

Gärstarke Hefen: Sensorik und Gärkinetik

Die Auswahl der Reinzuchtheefe stellt den Anwender vor seriöse Probleme. Nur wenige konkrete Daten liegen zu den einzelnen Stämmen vor. Ein Bericht über Hefen im Weißweimbereich.

Man hat es als Anwender nicht leicht. Über 150 kommerzielle Hefe-Reinzuchtpräparate sind weltweit im Handel, und ständig kommen neue hinzu. Dieser Vielfalt stehen nur wenige objektive Informationen über die einzelnen Stämme entgegen. Selbstverständlich wird jede Hefe mit bestimmten positiven Eigenschaften beworben. Dabei wird oft übersehen, dass es keine gärtechnischen Universalisten gibt. Jede Hefe zeigt positive und negative Aspekte zugleich. Der Praxis fällt es schwer, Hefen zu bewerten, weil entsprechende Versuche unter genormten Randbedingungen durchgeführt werden müssen. Solange Most, Vorklärgrad, Temperatur und Gebindegröße nicht exakt reproduzierbar sind, leidet die Auswertung.

Von allen Hefen erwartet man eine hohe Gärleistung dahingehend, dass sie in einem rational vertretbaren Zeitraum den Zucker vollständig vergären. Dabei sollen sie geringe Ansprüche an die Stickstoffversorgung stellen und, damit einhergehend, eine geringe Neigung zur Böckserbildung aufweisen. Im Vordergrund steht die aromatische Qualität. Die Hefen sollen ein markantes Aroma bilden, welches die Primäraryomatik der Rebsorte unterstützt und möglichst stabil über die Zeit ist. Unter den spezifischen Bedingungen der Weißweinerzeugung kommen scharfe Mostvorklärung und zum Teil unkontrolliert niedrige Gärtemperaturen als erschwerende Faktoren hinzu. Solche extremen Rahmenbedingungen sind die wesentliche Ursache für Gärschwierigkeiten, die sich in unerwünschtem Restzucker und schleppenden Endvergärungen äußern. Häufig sind bakterielle Fehler wie flüchtige Säure die Folge, weil die lange Zeit restsüßen und ungeschwefelten Jungweine ein ideales Substrat für Bakterien aller Art darstellen.

Die bekannten Gärprobleme mit scharf vorgeklärten Mosten und niedrigen Temperaturen waren Anlass, die Leistungsfähigkeit kommerzieller Hefestämme unter diesen extremen Bedingungen über Jahre hinweg zu evaluieren. Gärkinetische und analytische Parameter wurden unter reproduzierbaren Laborbedingungen ermittelt, während für sensorische Auswertungen Mikrovinifikationen in 25-Liter-Einheiten durchgeführt wurden.

Gärleistung und Böckserbildung extrem variabel

In einem der ersten Versuche wurde der Frage nachgegangen, wie stark sich Hefen tatsächlich in ihrer Gärleistung unterscheiden. Dazu wurden zwei filtrierte Traubensäfte von 173 g/l Zucker und 140 bzw. 160 mg/l hefeverwertbarem Stickstoff (FAN) mit 18 willkürlich ausgewählten Hefen (20 g/hl) bei 20°C vergoren. Als zusätzliche Variable wurde ein Zusatz von 30 g/hl Gärsalz (Diammoniumphosphat, DAP) eingebracht, so dass sich vier Gärvarianten pro Hefe ergaben. Nach Stillstand der Gärung wurde der Restzucker ermittelt. Abbildung 1 zeigt, dass es in der Tat starke Unterschiede zwischen den Hefen hinsichtlich ihres Endvergärungsgrades gibt. In diesen deutlich unterversorgten Mosten waren nur wenige Stämme in der Lage, den Zucker vollständig (< 5 g/l) umzusetzen. Der Zusatz von Gärsalz verbesserte tendenziell den Endvergärungsgrad, wenngleich mit einer starken Abhängigkeit vom einzelnen Hefestamm.

