

**Veränderung von glykosidisch gebundenen Sekundärmetaboliten
bei *Vitis vinifera* L. (cvs. Gewürztraminer und Riesling)
in Zusammenhang mit Traubenreife, Weinbereitung
und Weinlagerung**

**Dissertation zur Erlangung des akademischen Doktorgrades Dr. Agrar.
im Fachbereich Agrarwissenschaften, Oekotrophologie und
Umweltmanagement
der Justus-Liebig-Universität Giessen**

**vorgelegt von
Diplom Agraringenieurin Elpida Papargyriou**

aus Athen/Griechenland

Giessen 2003

	Inhaltsverzeichnis	II
	Abkürzungsverzeichnis	VIII
	Abbildungsverzeichnis	IX
	Tabellenverzeichnis	XIII
1	Einleitung und Problemstellung	1
1.1	Einleitung.....	1
1.2	Problemstellung.....	1
2	Literaturübersicht	3
2.1	Allgemeine Klassifizierung der Trauben- und Wein-Aromastoffe	3
2.1.1	Primäre Aromastoffe.....	3
2.1.1.1	Terpene, Terpenoide.....	4
2.1.1.2	Norisoprenoide.....	6
2.1.1.3	Benzolderivate.....	7
2.1.1.4	Aliphatische und methylverzweigte Verbindungen.....	7
2.1.2	Lokalisation der Aromastoffe.....	8
2.2	Faktoren, welche die Aromazusammensetzung der Traube bestimmen	11
2.2.1	Umweltfaktoren und weinbauliche Maßnahmen.....	11
2.2.2	Reifeentwicklung.....	12
2.2.3	Einfluss von Botrytis	13
2.3	Faktoren, welche die Aromazusammensetzung des Mostes bestimmen	13
2.3.1	Traubenverarbeitung.....	13
2.3.1.1	Lese und Transport.....	15
2.3.1.2	Maischestandzeit.....	16
2.3.1.3	Pressung.....	17
2.3.2	Gärung.....	17
2.3.2.1	Hefeaktivität.....	18
2.3.3	Lagerung.....	19

2.4	Andere Faktoren	20
2.4.1	Phenole.....	20
2.4.2	Glykosidasen und ihr Einfluss auf die Aromazusammensetzung.....	22
2.4.2.1	Glykoside-Spaltung.....	22
2.4.2.2	Eigenschaften der Glucosidasen verschiedener Herkunft.....	22
2.5	Sensorik	23
2.5.1	Sensorische Wahrnehmung von Terpenglykosiden.....	23
2.5.2	Sortentypische Riesling und Gewürztraminer Aromaprofile.....	23
2.6	Weinbausysteme	24
2.6.1	Spalier.....	24
2.6.2	Minimalschnitt.....	24
2.7	Glykosyl-Glucose-Analytik.....	24
3	Material und Methoden	26
3.1	Material	26
3.1.1	Versuchsanlagen.....	26
3.1.1.1	Gewürztraminer.....	26
3.1.1.2	Riesling (Maischestandzeit).....	26
3.1.1.3	Riesling (Projekt „Weinqualität“)......	26
3.1.2	Witterungsbedingungen.....	27
3.1.3	Probenentnahme.....	30
3.1.3.1	Beerenproben.....	30
3.1.3.1.1	Gewürztraminer.....	30
3.1.3.1.2	Riesling (Fuchsberg).....	31
3.1.4	Probenvorbereitung.....	32
3.1.4.1	Beerenproben zur Untersuchung der Reifeentwicklung.....	32
3.1.4.2	Beerenproben - Projekt „Weinqualität“.....	32
3.1.5	Mostproben zur Untersuchung der Maischestandzeit.....	32
3.1.5.1	Lese.....	32
3.1.5.2	Mostbehandlung.....	32
3.1.5.3	Projekt „Weinqualität“.....	34
3.1.5.3.1	Weinausbau.....	34

3.1.5.3.2	Gärung.....	35
3.1.6	Lagerung.....	36
3.1.7	Sensorik.....	36
3.1.7.1	Allgemein.....	36
3.1.7.2	Dreieckstests.....	36
3.1.7.3	Rangordnungsprüfung.....	36
3.1.7.4	DLG-Qualitätsprüfung.....	37
3.1.7.5	Deskriptive Sensorik – Standardvorbereitung	37
3.2	Methoden.....	39
3.2.1	Glykosyl-Glucose Analytik.....	39
3.2.1.1	Allgemeines Schema.....	39
3.2.1.2	Beschreibung der Methode.....	41
3.2.1.3	Berechnungen und Angabe der Ergebnisse.....	42
3.2.2	Phenolanalytik - Bestimmung der Gesamtphenolgehalte nach Folin-Ciocalteu.	43
3.2.2.1	Allgemein.....	43
3.2.2.2	Probenvorbereitung.....	43
3.2.2.3	Messung.....	43
3.2.2.4	Berechnung und Angabe der Ergebnisse.....	44
4	Ergebnisse.....	45
4.1	Betrachtung der Entwicklung der gebundenen sekundären Pflanzenmetaboliten am Beispiel der Rebsorte Gewürztraminer.....	45
4.1.1.	Reifeentwicklung.....	45
4.1.2	Weinausbau 1998.....	47
4.1.2.1	Pressung.....	47
4.1.2.2	Gärung.....	48
4.1.2.3	Lagerung.....	50
4.1.2.4	Sensorik.....	51
4.1.2.4.1	Erster Verkostungstermin, April 1999.....	51
4.1.2.4.2	Zweiter Verkostungstermin, Dezember 1999.....	53
4.1.2.4.3	Dritter Verkostungstermin, Februar 2001.....	54
4.1.3	Weinausbau 1999.....	56

4.1.3.1	Pressung.....	56
4.1.3.2	Gärung.....	57
4.1.3.3	Lagerung.....	59
4.1.3.4	Sensorik.....	60
4.1.3.4.1	Erster Verkostungstermin, März 2000.....	60
4.1.3.4.2	Zweiter Verkostungstermin, Oktober 2000.....	61
4.1.3.4.3	Dritter Verkostungstermin, Februar 2001.....	63
4.1.4	Vergleich der Jahrgänge 1998-1999.....	64
4.2	Betrachtung der Entwicklung der gebundenen sekundären Pflanzenmetaboliten am Beispiel der Rebsorte Riesling.....	66
4.2.1	Reifeentwicklung.....	66
4.2.2.	Weinausbau 1998.....	68
4.2.2.1	Pressung.....	68
4.2.2.2	Gärung.....	69
4.2.2.3	Lagerung.....	72
4.2.2.4	Sensorik.....	73
4.2.2.4.1	Erster Verkostungstermin, April 1999.....	73
4.2.2.4.2	Zweiter Verkostungstermin, Dezember 1999.....	75
4.2.3	Weinausbau 1999.....	76
4.2.3.1	Pressung.....	76
4.2.3.2	Gärung.....	78
4.2.3.3	Lagerung.....	80
4.2.3.4	Sensorik.....	81
4.2.3.4.1	Erster Verkostungstermin, März 2000.....	81
4.2.3.4.2	Zweiter Verkostungstermin, Oktober 2000.....	82
4.2.4	Vergleich der Jahrgänge 1998-1999.....	83
4.3	Betrachtung der Entwicklung der gebundenen sekundären Pflanzenmetaboliten zweier Erziehungssysteme am Beispiel der Rebsorte Riesling.....	85
4.3.1	Traubenstruktur.....	85
4.3.1.1	Erträge, Mostgewichte und Glykosidgehalte.....	88
4.3.2	Weinausbau 1998.....	91
4.3.2.1	Pressung.....	91

4.3.2.2	Gärung.....	92
4.3.2.3	Lagerung.....	95
4.3.2.4	Sensorik.....	96
4.3.2.4.1	Erster Verkostungstermin, Mai 1999.....	96
4.3.2.4.2	Zweiter Verkostungstermin, November 1999.....	97
4.3.3	Weinausbau 1999.....	98
4.3.3.1	Pressung.....	98
4.3.3.2	Gärung.....	99
4.3.3.3	Lagerung.....	101
4.3.3.4	Sensorik.....	101
4.3.3.4.1	Erster Verkostungstermin, Juni 2000.....	101
4.3.3.4.2	Zweiter Verkostungstermin, Februar 2001.....	104
4.3.4	Weinausbau 2000.....	105
4.3.4.1	Pressung.....	105
4.3.4.2	Gärung.....	107
4.3.4.3	Sensorik.....	109
4.3.4.3.1	Erster Verkostungstermin, Juni 2001.....	109
5	Diskussion.....	114
5.1	Gewürztraminer.....	114
5.1.1	Reifeentwicklung.....	114
5.1.2	Maischestandzeit.....	115
5.1.3	Pressung.....	115
5.1.4	Gärung.....	116
5.1.5	Sensorik – Lagerung.....	117
5.2	Riesling.....	119
5.2.1	Reifeentwicklung.....	119
5.2.2	Maischestandzeit.....	120
5.2.3	Pressung.....	120
5.2.4	Gärung.....	120
5.2.5	Sensorik – Lagerung.....	121
5.3	Projekt „Weinqualität“.....	123
5.3.1	Traubenstruktur.....	123

5.3.2	Traubenverarbeitung.....	124
5.3.3	Gärung.....	125
5.3.4	Sensorik – Lagerung.....	126
6	Zusammenfassung.....	128
7	Summary.....	130
8	Literaturverzeichnis.....	132
9	Anhang.....	144

Abkürzungsverzeichnis

Abweich. Temperat.: Abweichung der Temperatur
Akt.Stand: aktueller Stand
Akh/ha: Arbeitskraftstunden/Hektar
bidestill. Wasser.: bidestilliertes Wasser
D.: Durchmesser
dest. Wasser: destilliertes Wasser
DLG: Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft
GTP: Ganztraubenpressung
FVT: Free Volatile Terpenes
Gär.: Gärung
° C: Grad Celcius
° Oe: Grad Oechsle
GC-MS: Gaschromatographie-Massenspektrometrie
GG: Glycosyl-Glucose
h: Stunde
ha: Hektar
Kv.: konventionelle Traubenverarbeitung
M.: Maischestandzeit
Max.: Maximum
Min.: Minimum
min.: Minuten
Mittelw.: Mittelwert
MonMitTm : Monatsmitteltemperatur
MonSum RR: Monatsniederschlag
MonSum SS: Monatssonnenscheindauer
% vol: Volumenprozent
PVT: Potential Volatile Terpenes
s.: siehe
stabw.: Standardabweichung
UTA: untypische Alterungsnote
WQ.: Weinqualität
veg. Periode: vegetative Periode

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Die wichtigsten Monoterpene des Mostes und Weines.	5
Abbildung 2:	Die wichtigsten Norisoprenoide des Mostes und Weines.	6
Abbildung 3:	Relative Verteilung (%) der freien Terpene zwischen Beerenhaut und Most/Beerenfleisch am Beispiel der Rebsorte Riesling (nach Versini et al., 1981).	9
Abbildung 4:	Aromastoffzusammensetzung der Rebsorte Gewürztraminer in $\mu\text{g/l}$ Saft (nach Günata et al., 1985).	10
Abbildung 5:	Aromastoffzusammensetzung von Gewürztraminer-Trauben in $\mu\text{g/kg}$ (nach Versini et al., 1987).	10
Abbildung 6:	Aromastoffzusammensetzung der Rebsorte Riesling in $\mu\text{g/l}$ Saft (nach Günata et al., 1985a).	11
Abbildung 7:	Einfluss der Traubenverarbeitung auf die Inhaltsstoffe des Weines (nach Schneider, 1996).	14
Abbildung 8:	Verteilung der Phenole in der Beere (nach Singleton und Eau, 1969). .	21
Abbildung 9:	Sortentypische Aromattribute der Rebsorten Riesling (nach Fischer, 1997) und Gewürztraminer (nach Fischer et al., 2001).	23
Abbildung 10:	Spalier und Minimalschnitt (nach Schultz et al., 1997).....	27
Abbildung 11:	Schematische Darstellung des Weinbergs „Gewürztraminer Fuchsberg“.	31
Abbildung 12:	Schematische Darstellung des Weinbergs „Riesling Fuchsberg“.	31
Abbildung 13:	Schematische Darstellung des Weinausbaus im Fachgebiet Kellerwirtschaft, Forschungsanstalt Geisenheim.	33
Abbildung 14:	Projekt „Weinqualität 1998“, Traubenverarbeitungsmaßnahmen	34
Abbildung 15:	Projekte „Weinqualität 1999“ und „Weinqualität 2000“, Traubenverarbeitungsmaßnahmen.	35
Abbildung 16:	Schematische Darstellung eines Glykosids.	39
Abbildung 17:	Schematische Darstellung der Glykosyl-Glucose-Methode(nach Williams et al., 1995 und Iland et al., 1996).	40
Abbildung 18:	Oechslegrad-, GG- und Gesamtsäureprofil von Gewürztraminer 1998 und 1999 während der letzten Phase der Reifeentwicklung.	46
Abbildung 19:	Glykosidgehalte (μM) der verschiedenen Pressfraktionen der Gewürztraminer-Moste. Vergleich dreier Maischestandzeiten. Jahrgang 1998.	47
Abbildung 20:	Phenolgehalte (mg/l) der verschiedenen Pressfraktionen der Gewürztraminer-Moste. Vergleich dreier Maischestandzeiten. Jahrgang 1998.	48
Abbildung 21:	Zuckerabnahme, Temperaturschwankungen, Abnahme in GG- und Phenolgehalten während der Gärung bei Gewürztraminer ohne Maischestandzeit (a, b, c), mit 16 h Maischestandzeit (d, e, f) und mit 40 h Maischestandzeit (g, h, i). Jahrgang 1998.	49
Abbildung 22:	Glykosidabnahme während der Lagerung bei Gewürztraminer-Weinen. Jahrgang 1998.	50
Abbildung 23:	Schematische Darstellung der sensorischen Eigenschaften Gewürztraminer-Weine aus verschiedenen Maischestandzeiten. April 1999. Datenpunkte sind Mittelwerte aus 18 Wiederholungen (Anzahl der Prüfer).	52

Abbildung 24:	Schematische Darstellung der sensorischen Eigenschaften Gewürztraminer-Weine aus verschiedenen Maischestandzeiten. Dezember 1999. Datenpunkte sind Mittelwerte aus 12 Wiederholungen (Anzahl der Prüfer).	54
Abbildung 25:	Schematische Darstellung der sensorischen Eigenschaften Gewürztraminer-Weine aus verschiedenen Maischestandzeiten. Februar 2001. Datenpunkte sind Mittelwerte aus 12 Wiederholungen (Anzahl der Prüfer).	55
Abbildung 26:	Glykosidgehalte (μM) der verschiedenen Pressfraktionen der Gewürztraminer-Moste. Vergleich dreier Maischestandzeiten. Jahrgang 1999.	56
Abbildung 27:	Phenolgehalte (mg/l) der verschiedenen Pressfraktionen der Gewürztraminer-Moste. Vergleich dreier Maischestandzeiten. Jahrgang 1999.	57
Abbildung 28:	Zuckerabnahme, Temperaturschwankungen, Abnahme in GG- und Phenolgehalte während der Gärung bei Gewürztraminer ohne Maischestandzeit (a, b, c), mit 16h Maischestandzeit (d, e, f) und mit 40h Maischestandzeit (g, h, i). Jahrgang 1999.	58
Abbildung 29:	Glykosidabnahme (μM) während der Lagerung bei Gewürztraminer-Weinen. Jahrgang 1999.	59
Abbildung 30:	Schematische Darstellung der sensorischen Eigenschaften Gewürztraminer-Weine aus verschiedenen Maischestandzeiten. März 2000. Datenpunkte sind Mittelwerte aus 12 Wiederholungen (Anzahl der Prüfer).	61
Abbildung 31:	Schematische Darstellung der sensorischen Eigenschaften Gewürztraminer-Weine aus verschiedenen Maischestandzeiten. Oktober 2000. Datenpunkte sind Mittelwerte aus 15 Wiederholungen (Anzahl der Prüfer).	63
Abbildung 32:	Schematische Darstellung der sensorischen Eigenschaften Gewürztraminer-Weine aus verschiedenen Maischestandzeiten. Februar 2001. Datenpunkte sind Mittelwerte aus 15 Wiederholungen (Anzahl der Prüfer).	64
Abbildung 33:	Gesamtheit der sekundären Metaboliten (GG) im Most von Gewürztraminer-Weinen bei verschiedenen Verarbeitungsvarianten 1998 und 1999.	65
Abbildung 34:	Oechsle-, GG- und Gesamtsäureprofil von Riesling 1998 und 1999 während der letzten Phase der Reifeentwicklung.	67
Abbildung 35:	Glykosidgehalte (μM) der verschiedenen Pressfraktionen der Riesling-Moste. Vergleich dreier Maischestandzeiten. Jahrgang 1998.	68
Abbildung 36:	Phenolgehalte (mg/l) der verschiedenen Pressfraktionen der Riesling-Moste. Vergleich dreier Maischestandzeiten. Jahrgang 1998.	69
Abbildung 37:	Zuckerabnahme, Temperaturschwankungen, Abnahme in GG- und Phenolgehalten während der Gärung bei Riesling ohne Maischestandzeit (a, b, c), mit 16 h Maischestandzeit (d, e, f) und mit 40 h Maischestandzeit (g, h, i), Jahrgang 1998.	71
Abbildung 38:	Glykosidabnahme während der Lagerung bei Riesling-Weinen aus dem Jahrgang 1998.	73

Abbildung 39:	Schematische Darstellung der sensorischen Eigenschaften Riesling-Weine aus verschiedenen Maischestandzeiten. April 1999. Datenpunkte sind Mittelwerte aus 20 Wiederholungen (Anzahl der Prüfer).	74
Abbildung 40:	Schematische Darstellung der sensorischen Eigenschaften Riesling-Weine aus verschiedenen Maischestandzeiten. Dezember 1999. Datenpunkte sind Mittelwerte aus 12 Wiederholungen (Anzahl der Prüfer).	76
Abbildung 41:	Anteil der verschiedenen Pressfraktionen an den Glykosidgehalten (μM) der Riesling-Moste. Vergleich dreier Maischestandzeiten. Jahrgang 1999.	77
Abbildung 42:	Phenolgehalte (mg/l) der verschiedenen Pressfraktionen der Riesling-Moste. Vergleich dreier Maischestandzeiten. Jahrgang 1999.	77
Abbildung 43:	Zuckerabnahme, Temperaturschwankungen, Abnahme in GG- und Phenolgehalten während der Gärung bei Riesling ohne Maischestandzeit (a, b, c), mit 16 h Maischestandzeit (d, e, f) und mit 40 h Maischestandzeit (g, h, i), Jahrgang 1999.	79
Abbildung 44:	Glykosidabnahme (μM) während der Lagerung bei Riesling-Weinen aus dem Jahrgang 1999.	80
Abbildung 45:	Schematische Darstellung der sensorischen Eigenschaften Riesling-Weine aus verschiedenen Maischestandzeiten. März 2000. Datenpunkte sind Mittelwerte aus 21 Wiederholungen (Anzahl der Prüfer).	82
Abbildung 46:	Gesamtheit der sekundären Metaboliten (GG) im Most von Riesling bei verschiedenen Verarbeitungsvarianten 1998 und 1999.	83
Abbildung 47:	Phenolgehalte (mg/l) im Most von Riesling bei verschiedenen Verarbeitungsvarianten 1998 und 1999.	84
Abbildung 48:	Vergleich der Traubenstruktur von Spalier- und Minimalschnitterziehung in den Jahrgängen 1998, 1999 und 2000.	87
Abbildung 49:	Glykosidgehalte von Beerenproben aus Spalier- und Minimalschnitterziehung in den Jahren 1998, 1999 und 2000 in Abhängigkeit von Mostgewicht. Rebsorte Riesling. Datenpunkte sind Messwerte ohne Wiederholung.	90
Abbildung 50:	Gesamtheit der sekundären Metaboliten (GG in μM) verschiedener Verarbeitungsvarianten, Jahrgang 1998.	91
Abbildung 51:	Phenolgehalte (mg/l) verschiedener Verarbeitungsvarianten, Jahrgang 1998.	92
Abbildung 52:	Zuckerabnahme, Temperaturschwankungen, Abnahme in GG- und Phenolgehalten während der Gärung bei Spalier-GTP (a, b, c), Spalier-Kv (d, e, f) Minimalschnitt-GTP (g, h, i) und Minimalschnitt-Kv. (j, k, l), Jahrgang 1998.	93
Abbildung 53:	Glykosidabnahme (μM) während der Lagerung bei Riesling-Weinen aus dem Projekt „Weinqualität 1998“.	95
Abbildung 54:	Gesamtheit der sekundären Metaboliten (GG) im Most verschiedener Verarbeitungsvarianten, Jahrgang 1999.	99
Abbildung 55:	Glykosidabnahme (μM) während der Lagerung bei Riesling-Weinen aus dem Projekt „Weinqualität 1999“.	101
Abbildung 56:	Schematische Darstellung der sensorischen Eigenschaften von Riesling-Weinen dreier Verarbeitungssysteme. Spaliererziehung. Datenpunkte sind Durchschnittswerte aus 12 Wiederholungen (Anzahl der Prüfer). ...	104

Abbildung 57:	Schematische Darstellung der sensorischen Eigenschaften von Riesling-Weinen dreier Verarbeitungssysteme. Minimalschnitterziehung. Datenpunkte sind Durchschnittswerte aus 11 Wiederholungen (Anzahl der Prüfer).	105
Abbildung 58:	Gesamtheit der sekundären Pflanzenmetaboliten (GG μM) bei Riesling-Mosten verschiedener Erziehungssysteme und Verarbeitungsvarianten, Jahrgang 2000.	106
Abbildung 59:	Phenolgehalte (mg/l) der Riesling-Moste verschiedener Verarbeitungsvarianten der beiden untersuchten Erziehungssysteme Spalier und Minimalschnitt, Jahrgang 2000.	106
Abbildung 60:	Glykosidgehalte (μM) Riesling-Weine aus Spalier- und Minimalschnitterziehung, verschiedene Traubenverarbeitungsvarianten, Projekt „Weinqualität 2000“.	108
Abbildung 61:	Phenolgehalte (mg/l) Riesling-Weine aus Spalier- und Minimalschnitterziehung, verschiedene Traubenverarbeitungsvarianten, Projekt „Weinqualität 2000“.	109
Abbildung 62:	Schematische Darstellung der sensorischen Eigenschaften von Riesling-Weinen dreier Verarbeitungssysteme. Spaliererziehung. Datenpunkte sind Durchschnittswerte aus 11 Wiederholungen (Anzahl der Prüfer). ...	112
Abbildung 63:	Schematische Darstellung der sensorischen Eigenschaften von Riesling-Weinen dreier Verarbeitungssysteme. Minimalschnitterziehung. Datenpunkte sind Durchschnittswerte aus 11 Wiederholungen (Anzahl der Prüfer).	113

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Einteilung der Rebsorten nach Monoterpengehalten.	4
Tabelle 2:	Witterung im Jahr 1998.	28
Tabelle 3:	Witterung im Jahr 1999.	29
Tabelle 4:	Witterung im Jahr 2000.	30
Tabelle 5:	Herstellung der Aroma-Standards zur Beschreibung der aromatischen Eigenschaften der Versuchsweine.	38
Tabelle 6:	Glykosidgehalte (μM) der verschiedenen Pressfraktionen beim Gewürztraminer 1998.	47
Tabelle 7:	GG-Gehalte (μM) von Gewürztraminer-Weinen aus verschiedenen Maischestandzeiten während der Lagerungszeit. Jahrgang 1998.	50
Tabelle 8:	Analytische Kennzahlen 1998er Gewürztraminer-Weine verschiedener Maischestandzeiten.	51
Tabelle 9:	Dreieckstests Gewürztraminer-Weine, Versuch „Maischestandzeit 1998“. Verkostungstermin: April 1999. Anzahl der Prüfer, n=21.	51
Tabelle 10:	Rangordnungsprüfung Gewürztraminer-Weine, Versuch „Maischestandzeit 1998“. Verkostungstermin: April 1999. Anzahl der Prüfer, n=21.	52
Tabelle 11:	Dreieckstests Gewürztraminer-Weine, Versuch „Maischestandzeit 1998“. Verkostungstermin: Dezember 1999. Anzahl der Prüfer, n=18.	53
Tabelle 12:	Rangordnungsprüfung Gewürztraminer-Weine, Versuch „Maischestandzeit 98“. Verkostungstermin: Dezember 1999. Anzahl der Prüfer, n=18.	53
Tabelle 13:	Ergebnisse der sensorischen Bewertung nach dem DLG-5-Punkte Schema. Gewürztraminer-Weine aus verschiedenen Maischestandzeiten, Jahrgang 1998.	55
Tabelle 14:	Glykosidgehalte (μM) der verschiedenen Pressfraktionen beim Gewürztraminer 1999.	56
Tabelle 15:	GG-Gehalte (μM) von Gewürztraminer-Weinen mit verschiedenen Maischestandzeiten während der Lagerungszeit. Jahrgang 1999.	59
Tabelle 16:	Analytische Kennzahlen 1999er Gewürztraminer-Weine verschiedener Maischestandzeiten.	60
Tabelle 17:	Dreieckstests Gewürztraminer-Weine, Versuch „Maischestandzeit 1999“ Verkostungstermin: März 2000. Anzahl der Prüfer, n=20.	60
Tabelle 18:	Rangordnungsprüfung Gewürztraminer-Weine, Versuch „Maischestandzeit 1999“. Verkostungstermin: März 2000. Anzahl der Prüfer, n=20.	61
Tabelle 19:	Dreieckstests Gewürztraminer-Weine, Versuch „Maischestandzeit 1999“. Verkostungstermin: Oktober 2000. Anzahl der Prüfer, n=13.	62
Tabelle 20:	Rangordnungsprüfung Gewürztraminer-Weine, Versuch „Maischestandzeit 1999“. Verkostungstermin: Oktober 2000. Anzahl der Prüfer, n=13.	62
Tabelle 21:	Ergebnisse der sensorischen Bewertung nach dem DLG-5-Punkte Schema. Gewürztraminer-Weine aus verschiedenen Maischestandzeiten, Jahrgang 1999.	64
Tabelle 22:	Glykosidgehalte (GG μM) der verschiedenen Pressfraktionen beim Riesling 1998.	68
Tabelle 23:	Glykosidgehalte (GG μM) der verschiedenen Gärfraktionen beim Riesling 1998.	70
Tabelle 24:	Phenolgehalte (mg/l) der verschiedenen Gärfraktionen beim Riesling 1998. ...	70

Tabelle 25: Analytische Kennzahlen 1998er Riesling-Weine verschiedener Maischestandzeiten.	72
Tabelle 26: Dreieckstests Riesling-Weine, Versuch „Maischestandzeit 1998“. Verkostungstermin: Mai 1999. Anzahl der Prüfer, n=21.	73
Tabelle 27: Rangordnungsprüfung der Riesling-Weine aus dem Versuch „Maischestandzeit 1998“. Verkostungstermin: Mai 1999.	74
Tabelle 28: Dreieckstests Riesling-Weine, Versuch „Maischestandzeit 1998“. Verkostungstermin: Dezember 1999. Anzahl der Prüfer, n=18.	75
Tabelle 29: Rangordnungsprüfung Riesling-Weine, Versuch „Maischestandzeit 1998“. Verkostungstermin: Dezember 1999. Anzahl der Prüfer, n=18.	75
Tabelle 30: Glykosidgehalte (μM) der verschiedenen Pressfraktionen beim Riesling 1999.	76
Tabelle 31: Glykosidgehalte (μM) der verschiedenen Gärfraktionen beim Riesling 1999. .	78
Tabelle 32: Phenolgehalte (mg/l) der verschiedenen Gärfraktionen beim Riesling 1999.	78
Tabelle 33: Analytische Kennzahlen 1999er Riesling-Weine verschiedener Maischestandzeiten.	80
Tabelle 34: Dreieckstests Riesling-Weine, Versuch „Maischestandzeit 1999“. Verkostungstermin: März 2000. Anzahl der Prüfer, n=20.	81
Tabelle 35: Rangordnungsprüfung Riesling-Weine, Versuch „Maischestandzeit 1999“. Verkostungstermin: März 2000. Anzahl der Prüfer, n=21.	81
Tabelle 36: Dreieckstests Riesling-Weine, Versuch „Maischestandzeit 1999“. Verkostungstermin: Oktober 2000. Anzahl der Prüfer, n=13.	82
Tabelle 37: Rangordnungsprüfung Riesling-Weine, Versuch „Maischestandzeit 1999“. Verkostungstermin: Oktober 2000. Anzahl der Prüfer, n=13.	83
Tabelle 38: Darstellung der Parameter Traubenlänge, Traubengewicht und Beerenanzahl pro Traube der Erziehungssysteme Spalier und Minimalschnitt, Jahrgang 1998.	85
Tabelle 39: Darstellung der Parameter Traubenlänge, Traubengewicht und Beerenanzahl pro Traube der Erziehungssysteme Spalier und Minimalschnitt, Jahrgang 1999.	86
Tabelle 40: Darstellung der Parameter Traubenlänge, Traubengewicht und Beerenanzahl pro Traube der Erziehungssysteme Spalier und Minimalschnitt, Jahrgang 2000.	86
Tabelle 41: Darstellung der Verhältnisse zwischen Traubengewicht und Traubenlänge bzw. zwischen Beerenanzahl und Traubenlänge der Erziehungssysteme Spalier und Minimalschnitt, Jahrgänge 1998-2000.	86
Tabelle 42: Verteilung der Beeren in Fraktionen nach Beerendurchmesser (D in cm) im Jahrgang 1998.	87
Tabelle 43: Verteilung der Beeren in Fraktionen nach Beerendurchmesser (D in cm) im Jahrgang 1999.	88
Tabelle 44: Verteilung der Beeren in Fraktionen nach Beerendurchmesser (D in cm) im Jahrgang 2000.	88
Tabelle 45: Ertragshöhe und Mostgewichte der zwei Erziehungssysteme Spalier und Minimalschnitt, Daten aus drei Jahrgängen 1998-2000.	89
Tabelle 46: Zusammenfassung der Daten der GG-Analytik (μM), bei Riesling-Mosten und -Weinen, Projekt „Weinqualität 1998“.	94
Tabelle 47: Zusammenfassung der Phenolgehalte (in mg/l), bei Riesling-Mosten und -Weinen, Projekt „Weinqualität 1998“.	94

Tabelle 48: Analytische Kennzahlen 1998er Riesling-Weine aus Spaliererziehung, verschiedene Traubenverarbeitungsverfahren.	94
Tabelle 49: Analytische Kennzahlen 1998er Riesling-Weine aus Minimalschnitterziehung, verschiedene Traubenverarbeitungsverfahren.	95
Tabelle 50: Dreieckstests, Versuch „Weinqualität 1998“. Vergleich der Spalier-Varianten. Verkostungstermin: Mai 1999. Anzahl der Prüfer, n=21.	96
Tabelle 51: Rangordnungsprüfung, Versuch „Weinqualität 1998“. Verkostungstermin: Mai 1999. Anzahl der Prüfer, n=21.	96
Tabelle 52: Rangordnungsprüfung, Versuch „Weinqualität 1998“. Verkostungstermin: Mai 1999. Anzahl der Prüfer, n=21.	97
Tabelle 53: Dreieckstests, Versuch „Weinqualität 1998“. Vergleich der Spalier-Varianten. Verkostungstermin: November 1999. Anzahl der Prüfer, n=13.	97
Tabelle 54: Rangordnungsprüfung, Versuch „Weinqualität 1998“. Verkostungstermin: November 1999. Anzahl der Prüfer, n=14.	98
Tabelle 55: Rangordnungsprüfung, Versuch „Weinqualität 1998“. Verkostungstermin: November 1999. Anzahl der Prüfer, n=14.	98
Tabelle 56: Zusammensetzung der glykosidisch gebundenen sekundären Metaboliten (GG in μM) im Most und im Wein, Projekt „Weinqualität 1999“.	99
Tabelle 57: : Zusammensetzung der Phenole (mg/l) im Most und im Wein, Projekt „Weinqualität 1999“.	99
Tabelle 58: Analytische Kennzahlen 1999er Riesling-Weine aus Spaliererziehung, verschiedene Traubenverarbeitungsverfahren.	100
Tabelle 59: Analytische Kennzahlen 1999er Riesling-Weine aus Minimalschnitterziehung, verschiedene Traubenverarbeitungsverfahren.	100
Tabelle 60: Dreieckstests, Versuch „Weinqualität 1999“. Vergleich der Spalier-Varianten. Verkostungstermin: Juni 2000. Anzahl der Prüfer, n=58.	102
Tabelle 61: Dreieckstests, Versuch „Weinqualität 1999“. Vergleich der Minimalschnitt-Varianten. Verkostungstermin: Juni 2000. Anzahl der Prüfer, n=58.	102
Tabelle 62: Dreieckstests, Versuch „Weinqualität 1999“. Vergleich der Varianten Spalier und Minimalschnitt. Verkostungstermin: Juni 2000. Anzahl der Prüfer, n=58.	103
Tabelle 63: Rangordnungsprüfung Riesling-Weine aus Spaliererziehung. Verkostungstermin: Mai 2000. Anzahl der Prüfer, n=68.	103
Tabelle 64: Rangordnungsprüfung Riesling-Weine aus Minimalschnitterziehung. Verkostungstermin: Mai 2000. Anzahl der Prüfer, n=68.	103
Tabelle 65: Ergebnisse der Bewertung nach dem DLG-5-Punkte Schema, Projekt „Weinqualität 1999“, Spaliererziehung.	104
Tabelle 66: Ergebnisse der Bewertung nach dem DLG-5-Punkte Schema, Projekt „Weinqualität 1999“, Minimalschnitterziehung.	105
Tabelle 67: Zusammensetzung der glykosidisch gebundenen sekundären Metaboliten im Most und im Wein, Projekt „Weinqualität 2000“.	107
Tabelle 68: Analytische Kennzahlen 2000er Riesling-Weine aus Spaliererziehung, verschiedene Traubenverarbeitungsverfahren.	107
Tabelle 69: Analytische Kennzahlen 2000er Riesling-Weine aus Minimalschnitterziehung, verschiedene Traubenverarbeitungsverfahren.	108
Tabelle 70: Dreieckstests, Versuch „Weinqualität 2000“. Vergleich der Spalier-Varianten. Verkostungstermin: Mai 2001. Anzahl der Prüfer, n=11.	109
Tabelle 71: Dreieckstests, Versuch „Weinqualität 2000“. Vergleich der Minimalschnitt-Varianten. Verkostungstermin: Mai 2001. Anzahl der Prüfer, n=11.	110

Tabelle 72: Dreieckstests, Versuch „Weinqualität 2000“. Vergleich der Varianten Spalier-Minimalschnitt. Verkostungstermin: Mai 2001. Anzahl der Prüfer, n=11.	110
Tabelle 73: Rangordnungsprüfung, Versuch „Weinqualität 2000“. Vergleich: der Spalier-Varianten. Verkostungstermin: Mai 2001. Anzahl der Prüfer, n=11.	110
Tabelle 74: Rangordnungsprüfung, Versuch „Weinqualität 2000“ Vergleich der Minimalschnitt-Varianten. Verkostungstermin: Mai 2001. Anzahl der Prüfer, n=11.	111
Tabelle 75: Ergebnisse der Bewertung nach dem DLG-5-Punkte Schema, Projekt „Weinqualität 2000“, Spaliererziehung.	111
Tabelle 76: Ergebnisse der Bewertung nach dem DLG-5-Punkte Schema, Projekt „Weinqualität 2000“, Minimalschnitterziehung.	112

1. Einleitung und Problemstellung

1.1 Einleitung

Die Aromastoffe bestimmen zu einem großen Teil die Qualität des Weines. Sie verursachen dem Verbraucher den „ersten Eindruck“ und bestimmen somit seine Bereitschaft den Wein zu probieren bzw. im Fall eines besonders negativen Eindrucks ihn sofort abzulehnen. Im Laufe der letzten 30 Jahre fand eine enorme Entwicklung im Bereich der Weinaromaforschung statt. In Deutschland, aber auch weltweit, wurden fundamentale Fortschritte gemacht und viele wichtige Kenntnisse erarbeitet. Unter anderen ist die Entdeckung neuer Aromastoffe und die Bestimmung ihrer Rolle im sortentypischen Aroma zu erwähnen.

Die Nachfrage nach immer besserer Weinqualität erfordert mehr als die routinemäßige Analytik zur Bestimmung der Traubenqualität; Mostgewicht, pH-Wert und Säuregehalt liefern nicht genügend Aussage über die Qualität der Trauben bzw. des Mostes. Somit ist es von Interesse ein „Aromamaß“ zu finden, welches die bisherige Analytik in ihrer Aussage erweitert und somit den Informationsgehalt erhöht.

Die Notwendigkeit für eine Aromabestimmung, die der Weinpraxis direkt dienen kann, hat eine australische Forschungsgruppe um P.J. Williams erkannt und seit 1981 versucht, eine neue, dafür geeignete Bestimmungsmethode zu entwickeln. Das Ergebnis wurde im Jahr 1993 (Abbott et al., 1993) unter dem Namen Glykosyl-Glucose-Assay, vorgestellt. Durch diese Analytik kann der Gehalt der gesamten sekundären Pflanzenmetaboliten von Trauben, Mosten oder auch Weinen bestimmt werden. Da die glykosidisch gebundenen Aromastoffe einen wichtigen Anteil davon bilden, wird dadurch ein Maßstab für das Potenzial an Aroma des untersuchten Materials abgeleitet.

1.2 Problemstellung

Bei der vorliegenden Arbeit wurde mit der Hilfe der „Glykosyl-Glucose-Methode“ versucht, den Einfluss bzw. den Zusammenhang zwischen Traubenmaterial und kellerwirtschaftlichen Maßnahmen auf das Weinaroma sowohl analytisch als auch sensorisch zu untersuchen.

Des Weiteren wurde versucht, eventuelle Zusammenhänge zwischen dem mit der GG-Methode bestimmten Aromastoffpotenzial und Phenolen zu bestimmen, um somit die Möglichkeiten bzw. Grenzen der GG-Methode abzuklären und vor allem mögliche Verknüpfungen mit der Sensorik abzuleiten.

Forschungsziele

Das Stehenlassen der Maische ist eine kellerwirtschaftliche Maßnahme, welche umgesetzt wird, um das sortentypische Aroma vieler Weine zu intensivieren. Allerdings ist noch nicht klar, was für einen Einfluss dieses Verfahren auf das Aromapotenzial der Weine hat und wie diese Weine sich im Verlauf der Lagerung entwickeln.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde versucht, den Zusammenhang zwischen der Traubenqualität und dem Ergebnis der Standzeit zu bestimmen. Dieser Zusammenhang konnte anhand der GG-Messungen in Trauben, Most und Wein und der sensorischen Beurteilungen der gewonnenen Weine zusammengesetzt werden.

Im ähnlichen Sinne sollten auch andere kellertechnischen Maßnahmen und ihr Einfluss auf den Gehalt der sekundären Pflanzenmetaboliten untersucht werden. Ein Ziel war die Erforschung der Ganztraubenpressung, welche angewandt wird, um leichte und fruchtige Weine zu bekommen, insbesondere wenn das Traubenmaterial von Botrytis belastet ist. Inwieweit sich diese Maßnahme auf die glykosidischen Verbindungen im Most bzw. Wein auswirkt, ist noch nicht bekannt. Da die Befürchtung existiert, dass die GTP-Weine kurzlebig und von Aromavermögen benachteiligt sind, wurde in den vorliegenden Untersuchungen versucht, deren chemische und sensorische Eigenschaften zu bestimmen. Mit dem neuen Erziehungssystem „Minimalschnitt“, können die hohen Rebeschnittskosten minimiert werden. Die Reben werden überhaupt nicht oder nur „minimal“ geschnitten, was große Veränderungen deren Form und Produktivität mit sich bringt. Das Ergebnis einer Kombination zwischen dem individuellen Traubenmaterial, wie es von minimalschnittzogenen Reben gewonnen wird, und verschiedenen – GTP, Maischepressung und Maischestandzeit – kellerwirtschaftlichen Maßnahmen bildete das weitere Forschungsfeld dieser Arbeit.

2 Literaturübersicht

2.1 Allgemeine Klassifizierung der Trauben- und Wein-Aromastoffe

Geruchs- und Aromastoffe sind verhältnismäßig stark riechende organische Verbindungen, die wegen ihres charakteristischen, meist angenehmen Geruchs, eine wichtige Rolle in vielen Lebensmitteln spielen (Hoffman und Janitschke, 1973 zitiert in Ullmann, 1973). Im Wein ist eine Vielzahl von Aromastoffen nachweisbar, welche die sensorischen Eigenschaften des Produktes ausschlaggebend bestimmen. Sie sind sowohl für das Aroma als auch, aufgrund ihrer retronasalen Wahrnehmung, für einen Teil des Geschmacks verantwortlich.

Die Konzentrationen der aromatischen Verbindungen eines Weines variieren zwischen 10^{-1} bis 10^{-10} g/l, während deren Gesamtinhalt im Wein ungefähr 0,8 bis 1,2 g/l beträgt. Obwohl es scheint, dass diese Mengen gering sind, sprechen die Sinnesorgane der Menschen überaus empfindlich und unterschiedlich auf diese Gehalte an Aromastoffen an. In der Sensorik gibt es daher die Wahrnehmungsschwelle, unter der man versteht, ab welcher Konzentration die jeweilige Verbindung wahrgenommen wird. Diese Wahrnehmungsschwellenwerte variieren über einen weiten Konzentrationsbereich von 10^{-4} bis 10^{-12} g/l (Rapp, 1989 zitiert in Würdig und Woller, 1989).

Die Aromastoffe sind meistens komplexe chemische Verbindungen, welche vielen strukturellen Änderungen unterliegen können, die einen anderen Geruchseindruck hervorrufen, oder bei ähnlichem Geruch die Intensität um Größenordnungen erhöhen können (Hoffman und Janitschke, 1973 zitiert in Ullmann, 1973).

Die Bukettstoffe des Weines werden nach ihrem Ursprung im Laufe der Weinbereitung folglich unterschieden (Rapp, 1989 zitiert in Würdig und Woller, 1989):

- a. **originäre oder primäre Traubenaromastoffen**, sind die Aromastoffe wie sie in den unverletzten pflanzlichen Zellen der Weinbeere vorkommen;
- b. **das sekundäre Traubenbukett** wird von Aromastoffen gebildet, die bei den Verarbeitungsprozessen der Trauben bzw. des Traubenmostes durch chemische, enzymatisch- chemische und thermische Reaktionen entstehen;
- c. **das Gärbukett**, aus Aromastoffen, die während der Gärung gebildet werden - hier spielen die von der Hefe gebildeten Aromastoffe eine dominante Rolle;
- d. **das Lagerbukett**, wird hervorgerufen durch chemische Reaktionen im Verlauf der Lagerung des Weines in der Flasche.

2.1.1 Primäre Aromastoffe

Die primären Aromastoffe bestimmen das sortentypische Aroma eines Weines, sind zahlreich und gehören zu unterschiedlichen chemischen Stoffgruppen. Die Bedeutendsten können folgenden Stoffgruppen zugeordnet werden:

- Terpene und Terpenoide
- Norisoprenoide
- Benzolderivate
- Aliphatische und methylverzweigte Verbindungen

2.1.1.1 Terpene, Terpenoide

Die wichtigste Gruppe der primären Aromastoffe bilden die Terpene und insbesondere die Monoterpene. Als **Monoterpene** werden Terpenverbindungen bezeichnet, die aus zwei Isoprenen entstehen. Nach Cordonnier und Bayonove (1974), Riebereau-Gayon et al. (1975), Williams et al. (1982) und Rapp et al. (1986) spielen die Monoterpene die wichtigste Rolle bei der Bildung des sortentypischen Traubenaromas der sogenannten Muskat- und muskatähnlichen Rebsorten.

Nach Terrier et al. (1972) wird das sortentypische Aroma der Sorten des Elsasses (Riesling, Gewürztraminer, Silvaner) von Monoterpenen bestimmt. In nicht aromatisierten Sorten können Monoterpene überhaupt nicht oder nur in Spuren nachgewiesen werden.

Nach Strauss et al. (1986) liegen bei Muskat Rebsorten die Gesamtgehalte an Monoterpenen mindestens bei 6 mg/l, bei nicht Muskat aromatischen Sorten bei 1-4 mg/l und bei Rebsorten, deren Aroma unabhängig von Monoterpenen zusammengesetzt ist, bei weniger als 1 mg/l (vgl. Tabelle 1).

Tabelle 1: Einteilung der Rebsorten nach Monoterpengehalten.

Muskat Rebsorten	Nicht Muskat aromatische Rebsorten	Rebsorten deren Weinaroma nicht von Monoterpenen gebildet wird
Muskat von Alexandria Muskat von Frontignan Muskat von Hamburg Muskat Ottonel Muskat weiß von Piemont	Gewürztraminer Kerner Morio-Muskat Müller-Thurgau Riesling Scheurebe Silvaner Siegerrebe	Bacchus Cabernet-Sauvignon Carignan Chardonnay Chasselas Cinsault Grenache Merlot Grauburgunder Shiraz Thompson Seedless Ugni blanc

Quelle : Strauss et al. (1986).

Rapp und Hastrich (1978), sowie Rapp und Güntert (1985) haben anhand dieser Verbindungen zahlreiche Rebsorten charakterisieren und diejenigen mit ähnlichem Aromaprofil differenzieren können. Mit der Verwendung der Gaschromatographie wurde das sogenannte Fingerprintmuster für die Rebsorten Riesling, Silvaner, Gewürztraminer und Müller-Thurgau erstellt. Dabei wird anhand von 11 Monoterpenverbindungen ein Aromaprofil für jede Rebsorte geformt, welches mit keinem anderen verwechselt werden kann.

Glykosidisch gebundene Monoterpene

Ein großer Teil der in den Trauben befindlichen Monoterpene liegt in gebundener Form als Glykoside vor. Erst im Jahr 1974 wurde von Cordonnier und Bayonove (1974) vermutet, dass in Muskat-Trauben nicht nur die bekannten freien sondern auch gebundene, nicht flüchtige Terpenoide existieren. Diese Vermutung begründeten sie auf der Beobachtung, dass nach Zugabe eines Enzympräparats zum Beerenfleisch und Most aus Muskat-Trauben, ein

sechsfacher Anstieg der Geraniol- und Nerolgehalte festgestellt werden konnte (Cordonnier und Bayonove, 1974).

Die Ersten, die Terpene und Terpenoide in gebundener Form identifiziert und studiert haben, waren Di Stefano (1981) sowie Williams et al. (1981). In glykosidischer Form sind die aromatischen Eigenschaften der Terpene nicht wahrnehmbar, denn durch die glykosidische Bindung sind sie geruchlos. Wird aber diese Bindung durch saure oder enzymatische Hydrolyse gespalten, so werden die freigesetzten Monoterpene aromarelevant. Dadurch bilden die gebundenen Monoterpene eine potentielle Aromaquelle.

Die Eigenschaften dieser bedeutenden Traubeninhaltsstoffe wurden durch zahlreiche Arbeiten untersucht. Einer der ersten Forschungsziele war die Erforschung der Mechanismen, welche die gebundenen Aromen freisetzen. Williams et al. (1981) demonstrierten, dass die Spaltung glykosidischer Verbindungen durch zwei Prozesse erfolgt. Einer davon ist die Hydrolyse in saurem Milieu, welche normalerweise während der Lagerung der Weine stattfindet. Der andere Prozess, der zur Glykosidspaltung führt, findet unter dem Einfluss der Glucosidasen statt. Diese sind Enzyme, welche die α - und β -Bindungen der Glykoside angreifen und dadurch die gebundenen Terpene in freie Form umwandeln können. Bei den Untersuchungen von Günata et al. (1986, 1990) und Großmann et al. (1987) wurden große Mengen von gebundenen Monoterpenen mit Hilfe von Enzympräparaten freigesetzt.

Die enzymatische Hydrolyse findet in zwei Schritten statt. Zuerst wird die interne Zucker-Bindung unter dem Einfluss von α -L-Arabinofuranosidase oder α -L-Rhamnosidase gespalten. Im zweiten Schritt wird dann das Aglykon durch Einwirkung von β -D-Glucosidasen freigesetzt (Günata et al., 1988, 1990).

Innerhalb der Fraktion der Monoterpene spielen die chemischen Verbindungen Linalool, Geraniol, Nerol, Citronellol und α -Terpineol die wichtigste Rolle in Wein.

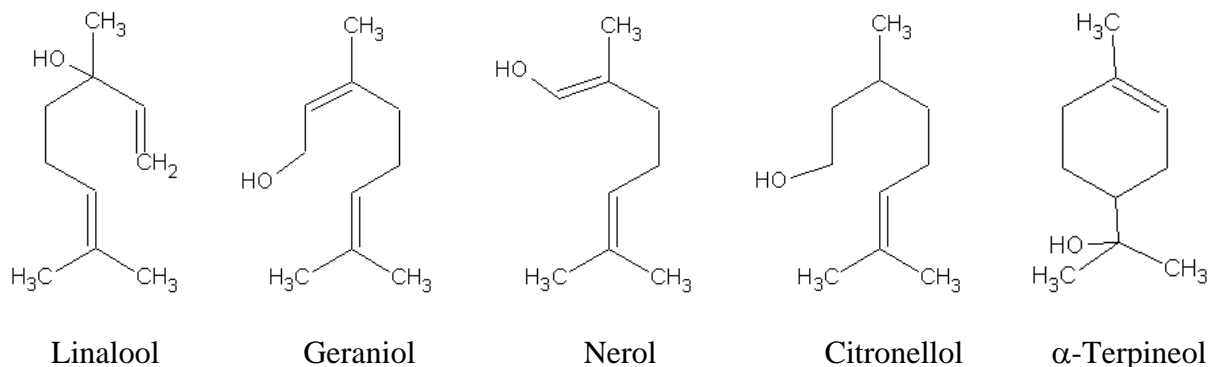


Abbildung 1: Die wichtigsten Monoterpene des Mostes und Weines.

Linalool ist eine farblose Flüssigkeit mit blumig-frischem an Maiglöckchen erinnerndem Geruch. Bei den beiden Antipoden wurden Geruchsunterschiede festgestellt. Linalool wird unter Einfluss von Säuren leicht zu Geraniol, Nerol und zu α -Terpineol umgewandelt. In den Trauben wird Linalool von dessen Oxiden begleitet. Zusammen mit Geraniol ist die Konzentration von Linalool ungefähr viermal niedriger als die von Nerol oder α -Terpineol und somit eine der niedrigsten in der Fraktion der Monoterpene. Der Geruchsschwellenwert liegt um 100 $\mu\text{g/l}$, die der Linalooloxide bei 3000-5000 $\mu\text{g/l}$ (Rapp und Mandery, 1986).

Geraniol ist eine farblose Flüssigkeit mit blumig-rosenartigem Geruch. In Aromakompositionen wird Geraniol in kleinen Mengen zum Bouquetieren von Citrusnoten zugesetzt (Hoffman und Janitschke, 1973 zitiert in Ullmann, 1973).

Als doppelt ungesättigter offenkettiger Alkohol ist Geraniol zu vielen Reaktionen u.a. zu Umlagerung und Zyklisierungsreaktionen fähig. Der niedrige Geruchsschwellenwert von Geraniol, der bei ca. 130 µg/l liegt, macht diese Substanz besonders leicht wahrnehmbar.

Nerol ist eine farblose Flüssigkeit mit angenehmem rosenartigem Geruch, der sich vom Geruch des Geraniols durch eine frische Grünnote unterscheidet. Die Reaktionen des Nerols entsprechen denen des Geraniols. Geraniol und Nerol sind cis-trans-Isomere der gleichen Struktur. Beide Verbindungen sind in der Beerenhaut konzentriert (Strauss et al., 1986). Das Nerol hat einen Geruchsschwellenwert von 400-500 µg/l, weshalb höhere Konzentrationen zur Wahrnehmung benötigt werden.

Citronellol ist eine farblose Flüssigkeit. Es besitzt einen an Äpfeln- und Zitronenschalen erinnernden Geruch. Im Vergleich zu Geraniol ist das Citronellol verhältnismäßig stabil. Es bildet den Hauptgärmetaboliten von Geraniol (Versini et al., 1994).

Das α -Terpineol ist wenig in der Traube zu finden, verursacht aber in Weinen einen an Melone erinnernden Geruch. Es entsteht aus Monoterpenglykosiden im sauren Milieu. (Strauss et al., 1986). Nach Rapp und Mandery (1986) kann das α -Terpineol als Alterungsindikator benutzt werden, da seine Konzentration linear mit der Dauer der Lagerung zunimmt.

Die obengenannten Verbindungen liegen in hohen Konzentrationen vor, haben angenehme Gerüche und niedrige Aromaschwellenwerte weshalb sie von großer Bedeutung für die Aromazusammensetzung eines Weines sind; Transformationen und schon kleine Änderungen in deren Zusammensetzung können entscheidend das Aromaprofil eines Weines beeinflussen (Rapp und Mandery, 1986).

2.1.1.2 Norisoprenoide

Die Norisoprenoide sind Verbindungen, welche zunehmendes Interesse bei der Analytik gewinnen. Es handelt sich um Abbauprodukte verschiedener Carotinoide (z.B. β -Carotene, Lutein), welche bei einigen Rebsorten während der Reife stark abnehmen, während gleichzeitig der Norisoprenoidgehalt zunimmt (Razungles et al., 1988). Sie kommen vielfach an Zucker gebunden vor, sind aber nur als freie Verbindungen aromarelevant. Das β -Damascenon erinnert an tropische Früchte, das β -Ionon an Veilchen, während das 1,1,6-trimethyl-1,2-dihydronaphthalene (TDN) eine Kerosinnote bewirkt (Strauss et al., 1987).

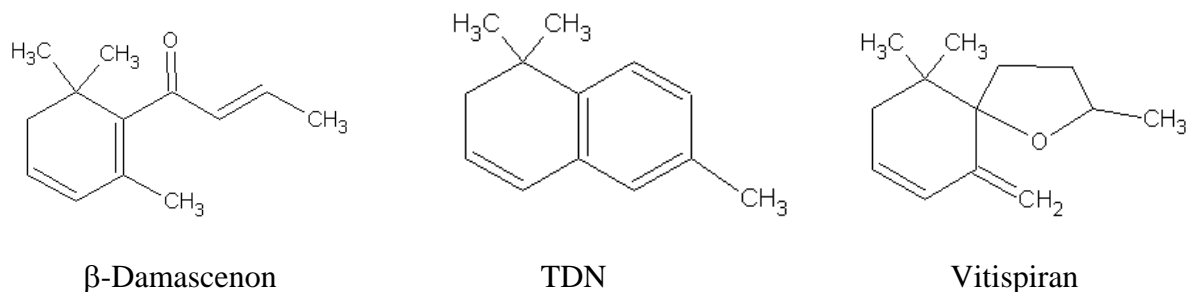


Abbildung 2: Die wichtigsten Norisoprenoide des Mostes und Weines.

Norisoprenoide tragen einen großen Beitrag für das sortentypische Aroma der Rebsorten Chardonnay, Sauvignon blanc und Semillon bei (Marais et al., 1992). Nach De la Presa-Owens und Noble (1997) betragen die Norisoprenoide bei der Rebsorte Chardonnay 70% der

im Wein vorliegenden Glykoside. Auch für die Rebsorte Riesling sind die Norisoprenoide von großer Bedeutung (Strauss et al., 1987).

Das β -Damascenon ist eine Trauben- und Weinkomponente, die einen sehr niedrigen Wahrnehmungsschwellenwert von 2 ng/l hat. Braell et al. (1986) haben den Ursprung des Damascenons in Trauben der Rebsorte Concord (*Vitis lambrusca*) determiniert. Es wurden viele polare Precursoren von Damascenon in den Beerenhäuten nachgewiesen, welche ähnliche Eigenschaften wie die Alkyl-Glykoside besitzen. Damascenon, Thespiran, und Dihydroactinidiolid wurden aber auch in vielen anderen Früchten, sowie in Tabak, Tee und ätherischen Ölen nachgewiesen (Rapp und Mandery, 1986).

α und β -Ionon haben niedrige Wahrnehmungsschwellenwerte und werden in der Aromaindustrie eingesetzt um Frucht-Aromen zu erzeugen. Das Norisoprenoid **TDN** wird für den Petrol-Ton der Riesling Weine verantwortlich gemacht. Der signifikant höhere Norisoprenoidgehalt in Sonnentrauben gegenüber den Schattentrauben könnte der Grund für den ausgeprägten Petrol-Ton in Weinen aus südlichen Weinbaugebieten sein (Marais et al., 1992).

Vitispirane haben einen Eukalyptus - Kampfer Geruch und nehmen, wie das TDN, während der Alterung der Weine zu. Sie haben einen Geruchsschwellenwert von 800 ng/l und spielen bei der Aromastoffzusammensetzung mancher Rebsorten z.B. bei Riesling, eine wichtige Rolle. Bei anderen Rebsorten (z.B. bei Chenin blanc) liegen die Gehalte sowohl der Vitispirane als auch der anderen Norisoprenoide niedriger (Marais et al., 1992).

Winterhalter et al. (1990) berichten, dass es sowohl für Vitispirane als auch für Damascenon zwei unterschiedlich glykosilierte Aglykone gibt, aus denen diese flüchtigen Verbindungen produziert werden können. Die Tatsache, dass jedes flüchtige Norisoprenoid von mehreren Precursoren generiert werden kann, erschwert die Abklärung ihrer Herkunft, Bildung und ihres chemischen Verhaltens. Die Parameter, welche die Spaltung der einzelnen Precursoren bestimmen, sind zahlreich und jeder Precursor reagiert verschiedenartig auf gleiche Parameter.

2.1.1.3 Benzolderivate

Benzolderivate stammen aus dem Zimtsäureweg der Pflanze und gehören chemisch zu den Aromastoffen. Die wichtigsten in der Traube vorliegenden Benzolverbindungen sind das 2-Phenylethanol und der Benzaldehyd. Das 2-Phenylethanol, das an Rosenduft erinnert, liegt in relativ großen Mengen bis zu 100 mg/l vor. Diese bis zu 1000fach höheren Konzentrationen gegenüber den anderen Monoterpenen können eine bedeutende Rolle in der Aromastoffzusammensetzung der Weine spielen, wobei hierbei auch sein hoher Aromaschwellenwert zu beachten ist (Fischer et al., 2001).

Die Phenole, die auch zu dieser chemischen Gruppe gehören, sind zwar keine Aromastoffe, spielen aber in Form der Anthocyane eine große Rolle für rote Rebsorten, da sie für die Farbe der Trauben verantwortlich sind; in Form der Catechine beeinflussen sie den Geschmack der Weine, indem sie dem Wein einen adstringierenden Geschmack verleihen.

2.1.1.4 Aliphatische und methylverzweigte Verbindungen

Die Gruppe der aliphatischen und methylverzweigten Verbindungen umfasst zum einen Aromastoffe wie die geradzahigen Fettsäuren und ihre Ester, die vorrangig aus dem Fettsäurestoffwechsel stammen. Zum anderen zählen die methylverzweigten Fettsäuren und

ihre Ester, deren Herkunft im Aminosäureabbau zu suchen ist, zu dieser Stoffgruppe. Auch diese Verbindungsklasse liegt in beträchtlichen Mengen als Glykoside in der Traube vor. Doch werden ihre Gehalte im Wein stärker durch den Hefestoffwechsel bestimmt (Fischer et al., 2001).

2.1.2 Lokalisation der Aromastoffe

Ein beachtlicher Teil der Aromastoffe befindet sich in der Beerenhaut der Trauben. Günata et al. (1985b) und Wilson et al. (1986) untersuchten die Rebsorten Muskat von Alexandria und Muskat von Frontignan und haben festgestellt, dass die Beerenhaut der Teil der Beere mit den höchsten Konzentrationen sowohl freier als auch gebundener Aromastoffe ist.

Bei Gewürztraminer stellten Wilson et al. (1986) fest, dass die wichtigen Monoterpene Linalool, Geraniol und Nerol (frei und gebunden) hauptsächlich in der Beerenhaut zu finden sind, wobei der Saft auch reich an deren Formen sein kann.

Bei Riesling fanden Versini et al. (1981), dass die Beerenhaut 60 % der gesamten Terpene enthält, während nur 40 % in Most/Beerenfleisch vorliegen (vgl. Abbildung 3).

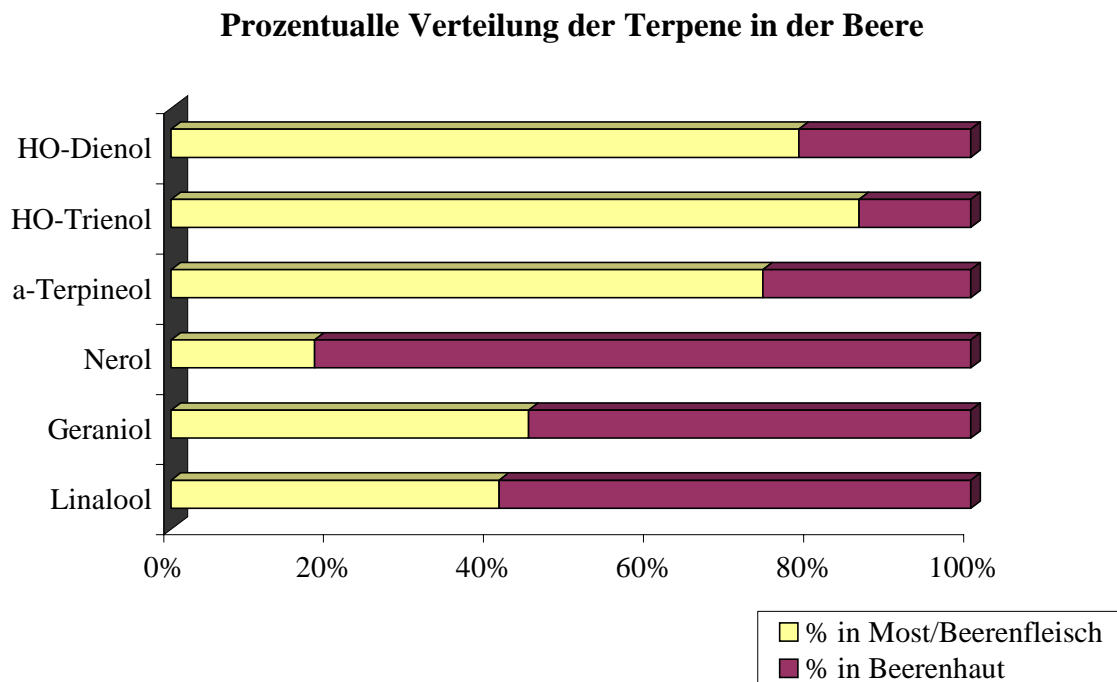


Abbildung 3: Relative Verteilung (in %) der freien Terpene zwischen Beerenhaut und Most/Beerenfleisch am Beispiel der Rebsorte Riesling (nach Versini et al., 1981).

Strauss et al. (1986) und Gholami et al. (1995) behaupten, dass die potenziell aromatischen Substanzen in Form von Glykosiden relativ gleichmäßig in allen Teilen der Beere nachgewiesen werden können. Dies ist entweder auf ihre Wasserlöslichkeit oder auf eine verbreitete Aufteilung der Enzyme, die sie abspalten können, zurückzuführen.

