

Sauerstoffaufnahme in der Bierabfüllung

Moderne Abfülltechnik als Antwort auf bekannte Herausforderungen

Brauer wissen: Bier ist wahrscheinlich das Getränk, das am empfindlichsten auf Sauerstoff reagiert. Der sogenannte Oxidationsgeschmack stellt sich bei zu hohen Sauerstoffaufnahmen ein. Trendbiere mit der wiederentdeckten Kalt-hopfung, früher „Hopfenstopfen“ genannt, verändern ihren Geschmack bei Sauerstoffaufnahmen recht schnell. Aber auch gewöhnliche helle Biere sind besonders sauerstoffempfindlich. Dunklere Biere zeigen dagegen oft eine beachtliche Geschmackstoleranz gegenüber Sauerstoffgehalten jenseits von 0,1 mg/l.

Die Sauerstoffaufnahme bei der Bierbereitung fängt beim Schrotten des Malzes an und endet noch nicht mit dem Verlassen des Bieres der Brauerei, denn Sauerstoff durchdringt bspw. Dichtungen von Kronkorken – bis zu dem Zeitpunkt, an dem das Bier konsumiert wird.

Bierinhaltsstoffe reagieren so rasch mit Sauerstoff, dass Messungen von gelöstem Sauerstoff unmittelbar nach den jeweiligen Prozessen wie Tankfüllung, Filtration oder Abfüllung nötig sind. So weist ein oxidiertes Bier mit den typischen Geschmacksänderungen oft kaum

messbare Sauerstoffgehalte auf, und dennoch sind die Qualitätseinbußen deutlich.

Die Verwendung von Zusatzstoffen wie Bisulfit oder Ascorbinsäure als Sauerstofffänger ist in Ländern außerhalb Deutschlands üblich, vor allem für die Abfüllung in PET-Flaschen. Denn diese Behälter sowie der dafür am häufigsten verwendete Verschluss aus PE oder PP lassen Sauerstoff in kurzer Zeit in relevanten Größenordnungen migrieren. Als Antioxidans für Bier ist Ascorbinsäure jedoch ein zweischneidiges Schwert. Oxidationsprozesse – nicht nur im Bier, sondern ebenfalls in weiteren Getränken wie Softdrinks oder Säften – sind komplexe Vorgänge mit vielen Zwischenstufen, und damit sehr viel mehr als der Übergang von Sauerstoff auf ein spezifisches Empfänger-Molekül. Sind die Polyphenole des Malzes oder des Hop-

fens förderliche Antioxidantien oder schädliche Trübungsbildner? Das ist ein Kapitel für sich, an dem die Wissenschaft noch weiterforscht.

Um dieser Herausforderung zu begegnen, entwickeln Brauereien unterschiedliche Ansätze zur Qualitätssicherung: von polyphenolarmen Malzen bis polyphenolreicher Doldenhopfung oder von Strategien zur Erhaltung über Ausfällung bis zur Reduktion der Polyphenole mittels PVPP.

Lange Geschmacksstabilität

Die Fachwelt ist sich einig, dass eine Vermeidung oder Verringerung von Sauerstoffaufnahmen den wichtigsten Teil ausmacht, um eine möglichst lange Geschmacksstabilität zu erreichen. Dafür werden etwa Tanks mit Inertgas vorgespannt, zudem werden sie oft unter diesem Stoff gereinigt, um keine entsprechenden Verluste hinnehmen zu müssen. Ist das Inertgas CO₂, so ist mit Erhaltung des Gases nur eine saure Reinigung möglich. Wird N₂ verwendet, so sind gelöste N₂-Gehalte im Bier zu beachten, um ungestörte Abfülleistungen zu erreichen und keine untypischen Schaumstrukturen beim Konsumenten zu erzeugen. Alternativen wie bspw. Argon wären empfindlich teuer.

