

Viel heiße Luft?

Kann CO₂ bei der Abfüllung teilweise durch Druckluft oder Stickstoff ersetzt werden?

Wenn etwas vor vielen Jahren bereits „aus gutem Grunde“ verworfen wurde, muss man dann die Fehler wiederholen, um auf persönliche Erfahrungen zurückgreifen zu können? Ändern sich Erkenntnisse oder Grundlagen mit der Zeit oder kann es sein, dass technische oder ökonomische Rahmenbedingungen sich geändert haben?



Wenn das in der Brauerei erzeugte CO₂ mengenmäßig ausreicht und CO₂ nicht gekauft werden muss, macht es keinen Sinn, über Alternativen nachzudenken.

Sein gut 100 Jahren wird Bier unter Gegendruck abgefüllt. Üblich waren zunächst ausschließlich Gleichdruckfüller, bei denen das Vorspanngas aus dem Raum über dem Bier entnommen wurde und das Bier nur durch die Schwerkraft in die Flasche oder das Fass floss. Der Begriff Isobarometer ist auch heute noch für Füller von klassischen Bierfässern gebräuchlich.

Zuerst war es Druckluft

Der Vorspanndruck wurde vom Bediener manuell eingestellt. Nach Abschluss des Füllvorgangs und einer kurzen Beruhigungszeit wurde schlagartig die Druckentlastung durchgeführt. Um ein heftiges Schäumen zu vermeiden, war es hilfreich, wenn der Vorspanndruck sehr niedrig war.

Neben möglichst niedrigen Abfülltemperaturen musste die gesamte Konstruktion so ausgeführt sein, dass es – zum Beispiel durch Strömungsschatten in Verbindung mit entsprechend hohen Strömungsgeschwindigkeiten – nicht zu Druckabfällen im System kam, die eine CO₂-Entbindung zur Folge gehabt hätten. Gut eingestellte Systeme ließen mit einem Vorspanndruck von 0,05 bar oberhalb des Sättigungsdruckes.

Durch die sehr niedrigen Abfülltemperaturen und bei den üblichen CO₂-Gehalten waren Vorspanndrücke um 0,5 bar keine Seltenheit. Bei Stillstandszeiten und einer damit verbundenen Erwärmung des Füllers und des Bieres passte der Bediener den Gegendruck entsprechend an.

Geänderte Bedingungen

So wie man noch richtige Frischmilch und auch Vorzugsmilch kaufen konnte, kam das Bier bald nach der Abfüllung in den Handel und zum Konsumenten. Die Logistikketten bestanden in der Regel nur aus sehr wenigen Gliedern, sodass ohne Optimierung ein optimales Ergebnis erzielt wurde.

Da zwischen Abfüllung und Konsum nur wenig Zeit verging und Brauereien noch keine CO₂-Rückgewinnungsanlagen betrieben und man CO₂ relativ teuer hätte kaufen müssen, wurde selbstverständlich als Gas zur Erzeugung des Gegendrucks bei der Abfüllung die preiswerte Druckluft verwendet.

Die Verbrauchererwartung an die Haltbarkeit war damals sehr gering. Trübe gewordenes Bier wurde nicht reklamiert, sondern zum Beispiel als Haarspülung verwendet. Man erachtete eine Haltbarkeit des Biers von drei bis sechs Wochen als vollkommen ausreichend. Wenn das Bier trübe wurde, hatte man vermutlich zu viel eingekauft, sodass man es nicht austrinken konnte, bevor es verdarb.

Der Flaschenbierhandel um die Ecke war eine gängige Bezugsquelle ohne Ladenschlusszeiten und man kaufte nur so viel ein, wie man in den nächsten Stunden zu trinken beabsichtigte.

In den frühen 1960er-Jahren wurde der Einzelhandel auf Selbstbedienung umgestellt und ein Konzentrationsprozess im Handel und bei den Lieferanten setzte ein. Zunehmend wurde die Verbrauchererwartung nicht mehr vom Verbraucher, sondern durch den Handel bestimmt. Das Produkt eines Lieferanten gegen

das eines anderen Lieferanten austauschen zu können stand ebenso auf der Wunschliste des Handels wie eine nahezu unbegrenzte Produkthaltbarkeit.

Große Brauereien begannen die Bierherstellung, den Anforderungen des Handels anzupassen. Neben einer Verlängerung der Haltbarkeit stand die „Geschmacksoptimierung“ im Vordergrund. Das Bier sollte einfach nur nach Bier schmecken und möglichst keine Abweichung zum vermeintlichen Idealgeschmack aufweisen. Die großen Discounter lassen heute ihre Handelsmarken von verschiedenen Brauereien herstellen und der Konsument erkennt dies geschmacklich nicht.

