



Fotos: © KSK Kuhlmann-System-Kühltechnik GmbH

Elektrolichtbogenofen der DEW Witten mit wassergekühltem Obergefäß und Deckel sowie wassergekühlter Primärgasentstauung, entwickelt und gefertigt durch die KSK System Kühl Technik

# Nutzbarmachung von Abwärme aus wassergekühlten Schmelzaggregaten

## KSK entwickelt Konzept zur Nutzung von Abwärme aus Kühlwasser – Beispiel zur Hebung von Potentialen am Elektrolichtbogenofen

**Dipl.-Wirt.-Ing. Andreas Höwedes**, Geschäftsführer, KSK Kuhlmann-System-Kühltechnik GmbH

**Dipl.-Ing. Olaf Huscher**, Gesellschafter-Geschäftsführer, KSK Kuhlmann-System-Kühltechnik GmbH

Die ökologische Sensibilisierung ist seit einiger Zeit auch in der deutschen Schwerindustrie angekommen. In den Schmelzbetrieben der Stahl-, Metall- und Recyclingbranche beherrschen die großen Schlagworte „grüner Wasserstoff“, „low carbon“ oder „klimaneutral“ die Schlagzeilen der Pressemitteilungen. Entsprechend groß sind oft auch die Projekte in den einzelnen Unternehmen, die

mit diesen Schlagworten einhergehen. Neben den großen Leuchtturmprojekten sind es aber vor allem auch die kleinen Maßnahmen und Umbauten in den Werken, die zum Gelingen der Energie- und Wärmewende in Deutschland beitragen werden.

Dazu zählt beispielsweise die Nutzbarmachung industrieller Abwärme von

Bestandsanlagen. Die DENA und andere Forschungsinstitute schätzen das Energieeinsparpotential in diesem Bereich auf etwa 450 Petajoule bzw. 125 TWh im Prozess-temperaturbereich ab 60 °C. Doch welche Anlagen und Prozesse verbergen sich tatsächlich hinter diesen enormen Zahlen? Ist das Potential wirklich so groß und wenn ja, wie lässt es sich heben?

## Der Elektrolichtbogenofen als Beispiel

Ein konkretes Beispiel findet sich in der Stahlindustrie, genauer beim Recycling von Schrott im Elektrolichtbogenofen (LBO). Der Elektrolichtbogenofen ist ein Schmelzaggregat, in dem das Einsatzgut durch Zuführen elektrischer und zum Teil chemischer Energie aufgeschmolzen wird. Der recycelte und flüssige Stahl befindet sich dabei in einem feuerfest-zugestellten Untergefäß. Das Obergefäß und der Deckel eines modernen LBO's sind in der Regel als wassergekühlte Stahlkonstruktion ausgeführt. Als gängige Praxis haben sich Rohrkonstruktionen bewährt, die fest verschweißt und von Kühlwasser durchströmt werden. Auf diese Weise widersteht das Material den enormen Temperaturen von mehreren tausend Grad Celsius, die im Innern des Elektrolichtbogenofens vorherrschen.

Die Energie des Lichtbogens und der chemischen Zugaben wird dabei zum Großteil der Schmelze zugeführt. Dabei ist unvermeidbar, dass ein Teil der Energie auch in die Wasserkühlung von Obergefäß und Deckel übertragen wird. Ein weiterer, erheblicher Teil der Energie wird über den Abgasstrom ausgetragen. Um schädliche Emissionen des heißen Abgases filtern zu können, muss die Temperatur des Abgases zunächst reduziert werden. Aus diesem Grund sind auch die entsprechenden Abgaskanäle größtenteils als wassergekühlte Stahlkonstruktion konzipiert.

Um einen möglichst störungsfreien Schmelzbetrieb zu gewährleisten und den Verschleiß der Bauteile gering zu halten, kommt der sicheren und permanenten Kühlung der Rohrkonstruktionen und nachfolgend der Rückkühlung des erwärmten Kühlwassers im Kreislauf eine entscheidende Bedeutung zu. In diesem Zusammenhang ist es unerlässlich, die stets individuellen, wärmetechnischen Parameter des Schmelzprozesses verlässlich zu ermitteln. Nur so lassen sich notwendigen Kapazitäten der Aggregate und des zugehörigen Kühlsystems passgenau auf den Moment



Rückkühlsystem mit Trockenkühler für wassergekühlte Rohrkonstruktionen eines Elektrolichtbogenofens, konzipiert, geliefert und in Betrieb genommen von der KSK System Kühl Technik

des maximalen Wärmeenergieeintrages auslegen. Da es sich beim Schmelzprozess im Elektrolichtbogenofen um einen stark diskontinuierlichen Prozess handelt, liegt die maximale Rückkühlkapazität eines Systems oft weit über der im Mittel auf das Kühlwasser übertragenen Wärmeleistung.

### Nutzbarmachung von Abwärme im Kaltwasser-System ist möglich

Als Spezialist für wassergekühlte Anlagentechnik in der Stahl-, Metall- und Recyclingindustrie beschäftigt sich die KSK seit nunmehr 40 Jahren mit der Weiterentwicklung, Optimierung und Fertigung der für den Schmelzprozess im Elektrolichtbogenofen (und weiterer Aggregate) kritischen, wassergekühlten Komponenten und der dazugehörigen Kühlkreisläufe. Das dabei entwickelte Verständnis für die Prozesse und Prioritäten der stets individuellen Schmelzaggregate und -Betriebe ermöglichte es uns, eine verfahrenstechnische Systematik zur Auskopplung der in den Kühlkreislauf übertragenen Abwärme zu entwickeln, ohne dabei den vorrangigen Schmelzprozess zu gefährden. Die Auskopplung der Abwärme

stellt eine Ergänzung zur sicheren Rückkühlung eines Kreislaufes dar.

