

Hightech im Sudhausbau

In den letzten Jahren gab es im Anlagenbau rund um das Sudhaus die verschiedensten Neuerungen. Die letzten Entwicklungen im Bereich der „Hardware“ sind meist mit dem Einsatz aktueller Computertechnologie verbunden. In diesem Zusammenhang ist nicht nur die Automatisierung mit entsprechender Steuerungssoftware zu sehen, sondern auch die eingesetzten konstruktiven Möglichkeiten, die 'Bits und Bytes' bieten. >

Planung mit 3D

Beim Technologischen Seminar 2005 in Weihenstephan wurde von Ralf Metzger die Möglichkeit der maßstabsgetreuen dreidimensionalen Dokumentation von Leitungen, Einbauten und Gerätschaften in Brauereien vorgestellt. In der Sudhausplanung wird dieses Werkzeug seit mehreren Jahren eingesetzt. So war es bereits Monate vor Baubeginn möglich, das Sudhaus der Grolsch Brauerei in Enschede virtuell zu betreten und sich von den beiden Huppmann Sudstraßen ein detailliertes Bild zu machen. Damit bietet die 3D-Planung unter anderem auch entscheidende Vorteile für den Kunden, der bereits in sehr frühen Phasen seine Ideen und Vorstellungen umgesetzt sieht.

Neben diesen Gesamtansichten, die dem Betrachter meist am deutlichsten in Erinnerung bleiben, werden mit den aktuellen CAD-Programmen auch die konstruktiven Details dreidimensional bearbeitet. Sie bieten die Möglichkeit, aus den erstellten 3D-Darstellungen schnell und einfach die Fertigungszeichnungen mit allen nötigen Bemaßungen auszudrucken.

Simulierte Zukunft

Eine weiteres Werkzeug, das zunehmend im Anlagenbau Verbreitung findet, ist die numerische Simulation. Am bekanntesten sind hier Strömungssimulationen der Luft- und Raumfahrttechnik. Im Zusammenhang mit der Entwicklung des Airbus A 380 wurden dazu unterschiedlichste Simulationen mehrfach in Presse und Fernsehen präsentiert. Die Basis für Strömungssimulationen bieten die Navier-Stokes-Gleichungen, mit denen eine Berechnung der Verhältnisse möglich wird. Diese Gleichungen gelten dabei nicht nur für Luftströmungen, sondern auch für inkompressible Newton'sche Fluide. Damit sind solche Simulationen auch für Weiterentwicklungen im Sudhaus von großem Interesse. Mit ihrer Hilfe ist es möglich, bei Neuentwicklungen bereits vor der Prototypenphase eine Aussage über strömungsmechanische Vor- und Nachteile zu treffen. So kann man bereits zu einem sehr frühen Zeitpunkt die Entwicklung entsprechend steuern. Die numerische Simulation kann daneben auch zum Validieren von bereits gewonnenen Erkenntnissen eingesetzt werden. In diesem Fall hat die Simulation erklärenden Charakter und zeigt mögliches Potenzial für weitere Entwicklungen auf.

Von der Hochschule in die Industrie

An der Technischen Universität München setzt man numerische Simulationen zum Entschlüsseln von strömungsmechanischen Vorgängen in der Würzepfanne bereits seit einigen Jahren ein. So bewies Albert Baars

und Mitarbeiter am praktischen Beispiel die zuvor berechneten Strömungen in einer Würzepfanne. Die simulierte Kochung zeigte deutlich einen Freistrah und eine Kurzschlussströmung. In den folgenden praktischen Untersuchungen am Technikumsmodell konnte der Freistrah eindeutig nachgewiesen werden, und damit auch indirekt die vorliegende Kurzschlussströmung.

In Zusammenarbeit mit der TU-Darmstadt wurde zur Optimierung und Validierung der Ablaufgeometrie des Lauterstars erstmals das Ablaufverhalten eines Läuterbottichs simuliert. Ziel war es, die Druckverhältnisse und Geschwindigkeiten im Treberkuchen und unterhalb des Senkbodens zu beleuchten, um Erkenntnisse für einen idealen Würzeablauf zu gewinnen. Dem betrachteten Abläuterprozess liegen verschiedene Filtrationsmechanismen, wie Sieb-, Kuchen- und Tiefenfiltration, mit den zugehörigen Formeln zugrunde. Hier bietet die numerische Simulation die Möglichkeit, die sich gegenseitig beeinflussenden Parameter vergleichsweise einfach zu berücksichtigen.