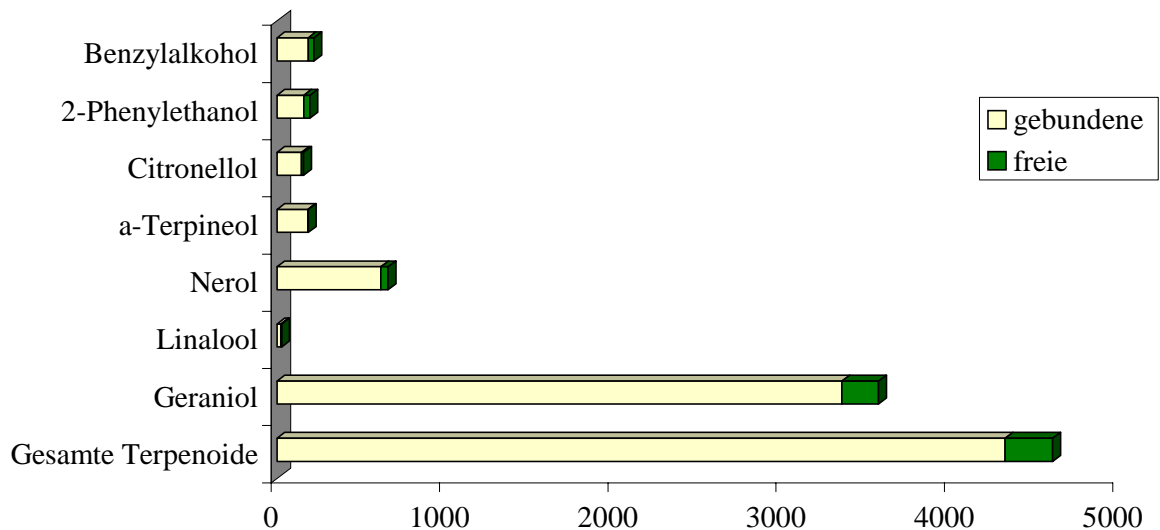
Die markanten Unterschiede bei der Verteilung der Aromastoffe zwischen den verschiedenen Rebsorten werden nachfolgend am Beispiel der Rebsorten Gewürztraminer und Riesling dargestellt.

Bei der Rebsorte Gewürztraminer liegt der gesamte Monoterpengehalt niedriger als bei den Muskat-Rebsorten und ist in den Beerenhäuten konzentriert. Die Aromastoffe, die das Aromaprofil bestimmen sind das Geraniol und das Nerol.

Nach Wilson et al. (1986) sind in glykosidischer Form nur die Derivate von Geraniol und Nerol nachweisbar, demzufolge wären dies auch die einzigen Substanzen, die als potenzielle Aromaquellen dienen können. In diesem Zusammenhang muss darauf hingewiesen werden, dass die Untersuchung von Wilson et al. (1986) unter den klimatischen Bedingungen Australiens durchgeführt wurde, während Günata et al. (1985a) dies unter den Verhältnissen Europas (Montpellier, Frankreich) untersuchten.

In eben dieser Studie von Günata et al. (1985a) wurde festgestellt, dass der Gewürztraminer reich an gebundenem Geraniol ist, während das Niveau des gebundenen Linalools niedrig liegt. 94% der Terpenole (Terpenalkohole) liegt in gebundener Form vor (vgl. Abbildung 4).

Gewürztraminer



	Gesamte Terpenoide	Geraniol	Linalool	Nerol	α-Terpineol	Citronellol	2-Phenylethanol	Benzylalkohol
freie	282	218	5,6	43	3,2	12	37	35
gebundene	4325	3356	22,5	617	183	146	159	185

Abbildung 4: Aromastoffzusammensetzung der Rebsorte Gewürztraminer in µg/l Saft (nach Günata et al., 1985a).

Versini et al., (1987) bestätigten diese Ergebnisse teilweise; sie konnten hohe Mengen von Geraniol, Geranien-Säure und Nerol in reifen Trauben von Gewürztraminer aus dem italienischen Gebiet Trentino nachweisen (vgl. Abbildung 5).

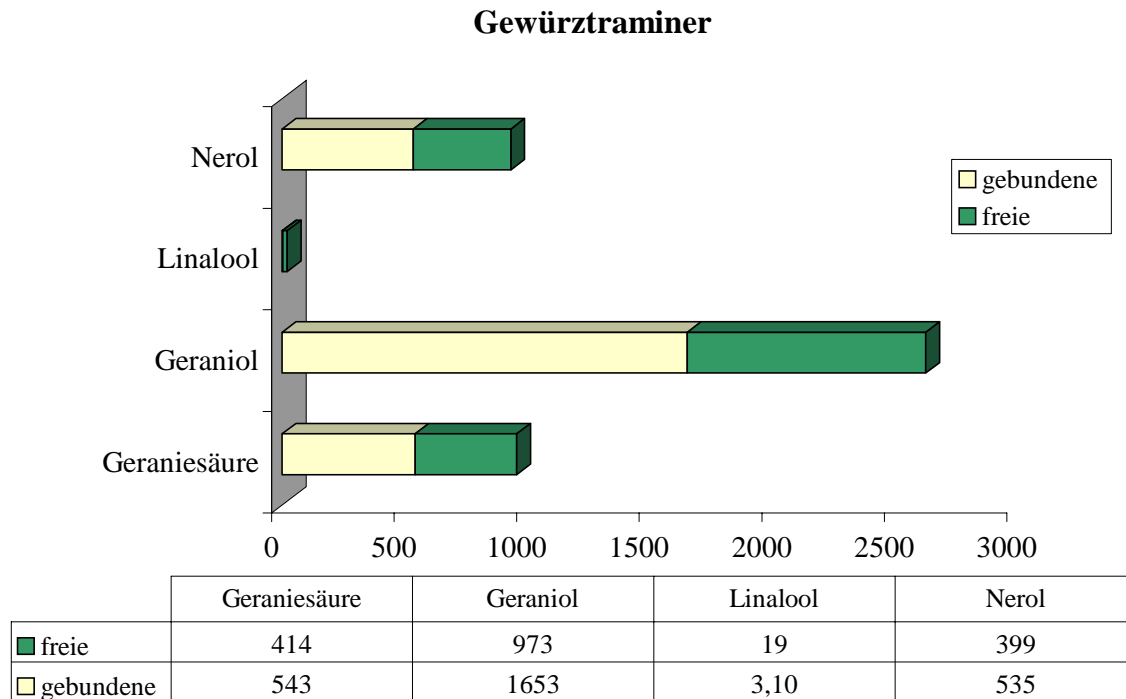


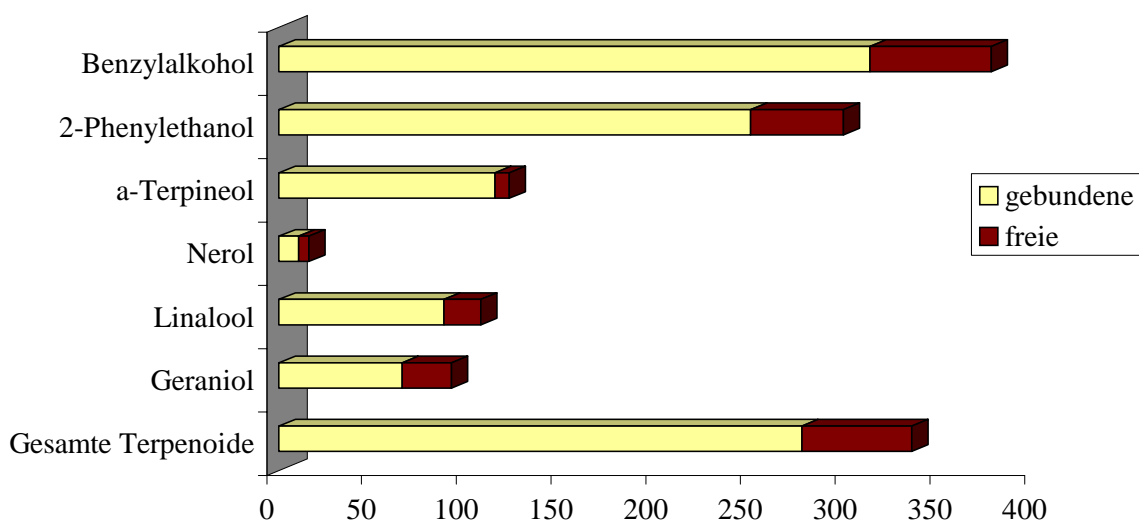
Abbildung 5: Aromastoffzusammensetzung von Gewürztraminer Trauben in µg/kg (nach Versini et al., 1987).

Williams et al. (1985) haben hohe Konzentrationen sowohl von freiem als auch von gebundenem Geraniol in der Beerenhaut von Gewürztraminer Trauben gemessen und stellten fest, dass die Zellen der Hypodermis der Ort der Biosynthese und Lagerung dieser Verbindung sind.

Guth (1997) hat den Gewürztraminer auf der Basis seines Aromaprofils untersucht. Die dominierende Substanz war das cis-Rosenoxid. Es wurden die Veränderungen der Aromastoffkonzentrationen während der einzelnen Stadien näher untersucht. Durch die Hefefermentation stiegen die Gehalte von cis-Rosenoxid und (E)- β -Damascenon sowie der Ethylester von Isobutansäure, Buttersäure, Hexansäure und Octansäure stark an. Der biologische Säureabbau bewirkte nur geringe Konzentrationsveränderungen der Aromastoffe. Während des weiteren Ausbaus erhöhte sich die Konzentration von cis-Rosenoxid und die des Weinlactons auf annähernd das Doppelte, während sich die Gehalte an (E)- β -Damascenon verringerten (Guth, 1997).

Für den Riesling spielt die gebundene Form sowohl des Linalools als auch des α -Terpineols eine beachtliche Rolle in der Terpenoid-Zusammensetzung. Das Geraniol in freier Form dominiert, während keine Spuren von Citronellol nachweisbar sind (vgl. Abbildung 6). Nicht-Terpenoide wie das 2-Phenylethanol und der Benzylalkohol kommen in erhöhten Konzentrationen vor – allerdings besitzen sie hohe Wahrnehmungsschwellenwerte, was ihre Bedeutung als Weinaromakomponenten im Vergleich zu den Terpenen relativiert.

Riesling



	Gesamte Terpene	Geraniol	Linalool	Nerol	α-Terpineol	2-Phenylethanol	Benzylalkohol
freie	58	26	19,4	5,4	7,4	49	64
gebundene	276	65	87	10,3	114	249	312

Abbildung 6: Aromastoffzusammensetzung der Rebsorte Riesling in µg/l Saft (nach Günata et al., 1985a).

2.2 Faktoren, welche die Aromazusammensetzung der Traube bestimmen

2.2.1 Umweltfaktoren und weinbauliche Maßnahmen

Die Zusammensetzung und Konzentration von Aromastoffen in den Trauben hängt direkt von der Laubwandstruktur und den Laubarbeiten ab. Nach Marais et al. (1992) kann die „Interaktion“ von Licht und Temperatur Veränderungen in pH, Säure-, Phenol- und Anthocyangehalten verursachen. Das Beschatten der Blätter verzögert das Beerenwachstum und die Zucker-Akkumulation, während das Beschatten der Triebe einen geringen Einfluss darauf hat. Williams et al. (1985) haben, während der Periode der Beerenreife, mehr freie flüchtige Terpene (FVT, Free Volatile Terpenes) und potenziell flüchtige Terpene (PVT, Potential Volatile Terpenes) in Sonnentrauben als in Schattentrauben der Rebsorte Muskat Frontignan gemessen.

Nach Reynolds und Wardle (1989) besitzen die Sonnentrauben von Gewürztraminer die höchsten PVT-Werte, während zum Teil exponierte Trauben mittlere Werte zeigen und Schattentrauben die Niedrigsten. Marais et al. (1999) bestätigten, dass die Sonnentrauben der Rebsorte Sauvignon blanc erhöhte Gehalte an Terpenen und C₁₃-Norisoprenoiden besitzen. Macauley und Morris (1993) berichten, dass sehr hohe Temperaturen in heißen Regionen zu einer Verminderung von Terpenen führen.

Demzufolge beeinflussen die Klimabedingungen die Intensität der Einzelkomponenten, obwohl das sortencharakteristische Aromaprofil einer Rebsorte vom Klima unabhängig ist. Ein Vergleich von Rieslingen aus Deutschland und Südafrika zeigte, dass die Weine aus dem wärmeren, südafrikanischen Weinbaugebiet niedrigere Terpenegehalte aufwiesen. Diese geringere Konzentration drückte sich auch im sensorischen Profil der Weine aus. So präsentierte sich der Riesling-Wein aus Südafrika bei der geschmacklichen Beurteilung ärmer, da im Gegensatz zu dem deutschen Riesling die Gehalte vieler Aromakomponenten, die sensorische Schwellenkonzentration nicht erreichten (Rapp, 1996). Ähnliches gilt auch für aromaärmere bzw. neutrale Rebsorten wie beispielsweise die Burgunder Rebsorten. Der Vergleich zwischen Weinen aus Deutschland und Italien (Südtirol) zeigte, dass die Gehalte der freien und gebundenen Monoterpenkomponenten des Weines aus dem kühleren (deutschen) Anbaugebiet deutlich höher lagen als in den entsprechenden Weinen aus Norditalien (Rapp, 1996).

2.2.2 Reifeentwicklung

Das Verhalten der Aromastoffe in der Phase der Traubenreife wurde von mehreren Forschern studiert. Es wurde die Zunahme von Terpenverbindungen bei verschiedenen Muskat-Sorten (Bayonove und Cordonnier, 1970a, 1970b) sowie bei Riesling (Versini et al., 1981) festgestellt.

Wilson et al. (1984) haben unter den klimatischen Bedingungen Süd-Australiens die Entwicklung der freien und gebundenen Terpene der Rebsorte Muskat von Alexandria verfolgt. Sie beobachteten mit zunehmender Reife der Trauben eine Zunahme beider Formen. Viele Komponenten erreichten ein Maximum bei der Reife und nahmen danach bei der Überreife ab (z.B. gebundenes Geraniol, gebundenes Nerol, freies und gebundenes Linalool, freies Diendiol I). Die Konzentration der gesamten gebundenen Terpene lag immer höher als die der freien Komponenten (Wilson et al., 1984).

Günata et al. (1985b) berichten auch von einer Zunahme sowohl der freien als auch der gebundenen Terpene bei den Rebsorten Muskat von Alexandria und Muskat von Frontignan während der Reifeentwicklung. Die Gebundenen wiesen höhere Gehalte als die Freien auf und stiegen auch bei der Phase der Überreife weiter an. Im Gegensatz dazu wurde eine Abnahme der freien Terpene bei der Überreife gemessen, wobei manche Substanzen wie das Linalool und α -Terpineol nicht mehr nachweisbar waren. Hardie et al. (1996) vermuten, dass die weitere Zunahme der Glykoside in der Phase der Überreife durch den Anstieg der Aglykonbindung hervorgerufen wird, was wiederum die Abnahme der freien Formen erklären könnte.

In Süd-Afrika hat Marais (1987) den Einfluss der Reifeentwicklung der Rebsorte Gewürztraminer erforscht. Seine Ergebnisse stimmen mit denen von Günata et al. (1985b) überein. Er stellt die Zunahme von freien und gebundenen Monoterpenen fest, wobei der Gehalt der gebundenen Monoterpene viel höher lag als der der freien Komponenten. Allerdings wurde keine Abnahme der freien Formen bei der Überreife festgestellt (Marais, 1987). Auch Rapp (1997) berichtet von der Zunahme der freien und gebundenen Monoterpene mit der Beerenreife.

Reynolds et al. (1993) stellten neben der Zunahme von FVT und PVT bei verschiedenen Rebsorten (u.a. Müller-Thurgau, Kerner, Muskat Ottonel, Siegerrebe), auch einen Einfluss der erhöhten Aromastoff-Konzentrationen der später gelesenen Trauben auf die sensorischen Eigenschaften der Weine fest. Bei der Rebsorte Siegerrebe wurde dieser Unterschied als

erhöhtes muskat-ähnliches Aroma der spätgelesenen Variante beschrieben (Reynolds et al., 1993).

Die Terpenzunahme findet oft unabhängig von der Zucker-Akkumulation statt. So stellten Marais und van Wyk (1986) bei geringen Änderungen der Zuckergehalte dennoch markante Veränderungen in den Aromastoffkonzentrationen fest.

2.2.3 Einfluss von Botrytis

Der Pilz *Botrytis cinerea* greift alle oberirdischen Organe der Rebe und insbesondere die Traube an und ist für eine starke Verminderung der Qualität des Traubenmaterials verantwortlich. Durch die Erzeugung von Glykosidasen kann dieser Pilz das Aromapotenzial von Trauben vermindern (Christmann, 2001).

Boidron (1978) stellte eine Abnahme der Konzentration von azyklischen Monoterpenalkoholen und Oxiden in einem Most, der mit Botrytis beimpft wurde, fest. Dadurch kam er zu zwei Vermutungen: entweder metabolisiert Botrytis die azyklischen Monoterpene zu Oxiden und α -Terpineol und baut diese Metaboliten später ab, oder es findet eine chemische Oxidation parallel mit dem Angriff des Pilzes statt.

Shimizu et al. (1982) berichteten, dass Botrytis zwar keine Terpenoide bei Rebsorten ohne natürlichen Terpenegehalt produzieren kann, jedoch die Fähigkeit besitzt, zugesetztes Linalool zu oxidieren. Sie konnten 4 Linalooloxide identifizieren, von denen Dienediol der Hauptmetabolit war. So kann dieser Parasit die wichtigsten aromatischen Monoterpene der Traube zu nichtaromatischen Polyolen umwandeln (Shimizu et al., 1982, zitiert in Strauss et al., 1987). Rapp et al. (1986) haben zwei neue Monoterpendiole in Most und Wein identifiziert, die von *Botrytis cinerea* gebildet werden können. Es handelt sich um die Verbindungen (E)- und (Z)-8-Hydroxylinalool, die originäre Bestandteile des Trauben- und Weinaromas sind. Außerdem haben Günata et al. (1989) gezeigt, dass *Botrytis cinerea* fähig ist, Glykosidasen zu synthetisieren und dadurch glykosidische Verbindungen zu spalten (Dittrich, 1989).

Eine andere Eigenschaft von Botrytis ist die Produktion des Sotolons, einem Stoff mit süßem, zucker- bzw. karamellähnlichem Aroma. Sotolon ist am Aroma von Zucker-Melasse, älteren Reisweinen und Flor-Sherry-Weinen beteiligt. Der Geruchsschwellenwert von Sotolon liegt mit 2,5 ppb sehr niedrig. In botrytisierten Weinen liegen die Konzentrationen bei 5-20 ppb, bei gesunden Weinen dagegen unter 1ppb (Rapp und Mandery, 1986).

Rapp (1980) beobachtete eine signifikant erhöhte Konzentration an 1-Octen-3-ol in von Botrytis befallenen Trauben bzw. Weinen. Dieser Alkohol wird, wegen seines typischen Geruches, auch Pilzalkohol genannt.

2.3 Faktoren, welche die Aromazusammensetzung des Mostes bestimmen

2.3.1 Traubenverarbeitung

Mit der Traubenverarbeitung, die sich von der Lesetechnik über Transport und Annahme bis hin zum Pressvorgang erstreckt, wird ein entscheidender Einfluss auf die Inhaltsstoffe und damit auf die Qualität des späteren Weines genommen. Die Traube wird über unterschiedliche technische Teilprozesse mehr oder weniger beschädigt, dabei reißt die Beerenhaut auf und Saft tritt aus den Zellen. Dadurch bedingt wird eine Reihe von biochemischen und mikrobiologischen Vorgängen in Gang gesetzt (Seckler, 1997).

Zwar wurde versucht (Seckler, 1997, Seckler et al., 2001, Binder und Maul, 1995) die Veränderungen der Traubeninhaltsstoffe während dieser Phase der Weinbereitung zu bestimmen, doch wurde sich auf in der Praxis leicht nachvollziehbare Parameter wie Trub- und Phenolstoffe beschränkt. Aus diesem Grund ist über den Einfluss der Traubenverarbeitung auf das Verhalten der Aromastoffe wenig bekannt, so dass nur eine theoretische Betrachtung der sich zu diesem Zeitpunkt abspielenden Zusammenhänge beschrieben werden kann.

Die Traubenverarbeitung übt durch ihre mechanische Beanspruchung des Traubenmaterials einen großen Einfluss auf die Most- bzw. Weinqualität aus. Je nach Art, Stärke, Dauer und Häufigkeit der mechanischen Beanspruchung, werden in Abhängigkeit des Traubenzustandes (z.B. Reife- und Fäulnisgrad) unterschiedliche Teile der Beere beschädigt. Mit leichtem Druck wird der Zellaufbau zerstört und somit intra- bzw. intercelluläre Abbauprozesse in Gang gesetzt. Bei stärkerem Druck wird Saft aus dem Fruchtfleisch ausgepresst, wobei mit höherem Druck oder bei höherem Reifegrad der Trauben, die Extraktion der in der Beerenhaut lokalisierten Stoffe begünstigt wird (Christmann, 2001).

Neben dem einwirkenden Druck können vorwiegend beim Transport mit Schnecken aber auch beim Pumpen von Maische über lange Leitungswege mit Winkeln und Weichen Scherkräfte auf die Trauben bzw. Maische einwirken. Diese wirken direkt auf die Trauben und verletzen das Gewebe und werden von den beim Transport entstehenden Drücken unterstützt. Die Folge ist eine verstärkte Zerstörung der Zellwand bzw. von Zellwandbruchstücken und erhöhte Auslaugung der in der Beerenhaut vorkommenden Inhaltsstoffe (Christmann, 2001).

In Form der in der Beerenhaut lokalisierten flavonoiden Phenole sind diese unerwünscht (s. Kapitel 2.4.1). Da ein wichtiger Teil der freien und gebundenen Aromastoffe in den Beerschalen vorliegt, ist eine Extraktion zu einem gewissen Grad aber erwünscht (vgl. Abbildung 7). Aus dieser Tatsache kann abgeleitet werden, dass jede Maßnahme, die eine mechanische Belastung des Traubenmaterials verursacht, auch eine Extraktion von Phenolen und Aromastoffen mit sich bringt. In wieweit das „Gleichgewicht“ zwischen unerwünschten und erwünschten Komponenten erreicht wird, ist schwer abzuschätzen und bedarf weitergehender Forschungen.

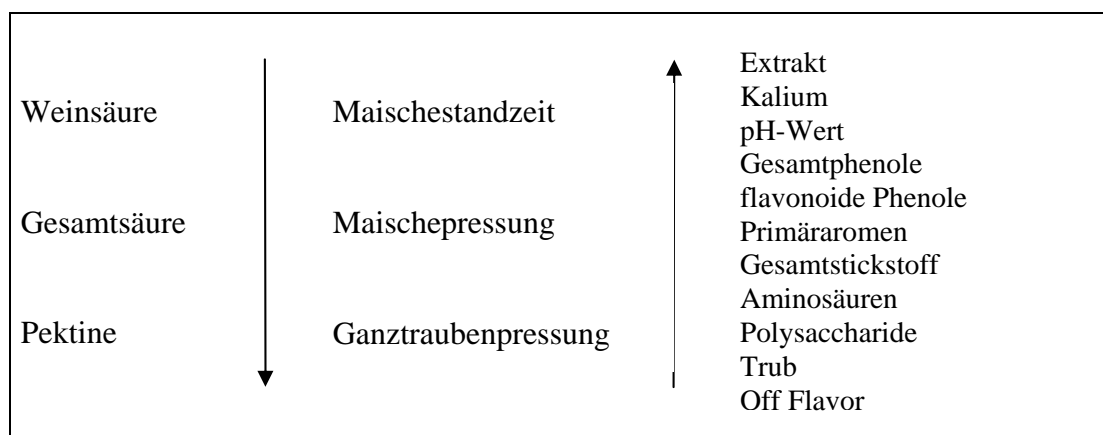


Abbildung 7: Einfluss der Traubenverarbeitung auf die Inhaltsstoffe des Weines (nach Schneider, 1996).

Ein anderer Einfluss der mechanischen Belastung des Traubenmaterials betrifft die Veränderung der Säurestruktur der Weine. Mit zunehmender Auflösung der Beerenstruktur steigt der pH-Wert, während die Gesamtsäure fällt. Der Säureverlust kommt durch die

Extraktion des vorwiegend in den Beerenschalen lokalisierten Kaliums zustande, welches in Form des Weinstein die Weinsäure ausfällt. Je nach Rebsorte und Bodenart sind die Trauben mit mehr oder weniger Kalium versorgt. Steht viel Kalium zur Verfügung (z.B. Riesling auf schweren Böden), führen Maßnahmen (z.B. Maischestandzeit), welche den verlängerten Kontakt der Beerenschalen mit dem Saft begünstigen, zu einem so starken Kaliumeintrag, dass die Weinsäure nicht zu seiner Fällung reicht. Kalium bleibt dann in Lösung und teilt sich geschmacklich als Körper und Fülle mit (Schneider, 1996).

Obwohl der Most kein geeignetes Medium für die traubeneigenen β -Glucosidasen darstellt, ist nicht auszuschließen, dass diese und auch andere, von Mikroorganismen stammenden Enzyme im Most eine gewisse und in mancher Hinsicht schädliche Wirkung aufweisen können. Die mögliche Freisetzung von gebundenen Aromastoffen sowie die Oxidation von Phenolen zählen dazu.

Großmann et al. (1987) berichten, dass in den untersuchten Mosten die β -Glucosidaseaktivität bei 3 mU/ml lag und nur nach Mostseparierung oder Mosterhitzung sich stark verminderte oder gar nicht mehr nachweisbar war. Fischer et al. (2001) stellten fest, dass traubeneigene β -Glucosidasen bei der Maischepressung aktiv waren und dadurch signifikante Mengen an glykosidisch gebundenen Aromastoffen freisetzen.

2.3.1.1 Lese und Transport

Den ersten Schritt der Traubenverarbeitung bildet die Lese der Trauben. Diese erfolgt entweder als Hand- oder als Maschinenlese. Die Handlese stellt die älteste und schonendste Maßnahme dar. Die Maschinenlese erfolgt mittels verschiedener Vollernter, die entwickelt wurden, um den hohen Arbeitsaufwand einzuschränken. Sie wurde aufgrund des Quetschens der Trauben und der danach in Gang gesetzten Oxidationsprozesse, öfter mit phenolisch schmeckenden und oxidierten Weinen in Zusammenhang gebracht, zumal bei dieser Lesetechnik ein selektioniertes Lesen von unreifen und faulen Trauben nicht möglich ist. Seckler (1997) berichtet, dass für gleiches Traubenmaterial und bei gleichschonender Weiterverarbeitung die Unterschiede in den Trub- und Phenolgehalten sowie in der Weinqualität, zwischen Hand- und Maschinenlese als gering einzustufen sind.

Binder und Maul (1995) bestätigen dies für sofort verarbeitetes Lesegut. Dagegen wurde bei verspäteter Verarbeitung (6 bzw. 24 Stunden) ein rascherer Anstieg der Phenolgehalte bei den „Vollernter-Varianten“ im Vergleich zu den Handgelesenen festgestellt; auch bekamen die entsprechenden Weine aus der maschinellen Lese bei der Sensorik negative Bewertungen.

Nach der Lese müssen die Trauben ins Kelterhaus und auf die Presse gelangen, um zu Most verarbeitet zu werden. Dies kann auf unterschiedlichstem Weg erfolgen. Eine Möglichkeit ist der Traubentransport in Einheitsbüten und ein Abladen über einen Gabelstapler mit Drehkranz. Eine andere Möglichkeit bildet der Traubenwagen, welcher mit Schnecke und Pumpe bzw. Förderband entleert wird. Gerade bei der Maschinenlese kann über diese Systeme eine große Menge von Trauben in kürzester Zeit angeliefert werden.

Vor allem in diesem Stadium der Weinbereitung kann mit falschen Behandlungen die Traubenqualität stark nachteilig beeinflusst werden. Deshalb muss eine mechanische Belastung des Traubenmaterials aufgrund einer vorzeitigen Entsaftung der Trauben und der dadurch bedingten Bildung sekundärer Aromen verhindert werden. Diese, während der Traubenverarbeitung entstehenden Aromen, sind unerwünscht, weil die Umgebung, in der sie entstehen außerhalb der Steuerungsmöglichkeit des Weinmachers steht und teilweise stark von der Aktivität wilder Hefen geprägt wird. Dies kann im späteren Wein zu Fehlparfümen führen (Großmann et al., 1987). Deshalb ist gerade bei vorgeschädigtem Traubenmaterial, wie

es bei der Maschinenlese aber auch je nach Reife- und Fäulnisgrad bei der Handlese vorliegt, bei der Anwendung von Pumpen Vorsicht geboten.

2.3.1.2 Maischestandzeit

Das Stehenlassen der Maische ist ein bewusst eingesetztes Verfahren während der Weinbereitung, welches mit bestimmten qualitäts- bzw. arbeitswirtschaftlichen Aspekten in Verbindung gebracht wird. So wird es oft bei der Rotweinbereitung angewandt, um mehr Farbe und Tannin in einen Most zu extrahieren. Bei Weißwein, insbesondere Muskatsorten, versucht man eher dem Wein einen deutlicheren Sorten-Charakter zu verleihen. Neben diesen qualitätsfördernden meist mit einem Abbeeren der Trauben verbundenen Maischestandzeiten muss das Stehenlassen aus arbeitstechnischen Gründen gesehen werden, welches oft in Betrieben wegen zu geringen Presskapazitäten bzw. zur höheren Saftausbeute angewendet wird. (Christmann, 2001).

Aus der Sicht der Forschung hat dieses Verfahren das Interesse vieler Wissenschaftler erweckt (u.a. Marais, 1987, Marais und Rapp, 1988, Schmidt und Noble, 1983). Man versuchte abzuklären, aus welchem Grund Weine mit vorhergehendem Maischekontakt andere Eigenschaften besitzen, als Weine, die direkt nach dem Mahlen der Trauben abgepresst wurden.

Rieth (1984) hat die Effekte der Maischestandzeit aus der Sicht der Aromaverbindungen untersucht. Mittels GC-MS hat er Moste der Rebsorten Müller-Thurgau und Gewürztraminer aus verschiedenen Maischestandzeiten (0, 3 und 24 Stunden) untersucht und festgestellt, dass kein Anstieg, weder von flüchtigen noch von gebundenen Monoterpenen, zu beobachten war. Allerdings wurde in dieser Arbeit keine sensorische Bewertung der Weine mit einbezogen und so bleibt unklar welche geruchlichen und geschmacklichen Eigenschaften sie besaßen (Rieth, 1984).

Dagegen berichtet Marais (1987), dass schon ein vierstündiger Kontakt mit der Maische bei der Rebsorte Gewürztraminer einen signifikanten Anstieg mehrerer Terpene (u.a. von Geraniol, Nerol, α -Terpineol, Citronellol und trans-Geraniumsäure, aber nicht von Linalool und Diendiol) verursachte. Er konnte jedoch keinen signifikanten Effekt dieser Terpenzunahme auf die sensorischen Eigenschaften der Weine feststellen. Ähnliches galt für eine längere Standzeit von 15 Stunden, während die Kombination von Mosterhitzung und 15 Stunden Maischestandzeit sowohl die Monoterpengehalte im Most und Wein ansteigen ließ, als auch den sensorischen Charakter des Weines positiv beeinflusste. Dieser Wein wurde als fruchtiger, würziger und von besserer Gesamtqualität beurteilt (Marais, 1987).

Die Phenole spielen auch bei der Maischestandzeit eine beachtliche Rolle und wirken durch ihre starke Extraktion bei langer Standzeit als beschränkender Faktor in der Durchführung dieser Maßnahme. Fischer et al. (2001) berichten, dass bei Maischestandzeit die Gesamtphenolgehalte bei Riesling und Muskateller anstiegen, wobei längere Standzeit von 24 h gegenüber der von 12 h höhere Phenolgehalte besaßen. Marais und Rapp (1988) stellten fest, dass bei der Rebsorte Gewürztraminer eine Maischestandzeit in erhöhten Phenolkonzentrationen resultierte, wobei der Anstieg oft mit hoher Standzeittemperatur korreliert war.

Die Problematik des Effektes der Maischestandzeit bleibt noch ungeklärt, zumal die komplexen Zusammenhänge zwischen Aromastoffen und anderen chemischen Verbindungen

und die Unterschiede im Verhalten der verschiedenen Rebsorten noch viel Untersuchungsraum lassen.

2.3.1.3 Pressung

Beim Pressen wird über die Phasentrennung fest/flüssig der Saft von den Festbestandteilen der Maische abgetrennt, wobei der Saft immer auch enzymatisch aus den Zellen aufgeschlossen werden muss. Es handelt sich nicht um ein Ausdrücken des Saftes aus den Zellen, sondern um einen Trennvorgang aufgrund von Druckdifferenzen (Seckler, 1997). Die verschiedenen Presstechniken üben ganz unterschiedliche Effekte auf die Qualität des erzeugten Mostes bzw. Weines aus. Der Grund hierfür ist, dass außer dem Saft auch andere Beereninhaltsstoffe in Lösung gehen, welche teilweise als unerwünscht bezeichnet werden können. Als die wichtigste Gruppe sind die phenolischen Substanzen zu nennen und insbesondere die Flavonoide. Diese in der Beerenhaut lokalisierten Substanzen werden durch erhöhten Pressdruck stark in den Most extrahiert, was wiederum in bitteren und adstringierenden Geschmacksnoten im Wein niederschlagen kann (Seckler et al., 2001).

Die Ganztraubenpressung (GTP) ist eine schonende Traubenverarbeitungsmaßnahme. Die Trauben gelangen in unverletztem Zustand in die Presse. Diese Technik verleiht dem Wein ein elegantes Profil, weil sie, kombiniert mit einem schonenden Pressverfahren, nur eine geringe Extraktion der in der Beerenhaut lokalisierten Inhaltsstoffen verursacht. Insbesondere in schwierigen, nassen Jahrgängen, in denen viel Fäulnis auftritt, ist die GTP eine gute Alternative, um fehlerfreie Weine zu erzeugen.

Nach Reynolds et al. (1993), welche die Rebsorten Gewürztraminer und Muskat Ottonel untersucht haben, werden die Gesamtsäure, pH-Werte und Ethanolgehalte nicht von der Pressung beeinflusst. Dagegen stiegen die PVT Werte beider Sorten mit zunehmendem Pressdruck - dies konnte aber nicht für die FVT abgeleitet werden. Allerdings waren diese Unterschiede der PVT-Gehalte in den sensorischen Eigenschaften der späteren Weine nicht erkennbar. Kinzer und Schreier (1980) fanden, dass der Pressmost von Morio Muskat und Müller-Thurgau höhere Gehalte an Monoterpenalkoholen als der Seihmost besaß – die Weine ohne Pressmostanteil enthielten 35% weniger Monoterpene. Anstiege der Terpenegehalte bei den Pressfraktionen wurden auch von Cordonnier und Bayonove (1981) gemessen. Versini et al. (1981) haben analoge Versuche mit der Rebsorte Riesling durchgeführt. Von Trauben zum Most wurden die Gehalte an Geraniol, Nerol und Citronellol verachtfacht, von Trauben zum Wein wurden die Linalool, Nerol und Hotrienol Konzentrationen verfünffacht.

2.3.2 Gärung

Die Gärbedingungen, wie beispielsweise die Gärtemperatur und die Gärdauer, können entscheidend die Weinqualität beeinflussen. Eine niedrige Gärtemperatur von 15 °C unterstützt die Bildung von Estern. Hohe Temperaturen gelten als negative Parameter und können dem Wein einen „rauchigen“ und „bitteren“ Ton verleihen.

Nach Rapp und Mandery (1986) entsteht der wesentliche Teil des Weinaromas während der Hefegärung. Das Traubenaroma des Mostes wird von den Gärungsprodukten überlagert, was zum Weinaroma führt. Es werden zahlreiche Ester und Äther gebildet, die das sogenannte Gäraroma bilden, während nur kleine Konzentrationsveränderungen von Terpenen und deren Oxiden stattfinden, so dass das Hauptprofil nicht geändert wird und die Möglichkeit besteht,

die verschiedenen Rebsorten aufgrund ihres Terpenprofils zu differenzieren (Rapp und Mandery, 1986). Dagegen stellten Günata et al. (1986) fest, dass während der Gärung die Gesamtheit der freien und gebundenen Terpene abnimmt. Andererseits gab es Substanzen, wie das α -Terpineol, die eine Zunahme von 400% zeigten. Ähnliches gilt für 2-Phenylethanol, das von der Hefe synthetisiert wird (Günata et al., 1986).

Darriet et al. (1988) führten die Veränderung der Terpenkonzentration während der Gärung auf die Wirkung verschiedener Phänomene, wie die Bildung von Terpenoxiden, die Entgasung mit CO₂, die enzymatische oder chemische Hydrolyse von Glykosiden, die Absorption der Terpene durch die Hefezellen sowie Transformationen innerhalb der Gruppe, zurück.

Bei einem Versuch von Delcroix et al. (1994) wurden signifikante Veränderungen bei den Terpengehalten zwischen Most und Wein bei der Rebsorte Muskat Frontignan festgestellt. Eine Abnahme der freien Terpene Linalool, Nerol und Geraniol wurde festgestellt, während das Citronellol und Hotrienol erst durch die Gärung entstand. Da Citronellol aus dem Abbau von Geraniol und Nerol entsteht, sind diese Ergebnisse erklärbar. Das Hotrienol ergibt sich aus der katalytischen Dehydratation eines Monoterpenpolyols (Delcroix et al., 1994). Fischer et al. (2001) berichten von einer Veränderung der Konzentration der sekundären Pflanzenmetaboliten, durch deren Spaltung unter dem Einfluss der Hefe. So steht die Abnahme der GG-Konzentration während der Gärung in Zusammenhang mit dem Hefestoffwechsel.

Einen interessanten Versuch haben Zoecklein et al. (1997) durchgeführt. Sie haben die Gärung bei der Rebsorte Riesling durch Messung der Glykosyl-Glykose-Werte (GG-Werte), der PVT-Werte und einzelner Aglykone mittels GC begleitet und hierbei festgestellt, dass eine Abnahme aller dreier Merkmale stattfand. Gleichzeitig nahm die Gesamtheit der freien Monoterpene sowie die der aromatischen Alkohole zu.

2.3.2.1 Hefeaktivität

Die Meinung der Wissenschaftler über die Wirkung der Hefeaktivität auf die Monoterpengehalte eines Mostes bzw. Weines ist in zwei Thesen geteilt. Nach Rapp et al. (1984) und Hock et al. (1984) wird die Aromastoffszusammensetzung verschiedener Rebsorten nicht von der Gärung beeinflusst. Manche Hefen sind allerdings fähig Monoterpene zu produzieren (Fagan et al., 1981; Hock et al., 1984). Fagan et al. (1981) stellten fest, dass die Hefe *Saccharomyces fermentati* fähig ist die Terpenegehalte von Fino-Sherry-Weine zu erhöhen. Für die dominierende Weinhefe *Saccharomyces cerevisiae* wurde dies nicht berichtet.

Gramatica et al. (1982) behaupten, dass obwohl die Hefe unfähig ist Monoterpene zu synthetisieren, kann sie möglicherweise Transformationen dieser Komponenten verursachen. Zea et al. (1995) bestätigen dies für die Hefe *Saccharomyces cerevisiae*. In deren Untersuchung wurde festgestellt, dass *Saccharomyces cerevisiae* fähig war, die Terpenzusammensetzung eines Mostes, durch Transformationen innerhalb der Terpenfraktion zu verändern. Auch Laffort et al. (1989) unterstützen die These, dass Hefestämme durch eine Hydrolyse von Aromaprecursoren, das Weinaroma beeinflussen können.

Neuere Ergebnisse der Aromaforschung werfen ein neues Licht auf die Gärung. Die von *Saccharomyces cerevisiae* produzierten Glucosidasen, können zu einer Abspaltung der

Glykoside des gärenden Mostes und somit zur Anreicherung des Weinaromas führen (Aryan et al., 1987). Dies kann aber nur unter ungewissen Rahmenbedingungen geschehen, zumal das Gärmedium Most normalerweise keinen optimalen Ort für eine Glykosidasenaktivität darstellt (s. Kapitel 2.4.2). Günata et al. (1994) berichten auch von einer Glykosidasenaktivität bei *Saccharomyces cerevisiae*. Da aber nur ein kleiner Teil ins flüssige Medium kommt, bleibt ein großer Teil der potentiellen Aromastoffe in glykosidischer, aromatisch inaktiver Form erhalten (Günata et al., 1994).

Insgesamt kann festgestellt werden, dass auch dann, wenn die Hefe keine Terpene produzieren kann, sie doch in der Lage ist, durch Transformationen und Umwandlungen der einzelnen Aromastoffe, die Aromastoffzusammensetzung eines Mostes bzw. Weines zu beeinflussen.

2.3.3 Lagerung

Während der Lagerung der Weine finden viele chemische Reaktionen statt, welche die Eigenschaften des Produktes ändern. Je nach Lagerungsbedingungen und Weintyp sind diese Veränderungen positiv oder schädlich.

In Bezug auf die Aromastoffe, findet eine Oxidation der Monoterpene statt, welche zum Verlust des Fruchtbuketts führt. Dieser Verlust wird durch die Transformation der Aromakomponenten zu anderen Komponenten mit höheren Geruchsschwellenwerten verursacht. In einem Versuch von Simpson (1979) mit Riesling-Weinen von verschiedenem Alter (2 bis 12 Jahre) waren die einzigen identifizierten Monoterpene die trans-furan-Oxide und Neroloxide, deren Konzentration mit Verlauf der Alterung ständig zunahm. Die in den jungen Weinen nachgewiesenen Monoterpenalkohole waren dagegen nicht mehr identifizierbar.

Zu den wichtigsten Lagerungsbedingungen zählt die Temperatur. Eine hohe Temperatur beschleunigt die Oxidationsreaktionen und lässt einen Wein altern, dagegen erlaubt eine niedrige Lagerungstemperatur einen langsamen Reife-Alterungs-Prozess. Di Stefano und Castino (1983) berichten von den Eigenschaften von „Asti Spumante“ Weinen, die bei 10° C und 20° C gelagert wurden. Die bei hohen Temperaturen lagernden Weine wiesen größere Aromaverluste auf, als die bei 10° C lagernden - diese Weine behielten das Muskataroma für mehrere Jahre. Die Verfasser stellten fest, dass niedrige Temperaturen die Reaktionen, welche die Alterung der Weine verursachen, verlangsamen.

Ein künstlicher Alterungsprozess wurde von Simpson (1978) mittels höherer Temperaturen stimuliert. Riesling Weine wurden auf 50° C in verschiedenen Zeiträumen (1 bis 28 Tage) erwärmt. Die Linaloolkonzentration stieg anfangs an, sank aber bald danach ab. Das α -Terpineol stieg in manchen Proben. Die Bildung von TDN sowie von Vitispiran wurde begünstigt (Simpson, 1978).

Kurzes Erhitzen des Mostes aromatischer Rebsorten kann durch die Erhöhung der freien flüchtigen Monoterpene zu einer Zunahme des fruchtigen Aromas führen. Diese Behandlung verursacht eine schnelle Hydrolyse von Precusoren und eine kinetisch kontrollierte Produktverteilung von azyklischen und zyklischen Komponenten (Williams et al., 1980, 1982b). Dagegen verursacht die Lagerung eine langsame Transformation von sowohl freien als auch gebundenen Monoterpenen zu thermodynamisch stabilen Produkten - hauptsächlich zyklischen Komponenten, wie beispielsweise das α -Terpineol. Der Verlust des fruchtigen

Aromas, der in alternden Weinen beobachtet wird, obwohl die Konzentration der flüchtigen Monoterpene zunimmt, ist auf diese Bildung von Aromastoffen mit hohem Geruchsschwellenwert zurückzuführen (Simpson und Miller, 1983; Strauss et al., 1986).

2.4 Andere Faktoren

2.4.1 Phenole

Phenolische Verbindungen (kurz auch Phenole genannt) sind sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe, die sich in ihrer chemischen Struktur auf das Benzol zurückführen lassen. Diese können in einer Fruchtart über 100 verschiedene Verbindungen umfassen. Somit gehört die Gruppe der Phenole zu einer der komplexesten Stoffgruppen der Pflanze. Diese große Vielfalt prägt wesentlich den Charakter von Getränken. In Weinen bestimmen sie maßgeblich die Farbe, den Geschmack, die Stabilität und damit auch die Qualität (Ritter, 1997).

Die wichtigsten phenolischen Substanzen der weißen Trauben können in zwei Gruppen eingeteilt werden (Ritter, 1997):

- Phenolcarbonsäuren und ihre Derivate („Nichtflavonoide“)
- Flavonoide

In Weißweinen werden die Phenole zunehmend für negative Alterungserscheinungen und den bitteren und adstringierenden Geschmack verantwortlich gemacht. Jedoch tragen nicht alle Polyphenole zum Bittergeschmack bei. Als wichtige und typische Verbindungen, die für die Bitterkeit in Getränken eine Rolle spielen, wurden die Flavonoide und insbesondere die Flavan-3-ole und ihre Oligomeren, die Procyanidine, beschrieben. Sie haben polare und unpolare Regionen im Molekül und können mit ihren Hydroxylgruppen Komplexe mit den Rezeptoren in Mund und Zunge, welche aus Eiweiß bestehen, eingehen. So bindet sich das Eiweiß des Speichels mit den Phenolen und daraus resultiert der adstringierende Geschmack. Die in Trauben vorkommenden Phenole zeigen eine inhomogene Verteilung im Querschnitt der Frucht. Abbildung 8 zeigt die typische Verteilung der Gesamtphenole in reifen, weißen Weintrauben (Singleton und Esau, 1969).

Verteilung der Phenole in der Beere

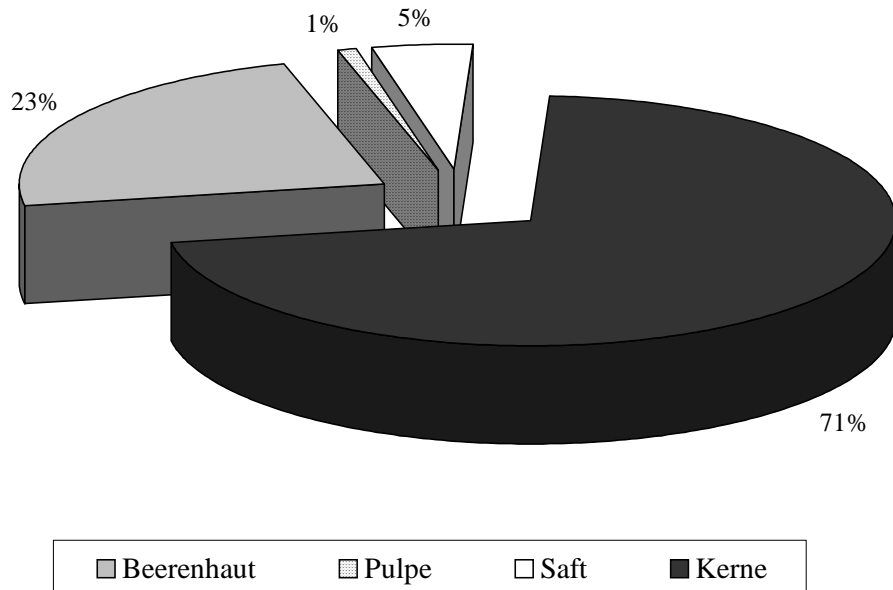


Abbildung 8: Verteilung der Phenole in der Beere (nach Singleton und Esau, 1969).

Erkennbar ist, dass der Hauptteil der Phenole in den Kernen bzw. der Haut der Beere lokalisiert ist. Cheynier et al. (1989) haben festgestellt, dass nur geringe Flavonoidmengen aus den Samen freigesetzt werden und die größte Phenolfraction aus der Haut stammt. Folgerichtig erhöhen Maßnahmen, welche die Beerenhaut angreifen, wie das Ziehenlassen der Maische oder ein starkes Auspressen, die Flavonoidgehalte des Mostes (vgl. Kapitel 2.3.1.3). Dagegen berichtete Ribereau-Gayon (1972), dass die nichtflavonoiden Phenole im Fruchtfleisch lokalisiert sind und dadurch nur unwesentlich von der Traubenverarbeitung beeinflusst werden.

Die in Weißweinen gefundenen Phenole stammen fast ausschließlich aus der Traube. Hefen und andere Mikroben bilden selbst kaum phenolische Substanzen, sind aber in der Lage bestimmte Phenole umzuwandeln. So wird z.B. aus der Aminosäure Tyrosin durch die Hefe Tyrosol gebildet. Tyrosol ist das einzige Phenol, das in großen Mengen aus nicht-phenolischen Precursoren gebildet wird (Ritter, 1997). Der Befall der Traube durch Mikroorganismen während der Reife kann unterschiedliche Auswirkungen haben. In der Regel produziert die Traube vermehrt Polyphenole, insbesondere Flavan-3-ole, um die Enzyme der Pilze und Bakterien zu binden. Andererseits werden diese Phenole durch spezielle Enzyme der Mikroorganismen, wie z. B. die Polyphenoloxidase Laccase, polymerisiert und inaktiviert (Ritter, 1997).

Weiter wird nach Schneider (1998) die Haltbarkeit von Weißweinen eingeschränkt, in dem die Flavonoide in Anwesenheit von Sauerstoff, wie er zum Beispiel durch den Korken eindiffundiert, oxidiert werden. Dabei wird Wasserstoffperoxid gebildet, welches gewisse Weininhaltsstoffe weiter oxidiert, die man geruchlich als Altersfirne wahrnimmt. Gleichzeitig polymerisieren die oxidierten Flavonoide zu größeren Moleküleinheiten, die sich geschmacklich als bitter, gerbend und adstringierend zu erkennen geben (Schneider 1998).

2.4.2 Glykosidasen und ihr Einfluss auf die Aromazusammensetzung

Die Glykosidasen sind Enzyme, welche die Fähigkeit besitzen, glykosidische Bindungen zu spalten. So werden Terpene durch Glykosidasen freigesetzt. Auch der Abbau von Anthocyanen erfolgt mit ihrer Hilfe (Katalyse). Außerdem fördern Glykosidasen die Hydrolyse der Polysaccharide zu wasserlöslichen Hemizellulosen in der Beere und im Most (Rapp, 1989 in Würdig und Woller, 1989). Die Glykosidasen sind in vielen Pflanzen und Pilzen zu finden, wie beispielsweise in Mandeln, in *Aspergillus niger* und in der Traube (Großmann et al., 1987). Aus der Gruppe der Glykosidasen (Oligosaccharidasen) sind die α -Glucosidasen (Arabinosidase und Rhamnosidase) und β -Glucosidasen von Bedeutung. Sie hydrolysieren die gebundenen Aromastoffe zu aromarelevanten freien Aromen.

2.4.2.1 Glykoside-Spaltung

Die enzymatische Hydrolyse von traubeneigenen Monoterpenglykosiden wird in zwei Schritten erreicht. Je nach Struktur des Aglykons wird zuerst die innere Zucker-Bindung durch α -L-Arabinofuranosidase oder α -L-Rhamnopyranosidase gespalten. So werden die β -D-Glykoside freigesetzt. Die Spaltung der β -D-Glykoside erfolgt im zweiten Schritt mit Hilfe von β -D-Glucopyranosidase. Die Wirkung der β -Glucosidasen wird sowohl von der Struktur des Aglykons als auch von der Herkunft des Enzyms beeinflusst. Pflanzliche Glucosidasen hydrolysieren nur β -Glucoside von primären Alkoholen (wie Geraniol, Nerol und Citronellol). Linalool und α -Terpineol (tertiäre Alkohole) können nur die Enzyme fungaler Herkunft abspalten (Günata et al., 1990).

2.4.2.2 Eigenschaften der Glucosidasen verschiedener Herkunft

Biron et al. (1988) haben erhöhte Konzentrationen von β -Glucosidasen in den festen Teilen der Beere (Beerenhaut und Beerenfleisch) und nur geringe im Saft gemessen. Große Mengen von diesem Ferment enthalten auch die Blätter, im Gegensatz zu den Rappen.

Aryan et al. (1987) haben die Eigenschaften der traubeneigenen Glucosidasen untersucht. Ihren Ergebnissen nach, sind sowohl die α - als auch die β -Glucosidasen der Traube überwiegend im Most/Beerenfleisch lokalisiert. Dies gilt für die untersuchten Rebsorten Muskat Alexandria, Muskat Hamburg, Chardonnay, Gewürztraminer und Thompson Seedless.

Bei Studien von Aryan et al. (1987), Darriet et al. (1988), Delcroix et al. (1994) und Günata et al. (1989) wurden die Eigenschaften von traubeneigenen und *Saccharomyces cerevisiae* Glucosidasen untersucht. Zusammenfassend war festzustellen, dass bei einem für Most- oder Wein üblichen pH-Wert von pH 3.0-4.0 die Enzymaktivität der Traubenglucosidasen 10% der maximalen beträgt, wobei die Glucosidasen der Hefe *Saccharomyces cerevisiae* unter diesen Bedingungen 95% ihrer Stabilität verlieren. Das intracelluläre Medium von *Saccharomyces cerevisiae* scheint ein geeigneter Ort für β -Glucosidasen zu sein; dort beträgt der pH-Wert ungefähr 5.0, was die Stabilität der Enzyme begünstigt.

Die Glucose wirkt als ein Hemmfaktor für die Wirkung der Glucosidasen. Bei einer Glucosekonzentration von 100 g/l variiert die Hemmung von beispielsweise 50% für die Traubenenzyme bis zur 20% für die *Saccharomyces*-Glucosidasen.

Das Ethanol bildet einen anderen bedeutenden Hemmfaktor für die Aktivität mancher Glucosidasen. Bei einer Konzentration von 10% (v/v) Ethanol sinkt die Aktivität der Traubenenzyme auf 35-60%. Dagegen werden die Enzyme der Hefe *Saccharomyces cerevisiae* kaum vom Ethanol beeinflusst. Die *Saccharomyces* β -Glucosidase erreicht ihre maximale Aktivität bei 50° C, ebenso die Traubenenzyme. Solche Temperaturen kommen

aber bei der Weißweinbereitung selten vor und dann nur bewusst zur Inaktivierung der natürlichen Weinbergsmikroorganismen und von Enzymen, so dass bei normalen Gärtemperaturen von 18-20° C nur 10-15% der maximalen Enzymaktivität erreicht werden.

2.5 Sensorik

2.5.1 Sensorische Wahrnehmung von Terpenglykosiden

Noble et al. (1988) untersuchten die Frage, ob der bittere Ton in manchen Muskat-Weinen von Terpenglykosiden verursacht wird. Ausgangspunkt war, dass manche synthetischen Terpene wie z.B. Geranyl- β -D-glycopyranosid als bitter beschrieben werden. Andere Forscher wie Crespo - Riera und Singleton (1986) berichten von einem Zusammenhang zwischen Bitterkeit und gebundenen Terpenen in Muskat- und Gewürztraminer Weinen. Nach Noble et al. (1988) besitzen freie Terpene keinen bitteren Ton. Es wurde daher die Vermutung geäußert, dass die unbekanntes Verbindungen, welche die Bitterkeit in Muskat-Weinen verursachen, mit den Glykosiden korreliert sind.

2.5.2 Sortentypische Riesling und Gewürztraminer Aromaprofile

Die sortentypischen Aromen für die Rebsorte Riesling sind nach Cootes (1993) „fruchtig“, „Citrus“ und „Apfel“. Die nach dem deutschen Aromarad zutreffenden Aromabeschreibungen für die Rebsorten Riesling und Gewürztraminer sind in Abbildung 9 dargestellt.

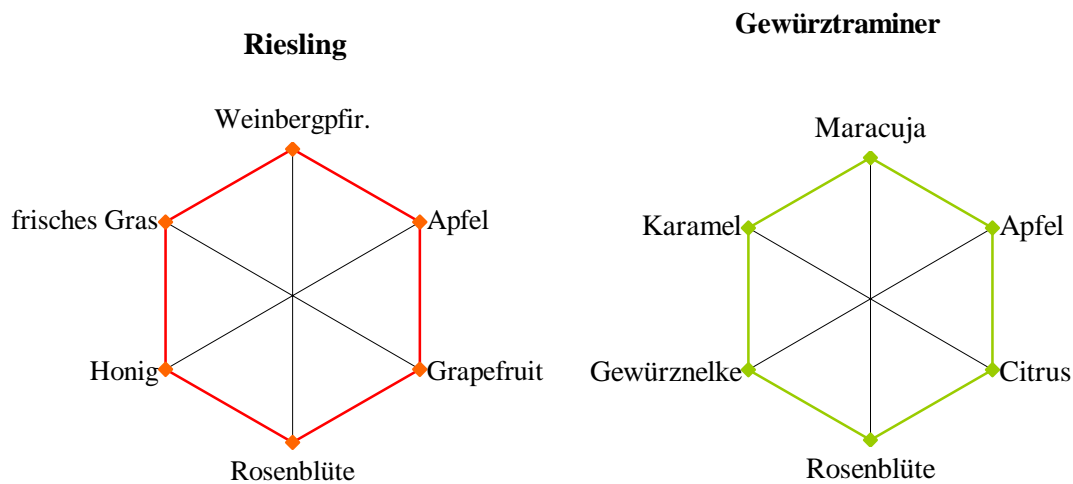


Abbildung 9: Sortentypische Aromattribute für den Riesling (nach Fischer, 1997) und den Gewürztraminer (nach Fischer et al, 2001).

Auch Marais (1987) bestimmt den Rosenduft und die würzigen Aromenoten (z. B. Nelken) als die charakteristischen Gewürztraminer-Aromen.

2.6 Weinbausysteme

2.6.1 Spalier

Die Spaliererziehung ist in Deutschland das „Standard-Erziehungssystem“. Sie wird als Flachbogen, Bogen- oder Kordonerziehung eingesetzt. Dieses System ermöglicht eine gute Mechanisierung mit hoher Arbeitsproduktivität und gewährleistet eine ausreichende Menge an Trauben von hoher Qualität. Die Laubwandhöhe beträgt ca. 1,20 m - 1,50 m und ist ca. 0,40 m breit. Die Zeilenbreiten betragen im Direktzug bis 40-50 % Steigung 1,80 m - 2,20 m bei Stockabständen von ca. 0,80 m - 1,30 m. Im Steilhang sind dagegen Zeilenbreiten von 1,20 m - 1,60 m zu finden. Der Arbeitsaufwand beträgt entsprechend ca. 250 A kh./ha bzw. 800 A kh./ha (Weber, 1997).

2.6.2 Minimalschnitt

Die Grundlage zur Entwicklung von Minimalschnitt-Systemen wurde in Kalifornien in den 30er Jahren von Prof. Albert Winkler von der Universität Davis erarbeitet. Winkler (1974) zeigte, dass ungeschnittene Reben eine weitaus größere Kapazität besitzen als solche, die geschnitten wurden. Jede Entnahme von „lebenden vegetativen Organen“ übe einen depressiven Effekt auf die Kapazität der Pflanze aus. Als Kapazität definierte er die Fähigkeit zur Trockenmasseproduktion (vegetativ und generativ).

Winkler zeigte auch, dass der depressive Effekt des Schnittes, bei dem bis zu 85% des jährlichen Wachses entfernt wird, auf die Limitierung der Blattfläche zurückzuführen ist (Schultz et al., 2000). Er wies nach, dass sich über Jahre hinweg bei ungeschnittenen Reben ein Gleichgewicht zwischen vegetativer und generativer Entwicklung einstellte, das der gesamten „Kapazität“ entsprach (Schultz, 2002).

Mit Minimalschnittsystemen ist ein Anstieg des Ertrags und eine Verzögerung der Reife durch ein reduziertes Blatt/Fruchtverhältnis verbunden (McCarthy und Cirami, 1990). Dies stellt für die warmen Anbauggebiete in Australien kein großes Problem dar, da die Rebe genug Zeit hat, die Trauben bzw. die Triebe in reifen Zustand zu bringen. Dagegen verzögert sich die Reife in kühleren Klimazonen, wie beispielweise in Südaustralien (Sommer, 1995 zitiert in Schultz, 2002).

Bei Untersuchungen verschiedener Riesling-Klone auf deren Reaktion auf die Minimalschnittmaßnahmen, wurde festgestellt, dass die Relation Ertrag:Trockenmasseprodukt von einem Verhältnis 7:8 auf 19:29 gestiegen ist (Schultz, 2002).

Die Ergebnisse über die Traubenqualität aus Minimalschnittanlagen sind unterschiedlich und teilweise widersprüchlich. Beobachtungen aus Australien zeigten, dass teilweise zu niedrige Mostgewichte, reduzierte Farbstoffausbeute, sowie ein verändertes Tannin/Malat-Verhältnis zu einer etwas schlechteren Weinbeurteilung führten (Clingeleffer, 1993; Sommer und Clingeleffer, 1995 zitiert in Schultz, 2002). Im Gegensatz dazu berichten Price et al. (1995) über eine bessere Belichtung von Trauben minimalgeschnittener Reben, die wiederum eine Reifeverzögerung kompensieren konnte.

2.7. Glykosyl-Glucose-Methode

In Australien wurde versucht die **potenzielle** Weinqualität eines Mostes bzw. eines Weines zu bestimmen, da die Qualitätseinstufung der Trauben nach deren Mostgewicht oft als

mangelhaft zu bezeichnen ist. Dies gilt besonders in heißen Klimaregionen, wo das Erreichen eines hohen Mostgewichtes unabhängig von der Qualität der Trauben erfolgen kann.

Es wurde die sogenannte Glykosyl-Glucose-Methode (GG-Methode) von der Forschungsgruppe um P. J. Williams entwickelt, mit welcher der gesamte Gehalt an glykosidisch gebundenen sekundären Metaboliten determiniert werden kann (Abbot et al., 1992). Darunter werden Monoterpene, Norisoprenoide, Benzolderivate und aliphatische kurzkettige Verbindungen verstanden, welche in glykosidisch gebundener Form in der Traube vorliegen. Ein Problem für die Methode bilden allerdings die phenolischen Verbindungen, welche auch in glykosidischer Form vorkommen und somit einen Störungsfaktor bedeuten. Es wurde versucht diese Verbindungen durch pH-Erhöhung (pH=10) (Williams et al., 1996) zu deaktivieren, allerdings bereite diese Veränderung sämtliche Probleme für die weitere Umsetzung der GG-Methode.

Da die primären Aromastoffe einen wichtigen Teil der sekundären Pflanzenmetaboliten stellen und größten Teils in gebundener Form in der Traube vorliegen, könnte durch diese Messung ein Indikator der potenziellen „Aromaqualität“ des untersuchten Mostes bzw. Weines erstellt werden. Die GG-Messung wäre ein wichtiges Messinstrument für die Abschätzung der optimalen Traubenreife; zusätzlich könnte zu einer Einstufung der Trauben in verschiedenen Qualitätsstufen dienen und somit zur Lösung eines Problems vieler Grossbetriebe bzw. Winzergenossenschaften, welche zugekaufte Trauben verwenden, führen.

3. Material und Methoden

3.1 Material

Versuchsablauf

Den ersten Schritt im Versuchsablauf bildete die Beerenprobennahme. Diese fand einmal wöchentlich innerhalb eines Zeitraums von 6-8 Wochen statt.

Der Beerenprobennahme folgte die Mostprobennahme. In jedem Stadium der Verarbeitung – vom Kelteren bzw. der Pressung bis zur Mostbehandlung – wurden Proben mit dem Ziel gezogen, die weitere Entwicklung der Glykoside zu beobachten. Der Gärverlauf wurde zusätzlich mit Temperatur- und Zuckermessungen näher untersucht.

Der Weinausbauprozess wurde mit der Abfüllung abgeschlossen. Den nächsten wichtigen Schritt dieser Untersuchung stellte die sensorische Beurteilung der erzeugten Weine dar. Diese wurde an regelmäßigen Terminen, mit dem Ziel durchgeführt den Reifeprozess der Weine in der Flasche aus analytischer und sensorischer Sicht zu erforschen.

