Hefekonkurrent Milchsäurebakterien: Fluch oder Segen?

Im Rahmen der Whiskyherstellung werden während des Produktionsschrittes der alkoholischen Gärung die gärfähigen Zucker in der Würze von der Hefe *Saccharomyces cerevisiae* in Ethanol, Kohlendioxid und eine Vielzahl anderer Stoffwechselprodukte umgewandelt, von denen viele zum Aroma, Geschmack und zur Textur des späteren Whiskys beitragen. Im Unterschied zu einer Brauerei wird in der Whisky-Destillerie die Würze nicht gekocht, um die Aktivität der löslichen Malzenzyme während der Gärung zu erhalten und damit den Ertrag von Ethanol zu maximieren. Dieses Fehlen einer Siedephase zieht jedoch zwangsläufig eine Verunreinigung mit Mikroben, wie Bakterien und Wildhefen, nach sich. Von Dr. Heinz Weinberger.

In der Biologie spricht man bei einer derartigen mikrobiellen Verunreinigung von Kontamination. Diese kontaminierenden Mikroben sind natürlichen Ursprungs und werden über die Einsatzstoffe Gerste, Wasser und Hefe eingeschleppt. Auf dem Getreide haften Milchsäurebakterien (Laktobazillen), Essigsäurebakterien und wilde Hefen, die in geringen Mengen auch im verunreinigten Prozesswasser, das für die Reinigung verwendet wird, und in der Hefe selbst enthalten sein können. Auch das Material, aus dem die Gärbottiche – die Washbacks – gefertigt sind, spielt dabei eine große Rolle. Washbacks aus Holz sind praktisch nicht sterilisierbar. In ihren feinen Holzporen nisten sich thermotolerante Mikroben aus früheren Gärungen ein. Sie sind in ihrem Versteck vor der Reinigungsprozedur mit heißem Wasserdampf weitestgehend geschützt und ermöglichen so eine Kontamination bei den nachfolgenden Gärungen.

Hingegen ist die Oberfläche der aus Edelstahl bestehenden Gärbottiche viel ebener und lässt sich mit heißer, verdünnter Natronlauge gründlicher reinigen, was zu einer deutlichen Reduktion der kontaminierenden Mikroben führt.

In der Brennerei wird die Hefe in großen Mengen der Würze zugesetzt, sodass sie in der Regel die dominierende Mikrobe während der Gärung darstellt. Durch die Bildung von Ethanol – in Verbindung mit einem sinkenden pH-Wert, Sauerstoffmangel und einer schnell abnehmenden Nährstoffversorgung – unterdrückt sie Essigsäurebakterien und Wildhefen, die diese zunehmenden feindlichen Bedingungen meist nicht überleben. Lediglich die anpassungsfähigsten Mikroben, in erster Linie die Milchsäurebakterien, sind mehr oder weniger tolerant gegenüber diesen Bedingungen. Liegt zu Beginn der Gärung eine große Anzahl von Laktobazillen (mehr als 10^6 Zellen/ml) vor, konkurrieren sie mit den Hefezellen um die Nährstoffe. Denn die Milchsäurebakterien verstoffwechseln ebenfalls Zucker, um daraus Milchsäure und – in geringerem Maße – Essigsäure zu produzieren. Jedes von den Laktobazillen verbrauchte Zuckermolekül steht den Hefezellen nicht mehr zur Verfügung und führt daher zum Verlust von zwei Molekülen Ethanol, die normalerweise die Hefe während der Gärung aus einem Zuckermolekül produzieren würde. Aus diesem Grund führt eine anfangs hohe Laktobazillus-Population letztendlich zu einer Verringerung der Ethanolausbeute. Zudem kommt es bei bestimmten Lactobacillus-Arten zur Bildung von Fehlnoten in der Wash, indem sie beispielsweise durch den Abbau von Glycerin – einem Nebenprodukt der Hefe – die Substanz Acrolein produzieren. Diese chemische Verbindung gehört zur Substanzklasse der Aldehyde. Sie besitzt einen stechenden Geruch mit schleimhautreizender Wirkung sowie einen pfeffrigen Geschmack und stellt aufgrund ihrer Toxizität in größeren Mengen gar ein potenzielles Gesundheitsrisiko dar.

Hingegen wird eine niedrige Population an Milchsäurebakterien (10^3-10^5 Zellen/ml) in der Anfangsphase der alkoholischen Gärung durch ein schnelles Hefewachstum und die Bildung von Ethanol in Schach gehalten bzw. gehemmt, sodass die Fermentation mit der Hefe wie erwünscht anläuft (bis etwa 35 Stunden). In der zweiten Stufe der Gärung (35 bis etwa 70 Stunden) tritt die Hefepopulation in eine stationäre Phase ein und beginnt allmählich zu sinken. Zu diesem Zeitpunkt ist die Ethanolproduktion bereits zu 80 bis 90 Prozent abgeschlossen. Mit dem Absterben der Hefe erfahren die verschiedenen Laktobazillen ein exponentielles Wachstum, wobei sie von nicht gärfähigen Zuckern und den Nährstoffen, die von den absterbenden Hefezellen herrühren, leben. Dabei setzen sie organische Säuren, wie Milchsäure und Essigsäure, frei. Diese wiederum beschleunigen den Rückgang der Hefezellen und ermöglichen die Dominanz der Laktobazillen. In der letzten Phase (ab etwa 70 Stunden) erreicht die Laktobazillen-Population schließlich ihren Höhepunkt und nimmt dann wieder ab, wobei weiterhin Milchsäure produziert wird.

Nach Abschluss der Hefegärung führt also eine solche zweite Gärung durch Milchsäurebakterien nicht zu einer Verringerung der Ausbeute an Ethanol. Im Gegenteil: Diese als „späte Milchsäuregärung" bezeichnete Nachgärung hat sogar positive Eigenschaften. Denn sie generiert Aroma- und Geschmacksstoffe, die der späteren Spirituose die erwünschten süßen, fruchtigen und buttrigen Noten verleihen. So reagiert die gebildete Milchsäure bei der anschließenden Destillation mit Ethanol zu Ester Ethyllactat, einer chemischen Verbindung mit fruchtigem und an Kokosnuss erinnerndem Aroma. Essigsäure und Ethanol hingegen bilden den Ester Ethylacetat, der in niedrigen Konzentrationen angenehm fruchtig, in höheren Dosen jedoch süßlich stechend riecht. Tendenziell weisen Whiskys aus längeren Gärungen (mehr als 55 Stunden), in denen Milchsäurebakterien gut gedeihen, höhere Konzentrationen an fruchtigen Estern auf.

Diese Ergebnisse zeigen, dass die Anwesenheit von Laktobazillen bei der alkoholischen Gärung die Qualität des späteren Whiskys – je nach dem Grad der Kontamination und der Art und Weise, wie diese Kontamination gehandhabt wird – positiv oder negativ beeinflussen. In Schottland steuert man die Population der Milchsäurebakterien passiv durch die Dauer der Gärung und das angewendete Reinigungsverfahren. In den USA hingegen wird bei der Herstellung einiger Bourbons die Maische aktiv mit Laktobazillen *(Lactobacillus delbrüchi)* versetzt, um sie somit mit Milchsäure anzusäuern (Stichwort: „Sour Mash"-Verfahren). Diese Säuerung unterdrückt zum einen das Wachstum von konkurrierenden Bakterien und fördert zum anderen die Aktivität der Hefe, die ein leicht saures Milieu (pH-Wert von etwa 5-6) für ihr optimales Arbeiten bevorzugt.