

文献紹介：「キュポラ」 年間展望〈第48報〉

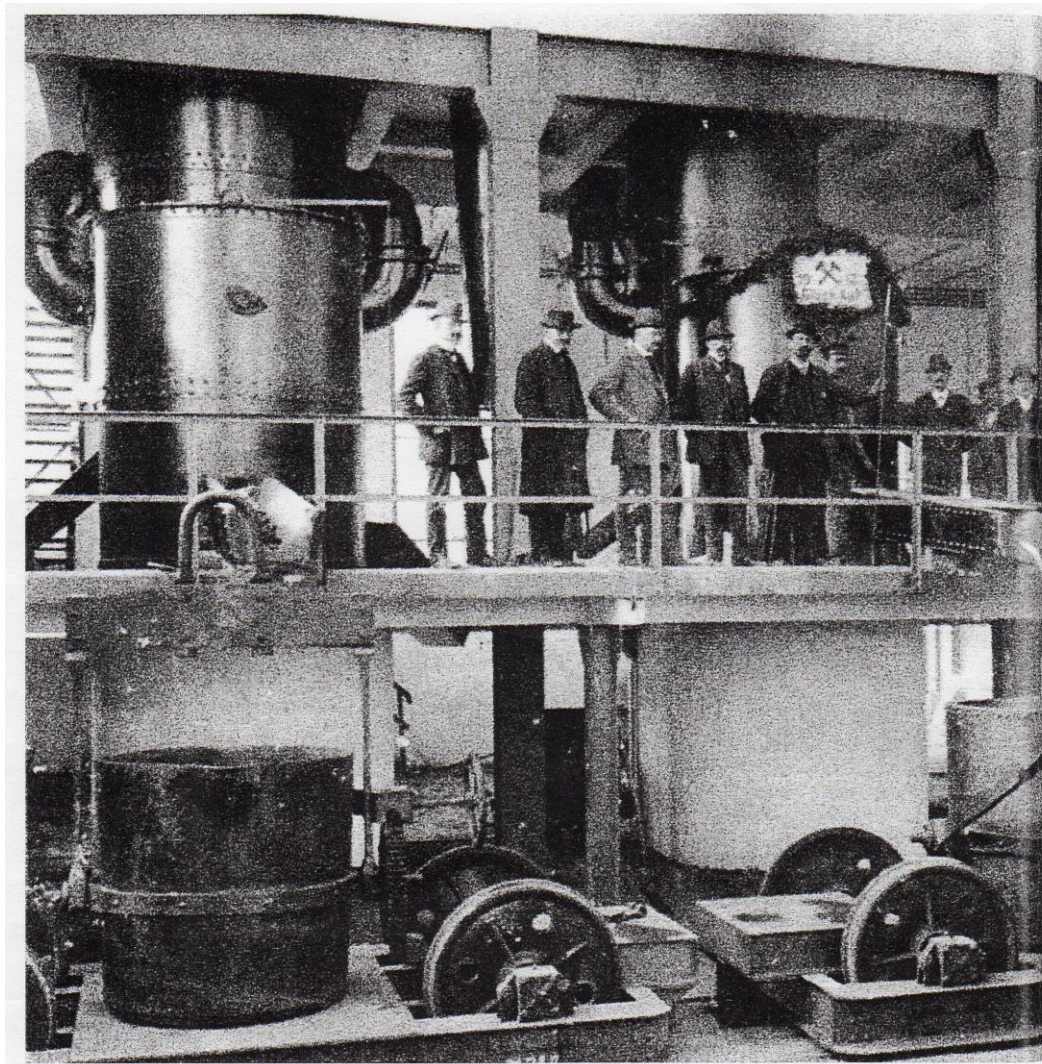
Giesserei Vol.97, 2010/09/20

Thomas Enzenbach, Viersen

翻訳 岡部 隆

キュポラの起源とその発展

キュポラの歴史は18世紀に始まった。この炉は、発展が始まった産業界における鑄鉄の工業的大量生産の源になり、今日、信頼性の高い溶解炉として重要な地位を保っている[1]。



K-H.Caspers[1]はその著書「時代の変遷の中でのキュポラ操業及び原材料」でキュポラの起源から現在までの歴史を生き生きと描いている。キュポラの起源は今日多くの研究者は大体18世紀末としている。続く10年間にこの新しい溶解装置は急速に普及した(図1)。

ここで貢献したのはエネルギー源としてのコークスの導入と溶解における還元剤の導入である。これらは高品質鋳物の需要が増大した産業が実現した時代において切実に必要なものであった。

