

Erweiterte Belieferungsmöglichkeiten von Aluminiumgießereien mit Flüssigaluminium

Ein technisch innovatives Konzept, unter ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten betrachtet

VON MICHAEL KUOM, WEISSENHORN,
UND RALF URBACH, HANNOVER

Auminiumschmelzwerke stellen aus Aluminiumschrott Schmelzen für genormte Aluminiumlegierungen her und beliefern damit vorwiegend Gießereien. Traditionell wurden die Aluminiumlegierungen als Metallblöcke an die Gießereien geliefert, die dank genormter Abmessungen in größeren Stapelpaletten transportiert werden konnten. Das bedeutete, dass das flüssige Metall zunächst erstarrte und nach Ankunft in der Gießerei erneut wieder aufgeheizt und verflüssigt werden musste. Um 1970 wurde in Deutschland die Technik entwickelt, Alu-

miniumschmelze in wärmeisolierten Transportbehältern per Lkw über öffentliche Straßen zu transportieren, um die Aufheiz- und Schmelzenergie nur noch einmal aufwenden zu müssen.

Ungeachtet der mittlerweile ausgereiften Flüssigmetalltransport-Technologie werden in Deutschland noch immer mehr als 50 % der aus Schrott geschmolzenen Aluminiumgusslegierungen in Form von Blöcken an Gießereien geliefert. Dabei läuft folgende konventionelle Prozesskette ab: Flüssiges Metall kühlt im Schmelzwerk unter Wärmeverlust bis zur Erstarrung ab, wird in Form von Blöcken auf Paletten gestapelt, die dann per Lkw über beispielsweise 200 km transportiert werden. In der

Gießerei werden sie schließlich von den Paletten gehoben und erneut aufgeheizt und geschmolzen. Am Ende ist genau der Aggregatzustand erreicht, den das Aluminium bereits am Ausgangspunkt – im Warmhalteofen des Schmelzwerkes – hatte. Dieses Verfahren erfordert zwei Schmelzöfen an zwei verschiedenen Standorten für dieselbe Menge Metall und den doppelten Aufwand an thermischer Schmelzenergie, der mit der ebenfalls doppelten Menge an CO₂-Emission verbunden ist.

Im Folgenden sollen die ökonomischen und ökologischen Auswirkungen beim Wechsel von der Block- zur Flüssigmetallbelieferung betrachtet werden. Es wird eine innovative Technologie vorgestellt, die



FOTOS: OETINGER

Entladen eines Flüssigmetalltransporters

es auch mittleren und kleineren Gießereien ermöglicht, optimiert Flüssigaluminium mit allen Vorteilen einzusetzen.

Ökonomische und ökologische Optimierungspotentiale für Aluminiumgießereien

Einen qualitativen Überblick über ökonomische und ökologische Optimierungspotentiale bei einem Wechsel von der Blockbelieferung zur Flüssigaluminiumbelieferung gibt **Tabelle 1**. Gerade bei gestiegenen Energie- und Metallpreisen sind der Energieverbrauch und das Metallausbringen wesentliche wirtschaftliche Kriterien für eine Aluminiumgießerei.

