

## Vielfalt der Schimmel im Keller

KARIN MANDL<sup>1</sup>, DANIELA SCHATTAUER<sup>1</sup>, ALOIS GEYRHOFFER<sup>1</sup> und HERBERT WEINGARTMANN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> LFZ für Wein- und Obstbau  
A-3400 Klosterneuburg, Wienerstraße 74

<sup>2</sup> Universität für Bodenkultur  
Institut für Landtechnik  
A-1190 Wien, Peter-Jordan-Straße 82  
E-Mail: Karin.Mandl@weinobst.at

Weinkeller bieten gute Voraussetzungen für das Wachstum verschiedener Arten von Schimmelpilzen. Hauptsächlich findet man in den alten Kellern *Zasmidium cellare*, der einen typischen schwarzen Film bildet. Er ist in Österreich auch als „Schwarze Katze“ oder „Kellerrotz“ bekannt. Der schwarze Pilz gilt als Indikator für eine Luftfeuchtigkeit von mehr als 85 %. In der Öffentlichkeit wird er gerne als Indikator für gute klimatische Bedingungen angesehen. In dieser Studie wurden die Strömungsbedingungen der Luft im Keller sowie das Schimmelpilzspektrum mehrerer österreichischer Kellertypen erfasst. Mit Hilfe eines Luftkeimsammlers wurden Proben gesammelt. Die Schimmelpilze wurden auf MEA Agar nach WEIDENBÖRNER (1998) kultiviert und mittels Slide culture bestimmt. Die Identifizierung einzelner Isolate erfolgte mikroskopisch. Generell konnten die Gattungen *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Trichoderma*, *Fusarien* und *Alternaria* nachgewiesen werden.

**Schlagwörter:** Keller, Luftkeimspektrum, Pilze, Österreich

*Biodiversity of fungal microflora in wine-cellars.* Wine-cellars provide good surrounding conditions for different strains of fungi. Mainly the fungi *Zasmidium cellare* with its typical black fungi film has been seen. In Austria most of *Zasmidium cellare* are well known under the term 'Schwarze Katze' (= black cat; in Austria also: Kellerrotz). The black fungi film of *Zasmidium cellare* on the cellar wall is an indicator for relative air moisture higher than 85 %. The common opinion is that the black cat is an indicator for good climatic conditions in the cellar. In this study, different types of Austrian wine cellars were examined for their air-flow conditions as well as for their aerial fungal spectrum. Air samples were drawn under controlled conditions with MEA Agar. For the cultivation of the fungi slide cultures were made. The fungal samples were identified microscopically. In general, members of the genus *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Trichoderma*, *Fusaria* und *Alternaria* were found.

**Keywords:** Cellar, airborne microflora, fungi, Austria

Die Kellergassen im Weinviertel sind naturhistorische Besonderheiten, die das Landschaftsbild stark prägen. Diese Kellertriften befinden sich gerade im Wandel der Zeit. Sie werden immer mehr zur touristischen und gesellschaftlichen Nutzung eingesetzt in Form von Kellertouren, Radtouren und Veranstaltungen der offenen Kellertür. Vor ein paar Jahrzehnten wurden die Keller noch hauptsächlich für die Lagerung von Wein eingesetzt. Die Geschichte der Kellergassen ist verhältnismäßig jung. Davor gab es große Zehent- und Herrschaftskeller. Erst die Abschaffung der Grundherrschaft im Jahre 1848 führte zu der Entstehung von Kellertriften. Jeder grub, wo es eine Möglichkeit gab, eine Kellerröhre. Vor 200 Jahren, unter der Herrschaft der Kaise-

rin Maria Theresia, blühten die Kellergassen auf (Weinviertel Management, 2008). Zuerst gruben die Weinbauern Erdröhren ohne Vorkeller. Später bauten sie Vorkeller, und die Kellertriften entstanden. Die Vorgebäude waren wichtig für die Lagerung von Geräten und für die Temperaturregelung. Der Kellereingang war meist nördlich und beschattet in einer Tiefe von vier bis acht Metern. Die Tiefe der Röhre ist wichtig für die Temperaturkonstanz. Die optimale Temperatur liegt bei  $12\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ , je nachdem, ob es sich um einen Weiß- oder Rotweinlagerkeller handelt. Die Lüftung der Keller erfolgte über Dampföcher und durch geregelte Zu- und Abluft, indem der Winzer die Türen öffnete oder schloss. Die Dampföcher, in einem Abstand von fünf

