

# Da geht dem Sauerstoff die Puste aus

## Entgasungssysteme und Karbonisieranlagen

*Die Entgasung und die Karbonisierung sind wesentliche Bestandteile der Getränkeproduktion. Bei Getränken führt eingelagerter Sauerstoff zu einer Beeinträchtigung des Geschmacks und zur Verkürzung der Haltbarkeit. Um den Sauerstoffgehalt auf ein vertretbares Maß zu senken, werden die Zutaten oder das Fertigprodukt entgast. Die Karbonisierung von Getränken dient der Geschmacksverbesserung und verlängert die Haltbarkeit der Getränke.*

*Im nachfolgenden Beitrag werden verschiedene Entgasungssysteme sowie Vorgehensweisen der Karbonisierung beschrieben.*



*Die zweistufige Vakuumentgasungs-Anlage Diox besteht aus zwei liegenden Behältern, die übereinander angeordnet sind, einer Vakuumpumpe, einer Umwälzpumpe und einer Austragspumpe. (Fotos und Tabelle: GEA Diessel)*

**D**ie einfachste Art der Entgasung ist die Lagerung von Flüssigkeiten in Tanks über eine gewisse Zeit. Während der Verweilzeit kann eingeschlossene Luft durch Auftrieb aus der Flüssigkeit entweichen. Dieses Verfahren wendet man hauptsächlich bei Vor- und Zwischenprodukten an, wie zum Beispiel Zuckerlösung oder Fertigsirup. Der Sauerstoffgehalt kann bei diesem Verfahren auf ein vertretbares Maß gesenkt werden. Die Größenordnung beträgt etwa 3 mg O<sub>2</sub>/Liter. Zusammen mit entgastem Wasser werden dann im Fertiggetränk gute Werte erreicht.

Während des Transferprozesses eingetragene Luft wird in Vorlaufgefäßen oder Luftabscheidern ausgetragen. Hierbei handelt es sich um Luft, die bei der Tankumschaltung oder bei der Faßabsaugung in die Rohrleitungen gelangt. Die Vorlaufgefäße werden in der Regel vor den Transferpumpen installiert. Ohne den Einsatz von Vorlaufgefäßen würde durch die Pumpen die Luft im Produkt fein verteilt werden.

Um fein verteilte Luft oder gelösten Sauerstoff aus den Flüssigkeiten zu entfernen, ist der Einsatz von Entgasungsanlagen notwendig. Hier gibt es unterschiedliche Verfahren:

- Heißentgasung mit Unterdruck,
- Heißentgasung oder Kaltentgasung durch CO<sub>2</sub>-Begasung,
- Kaltentgasung unter Vakuum,
- Kaltentgasung über Filtermodule.

Abhängig vom Produkt und den geforderten Restsauerstoffwerten, werden unterschiedliche Apparate eingesetzt:

### Gerhard Bohne

Jahrgang 1950; Ausbildung zum Elektromechaniker; Weiterbildung zum staatlich geprüften Elektrotechniker; seit 1977 tätig bei GEA Diessel (vorm. Diessel); Gruppenleiter in der Konstruktion und Projektleiter; seit 2000 im Vertrieb für die Angebotserstellung zuständig.



## Heißentgasung für Fruchtsäfte

Fruchtsäfte werden heiß entgast, wobei der Entgasungsbehälter unter leichten Unterdruck gehalten wird. Es erfolgt die Entgasung des fertigen Getränks. Die Entgasung findet in einem Unterdruckbehälter statt, in den das auf ca. 50 °C erwärmte Produkt eingespritzt wird. Die Systeme werden in der Absaugleitung mit Kühlschlangen zur Aromarückgewinnung ausgerüstet, da bei der Behandlung auch Aromastoffe verdampfen. Das Kondensat läuft in den Behälter zurück.

Die Systeme sind aufwendig, da beim Anfahren der Anlage das Produkt zuerst im Kreislauf aufgeheizt werden muß. Als weiterer Aufwand ist die Aromarückgewinnung zu nennen. Die Produktverluste beim Anfahren und Abfahren der Anlage sind hoch. Die Anlagen lassen sich aber leicht in Pasteurisieranlagen integrieren.