Die in Gießereien häufig verwendeten Ofentypen sind mit ihren technischen Daten in **Tabelle 2** aufgeführt. Bei den dargestellten Energiedaten handelt es sich um theoretische, spezifische Schmelzenergien, die aufgrund von Daten aus der betrieblichen Praxis (ermittelt im Rahmen einer Studie des Bayerischen Landesamtes für Umweltschutz [1]) wie folgt zu verifizieren sind: In der genannten Studie [1] wird zum Beispiel für einen Schachtofen der Striko-Westofen GmbH, Mainz-Kastel, eine theoretische spezifische Schmelzenergie von $600 \text{ kWh}_{\text{th}}/\text{t}_{\text{Al}}$ angegeben, die sich aber bei einem reinen Einsatz von Blockmaterial auf $690 \text{ kWh}_{\text{th}}/\text{t}_{\text{Al}}$ erhöht. Bei einem kombinierten Schmelz- und Warmhaltebetrieb wurden Daten von bis zu $900 \text{ kWh}_{\text{th}}/\text{t}_{\text{Al}}$ ermittelt, wobei der Anteil für den Energieaufwand zum reinen Warmhalten der Schmelze mit $180 \text{ kWh}_{\text{th}}/\text{t}_{\text{Al}}$ angegeben wird. Ähnliche Werte werden auch für den Schmelzofen mit kurzem Schacht der ZPF therm Maschinenbau GmbH, Siegelsbach, angegeben, etwas bessere Werte für den Regenerator-Schachtschmelzofen der Jasper Gesellschaft für Energiewirtschaft und Kybernetik mbH, Geseke, (Schmelzen und Warmhalten bei $750 \text{ kWh}_{\text{th}}/\text{t}_{\text{Al}}$). Für die in Aluminiumgießereien teilweise noch eingesetzten Herd- und Wannenöfen liegt der spezifische Energieverbrauch mit bis zu $1200 \text{ kWh}_{\text{th}}/\text{t}_{\text{Al}}$ wesentlich höher [1].

Tabelle 1: Qualitativer Vergleich Blockbelieferung versus Flüssigmetallbelieferung

	<i>Blockmetall</i>	<i>Flüssigmetall</i>
Energie + Umwelt	Energie zum Einschmelzen wird zweimal aufgewendet – beim Blockhersteller; beim Einschmelzen in der Gießerei	Schmelzenergie wird nur einmal aufgewendet – Reduzierung von Emissionen nachhaltige Minderung der (CO ₂ -Emissionen) – Belastung der Filteranlage wird extrem minimiert
Metallausbringen	Bedingt durch den erneuten Einschmelzprozess zusätzlicher Metallverlust in der Gießerei	Keine zusätzlichen Metallverluste
Lagerhaltung	Hohe Kapitalbindung sowie Lagerplätze bei Schmelzwerk und Gießerei	Entfall der Lagerhaltung durch Just-in-time-Belieferung
Logistik	Blöcke müssen beim Kunden mehrmals bewegt werden	Just-in-time-Flüssigmetallanlieferung in den Gießofen oder direkt in die Gießpfanne
Sonstige Kosten	Investitionskosten, Instandhaltungskosten und Betriebskosten zum Einschmelzen	Investitionskosten, Instandhaltungskosten und Betriebskosten zum Einschmelzen entfallen

Neben dem Energieverbrauch ist die Betrachtung des Metallverlustes ein entscheidendes Kriterium beim Vergleich der Belieferung mit Masseln und derjenigen mit Flüssigmetall. Aufgrund der bekannten Affinität des Aluminiums zum Sauerstoff treten beim Schmelzen von Aluminium unwiederbringliche Metallverluste durch Oxidation ein. Für die oben genannten Schachtofen liegen theoretischen Zahlen bei 1 bis 2 % Metallverlust [1]. Aus der betrieblichen Praxis sind je nach Ofentyp und Fahrweise Metallverluste im Bereich von 2 bis 5 % bekannt. Hingegen liegt der Metallverlust bei einer Belieferung mit Flüssigmetall bei max. 0,2 %, die vorwiegend durch den Entleervorgang der Flüssigmetallbehälter in den Gießereien ent-

stehen. Somit ergeben sich rein spezifisch für Aluminiumgießereien zusammengefasst die im Folgenden genannten wirtschaftlichen und ökologischen Vorteile. Dabei ist zu berücksichtigen, dass Angaben zu Energiepreisen und Metallpreisen als variabel zu betrachten sind und beispielhaft die Größenordnung von Einsparungen darstellen sollen. Letztendlich sollte jede Gießerei eine eigene umfassende Wirtschaftlichkeitsbetrachtung erstellen.

