

recovery

Recycling Technology Worldwide



GAIN - TOMRA's artificial intelligence-based technology sorts previously unsortable objects

Discover GAIN! www.tomra.com/recycling



Read our COVERSTORY p. 4:
Artificial Intelligence in
sorting technology
Lesen Sie unsere COVERSTORY S. 4:
Künstliche Intelligenz in der
Sortiertechnik

WOOD

Free of impurities | Frei von Störstoffen 24

WASTE

Flexible screening | Flexibel Sieben 42

METAL

Processing technology for incineration bottom ash | Aufbereitungstechnik für Müllverbrennungsrückstände 52



90%
Recyclingquote*

Unser Handeln jetzt bestimmt die Welt von morgen!

Rücknahme und Verwertung von Kunststoffen & Verpackungen. Beratung rund um die Kreislaufwirtschaft weltweit.

* auf zurückgenommene Menge

www.rigk.de

Imprint | Impressum

recovery
Recycling Technology Worldwide

10th Volume/10. Jahrgang 2020
www.recovery-worldwide.com

Publisher/Herausgeber

Bauverlag BV GmbH
Avenwedder Straße 55 | Postfach 120/PO Box 120
33311 Gütersloh | Deutschland/Germany
www.bauverlag.de

Managing Director/Geschäftsführer

Michael Voss Telefon +49 5241 80-2476
E-Mail: michael.voss@bauverlag.de

Editor-in-Chief/Chefredakteurin

Dr. Petra Strunk Telefon +49 5241 80-89366
E-Mail: petra.strunk@bauverlag.de
(Responsible for the content/Verantwortlich für den Inhalt)

Editorial board/Redaktion

Ulrike Mehl Telefon +49 5241 80-89367
E-Mail: ulrike.mehl@bauverlag.de

Designer/Grafiker

Kristin Nierodzick Telefon +49 5241 80-88551
E-Mail: kristin.nierodzick@bauverlag.de

Head of Digital Sales

Axel Gase-Jochens Telefon +49 5241 80-75018
E-Mail: axel.gase-jochens@bauverlag.de

Representatives/Auslandsvertretungen

Italy/Italien

Ediconsult Internazionale S.r.l., Genova
Telefon +39 010 583684
E-Mail: costruzioni@ediconsult.com

France, Belgium, Luxembourg/ Frankreich, Belgien, Luxemburg

Marc Jouanny International Media Press & Marketing, Paris
Telefon +33 1 43553397
E-Mail: marc-jouanny@wanadoo.fr

Advertisement Price List dated Oct. 1, 2019

is currently valid
Anzeigenpreisliste vom 01.10.2019
ist aktuell gültig

Head of advertising market/Leitung Werbemarkt

Michael Voss Telefon +49 5241 80-2476
E-Mail: michael.voss@bauverlag.de

Head of agency dice/Agenturleitung dice

Rainer Homeyer-Wenner Telefon: +49 5241 80-2173
E-Mail: rainer.homeyer-wenner@bauverlag.de

Marketing and Sales

Volker Winzer
Telefon +49 5241 80-2513
E-Mail: volker.winzer@bauverlag.de

Subscription Department/Leserservice + Abonnements

Heike Ireson Telefon: +49 52 41 80 90884
Telefax: +49 52 41 80 97109
E-Mail: leserservice@bauverlag.de

Subscription rates and period/ Bezugspreise und -zeit

recovery Recycling Technology Worldwide is published with 6 issues per year.
Annual subscription (including postage):
recovery Recycling Technology Worldwide erscheint mit 6 Ausgaben pro Jahr.
Jahresabonnement (inklusive Versandkosten):
Germany/Inland: € 129,00
Students/Studenten: € 79,00
Other countries/Ausland: € 141,00
(with surcharge for delivery by air mail/
die Lieferung per Luftpost erfolgt mit Zuschlag)
Single issue/Einzelheft: € 25,00
(incl. postage/inkl. Versandkosten)

A subscription is valid initially for 12 months and after that it can be cancelled by giving notice in writing no later than four weeks before the end of a quarter.

Ein Abonnement gilt zunächst für 12 Monate und ist danach mit einer Frist von 4 Wochen zum Ende eines Quartals schriftlich kündbar.