Metern angelegt, haben einen Durchmesser von 12 bis 15 cm und reichen 40 cm aus dem Boden. Im Winter wurden diese Löcher mit einem Stein verschlossen (BABO und MACH, 1910; ARTHOLD, 1942). Erst im 19. Jahrhundert entstanden die typischen langgestreckten Kellertriften. Heute kommt es wieder zu einer Veränderung der Bauweise. Vermehrt werden technische Hilfsmittel eingesetzt, indem beispielsweise Hallen mit Klimaanlage gebaut werden.

Hauptsächlich findet man in den alten Kellern *Zasmidium cellare*, der einen typischen schwarzen Film bildet (CLEMENZ und MANDL, 2007). Er ist in Österreich auch als „Schwarze Katze“ oder „Kellerrotz“ bekannt. Der schwarze Pilz ist bekannt als Indikator für eine Luftfeuchtigkeit von mehr als 85 %. In der Öffentlichkeit wird er gerne als Indikator für gute klimatische Bedingungen angesehen. Die anderen Schimmelpilze sind Hauptbestandteil der Luftmikroflora von Weinkellern. In dieser Studie wurden die Strömungsbedingungen sowie das Schimmelpilzspektrum mehrerer österreichischer Kellertypen erfasst. Mit Hilfe eines Luftkeimsammlers wurden Proben gesammelt. Die Schimmelpilze wurden auf MEA Agar nach WEIDENBÖRNER (1998) ankultiviert und mittels Slide culture (CAPPUCINO und SHERMAN, 2005; MCGRAW-HILL et al., 2007) bestimmt. Die Identifizierung einzelner Isolate erfolgte mikroskopisch. Generell konnten die Gattungen *Penicillium*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Trichoderma*, *Fusarium* und *Alternaria* nachgewiesen werden.

Es sind vor allem Vertreter der Gattung *Penicillium* und *Aspergillus*, die in Mischkultur vorkommen. Sie bevorzugen die hohe Luftfeuchtigkeit und die kühlen Temperaturen um 12 °C. Durch diese Schimmelpilze kommt es zu bedenklichen Arbeitsplatzbelastungen der Winzer durch erhöhte Sporenkonzentrationen in der Luft (CLEMENZ et al., 2008). Die kleinen Sporen dieser Schimmelpilze werden vom Winzer eingeatmet und verursachen bei langer Verweildauer im Keller und bei geschwächtem Immunsystem Schädigungen der Lunge (MILLER et al., 2004; CLEMENZ et al., 2008; FUNG und HUGHSON, 2003; SAMSON et al., 2002). In dieser Studie wurde der Einfluss verschiedener Keller auf die Schimmelpilze ermittelt.

## Material und Methode

Die Proben wurden in zehn verschiedenen Sand- und Lösskellern im Weinviertel in Niederösterreich gesammelt. Die Keller wurden mit den Buchstaben A bis J codiert.

**Keller A.** Keller A wird als Gärkeller und Lagerkeller eingesetzt. Er befindet sich in Jetzelsdorf am Ende der Kellertrift. Interessant ist, dass sich die geologische Substanz innerhalb der Kellertrift auf einer Länge von ca. einem Kilometer stark verändert. Keller A ist ein Löss-Lehm-Keller, während Keller B, der sich in derselben Trift befindet, zum Großteil aus Sand besteht. Keller A zeigt den typischen *Zasmidium cellare*-Befall. Er wurde in den letzten Jahren als Rotweingärkeller benutzt. Beim Hinuntergehen in die Röhre kann der erdige Geruch des Kellers wahrgenommen werden. Es ist ein regionaltypischer Keller, der einfach durch Zusammenlegungen gewachsen ist. An der Skizze des Grundrisses ist erkennbar, dass es früher vier Röhrenkeller waren, die durch einen Mittelgang verbunden wurden. Für die Gärung werden hauptsächlich Holzfässer und Kunststofftanks verwendet. An der Wand ist der typische „Kellerrotz“ ersichtlich. Der Boden ist Vollbeton.

