



Wolfgang Ernst, Braunschweig

Neues Verfahren einer Wasserdosierung für eine Kühltrommel erfolgreich umgesetzt

Neues Verfahren einer Wasserdosierung für eine Kühltrommel erfolgreich umgesetzt

In der Gießerei Rexroth Guss GmbH in 97816 Lohr wurde eine Kühltrommel für den Naßguß mit einer Wasserdosierung **akwa_cool** der Fa. Datec GmbH aus Braunschweig ausgestattet. Nach einer sechsmonatigen Feldversuchsphase mit erfolgreichem Abschluß wurde für die 2. Trommel eine weitere **akwa_cool** eingesetzt.

In beiden Trommeln wird sehr unterschiedlicher Guß ausgepackt und abgekühlt. Für die große Trommel werden ca. 55 to Sand pro Stunde mit 9 bis 27 to Guß abgekühlt. Dabei haben die einzelnen Gußstücke ein Eigengewicht zwischen 50 und 170 kg. In der kleinen Trommel werden ca. 22 to Sand pro Stunde mit ca. 1,5 bis 6 to Guß durchgeschleuft. Auch hier variiert das Eigengewicht zwischen 10 und 40 kg.

Das Ziel der Verbesserungsinvestition war die deutliche Absenkung der Sandaustrittstemperatur unter 100°C, wobei im Extremfall der Altsand mit 200°C in die Trommel hereinkommt.

Die zuvor eingesetzte Wasserdosierung basierte nur auf der Temperaturmessung des Altsandes hinter der Trommel. Im stationären Fall bei gleichmäßiger Trommelbeschickung reichte dieser Ansatz aus. Jedoch ergaben sich immer wieder typische Situationen, in denen dieses recht einfache Verfahren an seine Grenzen stieß. Zum morgendlichen Schichtbeginn wurde die Wasserzugabe abgeschaltet, weil das Risiko der Übernässung groß war, da der über Nacht abgekühlte Sand kein Wasser zur Verdunstung abgab. Entsprechend träge reagierte das System bei Modellwechsel, wenn der Kühlwasserbedarf groß wurde, um besonders hohe Temperaturen merklich absenken zu können.

Das neue Prinzip für die Wasserdosierung basiert auf der Luftfeuchtemessung, wie es von datec schon als Teil der Kühlerwasserdosierungen in Mischkühlern und auch Fließbettkühlern eingesetzt wird. Wasserdosierungen in Kühltrommeln gelten bislang als Sorgenkind in der Sandaufbereitung. Sie haben Generationen von Instandhaltern zur Verzweiflung gebracht, da immer wieder die Trommeln „absoffen“ und große Mengen des Altsandes in der Putzerei landeten. In ihrer Not wurden die Wasserdosierungen nur mit geringster Zugabe eingestellt oder sogar abgestellt, weil herkömmliche Wasserdosierungen den Anforderungen nicht gerecht wurden.

Der neue physikalische Ansatz: Die Wasserbilanz

Das bei Trommeln eingesetzte Kühlverfahren ist die Verdunstungskühlung. Durch den Phasenübergang des flüssigen Wassers zum Dampf wird recht viel Energie verbraucht. Die bekannten Zahlen aus der Naturwissenschaft gehen davon aus, daß ein Liter Wasser zur Verdunstung 2256 kJ verbraucht, hingegen wenn es von

