

Ist bei Ihnen die Luft raus?

Entgasung und Karbonisierung von Getränken – Teil 1: Entgasung

Kaum ein Hersteller kommt umhin, sich mit dem Problem der Entgasung von Wasser und Getränken auseinanderzusetzen. Und obwohl die Grundlagen des Vorgangs fast jedem bekannt sind, herrscht in der Praxis manchmal Verwirrung ob der Vielzahl an verschiedenen technischen Systemen. Bei der Auswahl spielen neben den Produkthanforderungen auch die nachfolgenden Prozeßschritte eine große Rolle.

Manchmal könnte man vermuten, daß deutsche Lehrer ihre Schüler hassen oder daß sie nur Lehrer geworden sind, um die Schüler zu quälen. Selbst einfache Vorgänge, wie die Tatsache, daß zwei Pampelmusen,

zwei Apfelsinen und drei Birnen in einer Obstschale eben genau zwei Pampelmusen, zwei Apfelsinen und drei Birnen ergeben, wird möglichst kompliziert dargestellt. Durch die Verwendung von magischen Zeichen wird die praktische

Anwendbarkeit zwar nicht größer, aber was sollte man den Kindern im Fach Mengenlehre denn sonst beibringen?

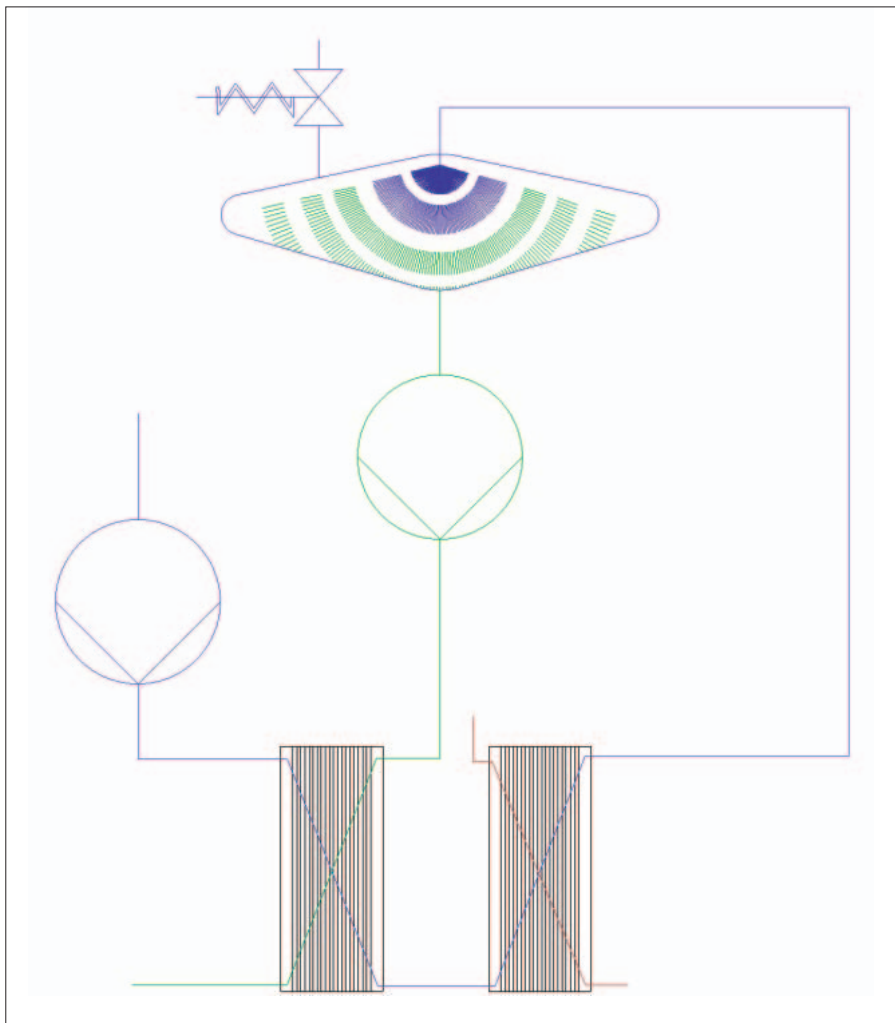
Physikalische Grundlagen

Im Physikunterricht werden gerne allerlei Taschenspielertricks vorgeführt und noch komplizierter, als die eigentlich sehr einfache Mengenlehre erklärt. Anders ist es nicht zu deuten, daß, sobald das Wort „Partialdruck“ in einer Besprechung fällt, einen Unverständnis umgibt.

Ohne zu verstehen, daß das Wort „Partialdruck“ etwas so einfaches, wie das unterschiedliche Obst in der Schale ausdrückt, ist es kaum möglich, die gängigen Entgasungen und Karbonisierungen zu unterscheiden.