Publications

Under the provisions of the law the publishers acquire the sole publication and processing rights to articles and illustrations accepted for printing. Revisions and abridgements are at the discretion of the publishers. The publishers and the editors accept no responsibility for unsolicited manuscripts. The author assumes the responsibility for the content of articles identified with the author's name. Honoraria for publications shall only be paid to the holder of the rights. The journal and all articles and illustrations contained in it are subject to copyright. With the exception of the cases permitted by law, exploitation or duplication without the consent of the publishers is liable to punishment. This also applies for recording and transmission in the form of data. General terms and conditions can be found at www.bauverlag.de

Veröffentlichungen

Zum Abdruck angenommene Beiträge und Abbildungen gehen im Rahmen der gesetzlichen Bestimmungen in das alleinige Veröffentlichungs- und Verarbeitungsrecht des Verlages über. Überarbeitungen und Kürzungen liegen im Ermessen des Verlages. Für unaufgefordert eingereichte Beiträge übernehmen Verlag und Redaktion keine Gewähr. Die inhaltliche Verantwortung mit Namen gekennzeichnete Beiträge übernimmt der Verfasser. Honorare für Veröffentlichungen werden nur an den Inhaber der Rechte gezahlt. Die Zeitschrift und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Mit Ausnahme der gesetzlich zugelassenen Fälle ist eine Verwertung oder Vervielfältigung ohne Zustimmung des Verlages strafbar. Das gilt auch für das Erfassen und Übertragen in Form von Daten. Die Allgemeinen Geschäftsbedingungen des Bauverlages finden Sie vollständig unter www.bauverlag.de

Printers/Druck

wentker druck GmbH, Gutenbergstraße 5-9,
48268 Greven, Deutschland/Germany

Recycling continues

Recycling geht weiter

Dear Readers,

when there are many changes, one is happy about the things that form a constant – recovery 02/2020 lies ahead of you with exciting new product developments, new strategies to make recycling processes more effective, and reports from the field. Our category event reports will probably not be available again until the second half of the year...

Artificial intelligence – a term by which everyone probably imagines something different – is finding its way into recycling technology, more specifically into sorting technology. Read a detailed report on a newly developed technology from TOMRA Sorting GmbH starting on page 4: „Artificial Intelligence in sorting technology“.

Iron and steel slags as a by-product of steel production are not waste but a secondary mineral raw material. An overview of the quantities produced worldwide and their further use can be found in the report by Dr. Joachim Harder, OneStone Consulting, starting on page 28: „Valuable by-products“.

Enjoy reading and stay healthy!

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

wenn es viele Veränderungen gibt, freut man sich doch gerade auch über die Dinge, die eine Konstante bilden – vor Ihnen liegt die recovery 02/2020 mit spannenden neuen Produktentwicklungen, mit neuen Strategien, um Recyclingprozesse effektiver zu gestalten, und Berichten aus der Praxis. Unsere Rubrik Veranstaltungsberichte wird wohl erst in der zweiten Jahreshälfte wieder erscheinen können...

Künstliche Intelligenz – ein Begriff, unter dem sich jeder wahrscheinlich etwas Anderes vorstellt – findet Einzug in die Recyclingtechnik, konkreter in die Sortiertechnik. Lesen Sie dazu einen ausführlichen Bericht über eine neuentwickelte Technologie der TOMRA Sorting GmbH ab Seite 4: „Künstliche Intelligenz in der Sortiertechnik“.

Eisenhüttenschlacken als Nebenprodukte der Stahlherstellung sind keine Abfälle, sondern mineralische Sekundärrohstoffe. Eine Übersicht über weltweit anfallende Mengen und deren Weiterverwendung finden Sie im Bericht von Dr. Joachim Harder, OneStone Consulting, ab Seite 28: „Wertvolle Nebenprodukte“.

Viel Spaß beim Lesen und bleiben Sie gesund!

Petra Struck



Reliable high quality in plastic recycling
thanks to HERBOLD Meckesheim's modern washing systems

The increasing amount of plastic waste worldwide, along with legally stipulated recycling quotas, is making great demands of the industry. Efficient technical solutions are therefore needed. The quality of the recycle produced must be just right, so that it can be used in as many branches of industry as possible. HERBOLD has improved all process stages:

Pre-crushing

The new EWS 60/210 shredder has been designed for both dry and wet operation, and delights thanks to its high capacity and maintenance-friendly design.

Hydrocyclone separation stage:

HERBOLD has optimised density separation in the hydrocyclone stage over the course of many years. Hydrocyclones achieve significantly better separation results than float/sink tanks.

