

Untergärige Hefe im gefrorenen Format – Brauhefe der Zukunft

STERILE ANSTELLHEFE | Die Hefequalität übt einen gewaltigen Einfluss auf die Bierqualität aus. Nur bei mit vitaler Hefe angestelltem Bier ist eine einwandfreie und problemlose Gärung sichergestellt. Leichter gesagt als getan, in der Praxis kosten Hefemanagement und -propagation viel Zeit und Geld. Nicht immer erhält dieser so essentielle Bereich die notwendige Aufmerksamkeit. Ein neues Produkt des Hefezentrums am Forschungszentrum für Brau- und Lebensmittelqualität sorgt für Arbeitserleichterung und garantiert mikrobiologische Sicherheit.

DAS FORSCHUNGSZENTRUM für Brau- und Lebensmittelqualität (BLQ) der TU München bietet seit Dezember 2021 seinen weltbekanntesten untergärigen Hefestamm *Saccharomyces pastorianus* Frisinga – TUM 34/70 im neuartigen gefrorenen Format an.

Dieses gefrorene Hefeprodukt hat die Bezeichnung SmartBev™ Lager TUM 34/70 und wurde in Zusammenarbeit mit der

Firma Chr. Hansen, Hørsholm, Dänemark, entwickelt und für den Einsatz in der Brauerei validiert.

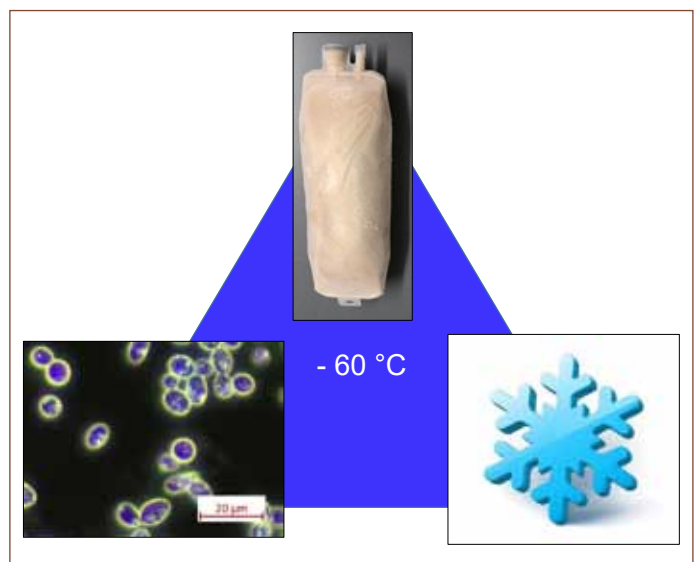
Dieser Artikel beschreibt die Vorteile dieses neuen Hefeformats und dessen Einsatz in der Brauerei. Der Einsatz dieser Hefe ermöglicht es den Brauereien, die gesamte Hefe-Herführung im Labor einzusparen und mikrobiologisch rein direkt anzustellen (Propagator oder Gärtank).

Untergäriger Hefestamm Frisinga TUM 34/70 – ein Weltbürger

Über 90 Prozent der Weltbierproduktion sind untergäriges Bier, welches mit untergärigen Hefen der Art *Saccharomyces pastorianus* hergestellt wird. Untergärige Hefe des Typs Froberg zeichnet sich durch ihre Kryotoleranz und ihren hohen Vergärungsgrad aus. Fast alle industriell eingesetzten untergärigen Hefen gehören dem Typ Froberg an, welcher im Gegensatz zum Typ Saaz einen höheren Vergärungsgrad hat. Die Kaltgäreigenschaften der untergärigen Hefe sorgen dafür, dass die Hefe bei einer Gärführung mit niedrigen Gärtemperaturen niedrige Konzentrationen an Gärungsnebenprodukten bildet und im Zusammenspiel mit einem hohen Vergärungsgrad somit neutrale Biere mit hoher Drinkability entstehen.

