

Prof. Dr. Otmar Löhnertz
Forschungsanstalt Geisenheim
Fachgebiet Bodenkunde und Pflanzenernährung
Von-Lade-Str. 1
65366 Geisenheim

Nachtrag

zum Forschungsprojekt

**„Untersuchungen zum Regelungsbedarf der
Bewirtschaftung von Weinbergen am Beispiel der
Entstehung der untypischen Alterungsnote bei Wein“**

(Nr. 514-33.54/01HS056)

Berichtszeitraum 30.07.2010 bis 30.04.2013

Inhaltsverzeichnis

1	Ziele und Aufgabenstellung des Projektes	1
1.1	Planung und Ablauf des Projektes	3
1.2	Wissenschaftlicher und technischer Stand, zu Beginn der Studie	4
2	Material und Methoden	5
2.1	Versuchsaufbau	5
2.2	Ausbau der Weine	8
2.3	Analysen.....	8
2.4	Phänologische Daten	9
3	Ergebnisse	10
3.1	Darstellung der wichtigsten Ergebnisse	10
3.2	Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse	17
4	Zusammenfassung	17
5	Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen; ggf. mit Hinweisen auf weiterführende Fragestellungen.....	18
6	Literaturverzeichnis.....	19

1 Ziele und Aufgabenstellung des Projektes

Bei Weißwein wurde die Bildung von 2-Aminoacetophenon in Abhängigkeit vom Wasserangebot und der Stickstoffversorgung untersucht (Linsenmeier 2007, **Untersuchungen zum Regelungsbedarf der Bewirtschaftung von Weinbergen am Beispiel der Entstehung der Untypischen Alterungsnote bei Wein**). In diesen Versuchen wurde das Auftreten eines Stresstons ohne die Bildung von 2-Aminoacetophenon festgestellt. Es ist offen inwieweit die Reaktion auf Stressoren bei Rotweinsorten grundsätzlich anders verläuft oder die Bewertung durch den Weinbau anders ist. Aus diesem Grund soll in den vorhandenen Großgefäßen die Auslösung von Stresstönen untersucht werden. In den Großgefäßen wurde für diese Versuchsfragen die Sorten Grauburgunder und Spätburgunder gewählt.

Experimentelle Basis soll ein Semi-field-Gefäßversuch (Substratvolumen: 250 Liter) mit *Vitis vinifera* sein, bei dem eine kontrollierte Steuerung einzelner Stressoren und die Erfassung der Bildung von Fehltonen erfolgen kann.

Fragestellungen im geplanten Projekt: Entsteht ein vergleichbarer Fehlton bei Burgunder unter ähnlichen Bedingungen wie bei Müller-Thurgau.
--

1.2 Wissenschaftlicher und technischer Stand, zu Beginn der Studie

Seit Ende der 80er Jahre müssen vermehrt Fehleraromen in Weißweinen festgestellt werden. Diese negative Aromaveränderung tritt oftmals erst einige Monate nach der Abfüllung der Weine auf. Die für die Ausprägung des Untypischen Alterungstons UTA verantwortliche Komponente wurde von Rapp und Versini (1993) als 2-Aminoacetophenon (AAP) identifiziert.

Als Ursache für die Bildung von UTA im Wein werden physiologische Störungen der Reben während der Vegetationsperiode angeführt, die durch bestimmte oder mehrere Stressfaktoren ausgelöst werden können (Rapp und Versini, 1995, Schwab et al., 1996, Löhnertz, 1996, Sponholz et al., 1997). Zu diesen Faktoren zählen z.B. ein Mangel an Stickstoff (Schwab et al., 1996, Sponholz et al., 2001) und Wasser (Schwab et al., 1996), früher Lesezeitpunkt (Köhler et al., 1995), hohe Erträge (Schwab et al., 1996) und eine nicht standortgerechte Begrünung (Löhnertz et al., 2002). Diskutiert wird auch die Bedeutung von hohen Temperaturen und UVB-Strahlung (Hühn et al., 1999, Schultz et al., 2001).

Bei dem Projekt „Untersuchungen zum Regelungsbedarf der Bewirtschaftung von Weinbergen am Beispiel der Entstehung der Untypischen Alterungsnote bei Wein“ traten UTA-ähnliche Fehltöne vermehrt bei den Varianten mit hoher Düngung (75 kg N/ha) und der Bewässerung feucht-trocken (feucht bis Reifebeginn, anschließend trocken) auf. Es stellt sich die Frage ob dieses Phänomen nur bei Müller-Thurgau oder auch bei den Sorten Spätburgunder und Grauburgunder zu beobachten ist.

2 Material und Methoden

2.1 Versuchsaufbau

Die Untersuchungen wurden an Gefäßversuchen durchgeführt. Im Jahr 2005 wurde ein Gefäßversuch mit 600 Großcontainern, die in der Erde vergraben werden, angelegt. Gepflanzt werden die Sorten Müller-Thurgau Im Jahr 2008 wurde der Versuch um die Sorten Grauburgunder und Spätburgunder erweitert.

Die beiden Rebsorten Müller-Thurgau Klon N 50, Grauburgunder Klon FR 49-207 und Spätburgunder Klon 82 WM wurden auf die Unterlage SO4 veredelt. Die Erziehungsform ist eine Drahtrahmenanlage mit Spaliererziehung und Pendelbogen. Das Anschnittniveau betrug 6 Augen/Stock. Die Zeilung verlief in Ost – West Richtung.

Bei diesem Gefäßversuch werden in den Jahren 2006 – 2008 die UTA-verursachenden Punkte betrachtet:

- Stickstoffversorgung (N1 (25 kg N/ha) und N2 (50 kg N/ha))
- Wasserhaushalt (bei Müller-Thurgau feucht, feucht-trocken; bei **Burgunder** feucht-trocken)

Die Aufteilung des Versuchsfeldes ist in Abbildung 2-2 dargestellt. Eine Variante beinhaltet 40 Großcontainer mit je 4 Wiederholungen.



