

Von Ressourcenfressern zur modernen Kühlung

Einsparung von Ressourcen durch effiziente Kälteversorgung



RESSOURCEN EINSPAREN

Dass Kälteanlagen durchschnittlich 35 bis 50 Prozent des gesamten Stromverbrauchs einer Brauerei verursachen, ist für gewöhnlich bekannt. Meist nicht bekannt ist jedoch, ... dass selbst mit Ammoniakanlagen die Rückkühlung/Verflüssigung wassersparend und 42. BImSchV frei gestaltet werden kann.

... dass man durch die Umstellung der Würzekühlung von Brauwasser/Eiswasser (zweistufig) auf Würzevorkühlung mit Brauwasservorkühlung (zweistufig) auf keinen Warmwasserüberschuss kommt und dazu die Würzekühlung noch 30 Prozent stromeffizienter (Kälteanlage) gestalten kann.

... dass man mit speziellen Wärmepumpen den kompletten Wärmeüberschuss effizient wieder ins Dampf- oder Hochdruckheißwassernetz zurückführen kann.

... dass jede Brauerei für die PV-Strom-Selbstversorgung/PV-Stromnutzung geeignet ist: durch die bereits vorhandene thermische Batterie, die man nur noch aktivieren muss.

... dass man ZKTs von Ammoniak-Direktkühlung auf Glykol-Kühlung umstellen kann.

Brauereien sind energieintensive Betriebe, bei denen sich – bei genauerem Hinsehen – enorm viel bewegen lässt. Viele Brauereien ähneln sich auf die eine oder andere Weise, aber doch ist jeder Betrieb bei detaillierter Betrachtung komplett verschie-

den. Pausschallösungen lassen sich daher nur eingeschränkt anbieten. Jeder einzelne Betrieb muss vollumfassend betrachtet werden, denn nur ein Gesamtsystem kann effizient sein, nicht eine Anlage oder ein Apparat alleine.

Die Anzahl der Brauereien in Deutschland ist in den vergangenen Jahren wieder leicht angestiegen. Gleichzeitig nimmt der Bierkonsum Jahr für Jahr ab. Dies sollte als Appell aufgefasst werden, sich um die Wirtschaftlichkeit des Betriebes zu kümmern, sowie



	SYNTHETISCHE KÄLTEMITTEL				NATÜRLICHE KÄLTEMITTEL			
	HFO	HFKW	HFKW	HFKW	DME	CO ₂	AMMONIAK	PROPAN
	R1234ze	R513a	R134a	R410a	R723	R744	R717	R290
Preis	moderat	teuer	teuer	teuer	moderat	gering	gering	gering
GWP	1	573	1300	1924	8	1	0	3
Brennbarkeit	marginal	nicht brennbar	nicht brennbar	nicht brennbar	hoch	nicht brennbar	marginal	hoch
Toxizität	gering	gering	gering	gering	hoch	gering	hoch	gering
Effizienz	4,76	4,74	4,75	4,52	4,82	3,31	4,74	4,70

Bedingungen: t0: -5° C - tc 27° C - Isentroperwirkungsgrad 65 % - UK2H . ÜH 5K - GWP - AR5

Abb. 1: Vergleich der gängigsten Kältemittel für Brauereien

auch etablierte und marktübliche Lösungen zu hinterfragen – gerade bei größeren Investitionen.

Ein wichtiger Punkt beim Thema Betriebskosten ist die Kälteanlage. Wenn als Beispiel für eine Brauereianwendung eine R290-Propan-Kälteanlage herangezogen wird, sind die Investitionskosten bei gleicher Effizienz und Lebenserwartung im Vergleich zu R723- oder R717-Kälteanlagen um 50 Prozent geringer.

Anteil der Kälteanlage bei den Produktionskosten

Häufig kümmert man sich erst um die Kälteversorgung, wenn aufgrund des Alters der Anlage eine Ersatzmaßnahme ansteht oder diese nicht mehr zuverlässig arbeitet.