Zur Bewertung des Böckserverhaltens wurde bei allen Ansätzen zusätzlich die während der Gärung gebildete Menge an Schwefelwasserstoff (H₂S) gemessen. Technisch geschieht dies, indem die Gärgase durch mit Cadmiumacetat gefüllte, transparente Röhrchen als Gäraufsatz geleitet werden. Aus dem Gärgefäß entweichendes H₂S wird durch das Cadmiumacetat abgefangen unter Bildung einer dunklen Verfärbung, die von unten nach oben fortschreitet. Nach Kalibration kann aus der Höhe der Verfärbung auf die H₂S-Menge umgerechnet werden. Mit seinem bekannten Geruch nach faulen Eiern ist H₂S die quantitativ dominierende aller flüchtigen Schwefelverbindungen. Durch seine Reaktion mit anderen Weininhaltsstoffen entstehen während der Lagerung zahlreiche weitere, Böckser verursachende S-Verbindungen mit unterschiedlichen Geruchsnoten. Deshalb besteht ein enger Zusammenhang zwischen H₂S-Bildung und sensorisch wahrnehmbaren Böcksern. Andererseits sind Böckser die direkte Antwort der Hefe auf eine Unterversorgung mit Stickstoff. Somit verhält sich die H₂S-Bildung einer Hefe proportional zu ihrem Stickstoffbedarf.

Aus Abbildung 2 geht hervor, dass die einzelnen Hefen stark schwankende H₂S-Mengen bilden, die sich durch Zusatz von Gär Salz um ungefähr ein Drittel reduzieren lassen. Es gibt böckserlastige und böckserfreundliche Hefen. Der spezifische, genetisch bedingte Stickstoffbedarf ist somit ein wesentliches Kriterium bei der Auswahl von Hefen.

Endvergärung gärstarker Hefen

Durch Versuche der geschilderten Art gelang es, aus dem bestehenden Angebot von Reinzuchthefen 16 Präparate zu selektionieren, die sich unter extremen Bedingungen der Weißweibereitung durch eine gute Endvergärung auszeichnen. Damit wurden Gärversuche bei drei verschiedenen Temperaturen (10, 15 und 20°C) durchgeführt und der verbliebene Restzucker nach Gärstillstand bestimmt. Als Gärmedium diente filtrierter Traubenmost mit 185 g/l Zucker und 200 mg/l FAN, in dem für jede Temperaturstufe unterschiedliche Trubgehalte von 20, 100 und 200 NTU mittels PVPP eingestellt wurden. PVPP verhält sich gegenüber der Hefe ernährungsphysiologisch neutral.

Abbildung 3 zeigt den verbliebenen Restzucker nach Gärstillstand in Abhängigkeit von der Temperatur. Jeder Wert entspricht dem arithmetischen Mittel aus drei Gäransätzen bzw. Trubvarianten. Obwohl die Gärtemperatur erwartungsgemäß einen signifikanten Einfluß ($p = 0,05$) auf den Endvergärungsgrad ausübte, vergoren fast alle Varianten bis in den trockenen Bereich. Einzige Ausnahmen bildeten zwei Hefen bei 10°C Gärtemperatur. Diese Ergebnisse mögen zunächst erstaunen, wenn man sich die aus der Praxis bekannten Gärprobleme bei solch niedrigen Temperaturen in Erinnerung ruft. Bei der Interpretation der Daten muß jedoch berücksichtigt werden, dass es sich bei den dargestellten Hefen um solche handelt, die sich bereits bei einer Vorauswahl als besonders leistungsfähig erwiesen hatten. Weiterhin ist die zum Teil extrem lange Gärdauer bei niedrigen Temperaturen nicht zu vernachlässigen.

Unter dem spezifischen Aspekt des Endvergärungsgrades in der Kälte können prinzipiell alle der in Abb. 3 aufgeführten Hefen empfohlen werden. Bei extrem niedrigen Temperaturen dürfen keine Wunder erwartet werden, aber Uvaferm CM, Lalvin QA 23, Fermicru VB1 und Uvaferm SLO fallen bei 10°C besonders positiv auf.

