

# Grünes Gewissen?

## Antworten auf unsinnig erscheinende Fragen in der Kältetechnik

*Darf man ein Thema herausgelöst aus dem Ganzen betrachten? Ist es unter dem derzeitigen politischen Umfeld, mit der Kampfansage dem CO<sub>2</sub> den Garaus zu machen, überhaupt noch vertretbar, untergärige Biere bei heute noch üblichen Temperaturen zu vergären, oder sollte die Gärtemperatur deutlich angehoben werden und die Reifungszeit auf wenige Tage oder gar Stunden gekürzt werden, um Energie zur Kälteerzeugung und somit CO<sub>2</sub> einzusparen? Im folgenden Beitrag werden (teilweise provokative) Fragen zur Kältetechnik in Brauereien gestellt und versucht, aus praktischer Sichtweise heraus zu beantworten.*

**S**elbstverständlich sind die Fragen in der Einleitung nicht wirklich ernst gemeint, aber Journalisten oder Umweltverbände fragen schon einmal allen Ernstes nach, ob man das CO<sub>2</sub> im Bier nicht durch einen umweltverträglicheren Stoff ersetzen könnte.

Wenn man unvorbereitet mit einer solchen Frage konfrontiert wird, kommt es vor, dass man ungläubig und stumm da steht und dabei ziemlich dumm aussieht.

Es wird weder das eigene noch das Image der Brauerei dabei gefördert. Wenn man vorbereitet ist, kann man diese Frage ernsthaft etwa so beantworten, dass man darauf hinweist, dass es erstens CO<sub>2</sub> aus Biomasse ist und es sich somit politisch korrekt um „umweltfreundliches CO<sub>2</sub>“ handelt und zum anderen, dass das CO<sub>2</sub> nur ein Abfallprodukt der Alkoholproduktion ist und sich CO<sub>2</sub> hier nur „einsparen“ ließe, würde man auf die alkoholische Gärung verzichten.

Raimund Kalinowski



Unternehmensberatung und Sachverständigenbüro, Wirtschafts-Mediator (QDR), von der IHK öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Maschinen und Anlagen der Brauerei und Getränkeindustrie: Planungs- und Ausführungsfehler.

### Nicht geeignete Maßnahmen

Da es nicht praktikabel ist, sich ein Kernkraftwerk in den Hof zu stellen, muss trotzdem jeder über geeignete Maßnahmen der CO<sub>2</sub>-Verminderung nachdenken. Hierbei ergeben sich wie selbstverständlich auch Antworten auf unsinnig erscheinende Fragen.

Eine Verkürzung der Gärzeit oder eine Umstellung der Gärungstechnologie auf Warmgärung, um den CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu verringern, wird sicherlich niemand ernsthaft erwägen.

Wärmedämmungsmaßnahmen sind zwar insgesamt wenig spektakulär, aber meist die einfachste, billigste und prozesssicherste Methode, den Energieverbrauch und damit auch den CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu senken. Petersen hat bereits in den 1970er Jahren umfangreiche Arbeiten zur Ausrichtung von gekühlten Gebäuden, zur Wärmedämmung und zu Kühllasten veröffentlicht, die bis heute jedoch kaum Beachtung gefunden haben. Auch bei Neubauten auf der grünen Wiese bestimmen die Anbindung an das öffentliche Verkehrsnetz und die innerbetriebliche Logistik zum größten Teil die Ausrichtung der Gebäude. Selbst wenn eine Berücksichtigung der Himmelsrichtung bei der Ausrichtung zu kühlender Gebäude oder Tanks möglich wäre, wird dieser Aspekt häufig einfach vergessen.

Gerade Personen mit einem politisch korrekten, „grünen Gewissen“ stellen manchmal Fragen, die geradezu absurd erscheinen und mit denen man sich noch nie beschäftigt hat. Bei näherer Betrachtung zeigt die Frage aber möglicherweise eine sinnvolle Möglichkeit auf, den CO<sub>2</sub>-Ausstoß und somit den Energieeinsatz und die Betriebskosten zu senken.

Nachfolgend sollen einige solcher Fragen exemplarisch gestellt und beantwortet werden.

