

# Effektive Kühlleistung von Altsandkühlern in der Sandaufbereitung durch die richtige Dimensionierung des Luftbedarfs

Hohe thermische Belastungen des bentonitgebundenen Formstoffes verlangen in den Sandaufbereitungsanlagen den Einsatz von Altsandkühlern, um sowohl den Sand ausreichend abzukühlen als auch zum vorzeitigen Mauken hinreichend zu befeuchten. Für die Auslegung des Luftbedarfes werden zu häufig nicht nachvollziehbare Luftmengen spezifiziert, was im schlechtesten Fall bei zu knapper Dimensionierung zu nicht ausreichender Kühlleistung führt. In dem wird ein Berechnungsverfahren vorgestellt, wobei mit Hilfe eines Kühlerdiagramms ein Projektierungswerkzeug dem Praktiker zur Hand gegeben wird.

## Der Kühlprozess

Für die Projektierung stellt sich immer die Frage, wie viel Luft und Wasser erforderlich ist, um eine spezielle Sandmenge von einer gegebenen Temperatur auf eine gewünschte Temperatur abzukühlen.

Die Abkühlung wird durch Energie-Entzug bewirkt – Wärmeenergie wird benutzt für den energieintensiven Vorgang der Phasenwandlung des Wassers vom flüssigen in den gasförmigen Zustand. Die Bestimmung der erforderlichen zu verdunstenden Wasser- und Luftmenge lässt sich über drei Rechenschritte einer kombinierten Energie-Wasser-Bilanz formalisieren und wird durch ein Diagramm darstellbar. Im ersten Schritt wird über die Energiebilanz festgestellt, im welchen Umfang Wärmeenergie abzuführen ist. Damit läßt sich im 2. Schritt der Wasserbedarf für die Verdunstung bestimmen. Der 3. Schritt benennt den Luftbedarf, um die verdunstete Wassermenge abführen zu können.

### 1. Schritt die Energiebilanz

Eine einfache lineare Gleichung berücksichtigt proportional die Menge  $M$  [kg], die Temperaturdifferenz  $dT$  [°K] und die Materialeigenschaft, dargestellt über die spezifische Wärmekapazität  $c$ . So ergibt sich

$$Q = M \times dT \times c$$

Beispielhaft dargestellt für einen Altsanddurchsatz von 80 to/h und einer Abkühlung von 100°C auf 40°C ( $dT = 60$  K), ist bei einer spezifischen Wärmekapazität von Quarzsanden mit  $c = 0,84$  kJ / kg \* K eine Wärme-Energie von  $Q = 4,03$  GJ abzuführen.

### 2. Schritt der Wasserbedarf für die Verdunstungskühlung

Der Energiebedarf für die Verdunstung von einem Liter Wasser bei 15° beträgt 2613 kJ, In einem einfachen Dreisatz ergibt sich nun ein Wasserbedarf von 1.543 Liter. Als Faustformel wird für die Abkühlung um 30 K ein Wasserbedarf von 1% erforderlich. Übertragen auf das obige Beispiel sind es dann 1.600 Liter.

### 3. Schritt der Luftbedarf für den Abtransport des verdunsteten Kühlwassers.

Für die Verdunstung ist Luft erforderlich, wobei dieser Vorgang nicht mit der Verdampfung zu verwechseln ist, wenn Wasser die Siedetemperatur überschritten hat. Die Luftbedarfsbestimmung unterliegt einer unangenehmen Verlegenheit - sie ist temperaturabhängig. Mit steigender Temperatur erhöht sich nichtlinear das Wasseraufnahmevermögen der Luft.

Waren bislang die rechnerischen Ansätze von physikalischen Gesetzmäßigkeiten geprägt, die für jedes Kühlverfahren Gültigkeit haben, so ist die Vorabberechnung, welche Temperatur die Abluft einnimmt, nicht möglich. Das Erreichen der Abluft- und Sandaustragstemperaturen ist ausschließlich geprägt durch den konstruktiven Aufbau des Kühlers. Beispielhaft wurden daher die Berechnungen für drei Ablufttemperaturen: 40°C, 45°C und 50°C vorgenommen.

## Das Kühlerdiagramm

Diese drei Berechnungsschritte lassen sich auch als Diagramm darstellen, indem im jeden Quadranten über eine lineare Beziehung die Berechnung grafisch umgesetzt wurde. Im Quadranten links oben sind drei Tempe-

raturgeraden aufgetragen, die die Abkühlung darstellen. Sie unterscheiden sich durch die zu erreichenden Abkühltemperaturen 40°C, 45°C und 50°C. Der einzutragende Arbeitspunkt ist dann die Eingangstemperatur. Im Beispiel wird die Gerade gewählt, die bei 40°C als Austragstemperatur endet und bei Eingangstemperatur 100°C startet. In dem Kühlerdiagramm sind das die Punkte 1 und 2.