## Heißentgasung für Wasser mit CO<sub>2</sub>-Zugabe

Heißentgasungen für Wasser arbeiten im Vergleich zu den oben beschriebenen Anlagen für Fruchtsaft ohne Vakuum. Sie bestehen meist aus zwei Kolonnen, die nacheinander vom Wasser durchlaufen werden.

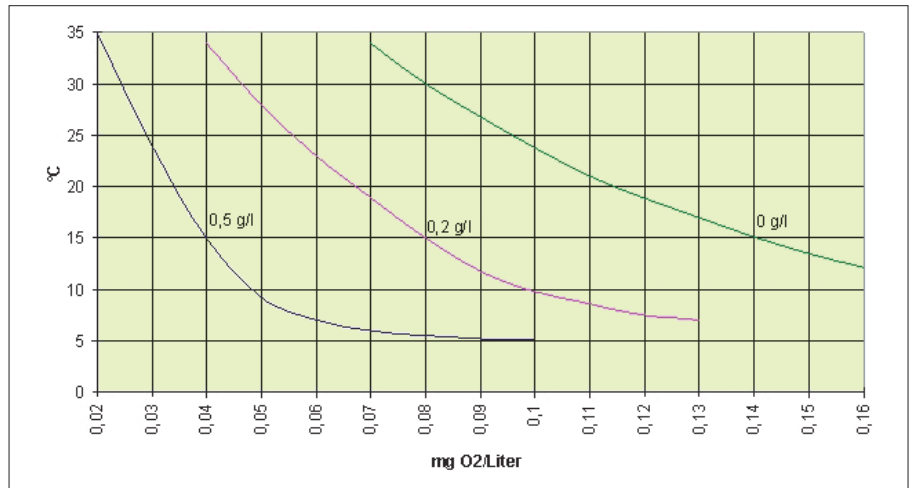
Das Wasser wird auf ca. 75 °C erhitzt und den Kolonnen zugeführt. Mittels einer Regenerationsstufe im Wärmetauscher wird bei der Abkühlung ein Wärmerückgewinn erzielt. In einer weiteren Stufe wird das Wasser auf die gewünschte Temperatur abgekühlt.

Das Wasser wird in den Entgasungskolonnen fein versprüht und rieselt über die Füllkörper langsam nach unten. Von unten nach oben strömt CO<sub>2</sub> und sorgt für die Freisetzung des Sauerstoffs. Zusätzlich ist zwischen der ersten und zweiten Entgasungsstufe eine Injektordüse für CO<sub>2</sub> eingesetzt, die für die innige Vermischung von Wasser und CO<sub>2</sub> sorgt und den Entgasungseffekt noch erhöht. Das Wasserniveau in den Entgasungskolonnen wird stets konstant gehalten. Die Erhitzung des Wassers sorgt gleichzeitig für eine Entkeimung.

Sensoren für Durchfluß, Niveau und Sauerstoff überwachen die Anlage auf ordnungsgemäße Funktion. Die Anlagen können auch als Kaltentgasung mit höheren Restsauerstoffwerten betrieben werden. Hierbei entfällt der energieaufwendige Wärmetauscher.

Durch die CO<sub>2</sub>-Zugabe findet eine leichte Aufkarbonisierung des Wassers statt. Die Anlagen können daher für die Produktion stiller Getränke nicht verwendet werden. Eine solche Heißent-

Tabelle: Restsauerstoff-Konzentration in Abhängigkeit der CO<sub>2</sub>-Zugabe.



gasungsanlage erreicht Restsauerstoffwerte von < 0,02 mg O<sub>2</sub>/Liter und ist deshalb für die Brauindustrie besonders geeignet.

## Vakuumentgasung

Die Vakuumentgasungen werden einstufig oder zweistufig mit CO<sub>2</sub> Dosierung ausgeführt. Die zweistufige Anlage besteht aus zwei liegenden Behältern, die übereinander angeordnet sind, einer Vakuumpumpe, einer Umwälzpumpe und einer Austragspumpe. Die Behälter sind mit Sprühdüsen ausgerüstet. Beim Betrieb werden die Behälter durch die Vakuumpumpe evakuiert. Der absolute Druck in den Behältern beträgt etwa 0,05 bar.

