

Die Aromastruktur eines Weines ist sehr vielschichtig und wird durch zahlreiche Faktoren geprägt. Welche Bedingungen tragen zu welcher Ausprägung bei? Inwiefern lässt sich das Weinaroma mit der Nährstoffversorgung lenken? Welche Zusätze sind erlaubt? Ein Blick in die Forschungen der Industrie.

# Beeinflussung von Gärungsaromen

Text und  
Abbildungen:  
Dr. Maik  
Werner, Erbslöh  
Geisenheim AG,  
Geisenheim



Die Bildung des Aromaprofils eines Weines ist sehr komplex. Es wird u. a. durch unterschiedliche oenologische Verfahren, Hefestämme und die Nährstoffversorgung im Most beeinflusst

Die Rebsortentypizität eines Weines wird meist durch Primäraromen, insbesondere durch Terpenverbindungen geprägt, die überwiegend in der Beerenhaut lokalisiert sind. Nur ein geringer Teil befindet sich im Fruchtfleisch. Sogenannte Monoterpenalkohole durchlaufen den Hefestoffwechsel unverändert und eignen sich somit als Leitsubstanz zur Identifizierung von Rebsorten. Sekundäraromen entwickeln sich während der Maischeverarbeitung. Die größte Dynamik steckt in den Stoffwechselvorgängen während der alkoholischen Gärung. Die Eigenschaften der vergärenden Hefe, die Umgebungsbedingungen und natürlich auch die Nährstoffsituation im Most spielen eine zentrale Rolle für die Aromausprägung des Weines.

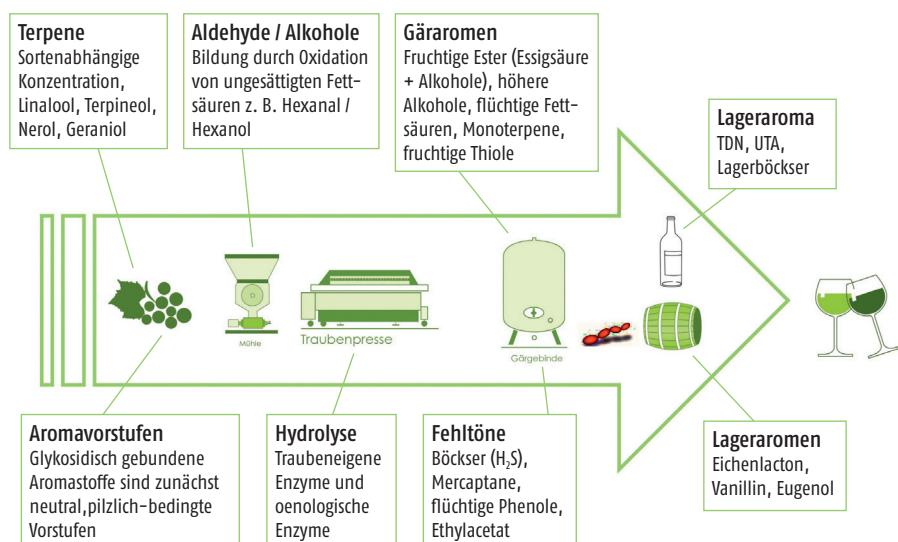
Das Gärbukett (tertiäre Aromastoffe) wird durch die Konzentration an höheren Alkoholen, Fettsäuren, Fettsäureestern und Essigsäureestern maßgeblich geprägt. Die Bildung dieser Aromastoffe ist wiederum durch den Gehalt an hefeverfügbarem Stickstoff (YAN) beeinflusst (Ugliano et al. 2007). Bei Stickstoffmangel kann es außerdem zur Bildung unerwünschter Schwefelverbindungen (Böckser) kommen, die das Aromabild meist negativ prägen. Dominierend im Wein sind die Fettsäureethylester und die Acetate der höheren Alkohole. Die höheren Alkohole können als sekundäre Hefemetabolite in niedriger Konzentration sehr positiv be-

urteilt werden, in hoher Konzentration (> 400 mg/L) können sie jedoch zu einem stechenden negativen sensorischen Eindruck führen (Rapp und Mandery 1986). Der Hefestoffwechsel nimmt bei ihrer Bildung die entscheidende Rolle ein. Die Bildung der Ethyl- und Acetatester steigt mit zunehmender Zuckerkonzentration des Mostes, mit steigender Gärgeschwindigkeit und mit steigender Hefemenge (Francis und Newton 2005). Die Ester bringen eine Vielzahl von fruchtigen Aromen in den Wein, die einen qualitativ hochwertigen Wein ausmachen (Swiegers et al. 2005). Die quartären Aromastoffe werden durch chemische Reaktionen während der Flaschenlagerung gebildet und werden auch als Lagerungsbukett eines Weines bezeichnet. Der Wein verändert sich geschmacklich und es kommt zu einem Verlust des sortentypischen Weinbuketts.

