



Abbildung 2-3: Gefäßversuch im Sommer 2007

Die beiden Rebsorten Müller-Thurgau Klon N 50 und Niagara wurden auf der Unterlage SO4 veredelt. Die Erziehungsform ist eine Drahtrahmenanlage mit Spalierziehung 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 (N0 und N1(50 kg N/ha))

Wasserhaushalt (feucht, feucht-trocken, trocken, trocken-feucht)

Einfluss der Strahlung (UVB-Erhöhung, UVB-Verringerung, Licht-Verringerung)

Die Aufteilung des Versuchsfeldes ist in Abbildung 2-1 dargestellt. Eine Variante beinhaltet 40 Großcontainer mit je 4 Wiederholungen.

		feucht N0	feucht N0	feucht N0	feucht N1	trocken N1	trocken N0
		Reihe					
Sorte	Gefäße	1	2	3	4	5	6
Müller-Thurgau	10	N0 feucht UVB erhöht	N0 feucht	N0 feucht ohne UVB	N1 feucht - trocken	N1 trocken	N0 trocken
	20						
	30	N0 feucht UVB erhöht	N0 feucht	N0 feucht ohne UVB	N1 feucht - trocken	N1 trocken	N0 trocken
	40						
	50	N0 feucht Licht vermindert	N0 feucht - trocken	N0 feucht UVB Kontrolle	N1 feucht	N1 trocken - feucht	N0 trocken - feucht
	60						
	70	N0 feucht Licht vermindert	N0 feucht - trocken	N0 feucht UVB Kontrolle	N1 feucht	N1 trocken - feucht	N0 trocken - feucht
	80						
Niagara	90	N0 feucht UVB erhöht	N0 feucht UVB erhöht	N0 feucht	N0 feucht	N0 trocken	N0 trocken
	95						

Abbildung 2-4: Einteilung des Versuchsfeldes des Gefäßversuchs

### Nährstoffversorgung

Die Düngungsstufe N1 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 2-5: Bewässerung der Tonnen über Tröpfchenbewässerung

### **Verringerung der pflanzenverfügbaren Strahlung**

Bei dieser Variante wird die komplette Laubwand mit einem Schattierungsnetz aus Polyäthylen (Firma Meyer, Rellingen) beschattet. Es wird eine Verringerung der Strahlung um ca. 20 % angestrebt.



Abbildung 2-6: Beschattung der Laubwand durch ein Netz

### **Verringerung der UVB-Strahlung**

Bei der Verminderung der UVB-Strahlung durch Folien ist es notwendig eine Kontrollvariante mit einer Folie, die sowohl pflanzenverfügbares Licht als auch UV-Licht durchlässt anzubringen, um klimatische Veränderungen hinter der Folie zu berücksichtigen. Zur Reduktion der UVB-Strahlung in der Traubenzone wurde die Polyesterfolie Hostaphan GUV 50 / 0,05 mm (Pütz Folien: Taunusstein-Wehen) verwendet. Als Kontrollfolie diente eine Nowoflon ET-Folie 0,05 mm dick (Nowofol: Siegsdorf).



Abbildung 2-7: Verringerung der UV-Strahlung durch Folien

### **Erhöhung der UVB-Strahlung**

Die Erhöhung der UVB-Strahlung wird mit UV-Röhren (Philips TL 40) durchgeführt. Es wird eine Erhöhung der Strahlung um ca. 20 % angestrebt. Vor den Lampen wurde eine Cellulosediacetat Folie angebracht (Di-Acetat N 50 / 0,05 mm, Pütz-Folien: Taunusstein-Wehen). Die Anbringung der Folie erfolgte in den Jahren 2006 wie in Abbildung 2-5 (A) gezeigt, während sie 2007 direkt vor den Lampen angebracht wurde. Die Folien mussten alle zwei Wochen gewechselt werden, da sie spröde und rissig wurden. Der Abstand der Lampen zur Laubwand betrug 80 cm. Bei der Sorte Müller-Thurgau wurden bei 40 Stöcken 16 Lampen angebracht, bei der Sorte Niagara bei 30 Stöcken 12 Lampen. Die Lampenlänge betrug 120 cm. Zwischen den Lampen war ein Abstand von 30 cm. Die Strahlungsstärke wurde mit einem UVB-Sensor (Skye, SKU 430 UVB-Sensor, Bandbreite 280 – 315 nm) bei Dunkelheit an verschiedenen Stellen in der Laubwand bestimmt. Aus den Einzelwerten wurde ein Durchschnitt errechnet. Die Bestrahlungsstärke der Lampen lag im Schnitt bei  $0,2 \text{ W/m}^2$ .

Die Erhöhung lag 2006 bei  $89 \text{ Wh/m}^2$  bei einer Belichtung vom 12.07 – 17.09.2006 und einer Beleuchtungsdauer von 3 – 11 h / Tag. Im Jahr 2007 wurden  $147 \text{ Wh/m}^2$  zwischen dem 14.06 – 03.09.2007 mit einer Dauer von 3 – 10 h / Tag zusätzlich beleuchtet. Dies entspricht 2006 einer Erhöhung um 14 % und 2007 einer Erhöhung um 23 % der natürlichen UVB-Strahlung gemessen in 2 Metern Höhe.



Abbildung 2-8: Erhöhung der UV-Strahlung durch UVB-Lampen

## 2.2.2 Freilandversuche

### Stickstoffversuch

Die Versuchsanlage wurde vom Weingut Schloß Vollrads bewirtschaftet. Es handelte sich um eine 1977 mit Riesling bepflanzte Anlage in der Gemarkung Oestrich-Winkel, Lage Greifenberg, Rheingau. Die Rebsorte Riesling Klon GM 239 wurde auf der Unterlage 5C veredelt. Zeilenbreite und Stockabstand betragen  $1,9 \times 1,3 \text{ m}$ . Die Erziehungsform war eine Drahtrahmenanlage mit Spaliererziehung und Pendelbogen. Das Anschnittniveau betrug 5 Augen/m<sup>2</sup>. Die Hangneigung betrug ca.  $10^\circ$  Richtung Süd-Ost.

Der Versuch wurde 1985 als randomisierte Blockanlage mit vierfacher Wiederholung angelegt, wobei die Höhe (0-150 kg N/ha) und der Zeitpunkt (Austrieb, Nachblüte) der N-Düngung variierten. Die Austriebsdüngung erfolgte mit Nitrophoska perfekt (15/5/20/2) und die Nachblütendüngung mit Kalkammonsalpeter (27,5%). Zur Ausgleichsdüngung (P, K, Mg) der Düngevarianten wurden Hyperphos und 50er Kali eingesetzt. 12 Düngevarianten waren damit wie in Abb. 1 auf 48 Einzelparzellen verteilt. Das gesamte Versuchsfeld war 0,65 ha

groß und alternierend begrünt. Zur Dauerbegrünung wurde 1987 in jede 2. Reihe die Sedamix-Mulchmischung III eingesät, wobei die begrünte Zeile seither nie umgebrochen wurde. Der Unterstockbereich wurde mit drei bis viermaliger mechanischer Bearbeitung offengehalten. Die offenen Gassen wurden pro Jahr etwa fünfmal gegrubbert, und in den begrünten Gassen wurde im Frühjahr das Schnittholz gehäckselt und pro Jahr vier- bis fünfmal gemulcht. Eine Parzelle war 125 m<sup>2</sup> groß, mit 48 Reben bei einem Standraum von 2,5 m<sup>2</sup> bestockt und betrug drei Stäckellängen über vier Rebzeilen. Die Probennahme erfolgte immer in den mittleren beiden Zeilen, um Randeffekte auszuschließen.

48	42	36	30	24	18	12	6
90/00	60/60	30/00	00/30	60/60	00/30	90/00	30/60
47	41	35	29	23	17	11	5
90/60	60/30	30/60	00/00	60/00	00/60	90/30	30/00
46	40	34	28	22	16	10	4
90/30	60/00	30/30	00/60	60/30	00/00	90/60	30/30
45	39	33	27	21	15	9	3
60/00	00/60	90/00	30/30	90/60	60/30	30/00	00/60
44	38	32	26	20	14	8	2
60/30	00/00	90/30	30/60	90/30	60/00	30/60	00/30
43	37	31	25	19	13	7	1
60/60	00/30	90/60	30/00	90/00	60/60	30/30	00/00

Abbildung 2-9: Einteilung des Versuchsfeldes des Stickstoffversuchs. Die Trauben der rot markierten Parzellen werden zu Wein ausgebaut.

### Harnstoffversuch

Angelegt wurde ein Steigerungsversuch unter Einsatz des Nährstoffes Folur in zunehmender Konzentration von 1 bis 3 % neben einer unbehandelten Kontrolle. Die Rebanlage wurde bereits zum Austrieb mit 44 kg N / ha mit Stickstoffmagnesia gedüngt.

### Anlagedaten

Lage            Geisenheimer Kläuserweg  
 Boden         Lößlehm, tiefgründig, nFk > 200 mm

Relief	12 – 14 % Steigung, Expos.SO	
Rebsorte	W. Riesling Kl.198 / 5 C, Anlage 1979	
Anlage	1,60 x 1,50 = 2,40 qm, Flachbogen, Anschnitt 7 – 8 Augen / qm	
Varianten	je 4 Zeilen a 40 Stock = 4 x 385 qm	
	V 0 = Kontrolle	V 2 = Folur 2%
	V 1 = Folur 1%	V 3 = Folur 3%

Die Blattdüngung wurde mit einem Wasseraufwand von 800 l/ha pro Behandlung mit einem praxisüblichen Pflanzenschutzgerät mit Umkehraxialgebläse durchgeführt. Bei einer Düsenbestückung mit 2 x 5 ATR Hohlkegeldüsen, einer Fahrgeschwindigkeit von 5,4 km/h und einem Systemdruck von 10 bar erreichten wir diese Vorgabe durch befahren jeder Gasse. Angestrebt war eine maximale Wassermenge ohne nennenswerte Abtropfverluste bei gleichzeitig langer Nassphase.

Die hohen Tagestemperaturen im August und Anfang September veranlassten zur Durchführung der Düngemaßnahme in den Abendstunden. Hoher Wasseraufwand und die Abendzeit gehen auf die Beobachtung zurück, dass der Öffnungszustand der Stomata und das Vorliegen von gelösten Salzen die Aufnahme applizierter Blattdünger positiv beeinflussen.

Die Platzierung der Applikationstermine zwischen Reifebeginn und früher Lesereife folgt dem Aufnahmepeak der Rebe. Mit einsetzender Veraison ist der Stickstoffbedarf der Rebe hoch.

Applikationstermine:

T1	Traubenschluss beendet, RS 80
T2	Reifebeginn, RS 81
T3	50 Oechsle
T4	65 Oechsle

Steigende Mengen von 8 – 24 l Folur wurden zu diesen vier Terminen in die Laubwand gesprüht, was einem N-Aufwand von 1,6 bis 4,8 kg N/ha je Behandlung entspricht. In der Summe aus 4 Behandlungen stiegen die ausgebrachten Stickstoffmengen von 6,4 kg (1%) über 12,8 kg (2%) bis 19,2 kg bei 3%-iger Lösung an. Bei 65° Oechsle wurden die Düngemaßnahmen beendet.

## **Stressanlage**

Es handelte sich um eine mit Riesling bepflanzte Anlage in Geisenheim, Rheingau. Die Zeilenbreite und Stockabstand betragen 2,0 x 1,3 m. Die Erziehungsform war eine Drahtrahmenanlage mit Spaliererziehung und Pendelbogen. Das Anschnittniveau betrug 6 Augen/m<sup>2</sup>. Die Anlage ist Ost-West gezeilt. Die Anlage ist 0,26 ha groß und dauerbegrünt. Die Begrünung wird nicht aufgebrochen, es wird ausschließlich gemulcht. Die Unterstockzone wird zweimal im Jahr mit Herbizid behandelt. Das Rebholz wird gehäckselt. Die Anlage wurde seit 20 Jahren nicht mehr gedüngt.

## **2.3 Ausbau der Weine**

Die Trauben wurden von Hand gelesen, abbeert 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 10 Liter Glasballons (2006) und 2007 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.

## **2.4 Analysen**

### **Aromastoffe (2-Aminoacetophenon, Indol, Skatol)**

Die Bestimmung der Aromastoffe erfolgt nach Rauhut und Kürbel (2002).

### **Indolessigsäure**

Die Bestimmung der Indolessigsäure erfolgte nach Linsenmeier (2006) basierend auf der Methode von (Hoenicke et al. 2001, 2002)

### **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).

### **Gesamtphenole**

Die Bestimmung erfolgte nach Ritter (1994) basierend auf Singleton und Rossi (1965).

Die Ergebnisse wurden auf (+)-Catechin berechnet.

### **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.

### **Traubenfarbe**

Anhand des CIELab-Systems wurde die Farbzusammensetzung intakter Beeren mit einem Minolta Spektralphotometer CM 3500 D untersucht. Es wurden pro Variante je 50 Beeren bestimmt.

### **Aromaanalyse**

Die Aromastoffe wurden durch eine Dichlormethan-Extraktion WG-2-19 (Ortega et al., 2001) und eine SPE-Extraktion WG-2-18 (Lopez et al., 2002) bestimmt. Die Analyse der Aromastoffe erfolgte im März 2007 zwei Monate nach der Flaschenfüllung der Weine.

### **Most und Weinanalysen**

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

### **Quantitativ beschreibende Sensorik**

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. Bei diesen Verkostungen dienten drei Weine ohne untypischen Alterungston, die mit 0 µg/l, 0,7 µg/l und 1,7 µg/l 2-Aminoacetophenon versetzt wurden als Standard.

Für die Sensorik der künstlich gealterten Weine erfolgte eine warme Lagerung bei 45° während 3 Tagen im Wärmeschrank. Anschließend wurden die Weine abgekühlt und sensorisch auf das Attribut UTA geprüft.

## 2.5 Phänologische Daten

Tabelle 2-1: Phänologische Daten in den Jahren 2006 und 2007 beim Gefäßversuch Müller-Thrugau

	2006	2007
Austrieb	29.4.	10.4.
Blüte	18.6.	27.5.
Erbsengröße	10.7.	18.6.
Reifebeginn	5.8.	22.7.
Lese Müller-Thrugau	19. / 20.9.	4. / 5. / 6.9.
Lese Niagara	27.9.	11.9.

Tabelle 2-2 Lesetermine der Freilandversuche

	2005		2006	2007		
Stickstoffversuch	17.10		10.10.	24.9		
Harnstoffversuch	12.10		4.10	17.9		
	früh	spät		früh	mittel	spät
Stressanlage	28.9	18.10	17.10	18.9	4.10	23.10

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse

##### 3.1.1 Abbau von Indolessigsäure

In Abbildung 3-1 ist deutlich zu erkennen, dass bei einer gesteigerten Zugabe von Indolessigsäure zu Wein nach einer warmen Lagerung die Konzentrationen an 2-Aminoacetophenon stark ansteigen. Erklärt wird dieses Phänomen dadurch, dass Indolessigsäure durch gekoppelte Oxidation zu 2-Aminoacetophenon abgebaut wird (Christoph et al., 1998, Rapp und Versini, 2002, Hoenicke, 2002). Bei der Oxidation von Sulfid zu Sulfat werden Superoxidradikale gebildet, die Indolessigsäure oxidieren, was zu einer Pyrrolringspaltung und im weiteren zur Bildung von AAP führt (Hoenicke, 2002). Eine Erklärung, dass in manchen Weinen trotz hoher Gehalte an Indolessigsäure kein 2-Aminoacetophenon gebildet wird, wird auf das Antioxidative Potential zurückgeführt. Hier wäre es sinnvoll weitere Versuche mit Zusatz von Ascorbinsäure oder anderen Radikalfängern durchzuführen, um das Antioxidative Potential des Weines anzuheben.

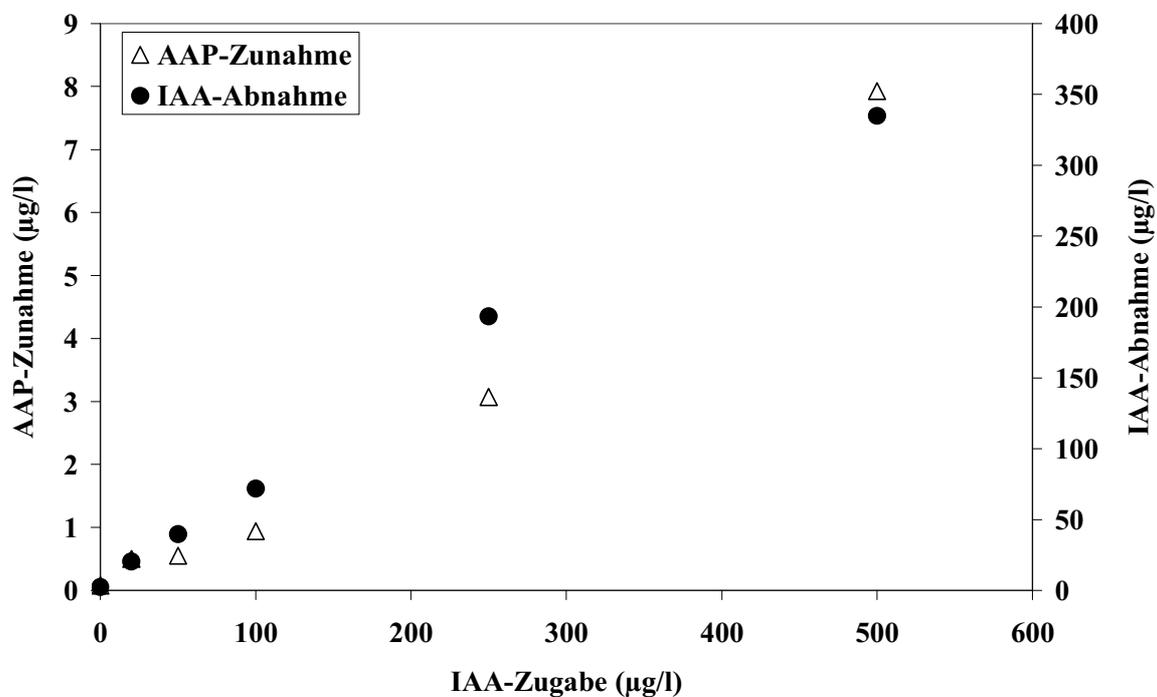


Abbildung 3-1: Abbau von Indolessigsäure und Zunahme an 2-Aminoacetophenon bei einer warmen Lagerung von Wein mit Zusatz von Indolessigsäure

### 3.1.2 Gefäßversuch Müller-Thurgau

#### Wasserbedarf der Reben

Der Wasserverbrauch der Rebe ist in Abbildung 3-2 dargestellt. Die feucht gehaltenen Varianten hatten einen Bedarf von 200 – 220 Litern in der Zeit vom Austrieb bis zur Lese. Der etwas höhere Verbrauch im Jahr 2006 ist sicherlich auf die enorm hohen Temperaturen im Juli 2006 zurückzuführen. Die Varianten trocken kamen mit sehr geringen Wassermengen aus. 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/m<sup>2</sup> (Schmid, 1997) während 85 Tagen. Bei einem Standraum von 2 m<sup>2</sup>/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.