Gärdauer

Abbildung 4 gibt die Gärdauer bis zum völligen Gärstillstand in Abhängigkeit von der Temperatur wieder. Jeder Wert entspricht wiederum dem arithmetischen Mittel aus drei Gäransätzen bzw. Trubvarianten. Hier wirkt sich der Sprung von 15 auf 10°C noch stärker und systematischer aus als beim Restzucker. Während die durchschnittliche Gärdauer über alle Hefen bei 20° nur 17 Tage beträgt, verlängert sie sich bei 15°C auf 24 Tage und bei 10°C sogar auf 55 Tage. Temperaturen unter 15°C sind nicht unbedingt geeignet, um die Gärung in einem rationalen Zeitraum mikrobiologisch sicher zu Ende zu führen. Unabhängigkeit davon zeigten Fermicru VB1 und Uvaferm CM den schnellsten Gärverlauf bei 10°C; sie erscheinen besonders kälteresistent.

Welchen Einfluß hat der Mosttrub?

Unterschiedliche Trubgehalte über das breite Spektrum von 20, 100 und 200 NTU, wie sie durch Zugabe von PVPP zum filtrierten Most hergestellt wurden, hatten keinen signifikanten Einfluß auf Endvergärungsgrad oder Gärdauer. Deshalb ist eine weitere Aufschlüsselung des Datenmaterials zur Berücksichtigung des Trubgehaltes überflüssig. Nun ist aber aus der Praxis bekannt, dass die Gärprobleme mit der Schärfe der Mostvorklärung zunehmen und der verbleibende Resttrub sehr wohl den Gärverlauf positiv beeinflusst. Was ist die Ursache dieses scheinbaren Widerspruchs?

PVPP diente hier ausschließlich als innere Oberfläche und verhält sich unter dem Aspekt der Hefeernährung völlig inert. Realer Mosttrub enthält aber an Feststoffe gebundene Nährstoffe und Überlebensfaktoren (Sterole) für die Hefe, die mit der Vorklärung proportional gemindert werden. Gärstörungen zu trubarmer Moste sind also nicht zwangsläufig die Folge fehlender innerer Oberfläche im physikalischen Sinn, sondern auch das Resultat defizitärer Hefeversorgung. Diese kann mittels Zusatz komplexer Hefenährstoffe korrigiert werden. Das reibungslose Durchgären des mit 20 NTU fast blanken Versuchsmostes belegt, dass die rein physikalische Funktion der inneren Oberfläche, zum Beispiel zur Entbindung von Kohlensäure, nur nachgelagerter Bedeutung ist. Unabhängig davon bleibt die Frage im Raum stehen, ob unkontrolliert und extrem scharfe Mostvorklärungen wie durch Filtration einen realen Qualitätsvorteil ergeben oder nur unnötige Probleme aufwerfen.

Sensorische Bewertung

Nachdem alle 16 Hefen ihre gärtechnische Leistungsfähigkeit unter extremen Bedingungen unter Beweis gestellt hatten, erfolgte eine Bewertung ihrer sensorischen Qualitäten anhand von Mikrovinifikationen im 25-Liter-Maßstab. Dazu wurde jede Hefe zur Vergärung von je einem Riesling- und einem Weißburgunder-Most aus dem Spätlese-Bereich (Deutschland 2004, Zucker 219 bzw. 224 g/l, FAN 280 bzw. 285 mg/l) eingesetzt. Nach Vorklärung auf 20 NTU wurde mit 15 g/hl Hefe inokuliert und bei konstant 18°C auf trocken (< 4 g/l Zucker) vergoren. In der ausklingenden Gärung wurde randvoll begefüllt und eine Woche nach Gärende aufgeschwefelt (30-40 mg/l freie SO₂). Drei Monate später erfolgte der erste Abzug über Feinfilter in Verbindung mit direkter Flaschenfüllung unter Verwendung von Schraubverschlüssen. Leichte Böckser wurden vorgängig mit der geringstmöglichen Menge Kupfersulfat (max. 0,15 g/hl) beseitigt. Einen Monat nach der Abfüllung erfolgte die sensorische Auswertung. Dazu wurden im Rahmen einer informellen Vorprobe zunächst durch Gruppenkonsens jene Attribute ermittelt, die die Varianten untereinander differenzierten oder als dominierende Impaktaromen hervortraten. In einer nachfolgenden Hauptprobe mit 12 geschulten Prüfern wurden diese Parameter gegen Referenzlösungen anhand einer Skala von 0-10 quantifiziert. Zusätzlich wurde die allgemeine Aromaintensität mit gleicher Skala bemessen.

