

Zirkuläre Metallwirtschaft

Hans-Bernd Pillkahn

Die Kreislaufwirtschaft als Teil der deutschen Metallwirtschaft wird beschrieben und der Unterschied zur „Circular Metals Economy“ herausgearbeitet. Die Treiber für die dringlich notwendige Rohstoffwende zu in sich geschlossenen, wertoptimierten Produkt-Kreisläufen werden dargestellt und die Auswirkungen abgeschätzt. Die neuen Herausforderungen an die Halbzeughersteller wie Recyclatgehalt und Kohlenstoff-Fußabdruck werden besprochen. Es wird gezeigt, dass für Deutschland in Zukunft unter den absehbaren politischen und ökonomischen Randbedin-

Circular Metals Economy

„Kreislaufwirtschaft“ as part of the German metals economy is described and the difference to “Circular Metals Economy” carved out. The drivers for urgent raw material transition to closed-loop, value optimized product circles are stated and the effects evaluated. The innovative challenges for semi-finished metal product producers like recycled content and carbon footprint are reviewed. It is shown that in future just high performance alloys melted from high performance feedstock can be produced under

Économie métallurgique circulaire

Economía circular de metales

gungen nur die Erzeugung von Hochleistungswerkstoffen aus Hochleistungsgattierungen bleibt. In einer Reihe von Beispielen werden die Transformation von hybridischen Metallschrott zu Hochleistungsgattierungen und die Anwendung disruptiver Technologien hierfür erläutert.

Schlüsselwörter:

Zirkuläre Metallwirtschaft – eMetallurgie – Hochleistungsgattierung – Kalte Metallurgie – Plasmaspektroskopie – Hybrid-Entschichtung

German political and economical constraints. In a row of examples the conversion from hybrid metal scrap to high performance feedstock and the disruptive technologies behind to enable C2C processes are being amplified.

Keywords:

Circular Metals Economy – eMetallurgy – High performance feedstock – Cold metallurgy – LIBS – Hybrid decoating

1 Zusammenfassung

Bisheriger Zweck der deutschen Kreislaufwirtschaft ist, Rohstoffe vor der heimischen Deponie zu bewahren. Von Ausnahmen abgesehen tragen die etablierten Abläufe den Charakter der linearen Entsorgungswirtschaft („cradle-to-grave“). Händlermentalität, Rohstoffverluste in volkswirtschaftlicher Größenordnung, umweltbelastende Raffinerieprozesse, Recycling unfreundliche Produktauslegung, Innovationsträgheit und Risikoscheu prägen ihr aktuelles Bild.

Nun setzt die EU auf die „Circular Economy“, auf die Zirkuläre Wirtschaft. Der entscheidende Unterschied zur Kreislaufwirtschaft deutscher Provenienz liegt wohl in der Definition der System- oder Bilanzgrenzen. Galt in der Kreislaufwirtschaft bisher die Welt als Bilanzkreis, funktioniert Zirkuläre Wirtschaft in eng gesteckten, geographisch konzentrierten und produkteigenen Bilanzgrenzen, die um spezifische Wertschöpfungsketten gezogen werden („cradle-to-cradle“). „Zirkulär“ wird deshalb im Weiteren

als Synonym für „in der produkteigenen Wertschöpfungskette verbleibend“ genutzt. Zirkuläre Strategien entlasten auf Sicht die Volkswirtschaft, erzwingen disruptive Innovationen und führen qua Automatismus zu verbesserter Wertschöpfung gepaart mit freundlicherer Umweltbilanz.

Zirkuläre Metallwirtschaft (i.w. auch ZMW) soll am Beispiel von Industriemetallen erläutert und diskutiert werden, die in Deutschland mehr als 600 000 direkte Arbeitsplätze sichern.

Der Erfolgsdruck in an – wirtschaftlich förderfähigen – metallischen Rohstoffen barm Deutschland mit volkswirtschaftlich unverzichtbaren, Metall basierten Technologieketten ist enorm.

Die „Klimaziele“ haben drastische Auswirkung auf die deutsche Metallwirtschaft. Der Export von metallischem Abfall wird schwieriger. Hochwertige Rohstoffe werden auf internationalisierten Märkten knapper. Hochleistungswerkstoffe bestimmen die Zukunft und müssen mit hohem Anteil arteigener Sekundärrohstoffe erzeugt werden können.

Ohne politische Vorgaben wie zu Exportbeschränkungen, zum Recyclatanteil und zum Kohlenstoff-Fußabdruck von Halbfertig- und Endprodukten, zu wirtschaftlichen Anreizen, die die zirkulären Wertschöpfungsketten gegen die Volatilität der Rohstoffpreise schützen, und ohne die Anwendung neuer Technologien wird die Zirkuläre Metallwirtschaft aber scheitern, bevor sie beginnt.

Scheitert sie, hätte dies harte Konsequenzen. Die Abhängigkeit der deutschen Volkswirtschaft von politisch kontrollierten Rohstoffkartellen stiege weiter und ihre Wertschöpfungsketten wären ein leichtes Spiel für externe Einflussnehmer.

Es wird gezeigt, dass es einige (wenige) gute Beispiele Zirkulärer Metallwirtschaft in Deutschland gibt. Das Potential ist aber beeindruckend. Um es zu heben, können wir auf einer gut organisierten Grundlage aufbauen. Schrott wird in Deutschland bestens gesammelt.

Mit Schrott ist aber keine Zirkuläre Metallwirtschaft betreibbar. Schrotte liegen in der Regel als Hybride aus Trägerwerkstoff und diversen metallischen und/oder organischen Beschichtungen vor. Diese müssen in Hochleistungsgattierungen aufbereitet werden, damit sie zirkulär einsetzbar sind. Wesentliche Technologien hierzu stehen mit hohem Reifegrad („Technology Readiness Level, TRL“) für die industrielle Anwendung zur Verfügung. Man muss es nur tun.

PROASSORT als Ingenieurgesellschaft analysiert die der Metallwirtschaft eigenen Geschäftsprozesse, formuliert sie in zirkuläre und entwickelt neue, bahnbrechende („disruptive“) Verfahren, um sie möglich zu machen. Solche für Aluminium, Kupfer und Stahl werden im Folgenden eingebettet in ihre produkteigenen Bilanzkreise vorgestellt.

Die Transformation der deutschen Kreislaufwirtschaft zur Zirkulären Metallwirtschaft („Rohstoffwende“) wird und muss sich durch schöpferische Kraft, durch breite Unterstützung durch starke Entscheider in Unternehmen, durch politisch klug gesetzte Rahmenbedingungen und insbesondere durch Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit Bahn brechen.

