die ernährungsindustrie 09/2009, Anlagen und Apparate, S. 4, 10.09.2009, 09:11, SCMO

Für Mälzereien

Strahlpumpen optimieren Bodenkühlung

Dr. Renate Kilpper und Prof. Dr. U. Bälz

Die Herstellung von Malz ist eine wesentliche Vorstufe für den späteren Brauprozess. Ein wesentlicher Schritt beim Mälzen ist das Keimen der Gerste. Dabei entsteht Wärme, die abgeführt werden muss. Das erfolgt in der Regel über eine Bodenkühlung. Besonders effizient und ökologisch lassen sich solche Kühlkreisläufe mit Strahlpumpen betreiben.

Zentraler Teilprozess beim Mälzen ist das Keimen der Gerste (Bild 1). Dazu wird die gereinigte und sortierte Gerste in Weichbottichen (Weiche) mehrere Tage in Wasser eingeweicht. Ist ein Wassergehalt von 45 bis 46 % erreicht, wird das Getreide auf dem Boden in einer Schicht mit einer Höhe von 5 bis 10 cm ausgelegt. Bei Temperaturen von 14 bis 20 °C beginnt es zu keimen. Hierbei handelt es sich um einen exothermen biochemischen Prozess, der zu einer Wärmeentwicklung innerhalb des Keimguts führt. Diese Wärme muss abgeführt werden. Früher war deshalb das Mälzen auf die kalten Monate des Jahres beschränkt. Heute gibt es andere Möglichkeiten zur kontrollierten Ableitung der „Atmungswärme der Keimlinge“: Das Keimgut wird gewendet, wobei der Boden gekühlt wird.

Kühlschlangen im Boden

Zu diesem Zweck sind in den Boden Kühlschlangen eingebaut. Sie bringen die Bodenoberfläche auf eine Temperatur von etwa 6 °C, sodass sich im Keimgut eine Kerntemperatur von 15 bis 18 °C einstellt. Zur Regelung der Vorlauftemperatur auf 6 °C können Strahlpumpen mit pneumatischem Stellantrieb eingesetzt werden. Bälz hat eine derartige Anlage für eine Mälzerei mit 14 zu kühlenden Mälzanlagen realisiert.

Strahlpumpen haben sich auch in anderen Bereichen der Brauereiindustrie etabliert, beispielsweise bei der Darre-Trocknung oder im Sudhaus beim Würzekochen.

Im Unterschied zur herkömmlichen elektrodynamischen Wasser-Wärmeverteilung mit Umwälzpumpen und Dreiwegeventilen erfolgt die Regelung mit Strahlpumpen über eine hydrodynamischer Wasser-Wärmeverteilung, im Fall der Mälzung einer hydrodynamischen Wasser-Kälteverteilung. Besonderer Vorteil dieser Methode ist, dass sie Temperaturschwankungen sehr gut ausgleicht.

Der Kühlkreislauf im Boden funktioniert folgendermaßen: Über das primärseitige Kältemittel NH_3 in Verbindung mit einem Kälteplattenübertrager wird der sekundärseitige Kühlwasservorlauf zu den Strahlpumpen auf eine Temperatur von 4,7 °C gebracht. Die Beimischung des Rücklaufwassers – es hat eine Temperatur von 7 °C – ergibt mithilfe der Strahlpumpe eine Kühltemperatur von 6 °C in den Rohrleitungen im Boden. Die Kühlleistung pro Kreis beträgt 20 kW. In einer Mälzerei mit 14 zu kühlenden Mälzanlagen ergibt sich eine Gesamtkühlleistung von 280 kW.