Beim Thema Effizienz wissen viele Betreiber nicht, wo das eigene Unternehmen aktuell steht und wo es stehen könnte. Eine Maßnahme zur Offenlegung verborgener Potenziale ist das Bilden von Benchmark-Punkten. Basis dafür sind die bei der Kälteversorgung installierten Stromzähler, welche den Bedarf der Brauereikühlung aufzeichnen. Wenn diese bereits im System integriert sind und die Stände regelmäßig abgelesen und notiert werden, lassen sich kurzfristig Benchmark-Punkte erstellen. Sollte die Kälteversorgung noch ohne

Stromzähler betrieben werden, ist zu empfehlen, mit geringem Investitionsaufwand entsprechende Messstellen einzurichten. Idealerweise sollte alles aufgenommen werden, was mit der Brauereikühlung/Kälteversorgung im Zusammenhang steht, darunter die Kälteanlage selbst, die Pumpen, die Luftkühler, Eisspeicherrührwerke, die Rückkühlung/Verflüssiger etc.

Idealerweise bezieht sich der Verbrauch auf die Ausstoßmenge an Bier in Hektoliter pro Jahr. Der elektrische Kälte-Stromverbrauch aus zwölf Monaten Betrieb geteilt durch den Jahresausstoß ergibt so auf einfache Weise Anhaltspunkte zur Beurteilung des Status quo.

Für mittelständische Betriebe gilt: Elektrischer Kältestrom pro Hektoliter Verkaufsbier liegt im Durchschnitt bei 4,5 kWh/hl. Liegt der eigene Stromverbrauch in der Nähe dieses Wertes, läuft die Anlage energetisch vertretbar. Eine fortwährende Kontrolle dieser Werte sollte jedoch durch einen regelmäßigen Messturnus etabliert sein.

Die niedrigsten bzw. idealen Werte liegen allerdings bei rund 2 kWh/hl. Mit so einem Verbrauch ist der Betrieb beim Thema Brauereikühlung souverän und zukunftsorientiert aufgestellt. Dennoch gilt es, die Anlage dauerhaft im Auge zu behalten, damit dieser Wert so bleibt.

Die höchsten bzw. schwächsten Werte liegen bei bis zu 11 kWh/hl. Hier sollte dringend reagiert werden, denn die Betriebskosten der betreffenden Anlagentechnik wirken sich äußerst negativ auf die Gesamtbilanz des Unternehmens aus. Ausgehend von einer mittelständischen Brauerei mit 30000 hl Verkaufsbier pro Jahr liegt die Differenz bei den Stromkosten für die Brauereikühlung zwischen den benannten Werten bereits bei 45000 Euro pro Jahr.

Mit einem Ergebnis deutlich oberhalb des benannten Durchschnitts von 4,5 kWh/hl Verkaufsbier sollte dringend ein Experte für Brauereikühlung herangezogen werden, um das System zu analysieren, die Schwachstellen zu lokalisieren, Einsparpotenziale aufzudecken und die Möglichkeit zu schaffen, die Brauerei wieder zukunftssicher aufzustellen.

Erfahrungsgemäß besteht nicht selten hohes Potenzial auch in bestehenden Anlagen, wie beispielsweise bei der Privatbrauerei Hofmühl in Eichstätt. Hier wurde anstelle des ursprünglich von der Brauerei geplanten Austausches der Kälteanlage die bestehende Anlage saniert, optimiert und auf den Stand der Technik gebracht. Heute läuft die Anlage zukunftssicher – mit höherer Leistung bei geringerem Stromverbrauch. Dies wurde zudem mit einem Bruchteil der ursprünglich veranschlagten Investitionskosten realisiert.

Hier sprudelt Ihr Gewinn!

Für Brauabwasser: Effiziente Tauchbelüfter statt teure Membrananlage



Die wartungsarme Lösung zum Sauerstoffeintrag für kleine bis mittlere Kläranlagen, mobile Einsätze und Lastspitzen.