Abbildung 2-1: Aufbau des Gefäßversuchs

Norden

95	90	85	80	70	60	50	40	30	20	10	Gefäß Reihe
Grauburgunder											
N2 feucht – trocken						N1 feucht - trocken				7	
Spätburgunder											
N2 feucht – trocken						N1 feucht - trocken				8	
Niagara											
Müller-Thurgau											
N1 feucht Licht vermindert (Licht-)						N1 feucht UVB erhöht (UVB +)				1	
N1 feucht - trocken						N1 feucht				2	
N1 feucht UVB Kontrolle (UVB Ko)						N1 feucht ohne UVB (UVB -)				3	
N2 feucht						N2 feucht – trocken				4	
N2 trocken - feucht						N2 trocken				5	
N1 trocken -feucht						N1 trocken				6	

Abbildung 2-2: Einteilung des Versuchsfeldes des Gefäßversuchs

Nährstoffversorgung

Die Düngungsstufe N2 wurde mit 50 kg N/ha (Calzinit. Firma Yara, 15 % N: 14,4 % N Nitratstickstoff, 1,1 % N Ammoniumstickstoff) aufgedüngt. Dabei erfolgte die Düngegabe durch Fertigation in zwei Gaben nach der Blüte und vor dem Weichwerden der Trauben. Nach der Blüte erfolgte bei allen Varianten eine Düngung mit 25 kg N/ha (Flory 8; 20 % N: 8,4 % N Nitratstickstoff, 11,6 % N Ammoniumstickstoff).

Bewässerung

Die Variante feucht wurde bei 21 Vol% Wasser (pF 2,5) gehalten. Die Bewässerung der trockenen Variante wird auf 14 - 16 Vol% (pF 3,3) eingestellt. Der Wechsel von trocken auf feucht und von feucht auf trocken erfolgt bei Reifebeginn der Trauben. Mit einer Tröpfchenbewässerung war es möglich jedes Gefäß einzeln zu bewässern. Der Tropfer hatte eine Leistung von 1,6 l/h. Dadurch war es möglich die Varianten gezielt zu bewässern. Der Wassergehalt im Boden wurde mit einem Sentek Diviner 2000 verfolgt.



Abbildung 2-3: Bewässerung der Tonnen über Tröpfchenbewässerung

2.2 Ausbau der Weine

Die Trauben wurden von Hand gelesen, abgebeert und mit einer Schlauchpresse gepresst. Die Mostvorklärung erfolgte durch statisches Absetzen. Vergoren wurde mit der Hefe EC 1118 (*Saccharomyces bayanus*) bei 20° - 24° C in 25 L Glassballons. Die Füllung der Weine erfolgte im Januar des auf die Ernte folgenden Jahres in Schraubverschlussflaschen. Dabei wurden die Weine mit EK-Schichten filtriert. Die Flaschenweine lagerten bei 14° C. Die Proben der unterschiedlichen Zeitpunkte (Most, nach Gärung (vor Schwefelung) nach Abfüllung) wurden bei – 20° C gelagert.

2.3 Analysen

Antioxidatives Potential

Bei den Weinen wurde das antioxidative Potential mit dem Photochem®-Gerät der Firma AnalytikJena bestimmt. In der Probe werden Superoxidradikale erzeugt, die mit den Antioxidantien reagieren. Die freien Radikale reagieren mit einer chemolumineszenten Substanz; mit Hilfe der entstandenen Lumineszenz werden die Antioxidantien als Summenparameter quantifiziert. Die Ergebnisse werden in äquivalenten Konzentrationseinheiten der Ascorbinsäure für wasserlösliche Substanzen (ACW) bzw. Trolox für lipidlösliche Substanzen (ACL) angegeben (Firmenschrift Photochem® Analytik Jena 2002).

Mineralstoffe

Zur Probenaufbereitung wurde eine Naßveraschung mit einem Gemisch aus konzentrierter Schwefelsäure und Wasserstoffperoxid durchgeführt (Schaller, 2000). Die Messung von Mg, Na, Cu, Fe, Zn, Mn erfolgte mittels AAS. Gesamt-N sowie P wurden photometrisch mittels Fließinjektionsanalyse bestimmt, und K sowie Ca wurden am Flammenphotometer gemessen.

Aminosäuren

Die Bestimmung der Aminosäuren wurde in Mosten und Weinen durchgeführt. Die Bestimmung von Ammonium ((NH_4^+)) und Aminosäuren erfolgte durch Ionenaustauschchromatographie und Nachsäulenderivatisierung mit Ninhydrin mit einem Aminosäureanalysator A200 (AminoAya, Deutschland). Folgende Aminosäuren wurden analysiert: Asparagin, Threonin, Serin, Asparaginsäure, Glutamin, Glutaminsäure, Glycin, Alanin, Valin, Methionin, Isoleucin, Leucin, Tyrosin, Phenylalanin, γ -Aminobuttersäure, Histidin, Tryptophan, Ornithin, Lysin, Arginin und Prolin.

Most und Weinanalysen

Die Most- und Weinhaltstoffe wurden mittels FTIR im Fachgebiet Weinanalytik und Getränkeforschung der Forschungsanstalt Geisenheim bestimmt.

Quantitativ beschreibende Sensorik

Die sensorische Beurteilung der Weine erfolgte nach einem Jahr Lagerung. Die Weine wurden mittels quantitativ deskriptiver Sensorik verkostet und die Attribute für Geruch: Frucht, grün / vegetativ und UTA und für Geschmack: Säure, Bitterkeit und Harmonie auf einer zweidimensionalen Skala von „nicht“ bis „sehr stark“ bewertet. Die Prüfbögen wurden mit der Sensoriksoftware Fizz Acquisition (Fa. Biosystemes) erstellt. Ausgefüllte Bögen wurden mit dem Scanner ScannPartner 300C (Fa. Fujitsu) eingelesen und mit den Programmen Fizz Calculation 2.2.0B ausgewertet.

2.4 Phänologische Daten

Tabelle 2-1: Phänologische Daten in den Jahren 2006 - 2008 beim Gefäßversuch Müller-Thurgau

	2011	2012	Mittel (1971-2000)*
Austrieb	14.4.	27.4.	29.4
Blüte	26.5.	6.6.	22.6
Reifebeginn	25.7.	2.8.	25.8
60° Oechsle	12.8.	30.8.	
Lese	6.9.	26.9. / 1.10.	