Abbildung 5 stellt die Resultate dar. Dabei geben die numerischen Werte die allgemeine Aromaintensität wider. Die aufgeführten verbalen Attribute sind solche, deren Intensität sich signifikant von den anderen innerhalb einer Gärvariante abhob. Sie sind Impaktaromen, die das Aromaprofil dominieren bzw. das Aroma charakterisieren. Sie deckten sich zu 70 % mit den in der Vorprobe gefundenen Impaktaromen. Einige Gärvarianten wiesen kein dominierendes Impaktaroma auf, ohne dass sich ein direkter Zusammenhang mit der allgemeinen Aromaintensität ergab.

Augenfällig ist, dass als typische Rotwein- oder Sektheferen gehandelte Präparate (SIHA Hefe 4, Hefe 8 und Hefe 10) relativ geringe Aromaintensitäten liefern. Weiterhin ist ersichtlich, dass sich für die gleiche Hefe unterschiedliche Aromaqualitäten in Abhängigkeit von der Rebsorte ergeben. Dies ist verständlich wenn man bedenkt, dass sich das sensorisch umgesetzte Aroma aus der Summe von traubenbürtigen Aromen und Gäraromen ergibt. Nichtsdestoweniger kristallisierten sich bei einigen Hefen teilweise identische Impaktaromen in beiden Reborten heraus, zum Beispiel "Apfel" bei Uvaferm CM, "Stachelbeere" bei Uvafern SLO oder "Citrone" bei Lalvin EC 1118. Solche Fälle nähren Indizien für ein hefespezifisches Aroma.

Die erhaltenen sensorischen Daten können naturgemäß nur eine Orientierung geben, weil wie bei allen Versuchen dieser Art die Rahmenbedingungen (Art des Mostes, Vorklärung, Temperatur, Weinausbau, Weinalter usw.) eine erhebliche Rolle spielen. Insofern handelt es sich nur um kleine Bausteine im Mosaik zu einer besseren Kenntnis der Hefen.

Aus Abb. 5 ist abzulesen, dass einige Hefen trotz hervorragender gärtechnischer Eigenschaften nicht unbedingt für die Weißweinbereitung eingesetzt werden sollten. Berücksichtigt man über die Sensorik hinaus auch die Gesichtspunkte von Endvergärung und Gärdauer unter extremen Bedingungen, heben sich Stämme wie Uvaferm SLO, Lalvin EC 1118, Lalvin AQ 23, AWRI R2, Fermicru VB1, Oenoferm, Uvaferm CM und SIHA Hefe 7 unter den Bedingungen relativ gut versorgter Moste positiv ab. Für die beiden letzteren gelten Einschränkungen hinsichtlich Stickstoffbedarf bzw. Böckserlastigkeit in unterversorgten Mosten (Abb. 2). Hefen mit sensorisch deutlich positiven Eigenschaften in gut versorgten Mosten sind nicht zwangsläufig auch zur Vergärung nährstoffarmer Moste geeignet. Sicher ist, dass beachtliche Unterschiede in der sensorischen Leistungsfähigkeit der Hefen bestehen, welche nicht immer mit den einfachen Kriterien von "gut" und "schlecht" beschrieben werden können.

Zusammenfassung

Es wurden 16 gärstarke Hefestämme gefunden, die unter extremen Gärbedingungen der Weißweinbereitung, wie sehr scharfe Mostvorklärung und niedrige Gärtemperaturen, trockene Weine zu liefern vermögen. Bei Temperaturen von deutlich unter 15° ergeben sich bei einigen dieser Hefen jedoch unakzeptabel lange Gärzeiten bis zur vollständigen Endvergärung. Hefen mit sensorisch deutlich positiven Eigenschaften in gut versorgten Mosten sind nicht zwangsläufig auch zur Vergärung nährstoffarmer Moste geeignet. Andere gärstarke Hefen scheinen aufgrund der schwachen Aromatik grundsätzlich wenig geeignet zur Weißweinbereitung. Die Auswahl der Hefe muß die Stickstoffversorgung des Mostes berücksichtigen.

