



## **Aminosäuren im Traubenmost und ihre Beeinflussung durch weinbauliche Maßnahmen**

*Veröffentlichung aus :* Rebe und Wein 10/2003, S. 25-30

**Dr. Arnold Schwab, Manfred Peternel und Eberhard Grebner**

**Sachgebiet Weinbaumanagement**

Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau,

Herrnstraße 8, D-97209 Veitshöchheim

Tel. 0931-9801-554 bzw. 558

email: [arnold.schwab@lwg.bayern.de](mailto:arnold.schwab@lwg.bayern.de)

Die Qualität des Traubengutes ist der Grundstock jeden Weines. In den letzten 50 Jahren war das spezifische Gewicht des Traubenmostes, gemessen in Grad Oechsle, der Hauptparameter für „Traubenqualität“ in Deutschland. Weitere Indikatoren spielten bisher zur Qualitätsbewertung des Traubengutes meist nur eine untergeordnete Rolle. Auch die Aminosäuren und ihre Zusammensetzung im Traubenmost beeinflussen primär als Hefenährstoff, aber auch als Ausgangsstoff vieler sekundärer Weininhaltsstoffe die Qualität der Weine. Forschungsergebnisse von 8 Jahren Aminosäureuntersuchung im Traubenmost weißer Rebsorten werden im folgenden dargestellt und bewertet.

### Qualitätsbestimmende Mostinhaltsstoffe

Die Neubewertung der Traubenqualität und damit eng verbunden die der optimalen Traubenreife ist besonders unter dem Einfluss der untypischen Alterungsnote (UTA) und der negativen Auswirkungen einer stickstoffzehrenden und reifeverzögernden Dauerbegrünung in den Mittelpunkt der Forschungsarbeiten gerückt (Köhler et al., 1995; Schwab et al., 1996; Schwab und Peternel, 1997; Löhnertz und Rauhut, 1997; Schwab et al., 1999; Schwab, 2000a und 2000b, Schwab, 2001).

Die Weine des letzten Jahrzehnts waren aufgrund hoher Erträge und starker Begleitpflanzenkonkurrenz häufiger durch weniger Fülle, Aromen und Ausdruckskraft geprägt als in früheren Jahrzehnten. Neben den Zuckern sowie den Mineralstoffen, die vorwiegend als Alkohol bzw. Restextrakt die Fülle der Weine bestimmen, stellen die hefeverwertbaren Stickstoffsubstanzen, vorwiegend die Aminosäuren, qualitätsentscheidende Inhaltsstoffe im Traubenmost dar. Aminosäuren dienen nicht nur der Hefe als Nährstoff zu ihrer Vermehrung und damit der Alkoholproduktion, sie sind auch Grundstoffe für die Bildung von positiven Gäraromen (Bidan, 1974; Rapp und Versini, 1996; Guitart et al., 1999). Bereits in früheren Jahren wurden die Aminosäuregehalte von Traubenmost und Wein in Kalifornien (Kliwer, 1970) als auch in Deutschland untersucht und Zusammenhänge mit der Jahreswitterung, den Sorten, dem Ertragsniveau, der Stickstoffdüngung und weinbaulichen Bewirtschaftungsmaßnahmen gefunden (Schrader et al.; 1976, Rothbacher et al., 1979; Betz und Schmitt 1982; Prior, 1997). Obwohl bereits von Miltenberger et al. (1993) hervorgehoben wurde, dass der Aminosäuregehalt im Beerensaft einen wichtigen Teil der Traubenqualität umschreibt, wurde bisher die Ermittlung dieses Qualitätsparameters vorwiegend aus Kostengründen nicht in die Bewertung miteinbezogen.

Drawert hat bereits 1963 herausgestellt, dass weniger der Zucker- und Säurekonzentration als vielmehr den Aminosäuren eine große Bedeutung zur Ermittlung der „**physiologischen Reife**“ der Beeren zukommt. Von Miltenberger et al. (1993) werden Gesamtstickstoff- und Prolinkonzentration als Reife- bzw. Qualitätsparameter angesehen. Arbeiten über die Aminosäuregehalte im Wein liegen in großer Anzahl vor. Allerdings sind die Weinwerte nicht aussagekräftig in Bezug auf Traubenqualität und Beerenreife, da durch die Vergärung die Aminosäuregehalte im Wein verändert werden. Eine Bewertung bestimmter weinbaulicher Maßnahmen und ihrer Auswirkungen auf den Gehalt an stickstoffhaltigen Substanzen im Most lassen sich deshalb aus den Weinwerten nicht mehr ableiten.