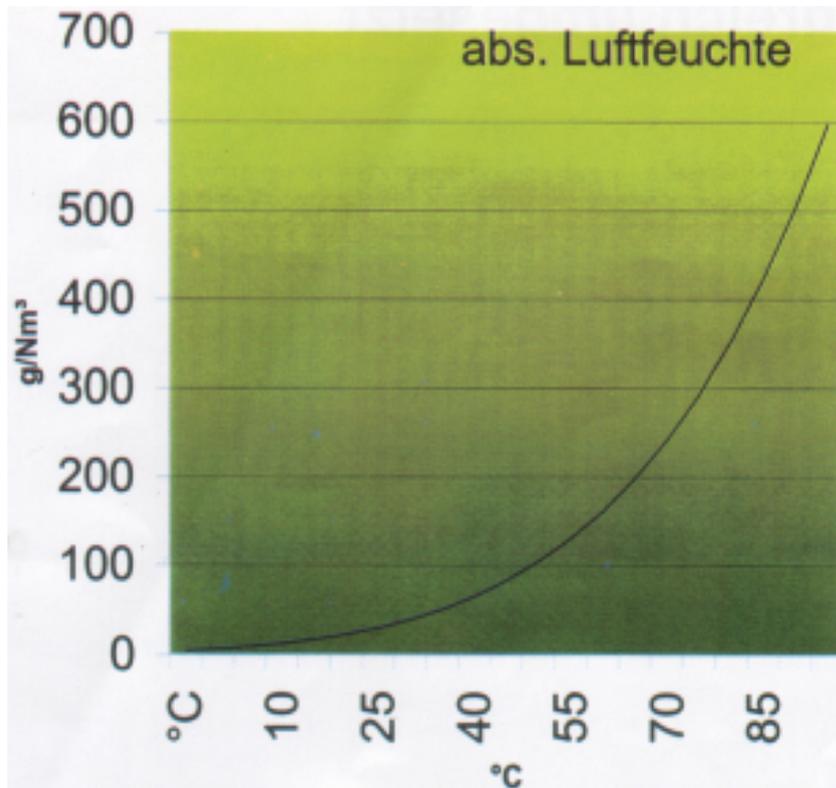


Bild 1: Psychrometrische Kurve über das Wasseraufnahmevermögen der Luft in Abhängigkeit der Temperatur

^ 15°C auf 100°C erhitzt wird nur 357 kJ; also ca. 1/6. Beide Anteile zusammen ergeben einen Energiebedarf von 2613 kJ.

In unseren Breitengraden beträgt die Luftfeuchte bei 20°C zwischen 50 und 60%. Nach Durchströmen durch den erhitzten Altsand (wenn der Sand wirklich durchströmt wird!) wärmt sich die Luft auf und nimmt dabei beträchtliche Mengen Wasser auf. Die Luft gelangt so zur Sättigung von 100%, wobei dieser Wert quasi überschritten wird, wenn offene Dampfbildung auftritt. In der Situation der Verdampfungskühlung holt sich die Luft das Wasser, wo sie es finden kann. Wird kein Wasser nachgeführt, führt das zur Austrocknung des Altsandes. Der Wasserbedarf richtet sich also nach dem Aufnahmevermögen der Luft, welches abhängig ist von der Temperatur. Die psychrometrische Kurve (Bild 1) gibt Aufschluß über den Zusammenhang zwischen der absoluten Luftfeuchte und der Temperatur, dargestellt für ein Kubikmeter Luft.

Diese Kurve in **Bild 1** zeigt ein nichtlineares Aufnahmeverhalten. Mit steigender Temperatur steigt überproportional der Wasseranteil. Zur Illustration, welche Wassermengen in der Luft durch die Verdunstung verschwinden, sollen einige Zahlen aufgeführt werden. Bei einem gießereitypischen Kühler werden für 60 to Stundendurchsatz ca. 20.000 Nm³ Luft projektiert. Bei der o.g. Luftmenge sind bei 20°C und 50% relativer Luftfeuchte bereits 172 Liter Wasserdampf in der Luft enthalten. Sobald sie den Kühler passiert und sich auf 40°C erwärmt und sich gleichzeitig zu 100% gesättigt hat, enthält die gleiche Luftmenge nun 1024 Liter Wasser. Sie hat im Kühler also 852 Liter aufgenommen. Steigt die Temperatur dieser Luft sogar auf 50°C, sind bei Sättigung sogar 1488 Liter verdunstet. Diese 10°C Differenz bewirken eine Erhöhung der Wasseraufnahme um 464 Liter. Bei einem angenommenen Sanddurchsatz von 60to/h bedeutet diese Wassermenge eine Differenz von fast 0,8% Feuchte im Altsand.

Dieses kleine Zahlenbeispiel zeigt deutlich den Einfluß der Luftfeuchte. Eine Vernachlässigung dieser Effekte ist fatal und erklärt warum einfache Wasserdosierungen schlichtweg versagen. Das Wasseraufnahmevermögen der Luft ist nicht gleichmäßig, weil viele Faktoren darauf Einfluß haben. Diese Erkenntnis erbrachte den Ansatz der Wasserbilanz. Im Idealfall sind alle Wasserströme incl. ihrer Träger zu erfassen. Bei Betrachtung eines verallgemeinerten Kühlers ergeben sich eingangs- und ausgangsseitig folgende Wasserströme:

1. **Zufluß**
2. Sandfeuchte im Einlauf
3. Luftfeuchte im Einlauf
4. Wasserzufuhr
5. **Abfluß**
6. Sandfeuchte im Auslauf
7. Luftfeuchte im Auslauf