Der bekannteste und weltweit am meisten eingesetzte untergärige Hefestamm ist *Saccharomyces pastorianus* Frisinga – TUM 34/70. Dieser Stamm wurde in der Disserta-

Abb. 1
Packung mit 1 kg gefrorener untergäriger Hefe SmartBev™ LagerTUM 34/70, die bei -60°C gefroren wird, lagerfähig ist und eine Zelldichte von > 1 Milliarde Zellen pro ml aufweist



Autor: Dr. Mathias Hutzler, Forschungszentrum Weihenstephan für Brau- und Lebensmittelqualität, TU München, Freising

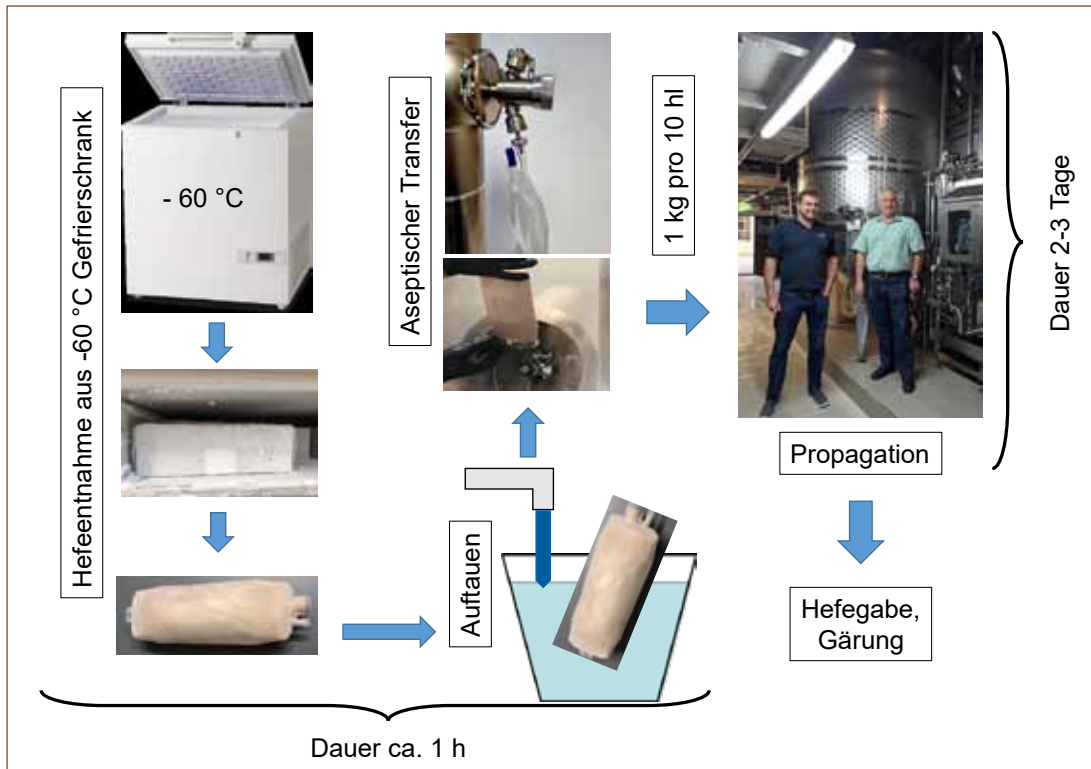


Abb. 2 Anwendungsschritte (Entnahme, Auftauen, aseptischer Transfer, Propagation) der untergärigen gefrorenen Hefe SmartBev™ Lager TUM 34/70 bis zur Hefepropagation und der anschließenden Hefegabe zum Einleiten der Gärung (Gesamtdauer bis zum Anstellen 2–3 Tage, Vorbereitungszeit 1 h)

schen Arbeitsstandards ist ein Restrisiko einer Labor-kontamination der Rein-zuchthefe gegeben. Neben der Herstellung der Labor-reinzucht im Carlsbergkol-ben oder im sterilisierten Transfer-KEG (Transfervolumen ca. 5–30 Liter), sind noch viele Arbeitspunkte zu berücksichtigen, die eine gute Hefepflege ausma-chen.