### Ergebnisse

In 250 analysierten Mostproben aus weinbaulichen Versuchen mit den Rebsorten Silvaner, Müller-Thurgau, Riesling und Kerner der Jahre 1995-2002 lag der **Gesamtstickstoffgehalt im Traubenmost**, der Aminosäuren und alle weiteren stickstoffhaltigen Substanzen umfasst, im Mittel bei 576 mg/l und der **Gesamtgehalt an Aminosäuren** bei 2340 mg/l (Tabelle 1). Der Aminosäurestickstoff der 250 Mostproben umfasst im Mittel rund 75 % des Gesamtstickstoffs. Betz und Schmitt (1982) ermittelten im Jahr 1979 bei Müller-Thurgau deutlich höhere Gesamtstickstoffgehalte von 974-1032 mg/l Most (Tabelle 1). Bidan (1974) beziffert den Aminosäureanteil (in N berechnet) am Gesamtstickstoff für Südfrankreich mit 20 bis 40 %. Aus den deutlich niedrigeren Anteilen der hefeverfügbaren Aminosäuren am Gesamtstickstoff im Most südlicher Weinbauregionen wird deutlich, dass bei höherem Energieangebot mehr Aminosäuren in höhermolekulare N-Stoffe (wie z.B. Proteine) umgebaut werden. Im Mittel der 250 Mostproben nahm der Arginingehalt mit 34 % (sorten- und jahresspezifischer Schwankungsbereich 20 – 88 %) den größten Anteil am Aminosäuregesamtgehalt ein. Glutamin lag zwischen 10-20 % (Mittel 13 %) und Prolin zwischen 1 - 15 % (Mittel 7,0 %). Die einzelnen Gehaltswerte der restlichen 26

Aminosäuren nehmen nur relativ geringe Anteile ein, bilden jedoch einen mittleren Restanteil von rund 45 % am Aminosäuregesamtgehalt. Deutlich wird die differente Zusammensetzung der Aminosäuren im Vergleich zu südlicheren, sonnenscheinintensiveren Weinbaugebieten, wo Prolin häufig die höchsten Gehaltsanteile einnimmt (Ough, 1968).

Franken		Literaturvergleichswerte		
Gehalte in mg/l Most	mittlere Gehalte in 250 Mostproben in mg/l bzw. (% am Gesamtgehalt)	n. Prior (1997) Riesling, Rheingau 1992-1994 (umgerechnete N-Werte)	Betz und Schmitt (1982) Müller-Thurgau Franken, (1979) 6-15A/m <sup>2</sup>	Ough (1968) Kalifornien, 1967, Silvaner/bzw. Chardonnay
Gesamtstickstoff im Most	576	120 - 430	974 - 1032	998/1223
Gesamt-Aminosäuregehalt	2340 (100)	433 - 1600		
Arginingehalt	809 (34)	31 - 342		
Glutamingehalt	300 (13)	105 - 442		
Prolingehalt	156 (7)	156 - 779	271 - 320	492/1066
restl. Aminosäuren	1077 (46)	27 - 367		

Tabelle 1: Gehalt an Gesamtstickstoff und Aminosäuren im Traubenmost von 250 Mostproben der Jahre 1995-2002, (Sorten Silvaner, Müller-Thurgau, Riesling, Kerner) im fränkischen Klimaraum im Vergleich zu Literaturangaben aus dem Rheingau, Franken und Kalifornien.

In den Beeren lagen die Aminosäuren nach Stines et al. (2000) bei Cabernet Sauvignon in Australien zu 8,5 % des Gesamtgehaltes in den Kernen und zu 77 % in Fruchtfleisch und Beerensaft. Bei Riesling hingegen lagen die Werte bei 23 und 66 %. Wie Tabelle 1 zeigt, liegen die Stickstoff- und Aminosäuregehalte in den fränkischen Mosten deutlich höher als beim Riesling im Rheingau, erreichen jedoch nicht die hohen Werte aus Kalifornien (Ough, 1968). Die Werte aus dem Rheingau lagen unter den fränkischen Gehaltswerten mit Ausnahme des Prolingehaltes, welcher sowohl im Rheingau und besonders in Kalifornien erheblich höhere Werte erreichte als in Franken.