3.1.1 Versuchsanlagen

3.1.1.1 Gewürztraminer

Beeren und Traubenmaterial wurden von der Versuchsanlage Geisenheimer Fuchsberg (F10) entnommen. Die Anlage wurde 1976 mit unterschiedlichen Gewürztraminer Klonen auf der Unterlage 5C bepflanzt. Der Zeilenabstand beträgt 1,50 m und der Stockabstand 1,60 m, was einen Standraum von 2,40 m² ergibt. Die Bodenart ist sandiger Lehm bis Lößlehm, die Inklination beträgt 12 % und die Exposition ist Süd.

3.1.1.2 Riesling (Versuchsanstellung Maischestandzeit)

Die Reifeentwicklung der Rebsorte Riesling und die Untersuchung des Einflusses der Maischestandzeit wurden mit Traubenmaterial der Versuchsanlage Geisenheimer Fuchsberg, „Katzenloch“ (F6) durchgeführt. Die Anlage wurde im Jahr 1995 mit dem Klon 239-17 auf der Unterlage 5C (Klon 6) gepflanzt. Das Erziehungssystem ist Pendelbogen mit einem Zeilenabstand von 2,00 m und einem Stockabstand von 1,40 m. Der Boden besteht aus Lehm und Lößlehm, die Inklination beträgt 12 % und die Exposition ist Süd-Südwest.

3.1.1.3 Riesling (Projekt „Weinqualität“)

Das Projekt „Weinqualität“ ist ein langfristig angelegtes Projekt der Forschungsanstalt Geisenheim. Es wird durch die Kooperation mehrerer Fachgebiete - Weinbau, Kellerwirtschaft, Rebenzüchtung, Weinanalytik, Mikrobiologie, Bodenkunde und Betriebswirtschaft - realisiert. Ziel der zusammenarbeitenden Forschungsgruppen ist es, das Produkt Wein aus verschiedenen Blickwinkeln zu erforschen und gleichzeitig zu verbessern.

Im Rahmen dieses Projektes wurden in den Jahren 1998-2000 verschiedene Teilaspekte in den Fachgebieten Weinbau und Kellerwirtschaft erforscht. Ein Teil der Versuche bezog sich auf die Traubenstruktur der Erziehungsformen Spalier und Minimalschnitt und der Beeinflussung der sekundären Pflanzenmetaboliten. Des Weiteren wurden unterschiedliche Traubenverarbeitungsvarianten auf ihren analytischen und sensorischen Einfluss auf die spätere Weine untersucht.

Für die Zwecke des Projektes „Weinqualität“ stammten die Beerenproben und das Traubenmaterial aus der Anlage Geisenheimer Kläuserweg (K2). Die Anlage ist seit dem Jahr 1977 mit dem Riesling -Klon 198 Gm auf der Unterlage 5C bestockt und wurde im Jahr 1996 zu Versuchszwecken auf Minimalschnitt umgestellt.

Die Kontrollvariante wurde als Spalier mit einer Zeilenbreite von 2,00 m und einem Stockabstand von 1,40 m erzogen. Die Behandlung des Weinbergs entspricht der „Standard-Behandlung“, d.h. Winterschnitt, Biegen, Ausbrechen, Heften, Laubarbeiten usw. Für den Minimalschnitt wurde ein Stockabstand von 0,85 m bei einer Zeilenbreite von ca. 2,8 m gewählt. Die Laubwand sollte ab einer Höhe von ca. 1,0-1,1 m nach oben beginnen, um Probleme bei zu geringer Bodennähe mit auftretendem höheren Krankheitsdruck zu vermeiden. Im Umstellungsjahr wurden alle verholzten Triebe von unten in den obersten Draht gewickelt (Abbildung 10). Daraus ergab sich eine Laubwandstruktur, die nach mehreren Jahren zur Positionierung der Traubenzone an der Peripherie der Laubwand führte (Schultz et al., 1997).

Zur Behandlung der Minimalschnittanlage gehört ein im März mit einem Laubschneider vorgenommener moderater Winterschnitt - einerseits um das Wachstum der Laubwand in Richtung Boden zu vermeiden und andererseits das Ausbrechen der Triebe zu verhindern. Die Abbildung 10 zeigt eine schematische Darstellung von Spalier- und Minimalschnitterziehungssystemen.

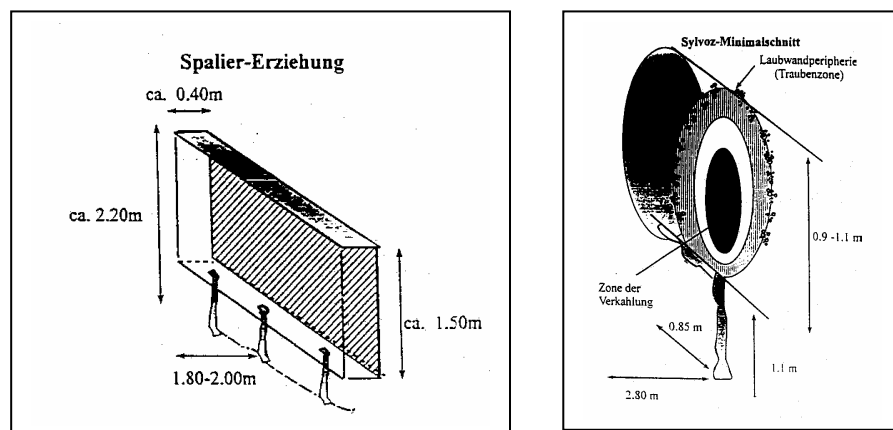


Abbildung 10: Spalier und Minimalschnitt (nach Schultz et al., 1997).

3.1.2 Witterungsbedingungen

Die Witterung des Jahrgangs 1998

Die Witterungsdaten, wie sie in Tabelle 8 dargestellt werden, zeigen, dass die Monate Juli und August des Jahres 1998 überaus trocken waren; die Niederschläge lagen um 42,8 mm niedriger als der 30jährige Durchschnittswert. Besonders im August haben die Reben einen Trockenstress erlebt, was möglicherweise Störungen ihrer Inhaltstoffversorgung verursachte, wie z.B. eine erniedrigte Stickstoffversorgung.

Im Gegensatz dazu zeigte sich der Herbst 1998 extrem feucht mit Niederschlägen, die im September und Oktober insgesamt 201,2 mm erreichten (etwa 120 mm höher als der Durchschnittswert der letzten 30 Jahre).

Ein Befall von *Botrytis cinerea* war unter diesen Umständen zu erwarten. Da bei manchen Versuchen ausschließlich gesundes Traubenmaterial verwendet werden sollte, traten z. B. beim Gewürztraminer Schwierigkeiten auf, die gewünschte Traubenmenge zu beschaffen.

Tabelle 2 : Witterung im Jahr 1998.

Klimadaten 1998 im Vergleich zu den Normalwerten aus dem Zeitraum 1961-90									
	MonMit Tm (61-90)	MonMit Tm 98	Abweich. Temperatur	MonSumR R (61-90)	MonSum RR 98	Abweichung Niederschlag	MonSum SS (61-90)	MonSum SS 98	Abweich. Sonne
Jan	1,2	3,2	2,0	38,5	31,2	-7,3	38,8	58,5	19,7
Feb	2,3	4,7	2,4	34,5	9,3	-25,2	75,7	121,0	45,3
März	5,6	7,4	1,8	38,0	21,7	-16,3	120,1	128,2	8,1
Apr	9,4	9,8	0,4	38,9	63,4	24,5	166,0	99,0	-67,0
Mai	13,9	15,8	1,9	51,4	38,3	-13,1	205,9	220,7	14,8
Juni	17,0	18,2	1,2	59,3	58,6	-0,7	205,5	204,0	-1,5
Juli	18,6	18,0	-0,6	56,5	40,7	-15,8	224,3	150,2	-74,1
Aug	18,1	19,0	0,9	53,1	26,1	-27,0	207,1	248,5	41,4
Sep	14,7	14,6	-0,1	40,6	90,6	50,0	157,2	93,4	-63,8
Okt	10,0	10,1	0,1	42,3	110,6	68,3	97,8	44,5	-53,3
Nov	5,1	3,4	-1,7	49,0	44,3	-4,7	50,1	63,3	13,2
Dez	2,3	2,6	0,3	46,1	52,4	6,3	38,6	27,1	-11,5
akt. Stand	9,9	10,6	0,7	548,1	587,2	39,1	1587,0	1458,4	-128,6
rel. Jahressumme		107,2%	*		107,1%			91,9%	
Jahreswerte	9,89	10,60	0,71	548,1	587,2	39,1	1587,0	1458,4	-128,6
Winter	1,9	4,0	2,0	119,1	84,9	-34,2	153,1	212,9	59,8
Frühling	9,6	11,0	1,4	128,3	123,4	-4,9	164,0	447,9	283,9
Sommer	17,9	18,4	0,5	168,9	125,4	-43,5	212,3	602,7	390,4
Herbst	9,9	9,3	-0,6	131,9	245,5	113,6	101,7	201,2	99,5
Veg.periode	14,5	15,1	0,5	342,1	428,3	86,2	180,5	1060,3	879,8

Quelle: Deutscher Wetterdienst, Außenstelle Geisenheim, 1998.

Die Witterung des Jahrgangs 1999

Das Jahr 1999 zeigte ein anderes Witterungsbild. Diesmal war der Sommer, insbesondere der Juli, äußerst feucht, während sich der Herbst, mit Ausnahme zweier Wochen - Ende September, Anfang Oktober - relativ trocken und warm präsentierte.

Ein sehr wichtiger Monat für die Entwicklung der Trauben in diesem Jahr war der Juli. Die Monatsdurchschnittstemperatur lag bei 20,7° C, d.h. 2,1° C höher als der Durchschnittswert der letzten 30 Jahre. Die Sonnenscheindauer betrug 263,3 Stunden (39 Stunden über dem Durchschnitt) und die Niederschläge erreichten 131,5 mm, rund 75 mm mehr als normalerweise. Unter diesen Rahmenbedingungen fand ein enormes Wachstum der Trauben und Beeren statt, die außergewöhnliche Größen erreichten.

Vom 20. September bis zum 6. Oktober fielen 37,5 mm Niederschlag. Diese regenreiche Periode begünstigte eine Botrytisinfektion, welche die dünnschaligen Beeren stark

beschädigte. Gleichzeitig wurden die Trauben mit viel Wasser versorgt, was zu einer Verdünnung der Traubenhaltstoffe geführt haben könnte.

Tabelle 3: Witterung im Jahr 1999.

Klimadaten 1999 im Vergleich zu den Normalwerten aus dem Zeitraum 1961-90									
	MonMit Tm (61-90)	MonMit Tm 99	Abweich. Temperatur	MonSum RR (61-90)	MonSum RR 99	Abweichung Niederschlag	MonSum SS (61-90)	MonSum SS 99	Abweich. Sonne
Jan	1,2	3,8	2,6	38,5	43,8	5,3	38,8	50,0	11,2
Feb	2,3	2,7	0,4	34,5	38,3	3,8	75,7	84,3	8,6
März	5,6	7,1	1,5	38,0	32,6	-5,4	120,1	114,7	-5,4
Apr	9,4	10,8	1,4	38,9	56,5	17,6	166,0	165,7	-0,3
Mai	13,9	15,5	1,6	51,4	15,1	-36,3	205,9	205,3	-0,6
Juni	17,0	17,0	0,0	59,3	33,5	-25,8	205,5	204,8	-0,7
Juli	18,6	20,7	2,1	56,5	131,5	75,0	224,3	263,3	39,0
Aug	18,1	18,6	0,5	53,1	40,4	-12,7	207,1	207,3	0,2
Sep	14,7	18,1	3,4	40,6	28,8	-11,8	157,2	202,9	45,7
Okt	10,0	10,2	0,2	42,3	40,1	-2,2	97,8	117,7	19,9
Nov	5,1	4,9	-0,2	49,0	30,4	-18,6	50,1	56,1	6,0
Dez	2,3	3,8	1,5	46,1	66,8	20,7	38,6	47,3	8,7
akt. Stand	1,2	11,1	10,0	38,5	557,8	519,3	38,8	1719,4	1680,6
rel. Jahressumme		112,6%	*		101,8%			108,3%	
Jahreswerte	9,89	11,1	1,2	548,1	557,8	9,7	1587,0	1719,4	132,4
Winter	1,9	3,0	1,1	119,1	134,4	15,3	153,1	157,0	3,9
Frühling	9,6	11,1	1,5	128,3	104,2	-24,1	492,0	485,7	-6,3
Sommer	17,9	18,8	0,9	168,9	205,4	36,5	636,9	675,4	38,5
Herbst	9,9	11,0	1,1	131,9	99,3	-32,6	305,1	376,7	71,6
Veg.periode	14,5	15,8	1,3	342,1	345,9	3,8	1263,8	1367,0	103,2

Quelle: Deutscher Wetterdienst, Außenstelle Geisenheim, 1999.

Die Witterung des Jahrgangs 2000

Im Jahr 2000 lagen die Niederschläge im Juli wieder sehr hoch, wobei die Temperaturen mit 2,3° C unter dem Durchschnittswert der letzten 30 Jahre, relativ niedrig waren. Gleichzeitig war die Sonnenscheindauer mit nur 144 Stunden (rund 80 Stunden niedriger als der Durchschnittswert) gering. Dementsprechend, obwohl die Rebe mit viel Wasser versorgt war, waren die Rahmenbedingungen für die photosynthetische Aktivität nicht optimal. Der August präsentierte sich trocken, warm und sonnig, was ein gutes Wachstum der Trauben zur Folge hatte. Der Herbst war wiederum besonders nass und bewölkt.

Tabelle 4: Witterung im Jahr 2000.

Klimadaten 2000 im Vergleich zu den Normalwerten aus dem Zeitraum 1961-90									
	MonMit Tm (61-90)	MonMit Tm 2000	Abweich. Temperatur	MonSumR R (61-90)	MonSumR R 2000	Abweich. Niederschlag	MonSum SS (61-90)	MonSum SS 2000	Abweich. Sonne
Jan	1,2	3,0	1,8	38,5	21,3	-17,2	38,8	37,8	-1,0
Feb	2,3	5,1	2,8	34,5	46,2	11,7	75,7	84,1	8,4
März	5,6	7,6	2,0	38,0	53,7	15,7	120,1	89,4	-30,7
Apr	9,4	11,5	2,1	38,9	28,5	-10,4	166,0	189,5	23,5
Mai	13,9	16,0	2,1	51,4	59,6	8,2	205,9	216,8	10,9
Juni	17,0	18,4	1,4	59,3	41,0	-18,3	205,5	286,8	81,3
Juli	18,6	16,3	-2,3	56,5	143,8	87,3	224,3	143,5	-80,8
Aug	18,1	19,4	1,3	53,1	44,3	-8,8	207,1	258,1	51,0
Sep	14,7	15,4	0,7	40,6	74,1	33,5	157,2	105,4	-51,8
Okt	10,0	11,0	1,0	42,3	70,5	28,2	97,8	59,8	-38,0
Nov	5,1	7,0	1,9	49,0	65,6	16,6	50,1	23,2	-26,9
Dez	2,3	4,3	2,0	46,1	44,0	-2,1	38,6	46,0	7,4
akt. Stand	1,2	11,3	10,1	38,5	692,6	654,1	38,8	1540,4	1501,6
rel. Jahressumme		114,1%	*		126,4%			97,1%	
Jahreswerte	9,89	11,3	1,4	548,1	692,6	144,5	1587,0	1540,4	-46,6
Winter	1,9	4,0	2,0	119,1	134,3	15,2	153,1	169,3	16,2
Frühling	9,6	11,7	2,1	128,3	141,8	13,5	492,0	495,7	3,7
Sommer	17,9	18,1	0,2	168,9	229,1	60,2	636,9	688,4	51,5
Herbst	9,9	11,1	1,2	131,9	210,2	78,3	305,1	188,4	-116,7
Veg.periode	14,5	15,4	0,9	342,1	461,8	119,7	1263,8	1259,9	-3,9

Quelle: Deutscher Wetterdienst, Außenstelle Geisenheim, 2000.

3.1.3 Probenentnahme

3.1.3.1 Beerenproben

Die Entnahme der Proben fand alle 7 Tage statt und begann 5 Wochen vor der Ernte. Ziel war die Endphase der Reife zu verfolgen, in der die Entwicklungseinflüsse sich am deutlichsten zeigen. Es wurden 50 Beeren nach dem 2-2-1 Schema von McCarthy (1997) entnommen; von jeder Traube wurden 2 Beeren aus dem Kopfbereich, 2 aus dem Mittelbereich und eine aus der Traubenspitze gesammelt. Die Trauben wurden so ausgewählt, dass sie eine repräsentative Auswahl des gesamten Traubenmaterials darstellten. Es wurden abwechselnd Trauben aus der Licht- und Schattenseite, aus dem Basal- und Apikalereich der Rebe entnommen.

3.1.3.1.1 Gewürztraminer

Für den Gewürztraminer wurden bei jedem Termin insgesamt 10 Proben genommen. Das Schema der Probenentnahme im Weinberg ist in Abbildung 11 dargestellt.

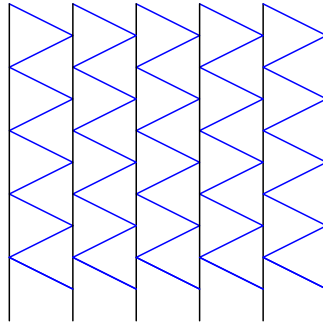


Abbildung 11: Schematische Darstellung des Weinbergs „Gewürztraminer Fuchsberg“.

Von jeder Zeile wurden 2 Proben entnommen, eine von Süden nach Norden und die andere von Norden nach Süden. Für die Beobachtung der Reifeentwicklung wurden nur gesunde Beeren gesammelt. Auch bei der Ernte wurde das Traubenmaterial sortiert und nur gesundes für die Zwecke der kellerwirtschaftlichen Versuche verwendet (s. Kapitel 2.2.3). Im Jahr 1998 war das Traubenmaterial relativ faul.

Im Jahr 1999 lag der Ertrag ziemlich hoch. Allerdings konnten aufgrund der ungünstigen Witterung im Herbst viele Trauben nicht ausreifen. Diese Trauben wurden von der Probenentnahme und auch von der Ernte ausgeschlossen.

3.1.3.1.2 Riesling (Fuchsberg)

Wegen der Struktur des Weinbergs wurde das Versuchsfeld in zwei Teilen aufgeteilt - einen oberen und einen unteren. Die Beerenproben wurden homogen aus den beiden Teilen, wie Abbildung 12 zeigt, entnommen.

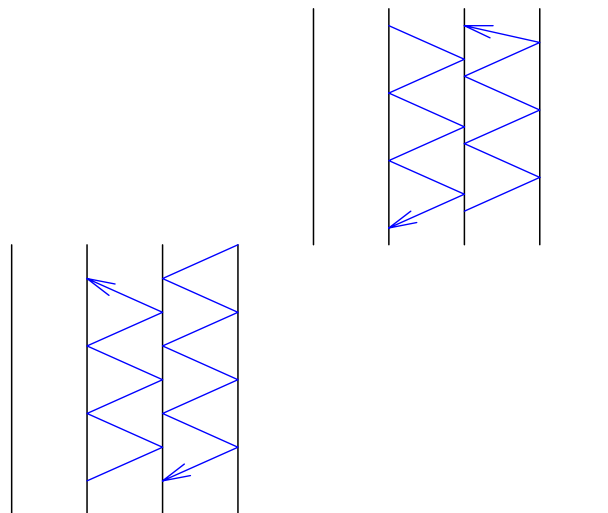


Abbildung 12: Schematische Darstellung des Weinbergs „Riesling Fuchsberg“.

Wie beim Gewürztraminer wurden 10 Beerenproben genommen - von jeder Zeile zwei Proben, eine von Süden nach Norden und die andere von Norden nach Süden. Bei der Lese wurden faule und unreife Trauben ausgelesen.

3.1.4 Probenvorbereitung

3.1.4.1 Beerenproben zur Untersuchung der Reifeentwicklung

Alle Beerenproben wurden direkt nach ihrer Entnahme im Labor des Fachgebietes für Kellerwirtschaft der Forschungsanstalt Geisenheim gewogen, in Beutel verschlossen und eingefroren. Sie lagerten bei -20°C bis zum Tag der Analytik.

3.1.4.2 Beerenproben - Projekt „Weinqualität,“

Für die beiden Erziehungssysteme Spalier und Minimalschnitt wurde die Traubenstruktur durch Messung von Traubenlänge, Traubengewicht und Beerenanzahl pro Traube bestimmt. Als Stichprobe dienten jeweils für jedes System 40 Trauben. Durch die Anwendung von Lochsieben unterschiedlichen Durchmessers wurde die Beerengröße gemessen und die Beeren in vier Klassen - von 0,8 bis 1,4 cm Durchmesser - sortiert. Nach der Fraktionierung wurden alle Beeren gemischt. Von dem gesamten Beerenpool wurden jeweils achtmal 50 Beeren abgezählt, gewogen und eingefroren. Diese Beerenproben wurden später auf ihren GG-Gehalt untersucht.

3.1.5. Mostproben zur Untersuchung der Maischestandzeit

3.1.5.1 Lese

Um die mechanische Belastung des Lesegutes so gering wie möglich zu halten und somit den Einfluss unerwünschter Parameter auszuschließen, wurde eine Handlese durchgeführt (s. Kapitel 2.3.1.1). Weiter wurde das Traubenmaterial, sowohl für den Gewürztraminer als auch für den Riesling selektiv geerntet, um so den Einfluss durch Botrytistrauben zu vermindern. Die Trauben wurden direkt am Weinberg homogen in jeweils drei Büten verteilt. Nach dem Einmaischen der Trauben mittels einer Sternwalzenmühle wurde die Maische der Variante ohne Standzeit mit Hilfe eines Gabelstaplers mit Drehkranz direkt auf die Presse (Willmes WP 100) abgekippt.

Der Pressverlauf lief in folgenden Schritten ab: Die erste Fraktion, „Vorlauf“ genannt, entstand aus dem freien Saftablauf der Maische. Bei dem ersten Pressgang „der ersten Pressung“ wurde auf die Maische ein Pressdruck von 0 bis 1,5 bar ausgeübt. Zur „zweiten Pressung“, zählt der Most, der bei einem Pressdruck von 1,5 bis 3,0 bar gewonnen wurde. Unter dem Begriff „Gesamt,“ wird der mengenmäßige Verschnitt aller drei Pressfraktionen verstanden.

Bei den Varianten mit Standzeit blieb die Maische in einer mit Plastikdeckel verschlossenen Büte stehen und wurden nach 16 h bzw. 40 h nach dem gleichen Schema wie die Variante ohne Standzeit abgepresst. Für jede Variante wurden Mostproben vom Vorlauf, der ersten und der zweiten Pressung sowie vom gesamten Most gezogen und sofort bei -20°C eingefroren.

3.1.5.2 Mostbehandlung

Der Most wurde in einen 150 l Vorklär tank mittels einer Impellerpumpe gefördert und mit 5%iger wässriger SO_2 -Lösung mit 35 mg/l schweflige Säure versetzt (vgl. Abbildung 13).

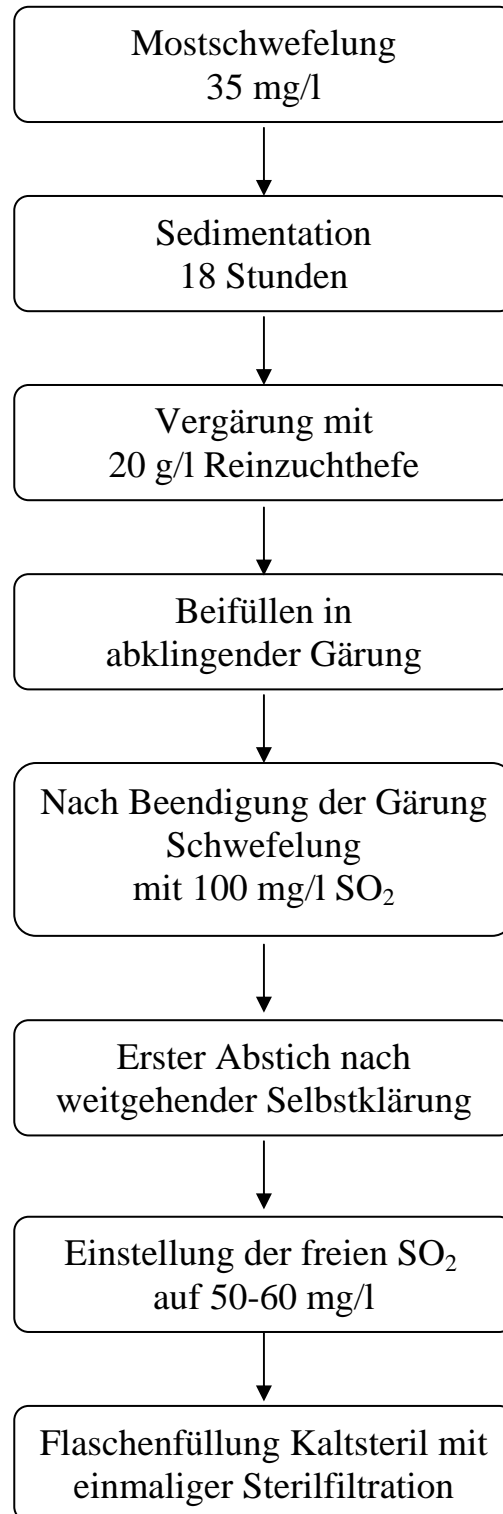


Abbildung 13: Schematische Darstellung des Weinausbaus im Fachgebiet Kellerwirtschaft, Forschungsanstalt Geisenheim.

Nach 18 Stunden Sedimentation wurde die Klarphase des Mostes in 50 l bzw. 25 l Glasballons abgestochen. Durch Zugabe der Reinzuchthefer Oenoferm Klosterneuburg (20 g/hl) wurden die Moste beimpft und vergoren.

Während des Gärverlaufs wurden täglich Temperatur und Zuckerabnahme gemessen. An drei Terminen während der Gärung wurden Mostproben für die Glykosidanalytik gezogen und sofort bei -20°C eingefroren. Es wurde versucht die Probennahme so zu legen, dass sie die Gärung zu Anfang, in der Mitte und zum Ende repräsentieren. Aufgrund des unterschiedlichen Gärverlaufs war es nicht möglich eine Probennahme so durchzuführen, dass die verschiedenen gärenden Varianten genau bei dem gleichen Restzuckergehalt charakterisiert werden konnten. Dies war auch nicht notwendig, da lediglich der Verlauf innerhalb einer Variante beobachtet werden sollte. Bei der Darstellung der Ergebnisse wird unter der Bezeichnung „Anfang Gärung“ ein Restzuckergehalt von ca. 150-180 g/l unter „Mitte Gärung“ ein Restzuckergehalt von 60-90 g/l und unter „Ende Gärung“ ein Restzuckergehalt von 5-25 g/l verstanden.

Nach der Gärung wurden die Jungweine beigefüllt und geschwefelt. Nach zwei Wochen erfolgte bei Bedarf eine Bentonitschönung aller Varianten in gleicher Höhe, um einen eventuellen Einfluss auf die Aromastoffe zu egalisieren. Eine Woche nach der Schönung wurde abgestochen und in Schraubverschlussflaschen abgefüllt (vgl. Abbildung 13).

3.1.5.3 Projekt : Weinqualität

3.1.5.3.1 Weinausbau

Die Trauben für den kellerwirtschaftlichen Teil des Projektes „Weinqualität“ wurden von Hand gelesen und in Einheitsbüten ins Kelterhaus gebracht. Dort wurde das Traubenmaterial durch Vermischen der einzelnen Einheitsbüten homogenisiert.

Im Jahr 1998 wurden die Trauben für die Variante der Ganztraubenpressung (GTP) direkt auf die Presse abgekippt. Bei der „konventionellen Traubenverarbeitung“ (Kv.) gelangten die Trauben über einen Traubenwagen mit Schneckenentleerung und Förderband in die Presse.

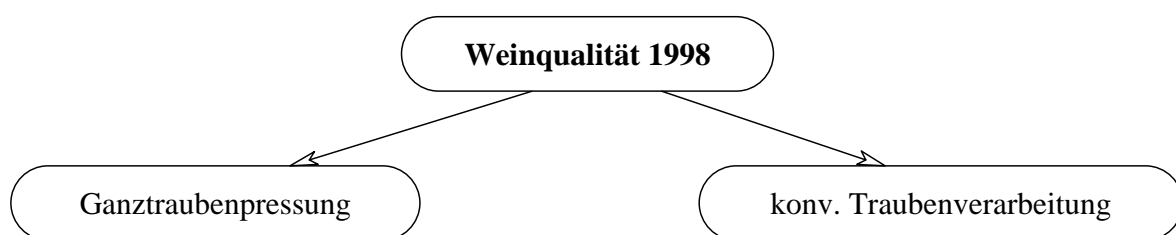


Abbildung 14: Projekt Weinqualität 1998, Traubenverarbeitungsmaßnahmen.

In den Jahren 1999 und 2000 wurde der Versuchsansatz um eine Maischestandzeitvariante erweitert. Die Ganztraubenpressung erfolgte wie in 1998, die Trauben der Variante „Maischepressung“ wurden nach vorausgegangenem Mahlen über eine Sternwalzenmühle in die Presse gekippt. Die Trauben der Variante „Maischestandzeit“ wurden gemahlen und nach 16 h in die Presse gefördert (vgl. Abbildung 15).

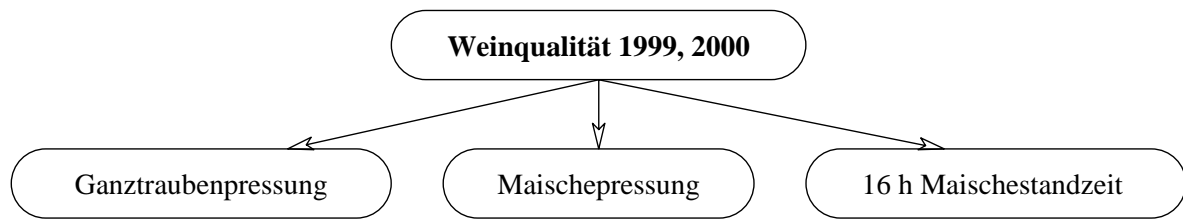


Abbildung 15: Projekte „Weinqualität 1999“ und „Weinqualität 2000“, Traubenverarbeitungsmaßnahmen.

In den beiden Jahrgängen wurden die Moste aus der Minimalschnitterziehung auf ein der Spaliererziehung vergleichbares Alkoholniveau angehoben, um eine bessere Vergleichbarkeit der Versuchsweine zu gewährleisten.

3.1.5.3.2 Gärung

Der Most wurde nach der Vorklärung von 18 Stunden Sedimentation in 300 l Edelstahltanks gelegt. Nach Zugabe der Reinzuchthefer Uvaferm CEG wurden die Moste vergoren. Es gab keine Temperatursteuerung im Gärgebinde. Zur Kontrolle wurde daher täglich die Temperatur und die Zuckerabnahme der gärenden Moste gemessen.

Im Jahr 1998 wurde die Entwicklung der Glykoside während der Gärung verfolgt. Dazu wurden Proben für die GG-Analytik von den gärenden Moste am Anfang, in der Mitte und am Ende der Gärung gezogen und eingefroren. In den Jahren 1999 und 2000 wurden diese Untersuchungen nicht mehr durchgeführt, da in parallel laufenden Versuchen die Fragestellung untersucht wurde.

Gärprobleme im Jahr 1998:

Wegen der aufgetretenen Gärprobleme im Jahre 1998 und zur Beschleunigung der Gärung wurde am 10.11.98 ein neuer Hefeinsatz mit der Lalvin EC 1118 durchgeführt (Dosierung von 30 g/hl). Eine Zugabe von Hefenährstoffen sollte zur Unterstützung dieser Maßnahme dienen. Es wurden 40 g/hl eines Kombi-Nährstoffpräparates der Firma Lallemand (Diamoniumphosphat, Ammoniumsulfat, Silicagel, Thiamin etc.) dem gärenden Most zudosiert.

Hefen

Oenoferm Klosterneuburg

Sie gehört zu den *Saccharomyces cerevisiae* Hefen. Sie wird von einer kräftigen Gärleistung charakterisiert, ermöglicht eine gute Endvergärung und unterstützt den Sortentyp. Die Dosage beträgt 15-25 g/hl.

Uvaferm CEG

Die zu *Saccharomyces cerevisiae* zählende Hefe wurde im Fachgebiet für Mikrobiologie und Biochemie der FA Geisenheim selektiert. Sie gehört zu den langsam gärenden Hefen. Aufgrund ihrer höheren Proteaseaktivität verläuft der Gärprozess ohne Schaumbildung. Weiter wird die CEG durch eine gute Angärung bei niedrigen Temperaturen (8°-15° C) charakterisiert. Die Dosage beträgt 20-30 g/hl, bei ungünstigen Bedingungen bis 40 g/hl.

Lalvin EC 1118

Die Hefe Lalvin EC 1118 gehört zu *Saccharomyces bayanus* Hefen. Es ist ein gärstarker Stamm, der selbst bei ungünstigen Bedingungen aktiv ist. Der optimale Temperaturbereich dieser Hefe liegt zwischen 13°-18° C. Die Dosage beträgt 20-30 g/hl und bei ungünstigen Bedingungen kann bis 40 g/hl erhöht werden.

3.1.6 Lagerung

Die Versuchsweine wurden direkt nach der Abfüllung in das Weinlager des Instituts für Kellerwirtschaft transportiert. Die Lagerungstemperatur betrug 14° C.

3.1.7 Sensorik

3.1.7.1 Allgemein

Die sensorische Beurteilung der Versuchsweine fand im Sensorikraum der Forschungsanstalt Geisenheim statt. Für jeden Prüfer steht eine seitlich abgeschirmte Prüfkabine mit Spülbecken zur Verfügung. Das Prüferpanel bestand aus Mitarbeitern der Forschungsanstalt Geisenheim, die über jahrelange Erfahrungen mit sensorischen Prüfungen verfügen.

Die Versuchsweine wurden zweimal im Abfülljahr verkostet. Die Termine lagen sechs- bis acht Monate auseinander. Später wurden die Weine einmal jährlich probiert.

Die sensorischen Analysen wurden in Form von Unterschiedsprüfungen (Dreieckstests, Rangordnungsprüfungen), des DLG-5-Punkten-Schemas als Einzelprobenprüfung und einer deskriptiver Sensorik durchgeführt.

3.1.7.2 Dreieckstests

Die Dreiecksprüfung ist die am meisten gebrauchte, empfindlichste und psychophysikalisch am besten untersuchte Methode für Unterschiedsprüfungen (Dürr 1986, zitiert in Koch, 1986). Den Prüfern werden drei Proben vorgestellt, von denen zwei identisch sind. Die abweichende Probe ist von den Prüfern zu erkennen. Dabei sollen die Prüfer ihre Präferenz äußern, ob der abweichende Wein positive, negative oder gar ähnliche Eigenschaften gegenüber den anderen zwei Proben besitzt (Dürr, 1986 zitiert in Koch, 1986). Dadurch wird ein erster Eindruck über die Qualität der prüfenden Weine gewonnen, der allerdings durch weitere Tests belegt werden muss.

Der Zufallsanteil der richtigen Antworten beträgt bei der Dreiecksprüfung ein Drittel. Erreicht die Anzahl der richtigen Antworten unter Beachtung der Gesamtzahl der vorliegenden Antworten bei einem festgelegten Signifikanzniveau (95 %, 99 %, oder 99,9 %) den Wert in der Tabelle (vgl. Tabelle IX, Anhang), so ist der Unterschied zwischen den Proben signifikant, d. h. von den Prüfpersonen erkennbar (Dürr, 1986 zitiert in Koch, 1986).

3.1.7.3 Rangordnungsprüfung

Die Rangordnung dient zur raschen Klassifizierung von 2 bis 6 Proben nach einem bestimmten Merkmal. Dabei kann geprüft werden, ob größere Unterschiede zwischen den Proben bezüglich des fragten Merkmals bestehen. So kann der Einfluss verschiedener Faktoren im Bereich der Verarbeitung, Verpackung und Lagerung festgestellt werden. Die Rangordnung ist eine Beliebtheitsprüfung. Dabei werden die Proben nach dem Kriterium „persönliche Bevorzugung“ geordnet (Dürr, 1986 zitiert in Koch, 1986).

Zur Auswertung werden die Rangsummen der Prüferurteile für jede Probe gebildet. Danach wird der sogenannte Platzziffer (PZ) berechnet - sie entsteht aus der Rangsumme dividiert durch die Anzahl der Prüfer - die wiederum die Berechnung die Rangziffer (RZ) ermöglicht. Diese wird nach der Formel $RZ = (PZ - 1) * n / (n - 1) + 1$ berechnet, wobei „n“ die Anzahl der zu vergleichenden Proben bedeutet. Damit ein Unterschied zwischen zwei Proben als signifikant bezeichnet werden kann, sollte die Differenz zweier Rangziffer ≥ 1 sein.

3.1.7.4 DLG-Qualitätsprüfung

Als Bewertungsschema der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG) dient eine hedonistische Punkteskala von 0 bis 5, wobei jeder Stufe eine Reihe Produkteigenschaften zugeordnet werden. Drei Produktmerkmale werden so geprüft: Geruch, Geschmack und Harmonie (Dürr, 1986 zitiert in Koch, 1986). Alle drei Prüfmerkmale sind gleichgewichtig (Gewichtungsfaktor = 1). In der Harmonie wird das Zusammenwirken der wichtigsten Weineigenschaften ausgedrückt. Ihre Bewertung darf gegenüber Geschmack und Geruch um höchstens 1,0 Punkte nach oben abweichen. Die durch 3 geteilte Summe der für Geruch, Geschmack und Harmonie erteilten Punkte ergibt die Qualitätszahl (Zürn, 1986 zitiert in Koch, 1986).

Zur statistischen Auswertung wurde der t-Test für den Vergleich zweier Varianten durchgeführt.

3.1.7.5 Deskriptive Sensorik - Standardvorbereitung

Mit der deskriptiven Sensorik können mehrere Sinneseindrücke eines Getränkes beschrieben und mehrdimensional dargestellt werden. Verschiedene Stimuli des Geruchs, des Geschmacks, der Farbe usw. werden mit einer Ordinal- oder einer Verhältnisskala gemessen (Dürr, 1986 zitiert in Koch, 1986).

Bei den vorliegenden Untersuchungen wurde für jedes Aromattribut die Intensität im zu beurteilenden Geruch gemessen. Eine Punkteskala von 0 (nicht vorhanden) bis 9 (sehr intensiv) wurde verwendet. Dabei standen Aroma-Standards zu Verfügung, um den Prüfern zu helfen, ihren Geruchseindruck über die verschiedenen zu beurteilenden Aromattribute aufzufrischen.

Nach einer Vorverkostung der zu bewertenden Weine wurden Aromattribute gesammelt, die nachher mittels frischen Obstes oder chemischer Reagenzien zum Ansetzen von Aromastandards genutzt wurden. Die Rezepturen dieser Standards sind in Tabelle 5 aufgelistet, wobei als Grundwein ein 1997er bzw. 1998er Riesling Landwein trocken der Forschungsanstalt Geisenheim diente. Dieser Wein zeigte einen neutralen Geschmack und konnte somit als neutrale Basis für die Entwicklung der Aromastandards Verwendung finden. Zur statistischen Auswertung wurde der t-Test für den Vergleich zweier Varianten durchgeführt. Mit t-Tests wurde geprüft, ob zwischen den Resultaten aus zwei verschiedenen Messserien Unterschiede angenommen werden können. Die verschiedenen Weine wurden paarweise verglichen.

Tabelle 5 : Herstellung der Aroma-Standards zur Beschreibung der aromatischen Eigenschaften der Versuchsweine.

Aromastandard	Herstellung
Apfel	200 ml Wein mit einem kleinen fein geschnittenen Apfel, Standard kurz vor der Verkostung ansetzen
Zitrone	200 ml Wein mit 50 ml frischem Saft, über Nacht stehen lassen
Grapefruit	200 ml Wein mit 100 ml frischem Saft, über Nacht stehen lassen
Pfirsich	200 ml Wein mit 50 ml Granini Saft, über Nacht stehen lassen
Aprikose	200 ml Wein mit 50 ml Granini Saft, über Nacht stehen lassen
Erdbeere	200 ml Wein mit vier fein geschnittenen Erdbeeren, Standard kurz vor der Verkostung ansetzen
Himbeere	200 ml Wein mit vier fein geschnittenen Himbeeren, Standard kurz vor der Verkostung ansetzen
Ananas	200 ml Wein mit 1/5 fein geschnittener Ananas, über Nacht stehen lassen
Eisbonbon	200 ml Wein mit 40 µl Isoamylacetat Standard kurz vor der Verkostung ansetzen
blumig (Linalool)	200 ml Wein mit 0,5 ml Linalool Standard kurz vor der Verkostung ansetzen
Rose	200 ml Wein 200 mit 200 µl 2-Phenylethanol Standard kurz vor der Verkostung ansetzen
frisches Gras	200 ml Wein mit 50 ml cis-1-Hexenol Standard kurz vor der Verkostung ansetzen
grüner Paprika	200 ml Wein mit einem kleinen Stück Paprika, über Nacht stehen lassen
Honig	200 ml Wein mit einem Löffel Honig, Standard kurz vor der Verkostung ansetzen
fruchtig	Wein (Riesling)
blumig	200 ml Wein 200 µl 2-Phenylethanol Standard kurz vor der Verkostung ansetzen
vegetativ	200 ml Wein mit 50 ml cis-1-Hexenol Standard kurz vor der Verkostung ansetzen

Quelle: Eigene Herstellung.

3.2 Methoden

3.2.1 Glykosyl-Glucose Analytik

3.2.1.1 Allgemeines Schema

Die Untersuchung der Beeren-, Most- und Weinproben hinsichtlich ihres Glykosidgehaltes erfolgte nach dem Glykosyl-Glucose-Assay (Williams et al., 1995, Iland et al., 1996).

Jede Beerenprobe bestand aus 50 Beeren. Die Vorbereitung der Beerenproben erfolgte wie folgt:

Zunächst wurden die Beeren mit Hilfe eines Ultra Turax Homogenisators zerkleinert. Der dabei gewonnenen Masse wurde danach 10 ml 50 %iges Ethanol zugefügt. Nach einer einstündigen Aufschüttelung dieser Mischung wurde das „Homogenat“ zentrifugiert und anschließend 4 ml vom Überstand zur Untersuchung entnommen. Durch Zugabe von 36 ml dest. Wasser wurde die Probe verdünnt. Nach Zugabe von einem Tropfen 5 M HCl wurde der pH auf einen Wert unter 2,25 eingestellt.

Um eine blanke Probe zur Untersuchung zu bekommen, wurden die Mostproben nach dem Auftauen mit Hilfe einer Suprafuge zentrifugiert. Für die Untersuchung des Weines reichte eine einfache Filtration über Faltenfilter aus. Der pH-Wert wurde auch hier mit Zugabe von einem Tropfen 5 M HCl unter 2,25 eingestellt.

Die schematische Beschreibung der Methode ist in Abbildung 17 zusammengestellt. Die Glykosyl-Glucose Methode beruht auf dem folgenden Prinzip:

Die zu messenden glykosidischen Verbindungen werden in einer RP18 Säule festgehalten, während die anderen Inhaltsstoffe der Probe (Säure, Zucker, Aminosäure u.a.) durch die Säule durchlaufen. Danach werden die Glykoside mittels Ethanol aus der Säule herausgelöst und durch eine thermische Säurehydrolyse gespalten. Nach der Hydrolyse enthält die Probe die Spaltungsprodukte Aglykon und Glucose. Die freigesetzte Glucose wird enzymatisch bestimmt. Durch das bekannte 1:1 Verhältnisses von Aglykon:Glucose wird aus der Glucosemenge der Gehalt an Aglykonen berechnet.

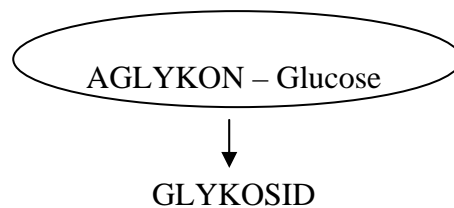


Abbildung 16: Schematische Darstellung eines Glykosids.
Aglykon: Monoterpene, Norisoprenoide, Phenole, Anthocyane.

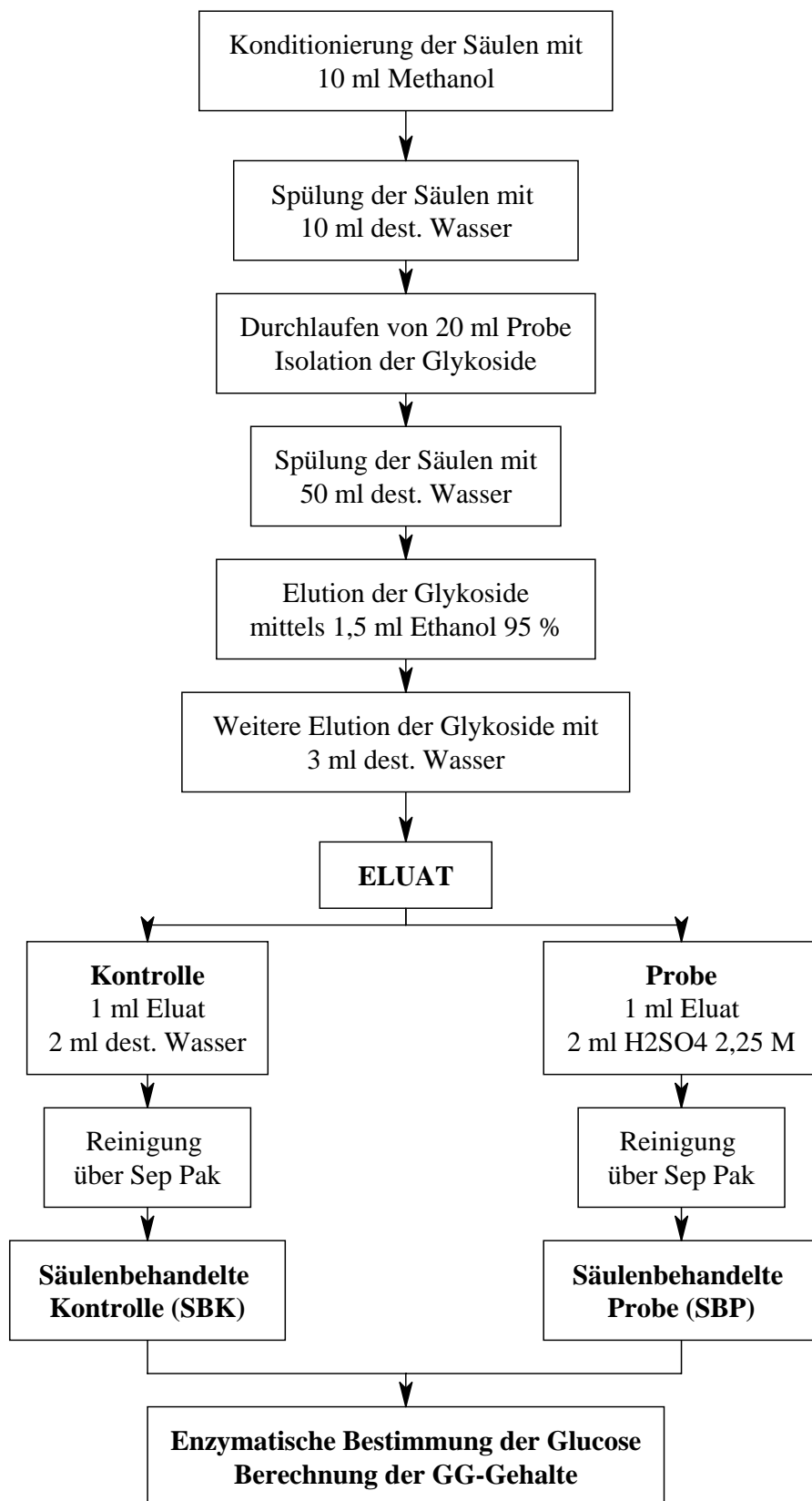


Abbildung 17: Schematische Darstellung der GG-Methode (nach Williams et al., 1995 und Iland et al., 1996).

3.2.1.2. Beschreibung der Methode

Konditionierung der Säulen

Es wurden die Sep-Pak C₁₈RP Festphasen-Extraktionskartuschen von Waters GmbH verwendet. Es handelte sich hierbei um Säulen mit internem Volumen von 0,7 ml und 360 mg Sorbens. Als Trägermaterial dient hier ein chemisch modifiziertes Silicagel. Die Kohlenstoffketten (C₁₈) hängen an der Silicatschicht (SiO₂). Die unpolaren Kohlenstoff-Moleküle adsorbieren mehrere Substanzen, wobei diese nicht nur organischer Natur sind. Jede Säule wurde mittels 10 ml Methanol konditioniert; d.h. durch die Reaktion des Methanols mit dem Silizium werden die Kohlenstoffketten ausgerichtet. Nach der Methanolgabe wurden die Säulen mit jeweils 10 ml dest. Wasser gespült. Anschließend lässt man die zur Untersuchung vorbereitete Probe durch die Säulen laufen. Die zu messenden glykosidischen Verbindungen werden in der C₁₈RP festgehalten. Die anderen Substanzen in der Probe (Säure, Zucker, Aminosäure u.a.) laufen durch die Säule bzw. werden mit 50 ml dest. Wasser aus der Säule gespült.

Elution der Glykoside

Die Elution der Glykoside aus der Säule erfolgte mit 1,5 ml 95 % vol. Ethanol. Es folgte das Nachwaschen mit 3 ml dest. Wasser und das Auffüllen mit dest. Wasser auf 5 ml. Das entstandene *Eluat* enthält die glykosidisch gebundenen Stoffe der untersuchten Probe.

Kontrolle

Als Kontrolle diente 1,0 ml des Eluats mit 2 ml dest. Wasser. Die Kontrolle wurde zur Reinigung bzw. Entfernung von störenden Stoffen (z.B. Phenole) nach einer Stunde wiederholt über die Säulen geschickt. Dadurch erhielt man die **säulenbehandelte Kontrolle (SBK)**, deren Glucosemessung zeigt, wie viel Glucose bereits in der Probe vorhanden ist.

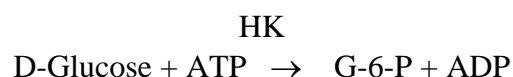
Probe

Die „Probe“ entstand aus 1 ml des Eluats mit 2,0 ml 2,25 M H₂SO₄ zugesetzt und wurde für 1h in einen vorgeheizten Heizblock (100° C) gestellt. In dieser Zeit findet die Säurehydrolyse der Glykoside und somit die Spaltung in Glucose und Aglykon statt. Um störende Inhaltsstoffe zu entfernen, lief die Probe nach einer Abkühlungszeit nochmals über die Säule. Dadurch erhielt man die **säulenbehandelte Probe (SBP)**.

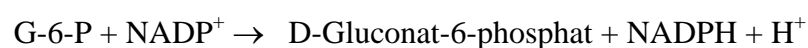
Enzymatische Bestimmung der Glucose

Die Bestimmung des Glucosegehalts wurde unter Verwendung des „Enzym Kits von Boehringer zur Glucosebestimmung“ durchgeführt.

Bei dieser Analysenmethode wurde die D-Glucose durch das Enzym Hexokinase (HK) und Adenosin-5-triphosphat (ATP) zu D-Glucose-6-phosphat (G-6-P) unter gleichzeitiger Bildung von Adenosin-5-diphosphat (ADP) phosphoryliert:



In Gegenwart des Enzyms Glucose-6-phosphat-Dehydrogenase (G-6-P-DH) wird G-6-P von Nicotinamid-adenin-dinucleotid-phosphat (NADP) zu D-Gluconat-6-phosphat oxidiert. Es entsteht reduziertes Nicotinamid-adenin-dinucleotid-phosphat (NADPH).



Die während der Reaktion gebildete NADPH-Menge ist der D-Glucose-Menge äquivalent. NADPH ist die Messgröße und wird aufgrund seiner Absorption bei 340 nm bestimmt.

Das Kit 1 enthielt 7,2 g Pulvergemisch, zusammengesetzt aus: Triethanolamin-Puffer, pH ca. 7,6; NADP, ca. 110 mg; ATP, ca. 260 mg; Magnesiumsulfat; Stabilisatoren. Das Kit 2 enthielt 1,1 ml Suspension, zusammengesetzt aus: Hexokinase, ca. 320 U; Glucose-6-phosphat-Dehydrogenase, ca. 160 U.

In eine Küvette (Dicke: 1cm, Kunststoff) wurden jeweils 0,8 ml von der Kontrolle pipettiert und dazu 1,2 ml bidest. Wasser, sowie 1,0 ml der Lösung 1 aus dem Boehringer Kit zugegeben. Die Probe wurde nachher im Photometer (Shimadzu Spektrophotometer UV-210A) bei 340 nm gegen Luft gemessen. Nach Zugabe von 20µl der Lösung 2 (Enzym) fand nach 30 min. die zweite Messung statt. Für die Glucosebestimmung der **SBP** waren alle Arbeitsschritte bis zur Zugabe vom bidest. Wasser gleich - es wurden 1,2 ml 2M NaOH zugegeben, um eine Neutralisierung zu erreichen.

3.2.1.3 Berechnungen und Angabe der Ergebnisse

Beerenproben

Die GG-Werte der Beerenproben wurden nach Iland, (1996) wie folgt berechnet:

$$\text{Total GG } (\mu\text{mol/Beere}) = \text{GG}_E * v * m_1 / 50000 * m_2 * 0,93 * 0,94$$

GG_E = Glykosyl-Glucose Konzentration in μM = $C = F * E$

$F = 544,0832 / 6,3 * 800$

$E = \Delta E$ = Extinktions- Differenz vor und nach Zugabe der Hexokinase (Kit 2)

v = Extraktvolumen (4 ml)

m_1 = Gewicht der 50 Beeren

m_2 = Homogenatgewicht für die Extraktion

0,93 = korrigiert die unvollständige Extraktion der Glykoside

0,94 = korrigiert die Effektivität der Säulen

$$\text{Total GG } (\mu\text{mol/ g Beerenfrischgewicht}) = \text{GG}_E * v / 1000 * m_2 * 0,93 * 0,94$$

Die GG_E = Glykosyl-Glucose Konzentration in μM wird durch Subtraktion der Extintionsdifferenz der Kontrolle von der Extinktionsdifferenz der Probe und anschließender Multiplikation mit 3,75 errechnet, womit der Verdünnungen Rechnung getragen wird.

Erklärung des Korrekturfaktors:

Aus 4 ml Extrakt nach der Elution werden die Glykoside auf 5 ml verdünnt - das entspricht einem Korrekturfaktor von 1,25. Dann 1 ml des Eluats mit 2,0 ml Wasser (für die Kontrolle) bzw. H_2SO_4 (für die erhitzte Probe) verdünnt, was wiederum ein Korrekturfaktor von 3 ergibt. Insgesamt muss so für die Beerenproben ein Gesamtkorrekturfaktor von 3,75 berücksichtigt werden (Bauer, 1997).

Mostproben

Die Berechnung der Glykosyl-Glucose Konzentration der nichterhitzten Kontrolle wurde mit der im Beiblatt des Enzymkits von Boehringer angegebenen Blatt durchgeführt. Die Berechnung der Glykosyl-Glucose-Werte der erhitzten Probe erfolgte über eine Eichgerade, die mittels einer Verdünnungsreihe mit der Modellsubstanz 1-O-n-Octyl- β -D-Glucopyranosid ($C_{14}H_{28}O_6$, $M=292,4$ g/mol, Boehringer Mannheim GmbH) erstellt wurde. Funktion und Bestimmtheitsmaß lauten wie folgt (Kraml, 1998):

$$y \text{ [GG/l]} = 659,99 * \Delta E (340 \text{ nm}) + 1,374 \quad (r^2 = 0,996)$$

$$SBP_{GG} = 659,99 * \Delta E_{SBP} (340\text{nm}) + 1,374$$

Die GG-Werte der untersuchten Probe wurde dann durch die folgende Formel berechnet:

$$GG \text{ (}\mu\text{M)} = [SBP_{GG} - SBK_{GG}] \text{ (}\mu\text{M)} * 15 / \text{Volumen (der durch die Säule durchgelaufene Probe) (ml)}$$

Bei den Mosten wurden die Glykoside aus 20 ml Most nach der Elution auf 5 ml eingengt, daraus resultiert ein Korrekturfaktor von 0,25 (Bauer, 1997).

Anschließend wurde 1 ml des Eluats mit 2,0 ml Wasser bzw. H_2SO_4 verdünnt, was wiederum einen Korrekturfaktor von 3 ergibt, so dass insgesamt für 20 ml untersuchte Mostprobe ein Gesamtkorrekturfaktor von 0,75 berücksichtigt werden muss

$$GG_{\text{Probe}} = [SBP_{GG} - SBK_{GG}] * 15 / 20 \text{ ml Vorlage}$$

3.2.2 Phenolanalytik - Bestimmung der Gesamtphenolgehalte nach Folin-Ciocalteu

3.2.2.1 Allgemein

Die Untersuchung des Phenolgehaltes der Proben erfolgte nach der Methode von Folin-Ciocalteu. Vor der Bestimmung wurden störende Substanzen, wie Ascorbinsäure, Fructose in hohen Mengen, schweflige Säure und Eisen(II)-Ionen, durch H_2O_2 oxidiert. Die phenolischen Substanzen wurden im alkalischen Milieu mit dem Folin-Ciocalteu-Reagenz (Mischung aus der Phosphorwolframsäure $H_3PW_{12}O_{40}$ und Phosphormolybdänsäure $H_3PMO_{12}O_{40}$) oxidiert. Die Heteropolysäuren des Reagenz wurden während der Oxidation der Phenole reduziert, was zur Bildung eines komplexen Molybdän-Wolfram-Blaus führte. Die Blaufärbung wurde bei 720 nm photometrisch ausgewertet. Je mehr phenolische Substanzen die Probe enthält, desto dunkler wird der Komplex und desto höher die Extinktionswerte.

3.2.2.2. Probenvorbereitung

Die Proben wurden mit einem Faltenfilter filtriert. 50 ml der Probe wurde mit 0,2 ml 30 %iger H_2O_2 Lösung versetzt, durchgemischt und für 30 min. stehen gelassen.

3.2.2.3 Messung

In einen 100 ml Messkolben wurden 75 ml dest. Wasser, 1,0 ml Probe sowie 5,0 ml Folin-Ciocalteu-Reagenz zugegeben und gründlich gemischt. Nach 3 min. wurden 10 ml einer

gesättigten Natriumcarbonat-Lösung zugegeben. Der Messkolben wurde dann mit dest. Wasser bis zur Marke aufgefüllt und wieder gemischt. Die Extinktion wurde nach 60 min. bei 720 nm gegen einen Blindwert, der anstatt Wein dest. Wasser enthielt, gemessen.

3.2.2.4 Berechnung und Angabe der Ergebnisse

Von einer Stammlösung von 2.000 mg Catechin pro Liter werden Standards von jeweils 20, 40, 80, 100, 200, 300, 400, 600 und 800 mg/l hergestellt. Die Eichgerade wird aus den Extinktionswerten der Standardlösungen erstellt.

Zur Berechnung der Catechingehalte müssen die bei den jeweiligen Proben abgelesenen Extinktionen in die Eichkurve eingebracht werden.

Bemerkung zur Darstellung der Ergebnisse (Abbildungen oder Tabellen):

Zucker-, Temperatur- und Phenolmessungen wurden ohne Wiederholung durchgeführt. Die GG-Werte sind Mittelwerte aus drei (n=3) Laborwiederholungen.

4 Ergebnisse

4.1 Betrachtung der Entwicklung der gebundenen sekundären Pflanzenmetaboliten am Beispiel der Rebsorte Gewürztraminer

4.1.1. Reifeentwicklung

Am Anfang der Beerenprobeentnahme im September 1998 befand sich ein großer Teil der Beeren noch in unreifem Zustand, wobei Mitte Oktober die Trauben optisch ein homogenes, reifes Bild zeigten. Wegen der hohen Temperaturen (vgl. Tabelle 8) und dem gleichzeitig hohen Niederschlag war ein starker Botrytis-Befall zu beobachten. Die Entwicklung der Zucker-Akkumulation in der Beere war durch eine kontinuierliche Zunahme von ungefähr 3-5° Oe pro Woche gekennzeichnet. Von einem Mostgewicht von 67° Oe am 07.09.98 stiegen die Gehalte bis auf 86° Oe am Erntetermin (vgl. Abbildung 18a).

Die Säuregehalte lagen am Anfang der Beerenprobeentnahme bei 11 g/l Gesamtsäure. Während der Reifeentwicklung nahmen sie kontinuierlich bis zur Ernte ab (vgl. Abbildung 18c).

Der Verlauf der GG-Werte ist in der Abbildung 18b dargestellt. Die GG-Werte erreichten ihr Maximum 2 Wochen vor der Ernte, auf dem sie bis zum Erntetermin stabil blieben. Das Gewicht pro Beerenprobe (50 Beeren) schwankte im Mittel zwischen 75-78 g. Der Ertrag betrug 85 kg/a.

Im Jahr 1999 zeigten die Witterungsbedingungen ein anderes Bild. Die extrem hohen Niederschläge des Monats Juli – sie lagen um 75 mm höher als der Durchschnitt der Jahre 1969-1990 – trugen zu einem schnellen Wachstum der Trauben bzw. Beeren bei, so dass sie schon am Anfang September eine außergewöhnliche Größe zeigten. Das Beerengewicht pro 50 Beeren lag zwischen 80-95 g. Der Ertrag erreichte 200 kg/a. Zu Beginn der Beerenprobenentnahme am 14.09.99 waren die Trauben groß, gesund und wiesen ein Mostgewicht von 66° Oe auf. Ab dann stieg das Mostgewicht kontinuierlich bis zum Erntetermin auf 84° Oe an. Die Gesamtsäure sank gleichzeitig von einem Ausgangswert von 10,2 g/l auf 6,5 g/l (vgl. Abbildung 18d, 18f).

Die GG-Werte stiegen mit zunehmender Traubenreife und erreichten mit 0,523 µmol/g Beerenfrischgewicht ihr Maximum eine Woche vor der Ernte am 12.10.99. Bei der Ernte wurden nur 0,4 µmol/g Beerenfrischgewicht gemessen (vgl. Abbildung 18e).