## Wichtiger Punkt: Hefenährstoffe

Die Aktivität der Hefe kann in der Weinbereitung durch zugelassene oenologische Nährstoffe unterstützt werden. Sie haben die Aufgabe, die metabolischen Prozesse sicherzustellen und einen Beitrag zu einer fehlerfreien Aromausprägung zu liefern.

Gemäß der Verordnung (EG) 606/2009 stehen synthetische Ammoniumverbindungen (z.B. Diammoniumhydrogenphosphat/DAP) oder Heferindenzubereitungen dafür zur Verfügung. Da Hefepräparate in der Vergangenheit ungenau definiert waren, hat die Internationale Organisation für Rebe und Wein (OIV) im Jahr 2013 neue Definitionen verabschiedet, die in Tabelle 1 zusammengefasst sind. Es werden zusätzlich zu den Heferindenzubereitungen die Kategorien »inaktivierte Hefe« und »Hefeautolysat« eingeführt. Diammoniumhydrogenphosphat ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>) ist ein synthetisch hergestellter Nährstoff, der für die Hefe eine leicht verfügbare Stickstoffquelle darstellt. Ammonium kann direkt in ein Protein eingebaut werden. Die Hefezelle verwendet Ammonium nicht nur für den Einbau in Proteine zur Biomassebildung, sondern auch zur Synthese von Membranproteinen (Permeasen), die in der Zellmembran lokalisiert sind und als Transporter für Aminosäuren und Zucker in die Hefezelle verantwortlich sind. Daher führt ein Stickstoffmangel meistens zu einer schleppenden oder stockenden alkoholischen Gä-



rung. Die Hefepräparate enthalten entweder die vollständigen Zellbestandteile oder bestimmte Fraktionen. Die Kategorie »Inaktivierte Hefe« enthält die gesamten Bestandteile, »Heferindenzubereitungen« nur die Hefezellwände und »Hefeautolysat« enthält fast nur die Fraktion des nährstoffreichen Zytoplasmas. Durch die thermische Behandlung bei der Inaktivierung werden die Zellmembranen verletzt und das Zytoplasma kann in Lösung gehen. Es enthält Aminosäuren, Spurenelemente und Vitamine, die für die gärende Hefe eine komplexe Nährstoffquelle darstellen.

## Funktion der Hefepräparate

Hefezellwände haben über die Lipide an den Zellwänden einen adsorptiven Charakter und fördern die Hefe durch Abbinden gärungshemmender Substanzen. Sie können aber keinen organischen Stickstoff liefern. Inaktive Hefe und Hefeautolysat können organischen Stickstoff freisetzen, da sie lösliche Bestandteile enthalten und diese in das Gärmedium abgeben können. Dieser Prozess prägt auch die Sur-Lies-Lagerung von Wein, da die abgestorbene Hefe nach der alkoholischen Gärung langsam autolysiert. Außerdem wird Glutathion (GSH) freigesetzt, das natürlicherweise in jedem Hefepräparat vorkommt und durch seine antioxidative Wirkung einen Aromaschutz darstellen kann. Dieser Beitrag kann nur durch Hefepräparate erfolgen, nicht durch synthetisches DAP.

## Einfluss auf das Gärbukett

Versuche von Carrau et al. (2008) zeigen einen direkten Zusammenhang zwischen der Förderung von fruchtigen Esterverbindungen bei ansteigender Stickstoffversorgung im Most (> 170 mg/L hefeverfügbarer Stickstoff). Höhere Alkohole werden hingegen bei Stickstoffkonzentrationen > 100 mg/L N deutlich reduziert. Diese Effekte konnten auch Werner et al. (2010) zeigen, wie in **Abbildung 1** dargestellt ist. Versuchsvarianten, die Diammoniumhydrogenphosphat enthielten führten immer zu einer direkten Förderung der Hefeaktivität und auch zu einer deutlichen Erhöhung der Konzentration an Gärungsestern im Jungwein. Typische Vertreter dieser Ester sind Essigsäure-2-phenylethylester, Essigsäure-2-methylbutylester oder Essigsäure-3-methylbutylester. Präparate auf Basis inaktiver Hefe besitzen einen gemäßigeren Effekt auf die Gäraktivität und fördern die fruchtigen Ester nur in geringem Maße. Es muss jedoch erwähnt werden, dass Gärungsester im Laufe der Weinlagerung hydrolysieren und nicht langfristig stabil sind. Alle Nährstoffdosagen führten in den Versuchen zu einer deutlichen Reduzierung der höheren Alkohole (z.B. i-Butanol, 2-Methylbutanol). ■