図2に示すキュポラは1850年代のものであるが、基本的な特徴は現在のキュポラ操業において見られるものと一致している。その後鋳鉄の品質は絶えず向上を続け、同時に鋳鉄溶解の基礎理論も発展した。

キュポラの発展でマイルストーンとなるのは熱風炉の導入であった。ドイツでは1920年代に最初の実験が行われたが、当時はそれ以上は利用されず、戦後になって新たな活用が始まった。ネッカー河畔のEsslingenにある機械工場で熱風炉操業が大きく発展した。1946年には内径900mmの2基の炉によるプラントの最初の実験が行われた(図3)。

この開発により、金属装入材料の組成の開発が行われ、冶金学的利用への可能性が拡大した。鋼屑の配合割合は1960年から20年間に18%から45%に増加し、一方銑鉄の量は32%から15%に低下した。この傾向は特に注目し、なぜならこれによって単純な製錬溶解炉から金属学的利用の可能性を広げるキュポラへの変遷が実現されたからである。

長時間操業への移行はキュポラ溶解技術のさらなる発展を示した。これはノーライニング、水冷炉への変遷を特徴とする。この構造は最初主に低硫黄鋳鉄溶解のための「塩基性」炉のものだった。「酸性」スラグ処理へ切り替わった後、そのような炉は安価な鋼屑配合量の多