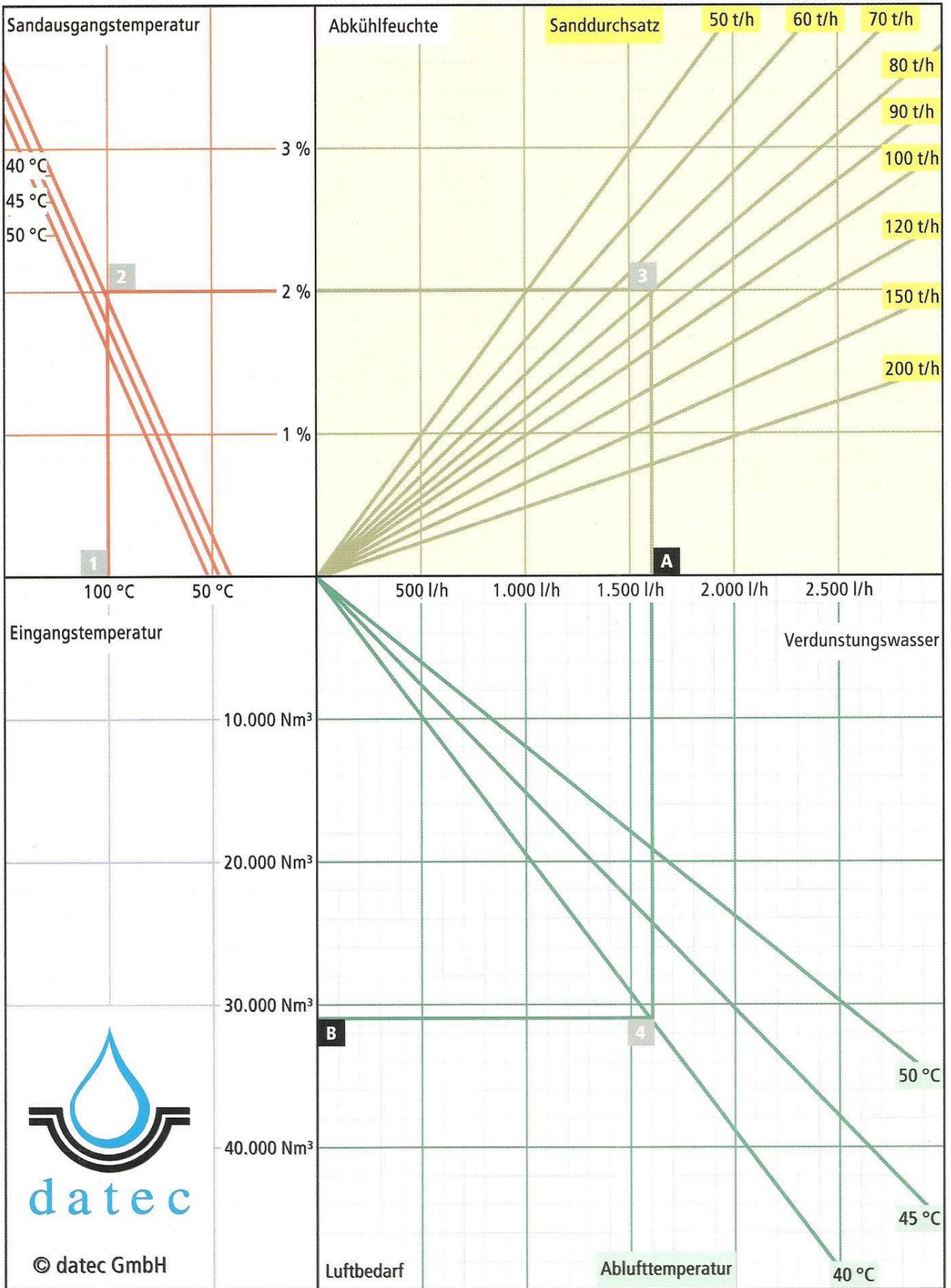
Im zweiten Quadranten sind Geraden verschiedener Durchsatzmengen eingetragen. Sie werden mit der waagerechten Geraden geschnitten, wobei der Schnittpunkt auf der y-Achse das Ergebnis für den Bedarf der Abkühlfeuchte ist. Diese Gerade endet in der gewählten Sandmenge (Punkt 3).

Im dritten Quadranten sind die Verdunstungsgeraden für die Ablufttemperaturen 40°C, 45°C und 50°C aufgetragen. Über die senkrecht fallende Gerade, die die x-Achse an dem Punkt A schneidet, der den Wasserbedarf für die Verdunstung angibt, werden die drei Verdunstungsgeraden geschnitten. Über die y-Achse lässt sich im Punkt B der Luftbedarf ermitteln.

## Abschlußbemerkung

Bei diesem Verfahren sei der Hinweis angebracht, dass über das Kühlerdiagramm auf der Basis einer Energie-Wasser-Bilanz keine Aussage gefunden wird, wie gut der Kühler arbeitet. Die Angabe ist hinreichend genau, um die zu verdunstende Wassermenge zu bestimmen. Sie sagt nichts aus, bei welcher Temperatur und mit welcher Luftmenge diese Wassermenge abtransportiert wird. Die drei Temperaturangaben für die Ablufttemperatur sind Erfahrungswerte aus einer Reihe von Altsandkühlern. Nach heutigem Erkenntnisstand wird die Effektivität eines Kühlers beeinflusst über das Volumen, die Verweilzeit des zu kühlenden Altsandes und die Umgebungstemperatur zur möglichen Wärmeabgabe.

Weitere Infos unter [www.datec@org](http://www.datec@org).



Sonderdruck aus Gießerei-Erfahrungsaustausch Heft 6/2004