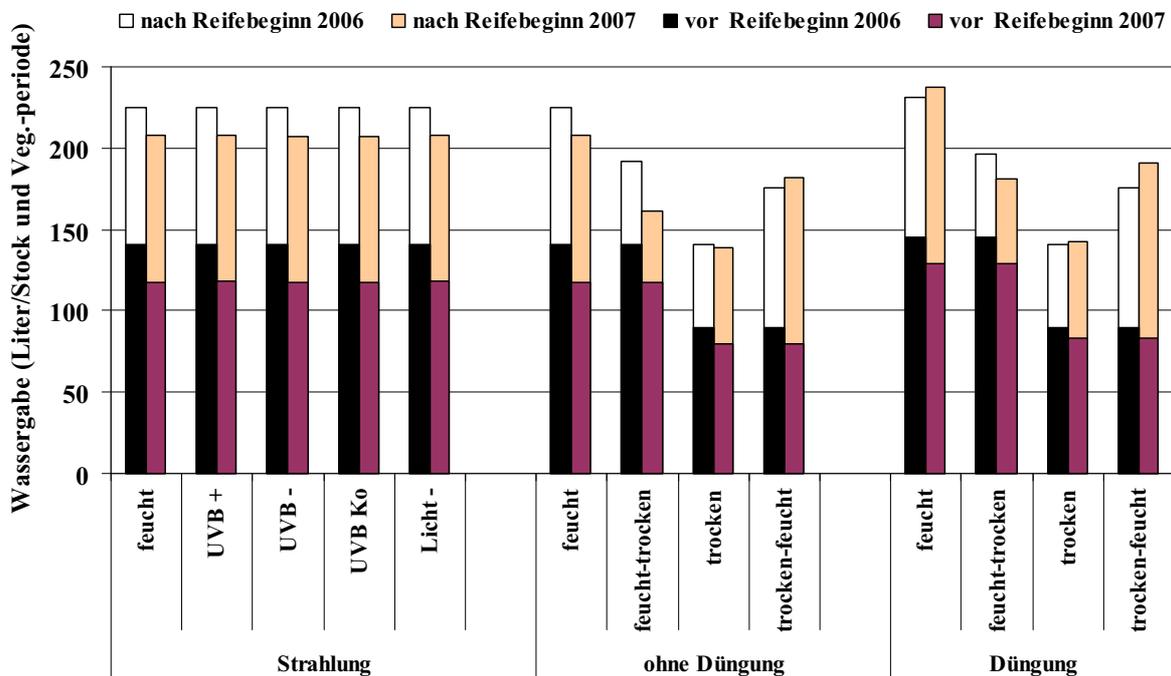


Abbildung 3-2: Wassergabe (Liter/Stock/Vegetationsperiode) während der Vegetationsperiode (Austrieb bis Lese) 2006 und 2007, Sorte Müller-Thurgau

## Veränderung der Beerenfarbe

Durch die unterschiedlichen Behandlungen wurde die Beerenfarbe deutlich verändert. Abbildung 3-3 zeigt die grüne Farbkomponente der Beeren, die durch eine Bestrahlung der

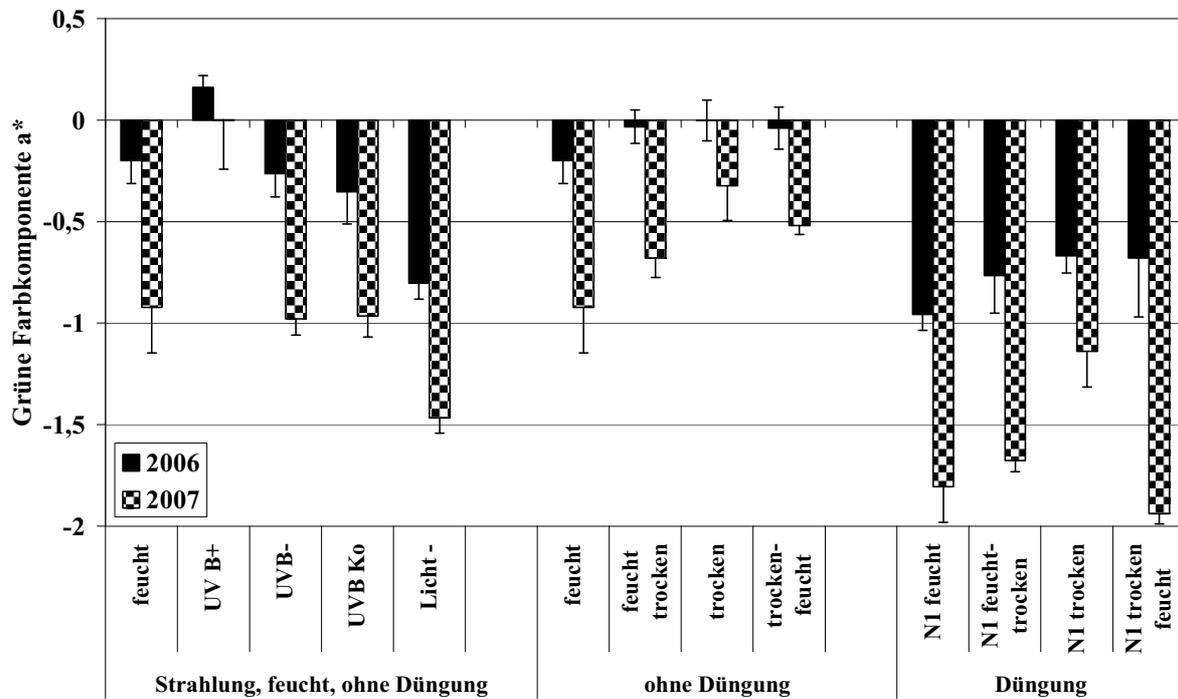


Abbildung 3-3: Spektrale Farbkomponenten von Beeren

A



B



Abbildung 3-4: Unterschiede in der Beerefarbe durch UV-Beleuchtung (A) und Verringerung der Strahlung mit einem Netz (B)

Beeren mit UV-Lampen deutlich reduziert ist gegenüber der Kontrolle (feucht) ohne Bestrahlung. Eine Zunahme der grünen Farbe kann auch durch die Stickstoffdüngung oder eine Beschattung (Licht -) erreicht werden.

### Ertragsdaten

Der Ertrag war 2006, im ersten Versuchsjahr, bei den verschiedenen Varianten noch sehr ähnlich und die Unterschiede nicht signifikant. Der Jahrgang 2007 zeigte eine deutlichere Unterscheidung der Erträge. Die gedüngten Varianten mit starker Bewässerung wiesen die höchsten Erträge auf. Ein ähnliches Bild zeigt sich beim Mostgewicht. Auch hier sind 2006 nur geringe Unterschiede zu beobachten. Auffallend ist der geringere Wert bei der Variante Licht -, was sich auch 2007 bestätigt. Weiterhin ist 2007 auffällig, dass die Varianten feucht-trocken sowohl bei der gedüngten als auch bei der ungedüngten Variante deutlich tiefere Werte zeigen.

Tabelle 3-1: Ertrag und Mostgewicht in den Mosten des Gefäßversuchs

Variante	Ertrag (kg/Stock)		Mostgewicht (°Oe)		
	2006	2007	2006	2007	
Strahlung	feucht	2,2 ± 0,10	3,1 ± 0,12	82,0 ± 1,0	77,5 ± 1,4
	UV B+	2,1 ± 0,06	3,2 ± 0,16	80,8 ± 0,7	76,5 ± 0,3
	UVB-	2,0 ± 0,07	3,2 ± 0,08	84,0 ± 0,7	76,5 ± 0,9
	UVB Ko	2,0 ± 0,04	3,1 ± 0,09	83,1 ± 0,5	76,3 ± 1,0
	Licht -	2,2 ± 0,15	2,9 ± 0,05	77,7 ± 0,6	71,8 ± 0,5
Düngung	feucht	2,2 ± 0,10	3,1 ± 0,12	82,0 ± 1,0	77,5 ± 1,4
	feucht - trocken	2,2 ± 0,02	3,0 ± 0,05	80,6 ± 0,6	70,5 ± 0,3
	trocken	1,7 ± 0,13	3,0 ± 0,07	83,6 ± 0,3	76,5 ± 0,3
	trocken - feucht	1,9 ± 0,10	3,0 ± 0,05	83,9 ± 1,1	80,5 ± 0,3
Düngung	N1 feucht	2,0 ± 0,09	4,1 ± 0,13	82,5 ± 0,4	71,4 ± 0,3
	N1 feucht - trocken	2,1 ± 0,17	4,0 ± 0,13	78,6 ± 1,6	63,0 ± 0,6
	N1 trocken	2,0 ± 0,08	3,3 ± 0,07	80,6 ± 0,2	71,3 ± 0,3
	N1 trocken - feucht	2,1 ± 0,06	3,5 ± 0,05	82,0 ± 0,8	77,5 ± 0,6

Bei der Gesamtsäure sind die deutlichsten Unterschiede zwischen den Bewässerungsvarianten zu sehen. Trockenheit bis zum Weichwerden der Trauben führt zu geringeren Gesamtsäuregehalten. In Freilandversuchen ist Trockenheit meist auch mit hohen Temperaturen verbunden und hohe Temperaturen führen zu einem stärkeren Abbau der Äpfelsäure. Bei den Gefäßversuchen war die Temperatur überall gleich, während nur die

Wasserversorgung der Rebe variierte. Somit kann der Gesamtsäureunterschied nicht nur auf eine Veratmung der Äpfelsäure zurückgeführt werden. Es könnte sein, dass die Bildung bei Trockenheit auch geringer ist.

Tabelle 3-2: pH-Wert und Gesamtsäure in den Mosten des Gefäßversuchs

Variante	pH		Gesamtsäure (g/l)		
	2006	2007	2006	2007	
Strahlung	feucht	3,2 ± 0,022	3,1 ± 0,008	6,5 ± 0,03	7,3 ± 0,32
	UV B+	3,2 ± 0,005	3,1 ± 0,003	6,4 ± 0,01	7,1 ± 0,08
	UVB-	3,2 ± 0,006	3,1 ± 0,011	6,5 ± 0,02	7,4 ± 0,12
	UVB Ko	3,2 ± 0,006	3,1 ± 0,001	6,5 ± 0,13	7,4 ± 0,07
	Licht -	3,2 ± 0,006	3,1 ± 0,001	6,8 ± 0,11	7,9 ± 0,13
ohne Düngung	feucht	3,2 ± 0,022	3,1 ± 0,008	6,5 ± 0,03	7,3 ± 0,32
	feucht - trocken	3,2 ± 0,011	3,1 ± 0,009	6,6 ± 0,15	7,3 ± 0,23
	trocken	3,2 ± 0,006	3,2 ± 0,002	5,4 ± 0,08	5,5 ± 0,02
	trocken - feucht	3,3 ± 0,004	3,2 ± 0,001	5,6 ± 0,01	5,9 ± 0,04
Düngung	N1 feucht	3,3 ± 0,004	3,2 ± 0,009	6,7 ± 0,19	7,6 ± 0,05
	N1 feucht - trocken	3,2 ± 0,016	3,2 ± 0,011	6,1 ± 0,07	7,4 ± 0,09
	N1 trocken	3,2 ± 0,000	3,2 ± 0,009	5,3 ± 0,01	5,8 ± 0,06
	N1 trocken - feucht	3,3 ± 0,006	3,3 ± 0,005	6,0 ± 0,09	6,2 ± 0,03

## 2-Aminoacetophenon

Abbildung 3-5 zeigt die Konzentration an 2-Aminoacetophenon im Wein nach einer einjährigen normalen Lagerung in der Flasche. Zu erkennen ist, dass die Werte unter dem Schwellenwert von 0,7 µg/l liegen. Deutlich zu erkennen sind die höheren Konzentrationen an AAP bei den hoch gedüngten Varianten, sowohl im Jahr 2006 als auch 2007. Diese stimmt mit den Ergebnissen von Linsenmeier (2006) auf Freilandversuchen überein.

Bei den ungedüngten Varianten hebt sich im Jahr 2006 deutlich die Variante trocken-feucht ab, während alle anderen Bewässerungsvarianten ohne Düngung deutlich tiefere Konzentrationen aufweisen. Dies kann mit den Ergebnissen von 2007 nicht bestätigt werden.

Der Einfluss der Bewässerung über diese zwei Jahre ist nicht eindeutig. Die in der Literatur besprochene Annahme, dass Trockenheit als eine Hauptursache für die Bildung von 2-Aminoacetophenon angesehen wird (Schwab et al., 1996, Rapp und Versini, 1995), kann mit diesen Ergebnissen nicht bestätigt werden. Trockenheit alleine führt nicht zwangsläufig zu erhöhten Gehalten an 2-Aminoacetophenon. Wassermangel in Verbindung mit einer hohen Stickstoffdüngung während der Vegetationsperiode führt jedoch in beiden Versuchsjahren zu erhöhten Gehalten an 2-Aminoacetophenon.

Die Variation der Strahlung ergab nur tendenzielle Unterschiede. Der Anstieg an 2-Aminoacetophenon mit erhöhter UV-Strahlung im Jahr 2006 passt zu den Ergebnissen von Hühn et al. (1999), die durch eine Wegnahme von UV-Strahlung geringere Gehalte an 2-Aminoacetophenon finden konnten. Jedoch waren in der Arbeit von Hühn et al. (1999) die Unterschiede viel deutlicher, was in den hier vorliegende Ergebnissen des Jahrgangs 2006 nur tendenziell und 2007 nicht bestätigt werden kann.

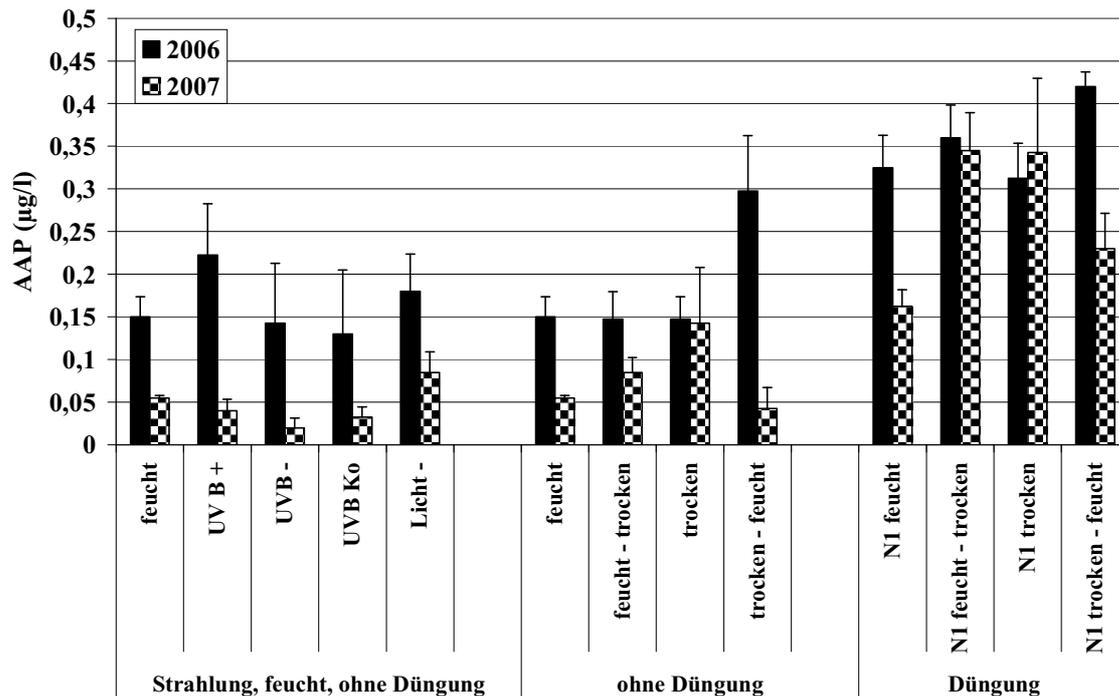


Abbildung 3-5: Konzentration an 2-Aminoacetophenon im Wein (Jahrgang 2006) nach einer einjährigen Lagerung

Die in der Literatur aufgezeigten Einflussfaktoren auf die Bildung von 2-Aminoactophenon:

- Stickstoffversorgung der Moste
- Antioxidatives Potential
- Indolesigsäure

werden im Folgenden besprochen.

## Stickstoffversorgung der Moste

Abbildung 3-6 zeigt die Konzentration an Gesamtstickstoff in den Mosten des Gefäßversuchs. Deutlich zu erkennen ist die Zunahme an Gesamtstickstoff bei den gedüngten Varianten (N1). Die Einlagerung bei den gedüngten Varianten bleibt in den Jahren 2006 und 2007 sehr ähnlich, während bei den ungedüngten Varianten die Konzentrationen im Jahr 2007 tiefer liegen. Dies zeigt, dass eine reduzierte Stickstoffversorgung in dem Gefäßversuch sehr schnell durch eine reduziert N-Einlagerung in die Trauben sichtbar wird, während dies im Freiland längere Zeit in Anspruch nimmt.

Bei den Varianten mit unterschiedlicher Bewässerung zeigt sich, dass ein Wechsel von trocken auf feucht beim Weichwerden der Trauben zu den höchsten Stickstoffkonzentrationen im Most führt.

Unterschiedliche UV-Bestrahlung der Trauben führte zu einer geringen Änderung der Gesamtstickstoffwerte. Eine Erhöhung der Gesamt-N Einlagerung ist bei der Wegnahme des Lichts durch Beschattung mit einem Netz zu erkennen.

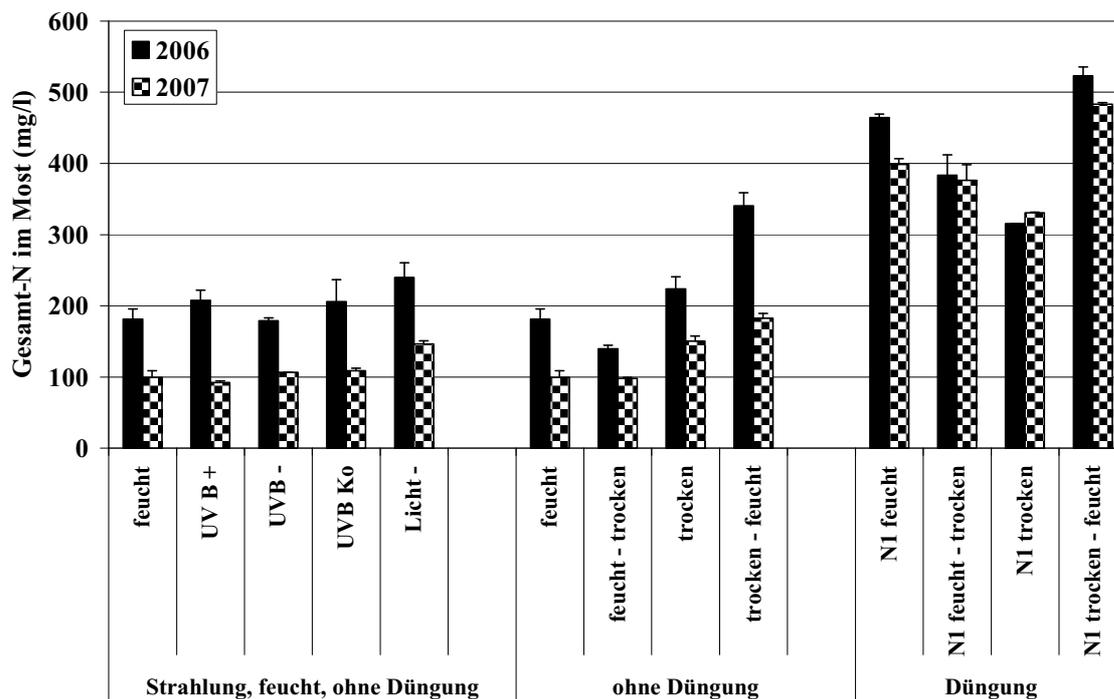


Abbildung 3-6: Konzentration an Gesamt-N in Mosten (Jahrgang 2006 und 2007) des Gefäßversuchs

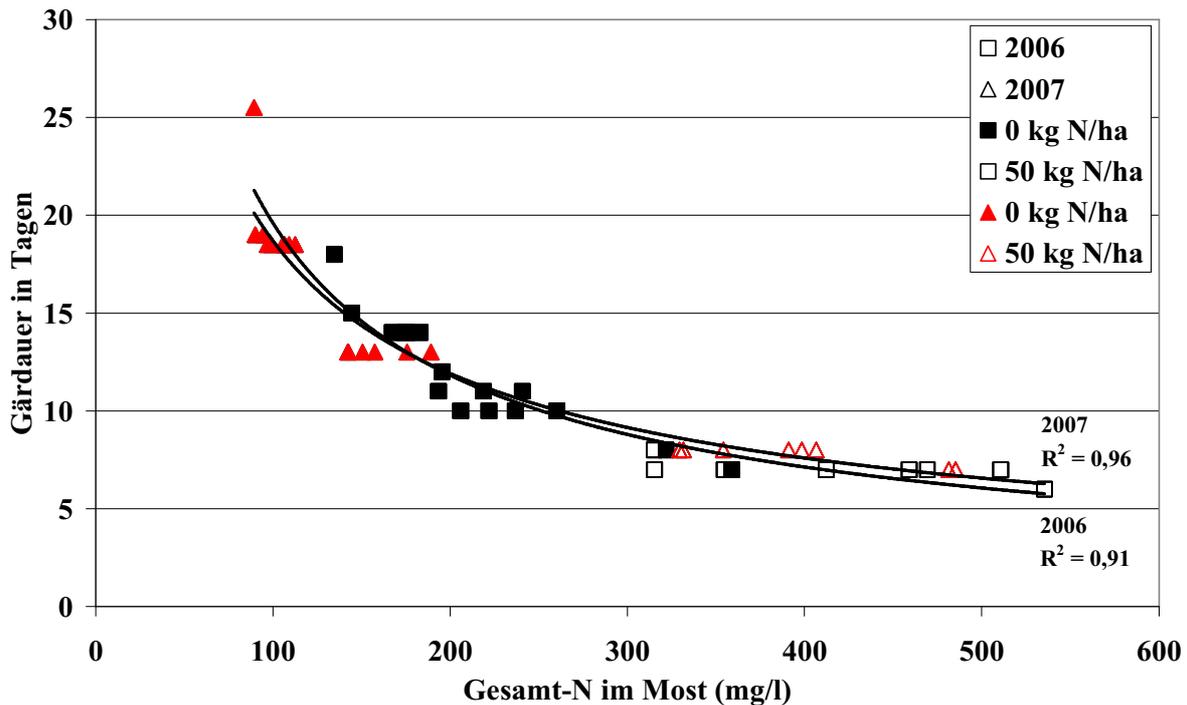


Abbildung 3-7: Zusammenhang zwischen Gesamt-N im Most und der Gärdauer der Weines

Den Zusammenhang zwischen Gesamt-N im Most und der Gärdauer zeigt Abbildung 3-7. Deutlich zu erkennen ist die erhöhte Gärgeschwindigkeit mit erhöhter Stickstoffeinlagerung. Den Zusammenhang zwischen Stickstoffversorgung und Gärverlauf wurde schon mehrfach aufgezeigt (Prior, 1997; Seiter, 2000; Sponholz et al. 2001). Obwohl wie in Abbildung 3-5 zu sehen eine geringe Düngung nicht zwangsläufig zu höheren 2-Aminoacetophenonwerten führt, können durch geringe Stickstoffgehalte verursacht durch mangelnde N-Düngung im Most Gärprobleme entstehen, die zu Restzucker oder Fehltonen wie Bockser (Rauhut, 1996) führen können.

Abbildung 3-8 zeigt, dass die 2-Aminoacetophenon-Konzentration im Wein mit der Konzentration an Stickstoff im Most zusammenhängt. Diese Ergebnisse bestätigen die Aussage von Linsenmeier (2006), der mit steigender Einlagerung von Stickstoff in Most höhere Konzentrationen an 2-Aminoacetophenon im Wein finden konnte. Jedoch steht dieses Ergebnis im Gegensatz zu den Ergebnissen von Sponholz et al. (2001) und Geßner et al. (1995) die bei Stickstoffmangel im Most höhere Gehalte an 2-Aminoacetophenon bzw. UTA fanden. Dies zeigt eindeutig, dass die Bildung von 2-AAP **nicht** durch einen **Mangel an Stickstoff im Most** verursacht wird. Durch die Ergebnisse des Jahrgangs 2007 wird diese Aussage noch untermauert, da die Einlagerung von Stickstoff in den Nicht-Gedüngten Varianten abnahm und die 2-Aminoacetophenonkonzentrationen ebenfalls zurückgingen.