Grundsätzlich sollten Tankdrücke so gering gewählt werden, wie sie dem CO₂-Partialdruck des Bieres entsprechen und für nötige Druckerhöhungen Pumpen eingesetzt werden. Bei der Filtration wird empfohlen, unbedingt mit entgastem Wasser zu arbeiten. Sauerstoffgehalte von unter 0,2 mg/l sind dabei anzustreben – ebenso für Ausschubwasser bspw. bei der Kurzzeiterhitzung – denn unentgastes Wasser weist rund 10 mg/l auf.

Die Sauerstoffmessung bei der Prüfung von Ausschubprozessen mit Mischphasentrennung zeigt dabei viel früher einen Missstand auf als bspw. die Stammwürze-



■ Abb.: Das modulare Füllsystem Innofill Glass DRS ECO erlaubt eine sauerstoffarme Abfüllung, die es in dieser Form bisher nicht gab.

© Frank Reinhold

messung. Biere vor der Abfüllung weisen nicht selten 5 µg/l und darunter auf, das ist also weniger als 0,005 mg/l. Waren vor wenigen Jahren noch Füllsysteme üblich, die Gesamtsauerstoffaufnahmen von 150 µg/l erreichten, sind mittlerweile mit entsprechender Technologie sogar 20 µg/l möglich.

Bestimmung des Gesamtsauerstoffs

Der Gesamtsauerstoff, häufig als TPO für „total package(d) oxygen“ bezeichnet, beinhaltet sowohl den im Bier gelösten Sauerstoff als auch jenen, der sich im Kopfraum eines verschlossenen Behälters befindet. Die Methode der Bestimmung der „Luft im Kopfraum“ mittels Überleitung dieses Kopfraumgases in eine mit Lauge gefüllte Bürette zur Adsorption des CO₂ wird zwar aus Gründen der Einfachheit heute noch angewendet. Doch die Gaszusammensetzung im Kopfraum besteht eben nicht nur aus CO₂ und Luft mit dem üblichen Sauerstoffgehalt. Damit ist die „Luft im Kopfraum“ für eine Bestimmung des TPO weniger gut geeignet. Für eine präzise Bestimmung des Gesamtsauerstoffs stehen heute Messgeräte zur Verfügung, die mehr oder minder automatisch sowohl den Kopfraumsauerstoff als auch den Sauerstoff, der im Getränk gelöst ist, messen können. Zusammen mit Temperatur- und komplexen Druckmessungen werden damit vollautomatisch das Kopfraumvolumen, der CO₂-Gehalt und sogar andere gelöste Gase berechnet.

Vor fast 40 Jahren haben die Braumeister Uhlig und Vilachá der Polar Brauerei in Caracas, Venezuela, eine Formel entwickelt, um mittels eines Sauerstoffmessgeräts für gelösten Sauerstoff und der Ermittlung von Temperatur, Kopfraum- und Füllvolumen den TPO ebenso mit hoher Präzision zu bestimmen. Die Behälter sind hierfür in einen Gasgleichgewichtszustand zu bringen, was durch Schütteln bewirkt wird. Diese Methode hat den großen Vorteil, dass mit ein und demselben tragbaren Gerät alle Prozessschritte bei der Bierbereitung und Abfüllung kontrolliert werden können, selbst Gas-in-Gas-Messungen sind damit heute möglich; für Messungen aus Flaschen oder

Dosen ist lediglich eine zusätzliche Anstech-Apparatur mit Inertgasversorgung nötig.

Der gelöste Sauerstoff eines im Gasgleichgewicht stehenden Getränks in einer Flasche oder Dose muss schließlich mit einem berechneten Faktor multipliziert werden, um den TPO zu erhalten. Bei üblichen Behältern und Abfülltemperaturen liegt dieser Faktor zwischen zwei und drei. Moderne Abfüllmaschinen erreichen Messwerte von gelöstem Sauerstoff, die an geschüttelten Behältern sogar unter denen liegen, die vor der Füllmaschine gemessen werden. Messungen an ungeschüttelten Behältern ergeben im Vergleich Informationen über die Wirksamkeit der unverzichtbaren Aufschäumung vor dem Verschließen bzw. der Konstruktion und Einstellung der Unterdeckelbegasung bei einem Dosenverschleißer.