*Sorte: Riesling

3 Ergebnisse

3.1 Darstellung der wichtigsten Ergebnisse

Wasserbedarf der Reben

Der Wasserverbrauch der Rebe ist in Abbildung 3-2 dargestellt. Die feucht gehaltenen Varianten hatten einen Bedarf von 130 – 200 Litern in der Zeit vom Austrieb bis zur Lese. Die Angaben, dass der Bedarf einer Rebe bei 400 – 450 Litern liegt, zeigt, dass nur die Hälfte von der Rebe gebraucht wird, während die andere Menge an Wasser über Bodenverdunstung, Wasseranspruch der Begrünung oder sonstige Verluste verloren geht. Bei Xylemflussmessungen im Freiland verbrauchte Riesling auf unterschiedlichen Unterlagen zwischen 85 – 130 l/m² (Schmid, 1997) während 85 Tagen. Bei einem Standraum von 2 m²/Rebe wären dies zwischen 170 – 260 l / Rebe. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die Blattfläche aufgrund der höheren Augenzahl im Freiland (ca. 12 / Stock) größer war als in den Gefäßen (6 – 7 / Stock) und darum der Verbrauch pro Stock etwas höher war.

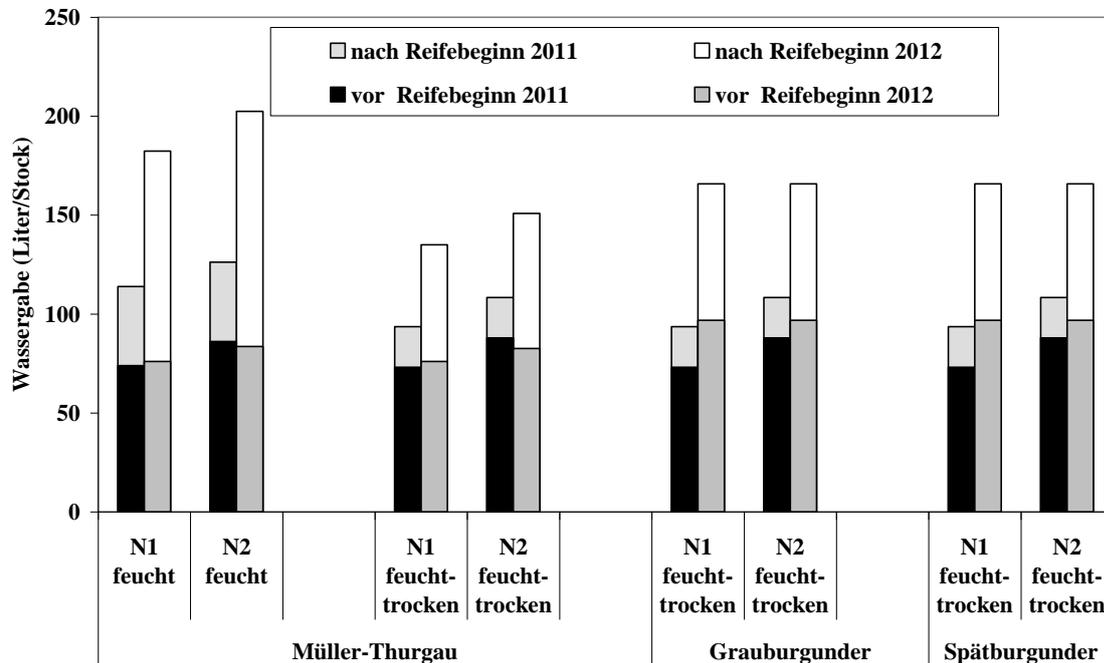


Abbildung 3-1: Wassergabe (Liter/Stock) während der Vegetationsperiode (Austrieb bis Lese) 2011 und 2012, Sorte Müller-Thurgau

Ertragsdaten

Der Traubenertrag, das Mostgewicht und die Gesamtsäure wurden signifikant durch die Sorte beeinflusst. Die Düngung hatte bei allen drei Parametern keinen signifikanten Einfluss. Überraschend beim Traubenertrag war, dass im Jahr 2011 bei allen Varianten der Ertrag bei hoher Düngung (N2) tiefer lag im Vergleich zur Düngstufe N1. Dies könnte auf einen stärkeren Botrytisbefall bei den hoch gedüngten Varianten zurückzuführen sein.

Tabelle 3-1: Varianzanalytische Bewertung der Einflussfaktoren auf die Gesamtvariabilität des Traubenertrags, des Mostgewichts und der Gesamtsäure im Most. Zweifaktorielle Bewertung von Sorte und Düngung bei den Sorten Müller-Thurgau, Grauburgunder und Spätburgunder (Varianten feucht-trocken) sowie der Wechselwirkung und der Reststreuung. Das Signifikanzniveau der F-Werte ist mit Sternen gekennzeichnet (*: $p < 5\%$, **: $p < 1\%$, ***: $p < 0,1\%$).

	Traubenertrag	Mostgewicht	Gesamtsäure
Sorte	14,1*	56,6*	76,7**
Düngung	0,2	14,4	1,2
Sorte × Düngung	2,7	3,4	3,6
Rest	83	25,6	18,5