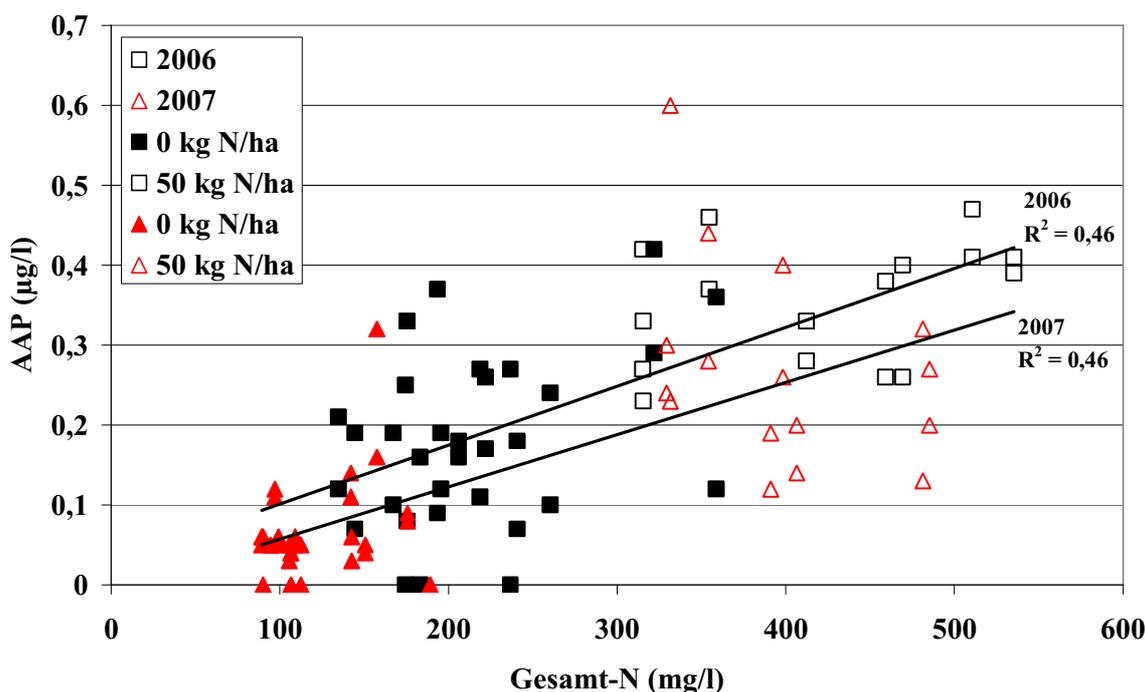


Abbildung 3-8: Zusammenhang zwischen Gesamt-N im Most und AAP im Wein beim Gefäßversuch des Jahrgangs 2006

### Antioxidatives Potential

Die Konzentration an Gesamtphenolen im Wein zeigt zwischen den Jahrgängen einen deutlichen Unterschied. Die Veränderung der Strahlung brachte 2006 nur geringe Unterschiede. Im Jahr 2007 waren die Gehalte in der Variante mit reduziertem Lichtgenuss durch die Netzabdeckung (Licht -) tiefer als die Gehalte in der Variante feucht. Sowohl 2006 als auch 2007 zeigt die Variante trocken-feucht mit und ohne Düngung die höchsten Phenoleinlagerungen.

Das antioxidative Potential der Weine des Jahrgangs 2006 ist in Abbildung 3-10 (A) aufgeführt. Hier zeigt sich, dass das antioxidative Potential des Weines von seinem Phenolgehalt beeinflusst wird.

Der Vergleich zwischen dem antioxidativen Potential im Wein und dem in den Trauben zur Lesereife zeigt, dass es hier keinen oder sogar einen umgekehrten Zusammenhang gibt. Die Werte in den Trauben sind deutlich höher und die Varianten mit geringem antioxidativen Potential zeigen im Wein verhältnismäßig höhere Werte. Es ist davon auszugehen, dass Substanzen, die in der Traube zu einem hohen antioxidativen Potential führen während der Weinbereitung verloren gehen.

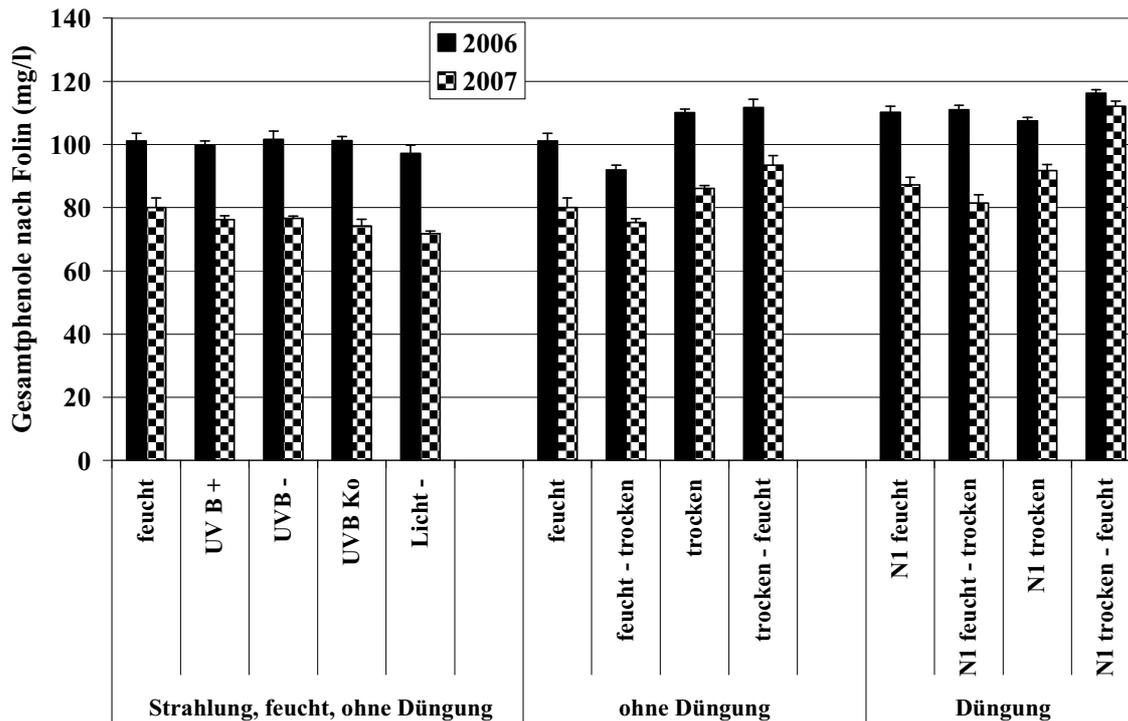


Abbildung 3-9: Gesamtphenolkonzentration im Wein nach der Abfüllung der Jahrgänge 2006 und 2007

Der Einfluss des antioxidativen Potentials auf die Bildung von 2-Aminoacetophenon ist in Abbildung 3-11 dargestellt. Dabei ist zu erkennen, dass mit steigendem antioxidativen Potential die Konzentration an AAP im Wein zunimmt. Dies steht im Gegensatz zu den Ergebnissen in der Literatur (Hoenicke, 2002; Geßner et al., 1998, Geßner et al., 1999).

Unter Umständen könnte das sehr geringe antioxidative Potential bei der Sorte Müller-Thurgau zwischen 0,1 und 0,25 mmol Ascorbinsäureäquivalent eine Rolle spielen. Vielleicht ist dies zu gering um eine mögliche Co-Oxidation von Indoleessigsäure zu 2-Aminoacetophenon zu verhindern. Rieslingweine haben ein höheres antioxidatives Potential, was ein Grund dafür sein könnte, dass diese Weine weniger anfällig gegen UTA sind.

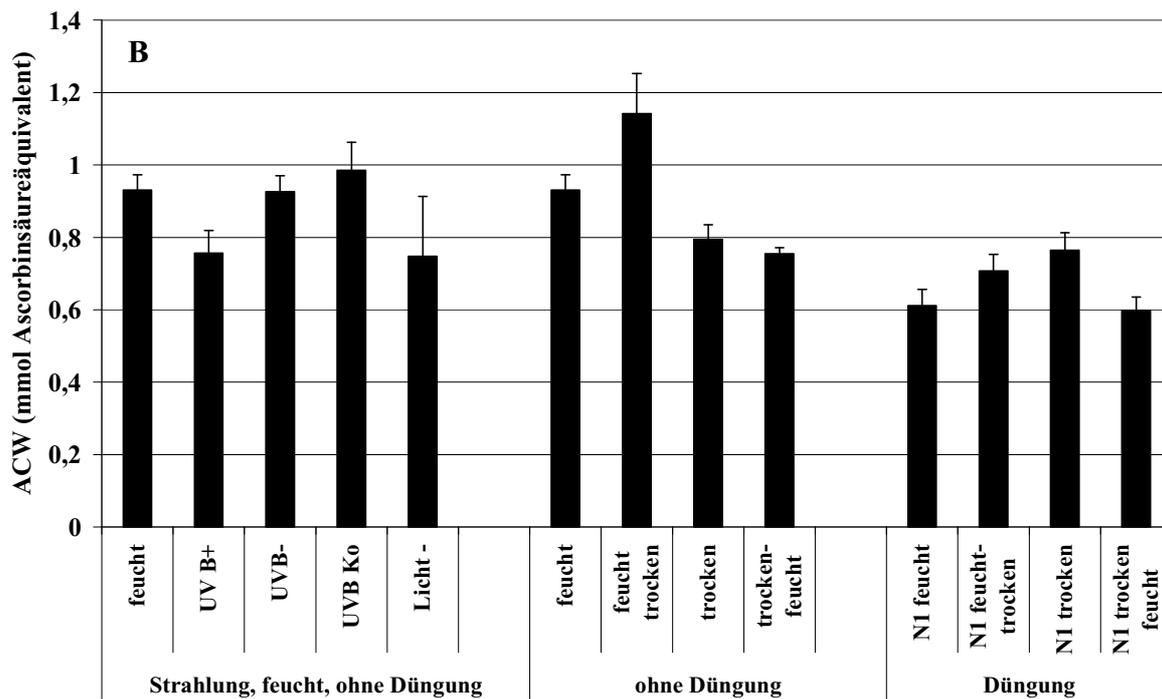
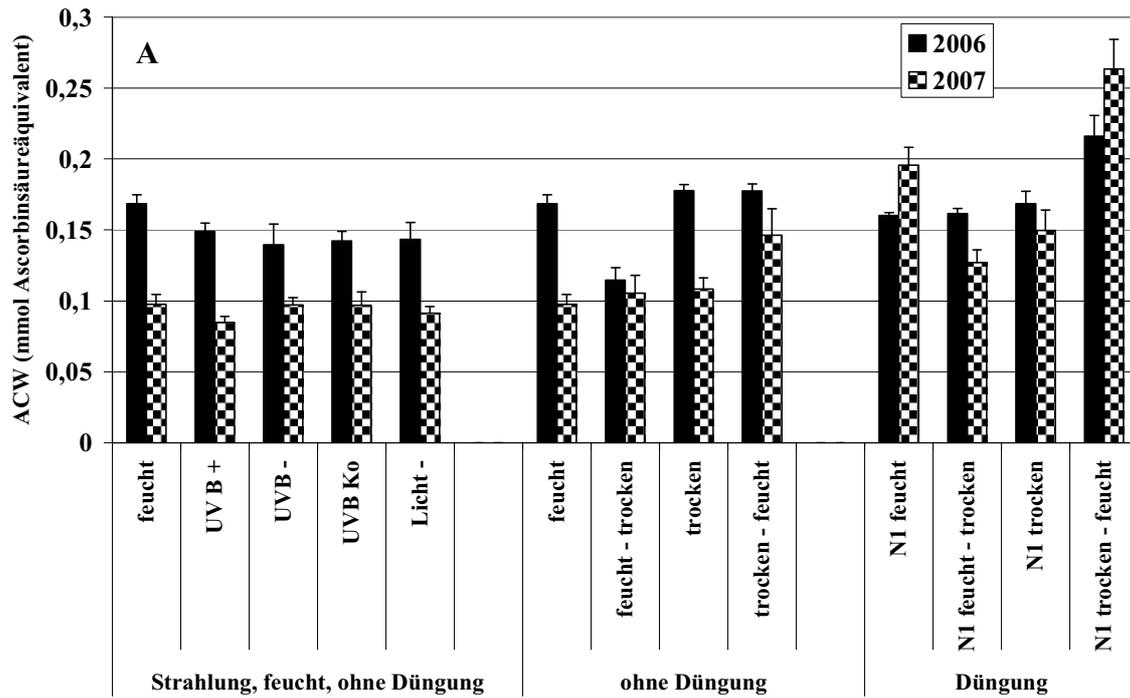


Abbildung 3-10: Antioxidatives Potential im Wein (A) und in Trauben bei Lesereife (B) des Jahrgangs 2006

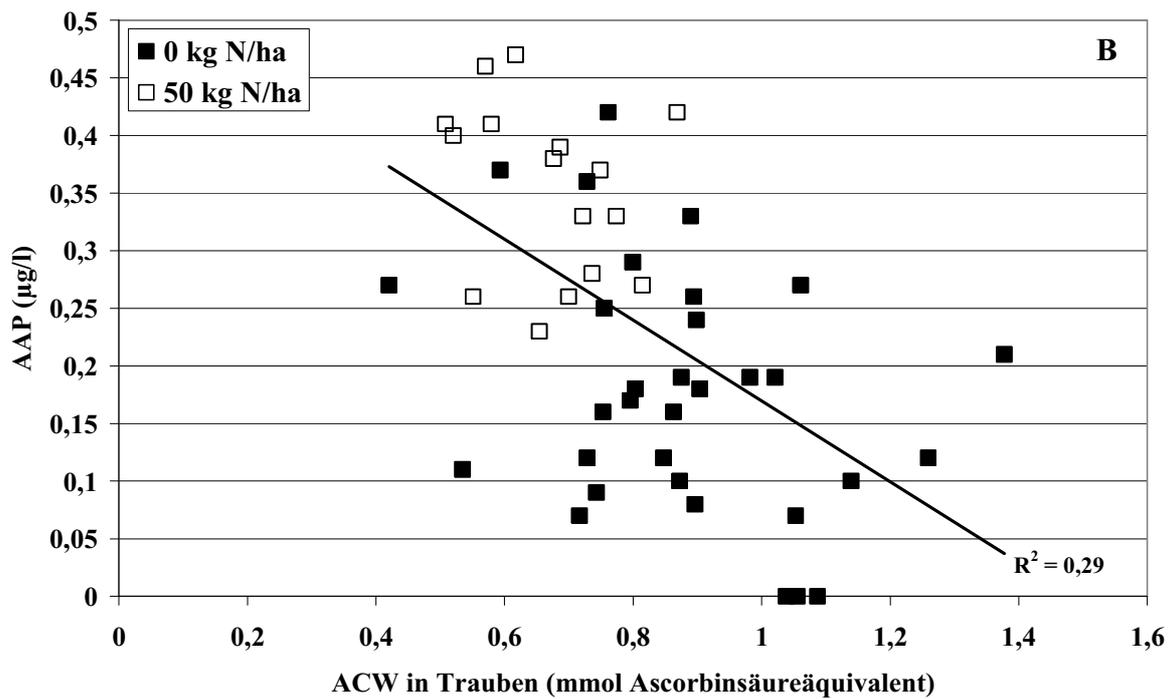
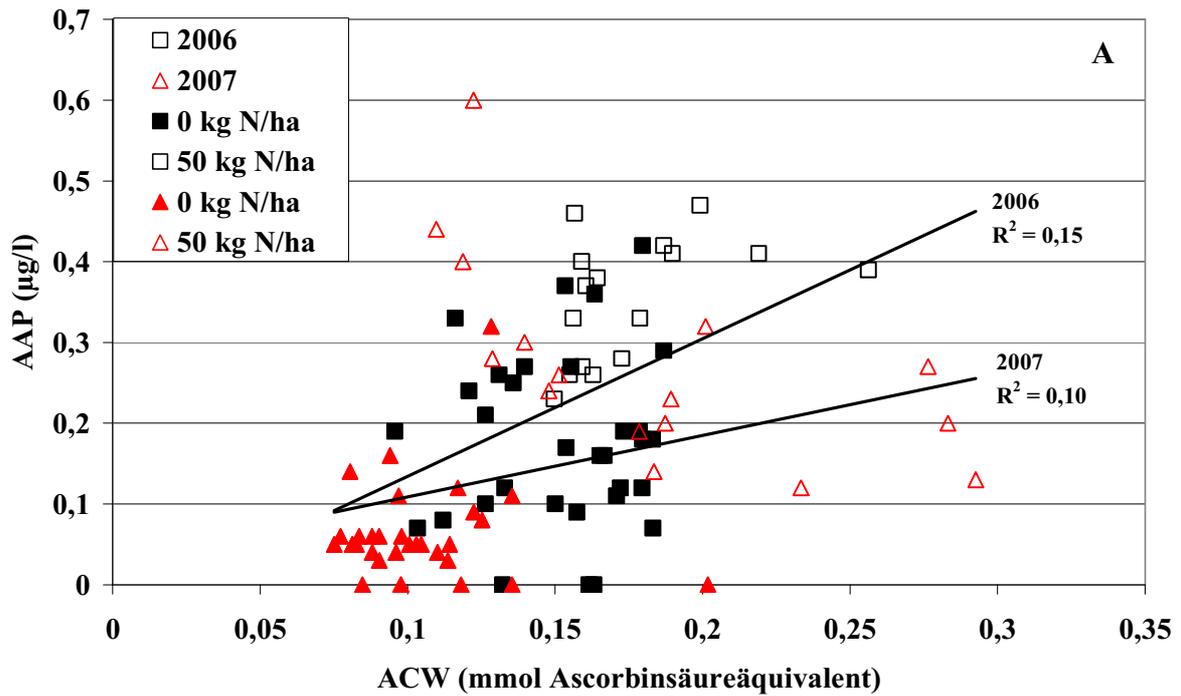


Abbildung 3-11: Zusammenhang zwischen dem Antioxidativen Potential im Wein (A) und dem Antioxidativen Potential in den Trauben zur Lesereife (B) und AAP im Wein

### Indolessigsäurekonzentration der Weine des Gefäßversuchs

Abbildung 3-12 zeigt die Konzentration an Indolessigsäure im Wein nach der Gärung. Der Jahrgang 2007 zeigt eine höhere Bildung von Indolessigsäure während der Gärung. Vor allem die Variante trocken-feucht ohne Düngung zeigt sehr hohe Konzentrationen. Die gebildeten Mengen sind mit den Ergebnissen aus der Literatur vergleichbar (Hönicke, 2002; Linsenmeier, 2007)

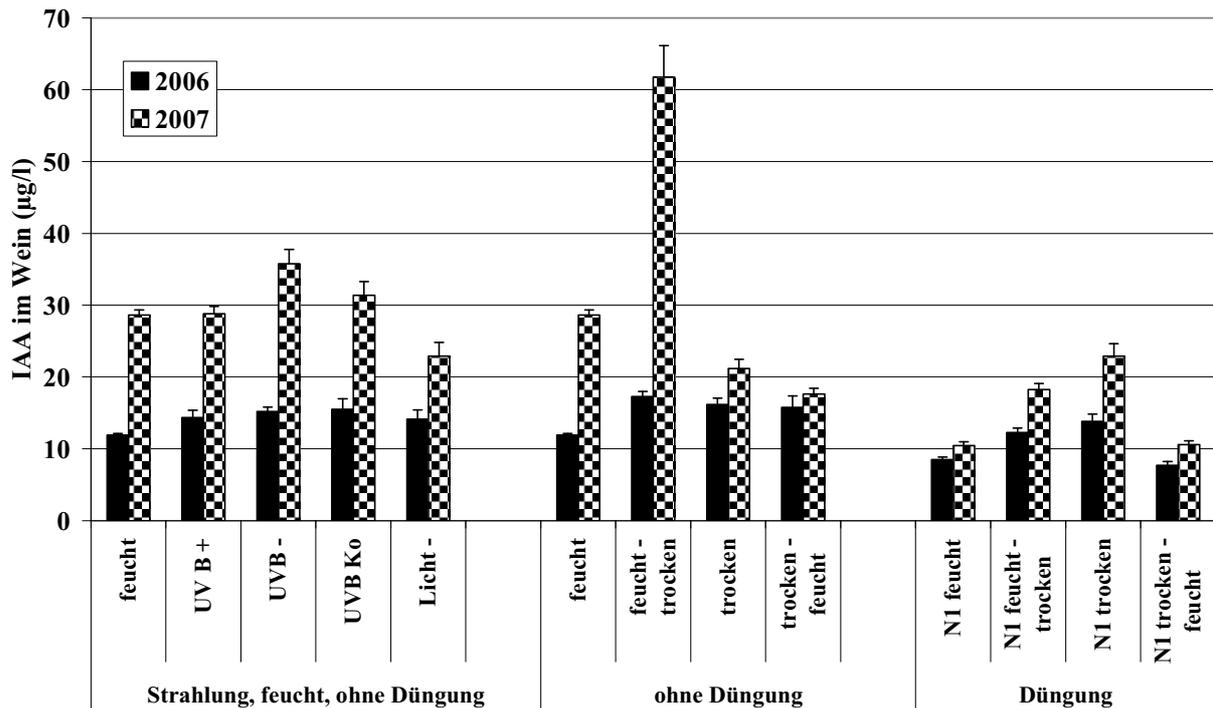


Abbildung 3-12: Konzentration an Indolessigsäure in Weinen (Jahrgang 2006 und 2007) nach der Gärung des Gefäßversuchs

Die gedüngten Varianten weisen im Vergleich zu den nicht gedüngten tiefere Werte auf. Dieser Zusammenhang ist in Abbildung 3-13 nochmals dargestellt. Sowohl im Jahr 2006 als auch 2007 ist ein Zusammenhang zwischen der Einlagerung von Gesamt-N im Most und der Bildung von freier IAA während der Gärung zu finden. Dies stimmt mit den Ergebnissen von Hoenicker et al. (2002) überein, die bei gut versorgten Mosten geringere Mengen an IAA nach der Gärung fanden im Vergleich zu schlechter versorgten Mosten.