Dieser Vergleich deckt auf: Der Füllvorgang als solcher trägt bei modernen Füllsystemen nur 10 bis 20% des Gesamtsauerstoffs in einem abgefüllten und verschlossenen Behälter bei. Die Sauerstoffaufnahme beim Füllen ist stets im Verhältnis mit dem dafür notwendigen Inertgasverbrauch zu sehen. Wenn früher selbst bei hohen Verbräuchen derartig niedrige Sauerstoffaufnahmen gar nicht möglich waren, womöglich als nicht notwendig erachtet wurden, so sind mittlerweile bedeutende Verbesserungen erzielt worden. Je nach notwendigem oder gewähltem Füllverfahren ist ebenfalls die Verwendung von N₂ möglich – dieses kann heute durch Molekularsiebe preislich attraktiv eigenerzeugt werden.

Nachhaltige Technologien

Mit moderner Technologie realisieren Brauereien eine verlässliche Qualität bei der Produktion ihrer Biere mit einem niedrigen Sauerstoffgehalt. Vor allem macht diese die Verwendung von Zusatzstoffen wie Bisulfit oder Ascorbinsäure als Sauerstofffänger überflüssig. An genau diesem Punkt hat KHS mit der Entwicklung des modularen Füllsystems Innofill Glass DRS Eco angesetzt. Das ist inzwischen längst in der Praxis angekommen, u.a. vertraut die Oetinger Brauerei in Mönchengladbach auf die

Lösung. Nach Angaben des Kunden erlaubt der Füller eine sauerstoffarme Abfüllung, die es in dieser Form bisher nicht gab.

Geringerer CO₂-Verbrauch

Denn die neue Füllmaschine lässt weniger Sauerstoff ins Bier – und benötigt dafür nicht mehr, sondern weniger CO₂ als ihre Vorgänger. Bei der Abfüllung von Flaschen macht ein neuartiger Hohlsondenfüller es möglich, dass bei erheblich reduziertem CO₂-Bedarf auf der einen Seite noch geringere Sauerstoffaufnahmen auf der anderen Seite möglich sind. Zunächst wird der Behälter über den Vakuumkanal evakuiert und dann mit CO₂-Gas gespült.

Hierbei kommt ein von KHS patentiertes Spülverfahren zum Einsatz. Anschließend wird der Behälter wie üblich mit dem Inertgas auf Abfülldruck vorgespannt. So ist die extrem geringe Gesamtsauerstoffaufnahme von 20 ppb bei einem CO₂-Verbrauch von 160 g/hl möglich. Bei weiter verringertem CO₂-Verbrauch auf bspw. 110 g/hl, das ist halb so viel wie bisher üblich, ist immer noch eine sehr geringe Gesamtsauerstoffaufnahme von 40 ppb erreichbar. Die gewünschte Gesamtsauerstoffaufnahme kann regelrecht ausgewählt werden: So kann eine automatische Sortenumstellung auf bspw. ein besonders sauerstoffempfindliches kaltgehopftes Bier, ein sauerstoffunempfindlicheres Dunkles oder gar auf eine völlig andere Füllung für Limonaden bei größtmöglicher CO₂-Einsparung eingestellt werden. Viele Brauereien müssen Kohlensäure zukaufen. Durch den steigenden Preis ist das ein wachsender Kostenfaktor. Aktuell gibt es 23 Innofill-Glass-DRS-Eco-Referenzanlagen weltweit.

Kontakt: KHS GmbH

Dortmund
Patrick Heitmann
Tel.: +49 231/569-10916
patrick.heitmann@khs.com
www.khs.com



Ausschuss? **Verwerten.**
Verpackung? **Recyclen.**



Mit den WEIMA
Entwässerungspressen
trennen Sie die
Verpackung vom Inhalt in
nur einem Arbeitsschritt.

Mehr erfahren:
weima.com/verpressen

weima
ZERKLEINERN + VERDICHTEN