Berg Huettenmaenn Monatsh (2021) Vol. 166 (3-3): 125–130
<https://doi.org/10.1007/s00501-021-01094-2>
 © Austrian Society for Metallurgy of Metals (ASMET) and
 Bergmännischer Verband Österreich (BVÖ) 2021

BHM Berg- und
 Hüttenmännische
 Monatshefte

Die sieben Kerneinflussfaktoren auf die Weiterentwicklung von Produktionsanlagen im Schrottrecycling

Torben Krafczyk¹ und Roland Pomberger²

¹Geschäftsführung, REMONDIS Electrorecycling GmbH, Lünen, Deutschland

²Abfallverwertungstechnik und Abfallwirtschaft, Montanuniversität Leoben, Leoben, Österreich

Eingegangen 19. Januar 2021; angenommen 14. Februar 2021; online publiziert 16. März 2021

Zusammenfassung: Die vorliegende Systemkonzeptionierung von Metall- und Schrottrecyclinganlagen unter dem Einfluss umweltschutzrechtlicher Änderungen untersucht zunächst formalrechtliche, verfahrenstechnische sowie wirtschaftswissenschaftliche Aspekte des wertstromorientierten Schredderprozesses. Sie ist ein systemtheoretischer Ansatz, um die wesentlichen Einflussfaktoren auf die Weiterentwicklung von Schredderanlagen im Metall- und Schrottrecycling in einem Kreislaufmodell darzustellen.

Die Grundstruktur des Kreislaufmodells lässt sich weiter auf die Konzipierung branchenbegleitender Recyclinganlagen übertragen. Im Kontext der Corona-Pandemie werden zusätzliche Einflussfaktoren auf die Weiterentwicklung von Produktionsanlagen im Elektro- und Elektronikschrottrecycling diskutiert.

Der Fokus liegt dabei in der Analyse und Gewichtung technischer und sozialer Herausforderungen in Folge der Anwendung des europäischen und nationalen Regelwerks in Zeiten volatiler Marktstrukturen, im konjunkturellen Abwärtstrend der industriellen Wirtschaft und unter einem anwachsenden Wertstoffverfall des Inputstroms an diesen Abfallbehandlungsanlagen.

Schlüsselwörter: Schredder, Schrottrecycling, Elektroschrott, Sammelgruppen

System Concept of Production Design and Development in Scrap and Metal Recycling

Abstract: The present system concept of metal and scrap recycling plants deals with possible effects of renewed leg-

islative amendments and evaluates legal and technological as well as economical aspects of the value stream oriented shredder process. It is a system oriented approach to point out the main influencing factors on the development of shredder plants in scrap and metal recycling. Those factors are being merged into a superordinate system concept used to support strategic management decisions regarding future investments in the waste treatment sector.

Under the given legal circumstances, the shredder process itself has to be resource-friendly, energy- and cost-efficient while still following the stated emission limit values.

Therefore, the conceptual focus lies in the argumentation and evaluation of technical challenges as a major result of the implementation of national and international legal terms in the age of volatile market conditions, present recession, and value decline in prematerial compositions. The system concept is the result of a research project from October 2016 to December 2019 at the TSR Recycling GmbH & Co. KG, Lünen, Germany.

The concept itself forms a base for the development of plant technology in other metal recycling fields, such as e-waste recycling. Due to the current COVID-19 pandemic situation, the model is extended to other and further influencing factors and helps to understand the short lifespan of theoretical modelling within the field of scrap metal recycling.

Keywords: Scrap metal recycling, Shredder, E-waste, Modelling

1. Einleitung

Mit einer Versorgungsquote von 20 bis 25% gehören Schredderanlagen zu den wesentlichen Elektrostahlwerkslieferanten und bilden einen Kernbereich der deutschen Recyclingwirtschaft für Eisen- und Metallschrotte. Europäische Normen und Rechtsvorschriften prägen die Kreislaufwirtschaft und den daran gebundenen Umweltschutz in

Dr.-Ing. T. Krafczyk (✉)
 Geschäftsführung,
 REMONDIS Electrorecycling GmbH,
 Brunnenstr. 138,
 44536 Lünen, Deutschland
 torben.krafczyk@remondis.de

in Form einer verfahrenstechnischen oder betrieblichen Maßnahme erforderlich ist.