Stimmige Randbedingungen

Um erfolgreich zu simulieren müssen die Eckdaten stimmen. In Abbildung 1 sind die betrachteten Ablaufgeometrien dargestellt. Man sieht jeweils einen Schnitt durch ein Quellgebiet mit den berücksichtigten Besonderheiten wie Senkboden und dem darüber liegenden Treberkuchen, der als poröse Schicht berechnet wurde, und die Systemgrenzen. Die zweidimensionale Darstellung kann aufgrund der gegebenen Rotations-symmetrie zur Vereinfachung des Programmieraufwandes eingesetzt werden. Typ A zeigt einen stumpfen Anstich, wie man ihn in früheren Jahren oft einsetzte. Eine verbesserte Anstichvariante ist in Typ B, Abbildung 1 zu sehen. Typ C ist die im Lauterstar eingesetzte, strömungsmechanisch optimierte Version des Anstichs mit angepasstem Senkbodenabstand.

Um den Einfluss des sich verdichtenden Treberkuchens zu berücksichtigen, wurde die Simulation für drei verschiedene Porositäten durchgeführt, wobei im Folgenden nur die mittlere Porosität dargestellt ist. Die Geschwindigkeiten, mit der die Würze am unteren Ende des Konus den Läuterbottich in Richtung Vorlaufgefäß/Würzepfanne verlässt, ist für alle simulierten Zustände ebenfalls konstant.

Erstes Ergebnis

Im Anschluss an die ersten errechneten Druckverhältnisse konzentrierten sich die weiteren Aktivitäten auf die beiden konischen Anstichvarianten Typ B und Typ C. Beim Vergleich zeigte der stumpfe Anstich Typ A in der Simulation eine so negative Druckverteilung, dass

er bei den weiteren Untersuchungen nicht mehr beachtet wurde. Abbildung 2 verdeutlicht die Gründe für diese Entscheidung. Der ablaufenden Flüssigkeit bleibt nur der Weg durch den engen Rohrdurchmesser, der ein „Verteilen“ des Saugdrucks auf eine größere Fläche verhindert. Durch den starken Sog direkt über dem Quellgebiet kompaktiert der Treberkuchen sehr schnell, was sich negativ auf den gesamten Läuterprozess auswirkt.

Druck und Geschwindigkeit

Neben der Druckverteilung lassen sich auch direkt die Geschwindigkeiten, mit der die Würze abläuft, simulieren. Abbildung 3 zeigt ein Geschwindigkeitsprofil, wie es sich unterhalb des Senkbodens ausbildet. Es ist der konische Anstich der ersten Generation Typ B neben

der Variante des im Lauterstar Typ C eingesetzten Konus dargestellt. Betrachtet man den Bereich direkt unterhalb des Senkbodens, so erkennt man signifikante Unterschiede bei den Geschwindigkeiten. Nachdem Randbedingungen wie Porosität, Treberhöhe und Abzugsgeschwindigkeit konstant gehalten wurden, ist einzig der geometrische Unterschied für das ausgebildete Strömungsprofil verantwortlich. Interessant ist in dieser Darstellung, dass die im Lauterstar eingesetzte Konusvariante das wesentlich günstigere Geschwindigkeitsprofil zeigt. Im Bereich direkt unterhalb des Senkbodens fließt die Würze annähernd homogen ab. Der minimale Unterschied bei der Geschwindigkeit bewirkt im Treberkuchen eine Kolbenströmung, die für einen idealen Läuterprozess notwendig ist. >