The pre-wash unit

helps protect the subsequent machines and provides capacity for more material.



Hot washing (optional)

With optimised temperatures and dwell times, and with the use of suitable cleaning agents, hot washing achieves better cleaning results compared to pure cold washing. HERBOLD has refined this process step, which has long been standard for recycling PET bottles, for use with PO film.

The combination of hydrocyclone separation and hot washing forms the basis for quality levels never achieved before.





© Reinhard Bauer

Hot spot of recycling technology

The Bulgarian plastic recycler Kaskada manufactures high-quality regranulates in a highly professional and well-organized way, which reach or exceed new-goods qualities. The family business was founded in 1990 in Plovdiv and moved to the nearby Tsaratsovo in 1994.

Hot Spot der Recyclingtechnik

Der bulgarische Kunststoff-Recycler Kaskada stellt hochprofessionell und wohl-organisiert Hochqualitäts-Regranulate her, die Neuware-Qualitäten erreichen bzw. diese sogar übertreffen. Das Familienunternehmen wurde 1990 in Plovdiv gegründet und 1994 in das nahegelegene Tsaratsovo verlegt.

► 16



© Worldsteel – POSCO

Valuable by-products

Iron and steel slags are by-products of steel production. These mineral raw materials mainly consist of lime silicate compounds and are classified as secondary raw materials and not as waste because of their homogeneous and advantageous properties. The following report provides an overview of the recycling quantities with current worldwide market data and trends.

Wertvolle Nebenprodukte

Eisenhüttenschlacken sind Nebenprodukte der Stahlherstellung. Diese mineralischen Rohstoffe bestehen hauptsächlich aus kalksilikatischen Verbindungen und werden wegen ihrer homogenen und vorteilhaften Eigenschaften als Sekundärrohstoff und nicht als Abfall eingestuft. Der nachfolgende Bericht liefert eine Übersicht zu den Recyclingmengen mit aktuellen weltweiten Marktdaten und Trends.

► 28

recovery 2|2020 contents

Coverstory

Artificial Intelligence in sorting technology
GAIN retrofit for AUTOSORT systems

Künstliche Intelligenz in der Sortiertechnik
GAIN ergänzt AUTOSORT-Maschinen

4

plastics recovery

Interseroh assesses recycling processes in LCA study (INTERSEROH)
Recyclingverfahren von Interseroh in Ökobilanz-Studie bewertet

13

With the right recycling technology to highest quality (MAS)
Mit der richtigen Recyclingtechnik zu höchster Qualität

16

wood recovery

Multistar L3: Outstanding in every way (Komptech)
Multistar L3: Hochwertig in jeder Hinsicht

24

slag recovery

Valuable by-products – Slag recycling
Wertvolle Nebenprodukte – Recycling von Schlacke
Dr.-Ing. Joachim Harder, OneStone Consulting Ltd.

28

waste recovery

Doppstadt combines drum and star screen processes

Doppstadt vereint Trommel- und Sternsiebmaschine

42

Crushing in the city centre thanks to the lowest emissions (RUBBLE MASTER)

Einsatz im Stadtzentrum bei niedrigsten Emissionen

46

The AI-powered robotic sorters increase recovery of recycled materials (Recology)

Die KI-basierten Sortierroboter steigern die Rückgewinnung von Recyclingmaterialien

48



metal recovery

SENNEBOGEN Multi Line deployed at Metallverwertung München GmbH & Co. KG
Einsatz für die SENNEBOGEN Multi Line bei der Metallverwertung München GmbH & Co. KG **50**

Magnet and sensor-based processing technology for incineration bottom ash (STEINERT)
Magnet- und Sensoraufbereitungstechnik für Müllverbrennungssasche **52**

Eriez stake in sustainability
Eriez setzt auf Nachhaltigkeit **55**

Imprint/Impressum **U2**



Cover picture

Quality requirements for recycled materials become increasingly stringent, pure sorting results are required. In order to meet these standards, sensor-based sorting technologies based on AI are nowadays applied to separate previously inseparable materials. This includes silicone cartridges, which can now successfully be removed from PE-streams by TOMRA's GAIN technology.

