

Viel Luft um nichts?

Ist CO₂ zur Getränkeförderung sinnvoll?

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?

Seit gut 100 Jahren werden CO₂-haltige Getränke unter Gegendruck abgefüllt. Üblich waren zunächst ausschließlich Gleichdruckfüller, bei denen das Vorspanngas aus dem Raum über dem Getränk entnommen wurde und das Getränk nur durch die Schwerkraft in die Flasche oder ein anderes Transportbehältnis floss. Der Begriff Isobarometer ist auch heute noch für Füller von klassischen Bierfässern gebräuchlich.

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 – z.B. 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 liefen mit einem Vorspanndruck von 0,05 bar oberhalb des Sättigungsdruckes. Bei Stillstandszeiten und einer damit ver-



Auch „mechanische“ Füller werden über SPS und mit Software-Reglern gesteuert.

bundenen Erwärmung des Füllers und des Getränks hat der Bediener den Gegendruck entsprechend angepasst.

Geänderte Bedingungen

Die Verbrauchererwartung an die Haltbarkeit war gering, trübe Limonaden, die aufklarten, wurden trotzdem getrunken, sofern der Geschmack nicht merklich beeinträchtigt war. Wenn die Orangenlimonade nach sechs Wochen einen Bodensatz hatte oder aufgeklart war, war nicht die Haltbarkeit des Getränks mangelhaft, sondern man hatte zu viel eingekauft, sodass man es nicht austrinken konnte, bevor es verdarb.

So, wie man noch richtige Frischmilch und auch Vorzugsmilch kaufen konnte, kamen Getränke 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, wurde selbstverständlich als Gas zur Erzeugung des Gegendrucks die preiswerte Druckluft verwendet.

In den frühen 1960ern wurde der Einzelhandel auf Selbstbedienung umgestellt und ein Konzentrationsprozess im Handel und bei den Lieferanten setzte ein. Zunehmend bestimmte der Handel die Verbrauchererwartung. 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 Getränkekonzerne begannen, die Getränkeherstellung detaillierter durch Sollwerte und Toleranzen festzulegen. Füller wurden größer, moderner und von weniger qualifiziertem Personal bedient. Die Getränkeausmischung geschah häufig mit behälterbasierten Anlagen, die eine Druckentgasung verwendeten.

Raimund Kalinowski

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

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



Als „Abfall-Errungenschaft“ lastete im Mixer nun ein Gaspols-ter auf dem abfüllfertigen Getränk, das vornehmlich aus CO₂ bestand. Die modernen Füller benötigten höhere Vorspann-drücke, sodass man „aus Vorsicht“ den nächsten Schritt ging und auch im Füller CO₂ einsetzte, um den erforderlichen Gegendruck aufzubauen.

Preis bestimmt Technik

Während der ersten industriellen Revolution war ein Motor etwas Besonderes, etwas Wertvolles; je nach Bedarf benutzte der Bauer seinen Motor z. B. an der Getreidequetsche, Dresch-maschine oder am Förderband. Diese Denkweise trifft man auch heute noch z. B. bei Automobilkonstrukteuren an, die z. B. Wasserpumpe und Klimaanlagekompressor über Rie-men antreiben.

So wie Motoren stetig billiger wurden, wurden auch Regler und Frequenzumrichter immer erschwinglicher. Hat man frü-her 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 mithilfe des Kopfraum-drucks als deutlich betriebssicherer bevorzugten.

Notwendigkeit von CO₂

Obwohl in der Regel nur der CO₂- und ggf. der Sauerstoff-gehalt im Getränk gemessen werden, befinden sich noch wei-tere gelöste Gase im Getränk, wobei – je nach Entgasungs-verfahren – Stickstoff hiervon das Einzige ist, das in der Regel in nennenswerten Mengen vorliegt.

Dass an der Grenzschicht zwischen Flüssigkeit und Gas-schicht ein ständiger Gasaustausch stattfindet und dass das System bestrebt ist, einen Gleichgewichtszustand zu errei-chen, ist allgemein bekannt. Das bedeutet auch, dass bei steigendem (Partial-)Druckgefälle die Dynamik des Gastrans-ports zunimmt. Bei allen Betrachtungen ist immer die Bedeu-tung des Faktors Zeit zu berücksichtigen.

Jeder (Geräte-)Taucher weiß, dass Stickstoff sich deutlich langsamer in Flüssigkeiten löst als Sauerstoff und aus Erfah-rung weiß jeder, dass ein Glas mit einem karbonisierten Ge-trränk relativ lange benötigt, bis es schal ist und trotz erheb-lichem Druckgefälle das CO₂ nicht schlagartig in die Atmos-phäre entweicht.