Gewürztraminer

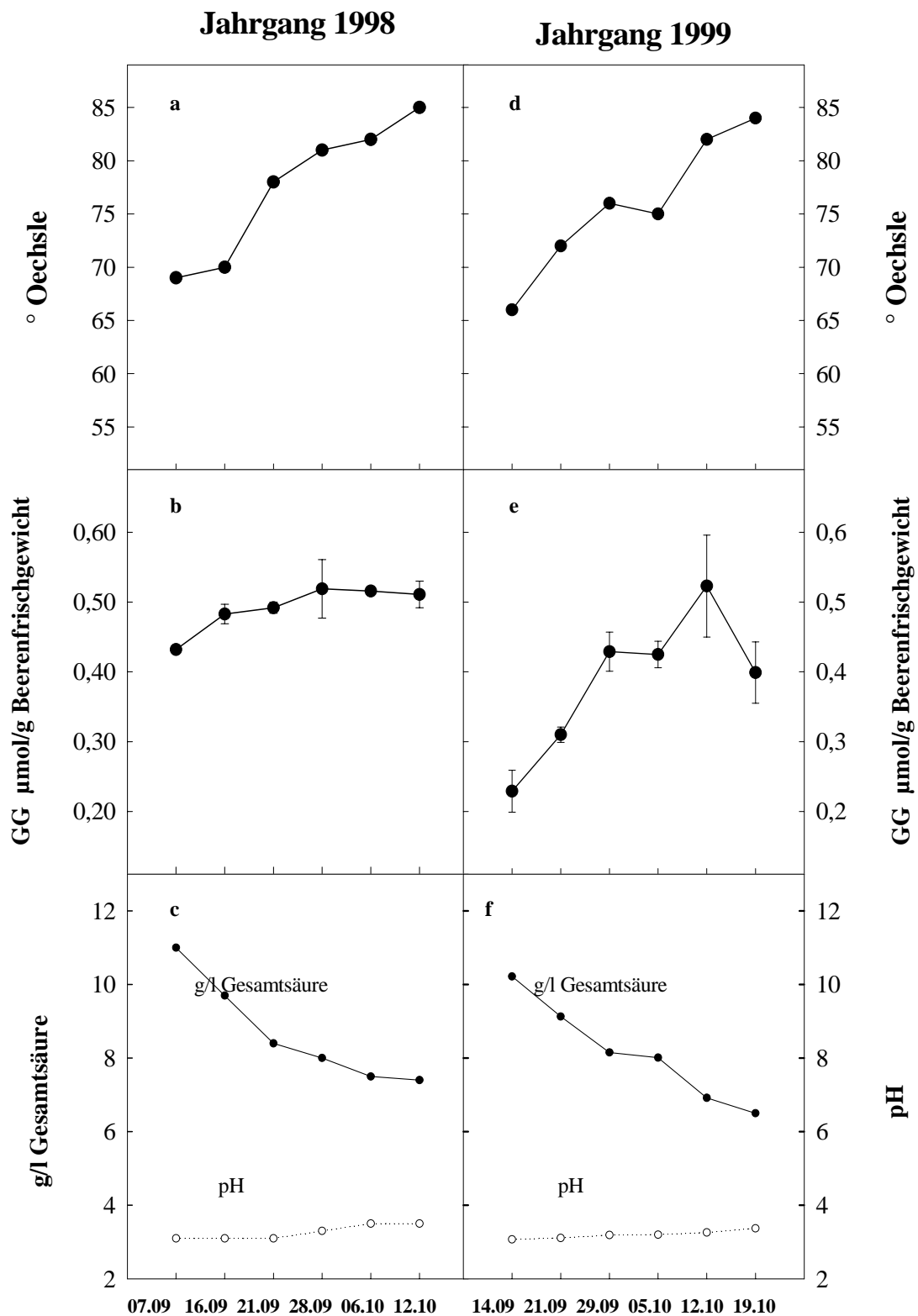


Abbildung 18: Oechsle-, GG- und Gesamtsäureprofil von Gewürztraminer 1998 und 1999 während der letzten Phase der Reifeentwicklung.

4.1.2 Weinausbau 1998

4.1.2.1 Pressung

Nach dem Mahlen der Trauben wurde das Traubenmaterial in 3 Bütten verteilt. Die Trauben der Variante ohne Maischestandzeit wurden direkt in die Presse gefördert. Die Trauben der Varianten mit 16 h und 40 h Standzeit verblieben in den Bütten und wurden nach Ablauf der Maischestandzeit abgepresst. Bei einer Außentemperatur zwischen 5° C und 10° C und bei einem Mostgewicht von 87° Oe, waren die Bedingungen für die enzymatische Aufspaltung der Glykoside in der Bütte nicht förderlich (vgl. 2.4.2.2). Andererseits ist eine Extraktion der glykosidisch gebundenen sekundären Metaboliten aus den Beerenschalen wahrscheinlich und erklärt den Anstieg der GG-Werte mit dem Verlauf der Maischestandzeit. So wies die Variante mit 40 Stunden während des gesamten Pressverlaufs die höchsten GG auf. Auch mit zunehmendem Pressdruck wurde eine Zunahme der Glykoside beobachtet - wiederum eine Folge der höheren Extraktion von Glykosiden aus den Beerenschalen. Besonders auffällig war dies bei der Fraktion „zweite Pressung“ zu sehen (vgl. Abbildung 19). Bei den Varianten mit Standzeit waren die GG-Werte des Vorlaufs und der ersten Pressung praktisch identisch. Dagegen wiesen die GG-Werte bei der Variante 0 h Maischestandzeit eine Zunahme während der gesamten Pressung auf. Eine Tatsache, die vermuten lässt, dass die Glykosidextraktion während der Maischestandzeit besonders stark gewesen ist. Erst ein Druck über 1,5 bar übte weiter einen herauslösenden Effekt aus (vgl. Tabelle 6).

Gewürztraminer 1998

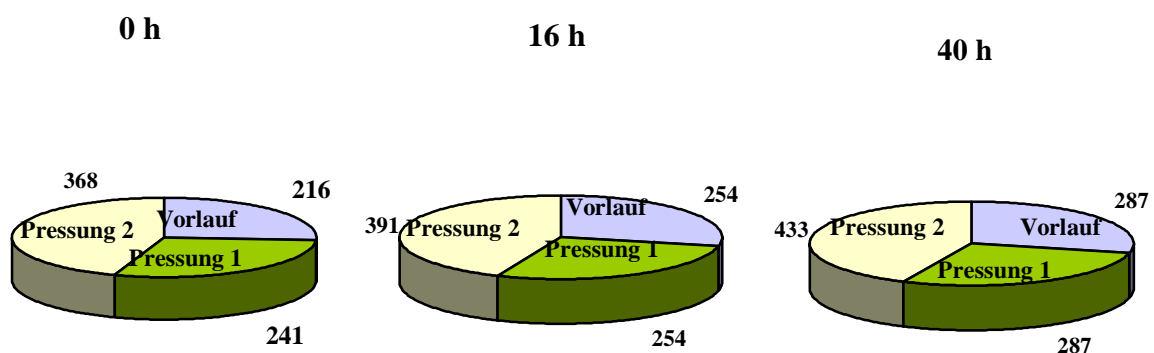


Abbildung 19: Glykosidgehalte (μM) der verschiedenen Pressfraktionen der Gewürztraminer-Moste. Vergleich dreier Maischestandzeiten. Jahrgang 1998.

Tabelle 6: Glykosidgehalte (μM) der verschiedenen Pressfraktionen beim Gewürztraminer 1998.

	Gew. 0 h M.	Gew. 16 h M.	Gew. 40 h M.
Vorlauf	216	254	287
Pressung 1	241	254	287
Pressung 2	368	391	433
Gesamt	246	266	298

Phenolgehalte bei Gewürztraminer 1998

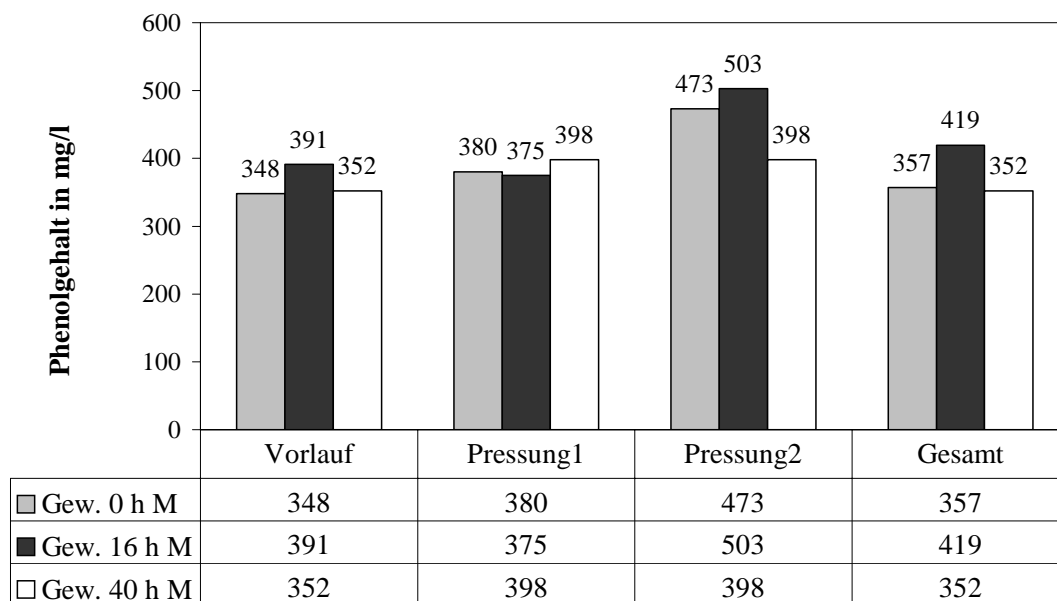


Abbildung 20: Phenolgehalte (mg/l) der verschiedenen Pressfraktionen der Gewürztraminer-Moste. Vergleich dreier Maischestandzeiten. Jahrgang 1998.

Aus Abbildung 20 wird ersichtlich, dass die Phenolkonzentrationen sich nicht gleichmäßig bei allen Maischestandzeitvarianten verhielten. Während bei der Variante 0 h ein leichter Anstieg bei der ersten und ein stärkerer bei der zweiten Pressung im Vergleich zum Vorlauf beobachtet wurde, blieben die Folin-Werte der 16 h bei der ersten Pressung stabil – allerdings fand bei der zweiten Pressung eine sehr große Zunahme statt. Die Variante 40 h zeigte nur eine Erhöhung deren Phenolgehalte bei der ersten Pressung; bei der zweiten Pressung wurde erstaunlicherweise keine weitere Zunahme beobachtet. Beim „Gesamten“ wies die Variante 16 h die höchsten Phenolgehalte auf, wobei 0 h und 40 h auf dem gleichen Niveau lagen.

4.1.2.2 Gärung 1998

Die Gärung begann einen Tag nach der Vorklärung und dauerte zwischen 4 und 5 Tagen. Die Temperatur des gärenden Mostes variierte zwischen 17,3° und 19,5° C. Der Gärverlauf kann somit als zügig betrachtet werden (vgl. Abbildungen 21a, 21d, 21g). Die GG-Werte nahmen während der Gärung kontinuierlich ab. Im Moststadium lagen die GG-Gehalte bei den einzelnen Varianten zwischen 250-298 $\mu\text{mol/l}$, während sie am Ende der Gärung zwischen 90 und 100 $\mu\text{mol/l}$ schwankten; das spiegelt eine Abnahme von 25-32 % wider.

Sowohl am Ende der Gärung, als auch im Jungwein, besaßen alle drei Vergleichsvarianten ähnliche Glykosidgehalte, so dass die Extraktionseffekte während der Maischestandzeit und der Pressung nicht mehr nachweisbar waren (vgl. Abbildung 21). Ein Grund für die Verminderung der gebundenen sekundären Metaboliten könnte eine Hefeaktivität mit Spaltungs- und Freisetzungseffekten sein. Es wurde auch eine Abnahme der Phenolgehalte bei den gärenden Versuchsvarianten beobachtet.

Gewürztraminer 1998, Gärverlauf

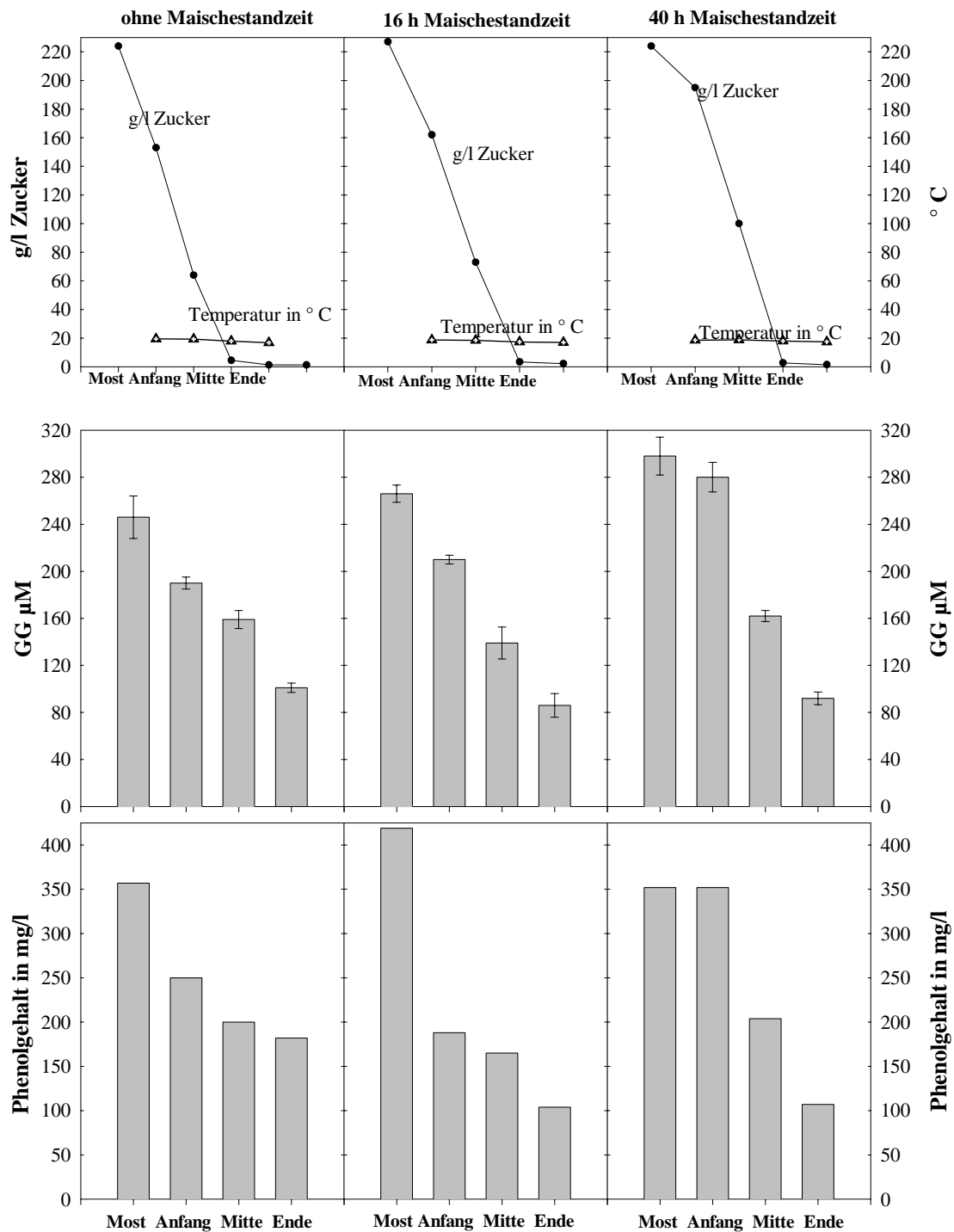


Abbildung 21: Zuckerabnahme, Temperaturschwankungen, Abnahme in GG- und Phenolgehalten während der Gärung bei Gewürztraminer ohne Maischestandzeit (a, b, c), mit 16 h Maischestandzeit (d, e, f) und mit 40 h Maischestandzeit (g, h, i). Jahrgang 1998.

4.1.2.3 Lagerung

Um die Entwicklung der Glykoside im Verlauf der Lagerungszeit zu bestimmen, wurden in regelmäßigen Zeitabständen von 6 bzw. 12 Monaten Untersuchung der Weine durchgeführt. Diese Messungen wurden jeweils mit einer sensorischen Prüfung der Weine kombiniert um die analytischen und sensorischen Charakteristika der Weine zu vergleichen und möglicherweise eine Korrelation festzustellen.

Tabelle 7: GG-Gehalte (μM) von Gewürztraminer-Weinen aus verschiedenen Maischestandzeiten während der Lagerungszeit. Jahrgang 1998.

	Gew. 0 h M.	Gew. 16 h M.	Gew. 40 h M.
Wein 05.99	63	59	62
Wein 01.00	54	54	57
Wein 01.01	48	47	49

Gewürztraminer 1998, Lagerung Glykosidgehalte

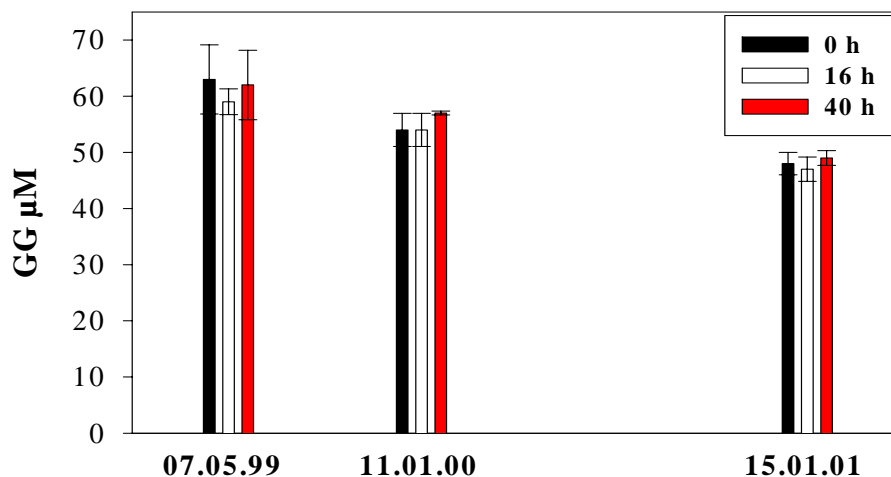


Abbildung 22: Glykosidabnahme während der Lagerung bei Gewürztraminer-Weinen. Jahrgang 1998.

Es wurde eine Abnahme der GG-Werte mit Verlauf der Lagerungszeit gemessen; diese Abnahme ist zwischen dem ersten und zweiten Messtermin als nicht signifikant zu bezeichnen, während die Glykoside am dritten Messtermin hochsignifikant abgenommen haben (vgl. Tabelle II, Anhang). Die GG-Werte der einzelnen Standzeitvarianten (am gleichen Termin) sind als ähnlich zu beschreiben (vgl. Abbildung 22, Tabelle 7). Diese Verminderung der Glykoside während der Lagerung könnte auf einer Zunahme von freien aromatischen Verbindungen beruhen. Die folgenden Ergebnisse der sensorischen Beurteilung der Weine weisen auf eine solche Entwicklung hin.

Handelsanalyse der 1998er Gewürztraminer-Weine aus dem Versuch „Maischestandzeit“

Tabelle 8: Analytische Kennzahlen 1998er Gewürztraminer-Weine verschiedener Maischestandzeiten.

	0 h M.	16 h M.	40 h M.
pH	3,6	3,8	3,9
Gesamtsäure (g/l)	5,2	5,2	4,7
Alkohol (% vol)	12,2	12,2	12,1
Restzucker (g/l)	0,0	0,8	1,2
Gesamtextrakt (g/l)	20,0	20,9	21,4
Extrakt zuckerfrei (g/l)	20,0	20,7	21,2
freie SO ₂ (mg/l)	45,0	45,0	43,0
gesamte SO ₂ (mg/l)	88,0	108,0	101,0
Phenolgehalt (mg/l)	225,0	255,0	272,0
Ausgangsmostgewicht (° Oe)	86,0	87,0	86,0
Bentonit-Bedarf (g/hl)	450,0	700,0	600,0

Aus Tabelle 8 ist ersichtlich, dass mit zunehmender Standzeit der pH-Wert von 3,6 Einheiten bei Gewürztraminer 0 h auf 3,8 Einheiten bei Gewürztraminer 16 h bzw. einen Wert von 3,9 Einheiten bei der Variante 40 h anstieg. Der Gesamtsäuregehalt nahm dabei um 0,5 g/l ab. Diese Phänomene sind bekannt und auf eine zunehmende Kaliumaufnahme der Moste mit zunehmender Standzeit zurückzuführen. Die Weinsäure bildet mit Kalium Komplexe, die als Weinstein ausfallen und dadurch eine Steigerung des pH-Wertes und gleichzeitig eine Verminderung des Gesamtsäuregehaltes verursachen. Es gab keinen signifikanten Unterschied zwischen den Alkoholgehalten. Die Unstimmigkeiten zwischen dem Ausgangsmostgewicht, dem Alkoholgehalt und dem Restzucker sind auf die unterschiedlichen Vergärungsgrade der Varianten zurückzuführen. Die Phenolgehalte und auch der Bentonitbedarf zeigten eine leichte Zunahme mit zunehmender Standzeit.

4.1.2.4 Sensorik

4.1.2.4.1 Erster Verkostungstermin, April 1999

Der erste Verkostungstermin für die 1998er Weine war am 07.05.99. Die Ergebnisse sind in Tabellen 9 und 10 dargestellt.

Tabelle 9: Dreieckstests Gewürztraminer-Weine, Versuch „Maischestandzeit 1998“. Verkostungstermin: April 1999. Anzahl der Prüfer, n=21.

Vergleich	Signifikanz
Gewürztraminer 0 h M. Gewürztraminer 16 h M.	**
Gewürztraminer 0 h M. Gewürztraminer 40 h M.	**
Gewürztraminer 16 h M. Gewürztraminer 40 h M.	keine

* = 95% signifikant (bei n = 21: 12 richtige Nennungen)

** = 99% signifikant (bei n = 21: 13 richtige Nennungen)

*** = 99,9% signifikant (bei n = 21: 15 richtige Nennungen)

Tabelle 10: Rangordnungsprüfung Gewürztraminer-Weine, Versuch „Maischestandzeit 1998“. Verkostungstermin: April 1999. Anzahl der Prüfer, n=21.

	Gewürztraminer 0 h Maischestandzeit	Gewürztraminer 16 h Maischestandzeit	Gewürztraminer 40 h Maischestandzeit
Platzziffer	2,0	1,8	2,2
Rangziffer	2,5	2,2	2,8

Ergebnis: Es konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Varianten festgestellt werden.

Parallel zu diesen Befragungen fanden auch beschreibende Prüfungen statt, welche detaillierte Information über die sensorischen Eigenschaften der Weine liefern sollten. Die erste beschreibende Sensorik wurde am 07.04.99 durchgeführt. Die Weine wurden anhand von 14 Aroma-Attributen bewertet. Die Ergebnisse sind in Abbildung 23 schematisch dargestellt.

Vergleich dreier Maischestandzeiten beim Gewürztraminer '98, Verkostung April 1999

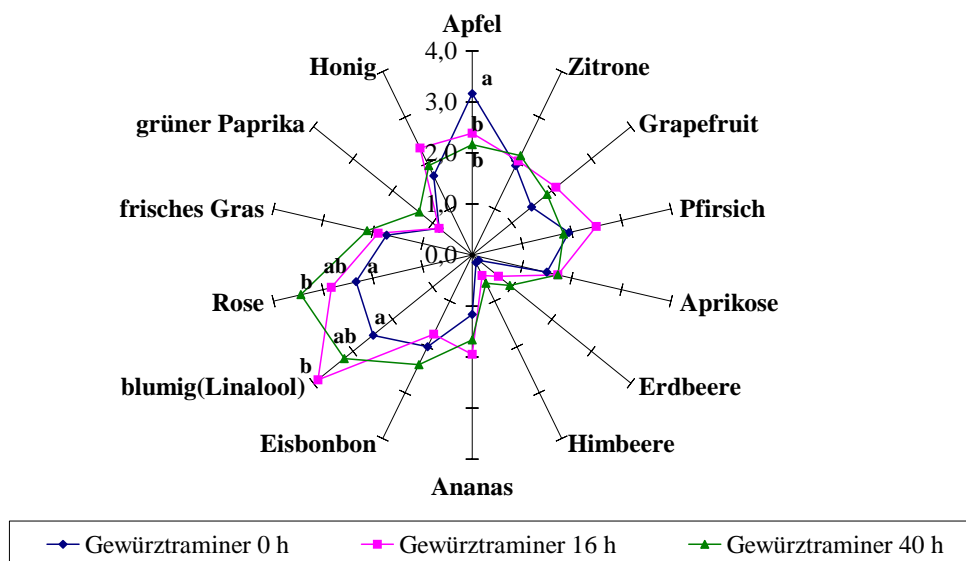


Abbildung 23: Schematische Darstellung der sensorischen Eigenschaften Gewürztraminer-Weine aus verschiedenen Maischestandzeiten. April 1999. Datenpunkte sind Mittelwerte aus 18 Wiederholungen (Anzahl der Prüfer).

Eine signifikant erhöhte Intensität der Aromen „Rose“ und „blumig“ zeigten die Weine mit Maischestandzeit, während der Wein ohne Standzeit einen eher fruchtigen Charakter mit ausgeprägten Äpfelnoten besaß. Dies beweist, dass eine langanhaltende Maischestandzeit den sortentypischen Charakter der Gewürztraminer Weine verstärkt. Hier könnten die Daten aus der Analytik mit einbezogen werden, wo die Variante von der 40 h Standzeit, verglichen mit der Variante 0 h Maischestandzeit, einen signifikant hohen Glykosidgehalt vor dem Anfang der Gärung aufwies (vgl. Tabelle I, Anhang).

4.1.2.4.2 Zweiter Verkostungstermin, Dezember 1999

Am 10.12.99 fand die nächste Verkostung der 1998er Weine statt. Es wurde eine Wiederholung der Dreieckstests, sowie eine beschreibende Sensorik durchgeführt.

Tabelle 11: Dreieckstests Gewürztraminer-Weine, Versuch „Maischestandzeit 1998“. Verkostungstermin: Dezember 1999. Anzahl der Prüfer, n=18.

Vergleich	Signifikanz
Gewürztraminer 0 h M. Gewürztraminer 16 h M.	**
Gewürztraminer 0 h M. Gewürztraminer 40 h M.	**
Gewürztraminer 16 h M. Gewürztraminer 40 h M.	keine

* = 95% signifikant (bei n = 18: 10 richtige Nennungen)

** = 99% signifikant (bei n = 18: 12 richtige Nennungen)

*** = 99,9% signifikant (bei n = 18: 13 richtige Nennungen)

Es war wieder festzustellen, dass die Gewürztraminer-Weine mit Standzeit im Vergleich zum Wein ohne Maischestandzeit signifikant zu unterscheiden waren und außerdem besser beurteilt wurden (vgl. Tabelle 11). Bei den Dreieckstests äußerten sich die Prüfer positiv über die Weine mit Maischestandzeit; diese Präferenz wurde diesmal von der Rangordnungsprüfung bestätigt.

Tabelle 12: Rangordnungsprüfung Gewürztraminer-Weine, Versuch „Maischestandzeit 1998“. Verkostungstermin: Dezember 1999. Anzahl der Prüfer, n=18.

	Gewürztraminer 0 h Maischestandzeit	Gewürztraminer 16 h Maischestandzeit	Gewürztraminer 40 h Maischestandzeit
Platzziffer	2,6	1,5	1,9
Rangziffer	3,3	1,8	2,4

Ergebnis: Die Variante 16 h wurde signifikant besser beurteilt als die Variante 0 h. Die Variante 40 h war nicht signifikant unterschiedlich von den beiden anderen.

Bei den Rangordnungsprüfungen (vgl. Tabelle 12) wurde der Gewürztraminer mit 16 h Maischestandzeit als der Beste eingestuft, wobei der Wein mit 40 h als zweitbesten und der ohne Standzeit als schlechtesten beurteilt wurde. Allerdings waren die Unterschiede nur zwischen dem erstplazierten und drittplazierten Wein als signifikant zu bezeichnen.

Am 10.12.99 fand eine Verkostung statt, bei der nur die Beschreibungsbegriffe „fruchtig“, „blumig“ oder „vegetativ“ verwendet werden konnten, mit dem Ziel die Aromattributanzahl zu beschränken. Wie aus Abbildung 24 ersichtlich, wies der Gewürztraminer ohne Maischestandzeit einen vegetativen Charakter auf; im Gegenteil dazu waren die Weine mit Maischestandzeit als „fruchtig“ und „blumig“ zu bezeichnen. Die intensivsten blumigartigen Noten zeigte der Wein mit der längsten Standzeit von 40 Stunden. Der Wein mit 16 h wies das Attribut „blumig“ stark auf, wobei hier die dominierenden Aromen die Fruchtbigen waren. Es muss darauf hingewiesen werden, dass diese auf drei Aromabegriffe begrenzte Bewertung geringe Information für die Eigenschaften der Weine lieferte. Eine breite Aromen-Palette

muss vermieden werden, um die Prüfer nicht zu überfordern. Ergänzend ist zu empfehlen auch Beschreibungs-Attribute einzuschließen, die sich auf die geschmacklichen Eigenschaften des Weins beziehen.

Vergleich dreier Maischestandzeiten beim Gewürztraminer '98, Verkostung Dezember 1999

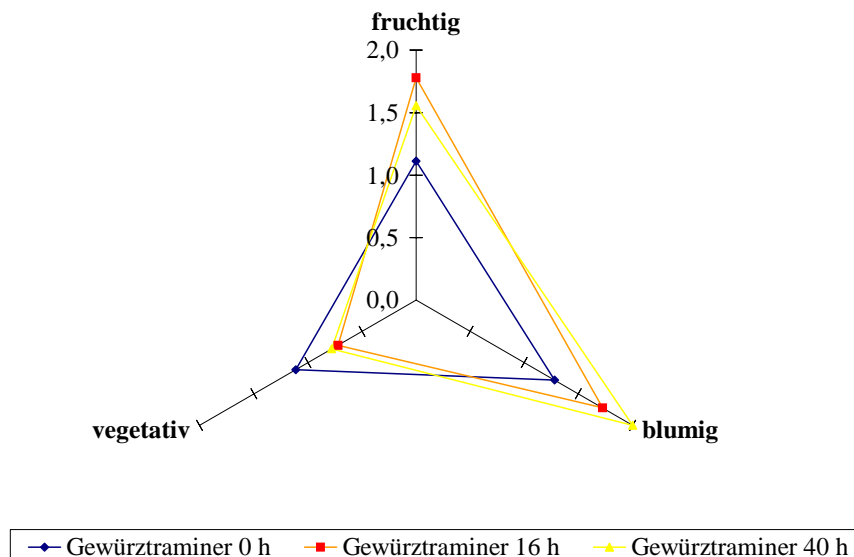


Abbildung 24: Schematische Darstellung der sensorischen Eigenschaften Gewürztraminer-Weine aus verschiedenen Maischestandzeiten. Dezember 1999. Datenpunkte sind Mittelwerte aus 12 Wiederholungen (Anzahl der Prüfer).

4.1.2.4.3 Dritter Verkostungstermin, Februar 2001

Die letzte Verkostung der Gewürztraminer Weine aus dem Jahrgang 1998 wurde am 07.02.01 durchgeführt. Es fand eine beschreibende Sensorik statt, deren Ergebnisse in Abbildung 25 präsentiert werden. Die Weine waren noch in einem guten Zustand, wobei der Wein mit der längsten Standzeit von 40 Stunden deutliche brandige Eigenschaften besaß, während der ohne Standzeit eher Bitternoten entwickelt hatte. Die schwachen Aromen, die er früher besaß waren bereits oxidiert und/oder von der Wirkung anderer Substanzen überdeckt.

Von der Beschreibung her war festzustellen, dass der Gewürztraminer mit 16 Stunden Standzeit einen harmonischen und sortentypischen Charakter hatte. Der Wein besaß hervorstechende Rosenaromen, ausgeprägten Körper und keine auffallenden bitteren Noten. Im Gegenteil dazu war der Wein ohne Standzeit von sauren und bitteren Noten geprägt, während sein Aromaprofil sich eher neutral darstellte. Der Wein mit der längsten Standzeit von 40 Stunden zeigte überraschenderweise weniger ausgeprägte Rosenaromen, im Vergleich zum Wein mit 16 Stunden. Allerdings hatte er deutliche Honigaromen und einen verstärkten „Körper“ gegenüber dem Wein ohne Standzeit aufzuweisen.

Vergleich dreier Maischestandzeiten beim Gewürztraminer '98,
Verkostung Februar 2001

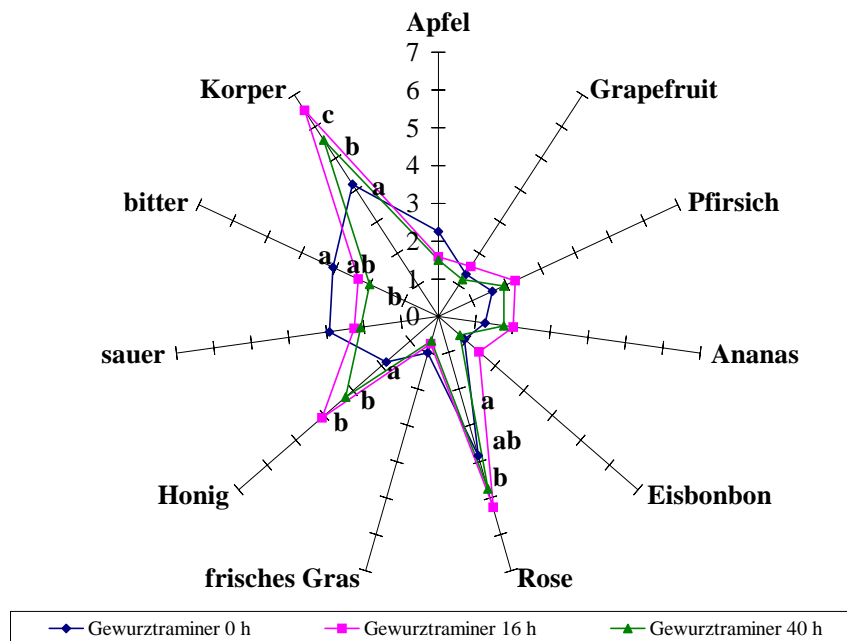


Abbildung 25: Schematische Darstellung der sensorischen Eigenschaften Gewürztraminer-Weine aus verschiedenen Maischestandzeiten. Februar 2001. Datenpunkte sind Mittelwerte aus 12 Wiederholungen (Anzahl der Prüfer).

Eine zusätzliche Klassifizierung der Weine auf der Basis einer „Qualitätszahl“ - eine Zahl die den gesamten Eindruck über die Qualität des Weins widerspiegelt - hatte die Weine mit Maischestandzeit von 16 und 40 Stunden signifikant als Bessere erwertet. Diese Weine erhielten jeweils 3,1 Punkte nach dem DLG-5 Punkte- Schema und wichen signifikant vom Wein aus der direkt gepressten Maische ab, welcher nur 2,6 Punkte bekam. Die Bevorzugung der beiden Weine ist auf ihre besseren geruchlichen Eigenschaften zurückzuführen, wie aus Tabelle 13 zu erkennen ist.

Tabelle 13: Ergebnisse der sensorischen Bewertung nach dem DLG-5-Punkte Schema. Gewürztraminer-Weine aus verschiedenen Maischestandzeiten, Jahrgang 1998.

Maischestandzeit 1998, Verkostungstermin Februar 2001				
	Qualitätszahl	Geruch	Geschmack	Harmonie
0 h	2,6	2,4	2,7	2,7
16 h	3,1	3,3	3,1	3,0
40 h	3,1	3,0	3,0	3,0

4.1.3 Weinausbau 1999

4.1.3.1 Pressung

Die Entwicklung der Glykoside während des Press- und Gärverlaufs im Jahr 1999 ähnelte der von 1998, wobei die Differenzen zwischen den Versuchsvarianten nicht so hoch ausfielen. Trotzdem besaß die Variante mit der Standzeit von 40 Stunden die höchsten Glykosid-Werte während des gesamten Press- und Gärverlaufs (vgl. Abbildung 26, Tabelle 14).

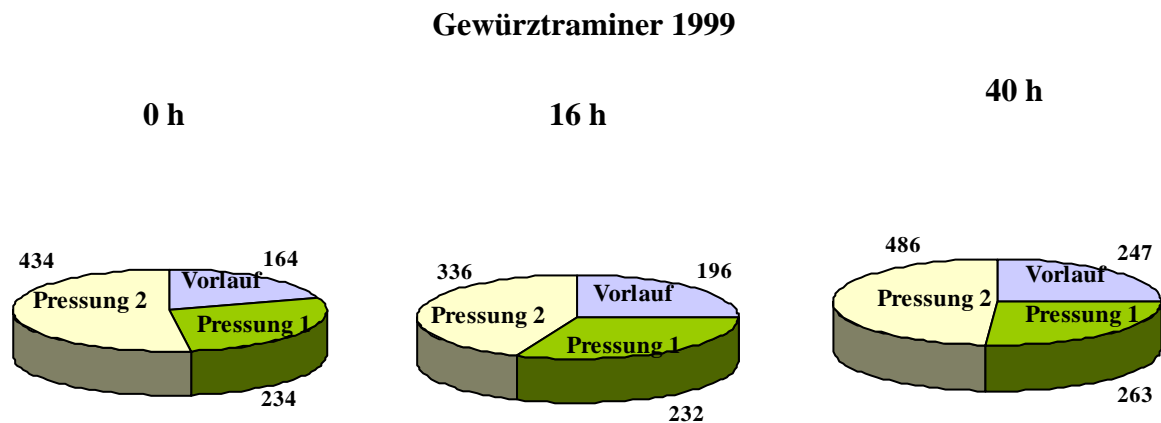


Abbildung 26: Glykosidgehalte (μM) der verschiedenen Pressfraktionen der Gewürztraminer-Moste. Vergleich dreier Maischestandzeiten. Jahrgang 1999.

Bei der Variante 0 h lieferte die Fraktion der zweiten Pressung nur 8 % des gesamten Volumens. Die „Pressung 1“ nahm den größten Einfluss auf den Glykosidwert aufgrund ihrem wichtigen Anteil auf das gesamte Mostvolumen (52 %), obwohl sie nicht den bedeutendsten Anteil der Glykoside beinhaltet (vgl. Abbildung 26).

Sowohl bei der Variante 16 h als auch bei der Variante 40 h war der Volumenanteil des Vorlaufs erhöht, was auf eine verstärkte Saftextraktion während der Maischestandzeit zurückzuführen ist

Tabelle 14: Glykosidgehalte (μM) der verschiedenen Pressfraktionen beim Gewürztraminer 1999.

Gew. 0 h M.	Volumen in l	GG μM	Gew. 16 h M.	Volumen in l	GG μM	Gew. 40 h M.	Volumen in l	GG μM
Vorlauf	48	164	Vorlauf	50	196	Vorlauf	51	247
Pressung 1	62	234	Pressung 1	45	232	Pressung 1	48	263
Pressung 2	10	434	Pressung 2	10	336	Pressung 2	10	486
Gesamt	120	223	Gesamt	105	230	Gesamt	109	247

Die Glykosidgehalte der Fraktion „Gesamt“ (der mengenmäßige Verschnitt der drei Pressfraktionen) wurden mittels einer separaten Messung bestimmt.

Phenolgehalte beim Gewürztraminer 1999

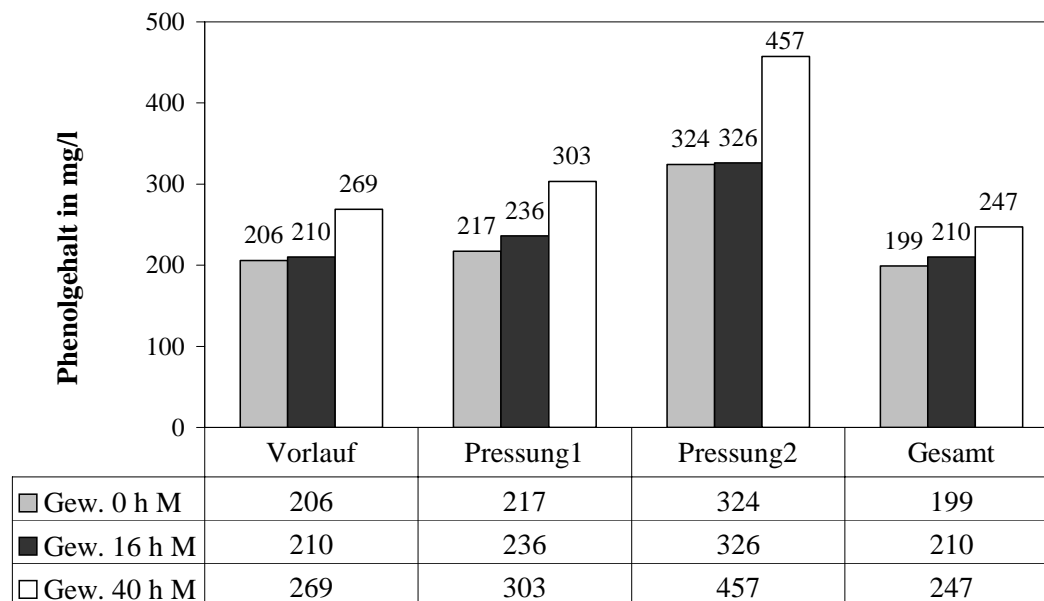


Abbildung 27: Phenolgehalte (mg/l) der verschiedenen Pressfraktionen der Gewürztraminer-Moste. Vergleich dreier Maischestandzeiten. Jahrgang 1999.

Die Phenolextraktion, welche durch die Pressung verursacht wurde, ist in Abbildung 27 schematisch zu sehen. Die erste Pressung hatte einen leichten Effekt, während die zweite Pressung zu einem deutlichen Anstieg der Phenolgehalte aller drei Standzeitvarianten führte. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Varianten 0 h und 16 h von ähnlichen Phenolgehalten charakterisiert wurden und sich der Variante 40 h gegenüber stellten; die letztgenannte Variante wies bereits beim Vorlauf hohe Folin-Werte auf, die allerdings bei der zweiten Pressung ein sehr hohes Niveau von ca. 460 mg/l erreichten.

4.1.3.2 Gärung 1999

Die Gärung begann drei Tage nach der Vorklärung und war innerhalb von drei Tagen abgeschlossen. Die Gärtemperaturen lagen mit 22°-25 ° C relativ hoch, was sich möglicherweise auf die sensorische Eigenschaften der Weine ausgewirkt hat (vgl. Abbildungen 28a, 28d, 28g). Es wurde wie im Jahr 1999 eine Abnahme sowohl der GG-Werte als auch der Phenolgehalte bei den gärenden Versuchsvarianten beobachtet.

Gewürztraminer 1999, Gärverlauf

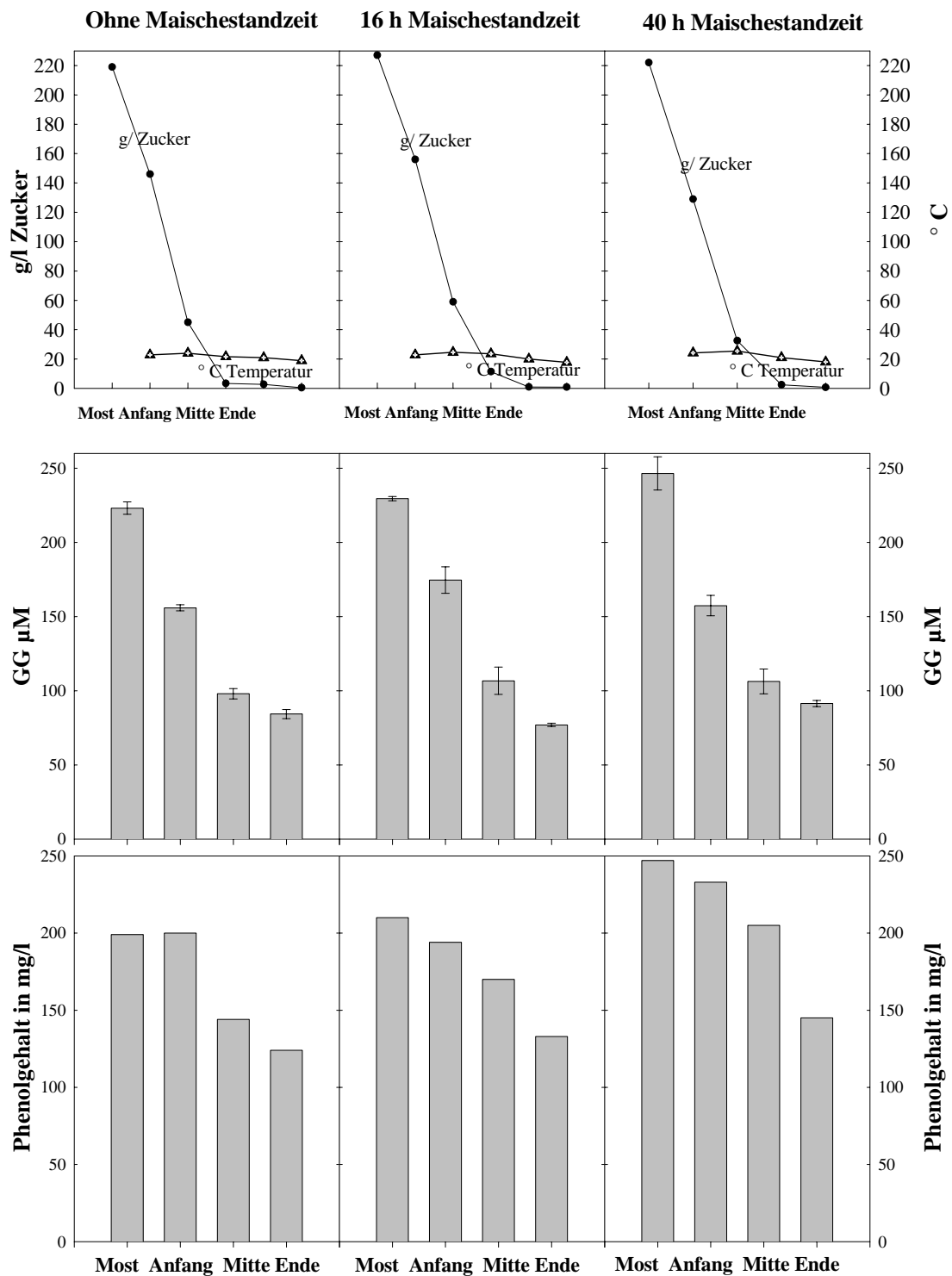


Abbildung 28: Zuckerabnahme, Temperaturschwankungen, Abnahme in GG- und Phenolgehalte während der Gärung bei Gewürztraminer ohne Maischestandzeit (a, b, c), mit 16 h Maischestandzeit (d, e, f) und mit 40 h Maischestandzeit (g, h, i). Jahrgang 1999.

4.1.3.3 Lagerung

Die Weine wurden während der Lagerung zu unterschiedlichen Zeitpunkten auf ihre GG-Gehalte untersucht. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind in Tabelle 15 bzw. in Abbildung 29 zu sehen.

Tabelle 15: GG-Gehalte (μM) von Gewürztraminer-Weinen mit verschiedenen Maischestandzeiten während der Lagerungszeit. Jahrgang 1999.

	Gew. 0 h	Gew. 16 h	Gew 40 h
Wein 25.01.00	72	70	74
Wein 18.10.00	64	61	59
Wein 18.02.01	55	53	54

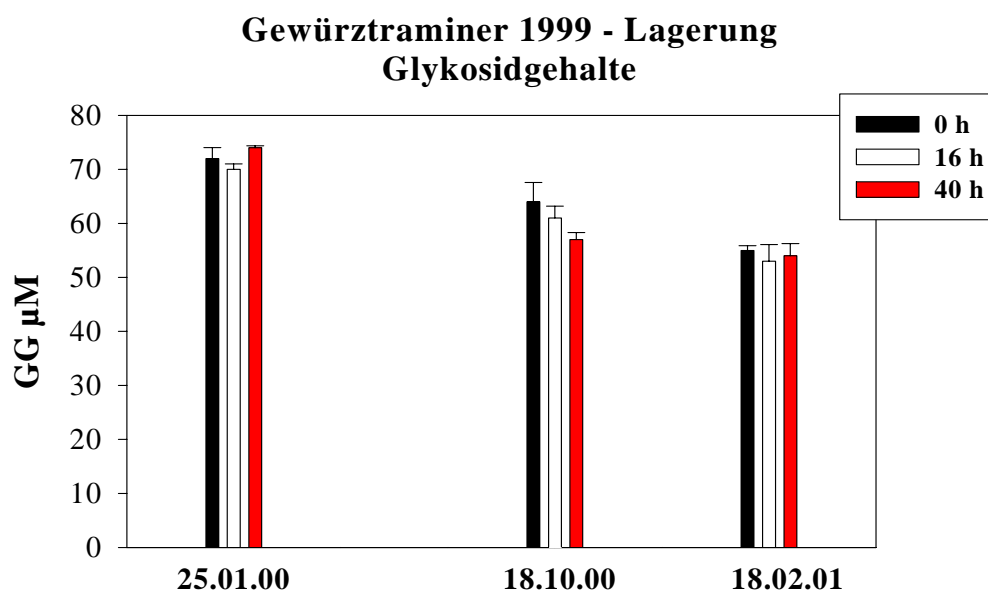


Abbildung 29: Glykosidabnahme während der Lagerung bei Gewürztraminer-Weinen. Jahrgang 1999.

Zwischen dem ersten und zweiten Termin wurde eine signifikante Abnahme der Glykosidgehalte aller Varianten festgestellt. Zum dritten Termin hatten die GG-Gehalte weiter abgenommen (vgl. Tabelle IV, Anhang). Hier muss darauf hingewiesen werden, dass bei der Variante 40 h die erste Abnahme 20,3 % der Glykosidgehalte betrug - im Gegensatz zu den anderen, die nur eine Abnahme von 11,1 bzw. 12,9 % zeigten.

Handelsanalyse der 1999er Gewürztraminer-Weine aus dem Versuch „Maischestandzeit“

Im Jahr 1999 präsentierten die Weine ein anderes, leichteres Profil. Die Dauer der Maischestandzeit hatte keinen deutlichen Anstieg des pH-Wertes verursacht, während eine Abnahme der Gesamtsäure von knapp 2 g/l festzustellen war. Die Phenole schwankten bei niedrigen Gehalten von 130-140 mg/l und zeigten ebenso wie die Glykoside keine Abweichung. Aufgrund von kleinen Unterschieden bei den Ausgangsmostgewichte der vergleichenden Varianten gab es auch Unterschiede im Alkoholgehalt, wobei diese als

unbedeutend beschrieben werden können. Die zuckerfreien Extrakte lagen um 2 g/l niedriger als im Jahr 1998 und der Bentonitbedarf fast so groß wie im Vorjahr (vgl. Tabelle 16).

Tabelle 16: Analytische Kennzahlen 1999er Gewürztraminer-Weine verschiedener Maischestandzeiten.

	0 h M	16 h M	40 h M
pH	3,6	3,6	3,7
Gesamtsäure (mg/l)	7,2	6,5	5,4
Alkohol (% vol)	11,6	12,0	11,8
Restzucker (g/l)	1,0	1,4	0,9
Gesamtextrakt (g/l)	18,9	18,6	18,7
Extrakt zuckerfrei (g/l)	18,9	18,2	18,8
freie SO ₂ (mg/l)	43,0	36,0	38,0
gesamte SO ₂ (mg/l)	99,0	99,0	98,0
Phenolgehalt (mg/l)	132,0	134,0	142,0
Ausgangsmostgewicht (° Oe)	84,0	87,0	85,0
Bentonit-Bedarf (g/hl)	300,0	400,0	400,0

4.1.3.4 Sensorik

4.1.3.4.1 Erster Verkostungstermin, März 2000

Die erste sensorische Beurteilung der Weine des Versuches „Maischestandzeit 1999“ fand am 24.03.00 im Sensorikraum der Forschungsanstalt Geisenheim statt. Es wurde festgestellt, dass die Weine noch sehr jung waren und keine Zeit gehabt hatten, ihren Charakter zu entfalten. Die Dreieckstests (vgl. Tabelle 17) belegten, dass nur die Gewürztraminer Weine ohne und mit 40 Stunden Maischestandzeit voneinander zu unterscheiden waren (Signifikanzniveau von 95 %).

Tabelle 17 : Dreieckstests Gewürztraminer-Weine, Versuch „Maischestandzeit 1999“
Verkostungstermin: März 2000. Anzahl der Prüfer, n=20.

Vergleich	Signifikanz
Gewürztraminer 0 h M. Gewürztraminer 16 h M.	keine
Gewürztraminer 0 h M. Gewürztraminer 40 h M.	*
Gewürztraminer 16 h M. Gewürztraminer 40 h M.	keine

* = 95% signifikant (bei n = 20: 11 richtige Nennungen)

** = 99% signifikant (bei n = 20: 13 richtige Nennungen)

*** = 99,9% signifikant (bei n = 20: 14 richtige Nennungen)

Die folgende Rangordnungsprüfung bestätigte teilweise die Ergebnisse der Dreieckstests - es gab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Weinen.

Tabelle 18: Rangordnungsprüfung Gewürztraminer-Weine, Versuch „Maischestandzeit 1999“. Verkostungstermin: März 2000. Anzahl der Prüfer, n=20.

	Gewürztraminer 0 h Maischestandzeit	Gewürztraminer 16 h Maischestandzeit	Gewürztraminer 40 h Maischestandzeit
Platzziffer	1,9	2,0	2,1
Rangziffer	2,4	2,5	2,6

Ergebnis: Es konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Varianten festgestellt werden.

Die beschreibende sensorische Bewertung der 1999er Gewürztraminer Weine hat auch gezeigt, dass es nur geringe Unterschiede zwischen den Weinen gab. Der Wein mit 40 h Maischestandzeit differenzierte sich beim Attribut blumig, zeigte eine erhöhte Intensität, welche allerdings nur vom Wein „16 h“ signifikant war. Für die Aromaattribute „fruchtig“ und „vegetativ“ wurden alle drei Weine ähnlich bewertet (vgl. Abbildung 30).

Vergleich dreier Maischestandzeiten beim Gewürztraminer '99, Verkostung März 2000

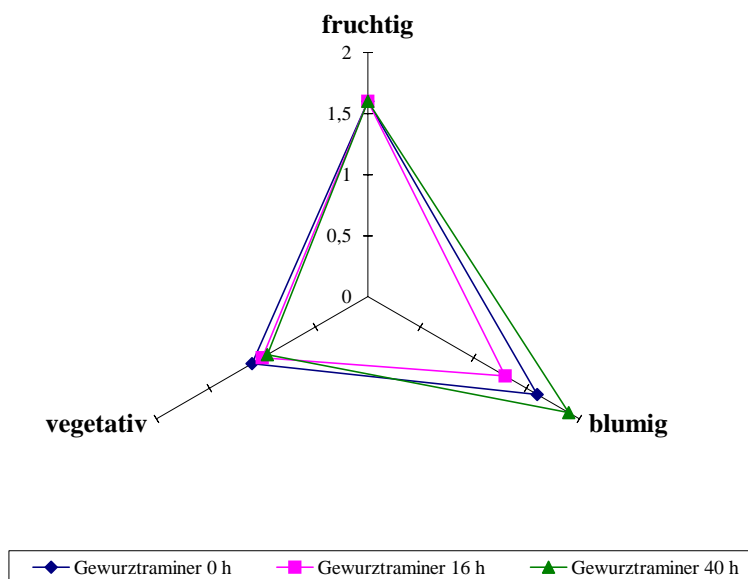


Abbildung 30: Schematische Darstellung der sensorischen Eigenschaften Gewürztraminer-Weine aus verschiedenen Maischestandzeiten. März 2000. Datenpunkte sind Mittelwerte aus 12 Wiederholungen (Anzahl der Prüfer).

4.1.3.4.2 Zweiter Verkostungstermin, Oktober 2000

Am 27.10.00 wurden zum zweiten Mal die Versuchsweine des Versuches „Maischestandzeit 1999“ sensorisch bewertet. Die Weine zeigten eine sehr interessante Entwicklung, gekennzeichnet von einer deutlicheren und harmonischeren Ausprägung der sortentypischen Aromen. Der Wein mit 40 h Standzeit zeigte die intensivsten Aromen und bekam bei der beschreibenden Sensorik die meisten Punkte für das Attribut „blumig“ und „fruchtig“. Dieser

Wein wurde sowohl bei den Dreieckstests als auch bei der Rangordnungsprüfung als Bester bewertet.

Wie Tabelle 19 zeigt, unterschied sich der Wein ohne Standzeit vom Wein mit 40 h Standzeit mit einem Signifikanzniveau von 95% und mit Bevorzugung für den gemaischten (10 positive Äußerungen gegenüber 2 negativen). Es gab keine Signifikanz für den Vergleich zwischen den Weinen ohne und mit 16 h Standzeit. Die Prüfer konnten zwar Unterschiede zwischen den Weinen mit Standzeit von 16 h und 40 h erkennen, allerdings konnte der Grund für die sensorische Präferenz nicht eindeutig angegeben werden.

Tabelle 19: Dreieckstests Gewürztraminer-Weine, Versuch „Maischestandzeit 1999“. Verkostungstermin: Oktober 2000. Anzahl der Prüfer, n=13.

Vergleich	Signifikanz
Gewürztraminer 0 h M. Gewürztraminer 16 h M.	keine
Gewürztraminer 0 h M. Gewürztraminer 40 h M.	*
Gewürztraminer 16 h M. Gewürztraminer 40 h M.	*

* = 95% signifikant (bei n = 13: 8 richtige Nennungen)

** = 99% signifikant (bei n = 13: 9 richtige Nennungen)

*** = 99,9% signifikant (bei n = 13: 11 richtige Nennungen)

Bei den Rangordnungsprüfungen (vgl. Tabelle 20) bekam der Wein mit 40stündiger Standzeit wiederholt den ersten Platz, der Wein mit 16stündiger Standzeit den zweiten und der Wein ohne Standzeit den dritten, wobei nur der Unterschied zwischen dem ersten und dem dritten Platz signifikant war (Rangziffer >1). Aufgrund dieser und der Dreieckstestsergebnisse kann die Aussage getroffen werden, dass die Weine mit Standzeit tendenziell bevorzugt wurden.

Tabelle 20: Rangordnungsprüfung Gewürztraminer-Weine, Versuch „Maischestandzeit 1999“. Verkostungstermin: Oktober 2000. Anzahl der Prüfer, n=13.

	Gewürztraminer 0 h Maischestandzeit	Gewürztraminer 16 h Maischestandzeit	Gewürztraminer 40 h Maischestandzeit
Platzziffer	2,6	2,0	1,4
Rangziffer	3,4	2,5	1,6

Ergebnis: Die Variante 40 h wurde signifikant besser beurteilt als die Variante 0 h. Die Variante 16 h unterschied sich weder von 16 h noch von 0 h ab.

Bei der beschreibenden Sensorik, die zur gleichen Zeit durchgeführt wurde, konnte man signifikante Unterschiede zwischen den Weinen feststellen. Der Wein mit 40 h Maischestandzeit zeigte die höchsten Werte für blumig und fruchtig. Der Wein 16 h wies dem Wein 0 h gegenüber erhöhte blumige Aromenote, während sie für die fruchtigen Noten ähnliche Bewertung bekamen. Der Wein ohne Standzeit tendierte im allgemein zu schwachen Aromen (vgl. Abbildung 31).

**Vergleich dreier Maischestandzeiten beim Gewürztraminer '99,
Verkostung Oktober 2000**

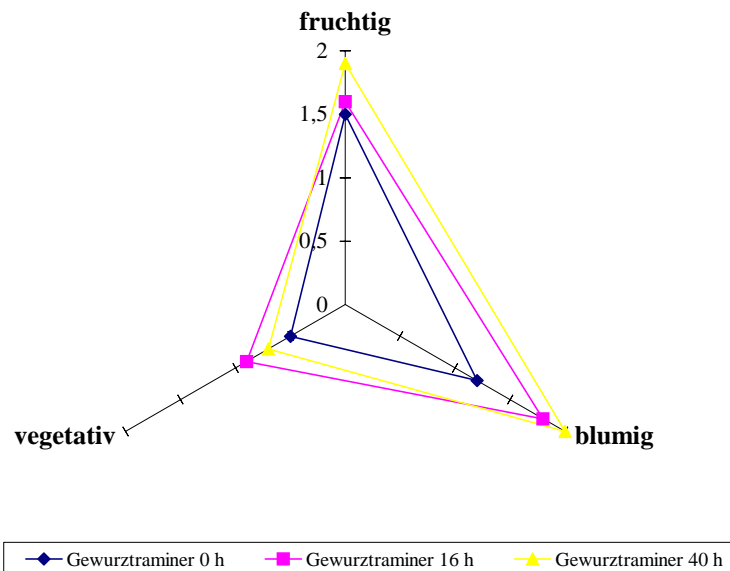


Abbildung 31: Schematische Darstellung der sensorischen Eigenschaften Gewürztraminer-Weine aus verschiedenen Maischestandzeiten. Oktober 2000. Datenpunkte sind Mittelwerte aus 15 Wiederholungen (Anzahl der Prüfer).

Bei der Diskussion nach der Bewertung der Weine wurde von den Prüfern zusätzlich geäußert, dass der Gewürztraminer seinen Charakter deutlicher zeigte, wenn die Maischestandzeit länger dauert. Teilweise teilten die Prüfer mit, dass eine längere Standzeit für sie bittere Geschmacksnoten mitbringt. Diese schienen aber für diese Weine nicht dominant zu sein.

4.1.3.4.3 Dritter Verkostungstermin, Februar 2001

Die letzte Verkostung für die 1999er Weine fand am 05.02.01 statt. Es wurde ein detailliertes Beschreibungsschema mit 8 Aromattributen und drei Attributen, die den geschmacklichen Charakter der Weine betrafen, verwendet. Auch hier zeigte der Wein mit der längsten Maischestandzeit von 40 Stunden eine erhöhte Aromaintensität, die allerdings nicht signifikant gesichert war. Im Gegensatz dazu unterschied sich das Attribut „Körper“ bei beiden Weinen mit Maischestandzeit signifikant, während der Wein ohne Standzeit weniger Rosenaromen und Körper, aber mehr Säure aufwies (vgl. Abbildung 32).

Vergleich dreier Maischestandzeiten beim Gewürztraminer '99, Verkostung Februar 2001

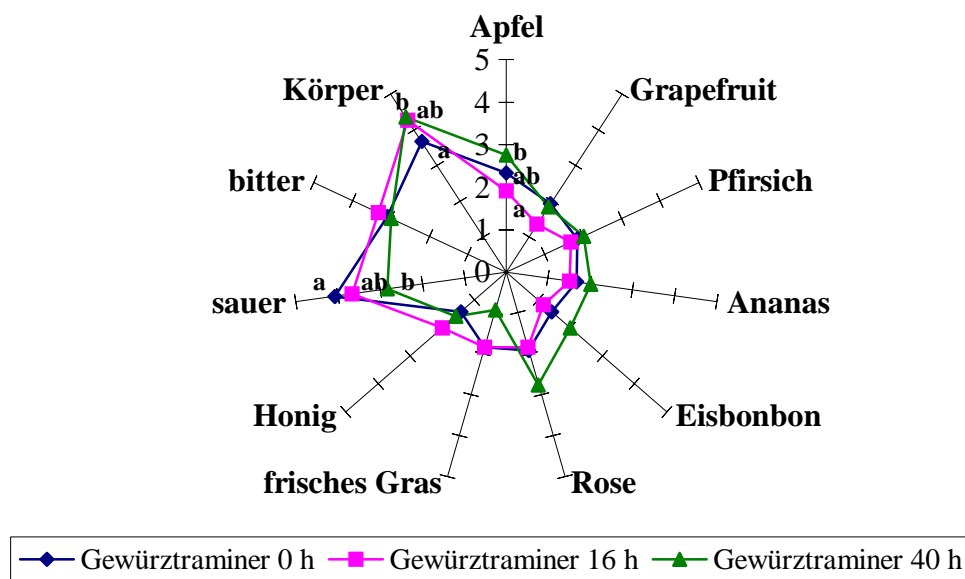


Abbildung 32: Schematische Darstellung der sensorischen Eigenschaften Gewürztraminer-Weine aus verschiedenen Maischestandzeiten. Februar 2001. Datenpunkte sind Mittelwerte aus 15 Wiederholungen (Anzahl der Prüfer).

Tabelle 21: Ergebnisse der sensorischen Bewertung nach dem DLG-5-Punkte Schema. Gewürztraminer-Weine aus verschiedenen Maischestandzeiten, Jahrgang 1999.

Maischestandzeit 1998, Verkostungstermin Februar 2001				
	Qualitätszahl	Geruch	Geschmack	Harmonie
0 h	2,5	2,6	2,5	2,4
16 h	2,6	2,6	2,5	2,6
40 h	2,8	2,9	2,6	2,8

Wenn man die Weine aus dem Jahrgang 1999 im Ganzen betrachtet, stellt man fest, dass sie eher ein neutrales Profil präsentieren. Unserer Analytik nach, besaßen die Moste Glykosidgehalte, die niedriger waren als die entsprechenden Gehalten der 1998er Moste.