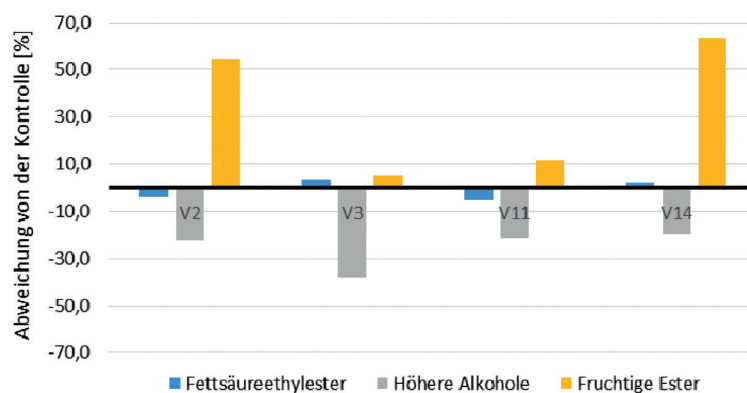
## Fazit:

Die Stickstoffversorgung der Hefe während der alkoholischen Gärung ist nicht nur ein wichtiges

**Tabelle 1: Eigenschaften der Präparate zur Förderung der Hefe in der alkoholischen Gärung**

	DAP	Hefezellwände	Inaktivierte Hefe	Hefeautolysat
<b>Funktion (OIV)</b>	Förderung der Hefeaktivität	Vorbeugung und Behebung von Gärstockungen	Nährstoff in der alkoholischen Gärung, Rehydrieren von Hefen, Schöpfung von Wein	Nährstoff in der alkoholischen Gärung, Rehydrieren von Hefen
<b>Löslicher Anteil der Trockenmasse (OIV)</b>	100 %	max. 10 %	max. 40 %	max. 80 %
<b>Nutzen für die Hefe bzw. den Wein</b>	schnell verfügbare Stickstoff-Basis für die Bildung von Aminosäuren, Proteinen, Biomasse, Enzymen	Adsorption hemmender Substanzen, z.B. Fettsäuren, etc.; sensorische Reinheit	Lieferant von Aminosäuren, Makro- und Mikronährstoffen, Beitrag zum Aromaschutz, Reduzierung von Ochratoxin A	Lieferant von Aminosäuren, Makro- und Mikronährstoffen, Beitrag zum Aromaschutz
<b>Beispiel</b>	Vitamom® A	PuroCell O	VitaFerm® Bio	–
<b>Relevante Inhaltsstoffe</b>	Ammonium Phosphat	Lipide Abgabe von Sterolen	organ. Stickstoff Spurenelemente Vitamine Glutathion (GSH)	organ. Stickstoff Spurenelemente Vitamine Glutathion (GSH)

**Abb. 1: Abweichung [%] der Aromastoffkonzentration der Versuchsvarianten von der Kontrolle (schwarze Null-Linie)\* Quelle: Werner et al. (2010) modifiziert.**



Element, um die Endvergärung zu sichern. Ein erhöhter Stickstoffgehalt im Gärmedium führt auch zu einer Steigerung der Aromabildung. Besonders fruchtige Ester können in ihrer Konzentration erhöht werden. Ammoniumsalze haben dabei einen sehr direkten Einfluss. Produkte aus inaktiver Hefe haben den entscheidenden Vorteil, dass sie Spurenelemente und Vitamine über ihren löslichen Anteil in den Most einbringen. Diese Elemente erhöhen die Vitalität der Hefe und optimieren die enzymatischen Vorgänge im Hefestoffwechsel. Eine Kombination aus anorganischem (DAP) und organischem Stickstoff (aus inaktiver Hefe) stellt somit eine optimale Lösung hinsichtlich der Aromabildung und Hefevitalität dar.

\* Variante 2 enthält die Dosage von DAP 1g/L, reine Hefezellwände 0,4 g/L, Thiamin 0,6 g/L. Variante 3 enthält die Dosage von DAP: 0,5 g/L, Variante 11 enthält die Dosage von Aminosäuren: 250 g/L, Variante 14 enthält die Dosage von DAP: 0,5 g/L, Hefezellwände: 0,4 g/L, Thiamin 0,6 g/L, Aminosäuren: 250 g/L, Zink: 2 mg/L, Magnesium: 100 mg/L, Pantothen-säure: 1 mg/L, Folsäure: 1,5 µg/L. Analysiert wurde eine Auswahl an typischen Vertretern der jeweiligen Aromastoffgruppen. Der Wert bezieht sich auf die Summe je Gruppe.

## Noch Fragen?

Literaturhinweise beim Autor. Fragen zu diesem Beitrag beantwortet unser Autor gerne per Tel: 06722 708 161 oder per E-Mail: maik.werner@erbsloeh.com