Abb. 1: Restzucker nach der Vergärung mit 18 verschiedenen Hefen (20 g/hl) bei 20°C.
Mittelwerte aus zwei filtrierten Mosten jeweils ohne und mit Gärtsalz (30 g/hl).

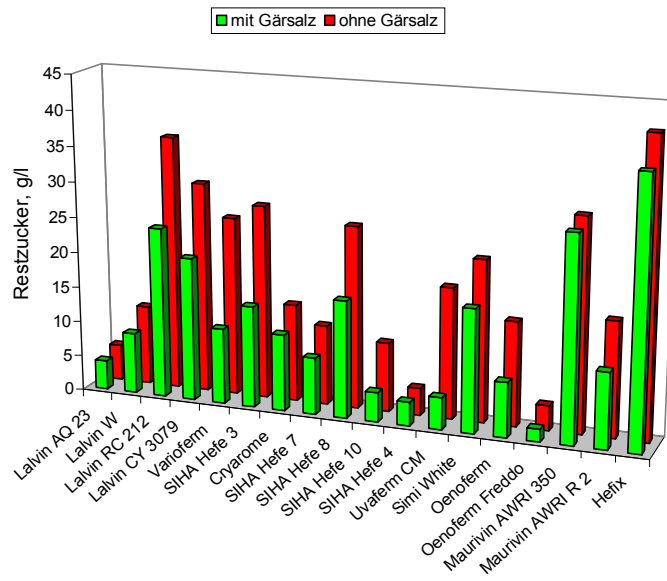


Abb. 2: Bildung von Schwefelwasserstoff während der Gärung mit 18 verschiedenen Hefen (20 g/hl).
Mittelwerte aus zwei filtrierten Mosten jeweils ohne und mit 30 g/hl Gärtsalz (DAP).

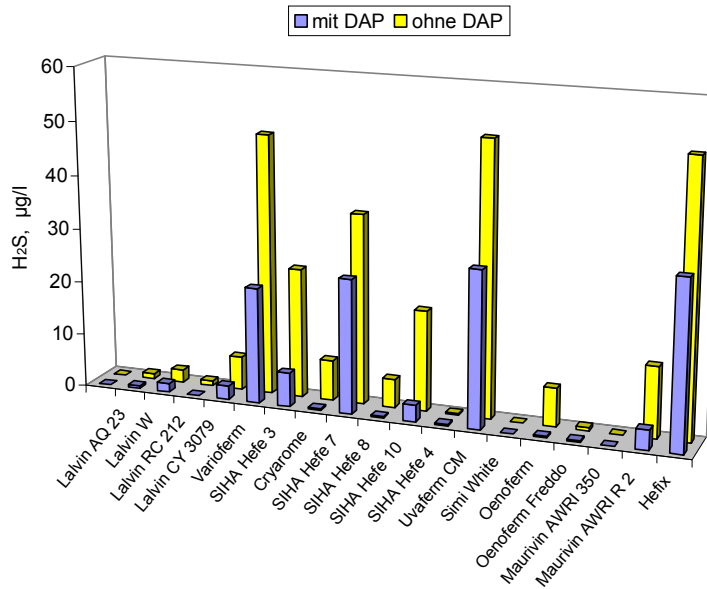


Abb. 3: Gärstarke Hefen: Endvergärungsgrad in Abhängigkeit von der Gärtemperatur.