Das zu entgasende Wasser strömt durch das Wassereinflaßventil in den unteren Entgasungstank, wobei es über spezielle Düsen fein versprüht wird. Im Entgasungstank wird, bedingt durch das Vakuum, ein großer Teil des gelösten Sauerstoffs freigesetzt und abgesaugt.

Eine Umwälzpumpe fördert das vorentgaste Wasser in den oberen Entgasungstank, wo es wiederum fein versprüht wird. Auf dem Weg in den oberen

Tank wird dem Wasser eine bestimmte, einstellbare Menge an CO<sub>2</sub> zudosiert. Die Partialdruckabsenkung führt zur nochmaligen Freisetzung des noch gelösten Sauerstoffs aus dem Wasser.

Das entgaste Wasser wird über die Austragspumpe aus dem oberen Entgasungstank gefördert. Das Gasgemisch, das im oberen Entgasungstank frei wird (es besteht zum größten Teil aus CO<sub>2</sub> und enthält nur wenig Sauerstoff), strömt durch eine Öffnung in der Rohrleitung in den unteren Entgasungsbehälter, wird dort im Gegenstrom zum eingespritzten Wasser geführt und über die Vakuumpumpe abgesaugt. Diese Gegenstromführung im unteren Entgasungsbehälter bewirkt zusätzlich eine Verbesserung der Vorentgasung. Die zur Entgasung benötigte CO<sub>2</sub>-Menge hängt von dem gewünschten Restsauerstoffgehalt im Wasser und der Wassertemperatur ab.

Mit der Wasserentgasungs-Anlage Diox 2 kann bei einer Wassertemperatur von 12 °C ein Restsauerstoffwert kleiner 0,05 mg O<sub>2</sub>/Liter erreicht werden. Dazu ist eine CO<sub>2</sub>-Zugabe von nur 0,5 g/l Wasser notwendig. Bei einer höheren Wassertemperatur verringert sich die benötigte CO<sub>2</sub>-Menge entsprechend.



*Herzstück der Karbonisieranlage ist der „Sättiger“, durch den das Gas fein verteilt der Flüssigkeit zugegeben wird. Damit das Gas in Lösung gehen kann, ist hinter dem Sättiger entweder eine Rohrleitung als Beruhigungsstrecke oder ein Drucktank installiert.*

Die Wasserzufuhr wird über das Niveau im unteren Behälter gesteuert. Das überschüssige Wasser, das von der Ausstragspumpe nicht ausgetragen wird, fließt durch die Öffnung in der Rohrleitung vom oberen Entgasungstank in den unteren Entgasungstank zurück und wird somit über die Umwälzpumpe im Kreislauf gefahren.

Diese Konstruktion hat auch den Vorteil, daß bei kurzen Produktionspausen, wenn kein entgastes Wasser abgenommen wird, die gesamte Wassermenge zwischen dem unteren und oberen Entgasungsbehälter umgewälzt wird. Die Anlage muß somit nicht abgeschaltet werden und liefert nach der Pause sofort wieder optimal entgastes Wasser.

Als Alternative zu den herkömmlichen Vakuumpumpen kommen auch trockenlaufende Vakuumpumpen zum Einsatz. Hierdurch können die Betriebskosten gesenkt werden. Die Anschaffungskosten sind dagegen höher.

## Filtration von Wasser

Die Filtermodule bestehen aus einer großen Anzahl von mikroporösen Polypropylen-Hohlfasern. Die Fasern werden von außen vom Wasser umströmt. Die Poren in den Fasern lassen nur Gas durch, Wasser wird zurückgehalten. Über eine Vakuumpumpe wird das Gas aus den Poren abgesaugt. Die zusätzliche Beschickung der Fasern mit CO<sub>2</sub> oder Stickstoff verbessert den Sauerstoffaustausch.

Durch den Einsatz der Filtermodule können niedrige Restsauerstoffwerte von unter 0,01 mg O<sub>2</sub>/Liter erreicht werden. Der erreichbare Wert ist abhängig von

der Filteranzahl und vom Durchfluß. Die Filtermodule sind für max. 40 000 l/h geeignet.