## Jahresunterschiede

Neben dem Regionalklima übt die Jahreswitterung (Tabelle 2) einen starken Einfluss auf die Aminosäurebildung im Traubenmost aus. Im Jahresvergleich erreichte das Jahr 1997 mit seinen hohen Sonnenscheinstunden, hohen Werten der photosyntheseaktiven Strahlung (PAR), geringen Niederschlägen und stark negativer Wasserbilanz in der Reifephase August und September die höchsten Aminosäuregehalte im Most. Der **Gesamtstickstoffgehalt** im Most variierte in den einzelnen Jahren zwischen 319 mg/l (1995) und 760 mg/l (1996) und weist einen Höchstwert im feuchten Jahr 1996 auf. Die **Prolingehalte** schwankten in den Jahren zwischen 87 mg/l (1995) und 243 mg/l (1998) und waren von der Sonneneinstrahlung (PAR) stärker beeinflusst als von den Niederschlägen.

Tabelle 2 verdeutlicht, dass kühlere aber nicht zu feuchte Jahre wie z.B. 1996 den Gesamtstickstoff- und den Aminosäuregehalt und trockene und warme Jahre z.B. 1997 den energieabhängigen Prolingehalt im Traubenmost erhöhen. Weitere Einflüsse auf diese Gehaltswerte gehen vom Ertragsniveau, von Dünung und Fäulnisanteil aus. Die Verteilung der Aminosäuren im Most ist im Vergleich zu wärmeren, südlichen Anbauländern different. In unseren Breitengraden nimmt der Argininanteil im Mittel der Untersuchungsjahre den höchsten Wert mit annähernd 35 % am Gesamtaminosäuregehalt ein, während in Australien und Kalifornien Prolin neben Arginin den Hauptanteil am Gesamtaminosäuregehalt stellt (Stines et al., 2000; Ough, 1968).

Jahre	photo-synth. aktive Strahlung (PAR)	Sonnenscheinstunden	mittl. Temperatur in °C	Niederschläge l/m <sup>2</sup>	Klimat. Wasserbilanz	Ertrag in kg/ar	Gesamtstickstoffgehalt im Most mg/l	Aminosäuregehalt im Most mg/l	Prolingehalt im Most mg/l
	Aug + Sept.	Aug + Sept.	Aug + Sept.	Aug + Sept.	Aug + Sept.		Mittel n = 250	Mittel n = 250	Mittel n = 250
1995	23.688	327	15,9	193	25,4	113	319	1001	87
1996	22.250	299	14,8	113	-24,7	97	<b>760</b>	2400	92
1997	28.797	500	18,1	27	-222,6	80	749	<b>3151</b>	186
1998	24.533	347	16,4	114	-70,6	107	502	2449	<b>243</b>
1999	26.488	423	18,2	51	-174,1	120	492	2096	160
2000	25.074	393	17,0	90	-87,8	122	435	1844	145
Mittelwert	<b>25.138</b>	<b>381,5</b>	<b>16,7</b>	<b>98</b>	<b>-92,4</b>		<b>542,8</b>	<b>2156,8</b>	<b>152,2</b>
Langj. Mittel	<b>24.955</b>	<b>355</b>	<b>16,0</b>	<b>100</b>	<b>-77,7</b>				

**Tabelle 2:** Vergleich von Klimawerten und Mostinhaltsstoffen - Klimawerte am Standort Würzburg (Daten des Deutschen Wetterdienstes) in den Reifemonaten August und September für die Vergleichsjahre 1995 – 2000 und Mostwerte im Mittel von 250 Proben von verschiedenen weißen Traubenmosten der Standorte Veitshöchheim/Thüngersheim/Himmelstadt

### Einfluss des Lesezeitpunktes

In Tabelle 3 werden die Ertrags- und Analysenwerte der Rebsorte Kerner bei unterschiedlicher Traubenreife (differenter Lesetermin), Bodenbearbeitung (offen bzw. dauerbegrünt) und Ertragsbelastung (Anschnitt von 10 Augen bzw. 20 Augen/Stock) verglichen. Der Lesezeitpunkt differierte zwischen früher und später Lese um 12-14 Tage. Durch die optimale Ausreife der Trauben wurden die Aminosäuren signifikant erhöht und der Weingeschmack nachhaltig verbessert.