### Warum Ammoniak als Kältemittel?

Warum wird Ammoniak als Kältemittel verwendet, wäre ein modernes, synthetisch hergestelltes Kältemittel nicht effizienter? Tatsächlich gab es einmal ein synthetisch hergestelltes Kältemittel, das R13 B1, das bei sonst gleichen Bedingungen, einen etwas besseren Wirkungsgrad (< 3 Prozent) als Ammoniak gehabt hätte. Wegen der höheren Anlagenkosten wurde es aber als Kältemittel praktisch nie eingesetzt und fand fast ausschließlich in Feuerlöschern Verwendung. Wegen des Bromanteils und der damit verbundenen Ozonschädlichkeit wurde es inzwischen verboten. Praktisch alle heute auf dem Markt befindliche Kältemittel haben schlechtere thermodynamische Eigenschaften als Ammoniak.

## Nur noch indirekte mit Glykol gekühlte Kälteanlagen?

Wäre es wegen der Gefährlichkeit von Ammoniak nicht sinnvoll, gesetzlich vorzuschreiben, dass nur noch indirekte mit Glykol gekühlte Kälteanlagen zugelassen werden?

Schwere Unfälle mit Ammoniak sind in deutschen Brauereien extrem selten. Durch den sehr intensiven Geruch hat es eine ausgezeichnete Warnwirkung, selbst kleinste Leckagen werden schnell und sicher erkannt. Die Gefahr mit Ammoniak kontaminiertes Bier zu verkaufen ist praktisch ausgeschlossen. In den vergangenen 50 Jahren gab es keinen einzigen tödlichen Ammoniakunfall in Deutschland.

Die benötigte Energiemenge und damit die CO<sub>2</sub>-Emission sind bei einer indirekten Kühlung deutlich höher als bei einer Direktverdampfung. Bereits ohne gesetzliche Vorschriften haben viele Brauereien für sich entschieden, indirekt zu kühlen.

Die Pumpleistung für ein Glykol-Wassergemisch ist über 100 Mal größer als bei Ammoniak. Da kaltes Glykol-Wassergemisch gelagert und verteilt werden muss, ist auch dies mit Verlusten behaftet. Eine indirekte Kühlung verursacht einen um mindestens 10 Prozent höheren CO<sub>2</sub>-Ausstoß als eine vergleichbare direkte Kühlanlage, insbesondere weil bei der indirekten Kühlung die Verdampfungstemperatur abgesenkt werden muss.

Obwohl die Chance, sechs Richtige im deutschen Zahlenlotto zu tippen, etwa 10 000 Mal höher ist, als durch Ammoniak in einer deutschen Brauerei einen ersten körperlichen Schaden zu erleiden, nehmen viele Brauereien aus politischen Erwägungen diese erheblichen Mehrkosten auf sich.

## Mit Vakuumkollektoren eine Absorptionskälteanlage betreiben?

Könnte man nicht Vakuumkollektoren auf das Brauereidach legen und damit direkt eine Absorptionskälteanlage betreiben? Tatsächlich wäre es technisch möglich, Vakuum-Sonnenkollektoren als Wärmeüber-

trager für den Austreiber zu benutzen. Wenn man die durchschnittliche Sonneneinstrahlung und den Wirkungsgrad einer solchen Anlage berücksichtigt, ergibt sich nach DIN 4710 eine Sonneneinstrahlung von etwa 55 kWh pro Quadratmeter Brauereidach im Jahr. Über Vakuumkollektoren wären hiervon etwa 75 Prozent, d. h. etwa 40 kWh nutzbar.

Eine Absorptionskälteanlage würde hiervon etwa 15 kWh als thermische Kühlleistung zur Verfügung stellen. Wenn man diese Kühlleistung mit einer Kompressionskälteanlage erzeugen würde, entstünden Kosten von ca. 1 Euro. Die Vakuumkollektor-Absorptionskälteanlage benötigt zum Betrieb elektrischen Strom für Pumpen und für die Steuerung, was den Gesamtnutzen mindern würde. Die Investitionsmehrkosten für die Vakuumkollektoren würden etwa 500,- Euro pro Quadratmeter betragen. Es gibt sicherlich wirtschaftlichere und somit auch sinnvollere Methoden der CO<sub>2</sub>-Minderung.