Wirtschaftliche Vorteile

(Zahlen jeweils je t Metall)

1. *Eingesparte Schmelzenergie:* 700 bis 1200 kWh/t (Beispiel: Bei Gaskosten von 0,04 Euro/kWh können 28 bis 48 Euro Energiekosten/t eingespart werden).

2. *Eingesparte Metallverluste:* Beim Vergleich des Einschmelzens von Masseln in Öfen und der Belieferung mit Flüssigmetall wird im optimalen Fall für die Gießereien davon ausgegangen, dass der Flüssigmetallbehälter bei der Belieferung mit Flüssigmetall direkt den Gießtiegel befüllt. Für diesen Fall tritt bei beiden Belieferungsarten der oben genannte Metallverlust beim Umfüllen von ca. 0,2 % auf. Damit ergibt sich ein reiner Metallverlust von 2 bis 5 %, d. h. 20 bis 50 kg/t, wodurch z. B. bei einem Preis der Legierung 226 D von 2100 Euro/t 42 bis 105 Euro/t (Verlust durch Aluminiumoxidation) eingespart werden können.

3. *Sonstige Kosteneinsparungen:* Der Vollständigkeit halber sei gesagt, dass weitere Kosteneinsparungen möglich sind – sicherlich von Fall zu Fall unterschiedlich, aber dennoch von Bedeutung. Eine Rolle spielt auch die Frage, ob eine Neuinvestition in einen Schmelzofen ansteht und gegebenenfalls eine Flüssigmetallbelieferung eine derartige Investition entbehrlich macht. Die Kosteneinsparungen können deshalb an dieser Stelle nur grob geschätzt werden (auch hier ist sinnvoller Weise jede Gießerei

aufgefordert, ihre eigene spezifische Berechnung durchzuführen): Werden die möglichen Einsparpotentiale lt. Tabelle 1 betrachtet, so ergibt sich mindestens ein zusätzliches Einsparpotential von 15 bis 20 Euro/t (Einsparungen u. a. im Bereich Finanzierung, Umschlag, Lagerhaltung, Logistik, Instandhaltung, Genehmigungsaufwand sowie damit verbundene Zeitersparnis bei einer Neuinvestition etc.).

Das gesamte Kosteneinsparpotential liegt für die durchgeführte Beispielrechnung bei 85 bis 173 Euro/t.

Ökologische Vorteile: Im Hinblick auf die zurzeit stattfindende Diskussion zur Nachhaltigkeit sind die Optimierungen im Energieverbrauch und die Verringerung des Metallverlustes mit CO₂-Reduzierungspotentialen gleichzusetzen. Für Erdgas ergibt sich pro Gigajoule Energieverbrauch ein Emissionsfaktor von 0,056 t CO₂ [2]. Bei einem spezifischen Energieverbrauch von 700 kWh/t Aluminium können demnach 141 kg CO₂/t Aluminium, bei 1200 kWh/t Aluminium 242 kg CO₂/t Aluminium an Emissionen innerhalb einer Gießerei vermieden werden.

Für den Metallverlust ist die CO₂-Bilanzierung auf die gesamte Prozesskette der Primäraluminiumgewinnung zurückzuführen, da durch die Oxidation des Aluminiums dieses irreversibel dem Wirtschaftskreislauf entzogen wird und durch Primäraluminium kompensiert werden muss. Daher ist der gesamte Energieinhalt des Aluminiums zu berücksichtigen. Vom Bauxitabbau bis zum Primäraluminium ergibt dies eine CO₂-Fracht von 10 634 kg/t Primäraluminium [3]. Bei einem Metallverlust in der Gießerei von 2 % entspricht dies 212 kg CO₂/t geschmolzener Masseln, 5 % Metallverlust sind äquivalent zu 532 kg CO₂/t geschmolzener Masseln.