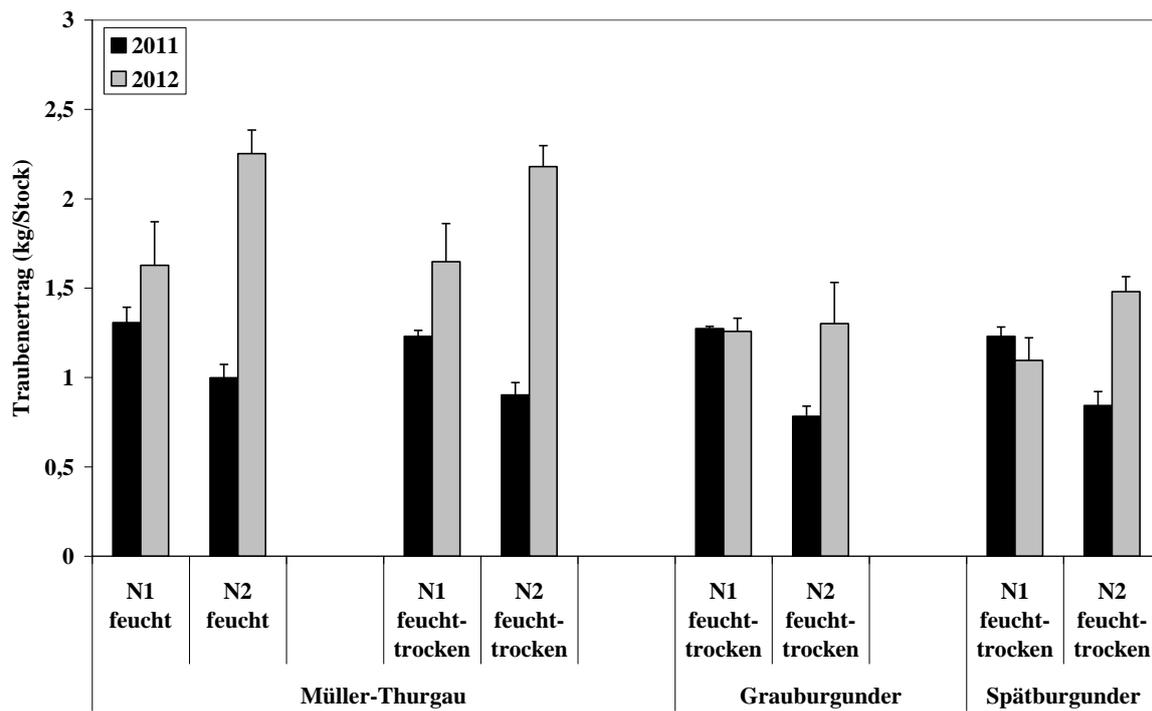


Abbildung 3-2: Traubenertrag (Jahrgang 2011 und 2012) des Gefäßversuchs

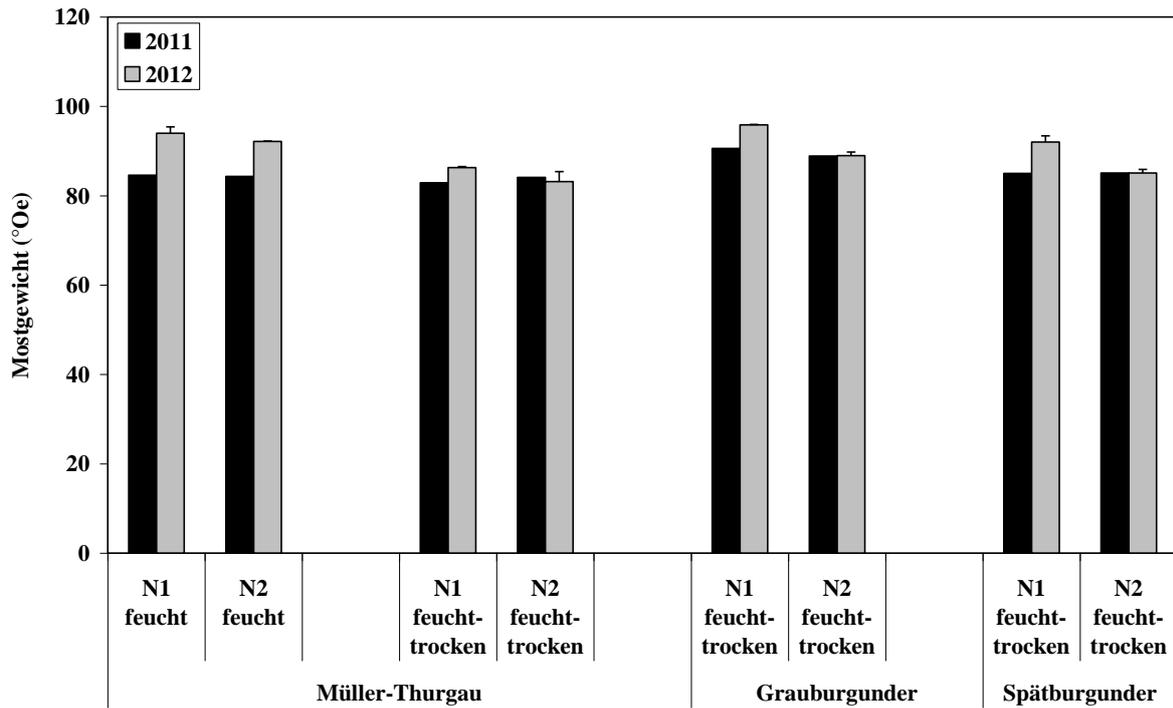


Abbildung 3-3: Mostgewichte (Jahrgang 2011 und 2012) des Gefäßversuchs

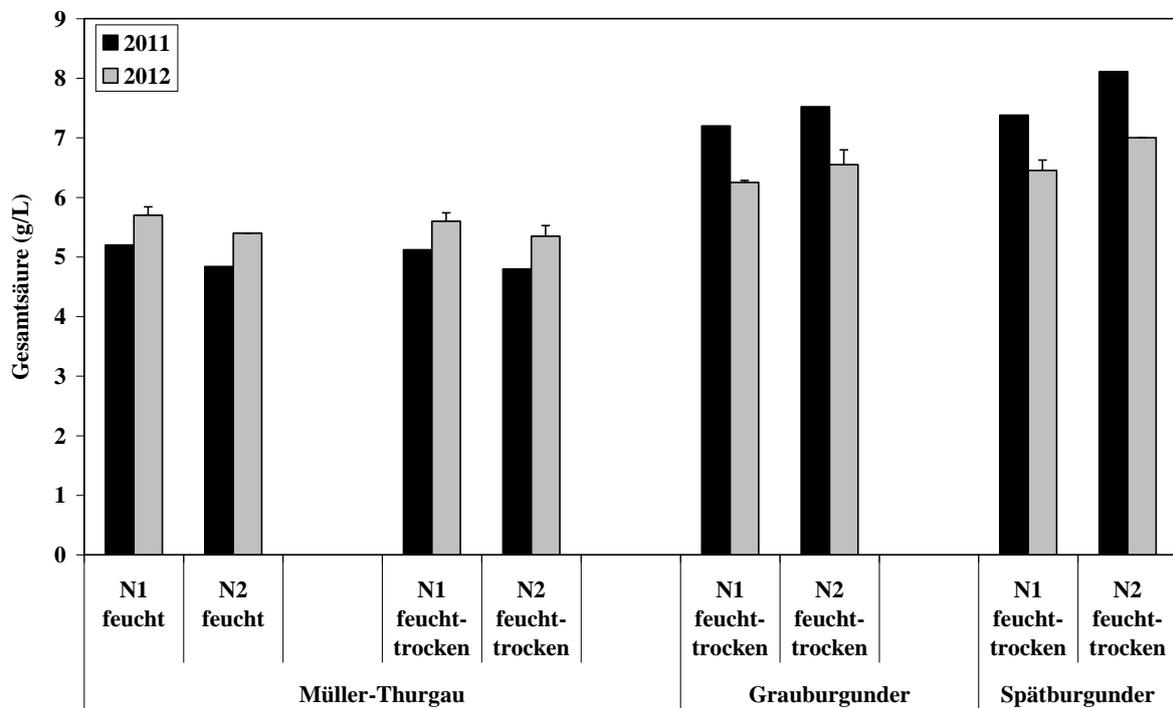


Abbildung 3-4: Gesamtsäure im Most (Jahrgang 2011 und 2012) des Gefäßversuchs

Stickstoffversorgung der Moste

Die Konzentration an Stickstoff im Most wird signifikant durch die Düngung beeinflusst. Die Sorte hatte bei diesem Versuch einen nicht signifikanten Einfluss auf die Einlagerung von Gesamt-N oder Aminosäuren-N in den Most.