Grundlage zur Auskopplung von Abwärme bildet dabei zunächst der geschlossene, unter Druck stehende Kühlkreislauf. Nur in diesen lässt sich ein entsprechender Speicherbehälter als Schnittstelle zwischen Wärmequelle und -Senke integrieren und zuverlässig kontrollieren. Die Kontrolle und Steuerung dieser Schnittstellen sind notwendig, um die diskontinuierliche Abwärmeübertragung in den Kühlkreislauf von der Weiterlieferung eines möglichst konstanten Wärmeangebots an die jeweiligen Abnehmer zu entkoppeln.

Als weiteres, maßgebendes Kriterium gilt es, das grundsätzliche Temperaturniveau des Kühlkreislaufs auf den Abnehmer der Abwärme abzustimmen. Dabei ist zu beachten, dass die meisten wassergekühlten Anlagen im Bereich des Elektrolichtbogenofens in Deutschland als sogenannte „Kalt- oder Warmwasser“-Systeme ausgelegt sind. Im Sinne der Druckgeräterichtlinie lassen sich somit vereinfachte Prüf-, Herstellungs- und

Reparaturverfahren für die Apparate und Kreisläufe anwenden. Diese werden in der Regel auf einem Temperaturniveau von bis zu 100 °C bei einem Druck von bis zu 10 bar betrieben. Typische Nutzungsfälle sind werksinterne Gebäude- oder Prozessheizungen. Auch die Auskopplung in neu erschlossene Niedertemperatur-Nahwärmenetze werden aktuell von der KSK projektiert. Je nach individueller Situation lassen sich bestehende Kalt- bzw. Warmwasser-Systeme mit einem überschaubaren Aufwand derart umrüsten, dass eine Verschiebung des Temperaturniveaus zur Nutzbarmachung für einen potentiellen Abnehmer ohne zusätzliche Aufwände für die Anlage selbst einhergehen kann.

### ORC und Dampfproduktion bieten Chancen

Für Anlagen auf einem höheren Temperatur- und Druckniveau bieten sich weitere Chancen zur Abwärmenutzung, wie beispielsweise die Dampferzeugung oder die Stromproduktion im Organic Rankine Cycle (ORC). Die ORC-Anlage ist flexibel im Einsatz und macht die direkte Auskopplung von Wärmeenergie aus dem Kreislauf unabhängig von weiteren Abnehmern. Im Dampfbereich bestehen oftmals etablierte Prozesse mit einer Vielzahl von Nutzungsmöglichkeiten in den einzelnen Werken. Die Kehrseite dieser Medaille sind die aufgrund des erhöhten Herstellungs- und Überwachungsaufwandes deutlich höheren Investitions- und Betriebskosten. Insbesondere die Umstellung von Kaltwasser- auf Heißwasser- bzw. Dampfsystem gleicht eher einem Neu- als einem Umbau, da sie nur mit einem vollständigen Austausch der wassergekühlten Aggregate sowie des zugehörigen Kühlkreislaufes erfolgen kann. Das verfahrenstechnische Grundprinzip zur Abwärmeauskopplung bleibt jedoch weitestgehend gleich, sofern die Nutzbarmachung von heißem Wasser angestrebt wird. Im Dampfbereich sind Schnittstellen über eine Dampftrommel seit Jahrzehnten erprobte Praxis.

Etwasige Wirtschaftlichkeitsberechnungen inklusive Förderberatung für einen Umbau bietet die KSK im Zusammenspiel mit führenden Beratungsunternehmen in der Energiewirtschaft an.



Im Abgaskamin von LD-Konvertern ist die Dampferzeugung in Kreisläufen mit Rohrkonstruktionen, wie dieser Konverterhaube mit Stelling, seit Jahrzehnten gängige Praxis

### Fazit

Der Elektrolichtbogenofen ist nur ein Beispiel für das Potential zur Auskopplung industrieller Abwärme in der Stahl-, Metall- und Recyclingbranche. Allein im Bereich der Wasserkühlung gibt es eine Vielzahl von Aggregaten und Anlagen, die sich verfahrenstechnisch umrüsten lassen. Aufgrund der Individualität jeder Anlage in der Branche ist jeweils im Einzelfall zu bewerten, inwiefern ein Kühlsystem an die Anforderungen eines potentiellen Abnehmers von Abwärme angepasst werden kann. Hierbei ist ein Augenmerk auf die tatsächlich im Durchschnitt erzeugte Energiemenge zu legen. Zahlen zur maximal installierten Rückkühlkapazität eines Systems sind lediglich in der Systemsicherheit begründet und geben nur einen sehr eingeschränkten Aufschluss über mögliche Abwärmepotentiale. Insbesondere im Hochtemperatur- und Druckbereich bestehen die größten Chancen, passende Abnehmer für Abwärme zu finden. Gleichzeitig sollte man bei der wirtschaftlichen Bewertung eines Umbaus, den erhöhten Investitions- und Betriebsaufwand genau betrachten. Finanziell lohnenswert kann die Nutzung von Abwärme sowohl im Kaltwasser- als auch im Heißwasser- oder Dampfbereich sein. ✓



© Andreas Höwedes

### Andreas Höwedes

Geschäftsführer

KSK Kuhlmann-System-Kühltechnik GmbH  
hoewedes@kskgruppe.de



© Olaf Huscher

### Olaf Huscher

Gesellschafter-Geschäftsführer

KSK Kuhlmann-System-Kühltechnik GmbH  
huscher@kskgruppe.de