Hierzu gehört ein gutes Bestellmanagement, d. h. die Reinzuchthefe muss so bestellt werden, dass noch genug Zeit ist, um sie im benötigten Volumen sauber herzuführen. Hält das Brauereilabor selbst eine Hefedauerkultur als Schrägagar, so muss diese aus Würze mit ausreichender Nährstoffausstattung hergestellt sein und alle 4–6 Wochen überimpft und bei 2–4 °C gelagert werden.

tion von Prof. Ludwig Narziß 1956 zusammen mit anderen Hefestämmen charakterisiert. In dieser wissenschaftlichen Arbeit zeichnete sich dieser Hefestamm durch hervorragende Gärungseigenschaften und ein ausgewogenes Aromaprofil aus. Seitdem trat dieser Hefestamm seinen weltweiten Siegeszug an, welcher durch die internationale Beratung von Brauereien durch die TU München noch beschleunigt wurde. *Saccharomyces pastorianus* Frisinga – TUM 34/70 dient auch als wissenschaftlicher Referenzstamm (z. B. bei Versuchsgärungen). Zudem war dieser Stamm der erste untergärige Hefestamm, dessen Gesamtgenom sequenziert wurde. Frisinga – TUM 34/70 wird vom Forschungszentrum Weihenstephan für Brau- und Lebensmittelqualität der TU München entweder als Schrägagarkultur oder als 500-ml-Flüssigkultur an Brauereien weltweit verschickt und ist fast in jedem Land der Erde im Einsatz.

des Propagators unter aseptischen Bedingungen hochgezogen. Ziel ist es, die Hefe möglichst in aktivem und mikrobiologisch reinem Zustand herzuführen. Diese Labor-Reinzucht benötigt verfahrensabhängig ca. 3–7 Tage und umfasst mehrere Arbeitsschritte. Auch bei höchsten mikrobiologi-

Liegt keine Reinzucht zum benötigten Zeitpunkt vor, kann der Propagator nicht gestartet werden und die Gärung kann nicht angestellt werden oder es muss mit Erntehefe gefahren werden. Kurz zusammengefasst liegt die Herausforderung darin, die untergärige Laborreinzucht genau zum

Hefepflege und -anzucht im Labor, ein Fulltimejob

Kommt eine Frisinga – TUM 34/70 Schrägagarkultur oder eine 500-ml-Flüssigkultur im jeweiligen Brauereilabor an, so wird die Hefe bis zum benötigten Anstellvolumen

MIKROBIOLOGISCHE SPEZIFIKATIONEN DER UNTERGÄRIGEN HEFE *SACCHAROMYCES PASTORIANUS* SMARTBEV™ LAGER TUM 34/70

Methode	SmartBev™ Lager TUM 34/70
Bierschädliche Bakterien – Mikroskopie und Anreicherung NBB-B	Abwesenheit (Mikroskopie) negativ in 1 ml (NBB-B)
Obergärige Hefen in untergärigen Hefen – 37 °C-Methode	negativ in 0,01ml
Wilde Hefen – Anreicherung in YM-Bouillon + CuSO ₄	negativ in 0,01ml
Bakterien in Kulturhefe – Anreicherung in Hefewasser	negativ in 0,01ml
PCR Identifikation <i>S. cerevisiae</i> var. <i>diastaticus</i>	negativ in 0,05 ml
Aerobe Bakterien – Anreicherung in Würze + Actidion	negativ in 1,00 ml
Aerobe Bakterien – Kultivierung auf WLD-Agar	0 KBE in 0,1 ml

Tab. 1

Beimpfungsmoment des Propagators mikrobiologisch rein, hochaktiv und im richtigen Volumen vorliegen zu haben. Welche Erleichterungen und Vorteile das neuartige gefrorene Hefeprodukt SmartBev™ Lager TUM 34/70 bezüglich der vorliegenden Gegebenheiten im Brauereilabor bieten kann, wird in den nächsten Abschnitten im Detail aufgeführt.

■ TUM 34/70 goes frozen

Abbildung 1 zeigt eine 1-kg-Packung der gefrorenen untergärigen Brauereihefe SmartBev™ Lager TUM 34/70, die von der Firma Chr. Hansen, Hørsholm, Dänemark, im Werk Pohlheim, Hessen, hergestellt wird und im deutschsprachigen Raum vom Forschungszentrum Weihenstephan für Brau- und Lebensmittelqualität (BLQ) der TU München vertrieben wird.

In Abbildung 2 wird die Anwendung der untergärigen Hefe SmartBev™ Lager TUM 34/70 dargestellt. Die Hefe kann für bis zu 18 Monate (Mindesthaltbarkeitszeitraum) bei -60°C gelagert werden.