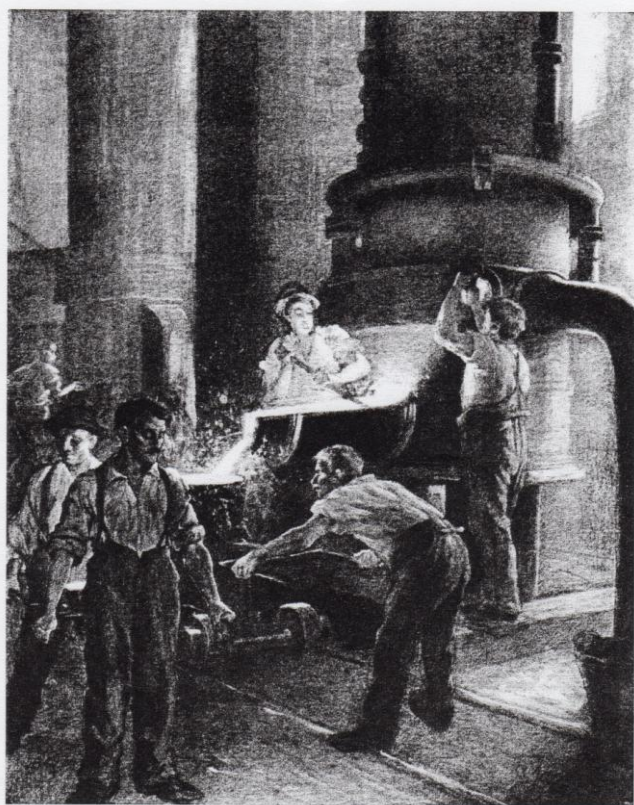


図1 NürnbergのMAN 鋳造所では創業当初(19世紀中半)にはキュポラから直接取鍋に受湯していた。

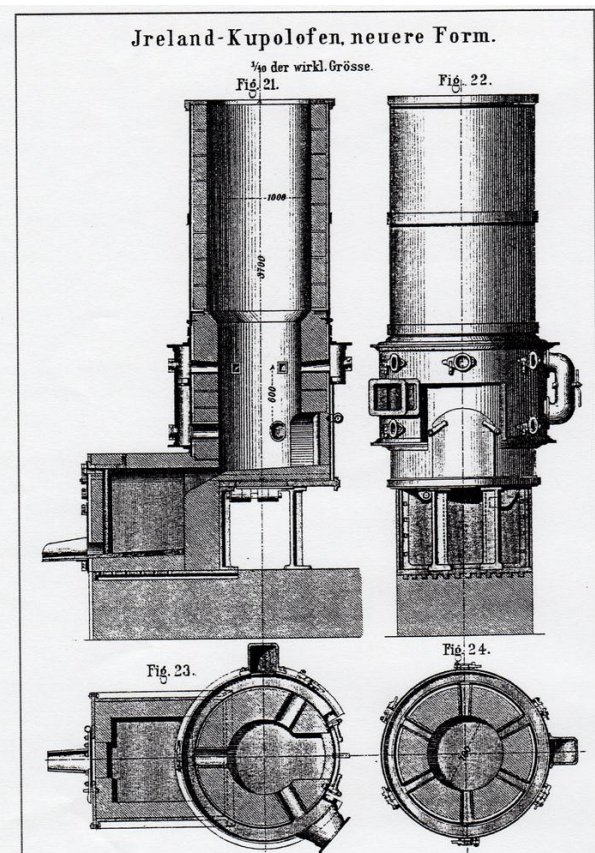


図2 伝統的なキュポラ操業は19世紀に、Ireland-Ofenですでにその基本的な要素が形成されていた。

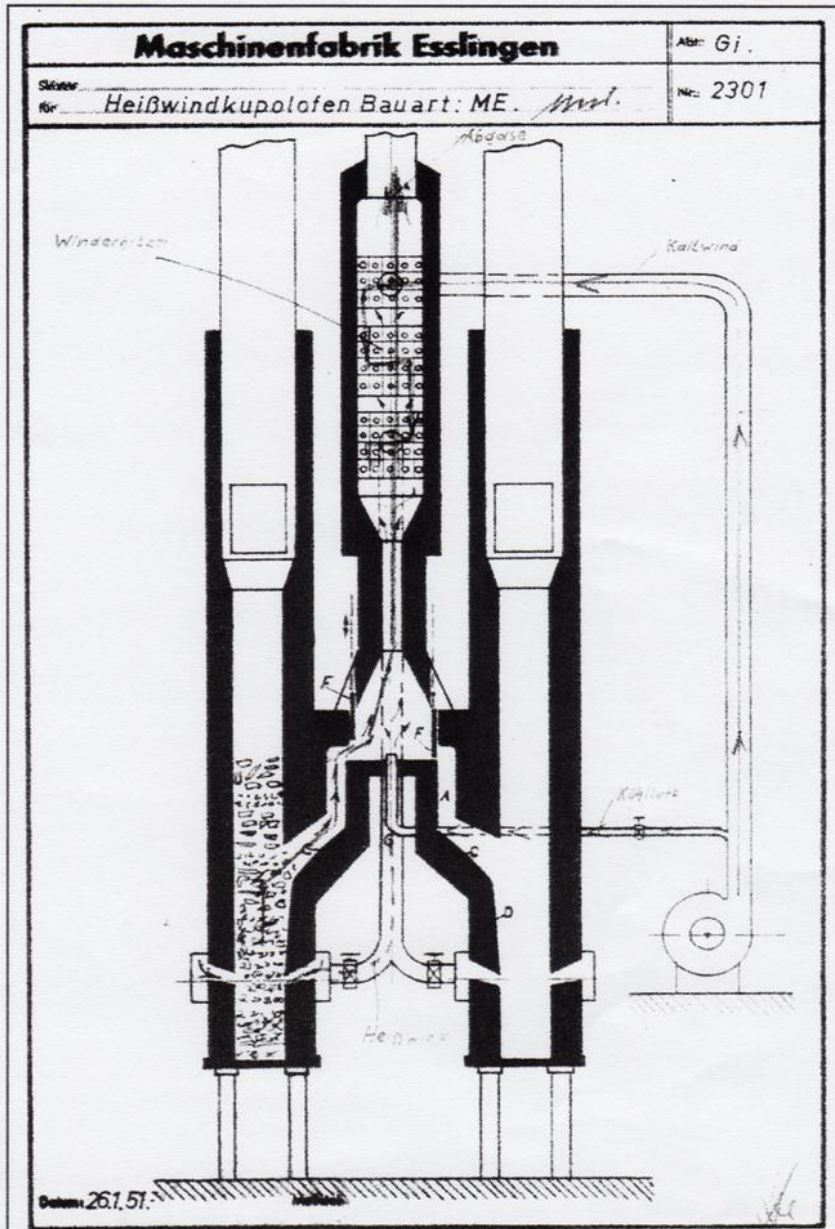


図 3 ドイツ連邦共和国では機械製造工場 Esslingen で熱風キュポラが最初に使用された。

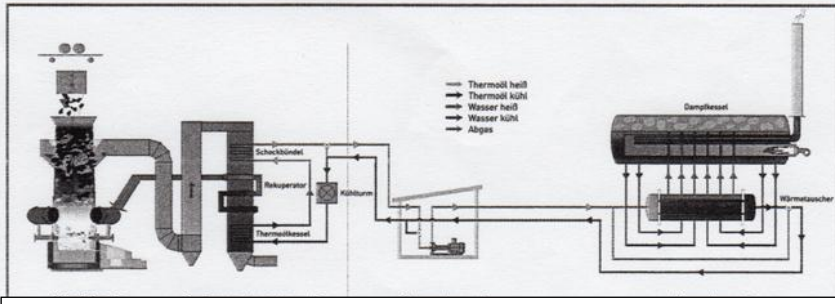


図 4 Singen の鋳物工場における Georg Fischer の熱回収のコンセプトのフローチャート、[2]による。

いチャージの溶解に利用されるようになり、キュポラの性能と効率は大きく向上し、電気炉に対する最も重要な鑄鉄溶解装置としての地位が確立された。

この著者は多くの図表を用いて、専門家のみならず一般に広く理解をもたらすような記述にしている。特にキュポラの起源や発展についての記述は注目に値するもので、この論文で述べられた内容は広く一般的なものだけではなく、専門的にも深く掘り下げたものである。起源に対する不十分な理解は現在ならびに将来のキュポラ開発に対する見方を阻害すると考えられる。

環境保護及原材料の利用

F.Detinger[2]の報告によると、Singen の Georg Fischer Automotive の鑄造工場で粉塵排出及び廃棄物の利用に関し、1つの出発点となる機能が採用された。Nestle Deutschland AG に隣接する Maggi 社との共同プロジェクトで CO₂ 排出削減のための重要な貢献がなされた。キュポラの排ガスクーラーでサーマルオイルの循環により廃熱の大部分が放出・利用される。この熱量は工場内で必要とされる量を大きく上回るものである。