2 Einführende Überlegungen

Die deutsche Metallwirtschaft schmilzt gut 50 Mio. t Industriemetalle pro Jahr. Etwa 35 Mio. t davon aus Erzkonzentraten, und mehr als 15 Mio. t aus Schrotten. Die Schrott-Entsorgungswirtschaft schlägt dafür etwa 30 Mio. t Neu- und Altschrotte um. Mit der anschließenden Verarbeitung von rd. 40 Mio. t Halbzeugen und gut 4 Mio. t Gusserzeugnissen und samt integrierter Entsorgung wird von der Metallwirtschaft ein bedeutender volkswirtschaftlicher Beitrag geleistet. Er liegt je nach Marktkonditionen bei rund 150 Mrd. € Umsatz und damit – nach Automobil- und Maschinenbau – auf Augenhöhe mit der chemischen Industrie. Die gegenseitige Abhängigkeit von Metall-, Mobilitäts-, Maschinen- und Verfahrenstechnik ist evident, wohl auch in überschaubarer Zukunft unersetzlich und somit von existentieller Bedeutung für die deutsche Volkswirtschaft.

Die deutsche Metallwirtschaft ist gemessen an der Tonnage in weltumspannender Sichtweise eher kleinwüchsig. Sie ist aber die metallurgische Herzkammer der EU. War sie früher technologisch führend, ruht sie heute aus und nimmt neue Themen eher zögerlich an. Historisch ist sie in der Tatsache begründet, dass der wachsende Bedarf der eigenen Bevölkerung an Metallen seit dem Mittelalter und auch nach Aufbruch in die Mobilitätsgesellschaft bis in die zweite Hälfte des letzten Jahrhunderts zu bedeutendem Teil mit eigenem Metallrohstoff und aus eigenen Energievorkommen gedeckt werden konnte.

Heute ist Deutschland zu 100 % auf die Einfuhr von metallischen Primärrohstoffen angewiesen. Die Abhängigkeit von importierten Energierohstoffen, der zweiten Säule der logischen Voraussetzung zur Erzeugung und Verarbeitung von Metallen, ist aktuell bereits höher als 85 % und wird sich aufgrund der zur Neige gehenden eigenen Öl- und Erdgasvorräte und der Verfemung der Kohle weiter verschärfen.

Wagt man ein wenig weiter zu denken, so werden die Quellen für metallische und energetische Rohstoffe im Verteilungskampf der Zukunft weniger ergiebig sprudeln, um es vorsichtig zu formulieren. Rohstoffe handelt man heute bereits nur bedingt frei auf dem Weltmarkt. Sie stehen überwiegend unter direktem politischem Einfluss. Auf die – derzeit und leider wohl auch in Zukunft schon aus Compliance-Gründen unkoordinierte – wirkungsvolle Durchgriffsfähigkeit Deutschlands auf die Rohstoff-Weltmärkte aus der Position des „Kleinkunden“ zu setzen, ist nicht zielführend. Die großen Schweizer Rohstoffhandels Häuser haben mehr Marktmacht als die Bundesrepublik Deutschland.

Der Energieverbrauch der „energieintensiven“ deutschen Metallindustrie beträgt derzeit in runden Zahlen etwa 20 Mio. t Öleinheiten, was etwa 10 % des deutschen Endenergieverbrauchs oder etwa knapp einem Drittel des industriellen Endenergieverbrauchs entspricht. Abgeleitet aus dem Klimaschutzplan der Bundesregierung soll der Verbrauch von heute bis 2030, also in den nächsten 11 Jahren, um 25 % auf dann etwa 15 Mio. t Öleinheiten zurückgenommen sein. Bis 2050 halbiert ein weiterer Schnitt um 5 Mio. t den heutigen Energieverbrauch der Metallindustrie. Die CO₂-Emission der gesamten Metallwirtschaft liegt dann cum grano salis bei etwa der Hälfte der fast 60 Mio. t, die heute allein die Stahl erzeugende Industrie in Deutschland emittiert.

Eine Perspektive der zukünftig auf Strom „gewendeten“ Energieversorgung wäre die intelligente Nutzung dieser Energieart zum Schmelzen, Wiedererwärmen, Vergüten und Oberflächenveredeln von Metallen („eMetallurgy“). Ggf. können auch Erzkonzentrate mit „grünem“ Wasserstoff (power-to-gas) reduziert werden. Die Verfahren stehen grundsätzlich zur Verfügung. Nüchterner Verstand bewertet die „eMetallurgy“ als ein unabdingbares Muss für die Zukunftssicherung und Weiterentwicklung des Metallstandorts Deutschland. Ob und inwieweit sie tatsächlich eine Perspektive hat, ist allein von wettbewerbsfähigen Strompreisen abhängig. Ob „erneuerbarer“ Strom für die

Metallerzeuger verlässlich und im harten internationalen Wettbewerb bezahlbar angeboten werden kann, ist technisch gesehen eher unwahrscheinlich.

Metallvorprodukte auf gängigem Spezifikationsniveau, sogenannte Commodities, freundlich geschätzt etwa die Hälfte unserer derzeitigen Halbzeug- und Gussproduktion und dadurch charakterisiert, dass sie weltweit beliebig, aber preiswerter als in Deutschland zugekauft werden können, dienen heute am Standort zur Senkung der spezifischen Fertigungskosten oft ohne nennenswerten Deckungsbeitrag und werden auf Sicht den Weg aller Irdischen gehen. Als „Globalisten“ versuchen wir sie durch Handelsschranken zu schützen. Ob das gelingt, bleibt abzuwarten. Die Commodities bleiben aber das Tummelfeld von Metall-Servicecentern, die als Beispiel bereits heute Zweidrittel des deutschen Stahlbedarfs decken. Da ist es bei Commodities egal, woher das Vorprodukt kommt. Hauptsache der Einkaufspreis stimmt.

Nüchterne Betrachtungsweise und die Zusammenführung bekannter Fakten kann also zum Schluss führen, dass sich die absolute Industriemetall-Schmelzmenge in Deutschland vorbehaltlich des noch zu hebenden Energieeffizienzpotentials in ein bis zwei Generationen auf nicht wesentlich mehr als die Hälfte der heutigen eingependelt hat.

Was verbleibt unter objektiv ungünstiger werdenden Randbedingungen? Der Trend ist aus 40 Jahren Beobachtung sicher abzuleiten. Wir werden in Deutschland in Zukunft allein Hochleistungswerkstoffe für uns und die Welt herstellen. Sie beschreiben sich durch kleine Fertigungslose, höchste Metallreinheit und engst tolerierte, präzise auf die vorgesehene Kundenanwendung formulierte chemische Zusammensetzung in Kombination mit ausgefeilten Umformbedingungen und Oberflächentechniken. Die Summe dieser Eigenschaften erfüllt immer neue Ansprüche der Kunden an die aufgabengerechte physikalische Werkstoffleistung.

Ihre Herstellung muss zukünftig allerdings mit drastisch weniger Energieeinsatz und Umweltlast als bisher erfolgen und muss am Ende – zumindest als Ziel formuliert – auf importierte Primärrohstoffe weitergehend verzichten.

Zugleich stellen sich neue Forderungen:

1. Der Kohlenstoff-Fußabdruck („carbon footprint“) eines metallischen Halbzeugs wird in Zukunft über die gesamte Gestehungskette nachgewiesen werden müssen.

Verständlich wird dies an folgendem Beispiel: Automobile gehobenen Anspruchs haben in ihrem Produktleben bis zu Zweidrittel ihres CO₂-Ausstoßes hinter sich, wenn sie vom Band laufen. Mit Leichtbau und politischen Vorgaben auf den verbleibenden Rest im Fahrbetrieb zu zielen, ist irreführend und nur ein Teil der Lösung.