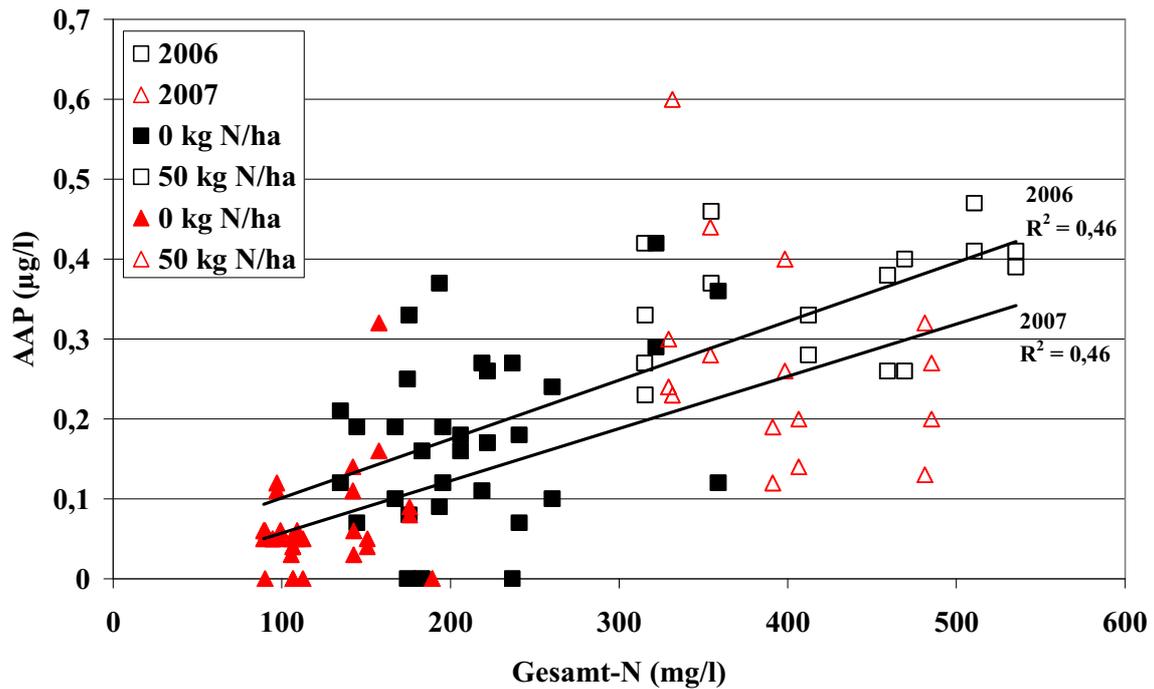


Abbildung 3-13: Zusammenhang zwischen Gesamt-N im Most und IAA im Wein nach der Gärung

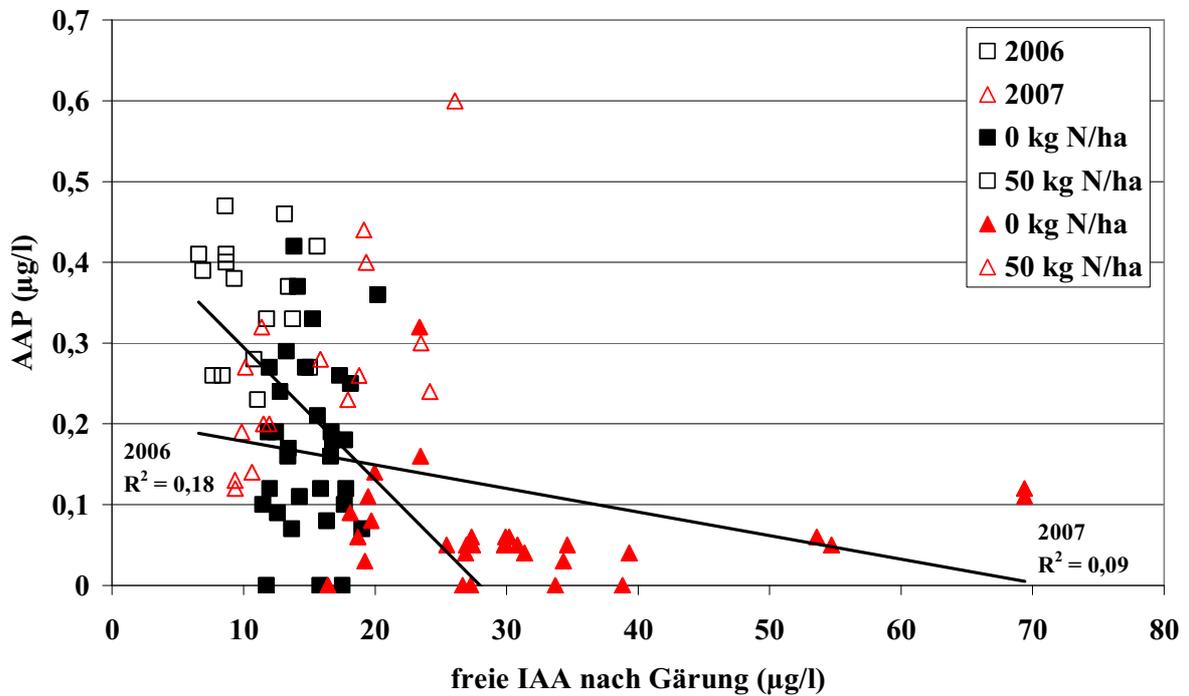


Abbildung 3-14: Zusammenhang zwischen dem Gehalt an freier IAA nach der Gärung und dem Gehalt an AAP im Wein nach Lagerung

Die in der Literatur beschriebene Bildung von Aminoacetophenon aus Indolessigsäure wäre bei den in Abbildung 3-12 gezeigten Konzentrationen von Indolessigsäure denkbar. In Abbildung 3-14 ist zu erkennen, dass kein Zusammenhang zwischen der Konzentration an Indolessigsäure nach der Gärung und der Konzentration von 2-Aminoacetophenon im Wein besteht. Linsenmeier (2006) konnte bei seinen Versuchen ebenfalls keinen Zusammenhang feststellen. Hoenicke (2002) fand mit steigenden Konzentrationen an IAA auch höhere Konzentrationen an AAP. Jedoch war der Zusammenhang nicht groß genug, um die Bildung von AAP alleine mit der Menge an IAA nach der Gärung zu erklären.

Bei Zusatz von Indolessigsäure zum gleichen Wein erfolgt mit steigender Zugabe auch eine stärkere Abnahme der Indolessigsäure während der Lagerung. Dieses Verhalten ist auch bei den Weinen aus den Gefäßversuchen zu beobachten. Bei hohen Konzentrationen an Indolessigsäure nach der Gärung ist auch eine starke Abnahme während der Lagerung zu beobachten (Abbildung 3-15). Eine erhöhte Bildung von 2-Aminoacetophenon bei hoher Abnahme von Indolessigsäure während der Lagerung kann im Gegensatz zum Modellversuch im Gefäßversuch nicht gefunden werden. Auch Weine, die einen starken Abbau der Indolessigsäure zeigen, können nur geringe Mengen an 2-Aminoacetophenon aufweisen (Abbildung 3-16).

Für die Bildung von 2-Aminoacetophenon scheinen somit bei diesem Versuch:

**der Gehalt an Indolessigsäure nach der Gärung**  
**die Abnahme der Indolessigsäure während der Lagerung**  
**und das antioxidative Potential des Weines**

keine Rolle zu spielen. Es könnte sein, dass die Menge an **Superoxidradikalen**, die im Wein entstehen für die Bildung von 2-Aminoacetophenon verantwortlich sind. Dieser Parameter wurde hier nicht untersucht. Ein Abbau von Indolessigsäure ist auch durch andere Radikale möglich. Hoenicke et al. (2002) zeigten den Abbau von Indolessigsäure durch Hydroxylradikale jedoch ohne Bildung von 2-Aminoacetophenon.

Außerdem überraschend ist die Tatsache, dass bereits nach der Füllung des Weines die freie Indolessigsäure abgebaut war. Es war von Interesse ob 2-Aminoacetophenon nach der Füllung während der Lagerung noch ansteigt. Aus diesem Grund wurde die Entwicklung bei einer Variante (trocken-feucht) verfolgt. In Abbildung 3-17 ist zu erkennen, dass die Konzentration an 2-Aminoacetophenon bis zur Füllung ansteigt und während der Lagerung

des Weines in der Flasche nochmals steigt. Die freie Indolessigsäure hat bis zur Füllung bereits stark abgenommen und verändert sich während der Lagerung nicht mehr stark. Die Frage, die sich hier stellt, ist, wie das Aminoacetophenon während der Lagerung entstanden ist. Es könnte sein, dass bis zur Füllung Indolessigsäure zu Vorstufen von 2-Aminoacetophenon abgebaut wurde und diese während der Lagerung vollständig zu 2-Aminoacetophenon umgesetzt wurden. Weiterhin wäre es möglich, dass gebundene Indolessigsäure während der Lagerung freigesetzt wird, die dann abgebaut werden kann.

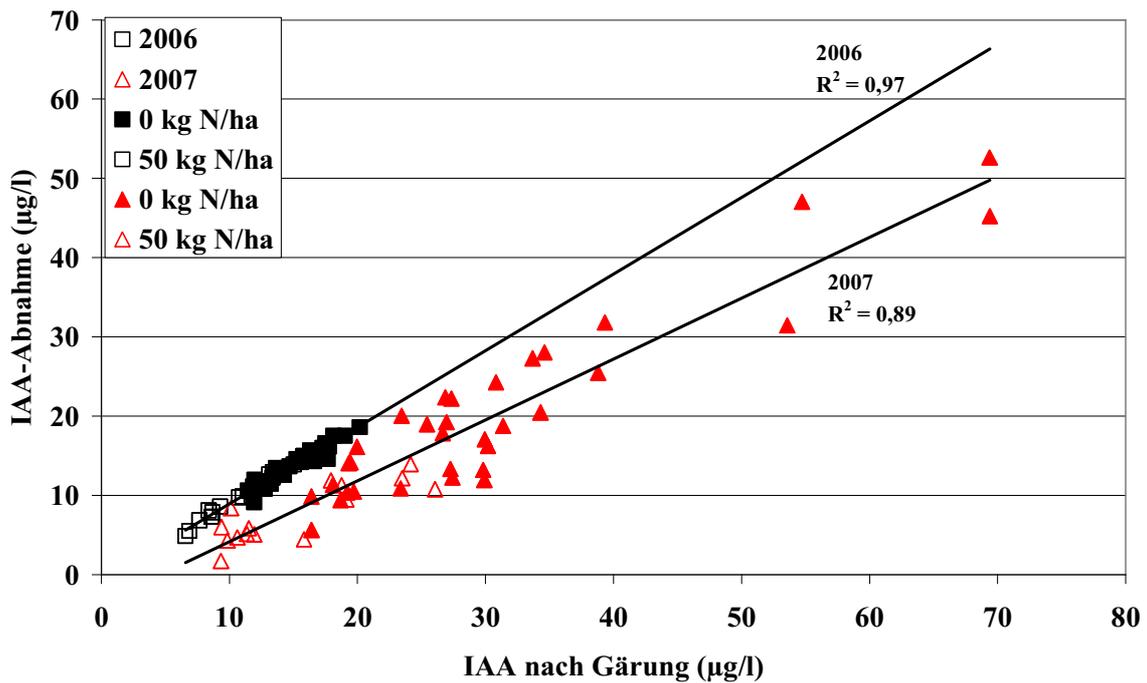


Abbildung 3-15: Zusammenhang zwischen dem Indolessigsäuregehalt nach der Gärung und der Abnahme während der Lagerung

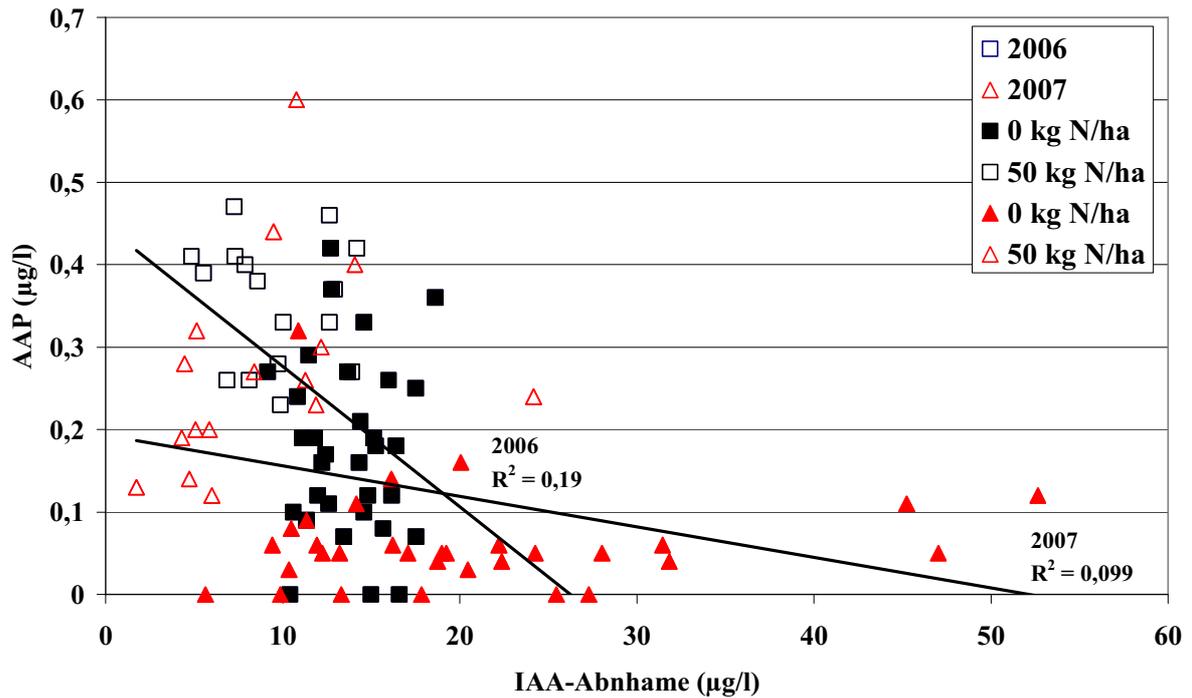


Abbildung 3-16: Zusammenhang zwischen der Abnahme an Indolessigsäure und der Bildung von 2-Aminoacetophenon

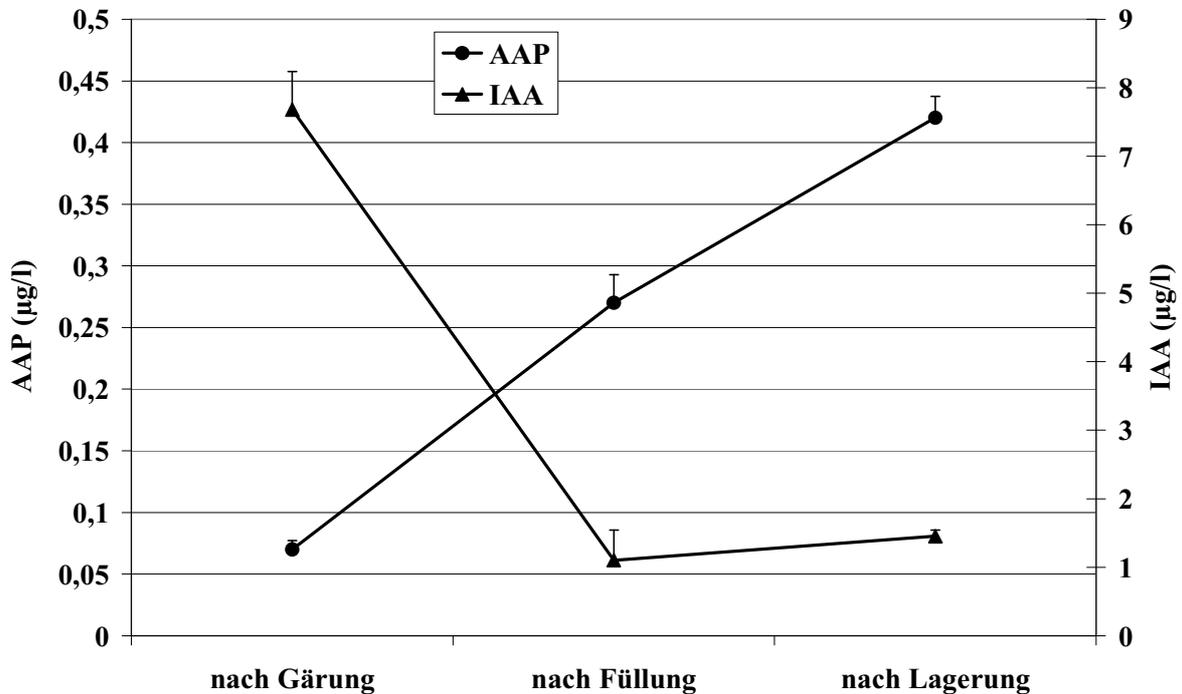


Abbildung 3-17: Entwicklung der Konzentration an 2-Aminoacetophenon und Indolessigsäure während des Ausbaus und der Lagerung des Weines (Variante trocken-feucht, Mittelwert aus 4 Wiederholungen)

## Sensorik

Die UTA-Bewertung der Weine nach einer künstlichen Alterung zeigt Abbildung 3-18 A. Die Weine des Jahrgangs 2007 wurden stärker mit UTA bewertet als die Weine des Jahrgangs 2006. Im Jahr 2006 gab es keinen Zusammenhang zwischen der Konzentration an 2-Aminoacetophenon und der Ausprägung der UTA Note (Abbildung 3-18 B).

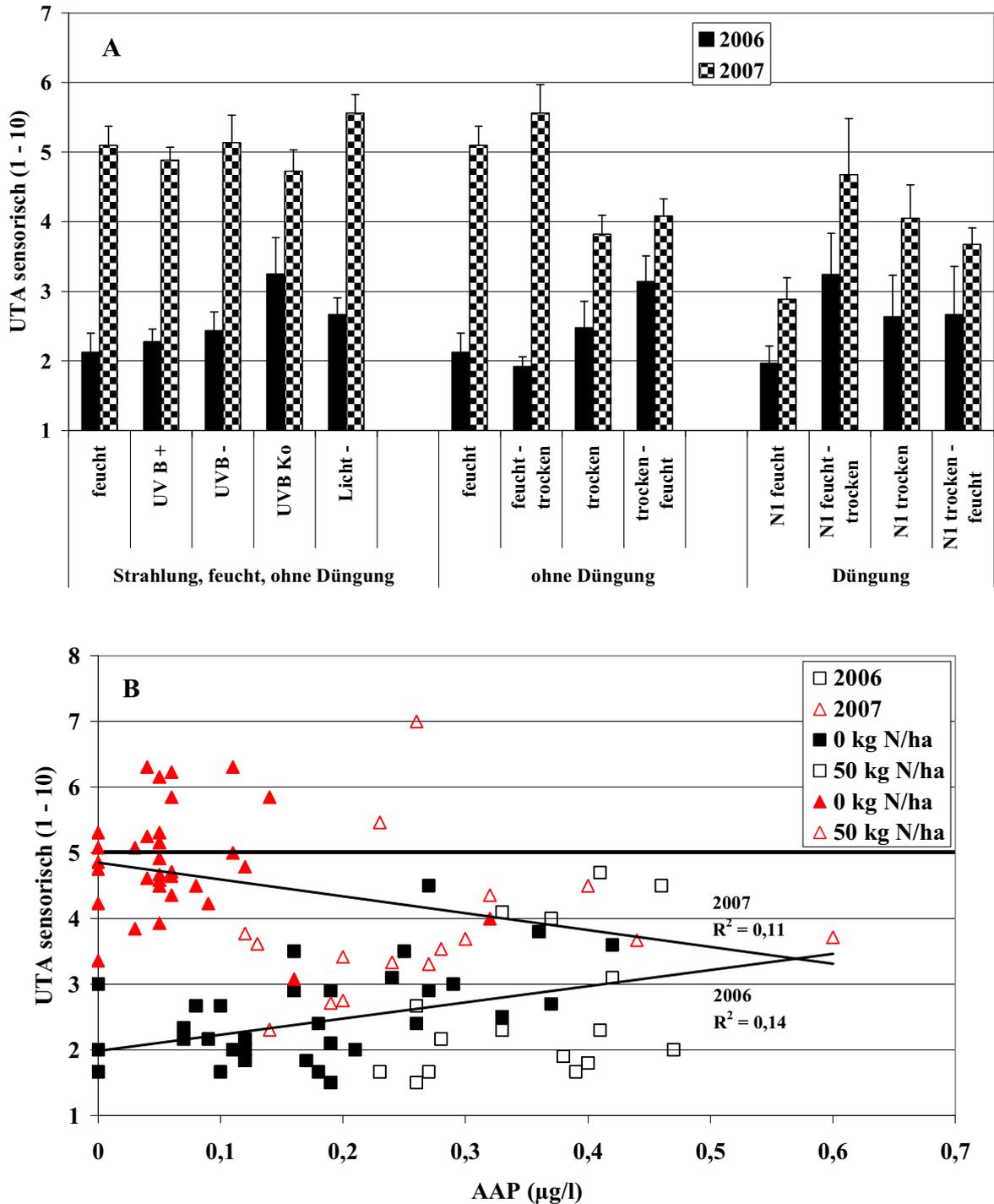


Abbildung 3-18: Sensorische Bewertung der Weine nach einer einjährigen Lagerung

Dies liegt sicherlich daran, dass sich die Konzentrationen an 2-Aminoacetophenon deutlich unter dem Geruchsschwellenwert befinden. Auffallend ist, dass es auch bei geringen Konzentration an 2-Aminoacetophenon Weine gibt, die sensorisch mit deutlichem UTA (Bewertung größer 5) beschrieben werden.

Die Verkostungsergebnisse nach einer natürlichen Lagerung von einem Jahr sind in Abbildung 3-19 A zu sehen. Zu erkennen ist, dass nur die Variante N1 feucht-trocken deutlich als UTA (Bewertung größer 5) erkannt wurde. Die Beobachtung, dass eine höhere Stickstoffdüngung zu mehr UTA führt konnte bereits durch Linsenmeier et al. (2007) gemacht werden.

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). Überraschenderweise scheint die Trockenheit nach dem Weichwerden bei einer unterlassenen Stickstoffdüngung bei diesen Versuchen keine Rolle auf die UTA-Ausprägung zu haben. Der geringe Zusammenhang von 2-Aminoacetophenon und UTA (Abbildung 3-19) kann auf die niederen Konzentrationen an 2-Aminoacetophenon zurückgeführt werden.