In diesem Keller wurden die Lasermessungen, Dampflochuntersuchungen und Anemometeruntersuchungen durchgeführt. Die Luftkeimmessungen wurden am 2. Oktober 2007 und am 17. April 2010 durchgeführt. Die Sporenanzahl wurde an sechs Stellen gemessen. Die Strömungsmessungen wurden am 11. September 2008, am 27. Februar 2007 und am 19. Juli 2007 durchgeführt. Die Strömung wurde mittels Bubblegenerator visuell dargestellt (Abb. 1). Dies ist eine Technik, bei der Heliumbläschen erzeugt werden, die sehr leicht sind und bei kleinsten Strömungseinwirkungen ihren Verlauf ändern. Diese Messungen wurden in Keller A und B durchgeführt. Die Messungen mittels Anemometer wurden nur im Keller A durchgeführt.



Abb. 1: Darstellung der Strömungsbedingungen in einem Keller mittels Heliumbläschen aus dem Bubblegenerator

**Keller B.** Dieser Keller wird seit ca. 15 Jahren nicht mehr als Gärkeller benutzt. Der Keller liegt in derselben Kellergasse wie Keller A, besteht aber zum Großteil aus Sandstein. Es ist nur wenig Schimmel sichtbar, an Fässern erkennt man weißen Schimmel. Derzeit wird der Keller auch zur Lagerung von Gemüse und Kartoffeln genutzt, vor allem in dessen unmittelbarer Nähe finden sich Fusarien und Cladosporien. Früher wurde der Keller für die Rotweinproduktion eingesetzt, jetzt lagern dort nur mehr wenige Weinflaschen. Der Boden ist mit Klinkerziegeln ausgelegt, und die gesamte Wand ist abgeschliffen. Es wurden die Luftkeime am 2. Oktober 2007 und am 17. April 2008 an drei verschiedenen Messstellen im Keller genommen.

**Keller C.** Es handelt sich hier um einen Hauskeller, der für Gemüse- und Getränkelerung verwendet wird. Er ist sehr klein, rund 3 x 3 m. Im unteren Bereich befinden sich Ziegel und im oberen Bereich der Wand alte Steine. Der Boden ist offen. Die Tiefe des Kellers liegt bei einem halben Meter. Ein Stiegenabgang führt in den Keller hinab. Verschluss wird der Keller mit einer doppelten Holztür. Es wurden am 2. Oktober 2007 und am 17. April 2008 Luftkeime an einer Messstelle gemessen.

**Keller D.** Keller D ist 25 Meter lang. Die Wand im Vorkeller ist mit Ziegeln gemauert, die Kellerröhre besteht aus Lehm und ist mit Schimmel bedeckt. Der Keller wurde in den letzten Jahren als Flaschenweinlager verwendet. Während der Untersuchungen war der Keller unbenutzt. Es wurden am 2. Oktober 2007 und 17. April 2008 Luftkeimproben an zwei Messstellen genommen.

**Keller E.** Keller E liegt gegenüber Keller D. Die Wand in der Röhre ist aus Lehm und zum Großteil mit Schimmel bedeckt. Der Keller wird zur Überwinterung von Pflanzen eingesetzt. Die Luftkeime wurden am 2. Oktober 2007 und am 17. April 2008 an zwei Messstellen genommen.

**Keller F.** Keller F zeigt einen schrägen Verlauf in die Tiefe. Es handelt sich um einen Hauskeller aus Löss, der früher für die Weinlagerung eingesetzt wurde. Vor einem Jahr kam es zu einem heftigen Wassereinbruch, der noch durch Anschwemmungen erkennbar ist. Das Presshaus wurde mit Ziegeln gemauert. Darüber ist ein Einfamilienhaus errichtet. Die Luftkeime wurden am 2. Oktober 2007 und 17. April 2008 an zwei Messstellen genommen.