Die Weine aus dem Jahrgang 1998 zeigten insgesamt ein ausgeprägtes sortentypisches Profil, das sich aber beim Wein mit mittlerer Standzeit sowohl deutlicher, als auch harmonischer präsentierte. Im Gegenteil dazu war der Aromacharakter des Weins mit 40 Stunden Standzeit zu intensiv und wie die Verkostung nach zwei Jahren gezeigt hat, nicht harmonisch.

Der Jahrgang 1999 lieferte Weine, welche einen eher dezenten Charakter besaßen. Hier hatte der Wein aus der längsten Standzeit einen Vorsprung, denn er wurde von den intensivsten Aromen charakterisiert und entsprach somit dem sortentypischen Gewürztraminer-Charakter.

4.1.4 Vergleich der Jahrgänge 1998-1999

Die drei Standzeitvarianten besaßen im Jahr 1998 höhere GG-Werte als die entsprechenden des Jahres 1999. Dies korreliert gut mit den höheren GG-Werten der Beeren im Jahrgang 1998 im Vergleich zum Jahrgang 1999.

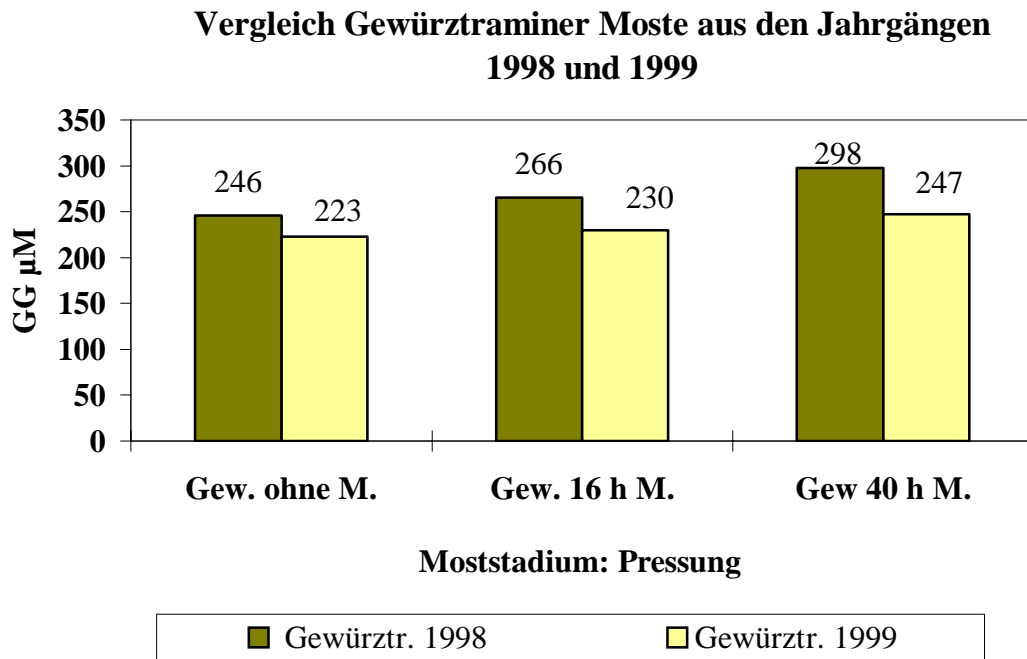


Abbildung 33: Gesamtheit der sekundären Metaboliten (GG) im Most von Gewürztraminer-Weinen bei verschiedenen Verarbeitungsvarianten 1998 und 1999.

4.2. Betrachtung der Entwicklung der gebundenen sekundären Pflanzenmetaboliten am Beispiel der Rebsorte Riesling

4.2.1. Reifeentwicklung

In Abbildung 34 ist die zeitliche Entwicklung des Mostgewichts bzw. der glykosidisch gebundenen Metaboliten, der Gesamtsäure und des pH-Wertes der Beerenproben, für die Jahrgänge 1998 und 1999 zu sehen.

Im Jahr 1998 zeigte sich eine rasche und starke Zunahme des Mostgewichts an den ersten zwei Terminen. Von 75° Oe wurden 84 ° Oe innerhalb von 7 Tagen erreicht. Diese Werte blieben für 2 Wochen unverändert und stiegen dann rasch auf 91° Oe zum Erntetermin. Die Glykoside spiegelten die erste Zunahme des Zuckers nicht wider und blieben stabil bei 0,360 µmol/g Beerengewicht. Dagegen konnte eine parallele Zunahme der Glykosidgehalte in der zweiten Phase der drastischen Zucker-Akkumulation festgestellt werden, die allerdings von großen Schwankungen der GG-Werte charakterisiert war (vgl. Abbildungen 34a, 34b). Die Gesamtsäure ist von 16,2 g/l auf 12,6 g/l gesunken (vgl. Abbildung 34c). Der Ertrag betrug 75,5 kg/a.

Im Jahr 1999 fand an den ersten zwei Terminen keine Zunahme der GG-Gehalte statt. Dagegen wurde am dritten Termin eine signifikante Erhöhung der GG-Werte gemessen. Am Erntetermin sanken die Glykoside wieder auf das vorherige Niveau ab. Die Werte lagen bei 0,372 µmol/g Beerengewicht, ein Wert, der signifikant niedriger als der Entsprechende des Jahres 1998 ist (vgl. Abbildung 34e). Der Zuckerverlauf lief parallel zu den Glykosiden bis zum Erntetermin. Da wurde eine weitere Zunahme des Zuckergehaltes gemessen, im Gegensatz zu der Glykosidabnahme (vgl. Abbildungen 34d, 34e). Mit einem Mostgewicht von 82 °Oe und einer Gesamtsäure von 9,7 g/l am Erntetermin zeigten die Riesling–Trauben eine ausgeglichene Säurestruktur (vgl. Abbildungen 34d, 34f). Der Ertrag bei der Untersuchungsvariante erreichte 134 kg/a. Dieser Jahrgang wurde generell von erhöhten Erträgen charakterisiert. Es wurde eine außergewöhnliche Beerengröße beobachtet.

Ein Vergleich zwischen den Glykosidgehalten der Trauben der Jahrgänge 1998 und 1999 zeigt, dass das Jahr 1999 durch niedrigere GG-Gehalte charakterisiert war.

Riesling

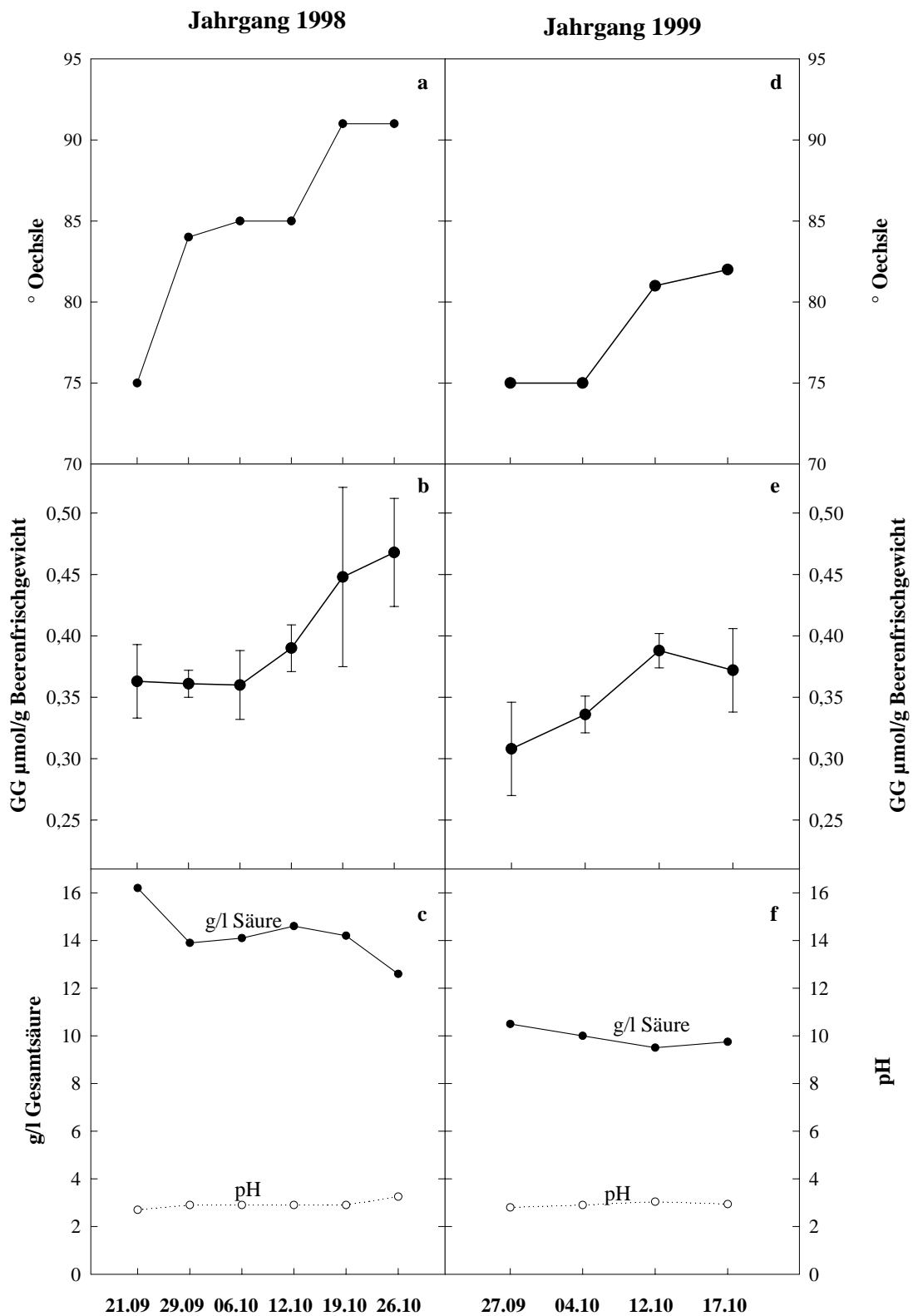


Abbildung 34: Oechsle-, GG- und Gesamtsäureprofil von Riesling 1998 und 1999 während der letzten Phase der Reifeentwicklung.

4.2.2 Weinausbau 1998

4.2.2.1 Pressung

Die GG-Werte nahmen mit zunehmendem Pressdruck zu, so dass alle Maischestandzeitvarianten bei der „zweiten Pressung“ die höchsten GG-Werte aufwiesen. Die Fraktion „Gesamt“ vertritt das gesamte Volumen aller drei Fraktionen, wie sie im Tank nach der Pressung gemischt wurden (s. Kapitel 3.1.4.1) und deren Glykosid- wie auch Phenolgehalte wurden immer separat untersucht.

Die Variante ohne Maischstandzeit besaß die niedrigsten GG-Werte bei „Gesamt“, die Variante mit der längsten Standzeit von 40 h die höchsten, während die mit der mittleren Standzeit keine signifikanten Unterschiede zu den anderen Varianten zeigte (vgl. Tabelle 22).

Tabelle 22: Glykosidgehalte (GG μM) der verschiedenen Pressfraktionen beim Riesling 1998.

	Riesling 0 h M.	Riesling 16 h. M.	Riesling 40 h M.
Vorlauf	228	260	255
Pressung 1	256	280	274
Pressung 2	382	380	374
Gesamt	248	268	278

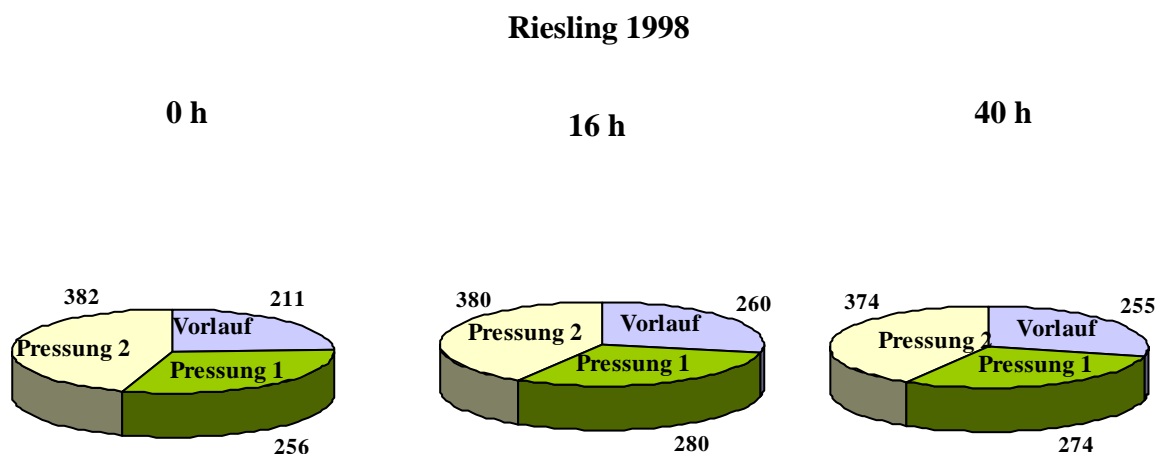


Abbildung 35: Glykosidgehalte (μM) der verschiedenen Pressfraktionen der Riesling-Moste. Vergleich dreier Maischstandzeiten. Jahrgang 1998.

Der „Vorlauf“ besaß bei der Variante ohne Maischstandzeit niedrige GG-Werte, die sehr auffallend bei der ersten und nachher der zweiten Pressung anstiegen. Demgegenüber lagen die Glykosidgehalte des „Vorlaufs“ der anderen zwei Varianten (16 h, 40 h) hoch und bei diesen bewirkte die erste Pressung nur eine geringfügige Zunahme. Nur bei der zweiten Pressung, mit einem Pressdruck bis 3,0 bar wurde wieder ein deutlicher Extraktionseffekt von sekundären Pflanzenmetaboliten gemessen (vgl. Abbildung 35).

Ein Anstieg der Phenolgehalte mit zunehmendem Pressdruck war bei allen drei Standzeitvarianten zu beobachten. Die Variante 16 h wies niedrige Phenolgehalte bei allen Pressstadien auf (vgl. Abbildung 36).

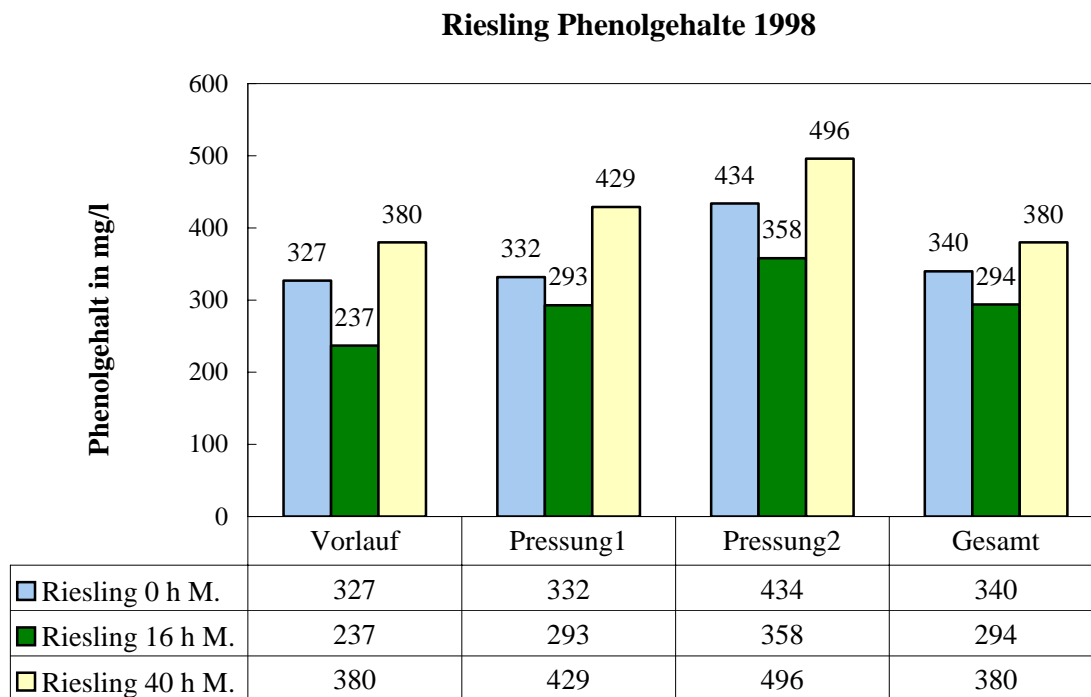


Abbildung 36: Phenolgehalte (mg/l) der verschiedenen Pressfraktionen der Riesling-Moste. Vergleich dreier Maischestandzeiten. Jahrgang 1998.

4.2.2.2 Gärung

Die Gärung verlief beim Riesling 1998 nicht ohne Probleme. Nach einem stürmischen Anfang, der die Zucker-Werte von 180 g/l auf 55 g/l sinken ließ, zeigten die Varianten ohne und mit 16 h Maischestandzeit eine stolpernde Gärung, die von einer Erhöhung der Raumtemperatur behoben wurde. Selbst nach 3 Monaten hatten die Weine noch einen Restzuckergehalt um die 20 g/l (vgl. Abbildung 37a, 37d). Im Gegensatz dazu war die Variante mit 40 h Standzeit innerhalb von 20 Tagen durchgegoren. In wieweit die längere Standzeit von 40 h durch die längere Extraktionsphase der Traubeneinhaltsstoffe aus den Beerenschalen, für eine bessere Nährstoffversorgung der Hefe verantwortlich war, konnte im Rahmen dieser Arbeit nicht beantwortet werden.

Glykoside

Die GG-Werte nahmen während der Gärung kontinuierlich ab. Die Abnahme kann als stark bezeichnet werden, wobei sie bei den Varianten mit der längsten Gärdauer am stärksten war (jeweils 74 % für die 0 h und 16 h, während bei 40 h 68 %). Beim Jungwein besaßen alle drei Varianten ähnliche GG-Gehalte (vgl. Tabelle23).

Tabelle 23 : Glykosidgehalte (GG μM) der verschiedenen Gärfraktionen beim Riesling 1998.

	Riesling 0 h	Riesling 16 h M.	Riesling 40 h M.
Most	251	268	278
Anfang Gärung	118	127	120
Mitte Gärung	101	103	103
Ende Gärung	66	69	89
Wein	67	70	70

Phenole

Im Gegensatz zu den Glykosiden, die bei allen Maischestandzeitvarianten ein ähnliches Verhalten zeigten, war die Entwicklung der Gesamtphenole während der Gärung von unterschiedlichem Verlauf charakterisiert. Bei der Variante 0 h wurde eine Abnahme der Gesamtphenole sofort nach dem Anfang der Gärung beobachtet. Diese Abnahme war bis zum Ende der Gärung festzustellen (vgl. Abbildung 37c).

Dagegen wurde bei der Variante 16 h eine geringe Zunahme am Anfang der Gärung gemessen. Erst zum Ende der Gärung war eine Abnahme (von 33 %) zu beobachten. Bei der Variante 40 h blieben die Phenolgehalte bis Mitte der Gärung stabil, um zum Ende der Gärung geringfügig (21 %) abzunehmen.

Ein Vergleich zwischen den Gesamtphenolgehalten der drei Maischestandzeitvarianten am Ende der Gärung zeigt, dass die Variante mit 0 h Standzeit diejenige mit den wenigsten Phenolen war, während die mit 40 h durch einen hohen Phenolgehalt von 300 mg/l gekennzeichnet war (vgl. Tabelle 24).

Tabelle 24: Phenolgehalte (mg/l) der verschiedenen Gärfraktionen beim Riesling 1998.

	Riesling 0 h	Riesling 16 h M.	Riesling 40 h M.
Most	340	294	380
Anfang Gärung	250	338	363
Mitte Gärung	210	320	370
Ende Gärung	180	216	302
Wein	349	353	321

Tabelle 25: Analytische Kennzahlen 1998er Riesling-Weine verschiedener Maischestandzeiten.

	0 h M.	16 h M.	40 h M.
pH	3,2	3,3	3,4
Gesamtsäure (mg/l)	10,9	9,6	8,6
Alkohol (% vol)	11,6	11,8	12,6
Restzucker (g/l)	21,2	19,0	1,7
Gesamtextrakt (g/l)	46,0	43,0	23,5
Extrakt zuckerfrei (g/l)	25,8	25,0	22,8
freie SO ₂ (mg/l)	40	41	39
gesamte SO ₂ (mg/l)	83	89	93
Phenolgehalt (mg/l)	349	353	321
Ausgangsmostgewicht (° Oe)	92	94	91
Bentonit-Bedarf (g/hl)	400	400	500

Aus Tabelle 25 wird ersichtlich, dass mit zunehmender Standzeit der pH-Wert anstieg; von 3,2 bei Riesling 0 h auf 3,4 bei Riesling 40 h. Parallel sank der Gesamtsäuregehalt. Die Variante 40 h besaß einen sehr niedrigen Restzuckergehalt von 1,7 g/l und gleichzeitig einen höheren Alkoholgehalt als die Varianten 0 h und 16 h. Diese beide schlossen ihre alkoholische Gärung nicht ab und zeigten somit einen Restzuckergehalt von 21 bzw. 19 g/l (vgl. Kapitel 4.2.2.2). Der Phenolgehalt bei Riesling 40 h lag niedriger als die Gehalte der anderen Varianten. Generell können die Phenolgehalte der Weine als hoch bezeichnet werden. Bei den Varianten 0 h und 16 h wurde sogar eine Zunahme der Gesamtphenole nach Ende der Gärung gemessen. Zwischen den Glykosidgehalten der vergleichenden Varianten gab es keinen signifikanten Unterschied festzustellen.

4.2.2.3 Lagerung

Die Weine wurden abgefüllt und im Versuchskeller der FA Geisenheim gelagert. Zu unterschiedlichen Zeitpunkten (s. Kapitel 3.3.5, Material und Methoden) wurden sie auf ihre GG-Gehalte untersucht. Am ersten Messtermin lagen die Glykosidgehalte aller drei Varianten auf dem gleichen Niveau. Zum zweiten Termin blieben die GG-Gehalte der beiden Varianten 0 h und 16 h praktisch unverändert, während die Variante 40 h eine signifikante Abnahme nachwies. Dadurch lagen die GG-Gehalte des Weins 16 h signifikant höher (vgl. Abbildung 38, s. auch Anhang, Tabelle V).

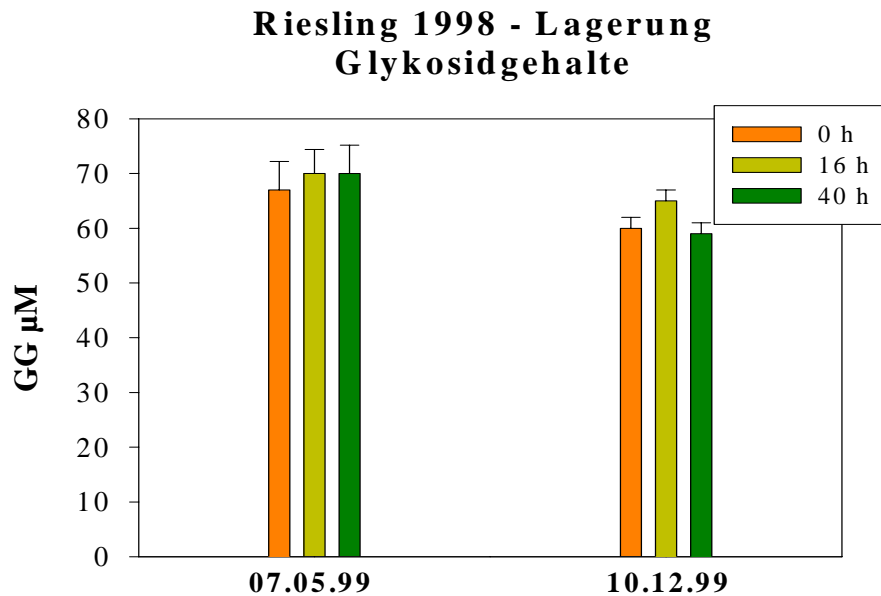


Abbildung 38: Glykosidabnahme während der Lagerung bei Riesling-Weinen aus dem Jahrgang 1998.

4.2.2.4 Sensorik

4.2.2.4.1 Erster Verkostungstermin, April 1999

Der erste Verkostungstermin war am 07.05.99. Die Variante der 40 h wurde aufgrund des Restzuckergehaltes und der fehlenden Vergleichbarkeit zu den anderen Varianten nicht in den Dreieckstest miteinbezogen. Die Ergebnisse für den Vergleich der Varianten 0 h und 16 h (mit Wiederholung) sind in Tabelle 26 dargestellt.

Tabelle 26: Dreieckstests Riesling-Weine, Versuch „Maischestandzeit 1998“. Verkostungstermin: Mai 1999. Anzahl der Prüfer, n=21.

Vergleich	Signifikanz
Riesling 0 h Riesling 16 h	***
Riesling 16 h Riesling 0 h	**

* = 95% signifikant (bei n = 21: 12 richtige Nennungen)

** = 99% signifikant (bei n = 21: 13 richtige Nennungen)

*** = 99,9% signifikant (bei n = 21: 15 richtige Nennungen)

Es ist zu erkennen, dass die Varianten sich signifikant von einander unterschieden. Die Rangordnungsprüfung, bei welcher die Variante mit 40 h Standzeit einbezogen wurde, zeigte keine Geschmackspräferenz der Prüfer zu einer Variante (vgl. Tabelle 27).

Tabelle 27: Rangordnungsprüfung Riesling-Weine, Versuch „Maischestandzeit 1998“. Verkostungstermin: April 1999. Anzahl der Prüfer, n=21.

	Riesling 0 h Maischestandzeit	Riesling 16 h Maischestandzeit	Riesling 40 h Maischestandzeit
Platzziffer	1,8	1,9	2,3
Rangziffer	2,2	2,4	3,0

Parallel zu diesen Verkostungen fand eine beschreibende Bewertung der Weine statt. Ziel war es, Geschmackskomponenten herauszuarbeiten, welche die Weine charakterisieren und so den Einfluss der Versuchsmaßnahmen auf die sensorische Eigenschaften widerspiegeln.

In Abbildung 39 sind die Aromaprofile der drei Weine aus den verschiedenen Maischestandzeiten von 0 h, 16 h und 40 h zu sehen. Der Wein 40 h zeigte signifikant erhöhte vegetative Noten, wie „frisches Gras“, während der 0 h eher Citrus Noten (Zitrone, Grapefruit) aufwies. Weiter war die Intensität des Attributes blumig bei der Variante 40 h signifikant ausgeprägter. Die Variante 16 h tendierte ein ähnliches Profil wie die 40 h zu haben; dieses lässt sich doch statistisch nicht absichern.

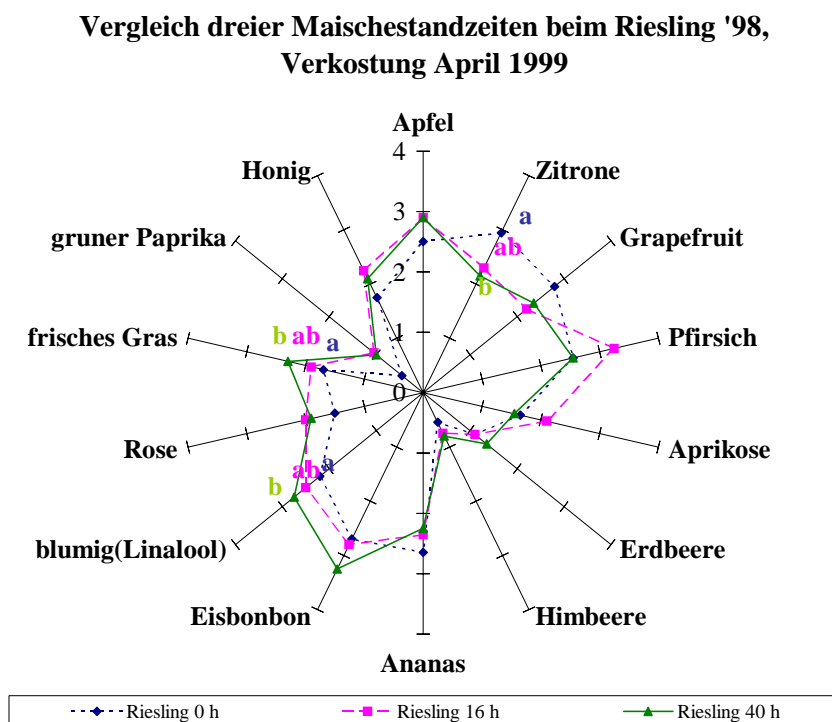


Abbildung 39: Schematische Darstellung der sensorischen Eigenschaften Riesling-Weine aus verschiedenen Maischestandzeiten. April 1999. Datenpunkte sind Mittelwerte aus 20 Wiederholungen (Anzahl der Prüfer).

4.2.2.4.2 Zweiter Verkostungstermin, Dezember 1999

Tabelle 28: Dreieckstests Riesling-Weine, Versuch „Maischestandzeit 1998“.
Verkostungstermin: Dezember 1999. Anzahl der Prüfer, n=18.

Vergleich	Signifikanz
Riesling 0 h M. Riesling 16 h M.	***
Riesling 16 h M. Riesling 0 h M.	keine

* = 95% signifikant (bei n = 18: 10 richtige Nennungen)

** = 99% signifikant (bei n = 18: 12 richtige Nennungen)

*** = 99,9% signifikant (bei n = 18: 13 richtige Nennungen)

Bei dem Dreieckstest lieferte der Vergleich 0 h -16 h lieferte das gleiche Ergebnis, wie am ersten Verkostungstermin; die Varianten wichen signifikant von einander ab. Die Wiederholung konnte allerdings dieses Ergebnis nicht bestätigen (vgl. Tabelle 28).

Bei der Rangordnung (vgl. Tabelle 29) wurde der Wein mit 40 h als der schlechteste bewertet. Dagegen gab es keinen statistischen Unterschied zwischen den Varianten 0 h und 16 h.

Tabelle 29: Rangordnungsprüfung Riesling-Weine, Versuch „Maischestandzeit 1998“
Verkostungstermin: Dezember 1999. Anzahl der Prüfer, n=18.

	Riesling 0 h Maischestandzeit	Riesling 16 h Maischestandzeit	Riesling 40 h Maischestandzeit
Platzziffer	1,7	1,4	2,6
Rangziffer	2,5	1,7	3,3

Ergebnis: Die Variante 16 h wurde signifikant besser beurteilt als die Variante 40 h. Die Variante 0 h wich weder von 16 h noch von 40 h ab.

Die auf drei Aroma-Attribute begrenzte beschreibende Sensorik hat den Wein von 16 h Maischestandzeit als signifikant fruchtiger bezeichnet, während die Varianten 0 h und 40 h ähnliche Aromaintensität aufwiesen. Für das Attribut „blumig“ war der Unterschied zwischen den Varianten 0 h und 40 h signifikant; hier wurde die Variante ohne Standzeit als aromatischer eingestuft. Für das Attribut „vegetativ“ waren alle drei Maischestandzeitvarianten gleich zu bewerten.

Vergleich dreier Maischestandzeiten beim Riesling '98, Verkostung Dezember 1999

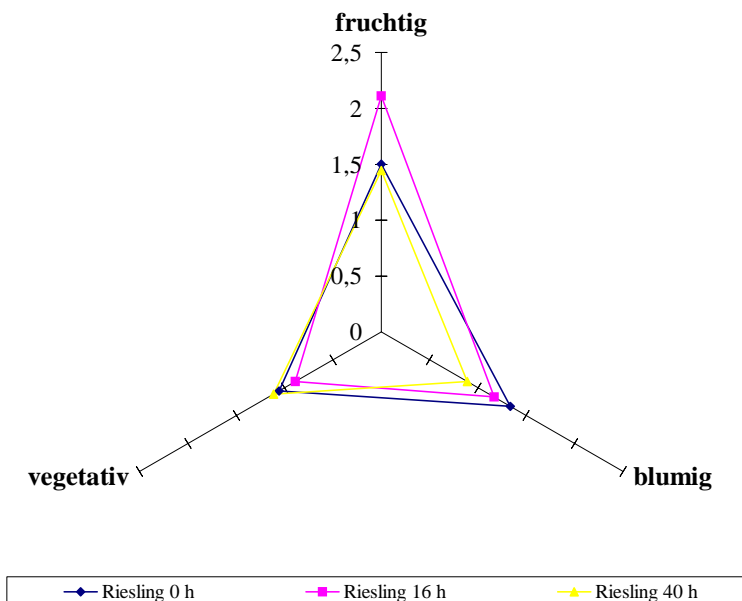


Abbildung 40: Schematische Darstellung der sensorischen Eigenschaften Riesling-Weine aus verschiedenen Maischestandzeiten. Dezember 1999. Datenpunkte sind Mittelwerte aus 12 Wiederholungen (Anzahl der Prüfer).

4.2.3 Weinausbau 1999

4.2.3.1 Pressung

Der Jahrgang 1999 zeigte aus der Sicht der Glykosidgehalte im Most ein ähnliches Bild wie der Jahrgang 1998. Die Variante ohne Maischstandzeit besaß die niedrigsten GG-Werte. Die Glykosidgehalte der Variante 16 h und 40 h lagen signifikant höher und voneinander nicht abweichend (vgl. Tabelle 30).

Tabelle 30: Glykosidgehalte (μM) der verschiedenen Pressfraktionen beim Riesling 1999.

Riesling 0 h	Volumen in l	GG μM	Riesling 16 h	Volumen in l	GG μM	Riesling 40 h	Volumen in l	GG μM
Vorlauf	35	227	Vorlauf	40	259	Vorlauf	35	244
Pressung1	50	244	Pressung1	45	289	Pressung1	50	289
Pressung2	20	320	Pressung2	10	405	Pressung2	10	412
Gesamt	105	227	Gesamt	95	282	Gesamt	95	283

Es zeigte sich, dass die GG-Gehalte der Fraktion „Gesamt“, welche separat gemessen wurden, sowohl aus der Menge als auch aus der Höhe der verschiedenen Pressfraktionen beeinflusst wurden (vgl. Tabelle 30).

Riesling 1999

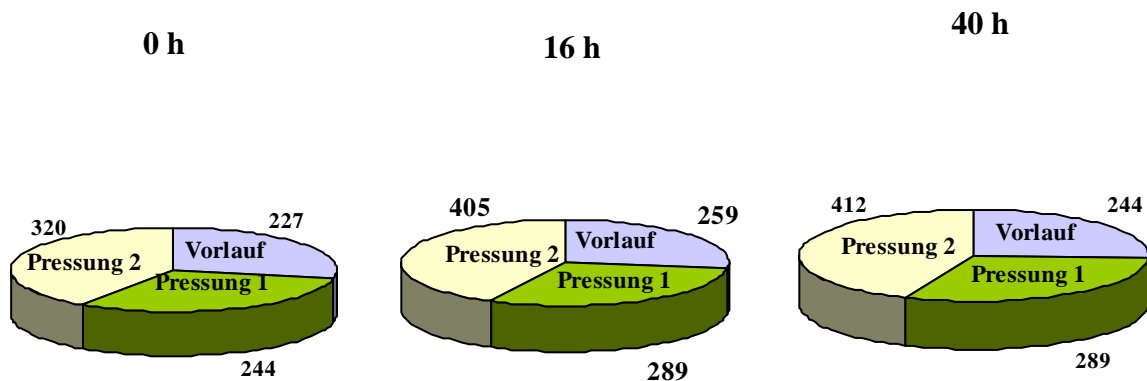


Abbildung 41: Anteil der verschiedenen Pressfraktionen an den Glykosidgehalten (µM) der Riesling-Moste. Vergleich dreier Maischstandzeiten. Jahrgang 1999.

Es wurde wieder festgestellt, dass der Pressdruck einen Extraktionseffekt auf die Glykoside ausübt, mit der Folge, dass alle Varianten bei der „zweiten Pressung“ die höchsten GG-Werte aufwiesen (vgl. Abbildung 41). Zwischen dem „Vorlauf“ und der „ersten Pressung“ waren die Unterschiede oft als gering zu beschreiben (zwischen 17 – 45 µmol/l), während die Unterschiede zwischen der „ersten“ und „zweiten“ Pressung mindestens 76 µmol/l betragen (vgl. Abbildung 41).

Riesling Phenolgehalte 1999

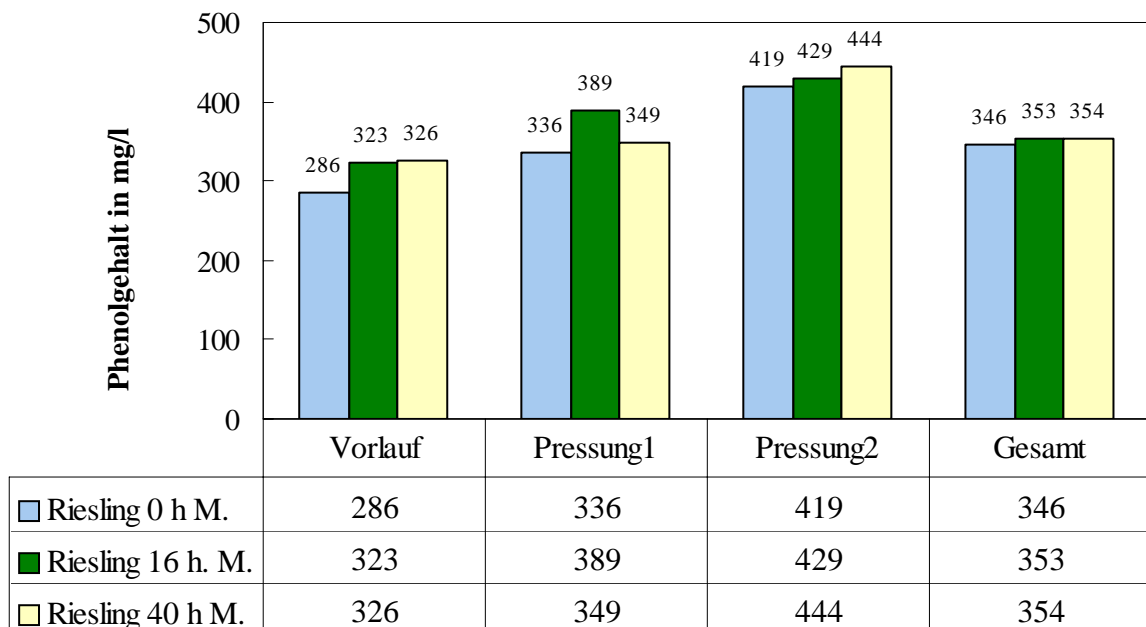


Abbildung 42: Phenolgehalte (mg/l) der verschiedenen Pressfraktionen der Riesling-Moste. Vergleich dreier Maischstandzeiten. Jahrgang 1999.

Aus Abbildung 42 ist abzuleiten, dass mit zunehmendem Pressdruck die Phenolgehalte aller drei Standzeitvarianten anstiegen. Allerdings waren die Unterschiede zwischen den Varianten unbedeutend. Eine Ausnahme bildete der Phenolgehalt der Variante 16 h bei der ersten Pressung, der deutlich höher lag als die der Varianten 0 h und 40 h. Beim „Gesamten“ waren alle Folin-Werte als ähnlich zu bezeichnen.

4.2.3.2 Gärung

Die Gärung wurde im Jahr 1999 problemlos innerhalb von ca. 7 Tagen abgeschlossen. Die Gärtemperaturen lagen in diesem Jahr, wie bei den Gewürztraminer-Weinen hoch und teilweise haben sie 26° C erreicht. Der Effekt der hohen Gärtemperaturen auf die Qualität der Weine kann nur abgeschätzt werden. Möglicherweise sind dadurch Eigenschaften wie bitter und adstringierend verstärkt worden. Die GG-Werte nahmen bei allen drei Varianten kontinuierlich ab. Die Abnahme betrug 71%, 75% und 74% jeweils für die Varianten 0 h, 16 h und 40 h.

Tabelle 31: Glykosidgehalte (μM) der verschiedenen Gärfraktionen beim Riesling 1999.

	Riesling 0 h M.	Riesling 16 h M.	Riesling 40 h M.
Most	227	282	283
Anfang Gärung	188	233	224
Mitte Gärung	122	130	135
Ende Gärung	77	87	95
Wein	66	71	75

Gesamtphenolgehalte

Die Phenolgehalten wiesen ein ungleiches Verhalten auf. Da nahmen die Werte sowohl in der Variante der 16stündigen als auch bei der 40stündiger Maischestandzeit an der Mitte der Gärung zu und obwohl sie am Ende der Gärung niedriger lagen als am Anfang, war der Unterschied nicht besonders markant. Die Variante ohne Maischestandzeit wies bis zur Mitte der Gärung keinen Unterschied bei den Phenolgehalten auf, aber diese sanken am Ende der Gärung deutlich (vgl. Tabelle 32, Abbildung 43).

Tabelle 32: Phenolgehalte (mg/l) der verschiedenen Gärfraktionen beim Riesling 1999.

	Riesling 0 h M.	Riesling 16 h M.	Riesling 40 h M.
Most	346	353	354
Anfang Gärung	318	281	232
Mitte Gärung	313	308	257
Ende Gärung	215	232	217
Wein	227	231	187

Riesling 1999, Gärverlauf

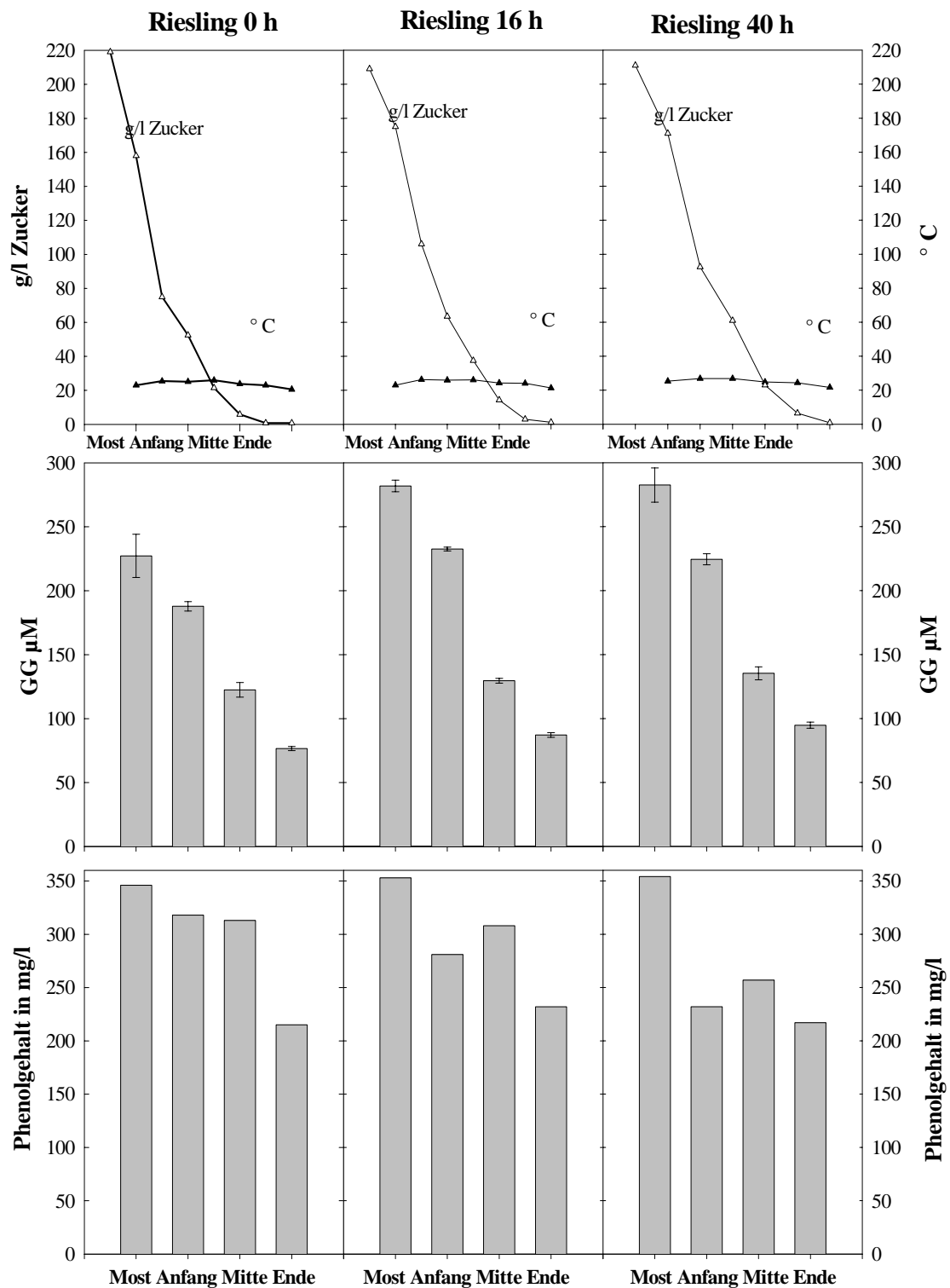


Abbildung 43: Zuckerabnahme, Temperaturschwankungen, Abnahme in GG- und Phenolgehalten während der Gärung bei Riesling ohne Maischestandzeit (a, b, c), mit 16 h Maischestandzeit (d, e, f) und mit 40 h Maischestandzeit (g, h, i), Jahrgang 1999.

Handelsanalyse der 1999er Riesling-Weine aus dem Versuch „Maischestandzeit“

Tabelle 33: Analytische Kennzahlen 1999er Riesling-Weine verschiedener Maischestandzeiten.

	0 h M.	16 h M.	40 h M.
pH	2,9	3,0	3,1
Gesamtsäure (mg/l)	7,7	6,7	6,7
Alkohol (% vol)	11,8	11,6	11,3
Restzucker (g/l)	1,2	1,1	1,2
Gesamtextrakt (g/l)	19,5	18,7	19,5
Extrakt zuckerfrei (g/l)	19,3	18,5	19,3
freie SO ₂ (mg/l)	32	24	25
gesamte SO ₂ (mg/l)	100	92	92
Phenolgehalt (mg/l)	227	231	187
Ausgangsmostgewicht (° Oe)	84	80	81
Bentonit-Bedarf (g/hl)	250	250	250

Im Jahr 1999 lag das Mostgewicht auf der Ebene von 81° Oe, das heißt 10° Oe niedriger als im vorigen Jahr. Die Gesamtsäure lag von 3,2 bis 1,9 g/l niedriger als im Jahr 1998 und überraschenderweise der pH-Wert auch. Zwischen den Maischestandzeitvarianten erkennt man die gleichen Tendenzen, wie im Jahr 1998, eine Steigerung des pH-Werts mit zunehmender Standzeit und eine parallele Abnahme des Gesamtsäuregehalts. Es gab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Glykosidgehalten der Weine. Die Phenolgehalte der Weine waren niedriger als im vorigen Jahr und die Variante 40 h wies wieder die geringsten Phenolgehalte auf (vgl. Tabelle 33).

4.2.3.3 Lagerung

In Abbildung 44 sind die Glykosidgehalte der 1999er Riesling-Weine dargestellt.

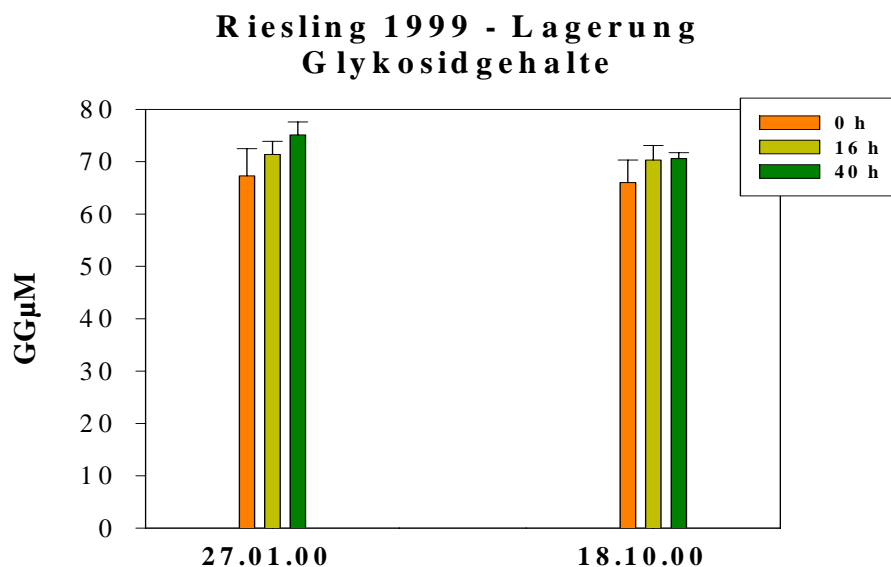


Abbildung 44: Glykosidabnahme während der Lagerung bei Riesling-Weinen aus dem Jahrgang 1999.

Am ersten Messtermin gab es keinen Unterschied zwischen den GG-Werten der drei Weine. Beim zweiten Termin wurde eine signifikante Abnahme bei der Variante 40 h gemessen, während die GG-Werte der beiden anderen Varianten stabil blieben.

4.2.3.4 Sensorik

4.2.3.4.1 Erster Verkostungstermin, März 2000

Die Weine des Jahrgangs 1999 wurden nach dem gleichen Schema wie diejenigen aus dem Jahrgang 1998 sensorisch bewertet, nämlich mittels Dreieckstests, Rangordnungsprüfung und beschreibender Sensorik. Beim ersten Verkostungstermin wurde festgestellt, dass die Weine noch ein unreifes Profil besaßen.

Tabelle 34: Dreieckstests Riesling-Weine, Versuch „Maischestandzeit 1999“. Verkostungstermin: März 2000. Anzahl der Prüfer, n=20.

Vergleich	Signifikanz
Riesling ohne M. Riesling 16 h M.	keine
Riesling ohne M. Riesling 40 h M.	keine
Riesling 16 h M. Riesling 40 h M.	keine

* = 95% signifikant (bei n = 20: 11 richtige Nennungen)

** = 99% signifikant (bei n = 20: 13 richtige Nennungen)

*** = 99,9% signifikant (bei n = 20: 14 richtige Nennungen)

Bei den Dreieckstests wurde kein signifikanter Unterschied zwischen den verschiedenen Varianten festgestellt. Dieses Ergebnis wurde von der Rangordnungsprüfung bestätigt (vgl. Tabelle 35).

Tabelle 35: Rangordnungsprüfung Riesling-Weine, Versuch „Maischestandzeit 1999“. Verkostungstermin: März 2000. Anzahl der Prüfer, n=21.

	Riesling 0 h Maischestandzeit	Riesling 16 h Maischestandzeit	Riesling 40 h Maischestandzeit
Platzziffer	2,0	2,2	1,9
Rangziffer	2,4	2,8	2,3

Ergebnis: Es konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Weinen festgestellt werden.

Bei der beschreibenden Sensorik wies der Wein von 16 h mehr vegetative Aromen auf, während die Weine 0 h und 40 h eher als „blumig“ zu beschreiben waren (vgl. Abbildung 45).

Vergleich dreier Maischestandzeiten beim Riesling '99, Verkostung März 2000

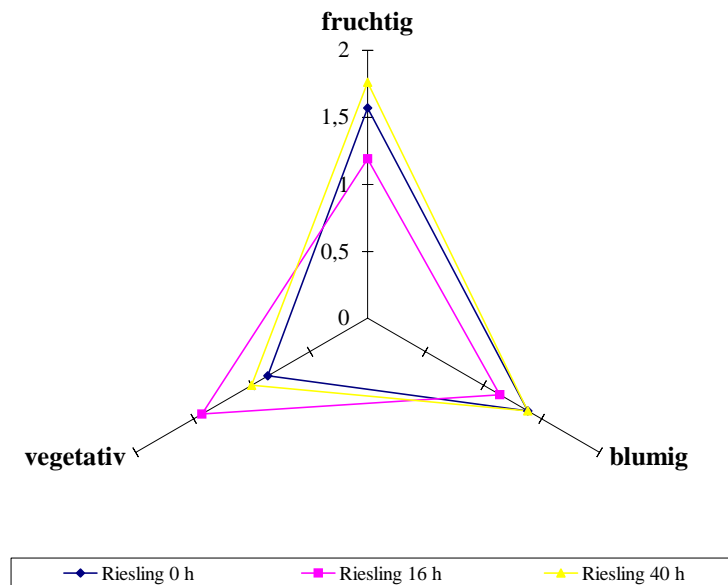


Abbildung 45: Schematische Darstellung der sensorischen Eigenschaften Riesling-Weine aus verschiedenen Maischestandzeiten. März 2000. Datenpunkte sind Mittelwerte aus 21 Wiederholungen (Anzahl der Prüfer).

Die fruchtige Note wies im Ganzen die ausgeprägte Intensität auf, insbesondere beim Wein von der längsten Standzeit von 40 h. Angenommen, dass gerade dieser Wein bei der Rangordnungsprüfung schlecht bewertet wurde, kann man behaupten, dass allein ein intensives Aromaprofil keine positive Eigenschaft für einen Wein bildet. In diesem Fall kann auch kein phenolischer Charakter der Grund dieser Ablehnung gewesen sein, denn der Gesamtphenolgehalt lag bei diesem Wein niedriger, als bei den anderen zwei (vgl. Abbildung 45).

4.2.3.4.2 Zweiter Verkostungstermin, Oktober 2000

Der nächste Verkostungstermin wurde auf Oktober 2000 festgelegt. Leider haben die Riesling-Weine eine negative, mit ausgeprägten UTA-Noten, Entwicklung gezeigt. Die Ergebnisse der Verkostung sind in Tabellen 36 und 37 zu sehen.

Tabelle 36: Dreieckstests Riesling-Weine, Versuch „Maischestandzeit 1999“. Verkostungstermin: Oktober 2000. Anzahl der Prüfer, n=13.

Vergleich	Signifikanz
Riesling ohne M. Riesling 16 h M.	**
Riesling ohne M. Riesling 40 h M.	**
Riesling 16 h M. Riesling 40 h M.	**

* = 95% signifikant (bei n = 13: 8 richtige Nennungen)

** = 99% signifikant (bei n = 13: 9 richtige Nennungen)

*** = 99,9% signifikant (bei n = 13: 11 richtige Nennungen)

Tabelle 37: Rangordnungsprüfung Riesling-Weine, Versuch „Maischestandzeit 1999“. Verkostungstermin: Oktober 2000. Anzahl der Prüfer, n=13.

	Riesling 0 h Maischestandzeit	Riesling 16 h Maischestandzeit	Riesling 40 h Maischestandzeit
Platzziffer	2,0	2,6	1,5
Rangziffer	2,5	3,3	1,7

Ergebnis: Die Variante 16 h wurde signifikant schlechter beurteilt als die Variante 40 h.

Die Unterschiede zwischen 0 h und 40 h können nicht als signifikant bezeichnet werden. Es bleibt noch fraglich, ob die längere Maischestandzeit dem Wein mit Nährstoffe versorgte und dadurch eine Verminderung der UTA-Ausprägung verursachte.

4.2.4 Vergleich der Jahrgänge 1998 und 1999

Der Vergleich der beiden Jahrgänge aus der Sicht der Glykoside zeigt, dass im Jahr 1999, obwohl die Erträge viel höher lagen, die Glykosidgehalte keinen signifikanten Rückgang aufwiesen.

Im Jahr 1998 gab es nur zwischen den Varianten 0 h und 40 h einen signifikanten Unterschied in den GG-Gehalten, während die Variante 16 h einen Wert bei „Gesamt“ enthielt, der weder von 40 h noch von 0 h signifikant abwich. Im Jahr 1999 zeigte die Variante 0 h einen niedrigen GG-Wert, der sich signifikant sowohl von der Variante 16 h als auch von der 40 h unterschied. Die Glykoside der letzten beiden Varianten lagen auf der gleichen Ebene (vgl. Abbildung 46).

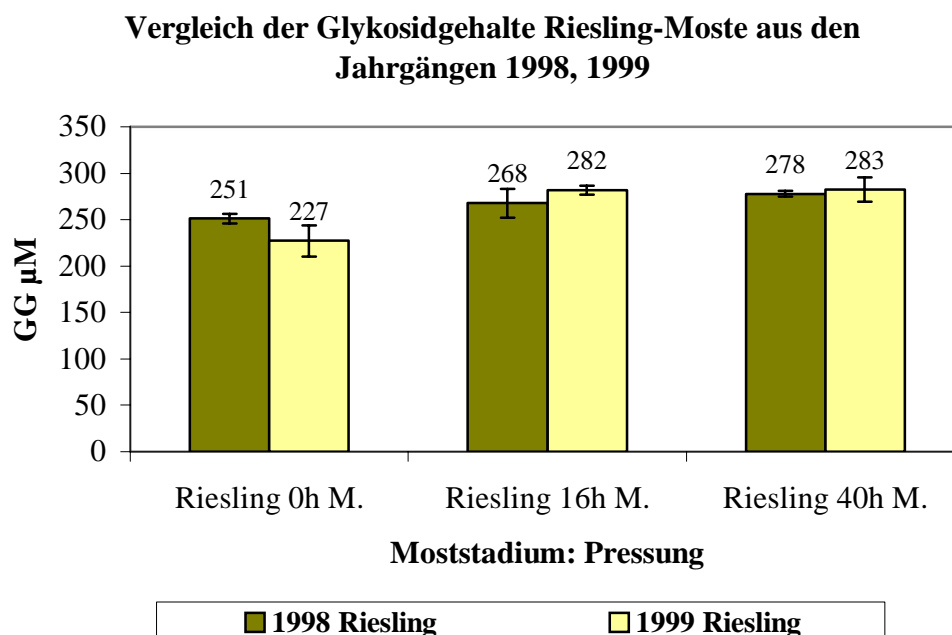


Abbildung 46: Gesamtheit der sekundären Metaboliten (GG) im Most von Riesling bei verschiedenen Verarbeitungsvarianten 1998 und 1999.

Der Vergleich der Jahrgänge 1998 und 1999 ist auch aus der Sicht der Phenole interessant. Der Riesling 16 h des Jahres 1998 wies die niedrigsten Phenolgehalte auf, während die Variante 40 h die höchsten besaß. Im Jahr 1999 waren die Unterschiede in den Phenolgehalten zwischen den drei Maischestandzeitvarianten als geringfügig zu bezeichnen.

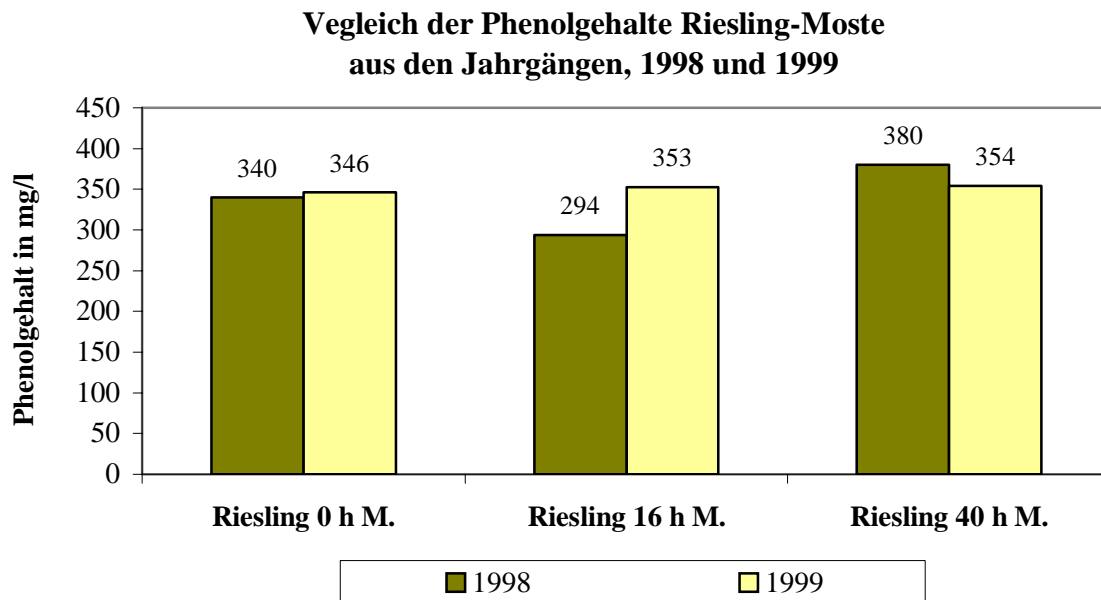


Abbildung 47: Phenolgehalte im Most von Riesling bei verschiedenen Verarbeitungsvarianten 1998 und 1999.

4.3 Betrachtung der Entwicklung der gebundenen sekundären Pflanzenmetaboliten zweier Erziehungssysteme am Beispiel der Rebsorte Riesling

Im Rahmen des Projektes „Weinqualität“ wurden die zwei Erziehungssysteme Spalier und Minimalschnitt verglichen. Beide Systeme induzieren unterschiedliche Beerengrößen und Traubenstrukturen. Diese lassen auf eine Umverteilung von Inhaltsstoffen schließen (Schultz et al., 1997). Ziel dieses Projektes war es nun, den Einfluss der beiden obengenannten Erziehungsformen auf die Traubenstruktur und somit auf die späteren analytischen und sensorischen Eigenschaften der Weine zu untersuchen. Neben der Erziehungsform wurden verfahrenstechnische Maßnahmen im Bereich der Traubenverarbeitung einbezogen.

4.3.1 Traubenstruktur

Für die Bestimmung der Traubenstruktur wurden die Größen Traubenlänge, Traubengewicht, Beerenanzahl pro Traube und Beerengröße ermittelt. Für den Jahrgang 1998 ist in Tabelle 38 zu erkennen, dass obwohl die Trauben beider Systeme ähnliche Traubenlängen besaßen, der Parameter „Traubengewicht“ beim Spalier im Mittel um 50 g höher als beim Minimalschnitt lag. Ein ähnliches Bild zeigte sich bei der Beerenanzahl. Beim Spalier lag der Mittelwert bei 78 Beeren/Traube, dagegen beim Minimalschnitt bei 40 Beeren/Traube. Dadurch wies der Minimalschnitt eine deutlich lockerere Struktur auf.

Tabelle 38: Darstellung der Parameter Traubenlänge (cm), Traubengewicht (g) und Beerenanzahl pro Traube der Erziehungssysteme Spalier und Minimalschnitt, Jahrgang 1998.

Spalier „WQ 1998“				Minimalschnitt „WQ 1998“			
	Trauben Länge	Trauben- Gewicht	Beerenanzahl pro Traube		Trauben- Länge	Trauben- Gewicht	Beerenanzahl pro Traube
Mittelw	9,5	80,6	78	Mittelw	9,5	29,6	40
Stabw.	1,6	32,9	30	Stabw.	2,1	16,3	20
Max	14,0	172,7	173	Max	13,8	71,4	87
Min	7,0	36,11	41	Min	5,0	8,14	12

In Jahr 1999 zeigten die Trauben des Spaliers- und Minimalschnittsystems eine ähnliche Tendenz in der Traubenstruktur wie im Jahr 1998, wurden aber generell von höheren Traubengewichten charakterisiert. Diese Differenz wurde wahrscheinlich durch die erhöhten Niederschläge im Juni und Juli 1999 hervorgerufen (vgl. Kapitel 3.1.2).

Tabelle 39: Darstellung der Parameter Traubenlänge (cm), Traubengewicht (g) und Beerenanzahl pro Traube der Erziehungssysteme Spalier und Minimalschnitt, Jahrgang 1999.