## Mit nachwachsenden Rohstoffen eine Absorptionskälteanlage betreiben?

Könnte man nicht die Abwärme eines mit nachwachsenden Rohstoffen betriebenes Blockheizkraftwerk zum Betrieb einer Absorptionskälteanlage einsetzen?

Tatsächlich kann es wirtschaftlich sinnvoll sein, eine Kraftwärmekopplungsanlage zur Stromerzeugung zu betreiben. Gegenwärtig kostet z. B. eine Kilowattstunde Palmöl etwa vier Cent. Nach dem Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) beträgt die Vergütung für aus Biomasse erzeugten Strom (Anlagen bis 500 kW) 10,23 Cent/kWh.

Unter Berücksichtigung des Wirkungsgrades werden durch die Einspeisevergütung in etwa die Brennstoffkosten gedeckt. Durch die Vergütung nach dem Kraftwärmekopplungsgesetz werden die sonstigen Betriebskosten sowie die Investitionskosten weitgehend ausgeglichen, sodass die erzeugte

Wärme nur noch sinnvoll eingesetzt werden muss, selbst aber praktisch keine Kosten verursacht.

Das Temperaturniveau, aus mit Kolbenmotoren angetriebenen Kraftwärmekopplungsanlagen, ist zum Betrieb einer Absorptionskälteanlage eigentlich zu niedrig. Unter Berücksichtigung der Investitionskosten ist es sinnvoller die Wärme dort einzusetzen, wo Wärme gebraucht wird, z. B. im Sudhaus, in CIP-Anlagen oder bei der Abfüllung. Erst wenn diese Quellen ausgeschöpft sind, sollte man über den Einsatz in der Kälteerzeugung nachdenken.

Für Absorptions- ebenso wie für Dampfstrahlkälteanlagen ist ein höheres Temperaturniveau, so wie man es von turbinenbetriebenen Kraftwärmekopplungsanlagen erhält, sinnvoller. Um ein Kilowatt Kühlleistung zu erzeugen, benötigt man mit einer Kompressionskälteanlage etwa 0,3 bis 0,4 kW elektrischer Energie und mit einer Absorptions- oder einer Dampfstrahlkälteanlage etwa 2 bis 2,5 kW thermischer Energie sowie 0,1 kW elektrischer Energie.

## Einsatz luftgekühlter Kondensatoren?

Ist ein Verdunstungskondensator nicht Wasserverschwendung, machen luftgekühlte Kondensatoren aus umweltpolitischen Gründen nicht mehr Sinn?

Als Faustformel gilt bei einer Kompressionskälteanlage, dass die Absenkung der Kondensations-temperatur um ein Grad Celsius, oder die Anhebung der Verdampfungstemperatur um ebenfalls ein Grad Celsius, jeweils etwa 2,5 bis 3 Prozent elektrischer Energie einsparen. Luftgekühlte Kondensatoren können das Kältemittel nur auf etwa 3°C oberhalb der Lufttemperatur abkühlen. D. h. an einem heißen Sommertag beträgt die Lufttemperatur z. B. 32°C und das Kältemittel wird im Kondensator auf 35°C abgekühlt.

Durch die in unseren Breiten übliche relative Luftfeuchte würde die Temperatur des Wassers in einem Verdunstungskondensator nur auf 22°C ansteigen und das Kältemittel könnte auf 25 statt auf 35°C abgekühlt werden. Somit ließen sich durch Einsatz des Verdunstungskondensators 25 Prozent elektrischer Energie einsparen. Durch einen Kubikmeter Frischwasser und 100 Liter Abwasser lassen sich an einem heißen Sommertag somit etwa 150 kWh elektrischer Energie einsparen.

An Tagen mit hoher Luftfeuchte sieht es hingegen ganz anders aus. Der Betrieb eines Verdunstungskondensators ist sehr effektiv, wenn die Lufttemperatur hoch und die Temperaturdifferenz zwischen Trocken- und Nasskugelthermometer möglichst groß ist. Günstig wäre es, wenn sich das Brauereigelände in der Nähe eines Gewässers, z. B. eines Sees oder einer

stillgelegten Kiesgrube befinden würde. Die durch die Kältemittelkondensation eingebrachten Wärmemengen sind meist nur rechnerisch, aber nicht messtechnisch darstellbar. Man darf nicht die Abwärme einer Kälteanlage mit der eines Kraftwerks verwechseln. Selbst bei sehr kritischen Studien wird davon ausgegangen, dass diese Wärmemengen keinerlei Einfluss auf das Ökosystem eines Gewässers haben können.