UTA-1 Kerner Mittel 1996-1999	Variante Erntetermin		Variante Ertragshöhe		Variante Bodenbewirtschaftung	
	frühe Lese	späte Lese	10 A / Stock	20 A / Stock	offen	begrünt
Ertrag kg/ar	105,5 a	101,5 a	76,2 b	<b>130,8 a</b>	<b>109,4 a</b>	97,6 b
°Oechsle	79,7 b	<b>86,5 a</b>	<b>85,4 a</b>	80,3 b	83,9 a	82,3 a
Säure	<b>12,7 a</b>	9,6 b	11,0 a	11,3 a	11,1 a	11,1 a
pH-Wert	2,9 b	<b>3,1 a</b>	3,0 a	3,0 a	3,0 a	3,0 a
Holzgewicht kg/ha	1164,6 a	1114,0 a	1064,7 b	<b>1213,9 a</b>	<b>1306,9 a</b>	971,8 b
N-Ges mg/l Most	445,81 a	495,4 a	469,9 a	471,3 a	<b>544,3 a</b>	396,9 b
Aminos-gesamt mg/l	1230,0 b	<b>1721,0 a</b>	<b>1441,2 a</b>	<b>1509,8 a</b>	<b>1773,5 a</b>	<b>1177,5 b</b>
Asparagin mg/l	41,0 a	50,5 a	43,5 a	47,9 a	<b>52,7 a</b>	38,7 b
Threonin mg/l	54,8 b	<b>75,0 a</b>	63,6 a	66,2 a	<b>75,2 a</b>	54,6 b
Serin mg/l	69,8 b	<b>86,7 a</b>	80,0 a	76,5 a	<b>93,9 a</b>	62,6 b
Asparaginsäure mg/l	0,7 a	0,9 a	0,8 a	0,9 a	1,7 a	0,0 a
Glutaminsäure mg/l	78,6 a	82,2 a	79,0 a	81,8 a	<b>99,2 a</b>	61,5 b
Glutamin mg/l	106,9 a	189,0 a	127,2 a	168,8 a	140,1 a	155,8 a
α-Aminoadipinsäure	1,5 b	<b>2,5 a</b>	2,3 a	1,8 a	2,4 a	1,7 a
<b>Prolin mg/l</b>	<b>164,4 b</b>	<b>258,8 a</b>	<b>222,2 a</b>	<b>201,1 a</b>	<b>251,3 a</b>	<b>171,9 b</b>
Glycin mg/l	2,1 b	<b>3,1 a</b>	2,7 a	2,5 a	3,3 a	1,8 b
Alanin mg/l	113,3 a	122,8 a	120,1 a	116,0 a	<b>159,6 a</b>	76,5 b
Citrulin mg/l	14,6 b	<b>34,2 a</b>	24,5 a	24,2 a	28,4 a	20,3 a
Valin mg/l	38,1 b	<b>56,6 a</b>	47,2 a	47,6 a	49,4 a	45,3 a
Cystin mg/l	10,6 a	12,5 a	11,0 a	12,1 a	12,0 a	11,0 a



UTA-1 Kerner Tab. - Fortsetzung Mittel 1996-1999	Variante Erntetermin		Variante Ertragshöhe		Variante Bodenbewirtschaftung	
	frühe Lese	späte Lese	10 A / Stock	20 A / Stock	offen	begrünt
Isoleucin mg/l	35,8 b	<b>68,8 a</b>	51,0 a	53,6 a	51,2 a	53,4 a
Leucin mg/l	44,7 b	<b>69,5 a</b>	55,9 a	58,3 a	56,9 a	57,3 a
Tyrosin mg/l	15,4 b	<b>29,1 a</b>	21,7 a	22,8 a	24,6 a	19,9 a
Phenylalanin mg/l	44,5 a	54,7 a	47,3 a	51,9 a	51,3 a	47,9 a
β-Alanin mg/l	16,9 b	<b>29,9 a</b>	24,0 a	22,8 a	28,4 a	18,5 a
β-Aminoisobutters.	74,3 a	79,6 a	76,9 a	77,0 a	<b>93,1 a</b>	60,9 b
Amonium mg/l	25,3 a	23,2 a	22,0 a	26,6 a	<b>33,1 a</b>	15,4 b
Ornithin mg/l	3,3 a	4,7 a	4,1 a	3,8 a	4,7 a	3,2 a
Lysin mg/l	4,9 b	<b>10,9 a</b>	7,8 a	8,0 a	9,8 a	6,0 a
Histidin mg/l	78,7 a	<b>154,9 a</b>	117,6 a	115,9 a	<b>165,0 a</b>	68,6 b
Tryptophan mg/l	27,4 b	<b>40,0 a</b>	31,7 a	35,7 a	36,6 a	30,8 a
Arginin mg/l	253,2 a	305,4 a	263,9 a	294,7 a	<b>362,0 a</b>	196,6 b
Restextrakt g/l (Wein)	4,7 b	<b>6,4 a</b>	5,7 a	5,4 a	5,7 a	5,4 a
DLG-Zahl 0-5 (Wein)	<b>1,5</b>	<b>2,0</b>	<b>1,8</b>	<b>1,7</b>	<b>1,8</b>	<b>1,8</b>
UTA-Zahl 0-3(Wein)	0,8	0,4	0,5	0,6	0,6	0,6

abc: varianzanalytische Verrechnung - bei differenten Buchstaben signifikante Unterschiede in den Varianten bei p = < 0,05 % (signifikant höhere Werte sind fett gedruckt)