TSURUMI PUMP
STRONGER FOR LONGER
+49 211-417 937 450 Vertrieb@Tsurumi.eu

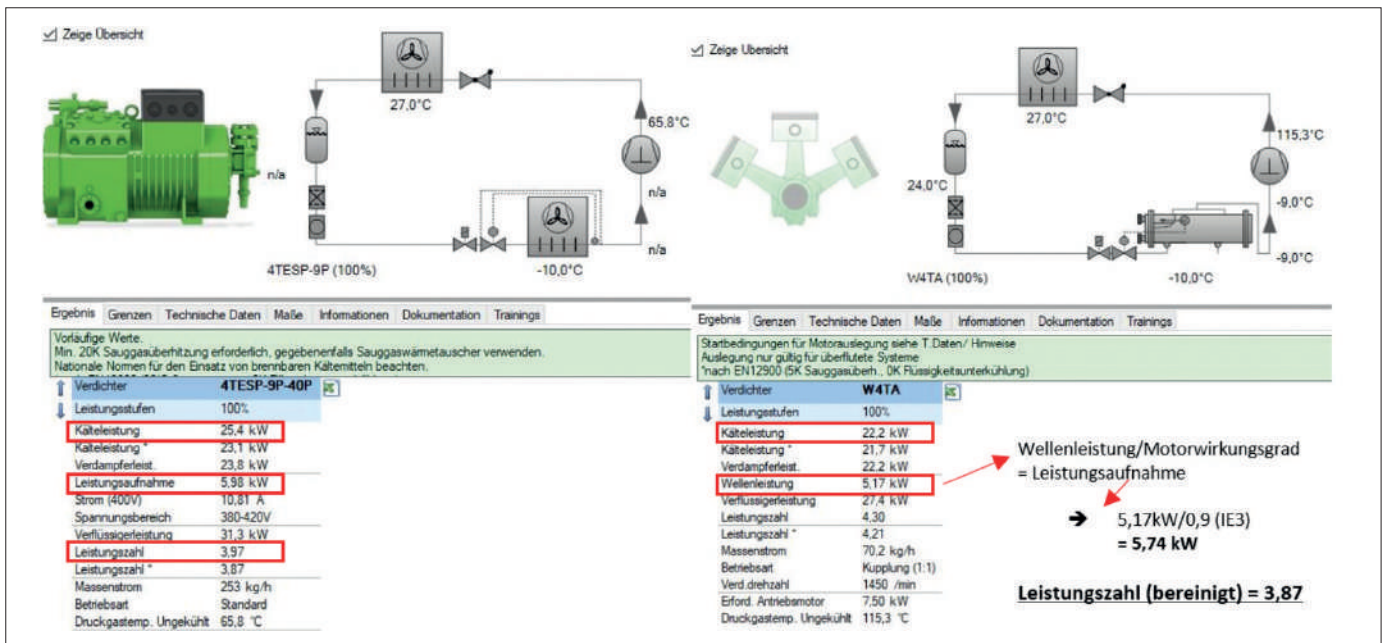


Abb. 2: Vergleich der Effizienz der Kältemittel Propan und Ammoniak

Empfehlenswert ist zudem die Teilnahme an einem Betriebsvergleich, wo die Benchmark-Werte anonym miteinander verglichen werden. Dies organisiert zum Beispiel das Ingenieurbüro IGS in Hallbergmoos.

Welche Kälteanlage und welches System passen zum Unternehmen?

Häufig wird über „das effizienteste Kältemittel“ und „die beste Kälteanlage“ diskutiert. Doch bei genauerer Betrachtung ist dies nur einer der Bausteine zu einem guten System – aber dennoch ein wichtiger Baustein. Hier stellt sich oft die Frage, „ist teuer gleich gut?“ und gilt „wer günstig kauft, kauft zweimal?“

Systemaufbau

In Brauereien sind primär drei Systeme gängig:

- Ammoniak-Direktverdampfungssysteme
- Insellösungen mit vielen kleinen Direktverdampfungssystemen (R22, R404A, R134a etc.)
- Indirektes Glykolsystem

Häufig findet man in Großbrauereien die Variante a), auch wenn viele wegen der hohen Kältemittelmengen im Unternehmen und der damit verbundenen Auflagen und Risiken bereits nach einer Alternative suchen.

