

Einfache Ratschläge befolgen

Energiewirtschaft in der Brauerei

Energieeffizient zu arbeiten macht besonders viel Spaß, wenn es wirtschaftlich sinnvoll ist. Werbewirksame, komplexe (komplizierte) sowie moderne (von der Politik oder der Presse unterstützte) Maßnahmen werden in der Regel motivierter durchgeführt, als langweilige wie zum Beispiel die Verbesserung der Wärmedämmung oder der Einsatz wirkungsgradstarker Getriebe. Einen Pkw mit Hybridantrieb kauft niemand weil er wirtschaftlich sinnvoll ist.

Die ökologische Diskussion wird – von der Politik gesteuert (noch) – sehr oberflächlich geführt. Alle sparen das „giftige“ CO₂, auf das das Leben genauso angewiesen ist wie auf Sauerstoff oder Wasser. CO₂ lässt sich dauerhaft einsparen indem man beispielsweise Kohlegruben schließt – denn Kohle die nie gefördert wird, kann auch kein CO₂ erzeugen. Bäume speichern zwar CO₂, wenn sie aber verfeuert werden oder abgestorben (auch im Regenwald) verfaulen, wird praktisch die identische Menge CO₂ frei, die sie gespeichert hatten.

Bei der Verwendung von Holz zum Bau von Gebäuden wird das darin gespeicherte CO₂ dem Kreislauf solange entzogen wie das Gebäude existiert. Holz erzeugt – bezogen auf das eigene Gewicht – bei der Verbrennung etwa die 1,4-fache Menge CO₂, das heißt 1 t Holz „entzieht“ der Atmosphäre ca. 1,4 t CO₂. Unter anaeroben Bedingungen, wie zum Beispiel eingegraben in verdichtetem Boden oder im Meer tief genug versenkt, verrottet Holz praktisch nicht. Bei der Versenkung im Meer ist jedoch zu berücksichtigen, dass die meisten Hölzer nicht nur in Salzwasser einen positiven Auftrieb haben, das heißt sie schwimmen.

Wenn unsere Autos 30 Prozent weniger Kraftstoff verbrauchen, wird das CO₂ leider nicht „eingespart“, sondern einfach nur zu einem späteren Zeitpunkt frei. Das durch die Verbrennung von Erdölprodukten

erzeugte CO₂ wird dann nicht innerhalb von 50, sondern bspw. von 51 Jahren frei, da andere Länder eventuell kein CO₂ „sparen“ und zahlreiche Potenziale wie etwa im Bereich der Heizung ignoriert werden. Dann fällt die Gesamt-„Einsparung“ deutlich geringer aus, als es der Minderverbrauch eines einzelnen Autotyps vermuten lässt.

Bei einem Einfamilienhaus werden durch einen Brennwertkessel statt eines normalen Heizkessels ohne Komforteinbußen durchschnittlich mindestens 2.000 kWh thermischer Energie im Jahr eingespart – das entspricht in etwa 200 Liter Kraftstoff. Wenn ein Auto 15.000 Kilometer im Jahr fährt, müsste der reale Kraftstoffverbrauch um 1,3 l/100 km sinken, um die identische Kraftstoffmenge zu sparen.

Wirtschaftlich sinnvolle Investitionen

Nachfolgend sollen nur Maßnahmen betrachtet werden, die eine wirtschaftlich sinnvolle Investition – auch im Gesamtzusammenhang – in Aussicht stellen.

Sonnenenergie kann entweder durch Subventionen oder durch die Bewertung als Werbungskosten wirtschaftlich werden. Auch der Betrieb von Kraftwärmekopplungen, die durch Einsatz von Palmöl oder anderen nachwachsenden Rohstoffen wirt-

schaftlich werden, weil dies von der Politik so gewünscht wird, soll hier unberücksichtigt bleiben.

Eine Form der Systematisierung ist die Unterscheidung in Maßnahmen, die das Produkt bzw. die Herstellung direkt beeinflussen (solche die Arbeitsabläufe, Mitarbeiter oder ähnliches betreffen) und Maßnahmen die keinerlei Einflüsse auf die Produktion einnehmen (z.B. Vertrag über die Lieferung von elektrischer Energie, thermischer Energie, Primärenergie oder Wärmedämmungen).