Die Automobilindustrie wird sich deshalb in Zukunft nicht mit einem verzinkten Stahl-Feinblech abfinden können, das pro Tonne Karosserierohgewicht rd. 4,5 t CO₂ mit in das Presswerk bringt. Damit soll ein Auto ab 2021 schon 45 000 km weit fahren. Es findet sich erst

recht nicht mit einem aus Erzkonzentrat gefertigten Aluminium-Feinblech ab, das auf die Karosserie einen viel größeren „CO₂-Fuß“ setzt.

2. Der Recyclatanteil eines Endprodukts soll ausgewiesen werden. Der Anteil wiederverwerteten Rohstoffs („recycled content = RC“) für ein Produkt wird auch in Deutschland ein Verkaufsargument an sich werden. Andere gehen voran. Das Green Building Council's LEED („Leadership in Energy and Environmental Design“)-Bewertungssystem ist in den USA seit Jahren für Metalle in der Bauwirtschaft erfolgreich eingeführt. Wollte man den derzeit etwa 35 %igen Gesamtanteil an Recyclaten in deutschen Automobilen erhöhen, muss eben Stahl-Feinblech eingesetzt werden, das nicht rd. 18 % RC wie aus deutscher Erzeugung hat oder gar deutlich weniger als 5 % RC gerechnet von Auto-zu-Auto, sondern man muss zu weltweiten Standards aufschließen.
3. Neu- und Altschrott muss in produkteigenem Rohstoff-Bilanzkreis („closed loop recycling“) als „einsatzfähige Ware“ und möglichst ohne Raffinations-Zwischenschritt wieder in seine Wiege („cradle-to-cradle = C2C“), dem prozessspezifischen Schmelzaggregat für die gleiche Produktfamilie, zurückgelegt werden. Dies wird das unverkennbare Markenzeichen der Zirkulären Metallwirtschaft.

Was für Blei beispielhaft in Gänze und für Kupfer in guten Ansätzen im Inland heute bereits entwickelt ist, kommt über das Aluminium-Leuchtturmprojekt von Ford in USA sicher auch bei den mengenmäßig bedeutenden deutschen Industriemetallen an.

Es sind aber nicht nur technische Barrieren in den produkteigenen Rohstoff-Bilanzkreisen abzuräumen – auch die in den Köpfen.

Der Gedanke, in Zukunft Hochleistungswerkstoffe wettbewerbsfähig mit hohem Anteil an Sekundärrohstoff in Öfen erzeugen zu müssen, die das physikalische Mindestmaß an Energie, hier vorzugsweise Strom, brauchen und kaum Schlacke und Abgase produzieren, schreckt die Experten – nicht zuletzt mit aktuellem Blick in die Geldbörse.

Schaut man sich die Aktivitäten der deutschen Metallindustrie zur Linderung der Abhängigkeit von importierten metallischen und energetischen Primärrohstoffen, zur Senkung der CO₂-Emission und zur Vorbereitung auf die politisch miserabel verkaufte, aber in der Gesamtsicht vernünftige, weil zukunftssichernde Forderung des sparsamsten Umgangs mit Energie an, bleibt eigentlich nur ein Schluss übrig: kaum einem Entscheider in der Metallwirtschaft ist in erforderlicher Deutlichkeit klar, was auf sein Unternehmen zukommt.

Ein „Weiter so!“ ist nicht möglich. Der Stand der Technik muss durch konsequentes neues Denken und bahnbrechende („disruptive“) Innovationen sprunghaft vorangetrieben werden.

3 Status quo

Deutschland war Vorreiter der Kreislaufwirtschaft auch für Metalle. Sie wurde in den 70er-Jahren des vorigen Jahr-

hunderts unter diesem Label neu erfunden, um Deponien zu entlasten. Die Sammler- und Jägerleidenschaft war geweckt. Im Kielwasser der Entwicklung gedeihen heute mehr als 2000 Schrotthandelsunternehmen in Deutschland. Sie entsorgen in klassischer Linearwirtschaft die metallverarbeitenden Unternehmen von sogenannten Neuschrotten („pre-consumer scrap“), sammeln und verdichten Altschrotte („post-consumer scrap“) und transportieren das Ganze dahin, wo das meiste Geld winkt. Den entsorgten, also von der Abfallsorge befreiten, Kaufleuten in der metallverarbeitenden Industrie ist es letztlich egal, was mit ihren wertvollen Rohstoffen geschieht.

Substantiell weiterentwickelt hat sich die Kreislaufwirtschaft daher nicht, wobei Ausnahmen die Regel bestätigen. Wenn Metall wieder zu Metall wird, gibt man sich zufrieden. In welchem Bilanzkreis und wo und unter welchen Umständen das geschieht, interessiert nicht. Der Bilanzkreis ist die Welt. So stört es niemanden, wenn Stahl-Hochleistungswerkstoffe am Lebensende eines Automobils in Elektrolichtbogenöfen zu Betonstahl werden, die Nichteisenmetalle zum Handsortieren nach Asien gehen und dort in den Schmelzöfen landen und der Kunststoff hier vor Ort verbrannt, also „thermisch recycelt“ wird. Die EU-Recyclingquote (oder besser: EU-Aufbereitungsquote) für rd. 450 000 der jährlich in Deutschland abgemeldeten etwa drei Millionen Autos ist erfüllt. Alles andere steht nicht im Fokus. Von Zirkulärer Metallwirtschaft keine Spur.

Deutschland als „rohstoffarmes Land“ exportiert jedes Jahr rd. 10 Mio. t Schrotte. In der heimischen Metallindustrie statt Primärrohstoff eingesetzt ersetzen diese aber ein Drittel des Erzkonzentrat-Imports von rd. 45 Mio. t, die Einfuhr von etwa 100 000 t Legierungsmetallen und den Ausstoß von 10 Mio. t CO₂.

Ein Grund für den Export von Schrotten ist das finanzielle Potentialgefälle, das internationale Schrottströme lenkt. Für ein paar Euro mehr hält es den Schrott nicht mehr in der Heimat. Geht es um Sondermetalle, werden ganze Industrien gelenkt. Wer in Deutschland weiß, wer beim Wolfram- und Kobalthandel für Hartmetall die Fäden zieht?

Wesentliche Ursache für den Export ist aber die technologische Unanschließbarkeit von Schrott an bereits hochentwickelte heimische metallurgische Prozesse. Schrotthändler mit ihren Aufbereitungstechniken aus dem letzten Jahrhundert können die Qualität von Altschrotten kaum verbessern. Sie können Schrotte nur verdichten: schreddern, scheren, paketieren. Metallschmelzer setzen sie – soweit überhaupt – wegen des undefinierten Anteils an metallischen und auch organischen Verunreinigungen in energieintensiven Raffinationsprozessen ein und erleiden hohe Metallverluste. Aber auch hierfür gibt es physikalische Regeln und damit Grenzen. So wird ein Drittel der in Deutschland anfallenden Schrotte exportiert. „Export“ ist auch ein Synonym für „damit können wir hier nichts anfangen“.