Die Qualitätsanforderungen an Recyclingmaterialien werden immer strenger, reine Sortierergebnisse sind erforderlich. Um dem gerecht zu werden, werden heute sensorgestützte Sortiertechnologien auf der Basis von KI eingesetzt, um bisher untrennbaren Materialien zu sortieren. Dazu gehören Silikonkartuschen, die nun mit der GAIN-Technologie von TOMRA erfolgreich aus PE-Strömen entfernt werden können.

KÜPER®

CLEAN – flexible and robust

The screen material for screening difficult-to-screen materials.

Made from vulcanised rubber with a hardness of approximately 35 Shore A.

- Highly flexible and wear-resistant
- For screening materials that tend to clogging and caking

Fields of application



Quarry



Sand/
Gravel pit



Mining



Recycling



Industry



WEAR TECHNOLOGY

Küper GmbH & Co. KG
Mettestr. 23
44803 Bochum
Germany

T +49 234 935 98-0
F +49 234 935 98-22
info@kuepergermany.com
www.kuepergermany.com



Artificial Intelligence in sorting technology

GAIN retrofit for AUTOSORT systems

Increasing scarcity of resources and even larger flows of waste are leading to a more and more important role for the subject of recycling. The focus is on the quality of the recycled materials. Above all, the use of sorting technology is appropriate in many sectors in order to attain the purest materials flows possible.

The first released version of GAIN is a specifically developed software to eject silicone cartridges from a PE-stream by using camera information

Die erste Version von GAIN besitzt eine speziell entwickelte Software zum Auswerfen von Silikonkartuschen, die in einem PE-Strom unter Verwendung von Kamerainformationen detektiert werden



Künstliche Intelligenz in der Sortiertechnik

GAIN ergänzt AUTOSORT-Maschinen

Knapper werdende Ressourcen und kontinuierlich größer werdende Abfallströme lassen dem Thema Recycling eine immer bedeutendere Rolle zukommen. Dabei liegt der Fokus auf der Qualität der recycelten Materialien. Um möglichst reine Stoffströme zu erhalten eignet sich der Einsatz der sensorbasierten Sortiertechnik in vielen Bereichen.





© TOMRA

During machine training, GAIN learns how to connect the artificial neurons to classify objects

GAIN lernt beim maschinellen Training, wie die künstlichen Neuronen zu verknüpfen und zu gewichten sind, um Objekte zu klassifizieren

In recent decades, there has been rapid development in this field, in parallel to the ever more rapid evolution of computing technology, an essential precondition for process speed and for the accuracy of the sorting result.

Sorting systems in the field of waste recycling – and in the sorting of plastics, in particular – is a fascinating topic. Here, high-tech computer control is combined with physical analytical methods in order, for example, to permit the separation and recycling into products of equivalent quality of plastics of differing composition. There is now a new route to the obtainment of even purer sorted fractions and the optimisation of the sorting process.

In den letzten Jahrzehnten fand auf diesem Gebiet eine rasante Entwicklung statt – einhergehend mit der sprunghaften Entwicklung der Rechentechnik, die eine wesentliche Voraussetzung für Geschwindigkeit und Genauigkeit des Sortierergebnisses ist.

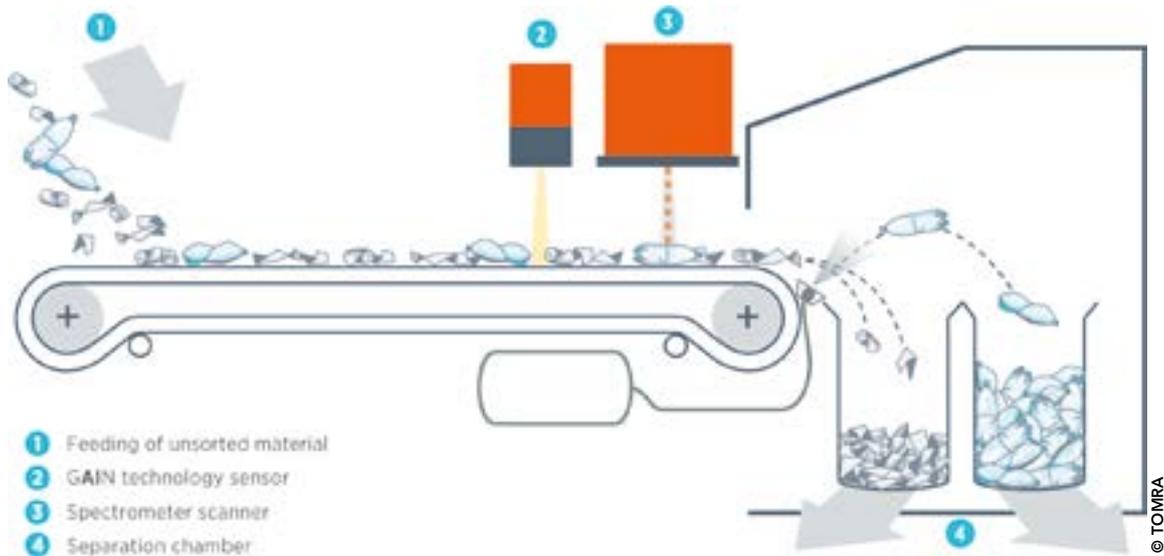
Die Sortiertechnik im Abfallrecycling – gerade auch die Sortierung von Kunststoffen – ist ein faszinierendes Gebiet. Hier wird High-Tech-Computersteuerung mit physikalischen Analysemethoden verbunden, um Kunststoffe unterschiedlicher Zusammensetzung zu trennen und wieder gleichwertig recyceln zu können. Nun gibt es einen neuen Weg, um noch reinere Sortierergebnisse zu erhalten und den Sortierprozess zu optimieren.