Spalier „WQ 1999“				Minimalschnitt „WQ 1999“			
	Trauben-Länge	Trauben-Gewicht	Beerenanzahl pro Traube		Trauben-Länge	Trauben-Gewicht	Beerenanzahl pro Traube
Mittelw	10,9	125,0	72	Mittelw	10,7	65,2	53
Stabw.	2,3	43,3	23	Stabw.	1,3	30,1	19
Max	14,5	192,0	112	Max	13,0	168,0	112
Min	7,0	50,6	30	Min	8,0	33,9	29

Das Jahr 2000 lag aus der Sicht der Witterungsbedingungen zwischen den Jahrgängen 1998 und 1999, ähnelte aber eher dem Jahr 1999 (vgl. Kapitel 3.1.2). Die Struktur der Trauben spiegelte die Wettereigenschaften wider. Beim Minimalschnitt erreichte das Traubengewicht im Mittel 50 g/Traube und beim Spalier 90 g/Traube (vgl. Tabelle 39).

Tabelle 40: Darstellung der Parameter Traubenlänge (cm), Traubengewicht (g) und Beerenanzahl pro Traube der Erziehungssysteme Spalier und Minimalschnitt, Jahrgang 2000.

Spalier „WQ 2000“				Minimalschnitt „WQ 2000“			
	Trauben-Länge	Trauben-Gewicht	Beerenanzahl pro Traube		Trauben-Länge	Trauben-Gewicht	Beerenanzahl pro Traube
Mittelw	10,0	89,6	60	Mittelw	9,1	49,6	42
Stabw.	2,6	47,5	31	Stabw.	2,8	30,6	25
Max	15,0	205,0	130	Max	17,0	149,3	112
Min	5,0	18,2	9	Min	5,0	12,3	15

Innerhalb der Minimalschnittvarianten sind Unterschiede zwischen den drei Jahrgängen zu erkennen. Aus dem Verhältnis Traubengewicht/Traubenlänge lässt sich ableiten, dass der Jahrgang 1999 durch die Trauben mit dem höchsten Gewicht charakterisiert war. Beim Spalier sind ähnliche Tendenzen festzustellen. Auch hier erreichte das Verhältnis Traubengewicht/Traubenlänge den höchsten Wert im Jahr 1999, wobei das Verhältnis Beerenanzahl/Traubenlänge noch kleiner war als im Jahr 1998 (vgl. Tabelle 41, Abbildung 32).

Tabelle 41: Darstellung der Verhältnisse zwischen Traubengewicht und Traubenlänge bzw. zwischen Beerenanzahl und Traubenlänge der Erziehungssysteme Spalier und Minimalschnitt, Jahrgänge 1998-2000.

	Verhältnis Traubengewicht/Traubenlänge			Verhältnis Beerenanzahl/Traubenlänge		
	1998	1999	2000	1998	1999	2000
Spalier	8,5	11,5	9,0	8,2	6,6	6,0
Minimalschnitt	3,1	6,1	5,5	4,2	4,9	4,7

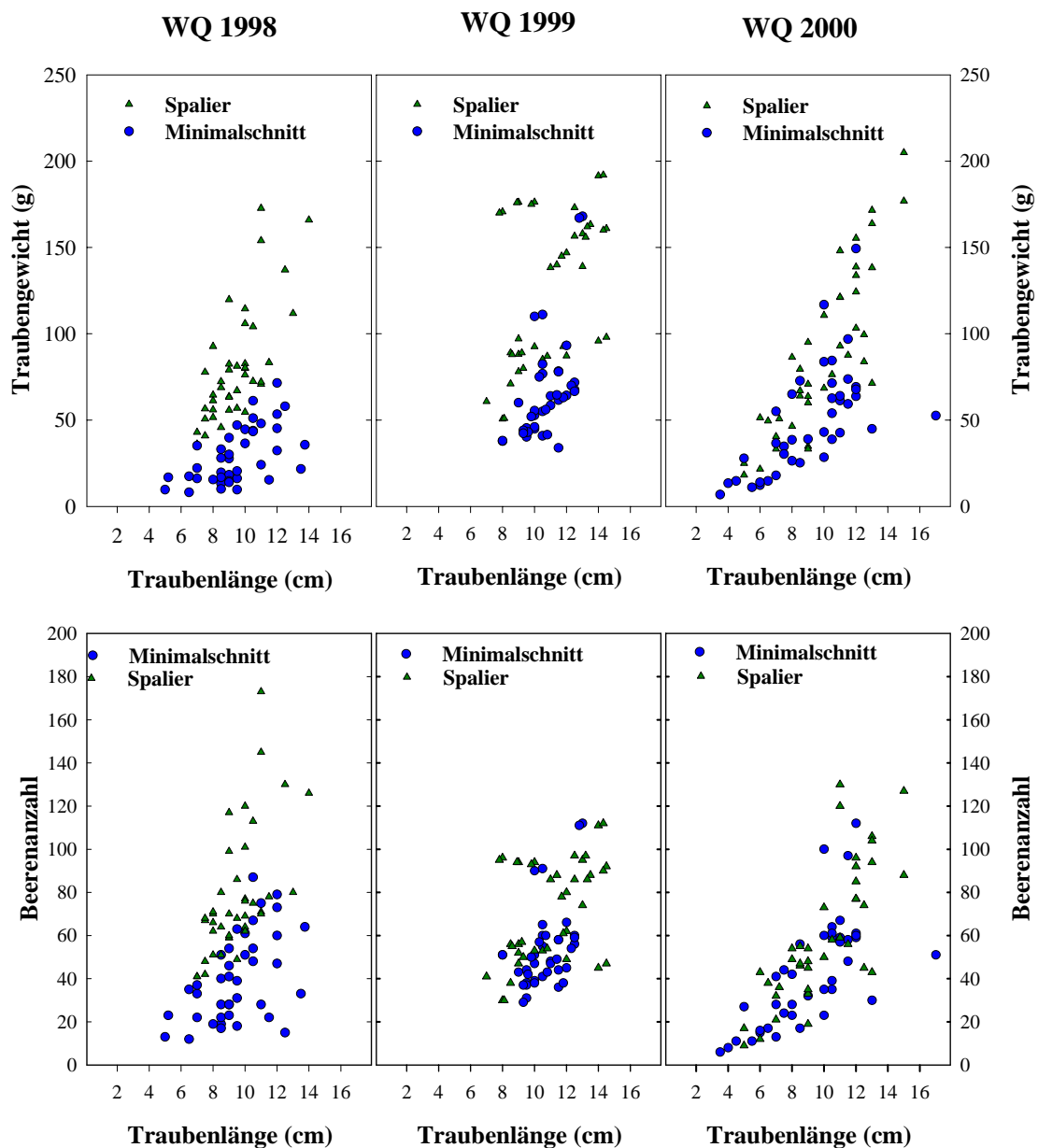


Abbildung 48: Vergleich der Traubenstruktur von Spalier- und Minimalschnitterziehung in den Jahrgängen 1998, 1999 und 2000.

Aus den vorgenannten Ergebnissen wird abgeleitet, dass die Beerengröße für die erhöhten Traubengewichte verantwortlich war. Dies wurde durch die Untersuchung der Beerengrößenverteilung bestätigt (vgl. Tabellen 42-44).

Tabelle 42: Verteilung der Beeren in Fraktionen nach Beerendurchmesser (D in cm) im Jahrgang 1998.

	Beerendurchmesser			
	D < 0,8	0,8 < D < 1,1	1,1 < D < 1,2	D > 1,2
Spalier „WQ 1998“	3,9 %	25,6 %	54,6 %	15,9 %
Minimalschnitt „WQ 1998“	11,3 %	29,8 %	49,0 %	9,9 %

Im Jahr 1998 besaß der größte Teil der Beeren einen Durchmesser zwischen 1,1 und 1,2 cm. Dieser Anteil war bei der Spaliererziehung (54,6 %) höher als beim Minimalschnitt (49 %). Besondere Merkmale des Spaliers waren der geringe Anteil an kleinen Beeren und der große Anteil an sehr großen Beeren (vgl. Tabelle 42).

Tabelle 43: Verteilung der Beeren in Fraktionen nach Beerendurchmesser (D in cm) im Jahrgang 1999.

	Beerendurchmesser					
	D<0,8	0,8<D<1,1	1,1<D<1,2	1,2<D<1,3	1,3<D<1,4	D>1,4
Spalier „WQ 1999“	0,5 %	9,5 %	5,6 %	1,6 %	10,9%	71,9 %
Minimalschnitt „WQ 1999“	1,0 %	25,0 %	15,8 %	1,6 %	19,8 %	37,7 %

Das Jahr 1999 war durch eine außergewöhnliche Beerengröße charakterisiert. So besaß die Fraktion Beerengröße mit einem Durchmesser >1,4 cm, sowohl beim Spalier als auch beim Minimalschnitt den größten Anteil; allerdings betrug dieser beim Spalier 71,9% gegenüber 37,7% beim Minimalschnitt. Ein bedeutender Anteil der Beeren (25%) lag beim Minimalschnitt zwischen 0,8 und 1,1 cm Durchmesser (vgl. Tabelle 43).

Tabelle 44: Verteilung der Beeren in Fraktionen nach Beerendurchmesser (D in cm) im Jahrgang 2000.

	Beerendurchmesser					
	D<0,8	0,8<D<1,1	1,1<D<1,2	1,2<D<1,3	1,3<D<1,4	D>1,4
Spalier „WQ 2000“	1,5 %	7,5 %	11,7 %	6,0 %	23,1 %	50,2 %
Minimalschnitt „WQ 2000“	2,5 %	11,2 %	28,6 %	5,3 %	31,6 %	20,8 %

Im Jahr 2000 wurde eine ähnliche Beerengrößenverteilung wie im Jahr 1999 festgestellt. Die Spaliererziehung zeigte wieder einen hohen Anteil der Beerengröße im Bereich >1,4 cm – 50,2 % der Beeren hatten einen Durchmesser über 1,4 cm. Dagegen wies beim Minimalschnitt die Fraktion mit einem Durchmesser zwischen 1,3 und 1,4 cm den höchsten Anteil (31,6 %) der gesamten Beerenanzahl auf (vgl. Tabelle 44). Insgesamt 73,4 % beim Spalier und 52,4 % beim Minimalschnitt wiesen einen Beerendurchmesser über 1,3 cm auf. Generell zeigten die Trauben der Minimalschnitterziehung im Vergleich zur Spaliererziehung eine homogene Verteilung mit einem beachtlichen Anteil von kleinen Beeren im Bereich unter 1,1 cm Durchmesser (13,8 % gegenüber 9 % beim Spalier).

4.3.1.1 Erträge, Mostgewichte und Glykosidgehalte

Die Ertragsdaten mit Mostgewicht und Gesamtsäure der drei Untersuchungsjahre sind für beide Erziehungssysteme in Tabelle 45 dargestellt. Im Jahr 1998 lag sowohl der Ertrag mit 92,4 kg/a zu 100,4 kg/a als auch das Mostgewicht mit 90° zu 87° Oe für beide Erziehungssysteme sehr nah beisammen. Im Vergleich dazu wiesen die Jahre 1999 und 2000 große Unterschiede in den Untersuchungsparametern Ertrag und Mostgewicht auf. So erreichten die Trauben der Minimalschnittanlage in beiden Jahrgängen den Reifestand nicht. Mit 68° Oe zu 84° Oe im Jahr 1999 bzw. 83° Oe im Jahr 2000 lag die Spaliererziehung deutlich über dem Minimalschnitt. Dies spiegelte sich auch im Ertrag wider; der

Minimalschnitt mit 299 kg/a zu 139 kg/a des Spaliers und mit 307 kg/a zu 150 kg/a im Jahr 2000 über doppelt so hoch ausfiel.

Tabelle 45: Ertragshöhe und Mostgewichte der zwei Erziehungssysteme Spalier und Minimalschnitt, Daten aus den drei Jahrgängen 1998-2000.

Jahrgang	Spalier		Minimalschnitt	
	Ertrag	Mostgewicht	Ertrag	Mostgewicht
1998	92 kg/a	90° Oe	100 kg/a	87° Oe
1999	139 kg /a	84° Oe	299 kg /a	68° Oe
2000	150 kg/a	83° Oe	307 kg/a	68° Oe

Glykosidgehalte

In Jahr 1998 besaß der Minimalschnitt höhere GG-Werte pro g Beerengewicht bei den Beerenproben bei einem um 7° Oe niedrigeren Mostgewicht. Die gleiche Tendenz zeigte sich im Jahr 1999, wobei in diesem Jahr das Mostgewicht um 10° Oe zu Gunsten des Spaliers ausfiel. Im Berichtszeitraum bildet das Jahr 2000 eine Ausnahme. Hier wies die Spaliervariante im Vergleich zur Minimalschnittvariante ein höheres Aromapotenzial bei einem um 14° Oe höheren Mostgewicht auf (vgl. Abbildung 49).

**GG in Beeren in Abhängigkeit vom Mostgewicht,
beim Riesling, Minimalschnitt - Spalier
Jahrgänge 1998, 1999, 2000**

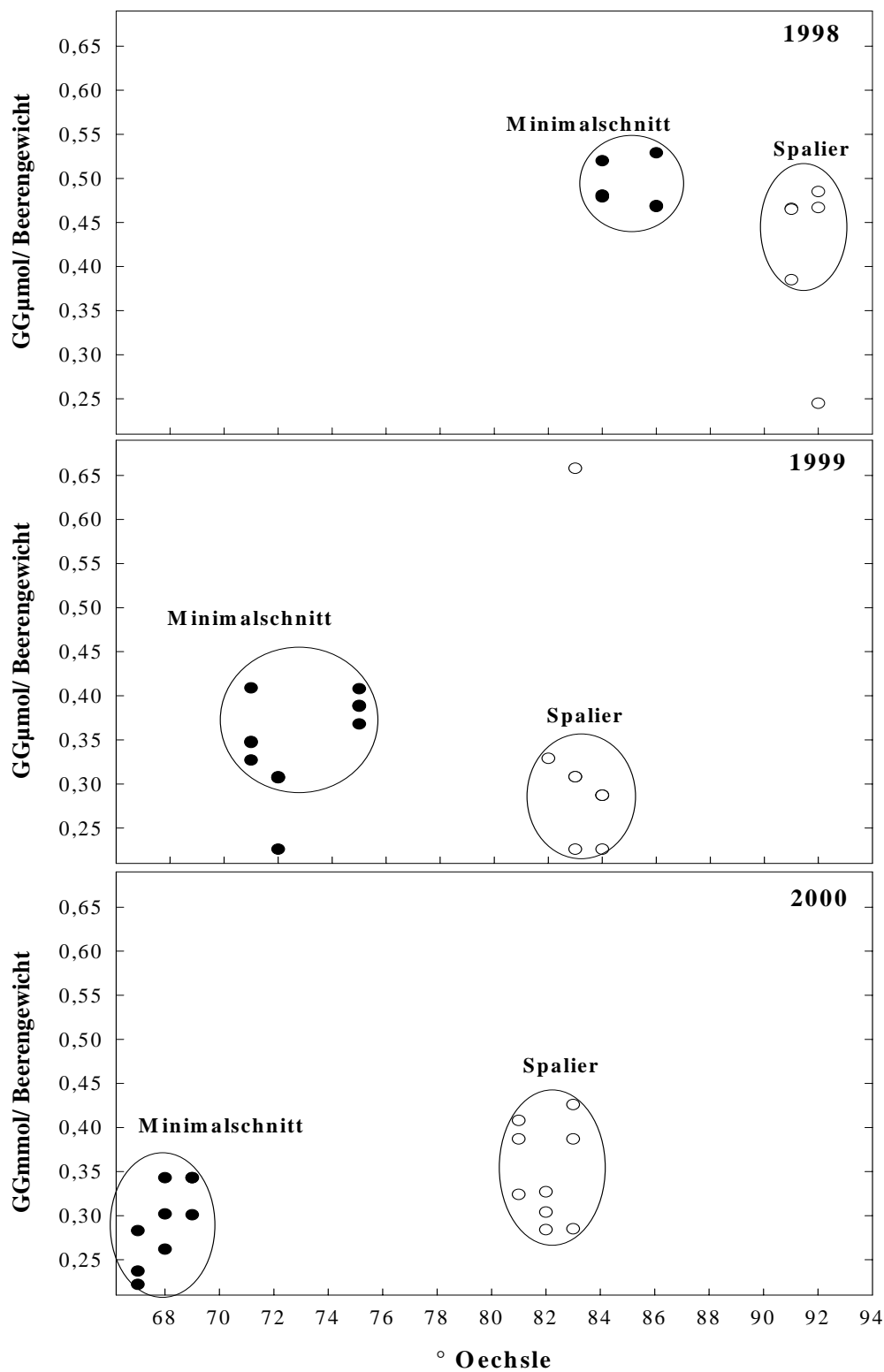


Abbildung 49: Glykosidgehalte von Beerenproben aus Spalier- und Minimalschnitterziehung in den Jahren 1998, 1999 und 2000 in Abhängigkeit vom Mostgewicht. Datenpunkte sind Messwerte ohne Wiederholung.

4.3.2 Weinausbau 1998

4.3.2.1 Pressung

Um die Auswirkungen der beiden Erziehungssysteme Spalier und Minimalschnitt auf die spätere Weinqualität untersuchen zu können, wurden im Rahmen des Projektes „Weinqualität“ das Traubenmaterial beider Systeme im Fachgebiet Kellerwirtschaft getrennt zu Wein ausgebaut und anschließend auf seine chemischen und sensorischen Eigenschaften untersucht (s. Kapitel 3.1.5.3).

Im Jahr 1998 wurden neben den beiden Erziehungssystemen die GTP und die konventionelle Traubenverarbeitung verglichen. Hier waren die Unterschiede in den Glykosidgehalten zwischen den beiden Erziehungssystemen und nicht zwischen den kellerwirtschaftlichen Varianten zu sehen. Der Minimalschnitt besaß signifikant höhere GG-Werte, sowohl bei GTP als auch bei der konventionellen Traubenverarbeitung. Die Glykosidgehalte waren beim Spalier um 100 $\mu\text{mol/l}$ niedriger, wobei auch hier die Unterschiede zwischen GTP und konventioneller Verarbeitung praktisch nicht vorhanden waren (vgl. Abbildung 50).

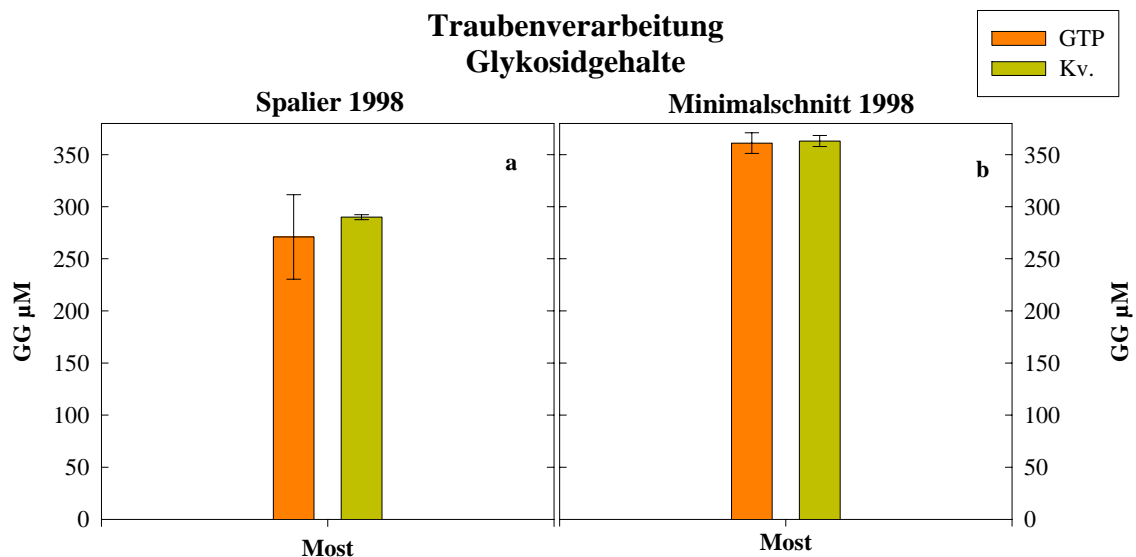


Abbildung 50: Gesamtheit der sekundären Metaboliten (GG in μM) verschiedener Verarbeitungsvarianten, Jahrgang 1998.

Die Phenolgehalte zeigten erhöhte Werte bei den Minimalschnittvarianten, wobei hier auch eine Erhöhung des Phenolgehalts durch die konventionelle Pressung im Vergleich zu GTP verursacht wurde (vgl. Abbildung 51b). Dies wurde nicht bei den Varianten aus der Spaliererziehung festgestellt (vgl. Abbildung 51a).

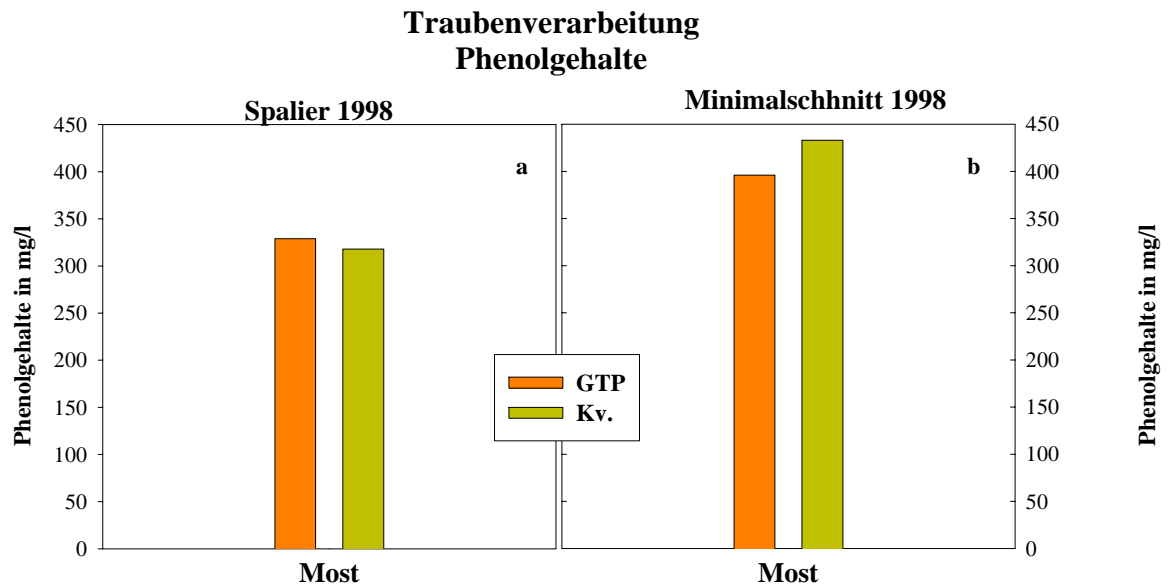


Abbildung 51: Phenolgehalte (mg/l) verschiedener Verarbeitungsvarianten, Jahrgang 1998.

4.3.2.2 Gärung

Im Jahr 1998 traten nach einer stürmischen Anfangsphase ab einem Restzuckergehalt von 50 g/l Gärprobleme auf. Es wurde versucht durch Verwendung von Hefenährstoffen und Zugabe neuer Hefe (s. Kapitel 3.1.4.3) die Gärung weiter zu fördern. Gleichzeitig wurde eine Erhöhung der Raumtemperatur vorgenommen. Nach einer fast dreimonatigen Gärzeit hatten die Weine mit Ausnahme der Variante GTP aus dem Minimalschnitt (17,7 g/l) Restzuckergehalte unter 5 g/l.

Die Glykosidgehalte zeigten eine starke Abnahme während der Gärung. Wie in Abbildung 52 deutlich zu sehen ist, besaßen die Varianten des Minimalschnitts auch zum Gärende signifikant höhere GG-Werte als die Varianten der Spaliererziehung. Innerhalb der beiden Erziehungssysteme war die Abnahme der Verarbeitungsvarianten GTP und konventioneller Pressung gleichmäßig, so dass sie am Ende der Gärung wieder ähnliche GG-Werte aufwiesen.

Die Phenolgehalte wiesen auch eine Abnahme im Verlauf der Gärung auf. Diese war allerdings nicht so markant, wie bei den GG-Werten (vgl. Abbildung 52 und Tabelle 47).

Gärverlauf 1998

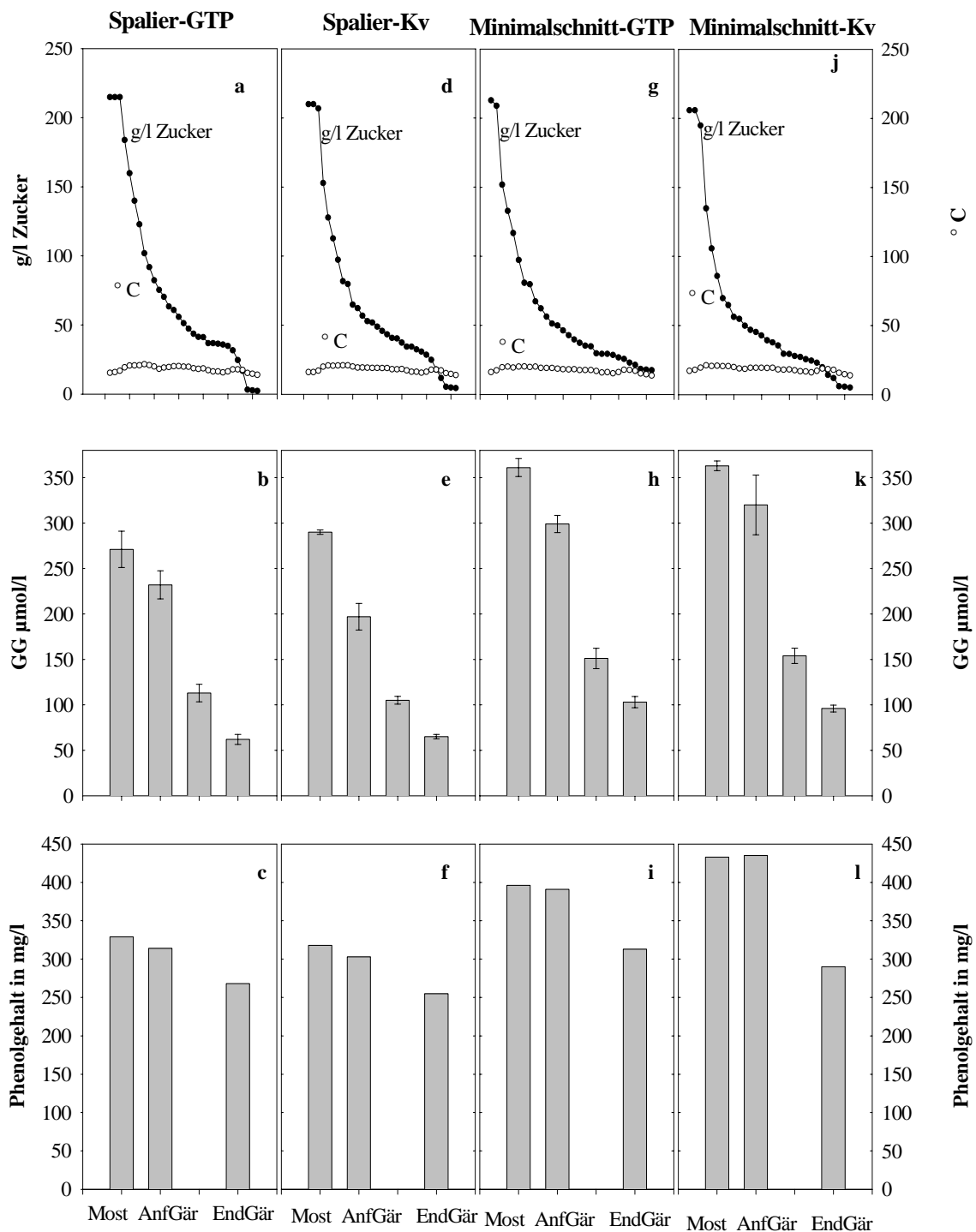


Abbildung 52 (a-l): Zuckergehalt, Temperatur, Verlauf der GG- und Phenolgehalte während der Gärung bei Riesling Spalier-GTP (a, b, c), Spalier-Kv (d, e, f) Minimalschnitt-GTP (g, h, i) und Minimalschnitt-Kv (j, k, l), Jahrgang 1998.

In Tabelle 46 sind die Ergebnisse der durchgeführten GG-Analytik während des gesamten Weinausbaus dargestellt, während in Tabelle 47 die Abnahme der Phenolgehalte unter dem Einfluss der Gärung zu sehen sind. Die Untersuchung der Glykosidgehalte der einzelnen Pressfraktionen erfolgte nur bei den Mosten aus der Spaliererziehung.

Tabelle 46: Zusammenfassung der Daten der GG-Analytik (μM), bei Riesling-Mosten und -Weinen, Projekt „Weinqualität 1998“.

	Spalier		Minimalschnitt	
	GTP GG μM	konventionell GG μM	GTP GG μM	konventionell GG μM
Vorlauf	190	278		
Pressung	296	283		
Gesamt	271	290	361	363
Anfang Gärung	237	197	299	320
Mitte Gärung	113	106	151	155
Ende Gärung	62	65	103	96
Wein 05.99	62	61	96	90
Wein 12.99	54	54	79	80

Tabelle 47: Zusammenfassung der Phenolgehalte (mg/l), bei Riesling-Mosten und -Weinen, Projekt „Weinqualität 1998“.

Phenolgehalte 1998	Spalier GTP	Spalier Kv.	Minim GTP	Minim Kv.
Most	329	318	396	433
Wein	228	239	228	274
Abnahme bei der Gärung	101	79	168	159

Die Tabellen 48 bzw. 49 zeigen die Ergebnisse der Handelsanalyse für die Weine aus der Spalier- und Minimalschnitterziehung.

Tabelle 48: Analytische Kennzahlen 1998er Riesling-Weine aus Spaliererziehung, verschiedene Traubenverarbeitungsverfahren.

	GTP	konventionell
pH	3,2	3,2
Gesamtsäure (mg/l)	7,3	6,8
Alkohol (% vol)	12,6	12,3
Restzucker (g/l)	1,2	2,9
Gesamtextrakt (g/l)	32,6	24,9
Extrakt zuckerfrei (g/l)	22,4	22,0
Phenolgehalte (mg/l)	186,0	197,0
Ausgangsmostgewicht ($^{\circ}\text{Oe}$)	90,0	90,0

Zwischen den beiden vergleichbaren Varianten GTP und konventioneller Verarbeitung waren keine analytischen Unterschiede zu erkennen. Sowohl die Grund- als auch die zusätzlichen Merkmale – pH, Säure, Alkohol, Extrakt, und Phenole, GG-Werte – waren von großer Ähnlichkeit. Das Gleiche gilt für die parallelen Varianten beim Minimalschnitt, mit der Ausnahme des erhöhten Restzuckergehaltes der GTP Variante (vgl. Tabelle 49). Hier besteht auch eine Unstimmigkeit zwischen dem Ausgangsmostgewicht und dem Alkohol- bzw. Restzuckergehalt, welche allerdings im Rahmen dieser Arbeit nicht erklärt werden kann.

Tabelle 49: Analytische Kennzahlen 1998er Riesling-Weine aus Minimalschnitterziehung, verschiedene Traubenverarbeitungsverfahren.

	GTP	konventionell
pH	3,2	3,3
Gesamtsäure (g/l)	6,5	7,3
Alkohol (% vol)	12,2	12,0
Restzucker (g/l)	15,8	4,0
Gesamtextrakt (g/l)	40,8	27,5
Extrakt zuckerfrei (g/l)	23,5	25,0
Phenolgehalt (mg/l)	244,0	248,0
Ausgangsmostgewicht (° Oe)	87,0	87,0

Zu den Erziehungssystemen Spalier und Minimalschnitt ist zu bemerken, dass sowohl die Glykosidgehalte als auch die Phenolwerte unabhängig von Traubenverarbeitungsverfahren beim Minimalschnitt höher lagen.

4.3.2.3 Lagerung

Über den Abfülltermin hinaus wurde die Entwicklung der glykosidisch gebundenen sekundären Pflanzenmetaboliten während der Lagerung der Weine weiter verfolgt und in regelmäßigen Zeitabständen bestimmt. Parallel zu der analytischen Untersuchung fand eine sensorische Beurteilung der Weine statt (s. Kapitel 4.3.1.1, 4.3.1.2).

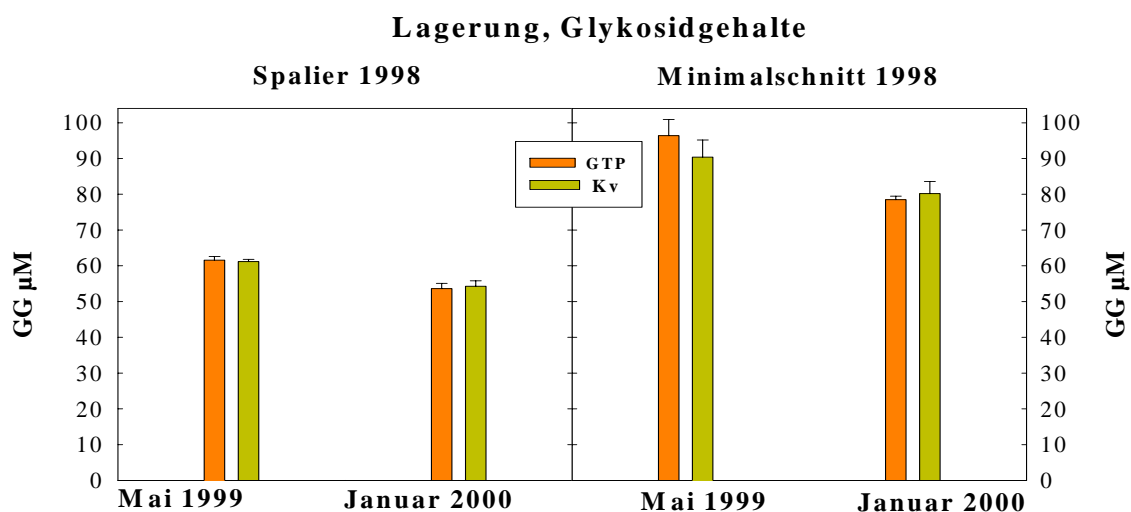


Abbildung 53: Glykosidabnahme (µM) während der Lagerung bei Riesling-Weinen aus dem Projekt „Weinqualität 1998“.

Es wurde eine signifikante Abnahme der Glykosidwerte zwischen dem ersten und zweiten Messtermin festgestellt. Allerdings waren die Abnahmen gleichmäßig, so dass keine Unterschiede zwischen den kellerwirtschaftlichen Varianten bestanden (vgl. Abbildung 53).

4.3.2.4 Sensorik

4.3.2.4.1 Erster Verkostungstermin, Mai 1999

Die sensorische Beurteilung der Riesling Weine vom Projekt „Weinqualität 1998“ erfolgte mittels Dreieckstests und Rangordnungsprüfungen. Der erste Verkostungstermin war am 07.05.99, wobei die Variante Minimalschnitt-GTP aufgrund ihres hohen Restzuckergehaltes von den Dreieckstests ausgeschlossen wurde. Die Ergebnisse sind in Tabelle 50 dargestellt.

Tabelle 50: Dreieckstests, Versuch „Weinqualität 1998“. Vergleich der Spalier-Varianten. Verkostungstermin: Mai 1999. Anzahl der Prüfer, n=21.

Vergleich	Signifikanz
Riesling Spalier Kv. Riesling Spalier GTP.	*
Riesling Spalier Kv. Riesling Minimal. Kv.	keine

* = 95% signifikant (bei n = 21: 12 richtige Nennungen)

** = 99% signifikant (bei n = 21: 13 richtige Nennungen)

*** = 99,9% signifikant (bei n = 21: 15 richtige Nennungen)

Aus Tabelle 52 ist ersichtlich, dass die Verfahren konventionelle Verarbeitung und GTP von den Prüfer unterschieden werden konnten. Eine Präferenz für die konventionelle war gleichzeitig festzustellen (Daten werden nicht dargestellt).

Die Rangordnung wurde einmal mit allen vier Varianten und danach nochmals mit den drei Varianten vergleichbaren Restzuckergehalts durchgeführt (vgl. Tabellen 51 und 52).

Tabelle 51: Rangordnungsprüfung, Versuch „Weinqualität 1998“. Verkostungstermin: Mai 1999. Anzahl der Prüfer, n=21.

	Spalier Konventionell	Spalier GTP	Minimalschnitt Konventionell	Minimalschnitt GTP
Platzziffer	2,1	3,0	2,2	2,7
Rangziffer	2,5	3,7	2,6	3,3

Tabelle 52: Rangordnungsprüfung, Versuch „Weinqualität 1998“. Verkostungstermin: Mai 1999. Anzahl der Prüfer, n=21.

	Spalier Konventionell	Spalier GTP	Minimalschnitt Konventionell
Platzziffer	1,7	2,3	2,0
Rangziffer	2,1	3,0	2,5

Für die Weine der Spaliererziehung stimmten die Ergebnisse der Dreieckstest mit denen der Rangordnungsprüfungen überein. Der Wein aus der GTP schnitt bei der Rangordnung signifikant schlechter ab (vgl. Tabellen 50-52).

Zwischen den Weinen des Minimalschnitts gab es keine Unterschiede (vgl. Tabelle 51), so dass lediglich der Wein der Variante Spalier-GTP signifikant schlechter bewertet wurde und die anderen drei Varianten als gleich anzusprechen sind.

4.3.2.4.2 Zweiter Verkostungstermin „Weinqualität 1998“, November 1999

Die Verkostung wurde im November 1999 in Form eines Dreieckstests und einer Rangordnungsprüfung wiederholt. Auch zu diesem zweiten Termin wurde die Variante Minimalschnitt-GTP von den Dreieckstests ausgeschlossen und bei den Rangordnungsprüfungen extra berücksichtigt (vgl. Kapitel. 4.3.2.1.4a).

Im Vergleich zum ersten Termin im Mai wurde diesmal bei den Dreieckstests kein signifikanter Unterschied zwischen den zu vergleichenden Varianten festgestellt (vgl. Tabelle 53).

Tabelle 53: Dreieckstests, Versuch „Weinqualität 1998“. Vergleich der Spalier-Varianten. Verkostungstermin: November 1999. Anzahl der Prüfer, n=13.

Vergleich	Signifikanz
Riesling Spalier Kv. Riesling Spalier GTP.	keine
Riesling Spalier Kv. Riesling Minimal. Kv.	keine

* = 95% signifikant (bei n = 13: 8 richtige Nennungen)

** = 99% signifikant (bei n = 13: 9 richtige Nennungen)

*** = 99,9% signifikant (bei n = 13: 11 richtige Nennungen)

Dagegen wurde bei der Rangordnung der Wein aus der Variante Spaliererziehung-GTP als Schlechtester beurteilt. Die Weine aus den anderen Ausbauvarianten wurden gleich bewertet (vgl. Tabellen 54, 56). Dieses Ergebnis stimmt mit den Rangordnungsergebnissen beim ersten Verkostungstermin überein.

Tabelle 54: Rangordnungsprüfung, Versuch „Weinqualität 1998“. Verkostungstermin: November 1999. Anzahl der Prüfer, n=14.

	Spalier Konventionell	Spalier GTP	Minimalschnitt Konventionell	Minimalschnitt GTP
Platzziffer	2,4	3,4	2,4	1,9
Rangziffer	2,8	4,1	2,8	2,2

Tabelle 55: Rangordnungsprüfung, Versuch „Weinqualität 1998“. Verkostungstermin: November 1999. Anzahl der Prüfer, n=14.

	Spalier Konventionell	Spalier GTP	Minimalschnitt Konventionell
Platzziffer	1,9	2,4	1,6
Rangziffer	2,4	3,2	2,0

Wie bei dem ersten Verkostungstermin wurde der Wein aus der Spalier-GTP-Variante signifikant schlechter beurteilt als die Variante Minimalschnitt. Die beiden konventionell verarbeiteten Varianten aus der Spalier- und Minimalschnitterziehung sind als gleich anzusprechen.

4.3.3 Weinausbau 1999

4.3.3.1 Pressung

Das Projekt wurde im Jahr 1999 durch die Variante „Maischestandzeit“ erweitert; hier wurde zusätzlich untersucht inwieweit eine Maischestandzeit von 16 h die Eigenschaften der Weine aus Spalier- und Minimalschnitterziehung beeinflusst (s. Kapitel 3.1.5.3).

In diesem Jahr waren signifikante Unterschiede zwischen den GG-Gehalten der verschiedenen kellerwirtschaftlichen Fraktionen festzustellen. Beim Spalier lagen die GG-Werte der GTP höher als die der Maischepressung, während beim Minimalschnitt das Gegenteil beobachtet wurde. Die Maischestandzeit verursachte eine Erhöhung der GG-Werte sowohl beim Spalier als auch beim Minimalschnitt. Die Werte unterschieden sich signifikant von den Glykosidgehalten der Ganztrauben- und Maischepressung. Der Vergleich zwischen der Erziehungssysteme lässt erkennen, dass die GG-Gehalte der Maischestandzeitsvarianten auf dem gleichen Niveau lagen (vgl. Abbildungen 54). Der Anstieg der Glykosidgehalte unter der Wirkung der Maischestandzeit war die Folge einer stärkeren Extraktion der Glykoside aus den Beerenschalen.

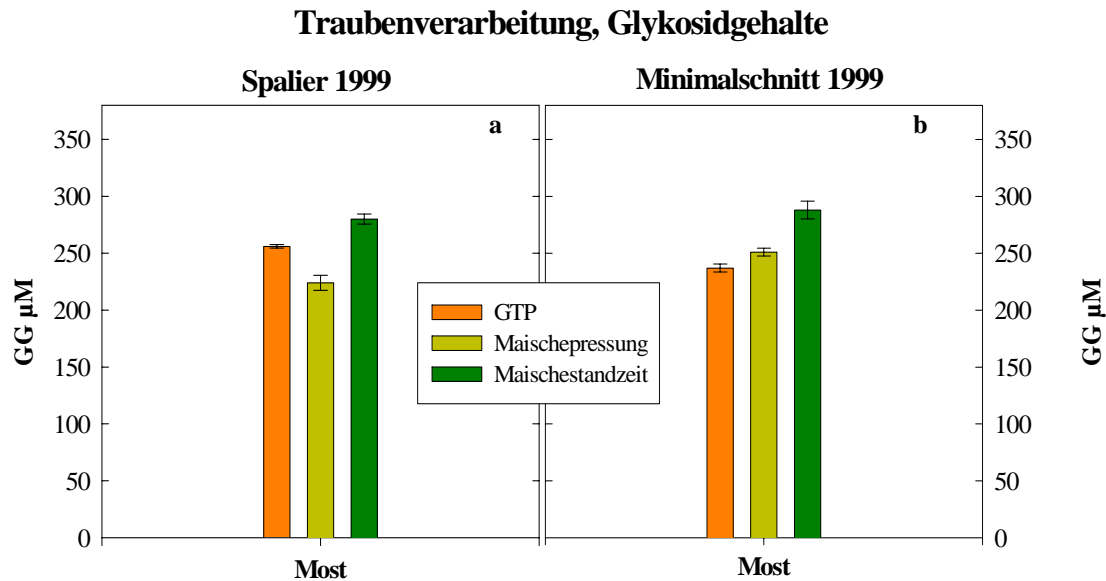


Abbildung 54: Gesamtheit der sekundären Pflanzenmetaboliten (GG in μM) im Most verschiedener Verarbeitungsvarianten, Jahrgang 1999.

4.3.3.2 Gärung

Im Jahr 1999 traten keine Gärprobleme auf. Die Gärung dauerte ca. 6 Tage.

Ein Vergleich der GG-Werte im Most und Wein zeigt, dass wiederum eine starke Abnahme der Glykoside während der Gärung stattfand (vgl. Tabelle 56). Sowohl bei der Spalier- als auch bei der Minimalschnitterziehung zeigten die Standzeitvarianten die stärkste Abnahme der GG-Werte.

Tabelle 56: Zusammensetzung der glykosidisch gebundenen sekundären Metaboliten (GG in μM) im Most und im Wein, Projekt „Weinqualität 1999“.

Glykosidgehalte 1999	Spalier			Minimalschnitt		
	GTP	Maischepressung	Standzeit	GTP	Maischepressung	Standzeit
Most	256	224	280	237	251	288
Wein	50	51	56	47	54	49
GG Abnahme	206	173	224	190	197	239

Tabelle 57: Zusammensetzung der Phenole (mg/l) im Most und im Wein, Projekt „Weinqualität 1999“.

Phenolgehalte 1999	Spalier			Minimalschnitt		
	GTP	Maischepressung	Standzeit	GTP	Maischepressung	Standzeit
Most	325	315	363	315	315	359
Wein	157	204	252	165	198	168
Gärabnahme	168	111	111	150	117	191

Die Tabellen 58 und 59 zeigen die analytischen Eigenschaften der 1999er Weine zum Zeitpunkt der Abfüllung.

Tabelle 58: Analytische Kennzahlen 1999er Riesling-Weine aus Spaliererziehung, verschiedene Traubenverarbeitungsverfahren.

	GTP	Maischepressung	16 h Maischestandzeit
pH	3,2	3,2	3,3
Gesamtsäure (g/l)	7,0	7,7	7,0
Alkohol (% vol)	12,4	12,3	12,6
Restzucker (g/l)	0,5	0,7	1,2
Gesamtextrakt (g/l)	20,3	20,3	21,7
Extrakt zuckerfrei (g/l)	19,8	19,6	21,0
freie SO ₂ (mg/l)	36,0	59,0	45,0
gesamte SO ₂ (mg/l)	78,0	119,0	103,0
GG-Gehalt (µM)	50,0	51,0	56,0
Phenolgehalt (mg/l)	157,0	204,0	252,0
Ausgangsmostgewicht (° Oe)	89,0	88,0	91,0

Tabelle 59: Analytische Kennzahlen 1999er Riesling-Weine aus Minimalschnitterziehung, verschiedene Traubenverarbeitungsverfahren.

	GTP	Maischepressung	16 h Maischestandzeit
pH	3,1	3,1	3,1
Gesamtsäure (g/l)	7,9	7,7	7,1
Alkohol (% vol)	12,5	12,9	12,2
Restzucker (g/l)	0,6	1,7	0,5
Gesamtextrakt (g/l)	19,7	20,5	18,7
Extrakt zuckerfrei (g/l)	19,1	18,8	18,2
freie SO ₂ (mg/l)	47,0	44,0	47,0
gesamte SO ₂ (mg/l)	96,0	99,0	99,0
GG-Gehalt (µM)	47,0	54,0	49,0
Phenolgehalt (mg/l)	198,0	165,0	168,0
Ausgangsmostgewicht (° Oe)	67,0	68,0	66,0

Spaliererziehung

Der pH-Wert blieb in Bezug auf die verschiedenen Verarbeitungsverfahren unverändert. Es fand auch eine starke Zunahme der Phenolgehalte unter dem Einfluss der Maischestandzeit statt. Die Variante GTP wies den niedrigsten Phenolgehalt auf, während die Variante Maischepressung in der Mitte lag. Andererseits waren die GG-Werte bei allen drei Varianten ähnlich. Eine leichte Zunahme des zuckerfreien Extraktes war bei der Variante Maischestandzeit zu erkennen. Obwohl durch eine gleichmäßige Verteilung des Traubenmaterials in den Büten versucht wurde, ein homogenes Untersuchungsmaterial zu bekommen, gab es teilweise Unterschiede zwischen den vergleichenden Varianten, wie z. B. beim Mostgewicht der Varianten Maischepressung und Maischestandzeit, welche auch beim Alkoholgehalt zu sehen waren (vgl. Tabelle 58).

Minimalschnittziehung

Der pH-Wert blieb auch bei den Minimalschnittvarianten unverändert. Hier wurde aber eine Abnahme der Gesamtsäure unter dem Einfluss der Maischestandzeit beobachtet. Die Glykosidgehalte variierten auf Höhe 50 $\mu\text{mol/l}$ und wiesen keinen signifikanten Unterschied untereinander auf. In der Tendenz lag der Glykosidgehalt der Maischepressung etwas höher als bei der GTP und Maischestandzeit.

Die Phenole lagen niedriger bei Minimalschnitt als beim Spalier und überraschenderweise besaß die GTP den höchsten Phenolgehalt.

4.3.3.3 Lagerung

In Abbildung 55 sind die Glykosidgehalte der 1999er Riesling-Weine während der Lagerung dargestellt.

Bei der Spalierziehung nahmen die GG-Werte der Varianten GTP und Maischestandzeit signifikant ab, während bei der Maischepressung keine Änderung der Glykosidgehalte nachgewiesen wurde. Beim Minimalschnitt wiesen die Varianten GTP und Maischepressung eine signifikante Abnahme zwischen dem ersten und dem zweiten Untersuchungstermin auf. Dagegen blieben die Glykosidgehalte der Variante mit Maischestandzeit praktisch unverändert.

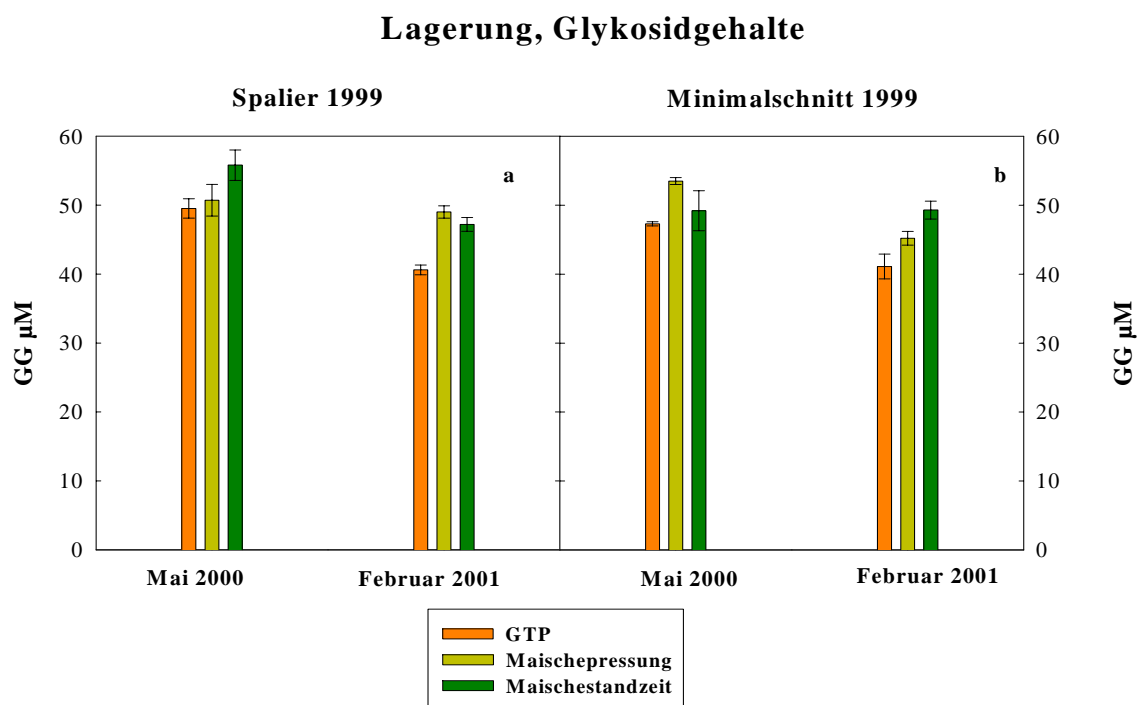


Abbildung 55: Glykosidabnahme (μM) während der Lagerung bei Riesling-Weinen aus dem Projekt „Weinqualität 1999“.

4.3.3.4 Sensorik

4.3.3.4.1 Erster Verkostungstermin, Juni 2000

Die Weine des Jahrgangs 1999 wurden nach dem gleichen Schema mittels Dreieckstests und Rangordnungsprüfungen wie die 1998er Weine sensorisch bewertet, zusätzlich wurde beim zweiten Verkostungstermin eine beschreibende Sensorik durchgeführt.

In Tabelle 60 und 61 sind die Dreieckstests der 1999er Weine zunächst nach Erziehungssystem dargestellt.

Tabelle 60: Dreieckstests, Versuch „Weinqualität 1999“. Vergleich der Spalier-Varianten. Verkostungstermin: Juni 2000. Anzahl der Prüfer, n=58.

Vergleich	Signifikanz
Riesling Spalier Maischepressung Riesling Spalier GTP	**
Riesling Spalier Maischepressung Riesling Spalier Maischestandzeit	keine
Riesling Spalier GTP Riesling Spalier Maischestandzeit	***

* = 95% signifikant (bei n = 58: 26 richtige Nennungen)

** = 99% signifikant (bei n = 58: 29 richtige Nennungen)

*** = 99,9% signifikant (bei n = 58: 31 richtige Nennungen)

Bei der Spaliererziehung wurde ein hoch bzw. sehr hoch signifikanter Unterschied zwischen der GTP und der Maischepressung bzw. der Maischestandzeit erkannt. Während bei dem Vergleich GTP-Maischestandzeit Geschmackspräferenzen zu Gunsten der Standzeitvariante festgestellt wurde, gab es diese bei dem Vergleich GTP-Maischepressung nicht. Zwischen den Varianten Maischepressung und Maischestandzeit konnte kein Unterschied festgestellt werden (vgl. Tabelle 60).

Tabelle 61: Dreieckstests, Versuch „Weinqualität 1999“. Vergleich der Minimalschnitt-Varianten. Verkostungstermin: Juni 2000. Anzahl der Prüfer, n=58.

Vergleich	Signifikanz
Riesling Minim. Maischepressung Riesling Minim. GTP	keine
Riesling Minim. Maischepressung Riesling Minim. Maischestandzeit	***
Riesling Minim. GTP Riesling Minim. Maischestandzeit	keine

* = 95% signifikant (bei n = 58: 26 richtige Nennungen)

** = 99% signifikant (bei n = 58: 29 richtige Nennungen)

*** = 99,9% signifikant (bei n = 58: 31 richtige Nennungen)

Beim Minimalschnitt wurde ein sehr hochsignifikanter Unterschied zwischen den Weinen der Varianten Maischestandzeit und Maischepressung festgestellt, wobei die Variante Maischestandzeit als besser bewertet wurde. Es gab keine Unterschiede zwischen den Varianten GTP- Maischepressung und GTP- Maischestandzeit. Im Kapitel 4.3.2.2.2 (vgl. Tabelle 56) wurde festgestellt, dass beim Minimalschnitt, die Glykoside im Most bei der Variante der Maischestandzeit höher lagen, als diejenigen der anderen zwei Varianten. Dies war bei dieser Verkostung nicht wahrnehmbar. Eine mögliche Erklärung wäre, dass die Weine noch zu jung waren und aus diesem Grund die Aromavielfalt zum Zeitpunkt des ersten Verkostungstermins nicht vorhanden waren.

Tabelle 62: Dreieckstests, Versuch „Weinqualität 1999“. Vergleich der Varianten Spalier und Minimalschnitt. Verkostungstermin: Juni 2000. Anzahl der Prüfer, n=58.

Vergleich	Signifikanz
Riesling Spalier Maischepressung Riesling Minim. Maischepressung	***
Riesling Spalier GTP Riesling Minim. GTP	***
Riesling Spalier Maischestandzeit Riesling Minim. Maischestandzeit	***

* = 95% signifikant (bei n = 58: 26 richtige Nennungen)

** = 99% signifikant (bei n = 58: 29 richtige Nennungen)

*** = 99,9% signifikant (bei n = 58: 31 richtige Nennungen)

Der Vergleich zwischen Spalier- und Minimalschnitt-Weinen zeigte in allen drei Vergleichen einen sehr hoch signifikanten Unterschied. Die Maischepressung und die Maischestandzeit wurden besser beim Spalier bewertet, während die GTP beim Minimalschnitt den Vorzug der Prüfer bekam (vgl. Tabelle 62).

Tabelle 63: Rangordnungsprüfung Riesling-Weine aus Spaliererziehung“. Verkostungstermin: Mai 2000. Anzahl der Prüfer, n=68.

	Spalier Maischepressung	Spalier GTP	Spalier Maischestandzeit
Platzziffer	2,0	2,6	1,6
Rangziffer	2,5	3,3	1,9

Bei der sensorischen Bewertung der Weine mittels Rangordnungsprüfung wurde beim Spalier der Wein von der Ganztraubenpressung gegenüber der Maischestandzeit signifikant schlechter bewertet. Der Wein der Maischepressung zeigte keinen signifikanten Unterschied gegenüber der GTP und der Maischestandzeit (vgl. Tabelle 63). Diese Ergebnisse bestätigen diejenigen der Dreieckstests.

Tabelle 64: Rangordnungsprüfung Riesling-Weine aus Minimalschnitterziehung. Verkostungstermin: Mai 2000. Anzahl der Prüfer, n=68.

	Minimalschnitt Maischepressung	Minimalschnitt GTP	Minimalschnitt Maischestandzeit
Platzziffer	2,4	1,8	1,8
Rangziffer	3,1	2,2	2,2

Beim Minimalschnitt waren keine signifikanten sensorischen Unterschiede zu erkennen; tendenziell war die Maischepressung als schlechter einzustufen (vgl. Tabelle 64).

4.3.3.4.2 Zweiter Verkostungstermin, Februar 2001

Die letzte Verkostung der Weine des Projektes „Weinqualität 1999“ fand im Februar 2001 statt. Es wurde eine beschreibende Sensorik verknüpft mit dem DLG-5-Punkte Schema durchgeführt. Beim Spalier, wie aus Tabelle 65 zu ersehen ist, hatte der Wein aus der Maischestandzeit signifikant bessere sensorische Eigenschaften als die Weine aus der GTP und der Maischepressung. Die Varianten GTP und Maischepressung wurden ähnlich bewertet.

Tabelle 65: Ergebnisse der Bewertung nach dem DLG-5-Punkte -Schema, Projekt „Weinqualität 1999“, Spaliererziehung.

Spaliererziehung	Qualitätszahl	Geruch	Geschmack	Harmonie
GTP	2,5	2,5	2,6	2,5
Maischepressung	2,6	2,7	2,4	2,4
Maischestandzeit	3,0	3,0	3,0	2,9

Riesling Spalier 1999 - Vergleich dreier Verarbeitungssysteme, Februar 2001

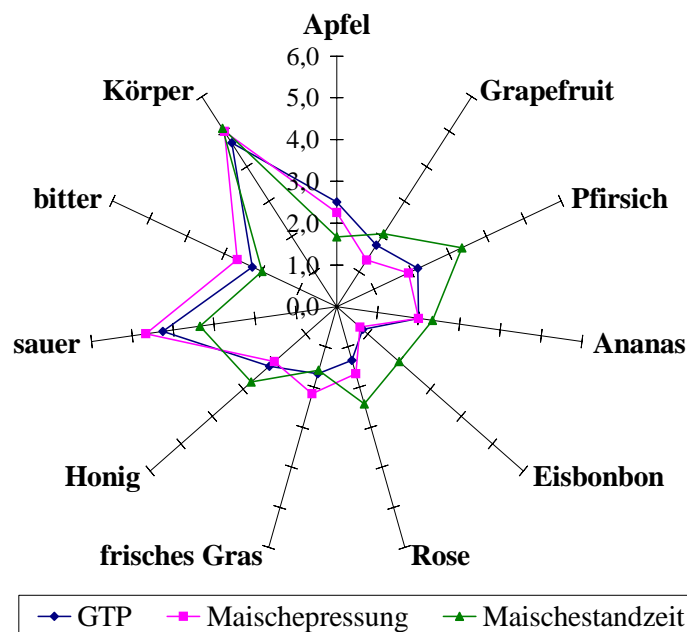


Abbildung 56: Schematische Darstellung der sensorischen Eigenschaften von Riesling-Weinen dreier Verarbeitungssysteme aus Spaliererziehung. (Februar 2001) Datenpunkte sind Durchschnittswerte aus 12 Wiederholungen (Anzahl der Prüfer).

Die beschreibende Sensorik in Abbildung 56 zeigt eine signifikant erhöhte Intensität der Attribute „Pfirsich“ und „Eisbonbon“ bei der Variante Maischestandzeit gegenüber den Varianten GTP und Maischepressung. Die Intensität der Attribute „Rose“ und „Apfel“ war dagegen nur bei dem Wein der GTP signifikant stärker. Das Attribut „Grapefruit“ bei der Variante Maischestandzeit zeigte sich ausgeprägter. Weiter schmeckte der Wein der Maischestandzeit signifikant weniger sauer als die beiden übrigen Weine des Variantenvergleichs. Auch bei der beschreibenden Sensorik wurden keine Unterschiede zwischen GTP und Maischepressung festgestellt (vgl. Abbildung 56). Die Tabelle 66 stellt die Ergebnisse der DLG-Prüfung für die Weine aus der Minimalschnitterziehung dar.

Tabelle 66: Ergebnisse der Bewertung nach dem DLG-5-Punkte Schema., Projekt „Weinqualität 1999“, Minimalschnitterziehung.

Minimalschnitterziehung	Qualitätszahl	Geruch	Geschmack	Harmonie
GTP	2,5	2,6	2,5	2,5
Maischepressung	2,1	2,2	2,1	2,0
Maischestandzeit	2,5	2,5	2,5	2,5

Hier wurde die Variante aus der Maischepressung signifikant schlechter bewertet. Aus Abbildung 57 ist ersichtlich, dass die Variante Maischepressung erhöhte vegetative Aromaintensität besaß und geschmacklich die saueren und bitteren Komponenten überwogen (vgl. Abbildung 57). Die Varianten GTP und Maischestandzeit zeigten, sowohl bei der DLG-Prüfung als auch bei der beschreibenden sensorischen Beurteilung sehr ähnliche Eigenschaften.

Riesling Minimalschnitt 1999 - Vergleich dreier Verarbeitungssysteme, Verkostung Februar 2001

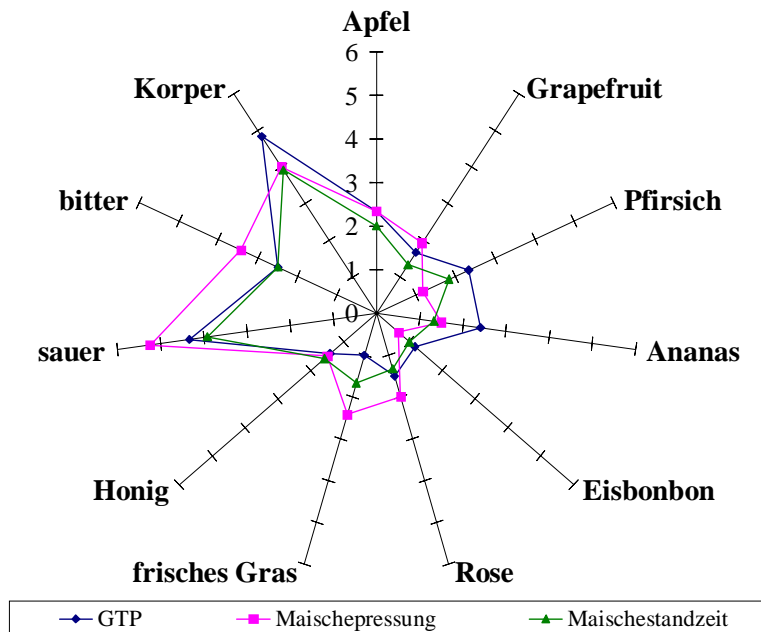


Abbildung 57: Schematische Darstellung der sensorischen Eigenschaften von Riesling-Weinen dreier Verarbeitungssysteme aus Minimalschnitterziehung (Februar 2001). Datenpunkte sind Durchschnittswerte aus 11 Wiederholungen (Anzahl der Prüfer).

4.3.4 Weinausbau 2000

4.3.4.1 Pressung

Im Jahr 2000 wurde der Versuch des Jahres 1999 ohne weitere Veränderungen wiederholt. Beim Minimalschnitt wies die Maischestandzeitvariante signifikant erhöhte GG-Werte gegenüber den Varianten GTP und Maischepressung auf. Dagegen gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Traubenverarbeitungsvarianten vom Spalier.