Für diese Art der Lagerung ist ein spezieller -60°C -Gefrierschrank nötig, den es in unterschiedlichen Volumenzapazitäten gibt. Kosten liegen für diese einmalige Investition zwischen ca. 1200 EUR und 2000 EUR netto, je nach Stauraum (10–150 Packungen). Bevor die Hefe eingesetzt werden kann, muss sie für ca. 1 h in einem Gefäß mit Wasser (z. B. 30-Liter-Eimer) aufgetaut werden. Die gefrorene Hefe verflüssigt sich in diesem Zeitraum. Die flüssige Hefesuspension kann im Beutel aseptisch über ein Septum angestochen werden. Es gibt bereits zwei verschiedene aseptische Transfersysteme auf dem Markt. Nun kann die verflüssigte Hefe in die Leitung oder in ein Gefäß (z. B. Carlsbergkolben oder Propagator) eingedrückt werden. Nach Transfer der Hefe kann die Propagation der untergärigen Hefe gestartet werden. Bei einer Dosage von 1 kg SmartBev™ Lager TUM 34/70 pro 10 hl (z. B. 3 x 1 kg Beutel auf 30 hl Würze) dauert die Propagation ca. 2–3 Tage, um eine Zelldichte von 80–100 Millionen Hefezellen pro ml im Propagator zu erreichen (je nach Temperatur, Belüftungsintervall und Umwälzung der Hefesuspension). Im Anschluss kann die Propagationshefe zum Anstellen der Gärung eingesetzt werden. Empfohlene Anstellzellzahlen für einen zügigen Gärbeginn liegen zwischen 10 und 20 Millionen Hefezellen pro ml.

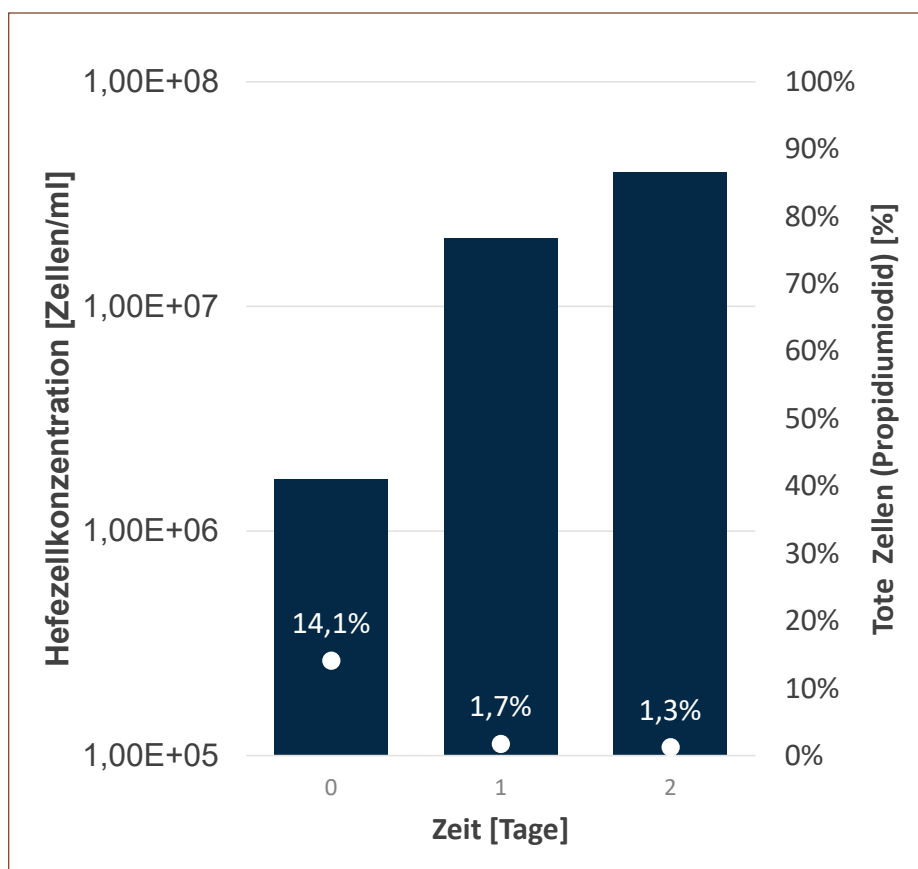


Abb. 3 Entwicklung der Hefezellkonzentration pro ml (blaue Balken) und des Prozentanteils an toten Zellen der Hefepopulation (weiße Punkte) über den zeitlichen Verlauf von 2 Tagen nach Inokulation

■ Mikrobiologische Spezifikationen

Die Grundvoraussetzung für eine einwandfreie Propagation und Gärung ist eine mikrobiologisch reine Propagationshefe und somit einhergehend eine mikrobiologisch einwandfreie Reinzuchthefer.

