

## Fachbericht

### Auf die richtige Temperatur gebracht

Zeppelin Systems optimiert die Qualität von Backwaren

**Für ein optimales und vor allem reproduzierbares Backergebnis müssen die Rahmenbedingungen konstant sein. Eine wesentliche Rolle spielt dabei die Teigtemperatur der insbesondere von den Rohstoffen (Mehl und Wasser) beeinflusst wird. Dazu kann das Pneumotherm-Batch-Verfahren zur Mehlkühlung wirtschaftlich angewendet werden.**

Großbäckereien produzieren eine breite Palette an Backwaren, die aus unterschiedlichen Teigsorten hergestellt werden. Damit die erzeugten Backwaren immer die gleiche Qualität aufweisen, sollten Teige nach dem Kneten eine bestimmte Zieltemperatur haben. Dies gelingt am besten, wenn Mehle und Flüssigkeiten vor der Verarbeitung gleichmäßig temperiert werden. Insbesondere wenn Mehle in Außensilos gelagert werden, sollten diese vor der Verarbeitung erst einmal auf die richtige Temperatur gebracht werden.

#### Ermittlung der optimalen Teigtemperatur

Bei Weizenteigen zum Beispiel, die mit einer Teigausbeute TA165 hergestellt werden, ist eine optimale Teigtemperatur von ca. 24-26°C einzustellen. Die dafür normalerweise verwendete Wassertemperatur (Leitungswassertemperatur) beträgt 10-12°C und die korrespondierende Mehltemperatur 20°C. Bei standardmäßig eingesetzten Intensivknetern wird eine hohe Energiemenge in den Teig eingeleitet, so dass sich ein großer Teil der mechanischen Energie in thermische Energie umformt und man eine Erwärmung des Teigs um 8-10 °C erhält. Viele Bäcker benutzen eine sehr einfache Formel zur schnellen Berechnung der Teigtemperatur:

$$\frac{\text{Wassertemperatur} + \text{Mehltemperatur}}{2} + \text{Temperaturdifferenz Kneten} = \text{Teigtemperatur}$$

$$\frac{12^{\circ}\text{C} + 20^{\circ}\text{C}}{2} + 10^{\circ}\text{C} = 26^{\circ}\text{C}$$

Die so ermittelte Temperatur liegt bei ca. 26 °C und ist im Bereich der optimalen Teigtemperatur für Weizenteige.

$$\frac{\text{water temperature} + \text{flour temperature}}{2} + \text{temperatur difference kneading} = \text{dough temperture}$$

Leider beträgt die Mehltemperatur oftmals nicht die hier erwähnte, optimale Temperatur von 20°C. In Mitteleuropa oder generell in Mittelmeerländern wird diese in den Sommermonaten häufig überschritten und kann in manchen Fällen sogar 40°C erreichen. Dieser Effekt resultiert aus dem Umstand, von sehr warmen Umgebungstemperaturen und langen Transportwegen die das Mehl in Tankwagen zur Bäckerei zurücklegt. Außerdem erhitzt sich das Mehl während der Lagerung in nicht isolierten Silos, die unmittelbar in der Sonne stehen. In solchen Fällen reicht nicht einmal der Einsatz von Eiswasser mit 2°C, was die oben genannte Bäckerformel umgestellt auf die Temperaturwerte beweist.

$$\frac{2^{\circ}\text{C}+40^{\circ}\text{C}}{2} + 10^{\circ}\text{C} = 31^{\circ}\text{C}$$

Die hier ausgerechnete Teigtemperatur von 31°C ist für Weizenteige viel zu hoch. Der Teig, und damit die Backwaren, würden nicht den gewünschten Qualitätskriterien entsprechen und müssten aussortiert werden. Aus diesem Grund setzen viele Kunden im Mittelmeerraum das Pneumotherm-Batch-Verfahren zur Mehlkühlung ein, mit dem die Mehltemperatur schnell und einfach heruntergekühlt werden kann. Für den Einsatz bei besonderen Teigen, wie z.B. bei Krapfen, deren Teiglinge nach der Gärzeit tiefgefroren werden, sollte die maximale Teigtemperatur 16°C nicht überschreiten. Hier kann nur mit Hilfe von Eiswasser (2°C) und einer Mehltemperatur von 8°C die optimale Teigtemperatur erreicht werden.