Maggi 社は生のレトルト食品の消毒、香料製造における乾燥プロセスならびに加熱プロセスに食品処理用の蒸気を必要としている。そのため過去においては天然ガスを燃焼しなければならなかった。熱媒体のサーマルオイルは蒸気の生成ならびに遠距離の熱の搬送に適している。そのため約 400m のサーマルオイル・リング状パイプラインが設置された。加熱に使用されたシステムは食品の製造の前提として異なる熱媒体(空気、水、サーマルオイル)が互いに接触しないような構造になっている(図 4)。

M.Lemperle[3]は、製鉄所が排出する亜鉛含有粉塵のリサイクルのための OxyCup プロセスを紹介している。OxyCup 炉はスポンジ鉄、ブリケット化した製鉄所残留物質ならびにコークス及び添加材を装入材料とするキュポラの改良変形型の 1 つである。その特徴は酸化鉄含有粉塵と還元剤をセメントで結合したものをを用いることである。ブリケットの製造には図 5 に示す構成を用いる。これにより酸化鉄粉塵から鉄の回収が行えるようになった。それに加えて亜鉛リッチの二次粉塵が発生するが、これは亜鉛産業で利用される。

電弧炉(EAF)による溶解プロセスのさい、より大量の酸化鉄含有粉塵が発生する。このためずっと以前からリサイクルの必要性があり、今日までに多くの処理方法が確立された。

J.T.Rutten[4], L.M.Southwick[5]らは、これらの方法について解析と評価を行っている。この評価により OxyCup プロセスが実証され、採用できる技術であると認められ、新しい興味ある利用の可能性が示された。

金属装入材料

R.Deike[6]は、原材料の市場の世界的な変動について報告している。まずこうした変動がある程度的確に予言することが次第に困難になっていることを確認している。装入材料及び

エネルギー単体のコストが casting 工場ではトータルコストの大部分を占める。従ってその変動が casting 工場の経済的な結果に影響を及ぼす。過去 10 年間の原材料の供給の世界的な状況が論じられてい