In Tabelle 1 werden brauereirelevante, mikrobiologische Parameter und deren Spezifikationen des Produktes SmartBev™ Lager TUM 34/70 aufgeführt. Erst nachdem eine Charge SmartBev™ Lager TUM 34/70 diese Spezifikationen erfüllt, wird diese für den Einsatz freigegeben. Zudem wird die Hefe auch auf relevante lebensmittelpathogene Keime untersucht, und die Hefevitalität und -viabilität werden ebenfalls getestet.

■ Einsatz zur Propagation

Abbildung 3 zeigt den Einsatz von SmartBev™ Lager TUM 34/70 in einer 30-hl-Propagation. Die Grafik zeigt die schnelle Abnahme der prozentualen Fraktion an toten Zellen (weiße Punkte). Hierbei ist zu beachten, dass bei dieser Messung der interkalierende Farbstoff Propidiumiodid zur Färbung toter Zellen zum Einsatz kam, wel-

cher im Vergleich zur Methylenblau-Methode höhere Totanteile detektiert. Das heißt, würde man die gleiche Messung mit Methylenblau durchführen, lägen die Messwerte noch niedriger. Die Totanteile lagen an Tag 1 und 2 der Propagation unter zwei Prozent.

Zudem zeigt Abbildung 3 den zu erwartenden Anstieg der Hefe-Zellkonzentration, was in diesem Fall einer ca. 25-fachen Erhöhung der Hefepopulation innerhalb von 48 h entspricht.

Die Hefe kann nach 48 h zum Anstellen genutzt werden oder ggf. noch etwas länger propagiert werden, falls noch höhere Zelldichten zum Anstellen benötigt werden (je nach Würze-Anstellvolumen). Die Anwendung von SmartBev™ Lager TUM 34/70 in der Propagation kann betriebsspezifisch angepasst werden, um die benötigte Hefezellkonzentration mit hoher Aktivität zum Anstellen zu verwenden.

■ Bierqualität bei Wiederbenutzung der Erntehefe

Neben dem Einsatz von Propagationshefe ist der Einsatz von Erntehefe ein wichtiger

CHEMISCHE UND SENSORISCHE BIERQUALITÄTSMERKMALE VON UNTERGÄRIGEN BIERN, ...

... Typ bayerisches Helles, mit einer Stammwürze von 11,2 Gew.-% und 4,9 Vol.-% Alkohol, welche mit SmartBev™ Lager TUM 34/70 Propagationshefe und der davon stammenden 1. + 3. Erntehefe-Führung hergestellt wurden

	UG Helles mit Propagationshefe	UG Helles mit Erntehefe 1. Führung	UG Helles mit Erntehefe 3. Führung
DLG Geruch	4,4	4,5	4,5
DLG Geschmack	4,4	4,4	4,5
DLG Vollmundigkeit	4,6	4,6	4,6
DLG Rezenz	4,6	4,6	4,6
DLG Qualität der Bittere	4,3	4,4	4,4
pH-Wert	4,5	4,5	4,5
Acetoin	1,9	3,0	2,8
Diacetyl	0,02	0,02	0,02
2,3-Pentandion gesamt [mg/l]	0,01	0,01	0,01
DMS [μ g/l]	84	64	74
Buttersäureethylester [mg/l]	0,13	0,14	0,14
Decansäureethylester [mg/l]	0,06	0,04	0,03
Essigsäure-2-Phenylethylester [mg/l]	0,55	0,6	0,82
Essigsäure-isobutylester [mg/l]	0,06	0,07	0,08
Hexansäureethylester [mg/l]	0,25	0,21	0,32
Octansäureethylester [mg/l]	0,3	0,23	0,22
Isovaleriansäure [mg/l]	1,1	1,3	1,2
Hexansäure [mg/l]	3,8	2,9	2,8
Octansäure [mg/l]	4,4	4,2	4,0
Decansäure [mg/l]	1,0	1,0	1,0
Acetaldehyd [mg/l]	3,5	7,8	5,6
Ethylacetat [mg/l]	16,2	22,7	18,4
n-Propanol [mg/l]	10,6	11,6	11,5
i-Butanol [mg/l]	10,5	12,7	12,8
Isoamylacetat [mg/l]	1,6	2,2	2,0
Amylalkohole (2-, 3-Methylbutanol) [mg/l]	60,0	74,0	68,1
Phenylethanol [mg/l]	22,8	22,9	27,1