Generell kann gesagt werden: Schwankende und zu hohe Teigtemperaturen verursachen einen schlechter zu verarbeitenden, klebrigen Teig und führen zu unerwünschten Backergebnissen. Der Teig geht nicht gleichmäßig auf und das Produkt wird unterschiedlich groß. In der Verpackungsanlage kommt es womöglich zu Bruch durch die unterschiedlichen Größen.

### **Kühlverfahren für Mehle**

Zu den beliebtesten Kühlverfahren zählen hier das Absenken der Teigtemperatur mit Eis, Flüssigstickstoff oder kalte laminare Luftströmungen. Das Verfahren mit Scherbeneis oder Flockeneis hat hygienische Nachteile und es ist schwer zu regulieren. Sehr häufig wird das Mehl vor dem Eintritt in den Knetkessel mit flüssigem Kohlendioxid gekühlt, was jedoch relativ kostenintensiv ist.

Zeppelin entwickelte daher das Pneumotherm-Batch-Verfahren, das sich mittlerweile in vielen Einsätzen weltweit bewährt hat. Viele Jahre wurde es vor allem in wärmeren Gegenden, wie im mittleren Osten, Asien oder Südamerika sowie Italien oder Spanien eingesetzt. Zunehmend gibt es aber auch Anlagen in Deutschland. Aufgrund schwankender Temperaturen in den Außenlagersilos im Tag/Nacht-Wechsel ergeben sich Unterschiede über 10 Grad. Auch können in Anlagen mit Außensilos im Sommer leicht Temperaturen von mehr als 30 Grad entstehen, während sie in der Nacht stark absinken.



### Schnelles, hygienisches und flexibles Verfahren

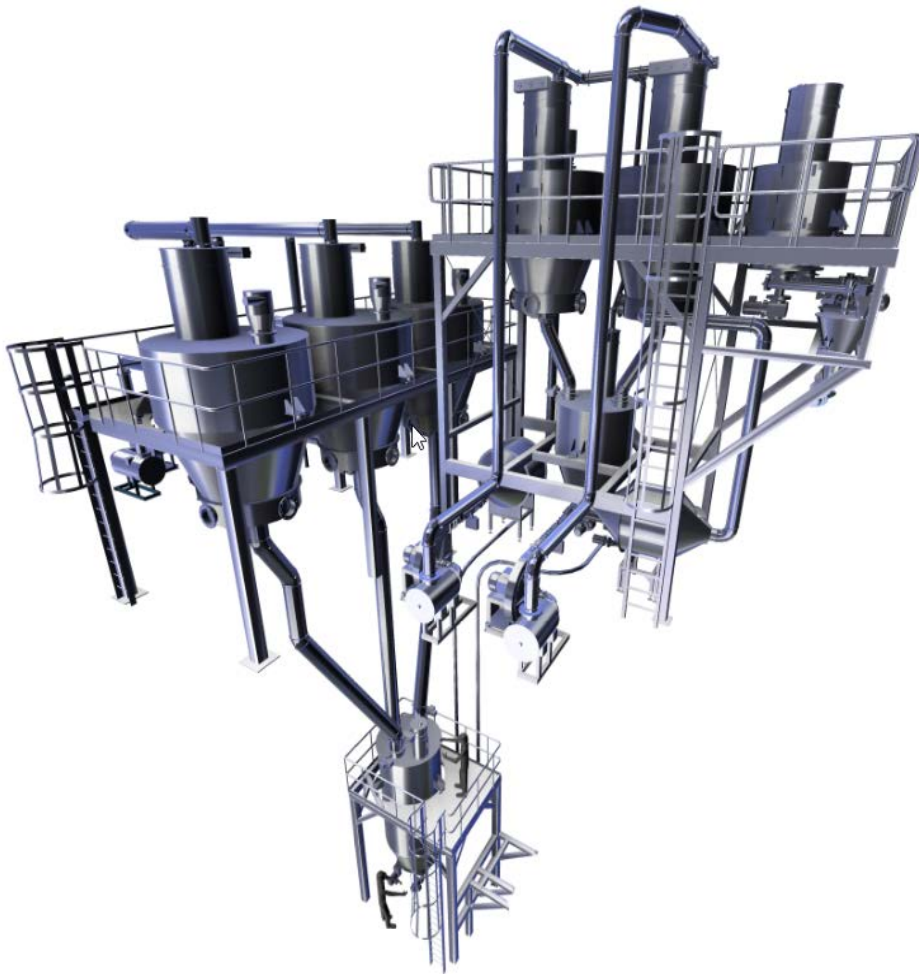
Dank der jahrelangen Erfahrung mit diesen Fließbettbehältern ist eine exakte Auslegung über die Software und eine betriebssichere Führung gewährleistet. Die Vorteile bestehen in einer genauen Temperaturführung, den geringen Betriebskosten, einem bewährten Verfahren sowie einer langen Lebensdauer. Die laufenden Betriebskosten und die Umweltbelastung sind gering im Gegensatz zur CO<sub>2</sub>-Kühlung, da nur Strom und Kühlwasser benötigt wird.