Stellen wir uns nun obige Obstschale vor. Wir entnehmen eine Birne von ganz unten – die Wahrscheinlichkeit, daß der Raum, den die Birne gerade ausfüllte, frei bleibt, ist äußerst gering – das andere Obst wird nachrücken und den gerade frei gewordenen Raum ausfüllen. Im Prinzip geschieht das gleiche mit Gasen. An der Erdoberfläche haben wir einen Luftdruck von etwa 1 bar. Dieser Luftdruck wird durch die Erdanziehung und dem „Gewicht“ der Gase in der Atmosphäre erzeugt. Wenn man sich nun die Erde als Kugel vorstellt und das Gewicht der gesamten Atmosphäre durch die Oberfläche dieser Erdkugel teilt, wird man als Ergebnis ziemlich genau 1 kg pro cm² Erdoberfläche erhalten. Das heißt auf jeden Quadratzentimeter drückt eine Last von 1 kg. Wenn wir nun den Sauerstoff aus der Erdatmosphäre entfernen, würden die anderen, verbliebenen Gase den freigewordenen Raum ausfüllen. Die Gesamtmasse der Erdatmosphäre wäre nun um diese 21 Prozent des Luftsauerstoffs reduziert worden und die Last betrüge nicht mehr 1 kg, sondern nur noch 0,79 kg pro Quadratzentimeter, d. h. der Druck hätte von 1 bar auf 0,79 bar abgenommen.

So wie je nach Obstsorte und Größe der Schale eine verschieden große Anzahl von Obst in die Schale paßt, so ist auch die Löslichkeit eines Gases in einer Flüssigkeit von der Gassorte, vom Vorhandensein weiterer Gase und von



Funktionsschema einer thermischen Wasserentgasung.

der Flüssigkeit, in der die Gase gelöst werden sollen, abhängig. Bei höherem Druck und geringeren Temperaturen läßt sich mehr Gas lösen.

Sauerstoffgehalt als Leitparameter

Bei der Wasserentgasung wird üblicherweise der verbliebene Sauerstoffgehalt gemessen. Diese Methode ist geeignet, wenn es primär um die Entfernung des Sauerstoffs geht. Falls entgast wird, um danach zu karbonisieren, sind auch andere gelöste Gase von Bedeutung.

Die in Produktionsrichtung gesehen erste Wasserentgasung wird meist nicht als solche gesehen. Zur Entfernung des freien CO₂ werden in der Wasseraufbereitung Rieseler eingesetzt. Rieseler sind im Prinzip stehende Tanks, die mit Füllkörpern gefüllt sind. In der Wasseraufbereitung kommen meist Raschigringe aus Kunststoff (Polypropylen PP) – als Füllkörper zum Einsatz. Raschigringe werden auch aus Glas oder aus Edelstahl angeboten. Für andere Einsatzzwecke wie zur Entfernung von Luft (-Sauerstoff) sind andere Füllkörper gebräuchlich, von einfachen Glasperlen oder Glaskugeln über Wilson Spiralen, Fenske Ringen (aufgeteilte Wilson

Spiralen) bis hin zu diversen Sonderkonstruktionen. So benutzt ein Hersteller für die Wasserentgasung Füllkörper, die wie zerschnittene Platten von Plattenwärmeübertragern aussehen.

Das Wasser wird oben auf die im Rieseler befindlichen Füllkörper geregnet. Das Wasser tropft von Füllkörper zu Füllkörper nach unten. Wenn man Sauerstoff entfernen will, wird nun von unten ein sauerstoffreies Gas, meist CO₂, eingeströmt. Es stellt sich ein Gleichgewicht ein, das CO₂ nimmt auf dem Weg nach oben Luft aus dem Wasser auf und gleichzeitig wird CO₂ im Wasser gelöst.

Thermische Entgasung

Bei einer thermischen Wasserentgasung wird das Wasser auf eine Temperatur oberhalb des Siedepunktes (bei Entspannungsdruck) erwärmt. Im heißen Wasser liegt die Luft nun nicht mehr gelöst, sondern in kleinen Bläschen vor. Beim Entspannen des heißen Wassers im Entgasungsgefäß, entsteht Wasserdampf, der die kleinen Luftbläschen mitreißt. Das Wasser wird gleichzeitig entkeimt. Bei entsprechender Auslegung der Wärmerückgewinnung sind die Kosten, wenn man den Doppelnutzen

Entgasung und Entkeimung sieht, noch vertretbar. Der Anfangssauerstoffgehalt oder die Zusammensetzung des Wassers beeinflussen das Ergebnis der thermischen Wasserentgasung nicht. Bestimmte Wasserinhaltsstoffe fallen beim Kochen aus. Das heißt, die thermische Wasserentgasung kann die Wasserzusammensetzung evtl. verändern.