Tab. 2

prozesstechnischer und wirtschaftlicher Faktor. Tabelle 2 zeigt Messparameter von untergärigen Bieren (industriell, kommerziell hergestellte Biere), die mit der SmartBev™ Lager TUM 34/70 Propagationshefe und der davon abstammenden Erntehefe der 1. Führung und der 3. Führung hergestellt wurden. Sowohl Propagationshefe als auch Erntehefen erzeugten Biere mit hoher sensorischer Akzeptanz (DLG Note 5 ist das Maximum). Alle sensorischen Merkmale lagen nach dem DLG-Schema

bei 4,3 oder darüber. Zudem zeigt Tabelle 2, dass die chemischen Messungen der Gärungsnebenprodukte (Jungbukettstoffe und Bukettstoffe) innerhalb eines geringen Schwankungsbereichs liegen und die grundsätzliche sensorische Vergleichbarkeit der Biere widerspiegeln. Die Jungbukettstoffe (z. B. Diacetyl und Acetaldehyd) wurden durch die Hefen der unterschiedlichen Führungen soweit reduziert, dass sie keine negativen sensorischen Auswirkungen (Stichwort off-flavour) auf das

Bier hatten. Die Bukettstoffe variierten nur innerhalb eines geringfügigen Rahmens. Zusammenfassend lassen sich durch die Nutzung von SmartBev™ Lager TUM 34/70 Propagationshefe und den daraus resultierenden Erntehefen Biere mit sensorisch sehr hoher Qualität reproduzierbar herstellen.

Zusammenfassung

Abschließend werden noch die Vorteile von SmartBev™ Lager TUM 34/70 und damit einhergehende praktische Erleichterungen aufgeführt:

- Ermöglicht komplette Einsparung der Laborreinzucht und der damit einhergehenden Kontaminationsgefahr;
- hochaktive Hefe zur Direktbeimpfung von 10 hl Würze mit 1 kg SmartBev™ Lager TUM 34/70;
- gebrauchsfertig innerhalb einer Stunde: Auftauen im 20 – 30 °C-Wasserbad, keine weitere Aktivierung nötig;
- zertifizierte und konsequente Reinheit, Qualität und Stabilität (garantiert mikrobiologisch einwandfreie Reinzucht, Konsistenz der Qualität);
- 18 Monate Haltbarkeit bei – 50 °C oder niedriger (speziell hierfür vorgesehene Gefrierschränke im Kostenbereich von 1200 – 2000 EUR (netto) ermöglichen die Bevorratung vor Ort);
- zuverlässige Lieferketten weltweit;
- professioneller Support von der Implementierung bis zur Optimierung und darüber hinaus;
- Animpfen über spezielle aseptische Vorrichtung möglich.

Das Forschungszentrum Weihenstephan BLQ der TU München und im Speziellen Dr. Mathias Hutzler mit seinem Team der Abteilung Hefezentrum berät Brauereien bei der Einführung dieser neuen richtungsweisenden Technologie. Der Einsatz der gefrorenen SmartBev™ TUM Hefe ist ein großer Schritt in Richtung einer mikrobiologisch sicheren Fermentationstechnologie mit höchster Konsistenz.

Danksagung

Der Autor bedankt sich herzlich bei Nathalia Edwards und Karsten Laurents für die fruchtbare Kooperation mit der Firma Chr. Hansen, Dänemark, und den Braumeistern Bernhard Löw (auch Abb. 2) und Martin Poschner, beide Brauerei Wieninger, Teisendorf, für die langfristige Testung der Hefe und die praktische Umsetzung. ■