Tabelle 3-2: Varianzanalytische Bewertung der Einflussfaktoren auf die Gesamtvariabilität der Gesamt-N Konzentration im Most. Zweifaktorielle Bewertung von Sorte und Düngung bei den Sorten Müller-Thurgau, Grauburgunder und Spätburgunder (Varianten feucht-trocken) sowie der Wechselwirkung und der Reststreuung. Das Signifikanzniveau der F-Werte ist mit Sternen gekennzeichnet (*: $p < 5\%$, **: $p < 1\%$, ***: $p < 0,1\%$).

	Gesamt-N	Aminosäuren-N
Sorte	11,5	6,6
Düngung	62,9**	61,2**
Sorte × Düngung	3,1	1,6
Rest	22,6	30,6

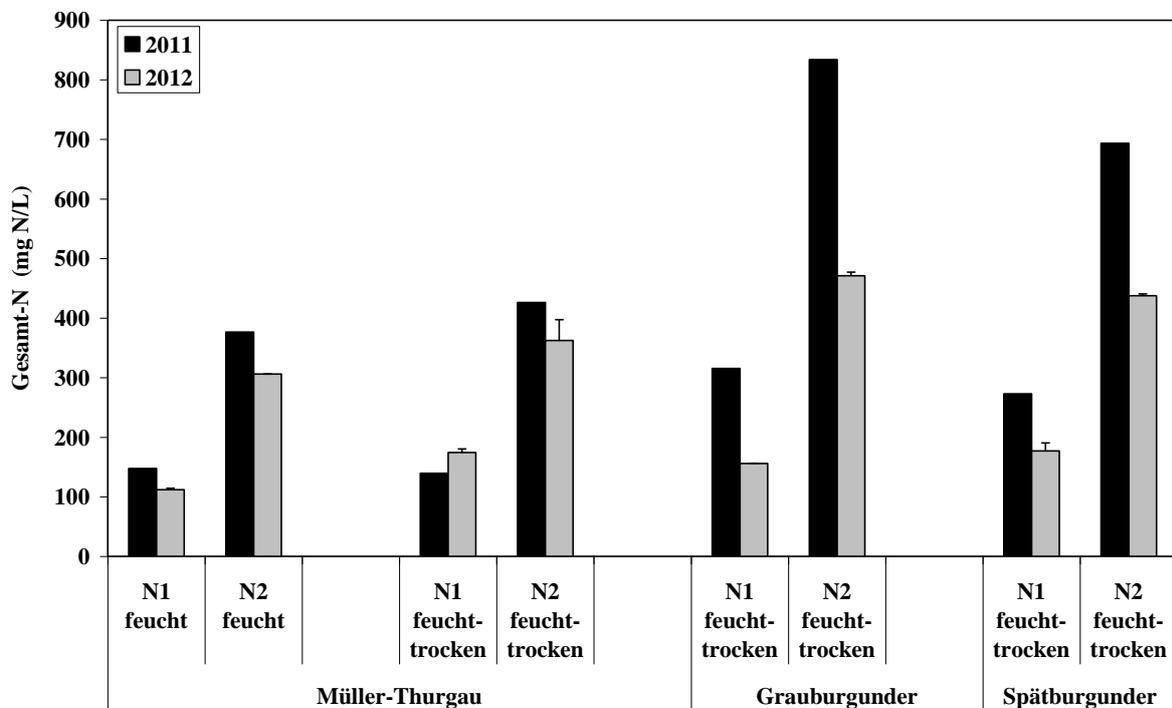


Abbildung 3-5: Konzentration an Gesamt-N in Mosten (Jahrgang 2011 und 2012) des Gefäßversuchs

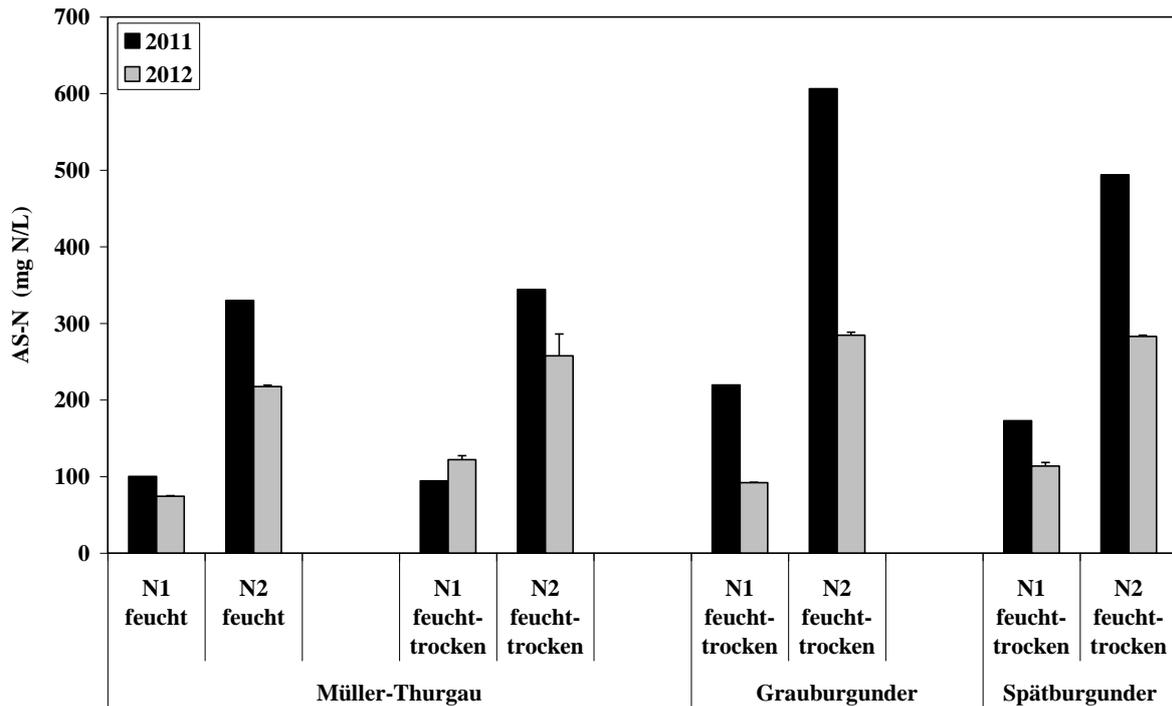


Abbildung 3-6: Konzentration an Aminosäuren-N in Mosten (Jahrgang 2011 und 2012) des Gefäßversuchs