Dem gegenüber stehen jedoch die durch eine Belieferung mit Flüssigaluminium höheren Transportaufwendungen und ein leicht erhöhter Energieverbrauch innerhalb der Sekundäraluminiumerzeugung (zur Bereitstellung des Aluminiums, zum Aufheizen der Behälter und durch Transporttemperaturverlust).

Aus rein spezifischer Sicht der Aluminiumgießereien ergibt sich somit ein nachhaltiges CO₂-Reduzierungspotential von 353 bis 775 kg CO₂/t Aluminium bei einer Flüssigaluminiumbelieferung.

Tabelle 2: Ofentypen und technische Daten [1]

Technische Daten	Ofentyp			
	Tiegelofen	Schachtschmelzofen	Herd-/Wannenofen	2-Kammer-Schmelzofen
Schmelzemasse in t	0,05-1,0	2,0-10	5,0-40	10-40
Schmelzleistung	gering	hoch	mittel	hoch
Warmhaltebetrieb	geeignet	geeignet	sehr gut geeignet	-
Chargierung	diskontinuierlich	kontinuierlich	diskontinuierlich	diskontinuierlich
Legierungswechsel	geeignet	Spülung erforderlich	Spülung erforderlich	Spülung erforderlich
Einsatzmaterial	Blockmaterial Kreislaufmaterial	Blockmaterial Kreislaufmaterial	Blockmaterial Kreislaufmaterial Späne	Blockmaterial Kreislaufmaterial Späne
Brenner	Kaltluftbrenner Rekuperationsbrenner	Kaltluftbrenner Rekuperationsbrenner Regenerativbrenner Oxi-Brenner	Kaltluftbrenner Rekuperationsbrenner Regenerativbrenner Oxi-Brenner	Kaltluftbrenner Rekuperationsbrenner Regenerativbrenner Oxi-Brenner
Abwärmenutzung aus dem Abgas	sehr gut (reines Abgas, hohe Temperaturen)	gut	gut (insbesondere Warmhalteöfen)	aufwendig, da belastete Abgase
Typische spezif. Schmelzenergien* mit Kaltluftbrenner in kWh _{th} /t	800-1800	1310	1080	1390
Spez. Schmelzenergien* mit Regenerator in kWh _{th} /t	-	540	530	580

* Die spezifischen Schmelzenergien können nicht allgemeingültig angegeben werden. Sie sind von der Betriebsweise, dem Alter des Ofens und der eingesetzten Legierung abhängig.



Bild 1: Einfahrvorrichtung für die widerstandsbeheizten Tauchrohre (schematisch)

So kann die CO₂-Emission z. B. bei einer Gießerei mit einer Bedarfsmenge von 10 000 t Aluminiumlegierung pro Jahr um 3530 bis 7750 t pro Jahr nachhaltig reduziert werden.

Flüssigmetallwarmhaltekonzepte

Die dargestellten ökonomischen und ökologischen Vorteile werden heute bereits von überwiegend großen Gießereien, die Flüssialuminium beziehen, genutzt. Die dazu verwendete Prozesstechnologie zur Herstellung von hochwertigen Aluminiumgussteilen aus flüssigem Aluminium, das in bis zu 6 t fassenden Straßentransportbehältern geliefert wird, hat sich bewährt. Dabei wird der Behälterinhalt bei Ankunft des Lkw in der Gießerei in ein Warmhalteaggregat überführt, um von dort aus die entsprechenden Gieß- oder Schöpföfen bedarfsgerecht über eine Gießpfanne zu versorgen.

Genau bei diesem Prozesskettensegment Flüssigmetallanlieferung – Schöpföfen setzt das neue Warmhaltekonzept an. Der Straßentransportbehälter übernimmt dabei die zentrale Aufgabe der bisher verwendeten Schmelz- und Warmhalteöfen. Dies wird erst durch die Integrierung von Heizsystemen in den Straßentransportbehälter möglich. Zur Beheizung der Behälter stehen heute zwei prinzipiell ähnliche Systeme zur Verfügung: Die indirekte Beheizung mit elektrisch widerstandsbeheizten Tauchrohren und die indirekte Beheizung mit einem gasbeheizten Manteltauchrohr.

