalen Spezifikation dieser Anlage entsprach. Abhängig vom Ausgangsmostgewicht der unterschiedlichen Versuchsglieder lag der Eingangsdruck zu Beginn der Konzentrierung zwischen 50 bar und 60 bar. Dieser Druck wurde im Verlauf der Konzentrierung sukzessive nach oben gefahren und erreichte am Ende der Konzentrierung Werte von bis zu 72 bar.

Im Einzelfall, bei der Überkonzentrierung von Teilmengen bei der Maischegärung, wurde ein maximaler Eingangsdruck von 104 bar erreicht.

Die Vakuumdestillation kam nur in den Jahrgängen 1999 und 2000 zum Einsatz. Im Jahrgang 1999 wurde die Konzentrierung durch einen Lohnunternehmer vor Ort in den Betrieben durchgeführt. Zum Einsatz kam hier ein Aggregat der Firma ENTROPIE. Die Verdampfungstemperatur konnte in einem Bereich von 18 °C – 30 °C eingestellt werden, was einem Druck von 0,02 bar bzw. 0,04 bar entspricht. Prinzipiell war man jedoch bestrebt, die Konzentrierung bei möglichst geringen Verdampfungstemperaturen durchzuführen. Diese lagen in der Praxis dann bei etwa 25 °C. In der Herbstkampagne 2000 wurde die Vakuumdestillation komplett an der Forschungsanstalt Geisenheim mit einem Aggregat der Firma DEFRANCESCHI durchgeführt. Das Vakuum war bei dieser Anlage fest auf 0,03 bar eingestellt, woraus eine Verdampfungstemperatur von etwa 25 °C resultierte. Bei beiden Systemen wurde der Most, wie auch bei der Umkehrosiose, so lange im Kreislauf gefahren, bis der gewünschte Wasserentzug vorlag.

Die Gefrierkonzentrierung mittels Schrägkühler wurde in den Jahrgängen 1999 und 2000 an der Forschungsanstalt Geisenheim und im Jahrgang 2001 auf dem Firmengelände der Firma GUTTROFF durchgeführt. Die Betriebsparameter waren hier weitgehend fest vorgegeben. Die Temperatur des Stickstoffbades, in welches die Trauben aufgegeben wurden, lag bei -192 °C. In der Kühlförderschnecke wurde zusätzlich Stickstoff eingeblasen. Hier betrug die Temperatur dann -100 °C. Die Drehzahl der Kühlförderschnecke konnte variiert werden, wodurch sich die Temperatur beim Zermahlen der Trauben zu Schnee in der Schneidmühle in gewissen Grenzen regeln ließ. Bei einer Drehzahl von 10 % betrug die Temperatur in der Schneidmühle etwa -40 °C, bei 20 % etwa -44 °C und bei 30 % etwa -50 °C. Da der Traubenschnee bei zu hohen Temperaturen den Mahlpalt der Mühle zusetzte, war man bestrebt, die Temperatur in der Schneidmühle auf etwa -50 °C zu justieren.

Bei allen Konzentrierungsverfahren erfolgte die Kontrolle des Konzentrierungsgrades entweder über die Bestimmung des Mostgewichtes mittels Refraktometer bzw. Aräometer oder über die Menge des entzogenen Wassers.

Nach der Anreicherung der Moste erfolgte die Verteilung auf die Gärgebände. Alle Moste wurden in zwei 50 l Glasballons und einen 25 l Glasballon als Beifüllwein gefüllt. Die

Probennahme für die spätere Analytik erfolgte nach nochmaliger Homogenisierung des Mostes. Zur Haltbarmachung der Analysenproben war in den Probeflaschen bereits Natriumacid vorgelegt. In der Herbstkampagne 1999 setzte man den Mosten 25 g/hl Lysozym zu, um einen unerwünschten biologischen Säureabbau zu verhindern; zusätzlich sollten 40 g/hl eines Kombipräparates eine bessere Nährstoffversorgung der Hefe gewährleisten. Während der Herbstkampagnen 2000 und 2001 verzichtete man auf diese Maßnahmen, da beide nicht den erwünschten Erfolg erzielten. Die Beimpfung der Moste mit Reinzuchthefer erfolgte in allen drei Jahrgängen mit 20 g/hl. 1999 und 2000 wurde sowohl für weiße als für rote Moste die Marke Oenoferm Klosterneuburg verwendet. Im Jahrgang 2001 erfolgte die Inokulation bei Rotweinen mit der Marke Oenoferm Rouge. Nach einem wiederholten Aufrühren der Moste setzte in dem klimatisierten Vollgutlager des Weingutes der Forschungsanstalt Geisenheim bei etwa 15 °C Raumtemperatur die Vergärung ein.

Die Jungweine wurden direkt nach dem Abklingen der stürmischen Gärung begefüllt. Die Reste des 25 l Glasballons lagerte man in 10 l Glasballons zum späteren Auffüllen nach dem Abstich um. Nach abgeschlossener Gärung nahm man die Schwefelung der Jungweine mit 80 mg/l SO₂ bei Rotwein und mit 100 mg/l SO₂ bei Weißwein vor. Nach etwa zweiwöchiger Selbstklärung der Weine erfolgte der 1. Abstich. Um eine spätere Eiweißtrübung der Versuchsweine zu verhindern, wurden sie, je nach Bedarf, mit Na-Ca-Bentonit geschönt. Die Dosierung war für alle Varianten einer Serie gleich, um die Vergleichbarkeit der Versuchsergebnisse zu gewährleisten. In einigen Fällen präsentierten sich die Jungweine etwas unharmonisch in ihrer Säurestruktur. Eine Entsäuerung mit Calciumcarbonat sollte Abhilfe schaffen. Die Entsäuerung erfolgte für alle Varianten einer Serie um den gleichen Betrag, um die Relation der Säuregehalte der einzelnen Versuchsglieder untereinander nicht zu verschieben. In einigen Versuchsserien ergaben sich Probleme bezüglich des Restzuckergehaltes. Da zu große Differenzen in dem Restzuckergehalt die sensorische Vergleichbarkeit der Weine beeinträchtigt hätten, glich man diesen an, falls die Differenzen nicht zu groß waren. In einigen Fällen wurden auch einzelne Varianten nachträglich aus dem Versuchsprogramm gestrichen, da sich die Abweichungen für eine Regulierung als zu groß erwiesen. Der Ausgleich des Restzuckergehaltes erfolgte mit Fructose, da nach jeder Gärung die Glucose größtenteils verbraucht ist und als Restzucker fast ausschließlich Fructose vorliegt, welche einen höheren Süßwert als Glucose besitzt [BELITZ GROSCH, 1992, S. 235]. Dies könnte die Vergleichbarkeit ebenfalls beeinträchtigen. Diese Regulierung des Restzuckers wirkt sich zwar auch auf den Gesamalkoholgehalt aus, stellt aber insgesamt

betrachtet das kleinere Übel dar. In der Herbstkampagne 1999 ermittelte man die Fructosegehalte aller Varianten der betreffenden Versuchsserien, bevor sie auf den höchsten Fructosewert eingestellt wurden. Während den Herbstkampagnen 2000 und 2001 unterblieb diese Ermittlung und man glich nur den Restzuckergehalt als Summe von Glucose und Fructose mit Fructose an. Die Regulierung der Säure bzw. die Einstellung des Restzuckergehaltes wurden kurz vor der Füllung vorgenommen, nachdem die Jungweine von der Schönung abgestochen waren. Dies vollzog sich entweder durch Abziehen des klaren Überstandes oder durch eine Schichtenfiltration mit Vorklärschichten. Vor der Füllung der Versuchsweine wurde der Gehalt an freier schwefliger Säure auf etwa 60 mg/l eingestellt. Die Füllung selbst erfolgte über einen kleinen mit EK-Schichten bestückten Versuchsschichtenfilter. Um eine geschmackliche Beeinträchtigung der Versuchsweine durch den Verschluss zu verhindern, wurden diese mit Schraubverschlüssen verschlossen. Nach einer Lagerzeit von mindestens vier Wochen, die der Erholung vom Füllstress dienen sollte, verkostete man die Weine zum ersten Mal.

3.4 Most- und Weinanalytik

Aufgrund der Tatsache, dass an der SLFA Neustadt ein begleitendes Forschungsprojekt zur Mostkonzentrierung durchgeführt wurde, übernahm ein Doktorand der Forschungsanstalt Neustadt, die für die Versuchsauswertung notwendige Most- und Weinanalytik. Da diese Analysen nicht selbst durchgeführt wurden, soll an dieser Stelle auch auf eine detaillierte Beschreibung der Analysemethoden verzichtet werden.

Die wichtigsten im Moststadium analysierten Parameter stellten das Mostgewicht, der gesamte und der vorhandene Alkohol (zur Kontrolle, ob die Proben bereits angegoren waren), das Glycerin, die Zucker Saccharose, Glucose und Fructose, die Säuren Weinsäure, Äpfelsäure, Shikimisäure, Milchsäure, Essigsäure, Zitronensäure, der pH-Wert und die titrierbare Säure, die Kationen Ammonium, Kalium, Calcium und Magnesium, die Gesamtphenole nach Folin und der zuckerfreie sowie der gesamte Extrakt dar. Bei Rotmosten erfolgte zusätzlich die Angabe der Extinktionswerte bei 420, 520 und 620 nm.

Im Weinstadium untersuchte man den gesamten und den vorhandenen Alkohol, das Glycerin, die Zucker Glucose und Fructose, die Säuren Weinsäure, Äpfelsäure, Shikimisäure, Milchsäure, Essigsäure, Zitronensäure, den pH-Wert und die titrierbare Säure, die freie und die gesamte schweflige Säure, die Kationen Ammonium, Kalium, Calcium und Magnesium, die Gesamtphenole nach Folin sowie den zuckerfreien und den gesamten

Extrakt. Bei Rotweinen erfolgte ebenfalls die Angabe der Extinktionswerte bei 420, 520 und 620 nm.

An der Forschungsanstalt Geisenheim führte man die Analysen durch, die unmittelbar zum Ausbau der Versuchsweine vonnöten waren, wie die Bestimmung des Mostgewichts [TANNER und BRUNNER, 1979, S. 17, 18, 20], des pH-Werts [TANNER und BRUNNER, 1979, S. 37], der Gesamtsäure [TANNER und BRUNNER, 1979, S. 39] und der Weinsäure [TANNER und BRUNNER, 1979, S. 63]. Der Trubgehalt wurde mittels Zentrifuge (10 Minuten bei 3700 U/min) bestimmt. Die Bestimmung des Gesamtzuckers erfolgte nach der Methode von Rebelein [TANNER und BRUNNER, 1979, S. 32]. Die Ermittlung des Bentonitbedarfs wurde bei Weißweinen mittels des Schnelltests von Dr. Jacob [VOGT, JACOB, LEMPERLE und WEISS, 1977, S. 287] und bei Rotweinen mittels des Wärmetests (16 Stunden bei 60 °C und anschließende Rückkühlung auf 20 °C) durchgeführt. Die Bestimmung der freien schwefligen Säure erfolgte durch jodometrische Titration. [TANNER und BRUNNER, 1979, S. 49].

3.5 Statistische Berechnungsverfahren

Bei der wissenschaftlichen Auswertung und Interpretation von Versuchsergebnissen spielt die Statistik eine wesentliche Rolle. Im Folgenden sollen daher die verwendeten statistischen Berechnungsverfahren kurz dargestellt werden.

Auf Seiten der Inhaltsstoffanalytik strebte man an, die einzelnen Versuchsvarianten anhand ihrer chemischen Analysen in bestimmte Gruppen einzuteilen. Zu diesem Zweck wurde das Datenmaterial einer Varianzanalyse und einer Clusteranalyse unterzogen. Beide Berechnungsverfahren lieferten allerdings keine brauchbaren Ergebnisse, so dass auf eine weitere Untersuchung der Daten mittels Faktorenanalyse und Hauptkomponentenanalyse verzichtet wurde. Da diese gesamte Gruppe komplizierter statistischer Berechnungsverfahren keine neuen Erkenntnisse erbrachte, konnte auch eine Darstellung der Berechnungsmethodik unterbleiben.

Im Folgenden wurde daher versucht, die Ergebnisse mit einfacheren statistischen Methoden zu beschreiben, welche sich im Anschluss in knapper Form darstellen lassen:

Test auf Normalverteilung

Viele statische Berechnungsverfahren dürfen nur angewendet werden, wenn die zu untersuchende Datenmenge normal verteilt ist. Daher gilt es zuerst die Verteilungsfunktion der Daten zu ermitteln oder einen Test auf Normalverteilung durchzuführen. Bei kleineren Stichprobenumfängen, wie es aus statistischer Sicht gesehen in der vorliegenden Arbeit der Fall ist, lässt sich für den Test auf Normalverteilung der Test von Kolmogorov [MÜHLBACH, 1992, S. 119] heranziehen. Der χ^2 -Test ist bei diesem geringen Stichprobenumfang nicht zulässig.

Test auf Ausreißer

Messwerte einer Stichprobe sind nur dann eine repräsentative Teilmenge der Gesamtheit, wenn sie keine Extremwerte (Ausreißer) x_{\min} bzw. x_{\max} enthalten. Da diese Ausreißer anderen Grundgesamtheiten entstammen als die der Stichprobe und damit das Ergebnis stark verfälschen, ist es erforderlich, sie zu streichen. Der Test auf Ausreißerfreiheit kann nach Grubbs [LEHRSTUHL FÜR BRAUEREIANLAGEN UND LEBENSMITTEL-VERPACKUNGSTECHNIK, 1998, S. 24] durchgeführt werden.

Konfidenzintervall für den Mittelwert

Der Mittelwert einer Stichprobe allein sagt wenig aus. Er gibt keinerlei Auskunft darüber, wie weit die einzelnen Stichprobenargumente von diesem berechneten Mittelwert entfernt liegen. Ein Maß für die Streuung der einzelnen Werte um den Mittelwert stellt die Standardabweichung dar. Mit Hilfe dieser beiden Werte lässt sich eine Datenmenge in gewissen Grenzen beschreiben. Vor allem bei dem Vergleich zweier Messreihen ist es von Interesse, wie weit die Mittelwerte auseinander liegen und ob sie sich wirklich aus statistischer Sicht unterscheiden oder aber vielleicht mit einer vorher festzulegenden Sicherheitswahrscheinlichkeit doch als gleich anzusehen sind. Die Überprüfung auf Gleichheit zweier Mittelwerte gelingt mit dem so genannten t-Test. Hier werden allerdings direkt die beiden Mittelwerte getestet. Möchte man jedoch wissen, in welchen Grenzen sich der wahre Mittelwert dieser Stichprobe bewegt, empfiehlt es sich das so genannte Konfidenzintervall [MÜHLBACH, 1992, S. 136] zu berechnen. Der errechnete Mittelwert der Stichprobe stellt nicht den wahren Mittelwert dar. Mit zunehmender Anzahl der Argumente nähert sich der errechnete Mittelwert immer mehr dem wahren Mittelwert. Das Konfidenzintervall gibt nun zu einer vorher festgelegten Sicherheitswahrscheinlichkeit die Grenzen an, in denen sich der wahre Mittelwert bewegt. Überlagern sich beispielsweise die

Konfidenzintervalle für den Mittelwert zweier Stichproben, so wären diese aus statistischer Sicht als gleich anzusehen.

3.6 Sensorische Prüfverfahren

In diesem Abschnitt werden die zur Versuchsauswertung herangezogenen sensorischen Prüfverfahren beschrieben. Zur Anwendung kamen der Dreieckstest, die deskriptive Prüfung und die Rangordnungsprüfung.

3.6.1 Dreieckstest

Der Dreieckstest stellt die am meisten gebrauchte und empfindlichste Methode der Unterschiedsprüfungen dar. Er ist DIN 10950-1 zu entnehmen [DIN 10950-1]. Hierbei werden den Prüfern drei Proben vorgesetzt, von denen zwei identisch sind. Die Verkoster haben die Aufgabe, die abweichende Probe zu identifizieren. Die Auswertung erfolgt mittels einer Tabelle [KOCH, 1986, S. 63], die ebenfalls in der DIN-Norm niedergelegt ist. Hier ist unter Berücksichtigung der Prüferzahl und eines vorher zu wählenden Signifikanzniveaus die Anzahl an richtigen Urteilen tabelliert, ab der ein signifikanter Unterschied zwischen den betrachteten Proben gegeben ist.

Bei der erweiterten Dreiecksprüfung haben die Prüfer zusätzlich die Aufgabe, die abweichende Probe entsprechend ihrer persönlichen Präferenz zu bewerten. Hierbei können sie angeben, welche der beiden Proben sie bevorzugen bzw. nur notieren, dass die Proben abweichend sind, falls sie keine der beiden Varianten favorisieren. Die Durchführung der Dreieckstests erfolgte stets in einem abgedunkelten Raum, wobei an den Prüfplätzen für Weißweine gelbes bzw. für Rotweine rotes Licht zum Einsatz kam, um bei der Urteilsfindung den Einfluss von Farbunterschieden zwischen den einzelnen Varianten auszuschließen; es sollten hier lediglich die olfaktorischen und gustatorischen Eindrücke mit einbezogen werden.

3.6.2 Deskriptive Prüfung

Die Durchführung einer deskriptiven Prüfung erscheint nur dann sinnvoll, wenn es gelang in einem vorausgegangenem Dreieckstest hinreichend große Unterschiede zwischen den betrachteten Varianten nachzuweisen. Dann besteht die Möglichkeit, mit Hilfe der deskriptiven Prüfung die Unterschiede näher zu beschreiben. Eingangs sollten jedoch in einer Prüfergruppe die zu bewertenden Weine verkostet werden, damit sich die Prüfer auf die relevanten Beschreibungsattribute einigen konnten. Hierbei ist es zu vermeiden eine zu

große Anzahl zu wählen, da dies die Verkostung erschwert und das Konzentrationsvermögen der Prüfer eventuell negativ beeinflusst, was sich wiederum ungünstig auf die Verkostungsergebnisse auswirkt. Bei der Durchführung der Verkostung selbst werden den Prüfern die zu bewertenden Weine einer Serie parallel vorgesetzt. Sie sollen dann die ausgewählten Attribute auf einer Skala von 0 – 9 bewerten, wobei 0 = nicht vorhanden und 9 = sehr starke Intensität bedeutet. In manchen Fällen erscheint es sinnvoll, so genannte Standards einzusetzen, um den Prüfern bezüglich der Attribute eine Orientierung zu liefern. Der Standard sollte dann die Intensität 9 besitzen und als Referenzwert dienen. Zur Auswertung der deskriptiven Prüfung werden die Mittelwerte aller Verkoster für jedes Attribut gebildet und üblicherweise in einem Netzdiagramm dargestellt.

Die Auswahl der Serien, für die eine deskriptive Prüfung durchgeführt wurde, richtete sich nach den Ergebnissen der Dreieckstests. In den Herbstkampagnen 1999 und 2000 wählte man die Serien, in denen 50 % und mehr der durchgeführten Dreieckstests innerhalb einer Serie signifikante Unterschiede zwischen den betrachteten Varianten indizierten. Die deskriptive Prüfung wurde dann parallel für alle Varianten dieser Serie durchgeführt. In der Herbstkampagne 2001 wurden nur die beiden Varianten einer deskriptiven Prüfung unterzogen, bei denen der Dreieckstest signifikante Ergebnisse lieferte. Auf einen Vergleich zwischen der Kontrollvariante und einer der angereicherten Varianten verzichtete man, auch wenn der Dreieckstest signifikant ausfiel, da diese beiden Varianten einerseits aufgrund des Alkoholunterschiedes, der in der Regel 2 % Vol. betrug, nicht direkt vergleichbar sind und andererseits unterschiedlichen Ausbaumethoden unterzogen wurden - eine Variante wurde angereichert, die andere nicht.

In den Jahrgängen 1999 und 2000 wurde vor jeder Prüfung die Kontrollvariante verkostet, um die zu bewertenden Attribute festzulegen. In der Herbstkampagne 2001 erfolgte die Auswahl der Bewertungskriterien anhand der beiden jeweiligen Proben. Bei den Weißweinen sollten jeweils Aromaattribute aus den Gruppen „fruchtig“, „blumig“ und „vegetativ“ vertreten sein. Weiterhin galt es, den saueren Geschmack, den bitteren Geschmack und den Körper zu bewerten. Bei den Rotweinen waren die Aromagruppen „fruchtig“, „würzig“, „vegetativ“, die Geschmäcke „sauer“ und „bitter“, der Körper und die Farbintensität zu beurteilen.

3.6.3 Rangordnungsprüfung

Die Rangordnungsprüfung stellt eine Beliebtheitsprüfung dar, bei der die Prüfer einer vorgegebenen Reihe von Weinen Platzierungen entsprechend ihrer persönlichen Präferenz erteilen. Der beste Wein erhält den ersten Platz. Jede Platzierung darf hierbei nur einmal vergeben werden. Die Auswertung der Rangordnungsprüfung erfolgte nach der Rangziffer-Methode von F. PAUL [TROOST, 1980, S. 718]. Indem die Summe der Einzelurteile für jede Probe ermittelt und durch die Anzahl der Prüfer dividiert wird, errechnet sich die so genannte Platzziffer. Diese wird anschließend mit Hilfe einer Skala, auf der die Werte der Platzziffern und der korrespondierenden Rangziffern aufgetragen sind, in die Rangziffer überführt. Diese Werte sind für zwei bis zehn Proben notiert. Die Transformation kann allerdings auch anhand von Formel 9

$$(\text{Platzziffer} - 1) * (n / (n - 1)) + 1 \quad (9)$$

Formel 9: Berechnung der Rangziffer aus der Platzziffer

erfolgen, wobei n die Anzahl der Proben darstellt. Statistisch gesicherte Unterschiede zwischen zwei Varianten sind nur dann gegeben, wenn sich die Rangziffern der betreffenden Varianten mindestens um einen Betrag > 1 unterscheiden. Ist dieser Unterschied nicht gegeben, sind die betreffenden Varianten als gleichwertig zu betrachten.

3.7 Analytische Auswertungsverfahren

In diesem Abschnitt sollen die Auswertungsverfahren aus dem Bereich der Analytik exemplarisch dargestellt werden. Diese gliedern sich in die standardisierte Anreicherung und den relativen Übergang.

3.7.1 Standardisierte Anreicherung

Bei der Mostkonzentrierung auf physikalischem Wege sollen alle Mostinhaltsstoffe entsprechend dem Wasserentzug aufkonzentriert werden. Speziell bei der Umkehrosmose können allerdings einige Substanzen die Membranen passieren. Es war daher von Interesse zu untersuchen, in welchem Maße sich eine Anreicherung der wertgebenden Mostinhaltsstoffe bei den unterschiedlichen Konzentrierungsverfahren vollzieht.

Um einen Vergleich der Analysenwerte der einzelnen Versuche mit unterschiedlichen Anreicherungsstufen zu ermöglichen, mussten sie zuerst standardisiert werden. Ein Berechnungsbeispiel ist Tabelle 9 zu entnehmen.

Tabelle 9: Standardisierung der Analysenwerte

Ges. Alk. K [g/l]	Ges. Alk. UO [g/l]	Anr. UO [%]	ÄS K [g/l]	ÄS UO [g/l]	Anr. ÄS UO [%]	Stand. Anr. UO [%]
85,1	99,6	17,0	3,5	4,0	14,4	84,8

Als Bezugswert wurde der Gesamtalkoholgehalt herangezogen. Zuerst erfolgte die Berechnung der prozentualen Anreicherung des Gesamtalkohols für jeden Versuch. Daran schloss sich die Ermittlung der prozentualen Anreicherung für jeden Analysenwert an – im Falle des Berechnungsbeispiels in Tabelle 9 der Äpfelsäure. Hiernach setzte man die Anreicherung des Gesamtalkohols gleich einhundert Prozent und ermittelte die auf diese Weise standardisierte Anreicherung der einzelnen Analysewerte. Diese Art der Berechnung wurde für alle untersuchten Parameter, die gesamten Versuchsserien und alle Anreicherungsverfahren durchgeführt. Um eine übersichtlichere Darstellung der Ergebnisse zu schaffen, sollten die Mittelwerte der standardisierten Anreicherungen der jeweiligen Parameter präsentiert werden. Hier galt es allerdings einige Grundsätze der wissenschaftlichen Versuchsauswertung zu berücksichtigen, die bereits in Kapitel 3.5 erläutert wurden. Aus diesem Grund schien es unumgänglich, die Datensätze eingangs auf Normalverteilung zu überprüfen. Nachdem dieser Nachweis bei der Herbstkampagne 1999 erbracht worden war, konnte man in den darauf folgenden Jahrgängen auf diesen Arbeitsschritt verzichten. Im Anschluss wurden die Daten auf Ausreißer untersucht. Von den verbleibenden Stichproben wurden dann der Mittelwert und die Standardabweichung berechnet, mit deren Hilfe abschließend die Berechnung des 95%-Konfidenzintervalls für den Mittelwert erfolgte. Abbildung 17 veranschaulicht eine Möglichkeit, die Ergebnisse in Form einer Grafik wiederzugeben.

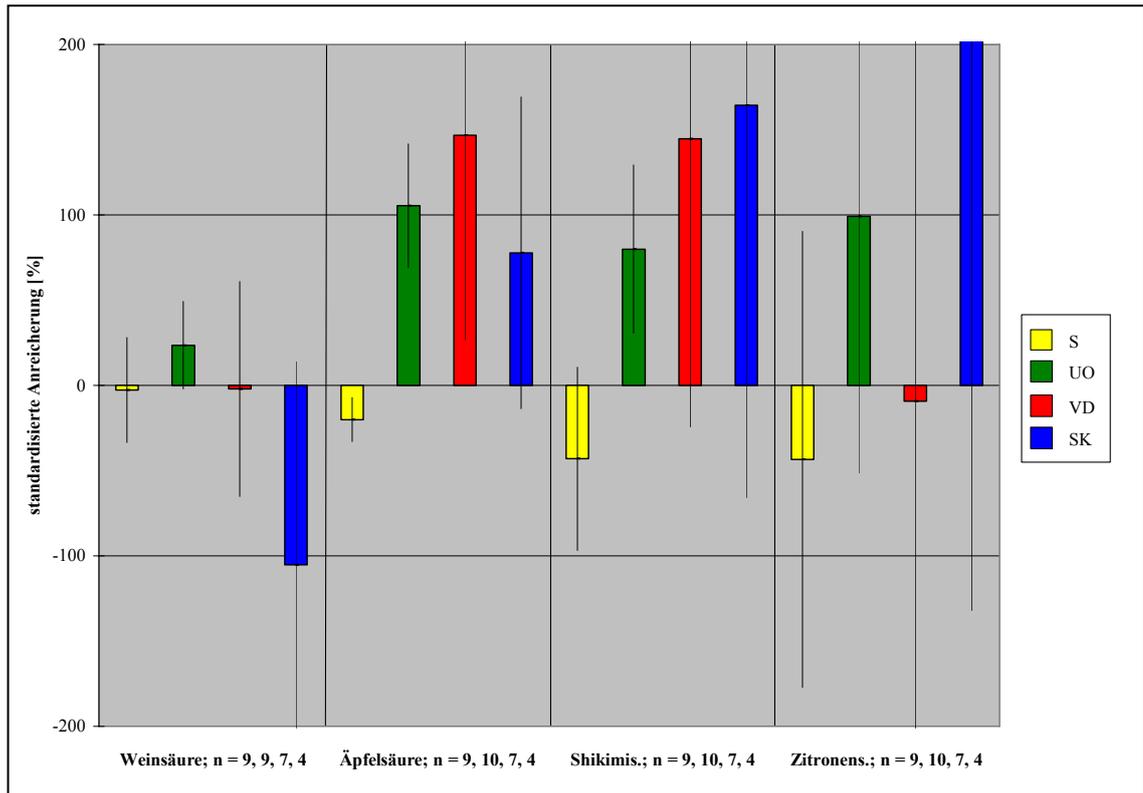


Abbildung 17: Standardisierte Anreicherung

Die Interpretation des Diagramms soll exemplarisch an der standardisierten Anreicherung der Äpfelsäure bei der Umkehrosmose dargestellt werden. Die Berechnung der standardisierten Anreicherung erfolgte in diesem Fall mit zehn Datenpaaren ($n = 10$). Der Mittelwert der standardisierten Anreicherung beträgt 105,5 %. Eine standardisierte Anreicherung von 100 % bedeutete, dass die betreffende Substanz genau in dem Maße angereichert wurde wie der Gesamtalkohol. In diesem Beispiel läge also eine geringfügig überproportionale Aufkonzentrierung der Äpfelsäure vor. Da dieser errechnete Mittelwert allerdings nicht dem wahren Mittelwert entsprechen muss, wurde zusätzlich das Konfidenzintervall für den Mittelwert angegeben. Im Hinblick darauf, dass die 100 %-Linie der standardisierten Anreicherung innerhalb dieses Intervalls liegt, könnte der wahre Mittelwert dieser Stichprobe ebenso 100 % betragen, woraus zu schließen wäre, dass die Anreicherung der Äpfelsäure direkt proportional der Erhöhung des Gesamtalkohols erfolgt ist. Eine standardisierte Anreicherung von 0 % hingegen würde bedeuten, dass die Konzentration der betreffenden Substanz durch die Konzentrierung keine Veränderung erfahren hat. Weiterhin ist auch eine negative standardisierte Anreicherung, also eine Abreicherung, denkbar. In dem vorliegen Diagramm wäre dies beispielsweise bei der Weinsäure und dem Schrägkühler der Fall. Als Bezugsgröße zur Standardisierung dient auch hier die Gesamtalkoholerhöhung.

3.7.2 Relativer Übergang

Neben der Anreicherung der wertgebenden Mostinhaltsstoffe bei der Mostkonzentrierung erwies sich auch deren Übergang in das entzogene Wasser als ein interessantes Untersuchungskriterium. Um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten, wurde der so genannte relative Übergang dieser Substanzen in das Permeat der Umkehrosmose bzw. das Destillat der Vakuumdestillation berechnet. Hierzu ermittelte man den prozentualen Anteil der in dem entzogenen Wasser wieder gefundenen Konzentrationen im Verhältnis zu der im Konzentrat enthaltenen Menge der betreffenden Substanzen (Tabelle 10).

Tabelle 10: Berechnung des relativen Übergangs

Weinsäure UO-Konzentrat [g/l]	Weinsäure Permeat [g/l]	Relativer Übergang Weinsäure [%]
5,1	0,1	1,2

Der Verrechnung der Einzelergebnisse gingen, wie bei der Ermittlung der standardisierten Anreicherung, ein Test auf Normalverteilung und Ausreißer voraus. Anschließend wurden der Mittelwert, die Standardabweichung und das Konfidenzintervall für den Mittelwert berechnet. Abbildung 18 ist ein Beispiel der grafischen Darstellung der Versuchsergebnisse zu entnehmen.

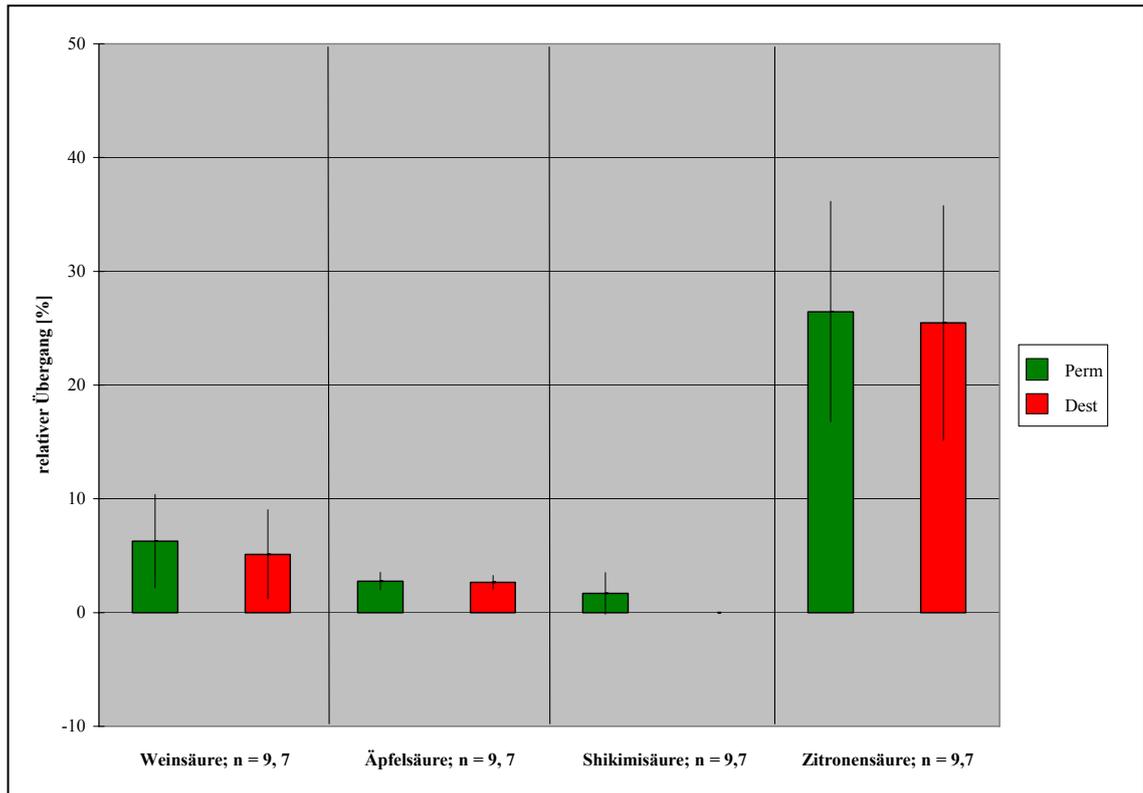


Abbildung 18: Relativer Übergang

Das Permeat der Umkehrosmose wurde in neun Versuchsserien ($n = 9$) auf die Gehalte an Weinsäure untersucht. Im Durchschnitt gingen 6,3 % der im Konzentrat enthaltenen Weinsäure in das Permeat über. Der wahre Mittelwert dieses relativen Übergangs könnte sich allerdings in dem Bereich zwischen 10,4 % und 2,1 % bewegen, wie es das eingezeichnete Konfidenzintervall für den Mittelwert angibt.

3.8 Sensorische Auswertungsverfahren

In diesem Abschnitt werden die sensorischen Auswertungsverfahren und Darstellungsarten der Ergebnisse zu den Prüfverfahren Dreieckstest, deskriptive Prüfung und Rangordnungsprüfung erläutert.

3.8.1 Dreieckstest

Die Darstellung der Ergebnisse der Dreieckstests erfolgt zunächst für alle betreffenden Paarungen jeder Versuchsserie in tabellarischer Form. Hier wurden alle Varianten gegeneinander verkostet. Die Durchführung und Auswertung der Dreieckstests wurde bereits unter 3.6.1 dargelegt. In Tabelle 11 ist eine solche Tabelle exemplarisch dargestellt.

Tabelle 11: Tabellarische Darstellung der Ergebnisse der Dreieckstests

2	1	S			SK				
		n	1↑2	2↑1	1≠2	n	1↑2	2↑1	1≠2
K		13	3	2	3	13	3	3	3
S						13	3	4	2

In dem vorliegenden Fall waren die Varianten Kontrolle, Saccharose und Schrägkühler in der Versuchsserie vertreten. An dem Dreieckstest zwischen Kontrolle und Saccharose nahmen beispielsweise 13 Prüfer teil. Von den Prüfern, die die abweichende Probe identifizierten, bevorzugten 3 die chaptalisierte Variante, 2 die unbehandelte Kontrollvariante und 3 Prüfer erkannten zwar die abweichende Probe richtig, gaben aber keiner der beiden den Vorzug und bewerteten sie lediglich als unterschiedlich.

Da die Einzelergebnisse der Dreieckstests sehr unterschiedlich ausfielen und zudem in recht unübersichtlicher Form vorlagen, wurden die Ergebnisse nach weißen und roten Rebsorten getrennt verrechnet und grafisch dargestellt. Tabelle 12 dient als Beispiel für eine derartige Berechnung.

Tabelle 12: Berechnungsbeispiel Dreieckstests

K (1) <=> S (2)											
Serie	n	1↑2	2↑1	1≠2	Sign.	Summe	1↑2 [%]	2↑1 [%]	1≠2 [%]	Summe [%]	
1	13	2	3	3	ja	8	25	38	38	100	
2	13	1	5	4	ja	10	10	50	40	100	
3	nicht signifikant				nein	0					
4	nicht signifikant				nein	0					
Anzahl					4						
Summe					2						
Prozent gesamt					50						
Mittelwert							18	44	39	100	
Werte Diagramm							9	22	19	50	

In dem vorliegenden Fall wurden die Varianten Kontrolle und Saccharose in vier Dreieckstests gegeneinander verkostet. In zwei dieser Tests konnten die Prüfer signifikante Unterschiede zwischen den beiden Varianten herausfinden. Serie 1 wurde beispielsweise von 13 Prüfern verkostet. Insgesamt erkannten acht Panelteilnehmer die abweichende Probe richtig. Hiermit war die Signifikanz des Ergebnisses gegeben. Von diesen acht richtigen Nennungen bevorzugten zwei Prüfer (25 %) die Probe 1 (Kontrolle) und drei Prüfer (38 %) die Probe 2 (Saccharose). Drei Prüfer (38 %) waren unentschlossen, welcher Probe sie den Vorzug geben sollten, und bewerteten sie lediglich als voneinander abweichend. Nachdem

alle Testergebnisse eingetragen waren, erfolgte die Berechnung des Mittelwertes der jeweiligen Präferenzen. Um die Werte in einem Diagramm darstellen zu können, galt es, eine Aufgliederung der Anteile auf den Anteil der signifikant ausgefallenen Dreieckstests vorzunehmen. In dem vorliegenden Fall wurden in zwei von vier Dreieckstest (50 %) signifikante Unterschiede erkannt. Von diesen zwei Tests wurde die Variante 1 durchschnittlich in 18 % der Fälle bevorzugt. Da allerdings nur aus 50 % der durchgeführten Tests ein signifikantes Ergebnis resultierte, bedurfte es einer anteiligen Umrechnung der verbliebenen 18 %; in diesem Beispiel ergeben sich somit 9 %. Zum besseren Verständnis sind die Ergebnisse dieser Berechnung in Abbildung 19 noch einmal dargestellt. Die spätere Präsentation der Ergebnisse erfolgt ebenfalls anhand von ähnlich strukturierten Diagrammen.

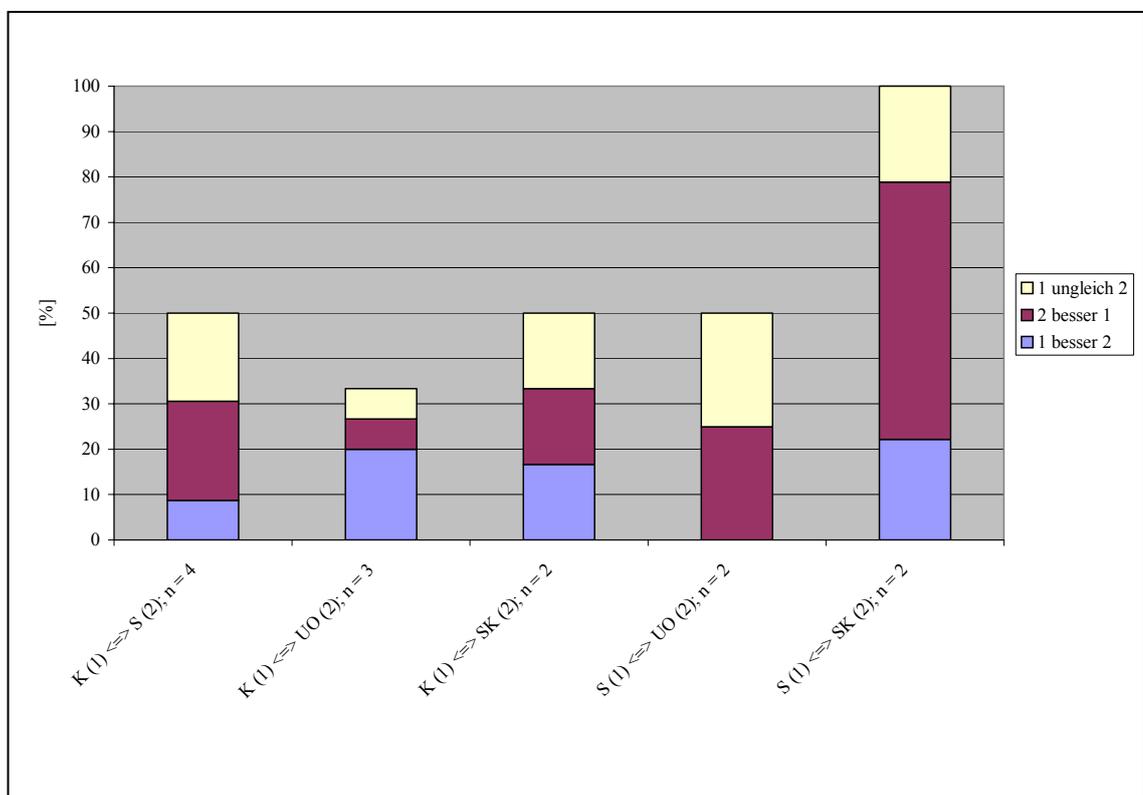


Abbildung 19: Ergebnisse der Dreieckstests

3.8.2 Deskriptive Prüfung

Für die Auswertung der deskriptiven Prüfung wurde eine neue Art der Berechnung und Darstellung der Ergebnisse entwickelt. Die herkömmliche Methode der Darstellung im Netzdiagramm bietet den Nachteil, dass nicht berücksichtigt wird, inwieweit jeder Prüfer die vorhandene Skala ausnutzt. Auch die Güte der Ergebnisse aus statistischer Sicht wird hier nicht berücksichtigt. Bei der Auswertung der deskriptiven Prüfung bestand das Interesse

während der Herbstkampagnen 1999 und 2000 vor allem darin, herauszufinden inwieweit sich die übrigen Varianten von der Kontrollvariante unterscheiden. Aus diesem Grund wurde die prozentuale Veränderung jedes Attributes im Vergleich zur Kontrollvariante dargestellt. In einem ersten Schritt ermittelte man die Spanne der verwendeten Intensitäten für jeden Prüfer und jedes Attribut und setzte diese Spanne anschließend gleich 100 %. Anschließend wurde für jede der verbleibenden Varianten die Veränderung in Bezug zur Kontrollvariante in Prozent ermittelt. Dies wurde für jedes Attribut und für jeden Prüfer durchgeführt. Abschließend erfolgte die Berechnung des Mittelwertes über alle Prüfer. Dieser konnte dann in Form eines Netzdiagramms eine grafische Darstellung erfahren. In Tabelle 13 ist eine derartige Berechnung exemplarisch dargestellt.

Tabelle 13: Berechnungsbeispiel Deskriptive Prüfung 1999

Attribut	K	S	UO	VD	Spanne	Veränderung S	Veränderung UO	Veränderung VD
Brombeere	4	6	6	4	2	100	100	0

Abbildung 20 veranschaulicht die Ergebnisse der deskriptiven Prüfung in Gestalt eines Netzdiagramms.

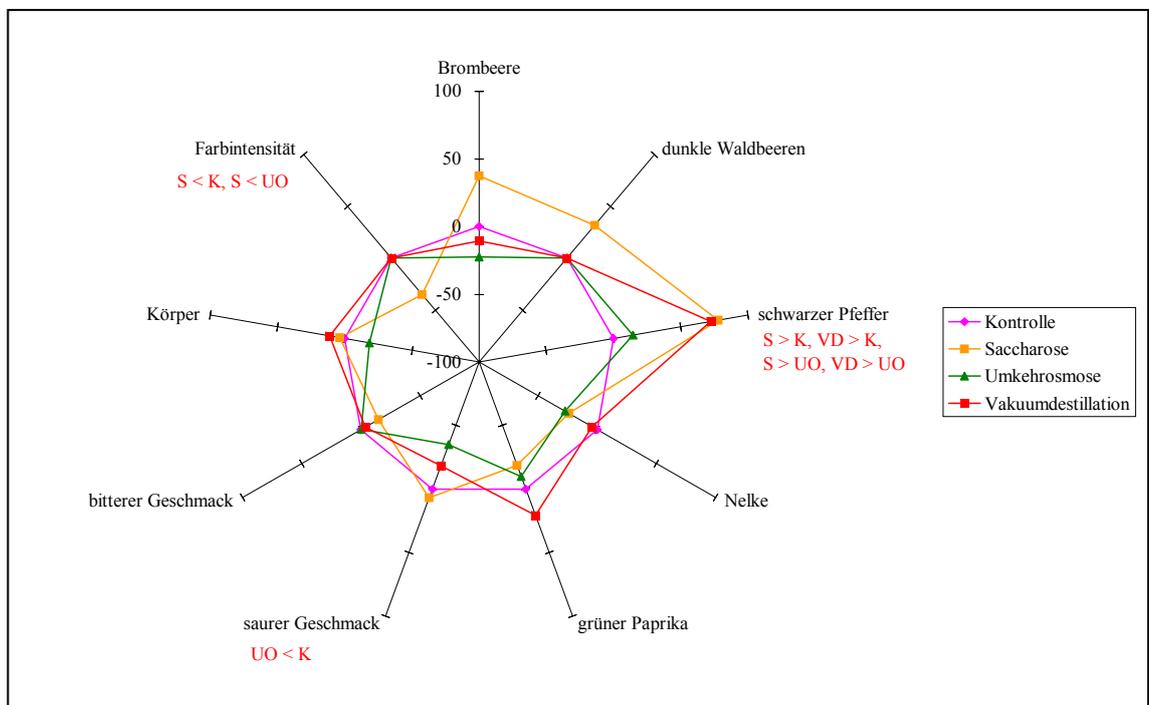


Abbildung 20: Beispiel Netzdiagramm Deskriptive Prüfung 1999

Diese Art der Darstellung alleine gibt allerdings noch keine Auskunft darüber, inwieweit die Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten wirklich statistisch gesichert sind. Aus

diesem Grund wurde für jedes Attribut das 95 % - Konfidenzintervall für den Mittelwert berechnet, welches angibt, dass der wahre Mittelwert der Stichprobe mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % in diesem Intervall liegt. Abbildung 21 zeigt ein Diagramm solcher Konfidenzintervalle.

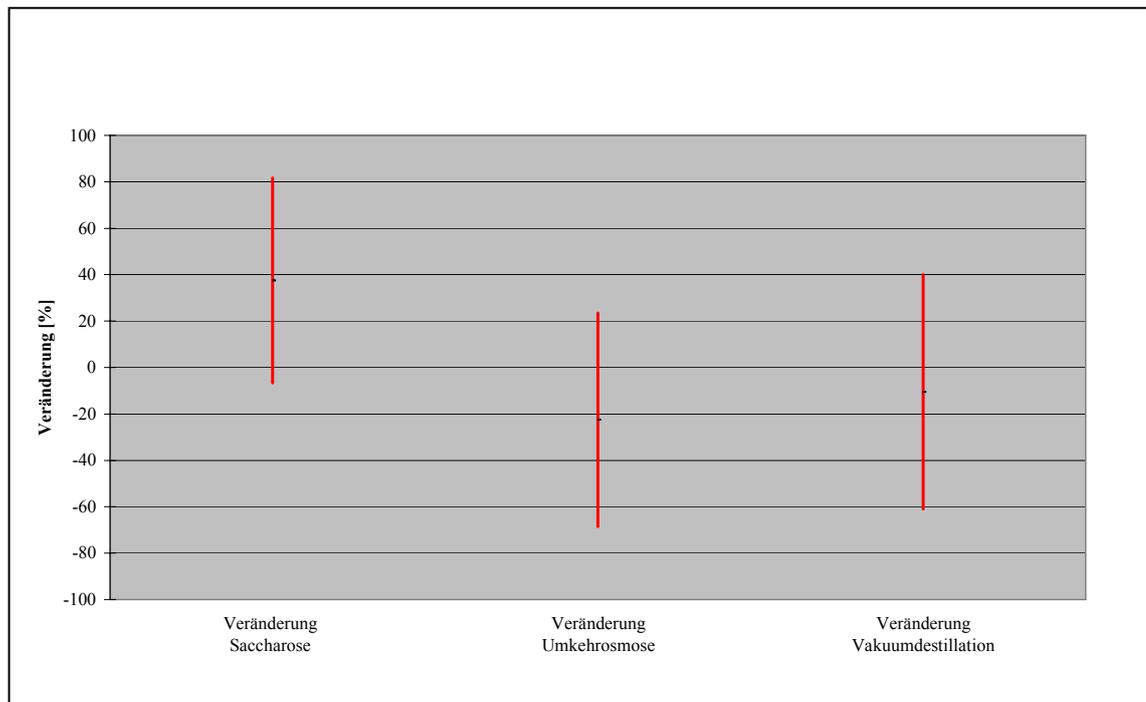


Abbildung 21: Beispiel 95 % - Konfidenzintervall für den Mittelwert (Attribut Brombeere)

An diesem Beispiel wird deutlich, dass die Nullprozentmarke (entspricht der Kontrollvariante) bei allen drei Verfahren innerhalb des Konfidenzintervalls liegt. Dies bedeutet, dass in der Intensität des Brombeeraromas aus statistischer Sicht kein Unterschied zwischen den drei angereicherten Varianten und der Kontrollvariante besteht. Auch zwischen den angereicherten Varianten ist kein Unterschied auszumachen, da sich die Intervalle überlappen. Würde man Abbildung 20 alleine betrachten, könnte man vermuten, dass die chaptalisierte Variante ein intensiveres Brombeeraroma als die Vergleichsvarianten besitzt; dies ist allerdings bei genauerer Betrachtung des Sachverhaltes aus statistischer Sicht nicht zu belegen. Ließ sich ein statistisch gesicherter Unterschied in der Intensität einzelner Attribute zwischen den betrachteten Varianten nachweisen, wurde dieser direkt in dem Netzdiagramm (Abbildung 20) vermerkt. In allen anderen Fällen sind die Varianten aus statistischer Sicht als gleich zu betrachten.

3.8.3 Rangordnungsprüfung

Bei der Darstellung der einzelnen Ergebnisse der Rangordnungsprüfungen wurde kein besonderes Berechnungsverfahren angewendet, sondern lediglich die Rangziffern der betreffenden Varianten zur besseren Darstellung der signifikanten Unterschiede in einem Diagramm festgehalten. Da bei der Rangordnungsprüfung nur dann signifikante Unterschiede zwischen einzelnen Varianten gegeben sind, wenn sich die Rangziffern um einen Betrag > 1 unterscheiden, wurde dieses Intervall zur Beurteilung, ob signifikante Unterschiede gegeben sind, jeweils mit den Rangziffern in das Diagramm (Abbildung 22) eingetragen.

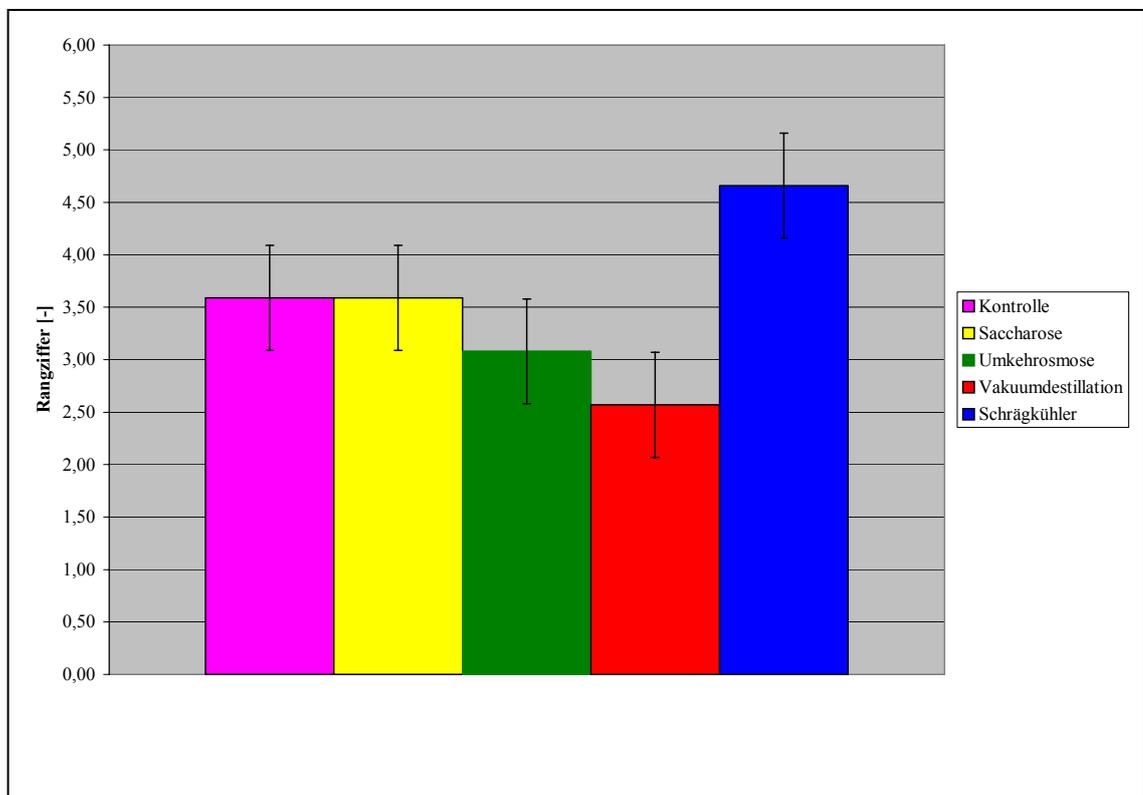


Abbildung 22: Rangordnungsprüfung

Die Varianten Umkehrosmose und Vakuumdestillation sind demnach aus statistischer Sicht als gleich anzusehen, da sich die Rangziffern nicht um einen Betrag >1 unterscheiden, was aus den eingezeichneten Intervallen hervorgeht. Im Gegensatz dazu wurde die Variante der Gefrierkonzentrierung mittels Schrägkühler in diesem Beispiel signifikant schlechter beurteilt als die Vakuumdestillation.

3.8.4 Platzierungsindex

Bei der Auswertung der Rangordnungsprüfungen stellte sich das Problem, dass es zwar gelang, signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten einer Serie nachzuweisen, die Bevorzugung bestimmter Varianten aber von Versuchsserie zu Versuchsserie sehr unterschiedlich war. Daher bemühte man sich, die Ergebnisse aller Serien zusammenzufassen, um auf diese Weise ein ganzheitliches Bild der Rangfolge der verschiedenen Varianten zu erhalten. In Anbetracht der Tatsache, dass bei der Umwandlung von Platzziffern in Rangziffern allerdings die Anzahl der in einer Serie enthaltenen Varianten mit in die Berechnung eingeht, reichte es nicht aus, einfach den Mittelwert der Rangziffern für ein Verfahren über alle Versuchsserien zu bilden. Es musste ein neuer Rechenalgorithmus entwickelt werden, der diesem Problem Rechnung trägt. Des Weiteren galt es zu berücksichtigen, in wie vielen Versuchsserien ein Verfahren beteiligt war und wie viele verschiedene Varianten in diesen Serien vorkamen. Der Grundgedanke dieses Verfahrens liegt in einer Zuteilung von Prozentpunkten für jede Variante. Je näher eine Variante an die möglichen 100 % gelangt, desto schlechter ist diese. Im Folgenden soll dieses Rechenverfahren kurz dargestellt werden (Tabelle 14).

Im ersten Schritt wird eine maximale Anzahl an Varianten festgelegt, bei der die Obergrenze von 1 (entspricht 100 %) erreicht ist. Sind weniger Varianten in einer Versuchsserie vorhanden, verringert sich die Obergrenze anteilig. Dies bedeutet, dass im vorliegenden Fall die Obergrenze von 1 bei fünf verschiedenen Varianten erreicht wäre. Bei nur vier verschiedenen Varianten würde sich diese Obergrenze auf 0,8 verringern. Eine derartige Transformation stellt sicher, dass eine Variante, die beispielsweise in einer Serie mit nur vier Komponenten den letzten Platz belegt, besser bewertet wird, als eine andere Variante, die in einer Serie von fünf Komponenten den letzten Platz einnimmt. Anschließend wurde anhand der Platzziffern die Rangfolge der einzelnen Varianten festgelegt. Aus den bereits genannten mathematischen Gründen bzw. der Tatsache, dass bei unterschiedlicher Anzahl von Varianten in einer Serie die Rangziffern nicht direkt vergleichbar sind, musste man hier die Platzziffer verwenden. Dies bedeutet allerdings, dass die später gewonnenen Ergebnisse nicht statistisch abgesichert sind. In einem nächsten Schritt erfolgte für jede Variante einer Serie die Berechnung der so genannten Platzierungsziffer. Hierzu wurde das Intervall von 0 bis zur der Anzahl an Varianten einer Serie analogen Obergrenze in verschieden große, den Plätzen äquivalente, Bruchstücke unterteilt. Bei einer Anzahl von fünf Varianten und einer

hieraus resultierenden Obergrenze von 1 ergeben sich $1 + 2 + 3 + 4 + 5 = 15$ gleich große Teile dieses Intervalls.

Tabelle 14: Berechnungsbeispiel Platzierungsindex

Serie	Platzziffer				
	K	S	UO	VD	Kryo
1999er Spätburgunder / Rheingau	3,16	2,04	2,40	3,16	4,16
Platz	3	1	2	3	5
Obergrenze	1	1	1	1	1
Anzahl	5	5	5	5	5
Platzierungsziffer	0,20	0,07	0,13	0,20	0,33
Minimum Platzierungsziffer	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
Maximum Platzierungsziffer	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
1999er Portugieser / Pfalz	3,77	2,58	1,88	1,77	
Platz	4	3	2	1	
Obergrenze	0,8	0,8	0,8	0,8	
Anzahl	4	4	4	4	
Platzierungsziffer	0,32	0,24	0,16	0,08	
Minimum Platzierungsziffer	0,08	0,08	0,08	0,08	
Maximum Platzierungsziffer	0,32	0,32	0,32	0,32	
1999er Dornfelder / Pfalz	2,88	2,31	2,58	2,23	
Platz	4	2	3	1	
Obergrenze	0,8	0,8	0,8	0,8	
Anzahl	4	4	4	4	
Platzierungsziffer	0,32	0,16	0,24	0,08	
Minimum Platzierungsziffer	0,08	0,08	0,08	0,08	
Maximum Platzierungsziffer	0,32	0,32	0,32	0,32	
Summe Platzierungsziffer	0,84	0,47	0,53	0,36	0,33
Summe Minimum Platzierungsziffer	0,23	0,23	0,23	0,23	0,07
Summe Maximum Platzierungsziffer	0,97	0,97	0,97	0,97	0,33
Summe Maximum - Summe Minimum	0,75	0,75	0,75	0,75	0,27
Summe Platzierungsziffer - Summe Minimum	0,61	0,24	0,31	0,13	0,27
Platzierungsindex	0,82	0,32	0,41	0,18	1,00

Dementsprechend teilt man Platz eins $1/15$ des Intervalls zu, Platz zwei $2/15$, Platz drei $3/15$, Platz vier $4/15$ und Platz fünf $5/15$. Des Weiteren erfolgt für jede Variante einer Serie die Angabe der minimal erreichbaren Platzierungsziffer (entspricht Platz 1) und der maximal erreichbaren Platzierungsziffer (entspricht dem letzten Platz). Nachdem diese Prozedur für jede Versuchsserie durchgeführt wurde, nahm man die Zusammenfassung der Teilergebnisse vor. Hierfür erfolgt die Berechnung der Summe der Platzierungsziffer über alle Serien. Weiterhin wird die Summe des Minimums der Platzierungsziffer für jedes Verfahren (entspricht dem bestmöglichen Fall) und des Maximums der Platzierungsziffer für jedes Verfahren (entspricht dem schlechtesten Fall) gebildet. Die Berechnung der Differenz zwischen der Summe des Maximums der Platzierungsziffer und der Summe des Minimums der Platzierungsziffer ergibt die Größe des Intervalls, die für jedes Verfahren zur Verfügung steht (entspricht 100 %). Die Berechnung der Differenz zwischen der Summe der Platzierungsziffer und der Summe des Minimums der Platzierungsziffer hingegen weist die tatsächlich für ein Verfahren vergebenen prozentualen Anteile an diesem Intervall aus. Das

Ergebnis des gesamten Rechenverfahrens, der so genannte Platzierungsindex, errechnet sich als der Quotient aus diesen beiden Intervallen und kann definitionsgemäß Werte zwischen null und eins annehmen. Dieses so gewonnene Intervall der Größe eins wird abschließend in gleich große Teile, analog der maximal vorhandenen Anzahl an Varianten, untergliedert. Hieraus ergeben sich die jeweiligen Platzierungen für jede Variante. Je größer der Platzierungsindex eines Verfahrens ausfällt, desto schlechter wird dieses bewertet. In dem vorliegenden Fall mit fünf verschiedenen Varianten ergäbe sich folgende Einteilung der Plätze:

- Platz 1: Platzierungsindex 0,00 – 0,20
- Platz 2: Platzierungsindex 0,21 – 0,40
- Platz 3: Platzierungsindex 0,41 – 0,60
- Platz 4: Platzierungsindex 0,61 – 0,80
- Platz 5: Platzierungsindex 0,81 – 1,00

Anhand eines Beispiels soll die grafische Darstellung der Platzierungsindices dargelegt werden (Abbildung 23).

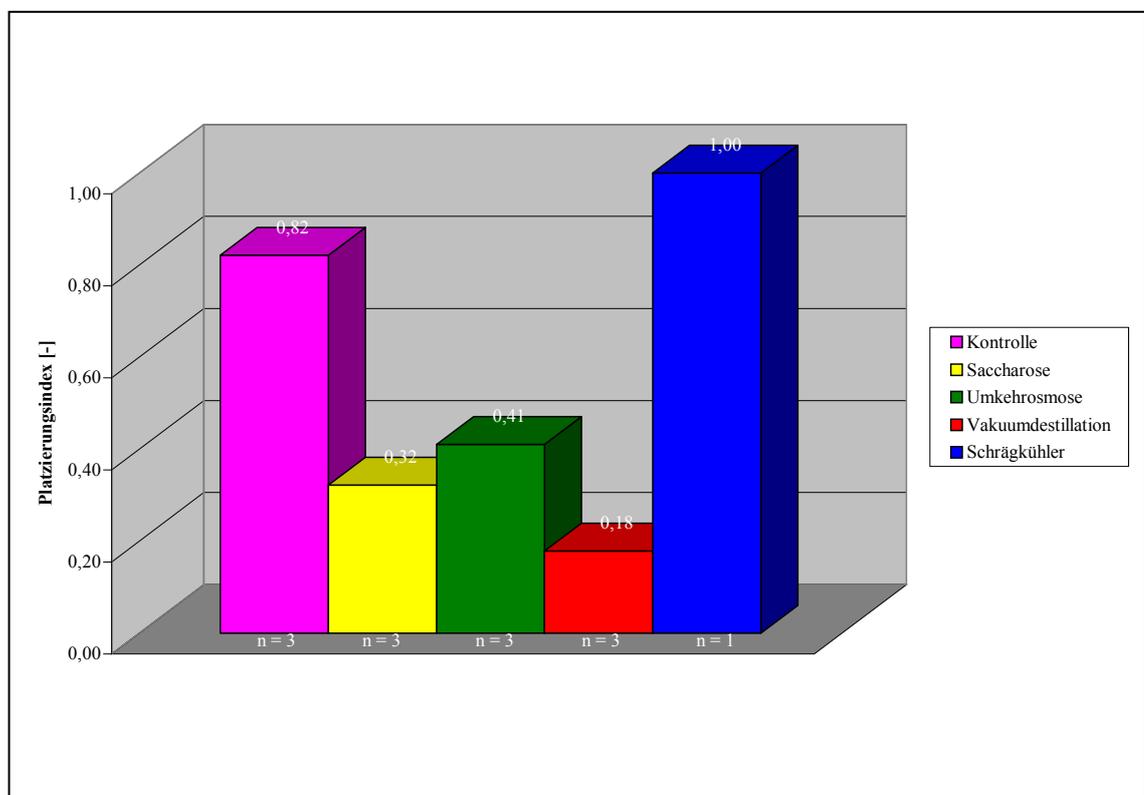


Abbildung 23: Platzierungsindex

Demnach belegt die Vakuumdestillation bei den 1999er Rotweinen Platz 1, die Saccharose Platz 2, die Umkehrosiose Platz 3 und die Varianten Kontrolle und Schrägkühler teilen sich

Platz 5. Die gefrierkonzentrierte Variante war in diesem Beispiel in nur einer Versuchsserie vertreten und belegte in der Rangordnungsprüfung den letzten Platz. Aus diesem Grund ergibt sich in der abschließenden Berechnung des Platzierungsindex der Wert 1,00.

4. Ergebnisse

Die Präsentation der Ergebnisse gliedert sich in mehrere Bereiche. Eingangs werden die Herbstkampagnen 1999 bis 2001 separat dargestellt. Da die Einzelergebnisse der betreffenden Versuchsserien recht unterschiedlich ausfielen, gestaltete es sich schwierig, einen ganzheitlichen Überblick zu schaffen. Demzufolge strebte man eine Zusammenfassung der Einzelergebnisse an. Die Präsentation der Ergebnisse liegt daher aus analytischer Sicht in Form der Teilbereiche der standardisierten Anreicherung und des relativen Übergangs wertgebender Mostinhaltsstoffe vor. Aus sensorischer Sicht unterscheidet man die Teilbereiche Dreieckstest, deskriptive Prüfung und Rangordnungsprüfung voneinander. Abschließend werden die Ergebnisse dieser drei Versuchsjahre zusammenhängend in einem gesonderten Kapitel betrachtet. Das vordergründige Interesse bei den durchgeführten Versuchen lag in einem allgemeinen Verfahrensvergleich der Varianten Kontrolle, Saccharose, Umkehrosmose, Vakuumdestillation und Schrägkühler. In Anbetracht dieser Tatsache erfolgt anfangs nur die Präsentation dieser Ergebnisse. Im Anschluss werden dann die aus den Ergebnissen abgeleiteten Alternativen zur Mostkonzentrierung und weiterführende Versuche vorgestellt. Die Ergebnisse der beteiligten Institutionen bezüglich der Untersuchungen der Unreifefaktoren und der Entwicklung einer Nachweismethode der Mostkonzentrierung werden ebenfalls gesondert betrachtet. Abschließend erfolgt eine betriebswirtschaftliche Gegenüberstellung der verschiedenen Anreicherungsverfahren.

4.1 Ergebnisse der Herbstkampagne 1999

Im ersten Versuchsjahr stand ein erster allgemeiner Verfahrensvergleich der verschiedenen zur Verfügung stehenden Methoden der Anreicherung im Vordergrund. Neben den substraktiven Anreicherungsverfahren Umkehrosmose, Vakuumdestillation und Gefrierkonzentrierung erfolgte der Ausbau einer additiv angereicherten Variante, der Saccharose, und einer unbehandelten Kontrollvariante. Die Konzentrierung mittels Umkehrosmose und Vakuumdestillation wurde durch einen Lohnunternehmer vor Ort in den jeweiligen beteiligten Betrieben durchgeführt. Die Gefrierkonzentrierung mittels Schrägkühler sowie der gesamte Versuchsausbau erfolgten in Geisenheim. Auf Grund der teilweise großen Entfernungen zwischen den Weingütern und Geisenheim ergaben sich vereinzelt logistische Probleme bezüglich des Transportes der zur Gefrierkonzentrierung benötigten Trauben, so dass es leider nicht gelang, diese Variante in allen Versuchsserien zu realisieren. Eine weitere Schwierigkeit trat im Hinblick auf die Homogenität des zur Verfügung gestellten Traubenmaterials zu Tage. Konnte diese Homogenität nicht gewährleistet werden, strich

man diese Variante ebenfalls aus dem Versuchsplan. Es wurden sowohl weiße als auch rote Rebsorten unterschiedlichster Qualitäten aus dem gesamten Bundesgebiet verwendet, um die Allgemeingültigkeit der gewonnenen Erkenntnisse zu verbessern.

Im Folgenden soll der Versuchsplan der Herbstkampagne 1999 (Tabelle 15) kurz dargestellt werden. Detailliertere Angaben zu den einzelnen Versuchsserien sind dem Anhang (siehe 8.1) zu entnehmen.

Tabelle 15: Versuchsserien der Herbstkampagne 1999

Serie	Rebsorte	Anbaugebiet	Varianten
1	Müller-Thurgau	Rheinhessen	K, S, UO, VD
2	Grauer Burgunder	Baden	K, S, UO, VD, SK
3	Riesling	Rheingau	K, S, UO, VD, SK
4	Gewürztraminer	Pfalz	K, S, UO, VD
5	Weißburgunder	Pfalz	K, S, UO, VD
6	Riesling	Mosel-Saar-Ruwer	K, S, UO, SK
7	Riesling	Mosel-Saar-Ruwer	K, S, UO, VD, SK
8	Silvaner	Franken	K, S, UO, VD, SK
9	Riesling	Württemberg	K, S, UO, VD
10	Portugieser	Pfalz	K, S, UO, VD
11	Dornfelder	Pfalz	K, S, UO, VD
12	Spätburgunder	Rheingau	K, S, UO, VD, SK

Da die Versuche für das gesamte Bundesgebiet durchgeführt werden sollten, bemühte man sich, für jedes Weinanbaugebiet typische Rebsorten auszuwählen. Für Rheinhessen wurde daher Müller-Thurgau, für Baden Grauer Burgunder, für das Rheingau Riesling und Spätburgunder, für die Pfalz Gewürztraminer, Weißburgunder, Portugieser und Dornfelder, für die Mosel Riesling, für Franken Silvaner und für Württemberg Riesling gewählt.

Standardisierte Anreicherung

Eine Berechnung der standardisierten Anreicherung erfolgte sowohl im Most- als auch im Weinstadium. Eine detaillierte Auflistung der zur Berechnung verwendeten Most- bzw. Weinanalysen der einzelnen Versuchsserien befindet sich im Anhang (siehe 8.1). Im Moststadium wurden die Wein-, Äpfel-, Shikimi- und Zitronensäure, die Zucker Glucose und Fructose, die Kationen Ammonium, Kalium, Calcium und Magnesium und die Gesamtphenole näher betrachtet. Die Auswertung der übrigen Analysenwerte unterblieb, da sie sich größtenteils aus diesen Werten errechnen, wie beispielsweise der Extrakt. Auf eine Auswertung der Farbe bei Rotweinen wurde im Moststadium ebenfalls verzichtet, weil in den Proben enthaltene Schalenanteile die Ergebnisse verzerren könnten.

Im Weinstadium erfolgte die Berechnung der standardisierten Anreicherung für die Säuren Weinsäure, Äpfelsäure, Shikimisäure und Zitronensäure, das Glycerin, die Kationen Ammonium, Kalium, Calcium und Magnesium, die Extinktionen bei 420, 520 und 620 nm und die Gesamtphenole.

Zur Berechnung der standardisierten Anreicherung im Moststadium wurden nur die Ergebnisse der nicht angegorenen Versuchsvarianten herangezogen, da ansonsten die Ergebnisse in verzerrter Form erscheinen könnten. Das Gleiche gilt sowohl bei Most als auch bei Wein für Varianten, die einen biologischen Säureabbau begonnen bzw. durchlaufen hatten. Falls die Restzuckergehalte der Weine mit Fructose ausgeglichen waren, zog man zur Berechnung der standardisierten Anreicherung den Gesamtalkoholgehalt der Moste heran, da die im Weinstadium zugesetzte Fructose bei der Ermittlung des Gesamtalkohols mit erfasst wird, und somit eine höhere Anreicherung vortäuscht.

Die erste betrachtete Stoffgruppe stellen die Säuren dar. Die Auswertungsergebnisse sind Abbildung 24 und Abbildung 25 zu entnehmen. Im Moststadium ist die Anreicherung der Weinsäure unterproportional der Alkoholerhöhung bzw. kommt es teilweise sogar zu einer Abreicherung, was auf den bereits während der Konzentrierung ausfallenden Weinstein zurückzuführen sein dürfte. Bei der Saccharose tritt erwartungsgemäß ein Verdünnungseffekt auf, da sich die Chaptalisierung lediglich auf den Zuckergehalt auswirkt. Die Weinsäuregehalte des Schrägkühlers liegen besonders niedrig. Dieser Sachverhalt lässt sich durch die tiefen Temperaturen bei diesem Konzentrierungsverfahren und den hieraus resultierenden erhöhten Weinstein ausfall erklären.

Im Weinstadium wurde die Weinsäure bei allen vier betrachteten Varianten abgereichert und liegt, mit Ausnahme des Schrägkühlers, unter den Werten des Moststadiums. Dies erscheint plausibel, da während des Ausbaus und der Lagerung der Weine ein weiter Ausfall von Weinstein zu beobachten ist. Im Bereich des Schrägkühlers sei darauf verwiesen, dass die zur Berechnung herangezogenen Varianten im Most- und Weinstadium nicht immer identisch waren, da, wie bereits eingangs erwähnt, teilweise Varianten aus der Berechnung herausgenommen werden mussten. Hieraus können demzufolge kleinere Unterschiede in den Ergebnissen resultieren. Weiterhin stellt sich bei der gesamten Berechnung das Problem

der für statistische Berechnungen geringen Stichprobenumfänge, welches schließlich in den relativ großen Standardabweichungen bzw. Konfidenzintervallen zum Ausdruck kommt.

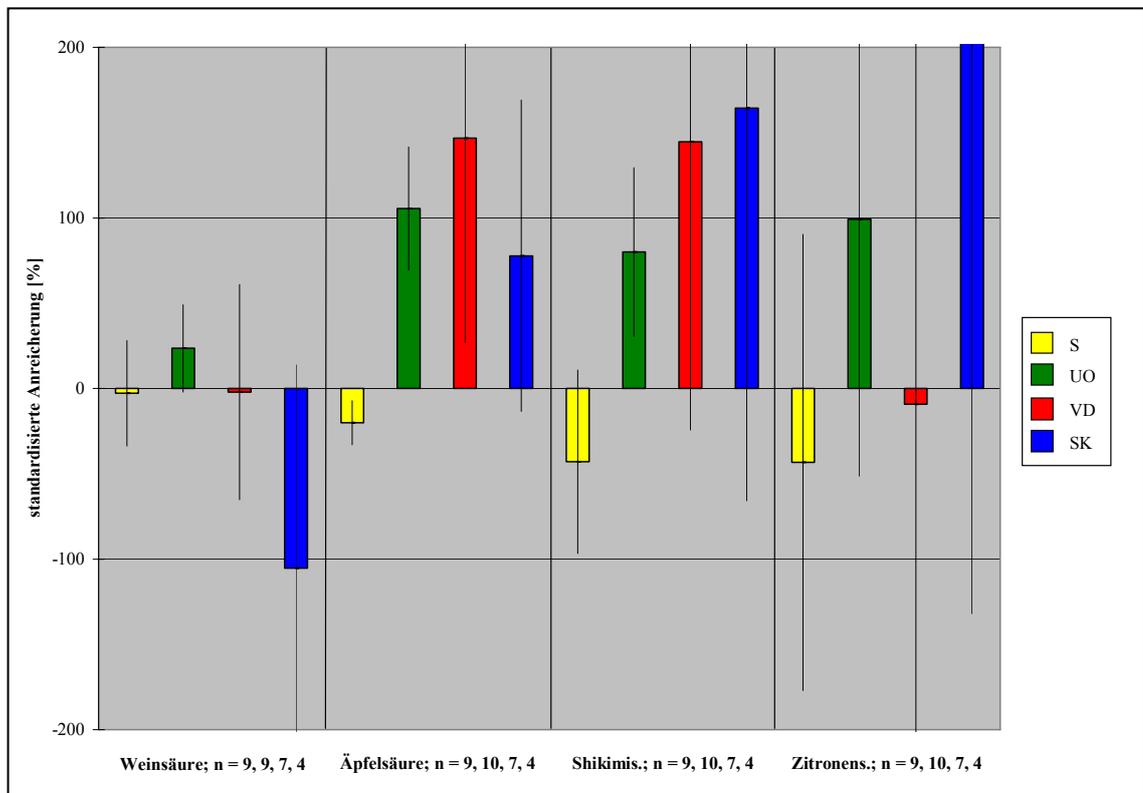


Abbildung 24: Standardisierte Anreicherung der Säuren im Moststadium

Die Äpfelsäure wird bei den drei Konzentrierungsverfahren im Moststadium erwartungsgemäß in gleicher Weise angereichert wie der Gesamtalkohol. Bei der Saccharose bewirkt der Verdünnungseffekt eine Abreicherung.

Im Weinstadium kommt es natürlich bei der Saccharose ebenfalls zu einer Abreicherung. Die Mittelwerte der Äpfelsäureanreicherung bei den drei Konzentrierungsverfahren liegen durchweg recht niedrig, was allerdings darauf zurückzuführen ist, dass einige Varianten geringe Gehalte an Milchsäure aufweisen, die durch einen beginnenden biologischen Säureabbau aus der Äpfelsäure gebildet wurden. Dies verzerrt die Ergebnisse in geringer Weise. Normalerweise kann aber auch hier davon ausgegangen werden, dass sich die Anreicherung der Äpfelsäure in gleicher Weise wie die des Gesamtalkohols vollzieht.

Im Bereich der Shikimisäure erfolgt sowohl im Most- als auch im Weinstadium für alle drei Konzentrierungsverfahren eine der Alkoholerhöhung äquivalente Anreicherung. Die relativ großen Schwankungen der Mittelwerte und die großen Konfidenzintervalle sind wohl auf

den schon angesprochenen geringen Stichprobenumfang zurückzuführen. Bei der Saccharose kommt es im Moststadium erwartungsgemäß zu einer Abreicherung; im Weinstadium erfolgt hingegen eine geringfügige Anreicherung, welche sich allerdings durch geringfügige Analysenungenauigkeiten erklären lässt.

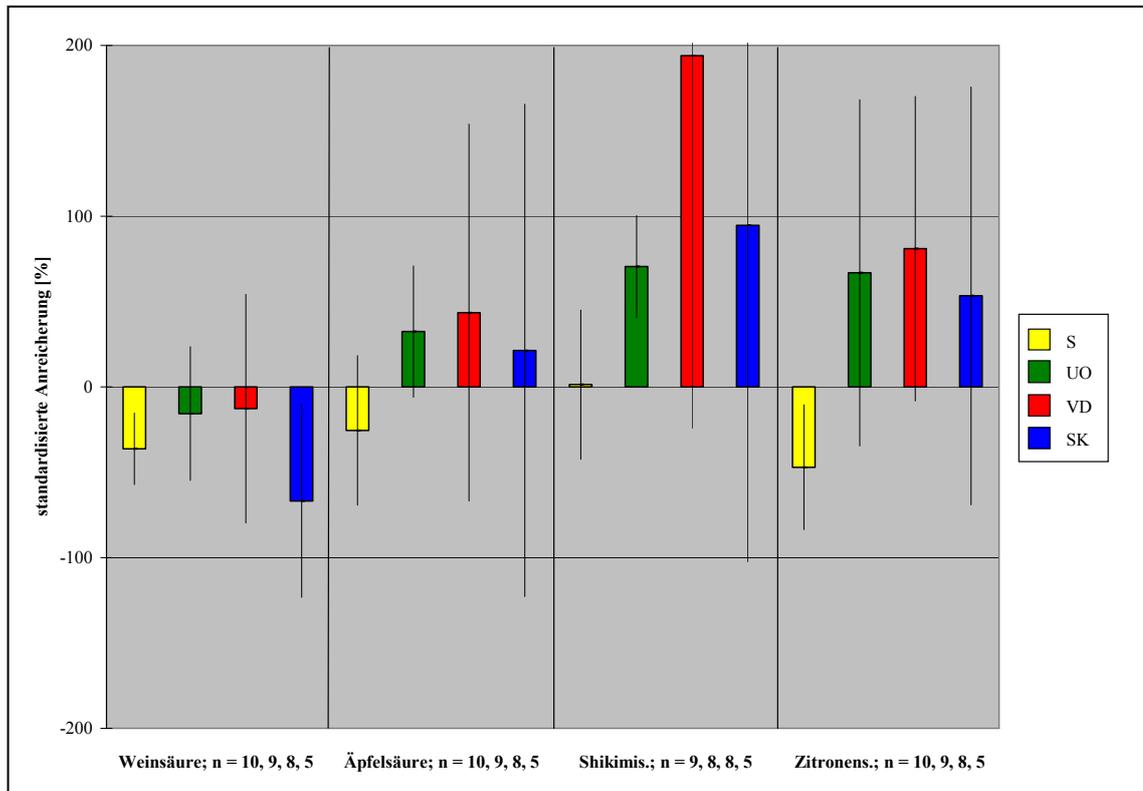


Abbildung 25: Standardisierte Anreicherung der Säuren im Weinstadium

Auch im Bereich der Zitronensäure ist aus statistischer Sicht für alle drei Konzentrierungsverfahren sowohl im Most- als auch im Weinstadium eine der Alkoholerhöhung äquivalente standardisierte Anreicherung nachzuweisen. Der niedrige Mittelwert der Zitronensäure bei der Vakuumdestillation und der hohe Wert bei dem Schrägkühler im Moststadium sind nicht zu erklären und verdeutlichen abermals die Problematik des geringen Stichprobenumfangs. Des Weiteren sind die Gehalte an Zitronensäure generell recht gering und liegen teilweise unterhalb der Nachweisgrenze von 0,1 g/l, was eine Auswertung zusätzlich erschwert und die Ergebnisse verzerrt. Bei der Saccharose kommt es zu beiden Analysenzeitpunkten zu der erwarteten Abreicherung.

Die nächste betrachtete Stoffgruppe stellen die Zucker Glucose und Fructose dar. Die Berechnung der standardisierten Anreicherung bezieht sich natürlich nur auf das Moststadium. Die Ergebnisse sind in Abbildung 26 dargestellt. Sowohl für Glucose als für

Fructose erfolgt die Anreicherung für alle vier Anreicherungsverfahren in gleicher Weise wie der Gesamtalkohol erhöht wird. Dies ist nicht weiter verwunderlich, da sich im Moststadium der Gesamtalkoholgehalt hauptsächlich durch die Zucker Glucose und Fructose ausdrückt. Die bei der Chaptalisierung eingesetzte Saccharose ist bis zur Analyse bereits weitestgehend in ihre Bestandteile Glucose und Fructose umgesetzt worden.

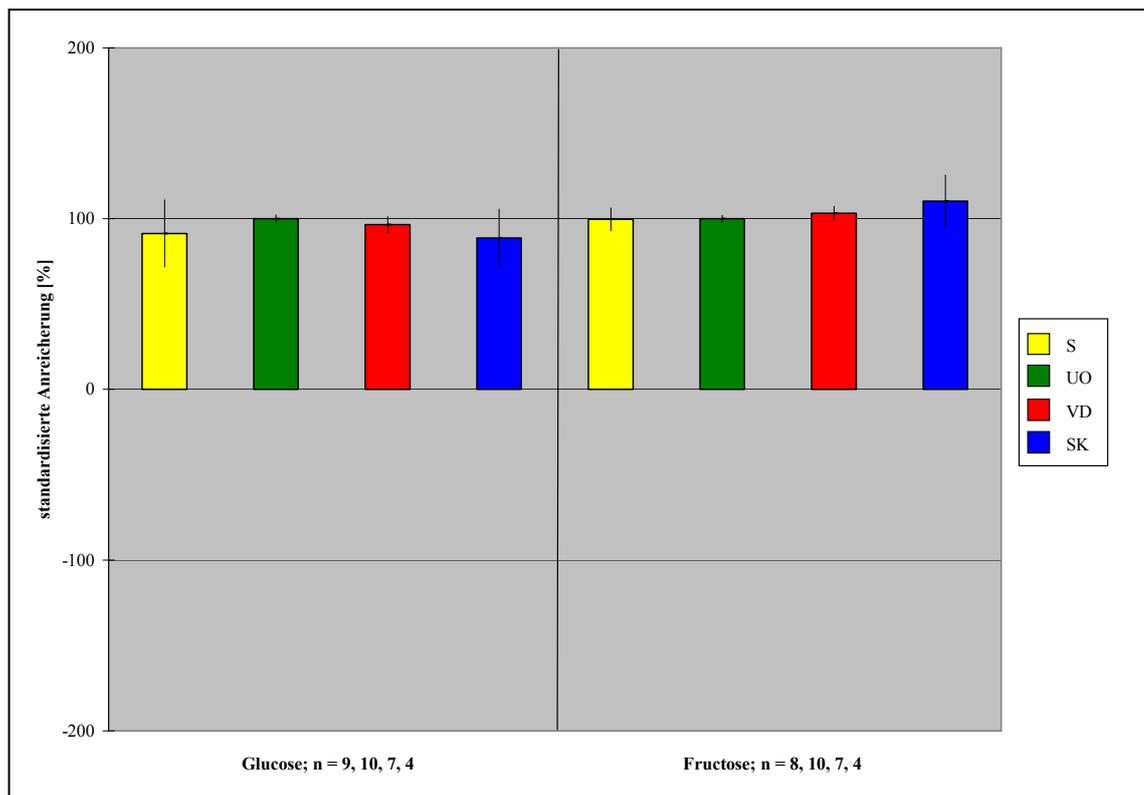


Abbildung 26: Standardisierte Anreicherung der Zucker im Moststadium

Im Weinstadium erfolgte die Betrachtung der Glyceringehalte. Die Ergebnisse der Berechnung der standardisierten Anreicherung gibt Abbildung 27 wieder. Aus statistischer Sicht ist auch hier davon auszugehen, dass bei allen vier Anreicherungsverfahren die Glyceringehalte in gleicher Weise angereichert werden, wie es zu einer Erhöhung des Gesamtalkoholgehaltes kommt. Die 100-Prozentmarke, die angibt, dass hier standardisierte Anreicherung und Gesamtalkoholerhöhung äquivalent sind, liegt für alle vier Varianten innerhalb des Konfidenzintervalls für den Mittelwert.

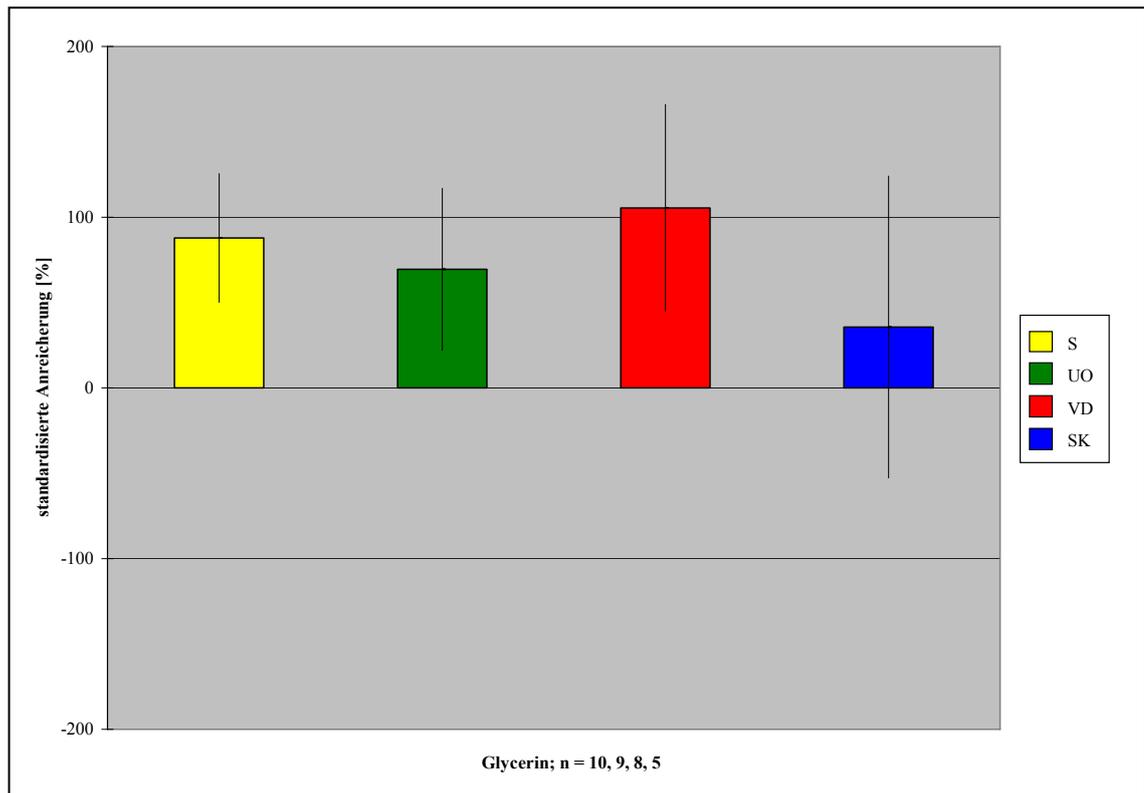


Abbildung 27: Standardisierte Anreicherung des Glycerins im Weinstadium

Im Folgenden wird die standardisierte Anreicherung der Kationen sowohl im Most- als auch im Weinstadium analysiert (Abbildung 28 und Abbildung 29).

Im Bereich des Ammoniums erfolgt im Moststadium bei allen drei Konzentrierungsverfahren aus statistischer Sicht eine der Gesamtalkoholerhöhung äquivalente standardisierte Anreicherung. Die teilweise recht hohen Mittelwerte sowie die hohe Anreicherung bei der Saccharose könnten darauf zurückzuführen sein, dass man die Moste in der Herbstkampagne 1999 mit einem Kombipräparat zur besseren Nährstoffversorgung der Hefe versetzte, welches unter anderem auch Ammonium enthielt und die Proben teilweise versehentlich nach dieser Zugabe gezogen wurden. Im Weinstadium ließ sich bei keiner der vier Varianten Ammonium nachweisen, da alles von der Hefe metabolisiert wurde.

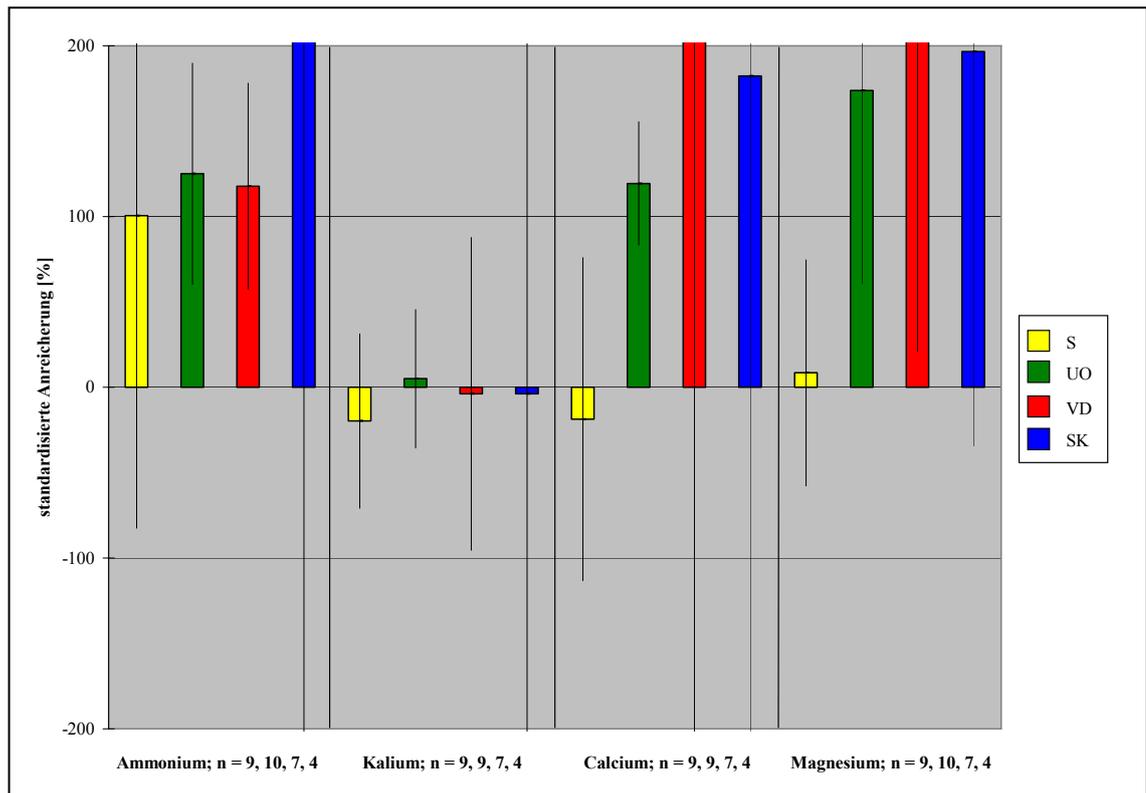


Abbildung 28: Standardisierte Anreicherung der Kationen im Moststadium

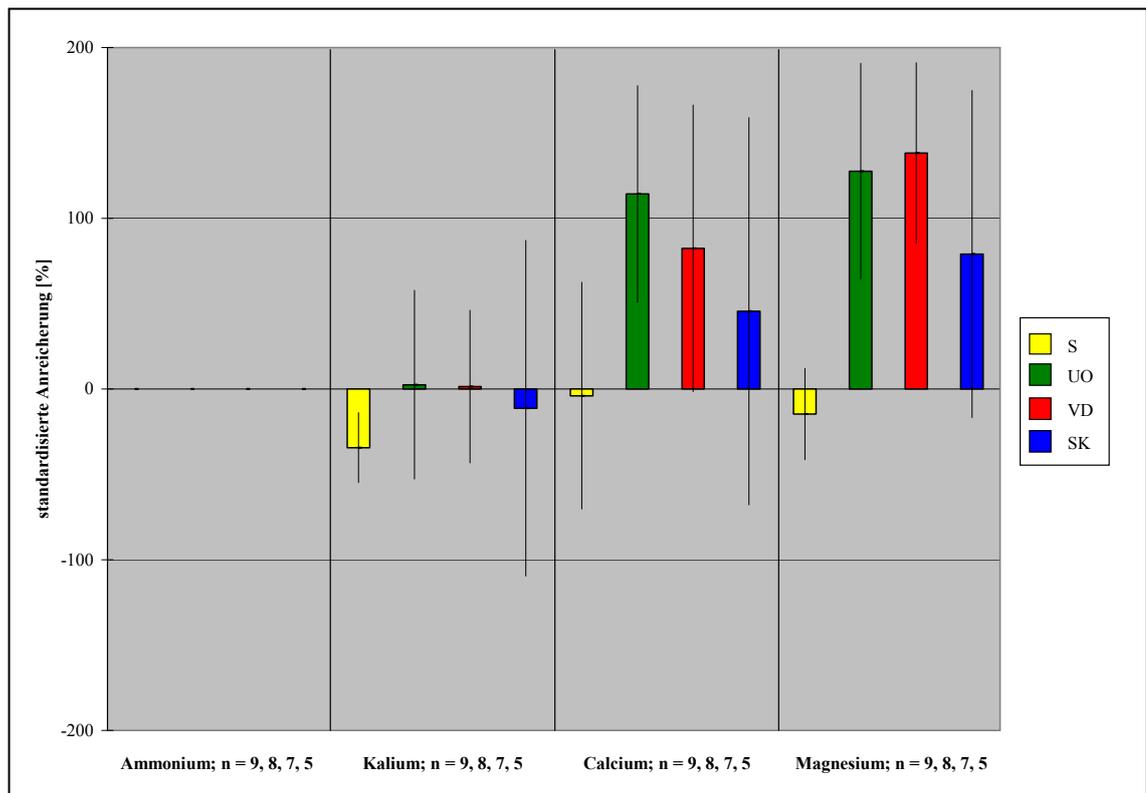


Abbildung 29: Standardisierte Anreicherung der Kationen im Weinstadium

Im Bereich des Kaliums zeigt sich bei allen vier Anreicherungsverfahren ein ähnliches Bild wie bei der Weinsäure; sowohl im Most- als auch im Weinstadium. Bei der

Saccharosevariante kommt es primär zu einer Verdünnung, während bei den konzentrierten Varianten infolge des überschrittenen Löslichkeitsproduktes für Weinsäure und Kalium Weinstein ausfällt. Demnach werden die Gehalte an Kalium in geringerem Maße angereichert als der Gesamtalkohol bzw. sogar abgereichert.

Calcium hingegen wird wiederum sowohl im Most als auch im Wein bei den konzentrierten Varianten in gleicher Weise angereichert, wie sich der Gesamtalkohol erhöht. Da die Chaptalisierung nur den Zuckergehalt erhöht, kommt es bei Calcium zu einer Verdünnung bzw. Abreicherung.

Gleiches gilt prinzipiell auch für Magnesium. Die auch in diesem Fall recht großen Konfidenzintervalle für den Mittelwert und die Zunahme der Magnesiumgehalte bei der Saccharose im Moststadium sind letztendlich wieder auf geringfügige Analyseungenauigkeiten bzw. den geringen Stichprobenumfang zurückzuführen.

Die nächste betrachtete Analysegruppe stellen die Extinktionen bei 420, 520 und 620 nm dar (Abbildung 30). Diese Werte geben die Farbintensitäten in den Bereichen braun, rot und violett an. Die Berechnung der standardisierten Anreicherung erfolgte nur bei Rotweinen. Bei den Mosten wurde auf eine Berechnung verzichtet, da in den Proben enthaltene Schalenanteile die Ergebnisse verzerren könnten. Bei Weißweinen erschien die Berechnung sinnlos, da die untersuchten Farbintensitäten bis auf die Brauntöne bei 420 nm nicht existieren.

Aufgrund der Tatsache, dass aus statistischer Sicht nur eine geringe Anzahl von Proben zur Verfügung stand, ist diese Grafik nur bedingt aussagekräftig. Von der Saccharose lagen zwei Proben vor; von den konzentrierten Varianten hingegen jeweils nur eine, weshalb auch keine Berechnung des Konfidenzintervalls für den Mittelwert erfolgen konnte. Bei der Saccharose kommt es auf Grund des Verdünnungseffektes erwartungsgemäß zu einer Aufhellung bzw. Abreicherung der Farbe. Bei der Umkehrosiose und der Vakuumdestillation vollzog sich eine, wenn auch geringe, Intensivierung der Farbe. Ein möglicher Erklärungsansatz für dieses Phänomen könnte darin begründet sein, dass im Bereich der Farbstoffe allgemein Polymerisations- und Kondensationsvorgänge ablaufen, die bei den beiden konzentrierten Varianten aufgrund der erhöhten Konzentration an Farbstoffen schneller ablaufen, was dann zu einem verstärkten Ausfällen dieser Komplexe führt. Dies hätte dann eine in Bezug zur

Gesamtalkoholerhöhung unterproportionale Anreicherung der Extinktionswerte zur Folge. Bei dem Schrägkühler kam es ebenfalls zu einer nicht unerheblichen Aufhellung; der fertige Wein glich eher einem Rosé als einem Rotwein. Dies ist allerdings auf das Konzentrierungsverfahren selbst zurückzuführen. Die technischen Gegebenheiten des Verfahrens des Schrägkühlers machten eine Maischeerhitzung bzw. Maischegärung unmöglich, so dass es nicht gelang, Farbe aus den Beerenhäuten zu extrahieren.

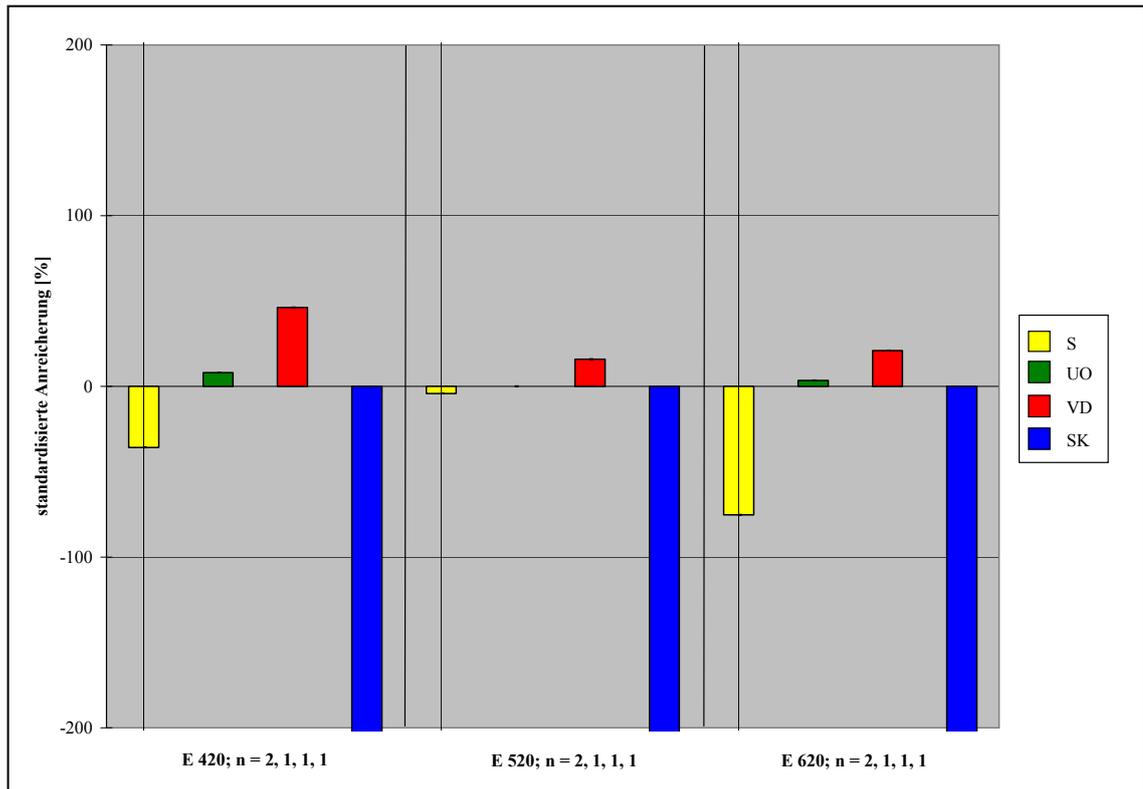


Abbildung 30: Standardisierte Anreicherung der Extinktionswerte im Weinstadium

Die letzte betrachtete Stoffgruppe bildeten die Gesamtphenole. Die standardisierten Anreicherungen im Most- und Weinstadium sind in Abbildung 31 und Abbildung 32 dargestellt. Im Moststadium kommt es bei der Saccharose wieder zu einem Verdünnungseffekt und somit zu einer Abreicherung der Gesamtphenole. Bei der Umkehrosmose und der Vakuumdestillation findet aus statistischer Sicht eine der Alkoholerhöhung äquivalente Anreicherung statt. Dies trifft zwar auch für den Schrägkühler zu, allerdings könnte ein weiterer Grund für den relativ hohen Mittelwert der standardisierten Anreicherung darin liegen, dass beim Mahlen der gefrorenen Trauben auch Kerne beschädigt wurden, woraus ein Anstieg des Gesamtphenolgehaltes resultierte.

Ein ähnlicher Sachverhalt zeigt sich auch bei den Weinanalysen. Lediglich die, auch aus statistischer Sicht, unterproportionale Anreicherung der Gesamtphenole bei der Umkehrosiose ist nicht zu erklären. Es wäre allerdings denkbar, dass sich Eiweiß-Gerbstoff-Komplexe gebildet haben und diese von der Umkehrosiose-Membran selbst oder einer Deckschicht auf der Membran zurückgehalten wurden.

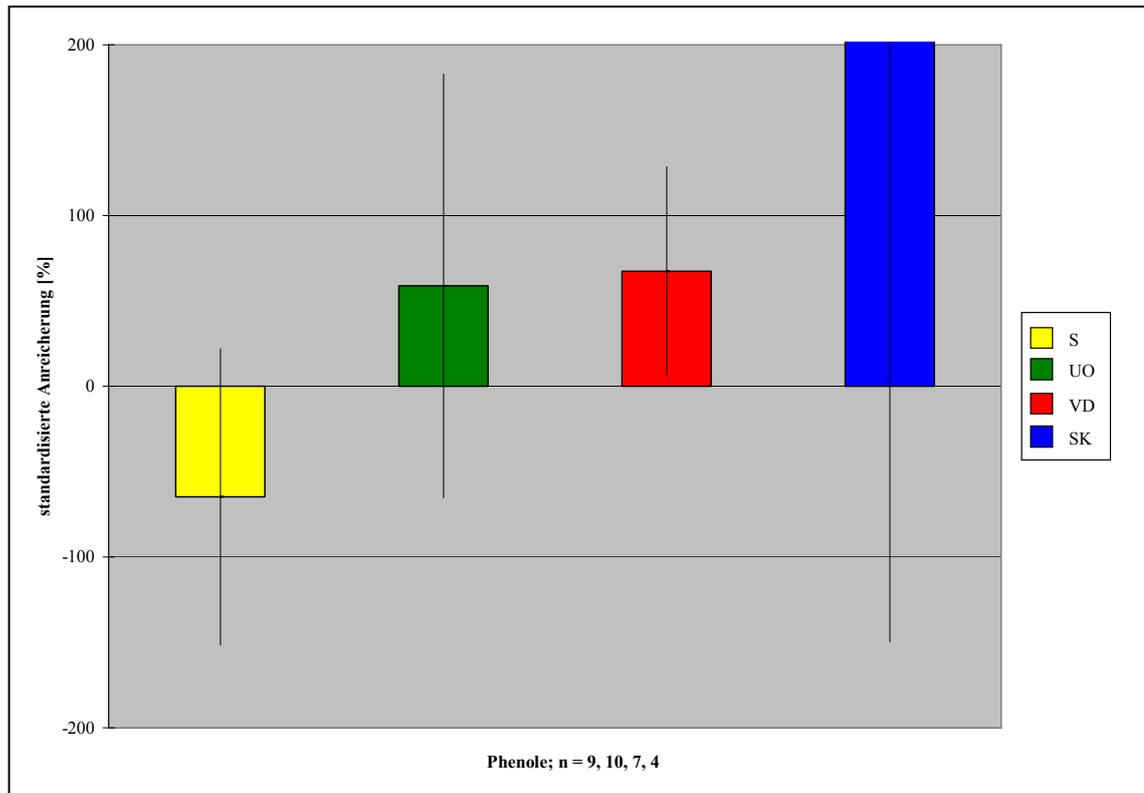


Abbildung 31: Standardisierte Anreicherung der Gesamtphenole im Moststadium

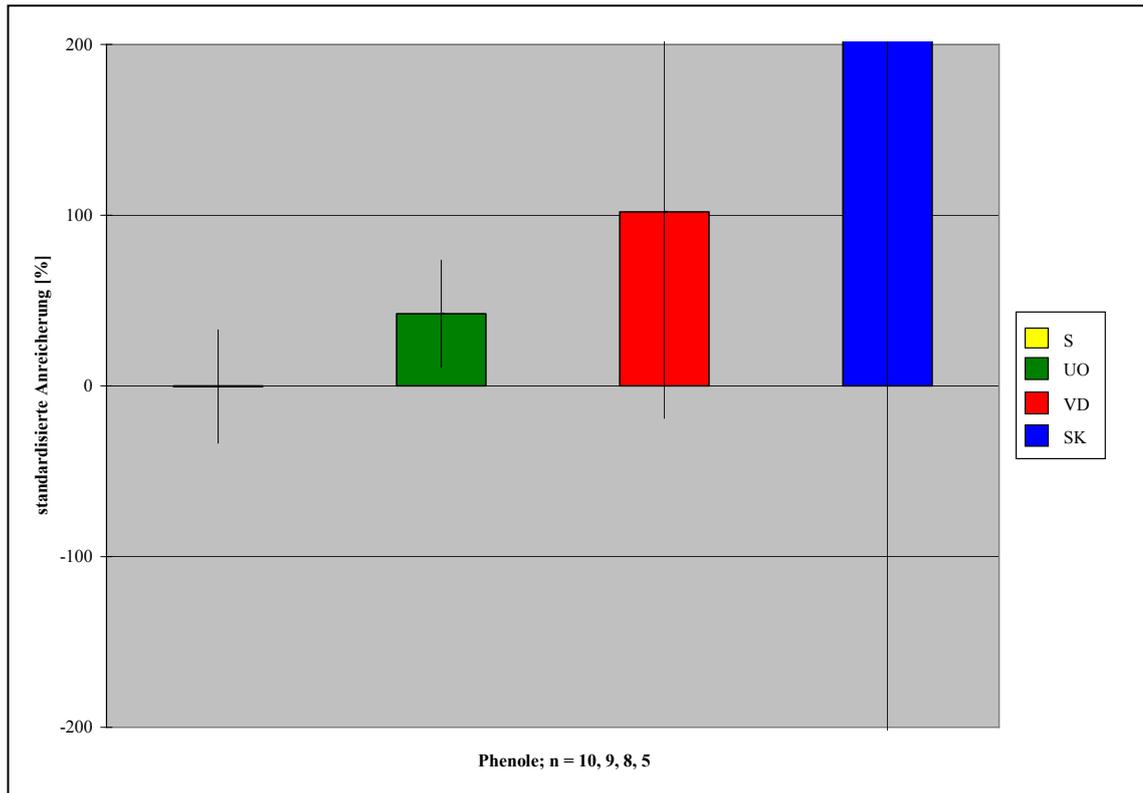


Abbildung 32: Standardisierte Anreicherung der Gesamtphenole im Weinstadium

Abschließend kann man wohl davon ausgehen, dass mit Ausnahme von Weinsäure und Kalium alle untersuchten Parameter in gleicher Weise angereichert werden wie eine Erhöhung des Gesamtkoholgehaltes von statten geht. Bei Weinsäure und Kalium kommt es, bedingt durch eine Überschreitung des Löslichkeitsproduktes während der Konzentrierung, zu einem Ausfall von Weinstein, was eine geringere Anreicherung bzw. sogar Abreicherung dieser beiden Substanzen zur Folge hat. Bei der Gefrierkonzentrierung mittels Schrägkühler vollzieht sich, auf Grund des fehlenden intensiven Kontaktes mit den Beerenhäuten, eine Abreicherung der Farbe im Vergleich zur Kontrollvariante. Aus eventuellen Beschädigungen der Kerne während des Mahlvorganges im Schrägkühler können erhöhte Gesamtphenolgehalte resultieren. Ein generelles Problem der statistischen Versuchsauswertung stellen allerdings die durchweg zu geringen Stichprobenumfänge dar. Dies zeigt sich sehr deutlich an den relativ großen Schwankungen der Mittelwerte und den großen Standardabweichungen bzw. Konfidenzintervallen.