Der Aufbau des Kühlsystems ist in Bild 3 dargestellt. Nach jeder Strahlpumpe teilt sich die Rohrleitung in zwei Stränge mit jeweils 40 Vorlaufanschlüssen. Der Rohrleitungsabstand beträgt ca. 10 cm. Diese Art der Verlegung und die äußerst geringe Temperaturdifferenz von nur 1 °C zwischen Vorlauf- und Rücklauftemperatur stellt sicher, dass der gesamte Boden mit annähernd gleicher Temperatur gekühlt wird. Die Regelung der Vorlauftemperatur von 6°C erfolgt elektropneumatisch. Dabei wird ein stetiges 4...20-mA-Signal vom Regler auf den Stellungsregler der Strahlpumpe mit pneumatischem Stellantrieb gegeben. Bei einer Kühlleistung von 20 kW und einer Spreizung von 1°C ergibt sich eine Rohrnennweite von DN 65 mit einer Strahlpumpendüse von 16 mm. Alle akti-

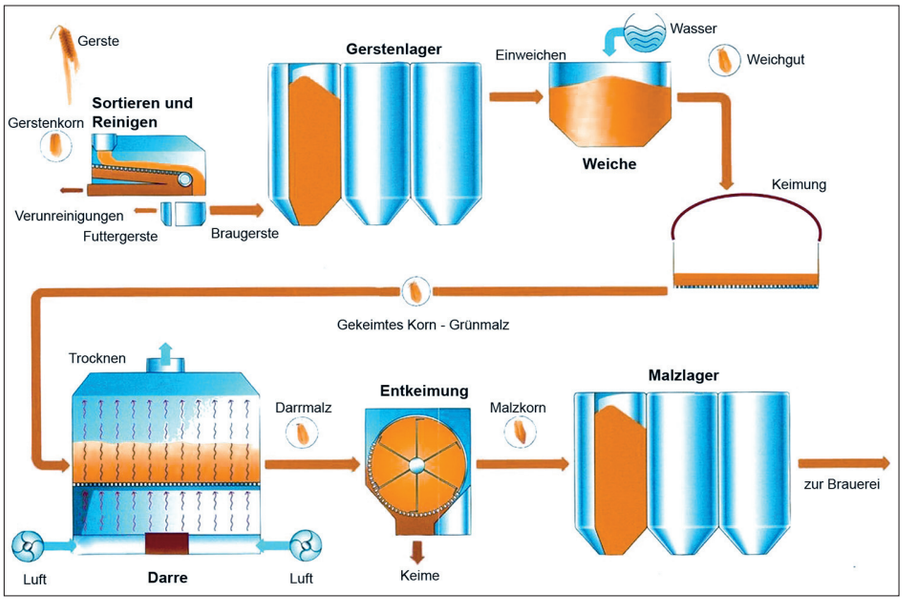

Bild 1 Stationen der Malzgewinnung im Überblick

Regelbare Strahlpumpen

Aufbau und Funktionsweise einer Strahlpumpe sind in Bild 2 dargestellt. Die Leistung der Pumpe lässt sich über den Hub des Düsenkegels in der Treibdüse einstellen. Der Stellantrieb für die Strahlpumpe kann pneumatisch oder elektrisch sein. In der Düse zieht der energiegeladene Treibstrahl des Massestroms das Beimischwasser aus dem Rücklauf in das Mischrohr. Hier vermischen sich beide Ströme. Über die Einstellung des Hubs des Düsenkegels und den damit veränderbaren Düsenquerschnitt stellt sich dort die gewünschte Vorlauftemperatur exakt ein. Die Druckenergie des Treibstrahls wandelt sich in kinetische Energie um. Diese Energie genügt, um das Mischwasser im Heizkreis – ohne eine zusätzliche Umwälzpumpe – zirkulieren zu lassen. Der Regelbereich, den eine Strahlpumpe zuverlässig abdeckt, ist außergewöhnlich groß. Er liegt in den meisten Fällen zwischen 0 und 100%.