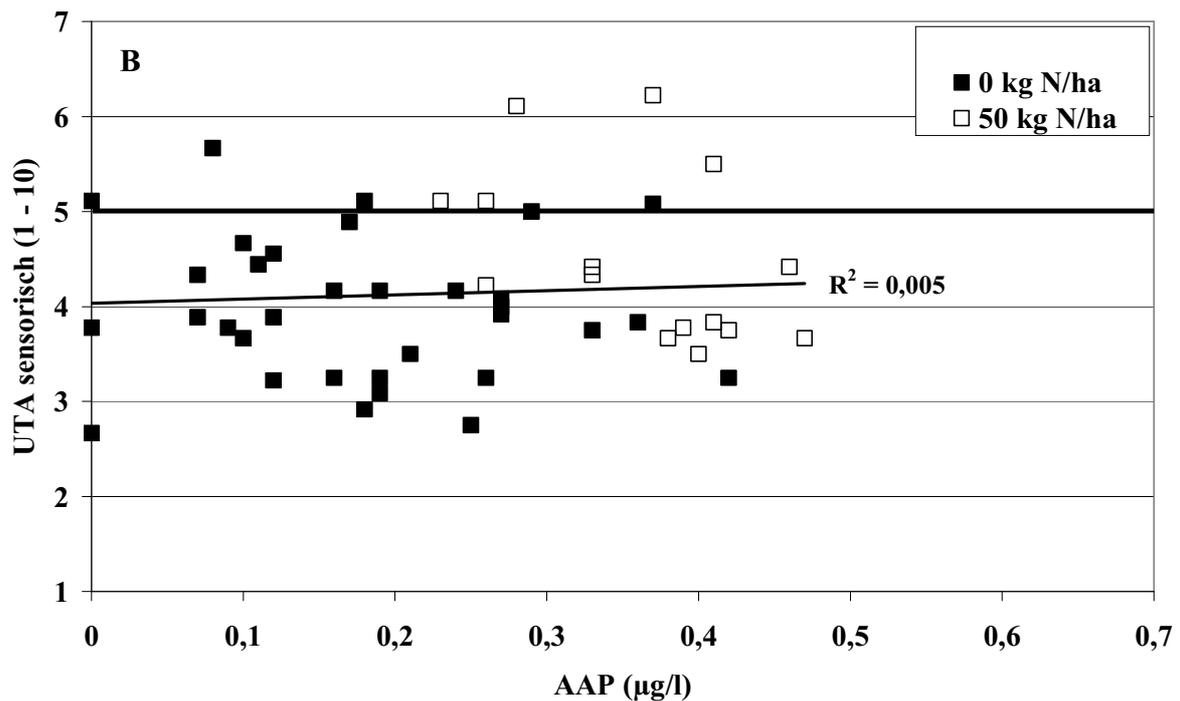
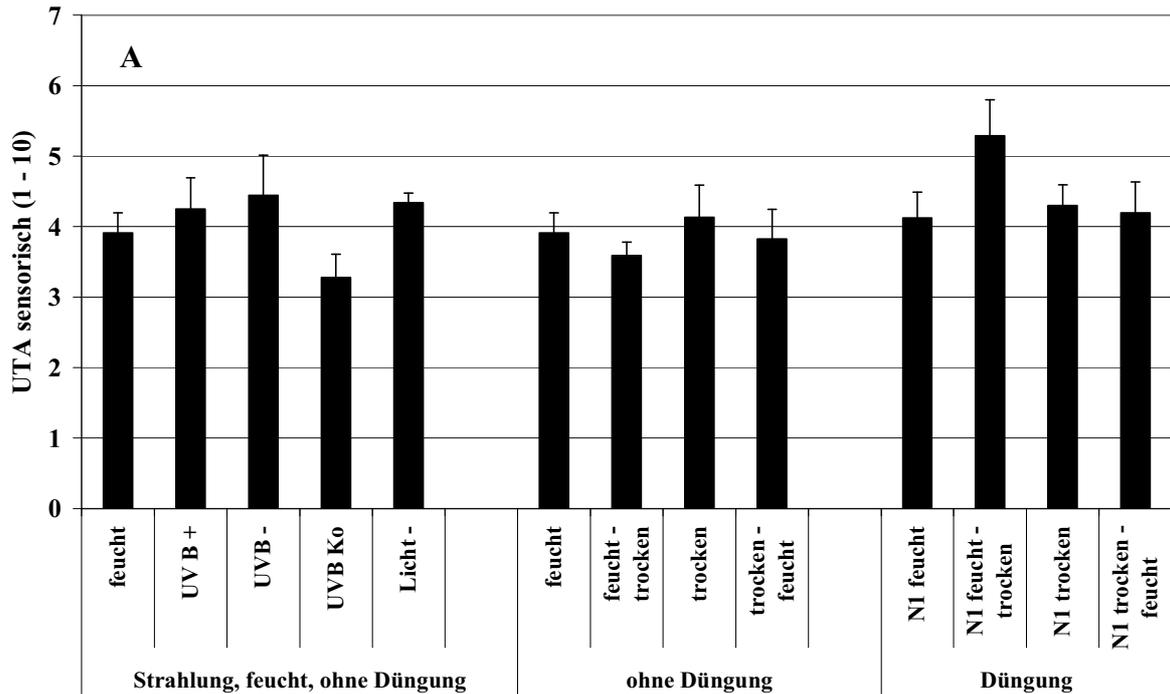


Abbildung 3-19: Zusammenhang zwischen 2-Aminoacetophenon und dem sensorischen UTA-Eindruck in künstlich gealterten Weinen

Auffallend bei der sensorische Beurteilung der Weine war, dass die Variante UVB+ stärker mit dem Attribut Fehler bewertet wurde obwohl die UTA-Beurteilung nicht höher war als bei den anderen Belichtungsvarianten. Dies deutet darauf hin, dass die UV-Strahlung, die nach

Hühn et al. (2002) in der Lage ist UTA auszulösen, bei diesen Versuchen kein UTA auslöste, sondern zu Weinen mit einem anderen Fehlton führte. Dies könnte darauf hinweisen, dass UV-Strahlung in der Lage ist, das Aroma des Weines negativ zu beeinflussen.

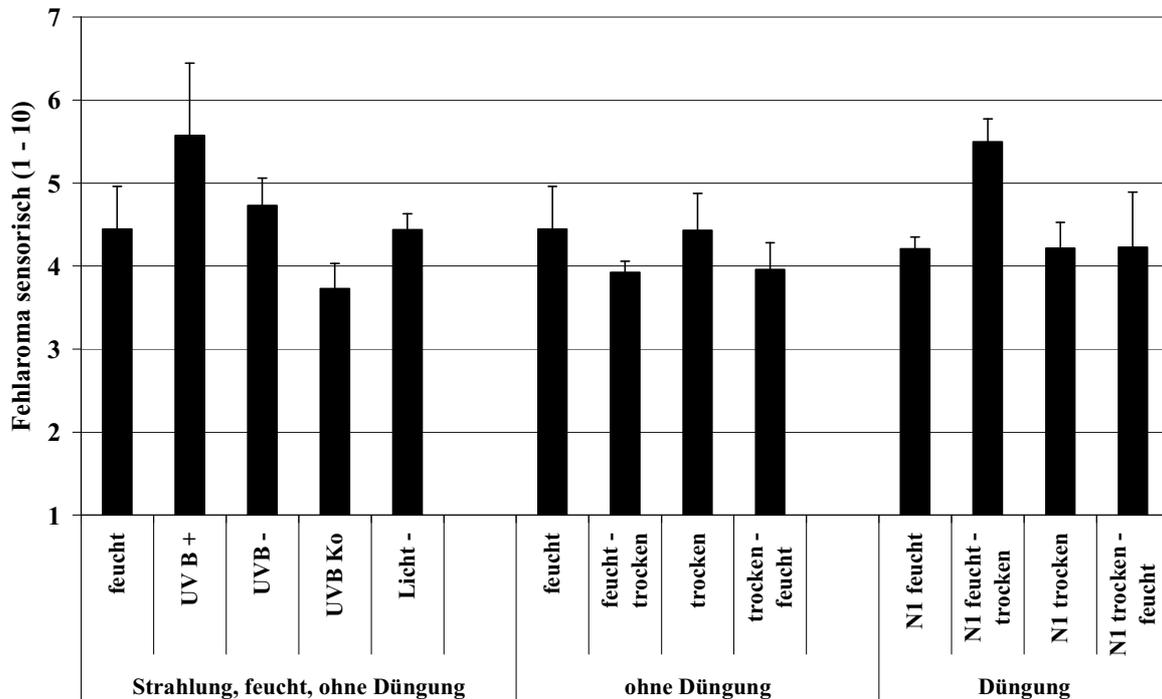


Abbildung 3-20: Sensorische Beurteilung des Fehlaromas bei den Weinen des Jahrgangs 2006 nach einer einjährigen Lagerung

### 3.1.3 Gefäßversuche Niagara

#### Erntedaten

Die Tabellen zeigen die Erntedaten der Sorte Niagara. Die Erträge beim Jahrgang 2006 waren mit 0,3 – 0,4 kg/Stock sehr gering. Im Jahr 2007 lagen die Erträge zwischen 2,3 bis 2,5 kg / Stock. Wie bei der Sorte Müller-Thurgau lagen die Mostgewichte 2007 tiefer als 2006 und die Gesamtsäure des Moste 2007 höher als 2006.

Tabelle 3-3: Ertrag und Mostgewicht bei der Sorte Niagara

Variante	Ertrag (kg/Stock)		Mostgewicht (°Oe)	
	2006	2007	2006	2007
feucht	0,3 ± 0,04	2,4 ± 0,25	91,4 ± 0,2	76,0 ± 1,2
UVB +	0,3 ± 0,08	2,3 ± 0,11	92,5 ± 0,4	75,5 ± 0,6
trocken	0,4 ± 0,04	2,5 ± 0,13	87,1 ± 0,7	74,7 ± 0,4

Tabelle 3-4: pH und Gesamtsäure in den Mosten des Gefäßversuchs bei der Sorte Niagara

Variante	pH		Gesamtsäure (g/l)	
	2006	2007	2006	2007
feucht	3,2	3,1 ± 0,008	6,3	7,2 ± 0,2
UVB +	3,2	3,1 ± 0,013	6,6	7,2 ± 0,1
trocken	3,2	3,1 ± 0,017	6,2	7,3 ± 0,3

In Abbildung 3-22 ist die Entwicklung der Konzentration an 2-Aminoacetophenon während der Weinbereitung zu sehen. Es ist zu erkennen, dass im Most nach Abbeeren bereits 2-Aminoacetophenon gefunden wird. Dies stimmt mit den Ergebnissen von Shure und Acree (1994) und Acree (1990) überein, die in Trauben 2-Aminoacetophenon fanden. Jedoch lagen die Konzentrationen in diesen Arbeiten mit 0,13 – 028 µg/l bzw. 0,08 µg/l deutlich tiefer.

Während dem Entschleimen nimmt der Gehalt an 2-Aminoacetophenon sowohl beim Jahrgang 2006 als auch beim Jahrgang 2007 ab. Dies kann sicherlich darauf zurückgeführt werden, dass der Aromastoff an Trubpartikel anhaftet und beim statischen Absetzen des Mostes mit dem Trub verloren geht. Beim Jahrgang 2006 ist bis zum Gärende eine weitere Abnahme zu verzeichnen, während 2007 während der Gärung eine Bildung von 2-Aminoacetophenon stattfindet. 2006 werden nach dem Schwefeln der Weine nach Gärende bis zu Füllung sehr hohe Mengen an 2-Aminoacetophen gebildet, die sich während der Lagerung nur noch geringfügig verändern. Die Zunahme nach Gärende und Schwefelung bis zur Füllung ist auch 2007 zu beobachten, jedoch ist der Anstieg deutlich geringer als 2006. Eine Erklärung hierfür könnte sein, dass 2007 mit einem pektolytischen Enzym zur Mostklärung bei der Sorte Niagara gearbeitet wurde und dies 2006 nicht stattfand.

Den Verlauf der 2-Aminoacetophenonbildung während der Gärung zeigt Abbildung 3-22. Der mit zwei unterschiedlichen Hefen (Uvaferm CM (Lallemand) EC 1118 (Lalvin) vergorene Niagara Most zeigt während der Gärung einen stetigen Anstieg von 2-Aminoacetophenon. Auch hier ist nach dem Schwefeln der Weine ein starker Anstieg zu sehen. Somit ist eine Bildung von 2-Aminoacetophenon bei Niagara sowohl in **der Traube, während der Gärung** als auch beim **Ausbau der Weine** möglich.

Wie die Bildung von 2-Aminoacetophenon während der Gärung verläuft bleibt, weiterhin ungeklärt. Die mögliche Bildung von 2-Aminoacetophenon nach der Gärung durch Co-Oxidation von Indoleessigsäure nach Schwefelung der Weine muss diskutiert werden. Wie in Abbildung 3-23 dargestellt nimmt im Jahr 2006 die Konzentration an Indoleessigsäure während der Gärung zu, auf Werte zwischen 12 und 25 µg/l. Bis zur Füllung ist nur eine geringe Veränderung der Indoleessigsäurekonzentrationen zu beobachten. Es ist nicht anzunehmen, dass diese Veränderungen ausreichen um die gewaltigen Mengen an 2-

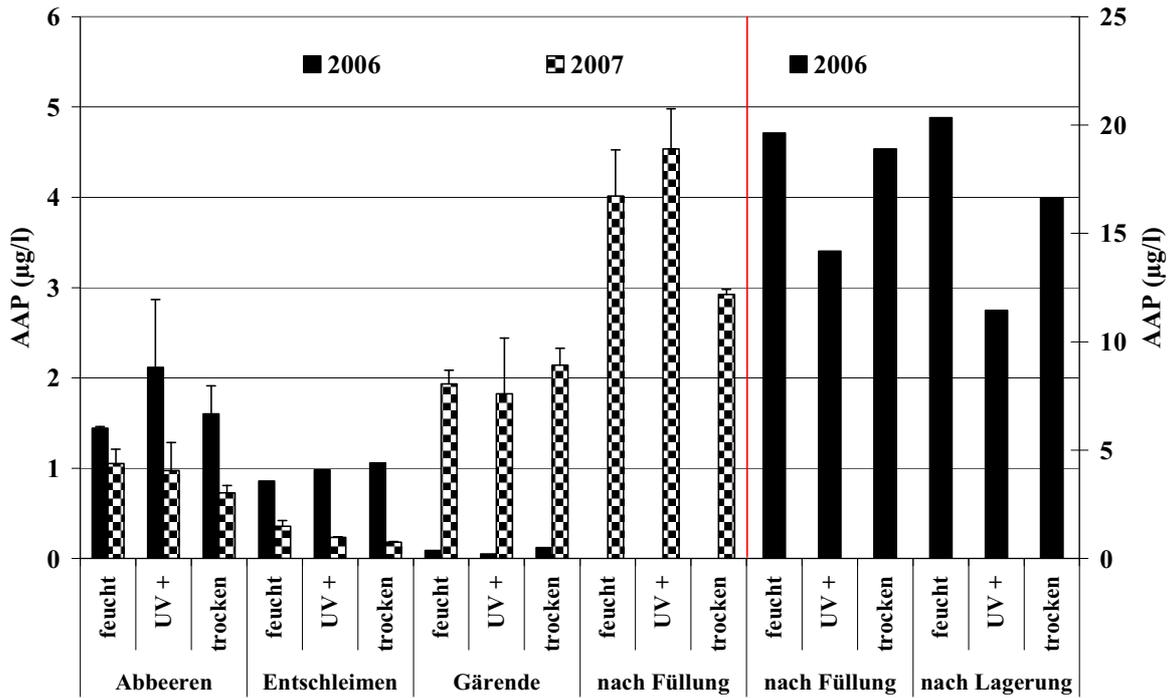


Abbildung 3-21: Entwicklung der 2-Aminoacetophenonkonzentration während des Weinausbaus und der Lagerung

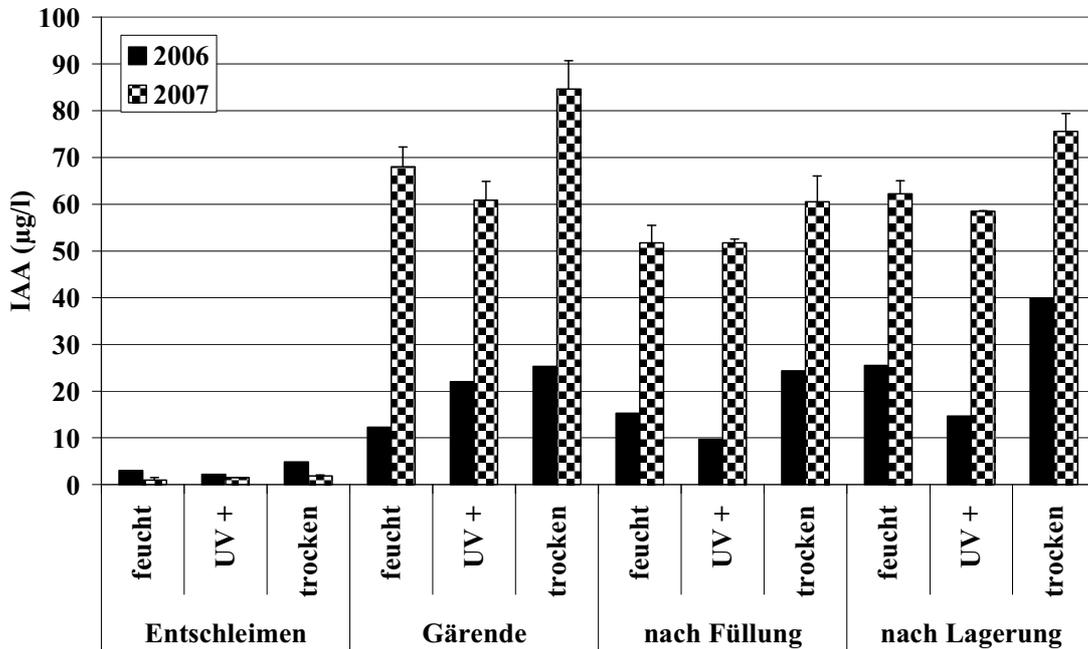


Abbildung 3-22: Entwicklung der Indolessigsäurekonzentration während des Weinausbaus und der Lagerung

Aminoactophenon zu bilden. Im Jahr 2007 wäre der Anstieg an 2-Aminoacetophenon bis zur Füllung mit der Abnahme an Indolessigsäure (Abbildung 3-23) durchaus zu erklären. Ein

anderes Bild ist in Abbildung 3-24 zu sehen. Auch hier ist die Veränderung der Indoleessigsäure zu gering um eine Veränderung von 2 µg/l zu erklären. Unter Umständen ist

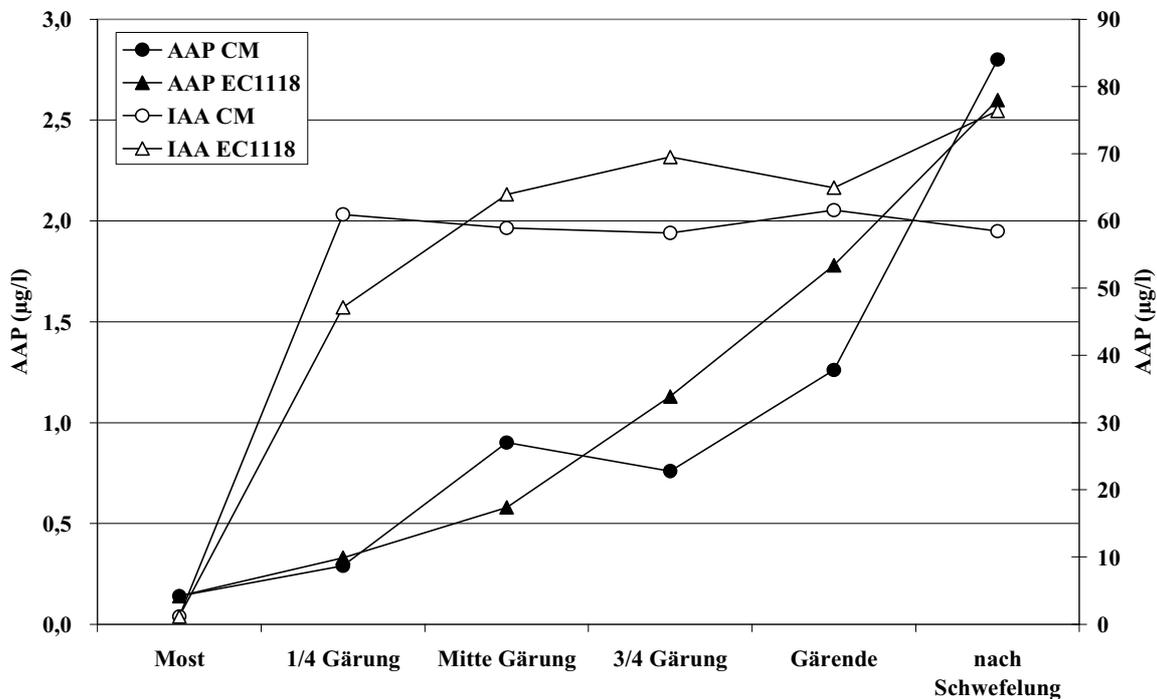


Abbildung 3-23: Entwicklung von 2-Aminoacetophenon (AAP) und Indoleessigsäure (IAA) während der Gärung und nach Schwefelung und Lagerung bei Verwendung von 2 Hefen (EC 1118 und Uvaferm CM)

die statische Betrachtung der Entwicklung der Indoleessigsäure nicht ausreichend um die Bildung von 2-Aminoacetophenon zu erklären. Womöglich kann nach der Schwefelung bis zur ersten Filtration noch Indoleessigsäure aus der Hefe freigesetzt werden. Weiterhin wäre wie oben schon erwähnt eine Freisetzung von freier aus gebundener Indoleessigsäure möglich. Interessant wäre es auch zu wissen, ob sich hinter der Bildung von 2-Aminoacetophenon nach der Schwefelung bis zur Füllung bei der Sorte Niagara und bei Nicht-Vinifera Sorten (hier Müller-Thurgau) der gleiche Mechanismus verbirgt.