**Tabelle 3:** Beeinflussung der Gehalte an Aminosäuren im Traubenmost bei Kerner im Mittel von 4 Jahren durch unterschiedlichen Lesetermin, Ertragsgestaltung und Bodenbewirtschaftung

Wie die vierjährigen Ergebnisse zeigen, wurde das Mostgewicht durch die spätere Lese lediglich um 8,5 %, die Aminosäuregehalte jedoch zwischen 40 bis 57 % erhöht. Auch von den mengenmäßig niedriger konzentrierten Aminosäuren wurden durch die bessere Traubenreife Citrulin, Valin, Isoleucin, Leucin, Tyrosin, Alanin, Lysin, Histidin und Tryptophan signifikant erhöht. Unter allen untersuchten Einflüssen hat die optimale Ausreife der Trauben somit den höchsten Einfluss auf die Aminosäuregehalte im Traubenmost. Durch die Lese bei Vollreife wird der Reifeindikator Prolingehalt im Mittel der 4 Versuchsjahre um 57 % erhöht und steht in direkter Beziehung zur Zuckereinlagerung bzw. zum Strahlungsgenuss in den letzten Reifewochen. Durch die Lese zur Vollreife konnte auch eine deutlich bessere Weinbewertung erzielt werden (Tabelle 3).

### Einfluss der Bodenbewirtschaftung

Mit Rationalisierung und Extensivierung der weinbaulichen Erzeugung hat sich die Dauerbegrünung der Rebassen in den meisten deutschen Weinbaugebieten sehr schnell verbreitet. Die Vorzüge, wie zeitnahe und schnellere Bearbeitung (mulchen) und frühere Befahrbarkeit nach Regenfällen (Rebschutz), haben besonders in Direktzuanlagen mit wasserhaltefähigen Böden zu einer hohen Akzeptanz dieser Bodenbewirtschaftungsform geführt. Die negativen Auswirkungen einer ganzflächigen Dauerbegrünung kamen erst Anfang der 90er Jahre stärker zum Vorschein, als sich dünne Weine, niedrige Restextraktwerte, Gärstockungen und untypische Alterungsnoten (UTA) häuften. Eine deutlich verzögerte Traubenreife und nicht ausreichend hefeverfügbarer Aminostickstoff im Traubenmost können als Auswirkungen dieser Extensivierungsmaßnahmen angeführt werden (Schwab und Peternel, 1997 und 2001).

Wie aus Tabelle 3 hervorgeht, reduziert die flächige Dauerbegrünung im Mittel der 4 Untersuchungsjahre den Ertrag signifikant, jedoch nicht das Mostgewicht. Im Gegensatz dazu sind die wichtigsten stickstoffhaltigen Mostinhaltsstoffe durch die Dauerbegrünung signifikant verringert worden. Wird vom Gesamtaminosäuregehalt der nicht hefeverfügbare Prolingehalt abgezogen, so liegt der Aminosäuregehalt in den dauerbegrüntem Varianten um 500 mg/l niedriger. In Einzeljahren wie 1998 unterschritt der Gesamtgehalt an Aminosäuren den Hefebedarf von rund 1000 mg/l Aminosäuren (Löhnertz und Rauhut, 1997) und führte z.T. zu Gärstörungen. Wie die Erfahrungen aus den Untersuchungen zeigen, ist in den dauerbegrüntem Parzellen selbst bei einer verlängerten Reifephase keine vollständige Angleichung der Aminosäuregehalte im Most zu erreichen. Trotz eines relativ hohen Gesamtgehaltes an Aminosäuren waren bei Silvaner bei flächiger Dauerbegrünung häufiger leichte UTA-Noten festzustellen, die auf die unvollständige Ausreife der Trauben hinweisen. Dies bestätigt frühere Untersuchungen, dass nicht der niedrige Aminosäuregehalt im Traubenmost UTA-Noten verursacht, sondern die generell unzureichende Gesamtreife der Trauben der UTA-Entstehung Vorschub leistet (Schwab und Peternel,

## Einfluss der Ertragsregulierung

Trotz eines erhöhten Anschnitts, der zu einem enormen Ertragsanstieg führte (siehe Tabellen 3 und 4), nimmt der Gesamtaminosäuregehalt im Traubenmost nicht signifikant ab. Auch die anderen Inhaltsstoffe zeigen durch diese Ertragsverdopplung bzw. -verdreifachung keine signifikante Reduktion (Tabelle 3). Der Reifeindikator Prolin hingegen wird besonders bei Silvaner durch die Ertragsverdoppelung um über 50 % reduziert und zeigt damit den Reiferückstand an (Tabelle 4). Bei genügend Bodenwasser, Stickstoff und Laubmasse scheint der Traubenertrag die allgemeine Aminosäurebildung nicht stark negativ zu beeinflussen, da sowohl der Gesamtaminosäuregehalt als auch der Arginingehalt bei den hohen Ertragsvarianten 5 bzw. 10 % höher lag als beim reduzierten Anschnitt.