Die Herstellung oder das Produkt werden z. B. direkt beeinflusst durch

- eine veränderte Rekuperation der Kurzzeiterhitzer oder des Würzekühlers,
- durch veränderte Grenzflächentemperaturen bei Erhitzung und Kühlung,
- veränderte Technologien z. B. zur Würzeaufheizung oder -kochung.

Raimund Kalinowski

Raimund Kalinowski, Sachverständigenbüro und Wirtschafts-Mediator (QDR). Staatlich anerkannte Gütestelle nach § 794 Abs.1 Nr. 1 ZPO. Von der IHK öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Maschinen und Anlagen der Brauerei und Getränkeindustrie: Planungs- und Ausführungsfehler (www.sachverstand-gutachten.de)



Arbeitsabläufe und Mitarbeiter betreffen z. B.

- gedämmte Sedimentationstanks der Waschmaschinenlauge,
- veränderte Beleuchtungseinrichtungen,
- andere Raumklimatisierungsanlagen und Ähnliches.

Im Bereich der Vertragsgestaltung mit Energieversorgungsunternehmen (EVU) sind zahlreiche Gestaltungsmöglichkeiten denkbar. Dies beinhaltet auch das Verbot einer Installation einer Kraftwärmekopplung oder die Erlaubnis, dass das EVU ein in der Brauerei vorhandenes Notstromaggregat z. B. 50 Stunden im Jahr betreiben darf. Bestimmte Stromverbraucher wie z. B. die Kälteanlage können evtl. über die Rundsteueranlage des EVU geschaltet werden.

Weitere nicht brauereispezifische Maßnahmen wie Beleuchtung, Druckluftzeugung inklusive Höhe des Drucks im Druckluftnetz oder Wärmeerzeugung und Wärmedämmung, sind meistens einfach umzusetzen und amortisieren sich häufig sehr schnell, wenn entsprechend sorgfältig geplant wurde. Einfach jede zweite Leuchtstoffröhre zu entfernen oder vorhandene Leuchtstoffröhren gegen LED-Brenner zu tauschen, kann hingegen teuer werden, wenn z. B. Aspekte der Arbeitsplatzbedingungen oder der Unfallverhütung nicht bedacht werden.

Auch wenn bereits viel über den Wirkungsgrad von Getriebemotoren oder Pumpen geschrieben wurde, wird die Auswahl dieser Bauteile in der Regel noch immer dem Anlagenbauer überlassen. Bei Getriebemotoren werden meist wirkungsgradschwache Schneckengetriebe gewählt, die zwar in der Anschaffung billiger sind aber bei den Kosten während der Gesamtnutzungsdauer schlechter abschneiden. Über 95 Prozent der in deutschen Brauereien installierten Pumpen sind nicht optimal ausgewählt worden. Abgesehen vom schlechteren Wirkungsgrad bei Pumpen mit tiefgezogenen Ringkanalgehäusen, werden sie häufig falsch ausgelegt, sodass in der Regel der Wirkungsgrad um relativ mindestens 20 Prozent höher sein könnte.

Jede Maßnahme im Zusammenhang betrachten

So wie Autobauer ihre Autos für 95 Prozent der Menschen bauen,

produzieren viele Brauereien ihr Bier nach dem Grundsatz: „Änderungen, die 95 Prozent der Konsumenten nicht schmecken können, sind akzeptabel“. Es gibt aber auch Brauer, die erfolgreich Bier für die 5 Prozent herstellen, die auch geringe Unterschiede schmecken können.

Die Erkenntnis, dass jede Maßnahme im Zusammenhang betrachtet werden muss, klingt banal und wird doch regelmäßig missachtet. Wenn ein Anbieter etwas behauptet, sollte man dies zunächst vollständig verstehen und dies als zugesicherte Eigenschaft vertraglich vereinbaren, wobei die vom Betrieb zu erfüllenden Voraussetzungen realistisch und real erfüllbar sein müssen.