AUTOSORT System with GAIN Technology

AUTOSORT System mit GAIN Technologie



© TOMRA



▲ Input material (1) is evenly fed onto a conveyor belt, where it is detected by the GAIN system (2) and a spectrometer scanner (3). If the sensors detect material to be sorted out, the command is sent to the control unit to activate the appropriate valves of the ejection module at the end of the conveyor belt. The detected materials are separated from the material flow by jets of compressed air. The sorted material is divided into two fractions in the separation chamber (4)

Das Eingangsmaterial (1) wird gleichmäßig auf ein Förderband geleitet, wo es von dem GAIN-System (2) und einem Spektrometer (3) gescannt und erfasst wird. Wenn die Sensoren auszusortierendes Material erkennen, wird ein Befehl an die Steuereinheit gesendet, um die entsprechenden Ventile des Auswurfmoduls am Ende des Förderbandes zu aktivieren. Die erkannten Materialien werden durch Druckluftstrahlen vom Materialstrom getrennt. Das sortierte Material wird in der Trennkammer (4) in zwei Fraktionen aufgeteilt



RECYCLING OF
POST-CONSUMER
PLASTICS
INTO A

VALUABLE RESOURCE


Starlinger

Recycling line for post-consumer waste with odour reduction technology **recoSTAR dynamic C-VAC**

Starlinger's odour reduction technology turns post-consumer plastic waste into excellent and homogenous regranulate with permanent odour reduction for reuse at up to 100% also in demanding applications.

Superior functionality with **SMART feeder** | dynamic automation package for **higher output** | increased energy efficiency | excellent degassing performance with **C-VAC module**.

Visit us at



www.starlinger.com
textile packaging | recycling technology | viscotec

PASSION FOR SOLUTIONS



GAIN in operation
GAIN in Aktion



© TOMRA



TOMRA Systems ASA is one of the leading suppliers of both sensor-based sorting technologies for sorting and recycling facilities and of container-return systems. The company is based in the Norwegian town of Asker. Founded in 1972, around 82 000 return systems have now been installed in more than sixty markets, receiving more than 40 billion previously collected cans and bottles annually. Sorting solutions are in use in the food, recycling and mining sectors. The most diverse range of sorting systems, in each case tailored to the corresponding material, can be found in more than 100 markets in the recycling sector, with some 6500 units installed. „Rethinking how we obtain, use, reuse and optimise the world's resources is the right path at the right time. This is how the next revolution begins“ – Tomra derives its corporate philosophy from this perception: „TOMRA aims to be the leader in the resources revolution via the development of sensor-assisted solutions for

