

# Der Weg zum Zungenkribbeln

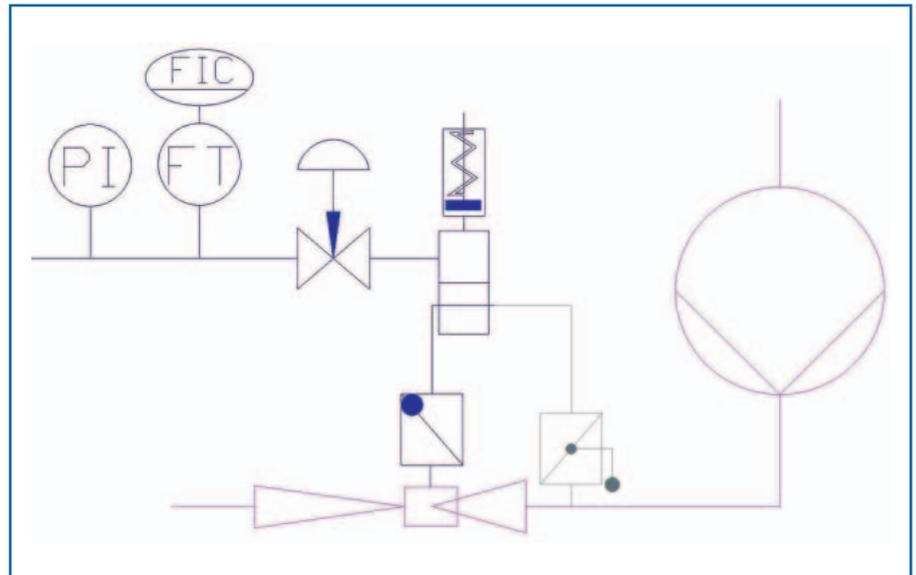
## Entgasung und Karbonisierung von Getränken – Teil 2: Karbonisierungen

In der **GETRÄNKEINDUSTRIE** 8/2005 befaßte sich der erste Teil dieses Artikels mit der Entgasung von Getränken. Oft folgt im Herstellungsprozeß auf die Entgasung eine Karbonisierung der Getränke. Der  $\text{CO}_2$ -Gehalt der Getränke, ist ein wesentliches Qualitätskriterium.

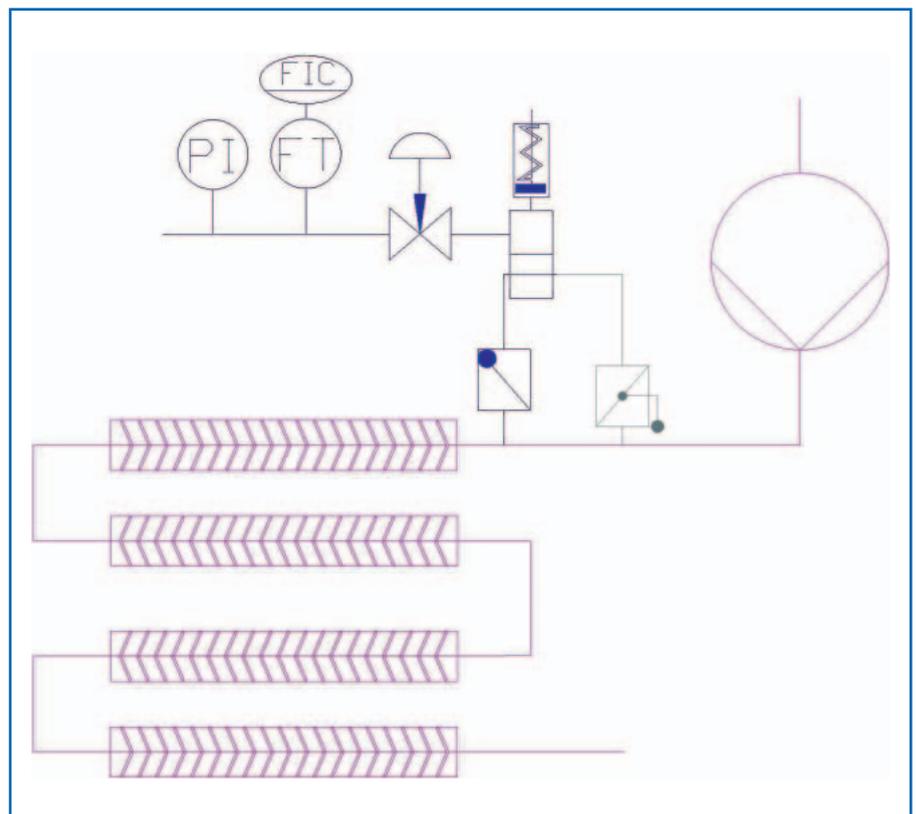
Doch schon seine Messung kann erhebliche Probleme bereiten. Der Markt bietet zudem eine Vielzahl unterschiedlicher Systeme zur Karbonisierung an, die sehr verschiedene Verfahren nutzen.