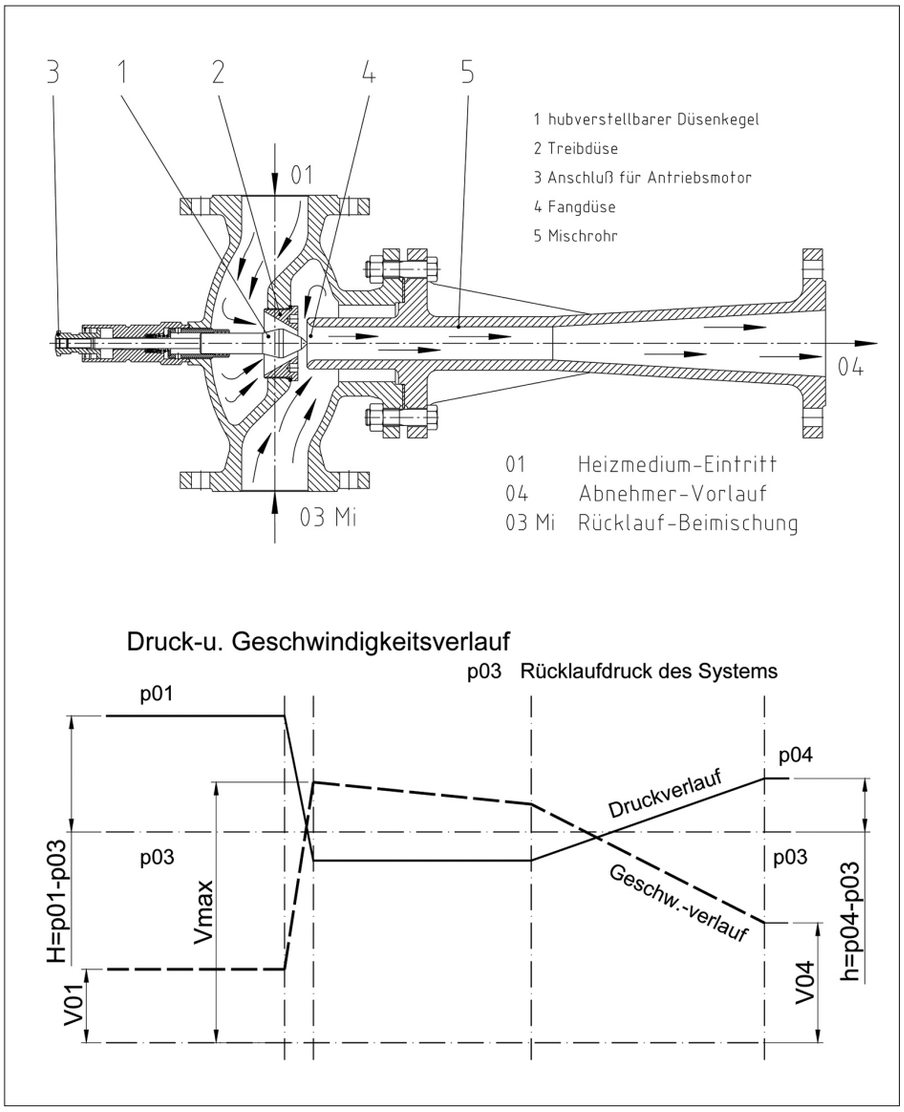

Bild 2 Funktion sowie Druck- und Geschwindigkeitsverlauf einer Strahlpumpe

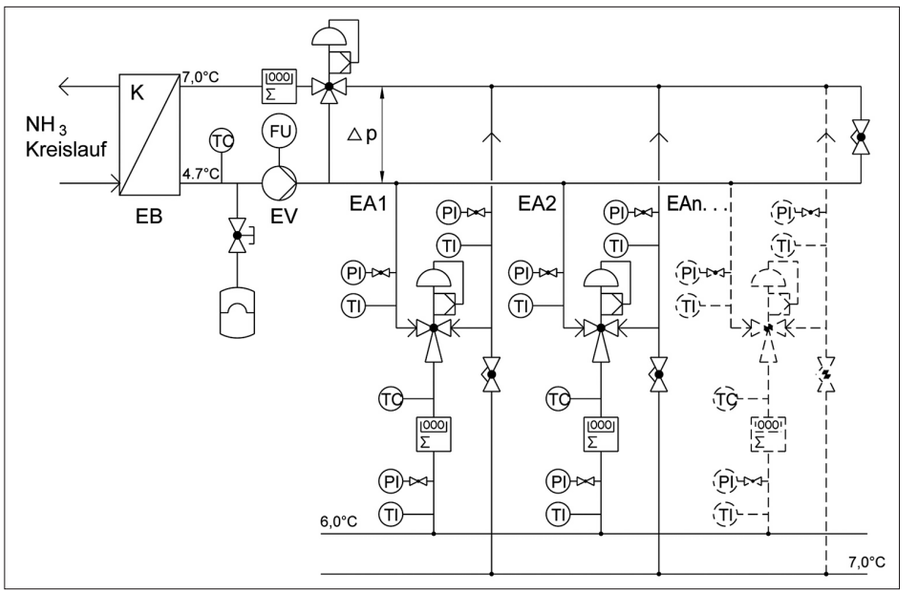

Bild 3 Aufbau des Bodenkühlkreislaufes mit hydraulischer Schaltung (K Kühler, EB Energiebereitstellung, EV Energieverteiler, EA Energieabnehmer, TC Temperaturkontrolle, TI Temperaturbestimmung, PI Druckbestimmung)

ven Betriebsdaten werden auf das übergeordnete Prozessvisualisierungssystem aufgeschaltet, sodass alle Phasen des Keimungsprozesses in ihrer Gesamtheit zentral überwacht werden können.

Die Gestaltung Regelkontur des Düsenkegels und eine optimal an den Prozess angepasste Treibdüse sind die Voraussetzungen für eine exakte Regelung der Vorlauftemperatur auf 6 °C. Dieser Umstand ist für den Mälzungsprozess sehr wichtig, da sich bei zu hohen Temperaturen zu früh Wurzelsubstanz bildet könnte. Letztere würde zu einem Verhaken der Keimlinge führen.

Ursprünglich gab es die Überlegung, über den Kälteplattenübertrager direkt mit einer Vorlauftemperatur von 6 °C und der entsprechenden Rücklauftemperatur von 7 °C zu kühlen. Die Folge: Die benötigte Gesamtwassermenge würde deutlich steigen und sämtliche Zuleitungsrohre müssten auf einen Nenndurchmesser von DN 250 gebracht werden. Aus wirtschaftlichen und baulichen Gründen kam das nicht in Frage.