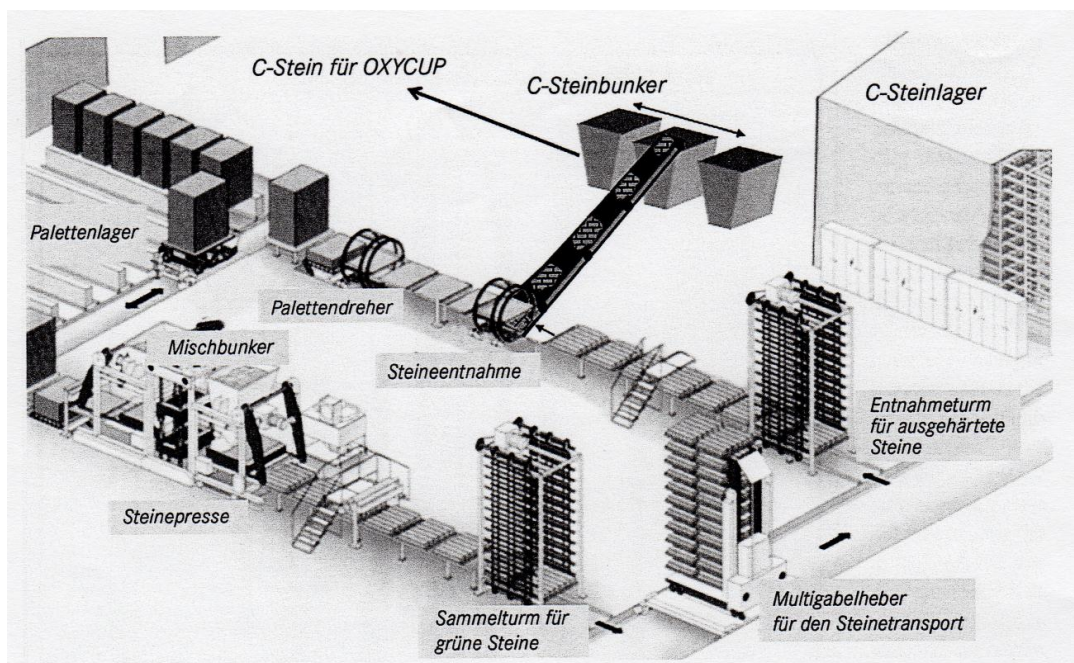


図 5 セメント粘結ブリケットの製造設備、[3]による。

るが、そのさい鑄造業にとって重要なのは鉄鋼業における発展を考慮することである。原材料の供給と価格は主に鉄鋼産業での需要に影響を受ける。この関係を図6に示す。ここでは第2級の鋼屑と鑄造工場の鋼屑の価格変動の相関関係を示している。価格の変動は別として2, 3の原材料については、すでに供給のリスクが発生している。いわゆる“危機的状況にある原材料”としてたとえば、マグネシウム、グラファイト、タングステン、ニオブ及び希土類元素があげられる。ドイツのように原材料に乏しい国では、入手が限定され、従って高価な金属を廃棄物から回収し、さらには廃棄物循環へともたらすような治金的プロセスを進展させることが重要となる。

鑄造業に対する原材料供給についてI.Laconté[7]が要約している。ここでは鉄鋼産業の状況の評価も行っている。世界の鉄鋼の生産ならびに銑鉄、鋼屑及び鉄スクラップの価格の経過について解説している。

屑材集積所の経営者にとって、監督官庁が許可した廃棄物集積許可は後の改正で変更するということを考慮することが大切であり、この間の事情をW.Henkes[8]が解説している。そしてそこから発生する問題が示されている。さらにゴミ集積所の設備を詳述し、どの設備が維持されるべきかについても解説している。またそのような業務への参入が1つの産業領域で可能になる経過を説明している。

増大する金属原材料及び限られた天然リソースの需要を考慮して、とりわけ原材料に乏しいヨーロッパのような地域で金属のリサイクルが重要な意味を持つようになっている[9]。リサイクルの最適化を強化するような努力を通じてのみ、ドイツでは経済的發展が保証される。これはすでにスクラップ処理で始まっており、将来相当な改良の可能性のあることを明らかにしている。

A.P.Druschitz,

W.W.Chaput[10]は、鉄含有量の多い微粒廃棄物のリサイクルについて取り組んでいる。粘結剤の添加によりブリケットを製作し、キュポラ溶解の際に投入した。溶解結果の評価から、他の高価な装入材料をこの材料に置き換えることは問題ないことが明らかにされた。それによって溶解コストの削減が果たされ、さらにまた自然のリソースの保護に大きく貢献する。