Die Firma TOMRA Systems ASA ist einer der führenden Anbieter sowohl von sensorgestützten Sortiertechnologien für Sortier- und Recyclinganlagen als auch von Rücknahmesystemen mit Hauptsitz im norwegischen Asker. 1972 gegründet, konnten inzwischen in über 60 Märkten rund 82 000 Rücknahmesysteme installiert werden mit mehr als 40 Mrd. gesammelten Dosen und Flaschen jährlich. Im Bereich Sortierlösungen finden sich Anlagen in den Sparten Food, Recycling und Mining. Unterschiedlichste Sortierlösungen, jeweils auf das entsprechende Material zugeschnitten, finden sich im Recyclingbereich in über 100 Märkten mit rund 6500 installierten Anlagen. „Das Überdenken der Art und Weise, wie wir Ressourcen verfügbar machen, nutzen, wiederverwenden und optimieren, ist der zum passenden Zeitpunkt eingeschlagene Weg. So beginnt die nächste Revolution.“ – aus dieser Erkennt-

In GAIN, TOMRA has introduced the first Deep Learning based sorting software

assurance of optimum resources productivity. The provision of smart solutions for optimisation of our resources – procurement, use, management, recovery, recycling and reuse – is the key to the resources revolution.“ TOMRA has used artificial intelligence (AI) for a long time, but has, since last year, also gone a step further and is now offering a sorting machines that make use of the new method of AI called Deep Learning. In GAIN, TOMRA has introduced the first Deep Learning based sorting software, unveiled at the Ecomondo 2019. Available as an optional expansion module for AUTOSORT machines, GAIN technology is set to improve the productivity of sensor-assisted sorting machines even further. Based on classification of objects using sensor data and further processing using Deep Learning, GAIN now allows for sorting items, which were previously not separable, with high purity levels and without restricting the throughput rate of the AUTOSORT. As Philipp Knopp, Product Manager Recycling, explains: „The interlinking of our sorting technologies with Deep Learning makes our AUTOSORT machines even more efficient. GAIN technology will, in addition, contribute to adapting sorting systems to new waste streams – an important feature which will attain even more importance on the path of development towards the circular economy.“

nis leitet Tomra seine Firmenphilosophie ab: „TOMRA strebt an, durch die Entwicklung sensorgestützter Lösungen für eine optimale Ressourcenproduktivität führend in der Ressourcenrevolution zu sein. Die Bereitstellung intelligenter Lösungen zur Optimierung unserer Ressourcen – Beschaffung, Nutzung, Verwaltung, Rückgewinnung, Recycling und Wiederverwendung – ist der Schlüssel zur Ressourcenrevolution.“ TOMRA nutzt KI schon lange, geht seit letztem Jahr aber einen Schritt weiter und setzt auf Sortiermaschinen, die sich der neuartigen Methode der KI namens Deep Learning bedienen. TOMRA führte mit GAIN die erste KI-basierte Sortiersoftware ein und stellte diese neue Technologie auf der Ecomondo 2019 vor. Verfügbar als optionale Erweiterung zu den AUTOSORT-Maschinen wird die GAIN-Technologie die Leistung von sensorgestützten Sortiermaschinen weiter verbessern. Durch den Einsatz von Methoden aus dem Bereich der KI ermöglicht GAIN die Sortierung von zuvor nicht trennbaren Objekten mit hohen Reinheitsgraden ohne die Durchsatzgeschwindigkeit des AUTOSORTs einzuschränken. Philipp Knopp, Produktmanager Recycling erklärt: „Durch die Verknüpfung unserer Sortiertechnologien mit Deep Learning werden unsere AUTOSORT Maschinen noch effektiver. Die GAIN-Technologie wird weiterhin dazu

Visit us in
September at:
IFAT
A4.441



Your solution provider for:

- Mixing
- Reacting
- Granulating
- Coating
- Drying

Lödige Process Technology
Elsener Str. 7-9
33102 Paderborn
Germany

www.loedige.de

One of the first applications for which GAIN technology has been trained is the detection of silicone cartridges in PE recycling flows. The silicone cartridges used in the private and industrial building sector continue to contain remnants of silicone even after they have been used, and so the cartridges – although they consist of PE – must be removed, in order not to cause problems during the subsequent extrusion process.