Deutliche Einsparungspotenziale

Bei einer Bodenkühlung mit der Strahlpumpentechnologie von Bälz profitiert der Anwender von vielfältigen Einspareffekten: So entfallen eine Umwälzpumpe, einschließlich Steuerung und Aufschaltung auf die übergeordnete Leittechnik, sowie Differenzdruckregler, Rückschlagventile und Absperrventile. Hinzu kommen Einsparungen bei der Verdrahtung und den damit zusammenhängenden Anschlussarbeiten. Insgesamt kann eine Mälzerei, die sich für eine Bodenkühlung mit Strahlpumpen anstelle von Umwälzpumpen mit Dreiwegeventilen entschieden hat, über 30 % bei den benötigten Investitionen sparen. Weitere Pluspunkt: Die Betriebskosten von Strahlpumpen sind deutlich geringer. So können die Stromkosten bei 14 eingesparten Umwälzpumpen mit einer Leistung von je 0,4 kW und einer Laufzeit von jährlich 7000 h pro Jahr um etwa 6000 Euro sinken. Gleichzeitig ist die Umweltbelastung, die aus der Kühlung resultiert, bei Einsatz der Strahlpumpentechnologie geringer. Aufgrund der eingesparten Strommenge reduziert sich der CO_2-Ausstoß beim Betrieb von 14 Mälzanlagen um ca. 20 t pro Jahr.

Der Einsatz von Strahlpumpen erhöht des Weiteren die Verfügbarkeit der Kühlanlage, denn diese Pumpen sind im Vergleich zu den Umwälzpumpen deutlich unempfindlicher gegenüber Druckschwankungen und anderen Störungen.

Halle A3, Stand 124