Der Vergleich der entsprechenden Varianten zwischen den beiden Erziehungssysteme zeigte, dass alle GG-Werte bis auf die aus der Maischepressung gewonnenen Werte, auf dem gleichen Niveau lagen. Die Maischepressung der Spaliererziehung wies signifikant höhere Glykosidgehalte auf als die vergleichbare Variante der Minimalschnitterziehung (vgl. Abbildung 58).

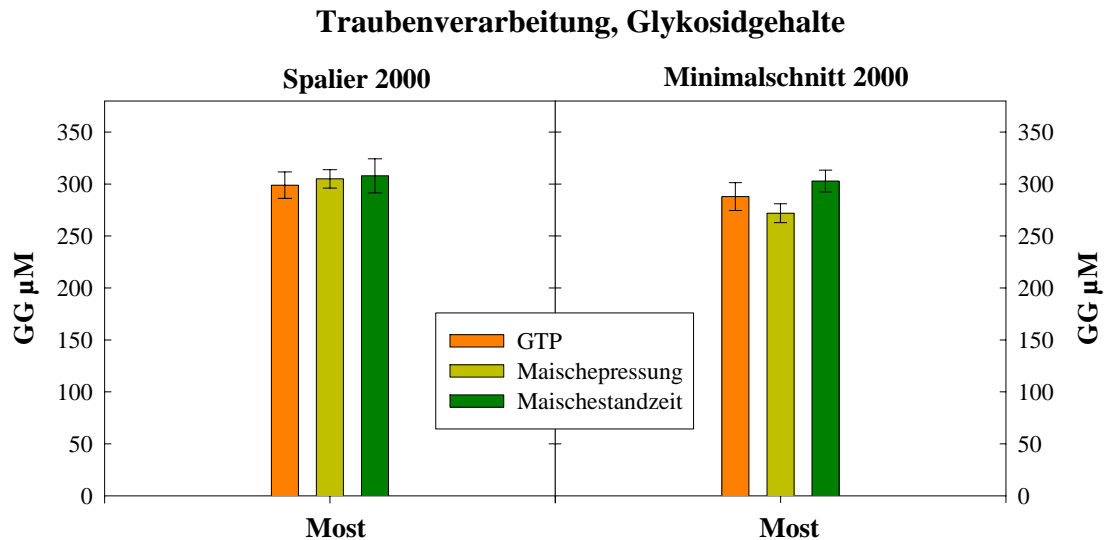


Abbildung 58: Gesamtheit der sekundären Pflanzenmetaboliten (GG µM) bei Riesling-Mosten verschiedener Erziehungssysteme und Verarbeitungsvarianten, Jahrgang 2000.

Phenolgehalte

Sowohl beim Spalier als auch beim Minimalschnitt wurde der höchste Phenolgehalt bei der Variante „Maischestandzeit“ festgestellt, während die GTP-Varianten die niedrigsten Phenolwerte aufwiesen (vgl. Abbildung 59).

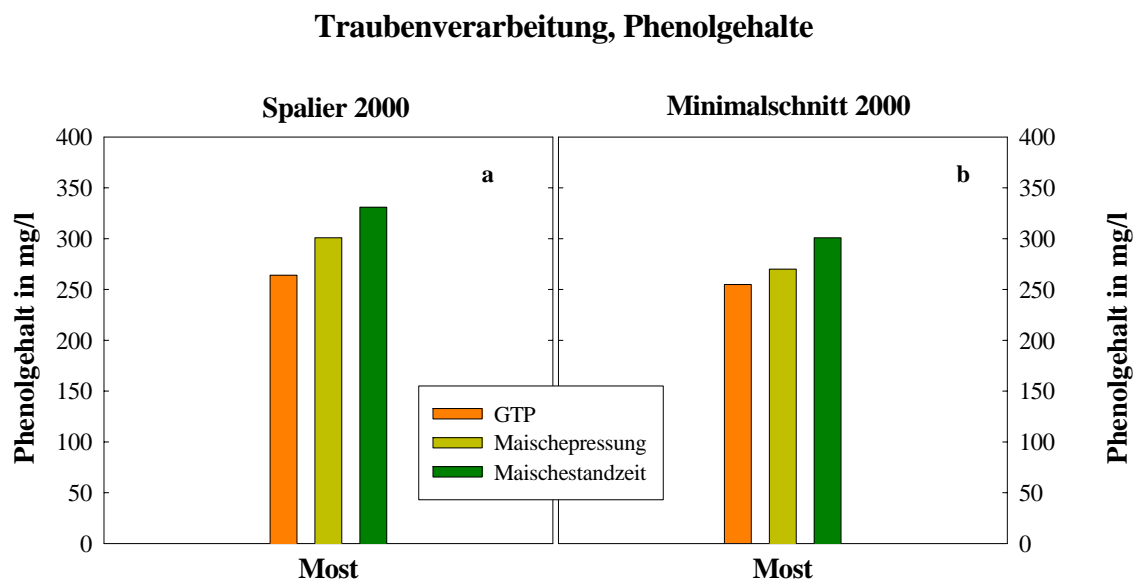


Abbildung 59: Phenolgehalte (mg/l) der Riesling-Moste verschiedener Verarbeitungsvarianten der beiden untersuchten Erziehungssysteme Spalier und Minimalschnitt, Jahrgang 2000.

4.3.4.2 Gärung

Im Jahr 2000 verlief die Gärung ohne Probleme und war innerhalb von 5 Tagen abgeschlossen. Die Abnahme der Glykoside während der Gärung wurde auch im Jahr 2000 festgestellt (vgl. Tabelle 67). Diese betrug bei den Spalier-Varianten 242 μM für die GTP, 247 μM für die Maischepressung und 248 μM für die Maischestandzeit, während sie beim Minimalschnitt bei 229, 210 und 240 μM lagen.

Tabelle 67: Gehalte der glykosidisch gebundenen sekundären Pflanzenmetaboliten im Most und im Wein, Projekt „Weinqualität 2000“.

Variante	Spalier			Minimalschnitt		
	GTP	Maische- pressung	Maische- standzeit	GTP	Maische- pressung	Maische- standzeit
GG μM Most	299	305	308	288	272	303
GG μM Wein	57	58	60	59	62	63
Abnahme	242	247	248	229	210	240

Handelsanalyse der 2000er Riesling-Weine aus dem Versuch „Weinqualität 2000“

In Tabellen 68 und 69 sind die analytischen Eigenschaften der 1999er Weine dargestellt, wie sie nach der Abfüllung gemessen wurden.

Tabelle 68: Analytische Kennzahlen 2000er Riesling-Weine aus Spaliererziehung, verschiedene Traubenverarbeitungsverfahren.

	GTP	Maischepressung	16 h Maischestandzeit
pH	3,4	3,4	3,4
Gesamtsäure (g/l)	7,8	7,7	7,4
Alkohol (% vol)	12,1	12,1	12,1
Restzucker (g/l)	2,0	1,4	1,8
Gesamtextrakt (g/l)	25,0	24,1	24,7
Extrakt zuckerfrei (g/l)	23,0	22,7	22,9
freie SO_2 (mg/l)	38,0	36,0	38,0
gesamte SO_2 (mg/l)	150,0	152,0	162,0
GG-Gehalt (μM)	57,0	58,0	60,0
Phenolgehalt (mg/l)	324,0	332,0	320,0
Ausgangsmostgewicht ($^{\circ}\text{Oe}$)	86,0	86,0	85,0

Spaliererziehung

Bei den GG-Werten der Weine gab es einen signifikanten Unterschied zwischen GTP und Maischestandzeit. Der Rest der analytischen Eigenschaften der zu vergleichenden Varianten zeigte eine große Einheitlichkeit. Die 16stündige Maischestandzeit übte keinen Effekt auf den pH-Wert aus und verursachte nur eine kleine Abnahme von 0,3 bzw. 0,4 g/l der Gesamtsäure.

Tabelle 69: Analytische Kennzahlen 2000er Rieslinge – Versuchsweine aus Minimalschnitterziehung, verschiedene Traubenverarbeitungsverfahren.

	GTP	Maischepressung	16 h Maischestandzeit
pH	3,3	3,3	3,4
Gesamtsäure (g/l)	8,0	7,7	7,5
Alkohol (% vol)	12,4	12,3	12,3
Restzucker (g/l)	1,5	0,8	0,5
Gesamtextrakt (g/l)	22,5	21,9	21,9
Extrakt zuckerfrei (g/l)	21,0	21,1	21,1
freie SO ₂ (mg/l)	53,0	56,0	56,0
gesamte SO ₂ (mg/l)	126,0	129,0	131,0
GG-Gehalt (µM)	59,0	62,0	63,0
Phenolgehalt (mg/l)	252,0	257,0	271,0
Ausgangsmostgewicht (° Oe)	68,0	67,0	67,0

Minimalschnitterziehung

Die Unterschiede zwischen den GG-Werten der Variante GTP und der Maischepressung bzw. Maischestandzeit können als signifikant beschrieben werden. Zwischen den beiden Maischevarianten gab es jedoch keinen signifikanten Unterschied in den GG-Gehalten. Die anderen analytischen Merkmale zeigten, wie beim Spalier, keine nennenswerte Abweichung.

Glykosidgehalte

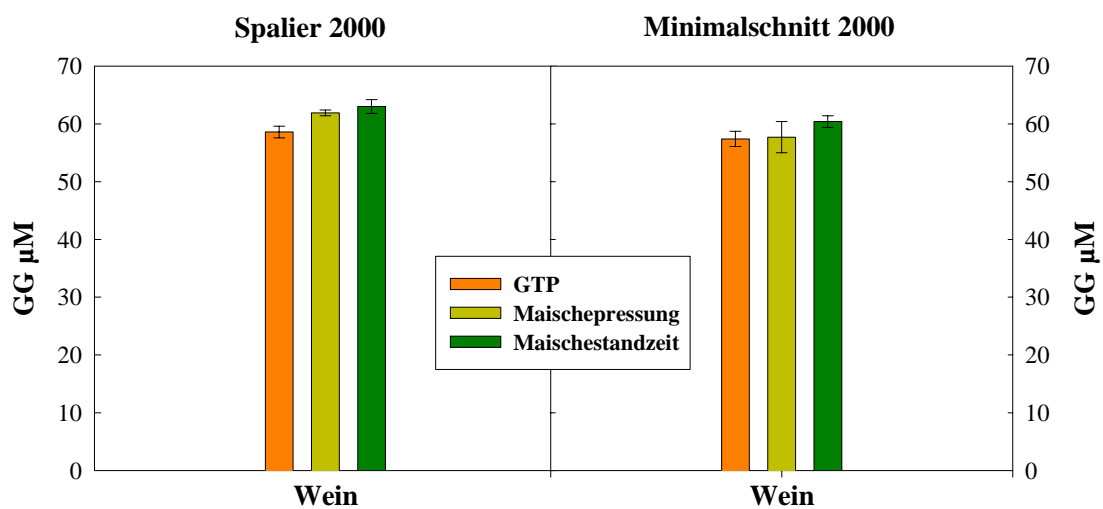


Abbildung 60: Glykosidgehalte (µM) Riesling-Weine aus Spalier- und Minimalschnitterziehung, verschiedene Traubenverarbeitungsvarianten, Projekt „Weinqualität 2000“.

Wie aus Abbildung 60 ersichtlich lagen die GG-Werte von Spalier und Minimalschnitt auch im Wein auf ähnlichem Niveau.

Dagegen lagen die Phenolgehalte der Spalier-Weine höher als die entsprechenden von Minimalschnitt. Innerhalb der Spalier Varianten war der Phenolgehalt der Maischepressung niedriger als der GTP und der Maischestandzeit (vgl. Abbildung 61).

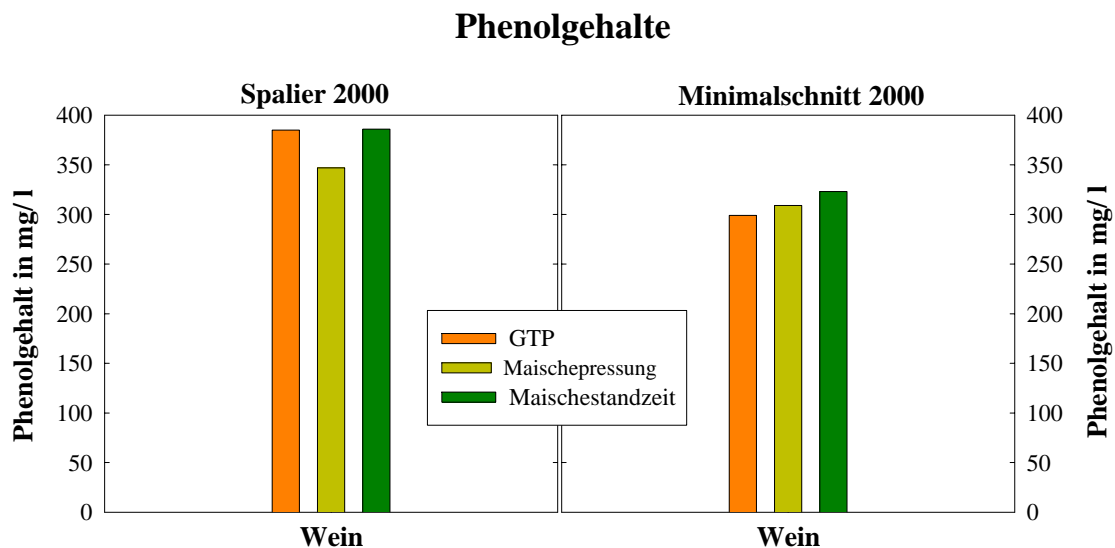


Abbildung 61: Phenolgehalte (mg/l) Riesling-Weine aus Spalier- und Minimalschnitterziehung, verschiedene Traubenverarbeitungsvarianten, Projekt „Weinqualität 2000“.

4.3.4.3 Sensorik

Die Verkostung der 2000er Weine erfasste, wie für den Jahrgang 1999 Dreieckstests und Rangordnungsprüfungen, welche um eine beschreibenden Sensorik erweitert wurden.

Die Dreieckstest haben gezeigt, dass es keinen signifikanten Unterschied zwischen den kellerwirtschaftlichen Varianten aus der **Spaliererziehung** gab (vgl. Tabelle 70). Die Rangordnung bestätigte dies für die Varianten GTP und Maischestandzeit. Die Variante der Maischepressung wich von beiden anderen signifikant ab, wobei sie am schlechtesten bewertet wurde (vgl. Tabelle 73).

Tabelle 70: Dreieckstests, Versuch „Weinqualität 2000“. Vergleich der Spalier-Varianten. Verkostungstermin: Mai 2001. Anzahl der Prüfer, n=11.

Vergleich	Signifikanz
Riesling Spalier Maischepressung Riesling Spalier GTP.	keine
Riesling Spalier Maischepressung Riesling Spalier Maischestandzeit	keine
Riesling Spalier GTP Riesling Spalier Maischestandzeit	keine

Bei den Dreieckstests wurde für die **Minimalschnitterziehung** ein signifikanter Unterschied zwischen den Varianten der Maischepressung und der Maischestandzeit festgestellt. Diese Tests haben die Maischepressung als besser eingestuft. Allerdings wurde bei der Rangordnungsprüfung (vgl. Tabelle 71) dieser Unterschied bzw. Präferenz nicht bestätigt.

Tabelle 71: Dreieckstests, Versuch „Weinqualität 2000“. Vergleich der Minimalschnitt-Varianten. Verkostungstermin: Mai 2001. Anzahl der Prüfer, n=11.

Vergleich	Signifikanz
Riesling Minim. Maischepressung Riesling Minim. GTP	keine
Riesling Minim. Maischepressung Riesling Minim. Maischestandzeit	*
Riesling Minim. GTP Riesling Minim. Maischestandzeit	keine

* = 95% signifikant (bei n = 11: 7 richtige Nennungen)

** = 99% signifikant (bei n = 11: 8 richtige Nennungen)

*** = 99,9% signifikant (bei n = 11: 9 richtige Nennungen)

Beim Vergleich zwischen den Erziehungssystemen Spalier und Minimalschnitt wurde die GTP-Varianten als gleich bewertet. Die Maischepressung besaß bessere sensorische Eigenschaften beim Minimalschnitt, während das Gegenteil für die Maischestandzeit galt – hier hatte der Wein aus der Spaliererziehung den Vorzug .

Tabelle 72: Dreieckstests, Versuch „Weinqualität 2000“. Vergleich der Varianten Spalier-Minimalschnitt. Verkostungstermin: Mai 2001. Anzahl der Prüfer, n=11.

Vergleich	Signifikanz
Riesling Spalier Maischepressung Riesling Minim. Maischepressung	***
Riesling Spalier GTP Riesling Minim. GTP	keine
Riesling Spalier Maischestandzeit Riesling Minim. Maischestandzeit	***

* = 95% signifikant (bei n = 11 : 7 richtige Nennungen)

** = 99% signifikant (bei n = 11: 8 richtige Nennungen)

*** = 99,9% signifikant (bei n = 11: 9 richtige Nennungen)

Tabelle 73: Rangordnungsprüfung, Versuch „Weinqualität 2000“. Vergleich: der Spalier-Varianten. Verkostungstermin: Mai 2001. Anzahl der Prüfer, n=11.

	Spalier GTP	Spalier Maischepressung	Spalier Maischestandzeit
Platzziffer	1,4	2,7	1,9
Rangziffer	1,6	3,6	2,4

Ergebnis: Die Variante Maischepressung wurde als die Schlechteste bewertet.

Tabelle 74: Rangordnungsprüfung, Versuch „Weinqualität 2000“ Vergleich der Minimalschnitt-Varianten. Verkostungstermin: Mai 2001. Anzahl der Prüfer, n=11.

	Minimalschnitt GTP	Minimalschnitt Konventionell	Minimalschnitt Maischestandzeit
Platzziffer	2,1	1,9	2,0
Rangziffer	2,7	2,4	2,5

Ergebnis: Zwischen den drei kellerwirtschaftlichen Varianten beim Minimalschnitt gab es keinen signifikanten Unterschied in den sensorischen Eigenschaften.

Des Weiteren wurden die Versuchsweine nach dem DLG 5-Punkte Schema und mittels beschreibender Sensorik bewertet. Die Ergebnisse sind in den Tabellen 75 und 76 sowie in den Abbildungen 62 und 63 dargestellt.

Tabelle 75: Ergebnisse der Bewertung nach dem DLG-5-Punkte Schema, Projekt „Weinqualität 2000“, Spaliererziehung. Verkostungstermin: Mai 2001.

Spaliererziehung	Qualitätszahl	Geruch	Geschmack	Harmonie
GTP	3,1	3,2	3,1	3,0
Maischepressung	2,7	2,6	2,8	2,6
Maischestandzeit	2,9	2,9	2,9	3,0

Die Weine aus der GTP sowie der Maischestandzeit bekamen ähnliche Bewertungspunkte, während die Variante aus der Maischepressung signifikant niedrigere Werte erhielt. Diese Ergebnisse bestätigen die Ergebnisse der Rangordnung (vgl. Tabelle 73).

Die Ergebnisse der beschreibende Sensorik stimmen mehr oder weniger mit den Ergebnissen der Dreieckstests überein. Es wurde kein signifikanter Unterschied zwischen den verglichenen Weinen festgestellt (vgl. Abbildung 62). An dieser Stelle sei erwähnt, dass auch keine signifikanten Unterschiede in den Glykosidgehalten der Moste der drei Varianten festgestellt wurden.

**Riesling Spalier 2000 - Vergleich dreier Verarbeitungssysteme,
Verkostung Mai 2001**

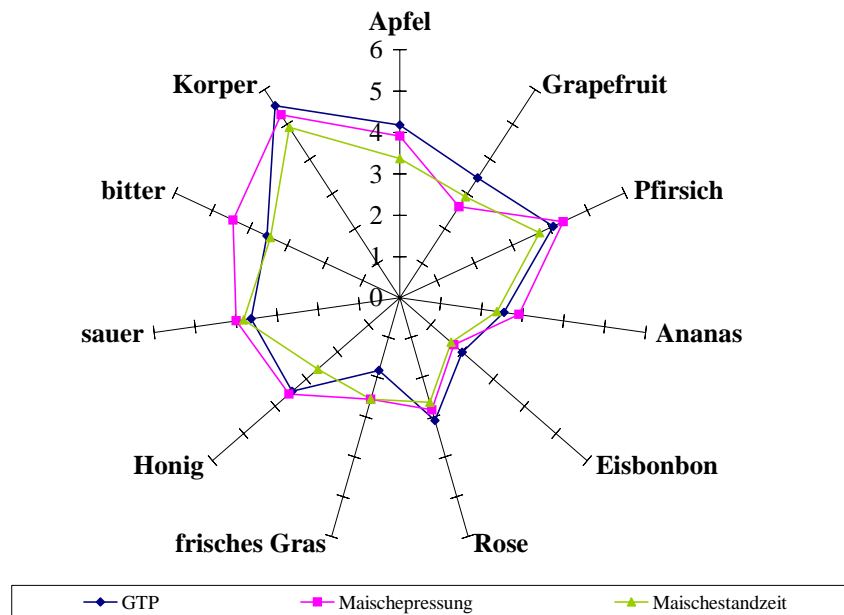


Abbildung 62: Schematische Darstellung der sensorischen Eigenschaften von Riesling-Weinen dreier Verarbeitungssysteme. Spaliererziehung (Mai 2001) Datenpunkte sind Durchschnittswerte aus 11 Wiederholungen (Anzahl der Prüfer).

Beim Minimalschnitt war die Variante der Maischestandzeit durch unerwünschte Eigenschaften charakterisiert. Möglicherweise lag es an dem erhöhten Anteil an Beerenschalen bei den Trauben. Mit einem Ausgangsmostgewicht von 68° Oe besaßen die Trauben ein unreifes Profil und der Geschmack war von Phenolen dominiert, so dass die Aromen, die wie die Phenole in der Beerenschale lokalisiert sind, durch sie überlagert wurden. Vielleicht würden mit steigendem Reifegrad diese phenolischen Eigenschaften gemildert aber der hohe Ertrag und die schlechten Witterungsbedingungen haben eine solche Entwicklung nicht ermöglicht.

Tabelle 76: : Ergebnisse der Bewertung nach dem DLG-5-Punkte Schema, Projekt „Weinqualität 2000“, Minimalschnitterziehung. Verkostungstermin Mai 2001.

Minimalschnitterziehung	Qualitätszahl	Geruch	Geschmack	Harmonie
GTP	2,7	2,8	2,6	2,8
Maischepressung	2,9	3,0	3,0	2,9
Maischestandzeit	2,6	2,7	2,6	2,5

Die nach 11 geschmacklichen und geruchlichen Attributen vorgenommene sensorische Bewertung lieferte wenige Informationen über das Profil der verkosteten Weine. Es war lediglich festzustellen, dass der Wein aus der Maischestandzeit leicht erhöhte vegetative Aromen besaß – wobei auch die erwünschten Honig- und Eisbonbon-Noten vorhanden waren (vgl. Abbildung 63). Dieser Wein wurde von den höchsten GG-Werten im Most charakterisiert, woraus jedoch keine positiven sensorischen Eigenschaften des Weins resultierten bzw. abgeleitet werden können.

**Riesling Minimalschnitt 2000 - Vergleich dreier Verarbeitungssysteme,
Verkostung Mai 2001**

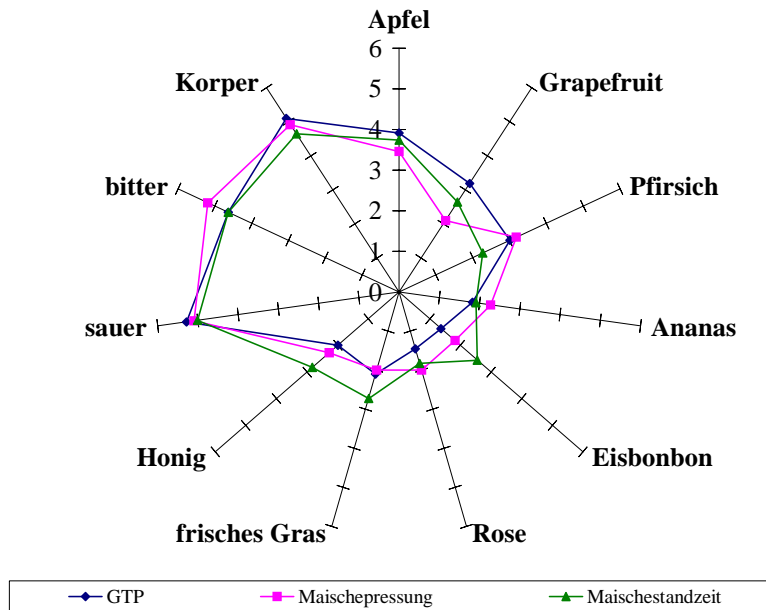


Abbildung 63: Schematische Darstellung der sensorischen Eigenschaften von Riesling-Weinen dreier Verarbeitungssysteme. Minimalschnittziehung (Mai 2001). Datenpunkte sind Durchschnittswerte aus 11 Wiederholungen (Anzahl der Prüfer),.

5 Diskussion

5.1 Gewürztraminer

5.1.1 Reifeentwicklung

Die Gehalte an Glykosiden im Verlauf des Reifeprozesses zeigte im Jahr 1998 eine zunehmende Tendenz (vgl. 3.3.1). Ein Teil dieser glykosidisch gebundenen Stoffe sind die Terpene (Williams et al., 1980).

Die Zunahme der Terpene mit der Reifeentwicklung ist durch zahlreiche Untersuchungen belegt (Wilson et al., 1984; Günata et al., 1985b; Marais, 1987). Da keine Untersuchungen bei Gewürztraminer unter deutschen klimatischen Bedingungen vorhanden sind, können nur die Ergebnisse von Marais (1987) unter südafrikanischen Bedingungen zum Vergleich herangezogen werden. Der Anstieg gebundener Terpene (als PVT-Messung) stimmt mit der gemessenen Zunahme der GG-Werte überein (Marais, 1987). Auch Reynolds et al. (1993) sprechen von einem höheren PVT-Gehalt bei den Rebsorten Muskat-Ottonel und Siegerrebe bei einem Reifeniveau von 16.8 Brix (ca. 70° Oe) bis 17.9 Brix (ca. 74° Oe) bzw. 17.7 Brix (ca. 73.5° Oe) zu 19.7 Brix (ca. 83° Oe). Bei der sensorischen Beurteilung der Weine von früher und später Lese wurde festgestellt, dass die spätgelesenen Weine von höheren Muskat und blumigen Noten charakterisiert wurden – also eine Relevanz der festgestellten chemischen Unterschiede zum sensorischen Eindruck (Reynolds et al., 1993).

Im Jahr 1999 wurde zunächst eine rasche Erhöhung der Glykoside festgestellt, wobei am letzten Messtermin die GG-Werte zurückgingen. Dieser Rückgang der Glykoside widerspricht den Ergebnissen von Marais (1987) und Günata et al. (1985b). Andererseits stellten Wilson et al. (1984) einen Rückgang mehrerer gebundener Terpene bei der Phase der Überreife (24° Brix, oder 101° Oe) fest. Bei diesem Vergleich ist immer zu beachten, dass die GG-Werte auch andere Stoffe als die Terpene umfassen und deshalb direkte Vergleiche mit dem Aroma schwierig sind. Bei den durchgeführten Versuchen ist auszuschließen, dass die Trauben im Stadium der Überreife waren, da das Mostgewicht beim Lesetermin deutlich unter dem Durchschnittswert der letzten 9 Jahre lag.

Eine mögliche Erklärung für die niedrigen Glykosidgehalte kann der hohe Ertrag liefern, der im Jahr 1999 doppelt so hoch lag als der Durchschnitt der letzten neun Jahre. Fischer et al. (2001) führen die unzureichende Ausreifung und geringe Ausstattung der Trauben an Aromastoffvorläufern ebenfalls auf hohe Erträge zurück. Dem widersprechen allerdings Ergebnisse mit Minimalschnittsystemen, die trotz hoher Erträge und niedrigen Mostgewichten, stark erhöhte GG-Gehalte aufweisen können (Schultz, 2002).

Vergleicht man nun die beiden Untersuchungsjahre untereinander, so wurde der Jahrgang 1998 von hohen Glykosidgehalten in den Beerenproben charakterisiert. Dagegen wiesen die großbeerigen Trauben des Jahres 1999 geringere GG-Werte auf. Da die Mehrheit der Glykoside bei Gewürztraminer in den Beerenschalen lokalisiert ist (Wilson et al., 1984), kann der höhere Gehalt an Glykosiden über das günstigere Verhältnis Beerenhaut zu Beerenvolumen bei kleinen Beeren erklärt werden. Hier sind die Inhaltsstoffe der Beerenhaut verhältnismäßig angereichert.

Fischer et al. (2001) zeigten, dass die höchsten Konzentrationen glykosidisch gebundener Substanzen in den Beerenschalen und den Kernen der Rebsorte Gewürztraminer nachweisbar sind. Allerdings lieferte das Beerenfleisch, aufgrund des großen Volumenanteils bei der Beerenzusammensetzung rund 47% der gesamten Glykoside, während die Beerenschalen 48% und die Kerne 5% beitrugen.

5.1.2 Maischestandzeit

Durch die Maischestandzeit wurde ein Anstieg der GG-Werte mit der Dauer der Standzeit festgestellt, welcher auf die hohe Konzentration der Beerenschalen an Glykosiden zurückzuführen ist. Durch längere Maischestandzeit wird die Glykosidextraktion verstärkt. Ähnliches berichteten Fischer et al. (2001). Bei einem Vergleich von Mosten aus verschiedenen Maischestandzeiten (6 h, 12 h, 24 h und 48 h) wurde die höchste GG Konzentration bei der Variante 48 h gemessen. Abgesehen von den gebundenen Sekundärmetaboliten, scheinen auch die freien Aromen durch eine Maischestandzeit beeinflusst zu werden.

Marais (1987) konnte einen signifikanten Anstieg mehrerer freier Terpene (u.a. α -Terpineol, Citronellol, Nerol, Geraniol und trans-Furan-Linalooloxid) bei den Maischestandzeitvarianten 4 h und 15 h im Vergleich zur Kontrolle (ohne Standzeit) ermitteln. Den größten Anstieg zeigte unabhängig vom Jahrgang und Reifegrad des Lesegutes immer die längste Standzeit von 15 h. Die Unterschiede waren auch in den Terpengehalten der Weine nachweisbar – ein Hinweis, dass auch die gebundenen Terpene während der Standzeit anstiegen. Rieth (1984) dagegen konnte keinen Anstieg der Terpene mit zunehmender Standzeit feststellen. Inwieweit dies am Traubenmaterial oder an der Extraktionsmethode lag, bleibt offen.

5.1.3 Pressung

Aufgrund der durchgeführten Untersuchungen, kann festgehalten werden, dass mit ansteigendem Pressdruck der Gehalt an glykosidisch gebundenen Inhaltsstoffen zunimmt. Zusätzlich wurde festgestellt, dass mit zunehmendem Aufschluss der Beerenhaut durch eine Maischestandzeit in den Niederdruckphasen (< 1,5 bar) dieser beobachtete Anstieg weniger ausgeprägt ist als in den Hochdruckphasen.

Die Arbeit von Reynolds et al. (1993) bestätigt dieses Ergebnis. Sie haben außer den freien Terpenen (FVT) auch die glykosidisch gebundenen Terpene (PVT) untersucht und berichten von einem signifikanten Anstieg der PVT mit zunehmendem Pressdruck bei den Rebsorten Gewürztraminer und Muskat-Ottonel. Bei diesem Versuch blieben die FVT sowie der pH-Wert stabil. Die durch die Analytik gemessenen Unterschiede spiegelten sich, allerdings nicht in den sensorischen Eigenschaften der Weine wider. Im Gegensatz dazu berichteten Cordonnier und Bayonove (1981) von einem Anstieg verschiedener freier Terpene wie z.B. des freien Geraniols und Nerols beim Pressmost im Vergleich zum Seihmost (bei Muskat). Auch Kinzer und Schreier (1980) haben bei den Rebsorten Morio-Muskat und Müller-Thurgau erhöhte Konzentration der gesamten freien Terpene beim Pressmost im Vergleich zum Seihmost gemessen.

Die Informationen sind insgesamt im Bereich des Einflusses der Pressung auf die glykosidisch gebundenen Aromastoffe unvollkommen. Aufgrund der Kenntnisse über die Lokalisierung der Aromastoffe und den obengenannten Ergebnissen kann zusammenfassend festgestellt werden, dass die Pressung der Trauben einen positiven Effekt auf die Aromastoffzusammensetzung ausüben kann. Dies trifft auch für die Maischestandzeitvarianten zu, wobei hier der Aufschluss der Beerenschale berücksichtigt werden muss. So wird mit zunehmender Maischestandzeit aufgrund des starken Zellaufschlusses bzw. der Zellzerstörung ein erhöhter Pressdruck notwendig, um mehr glykosidisch gebundene Stoffe freizusetzen.

5.1.4 Gärung

Während der anschließenden Gärung wurde immer eine deutliche, starke Abnahme der GG-Werte festgestellt. Williams et al. (1996a) haben die GG-Konzentrationen von Semillon-Weinen vor, während und nach der Gärung gemessen. Sie stellten fest, dass sowohl die gesamten als auch die phenol-freien GG-Werte während der Gärung abnahmen. Es wurden also sowohl phenolische als auch aromarelevante Glykoside reduziert. Geklärt ist allerdings nicht, ob diese Abnahme auf eine Freisetzung aromatischer Bindungen zurückzuführen ist was wahrscheinlich ist, oder ob die Hefe einen Adsorptionseffekt auf die potenziellen Aromastoffe ausübte (Williams et al., 1996a).

Auch bei Gewürztraminer wurde eine solche Abnahme der GG-Werte während der Gärung festgestellt (Fischer et al., 2001). So waren die GG-Werte nach zwei Gärtagen bereits um die Hälfte reduziert. Beim Müller-Thurgau wurde eine ähnliche Abnahme der GG-Werte mit Verlauf der Gärung festgestellt, wobei hier die gemessene Glykosidabnahme langsamer war, was auf den langsamen Gärungsprozess zurückzuführen war (Fischer et al., 2001).

Nach Rapp und Mandery (1986) wird die Konzentration der primären Aromastoffe nicht von der Gärung beeinflusst, da das Gärmedium keine günstige Umgebung für die Hefeglykosidasen darstellt, um die Abspaltung von glykosidisch gebundenen Monoterpenen zu ermöglichen. Allerdings berichten Marais und van Wyk (1986), dass zusätzliche Mengen von Terpenen während der Gärung aus Precursoren gebildet oder freigesetzt wurden.

Phenole

Wie schon in Kapitel 2.6.1 erwähnt wurde, sind die flavonoiden Phenole vorwiegend in der Beerenhaut lokalisiert und mit für den bitteren Geschmackseindruck von Weinen verantwortlich. Aus diesem Grund spielen sie eine beachtliche Rolle bei der Anwendung von kellerwirtschaftlichen Maßnahmen wie der Maischestandzeit. Die Ergebnisse der Phenol-Messungen zeigten, dass die Standzeit einen Extraktionseffekt auf die Phenole ausübte, allerdings wies die Variante der längsten Maischestandzeit nicht immer die höchsten Phenolgehalte auf, was auf eine mögliche Sättigung des Mostes an Gerbstoffen oder viel wahrscheinlicher auf eine Oxidation und damit Ausfällung zurückzuführen ist.

Nach Fischer et al. (2001) bewirkte eine Standzeit von 24 h einen Anstieg der Gesamtphenolgehalte um 110% gegenüber der direkt abgepressten Kontrolle. Marais und Rapp (1988) stellten ebenfalls fest, dass bei der Rebsorte Gewürztraminer durch eine zwanzigstündige Maischestandzeit eine erhöhte Phenolkonzentration resultierte, wobei die Zunahme mit der Standzeittemperatur korreliert war. Auch Baumes et al. (1989) berichten von einer Erhöhung der Gesamtphenolgehalte schon bei einer vierstündigen Maischestandzeit bei den Rebsorten Chardonnay und Chenin blanc.

Der große Unterschied zwischen den beiden Jahrgängen – mit sehr hohen Phenolgehalten im Jahr 1998 – kann auf die bereits angesprochenen Verdünnungseffekte durch die hohen Erträge im Jahr 1999 zurückgeführt werden (Rothbacher und Schmitt, 1979). Die lange Standzeit von 40 h hat trotz der Erwartungen keine problematischen Weine geliefert. Im Gegenteil, im Jahr 1999 präsentierte sich der Wein der 40 h Maischestandzeit als der typische Gewürztraminer, aromatisch und harmonisch im Geschmack und Geruch.

Generell wies die Fraktion „Vorlauf“ die niedrigsten Phenolgehalte auf, während die „zweite Pressung“ die höchsten Phenolgehalte zeigte. Diese Ergebnisse stimmen mit denen von Seckler (1997) und Somers und Pocock (1991) überein. Allerdings waren immer Ausnahmen festzustellen, wie beispielweise die niedrigen Phenolwerte der Variante 40 h bei der „zweiten Pressung“. Die gefundenen Schwankungen in den Phenolgehalten entsprechen nicht der Regel „mehr Druck verursacht den Anstieg der Phenole“. Dies kann aber auch durch andere Arbeiten belegt werden. So berichten Somers and Pocock (1991), dass das Verhalten der

phenolischen Substanzen unter dem Einfluss des Pressvorgangs unterschiedlich bzw. sortenabhängig ist. Bei den Rebsorten Pedro Ximenez, Colombard und Trebbiano stellten sie einen starken Anstieg der flavonoiden Phenole bei den Pressvarianten gegenüber dem Seihmost fest. Bei Semillon, Riesling und Chardonnay wurde ebenfalls eine Zunahme gemessen, während bei Sauvignon blanc und Palomino die Phenolgehalte nicht von der Pressung beeinflusst waren.

Es kann hinzugefügt werden, dass auch der Jahrgang das Verhalten der phenolischen Verbindungen prägt (Rothbächer und Schmitt, 1979). So war im Jahr 1999 die Extraktion der Phenole sehr deutlich bei der Variante 40 h zu sehen. Hier konnte festgestellt werden, dass jede Druckzunahme eine weitere Steigerung der Gerbstoffe verursachte.

Die festgestellten Unterschiede bei den Phenolgehalten zwischen Most und Wein sind deutlich auf den Einfluss der Gärung zurückzuführen. Ramey et al. (1986) berichten von einer Abnahme der Gesamtphenole vom Most zum Wein und führen dies auf die Bindung der Phenole mit den Proteinen der Hefe zurück. Nach Schneider (1989) erfahren die nichtflavonoiden Phenole während der Gärung eine Erhöhung, bedingt durch das Auftreten der phenolischen Aminosäure Tyrosol aus dem Hefemetabolismus. Dagegen wird die flavonoide Fraktion durch Adsorption von der Hefe gemindert. Die Summenwirkung beider Vorgänge äußert sich in einer Erhöhung des Gesamtphenolgehaltes bei niedrigen Ausgangswerten und in einer Minderung desselben bei hohen Ausgangswerten an Flavonoiden (Schneider, 1989).

5.1.5 Sensorik – Lagerung

Bei der ersten Verkostung der 1998er Weine verstärkten die ausgeprägten blumigen – rosenartigen Aromen bei den Varianten „16 h“ und „40 h“ die Bedeutung der GG-Werte als Qualitäts- bzw. Aroma-Indikator, da diese Varianten erhöhte GG-Werte im Moststadium aufwiesen. Das schwächere Aromaprofil der Variante 0 h korreliert mit dem niedrigen GG-Gehalt im Most. Möglicherweise wurden die Glykoside während der alkoholischen Gärung abgespalten und somit die Weine mit freien aromatischen Verbindungen angereichert. Dieser Effekt war bei der Variante 0 h als schwach zu bezeichnen. Fischer et al. (2001) berichten, dass bei einer 24stündigen Standzeit die Intensität des Attributes „Rosenblüte“ um 40% gegenüber der Kontrolle anstieg, wobei das Attribut „blumiger Geschmack“ welches durch die retronasale Wahrnehmung entsteht, um 115% angehoben wurde. Allerdings wurde die Maischestandzeit mit einem Enzymzusatz unterstützt, was keinen direkten Vergleich mit den in dieser Arbeit dargestellten Daten erlaubt. Reynolds et al. (1993) stellten fest, dass die 24stündige Standzeit die PVT der Rebsorte Siegerrebe erhöhte; als Resultat dieser Erhöhung waren die Weine von verstärkt blumigen Aromanoten im Vergleich zu der sofort abgepressten Kontrolle charakterisiert. Andererseits wurden bei der Rebsorte Optima auch höhere PVT – Werte bei der Maischestandzeitvariante festgestellt, diese machten sich aber nicht in den sensorischen Eigenschaften der Weine bemerkbar (Reynolds et al., 1993).

Nach Ablauf von zwei Jahren wurde zum dritten Verkostungstermin eine Abnahme der Glykosidgehalte aller Varianten festgestellt. Der direkte Vergleich der Intensität der Aromaattribute zeigte eine deutliche Zunahme der blumigen Note, während die „frischen“ Aromanoten („Eisbonbon“, „Apfel“ und „frisches Gras“) abnahmen. Das Reifungsaroma „Honig“ lag bei den Standzeitvarianten signifikant höher als bei der Kontrolle. Fischer et al. (2001) stellten fest, dass beim Gewürztraminer während der Lagerung die Intensität des blumigen Geruchs abnahm. Dagegen blieb die retronasale Wahrnehmung der Terpene in Form des Attributes blumiger Geschmack über 2 Jahre konstant und ging erst nach

4 Jahren Lagerungsdauer deutlich zurück. Leider wurden keine Daten über die GG-Zusammensetzung der Weine dargestellt.

Als eine mögliche Erklärung der sensorischen Veränderungen bei den untersuchten Weinen kann vermutet werden, dass die glykosidisch gebundenen Aromastoffe, welche von den GG-Werten repräsentiert werden, während der Lagerung abgespalten werden und somit die Weine mit freien Terpenen anreichern. Parallel dazu verliefen die Reifeprozesse der Weinalterung, welche für die Steigerung des Attributes „Honig“ und die Abnahme der frischen Noten „Apfel“ und „frisches Gras“ verantwortlich waren. Diese These wird durch Untersuchungen von Williams et al. (1996), welche die Veränderungen im Aromaprofil von Semillon-Weinen während der Alterung erforscht haben, unterstützt. Es war festzustellen, dass die Abnahme der Glykosidgehalte mit einer parallelen Zunahme der Aromattribute „Honig“ und „Nuss“ stark korreliert war. Die Attribute „Apfel“ und „blumig“ nahmen gleichzeitig stark ab. Auch Fischer et al. (2001) berichten von einer Freisetzung gebundener Aromastoffvorläufer während der Alterung, welche das Sortenaroma von Gewürztraminer Weinen intensivierten.

Im Jahr 1999 wies nur die Variante „40 h“ erhöhte Glykosidgehalte im Moststadium auf. Es wurde entsprechend bei der sensorischen Beurteilung der Weine festgestellt, dass diese Variante differenzierte geruchliche und geschmackliche Eigenschaften besaß. Fischer et al. (2001) untersuchten die Korrelation zwischen den GG-Werten und den verschiedenen Weinaromen. Es wurden 16 Weine, deren GG-Gehalte im Moststadium bekannt waren, mit Hilfe der beschreibenden Sensorik ausgewertet. Dabei wurde festgestellt, dass 66% des blumigen Aromas durch den Glykosidgehalt des Mostes erklärt werden konnte. Für das Aroma Pfirsich-Maracuja betrug dies nur 40%, obwohl auch der verantwortliche Aromastoff β -Damascenon glykosidisch gebunden vorkommt (Razungles et al., 1993).

Die Abnahme der GG-Werte, die zwischen dem ersten, dem zweiten bzw. dem dritten Verkostungstermin gemessen wurde, korreliert gut mit der Erzeugung verstärkter Aromen bei allen 1999er Weinen. Der verstärkte „Körper“ der Weine mit langer Maischestandzeit, welcher beim dritten Verkostungstermin festgestellt wurde, kann auf eine mögliche erhöhte Kaliumaufnahme aus den Beerenschalen zurückgeführt werden, die den pH-Wert des Weines und den Säuregehalt besser abpuffert. Auch Fischer et al. (2001) stellten eine Zunahme der Intensität des Attributes „Körper“ unter dem Einfluss einer 24stündigen Standzeit fest.

5.2 Riesling

5.2.1 Reifeentwicklung

Beim Riesling wurde ein signifikanter Anstieg der GG-Werte im Verlauf der Reifeentwicklung festgestellt. Bei einem Versuch von Bauer (1997) mit der gleichen Rebsorte wurde eine sehr unregelmäßige Entwicklung der GG-Werte mit Verlauf der Beerenreife festgestellt. Die Werte schwankten stark, wobei die Schwankungen im Most kleiner waren und eine kontinuierlichere steigende Entwicklung beobachtet werden konnte. Teilweise wurde der Rückgang in den GG-Werten auf den Trockenstress des warmen und sonnigen Herbstes 1997 zurückgeführt (Bauer, 1997).

Bei der Entwicklung der freien Aromen gibt es mehr Ergebnisse. Marais und van Wyk (1986) berichteten von einer Zunahme von freiem Linalool, Hotrienol und Nerol mit zunehmender Traubenreife bei Riesling Trauben, wobei das Linalool und Hotrienol am letzten Messtermin wieder abnahm. Hinsichtlich des Aromapentials konnten sie in Weinen aus dem späteren Lesetermin feststellen, dass die Konzentrationen von Linalool, α -Terpineol und Citronellol im Wein vom letzten Termin signifikant höher lagen. Die Autoren vermuten deshalb, dass diese zusätzlichen Mengen an Terpenen, die erst im Wein nachweisbar waren, während der Gärung von Precursoren gebildet oder freigesetzt wurden.

Da bei der Rebsorte Riesling neben den Monoterpenen auch die Norisoprenoide von großer Bedeutung für die Aromastoffzusammensetzung der Trauben bzw. des Weines sind (Razungles et al., 1993, Abbot et al., 1990 und Strauss et al., 1987), ist zum einen zu erwähnen, dass diese Komponenten wegen ihrer glykosidischen Form auch in der GG-Messung erfasst werden und zum anderen ein Anstieg der glykosidisch gebundenen Norisoprenoide mit zunehmender Traubenreife beobachtet wurde. Marais et al. (1992) konnten dies für die Rebsorte Riesling, Razungles et al. (1998) für die Rebsorten Carignan, Grenache und Syrah nachweisen. Auch Strauss et al. (1987) berichten von einer Zunahme bei Riesling-Trauben in den Gehalten an gebundenen Vitispiranen, TDN und β -Damascenon mit der Reife. In diesem Zusammenhang wird die geringe Abhängigkeit der Norisoprenoide mit der Zucker-Akkumulation erwähnt. (Marais et al., 1992).

Die geringe Abhängigkeit der Zucker-Akkumulation kann auch für die Glykosidgehalte festgestellt werden. Im Jahr 1998 wurde am Anfang der Beerenprobenentnahme bei gleichzeitig starker Zunahme des Mostgewichtes keine Änderung der Glykosidgehalte festgestellt. Nach Wilson et al. (1984) und Marais (1987) ist die Veränderung der glykosidisch gebundenen Monoterpene und die Zucker-Akkumulation nicht eng gekoppelt, da Unterschiede in der Glykosidzusammensetzung festgestellt werden können obwohl das Mostgewicht stagniert.

Vergleich 1998-1999, GG-Gehalte

Die unterschiedliche Traubenstruktur der beiden Vergleichsjahrgänge lässt sich wie schon beim Gewürztraminer festgestellt (s. Kapitel 5.1), auch in den GG-Werten beobachten. So war der Jahrgang 1998 insgesamt durch hohe Glykosidgehalte in den Beerenproben charakterisiert. Die großbeerigen Trauben des Jahres 1999 zeigten auch beim Riesling geringere GG-Werte. Nach Kraml (1998) weisen die Beerenschalen der Rebsorte Riesling die zehnfache Konzentration an GG auf, als das Beerenfleisch (2,5 $\mu\text{mol/g}$ Beerenhaut : 0,19 $\mu\text{mol/g}$ Beerenfleisch). Bei kleinen Beeren (Durchmesser kleiner als 1,1 cm) wurden höhere GG-Werte als bei den großen Beeren (Durchmesser größer als 1,2) gemessen. Folgerichtig ist

in einem Jahrgang, der von großen Trauben bzw. Beeren charakterisiert wird zu erwarten, dass das Aromapotential zurückgeht.

5.2.2 Maischestandzeit

Die Maischestandzeit übte einen Extraktionseffekt auf die Glykoside aus und erhöhte somit die GG-Gehalte der längeren Standzeitvarianten. Während aber im Jahr 1998 die Glykosidgehalte mit zunehmender Standzeit anstiegen, wurde im Jahr 1999 ein Maximum der GG-Werte bereits nach 16 Stunden festgestellt. Fischer et al. (2001) verglichen beim Riesling verschiedene Standzeitvarianten (6 h, 12 h, 24 h und 48 h) und stellten fest, dass im Most eine Steigerung der GG-Werte mit zunehmender Standzeit zu beobachten war. Übereinstimmend mit den dargestellten 1999er Ergebnissen, stellten auch sie ein Maximum bei der Variante mit 24 h Standzeit und keine weitere Zunahme der GG-Werte nach 48 h fest.

Marais und van Wyk (1986) haben den Einfluss der Maischestandzeit auf die freien Terpene beim Riesling studiert. Die zeitlich begrenzte Standzeit von 4 Stunden verursachte nur eine Steigerung des Linalooloxids im Most, aber auch einen signifikanten Anstieg des Linalools und α -Terpineols im Wein. Anscheinend fand im Most während der Standzeit eine Extraktion von glykosidisch gebundenen Aromastoffen statt, welche den späteren Wein durch saure- oder enzymatische Hydrolyse mit freien Aromastoffen angereichert haben. Schneider (1998) stellte ebenfalls einen höheren Gehalt an freien Terpenen bei einem Riesling Wein mit 10 h Standzeit gegenüber der Kontrolle (ohne Standzeit) und einer 5stündigen Standzeit fest.

5.2.3 Pressung

Beim Riesling war ein starker Extraktionseffekt der Pressung auf die Glykosidgehalte festzustellen. Dieser Effekt war besonders bei der „zweiten Pressung“ sehr auffallend. Versini et al. (1981) berichteten, dass der Pressdruck eine Steigerung der Konzentrationen der freien Terpene im Most verursachte, wobei in ihren Untersuchungen das Maximum bei dem 4. Pressstadium (1,5 bis 4,2 kg/cm²) erreicht wurde und danach, als der Pressdruck weiter stieg, die Terpengehalte wieder abnahmen. Im Gegensatz dazu stiegen die gesamten Terpengehalte des entsprechenden Weines auch bei den letzten 2 Pressstadien weiter und erreichten ihr Maximum bei der „letzten“ Pressfraktion. Die Verfasser führten die weitere Zunahme beim Wein auf die Präsenz von Terpenprecursoren in den letzten Pressfraktionen im Most zurück. Diese wurden vermutlich durch eine Enzymaktivität im Wein freigesetzt und steigerten dadurch die Terpengehalte.

Leider sind analoge Versuche über glykosidisch gebundene Aromastoffe bei Riesling nicht bekannt, so dass ein direkter Vergleich unmöglich ist. Im Gegensatz zum Gewürztraminer 1998 sind die GG-Werte des „Vorlaufs“ zur „ersten Pressung“ bei den Varianten mit Standzeit angestiegen. Vermutlich war die Extraktion der Glykoside durch die Maischestandzeit bei dieser Rebsorte nicht so stark wie beim Gewürztraminer.

5.2.4 Gärung

Die GG-Werte nahmen beim Riesling, wie bereits beim Gewürztraminer festgestellt, in den beiden Jahrgängen 1998 und 1999 bei allen Varianten während der Gärung ab. Auch Fischer et al. (2001) berichten von sehr deutlichen Abnahmen der GG-Werte im Verlauf der Gärung bei den Rebsorten Gewürztraminer und Müller-Thurgau. Der Grund für diese starke Abnahme könnte eine Abspaltung der Glykoside sein. Obwohl von vielen Forschern die These geäußert wurde, dass die Hefe nicht befähigt ist eine Synthese von Terpenen durchzuführen (Rapp 1990, Günata et al. 1989), wird nicht bezweifelt, dass die großen Veränderungen, die während

der Gärung im Aroma des Mostes bzw. Jungweines stattfinden auch auf Änderungen in der Monoterpenzusammensetzung zurückzuführen sind (Zea et al. 1995).

So wiesen z.B. Günata et al. (1989) und Aryan et al. (1987) nach, dass die Hefeglykosidasen, im Gegensatz zu traubeneigenen Glykosidasen, nicht von Zucker und Ethanol gehemmt werden. Den wichtigsten Hemmungsfaktor für diese Enzyme stellt der pH-Wert des Mostes dar. Unter üblichen Gärbedingungen liegt der pH Wert des Mostes im Vergleich zum Optimum der Enzymaktivität (pH 5) zu niedrig. Eine Restaktivität der Hefeglykosidasen, welche zu einer Freisetzung der glykosidisch gebundenen Aromastoffe führen kann, ist aber nicht auszuschließen,.

Rieth (1984) stellte fest, dass bei entsäuertem Most von Morio-Muskat die Gehalte von Geraniol, Nerol, Citronellol und Geraniumsäure unter dem Einfluss der Gärung zunahmen. Dies wurde bei den Varianten mit erhöhtem pH-Wert des Gärmediums festgestellt. Dabei war anzumerken, dass ab pH 3,6 der Anstieg der obengenannten Terpene als sehr stark zu bezeichnen war. So zeigte der Geraniolgehalt bei einem pH-Wert von 3,6 einen 65%igen Anstieg gegenüber der Kontrolle (pH-Wert 3,4). Rieth (1984) stellte daher die These auf, dass bei den für die Hefe-Glucosidasen günstigeren pH-Bedingungen Abspaltungseffekte von Glykosiden stattgefunden haben.

Bei einem Versuch von Zoecklein et al. (1997) wurde bei der Vergärung von Rieslingmosten die Entwicklung von GG-Werten, PVT-Werten und einzelnen Aglykonen mittels GC beobachtet und festgestellt, dass eine Abnahme aller Faktoren stattfand. Gleichzeitig nahm die Gesamtkonzentration der freien Monoterpene sowie die der aromatischen Alkohole zu. Allerdings kann es auch vorkommen, dass die Gärung, aufgrund von für die Abspaltung der Glykoside ungünstigen Bedingungen (geringe Hefeaktivität, geringe Glykosidgehalte), keine Veränderung von Terpenen verursacht (Rapp et al., 1990).

Phenole

Im Jahr 1998 wurde festgestellt, dass die längste Maischestandzeit von 40 h den größten Anstieg der Phenolgehalte im Most verursachte. Im Jahr 1999 waren die Phenolgehalte der drei Maischestandzeitvarianten im Moststadium nicht von einander zu unterscheiden. Die Maischestandzeit führte zu einer Erhöhung der Phenolgehalte bei Untersuchungen von Fischer et al. (2001). Diese bestätigen die Ergebnisse vom Jahrgang 1998. Die Ergebnisse aus dem Jahr 1999 können auf niedrigeren Maischestandzeittemperaturen (Ramey et al., 1986) und den höheren Ertrag (Rothbacher und Schmitt, 1979) zurückgeführt werden.

Die Phenolwerte nahmen bei der zweiten Pressung deutlich zu, während sie bei der ersten Pressung entweder kaum oder verhältnismäßig schwach zugenommen haben. Somers und Pocock (1991) berichteten, dass die Rebsorte Riesling von niedrigen Phenolgehalten beim Seihmost im Vergleich zu den Rebsorten Semillon und Chardonnay gekennzeichnet ist, allerdings wurden diese Unterschiede bei den Pressfraktionen durch den stärksten Phenolanstieg beim Riesling im gesamten Most ausgeglichen. Seckler (1997) stellte bei Riesling einen kontinuierlichen Anstieg der Gesamtphenolgehalte mit zunehmendem Pressdruck fest, wobei die Fraktion „zweite Pressung“ die höchsten Werte aufwies. Der aus der zweiten Pressung gewonnene Most lieferte Weine, welche von niedrigerer Qualität gekennzeichnet werden. So berichtet Seckler (1997), dass Weine aus der zweiten Pressung sich als übelriechend, bitter und gallig präsentierten – und dies nicht zuletzt auf die hohen Phenolgehalte zurückzuführen wäre.

5.2.5 Sensorik

Bei der beschreibenden Sensorik wurde festgestellt, dass der Wein aus 40 h Maischestandzeit sich als blumiger im Vergleich zu dem Wein 0 h präsentierte, welcher wiederum mehr Citrus

Aromen aufwies. Der Wein der Variante „40 h“ zeigte allerdings auch mehr vegetative Noten. Von der GG-Analytik her besaß diese Variante vor der Gärung ein höheres Glykosidpotential der Kontrolle gegenüber.

Demgegenüber berichtete Schneider (1998), dass bei der Sensorik der Wein aus der längsten Standzeit von 10 h die höchsten Citrus und Apfel – Birne Aromanoten aufwies, obwohl der Wein von 5 h, welcher identische Terpenegehalte wie der Wein ohne Standzeit besaß, als aromatischer erschien. Die 10 h Variante zeigte ebenfalls eine Steigerung des Attributes „frisches Gras“, welche der Autor auf eine Extrahierung unerwünschter Komponenten aufgrund der Unreife der Trauben zurückführte (Schneider, 1998). Fischer et al. (2001) berichteten, dass eine 24stündige Standzeit die Intensität von Zitrone und Pfirsich/Mango der GTP gegenüber an hob. Insgesamt wurde durch die Maischestandzeit ein fruchtigerer und reintonigerer Wein hergestellt. Die insgesamt bessere Qualität dieses Weines wurde mit den erhöhten GG-Gehalten im Mostbereich in Zusammenhang gebracht.

Die sensorischen Unterschiede zwischen den Varianten mit 0 h und 16 h Standzeit, die bei dem Dreieckstest festgestellt wurden, aber sich nicht im Aromaprofil widerspiegelten, könnten auf geschmacklichen Eigenschaften basieren. Diese Feststellung diente als Kritik für die beschreibende Sensorik nur mit Aromaattributen. So wurden bei späteren Verkostungen Attribute eingeschlossen, welche den geschmacklichen Charakter der Weine betrafen.

Bei der zweiten Verkostung zeigte Die Variante „16 h“ erhöhte fruchtige Eigenschaften, obwohl keine signifikante Abnahme der GG-Werte festgestellt wurde. Die Abnahme der GG-Werte beim Wein mit 40 h Standzeit wurde von einer negativen sensorischen Entwicklung begleitet. Es ist möglich, dass mit der Alterung der phenolische Charakter zunehmend das frische-fruchtige überlagert. Inwieweit die signifikante Abnahme der GG-Werte bei der Variante 40 h mit einer Freisetzung von Phenolen verbunden ist bleibt fraglich möglich ist jedoch, dass phenolische Verbindungen das fruchtige Aroma des Weines maskierten.

Im Jahr 1999 zeigte der Wein aus der 16stündigen Standzeit signifikant erhöhte vegetative Aromen gegenüber den beiden anderen Versuchsweinen. Diese wiesen eher einen fruchtigen Charakter auf. Die Varianten mit Standzeit besaßen im Moststadium signifikant höhere GG-Gehalte, als die ohne Standzeit und im Wein zeigten alle drei Varianten gleiche GG-Werte. Eine Freisetzung von Aglykonen während der Gärung hat auch hier stattgefunden. So können auch Stoffe phenolischer Herkunft für die vegetativen Noten beim Wein „16 h“ verantwortlich sein.

5.3 Projekt „Weinqualität“

Die über einen dreijährigen Zeitraum durchgeführten Versuche haben zu der Feststellung geführt, dass durch die Minimalschnitterziehung bei der Rebe gravierende Änderungen hervorgerufen werden. So wird u.a. eine dichtere Laubwand beobachtet, welche die Form eines Daches besitzt. Es wird eine Lockerbeerigkeit (kleinere und teilweise weniger Beeren pro Traube) induziert, wobei der größte Anteil der Trauben in der Laubwandperipherie angeordnet ist. Diese Beobachtungen stimmen mit den für die Rebsorten Syrah, Riesling und Malbec (McCarthy and Cirami, 1990, Schultz et al., 1999 und Schultz, 2002) und Chardonnay (Poni et al. 2002) überein. Die verstärkte Anordnung der Trauben am Laubwandäußeren bei der Minimalschnitterziehung führt zu einer besseren Belichtung, welches von Price et al. (1995) bei einem Vergleich minimalgeschnittener Reben im Vergleich zur Spaliererziehung bestätigt wird (Spätburgunder, Oregon, USA).

5.3.1 Traubenstruktur

Im Jahr 1998 besaßen die Trauben bzw. die Moste aus der Minimalschnitterziehung gegenüber diesen aus der Spaliererziehung höhere Glykosidgehalte. Nach Werwitzke et al. (2000) verursacht der erhöhte Anteil an kleinen Beeren beim Minimalschnitt diesen Anstieg der Konzentration von Glykosiden. Weiter könnte die verbesserte Belichtung der Minimalschnitttrauben auch zu den erhöhten GG-Werte beigetragen haben. So stellte Augustin (1997) bei Sonnentrauben der Rebsorte Riesling eine erhöhte Glykosidkonzentration im Vergleich zu Schattentrauben fest. Morrison und Noble (1990) führen die Veränderungen in der Beerenzusammensetzung bei Schattentrauben, auf den Einfluss des Lichtes (Belichtung) und weniger auf den Einfluss der Temperatur zurück.

Wie in Kapitel 2.1.1.1 festgestellt, spielen die Norisoprenoide bei der Rebsorte Riesling eine große Rolle und werden auch in der GG-Messung mitbestimmt. Da deren Produktion in der Traube vom Licht besonders begünstigt wird (Razungles et al., 1998) könnte ein wichtiger Anteil der erhöhten GG-Werte auf Norisoprenoide zurückgeführt werden. Diese sind in der Form von β -Damascenon erwünscht, allerdings als TDN und Vitispiran unerwünscht. Auch Marais et al. (1992) fanden erhöhte Konzentrationen von Norisoprenoiden bei licht-exponierten Trauben im Vergleich zu Schattentrauben, was die Vermutung bestärkt, dass die höheren GG-Gehalte bei Minimalschnitttrauben beim Jahrgang 1998 auch von Norisoprenoiden mitverursacht wurden. Diese Vermutung wird durch Ergebnisse von Schultz (2002) unterstützt. Dort wurden Weine aus dem Jahrgang 1998 neben dem GG-Gehalt auch auf einzelne Aromastoffe untersucht und festgestellt, dass die Minimalschnittvarianten neben den erhöhten GG-Gehalten auch höhere β -Damascenon und leicht erhöhte TDN-Gehalte im Vergleich zu Weinen aus der Spaliererziehung aufwiesen.

Der Jahrgang 1999 war durch größere Trauben bzw. Beeren gekennzeichnet. Bei der Spaliererziehung machte sich dies in einem höheren Ertrag als im Jahr 1998 bemerkbar, wobei die Glykosidgehalte im Moststadium entweder auf dem gleichen (GTP) oder auf niedrigeren (Kv.) Niveau wie 1998 lagen. Beim Minimalschnitt war der Anstieg des Ertrages sehr hoch und resultierte in einem vergleichbar niedrigen Glykosidgehalt im Most. Die Glykoside lagen trotz des höheren Ertrages auf dem gleichen Niveau wie die GG-Werte aus der Spaliererziehung.