For this reason, the first version of the GAIN system marketed by TOMRA has been specially developed for the diversion of PE silicone cartridges out of the PE flow using camera data. The optical features of the objects which are to be separated in a sorting task are learned from thousands of images. For this purpose TOMRA uses the Deep Learning method mentioned above. Deep learning emulates the activity of a large number of neurone layers in the human brain in order to enable it to carry out complex tasks. During machine training GAIN learns how the artificial neurones are to be connected and weighted for the purpose of classifying objects. Deformed and incomplete cartridges are then

GAIN sorts objects, which could previously not be separated

also detected. Field tests with a two-stage process (i.e., two systems are used, one downstream the other) resulted in the extraction of 99 % of the cartridges.

recovery magazine had the opportunity of taking a closer look at the new system – Dr. Petra Strunk, Editor-in-Chief of recovery, spoke to Technical Manager Dr. rer. nat. Daniel Bender and Product Manager Philipp Knopp, on the application potentials for artificial intelligence in sorting machines.

www.tomra.com

beitragen, Sortieranlagen an neue Abfallströme anzupassen – ein wichtiges Merkmal, welches im Zuge der Entwicklung hin zu einer Kreislaufwirtschaft noch wichtiger werden wird.“

Ein erster Anwendungsfall, für den die GAIN-Technologie trainiert wurde, ist die Erkennung von Silikonkartuschen in PE-Recyclingströmen. Die sowohl gewerblich und als auch im privaten Bau eingesetzten Silikonkartuschen enthalten nach dem Entleeren immer noch Rückstände an Silikon, deshalb müssen die Kartuschen, obwohl sie selbst aus PE bestehen, entfernt werden, um den späteren Extrusionsprozess nicht zu stören.

Deshalb wurde die erste von TOMRA auf den Markt gebrachte Version der GAIN-Technologie speziell dafür entwickelt, PE-Silikonkartuschen anhand von Kameradaten aus einem PE-Strom auszusortieren. Anhand von Tausenden von Bildern lernt GAIN die visuellen Merkmalen der in der Sortieraufgabe zu trennenden Objekte. Dafür bedient sich TOMRA der zuvor erwähnten Methode des Deep Learnings. Deep Learning imitiert die Aktivität einer großen Anzahl von Neuronenschichten im menschlichen Gehirn, um komplexe Aufgaben ausführen zu können. So lernt GAIN beim maschinellen Training, wie die künstlichen Neuronen zu verknüpfen und zu gewichten sind, um Objekte zu klassifizieren. Dabei werden dann auch verformte bzw. unvollständige Kartuschen erkannt. Feldversuche ergaben

bei einem zweistufigen Prozess, d.h. es kommen zwei Systeme nacheinander zum Einsatz, einen Ausstoß von 99 % der Kartuschen.

Die Zeitschrift recovery hatte die Gelegenheit, sich das neue System einmal näher anzusehen – Dr. Petra Strunk, Chefredakteurin der Zeitschrift recovery, sprach mit dem Technischen Manager Dr. rer. nat. Daniel Bender sowie dem Produktmanager Philipp Knopp über die Anwendungsmöglichkeiten der Künstlichen Intelligenz in Sortiermaschinen.

Take out what's inside!

Reports on recycling of WEEE, scrap metals, glass, paper, wood, plastics, household and industrial waste.

recovery – Recycling Technology Worldwide



ORDER NOW!

Order the next 2 issues and save over 33%.

YOUR SPECIAL PRICE €28.50

All subscribers of recovery – Recycling Technology Worldwide benefit from

- latest market and competition news and new product developments
- Focus on profound and technical oriented contributions
- Interviews and reports on realized projects
- Case studies
- Bilingual: English/ German issue



ORDER YOUR TRIAL SUBSCRIPTION NOW!

www.recovery-worldwide.com/order
+49 5241 8090884



◀ *Dr. rer. nat. Daniel Bender, Technical Manager at TOMRA SORTING GmbH, in conversation with Dr. Petra Strunk, editor in chief of the magazine recovery Recycling Technology Worldwide*
Dr. rer. nat. Daniel Bender, Technischer Manager bei TOMRA SORTING GmbH, im Gespräch mit Dr. Petra Strunk, Chefredakteurin der recovery Recycling Technology Worldwide

recovery: What was the impulse for the development of GAIN and for the use of the Deep Learning methods?

Dr. Daniel Bender: In practically all recycling facilities, there are certain situations in which people perform the sorting work. Humans are more capable of solving certain tasks than our classical sorting machines, because they have an understanding of the objects to be sorted and – where these objects can be visually differentiated – are able to make a dependable decision as to whether an item needs to be diverted out or not. These are usually jobs which do not provide any particularly good working environment, however, they are very strenuous and can also, in some cases, be hazardous. Costs, speed and consistency are also criteria arguing in favour of a machine-based solution. That's where TOMRA wanted to start. In 2012, the results of international research demonstrated that Deep Learning can enable visual identification of objects at accuracy levels similar to those of a human being. We started developing GAIN in 2016, and a dedicated team was set up for this purpose in 2018. TOMRA provides us with a lot of support, and the sector is growing rapidly – with the aim of further expanding the range of applications.

recovery: How does the GAIN module work in the sorting process?