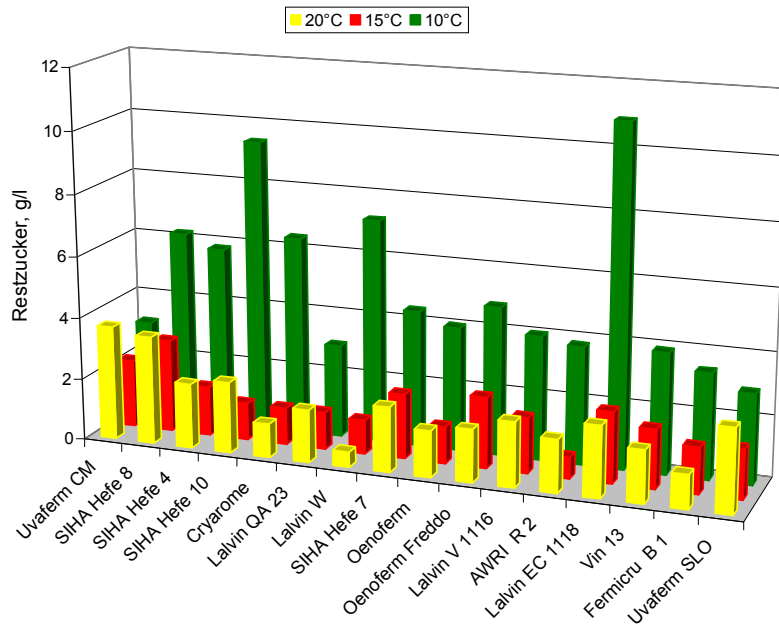


Abb. 4: Gärstarke Hefen: Gärdauer in Abhängigkeit von der Temperatur

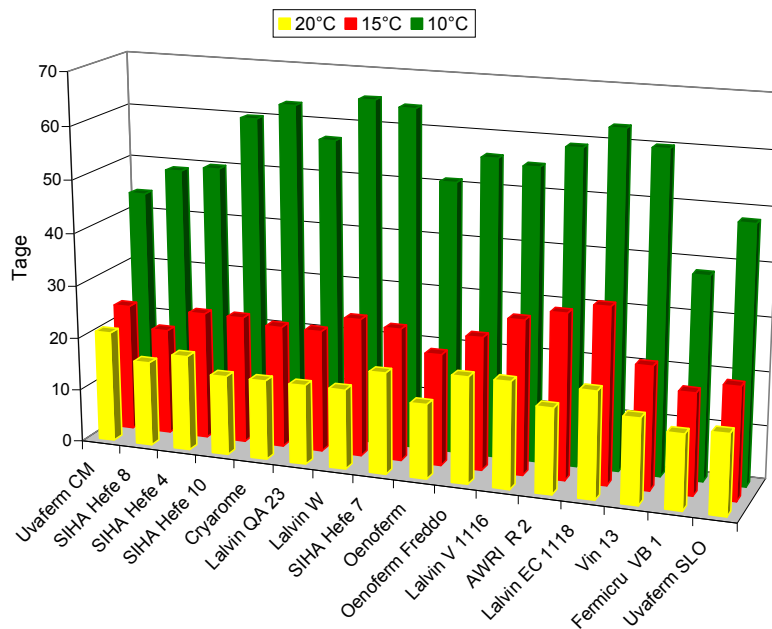
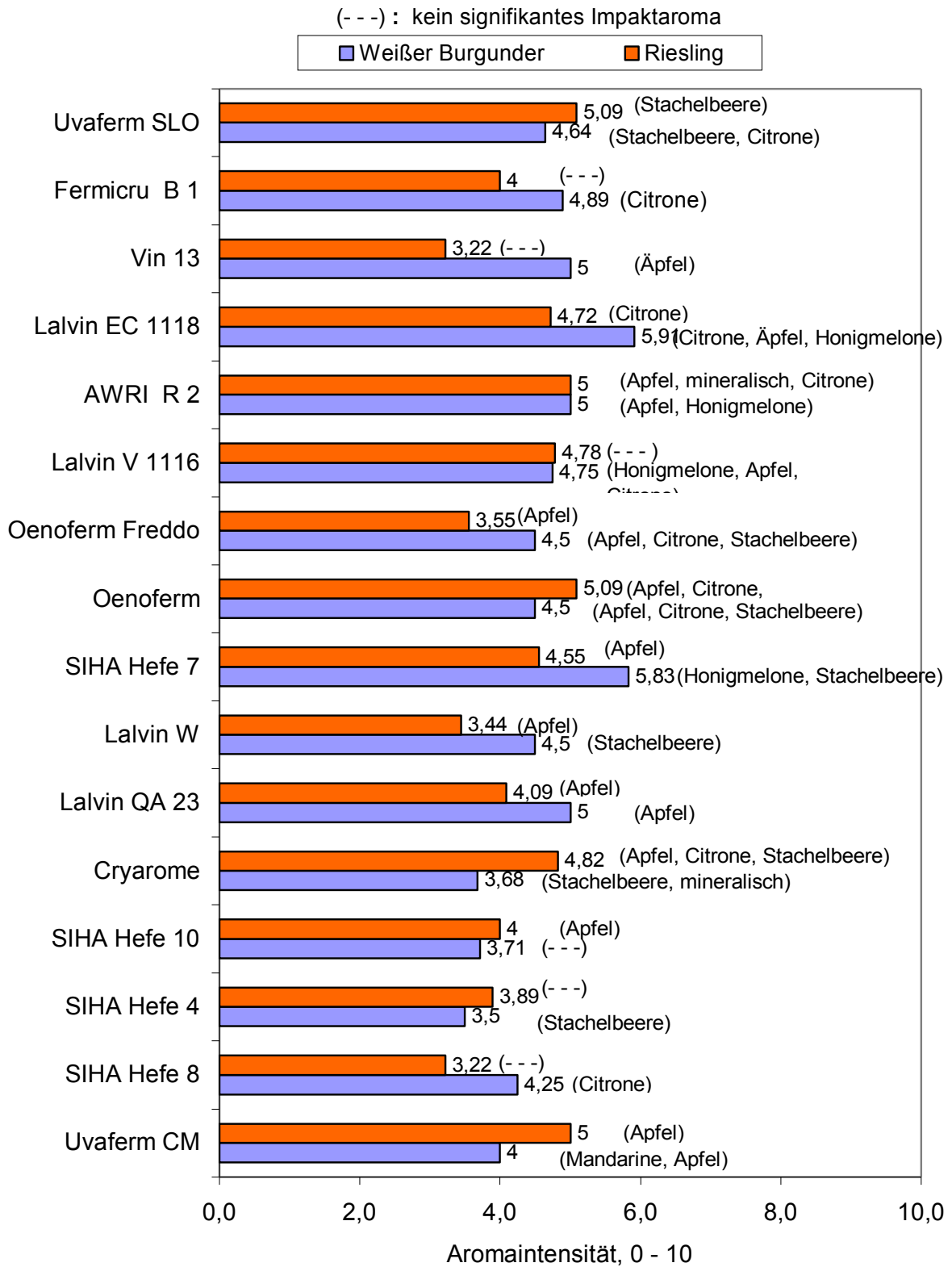


Abb. 5: Aromaintensität (0-10) und Impaktaromen in Abhängigkeit von Hefe und Rebsorte



Wann verliert die Auswahl der Hefe ihre Bedeutung ?

Hefe können nur Aromen bilden in dem Maß, wie sie die dazu notwendigen Vorläuferstufen im Most vorfinden. Unterversorgte Moste aus Massenträgern und unreifen Trauben halten kein Aromapotenzial bereit, welches die Hefe positiv umsetzen könnte. UTA-lastiges Lesegut liefert UTA-lastige Weine unabhängig von der eingesetzten Hefe.

Die durch die Hefe gebildeten Aromen sind leicht flüchtig und oxidationsempfindlich. Unter den Bedingungen strapaziöser Weinbehandlung verschwinden sie rasch. Darüber hinaus zersetzen sie sich in Abhängigkeit von der Temperatur. Unkontrolliert warmes Flaschenlager beschleunigt die Zersetzung der Aromen, die während der Gärung erzeugt werden. Unter solchen Bedingungen wird die Auswahl der Hefe zur Makulatur.

Grundsätzlich währt der Einfluß der Hefe auf die Aromatik nur etwa ein Jahr lang. Unterschiede, die im Jungwein relevant sind, werden im Alter durch Einflußgrößen des Leseguts überlagert.