Antioxidatives Potential

Bei diesem Versuch hatte weder die Sorte noch die Düngung einen signifikanten Einfluss auf das Antioxidative Potential. Aus der Literatur ist bekannt, dass ein hohes Antioxidative Potential die Bildung von UTA verringern kann (Hoenicke, 2002; Geßner et al., 1998, Geßner et al., 1999). Bei diesen Ergebnissen gab es keinen Zusammenhang zwischen Antioxidativem Potential und UTA und nur einen geringen negativen Zusammenhang zwischen Antioxidativem Potential und Fehlton. Durch ein höheres Antioxidatives Potential ist es möglich das Fehltonrisiko zu verringern, jedoch muss ein geringes Antioxidatives Potential nicht zwangsläufig zu Fehltonen führen.

Tabelle 3-3: Varianzanalytische Bewertung der Einflussfaktoren auf die Gesamtvariabilität des Antioxidativen Potentials im Most. Zweifaktorielle Bewertung von Sorte und Düngung bei den Sorten Müller-Thurgau, Grauburgunder und Spätburgunder (Varianten feucht-trocken) sowie der Wechselwirkung und der Reststreuung. Das Signifikanzniveau der F-Werte ist mit Sternen gekennzeichnet (*: $p < 5\%$, **: $p < 1\%$, ***: $p < 0,1\%$).

	ACW (mmol/L Ascorbinsäureäquivalent)
Sorte	45,8
Düngung	3,3
Sorte × Düngung	13,5
Rest	37,4

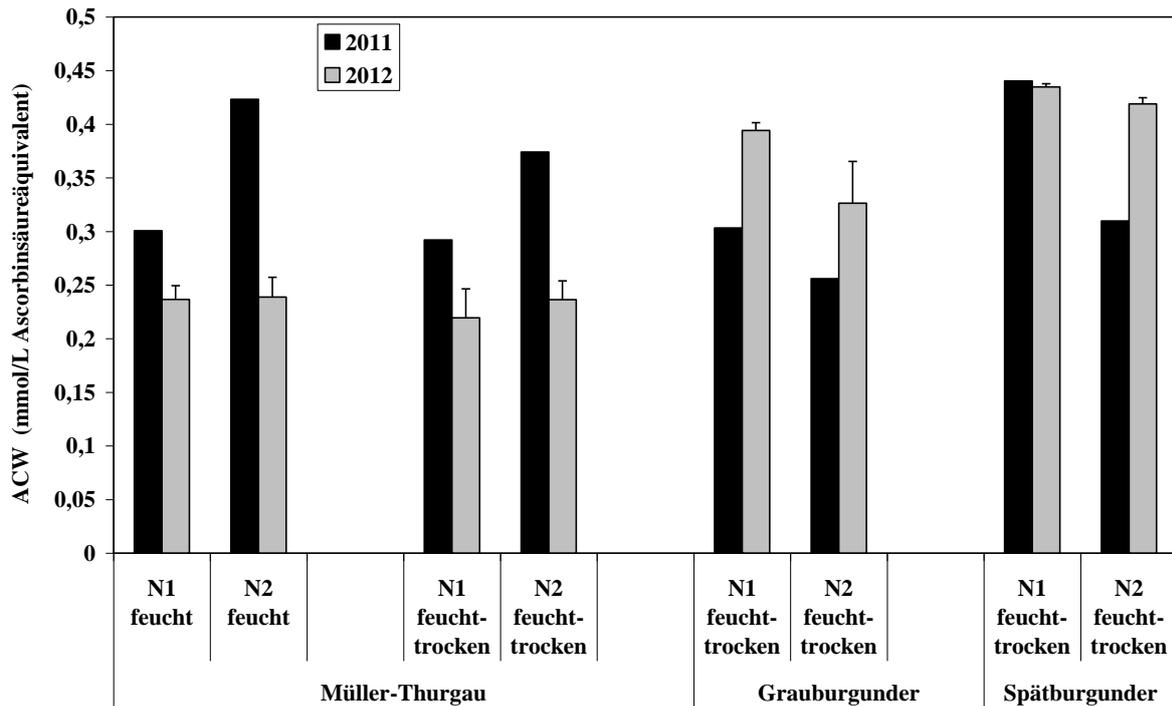


Abbildung 3-7: Antioxidatives Potential im Wein

Sensorik

Die Verkostungsergebnisse nach einer natürlichen Lagerung von einem Jahr sind in Abbildung 3-2 und 3-3 zu sehen. Zu erkennen ist, dass die Variante N2 feucht-trocken tendenziell stärker UTA zeigten als die Variante N1 feucht-trocken. Die Beobachtung, dass eine höhere Stickstoffdüngung zu mehr UTA führt konnte bereits durch Linsenmeier et al. (2007) gemacht werden. Jedoch steht dieses Ergebnis im Gegensatz zu den Ergebnissen von Geßner et al. (1995) die bei Stickstoffmangel im Most mehr UTA fanden.

Auch der Sachverhalt, dass Trockenheit beim und nach dem Weichwerden der Beeren die Bildung von UTA fördert ist in der Literatur erwähnt (Sponholz et al., 1997). Die Gefahr von UTA scheint bei einer hohen Düngung bei gleichzeitigem Wassermangel nach dem Weichwerden am höchsten zu sein. Die Ergebnisse bei Müller-Thurgau den früheren Versuchsergebnissen konnten bei den Burgundersorten bestätigt werden.