Bei zahlreichen Brauereien zeigt aber die Praxis, dass dieser einfache Rat häufig nicht befolgt wird. Wenn der Repräsentant eines Lieferanten seine Technik nicht so erklären kann, dass ein durchschnittlich begabter Hauptschüler es versteht, hat er es möglicherweise selbst nicht verstanden, oder es kann nicht so funktionieren wie er es beschreibt.

KZE

Bei zahlreichen Installationen erkannte der Betreiber erst nach einiger Zeit, dass wichtige Aspekte übersehen wurden. Wenn eine Brauerei z. B. einen Kurzzeiterhitzer mit 90 Prozent Wärmerückgewinnung gegen einen mit 95 Prozent Wärmerückgewinnung austauscht, spart sie sich dann die Hälfte der Energie ein? – im Prinzip nur dann, wenn man ihn unendlich lange betreibt. Wenn der Rekuperationsabschnitt den doppelten Wirkungsgrad bietet, muss entsprechend mehr Wärme übertragen werden. In der Regel werden folgende Fälle eintreten:

- die Masse und das Füllvolumen des Apparates werden durch zusätzliche Platten erhöht,
- der Druckverlust wird möglicherweise ansteigen, sodass die Pumpleistung erhöht werden muss,

- beim Sterilisieren und Abkühlen werden mehr Zeit und mehr Energie benötigt, um mehr Edelstahl und ein größeres Füllvolumen zu erwärmen und wieder abzukühlen,
- beim An- und Abfahren fallen größere Mischzonen durch das größere Flüssigkeitsvolumen an,
- das geänderte Temperatur-Zeit-Profil verändert auch den Geschmack, obwohl die meisten Biertrinker den Unterschied nicht schmecken können.

Statt einen bestimmten Rekuperationswirkungsgrad, der von der Pasteurisationstemperatur abhängig ist, zu fordern, ist es sinnvoller die Temperaturdifferenz (Ein- und Austritt) zwischen dem Erhitzer zu definieren.

Erschwinglich, aber nicht immer wirtschaftlich sinnvoll, sind Apparate mit einer Temperaturdifferenz von 3 K. Wenn man statt 3 K den doppelten Wert von 6 K wählen würde, wäre der Rekuperationsabschnitt etwa halb so groß. Der Erhitzer und der Kühler würden sich nicht oder nur wenig verändern, da üblicherweise die Rekuperation primär thermodynamisch und sekundär hydraulisch ausgelegt wird.

Beim Erhitzer und Kühler ist es hingegen umgekehrt: Sie werden hydraulisch passend zur Rekuperation gewählt und danach wird geprüft, ob sie aus thermodynamischer Sicht ausreichend groß dimensioniert sind, was (fast) immer der Fall ist. Große Flächenreserven im Erhitzer oder Kühlabschnitt zeigen nicht die Großzügigkeit des Lieferanten, sondern dass hydraulische Aspekte die Größe bestimmten.

Eine KZE mit 6 K Temperaturdifferenz hätte pro 100 hl/h einen thermischen Mehrenergieverbrauch von 35 kW fürs Erhitzen und 35 kW fürs Kühlen gegenüber der mit einem ΔT von 3 K zuzufolge. Eine KZE mit einem ΔT von 3 K muss mehrere Stunden ununterbrochen betrieben werden, um die gegenüber einer KZE mit einem ΔT von 6 K deutlich höheren Verluste beim An-/Abfahren und der CIP/SIP auszugleichen.

Nach dem Stand der Technik sollte das Erhitzen und Abkühlen so schnell und die Pasteurisationstemperatur so hoch wie möglich sein. Eine Heizhaltezeit im eigentlichen Sinne wird nicht benötigt. Die heute noch üblichen Kurzzeiterhitzungen mit Sekundärkreislauf, Rekuperations-, Erhitzungs- und Kühlabschnitt – ausgeführt als Plattenapparat auf einem ein-

zigen Gestell mit Heißhaltezeiten um 30 Sekunden – werden seit über 40 Jahren nahezu unverändert so ausgeführt und sind eigentlich schon lange nicht mehr zeitgemäß.