Durch den Einsatz von indirekten Beheizungen werden alle Nachteile einer di-

rekten Brennerbeaufschlagung vermieden (Krätzebildung im Behälter, Aufgasung des Aluminiums etc.). Beide Tauchheizsysteme mit Siliciumnitrid-Schutzrohren haben sich bereits in mehreren Gießereianwendungen zum Aufheizen und Warmhalten bewährt. Kennzeichnend für beide Beheizungsarten ist der niedrige Energieverbrauch zum Warmhalten der Schmelze im Transportbehälter: Er beträgt 6 bis 8 kWh/t. Beide Systeme arbeiten mit einem Wirkungsgrad von >80 %. Zum weiteren Erwärmen der Schmelze werden je nach Beheizungssystem und Füllstand im Behälter Aufheizgradienten bis zu 20 K/h erreicht.

Das widerstandsbeheizte Tauchrohr besteht aus mehreren Heizdrähten. Diese sind in einem Siliciumnitridrohr in mineralisches Pulver eingebettet und werden so vor dem Kontakt mit der Schmelze geschützt. Zur Überwachung und als Überlastschutz ist ein zusätzliches Thermoelement in das Keramikrohr eingebracht. Dank der besonders schlanken Bauweise lassen sich für jedes Tauchrohr ca. 17 kW elektrische Leistung realisieren. Insgesamt werden im Transportbehälter drei dieser Heizstäbe in engem Abstand gebündelt, so dass über die erforderliche Warmhalteenergie hinaus genügend Reserven für eine Erwärmung des Metalls gegeben sind. Der Wärmeübergang findet bei widerstandsbeheizten Tauchrohren überwiegend durch Wärmeleitung statt.

Das gasbeheizte Manteltauchrohr besteht im Wesentlichen aus einem Manteltauchrohr aus Siliciumnitrid (ca. 140 mm Außendurchmesser; 1320 mm Länge), ei-

nem Flammrohr zur Abgasführung und einem keramischen Rekuperatorbrenner mit einer Leistung bis zu 80 kW. Das Manteltauchrohr wird senkrecht von oben in den Transportbehälter eingeführt und trennt so die offene Flamme des Brenners vom Behälterinnern. Durch den Gasbrenner wird das Rohr von innen aufgeheizt. Es gibt die Wärme über seine Außenfläche direkt durch Wärmeleitung an die Schmelze ab. Bei geringen Metallfüllständen im Transportbehälter erfolgt der Wärmeübergang überwiegend durch Strahlung. Das zurückströmende Abgas gibt wiederum (nach dem Wärmetauscherprinzip direkt am Brenner) einen großen Teil der Abgaswärme an die zugeführte Verbrennungsluft ab. Dadurch lässt sich eine relative Luftvorwärmung von mindestens 0,6 erreichen.

Für das Handling der indirekten Heizsysteme wurden zwei Standardvorrichtungen entwickelt (Bilder 1 und 2). Bild 1 zeigt die gemeinsame Anordnung auf einer Stahlplattform mit Einfahrvorrichtung für die widerstandsbeheizten Tauchrohre im ausgefahrenen Zustand (Bild 1, links) und im eingefahrenen Zustand (Bild 1, rechts) sowie den dazugehörigen Transportbehälter. Der Behälter wird durch spezielle Fußanschlüsse an der Plattform formbündig aufgenommen. Um das Aluminium im Behälter beheizen zu können, befindet sich an jedem Behälter ein seitlich nach oben zeigender Stutzen, über den die Tauchrohre eingefahren werden. Die Einfahrvorrichtung besteht im Wesentlichen aus einer Fahrsäule mit aufgesetzter Lafette. In der