Gleichzeitig ist das Wirbelschichtverfahren sehr hygienisch. Es gibt keine Einbauten, daher ist der Behälter sehr leicht zu reinigen. Da der Wärmeübergang direkt vom Partikel auf das Gas und nicht über Kühlflächen geschieht, entsteht außerdem keine Kondensation innerhalb des Temperierbehälters.

Ein weiterer Vorteil ist, dass das Pneumotherm-Batch-Verfahren sich an plötzliche Lastwechsel durch Zu- und Abschalten von nachgelagerten Linien über einen Stopp der Nachfüllung des Kühlers anpasst und nicht wie bei kontinuierlich arbeitenden Systemen hoch- und runtergefahren werden muss. Damit stellt auch ein Wechsel der Mehlsorte kein Problem dar - es wird also nur ein System für verschiedene Produkte benötigt, welches die Produkte dann in separate Nachbehälter oder Linien befördert. Damit kann extrem flexibel auf alle Eventualitäten in der Produktion reagiert werden.

Type / Eintrittstemperatur	Austrittstemperatur (16°C)	Austrittstemperatur (18°C)	Austrittstemperatur (20°C)
Typ I (mit 700 kg/b) / (30°C)	2.800 (kg/h)	3.400 (kg/h)	4.100 (kg/h)
Typ II (mit 450 kg/b) / (30°C)	1.900 (kg/h)	2.300 (kg/h)	2.800 (kg/h)
Typ III (mit 250 kg/b) / (30°C)	1.100 (kg/h)	1.300 (kg/h)	1.600 (kg/h)
Typ IV (mit 100 kg/b) / (30°C)	510 (kg/h)	610 (kg/h)	740 (kg/h)

*Leistungsbeispiele in Abhängigkeit von der gewünschten Ein- und Austrittstemperatur*



*Mehlkühlsystem für die Leistung von 3.000 kg/h (Eintritt  $t = 35^{\circ}\text{C}$ ; Austritt:  $t = 15^{\circ}\text{C}$ )*

### **Fazit**

Das Pneumotherm-Batch-Verfahren zum Kühlen von Mehlen von ca. 30 auf 16 bzw. 20°C bewährt sich seit Jahrzehnten rund um den Globus. Dabei kommt es nicht mehr nur in tropischen Ländern zum Einsatz, sondern ist auch für Anlagen in Europa interessant. Neben energetischen Vorteilen und niedrigen Betriebskosten führt das Verfahren vor allem zu einem gleichmäßigen Backergebnis und damit zu besseren Backwaren. Zeppelin bietet derzeit vier modular aufgebaute Baugrößen an. Damit kann präzise auf die unterschiedlichsten Anforderungen von wenigen 100 kg bis zu 3 – 4 t/h Kühlleistung bei verschiedenen Eintritts- und Endtemperaturen reagiert werden.