Druckentgasung

Die Druckentgasung funktioniert ähnlich wie der Rieseler. Druckentgasungen werden auch für fertig ausgemischte Getränke eingesetzt. Bei der Druckentgasung löst man nun ein Gas – meist CO₂ – im zu entgasenden Wasser und entspannt das Wasser dann. Da sich der absolute Sauerstoffgehalt beim Lösen des CO₂ nicht verändert hat, ist sein Gehalt im Verhältnis zum eingebrachten CO₂ gesunken, so daß bei der Entspannung nicht nur das CO₂, sondern auch andere im Wasser gelösten Gase im entsprechenden Verhältnis mit entfernt werden. Da CO₂ im Wasser bzw. Getränk verbleibt, bietet sich die Druckentgasung mit CO₂ insbesondere für karbonisierte Getränke an. Für andere Getränke könnte es sinnvoll sein, zum Beispiel Stickstoff statt CO₂ einzusetzen.

Entgasung im Vakuum

Bei der Vakuumentgasung reduziert man den (Umgebungs-) Druck erheblich, so daß sich entsprechend weniger Gase lösen können. Wie bei der thermischen Entgasung, liegen die nicht mehr gelösten Gase jetzt in sehr kleinen Bläschen vor. Wenn das Vakuum groß genug ist, werden diese Gasbläschen entsprechend größer.

Bei entsprechend feiner Verdüsung des Wassers, haben die Gasbläschen eine Chance, sich von der Oberfläche der Wassertröpfchen zu lösen. Durch die Zugabe eines anderen Gases (meist CO₂, aber auch Stickstoff ist gebräuchlich) als sogenanntes „Strippinggas“ kann der Gastransport der Luft (des Sauerstoffs) unterstützt werden. Durch das zusätzliche Gas bilden sich größere Bläschen, die leichter abgeführt werden können. Jeder weiß, daß Champagner besonders fein perlt und karbonisierter Wein wesentlich größere Gasblasen bildet. Durch die Flaschengärung befindet sich im Champagner nahezu kein Sauerstoff, hingegen befindet sich im karbonisierten Wein eine entsprechende Menge an Sauerstoff, die hier als unerwünschtes „Strippinggas“ fungiert.

Bei der Vakuum-Wasserentgasung kann als Strippinggas auch Wasserdampf eingesetzt werden. Dieser wird jedoch

nicht zugeführt, sondern wie bei der thermischen Entgasung durch das Verdampfen einer (sehr kleinen) Wassermenge, aus dem zu entgasenden Wasser heraus, erzeugt. Hierfür muß das Vakuum dem Siedepunkt des zu entgasenden Wassers entsprechen. Da die Vakuumpumpe wirtschaftlich sinnvoll die anfallende Wasserdampfmenge nicht abführen kann, muß in diesem Falle vor der Vakuumpumpe ein Kondensator installiert werden. Da der Kondensator deutlich kälter sein muß als das zu entgasende Wasser, ist er an eine Kältemaschine anzuschließen. Falls bei dieser Verfahrensweise der Vakuumentgasung Flüssigkeitsringvakuumpumpen eingesetzt werden, ist darauf zu achten, daß das Betriebswasser der Vakuumpumpe ebenfalls deutlich unter die Temperatur des zu entgasenden Wassers gekühlt werden muß, da es sonst zu Kavitation kommt, die die Pumpe beschädigen kann.

Entgasung mit Membranen

Da der Preis von Membranen kontinuierlich gesunken ist, werden sie inzwischen als eine wirtschaftlich interessante Möglichkeit angeboten, Wasser zu entgasen. Hier wird die eine Seite einer gasdurchlässigen Membran mit einem sauerstofffreien Gas, meist CO₂ oder Stick-

stoff, gespült und auf der anderen Seite das Wasser im Gegenstrom mit deutlich höherem Druck als auf der Spülgasseite an der Membran entlang geführt. Wegen des großen Unterschiedes der Drücke strömt aus dem Wasser Sauerstoff und je nach Spülgas auch CO₂ (bei Spülgas Stickstoff) oder Stickstoff (bei Spülgas CO₂) in Richtung Spülgas. Der Spülgasstrom ist dem Wasserstrom entgegengerichtet. Das Prinzip ähnelt einem Rieseler mit beliebig langer Behandlungszeit. Da die Gasseite im Unterdruck betrieben wird, ist die Aufnahme an Spülgas durch das Wasser zu vernachlässigen.