Relativer Übergang

Die Berechnung des relativen Übergangs wertgebender Inhaltsstoffe in das Permeat bzw. Destillat wird nachfolgend dargestellt. Eine entsprechende Berechnung für das Eiswasser der Gefrierkonzentrierung unterblieb. Auch bei der Berechnung des relativen Übergangs

mussten aus den bereits genannten Gründen einige Varianten aus der Auswertung herausgenommen werden.

Die erste betrachtete Stoffgruppe bilden die Säuren Weinsäure, Äpfelsäure, Shikimisäure und Zitronensäure (Abbildung 33).

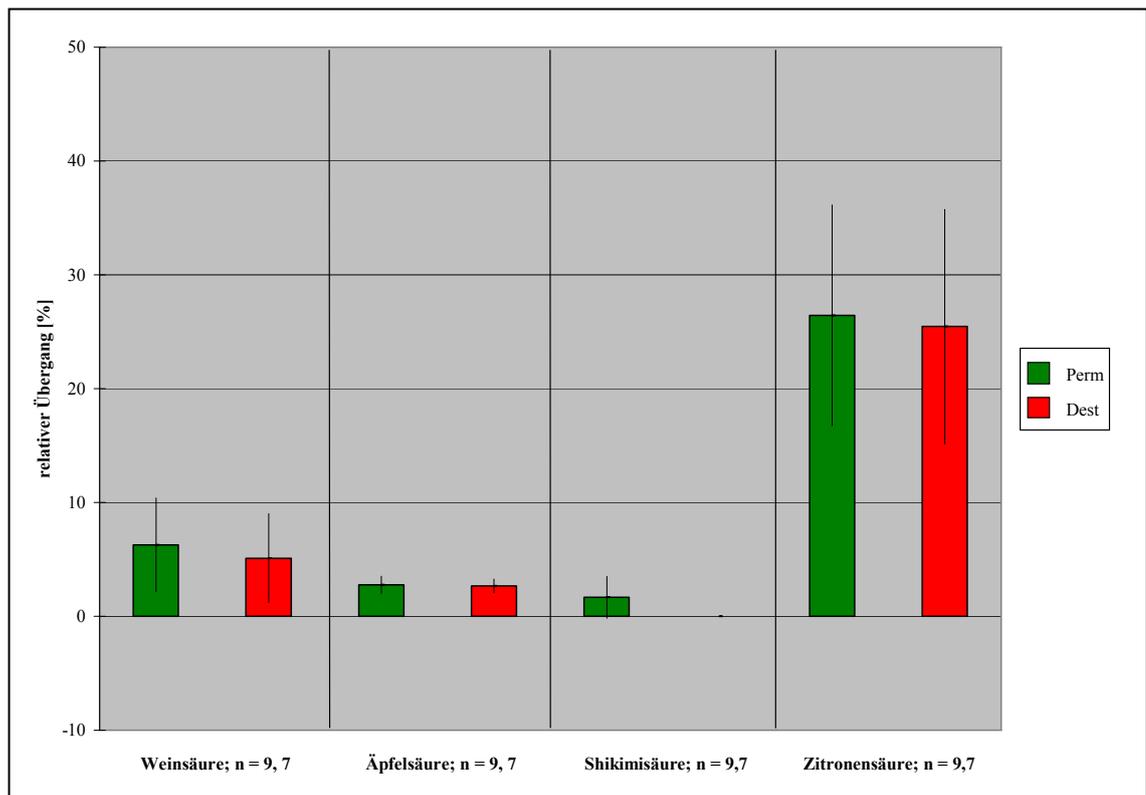


Abbildung 33: Relativer Übergang der Säuren

Die Konzentrationen an Weinsäure liegen im Permeat der Umkehrosiose und im Destillat der Vakuumdestillation mit durchschnittlich 6,3 % bzw. 5,1 % sehr nahe beieinander.

Auch bei der Äpfelsäure unterscheidet sich der relative Übergang dieser beiden Technologien nur geringfügig. Im Permeat wurden durchschnittlich 2,8 % der im Konzentrat enthaltenen Äpfelsäure wieder gefunden, während der Wert bei der Vakuumdestillation bei durchschnittlich 2,7 % lag.

Bei der Shikimisäure unterscheiden sich die beiden Verfahren jedoch geringfügig. Hier wurden im Permeat der Umkehrosiose durchschnittlich 1,7 % wieder gefunden, während sich im Destillat der Vakuumdestillation keine Shikimisäure nachweisen ließ.

Die Gehalte an Zitronensäure liegen bei beiden Verfahren mit 26,4 % bzw. 25,5 % erstaunlich hoch. Dies könnte theoretisch auf Reinigungsmittelrückstände in den Anlagen zurückzuführen sein, da sowohl die Umkehrosmose als auch die Vakuumdestillation nach der chemischen Reinigung mit Zitronensäure neutralisiert wurden. Diese Möglichkeit kann jedoch weitestgehend ausgeschlossen werden, da die Vakuumdestillation üblicherweise nur mit Wasser gereinigt wurde. Eine chemische Reinigung mit abschließender Neutralisation wurde nur bei einem Farbwechsel der Moste durchgeführt. Des Weiteren wurde die Zitronensäure, sowohl bei der Umkehrosmose als auch bei der Vakuumdestillation, mit Wasser aus dem System ausgespült bis sich ein neutraler pH-Wert eingestellt hatte. Eine weitere Ursache für den recht hohen relativen Übergang an Zitronensäure in das entzogene Wasser ist wohl in der bereits angesprochenen geringen Konzentration an Zitronensäure und der Nachweisgrenze zu finden. Die Nachweisgrenze der Zitronensäure liegt bei 0,1 g/l. Die bei den Messwerten angegebenen Konzentrationen liegen bis auf eine Ausnahme auch alle bei 0,1 g/l, obwohl bei Verwendung einer genaueren Analysemethode vielleicht geringere Konzentrationen ermittelt worden wären. Durch die Angabe dieser möglicherweise überhöhten Analysewerte könnten sich dann rein rechnerisch auch überhöhte Werte für den relativen Übergang ergeben. Ansonsten liegen die beiden Werte relativ nah beieinander.

Die nächste Stoffgruppe bilden die Zucker Glucose und Fructose (Abbildung 34). Hier sind die relativen Übergänge für Glucose und Fructose bei der Vakuumdestillation erwartungsgemäß niedriger als bei der Umkehrosmose. Bei der Umkehrosmose wurden durchschnittlich jeweils 1,4 % des im Konzentrat enthaltenen Zuckers nachgewiesen, während die Gehalte bei der Vakuumdestillation bei null lagen.

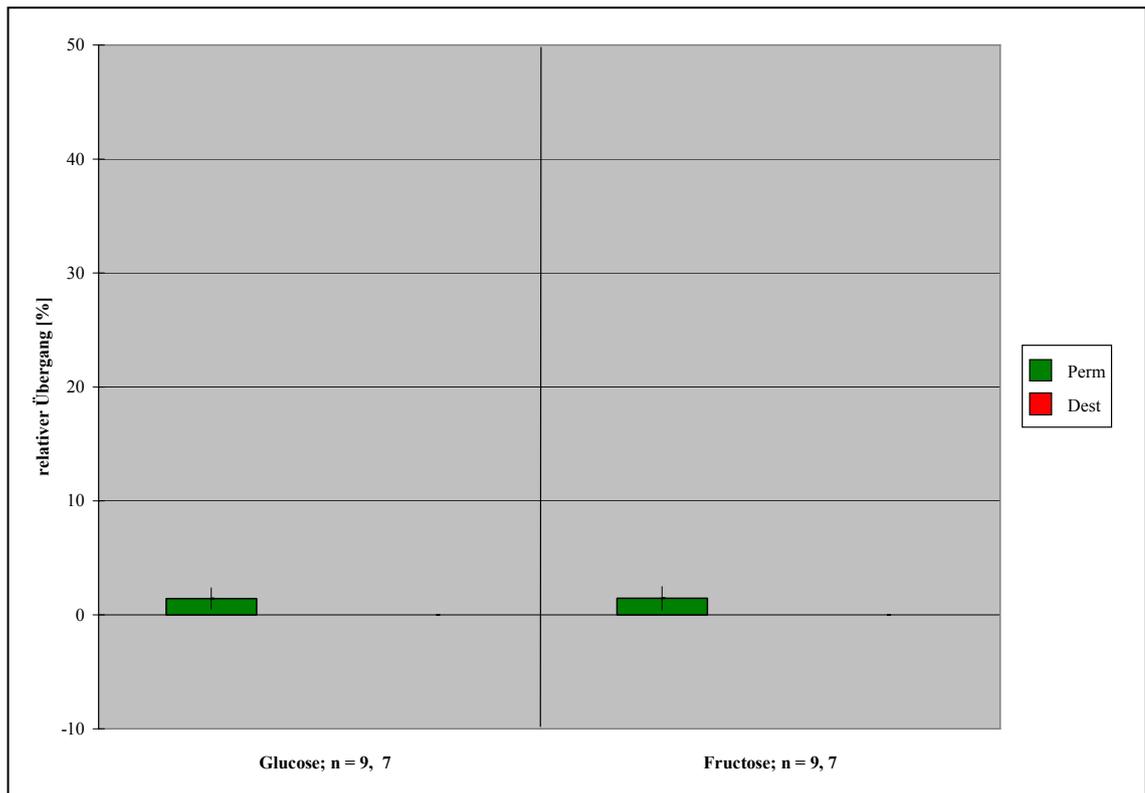


Abbildung 34: Relativer Übergang der Zucker

Im Folgenden sollen die relativen Übergänge für die Kationen Ammonium, Kalium, Calcium und Magnesium betrachtet werden (Abbildung 35).

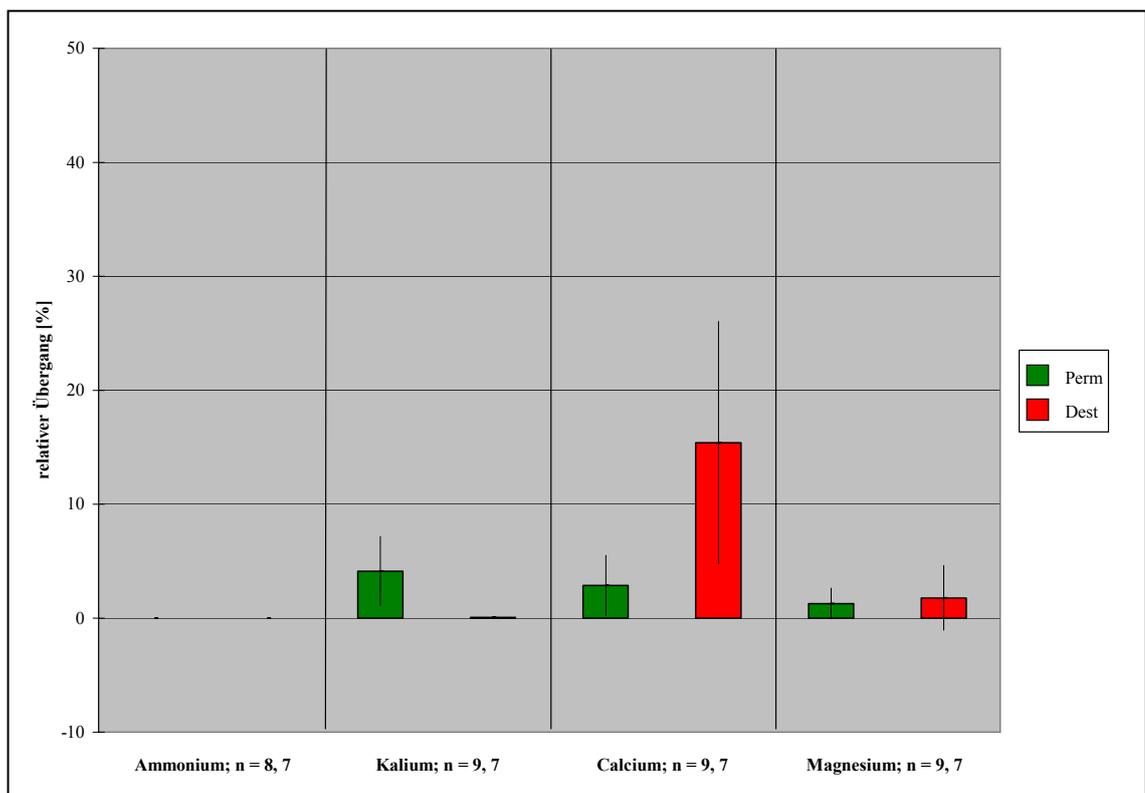


Abbildung 35: Relativer Übergang der Kationen

Ammonium war weder im Permeat noch im Destillat nachzuweisen. Im Bereich des Kaliums lag der Gehalt im Permeat mit 4,1 % deutlich über dem Wert des Destillates mit nur 0,1 %. Erstaunlich scheint die Tatsache, dass die Ergebnisse im Bereich des Calciums in Bezug auf die Gehalte des Destillates mit durchschnittlich 15,4 % weit über den Werten des Permeats liegen, welches lediglich mit 2,9 % zu Buche schlug. Allerdings fällt das Konfidenzintervall für den Mittelwert bei der Vakuumdestillation recht groß aus. Hier zeigt sich wieder das bereits mehrfach erwähnte Problem des geringen Stichprobenumfangs. Eine plausible Erklärung für die hohen Calciumgehalte im Destillat konnte nicht gefunden werden. Die Gehalte an Magnesium liegen im Permeat und im Destillat mit 1,3 % und 1,8 % recht dicht beieinander.

Die letzte Stoffgruppe, für die der relative Übergang berechnet wurde, stellen die Gesamtphenole dar. Hier gelang es nicht, im Permeat oder im Destillat Phenole nachzuweisen; insofern erwies sich eine grafische Darstellung als überflüssig.

Letztlich ist davon auszugehen, dass der relative Übergang der untersuchten Substanzen bei der Vakuumdestillation erwartungsgemäß etwas geringer ausfällt als bei der Umkehrosiose. Höchstwahrscheinlich fällt dies in der Praxis nicht weiter ins Gewicht, vor allem, weil sich bei beiden Verfahren nur geringe Zuckerverluste einstellen. Auch hier zeigt sich abermals die Problematik des geringen Stichprobenumfangs, die sich zudem in den teilweise recht großen Vertrauensbereichen für den Mittelwert ausdrückt.

Dreieckstest

Aufgrund der großen Anzahl der Dreieckstests der Herbstkampagne 1999 (insgesamt 92 Dreieckstests) erwies es sich als schwierig, einen ganzheitlichen Eindruck über die statistisch gesicherten Unterschiede zwischen einzelnen Versuchsvarianten bzw. deren Bevorzugung zu gewinnen. In Anbetracht dessen erschien es sinnvoll, die Ergebnisse der Dreieckstests über alle Versuchsserien dieser Kampagne hinweg, getrennt nach Weiß- und Rotweinen, in Form einer Grafik wiederzugeben. Das Auswertungsprozedere wurde bereits eingangs erläutert (vergleiche 3.8.1). Die Einzelergebnisse der Dreieckstests einer jeden Versuchsserie sind dem Anhang (siehe 8.1) zu entnehmen.

Die erste betrachtete Gruppe stellen die Weißweine der Herbstkampagne 1999 dar (Abbildung 36).

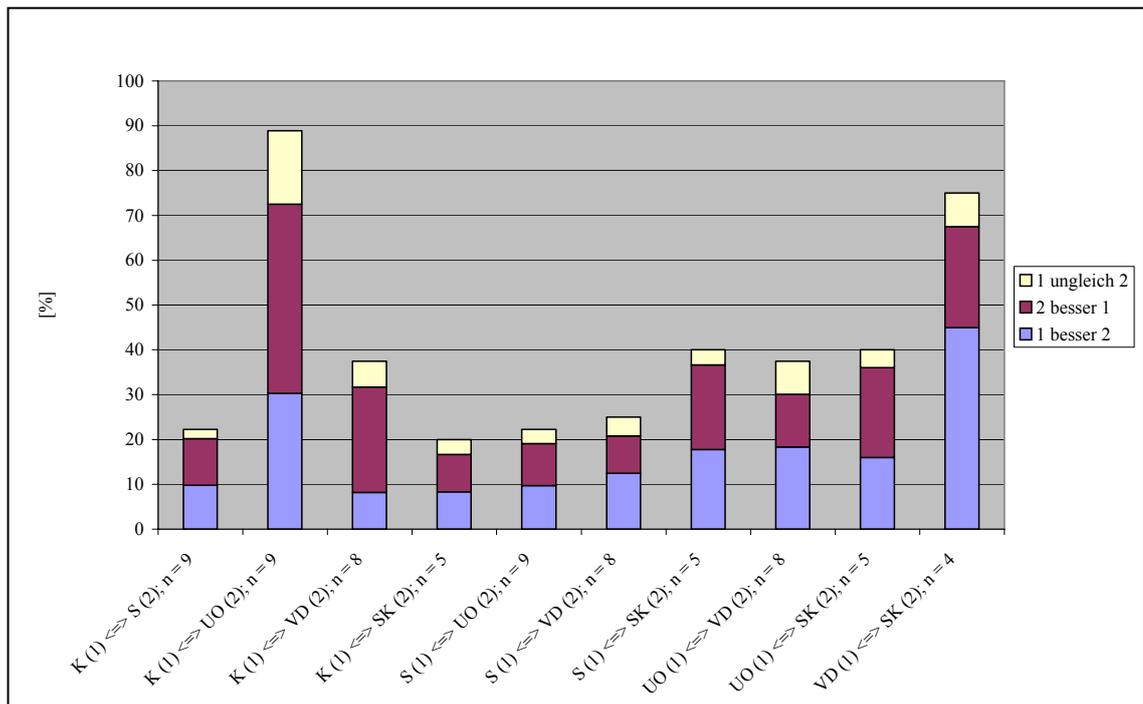


Abbildung 36: Signifikante Unterschiede in den Dreieckstests; Weißwein Jahrgang 1999

Es ist auffällig, dass nur in einem geringen Prozentsatz der durchgeführten Dreieckstests signifikante Unterschiede zwischen den betrachteten Varianten erkannt werden konnten.

Eine signifikante Unterscheidung zwischen Kontrolle und Saccharose ließ sich nur in 22 % der Dreieckstests treffen, wobei in 10 % aller durchgeführten Tests die Kontrolle und in 10 % die Saccharose bevorzugt wurde. In 2 % der Fälle waren sich die Prüfer nicht einig, welcher Variante sie den Vorzug geben sollten. Bei den Tests zwischen Kontrolle und Umkehrosrose hingegen fielen die Unterschiede deutlicher aus. Hier konnten die Prüfer in 89 % der Fälle statistisch gesicherte Unterschiede entdecken, wobei überwiegend die konzentrierte Variante bevorzugt wurde. Im Vergleich zur Vakuumdestillation traten die Unterschiede wiederum nicht so deutlich hervor. In lediglich 38 % wurden signifikante Unterschiede erkannt. Auch hier beurteilten die Prüfer die Konzentrierung deutlich besser. Die geringsten Unterschiede konnte das Prüfer-Panel in der Kontrastierung zur gefrierkonzentrierten Variante ausmachen. Hier wurden nur bei 20 % der Tests Unterschiede erkannt, wobei die Anteile der Bevorzugung einer der Varianten jeweils gleich waren.

Die Dreieckstests zwischen der Saccharose und der Umkehrosrose fielen ebenfalls weniger deutlich aus. In lediglich 22 % gelang eine statistische Absicherung der erkannten Unterschiede, wobei die Prüfer die Saccharose geringfügig bevorzugten. Gleiches trifft im

Hinblick auf den Vergleich zur Vakuumdestillation zu, wobei in 25 % der Tests Unterschiede erkannt wurden. Saccharose und Schrägkühler konnten die Testpersonen in 40 % der durchgeführten Dreieckstests voneinander unterscheiden, wobei sie in 19 % aller Tests der Konzentrierung bzw. in 18 % der Saccharose den Vorzug einräumten.

Innerhalb der Konzentrierungsverfahren Umkehrosmose und Vakuumdestillation gelang in 38 % aller Fälle eine signifikante Unterscheidung. 18 % der gültigen Urteile entfielen auf die Bevorzugung der Umkehrosmose und 12 % auf die der Vakuumdestillation. Umkehrosmose und Schrägkühler konnten in 40 % aller Tests unterschieden werden, wobei hier der Schrägkühler mit 20 % zu 16 % mit geringfügigem Abstand den Vorzug erhielt.

Im Vergleich zwischen Vakuumdestillation und Schrägkühler fielen die Unterschiede wieder etwas deutlicher aus. Hier konnten die Prüfer die beiden betrachteten Varianten in 75 % der Fälle signifikant voneinander unterscheiden, wobei man der Vakuumdestillation deutlich den Vorzug gab.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass nur in 40,8 % aller Dreieckstests signifikante Unterschiede zwischen den betrachteten Varianten erkannt wurden und diese hiermit deutlich geringer ausfielen, als man es unter theoretischen Gesichtspunkten erwartet hätte. Ebenso undeutlich fiel die ebenfalls zu erwartende Bevorzugung der konzentrierten Varianten aus; besonders im Hinblick auf den Vergleich zur chaptalisierten Variante.

Im folgenden Diagramm (Abbildung 37) sollen die zusammengefassten Ergebnisse der Dreieckstests aus dem Bereich der Rotweine präsentiert werden.

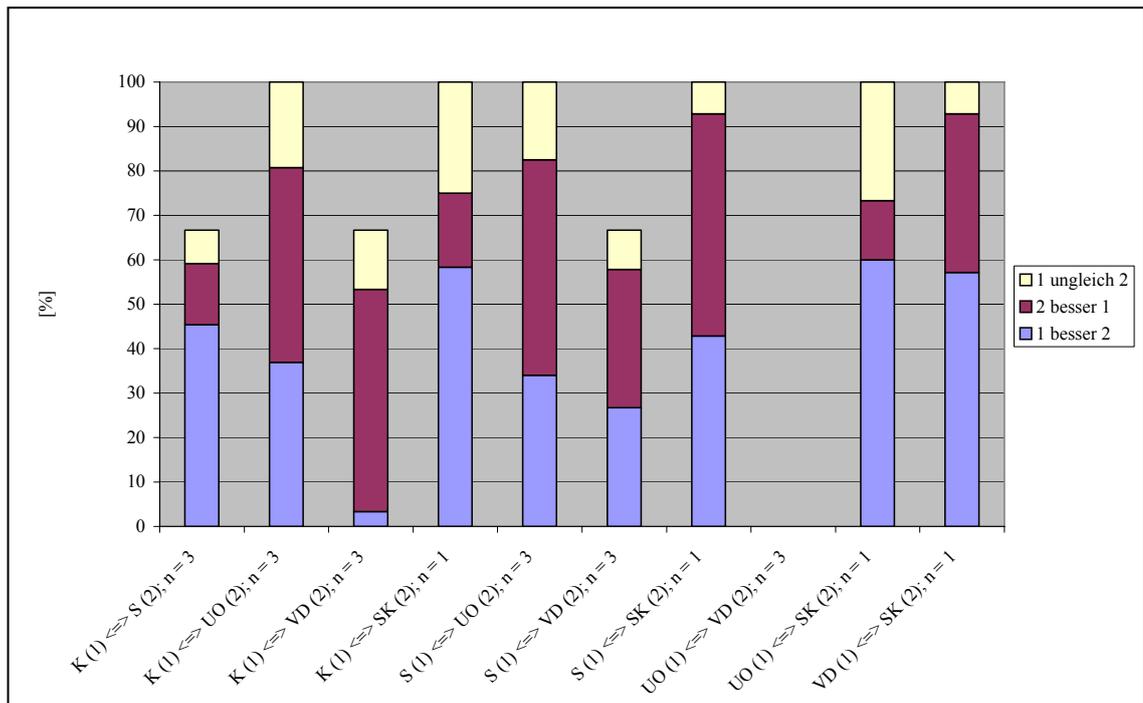


Abbildung 37: Signifikante Unterschiede in den Dreieckstests; Rotwein Jahrgang 1999

Hier traten die Unterschiede generell deutlicher zu Tage, als es bei den Weißweinen der Fall war. Kontrolle und Saccharose konnten in 67 % der durchgeführten Dreieckstests signifikant voneinander unterschieden werden; hierbei erhielt die Kontrolle sogar in 45 % der Fälle den Vorzug. Dem Prüfer-Panel gelang sogar in allen Dreieckstests eine Differenzierung von Kontrolle und Umkehrosmose, wobei die Umkehrosmose mit 44 % zu 37 % etwas besser beurteilt wurde. Die Vakuumdestillation konnte in 67 % der Dreieckstests von der Kontrolle unterschieden werden und erzielte in 50 % hiervon den Vorteil. Die Unterscheidung des Schrägkühlers fiel dem Prüfer-Panel bei allen Vergleichen nicht schwer, da dieser eine „Rotwein“, bei welchem die Realisation des Versuchs gelang, eher einem Rosé glich. Obwohl während der Verkostung Rotlicht eingesetzt wurde, um die Farbunterschiede zwischen den einzelnen Varianten zu eliminieren, ließen sich diese dennoch deutlich erkennen. Die Prüfer waren allerdings angehalten, bei der Vergabe ihrer Präferenzen in den Dreieckstests lediglich Geruch und Geschmack zu berücksichtigen. So konnte auch innerhalb des Dreieckstests zwischen Kontrolle und Schrägkühler ein signifikanter Unterschied ausgemacht werden, wobei 58 % der richtigen Urteile in der Präferenz auf die Kontrolle entfielen und immerhin noch 17 % auf den Schrägkühler.

In 100 % aller Fälle konnte eine signifikante Differenzierung zwischen Saccharose und Umkehrosmose erfolgen, wobei die Umkehrosmose hier leicht bevorzugt wurde. Gleiches trifft auch im Vergleich mit der Vakuumdestillation zu, wobei allerdings nur in 67 % aller

Dreieckstests eine eindeutige Unterscheidung der betrachteten Varianten möglich war. Der Dreieckstest zwischen Saccharose und Schrägkühler fiel ebenfalls signifikant aus. 50 % der richtigen Urteile entfielen auf die Bevorzugung des Schrägkühlers und 43 % auf die Bevorzugung der chaptalisierten Variante.

Im Hinblick auf die drei Dreieckstests zwischen Umkehrosmose und Vakuumdestillation ließen sich interessanterweise in keinem der Fälle signifikante Unterschiede erkennen. Dies dürfte vor allem für die Praxis von Bedeutung sein. Der Test zwischen der Umkehrosmose und dem Schrägkühler fiel hingegen wieder eindeutig aus, wobei die Umkehrosmose hier deutlich bevorzugt wurde.

Auch in dem Test zwischen Vakuumdestillation und Schrägkühler gelang es, zwischen beiden Varianten eine eindeutige Unterscheidung zu treffen, wobei die Präferenz für die Vakuumdestillation jedoch mit 57 % der richtigen Urteile zu 36 % nicht so klar zum Ausdruck kam.

Zusammenfassend lässt sich in Anbetracht der Dreieckstests der Rotweine feststellen, dass die Anzahl der Dreieckstests, in denen signifikante Unterschiede zwischen den betrachteten Varianten ausgemacht werden konnten, mit 80 % deutlich höher ausfiel als bei den Weißweinen. Allerdings muss in diesem Kontext auch auf die leichte Unterscheidungsmöglichkeit des Schrägkühlers zu den Vergleichsvarianten und die geringe Anzahl von Versuchen, an denen der Schrägkühler beteiligt war, verwiesen werden, woraus der hohe Prozentsatz in Bezug auf die signifikanten Unterschiede resultiert. Beruft man sich auf die Ergebnisse der Dreieckstests, so scheinen speziell die Umkehrosmose und die Vakuumdestillation gegenüber der drei Vergleichsvarianten Vorteile mit sich zu bringen.

Deskriptive Prüfung

Die Auswahl der Versuchsserien, für die eine deskriptive Prüfung durchgeführt wurde, richtete sich in der Herbstkampagne 1999 nach der Anzahl der Dreieckstests innerhalb einer Serie, in welcher die betreffenden Varianten signifikant voneinander unterschieden werden konnten. War dieser Sachverhalt in 50 % oder mehr der durchgeführten Dreieckstests einer Serie gegeben, erfolgte die deskriptive Prüfung für die gesamte Serie (siehe 3.8.2).

Die erste Serie, für die in der Herbstkampagne 1999 eine deskriptive Prüfung vorgenommen wurde, stellte der Müller-Thurgau aus Rheinhessen dar. Das Ausgangsmostgewicht dieser

Serie lag bei etwa 73 °Öchsle. Die Anreicherungsspanne betrug in dieser Versuchsserie durchschnittlich etwa 12 °Öchsle. In vier der sechs durchgeführten Dreieckstests konnten signifikante Unterschiede erkannt werden. Das Netzdiagramm der deskriptiven Prüfung ist Abbildung 38 zu entnehmen.

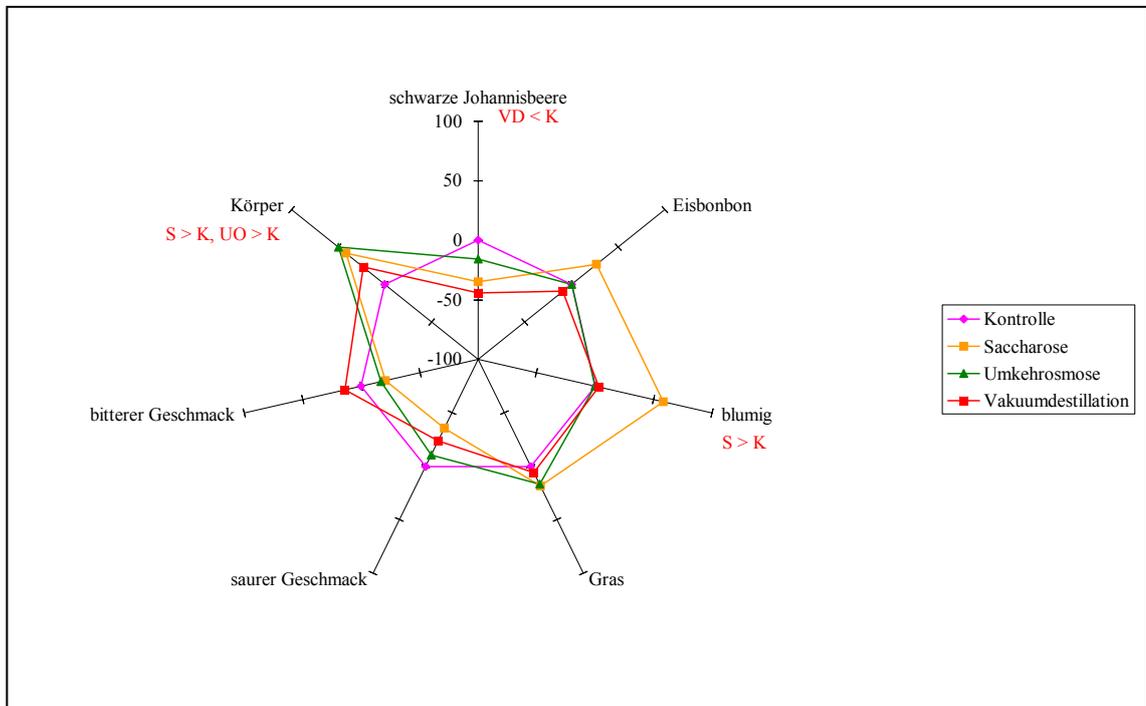


Abbildung 38: Deskriptive Prüfung der Serie 1: 1999er Müller-Thurgau / Rheinhessen; n = 12

Das aus zwölf Personen bestehende Prüfer-Panel hatte die Aufgabe, die Attribute schwarze Johannisbeere, Eisbonbon, blumig, Gras, saurer Geschmack, bitterer Geschmack und Körper zu bewerten. Bei den Attributen schwarze Johannisbeere, blumig und Körper ließen sich signifikante Unterschiede zwischen einzelnen Varianten nachweisen. So besaß die Kontrollvariante ein intensiveres Johannisbeearoma als die Vakuumdestillation und einen schwächeren blumigen Charakter als die chaptalisierte Variante. Die Saccharose und die Umkehrosiose wurden körperreicher als die Kontrolle beurteilt. In den übrigen Fällen traten keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten hervor.

Die zweite Serie der deskriptiven Prüfung stellte der Graue Burgunder aus Baden dar. Das Ausgangsmostgewicht dieser Serie lag bei etwa 90 °Öchsle. Es erfolgte in dieser Versuchsserie eine durchschnittliche Anreicherung auf 102 °Öchsle. In neun der zehn Dreieckstests konnte ein signifikanter Unterschied zwischen den betrachteten Varianten erkannt werden; lediglich der Test zwischen Saccharose und Umkehrosiose lieferte kein signifikantes Ergebnis. Die Resultate dieser Verkostung sind in Abbildung 39 dargestellt.

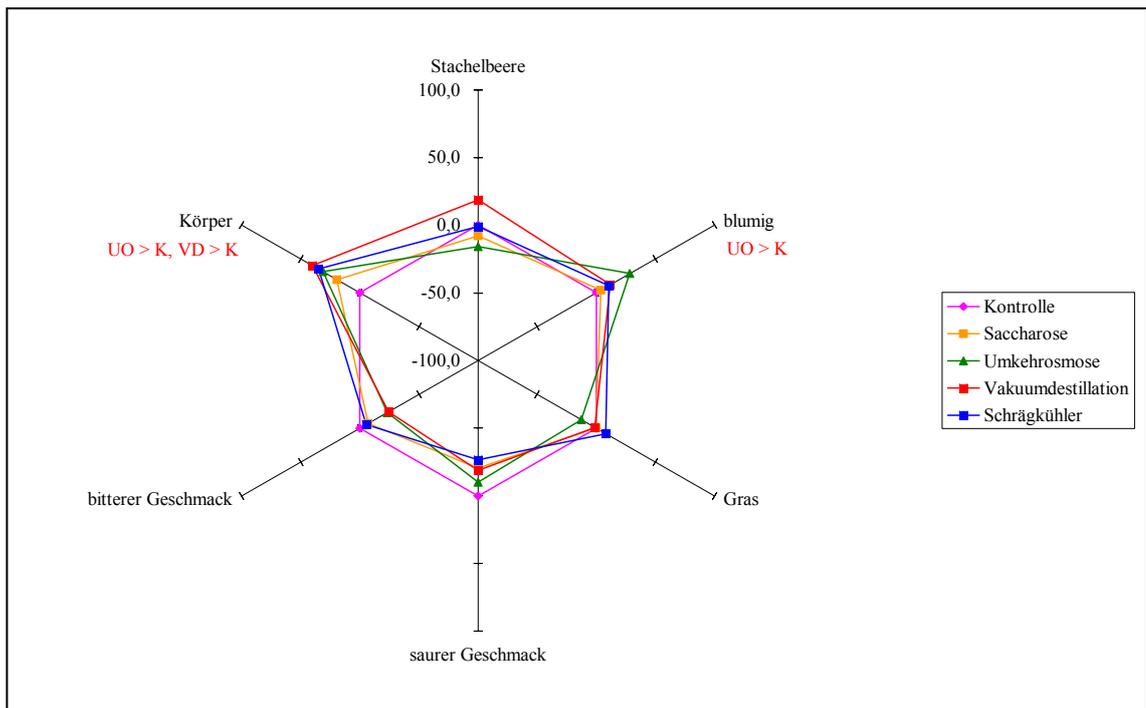


Abbildung 39: Deskriptive Prüfung der Serie 2: 1999er Grauer Burgunder / Baden; n = 12

Das aus zwölf Personen bestehende Prüfer-Panel hatte die Attribute Stachelbeere, blumig, Gras, saurer Geschmack, bitterer Geschmack und Körper zu bewerten. Signifikante Unterschiede konnten lediglich im Bereich blumig (Umkehrosiose intensiver als die Kontrolle) und Körper (Umkehrosiose und Vakuumdestillation körperreicher als die Kontrolle) nachgewiesen werden.

Die dritte Serie der deskriptiven Prüfung stellte ein Riesling aus dem Anbaugebiet Mosel-Saar-Ruwer dar. Das Ausgangsmostgewicht dieser Serie lag lediglich bei etwa 63 °Öchsle, um einmal bewusst die sensorischen Auswirkungen bei einer Konzentrierung unreifen Lesegutes zu untersuchen. Nach der Anreicherung lag das durchschnittliche Mostgewicht bei etwa 82 °Öchsle. In drei der sechs durchgeführten Dreieckstests stellten die Prüfer signifikante Unterschiede zwischen den verkosteten Varianten fest. Abbildung 40 zeigt die grafische Auswertung dieser Degustation.

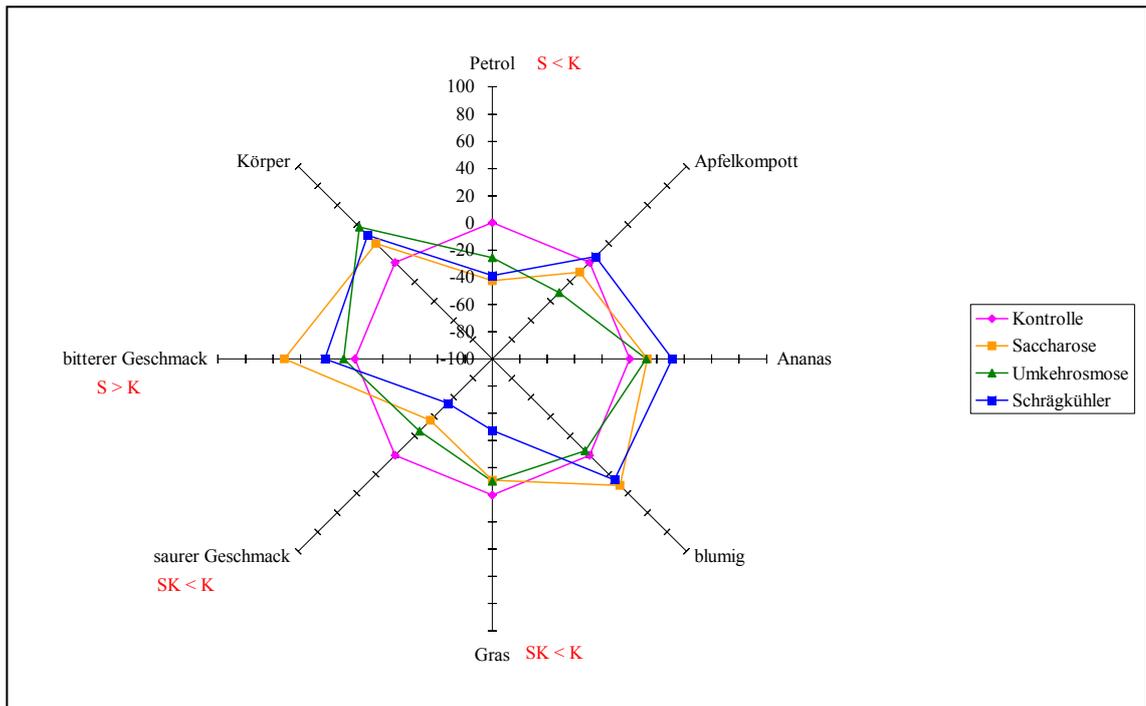


Abbildung 40: Deskriptive Prüfung der Serie 6: 1999er Riesling / Mosel-Saar-Ruwer; n = 12

Die Prüfer hatten die Attribute Petrol, Apfelkompott, Ananas, blumig, Gras, saurer Geschmack, bitterer Geschmack und Körper zu bewerten. Signifikante Unterschiede wurden bei Petrol (Kontrolle intensiver als Saccharose), Gras (Kontrolle intensiver als Schrägkühler), saurer Geschmack (Kontrolle intensiver als Schrägkühler) und bitterer Geschmack (Saccharose intensiver als Kontrolle) registriert.

Die vierte Serie der deskriptiven Prüfung stellte der Portugieser aus der Pfalz dar. Das Ausgangsmostgewicht betrug in dieser Serie etwa 68 °Öchsle. Nach der Anreicherung lag das durchschnittliche Mostgewicht der angereicherten Varianten bei etwa 79 °Öchsle. In vier der sechs durchgeführten Dreieckstests gelang es, signifikante Unterschiede zu erkennen. Die Auswertungsergebnisse sind in Abbildung 41 dargestellt. Dem Prüfer-Panel oblag es, die Aromakomponenten Sauerkirsche, schwarzer Pfeffer, Gummi und grüner Paprika, die Geschmackskomponenten sauer, bitter und Körper sowie die Farbintensität zu bewerten. Signifikante Unterschiede konnten bei Sauerkirsche (UO>K), Gummi (S>K), saurer Geschmack (UO<K), Körper (S>K, UO>K, VD>K, UO>VD) und der Farbintensität (UO>K, VD>K, UO>S, UO>VD) registriert werden. In den übrigen Fällen waren die Unterschiede statistisch nicht gesichert. Besonders auffällig ist in dieser Serie die enorme Intensivierung der Farbe und des Körpers bei der Umkehrosmose in Bezug auf die Vergleichsvarianten.

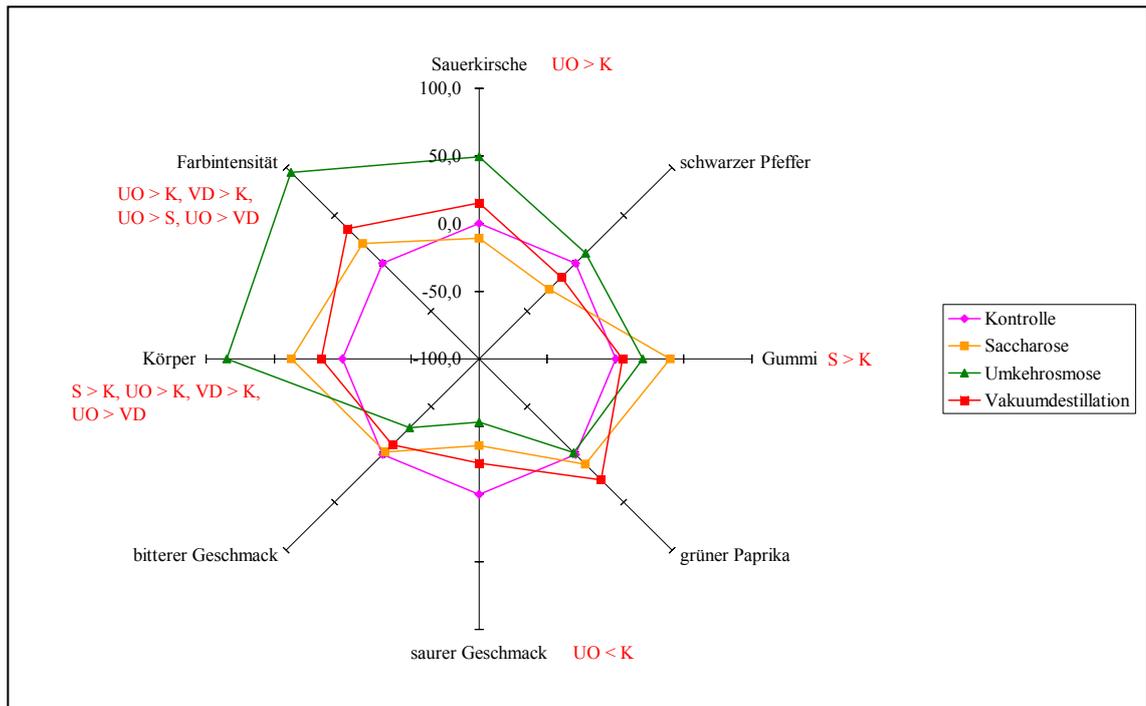


Abbildung 41: Deskriptive Prüfung der Serie 10: 1999er Portugieser / Pfalz; n = 10

Die fünfte Serie der deskriptiven Prüfung bildete der pfälzische Dornfelder (Abbildung 42).

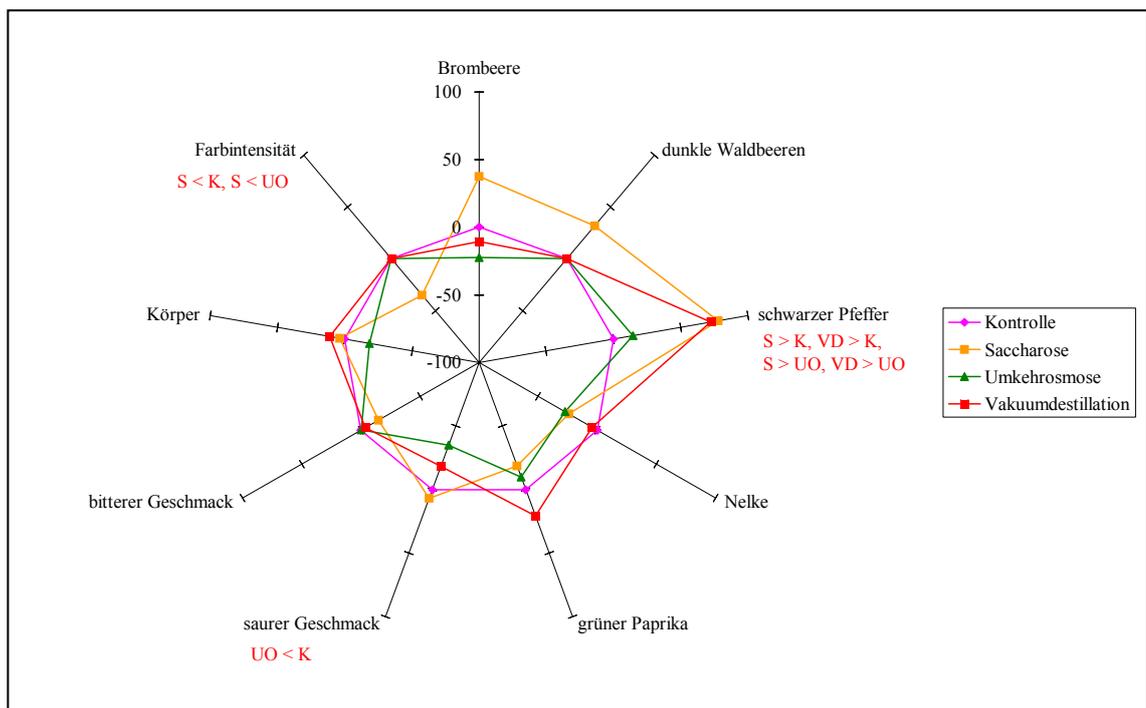


Abbildung 42: Deskriptive Prüfung der Serie 11: 1999er Dornfelder / Pfalz; n = 10

Die Anreicherung erfolgte in dieser Serie ausgehend von etwa 79 °Öchsle auf durchschnittlich etwa 109 °Öchsle. In fünf der sechs Dreieckstests konnte das Prüfer-Panel statistisch gesicherte Unterschiede zwischen den verkosteten Varianten erkennen.

Die Prüfer hatten die Attribute Brombeere, dunkle Waldbeeren, schwarzer Pfeffer, Nelke, grüner Paprika, saurer Geschmack, bitterer Geschmack, Körper und Farbintensität zu bewerten. Signifikante Unterschiede konnten lediglich bei schwarzem Pfeffer, saurem Geschmack und bei der Farbintensität festgestellt werden. Im Bereich des schwarzen Pfeffers wurden die Saccharose und die Vakuumdestillation jeweils intensiver empfunden als die Kontrolle und die Umkehrosrose. Die Umkehrosrose erschien weniger sauer als die Kontrolle. Im Bereich der Farbintensität empfanden die Prüfer die Kontrolle und die Umkehrosrose kräftiger als die Saccharose. In den restlichen Fällen gelang es nicht, Intensitätsunterschiede statistisch abzusichern.

Die letzte Versuchsserie, in der die deskriptive Prüfung angewandt wurde, stellte der Spätburgunder aus dem Rheingau dar. Auch hier handelte es sich mit einem Ausgangsmostgewicht von etwa 84 °Öchsle um vollreifes Lesegut. Die Anreicherung erfolgte in dieser Versuchsserie auf durchschnittlich 96 °Öchsle. In sieben der zehn Dreieckstests wurden signifikante Unterschiede ausgemacht. Das Diagramm zu der deskriptiven Prüfung gibt Abbildung 43 wieder.

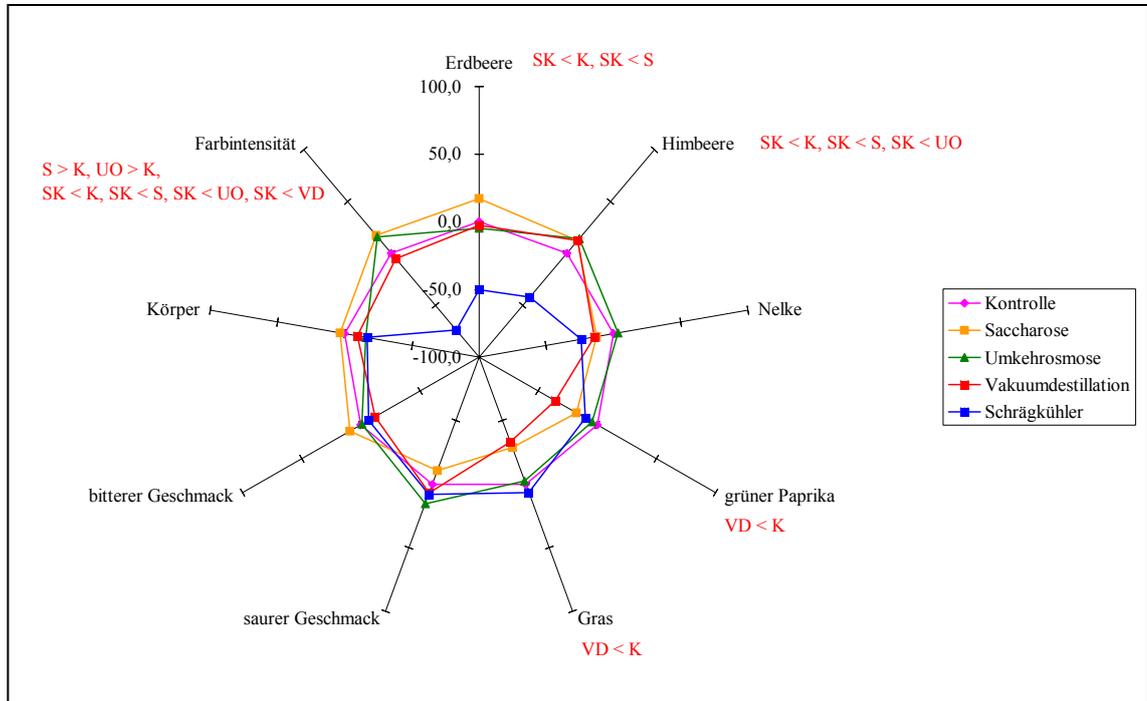


Abbildung 43: Deskriptive Prüfung der Serie 12: 1999er Spätburgunder / Rheingau; n = 15

Das Prüfer-Panel hatte die Attribute Erdbeere, Himbeere, Nelke, grüner Paprika, Gras, saurer Geschmack, bitterer Geschmack, Körper und Farbintensität zu bewerten. In Bezug auf das Erdbeeraroma stellte sich heraus, dass der Schrägkühler weniger intensiv empfunden wurde

als die Kontrolle und die Saccharose. Gleiches trifft für das Attribut Himbeere zu, wobei hier die Umkehrosiose zusätzlich intensiver wahrgenommen wurde als der Schrägkühler. Bei den Aromakomponenten grüner Paprika und Gras erhielt die Vakuumdestillation eine schwächere Beurteilung als die Kontrolle. Im Bereich der Farbtintensität wurden die Saccharose und die Umkehrosiose besser beurteilt als die Kontrolle. Die Variante der Gefrierkonzentrierung wies die geringste Farbe auf und wurde signifikant schlechter benotet als die vier Vergleichsvarianten. Diese mangelnde Farbausbeute ist allerdings auf die bereits angesprochenen Verfahrensbesonderheiten bei der Konzentrierung mittels Schrägkühler zurückzuführen. In den restlichen Fällen konnten die Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten nicht statistisch abgesichert werden.

Zusammenfassend bleibt festzustellen, dass die signifikant nachweisbaren Unterschiede innerhalb einzelner Attribute in der Gruppe der Rotweine deutlicher ausfielen als bei den Weißweinen. Dies zeigt sich auch im Hinblick auf die Anzahl der durchgeführten deskriptiven Prüfungen. Im Bereich der Weißweine wurde auf Grund der Ergebnisse in den Dreieckstests lediglich für drei der neun durchgeführten Versuchsserien eine deskriptive Prüfung durchgeführt, wogegen bei den Rotweinen in allen drei Serien hinreichend große Unterschiede für eine Anwendung der deskriptiven Prüfung vorlagen. Bezüglich der einzelnen zu bewertenden Attributgruppen lässt sich keine zusammenfassende allgemeingültige Aussage treffen. Es ist allerdings interessant, dass speziell bei dem recht „dünnen“ Portugieser der Konzentrierungseffekt in Bezug auf Körper und Farbe so deutlich zum Tragen kommt. Bei den anderen beiden Rotweinen, die wegen ihres wesentlich höheren Mostgewichtes, laut weit verbreiteten Pauschalisierungen, wesentlich besser zur Konzentrierung geeignet wären, ließ sich dieser Effekt nicht derart klar nachvollziehen.

Rangordnungsprüfung

Neben den Dreieckstests und der hieraus abgeleiteten Durchführung der deskriptiven Prüfung wurde parallel eine Rangordnungsprüfung aller Versuchsserien durchgeführt. Da es sich allerdings auch hier, ähnlich wie bei den Dreieckstests, auf Grund der äußerst unterschiedlichen Einzelergebnisse schwierig gestaltete, ein ganzheitliches Bild zu erstellen, wurden die Einzelergebnisse mittels des so genannten Platzierungsindex zusammengefasst (siehe 3.8.4). Die Wiedergabe der Ergebnisse erfolgt getrennt nach roten und weißen Rebsorten. Die Einzelergebnisse der betreffenden Versuchsserien, aus denen der Platzierungsindex errechnet wurde, sind im Anhang (siehe 8.1) dargestellt.

Aus Abbildung 44 sind die Ergebnisse der Weißweine ersichtlich.

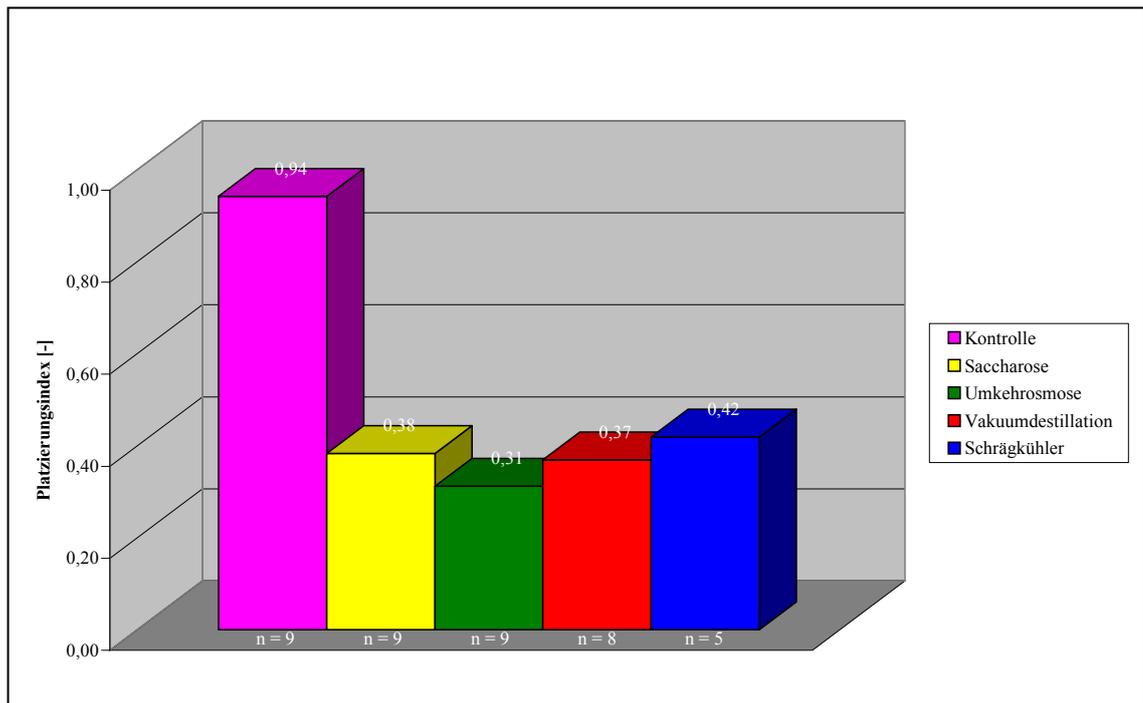


Abbildung 44: Platzierungsindices der verschiedenen Varianten; Weißwein Jahrgang 1999

Demnach bringen alle vier Anreicherungsverfahren gegenüber der unbehandelten Kontrollvariante eine deutliche Verbesserung der Qualität mit sich. Innerhalb der Gruppe der angereicherten Weine unterscheiden sich die Varianten allerdings nur geringfügig. Die Umkehrosmose erzielte hier mit einem Platzierungsindex von 0,31 das beste Ergebnis. Die Vakuumdestillation und die Saccharose liegen mit Werten von 0,37 bzw. 0,38 sehr dicht beieinander. Der Schrägkühler liegt mit einem Platzierungsindex von 0,42 etwas hinter diesen beiden Varianten zurück. Generell fallen die Unterschiede zwischen den konzentrierten Varianten und der Saccharose allerdings geringer aus, als dies theoretisch zu erwarten gewesen wäre, da außer dem Zucker auch die Aromakomponenten aufkonzentriert werden sollten und die konzentrierten Weine demzufolge den Prüfern fülliger erscheinen sollten.

Im Folgenden sollen die Ergebnisse der Rotweine (Abbildung 45) dargestellt werden.

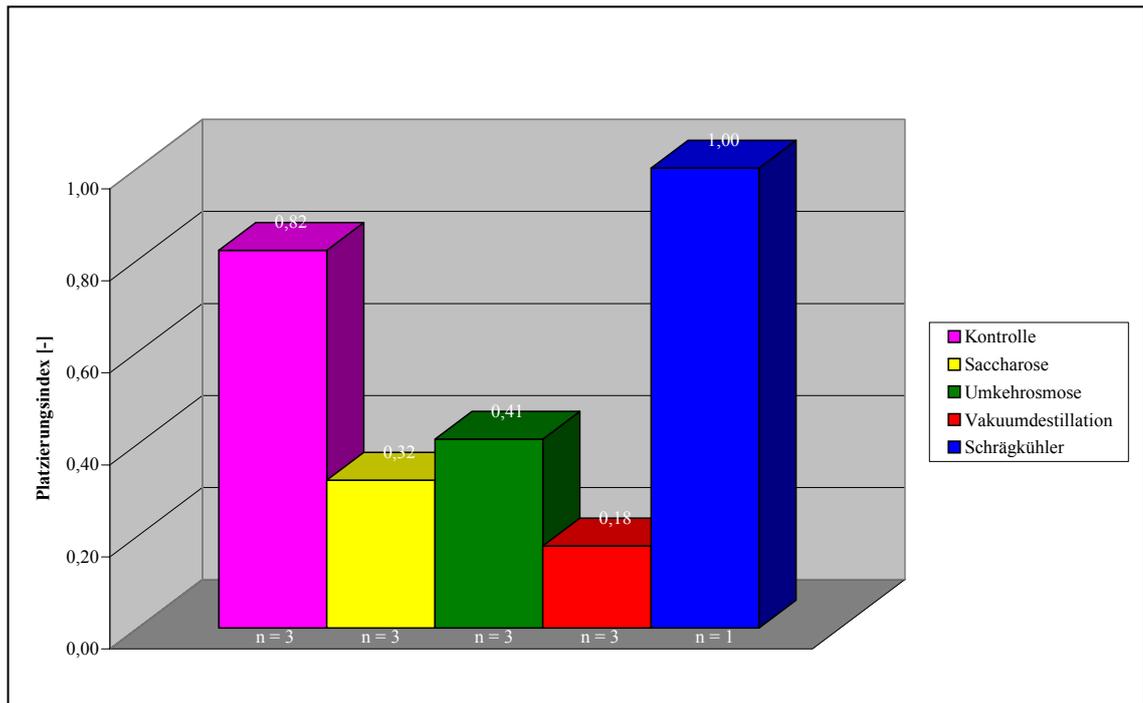


Abbildung 45: Platzierungsindices der verschiedenen Varianten; Rotwein Jahrgang 1999

Der Schrägkühler schneidet hier mit einem Platzierungsindex von 1,0 am Schlechtesten ab, was allerdings auf die bereits beschriebene mangelnde Farbausbeute bei diesem Verfahren zurückzuführen sein dürfte. Die übrigen drei Anreicherungsverfahren bringen jedoch gegenüber der Kontrolle (Platzierungsindex 0,82) eine deutliche Verbesserung der Weinqualität mit sich. Die beste Bewertung erhielt hier mit einem durchschnittlichen Wert von 0,18 die Vakuumdestillation. Den zweiten Platz belegte die Saccharose mit einem Wert von 0,32, gefolgt von der Umkehrosrose mit 0,41.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Konzentrierungsverfahren bei den Weißweinen die aus sensorischer Sicht in sie gesetzten Hoffnungen nicht erfüllen konnten. Somit brachten zwar alle drei Konzentrierungsverfahren eine deutliche Verbesserung gegenüber der Kontrolle, nicht aber gegenüber der Saccharose. Bei den Rotweinen schnitt die Konzentrierung bis auf die Variante des Schrägkühlers, aufgrund mangelnder Farbausbeute, etwas besser ab. Speziell durch die Vakuumdestillation gelang es, deutliche Verbesserungen gegenüber den Vergleichsvarianten zu erzielen, dies ist aus den vorliegenden Ergebnissen klar ersichtlich. Saccharose und Umkehrosrose liefern zwar auch bessere Ergebnisse als die Kontrollvariante, allerdings sind diese Unterschiede nicht so prägnant wie bei der Vakuumdestillation. Besonders verwunderlich erscheint, dass die Umkehrosrose anhand dieser Daten im Vergleich mit der Saccharose schlechter abschneidet.

Nach ein- und zweijähriger Lagerung der Weine erfolgte eine Wiederholung der Rangordnungsprüfung, um zu begutachten, wie sich die Weine im Laufe der Zeit entwickelt hatten. Die Ergebnisse wurden in Form der Platzierungsindices zusammengefasst. Abbildung 46 zeigt die Ergebnisse der Weißweine.

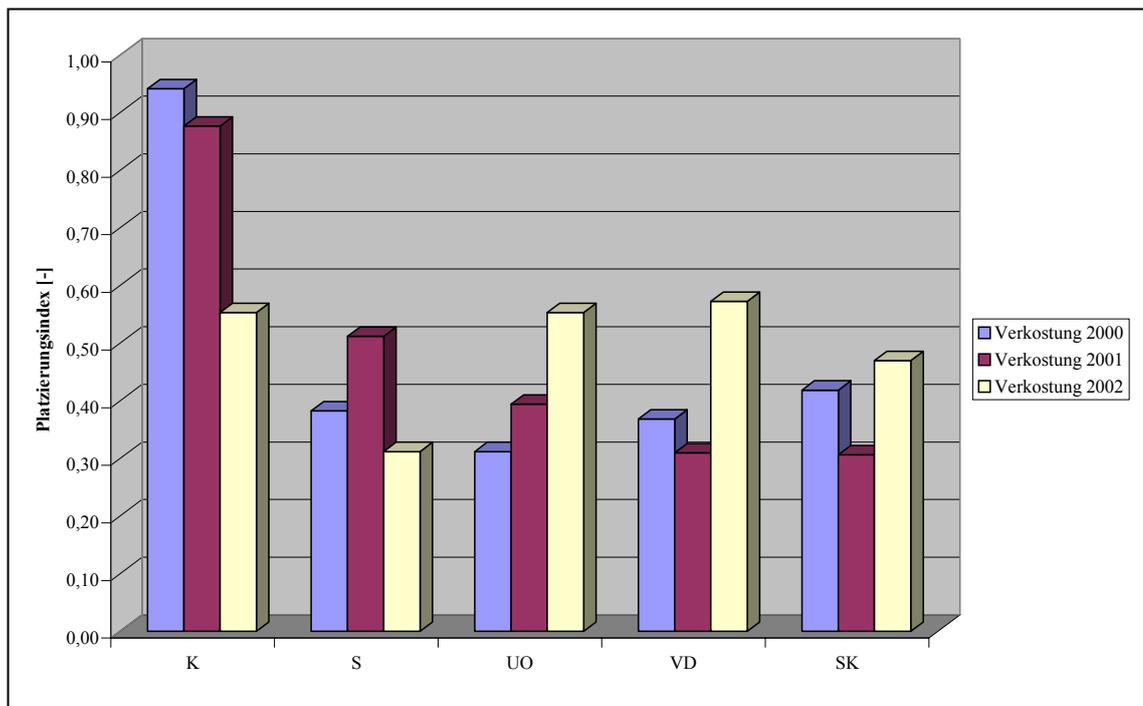


Abbildung 46: Vergleich der Platzierungsindices der verschiedenen Varianten nach zweijähriger Lagerung ; Weißwein Jahrgang 1999

Im Bereich der Weißweine konnte sich die Kontrollvariante während der zweijährigen Lagerung stetig verbessern. Die chaptalisierte Variante schwankte etwas in der Gunst der Prüfer, konnte sich aber letztendlich auch im positiven Sinne weiterentwickeln. Anders verhält es sich bei den drei konzentrierten Varianten. Die Umkehrosiose schnitt von Jahr zu Jahr zunehmend schlechter ab. Die Vakuumdestillation und der Schrägkühler unterlagen gewissen Schwankungen, wobei sie sich insgesamt ebenfalls verschlechterten.

Nach der zweijährigen Lagerung ging die chaptalisierte Variante bei den Weißweinen aus der Gesamtbeurteilung als Beste hervor, gefolgt von der Gefrierkonzentrierung. Die Varianten Kontrolle, Umkehrosiose und Vakuumdestillation wurden fast gleich bewertet. Unerwartet hoch war bei der Verkostung nach zwei Jahren der Anteil an Weinen, die eine untypische Alterungsnote (UTA) aufwiesen. Es ließ sich allerdings kein Zusammenhang zwischen einer Konzentrierung und dem Auftreten von UTA bzw. besser ausgedrückt, dem

Nichtauftreten von UTA feststellen. Sofern einzelne Serien dieses Aroma aufwiesen, waren zumeist alle Varianten betroffen. Oftmals erschienen die chaptalisierte Varianten sogar frischer.

Die entsprechende Grafik zur Auswertung der Rotweinserien gibt Abbildung 47 wieder.

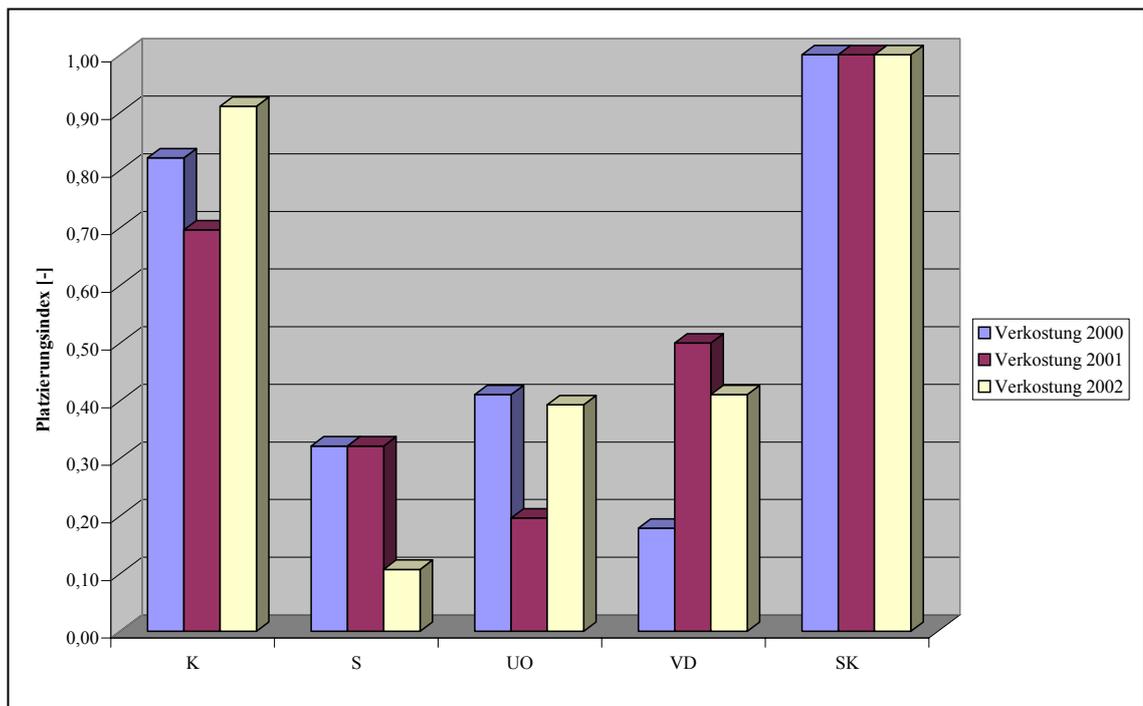


Abbildung 47: Vergleich der Platzierungsindices der verschiedenen Varianten nach zwei jähriger Lagerung ;Rotwein Jahrgang 1999

Die durchschnittliche Beurteilung der Kontrollvariante schwankte etwas im Verlauf der zweijährigen Lagerung. Insgesamt betrachtet verschlechterte sie sich allerdings geringfügig. Die chaptalisierte Variante wurde in den beiden ersten Verkostungen gleich bewertet und verbesserte sich in der dritten gravierend. Auch die Ergebnisse der Umkehrosmose unterliegen gewissen Schwankungen. Nachdem sie sich in der zweiten Verkostung deutlich verbessern konnte, erhielt sie in der dritten Degustation wiederum eine schlechtere Bewertung. Insgesamt betrachtet konnte sich die Umkehrosmose jedoch nach zweijähriger Lagerung geringfügig verbessern. Auch die durchschnittlichen Ergebnisse der Vakuumdestillation schwanken innerhalb der drei Verkostungen etwas. Letztendlich erzielt diese Variante allerdings nach zwei Jahren eine deutlich schlechtere Beurteilung als es direkt nach der Füllung der Fall war. Die Gefrierkonzentrierung mittels Schrägkühler wurde in allen drei Verkostungen durchweg auf den letzten Platz gesetzt.

Nach einer zweijährigen Lagerung ging die chaptalisierte Variante aus der Beurteilung mit Abstand als Beste hervor. Die Varianten Umkehrosmose und Vakuumdestillation schnitten deutlich schlechter ab, lagen aber in der Bewertung dicht beieinander. Die unbehandelte Kontrollvariante und die gefrierkonzentrierte Variante erzielten mit Abstand die schlechtesten Ergebnisse.

4.2 Ergebnisse der Herbstkampagne 2000

In der Herbstkampagne 2000 sollte der allgemeine Verfahrensvergleich aus dem vorangegangenen Jahr fortgeführt werden. Das Versuchsprogramm wurde zusätzlich um verschiedene Varianten erweitert. Im Gegenzug verzichtete man in einzelnen Serien auf die eine oder andere Variante des allgemeinen Verfahrensvergleiches. Diese gesonderten Teilaspekte werden nachfolgend in separaten Kapiteln vorgestellt. Bezüglich des Schrägkühlers stellte sich im Hinblick auf die Traubenhomogenität das gleiche Problem wie im vorangegangenen Jahr. Gelang es nicht, diese Homogenität zu gewährleisten, wurde die Variante des Schrägkühlers aus dem Versuchsplan gestrichen. Da sich anhand der Ergebnisse aus dem Jahr 1999 hinsichtlich der Herkunft des Traubenmaterials keine Unterschiede nachweisen ließen, wurde der Versuchsplan dahingehend vereinfacht, dass man vornehmlich Trauben aus dem Rheingau bzw. den angrenzenden Weinanbaugebieten verwendete. Tabelle 16 gibt betreffend des allgemeinen Verfahrensvergleiches Aufschluss über die einzelnen Versuchsserien dieser Herbstkampagne.

Tabelle 16: Versuchsserien der Herbstkampagne 2000

Serie	Rebsorte	Anbaugebiet	Varianten
1	Müller-Thurgau	Rheingau	K, S, UO, VD, SK
2	Weißburgunder	Rheingau	K, S, VD
3	Riesling	Mosel-Saar-Ruwer	K, S, UO, VD, SK
4	Riesling	Rheingau	K, S, UO, VD, SK
5	Riesling	Rheingau	K, S, SK
6	Riesling	Mosel-Saar-Ruwer	K, S, VD
7	Portugieser	Nahe	K, S, VD
8	Spätburgunder	Rheingau	K, S, UO, VD
9	Lemberger	Württemberg	K, S, UO, VD, SK

Die Konzentrierung der Moste erfolgte in der Herbstkampagne 2000 für alle Verfahren und Versuchsserien an der Forschungsanstalt Geisenheim. Detailliertere Angaben zu den einzelnen Versuchsserien sind dem Anhang (siehe 8.2) zu entnehmen.

Dreieckstests

Den ersten Teil der sensorischen Beurteilung der Versuchsweine stellten die Dreieckstests dar. Die zusammenfassende Betrachtung der Ergebnisse für die Weißweine des Jahrgangs 2000 gibt Abbildung 48 wieder. Die detaillierten Einzelergebnisse befinden sich im Anhang (siehe 8.2).

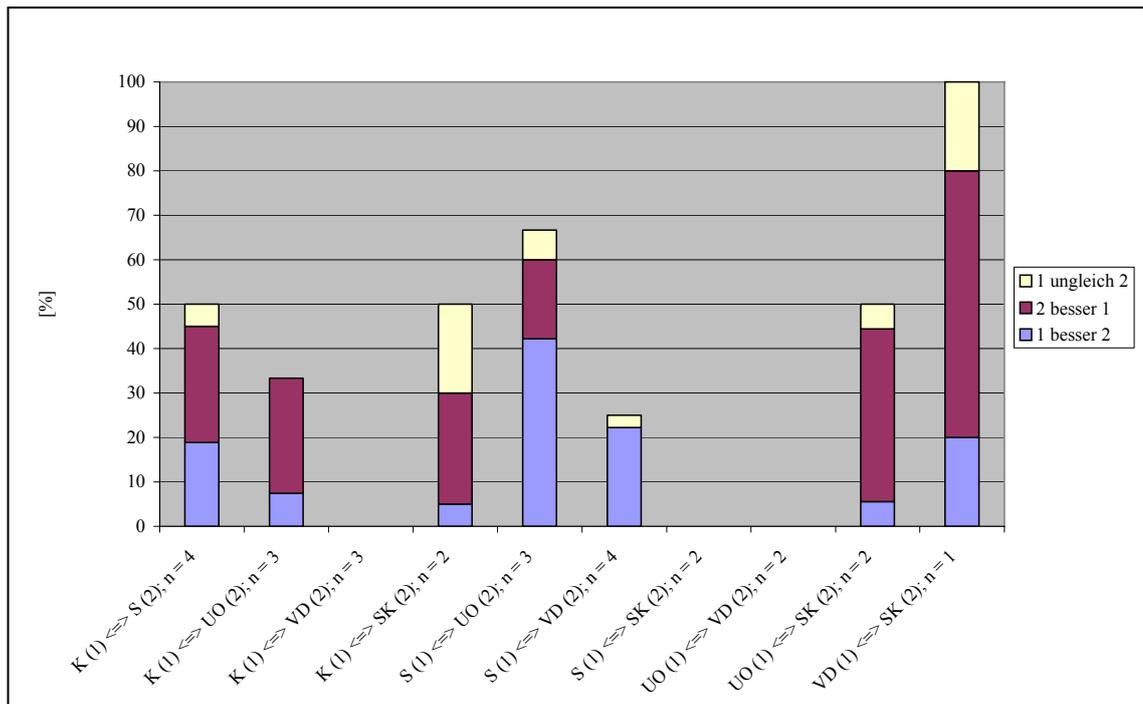


Abbildung 48: Signifikante Unterschiede in den Dreieckstests; Weißwein Jahrgang 2000

Verglichen wurden die Varianten Kontrolle, Saccharose, Umkehrosrose, Vakuumdestillation und Schrägkühler. Die erste Paarung bildeten die Varianten Kontrolle und Saccharose, die in vier Versuchsserien gegeneinander verkostet wurden. In zwei dieser Tests gelang es, signifikante Unterschiede zu erkennen, wobei die Saccharose in 26 % der richtigen Urteile den Vorzug erhielt und die Kontrolle in 19 %. In 5 % der Fälle konnten sich die Prüfer nicht entscheiden, welcher der beiden Varianten sie den Vorzug erteilen sollten. Der Vergleich zwischen Kontrolle und Umkehrosrose konnte dreimal durchgeführt werden. Hierbei ließ sich lediglich in einem Dreieckstest ein signifikanter Unterschied ausmachen, wobei die konzentrierte Variante deutlich bevorzugt wurde. Kontrolle und Vakuumdestillation testete man ebenfalls dreimal gegeneinander. Allerdings gelang es in keinem der Dreieckstests einen signifikanten Unterschied zu erkennen. Die Varianten Kontrolle und Schrägkühler konnten in zwei Versuchsserien miteinander verglichen werden, wobei

lediglich in einem Test ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Varianten hervortrat. Insgesamt betrachtet erhielt die konzentrierte Variante hier knapp den Vorzug.

Im Vergleich zwischen Saccharose und Umkehrosmose, der in drei Versuchsserien durchgeführt wurde, schnitt die Saccharose insgesamt betrachtet besser ab. Zwei dieser Dreieckstests lieferten signifikante Ergebnisse. Beim Vergleich zwischen Saccharose und Vakuumdestillation konnte lediglich in einem von vier Dreieckstests ein signifikanter Unterschied erkannt werden. Hier wurde die Saccharose allerdings deutlich bevorzugt. Keine signifikanten Ergebnisse lieferten hingegen die beiden Vergleiche zwischen Saccharose und Schrägkühler.

Die Paarung Umkehrosmose und Vakuumdestillation konnte in zwei Versuchsserien miteinander verglichen werden; jedoch ließ sich in keinem dieser Tests ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Konzentrierungsverfahren feststellen. Im Vergleich zwischen Umkehrosmose und Schrägkühler trat in einem von zwei Dreieckstests ein statistisch gesicherter Unterschied zu Tage. Hier wurde die gefrierkonzentrierte Variante deutlich bevorzugt.

Gleiches trifft für den Vergleich zwischen Vakuumdestillation und Schrägkühler zu. Der durchgeführte Vergleich lieferte ein signifikantes Ergebnis, wobei der Schrägkühler deutlich bevorzugt wurde.

Insgesamt betrachtet konnten lediglich in 37,5 % der durchgeführten Dreieckstests signifikante Unterschiede zwischen den betreffenden Varianten erkannt werden. In dieser geringen Anzahl von richtigen Nennungen schnitten die Saccharose und der Schrägkühler vergleichsweise am Besten ab.

Die nächste betrachtete Gruppe stellten die Rotweine dar. Die zusammenfassende Betrachtung der Auswertungsergebnisse ist aus Abbildung 49 ersichtlich. Kontrolle und Saccharose konnten in einem von drei Dreieckstests signifikant voneinander unterschieden werden, wobei hier die Saccharose klar den Vorzug erhielt. Umkehrosmose und Kontrolle konnten hingegen in beiden durchgeführten Tests mit Sicherheit voneinander unterschieden werden. Die Präferenzen erwiesen sich allerdings als sehr unterschiedlich in ihrer Verteilung. 41 % der richtigen Urteile entfielen auf die Bevorzugung der Kontrolle, 29 % auf die

Umkehrosmose und 30 % waren sich nicht schlüssig, welcher Variante sie den Vorzug erteilen sollten.

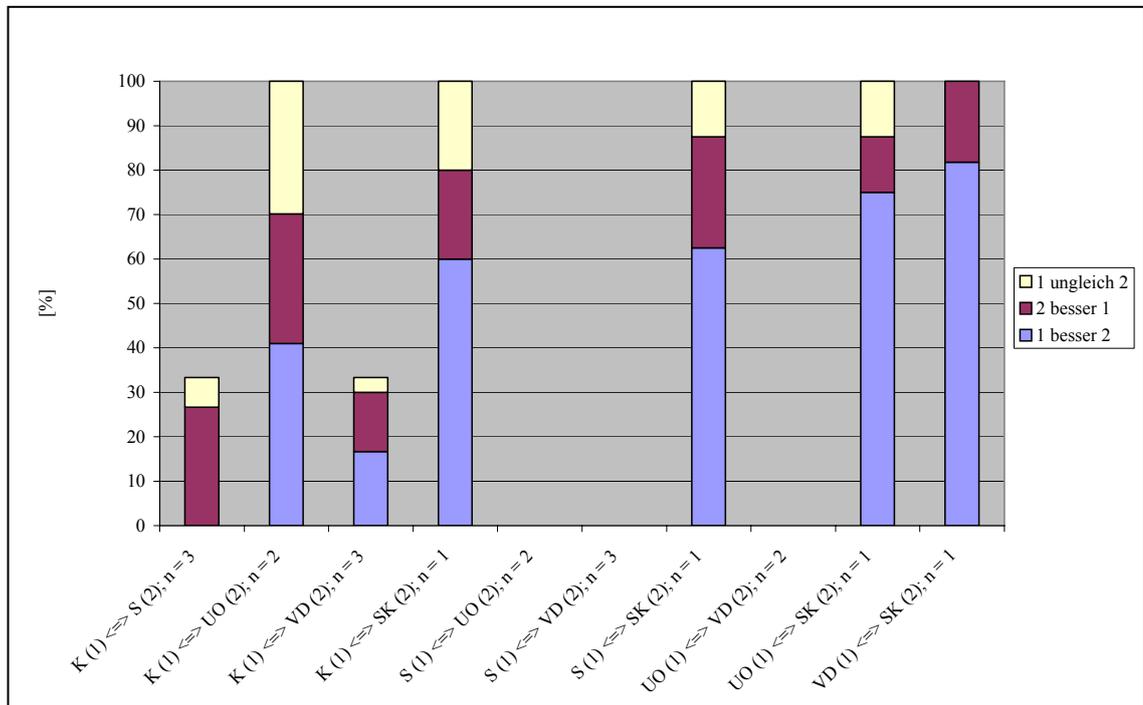


Abbildung 49: Signifikante Unterschiede in den Dreieckstests; Rotwein Jahrgang 2000

In den Verkostungen konnte zwischen Kontrolle und Vakuumdestillation lediglich in einem der drei Tests ein signifikanter Unterschied erkannt werden. Auch die Frage nach der Bevorzugung einer der Varianten ließ sich nicht eindeutig klären. Recht eindeutig hingegen fiel der Vergleich zwischen Kontrolle und Schrägkühler aus. In dieser Versuchsserie wurde die Kontrollvariante signifikant von der gefrierkonzentrierten Variante unterschieden und größtenteils bevorzugt.

Weniger deutlich hingegen fällt der Unterscheidungsversuch zwischen Saccharose und Umkehrosmose bzw. Vakuumdestillation aus. Hier gelang es weder in den zwei Tests zwischen Saccharose und Umkehrosmose noch in den drei Tests zwischen Saccharose und Vakuumdestillation, einen signifikanten Unterschied zu erkennen. Ähnlich wie bei dem Dreieckstest zwischen Kontrolle und Schrägkühler ließ sich auch in jenem zwischen Saccharose und Schrägkühler leicht ein gesicherter Unterschied feststellen, wobei die gefrierkonzentrierte Variante klar abfiel.

Umkehrosmose und Vakuumdestillation konnten in keinem der beiden durchgeführten Dreieckstests signifikant voneinander unterschieden werden. Auch im Vergleich mit der

Umkehrosmose konnte der Schrägkühler leicht identifiziert werden. Genau wie bei den vorangegangenen Tests erzielte diese Variante der Gefrierkonzentrierung eine schlechtere Bewertung als die Vergleichsproben.

Gleiches trifft auch auf den Vergleich zwischen Vakuumdestillation und Schrägkühler zu. Hier wurde ebenfalls der Schrägkühler eindeutig identifiziert und schlechter bewertet.

Zusammenfassend bleibt festzustellen, dass in 53,3 % der durchgeführten Dreieckstests signifikante Unterschiede zwischen den betrachteten Varianten erkannt werden konnten. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass gerade die Tests zwischen dem Schrägkühler und den Vergleichsproben, trotz des Einsatzes von Rotlicht, auf Grund der mangelnden Farbausbeute bei dem Schrägkühler leicht zu bewältigen waren und diese Tatsache ein deutlicheres Ergebnis vortäuscht. Gerade die drei Varianten Saccharose, Umkehrosmose und Vakuumdestillation ließen sich untereinander in keinem der durchgeführten Dreieckstests signifikant voneinander unterscheiden.

Deskriptive Prüfung

Auch in der Herbstkampagne 2000 erfolgte die Auswahl der Versuchserien, für die eine deskriptive Prüfung durchgeführt wurde, anhand der Ergebnisse der Dreieckstests. Konnten innerhalb einer Serie in mehr als 50 % der durchgeführten Dreieckstests signifikante Unterschiede zwischen den betrachteten Varianten erkannt werden, erfolgte die deskriptive Prüfung. Auf Grund der geringen Anzahl an signifikanten Dreieckstests beschränkt sich die deskriptive Prüfung lediglich auf drei Versuchserien.

Die erste Serie stellt ein 2000er Riesling aus dem Rheingau dar (Abbildung 50). In den durchgeführten Dreieckstests konnten in vier von sechs Fällen signifikante Unterschiede erkannt werden. Das aus dreizehn Personen bestehende Prüfer-Panel hatte die Attribute Petrol, Apfelkompott, Ananas, Honig, blumig, Gras, saurer Geschmack, bitterer Geschmack und Körper zu bewerten. Verglichen wurden die Varianten Kontrolle, Saccharose, Umkehrosmose und Schrägkühler. Die Vakuumdestillation musste aus der sensorischen Beurteilung herausgenommen werden, da zwischenzeitlich, trotz entsprechender kellerwirtschaftlicher Maßnahmen, ein biologischer Säureabbau stattfand. Das Ausgangsmostgewicht dieser Serie lag bei 78 °Öchsle. Die Anreicherung erfolgte durchschnittlich auf etwa 89 °Öchsle. Bei den meisten Attributen war es den Prüfern nicht möglich, signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten festzustellen.

Lediglich bei Petrol, saurem Geschmack, bitterem Geschmack und Körper konnten sie vereinzelt Unterschiede ausmachen. So wurde die gefrierkonzentrierte Variante intensiver im Petrolaroma empfunden als die Kontrolle; die Saccharose hingegen weniger sauer als die Kontrolle bzw. die Umkehrosiose. Auch der Schrägkühler schien durch den Konzentrierungseffekt etwas seiner Säure gegenüber dem unbehandelten Wein verloren zu haben. Im Bereich des bitteren Geschmacks nahmen die Prüfer die Saccharose etwas angenehmer als die Kontrollvariante wahr. Ein wesentlicher Aspekt bei der Anreicherung von Weinen ist die Intensivierung des Körpers. Hier wurden die Saccharose und der Schrägkühler signifikant fülliger empfunden als die Kontrollvariante. Bei der Umkehrosiose ließ sich dieser Effekt nicht so deutlich nachvollziehen, was aber auch damit zusammenhängen mag, dass diese Variante etwa 1 % Vol. geringer im vorhandenen Alkohol lag als die Vergleichsvarianten Saccharose und Schrägkühler.

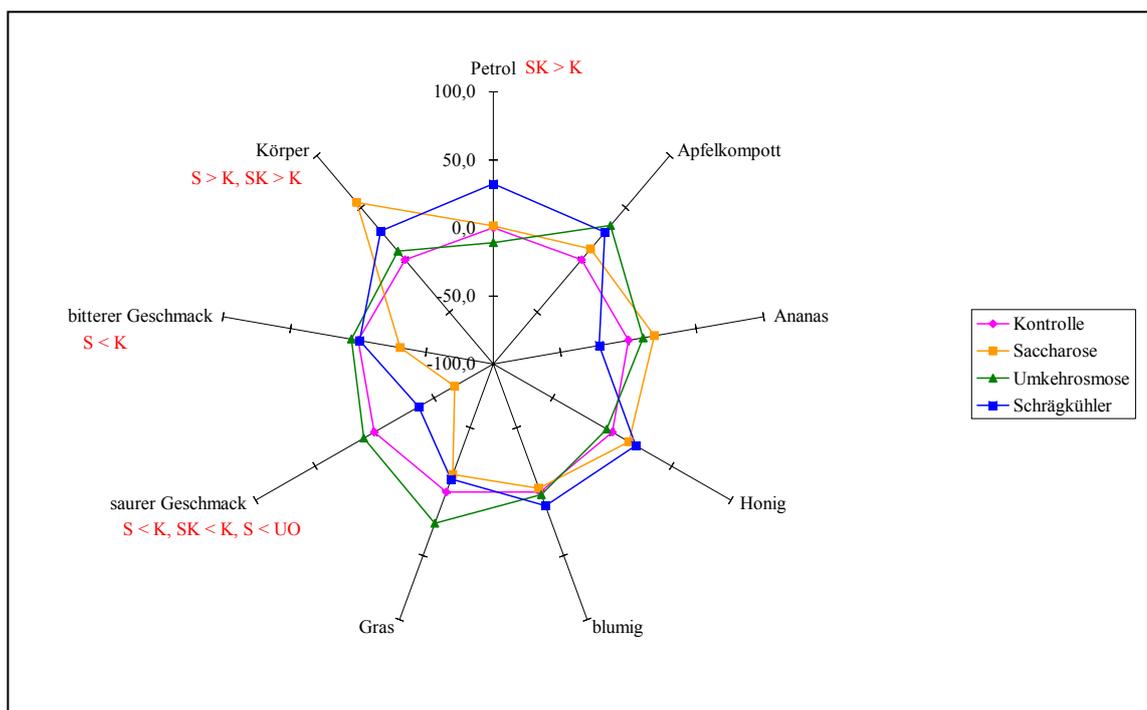


Abbildung 50: Deskriptive Prüfung der Serie 4: 2000er Riesling / Rheingau; n = 13

Die nächste betrachtete Versuchsserie stellte ein 2000er Portugieser von der Nahe dar (Abbildung 51).

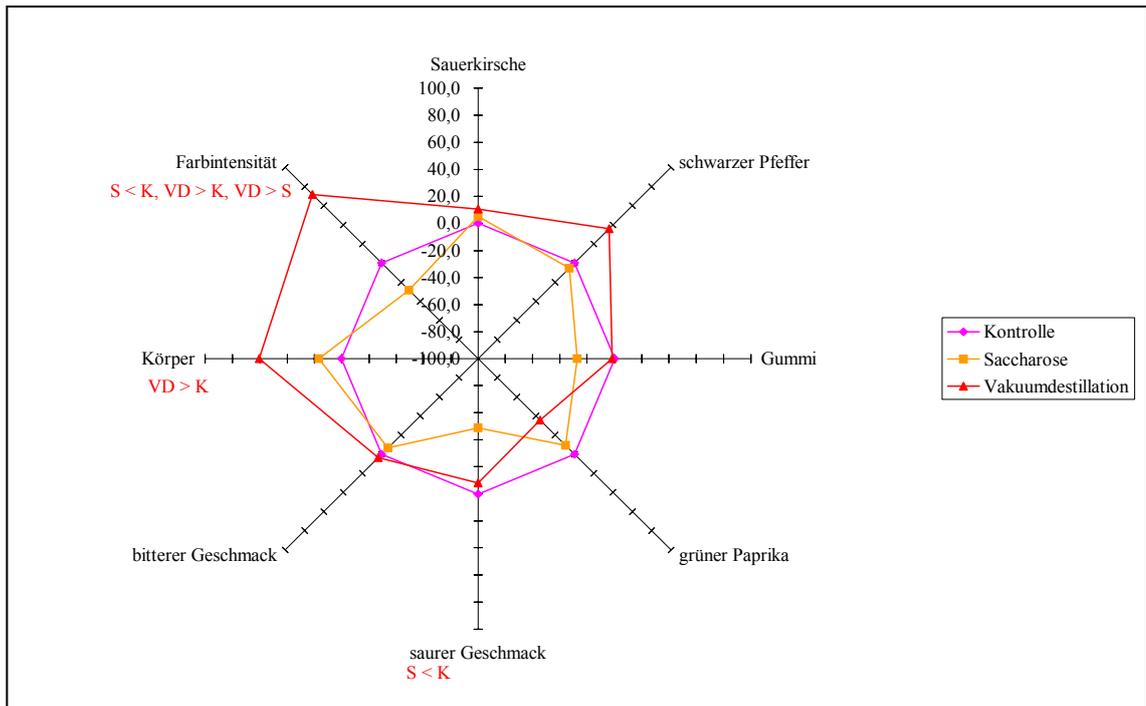


Abbildung 51: Deskriptive Prüfung der Serie 7: 2000er Portugieser / Nahe; n = 15

Das Ausgangsmostgewicht dieser Serie betrug etwa 60 °Öchsle. Die Anreicherung erfolgte durchschnittlich auf 72 °Öchsle. Die Prüfer hatten die Attribute Sauerkirsche, schwarzer Pfeffer, Gummi, grüner Paprika, saurer Geschmack, bitterer Geschmack, Körper und die Farbintensität zu evaluieren. Verglichen wurden die Varianten Kontrolle, Saccharose und Vakuumdestillation. In zwei der drei durchgeführten Dreieckstests konnten die Prüfer signifikante Unterschiede zwischen den betrachteten Varianten erkennen. Auch in dieser deskriptiven Prüfung gelang es den Prüfern bei einem überwiegenden Teil der Attribute nicht, signifikante Unterschiede bezüglich der jeweiligen Intensitäten festzustellen. Lediglich in Anbetracht des sauren Geschmacks, des Körpers und der Farbintensität war dies möglich. Die chaptalisierte Variante erschien den Prüfern weniger sauer als die Kontrollvariante. Im Bereich des Körpers war bei der Vakuumdestillation im Vergleich zur unbehandelten Variante ein deutlicher Zuwachs zu verzeichnen. Gleiches trifft für die Farbintensität zu. Hier wurde die konzentrierte Variante gleichzeitig signifikant intensiver empfunden als die Saccharose, die wiederum etwas farbschwächer erschien als die Kontrollvariante.

Die dritte und letzte Serie, für die man eine deskriptive Prüfung durchführte, bildete ein 2000er Lemberger aus Württemberg (Abbildung 52).

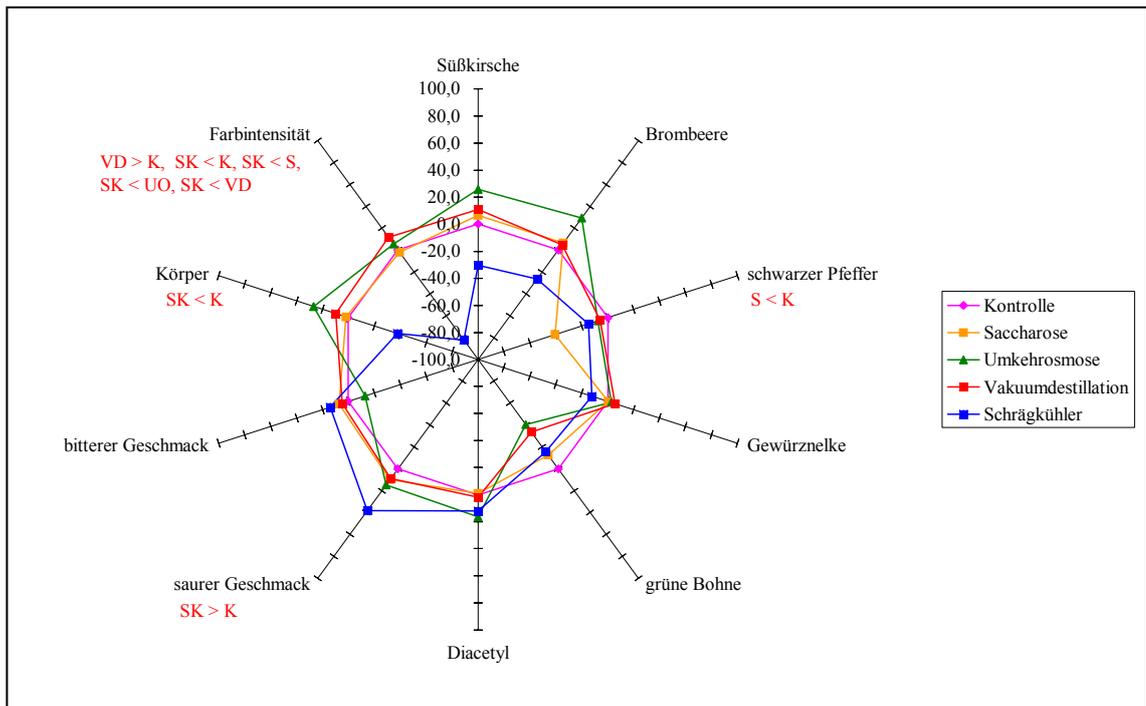


Abbildung 52: Deskriptive Prüfung der Serie 9: 2000er Lemberger / Württemberg; n = 14

Das Ausgangsmostgewicht dieser Serie lag bei etwa 76 °Öchsle. Die Anreicherung erfolgte auf durchschnittlich 89 °Öchsle. In fünf der zehn Dreieckstests dieser Serie konnten die Prüfer signifikante Unterschiede zwischen den betrachteten Varianten nachweisen. Verkostet wurden die Varianten Kontrolle, Saccharose, Umkehrosiose, Vakuumdestillation und Schrägkühler. Die Prüfer hatten die Attribute Süßkirsche, Brombeere, schwarzer Pfeffer, Gewürznelke, grüne Bohne, Diacetyl, saurer Geschmack, bitterer Geschmack, Körper und Farbintensität zu bewerten. Auch in dieser Degustation konnten die vierzehn Prüfer größtenteils keine statistisch gesicherten Unterschiede in den Intensitäten der einzelnen Attribute feststellen. Lediglich bei schwarzem Pfeffer, saurem Geschmack, Körper und der Farbintensität war ihnen dies möglich. Das Aroma des schwarzen Pfeffers erschien den Prüfern bei der chaptalisierten Variante weniger ausgeprägt als bei der Kontrollvariante. Die gefrierkonzentrierte Variante wurde im Vergleich zur unbehandelten Vergleichsvariante etwas saurer empfunden. Was den Körper der Weine betrifft, so wurde der Schrägkühler signifikant schwächer beurteilt als die Kontrolle. Die deutlichsten Unterschiede traten jedoch im Bereich der Farbintensität zu Tage. Hier wurde der Schrägkühler signifikant heller bewertet als alle übrigen Vergleichsproben. Zusätzlich erschien die Vakuumdestillation den Prüfern kräftiger in der Farbe als die Kontrollvariante.

Zusammenfassend bleibt festzustellen, dass auf Grund der geringen Unterschiede in den Dreieckstests, nur für einen kleinen Teil der Versuchsserien eine deskriptive Prüfung

durchgeführt werden konnte. Bei den meisten zu bewertenden Attributen gelang es den Prüfern nicht, signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten zu erkennen. Bei Weißwein waren die Unterschiede zwischen den betrachteten Varianten nicht so deutlich. Speziell für den recht dünnen Portugieser brachte die Mostkonzentrierung deutliche Vorteile bezüglich des Körpers und der Farbintensität. Bei dem höherwertigeren Lemberger hingegen waren die Konzentrierungseffekte kaum nachzuvollziehen. Lediglich die gefrierkonzentrierte Variante fiel durch einen Mangel an Körper und Farbe negativ auf.

Rangordnungsprüfung

Die Darstellung der Ergebnisse aus den Rangordnungsprüfungen des Jahrgangs 2000 erfolgt, wie bereits für den Jahrgang 1999, anhand der Platzierungsindices getrennt für weiße und rote Rebsorten. Die Einzelergebnisse der jeweiligen Versuchsserien sind dem Anhang (siehe 8.2) zu entnehmen. Abbildung 53 zeigt die zusammengefassten Ergebnisse für die Weißweine des Jahrgangs 2000.

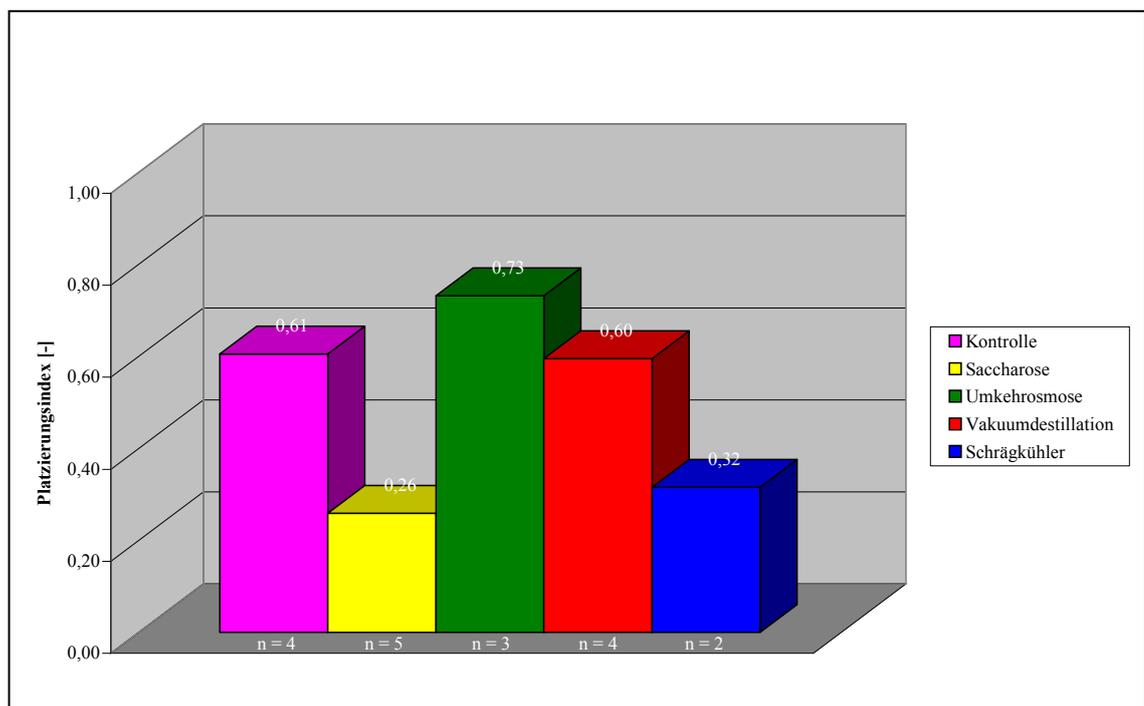


Abbildung 53: Platzierungsindices der verschiedenen Varianten; Weißwein Jahrgang 2000

Demnach schneidet die chaptalisierte Variante, die in fünf Versuchsserien vertreten war, bei den Weißweinen durchschnittlich gesehen am Besten ab. Der Schrägkühler schneidet geringfügig schlechter ab als die Saccharose und belegt Rang zwei. Die Vakuumdestillation wurde durchschnittlich in der persönlichen Bevorzugung der Prüfer mit der unbehandelten

Kontrollvariante auf eine Stufe gestellt. Die Umkehrosmose wurde schlechter bewertet als die Vakuumdestillation und die Kontrolle; sie belegte den letzten Platz bei den Weißweinen.

Im Folgenden sollen die Ergebnisse aus dem Bereich der Rotweine näher betrachtet werden. In Abbildung 54 sind die Berechnungsergebnisse grafisch dargestellt. Bei Rotweinen schneidet die Konzentrierung mittels Umkehrosmose und Vakuumdestillation wesentlich besser ab als bei den Weißweinen. Die Umkehrosmose wurde in den beiden Rangordnungsprüfungen jeweils auf den ersten Platz gesetzt. Hieraus errechnet sich der bestmögliche Platzierungsindex von 0. Auch die Vakuumdestillation wurde sehr gut bewertet und belegt somit Platz zwei. Auch für diesen Jahrgang erwies sich die Gefrierkonzentrierung mittels Schrägkühler zur Erzeugung von Rotweinen als ungeeignet. Diese Variante belegte wieder den letzten Platz. Die chaptalisierte Variante konnte zwar noch eine deutliche Verbesserung der Weinqualität gegenüber der Kontrolle erzielen, war jedoch nicht in der Lage, an die Ergebnisse von Umkehrosmose und Vakuumdestillation heranzureichen.

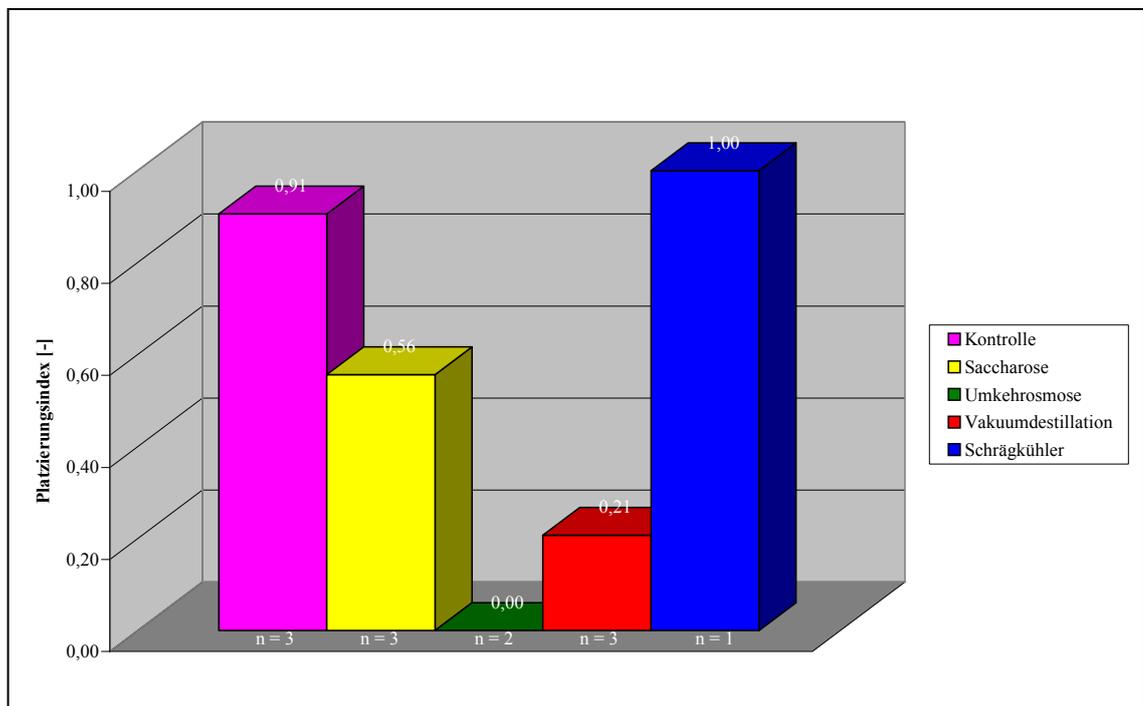


Abbildung 54: Platzierungsindices der verschiedenen Varianten; Rotwein Jahrgang 2000

Zusammenfassend bleibt festzustellen, dass im Bereich der Weißweine des Jahrgangs 2000 lediglich die Varianten Saccharose und Schrägkühler deutliche Verbesserungen gegenüber dem Ausgangsmaterial mit sich brachten, wobei die chaptalisierte Variante noch geringfügig besser beurteilt wurde als die Gefrierkonzentrierte. Die Varianten Vakuumdestillation und

Umkehrosiose erzielten gleiche bzw. schlechtere Bewertungen als die Kontrollvariante. Im Bereich der Rotweine erzielte die Konzentrierung mittels Umkehrosiose und Vakuumdestillation gegenüber allen Vergleichsvarianten deutliche Verbesserungen. Die chaptalisierte Variante brachte zwar gegenüber der Kontrolle noch eine deutliche Verbesserung mit sich, fiel aber hinter diesen beiden Varianten klar zurück. Die Gefrierkonzentrierung mittels Schrägkühler lieferte bei den Rotweinen im Hinblick auf die Farbe ein unbefriedigendes Ergebnis und erscheint demnach auch in diesem Versuchsjahr zur Erzeugung von Rotweinen als ungeeignet.