Ein deutliches Warnsignal sollte die Schließung des chinesischen Marktes für vermischte Kunststoffabfälle und die Einfuhrbeschränkungen für minderwertige Kupfer-

schrotte sein. Die Entwicklung geht weiter. So denken die Asse im chinesischen Wirtschaftsministerium, die die Welt der Metalle lenken, darüber nach, Importe von Altkupfer nur noch dann zu genehmigen, wenn die Verunreinigungen unter einem Prozent liegen. Noch sind die deutschen Schrotthändler auf der Suche nach neuen Absatzwegen erfolgreich. Noch tun sich andere Abnehmer auf. Aber alles ist eine Frage der hier ungelösten Aufgaben und der Zeit. Und irgendwann kommt es umso dicker.

Es gibt in unserem Land herausragende Beispiele einer zukunftsfähigen Zirkulären Metallwirtschaft. So werden aufgrund gesetzlicher Vorgaben Starterbatterien aus Blei in einem vollständig geschlossenen, die Umwelt schützenden Kreislauf wieder in ihren eigenen Schmelzöfen, ihre Wiege („cradle“), gebracht. Das Gehäuse aus Polypropylen wird zu Compound aufgearbeitet und beherbergt, neu verspritzt, später wieder die Neubatterie. Die Bleihütten selbst haben die Gesamtorganisation übernommen. Welcher wohlthuende Unterschied zu dem Desaster mit Traktionsbatterien aus Elektroautos.

In der in Deutschland domizilierten Aluminiumindustrie (Eigentümer sind Norweger, Inder und US-Amerikaner) finden wir Unternehmen, die bis zu 90 % Schrotte auf das Schmelzen ihrer Hochleistungs-Knetwerkstoffe einsetzen. Diese Unternehmen werden strategisch aus dem Ausland geleitet.

In der Kupferindustrie sind sog. Metallkonten verbreitet eingeführt. Ein Halbzeughersteller liefert z.B. Blech oder Draht. Der Kunde verarbeitet das Halbzeug und hält seine Fertigungsabfälle („Neuschrott“) dabei getrennt. Gegen z.B. 120 kg zurückgelieferten Schrott werden 100 kg Neeware angeliefert und entsprechend auf dem Metallkonto gebucht. Ein guter Ansatz für Zirkuläre Metallwirtschaft. Der Teufel liegt dabei im Detail. Über ihn wird in Absatz 5 zu berichten sein.

Oder wir schauen in die deutsche Eisen-Gießereiindustrie. Sie schmilzt annähernd eine Million Tonnen ferritischen Hochleistungs-Sphäroguss mit verschwindend geringem Metallverlust und wenig Schlacke und Abgas im Induktionsofen. Die „Schrotte“, die dafür eingesetzt werden, sind in Wahrheit eine Hochleistungsgattung, was im Weiteren zu erläutern ist.

4 Zirkuläre Metallwirtschaft

Im Frühjahr 2017 verabschiedete das EU Parlament auf Vorschlag der EU Kommission aus Herbst 2015 ein umfangreiches Maßnahmenpaket zur „Circular Economy“. Für unterschiedliche Rohstoffe wie Baustoffe, Kunststoffe, Papier, Glas und Metall soll jeweils gelten, dass durch anspruchsvolleres („greater“) Recycling in den Versorgungsketten

- a) der maximale Wert der Rohstoffe geschöpft wird („extract the maximum value“),
- b) die Energieeinsparung gefördert wird („foster energy savings“) und
- c) die Treibhausgasbelastung sinkt („reduce Green House Gas emissions“).

Was bedeutet es für die deutsche Metallwirtschaft, wenn wir die Vorgaben der EU zur Circular Economy, den deutschen Trend zu Hochleistungswerkstoffen und den Klimaschutzplan gedanklich zu neuen Strategien verschmelzen? Also kreativ nach zukunftsfähigen Lösungen suchen?

Um den Wert der Metalle zirkulär, also in ihrem produkteigenen Bilanzkreis mit allen seinen Potenzialen, zu schöpfen, ist es unabdingbare Voraussetzung, Neu- und Altschrotte zu Hochleistungsgattierungen zu veredeln („upcyclen“). Eine Gattierung ist die Zusammenstellung von Schmelzmaterial zum anschließenden Einschmelzen. Schrotte in der heutigen Form haben in der zukünftigen Metallwelt wenig Existenzrecht.

Der erste Schritt vom Schrott zu einer Hochleistungsgattierung ist die Erzeugung artreiner Sekundärrohstoffe aus den zumeist hybridischen (aus zwei und mehr metallischen und/oder organischen Komponenten zusammengesetzten) Schrotten. Artreine Sekundärrohstoffe wie Stahl, Aluminium und Kupfer haben weder organische noch metallische Anhaftungen – also weder Kunststoffe noch Fischreste, weder Zink noch Zinn.

Der zweite Schritt, nun vom artreinen Sekundärrohstoff zur Hochleistungsgattierung für Hochleistungswerkstoffe, ist die Bestimmung der chemischen Zusammensetzung des Sekundärrohstoffs. Entweder kennen wir sie bei Neuschrotten durch intelligente Schrottlogistik der Entfallstellen oder wir schauen uns die genaue Legierungszusammensetzung des Sekundärrohstoffstücks mit sensorgestützten Verfahren Stück für Stück an und entscheiden, aus welchen Stücken mit ihrer chemischen Analyse sich die Hochleistungsgattierung zusammensetzen soll. Das dauert pro Stück den fünften Teil eines Augenaufschlags – Industrie 4.0.

Die zwei Verfahrensschritte vom Schrott zur Hochleistungsgattierung nennen wir „kalte“, also vor den Schmelzofen verlagerte, Metallurgie. Wir chargieren dann die „kalt“ aufbereitete Hochleistungsgattierung, schmelzen sie und gießen sie mit der zuvor „kalt“ über Sortiersensoren erzeugten Analyse des Hochleistungs-Werkstoffs ab. Hier ist der Induktionsofen das ideale Schmelzaggregat. Nichts schmilzt nämlich energieschonender als von innen heraus. Übrigens gern auch mit „grünem“ Strom. Weil wir über die kalte Metallurgie störende Legierungselemente extrahiert haben, brauchen wir kaum Schlacke, verbrennen keine teuren Legierungsmetalle und erzeugen kaum Abgas, schon gar keins mit Kohlenstoff drin.

Im Übrigen kann ein Induktionsofen als Regelglied im wackeligen Energienetz der Zukunft eingesetzt werden. Abhängig von den betrieblichen Erfordernissen kann ein mögliches Konzept sein, nur dann zu schmelzen, wenn die Sonne scheint und der Wind weht und keiner weiß, wohin mit dem vielen Strom. Das Ganze heißt dann Regelenergie und wird gut bezahlt. Aus einer Hochleistungsgattierung erzeugen wir jedenfalls im Induktionsofen Hochleistungswerkstoff – gern mit angestrebtem 100 % recyceltem Anteil. Nichtmetallurgen hilft die Vorstellung von Instant-Suppe aus dem Beutel – einfach einrühren. Es folgt der Aufschrei. Das geht alles nicht. Man mache sich aber über

hoch automatisierte Induktionsofen-Schmelzwerke und deren Hochleistungswerkstoffe in der deutschen Kupfer- und Eisengussindustrie kundig – und studiere Absatz 5.0.