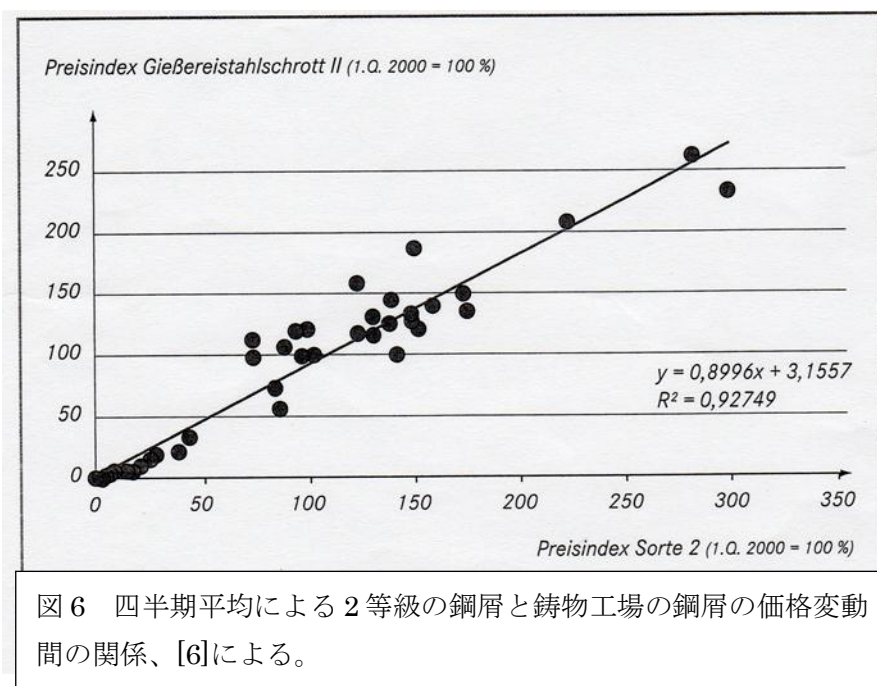


図6 四半期平均による2等級の鋼屑と鑄物工場の鋼屑の価格変動間の関係、[6]による。

コークス

安定した価格でコークスが使用できることはキュポラ操業にとって必須の前提条件である。市況の変動が引き金となって今や供給ネック及び価格の不安定さがもたらされており、これがキュポラ溶解による鋳物経営者を不安におとしめている。目下のところ価格の高騰が生じているが、このような背景でコークスをテーマとして取り上げることの重要性が増大している。

M.Hein[11,12]によるとコークス製造工場は公の立場で環境適応性に関し、特に問題が指摘されている。近代的な高性能のコークス工場の操業は過去 10 年間で排出物削減のための技術改良に向けた絶えざる進歩が強く要求されるようになった。この文献ではこれまでの経過を回顧し、立法機関による要求を背景とするコークス製造工場での技術発展について説明している。基本的に第二次大戦後の時代は大気清浄化の対策に重点が置かれていることを明らかにしている。さらにコークス製造のために行う環境保護の将来の発展を概観している。

P.S.Towsey, I.Cameron, Y.Gordon[13]ならびに E.A.Danilin, A.A.Lobov, A.V.Svirin[14]による 2 つの報告では、コークス製造における資源保護と有害物質排出を削減する可能性を問題にしている。ここではいろいろな解決方法があげられ、評価されている。全体としてコークス製造で過去に端を発するネガティブなイメージを克服するためには多くの努力が必要であるが、装入材料及びエネルギーとしてコークスは将来とも放棄すべきではないと述べている。

文献

- [1] Der KupoIofen. Verlag der Buchhandlung Eckhard Sodner, Pressath 2009.
- [2] Giesserei 97 (2010) Nr. 3, S. 66-69.
- [3] Schriftenreihe des GDMB Nr. 118. GDMB Medienverlag, Clausthal-Zellerfeld 2009, S. 175-196.
- [4] Schriftenreihe des GDMB Nr. 118. GDMB Medienverlag Clausthal-Zellerfeld 2009, S. 137-149.
- [5] Steel Times Int. 34 (2010) Nr. 2, S. 43-45.
- [6] Giesserei 97(2010) Nr. 12, S. 62-70.
- [7] Fonderie, Fondeur d * aujourd * hui (2009) Nr. 290, S. 33-36.
- [8] Recycling Magazin 65 (2010) Nr. 2, S. 20-21.
- [9] Metall - Int. Fachz. f. Metall 64 (2010) Nr. 7/8, S. 334, 336-338.
- [10] JAIS Tech 2009, Iron and Steel Technology Conference, A 1ST, Proceedings, St. Louis, MO, US, 04. - 07 Mai 2009. in: Tagungsband, Vol. 1, S. 1-8.
- [11] Fachtagung Kokereitechnik, Verein Deutscher Kokereifachleute, Essen, 29. - 30. April 2010. in: Vortragsveröffentlichung Kokereitechnik, S. 1-15.
- [12] Stahl und Eisen 131 (2011) Nr. 7, 5. 79-29.
- [13] JAIS Tech 2010, Iron and Steel Technology Conference, AIST, Proceedings, St. Pittsburgh, Pa, US, 3. - 6. Mai 2010, in: Tagungsband, Vol. 1, S. 333-343.
- [14] Cernaja Metallurgy (2010) Nr. 6, S. 21-26.