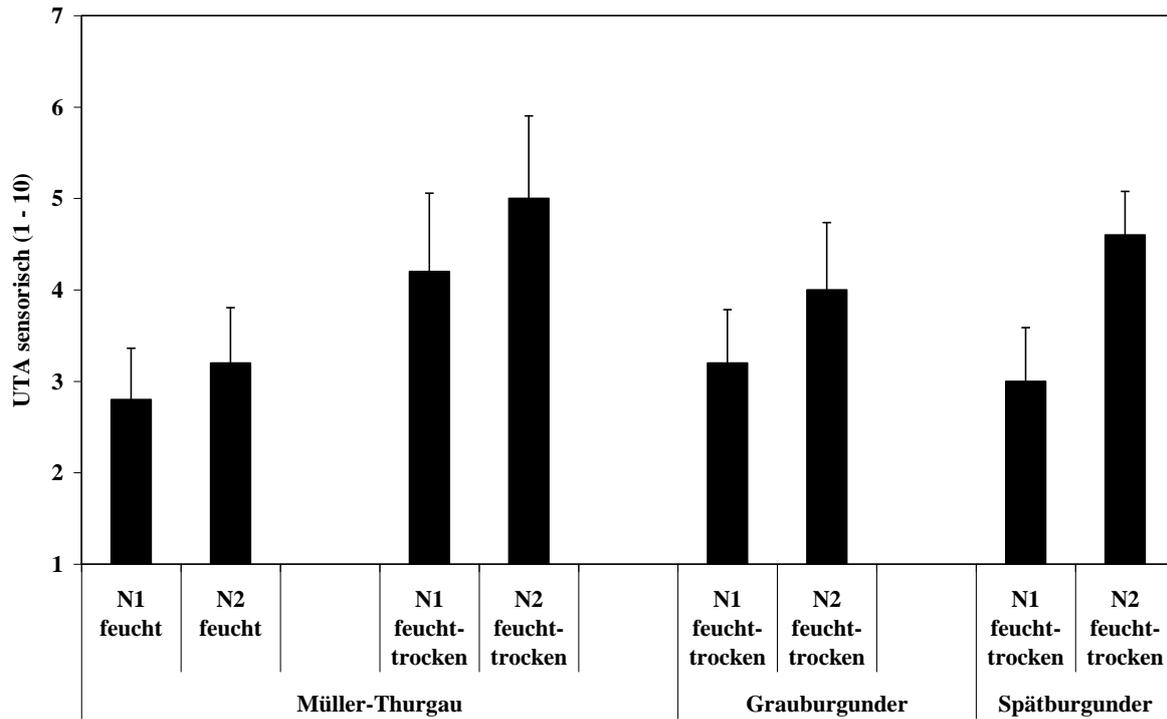


Abbildung 3-8: Sensorische Beurteilung des Attributs UTA bei den Weinen des Jahrgangs 2011 nach einer einjährigen Lagerung (Die Fehlerbalken stellen den Standardfehler der Verkoster dar).

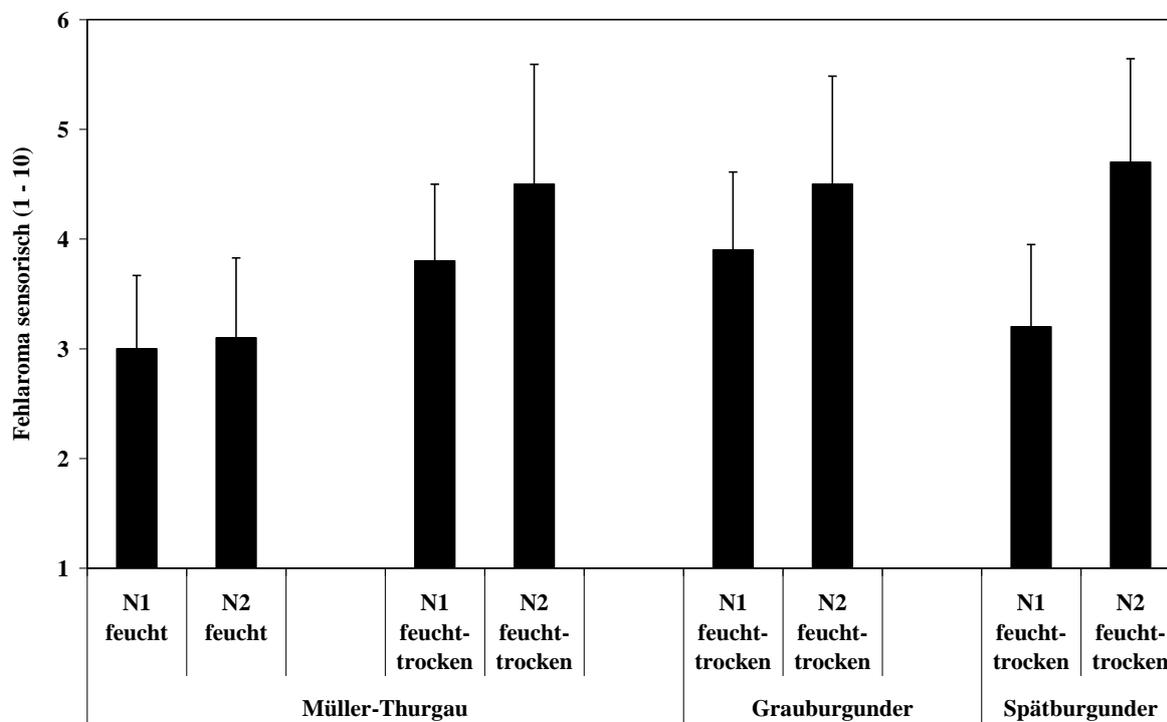


Abbildung 3-9: Sensorische Beurteilung des Fehlaromas bei den Weinen des Jahrgangs 2011 nach einer einjährigen Lagerung

3.2 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse

Sensorische Beurteilung der Weine

Es zeigte sich auch bei den Sorten Spätburgunder und Grauburgunder, dass die Variante feucht-trocken mit hoher Düngung (N2) höher mit dem Attribut UTA und Fehlton bewertet wurden. Dies bestätigt die Beobachtung aus der Arbeit „Untersuchungen zum Regelungsbedarf der Bewirtschaftung von Weinbergen am Beispiel der Entstehung der untypischen Alterungsnote bei Wein“. Dies passt auch zu der Ausführung von Sponholz et al. (1997), dass UTA-Jahre immer die waren, bei denen es beim Weichwerden der Trauben trocken wurde.