Eine ähnliche Entwicklung zeigt sich bei einer anderen Substanz - Anthranilsäuremethylester, die bei der Sorte Niagara maßgeblich zum Aroma beiträgt (Shure und Acree, 1994). Auch hier sind bei Jahrgang 2006 nach der Gärung nur geringe Konzentrationen zu finden und erst zu einem späteren Zeitpunkt ist eine massive Zunahme zu beobachten. Durch was, und wie diese Abnahme und eine anschließende Zunahme zustande kommen, muss weiter untersucht

werden. Wie bei 2-Aminoacetophenon zeigt sich auch bei Anthranilsäuremethylester im Jahr 2007 eine Zunahme während der Gärung. Die Zunahme bis zu Füllung ist im Vergleich zu 2006 eher gering. Insgesamt sind die Werte deutlich höher als 2006.

Der Verlauf von Anthranilsäuremethylester ist in Abbildung 3-27 zu verfolgen. Während der Gärung ist ein stetiger Anstieg zu verfolgen. Nach der Schwefelung des Weines und einer Lagerung kommt es nochmals zu einem Anstieg. Weiterhin ist in Abbildung 3-27 zu erkennen, dass parallel zur Anthranilsäuremethylester auch Anthranilsäure ansteigt. Dieser Anstieg ist auch in Abbildung 3-25 zu beobachten. In Müller-Thurgau wurden viel geringere Konzentrationen an Anthranilsäure gefunden (Daten nicht gezeigt).

Hohe Konzentrationen an Anthranilsäure in *Vitis labrusca* wurden bereits von Wang und DeLuca (2005) gefunden. Durch die hohen Konzentrationen in der Traube ist die Bildung von Anthranilsäuremethylester in der Traube erst möglich. Außerdem ist in *Vitis labrusca* das Enzym Alkohol Acyltransferase enthalten, das die Bildung von Anthranilsäuremethylester ermöglicht. Dieses Enzym wird in *Vitis vinifera* nicht gefunden (Wang und De Luca, 2005).

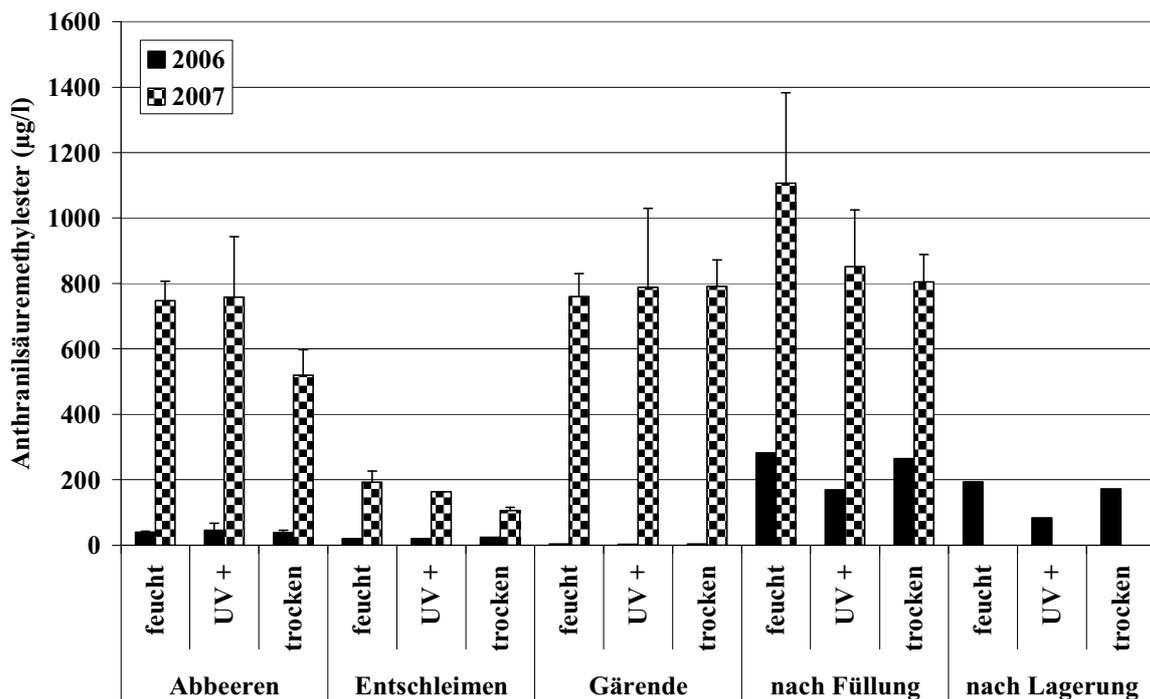


Abbildung 3-24: Entwicklung der Konzentration an Anthranilsäuremethylester während des Weinausbaus und der Lagerung

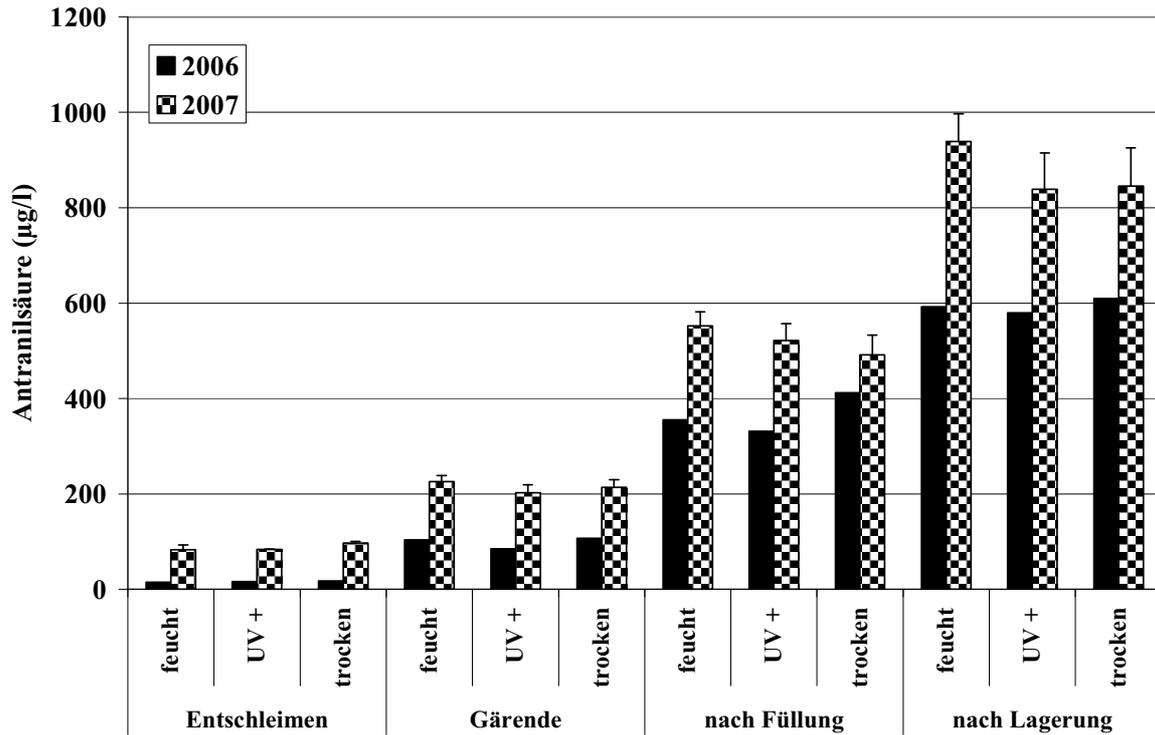


Abbildung 3-25: Entwicklung der Anthranilsäurekonzentration während des Weinausbaus und der Lagerung

Die Bildung von Anthranilsäuremethylester in der Hefe ist nicht bekannt. Es ist davon auszugehen, dass eine Veresterung zwischen Anthranilsäure und Methanol, das in *Vitis labrusca* in hohen Konzentrationen auftritt (Lee et al., 1975), stattfindet. Den Einfluss unterschiedlicher Hefen auf die Bildung von Anthranilsäuremethylester konnten Hühn et al. (1996) zeigen.

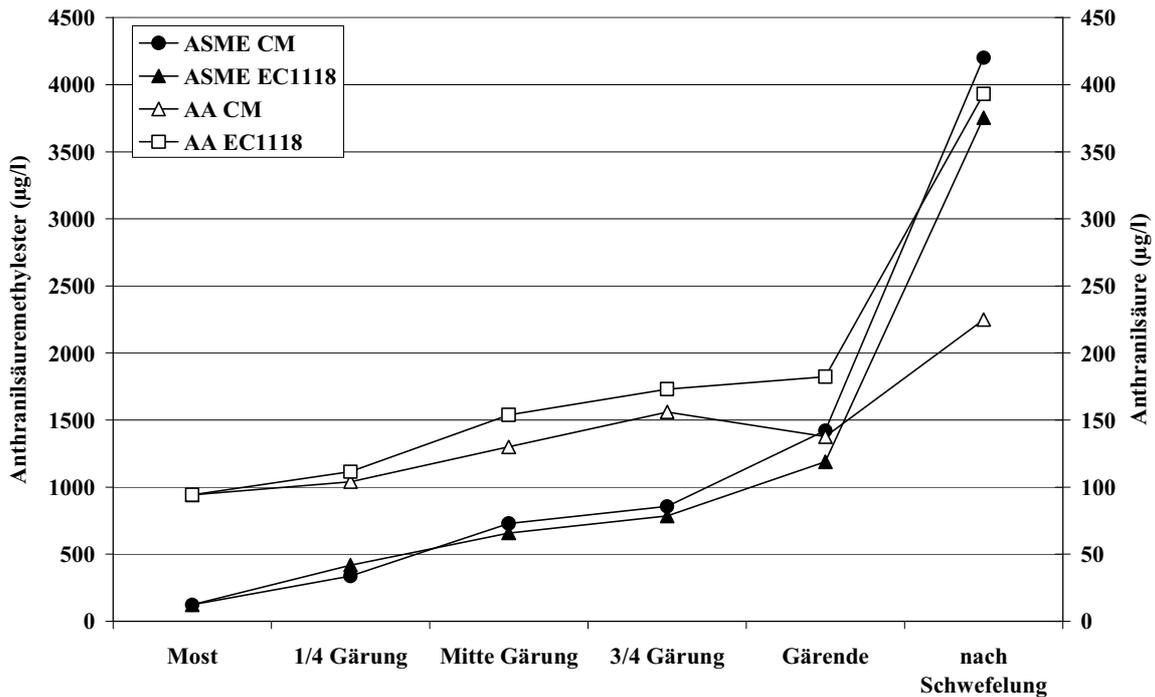


Abbildung 3-26: Entwicklung von Anthranilsäuremethylester (ASME) und Anthranilsäure (AA) während der Gärung und nach Schwefelung und Lagerung bei Verwendung von 2 Hefen (EC 1118 und Uvaferm CM)

### 3.1.4 Freilandversuche

Die Untersuchungen auf UTA-Aromen in Weinen der Freilandversuche sind in Tabelle 3-5 aufgeführt. Zu erkennen ist, dass in allen Weinen nur geringe oder nicht nachweisbare Konzentrationen an 2-Aminoacetophenon im Wein enthalten sind. Diese Konzentrationen reichen bei weitem nicht aus um UTA zu verursachen.

Aus diesen Ergebnissen kann gefolgert werden, dass bei keinem dieser Weine aus analytischer Sicht ein UTA-Ton aufgetreten ist. Selbst eine frühe Lese, die nach Schwab et al. (1996) verstärkt zu UTA führt, zieht keine erhöhten 2-Aminoacetophenonkonzentrationen nach sich.

Tabelle 3-5: 2-Aminoacetophenon in Weinen der Freilandversuche

Variante		2-Aminoacetophenon ( $\mu\text{g/l}$ )		
		2005	2006	2007
Stickstoffversuch (kg N/ha)	0	0,06 $\pm$ 0,06	0,04 $\pm$ 0,01	
	60	n.n.	0,02 $\pm$ 0,01	
	150	0,09 $\pm$ 0,05	0,05 $\pm$ 0,01	
Harnstoffversuch (kg N/ha)	0	n.n.	0,0	
	6	n.n.	0,0	
	13	0,1	0,0	
	19	n.n.	n.n.	
Stressanlage	frühe Lese	n.n.		0,0
	mittlere Lese			0,1
	späte Lese	n.n.	n.n.	0,1

n. n.: nicht nachweisbar

### Sensorik

Durch eine Verkostung sollte überprüft werden, ob sich die analytischen Ergebnisse sensorisch bestätigen. Aus diesem Grund wurden die Weine natürlich gealtert, 1 Jahr nach Abfüllung verkostet.

Abbildung 3-28 zeigt, dass der Wein aus der frühen Lese aus der Stressanlage zu UTA neigt. Es ist anzunehmen, dass bei dem Wein aus früher Lese unreife Komponenten und geringe Fruchtintensität den Eindruck eines Fehlers fördern, was Köhler et al. (1995) bereits diskutierten. Bestätigt wird dies durch die Daten aus Tabelle 3-6. Je später der Lesetermin umso mehr steigen die Most- und Weininhaltsstoffe an. Entweder werden durch die höhere Einlagerung von positiven Inhaltsstoffen die negativen Aromen überdeckt oder sie werden bei einer späten Lese in geringerem Maße gebildet.

Das Auftreten von UTA trotz geringen Gehalten an 2-Aminoacetophenon, wie dies hier der Fall ist, konnte bereits von Henick-Kling et al. (2008) gezeigt werden. Es wurde immer angenommen, dass neben 2-Aminoacetophenon weitere Substanzen zum UTA-Ton beitragen (Christoph et al., 1995, Sponholz et al., 2001) jedoch lagen die angenommen Aromastoffe (Skatol, Anthranilsäuremethylester, Indol) unter der Wahrnehmungsschwelle.

Weitere Untersuchungen zu negativen Aromastoffen neben 2-Aminoacetophenon und eine Differenzierung von Weinen mit und ohne 2-Aminoacetophenon sind dringend notwendig.

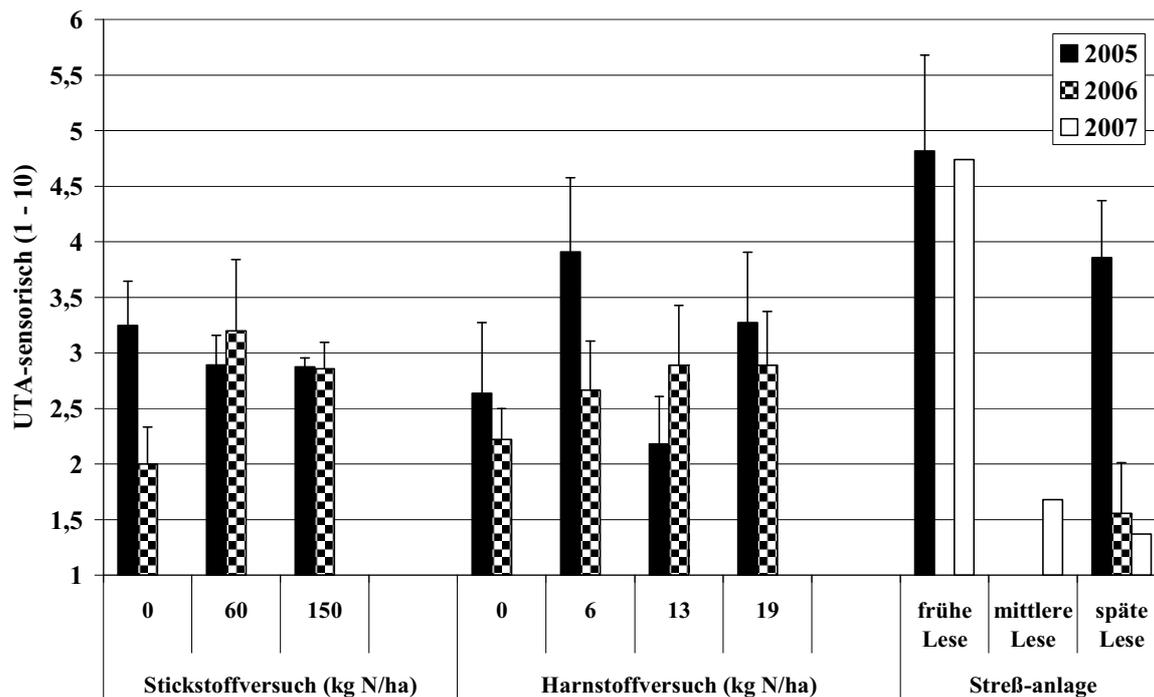


Abbildung 3-27: Sensorische UTA-Bewertung der Weine des Freilandversuches nach einjähriger Lagerung

Tabelle 3-6: Most- und Weinhaltstoffe in Weinen der Freilandversuche

Variante	Mostinhaltsstoffe					Weinhaltstoffe			
	Mostgewicht (°Oe)	pH	Gesamt-säure (g/l)	Gesamt-N (mg/l)	Aminosäuren-N (mg/l)	Geamtphenole (mg/l)	ACW (mmol Ascorbinsäure-äquivalent)	Glycerin (g/l)	
2005	frühe Lese	85	3,0	9,7	214	84	168	0,89	4,7
	späte Lese	94	3,2	8,5	251	142	204	0,94	5,8
2006		91	3,1	9,6	88	43	218	0,69	6,1
2007	frühe Lese	81	2,9	11,5	177	107	158	0,64	7,1
	mittlere Lese	86	3,1	9,4	241	162	168	0,81	6,6
	späte Lese	94	3,3	8,3	271	206	258	1,37	8,6

## 3.2 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse

### Bildung von 2-Aminoacetophenon

Die Bildung von 2-Aminoacetophenon wird am stärksten durch eine Stickstoffdüngung beeinflusst. Durch die Ergebnisse von Linsenmeier (2006) kann sicherlich gesagt werden, dass Pflanzenstress verursacht durch Stickstoffmangel nicht zu erhöhten Mengen an **2-Aminoacetophenon** führt.

Die Bewässerung scheint einen kleineren Einfluss auf die Bildung von 2-Aminoacetophenon zu haben. Eine Erhöhung von 2-Aminoacetophenon wird durch Trockenheit oder vor allem den Wechsel von feucht auf trocken gefördert. Dieser Einfluss ist vor allem in Kombination mit hoher N-Düngung zu beobachten. Hier liegt der Verdacht nahe, dass durch N-Düngung und gute Wasserversorgung angeregtes Wachstum und anschließender Trockenheit in der Vegetationsperiode nach dem Weichwerden zu erhöhten Gehalten an 2-Aminoacetophenon führen.

Eine Veränderung der Strahlung führt nicht zu einer starken Veränderung der Konzentration an 2-Aminoacetophenon, könnte jedoch in Verbindung mit anderen Stressfaktoren die Bildung von 2-Aminoacetophenon anheben und das negative Aroma des Weines fördern.

**Indolessigsäure** kann nicht als limitierender Faktor bei der Bildung von 2-Aminoacetophenon angesehen werden. Auch Weine mit geringen Konzentrationen an Indolessigsäure könnten zu höheren 2-Aminoacetophenonkonzentrationen führen.

Die Bildung von 2-Aminoacetophenon wird bei den hier gezeigten Gefäßversuchen durch das **antioxidative Potential** nicht beeinflusst. Selbst ein sehr geringes antioxidatives Potential mit hohen Konzentrationen an Indolessigsäure führen nicht zwangsläufig zur Bildung von 2-Aminoacetophenon. Unbestritten ist jedoch, dass der Einsatz von Ascorbinsäure und damit verbunden eine starke Anhebung des antioxidativen Potentials die Bildung von 2-Aminoacetophenon verhindern kann. Hier sind weitere Untersuchungen notwendig.

### Bildung von 2-Aminoacetophenon bei der Sorte Niagara

Die Sorte Niagara scheint sowohl während der Gärung als auch nach der Schwefelung der Weine 2-Aminoacetophenon und Anthranilsäuremethylester zu bilden. Der Bildungsmechanismus wird durch die weinbauliche Behandlung nur wenig beeinflusst. Dies zeigt, dass die Gärung, der Ausbau und die Lagerung des Weines einen großen Einfluss auf die Bildung von 2-Aminoacetophenon haben. Wäre es möglich, den genauen Bildungsweg von 2-Aminoacetophenon bei Niagara herauszufinden, wäre dieser möglicherweise auf *Vitis vinifera* übertragbar.

## Sensorische Beurteilung der Weine

Bei der sensorischen Beurteilung der Weine aus den Gefäßversuchen auf UTA ist eine hohe Bewertung aufgrund der geringen Gehalte an 2-Aminoacetophenon nicht zu erwarten. Es zeigt sich auch, dass nur die Variante feucht-trocken mit hoher Düngung höher bewertet wurde. Dies bestätigt die Beobachtung von Sponholz et al. (1997), dass UTA-Jahre die waren, bei denen es beim Weichwerden der Trauben trocken wurde. Es scheint als würde eine gleich bleibende Wasserversorgung der Rebe weniger UTA verursachen als ein Wechsel von trocken auf feucht. Dieser Eindruck scheint sich auch bei der Verkostung der künstlich gealterten Weine des Jahrgangs 2007 zu bestätigen. Die Veränderung der Strahlung beeinflusste den UTA-Eindruck nicht sehr stark. Die Variante mit erhöhter Strahlung führte jedoch zu Weinen, die verstärkt als fehlerhaft bezeichnet wurden.

Überraschend ist die hohe UTA-Bewertung der Weine aus den ungedüngten Varianten des Jahrgangs 2007. Dies deutet darauf hin, dass auch Weine mit geringen Konzentrationen an 2-Aminoacetophenon zu UTA neigen könnten.