**Keller G.** Dieser Keller wurde neu renoviert und für die Rotweinreife eingesetzt. Der Keller war früher ein Stifstkeller und ist über 100 Jahre alt. Er ist durch

extrem große Dampföcher gekennzeichnet. Früher wurde der Keller durch Wirtschaftsgebäude abgedeckt. Diese wurden im Rahmen einer Renovierung durch einen modernen Schaugarten ersetzt. Alle Wände sind mit Ziegeln ausgelegt, die Höhe des Kellers beträgt fünf Meter. Die Luftkeime wurden am 2. Oktober 2007 und am 17. April 2008 an vier Messstellen genommen.

**Keller H.** Keller H ist in der Nähe von Keller G. Es ist ein Hauskeller, der sich unter einem Einfamilienhaus befindet. An der Wand ist ein typischer orangefarbener Schimmel erkennbar. Dieser Schimmel wurde in mehreren Kellern gefunden, und seine Identifizierung ist derzeit noch in Bearbeitung. Die Luftkeimproben wurden am 2. Oktober 2007 und am 17. April 2008 an einer Messstelle genommen.

**Keller I.** Keller I ist ein verzweigter Keller mit Unterbau. Die Wand ist vollständig mit Klinkern ausgelegt. Die Fermentation findet in Holzfässern statt. Der Boden neben den Fässern ist mit Ziegeln ausgelegt und der Boden unter den Fässern mit Kies gefüllt. In dem Keller befindet sich eine Vinothek. Besonders ins Auge fiel, dass die Steckdosen stark mit Schimmel befallen waren. Einige Flaschen waren mit weißem Schimmel bedeckt. Es wurden Luftkeimproben am 2. Oktober 2007 und am 17. April 2008 an fünf Messstellen genommen.

**Keller J.** Dieser Keller wird in erster Linie als Partykeller benutzt, zusätzlich wird er für die Weinlagerung eingesetzt. Es handelt sich um einen Lösskeller, der früher aus zwei Kellern bestand. Die zwei getrennten Röhren wurden mit einem Mittelgang verbunden. Die Luftkeimproben wurden am 2. Oktober 2007 und am 18. April 2008 an zwei Messstellen genommen.

**Mikrobiologische Probennahme.** Für das Sammeln und das Ankultivieren der Keime wurde Malzextrakt (MEA) nach WEIDENBÖRNER (1998) eingesetzt. Ein Protokoll aus dem Schimmelpilz-Leitfaden (SEIFERT, 2002) wurde für diese Untersuchungen angepasst.

Die Sammlung der Luft erfolgte mit dem Luftkeimsammler MAS-100 ECO (Fa. VWR, Wien). Die Messungen wurden in einer Höhe von 1,5 Metern mit drei verschiedenen Luftmengen (20, 50 und 100 Liter) mit Wiederholung durchgeführt. Die Platten wurden sechs Tage lang bebrütet und dann die Kolonien ausgezählt. Die Anzahl der Mikroorganismen wurde in KBE (koloniebildende Einheiten) pro 100 Liter Luft angegeben. Die Bestimmung der Schimmelpilzgattungen erfolgte mit Hilfe der Slide culture-Technik (CAPPUCCINO und SHERMAN, 2005; MCGRAW-HILL et. al, 2007). Die Aus-