Das sind die 5 Anteile, die es separat und fortlaufend zu erfassen gilt. Daraus ist das Gesamtsystem komplett bestimmbar. Der Vorteil ist die Messung einer erfolgten Reaktion, nämlich

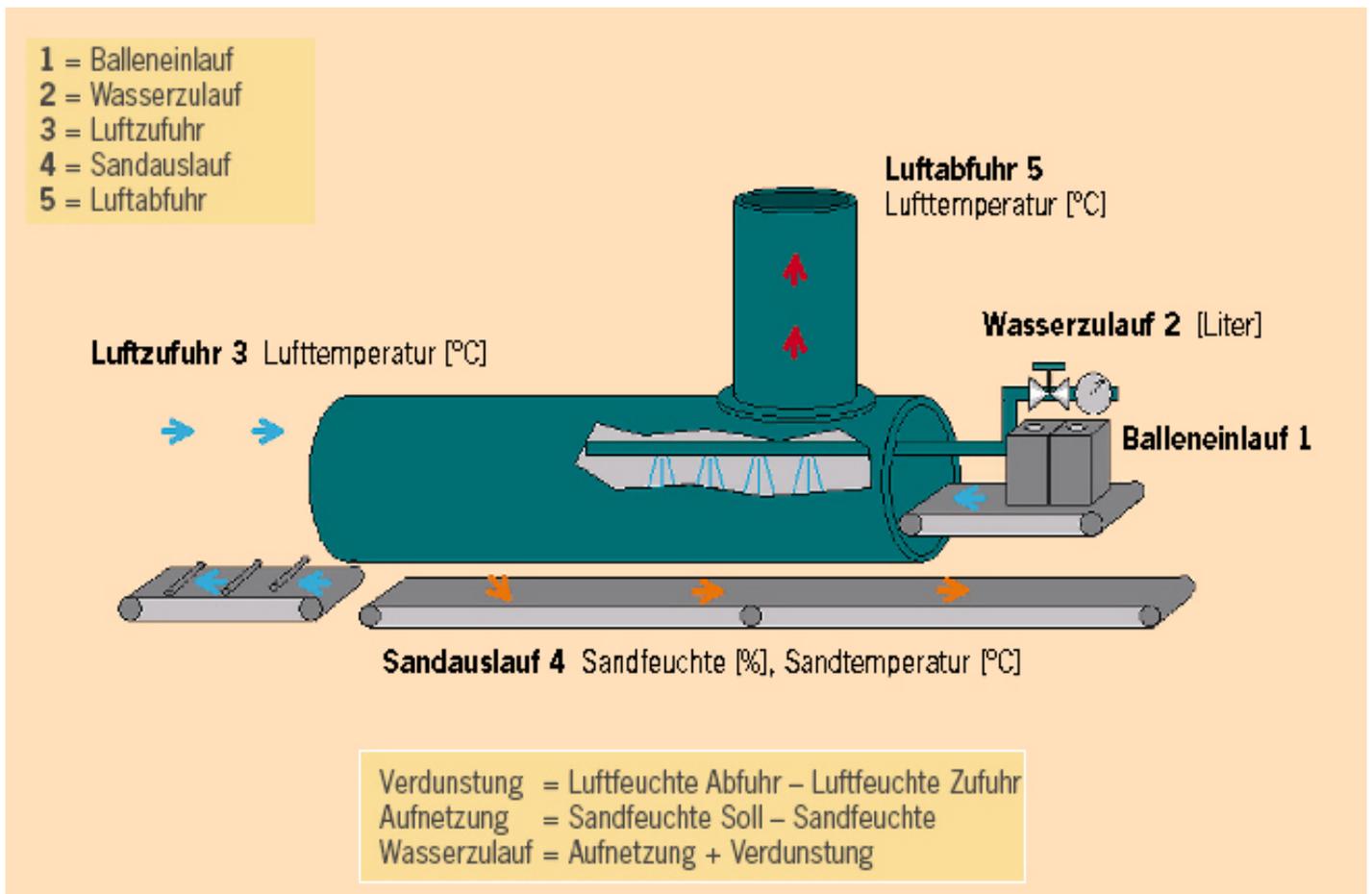


Bild 2: Schema einer Kühltrommel mit den notwendigen Meßpunkten

- die der Aufwärmung der Luft und die, der Verdunstung von Wasser. Das Schema in **Bild 2** zeigt noch mal den prinzipiellen Ansatz.

