

## Optimierungspotentiale heben durch inline Messung der Le- bendzellendichte



In den letzten Jahrzehnten hat die Produktivität des Brauprozesses deutlich zugenommen. Dies gilt insbesondere für Fermentation und Reifung. Parallel dazu sind auch die Qualitätsansprüche an das fertige Bier gestiegen. Dies hat Auswirkungen auf die für die Fermentation verwendete Hefe, denn von ihr hängt nicht nur die Qualität des Endproduktes, sondern auch die Fermentations- und Reifezeit ab.

Bis in die heutige Zeit wird selbst in so mancher großen Brauerei Hefe auf der Basis der Erfahrung, weniger auf Basis der Würze zugegeben. Gängige Aussagen hierzu lauten „Das haben wir

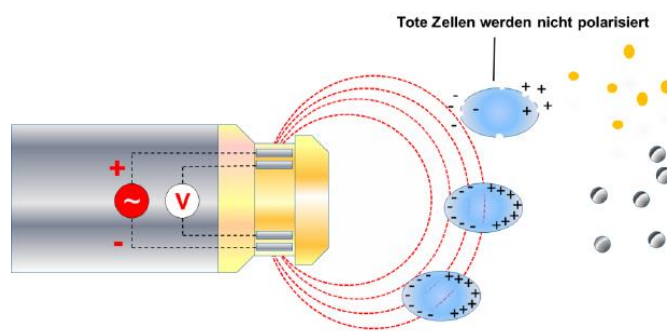
immer so gemacht“ oder „Das hat bislang funktioniert, warum sollten wir etwas verändern?“ Dies war auch bei der Brauerei Tsingtao in China nicht anders. Die Hefe wurde zeitgesteuert dosiert, ohne zu wissen, wie viele lebende Zellen sich darin befanden. Während der Dosage wurden Proben genommen, im Labor analysiert und somit die Zahl der lebenden Hefezellen im Fermenter abgeschätzt. Mit der Vorgehensweise verbunden ist eine große zeitliche Verzögerung, da die Ergebnisse erst nach einiger Zeit zur Verfügung stehen. Außerdem hängen die offline erzielten Ergebnisse sehr stark von der Probennahme ab. Beides

zusammen erschwert reproduzierbare Fermentationen und optimalen Einsatz der vorhandenen Anlagen. Die Folgen für Brauereien sind unterschiedliche Fermentationsdauern bis hin zu Filtrationsproblemen. Verbraucher erwarten einen konstanten Biergeschmack und ein gleichbleibendes Aromaprofil. Diesen Erwartungen gerecht zu werden, erfordert mit der bisherigen Vorgehensweise sehr viel Aufwand.

Der wachsende Wettbewerbsdruck und der Wunsch zur Prozessautomatisierung und –verbesserung haben Tsingtao dazu bewogen, sich nach geeigneten Hilfestellungen umzusehen. Wichtige Bedingungen für den Einsatz neuer Technologien waren deren Möglichkeit zur Automatisierung und einer deutlichen Prozessverbesserung. Die Technologie sollte die Nachteile der manuellen Probennahme, wie z.B. Art und Weise der Probennahme, Verdünnungsfehler oder auch Färbemethode, eliminieren. Aus diesem Grund wandte sich Tsingtao an Hamilton.

### Messprinzip und Lösungsvorschlag

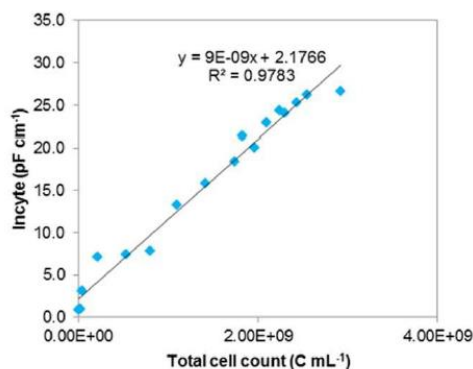
Die Idee, die Nachteile der bisherigen Methode zu überwinden, bestand in der Verwendung eines inline Sensors zur Messung der lebenden Zelldichte. Dieser ist in der Lage, lebende Zellen im elektrischen Wechselfeld zu polarisieren und zu messen. Tote Zellen oder Zellfragmente werden nicht polari-



siert und somit nicht erfasst. Um Einflüsse der Matrix zu eliminieren, wird bei zwei un-

terschiedlichen Frequenzen gemessen und die Differenz der Permittivität von Zellsignal und Matrix zur Berechnung der lebenden Zelldichte herangezogen. Der Sensor, der ursprünglich für den Einsatz in der Biotechnologie entwickelt wurde, ist in der Lage für verschiedene Spezies, wie z.B. Säugerzellen, Bakterien und Hefen bei unterschiedlichen Frequenzen zu messen. Hefekulturen in Brauereien unterscheiden sich hinsichtlich des Mediums deutlich von denen in biotechnologischen Anwendungen. Dies wird beim Vergleich der elektrischen Leitfähigkeiten deutlich. Nährmedien, z.B. für

Säugerzellen enthalten viele Mineral- und Nährstoffe, wohingegen Hefekulturen für Brauereianwendungen auf Trinkwasser beruhen. Um dem Rechnung zu tragen, wurde der Sensor für niedrigere Leitfähigkeiten optimiert. Um jedoch die gewünschte Anzahl an Hefezellen aus den gemessenen Permittivitätswerten berechnen zu können, ist es vorab notwendig, eine Kalibriergerade zu erstellen. Diese kann sich je nach Hefestamm unterscheiden. In Brauereien wird Hefe in der Regel mehrfach verwendet. Zwischen zwei Fermentationen wird die Erntehefe vor Kontamination geschützt und häufig z.B. unter Phosphorsäure oder ähnlichem gelagert. Der sehr saure pH-Wert bedeutet Stress für die Hefezellen, was zu Änderungen des Zellvolumens und damit des korrespondierenden Messsignals führen kann. Deshalb ist es ratsam, nicht nur Kalibriergeraden für jeden Hefestamm, sondern auch für jede Erntehefe zu bestimmen. Dazu werden im Labor die Zellgrößen und -zahlen bestimmt und in Relation zum Permitti-



vitätssignal gesetzt. Die so gewonnenen Daten können anschließend im Prozessleitsystem zusammen mit den Durchflussmesswerten dazu genutzt werden, um die Anzahl an Hefezellen zu berechnen, die dem jeweiligen Fermentationstank hinzu dosiert werden. Da das Permittivitätssignal inline und in Echtzeit gemessen wird, kann auch bei nicht optimaler Hefeverteilung in der Suspension eine definierte Hefemenge verlässlich automatisiert dosiert werden.

Zu Testzwecken wurde bei Tsingtao der inline Sensor Incyte LC (Low Conductivity) in der Leitung zwischen dem Hefevorratstank und der Würzeleitung installiert. Durch die Erstellung der Kalibriergeraden korrelieren die durch den Sensor erfassten Hefezellen sehr gut mit den durch offline Analysen aus dem Fermentationstank bestimmten Zellzahlen. Seit nunmehr mehr als zweieinhalb Jahren befindet sich der Sensor im harten Alltagstest und entspricht den Kundenerwartungen. Dank der technischen Hilfestellung durch den lokalen technischen Support von

Hamilton in der Startphase konnte der Sensor einen wichtigen Beitrag zur Automatisierung und Optimierung der Fermentationsprozesse leisten.