Bei Neuerrichtungen von Großbrauereien wird bereits aufgrund der Sicherheitsthematik und des hohen

Investments häufig auf die Variante c) gesetzt.

Auch für kleine und mittelständische Brauereien bietet die Variante c) eine hohe Flexibilität durch eigenständige Handlungsmöglichkeiten, eine sehr hohe Sicherheit und eine hohe Effizienz. Ein weiterer Vorteil ist die Unabhängigkeit der Kältemaschine, die wie ein Modulsystem beim Heizkessel an ein bestehendes Wassersystem angeschlossen wird und einfach verstanden und betreut werden kann.

Variante b) deutet meist auf eine gewachsene Struktur hin und ist in der Praxis aufgrund der Komplexität und Überschneidungen nicht zu bevorzugen.

Wahl des Kältemittels

Soll ein Glykolsystem geplant oder umgesetzt werden, stehen eine große Auswahl an Stoffen zur Verfügung, welche als Kältemittel in der Anlage arbeiten können. Die Eignung der Kältemittel wird jedoch von diversen Faktoren beeinflusst, die die Auswahl sehr schnell verkleinern. In Abbildung 1 sind die gängigsten Kältemittel für Brauereien aufgeführt. Ersichtlich sind der Kältemittelpreis je kg, der Treibhauseffekt GWP, die Brennbarkeit und Toxizität sowie die Effizienz unter Brauereibedingungen (bei der Ermittlung der Effizienz wurden immer die gleichen Betriebs- und Rahmenbedingungen unterstellt und jeweils das Kältemittel angepasst).

Es zeigt sich, dass keines der Kältemittel ein eindeutiger „Gewinner“ ist, jede Situation erfordert eine individuelle Betrachtung und Lösung.

Effizienz genauer betrachtet

Die Vielzahl der Kältemittel verunsichert häufig und schnell rücken zwei Eigenschaften in den Vordergrund: die Zukunftsfähigkeit und die Effizienz.

Wird bei der Brauereikühlung ein Glykolsystem betrieben, sind die Kältemittelmengen sehr gering. Hier entspannt sich das Thema Kältemittelauswahl deutlich. Die aktuelle Gesetzeslage ist wie folgt: Alle Kältemittel mit einem GWP unter 2500 sind bis über das Jahr 2030 hinweg in stationären Anlagen ausnahmslos erlaubt. Häufig werden hier irreführende Informationen verbreitet, aber eines ist mit Sicherheit festzuhalten: Mit natürlichen Stoffen ist man hinsichtlich der F-Gase-Verordnung immer auf der sicheren Seite.

Bezüglich der Effizienz wird der Fokus im Folgenden zum Vergleich auf zwei natürliche Kältemittel gelegt. Beispielhaft zeigt Abbildung 2 die Effizienz von Propan und Ammoniak.

Es zeigt sich, dass die Leistungszahlen von Propan (3,97) und Ammoniak (3,87) sehr nah beieinander liegen. Abbildung 2 zeigt auch eine häufige Fehlerquelle beim Vergleich: Klemmenleistung und Wellenleistung, aus welcher die Leistungszahl berechnet wird. Bei der Wellenleistung fehlt die Einbeziehung sämtlicher Antriebsverluste, die aber trotzdem im Betrieb entstehen (Motorwirkungsgrad, Frequenzrichterverluste, ggf. Getriebe- und/oder bei alten Anlagen Keilriemenverluste). Bei der Klemmenleistung sind diese Aufwendungen bereits enthalten. Deshalb ist

die Berechnung der Leistungszahl über die Wellenleistung grundsätzlich falsch, wird aber in der Praxis nahezu überall so gehandhabt. Dadurch entsteht auch häufig der Eindruck, Ammoniak-Kälteanlagen mit reinem R717- oder R723-Kältemittelgemisch wären effizienter als andere, was jedoch nicht stimmt.