<i>Silvaner/SO4</i>	<b>Anschnitt + Ausdünnung</b>	<b>Anschnitt</b>	<b>Anschnitt</b>	Anstieg bzw Reduktion in % bei Vergleich von
	<b>4 A/m<sup>2</sup> und 1Tr/Tr.</b>	<b>6 A/m<sup>2</sup></b>	<b>8 A/m<sup>2</sup></b>	<b>4 : 8 A/m<sup>2</sup></b>
<b>Ertrag</b>	<b>67 b</b>	<b>179 a</b>	<b>243 a</b>	<b>+ 363 %</b>
<b>°Oechsle</b>	<b>94 a</b>	<b>83 ab</b>	<b>79 b</b>	<b>- 16 %</b>
<b>N-gesamt in mg/l</b>	<b>580 a</b>	<b>554 a</b>	<b>595 a</b>	<b>+ 2,6 %</b>
<b>FAN mg/l</b>	<b>550 a</b>	<b>499 a</b>	<b>609 a</b>	<b>+ 10,7 %</b>
<b>Aminosäuren gesamt mg/l</b>	<b>2489 a</b>	<b>2129 a</b>	<b>2452 a</b>	<b>- 1,49 %</b>
<b>Arginin mg/l</b>	<b>1083 a</b>	<b>994 a</b>	<b>1309 a</b>	<b>+ 21 %</b>
<b>Glutamin mg/l</b>	<b>248 a</b>	<b>221 a</b>	<b>235 a</b>	<b>- 5,2 %</b>
<b>Prolin mg/l</b>	<b>170 a</b>	<b>79 b</b>	<b>52 b</b>	<b>- 69 %</b>
<b>restl. Aminosäuren mg/l</b>	<b>987 a</b>	<b>834 a</b>	<b>855 a</b>	<b>- 13 %</b>
<b>Weinbewertung (DLG-Zahl)</b>	<b>1,83</b>	<b>1,61</b>	<b>1,52</b>	<b>- 16,9 %</b>

abc: varianzanalytische Verrechnung - bei differenten Buchstaben signifikante Unterschiede zwischen den Anschnittvarianten bei  $p = < 0,05$  %

**Tabelle 4:** Vergleich von Anschnittvarianten mit Traubenreduktion auf 1 Traube/Trieb, bei Silvaner im Mittel der Jahre 2000-2002; Thüngersheimer Scharlach, Silvaner, SO4.

Die verzögerte Traubenreife führte jedoch zu dünnen, restextraktärmeren und für UTA-Noten anfälligeren Weinen (siehe auch DLG-Zahl bei Silvaner, Tabelle 4). Erste Versuche zur Traubenteilung bei Silvaner zeigen einen starken Anstieg im Prolingehalt, wenn die etwas reifere Traubenspitze Ende August entfernt wird. Obwohl der Oechslewert durch die Traubenteilung nur um 5 Grad gesteigert wurde, sind die sensorischen Unterschiede im Endprodukt Wein sehr deutlich ausgeprägt.

Zwischen Gesamtstickstoffgehalt, hefeverfügbaren Stickstoff (FAN), Gesamtaminosäuregehalt, dem mengenmäßig stark ausgeprägtem Arginingehalt und der sensorischen Bewertung der Weine (DLG-Zahl) besteht kein positiver Zusammenhang (Tabelle 4). Mostgewicht als auch Prolingehalt zeigten bei Ertragsreduktion hingegen einen signifikanten Anstieg.

## Einfluss der Stickstoffdüngung

Wie Tabelle 5 zeigt, werden durch eine standortgerechte mineralische Stickstoffdüngung (50 kg N/ha im Vergleich zur praxisunüblichen Null-N-Düngung) die Mostinhaltsstoffe sowie die Weinbewertung signifikant erhöht, wohingegen im Mittel der 5 Jahre der Traubenertrag als auch das Mostgewicht keiner signifikante Veränderung unterlagen. Eine weitere Anhebung der Stickstoffdüngung (100 kg N/ha) über die nach Bodenuntersuchung empfohlenen N-Menge von 50 kg N/ha hinaus, brachte keine weitere signifikante Erhöhung der Moststickstoff- und Aminosäurewerte als auch keine bessere Weinbewertung. Der niedrige Aminosäuregehalt in der Null-Variante führte in trockenen Jahren zu Gärstockungen und aufgrund der leicht verzögerten Reife auch zu UTA-Noten.