Füller wurden zunehmend von weniger qualifiziertem Personal bedient und auch mittelgroße Brauereien betrieben selbstverständlich eine CO₂-Rückgewinnungsanlage, sodass die Druckluft durch CO₂ ersetzt wurde.

Preis bestimmt Technik

Während der ersten industriellen Revolution war ein Motor etwas Besonderes, etwas Wertvolles. Je nach Bedarf benutzte der Landwirt seinen Motor zum Beispiel an der Getreidequetsche, Dreschmaschine oder am Förderband. Diese Denkweise trifft man auch heute noch zum Beispiel bei Automobilkonstrukteuren an, die Wasserpumpe und Klimaanlagenkompressor über Riemen antreiben.

So wie Motoren stetig billiger wurden, wurden auch Regler und Frequenz-

umrichter immer erschwinglicher. Hat man früher den erforderlichen Förderdruck über den Kopfraumdruck im Tank erzeugt, wurden bald geregelte Pumpen eingesetzt. Planungs- und Ausführungsfehler führten jedoch dazu, dass zahlreiche Kunden die Förderung des Bieres mithilfe des Kopfraumdrucks als deutlich betriebssicherer bevorzugen.

Notwendigkeit von CO₂

Bei der heute vom Handel erwarteten Bierqualität verbietet sich der Einsatz von Druckluft im Kontakt mit Bier. Wenn das in der Brauerei erzeugte CO₂ mengenmäßig ausreicht und CO₂ nicht gekauft werden muss, macht es keinen Sinn, über Alternativen nachzudenken. Zahlreiche Brauereien stellen aber auch Biermischgetränke und alkoholfreie Getränke her, sodass regelmäßig CO₂ gekauft wird.

Dass an der Grenzschicht zwischen Flüssigkeit und Gasschicht ein ständiger Gasaustausch stattfindet und dass das System bestrebt ist, einen Gleichgewichtszustand zu erreichen, ist allgemein bekannt. Das bedeutet auch, dass bei steigendem (Partial-) Druckgefälle die Dynamik des Gastransports zunimmt. Bei allen Betrachtungen ist immer die Bedeutung des Faktors Zeit zu berücksichtigen.

Jeder (Geräte-)Taucher weiß, dass Stickstoff sich deutlich langsamer in Flüssigkeiten löst als Sauerstoff und aus Erfahrung weiß jeder, dass ein Glas Bier relativ lange benötigt, bis

es schal ist und trotz erheblichem Druckgefälle das CO₂ weder schlagartig in die Atmosphäre entweicht noch der Luftsauerstoff das Bier oxidiert, bevor es getrunken ist. Obwohl dies bekannt ist, wird der Einfluss der Zeit in der Regel nicht berücksichtigt, da geeignete Berechnungsmethoden fehlen.

Kann CO₂ durch Stickstoff als Vorspanngas ersetzt werden? Kann durch Luftsauerstoff bei alkoholfreien Getränken oder bei Biermischgetränken eine Geschmackskomponente hinzugefügt werden, die der Konsument positiv bewertet?

Verwendete ./. notwendige Drücke

Zunächst sollte festgestellt werden, welche Drücke vor und im Füller tatsächlich benötigt werden. Von ungünstig ausgelegten oder konstruktiv wenig geeigneten Stellventilen im Füllereinlauf über ungünstig gestaltete Ventilknoten bis hin zur Ausführung des Bierweges innerhalb des Füllers reichen die Gründe, warum der Druck erheblich höher eingestellt werden muss, als es der Sättigungsdruck eigentlich erforderte.

Ob Änderungen technisch und ökonomisch sinnvoll sind, muss im Einzelfall entschieden werden. Bei den meisten Installationen werden kaum Änderungen an den Hauptkomponenten erforderlich sein. Häufig ist der Druck auch nur einfach zu hoch eingestellt oder Regler sind ungünstig parametriert.



Um ein heftiges Schäumen zu vermeiden, war es hilfreich, wenn der Vorspann-druck sehr niedrig war.

Zur Erzeugung des Förderdrucks vom Filtratbiertank zum Füller sollte jedoch nicht Gas- sondern Pumpendruck eingesetzt werden, um den auf dem Bier lastenden Gasdruck möglichst niedrig einstellen zu können.

Auswahl und Steuerung der Pumpe

So wie man Stellventile im Einsatz finden, die ähnlich „brutal“ wie eine Blende den Druck abbauen, so findet man auch ungeeignete Pumpen. Der tatsächliche NPSH-Wert der ausgewählten Pumpe sollte sehr niedrig sein. Die Pumpenkennlinie ist hingegen weniger wichtig.

Bei den meisten Füllern ist die Regelung des Stellventils Bestandteil der Füllersteuerung, wobei die Regelparameter vom Anwender leicht verändert werden können, sodass der Austausch des Stellventils sinnvoll ist, falls der Füllerlieferant eine ungünstige Konstruktion oder ein Ventil mit kleinem K_v -Wert – das einen hohen Vordruck benötigt – installiert hat.