Vermutlich werden einige namhafte Anbieter innerhalb der kommenden zwei Jahre Kurzzeiterhitzer auf den Markt bringen, die die Erkenntnisse der vergangenen zehn Jahre berück-

sichtigen. Das heißt mit einer Rekuperation mit folgenden Eigenschaften (siehe Abb. 1):

- abgestimmt auf die Arbeitsweise beim Kunden,
- direkt mit Dampf betriebener Erhitzer,
- geringere Grenzflächentemperaturen und geringere Temperaturunterschiede im Produkt als dies heute mit Plattenapparaten möglich ist;
- ohne Heißhalter,
- Kühler bevorzugt als Rohrbündel mit NH_3 -Direktverdampfung oder als Plattenapparat mit eigenem Gestell.

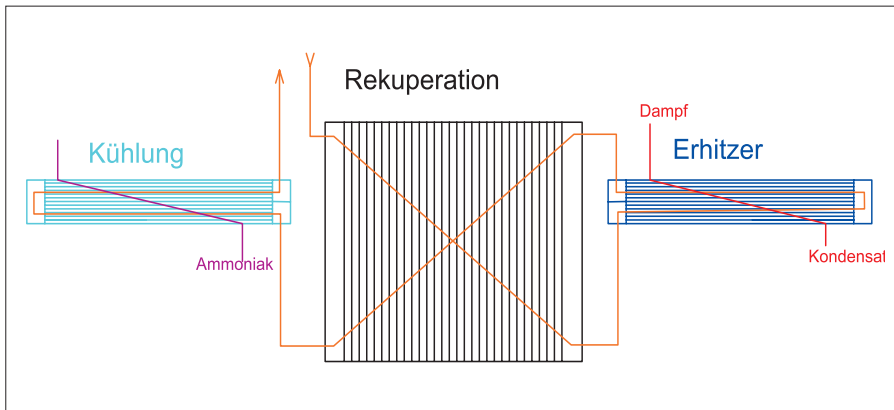


Abb. 1: Prinzipschema zeitgemäße KZE

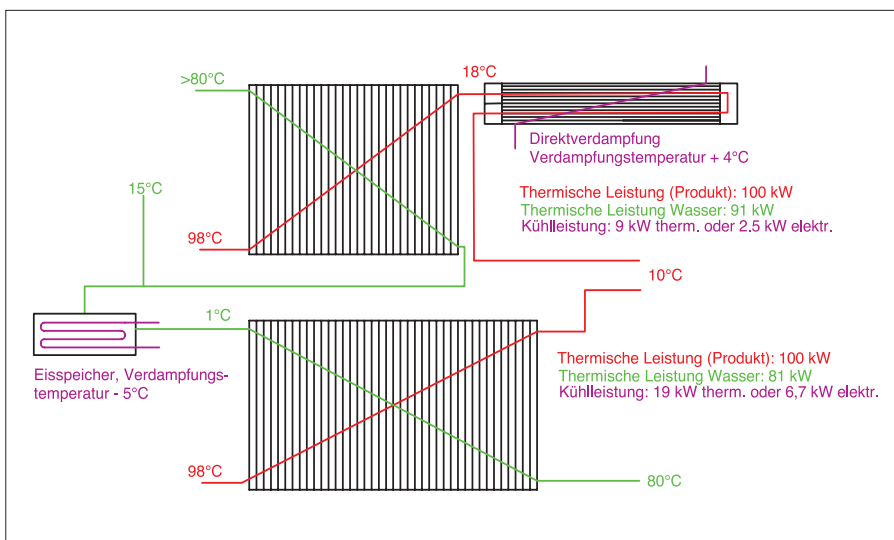


Abb. 2: Vergleich einstufiger Würzekühler mit zweistufigem Würzekühler

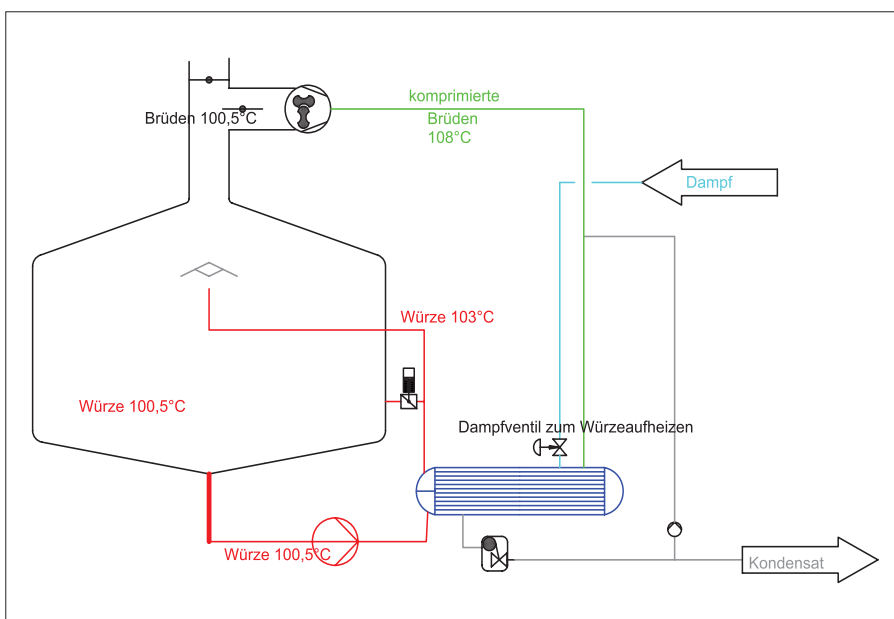


Abb. 3: Prinzipschema Brüdenkompression

Würzekühler

Hydraulisch wird der Kühler so ausgelegt, dass er einen Teil der Druckhaltung übernimmt. Real ausgeführte mit Eiswasser betriebene einstufige Würzekühler sind immer unwirtschaftlicher als zweistufige, die mindestens durchschnittlich ausgelegt wurden. Wenn die zweite Abteilung eines zweistufigen Würzekühlers als Kühler mit NH_3 -Direktverdampfung ausgeführt wird, verbessert dies die Wirtschaftlichkeit zusätzlich (siehe Abb. 2).

Brüden dampfkompression

Indikatoren erhalten unberechtigterweise zunehmend den Status einer Leitgröße. Ein Bier das den Geschmacksschwellenwert von Diacetyl deutlich unterschreitet, kann natürlich trotzdem nach „Gärkeller“ schmecken. Eine ausreichende Kochung über den DMS-Gehalt zu definieren mag den meisten „95 Prozent-Brauern“ genügen.