<b>Stickstoffdüngung</b>	<b>0 N</b>	<b>50 N</b>	<b>100 N</b>	<b>Anstieg in % 0N : 50N</b>	<b>Anstieg in % 50N : 100N</b>
<b>Ertrag kg/ar</b>	122,7 a	124,1 a	125,8 a	1,14	1,37
<b>°Oechsle</b>	77,0 b	78,2 a	78,3 a	1,55	0,13
<b>N-gesamt in mg/l</b>	309,9 b	478,8 a	485,4 a	54,5	1,38
<b>Aminosäuren gesamt mg/l</b>	977 b	1476 a	1495 a	51,1	1,29
<b>Arginin mg/l</b>	273 b	507 a	534 a	85,7	5,33
<b>Glutamin mg/l</b>	73 b	98 a	107 a	34,2	9,18
<b>Prolin mg/l</b>	165 b	205 a	207 a	24,2	0,98
<b>Alanin mg/l</b>	45 b	73 a	76 a	62,2	4,11
<b>Serin mg/l</b>	40 b	62 a	64 a	55,0	3,23
<b>restl. Aminosäuren mg/l</b>	381	531	507	39,4	- 4,52
<b>Restextraktgehalt im Wein in g/l</b>	5,67 b	6,98 a	7,23 a	27,5	3,58
<b>Weinbewertung (DLG- Zahl)</b>	1,93	2,21	2,23	14,5	0,90

abc: varianzanalytische Verrechnung - bei differenten Buchstaben signifikante Unterschiede zwischen den Düngevarianten bei  $p < 0,05$  %

**Tabelle 5:** Einfluss des Bodens und der mineralischen Düngung, Himmelstadter Kelter, Müller-Thurgau, Mittelwerte über alle Versuchsvarianten 1995-1999, IS-Boden, Humusgehalt 0,7 %, SW-W-Lage, 15 % Hangneigung

Auf gut mit Humus versorgten Muschelkalkböden konnte auch bei anderen Rebsorten durch eine erhöhte Stickstoffdüngung keine Anhebung der Aminosäuren im Traubenmost erreicht werden. Dagegen spielen die Bodenfeuchte und damit auch die Stickstoffmineralisation eine wesentliche Rolle für die Aminosäureakkumulation im Beerensaft.

### Erkenntnisse für die Praxis

Die langjährigen Untersuchungen der Mostinhaltsstoffe zeigen, dass der Aminosäuregehalt im Traubenmost durch weinbauliche Maßnahmen unterschiedlich stark beeinflusst wird. Die bisherigen Untersuchungen aus Einzeljahren konnten durch die vorliegenden mehrjährigen Ergebnisse zum Großteil bestätigt werden. Der Lesezeitpunkt und somit der Ausreifeegrad der Trauben beeinflussen den Prolingehalt stärker als andere wichtige Aminosäuren oder den Gesamtgehalt an Stickstoff im Traubenmost. Die vorliegenden Untersuchungen bestätigen auch die Ergebnisse von Rothbacher et al. (1979), die eine Reduzierung der Aminosäuren im Traubenmost durch einen hohen Anschnitt beobachteten. Durch die vorliegenden Untersuchungen konnte auch herausgearbeitet werden, dass unter den mengenmäßig wichtigen Aminosäuren der Prolingehalt durch eine qualitätsfördernde Ertragsreduzierung am stärksten angehoben werden kann. Bell et al. (1979) berichteten, dass eine Gassenbe-grünung den Gehalt an Aminosäuren im Traubenmost senkt, was durch unsere langjährigen Untersuchungen ebenfalls bestätigt wurde. Ein Rückgang des Prolingehaltes im Verlauf der Reife wurde bisher nicht festgestellt, im Gegensatz zu den Schwankungen der mengenmäßig stark akkumulierten Aminosäuren Arginin und Glutamin. In den durchgeführten Versuchen konnte je nach Reifewitterung eine kontinuierliche Zunahme des Prolingehaltes in der Reifephase beobachtet werden. Im Gegensatz zu Arginin und Glutamin wird Prolin im Beerensaft nicht zum Aufbau weiterer Aminosäuren oder stickstoffhaltiger Substanzen verwendet, so dass das erreichte Gehaltsniveau auch den erreichten Reifeegrad widerspiegelt. Aufgrund dieses Verhaltens kann dem Prolingehalt im Traubenmost eine Qualitätsindikatorrolle zugesprochen werden, die über den Informationsgehalt des Mostgewichtes (°Oechsle) hinausgeht.