Die kontinuierliche und/oder diskontinuierliche Überwachung sowie Nachweisführung der festgelegten Emissionsschwellen gegenüber den Behördenvertretern und Kontrollinstanzen bilden den dritten Kerneinflussfaktor. Unter der Prämisse verschärfter Umwelanforderungen wird ein Eingriff in die Bestandstechnik (Säule 4) genau dann erforderlich (u. U. in Form einer wesentlichen Änderung gemäß § 16 BImSchG), wenn die neuen Grenzwertbestimmungen aus der Säule 1 im Altbestand nicht mehr gehalten werden können. Aus den technologischen Defiziten in der Bestandstechnik heraus ergibt sich schließlich die Frage nach einer Neuinvestition und die hiermit verbundenen planerischen Herausforderungen und ökonomischen Risiken, welche hier als systemischer Entwicklungsschritt von Säule 4 zu 5 dargestellt sind.

Die Weiterentwicklung produktionslastiger Industrieanlagen in der Abfallwirtschaft bietet im Kontext eines emissionstechnischen Fortentwicklungsgedankens nur wenige monetäre Anreize und ist eher gesetzlich bzw. behördengetrieben. Technologische Innovationen im Rahmen eines Optimierungsprozesses zu etablieren, wird dann reizvoll, wenn diese in Zusammenarbeit mit den Umwelt- und Genehmigungsbehörden (Säule 6) einen neuen besten verfügbaren Stand der Technik (BVT) festlegen.

Massenleistungsfähige Großschredderanlagen sind aus der Betrachtung eines klassisch linearen Wertstrommodells (Input-Prozess-Output) heraus dazu ausgelegt, hochkomplexe Stoffströme bei möglichst hoher Ausbringung zu verarbeiten. Die wesentliche Herausforderung in der Weiterentwicklung von Schredderanlagen besteht neben den formalrechtlichen Vorgaben besonders im wertstofflichen Verfall des Vormaterials bei steigenden Qualitätsanforderungen der Abnehmer an das Produkt (siebter Kerneinflussfaktor). Damit birgt die Weiterentwicklung von Schredder-

anlagen zur Eisen-, Konsumgüter und Metallschrottaufbereitung vor allem wirtschaftliche Risiken.

Die Untersuchung der einzelnen Einflussfaktoren im Kontext des beschriebenen Modells ist dabei ein möglicher Weg, das unternehmerische Planungsrisiko kalkulatorisch abzubilden und die Managemententscheidung im Rahmen einer Neuinvestition zu erleichtern. Durch die Einzelgewichtung der verschiedenen Einflussfaktoren wird dem Schredderbetreiber ermöglicht, den für seinen Wirkbereich relevanten Kernaufwand zu bewerten und entsprechend notwendige Ressourcen gezielt einzusetzen [2].

3. Adaption des Systemkonzepts im Elektroschrott

Der systemische Modellansatz birgt darüber hinaus die Möglichkeit der Übertragung auf andere Geschäftsfelder in der Abfallwirtschaft, bedarf im Einzelfall jedoch einer Anpassung oder Erweiterung. Legt man die sieben Säulen beispielsweise auf einen Weiterentwicklungsprozess und eine damit verbundene Investitionsentscheidung im Kühlschrankrecycling (Wärmeüberträger), fallen neben den genannten formalrechtlichen äußeren Einflussfaktoren zusätzliche herstellergebundene Auditierungspflichten sowie Marktstrukturen und technologische Herausforderungen ins Gewicht, die im klassischen Schredderbetrieb keine oder eine geringfügigere Bedeutung finden. Abb. 2 fasst die wesentlichen Anpassungen im Systemkonzept bei der Weiterentwicklung von Produktionsanlagen der Sammelgruppe 1 (SG 1) im Elektronikschrott zusammen.