Es gibt aber auch Brauer die über eine Brüden dampfkompression (siehe Abb. 3) oder andere geeignete Einrichtungen verfügen, um wirtschaftlich vertretbar eine konservativ geprägte Menge während der Würzekochung zu verdampfen. Eine optimal ausgelegte mechanische Brüdenkompression benötigt etwa $2 \text{ kWh}_{\text{elektr.}}$ um 1 hl Wasser zu verdampfen.

Wirtschaftlichkeit von Wärmespeicher

Bei der Berechnung der Wirtschaftlichkeit von Wärmespeichern oder ähnlichen Verfahren sind das An- und Abfahren sowie Stillstandszeiten zu berücksichtigen. Dies gilt ganz besonders, wenn Wärme abteilungsübergreifend genutzt werden soll, da hier durch die saisonalen Schwan-

kungen und entsprechende organisatorische Voraussetzungen das reale Ergebnis signifikant von dem theoretisch möglichen abweichen kann.

Falls die Erwärmung der Läuterwürze auf z.B. 95 °C mit Warmwasser durchgeführt wird, das aus der Bründen Kondensation stammt, sollte erwogen werden, die Abmaischtemperatur auf 72 °C zu verringern. Auch wenn in Lehrbüchern geschrieben steht, dass der Einfluss der geänderten Viskosität die Läuterzeit verlängern würde, bestätigen praktische Versuche die theoretischen Überlegungen, dass die Viskositätsänderung bei den üblichen Fließgeschwindigkeiten keinen messbaren Einfluss auf die Läutergeschwindigkeit hat. Die Nachverzuckerung ist bei 72 °C günstiger als bei 78 °C.