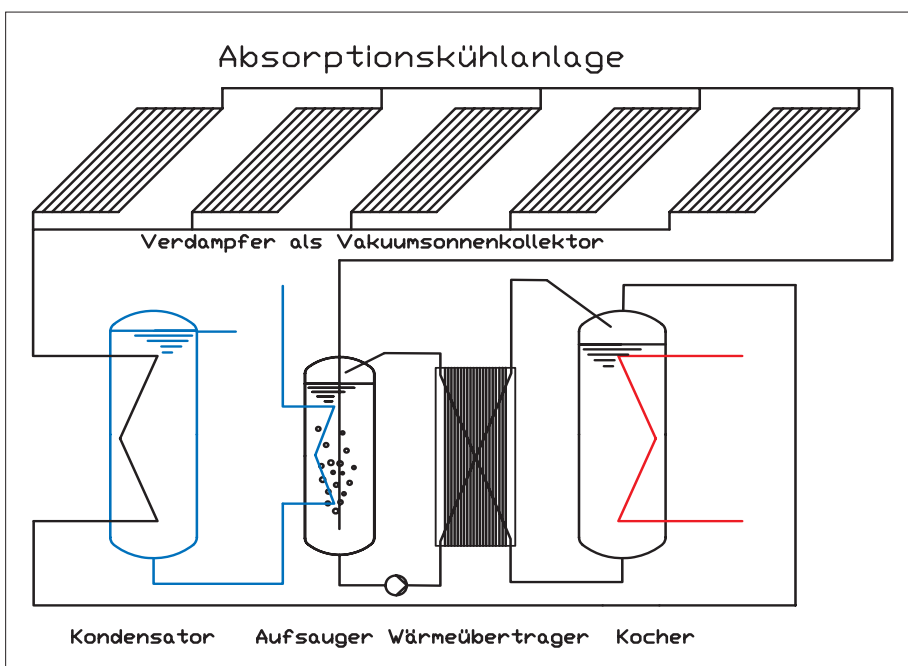
## Einsatz abgeführter Kälte des mit Reif belegten Verdampfers?

Der Verdampfer der CO<sub>2</sub>-Anlage ist dick mit Reif belegt, könnte man die hier abgeführte Kälte nicht zur Kühlung einsetzen? Einige Brauereien setzen ihre CO<sub>2</sub>-Verdampfer zur Abkühlung des kondensierten Ammoniaks ein. Sechs Kilogramm Kohlendioxid können etwa eine Kilowattstunde elektrischen Strom einsparen. Bei einer Verdampfung von z. B. 400 000 kg CO<sub>2</sub> im Jahr ergäbe dies eine Einsparung von 65000 kWh Strom, entsprechend etwa 40 000 kg CO<sub>2</sub>, die in Kraftwerken weniger erzeugt würden. Je nach den räumlichen Gegebenheiten, kann sich eine solche Maßnahme bereits in ca. zwei bis drei Jahren amortisieren. 40 000 kg ist übrigens die Menge CO<sub>2</sub>, die ein normaler PKW auf einer Fahrtstrecke von 250 000 km ausstößt.

## Zusammenfassung

Selbstverständlich ist dies nur eine kleine Auswahl an Fragen, die einem begegnen können, wenn man mit Nichtfachleuten eine Brauerei besichtigt. Sicherlich werden einige Fragen provokativ gestellt und es ist auch nicht immer ganz einfach, Entscheidungen, die man vielleicht selbst vor zehn Jahren gefällt hat, heute zu erklären oder gar zu rechtfertigen. Manche Fragen sind gar nicht so dumm und vielleicht sollte man in einer ruhigen Minute einmal durch den Betrieb gehen und sich selbstkritisch ähnliche Fragen stellen.

Sämtliche Hinweise insbesondere auch auf Vergütungen und Gesetze sind ohne Gewähr. Wer sich näher mit der Umsetzung der hier genannten Maßnahmen beschäftigen will, sollte sämtliche Angaben genauestens prüfen. □



Absorptionskälteanlage mit Verdampfer als Vakuumsonnenkollektor.