Bei dem Sauerstoffgehalt, der üblicherweise in alkoholfreien karbonisierten Getränken angetroffen wird, sollte es deshalb technisch kein Problem sein, Druckluft statt CO₂ zu verwen-den. Zunächst sollte jedoch festgestellt werden, welche Drücke vor und im Füller tatsächlich benötigt werden.

Von ungünstig ausgelegten oder konstruktiv wenig geeigne-ten Stellventilen im Füllereinlauf über ungünstig gestaltete Ventilknoten bis hin zur Ausführung des Getränkeweges innerhalb des Füllers reichen die Gründe, warum der Druck erheblich höher eingestellt werden muss, als es der Sätti-gungsdruck eigentlich erforderte.

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

Zur Erzeugung des Förderdrucks vom Mixer zum Füller sollte jedoch nicht Gas-, sondern Pumpendruck eingesetzt werden, um den auf dem Getränk lastenden Gasdruck möglichst niedrig einstellen zu können. Der Mixer sollte deshalb kon-struktiv so gestaltet sein, dass CO₂ praktisch ausschließlich zum Karbonisieren verwendet wird. Systeme mit einer Druck-entgasung erfüllen diese Forderung in der Regel nicht. Wenn z. B. 40 000 Liter karbonisiertes Wasser mit einem CO₂-Ge-

halt von 8 g/l bzw. 4 v/v am Ende der deklarierten Mindest-haltbarkeit in PET-Flaschen abgefüllt werden sollen, muss das Wasser etwa mit 10 g/l karbonisiert werden, das heißt für 40 000 Liter werden 400 kg CO₂ benötigt. Bei Einsatz einer Vakuumentgasung, bei der CO₂ als Strippinggas eingesetzt wird, kommen noch etwa 8 kg CO₂ als Strippinggas hinzu.

Auswahl und Steuerung der Pumpe

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

Bei den meisten Füllern ist die Regelung des Stellventils Be-standteil der Füllersteuerung, wobei die Regelparameter vom Anwender leicht verändert werden können, sodass der Aus-tausch des Stellventils sinnvoll ist, falls der Füllertierant eine ungünstige Konstruktion oder ein Ventil mit kleinem Kv-Wert installiert hat.

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

Eine druckgeregelte Pumpe bildet in Verbindung mit dem ge-regelten Stellventil einen direkt-proportionalen Schwingkreis. Wenn das Regelventil schließt, wird der Volumenstrom redu-ziert, dadurch steigt der Pumpendruck gemäß der Kennlinie

an und der Regelkreis der Pumpe reduziert die Drehzahl, wodurch der Druck und der Volumenstrom sinken und als Folge das Stellventil wieder öffnet 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, aber das wäre nur die drittbeste Lösung.

Über 99 Prozent der Bediener sind vom Intellekt her in der Lage, die Drehzahl der Pumpe manuell, z. B. über ein Drehpotentiometer, 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 z. B. 30 bis 70 Prozent. Wenn das Stellventil sich z. B. länger als 30 Sekunden bei unter 30 Prozent befindet, wird die Pumpendrehzahl um 15 min^{-1} abgesenkt bzw. wenn das Stellventil 30 Sekunden über 70 Prozent geöffnet ist, wird die Pumpendrehzahl um 15 min^{-1} angehoben.

Stickstoff statt Druckluft

Lufttrennungsanlagen sind in den vergangenen Jahren sehr erschwinglich, betriebssicher und fast wartungsfrei geworden. Inzwischen betreiben z. B. viele Reifenwerkstätten eine solche Anlage. Bei sauerstoffempfindlichen Produkten oder wenn es Gründe gibt, die

eine Reduzierung des Kopfraumdrucks verhindern, kann es sinnvoll sein, die Verwendung von Stickstoff als Ersatz von CO_2 zu untersuchen.

Die Löslichkeit von Stickstoff ist zwar deutlich geringer als die von CO_2 , aber trotzdem findet an der Oberfläche ein Gasaustausch statt. Wenn ein Tank leer wird und durch eine Strudelbildung nennenswerte Mengen des Kopfraumgases eingetragen werden, kann es möglich sein, dass die Schäumungsneigung, z. B. von aspartamhaltigen Getränken, beim Einsatz von Stickstoff zunimmt.

Fazit

Nicht nur Politiker neigen dazu, Informationen so weit zu verdichten, bis man sie 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 weitere 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 aber nicht zum gewünschten Erfolg führen. ☐



Um ein heftiges Schäumen zu vermeiden, war es hilfreich, wenn der Vorspanndruck sehr niedrig war.