IED-Anlagen zur Aufbereitung von Elektro- und Elektronikschrotten sind auf nationaler Ebene besonders an das ElektroG gebunden, welches sich derzeit ebenfalls in einer Überarbeitungsphase befindet [6]. Ergänzt wird diese formalrechtliche Komponente durch fremd- oder eigensaufgelegte Auditierungspflichten. Die Zuordnung der Auditie-

Abb. 2: Die Adaption von Kerneinflussfaktoren für das Elektronikschrottrecycling

rung als Einflussgröße im Kreislaufmodell kann dabei als segregierter Faktor oder im Rahmen von Säule 1 erfolgen.

Gemessen an der messtechnischen Kontrollinstanz des Einflussfaktors 3 (siehe Abb. 1) können herstellergebundene Auflagen, die WEEELABEX-Zertifizierung oder der Betrieb einer Produktionslinie gemäß CENELEC-Standard [7, 8] sowohl Einzug in den dritten als auch fünften Kerneinflussfaktor finden und müssen im Kontext einer Investitionsentscheidung entsprechend gewichtet werden.

Die technische Weiterentwicklung von Bestandsystemen und/oder deren Neubau erfolgt i. d. R. unter einer Beteiligung weniger Systemlieferanten. Die geminderte Angebotsstruktur nimmt Einfluss sowohl auf die Investitionskosten als auch die Entwicklungsgeschwindigkeit entsprechender Nischenprodukte. Eine Rückkopplung gesetzlicher

Vorgaben in die technische Umsetzung erfolgt primär anwendergetrieben.

Die Behandlung der SG 1 ist bereits im Rahmen der Vor-entfrachtung stark durch manuelle Arbeitsabläufe geprägt (u. a. strichlistengebundene Nachweisführung der Entsorgungsmengen). Aber auch das Handling von Kleingeräten der SG 5 erfordert zunehmend manuelle Vorsortierungs- und Entfrachtungsschritte u. a. auf Grund der steigenden Inputmengen an verbauten Li-Ion-Akkus. Die Weiterentwicklung von technischen Rückbauzentren (RBZ) verlangt folglich eine gesunde Kombination aus automatisierten und manuellen Abläufen. Dabei soll das mittelfristige Ziel sein, die händische Datenerfassung auf ein digitales Level zu heben.

Abb. 3: Beispielhafte Auswertung der Input- und Produktionsmengen im Jahr 2020 unter Berücksichtigung der Produktivität

Diese Entwicklungen waren zu diesem Zeitpunkt weder planbar noch im aktuellen Systemkonzept berücksichtigt.

Die Grafiken in Abb. 3 zeigen darüber hinaus, dass trotz positivem Materialinput und Personalbestand eine degressive Leistungsentwicklung pro Mitarbeiter in den Monaten März bis Mai 2020 zu verzeichnen ist. Deutlich wird dieser Produktivitätsverlust in der SG 1-Line durch die fallende Anzahl an Tagen, an denen weniger als die geforderte Benchmarkmenge (1000er- und 2000er-Linie) an Altkühlgeräten in der Verarbeitungsstufe II erreicht wurde.

Diese „Corona-Depression“ ist ein operativer Störfaktor, der im Rahmen einer anlagenspezifischen Planungsprämisse zur Verunsicherung führen kann.

Die obigen Fakten gegeben, lässt sich das Systemkonzept zur Weiterentwicklung von Produktionsanlagen im Schrottrecycling um einen weiteren wesentlichen Kerneinflussfaktor ergänzen, dessen Gewichtung ebenfalls individuell als Einzelgröße zu gestalten ist und im nachstehenden Kreislaufmodell eine übergeordnete Rolle einnimmt – „Höhere Gewalt“.

Abb. 4 stellt die acht Kerneinflussfaktoren auf die Weiterentwicklung von Elektro- und Elektronikschrottrecyclinganlagen beispielhaft systematisch dar.

5. Schlussfolgerung

Das Recycling an Schredderanlagen ist ein reaktives Wertschöpfungsmodell und dafür ausgelegt, abnehmergelenkt sehr komplexe Schrotte aufzubereiten. Dieser Aufbereitungsprozess ist zunehmend durch steigende Entsorgungskosten und Ausbringungsverluste sowie Absatzschwierigkeiten geprägt und stellt ein erhöhtes unternehmerisches Risiko im europäischen Wettbewerbsvergleich dar.