Ist die Messung der Außentemperatur das geeignete Mittel, um die richtige Kleidung zu wählen oder die Heizungsanlage zu steuern?

Ende des 16. Jahrhunderts hat vermutlich Galileo Galilei das Thermometer erfunden, obgleich in der Literatur häufig Cornelius Drebbel als Erfinder genannt wird. 1742 stellte der Schwede Anders Celsius ein Thermometer vor, bei dem die Meßbedingungen klar definiert waren. Er legte fest, daß Wasser bei  $0\text{ }^\circ\text{C}$  und 760 mm Quecksilbersäule kocht und bei  $100\text{ }^\circ\text{C}$  beim gleichen Luftdruck gefriert. Die Teilung legte er durch gleich große Wärmeausdehnungsabschnitte des Quecksilbers fest. Erst viel später wurde übrigens die Temperaturskala umgedreht, so daß Wasser heute nicht bei  $0\text{ }^\circ\text{C}$ , sondern bei  $100\text{ }^\circ\text{C}$  kocht. Wir messen also gar nicht Temperatur, sondern wir messen die Ausdehnung eines Metalls unter definierten Bedingungen und sagen dazu „Temperatur“.



Behälterbasierte Karbonisiereinheit mit Düse.



Karbonisierung mit Gasmengenregelung und statischem Mischer.

Die amerikanische Armee hat schon vor längerer Zeit festgestellt, daß die Leistungsfähigkeit und das Wohlbefinden eines Soldaten nur bedingt von der definierten Wärmeausdehnung eines Metalls abhängt. Es wurden Kriterien wie Wind und Luftfeuchte in eine Formel eingearbeitet, die inzwischen auch in Deutschland als „gefühlte Temperatur“ bezeichnet wird.

## CO<sub>2</sub>-Messung nicht klar definiert

Beim Karbonisieren ist es ähnlich. So wie man mit der Temperaturmessung eigentlich feststellen will, wie warm oder kalt es ist, möchte man mit der CO<sub>2</sub>-Gehaltsbestimmung eigentlich „den gefühlten Kribbeleindruck“ messen.

Die CO<sub>2</sub>-Messung ist bis heute nicht klar definiert. Oder klarer ausgedrückt: Die CO<sub>2</sub>-Messung gibt es nicht. Meist wird ein Vergleichswert bestimmt. Große Firmen oder Verbände haben eigene Untersuchungsmethoden und Formeln aufgestellt. Meßgerätehersteller versuchen ihre Meßgeräte über Kalibrierkurven diesen Vorgaben anzupassen.

So, wie es relativ einfach ist, die Längenausdehnung zu messen und dies Temperatur zu nennen, wurden früher zur CO<sub>2</sub>-Gehalts-Bestimmung fast ausschließlich der Druck und die Temperatur unter möglichst definierten und reproduzierbaren Bedingungen gemessen. Über Tabellen, in denen meist Druck und Temperatur von Wasser bei der Sättigung mit CO<sub>2</sub> unter gleichen Meßbedingungen aufgelistet waren, wurde das CO<sub>2</sub>-Gehalts-Äquivalent bestimmt. Einflüsse wie der Luftdruck zum Zeitpunkt der Messung wurden meist nicht berücksichtigt. Andere Gase, wie die Luft im Flaschenhals, beeinflussen deutlich die Genauigkeit dieser Messung, weswegen nahezu alle Meßvorschriften eine Druckentlastung nach einem Vorschütteln vorsehen.

Auch heute noch ist die Schüttelmethode die gebräuchlichste Analysenmethode. Das, was als CO<sub>2</sub>-Gehalt mit dieser Analyse dokumentiert wird, weist jedoch mehr oder weniger deutlich vom wahren CO<sub>2</sub>-Gehalt im Getränk ab. In einigen dieser Formeln wird noch die Packungsgröße mit verrechnet. Der CO<sub>2</sub>-Gehalt wird üblicherweise in g/l oder in Ländern und Betrieben unter amerikanischem Einfluß in v/v angegeben. v/v bedeutet Volumen CO<sub>2</sub> bei atmosphärischem Norm-Druck im Verhältnis zum Volumen des Getränks.

Da CO<sub>2</sub> eine Dichte von 1,98 g/m<sup>3</sup> hat, wird in der Praxis mit 1 v/v  $\approx$  2 g/l CO<sub>2</sub> gerechnet. Die Angabe müßte nach dem zuvor Gesagten, demnach nicht g/l oder v/v heißen sondern: „Eine Vergleichsflüssigkeit mit dem hier gemessenen Druck und der hier gemessenen Temperatur hätte bei Referenzbedingungen folgenden CO<sub>2</sub>-Gehalt“. Diese Bezeichnung hört sich jedoch etwas umständlich an.