Gattungsverteilung der Schimmelpilze im Oktober

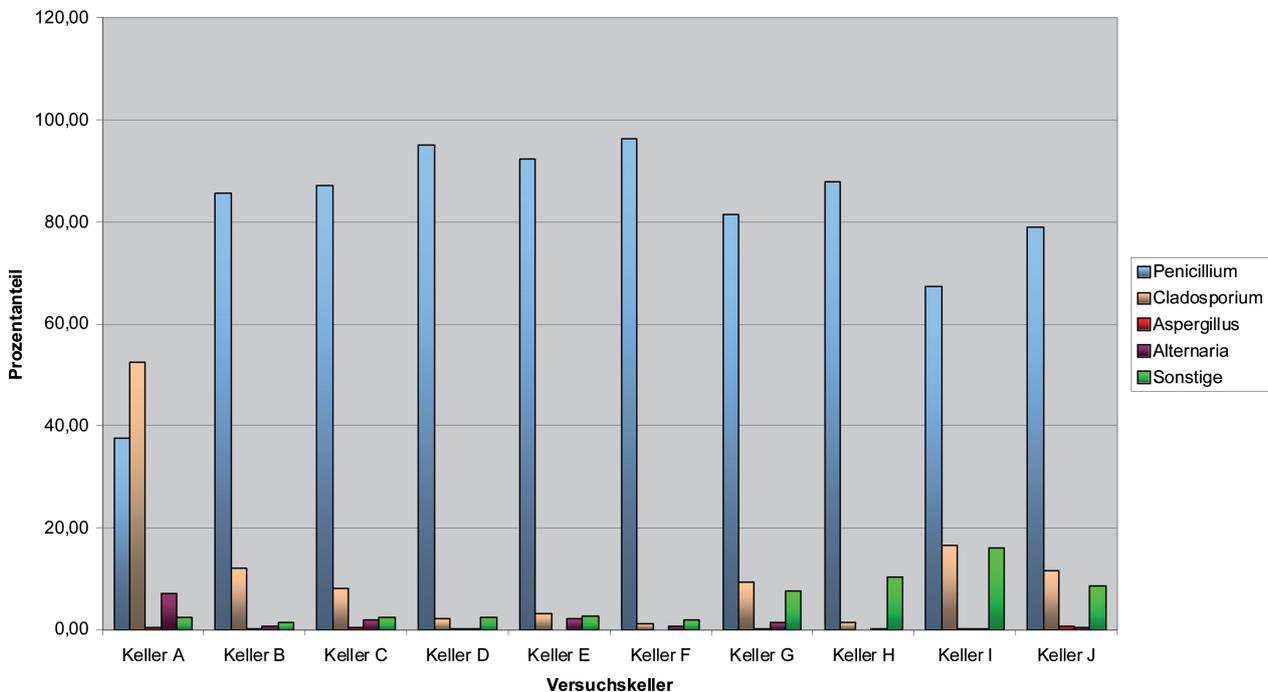


Abb. 2: Gattungsverteilung der Schimmelpilze aus den zehn Kellern (in %; Messung: Oktober)

wertung erfolgte nach drei Tagen mikroskopisch (ROBERT et al., 2004; DOMSCH et al., 1993). Die Ergebnisse wurden mit MS Excel berechnet und als Mittelwerte von allen Messstellen eines Kellers dargestellt.

## Ergebnisse und Diskussion

Schimmelpilze sind wichtige Bestandteile der Kellerflora. In Abbildung 2 sind die Gattungen der Schimmelpilze im Vergleich dargestellt. Es ist erkennbar, dass die Gattung *Penicillium* in allen Kellern dominiert. Die Gattung *Penicillium* gehört zu den Schimmelpilzen, die sehr schnell Sporen bilden und sehr stark in der Luft vertreten sind. Im Gegensatz dazu konnte man *Zasmidium cellare* in keiner einzigen Luftprobe ankultivieren. Das Wachstum von *Zasmidium cellare* ist sehr langsam, und meist tritt er in Kombination mit *Penicillium* und *Aspergillus* auf, und diese zwei Gattungen haben unter Laborbedingungen einfach bessere Wachstumsvoraussetzungen und überwuchern diesen. Im Keller J wurde ein *Zasmidium cellare* ausgesetzt. Da dieser Keller ein Party- und Weinlagerkeller war, konnte er sich nur örtlich vermehren. Es kam zu keiner Besiedlung des Kellers, da keine flüchtigen Stoffe aus

einer Gärung zur Verfügung standen. In anderen Kellern, wo Weine ausgebaut wurden, war der "Kellerrotz" überall zu beobachten. Es zeigte sich durch kleine An kultivierungsversuche im Labor, dass *Zasmidium cellare* unter anaeroben Bedingungen nicht von der Begleitflora überwuchert wurde.