Konfiguration der Wasserdosierung akwa_cool

Bei einem klassischen Kühler lassen sich die einzelnen Wasserströme einfach erfassen. Für die Feuchtemessung sind die üblichen Sensoren einzusetzen. Jedoch ist das bei einer Trommel nicht möglich, weil der Sand als Paket aus dem Kasten in die Trommel fällt. Die Luftfeuchtemessung ist schwieriger zu realisieren, weil gerade der Staubgehalt in der Abluft die Sensorik in kürzester Zeit zerstört. Daher wird nur die Lufttemperatur gemessen und auf die Luftfeuchte rückgeschlossen. In der Praxis hat sich das als ausreichend erwiesen.

Letztendlich wird nur die Luftfeuchte erfaßt und über Wasserzähler die zulaufende Wassermenge.

Für die Mengenerfassung des Sandstromes, um über das Gewicht und die Feuchte auf die absolute Wassermenge zu schließen, wird das Kastengewicht mit jedem Takt übernommen. Gleichermaßen wird nicht on-line der Luftstrom gemessen, sondern als Festwert hinterlegt, um auch hierüber die absolute Wassermenge zu erfassen.

In Abwägung des Genauigkeitsbedarfes in dieser Behandlungsphase und dem recht hohen instrumentiven Aufwand, werden letztendlich einmal erfaßte Mengenwerte für den Sand

und für die **Luft** per Menü eingetragen und für die Berechnungen zur Grundlage genommen. Auftretende Schwankungen des Mengendurchsatzes schlagen sich in einer abweichenden Endfeuchte nieder.

Ein wichtiges Dosierorgan ist das Stellventil in der Ausführung eines linearen Proportionalventils. Es wird kontinuierlich angesteuert, um einen unterbrechungsfreien Wasserzufluß zu haben. Dabei kann stufenlos von 0 bis 100% der Durchfluß geöffnet werden. Ein vorgelagerter Wasserzähler ist in einem Reglerkreis eingebunden, um den Wasserzufluß auf den Sollwert bezogen genau einzuhalten. Wasserdruckschwankungen werden damit schnell aufgefangen und erzeugen keine Abweichungen im Wassergehalt.

In kleinen Zeiteinheiten werden die Meßwerte aufgenommen, um im gleichen Takt die Wasserbilanz für die Zugabe zu ermitteln. Das erlaubt eine relativ schnelle Reaktion an wechselnde Konditionen im Einlauf.

Erfahrungen

Das primäre Ziel einer effektiveren Nutzung des Kühlpotentials durch die Trommel konnte erreicht werden. Die Austragstemperaturen konnten unter 100°C gebracht werden.

Die Umsetzung einer höheren Sollfeuchte erbrachte merkbare Schwierigkeiten, weil der konstruktive Aufbau deutliche Grenzen setzte. Ein neuralgischer Punkt ist das Trennsieb hinter der Trommel. Bedingt durch die Vorga-

be, auch kleinere Gußteile und Reste in die Putzerei weiterzuleiten, mußten die Löcher in der Trennrinne klein gehalten werden. Schon bei etwas höherer Feuchte und entsprechender Knollenbildung, wurde der Altsand nicht mehr vom Guß getrennt. Selbst bei erfolgreicher Trennung wurde das Polygonsieb zum weiteren Hindernis, weil auch dort erhöhte Altsandanteile ausgeschleust wurden. Die Sollfeuchte im Altsand mußte niedriger gehalten werden als ursprünglich gewollt.

Das Ziel einer eng eingehaltenen Sollfeuchte konnte nicht erreicht werden. Die Eigenfeuchteschwankungen im einlaufenden Altsand sind doch so merklich, als daß sie ohne Berücksichtigung durch eine Messung vernachlässigt werden könnten.

Auch ist der geringe Wirkungsgrad der Kühlung auffällig. Es wird die doppelte Luftmenge durchgeschleust als in einem üblichen Sandkühler, aber die Temperaturen bleiben deutlich höher. Die Ursache liegt in dem schlechten Strömungsdurchgang der Luft. Die Luft saust über das Sandbett, aber durchquert den Sand nicht. Somit wird das Wasser nicht vollständig zur Verdunstung gebracht.

Mit der Wasserdosierung **akwa cool** auf der Basis der Luftfeuchtemessung und dem Verfahren der Wasserbilanz konnte die Wasserzugabe optimiert und somit die Kühlleistung verbessert werden. •