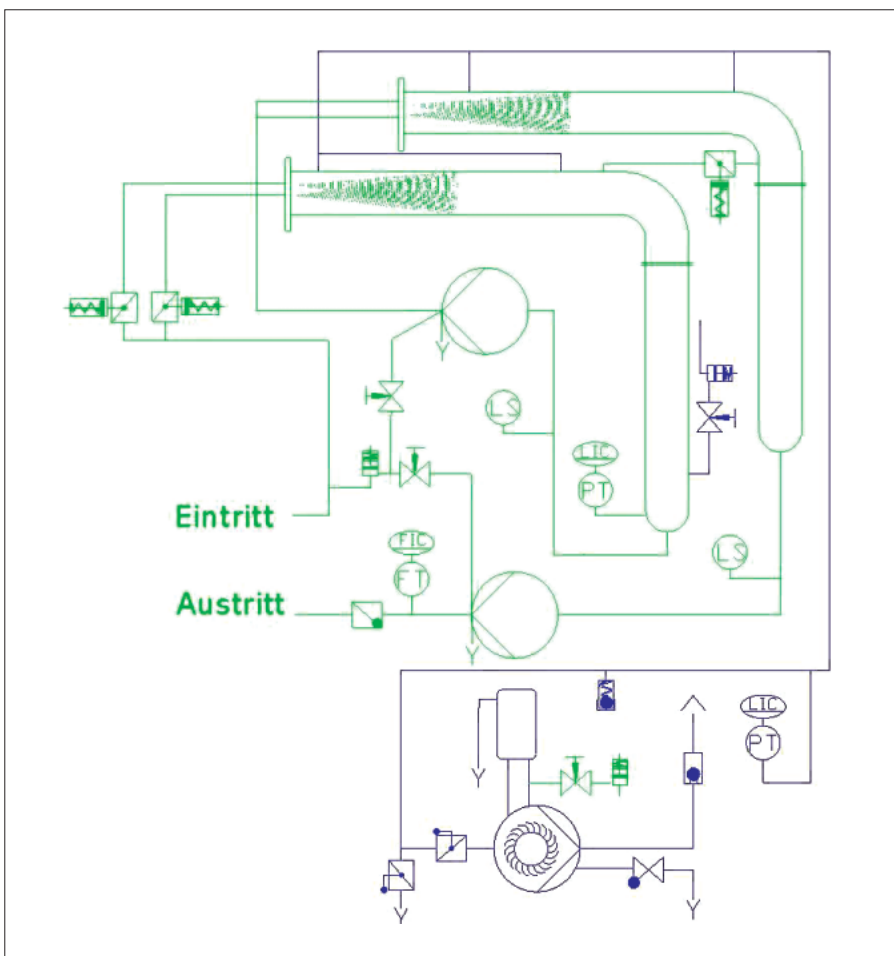
Katalytische Entgasung auch für die Getränkebranche

Die katalytische Wasserentgasung wird großtechnisch zum Beispiel in der Petrochemie genutzt; in Getränkebetrieben ist sie jedoch nur vereinzelt vertreten. Die katalytische Wasserentgasung kann äußerst wirtschaftlich sein, bietet aber auch einige Möglichkeiten, durch Fehlbedienungen sehr hohe Wartungskosten zu verursachen. Bei der katalytischen Wasserentgasung wird der Sauerstoffgehalt im Wasser gemessen und eine entsprechende Menge Wasserstoff hinzugegeben. Mit Hilfe eines Katalysators reagiert der Wasserstoff mit dem Sauerstoff und es bildet sich daraus Wasser. Alle anderen Inhaltsstoffe, inkl. der anderen gelösten Gase, wie Stickstoff, werden im Prinzip nicht verändert. Es ist rein technisch nicht möglich, diesen Vorgang molekülgenau zu steuern. Um Sauerstoffwerte im Bereich der Nachweisbarkeitsgrenze zu erzeugen, muß Wasserstoff im Überschuß zugegeben werden. Der nicht verbrauchte Wasserstoff verbleibt im Wasser. Wasserstoff ist relativ reaktionsfreudig. Es ist anzunehmen, daß er mit den Inhaltsstoffen des Wassers oder Getränks reagiert. Da die absolute Menge an Wasserstoff, die bei der Reaktion nicht verbraucht wird, relativ klein ist, konnte man bis jetzt weder eine Veränderung im Wasser/Getränk noch einen physiologischen Einfluß beim Menschen feststellen.

Einige Entgasungen sind untrennbar in einen Mixer integriert. Bei der Druckentgasung ist dies in Verbindung mit der Karbonisierung eine wirtschaftliche Lösung. Insbesondere bei Großbetrieben ist hingegen ein Trend zu beobachten, zentrale Wasserentgasungen zu installieren und Funktionen sauber zu trennen, um auch verschiedenste Produkte problemlos herstellen zu können.

Raimund Kalinowski

Dieser Beitrag wird im kommenden Heft mit dem Kapitel Karbonisierung fortgesetzt.



Schema einer zweistufigen Vakuumwasserentgasung.