Für die Praxis bedeutet dies, dass Wassermangel beim oder nach dem Weichwerden der Trauben ein Problem darstellt. Verstärkt wird dieser Effekt durch eine hohe Düngung der Reben und damit einhergehend starkes vegetatives Wachstum. Wassermangel nach dem Weichwerden sollte durch geeignete weinbauliche Maßnahmen (Bodenbearbeitung, Abdeckung) oder durch eine Zusatzbewässerung vermieden werden. Ein zu starkes vegetatives Wachstum ist auf gefährdeten Standorten nicht anzustreben.

4 Zusammenfassung

Das Projekt beschäftigt sich mit der Bildung des Untypischen Alterungstons bei Weißwein bei unterschiedlichen weinbaulichen Maßnahmen. Die Versuche wurden in einem Gefäßversuch im Freiland mit Großcontainern durchgeführt. Dieser ermöglichte eine gezielte und differenzierte Wasser- und Nährstoffversorgung der Reben, um diese gezielt Stresssituationen auszusetzen. Gepflanzt wurden die Sorten Müller-Thurgau, Grauburgunder und Spätburgunder.

Es wurde ein Bewässerungsregime und zwei Düngestufen gewählt. Bei der Bewässerung wurde bis zum Reifebeginn ausreichen Wasser zugeführt und anschließend wurde die Wasserzufuhr reduziert um eine Stresssituation für die Reben zu erzeugen. Zusätzlich wurden zwei Düngestufen gewählt (25 kg N/ha und 75 kg N/ha).

Als Ergebnis konnte gezeigt werden, dass bei der hohen Düngestufe die Weine tendenziell höher mit dem Attribut UTA und Fehlton bewertet wurden. Dies war sowohl bei Müller-Thurgau als auch bei den Burgundersorten der Fall.

5 Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen; ggf. mit Hinweisen auf weiterführende Fragestellungen

Die angenommene Vermutung konnte mit dieser Arbeit beim Jahrgang 2011 bestätigt werden.

6 Literaturverzeichnis

1. Geßner, M., Köhler, H. J., Christoph, N. (1998): UTA im Wein, Möglichkeiten zur Vermeidung der Untypischen Alterungsnote. *Der Deutsche Weinbau* 18, 18-21
2. Geßner, M., Köhler, H. J., Christoph, N. (1999): Die „Untypische Alterungsnote“ im Wein, Teil VIII: Auswirkung von Inhaltsstoffen und Antioxidantien auf die Bildung von *o*-Aminoacetophenon. *Rebe Wein*, 52, 264-267
3. Geßner, M., Köhler, H. J., Christoph, N. , Bauer-Christoph, C., Miltenberger, R., Schnitt, A. (1995): Die "Untypische Alterungsnote" im Wein. Teil II: Beschreibende Verkostung von UTA-Weinen; Beziehungen zwischen Sensorik und chemisch-physikalischen Analysewerten. *Rebe und Wein*, 11, 388-394
4. Hoenicke, K. (2002): Untersuchungen zur Bildung von 2-Aminoacetophenon im Wein und Entstehung der ‚Untypischen Alterungsnote‘ (UTA). Dissertation Universität Hamburg
5. Hoenicke, K.; Simat, T.J.; Steinhart, H.; Christoph, N.; Geßner, M.; Köhler, H.J.; (2002): „Untypical aging off-flavor“ in wine: formation of 2-aminoacetophenone and evaluation of its influencing factors. *Anal. Chim. Acta* 458, 29-37.
6. Hühn, T. Sponholz, W. R., Bernath, K., Friedmann, A., Hess, G., Muno, H., Fromm, W. (1999): The influence of high-energy short-wave radiation and other environmental factors on the genesis of compounds affecting the wine quality in *Vitis vinifera* L. cv. Müller – Thurgau. *Vitic. Enol. Sci.*, 54 (4), S. 101 – 104
7. Köhler, H. J., Christoph, N. Geßner, M. Bauer-Christoph, C. (1995): Die „Untypische Alterungsnote im Wein“. III: Zusammenhänge zwischen dem Auftreten der „Untypischen Alterungsnote“ und dem Reifestadium der Trauben (Lesetermin). *Rebe & Wein*, 12, S. 424 – 430
8. Linsenmeier, A. (2007): Einfluss der Stickstoffversorgung der Rebe (*Vitis vinifera* L. cv. Riesling) auf den untypischen Alterungston. Dissertation Justus-Liebig-Universität Giessen
9. Löhnertz, O. (1996): UTA und Rebenernährung, Stress macht alt. *Das Deutsche Weinmagazin*, 18, S. 18 –23
10. Löhnertz, O., Schultz, H. R., Hünnecke, B., Linsenmeier, A. (2002): Weinbauliche Massnahmen zur Vermeidung von UTA. Internationale Vereinigung für Oenologie,

- Betriebsführung und Weinmarketing e.V., 13. Internationales Oenologisches Symposium, S. 215 - 228
11. Rapp, A., Versini, G., Engel, L. (1995): Nachweis und Bestimmung von 2-Aminoacetophenon in vergorenen Modelllösungen. *Vitis* 34 (3), S. 193 – 194
 12. Schaller, K.; 2000: Praktikum zur Bodenkunde und Pflanzenernährung. Geisenheimer Berichte Bd. 2.
 13. Schmid, J. (1997): Xylemflussmessungen an Reben. Geisenheimer Berichte, Dissertation Justus-Liebig-Universität Giessen
 14. Schultz, H. R., Deibel, M., Löhnertz, O., Bettner, W., Varadi, G., Versini, G. (2001): Is current level UV-B radiation influencing wine aroma components? Results from 5-years of field experiments. In: Innovationen in der Kellerwirtschaft. *Intervitis Interfructa*, S. 76 – 84, 2001
 15. Schwab, A., Peternel, M. et al. (1996): „Ursache der „Untypischen Alterungsnote im Wein“ Teil IV: Beeinflussung durch weinbauliche Maßnahmen.“ *Rebe und Wein*. 181 – 187
 16. Sponholz, W. R. Hühn, T., Großmann, M. (2001): Einfluss von Umwelt- und Substrateffekten auf die Bildung von wertbestimmenden Inhaltsstoffen. In: Innovationen in der Kellerwirtschaft. *Intervitis Interfructa* 2001, S. 98 – 112
 17. Sponholz, W. R., Hühn, T., Engelmann, A., Siben, A. (1997):. Mögliche Einflüsse weinbauliche Parameter auf die Ausbildung des „Untypischen Alterungstons“ bei Rieslingweinen. *Vitic. Enol. Sci.* 52, S. 41–50