### **AUTHOR:**

Andreas Hofmann  
General Manager Process Technology  
Zeppelin Systems GmbH

Zur Veröffentlichung, honorarfrei. Belegexemplar oder Hinweis erbeten.

## Über die Zeppelin Systems

Zeppelin Systems ist spezialisiert auf den Bau von Anlagen für das Handling hochwertiger Schüttgüter. Mit über 70 Jahren Erfahrung in den einzelnen Prozessschritten und einem umfangreichen Know-how im Umgang mit den verschiedenen Rohstoffen, bietet Zeppelin Systems zuverlässige Komplettlösungen. An weltweit 22 Standorten begleitet das Unternehmen seine Kunden von der Anlagenplanung bis hin zur Realisierung und liefert alle Leistungen aus einer Hand. Hierbei sind innovative Verfahrenskonzepte ebenso wichtig wie smarte Automatisierungslösungen und ein umfassender Service, der den gesamten Lebenszyklus einer Anlage abdeckt.

Jede Zeppelin-Anlage entspricht dabei den individuellen Anforderungen der Kunden. Diese kommen unter anderem aus den Industriezweigen Kunststoffe, Chemie, Gummi und Reifen sowie Nahrungsmittel. Mit dem weltweit größten Technikumsverbund für Schüttgüter ermöglicht Zeppelin seinen Kunden Tests im Industriemaßstab, um die Anlagenauslegung zu überprüfen und zu optimieren. Darüber hinaus entwickelt und fertigt Zeppelin Systems für die Schlüsselfunktionen der Anlagen eigene Komponenten, die auch in Fremdanlagen zum Einsatz kommen. Weitere Informationen unter [www.zeppelin-systems.com](http://www.zeppelin-systems.com).

**Zeppelin Systems GmbH**  
Messenhäuser Straße 39  
63322 Rödermark  
Germany

Diana Zahn  
Tel.: +49 6074 691 2245  
Fax: + +49 6074 691 2208  
E-Mail: [diana.zahn@zeppelin.com](mailto:diana.zahn@zeppelin.com)  
[www.zeppelin-systems.com](http://www.zeppelin-systems.com)

## Über den Zeppelin Konzern

Der Zeppelin Konzern bietet Lösungen in den Bereichen Bauwirtschaft, Antrieb und Energie sowie Engineering und Anlagenbau an und ist weltweit in 43 Ländern und Regionen an mehr als 220 Standorten aktiv. Rund 10.000 Mitarbeiter arbeiten in einer Managementholding, sechs Strategischen Geschäftseinheiten und einem Strategischen Managementcenter (= Zeppelin Digit) zusammen: Baumaschinen Zentraleuropa, Baumaschinen Nordics, Baumaschinen Eurasia (Vertrieb und Service von Bau-, Bergbau und Landmaschinen), Rental (Miet- und Projektlösungen für Bauwirtschaft und Industrie), Power Systems (Antriebs- und Energiesysteme), Anlagenbau (Engineering und Anlagenbau) sowie Zeppelin Digit (IT und Digitalisierung). Alle digitalen Geschäfte werden bei Zeppelin Digit gebündelt. Im Geschäftsjahr 2020 erwirtschaftete der Konzern einen Umsatz von 3,3 Milliarden Euro. Die Zeppelin GmbH ist die Holding des Konzerns mit juristischem Sitz in Friedrichshafen und der Zentrale in Garching bei München. Der Zeppelin Konzern ist ein Stiftungsunternehmen. Seine Wurzeln liegen in der Gründung der Zeppelin-Stiftung durch Graf Ferdinand von Zeppelin im Jahr 1908. Weitere Informationen unter [zeppelin.com](http://zeppelin.com).

**Zeppelin GmbH**  
Unternehmenskommunikation  
Graf-Zeppelin-Platz 1  
85748 Garching bei München

Konzern-Pressesprecherin:  
Sandra Scherzer  
Tel.: +89 3 20 00 - 440  
Fax.: +89 3 20 00 - 7440  
E-Mail: [sandra.scherzer@zeppelin.com](mailto:sandra.scherzer@zeppelin.com)  
[zeppelin.com](http://zeppelin.com)