Wie bereits im Jahrgang 1999 wurden die Rangordnungsprüfungen nach einer Lagerung der Weine erneut durchgeführt. Auf Grund des zeitlich begrenzten Rahmens dieses Forschungsprojektes konnte nur eine Wiederholung der Verkostung nach einer Lagerdauer von einem Jahr erfolgen. Die zusammengefassten Ergebnisse für den Bereich der Weißweine zeigt Abbildung 55.

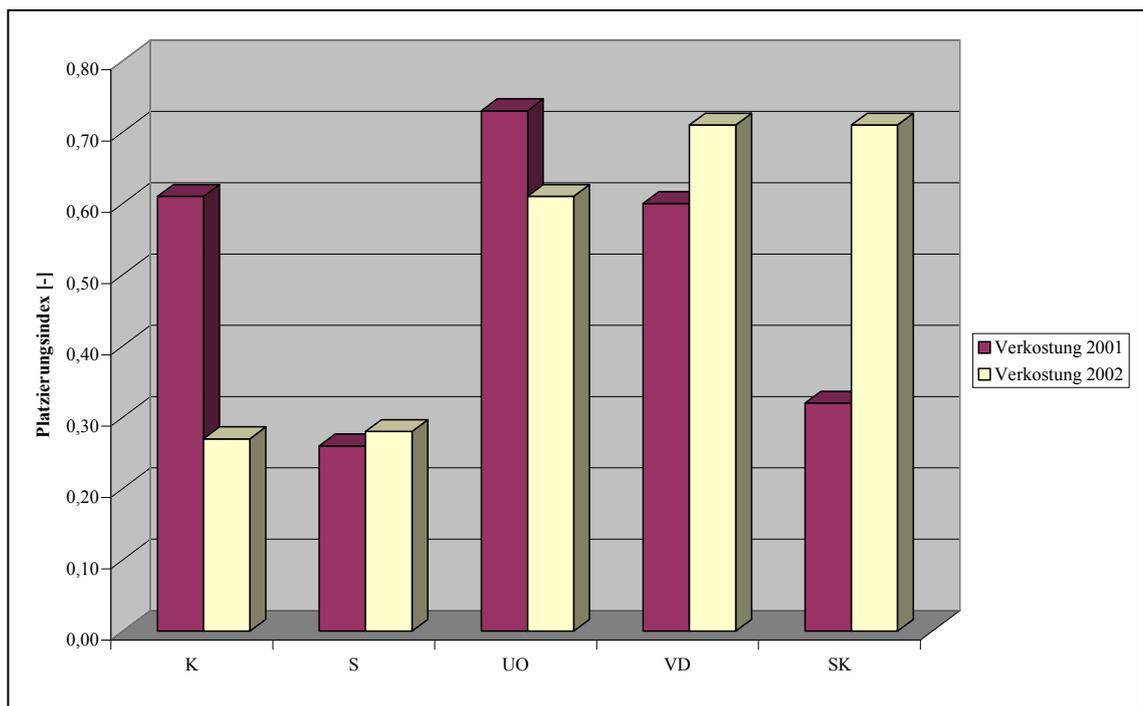


Abbildung 55: Vergleich der Platzierungsindices der verschiedenen Varianten nach einjähriger Lagerung ; Weißwein Jahrgang 2000

Die unbehandelte Kontrollvariante wurde nach einem Jahr Lagerung, durchschnittlich gesehen, wesentlich besser beurteilt als im Vorjahr und belegt Platz eins. Die chaptalisierte Variante verschlechterte sich minimal und gelangte mit minimalem Abstand zur Kontrolle auf Platz zwei. Die drei konzentrierten Varianten schneiden nach dieser Lagerung wesentlich

schlechter ab als die beiden traditionell ausgebauten Weine. Die Umkehrosrose konnte sich im Vergleich zum Vorjahr geringfügig verbessern und belegt demnach den dritten Platz. Die Vakuumdestillation und der Schrägkühler wurden gleich bewertet und teilen sich den letzten Platz, wobei sich die Vakuumdestillation im Vergleich zum Vorjahr nur geringfügig verschlechterte. Bei dem Schrägkühler, der zuvor Rang zwei belegte, war der Unterschied allerdings immens.

Im Folgenden werden die Ergebnisse aus dem Bereich der Rotweine nach einjähriger Lagerung dargestellt (Abbildung 56).

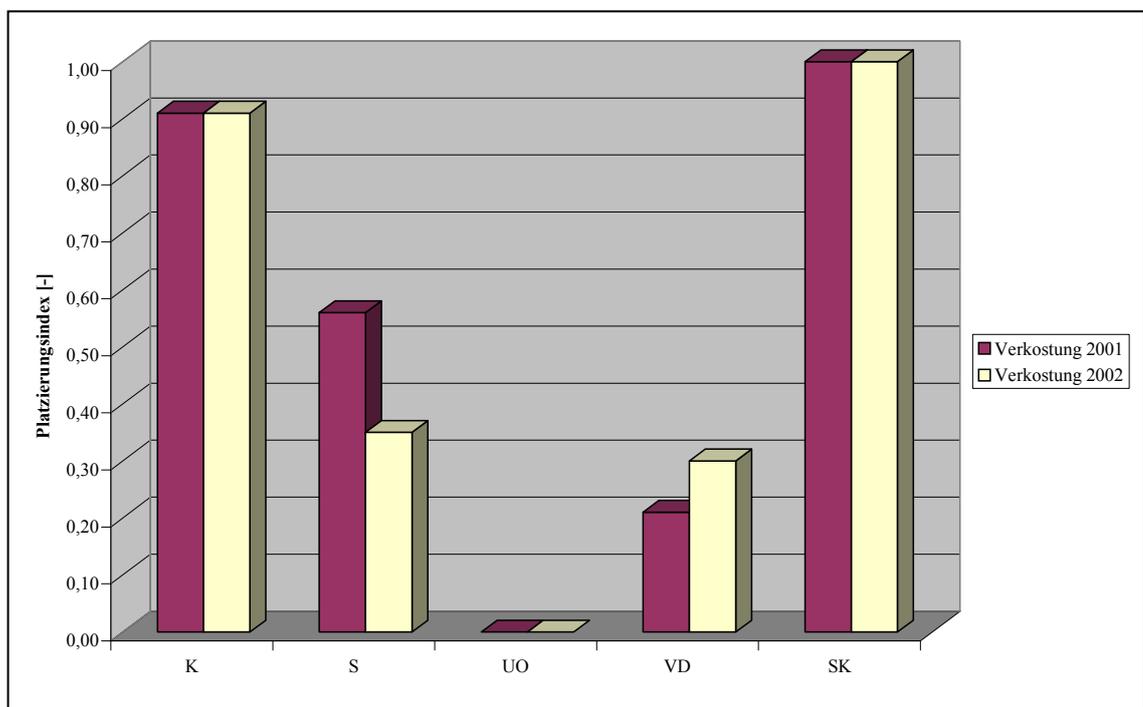


Abbildung 56: Vergleich der Platzierungsindices der verschiedenen Varianten nach einjähriger Lagerung ;Rotwein Jahrgang 2000

Wie bereits in der ersten Verkostung erzielte die Umkehrosrose nach einem Jahr Lagerung die beste Bewertung und belegt Platz eins. Die Vakuumdestillation verschlechterte sich durchschnittlich geringfügig, belegt aber immer noch den zweiten Platz. Die chaptalisierte Variante konnte sich deutlich verbessern und belegt knapp hinter der Vakuumdestillation Platz drei. Die Varianten Kontrolle und Schrägkühler blieben in ihrer Beurteilung unverändert und halten sich nach wie vor auf den Rängen vier und fünf.

4.3 Ergebnisse der Herbstkampagne 2001

Die Darstellung der Einzelergebnisse erfolgt analog zu den Jahren 1999 und 2000. Da sich in den vorangegangenen beiden Herbstkampagnen zeigte, dass aus sensorischer Sicht zwischen den Varianten Umkehrosmose und Vakuumdestillation kaum Unterschiede nachzuweisen waren, beschränkt sich der Verfahrensvergleich in diesem Versuchsjahr auf die Varianten Kontrolle, Saccharose, Umkehrosmose und Schrägkühler. Die Konzentrierung der Moste mittels Schrägkühler erfolgte in dieser Herbstkampagne aus logistischen Gründen auf dem Gelände der Firma Guttroff in Wertheim. Nachdem die Moste in einem nahe gelegenen Weingut geschwefelt und vorgeklärt wurden, nahm man den Transport nach Geisenheim vor, wo dann der Verschnitt und der weitere Ausbau vonstatten gingen. Auf Grund des großen Aufwandes bei der Gefrierkonzentrierung mittels Schrägkühler konnte die Firma Guttroff nur zwei Versuche durchführen. Weiterhin war noch ein Versuch mit Rotwein geplant, den man jedoch aufgrund kellertechnischer Probleme verwerfen musste. Alle übrigen Versuche wurden vor Ort an der Forschungsanstalt Geisenheim durchgeführt.

Im Folgenden soll der Versuchsplan der Herbstkampagne 2001 (Tabelle 17) kurz dargestellt werden. Detailliertere Angaben zu den einzelnen Versuchsserien sind dem Anhang (siehe 8.3) zu entnehmen.

Tabelle 17: Versuchsserien der Herbstkampagne 2001

Serie	Rebsorte	Anbaugebiet	Varianten
1	Müller-Thurgau	Franken	K, S, SK
2	Bacchus	Franken	K, S, SK
3	Müller-Thurgau	Rheingau	K, S, UO
4	Riesling	Rheingau	K, S, UO
5	Riesling	Rheingau	K, S, UO
6	Frühburgunder	Rheingau	S, UO
7	Portugieser	Nahe	K, S, UO
8	Spätburgunder	Pfalz	K, S, UO
9	Lemberger	Württemberg	K, S, UO

Die Serien 1 und 2 wurden bewusst in einem frühen und gesunden Stadium gelesen. Hier sollte nachvollzogen werden, inwieweit bei Verwendung von gesundem Lesegut mit einem niedrigeren Mostgewicht eine Mostkonzentrierung die spätere Weinqualität beeinflussen kann. Speziell vom Kaltmahlen bei der Variante Schrägkühler erhoffte man sich eine aromaschonende Verarbeitung, wie sie in der Gewürzindustrie erfolgreich zur Anwendung gelangt. Der mangelnde Alkoholgehalt sollte durch die Konzentrierung ausgeglichen

werden. Weiterhin schien hier von Interesse, wie sich die so genannten Unreifefaktoren auf die sensorische Qualität auswirken. Aus logistischen Gründen verzichtete man in diesen beiden Serien auf eine Konzentrierung mittels Umkehrosmose. Der Versuch mit dem Frühburgunder wurde in Zusammenarbeit mit dem Fachgebiet Weinbau der Forschungsanstalt Geisenheim durchgeführt. Da hier mit einer begrenzten Traubenmenge weitere Versuchsvarianten ausgebaut werden sollten, wurde auf eine unbehandelte Kontrollvariante verzichtet. In den übrigen Versuchsserien konnten alle drei Varianten des allgemeinen Vergleiches realisiert werden.

Dreieckstests

Den ersten Teil der sensorischen Versuchsauswertung stellten, wie in den Jahren 1999 und 2000, die Dreieckstests dar. Die Auswertung und Darstellung der Ergebnisse erfolgt ebenfalls analog zu diesen beiden vorangegangenen Jahrgängen. Die Einzelergebnisse der Dreieckstests sind dem Anhang (siehe 8.3) zu entnehmen.

Die zusammenfassende Betrachtung der Ergebnisse der Gruppe der Weißweine zeigt Abbildung 57.

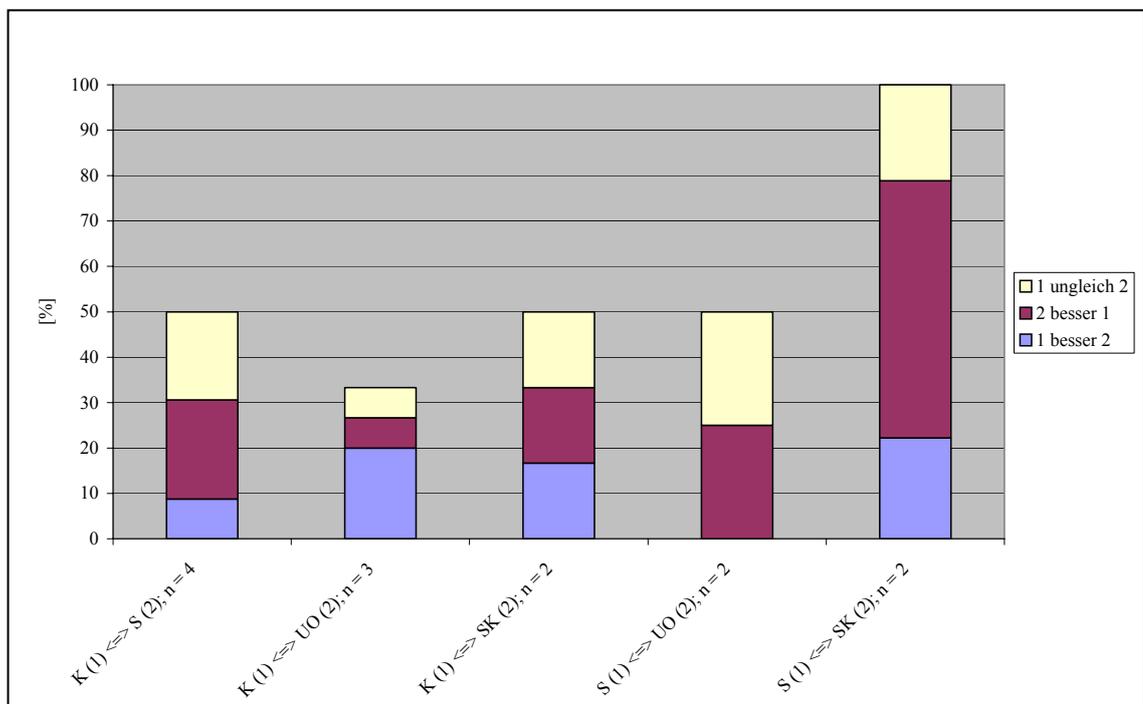


Abbildung 57: Signifikante Unterschiede in den Dreieckstests; Weißwein Jahrgang 2001

Verglichen wurden hier die Ergebnisse der Dreieckstests zwischen den Varianten Kontrolle, Saccharose, Umkehrosmose und Schrägkühler. Die erste Paarung bildeten die Kontrolle und die Saccharose, welche in vier Dreieckstests gegeneinander verkostet wurden. In zwei dieser

Tests (50 %) konnte ein signifikanter Unterschied zwischen beiden Varianten erkannt werden. In 9 % der richtigen Urteile aller Prüfer wurde die Kontrolle bevorzugt, in 22 % die Saccharose und in 19 % waren sich die Prüfer nicht schlüssig, welcher Variante sie den Vorzug erteilen sollten. Der Vergleich zwischen Kontrolle und Umkehrosrose fiel weniger deutlich aus. Hier gelang es nur in einem von drei Tests (33 %) einen signifikanten Unterschied auszumachen, wobei sogar die Kontrolle überwiegend den Vorzug bekam. Kontrolle und Schrägkühler wurden in zwei Dreieckstests gegeneinander verkostet. Einer dieser Tests fiel signifikant aus. Es konnte allerdings keine Bevorzugung einer Variante festgestellt werden, da die Nennungen hierfür gleich verteilt waren.

In zwei weiteren Dreieckstests erfolgte die Verkostung der Varianten Saccharose und Umkehrosrose gegeneinander. Auch hier konnte nur in einem dieser Tests ein signifikanter Unterschied erkannt werden, wobei zu gleichen Teilen die Umkehrosrose den Vorzug erhielt bzw. sich die Prüfer nicht schlüssig waren, welche Variante sie bevorzugen sollten. Eine reine Bevorzugung der Saccharose wurde nicht vergeben. Saccharose und Schrägkühler wurden ebenfalls zweimal gegeneinander verkostet. In beiden Tests ließen sich signifikante Unterschiede erkennen, wobei die Gefrierkonzentrierung bevorzugt wurde.

Insgesamt betrachtet konnten in 57 % der durchgeführten Dreieckstests signifikante Unterschiede zwischen den verkosteten Varianten erkannt werden. Die Ergebnisse zwischen den Varianten Kontrolle, Saccharose und Umkehrosrose fallen recht unterschiedlich aus, so dass hier keine eindeutige Bevorzugung einer Variante erkennbar ist. Im Vergleich zur Kontrolle und zur Saccharose lieferte lediglich die Variante der Gefrierkonzentrierung durchweg gute Ergebnisse.

Die zweite betrachtete Gruppe stellen die Rotweine dar (Abbildung 58). Hier wurden die Varianten Kontrolle, Saccharose und Umkehrosrose miteinander verglichen. In der ersten Paarung zwischen Kontrolle und Saccharose konnte lediglich in einem von drei Dreieckstests ein signifikanter Unterschied erkannt werden, wobei die Saccharose hier klar bevorzugt wurde. Im Rahmen der drei Vergleiche zwischen der Kontrolle und der Umkehrosrose gelang es ebenfalls nur in einem Test einen statistisch gesicherten Unterschied auszumachen. Dabei wurde hier deutlich die Kontrolle bevorzugt. Die Paarung zwischen Saccharose und Umkehrosrose konnte in vier Versuchsserien realisiert werden. Lediglich in einem Dreieckstest wurde ein signifikanter Unterschied erkannt. Von den

richtig genannten Urteilen entfielen 13 % auf die Bevorzugung der Saccharose, 8 % auf die Umkehrosiose und in 5 % der Fälle waren sich die Prüfer nicht schlüssig, welcher der beiden Varianten sie den Vorzug erteilen sollten.

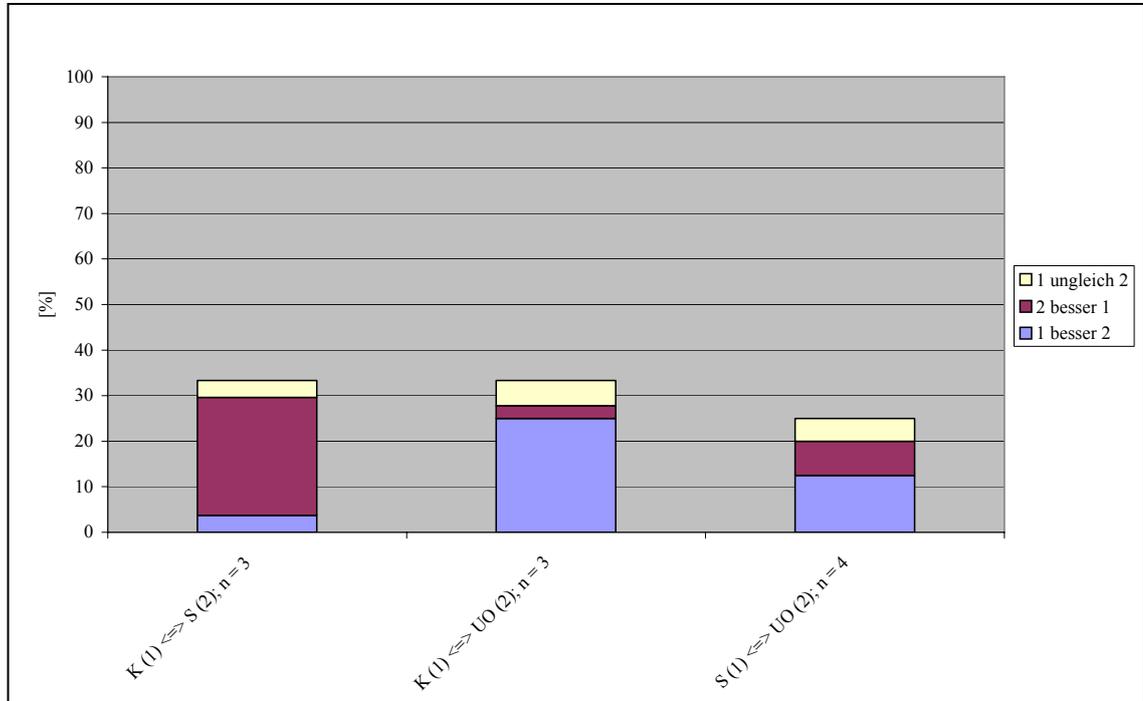


Abbildung 58: Signifikante Unterschiede in den Dreieckstests; Rotwein Jahrgang 2001

Insgesamt betrachtet konnten im Bereich der Rotweine lediglich in 30 % der durchgeführten Dreieckstests signifikante Unterschiede zwischen den betrachteten Varianten erkannt werden. Dies spiegelt sich auch in der Bevorzugung einzelner Varianten wider. Die Ergebnisse gestalteten sich derart unterschiedlich, dass sich keine Variante von den anderen abheben konnte.

Deskriptive Prüfung

Im Gegensatz zu den Herbstkampagnen 1999 und 2000, in denen die deskriptive Prüfung jeweils für die gesamte Versuchsserie durchgeführt wurde, erfolgte sie im Versuchsjahr 2001 nur für die beiden Varianten einer Serie, zwischen welchen man im Dreieckstest signifikante Unterschiede erkannt hatte. Auf eine Beschreibung zwischen der Kontrollvariante und einer der Vergleichsvarianten wurde durchweg verzichtet, auch wenn es gelang, signifikante Unterschiede in den Dreieckstests zu erkennen.

Die erste Serie, für die eine deskriptive Prüfung durchgeführt wurde, war ein 2001er Müller-Thurgau aus Franken (Ausgangsmostgewicht 60 °Öchsle; Anreicherung auf durchschnittlich

82 °Öchsle). Die Ergebnisse dieser Verkostung zwischen Saccharose und Schrägkühler sind in Abbildung 59 dargestellt.

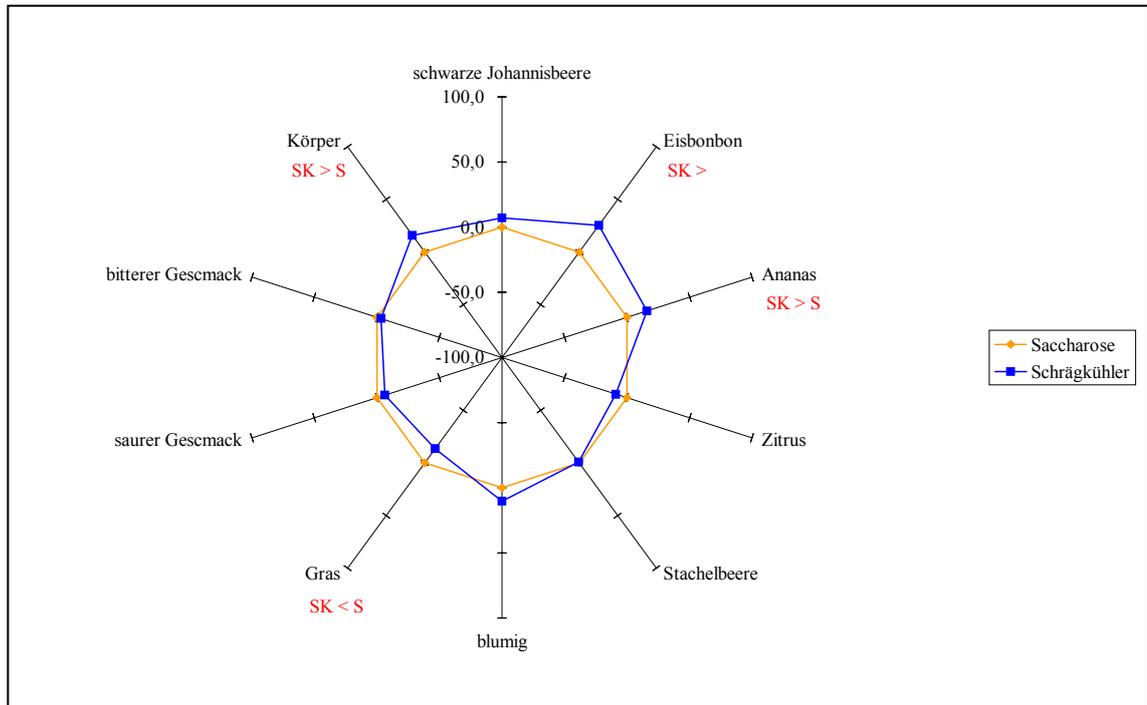


Abbildung 59: Deskriptive Prüfung der Serie 1: 2001er Müller-Thurgau / Franken; n = 14

Die Prüfergruppe hatte die Attribute schwarze Johannisbeere, Eisbonbon, Ananas, Zitrus, Stachelbeere, blumig, Gras, saurer Geschmack, bitterer Geschmack und Körper zu bewerten. Bei vier von diesen Attributen ließ sich ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden betrachteten Weinen erkennen. Die Aromakomponenten Eisbonbon und Ananas sowie der Körper des Weines wurden bei dem Schrägkühler intensiver als bei der chaptalisierten Variante empfunden, während die grasigen Aromakomponenten bei der konzentrierten Variante weniger ausgeprägt waren.

Die nächste Serie stellte ein 2001er Bacchus aus Franken dar (Ausgangsmostgewicht 59 °Öchsle; Anreicherung auf durchschnittlich 78 °Öchsle). Auch hier erfolgte die Prüfung für die Varianten Saccharose und Schrägkühler (Abbildung 60).

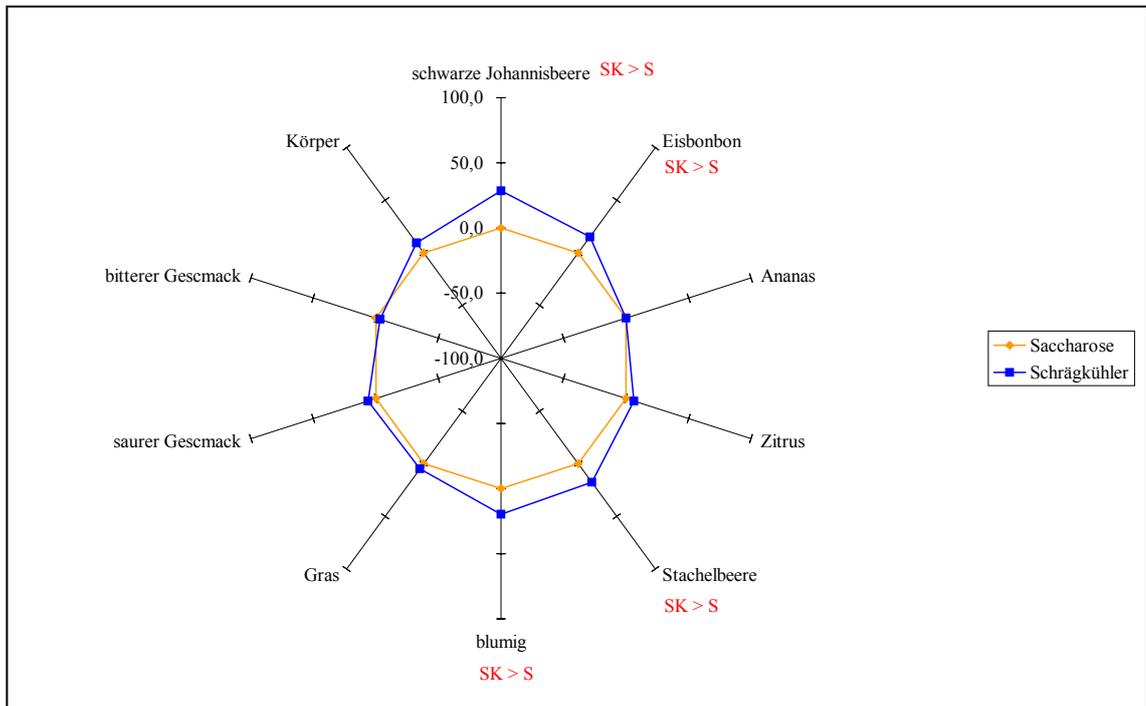


Abbildung 60: Deskriptive Prüfung der Serie 2: 2001er Bacchus / Franken; n = 14

Es sollten die Attribute schwarze Johannisbeere, Eisbonbon, Ananas, Zitrus, Stachelbeere, blumig, Gras, saurer Geschmack, bitterer Geschmack und Körper bewertet werden. Die Aromakomponenten schwarze Johannisbeere, Eisbonbon, Stachelbeere und blumig empfanden die Prüfer bei der konzentrierten Variante jeweils intensiver als bei der chaptalisierten Variante. Bei den übrigen Attributen konnte kein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden.

Die dritte Versuchsserie stellte ein 2001er Müller-Thurgau aus dem Rheingau dar (Abbildung 61). Das Ausgangsmostgewicht betrug 76 °Öchsle. Die Anreicherung erfolgte durchschnittlich auf 85 °Öchsle. Verkostet wurden die Varianten Saccharose und Umkehrosiose. Das Prüfer-Panel hatte die Attribute schwarze Johannisbeere, Eisbonbon, Ananas, Zitrus, Maracuja, blumig, Gras, saurer Geschmack, bitterer Geschmack und Körper zu bewerten. Signifikante Unterschiede konnten bei Eisbonbon, Maracuja und blumig erkannt werden. Hier empfanden die Prüfer die konzentrierte Variante jeweils intensiver im Aroma als die chaptalisierte Variante. In den übrigen Fällen ließ sich kein signifikanter Unterschied nachweisen.

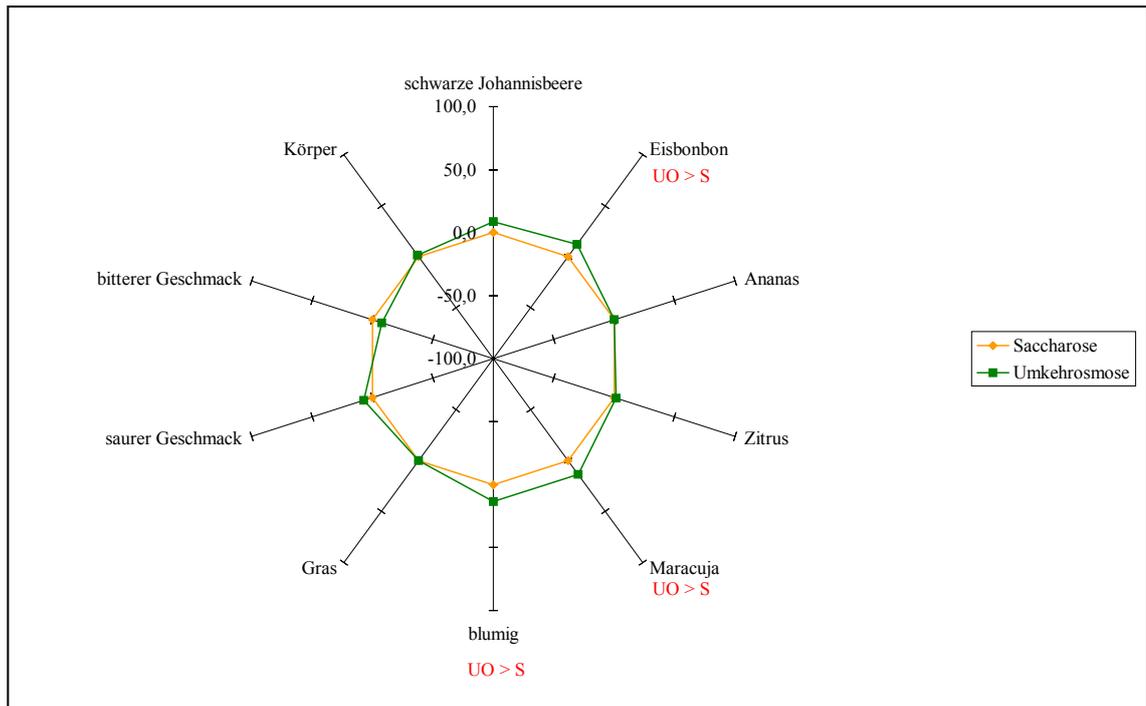


Abbildung 61: Deskriptive Prüfung der Serie 3: 2001er Müller-Thurgau / Rheingau; n = 14

Die letzte Serie, in der signifikante Unterschiede zwischen angereicherten Varianten erkannt wurden, bildete ein 2001er Portugieser von der Nahe (Abbildung 62). Das Ausgangsmostgewicht dieser Versuchsserie lag bei 71 °Öchsle. Die Anreicherung erfolgte durchschnittlich auf 85 °Öchsle.

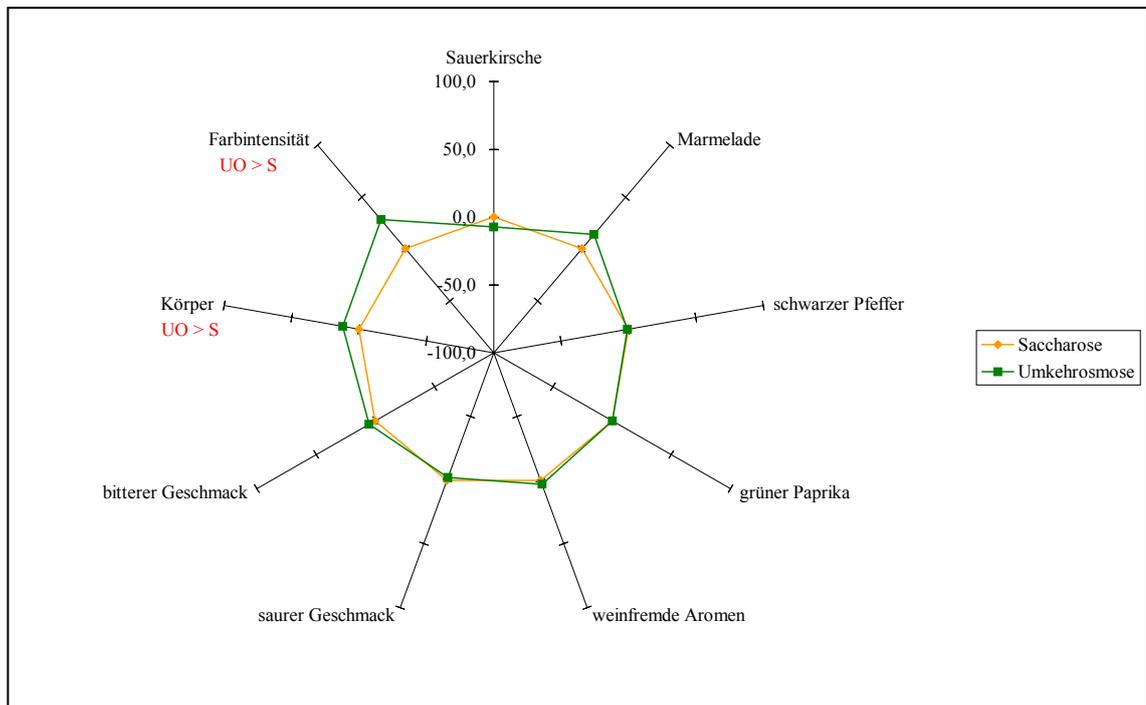


Abbildung 62: Deskriptive Prüfung der Serie 7: 2001er Portugieser / Nahe; n = 12

Die Prüfer hatten die Attribute Sauerkirsche, Marmelade, schwarzer Pfeffer, grüner Paprika, weinfremde Aromen, saurer Geschmack, bitterer Geschmack, Körper und Farbintensität zu bewerten. Signifikante Unterschiede konnten in den Bereichen Körper und Farbintensität verzeichnet werden. Hier wurde jeweils die konzentrierte Variante intensiver als die chaptalisierte Variante beurteilt.

Zusammenfassend bleibt festzustellen, dass die Anzahl der deskriptiven Prüfungen, gemessen an der Gesamtmenge der Versuchsvarianten, relativ gering ausfällt. Dies resultiert allerdings aus der mangelnden Signifikanz innerhalb der Dreieckstests. Bei den Weißweinen fielen die Unterschiede deutlicher aus. Bis auf eine Versuchsserie konnte hier jeweils eine deskriptive Prüfung durchgeführt werden. Durch die Konzentrierung konnten speziell die fruchtigen und blumigen Aromen im Vergleich zur chaptalisierten Variante intensiviert werden. Dies zeigt sich besonders deutlich bei der Gefrierkonzentrierung. Auf den Körper der Weine hatte die Konzentrierung, mit einer Ausnahme im Vergleich mit dem Schrägkühler, keinen nachweisbaren Einfluss. Im Bereich der Rotweine konnte, abhängig von den Ergebnissen der Dreieckstests, nur eine deskriptive Prüfung durchgeführt werden. Bei diesem Portugieser hatte die Konzentrierung keinen nachweisbaren Einfluss auf die Aromen bzw. den sauren oder bitteren Geschmack. Der konzentrierte Wein wurde jedoch körperreicher und intensiver in der Farbe beurteilt, was speziell bei Rotwein von besonderem Interesse ist. Von besonderer Bedeutung scheint die Tatsache, dass bei den anderen Rotweinversuchen, bei denen man höherwertiges Ausgangsmaterial verwendete, keine hinreichende Signifikanz zur Durchführung einer deskriptiven Prüfung gegeben war.

Rangordnungsprüfung

Die Darstellung der Ergebnisse der Rangordnungsprüfungen erfolgt mittels Platzierungsindex getrennt nach weißen und roten Rebsorten analog den beiden vorangegangenen Herbstkampagnen. Die Einzelergebnisse der Prüfungen sind dem Anhang (siehe 8.3) zu entnehmen. Auf eine Wiederholung der Verkostungen nach einer Lagerung der Weine musste auf Grund des begrenzten zeitlichen Rahmens dieses Projektes für diesen Jahrgang verzichtet werden.

Die Ergebnisse aus dem Bereich der Weißweine gibt Abbildung 63 wieder. Die Variante der Gefrierkonzentrierung mittels Schrägkühler erhielt in beiden Versuchsserien die beste Bewertung und belegt in der Gesamtbetrachtung Platz eins. Es bleibt jedoch zu berücksichtigen, dass diese Versuche lediglich in zwei Serien realisiert werden konnten. Die

chaptalisierte Variante brachte zwar durchschnittlich gesehen noch eine geringfügige Verbesserung gegenüber der Kontrolle mit sich, fiel aber hinter dem Schrägkühler deutlich zurück. Die Umkehrosmose wurde in diesem Jahrgang durchschnittlich mit Abstand am schlechtesten bewertet.

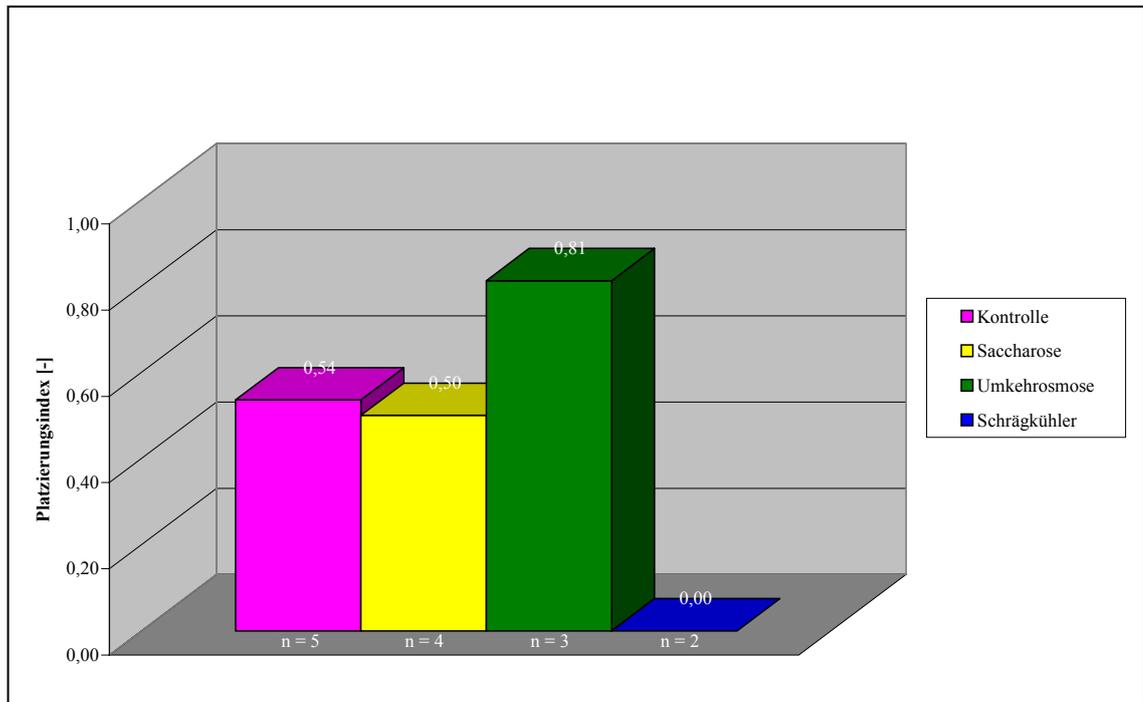


Abbildung 63: Platzierungsindices der verschiedenen Varianten; Weißwein Jahrgang 2001

Den nächsten betrachteten Bereich stellen die Rotweine der Herbstkampagne 2001 dar (Abbildung 64). In dieser Gruppe schneidet die Umkehrosmose mit Abstand am Besten ab. Die chaptalisierte Variante bringt zwar gegenüber der Kontrolle noch eine geringfügige Verbesserung mit sich, fällt aber deutlich hinter der konzentrierten Variante zurück.

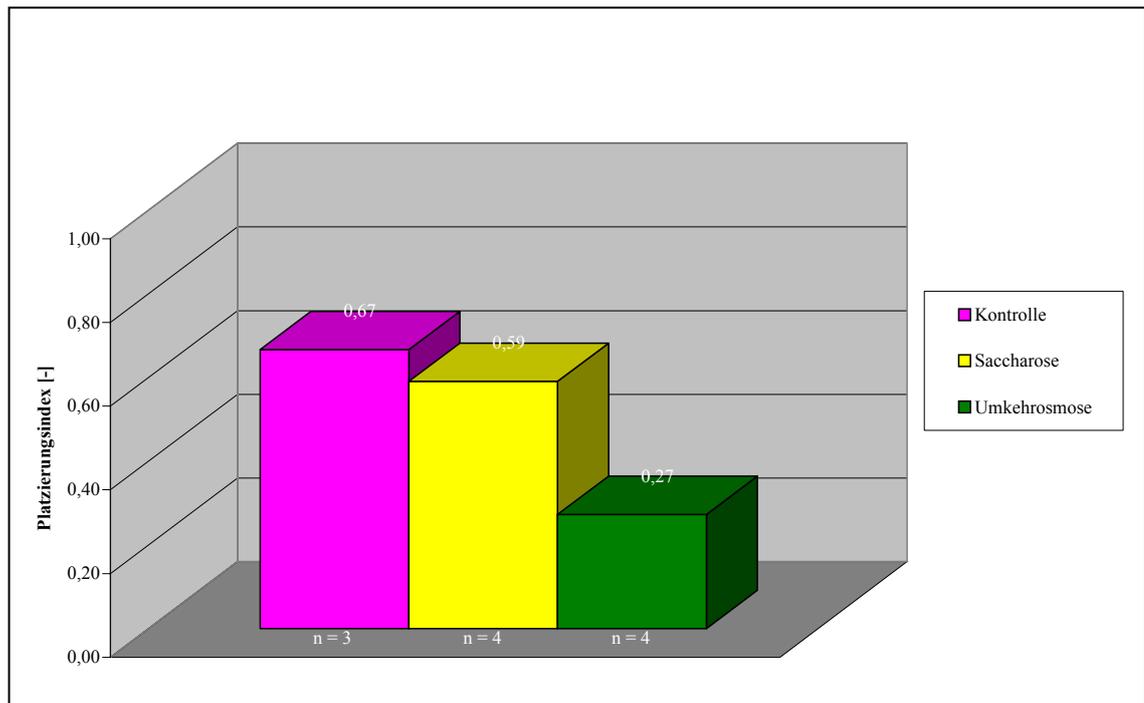


Abbildung 64: Platzierungsindices der verschiedenen Varianten; Rotwein Jahrgang 2001

Zusammenfassend bleibt festzustellen, dass die Gefrierkonzentrierung mittels Schrägkühler bei den Weißweinen recht gute Ergebnisse lieferte. Allerdings ist in diesem Zusammenhang die geringe Anzahl an Versuchsserien zu berücksichtigen, an denen der Schrägkühler beteiligt war. Die Saccharose brachte gegenüber der Kontrollvariante nur eine geringfügige Verbesserung und durch die Anwendung der Umkehrosiose wurde die Weinqualität in diesem Jahrgang durchschnittlich gesehen noch verschlechtert. Die Variante der Vakuumdestillation untersuchte man in diesem Jahrgang nicht mit. Bei den Rotweinen hingegen lieferte die Umkehrosiose jedoch vergleichsweise die besten Ergebnisse. Die Saccharose konnte die Weinqualität in Bezug zur unbehandelten Kontrollvariante nur geringfügig verbessern. Die Varianten Vakuumdestillation und Schrägkühler wurden in diesen Versuchsserien nicht mit berücksichtigt.

4.4 Zusammenfassende Betrachtung der Herbstkampagnen 1999 – 2001

In diesem Abschnitt werden die Einzelergebnisse der Herbstkampagnen 1999 – 2001 bezüglich der standardisierten Anreicherung, des relativen Übergangs, der Dreieckstests, der deskriptiven Prüfung und der Rangordnungsprüfung über den gesamten Versuchszeitraum zusammenhängend diskutiert.

Standardisierte Anreicherung

Bei der Berechnung der standardisierten Anreicherung für den Jahrgang 1999 zeigte sich, dass die Güte der gewonnenen Ergebnisse in großem Maße von der Anzahl der Versuchsserien abhängig ist. Bei zu geringer Probenzahl sind die Schwankungen der Einzelergebnisse bzw. die berechneten Konfidenzintervalle für den Mittelwert sehr groß, was eine Interpretation sehr schwierig gestaltet. Aus diesem Grund wurde für die Jahrgänge 2000 und 2001 auf eine separate Berechnung der standardisierten Anreicherung verzichtet. Demzufolge sollten abschließend alle Einzelergebnisse der drei Versuchsjahre zusammen verrechnet werden, um auf diese Weise einen größeren Stichprobenumfang und genauere Ergebnisse zu erhalten.

Um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten, erfolgte eingangs eine Selektion der zur Berechnung verwendeten Versuchsvarianten. Im Moststadium wählte man nur Versuchsglieder, die weder angegoren waren noch einen biologischen Säureabbau begonnen hatten. Im Weinstadium wurden Versuchsvarianten, bei welchen ein biologischer Säureabbau begonnen hatte oder dieser bereits durchlaufen war, ebenfalls aus der Auswertung gestrichen. Bei Varianten, deren Restzucker man zur besseren sensorischen Vergleichbarkeit mit Fructose ausglich, wurden bei der Ermittlung der Anreicherungsspanne mittels des Gesamtalkoholgehaltes die Werte aus dem Moststadium herangezogen, da bei der Analyse die zugesetzte Fructose zusätzlich in dem Gesamtalkohol erfasst wird und dies eine höhere Anreicherungsspanne vortäuscht. Varianten, die mittels Calciumcarbonat entsäuert wurden, erfuhren bei der Berechnung der standardisierten Anreicherung der Weinsäure hinsichtlich der Auswertung ebenfalls keine Berücksichtigung, da durch diese Maßnahme die Konzentration der Weinsäure eine Verringerung erfährt. Im Falle der Gefrierkonzentrierung mittels Schrägkühler erfolgte die Berechnung der standardisierten Anreicherung der Gesamtphenole nur für Weißweine, da die Ergebnisse der Rotweine auf Grund der fehlenden Maischeerhitzung bzw. Maischegärung nicht vergleichbar gewesen wären.

Die erste betrachtete Stoffgruppe stellen die Säuren im Moststadium dar. (Abbildung 65).

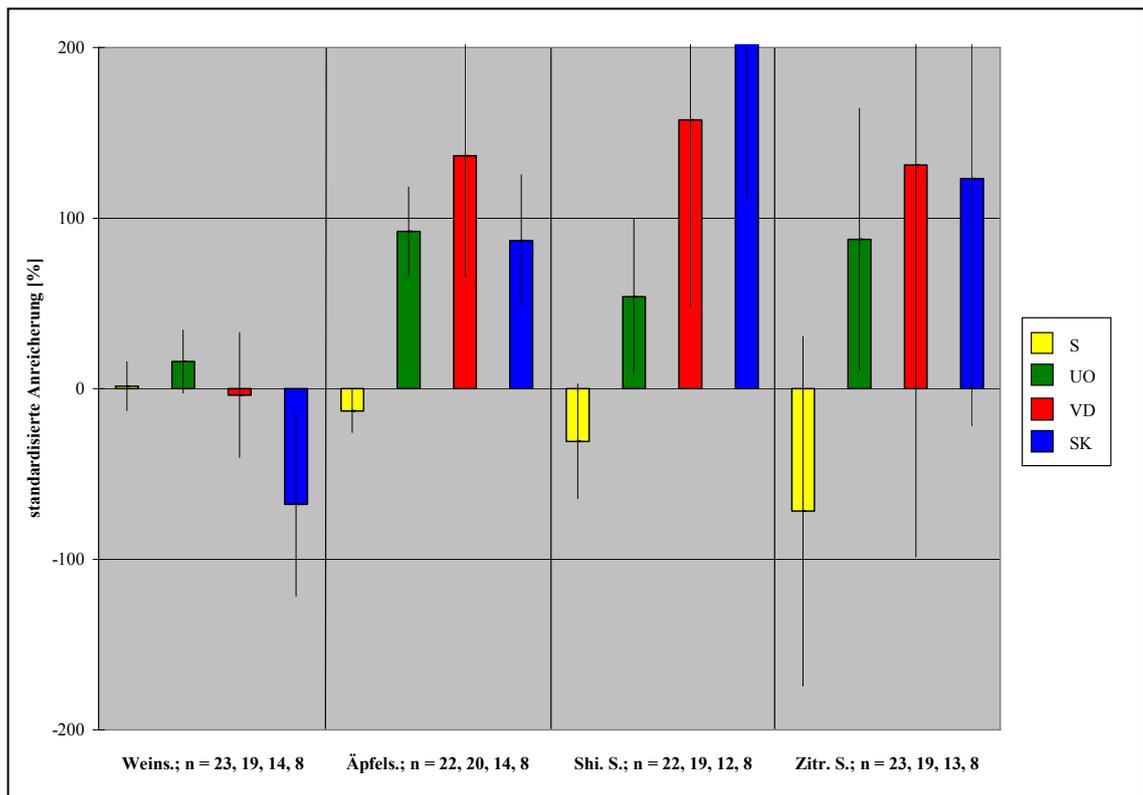


Abbildung 65: Standardisierte Anreicherung der Säuren im Moststadium

Bei der chaptalisierten Variante kommt es, mit Ausnahme der Weinsäure, was jedoch auf geringfügige Analyseungenauigkeiten zurückzuführen sein dürfte, bei allen betrachteten Säuren im Durchschnitt zu einer Abreicherung der Konzentrationen in Bezug zur unbehandelten Kontrollvariante. In Anbetracht des Verdünnungseffektes ist dies auch nicht weiter verwunderlich. Bei der Weinsäure erfolgt für die drei konzentrierten Varianten ebenfalls eine statistisch gesicherte, der Gesamtalkoholerhöhung unterproportionale Anreicherung bzw. sogar eine Abreicherung. Dieser Effekt ist auf den Ausfall von Weinstein zurückzuführen. Bei der Gefrierkonzentrierung wird dies besonders deutlich, da das Löslichkeitsprodukt von Kaliumhydrogentartrat unter anderem von der Temperatur abhängt. Diesen Sachverhalt macht man sich auch bei der Weinsteinstabilisierung zu Nutze.

Statistisch gesehen wird die Äpfelsäure hingegen bei allen Konzentrierungsverfahren analog dem Gesamtalkohol angereichert. Geringe Unterschiede der Mittelwerte zwischen den einzelnen Varianten sind wohl auf den, aus statistischen Gesichtspunkten immer noch sehr geringen, Stichprobenumfang zurückzuführen.

Für die Shikimisäure fallen die Schwankungen etwas größer aus. Bei der Umkehrosiose erfolgt eine unterproportionale Anreicherung, was auf einen größeren Schlupf dieser Substanz durch die Membranen schließen lassen könnte. Dies ließ sich allerdings analytisch nicht belegen. Bei der Vakuumdestillation kann hingegen wieder von einer der Gesamtalkoholerhöhung äquivalenten Anreicherung ausgegangen werden. Bei der Gefrierkonzentrierung erfolgt durchschnittlich und statistisch gesichert eine überproportionale Anreicherung. Allerdings ist in diesem Zusammenhang der für statistische Untersuchungen geringe Stichprobenumfang zu berücksichtigen. Für die generell relativ großen Schwankungen der standardisierten Anreicherung im Bereich der Shikimisäure ließen sich eventuell Wechselwirkungen zwischen Phenolen und Proteinen als mögliche Erklärung anführen. Da es sich bei der Shikimisäure um eine Vorstufe von Phenolen handelt, könnte es möglicherweise zu einer Reaktion zwischen Phenolen und Proteinen gekommen sein. Diese Komplexe könnten ausgefallen sein, was dann letztendlich eine Veränderung der standardisierten Anreicherung nach sich ziehen würde.

Die Zitronensäure wird bei allen Konzentrierungsverfahren nahezu proportional dem Gesamtalkoholgehalt angereichert. Die großen Vertrauensbereiche für den Mittelwert sind wohl auf die generell niedrigen Gehalte an Zitronensäure, die sich im Bereich der Nachweisgrenze und der Analysengenauigkeit bewegen, zurückzuführen.

Im Folgenden sollen die Analysen der Säuren im Weinstadium (Abbildung 66) dargestellt werden.

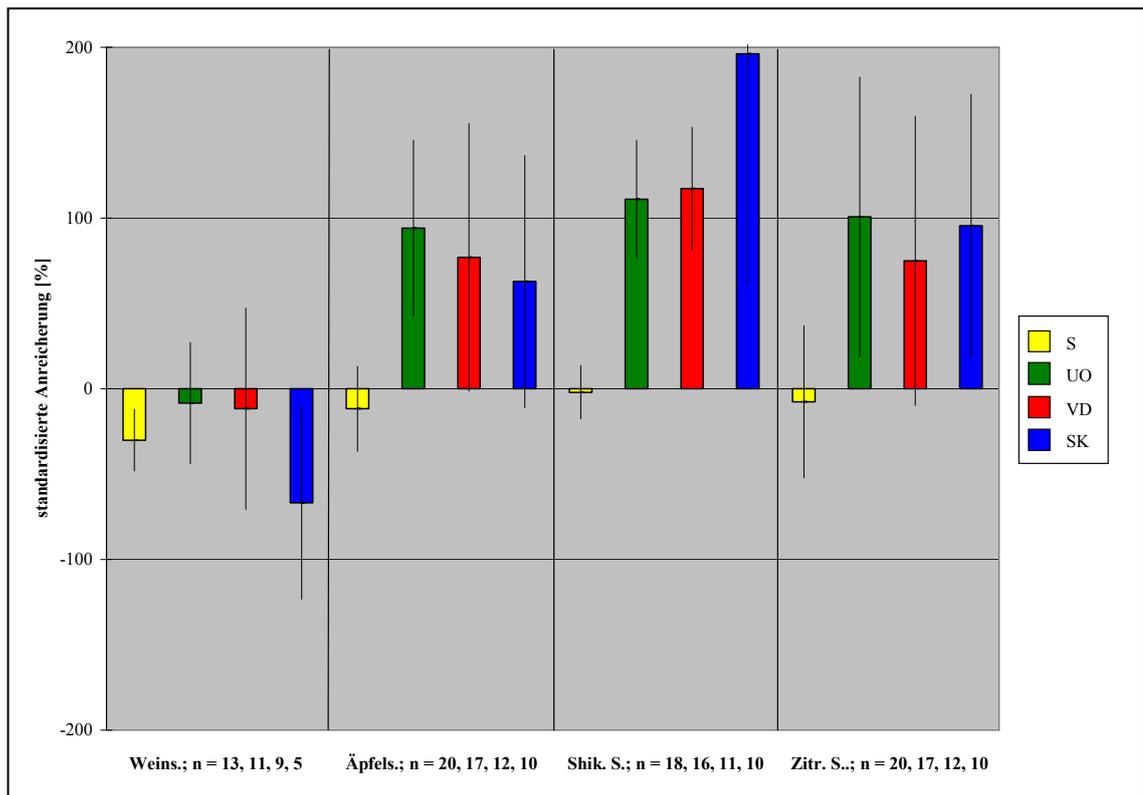


Abbildung 66: Standardisierte Anreicherung der Säuren im Weinstadium

Auch hier erfolgt für alle betrachteten Säuren durch den Verdünnungseffekt eine Abreicherung bei der Saccharosevariante. Bei der Weinsäure sind die Konzentrationen aller Anreicherungsverfahren in Bezug zum Moststadium durchschnittlich weiter gefallen, was auf einen fortschreitenden Weinsteinausfall im Laufe des Weinausbaus und der Lagerung schließen lässt. Geringe Unterschiede im Bereich der Gefrierkonzentrierung lassen sich darauf zurückführen, dass auf Grund der Selektion der zur Berechnung verwendeten Versuchsvarianten Unterschiede zwischen Most- und Weinstadium auftreten können. Hiervon sind prinzipiell alle untersuchten Parameter und Varianten betroffen. Dass es speziell bei der Gefrierkonzentrierung zu keinem solch starken weiteren Abfall der standardisierten Anreicherung der Weinsäure von Most- zu Weinstadium kommt, ist wohl auch darauf zurückzuführen, dass bereits im Moststadium die Sättigungstemperatur durch die verfahrenstechnisch bedingten tiefen Temperaturen unterschritten wurde. Dies führte dann bereits im Moststadium zu einem vollständigen Ausfall von Weinstein, wogegen bei den übrigen Verfahren die Sättigungstemperatur erst im Laufe der Lagerung weiter unterschritten wurde.

Auch bei der Äpfelsäure kommt es bei allen Verfahren zu einer Verringerung der standardisierten Anreicherung im Vergleich mit dem Moststadium. Dies ist auf einen geringfügigen Abbau der Äpfelsäure durch Milchsäurebakterien bei einigen Versuchsserien zurückzuführen. Aus statistischer Sicht erfolgt aber immer noch für alle Konzentrierungsverfahren eine der Gesamtalkoholerhöhung proportionale Anreicherung.

Auch im Bereich der Shikimisäure geht eine für alle drei Konzentrierungsverfahren aus statistischer Sicht proportionale Anreicherung vonstatten. Die unterproportionale Anreicherung bei der Umkehrosmose und die überproportionale Anreicherung bei der Gefrierkonzentrierung im Moststadium sind aus statistischer Sicht nicht mehr haltbar, wenngleich der Mittelwert des Schrägkühlers immer noch deutlich erhöht ist. Der Mittelwert der standardisierten Anreicherung der Shikimisäure bei der Umkehrosmose liegt nun fast bei 100 %.

Die standardisierte Anreicherung der Zitronensäure erfolgt auch im Weinstadium für alle drei Konzentrierungsverfahren äquivalent der Gesamtalkoholerhöhung.

Die nächste betrachtete Stoffgruppe stellen die Zucker Glucose und Fructose im Moststadium dar (Abbildung 67). Hier erfolgt die Anreicherung für beide Zucker bei allen vier Anreicherungsverfahren proportional der Gesamtalkoholerhöhung. Die Mittelwerte liegen alle recht nahe bei 100 % und deren Vertrauensbereiche fallen sehr klein aus, was nicht weiter verwunderlich ist, da im Moststadium der Gesamtalkohol im Wesentlichen durch diese beiden Zuckerarten repräsentiert wird.

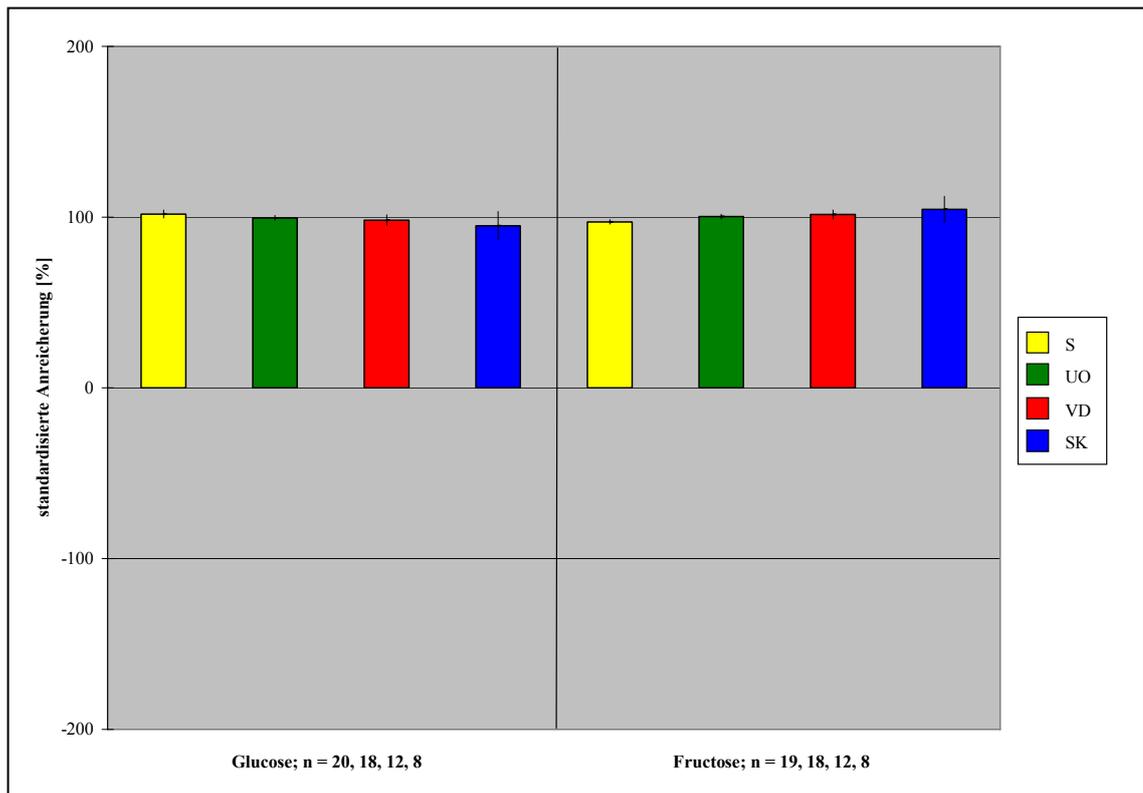


Abbildung 67: Standardisierte Anreicherung der Zucker im Moststadium

Im Weinstadium erfolgte die Berechnung der standardisierten Anreicherung für das gebildete Glycerin (Abbildung 68).

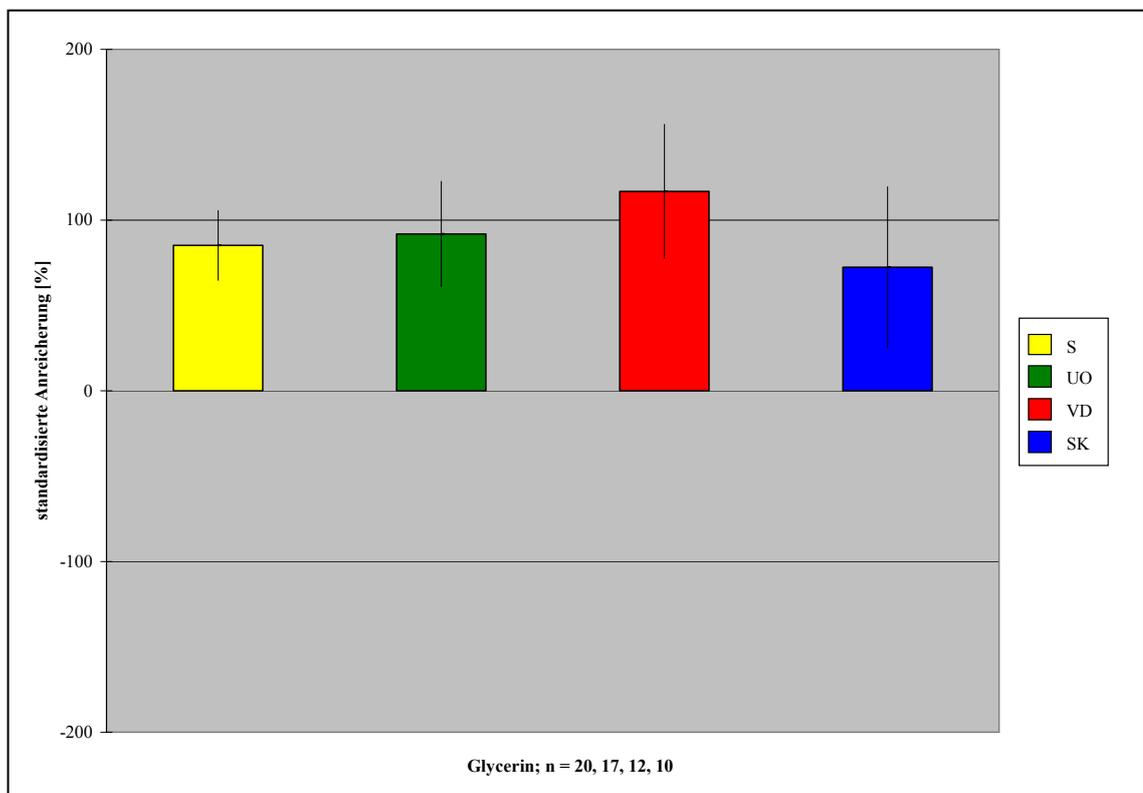


Abbildung 68: Standardisierte Anreicherung des Glycerins im Weinstadium

Hier zeigt sich ein ähnliches Bild, wie bei den Zuckern im Moststadium. Auch das Glycerin korreliert in hohem Maße mit dem Gesamtalkohol. Für alle vier Anreicherungsverfahren erfolgt die standardisierte Anreicherung des Glycerins proportional der Gesamtalkohol-erhöhung. Die Vertrauensbereiche fallen zwar nicht so exakt wie bei den Zuckern aus, liefern jedoch insgesamt eine gute Näherung.

Im Folgenden sollen die Kationen näher betrachtet werden. Abbildung 69 zeigt die Berechnungsergebnisse aus dem Moststadium. Die Ergebnisse aus dem Weinstadium sind hingegen in Abbildung 70 dargestellt.

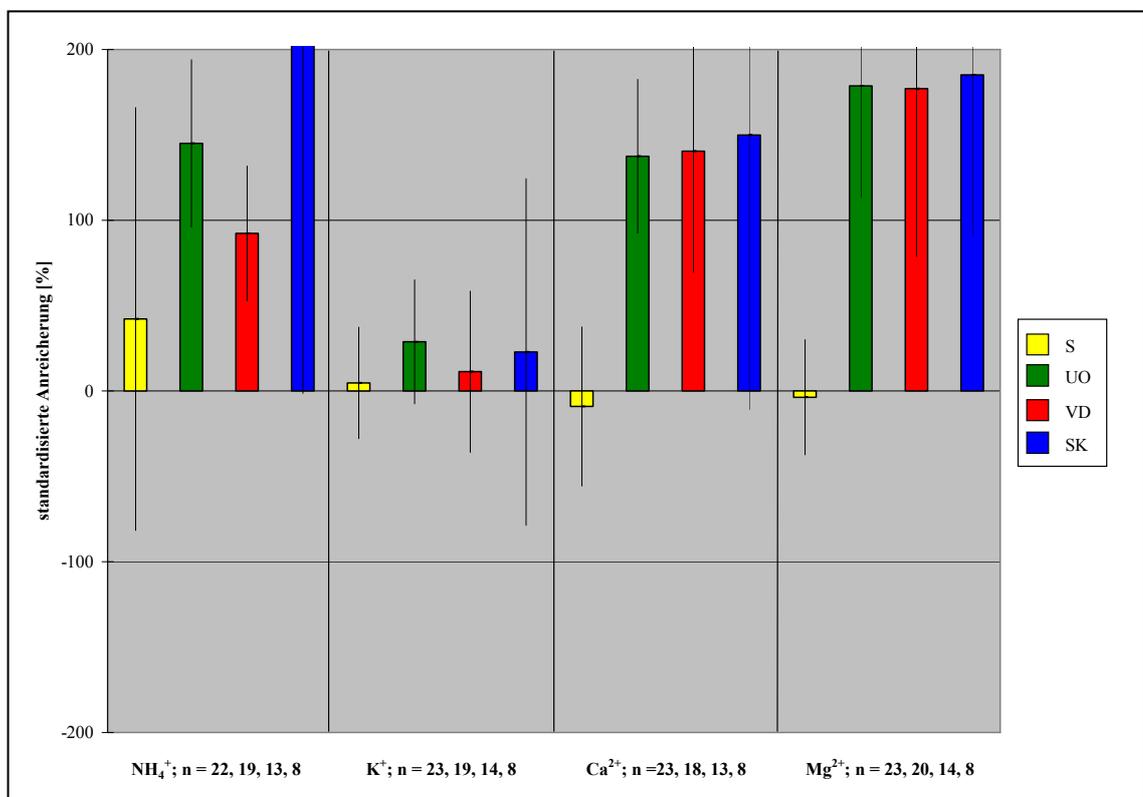


Abbildung 69: Standardisierte Anreicherung der Kationen im Moststadium

Im Bereich des Ammoniums erfolgt bei der chaptalisierten Variante im Durchschnitt eine geringfügige Anreicherung gegenüber der unbehandelten Kontrollvariante. Eine Erklärung hierfür könnte sein, dass in der Herbstkampagne 1999 versehentlich Mostproben gezogen wurden, nachdem man das Hefenährpräparat zugesetzt hatte. Ansonsten fällt das Konfidenzintervall für den Mittelwert jedoch so groß aus, dass der wahre Mittelwert auch negativ sein könnte und somit die zu erwartende Abreicherung eingetreten wäre. Im Bereich der drei konzentrierten Varianten liegen bei den Ammoniumwerten ebenfalls große Schwankungen vor. Jedoch bewegt sich hier die standardisierte Anreicherung von 100 %

innerhalb der Vertrauensbereiche der Mittelwerte, so dass wohl davon auszugehen ist, dass die Anreicherung proportional der Gesamtalkoholerhöhung erfolgt. Im Weinstadium hingegen konnte Ammonium bei keinem der vier Anreicherungsverfahren nachgewiesen werden. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Hefe im Verlauf der Gärung das gesamte Ammonium aufgenommen hatte.

Auch Kalium wird bei der Saccharosevariante durchschnittlich in geringem Maße angereichert. Allerdings könnte der wahre Mittelwert aufgrund der Größe des Konfidenzintervalls auch negativ ausfallen, wodurch wieder die zu erwartende Abreicherung gegeben wäre. Bei den konzentrierten Varianten wird Kalium, analog der Weinsäure, durchschnittlich unterproportional angereichert, was wiederum mit dem Ausfall von Weinstein zu begründen ist. Auch im Weinstadium erfolgt die standardisierte Anreicherung des Kaliums für alle drei Konzentrierungsverfahren unterproportional der Gesamtalkoholerhöhung und hat im Vergleich zum Moststadium weiter abgenommen, da während des Weinausbaus und der Lagerung weiterhin Weinstein ausfiel. Bei der chaptalisierten Variante ist infolge des Verdünnungseffektes die erwartete Abreicherung zu verzeichnen. Auch hier haben die Kaliumkonzentrationen im Vergleich zum Moststadium abgenommen.

Calcium wird bei der Saccharosevariante im Moststadium in geringem Maße abgereichert, wie dies durch den Verdünnungseffekt zu erwarten wäre. Bei den drei konzentrierten Varianten erfolgt hingegen die, ebenfalls zu erwartende, dem Gesamtalkoholgehalt proportionale, Anreicherung. Im Weinstadium fand bei Calcium, genau wie im Moststadium, bei allen drei Konzentrierungstechnologien eine der Gesamtalkoholerhöhung proportionale Anreicherung statt. Bei der Saccharosevariante ist wiederum eine Abreicherung zu verzeichnen.

Auch bei Magnesium liegt im Moststadium für die Saccharosevariante eine geringfügige Abreicherung vor. Bei den konzentrierten Varianten fällt hingegen die durchschnittliche Anreicherung des Magnesiums sehr hoch aus. Im Gegensatz zur Vakuumdestillation und der Gefrierkonzentrierung ist bei der Umkehrosmose diese überproportionale Anreicherung sogar statistisch gesichert. Im Weinstadium sind die durchschnittlichen Werte der standardisierten Anreicherung des Magnesiums hingegen im Vergleich zum Moststadium bei allen drei Konzentrierungsverfahren gefallen. Die statistisch gesicherte überproportionale Anreicherung bei der Umkehrosmose aus dem Moststadium kann nun nicht mehr belegt

werden. Stattdessen erfolgt nun bei der Vakuumdestillation eine überproportionale Anreicherung. Im Bereich der Gefrierkonzentrierung erfolgt die standardisierte Anreicherung wieder analog der Gesamtalkoholerhöhung. Letztlich ist wohl davon auszugehen, dass das Magnesium sowohl im Most- als auch im Weinstadium für alle drei Konzentrierungsverfahren eine dem Gesamtalkohol proportionale Anreicherung zeigt. Bei der Saccharosevariante tritt im Weinstadium wiederum die erwartete durchschnittliche Abreicherung ein.

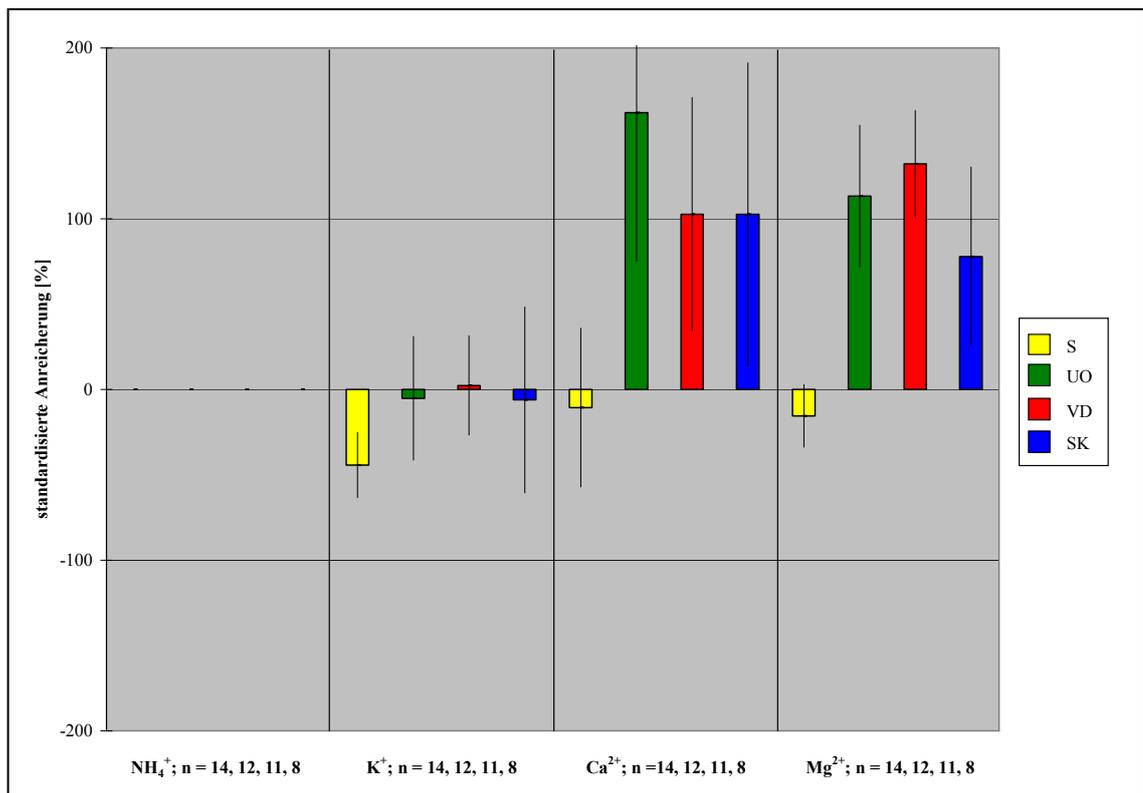


Abbildung 70: Standardisierte Anreicherung der Kationen im Weinstadium

Die nächste betrachtete Stoffgruppe stellen die Phenole dar. Abbildung 71 sind die Ergebnisse aus dem Moststadium zu entnehmen. Bei der chaptalisierten Variante tritt der erwartete Verdünnungseffekt ein, woraus eine durchschnittliche Abreicherung der Phenole resultiert. Bei der Umkehrosmose und der Vakuumdestillation vollzieht sich die Anreicherung im Durchschnitt unterproportional der Gesamtalkoholerhöhung. Ein Übergang phenolischer Substanzen in das Permeat bzw. Destillat wäre auf Grund ihrer Molekülstruktur und Größe nicht zu erwarten. Dies ließ sich auch aus analytischer Sicht nicht bestätigen. Diese unterproportionale Anreicherung ist allerdings nicht gesichert, so dass sie aus statistischer Sicht auch analog der Gesamtalkoholerhöhung ausfallen könnte. Die durchschnittliche standardisierte Anreicherung bei der Gefrierkonzentrierung fällt mit etwa

440 % sehr hoch aus, ist allerdings in Anbetracht der großen Schwankungen und des geringen Stichprobenumfangs nicht statistisch gesichert. Diese große Anreicherung der Phenole könnte auf den mechanischen Aufschluss der Beeren zurückzuführen sein, bei dem es auch zu einer Beschädigung der Kerne gekommen sein könnte, was dann die erhöhte Freisetzung von Phenolen bewirkte.

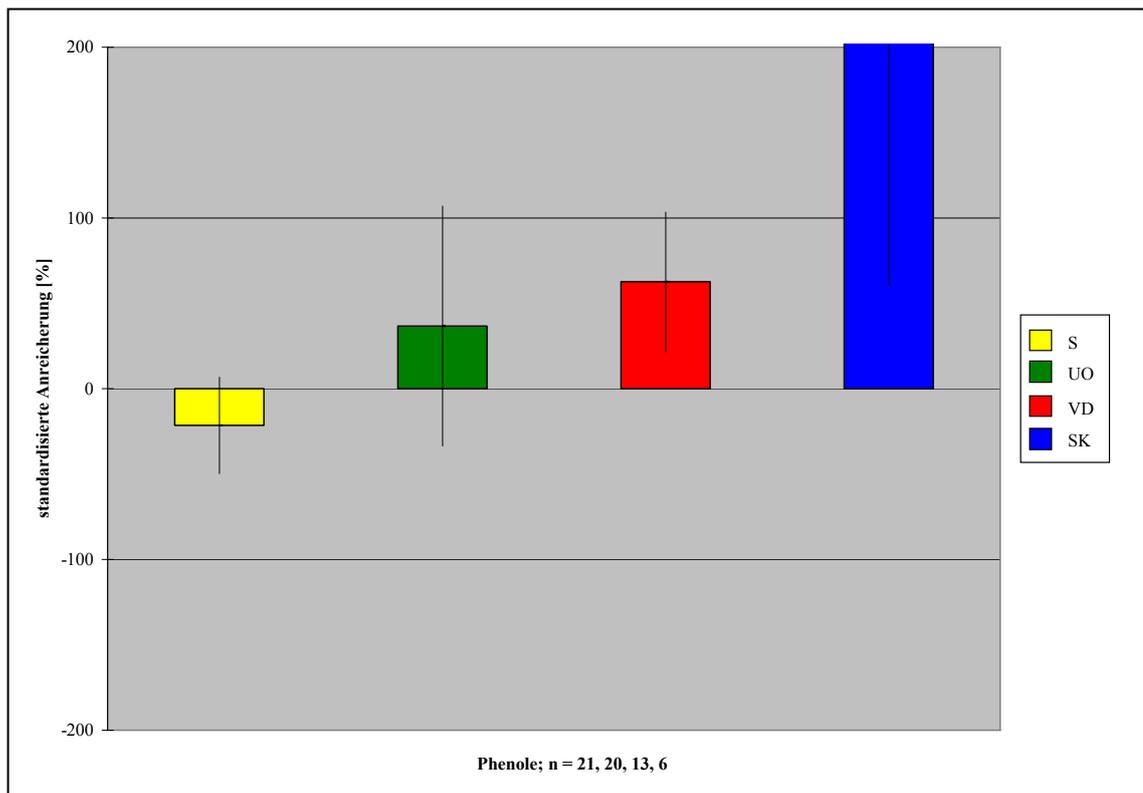


Abbildung 71: Standardisierte Anreicherung der Phenole im Moststadium

Auch im Weinstadium erfolgte die Berechnung der standardisierten Anreicherung der Phenole (Abbildung 72). Bei der Saccharose kommt es durchschnittlich zu einer geringen Anreicherung, was allerdings statistisch nicht gesichert und somit zu vernachlässigen ist. Der Trend der unterproportionalen Anreicherung bei den Verfahren Umkehrosmose und Vakuumdestillation setzt sich im Weinstadium fort und ist hier im Gegensatz zum Moststadium sogar statistisch gesichert. Eine mögliche Erklärung hierfür könnte in einer Reaktion von Phenolen und Eiweißen begründet sein. Die auf diese Weise gebildeten Komplexe könnten ausgefallen sein, was dann eine unterproportionale Anreicherung der Phenole zur Folge hätte. Auch im Weinstadium fällt die standardisierte Anreicherung der Phenole für die Gefrierkonzentrierung mit etwa 250 % sehr hoch aus. Jedoch ist diese überproportionale Anreicherung, wie im Moststadium, nicht statistisch gesichert. Auf Grund des geringen Stichprobenumfangs und des hieraus resultierenden großen Vertrauensbereichs

für den Mittelwert liegt die Vermutung jedoch nahe, dass bei einer größeren Probenzahl diese überproportionale Anreicherung der Phenole auch statistisch zu belegen wäre.

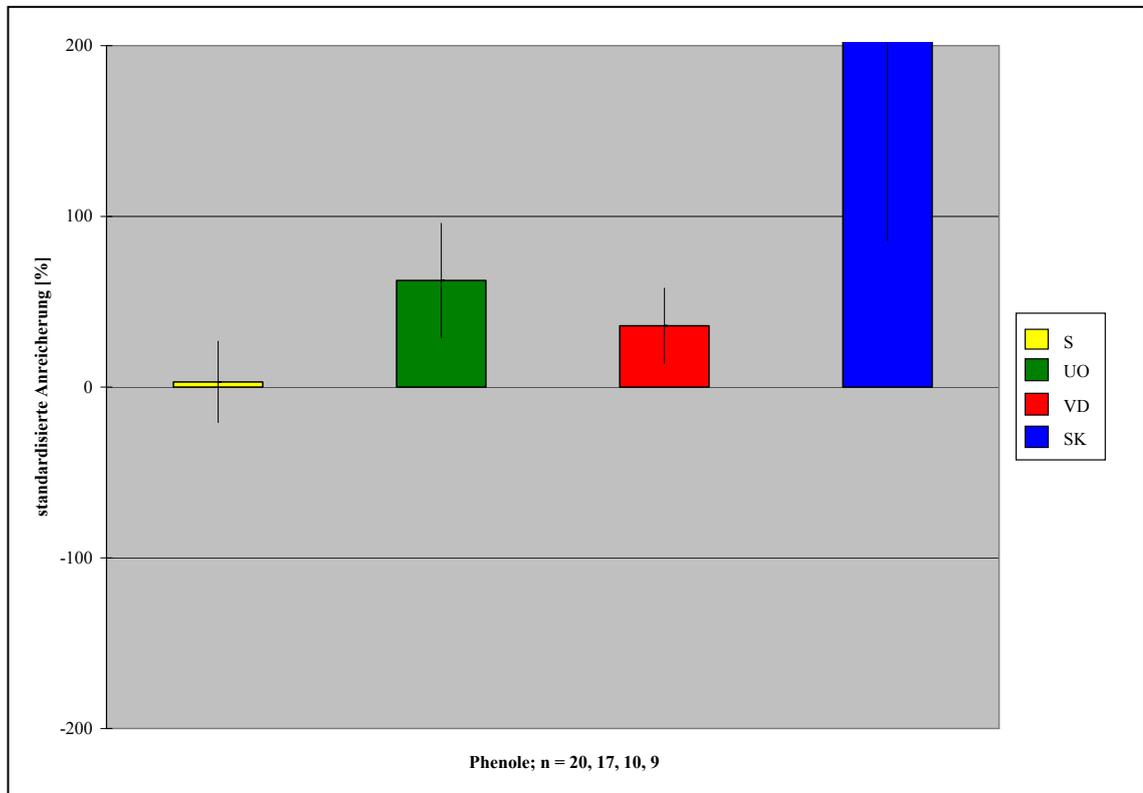


Abbildung 72: Standardisierte Anreicherung der Phenole im Weinstadium

Die letzten betrachteten Parameter stellen die Extinktionswerte bei 420, 520 und 620 nm dar. Die Berechnung der standardisierten Anreicherung erfolgte nur im Weinstadium. Die Ergebnisse veranschaulicht Abbildung 73. Da die Auswertung der Extinktionen nur für Rotweine erfolgte und zudem einige Varianten auf Grund eines biologischen Säureabbaus aus der Auswertung herausgenommen werden mussten, fällt der Stichprobenumfang hier extrem niedrig aus, was sich deutlich an der Qualität der Ergebnisse zeigt.

In allen drei Wellenlängenbereichen ist bei der chaptalisierten Variante im Durchschnitt eine geringfügige Zunahme der Farbintensität zu verzeichnen, die allerdings statistisch nicht gesichert ist und daher vernachlässigt werden kann. Bei den Verfahren Umkehrosmose und Vakuumdestillation kommt es durchschnittlich zu einer überproportionalen Anreicherung der Intensitäten in allen Farbbereichen; dies trifft in besonderem Maße für die Umkehrosmose zu. Auch hier sind diese Ergebnisse nicht gesichert. Bei einer Betrachtung der Vertrauensbereiche spiegelt sich die extreme Variation der Einzelergebnisse wider. Bei der Gefrierkonzentrierung konnte kein Konfidenzintervall für den Mittelwert berechnet

werden, da letztlich nur ein Versuch zur Auswertung vorlag. Die extrem schwache Farbausbeute im Vergleich zur unbehandelten Kontrollvariante wird allerdings in allen drei Wellenlängenbereichen deutlich. Dies ist, wie bereits erwähnt, auf die fehlende Maischeerhitzung bzw. Maischegärung bei diesem Verfahren der Gefrierkonzentrierung zurückzuführen. Auf Grund der geringen Probenzahl können im Hinblick auf eine Intensivierung der Farbe bei Rotweinen keine gesicherten Aussagen getroffen werden. Es ist allerdings zu vermuten, dass auf Grund des Verdünnungseffektes bei der Chaptalisierung eine geringe Farbaufhellung, zumindest aus analytischer Sicht, zu verzeichnen sein dürfte. Bei den Verfahren Umkehrosmose und Vakuumdestillation sollte die standardisierte Anreicherung der Extinktionen, d. h. die Farbintensivierung, auf Grund der Molekülbeschaffenheit der farbaktiven Substanzen proportional der Gesamtalkoholerhöhung erfolgen. Bei der Gefrierkonzentrierung kommt es in Anbetracht der bereits genannten Ursachen zu einer Abnahme der Farbintensität.

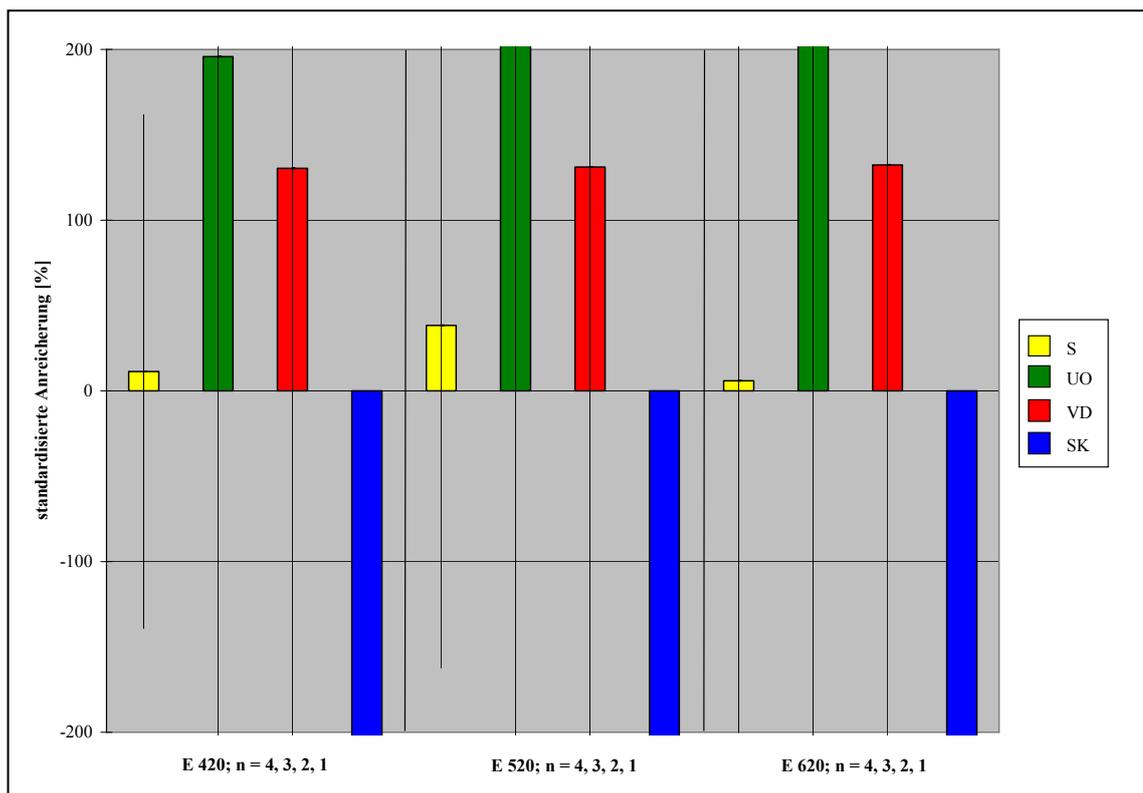


Abbildung 73: Standardisierte Anreicherung der Extinktionswerte im Weinstadium

Zusammenfassend bleibt festzustellen, dass der Stichprobenumfang, selbst nach einer gemeinsamen Betrachtung der dreijährigen Versuchsergebnisse, für eine gesicherte statistische Auswertung immer noch zu gering war. Dies zeigt sich deutlich an den großen

Schwankungen der Mittelwerte und den großen Vertrauensbereichen. Aus dieser Perspektive kann die Interpretation der Berechnungsergebnisse nur Tendenzen aufzeigen.

Bei der chaptalisierten Variante tritt mit Ausnahme von Glucose, Fructose und Glycerin, durch die Zugabe von Saccharose, auf Grund des Verdünnungseffektes, eine Abreicherung der untersuchten Parameter ein. Dies konnte sowohl im Most- als auch im Weinstadium aufgezeigt werden. Glucose und Fructose im Moststadium und Glycerin im Weinstadium korrelieren in großem Maße mit der Saccharosezugabe und werden daher analog der Gesamtalkoholerhöhung angereichert. Im Hinblick auf den Weinsteinausfall erfolgte eine unterproportionale Anreicherung von Kalium und Weinsäure. Ammonium konnte im Weinstadium bei keinem der Anreicherungsverfahren nachgewiesen werden, da die Hefe im Laufe der Gärung das gesamte Ammonium aufbrauchte. Die Anreicherung der Phenole erfolgte im Weinstadium für die Umkehrosmose und die Vakuumdestillation statistisch gesichert unterproportional. Für die Gefrierkonzentrierung mittels Schrägkühler fiel sie hingegen tendenziell überproportional aus, was auf den mechanischen Aufschluss der Beeren und eine eventuelle Beschädigung der Kerne zurückzuführen sein dürfte. Die Farbintensität der gefrierkonzentrierten Variante nimmt auf Grund einer nicht durchführbaren Maischeerhitzung bzw. Maischegärung im Vergleich zur unbehandelten Kontrollvariante ab. Bei allen übrigen untersuchten Parametern erfolgte bei der Saccharose eine Abreicherung und bei den konzentrierten Varianten eine der Gesamtalkoholerhöhung proportionale Anreicherung. Dies konnte sowohl im Most- als auch im Weinstadium dargelegt werden.

Relativer Übergang

Bei der Berechnung des relativen Übergangs trat bezüglich des Stichprobenumfangs das gleiche Problem wie bei der Ermittlung der standardisierten Anreicherung auf. Demzufolge wurde der relative Übergang auch nicht separat für die Herbstkampagnen 2000 und 2001 berechnet, sondern nur zusammenhängend für alle drei Versuchsjahre. Die Auswahl der zur Berechnung verwendeten Versuchsglieder erfolgte ebenfalls analog der standardisierten Anreicherung.

Die erste betrachtete Stoffgruppe bilden die Säuren (Abbildung 74).

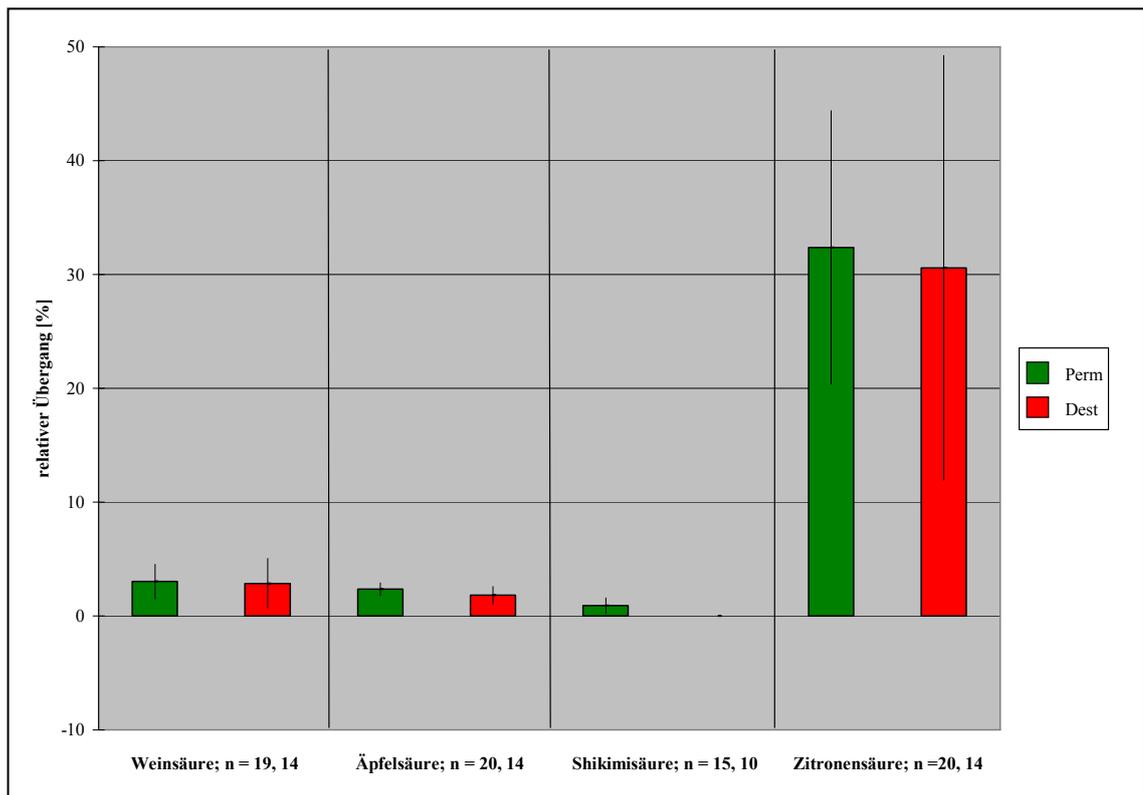


Abbildung 74: Relativer Übergang der Säuren

Im Bereich der Weinsäure ist der relative Übergang bei den Verfahren Umkehrosiose und Vakuumdestillation mit durchschnittlich 3,0 % bzw. 2,9 % nahezu gleich. Ein ähnlicher Sachverhalt zeigt sich bei der Äpfelsäure. Hier beträgt der relative Übergang bei der Umkehrosiose durchschnittlich 2,4 % und bei der Vakuumdestillation 1,8 %. Shikimisäure konnte in dem Destillat der Vakuumdestillation nicht nachgewiesen werden. Bei der Umkehrosiose hingegen betrug der relative Übergang in das Permeat durchschnittlich 0,9 %. Die Konzentrationen der im entzogenen Wasser nachgewiesenen Zitronensäure liegen bei beiden Verfahren vergleichsweise sehr hoch. Der relative Übergang beträgt bei der Umkehrosiose etwa 32 % und bei der Vakuumdestillation etwa 31 %. Hier zeigt sich allerdings die bereits angesprochene Problematik der geringen Konzentrationen von Zitronensäure und einer hohen Nachweisgrenze bei deren Bestimmung. Die im Konzentrat nachgewiesene Menge an Zitronensäure bewegt sich in den Grenzen von 0,1 g/l bis 0,7 g/l. Die Nachweisgrenze liegt bei 0,1 g/l. In den meisten Fällen wurde die Konzentration der Zitronensäure in dem entzogenen Wasser mit 0,1 g/l beziffert, obwohl sie bei einer genaueren Analysemethode vielleicht darunter gelegen hätte. Hieraus ergeben sich bei geringen Konzentrationen im Konzentrat dementsprechend rein rechnerisch überhöhte Werte für den relativen Übergang. Eine weitere Möglichkeit könnte darin bestehen, dass

Reste der nach einer chemischen Reinigung zur Neutralisation der Anlagen eingesetzten Zitronensäure in dem entzogenen Wasser nachgewiesen wurden. Diese Möglichkeit ist jedoch weitgehend auszuschließen, da man den pH-Wert des Permeats der Umkehrosmose nach einer Reinigung kontrollierte und er sich im neutralen Bereich bewegen sollte. Die Vakuumdestillation wurde üblicherweise nur mit Wasser gereinigt, so dass Rückstände von Zitronensäure nicht nachweisbar sein sollten. Da die Konzentrationen der nachgewiesenen Zitronensäure bei der Umkehrosmose und der Vakuumdestillation vergleichbar sind, lässt sich demnach auch ein Reinigungsmittelrückstand bei der Umkehrosmose mit fast eindeutiger Sicherheit ausschließen.

Die nächste betrachtete Stoffgruppe stellen die Zucker Glucose und Fructose dar (Abbildung 75). Im Destillat der Vakuumdestillation konnte keiner dieser beiden Zucker nachgewiesen werden. Der relative Übergang bei der Umkehrosmose lag mit durchschnittlich jeweils 1,0 % für die Glucose und die Fructose ebenfalls recht niedrig.

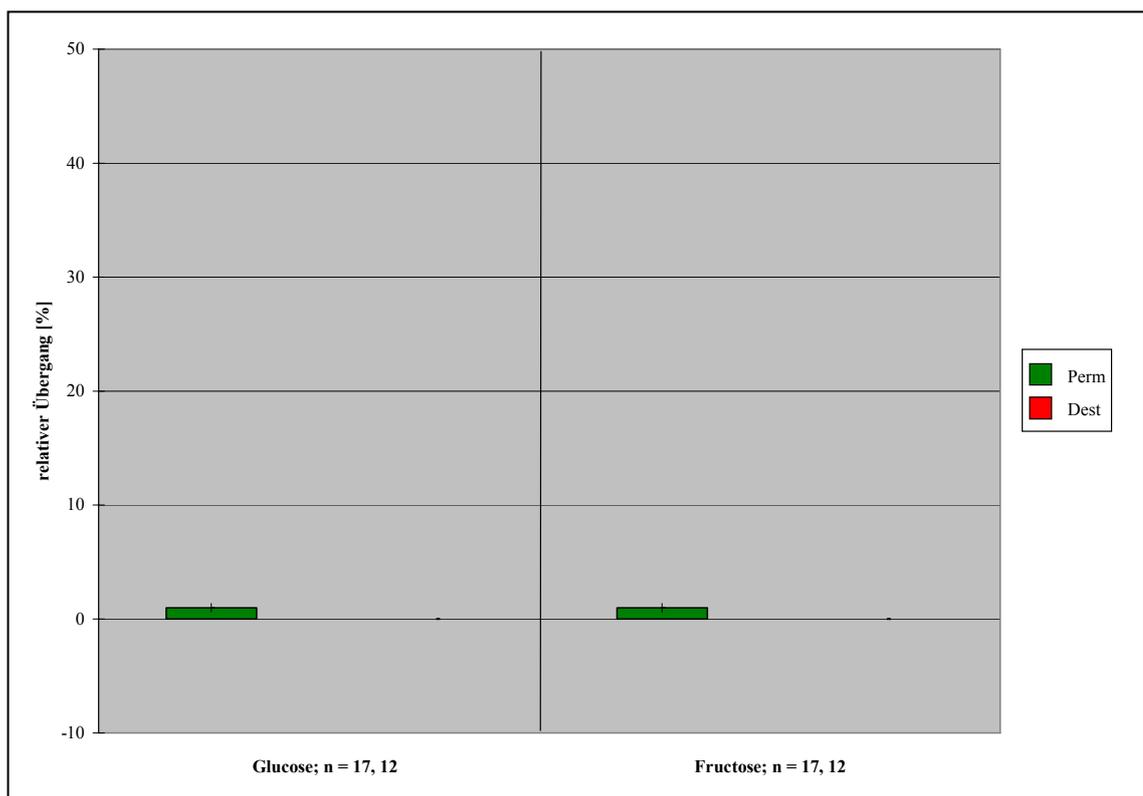


Abbildung 75: Relativer Übergang der Zucker

Im Folgenden soll der relative Übergang der Kationen in das entzogene Wasser dargestellt werden (Abbildung 76).

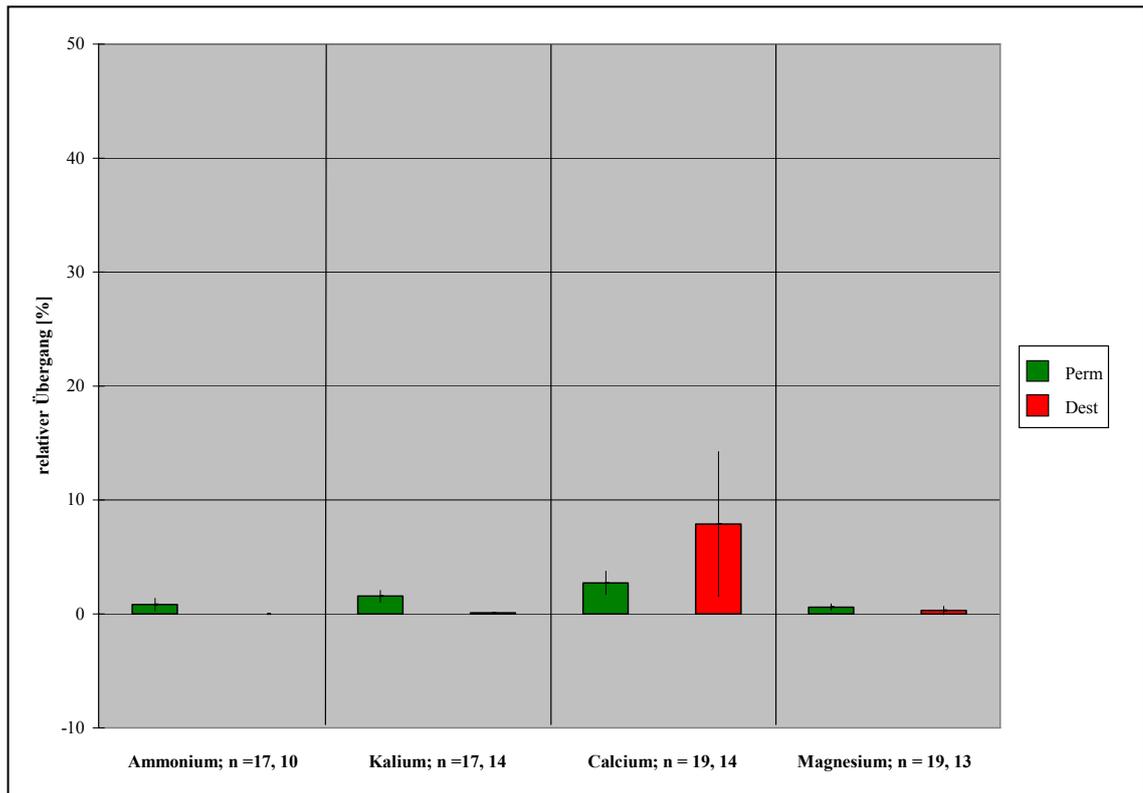


Abbildung 76: Relativer Übergang der Kationen

Ammonium wurde im Destillat ebenfalls nicht nachgewiesen. Im Permeat betrug der relative Übergang durchschnittlich 0,8 %. Auch bei Kalium lagen die im Permeat der Umkehrosmose nachgewiesenen Konzentrationen etwas höher als bei der Vakuumdestillation. Hier betrug der relative Übergang durchschnittlich 1,5 % gegenüber 0,1 %. Bei Calcium hat sich der Sachverhalt umgekehrt. Im Durchschnitt betrug der relative Übergang bei der Vakuumdestillation 7,9 %. Dies gibt Anlass zu der Vermutung, dass die standardisierte Anreicherung dementsprechend niedrig ausfällt, was sich allerdings nicht nachweisen ließ. Eine Erklärung für diesen hohen Übergang konnte bislang nicht gefunden werden. Der Übergang des Calciums bei der Umkehrosmose bewegt sich mit 2,7 % im Rahmen der anderen Kationen. Magnesium wurde im entzogenen Wasser beider Verfahren nur in geringen Konzentrationen nachgewiesen. Der relative Übergang liegt hier bei 0,6 % bzw. 0,3 %.

Abschließend wurde der relative Übergang der Phenole betrachtet (Abbildung 77).