Diese Annahme wird durch die Verkostung der Weine aus den Freilandversuchen bestätigt. Die Weine aus der frühen Lese der Stressanlage wiesen 2-Aminoacetophenon in Konzentrationen weit unter der Geruchsschwelle auf und wurden als UTA-Wein erkannt. Bei dem Wein aus später Lese war dieser Eindruck viel geringer. Der negative Effekt einer frühen Lese ist in der Literatur ausführlich beschrieben. Dass Weine ohne erhöhte Konzentrationen an 2-Aminoacetophenon auch UTA zeigen können wurde von (Linsenmeier 2006, Christoph, 1995, Henick-Kling et al., 2008) angedeutet. Hier müssen dringend weitere Untersuchungen stattfinden um diesen Sachverhalt eindeutig zu klären. Geklärt werden muss auch, welche Aromastoffe für den UTA-Eindruck **ohne 2-Aminoacetophenon** verantwortlich sind

Immer wieder wurde vermutet, dass neben 2-Aminoacetophenon weitere Substanzen zum UTA-Ton beitragen (Christoph et al., 1995, Sponholz et al., 2001) jedoch lagen die angenommenen Aromastoffe (Skatol, Anthranilsäuremethylester, Indol) unter der Geruchsschwelle. Sensorisch gab es schon immer Unterscheidungen bei der Beschreibung von UTA. 2-Aminoacetophenon zeigt das typische Aroma von Akazienblüte oder Hybridton (Acree et al., 1990). Viele Weine zeigen jedoch auch Aromen von nassem Lappen, Mottenkugeln und Möbelpolitur was nicht zwingend typisch ist, für das Aroma von 2-Aminoacetophenon (Fischer und Sponholz, 2000, Amann et al., 2001). Die Weine, die UTA zeigen ohne jedoch erhöhte Konzentrationen an 2-Aminoacetophenon aufzuweisen neigen eher zu den Attributen nasser Lappen, Mottenkugeln oder Möbelpolitur als zu den blumigen Aromen.

Ob eine **sensorische Differenzierung** dieser zwei Formen von UTA immer genau möglich ist, bleibt sicherlich fraglich. Bei Proben fällt jedoch immer wieder auf, dass die Meinungen über die Ausprägung von UTA weit auseinander gehen. Aus diesem Grund wäre es unter Umständen sinnvoll eine Differenzierung der unterschiedlichen Fehltöne vorzunehmen.

UTA sollte die Bezeichnung für Weine sein, die erhöhte Konzentrationen an 2-Aminoacetophenon aufweisen.

Die zweite Form dieses Fehltons ist bedingt durch Stress in den Reben und die Bezeichnung Stresston wäre hier sicherlich angebracht.

Im Folgenden soll eine **mögliche Erklärung und Unterscheidung für die Bildung von Fehltönen in Weißwein** diskutiert werden:

Eine Erhöhung der Stickstoffeinlagerung im Most ist sicherlich als positiv anzusehen und kann durch Steigerung der Komplexität des Weines, die Qualität anheben. Jedoch sollte beachtet werden, dass eine Anhebung durch hohe N-Düngung bei **früher Lese, hohen Erträgen und sowie möglicher Trockenheit** vor allem beim Reifebeginn und weiteren Stressbedingungen (Tabelle 3-7) zu UTA führen kann. Eine hohe Stickstoffeinlagerung alleine ohne Einlagerung von weiteren „positiven Inhaltsstoffen“ kann zu erhöhten Konzentrationen an 2-Aminoacetophenon und somit zu UTA führen. Eine mögliche späte Lese kann die Stickstoffeinlagerung in die Traube weiter erhöhen und zusätzlich für eine Anreicherung weiterer Inhaltsstoffe führen. Jedoch ist eine hohe N-Düngung aufgrund der Botrytisproblematik und der Gefahr einer N-Auswaschung als kritisch anzusehen. Die Bildung von 2-Aminoacetophenon durch eine hohe Düngung konnte durch Linsenmeier (2007) gezeigt werden und wird durch diese Versuche bestätigt. Auch Seiter (2000) und Amann (2001) fand bei Weinen aus Mosten mit guter bis hoher Einlagerung von Stickstoff UTA. Aus den Ergebnissen nach Auftreten von UTA in den Jahren 1993 – 1996 war ein Auftreten von AAP bei guter Stickstoffversorgung des Mostes nicht denkbar.

Ein Mangel an Stickstoff durch geringe oder unterlassene N-Düngung erhöht die Gefahr für UTA (Schwab et al., 1996, Sponholz et al., 2001). Nach Amann et al. (2002) ist bei geringen Stickstoffgehalten im Most mit deutlichen UTA-Noten zu rechnen. Bei den hier vorliegenden Versuchen kann dies zum Teil bestätigt werden. Jedoch ist der UTA-Ton bei diesen Weinen nicht **auf den Aromastoff 2-Aminoacetophenon** zurückzuführen. Auch bei diesem Fehlton sind die Ursachen **frühe Lese, hohe Erträge und Trockenheit** verbunden mit zusätzlichen Stressbedingungen (Tabelle 3-7). Der Stress ist bei dieser Variante des Fehltons den Reben

anzusehen. Es sollte darum darüber nachgedacht werden, diesen Fehlton als **Stresston** zu bezeichnen. Hinzu kommt eine Neigung zu Bockseraromen, die häufig bei mangelnder Stickstoffversorgung der Hefe während der Gärung entstehen können (Rauhut, 1996).

Jedoch ist hier zu erwähnen, dass eine geringe Einlagerung von Stickstoff in die Traube bei später Lese, angepassten Erträgen und dadurch bedingte Konzentration von positiven Inhaltsstoffen nicht zwangsläufig zu einem Fehlton führen muss.

Es ist zu sehen, dass bei beiden Ausprägung des Fehltons ähnlich Ursachen zugrunde liegen, die dazu führten, dass es immer wieder Diskussionen und unterschiedliche Meinungen gibt.

Es ist anzunehmen, dass bei Weinen aus früher Lese, unreife Komponenten und geringe Fruchtintensität den Eindruck eines Fehlers fördern, was Köhler et al. (1995) bereits diskutierten. Insgesamt ist ein Mangel an Reife und Inhaltsstoffen die Ursache für das Auftreten von Fehltonen.

**Für die Praxis** bedeutet dies, dass hohe Düngemengen (größer 60 kg N / ha und Jahr) nicht sinnvoll sind, da die Konzentration an 2-Aminoacetophenon mit steigender Düngung bei gleichzeitig früher Lese zunehmen kann.

Jedoch kann eine unterlassene oder zu geringe Düngung in Anlagen mit zusätzlichen Stressfaktoren sicherlich zu stressbedingten Fehltonen führen. Es kann angenommen werden, dass mehrere Stressfaktoren, die zusammenwirken, wie mangelhafter Stickstoffversorgung auf trockenen Standorten mit zusätzlicher Dauerbegrünung und früher Lese sicherlich zu stressbedingten Fehltonen neigen. Eine Entblätterung und damit einhergehende stärkere Bestrahlung der Trauben kann diesen Effekt sicherlich noch verstärken.

Eine Förderung der Stickstoffeinlagerung durch späte Lese, dem Rebstock angepasste Erträge und mäßige Entblätterung ist auf jeden Fall anzustreben. Stresssituationen für die Rebe sind zu vermeiden, da diese nicht zu UTA – mit der Bildung von 2-Aminoacetophenon, jedoch zu stressbedingten Fehltonen führen können.

Tabelle 3-7: Mögliche Erklärung für die Bildung von Fehltonen in Weißwein

<b>Stickstoff im Most</b>	<b>hoch</b>		<b>tief</b>	
<b>„pos. Inhaltsstoffe“</b>	<b>tief</b>	<b>hoch</b>	<b>tief</b>	<b>angemessen</b>
<b>Alterungsneigung</b>	<b>UTA</b>	<b>wenig</b>	<b>Stresston UTA ??</b>	<b>???</b>
<b>Weinbauliche Maßnahmen</b>				
<b>Düngung</b>	<b>hoch</b>		<b>gering</b>	
<b>Lesetermin</b>	<b>früh</b>	<b>spät</b>	<b>früh</b>	<b>spät</b>
<b>Ertrag</b>	<b>hoch</b>	<b>angepasst</b>	<b>nicht angepasst</b>	<b>angepasst</b>
<b>Wasserangebot</b>	<b>Trockenheit bei Veraison</b>		<b>Trockenheit</b>	
<b>Dauerbegrünung</b>	<b>fördert</b>		<b>fördert</b>	
<b>Entblätterung</b>	<b>fördert</b>		<b>fördert</b>	
<b>UV-Strahlung</b>	<b>fördert ?</b>		<b>fördert ?</b>	
<b>Gefahren</b>		<b>Botrytis Gefahr N- Belastung</b>		

#### 4 Zusammenfassung

Das Projekt beschäftigt sich mit der Bildung des Untypischen Alterungstons bei Weißwein bei unterschiedlichen weinbaulichen Maßnahmen. Zusätzlich zu laufenden Freilandversuchen, die sich mit der Stickstoffversorgung der Rebe beschäftigen, wurde ein neuer Ansatz gewählt, indem ein Gefäßversuch im Freiland mit Großcontainern aufgebaut wurde. Dieser ermöglichte eine gezielte und differenzierte Belichtung sowie eine differenzierte Wasser- und Nährstoffversorgung der Reben, um diese gezielt möglichen Stresssituationen auszusetzen. Gepflanzt wurden die Sorten Müller-Thurgau (*Vitis vinifera*) und Niagara (*Vitis labrusca*). Die Sorte Niagara wurde gewählt, da sie schon in der Traube die für das UTA-Aroma verantwortliche Substanz 2-Aminoacetophenon bildet. Dabei sollte beobachtet werden ob sich die Menge an 2-Aminoacetophenon in den Trauben von Niagara durch Stresseinwirkung auf die Pflanze verändert und ob es Analogien zur Bildung in *Vitis vinifera* gibt.

Die Bildung von 2-Aminoacetophenon bei Müller-Thurgau wurde bei den Gefäßversuchen am stärksten durch die Stickstoffdüngung beeinflusst. Bei einer Düngung mit 50 kg N / ha stieg die Konzentration an 2-Aminoacetophenon signifikant an. Wassermangel nach dem Weichwerden der Traube in Kombination mit erhöhter Düngung führt zu erhöhten 2-Aminoacetophenongehalten.

Die Stickstoffaufnahme der Traube konnte durch unterschiedliche Bewässerungsstrategien beeinflusst werden. Mit steigenden Konzentrationen von Stickstoff im Most stiegen tendenziell auch die 2-Aminoacetophenonkonzentrationen an. Die Menge an freier Indolessigsäure, die nach der Gärung vorlag, hatte keinen Einfluss auf die Bildung von 2-Aminoacetophenon. Ebenfalls führte eine stärkere Abnahme von freier Indolessigsäure während der Lagerung des Weines nicht zu erhöhten Gehalten an 2-Aminoacetophenon. Auch das antioxidative Potential des Weines hatte bei diesen Versuchen keinen Einfluss auf die Bildung von 2-Aminoacetophenon. Stresssituationen der Rebe (Stickstoffmangel, Trockenheit, hohe UV-Strahlung) führten nicht zu einer erhöhten Bildung von 2-Aminoacetophenon. Sicher scheint zu sein, dass ein Stickstoffmangel für die Rebe nicht zu erhöhten Gehalten an 2-Aminoacetophenon führt. Weine aus Stickstoffmangelanlagen wurden als „UTA Weine“ angesprochen, obwohl die UTA verursachende Aromakomponente 2-Aminoacetophenon fehlte. Es ist daher erforderlich einen Weinefehler, der sensorisch ähnlich beschrieben wird, zu definieren. Der Begriff Stress-Ton bzw. Stress-Flavour wird in die Diskussion eingeführt. Es sind weitere Untersuchungen zur klaren sensorischen Abgrenzung notwendig. Die Stressbedingungen Trockenheit, frühe Lese, nicht angepasster Ertrag und eine nicht standortgerechte Begrünung beeinflussen die Bildung dieser Fehltöne.

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

Fragestellungen im geplanten Projekt:

1. Welche weinbaulichen Faktoren beeinflussen das antioxidative Potential (enzymatische und nicht enzymatische Komponenten) der Traubenbeeren, des Mostes und des Weines nach Qualität und Quantität?
2. Welche weinbaulichen Faktoren beeinflussen die Bildung von Sauerstoffradikalen?

3. Welche weinbaulichen Faktoren steuern die Konzentration an IAA nach Abschluss der Gärung?
4. Wie erfolgt die Bildung von 2-AAP bei Nicht-*Vitis vinifera*-Formen und welche Analogien bestehen zu *Vitis vinifera*?
5. Wie beeinflussen weinbauliche Faktoren die Gärung und den Hefe-Metabolismus hinsichtlich der Bildung von 2-AAP? (indirekter Einfluss weinbaulicher Faktoren über die Gärung)

zu 1. Wie in Abbildung 3-10 zu sehen ist, wird das antioxidative Potential der Trauben durch weinbauliche Faktoren beeinflusst. Jedoch ist nur tendenziell zu erkennen, dass eine hohe Düngung zu einem geringeren antioxidativen Potential in der Traube führt. Im Wein werden die Gehalte, die in der Traube vorliegen, nicht mehr gefunden. Die Gärung beeinflusst das antioxidative Potential sehr stark. Darum ist es schwierig mit dem antioxidativen Potential der Traube auf das im Wein zu schließen.

**Für die Zukunft erscheint es jedoch sinnvoll, abzuklären, ab welchem antioxidativen Potential im Wein UTA tatsächlich unterdrückt werden kann.**

zu 2. Die Bildung von Sauerstoffradikalen in Pflanzen konnte nicht gemessen werden. Hier wurden oxidative Schäden in den Blättern der Pflanze gemessen um ein Maß für die Schädigung durch Radikale zu erhalten. Die Ergebnisse sind hier nicht dargestellt. Die Unterschiede zwischen den Varianten sind nicht sehr groß.

zu 3. Die Konzentration der Indolessigsäure wird stark durch die Konzentration an Stickstoff im Most beeinflusst. Eine hohe Einlagerung von Stickstoff führt zu einer geringeren Bildung von Indolessigsäure. Wassermangel beim Weichwerden und Stickstoffmangel scheint die Konzentrationen an Indolessigsäure zu erhöhen.

**Der Gehalt an Indolessigsäure nach der Gärung beeinflusst die Bildung von 2-Aminoacetophenon im Wein jedoch nicht.**

zu 4. Bei Nicht-*Vitis vinifera* Formen liegt bereits im Most 2-Aminoacetophenon vor. Die Weinbereitung beeinflusst die Bildung von 2-Aminoacetophenon jedoch sehr stark. Es kann sowohl während der Gärung als auch während der Lagerung der Weine ein Anstieg an 2-Aminoacetophenon beobachtet werden. Dies lässt den Schluss zu, dass eine Bildung auch nach der Gärung möglich ist.

**Für die Zukunft wäre es sinnvoll den Mechanismus genauer zu erforschen da möglicherweise Analogien zu der Bildung in *Vitis vinifera* bestehen.**

zu 5. Die Gärung wird maßgeblich durch die Konzentration von Stickstoff im Most beeinflusst. Hohe Konzentrationen führen zu schnellerer Gärung. Höhere Konzentrationen an Stickstoff im Most führen auch zu höheren Gehalten an 2-Aminoacetophenon. Ob die Bildung von 2-Aminoacetophenon durch den Hefemetabolismus beeinflusst wird kann durch die hier vorliegenden Ergebnisse im Moment nicht geklärt werden.

**Für die Zukunft erscheint es auch wichtig eine Differenzierung von Weinen mit UTA (ohne 2-Aminoacetophenon) und von Weinen mit 2-Aminoacetophenon durchzuführen.**

## 6 Literaturverzeichnis

1. Acree, T. E., Lavin, E. H., Nishida, R., Watanabe, S. (1990): O-Aminoacetophenone the "Foxy" Smelling Component of Labruscana Grapes. Woehrmann Symposium Wädenswil, Schweiz, S. 49 – 52
2. Amann, R.; Sigler, J.; Krebs, H. (2001b): Wenig Stickstoff im Most = viel UTA?. Der Badische Winzer 9, 16-21.
3. Amann, R.; Sigler, J.; Krebs, H.; 2002: Stickstoff als Qualitätsparameter? Der Deutsche Weinbau 20, 12-18.
4. Christoph, N., Bauer-Christoph, C., Geßner, M., Köhler, H.J. (1995): Die „Untypische Alterungsnote“ im Wein. Rebe und Wein, 9, 350 -356
5. Christoph, N., Bauer-Christoph, C., Geßner, M., Köhler, H. J., Simat, T. J., Hoenicke, K. (1998): Bildung von 2-Aminoacetophenon und Formylaminoacetophenon im Wein durch Einwirkung von schwefliger Säure auf Indol-3-essigsäure, Vitic. Enol. Sci. 53 (2), S. 79 – 86
6. Ciolfi, G., Garofolo, A., Di Stefano, R. (1996): Identification of o-Aminophenone as Secondary Metabolites of *Saccharomyces* Yeast during Fermentation by Synthetic Medium. Vitic. Enol. Sci., 51 (3), S. 156 – 158,
7. Geßner, M., Köhler, H. J., Christoph, N. (1998): UTA im Wein, Möglichkeiten zur Vermeidung der Untypischen Alterungsnote. Der Deutsche Weinbau 18, 18-21
8. 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
9. 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
10. Geßner, M., Köhler, H. J., Christoph, N., Bauer-Christoph, C. (1996): Die Untypische Alterungsnote im Wein. Teil VII: Untersuchungen zur Bildung von o-Aminoacetophenon aus Produkten des Tryptophan-Stoffwechsels bei der alkoholischen Gärung. Rebe & Wein, 8, S. 251 – 255
11. Henick-Kling, Th., Gerling, C., Martinson, T., Acree, T., Lakso, A., Chiang, L. (2008): Studies on the origing an sensory of atypical ageing in white wines. Internationale

- Vereinigung für Oenologie, Betriebsführung und Weinmarketing e.V., 15. Internationales Oenologisches Symposium, S. 31 - 36
12. Hoenicke, K. (2002): Untersuchungen zur Bildung von 2-Aminoacetophenon im Wein und Entstehung der ‚Untypischen Alterungsnote‘ (UTA). Dissertation Universität Hamburg
  13. Hoenicke, K., Simat, T. J., Steinhart, H., Gessner, M., Köhler, H. J., Schwab, A., Christoph, N. (2001): Indolessigsäure in Mosten und Weinen – Bedeutung hinsichtlich der Ausbildung einer „Untypischen Alterungsnote“ (UTA) in Wein. In: . Intervitis Interfructa. 6. Intern. Symposium: Innovationen in der Kellerwirtschaft; Stuttgart, Germany, 14.-16. Mai 2001, 113-123.
  14. 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.
  15. Hühn, T. (1992): Untersuchung spezifischer Aromastoffe an Kreuzungspartnern interspezifischer Rebsorten. Diplomarbeit Justus-Liebig-Universität Giessen
  16. 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
  17. Hühn, T. Sponholz, W. R., Bottero, S., Kallinikidou, E.(1996): The Influence of Yeast Strains on Hybrid Aroma. *Vitic. Enol. Sci.*, 51 (3), S. 159 – 168
  18. Hühn, T., Cuperus, S., Pflieginger, M., Sponholz, W.-R., Bernath, K., Patzwahl, W., Großmann, M., Amado, R., Galli, J., Friedmann, A. (2002): Einfluss von Umwelt- und Substrateffekten auf die Bildung von wertbestimmenden Weininhaltsstoffen. Internationale Vereinigung für Oenologie, Betriebsführung und Weinmarketing e.V., 13. Internationales Oenologisches Symposium, S. 313 – 328
  19. Hünnicke, B., Steinberg, B., et al. (2001): Einfluss einer Blattdüngung auf die Gärung und die Bildung von Weininhaltsstoffen und Fehlparomen.“ 6. Int. Symposium Innovationen in der Kellerwirtschaft; Neue Oenologische Verfahren und Weinqualität, Stuttgart 2001, 60-66
  20. 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

21. Linsenmeier, A. (2006): Einfluss der Stickstoffversorgung der Rebe (*Vitis vinifera* L. cv. Riesling) auf den untypischen Alterungston. Dissertation Justus-Liebig-Universität Giessen
22. Löhnertz, O. (1996): UTA und Rebenernährung, Stress macht alt. Das Deutsche Weinmagazin, 18, S. 18 –23
23. 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
24. Prior, B. (1997): Einfluss der Stickstoffversorgung auf die löslichen Aminosäuren in den Organen von *Vitis vinifera* L. (c.v. Riesling) und auf die Qualität des Mostes und des Weines. Dissertation Justus-Liebig-Universität Giessen
25. Rapp, A., Versini, G. (1996): Vergleichende Untersuchungen zum Gehalt von Methylantranilat („Foxton“) in Weinen von neueren pilzresistenten Rebsorten und *Vitis vinifera*-Sorten. *Vitis*, 35 (4), S. 215 – 216
26. Rapp, A., Versini, G. (2002): Vorkommen, Herkunft und Möglichkeiten für eine Verminderung der untypischen Alterungsnote (UTA) bei Wein – ein Überblick. Internationale Vereinigung für Oenologie, Betriebsführung und Weinmarketing e.V., 13. Internationales Oenologisches Symposium, 2002, S. 285 – 310
27. Rapp, A., Versini, G., Engel, L. (1995): Nachweis und Bestimmung von 2-Aminoacetophenon in vergorenen Modelllösungen. *Vitis* 34 (3), S. 193 – 194
28. Rapp, A., Versini, G., Ullemeyer, H.: 2-Aminoacetophenon: Verursachende Komponente der „untypischen Alterungsnote“ („Naphtalinton“, „Hybridton“) bei Wein. *Vitis* 32, S. 61 – 62, 1993
29. Rapp, A.; Versini, G.; Engel, H.; Ullemeyer, H. (1998): Fremde und unerwünschte Aromastoffe des Weines: Die untypische Alterungsnote. Proc. Intervitis Interfructa. 5. Intern. Symposium: Innovationen in der Kellerwirtschaft; Stuttgart, 11./12. Mai 1998, 270-289.
30. Rauhut, D. (1996): Qualitätsmindernde schwefelhaltige Stoffe im Wein. Geisenheimer Berichte, Dissertation Justus-Liebig-Universität Giessen
31. Rauhut, D.; Kürbel, H.; 2002: Böckserbildung und/oder untypischer Alterungston: eine mögliche Differenzierung. Proc. Intern. Oenolog. Symposium Intern. Vereinigung f. Oenol., Betriebsführung und Weinmarketing e.V. Montpellier, Frankreich 10.-12. Juni 2002, 371-383

32. Ritter G (1994) Die Bedeutung der phenolischen Saft- und Weinhaltstoffe während der Verarbeitung von Äpfeln, Speierling und weißen Trauben . Der Einfluß moderner Verfahrenstechnologie auf die Qualität des Endproduktes. Dissertation Universität Giessen
33. Schaller, K.; 2000: Praktikum zur Bodenkunde und Pflanzenernährung. Geisenheimer Berichte Bd. 2.
34. Schmid, J. (1997): Xylemflussmessungen an Reben. Geisenheimer Berichte, Dissertation Justus-Liebig-Universität Giessen
35. 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
36. Schwab, A., Christoph, N., Köhler, H.J., Geßner, M., Simat, T.J. (1999): Einfluss weinbaulicher Maßnahmen auf die Ausprägung der Untypischen Alterungsnote bei Weißweinen. Teil I: Einfluss des Leszeitpunktes. Vitic. Enol. Sci. 54, S. 114-120
37. Schwab, A., Peternel, M. et al. (1996): „Ursache der „Untypischen Alterungsnote im Wein“ Teil IV: Beeinflussung durch weinbauliche Maßnahmen.“ Rebe und Wein. 181 – 187
38. Seiter, P.; 2000: Der Einfluß von Stickstoffdüngung und Bodenpflege auf die Stickstoffversorgung der Rebe und die Weinqualität. Eine Studie zum Problem des "Untypischen Alterungstons". Dissertation, Albert-Ludwig-Universität Freiburg im Breisgau
39. Shure, K., Acree, T. E. (1994): Changes in the Odor-Active Compounds in *Vitis labruscana* Cv. Concord during Growth and Development. J. Agric. Food. Chem., 42, S. 350 – 353
40. Singleton V.L., Rossi J.A. (1965): Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagent. Am. J. Enol. Vitic. 37, 144-158
41. 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
42. 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

43. Wang, J., De Luca, V. (2005): The biosynthesis and regulation of biosynthesis of Concord grape fruit esters, including “foxy” methylanthranilate. *The Plant Journal*, 44, 606 – 619

## **Darstellung, Wertung sowie mögliche Umsetzung oder Anwendung der Ergebnisse (ggf. auch Vorschläge für Maßnahmen) in Bezug auf den bei Einholung des Projektangebotes angegebenen Forschungsbedarf / Entscheidungshilfebedarf des BMVEL**

### **Bildung von 2-Aminoacetophenon**

Die Bildung von 2-Aminoacetophenon wird am stärksten durch eine Stickstoffdüngung beeinflusst. Durch die Ergebnisse von Linsenmeier (2006) kann sicherlich gesagt werden, dass Pflanzenstress verursacht durch Stickstoffmangel nicht zu erhöhten Mengen an **2-Aminoacetophenon** führt.