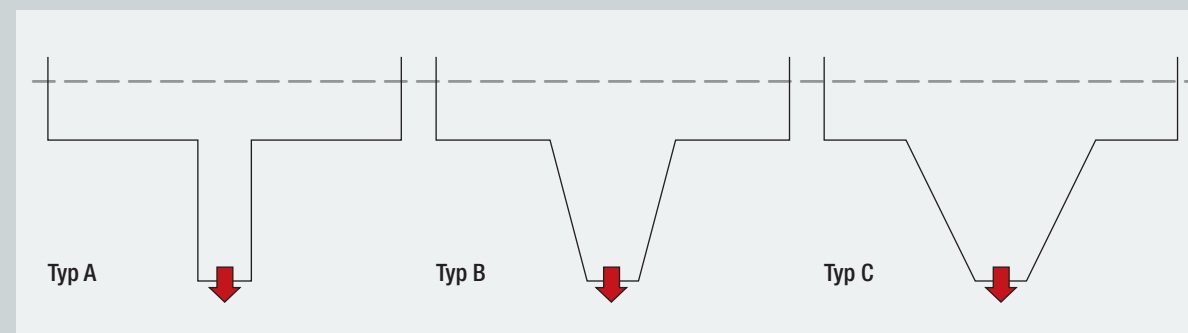


Abb. 1: Geometrie unterschiedlicher Anstiche

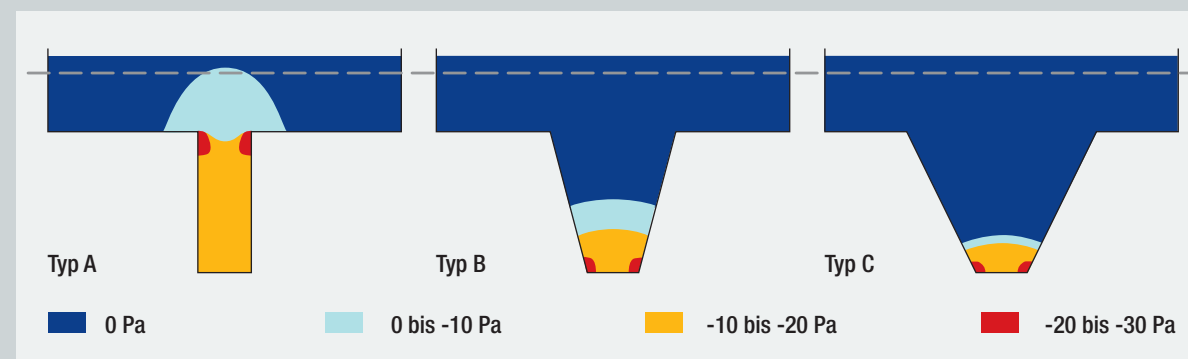


Abb. 2: Druckprofile unterschiedlicher Anstiche

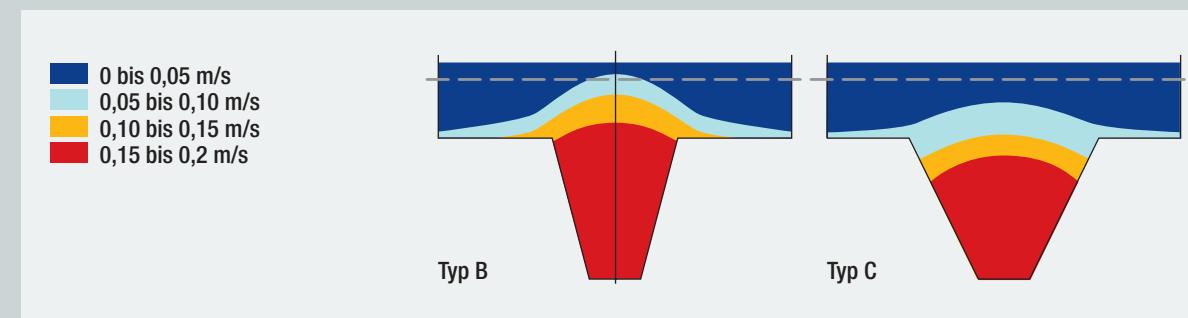


Abb. 3: Würze-Fließgeschwindigkeit im Einlaufbereich

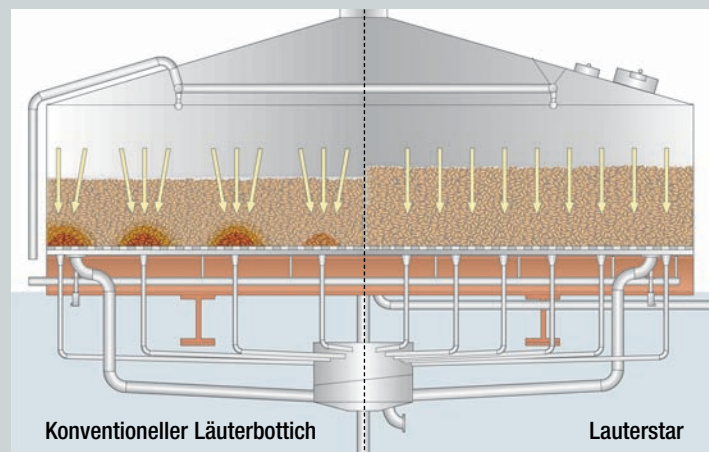
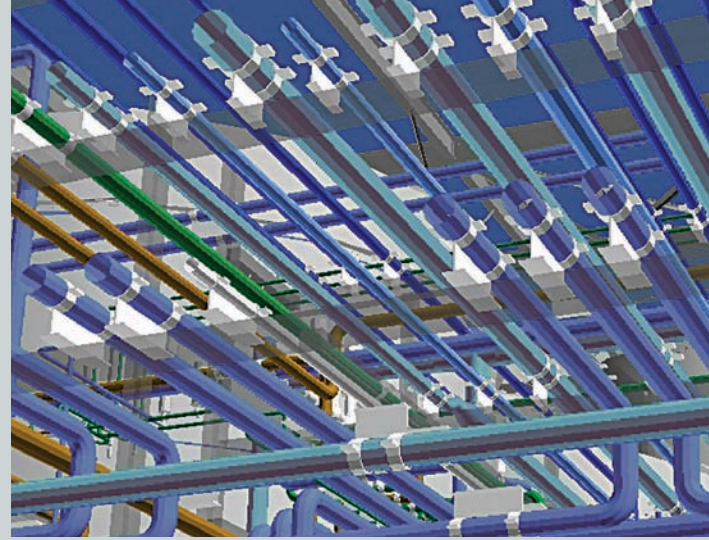