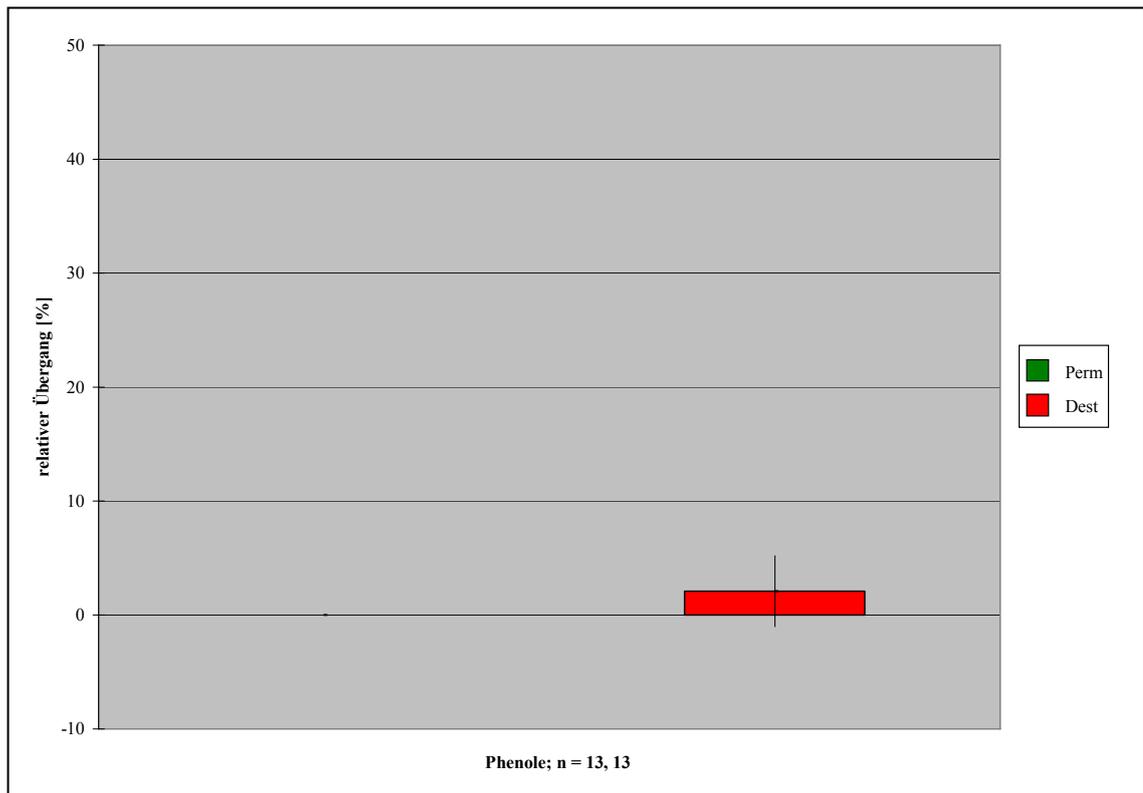


Abbildung 77: Relativer Übergang der Phenole

Hier konnten im Permeat der Umkehrosmose keine Phenole nachgewiesen werden, wogegen der relative Übergang in das Destillat durchschnittlich 2,1 % betrug.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass der relative Übergang der untersuchten Substanzen innerhalb des Permeats der Umkehrosmose, mit Ausnahme von Calcium und den Phenolen, erwartungsgemäß höher lag als es bei dem Destillat der Vakuumdestillation der Fall war. Insgesamt gesehen bewegen sich diese Verluste allerdings in einem vertretbaren Rahmen.

Dreieckstests

Die zusammenhängende Betrachtung der Ergebnisse der Dreieckstests erfolgt in analoger Form zu den Darstellungen aus den einzelnen Versuchsjahren. Der einzige Unterschied besteht darin, dass die Berechnung der Ergebnisse mit dem Datenmaterial aller drei Herbstkampagnen durchgeführt wurde und somit, auch auf Grund der höheren Datenmenge, die Möglichkeit gegeben ist, allgemeingültigere Aussagen zu treffen.

Die erste betrachtete Gruppe stellen wieder die Weißweine dar (Abbildung 78).

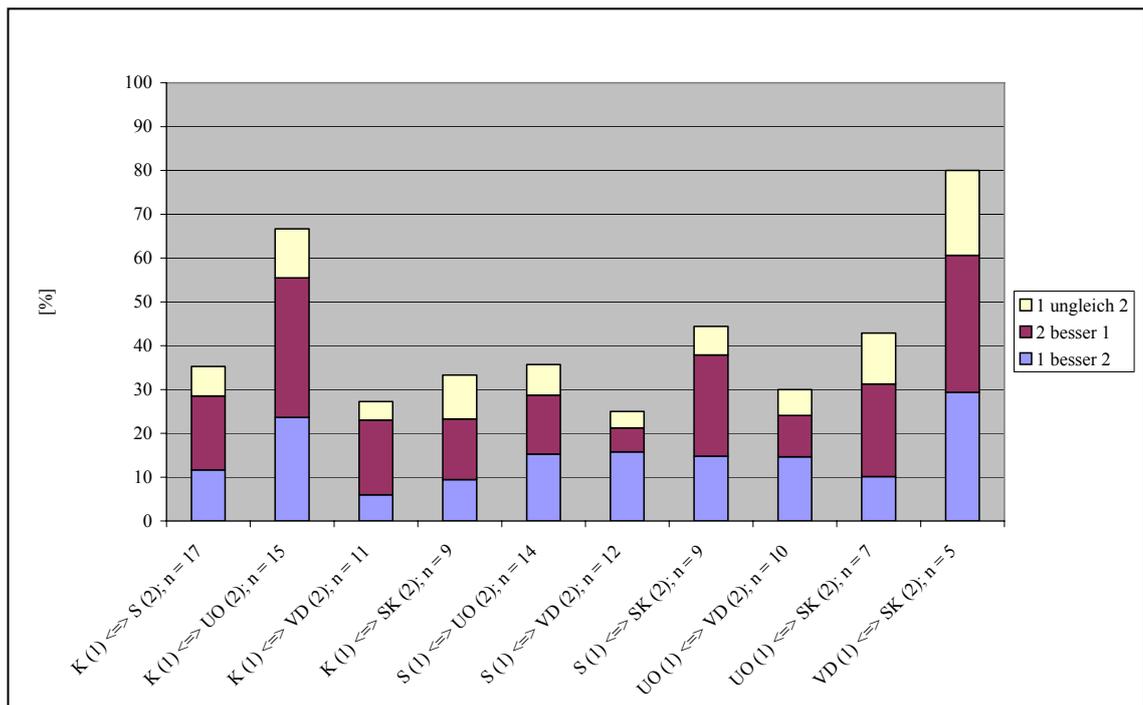


Abbildung 78: Signifikante Unterschiede in den Dreieckstests; Weißwein Jahrgänge 1999 - 2001

In diesen drei Versuchsjahren wurden Kontrolle und Saccharose in siebzehn Serien gegeneinander verkostet. In 35 % dieser Tests konnten die Prüfer einen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Weinen erkennen. Von diesen 35 % erhielt in 12 % die Kontrollvariante den Vorzug, in 17 % die chaptalisierte Variante und in 7 % wurden die Weine lediglich als unterschiedlich ohne die Vergabe einer Präferenz beurteilt. Kontrolle und Umkehrosrose konnten fünfzehnmal miteinander verglichen werden. Hier gelang es immerhin, in zwei Drittel der Tests statistisch gesicherte Unterschiede zu erkennen, wobei die Umkehrosrose mit 32 % zu 24 % leicht bevorzugt wurde. Im Vergleich mit der Kontrolle erwiesen sich die Unterschiede zur Vakuumdestillation als weniger deutlich. Lediglich in 27 % der Dreieckstests konnten signifikante Unterschiede erkannt werden, wobei hiervon überwiegend die konzentrierte Variante den Vorzug erhielt. Ein ähnlicher Sachverhalt zeigt sich bezüglich des Vergleichs zwischen Kontrolle und Schrägkühler. Der Anteil, in dem signifikante Unterschiede erkannt werden konnten, erwies sich mit 33 % ebenfalls als recht gering. Auch hier wurde die konzentrierte Variante überwiegend bevorzugt.

Saccharose und Umkehrosrose konnten in vierzehn Versuchsserien miteinander verglichen werden. In 36 % der Fälle war es den Prüfern möglich, signifikante Unterschiede zwischen beiden Varianten zu erkennen; eine eindeutige Bevorzugung einer dieser Varianten ging

allerdings nicht hervor. Auch im Vergleich zwischen Saccharose und Vakuumdestillation wurde größtenteils kein signifikanter Unterschied erkannt. Lediglich in 25 % aller Tests gelang es, beide Varianten mit Sicherheit zu differenzieren, wobei die chaptalisierte Variante in 16 % dieser Fälle bevorzugt wurde und die Vakuumdestillation in 6 %. Etwas deutlicher fielen die Unterschiede zwischen Saccharose und Schrägkühler aus. Hier ließen sich immerhin in 44 % der Dreieckstests signifikante Unterschiede ausmachen. Auf die Bevorzugung der gefrierkonzentrierten Variante entfielen hiervon 23 %, 15 % dieser Prüfer bevorzugten die Saccharose und in 7 % der Fälle wurden beide Varianten lediglich als voneinander abweichend beurteilt.

Umkehrosiose und Vakuumdestillation verglich man in der dreijährigen Versuchsperiode zehnmal miteinander. In 30 % dieser Dreieckstests war es dem Prüfer-Panel möglich, statistisch gesicherte Unterschiede zu erkennen, wobei die Umkehrosiose durchschnittlich in 15 % der richtigen Nennungen den Vorzug erhielt und die Vakuumdestillation in 9 %. Deutlicher traten die Unterschiede wieder in Bezug zur Gefrierkonzentrierung zu Tage. In 43 % der sieben Dreieckstests wurden deutliche Unterschiede wahrgenommen, wobei in 21 % der gültigen Urteile die Gefrierkonzentrierung bevorzugt wurde und in 10 % die Umkehrosiose. In 12 % der Fälle waren sich die Prüfer nicht schlüssig, welcher der beiden Varianten sie den Vorzug geben sollten.

In den fünf Vergleichen zwischen Vakuumdestillation und Schrägkühler wurden immerhin in 80 % der Tests statistisch gesicherte Unterschiede zwischen beiden Varianten erkannt. Eine eindeutige Präferenz für eine der Varianten ließ sich allerdings nicht beobachten.

Zusammenfassend bleibt festzustellen, dass über die dreijährige Versuchsperiode im Bereich der Weißweine lediglich in 42 % der Dreieckstests signifikante Unterschiede zwischen den betrachteten Varianten erkannt werden konnten. Im Vergleich zu der unbehandelten Kontrollvariante bringen, bei einer zusammenfassenden Betrachtung aller drei Versuchsjahrgänge, alle angereicherten Varianten eine deutliche Verbesserung der Weinqualität mit sich. Die Varianten Saccharose, Umkehrosiose und Vakuumdestillation schneiden untereinander recht unterschiedlich ab, so dass bezüglich der sensorischen Qualität keine eindeutige Reihenfolge festgelegt werden kann. Insgesamt gesehen liefert der Schrägkühler bei dieser Betrachtung die besten Ergebnisse. In den Dreieckstests, in denen signifikante Unterschiede zwischen dem Schrägkühler und den Vergleichsvarianten erkannt werden

konnten, überwog bei allen vier Paarungen der durchschnittliche Anteil der Bevorzugen des Schrägkühlers gegenüber den Bevorzugen der Vergleichsvarianten.

Den nächsten betrachteten Teil stellen die Rotweine dar. Abbildung 79 zeigt die Ergebnisse der zusammenfassenden Betrachtung aller drei Versuchsjahre.

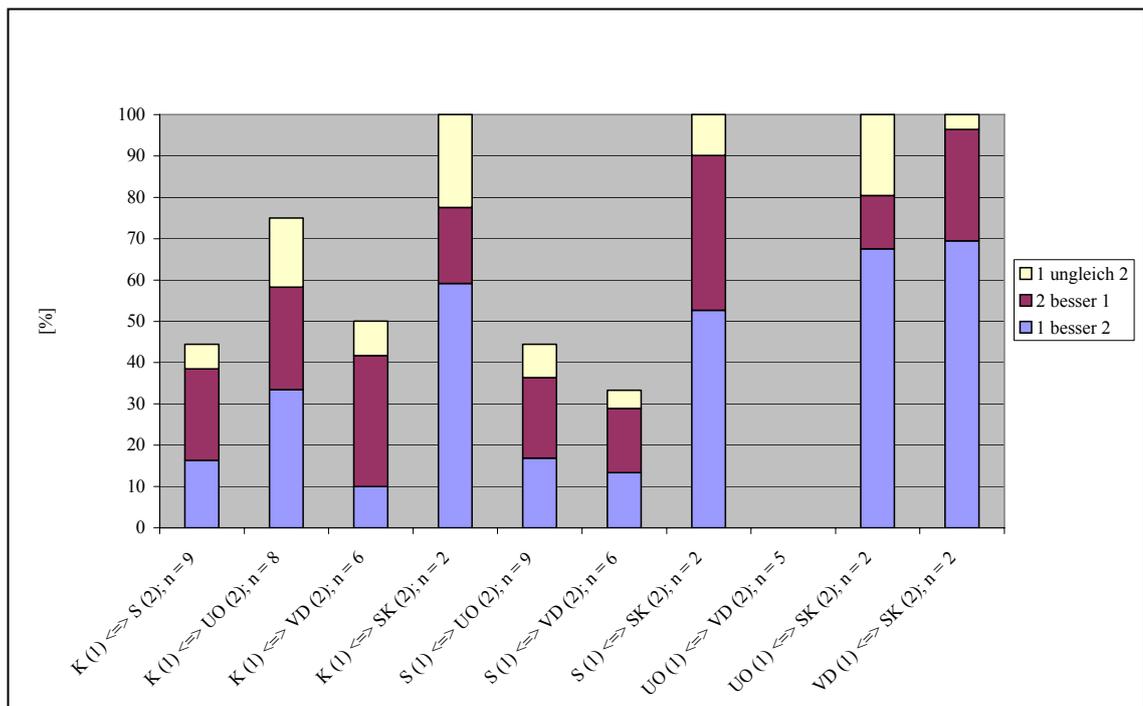


Abbildung 79: Signifikante Unterschiede in den Dreieckstests; Rotwein Jahrgänge 1999 - 2001

Kontrolle und Saccharose wurden in der dreijährigen Versuchsperiode in neun Versuchsserien gegeneinander verkostet. In 44 % dieser Tests konnten die Prüfer einen gesicherten Unterschied zwischen beiden Varianten erkennen. In 22 % der richtigen Urteile wurde die Saccharose bevorzugt, in 16 % die Kontrolle und in 6 % beurteilte man beide Proben lediglich als voneinander abweichend. Immerhin wurden in drei Viertel der Vergleiche zwischen Kontrolle und Umkehrosrose gesicherte Unterschiede festgestellt, wobei die unbehandelte Variante mit 33 % zu 25 % leicht bevorzugt wurde. Ein Vergleich zwischen den Varianten Kontrolle und Vakuumdestillation fand in sechs Versuchsserien statt. In drei dieser Serien wurden gesicherte Unterschiede festgestellt. Hier erhielt die konzentrierte Variante klar den Vorzug. Der Vergleich zwischen Kontrolle und Schrägkühler fiel eindeutig aus. In beiden Versuchsserien konnte die gefrierkonzentrierte Variante mit Sicherheit von der unbehandelten Variante unterschieden werden. Die Kontrollvariante wurde hier in 59 % der richtigen Urteile bevorzugt.

Saccharose und Umkehrosrose ließen sich in neun Versuchsserien miteinander vergleichen. In 44 % dieser Tests wurden signifikante Unterschiede zwischen den Proben erkannt. In 19 % der richtigen Urteile bevorzugten die Prüfer die Umkehrosrosevariante, wogegen die Saccharosevariante in 17 % den Vorzug erhielt. Gleiches gilt für den Vergleich zwischen Saccharose und Vakuumdestillation. Hier gelang es lediglich in 33 % der Vergleiche, gesicherte Unterschiede festzustellen. In durchschnittlich 16 % wurde die Vakuumdestillation bevorzugt und in 13 % die chaptalisierte Variante. Der Vergleich zwischen Saccharose und Schrägkühler fiel hingegen wieder eindeutig aus. In beiden Tests konnten die Varianten mit Sicherheit voneinander unterschieden werden, wobei die chaptalisierte Variante klar bevorzugt wurde.

Insgesamt verkostete man in fünf Versuchsserien die beiden konzentrierten Varianten Umkehrosrose und Vakuumdestillation gegeneinander. Den Prüfern war es allerdings in keinem dieser Dreieckstests möglich, die beiden Proben zu differenzieren. Anders sah es bei dem Vergleich zwischen Umkehrosrose und Schrägkühler aus. Hier ließen sich die Varianten in beiden Tests mit Sicherheit voneinander unterscheiden, wobei die Umkehrosrose klar bevorzugt wurde.

Auch im Vergleich zur Vakuumdestillation grenzte sich der Schrägkühler klar ab. In beiden durchgeführten Dreieckstests wurde die Vakuumdestillation deutlich bevorzugt.

Zusammenfassend bleibt festzustellen, dass im Bereich der Rotweine immerhin in 64,7 % der durchgeführten Dreieckstests signifikante Unterschiede zwischen den betrachteten Varianten erkannt werden konnten. Allerdings fiel es den Prüfern auch nicht schwer, die gefrierkonzentrierte Variante, auf Grund der noch mangelnden Farbausbeute bei diesem Verfahren und trotz des Einsatzes von Rotlicht, von den Vergleichsvarianten zu unterscheiden. Diese Tatsache täuscht insgesamt gesehen ein deutlicheres als das tatsächlich gegebene Bild vor. Nach dem jetzigen Stand erscheint die Gefrierkonzentrierung mittels Schrägkühler zur Erzeugung von Rotweinen eher ungeeignet. Im Vergleich zur Kontrollvariante brachten die restlichen angereicherten Varianten überwiegend eine Verbesserung der Weinqualität mit sich. Speziell bei einer Betrachtung der Varianten Saccharose, Umkehrosrose und Vakuumdestillation bleibt festzustellen, dass die beiden konzentrierten Varianten geringfügige Vorteile gegenüber der Chaptalisierung mit sich brachten, wobei

allerdings innerhalb dieser konzentrierten Varianten keine Unterschiede nachzuweisen waren.

Deskriptive Prüfung

Bei der deskriptiven Prüfung war eine Verrechnung aller Verkostungsergebnisse nicht möglich. Die Methodik bei der deskriptiven Prüfung mit den unterschiedlichen Bewertungsattributen lässt nur eine individuelle Betrachtung jeder einzelnen Prüfung zu. Daher soll an dieser Stelle lediglich der Gesamteindruck präsentiert werden.

Zusammenfassend bleibt festzustellen, dass sich, auf Grund der geringen Unterschiede in den Dreieckstests, nur für einen kleinen Teil der Versuchsserien eine deskriptive Prüfung durchführen ließ. Bei den meisten zu bewertenden Attributen konnten die Prüfer keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten erkennen.

In den Jahrgängen 1999 und 2000 wurden bei den Rotweinen, im Hinblick auf die signifikanten Ergebnisse der Dreieckstests, anteilig mehr deskriptive Prüfungen durchgeführt als bei den Weißweinen. Auch die Anzahl der Attribute, bei denen signifikante Unterschiede erkannt wurden, lag bei den Rotweinen höher. Speziell bei dem von Hause aus recht farbschwachen und leichten Portugieser mit Ausgangsmostgewichten von 60 °Öchsle bis 73 °Öchsle brachte die Mostkonzentrierung in Bezug auf den Körper und die Farbintensität in allen drei Jahrgängen deutliche Verbesserungen mit sich. Bei den übrigen Rotweinen, bei denen wesentlich höherwertiges Ausgangsmaterial verwendet wurde, konnte dieser Konzentrierungseffekt nicht so deutlich oder überhaupt nicht, wie im Jahrgang 2001, nachvollzogen werden. Die Gefrierkonzentrierung mittels Schrägkühler erscheint nach dem derzeitigen Stand zur Erzeugung von Rotweinen, in Anbetracht des Mangels an Farbe, ungeeignet.

Im Jahrgang 2001 fielen die Unterschiede im Bereich der Weißweine hingegen deutlicher aus als bei den Rotweinen. Durch die Konzentrierung gelang es, speziell die fruchtigen und blumigen Aromen im Vergleich zur chaptalisierten Variante zu intensivieren. Dies wird besonders bei der Gefrierkonzentrierung mittels Schrägkühler deutlich.

Rangordnungsprüfung

Ähnlich wie bei den Dreieckstests wurden auch die Ergebnisse der Rangordnungsprüfungen über den gesamten Versuchszeitraum von drei Jahren verrechnet, um auf diese Weise mittels

der höheren Datenmenge ein allgemeingültigeres Ergebnis zu erhalten. Die Darstellung erfolgt analog zu den Präsentationen der einzelnen Versuchsjahre anhand der Platzierungsindices getrennt für weiße und rote Rebsorten. Abbildung 80 zeigt die Berechnungsergebnisse der Weißweine.

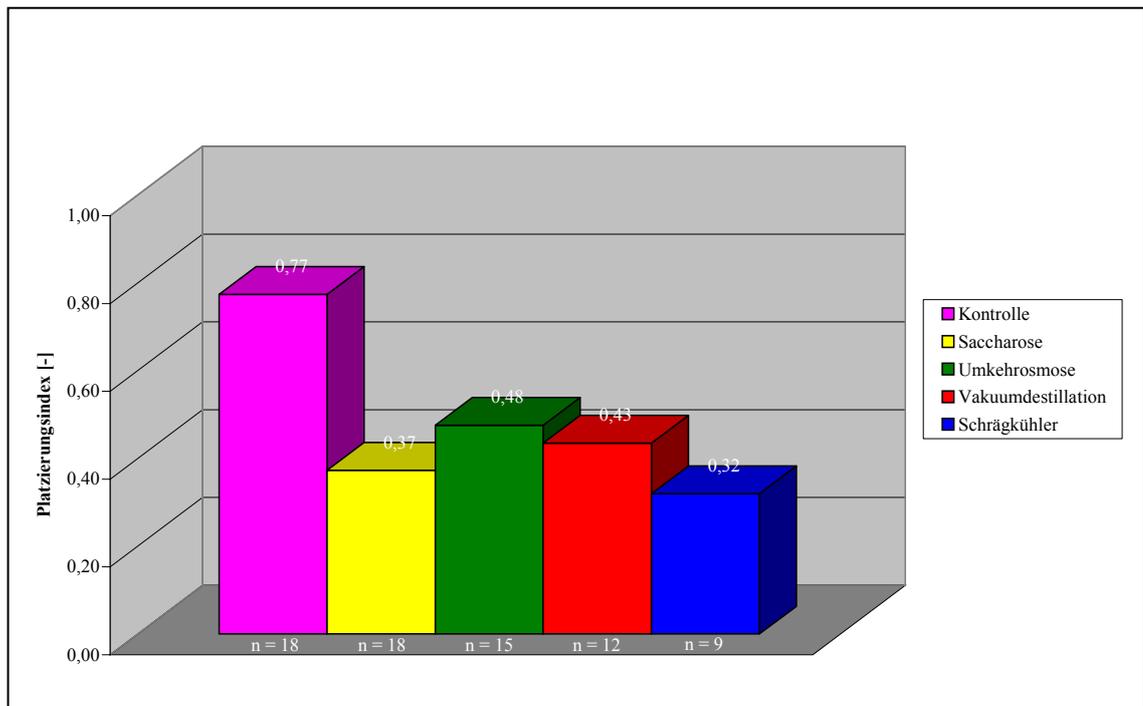


Abbildung 80: Platzierungsindices der verschiedenen Varianten; Weißwein Jahrgänge 1999 - 2001

Insgesamt betrachtet konnten alle vier Anreicherungsverfahren die Weinqualität gegenüber der unbehandelten Kontrollvariante deutlich verbessern. Am Besten schnitt in dieser Betrachtung, durchschnittlich und rein rechnerisch gesehen, die Gefrierkonzentrierung mittels Schrägkühler ab, dicht gefolgt von der chaptalisierten Variante. Die Konzentrierungsverfahren Umkehrosiose und Vakuumdestillation wurden etwas schlechter als diese beiden Verfahren beurteilt, wobei die Vakuumdestillation im Durchschnitt betrachtet gegenüber der Umkehrosiose noch geringe Vorteile mit sich brachte. Allerdings bleibt generell zu berücksichtigen, dass es sich bei dieser Betrachtungsweise um rein rechnerische, statistisch nicht abgesicherte, Ergebnisse handelt. Zusammenhängend betrachtet liegen alle vier angereicherten Varianten in den Platzierungsindices sehr dicht beieinander, so dass wohl davon auszugehen ist, dass diese vier Verfahren bei Weißwein vergleichbare Ergebnisse liefern.

Nachfolgend sollen die Ergebnisse aus dem Bereich der Rotweine (Abbildung 81) dargestellt werden. Hier präsentiert sich ein völlig anderes Bild. Der Schrägkühler, der bei

den Weißweinen die beste Beurteilung erhielt, schnitt hier regelmäßig am Schlechtesten ab. Dies ist allerdings auf die noch unzureichende Farbausbeute des Verfahrens zurückzuführen. Im Vergleich zu der unbehandelten Kontrollvariante brachten die restlichen drei Anreicherungsverfahren durchweg eine deutliche Verbesserung der Weinqualität mit sich. Besonders die beiden Konzentrierungsverfahren Umkehrosmose und Vakuumdestillation erzielten hier durchschnittlich betrachtet noch eine weitere Steigerung gegenüber der Chaptalisierung. Innerhalb der beiden konzentrierten Varianten bestehen keine so deutlichen Unterschiede, wobei die Vakuumdestillation jedoch geringfügig besser beurteilt wurde.

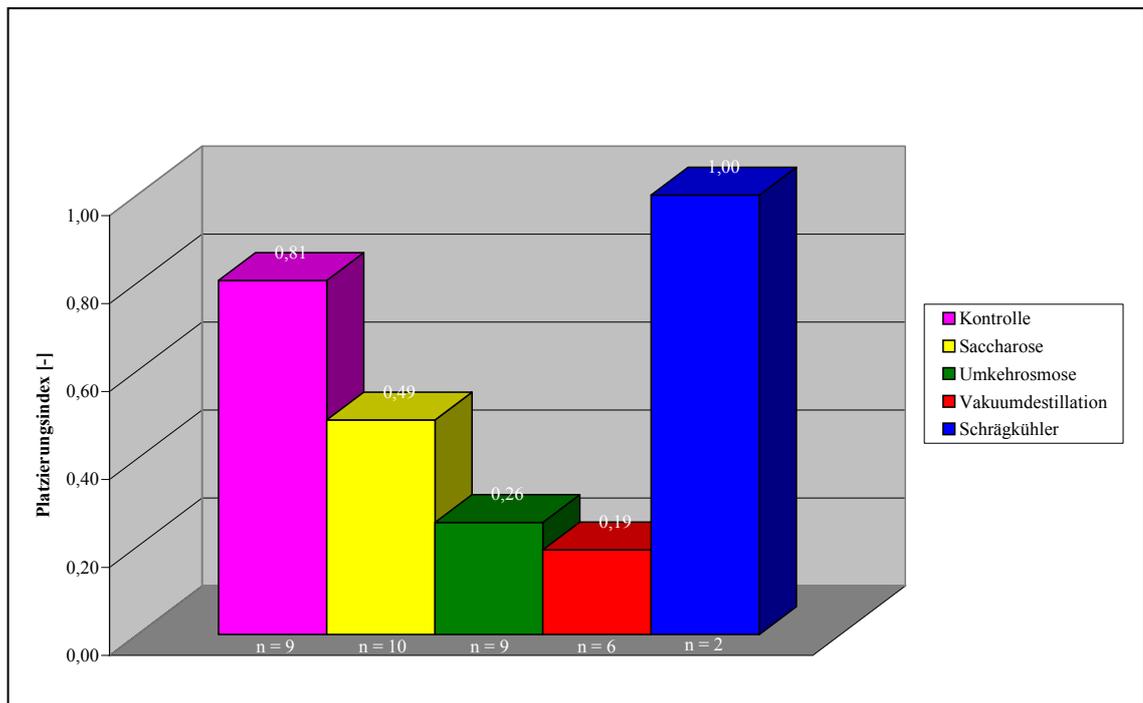


Abbildung 81: Platzierungsindices der verschiedenen Varianten; Rotwein Jahrgänge 1999 - 2001

4.5 Alternativen zur Mostkonzentrierung und weiterführende Versuche

Die Auswertung der Versuche zu dem allgemeinen Verfahrensvergleich der Varianten Kontrolle, Saccharose, Umkehrosmose, Vakuumdestillation und Schrägkühler warf neue Fragestellungen auf. So war von Interesse, ob eine Ausdünnung des Traubenbestandes im Weinberg zu einer Konzentrierung der Inhaltsstoffe auf natürlichem Wege führen würde und somit vergleichbare Ergebnisse wie eine Konzentrierung auf physikalischem Wege erzielen könnte. Bei der Rotweinbereitung besteht die Möglichkeit, einen Teil des Mostes von der Maische abzuziehen. Hierdurch wird der Beerenanteil in der verbleibenden Mostmenge erhöht. Es war nun von Interesse, wie sich diese Art der „Konzentrierung“ auswirken würde und inwieweit die Ergebnisse mit einer physikalischen Mostkonzentrierung vergleichbar

sind. Die Gefrierkonzentrierung mittels Schrägkühler bietet verschiedene Variationsmöglichkeiten hinsichtlich des Mahlgrades. Daher war von Interesse, inwieweit sich dieser Parameter auf die Weinqualität auswirkt bzw. wie sich die Weine präsentieren, wenn gänzlich auf das Mahlen der Trauben verzichtet wurde. Da Aromastoffe im Allgemeinen einen niedrigeren Siedepunkt als Wasser aufweisen, lag die Vermutung nahe, dass es bei der Vakuumdestillation zu Aromaverlusten und somit zu einer negativen Beeinflussung der Weinqualität kommt. Um diese Aromaverluste zu minimieren besteht die Möglichkeit, nur eine Teilmenge des Mostes zu konzentrieren und anschließend mit dem unbehandelten Most rückzuverschneiden. Es stellte sich die Frage, inwieweit Unterschiede zwischen diesen beiden Methoden in Bezug auf die Weinqualität nachvollziehbar wären. Anstatt eine Konzentrierung im Moststadium durchzuführen bietet sich auch die Möglichkeit einer Konzentrierung im Weinstadium. Es war daher von Interesse, wie sich die Weine dieser beiden Konzentrierungsarten hinsichtlich der Qualität unterscheiden. Beginnend mit der Herbstkampagne 2000 galt es dann, diesen verschiedenen Fragestellungen nachzugehen. Daher wurden die Versuche um die Teilbereiche Ausdünnung im Weinberg, Saftentzug bei Rotweinmaischen, unterschiedliche Verfahren der Gefrierkonzentrierung, Überkonzentrierung einer Teilmenge mit anschließendem Rückverschnitt und Weinkonzentrierung erweitert. Eine detailliertere Darstellung der Grundlagen zu diesen weiterführenden Versuchen erfolgt jeweils zu Beginn der betreffenden Kapitel (siehe 4.5.1 - 4.5.5).

4.5.1 Ausdünnung

Eine Konzentrierung der Mostinhaltsstoffe kann nicht nur auf physikalischem Wege erfolgen, sondern auch auf natürliche Art und Weise bereits im Weinberg vonstatten gehen. Zu diesem Zweck wird der Traubenbestand in der Reifephase ausgedünnt, um das Verhältnis von Trauben und Blättern zu Gunsten der Trauben zu verändern. Dies bedeutet, dass nach erfolgter Ausdünnung mehr Blattfläche pro Traube zur besseren Nährstoffversorgung bereitsteht. Hierdurch soll die Zuckereinlagerung in die Trauben in verstärktem Maße erfolgen. SCHULZ, WEBER, STEINBERG, AUGUSTIN, HIMSTEDT und PFEIFER [2000] erläuterten Versuchsergebnisse zu dieser Thematik der Teilentfruchtung. Die gezielte Teilentfruchtung wird in dieser Abhandlung als mögliche Verfahrensweise zur Produktion von hochwertigen Weinen empfohlen. Als Folge einer Ausdünnung konnte an der Forschungsanstalt Geisenheim das Aromapotential bei Rieslingbeeren gesteigert werden. Simultan waren eine Zunahme des Mostgewichtes sowie eine tendenzielle Reduzierung der Gesamtsäure zu verzeichnen. Auch die Farbe von Rotweinen konnte durch eine

Ausdünnung positiv beeinflusst werden. Es wird von Ergebnissen aus Australien berichtet, wo ein Anstieg der Anthocyane zu verzeichnen war, was zu einer Verbesserung der Beerenfarbe führte. Eigene Untersuchungen in Geisenheim bestätigten diese Ergebnisse. Auch hier konnten bei einem Spätburgunder die Phenol- und Farbwerte der Kontrollvariante gegenüber deutlich verbessert werden. Weiterhin konnte eine Zunahme der Extraktwerte verzeichnet werden. Sensorische Untersuchungen an der Forschungsanstalt Geisenheim zeigten, dass, abhängig vom Zeitpunkt der Ausdünnung, die Aromausprägung der Weine gesteigert werden konnte. Die vegetativen Züge konnten reduziert und die allgemeine Qualität sowie der Körper der Weine gesteigert werden.

Bei den eigenen in Geisenheim durchgeführten Versuchen wurde eine Ausdünnung des Traubenbestandes auf eine Traube pro Trieb angestrebt. Da durch diese Maßnahmen der Gesamtalkoholgehalt der Moste nicht in dem Maße gesteigert werden konnte, wie es auf physikalischem Wege durch eine Mostkonzentrierung möglich ist, erfolgte anschließend eine Chaptalisierung auf den Gesamtalkoholgehalt der konzentrierten Varianten. In den Herbstkampagnen 2000 und 2001 wurden die vergleichenden Versuche zwischen Ausdünnung im Weinberg und Mostkonzentrierung auf physikalischem Weg in sieben Versuchsserien realisiert (Tabelle 18).

Tabelle 18: Versuchsserien Ausdünnung

Bezeichnung	Varianten
Serie 4: 2000er Riesling / Rheingau	A, UO
Serie 9: 2000er Lemberger / Württemberg	A, VD
Serie 3: 2001er Müller-Thurgau / Rheingau	A, UO
Serie 6: 2001er Frühburgunder / Rheingau	A, UO
Serie 7: 2001er Portugieser / Nahe	A, UO
Serie 8: 2001er Spätburgunder / Pfalz	A, UO
Serie 9: 2001er Lemberger / Württemberg	A, UO

Auf eine analytische Auswertung der Versuchsergebnisse musste verzichtet werden, da es sich bei der Erhöhung des Alkoholgehaltes um eine Mischung aus Ausdünnung im Weinberg und Chaptalisierung handelte. Eine Erhöhung einzelner Analysewerte ließ sich demnach nicht eindeutig einer der beiden Verfahrensweisen zuordnen. Die Analysedaten sind jedoch im Anhang (siehe 8.4) dargestellt. Im Rahmen der sensorischen Versuchsauswertung wurden die Weine eingangs in Dreieckstests gegeneinander verkostet. Abhängig von diesen Ergebnissen erfolgte anschließend eine deskriptive Prüfung. Parallel hierzu

unterzog man die Weine einer Rangordnungsprüfung. Nähere Informationen zu den einzelnen Versuchsserien befinden sich im Anhang (siehe 8.4).

Von den sieben Versuchsserien konnten lediglich in dreien signifikante Unterschiede zwischen den betrachteten Varianten in den Dreieckstests erkannt werden. Die erste Serie hiervon stellte der 2000er Riesling aus dem Rheingau dar. An dem Dreieckstest nahmen fünfzehn Prüfer teil. Von den elf richtigen Nennungen bevorzugten vier Prüfer die Umkehrosrose, fünf die Ausdünnung und zwei Prüfer bewerteten die Varianten lediglich als voneinander abweichend. Eine deskriptive Prüfung wurde für diese Serie nicht durchgeführt.

Die zweite Serie, in der es gelang, in den Dreieckstests signifikante Unterschiede zu erkennen, stellte der 2001er Portugieser von der Nahe dar. An dem Dreieckstest nahmen dreizehn Prüfer teil, die alle die abweichende Probe richtig erkannten. Drei der Prüfer bevorzugten hier die Umkehrosrose, fünf die Ausdünnung und die restlichen fünf bewerteten die Proben lediglich als unterschiedlich. Die Ergebnisse der deskriptiven Prüfung zeigt Abbildung 82.

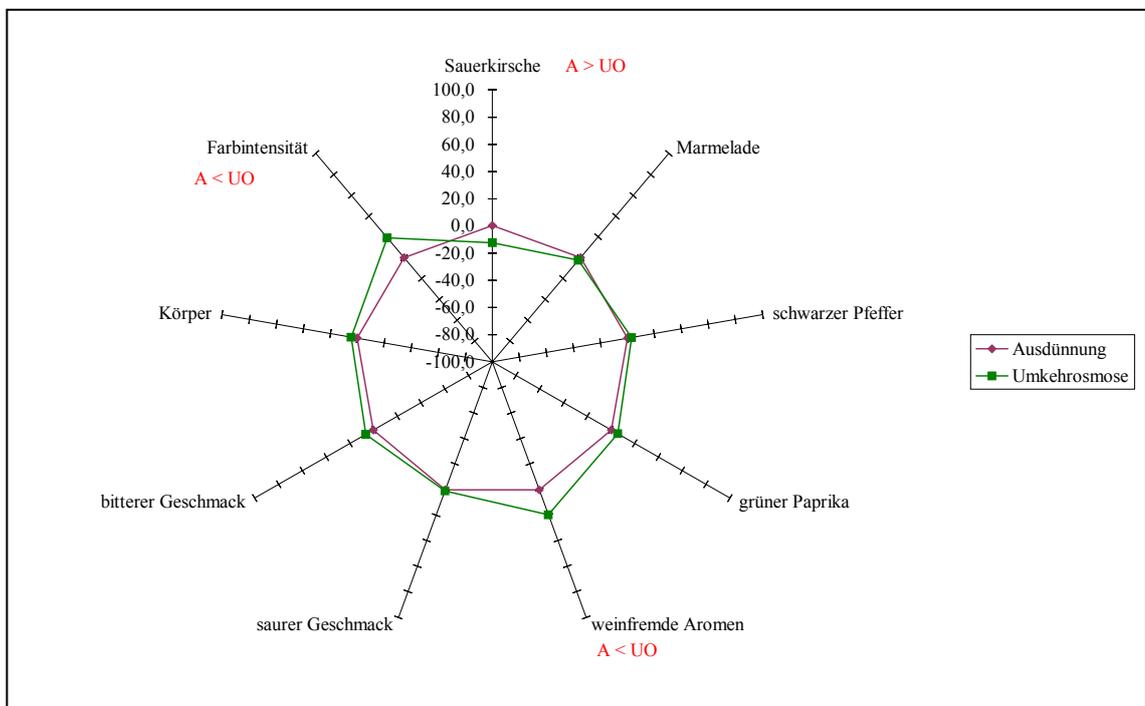


Abbildung 82: Deskriptive Prüfung 2001er Portugieser / Nahe; n = 12

Die Prüfer hatten die Aufgabe, die Attribute Sauerkirsche, Marmelade, schwarzer Pfeffer, grüner Paprika, weinfremde Aromen, saurer Geschmack, bitterer Geschmack, Körper und

Farbintensität zu bewerten. Bei der Ausdünnung empfanden die Prüfer das Sauerkirscharoma intensiver, wogegen sie bei der Umkehrosiose die weinfremden Aromen und die Farbintensität kräftiger wahrnahmen. Bei den übrigen Attributen waren die Unterschiede zwischen den beiden Varianten nicht statistisch gesichert.

Die dritte Serie, für die auf Grund der Ergebnisse in dem Dreieckstest eine deskriptive Prüfung durchgeführt wurde, stellte der 2001er Spätburgunder aus der Pfalz dar. An dem Dreieckstest nahmen ebenfalls dreizehn Prüfer teil, von denen acht die abweichende Probe richtig erkannten. Vier Prüfer bevorzugten hiervon die Umkehrosiose, einer die Ausdünnung und drei bewerteten die Varianten lediglich als unterschiedlich. Die Auswertung der deskriptiven Prüfung ist Abbildung 83 zu entnehmen.

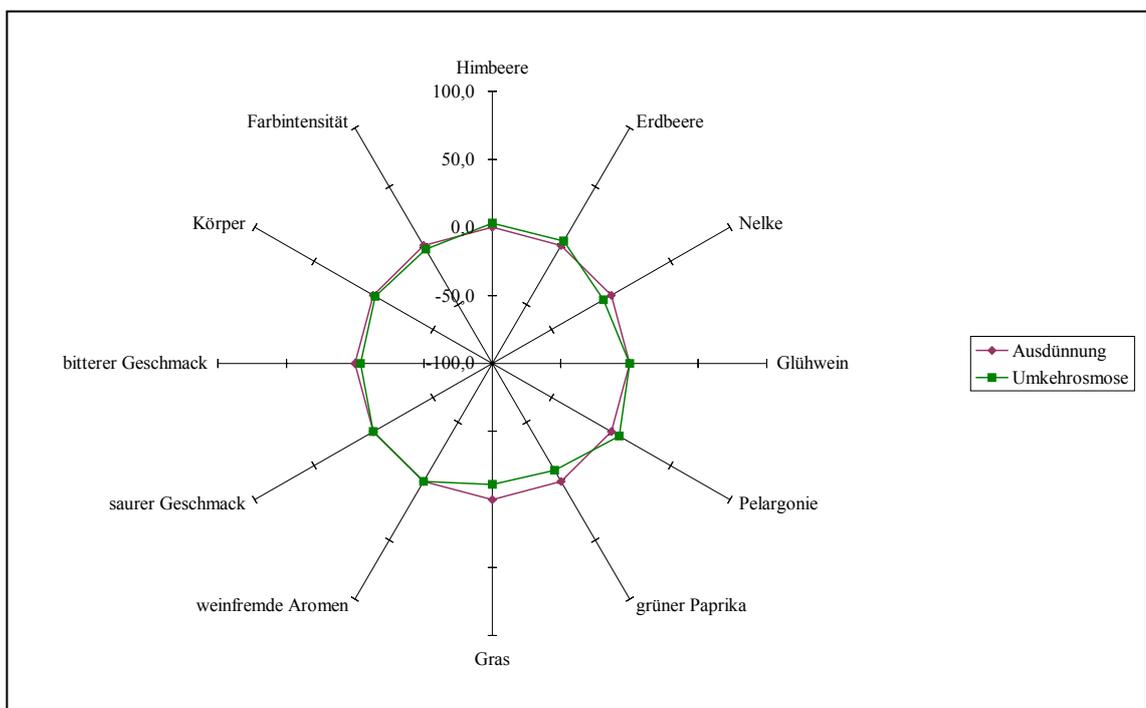


Abbildung 83: Deskriptive Prüfung 2001er Spätburgunder / Pfalz; n = 14

Die Prüfer hatten die Attribute Himbeere, Erdbeere, Nelke, Glühwein, Pelargonie, grüner Paprika, Gras, weinfremde Aromen, saurer Geschmack, bitterer Geschmack, Körper und Farbintensität zu bewerten. Hier konnte bei keinem der Attribute ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Varianten erkannt werden.

Die nächste Gruppe der sensorischen Versuchsauswertung stellten die Rangordnungsprüfungen dar. Zur besseren Beurteilung der Versuchsergebnisse wurde der Mittelwert der

Rangziffern nach weißen und roten Rebsorten getrennt berechnet und grafisch dargestellt. Abbildung 84 zeigt die Ergebnisse der beiden Weißweinserien.

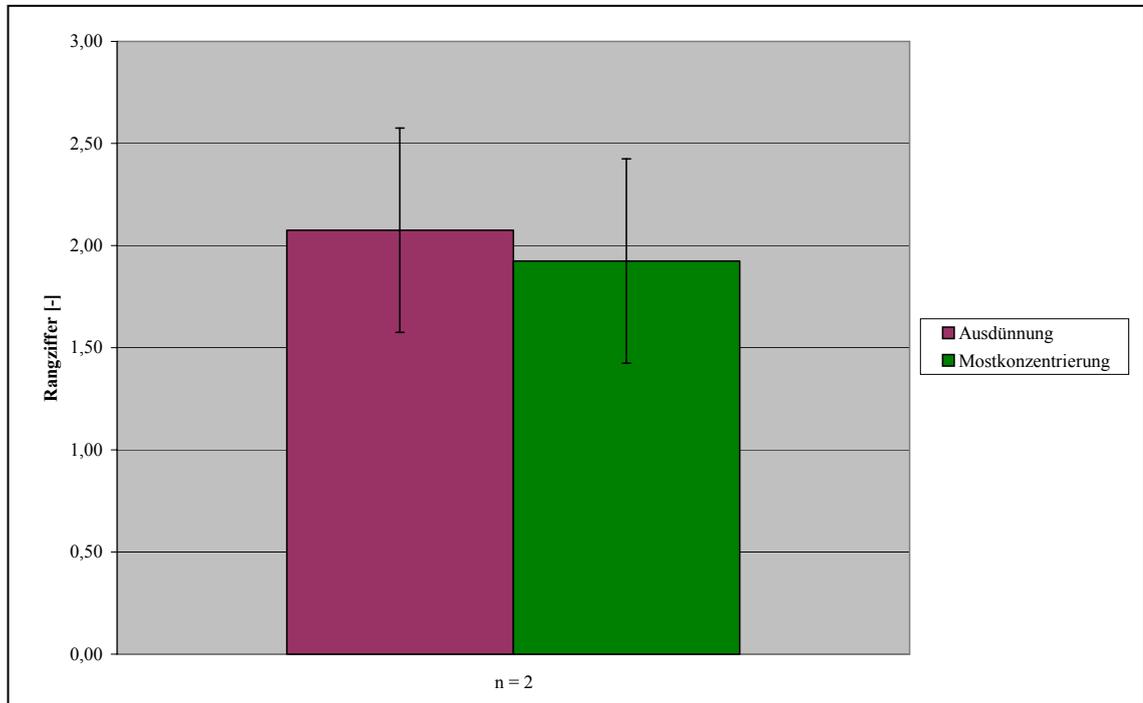


Abbildung 84: Vergleich zwischen Ausdünnung und Mostkonzentrierung bei Weißwein

Die durchschnittlichen Bewertungen der betreffenden Varianten liegen sehr dicht beieinander. Wie anhand der eingezeichneten Intervalle ersichtlich ist, unterscheiden sich die Rangziffern nicht um einen Betrag > 1 , woraus sich der Schluss ziehen lässt, dass sich die Varianten aus statistischer Sicht nicht unterscheiden und demzufolge die Ausdünnung bei Weißweinen in diesen beiden betrachteten Versuchsserien durchschnittlich vergleichbare Ergebnisse liefert wie eine Mostkonzentrierung auf physikalischem Weg.

Der gleiche Sachverhalt spiegelt sich auch bei den Rotweinen wider. Die Versuche konnten hier in fünf Versuchsserien durchgeführt werden. Die Ergebnisse sind in Abbildung 85 dargestellt. Auch hier unterscheiden sich die Mittelwerte der Rangziffern aus statistischer Sicht nicht. Demnach liefert auch eine Ausdünnung bei roten Rebsorten in den hier betrachteten Versuchsserien durchschnittlich vergleichbare Ergebnisse wie die Mostkonzentrierung.

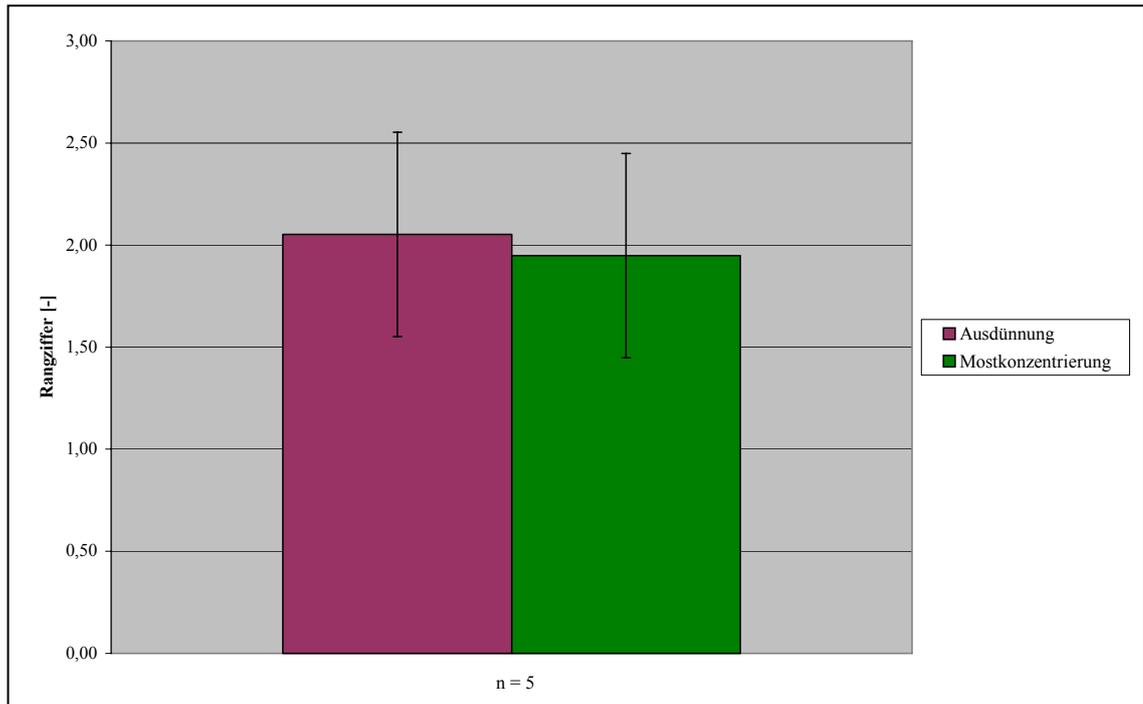


Abbildung 85: Vergleich zwischen Ausdünnung und Mostkonzentrierung bei Rotwein

Insgesamt gesehen bleibt festzuhalten, dass im überwiegenden Teil der sensorischen Tests keine signifikanten Unterschiede zwischen Ausdünnung im Weinberg und Mostkonzentrierung nachzuweisen waren. Bei den Dreieckstests gelang es nur in drei von sieben Fällen einen statistisch gesicherten Unterschied festzustellen. Bei der anschließend durchgeführten deskriptiven Prüfung zeigte sich ein ähnlicher Sachverhalt. Lediglich bei dem Portugieser traten Farbunterschiede zu Gunsten der Konzentrierung zu Tage. Dies bestätigt allerdings die bereits aufgezeigten Ergebnisse, dass die Konzentrierung speziell beim Portugieser eine deutliche Intensivierung der Farbe mit sich bringt. Bei dem höherwertigen Spätburgunder waren hingegen keine Unterschiede festzustellen. Auch in der Rangordnungsprüfung konnten zwischen den beiden Varianten durchschnittlich keine signifikanten Unterschiede erkannt werden. Demnach kann eine Ausdünnung des Traubenbestandes im Weinberg sowohl bei weißen als auch bei roten Rebsorten, in Verbindung mit einer anschließenden Chaptalisierung, mit der Mostkonzentrierung vergleichbare Ergebnisse liefern. Es bleibt allerdings zu berücksichtigen, dass weiterhin die Möglichkeit einer Kombination von Ausdünnung im Weinberg und Mostkonzentrierung besteht, wie sie erfolgreich in den Top-Chateaus Frankreichs praktiziert wird. Versuche zu dieser Problematik konnten leider aufgrund eines Mangels an geeignetem Ausgangsmaterial in Geisenheim nicht durchgeführt werden.

4.5.2 Saftentzug

Eine weitere Möglichkeit der Qualitätssteigerung, die in der Praxis bei Rotweinen Anwendung findet, besteht in dem Saftentzug. Hierbei wird der Rotweinmaische ein Teil des frei ablaufenden Saftes entzogen, der sich dann als Rosé weiter verarbeiten lässt. Durch diesen Saftabzug wird das Verhältnis von Beerenhäuten zu Saft in der verbleibenden Maische erhöht. Da sowohl die Farbstoffe als auch die Aromastoffe in den Beerenhäuten lokalisiert sind, erfolgt nun eine verstärkte Extraktion dieser Inhaltsstoffe. PFAFFMANN [1999] untersuchte in seiner Diplomarbeit an der Fachhochschule Wiesbaden den Einfluss von verschiedenen Rotweinbereitungsverfahren auf das Farb-, Aroma- und Gerbstoffprofil. Eines der untersuchten Rotweinbereitungsverfahren stellte der Saftentzug dar. Von einem Spätburgunder wurden drei verschiedene Varianten ausgebaut: Variante A mit einem Saftentzug von 15 %, Variante B mit einem Saftentzug von 25 % und Variante C ohne Saftentzug, die als Kontrolle diente. Bei einer analytischen Betrachtung der Gesamtphenolgehalte konnte bei den beiden Varianten mit Saftentzug eine deutliche Zunahme im Vergleich zu der Variante ohne Saftentzug verzeichnet werden, wobei der Gesamtphenolgehalt der Variante mit 25 % Saftentzug erwartungsgemäß über dem Wert der Variante mit nur 15 % Saftentzug lag. In gleicher Weise präsentierten sich die Ergebnisse der Untersuchung der Farbintensität. Auch hier hatte Variante B mit einem Saftentzug von 25 % die größte Farbintensität, gefolgt von Variante A mit einem Saftentzug von 15 % und der Kontrollvariante C ohne Saftentzug.

Auf den Gesamtalkoholgehalt hat der Saftentzug allerdings keinen Einfluss, so dass bei den eigenen Versuchen auch bei dieser Verfahrensweise eine anschließende Chaptalisierung auf den Vergleichsalkoholgehalt der konzentrierten Varianten vonnöten war. Rechtlich gesehen ist bei dem Saftentzug eine Anreicherung um 3,5 % Vol. Alkohol bzw. 28 g/l Alkohol in der Weinbauzone A zulässig. Um die Vergleichbarkeit der Versuchsergebnisse zu gewährleisten, entzog man anteilig das gleiche Volumen an Saft, wie Wasser bei der Mostkonzentrierung entfernt wurde. Den Saftentzug nahm man sowohl bei der Maischegärung als auch bei der Maischeerhitzung vor und realisierte dies während der Herbstkampagne 2001 in drei Versuchsserien. In der Herbstkampagne 2000 wurde ein kombinierter Versuch aus Saftentzug und Ausdünnung bei einem maischeerhitzten Lemberger aus Württemberg durchgeführt. Verglichen wurden die Varianten Mostkonzentrierung mittels Vakuumdestillation, Saftentzug bei der Kontrollvariante und Saftentzug bei der im Weinberg ausgedünnten Variante. Zum Ausgleich des Gesamtalkohol-

gehaltenes chaptalisierte man die letzten beiden Versuchsglieder zusätzlich. In Tabelle 19 sind die einzelnen Versuchsserien aufgelistet. Nähere Angaben hierzu befinden sich im Anhang (siehe 8.5).

Tabelle 19: Versuchsserien Saftentzug

Bezeichnung	Varianten
Serie 9: 2000er Lemberger / Württemberg	VD, SEK, SEA
Serie 7: 2001er Portugieser / Nahe	UO, SEK
Serie 8: 2001er Spätburgunder / Pfalz	UO, SEK
Serie 9: 2001er Lemberger / Württemberg	UO, SEK

Auf eine Auswertung der analytischen Ergebnisse wurde auch bei diesen Teilversuchen verzichtet, da es sich bei dem Saftentzug eigentlich um eine Kombination aus Konzentrierung und Chaptalisierung handelt, was eine genaue analytische Betrachtung unmöglich macht. Die Analysedaten sind jedoch im Anhang (siehe 8.5) dargestellt. Die sensorische Beurteilung der Versuchsweine gliederte sich analog zu den übrigen Versuchen in Dreieckstest, deskriptive Prüfung und Rangordnungsprüfung.

Dreieckstests

In den Dreieckstests zwischen Vakuumdestillation, Saftentzug bei der Kontrollvariante und Saftentzug bei der ausgedünnten Variante des 2000er Lembergers nahmen jeweils zwölf Prüfer teil, die lediglich im Rahmen des Vergleiches zwischen Saftentzug/Kontrolle und Saftentzug/Ausdünnung signifikante Unterschiede zwischen den beiden Varianten erkennen konnten. Zwei Prüfer bevorzugten hierbei die ausgedünnte Variante, vier die Kontrollvariante und zwei beurteilten die Weine lediglich als unterschiedlich. Eine deskriptive Prüfung wurde für diese Serie nicht durchgeführt. Bei den drei Dreieckstests der Herbstkampagne 2001 konnten die Prüfer nur im Falle des Portugiesers zwischen den beiden betrachteten Varianten einen signifikanten Unterschied erkennen. An diesem Test nahmen dreizehn Prüfer teil, wobei von elf richtigen Urteilen zwei auf eine Bevorzugung des Saftentzuges entfielen und sechs auf eine Bevorzugung der Umkehrosmose. In drei Fällen wurden die Weine lediglich als unterschiedlich bewertet.

Deskriptive Prüfung

Die Ergebnisse der deskriptiven Prüfung des 2001er Portugiesers zeigt Abbildung 86.

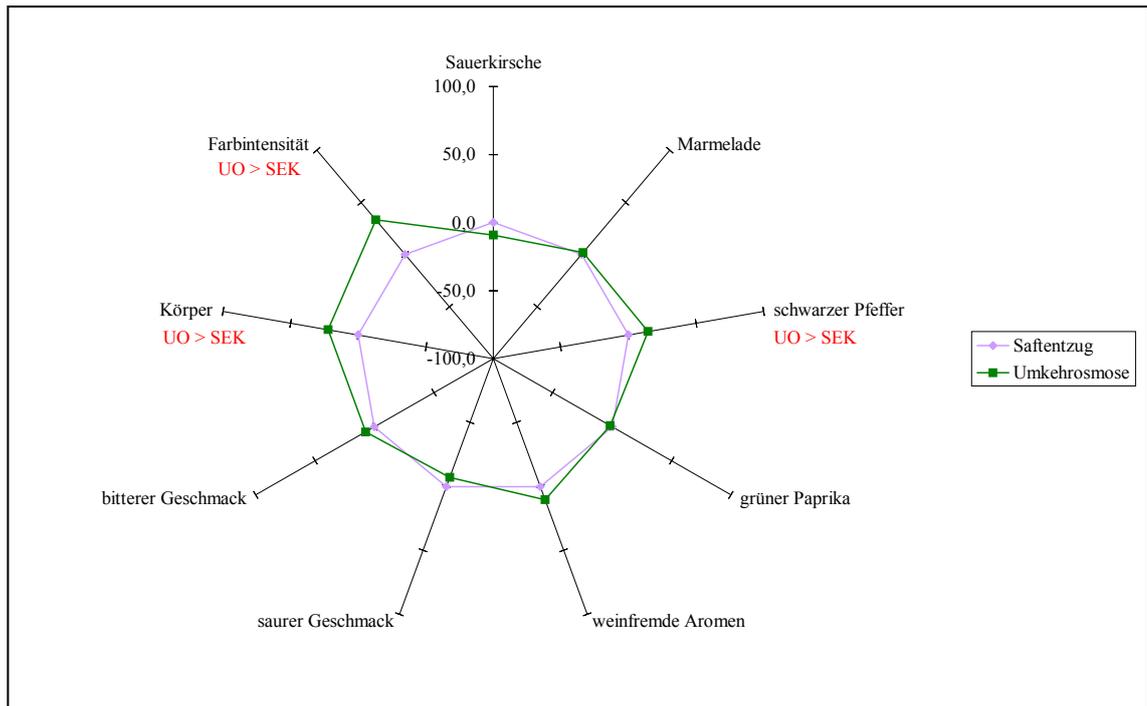


Abbildung 86: Deskriptive Prüfung 2001er Portugieser / Nahe; n = 12

Das aus zwölf Personen bestehende Prüfer-Panel hatte in dieser Prüfung die Attribute Sauerkirsche, Marmelade, schwarzer Pfeffer, grüner Paprika, weinfremde Aromen, saurer Geschmack, bitterer Geschmack, Körper und Farbintensität zu bewerten. Signifikante Unterschiede wurden in den Bereichen schwarzer Pfeffer, Körper und Farbintensität festgestellt, wobei die Probanden in allen drei Fällen die Umkehrosiose intensiver empfanden als den Saftenzug.

Rangordnungsprüfung

Den nächsten Teil der sensorischen Beurteilung der Versuchsweine stellte die Rangordnungsprüfung dar. Die Verkostungsergebnisse der Rangordnungsprüfung des 2000er Lembergers zeigt Abbildung 87.

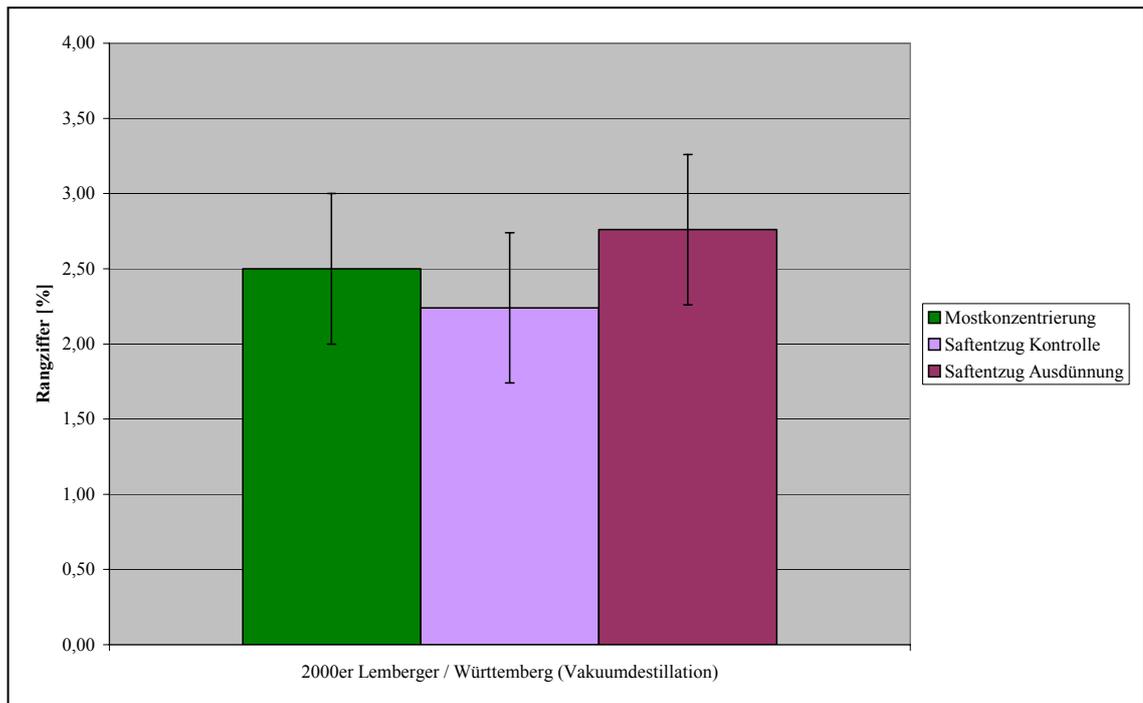


Abbildung 87: Vergleich zwischen Saftzug und Mostkonzentrierung im Jahrgang 2000; n = 17

Die Ergebnisse der sensorischen Beurteilung liegen recht nahe beieinander. Zwar schnitt der Saftzug bei der Kontrollvariante tendenziell gesehen als Bester ab, jedoch besteht aus statistischer Sicht kein Unterschied zwischen diesen drei Varianten, so dass sie letztendlich alle als gleich zu bewerten sind.

Zur besseren Übersicht wurden in der Herbstkampagne 2001 bei der Auswertung die Mittelwerte der einzelnen Rangziffern gebildet und grafisch dargestellt (Abbildung 88).

In diesen drei Versuchen erhielt die Mostkonzentrierung durchschnittlich gesehen einen leichten Vorzug. Allerdings besteht aus statistischer Sicht kein Unterschied zwischen diesen beiden Verfahren, so dass sie letztendlich als gleichwertig zu betrachten sind.

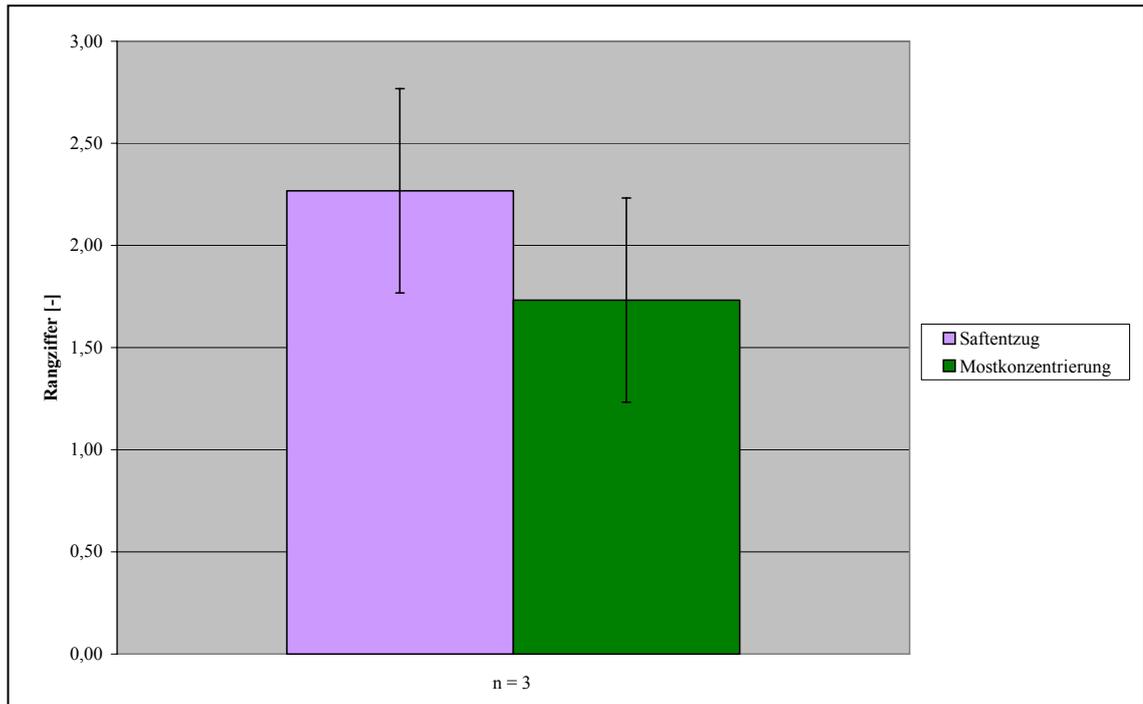


Abbildung 88: Vergleich zwischen Saftentzug und Mostkonzentrierung im Jahrgang 2001

Schließlich ist festzustellen, dass lediglich in einem der vier durchgeführten Dreieckstests zwischen Mostkonzentrierung und Saftentzug bei der Kontrollvariante ein statistisch gesicherter Unterschied erkannt werden konnte. In der deskriptiven Prüfung des Portugiesers erzielte die Mostkonzentrierung vor allem in Bezug auf Körper und Farbe des Weines eine deutlich bessere Beurteilung als der Saftentzug. Dies zeigt allerdings wiederum die deutlichen Vorteile der Mostkonzentrierung speziell bei der Rebsorte Portugieser. Bei den qualitativ höherwertigen Lemberger- und Spätburgunderweinen waren anhand der Dreieckstests keine signifikanten Unterschiede ersichtlich, so dass sich die Durchführung einer deskriptiven Prüfung als hinfällig erwies. Diese Erkenntnisse spiegeln sich auch in der Rangordnungsprüfung wider. In der Verkostung des 2000er Lembergers schnitt die Saftentzugvariante der Kontrolle tendenziell am Besten ab. Durchschnittlich gesehen wurde die Mostkonzentrierung im Jahr 2001 zwar tendenziell bevorzugt, jedoch ließen sich auch diese Unterschiede nicht statistisch sichern. Auch in der Rangordnungsprüfung des Portugiesers wurde die Mostkonzentrierung deutlich bevorzugt. Bei einem Probenumfang von nur drei Serien fällt dies bei der Berechnung des Mittelwertes natürlich deutlich ins Gewicht. Innerhalb der anderen beiden Rangordnungsprüfungen traten keine gravierenden Unterschiede hervor. Unter Berücksichtigung all dieser Ergebnisse drängt sich demnach die Schlussfolgerung auf, dass ein Saftentzug bei Rotweinmaischen aus sensorischer Sicht vergleichbare Ergebnisse liefern kann wie eine Mostkonzentrierung. Es bleibt jedoch zu berücksichtigen, dass ein Saftentzug in Kombination mit einer Ausdünnung im Weinberg

nur in einer Versuchsserie realisiert wurde. Zur Erzeugung von Spitzenprodukten ist dies in der Praxis eine häufig angewandte Verfahrensweise.

4.5.3 Unterschiedliche Verfahren der Gefrierkonzentrierung

Bei der Gefrierkonzentrierung mittels Schrägkühler in der Herbstkampagne 1999 zeigte sich, dass die Weine oftmals phenolisch bitter schmeckten. Die Vermutung lag nahe, dass durch den mechanischen Aufschluss der gefrorenen Beeren in der Schneidmühle auch Kerne zermahlen wurden und dies zu einer erhöhten Freisetzung von Phenolen führte, welche sich sensorisch unangenehm bemerkbar machten. Tatsächlich ließ sich bei den Weißweinen auch ein höherer Phenolgehalt dieser Varianten analytisch nachweisen. Bei den Rotweinen lag der Phenolgehalt auf Grund der fehlenden Maischegärung bzw. Maischeerhitzung unter den Gehalten der Vergleichsvarianten. In den Herbstkampagnen 2000 und 2001 wurden daher verschiedene weiterführende Versuche zur Gefrierkonzentrierung durchgeführt (Tabelle 20). Nähere Angaben zu den einzelnen Versuchsserien bezüglich Most- und Weinanalysen, Dreieckstests und Rangordnungsprüfungen sind dem Anhang zu entnehmen (siehe 8.6).

Tabelle 20: Versuchsserien Gefrierkonzentrierung

Bezeichnung	Varianten
Serie 4: 2000er Riesling / Rheingau	SK, KZ
Serie 5: 2000er Riesling / Rheingau	SK 1,0; SK 2,3
Serie 3: 2001er Müller-Thurgau / Rheingau	K, S, UO, KZ

In der Herbstkampagne 2000 war man bestrebt, den Schrägkühler bezüglich der Mahlvorrichtung zu optimieren. In einem ersten Versuch erweiterte man den Mahlpalt der Schneidmühle von 1,0 mm auf 2,3 mm, um somit weniger Kerne zu beschädigen. In dem Dreieckstest zwischen diesen beiden Varianten konnten die fünfzehn Prüfer keine signifikanten Unterschiede feststellen. Die Verkostungsergebnisse aus der Rangordnungsprüfung dieses Versuchs zeigt Abbildung 89. Tendenziell führte die Vergrößerung des Mahlpaltes noch zu einer Verschlechterung des Verkostungsergebnisses. Der Phenolgehalt der Variante 2,3 mm lag mit 440 mg/l deutlich über dem Wert der Variante 1,0 mm mit 314 mg/l. Die Unterschiede in der Sensorik sind allerdings nicht statistisch gesichert, so dass beide Varianten letztendlich auch aus Sicht der Rangordnungsprüfung als gleich zu bewerten sind.

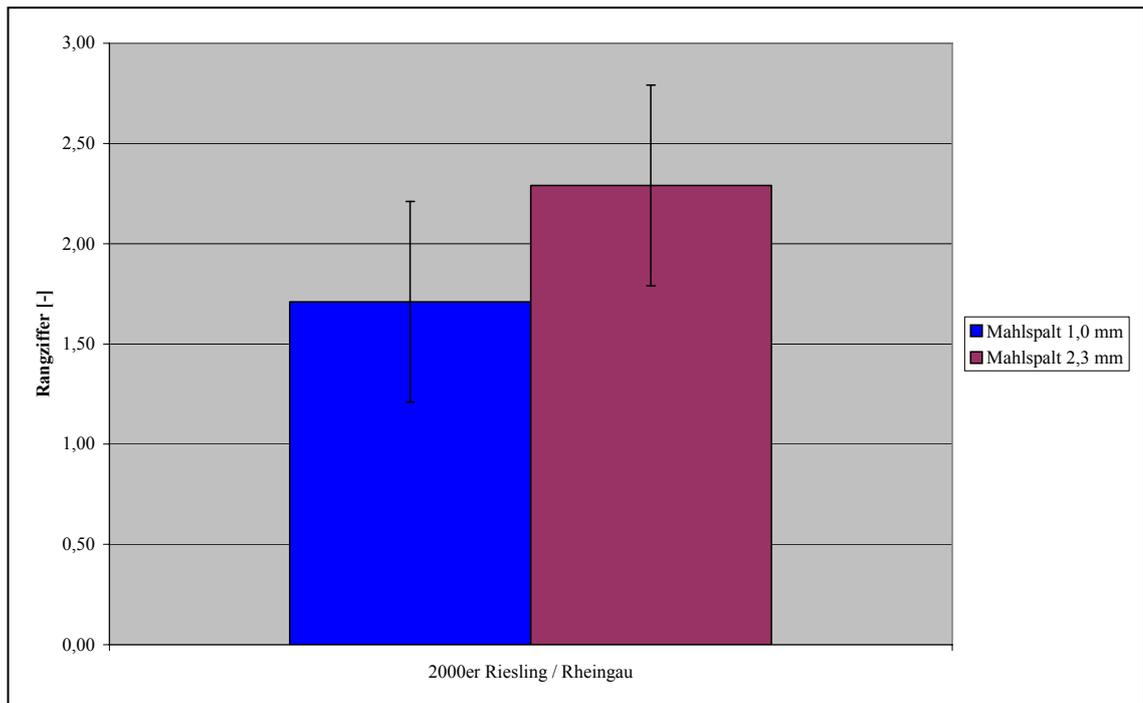


Abbildung 89: Veränderung des Mahlspaltes bei dem Schrägkühler

In einem weiteren Versuch mit einem anderen Riesling sollte gänzlich auf das Mahlen der gefrorenen Trauben verzichtet werden, um im Vergleich zu dem vorangegangenen Versuch noch weniger Kerne zu beschädigen. Zu diesem Zweck froren man ganze Trauben in einer Industriekühlkammer und kelterte diese anschließend. An dem Dreieckstest dieser beiden Varianten nahmen ebenfalls fünfzehn Prüfer teil. Neun Prüfer erkannten die abweichende Probe, womit sich der Unterschied als statistisch gesichert erwies. Drei Prüfer bevorzugten hier die Variante Kühlzelle, zwei die Variante Schrägkühler und vier Prüfer bewerteten die Proben lediglich als unterschiedlich. Eine deskriptive Prüfung wurde für diese Serie nicht vorgenommen.

Die Verkostungsergebnisse der anschließend durchgeführten Rangordnungsprüfung sind in Abbildung 90 dargestellt. In dieser Verkostung setzte sich die Tendenz zu einer schlechteren sensorischen Beurteilung mit abnehmendem Zerkleinerungsgrad der Trauben aus der Rangordnungsprüfung der vorangegangenen Versuchsserie fort. In diesem Fall wurde die Variante mit dem nicht vermahlenden Traubenmaterial sogar signifikant schlechter beurteilt, obwohl deren Phenolgehalt den des Schrägkühlers deutlich unterschritt.

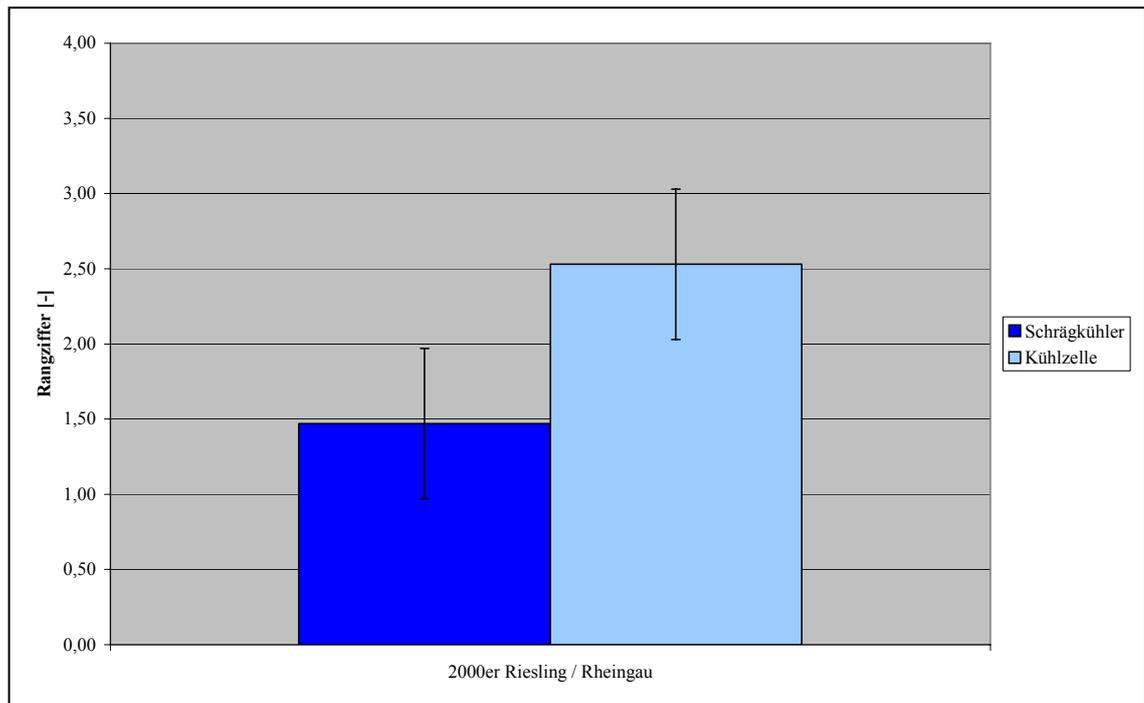


Abbildung 90: Gefrierkonzentrierung mittels Schrägkühler und Kühlzelle

In der Herbstkampagne 2001 sollten die Versuche zur Gefrierkonzentrierung mittels Kühlzelle fortgeführt werden. Bei einem Müller-Thurgau erfolgte daher der Vergleich zu den alternativen Anreicherungsverfahren Saccharose und Umkehrosmose. An den Dreieckstests dieser Versuchsserie nahmen jeweils elf Prüfer teil. Signifikante Unterschiede konnten nur zwischen der Saccharose und der Umkehrosmose erkannt werden, wobei von den richtigen Urteilen vier auf die Bevorzugung der Umkehrosmose entfielen und vier Prüfer die beiden Proben lediglich als voneinander abweichend beurteilten. Für diese beiden Varianten erfolgte ebenfalls keine deskriptive Prüfung.

Die Verkostungsergebnisse der anschließend durchgeführten Rangordnungsprüfung sind in Abbildung 91 dargestellt. In diesem einen Versuch erzielte die gefrierkonzentrierte Variante eine signifikant bessere Bewertung als die drei Vergleichsvarianten Kontrolle, Saccharose und Umkehrosmose. Die Saccharose und die Umkehrosmose schnitten aus statistischer Sicht gleich ab, während die Umkehrosmose signifikant besser beurteilt wurde als die unbehandelte Kontrollvariante.

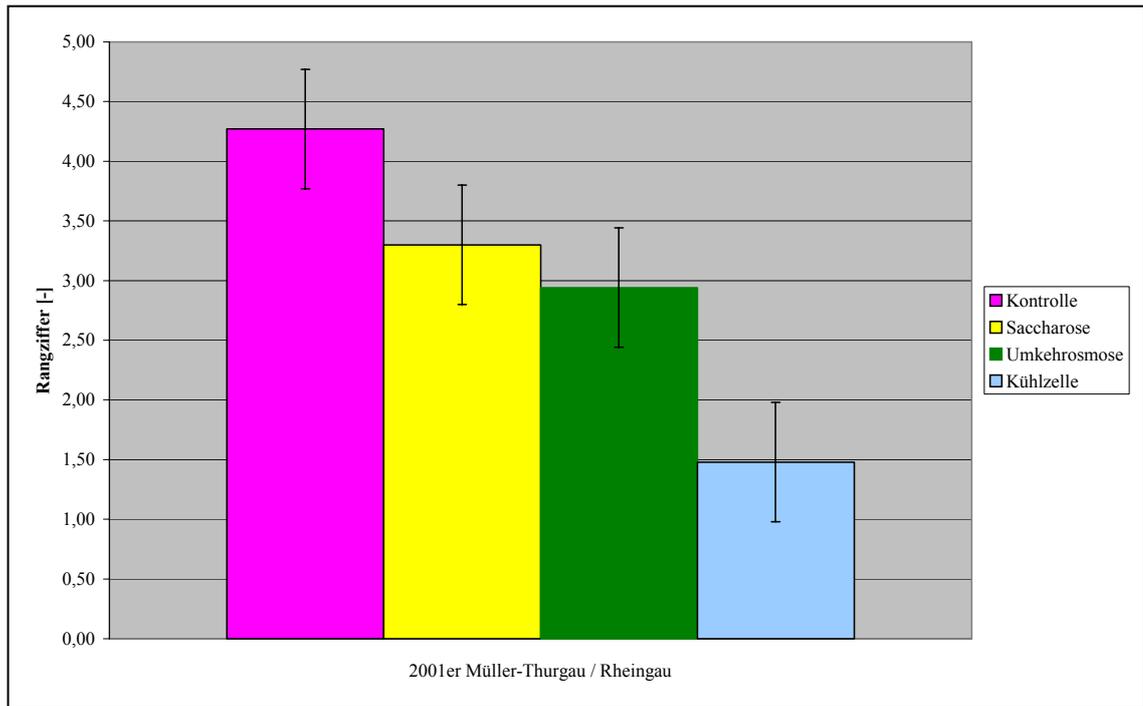


Abbildung 91: Rangordnungsprüfung Kühlzelle und alternative Anreicherungsverfahren

Zusammenfassend bleibt festzustellen, dass der mechanische Aufschluss der Beeren in dem Schrägkühler im Vergleich zur Ganztraubenpressung des gefrorenen Traubenmaterials statistisch gesichert sensorische Vorteile brachte, welche tendenziell mit fortschreitender Zerkleinerung der Beeren zunahm. Es gelang nicht, in diesen beiden Versuchen einen Zusammenhang zwischen dem Phenolgehalt und dem Grad der Zerkleinerung nachzuweisen. Ebenso wenig war ein Zusammenhang zwischen dem Phenolgehalt und der sensorischen Beurteilung ersichtlich. Bei einem sensorischen Vergleich der Gefrierkonzentrierung mittels Kühlzelle und den Vergleichsvarianten Kontrolle, Saccharose und Umkehrosiose, der allerdings nur in einer Versuchsserie realisiert werden konnte, erhielt die Gefrierkonzentrierung signifikant die beste Beurteilung. Aus analytischer Sicht unterscheiden sich die verschiedenen Varianten bei den einzelnen Parametern kaum. Jedoch zeigt die gefrierkonzentrierte Variante bei mehreren, die Sensorik beeinflussenden, Substanzen geringfügig höhere Konzentrationen (Gesamtzucker, titrierbare Säure, Gesamtphenole, zuckerfreier Extrakt), was in der Summe zu dieser besseren sensorischen Beurteilung der Variante geführt haben könnte.

4.5.4 Teilkonzentrierung versus Gesamtkonzentrierung

Speziell bei der Vakuumdestillation vermutete man, dass mit dem abdestillierten Wasser auch Aromastoffe verloren gehen, da Aromastoffe im Allgemeinen einen niedrigeren Siedepunkt aufweisen als Wasser, und sich dies von Seiten der Sensorik negativ auf die

Weinqualität auswirken könnte. Aus diesem Grund wurde eine Teilmenge des Mostes überkonzentriert und anschließend mit dem unbehandelten Most auf das gewünschte Mostgewicht rückverschnitten. Auf diese Weise wurde nur ein Teil des Mostes dem Vakuum ausgesetzt, während in dem verbleibenden Teil alle Aromastoffe unverändert bleiben sollten. Parallel zu dieser Verfahrensweise erfolgte der Ausbau einer Variante, bei der die gesamte Mostmenge der Vakuumdestillation unterzogen wurde. Hinsichtlich dieser Problematik führte man in der Herbstkampagne 2000 zwei Versuche mit einem Weißburgunder und einem Portugieser durch (Tabelle 21). Nähere Informationen bezüglich der Most- und Weinanalysen, der Dreieckstests und der Rangordnungsprüfung sind dem Anhang zu entnehmen (siehe 8.7).

Tabelle 21: Versuchsserien Teilkonzentrierung

Bezeichnung	Varianten
Serie 2: 2000er Weißburgunder / Rheingau	GK, TK
Serie 7: 2000er Portugieser / Nahe	GK, TK

Für diese Teilversuche erfolgte keine Auswertung der analytischen Ergebnisse, sie sind jedoch im Anhang (siehe 8.7) dargestellt. An dieser Stelle ist auf die Dissertation von Dierk Clos von der SLFA Neustadt zu verweisen [CLOS, 2003]. Hier wurden Versuche mit Bukettrebsorten wie Muskateller durchgeführt, die bereits im Moststadium über einen großen Teil von freien Aromastoffen verfügen. Analytisch ließ sich zwar ein verstärkter Verlust dieser Primäraromen bei einer Konzentrierung der Gesamtmenge im Vergleich zu einer Überkonzentrierung einer Teilmenge nachweisen, der jedoch im späteren Wein nicht nachvollzogen werden konnte.

In den Dreieckstests der eigenen Versuche konnten die Prüfer nur im Fall des Weißburgunders signifikante Unterschiede zwischen den betrachteten Varianten erkennen. An dieser Verkostung nahmen fünfzehn Prüfer teil. Von den neun richtigen Nennungen entfiel eine auf die Bevorzugung der Teilkonzentrierung und fünf Prüfer bevorzugten die Konzentrierung der Gesamtmenge. Weitere drei Prüfer beurteilten die beiden Varianten lediglich als voneinander abweichend. Eine deskriptive Prüfung erfolgte für diese Versuchsserie nicht.

Die Ergebnisse der anschließend durchgeführten Rangordnungsprüfung sind in Abbildung 92 dargestellt. Die signifikanten Unterschiede des Dreieckstests bei dem Weißburgunder ließen sich in der Rangordnungsprüfung nicht bestätigen. In beiden Versuchen konnten

zwischen den betreffenden Varianten keine signifikanten Unterschiede erkannt werden. Im Fall des Portugiesers erhielt die Überkonzentrierung der Teilmenge sogar tendenziell eine schlechtere Beurteilung.

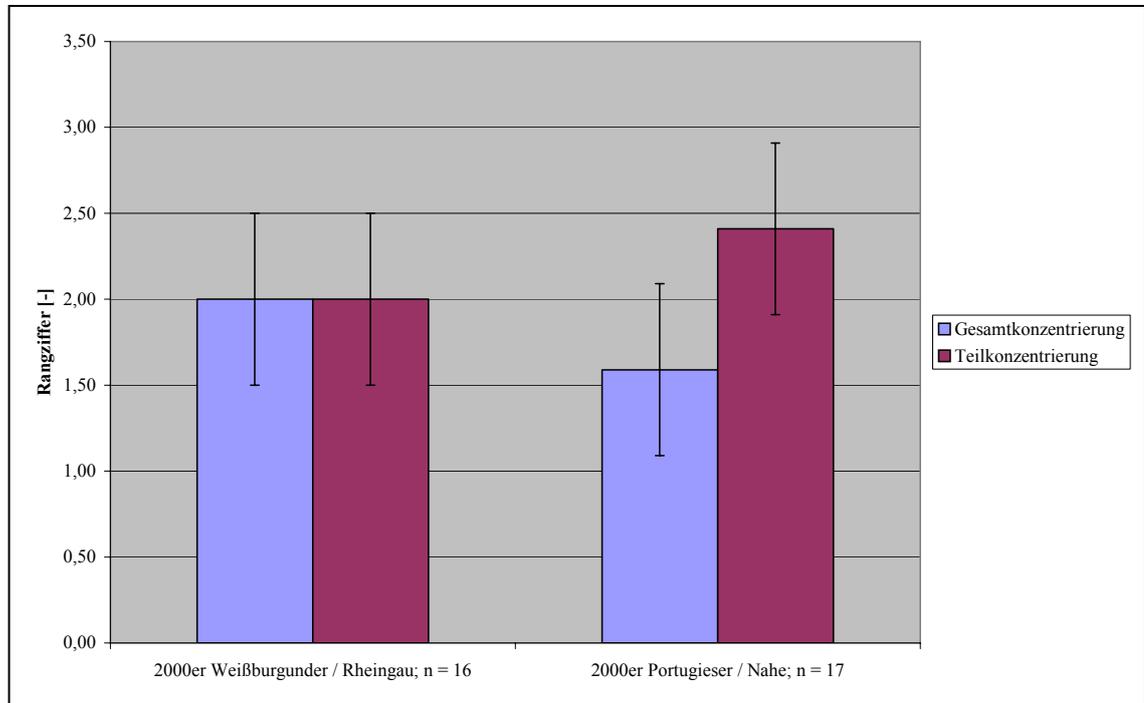


Abbildung 92: Vergleich zwischen Teilkonzentrierung und Gesamtkonzentrierung

Weiterführende Untersuchungen zeigten, dass im Moststadium nur wenige Aromastoffe vorliegen, welche zumeist an Zucker gebunden und somit nicht flüchtig sind. Man spricht hier von den so genannten Primäraromen. Der größte Teil der Aromastoffe wird allerdings erst im Laufe der Gärung gebildet. Daher hat die Mostkonzentrierung mittels Vakuumdestillation keinen sensorisch nachweisbaren Einfluss auf die spätere Weinqualität.

Zusammenfassend bleibt festzuhalten, dass die Überkonzentrierung einer Teilmenge mit anschließendem Rückverschnitt bei der Vakuumdestillation gegenüber einer Konzentrierung der Gesamtmenge in diesen beiden Versuchen keine Vorteile brachte.

4.5.5 Weinkonzentrierung

Neben der Konzentrierung von Most besteht bei der Umkehrosmose auch die Möglichkeit, Wein zu konzentrieren. Bei dieser Vorgehensweise sollen, ebenso wie bei der Mostkonzentrierung, durch Wasserentzug alle Inhaltsstoffe mit Ausnahme des Alkohols aufkonzentriert werden, woraus eine Verdichtung der Aroma- und Farbkomponenten sowie eine Erhöhung des zuckerfreien Extraktes resultieren soll. Der Alkohol wird unter-

proportional dem Wasserentzug erhöht, da bei der Konzentrierung von Wein neben Wasser auch Alkohol die Membranen passiert. Eine Reduzierung des Alkohols ist mit diesem Verfahren allerdings nicht möglich, da anteilig mehr Wasser als Alkohol entzogen wird und somit der Gesamtalkohol dennoch ansteigt. Die Vorteile der Weinkonzentrierung gegenüber der Mostkonzentrierung liegen darin, dass es gelingt, körperreiche Weine mit vergleichsweise weniger Alkohol zu erzeugen, falls der Markt dies verlangt. Weiterhin kann die Konzentrierung selbst in weniger arbeitsreiche Zeiten verlagert werden; zudem ist der Konzentrierungseffekt direkt ersichtlich und kann so besser gesteuert werden. Ebenso entfällt die aufwendige Vorklärung des Mostes, da die Jungweine in diesem Stadium bereits ausreichend geklärt sein sollten. Die Fluxraten liegen bei der Weinkonzentrierung dementsprechend höher als bei der Mostkonzentrierung, was sich letztendlich auch auf die Betriebskosten auswirkt. Die Konzentrierung von Wein ist allerdings derzeit in Deutschland gesetzlich nicht zulässig. Auf EU-Ebene ist die Weinkonzentrierung durch Kälte bei Tafelwein legitim.

Im Folgenden sollen die Versuchsergebnisse bezüglich des Vergleiches zwischen Most- und Weinkonzentrierung unter analytischen und sensorischen Gesichtspunkten dargestellt werden. Die Präsentation erfolgt in ähnlicher Weise wie die des allgemeinen Verfahrensvergleichs. Detaillierte Angaben zu den einzelnen Versuchsserien bezüglich Most- und Weinanalysen, Dreieckstests und der Rangordnungsprüfung sind dem Anhang zu entnehmen (siehe 8.8).

In den Herbstkampagnen 2000 und 2001 wurden die vergleichenden Versuche zwischen Most- und Weinkonzentrierung in zehn Serien durchgeführt (Tabelle 22).

Tabelle 22: Versuchsserien Weinkonzentrierung

Bezeichnung	Varianten
Serie 1: 2000er Müller-Thurgau / Rheingau	K, MK, WK
Serie 4: 2000er Riesling / Rheingau	K, MK, WK
Serie 8: 2000er Spätburgunder / Rheingau	K, MK, WK
Serie 9: 2000er Lemberger / Württemberg	K, MK, WK
Serie 3: 2001er Müller-Thurgau / Rheingau	K, MK, WK
Serie 4: 2001er Riesling / Rheingau	K, MK, WK
Serie 5: 2001er Riesling / Rheingau	K, MK, WK
Serie 7: 2001er Portugieser / Nahe	K, MK, WK
Serie 8: 2001er Spätburgunder / Pfalz	K, MK, WK
Serie 9: 2001er Lemberger / Württemberg	K, MK, WK

Im Moststadium erfolgte die Anreicherung um die zulässigen 16 g/l Alkoholerhöhung. Der hierzu erforderliche und errechnete Wasserentzug diente als Vorgabe bei der Weinkonzentrierung, um die Vergleichbarkeit der Versuche zu gewährleisten. Von einer Angleichung des Gesamtalkoholgehaltes bei der Weinkonzentrierung nahm man Abstand, da dies eine zweimalige Anreicherung bedeuten würde, die im Falle einer rechtlichen Zulassung der Weinkonzentrierung mit Sicherheit ausgeschlossen wäre. Hierdurch würden sich die gewonnenen Erkenntnisse für die spätere Praxis als unbrauchbar erweisen, da in den Versuchen eine Vorgehensweise gewählt wurde, die so in der Praxis unter rechtlichen Gesichtspunkten nicht angewendet werden dürfte.

Unter analytischen Gesichtspunkten erfolgte die Berechnung der standardisierten Anreicherung und des relativen Übergangs. Wie zu Anfang erwähnt, sollen bei der Konzentrierung von Wein der zuckerfreie Extrakt und die Farbintensität analog dem Wasserentzug gesteigert werden, wobei sich die Anhebung des Alkohols auf ein geringeres Maß beschränkt. Als Bezugsgröße diente die Gesamtalkoholerhöhung der Mostkonzentrierung. Falls man die Weine mit Fructose in ihrem Restzuckergehalt regulierte, diente der Wert des Gesamtalkohols im Moststadium als Referenzwert. Im Hinblick auf die Berechnung der standardisierten Anreicherung des Gesamtalkohols bei der Weinkonzentrierung war dies nicht möglich. Falls vor der Restzuckerregulierung keine separaten Weinanalysen vorlagen, musste auf diese Datenglieder verzichtet werden. Die Ermittlung der Farbintensivierung erfolgte nur bei Rotweinen. Auf Grund der Vergleichbarkeit zog man zur Berechnung des relativen Übergangs den Gesamtalkohol heran. Im Moststadium liegt dieser in Form von Glucose und Fructose vor und im Weinstadium in Form von Ethanol.

Die Berechnungsergebnisse der standardisierten Anreicherung bezüglich des Gesamtalkohols, des zuckerfreien Extraktes und der Farbsumme aus den Extinktionen bei 420 nm, 520 nm und 620 nm zeigt Abbildung 93. Im Moststadium beträgt die standardisierte Anreicherung des Gesamtalkohols definitionsgemäß 100 %. Die standardisierte Anreicherung des Gesamtalkohols bei der Weinkonzentrierung beläuft sich hingegen durchschnittlich nur auf etwa 52 %. Das Konfidenzintervall zeigt an, dass diese unterproportionale Anreicherung sogar statistisch gesichert ausfällt. Der zuckerfreie Extrakt wird bei der Mostkonzentrierung durchschnittlich, auch statistisch gesichert, geringfügig unterproportional angereichert, wogegen die Anreicherung bei der Weinkonzentrierung im Durchschnitt überproportional dem Wasserentzug erfolgt. Diese Unterschiede zeigen

allerdings nur Tendenzen auf und sind nicht statistisch gesichert. Die Intensivierung der Farbe fällt bei beiden Verfahren durchschnittlich mit etwa 250 % bei der Mostkonzentrierung und mit 1500 % bei der Weinkonzentrierung überproportional aus. Im Gegensatz zur Weinkonzentrierung ist diese Überproportionalität bei der Mostkonzentrierung gesichert. Zwischen den beiden Verfahren besteht allerdings statistisch gesehen kein Unterschied. Letztendlich sind auch die sehr großen Vertrauensbereiche für den Mittelwert, die sich aus den großen Schwankungen der Einzelergebnisse und dem geringen Stichprobenumfang ergeben, zu berücksichtigen.

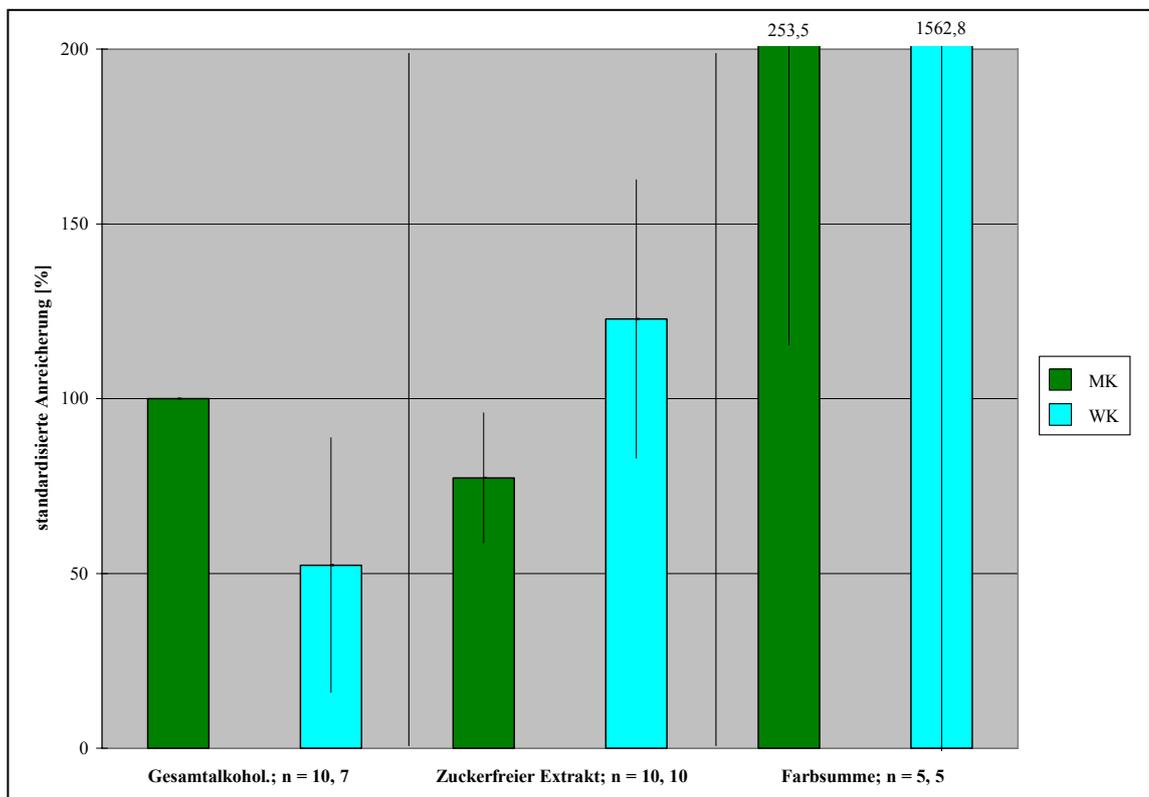


Abbildung 93: Standardisierte Anreicherung

Auf Grund des geringen Stichprobenumfangs und den unter 4.4 aufgezeigten Ergebnissen ist durchaus davon auszugehen, dass sich bei der Weinkonzentrierung sowohl der zuckerfreie Extrakt als auch die Farbintensität bei Rotweinen in vergleichbarem Maße erhöhen wie bei der Mostkonzentrierung. Hingegen fällt die Gesamtalkoholerhöhung unterproportional dem Wasserentzug aus.

Diese unterproportionale Gesamtalkoholerhöhung bei der Weinkonzentrierung sollte sich auch anhand des relativen Übergangs des Alkohols in das Permeat nachvollziehen lassen. Zum Vergleich des relativen Übergangs des Gesamtalkohols bei einer Konzentrierung im

Moststadium und im Weinstadium sind die Berechnungsergebnisse in Abbildung 94 dargestellt. Wie bereits zu Anfang dieses Kapitels erwähnt wurde, liegt der Gesamtalkohol im Moststadium in Form von Glucose und Fructose und im Weinstadium in Form von Ethanol vor. Der relative Übergang bei der Mostkonzentrierung beträgt durchschnittlich 0,9 %, wogegen er sich bei der Weinkonzentrierung auf durchschnittlich 43 % beläuft. Dies zeigt deutlich, dass Ethanol mit einem Molekulargewicht von nur 46 g/mol die Umkehrosiose-Membranen wesentlich leichter passieren kann als die Zucker mit einem Molekulargewicht von 180 g/mol.

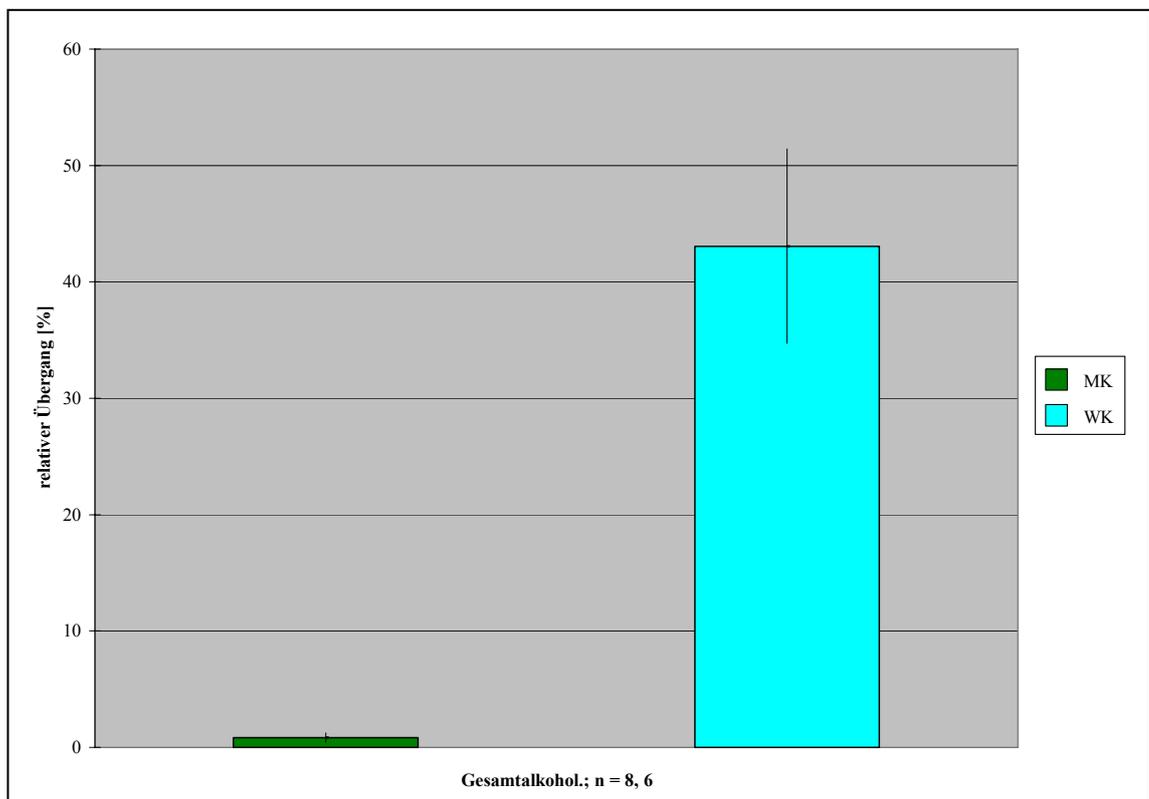


Abbildung 94: Relativer Übergang

Die sensorische Beurteilung der Versuchsweine erfolgte mittels Dreieckstests, deskriptiver Prüfung und Rangordnungsprüfung. In den Dreieckstests konnten in drei von zehn Verkostungen signifikante Unterschiede zwischen den Varianten Mostkonzentrierung und Weinkonzentrierung erkannt werden. Auf Grund dieser Ergebnisse erfolgte die Durchführung einer deskriptiven Prüfung.

Die erste Serie, in der es im Rahmen des Dreieckstests gelang, signifikante Unterschiede zu erkennen, stellte der 2000er Riesling aus dem Rheingau dar. Von den fünfzehn Prüfern erkannten zehn die abweichende Probe, wobei hiervon acht die Mostkonzentrierung

bevorzugten und zwei die Proben, ohne die Angabe einer Präferenz, lediglich als unterschiedlich bewerteten. An der deskriptiven Prüfung nahmen dreizehn Prüfer teil. Im Jahrgang 2000 wurden die betrachteten Varianten zusammen mit der unbehandelten Kontrollvariante verkostet, welche als Referenz diente. Die Verkostungsergebnisse zeigt Abbildung 95. Die Prüfer hatten die Attribute Petrol, Apfelkompott, Ananas, Honig, blumig, Gras, saurer Geschmack, bitterer Geschmack und Körper zu bewerten. Signifikante Unterschiede konnten lediglich hinsichtlich des bitteren Geschmacks erkannt werden, wobei die Prüfer die Mostkonzentrierung intensiver empfanden als die Kontrollvariante. Zwischen den Varianten Mostkonzentrierung und Weinkonzentrierung ließ sich bei keinem der Attribute ein signifikanter Unterschied ausmachen.

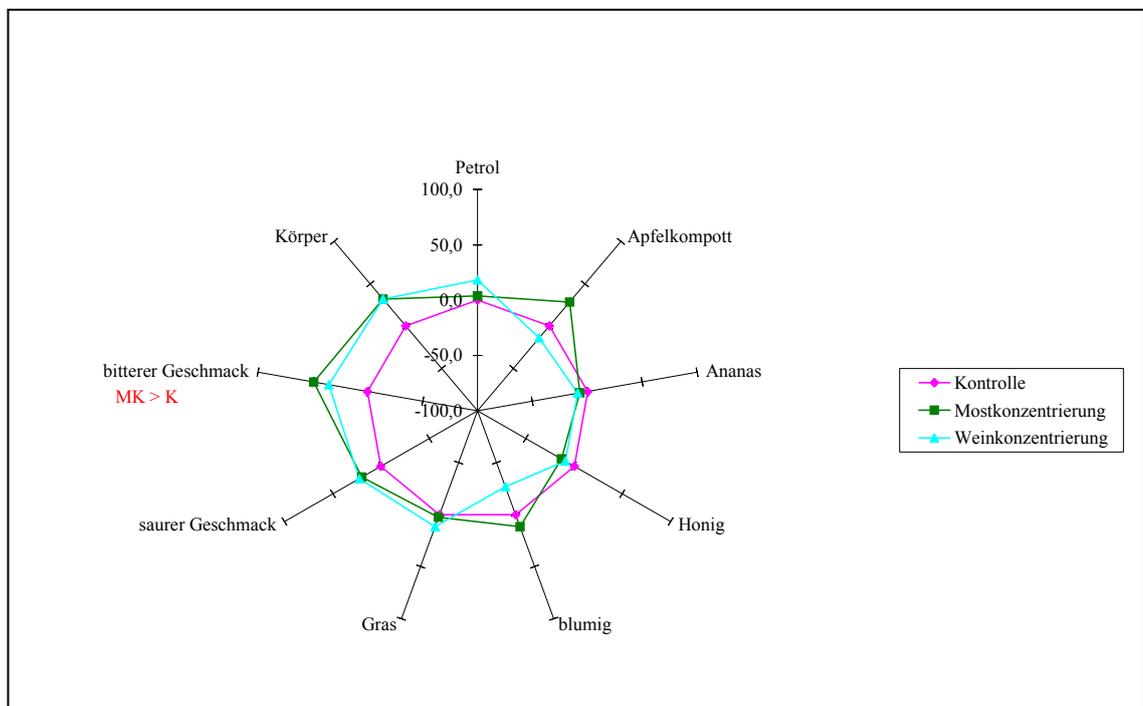


Abbildung 95: Deskriptive Prüfung Serie 4: 2000er Riesling / Rheingau; n = 13

Die nächste Serie stellte der 2001er Müller-Thurgau aus dem Rheingau dar. In diesem Dreieckstest erkannten sieben von elf Prüfern die abweichende Probe, wovon zwei die Wein- und fünf die Mostkonzentrierung bevorzugten. An der deskriptiven Prüfung (Abbildung 96) nahmen fünfzehn Prüfer teil, die die Attribute schwarze Johannisbeere, Eisbonbon, Muskat, blumig, Gras, Acetate, saurer Geschmack, bitterer Geschmack und Körper zu bewerten hatten. Bei dieser Verkostung konnte bei keinem der betreffenden Attribute ein signifikanter Unterschied zwischen Most- und Weinkonzentrierung wahrgenommen werden.

Die letzte Serie, für die auf Grund der Ergebnisse der Dreieckstests eine deskriptive Prüfung durchgeführt wurde, stellte ein 2001er Riesling aus dem Rheingau dar. In dem Dreieckstest erkannten sieben von elf Prüfern die abweichende Probe, wobei sechs Prüfer der Mostkonzentrierung den Vorzug gaben und einer der Weinkonzentrierung. An der deskriptiven Prüfung (Abbildung 97) nahmen fünfzehn Verkoster teil. Sie hatten die Aufgabe, die Attribute Petrol, Apfelkompott, Ananas, Honig, Zitrus, blumig, Gras, Acetate, saurer Geschmack, bitterer Geschmack und Körper zu bewerten. Signifikante Unterschiede ließen sich lediglich im Hinblick auf den saueren Geschmack ausmachen, wobei die Weinkonzentrierung intensiver beurteilt wurde.