Fahrsäule sind konstruktiv mehrere Freiheitsgrade berücksichtigt worden, damit eine individuell angepasste Anfahrt an die Behälter ermöglicht wird. So ist eine schnelle und sichere Verbindung mit wenigen Handgriffen zwischen Einfahrvorrichtung und Transportbehälter gewährleistet. Per Elektroantrieb fahren die widerstandsbeheizten Tauchrohre in den Behälter ein, bis der Stutzen von der Vorrichtung dicht um-



Tabelle 3: Spezifische Merkmale der indirekten Beheizungsvarianten für Straßentransportbehälter

Technische Daten/Merkmal	Indirekte Beheizung	
	widerstandsbeheiztes Tauchrohr	gasbeheiztes Manteltauchrohr
Leistung in kW	34-51	40-80
Heizart	elektrisch	Gas
Energieverbrauch (Warmhalten von vollen Behältern) in kWh _{el} /th/t	6-8	6-8
Aufheizgradient in K/h	5-10	10-20
Wirkungsgrad in %	>80	>80
Warmhaltetemperatur in °C	680-800	680-900
Einfahrbewegung der Heizstäbe	seitlich oder oben	oben

geschlossen wird. Gleichzeitig halten die Tauchrohre einen sicheren Abstand zum Tiegelboden (Bild 1, rechts).

Die zweite Standardvorrichtung (Bild 2) ist für die Beheizung von oben vorgesehen und ganz speziell auf die technischen Anforderungen des gasbeheizten Manteltauchrohrs abgestimmt. Eine konventionelle Hub-Schwenk-Vorrichtung mit Ausleger nimmt alle wesentlichen Bauteile, wie Manteltauchrohr, Rekuperatorbrenner, Verbrennungsluftventilator und Gasregelstrecke auf. Auf dem Hallenboden befestigte Fußanschläge bringen wiederum den Straßentransportbehälter in exakte Position zur Hub-Schwenk-Vorrichtung. Von Vorteil ist eine separate, im Schwenkbereich der Vorrichtung befindliche Anwärmsstation, welche ein rasches Vorwärmen der Keramikbauteile des gasbeheizten Systems erlaubt.

Tabelle 3 enthält die wesentlichen Merkmale der beiden dargestellten Beheizungsvarianten.

Integrierte Flüssigmetallversorgung einer Aluminiumgießerei

Um die Prozesskette Flüssigmetallanlieferung – Schöpfofen abzurunden, wurde eine hydraulische Kippvorrichtung für Straßentransportbehälter entwickelt. Diese dient zur sicheren Aufnahme des Behälters mit Hilfe von Arretierungsbolzen und kann, ähnlich wie ein Tiegelofen, per Knopfdruck in eine beliebige Auskippstellung gebracht werden (Bild 3). Die Kippvorrichtung wird ebenfalls mit einer Beheizung für die Straßentransportbehälter – wahlweise elektrisch oder gasbeheizt – ausgestattet. Die Schmelze kann je nach betrieblicher Aufgabenstellung auf folgen-

de Art und Weise überführt werden: Übernahme in eine Gießpfanne; Übernahme in einen Gieß- bzw. Schöpfofen; direkte Anbindung an die Gießanlage (Ersatz des Gießofens). Eine integrierte Flüssigmetallversorgung besteht nun aus mehreren Warmhaltestationen und Kippvorrichtungen. Die Anzahl der zu errichtenden Einzelaggregate ist abhängig von der

- > Anzahl der eingesetzten Legierungen in der Gießerei;
- > Abnahmemenge pro Legierung z. B. in t/h;
- > Fahrzeug für den Lkw zwischen Schmelzwerk und Gießerei;
- > Planungssicherheit bzw. Versorgungssicherheit der Gießerei.