Wenn man es etwas größer braucht, also auch für die Stahlerzeugung, fährt man am besten nach Indien, natürlich auch nach China. Dort sind heute 70-t-Induktionsöfen im Einsatz, die im Zwillingsbetrieb pro Anlage 500 000 t Metall im Jahr schmelzen. Nicht jedes deutsche Stahlerzeugungsunternehmen weiß, dass es so etwas gibt.

Die in Deutschland geliebte und gelehrte metallurgische 3V-Arbeit, die im Verschlacken missliebiger Legierungselemente, im Verdünnen der Schmelze mit sauberen Primärrohstoffen und im Verklappen auf niedrigqualitative Produkte besteht, ist dann nicht mehr so erforderlich. Damit entfallen Mengen an Schlacken, Stäuben, Gasen und Energiebedarfen.

Um keinen falschen Eindruck zu erwecken: wir brauchen auch in Zukunft Raffinieröfen und Sekundärmetallurgie. Insbesondere Altschrotte sind häufig nicht ohne Pyrometallurgie in einsatzfähige Werkstoffe zu transformieren. Ein zuwachsendes Problem werden die metallischen Hybride für den Automobilbau, die in den Leichtbaulaboratorien auch der Hochschulen entstehen. Aus Sicht der Zirkulären Metallwirtschaft die reinsten Monster. Auch hier gilt: bitte zu Ende denken. Kaum ein (Un-)Verantwortlicher macht sich über die Recyclingfähigkeit Gedanken – Hauptsache es spart Gewicht (s. dazu Absatz 2.1).

So werden wir auch in Zukunft den Elektrolichtbogenofen mit seinem verschwenderischen Metallabbrand und den Mengen an umweltbelastender Schlacke betreiben. Oder die pyrometallurgische Kupferschrottaufbereitung, die über den langen Weg vom Schwarzkupfer bis zur Kathode nach 4 MW Energieeinsatz eine Tonne Kupferkathode bereitstellt und dabei Mengen an wertvollen Begleitmetallen wie z.B. Zink und Zinn verliert.

Wir werden die Verfahren der alten Metallwirtschaft auch in Zukunft brauchen. Aber immer weniger.

5 Metallische Bilanzkreise für die Zirkuläre Metallwertschöpfung

Im Weiteren wird an konkreten Beispielen die Transformation aktueller Metallströme nach den Prinzipien der Zirkulären Metallwirtschaft besprochen. Notwendige Technologien zum Abbau der die Zirkulation hemmender technischer Barrieren werden erläutert.

5.1 Aluminium

Aluminium ist ein unedles Metall. Das Extrahieren von Fremdlegierungsanteilen aus der Metallschmelze ist wirtschaftlich schwierig bis unmöglich. Was durch Schrott eingetragen ist, wird im Schmelzofen allein durch extensives Verdünnen mit Primärmetall neutralisiert. Eine Tonne Aluminium hat aber einen von der Bauxitgrube bis zum Walzbarren durchgerechneten Energieverbrauch von 56 MWh (zum Vergleich Stahl: 5,2) und einen Kohlenstoff-Fußabdruck von 11,7 t CO₂ (zum Vergleich Stahl: 1,7 t). Auch wenn man den Vergleich korrekterweise auf die

verarbeitbare Volumeneinheit normiert, bleibt Aluminium mit seinem Fußabdruck der CO₂-Jetti der Metalle.

Aber eben ein Leichtfuß. Die Automobilindustrie setzt daher Aluminium in Knet- und Gusslegierungen verstärkt zu Leichtbauzwecken ein. So fallen bei Ford in USA, die ihre F-Serie mit einer Million Fahrzeugen pro Jahr komplett aus Aluminium baut, bis zu 300 000 t Knetaluminium-Stanzschrotte an. Bei JaguarLandrover (JLR) in Großbritannien sind es 50 000 t.

Die gesamte deutsche Automobilindustrie bringt es in ihren inländischen Presswerken auf vielleicht 70 000 t.

Anders als bei Stahl werden derzeit nur wenige Aluminiumgüten aus zwei Serien im „Body in White“, der Rohkarosserie, verbaut. Je eine Handvoll Güten jeweils aus den Magnesium-legierten 5xxx- und den Magnesium-Silizium-legierten 6xxx-Serien. Die Ingenieure sind aber an der Arbeit. Erste Anwendungen der hochfesten Zink-legierten 7xxx Serie sind im Auto.

Die Automobilindustrie hat erkannt, dass der durchgerechnete Kohlenstoff-Fußabdruck bei Verwendung von Primärmetall das Ende für Aluminium im Auto bedeutet. Sie gibt daher einen Recyclatanteil vor. Der soll sich um 70 %, in Einzelfällen um 90 % bewegen. Der Aluminium-Feinblechlieferant hat nachzuweisen, dass er entsprechende Mengen an Schrott auf die Knetlegierungen für Feinblech einsetzt. Aber woher nehmen? Der weltweite Schrotteinsatz für Aluminiumerzeugnisse liegt bei nicht viel höher als 30 %. Um sich zu helfen, holt man 3xxx-Serie Aluminium, aus dem man problemlos eine Autogüte aufbauen kann, aus dem funktionierenden C2C-Getränkedosenkreislauf. Nicht mehr „can-to-can“, sondern „can-to-car“ lautet also die Devise.

Was ist die ZMW-Lösung?

5xxx-Serie und 6xxx-Serie-Schrotte müssen, falls mechanische Trennung im Pressenkeller nicht möglich ist, maschinell sortiert werden. Wegen der sehr ähnlichen Atomgewichte von Al, Mg und Si ist das allerdings nur mit einem einzigen Verfahren möglich: der laserinduzierten Plasmaspektroskopie (LIBS).

PROASSORT hat dieses Hochtechnologie-Verfahren in Kombination mit vorlaufender Oberflächenreinigung („COLA“ = collaboration of LIBS and laser ablation) im Messpunkt für die Automobilindustrie bis zum technologischen Reifegrad 7 entwickelt. Es ist der Nachweis geführt, dass auch großformatige Schrotte mit hoher Sortierleistung und gefordertem Sortiergrad wirtschaftlich sortierbar sind.

Die Entfallstelle liefert den dann serienrein sortierten Aluminiumschrott, der durch die Sortierung bis zu 10 % der Börsennotierung im Wert gestiegen ist, zur Umarbeitung in Feinblech an den Aluminiumhersteller. Gegen Umarbeitungslohn („tolling“) entsteht das gleiche Produkt in seiner Wiege. Das ist Zirkuläre Aluminiumwirtschaft vom Feinsten.