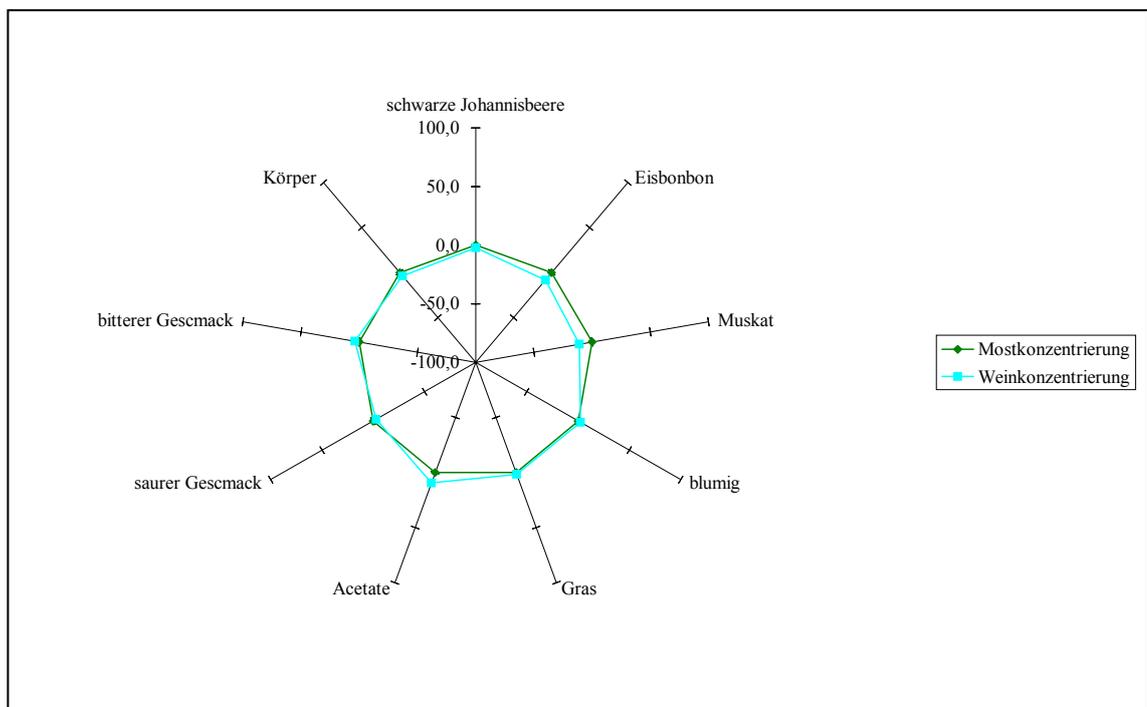


Abbildung 96: Deskriptive Prüfung Serie 3: 2001er Müller-Thurgau / Rheingau; n = 15

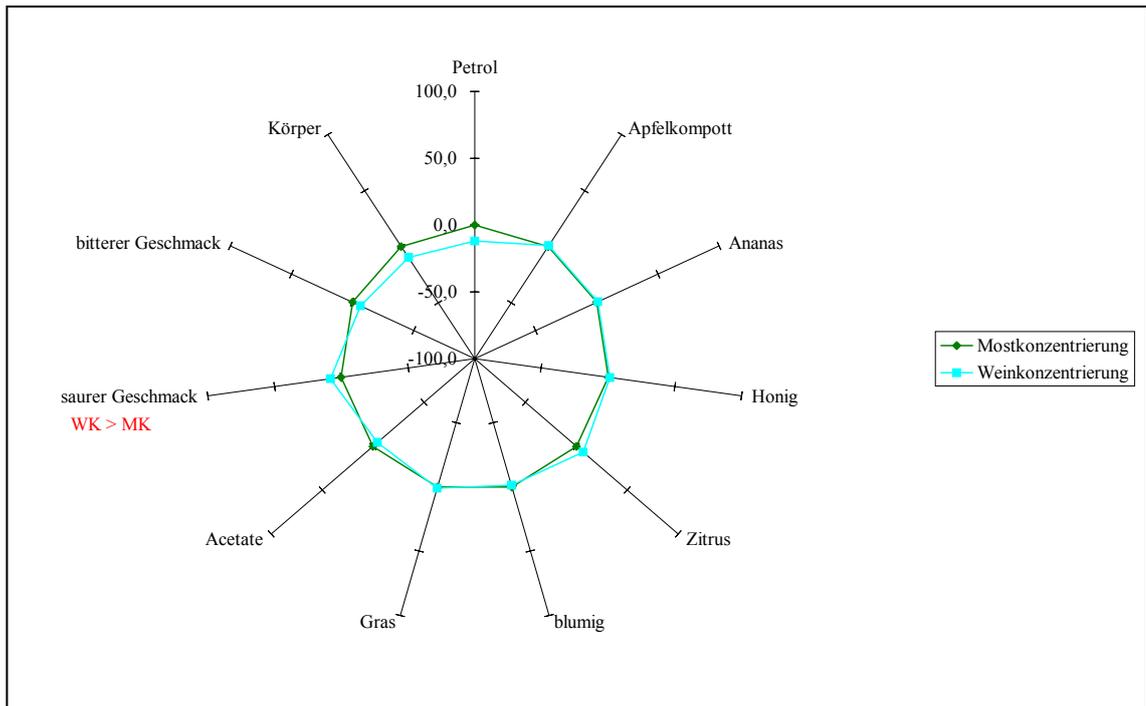


Abbildung 97: Deskriptive Prüfung Serie 5: 2001er Riesling / Rheingau; n = 15

Anhand der Ergebnisse der deskriptiven Prüfung konnten kaum Unterschiede zwischen der Mostkonzentrierung und der Weinkonzentrierung aufgezeigt werden. Beide Varianten erhielten in Bezug auf die Attribute weitgehend die gleiche Bewertung. Es bleibt allerdings zu erwähnen, dass die Verkoster bei der Weinkonzentrierung oftmals einen Fehlton bemängelten, der bei den Weißweinen als Lösungsmittelton oder Acetate und bei den Rotweinen als weinfremde Aromen oder an Kunststoff erinnernd bezeichnet wurde. Ein etwaiger Einfluss der eingesetzten Umkehrosiose-Membranen ist weitgehend auszuschließen, da man in den Jahren 2000 und 2001 zur Konzentrierung unterschiedliche Anlagen verwendete, diese Fehleraromen jedoch in beiden Herbstkampagnen Anlass zur Kritik gaben.

Den dritten Teil der sensorischen Beurteilung stellte die Rangordnungsprüfung dar. Die Einzelergebnisse dieser Prüfungen sind im Anhang (siehe 8.8) dargestellt. Im Hinblick auf eine bessere Übersichtlichkeit sollen für die Rot- und Weißweine nur die zusammengefassten Ergebnisse präsentiert werden. Auch hier erfolgte die Berechnung des Mittelwertes der einzelnen Rangziffern mit Angabe des Intervalls der Größe eins, welches indiziert, ob signifikante Unterschiede zwischen den verglichenen Varianten vorlagen. Abbildung 98 zeigt die Ergebnisse der Weißweine. In den fünf Weißweinserien, in welchen die Mostkonzentrierung mit der Weinkonzentrierung verglichen wurde, schnitt die Mostkonzentrierung tendenziell geringfügig besser ab. Allerdings lassen sich diese Unterschiede

statistisch nicht belegen, so dass die beiden Varianten aus dieser Sicht als gleich anzusehen sind.

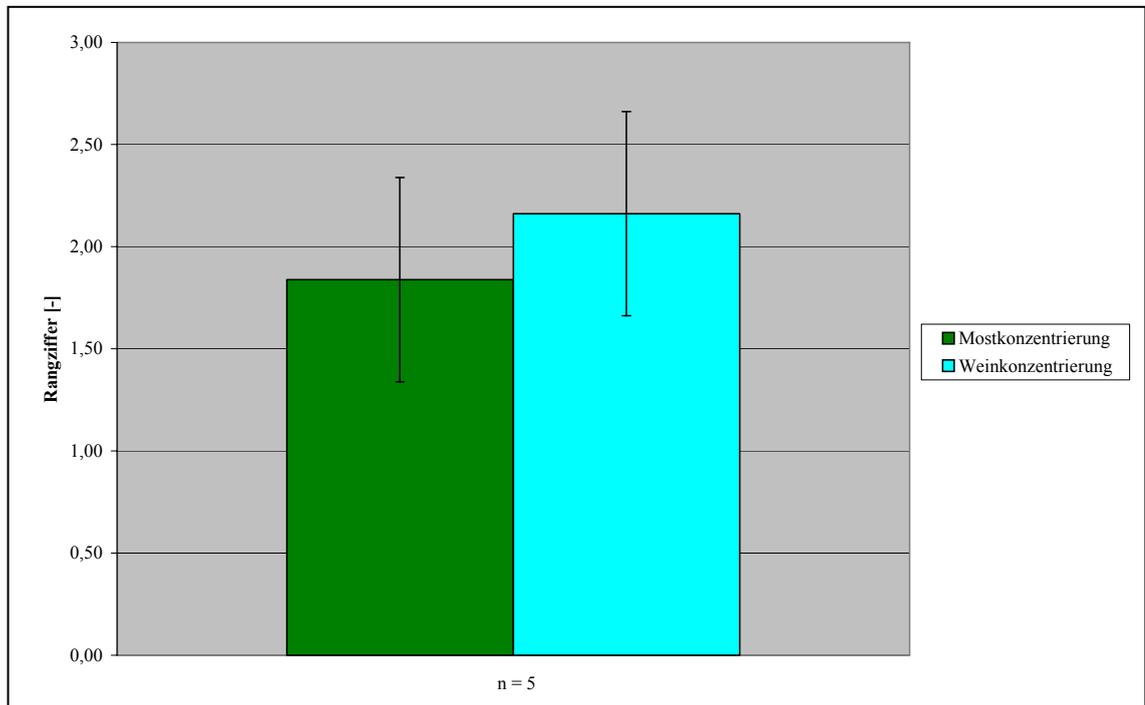


Abbildung 98: Rangordnungsprüfungen der Weißweine

Die vergleichenden Versuche mit Rotwein konnten ebenfalls in fünf Serien realisiert werden. Die Berechnungsergebnisse zeigt Abbildung 99.

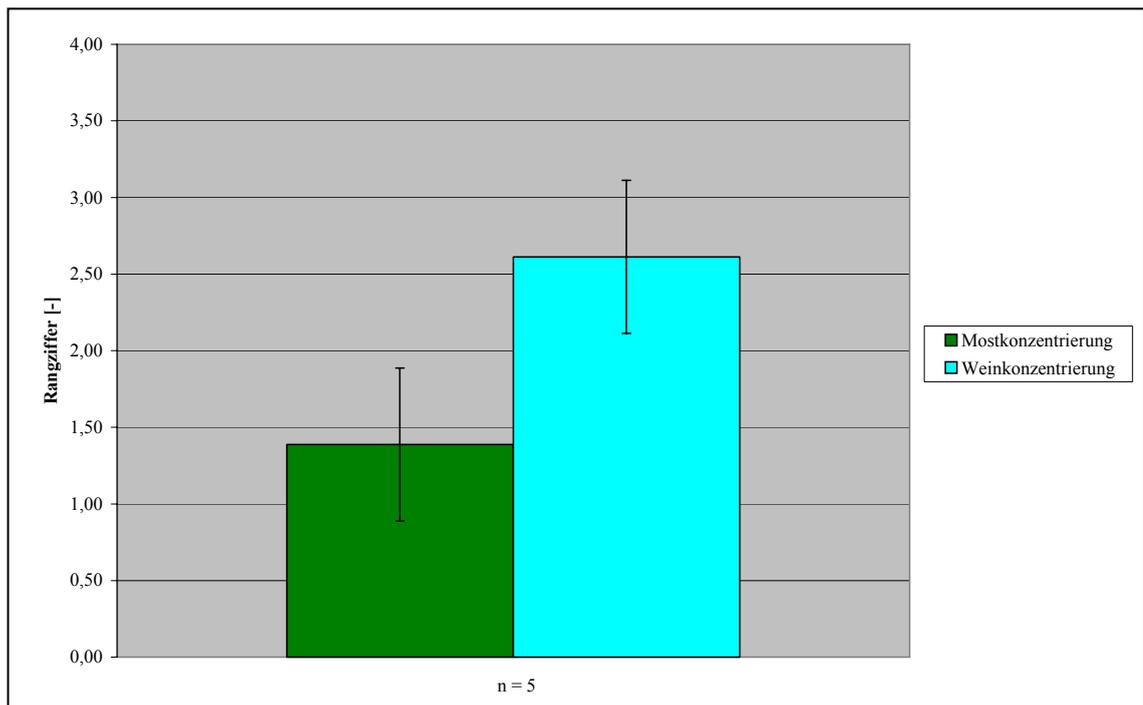


Abbildung 99: Rangordnungsprüfungen der Rotweine

Auch hier wurde die Mostkonzentrierung durchschnittlich besser beurteilt als die Weinkonzentrierung. In diesem Fall sind die Unterschiede sogar statistisch gesichert.

Insgesamt gesehen ist festzustellen, dass aus analytischer Sicht bei der Weinkonzentrierung, genau wie bei der Mostkonzentrierung, sowohl der zuckerfreie Extrakt als auch die Farbe bei Rotweinen entsprechend dem Wasserentzug aufkonzentriert werden. Hingegen kommt es bei der Weinkonzentrierung zu einer unterproportionalen Anreicherung des Gesamtalkohols, da dieser in der Lage ist, die Umkehrosmose-Membranen zu passieren. In den durchgeführten Dreieckstests wurden lediglich in drei Weißweinserien signifikante Unterschiede wahrgenommen, die sich allerdings in der anschließend durchgeführten deskriptiven Prüfung kaum näher beschreiben ließen. In den Rangordnungsprüfungen konnte bei den Weißweinen im Durchschnitt kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Verfahren erkannt werden, wogegen bei den Rotweinen die Mostkonzentrierung signifikant den Vorzug erhielt.

4.6 Unreifefaktoren

Frühere Untersuchungen zur Mostkonzentrierung haben gezeigt, dass bei einer Verarbeitung von unreifem Lesegut die grünen oder grasigen Aromakomponenten, die man weitläufig auch mit der Bezeichnung Unreifefaktoren belegt, mit aufkonzentriert werden und sich im Wein sensorisch negativ bemerkbar machen [WÜRDIG / WOLLER, 1989, S. 129]. Im

Rahmen dieses Forschungsprojektes war es natürlich auch von Interesse, ob sich diese Ergebnisse bestätigen ließen. Aus diesem Grund wurden der SLVA Trier Proben aller Versuchsweine zur Verfügung gestellt, mit denen dann gesonderte Untersuchungen zu dieser Problematik durchgeführt wurden. Im Folgenden sollen die Ergebnisse aus Trier in Form einer Zusammenfassung wiedergegeben werden. Der detaillierte Ergebnisbericht ist dem Anhang zu entnehmen (siehe 8.9).

Eigene Untersuchungen der SLVA Trier zeigten in unreifem Lesegut der Region Mosel-Saar-Ruwer vor allem trans-2-Hexenal, Hexenal und trans-2-Hexen-1-ol. In sehr geringen Mengen wurden auch die beiden entsprechenden cis-Isomere (Cis-2-Hexen-1-ol und cis-2-Hexenal) identifiziert. Zusätzlich wurde der Gehalt an 1-Hexanol bestimmt, weil die genannten Verbindungen im Wein hierzu reduziert werden. Als Botrytisindikator wurden die Gehalte an 1-Octen-3-ol gemessen. Aufgrund dieser Ergebnisse lag es nahe, bei dem Probenmaterial der Forschungsanstalt Geisenheim auch genau diese Substanzen zu untersuchen.

Aufgrund der in den Weinen ermittelten Konzentrationen dieser Verbindungen ließ sich die Anfangsvermutung, dass bei der Mostkonzentrierung eine Anreicherung der grün-grasigen Komponenten stattfindet, jedoch nicht belegen. Die in den Weinen ermittelten Gehalte lagen deutlich unter denen, die in frischem Most festgestellt werden können.

Im Folgenden sollen bezüglich der Unreifefaktoren die eigenen, an der Forschungsanstalt Geisenheim, gewonnenen Ergebnisse zur Darstellung gelangen. Innerhalb der dreijährigen Versuchsperiode wurden im Rahmen des allgemeinen Verfahrensvergleiches insgesamt fünf Versuchsserien durchgeführt, deren Ausgangsmaterial als unreif zu bezeichnen ist (Tabelle 23).

Tabelle 23: Versuchsserien Unreifefaktoren

Bezeichnung	Varianten	Ausgangsmostgewicht [°Oe]
Serie 6: 1999er Riesling / Mosel-Saar-Ruwer	K, S, UO, SK	64
Serie 3: 2000er Riesling / Mosel-Saar-Ruwer	K, S, UO, VD, SK	58
Serie 7: 2000er Portugieser / Nahe	K, S, VD	60
Serie 1: 2001er Müller-Thurgau / Franken	K, S, SK	61
Serie 2: 2001er Bacchus / Franken	K, S, SK	59

Nähere Angaben zu den einzelnen Versuchsserien befinden sich im Anhang (siehe 8.9) unter den betreffenden Jahrgängen bzw. im allgemeinen Verfahrenvergleich der Jahrgänge 1999 - 2001. Die gesonderte Auswertung der Versuchsergebnisse bezüglich der Unreife-faktoren beschränkt sich auf die Sensorik und hier speziell auf die Rangordnungsprüfung. Die Präsentation der Ergebnisse erfolgt anhand der Platzierungsindices.

Eingangs wurde der Platzierungsindex der verschiedenen Varianten für diese fünf Versuchsserien mit unreifem Ausgangsmaterial gesondert berechnet. Die Ergebnisse zeigt Abbildung 100. Die chaptalisierte Variante bringt demnach in Bezug zur unbehandelten Kontrollvariante nur eine geringfügige Verbesserung der Weinqualität mit sich. Die Vakuumdestillation liefert zwar etwas bessere Ergebnisse als die Saccharose, jedoch sind diese Unterschiede nicht deutlich. Am Besten schneiden bei diesem Vergleich die Varianten Umkehrosmose und Schrägkühler ab, die jeweils im Vergleich zu den drei Vergleichsvarianten deutliche Verbesserungen der Weinqualität zeigen.

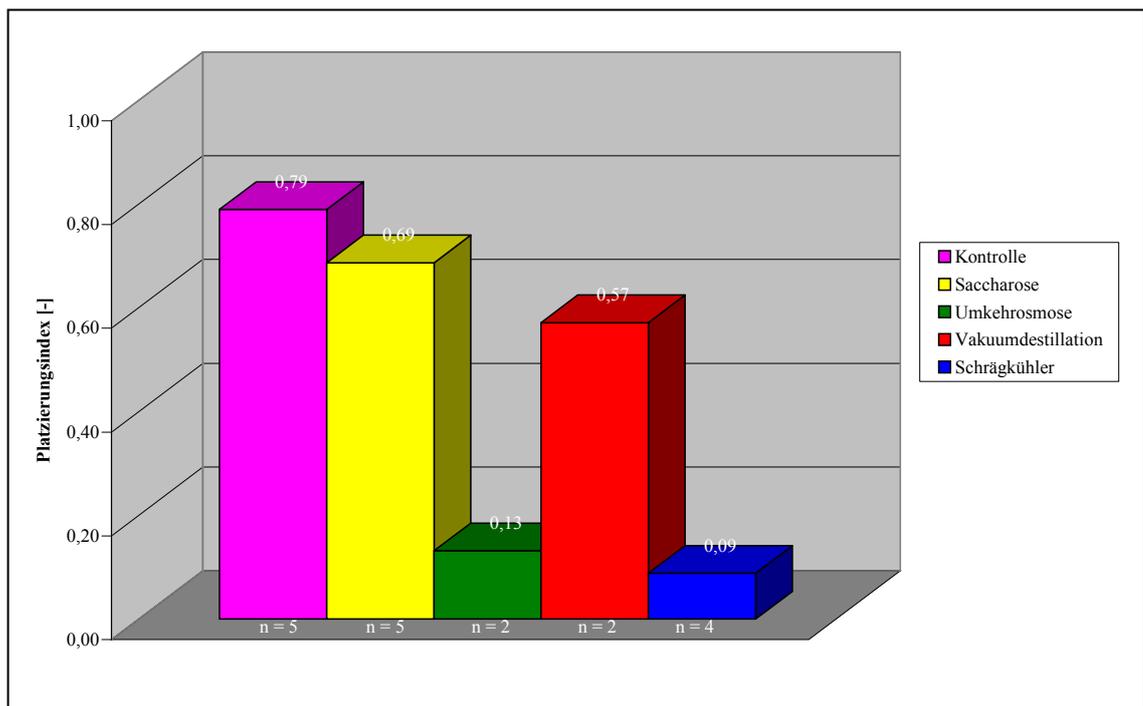


Abbildung 100: Platzierungsindices bei unreifem Lesegut

Bei der Frage, ab welcher Qualität des Ausgangsmaterials eine Mostkonzentrierung empfehlenswert ist, wird oftmals die Grenze von 80 °Öchsle genannt, da bei einer geringeren Qualität die unreifen Aromakomponenten ebenfalls aufkonzentriert würden, woraus sich eine negative Beeinflussung der Weinqualität ergäbe. Zur Verifizierung dieser Aussage erfolgte daher für alle Versuchsserien der dreijährigen Versuchsperiode die Berechnung der

Platzierungsindices mit Ausgangsmostgewichten oberhalb und unterhalb von 80 °Öchsle getrennt nach weißen und roten Rebsorten.

Abbildung 101 zeigt die Berechnungsergebnisse für die Weißweine mit einem Ausgangsmostgewicht <80 °Öchsle. Insgesamt gesehen wurde die Gefrierkonzentrierung mittels Schrägkühler in dieser Gruppe am Besten beurteilt. Die Varianten Saccharose, Umkehrosmose und Vakuumdestillation bringen gegenüber der unbehandelten Kontrollvariante noch eine deutliche Verbesserung. Innerhalb dieser Dreiergruppe erzielte die Saccharose die beste Beurteilung, dicht gefolgt von der Umkehrosmose an welche sich wiederum die Vakuumdestillation mit geringfügigem Abstand anschloss.

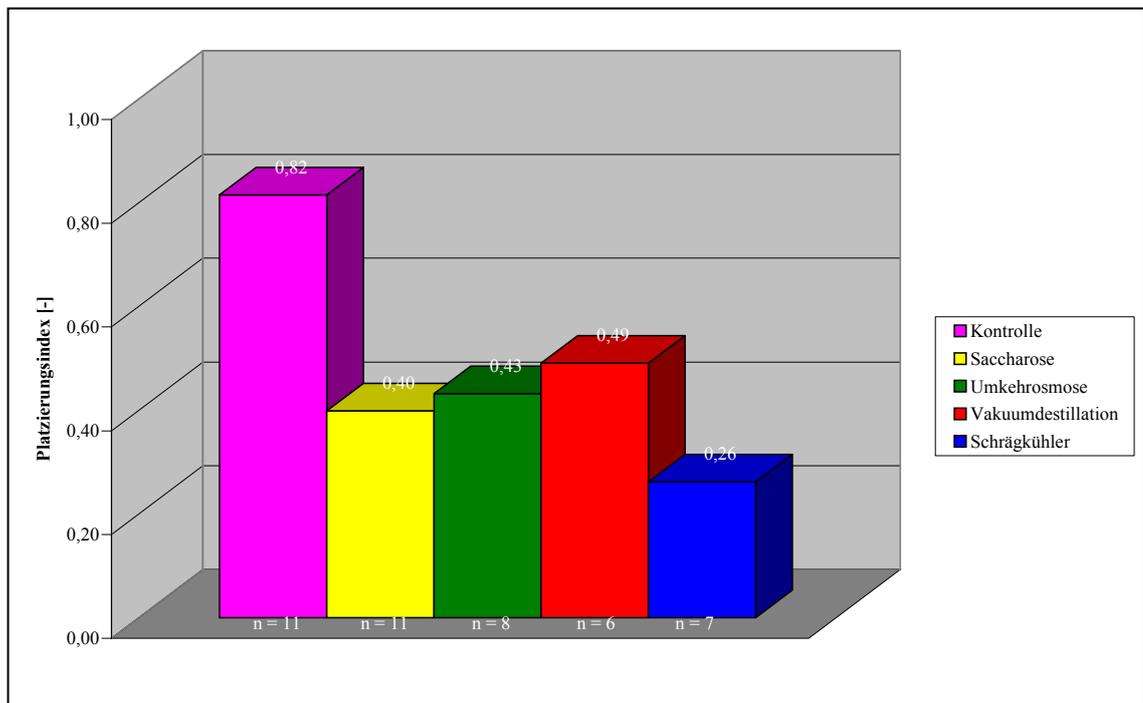


Abbildung 101: Platzierungsindices Weißwein <80 °Öchsle

Bei den Weißweinen mit einem Ausgangsmostgewicht >80 °Öchsle (Abbildung 102) bewertete man die Chaptalisierung am Besten, dicht gefolgt von der Vakuumdestillation. Die Varianten Umkehrosmose und Schrägkühler schnitten etwas schlechter ab, wobei sie untereinander nahezu gleiche Beurteilungen erhielten. Auch in dieser Gruppe erzielten alle vier angereicherten Varianten von Weinen gegenüber dem Ausgangsmaterial eine deutliche Verbesserung.

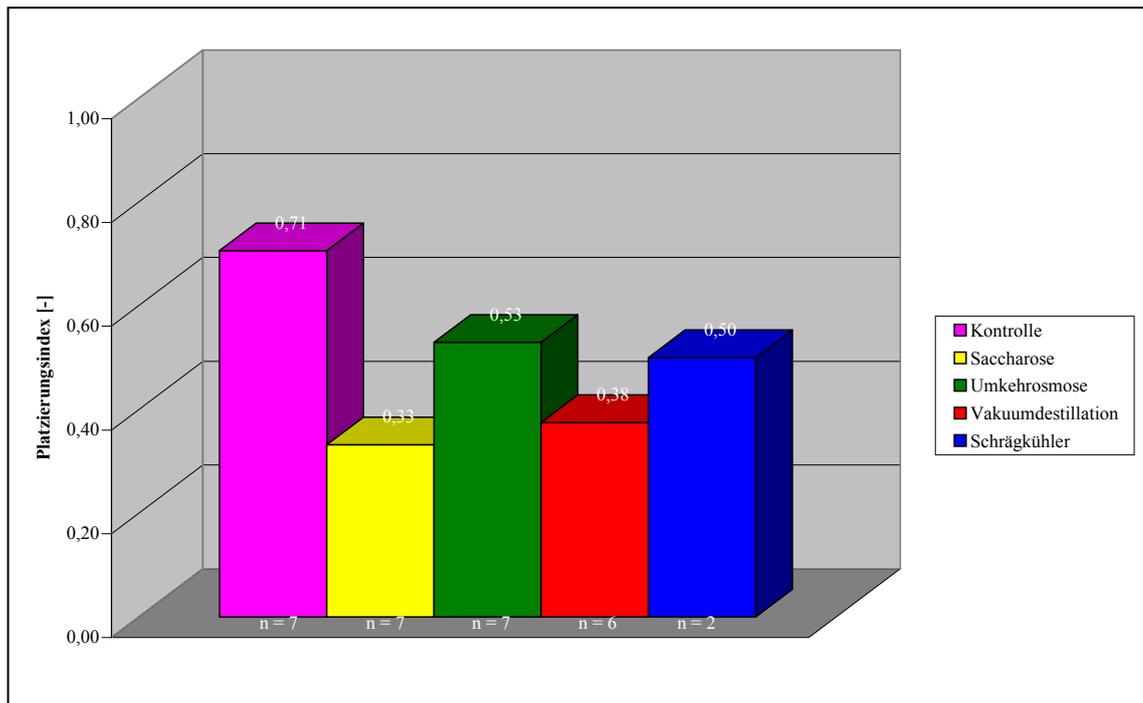


Abbildung 102: Platzierungsindices Weißwein >80 °Öchsle

In gleicher Weise erfolgte auch die Auswertung für die Gruppe der Rotweine. Abbildung 103 zeigt die Platzierungsindices für die Rotweine mit einem Ausgangsmostgewicht <80 °Öchsle. Der Schrägkühler bekam hier die schlechteste Beurteilung, was wiederum auf die mangelnde Farbausbeute zurückzuführen ist. Am Besten wurden die Varianten Umkehrosmose und Vakuumdestillation beurteilt, die rechnerisch das gleiche Ergebnis erzielten. Die Saccharose schneidet etwas schlechter ab als diese beiden Varianten, bringt aber dennoch der Kontrolle gegenüber eine deutliche Verbesserung.

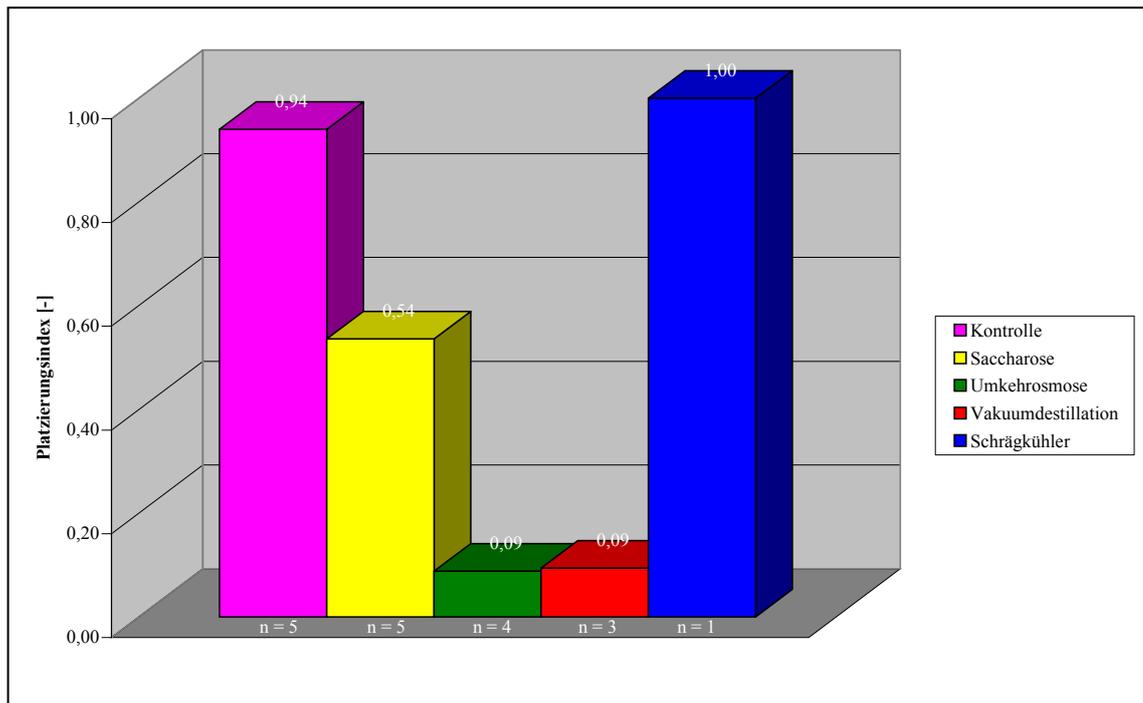


Abbildung 103: Platzierungsindices Rotwein <80 °Öchsle

Bei den Rotweinen mit einem Ausgangsmostgewicht >80 °Öchsle (Abbildung 104) fallen die Unterschiede nicht ganz so deutlich aus. Auch hier schnitt der Schrägkühler am Schlechtesten ab. Die unbehandelte Kontrollvariante erhielt in dieser Gruppe eine vergleichsweise bessere Benotung als bei niedrigeren Mostgewichten. Die Mostkonzentrierung mittels Vakuumdestillation erzielte bei den Rotweinen mit einem Ausgangsmostgewicht >80 °Öchsle die besten Ergebnisse. Die Varianten Saccharose und Umkehrosiose schnitten etwas schlechter ab, wobei die Umkehrosiose gegenüber der Saccharose noch geringe Vorteile brachte.

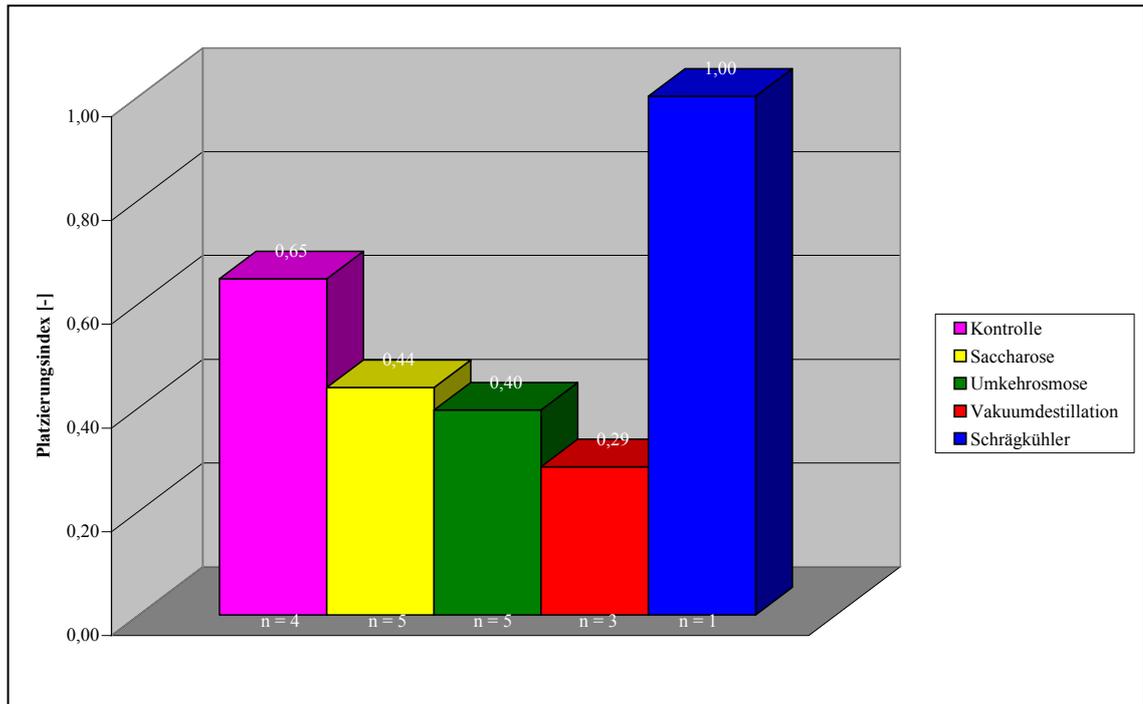


Abbildung 104: Platzierungsindices Rotwein >80 °Öchsle

Zusammenfassend ließen sich die Thesen, dass bei einer Verwendung von unreifem Lesegut die Unreifefaktoren mit aufkonzentriert werden und, dass die Konzentrierung demzufolge aus sensorischen Gesichtspunkten erst ab einem Ausgangsmostgewicht von etwa 80 °Öchsle empfehlenswert ist, nicht bestätigen. Die analytischen Auswertungen der SLVA Trier zeigten, dass eine Anreicherung der Unreifefaktoren nicht zu belegen war. Hinsichtlich einer separaten Betrachtung der Rangfolge bei einer Verwendung unreifen Ausgangsmaterials, wo sich eine Konzentrierung auf Grund der Unreifefaktoren negativ bemerkbar machen sollte und insofern der Chaptalisierung der Vorzug zu erteilen wäre, lieferten alle drei Konzentrierungsverfahren bessere Ergebnisse als die chaptalisierte Variante. Bei einer gesonderten Betrachtung der Weißweine mit einem Ausgangsmostgewicht <80 °Öchsle zeigte sich ein ähnliches Bild. Die Gefrierkonzentrierung schnitt am Besten ab, ferner wurden die Varianten Umkehrosmose und Vakuumdestillation nur geringfügig schlechter bewertet als die Saccharose. Bei den Rotweinen <80 °Öchsle tritt dies noch deutlicher hervor. Hier bringen die Verfahren Umkehrosmose und Vakuumdestillation gegenüber den Vergleichsvarianten die deutlichsten Verbesserungen. Dies zeigte sich bereits im Rahmen der deskriptiven Prüfungen der Portugieser-Rotweine. Auf Grund der mangelnden Farbausbeute liefert die Gefrierkonzentrierung mittels Schrägkühler bei Rotweinen generell schlechte Ergebnisse und soll demzufolge bei der Interpretation unberücksichtigt bleiben. Bei der Gruppe der Weißweine >80 °Öchsle, wo die Konzentrierung ihre Vorzüge voll zur Geltung bringen sollte, wurde hingegen die Chaptalisierung als beste Variante bewertet. Bei

den Rotweinen >80 °Öchsle schneiden die Umkehrosiose und die Vakuumdestillation zwar am Besten ab, jedoch sind die Unterschiede zur Saccharose bei weitem nicht so deutlich, wie es bei Ausgangsmostgewichten <80 °Öchsle der Fall ist. Demnach bringt die Mostkonzentrierung mittels Umkehrosiose und Vakuumdestillation aus sensorischer Sicht bei Rotweinen mit einem Ausgangsmostgewicht <80 °Öchsle in Bezug zu den Vergleichsvarianten die deutlichste Qualitätssteigerung mit sich.

4.7 Möglichkeiten der Nachweisbarkeit einer Mostkonzentrierung

Die Anwendung der Mostkonzentrierung birgt gewisse rechtliche Gefahren in sich. So kann mit diesen unterschiedlichen physikalischen Verfahren das Mostgewicht bzw. der natürliche Alkoholgehalt gesteigert werden. Rechtlich ist zwar nur eine Erhöhung des natürlichen Alkoholgehaltes um 2 % Vol. zulässig, jedoch kann dieser Wert aus verfahrenstechnischer Sicht leicht überschritten werden. Eine Anreicherung, unabhängig davon mit welchem Verfahren sie durchgeführt wird, ist in Deutschland nur bis zu den Qualitätsweinen bestimmter Anbaugebiete (Q.b.A.) zulässig. Bei den Qualitätsweinen mit Prädikat ist eine Anreicherung gänzlich untersagt. Eine Anreicherung mittels Saccharose ist analytisch nachweisbar. Es besteht daher hier nicht die Gefahr, dass angereicherte Weine aus vergleichsweise billigerem Ausgangsmaterial als hochwertige und teure Prädikatsweine vermarktet werden. Bei der Mostkonzentrierung existiert solch eine analytische Nachweismethode zur Anwendung dieser Verfahren bislang noch nicht. Um eine Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften auch bei diesen Verfahren sicherzustellen war man daher bestrebt, auch für diese Anreicherungsverfahren eine Nachweismethode zu entwickeln.

Als mögliches Instrumentarium zum Nachweis einer Mostkonzentrierung bot sich die Untersuchung des $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ -Stabilisotopenverhältnisses an. Bei dieser so genannten IRMS-Bestimmung (stable isotope ratio mass spectrometry) wird die zu untersuchende Probe mit einem Helium/ CO_2 -Gasgemisch überschichtet. Der Sauerstoff des Wein- oder Mostwassers tauscht sich dann in einer Gleichgewichtsreaktion mit dem Sauerstoff des CO_2 aus. Das Kohlendioxid wird anschließend einem Isotopenmassenspektrometer zugeführt, in dem sein Sauerstoffisotopenverhältnis aus den Ionenströmen m/z 46 ($^{12}\text{C} \ ^{16}\text{O} \ ^{18}\text{O}$) und m/z 44 ($^{12}\text{C} \ ^{16}\text{O} \ ^{16}\text{O}$) bestimmt wird. Durch die Analyse von Standardwässern mit bekannten $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ -Verhältnissen werden die Verhältnisse der Proben berechnet. In der Isotopenmassenspektrometrie werden die Ergebnisse als relative Abweichung in per mille ($\delta \ ^{18}\text{O} \text{ ‰}$) gegenüber dem Wert des Isotopenverhältnisses des internationalen Standards VSMOW ausgedrückt.

Da die Forschungsanstalt Geisenheim nicht über die erforderliche Ausstattung zur Durchführung solcher Untersuchungen verfügt, wurden das Bundesamt für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BgVV) in Berlin sowie das Forschungszentrum Jülich mit der Entwicklung einer Nachweismethode zur Anwendung der Mostkonzentrierung auf Basis des $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ -Stabilisotopenverhältnisses betraut. Zu diesem Zweck wurden den verantwortlichen Personen sämtliche Proben der Geisenheimer Versuche zur Verfügung gestellt. Da es sich bei diesen Untersuchungen um externe Arbeiten handelt, sollen an dieser Stelle nur kurz die Ergebnisse präsentiert werden. Die detaillierten Berichte dieser beider Institutionen sind dem Anhang unter 8.10 zu entnehmen.

Die in Berlin angewandte Messmethode wurde in einem internationalen Ringversuch validiert. Dabei wurde eine Vergleichsgrenze R von 0,5 ‰ ermittelt. Die Betrachtung der Messwerte zeigte, dass lediglich die Anreicherung mittels Vakuumverdampfung zu einer signifikanten Anreicherung von ^{18}O im Wasser führte. Die Abweichungen der anderen Anreicherungsverfahren von der jeweiligen Kontrollvariante lagen fast immer innerhalb der Vergleichsgrenze. Als mögliche weitere zusätzliche Quelle der Variation bei den Weinen waren der Ausbau und die Fermentierung in Betracht zu ziehen. Die durchschnittliche Anreicherung bei allen Versuchsserien betrug bei der Mostanreicherung durch Vakuumdestillation beim Wein δ 1,20 ‰ und beim Most selbst δ 1,56 ‰ im Vergleich zu der jeweiligen Kontrollvariante. Für die Beurteilungspraxis eines Weines liegt diese Kontrollvariante jedoch nicht vor. Der verdächtige Wein ist ohne Kenntnis von diesem individuellen Referenzwert zu beurteilen. Bei der Auswertung und Interpretation der ^{18}O -Gehalte von Weinen hat sich generell gezeigt, dass für einzelne Länder aber auch für diskrete Anbaugebiete eine Variation des ^{18}O -Gehaltes unter Berücksichtigung einer statistischen Sicherheit von 95 % von δ ~3-4 ‰ beobachtet wird. Der Nachweis einer Anreicherung durch Vakuumverdampfung über das $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ Verhältnis ist demzufolge nur im Einzelfall möglich. Nur ein Wein, dessen $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ Verhältnis vor der Anreicherung bereits in dem oberen Randbereich des Vertrauensbereichs liegt, könnte durch diese Form der Anreicherung außerhalb der entsprechenden Grenze gelangen. Die Festlegung des Vertrauensbereiches ist von der Information über den entsprechenden Wein (Herkunft, Rebsorte, Jahrgang) abhängig. Je weniger Information vorliegt desto größer ist der Streubereich für den jeweiligen Verdachtswein. Anhand der durchgeführten Untersuchungen ließ sich feststellen, dass der Nachweis einer Anreicherung anhand des $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ Verhältnisses kaum,

bzw. nur in bestimmten Einzelfällen möglich war.

Zu dem gleichen Ergebnis kamen auch die Experten aus Jülich. Auch hier zeigte sich grundsätzlich kein signifikanter Einfluss der Maßnahmen zur Konzentration auf den $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ -Wert des Mostes oder Weines.

4.8 Betriebswirtschaftliche Betrachtung

Bei der Auswahl verschiedener zur Verfügung stehender Technologien ist auch immer der Kostenfaktor ein entscheidendes Kriterium. Aus diesem Grund soll jener Aspekt anhand praktischer Beispiele erläutert werden. Prinzipiell hat der Anwender bei der Mostkonzentrierung zwei Modelle zur Auswahl. Die Konzentrierung kann einerseits durch einen Lohnunternehmer durchgeführt werden oder andererseits mit einer eigens erworbenen Anlage. Im ersten Fallbeispiel soll der erforderliche Mehrerlös bei einem Wein, der mittels Mostkonzentrierung im Lohn angereichert wurde, im Vergleich zu einem mit der herkömmlichen Chaptalisierung angereicherten Wein, anhand eines vereinfachten Rechenbeispiels beziffert werden.

10.000 l Most mit einem Ausgangsmostgewicht von 80 °Öchsle (84 g/l Alk.) sollen der Vergleichbarkeit wegen um die bei der Mostkonzentrierung zulässigen 16 g/l Alkohol angereichert werden. Um 1 l Most um 1 g Alkohol anzureichern sind 2,5 g Saccharose notwendig. In diesem Beispiel wären $10.000 \text{ l} * 2,5 \text{ g/l} * 16 = 400.000 \text{ g} = 400 \text{ kg}$ Saccharose nötig. Bei der Anreicherung mit Saccharose ist zusätzlich die Volumenvergrößerung zu berücksichtigen, welche 0,6 l pro kg zugesetzter Saccharose beträgt. Somit ergibt sich bei einem Zusatz von 400 kg Saccharose eine Zunahme des Mostvolumens von 240 l. Die Kosten für 1 kg Saccharose wurden mit 0,90 € angesetzt. Es entstehen somit Kosten in einer Höhe von 360 €. Verkauft man den angereicherten Wein an den Endverbraucher und nimmt einen Verkaufserlös von 5 €/l an, ergibt sich folgendes Bild: Mit einer nunmehr vorhandenen Weinmenge von 10.240 l, einem Erlös von 5 € pro Liter Wein und den Kosten von 360 € für die Saccharose errechnet sich ein Verkaufserlös von 50.840 €.

Auch bei der Anreicherung mittels Mostkonzentrierung beträgt die Ausgangsmostmenge 10.000 l (Mostgewicht 80 °Öchsle oder 84 g/l Alkohol). Der nötige Wasserentzug zur Anreicherung um 16 g/l Alkohol errechnet sich über einen einfachen Dreisatz:

$$10.000 \text{ l} * 84 \text{ g/l} = x \text{ l} * 100 \text{ g/l}; \rightarrow x = 8.400 \text{ l}$$

Um den Most auf 100 g/l Alkohol anzureichern, müssen demnach 1.600 l Wasser entzogen werden. Die Kosten für die Mostkonzentrierung im Lohn wurden der Werbebroschüre eines Lohnunternehmers aus der Herbstkampagne 2001 entnommen. Ab einer entzogenen Wassermenge von 1.500 l ergeben sich hier Kosten in Höhe von 1,00 € pro Liter Wasser. In dem vorliegenden Beispiel fallen also 1.600 € für die Konzentrierung an. Der Verkaufserlös wurde auch bei dem mittels Mostkonzentrierung angereicherten Wein mit 5 € pro Liter beziffert. Mit der verbleibenden Weinmenge von 8.400 l, dem Verkaufserlös von 5 € pro Liter Wein und den Konzentrierungskosten von 1.600 € ergibt sich somit ein Erlös von 40.400 €.

Bei einem Vergleich der beiden Anreicherungsverfahren errechnet sich eine Differenz des Verkaufserlöses von $50.840 \text{ €} - 40.400 \text{ €} = 10.440 \text{ €}$. Um bei der Mostkonzentrierung zumindest den gleichen Erlös zu erzielen wie bei der Chaptalisierung, muss dieser Fehlbetrag auf die nach der Mostkonzentrierung verbleibende Weinmenge aufgeteilt werden. Es ergeben sich somit erforderliche Mehrkosten pro Liter Wein von $10.440 \text{ €} / 8.400 \text{ l} = 1,24 \text{ €} / \text{l}$. Umgerechnet auf eine 0,75 l-Flasche entspricht dies 0,93 €. Bei diesem erforderlichen Mehrerlös wird allerdings nur das gleiche Ergebnis erzielt wie bei der Chaptalisierung; es ließ sich noch kein finanzieller Vorteil erwirtschaften.

Im Folgenden soll detaillierter dargestellt werden, wie sich die Volumenänderung und die Verfahrenskosten auf das Ergebnis auswirken (Abbildung 105).

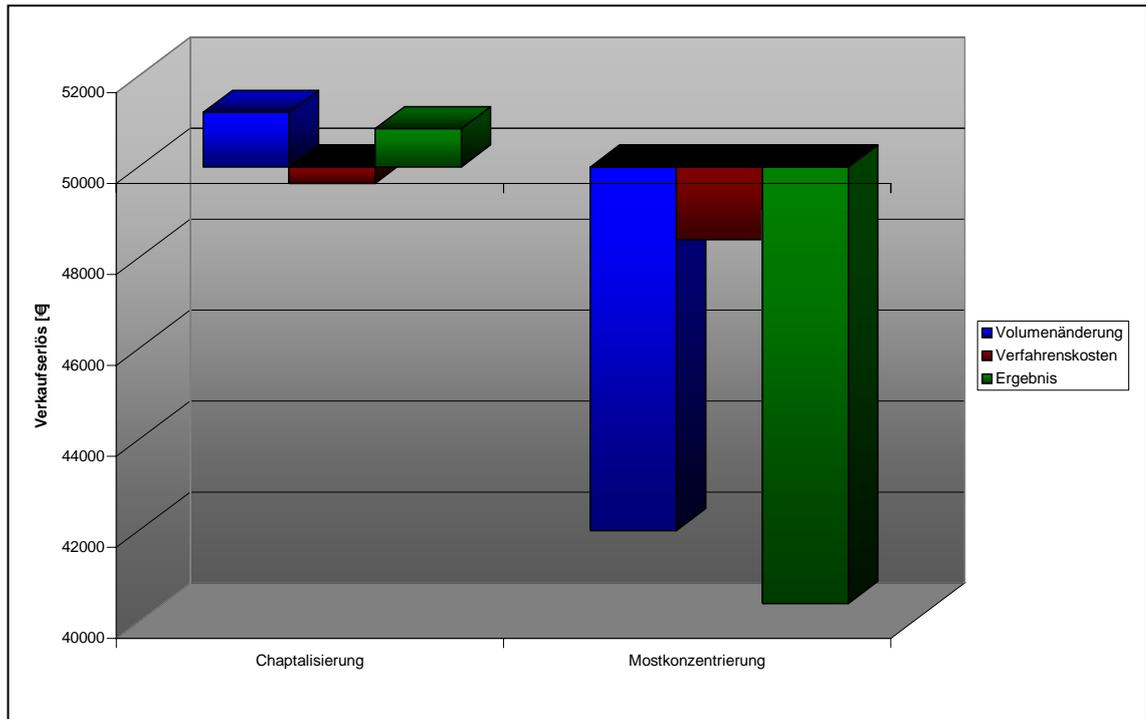


Abbildung 105: Vergleich des Verkaufserlöses zwischen Chaptalisierung und Mostkonzentrierung

In diesem Beispiel steigt der Verkaufserlös bei der Chaptalisierung durch die Mengenzunahme infolge des Saccharosezusatzes um 2,4 %. Hingegen wird der Erlös durch den Wareneinsatz der Saccharose um 0,72 % geschmälert. Insgesamt betrachtet überwiegt der Anteil der Volumenzunahme, so dass der Verkaufserlös um 1,68 % zunimmt.

Hingegen verringert sich bei der Mostkonzentrierung infolge der Volumenreduzierung der Verkaufserlös um 16 %. In Anbetracht der Verfahrenskosten bei der Konzentrierung im Lohn wird dieser Erlös um weitere 3,2 % geschmälert, so dass sich in der Summe eine Verringerung des Verkaufserlöses von 19,2 % ergibt.

Anhand von Abbildung 105 lässt sich klar erkennen, dass die großen Differenzen des Verkaufserlöses zwischen den beiden Verfahren Chaptalisierung und Mostkonzentrierung im Wesentlichen aus der bei der Mostkonzentrierung vorgenommenen Volumenreduzierung resultieren. Die Verfahrenskosten der Mostkonzentrierung fallen bezüglich der Schmälerung des Erlöses nicht so deutlich ins Gewicht.

Trotz einer Modifikation des angesetzten Verkaufspreises pro Liter Wein bleiben die prozentualen Anteile an der Veränderung des resultierenden Verkaufserlöses durch die Volumenänderung konstant. Sie betragen weiterhin + 2,4 % bzw. - 16 %. Es variieren

lediglich die prozentualen Anteile der Verfahrenskosten an der Veränderung des Verkaufserlöses. Das Verhältnis von Chaptalisierung zu Mostkonzentrierung von 0,225 bleibt allerdings konstant. Dies bedeutet, dass unabhängig von dem angesetzten Verkaufspreis pro Liter Wein, die Verfahrenskosten der Mostkonzentrierung den Erlös im Vergleich zur Chaptalisierung um das 4,44-fache schmälern.

Bei der Entscheidung, eine Mostkonzentrierung durchzuführen, stellt sich die Frage, ob dies im Lohn oder mittels einer Eigeninvestition realisiert werden soll. Dieser Frage soll anhand einer Teilkostenrechnung für die Eigeninvestition im Vergleich zu den festen Kosten eines Lohnunternehmers nachgegangen werden.

Den Berechnungen (Tabelle 24) wurde eine Vakuumdestillations-Anlage mit einem stündlichen Wasserentzug von 50 l zu Grunde gelegt. Die Anreicherung soll ausgehend von 84 g/l Alkohol um 16 g/l auf 100 g/l erfolgen. Die Investitionskosten für die Vakuumdestillation bezifferte der Hersteller im Jahr 2001 mit 53.000 €. Die Abschreibungsdauer wurde mit 10 Jahren bei kalkulatorischen Zinsen von 5 % angenommen. Hieraus ergeben sich jährliche Investitionskosten von 6.863,50 €. Für die jährlichen Wartungs- und Instandhaltungskosten gab der Hersteller 325,00 € an. Im Bereich der variablen Kosten fallen lediglich Wasser und Strom an. Die elektrische Leistung des Aggregates beträgt 15 kW. Die Kosten pro kWh Energie wurden mit 0,12 € angesetzt. Nach der Konzentrierung muss die Anlage täglich mit Wasser gereinigt werden. Für diesen Vorgang benötigt man, gemäß den Angaben des Herstellers, 250 l Wasser. Die Kosten pro m³ Kaltwasser sollen inklusive Abwasser 4,00 € betragen.

Tabelle 24: Basisdaten Teilkostenrechnung

Basisdaten	
Wasserentzug / Stunde [l]	50
Alkoholgehalt vor Konzentrierung [g/l]	84
Alkoholgehalt nach Konzentrierung [g/l]	100
<u>Fixe Kosten:</u>	
Investitionskosten [€]	53000,00
Abschreibungsdauer [Jahre]	10
Kalkulatorische Zinsen [%]	5
Investitionskosten / Jahr [€]	6863,50
Wartung und Instandhaltung / Jahr [€]	325,00
<u>Variable Kosten:</u>	
Elektr. Leistung [kW]	15
Kosten / kWh [€]	0,12
Wasserverbrauch / Spülung (1 * täglich) [l]	250
Kosten / m ³ Kaltwasser (inkl. Abwasser) [€]	4,00

In einem ersten Rechenbeispiel (Tabelle 25) soll die Betriebsdauer des Aggregates während der Herbstkampagne 20 Tage betragen, wobei man von einer täglichen Laufzeit von 12 Stunden ausgeht. Hieraus ergeben sich insgesamt 240 Betriebsstunden. Bei dem stündlichen Wasserentzug von 50 l können somit in der gesamten Betriebszeit 12.000 l Wasser entzogen bzw. bei der gewählten Anreicherungsstärke 75.000 l Most verarbeitet werden. Die fixen Kosten belaufen sich demnach für die Investition auf 6863,50 € und auf 325,00 € für die Wartung und Instandhaltung. Die variablen Kosten betragen 432,00 € für Energie und 20,00 € für Wasser. Als Summe aus fixen und variablen Kosten fallen somit 7640,50 € an. Rechnet man dies auf die verarbeitete Mostmenge um, so entstehen durch die Konzentrierung Kosten von 0,10 € pro Liter Most bzw. 0,64 € pro Liter entzogenes Wasser.

Tabelle 25: Teilkostenrechnung Beispiel 1

Beispiel 1:		
Betriebsdauer [Tage * Stunden]	20 * 12	
Betriebsdauer [Stunden]	240	
Wasserentzug insgesamt [l]	12000	
Verarbeitete Mostmenge [l]	75000	
<u>Fixe Kosten:</u>		
Investitionskosten / Jahr [€]		6863,50
Wartung und Instandhaltung / Jahr [€]		325,00
Summe [€]		<u>7188,50</u>
<u>Variable Kosten:</u>		
Elektrische Energie [€]	(15 kW * 240 h * 0,12 €/kWh)	432,00
Wasser	(250 l * 20 * 0,004 €/l)	<u>20,00</u>
Summe [€]		452,00
Summe fixe und variable Kosten [€]		7640,50
Kosten / l verarbeiteter Most [€]	(7640,50 € / 75000 l)	0,10
Kosten / l entzogenes Wasser [€]	(7640,50 € / 12000 l)	0,64

In einem zweiten Rechenbeispiel (Tabelle 26) soll die tägliche Betriebsdauer auf 8 Stunden reduziert werden. Ansonsten bleiben alle Parameter gleich. Die jährlichen Betriebsstunden verringern sich entsprechend der täglichen Laufzeit auf 160 Stunden. Die zu entziehende Wassermenge sinkt demnach auf 8.000 l und die zu verarbeitende Mostmenge auf 50.000 l. Die fixen Kosten betragen nach wie vor 7188,50 €. Die variablen Kosten für die elektrische Energie belaufen sich nun auf 288,00 €. Auf die variablen Kosten für das Wasser wirkt sich die Reduzierung der täglichen Laufzeit nicht aus, da die Betriebstage konstant bleiben und die Reinigung der Anlage täglich erfolgt. Aus der Summe der fixen und variablen Kosten ergeben sich somit Kosten in Höhe von 7496,50 €. Umgerechnet auf die verarbeitete Mostmenge entstehen somit Kosten von 0,15 € pro Liter Most bzw. 0,94 € pro Liter entzogenes Wasser.

Tabelle 26: Teilkostenrechnung Beispiel 2

Beispiel 2:		
Betriebsdauer [Tage * Stunden]	20 * 8	
Betriebsdauer [Stunden]	160	
Wasserentzug insgesamt [l]	8000	
Verarbeitete Mostmenge [l]	50000	
<u>Fixe Kosten:</u>		
Investitionskosten / Jahr [€]		6863,50
Wartung und Instandhaltung / Jahr [€]		<u>325,00</u>
Summe [€]		7188,50
<u>Variable Kosten:</u>		
Elektrische Energie [€]	(15 kW * 160 h * 0,12 €/kWh)	288,00
Wasser	(250 l * 20 * 0,004 €/l)	<u>20,00</u>
Summe [€]		308,00
Summe fixe und variable Kosten [€]		7496,50
Kosten / l verarbeiteter Most [€]	(7496,50 € / 50000 l)	0,15
Kosten / l entzogenes Wasser [€]	(7496,50 € / 8000 l)	0,94

Ab einer Gesamtmenge von 5.000 l Wasser betragen die Kosten pro Liter entzogenes Wasser bei einer Konzentrierung im Lohn konstant 0,87 €. Dieser Betrag wurde dem Werbeprospekt eines Lohnunternehmers aus dem Jahr 2001 entnommen.

Anhand einer Grafik (Abbildung 106) soll nun die Menge an Most ermittelt werden, ab welcher nach den zu Grunde gelegten Basisdaten und Laufzeiten, die Investition in eine eigene Anlage zur Mostkonzentrierung rentabel ist. Bei der Eigeninvestition sinken die Kosten pro Liter entzogenes Wasser linear mit der konzentrierten Mostmenge. Den wesentlichen Einfluss auf diesen Effekt hat die Laufzeit der Anlage, dieser Sachverhalt drückt sich auch in der Menge an entzogenem Wasser aus. Den größten Anteil an den Gesamtkosten nehmen die Fixkosten, und hier im Besonderen die Investitionskosten, ein. Die variablen Kosten spielen in der Gesamtkostenbetrachtung eine untergeordnete Rolle. Dies bedeutet, dass die Gesamtkosten für eine Konzentrierung im Wesentlichen von der Auslastung der Anlage abhängen.

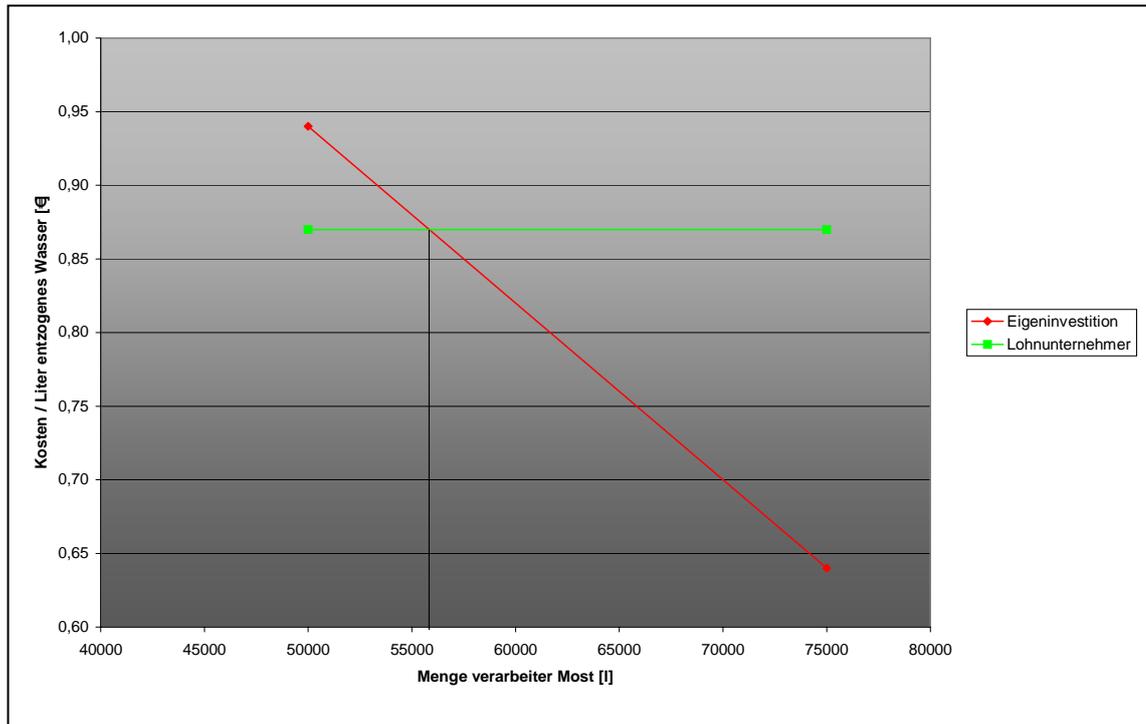


Abbildung 106: Kostenvergleich Eigeninvestition und Lohnunternehmer

In dem vorliegenden Beispiel würde sich demnach ab einer konzentrierten Mostmenge von etwa 56.000 l pro Herbstkampagne die Investition in eine eigene Anlage rechnen. Bei geringeren Mengen stellte die Konzentrierung im Lohn die billigere Variante dar. Es bleibt allerdings zu berücksichtigen, dass diese Ergebnisse nur für die zu Grunde gelegten Basisdaten Gültigkeit besitzen. Im Einzelfall wäre diese Vorgehensweise zur Berechnung des Kostenvergleiches den individuellen Gegebenheiten anzupassen.

Ähnlich wie im ersten Rechenbeispiel, in dem bezüglich des erforderlichen Mehrerlöses ein Vergleich zwischen der Mostkonzentrierung im Lohn und der Chaptalisierung erfolgte, soll nun diese Betrachtung für die Mostkonzentrierung mittels einer Eigeninvestition durchgeführt werden. Zu Grunde gelegt wurden hierbei die Basisdaten aus Tabelle 24. Die zu konzentrierende Mostmenge beträgt 75.000 Liter. Auch hier erfolgt die Anreicherung von 84 g/l Alkohol auf 100 g/l. Für diese Alkoholerhöhung benötigt man 3000 kg Saccharose. Das Volumen des Mostes nimmt infolge der Zuckerzugabe um 1.800 l zu. Für die Saccharose entstehen Kosten von 2.700 €. Ausgehend von einem angenommenen Verkaufspreis von 5,00 € pro Liter Wein errechnet sich ein Erlös von 381.300 €.

Um die 75.000 l Most mittels Mostkonzentrierung um 16 g/l Alkohol anzureichern, ist es erforderlich, 12.000 l Wasser zu entziehen. Bei Kosten von 0,64 € pro Liter entzogenem Wasser fallen bei der Konzentrierung somit 7.680 € an. Mit einer verbleibenden Weinmenge

von 63.000 l und einem Preis von 5,00 € pro Liter Wein errechnet sich letztendlich ein Erlös von 307.320 €.

Die Differenz des Erlöses zwischen Chaptalisierung und Mostkonzentrierung beträgt demnach 73.980 €, welche beim Verkauf der mittels Mostkonzentrierung angereicherten Weine durch einen höheren Verkaufspreis zu kompensieren ist. Der erforderliche Mehrerlös beläuft sich folglich auf 1,17 € pro Liter Wein bzw. 0,88 € pro Flasche Wein. Genau wie bereits im ersten Rechenbeispiel wird durch diesen Mehrerlös lediglich der gleiche Erlös wie bei der Chaptalisierung erzielt und somit kein zusätzlicher Profit erzielt.

Anhand einer grafischen Darstellung (Abbildung 107) sollen auch hier die Anteile der Volumenänderung und der Verfahrenskosten an den unterschiedlichen Verkaufserlösen dargestellt werden.

In diesem Beispiel steigt der Verkaufserlös infolge der Volumenzunahme bei der Chaptalisierung um 2,4 %. Hingegen schmälern die Kosten für die Saccharose den Erlös um 0,72 %, so dass letztendlich der Erlös um 1,68 % gesteigert wird.

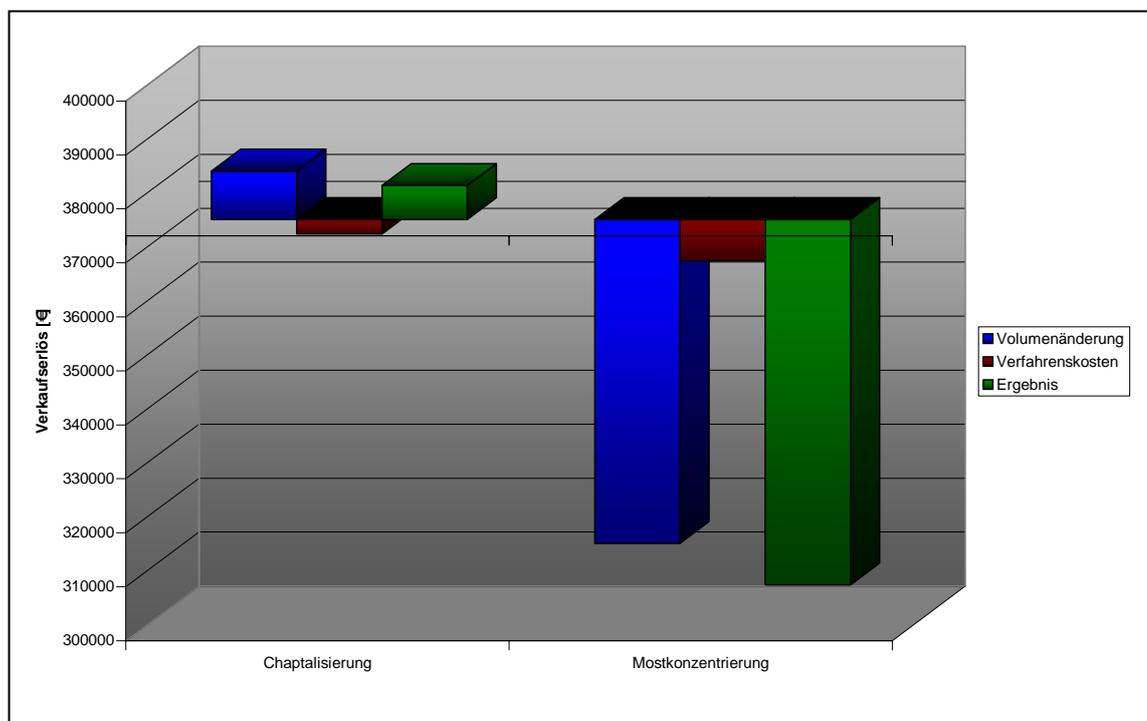


Abbildung 107: Vergleich des Verkaufserlöses zwischen Chaptalisierung und Mostkonzentrierung

Bei der Mostkonzentrierung wird der Verkaufserlös infolge der Reduzierung des Volumens um 16 % geschmälert. Die Verfahrenskosten verringern den Erlös um weitere 2,0 %, so dass

der Verkaufserlös bei der Mostkonzentrierung insgesamt 18 % unter dem Vergleichswert der Chaptalisierung liegt.

Auch hier zeigt sich, dass die Volumenreduzierung bei der Mostkonzentrierung den wesentlichen Anteil an der Differenz der Verkaufserlöse ausmacht. Die Senkung der Verfahrenskosten von 1,00 € pro Liter entzogenem Wasser auf 0,64 € wirkte sich kaum auf das Gesamtergebnis aus. Die Verfahrenskosten verringerten sich hierdurch anteilig lediglich von 3,2 % auf 2,0 %. Diese Reduzierung hat zur Folge, dass das Verhältnis der Verfahrenskosten von Mostkonzentrierung zu Chaptalisierung von 4,44 auf 2,84 sinkt. Dies bedeutet jedoch, dass die Verfahrenskosten bei der Mostkonzentrierung den Erlös weiterhin um das 2,84-fache der Kosten der Chaptalisierung schmälern.

Zusammenfassend bleibt festzustellen, dass die Unterschiede in den Verkaufserlösen, bei gleichem Verkaufspreis pro Liter Wein, zwischen Chaptalisierung und Mostkonzentrierung im Wesentlichen in der Mengenreduzierung durch die Mostkonzentrierung begründet sind. Die unterschiedlichen Verfahrenskosten spielen hierbei eine untergeordnete Rolle. Demzufolge wirken sich die unterschiedlichen Kosten bei einer Konzentrierung im Lohn bzw. bei einer Eigeninvestition auch nicht gravierend auf das Gesamtergebnis aus. Diese Differenzen in den Verkaufserlösen betragen, je nach zu Grunde gelegten Basisdaten, etwa 20 %, die bei den mittels Mostkonzentrierung angereicherten Weinen durch einen höheren Verkaufserlös kompensiert werden müssen.

5. Diskussion

Abschließend sollen die in der dreijährigen Versuchsperiode gewonnenen Erkenntnisse diskutiert werden. Den ersten Punkt bildet, analog der Ergebnisdarstellung, die Analytik. Hier galt es, die standardisierte Anreicherung und den relativen Übergang wertgebender Mostinhaltsstoffe zu ermitteln. Zu diesem Zweck wurden die Einzelergebnisse der verschiedenen Versuchsserien zusammengefasst, um auf diese Weise ein allgemeingültiges Ergebnis zu erhalten. Wie es die wissenschaftliche Versuchsauswertung vorsieht, erfordert eine derartige Untersuchung auch immer eine statistische Betrachtung der Grundgesamtheit. Daher wurde die Datenmenge eingangs einem Test auf Normalverteilung unterzogen. Abhängig von der Verteilungsfunktion und dem Stichprobenumfang sind unterschiedliche, weiterführende statistische Berechnungsverfahren anzuwenden. Um auszuschließen, dass die Ergebnisse der statistischen Versuchsauswertung durch Daten verfälscht werden, die nicht der gleichen Grundgesamtheit angehören, erfolgte anschließend die Durchführung eines Tests auf Ausreißer. Mit der verbleibenden Datenmenge wurde dann der Mittelwert mit dem dazugehörigen 95 % Konfidenzintervall berechnet. Die Güte der Ergebnisse solch einer statistischen Betrachtung ist in großem Maße von der Stichprobenanzahl abhängig. Hier zeigt sich ein wesentliches Problem dieser Forschungsarbeit. Unter statistischen Gesichtspunkten lag hier nur eine sehr begrenzte Datenmenge vor. Dies zeigt sich deutlich an den teilweise recht großen Schwankungen der Mittelwerte und den dazugehörigen Konfidenzintervallen. Dieser Sachverhalt erschwerte die Interpretation der analytischen Ergebnisse immens, was letztendlich dazu führte, dass die standardisierte Anreicherung bzw. der relative Übergang einzelner Substanzen nicht zweifelsfrei geklärt werden konnte.

Bei der Durchführung von Praxisversuchen können im Hinblick auf die Analyseergebnisse immer gewisse Ungenauigkeiten auftreten. Die Ursachen hierfür sind vielseitiger Natur und möglicherweise in der Versuchsdurchführung, der Probennahme und Probenkonservierung, der Analysemethode und deren Genauigkeit, den Nachweisgrenzen der untersuchten Parameter oder der Durchführung der Analysen selbst begründet. Die SLFA Neustadt war so freundlich, einige Erklärungsansätze für diverse Analyseungenauigkeiten bzw. Unterschiede zwischen den Ergebnissen einzelner Versuchsvarianten vorzulegen, die im Folgenden eine kurze Erwähnung finden. Die Konzentrationen der Weinsäure unterliegen entsprechend dem unterschiedlichen Ausfall von Weinstein gewissen Schwankungen. Gleiches gilt in diesem Zusammenhang für die Konzentrationen an Kalium. Im Falle eines biologischen Säureabbaus variieren die Konzentrationen an Äpfelsäure und Milchsäure, je nachdem wie

weit dieser Prozess fortgeschritten ist. Ammonium kann einerseits bei bereits eingesetzter Gärung von den Hefen metabolisiert bzw. andererseits von anderen Mikroorganismen aufgenommen werden und somit in seiner Konzentration gewissen Schwankungen unterliegen. Im Falle einer Entsäuerung der Weine besteht die Möglichkeit, dass eine nicht vollständige Abscheidung von Calciumtartrat zu Ungenauigkeiten führt. Auch unterschiedliche Alkoholgehalte beeinflussen das Ausfallverhalten von Calciumtartrat. Ähnlich wie bei dem Ammonium kann bei angegorenen Mosten bereits durch die Hefe die Aufnahme von Magnesium erfolgt sein, welches demzufolge in seinen Konzentrationen bei den verschiedenen Varianten Schwankungen aufweist. Weiterhin sind Kationen im Allgemeinen in der Lage, mit Weinsäure Komplexe zu bilden, was wiederum auch von dem Trubgehalt abhängen kann. Zudem beeinflussen unterschiedliche Zuckergehalte die Löslichkeit der Kationen. Unterschiede in den Konzentrationen der Gesamtphenole können auf eine unterschiedlich starke Vorklärung bzw. Filtration der Moste zurückzuführen sein. Eine Entfernung von Trub vermindert die Phenolaufnahme während der Lagerung. Auch in den Proben enthaltene Schalenanteile zeigen eine Auswirkung auf die Phenolgehalte. Ein weiterer Erklärungsansatz bezüglich der Konzentrationsunterschiede liegt in der Analysemethode selbst begründet. Bei der Phenolbestimmung nach Folin Chicalteau werden Zucker zum Teil als Phenole ausgewiesen. Des Weiteren können bei der Durchführung einer Maischegärung höhere Alkoholgehalte eine verstärkte Phenolextraktion bewirken. Schwankungen im Bereich des zuckerfreien Extraktes resultieren möglicherweise aus unterschiedlichen Glycerinkonzentrationen oder einem biologischen Säureabbau.

Wie schon TROOST [1955] in seiner Arbeit zeigen konnte, geht mit der Konzentrierung von Most eine Erhöhung der Gesamtsäure einher. Zu gleichen Ergebnissen kamen auch DUTSCHAEVER, ALBA, BUTEAU und ALLEN [1991]. Dieser Sachverhalt ist, je nach geographischer Lage, der Weinbau betreibenden Länder unterschiedlich zu bewerten. In den nördlichen Weinbauregionen wie Deutschland herrscht die Problematik vor, dass aufgrund der klimatischen Bedingungen vergleichsweise geringe Zucker- und hohe Säurekonzentrationen in der Traube vorliegen. In südlicheren Weinbauregionen wie beispielsweise Italien stellt sich diese Situation genau entgegengesetzt dar. Hier liegen vergleichsweise hohe Zucker- und niedrige Säurekonzentrationen vor. Vor diesem Hintergrund ist eine Erhöhung der Gesamtsäure in Deutschland in normalen Jahrgängen als nachteilig zu bewerten, wogegen dieser Effekt in anderen Weinbauregionen als Vorteil angesehen werden kann.

Die Auswertung der sensorischen Ergebnisse gliederte sich in die Teilbereiche Dreieckstest, beschreibende Prüfung und Rangordnungsprüfung. Bei den Dreieckstests gestaltete es sich schwierig, einen zusammenhängenden Überblick bezüglich der Präferenzen einzelner Varianten zu erlangen. Aus diesem Grund war man bestrebt, die Einzelergebnisse in Form einer Zusammenfassung zu verrechnen. Da die sensorischen Unterschiede zwischen den verschiedenen Varianten nicht immer derart präzise ausfielen, wie dies vielleicht zu erwarten gewesen wäre, kommt es bei unterschiedlichen Betrachtungszeiträumen und dementsprechend unterschiedlichen Versuchsgliedern zu divergierenden Berechnungsergebnissen. Dies lässt sich gut am Beispiel der Dreieckstests der Weißweine verdeutlichen. Die Auswertung der Dreieckstests erfolgte eingangs für jeden Jahrgang getrennt. Anschließend erfolgte eine zusammenhängende Betrachtung des gesamten Versuchszeitraums. Bei der jahrgangsweisen Betrachtung wurde die unbehandelte Kontrollvariante, prozentual auf die Gesamtzahl der durchgeführten Dreieckstests zwischen den verglichenen Varianten betrachtet, vereinzelt den angereicherten Varianten vorgezogen. Im Jahrgang 1999 überwog so der prozentuale Anteil, in dem die Kontrollvariante den Varianten Saccharose und Schrägkühler vorgezogen wurde. Gleiches trifft im Jahrgang 2001 bezüglich des Vergleiches zwischen Kontrolle und Umkehrosmose bzw. zwischen Kontrolle und Schrägkühler zu. Bei der zusammenfassenden Betrachtung des gesamten Versuchszeitraums hingegen überwogen jeweils die prozentualen Anteile, in denen die angereicherten Varianten gegenüber der Kontrollvariante bevorzugt wurden. Eine Rangfolge bezüglich der Präferenzen der einzelnen Versuchsvarianten anhand der Ergebnisse der Dreieckstests festzulegen gestaltete sich daher recht schwierig. Andererseits ist diese Art der sensorischen Prüfung auch nicht zur Beantwortung einer derartigen Fragestellung vorgesehen. Der Dreieckstest eignet sich lediglich zur Feststellung, ob zwei unterschiedliche Varianten signifikant voneinander unterschieden werden können. Hiermit bildet der Dreieckstest dann auch die Basis für die Anwendung einer beschreibenden Prüfung.

Wurden in einem Dreieckstest signifikante Unterschiede zwischen zwei Varianten festgestellt, können diese mittels einer beschreibenden Prüfung näher verifiziert werden. Wie gering die Unterschiede zwischen den betrachteten Varianten teilweise ausfielen, zeigte sich dann auch an der Anzahl der durchgeführten beschreibenden Prüfungen. Sie gelangte schließlich nur bei hinreichender Signifikanz in den Dreieckstests zur Anwendung. Doch auch hier konnten bei dem Großteil der zu bewertenden Attribute keine hinreichend signifikanten Unterschiede aufgezeigt werden.

Letztendlich lässt sich wohl mittels der Rangordnungsprüfung und dem hieraus abgeleiteten Platzierungsindex der beste zusammenfassende Eindruck bezüglich der qualitativen Rangfolge der unterschiedlichen Varianten wiedergeben. Es gilt jedoch zu berücksichtigen, dass die Ergebnisse der Platzierungsindices nicht statisch gesichert sind, was gerade bei geringfügigen Unterschieden im Platzierungsindex zwischen verschiedenen Varianten zu berücksichtigen ist.

Als Alternative zur Mostkonzentrierung bietet sich die Ausdünnung des Traubenbestandes im Weinberg an. Bei den hier durchgeführten sieben Versuchen mit den vorliegenden durchschnittlichen Traubenqualitäten konnte die Ausdünnung in der Rangordnungsprüfung sowohl bei Weißwein als auch bei Rotwein durchschnittlich betrachtet vergleichbare Ergebnisse wie die Mostkonzentrierung liefern. Lediglich bei dem Portugieser konnten die Prüfer in einer deskriptiven Prüfung eine signifikante Intensivierung der Farbe bei der Umkehrosrosevariante im Vergleich zu der ausgedünnten Variante verzeichnen. Jedoch erscheint eine Konzentrierung bei derartigem Ausgangsmaterial aus finanzieller Sicht nicht rentabel. Bei einer Ausdünnung des Traubenbestandes bleibt zu berücksichtigen, dass dies einen zusätzlichen Arbeitsschritt bedeutet, der mit einem hohen zeitlichen und damit auch finanziellen Aufwand verbunden ist. Weiterhin geht mit diesem Arbeitsschritt auch eine Mengenreduzierung einher. Ein Kostenvergleich zwischen Ausdünnung und Mostkonzentrierung wurde in dieser Arbeit nicht durchgeführt. Es besteht weiterhin die Möglichkeit, die Verfahren Ausdünnung und Mostkonzentrierung zu kombinieren. Diese Versuche wurden jedoch aufgrund eines Mangels an geeignetem Ausgangsmaterial in ausreichender Menge nicht durchgeführt. Durch diese zweimalige Konzentrierung könnten viel versprechende Ergebnisse zu erwarten sein. Andererseits ist der Mengenverlust bei dieser zweimaligen Konzentrierung auch dementsprechend hoch. Daher würde sich diese Verfahrensweise nur bei qualitativ hochwertigem Ausgangsmaterial anbieten, da es hier wohl realistischer ist, den erforderlichen Mehrerlös zu erzielen als bei vergleichsweise geringeren Qualitäten. Auch eine Kombination von Ausdünnung und Saftentzug bei Rotweirmaischen ist denkbar. Hierzu wurde ein Versuch in der vorliegenden Arbeit durchgeführt. Sensorisch konnte allerdings in der Rangordnungsprüfung kein signifikanter Unterschied zwischen der vor dem Saftentzug ausgedünnten und der nicht ausgedünnten Variante erkannt werden. Aus finanzieller Sicht ist die Kombination von Ausdünnung und Saftentzug jedoch interessanter als die Kombination mit der Mostkonzentrierung, da hier das

entzogene Volumen nicht in Form von Wasser vorliegt und nicht weiter verwertet werden kann, sondern in Form von Most, der zu Rosé weiter verarbeitet und vermarktet werden kann.

Auch das zur Mostkonzentrierung alternative Verfahren des Saftentzuges bei Rotweinmaischen lieferte bei den in diesem Projekt durchgeführten vier Versuchen in der Rangordnungsprüfung durchschnittlich gesehen vergleichbare Ergebnisse wie die Mostkonzentrierung selbst. Bei dem von Hause aus recht leichten und hellen Portugieser konnten zwar durch eine Anwendung der Mostkonzentrierung die Farbintensität und der Körper signifikant gegenüber der Variante des Saftentzuges gesteigert werden, jedoch erscheint bei dieser vergleichsweise geringen Ausgangsqualität eine Mostkonzentrierung aus finanzieller Sicht sinnlos. Bei den übrigen drei Versuchsserien mit qualitativ höherwertigem Ausgangsmaterial fielen die Unterschiede zwischen Saftentzug und Mostkonzentrierung hingegen nicht signifikant aus. Unter finanziellen Gesichtspunkten ist die Variante des Saftentzuges der Mostkonzentrierung vorzuziehen, da das entzogene Volumen nicht verworfen werden muss, sondern weiter vermarktet werden kann. Die Kombination von Saftentzug und Ausdünnung zeigte, wie bereits erwähnt, in diesem einen durchgeführten Versuch keinen sensorisch signifikanten Unterschied. Eine Kombination von Saftentzug und Mostkonzentrierung ist technisch schlecht realisierbar, da der frei ablaufende Saft nur entweder der Gesamtmenge entzogen und getrennt ausgebaut oder konzentriert und zu der Maische zurückgegeben werden kann. Theoretisch wäre eine Kombination mit jeweils einer Teilmenge des frei ablaufenden Saftes denkbar. Derartige Versuche wurden allerdings in der vorliegenden Arbeit nicht durchgeführt.

Die Gefrierkonzentrierung von Traubenmost stellt ein durchaus interessantes Verfahren dar. Hierzu stehen unterschiedliche Verfahren zur Verfügung. In dieser Arbeit erfolgte das Gefrieren der Trauben mittels Schrägkühler und Kühlzelle. Ursprünglich waren auch Versuche mit einem Kratzkühler angedacht, die aber aufgrund technischer Probleme nicht durchgeführt werden konnten. Bei den Versuchen mittels Schrägkühler konnte eine Maischegärung bzw. Maischeerhitzung bislang nicht realisiert werden. Dies hatte zur Folge, dass die erzeugten Rotweine einen nicht zu tolerierenden Farbmangel aufwiesen. Daher erscheint die Gefrierkonzentrierung mittels Schrägkühler bisweilen zur Erzeugung von Rotweinen als ungeeignet. Gegen Ende der Versuchsperiode war man daher bestrebt, nach Lösungen zu suchen, wie eine Maischegärung bzw. Maischeerhitzung doch realisiert werden

könnte. Die Herstellerfirma des Schrägkühlers führte hierzu eigene Versuche durch. Zuerst wurden rote Trauben nach der herkömmlichen Verfahrensweise des Schrägkühlers verarbeitet. Die nach der Pressung zurückbleibenden Trester wurden anschließend gefriergetrocknet. Der frei ablaufende Most, das Konzentrat und die gefriergetrockneten Trester wurden dann in Geisenheim wieder zusammengegeben, um auf diese Weise eine Maischegärung mit der entsprechenden Farbausbeute zu realisieren. Leider musste dieser Versuch aufgrund technischer Probleme beim Weinausbau verworfen werden. Für die Praxis erscheint diese Verfahrensweise jedoch zu arbeits- und kostenintensiv. Weitere Versuche dienten der Entwicklung eines kontinuierlichen Konzentrierungsprozesses. Zu diesem Zweck wurde eine Bandpresse in Geisenheim installiert. Der gefrorene Traubenschnee wurde dann batchweise der Bandpresse zugeführt. Zur Realisierung einer kontinuierlichen Arbeitsweise mussten die Aufgabetemperatur des Traubenschnees, dessen Schichtdicke und die Parameter der Bandpresse, wie Walzanzahl, Walzenabstand, Schichtdicke, Druck und Geschwindigkeit ermittelt werden. Prinzipiell konnte gezeigt werden, dass eine kontinuierliche Arbeitsweise wohl technisch zu realisieren wäre, wobei in der geringen Anzahl und Kürze der Versuche natürlich keine praxisrelevante Lösung gefunden werden konnte. Generell sind bei der Gefrierkonzentrierung mittels Schrägkühler noch sehr viele Details zu verbessern, bis dieses Verfahren praxisgerecht eingesetzt werden könnte. Auch die Aufgabe der Trauben erfolgte bisweilen von Hand. Nach Vorstellung des Herstellers sollte die Traubenaufgabe in Zukunft kontinuierlich von dem Entrapper aus erfolgen. Hierzu sind bislang noch keine Versuche durchgeführt worden. Ein weiterer Nachteil dieses Verfahrens liegt in der Bereitstellung des Kühlmediums Stickstoff, das in einem zusätzlichen Tank gelagert werden muss, welcher in regelmäßigen Abständen nachzufüllen ist. Der apparative Aufwand und dementsprechend die Kosten für eine technisch marktgerechte Lösung sind immens. Seitens des Herstellers wurde angedacht, die komplette Einrichtung mobil auf zwei Tiefladern unterzubringen. Die erste Einheit sollte aus Entrapper, Schrägkühler und Stickstofftank bestehen. Die zweite Einheit sollte dann die Bandpresse beinhalten. Der Platzbedarf für diese Konzentrierungseinrichtung wäre immens. Eine Konzentrierung sollte daher direkt an einer zentralen Stelle im Weinberg oder in einer großen Kellerei erfolgen. Eine Maischegärung oder Maischerhitzung wäre allerdings mit diesem Verfahren immer noch nicht durchführbar. Hierzu hätte zusätzlich noch eine Gefriertrocknung der Trester zu erfolgen. Eine Alternative zu der Verfahrensweise mit dem Schrägkühler stellt das Gefrieren ganzer Trauben in einer Kühlkammer dar. Die weitere Verarbeitung erfolgt dann analog der Herstellung von Eiswein. Diese Verfahrensweise ist

allerdings großtechnisch auch nicht ausgereift und auch nur bei Weißwein anzuwenden. Viel versprechender wäre der Einsatz eines Kratzkühlers. Diese Aggregate werden in anderen Bereichen der Lebensmittelindustrie standardmäßig eingesetzt und sind daher schon als technisch ausgereift zu bezeichnen. Ein wesentlicher Vorteil dieses Verfahrens liegt darin, dass die Erzeugung des Mostes sowohl bei weißem als auch rotem Ausgangsmaterial analog der herkömmlichen Verfahrensweise erfolgen kann. Die Konzentrierung des Mostes und die Abtrennung des Eises erfolgt dann entsprechend der in der übrigen Lebensmittelindustrie gängigen Methoden. Üblicherweise erfolgt in dem Kratzkühler selbst lediglich die Kristallkeimbildung. Das Kristallwachstum geht dann in Rührwerkstanks vonstatten. Die Abtrennung des Eises kann beispielsweise mit Schälzentrifugen durchgeführt werden. Je nach gewünschtem Konzentrierungsgrad kann die Konzentrierung mehrstufig erfolgen. Ein weiterer Vorteil dieses Verfahrens liegt darin begründet, dass diese Anordnung alternativ auch zur Weinstabilisierung verwendet werden kann. Weiterhin lässt dieses Verfahren eine Anwendung sowohl im Most- als auch im Weinstadium zu. Eines haben jedoch alle drei angesprochenen Verfahren der Gefrierkonzentrierung gemeinsam: Sie sind alle in Deutschland nicht zur Konzentrierung von für Qualitätswein geeignetem Traubenmost zugelassen. Hier treffen technologische und traditionelle Gesichtspunkte aufeinander. Speziell in Deutschland sieht man bei einer Zulassung der Gefrierkonzentrierung Gefahren für den heimischen Eiswein. Eine Erzeugung von Eiswein durch physikalische Verfahren könnte zu einem Imageverlust und Preisverfall bei den auf natürliche Weise hergestellten Eisweinen führen. Aus technologischer Sicht stellen diese Verfahren jedoch durchaus eine interessante Alternative zur Umkehrosmose bzw. Vakuumdestillation dar, die allerdings hinsichtlich ihrer Praxistauglichkeit noch der Optimierung bedürfen. Aus sensorischer Sicht lieferte die Gefrierkonzentrierung bei Weißweinen jedoch durchaus gute Ergebnisse. Speziell bei der Verwendung von unreifem Lesegut konnten die fruchtigen Aromakomponenten stark intensiviert werden. Eine Aufkonzentrierung der so genannten Unreife-faktoren, wie sie mehrfach von anderen Autoren bei der Gefrierkonzentrierung beschrieben wurde (TROOST [1955 (2) und 1972], TROOST UND HENNIG [1946-1951 und 1952/1953], BÖHRINGER [1955]), konnte nicht nachgewiesen werden. Aufgrund des geringen Ausgangsmostgewichtes und der geringen zulässigen Anreicherungs-spanne können jedoch auch durch diese Verfahrensweise keine selbstständigen Weine erzeugt werden. Hinzu kommt der finanzielle Gesichtspunkt. Der erforderliche Mehrerlös wird sich bei derartigen, vergleichsweise geringen, Qualitäten schwerlich erzielen lassen.

Im Gegensatz zu den Verfahren der Gefrierkonzentrierung sind die Umkehrosmose und die Vakuumdestillation zur Konzentrierung von Traubenmost bereits als ausgereift zu bezeichnen. Die Umkehrosmose-Aggregate sind bei vergleichbarer Leistung etwas kleiner als eine Vakuumdestillation. Hieraus resultieren gewisse Vorteile bei einer mobilen Installation. Gerade bei einer Konzentrierung im Lohn in kleinen Weingütern kann dies besonders zum Tragen kommen. Sowohl die Umkehrosmose als auch die Vakuumdestillation sind sehr benutzerfreundlich und je nach Größe der Aggregate bereits weitgehend automatisiert. Bei einer Konzentrierung von roten Mosten direkt von der Maische bietet die Vakuumdestillation gewisse Vorteile, da bei diesem Verfahren keine Vorklärung des Mostes erforderlich ist. Die Umkehrosmose hingegen verlangt eine gute Vorklärung der Moste, da die Membranen andererseits sonst schnell verblocken können, was eine Reduzierung der Leistung nach sich ziehen würde. Weiterhin sind bei der Konzentrierung von Rotweinmaischen teilweise sehr hohe Konzentrationsgrade erforderlich, da aus der vergleichsweise geringen Menge an frei ablaufendem Saft die auf die Gesamtmenge berechnete Wassermenge entzogen werden muss. Der Umkehrosmose sind hier teilweise Grenzen gesetzt, obwohl der erforderliche Druck zum Überwinden des osmotischen Druckes bei neueren Anlagen schon erheblich gesteigert werden konnte. Unter normalen Bedingungen eignen sich jedoch beide Verfahren in gleicher Weise zur Konzentrierung von sowohl weißem als auch rotem Traubenmost. Die bei der Umkehrosmose erforderliche Vorklärung stellt ohnehin ein Muss zur Erzeugung qualitativ hochwertiger Weine dar. Analytisch und sensorisch konnten kaum Unterschiede zwischen beiden Verfahren ausgemacht werden.

Bei einer Anwendung der Vakuumdestillation vermutete man, dass neben dem Wasser auch Aromastoffe abdestilliert werden. Um diesen Verlust zu minimieren wurde nur eine Teilmenge des Mostes überkonzentriert und anschließend mit dem unbehandelten Most rückverschnitten. Auf diese Weise sollte nur eine Teilmenge des Mostes der Destillation unterzogen werden, während die verbleibende Mostmenge in ihren Aromastoffen unverändert bleiben sollte. In den beiden Versuchen, die in dieser Arbeit in Bezug auf jene Problematik durchgeführt wurden, war dieser Verlust an Aromastoffen allerdings sensorisch nicht zu belegen. Es ist jedoch die geringe Anzahl an Versuchen zu berücksichtigen. CLOS [2003] befasste sich in seiner Arbeit ebenfalls mit dieser Problematik. Es zeigte sich, dass der Großteil der Aromastoffe erst im Verlauf der Gärung gebildet wird. Im Moststadium selbst liegen, mit Ausnahme der so genannten Bukett-Rebsorten, wie beispielsweise

Muskateller, kaum freie Aromastoffe vor. Zudem sind bei allen Rebsorten die bereits im Most vorliegenden Primäroromastoffe zumeist an Zuckermoleküle gebunden und daher nicht flüchtig. Bei einer Konzentrierung von Mosten dieser Bukett-Rebsorten konnte zwar im Moststadium durch die Anwendung der Vakuumdestillation ein Verlust dieser Primäroromen aufgezeigt werden, welcher sich aber im Weinstadium nicht mehr nachweisen ließ, da im Verlauf der Gärung neue Aromastoffe gebildet wurden. Demnach scheint eine Teilkonzentrierung gegenüber einer Konzentrierung der Gesamtmenge unter sensorischen Gesichtspunkten keine Vorteile mit sich zu bringen.

Die Konzentrierung von Wein bringt gegenüber der Konzentrierung von Most einige Vorteile mit sich. So kann der Zeitpunkt der Konzentrierung von der arbeitsintensiven Herbstkampagne auf ruhigere Zeiten im Frühjahr verlagert werden. Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass das Resultat der Konzentrierung direkt beurteilt werden kann. Bei einer Konzentrierung im Moststadium folgt bis zu einer Beurteilung des fertigen Weines noch die Gärung, die einen immensen Einfluss auf die spätere Weinqualität ausübt. Technisch realisiert werden kann die Konzentrierung von Wein nur mittels der Umkehrosiose. Bei einer Anwendung der Vakuumdestillation würde neben dem Wasser auch der Alkohol mit abdestilliert. Aus finanzieller Sicht ist eine Konzentrierung mittels Umkehrosiose im Weinstadium sinnvoller als im Moststadium, da bei Wein aufgrund der geringen Partikelfracht höhere Fluxraten vorliegen als bei Most. Bisher ist die Konzentrierung von Wein jedoch rechtlich nicht zulässig. Sowohl bei der Konzentrierung von Most als auch von Wein spielt der Alkohol eine entscheidende Rolle. Bei der Konzentrierung von Wein kann Ethanol die Umkehrosiosemembranen teilweise passieren. Als Permeat fällt ein Gemisch aus Wasser und Ethanol an. Dies führt dazu, dass die Erhöhung des Gesamtalkohols im Vergleich zur Mostkonzentrierung geringer ausfällt. Der zuckerfreie Extrakt wurde jedoch bei der Weinkonzentrierung in vergleichbarer Weise wie bei der Mostkonzentrierung erhöht. Auch WUCHERPFENNIG UND NEUBERT [1977] berichteten in ihrer Arbeit davon, dass bei einer Weinkonzentrierung mittels Umkehrosiose außer dem Alkohol und der Gesamtsäure alle Weininhaltsstoffe angereichert werden. ZÜRN [1979] berichtete bei der Konzentrierung von Wein mittels Umkehrosiose ebenfalls davon, dass der Alkoholgehalt nicht ansteigt und der Säuregehalt nicht entsprechend dem Konzentrierungsgrad wächst. Diesen Alkoholschlupf könnte man sich zu Nutze machen, um extraktreiche aber gleichzeitig vergleichsweise alkoholärmere Weine zu erzeugen. Eine Reduzierung des Alkoholgehaltes kann jedoch mit der Umkehrosiose in einem Schritt nicht erfolgen. Hierzu

wäre eine nachfolgende Abtrennung des Ethanol aus dem Permeat notwendig. Das entalkoholisierte Permeat müsste dann dem Retentat wieder zugeführt werden. Eine Reduzierung des Alkoholgehaltes ist für die deutsche Weinbranche bislang nicht so interessant. Vielmehr käme ein solches Verfahren in südlicheren Weinbauregionen zum Tragen, wo teilweise auch ohne eine Anreicherung zu hohe Alkoholgehalte vorherrschen, die die Weine dann unharmonisch und brandig erscheinen lassen. Diesen Alkoholschlupf bei Umkehrosomemembranen macht man sich teilweise gezielt zur Erzeugung alkoholreduzierter Getränke zu Nutzen. Allerdings sind diese Umkehrosomeseaggregate dann etwas anders aufgebaut als diese, die zur Mostkonzentrierung verwendet werden. BUI, DICK, MOULIN, und GALZY [1986] verwendeten in ihren Untersuchungen ein System, welches mit zwei unterschiedlichen Membrantypen ausgestattet war – einerseits mit einer alkoholdurchlässigen Membran und andererseits mit einer Alkohol zurückhaltenden Membran. Der Einsatz von Umkehrosomese-Aggregaten zur Alkoholreduzierung findet auch in anderen Bereichen, wie beispielsweise der Erzeugung von alkoholreduziertem Apple Cider, Anwendung. LÓPEZ, ALVAREZ, RIERA und ALVAREZ [2002] führten hierzu Versuche mit unterschiedlichen Membranen und Filtrationsverfahren durch. Anwendung fanden sowohl die Batch- als auch die Diafiltration. In Bezug auf eine Erhöhung des zuckerfreien Extraktes und der Farbsumme konnten bei der Weinkonzentrierung mit der Mostkonzentrierung vergleichbare Ergebnisse erzielt werden. Aus sensorischer Sicht schnitt die Weinkonzentrierung jedoch insgesamt betrachtet schlechter ab, als die Mostkonzentrierung. Bei internen Verkostungen wurde oftmals bei Weißweinen ein an Acetat erinnernder und bei Rotweinen ein gummiähnlicher Geruch kritisiert, der jedoch bei den Panelprüfungen statistisch nicht immer zu belegen war. Bei der Rangordnungsprüfung bewertete das Prüfer-Panel die Weißweine durchschnittlich aus statistischer Sicht als gleichwertig. Bei den Rotweinen wurde die Weinkonzentrierung jedoch durchschnittlich signifikant schlechter beurteilt, als die Mostkonzentrierung. Woher diese Fehleraromen bei der Weinkonzentrierung stammen, konnte nicht geklärt werden. Ein Einfluss der zur Weinkonzentrierung verwendeten Module ist fast gänzlich auszuschließen, da diese Aromen sowohl im Jahrgang 2000 als auch im Jahrgang 2001 auftraten.

Eine Aufkonzentrierung der so genannten Unreifefaktoren bei Verwendung von unreifem Lesegut, wie sie von anderen Autoren (TROOST [1955], NEUBERT [1976], TROOST [1955 (2)], TROOST [1972], TROOST UND HENNIG [1946-1951 und 1952/1953], BÖHRINGER [1955]) beschrieben wurde, konnte in dieser Arbeit nicht nachgewiesen

werden. Die an der SLVA Trier durchgeführten chemischen Analysen zeigten keine erhöhten Werte der untersuchten Substanzen. Die Konzentrationen lagen allesamt unter denen von frisch gepresstem Traubenmost. Auch bei den eigenen sensorischen Untersuchungen konnte eine Aufkonzentrierung dieser Unreifefaktoren, die sich dann in Form von grünen grasigen Aromakomponenten negativ bemerkbar machen sollte, nicht nachvollzogen werden. Anhand der Literatur lässt sich demnach die Schlussfolgerung ziehen, dass eine Mostkonzentrierung unter sensorischen Gesichtspunkten nur bei hochwertigem reifem Lesegut zu empfehlen sei, da sich diese Unreifefaktoren sonst negativ bemerkbar machen würden. Zur Verifizierung dieser Aussage erfolgte anhand der Platzierungsindices eine getrennte Betrachtung der sensorischen Ergebnisse von Versuchsserien mit bewusst unreif geerntetem Lesegut und aller Versuchsserien mit Ausgangsmostgewichten oberhalb von 80 °Oe und unterhalb von 80 °Oe, da wohl ab diesem Mostgewicht davon auszugehen ist, dass kein unreifes Lesegut mehr vorliegt. Die Auswertung lieferte interessante Ergebnisse. Bei der Betrachtung der unreifen Versuchsserien mittels Platzierungsindex zeigte sich, dass alle konzentrierten Varianten im Platzierungsindex besser beurteilt wurden als die chaptalisierte Variante. Besonders gut wurde hier die Gefrierkonzentrierung mittels Schrägkühler bewertet. Bei den Weißweinen mit Ausgangsmostgewichten unterhalb 80 °Oe wurden die Umkehrosmose und die Vakuumdestillation nur geringfügig schlechter bewertet als die Chaptalisierung. Am Besten schnitt auch hier die Gefrierkonzentrierung ab. Bei Weißweinen mit Ausgangsmostgewichten oberhalb von 80 °Oe, wo die Mostkonzentrierung ihre Vorzüge voll zur Geltung bringen sollte, erzielte die Chaptalisierung die beste Beurteilung. Bei Rotweinen mit Ausgangsmostgewichten unterhalb 80 °Oe wurden sowohl die Umkehrosmose als auch die Vakuumdestillation deutlich besser als die Chaptalisierung beurteilt. Der Schrägkühler lieferte hier aufgrund des bereits mehrfach erwähnten Farbmanagements die schlechtesten Ergebnisse. Im Bereich der Rotweine mit Ausgangsmostgewichten oberhalb 80 °Oe schnitten die Umkehrosmose und die Vakuumdestillation geringfügig besser ab als die Chaptalisierung. Der Schrägkühler wurde durchgängig wieder am schlechtesten beurteilt. Somit konnte die oben angeführte These, einer negativen sensorischen Beeinträchtigung bei Verwendung unreifen Lesegutes zur Mostkonzentrierung in dieser Arbeit nicht bestätigt werden. Gerade bei geringeren Ausgangsmostgewichten fallen die sensorischen Vorzüge der Mostkonzentrierung, falls überhaupt vorhanden, im Vergleich zur Chaptalisierung deutlicher aus als bei höheren Ausgangsmostgewichten. Dies wird besonders bei den Rotweinen unterhalb eines Ausgangsmostgewichtes von 80 °Oe deutlich. Unter finanziellen Gesichtspunkten erscheint

eine Anwendung der Mostkonzentrierung bei derartigen vergleichsweise geringen Qualitäten jedoch nicht sinnvoll. Weiterhin können bei der geringen rechtlich zulässigen Anreicherungsspanne bei der Mostkonzentrierung nur in den wenigsten Fällen selbstständige Weine erzeugt werden. Eine Anwendung der Chaptalisierung lässt hier eine höhere Anreicherungsspanne zu.

Die Nachweisbarkeit einer Anwendung der Mostkonzentrierung stellt bisweilen noch ein Problem dar. Weder dem Bundesamt für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin in Berlin noch dem Forschungszentrum Jülich ist es bisher gelungen, eine praxismgerechte Nachweismethode zu entwickeln. Dies bedeutet, dass eine Anwendung der Mostkonzentrierung zurzeit nicht nachweisbar ist. Dies ist unter dem Gesichtspunkt des Verbraucherschutzes als sehr bedenklich zu bewerten. Mit Hilfe der Mostkonzentrierung könnten aus geringen Ausgangsqualitäten Prädikatsweine erzeugt und zu entsprechenden Preisen vermarktet werden. Auch eine Überschreitung der zulässigen Anreicherungsspanne bei der Mostkonzentrierung kann nicht nachgewiesen werden.

In welchem Maßstab die Mostkonzentrierung letztendlich eingesetzt werden wird, hängt natürlich auch von den Kosten eines solchen Verfahrens ab. Der erforderliche Mehrerlös bei einem mittels Mostkonzentrierung hergestellten Wein im Vergleich zu einem chaptalisierten Wein wurde in dem vorliegenden Beispiel mit 0,93 € pro 0,75 l Flasche beziffert. Hierbei entfällt der größte Anteil auf die durch die Mostkonzentrierung bedingte Mengenreduzierung, worauf auch schon DIEL [1999] in seiner Dissertation hinwies. Je nach angesetzttem Verkaufspreis pro Liter Wein können diese Kosten selbstverständlich variieren. Die Verfahrenskosten der Konzentrierung spielen hier eine untergeordnete Rolle. Bei der Chaptalisierung kommt es hingegen durch den Saccharosezusatz zu einer Mengenzunahme. Demnach eignet sich eine Anwendung der Mostkonzentrierung nur bei den Ausgangsqualitäten, wo marktseitig dieser erforderliche Mehrerlös zu erzielen ist. Dies dürfte wohl nur bei hohen Ausgangsqualitäten der Fall sein, die ohnehin schon einen hohen Verkaufspreis erzielen und wo der erforderliche Preiszuschlag nicht so stark ins Gewicht fällt. Die Investition in ein eigenes Aggregat zur Mostkonzentrierung rechnet sich anhand der in dieser Arbeit zu Grunde gelegten Basisdaten erst ab einer jährlich konzentrierten Mostmenge von etwa 55.000 Litern. Demnach empfiehlt es sich für kleinere Betriebe, eine Mostkonzentrierung nach Bedarf im Lohn durchführen zu lassen. Für Genossenschaften oder Großkellereien kann hingegen eine Eigeninvestition von Vorteil sein. Die Wirtschaftlichkeit

solch einer Investition ist jedoch in großem Maße von der Auslastung und damit von der konzentrierten Menge abhängig.