Die Pumpe wird in der Regel über einen Frequenzumrichter betrieben. Häufig findet man die technisch falsche Lösung, dass der Pumpendruck durch einen PID-Regler konstant gehalten werden soll. Ein Schwingen des Regelkreises des Füllereinlauf-Stellventils mit dem der Pumpendruckregelung kann bei einer solchen Installation nur verhindert werden, wenn die Regelparameter entsprechend träge gewählt werden, was aber kontraproduktiv ist.

Eine druckgeregelte Pumpe bildet in Verbindung mit dem geregelten Stellventil einen direkt-proportionalen Schwingkreis: Wenn das Regelventil schließt, wird der Volumenstrom reduziert. Dadurch steigt der Pumpendruck gemäß der Kennlinie an und der Regelkreis der Pumpe reduziert die Drehzahl, wodurch der Druck und der Volumenstrom sinken. Als Folge öffnet sich das Stellventil wieder und dann beginnt der Vorgang von vorne.

Wenn das Stellventil Bestandteil der Füllersteuerung ist, macht eine Änderung hier meist wenig Sinn. Deshalb sollte die Pumpendrehzahl auf keinen Fall über einen PID-Regler auf einen konstanten Druck geregelt werden. Über einen dynamischen Sollwertgeber könnte man zwar das Schwingen – trotz einer Solldruckregelung – wirkungsvoll verhindern. Das wäre aber nur die drittbeste Lösung.

Über 99 Prozent der Bediener sind vom Intellekt her in der Lage, die Drehzahl der Pumpe manuell, zum Beispiel über ein Drehpotenziometer, einstellen zu können.

Falls man eine automatische Lösung bevorzugt, bietet sich ein Step-Regler an. Das heißt, wenn sich das Stellventil für eine gewisse Zeit außerhalb eines bevorzugten Regelbereichs befindet, wird die Drehzahl der Pumpe um einen festen Wert verändert.

Der bevorzugte Regelbereich des Stellventils ist zum Beispiel 30 bis 70 Prozent. Wenn das Stellventil sich beispielsweise länger als 30 Sekunden bei unter 30 Prozent befindet, wird die Pumpendrehzahl um 30 min^{-1} abgesenkt. Wenn das Stellventil bei-

spielsweise 30 Sekunden über 70 Prozent geöffnet ist, wird die Pumpendrehzahl um 30 min^{-1} angehoben.

Stickstoff statt Druckluft

Lufttrennanlagen sind in den vergangenen Jahren sehr erschwinglich, betriebssicher und fast wartungsfrei geworden. Insbesondere bei Biermischgetränken oder alkoholfreien Getränken kann dies sehr kostengünstig sein, da die Stickstofferzeugungskosten ansteigen, wenn der Restsauerstoffgehalt besonders niedrig sein soll.

Stickstoff erhöht bekanntermaßen die Schaumhaltbarkeit des Bieres. Insbesondere wenn die Kontaktzeit kurz ist, wird der Gasaustausch an der Oberfläche gering sein.

Fazit

Nicht nur Politiker neigen dazu, Informationen so weit zu verdichten, bis man es jemandem verständlich im Vorbeigehen zurufen kann, wobei eine Aussage wie: „Luft ist billiger als CO_2 “ nicht bedeutungsschwer genug klingen würde. Für die stille Post geeigneter wäre eine Aussage wie: „In einer nennenswerten Anzahl von Fällen ließe sich CO_2 durch kostengünstigere und noch dazu weniger klimaschädliche Gase ersetzen“.

Wenn dann ein Entscheider im Betrieb die weiter vereinfachte Form dieser Aussage zugetragen bekommt hilft es, wenn der verantwortliche Techniker die Details und die Komplexität kennt, bevor er in ein entsprechendes Abenteuer gestürzt wird. Bei sorgfältiger Planung und Umsetzung amortisieren sich notwendige Investitionen in der Regel nach überschaubaren und betriebswirtschaftlich sehr sinnvollen Zeiträumen. Ohne Investitionen und sorgfältige Planung wird eine Umstellung in den meisten Fällen nicht zum gewünschten Erfolg führen. □

Raimund
Kalinowski

Raimund Kalinowski,
Sachverständigenbüro
und Wirtschafts-Mediator (QDR).
Staatlich anerkannte
Gütestelle nach
§ 794 Abs. 1 Nr. 1 ZPO.

Von der IHK öffentlich bestellter und
vereidigter Sachverständiger für Maschinen
und Anlagen der Brauerei- und Getränke-
industrie: Planungs- und Ausführungsfehler
(www.sachverstand-gutachten.de)