Wenn man 100 hl Würze von 72 °C auf 95 °C mit Wasser aus der Bründen

Kondensation erwärmt, müssen dafür etwa 65 hl Maische nicht mit Dampf erwärmt werden, hierdurch werden (auf 100 hl Würze bezogen) 67 kg Dampf oder 55 kWh Primärenergie eingespart.

energie. Statt lauwarmes Wasser aus einer Rekuperation der Druckluft- oder Kälteanlage zu verwenden wird in der Regel Kaltwasser eingesetzt, das dann mit Frischdampf erwärmt wird.

Fazit

Eine Brauerei die heutzutage noch zu viel Warmwasser aus der Rekuperation hat, sollte erwägen, Toyota Prius für den Außendienst anzuschaffen. Henry Ford sagte einmal: „Enten legen ihre Eier in aller Stille, Hühner gackern dabei wie verrückt. Was ist die Folge? Alle Welt isst Hühnereier.“ Auch wenn die Politik durch nahezu unerschöpfliche Werbungsressourcen laut „gackert“ sollte man überlegen ob Enteneier nicht der wirtschaftlichere Weg sind, um satt zu werden. □

CIP-Anlagen

Die CIP-Anlagen sind in vielen Brauereien Hauptverbraucher an Wärme-

Temperaturüberwachung bei der Bierpasteurisation direkt in der Flasche

Der Temperaturmessgerätehersteller ebro Electronic (www.ebro.com) entwickelte mit dem EBI 11 einen neuen Mini-Datenlogger, der vor allem dort zum Einsatz kommt, wo beengte Platzverhältnisse den Einsatz herkömmlicher Datenlogger erschweren oder nur durch aufwendige Fühlerkonstruktionen ermöglichen.

Für eine sichere und gleichzeitig schonende Konservierung des Bieres muss dessen Pasteurisationsprozess im Pasteur ständig und lückenlos überwacht werden. Herkömmlicherweise werden bei der Bierpasteurisation die Datenlogger auf den Flaschen befestigt, wobei zum Beispiel ein Messfühler in das Produkt eingebracht wird. Aber durch den hohen Schwerpunkt kippen die Flaschen leicht um. Zudem ist diese Methode zeitaufwendig, kompliziert und neigt häufig zu konstruktionsbedingten Ungenauigkeiten, so das Ingolstädter Unternehmen.

Die Überwachung des Pasteurisationsprozesses mit dem EBI 11 soll dagegen nun wesentlich einfacher und sicherer werden. Bevor die Logger zum Einsatz kommen, werden sie über das Softwareprogramm Winlog.pro programmiert. Die Logger werden danach mittels speziell angepasster Adapter innerhalb der Flaschen positioniert. Anschließend durchlaufen die Testflaschen gemeinsam mit der laufenden Produktion den Pasteurisationsprozess. Nach der Messung werden alle Logger gleichzeitig über das Softwareprogramm ausgelesen und der PE-Wert wird automatisch errechnet. So kann auf Basis der PE-Wert-Berechnung der Pasteurisationsprozess nachgeregelt und optimiert werden.

Ein optimales Temperatur-Zeit-Verhältnis sorgt für gleichbleibende Qualität des Produktes und ein optimales Zeit- und Kostenmanagement während der Produktion. Durch Übereinanderlegen der Kurven oder das Vergleichen der tabellarischen Werte kann überprüft werden, ob die Pasteurisation an allen Stellen die gleiche Temperaturhöhe erreicht hat. Allein durch das gleichzeitige Programmieren und Auslesen kommt es zu einer Zeitersparnis pro Einsatz der Logger von bis zu 20 Minuten. Und weil der Logger innerhalb der Flasche angebracht ist, spart man Platz und es besteht keine Höhenlimitierung mehr, betont das Unternehmen. Die Flasche passt durch den Pasteur, bleibt nicht mehr hängen und steht insgesamt stabil, da sie nicht kopflastig ist.



Der Logger kann auch bei Flaschen unterschiedlicher Größe genutzt werden. Wo bisher unterschiedliche Logger mit längerem bzw. kürzerem Fühler eingesetzt werden mussten, wird beim EBI 11 nur der Adapter gewechselt, um in verschiedenen Flaschentypen wieder den Cold Spot zu erreichen. (CM)

Ebro auf der Brau Beviale: Halle 4, Stand 218