Mit dem ständig wachsenden Aluminiumanteil im Altschrott, hier auch aus geschredderten Autos, kann man in

Deutschland ebenfalls nicht umgehen. Die an Schredder angeschlossenen Schwimm-Sink-Anlagen bereiten zwar eine weitgehend metallreine Fraktion auf. Diese ist aber ein Gemisch aus den acht Aluminiumserien, wie sie in Knet- und Gusslegierungen eingesetzt werden. Zum Recyclen gibt nur zwei Wege: a) in die Öfen der deutschen Sekundäraluminium-Schmelzer zur Abwertung in Gusslegierungen und b) nach Asien zum Handsortieren.

Die Alternative ist die von PROASSORT entwickelte Multi-Metall-Sortierung. In einem Durchlauf werden Schrotstücke aus unterschiedlichen Aluminiumserien per LIBS wirtschaftlich und trennscharf in theoretisch alle Serien und auch Legierungen innerhalb der Serien getrennt.

Auch hier ein Hinweis auf zukünftiges Geschäft. In den weiten Spezifikationen für die Legierungszusammensetzung von Al-Guss hat bisher so manches begleitende Legierungselement Platz gehabt. Auch hier ändert sich die Welt. Commodity war gestern. Druck der Automobilindustrie ist heute. Der gefürchtete CO₂-Fußabdruck kommt morgen.

5.2 Kupfer

In Deutschland werden rd. 2,5 Mio. t Kupfer pro Jahr geschmolzen und umgeschmolzen. Knapp die Hälfte davon aus Kupferkonzentraten, der Rest aus Schrott.

Die eigentliche Bestimmung des Kupfers ist seine elektrische Leitfähigkeit. Das macht das Metall extrem kompliziert. Metallische Verunreinigungen von 100 g/t (100 ppm) stören bereits den Elektronenfluss und so auch den Elektrotechniker.

Nichtsdestotrotz muss Kupfer für spezifische mechanisch-technologische Anforderungen legiert werden. Ist es einmal mit Zink, Eisen oder Nickel dotiert, muss es unabdingbar die Wiege, seinen ursprünglichen Schmelzofen für das gleiche Produkt, wiederfinden. Das gelingt in Ausnahmefällen.

In der Regel wird Kupferschrott aber raffiniert – je nach Verunreinigung einstufig im Drehtrommelofen oder mehrstufig vom Schwarzkupfer über Konverterkupfer über Anodenkupfer zur Kathode. An dieser Stelle ist die Zirkuläre Metallwirtschaft unserer Definition nach unterbrochen.

Hat man mit den „inneren“ Legierungselementen schon seine Probleme, kommen erhebliche durch „äußere“ dazu. Metallische und organische Oberflächenbeschichtung ist bei Kupfer weit verbreitet.

5.2.1 Verzinntes Kupfer

In Deutschland werden etwa 150 000 t Kupfer- und Messing-Präzisionsband und Draht für den Einsatz in der Elektronik verzinkt. Mit steigender Tendenz. Die Zinnaufgabe beträgt etwa 1,5 % des Trägergewichts. Die Verzinnung dient dem Korrosionsschutz, definierten Kräften an Steckverbindungen und der Lötbarkeit von Bauteilen. Die etwa 70 000 t Neuschrotte mit gut 1000 t Zinnaufgabe wandern zwangsweise in die Raffination, wenn sie nicht auf Bronze-

legierungen eingesetzt oder auf Rotguss abgewertet werden.

Der verzinnete Kupferschrott wird wegen seiner Wertigkeit schon an den Entfallstellen in der Regel sauber und legierungrein separiert.

Was ist die ZMW-Lösung?

PROASSORT hat eine autotherme Hochleistungs-Entzinnungstechnik für Kupferlegierungen entwickelt, mit der der hybridische Schrott in seine zwei wertvollen Sekundärmetalle getrennt wird. Es entsteht oxidfreier Cu-Sekundärrohstoff mit geringstem Restzinngesamt in der Schmelze sowie Zinnoxid.

Einige Bemerkungen zu Zinn. Deutschland verbraucht gut 20 000 t Zinn und hat den weltweit höchsten Pro-Kopf-Verbrauch. Wir haben in Deutschland aber kein Recyclingverfahren für diesen kostbaren Rohstoff, der nach heutiger Kenntnis in einer Generation zur Neige gegangen sein könnte. Die Hauptförderländer Indonesien und Peru werden ihre Fördermengen stark reduzieren müssen. Ohne Zinn aber keine Elektrotechnik, eben auch keine eMobility. Ob China in die Lücke springen will, bleibt abzuwarten. Unsere Abhängigkeit von diesem mächtigen Wirtschaftsblock stiege jedenfalls weiter.

Mit der von PROASSORT entwickelten Technologie wird aus der Zinnbeschichtung des Cu-Schrotts ein Zinnoxid-Granulat mit bis zu 70 % Zinnmetallgehalt und dezidierten Vorgaben für Restfeuchte und Schwefelgehalt. Das so aufbereitete Zinnoxid wird in der Zinnhütte verlustfrei zu metallischem Zinn reduziert und steht der Anwendung im kürzest denkbaren und umweltschonendsten Ablauf wieder zur Verfügung.

Die Investition in die erforderliche Anlagentechnik rechnet sich in Monaten.

5.2.2 Organisch beschichtetes Kupfer

In Deutschland werden rd. 700 000 t Kupferdraht erzeugt. Etwa 550 000 t werden als Energieleiter mit mehreren 100 000 t Kunststoff beschichtet und gehen als Kabel und Leitungen (i.w. Kabel) in die Elektroindustrie. Etwa 150 000 t werden zu Lackdraht verarbeitet.

Rund 150 000 t Kabel-Neu- und Altschrotte werden pro Jahr in Deutschland aufbereitet und mechanisch in Kupfer und Organik getrennt. Die Organik, früher nach China exportiert, wird wegen beschriebener Gründe nun vor Ort gegen Geldzahlung verbrannt oder in Auswehländer exportiert.

Die Qualität des Cu-Granulats ist heterogen. Granulat aus ca. 5 % der aufbereiteten Kabelschrotte entspricht einer Qualität, die zirkulär als einsatzfähige Ware wieder in die Drahterzeugung zurückgehen kann. Bereits geringe Reste an Organik und Fremdmetallen in der Größenordnung von einem Massenprozent zerreißen aber diese wichtige Wertschöpfungskette entgültig. Die meisten Kabelzerlegeschrotte gehen daher in die Raffination. Ein „Bodensatz“ kann aber auch so nicht verarbeitet werden. Der wird exportiert.

Aus Lackdraht werden Transformatoren und Elektromotoren gewickelt. Wegen der extremen Beanspruchung der Lackschicht sind die Forderungen an Haftfähigkeit, Temperaturbeständigkeit und gegen elektrischen Durchschlag hoch. Es kommen neben Polyethylen-basierten Lacken verstärkt Stickstoff-basierte Hochleistungslacke im Multi-Schichtverfahren zum Einsatz.

Die Lacke machen je nach Drahtdicke zwischen 3 % und 6 % des Schrottgewichts aus. Der Lackdraht-Neuschrott erfährt durch die Kunststoffbeschichtung erheblichen Wertverlust. Obwohl im Trägermaterial legierungrein, können die Schrotte nämlich nicht zirkulär eingesetzt werden. Der Lack verbrennt und verursacht in den Schmelzwerken Filterbrände. Von der Abgasbelastung beim Schmelzen, neuerdings von zuwachsender NO_x-Belastung, wollen wir nicht reden.