Systemkonzeptionierungen in Form des beschriebenen Kreislaufmodells sind ein hilfreiches strategisches Mittel, Weiterentwicklungen an Produktionsanlagen des Metall- und Schrottrecyclings und damit verbundene Investitionsentscheidungen im Rahmen eines sich stetig wandelnden Umwelt- und Marktgeschehens zu bewerten.

Die Erkenntnisse aus der Pandemie des Jahres 2020/2021 verdeutlichen des Weiteren, dass systemtheoretische Modelle immer nur so gut sind wie die Zeit, in die sie hineinpassen.

Eine kontextbezogene Adaption von Basismodellen ist ohnehin dort unabdingbar, wo sich Rahmenparameter verändern. Weil es in der Praxis i. d. R. immer mindestens eine

Unbekannte gibt, die man in der Theorie vorher bereits erkennen hätte müssen, bietet es sich in einer Planungsphase an, mehrere Systemkonzepte unter Verwendung weiterer spezifischer Kerneinflussfaktoren nebeneinander aufzubauen, um das Unvorhergesehene ggf. sichtbar zu machen.

Literatur

1. Birnstengel, B.; Eckhardt, M.; Häusler, A.; Hoffmeister, J.; Labinsky, A.; Lambert, J.: Statusbericht der deutschen Kreislaufwirtschaft: Einblicke und Aussichten. https://www.prognos.com/uploads/tx_atwpubdb/Prognos_Statusbericht_2018.pdf (19.11.2019)
2. Krafczyk, T.: Systemkonzeptionierung von Großschredderanlagen im Metall- und Schrottrecycling unter dem Einfluss umweltschutzrechtlicher Änderungen, Clausthal-Zellerfeld: Papierflieger Verlag GmbH, 2020
3. Pinasseau, A.; Zerger, B.; Roth, J.; Canova, M.; Roudier, S.: Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Treatment Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (Integrated Pollution Prevention and Control) EUR 29362 EN, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2018
4. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BUNS): Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft), Entwurfsfassung, 2018. https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Glaeserne_Gesetze/19_Lp_ta_luft/entwurf/ta_luft_180716_refe_bf.pdf. Zugriffen: 15.01.2021
5. Krafczyk, T.; Goldmann, D.: Der Einfluss von umweltrechtlichen Änderungen auf die Weiterentwicklung von Schredderanlagen, World of Metallurgy – ERZMETALL, 71 (2018), Nr. 4, S. 214–220
6. Hesselmann Service GmbH: Bundeskabinett beschließt Änderung des Elektrogesetzes. <https://www.elektrogesetz.de/bundeskabinett-beschliesst-aenderung-des-elektrogesetzes/>. Zugriffen: 15.01.2021
7. Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung (EK): DIN CLC/TS 50625-2-3 (VDE V 0042-13-23:2018-05), Sammlung, Logistik und Behandlung von Elektro- und Elektronik-Altgeräten (WEEE) – Teil 2–3: Anforderungen an die Behandlung von Wärmeüberträgern und anderen Elektro- und Elektronik-Altgeräten, die VFC und/oder VHC enthalten, 2017
8. Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung (EK): DIN CLC/TS 50625-3-4 (VDE V 0042-13-34:2018-07), Sammlung, Logistik und Behandlung von Elektro- und Elektronik-Altgeräten (WEEE) – Teil 3–4: Spezifikation der Schadstoffentfrachtung – Wärmeüberträger, 2017
9. EUWID Europäischer Wirtschaftsdienst GmbH: ElektroG-Novelle führt Rücknahmepflicht für Altgeräte in Supermärkten ein. <https://www.euwid-recycling.de/news/politik/einzelansicht/Artikel/elektrog-novelle-fuehrt-ruecknahmepflicht-fuer-altgeraete-in-supermaerkten-ein.html>. Zugriffen: 15.01.2021

Hinweis des Verlags. Der Verlag bleibt in Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutsadressen neutral.