Unter Einbeziehung all dieser dargestellten Aspekte erscheint eine rechtliche Zulassung der Mostkonzentrierung für deutsche Qualitätsweine empfehlenswert. Es bleibt allerdings festzuhalten, dass die Mostkonzentrierung nicht das Allheilmittel für die deutsche Weinbranche sein kann. Vielmehr sollte es jedem freigestellt sein, ob und wann er die Mostkonzentrierung einsetzen möchte. Vor allem vor dem Hintergrund der internationalen Chancengleichheit wäre eine Nichtzulassung der Mostkonzentrierung als sehr bedenklich einzustufen. Mit der Mostkonzentrierung steht den Erzeugern eine Alternative zur Chaptalisierung zur Verfügung, die je nach Ausgangsmaterial prinzipiell in der Lage ist, vergleichbare oder auch bessere Qualitäten als eine Chaptalisierung hervorzubringen. Zu ähnlichen Resultaten kamen bereits ZÜRN [1979] und DIEL [1999] bei vergleichenden Versuchen zwischen Chaptalisierung und Umkehrosmose. Das Vorhandensein einer Alternative zur Chaptalisierung erscheint auch im Hinblick auf die international zunehmende Diskussion über die rechtliche Zulässigkeit der Chaptalisierung sinnvoll. Unter Einbeziehung der sensorischen Ergebnisse, der Alternativen zur Mostkonzentrierung und der betriebswirtschaftlichen Betrachtung eignet sich die Mostkonzentrierung aber demnach nur für einen geringen Prozentsatz der deutschen Weine. Anhand der Platzierungsindices lässt sich dieser Sachverhalt gut verdeutlichen. Bei Weißweinen mit einem Ausgangsmostgewicht unter 80 °Öchsle konnte lediglich die Gefrierkonzentrierung eine deutliche Verbesserung der Weinqualität gegenüber der Chaptalisierung mit sich bringen. Dieses Verfahren ist allerdings rechtlich nicht zulässig. Bei Rotweinen mit Ausgangsmostgewichten unterhalb 80 °Öchsle konnte die Weinqualität zwar durch eine Anwendung der Umkehrosmose und der Vakuumdestillation deutlich gesteigert werden, jedoch macht eine Mostkonzentrierung bei solch niedrigen Ausgangsqualitäten sowohl für Weißwein als auch für Rotwein aufgrund des erforderlichen Mehrerlöses aus wirtschaftlicher Sicht keinen Sinn. Weiterhin kann sich bei niedrigen Ausgangsmostgewichten die bei der Mostkonzentrierung zulässige Anreicherungsstärke von nur 2 % Vol. zur Erzeugung eigenständiger Weine als zu gering erweisen. Bei Weißweinen mit Ausgangsmostgewichten oberhalb 80 °Öchsle vermag durchschnittlich gesehen keines der Konzentrierungsverfahren die Weinqualität gegenüber der Chaptalisierung zu steigern. In der Gruppe der Rotweine oberhalb 80 °Öchsle brachten die Umkehrosmose und die Vakuumdestillation zwar durchschnittlich eine Verbesserung gegenüber der Chaptalisierung mit sich, jedoch konnten die Alternativen zur Mostkonzentrierung

Ausdünnung und Saftentzug bei den hier durchgeführten Versuchen durchschnittlich vergleichbare Ergebnisse liefern. Gerade der Saftentzug stellt hier auch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten eine interessante Alternative dar. Die Gefrierkonzentrierung mittels Schrägkühler erwies sich bislang aufgrund der mangelnden Farbausbeute zur Erzeugung von Rotweinen generell als ungeeignet. Ein weiterführender Forschungsbedarf besteht in Anbetracht eines Ausgangsmaterials absoluter Spitzenqualität, eventuell verbunden mit einer vorausgegangenen Ausdünnung im Weinberg. Aufgrund eines Mangels an geeignetem Traubenmaterial konnten derartige Versuche in diesem Forschungsprojekt nicht durchgeführt werden. Es bliebe zu untersuchen, ob eine Mostkonzentrierung hier deutlichere Vorteile mit sich bringt.

6. Zusammenfassung

6.1 Zusammenfassung

Auf internationaler Ebene wurden seit längerer Zeit Bedeutung und Konsequenzen einer Zulassung „neuer önologischer Verfahren“ erörtert. Seit 1998 führte man diese Diskussion auch in Deutschland. Diese neuen Verfahren setzten internationale Wettbewerber zum Teil bereits erfolgreich ein. Um auf dem internationalen Markt mit diesen Weinen konkurrieren zu können und im Rahmen der Chancen-Gleichheit, kam in der deutschen Weinbranche der Wunsch auf, diese Verfahren auch hier zuzulassen. Eines dieser „neuen önologischen Verfahren“ stellt die Mostkonzentrierung dar. Hierbei wird dem Traubenmost durch verschiedene physikalische Verfahren Wasser entzogen. Die Folge ist eine Anreicherung des im Most enthaltenen Zuckers, was letztendlich zu einer Erhöhung des natürlichen Alkoholgehaltes führt. Die Mostkonzentrierung stellt somit eine Alternative zur traditionellen Chaptalisierung dar.

Das Ziel dieses Forschungsprojektes, welches vom Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft in Auftrag gegeben wurde, bestand nun in der Klärung der Frage, ob eine Zulassung der Mostkonzentrierung auch für Qualitätswein für die deutsche Weinbranche von Nutzen ist. Die Mostkonzentrierung stellt im eigentlichen Sinne kein neues Verfahren dar. Erstmalige Erwähnung fand die Konzentrierung von Traubenmost bereits im 18. Jahrhundert. Neuere wissenschaftliche Untersuchungen reichen bis in das Jahr 1951 zurück. Auf europäischer Ebene war die Mostkonzentrierung bereits seit 1999 für Qualitätswein zugelassen. In Deutschland unterlag ihre Anwendung zusätzlichen nationalen Beschränkungen und war demnach nur für Tafelwein zulässig. Zwischenzeitlich ist eine Zulassung der Mostkonzentrierung auch für Qualitätswein aufgrund der in diesem Forschungsprojekt gewonnenen Erkenntnisse bereits erfolgt.

Prinzipiell stehen für eine Anwendung der Mostkonzentrierung unterschiedliche physikalische Konzentrierungsverfahren zur Verfügung. In dieser Arbeit kamen die Verfahren Umkehrosmose, Vakuumdestillation und eine spezielle Variante der Gefrierkonzentrierung mittels Schrägkühler zur Anwendung. Die Versuchsdurchführung und der Weinausbau fanden überwiegend an der Forschungsanstalt Geisenheim statt. In der dreijährigen Versuchsperiode, die mit der Herbstkampagne 1999 begann, wurden insgesamt 158 unterschiedliche Versuchsvarianten ausgebaut. Neben den drei konzentrierten Varianten

erfolgte jeweils der Ausbau einer unbehandelten Kontrollvariante und einer chaptalisierten Variante. Da die gewonnenen Erkenntnisse für das gesamte Bundesgebiet Gültigkeit besitzen sollten, wurden sowohl weiße als auch rote Trauben unterschiedlicher Herkunft, Rebsorten und Qualitäten für die Versuche verwendet. Zur Beurteilung der Versuchsergebnisse wurde eine umfangreiche Most- und Weinanalytik durchgeführt. Da an der Staatlichen Lehr- und Forschungsanstalt (SLFA) Neustadt ein begleitendes Projekt zur Mostkonzentrierung mit dem Schwerpunkt Analytik durchgeführt wurde, erfolgte der Großteil der chemischen Untersuchungen dort. In Geisenheim wurden lediglich die unmittelbar zum Weinausbau nötigen Analysen durchgeführt. Der Schwerpunkt der Geisenheimer Untersuchungen lag auf Seiten der Technologie und der Sensorik. Die Auswertung der Versuche gliederte sich in einen analytischen und einen sensorischen Teil. Aus analytischer Sicht ermittelte man die standardisierte Anreicherung sowie den relativen Übergang wertgebender Mostinhaltsstoffe. Seitens der Sensorik kamen die Methoden Dreieckstest, deskriptive Prüfung sowie die Rangordnungsprüfung zur Anwendung. Zur besseren Interpretation der sensorischen Ergebnisse wurden verschiedene neue Auswertungsverfahren entwickelt. Besondere Erwähnung soll der so genannte Platzierungsindex finden, mit dessen Hilfe mehrere Rangordnungsprüfungen unterschiedlicher Probenanzahl vergleichbar gemacht werden können. Mit den herkömmlichen Auswertungsverfahren war diese Möglichkeit bislang nicht gegeben.

Die Präsentation der Ergebnisse gliederte sich in eine Darstellung der Einzelergebnisse der Herbstkampagnen 1999 – 2001 und eine abschließende, zusammenhängende Betrachtung des gesamten Versuchszeitraumes. Bezüglich der standardisierten Anreicherung wertgebender Mostinhaltsstoffe ist bei allen untersuchten Konzentrierungsverfahren im Wesentlichen davon auszugehen, dass eine der Gesamtalkoholerhöhung proportionale Anreicherung erfolgt. Ausnahmen bilden Kalium und Weinsäure, die als Weinstein ausfallen und demzufolge abgereichert werden und die Farbintensität bei der Gefrierkonzentrierung. Bei der angewendeten Variante der Gefrierkonzentrierung erwies sich eine Maischeerhitzung bzw. Maischegärung als nicht durchführbar, was zur Folge hatte, dass es hier im Verhältnis zur unbehandelten Kontrollvariante zu einer Verringerung der Farbintensität bei Rotweinen kam.

Die Ermittlung des relativen Übergangs wertgebender Mostinhaltsstoffe in das entzogene Wasser wurde nur für die Umkehrosmose und die Vakuumdestillation durchgeführt. Die

ermittelten Konzentrationen lagen bei der Umkehrosmose bei einem überwiegenden Teil der untersuchten Substanzen etwas höher als bei der Vakuumdestillation, wobei sich diese Verluste bei beiden Verfahren in einem moderaten Rahmen bewegten.

Die Betrachtung der sensorischen Ergebnisse innerhalb der Dreieckstests erfolgte getrennt nach Weiß- und Rotwein. Bei den Weißweinen konnten lediglich in 42 % der durchgeführten Dreieckstests signifikante Unterschiede zwischen den betrachteten Varianten erkannt werden. Im Vergleich zu der unbehandelten Kontrollvariante brachten, bei einer zusammenfassenden Betrachtung aller drei Versuchsjahrgänge, alle angereicherten Varianten durchschnittlich eine deutliche Verbesserung der Weinqualität mit sich. Die Varianten Saccharose, Umkehrosmose und Vakuumdestillation schnitten untereinander recht unterschiedlich ab, so dass bezüglich der sensorischen Qualität keine eindeutige Reihenfolge festgelegt werden konnte. Insgesamt gesehen lieferte der Schrägkühler bei dieser Betrachtung sehr gute Ergebnisse. Bei den Rotweinen konnten im Bereich der Dreieckstests innerhalb der zusammenhängenden Ergebnisbetrachtung in 64,7 % der durchgeführten Tests signifikante Unterschiede zwischen den betrachteten Varianten erkannt werden. Allerdings fiel es den Prüfern auch nicht schwer, die gefrierkonzentrierte Variante auf Grund der mangelnden Farbausbeute bei diesem Verfahren von den Vergleichsvarianten zu unterscheiden. Diese Tatsache täuschte insgesamt gesehen ein deutlicheres als das tatsächlich gegebene Bild vor. Im Vergleich zur Kontrollvariante brachten die restlichen angereicherten Varianten überwiegend eine Verbesserung der Weinqualität mit sich. Speziell bei einer Betrachtung der Varianten Saccharose, Umkehrosmose und Vakuumdestillation ließ sich feststellen, dass die beiden konzentrierten Varianten geringfügige Vorteile gegenüber der Chaptalisierung mit sich brachten, wobei allerdings innerhalb dieser konzentrierten Varianten keine Unterschiede nachzuweisen waren.

Die deskriptive Prüfung konnte aufgrund der geringen Unterschiede in den Dreieckstests nur für einen geringen Prozentsatz der Versuchsserien durchgeführt werden. Bei den meisten zu bewertenden Attributen konnten die Prüfer keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Varianten erkennen. In den Jahrgängen 1999 und 2000 wurden anteilig bei den Rotweinen, im Hinblick auf die signifikanten Ergebnisse der Dreieckstests, mehr deskriptive Prüfungen durchgeführt als bei den Weißweinen. Auch die Anzahl der Attribute, bei denen signifikante Unterschiede erkannt wurden, lag bei den Rotweinen höher. Speziell bei dem von Hause aus recht farbschwachen und leichten Portugieser mit Ausgangsmostgewichten

von 60 °Öchsle bis 73 °Öchsle brachte die Mostkonzentrierung in Bezug auf den Körper und die Farbintensität in allen drei Jahrgängen deutliche Verbesserungen mit sich. Bei den übrigen Rotweinen, bei denen wesentlich höherwertiges Ausgangsmaterial verwendet wurde, konnte dieser Konzentrierungseffekt nicht so deutlich oder überhaupt nicht, wie im Jahrgang 2001, nachvollzogen werden. Die Gefrierkonzentrierung mittels Schrägkühler erschien nach dem derzeitigen Stand zur Erzeugung von Rotweinen, in Anbetracht des Mangels an Farbe, ungeeignet. Im Jahrgang 2001 fielen die Unterschiede im Bereich der Weißweine hingegen deutlicher aus als bei den Rotweinen. Durch die Konzentrierung gelang es, speziell die fruchtigen und blumigen Aromen im Vergleich zur chaptalisierten Variante zu intensivieren. Dies wurde besonders bei der Gefrierkonzentrierung mittels Schrägkühler deutlich.

Die zusammenfassende Betrachtung der sensorischen Ergebnisse bezüglich der Rangordnungsprüfung bei Weißwein zeigte, dass alle vier Anreicherungsverfahren die Weinqualität gegenüber der unbehandelten Kontrollvariante deutlich verbessern konnten. Zusammenhängend betrachtet lagen alle vier angereicherten Varianten in den Platzierungsindices sehr dicht beieinander, so dass wohl davon auszugehen ist, dass diese vier Verfahren bei Weißwein vergleichbare Ergebnisse liefern. Bei den Rotweinen präsentierte sich ein völlig anderes Bild. Der Schrägkühler schnitt hier regelmäßig am Schlechtesten ab. Dies war allerdings auf die noch unzureichende Farbausbeute des Verfahrens zurückzuführen. Im Vergleich zu der unbehandelten Kontrollvariante brachten die restlichen drei Anreicherungsverfahren durchweg eine deutliche Verbesserung der Weinqualität mit sich. Besonders die beiden Konzentrierungsverfahren Umkehrosmose und Vakuumdestillation erzielten hier durchschnittlich betrachtet eine weitere Steigerung gegenüber der Chaptalisierung. Innerhalb der beiden konzentrierten Varianten bestanden keine so deutlichen Unterschiede, wobei die Vakuumdestillation jedoch geringfügig besser beurteilt wurde.

Die Auswertung der Versuchsergebnisse bezüglich des ersten allgemeinen Verfahrensvergleiches warf Fragen nach Alternativen auf, was zur Folge hatte, dass der Versuchsplan erweitert wurde. Bei einem Vergleich zwischen einer Ausdünnung des Traubenbestandes im Weinberg und der Mostkonzentrierung konnte die Ausdünnung, bei den hier betrachteten Versuchsserien, durchaus vergleichbare Ergebnisse wie die Mostkonzentrierung liefern. Eine Kombination von Ausdünnung im Weinberg und Mostkonzentrierung wurde jedoch nicht untersucht.

Ein ähnlicher Sachverhalt zeigte sich auch bei dem Vergleich zwischen der Mostkonzentrierung und einem Saftentzug bei Rotweinmaischen. Auch hier lieferte die alternative Variante zur Mostkonzentrierung bei den betrachteten Versuchen vergleichbare Ergebnisse.

Im Bereich der Gefrierkonzentrierung galt es, das bestehende Verfahren mit dem Schrägkühler zu optimieren und Alternativen zu diesem Verfahren zu untersuchen. Im Bereich der Optimierung des Schrägkühlers wurde der Mahlpalt der Schneidmühle variiert, was jedoch zu keiner signifikanten Veränderung der sensorischen Beurteilung der Versuchssweine führte. Alternativ zu der Gefrierkonzentrierung mittels Schrägkühler wurden ganze Trauben in einer Kühlkammer eingefroren und anschließend vinifiziert. In einem ersten Versuch erfolgte der Vergleich zwischen Schrägkühler und Kühlzelle. In der anschließend durchgeführten Rangordnungsprüfung wurde der Schrägkühler signifikant bevorzugt. In einem weiteren Versuch zur Gefrierkonzentrierung stellte man die Variante der Kühlzelle einer unbehandelten Kontrollvariante sowie der Chaptalisierung und der Umkehrosmose gegenüber. Hier wurde die Variante der Gefrierkonzentrierung jeweils signifikant besser beurteilt als die entsprechenden Vergleichsvarianten.

Im Bereich der Vakuumdestillation stellte sich die Frage, ob eine Überkonzentrierung einer Teilmenge mit anschließendem Rückverschnitt einer Konzentrierung der Gesamtmenge aus sensorischer Sicht vorzuziehen ist. Bei der Vakuumdestillation vermutete man, dass neben dem Wasser auch Aromastoffe abgedampft werden. Die beiden Versuche, die zu dieser Problematik durchgeführt wurden, konnten diese These jedoch nicht bestätigen.

Einen weiteren Teil der zusätzlichen Untersuchungen stellte die Konzentrierung von Wein dar. Diese Versuche wurden nur mittels der Umkehrosmose durchgeführt, da bei einer Anwendung der Vakuumdestillation neben dem Wasser auch der Alkohol abgedampft würde. Eine analytische Auswertung der Versuchsergebnisse zeigte jedoch, dass es auch bei der Umkehrosmose zu Alkoholverlusten kommt. Der Alkohol kann hier aufgrund seiner Molekülstruktur die Umkehrosmosemembran teilweise passieren. Im Bereich des zuckerfreien Extraktes und der Farbe bei Rotweinen war jedoch eine, mit der Konzentrierung im Moststadium vergleichbare, Anreicherung zu verzeichnen. Für drei der zehn Versuchsserien erfolgte eine deskriptive Prüfung, um die sensorischen Unterschiede zwischen Most- und

Weinkonzentrierung näher zu differenzieren. Den Prüfern gelang es jedoch bei dieser Art der sensorischen Prüfung im Wesentlichen nicht, signifikante Unterschiede zu erkennen. Bei einem Vergleich zwischen Mostkonzentrierung und Weinkonzentrierung mittels Rangordnungsprüfung konnte bei den betrachteten Versuchsserien im Bereich der Weißweine durchschnittlich ebenfalls kein signifikanter Unterschied ausgemacht werden, wohingegen im Bereich der Rotweine die Mostkonzentrierung durchschnittlich signifikant bevorzugt wurde.

Ein weiterer Schwerpunkt dieser Arbeit lag in einer Betrachtung der „Unreifefaktoren“. Frühere Untersuchungen zur Mostkonzentrierung zeigten bei Verwendung unreifen Lesegutes oftmals eine Aufkonzentrierung grüner grasiger Komponenten, die man weitläufig auch als Unreifefaktoren tituliert, was sich dann sensorisch negativ bemerkbar machte. Da es sich bei diesem Forschungsprojekt um ein interdisziplinäres Projekt handelte, wurden der Staatlichen Lehr- und Versuchsanstalt (SLVA) Trier Proben der Versuchsweine zur Verfügung gestellt. In Trier war man bestrebt, eine Anreicherung dieser Unreifefaktoren analytisch zu belegen. Dieser Nachweis war allerdings nicht zu erbringen. Die in den Weinen ermittelten Gehalte dieser Unreifefaktoren lagen deutlich unter denen, die in frisch gekelertem Most nachgewiesen werden konnten. Zu dieser Problematik wurden in der dreijährigen Versuchsperiode fünf Versuchsserien mit Ausgangsmostgewichten zwischen 58 °Öchsle und 64 °Öchsle ausgebaut. Eine sensorische Beurteilung dieser Versuchsserien mittels Rangordnungsprüfung konnte eine Anreicherung der Unreifefaktoren ebenfalls nicht belegen. Bei der Auswertung anhand der Platzierungsindices schnitten alle drei Konzentrierungsvarianten besser ab als die chaptalisierte Variante und die Kontrollvariante.

Im Zusammenhang mit den Unreifefaktoren stellte sich die Frage, ab welchem Reifegrad bzw. Mostgewicht eine Mostkonzentrierung zu empfehlen sei. Da normalerweise davon auszugehen ist, dass bei einem Mostgewicht von 80 °Öchsle reifes Lesegut vorliegt, erfolgte abschließend eine separate Betrachtung aller Versuchsserien oberhalb und unterhalb eines Ausgangsmostgewichtes von 80 °Öchsle. Zusätzlich wurde noch zwischen roten und weißen Rebsorten differenziert. Die Auswertung erfolgte mittels des Platzierungsindex. In der Gruppe der Weißweine mit einem Ausgangsmostgewicht unter 80 °Öchsle schnitt die Gefrierkonzentrierung durchschnittlich am Besten ab. Die restlichen drei Anreicherungsverfahren waren nahezu vergleichbar. Bei der Gruppe der Weißweine über 80 °Öchsle konnte sich durchschnittlich keines der drei Konzentrierungsverfahren gegenüber der

Chaptalisierung abheben. Anders hingegen bei den Rotweinen mit einem Ausgangsmostgewicht unter 80 °Öchsle. Hier brachten die Umkehrosmose und die Vakuumdestillation durchschnittlich betrachtet eine deutliche Verbesserung gegenüber der Chaptalisierung. Bei den Rotweinen über 80 °Öchsle fallen die Unterschiede zwischen Saccharose, Umkehrosmose und Vakuumdestillation hingegen nicht mehr so deutlich aus. Die beiden konzentrierten Varianten bringen hier durchschnittlich nur eine geringfügigere Verbesserung mit sich. Die Gefrierkonzentrierung mittels Schrägkühler wurde sowohl in der Gruppe der Rotweine unter 80 °Öchsle als auch in der über 80 °Öchsle jeweils am schlechtesten bewertet.

Bei der Zulassung neuer Technologien stellt sich zwangsläufig auch immer die Frage nach der Nachweisbarkeit ihrer Anwendung. Im Fall der Mostkonzentrierung wurden das Bundesamt für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin sowie das Forschungszentrum Jülich mit der Aufgabe betraut, eine Nachweismethode zur Anwendung der Mostkonzentrierung zu entwickeln. Beide Institute waren bestrebt, mittels des Stabilisotopenverhältnisses $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ diesen Nachweis zu erbringen. Unter Praxisbedingungen, das heißt ohne das Vorhandensein des Ausgangsweines, war es jedoch beiden Forschungseinrichtungen nicht möglich, eine Anwendung der Mostkonzentrierung nachzuweisen.

Abschließend zu diesem Forschungsprojekt wurde eine betriebswirtschaftliche Gegenüberstellung der beiden Anreicherungsverfahren Chaptalisierung und Mostkonzentrierung durchgeführt, da schließlich auch die wirtschaftliche Attraktivität eines Verfahrens über die Marktakzeptanz entscheidet. Es konnte gezeigt werden, dass, gleiche Verkaufspreise pro Liter Wein vorausgesetzt, bei einer Anwendung der Mostkonzentrierung im Lohnverfahren ein erheblich geringerer Erlös erzielt wird als bei der Chaptalisierung. Dies begründet sich vor allem in der Mengenreduzierung als Folge der Konzentrierung. Die reinen Verfahrenskosten fallen bei dieser Betrachtung weniger deutlich ins Gewicht. Diese Schmälerung des Erlöses gilt es dann mittels eines höheren Verkaufspreises zu kompensieren. Der erforderliche Mehrerlös bei konzentrierten Weinen konnte hier mit etwa 19 % beziffert werden. Weiterhin war bei der betriebswirtschaftlichen Betrachtung von Interesse, ab welcher Verarbeitungsmenge sich für einen Betrieb die Investition in eine eigene Konzentrierungsanlage rechnet bzw. es wirtschaftlich interessanter erscheint, die Konzentrierung durch einen Lohnunternehmer durchführen zu lassen. Aufgrund des vorliegenden Informationsmaterials konnte eine jährlich zu konzentrierende Mostmenge von etwa

55.000 l ermittelt werden, ab der sich die Investition in eine eigene Konzentrierungsanlage rechnet. Ähnlich wie bei dem Vergleich zwischen Chaptalisierung und Mostkonzentrierung im Lohn erfolgte auch bei der Mostkonzentrierung mittels einer Eigeninvestition in eine Konzentrierungsanlage ein Vergleich der Verkaufserlöse. In diesem Fall konnte der erforderliche Mehrerlös bei konzentrierten Weinen geringfügig auf etwa 18 % reduziert werden.

Unter Einbeziehung all dieser dargestellten Aspekte erscheint eine rechtliche Zulassung der Mostkonzentrierung für deutsche Qualitätsweine empfehlenswert. Es bleibt allerdings festzuhalten, dass die Mostkonzentrierung nicht das Allheilmittel für die deutsche Weinbranche sein kann. Vielmehr sollte es jedem freigestellt sein, ob und wann er die Mostkonzentrierung einsetzen möchte. Vor allem vor dem Hintergrund der internationalen Chancengleichheit wäre eine Nichtzulassung der Mostkonzentrierung als sehr bedenklich einzustufen. Mit der Mostkonzentrierung steht den Erzeugern eine Alternative zur Chaptalisierung zur Verfügung, die je nach Ausgangsmaterial prinzipiell in der Lage ist, vergleichbare oder auch bessere Qualitäten als eine Chaptalisierung hervorzubringen. Das Vorhandensein einer Alternative zur Chaptalisierung erscheint auch im Hinblick auf die international zunehmende Diskussion über die rechtliche Zulässigkeit der Chaptalisierung sinnvoll. Unter Einbeziehung der sensorischen Ergebnisse, der Alternativen zur Mostkonzentrierung und der betriebswirtschaftlichen Betrachtung eignet sich die Mostkonzentrierung aber demnach nur für einen geringen Prozentsatz der deutschen Weine. Anhand des Platzierungsindex lässt sich dieser Sachverhalt gut verdeutlichen. Bei Weißweinen mit einem Ausgangsmostgewicht unter 80 °Öchsle konnte lediglich die Gefrierkonzentrierung eine deutliche Verbesserung der Weinqualität gegenüber der Chaptalisierung mit sich bringen. Dieses Verfahren ist allerdings rechtlich nicht zulässig. Bei Rotweinen mit Ausgangsmostgewichten unterhalb 80 °Öchsle konnte die Weinqualität zwar durch eine Anwendung der Umkehrosmose und der Vakuumdestillation deutlich gesteigert werden, jedoch macht eine Mostkonzentrierung bei solch niedrigen Ausgangsqualitäten sowohl für Weißwein als auch für Rotwein aufgrund des erforderlichen Mehrerlöses aus wirtschaftlicher Sicht keinen Sinn. Weiterhin kann sich bei niedrigen Ausgangsmostgewichten die bei der Mostkonzentrierung zulässige Anreicherungsstärke von nur 2 % Vol. zur Erzeugung eigenständiger Weine als zu gering erweisen. Bei Weißweinen mit Ausgangsmostgewichten oberhalb 80 °Öchsle vermag durchschnittlich gesehen keines der Konzentrierungsverfahren die Weinqualität gegenüber der Chaptalisierung zu steigern. In

der Gruppe der Rotweine oberhalb 80 °Öchsle brachten die Umkehrosmose und die Vakuumdestillation zwar durchschnittlich eine Verbesserung gegenüber der Chaptalisierung mit sich, jedoch konnten die Alternativen zur Mostkonzentrierung Ausdünnung und Saftentzug bei den hier durchgeführten Versuchen durchschnittlich vergleichbare Ergebnisse liefern. Gerade der Saftentzug stellt hier auch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten eine interessante Alternative dar. Die Gefrierkonzentrierung mittels Schrägkühler erwies sich bislang aufgrund der mangelnden Farbausbeute zur Erzeugung von Rotweinen generell als ungeeignet. Ein weiterführender Forschungsbedarf besteht in Anbetracht eines Ausgangsmaterials absoluter Spitzenqualität, eventuell verbunden mit einer vorausgegangenen Ausdünnung im Weinberg. Aufgrund eines Mangels an geeignetem Traubenmaterial konnten derartige Versuche in diesem Forschungsprojekt nicht durchgeführt werden. Es bliebe zu untersuchen, ob eine Mostkonzentrierung hier deutlichere Vorteile mit sich bringt.

6.2 Summary

For some time the importance and consequence of the admission of “new oenological practices” have been discussed on an international basis. This topic has also been discussed in Germany since 1998. In part these practices are already being used successfully by international competitors. In order to be competitive on the international wine markets with these wines and in line with equal opportunities for all, the German wine branch expressed the desire to allow these practices also here. One of these new oenological practices is the must concentration. This method extracts water from the grape must by various physical methods, which results in the concentration of sugar in the must, thus increasing the natural alcohol content. Due to this fact the must concentration offers an alternative to the traditional chaptalisation.

The aim of the research project financed by the Federal Ministry for Consumer Protection, Nutrition and Agriculture, was to clarify the question whether admission of the must concentration, also in the case of quality wines, would be useful for the German wine branch. Must concentration is in actual fact not a new practice. In the 18th century concentration of grape must was mentioned for the first time and more recent scientific research dates back to 1951. Must concentration on a European basis has already been permitted for quality wines since 1999. In Germany, however, the use of must concentration was subjected to additional national restrictions and was only permitted for table wines. Meanwhile must concentration has also been permitted for quality wines on the basis of the results obtained from the research project.

Basically various physical concentration methods are available for must concentration. In this project reverse osmosis, vacuum distillation and a special variant of cryo concentration by a tilted cooler were used. The experimental project and the actual wine processing were carried out mainly at the research institute in Geisenheim. During a three-year research period which began in the harvesting campaign 1999, a total of 158 different experimental wines were produced. In addition to the three concentrated samples, an untreated control sample and a chaptalised sample in each case were used. As the results were to be valid for the entire federal territory, white as well as red grapes from different areas, varieties and qualities were used for the experiment. A wide range of must and wine analysis were carried out in order to evaluate the results. Most of the chemical analysis took place in Neustadt National Education and Research Institute, where a simultaneous accompanying project in

must concentration with its main focus on analysis was being conducted. Only the analysis directly involved in wine-making itself were carried out in Geisenheim, where the emphasis on technology and sensory lay. The evaluation of the experiments was divided into two parts – an analytical and a sensory part. From a chemical analytical point of view, the standardised enrichment as well as the relative transmission of different must components were calculated. From the sensory analysis point of view, the triangle test method, descriptive analysis and ranking methods were used. For the better understanding of the sensory results, new procedures were developed. A special mention should be made to the so-called ranking index, with the helps of which multiple rankings of various samples could be compared with each other. This had not been possible until now with the older methods.

The presentation of the results was divided into two parts – the single results of the harvest campaigns 1999 – 2001 and in the final complete reflection of the entire experimental period. With regard to the standardised enrichment of the various must components, it can be assumed that on the whole in each concentration process, an overall increase was achieved in relation to the total alcohol content. Exceptions are potassium and tartaric acid, which fall out as tartar and as a result of this are being depleted and the colour intensity at the cryo concentration. By using cryo concentration with the tilted cooler, mash heating and mash fermentation proved impracticable, causing a decrease in the colour intensity of red wines when compared with the untreated control sample.

The determination of substances contained in the must and found in the extracted water, was only carried out for the reverse osmosis and for the vacuum distillation. The concentrations were found to be slightly higher in the reverse osmosis process than in the vacuum distillation, whereby the loss in both processes was rated as moderate.

The sensory results inside the triangle test were divided into white and red wines. Only 42 % of the white wines showed significant differences using the triangle test. On closer examination of all three vintage tests, all enriched samples showed on average a clear improvement in quality compared to the untreated samples. The samples sucrose, reverse osmosis and vacuum distillation came off quite differently when compared with each other, so that with regard to the sensory quality, no definite sequence could be detected, although the results of the tilted cooler were very good. In 64.7 % of the tests carried out on the red wines, significant differences in the area of triangle tests between the various samples could

be recognised. However, it was not difficult for the examiners to distinguish between the cryo concentrated sample and the others because of the colour deficiency resulting from this method. This gave a false picture of the actual facts. In comparison however, the remaining residual enriched samples resulted in an improvement of wine quality. When looking at the samples sucrose, reverse osmosis and vacuum distillation, it was obvious that the two concentrated samples had a small advantage over the chaptalised method, whereby no difference could be detected between the two concentrated samples.

Because of the slightly differences in the triangle tests the descriptive analysis could only be done for a small percentage of the test series. At most of the attributes to be evaluated the examiners weren't able to detect significant differences between the single variants. During the vintage years 1999 and 2000 proportionally more descriptive analysis were carried out on red wines than on white wines with regard to the significant results of the triangle tests. Also the number of attributes where significant differences could be detected was higher at the red wines. Especially in the case of the colour-weak and light Portugieser with an initial must weight between 60° Oechsle - 73° Oechsle, the must concentration brought a clear improvement with regard to body and colour intensity in the three vintages. In the remaining red wines of higher quality, the concentration effect was not so obvious or was entirely non-existent as in vintage 2001. Cryo concentration by the tilted cooler method appears unfavourable when taking the colour depletion into consideration. In vintage 2001, however, the differences in the area of white wines were clearer than in red wines. By using the concentration it could be achieved to intensify especially the fruity and flowery flavours in comparison to the chaptalised variant. This became especially apparent when using cryo concentration by tilted cooler.

When summarising the sensory results with regard to the ranking index of white wines, it became clear that all four enrichment techniques were in a position to improve the quality of wine when compared with the untreated samples. All four enriched samples lay close together in the ranking index, so that it can be assumed that these four methods provide comparable results with white wines. In the case of red wines, however, a complete different picture is presented. The tilted cooler gives the poorest results, which were related to the lack of colour yield with this method. In comparison with the untreated control sample, the three other enrichment techniques presented a large improvement in the wine quality. In particular the two concentration techniques, reverse osmosis and vacuum distillation averaged a further

improvement as compared to the chaptalisation method. The differences between the other two concentration samples were not so clear, whereby the vacuum distillation method was slightly better.

The evaluation of the test results with the first general process comparison, raised questions as to alternative methods, which resulted in the extension of the experimental field. When thinning out the grape crop in the vineyards was compared to must concentration, it was obvious that comparable results were achieved. A combination of thinning out in the vineyards and must concentration, however, has not yet been tested.

A similar tendency presented itself when comparing must concentration and dejuicing of red wine mashes. Comparable results were also achieved, when comparing samples with must concentration.

In the area of cryo concentration, the aim was to optimise the existing process with the tilted cooler and to analyse alternatives to this technique. In the field of optimising the tilted cooler, the gap of the cutting mill was varied, which however lead to no significant change in the sensory evaluation of the test wines. As an alternative to the cryo concentration by tilted cooler, whole grapes were frozen in a cold room and later vinificated. In a first test a comparison was then carried out between cold room and tilted cooler. The ranking thereafter showed that the tilted cooler was the preferred method. In a further experiment to analyse the cryo concentration, the cold room sample was measured against a blank control, the reverse osmosis and the chaptalisation. Here the variant of the cryo concentration was at any one time evaluated significantly better than the equivalent comparison variants.

In the areas of vacuum distillation the question arose whether it is advantageous from a sensory point of view to favour the concentration of a split-sample with subsequent blending of a concentrated form of the total amount. It is assumed that aromatic substances as well as water are vaporised during vacuum distillation. The two experiments carried out in view of this problem failed to verify this hypothesis.

A further part of the experimental series looked at the concentration of wine. These experiments were conducted using only reverse osmosis as alcohol as well as water are vaporised during vacuum distillation. An analysis of the experimental results however

showed that reverse osmosis also causes alcohol loss. Because of its molecular structure the alcohol is able to partially pass the reverse osmosis membrane. In the area of sugar-free extract and colour development of red wines, an increased intensity was noted which was comparable to the increased concentration in the must status. For three out of the ten test series a descriptive analysis was carried out in order to further differentiate between the sensory differences of must and wine concentration. The assessors however failed to identify significant differences with this type of sensory analysis. In addition no significant difference was identified for white wines when must and wine concentration were compared using ranking, whereas the must concentration for red wines was on average favoured significantly.

A further major aspect of this work was the “unripe factors”. Earlier investigations looking at must concentrations often showed an increased concentration of green, grassy components also known as unripe factors, when unripe harvest material was used. This was identified to have a negative sensory impact. Since this research was carried out in an interdisciplinary setting, sample wines were sent to the Trier National Education and Experiment Institute. Their aim was to substantiate the perceived increase in unripe factors. But no evidence in support of this aim could be found. The concentration of these unripe factors in the wines was significantly less than those detected in the freshly pressed must. In light of this problem five experiments using an initial must weight between 58° Oechsle and 64° Oechsle were carried out during the three year long study period. A sensory evaluation of these results using ranking was also unable to identify an increase in unripe factors. On analysis using ranking index however all three concentration variants came out on top compared to the chaptalisation and control variant.

In conjunction with the unripe factors the question was posed at which degree of ripeness or must weight a must concentration is advisable. Since ripe harvest material is normally associated with a must weight of 80° Oechsle a final and separate analysis of all experimental samples above and below this must weight was carried out. In addition results were differentiated between white and red varieties. Analysis was carried out using the ranking indices. In the white wine sample group with a must weight below 80° Oechsle, the cryo concentration method was most effective. The remaining three enrichment methods were comparable. In the white wine sample group with a must weight over 80° Oechsle none of the concentration methods yielded significantly different results compared to the

chaptalisation method. This was however different for red wine samples with a baseline must weight of less than 80° Oechsle. In this sample group reverse osmosis and vacuum distillation achieved an observable improvement compared to chaptalisation. However when red wine samples with a baseline must weight of more than 80° Oechsle were analysed, the differences between sucrose, reverse osmosis and vacuum distillation are less well pronounced. Both concentrated variants on average only achieve a slight improvement. The cryo concentration using the tilted cooler was identified as poorest in both red wine samples above and below a must weight of 80° Oechsle.

The question of traceability is always an issue when approving new technologies. In the case of must concentration both the Federal Office for Consumer Protection and Veterinary Medicine and the Research Centre Juelich were asked to develop a verification method for the use of must concentration. Both Institutes aimed at developing this verification method using the stable isotope ratio $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$. Unfortunately however, both institutes failed to show the application of must concentration in the practice setting i.e. without the availability of the initial sample wine.

To finalise this research project an economic business analysis for both enrichment methods, chaptalisation and must concentration was carried out, as the economic attractiveness of a method is decisive for its strategic product acceptance. It was shown that, equal prices per litre of wine assuming, significantly less profit was achieved when the must concentration method was used in comparison to the chaptalisation method. This can be explained with the volume reduction following the concentration process. The true handling costs are of less importance in this instance. This reduction in profit needs to be compensated for, using a higher product price. The required additional profit for concentrated wines was estimated to be 19%. Furthermore it was of interest to identify the production threshold capacity at which the investment in a concentration facility was of economical viability or below which it makes more financial sense to commission a specialised company. Based on the available data the threshold value for investment was calculated to be 55.000 l per annum. Similar to the comparison between chaptalisation and must concentration carried out by a commissioned company, an analysis of the sale profits was done after purchase of the concentration facility. This reduced the required additional profit margin down to 18%.

In light of all of the introduced aspects a legal licensure for the must concentration of German quality wines is advisable. It is however important to note that must concentration is no universal miracle agent for the German wine production. Moreover it should be at everybody's discretion if and when to use must concentration. A rejection of the licensure for must concentration would have to be classified as questionable in light of international equality of opportunity. Using must concentration offers an alternative to chaptalisation which depending on the initial material used is capable of yielding comparable if not better quality. The availability of an alternative to the chaptalisation method seems also sensible in light of the growing international controversy over the acceptability of this method. However if all results for the sensory tests, the alternatives to must concentration and the business analysis factors are considered, the must concentration method still only remains applicable to a small percentage of German wines. This can be most clearly demonstrated using ranking indices. A significant improvement of the wine quality was only achievable in cryo concentrated white wine samples with a must weight less than 80° Oechsle compared to chaptalisation. This method is however not legally accepted. Despite the fact that red wine samples with a must weight of less than 80° Oechsle could be considerably improved using reverse osmosis and vacuum distillation the use of must concentration for such low starting qualities makes no financial sense due to the required additional profit margin in both white and red wines. At low initial must weights in addition the allowed alcohol enrichment of 2% Vol. can prove to be too minimal for the production of independent wines. For white wines above a must weight of 80° Oechsle, on average none of the concentration methods achieved an improvement of the wine quality when compared to chaptalisation. Within the red wine sample group above 80° Oechsle, reverse osmosis and vacuum distillation achieved an improvement compared to chaptalisation but the available alternatives to must concentration as thinning out and juice extraction were able to achieve comparable results. Especially the juice extraction presents an interesting economic alternative. The use of cryo concentration utilising a tilted cooler has so far proven to be an unsuitable method due to the poor colour development in red wine. Future studies should investigate the use of top quality wines in conjunction with a preceding thinning out in the vineyard. Due to a lack of suitable harvesting materials such experiments were not possible within the scope of this research project. The question whether a must concentration is advantageous in these samples remains to be answered.

7. Literatur

- Amtsblatt der europäischen Gemeinschaften. Rechtsvorschriften. L 272. 1990
- Belitz, Grosch. Lehrbuch der Lebensmittelchemie. 4. überarbeitete Aufl. 1992.
- Böhringer, P.: Der Einfluss der Konzentrierung von Traubenmosten auf die Zusammensetzung der daraus gewonnenen Weine. ZUL 100. 1955.
- Bui, K., Dick, R., Moulin, G., Galzy, P.: A Reverse Osmosis for the Production of Low Ethanol Contend Wine. In: Am. J. Enol. Vitic.. 37:4. 1986
- Christmann, M.: Neue oenologische Verfahren. Detaillierte Darstellung der wichtigsten Techniken. Neustadt/Weinstraße 2001.
- Christmann, M., Weber, D.: Neue önologische Verfahren – Wissenschaftliche Erkenntnisse aus den Konzentrierungsversuchen. Tagungsband zur 17. Fachtagung der Winzergenossenschaften. Deutscher Raiffeisenverband 2000.
- Christmann, M., Weber, D., Seckler J.: Mostkonzentrierung in Deutschland. In: Das Deutsche Weinmagazin. Nr. 23. November 2002.
- Clos, D.: Chemische und sensorische Auswirkungen physikalischer Konzentrierungsverfahren auf Most und Wein. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades im Fachbereich Lebensmittelchemie und Umwelttoxikologie der Universität Kaiserslautern. Kaiserslautern 2003.
- Diel, B.: Anreicherung deutscher Weine mittels Umkehrosmose. Vergleich zur konventionellen Saccharoseanreicherung unter analytischen, sensorischen und ökonomischen Gesichtspunkten. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades im Fachbereich Ernährungswissenschaften der Justus-Liebig-Universität Gießen. Gießen 1999.
- DIN 10950-1: Sensorische Prüfung – Teil 1: Begriffe. Ausgabe: 1999 - 2004.
- Duitschaever, C. L., Alba, J., Buteau, C., Allen, B.: Riesling Wines Made From Must Concentrated by Reverse Osmosis. I. Experimental Conditions and Composition of Musts and Wines. In: Am. J. Enol. Vitic.. 42:1. 1991
- Kessler, H. G.: Lebensmittel- und Bioverfahrenstechnik – Molkereitechnologie. Vierte überarbeitete und erweiterte Auflage. München 1996.
- Koch, J.: Handbuch der Lebensmitteltechnologie. Getränkebeurteilung. Stuttgart 1986.

- Lehrstuhl für Brauereianlagen und Lebensmittel-Verpackungstechnik.
Verpackungstechnisches Praktikum. Teil 2: Fehlerrechnung und Statistik.
Technische Universität München 1998.
- López, M., Alvarez, S., Riera, F. A., Alvarez, R.: Production of Low Alcohol
Content Apple Cider by Reverse Osmosis. In: Ind. Eng. Chem. Res.. 41 (25). 2002
- Mühlbach, G.: Repetitorium der Ingenieur-Mathematik. 2. Aufl.
Hannover 1992.
- Neubert, S.: Über das Prinzip der umgekehrten Osmose und ihre
Anwendungsmöglichkeit zur Konzentrierung von Traubensaft und
Entalkoholisierung von Bier mittels umgekehrter Osmose. Diplomarbeit an der
Landwirtschaftlichen Fakultät der Justus-Liebig-Universität Gießen. Gießen 1971.
- Neubert, S.: Über die Anwendung der Umkehrosmose in der Getränkeindustrie.
Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades bei dem Fachbereich
Ernährungswissenschaften der Justus-Liebig-Universität Gießen. Gießen 1976.
- Peynaud, E.: Evolutions des techniques vinicoles et oenologiques.
Ind. alim. agr. 87. 1970.
- Peynaud, E., Allard, J. J.: Concentration des mouts de raisin par osmose inverse. C.
R. Hebdomadaires des Seances de l' acad. d' agric. De France, 56. 1970.
- Pfaffmann, F.: Einfluss von verschiedenen Rotweinbereitungsverfahren auf das
Farb-, Aroma- und Gerbstoffprofil. Fachbereich Weinbau und Getränketechnologie.
Fachhochschule Wiesbaden. Diplomarbeit 1999.
- Roll, M.: Versuche zur Mostkonzentration im Herbst 1999. Fachbereich Weinbau
und Getränketechnologie. Fachhochschule Wiesbaden. Diplomarbeit 2000.
- Schulz, Weber, Steinberg, Augustin, Himstedt, Pfeifer: Teilentfruchtung, Teil II.
In: Das Deutsche Weinmagazin. Nr. 11. 27. Mai 2000.
- Sigler, J.: Mostkonzentrierung. Erfahrungen eines vierjährigen Großversuchs in
Baden. In: Rebe & Wein. Nr. 9. September 2002.
- Tanner und Brunner. Getränke-Analytik. 2. Aufl. Schwäbisch Hall 1979.
- Troost, G.: Zur Gütebeeinflussung kleiner Jahrgänge. Sonderdruck aus: Der deutsche
Weinbau. Heft 3. 1955. (1)
- Troost, G.: Kellerwirtschaftliche Möglichkeiten zur Gütebeeinflussung kleiner
Jahrgänge. Deutsche Weinzeitung. Heft 91. 1955. (2)
- Troost, G.: Handbuch der Kellerwirtschaft. Bd. 1. Technologie des Weines.
4. Auflage. Stuttgart 1972.

- Troost, G.: Technologie des Weines. 5. neuberarb. u. erw. Aufl. Stuttgart 1980.
- Troost, G. und Hennig, K.: Bericht der Rechnungsjahre 1946 – 1951 der Lehr- und Forschungsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau in Geisenheim. 1946 – 1951.
- Troost, G. und Hennig, K.: Bericht für das Rechnungsjahr 1952 / 1953 der Lehr- und Forschungsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau in Geisenheim. 1952 / 1953.
- Verordnung (EG) Nr. 1493/1999: Amtsblatt der europäischen Gemeinschaft (1999): Verordnung EG Nr. 1493/1999 des Rates über die gemeinsame Marktorganisation für Wein. Nr. L 179.
- Vogt, Lemperle und Weiss: Der Wein. 7. Aufl. Stuttgart. 1977.
- Weber, D.; Christmann, M.; Clos, D.; Fischer, U.; Scholten, G.: Ergebnisse zur Mostkonzentrierung in Deutschland. Tagungsband zum 6. Internationalen Symposium. Innovationen in der Kellerwirtschaft. Neue oenologische Verfahren und Weinqualität – Erfahrungen und Perspektiven-. Intervitis Interfructa 2001.
- Weber, D.: Ergebnisse der Konzentrierungsversuche bei Rotwein. Tagungsband zur 52. Betriebsleitertagung Kellerwirtschaft. Forschungsanstalt Geisenheim. September 2001.
- Weber, D.; Christmann, M.; Seckler, J.: Mostkonzentration in Deutschland. Ein sensorischer und analytischer Vergleich. In: Das Deutsche Weinmagazin. Nr. 18. September 2001.
- Weber, D.; Christmann, M.; Seckler, J.: Praktische Studie zur Mostkonzentrierung. In: Der Deutsche Weinbau. Nr. 15. Juli 2002.
- Weingesetz: Bundesgesetzblatt I (BGBl. I) (2001a): Weingesetz. Bundesgesetzblatt I, S. 985.
- Weinverordnung: Bundesgesetzblatt I (BGBl. I) (2001b): Weinverordnung. Bundesgesetzblatt I, S. 983.
- Wucherpfennig, K. und Neubert, S.: Versuche zum Konzentrieren von Wein und zur Herstellung alkoholarmen Weine mit Hilfe der Umkehrosmose. In: Die Wein-Wissenschaft 1977.
- Wucherpfennig, K.: Anwendungsmöglichkeiten von Membranprozessen bei der Herstellung von Getränken. Habilitationsschrift zur Erlangung der *venia legendi* im Fach Lebensmitteltechnologie. Fachbereich 19 Ernährungswissenschaften der Justus-Liebig-Universität Gießen. Geisenheim 1977.

-
- Wucherpfennig, K.: Über die Entwicklung auf dem Gebiet des Baues von Konzentratanlagen und über die Einsatzmöglichkeiten von Traubensaftkonzentraten in der Kellerwirtschaft. In: Die Wein-Wissenschaft. 1970.
 - Würdig und Woller: Handbuch der Lebensmitteltechnologie – Chemie des Weines. Stuttgart 1989.
 - Zürn, F.: Anwendungsmöglichkeiten der Umkehrosmose (Hyperfiltration) zur Qualitätsverbesserung von Most und Wein. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades bei dem Fachbereich 16. Angewandte Biologie und Umweltsicherung der Justus-Liebig-Universität Gießen. Gießen 1979.

8. Anhang

8.1 Ergebnisse der Herbstkampagne 1999

Serie 1: 1999er Müller-Thurgau / Rheinhessen

Varianten der Serie 1: 1999er Müller-Thurgau / Rheinhessen

Variante	Kontrolle	Saccharose	Umkehr- osmose	Vakuum- destillation	Schräg- kühler
Weinnummer	99900	99901	99902	99903	-

Mostanalyse der Serie 1: 1999er Müller-Thurgau / Rheinhessen

Variante		K	S	UO	VD	Perm.	Dest.
Mostgewicht	[°Oe]	72,8	83,3	87,9	82,4	0,8	0,0
Gesamtalkohol	[g/l]	75,5	88,8	92,4	87,0	0,8	0,1
vorhandener Alkohol	[g/l]	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,1
Glycerin	[g/l]	0,0	1,3	0,7	0,2	0,0	0,0
Saccharose	[g/l]	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Glucose	[g/l]	76,8	89,2	93,9	88,4	0,9	0,0
Fructose	[g/l]	83,9	98,2	102,7	96,7	0,8	0,0
Gesamtzucker	[g/l]	160,7	187,4	196,6	185,1	1,7	0,0
Weinsäure	[g/l]	5,1	5,0	5,1	5,1	0,1	<0,1
Äpfelsäure	[g/l]	3,1	3,2	3,8	3,6	<0,1	<0,1
Shikimisäure	[g/l]	0,031	0,029	0,036	0,035	0,000	0,000
Milchsäure	[g/l]	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Essigsäure	[g/l]	0,4	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1
Zitronensäure	[g/l]	0,5	0,3	0,7	0,6	0,2	<0,1
pH	[-]	3,30	3,54	3,34	3,34	3,61	7,60
titrierbare Säure	[g/l]	6,1	5,7	6,8	6,5	0,2	0,1
Ammonium	[mg/l]	48	49	57	53	0	0
Kalium	[mg/l]	1479	1295	1362	1384	20	0
Calcium	[mg/l]	93	98	115	103	0	18
Magnesium	[mg/l]	54	72	70	61	0	1
Gesamtphenole	[mg/l]	88	109	91	104	0	0

Weinanalyse der Serie 1: 1999er Müller-Thurgau / Rheinhessen

Variante		K	S	UO	VD
Gesamtalkohol	[g/l]	83,1	103,5	99,4	99,7
vorhandener Alkohol	[g/l]	78,2	98,2	94,1	94,5
Glycerin	[g/l]	7,5	8,1	7,6	7,0
Glucose	[g/l]	1,3	1,4	1,4	1,4
Fructose	[g/l]	9,2	10,0	9,8	9,5
Gesamtzucker	[g/l]	10,4	11,4	11,2	11,0
Weinsäure	[g/l]	2,7	2,6	2,6	2,6
Äpfelsäure	[g/l]	1,9	1,5	1,9	2,3
Shikimisäure	[g/l]	0,039	0,034	0,040	0,043
Milchsäure	[g/l]	0,6	0,8	0,8	0,7
Essigsäure	[g/l]	0,1	0,2	0,2	0,2
Zitronensäure	[g/l]	0,2	0,2	0,2	0,2
pH	-	3,31	3,44	3,46	3,49
titrierbare Säure	[g/l]	5,6	5,4	5,8	6,0
freie SO ₂	[mg/l]	28	35	32	31
Gesamte SO ₂	[mg/l]	60	73	78	77
Ammonium	[mg/l]	0	0	0	0
Kalium	[mg/l]	784	798	849	839
Calcium	[mg/l]	89	88	85	85
Magnesium	[mg/l]	73	74	89	94
Gesamtphenole	[mg/l]	130	133	137	140
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	19,1	20,1	20,9	19,9
Gesamtextrakt	[g/l]	29,5	31,5	32,1	30,9
Bentonitschönung	[g/hl]	400			
Entsäuerung					
Einst. Restzucker		Auf 8,8 g/l Fructose			

Dreieckstests der Serie 1: 1999er Müller-Thurgau / Rheinhessen

2 \ 1	S				UO				VD			
	n	1↑2	2↑1	1≠2	n	1↑2	2↑1	1≠2	n	1↑2	2↑1	1≠2
K	19/8/4/0				19/8/4/4				19/11/1/0			
S					19 / nicht signifikant				19 / nicht signifikant			
UO									19/4/5/5			

Rangziffern der Serie 1: 1999er Müller-Thurgau / Rheinhessen

Variante / Verkostung	K	S	UO	VD	SK	Prüferzahl
2000	3,27	2,93	2,78	3,02	-	27
2001	4,31	2,55	2,92	2,23	-	25
2002	3,89	2,44	3,00	2,67	-	12

Serie 2: 1999er Grauer Burgunder / Baden**Varianten der Serie 2: 1999er Grauer Burgunder / Baden**

Variante	Kontrolle	Saccharose	Umkehr- osmose	Vakuum- destillation	Schräg- kühler
Weinnummer	99912	99913	99914	99915	99916

Mostanalyse der Serie 2: 1999er Grauer Burgunder / Baden

Variante		K	S	UO	VD	Perm.	Dest.
Mostgewicht	[°Oe]	89,7	101,2	104,0	87,3	1,8	0,0
Gesamtalkohol	[g/l]	96,6	119,8	113,2	59,5	2,1	0,4
vorhandener Alkohol	[g/l]	0,0	6,0	0,0	10,6	0,2	0,4
Glycerin	[g/l]	1,3	3,7	1,4	3,2	0,0	0,0
Saccharose	[g/l]	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Glucose	[g/l]	102,0	116,1	119,4	51,8	1,9	0,0
Fructose	[g/l]	103,6	126,1	121,4	52,1	2,0	0,0
Gesamtzucker	[g/l]	205,6	242,2	240,8	103,9	3,9	0,0
Weinsäure	[g/l]	4,0	4,3	4,3	4,3	<0,1	<0,1
Äpfelsäure	[g/l]	4,2	4,2	4,9	4,7	0,1	<0,1
Shikimisäure	[g/l]	0,003	0,002	0,003	0,004	0,000	0,000
Milchsäure	[g/l]	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Essigsäure	[g/l]	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	<0,1
Zitronensäure	[g/l]	0,2	0,2	0,2	0,2	<0,1	<0,1
pH	[-]	3,62	3,63	3,58	3,55	3,67	4,59
titrierbare Säure	[g/l]	6,4	6,3	7,0	7,8	0,4	0,1
Ammonium	[mg/l]	82	78	101	70	3	0
Kalium	[mg/l]	1434	1669	1564	1465	40	0
Calcium	[mg/l]	85	123	103	102	2	10
Magnesium	[mg/l]	62	81	77	72	0	0
Gesamtphenole	[mg/l]	191	192	206	176	0	0

Von der Variante Schrägkühler lag keine Mostprobe zur Analyse vor.

Weinanalyse der Serie 2: 1999er Grauer Burgunder / Baden

Variante		K	S	UO	VD	SK	
Gesamtalkohol	[g/l]	100,0	117,9	115,2	116,1	119,7	
vorhandener Alkohol	[g/l]	100,1	117,9	114,9	115,9	119,0	
Glycerin	[g/l]	8,0	8,9	9,1	10,1	8,0	
Glucose	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Fructose	[g/l]	0,0	0,0	0,6	0,5	1,4	
Gesamtzucker	[g/l]	0,0	0,0	0,6	0,5	1,4	
Weinsäure	[g/l]	1,7	1,5	1,5	1,5	1,6	
Äpfelsäure	[g/l]	3,5	3,4	3,8	3,5	2,3	
Shikimisäure	[g/l]	0,005	0,005	0,006	0,006	0,004	
Milchsäure	[g/l]	0,3	0,2	0,2	0,3	0,1	
Essigsäure	[g/l]	0,2	0,3	0,2	0,2	0,5	
Zitronensäure	[g/l]	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	
pH	-	3,55	3,52	3,60	3,60	3,47	
titrierbare Säure	[g/l]	6,1	5,9	6,3	6,1	5,4	
freie SO ₂	[mg/l]	28	35	28	30	37	
Gesamte SO ₂	[mg/l]	77	81	82	72	83	
Ammonium	[mg/l]	0	0	0	0	0	
Kalium	[mg/l]	1091	1066	1255	1075	902	
Calcium	[mg/l]	78	82	100	104	95	
Magnesium	[mg/l]	75	75	92	82	84	
Gesamtphenole	[mg/l]	181	173	191	173	457	
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	24,7	24,2	25,9	25,7	22,7	
Gesamtextrakt	[g/l]	24,7	24,2	26,4	26,2	24,1	
Bentonitschönung	[g/hl]	300					
Entsäuerung							
Einst. Restzucker							

Dreieckstests der Serie 2: 1999er Grauer Burgunder / Baden

2 \ 1	S				UO				VD				SK			
	n	1↑2	2↑1	1≠2	n	1↑2	2↑1	1≠2	n	1↑2	2↑1	1≠2	n	1↑2	2↑1	1≠2
K	19/3/6/2				19/4/6/1				19/4/3/4				15/5/5/2			
S					19 / nicht signifikant				19/4/9/2				15/6/4/2			
UO									19/5/8/4				15/5/4/1			
VD													15/3/6/1			

Rangziffern der Serie 2: 1999er Grauer Burgunder / Baden

Variante / Verkostung	K	S	UO	VD	SK	Prüferzahl
2000	3,59	3,59	3,08	2,57	4,66	27
2001	3,60	3,71	2,61	2,41	5,17	24
2002	2,35	2,98	3,19	3,29	5,69	12

Serie 3: 1999er Riesling / Rheingau**Varianten der Serie 3: 1999er Riesling / Rheingau**

Variante	Kontrolle	Saccharose	Umkehr- osmose	Vaku- um- destillation	Schräg- kühler
Weinnummer	99923	99924	99925	99926	99927

Mostanalyse der Serie 3: 1999er Riesling / Rheingau

Variante		K	S	UO	VD	SK	Perm.	Dest.
Mostgewicht	[°Oe]	81,9	91,2	88,1	94,7	90,9	1,0	0,0
Gesamtalkohol	[g/l]	86,9	99,3	93,4	96,1	94,1	1,2	1,1
vorhandener Alkohol	[g/l]	0,0	0,0	0,0	20,2	0,0	0,0	1,1
Glycerin	[g/l]	0,0	0,0	0,0	2,7	1,6	0,0	0,0
Saccharose	[g/l]	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Glucose	[g/l]	89,9	102,9	96,7	64,9	95,9	1,3	0,0
Fructose	[g/l]	95,0	108,4	101,9	96,5	104,3	1,2	0,0
Gesamtzucker	[g/l]	184,8	211,3	198,6	161,4	200,2	2,5	0,0
Weinsäure	[g/l]	5,4	5,6	5,3	5,4	5,0	0,1	<0,1
Äpfelsäure	[g/l]	4,2	4,1	4,4	4,7	4,6	0,1	<0,1
Shikimisäure	[g/l]	0,047	0,047	0,048	0,054	0,053	0,001	0,000
Milchsäure	[g/l]	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Essigsäure	[g/l]	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	0,1
Zitronensäure	[g/l]	0,5	0,4	0,4	0,5	0,7	0,1	<0,1
pH	[-]	3,15	3,20	3,13	3,08	3,23	3,70	6,34
titrierbare Säure	[g/l]	8,5	8,4	8,9	9,4	8,9	0,2	0,1
Ammonium	[mg/l]	78	156	89	89	129	0	0
Kalium	[mg/l]	1307	1321	1259	1281	1575	29	4
Calcium	[mg/l]	114	93	122	127	126	3	8
Magnesium	[mg/l]	70	60	70	88	85	1	1
Gesamtphenole	[mg/l]	257	229	233	246	280	0	0

Weinanalyse der Serie 3: 1999er Riesling / Rheingau

Variante		K	S	UO	VD	SK	
Gesamtalkohol	[g/l]	85,5	99,4	93,8	102,1	98,9	
vorhandener Alkohol	[g/l]	85,3	99,2	93,6	101,8	98,6	
Glycerin	[g/l]	6,5	7,2	7,3	7,6	7,5	
Glucose	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Fructose	[g/l]	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	
Gesamtzucker	[g/l]	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	
Weinsäure	[g/l]	2,8	2,7	2,6	2,6	2,1	
Äpfelsäure	[g/l]	3,7	3,5	3,8	3,9	3,9	
Shikimisäure	[g/l]	0,067	0,066	0,072	0,078	0,080	
Milchsäure	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Essigsäure	[g/l]	0,1	0,2	0,1	0,1	0,0	
Zitronensäure	[g/l]	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	
pH	[-]	3,03	3,14	3,14	3,06	3,30	
titrierbare Säure	[g/l]	8,3	8,3	8,4	8,8	8,0	
freie SO ₂	[mg/l]	25	31	28	30	31	
Gesamte SO ₂	[mg/l]	74	82	78	82	80	
Ammonium	[mg/l]	0	0	0	0	0	
Kalium	[mg/l]	752	730	698	651	888	
Calcium	[mg/l]	80	81	92	85	79	
Magnesium	[mg/l]	62	59	66	74	74	
Gesamtphenole	[mg/l]	240	235	260	248	285	
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	20,9	21,8	22,6	23,3	24,7	
Gesamtextrakt	[g/l]	21,2	22,2	23,1	23,9	25,3	
Bentonitschönung	[g/hl]	200					
Entsäuerung							
Einst. Restzucker							

Dreieckstests der Serie 3: 1999er Riesling / Rheingau

2 \ 1	S				UO				VD				SK			
	n	1↑2	2↑1	1≠2												
K	20 / nicht signifikant															
S					20 / nicht signifikant				20 / nicht signifikant				20 / nicht signifikant			
UO									20 / nicht signifikant				20 / nicht signifikant			
VD													20 / nicht signifikant			

Rangziffern der Serie 3: 1999er Riesling / Rheingau

Variante / Verkostung	K	S	UO	VD	SK	Prüferzahl
2000	4,43	3,69	3,73	3,55	2,11	27
2001	4,52	3,59	4,15	3,13	2,11	27
2002	3,40	3,92	3,71	4,33	2,15	12

Serie 4: 1999er Gewürztraminer / Pfalz**Varianten der Serie 4: 1999er Gewürztraminer / Pfalz**

Variante	Kontrolle	Saccharose	Umkehr- osmose	Vakuum- destillation	Schräg- kühler
Weinnummer	99928	99929	99930	99931	-

Mostanalyse der Serie 4: 1999er Gewürztraminer / Pfalz

Variante		K	S	UO	VD	Perm.	Dest.
Mostgewicht	[°Oe]	83,0	97,5	89,8	98,8	4,1	0,0
Gesamtalkohol	[g/l]	91,9	100,9	96,2	108,3	3,9	1,2
vorhandener Alkohol	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2
Glycerin	[g/l]	0,0	1,6	0,6	0,8	0,0	0,0
Saccharose	[g/l]	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Glucose	[g/l]	96,6	104,3	101,4	113,1	4,0	0,0
Fructose	[g/l]	98,9	110,3	103,3	117,3	4,4	0,0
Gesamtzucker	[g/l]	195,5	214,6	204,7	230,3	8,4	0,0
Weinsäure	[g/l]	5,0	4,6	4,1	4,1	0,7	<0,1
Äpfelsäure	[g/l]	4,5	4,3	4,9	5,2	0,1	<0,1
Shikimisäure	[g/l]	0,048	0,039	0,052	0,052	0,004	0,000
Milchsäure	[g/l]	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Essigsäure	[g/l]	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1
Zitronensäure	[g/l]	0,4	0,4	0,4	0,5	<0,1	0,1
pH	[-]	3,44	3,38	3,40	3,45	3,25	6,60
titrierbare Säure	[g/l]	7,5	7,4	7,4	7,8	0,7	0,2
Ammonium	[mg/l]	146	149	142	161	0	0
Kalium	[mg/l]	1462	1279	1159	1373	139	0
Calcium	[mg/l]	112	80	113	120	13	14
Magnesium	[mg/l]	59	63	74	82	4	1
Gesamtphenole	[mg/l]	122	124	131	147	0	0

Weinanalyse der Serie 4: 1999er Gewürztraminer / Pfalz

Variante		K	S	UO	VD
Gesamtalkohol	[g/l]	93,3	103,8	102,3	111,5
vorhandener Alkohol	[g/l]	92,8	103,1	101,8	110,6
Glycerin	[g/l]	6,6	7,5	7,5	8,2
Glucose	[g/l]	0,1	0,1	0,1	0,0
Fructose	[g/l]	1,0	1,2	1,1	1,9
Gesamtzucker	[g/l]	1,1	1,3	1,2	2,0
Weinsäure	[g/l]	2,2	2,1	2,1	1,9
Äpfelsäure	[g/l]	3,4	3,4	3,7	3,9
Shikimisäure	[g/l]	0,063	0,065	0,069	0,075
Milchsäure	[g/l]	0,1	0,1	0,1	0,0
Essigsäure	[g/l]	0,4	0,4	0,3	0,5
Zitronensäure	[g/l]	0,2	0,2	0,2	0,2
pH	-	3,38	3,39	3,44	3,48
titrierbare Säure	[g/l]	6,6	6,6	6,8	7,2
freie SO ₂	[mg/l]	21	21	21	23
Gesamte SO ₂	[mg/l]	58	62	65	66
Ammonium	[mg/l]	0	0	0	0
Kalium	[mg/l]	902	879	983	952
Calcium	[mg/l]	90	94	106	113
Magnesium	[mg/l]	70	69	88	88
Gesamtphenole	[mg/l]	156	150	156	171
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	23,0	23,3	25,3	27,3
Gesamtextrakt	[g/l]	24,1	24,6	26,4	29,3
Bentonitschönung	[g/hl]	400			
Entsäuerung					
Einst. Restzucker					

Dreieckstests der Serie 4: 1999er Gewürztraminer / Pfalz

1 \ 2	S				UO				VD			
	n	1↑2	2↑1	1≠2	n	1↑2	2↑1	1≠2	n	1↑2	2↑1	1≠2
K	15 / nicht signifikant				15/3/5/2				15 / nicht signifikant			
S					15 / nicht signifikant				15/4/4/2			
UO									15 / nicht signifikant			

Rangziffern der Serie 4: 1999er Gewürztraminer / Pfalz

Variante / Verkostung	K	S	UO	VD	SK	Prüferzahl
2000	3,51	3,19	3,35	1,96	-	27
2001	3,51	2,74	2,90	2,85	-	26
2002	2,89	2,44	2,78	3,89	-	12

Serie 5: 1999er Weißburgunder / Pfalz**Varianten der Serie 5: 1999er Weißburgunder/ Pfalz**

Variante	Kontrolle	Saccharose	Umkehr- osmose	Vakuum- destillation	Schräg- kühler
Weinnummer	99938	99939	99940	99941	-

Mostanalyse der Serie 5: 1999er Weißburgunder/ Pfalz

Variante		K	S	UO	VD	Perm.	Dest.
Mostgewicht	[°Oe]	80,1	90,6	93,2	93,6	3,0	0,1
Gesamtalkohol	[g/l]	85,1	99,0	99,6	98,4	0,0	0,0
vorhandener Alkohol	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Glycerin	[g/l]	2,0	0,9	0,5	1,7	0,0	0,0
Saccharose	[g/l]	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Glucose	[g/l]	86,1	100,4	100,8	99,5	0,0	0,0
Fructose	[g/l]	94,9	110,3	111,1	109,9	0,0	0,0
Gesamtzucker	[g/l]	181,1	210,7	211,9	209,4	0,0	0,0
Weinsäure	[g/l]	3,7	3,8	4,3	4,0	<0,5	<0,5
Äpfelsäure	[g/l]	3,5	3,5	4,0	5,8	<0,1	0,2
Shikimisäure	[g/l]	0,013	0,012	0,014	0,024	0,000	0,000
Milchsäure	[g/l]	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1
Essigsäure	[g/l]	0,1	<0,1	<0,1	0,3	3,9	0,3
Zitronensäure	[g/l]	0,4	0,5	0,6	0,5	<0,1	<0,1
pH	[-]	3,40	3,37	3,44	3,32	3,48	5,01
titrierbare Säure	[g/l]	5,9	5,8	6,8	7,0	0,8	0,2
Ammonium	[mg/l]	56	57	66	70	0	0
Kalium	[mg/l]	1237	1293	1476	1584	88	3
Calcium	[mg/l]	86	89	106	103	5	39
Magnesium	[mg/l]	59	62	72	77	1	7
Gesamtphenole	[mg/l]	200	113	134	188	3	0

Weinanalyse der Serie 5: 1999er Weißburgunder/ Pfalz

Variante		K	S	UO	VD
Gesamtalkohol	[g/l]	91,7	97,5	99,5	99,1
vorhandener Alkohol	[g/l]	91,2	97,0	99,3	98,2
Glycerin	[g/l]	9,3	10,5	9,2	10,3
Glucose	[g/l]	0,4	0,5	0,0	0,0
Fructose	[g/l]	0,8	0,7	0,5	1,9
Gesamtzucker	[g/l]	1,2	1,2	0,5	1,9
Weinsäure	[g/l]	2,0	1,9	2,0	2,0
Äpfelsäure	[g/l]	3,1	3,0	3,2	3,3
Shikimisäure	[g/l]	0,045	0,058	0,027	0,075
Milchsäure	[g/l]	0,1	0,1	0,1	0,1
Essigsäure	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0
Zitronensäure	[g/l]	0,4	0,4	0,5	0,5
pH	-	3,37	3,40	3,54	3,49
titrierbare Säure	[g/l]	6,8	6,8	6,7	7,1
freie SO ₂	[mg/l]	27	24	21	22
Gesamte SO ₂	[mg/l]	91	84	81	151
Ammonium	[mg/l]	0	0	0	0
Kalium	[mg/l]	1045	1000	1028	1098
Calcium	[mg/l]	114	102	119	130
Magnesium	[mg/l]	71	68	79	83
Gesamtphenole	[mg/l]	182	194	182	243
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	24,8	24,1	25,3	28,2
Gesamtextrakt	[g/l]	26,0	25,3	25,8	30,1
Bentonitschönung	[g/hl]	300			
Entsäuerung					
Einst. Restzucker					

Dreieckstests der Serie 5: 1999er Weißburgunder/ Pfalz

2 \ 1	S				UO				VD			
	n	1↑2	2↑1	1≠2	n	1↑2	2↑1	1≠2	n	1↑2	2↑1	1≠2
K	15 / nicht signifikant				15/3/3/3				15 / nicht signifikant			
S					15 / nicht signifikant				15 / nicht signifikant			
UO									14/4/7/0			

Rangziffern der Serie 5: 1999er Weißburgunder/ Pfalz

Variante / Verkostung	K	S	UO	VD	SK	Prüferzahl
2000	3,47	3,17	1,99	3,37	-	27
2001	3,11	4,06	2,06	2,78	-	24
2002	2,22	3,44	3,33	3,00	-	12

Serie 6: 1999er Riesling / Mosel-Saar-Ruwer**Varianten der Serie 6: 1999er Riesling / Mosel-Saar-Ruwer**

Variante	Kontrolle	Saccharose	Umkehr- osmose	Vakuum- destillation	Schräg- kühler
Weinnummer	99942	99943	99944	-	99946

Mostanalyse der Serie 6: 1999er Riesling / Mosel-Saar-Ruwer

Variante		K	S	UO	SK	Perm.
Mostgewicht	[°Oe]	63,3	82,7	80,6	82,2	2,3
Gesamtalkohol	[g/l]	65,3	88,1	84,1	86,2	1,8
vorhandener Alkohol	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Glycerin	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0
Saccharose	[g/l]	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Glucose	[g/l]	65,0	89,1	83,9	86,2	1,7
Fructose	[g/l]	73,8	98,4	95,0	97,1	2,2
Gesamtzucker	[g/l]	138,9	187,5	178,9	183,4	3,9
Weinsäure	[g/l]	6,4	6,4	6,5	6,1	<0,5
Äpfelsäure	[g/l]	3,4	3,3	4,2	4,2	0,2
Shikimisäure	[g/l]	0,031	0,032	0,038	0,042	0,001
Milchsäure	[g/l]	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Essigsäure	[g/l]	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Zitronensäure	[g/l]	0,2	0,2	0,2	0,3	<0,1
pH	[-]	3,66	3,69	3,29	3,59	3,30
titrierbare Säure	[g/l]	4,8	4,7	5,7	5,3	0,5
Ammonium	[mg/l]	82	150	107	85	0
Kalium	[mg/l]	1104	1090	1011	1054	85
Calcium	[mg/l]	111	104	160	136	2
Magnesium	[mg/l]	78	76	106	101	1
Gesamtphenole	[mg/l]	173	161	200	342	0

Weinanalyse der Serie 6: 1999er Riesling / Mosel-Saar-Ruwer

Variante		K	S	UO	SK
Gesamtalkohol	[g/l]	67,5	92,6	87,9	88,1
vorhandener Alkohol	[g/l]	67,0	91,7	87,6	87,9
Glycerin	[g/l]	7,3	8,2	8,1	6,2
Glucose	[g/l]	0,3	0,4	0,0	0,0
Fructose	[g/l]	0,9	1,4	0,5	0,5
Gesamtzucker	[g/l]	1,2	1,7	0,5	0,5
Weinsäure	[g/l]	4,0	3,5	4,0	3,5
Äpfelsäure	[g/l]	2,9	2,6	3,0	3,2
Shikimisäure	[g/l]	0,049	0,049	0,057	0,055
Milchsäure	[g/l]	0,1	0,1	0,1	0,0
Essigsäure	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0
Zitronensäure	[g/l]	0,2	0,2	0,3	0,3
pH	[-]	2,99	3,04	3,10	3,13
titrierbare Säure	[g/l]	8,7	8,2	9,3	8,5
freie SO ₂	[mg/l]	24	19	27	27
Gesamte SO ₂	[mg/l]	56	56	67	49
Ammonium	[mg/l]	0	0	0	0
Kalium	[mg/l]	706	624	641	707
Calcium	[mg/l]	102	95	147	155
Magnesium	[mg/l]	73	74	111	111
Gesamtphenole	[mg/l]	181	173	190	239
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	21,9	21,6	25,5	22,5
Gesamtextrakt	[g/l]	23,1	23,3	26,0	23,0
Bentonitschönung	[g/hl]	300			
Entsäuerung					
Einst. Restzucker					

Dreieckstests der Serie 6: 1999er Riesling / Mosel-Saar-Ruwer

1 \ 2	S				UO				SK			
	n	1↑2	2↑1	1≠2	n	1↑2	2↑1	1≠2	n	1↑2	2↑1	1≠2
K	14 / nicht signifikant				14/7/1/2				14 / nicht signifikant			
S					14 / nicht signifikant				14/4/5/0			
UO									14/2/2/6			

Rangziffern der Serie 6: 1999er Riesling / Mosel-Saar-Ruwer

Variante / Verkostung	K	S	UO	VD	SK	Prüferzahl
2000	3,81	2,83	2,58	-	2,78	27
2001	4,75	2,98	2,73	-	1,54	27
2002	3,33	1,89	3,44	-	3,33	12

Serie 7: 1999er Riesling / Mosel-Saar-Ruwer**Varianten der Serie 7: 1999er Riesling / Mosel-Saar-Ruwer**

Variante	Kontrolle	Saccharose	Umkehr- osmose	Vaku- um- destillation	Schräg- kühler
Weinnummer	99947	99948	99949	99950	99951

Mostanalyse der Serie 7: 1999er Riesling / Mosel-Saar-Ruwer

Variante		K	S	UO	VD	SK	Perm.	Dest.
Mostgewicht	[°Oe]	68,4	80,6	81,6	83,6	84,2	0,5	0,0
Gesamtalkohol	[g/l]	73,4	89,3	80,4	80,8	82,5	0,1	0,0
vorhandener Alkohol	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Glycerin	[g/l]	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Saccharose	[g/l]	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Glucose	[g/l]	72,3	88,8	78,7	78,5	79,4	0,1	0,0
Fructose	[g/l]	83,9	101,2	92,2	93,4	96,2	0,1	0,0
Gesamtzucker	[g/l]	156,2	190,0	171,0	172,0	175,6	0,1	0,0
Weinsäure	[g/l]	7,1	6,9	7,2	6,5	5,4	<0,5	<0,5
Äpfelsäure	[g/l]	3,0	2,9	3,5	3,7	3,5	<0,1	<0,1
Shikimisäure	[g/l]	0,041	0,032	0,046	0,045	0,059	0,000	0,000
Milchsäure	[g/l]	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Essigsäure	[g/l]	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Zitronensäure	[g/l]	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,1	0,1
pH	[-]	3,19	3,15	3,09	3,12	3,22	3,99	4,45
titrierbare Säure	[g/l]	7,9	7,5	8,9	7,5	7,3	0,2	0,1
Ammonium	[mg/l]	86	87	108	106	160	0	0
Kalium	[mg/l]	1221	1228	1183	1037	997	9	0
Calcium	[mg/l]	78	93	122	257	132	3	0
Magnesium	[mg/l]	55	59	72	90	80	0	0
Gesamtphenole	[mg/l]	190	135	272	207	354	0	0

Weinanalyse der Serie 7: 1999er Riesling / Mosel-Saar-Ruwer

Variante		K	S	UO	VD	SK	
Gesamtalkohol	[g/l]	73,6	94,6	89,2	91,2	91,5	
vorhandener Alkohol	[g/l]	73,5	94,5	89,0	91,1	90,8	
Glycerin	[g/l]	5,6	6,7	7,1	6,5	5,8	
Glucose	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Fructose	[g/l]	0,2	0,3	0,3	0,2	1,5	
Gesamtzucker	[g/l]	0,2	0,3	0,3	0,2	1,5	
Weinsäure	[g/l]	3,4	3,2	3,5	3,2	2,9	
Äpfelsäure	[g/l]	2,3	2,2	2,8	3,0	2,7	
Shikimisäure	[g/l]	0,044	0,044	0,056	0,054	0,068	
Milchsäure	[g/l]	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	
Essigsäure	[g/l]	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	
Zitronensäure	[g/l]	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	
pH	[-]	2,96	2,98	3,01	3,12	3,11	
titrierbare Säure	[g/l]	6,8	7,0	8,0	7,4	7,1	
freie SO ₂	[mg/l]	31	29	27	24	20	
Gesamte SO ₂	[mg/l]	57	58	67	69	50	
Ammonium	[mg/l]	0	0	0	0	0	
Kalium	[mg/l]	591	512	540	585	567	
Calcium	[mg/l]	92	80	124	109	92	
Magnesium	[mg/l]	60	54	71	83	69	
Gesamtphenole	[mg/l]	148	156	187	162	295	
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	19,5	19,0	21,7	21,8	19,8	
Gesamtextrakt	[g/l]	19,7	19,3	21,9	22,0	21,3	
Bentonitschönung	[g/hl]	400					
Entsäuerung							
Einst. Restzucker							

Dreieckstests der Serie 7: 1999er Riesling / Mosel-Saar-Ruwer

2 \ 1	S				UO				VD				SK			
	n	1↑2	2↑1	1≠2												
K	14 / nicht signifikant				14/8/0/2				14/6/3/1				14 / nicht signifikant			
S					14 / nicht signifikant				14 / nicht signifikant				14 / nicht signifikant			
UO									14 / nicht signifikant				14 / nicht signifikant			
VD													14/5/1/3			

Rangziffern Serie 7: 1999er Riesling / Mosel-Saar-Ruwer

Variante / Verkostung	K	S	UO	VD	SK	Prüferzahl
2000	4,03	3,55	3,98	3,36	2,59	26
2001	4,43	3,87	3,18	3,59	2,44	27
2002	3,92	3,50	4,23	2,88	2,98	12

Serie 8: 1999er Silvaner / Franken**Varianten der Serie 8: 1999er Silvaner / Franken**

Variante	Kontrolle	Saccharose	Umkehr- osmose	Vaku- um- destillation	Schräg- kühler
Weinnummer	99952	99953	99954	99955	99956

Mostanalyse der Serie 8: 1999er Silvaner / Franken

Variante		K	S	UO	VD	SK	Perm.	Dest.
Mostgewicht	[°Oe]	71,7	84,4	88,0	86,7	85,4	2,2	0,0
Gesamtalkohol	[g/l]	71,5	88,2	89,7	90,2	85,0	1,9	0,0
vorhandener Alkohol	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Glycerin	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Saccharose	[g/l]	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Glucose	[g/l]	71,3	89,3	89,8	90,0	83,8	2,0	0,0
Fructose	[g/l]	80,9	98,3	101,0	102,0	97,1	2,1	0,0
Gesamtzucker	[g/l]	152,2	187,6	190,8	192,0	181,0	4,1	0,0
Weinsäure	[g/l]	6,1	6,0	6,3	6,4	4,8	<0,5	<0,5
Äpfelsäure	[g/l]	3,8	3,5	4,8	4,6	3,8	0,1	<0,1
Shikimisäure	[g/l]	0,021	0,021	0,028	0,028	0,022	0,001	0,000
Milchsäure	[g/l]	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Essigsäure	[g/l]	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,1	<0,1
Zitronensäure	[g/l]	0,3	0,2	0,3	0,3	0,4	0,1	<0,1
pH	[-]	3,35	3,44	3,38	3,33	3,38	3,51	7,31
titrierbare Säure	[g/l]	6,6	6,4	7,5	7,6	5,8	0,3	0,0
Ammonium	[mg/l]	45	46	56	53	47	0	0
Kalium	[mg/l]	1504	1467	1575	1615	1222	49	1
Calcium	[mg/l]	136	129	193	143	128	3	14
Magnesium	[mg/l]	63	55	88	72	70	1	0
Gesamtphenole	[mg/l]	181	159	214	230	208	0	0

Weinanalyse der Serie 8: 1999er Silvaner / Franken

Variante		S	UO	VD	SK
Gesamtalkohol	[g/l]	97,6	96,2	96,9	95,1
vorhandener Alkohol	[g/l]	95,1	93,7	94,3	93,1
Glycerin	[g/l]	5,0	5,4	5,2	5,1
Glucose	[g/l]	0,0	0,0	0,4	0,0
Fructose	[g/l]	5,3	5,2	5,1	4,3
Gesamtzucker	[g/l]	5,3	5,2	5,5	4,3
Weinsäure	[g/l]	2,5	2,4	2,4	2,5
Äpfelsäure	[g/l]	2,5	3,2	3,2	2,7
Shikimisäure	[g/l]	0,025	0,031	0,030	0,031
Milchsäure	[g/l]	0,3	0,2	0,2	0,2
Essigsäure	[g/l]	0,3	0,4	0,4	0,3
Zitronensäure	[g/l]	0,2	0,3	0,3	0,3
pH	[-]	3,24	3,25	3,18	3,34
titrierbare Säure	[g/l]	5,4	6,5	6,2	5,7
freie SO ₂	[mg/l]	40	40	38	40
Gesamte SO ₂	[mg/l]	95	90	103	74
Gesamtphenole	[mg/l]	128	165	158	179
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	18,7	21,8	20,5	20,0
Gesamtextrakt	[g/l]	24,0	27,0	26,0	24,3
Bentonitschönung	[g/hl]	500			
Entsäuerung					
Einst. Restzucker		Auf 5,7 g/l Fructose			

Von der Kontrollvariante lag keine Probe zur Analyse vor.

Dreieckstests der Serie 8: 1999er Silvaner / Franken

2 \ 1	S				UO				VD				SK			
	n	1↑2	2↑1	1≠2	n	1↑2	2↑1	1≠2	n	1↑2	2↑1	1≠2	n	1↑2	2↑1	1≠2
K	15 / nicht signifikant				15/5/4/1				15 / nicht signifikant				15 / nicht signifikant			
S					15/6/3/2				15 / nicht signifikant				15 / nicht signifikant			
UO									15 / nicht signifikant				15 / nicht signifikant			
VD													15/1/5/3			

Rangziffern der Serie 8: 1999er Silvaner / Franken

Variante / Verkostung	K	S	UO	VD	SK	Prüferzahl
2000	4,56	3,22	1,97	3,55	4,19	27
2001	3,70	2,75	2,25	5,55	3,25	25
2002	4,44	3,29	2,15	3,60	4,02	12

Serie 9: 1999er Riesling / Württemberg**Varianten der Serie 9: 1999er Riesling / Württemberg**

Variante	Kontrolle	Saccharose	Umkehr- osmose	Vakuum- destillation	Schräg- kühler
Weinnummer	99973	99974	99975	99976	-

Mostanalyse der Serie 9: 1999er Riesling / Württemberg

Variante		K	S	UO	VD	Perm.	Dest.
Mostgewicht	[°Oe]	80,9	90,4	93,1	90,7	2,7	0,1
Gesamtalkohol	[g/l]	83,3	97,6	96,4	89,8	10,9	0,0
vorhandener Alkohol	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Glycerin	[g/l]	0,8	0,1	1,0	0,5	0,0	0,0
Saccharose	[g/l]	<0,5	23,9	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Glucose	[g/l]	83,5	87,4	96,2	89,8	11,3	0,0
Fructose	[g/l]	93,8	96,4	109,0	101,4	12,0	0,0
Gesamtzucker	[g/l]	177,3	207,6	205,1	191,1	23,2	0,0
Weinsäure	[g/l]	5,8	6,5	6,2	6,2	0,3	<0,1
Äpfelsäure	[g/l]	3,4	3,2	3,5	3,5	0,1	<0,1
Shikimisäure	[g/l]	0,049	0,052	0,047	0,049	0,002	0,000
Milchsäure	[g/l]	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Essigsäure	[g/l]	0,1	0,1	0,1	0,1	<0,1	<0,1
Zitronensäure	[g/l]	0,3	0,2	0,2	0,2	<0,1	0,1
pH	[-]	3,14	3,06	3,18	3,22	3,44	7,77
titrierbare Säure	[g/l]	7,5	7,7	8,3	8,2	0,4	0,0
Ammonium	[mg/l]	59	58	68	67	0	0
Kalium	[mg/l]	1084	1249	1057	1065	53	2
Calcium	[mg/l]	101	111	122	121	3	16
Magnesium	[mg/l]	93	85	106	104	3	2
Gesamtphenole	[mg/l]	274	206	272	271	10	0

Weinanalyse der Serie 9: 1999er Riesling / Württemberg

Variante		K	S	UO	VD
Gesamtalkohol	[g/l]	96,5	109,9	106,1	101,4
vorhandener Alkohol	[g/l]	94,7	107,9	104,3	99,3
Glycerin	[g/l]	5,1	5,6	5,2	5,9
Glucose	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0
Fructose	[g/l]	3,9	4,4	3,8	4,3
Gesamtzucker	[g/l]	3,9	4,4	3,8	4,3
Weinsäure	[g/l]	3,0	2,9	3,4	3,3
Äpfelsäure	[g/l]	2,4	2,3	2,6	2,7
Shikimisäure	[g/l]	0,066	0,064	0,073	0,077
Milchsäure	[g/l]	<0,1	0,3	<0,1	<0,1
Essigsäure	[g/l]	0,4	0,5	0,5	0,6
Zitronensäure	[g/l]	0,3	0,3	0,3	0,4
pH	[-]	3,37	3,12	3,06	3,10
titrierbare Säure	[g/l]	6,6	6,5	7,1	7,3
freie SO ₂	[mg/l]	38	45	45	47
Gesamte SO ₂	[mg/l]	88	100	83	95
Gesamtphenole	[mg/l]	204	219	216	237
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	20,6	21,0	21,5	22,0
Gesamtextrakt	[g/l]	24,5	25,4	25,2	26,3
Bentonitschönung	[g/hl]	200			
Entsäuerung					
Einst. Restzucker		Auf 4,9 g/l Fructose			

Dreieckstests der Serie 9: 1999er Riesling / Württemberg

2 \ 1	S				UO				VD			
	n	1↑2	2↑1	1≠2	n	1↑2	2↑1	1≠2	n	1↑2	2↑1	1≠2
K	17 / nicht signifikant				16/3/6/1				17 / nicht signifikant			
S					17/3/6/1				17 / nicht signifikant			
UO									16 / nicht signifikant			

Rangziffern der Serie 9: 1999er Riesling / Württemberg

Variante / Verkostung	K	S	UO	VD	SK	Prüferzahl
2000	4,03	1,92	2,95	3,10	-	26
2001	3,67	2,63	3,27	2,43	-	27
2002	3,89	1,78	2,78	3,56	-	12

Serie 10: 1999er Portugieser / Pfalz (Maischeerhitzung)**Varianten der Serie 10: 1999er Portugieser / Pfalz**

Variante	Kontrolle	Saccharose	Umkehr- osmose	Vakuum- destillation	Schräg- kühler
Weinnummer	99904	99905	99906	99907	-

Mostanalyse der Serie 10: 1999er Portugieser / Pfalz

Variante		K	S	UO	VD	Perm.	Dest.
Mostgewicht	[°Oe]	68,4	77,3	81,5	79,1	0,9	0,0
Gesamtalkohol	[g/l]	68,8	78,8	83,1	80,4	0,7	0,2
vorhandener Alkohol	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
Glycerin	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Saccharose	[g/l]	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Glucose	[g/l]	71,5	81,8	86,2	83,4	0,8	0,0
Fructose	[g/l]	75,0	85,8	90,7	87,6	0,8	0,0
Gesamtzucker	[g/l]	146,5	167,6	176,9	171,0	1,6	0,0
Weinsäure	[g/l]	5,5	4,7	5,6	5,7	0,1	<0,1
Äpfelsäure	[g/l]	0,3	0,2	0,4	0,3	<0,1	<0,1
Shikimisäure	[g/l]	0,032	0,025	0,038	0,037	0,000	0,000
Milchsäure	[g/l]	2,1	2,1	2,4	2,4	0,1	<0,1
Essigsäure	[g/l]	0,2	<0,1	0,1	0,1	<0,1	<0,1
Zitronensäure	[g/l]	0,3	<0,1	0,4	0,4	0,1	0,2
pH	[-]	3,65	3,76	3,69	3,71	3,63	5,73
titrierbare Säure	[g/l]	5,4	5,1	5,8	5,4	0,9	0,1
Ammonium	[mg/l]	46	44	53	56	2	0
Kalium	[mg/l]	1992	2020	2084	2267	39	0
Calcium	[mg/l]	71	112	75	81	0	11
Magnesium	[mg/l]	26	60	35	41	0	0
E 420	[-]	3,160	4,380	3,340	3,350	0,023	0,013
E 520	[-]	3,620	4,330	4,190	4,110	0,020	0,009
E 620	[-]	1,050	1,610	1,030	1,050	0,007	0,007
Gesamtphenole	[mg/l]	913	842	1143	1019	1	0

Weinanalyse der Serie 10: 1999er Portugieser / Pfalz

Variante		K	S	UO	VD
Gesamtalkohol	[g/l]	70,2	85,2	87,6	87,6
vorhandener Alkohol	[g/l]	70,1	85,1	87,4	87,4
Glycerin	[g/l]	5,7	6,1	5,7	5,7
Glucose	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0
Fructose	[g/l]	0,3	0,2	0,4	0,4
Gesamtzucker	[g/l]	0,3	0,2	0,4	0,4
Weinsäure	[g/l]	2,0	1,7	1,5	1,7
Äpfelsäure	[g/l]	0,3	0,6	0,4	0,3
Shikimisäure	[g/l]	0,024	0,025	0,031	0,032
Milchsäure	[g/l]	2,5	2,4	2,7	2,9
Essigsäure	[g/l]	0,1	0,0	0,2	0,2
Zitronensäure	[g/l]	0,3	0,3	0,3	0,3
pH	[-]	3,62	3,67	3,82	3,82
titrierbare Säure	[g/l]	4,9	4,9	4,7	4,8
freie SO ₂	[mg/l]	22	16	16	24
Gesamte SO ₂	[mg/l]	68	62	74	81
Ammonium	[mg/l]	0	0	0	0
Kalium	[mg/l]	1382	1260	1479	1490
Calcium	[mg/l]	81	88	80	83
Magnesium	[mg/l]	53	49	73	70
E 420	[-]	0,694	0,852	1,156	0,944
E 520	[-]	0,722	0,966	1,330	0,992
E 620	[-]	0,158	0,196	0,296	0,224
Gesamtphenole	[mg/l]	347	391	612	462
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	20,7	19,8	22,6	22,7
Gesamtextrakt	[g/l]	21,0	20,0	23,0	23,2
Bentonitschönung	[g/hl]	300			
Entsäuerung					
Einst. Restzucker					

Dreieckstests der Serie 10: 1999er Portugieser / Pfalz

2 \ 1	S				UO				VD			
	n	1↑2	2↑1	1≠2	n	1↑2	2↑1	1≠2	n	1↑2	2↑1	1≠2
K	18/1/8/1				18/8/4/1				18/10/0/0			
S					18/9/4/2				18 / nicht signifikant			
UO									18 / nicht signifikant			

Rangziffern der Serie 10: 1999er Portugieser / Pfalz

Variante / Verkostung	K	S	UO	VD	SK	Prüferzahl
2000	4,69	3,10	2,18	2,03	-	26
2001	4,70	2,53	2,53	2,23	-	27
2002	3,89	2,67	2,56	2,89	-	12

Serie 11: 1999er Dornfelder / Pfalz (Maischegärung)**Varianten der Serie 11: 1999er Dornfelder / Pfalz**

Variante	Kontrolle	Saccharose	Umkehr- osmose	Vaku- um- destillation	Schräg- kühler
Weinnummer	99908	99909	99910	99911	-

Mostanalyse der Serie 11: 1999er Dornfelder / Pfalz

Variante		K	S	UO	VD	Perm.	Dest.
Mostgewicht	[°Oe]	79,1	105,1	106,1	115,1	0,7	0,1
Gesamtalkohol	[g/l]	83,6	113,6	113,1	125,3	0,7	0,0
vorhandener Alkohol	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Glycerin	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Saccharose	[g/l]	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Glucose	[g/l]	86,9	117,9	117,6	129,8	0,8	0,0
Fructose	[g/l]	91,0	123,7	123,1	136,7	0,7	0,0
Gesamtzucker	[g/l]	177,9	241,6	240,7	266,5	1,6	0,0
Weinsäure	[g/l]	4,9	4,7	5,5	5,4	0,1	<0,1
Äpfelsäure	[g/l]	3,3	3,1	5,1	4,5	0,2	0,1
Shikimisäure	[g/l]	0,057	0,043	0,077	0,080	0,000	0,000
Milchsäure	[g/l]	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,0	0,0
Essigsäure	[g/l]	0,1	<0,1	0,2	0,3	0,5	<0,1
Zitronensäure	[g/l]	0,2	<0,1	0,4	0,3	<0,1	0,1
pH	[-]	3,32	3,37	3,34	3,41	3,59	6,14
titrierbare Säure	[g/l]	6,2	5,8	8,7	7,9	0,2	0,1
Ammonium	[mg/l]	54	40	101	76	0	0
Kalium	[mg/l]	1913	1290	2060	2043	13	0
Calcium	[mg/l]	53	69	80	81	0	15
Magnesium	[mg/l]	69	58	90	98	0	0
E 420	[-]	0,980	1,240	1,920	1,950	0,006	0,003
E 520	[-]	2,130	2,450	4,110	3,850	0,006	0,003
E 620	[-]	0,160	0,280	0,410	0,480	0,002	0,002
Gesamtphenole	[mg/l]	665	550	930	1001	2	0

Weinanalyse der Serie 11: 1999er Dornfelder / Pfalz

Variante		K	S	UO	VD
Gesamtalkohol	[g/l]	81,9	99,2	102,8	92,1
vorhandener Alkohol	[g/l]	81,3	98,5	102,2	91,4
Glycerin	[g/l]	7,8	9,2	10,0	8,8
Glucose	[g/l]	0,3	0,3	0,3	0,3
Fructose	[g/l]	0,9	1,1	0,9	1,0
Gesamtzucker	[g/l]	1,2	1,4	1,3	1,4
Weinsäure	[g/l]	2,2	2,1	1,6	1,9
Äpfelsäure	[g/l]	2,3	2,8	1,8	2,2
Shikimisäure	[g/l]	0,061	0,078	0,044	0,062
Milchsäure	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,5
Essigsäure	[g/l]	0,2	0,2	0,2	0,0
Zitronensäure	[g/l]	0,2	0,2	0,0	0,2
pH	[-]	3,78	3,61	3,67	3,66
titrierbare Säure	[g/l]	5,8	6,4	5,7	5,9
freie SO ₂	[mg/l]	28	35	39	32
Gesamte SO ₂	[mg/l]	66	79	81	69
Ammonium	[mg/l]	0	0	0	0
Kalium	[mg/l]	1526	1356	1344	1439
Calcium	[mg/l]	83	111	94	82
Magnesium	[mg/l]	63	68	66	71
E 420	[-]	5,890	4,390	6,010	6,230
E 520	[-]	12,110	8,870	12,110	12,350
E 620	[-]	2,290	1,560	2,310	2,350
Gesamtphenole	[mg/l]	1854	1717	2088	1982
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	26,6	28,1	27,5	27,9
Gesamtextrakt	[g/l]	27,9	29,5	28,8	29,3
Bentonitschönung	[g/hl]	0			
Entsäuerung		um 1 g/l			
Einst. Restzucker					

Dreieckstests der Serie 11: 1999er Dornfelder / Pfalz

2 \ 1	S				UO				VD			
	n	1↑2	2↑1	1≠2	n	1↑2	2↑1	1≠2	n	1↑2	2↑1	1≠2
K	17/5/9/2				17/2/4/4				17/5/1/4			
S					17/4/3/3				17/9/2/1			
UO									17 / nicht signifikant			

Rangziffern der Serie 11: 1999er Dornfelder / Pfalz

Variante / Verkostung	K	S	UO	VD	SK	Prüferzahl
2000	3,51	2,74	3,10	2,64	-	26
2001	2,48	3,22	2,23	4,06	-	27
2002	3,33	2,67	3,11	2,89	-	12

Serie 12: 1999er Spätburgunder / Rheingau (Maischeerhitzung)**Varianten der Serie 12: 1999er Spätburgunder / Rheingau**

Variante	Kontrolle	Saccharose	Umkehr- osmose	Vakuum- destillation	Schräg- kühler
Weinnummer	99917	99918	99919	99920	99921

Mostanalyse der Serie 12: 1999er Spätburgunder / Rheingau

Variante		UO	VD	Perm.	Dest.
Mostgewicht	[°Oe]	94,2	95,9	0,3	0,0
Gesamtalkohol	[g/l]	99,3	101,9	0,5	0,7
vorhandener Alkohol	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,7
Glycerin	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0
Saccharose	[g/l]	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Glucose	[g/l]	105,9	108,4	0,6	0,0
Fructose	[g/l]	105,4	108,4	0,4	0,0
Gesamtzucker	[g/l]	211,3	216,8	1,0	0,0
Weinsäure	[g/l]	4,5	4,5	<0,1	<0,1
Äpfelsäure	[g/l]	4,5	4,0	<0,1	<0,1
Shikimisäure	[g/l]	0,009	0,012	0,000	0,000
Milchsäure	[g/l]	0,9	1,3	<0,1	<0,1
Essigsäure	[g/l]	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Zitronensäure	[g/l]	0,4	0,4	0,1	<0,1
pH	[-]	3,53	3,53	4,29	6,82
titrierbare Säure	[g/l]	8,0	7,9	0,3	0,1
Ammonium	[mg/l]	103	106	0	0
Kalium	[mg/l]	1899	1921	14	4
Calcium	[mg/l]	173	174	1	14
Magnesium	[mg/l]	88	87	0	2
E 420	[-]	2,700	2,760	0,029	0,011
E 520	[-]	2,670	2,630	0,007	0,010
E 620	[-]	0,590	0,610	0,004	0,009
Gesamtphenole	[mg/l]	1496	1611	0	0

Von den Varianten Kontrolle, Saccharose und Schrägkühler lagen keine Proben zur Analyse vor.

Weinanalyse der Serie 12: 1999er Spätburgunder / Rheingau

Variante		K	S	UO	VD	SK	
Gesamtalkohol	[g/l]	90,4	103,4	104,9	104,8	107,8	
vorhandener Alkohol	[g/l]	90,2	103,4	104,6	104,5	107,5	
Glycerin	[g/l]	5,6	6,7	6,4	6,3	6,8	
Glucose	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Fructose	[g/l]	0,5	0,0	0,6	0,6	0,6	
Gesamtzucker	[g/l]	0,5	0,0	0,6	0,6	0,6	
Weinsäure	[g/l]	2,0	1,7	1,6	1,8	1,8	
Äpfelsäure	[g/l]	4,0	3,9	2,8	2,4	5,1	
Shikimisäure	[g/l]	0,008	0,008	0,010	0,014	0,011	
Milchsäure	[g/l]	0,2	0,2	1,8	2,1	0,2	
Essigsäure	[g/l]	0,3	0,4	0,4	0,6	0,5	
Zitronensäure	[g/l]	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	
pH	[-]	3,45	3,47	3,57	3,61	3,43	
titrierbare Säure	[g/l]	6,4	5,4	6,7	6,7	7,5	
freie SO ₂	[mg/l]	34	26	31	30	30	
Gesamte SO ₂	[mg/l]	40	36	53	58	54	
Ammonium	[mg/l]	0	0	0	0	0	
Kalium	[mg/l]	1224	1106	1158	1190	1067	
Calcium	[mg/l]	81	78	97	85	74	
Magnesium	[mg/l]	65	60	73	74	61	
E 420	[-]	0,500	0,535	0,605	0,595	0,100	
E 520	[-]	0,590	0,690	0,680	0,635	0,050	
E 620	[-]	0,100	0,100	0,115	0,105	0,005	
Gesamtphenole	[mg/l]	907	823	1003	1031	269	
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	23,3	23,1	24,9	25,1	24,1	
Gesamtextrakt	[g/l]	23,8	23,1	25,5	25,7	24,7	
Bentonitschönung	[g/hl]	200					
Entsäuerung							
Einst. Restzucker							

Dreieckstests der Serie 12: 1999er Spätburgunder / Rheingau

2 \ 1	S				UO				VD				SK			
	n	1↑2	2↑1	1≠2	n	1↑2	2↑1	1≠2	n	1↑2	2↑1	1≠2	n	1↑2	2↑1	1≠2
K	18 / nicht signifikant				18/5/4/1				18 / nicht signifikant				18/2/7/3			
S					18/5/5/1				18/2/7/2				18/7/6/1			
UO									18 / nicht signifikant				18/2/9/4			
VD													18/5/8/1			

Rangziffern der Serie 12: 1999er Spätburgunder / Rheingau

Variante / Verkostung	K	S	UO	VD	SK	Prüferzahl
2000	3,70	2,30	2,75	3,70	4,95	26
2001	4,06	2,39	2,81	4,01	4,24	27
2002	3,60	1,73	3,50	3,40	5,27	12

8.2 Ergebnisse der Herbstkampagne 2000

Serie 1: 2000er Müller-Thurgau / Rheingau

Varianten der Serie 1: 2000er Müller-Thurgau / Rheingau

Variante	Kontrolle	Saccharose	Umkehr- osmose	Vaku- um- destillation	Schräg- kühler
Weinnummer	00901	00902	00904	00905	00906

Mostanalyse der Serie 1: 2000er Müller-Thurgau / Rheingau

Variante		K	S	UO	VD	Perm.	Dest.
Mostgewicht	[°Oe]	76,2	90,3	90,9	91,3		
Gesamtalkohol	[g/l]	79,0	94,3	91,4	88,6		
vorhandener Alkohol	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Glycerin	[g/l]	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Saccharose	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Glucose	[g/l]	80,9	97,6	94,0	91,1	0,0	0,0
Fructose	[g/l]	87,2	102,9	100,4	97,5	0,0	0,0
Gesamtzucker	[g/l]	168,1	200,5	194,4	188,6		
Weinsäure	[g/l]	6,1	6,4	6,2	6,6	<0,1	<0,1
Äpfelsäure	[g/l]	3,6	3,9	4,3	4,5	<0,1	<0,1
Shikimisäure	[g/l]	0,033	0,041	0,038	0,048	<0,01	<0,01
Milchsäure	[g/l]	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Essigsäure	[g/l]	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Zitronensäure	[g/l]	0,1	0,1	0,1	0,1	<0,1	<0,1
pH	[-]	3,22	3,22	3,25	3,30	4,84	3,88
titrierbare Säure	[g/l]	6,7	6,6	7,7	7,6	0,1	0,1
Ammonium	[mg/l]						
Kalium	[mg/l]	1678	2231	2207	1929	4	2
Calcium	[mg/l]	90	115	159	131	0	0
Magnesium	[mg/l]	67	91	111	102	0	0
Gesamtphenole	[mg/l]	379	413	242	194	24	30

Von der Variante Schrägkühler lag keine Probe zur Analyse vor.

Weinanalyse der Serie 1: 2000er Müller-Thurgau / Rheingau

Variante		K	S	UO	VD	SK
Gesamtalkohol	[g/l]	86,2	103,4	99,0	102,9	104,0
vorhandener Alkohol	[g/l]	82,5	99,5	95,4	99,2	100,7
Glycerin	[g/l]	5,0	5,8	6,0	6,1	7,0
Glucose	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fructose	[g/l]	7,9	8,2	7,8	8,0	7,0
Gesamtzucker	[g/l]	7,9	8,2	7,8	8,0	7,0
Weinsäure	[g/l]	2,6	2,6	2,8	2,3	2,5
Äpfelsäure	[g/l]	3,2	3,7	4,9	4,3	3,4
Shikimisäure	[g/l]	0,054	0,058	0,076	0,065	0,103
Milchsäure	[g/l]	0,4	0,1	0,1	0,1	0,3
Essigsäure	[g/l]	0,4	0,6	0,9	0,7	0,5
Zitronensäure	[g/l]	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
pH	[-]	3,18	3,19	3,18	3,17	3,25
titrierbare Säure	[g/l]	5,7	5,6	6,6	6,5	6,4
freie SO ₂	[mg/l]	43	46	46	47	43
gesamte SO ₂	[mg/l]	114	118	115	122	116
Ammonium	[mg/l]	0	0	0	0	0
Kalium	[mg/l]	886	785	882	852	861
Calcium	[mg/l]	88	87	102	89	97
Magnesium	[mg/l]	72	71	84	85	107
Gesamtphenole	[mg/l]	337	309	384	357	559
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	17,5	17,8	19,8	20,6	21,2
Gesamtextrakt	[g/l]	25,4	25,9	27,7	28,6	28,2
Bentonitschönung	[g/hl]	100				
Entsäuerung						
Einst. Restzucker		mit Fructose auf 9,9 g/l				

Dreieckstests der Serie 1: 2000er Müller-Thurgau / Rheingau

2 \ 1	S			UO				VD			
	n	1↑2	2↑1	1≠2	n	1↑2	2↑1	1≠2	n	1↑2	2↑1
K	15/4/5/0			15 / nicht signifikant				15 / nicht signifikant			
S				15 / nicht signifikant				15 / nicht signifikant			
UO								15 / nicht signifikant			

Rangziffern der Serie 1: 2000er Müller-Thurgau / Rheingau

Variante / Verkostung	K	S	UO	VD	SK	Prüferzahl
2001	3,08	2,92	3,75	2,25	-	16
2002	3,04	3,58	3,22	2,16	-	15

Die Variante Schrägkühler wurde wegen sensorischer Mängel auf Grund einer unsauberen Vergärung aus der sensorischen Beurteilung gestrichen.