## Meßmethoden nicht vergleichbar

Neben der Schüttelmethode werden auch naß-chemische-Methoden, Me-

thoden mit Membranen und optische Methoden angewandt. Alle diese Verfahren haben keine lineare Abhängigkeit untereinander oder zur Schüttelmethode. Und alle diese Methoden berechnen den gemessenen Wert üblicherweise wieder auf die Referenzflüssigkeit bei Referenzbedingungen.

Zusammengefaßt bedeutet dies, die Einheit g/l oder v/v ist in der Praxis eine zwar gebräuchliche, aber ungeeignete, da falsche Einheit. Zuckerhaltige Getränke und Getränke die noch bedeutende Mengen an Fremdgasen enthalten, lösen CO<sub>2</sub> schlechter als zuckerfreie Getränke. Bestimmte Wasserinhaltsstoffe haben ebenfalls einen

Einfluß auf die Lösungseigenschaften des CO<sub>2</sub>. Sulfatwasser unterscheiden sich hier deutlich von Hydrogencarbonatwässern.

Insbesondere wenn man den getränkenspezifischen CO<sub>2</sub>-Verbrauch ermittelt, wird man feststellen, daß die verwendeten Einheiten ziemlich unbrauchbar sind. In Ermangelung eines besseren, in der Praxis anwendbaren Verfahrens, wird man mit diesen Fehlern leben müssen.

## Behälterbasierte Karbonisierungssysteme

Prinzipiell werden zwei Arten von Karbonisierungen unterschieden. Behälterbasierte Systeme beruhen darauf, das Getränk mit CO<sub>2</sub> zu sättigen. Hierfür müssen Temperatur und Druck möglichst genau eingestellt werden. Da die Regelfehler bzw. Regelabweichungen absolut gesehen nahezu unabhängig von der absoluten Temperatur oder dem absoluten Druck sind, wird der Fehler bei steigendem CO<sub>2</sub>-Gehalt relativ gesehen kleiner. Diese Anlagen werden insbesondere dort erfolgreich eingesetzt, wo hoch karbonisierte Getränke hergestellt werden. Häufig werden diese tankbasierten Karboni-

sierungen mit einer Druckentgasung kombiniert. Die konstruktive Gestaltung dieser Anlagen ist häufig sehr alt bzw. beruht auf solchen „bewährten“ Konstruktionen. Spül-, Reinigungs- und Produktwechselzeiten sind meist relativ lang, so daß sie wirtschaftlich sinnvoll entweder dort eingesetzt werden, wo Produktwechsel möglichst selten stattfinden oder wo die Umstellzeit aus anderen Gründen unbedeutend ist. Tankbasierte Karbonisierungen werden üblicherweise in einen Mixer integriert.

## In-line-Karbonisierungssysteme

Die andere Art der Karbonisierung beruht darauf, daß man die zu karbonisierende Getränkemenge und die dafür notwendige Menge CO<sub>2</sub> möglichst genau erfaßt, miteinander mischt und das CO<sub>2</sub> dann vollständig im Getränk löst. Diese Karbonisierungen können als Einzelmaschinen ausgeführt werden. Der theoretische Vorteil besteht darin, daß der CO<sub>2</sub>-Gehalt weitgehend unabhängig von den Betriebsbedingungen in sehr weiten Bereichen sehr genau eingestellt werden kann. Auch sehr schwach karbonisierte Getränke kön-

nen mit derselben relativen Genauigkeit wie hochkarbonisierte Getränke hergestellt werden.