## Karbonisieren von Getränken

Der letzte Produktionsschritt bei der Getränkeherstellung ist die Karbonisierung. Hier wird dem fertigen Getränk CO<sub>2</sub> zugegeben. Herzstück der Anlagen ist der „Sättiger“ durch den das Gas fein verteilt der Flüssigkeit zugegeben wird. Damit das Gas in Lösung gehen kann, ist hinter dem Sättiger entweder eine lange Rohrleitung als Beruhigungsstrecke oder ein Drucktank installiert. Hierin unterscheiden sich auch die Anlagen.

## Karbonisieranlage mit Drucktank

Der wesentliche Bestandteil der Anlage ist neben dem Mischtank der Sättiger, der nach dem Venturi-Prinzip arbeitet. Das fertig ausgemischte Getränk wird über eine Druckerhöhungspumpe dem Sättiger zugeführt. Die Strömungsgeschwindigkeit durch den Sättiger wird durch eine Regelung im optimalen Arbeitsbereich konstant gehalten. Der erzeugte Unterdruck im Sättiger sorgt für die gewünschte Saugwirkung für CO<sub>2</sub>. Die kurzzeitig erhöhte Strömungsgeschwindigkeit bietet außerdem die Gewähr für eine feine Verteilung des CO<sub>2</sub>-Gases und damit für eine homogene Mischung im Produkt. Die Zuführung von CO<sub>2</sub> zum Sättiger erfolgt aus dem Drucktank, dessen konstanter Druck die Gewähr für eine gleich-

mäßige Karbonisierung des Getränks ist. Durch dieses Verfahren wird außerdem eine verlustfreie CO<sub>2</sub>-Zuführung gewährleistet.

Die Karbonisierung des Getränks ist im wesentlichen vom Behälterdruck abhängig, der als Funktion des geforderten CO<sub>2</sub>-Sollwerts des spezifischen Getränks eingestellt wird und nur geringfügig über dem Sättigungsdruck des Produktes liegt. Die Anlagen werden für unterschiedliche Durchflüsse gebaut und werden der installierten Füllerleistung angepaßt. Diese Anlagen baut das Unternehmen mit einer Leistung von 10 000 l/h bis 70 000 l/h.

Bestandteil der Karbonisierungs-Anlage ist eine Analyseeinheit zur Kontrolle der wesentlichen Produktdaten: CO<sub>2</sub>-Gehalt, Leitfähigkeit für den Säuregehalt und Brixwert als letzte kontinuierliche Kontrolle vor der Abfüllung. Diese Daten werden erfaßt und in den vorgegebenen Grenzen überwacht.

Der Drucktank dient in Verbindung mit einer vorgeschalteten Ausmischanlage gleichzeitig als Puffertank, um einen möglichen „Stopp and Go“-Betrieb des Füllers zu kompensieren.

## Karbonisieranlage mit Sättigungsstrecke

Die Anlagen mit Sättigungsstrecke werden hauptsächlich zur Aufkarbonisierung von Bier verwendet. CO<sub>2</sub> wird über den Sättiger dem Produkt zugeführt und feinst verteilt, damit es in der anschließenden Sättigungsstrecke zur Bindung kommt. Über ein Regelventil wird der CO<sub>2</sub>-Durchfluß kontrolliert. Der aktuelle CO<sub>2</sub>-Gehalt wird am Ende der Sättigungsstrecke vom CO<sub>2</sub>-Meßgerät ermittelt. Die Steuerung kann bei Abweichungen das Regelventil entsprechend beeinflussen.

Solche Anlagen baut das Unternehmen für Leistungen von 100 hl/h bis 700 hl/h. Ergänzt werden kann die Anlage um Analysegeräte für Stammwürze oder Alkoholgehalt, mit denen eine Überwachung des Produkts möglich ist.

## Zusammenfassung

Die heute verfügbaren modernen Systeme zur Entgasung und Karbonisierung decken die Erfordernisse bezüglich der erforderlichen Werte und Genauigkeiten für die unterschiedlichen Produkte der Getränkeindustrie ab. Das Unternehmen hat langjährige Erfahrungen mit den beschriebenen Systemen und berät die Anwender bei der Planung neuer Produktionsstätten oder der Modernisierung vorhandener Anlagen. Die Auswahl der richtigen Apparate erfolgt im Dialog zwischen Anlagenbetreiber und Anlagenausrüster. □