Serie 2: 2000er Weißburgunder / Rheingau**Varianten der Serie 2: 2000er Weißburgunder / Rheingau**

Variante	Kontrolle	Saccharose	Umkehr- osmose	Vaku- um- destillation	Schräg- kühler
Weinnummer	00927	00928	-	00929	-

Mostanalyse der Serie 2: 2000er Weißburgunder / Rheingau

Variante		K	S	VD	Dest.
Mostgewicht	[°Oe]	82,3	87,9	96,1	0,0
Gesamtalkohol	[g/l]	87,6	95,0	101,8	1,2
vorhandener Alkohol	[g/l]	0,0	0,0	0,0	1,2
Glycerin	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0
Saccharose	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0
Glucose	[g/l]	91,7	99,8	107,1	0,0
Fructose	[g/l]	94,6	102,3	109,5	0,0
Gesamtzucker	[g/l]	186,4	202,1	216,5	0,0
Weinsäure	[g/l]	4,4	4,5	4,6	0,0
Äpfelsäure	[g/l]	4,0	3,5	6,3	0,2
Shikimisäure	[g/l]	0,003	0,003	0,013	0,000
Milchsäure	[g/l]	0,0	0,0	<0,1	0,0
Essigsäure	[g/l]	0,0	0,0	0,3	0,0
Zitronensäure	[g/l]	0,2	0,1	0,5	0,0
pH	[-]	3,34	3,33	3,31	4,44
titrierbare Säure	[g/l]	8,6	8,5	9,5	0,1
Ammonium	[mg/l]	192	205	191	
Kalium	[mg/l]	2862	3029	2675	4
Calcium	[mg/l]	168	178	191	0
Magnesium	[mg/l]	101	101	101	0
Gesamtphenole	[mg/l]	165	160	196	0

Weinanalyse der Serie 2: 2000er Weißburgunder / Rheingau

Variante		K	S	VD
Gesamtalkohol	[g/l]	90,7	110,6	105,9
vorhandener Alkohol	[g/l]	90,5	110,4	105,6
Glycerin	[g/l]	7,9	9,1	9,7
Glucose	[g/l]	0,0	0,0	0,0
Fructose	[g/l]	0,5	0,5	0,6
Gesamtzucker	[g/l]	0,5	0,5	0,6
Weinsäure	[g/l]	2,2	2,0	2,3
Äpfelsäure	[g/l]	4,5	4,4	5,2
Shikimisäure	[g/l]	0,009	0,009	0,011
Milchsäure	[g/l]	0,3	0,2	0,2
Essigsäure	[g/l]	0,5	0,7	0,7
Zitronensäure	[g/l]	0,5	0,4	0,5
pH	[-]	3,26	3,31	3,32
titrierbare Säure	[g/l]	7,4	7,3	8,4
freie SO ₂	[mg/l]	33	42	27
gesamte SO ₂	[mg/l]	143	145	125
Ammonium	[mg/l]	0	0	0
Kalium	[mg/l]	1171	1093	1266
Calcium	[mg/l]	81	89	97
Magnesium	[mg/l]	63	63	73
Gesamtphenole	[mg/l]	307	282	304
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	25,3	25,8	28,9
Gesamtextrakt	[g/l]	25,8	26,3	29,5
Bentonitschönung	[g/hl]	200		
Entsäuerung				
Einst. Restzucker				

Dreieckstests der Serie 2: 2000er Weißburgunder / Rheingau

2	1	VD		
		n	1↑2	2↑1
S		15 / nicht signifikant		

Rangziffern der Serie 2: 2000er Weißburgunder / Rheingau

Variante / Verkostung	K	S	UO	VD	SK	Prüferzahl
2001	-	1,75	-	2,25	-	16
2002	-	1,80	-	2,20	-	15

Die Kontrollvariante wurde auf Grund eines Böckers aus der sensorischen Beurteilung heraus genommen.

Serie 3: 2000er Riesling / Mosel-Saar-Ruwer**Varianten der Serie 3: 2000er Riesling / Mosel-Saar-Ruwer**

Variante	Kontrolle	Saccharose	Umkehr- osmose	Vaku- um- destillation	Schräg- kühler
Weinnummer	00941	00942	00943	00944	00945

Mostanalyse der Serie 3: 2000er Riesling / Mosel-Saar-Ruwer

Variante		K	S	UO	VD	SK	Perm.	Dest.	Eis
Mostgewicht	[°Oe]	58,0	72,5	72,5	74,2	71,2	0,1	0,0	28,1
Gesamtalkohol	[g/l]	56,8	83,7	72,9	77,0	73,6	0,0	0,7	31,2
vorhandener Alkohol	[g/l]	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,7	7,3
Glycerin	[g/l]	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9
Saccharose	[g/l]		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Glucose	[g/l]		87,7	75,2	79,7	75,7	0,0	0,0	20,4
Fructose	[g/l]		90,5	79,9	84,2	80,9	0,0	0,0	30,4
Gesamtzucker	[g/l]		178,1	155,1	163,9	156,6	0,0	0,0	50,7
Weinsäure	[g/l]	4,7	4,6	5,7	6,0	4,7	0,0	0,0	1,9
Äpfelsäure	[g/l]	5,5	5,1	7,2	8,2	6,1	0,0	0,0	2,3
Shikimisäure	[g/l]	0,014	0,014	0,018	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000
Milchsäure	[g/l]	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	1,6	<0,1	0,0	1,0
Essigsäure	[g/l]	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,0	0,0	0,0	
Zitronensäure	[g/l]	0,1	0,3	0,1	0,0	0,2	0,1	0,0	0,1
pH	[-]	3,06	2,94	2,95	2,94	2,96	4,62	4,98	3,32
titrierbare Säure	[g/l]	11,6	11,1	14,4	14,7	12,0	0,1	0,2	4,5
Ammonium	[mg/l]	234	174	246	305	135			52
Kalium	[mg/l]	1778	1340	1822	2238	1135	6	6	799
Calcium	[mg/l]	116	89	131	166	94	1	1	45
Magnesium	[mg/l]	106	82	118	144	73	0	0	32
Gesamtphenole	[mg/l]	247	237	242	247	506			636

Weinanalyse der Serie 3: 2000er Riesling / Mosel-Saar-Ruwer

Variante		K	S	UO	VD	SK	
Gesamtalkohol	[g/l]	60,5	77,9	75,5	74,8	75,5	
vorhandener Alkohol	[g/l]	60,3	77,7	75,2	74,5	75,1	
Glycerin	[g/l]	5,1	5,4	5,9	6,4	6,2	
Glucose	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Fructose	[g/l]	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	
Gesamtzucker	[g/l]	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	
Weinsäure	[g/l]	2,9	2,5	3,0	3,2	2,6	
Äpfelsäure	[g/l]	6,4	6,4	8,1	8,1	7,1	
Shikimisäure	[g/l]	0,046	0,048	0,061	0,062	0,075	
Milchsäure	[g/l]	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	
Essigsäure	[g/l]	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	
Zitronensäure	[g/l]	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	
pH	[-]	3,04	3,04	3,03	3,02	3,16	
titrierbare Säure	[g/l]	8,8	8,4	10,7	10,9	8,7	
freie SO ₂	[mg/l]	36	41	34	35	34	
gesamte SO ₂	[mg/l]	107	121	125	119	115	
Ammonium	[mg/l]	0	0	0	0	0	
Kalium	[mg/l]	908	742	794	851	899	
Calcium	[mg/l]	227	166	277	296	329	
Magnesium	[mg/l]	67	65	82	88	87	
Gesamtphenole	[mg/l]	256	239	232	288	357	
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	24,3	22,9	27,8	28,0	25,9	
Gesamtextrakt	[g/l]	24,9	23,4	28,5	28,7	26,7	
Bentonitschönung	[g/hl]	200					
Entsäuerung		um 2,0 g/l					
Einst. Restzucker							

Dreieckstests der Serie 3: 2000er Riesling / Mosel-Saar-Ruwer

2 \ 1	S				UO				VD				SK			
	n	1↑2	2↑1	1≠2												
K	15 / nicht signifikant															
S					15/2/6/2				15/0/8/1				15 / nicht signifikant			
UO									15 / nicht signifikant				15/7/1/1			
VD													15/6/2/2			

Rangziffern der Serie 3: 2000er Riesling / Mosel-Saar-Ruwer

Variante / Verkostung	K	S	UO	VD	SK	Prüferzahl
2001	3,11	4,13	3,03	4,52	2,72	16
2002	2,92	3,50	3,58	3,83	3,67	15

Serie 4: 2000er Riesling / Rheingau**Varianten der Serie 4: 2000er Riesling / Rheingau**

Variante	Kontrolle	Saccharose	Umkehr- osmose	Vaku- um- destillation	Schräg- kühler
Weinnummer	00951	00952	00954	00955	00956

Mostanalyse der Serie 4: 2000er Riesling / Rheingau

Variante		K	S	UO	VD	SK	Perm.	Dest.	Eis
Mostgewicht	[°Oe]	77,6	82,5	89,0	90,9	92,6	0,1	0,0	44,6
Gesamtalkohol	[g/l]	81,3	90,8	95,9	94,8	103,7	0,5	1,3	10,8
vorhandener Alkohol	[g/l]		2,5	0,0	0,0	5,5	0,4	1,3	0,0
Glycerin	[g/l]		1,7	1,0	2,0	2,5	0,0	0,0	0,0
Saccharose	[g/l]		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	<0,1
Glucose	[g/l]		90,8	100,5	99,2	103,2	0,0	0,0	11,3
Fructose	[g/l]		97,1	103,5	102,4	105,7	0,1	0,0	11,8
Gesamtzucker	[g/l]		187,9	204,0	201,6	208,9	0,1	0,0	23,1
Weinsäure	[g/l]	6,7	6,8	6,3	6,4	5,7	0,0	0,0	2,4
Äpfelsäure	[g/l]	5,7	5,6	6,7	6,9	6,4	0,2	0,0	4,1
Shikimisäure	[g/l]		0,036	0,064	0,061	0,075	0,002	0,001	0,073
Milchsäure	[g/l]	0,0	0,0	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Essigsäure	[g/l]	0,0	0,1	<0,1	<0,1	0,2	0,1	<0,1	0,2
Zitronensäure	[g/l]	0,0	0,2	0,4	0,6	0,3	0,1	0,1	0,3
pH	[-]	3,16	3,12	3,04	3,04	3,06	4,58	6,96	3,36
titrierbare Säure	[g/l]	10,9	10,9	12,1	12,4	11,6	0,7	0,3	5,3
Ammonium	[mg/l]	138	107	190	158	156	0	0	
Kalium	[mg/l]	1354	1061	1625	1348	1353	21	2	930
Calcium	[mg/l]	89	73	137	115	118	2	1	90
Magnesium	[mg/l]	50	37	78	67	70	0	0	47
Gesamtphenole	[mg/l]	250	259	249	245	496	0	0	554

Weinanalyse der Serie 4: 2000er Riesling / Rheingau

Variante		K	S	UO	VD	SK
Gesamtalkohol	[g/l]	87,5	105,4	97,3	98,4	106,8
vorhandener Alkohol	[g/l]	83,3	99,4	92,6	93,9	102,6
Glycerin	[g/l]	5,2	6,1	6,4	7,0	6,8
Glucose	[g/l]	0,0	0,0	0,7	0,6	0,0
Fructose	[g/l]	9,0	12,8	9,5	8,9	9,0
Gesamtzucker	[g/l]	9,0	12,8	10,1	9,5	9,0
Weinsäure	[g/l]	2,4	1,9	2,6	2,4	1,8
Äpfelsäure	[g/l]	5,0	4,9	5,7	2,5	5,5
Shikimisäure	[g/l]	0,066	0,067	0,080	0,081	0,095
Milchsäure	[g/l]	0,3	0,2	0,2	2,2	0,2
Essigsäure	[g/l]	0,2	0,5	0,6	0,7	0,5
Zitronensäure	[g/l]	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4
pH	-	3,30	3,29	3,23	3,27	3,28
titrierbare Säure	[g/l]	7,6	7,3	8,7	7,6	7,8
freie SO ₂	[mg/l]	32	35	32	31	30
gesamte SO ₂	[mg/l]	120	129	136	129	109
Ammonium	[mg/l]	0	0	0	0	0
Kalium	[mg/l]	774	659	704	761	689
Calcium	[mg/l]	119	104	219	128	177
Magnesium	[mg/l]	72	66	78	86	85
Gesamtphenole	[mg/l]	295	302	304	296	411
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	24,9	24,9	28,5	26,9	27,7
Gesamtextrakt	[g/l]	33,9	37,7	38,6	36,4	36,7
Bentonitschönung	[g/hl]	400				
Entsäuerung		um 1,5 g/l				
Einst. Restzucker		mit Fructose auf 12,0 g/l				

Dreieckstests der Serie 4: 2000er Riesling / Rheingau

2 \ 1	S				UO				SK			
	n	1↑2	2↑1	1≠2	n	1↑2	2↑1	1≠2	n	1↑2	2↑1	1≠2
K	15/6/2/2				15/7/2/0				15/5/1/4			
S					15/3/6/0				15 / nicht signifikant			
UO									15 / nicht signifikant			

Rangziffern der Serie 4: 2000er Riesling / Rheingau

Variante / Verkostung	K	S	UO	VD	SK	Prüferzahl
2001	3,17	2,25	3,33	-	3,25	16
2002	2,69	2,51	3,40	-	3,40	15

Die Variante Vakuumdestillation wurde auf Grund eines biologischen Säureabbaus aus der sensorischen Auswertung heraus genommen.

Serie 5: 2000er Riesling / Rheingau**Varianten der Serie 5: 2000er Riesling / Rheingau**

Variante	Kontrolle	Saccharose	Umkehr- osmose	Vaku- um- destillation	Schräg- kühler
Weinnummer	00962	00963	-	-	00964

Mostanalyse der Serie 5: 2000er Riesling / Rheingau

Variante		K	S	SK	Eis
Mostgewicht	[°Oe]	74,4	90,4	91,5	32,2
Gesamtalkohol	[g/l]	74,1	91,7	104,2	38,9
vorhandener Alkohol	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0
Glycerin	[g/l]	2,0	0,0	4,0	0,0
Saccharose	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0
Glucose	[g/l]	75,6	94,4	107,6	39,6
Fructose	[g/l]	82,0	100,8	114,0	43,2
Gesamtzucker	[g/l]	157,6	195,2	221,6	82,8
Weinsäure	[g/l]	4,7	4,2	3,9	2,3
Äpfelsäure	[g/l]	4,1	3,2	5,4	3,1
Shikimisäure	[g/l]	0,041	0,020	0,072	0,059
Milchsäure	[g/l]	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Essigsäure	[g/l]	<0,2	0,2	0,2	<0,2
Zitronensäure	[g/l]	0,6	0,2	0,5	0,6
pH	[-]	3,12	3,13	3,11	3,45
titrierbare Säure	[g/l]	9,1	8,9	11,2	4,6
Ammonium	[mg/l]	170	159	307	102
Kalium	[mg/l]	1555	1509	2219	1146
Calcium	[mg/l]	129	117	279	89
Magnesium	[mg/l]	82	77	175	49
Gesamtphenole	[mg/l]	216	243	598	539

Weinanalyse der Serie 5: 2000er Riesling / Rheingau

Variante		K	SK
Gesamtalkohol	[g/l]	82,8	97,3
vorhandener Alkohol	[g/l]	82,6	96,4
Glycerin	[g/l]	4,7	6,0
Glucose	[g/l]	0,0	0,0
Fructose	[g/l]	0,6	2,0
Gesamtzucker	[g/l]	0,6	2,0
Weinsäure	[g/l]	1,7	1,3
Äpfelsäure	[g/l]	4,3	6,1
Shikimisäure	[g/l]	0,078	0,159
Milchsäure	[g/l]	<0,2	<0,2
Essigsäure	[g/l]	0,3	0,4
Zitronensäure	[g/l]	0,2	0,3
pH	[-]	3,36	3,37
titrierbare Säure	[g/l]	6,0	7,5
freie SO ₂	[mg/l]	43	38
gesamte SO ₂	[mg/l]	121	92
Ammonium	[mg/l]	0	0
Kalium	[mg/l]	871	949
Calcium	[mg/l]	108	151
Magnesium	[mg/l]	103	110
Gesamtphenole	[mg/l]	264	314
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	20,8	24,2
Gesamtextrakt	[g/l]	21,3	26,1
Bentonitschönung	[g/hl]	400	0
Entsäuerung		um 2,0 g/l	
Einst. Restzucker			

Die Saccharosevariante wurde auf Grund eines zu hohen Restzuckergehaltes nicht weiter ausgebaut und verworfen. Auf eine sensorische Beurteilung nur der beiden Varianten Kontrolle und Schrägkühler wurde verzichtet.

Serie 6: 2000er Riesling / Mosel-Saar-Ruwer**Varianten der Serie 6: 2000er Riesling / Mosel-Saar-Ruwer**

Variante	Kontrolle	Saccharose	Umkehr- osmose	Vakuum- destillation	Schräg- kühler
Weinnummer	00975	00977	-	00979	-

Mostanalyse der Serie 6: 2000er Riesling / Mosel-Saar-Ruwer

Variante		K	S	VD	Dest.
Mostgewicht	[°Oe]	69,1	82,6	81,4	0,0
Gesamtalkohol	[g/l]	69,9	87,4	80,1	0,7
vorhandener Alkohol	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,7
Glycerin	[g/l]	0,0	0,0	3,6	0,0
Saccharose	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0
Glucose	[g/l]	70,4	88,8	80,0	0,0
Fructose	[g/l]	78,4	97,2	90,4	0,0
Gesamtzucker	[g/l]	148,8	186,0	170,4	0,0
Weinsäure	[g/l]	5,6	4,9	5,0	0,0
Äpfelsäure	[g/l]	5,6	5,7	5,7	0,0
Shikimisäure	[g/l]	0,030	0,026	0,037	<0,001
Milchsäure	[g/l]	0,0	0,0	<0,1	<0,1
Essigsäure	[g/l]	0,0	0,2	0,2	<0,2
Zitronensäure	[g/l]	0,3	0,1	0,6	<0,2
pH	[-]	3,25	3,24	3,08	4,71
titrierbare Säure	[g/l]	10,4	10,2	11,8	0,1
Ammonium	[mg/l]	217	284	231	0
Kalium	[mg/l]	1529	2177	1450	0
Calcium	[mg/l]	96	132	103	1
Magnesium	[mg/l]	79	74	91	0
Gesamtphenole	[mg/l]	243	244	253	0

Weinanalyse der Serie 6: 2000er Riesling / Mosel-Saar-Ruwer

Variante		K	S	VD
Gesamtalkohol	[g/l]	77,2	92,1	87,2
vorhandener Alkohol	[g/l]	74,5	89,6	84,8
Glycerin	[g/l]	5,2	5,8	5,9
Glucose	[g/l]	0,0	0,0	0,0
Fructose	[g/l]	5,7	5,5	5,2
Gesamtzucker	[g/l]	5,7	5,5	5,2
Weinsäure	[g/l]	4,0	3,8	3,9
Äpfelsäure	[g/l]	2,1	4,4	0,3
Shikimisäure	[g/l]	0,056	0,055	0,068
Milchsäure	[g/l]	2,1	0,6	3,5
Essigsäure	[g/l]	0,3	0,5	0,7
Zitronensäure	[g/l]	0,2	0,3	<0,2
pH	[-]	3,13	3,13	3,22
titrierbare Säure	[g/l]	7,6	8,7	7,7
freie SO ₂	[mg/l]	43	46	43
gesamte SO ₂	[mg/l]	135	131	125
Ammonium	[mg/l]	0	0	99
Kalium	[mg/l]	1011	938	908
Calcium	[mg/l]	96	85	110
Magnesium	[mg/l]	97	85	106
Gesamtphenole	[mg/l]	299	282	296
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	24,2	25,0	25,9
Gesamtextrakt	[g/l]	29,9	30,5	31,1
Bentonitschönung	[g/hl]	300		
Entsäuerung				
Einst. Restzucker		mit Fructose auf 7,1 g/l		

Dreieckstests der Serie 6: 2000er Riesling / Mosel-Saar-Ruwer

2 \ 1	S				VD			
	n	1↑2	2↑1	1≠2	n	1↑2	2↑1	1≠2
K	15 / nicht signifikant				15 / nicht signifikant			
S					15 / nicht signifikant			

Rangziffern der Serie 6: 2000er Riesling / Mosel-Saar-Ruwer

Variante / Verkostung	K	S	UO	VD	SK	Prüferzahl
2001	3,29	1,35	-	2,85	-	17
2002	2,50	2,10	-	2,90	-	15

Serie 7: 2000er Portugieser / Nahe (Maischeerhitzung)**Varianten der Serie 7: 2000er Portugieser / Nahe**

Variante	Kontrolle	Saccharose	Umkehr- osmose	Vakuum- destillation	Schräg- kühler
Weinnummer	00912	00913	-	00914	-

Mostanalyse der Serie 7: 2000er Portugieser / Nahe

Variante		K	S	VD	Dest.
Mostgewicht	[°Oe]	45,8	71,4	72,0	0,0
Gesamtalkohol	[g/l]	55,4	74,9	80,5	0,0
vorhandener Alkohol	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0
Glycerin	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0
Saccharose	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0
Glucose	[g/l]	58,6	79,7	85,6	0,0
Fructose	[g/l]	59,2	79,6	85,7	0,0
Gesamtzucker	[g/l]	117,8	159,3	171,3	0,0
Weinsäure	[g/l]	5,5	6,0	3,6	<0,1
Äpfelsäure	[g/l]	5,3	4,9	6,8	<0,1
Shikimisäure	[g/l]	0,023	0,017	0,031	<0,01
Milchsäure	[g/l]	<0,2	<0,2	0,6	<0,2
Essigsäure	[g/l]	<0,2	<0,2	<0,1	<0,2
Zitronensäure	[g/l]	<0,1	0,2	0,3	<0,1
pH	[-]	3,51	3,40	3,42	6,27
titrierbare Säure	[g/l]	9,1	10,4	10,7	0,2
Ammonium	[mg/l]	160	174	169	0
Kalium	[mg/l]	3425	3756	3237	2
Calcium	[mg/l]	120	126	145	0
Magnesium	[mg/l]	75	76	77	0
E 420	[-]	3,570	3,390	4,350	0,039
E 520	[-]	7,140	6,940	9,220	0,044
E 620	[-]	1,590	1,520	1,890	0,046
Gesamtphenole	[mg/l]	159	156	181	21

Weinanalyse der Serie 7: 2000er Portugieser / Nahe

Variante		K	S	VD
Gesamtalkohol	[g/l]	56,2	76,8	71,0
vorhandener Alkohol	[g/l]	55,9	76,5	70,7
Glycerin	[g/l]	6,3	6,6	7,0
Glucose	[g/l]	0,0	0,0	0,0
Fructose	[g/l]	0,5	0,6	0,6
Gesamtzucker	[g/l]	0,5	0,6	0,6
Weinsäure	[g/l]	2,3	2,0	2,0
Äpfelsäure	[g/l]	2,0	2,9	3,9
Shikimisäure	[g/l]	0,045	0,047	0,064
Milchsäure	[g/l]	2,8	2,2	2,7
Essigsäure	[g/l]	0,2	0,2	0,2
Zitronensäure	[g/l]	0,4	0,3	0,4
pH	[-]	3,37	3,42	3,37
titrierbare Säure	[g/l]	6,2	6,0	7,3
freie SO ₂	[mg/l]	37	35	30
gesamte SO ₂	[mg/l]	85	80	87
Ammonium	[mg/l]	0	0	0
Kalium	[mg/l]	1433	1293	1525
Calcium	[mg/l]	77	69	102
Magnesium	[mg/l]	55	54	71
E 420	[-]	0,469	0,426	0,704
E 520	[-]	0,516	0,472	0,821
E 620	[-]	0,094	0,074	0,150
Gesamtphenole	[mg/l]	810	750	978
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	21,0	20,3	24,4
Gesamtextrakt	[g/l]	21,5	20,9	25,0
Bentonitschönung	[g/hl]	200		
Entsäuerung				
Einst. Restzucker				

Dreieckstests der Serie 7: 2000er Portugieser / Nahe

2 \ 1	S			VD				
	n	1↑2	2↑1	1≠2	n	1↑2	2↑1	1≠2
K	15/8/0/2			15/4/5/1				
S				15 / nicht signifikant				

Rangziffern der Serie 7: 2000er Portugieser / Nahe

Variante / Verkostung	K	S	UO	VD	SK	Prüferzahl
2001	3,56	2,15	-	1,79	-	17
2002	3,65	2,38	-	1,46	-	13

Serie 8: 2000er Spätburgunder / Rheingau (Maischeerhitzung)**Varianten der Serie 8: 2000er Spätburgunder / Rheingau**

Variante	Kontrolle	Saccharose	Umkehr- osmose	Vakuum- destillation	Schräg- kühler
Weinnummer	00916	00917	00919	00920	-

Mostanalyse der Serie 8: 2000er Spätburgunder / Rheingau

Variante		K	S	UO	VD	Dest.
Mostgewicht	[°Oe]	78,3	86,3	95,2	94,5	0,0
Gesamtalkohol	[g/l]	91,3	96,6	78,7	93,0	0,0
vorhandener Alkohol	[g/l]	3,9	4,0	3,7	4,0	0,0
Glycerin	[g/l]					0,0
Saccharose	[g/l]					0,0
Glucose	[g/l]	94,6	100,5	81,1	96,3	0,0
Fructose	[g/l]	91,4	96,7	78,4	93,0	0,0
Gesamtzucker	[g/l]	186,0	197,2	159,5	189,3	0,0
Weinsäure	[g/l]	6,0	5,8	4,8	4,7	<0,1
Äpfelsäure	[g/l]	6,8	6,7	7,4	7,6	<0,1
Shikimisäure	[g/l]	0,015	0,013	0,013	0,014	<0,01
Milchsäure	[g/l]	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Essigsäure	[g/l]	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Zitronensäure	[g/l]	0,3	0,2	0,2	0,2	<0,1
pH	[-]	3,42	3,38	3,39	3,55	4,49
titrierbare Säure	[g/l]	9,9	10,0	11,7	11,9	0,1
Ammonium	[mg/l]	192	184	176	259	0
Kalium	[mg/l]	2448	2383	2242	3300	2
Calcium	[mg/l]	171	167	162	260	0
Magnesium	[mg/l]	78	79	69	111	0
E 420	[-]	3,650	3,510	6,950	4,240	0,031
E 520	[-]	7,480	7,500	11,500	9,140	0,038
E 620	[-]	1,430	1,380	2,870	1,620	0,041
Gesamtphenole	[mg/l]	214	120	234	272	25

Von dem Permeat lag keine Probe zur Analyse vor.

Weinanalyse der Serie 8: 2000er Spätburgunder / Rheingau

Variante		K	S	UO	VD
Gesamtalkohol	[g/l]	90,4	106,4	102,7	103,8
vorhandener Alkohol	[g/l]	90,0	106,1	102,3	103,4
Glycerin	[g/l]	5,7	6,3	6,7	6,9
Glucose	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0
Fructose	[g/l]	0,7	0,7	0,9	0,9
Gesamtzucker	[g/l]	0,7	0,7	0,9	0,9
Weinsäure	[g/l]	0,4	0,3	0,4	0,3
Äpfelsäure	[g/l]	6,3	6,0	7,4	7,3
Shikimisäure	[g/l]	0,012	0,011	0,015	0,014
Milchsäure	[g/l]	0,2	0,2	0,2	0,2
Essigsäure	[g/l]	0,3	0,3	0,4	0,4
Zitronensäure	[g/l]	0,4	0,4	0,5	0,6
pH	[-]	3,77	3,76	3,78	3,79
titrierbare Säure	[g/l]	5,8	5,8	6,9	6,8
freie SO ₂	[mg/l]	47	49	40	47
gesamte SO ₂	[mg/l]	86	89	88	84
Ammonium	[mg/l]	0	0	0	0
Kalium	[mg/l]	1375	1296	1414	1427
Calcium	[mg/l]	201	221	304	292
Magnesium	[mg/l]	73	73	82	85
E 420	[-]	0,667	0,685	0,949	0,879
E 520	[-]	0,660	0,669	1,036	0,901
E 620	[-]	0,155	0,157	0,238	0,211
Gesamtphenole	[mg/l]	1334	1337	1526	1484
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	24,7	24,5	28,2	28,6
Gesamtextrakt	[g/l]	25,5	25,2	29,0	29,5
Bentonitschönung	[g/hl]	0			
Entsäuerung		um 2,0 g/l			
Einst. Restzucker					

Dreieckstests der Serie 8: 2000er Spätburgunder / Rheingau

2 \ 1	S				UO				VD			
	n	1↑2	2↑1	1≠2	n	1↑2	2↑1	1≠2	n	1↑2	2↑1	1≠2
K	15 / nicht signifikant				15/3/4/2				15 / nicht signifikant			
S					15 / nicht signifikant				15 / nicht signifikant			
UO									15 / nicht signifikant			

Rangziffern der Serie 8: 2000er Spätburgunder / Rheingau

Variante / Verkostung	K	S	UO	VD	SK	Prüferzahl
2001	4,37	3,43	1,08	3,12	-	17
2002	3,36	3,05	2,54	3,05	-	13

Serie 9: 2000er Lemberger / Württemberg (Maischeerhitzung)**Varianten der Serie 9: 2000er Lemberger / Württemberg**

Variante	Kontrolle	Saccharose	Umkehr- osmose	Vaku- um- destillation	Schräg- kühler
Weinnummer	00931	00932	00934	00935	00936

Mostanalyse der Serie 9: 2000er Lemberger / Württemberg

Variante		K	S	UO	VD	SK	Perm.	Dest.	Eis
Mostgewicht	[°Oe]	76,3	84,2	88,6	89,9	92,6	0,1	0,0	33,6
Gesamtalkohol	[g/l]	75,0	88,5	98,9	95,1	99,0	0,0	0,0	9,7
vorhandener Alkohol	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Glycerin	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Saccharose	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Glucose	[g/l]	81,6	94,5	105,9	103,6	106,5	0,0	0,0	10,4
Fructose	[g/l]	78,1	93,7	104,5	98,8	104,2	0,0	0,0	10,3
Gesamtzucker	[g/l]	159,7	188,2	210,4	202,4	210,7	0,0	0,0	20,6
Weinsäure	[g/l]	5,3	5,8	4,7	4,8	5,0	0,2	0,0	2,1
Äpfelsäure	[g/l]	2,7	2,8	2,3	2,6	3,2	0,1	0,0	1,8
Shikimisäure	[g/l]	0,007	0,008	0,004	0,006	0,012	0,000	0,000	0,010
Milchsäure	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	<0,1
Essigsäure	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Zitronensäure	[g/l]	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1
pH	[-]	3,45	3,38	3,36	3,48	3,32	5,03	5,30	3,66
titrierbare Säure	[g/l]	7,8	7,7	8,4	8,4	8,1	0,1	0,1	2,8
Ammonium	[mg/l]	120	102	219	168	167			0
Kalium	[mg/l]	2201	1981	3385	2675	2306	4	3	1309
Calcium	[mg/l]	90	99	201	175	126	0	0	68
Magnesium	[mg/l]	74	67	147	115	103	0	0	50
E 420	[-]	5,800	5,550	8,060	7,830	3,870			2,140
E 520	[-]	15,700	15,350	20,580	20,230	8,910			1,810
E 620	[-]	1,960	1,850	3,280	2,910	1,180			0,540
Gesamtphenole	[mg/l]	1576	1337	1912	2339	904	0	0	418

Weinanalyse der Serie 9: 2000er Lemberger / Württemberg

Variante		K	S	UO	VD	SK
Gesamtalkohol	[g/l]	85,1	104,8	98,6	99,7	105,6
vorhandener Alkohol	[g/l]	83,1	102,7	96,7	97,9	103,6
Glycerin	[g/l]	4,9	5,6	5,7	5,9	5,8
Glucose	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fructose	[g/l]	4,3	4,4	3,9	3,8	4,4
Gesamtzucker	[g/l]	4,3	4,4	3,9	3,8	4,4
Weinsäure	[g/l]	2,1	2,2	2,2	2,2	2,4
Äpfelsäure	[g/l]	0,1	1,1	0,4	0,1	1,3
Shikimisäure	[g/l]	0,021	0,038	0,045	0,042	0,041
Milchsäure	[g/l]	1,8	1,4	2,2	2,4	1,5
Essigsäure	[g/l]	0,5	0,6	0,7	0,9	0,5
Zitronensäure	[g/l]	<0,2	0,2	<0,2	<0,2	<0,2
pH	[-]	3,43	3,43	3,49	3,54	3,32
titrierbare Säure	[g/l]	4,4	4,8	4,9	4,9	5,4
freie SO ₂	[mg/l]	51	46	50	56	40
gesamte SO ₂	[mg/l]	78	82	80	82	70
Ammonium	[mg/l]	0	0	0	0	0
Kalium	[mg/l]	969	949	1028	1042	755
Calcium	[mg/l]	69	72	76	72	73
Magnesium	[mg/l]	66	69	83	89	71
E 420	[-]	1,076	1,054	1,348	1,502	0,674
E 520	[-]	1,620	1,634	2,130	2,230	0,820
E 620	[-]	0,294	0,282	0,384	0,464	0,146
Gesamtphenole	[mg/l]	1141	1018	1270	1407	717
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	19,4	20,2	21,2	22,1	19,6
Gesamtextrakt	[g/l]	23,7	24,6	25,1	25,8	24,0
Bentonitschönung	[g/hl]	100				
Entsäuerung						
Einst. Restzucker		mit Fructose auf 6,7 g/l				

Dreieckstests der Serie 9: 2000er Lemberger / Württemberg

2 \ 1	S				UO				VD				SK			
	n	1↑2	2↑1	1≠2	n	1↑2	2↑1	1≠2	n	1↑2	2↑1	1≠2	n	1↑2	2↑1	1≠2
K	12 / nicht signifikant				12/2/3/3				12 / nicht signifikant				12/2/6/2			
S					12 / nicht signifikant				12 / nicht signifikant				12/2/5/1			
UO									12 / nicht signifikant				12/1/6/1			
VD													12/2/9/0			

Rangziffern der Serie 9: 2000er Lemberger / Württemberg

Variante / Verkostung	K	S	UO	VD	SK	Prüferzahl
2001	4,01	3,35	2,03	2,69	5,41	17
2002	4,37	2,63	2,35	3,12	5,04	13

8.3 Ergebnisse der Herbstkampagne 2001

Serie 1: 2001er Müller-Thurgau / Franken

Varianten der Serie 1: 2001er Müller-Thurgau / Franken

Variante	Kontrolle	Saccharose	Umkehr- osmose	Vakuum- destillation	Schräg- kühler
Weinnummer	01900	01901	-	-	01902

Mostanalyse der Serie 1: 2001er Müller-Thurgau / Franken

Variante		K	S	SK
Mostgewicht	[°Oe]	60,0	81,8	82,5
Gesamtalkohol	[g/l]	66,6	95,3	94,2
vorhandener Alkohol	[g/l]	0,0	0,0	0,0
Glycerin	[g/l]	0,0	0,0	0,0
Saccharose	[g/l]	0,0	0,0	0,0
Glucose	[g/l]	69,2	99,9	98,3
Fructose	[g/l]	72,4	102,8	102,1
Gesamtzucker	[g/l]	141,7	202,7	200,4
Weinsäure	[g/l]	6,6	6,9	6,3
Äpfelsäure	[g/l]	6,4	6,0	9,1
Shikimisäure	[g/l]	0,040	0,038	0,075
Milchsäure	[g/l]	<0,1	<0,1	<0,1
Essigsäure	[g/l]	0,1	0,1	0,1
Zitronensäure	[g/l]	0,2	0,2	0,3
pH	[-]	2,89	2,88	2,97
titrierbare Säure	[g/l]	9,1	8,6	10,7
Ammonium	[mg/l]	63	55	75
Kalium	[mg/l]	905	773	1096
Calcium	[mg/l]	108	75	118
Magnesium	[mg/l]	66	44	89
Gesamtphenole	[mg/l]	86	83	241

Weinanalyse der Serie 1: 2001er Müller-Thurgau / Franken

Variante		K	S	SK
Gesamtalkohol	[g/l]	66,8	90,3	90,5
vorhandener Alkohol	[g/l]	65,1	88,7	88,8
Glycerin	[g/l]	4,4	5,5	5,6
Glucose	[g/l]	<0,1	<0,1	<0,1
Fructose	[g/l]	3,6	3,5	3,6
Gesamtzucker	[g/l]	3,6	3,5	3,6
Weinsäure	[g/l]	2,5	2,2	1,5
Äpfelsäure	[g/l]	4,5	3,8	5,9
Shikimisäure	[g/l]	0,039	0,035	0,070
Milchsäure	[g/l]	0,0	0,0	0,0
Essigsäure	[g/l]	0,4	0,6	0,5
Zitronensäure	[g/l]	0,1	0,2	0,2
pH	[-]	3,19	3,14	3,23
titrierbare Säure	[g/l]	7,0	6,5	7,5
Gesamtphenole	[mg/l]	197	163	396
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	16,2	14,0	17,7
Gesamtextrakt	[g/l]	19,8	17,5	21,3
Bentonitschönung	[g/hl]	200		
Entsäuerung		um 2,0 g/l		
Einst. Restzucker		mit Fructose auf 4,3 g/l		

Dreieckstests der Serie 1: 2001er Müller-Thurgau / Franken

	1	S			SK		
		n	1↑2	2↑1	1≠2	n	1↑2
K		13/3/2/3			13/3/3/3		
S					13/3/4/2		

Rangziffern der Serie 1: 2001er Müller-Thurgau / Franken

Variante / Verkostung	K	S	UO	VD	SK	Prüferzahl
2002	3,32	2,36	-	-	1,82	11

Serie 2: 2001er Bacchus / Franken**Varianten der Serie 2: 2001er Bacchus / Franken**

Variante	Kontrolle	Saccharose	Umkehr- osmose	Vakuum- destillation	Schräg- kühler
Weinnummer	01903	01904	-	-	01905

Mostanalyse der Serie 2: 2001er Bacchus / Franken

Variante		K	S	SK
Mostgewicht	[°Oe]	58,5	72,4	82,8
Gesamtalkohol	[g/l]	65,0	84,1	80,6
vorhandener Alkohol	[g/l]	0,0	0,0	0,0
Glycerin	[g/l]	0,0	0,0	0,0
Saccharose	[g/l]	0,0	0,0	0,0
Glucose	[g/l]	66,8	87,2	83,5
Fructose	[g/l]	71,6	91,8	88,0
Gesamtzucker	[g/l]	138,4	179,0	171,5
Weinsäure	[g/l]	6,8	6,6	6,0
Äpfelsäure	[g/l]	6,5	6,3	8,8
Shikimisäure	[g/l]	0,046	0,047	0,082
Milchsäure	[g/l]	<0,1	<0,1	<0,1
Essigsäure	[g/l]	0,1	0,1	0,1
Zitronensäure	[g/l]	0,2	0,2	0,2
pH	[-]	2,97	2,96	3,01
titrierbare Säure	[g/l]	9,0	8,6	10,1
Ammonium	[mg/l]	55	43	74
Kalium	[mg/l]	1112	1078	1183
Calcium	[mg/l]	82	78	90
Magnesium	[mg/l]	47	46	71
Gesamtphenole	[mg/l]	108	105	372

Weinanalyse der Serie 2: 2001er Bacchus / Franken

Variante		K	S	SK
Gesamtalkohol	[g/l]	63,7	89,1	89,4
vorhandener Alkohol	[g/l]	61,2	86,5	87,0
Glycerin	[g/l]	4,0	5,4	5,2
Glucose	[g/l]	<0,1	<0,1	<0,1
Fructose	[g/l]	5,4	5,6	5,1
Gesamtzucker	[g/l]	5,4	5,6	5,1
Weinsäure	[g/l]	2,3	1,6	1,8
Äpfelsäure	[g/l]	4,4	3,9	5,8
Shikimisäure	[g/l]	0,042	0,042	0,071
Milchsäure	[g/l]	0,0	0,0	0,0
Essigsäure	[g/l]	0,4	0,6	0,4
Zitronensäure	[g/l]	0,1	0,1	0,2
pH	[-]	3,18	3,22	3,30
titrierbare Säure	[g/l]	6,2	5,6	7,1
Gesamtphenole	[mg/l]	161	147	243
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	14,5	12,5	17,5
Gesamtextrakt	[g/l]	19,9	18,1	22,6
Bentonitschönung	[g/hl]	400		
Entsäuerung		um 2,0 g/l		
Einst. Restzucker		mit Fructose auf 6,0 g/l		

Dreieckstests der Serie 2: 2001er Bacchus / Franken

	1	S			SK			
		n	1↑2	2↑1	1≠2	n	1↑2	2↑1
K		13/5/1/4			13 / nicht signifikant			
S					13/8/0/2			

Rangziffern der Serie 2: 2001er Bacchus / Franken

Variante / Verkostung	K	S	UO	VD	SK	Prüferzahl
2002	2,91	3,18	-	-	1,41	11

Serie 3: 2001er Müller-Thurgau / Rheingau**Varianten der Serie 3: 2001er Müller-Thurgau / Rheingau**

Variante	Kontrolle	Saccharose	Umkehr- osmose	Vakuum- destillation	Schräg- kühler
Weinnummer	01910	01911	01913	-	-

Mostanalyse der Serie 3: 2001er Müller-Thurgau / Rheingau

Variante		K	S	UO	Perm.
Mostgewicht	[°Oe]	75,9	84,2	85,3	0,9
Gesamtalkohol	[g/l]	76,5	87,7	87,2	1,0
vorhandener Alkohol	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0
Glycerin	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0
Saccharose	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0
Glucose	[g/l]	79,0	91,0	90,1	1,1
Fructose	[g/l]	83,7	95,6	95,3	1,1
Gesamtzucker	[g/l]	162,7	186,6	185,5	2,2
Weinsäure	[g/l]	5,8	5,8	6,4	0,1
Äpfelsäure	[g/l]	5,2	5,1	6,3	0,1
Shikimisäure	[g/l]	0,064	0,062	0,076	0,001
Milchsäure	[g/l]	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Essigsäure	[g/l]	0,4	0,1	0,1	<0,1
Zitronensäure	[g/l]	0,2	0,1	0,2	0,1
pH	[-]	3,25	3,25	3,24	3,99
titrierbare Säure	[g/l]	7,1	7,0	7,7	0,2
Ammonium	[mg/l]	20	0	32	0
Kalium	[mg/l]	1458	1629	1660	31
Calcium	[mg/l]	98	103	125	5
Magnesium	[mg/l]	72	83	95	0
Gesamtphenole	[mg/l]	264	262	303	n.n

Weinanalyse der Serie 3: 2001er Müller-Thurgau / Rheingau

Variante		K	S	UO
Gesamtalkohol	[g/l]	71,2	97,1	91,6
vorhandener Alkohol	[g/l]	70,8	96,5	91,1
Glycerin	[g/l]	4,0	5,5	4,9
Glucose	[g/l]	0,2	0,3	0,2
Fructose	[g/l]	0,7	0,9	0,9
Gesamtzucker	[g/l]	0,9	1,2	1,1
Weinsäure	[g/l]	2,0	2,1	2,1
Äpfelsäure	[g/l]	3,1	3,4	3,9
Shikimisäure	[g/l]	0,053	0,059	0,068
Milchsäure	[g/l]	0,0	0,0	0,0
Essigsäure	[g/l]	0,3	0,5	0,4
Zitronensäure	[g/l]	0,2	0,2	0,2
pH	[-]	3,30	3,32	3,31
titrierbare Säure	[g/l]	5,0	5,8	6,2
Gesamtphenole	[mg/l]	178	261	266
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	13,7	15,5	16,7
Gesamtextrakt	[g/l]	14,6	16,7	17,8
Bentonitschönung	[g/hl]	300		
Entsäuerung				
Einst. Restzucker				

Dreieckstests der Serie 3: 2001er Müller-Thurgau / Rheingau

	1	S			UO		
		n	1↑2	2↑1	1≠2	n	1↑2
K		11 / nicht signifikant			11 / nicht signifikant		
S		11/4/0/4					

Rangziffern der Serie 3: 2001er Müller-Thurgau / Rheingau

Variante / Verkostung	K	S	UO	VD	SK	Prüferzahl
2002	3,05	2,09	2,36	-	-	11

Serie 4: 2001er Riesling / Rheingau**Varianten der Serie 4: 2001er Riesling / Rheingau**

Variante	Kontrolle	Saccharose	Umkehr- osmose	Vakuum- destillation	Schräg- kühler
Weinnummer	01926	01927	01929	-	-

Mostanalyse der Serie 4: 2001er Riesling / Rheingau

Variante		K	S	UO	Perm.
Mostgewicht	[°Oe]	83,2	96,9	97,4	9,5
Gesamtalkohol	[g/l]	91,7	110,0	111,9	1,0
vorhandener Alkohol	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0
Glycerin	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0
Saccharose	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0
Glucose	[g/l]	95,7	115,5	116,8	1,0
Fructose	[g/l]	99,3	118,6	121,2	1,1
Gesamtzucker	[g/l]	195,0	234,1	238,0	2,0
Weinsäure	[g/l]	7,5	7,5	7,8	0,1
Äpfelsäure	[g/l]	6,2	6,1	7,2	0,1
Shikimisäure	[g/l]	0,078	0,076	0,092	0,001
Milchsäure	[g/l]	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Essigsäure	[g/l]	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Zitronensäure	[g/l]	0,3	0,3	0,3	<0,1
pH	[-]	2,93	2,90	2,84	3,75
titrierbare Säure	[g/l]	11,3	11,2	12,9	0,2
Ammonium	[mg/l]	120	116	154	3
Kalium	[mg/l]	1168	1142	1197	27
Calcium	[mg/l]	172	147	208	10
Magnesium	[mg/l]	69	58	89	1
Gesamtphenole	[mg/l]	256	252	282	n.n

Weinanalyse der Serie 4: 2001er Riesling / Rheingau

Variante		K	S	UO
Gesamtalkohol	[g/l]	90,8	104,5	106,7
vorhandener Alkohol	[g/l]	88,4	101,6	104,1
Glycerin	[g/l]	5,7	6,4	6,7
Glucose	[g/l]	<0,1	0,1	<0,1
Fructose	[g/l]	5,2	6,1	5,6
Gesamtzucker	[g/l]	5,2	6,2	5,6
Weinsäure	[g/l]	2,3	2,0	2,3
Äpfelsäure	[g/l]	4,6	4,4	5,3
Shikimisäure	[g/l]	0,088	0,089	0,105
Milchsäure	[g/l]	0,1	0,1	0,1
Essigsäure	[g/l]	0,3	0,5	0,6
Zitronensäure	[g/l]	0,3	0,3	0,3
pH	[-]	3,11	3,11	3,09
titrierbare Säure	[g/l]	7,5	7,3	8,5
Gesamtphenole	[mg/l]	312	312	329
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	19,0	18,2	20,9
Gesamtextrakt	[g/l]	24,2	24,4	26,5
Bentonitschönung	[g/hl]	300		
Entsäuerung		um 2,0 g/l		
Einst. Restzucker		mit Fructose auf 6,0 g/l		

Dreieckstests der Serie 4: 2001er Riesling / Rheingau

	1	S			UO		
		n	1↑2	2↑1	1≠2	n	1↑2
K		11 / nicht signifikant			11 / nicht signifikant		
S		11 / nicht signifikant					

Rangziffern der Serie 4: 2001er Riesling / Rheingau

Variante / Verkostung	K	S	UO	VD	SK	Prüferzahl
2002	2,09	2,23	3,18	-	-	11

Serie 5: 2001er Riesling / Rheingau**Varianten der Serie 5: 2001er Riesling / Rheingau**

Variante	Kontrolle	Saccharose	Umkehr- osmose	Vaku- um- destillation	Schräg- kühler
Weinnummer	01943	01944	01945	-	-

Mostanalyse der Serie 5: 2001er Riesling / Rheingau

Variante		K	S	UO	Perm.
Mostgewicht	[°Oe]	84,0	97,9	97,9	0,8
Gesamtalkohol	[g/l]	99,3	120,5	113,4	0,9
vorhandener Alkohol	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0
Glycerin	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0
Saccharose	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0
Glucose	[g/l]	102,2	123,9	116,7	0,9
Fructose	[g/l]	109,0	132,4	124,6	1,0
Gesamtzucker	[g/l]	211,3	256,3	241,3	1,9
Weinsäure	[g/l]	6,8	7,4	6,8	0,1
Äpfelsäure	[g/l]	5,1	5,0	5,9	0,1
Shikimisäure	[g/l]	0,052	0,049	0,059	0,002
Milchsäure	[g/l]	0,1	0,1	0,1	<0,1
Essigsäure	[g/l]	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Zitronensäure	[g/l]	0,3	0,3	0,4	<0,1
pH	[-]	3,08	3,06	3,01	4,49
titrierbare Säure	[g/l]	9,8	10,0	11,0	0,1
Ammonium	[mg/l]	112	112	137	2
Kalium	[mg/l]	1310	1461	1230	16
Calcium	[mg/l]	150	143	167	10
Magnesium	[mg/l]	81	78	94	1
Gesamtphenole	[mg/l]	206	201	237	n.n

Weinanalyse der Serie 5: 2001er Riesling / Rheingau

Variante		K	UO
Gesamtalkohol	[g/l]	90,4	105,2
vorhandener Alkohol	[g/l]	89,4	103,2
Glycerin	[g/l]	6,3	8,6
Glucose	[g/l]	0,3	0,3
Fructose	[g/l]	1,9	4,0
Gesamtzucker	[g/l]	2,2	4,3
Weinsäure	[g/l]	2,3	2,5
Äpfelsäure	[g/l]	2,9	3,9
Shikimisäure	[g/l]	0,061	0,072
Milchsäure	[g/l]	0,7	0,1
Essigsäure	[g/l]	0,5	0,7
Zitronensäure	[g/l]	0,2	0,3
pH	[-]	3,15	3,09
titrierbare Säure	[g/l]	6,8	8,5
Gesamtphenole	[mg/l]	248	288
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	18,7	22,4
Gesamtextrakt	[g/l]	20,9	26,7
Bentonitschönung	[g/hl]	400	
Entsäuerung		um 1,5 g/l	
Einst. Restzucker			

Die Saccharosevariante wurde auf Grund eines zu hohen Restzuckergehaltes nicht weiter ausgebaut und aus dem Versuchsplan gestrichen.

Dreieckstests der Serie 5: 2001er Riesling / Rheingau

1 \ 2	UO		
	n	1↑2	2↑1
K	11/2/6/2		

Rangziffern der Serie 5: 2001er Riesling / Rheingau

Variante / Verkostung	K	S	UO	VD	SK	Prüferzahl
2002	1,73	-	2,27	-	-	11

Serie 6: 2001er Frühburgunder / Rheingau (Maischegärung)**Varianten der Serie 6: 2001er Frühburgunder / Rheingau**

Variante	Kontrolle	Saccharose	Umkehr- osmose	Vakuum- destillation	Schräg- kühler
Weinnummer	-	01906	01909	-	-

Mostanalyse der Serie 6: 2001er Frühburgunder / Rheingau

Variante		S	UO	Perm.
Mostgewicht	[°Oe]	89,1	99,9	2,1
Gesamtalkohol	[g/l]	95,4	106,0	2,0
vorhandener Alkohol	[g/l]	0,0	0,0	0,0
Glycerin	[g/l]	0,0	0,0	0,0
Saccharose	[g/l]	0,0	0,0	0,0
Glucose	[g/l]	102,7	113,6	2,2
Fructose	[g/l]	100,4	112,1	2,1
Gesamtzucker	[g/l]	203,1	225,6	4,3
Weinsäure	[g/l]	5,8	5,6	0,1
Äpfelsäure	[g/l]	5,5	6,5	0,1
Shikimisäure	[g/l]	0,008	0,010	<0,005
Milchsäure	[g/l]	<0,1	<0,1	<0,1
Essigsäure	[g/l]	<0,1	<0,1	<0,1
Zitronensäure	[g/l]	0,5	0,6	0,1
pH	[-]	3,53	3,59	4,01
titrierbare Säure	[g/l]	6,6	7,0	0,3
Ammonium	[mg/l]	93	116	3
Kalium	[mg/l]	1840	2004	49
Calcium	[mg/l]	116	128	6
Magnesium	[mg/l]	70	96	1
E 420	[-]	0,424	0,641	0,000
E 520	[-]	0,574	1,018	0,000
E 620	[-]	0,096	0,150	0,000
Gesamtphenole	[mg/l]	329	414	n.n

Weinanalyse der Serie 6: 2001er Frühburgunder / Rheingau

Variante		S	UO
Gesamtalkohol	[g/l]	100,7	96,4
vorhandener Alkohol	[g/l]	100,2	95,8
Glycerin	[g/l]	9,1	9,0
Glucose	[g/l]	<0,1	<0,1
Fructose	[g/l]	1,1	1,3
Gesamtzucker	[g/l]	1,1	1,3
Weinsäure	[g/l]	1,4	1,6
Äpfelsäure	[g/l]	3,0	3,4
Shikimisäure	[g/l]	0,008	0,009
Milchsäure	[g/l]	0,4	0,3
Essigsäure	[g/l]	0,4	0,6
Zitronensäure	[g/l]	0,4	0,5
pH	[-]	3,76	3,75
titrierbare Säure	[g/l]	5,6	5,9
E 420	[-]	0,761	0,785
E 520	[-]	0,627	0,695
E 620	[-]	0,131	0,145
Gesamtphenole	[mg/l]	1595	1666
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	24,9	26,8
Gesamtextrakt	[g/l]	26,0	28,1
Bentonitschönung	[g/hl]	100	
Entsäuerung			
Einst. Restzucker			

Dreieckstests der Serie 6: 2001er Frühburgunder / Rheingau

	1	UO		
		n	1↑2	2↑1
2				
S		8 / nicht signifikant		

Rangziffern der Serie 6: 2001er Frühburgunder / Rheingau

Variante / Verkostung	K	S	UO	VD	SK	Prüferzahl
2002	-	2,20	1,80	-	-	10

Serie 7: 2001er Portugieser / Nahe (Maischeerhitzung)**Varianten der Serie 7: 2001er Portugieser / Nahe**

Variante	Kontrolle	Saccharose	Umkehr- osmose	Vakuum- destillation	Schräg- kühler
Weinnummer	01916	01917	01920	-	-

Mostanalyse der Serie 7: 2001er Portugieser / Nahe

Variante		K	S	UO	Perm.
Mostgewicht	[°Oe]	70,6	84,4	85,3	0,6
Gesamtalkohol	[g/l]	75,1	93,2	94,3	0,6
vorhandener Alkohol	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0
Glycerin	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0
Saccharose	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0
Glucose	[g/l]	77,2	96,5	97,0	0,6
Fructose	[g/l]	82,6	101,8	103,8	0,6
Gesamtzucker	[g/l]	159,8	198,4	200,7	1,2
Weinsäure	[g/l]	5,6	5,2	4,8	0,1
Äpfelsäure	[g/l]	4,0	3,7	4,8	0,0
Shikimisäure	[g/l]	0,047	0,037	0,058	0,000
Milchsäure	[g/l]	0,2	0,2	0,2	0,0
Essigsäure	[g/l]	0,1	0,0	0,1	0,0
Zitronensäure	[g/l]	0,2	0,2	0,3	0,1
pH	[-]	3,84	3,72	3,70	4,79
titrierbare Säure	[g/l]	6,5	6,3	7,0	0,2
Ammonium	[mg/l]	40	38	50	0
Kalium	[mg/l]	2415	2264	2382	21
Calcium	[mg/l]	113	118	163	6
Magnesium	[mg/l]	54	50	63	0
E 420	[-]	4,171	2,637	3,555	0,020
E 520	[-]	7,498	5,778	7,932	0,016
E 620	[-]	1,885	0,853	1,226	0,009
Gesamtphenole	[mg/l]	1503	1281	1615	5

Weinanalyse der Serie 7: 2001er Portugieser / Nahe

Variante		K	S	UO
Gesamtalkohol	[g/l]	72,8	90,4	89,9
vorhandener Alkohol	[g/l]	72,4	89,7	89,3
Glycerin	[g/l]	5,1	5,8	5,7
Glucose	[g/l]	0,3	0,5	0,4
Fructose	[g/l]	0,6	0,9	0,9
Gesamtzucker	[g/l]	0,9	1,4	1,3
Weinsäure	[g/l]	1,9	1,7	1,5
Äpfelsäure	[g/l]	0,3	2,9	1,4
Shikimisäure	[g/l]	0,055	0,056	0,076
Milchsäure	[g/l]	2,3	0,6	2,2
Essigsäure	[g/l]	0,4	0,4	0,4
Zitronensäure	[g/l]	0,1	0,3	0,3
pH	[-]	3,80	3,58	3,72
titrierbare Säure	[g/l]	3,7	5,2	4,5
E 420	[-]	0,728	0,683	1,213
E 520	[-]	0,832	0,784	1,484
E 620	[-]	0,174	0,142	0,320
Gesamtphenole	[mg/l]	1235	1175	1577
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	17,7	18,9	20,8
Gesamtextrakt	[g/l]	18,6	20,3	22,1
Bentonitschönung	[g/hl]	0		
Entsäuerung				
Einst. Restzucker				

Dreieckstests der Serie 7: 2001er Portugieser / Nahe

	1	S			UO			
		n	1↑2	2↑1	1≠2	n	1↑2	2↑1
K		13/7/1/1			13/1/9/2			
S					13/3/5/2			

Rangziffern der Serie 7: 2001er Portugieser / Nahe

Variante / Verkostung	K	S	UO	VD	SK	Prüferzahl
2002	3,70	2,50	1,30	-	-	10

Serie 8: 2001er Spätburgunder / Pfalz (Maischegärung)**Varianten der Serie 8: 2001er Spätburgunder / Pfalz**

Variante	Kontrolle	Saccharose	Umkehr- osmose	Vaku- um- destillation	Schräg- kühler
Weinnummer	01932	01934	01938	-	-

Mostanalyse der Serie 8: 2001er Spätburgunder / Pfalz

Variante		K	S	UO	Perm.
Mostgewicht	[°Oe]	81,4	101,0	94,1	1,4
Gesamtalkohol	[g/l]	96,4	122,4	109,9	1,5
vorhandener Alkohol	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0
Glycerin	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0
Saccharose	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0
Glucose	[g/l]	101,3	129,1	115,2	1,6
Fructose	[g/l]	103,9	131,4	118,6	1,7
Gesamtzucker	[g/l]	205,2	260,5	233,9	3,3
Weinsäure	[g/l]	5,3	4,9	5,5	0,1
Äpfelsäure	[g/l]	5,9	2,4	5,8	0,1
Shikimisäure	[g/l]	0,009	0,008	0,007	0,001
Milchsäure	[g/l]	0,1	1,7	0,2	<0,1
Essigsäure	[g/l]	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Zitronensäure	[g/l]	0,4	0,4	0,4	<0,1
pH	[-]	3,43	3,40	3,30	4,08
titrierbare Säure	[g/l]	9,8	7,8	9,7	0,3
Ammonium	[mg/l]	112	82	123	4
Kalium	[mg/l]	1561	1562	1456	46
Calcium	[mg/l]	141	143	154	9
Magnesium	[mg/l]	66	68	78	1
E 420	[-]	0,557	0,650	0,668	0,008
E 520	[-]	0,631	0,683	0,844	0,005
E 620	[-]	0,085	0,113	0,119	0,002
Gesamtphenole	[mg/l]	275	318	351	3

Weinanalyse der Serie 8: 2001er Spätburgunder / Pfalz

Variante		K	S	UO
Gesamtalkohol	[g/l]	84,9	96,7	93,8
vorhandener Alkohol	[g/l]	84,6	96,2	93,2
Glycerin	[g/l]	7,3	8,1	8,3
Glucose	[g/l]	0,3	0,5	0,7
Fructose	[g/l]	0,3	0,6	0,6
Gesamtzucker	[g/l]	0,6	1,1	1,3
Weinsäure	[g/l]	1,0	0,8	1,0
Äpfelsäure	[g/l]	3,0	2,0	3,2
Shikimisäure	[g/l]	0,013	0,013	0,013
Milchsäure	[g/l]	1,2	1,7	1,0
Essigsäure	[g/l]	0,3	0,3	0,3
Zitronensäure	[g/l]	0,4	0,4	0,5
pH	[-]	3,46	3,51	3,45
titrierbare Säure	[g/l]	6,2	5,5	6,5
E 420	[-]	0,372	0,372	0,430
E 520	[-]	0,294	0,298	0,364
E 620	[-]	0,046	0,049	0,058
Gesamtphenole	[mg/l]	1307	1398	1610
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	22,0	20,6	23,7
Gesamtextrakt	[g/l]	22,6	21,7	25,0
Bentonitschönung	[g/hl]	100		
Entsäuerung		um 1,0 g/l		
Einst. Restzucker				

Dreieckstests der Serie 8: 2001er Spätburgunder / Pfalz

	1	S			UO			
		n	1↑2	2↑1	1≠2	n	1↑2	2↑1
K		13 / nicht signifikant			13 / nicht signifikant			
S					13 / nicht signifikant			

Rangziffern der Serie 8: 2001er Spätburgunder / Pfalz

Variante / Verkostung	K	S	UO	VD	SK	Prüferzahl
2002	2,05	2,20	3,25	-	-	10

Serie 9: 2001er Lemberger / Württemberg (Maischegärung)**Varianten der Serie 9: 2001er Lemberger / Württemberg**

Variante	Kontrolle	Saccharose	Umkehr- osmose	Vakuum- destillation	Schräg- kühler
Weinnummer	01947	01949	01953	-	-

Mostanalyse der Serie 9: 2001er Lemberger / Württemberg

Variante		K	S	UO	Perm.
Mostgewicht	[°Oe]	75,5	78,1	95,4	1,0
Gesamtalkohol	[g/l]	89,0	92,2	112,3	1,1
vorhandener Alkohol	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0
Glycerin	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0
Saccharose	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0
Glucose	[g/l]	90,7	93,7	113,6	1,1
Fructose	[g/l]	98,8	102,4	125,4	1,2
Gesamtzucker	[g/l]	189,4	196,1	239,0	2,3
Weinsäure	[g/l]	4,8	4,8	4,9	0,1
Äpfelsäure	[g/l]	2,3	2,4	2,9	<0,1
Shikimisäure	[g/l]	0,039	0,022	0,031	0,000
Milchsäure	[g/l]	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Essigsäure	[g/l]	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Zitronensäure	[g/l]	0,2	0,2	0,2	<0,1
pH	[-]	3,17	3,31	3,23	4,47
titrierbare Säure	[g/l]	5,9	5,8	6,5	0,2
Ammonium	[mg/l]	57	72	83	2
Kalium	[mg/l]	1328	1289	1327	22
Calcium	[mg/l]	118	107	136	7
Magnesium	[mg/l]	78	76	97	1
E 420	[-]	0,283	1,303	1,096	0,006
E 520	[-]	0,429	1,827	1,421	0,002
E 620	[-]	0,046	0,246	0,188	0,000
Gesamtphenole	[mg/l]	873	482	490	0

Weinanalyse der Serie 9: 2001er Lemberger / Württemberg

Variante		K	S	UO
Gesamtalkohol	[g/l]	81,4	92,8	89,3
vorhandener Alkohol	[g/l]	81,1	92,4	88,8
Glycerin	[g/l]	6,7	7,7	7,4
Glucose	[g/l]	<0,1	0,2	0,2
Fructose	[g/l]	0,6	0,7	0,8
Gesamtzucker	[g/l]	0,6	0,9	1,0
Weinsäure	[g/l]	2,9	2,8	2,6
Äpfelsäure	[g/l]	1,3	1,5	1,7
Shikimisäure	[g/l]	0,042	0,045	0,051
Milchsäure	[g/l]	0,1	0,1	0,1
Essigsäure	[g/l]	0,3	0,3	0,3
Zitronensäure	[g/l]	0,2	0,3	0,3
pH	[-]	3,35	3,25	3,31
titrierbare Säure	[g/l]	5,6	5,8	5,8
E 420	[-]	0,656	0,749	0,827
E 520	[-]	0,744	0,905	0,971
E 620	[-]	0,107	0,132	0,152
Gesamtphenole	[mg/l]	1272	1423	1531
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	20,6	21,3	22,3
Gesamtextrakt	[g/l]	21,2	22,2	23,3
Bentonitschönung	[g/hl]	100		
Entsäuerung				
Einst. Restzucker				

Dreieckstests der Serie 9: 2001er Lemberger / Württemberg

	1	S			UO			
		n	1↑2	2↑1	1≠2	n	1↑2	2↑1
K		8 / nicht signifikant			8 / nicht signifikant			
S					8 / nicht signifikant			

Rangziffern der Serie 9: 2001er Lemberger / Württemberg

Variante / Verkostung	K	S	UO	VD	SK	Prüferzahl
2002	3,85	1,90	1,75	-	-	10

8.4 Ausdünnung

Serie 4: 2000er Riesling / Rheingau

Varianten der Serie 4: 2000er Riesling / Rheingau

Variante	Ausdünnung	Umkehr- osmose
Weinnummer	00953	00954

Mostanalyse der Serie 4: 2000er Riesling / Rheingau

Variante		A	UO
Mostgewicht	[°Oe]	88,7	89,0
Gesamtalkohol	[g/l]	96,8	95,9
vorhandener Alkohol	[g/l]	3,4	0,0
Glycerin	[g/l]	1,3	1,0
Saccharose	[g/l]	0,0	0,0
Glucose	[g/l]	98,0	100,5
Fructose	[g/l]	100,8	103,5
Gesamtzucker	[g/l]	198,8	204,0
Weinsäure	[g/l]	6,0	6,3
Äpfelsäure	[g/l]	5,1	6,7
Shikimisäure	[g/l]	0,036	0,064
Milchsäure	[g/l]	<0,1	<0,1
Essigsäure	[g/l]	0,2	<0,1
Zitronensäure	[g/l]	0,6	0,4
pH	[-]	3,01	3,04
titrierbare Säure	[g/l]	9,9	12,1
Ammonium	[mg/l]	157	190
Kalium	[mg/l]	1619	1625
Calcium	[mg/l]	102	137
Magnesium	[mg/l]	70	78
Gesamtphenole	[mg/l]	227	249

Weinanalyse der Serie 4: 2000er Riesling / Rheingau

Variante		A	UO
Gesamtalkohol	[g/l]	103,2	97,3
vorhandener Alkohol	[g/l]	98,9	92,6
Glycerin	[g/l]	6,7	6,4
Glucose	[g/l]	0,0	0,7
Fructose	[g/l]	9,1	9,5
Gesamtzucker	[g/l]	9,1	10,1
Weinsäure	[g/l]	1,9	2,6
Äpfelsäure	[g/l]	4,0	5,7
Shikimisäure	[g/l]	0,050	0,080
Milchsäure	[g/l]	0,3	0,2
Essigsäure	[g/l]	0,4	0,6
Zitronensäure	[g/l]	0,3	0,3
pH	[-]	3,26	3,23
titrierbare Säure	[g/l]	6,7	8,7
freie SO ₂	[mg/l]	32	32
gesamte SO ₂	[mg/l]	110	136
Ammonium	[mg/l]	0	0
Kalium	[mg/l]	674	704
Calcium	[mg/l]	188	219
Magnesium	[mg/l]	64	78
Gesamtphenole	[mg/l]	309	304
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	25,3	28,5
Gesamtextrakt	[g/l]	34,5	38,6
Bentonitschönung	[g/hl]	400	
Entsäuerung		um 1,5 g/l	
Einst. Restzucker		Frc auf 12,0 g/l	

Dreieckstest der Serie 4: 2000er Riesling / Rheingau

2	1	UO		
		n	1↑2	2↑1
A		15/4/5/2		

Rangziffern der Serie 4: 2000er Riesling / Rheingau

Variante / Verkostung	A	UO	Prüferzahl
2001	2,06	1,94	17
2002	2,20	1,80	15

Serie 9: 2000er Lemberger / Württemberg**Varianten der Serie 9: 2000er Lemberger / Württemberg**

Variante	Ausdünnung	Vakuumdestillation
Weinnummer	00933	00935

Mostanalyse der Serie 9: 2000er Lemberger / Württemberg

Variante		A	VD
Mostgewicht	[°Oe]	81,4	89,9
Gesamtalkohol	[g/l]	94,2	95,1
vorhandener Alkohol	[g/l]	0,0	0,0
Glycerin	[g/l]	0,0	0,0
Saccharose	[g/l]	0,0	0,0
Glucose	[g/l]	104,4	103,6
Fructose	[g/l]	96,0	98,8
Gesamtzucker	[g/l]	200,4	202,4
Weinsäure	[g/l]	6,4	4,8
Äpfelsäure	[g/l]	2,6	2,6
Shikimisäure	[g/l]	0,011	0,006
Milchsäure	[g/l]	0,0	0,0
Essigsäure	[g/l]	0,0	0,0
Zitronensäure	[g/l]	0,1	0,1
pH	[-]	3,55	3,48
titrierbare Säure	[g/l]	8,6	8,4
Ammonium	[mg/l]		168
Kalium	[mg/l]	3874	2675
Calcium	[mg/l]	157	175
Magnesium	[mg/l]	123	115
E 420	[-]	6,870	7,830
E 520	[-]	18,420	20,230
E 620	[-]	2,720	2,910
Gesamtphenole	[mg/l]	1125	2339

Weinanalyse der Serie 9: 2000er Lemberger / Württemberg

Variante		A	VD
Gesamtalkohol	[g/l]	102,4	99,7
vorhandener Alkohol	[g/l]	100,3	97,9
Glycerin	[g/l]	6,0	5,9
Glucose	[g/l]	0,0	0,0
Fructose	[g/l]	4,4	3,8
Gesamtzucker	[g/l]	4,4	3,8
Weinsäure	[g/l]	2,3	2,2
Äpfelsäure	[g/l]	0,1	0,1
Shikimisäure	[g/l]	0,033	0,042
Milchsäure	[g/l]	1,8	2,4
Essigsäure	[g/l]	0,9	0,9
Zitronensäure	[g/l]	<0,2	<0,2
pH	[-]	3,44	3,54
titrierbare Säure	[g/l]	4,6	4,9
freie SO ₂	[mg/l]	50	56
gesamte SO ₂	[mg/l]	73	82
Ammonium	[mg/l]	0	0
Kalium	[mg/l]	872	1042
Calcium	[mg/l]	59	72
Magnesium	[mg/l]	65	89
E 420	[-]	1,402	1,502
E 520	[-]	2,084	2,230
E 620	[-]	0,400	0,464
Gesamtphenole	[mg/l]	1270	1407
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	19,4	22,1
Gesamtextrakt	[g/l]	23,8	25,8
Bentonitschönung	[g/hl]	100	
Entsäuerung			
Einst. Restzucker		Frc auf 6,7 g/l	

Dreieckstest der Serie 9: 2000er Lemberger / Württemberg

2	1	VD		
		n	1↑2	2↑1
A		12 / nicht signifikant		

Rangziffern der Serie 9: 2000er Lemberger / Württemberg

Variante / Verkostung	A	VD	Prüferzahl
2001	2,06	1,94	17
2002	2,54	1,46	13

Serie 3: 2001er Müller-Thurgau / Rheingau**Varianten der Serie 3: 2001er Müller-Thurgau / Rheingau**

Variante	Ausdünnung	Umkehr- osmose
Weinnummer	01912	01913

Mostanalyse der Serie 3: 2001er Müller-Thurgau / Rheingau

Variante		A	UO
Mostgewicht	[°Oe]	88,5	85,3
Gesamtalkohol	[g/l]	110,6	87,2
vorhandener Alkohol	[g/l]	0,0	0,0
Glycerin	[g/l]	0,0	0,0
Saccharose	[g/l]	0,0	0,0
Glucose	[g/l]	114,2	90,1
Fructose	[g/l]	121,1	95,3
Gesamtzucker	[g/l]	235,4	185,5
Weinsäure	[g/l]	4,4	6,4
Äpfelsäure	[g/l]	4,7	6,3
Shikimisäure	[g/l]	0,043	0,076
Milchsäure	[g/l]	<0,1	<0,1
Essigsäure	[g/l]	<0,1	0,1
Zitronensäure	[g/l]	0,2	0,2
pH	[-]	3,24	3,24
titrierbare Säure	[g/l]	6,8	7,7
Ammonium	[mg/l]	54	32
Kalium	[mg/l]	1480	1660
Calcium	[mg/l]	112	125
Magnesium	[mg/l]	69	95
Gesamtphenole	[mg/l]	205	303

Weinanalyse der Serie 3: 2001er Müller-Thurgau / Rheingau

Variante		A	UO
Gesamtalkohol	[g/l]	96,1	91,6
vorhandener Alkohol	[g/l]	95,5	91,1
Glycerin	[g/l]	5,8	4,9
Glucose	[g/l]	<0,1	0,2
Fructose	[g/l]	1,3	0,9
Gesamtzucker	[g/l]	1,3	1,1
Weinsäure	[g/l]	2,1	2,1
Äpfelsäure	[g/l]	3,7	3,9
Shikimisäure	[g/l]	0,049	0,068
Milchsäure	[g/l]	0,1	0,0
Essigsäure	[g/l]	0,5	0,4
Zitronensäure	[g/l]	0,2	0,2
pH	[-]	3,42	3,31
titrierbare Säure	[g/l]	5,9	6,2
Gesamtphenole	[mg/l]	284	266
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	18,0	16,7
Gesamtextrakt	[g/l]	19,3	17,8
Bentonitschönung	[g/hl]	300	
Entsäuerung			
Einst. Restzucker			

Dreieckstest der Serie 3: 2001er Müller-Thurgau / Rheingau

2 \ 1	UO		
	n	1↑2	2↑1
A	11 / nicht signifikant		

Rangziffern der Serie 3: 2001er Müller-Thurgau / Rheingau

Variante / Verkostung	A	UO	Prüferzahl
2002	2,09	1,91	11

Serie 6: 2001er Frühburgunder / Rheingau**Varianten der Serie 6: 2001er Frühburgunder / Rheingau**

Variante	Ausdünnung	Umkehr- osmose
Weinnummer	01907	01909

Mostanalyse der Serie 6: 2001er Frühburgunder / Rheingau

Variante		A	UO
Mostgewicht	[°Oe]	87,9	99,9
Gesamtalkohol	[g/l]	92,0	106,0
vorhandener Alkohol	[g/l]	0,0	0,0
Glycerin	[g/l]	0,0	0,0
Saccharose	[g/l]	0,0	0,0
Glucose	[g/l]	98,2	113,6
Fructose	[g/l]	97,6	112,1
Gesamtzucker	[g/l]	195,8	225,6
Weinsäure	[g/l]	6,0	5,6
Äpfelsäure	[g/l]	5,5	6,5
Shikimisäure	[g/l]	0,006	0,010
Milchsäure	[g/l]	<0,1	<0,1
Essigsäure	[g/l]	<0,1	<0,1
Zitronensäure	[g/l]	0,5	0,6
pH	[-]	3,51	3,59
titrierbare Säure	[g/l]	7,2	7,0
Ammonium	[mg/l]	110	116
Kalium	[mg/l]	1582	2004
Calcium	[mg/l]	78	128
Magnesium	[mg/l]	55	96
E 420	[-]	0,382	0,641
E 520	[-]	0,450	1,018
E 620	[-]	0,116	0,150
Gesamtphenole	[mg/l]	242	414

Weinanalyse der Serie 6: 2001er Frühburgunder / Rheingau

Variante		A	UO
Gesamtalkohol	[g/l]	104,3	96,4
vorhandener Alkohol	[g/l]	103,8	95,8
Glycerin	[g/l]	8,7	9,0
Glucose	[g/l]	<0,1	<0,1
Fructose	[g/l]	1,1	1,3
Gesamtzucker	[g/l]	1,1	1,3
Weinsäure	[g/l]	1,4	1,6
Äpfelsäure	[g/l]	3,1	3,4
Shikimisäure	[g/l]	0,009	0,009
Milchsäure	[g/l]	0,4	0,3
Essigsäure	[g/l]	0,4	0,6
Zitronensäure	[g/l]	0,5	0,5
pH	[-]	3,80	3,75
titrierbare Säure	[g/l]	5,6	5,9
E 420	[-]	0,865	0,785
E 520	[-]	0,709	0,695
E 620	[-]	0,153	0,145
Gesamtphenole	[mg/l]	1666	1666
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	25,8	26,8
Gesamtextrakt	[g/l]	26,9	28,1
Bentonitschönung	[g/hl]	100	
Entsäuerung			
Einst. Restzucker			

Dreieckstest der Serie 6: 2001er Frühburgunder / Rheingau

	1	UO			
2		n	1↑2	2↑1	1≠2
A		8 / nicht signifikant			

Rangziffern der Serie 6: 2001er Frühburgunder / Rheingau

Variante / Verkostung	A	UO	Prüferzahl
2002	2,20	1,80	10

Serie 7: 2001er Portugieser / Nahe**Varianten der Serie 7: 2001er Portugieser / Nahe**

Variante	Ausdünnung	Umkehr- osmose
Weinnummer	01919	01920

Mostanalyse der Serie 7: 2001er Portugieser / Nahe

Variante		A	UO
Mostgewicht	[°Oe]	85,4	85,3
Gesamtalkohol	[g/l]	97,3	94,3
vorhandener Alkohol	[g/l]	0,0	0,0
Glycerin	[g/l]	0,0	0,0
Saccharose	[g/l]	0,0	0,0
Glucose	[g/l]	100,8	97,0
Fructose	[g/l]	106,1	103,8
Gesamtzucker	[g/l]	206,9	200,7
Weinsäure	[g/l]	5,3	4,8
Äpfelsäure	[g/l]	3,2	4,8
Shikimisäure	[g/l]	0,036	0,058
Milchsäure	[g/l]	0,4	0,2
Essigsäure	[g/l]	0,0	0,1
Zitronensäure	[g/l]	0,2	0,3
pH	[-]	3,75	3,70
titrierbare Säure	[g/l]	6,1	7,0
Ammonium	[mg/l]	33	50
Kalium	[mg/l]	2467	2382
Calcium	[mg/l]	121	163
Magnesium	[mg/l]	54	63
E 420	[-]	3,341	3,555
E 520	[-]	7,447	7,932
E 620	[-]	1,229	1,226
Gesamtphenole	[mg/l]	1279	1615

Weinanalyse der Serie 7: 2001er Portugieser / Nahe

Variante		A	UO
Gesamtalkohol	[g/l]	90,5	89,9
vorhandener Alkohol	[g/l]	89,8	89,3
Glycerin	[g/l]	5,1	5,7
Glucose	[g/l]	0,5	0,4
Fructose	[g/l]	1,0	0,9
Gesamtzucker	[g/l]	1,5	1,3
Weinsäure	[g/l]	1,6	1,5
Äpfelsäure	[g/l]	2,5	1,4
Shikimisäure	[g/l]	0,051	0,076
Milchsäure	[g/l]	0,9	2,2
Essigsäure	[g/l]	0,4	0,4
Zitronensäure	[g/l]	0,2	0,3
pH	[-]	3,64	3,72
titrierbare Säure	[g/l]	4,8	4,5
E 420	[-]	0,874	1,213
E 520	[-]	1,150	1,484
E 620	[-]	0,214	0,320
Gesamtphenole	[mg/l]	1182	1577
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	18,3	20,8
Gesamtextrakt	[g/l]	19,8	22,1
Bentonitschönung	[g/hl]	0	
Entsäuerung			
Einst. Restzucker			

Dreieckstest der Serie 7: 2001er Portugieser / Nahe

2	1	UO		
		n	1↑2	2↑1
A		13/3/5/5		

Rangziffern der Serie 7: 2001er Portugieser / Nahe

Variante / Verkostung	A	UO	Prüferzahl
2002	2,20	1,80	10

Serie 8: 2001er Spätburgunder / Pfalz**Varianten der Serie 8: 2001er Spätburgunder / Pfalz**

Variante	Ausdünnung	Umkehr- osmose
Weinnummer	01936	01938

Mostanalyse der Serie 8: 2001er Spätburgunder / Pfalz

Variante		A	UO
Mostgewicht	[°Oe]	97,8	94,1
Gesamtalkohol	[g/l]	117,4	109,9
vorhandener Alkohol	[g/l]	0,0	0,0
Glycerin	[g/l]	0,0	0,0
Saccharose	[g/l]	0,0	0,0
Glucose	[g/l]	123,4	115,2
Fructose	[g/l]	126,4	118,6
Gesamtzucker	[g/l]	249,8	233,9
Weinsäure	[g/l]	5,2	5,5
Äpfelsäure	[g/l]	5,1	5,8
Shikimisäure	[g/l]	0,005	0,007
Milchsäure	[g/l]	<0,1	0,2
Essigsäure	[g/l]	<0,1	<0,1
Zitronensäure	[g/l]	0,4	0,4
pH	[-]	3,27	3,30
titrierbare Säure	[g/l]	9,5	9,7
Ammonium	[mg/l]	90	123
Kalium	[mg/l]	1491	1456
Calcium	[mg/l]	138	154
Magnesium	[mg/l]	66	78
E 420	[-]	0,614	0,668
E 520	[-]	0,696	0,844
E 620	[-]	0,099	0,119
Gesamtphenole	[mg/l]	287	351

Weinanalyse der Serie 8: 2001er Spätburgunder / Pfalz

Variante		A	UO
Gesamtalkohol	[g/l]	97,8	93,8
vorhandener Alkohol	[g/l]	97,0	93,2
Glycerin	[g/l]	8,5	8,3
Glucose	[g/l]	0,8	0,7
Fructose	[g/l]	0,9	0,6
Gesamtzucker	[g/l]	1,7	1,3
Weinsäure	[g/l]	1,1	1,0
Äpfelsäure	[g/l]	3,0	3,2
Shikimisäure	[g/l]	0,012	0,013
Milchsäure	[g/l]	0,4	1,0
Essigsäure	[g/l]	0,3	0,3
Zitronensäure	[g/l]	0,4	0,5
pH	[-]	3,43	3,45
titrierbare Säure	[g/l]	6,2	6,5
E 420	[-]	0,461	0,430
E 520	[-]	0,393	0,364
E 620	[-]	0,063	0,058
Gesamtphenole	[mg/l]	1299	1610
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	21,5	23,7
Gesamtextrakt	[g/l]	23,2	25,0
Bentonitschönung	[g/hl]	100	
Entsäuerung		um 1,0 g/l	
Einst. Restzucker			

Dreieckstest der Serie 8: 2001er Spätburgunder / Pfalz

2	1	UO		
		n	1↑2	2↑1
A		13/4/1/3		

Rangziffern der Serie 8: 2001er Spätburgunder / Pfalz

Variante / Verkostung	A	UO	Prüferzahl
2002	2,20	1,80	10

Serie 9: 2001er Lemberger / Württemberg**Varianten der Serie 9: 2001er Lemberger / Württemberg**

Variante	Ausdünnung	Umkehr- osmose
Weinnummer	01951	01953

Mostanalyse der Serie 9: 2001er Lemberger / Württemberg

Variante		A	UO
Mostgewicht	[°Oe]	84,6	95,4
Gesamtalkohol	[g/l]	100,9	112,3
vorhandener Alkohol	[g/l]	0,0	0,0
Glycerin	[g/l]	0,0	0,0
Saccharose	[g/l]	0,0	0,0
Glucose	[g/l]	103,3	113,6
Fructose	[g/l]	111,4	125,4
Gesamtzucker	[g/l]	214,7	239,0
Weinsäure	[g/l]	5,1	4,9
Äpfelsäure	[g/l]	2,8	2,9
Shikimisäure	[g/l]	0,029	0,031
Milchsäure	[g/l]	<0,1	<0,1
Essigsäure	[g/l]	<0,1	<0,1
Zitronensäure	[g/l]	0,2	0,2
pH	[-]	3,27	3,23
titrierbare Säure	[g/l]	6,1	6,5
Ammonium	[mg/l]	77	83
Kalium	[mg/l]	1432	1327
Calcium	[mg/l]	115	136
Magnesium	[mg/l]	77	97
E 420	[-]	1,165	1,096
E 520	[-]	1,685	1,421
E 620	[-]	0,219	0,188
Gesamtphenole	[mg/l]	502	490

Weinanalyse der Serie 9: 2001er Lemberger / Württemberg

Variante		A	UO
Gesamtalkohol	[g/l]	94,8	89,3
vorhandener Alkohol	[g/l]	94,3	88,8
Glycerin	[g/l]	7,7	7,4
Glucose	[g/l]	0,4	0,2
Fructose	[g/l]	0,7	0,8
Gesamtzucker	[g/l]	1,1	1,0
Weinsäure	[g/l]	2,7	2,6
Äpfelsäure	[g/l]	1,7	1,7
Shikimisäure	[g/l]	0,050	0,051
Milchsäure	[g/l]	0,1	0,1
Essigsäure	[g/l]	0,3	0,3
Zitronensäure	[g/l]	0,2	0,3
pH	[-]	3,23	3,31
titrierbare Säure	[g/l]	6,0	5,8
E 420	[-]	0,993	0,827
E 520	[-]	1,237	0,971
E 620	[-]	0,188	0,152
Gesamtphenole	[mg/l]	1611	1531
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	22,4	22,3
Gesamtextrakt	[g/l]	23,5	23,3
Bentonitschönung	[g/hl]	100	
Entsäuerung			
Einst. Restzucker			

Dreieckstest der Serie 9: 2001er Lemberger / Württemberg

	1	UO			
2		n	1↑2	2↑1	1≠2
A		8 / nicht signifikant			

Rangziffern der Serie 9: 2001er Lemberger / Württemberg

Variante / Verkostung	A	UO	Prüferzahl
2002	1,60	2,40	10

8.5 Saftentzug

Serie 9: 2000er Lemberger / Württemberg

Varianten der Serie 9: 2000er Lemberger / Württemberg

Variante	Vakuum-destillation	Saftentzug Kontrolle	Saftentzug Ausdünnung
Weinnummer	00935	00937	00938

Mostanalyse der Serie 9: 2000er Lemberger / Württemberg

Variante		VD	SEK	SEA
Mostgewicht	[°Oe]	89,9	87,1	82,7
Gesamtalkohol	[g/l]	95,1	94,1	87,2
vorhandener Alkohol	[g/l]	0,0	0,0	0,0
Glycerin	[g/l]	0,0	0,0	0,0
Saccharose	[g/l]	0,0	0,0	0,0
Glucose	[g/l]	103,6	100,2	94,8
Fructose	[g/l]	98,8	99,9	90,8
Gesamtzucker	[g/l]	202,4	200,1	185,6
Weinsäure	[g/l]	4,8	5,0	5,1
Äpfelsäure	[g/l]	2,6	1,8	2,0
Shikimisäure	[g/l]	0,006	0,004	0,004
Milchsäure	[g/l]	0,0	0,0	0,0
Essigsäure	[g/l]	0,0	0,0	0,0
Zitronensäure	[g/l]	0,1	0,1	0,1
pH	[-]	3,48	3,41	3,44
titrierbare Säure	[g/l]	8,4	7,9	8,1
Ammonium	[mg/l]	168		
Kalium	[mg/l]	2675	2344	2257
Calcium	[mg/l]	175	87	105
Magnesium	[mg/l]	115	70	80
E 420	[-]	7,830	7,160	7,760
E 520	[-]	20,230	20,180	21,190
E 620	[-]	2,910	2,620	3,030
Gesamtphenole	[mg/l]	2339	1478	1275

Weinanalyse der Serie 9: 2000er Lemberger / Württemberg

Variante		VD	SEK	SEA
Gesamtalkohol	[g/l]	99,7	102,0	100,4
vorhandener Alkohol	[g/l]	97,9	99,9	98,4
Glycerin	[g/l]	5,9	5,7	6,7
Glucose	[g/l]	0,0	0,0	0,0
Fructose	[g/l]	3,8	4,5	4,2
Gesamtzucker	[g/l]	3,8	4,5	4,2
Weinsäure	[g/l]	2,2	2,4	2,2
Äpfelsäure	[g/l]	0,1	0,4	0,1
Shikimisäure	[g/l]	0,042	0,037	0,033
Milchsäure	[g/l]	2,4	1,7	1,7
Essigsäure	[g/l]	0,9	0,7	0,8
Zitronensäure	[g/l]	<0,2	<0,2	0,1
pH	[-]	3,54	3,40	3,47
titrierbare Säure	[g/l]	4,9	4,7	4,5
freie SO ₂	[mg/l]	56	41	51
gesamte SO ₂	[mg/l]	82	72	76
Ammonium	[mg/l]	0	0	0
Kalium	[mg/l]	1042	868	867
Calcium	[mg/l]	72	75	70
Magnesium	[mg/l]	89	69	68
E 420	[-]	1,502	1,474	1,644
E 520	[-]	2,230	2,490	2,598
E 620	[-]	0,464	0,448	0,510
Gesamtphenole	[mg/l]	1407	1137	1376
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	22,1	19,6	19,9
Gesamtextrakt	[g/l]	25,8	24,1	24,0
Bentonitschönung	[g/hl]	100		
Entsäuerung				
Einst. Restzucker		mit Fructose auf 6,7 g/l		

Dreieckstests der Serie 9: 2000er Lemberger / Württemberg

2 \ 1	SEK				SEA			
	n	1↑2	2↑1	1≠2	n	1↑2	2↑1	1≠2
VD	12 / nicht signifikant				12 / nicht signifikant			
SEK					12/2/4/2			

Rangziffern der Serie 9: 2000er Lemberger / Württemberg

Variante / Verkostung	VD	SEK	SEA	Prüferzahl
2001	2,50	2,24	2,76	17
2002	2,15	2,27	3,08	13

Serie 7: 2001er Portugieser / Nahe**Varianten der Serie 7: 2001er Portugieser / Nahe**

Variante	Umkehr- osmose	Saftentzug Kontrolle
Weinnummer	01920	01922

Mostanalyse der Serie 7: 2001er Portugieser / Nahe

Variante		UO	SEK
Mostgewicht	[°Oe]	85,3	84,3
Gesamtalkohol	[g/l]	94,3	94,6
vorhandener Alkohol	[g/l]	0,0	0,0
Glycerin	[g/l]	0,0	0,0
Saccharose	[g/l]	0,0	0,0
Glucose	[g/l]	97,0	97,9
Fructose	[g/l]	103,8	103,4
Gesamtzucker	[g/l]	200,7	201,3
Weinsäure	[g/l]	4,8	5,5
Äpfelsäure	[g/l]	4,8	4,1
Shikimisäure	[g/l]	0,058	0,036
Milchsäure	[g/l]	0,2	0,0
Essigsäure	[g/l]	0,1	0,1
Zitronensäure	[g/l]	0,3	0,2
pH	[-]	3,70	3,67
titrierbare Säure	[g/l]	7,0	6,6
Ammonium	[mg/l]	50	36
Kalium	[mg/l]	2382	2065
Calcium	[mg/l]	163	120
Magnesium	[mg/l]	63	45
E 420	[-]	3,555	2,329
E 520	[-]	7,932	5,109
E 620	[-]	1,226	0,751
Gesamtphenole	[mg/l]	1615	937

Weinanalyse der Serie 7: 2001er Portugieser / Nahe

Variante		UO	SEK
Gesamtalkohol	[g/l]	89,9	87,3
vorhandener Alkohol	[g/l]	89,3	86,5
Glycerin	[g/l]	5,7	5,4
Glucose	[g/l]	0,4	0,7
Fructose	[g/l]	0,9	1,0
Gesamtzucker	[g/l]	1,3	1,6
Weinsäure	[g/l]	1,5	1,8
Äpfelsäure	[g/l]	1,4	3,6
Shikimisäure	[g/l]	0,076	0,053
Milchsäure	[g/l]	2,2	0,1
Essigsäure	[g/l]	0,4	0,4
Zitronensäure	[g/l]	0,3	0,3
pH	[-]	3,72	3,51
titrierbare Säure	[g/l]	4,5	5,5
E 420	[-]	1,213	0,586
E 520	[-]	1,484	0,791
E 620	[-]	0,320	0,123
Gesamtphenole	[mg/l]	1577	938
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	20,8	17,4
Gesamtextrakt	[g/l]	22,1	19,0
Bentonitschönung	[g/hl]	0	
Entsäuerung			
Einst. Restzucker			

Dreieckstest der Serie 7: 2001er Portugieser / Nahe

2 \ 1	SEK		
	n	1↑2	2↑1
UO	13/2/6/3		

Rangziffern der Serie 7: 2001er Portugieser / Nahe

Variante / Verkostung	UO	SEK	Prüferzahl
2002	1,00	3,00	10

Serie 8: 2001er Spätburgunder / Pfalz**Varianten der Serie 8: 2001er Spätburgunder / Pfalz**

Variante	Umkehr- osmose	Saftentzug Kontrolle
Weinnummer	01938	01940

Mostanalyse der Serie 8: 2001er Spätburgunder / Pfalz

Variante		UO	SEK
Mostgewicht	[°Oe]	94,1	94,0
Gesamtalkohol	[g/l]	109,9	113,5
vorhandener Alkohol	[g/l]	0,0	0,0
Glycerin	[g/l]	0,0	0,0
Saccharose	[g/l]	0,0	0,0
Glucose	[g/l]	115,2	119,4
Fructose	[g/l]	118,6	122,1
Gesamtzucker	[g/l]	233,9	241,5
Weinsäure	[g/l]	5,5	5,1
Äpfelsäure	[g/l]	5,8	5,5
Shikimisäure	[g/l]	0,007	0,007
Milchsäure	[g/l]	0,2	0,1
Essigsäure	[g/l]	<0,1	<0,1
Zitronensäure	[g/l]	0,4	0,4
pH	[-]	3,30	3,33
titrierbare Säure	[g/l]	9,7	8,8
Ammonium	[mg/l]	123	100
Kalium	[mg/l]	1456	1598
Calcium	[mg/l]	154	178
Magnesium	[mg/l]	78	62
E 420	[-]	0,668	0,700
E 520	[-]	0,844	0,884
E 620	[-]	0,119	0,122
Gesamtphenole	[mg/l]	351	319

Weinanalyse der Serie 8: 2001er Spätburgunder / Pfalz

Variante		UO	SEK
Gesamtalkohol	[g/l]	93,8	96,5
vorhandener Alkohol	[g/l]	93,2	95,9
Glycerin	[g/l]	8,3	8,1
Glucose	[g/l]	0,7	0,5
Fructose	[g/l]	0,6	0,7
Gesamtzucker	[g/l]	1,3	1,2
Weinsäure	[g/l]	1,0	0,8
Äpfelsäure	[g/l]	3,2	3,1
Shikimisäure	[g/l]	0,013	0,012
Milchsäure	[g/l]	1,0	0,8
Essigsäure	[g/l]	0,3	0,3
Zitronensäure	[g/l]	0,5	0,4
pH	[-]	3,45	3,53
titrierbare Säure	[g/l]	6,5	5,9
E 420	[-]	0,430	0,385
E 520	[-]	0,364	0,328
E 620	[-]	0,058	0,054
Gesamtphenole	[mg/l]	1610	1485
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	23,7	21,9
Gesamtextrakt	[g/l]	25,0	23,1
Bentonitschönung	[g/hl]	100	
Entsäuerung		um 1,0 g/l	
Einst. Restzucker			

Dreieckstest der Serie 8: 2001er Spätburgunder / Pfalz

2 \ 1	SEK		
	n	1↑2	2↑1
UO	13 / nicht signifikant		

Rangziffern der Serie 8: 2001er Spätburgunder / Pfalz

Variante / Verkostung	UO	SEK	Prüferzahl
2002	2,40	1,60	10

Serie 9: 2001er Lemberger / Württemberg**Varianten der Serie 9: 2001er Lemberger / Württemberg**

Variante	Umkehr- osmose	Saftentzug Kontrolle
Weinnummer	01953	01955

Mostanalyse der Serie 9: 2001er Lemberger / Württemberg

Variante		UO	SEK
Mostgewicht	[°Oe]	95,4	85,0
Gesamtalkohol	[g/l]	112,3	99,6
vorhandener Alkohol	[g/l]	0,0	0,0
Glycerin	[g/l]	0,0	0,0
Saccharose	[g/l]	0,0	0,0
Glucose	[g/l]	113,6	102,1
Fructose	[g/l]	125,4	109,8
Gesamtzucker	[g/l]	239,0	211,9
Weinsäure	[g/l]	4,9	5,1
Äpfelsäure	[g/l]	2,9	2,2
Shikimisäure	[g/l]	0,031	0,026
Milchsäure	[g/l]	<0,1	<0,1
Essigsäure	[g/l]	<0,1	<0,1
Zitronensäure	[g/l]	0,2	0,2
pH	[-]	3,23	3,29
titrierbare Säure	[g/l]	6,5	5,7
Ammonium	[mg/l]	83	65
Kalium	[mg/l]	1327	1407
Calcium	[mg/l]	136	117
Magnesium	[mg/l]	97	68
E 420	[-]	1,096	1,269
E 520	[-]	1,421	1,737
E 620	[-]	0,188	0,261
Gesamtphenole	[mg/l]	490	481

Weinanalyse der Serie 9: 2001er Lemberger / Württemberg

Variante		UO	SEK
Gesamtalkohol	[g/l]	89,3	92,4
vorhandener Alkohol	[g/l]	88,8	91,9
Glycerin	[g/l]	7,4	7,4
Glucose	[g/l]	0,2	0,3
Fructose	[g/l]	0,8	0,8
Gesamtzucker	[g/l]	1,0	1,1
Weinsäure	[g/l]	2,6	2,8
Äpfelsäure	[g/l]	1,7	1,3
Shikimisäure	[g/l]	0,051	0,047
Milchsäure	[g/l]	0,1	0,1
Essigsäure	[g/l]	0,3	0,3
Zitronensäure	[g/l]	0,3	0,2
pH	[-]	3,31	3,23
titrierbare Säure	[g/l]	5,8	5,8
E 420	[-]	0,827	0,835
E 520	[-]	0,971	1,132
E 620	[-]	0,152	0,159
Gesamtphenole	[mg/l]	1531	1452
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	22,3	20,8
Gesamtextrakt	[g/l]	23,3	21,9
Bentonitschönung	[g/hl]	100	
Entsäuerung			
Einst. Restzucker			

Dreieckstest der Serie 9: 2001er Lemberger / Württemberg

2 \ 1	SEK		
	n	1↑2	2↑1
UO	8 / nicht signifikant		

Rangziffern der Serie 9: 2001er Lemberger / Württemberg

Variante / Verkostung	UO	SEK	Prüferzahl
2002	1,80	2,20	10

8.6 Unterschiedliche Verfahren der Gefrierkonzentrierung

Serie 4: 2000er Riesling / Rheingau

Varianten der Serie 4: 2000er Riesling / Rheingau

Variante	Schrägekühler	Kühlzelle
Weinnummer	00956	00957

Mostanalyse der Serie 4: 2000er Riesling / Rheingau

Variante		SK	KZ
Mostgewicht	[°Oe]	92,6	90,5
Gesamtalkohol	[g/l]	103,7	98,5
vorhandener Alkohol	[g/l]	5,5	0,0
Glycerin	[g/l]	2,5	0,0
Saccharose	[g/l]	0,0	0,0
Glucose	[g/l]	103,2	103,1
Fructose	[g/l]	105,7	106,5
Gesamtzucker	[g/l]	208,9	209,6
Weinsäure	[g/l]	5,7	6,4
Äpfelsäure	[g/l]	6,4	6,8
Shikimisäure	[g/l]	0,075	0,067
Milchsäure	[g/l]	<0,1	<0,1
Essigsäure	[g/l]	0,2	0,3
Zitronensäure	[g/l]	0,3	0,5
pH	[-]	3,06	3,07
titrierbare Säure	[g/l]	11,6	12,4
Ammonium	[mg/l]	156	179
Kalium	[mg/l]	1353	1705
Calcium	[mg/l]	118	122
Magnesium	[mg/l]	70	75
Gesamtphenole	[mg/l]	496	319

Weinanalyse der Serie 4: 2000er Riesling / Rheingau

Variante		SK	KZ
Gesamtalkohol	[g/l]	106,8	99,0
vorhandener Alkohol	[g/l]	102,6	94,7
Glycerin	[g/l]	6,8	6,3
Glucose	[g/l]	0,0	0,0
Fructose	[g/l]	9,0	9,2
Gesamtzucker	[g/l]	9,0	9,2
Weinsäure	[g/l]	1,8	2,2
Äpfelsäure	[g/l]	5,5	5,4
Shikimisäure	[g/l]	0,095	0,082
Milchsäure	[g/l]	0,2	0,5
Essigsäure	[g/l]	0,5	0,5
Zitronensäure	[g/l]	0,4	0,3
pH	[-]	3,28	3,25
titrierbare Säure	[g/l]	7,8	8,4
freie SO ₂	[mg/l]	30	29
gesamte SO ₂	[mg/l]	109	120
Ammonium	[mg/l]	0	0
Kalium	[mg/l]	689	744
Calcium	[mg/l]	177	164
Magnesium	[mg/l]	85	84
Gesamtphenole	[mg/l]	411	349
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	27,7	28,3
Gesamtextrakt	[g/l]	36,7	37,5
Bentonitschönung	[g/hl]	400	
Entsäuerung		um 1,5 g/l	
Einst. Restzucker		Frc auf 12,0 g/l	

Dreieckstest der Serie 4: 2000er Riesling / Rheingau

2 \ 1	KZ		
	n	1↑2	2↑1
SK	15/3/2/4		

Rangziffern der Serie 4: 2000er Riesling / Rheingau

Variante / Verkostung	SK	KZ	Prüferzahl
2001	1,47	2,53	17
2002	1,40	2,60	15

Serie 5: 2000er Riesling / Rheingau**Varianten der Serie 5: 2000er Riesling / Rheingau**

Variante	Schrägekühler 1,0 mm	Schrägekühler 2,3 mm
Weinnummer	00964	00965

Mostanalyse der Serie 5: 2000er Riesling / Rheingau

Variante		SK 1,0	SK 2,3
Mostgewicht	[°Oe]	91,5	92,4
Gesamtalkohol	[g/l]	104,2	99,1
vorhandener Alkohol	[g/l]	0,0	0,0
Glycerin	[g/l]	4,0	4,4
Saccharose	[g/l]	0,0	0,0
Glucose	[g/l]	107,6	102,0
Fructose	[g/l]	114,0	108,8
Gesamtzucker	[g/l]	221,6	210,8
Weinsäure	[g/l]	3,9	4,5
Äpfelsäure	[g/l]	5,4	3,1
Shikimisäure	[g/l]	0,072	0,029
Milchsäure	[g/l]	<0,1	<0,1
Essigsäure	[g/l]	0,2	0,2
Zitronensäure	[g/l]	0,5	0,3
pH	[-]	3,11	3,20
titrierbare Säure	[g/l]	11,2	11,0
Ammonium	[mg/l]	307	165
Kalium	[mg/l]	2219	1611
Calcium	[mg/l]	279	117
Magnesium	[mg/l]	175	95
Gesamtphenole	[mg/l]	598	559

Weinanalyse der Serie 5: 2000er Riesling / Rheingau

Variante		SK 1,0	SK 2,3
Gesamtalkohol	[g/l]	97,3	105,3
vorhandener Alkohol	[g/l]	96,4	104,7
Glycerin	[g/l]	6,0	6,4
Glucose	[g/l]	0,0	0,0
Fructose	[g/l]	2,0	1,3
Gesamtzucker	[g/l]	2,0	1,3
Weinsäure	[g/l]	1,3	1,2
Äpfelsäure	[g/l]	6,1	6,1
Shikimisäure	[g/l]	0,159	0,156
Milchsäure	[g/l]	<0,2	0,2
Essigsäure	[g/l]	0,4	0,4
Zitronensäure	[g/l]	0,3	0,3
pH	[-]	3,37	3,34
titrierbare Säure	[g/l]	7,5	7,6
freie SO ₂	[mg/l]	38	45
gesamte SO ₂	[mg/l]	92	118
Ammonium	[mg/l]	0	0
Kalium	[mg/l]	949	952
Calcium	[mg/l]	151	216
Magnesium	[mg/l]	110	117
Gesamtphenole	[mg/l]	314	440
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	24,2	26,4
Gesamtextrakt	[g/l]	26,1	27,7
Bentonitschönung	[g/hl]	0	
Entsäuerung		um 2,0 g/l	
Einst. Restzucker			

Dreieckstest der Serie 5: 2000er Riesling / Rheingau

2 \ 1	SK 2,3		
	n	1↑2	2↑1
SK 1,0	15 / nicht signifikant		

Rangziffern der Serie 5: 2000er Riesling / Rheingau

Variante / Verkostung	SK 1,0	SK 2,3	Prüferzahl
2001	1,71	2,29	17
2002	1,80	2,20	15

Serie 3: 2001er Müller-Thurgau / Rheingau**Varianten der Serie 3: 2001er Müller-Thurgau / Rheingau**

Variante	Kontrolle	Saccharose	Umkehrosrose	Kühlzelle
Weinnummer	01910	01911	01913	01914

Mostanalyse der Serie 3: 2001er Müller-Thurgau / Rheingau

Variante		K	S	UO	KZ
Mostgewicht	[°Oe]	75,9	84,2	85,3	89,6
Gesamtalkohol	[g/l]	76,5	87,7	87,2	102,0
vorhandener Alkohol	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0
Glycerin	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0
Saccharose	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0
Glucose	[g/l]	79,0	91,0	90,1	104,9
Fructose	[g/l]	83,7	95,6	95,3	112,2
Gesamtzucker	[g/l]	162,7	186,6	185,5	217,1
Weinsäure	[g/l]	5,8	5,8	6,4	4,7
Äpfelsäure	[g/l]	5,2	5,1	6,3	5,4
Shikimisäure	[g/l]	0,064	0,062	0,076	0,065
Milchsäure	[g/l]	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Essigsäure	[g/l]	0,4	0,1	0,1	<0,1
Zitronensäure	[g/l]	0,2	0,1	0,2	0,3
pH	[-]	3,25	3,25	3,24	3,17
titrierbare Säure	[g/l]	7,1	7,0	7,7	7,8
Ammonium	[mg/l]	20	0	32	37
Kalium	[mg/l]	1458	1629	1660	1610
Calcium	[mg/l]	98	103	125	163
Magnesium	[mg/l]	72	83	95	87
Gesamtphenole	[mg/l]	264	262	303	277

Weinanalyse der Serie 3: 2001er Müller-Thurgau / Rheingau

Variante		K	S	UO	KZ
Gesamtalkohol	[g/l]	71,2	97,1	91,6	95,5
vorhandener Alkohol	[g/l]	70,8	96,5	91,1	94,4
Glycerin	[g/l]	4,0	5,5	4,9	5,3
Glucose	[g/l]	0,2	0,3	0,2	<0,1
Fructose	[g/l]	0,7	0,9	0,9	2,4
Gesamtzucker	[g/l]	0,9	1,2	1,1	2,4
Weinsäure	[g/l]	2,0	2,1	2,1	2,0
Äpfelsäure	[g/l]	3,1	3,4	3,9	4,1
Shikimisäure	[g/l]	0,053	0,059	0,068	0,074
Milchsäure	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0
Essigsäure	[g/l]	0,3	0,5	0,4	0,5
Zitronensäure	[g/l]	0,2	0,2	0,2	0,2
pH	[-]	3,30	3,32	3,31	3,38
titrierbare Säure	[g/l]	5,0	5,8	6,2	6,4
Gesamtphenole	[mg/l]	178	261	266	285
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	13,7	15,5	16,7	17,4
Gesamtextrakt	[g/l]	14,6	16,7	17,8	19,8
Bentonitschönung	[g/hl]	300			
Entsäuerung					
Einst. Restzucker					

Dreieckstests der Serie 3: 2001er Müller-Thurgau / Rheingau

2 \ 1	S				UO				KZ			
	n	1↑2	2↑1	1≠2	n	1↑2	2↑1	1≠2	n	1↑2	2↑1	1≠2
K	11 / nicht signifikant				11 / nicht signifikant				11 / nicht signifikant			
S					11/4/0/4				11 / nicht signifikant			
UO									11 / nicht signifikant			

Rangziffern der Serie 3: 2001er Müller-Thurgau / Rheingau

Variante / Verkostung	K	S	UO	KZ	Prüferzahl
2002	4,27	3,30	2,94	1,48	11

8.7 Teilkonzentrierung versus Gesamtkonzentrierung

Serie 2: 2000er Weißburgunder / Rheingau

Varianten der Serie 2: 2000er Weißburgunder / Rheingau

Variante	Vakuumdestillation Gesamtkonzentrierung	Vakuumdestillation Teilkonzentrierung
Weinnummer	00929	00930

Mostanalyse der Serie 2: 2000er Weißburgunder / Rheingau

Variante		GK	TK
Mostgewicht	[°Oe]	96,1	95,9
Gesamtalkohol	[g/l]	101,8	99,8
vorhandener Alkohol	[g/l]	0,0	0,0
Glycerin	[g/l]	0,0	0,0
Saccharose	[g/l]	0,0	0,0
Glucose	[g/l]	107,1	105,2
Fructose	[g/l]	109,5	107,3
Gesamtzucker	[g/l]	216,5	212,4
Weinsäure	[g/l]	4,6	4,7
Äpfelsäure	[g/l]	6,3	5,4
Shikimisäure	[g/l]	0,013	0,008
Milchsäure	[g/l]	<0,1	0,0
Essigsäure	[g/l]	0,3	0,0
Zitronensäure	[g/l]	0,5	0,3
pH	[-]	3,31	3,32
titrierbare Säure	[g/l]	9,5	9,6
Ammonium	[mg/l]	191	297
Kalium	[mg/l]	2675	4016
Calcium	[mg/l]	191	280
Magnesium	[mg/l]	101	160
Gesamtphenole	[mg/l]	196	204

Weinanalyse der Serie 2: 2000er Weißburgunder / Rheingau

Variante		GK	TK
Gesamtalkohol	[g/l]	105,9	106,9
vorhandener Alkohol	[g/l]	105,6	106,6
Glycerin	[g/l]	9,7	9,6
Glucose	[g/l]	0,0	0,0
Fructose	[g/l]	0,6	0,6
Gesamtzucker	[g/l]	0,6	0,6
Weinsäure	[g/l]	2,3	2,2
Äpfelsäure	[g/l]	5,2	5,2
Shikimisäure	[g/l]	0,011	0,011
Milchsäure	[g/l]	0,2	0,2
Essigsäure	[g/l]	0,7	0,7
Zitronensäure	[g/l]	0,5	0,5
pH	[-]	3,32	3,31
titrierbare Säure	[g/l]	8,4	8,4
freie SO ₂	[mg/l]	27	35
gesamte SO ₂	[mg/l]	125	141
Ammonium	[mg/l]	0	0
Kalium	[mg/l]	1266	1304
Calcium	[mg/l]	97	105
Magnesium	[mg/l]	73	75
Gesamtphenole	[mg/l]	304	318
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	28,9	29,3
Gesamtextrakt	[g/l]	29,5	29,8
Bentonitschönung	[g/hl]	200	
Entsäuerung			
Einst. Restzucker			

Dreieckstest der Serie 2: 2000er Weißburgunder / Rheingau

2 \ 1	TK		
	n	1↑2	2↑1
GK	15/1/5/3		

Rangziffern der Serie 2: 2000er Weißburgunder / Rheingau

Variante / Verkostung	GK	TK	Prüferzahl
2001	2,00	2,00	16
2002	1,59	2,41	17

Serie 7: 2000er Portugieser / Nahe**Varianten der Serie 7: 2000er Portugieser / Nahe**

Variante	Vakuumdestillation Gesamtkonzentrierung	Vakuumdestillation Teilkonzentrierung
Weinnummer	00914	00915

Mostanalyse der Serie 7: 2000er Portugieser / Nahe

Variante		GK	TK
Mostgewicht	[°Oe]	72,0	63,0
Gesamtalkohol	[g/l]	80,5	74,2
vorhandener Alkohol	[g/l]	0,0	0,0
Glycerin	[g/l]	0,0	0,0
Saccharose	[g/l]	0,0	0,0
Glucose	[g/l]	85,6	78,8
Fructose	[g/l]	85,7	79,0
Gesamtzucker	[g/l]	171,3	157,8
Weinsäure	[g/l]	3,6	3,8
Äpfelsäure	[g/l]	6,8	7,3
Shikimisäure	[g/l]	0,031	0,042
Milchsäure	[g/l]	0,6	0,8
Essigsäure	[g/l]	<0,1	<0,1
Zitronensäure	[g/l]	0,3	0,3
pH	[-]	3,42	3,45
titrierbare Säure	[g/l]	10,7	9,0
Ammonium	[mg/l]	169	168
Kalium	[mg/l]	3237	3212
Calcium	[mg/l]	145	152
Magnesium	[mg/l]	77	81
E 420	[-]	4,350	4,790
E 520	[-]	9,220	9,530
E 620	[-]	1,890	2,080
Gesamtphenole	[mg/l]	181	144

Weinanalyse der Serie 7: 2000er Portugieser / Nahe

Variante		GK	TK
Gesamtalkohol	[g/l]	71,0	68,4
vorhandener Alkohol	[g/l]	70,7	68,1
Glycerin	[g/l]	7,0	6,9
Glucose	[g/l]	0,0	0,0
Fructose	[g/l]	0,6	0,5
Gesamtzucker	[g/l]	0,6	0,5
Weinsäure	[g/l]	2,0	1,9
Äpfelsäure	[g/l]	3,9	2,9
Shikimisäure	[g/l]	0,064	0,060
Milchsäure	[g/l]	2,7	3,1
Essigsäure	[g/l]	0,2	0,2
Zitronensäure	[g/l]	0,4	0,4
pH	[-]	3,37	3,39
titrierbare Säure	[g/l]	7,3	6,9
freie SO ₂	[mg/l]	30	33
gesamte SO ₂	[mg/l]	87	88
Ammonium	[mg/l]	0	0
Kalium	[mg/l]	1525	1406
Calcium	[mg/l]	102	80
Magnesium	[mg/l]	71	67
E 420	[-]	0,704	0,612
E 520	[-]	0,821	0,681
E 620	[-]	0,150	0,123
Gesamtphenole	[mg/l]	978	906
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	24,4	23,3
Gesamtextrakt	[g/l]	25,0	23,8
Bentonitschönung	[g/hl]	200	
Entsäuerung			
Einst. Restzucker			

Dreieckstest der Serie 7: 2000er Portugieser / Nahe

1 \ 2	TK			
	n	1↑2	2↑1	1≠2
GK	15 / nicht signifikant			

Rangziffern der Serie 7: 2000er Portugieser / Nahe

Variante / Verkostung	GK	TK	Prüferzahl
2001	1,59	2,41	17
2002	1,62	2,38	13

8.8 Weinkonzentrierung

Serie 1: 2000er Müller-Thurgau / Rheingau

Varianten der Serie 1: 2000er Müller-Thurgau / Rheingau

Variante	Kontrolle	Most- konzentrierung	Wein- konzentrierung
Weinnummer	00901	00904	00909

Mostanalyse der Serie 1: 2000er Müller-Thurgau / Rheingau

Variante		K	MK	Perm.
Mostgewicht	[°Oe]	76,2	90,9	
Gesamtalkohol	[g/l]	79,0	91,4	
vorhandener Alkohol	[g/l]	0,0	0,0	0,0
Glycerin	[g/l]	0,1	0,0	0,0
Saccharose	[g/l]	0,0	0,0	0,0
Glucose	[g/l]	80,9	94,0	0,0
Fructose	[g/l]	87,2	100,4	0,0
Gesamtzucker	[g/l]	168,1	194,4	
Weinsäure	[g/l]	6,1	6,2	<0,1
Äpfelsäure	[g/l]	3,6	4,3	<0,1
Shikimisäure	[g/l]	0,033	0,038	<0,01
Milchsäure	[g/l]	<0,2	<0,2	<0,2
Essigsäure	[g/l]	<0,2	<0,2	<0,2
Zitronensäure	[g/l]	0,1	0,1	<0,1
pH	[-]	3,22	3,25	4,84
titrierbare Säure	[g/l]	6,7	7,7	0,1
Ammonium	[mg/l]			
Kalium	[mg/l]	1678	2207	4
Calcium	[mg/l]	90	159	0
Magnesium	[mg/l]	67	111	0
Gesamtphenole	[mg/l]	379	242	24

Weinanalyse der Serie 1: 2000er Müller-Thurgau / Rheingau

Variante		K	MK	WK	Perm.
Gesamtalkohol	[g/l]	86,2	99,0	87,8	59,9
vorhandener Alkohol	[g/l]	82,5	95,4	84,2	59,9
Glycerin	[g/l]	5,0	6,0	6,4	0,3
Glucose	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0
Fructose	[g/l]	7,9	7,8	7,6	0,0
Gesamtzucker	[g/l]	7,9	7,8	7,6	0,0
Weinsäure	[g/l]	2,6	2,8	3,2	<0,1
Äpfelsäure	[g/l]	3,2	4,9	3,6	<0,1
Shikimisäure	[g/l]	0,054	0,076	0,071	<0,01
Milchsäure	[g/l]	0,4	0,1	0,8	<0,2
Essigsäure	[g/l]	0,4	0,9	0,5	0,5
Zitronensäure	[g/l]	0,2	0,2	0,3	<0,2
pH	[-]	3,18	3,18	3,23	3,78
titrierbare Säure	[g/l]	5,7	6,6	6,3	0,3
freie SO ₂	[mg/l]	43	46	49	5
gesamte SO ₂	[mg/l]	114	115	144	15
Ammonium	[mg/l]	0	0	0	0
Kalium	[mg/l]	886	882	931	47
Calcium	[mg/l]	88	102	113	13
Magnesium	[mg/l]	72	84	79	1
Gesamtphenole	[mg/l]	337	384	341	0
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	17,5	19,8	21,0	0,0
Gesamtextrakt	[g/l]	25,4	27,7	28,6	0,0
Bentonitschönung	[g/hl]	100			
Entsäuerung					
Einst. Restzucker		mit Fructose auf 9,9 g/l			

Dreieckstest der Serie 1: 2000er Müller-Thurgau / Rheingau

2 \ 1	WK		
	n	1↑2	2↑1
MK	15 / nicht signifikant		

Rangziffern der Serie 1: 2000er Müller-Thurgau / Rheingau

Variante / Verkostung	MK	WK	Prüferzahl
2001	1,25	2,75	16
2002	1,53	2,47	15

Serie 4: 2000er Riesling / Rheingau**Varianten der Serie 4: 2000er Riesling / Rheingau**

Variante	Kontrolle	Most- konzentrierung	Wein- konzentrierung
Weinnummer	00951	00954	00959

Mostanalyse der Serie 4: 2000er Riesling / Rheingau

Variante		K	MK	Perm.
Mostgewicht	[°Oe]	77,6	89,0	0,1
Gesamtalkohol	[g/l]	81,3	95,9	0,5
vorhandener Alkohol	[g/l]		0,0	0,4
Glycerin	[g/l]		1,0	0,0
Saccharose	[g/l]		0,0	0,0
Glucose	[g/l]		100,5	0,0
Fructose	[g/l]		103,5	0,1
Gesamtzucker	[g/l]		204,0	0,1
Weinsäure	[g/l]	6,7	6,3	0,0
Äpfelsäure	[g/l]	5,7	6,7	0,2
Shikimisäure	[g/l]		0,064	0,002
Milchsäure	[g/l]	0,0	<0,1	<0,1
Essigsäure	[g/l]	0,0	<0,1	0,1
Zitronensäure	[g/l]	0,0	0,4	0,1
pH	[-]	3,16	3,04	4,58
titrierbare Säure	[g/l]	10,9	12,1	0,7
Ammonium	[mg/l]	138	190	0
Kalium	[mg/l]	1354	1625	21
Calcium	[mg/l]	89	137	2
Magnesium	[mg/l]	50	78	0
Gesamtphenole	[mg/l]	250	249	0

Weinanalyse der Serie 4: 2000er Riesling / Rheingau

Variante		K	MK	WK	Perm.
Gesamtalkohol	[g/l]	87,5	97,3	90,1	60,7
vorhandener Alkohol	[g/l]	83,3	92,6	85,8	60,7
Glycerin	[g/l]	5,2	6,4	6,3	0,0
Glucose	[g/l]	0,0	0,7	0,0	0,0
Fructose	[g/l]	9,0	9,5	9,1	0,0
Gesamtzucker	[g/l]	9,0	10,1	9,1	0,0
Weinsäure	[g/l]	2,4	2,6	2,7	<0,1
Äpfelsäure	[g/l]	5,0	5,7	5,4	<0,1
Shikimisäure	[g/l]	0,066	0,080	0,076	<0,01
Milchsäure	[g/l]	0,3	0,2	0,3	<0,2
Essigsäure	[g/l]	0,2	0,6	0,1	0,5
Zitronensäure	[g/l]	0,3	0,3	0,3	<0,2
pH	[-]	3,30	3,23	3,11	3,51
titrierbare Säure	[g/l]	7,6	8,7	8,8	0,3
freie SO ₂	[mg/l]	32	32	37	2
gesamte SO ₂	[mg/l]	120	136	162	17
Ammonium	[mg/l]	0	0	0	0
Kalium	[mg/l]	774	704	767	25
Calcium	[mg/l]	119	219	100	3
Magnesium	[mg/l]	72	78	77	0
Gesamtphenole	[mg/l]	295	304	326	2
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	24,9	28,5	27,2	0,5
Gesamtextrakt	[g/l]	33,9	38,6	36,4	0,5
Bentonitschönung	[g/hl]	400			
Entsäuerung		um 1,5 g/l			
Einst. Restzucker		mit Fructose auf 12,0 g/l			

Dreieckstest der Serie 4: 2000er Riesling / Rheingau

2	1	WK		
		n	1↑2	2↑1
MK		15/0/8/2		

Rangziffern der Serie 4: 2000er Riesling / Rheingau

Variante / Verkostung	MK	WK	Prüferzahl
2001	1,12	2,88	17
2002	1,80	2,20	15

Serie 8: 2000er Spätburgunder / Rheingau**Varianten der Serie 8: 2000er Spätburgunder / Rheingau**

Variante	Kontrolle	Most- konzentrierung	Wein- konzentrierung
Weinnummer	00916	00919	00924

Mostanalyse der Serie 8: 2000er Spätburgunder / Rheingau

Variante		K	MK
Mostgewicht	[°Oe]	78,3	95,2
Gesamtalkohol	[g/l]	91,3	78,7
vorhandener Alkohol	[g/l]	3,9	3,7
Glycerin	[g/l]		
Saccharose	[g/l]		
Glucose	[g/l]	94,6	81,1
Fructose	[g/l]	91,4	78,4
Gesamtzucker	[g/l]	186,0	159,5
Weinsäure	[g/l]	6,0	4,8
Äpfelsäure	[g/l]	6,8	7,4
Shikimisäure	[g/l]	0,015	0,013
Milchsäure	[g/l]	<0,2	<0,2
Essigsäure	[g/l]	<0,2	<0,2
Zitronensäure	[g/l]	0,3	0,2
pH	[-]	3,42	3,39
titrierbare Säure	[g/l]	9,9	11,7
Ammonium	[mg/l]	192	176
Kalium	[mg/l]	2448	2242
Calcium	[mg/l]	171	162
Magnesium	[mg/l]	78	69
E 420	[-]	3,650	6,950
E 520	[-]	7,480	11,500
E 620	[-]	1,430	2,870
Gesamtphenole	[mg/l]	214	234

Von dem Permeat der Mostkonzentrierung lag leider keine Probe vor.