## Zusammenfassung

Aus den umfangreichen, mehrjährigen Untersuchungen des Aminosäure- und speziell des Prolingehaltes im Traubenmost verschiedener Weißweinsorten an mehreren Standorten konnten folgende Ergebnisse herausgearbeitet werden:

1. Der Gesamtgehalt an stickstoffhaltigen Substanzen im Traubenmost von weißen Rebsorten wird von der Jahreswitterung am stärksten beeinflusst. Kühl-feuchte Reifebedingungen mindern den Gesamtstickstoffgehalt im Most. Unter heiß-trockenen Reifebedingungen werden mehr Aminosäuren in höher-molekulare Stickstoffsubstanzen (z.B. Eiweiß) umgebaut.
2. Der Humus- und Stickstoffversorgungsgrad des Bodens bilden im Zusammenspiel mit der Bodenfeuchte und der Bodentemperatur die Grundlage für die Aminosäuregehalte im Beerensaft. Warme Reifemomente liefern bei ausreichender Bodenfeuchtigkeit die höchsten Aminosäuregehalte.
3. Der Aminosäureanteil am Gesamtstickstoff liegt im Mittel bei 75 % und somit deutlich höher als in wärmeren Weinbauregionen. Arginin und Glutamin nehmen im Mittel rund 50 % des Gesamtaminosäuregehaltes ein. Beide Aminosäuren werden von der Stickstoffverfügbarkeit im Boden stärker beeinflusst als vom Reifeklima und vom Ertragsniveau.
4. Der Gehalt an Aminosäuren wird durch zu frühe Lese, eine ganzflächige Dauerbegrünung der Rebassen und durch anhaltende Trockenheit in der Reifephase deutlich gemindert.
5. Der Prolingehalt ist eng mit dem Reifeklima und reifefördernden Maßnahmen korreliert.
6. Der Prolingehalt im Traubenmost eignet sich zur Bewertung der Traubenqualität. Zusätzlich zu Mostgewicht und anderen Boniturwerten wie Traubengesundheit, Beerensfarbe und Beerengeschmack erlaubt er die Einstufung der Traubenreife.
7. Der Prolinwert kann besonders bei späten Sorten und bei Erzeugung hoher Qualitäten (Premiumbereich) die Partendifferenzierung erleichtern und auch im mittleren Qualitätsbereich das Aussondern von unreifen, UTA-anfälligen Traubenpartien ermöglichen.

Neben dem Mostgewicht kann aus dem Pool der Aminosäuren der Prolingehalt die Traubenreife und damit die Traubenqualität von Weißweintrauben oder -mosten analytisch umfassender beschreiben als andere subjektive Parameter wie Aussehen sowie Geschmack und erlaubt daher eine entsprechende Differenzierung des Lesegutes. Als Baustein in der Qualitätsbewertung kann er die jahresspezifische Reifeausprägung nachvollziehbar machen und dazu beitragen, negativen Geruchs- und Geschmacksveränderungen im Wein vorzubeugen.

**Literaturverzeichnis beim Verfasser per e-mail abrufbar ([arnold.schwab@lwg.bayern.de](mailto:arnold.schwab@lwg.bayern.de))**

Weitere Informationen im Internet unter [www.lwg.bayern.de](http://www.lwg.bayern.de) (unter: Weinbau)

**Danksagung:** Für die Durchführung der analytischen Arbeiten bedanken wir uns besonders bei Frau Reisberg und Frau Boots vom Botanischen Institut der Universität Würzburg für die Aminosäurenbestimmung und bei den MitarbeiterInnen der Sachgebiete Getränkeanalytik und Rückstands- und Pflanzenanalytik der Bayerischen Landesanstalt für die Most-, Wein- und Stickstoffanalysen. Den Kellermeistern unserer Abteilung Kellerwirtschaft und Untersuchungswesen sei für den gewissenhaften Ausbau der Versuchsweine herzlichst gedankt. Für die umfangreichen weinbaulichen Versuchsarbeiten sei Herrn G. Flammersberger, Herrn H. Neubauer, Herrn G. Neubauer, H. N. Kölbl herzlich gedankt. Bei Frau Fröhlich-Knaup bedanken wir uns sehr herzlich für die Aufbereitung der umfangreichen Proben und die Auswertung der HPLC-Analysen in den Jahren 1995-2000.