Bei der Entscheidung, ob R723 oder R290 gewählt werden soll, kann die Brennbarkeit außen vorgelassen werden, da beides brennbare Stoffe sind. Die Füllmengen unterscheiden sich in beiden Systemen nur sehr gering, womit sich die Thematik zusätzlich relativiert.

Praxisbeispiel

Bei Ostfriesen Bräu in Bagband entschied man sich für eine Propan-Kälteanlage (R290), die Investitionskosten lagen 50 Prozent unter den Kosten einer Anlagenlösung mit Dimethylether-Ammoniak (R723) und gleichauf mit einer technisch vergleichbaren Kälteanlage mit synthetischem Kältemittel. Die Kälteanlage wurde im Freien platziert, wodurch weniger Sicherheitsauflagen zu berücksichtigen waren. Die Anlage ist redundant mit zwei Kältekreisläufen

aufgebaut und beinhaltet eine Wärmerückgewinnung, die als Heißgasentlüftung ausgeführt ist. Die neue R290-Kälteanlage vom Hersteller Green Roggenkamp versorgt die Brauerei zuverlässig, sicher und effizient. Die Förderung des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) deckte bei diesem Projekt zudem den Pufferspeicher, die Luftkühler, die Rohrleitungen und sogar die Planungskosten mit ab. Weiterhin können im Zuge dieser Förderung Brauwasserkühler oder ESKIs bezuschusst werden.

Förderung und Investitionseinsparung

Eine Propan- oder Ammoniakanlage kann über das Natürliche-Kältemittel-Programm des BAFA gefördert werden. Der Antrag kann von der Brauerei selbst gestellt werden. Eine weitere Möglichkeit der Förderung besteht über die Energieersparnis der neuen Anlage im Vergleich zu einem Standardsystem bzw. des bestehenden Systems. Da dieses entsprechend effizienter ist, wird es dann mit 700 Euro pro Tonne CO₂-Einsparung (allerdings nur bis max. 40 Prozent der Investitionsmehrkosten der Ge-



samtmaßnahme) über das Modul 4 des BAFA oder der KfW gefördert. Das Heranziehen eines Energieberaters ist hierfür Voraussetzung.

Fazit

Ein erfolgreiches Unternehmen sollte wissen, wo es steht und wo es hin möchte, auch beim Energie- und Ressourcenverbrauch. Die Vorgehensweise über die Benchmark-Punkte ist hierfür eine klare und einfache Hilfe. Auch zum Thema Kälteversorgung zeigt sich eine klare Richtung, denn mit der Nutzung eines indirekten Glykolsystems zur Kühlung stellt sich das Unternehmen zukunftsorientiert, betriebssicher und flexibel auf. Zudem ist man bei einem Glykolsystem aufgrund der geringen Kältemittelfüllmenge sehr flexibel in der Wahl des Kältemittels. Bei der Effizienz kommt es nicht darauf an, welches Kältemittel gewählt wird, sondern wie die Kälteanlage aufgebaut wird. Somit kann unter Berücksichtigung von Investitionskosten, Sicherheit, Umweltverträglichkeit, Platzbedarf u.v.m. der richtige Stoff für die individuelle Situation gewählt werden. Das Kältemittel Propan zeigt sich als eine natürliche Alternativlösung für die Brauereikühlung der Zukunft. □



Abb. 3: Beispiel einer Propan-Kälteanlage

Tobias Schlögl

als Abteilungsleiter EnergyService bei Trane Roggenkamp beschäftigt er sich mit energetischer Betriebsoptimierung energieintensiver Unternehmen mit Schwerpunkt Brauereikühlung



www.trane-roggenkamp.de