Weinanalyse der Serie 8: 2000er Spätburgunder / Rheingau

Variante		K	MK	WK	Perm.
Gesamtalkohol	[g/l]	90,4	102,7	90,5	52,3
vorhandener Alkohol	[g/l]	90,0	102,3	90,1	52,3
Glycerin	[g/l]	5,7	6,7	7,0	0,0
Glucose	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0
Fructose	[g/l]	0,7	0,9	0,8	0,0
Gesamtzucker	[g/l]	0,7	0,9	0,8	0,0
Weinsäure	[g/l]	0,4	0,4	0,7	<0,1
Äpfelsäure	[g/l]	6,3	7,4	6,1	<0,1
Shikimisäure	[g/l]	0,012	0,015	0,015	<0,01
Milchsäure	[g/l]	0,2	0,2	0,6	<0,2
Essigsäure	[g/l]	0,3	0,4	0,9	1,1
Zitronensäure	[g/l]	0,4	0,5	0,6	<0,2
pH	[-]	3,77	3,78	3,65	3,72
titrierbare Säure	[g/l]	5,8	6,9	6,8	0,3
freie SO ₂	[mg/l]	47	40	37	3
gesamte SO ₂	[mg/l]	86	88	91	7
Ammonium	[mg/l]	0	0	0	0
Kalium	[mg/l]	1375	1414	1564	42
Calcium	[mg/l]	201	304	134	3
Magnesium	[mg/l]	73	82	84	0
E 420	[-]	0,667	0,949	0,902	0,123
E 520	[-]	0,660	1,036	0,983	0,107
E 620	[-]	0,155	0,238	0,219	0,087
Gesamtphenole	[mg/l]	1334	1526	1351	0
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	24,7	28,2	27,2	0,0
Gesamtextrakt	[g/l]	25,5	29,0	28,1	0,0
Bentonitschönung	[g/hl]	0			
Entsäuerung		um 2,0 g/l			
Einst. Restzucker					

Dreieckstest der Serie 8: 2000er Spätburgunder / Rheingau

2 \ 1	WK			
	n	1↑2	2↑1	1≠2
MK	15 / nicht signifikant			

Rangziffern der Serie 8: 2000er Spätburgunder / Rheingau

Variante / Verkostung	MK	WK	Prüferzahl
2001	1,00	3,00	17
2002	1,46	2,54	13

Serie 9: 2000er Lemberger / Württemberg**Varianten der Serie 9: 2000er Lemberger / Württemberg**

Variante	Kontrolle	Most- konzentrierung	Wein- konzentrierung
Weinnummer	00931	00934	00940

Mostanalyse der Serie 9: 2000er Lemberger / Württemberg

Variante		K	MK	Perm.
Mostgewicht	[°Oe]	76,3	88,6	0,1
Gesamtalkohol	[g/l]	75,0	98,9	0,0
vorhandener Alkohol	[g/l]	0,0	0,0	0,0
Glycerin	[g/l]	0,0	0,0	0,0
Saccharose	[g/l]	0,0	0,0	0,0
Glucose	[g/l]	81,6	105,9	0,0
Fructose	[g/l]	78,1	104,5	0,0
Gesamtzucker	[g/l]	159,7	210,4	0,0
Weinsäure	[g/l]	5,3	4,7	0,2
Äpfelsäure	[g/l]	2,7	2,3	0,1
Shikimisäure	[g/l]	0,007	0,004	0,000
Milchsäure	[g/l]	0,0	0,0	0,0
Essigsäure	[g/l]	0,0	0,0	0,0
Zitronensäure	[g/l]	0,1	0,1	0,0
pH	[-]	3,45	3,36	5,03
titrierbare Säure	[g/l]	7,8	8,4	0,1
Ammonium	[mg/l]	120	219	
Kalium	[mg/l]	2201	3385	4
Calcium	[mg/l]	90	201	0
Magnesium	[mg/l]	74	147	0
E 420	[-]	5,800	8,060	
E 520	[-]	15,700	20,580	
E 620	[-]	1,960	3,280	
Gesamtphenole	[mg/l]	1576	1912	0

Weinanalyse der Serie 9: 2000er Lemberger / Württemberg

Variante		K	MK	WK	Perm.
Gesamtalkohol	[g/l]	85,1	98,6	89,8	55,2
vorhandener Alkohol	[g/l]	83,1	96,7	87,8	55,2
Glycerin	[g/l]	4,9	5,7	5,8	0,2
Glucose	[g/l]	0,0	0,0	0,0	0,0
Fructose	[g/l]	4,3	3,9	4,3	0,0
Gesamtzucker	[g/l]	4,3	3,9	4,3	0,0
Weinsäure	[g/l]	2,1	2,2	3,3	<0,1
Äpfelsäure	[g/l]	0,1	0,4	2,3	<0,1
Shikimisäure	[g/l]	0,021	0,045	0,048	<0,01
Milchsäure	[g/l]	1,8	2,2	1,3	<0,2
Essigsäure	[g/l]	0,5	0,7	0,5	0,3
Zitronensäure	[g/l]	<0,2	<0,2	0,3	<0,2
pH	[-]	3,43	3,49	3,38	3,54
titrierbare Säure	[g/l]	4,4	4,9	6,3	0,3
freie SO ₂	[mg/l]	51	50	53	3
gesamte SO ₂	[mg/l]	78	80	86	10
Ammonium	[mg/l]	0	0	0	0
Kalium	[mg/l]	969	1028	1153	34
Calcium	[mg/l]	69	76	77	1
Magnesium	[mg/l]	66	83	74	0
E 420	[-]	1,076	1,348	1,624	0,117
E 520	[-]	1,620	2,130	3,168	0,102
E 620	[-]	0,294	0,384	0,426	0,086
Gesamtphenole	[mg/l]	1141	1270	1336	0
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	19,4	21,2	24,3	0,0
Gesamtextrakt	[g/l]	23,7	25,1	28,6	0,0
Bentonitschönung	[g/hl]	100			
Entsäuerung					
Einst. Restzucker		mit Fructose auf 6,7 g/l			

Dreieckstest der Serie 9: 2000er Lemberger / Württemberg

2 \ 1	WK			
	n	1↑2	2↑1	1≠2
MK	12 / nicht signifikant			

Rangziffern der Serie 9: 2000er Lemberger / Württemberg

Variante / Verkostung	MK	WK	Prüferzahl
2001	1,12	2,88	17
2002	1,46	2,54	13

Serie 3: 2001er Müller-Thurgau / Rheingau**Varianten der Serie 3: 2001er Müller-Thurgau / Rheingau**

Variante	Kontrolle	Most- konzentrierung	Wein- konzentrierung
Weinnummer	01910	01913	01915

Mostanalyse der Serie 3: 2001er Müller-Thurgau / Rheingau

Variante		K	MK	Perm.
Mostgewicht	[°Oe]	75,9	85,3	0,9
Gesamtalkohol	[g/l]	76,5	87,2	1,0
vorhandener Alkohol	[g/l]	0,0	0,0	0,0
Glycerin	[g/l]	0,0	0,0	0,0
Saccharose	[g/l]	0,0	0,0	0,0
Glucose	[g/l]	79,0	90,1	1,1
Fructose	[g/l]	83,7	95,3	1,1
Gesamtzucker	[g/l]	162,7	185,5	2,2
Weinsäure	[g/l]	5,8	6,4	0,1
Äpfelsäure	[g/l]	5,2	6,3	0,1
Shikimisäure	[g/l]	0,064	0,076	0,001
Milchsäure	[g/l]	<0,1	<0,1	<0,1
Essigsäure	[g/l]	0,4	0,1	<0,1
Zitronensäure	[g/l]	0,2	0,2	0,1
pH	[-]	3,25	3,24	3,99
titrierbare Säure	[g/l]	7,1	7,7	0,2
Ammonium	[mg/l]	20	32	0
Kalium	[mg/l]	1458	1660	31
Calcium	[mg/l]	98	125	5
Magnesium	[mg/l]	72	95	0
Gesamtphenole	[mg/l]	264	303	n.n

Weinanalyse der Serie 3: 2001er Müller-Thurgau / Rheingau

Variante		K	MK	WK	Perm.
Gesamtalkohol	[g/l]	71,2	91,6	84,1	35,9
vorhandener Alkohol	[g/l]	70,8	91,1	83,6	35,9
Glycerin	[g/l]	4,0	4,9	5,1	0,0
Glucose	[g/l]	0,2	0,2	0,3	0,0
Fructose	[g/l]	0,7	0,9	0,8	0,0
Gesamtzucker	[g/l]	0,9	1,1	1,1	0,0
Weinsäure	[g/l]	2,0	2,1	2,1	<0,1
Äpfelsäure	[g/l]	3,1	3,9	3,8	0,1
Shikimisäure	[g/l]	0,053	0,068	0,066	0,001
Milchsäure	[g/l]	0,0	0,0	0,1	<0,1
Essigsäure	[g/l]	0,3	0,4	0,3	<0,1
Zitronensäure	[g/l]	0,2	0,2	0,3	0,1
pH	[-]	3,30	3,31	3,32	4,18
titrierbare Säure	[g/l]	5,0	6,2	6,3	0,2
Gesamtphenole	[mg/l]	178	266	267	0
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	13,7	16,7	16,3	0,2
Gesamtextrakt	[g/l]	14,6	17,8	17,4	0,2
Bentonitschönung	[g/hl]	300			
Entsäuerung					
Einst. Restzucker					

Dreieckstest der Serie 3: 2001er Müller-Thurgau / Rheingau

1 \ 2	WK		
	n	1↑2	2↑1
MK	11/2/5/0		

Rangziffern der Serie 3: 2001er Müller-Thurgau / Rheingau

Variante / Verkostung	MK	WK	Prüferzahl
2002	2,09	1,91	11

Serie 4: 2001er Riesling / Rheingau**Varianten der Serie 4: 2001er Riesling / Rheingau**

Variante	Kontrolle	Most- konzentrierung	Wein- konzentrierung
Weinnummer	01926	01929	01931

Mostanalyse der Serie 4: 2001er Riesling / Rheingau

Variante		K	MK	Perm.
Mostgewicht	[°Oe]	83,2	97,4	9,5
Gesamtalkohol	[g/l]	91,7	111,9	1,0
vorhandener Alkohol	[g/l]	0,0	0,0	0,0
Glycerin	[g/l]	0,0	0,0	0,0
Saccharose	[g/l]	0,0	0,0	0,0
Glucose	[g/l]	95,7	116,8	1,0
Fructose	[g/l]	99,3	121,2	1,1
Gesamtzucker	[g/l]	195,0	238,0	2,0
Weinsäure	[g/l]	7,5	7,8	0,1
Äpfelsäure	[g/l]	6,2	7,2	0,1
Shikimisäure	[g/l]	0,078	0,092	0,001
Milchsäure	[g/l]	<0,1	<0,1	<0,1
Essigsäure	[g/l]	<0,1	<0,1	<0,1
Zitronensäure	[g/l]	0,3	0,3	<0,1
pH	[-]	2,93	2,84	3,75
titrierbare Säure	[g/l]	11,3	12,9	0,2
Ammonium	[mg/l]	120	154	3
Kalium	[mg/l]	1168	1197	27
Calcium	[mg/l]	172	208	10
Magnesium	[mg/l]	69	89	1
Gesamtphenole	[mg/l]	256	282	n.n

Weinanalyse der Serie 4: 2001er Riesling / Rheingau

Variante		K	MK	WK	Perm.
Gesamtalkohol	[g/l]	90,8	106,7	96,0	
vorhandener Alkohol	[g/l]	88,4	104,1	93,6	40,7
Glycerin	[g/l]	5,7	6,7	6,4	0,0
Glucose	[g/l]	<0,1	<0,1	<0,1	0,0
Fructose	[g/l]	5,2	5,6	5,1	0,0
Gesamtzucker	[g/l]	5,2	5,6	5,1	0,0
Weinsäure	[g/l]	2,3	2,3	2,3	0,1
Äpfelsäure	[g/l]	4,6	5,3	5,1	0,1
Shikimisäure	[g/l]	0,088	0,105	0,098	0,001
Milchsäure	[g/l]	0,1	0,1	0,1	<0,1
Essigsäure	[g/l]	0,3	0,6	0,3	0,1
Zitronensäure	[g/l]	0,3	0,3	0,3	0,1
pH	[-]	3,11	3,09	3,04	3,71
titrierbare Säure	[g/l]	7,5	8,5	8,3	0,3
Gesamtphenole	[mg/l]	312	329	326	3
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	19,0	20,9	20,3	0,6
Gesamtextrakt	[g/l]	24,2	26,5	25,4	0,6
Bentonitschönung	[g/hl]	300			
Entsäuerung		um 2,0 g/l			
Einst. Restzucker		mit Fructose auf 6,0 g/l			

Dreieckstest der Serie 4: 2001er Riesling / Rheingau

	1	WK		
		n	1↑2	2↑1
MK		11 / nicht signifikant		

Rangziffern der Serie 4: 2001er Riesling / Rheingau

Variante / Verkostung	MK	WK	Prüferzahl
2002	2,82	1,18	11

Serie 5: 2001er Riesling / Rheingau**Varianten der Serie 5: 2001er Riesling / Rheingau**

Variante	Kontrolle	Most- konzentrierung	Wein- konzentrierung
Weinnummer	01943	01945	01946

Mostanalyse der Serie 5: 2001er Riesling / Rheingau

Variante		K	MK	Perm.
Mostgewicht	[°Oe]	84,0	97,9	0,8
Gesamtalkohol	[g/l]	99,3	113,4	0,9
vorhandener Alkohol	[g/l]	0,0	0,0	0,0
Glycerin	[g/l]	0,0	0,0	0,0
Saccharose	[g/l]	0,0	0,0	0,0
Glucose	[g/l]	102,2	116,7	0,9
Fructose	[g/l]	109,0	124,6	1,0
Gesamtzucker	[g/l]	211,3	241,3	1,9
Weinsäure	[g/l]	6,8	6,8	0,1
Äpfelsäure	[g/l]	5,1	5,9	0,1
Shikimisäure	[g/l]	0,052	0,059	0,002
Milchsäure	[g/l]	0,1	0,1	<0,1
Essigsäure	[g/l]	<0,1	<0,1	<0,1
Zitronensäure	[g/l]	0,3	0,4	<0,1
pH	[-]	3,08	3,01	4,49
titrierbare Säure	[g/l]	9,8	11,0	0,1
Ammonium	[mg/l]	112	137	2
Kalium	[mg/l]	1310	1230	16
Calcium	[mg/l]	150	167	10
Magnesium	[mg/l]	81	94	1
Gesamtphenole	[mg/l]	206	237	n.n

Weinanalyse der Serie 5: 2001er Riesling / Rheingau

Variante		K	MK	WK	Perm.
Gesamtalkohol	[g/l]	90,4	105,2	97,7	43,2
vorhandener Alkohol	[g/l]	89,4	103,2	96,7	43,2
Glycerin	[g/l]	6,3	8,6	7,3	0,0
Glucose	[g/l]	0,3	0,3	0,3	0,0
Fructose	[g/l]	1,9	4,0	1,9	0,0
Gesamtzucker	[g/l]	2,2	4,3	2,2	0,0
Weinsäure	[g/l]	2,3	2,5	2,4	0,1
Äpfelsäure	[g/l]	2,9	3,9	3,9	0,1
Shikimisäure	[g/l]	0,061	0,072	0,068	0,001
Milchsäure	[g/l]	0,7	0,1	0,3	<0,1
Essigsäure	[g/l]	0,5	0,7	0,6	0,1
Zitronensäure	[g/l]	0,2	0,3	0,2	0,1
pH	[-]	3,15	3,09	3,04	4,05
titrierbare Säure	[g/l]	6,8	8,5	8,0	0,3
Gesamtphenole	[mg/l]	248	288	298	2
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	18,7	22,4	22,1	1,1
Gesamtextrakt	[g/l]	20,9	26,7	24,3	1,1
Bentonitschönung	[g/hl]	400			
Entsäuerung		um 1,5 g/l			
Einst. Restzucker					

Dreieckstest der Serie 5: 2001er Riesling / Rheingau

	1	WK		
		n	1↑2	2↑1
MK		11/1/6/0		

Rangziffern der Serie 5: 2001er Riesling / Rheingau

Variante / Verkostung	MK	WK	Prüferzahl
2002	1,91	2,09	11

Serie 7: 2001er Portugieser / Nahe**Varianten der Serie 7: 2001er Portugieser / Nahe**

Variante	Kontrolle	Most- konzentrierung	Wein- konzentrierung
Weinnummer	01916	01920	01923

Mostanalyse der Serie 7: 2001er Portugieser / Nahe

Variante		K	MK	Perm.
Mostgewicht	[°Oe]	70,6	85,3	0,6
Gesamtalkohol	[g/l]	75,1	94,3	0,6
vorhandener Alkohol	[g/l]	0,0	0,0	0,0
Glycerin	[g/l]	0,0	0,0	0,0
Saccharose	[g/l]	0,0	0,0	0,0
Glucose	[g/l]	77,2	97,0	0,6
Fructose	[g/l]	82,6	103,8	0,6
Gesamtzucker	[g/l]	159,8	200,7	1,2
Weinsäure	[g/l]	5,6	4,8	0,1
Äpfelsäure	[g/l]	4,0	4,8	0,0
Shikimisäure	[g/l]	0,047	0,058	0,000
Milchsäure	[g/l]	0,2	0,2	0,0
Essigsäure	[g/l]	0,1	0,1	0,0
Zitronensäure	[g/l]	0,2	0,3	0,1
pH	[-]	3,84	3,70	4,79
titrierbare Säure	[g/l]	6,5	7,0	0,2
Ammonium	[mg/l]	40	50	0
Kalium	[mg/l]	2415	2382	21
Calcium	[mg/l]	113	163	6
Magnesium	[mg/l]	54	63	0
E 420	[-]	4,171	3,555	0,020
E 520	[-]	7,498	7,932	0,016
E 620	[-]	1,885	1,226	0,009
Gesamtphenole	[mg/l]	1503	1615	5

Weinanalyse der Serie 7: 2001er Portugieser / Nahe

Variante		K	MK	WK	Perm.
Gesamtalkohol	[g/l]	72,8	89,9	79,7	30,6
vorhandener Alkohol	[g/l]	72,4	89,3	79,2	30,6
Glycerin	[g/l]	5,1	5,7	5,7	0,2
Glucose	[g/l]	0,3	0,4	0,3	0,0
Fructose	[g/l]	0,6	0,9	0,8	0,0
Gesamtzucker	[g/l]	0,9	1,3	1,1	0,0
Weinsäure	[g/l]	1,9	1,5	1,7	0,0
Äpfelsäure	[g/l]	0,3	1,4	0,2	0,0
Shikimisäure	[g/l]	0,055	0,076	0,073	0,000
Milchsäure	[g/l]	2,3	2,2	2,9	0,0
Essigsäure	[g/l]	0,4	0,4	0,5	0,1
Zitronensäure	[g/l]	0,1	0,3	0,2	0,1
pH	[-]	3,80	3,72	3,77	4,25
titrierbare Säure	[g/l]	3,7	4,5	4,0	0,2
E 420	[-]	0,728	1,213	1,051	0,003
E 520	[-]	0,832	1,484	1,253	0,000
E 620	[-]	0,174	0,320	0,277	0,000
Gesamtphenole	[mg/l]	1235	1577	1481	3
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	17,7	20,8	19,6	0,0
Gesamtextrakt	[g/l]	18,6	22,1	20,7	0,0
Bentonitschönung	[g/hl]	0			
Entsäuerung					
Einst. Restzucker					

Dreieckstest der Serie 7: 2001er Portugieser / Nahe

2 \ 1	WK		
	n	1↑2	2↑1
MK	11 / nicht signifikant		

Rangziffern der Serie 7: 2001er Portugieser / Nahe

Variante / Verkostung	MK	WK	Prüferzahl
2002	1,55	2,45	11

Serie 8: 2001er Spätburgunder / Pfalz**Varianten der Serie 8: 2001er Spätburgunder / Pfalz**

Variante	Kontrolle	Most- konzentrierung	Wein- konzentrierung
Weinnummer	01932	01938	01942

Mostanalyse der Serie 8: 2001er Spätburgunder / Pfalz

Variante		K	MK	Perm.
Mostgewicht	[°Oe]	81,4	94,1	1,4
Gesamtalkohol	[g/l]	96,4	109,9	1,5
vorhandener Alkohol	[g/l]	0,0	0,0	0,0
Glycerin	[g/l]	0,0	0,0	0,0
Saccharose	[g/l]	0,0	0,0	0,0
Glucose	[g/l]	101,3	115,2	1,6
Fructose	[g/l]	103,9	118,6	1,7
Gesamtzucker	[g/l]	205,2	233,9	3,3
Weinsäure	[g/l]	5,3	5,5	0,1
Äpfelsäure	[g/l]	5,9	5,8	0,1
Shikimisäure	[g/l]	0,009	0,007	0,001
Milchsäure	[g/l]	0,1	0,2	<0,1
Essigsäure	[g/l]	<0,1	<0,1	<0,1
Zitronensäure	[g/l]	0,4	0,4	<0,1
pH	[-]	3,43	3,30	4,08
titrierbare Säure	[g/l]	9,8	9,7	0,3
Ammonium	[mg/l]	112	123	4
Kalium	[mg/l]	1561	1456	46
Calcium	[mg/l]	141	154	9
Magnesium	[mg/l]	66	78	1
E 420	[-]	0,557	0,668	0,008
E 520	[-]	0,631	0,844	0,005
E 620	[-]	0,085	0,119	0,002
Gesamtphenole	[mg/l]	275	351	3

Weinanalyse der Serie 8: 2001er Spätburgunder / Pfalz

Variante		K	MK	WK	Perm.
Gesamtalkohol	[g/l]	84,9	93,8	92,3	37,0
vorhandener Alkohol	[g/l]	84,6	93,2	92,1	37,0
Glycerin	[g/l]	7,3	8,3	8,5	0,2
Glucose	[g/l]	0,3	0,7	0,2	0,0
Fructose	[g/l]	0,3	0,6	0,3	0,0
Gesamtzucker	[g/l]	0,6	1,3	0,5	0,0
Weinsäure	[g/l]	1,0	1,0	0,9	0,0
Äpfelsäure	[g/l]	3,0	3,2	3,3	0,0
Shikimisäure	[g/l]	0,013	0,013	0,014	0,000
Milchsäure	[g/l]	1,2	1,0	1,4	0,0
Essigsäure	[g/l]	0,3	0,3	0,3	0,0
Zitronensäure	[g/l]	0,4	0,5	0,5	0,1
pH	[-]	3,46	3,45	3,46	4,35
titrierbare Säure	[g/l]	6,2	6,5	6,9	0,1
E 420	[-]	0,372	0,430	0,424	0,000
E 520	[-]	0,294	0,364	0,350	0,000
E 620	[-]	0,046	0,058	0,055	0,000
Gesamtphenole	[mg/l]	1307	1610	1519	8
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	22,0	23,7	25,2	0,1
Gesamtextrakt	[g/l]	22,6	25,0	25,7	0,1
Bentonitschönung	[g/hl]	100			
Entsäuerung		um 1,0 g/l			
Einst. Restzucker					

Dreieckstest der Serie 8: 2001er Spätburgunder / Pfalz

1 \ 2	WK		
	n	1↑2	2↑1
MK	11 / nicht signifikant		

Rangziffern der Serie 8: 2001er Spätburgunder / Pfalz

Variante / Verkostung	MK	WK	Prüferzahl
2002	1,36	2,64	11

Serie 9: 2001er Lemberger / Württemberg**Varianten der Serie 9: 2001er Lemberger / Württemberg**

Variante	Kontrolle	Most- konzentrierung	Wein- konzentrierung
Weinnummer	01947	01953	01957

Mostanalyse der Serie 9: 2001er Lemberger / Württemberg

Variante		K	MK	Perm.
Mostgewicht	[°Oe]	75,5	95,4	1,0
Gesamtalkohol	[g/l]	89,0	112,3	1,1
vorhandener Alkohol	[g/l]	0,0	0,0	0,0
Glycerin	[g/l]	0,0	0,0	0,0
Saccharose	[g/l]	0,0	0,0	0,0
Glucose	[g/l]	90,7	113,6	1,1
Fructose	[g/l]	98,8	125,4	1,2
Gesamtzucker	[g/l]	189,4	239,0	2,3
Weinsäure	[g/l]	4,8	4,9	0,1
Äpfelsäure	[g/l]	2,3	2,9	<0,1
Shikimisäure	[g/l]	0,039	0,031	0,000
Milchsäure	[g/l]	<0,1	<0,1	<0,1
Essigsäure	[g/l]	<0,1	<0,1	<0,1
Zitronensäure	[g/l]	0,2	0,2	<0,1
pH	[-]	3,17	3,23	4,47
titrierbare Säure	[g/l]	5,9	6,5	0,2
Ammonium	[mg/l]	57	83	2
Kalium	[mg/l]	1328	1327	22
Calcium	[mg/l]	118	136	7
Magnesium	[mg/l]	78	97	1
E 420	[-]	0,283	1,096	0,006
E 520	[-]	0,429	1,421	0,002
E 620	[-]	0,046	0,188	0,000
Gesamtphenole	[mg/l]	873	490	0

Weinanalyse der Serie 9: 2001er Lemberger / Württemberg

Variante		K	MK	WK	Perm.
Gesamtalkohol	[g/l]	81,4	89,3	86,8	34,6
vorhandener Alkohol	[g/l]	81,1	88,8	86,2	34,6
Glycerin	[g/l]	6,7	7,4	7,4	0,0
Glucose	[g/l]	<0,1	0,2	0,3	0,0
Fructose	[g/l]	0,6	0,8	0,9	0,0
Gesamtzucker	[g/l]	0,6	1,0	1,2	0,0
Weinsäure	[g/l]	2,9	2,6	2,7	0,1
Äpfelsäure	[g/l]	1,3	1,7	1,6	0,0
Shikimisäure	[g/l]	0,042	0,051	0,052	0,000
Milchsäure	[g/l]	0,1	0,1	0,2	0,0
Essigsäure	[g/l]	0,3	0,3	0,4	0,0
Zitronensäure	[g/l]	0,2	0,3	0,2	0,1
pH	[-]	3,35	3,31	3,24	4,36
titrierbare Säure	[g/l]	5,6	5,8	6,1	0,3
E 420	[-]	0,656	0,827	0,795	
E 520	[-]	0,744	0,971	1,033	
E 620	[-]	0,107	0,152	0,141	
Gesamtphenole	[mg/l]	1272	1531	1482	6
zuckerfreier Extrakt	[g/l]	20,6	22,3	21,8	0,0
Gesamtextrakt	[g/l]	21,2	23,3	23,0	0,0
Bentonitschönung	[g/hl]	100			
Entsäuerung					
Einst. Restzucker					

Dreieckstest der Serie 9: 2001er Lemberger / Württemberg

	1	WK		
		n	1↑2	2↑1
MK		11 / nicht signifikant		

Rangziffern der Serie 9: 2001er Lemberger / Württemberg

Variante / Verkostung	MK	WK	Prüferzahl
2002	1,91	2,09	11

8.9 Unreifefaktoren

Ergebnisbericht SLVA Trier

- Gliederung :
- 1) Probenauswahl
 - 2) Auswahl der Analyten
 - 3) Analytik
 - a) Probenvorbereitung
 - b) GC-MS Analyse
 - 4) Statistische Daten der Bestimmungsmethode
 - 5) Ergebnisse und Diskussion
 - 6) Literatur
 - 7) Anhang : Tabellarische Auflistung der Einzelergebnisse

1) Probenauswahl

Untersucht wurden insgesamt 94 Weine, davon 55 Weine von 1999 und 49 Weine von 2000. Fast alle Proben waren doppelt vorhanden, so dass über 300 Einzelanalysen durchgeführt wurden. Eine Flasche war nicht beschriftet. Von Probe 00977 erhielten wir drei Flaschen, Flasche 00942 wurde nicht geliefert.

2) Auswahl der Analyten

Durch die verschiedenen Methoden der Mostkonzentrierung werden dem Most vor allem Wasser, je nach Verfahren aber auch andere Stoffe entzogen. Im Falle von negativen, unerwünschten Komponenten wie z.B. starken Botrytis-Tönen wäre dieser Entzug sogar wünschenswert und würde die Weinqualität steigern. Frühe Versuche zur Mostkonzentrierung führten aber auch zu der Erkenntnis, dass bei Verwendung von unreifem Lesegut sich "grün-grasige", nach frischen Äpfeln riechende Aromakomponenten im Most anreichern: "Im Falle von unreifem Ausgangsmaterial verstärkten sich die "grasigen" Komponenten, ..." [1]. Eigene Untersuchungen zeigten in unreifem Lesegut der Region Mosel-Saar-Ruwer vor allem trans-2-Hexenal, Hexanal und trans-2-Hexen-1-ol. In sehr geringen Mengen wurden auch die beiden entsprechenden cis-Isomere (Cis-2-Hexen-1-ol und cis-2-Hexenal) identifiziert. Diese Isomere können unter den gegebenen Bedingungen auf der verwendeten Wax-Säule nicht getrennt werden. Zusätzlich wurde der Gehalt an 1-Hexanol bestimmt, weil die genannten Verbindungen im Wein dazu reduziert werden [2]. Als Botrytisindikator wurden die Gehalte an 1-Octen-3-ol gemessen.

3) Analytik

a) Probenvorbereitung

8 ml der Probe werden in ein 10 ml Spitzboden-Zentrifugenglas gefüllt. Zupipettiert werden 200 µl Kaltron, 1 ml gesättigte NaCl – Lösung und 100 µl der Verdünnung des internen Standards (1-Heptanol in Wasser, 10 mg/l). Zur Extraktion wird das Zentrifugenglas ca. 3 Minuten von Hand und/oder ca. 3 Minuten am Reagenzglasrüttler geschüttelt. Danach wartet man, bis sich die Kaltron-Phase am Boden abgesetzt hat. Dies kann durch leichtes Aufstoßen des Zentrifugenglases mit der Spitze beschleunigt werden. Die wässrige Phase wird mit einer Pasteurpipette bis auf ca. 3 ml abgezogen. Die Kaltron-Phase wird aufgenommen und in ein Mikroal pipettiert.

Probenvorbereitung

Standard #	Volumen Dosierlösung 10 mg/l	Konzentration Hexanal, trans-2-Hexen-ol, 1-Hexanol [µg/l]	Konzentration trans-2-Hexen-1-ol [µg/l]	Konzentration 1-Octen-3-ol [µg/l]
1	50 µL	62,5	31,25	12,5
2	100 µL	125	62,5	25
3	200 µL	250	125	50
4	300 µL	375	188	75
5	400 µL	500	250	100
6	600 µL	750	375	150

b) GC-MS Analyse

GC-MS System: Agilent 6890 + mit MSD 5973

Ionisierung: EI mit 70 eV

Trärgas: He 5.0 mit 12 psi

Scanbereich: 45 - 150 amu

GC – Temperaturprogramm:

32 °C / 5 min----15 °C / min----100 °C----5 °C / min----150 °C / 5 min---

5 °C / min----200 °C / 15 min----25 °C / min----250 °C / 8 min.

Gesamtlaufzeit : 59,53 Minuten

Kapillarsäule: DB - WAX (J&W, Folsom/U.S.A.), 60 m, F.d. 0,32 µm, I.D. 0,32 mm

Injektor : KAS 4 + (Gerstel / Mülheim a.d.R.)

Standardsubstanzen (Hexanal, trans-2-Hexenal, cis-2-Hexenal, trans-2-Hexen-1-ol, cis-2-Hexen-1-ol, 1-Heptanol) wurden von Lancaster (Lancaster Synthesis, Manchester / U.K.) bezogen, 1-Hexanol von Merck/Darmstadt.

MS Quan- Massen und Retentionszeiten

	Retentionszeit	Target- und Qualifier-Ionen
trans-Hexen-2-al	14,73 min	69,10 (T), 83,10 und 55,10
1-Hexanol	17,31 min	56,10 (T) und 69,10
trans-2-Hexen-1-ol	18,54 min	57,10 (T) und 82,10
1-Octen-3-ol	19,47 min	57,10 (T) und 72,10
1-Heptanol (ISTD)	19,66 min	70,10 (T) und 56,10
Hexanal	11,85 min	56,10 (T) 72,10 und 82,10

MS-Parameter

Massenspektrometer: Agilent MSD 5973

Solvent delay: 11,5 min

Scanbereich: 40 - 150 amu

Timed events: 30 min detector off

Ionisierung: EI mit 70 eV

4) Statistische Kenndaten nach DIN 32645

Statistische Kenndaten

Analyt	Nachweisgrenze	untere Bestimmungsgrenze	Korrelationskoeffizient	Variationskoeffizient
Hexanal	247 µg/l	578 µg/l	0,944	24 %
trans-2-Hexenal	64 µg/l	125 µg/l	0,994	10 %
1-Hexanol	46 µg/l	95 µg/l	0,998	6 %
trans-2-Hexen-1-ol	46 µg/l	79 µg/l	0,993	8 %

5) Ergebnisse und Diskussion

Die im Anhang wiedergegebenen Ergebnisse sind zum Teil nur schwierig interpretierbar. Im Falle des trans-2-Hexenals und des trans-2-Hexen-1-ols lagen die Analysenwerte öfter unter den errechneten Bestimmungsgrenzen. Die Gehalte des 1-Octen-3-ols liegen alle unter der errechneten Nachweisgrenze. Trotz des relativ hohen Variationskoeffizienten von 19 % sind die Werte größtenteils reproduzierbar und wurden deshalb mit in die Tabellen aufgenommen.

Die Analytik des Hexanals ist mit einem großen Fehler behaftet. Dieser Stoff ist, wie auch das trans-2-Hexenal licht- und sauerstoffempfindlich und neigt zur Polymerisation. Das trans-2-Hexen-1-ol kann als ungesättigte Verbindung ebenfalls oxidiert werden. Die Gehalte an 1-Hexanol schwankten in den Weinen von ca. 200 - 5000 µg/l und lagen deshalb zum Teil außerhalb des kalibrierten Bereichs. Zuerst führten wir die schwankenden Analyseergebnisse auf den verwendeten internen Standard zurück, obwohl dieser Standard bei der Bestimmung von C₆-Alkoholen und C₆-Aldehyden ebenfalls von Joslin und Ough [2] eingesetzt wurde. Von den Kontrollvarianten wurden zusätzlich noch Analysen ohne Zugabe des internen Standards durchgeführt. Diese Analysen zeigten in wenigen Fällen geringe Spuren von 1-Heptanol. Die Menge, die als interner Standard den Analysen zugesetzt wurde, übersteigt diese Menge um ca. das 100-fache. Außerdem zeigten die Kalibriergeraden gute Korrelationskoeffizienten. Eine mögliche Ursache für die schlechte Reproduzierbarkeit ist unseres Erachtens durch zwei Punkte gegeben:

1. Die gemessenen Gehalte liegen im Bereich von Nachweis- oder Bestimmungsgrenze.

- Die Analytik wird durch den Umstand erschwert, dass die zur Quantifizierung verwendeten Massenfragmente teilweise Bestandteil des Säulenrauschens sind. Andere Massenfragmente waren bei diesen kleinen Molekülen aber nicht anwendbar. Durchgeführte Quantifizierungen mit anderen Massenfragmenten lieferten schlechtere Ergebnisse.

Hexanal

Die analysierten Gehalte sind im Hinblick auf den hohen Variationskoeffizienten wenig aussagekräftig. Aber auch die errechneten Gehalte liegen weit unter denen, die in eigenen Versuchen in frischem Most festgestellt werden konnten.

1-Hexanol

Die Gehalte schwanken zwischen ca. 200 µg/l (Probe 00935) bis zu ca. 5000 µg/l (Probe 00909). Einige Analysen sind gut interpretierbar, andere lassen keine eindeutigen Schlüsse zu. Bei den Proben 00901 bis 00909 zeigt sich eine Abnahme der 1-Hexanol Konzentration in den vakuumdestillierten Weinen.

trans-2-Hexen-1-ol

Diese Analysen waren schwer auswertbar. Bei der Analyse waren sehr große Differenzen zwischen beiden Extraktionen erkennbar. Während die Werte der anderen Analyten nicht so große Schwankungen aufwiesen, konnten im Falle des trans-2-Hexen-1-ols öfter in einem Extrakt deutliche Mengen mit hoher Übereinstimmung des Massenspektrums gefunden werden, während im zweiten Extrakt die Substanz nicht nachgewiesen wurde. Für diesen Sachverhalt fehlt uns leider eine fundierte Erklärung.

1-Octen-3-ol

Wie bereits erwähnt, liegen die Gehalte allesamt unter der errechneten Nachweisgrenze und können deshalb nicht ernsthaft interpretiert werden.

Fazit

Aufgrund der in den Weinen ermittelten Konzentrationen lässt sich die Anfangsvermutung, dass bei der Mostkonzentrierung eine Anreicherung der grün-grasigen Komponenten stattfindet [1], nicht belegen. Die in den Weinen ermittelten Gehalte liegen deutlich unter denen, die in frischem Most festgestellt werden können.

6) Literatur

[1] Würdig/Woller: "Chemie des Weins", Verlag Eugen Ulmer Stuttgart 1989, S. 129

[2] Joslin, W.S. and Ough, C.S.: „Cause and fate of certain C₆ compounds formed enzymatically in macerated grape leaves during harvest and wine fermentation", Am. J. Enol. Vitic., Vol.29, No.1, 1978, S.11-17

7) Anhang

Analysenergebnisse 1999

Wein Nr.	Rebsorte	Variante	Hexanal [µg/l]	1-Hexanol [µg/l]	trans-2-Hexen-1-ol [µg/l]	1-Octen-3-ol [µg/l]
99900	Müller-Thurgau	K Fl.1	20;19;	1523;1645;1761;1575	135;247	3;1
	Müller-Thurgau	K Fl. 2	143;85	4019;3846	184;126	2;n
99901	Müller-Thurgau	S Fl.1	151;166	1413;1495	142;142	n;n
99902	Müller-Thurgau	UO	<;<	1674;1678	247;41	4;<;<
99903	Müller-Thurgau	VD	102;98	742;810;	101;118	n;n
99904	Portugieser	K	36;71;99	2651;2747;	225;154;216	5;7;4
99905	Portugieser	S	29;40	1488;1389	n;11	4;4
99906	Portugieser	UO	<;12;34;28	2438;2029;2245	n;10;210;n	1;<;6;5
99907	Portugieser	VD	<;12;68	1800;1802;1833;1786	n;9	1;<
99908	Dornfelder	K	95;113	2226;2330;2515	427;n;416;165	2;1;2
99909	Dornfelder	S	119;77;	2425;2411	254;112	2;2
99910	Dornfelder	UO	116;111	2746;2751	79;167;131;181	2;3;2;4
99911	Dornfelder	VD	24;49;	1994;1989;	242;136;81	2;1;2;1
99912	Grauer Burgunder	K	28;24	3334;3224	62;68	11;10
99913	Grauer Burgunder	S	43;15	2841;2902	153;257;	13;15
99914	Grauer Burgunder	UO	31;16	2858;2948;3203;2991	177;227;	<;<
99915	Grauer Burgunder	VD	31;20	2109;2177;2271;2149	75;253;	4;2
99916	Grauer Burgunder	SK	2;15	1446;1493;1522;1574	86;311;	2;2
99917	Spätburgunder	K	n;n	716;708;757;713	240;223	2;1
99918	Spätburgunder	S	48;23	618;638;630;658	342;13	3;3
99919	Spätburgunder	UO	24;	877;707;926	214;	2;3
99920	Spätburgunder	VD	28;7;	379;411;330;573;	120;n;	n;n;n
99921	Spätburgunder	SK				
99922	Riesling	A	61;67	2967;2782	135;n;85;161	11;12;8
99923	Riesling	K	44;155;	2747;2720	186;181;	14;20
99924	Riesling	S	49;130	2389;2268;	219;109	11;11;15
99925	Riesling	UO	148;154	3675;3543;	198;284	11;16;15;11;
99926	Riesling	VD	<;30;	916;873;962;924	57;146;134	6;<;3;4
99927	Riesling	SK	<;17	1232;1325	80;32;	17;13
99929	Gewürztraminer	S	<;<	1040;1053	106;40	<;<
99930	Gewürztraminer	UO	<;<;56;33	1104;1075;	155;16;41;248	n;<;5;7
99931	Gewürztraminer	VD	65;<	618;480;	677;97	10;<;n
99938	Weißburgunder	K	10;	1876;1942	413;	n;<
99939	Weißburgunder	S	14;37	1916;2130	134;n	n;n
99940	Weißburgunder	UO	6;<	1865;1794	127;9	24;n
99941	Weißburgunder	VD	4;	971	19;	8;22
99942	Riesling	K	9;78	2403;	68;	3;14
99943	Riesling	S	13;	2241	78;	3;
99944	Riesling	UO	17;25	3067;3034	n;n	3;5
99946	Riesling	SK	19;31;52	1456;1620;	134;70;10	6;1;9
99947	Riesling	K	16;21;<	3179;2952;	43;122;5	2;8;3;1
99948	Riesling	S	7;14	2650;2922	68;63	2;3
99949	Riesling	UO	6;6	2988;2906	64;17	2;3
99950	Riesling	VD	n;n	345;298	n;23	n;n
99951	Riesling	SK	<;n;<	1989;1964;2063;2104	143;59;88	6;6;8
99952	Silvaner	K	n;n;n;11	3032;3009;3124;3220	233;118;204	1;3;1;2
99953	Silvaner	S	n;<;n	1771;1686;	10;14;	2;<;3
99954	Silvaner	UO	122;239	1862;1797	1633;1729	24;26
99955	Silvaner	VD	9;n	942	732;46	7;n
99956	Silvaner	SK	n;<	1194;1393	107;63	1;<
99968	Spätburgunder	K	11;<	2612;3156	19;19	2;4
99971	Spätburgunder	VD	118;111	1503;1464	77;73	5;5
99973	Riesling	K	51	1230;1009	907;783	14;10
99974	Riesling	S	27;20;62;25	1797;1606;	31;65	4;8;7;4
99975	Riesling	UO	25;23;80;85	2396;2613;	73;71;	4;5;8;6
99976	Riesling	VD	36;38;36;76	796;1387;	46;56	7;<;9;4

Analysenergebnisse 2000

Wein Nr.	Rebsorte	Variante	Hexanal [µg/l]	1-Hexanol [µg/l]	trans-2-Hexen-1-ol [µg/l]	1-Octen-3-ol [µg/l]
901	Müller-Thurgau	K	n;24;15	1965;2014;2464;2595	n; 189;83	<;<
902	Müller-Thurgau	S	n;	2239;2255	182;89	<;<
904	Müller-Thurgau	UO	n;<	2269;1745	150;	4;18
905	Müller-Thurgau	VD	n	1335;1298	109;	<;<
909	Müller-Thurgau	WK	195;179;167	4356;5202	121;63	4;4
912	Portugieser	K		560;548	34;126	4;3
913	Portugieser	S		415;424	19;231	2;3
914	Portugieser	VD 20 %	<;97	217;192		1;<
915	Portugieser	VD 40 %	78;74	307;446;545	208;	4;3
916	Spätburgunder	K	62;68	867;928		1;1
917	Spätburgunder	S	123;128	938;1065	135;	3;n
919	Spätburgunder	UO		473;457	214;126	3;1
920	Spätburgunder	VD		126;215	520;131	<;<
924	Spätburgunder	WK	72;<;69	640;376		3;1;1
927	Weißburgunder	K Fl. 1	90;47	2133;1866;	118;175	16;15
		K Fl.2	130;140	3433;3502	102;56	21;20
928	Weißburgunder	S		1988;1976	101;152	16;13
929	Weißburgunder	VD 20 %		1615;1414	97;96	12;11
930	Weißburgunder	VD 40 %	44;113;143;	3527;3077;3179	83;183;60;110	18;20;18
931	Lemberger	K	17;	562;442	128;68	4;1
932	Lemberger	S				
933	Lemberger	A	n;n	312;314	<;<	n;n
934	Lemberger	UO	n;<	348;384	13;8	n;n
935	Lemberger	VD	n;n	209;227	25;81	n;n
936	Lemberger	SK	<;n	799;747	13;12	n;<
937	Lemberger	SE K	n;n	374;419	24;18	<;<
938	Lemberger	SE A	n;n	340;335	18;28	<;<
940	Lemberger	WK	<;n	425;455	5;27	n;
941	Riesling	K	<;n	1495;1549	8;n	2;2
942	Riesling	S				
943	Riesling	UO	<;	1053;1410	691;192	4;6
944	Riesling	VD	n;61	807;554;	20;730	5;1
945	Riesling	SK	53;43	789;821;	562;550;	3;4
946	Spätburgunder	K	<;<	3873;4127;	57;16;	2;<
947	Spätburgunder	S	<;<	3411;3664;	26;16;	1;1
948	Spätburgunder	UO	92;n	2391;5221;	412;37;	6;4
949	Spätburgunder	VD	13;88	3603;2465;	n;240	3;9
950	Spätburgunder	SE K	<;34	4214;3374;	217;10	1;3
951	Riesling	K	107;5	239;813;	888;165;	18;12
952	Riesling	S	68;n	323;1035	1114;180;	17;9
953	Riesling	A	n;	738;543;	189;814;	5;7
954	Riesling	UO	n;	1149;1105	104;71	14;11
956	Riesling	SK	n;<	987;991;	42;68;	3;2
957	Riesling	KZ	<;n	714;774;	32;80	11;18
959	Riesling	WK	<;<	868;888	98;72	<;1
964	Riesling	SK 1,0 mm	<;n	868;925	49;133;	n;n
965	Riesling	SK 2,3 mm	<;n	838;920;	19;51;	n;n
975	Riesling	K	n;n	1688;1803;	69;28;	<;2
977	Riesling	S Fl.1	<;<	1371;983;	32;391;	10;12
	Riesling	S Fl.2	n;n	2573;2464	22;42	23;20
	Riesling	S Fl.3	n;n	2896;1953	91;23	18;17
979	Riesling	VD	n;n	1422;1431;	45;39	10;10

8.10 Möglichkeiten der Nachweisbarkeit einer Mostkonzentrierung

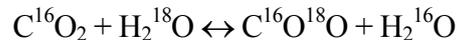
C. Faulstich und R. Wittkowski, BfR Berlin:

Prüfung des Nachweises einer Mostanreicherung anhand des $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ -Stabilisotopenverhältnisses von Weinwasser

Für die Forschungsanstalt Geisenheim wurden verschiedene Most- und Weinproben hinsichtlich ihres ^{18}O -Gehaltes untersucht. Diese Proben wurden durch verschiedene Verfahren um durchschnittlich $\sim 2\%$ (Vol.) Alkohol angereichert. Nähere Angaben zu den einzelnen Proben und deren Herstellung liegen in Geisenheim vor.

Die Bestimmung der $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ -Verhältnisse in Wasser unterschiedlichen Ursprungs erfolgte auf der Grundlage der VO (EWG) Nr. 822/97 vom 6.5.1997 zur Änderung der VO (EWG) Nr. 2676/90, Anhang, Kapitel 43.

Die Proben wurden hierzu mit einem Helium/ CO_2 Gasgemisch überschichtet. Der Sauerstoff des Wein- oder Mostwassers tauscht in einer Gleichgewichtsreaktion mit dem Sauerstoff des CO_2 aus.



Das Kohlendioxid wird anschließend direkt dem Isotopenmassenspektrometer zugeführt und sein Sauerstoffisotopenverhältnis aus den Ionenströmen m/z 46 ($^{12}\text{C}^{16}\text{O}^{18}\text{O}$) und m/z 44 ($^{12}\text{C}^{16}\text{O}^{16}\text{O}$) bestimmt. Durch die Analyse von Standardwässern mit bekannten $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ -Verhältnissen werden die Verhältnisse der Proben berechnet. In der Isotopenmassenspektrometrie werden Ergebnisse als relative Abweichung in per mille ($\delta^{18}\text{O}$ ‰) gegenüber dem Wert des Isotopenverhältnisses des internationalen Standards VSMOW ausgedrückt.

$$\delta i \left[\text{‰} \right] = \left[\frac{R_i}{R_{\text{SMOW}}} - 1 \right] * 1000$$

R_i = Verhältnis der Isotope $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ der Probe i

R_{SMOW} = Verhältnis der Isotope $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ des Standards SMOW

Tabelle 1 und Tabelle 2 zeigen die Ergebnisse der ^{18}O -Messungen von Weinen und Mosten, die mittels verschiedener Verfahren angereichert wurden, wobei jeweils die Kontrollvariante mit untersucht wurde.

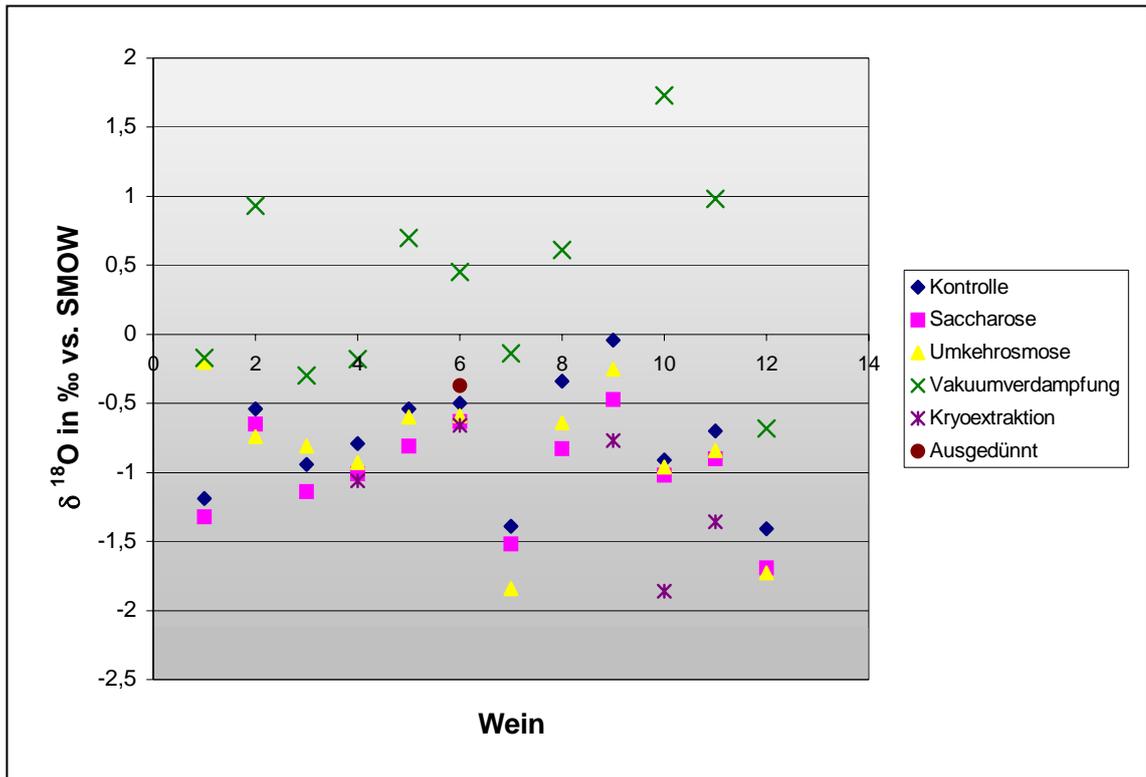
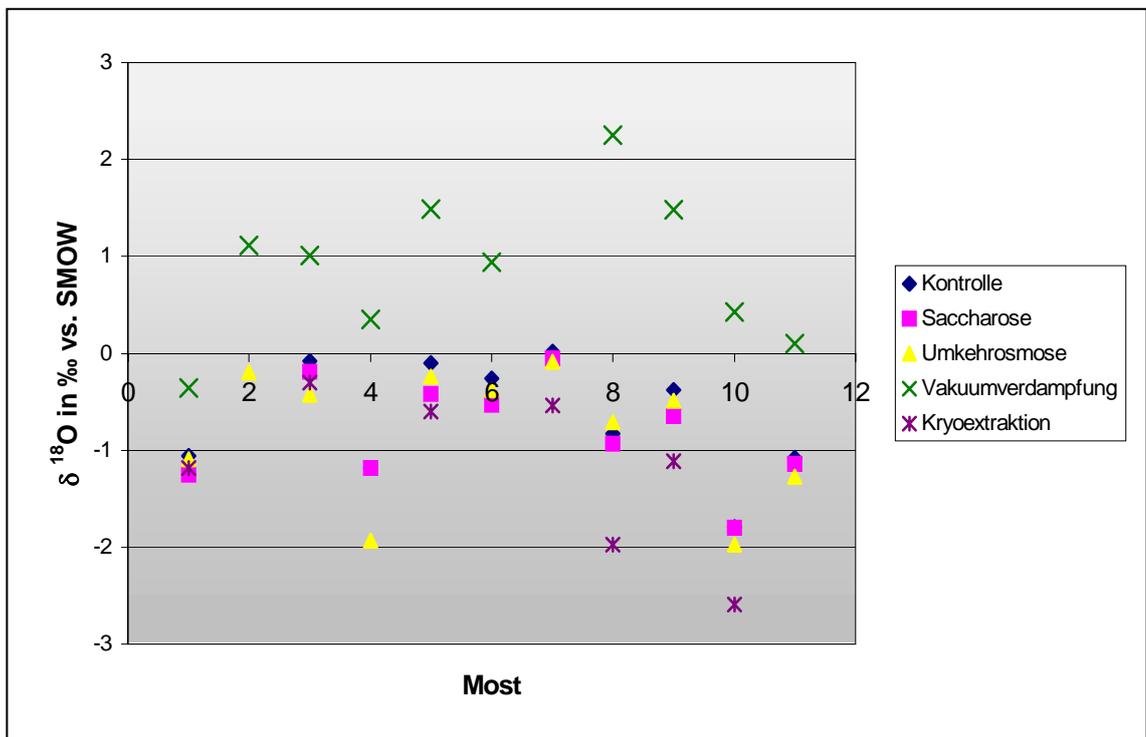
Tabelle 1: $\delta^{18}\text{O}$ in ‰ vs. SMOW von Weinen, deren Ausgangsmoste durch verschiedene Verfahren angereichert wurden

Rebsorte		K	S	UO	VD	SK	A
1 Müller-Thurgau	$\delta^{18}\text{O}$ in ‰	-1,19	-1,32	-0,2	-0,17		
	Ref-Nr.	99900	99901	99902	99903		
2 Portugieser	$\delta^{18}\text{O}$ in ‰	-0,54	-0,65	-0,74	0,93		
	Ref-Nr.	99904	99905	99906	99907		
3 Dornfelder	$\delta^{18}\text{O}$ in ‰	-0,94	-1,14	-0,81	-0,3		
	Ref-Nr.	99908	99909	99910	99911		
4 Grauer Burgunder	$\delta^{18}\text{O}$ in ‰	-0,79	-1,01	-0,93	-0,18	-1,06	
	Ref-Nr.	99912	99913	99914	99915	99916	
5 Spätburgunder	$\delta^{18}\text{O}$ in ‰	-0,54	-0,81	-0,6	0,7		
	Ref-Nr.	99917	99918	99919	99920		
6 Riesling	$\delta^{18}\text{O}$ in ‰	-0,5	-0,63	-0,59	0,45	-0,66	-0,37
	Ref-Nr.	99922	99923	99924	99925	99926	99927
7 Gewürztraminer	$\delta^{18}\text{O}$ in ‰	-1,39	-1,52	-1,84	-0,14		
	Ref-Nr.	99928	99929	99930	99931		
8 Weißburgunder	$\delta^{18}\text{O}$ in ‰	-0,34	-0,83	-0,64	0,61		
	Ref-Nr.	99938	99939	99940	99941		
9 Riesling	$\delta^{18}\text{O}$ in ‰	-0,04	-0,47	-0,25		-0,77	
	Ref-Nr.	99942	99943	99944		99946	
10 Riesling	$\delta^{18}\text{O}$ in ‰	-0,91	-1,02	-0,96	1,73	-1,86	
	Ref-Nr.	99947	99948	99949	99950	99951	
11 Silvaner	$\delta^{18}\text{O}$ in ‰	-0,7	-0,9	-0,84	0,98	-1,36	
	Ref-Nr.	99952	99953	99954	99955	99956	
12 Riesling	$\delta^{18}\text{O}$ in ‰	-1,41	-1,69	-1,73	-0,68		
	Ref-Nr.	99963	99964	99965	99966	99967	

Tabelle 2: $\delta^{18}\text{O}$ in ‰ vs. SMOW von Mosten, die durch verschiedene Verfahren angereichert wurden

Rebsorte		K	S	UO	VD	SK	A
1 Grauer Burgunder	$\delta^{18}\text{O}$ in ‰	-1,06	-1,25	-1,09	-0,36	-1,18	
	Ref-Nr.	99912	99913	99914	99915	99916	
2 Spätburgunder	$\delta^{18}\text{O}$ in ‰			-0,2	1,11		
	Ref-Nr.			99919	99920		
3 Riesling	$\delta^{18}\text{O}$ in ‰	-0,08	-0,19	-0,43	1,01	-0,3	-0,08
	Ref-Nr.	99923	99924	99925	99926	99927	99922
4 Gewürztraminer	$\delta^{18}\text{O}$ in ‰	-1,18	-1,18	-1,93	0,35		
	Ref-Nr.	99928	99929	99930	99931		
5 Riesling	$\delta^{18}\text{O}$ in ‰	-0,1	-0,42	-0,24	1,49	-0,6	
	Ref-Nr.	99933	99934	99935	99936	99937	
6 Weißburgunder	$\delta^{18}\text{O}$ in ‰	-0,26	-0,53	-0,38	0,94		
	Ref-Nr.	99938	99939	99940	99941		
7 Riesling	$\delta^{18}\text{O}$ in ‰	0,02	-0,05	-0,09		-0,54	
	Ref-Nr.	99942	99943	99944		99946	
8 Riesling	$\delta^{18}\text{O}$ in ‰	-0,83	-0,93	-0,71	2,25	-1,97	
	Ref-Nr.	99947	99948	99949	99950	99951	
9 Silvaner	$\delta^{18}\text{O}$ in ‰	-0,38	-0,65	-0,49	1,48	-1,11	
	Ref-Nr.	99952	99953	99954	99955	99956	
10 Riesling	$\delta^{18}\text{O}$ in ‰	-1,79	-1,8	-1,97	0,43	-2,59	
	Ref-Nr.	99963	99964	99965	99966	99967	
11 Riesling	$\delta^{18}\text{O}$ in ‰	-1,08	-1,14	-1,27	0,10		
	Ref-Nr.	99973	99974	99975	99976		

Abbildung 1 und Abbildung 2 zeigen die $\delta^{18}\text{O}$ -Werte in xy-Diagrammen.

Abbildung 1: Darstellung der $\delta^{18}\text{O}$ -Werte des Weinwassers der verschiedenen VersuchsreihenAbbildung 2: Darstellung der $\delta^{18}\text{O}$ -Werte des Mostwassers der verschiedenen Versuchsreihen

Die angewandte Messmethode wurde in einem internationalen Ringversuch validiert. Dabei wurde eine Vergleichsgrenze R von 0,5 ‰ ermittelt. Die Betrachtung der Messwerte zeigt, dass lediglich die Anreicherung mittels Vakuumverdampfung zu einer signifikanten Anreicherung von ^{18}O im Wasser führte. Die Abweichungen der anderen

Anreicherungsverfahren von der jeweiligen Kontrollvariante liegen fast immer innerhalb der Vergleichsgrenze. Als mögliche weitere zusätzliche Quelle der Variation bei den Weinen ist der Ausbau, die Fermentierung, in Betracht zuziehen. Die durchschnittliche Anreicherung bei allen Versuchsserien betrug bei der Mostanreicherung durch Vakuumdestillation beim Wein δ 1,20 ‰ und beim Most selbst δ 1,56 ‰ im Vergleich zu der jeweiligen Kontrollvariante.

Für die Beurteilungspraxis eines Weines liegt diese Kontrollvariante jedoch nicht vor. Der verdächtige Wein ist ohne Kenntnis von diesem individuellen Referenzwert zu beurteilen. Bei der Auswertung und Interpretation der ^{18}O -Gehalte von Weinen hat sich generell gezeigt, dass für einzelne Länder aber auch für diskrete Anbauggebiete eine Variation des ^{18}O -Gehaltes unter Berücksichtigung einer statistischen Sicherheit von 95 % von δ ~3-4 ‰ beobachtet wird. Der Nachweis einer Anreicherung durch Vakuumverdampfung über das $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ Verhältnis ist demzufolge nur im Einzelfall möglich. Nur ein Wein, dessen $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ Verhältnis vor der Anreicherung bereits in dem oberen Randbereich des Vertrauensbereichs liegt, könnte durch diese Form der Anreicherung außerhalb der entsprechenden Grenze gelangen. Die Festlegung des Vertrauensbereiches ist von der Information über den entsprechenden Wein (Herkunft, Rebsorte, Jahrgang) abhängig. Je weniger Information vorliegt desto größer ist der Streubereich für den jeweiligen Verdachtswein. Anhand der durchgeführten Untersuchungen lässt sich feststellen, dass der Nachweis einer Anreicherung anhand des $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ Verhältnisses kaum, bzw. nur in bestimmten Einzelfällen möglich ist.

Prof. Dr. Hilmar Förstel, Forschungszentrum Jülich:**Forschungsvorhaben:****Nachweis der Behandlung von Most und Wein durch Konzentrierung****1. Thematik und Übersicht**

Die Anreicherung von Most zur Verbesserung der Qualität von Wein wird schon deshalb von der EU akzeptiert werden, da damit eine Verringerung der Menge an Wein erreicht wird. Dies wird mit anderen, teuren Maßnahmen, meist vergeblich versucht. Mit der Anreicherung, die natürlich auch ein Kostenfaktor ist, gerät das Gefüge der Qualitätsabstufungen durcheinander. Es ist daher notwendig, Methoden verfügbar zu haben, die angereicherte Produkte erkennen können.

Dies muss am Material, d.h. auch am Endprodukt Wein möglich sein. Wenn allerdings lediglich ein Teil des Wassers abgepresst oder abdestilliert wird, dürfte dieser Nachweis schwierig sein.

Beim Abpressen, denn um nichts anderes handelt sich bei der Umkehrosiose ohne Gegenphase findet ein reiner Massentransport statt. Physikalisch kann man sich keinen Mechanismus vorstellen, der hierbei zu einer Isotopenfraktionierung überhaupt führt. Bei der Destillation dagegen sind sehr deutliche Effekte zu erwarten. Dass die Destillation aus Gründen der Ersparnis von Energie und Schonung des Aromas im Unterdruck bei relativ niedriger Temperatur erfolgt, ändert am physikalischen Prinzip einer großen Isotopenfraktionierung nichts. Lediglich die Einschränkungen der Menge an Wasser, die abgetrennt werden darf, ist derartig gering, dass man zwar im Destillat eine große Abreicherung erkennen kann, die aber mengenmäßig den Pool der Ausgangssubstanz kaum verändert.

Ursprünglich war ich davon ausgegangen, dass bei der Umkehrosiose eine wässrige Gegenphase durch Austauschvorgänge zu einer Verdünnung des $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ - und D/H-Wertes im behandelten Most führen müsste. Eine solche Gegenphase aber wird nicht eingesetzt. Auch der Effekt der Vakuumdestillation muss als Bilanz der Isotopenverschiebungen gesehen werden. Zwar findet man im Destillat eine signifikante Verschiebung, doch kann diese nicht im Ausgangsprodukt nachgewiesen werden. Ursache ist der geringfügige Anteil des Umsatzes. Auch das Ausfrieren (Kryokonzentrierung) kann aufgrund der geringen Effekte und kleinen Anteile nicht nachgewiesen werden. Der Nachweis wäre für Vakuumdestillation und Kryokonzentrierung in vielen Fällen möglich, wenn die Messwerte des angereicherten

Produktes mit dem Ausgangsstoff direkt verglichen werden könnten. Dass dies in der Praxis in der Regel nur selten zutreffen wird, kann man sich leicht vorstellen. Es wird ja gerade angestrebt, aus einer kommerziellen Probenzahl die angereicherten Produkte erkennen zu können.

Man kann diesen Befund natürlich auch positiv sehen: Die bisherigen, erprobten Methoden zur Überprüfung der Herkunft werden durch die neuen önologischen Verfahren nicht gestört. Es ist nach anderen Möglichkeiten zu suchen. Für die Umkehrosmose muss man die physikalische Eigenschaft der Durchlässigkeit ausnutzen, die wohl keinesfalls so hoch selektiv ist, dass nur Wasser hindurchgedrückt wird. Bei der Vakuumdestillation sollten auch einige flüchtige Komponenten mit abgetrennt werden. Für die Kryokonzentrierung kann man nur an Einschlüsse denken, die aber nicht selektiv sein sollten.

2. Versuchsmaterial und Messungen im Untersuchungsjahr

Im letzten Jahr konzentrierten sich die Messungen vor allem auf die Arbeiten in der FA Geisenheim. Dabei wurden bewusst neben der Kontrolle durch eine Anreicherung mit Saccharose die Anreicherung simuliert, dazu Umkehrosmose, Weinkonzentrierung und Kryokonzentrierung miteinander verglichen. Dabei schnitt, auch in den Versuchsserien an anderen Versuchsorten, oft die Zuckering sensorisch besonders gut ab, ein Ergebnis das sicher nicht im Interesse der heutigen Technik der Weinwirtschaft liegt. Die sensorischen Tests haben immer wieder die resultierenden Inhaltsstoffe anzugleichen versucht, sei es Alkohol, seien es organische Säuren oder Zuckerzusatz. Doch muss man sich aber auch darüber im Klaren sein, dass dies pure wissenschaftliche Arbeitsweise, aber keine wirkliche Praxis ist. In der Praxis kann kein Parameter wieder angeglichen werden, schon nicht aus wirtschaftlichen Gründen.

Die Möglichkeiten der physikalischen Methoden der Anreicherung, die ja chemisch neutral sein sollen, können nur in einem sehr begrenzten Rahmen zu Anreicherungen führen. Damit ist aber auch die Nachweisbarkeit begrenzt, denn alle Isotopenfraktionierungen unterliegen dem so genannten Raleigh'schen Gesetz, das als eine exponentielle Funktion die Fraktionierung quantitativ beschreibt. Die Umsätze müssen ausreichend groß genug sein, um sich auszuwirken. Kleine Schritte bewirken nur eine sehr geringe Verschiebung.

Es wurden Moste verschiedener Anbauggebiete, verschiedener Rebsorten und der Maischegärung mit unterschiedlichen Anreicherungsverfahren unmittelbar miteinander verglichen. In der Regel waren auch sowohl Ausgangsprodukt als auch abgetrennter Ausschuss verfügbar gewesen, also z.B. Permeat und Konzentrat. Das ist später in der Praxis nicht mehr der Fall. Dort muss nur noch das Endprodukt bewertet werden, dessen Ausgangslage natürlich nicht bekannt ist.

Als Indikator dient das $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ -Verhältnis, das anders als das D/H-Verhältnis besonders sensibel auf Veränderungen reagiert. Das D/H-Verhältnis dagegen bleibt relativ stabil und wird deshalb lediglich für interne Standardisierungen herangezogen. Es wurde in dieser Untersuchung deshalb nicht gesondert betrachtet, ist aber in Zukunft bei Zweifelsfällen hinzuzuziehen. Das $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ -Verhältnis ist für ein schnelles Screening einzusetzen, das auch Verfälschungen schnell erkennen zu helfen sollte.

Die Methodik der IRMS-Bestimmung (stable isotope ratio mass spectrometry) ist oft genug beschrieben worden, um hier noch einmal im Detail dargestellt zu werden. Der Vorteil der $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ -Messung liegt darin, dass überschichtendes Kohlendioxid und Wasser des Probenmaterials allein miteinander die Sauerstoffisotope austauschen. Alle anderen Komponenten der Probe bleiben ohne Einfluss. Somit sind alle chemischen Komponenten ausgeschlossen. Das ist der Vorteil und zugleich der Nachteil der Methode. Vorteilhaft ist die durch die Methode einfach erhaltene Begrenzung. Nachteilig scheint zu sein, dass keine weiteren Aussagen möglich sind. Doch dann treten andere Verfahren die Nachfolge an.

In diesem Falle macht es aber keinen Sinn, die anderen Isotopenpaare der Bioelemente mit heranzuziehen. Bei den physikalischen Umsätzen, denen sie unterliegen können, sind keine fraktionierenden Phasenübergänge erkennbar, somit auch kein Fraktionierungen vorstellbar. Es sei denn, es werden Substanzen mit vorgegebener ungleicher isotoper Zusammensetzung durch eines der Verfahren der Anreicherung selbst fraktioniert. Dafür gibt es aber derzeit keinerlei Hinweise.

3. Ergebnisse

Zunächst muss man beachten, dass die Versuche natürlich nicht nach rein sachlich statistischen Kriterien abgelaufen sind. Das heißt, nicht in jeder Variante (statistisch Klasse) sind gleich viele Versuche durchgeführt worden und damit Daten verfügbar. In der Praxis der Weinbereitung unter wirtschaftlichen Bedingungen, unter denen auch die größeren Versuche ablaufen, muss immer mit solchen Abweichungen gerechnet werden. Außerdem standen besondere Versuchseinrichtungen, besonders für die Kryoextraktion, nur zeitlich und örtlich begrenzt zur Verfügung.

Der obere Teil der Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Anzahl der beprobten Varianten. Es ist aber auch von vornherein zu bemerken, dass einigen Varianten nur deswegen besondere Beachtung zukommen sollte, da sie extreme Situationen widerspiegeln. Vorausgreifend aber sei gesagt, dass diese dennoch keine abweichenden Ergebnisse erbracht haben.

Ausgangspunkt der Bewertung ist für die $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ Messungen in der Regel die erste Spalte K, und zwar für jede Reihe als absoluter Vergleichswert, der aber nicht in allen Fällen verfügbar und für Weine nicht die Bezugsbasis war. Dieser Wert ist der Ausgangswert des $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ -Verhältnisses im Most.

Für den Most aus dem Anbaugebiet Franken (Spalten 1 und 2) bringt erwartungsgemäß die Anreicherung mit Saccharose keinen Effekt (Vergleich Reihen S und K), ebenso wenig die besondere Kryoanreicherung HKSK. Sie scheint in einer Anreicherung zu resultieren, die man aber in der Praxis nicht wird verifizieren können.

Auch in den anderen Versuchsvarianten (Vergleich Spalten K und S) fällt nur der Lemberger heraus, während alle anderen erwartungsgemäß keine Fraktionierung zeigen. Eine Veränderung gegenüber dem Ausgangswert ist nur dadurch vorstellbar, dass ein Material von gänzlich anderer isotoper Zusammensetzung zugegeben wird. Deshalb erstaunt es auch nicht, dass eine forcierte Aufzuckerung (S16 und S28) auf das $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ -Verhältnis keinerlei Auswirkungen hat.

Der Effekt der Ausdünnung (A) der Weinstöcke schient man an einzelnen Proben erkennen zu können, doch generell mitteln sich einzelne Effekte wieder heraus. Nur im Falle des Frühburgunders aus dem Rheingau wurde eine isotope Verschiebung beobachtet.

War man ursprünglich davon ausgegangen, dass die umgekehrte Osmose eine wässrige Gegenphase erfordern würde, so läuft dieses Verfahren letztendlich auf eine Hochdruckfiltration mit Membranen von großer, mechanisch widerstandsfähiger Oberfläche hinaus. Zwischen den Ausgangswerten der Umkehrosmose (UO/Permeat und UO/Konzentrat) lassen sich zwar in einem Fall Unterschiede beobachten, die unter Einbeziehung aller anderen Werte aber zu vernachlässigen sind.

Schwieriger als die Konzentrierung von Most, bei dem noch keine Entscheidungen über die Entwicklung des Produktes getroffen worden sind, gestaltet sich die Diskussion über die Konzentrierung des Endproduktes Wein. Zwischen WK/Kontrolle und WK/Konzentrat sind keine Unterschiede feststellbar. Dies ist verständlich, da die Abtrennungen selbst bei markanten Trennfaktoren infolge der geringen Anteile der Abtrennung kaum signifikante Änderungen hinterlassen sollten. Im WK/Permeat, das aber nur einen Anteil des Produktes ausmacht, wird hier eine größere Anreicherung beobachtet. Physikalisch ist dies nicht einfach zu erklären. Es ließe sich nur ein systematischer Effekt durch begleitende Stoff oder aber eine Anreicherung durch Verdunstung bei oder nach der Abtrennung annehmen.

Erstaunlich ist als nächstes der recht große Effekt des Ausfrierens des Wassers als Eis. Einen solch großen Effekt konnte man weder aus der Literatur (polare Zonen) noch aus grundsätzlichen Überlegungen erwarten. Aber letztendlich muss doch ein interner Standard ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ im organisch gebundenen Material) diese natürliche Variation auffangen.

Auch Maßnahmen der Pflege der Laubwand (Bogrebe) und Saftentzug sind an den Resultaten der Stabilisotopen-Messungen des Wassers nicht ablesbar. Auch dies ist nicht verwunderlich, da dort keine wirklichen physikalisch-chemischen Veränderungen aufgetreten sind.

4. Diskussion

Einflüsse hatte man sich vor allem bei der Umkehrosmose versprochen, wenn man davon ausgehen konnte, dass hier eine wässrige Gegenphase vorhanden sein müsste. Bis auf die Vakuumdestillation sind alle Verfahren letztendlich Abtrennungen durch Filtration, so wie die folgenden Abbildungen belegen.

In Abbildung 1 und Abbildung 2 sowie in Abbildung 3 scheint das Permeat heraus zu fallen, doch der Anteil des Konzentrats ist ebenso wie der Effekt für Most vernachlässigbar. Auch beim Most zeigt dass Permeat eine Anreicherung, aber wichtig ist, wie groß der Anteil dieser Abtrennung ist.

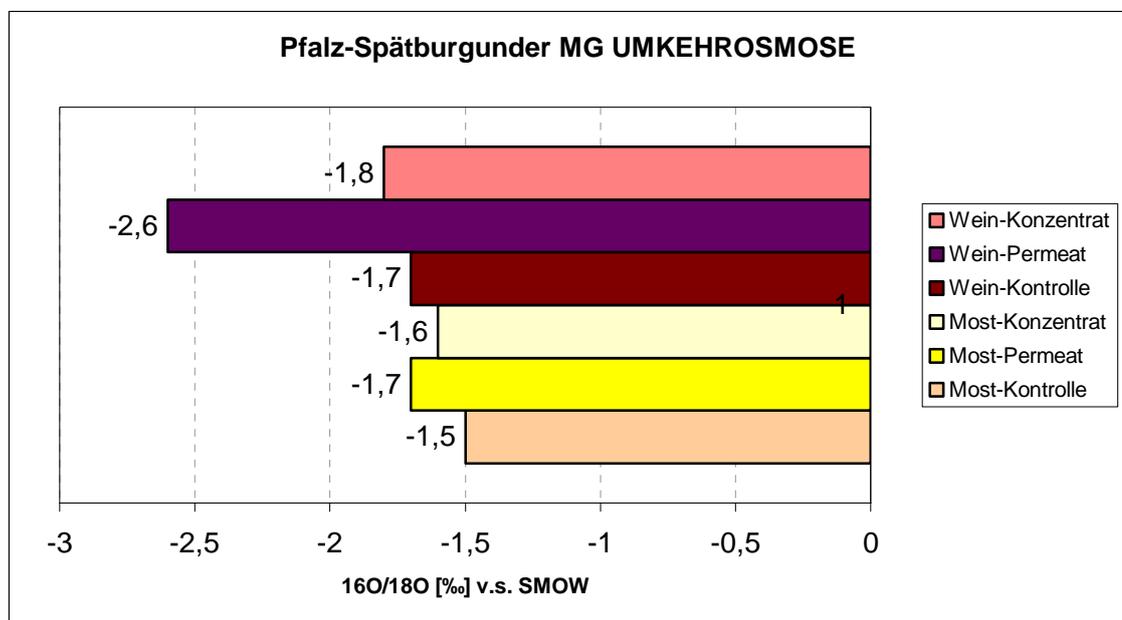


Abbildung 1: Pfalz-Spätburgunder MG Umkehrosmose

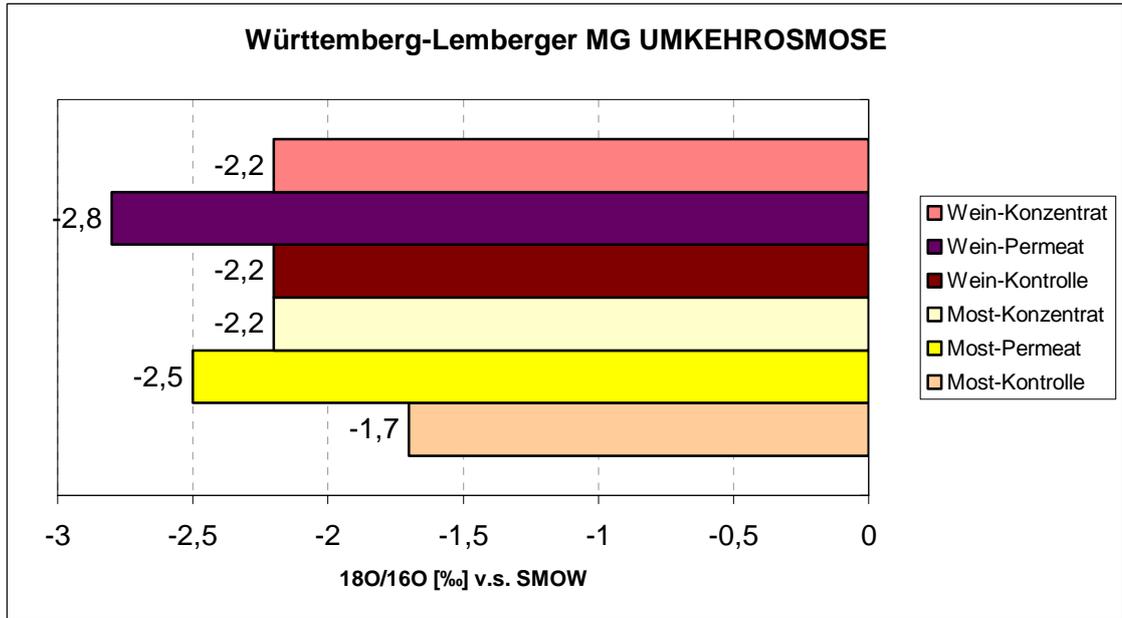


Abbildung 2: Württemberg-Lemberger MG Umkehrosiose

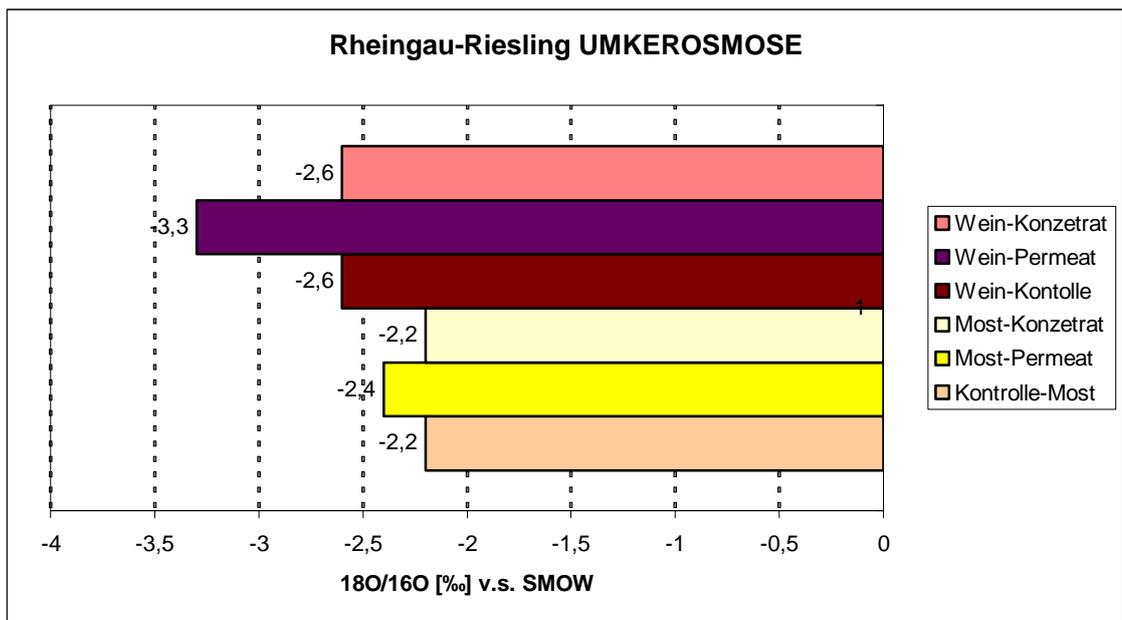


Abbildung 3: Rheingau-Riesling Umkehrosiose

Abbildung 4 sowie Abbildung 5 und Abbildung 6, ausgehend von der Kontrolle Most, zeigen für eine Verarbeitung weder bei Permeat noch bei Konzentrat, eine Abweichung. Auch für den daraus gewonnen Wein ergibt der Vergleich zwischen Kontrolle und Konzentrat, also den zu vermarktenden Produkten, keinen Unterschied. Auch wenn Wasser durch Eisbildung abgetrennt wird, ist nur beim Überstand eine deutliche Abweichung festzustellen.

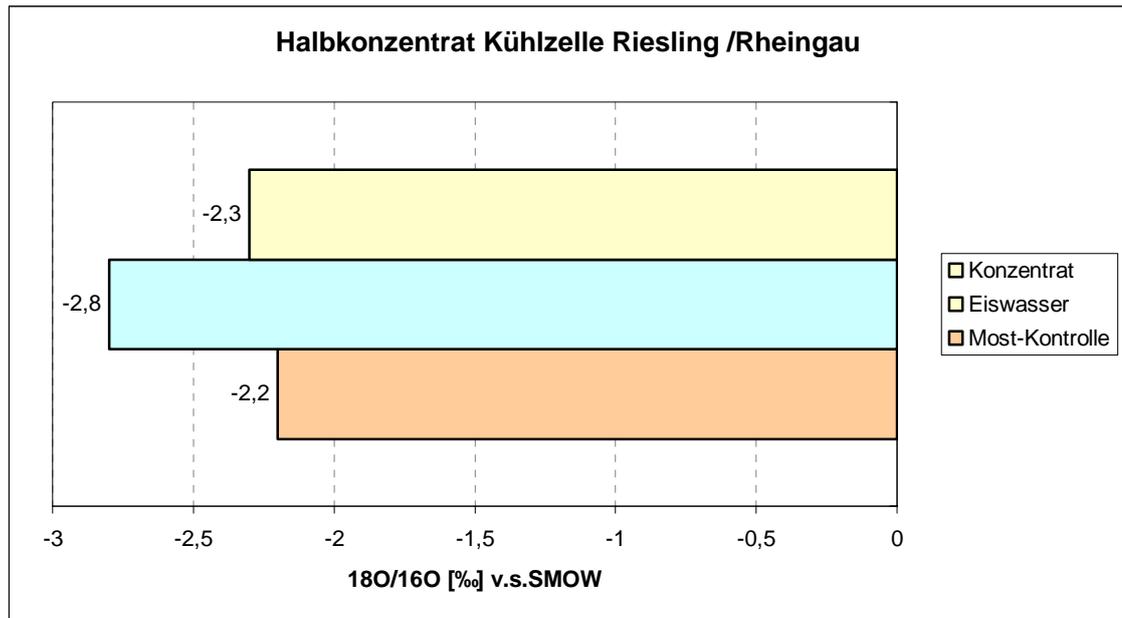


Abbildung 4: Halbkonzentrat Kühlzelle Riesling / Rheingau

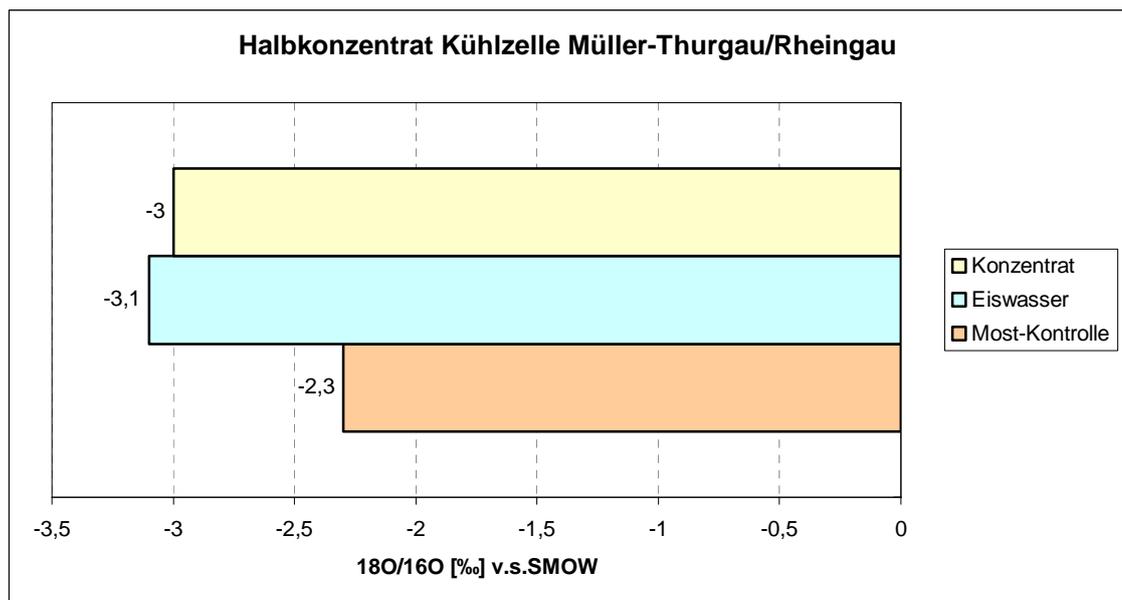


Abbildung 5: Halbkonzentrat Kühlzelle Müller-Thurgau / Rheingau

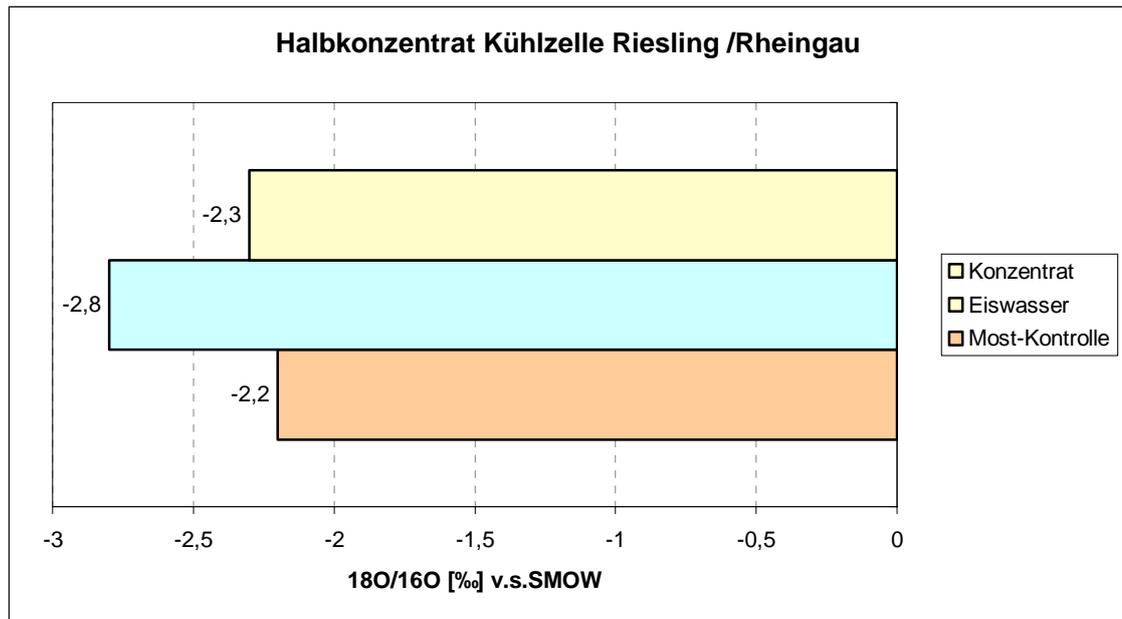


Abbildung 6: Halbkonzentrat Kühlzelle Riesling / Rheingau

Grundsätzlich zeigt sich kein signifikanter Einfluss der Maßnahmen zur Konzentration auf den $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ -Wert des Mostes oder des Weines.

Tabelle 1 Forschungszentrum Jülich

Nummer		Anbaugeb.	Rebsorte	K	S	S 16	S 28
01900		Franken	MTh				
01901							
01902							
01903		Franken	Bacch				
01904							
01905							
01906		Rheingau	Frühbg. MG				
01907							
01908							
01909							
01910		Rheingau	MTh				
01911							
01912							
01913							
01914							
01915							
01916		Nahe	Portug.				
01917							
01918							
01919							
01920							
01921							
01922							
01923							
01924							
01925	-2,35						
01926	-2,58	Rheingau	Riesling	-2,58			
01927	-2,84				-2,84		
01928							
01929	-2,86						
01930							
01931	-2,77						
01932	-1,75	Pfalz	Spätburgdr	-1,75			
01933	-1,75		S	-1,75			
01934	-1,79				-1,79		
01935	-1,97		S		-1,97		
01936	-1,74						
01937	-1,93		S				
01938	-1,76						
01939	-1,64		S				
01940	-1,85						
01941	-1,81		S				
01942	-1,42						
01942 I	-2,01			-2,01			

Nummer		Anbaugeb.	Rebsorte	UO/ Perm	UO/ Kon	WK/ Kon	WK/ Per
01900		Franken	MTh				
01901							
01902							
01903		Franken	Bacch				
01904							
01905							
01906		Rheingau	Frühbg. MG				
01907							
01908							
01909							
01910		Rheingau	MTh				
01911							
01912							
01913							
01914							
01915							
01916		Nahe	Portug.				
01917							
01918							
01919							
01920							
01921							
01922							
01923							
01924							
01925	-2,35						
01926	-2,58	Rheingau	Riesling				
01927	-2,84						
01928							
01929	-2,86					-2,86	
01930							
01931	-2,77						-2,77
01932	-1,75	Pfalz	Spätburgdr				
01933	-1,75		S				
01934	-1,79						
01935	-1,97		S				
01936	-1,74						
01937	-1,93		S				
01938	-1,76					-1,76	
01939	-1,64		S			-1,85	
01940	-1,85						
01941	-1,81		S				
01942	-1,42						
01942 I	-2,01						

Nummer		Anbaugeb.	Rebsorte	HKSK	HKKZ/ E	HKKZ/ K	B
01900		Franken	MTh				
01901							
01902							
01903		Franken	Bacch				
01904							
01905							
01906		Rheingau	Frühbg. MG				
01907							
01908							
01909							
01910		Rheingau	MTh				
01911							
01912							
01913							
01914							
01915							
01916		Nahe	Portug.				
01917							
01918							
01919							
01920							
01921							
01922							
01923							
01924							
01925	-2,35						
01926	-2,58	Rheingau	Riesling				
01927	-2,84						
01928							
01929	-2,86						
01930							
01931	-2,77						
01932	-1,75	Pfalz	Spätburgdr				
01933	-1,75		S				
01934	-1,79						
01935	-1,97		S				
01936	-1,74						
01937	-1,93		S				
01938	-1,76						
01939	-1,64		S				
01940	-1,85						
01941	-1,81		S				
01942	-1,42						
01942 I	-2,01						

Nummer		Anbauegeb.	Rebsorte	SEK	BSA/ Chips	A-1,75
01900		Franken	MTh			
01901						
01902						
01903		Franken	Bacch			
01904						
01905						
01906		Rheingau	Frühbg. MG			
01907						
01908						
01909						
01910		Rheingau	MTh			
01911						
01912						
01913						
01914						
01915						
01916		Nahe	Portug.			
01917						
01918						
01919						
01920						
01921						
01922						
01923						
01924						
01925	-2,35				-2,35	
01926	-2,58	Rheingau	Riesling			
01927	-2,84					
01928						
01929	-2,86					
01930						
01931	-2,77					
01932	-1,75	Pfalz	Spätburgdr			
01933	-1,75		S			
01934	-1,79					
01935	-1,97		S			
01936	-1,74					-1,74
01937	-1,93		S			-1,93
01938	-1,76					
01939	-1,64		S			
01940	-1,85					
01941	-1,81		S	-1,81		
01942	-1,42			-1,42		
01942 I	-2,01					

Nummer		Anbauegeb.	Rebsorte	K	S	S 16	S 28
01943	-2,06	Rheingau	Riesling	-2,06			
01944							
01945	-2,16						
01946	-2,49						
01947		Württemberg	Lembg MG				
01948			BSA				
01949							
01950			BSA				
01951	-2						
01952	-1,99		BSA				
01953	-2,33						
01954	-2,35		BSA				
01955	-2,37						
01956	-2,27		BSA				
01957	-2,67						
01957 I	-2,38						
01958		Pfalz	Spätbgdr.				
01959							
01960							

Nummer		Anbauegeb.	Rebsorte	UO/ Perm	UO/ Kon	WK/ Kon	WK/ Per
01943	-2,06	Rheingau	Riesling				
01944							
01945	-2,16				-2,16		
01946	-2,49					-2,38	
01947		Württemberg	Lembg MG				
01948			BSA				
01949							
01950			BSA				
01951	-2						
01952	-1,99		BSA				
01953	-2,33				-2,33		
01954	-2,35		BSA		-2,35		
01955	-2,37						
01956	-2,27		BSA				
01957	-2,67					-2,67	
01957 I	-2,38					-2,38	
01958		Pfalz	Spätbgdr.				
01959							
01960							

Nummer		Anbauegeb.	Rebsorte	HKSK	HKKZ/ E	HKKZ/ K	B
01943	-2,06	Rheingau	Riesling				
01944							
01945	-2,16						
01946	-2,49						
01947		Württemberg	Lembg MG				
01948			BSA				
01949							
01950			BSA				
01951	-2						
01952	-1,99		BSA				
01953	-2,33						
01954	-2,35		BSA				
01955	-2,37						
01956	-2,27		BSA				
01957	-2,67						
01957 I	-2,38						
01958		Pfalz	Spätbgdr.				
01959							
01960							

Nummer		Anbauegeb.	Rebsorte	SEK	BSA/ Chips	A-1,75
01943	-2,06	Rheingau	Riesling			
01944						
01945	-2,16					
01946	-2,49					
01947		Württemberg	Lembg MG			
01948			BSA			
01949						
01950			BSA			
01951	-2			-2		
01952	-1,99		BSA	-1,99		
01953	-2,33					
01954	-2,35		BSA			
01955	-2,37			-2,37		
01956	-2,27		BSA	-2,27		
01957	-2,67					
01957 I	-2,38					
01958		Pfalz	Spätbgdr.			
01959						
01960						