Im Keller A war die Gesamtkeimzahl im April höher als im Oktober. Die Gesamtkeimzahl war vor allem im Bereich des Eingangs stark erhöht sowie in den längsten Gängen direkt vor und links vom Eingang. Im April war kaum *Cladosporium* nachweisbar, wohingegen im Oktober 2007 diese Gattung stark vertreten war. In den Kellern B, C, D, E, H, I und J konnte im Oktober 2007 auch eine Erhöhung der Konzentration an *Cladosporien* nachgewiesen werden, zusätzlich konnten im Keller B die Gattungen *Fusarium* und *Pithomyces* nachgewiesen werden. Diese Schimmelpilze treten gerne in Verbindung mit Pflanzen auf. Nach einer Befragung des Winzers stellte sich heraus, dass dieser Keller für Gemüselagerung eingesetzt wurde. In Keller E und F konnten im April vermehrt *Alternaria* festgestellt werden. In Keller G konnte beobachtet werden, dass die Keimzahlen in der Röhre von vorne nach hinten abnahmen. Im Keller H wurde eine Luftkeimsammlung ne-

ben einem gärenden Fass durchgeführt. Dabei zeigte sich auch, dass die Hefekonzentration (Normalwert: vier Hefen pro 100 Liter Luft) hier auf mehr als 250 Hefen anstieg, das ist ein eindeutiger Beweis, dass Hefen sich in der Kellerluft befinden (MANDL, 2010). Anemometeruntersuchungen und Untersuchungen mittels Bubblegenerator zeigten, dass die Strömungsgeschwindigkeiten der Luft in den Kellern so gering sind, dass sie mit einem Anemometer nicht nachgewiesen werden können. Der Versuch mit Heliumbläschen zur visuellen Darstellung des Luftaustausches in der Dampfrohre des Kellers bestätigte diese Ergebnisse.

## Literatur

- ARTHOLD, M. (1942): Kellerwirtschaft, Reichsnährstandverlag 1942
- BABO A. und MACH, E. (1910): Kellerwirtschaft 6. Auflage Hrsg., Paul Parey, 1910
- CAPPUCCINO und SHERMAN 2005: Microbiology, A Laboratory Manual; Seventh Edition 2005; Benjamin Cummings Verlag; S.226
- CLEMENZ, A. und MANDL, K. (2007): Das Heimliche Leben im Keller: Guter Schimmel- Böser Schimmel. Winzer 2007, 9-12
- CLEMENZ, A., STERFLINGER, K., KNEIFEL, W. und MANDL, K., 2008: Airborne fungal microflora of selected types of wine-cellars in Austria. Mitteilungen Klosterneuburg: 17-22
- DOMSCH, K.H., GAMS, W. and ANDERSON, T.-H. 1993: Compendium of Soil Fungi. IHV-Verlag, 2. Auflage 2007
- FUNG, F. and HUGHSON, W.G. 2003: Health Effects of Indoor Fungal Bioaerosol Exposure Applied Occupational and Environmental Hygiene 18: 535-544
- MANDL, K. 2010: Hefen in der Kellerluft ALVA Tagungsband 329-330
- MC GRAW-HILL GROUP, BROWN, A 2007: Benson's Microbiological applications; 10. Edition; S:167-169
- MILLER, J.D., GILBERT, N.L. und DALES, R.E. (2004): Fungal contamination in Public Buildings: Health Effects and Investigation Methods Ottawa: Health Canada. 2004
- ROBERT, A., SAMSON, E. S.H. und FRISVAD, J.C.,(2004): Introduction to Food and Airborne Fungi. Number 7, Centraalbureau voor Schimmelcultures, Utrecht
- SAMSON, RA., HOEKSTRA, ES., FRISVAD JC. und FILTENBORG, O., 2002: Introduction to food- and airborne fungi. Centraalbureau voor schimmelcultures. Utrecht, S. 321-330.
- SEIFERT, B. 2002: Leitfaden zur Vorbeugung, Untersuchung, Bewertung und Sanierung von Schimmelpilzwachstum in Innenräumen. Umweltbundesamt Berlin 2002
- WEIDENBÖRNER, M. 1998: Schimmelpilzkatalog- Lebensmittel, CENA Verlag 2.Auflage.
- Weinviertel Management 2008: Folder Kellergassen im Weinviertel, <http://umfeld.kellergassenerlebnis.at/download.php> (1.3.2011)