Nach McCarthy and Cirami (1990) wird der Minimalschnitt von höheren Erträgen und niedrigeren Mostgewichten im Vergleich zur Spaliererziehung bei Riesling Reben in Süd-Australien charakterisiert. Clingeffer (1988) berichtete, dass der Minimalschnitt eine leichte

Reifeverzögerung im Vergleich zur Kontrolle verursachte und meistens niedrigere Mostgewichte lieferte. Intrieri et al. (2001) stellten auch bei der Rebsorte Sangiovese einen doppelt so hohen Ertrag sowie ein niedrigeres Mostgewicht bei Minimalschnitt im Vergleich zu geschnittenen Reben fest.

Der niedrige Gehalt an Glykosiden kann sehr gut mit dem hohen Ertrag erklärt werden, was schon die Ergebnisse bei Gewürztraminer und Riesling bestätigen. Es kann abgeleitet werden, dass die Rebe zu diesem Lesedatum (Ende Oktober) nicht mehr fähig war, die Trauben in einen vollreifen Zustand zu bringen. Auch Fischer et al. (2001) führten niedrige Glykosidgehalte auf hohe Erträge zurück. Schultz et al. (2000) stellten bei einem Ausdünnungsversuch fest, dass das Verhältnis der GG-Werte zum Ertrag bei Riesling der klassischen Menge-Güte-Relation ähnelt.

Nach Sommer and Clingeffer (1993) ist das reduzierte Blatt/Frucht-Verhältnis bei Minimalschnittreben für eine Reifeverzögerung von bis zu 30 Tagen verantwortlich – allerdings ist eine so verspätete Lese in nördlichen Weinbaugebieten nicht realisierbar, was wiederum zu niedrigen Mostgewichten bzw. unreifem Lesegut führen muss. Unter den hiesigen Bedingungen wurden allerdings keine Veränderungen im Blatt/Frucht-Verhältnis über 7 Jahre beobachtet (Schultz, 2002).

Im Jahr 2000 wurde sowohl beim Spalier als auch beim Minimalschnitt der größte Ertrag der drei Vergleichsjahre erreicht; diesmal erreichten die GG-Werte im Most zwar nicht das Niveau vom Jahr 1998, waren aber für beide Erziehungssysteme signifikant höher als im Jahr 1999. Die Mostgewichte blieben praktisch auf dem gleichen Niveau, während die Glykosidgehalte anstiegen. Dies lässt vermuten, dass die Höhe des Ertrages nicht alleine für die Höhe der GG-Gehalte verantwortlich gemacht werden kann.

5.3.2 Traubenverarbeitung

Spaliererziehung

Im **Jahr 1998** wurde im Mostbereich kein Unterschied in den GG-Werten der verglichenen Varianten GTP und konventioneller Traubenverarbeitung (Kv.) aus der Spaliererziehung festgestellt. Anscheinend verursachte die Anwendung des Traubenwagens mit Schnecke und anschließendem Förderband bei Kv. im Vergleich zu den Einheitsbüten bei der GTP keine mechanische Mehrbelastung des Traubenmaterials. Wie Seckler (1997) und Seckler et al. (2001) zeigten, wirkt sich der Transport durch einen großen Behälter nur im Fall einer späteren harten Verarbeitung negativ aus. Ist dies nicht der Fall und wird das Traubenmaterial weiter mit schonenden Maßnahmen behandelt, so ist kein negativer Einfluss auf die Most- bzw. Weinqualität festzustellen (s. auch Kapitel 2.3.1.1).

Im Jahr 1999 wurde ein höherer Glykosidgehalt der GTP gegenüber der Maischepressung festgestellt, während die Maischestandzeitvariante die absolut höchsten GG-Gehalte aufwies. Fischer et al. (2001) berichteten, dass zwischen GTP und Maischepressung bei der Rebsorte Riesling keine signifikanten Unterschiede in den GG-Werten im Mostbereich festgestellt werden konnten. Dagegen zeigte die GTP bei Müller-Thurgau erhöhte GG-Gehalte gegenüber der Maischepressung. Dieser Unterschied wurde von den Verfassern auf die Spaltungseffekte der Glykoside durch die Aktivität traubeneigener Glucosidasen im Verlauf des Mahlens des Traubenmaterials für die Maischepressung zurückgeführt.

Eine Erhöhung der GG-Werte unter dem Einfluss der Maischestandzeit konnte für 1999 nachgewiesen werden (vgl. auch Kapitel 5.1.2, 5.2.2), allerdings konnte dies im Jahr 2000 nicht belegt werden, da alle Varianten der Spaliererziehung ähnliche Glykosidgehalte hatten. Eine Hypothese ist, dass unter dem Einfluss des starken Botrytisbefalls, die Glykosidgehalte

der Maischestandzeit erniedrigt bzw. auf das gleiche Niveau, wie das der anderen Verarbeitungsvarianten, gebracht wurden (Boidron, 1978, Shimizu et al., 1982).

Minimalschnitterziehung

Die Anwendung von Schnecken bei der Entleerung des Traubenwagens im Jahr 1998 beeinflusste das Lesegut nur geringfügig und zeigte sich in Form eines Phenolanstiegs bei der Variante Kv. des Minimalschnitts. Allerdings blieb dieser Anstieg ohne sensorische Relevanz.

Die Maischestandzeit hatte auf die Glykosidgehalte sowohl bei den 1999er als auch bei den 2000er Mosten einen ansteigenden Einfluss. Ähnlich höhere Ergebnisse wurden von Fischer et al. (2001) publiziert. Nach Kraml (1998) lagen in der Beerenhaut ca. 10fach höhere GG-Konzentration vor, als im Beerenfleisch. Zusätzlich zeigten Werwitzke et al. (2000), dass die GG-Konzentrationen der Beerenhaut beim Minimalschnitt immer deutlich über denen der Spaliererziehung lagen. Fischer et al. (2001) stellten dagegen bei Spaliererziehung nur einen sechsfachen Anstieg der GG-Werte bei Beerenschalen im Vergleich zu Beerenfleisch fest. Da das Verhältnis Beerenhaut/Beerenfleisch bei Minimalschnittbeeren aufgrund der Kleinbeerigkeit größer ist, kann vermutet werden, dass Minimalschnitttrauben bzw. deren GG-Gehalte stärker auf eine Maischestandzeit reagieren, als Trauben aus einer Spaliererziehung.

Die Maischepressung besaß im Jahr 1999 erhöhte GG-Werte im Vergleich zu GTP. Durch den längeren Kontakt von Beerenhaut und Beerensaft wird das Potenzial des Minimalschnitts aufgrund der erhöhten Glykosidkonzentration in den Beerenschalen besser genutzt, allerdings konnte ähnlich wie bei der Spaliererziehung, im Jahr 2000 kein Unterschied zwischen GTP und Maischepressung festgestellt werden.

5.3.3 Gärung

Die Gärung verursachte in allen drei Jahrgängen eine Abnahme der Glykosidgehalte (s. auch Kapitel 5.1.4 und 5.2.4). Obwohl im Jahr 1998 diese Abnahme bei den Varianten des Minimalschnitts deutlich stärker war als bei den Spaliervarianten, wurde keine sensorische Relevanz festgestellt. Fischer et al. (2001) berichten von einem wichtigen Verlust an Aromastoffen durch die Entgasung durch CO₂. Dieser Verlust wird bei höheren Gärtemperaturen begünstigt. In den dargestellten Versuchen könnten die am Anfang der Gärung erhöhten Gärtemperaturen für einen Verlust an flüchtigen Aromastoffen verantwortlich gewesen sein. Im weiteren Verlauf der Gärung wurde eine starke Abnahme sowohl in der Temperatur als auch in der Gärgeschwindigkeit festgestellt, was zu einer insgesamt problematischen Gärung führte. Dies könnte die sensorischen Eigenschaften der Weine entscheidend beeinflusst haben und hat eventuell mögliche Einflüsse des Erziehungssystems überlagert. Im Jahr 1999 war die Abnahme der Glykosidgehalte bei den Maischestandzeitvarianten stärker. Dies korreliert gut mit den sensorischen Ergebnissen, welche die Weine aus der Maischestandzeit als aromatischer beschrieben.

Phenole

Im Jahr 1998 lagen die Phenolgehalte des Minimalschnitts im Mostbereich besonders hoch. Razungles et al. (1998) zeigten, dass die Glykoside von Terpenen und Phenolen bei lichtexponierten Trauben höher als bei Schattentrauben sein können. Dies bedeutet, dass eine stärkere Belichtungsintensität neben der Erhöhung von Aromakomponenten wie den Terpenen und Norisoprenoiden auch einen Anstieg der Phenolglykoside bewirkt. So könnte die Minimalschnitterziehung aufgrund der veränderten Laubwandstruktur nicht nur einen Anstieg der erwünschten Aromastoffvorläufer in den Trauben sondern auch die den bitteren Geschmack verursachenden Phenole bewirken. Allerdings fielen in diesem Versuch die in

Minimalschnittweinen nachweisbar erhöhten Phenolgehalte bei den unterschiedlichen Verkostungen nicht negativ auf.

Im Jahr 1999 wiesen die Varianten der Maischestandzeit, unabhängig vom Erziehungssystem, die höchsten Phenolgehalte im Most auf. Ein Anstieg der Phenolgehalte mit zunehmender Maischestandzeit wurde schon für die Rebsorten Gewürztraminer und Riesling festgestellt. Die Weine des Minimalschnitts zeigten bei allen drei kellerwirtschaftlichen Varianten niedrige Phenolwerte als die vergleichbaren Weine aus der Spaliererziehung. Inwieweit hier die Gärung einen Einfluss ausgeübt hat, bleibt offen.

Die Phenolgehalte im Most lagen im Jahr 2000 niedriger als im Jahr 1999. Dies war insbesondere bei den Varianten der GTP beider Erziehungssysteme zu beobachten. Der niedrige Phenolgehalt der GTP-Moste wurde schon von Seckler (1997) und Fischer et al. (2001) beschrieben. Dagegen waren die Weine des Jahrgangs 2000 insbesondere beim Spalier durch hohe Phenolgehalte charakterisiert, welche in der Tendenz sogar höher lagen als im Most.

5.3.4 Sensorik

Im Jahr 1998 war die Variante Spalier-GTP als die schlechteste bewertet. Nach Seckler (1997) ist die GTP eine sehr nützliche Verarbeitungsmaßnahme insbesondere für die Verarbeitung eines durch Fäulnis beschädigten Lesegutes. Da der Jahrgang vom gesunden Traubenmaterial gekennzeichnet wurde kann behauptet werden, dass die Maischepressung, welche eine bessere Extraktion von in den Beerenschalen liegenden Stoffen ermöglicht, diesmal vorteilhaft war. Überraschend war es, dass die Minimalschnittvarianten, obwohl sie erhöhte GG-Werte im Most aufwiesen, keinen signifikanten Unterschied bei den Rangordnungsprüfungen zeigten. Dagegen stellte Schultz (2002) fest, dass Riesling-Weine aus Minimalschnitterziehung mit hohen Glykosidgehalten im Moststadium als harmonischer und aromaintensiver im Vergleich zu Spalier-Weine beschrieben wurden (Schultz, 2002). Eine Erklärung wären die aufgetretenen Gärprobleme, welche möglicherweise das sortentypische Profil der Weine veränderten. Außerdem war die Variante GTP-Minimalschnitt aufgrund ihres hohen Restzuckergehaltes nur unter bestimmten Rahmenbedingungen mit den anderen Versuchsvarianten vergleichbar.

Im Jahr 1999 war wieder die Variante Spalier-GTP als die Schlechteste zu beurteilen, während die Variante Spalier-Maischestandzeit, mit den höchsten Glykosidgehalten im Moststadium, als die Beste. Dies stimmt mit den Ergebnissen von Fischer et al. (2001) überein. Diese stellten fest, dass eine 24stündige Maischestandzeit einen fruchtigeren und eintönigeren Wein als die GTP bei einem 97er Riesling mit 88° Oe lieferte (Fischer et al., 2001). Auch nach Dubourdiou et al. (1986) verbesserte eine 18stündige Maischestandzeit die sensorischen Eigenschaften von Semillon, und Sauvignon blanc Weinen.

Für die Minimalschnittvarianten stehen keine vergleichbaren Ergebnisse zur Verfügung. Die ähnlichen sensorischen Eigenschaften von GTP und Maischestandzeit sind bemerkenswert, da die beiden Varianten teilweise unterschiedliche analytische Eigenschaften zeigten (sowohl GG-Werte als auch Gesamtsäuregehalte).

Der Vergleich der beiden Erziehungssysteme zeigte, dass die meisten Weine ähnlich zu bewerten waren, wobei der Minimalschnitt einen doppelt so hohen Ertrag hatte.

Im Jahr 2000 war beim Spalier der Wein aus der GTP der von besten sensorischen Eigenschaften. Dieses Ergebnis widerspricht den obengenannten Ergebnissen vom Jahrgang 1998 und 1999 und von Fischer et al. (2001). Hier spielte eventuell das durch Fäulnis beschädigte Lesegut eine wichtige Rolle. Wie vorgenannt eignet sich die GTP für die Verarbeitung solchen Lesegutes. Beim Minimalschnitt können die negativen sensorischen

Eigenschaften der Maischestandzeit von dem niedrigen Reifeniveau der Trauben erklärt werden. Allerdings ist zu beobachten, dass diese Variante von hohen Glykosidgehalten im Moststadium gekennzeichnet wurde. Daraus leitet sich die Frage ab, ob die hohen GG-Werte von phenolischen Verbindungen beeinflusst wurden bzw. ob die GG-Methode beim Riesling an ihre Grenzen stößt.

Die geringen sensorischen Unterschiede zwischen den Erziehungssystemen – trotz den hohen Phenolgehalten der Spalier-Weine – stimmen mit den Ergebnissen aus dem Jahrgang 1999 überein.

6. Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurde mit der Hilfe der Glykosyl-Glucose-Methode der Einfluss der Traubenqualität bzw. Traubenreife auf die Eigenschaften Weine aus verschiedenen Weinausbauprozessen herausgearbeitet. Die Forschungsergebnisse sind unterschiedlich für die Rebsorten Gewürztraminer und Riesling.

Die Glykosyl-Glucose-Methode eignet sich für die Bestimmung der Qualität von Trauben und Mosten der Rebsorte Gewürztraminer. Bei dieser Rebsorte wurden sehr gute Korrelationen zwischen GG-Werten und Ausprägung von Aromaintensität und gesamter Weinqualität festgestellt. Durch eine Maischestandzeit steigen die GG-Werte. Dies kann insbesondere bei ertragsreichen Jahrgängen, wo ein schwaches Aromaprofil zu erwarten ist, von Nutzen sein. Eine ausgedehnte Maischestandzeit bei Trauben mit niedrigem GG-Gehalt kann einen sortentypischen Gewürztraminer-Wein ergeben. Allerdings ist bei Jahrgängen wo hohe GG-Gehalte beim Traubenmaterial festgestellt werden, eine kurze Maischestandzeit anzusetzen, um die Herstellung eines zu stark riechenden („parfümierenden“) Weines zu vermeiden. Der Pressdruck übt einen extrahierenden Effekt auf die Glykoside und somit erhöht den Wert des Pressmostes. Die höchsten GG-Werte sind bei der zweiten und letzten Pressung zu messen, werden aber von hohen Phenolgehalten begleitet.

Die phenolischen Verbindungen können bis zu einem gewissen Grad den Wein positiv beeinflussen, da sie ihm mehr Fülle verleihen können. In der vorliegenden Versuchen wo das Traubenmaterial nicht von mechanischer Belastung charakterisiert wurde, wirkten die erhöhten Phenolgehalte der Varianten mit Maischestandzeit keinesfalls negativ – im Gegenteil wurden die Weine ohne Standzeit als bitterer charakterisiert, obwohl sie niedrigere Phenolgehalte aufwiesen.

Die Gärung verursacht eine starke Abnahme der GG-Werte. Dies scheint eine wichtige Wirkung für die Zusammensetzung des Weinaromas zu haben. Über die Lagerungszeit nehmen die GG-Werte ab, was eine Freisetzung von Glykosiden zu bedeuten hat; diese Abnahme korreliert gut mit der festgestellten Entwicklung sortentypischer Weinaromen.

Bei der Rebsorte Riesling war ein enger Zusammenhang zwischen dem Reifegrad des Lesegutes und der Höhe der GG-Gehalte der Trauben festzustellen. Die Glykosidgehalte der Trauben lagen bei ertragsreichem Jahrgang niedrig, allerdings wurde dieser Unterschied nur in den GG-Gehalten der direkt abgepressten Variante widerspiegelt, während unter dem Einfluss der Maischestandzeit die Jahrgangsunterschiede minimiert wurden. Die Relevanz der Glykosidgehalte der Moste auf die sensorischen Eigenschaften der Riesling-Weine konnte aufgrund von Problemen im Weinausbau (Gärstockungen, UTA) nicht genügend erforscht werden. Der niedrige Gehalt an Monoterpenen der Rebsorte Riesling macht die Anwendung der GG-Methode problematischer, als beim aromastoffreicher Gewürztraminer, so dass auch eine Störung von Verbindungen phenolischer Natur mehr Bedeutung gewinnt.

Es konnte keine allgemeingültige Aussage über die Rolle der phenolischen Verbindungen bei der Umsetzung der Maischestandzeit getroffen werden. Es scheint aber, dass deren Anstieg, der öfter mit Verlauf der Maischestandzeit festgestellt wurde, einen eher negativen Einfluss auf die sensorischen Eigenschaften der Weine hatte.

Das Traubenmaterial aus einer Minimalschnittanlage wird von Eigenschaften charakterisiert, welche es von diesem der konventionellen Erziehungssysteme unterscheiden lassen. Eins der wichtigsten Merkmale eines aus Minimalschnittanlage stammenden Traubenmaterials ist die Vielzahl der kleinen locker- bzw. kleinbeerigen Trauben. Diese Struktur führt zu erhöhten Glykosid- wie auch Phenolgehalten. Das System tendiert zu ertragsreichem Lesegut, was bei

ungünstigen Witterungsbedingungen (niederschlagreichen, kalten Herbst) zu Problemen mit der Reife führen kann. Die Glykosidgehalte liegen in solchem Fall niedriger als bei einem „normalen“ reifen Minimalschnittlesegut, aber auf ähnlichem Niveau des aus der Sicht des Mostgewichtes „reiferen“ Spalierlesegutes.

Die Reaktion des Minimalschnittes auf die GTP variiert je nach dem Zustand des Traubenmaterials. Generell sind keine großen Unterschiede zwischen den GG-Gehalten der GTP und Maischepressung erkennbar. Die Variante, die immer erhöhte Glykosidgehalte im Moststadium aufwies war die Maischestandzeit. Dies galt für den Spalier nur im Falle eines sehr reifen Lesegutes. Die GTP aus der Spaliererziehung zeigte ähnlichen Glykosidvermögen wie die konventionelle- bzw. Maischepressung, wobei sie meistens ein verschlechtertes sensorisches Profil aufwies. Die Ausnahme bildete der Jahrgang 2000 wo die GTP aus der Sicht der Glykosiden gleichwertig der anderen Verarbeitungsvarianten war und die beste sensorische Qualität zeigte.

Der Vergleich der Erziehungssysteme zeigte, dass der Minimalschnitt höhere GG-Gehalte als der Spalier aufwies, insbesondere in Jahrgängen, der Ertrag auf „normalen“ Niveau liegt oder bei Verarbeitungsvarianten, welche die Extraktion der in den Beerenschalen vorliegenden Glykoside ermöglichen. Allerdings waren diese Vorteile des Minimalschnittes nicht immer in den sensorischen Profile der Weine erkennbar.

Hier stellt sich die Frage der Grenzen bzw. der wahren Möglichkeiten der GG-Methode. Obwohl oft eine gute Korrelation zwischen GG-Werten und sortentypischen Weinaromen festgestellt werden konnte, muss immer berücksichtigt werden, dass ein Teil der glykosidisch gebundenen sekundären Metaboliten, die dadurch bestimmt werden, keine Aromastoffe sind. Weitere Untersuchungen mit anderen Rebsorten, sowie parallele Anwendung mit der Gaschromatographie-Massenspektrometrie können zu einer Optimierung der GG-Methode führen, so dass sie ein wichtiges Messinstrument für die Durchführung eines erfolgreichen Weinbaus bzw. Weinausbaus wird.

7. SUMMARY

In this work, the influence of grape quality and maturation state on characteristics of wines, produced using various vinification techniques, has been studied employing the glucosyl-glucose assay (GG-assay). The results obtained were different for the cultivars Gewürztraminer and Riesling.

GG-assay is suggestive for the determination of Gewürztraminer grape and must quality. For this cultivar, a very good correlation between GG values and flavor intensity, but also the overall wine quality was found. GG values increase with increasing skin contact. This fact may be of practical importance, especially in vintages of high yield, where a weak aromatic character may be expected. A typical Gewürztraminer wine can be obtained, when GG value in grapes is low, by extended skin contact. In vintages where grapes contain high amounts of glycosides, however, a shorter skin contact period is advisable, in order to avoid producing wines with undesirably intense aroma.

Skin pressing provokes glycoside extraction, and therefore an increased GG value is observed in the resulting must. The highest GG values were recorded in must obtained after a second (last) pressing, but were accompanied by high polyphenol content. Phenolic compounds may have a positive effect, to some extent, lending wines a richer body. In experiments with skins without excessive mechanical damage, high polyphenol content did not have a negative effect; to the contrary, wines made without skin contact were characterised more bitter, in spite of lower polyphenol levels.

Alcoholic fermentation causes a strong decrease in GG values, which appears to impact significantly the aromatic profile of the wine. GG values decrease further during ageing, an indication of aglycone liberation. This decrease is associated with the development of cultivar-related, characteristic aroma.

With regard to Riesling, a correlation between the degree of ripeness and GG value was shown. In high-yield vintages, it was found that glycoside content in grapes was low, but season-to-season differences became trivial when skin contact was implemented. It was not possible to investigate the importance of must glycosides to the sensory attributes of Riesling wines, because of problems encountered during vinification (stuck fermentation). The low monoterpene levels posed certain problems in implementing the GG-assay compared with the richer Gewürztraminer, and as a result interferences arising from polyphenols become of greater significance. It was not possible to state clearly about the importance of phenolics when applying skin contact, but it appears that the increase observed in their content with time exerts a rather negative effect on the organoleptic properties of wines.

Grapes originating from vines with minimal pruning possess characteristics that distinguish them from grapes obtained from vines, which have undergone conventional pruning (trellis). One of the basic characteristics of grapes from minimal pruning vines is that they bear clusters with high number of small and loose berries. These grapes have high GG and phenolic values. This pruning system usually affords high yields and leads, under unfavourable conditions (rainy and cold autumn), in problematic ripening. In this instance GG levels are lower compared with those in grapes that underwent a normal maturation process, but equal to those found in grapes from conventional-pruning vines, which nevertheless appear more ripe on the basis on total solids. The influence of minimal pruning on whole cluster pressing depends on the condition of grapes. In general, no profound differences were seen between whole cluster pressing and pressing of crushed berries. Length of skin contact was the parameter always linked with high glycoside values in must. The same holds true for conventional pruning, but only in the case of overripe grapes. For grapes from conventionally pruned vines, whole cluster pressing gave musts with GG values similar to those produced by traditional pressing of crushed grapes, although the wines produced had usually less

appreciated sensory characters. An exception was the 2000 vintage, where wines made from whole cluster pressing musts exhibited the best sensory quality.

The comparison of the two pruning systems showed that musts from grapes of minimal pruning vines are characterised by higher GG values compared with the corresponding from conventionally pruned vines, especially in vintages with reasonable yields. Skin contact that favours glycoside extraction, which are located in berry skins, also gives higher GG values when grapes are from minimally pruned vines. It should be noted, however, that these advantages of minimal pruning are not always reflected in the organoleptic properties of the wines.

At this point the issue concerned with the limits and the actual potential of GG-assay should be addressed. Although it has been found that GG-values and varietal aroma expression are frequently well correlated, it must be taken into consideration that not all glycosidically bound, secondary metabolites determined are potent aroma compounds. Further experiments including more cultivars, as well as the use of GC-MS could be of assistance in optimising GG-assay, to enable its utilisation as an important tool for successful viticulture and wine making.

8. Literaturverzeichnis

- Abbot, N.A., Williams, P.J. and Coombe, B.G. (1993):
Measure of potential wine quality by analysis of grape glycosides.
Proceedings of the Eighth Australian Wine Industry Technical Conference, 72-75.
- Aryan, A.P., Wilson, B., Strauss, C.R. and Williams, P.J. (1987):
The Properties of Glucosidases of *Vitis vinifera* and a Comparison of their β -Glucosidase Activity with that of Exogenous Enzymes. An Assessment of Possible Applications in Enology.
American Journal of Enology and Viticulture **38**, 182-188.
- Augustin, A. (1997):
Einflussnahme der Teilentfruchtung auf die Photosynthese, das Blatt/Fruchtverhältnis und die sekundären Traubenhaltstoffe.
Diplomarbeit Fachhochschule Wiesbaden/Geisenheim.
- Bauer, S. (1997):
Entwicklung des Aromapotentials im Verlauf der Reife bei Müller-Thurgau, Spätburgunder und Riesling.
Diplomarbeit, Fachhochschule Wiesbaden/Geisenheim, S. 89-93.
- Baumes, R.L., Bayonove, C.L., Barillère, J.M., Samson, A. et Cordonnier, R. E. (1989):
La macération pelliculaire dans la vinification en blanc – Incidence sur la composante volatile des vins.
Vitis **28**, 31-48.
- Bayonove, C.L. et Cordonnier, R.E. (1970a):
Recherches sur l'arôme du Muscat. I Evolution des constituents volatils au cours de la maturation du „Muscat d'Alexandrie“.
Annales de Technologie Agricole **10**, 79-93.
- Bayonove, C.L. et Cordonnier, R.E. (1970b):
Recherches sur l'arôme du Muscat. II Profils aromatiques de cépages muscat et non-muscat.
Annales de Technologie Agricole **19**, 95-105.
- Binder, G. und Maul, D. (1995):
Weinveränderung durch den Traubenvollerntereinsatz.
ATW-Bericht **63**, 43-46.
- Biron, C., Cordonnier, R.E., Günata, Y.Z. et Sapis, J.C. (1988):
Étude, dans le raisin, de l'activité β -Glucosidase.
Connaissance de la Vigne et du Vin **22**, 125-134.
- Boidron, J.N. (1978):
Connections between terpenes and grape quality (Role of *Botrytis cinerea*).
Annales de Technologie Agricole **27**, 141-145.

- Braell, P.A., Acree, T.E., Butts, R.M. and Zhou, P.G. (1986):
Isolation of nonvolatile precursors of β -damascenone from grapes using charm analysis.
In: Biogenesis of Aromas. T.H. Parliament and R. Croteau (Eds.) pp. 75-84. ACS
Symposium Series No 317. American Chemical Society, Washington, DC.
- Cheynier, V., Rigaud, Ch., Souquet, J.M., Barillère, J.M. and Moutounet, M. (1989):
Effect of pomace contact and hyperoxidation on the phenolic composition and quality of
Grenache and Chardonnay wines.
American Journal of Enology and Viticulture **40**, 36-42.
- Christmann, M. (2001):
Schonende Traubenverarbeitung: Theoretische Grundlagen Konsequenzen und
Auswirkungen.
Meininger Verlag GmbH, Neustadt/Weinstraße, S 38-42.
- Clingeffer, P.R. (1988):
Response of Riesling clones to mechanical hedging and minimal pruning of cordon trained
vines (MPCT) – implications for clonal selection.
Vitis **27**, 87-93.
- Clingeffer, P.R. (1993):
Development of a management system for low cost, high quality wine production and vigour
control in cool climate Australian vineyards.
Viticulural and Enological Sciences **48**, 130-134.
- Cootes, R.L. (1983):
Grape juice aroma and grape quality used in vineyard classification.
The Australian Wine Research Institute, Technical Review, 275-291.
- Cordonnier, R. et Bayonove, C. (1974):
Mise en évidence dans la baie de raisin variété Muscat d' Alexandrie, de monoterpènes liés
révélables par une ou plusieurs enzymes du fruit.
C. R. Hebd. Seances Acad. Sci., Sér. D. **278**, 3387-3390.
- Cordonnier, R. et Bayonove, C. (1981):
Etude de la phase préfermentaire de la vinification: Extraction et formation de certains
composés de l' arôme; cas de terpenols, des aldehydes, et des alcohols en C6.
Connaissance de la Vigne et du Vin **15**, 269-286.
- Crespo-Riera, G. and Singleton, V.L. (1986):
Specific bitterness in Muscat and Gewürztraminer table wines.
Presented at the 37th Annual meeting of the American Society for Enology and Viticulture,
Anaheim, CA.
- Darriet, Ph., Boidron, J.-N. et Dubourdieu, D. (1988):
L' hydrolyse des hétérosides terpéniques du muscat a petits grains par les enzymes
périplasmiques de *Saccharomyces cerevisiae*.
Connaissance de la Vigne et du Vin **22**, 189-195.

- De la Presa-Owens, C. and Noble, A.C. (1997):
Effect of Storage at Elevated Temperatures on Aroma of Chardonnay Wines.
American Journal of Enology and Viticulture **48**, 310-316.
- Delcroix, A., Günata, Y.Z., Sapis, J.C., Salmon, J.M. and Bayonove, C.L. (1994) :
Glycosidase Activities of Three Enological Yeast Strains During Winemaking: Effect on the
Terpenol Content of Muscat Wine.
American Journal of Enology and Viticulture **45**, 291-295.
- Di Stefano, R.C. (1981):
Terpene compounds of white Muscat from Piemonte.
Vini d' Italia **23**, 29-43.
- Di Stefano, R. and Castino, M. (1983):
Evolution of terpenoid compounds during bottle storage of Asti spumante.
Rivista di Viticoltura e di Enologia **36**, 245-248.
- Dittrich, H.H. (1989):
Die Veränderung der Beereninhaltsstoffe und der Weinqualität durch *Botrytis cinerea* –
Überschriftreferat.
Die Weinwissenschaft, **44**. Jahrgang, 105-131.
- Dubourdieu, D., Ollivier, Ch., Boidron, J.-N. (1986):
Incidence des opérations préfermentaires sur la composition chimique et les qualités
organoleptiques des vin blancs secs.
Connaissance de la Vigne et du Vin **20** (1), 53-76.
- Fagan, G.L., Kepner, R.E. and Webb, A.D. (1981):
Production of linalool, cis- and trans-nerolidol, and trans, trans farnesol by *Saccharomyces*
fermentati growing as a film on simulated wine.
Vitis **20**, 36-42.
- Fischer, U. (1997):
Verkostung mit dem neuen Aromarad für deutsche Weine. Vielfalt entdecken und
beschreiben.
Das Deutsche Weinmagazin **15**, 19-25.
- Fischer, U., Trautmann, S., Binder, G., Wilke, A. und Göritz, S. (2001):
Intensivierung des Weinaromas.
ATW Bericht **101**, S. 44-45, 56-57, 60, 68-69, 72.
- Gramatica, P., Manitto, P., Maria Ranzi, B., Delbianco, A. and Francavilla, M. (1982):
Stereospecific reduction of geraniol to R-(+)-citronellol by *Saccharomyces cerevisiae*.
Experientia **38**, 775.
- Großmann, M., Sukran, I. und Rapp, A. (1990):
Einfluß kellertechnischer Maßnahmen auf das Sortenbukett.
Weinwirtschaft Technik, **8**, 13-16.

- Großmann, M., Rapp, A. und Rieth, W.: (1987):
Enzymatische Freisetzung gebundener Aromastoffe in Wein.
Deutsche Lebensmittel Rundschau **1**, 7-12.
- Günata, Y.Z., Bayonove, C.L., Baumes, R.L. and Cordonnier, R.E. (1985a):
The aroma of grapes. I. Extraction and determination of free and glycosidically bound fractions of some grape aroma components.
Journal of Chromatography **331**, 83-90.
- Günata, Y.Z., Bayonove, C.L., Baumes, R.L. and Cordonnier, R.E. (1985b):
The Aroma of Grapes. Localisation and Evolution of Free and Bound Fractions of Some Grape Aroma Components c.v. Muscat During first Development and Maturation.
Journal of the Science of Food and Agriculture **16**, 857-862.
- Günata, Y.Z., Bayonove, C.L., Baumes, R.L. and Cordonnier, R.E. (1986):
Stability of Free and Bound Fractions of Some Aroma Components of Grapes cv. Muscat During the Wine Processing: Preliminary Results.
American Journal of Enology and Viticulture **37**, 112-114.
- Günata, Y.Z., Bayonove, C.L., Tapiero, C. and Cordonnier, R.E. (1990):
Hydrolysis of Grape Monoterpenyl β -D-Glucosides by Various β -Glucosidases.
Journal of Agricultural and Food Chemistry **38**, 1232-1236.
- Günata, Y.Z., Bitteur, S., Brillouet, J.M., Bayonove, C.L. and Cordonnier, R.E. (1988):
Sequential enzymic hydrolysis of potentially aromatic glycoside from grapes.
Carbohydrate Research **134**, 139-149.
- Günata, Y.Z., Biron, C., Sapis, J.C. and Bayonove, C.L. (1989):
Glycosidase activities in sound and rotten grapes in relation to hydrolysis of grape monoterpenyl glycosides.
Vitis **28**, 191-197.
- Günata, Y.Z., Dugelay, I., Sapis, J.C., Baumes, R.L. and Bayonove, C.L. (1994):
Role of enzymes in the use of the flavor potential from grape glycosides in winemaking. In Progress in Flavor Precursor Studies. Proceedings of the International Conference (p. Schreier and P. Winterhalter, Eds.) Würzburg, Germany.
- Guth, H. (1997):
Potente Aromastoffe von Weißweinen unterschiedlicher Rebsorten-Identifizierung und Bildung bei der Weinbereitung.
Lebensmittelchemie **51**, 4.
- Hardie, W.J., Aggenbac, S.J. and Jaudzems, V.G. (1996):
The plastids of the grape pericarp and their significance in isoprenoid synthesis.
Australian Journal of Grape and Wine Research **2**, 144-154.
- Hill, G., Spies, S. und Prior, B. (2000):
Minimalschnitt zur Bewirtschaftung abhängiger Rebenlagen; Auf dem Prüfstand.
Das Deutsche Weinmagazin, **16/17**, 10-14.

- Hock, R., Benda, I., Schreier, P. (1984):
Formation of Terpenes by Yeasts during Alcoholic Fermentation.
Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung **179**, 450-452.
- Iland, P.G., Cynkar, W., Francis, I.L., Williams, P.J. and Coombe, B.G. (1996):
Optimisation of methods for the determination of total and red-free glycosyl glucose in black grape berries of *Vitis vinifera*.
Australian Journal of Grape and Wine Research **2**, 171-178.
- Intrieri, C., Poni, S., Lia, G. and Gomez del Campo, M. (2001):
Vine performance and leaf physiology of conventionally and minimally pruned Sangiovese grapevines.
Vitis **40**, 123-130.
- Kinzer G. and Schreier P. (1980):
Influence of different pressing systems on the composition of volatile constituents in unfermented grape musts and wines.
American Journal of Enology and Viticulture **31**, 7-13.
- Koch (1986):
Getränkebeurteilung.
Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart 1986, S. 61-65, 74, 160 .
- Kraml, S. (1998):
Kompartimentierung von Beereninhaltsstoffen bei Riesling und Spätburgunder aus unterschiedlichen Weinbausystemen.
Diplomarbeit Fachhochschule Wiesbaden/Geisenheim, S. 93.
- Laffort J.F., Romat, H. and Darriet, P. (1989):
Les levures et l' expression aromatique des vin blancs.
Revue des Œnologues **53**, 9-12.
- Macaulay L.E. and Morris, J.R. (1993):
Influence of Cluster Exposure and Winemaking Processes on Monoterpenes and Quality of Golden Muscat.
Weinwissenschaft. **48**, 190-193.
- McCarthy, M.G. (1997):
Effect of timing of water deficit on fruit development and composition of *Vitis vinifera* cv Shiraz.
Doctoral thesis, The University of Adelaide.
- McCarthy, M.G. and Cirami, R.M. (1990):
Minimal pruning effects on the performance of selections of four *Vitis vinifera* cultivars.
Vitis **29**, 85-96.
- Marais, J., (1987):
Terpene concentrations and wine quality of *Vitis vinifera* L. cv. Gewürztraminer as affected by grape maturity and cellar practices.
Vitis **26**, 231-245.

- Marais, J., Hunter, J.J. and Haasbroek, P.D. (1999):
Effect of canopy microclimate, season and region on Sauvignon blanc grape composition and wine quality.
South African Journal of Enology and Viticulture **20**, 19-29.
- Marais, J. and Rapp, A. (1988):
Effect of skin contact time and temperature on juice and wine composition and quality.
South African Journal of Enology and Viticulture **9**, 22-30.
- Marais, J. and Rapp, A. (1991):
The selection of aroma-rich clones of *Vitis vinifera* L. cv Gewürztraminer and Weisser Riesling by means of terpene analyses.
South African Journal of Enology and Viticulture **12**, 51-56.
- Marais, J. and van Wyk, C.J. (1986):
Effect of grape maturity and juice treatments on terpene concentrations and wine quality of *Vitis vinifera* L. cv. Weisser Riesling and Bukettraube.
South African Journal of Enology and Viticulture **7**, 26-35.
- Marais, J., van Wyk, C.J. and Rapp, A. (1992):
Effect of Sunlight and Shade on Norisoprenoid Levels in Maturing Weisser Riesling and Chenin blanc Grapes and Weisser Riesling Wines.
South African Journal of Enology and Viticulture **13**, 23-32.
- Martinez de Toda, F. and Sancha, J.C. (1998):
Long-term effects of zero pruning on Grenache vines under drought conditions.
Vitis **37**, 155-157.
- Morrison, J.C and Noble, A.C. (1990):
The effect of leaf and cluster shading on the composition of Cabernet Sauvignon grapes and on fruit and wine sensory properties.
American Journal of Enology and Viticulture **41**, 193-200.
- Noble, A.C., Strauss, C.R., Williams, P.J. and Wilson, B. (1988):
Contribution of Terpene Glycosides to Bitterness in Muscat Wines.
American Journal of Enology and Viticulture **39**, 129-131.
- Park, S.K., Morrison, J.C., Adams, D.O. and Noble, A.C. (1991):
Distribution of free and glycosidically bound monoterpenes in the skin and mesocarp of Muscat of Alexandria grapes during development.
Journal of Agricultural and Food Chemistry **39**, 514-518.
- Poni, S., Intrieri, C. and Magnanimiti, E. (2000):
Seasonal growth and gas exchange of conventionally and minimally pruned Chardonnay canopies.
Vitis **39**, 13-18.
- Price, S.F., Schuette, M.L. and Tassie, E. (1995):
Measuring incident light on grape clusters using photosensitive paper and image analysis.
Journal of the American Society for Horticultural Science **120**: 253-240.

- Ramey, D., Bertrand, A., Ough, C.S., Singleton, V.L. and Sanders, E. (1986):
Effect of skin contact temperature on Chardonnay must and wine composition.
American Journal of Enology and Viticulture **37**, 99-106.
- Rapp, A. (1980):
Flüchtige Komponente in edelfaulen Trauben.
Niederschrift über die Tagung des Bundesausschusses für Weinforschung.
- Rapp, A. (1996):
Neue Ergebnisse der Aromaforschung.
Niederschrift über die Tagung des Bundesausschusses für Weinforschung, 212-225.
- Rapp, A. (1997):
Weitere Ergebnisse der Aromaforschung.
Niederschrift über die Tagung des Bundesausschusses für Weinforschung, 179-193.
- Rapp, A. (1999):
Weitere Ergebnisse der Aromaforschung.
Niederschrift über die Tagung des Bundesausschusses für Weinforschung, 152-1641.
- Rapp, A. und Güntert, M. (1985):
Beitrag zur Charakterisierung des Weines der Rebsorte Weißer Riesling.
II. Untersuchung der Aromastoffzusammensetzung deutscher Weißweine der Rebsorten
Weißer Riesling, Müller-Thurgau und Silvaner.
Vitis **24**, 139-150.
- Rapp, A. und Hastrich H. (1978):
Gaschromatographische Untersuchungen über die Aromastoffe von Weinbeeren.
III. Die Bedeutung des Standortes für die Aromastoffzusammensetzung der Rebsorte
Riesling.
Vitis **17**, 288-298.
- Rapp, A. and Mandery, H. (1986):
Wine Aroma.
Experientia **42**, 873-884.
- Rapp, A., Mandery, H. und Niebergall, H. (1986):
Neue Terpendiole in Traubenmost und Wein sowie in Kulturen von *Botrytis cinerea*.
Vitis **25**, 79-84.
- Rapp, A., Mandery, H. und Ullemeyer, H. (1984):
Neue Monoterpendiole in Traubenmosten und Weinen und ihre Bedeutung für die Genese
einiger cyclischer Monoterpenäther.
Vitis **23**, 84-92.
- Razungles, A.L., Bayonove, C.L., Cordonnier, R.E., and Sapis, J.C. (1988):
Grape Carotenoids: Changes During the Maturation Period and Localization in Mature
Berries.
American Journal of Enology and Viticulture **39**, 44-48.

- Razungles, A.L., Baumes, R.L., Dufour, C., Sznaper, C.N. and Bayonove, C.L. (1998):
Effect of sun exposure on carotenoids and C13-norisoprenoid glycosides in Syrah berries (*Vitis vinifera* L.).
Sciences des Aliments **18**, 361-373.
- Razungles, A.L., Günata, Z., Pinatel, S., Baumes, R.L. et Bayonove, C.L. (1993):
Etude quantitative de composés terpeniques, norisoprenoides et leurs précurseurs dans diverses variétés de raisins.
Sciences des Aliments **13**, 59-72.
- Reynolds, A.G. and Wardle, D.A. (1989):
Influence of Fruit Microclimate on Monoterpene Levels of Gewürztraminer.
American Journal of Enology and Viticulture **40**, 149-154.
- Reynolds, A.G., Wardle, D.A. and Dever, M. (1993):
Terpene response to pressing, harvest date, and skin contact in *Vitis vinifera*.
HortScience **28** (9), 920-924.
- Ribéreau-Gayon, P. (1972):
Development of phenolic substances during berry ripening. II. Discussion of the results from 1969, 1970 and 1971.
Connaissance de la Vigne et du Vin **6**, 161-175.
- Ribéreau-Gayon, P., Boidron, J.N. and Terrier, A. (1975):
Aroma of Muscat grape varieties.
Journal of Agricultural and Food Chemistry **23**, 1042-1047.
- Rieth, W. (1984):
Gaschromatographisch-massenspektrometrische Untersuchungen flüchtiger Inhaltsstoffe des Weinaromas: Einfluß oenologischer Verfahren und Behandlungsmittel auf die Aromastoffzusammensetzung.
Dissertation, Universität Karlsruhe, S. 28, 83-85, 104-106.
- Ritter, G. (1997):
Die Bedeutung der phenolischen Saft- und Weinhaltstoffe während der Verarbeitung von Äpfeln, Speierling und weißen Trauben – Der Einfluß moderner Verfahrenstechnologie auf die Qualität des Endprodukts.
Dissertation Giessen, *Geisenheimer Berichte* **30**, S. 1, 6, 18-19, 24 .
- Rothbacher, H. und Schmitt, A. (1979):
Beiträge zur Kenntnis des Phenolgehaltes von Weinen bei unterschiedlicher Ertragsleistung.
Weinwissenschaft **3**, 183-191.
- Schmidt, J.O. and Noble, A.C. (1983):
Investigation of the Effect of Skin Contact Time on Wine Flavor.
American Journal of Enology and Viticulture **34**, 135-138.
- Schneider, V. (1989):
Stabilisierung von Weißwein durch Mostoxidation.
Weinwirtschaft Technik **1**, 15-20.

- Schneider, V. (1996):
Einfluß von Maischestandzeit und Mostoxidation auf die Sensorik von Riesling.
DWZ **7**, 22-25.
- Schneider, V. (1998):
Maischestandzeit bei weißen Rebsorten.
Das Deutsche Weinmagazin **20**, 26-32.
- Schultz, H.R. (1999):
Rebe und Wein: Weinbauliche Voraussetzungen der Qualitätsweinerzeugung.
12. Internationales Önologisches Symposium, Montreal, 14-42.
- Schultz, H.R. (2002):
Minimalschnittsysteme.
ATW-Bericht **109**, S. 10, 41-43, 70.
- Schultz, H.R., Steinberg, B. und Rühling W. (1997):
Minimalschnitt und Lyra- im Vergleich zur Spaliererziehung: Möglichkeiten und
Anforderungen an Anbautechnik und Bodenpflege.
33. Weinbau-Tagung, Geisenheim.
- Schultz, H.R., Weber, M., Steinberg, B., Augustin, A., Himstedt, M., und Pfeifer, W.
(2000):
Teilentfruchtung, Teil II – Reaktion des Weinaromas.
Das Deutsche Weinmagazin **11**, 28-33.
- Seckler, J. (1997):
Ganztraubenpressung.
ATW-Bericht **88**, S. 10, 39.
- Seckler, J., Jung, R. und Freund, M. (2001):
Untersuchungen zur Optimierung des Transports von Trauben und Maische.
ATW-Bericht **108**, S. 9-10.
- Shimizu J., Nokara, M. and Watanabe, M. (1982):
Transformations of terpenoids in grape must by *Botrytis cinerea*.
Agricultural Biological Chemistry **46**, 1339-1344.
- Simpson, R.F. (1978):
Aroma and compositional changes in wine oxidation, storage and ageing.
Vitis **17**, 274-287.
- Simpson, R.F. (1979):
Aroma composition of bottle aged Riesling wine.
Vitis **18**, 148-154.
- Simpson, R.F. and Miller, G.C. (1983):
Aroma composition of aged Riesling wine.
Vitis **22**, 51-63.

- Singleton, V.L. and Esau, P. (1969):
Phenolic substances in grapes and wine, and their significance.
(Suppl. 1, Adv. Food Res.), Academic Press, New York, S. 288.
- Somers, T.C. and Pocock, K.F. (1991):
Phenolic assessment of white musts: Varietal differences in free-run juices and pressings.
Vitis **30**, 189-201.
- Sommer, K.J. (1995):
Mechanisierung des Rebschnitts in Australien.
In: Mechanisierung der Stockarbeiten. KTBL-Schrift **364**, 23-50.
- Sommer, K.J. and Clingeleffer, P.R. (1993):
Comparison of leaf area development, leaf physiology, berry maturation, juice quality and fruit yield of minimal pruning and cane pruned Cabernet Sauvignon grapevines.
Proc. Second N.J. Schaulis Grape Symposium. Pruning Mechanization and Crop Control.
Fredonia State University, Fredonia, New York, USA, 14-19.
- Strauss, C.R., Wilson, B., Anderson, R. and Williams, P.J. (1987):
Development of Precursors of C₁₃Nor-Isoprenoid Flavorants in Riesling Grapes.
American Journal of Enology and Viticulture **38**, 23-27.
- Strauss, C.R., Wilson, Gooley, P.R. and Williams, P.J. (1986):
Role of Monoterpenes in Grape and Wine Flavor.
Reprinted from ACS Symposium Series **No 317**, Biogenerations of Aromas.
- Terrier, A., Boidron, J.N. et Ribereau-Gayon, P. (1972):
Teneurs en composés terpéniques dans les raisins de *Vitis vinifera*.
C.R. Hebd. Seances Acad. Sci., Ser D. **275**, 941-944.
- Ullmann, (1973):
Riech- und Aromastoffe.
Ullmanns Encyclopädie der technischen Chemie.
Band 20, S. 199-212.
- Versini, G., Dalla Sera, A. and Dell'Eva, M. (1987):
Evidence of some glycosidically bound new monoterpenes and norisoprenoids in grapes.
Bioflavour '87, Proceedings of the International Conference, Würzburg, 161-170.
- Versini, G., Inama, S. and Sartori, G. (1981):
A capillary column gaschromatographic research into the Terpene constituents of Riesling Renano (Rhine Riesling) wine from Trentino Alto Adige: Their distribution within berries, their passage into must and their presence in the wine according to different wine making procedures. Organoleptic considerations.
Vini d' Italia **23**, 189-211.
- Versini, G., Rapp, A., Dalla Sera, A., Pilchler, U. and Ramponi, M. (1994):
Methyl *trans* granate and farnesoate as markers for Gewürztraminer grape skins and related distillates.
Vitis **33**, 139-142.

- Weber, M. (1997):
Die Spaliererziehung – anpassungsfähig an jede Situation?
33. Weinbau-Tagung, Geisenheim.
- Werwitzke, U., Kraml, S., Bettner, W., Rauhut, D., Löhnertz, O. und Schultz, H.R. (2000):
Aroma in Beeren, Most und Wein.
Der Deutsche Weinbau **22**, 22-26.
- Williams, P.J., Cynkar, W., Francis, I.L., Gray, J.D., Iland, P.G. and Coombe, B.G. (1995):
Quantification of Glycosides in Grapes, Juices, and Wines through a Determination of Glycosyl Glucose.
Journal of Agricultural and Food Chemistry **43**, 121-128.
- Williams, P.J., Francis, I.L. and Black, S. (1996):
Changes in Concentration of Juice and Must Glycosides, Including Flavor Precursors, During Primary Fermentation.
Proceedings for the 4rth International Symposium on Cool Climate Viticulture and Enology, VI-5 – VI-9.
- Williams, P.J., Strauss, C.R. and Wilson, B. (1980):
Hydroxylated linalool derivates as precursors of volatile monoterpenes of Muscat grapes.
Journal of Agricultural and Food Chemistry **28**, 766-771.
- Williams, P.J., Strauss, C.R. and Wilson, B. (1981):
Classification of the monoterpenoid composition of Muscat grapes.
American Journal of Enology and Viticulture **32**, 230-235.
- Williams, P.J., Strauss, C.R. and Wilson, B. (1982a):
Use of C₁₈ reversed-phase liquid chromatography for the isolation of Monoterpene Glycosides and nor-isoprenoid precursors from grape juice and wines.
Journal of Chromatography **235**, 471-480.
- Williams, P.J., Strauss, C.R., Wilson, B. and Dimitriadis, E. (1985):
Origins of some volatile monoterpenes and nor-isoprenoids in grapes and wines – biosynthetic and biogenetic considerations.
Topics in Flavour Research, Proceedings International Conferences, 335-352.
- Williams, P.J., Strauss, C.R., Wilson, B. and Massy-Westropp, R.A. (1982b):
Studies on the Hydrolysis of *Vitis vinifera* Monoterpene precursor compounds and model Monoterpene β -d-glykosides rationalizing the Monoterpene composition of grapes.
Journal of Agricultural and Food Chemistry **30**, 1219-1223.
- Wilson, B., Strauss, C.R. and Williams, P.J. (1984):
Changes in free and glycosidically bound monoterpenes in developing muscat grapes.
Journal of Agricultural and Food Chemistry **32**, 919-924.

- Wilson, B., Strauss, C.R. and Williams, P.J. (1986):
The Distribution of Free and Glycosidically-Bound Monoterpenes Among Skin, Juice, and Pulp Fractions of some White Grape Varieties.
American Journal of Enology and Viticulture **37**, 107-111.
- Winkler, A.J., Cook, J.A., Kliewer, W.M., Lider, L.A. (1974):
“General Viticulture”.
University of California Press, S. 710.
- Winterhalter, P., Sefton, M.A. and Williams, P.J. (1990):
Volatile C13-Norisoprenoid Compounds in Riesling Wine Are Generated From Multiple Precursors.
American Journal of Enology and Viticulture **41**, 277-283.
- Würdig, G., Woller, R. (1989):
Chemie des Weines.
Ulmer Verlag, Stuttgart, S. 94, 584.
- Zea, L., Moreno, J., Ortega, J.M. and Medina, M. (1995):
Content of free terpenic compounds in cells and musts during vinification with three *Saccharomyces cerevisiae* strains.
Journal of Agricultural and Food Chemistry **43**, 1110-1114.
- Zoecklein, B.W., Marcy, J.E., Williams, J.M. and Jasinski, Y. (1997):
Effect of Native Yeasts and Selected Strains of *Saccharomyces cerevisiae* on Glycosyl Glucose, Potential Volatile Terpenes, and Selected Aglycones of White Riesling (*Vitis vinifera* L.) Wines.
Journal of Food Composition and Analysis **10**, 55-65.

9. Anhang

Tabelle I: Gewürztraminer, Versuchsanstellung: Maischestandzeit, Jahrgang 1998.
 Statistischer Vergleich der GG-Werte verschiedener Maischestandzeitvarianten.

1998

	0 h M.	16 h M.	
Vorlauf	216	254	***
Pressung1	241	254	n.s.
Pressung2	368	391	n.s.
Gesamt	246	266	*
Wein 05.99	63	59	n.s.
Wein 01.00	54	54	n.s.
Wein 01.01	48	47	n.s.

	0 h M.	40 h M.	
Vorlauf	216	287	**
Pressung1	241	287	*
Pressung2	368	433	*
Gesamt	246	298	*
Wein 05.99	63	62	n.s.
Wein 01.00	54	57	n.s.
Wein 01.01	48	49	n.s.

	16 h M.	40 h M.	
Vorlauf	254	287	n.s.
Pressung1	254	287	*
Pressung2	391	433	n.s.
Gesamt	266	298	*
Wein 05.99	59	62	n.s.
Wein 01.00	54	57	n.s.
Wein 01.01	47	49	n.s.

Tabelle II: Gewürztraminer, Versuchsanstellung: Maischestandzeit, Jahrgang 1998.
 Statistischer Vergleich der GG-Werte verschiedener Stadien des Weinausbaus.

1998**Gewürztraminer 0 h**

Vorlauf	216	a
Pressung1	241	ac
Pressung2	368	b
Gesamt	246	c
<hr/>		
Anfang Gär.	190	d
Mitte Gär.	159	e
Ende Gär	102	f
Wein 05.99	63	g
Wein 01.00	54	g
Wein 01.01	48	h

Gewürztraminer 16 h

Vorlauf	254	a
Pressung1	254	a
Pressung2	391	b
Gesamt	266	a
<hr/>		
Anfang Gär.	210	d
Mitte Gär.	139	e
Ende Gär	86	f
Wein 05.99	59	g
Wein 01.00	54	g
Wein 01.01	47	h

Gewürztraminer 40 h

Vorlauf	287	a
Pressung1	287	a
Pressung2	433	b
Gesamt	298	a
<hr/>		
Anfang Gär.	280	a
Mitte Gär.	163	e
Ende Gär	92	f
Wein 05.99	62	g
Wein 01.00	57	g
Wein 01.01	49	h

Tabelle III: Gewürztraminer, Versuchsanstellung: Maischestandzeit, Jahrgang 1999.
 Statistischer Vergleich der GG-Werte verschiedener Maischestandzeitvarianten

1999			
	0 h M.	16 h M.	
Vorlauf	164	196	*
Pressung1	234	232	n.s.
Pressung2	434	336	***
Gesamt	223	230	n.s.
Wein 01.00	72	70	n.s.
Wein 10.00	64	61	n.s.
Wein 02.01	55	53	n.s.

	0 h M.	40 h M.	
Vorlauf	164	247	**
Pressung1	234	263	*
Pressung2	434	486	n.s.
Gesamt	223	247	*
Wein 01.00	72	74	n.s.
Wein 10.00	64	59	n.s.
Wein 02.01	55	54	n.s.

	16 h M.	40 h M.	
Vorlauf	196	247	*
Pressung1	232	263	n.s.
Pressung2	336	486	***
Gesamt	230	247	n.s.
Wein 01.00	70	74	**
Wein 10.00	61	59	n.s.
Wein 02.01	53	54	n.s.

Tabelle IV: Gewürztraminer, Versuchsanstellung: Maischestandzeit, Jahrgang 1999.
Statistischer Vergleich der GG-Werte verschiedener Stadien des Weinausbaus.

1999

Gewürztraminer 0 h

Vorlauf	164	a
Pressung1	234	b
Pressung2	434	c
Gesamt	223	b
<hr/>		
Anfang Gär.	156	d
Mitte Gär.	98	e
Ende Gär	84	f
Wein 01.00	72	g
Wein 10.00	64	h
Wein 02.01	55	i

Gewürztraminer 16 h

Vorlauf	196	a
Pressung1	232	ac
Pressung2	336	b
Gesamt	230	c
<hr/>		
Anfang Gär.	175	d
Mitte Gär.	107	e
Ende Gär	77	f
Wein 01.00	70	g
Wein 10.00	61	h
Wein 02.01	53	i

Gewürztraminer 40 h

Vorlauf	247	a
Pressung1	263	a
Pressung2	486	b
Gesamt	247	a
<hr/>		
Anfang Gär.	157	d
Mitte Gär.	106	e
Ende Gär	91	f
Wein 01.00	74	g
Wein 10.00	59	h
Wein 02.01	54	i

Tabelle V: Riesling, Versuchsanstellung: Maischestandzeit, Jahrgang 1998. Statistischer Vergleich der GG-Werte verschiedener Maischestandzeitvarianten

1998

	0 h M.	16 h M.	
Vorlauf	211	260	**
Pressung1	256	280	n.s.
Pressung2	382	380	n.s.
Gesamt	251	268	n.s.
Wein 05.99	67	70	n.s.
Wein 12.99	60	65	*

	0 h M.	40 h M.	
Vorlauf	211	255	n.s.
Pressung1	256	274	*
Pressung2	382	374	n.s.
Gesamt	251	278	***
Wein 05.99	67	70	n.s.
Wein 12.99	60	59	n.s.

	16 h M.	40 h M.	
Vorlauf	260	255	n.s.
Pressung1	280	274	n.s.
Pressung2	380	374	n.s.
Gesamt	268	278	n.s.
Wein 05.99	70	70	n.s.
Wein 12.99	65	59	*

Tabelle VI: Riesling, Versuchsanstellung: Maischestandzeit, Jahrgang 1998. Statistischer Vergleich der GG-Werte verschiedener Stadien des Weinausbaus.

1998**Riesling 0 h**

Vorlauf	211	a
Pressung1	256	b
Pressung2	382	c
Gesamt	251	b
<hr/>		
Anfang Gär.	118	d
Mitte Gär.	101	e
Ende Gär	66	f
Wein 05.99	67	fg
Wein 12.99	60	g

Riesling 16 h

Vorlauf	260	a
Pressung1	280	a
Pressung2	380	b
Gesamt	268	a
<hr/>		
Anfang Gär.	127	d
Mitte Gär.	103	e
Ende Gär	69	f
Wein 05.99	70	fg
Wein 12.99	65	g

Riesling 40 h

Vorlauf	255	a
Pressung1	274	b
Pressung2	374	c
Gesamt	278	b
<hr/>		
Anfang Gär.	120	d
Mitte Gär.	103	de
Ende Gär	89	e
Wein 05.99	70	f
Wein 12.99	59	g

Tabelle VII: Riesling, Versuchsanstellung: Maischestandzeit, Jahrgang 1999. Statistischer Vergleich der GG-Werte verschiedener Maischestandzeitvarianten.

1999

	0 h M.	16 h M.	
Vorlauf	227	259	n.s.
Pressung1	244	289	*
Pressung2	320	405	***
Gesamt	227	282	***
Wein 25.01.00	66	71	n.s.
Wein 18.10.00	66	70	n.s.

	0 h M.	40 h M.	
Vorlauf	227	244	n.s.
Pressung1	244	289	*
Pressung2	320	412	***
Gesamt	227	283	*
Wein 01.00	66	75	n.s.
Wein 10.00	66	66	*

	16 h M.	40 h M.	
Vorlauf	259	244	n.s.
Pressung1	289	289	n.s.
Pressung2	405	412	n.s.
Gesamt	282	283	n.s.
Wein 01.00	71	75	n.s.
Wein 10.00	70	66	n.s.

Tabelle VIII: Riesling, Versuchsanstellung: Maischestandzeit, Jahrgang 1999. Statistischer Vergleich der GG-Werte verschiedener Stadien des Weinausbaus.

1999**Riesling 0 h**

Vorlauf	227	a
Pressung1	244	ac
Pressung2	320	b
Gesamt	227	c
<hr/>		
Anfang Gär.	188	d
Mitte Gär.	122	e
Ende Gär	77	f
Wein 01.00	66	g
Wein 10.00	66	g

Riesling 16 h

Vorlauf	259	a
Pressung1	289	bd
Pressung2	405	c
Gesamt	282	d
<hr/>		
Anfang Gär.	233	e
Mitte Gär.	130	f
Ende Gär	87	g
Wein 01.00	71	h
Wein 10.00	70	h

Riesling 40 h

Vorlauf	244	a
Pressung1	289	bd
Pressung2	412	c
Gesamt	283	d
<hr/>		
Anfang Gär.	224	e
Mitte Gär.	135	f
Ende Gär	95	g
Wein 01.00	75	h
Wein 10.00	66	i

Tabelle IX: Auswertung Dreiecksprüfung (nach DIN 10951).

Anzahl der Antworten	Mindestanzahl richtiger oder falscher Antworten bei einem Signifikanzniveau von			Anzahl der Antworten	Mindestanzahl richtiger oder falscher Antworten bei einem Signifikanzniveau von		
	a=0,05	a= 0,01	a=0,001		a=0,05	a= 0,01	a=0,001
5	4	5	–	55	25	27	30
6	5	6	–	56	25	28	31
7	5	6	7	57	26	28	31
8	6	7	8	58	26	29	31
9	6	7	8	59	27	29	32
10	7	8	9	60	27	29	32
11	7	8	9	61	27	30	33
12	8	9	10	62	28	30	33
13	8	9	11	63	28	31	34
14	9	10	11	64	29	31	34
15	9	10	12	65	29	32	34
16	9	11	12	66	29	32	35
17	10	11	13	67	30	32	35
18	10	12	13	68	30	33	36
19	11	12	14	69	30	33	36
20	11	13	14	70	31	34	37
21	12	13	15	71	31	34	37
22	12	13	15	72	32	34	37
23	12	14	16	73	32	35	38
24	13	14	16	74	32	35	38
25	13	15	17	75	33	35	39
26	14	15	17	76	33	36	39
27	14	16	18	77	33	36	39
28	14	16	18	78	34	37	40
29	15	17	19	79	34	37	40
30	15	17	19	80	35	37	41
31	16	17	19	81	35	38	41
32	16	18	20	82	35	38	42
33	16	18	20	83	36	39	42
34	17	19	21	84	36	39	42
35	17	19	21	85	36	39	43
36	18	20	22	86	37	40	43
37	18	20	22	87	37	40	44
38	18	20	23	88	38	41	44
39	19	21	23	89	38	41	44
40	19	21	24	90	38	41	45
41	20	22	24	91	39	42	45
42	20	22	24	92	39	42	46
43	20	23	25	93	39	43	46
44	21	23	25	94	40	43	46
45	21	23	26	95	40	43	47
46	22	24	26	96	41	44	47
47	22	24	27	97	41	44	48
48	22	25	27	98	41	45	48
49	23	25	28	99	42	45	48
50	23	25	28	100	42	45	49
51	24	26	28				
52	24	26	29				
53	24	27	29				
54	25	27	30				

Danksagungen

Mein besonderer Dank gilt Frau Prof. Dr. M. Christmann und Herrn Prof. Dr. H.R. Schultz für die Überlassung des Themas, die wissenschaftliche Betreuung und die Unterstützung, die sie mir während meines Aufenthaltes in Deutschland zukommen gelassen haben.

Herrn Prof. Dr. B. Honermeier, Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung I der Justus-Liebig Universität Giessen, danke ich ganz herzlich für die Übernahme der Begutachtung und Prüfung dieser Arbeit.

Den Mitarbeitern der Fachereiche Kellerwirtschaft und Weinbau der Forschungsanstalt Geisenheim danke ich sehr für die freundliche Unterstützung und Zusammenarbeit.

Mein Dank gilt besonders meinen Freunden Teresa Rosario und Maximilian Freund – ohne sie wäre diese Arbeit nie zustande gekommen.

Meiner Familie danke ich für ihre Liebe.