Bild 4 zeigt eine mögliche Aufstellungsvariante in einer Gießerei mit vier Warmhaltestationen (elektrisch beheizt) und zwei Kippvorrichtungen. Besonders vorteilhaft ist, dass die gesamte Anlagentechnik ohne zusätzliche Fundamente errichtet werden kann. Industrieböden bzw. -decken, die für mittlere Gabelstaplerlasten ausgelegt sind, können diese lotrechten Verkehrslasten aufnehmen. Somit sind auch nachträgliche Installationen unkompliziert, und auch die Verlagerung innerhalb einer Halle oder eines Werksgeländes ist rasch umsetzbar. Auch als Notfallkonzept, z. B. bei größeren Ofenreparaturen, lässt sich eine sichere Versorgung der Gießerei auf diese Weise weiterhin gewährleisten.

Grundvoraussetzung für eine reibungslose Flüssigmetalllogistik ist ein ausreichend dimensionierter Hallenkran mit mindestens 10 t Traglast sowie eine Einfahrtmöglichkeit für den Flüssigmetalltransporter (s. **Aufmacher-Foto**).



Bild 4: Prinzipielle Darstellung einer Aufstellungsvariante für vier Warmhaltestationen (elektrisch beheizt) und zwei Kippvorrichtungen in einer Gießerei

Bild 5 zeigt die integrierte Flüssigmetallversorgung in der tschechischen Gießerei Starcam s.r.o., Most. Im Vordergrund ist ein Ausschnitt der acht Warmhaltestationen für die Flüssigmetallbehälter und am linken Bildrand eine der beiden beheizbaren Kippstationen zum Entleeren der Flüssigmetallbehälter zu sehen.

Zusammenfassung

Gerade in der zurzeit stattfindenden Nachhaltigkeitsdiskussion hinsichtlich ökologischer Produktion (Schonung der natürlichen Ressourcen und Klimawandel) und auch der ökonomischen Vorteile ist in den Ausführungen aufgezeigt worden, dass eine Versorgung von Aluminiumgießereien mit Flüssigmetall einen wichtigen Beitrag dazu leisten kann.

Da bisher nur ca. 50 % des Metallbedarfes der Aluminiumgießereien durch Flüssigmetalltransporte gedeckt werden, stellt der Beitrag technische Möglichkeiten vor, die bereits großindustriell genutzt werden. Die Systeme zur indirekten Beheizung der Transportbehälter – wahlweise elektrisch oder erdgasbefeuert – dienen als Flüssigmetallpuffer und können bis zu einer integrierten Flüssigmetallversorgung ausgebaut und variiert werden. Diese Technologie bietet somit auch für kleinere und mittlere Gießereien die Möglichkeit, in Zukunft Flüssigaluminium zu beziehen.



Bild 5: Integrierte Flüssigmetallversorgung der Gießerei Starcam in Tschechien

Unter Würdigung aller technischer Vorteile der Flüssigmetallversorgung, des Kostenoptimierungspotentials und der nachhaltigen Umweltverbesserung infolge des CO₂-Reduzierungspotentials steht vor allem auch der Imagegewinn für Aluminiumgießereien im Vordergrund.

Dipl.-Ing. (FH) Michael Kuom, Aluminiumschmelzwerk Oetinger GmbH, Weihenhorn,
Dr.-Ing. Ralf Urbach, Karl Konzelmann Metallschmelzwerke GmbH & Co. KG, Hannover

Literatur:

- [1] *Effiziente Energieverwendung in der Industrie – Teilprojekt „Metallschmelzbetriebe“*. Effiziente Energienutzung in Nicht-Eisen-Metall-Schmelzbetrieben. Bayerisches Landesamt für Umweltschutz (Herausgeber), Augsburg 2005.
- [2] *Emissionsfaktoren und Kohlenstoffgehalte*. Umweltbundesamt – Dehst Deutsche Emissionshandelsstelle. 2006.
- [3] *Environmental profile report for the European aluminium industry*. EAA European Aluminium Association, Brüssel 2000.