Also gehen die in der EU anfallenden mehrere 10 000 t Lackdraht-Neuschrotte zu Wagemutigen oder in die Raffination oder in den Export. Jedenfalls nicht zirkulär zu deutschen Drahterzeugern.

Was ist die ZMW-Lösung?

PROASSORT hat Verfahren geprüft, um Lackdrähte und Kabel vollständig zu entlacken. Das Recyclat hat eine „Milberry“-Oberfläche und steht der zirkulären Drahterzeugung direkt zur Verfügung.

5.3 Stahl

Kohlenstoffstahl ist ein hervorragender Konstruktionswerkstoff – mit einer eklatanten Schwäche. Er korrodiert und verursacht der deutschen Wirtschaft Schäden in jährlicher Milliardenhöhe.

Man versucht, die Stahloberfläche vor Korrosion zu schützen. Entweder direkt im Stahlwerk durch kontinuierliche Verzinkung oder Verzinnung oder anschließend durch Stückverzinken, Sprühverzinken und/oder durch Pulver- und Lackbeschichten.

Das Verzinken ist jedenfalls das Mittel der Wahl. Weltweit werden rd. 50 % der Zinkproduktion oder 6 Mio. t im Wert von etwa 15 Mrd. € zum Korrosionsschutz von Stahl verwendet. Der im Kreislauf des Stahl/Zink-Hybriden entstehende Zinkmetallverlust ist zur Freude der Zinkerzeuger deutlich größer als 30 %. Entweder landet das vom Stahl stammende Zink nämlich auf Deponien oder als Versatz im Bergwerk oder es wird am Hochtechnologiestandort Deutschland nach altherwürdigem Verfahren aufbereitet. Dabei entsteht ein umwelttechnisch fragwürdiges Produkt, das hier keiner so recht will.

Verzinkter Stahl ist das weltweit wohl bedeutendste Zirkuläre Metallwirtschaftsprojekt.

5.3.1 Verzinktes Feinblech

In Deutschland werden mehr als 8 Mio. t Feinbleche mit rd. 160 000 t Zinkauflage produziert. Die Verzinkungsquote von Feinblech liegt bei >80 % und wächst weiter. Mit zusätzlichen 90 000 t Zink aus der Stückverzinkung werden rd. 40 % des in Deutschland verbrauchten Zinks zum Oberflächenschutz von Stahl eingesetzt.

Es fallen rd. 3 Mio. t verzinkte Neuschrotte an, rd. die Hälfte davon in der Automobilindustrie. Altschrott aus dem Schredder ist mittlerweile bis zu 70 % verzinkt – Tendenz steigend. 40 Großschredderanlagen in Deutschland mit 4 Mio. t Kapazität erzeugen Schredderschrott, der derzeit in bedeutendem Umfang exportiert oder hier auf Stähle eingesetzt wird, die langfristig für den Standort keine Bedeutung haben werden. Aber Schredderschrott wäre auch für Hochleistungswerkstoffe eine wertvolle Rohstoffquelle der Zukunft. Wenn man mit ihm umzugehen verstünde. Zink auf Stahlschrott ist wie eine Verschmutzung. Der Handel kann aus dem wertvollen Metall im Kreislauf keinen Wert schöpfen. Im Gegenteil – es verdirbt die Schrottpreise.

Zink im Kreislauf macht nämlich der Wiege des verzinkten Feinblechs, dem Blasstahlkonverter, erhebliche Kopfschmerzen. Es verdampft bei 800 °C und bildet im Abgasstrom Zinkferrit und Zinkchlorid. Das eine bringt als Dipol die Magnetfelder der Abgasreinigung zur Verzweiflung. Das andere muss mit bergmännischen Methoden regelmäßig in den Abgasleitungen abgebaut werden.

Also verzichtet eins von sieben deutschen Blasstahlwerken gänzlich auf den Einsatz von verzinktem Schrott. Der Konverterstaub, der zu 90 % aus Eisenoxid besteht, kann wegen geringer Zinkanteile wieder in den Hochofen eingebracht werden und hat so einen perfekten internen Kreislauf. Der Staub ersetzt eins zu eins importiertes Erzkonzentrat.

Andere Blasstahlwerke haben verzinkte Feinblechschrotte auf rd. 15 % der Schrotteinsatzmenge limitiert und bringen den Staub mit etwa 3 % Zinkgehalt auf die Deponie. Dort lagern bereits viele Hunderttausend Tonnen.

Wegen solcher technischen Probleme findet weniger als ein Viertel des verzinkten Neuschrotts und kein Schredderschrott den zirkulären Weg zurück in seine Wiege – in den produktspezifischen Schmelzöfen, den Blasstahlkonvertern, obwohl der Schrott aus der Primärerzeugungsrouten auch hier dringend gebraucht wird. Die Erhöhung des Recyclatanteils von derzeit 18 % auf woanders übliche 30 % wird bei den Qualitätsansprüchen an das Feinblechprodukt nur über arbeitsintensiven Schrott, sprich Feinblechschrott, überhaupt möglich sein.

Stattdessen werden die verzinkten Schrotte in Richtung der Elektrolichtbogenöfen zur Langstahlerzeugung abgeschoben. Diese brauchen zur Produktion von Knüppeln aus Qualitätsstahl mindestens ein Drittel metallisch hochwertigen Schrott aus der Blasstahlroute. Nur auf Scherenschrotte oder solchen aus Müllverbrennungsanlagen angewiesen, trübe man keine Schmelzanalyse.

Das Zink wird als intermetallische Verbindung im Staubsack der Abgasreinigung des E-Ofens wiedergefunden. Man versucht, 25 % Zink im Ofenstaub zu realisieren. Dazu muss rein rechnerisch ein Viertel des 100-%-Schrotteinsatzes verzinkt sein.

Das Zinkderivat im Staub wird zu einem Spottpreis an Entsorger verkauft und macht die Deponiekosten des Staubs ein wenig erträglicher.

Mit viel Kohle und Kalk wird dieser eisen- und zinkhaltige Staub dann in Drehrohröfen zu sog. Wälzoxid „verfeinert“. Erfunden wurde das im 19. Jahrhundert. Allein dabei packt sich eine Tonne Zink etwa sieben Tonnen CO₂ in den Rucksack. Wenn das CO₂ wie von der EU gewünscht demnächst 40 €/t kostet, bekommt das Verfahren weitere wirtschaftliche Schwierigkeiten. Die erheblichen Schlackenmengen werden auf Deponien verbracht oder befestigen anschließend Wirtschaftswege.

Das Wälzoxid ist mit Chloriden und Fluoriden belastet. Es muss unter hohen Temperaturen und hohem Druck mit Natriumcarbonat gewaschen werden. Allein die Abwassermengen sind ein Problem an sich. Auch die verbleibenden Cl- und F-Mengen tun den Aggregaten der Zinkhütte nicht gut. In der einzigen deutschen Zinkhütte werden deshalb nur etwa 10 % des am Standort Deutschland erzeugten Wälzoxids eingesetzt. Im Klartext: Etwa 5 % der zum Korrosionsschutz von Stahl eingesetzten 250 000 t Zink bleiben in Deutschland. Und wohin geht der Rest? In den Export.