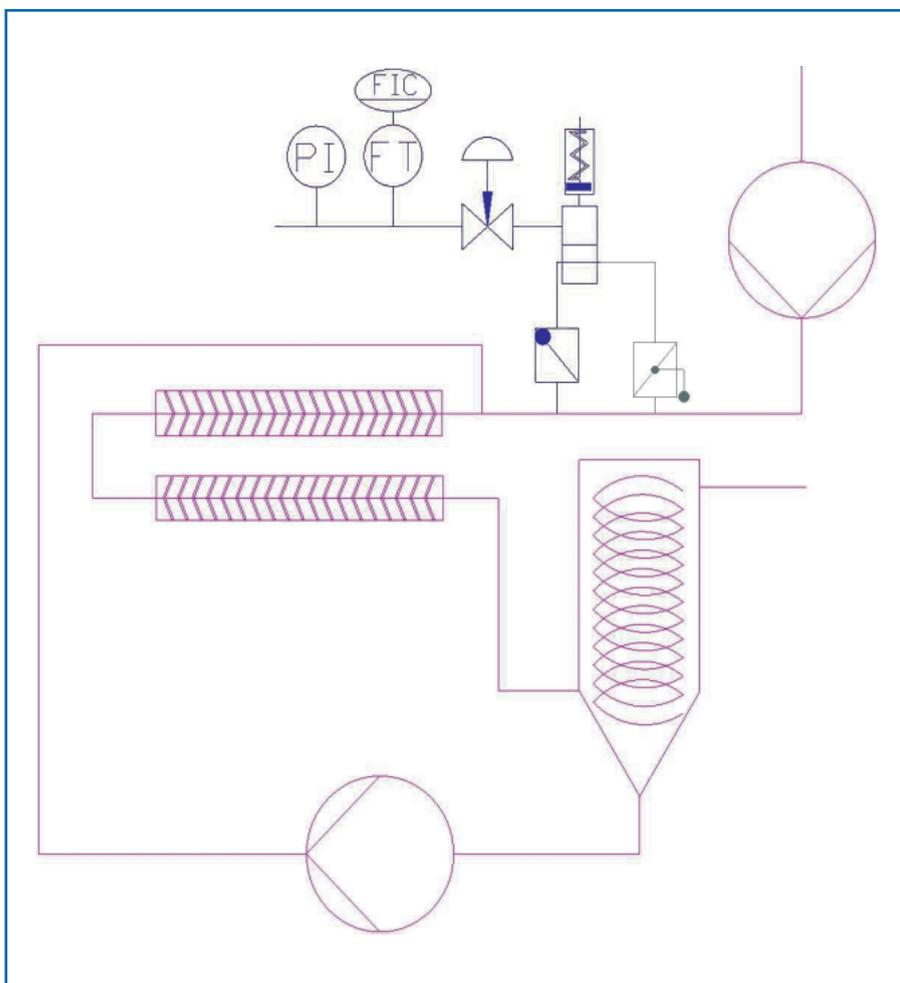
Ebenso ist es möglich, mehrere oder andere Gase als CO<sub>2</sub> wie Stickstoff zu lösen. Es ist möglich, diese Karbonisierungen als In-line-Karbonisierungen auszuführen, die sich reinigungstechnisch wie ein Stück Rohr verhalten. Um das eingebrachte CO<sub>2</sub> vollständig zu lösen, muß die Oberfläche der Gasblasen groß, die Gasblasen selbst also möglichst klein sein. Der Betriebsdruck liegt oberhalb des Sättigungsdruckes: Je höher der Betriebsdruck ist, desto leichter kann das CO<sub>2</sub> gelöst werden. Möglichst lange Lösezeiten sind für das Lösen vorteilhaft, zehren aber an den Vorteilen, wie der kompakten Bauweise und der einfachen, schnellen Reinigungsfähigkeit.

In der Praxis hat sich gezeigt, daß Systeme mit Düsen, statischen Mischern oder Gasabscheidern mit Umwälzleitung gleich gute Ergebnisse erzielen können, sofern sie entsprechend „sauber“ konstruiert wurden. Neben den eingesetzten Meß- und Regelgeräten entscheidet insbesondere die Regelphilosophie über das Ergebnis. Eine einfache Proportionalregelung wird nur befriedigende Ergebnisse liefern, wenn sich die Betriebsbedingungen wie Durchfluß, Temperatur und Druck möglichst wenig ändern. Nicht das Konstruktionsprinzip, sondern die technische Umsetzung entscheidet über das Ergebnis.

Die Investitionskosten von behälterbasierten Systemen steigen nahezu proportional mit der Durchflußleistung an. Da der apparative und der Steuerungsaufwand der In-line-Karbonisierungen kaum von der Anlagenleistung abhängt, sind Anlagen kleiner Leistung teuer und der Anschaffungspreis sinkt relativ mit steigender Anlagenleistung.

Ein nicht zu unterschätzender Vorteil der In-line-Karbonisierungen ist, daß das Gas zur Erzeugung des Kopfraumdrucks im Puffertank frei gewählt werden kann. So kann z. B. Druckluft oder Stickstoff (aus vor Ort Anlagen) eingesetzt werden, wodurch der CO<sub>2</sub>-Verbrauch und die damit verbundenen Kosten drastisch reduziert werden können.

Obwohl wir die Längenausdehnung eines Metalls zu Rate ziehen, um zu entscheiden ob wir die Heizung einschalten sollten oder nicht, so helfen uns doch all diese unzulänglichen Meßwerte, um einen für den Kunden qualitativ immer gleichen Zungenkribbeleindruck zu produzieren, sofern wir die Grenzen der heute üblichen Systeme erkennen und akzeptieren.



Karbonisierung mit Gasabscheider und Umwälzung.

Raimund Kalinowski