Die Bewässerung scheint einen kleineren Einfluss auf die Bildung von 2-Aminoacetophenon zu haben. Eine Erhöhung von 2-Aminoacetophenon wird durch Trockenheit oder vor allem den Wechsel von feucht auf trocken gefördert. Dieser Einfluss ist vor allem in Kombination mit hoher N-Düngung zu beobachten. Hier liegt der Verdacht nahe, dass durch N-Düngung und gute Wasserversorgung angeregtes Wachstum und anschließender Trockenheit in der Vegetationsperiode nach dem Weichwerden zu erhöhten Gehalten an 2-Aminoacetophenon führen.

Eine Veränderung der Strahlung führt nicht zu einer starken Veränderung der Konzentration an 2-Aminoacetophenon, könnte jedoch in Verbindung mit anderen Stressfaktoren die Bildung von 2-Aminoacetophenon anheben und das negative Aroma des Weines fördern.

**Indolessigsäure** kann nicht als limitierender Faktor bei der Bildung von 2-Aminoacetophenon angesehen werden. Auch Weine mit geringen Konzentrationen an Indolessigsäure könnten zu höheren 2-Aminoacetophenonkonzentrationen führen.

Die Bildung von 2-Aminoacetophenon wird bei den hier gezeigten Gefäßversuchen durch das **Antiooxidative Potential** nicht beeinflusst. Selbst sehr ein sehr geringes Antioxidatives Potential mit Hohen Konzentrationen an Indolessigsäure führen nicht zwangsläufig zur Bildung von 2-Aminoacetophenon. Unbestritten ist jedoch, dass der Einsatz von Ascorbinsäure und damit verbunden eine starke Anhebung des Antioxidativen Potentials die Bildung von 2-Aminoacetophenon verhindern kann. Hier sind weitere Untersuchungen notwendig.

### **Bildung von 2-Aminoacetophenon bei der Sorte Niagara**

Die Sorte Niagara scheint sowohl während der Gärung als auch nach der Schwefelung der Weine 2-Aminoacetophenon und Anthranilsäuremethylester zu bilden. Der Bildungsmechanismus wird durch die weinbauliche Behandlung nur wenig beeinflusst. Dies zeigt, dass die Gärung, der Ausbau und die Lagerung des Weines einen großen Einfluss auf

die Bildung von 2-Aminoacetophenon haben. Wäre es möglich, den genauen Bildungsweg von 2-Aminoacetophenon bei Niagara herauszufinden, wäre dieser möglicherweise auf *Vitis vinifera* übertragbar.

### **Sensorische Beurteilung der Weine**

Bei der sensorischen Beurteilung der Weine aus den Gefäßversuchen auf UTA ist eine hohe Bewertung aufgrund der geringen Gehalte an 2-Aminoacetophenon nicht zu erwarten. Es zeigt sich auch, dass nur die Variante feucht-trocken mit hoher Düngung höher bewertet wurde. Dies bestätigt die Beobachtung von Sponholz et al. (1997), dass UTA-Jahre die waren, bei denen es beim Weichwerden der Trauben trocken wurde. Es scheint als würde eine gleich bleibende Wasserversorgung der Rebe weniger UTA verursachen, als ein Wechsel von trocken auf feucht. Dieser Eindruck scheint sich auch bei der Verkostung der künstlich gealterten Weine des Jahrgangs 2007 zu bestätigen. Die Veränderung der Strahlung beeinflusste den UTA-Eindruck nicht sehr stark. Die Variante mit erhöhter Strahlung führte jedoch zu Weinen, die verstärkt als Fehlerhaft bezeichnet wurden.

Überraschend ist die hohe UTA-Bewertung der Weine aus den ungedüngten Varianten des Jahrgangs 2007. Dies deutet darauf hin, dass auch Weine mit geringen Konzentrationen an 2-Aminoacetophenon zu UTA neigen könnten.

Diese Annahme wird durch die Verkostung der Weine aus den Freilandversuchen bestätigt. Die Weine aus der frühen Lese der Stressanlage wiesen 2-Aminoacetophenon in Konzentrationen weit unter der Geruchsschwelle auf und wurden als UTA-Wein erkannt. Bei dem Wein aus später Lese war dies Eindruck viel geringer. Der negative Effekt einer frühen Lese ist in der Literatur ausführlich beschrieben. Dass Weine ohne erhöhte Konzentrationen an 2-Aminoacetophenon auch UTA zeigen können wurde von (Linsenmeier 2006, Christoph, 1995, Henick-Kling et al., 2008) angedeutet. Hier müssen dringend weitere Untersuchungen stattfinden um diesen Sachverhalt eindeutig zu klären. Geklärt werden muss auch, welche Aromastoffe für den UTA-Eindruck **ohne 2-Aminoacetophenon** verantwortlich sind

Immer wieder wurde vermutet, dass neben 2-Aminoacetophenon weitere Substanzen zum UTA-Ton beitragen (Christoph et al., 1995, Sponholz et al., 2001) jedoch lagen die angenommen Aromastoffe (Skatol, Anthranilsäuremethylester, Indol) unter der Geruchsschwelle. Sensorisch gab es schon immer Unterscheidungen bei der Beschreibung von UTA. 2-Aminoacetophenon zeigt das typische Aroma von Akazienblüte oder Hybridton (Acree et al., 1990). Viele Weine zeigen jedoch auch Aromen von nassem Lappen, Mottenkugeln und Möbelpolitur was nicht zwingend typisch ist, für das Aroma von 2-

Aminoacetophenon (Fischer und Sponholz, 2000, Amann et al., 2001). Die Weine, die UTA zeigen ohne jedoch erhöhte Konzentrationen an 2-Aminoacetophenon zu zeigen neigen eher zu den Attributen Nasser Lappen, Mottenkugeln oder Möbelpolitur als zu den blumigen Aromen.

Ob eine **sensorische Differenzierung** dieser zwei Formen von UTA immer genau möglich ist, ist sicherlich fraglich. Bei Proben fällt jedoch immer wieder auf, dass die Meinung über die Ausprägung von UTA weit auseinandergehen. Aus diesem Grund wäre es unter Umständen sinnvoll eine Differenzierung der unterschiedlichen Fehltöne vorzunehmen.

UTA sollte die Bezeichnung für Weine sein, die erhöhte Konzentrationen an 2-Aminoacetophenon aufweisen.

Die zweite Form dieses Fehltons ist bedingt durch Stress in den Reben, und die Bezeichnung Stresston wäre hier sicherlich angebracht.

Im Folgenden soll eine **mögliche Erklärung und Unterscheidung für die Bildung von Fehltönen in Weißwein** diskutiert werden:

Eine Erhöhung der Stickstoffeinlagerung im Most ist sicherlich als positiv anzusehen und kann durch Steigerung der Komplexität des Weines, die Qualität anheben. Jedoch sollte beachtet werden, dass eine Anhebung durch hohe N-Düngung bei **früher Lese, hohen Erträgen möglicher Trockenheit** vor allem beim Reifebeginn und weiteren Stressbedingungen (Tabelle 3-7) zu UTA führen können. Eine hohe Stickstoffeinlagerung alleine ohne Einlagerung von weiteren „positiven Inhaltsstoffen“ kann zu erhöhten Konzentrationen an 2-Aminoacetophenon und somit zu UTA führen. Eine mögliche späte Lese kann den Stickstoffeinlagerung in die Traube weiter erhöhen und zusätzlich für eine Anreicherung weiterer Inhaltsstoffe führen. Jedoch ist eine hohe N-Düngung aufgrund der Botrytisproblematik und der Gefahr einer N-Auswaschung als kritisch anzusehen. Die Bildung von 2-Aminoacetophenon durch eine hohe Düngung konnte durch Linsenmeier (2007) gezeigt werden und wird durch diese Versuche bestätigt. Auch Seiter (2000) und Amann (2001) fand bei Weinen aus Mosten mit guter bis hoher Einlagerung von Stickstoff UTA. Aus den Ergebnissen nach Auftreten von UTA in den Jahren 1993 – 1996 war ein Auftreten von AAP bei guter Stickstoffversorgung des Mostes nicht denkbar.

Ein Mangel an Stickstoff durch geringe oder unterlassene N-Düngung erhöht die Gefahr für UTA (Schwab et al., 1996, Sponholz et al., 2001) Nach Amann et al. (2002) ist bei geringen Stickstoffgehalten im Most mit deutlichen UTA-Noten zu rechnen. Bei den hier vorliegenden

Versuchen kann dies zum Teil bestätigt werden. Jedoch ist der UTA-Ton bei diesen Weinen nicht **auf den Aromastoff 2-Aminoacetophenon** zurückzuführen. Auch bei diesem Fehlton sind die Ursachen **frühe Lese, hohe Erträge und Trockenheit** verbunden mit zusätzlichen Stressbedingungen (Tabelle 3-7). Der Stress ist bei dieser Variante des Fehltons den Reben anzusehen. Es sollte darum darüber nachgedacht werden, diesen Fehlton als **Stresston** zu bezeichnen. Hinzu kommt eine Neigung zu Bockseraromen, die häufig bei mangelnder Stickstoffversorgung der Hefe während der Gärung entstehen können (Rauhut, 1996). Jedoch ist hier zu erwähnen, dass eine geringe Einlagerung von Stickstoff in die Traube bei später Lese, angepassten Erträgen und dadurch bedingte Konzentration von positiven Inhaltsstoffen nicht zwangsläufig zu einem Fehlton führen muss.

Tabelle 1: Mögliche Erklärung für die Bildung von Fehltonen in Weißwein

<b>Stickstoff im Most</b>	<b>hoch</b>		<b>tief</b>	
<b>„pos. Inhaltsstoffe“</b>	<b>tief</b>	<b>hoch</b>	<b>tief</b>	<b>angemessen</b>
<b>Alterungsneigung</b>	<b>UTA</b>	<b>wenig</b>	<b>Stresston</b> <b>UTA ??</b>	<b>???</b>
<b>Weinbauliche Maßnahmen</b>				
<b>Düngung</b>	<b>hoch</b>		<b>gering</b>	
<b>Lesetermin</b>	<b>früh</b>	<b>spät</b>	<b>früh</b>	<b>spät</b>
<b>Ertrag</b>	<b>hoch</b>	<b>angepasst</b>	<b>nicht angepasst</b>	<b>angepasst</b>
<b>Wasserangebot</b>	<b>Trockenheit bei Veraison</b>		<b>Trockenheit</b>	
<b>Dauerbegrünung</b>	<b>fördert</b>		<b>fördert</b>	
<b>Entblätterung</b>	<b>fördert</b>		<b>fördert</b>	
<b>UV-Strahlung</b>	<b>fördert ?</b>		<b>fördert ?</b>	
		<b>Botrytis</b> <b>Gefahr N-</b> <b>Belastung</b>		

Es ist zu sehen, dass bei beiden Ausprägung des Fehltons ähnlich Ursachen zugrunde liegen, die dazu führten, dass es immer wieder Diskussionen und unterschiedliche Meinungen gibt.

Es ist anzunehmen, dass bei Weinen aus früher Lese, unreife Komponenten und geringe Fruchtintensität den Eindruck eines Fehlers fördern, was Köhler et al. (1995) bereits

diskutierten. Insgesamt ist ein Mangel an Reife und Inhaltstoffen die Ursache für das Auftreten von Fehltönen.

**Für die Praxis** bedeutet dies, dass hohe Düngemengen (größer 60 kg N / ha und Jahr) nicht sinnvoll sind, da die Konzentration an 2-Aminoacetophenon mit steigender Düngung bei gleichzeitig früher Lese zunehmen kann.

Jedoch kann eine unterlassene oder zu geringe Düngung in Anlagen mit zusätzlichen Stressfaktoren sicherlich zu stressbedingten Fehltönen führen. Es kann angenommen werden, dass mehrere Stressfaktoren, die zusammenwirken, wie mangelhafter Stickstoffversorgung auf trockenen Standorten mit zusätzlicher Dauerbegrünung und früher Lese sicherlich zu stressbedingten Fehltönen neigen. Eine Entblätterung und damit einhergehende stärkere Bestrahlung der Trauben kann diesen Effekt sicherlich noch verstärken.

Eine Förderung der Stickstoffeinlagerung durch späte Lese, dem Rebstock angepasste Erträge und mässige Entblätterung ist auf jeden Fall anzustreben. Stresssituationen für die Rebe sind zu vermeiden, da diese nicht zu UTA – mit der Bildung von 2-Aminoacetopheon, jedoch zu stressbedingten Fehltönen führen können.

## **Kurzfassung**

Das Projekt beschäftigt sich mit der Bildung des Untypischen Alterungstons bei Weißwein bei unterschiedlichen weinbaulichen Maßnahmen. Zusätzlich zu laufenden Freilandversuchen, die sich mit der Stickstoffversorgung der Rebe beschäftigen, wurde ein neuer Ansatz gewählt, indem ein Gefäßversuch im Freiland mit Großcontainern aufgebaut wurde. Dieser ermöglichte eine gezielte und differenzierte Belichtung sowie eine differenzierte Wasser- und Nährstoffversorgung der Reben, um diese gezielt möglichen Stresssituationen auszusetzen. Gepflanzt wurden die Sorten Müller-Thurgau (*Vitis vinifera*) und Niagara (*Vitis labrusca*). Die Sorte Niagara wurde gewählt, da sie schon in der Traube die für das UTA-Aroma verantwortliche Substanz 2-Aminoacetophenon bildet. Dabei sollte beobachtet werden ob sich die Menge an 2-Aminoacetophenon in den Trauben von Niagara durch Stresseinwirkung auf die Pflanze verändert und ob es Analogien zur Bildung in *Vitis vinifera* gibt.

Die Bildung von 2-Aminoacetophenon bei Müller-Thurgau wurde bei den Gefäßversuchen am stärksten durch die Stickstoffdüngung beeinflusst. Bei einer Düngung mit 50 kg N / ha stieg die Konzentration an 2-Aminoacetophenon signifikant an. Wassermangel nach dem Weichwerden der Traube in Kombination mit erhöhter Düngung führt zu erhöhten 2-Aminoacetophenongehalten.

Die Stickstoffaufnahme der Traube konnte durch unterschiedliche Bewässerungsstrategien beeinflusst werden. Mit steigenden Konzentrationen von Stickstoff im Most stiegen tendenziell auch die 2-Aminoacetophenonkonzentrationen an. Die Menge an freier Indoleessigsäure, die nach der Gärung vorlag, hatte keinen Einfluss auf die Bildung von 2-Aminoacetophenon. Ebenfalls führte eine stärkere Abnahme von freier Indoleessigsäure während der Lagerung des Weines nicht zu erhöhten Gehalten an 2-Aminoacetophenon. Auch das antioxidative Potential des Weines hatte bei diesen Versuchen keinen Einfluss auf die Bildung von 2-Aminoacetophenon. Stresssituationen der Rebe (Stickstoffmangel, Trockenheit, hohe UV-Strahlung) führten nicht zu einer erhöhten Bildung von 2-Aminoacetophenon. Sicher scheint zu sein, dass ein Stickstoffmangel für die Rebe nicht zu erhöhten Gehalten an 2-Aminoacetophenon führt. Weine aus Stickstoffmangelanlagen wurden als „UTA Weine“ angesprochen, obwohl die UTA verursachende Aromakomponente 2-Aminoacetophenon fehlte. Es ist daher erforderlich einen Weinefehler, der sensorisch ähnlich beschrieben wird, zu definieren. Der Begriff Stress-Ton bzw. Stress-Flavour wird in die Diskussion eingeführt. Es sind weitere Untersuchungen zur klaren sensorischen Abgrenzung notwendig. Die Stressbedingungen Trockenheit, frühe Lese, nicht angepasster Ertrag und eine nicht standortgerechte Begrünung beeinflussen die Bildung dieser Fehltonne.

# „Cultivation requirements of vineyards using the example of the formation of the Atypical Aging in wine“

## Author

Prof. Dr. Otmar Löhnertz

## Introduction

2-Aminoacetophenone as the causal agent of Atypical Ageing (ATA) was identified by Rapp et al. (1993). Investigations on the biochemical mechanisms of the formation of 2-aminoacetophenone in wine showed that the oxidative degradation of indole acetic acid triggered by sulfurylation leads to the formation of 2-aminoacetophenone. An addition of antioxidants can inhibit this reaction. Because of this, the only oenological method known so far, the addition of ascorbic acid can prevent the formation of ATA.

According to empirical studies, ATA is caused by various stress reactions of the vine. The main stress parameters are reduced fertilization, high yield, early harvest, drought, permanent green cover and high UVB-radiation.

The study evaluates the impact of various stress factors on the formation of ATA in wine.

## Methods

The project deals with the formation of the ATA within different viticultural practices. In addition to ongoing field trials, which explore the nitrogen supply of grapes a new approach was chosen in which an outdoor trial with capacious containers was established. This experiment allowed a specific and differentiated light exposure, water and nutrient supply of the vines, by submitting these to different / possible stress situations. Therefore were planted the varieties Müller-Thurgau (*Vitis vinifera*) and Niagara (*Vitis labrusca*). The variety Niagara has been selected because it generates already in the grapes the substance 2-aminoacetophenone which is responsible for the ATA aroma.

## Results

In the containers the formation of 2-aminoacetophenone by Müller-Thurgau was affected predominantly by the fertilization. The fertilization of 50 kg N / ha results in an increased 2-aminoacetophenone concentration.

The nitrogen uptake of the grape could be manipulated by different irrigation strategies. With increasing nitrogen concentration of the must, the concentration of 2-aminoacetophenone was

rising as well. The amount of Indole acetic acid in the wine after fermentation, had no influence on the formation of 2-aminoacetophenone. A stronger decrease of Indole acetic acid during the storage of the wine does not lead to increased levels of 2-aminoacetophenone. Neither the antioxidant potential of wine had no influence on the formation of 2-Aminoacetophenone in these experiments. Stress conditions of the vine (nitrogen deficiency, drought, high UV- radiation) had no impact to an increased formation of 2-aminoacetophenone. It seems to be sure that nitrogen deficiency of vine does not lead to increased levels of 2-Aminoacetophenone. Wines produced by vines which were submitted to nitrogen deficiency were characterized as ATA wines even though the responsible substance for ATA 2-aminoacetophenone, was missing. We assume that other aromatical substances contribute to the distinguished negative note. For that reason, we propose to define a new off-flavour of wine that is to characterize alike but slightly different the one of ATA. The term “stress-note” or “stress-flavour” shall be introduced to this discussion. Stress conditions, like drought, early harvest, as well as unregulated yield and barley balanced cover crops influence the formation of those negative note.

### **Conclusion**

Abundant fertilization quantities (> 60 kg N/ha) are strictly to avoid, since the concentration of 2-aminoacetophenone may increase with rising fertilizer levels with simultaneously early harvest time. However, a refrained or marginal fertilization of vines that are subjected to further stress factors surely leads to stress induced negative aroma of the wine. It can be assumed that multiple stress factors that appear such as poor nitrogen supply on dry sites combined with permanent cover crop and earlier harvest certainly tend to result in wines with induced negative aroma. Defoliation and thus a more intense irradiation of grapes can certainly potentiate this effect. A boost of nitrogen storage in the grapes by late harvest, a vine adapted yield and moderate defoliation should be the aim in any case. Stress situations for the vines are absolutely to be avoided, because they may not lead to ATA - with the formation of 2-aminoacetophenone, but result in negative, stress induced aroma instead.

**Acknowledgements:** The study was financially supported by the Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft, Germany