Was ist die ZMW-Lösung?

PROASSORT hat eine autotherme Hochleistungs-Entzinkungstechnik entwickelt. Der Stahlschrott wird in Anlagen, die 200 000 t und mehr pro Jahr entzinken können, vollständig von Zink befreit. Das gewonnene Zinksulfat wird als geborener Partner der Zinkindustrie zirkulär nahe an die Zink-Elektrolyse zurückgeliefert und wieder zu metallischem Zink elektrolysiert.

Nach einer ersten Lebenszyklusanalyse werden im Vergleich zu herkömmlichem Wälzoxidweg pro 4000 t Zink, geerntet von 200 000 t Schrott, 36 GWh Energie oder 74 %, 26 400 t CO₂ oder 88 % eingespart und 28 000 m³ halogenbelastete Abwässer vermieden.

Die Automobilindustrie bekäme ihren als Nachhaltigkeitsthema dringend notwendigen zirkulären Stahlfeinblech-Kreislauf. Die Blasstahlwerke freuten sich auf Qualitätsschrott und reduzierten den CO₂-Fußabdruck des Feinblechs.

Entzinkter Stahlschrott ist auch für die Gießereiindustrie von vitalem Interesse. Von den mehr als 250 Sphäroguss-Gießereien in Deutschland sind viele hochspezialisiert. Sie schmelzen in kleinen Induktionsöfen und wollen keine aufwendigen Abgasabsauganlagen über ihren Öfen installieren. Also setzen sie nur sog. „schwarzen“, also vollständig Zink- und Organik-freien Schrott ein.

Verbunden mit den Anforderungen an präzise und niedrig spezifizierte Legierungsgehalte sind die eingesetzten Stahlschrotte eine Hochleistungsgattung. Und die wird knapp.

Derzeit arbeitet eine Arbeitsgemeinschaft aus Gießereien und einem „cradle-to-cradle“ zertifiziertem Unternehmen der Stückverzinkungsindustrie mit PROASSORT an der Umsetzung zur zukunftssicheren Versorgung der Gießereiindustrie und zur zirkulären Zinkbewirtschaftung.

5.3.2 Weißblech

In der EU werden mehr als 4 Mio. t Weißblech erzeugt, in Deutschland rd. 1,4 Mio. t. Für die hauchdünne, auf

niedriglegiertem Feinstblech elektrolytisch aufgebrauchte Zinnschicht werden in Deutschland rd. 5500 t Zinn verbraucht. Das entspricht etwa einem Viertel des deutschen Zinnimports. Aus dem Weißblech, das zuvor noch beidseitig lackbeschichtet wird, werden Verpackungsgebilde für die Chemieindustrie und andere und Lebensmittel- und Getränkedosen hergestellt. Nach kurzem Leben werden alle eingesammelt. Das System zeigt Sammelquoten von rd. 90 %, die jährlich veröffentlicht werden und die Sammler zu Recht mit Stolz erfüllen. Aber was passiert dann? Darüber wird nicht so intensiv berichtet.

Die rd. 500 000 t in Deutschland pro Jahr anfallenden Neu- und Altschrotte mit 2000 t Zinn im Wert von 40 Mio. € tragen bis zu 10 % ihres Gewichts an Organiklast. Diese wird bei Altschrotten in Teilen durch einen mechanischen Aufbereitungsschritt um rd. die Hälfte reduziert. Anschließend zu Paketen verdichtet, geht das Material in die Stahlherzeugung. Um wieder zu wertvollem, hochreinem Stahl für die Weißblecherzeugung zu werden?

Mitnichten. Zinn ist der größte Stahlfeind. Daher wird der Weißblechschrott möglichst gleichmäßig verteilt in den diversen Stahlföhen Deutschlands verklappt oder exportiert. In Teilen bemüht man sich, Kupfer als Legierungselement für Elektroblechgüten oder in rostgehemmten Stählen durch das Zinn zu ersetzen.

Es gibt in Deutschland keinen Recyclingprozess für Weißblech. In Holland, der Schweiz und Großbritannien wird versucht, im 24-h-Batchprozess das Zinn mit Hilfe heißer Natronlauge und Strom unvollständig zu lösen. Die EU-Entzinnungskapazität dürfte nur ein Bruchteil des tatsächlichen Bedarfs abbilden. Das dabei anfallende Stannat wird über mehrstufige Vakuumdestillation außerhalb Deutschlands wieder zu Zinnmetall gemacht. Der größte Teil des so wertvollen Zinns auf Stahl ist aber auf ewig verloren.

Was ist die ZMW Lösung?

PROASSORT hat ein zweistufiges Verfahren entwickelt. Die Weißblechschrotte werden zuerst aufbereitet, dann thermisch entlackt. Das Zinn verbleibt dabei als intermetallische Verbindung verlustfrei auf der Oberfläche. In einem zweiten Schritt wird es rückstandsfrei abgelöst und

als Zinnoxid zurückgewonnen. Dieses geht als hochpreisiges Granulat in die Zinnhütte und wird dort problemlos zu günstigen Umarbeitungskosten zu metallischem Zinn reduziert.

Der entzinnte „schwarze“ Stahlschrott ist dann besonders wertvoll. Wegen seiner geringen Legierungsbestandteile kann er in dieser Form in der Gießereiindustrie unesehen als Hochleistungsgattierung eingesetzt werden.

Oder die Stahlindustrie baut einen zirkulären Wertstoffstrom auf. Der entzinnte Schrott wird direkt auf Weißblechchargen eingesetzt und hilft den von schlechter werdenden Erzkonzentraten und billig eingekauften Schrotten gebeutelten Stahlwerkern, die Schmelzanalyse für dieses hochwertige Halbzeug zu treffen.

6 Schlussbemerkung

Es gibt in der deutschen Metallwirtschaft, neben den in diesem Aufsatz beschriebenen, weitere zahlreiche Möglichkeiten der Zirkulären Metallwirtschaft. PROASSORT beschäftigt sich tagtäglich damit. Auch kleine Ansätze sind gute Ansätze. Sehen die Lösungen für einige Glieder der etablierten Wertschöpfungsketten auf den ersten Blick wie eine Kampfansage gegen ihr derzeitiges Geschäftsmodell aus, so möge dieser Beitrag dennoch dazu dienen, Überlegungen anzustoßen und zu motivieren, sich mit neuem Denken zu beschäftigen. Wir haben es so nötig.

Es ist Weitblick gepaart mit wirtschaftlichem Sachverstand und Risikobereitschaft erforderlich. Am Ende braucht es richtige Unternehmer, den Genius der Ingenieure und die gestaltende Hand kluger Politik, um die Zukunft des Metalls in Deutschland zu sichern. Hierfür wünschen wir ein herzliches Glückauf!

Dr.-Ing. Hans-Bernd Pillkahn
PROASSORT GmbH, Ingenieurgesellschaft
Bärenstein 5
Werdohl
Germany
hb.pillkahn@proassort.com