Abb. 4: Die Durchströmung des Treberkuchens beim Lauterstar zeigt das vorteilhafte Kolbenprofil

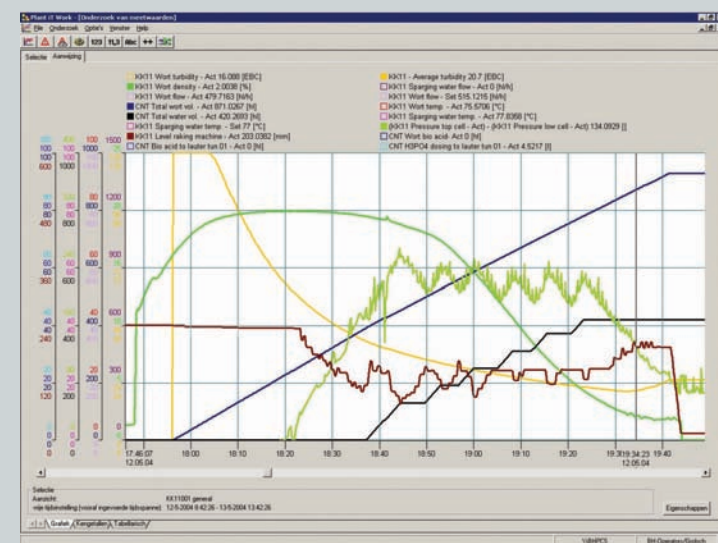


Abb. 5: Das gleichmäßige Abziehen der Würze und der Nachgüsse ermöglicht eine tiefschnittfreie Abläuterung mit all ihren Vorteilen

Durch den homogenen Würzeablauf, wie in Abbildung 4 (rechte Seite) dargestellt, werden lokale Kompaktierungen des Treberkuchens (linke Seite) über dem Anstich vermieden, was sich positiv auf den gesamten Läuterprozess auswirkt. Verluste durch Extraktinseln sind nahezu ausgeschlossen. Ein übermäßig starker Hackwerkseinsatz wird dadurch verhindert. Gleichzeitig ermöglicht die strömungstechnisch optimierte Variante höhere Abzugsgeschwindigkeiten und damit Sudfolgen von bis zu 14 Suden am Tag. So werden tiefschnittfreie Abläuterungen möglich, die ideale Trübungswerte und geringste Extraktverluste im Treber liefern.

Theorie und Praxis

Wie bereits angedeutet, liefert die optimierte Abläutergeometrie im Zusammenspiel mit den zahlreichen weiteren Features des Lauterstars richtungsweisende Ergebnisse. Von der letzten Ausbaustufe des Huppmann Lauterbottichs wurden bereits 35 Anlagen in unterschiedlichsten Größen installiert. Die genannten Vorteile zeigen sich ausnahmslos bei allen Anlagengrößen. Abbildung 5 zeigt im Diagramm die tiefschnittfreie Abläuterung für einen Bottich mit 10,90 Metern Durchmesser.

Der Nutzen der verbesserten Ablaufgeometrie ist nicht nur auf Neuanlagen beschränkt. Die Ergebnisse, die nach der Umrüstung von bereits bestehenden Anlagen erzielt wurden, haben die Erwartungen stets übertroffen. So konnten durch das Anbringen von neuen Läuterkonen die Belegzeiten von Bottichen verkürzt und die Prozesssicherheit, insbesondere bei „Problem-sorten“, wiederhergestellt werden. Je nach Bedarf ist auch eine Erhöhung der Schüttung möglich. Das Nachrüsten der Lauterstar-Ablaufgeometrie ist unabhängig von Alter und Hersteller der Anlage möglich. ■