Dr. Daniel Bender: The AUTOSORT system analyses the plastics in the NIR (near-infrared) range and separates PE plastics from the remaining materials correspondingly. The PE cartridges are not diverted out, since they consist, superficially, of material detected as „good“. Now another sensor-based system – GAIN – is implemented, with a camera which, like humans, processes information from the visible spectrum of light. This is, in hardware terms, a relatively simple system – it's the software that makes the difference. At the end, the undesirable materials identified both by the AUTOSORT and by the GAIN module are blown out by arrays of air jets.

recovery: Will there possibly be even more application for GAIN in the future?

Dr. Daniel Bender: Yes, there will be further applications. The rule of thumb for use with cameras is that all objects that a human being can distinguish in the camera image can also be sorted by sensor-based sort-

recovery: Was war der Anstoß zur Entwicklung von GAIN und zur Nutzung der Methoden des Deep Learning?

Dr. Daniel Bender: Es gibt in nahezu allen Recyclingwerken Aufgaben, bei denen Menschen die Sortierung vornehmen. Der Mensch kann bestimmte Aufgaben besser lösen als unsere klassischen Sortiermaschinen, weil er ein Verständnis über die zu sortierenden Objekte hat und – sofern diese visuell unterschieden werden können – eine sichere Entscheidung treffen kann, ob ein Gegenstand aussortiert werden muss oder nicht. Allerdings sind das meist Jobs, die keine besonders gute Arbeitsumgebung bieten, sehr anstrengend und z.T. auch gefährlich sein können. Kosten, Geschwindigkeit und Konstanz sind ebenfalls Kriterien, die für eine maschinelle Lösung sprechen. An dieser Stelle wollte TOMRA ansetzen. Im Jahr 2012 zeigten internationale Forschungsergebnisse, dass mittels Deep Learning eine visuelle Objekterkennung mit Genauigkeiten ähnlich denen eines Menschen möglich ist. 2016 begannen wir mit der Entwicklung von GAIN, seit 2018 wurde ein eigenes Team dazu aufgebaut. Durch den Support von TOMRA findet derzeit eine rasante Entwicklung zum Einsatz dieser Technologie in der sensorbasierten Sortierung statt.

recovery: Wie arbeitet das GAIN-Modul im Sortierprozess?

Dr. Daniel Bender: Das AUTOSORT System analysiert im NIR (Nahinfrarot)-Bereich die Kunststoffe und trennt entsprechend PE-Kunststoffe von restlichen Stoffen. Dabei werden die PE-Kartuschen nicht aussortiert, da sie oberflächlich aus „Gutmaterial“ bestehen. Nun wird ein weiteres sensorbasiertes System – GAIN – implementiert mit einer Kamera welche wie der Mensch Informationen aus dem sichtbaren Spektrum des Lichts verarbeitet. Hardware-technisch ist es ein relativ einfaches System – hier macht die Software den Unterschied. Am Ende werden dann sowohl die vom AUTOSORT als auch vom GAIN-Modul identifizierten unerwünschten Materialien mittels Düsenleisten aussortiert.

recovery: Wird es zukünftig weitere Anwendungsfelder für GAIN geben können?

Dr. Daniel Bender: Ja, es wird weitere Anwendungen geben. Die Faustregel für den Einsatz von Kameras besagt, dass alle Objekte, die ein Mensch im Kamerabild unterscheiden kann, auch durch eine sensorbasierte

INTERVIEW

ing with a Deep Learning System. However, the effort of learning GAIN is quite high, i.e. for single applications Deep Learning methods are not yet suitable in their current form.

recovery: How complex is it to install this new module?

Philipp Knopp: GAIN can be very easily retrofitted to AUTOSORT machines in one working day. In the development we paid special attention to the fact that GAIN is a modular, flexible system.

recovery: Does the user need any special knowledge?

Philipp Knopp: No, the user does not have to program himself. When he buys our solution, he expects our technology to solve his problem and help him to operate his plant in a more favorable way.

recovery: After-sales service will certainly not be unimportant, with such high-tech machines ...

Philipp Knopp: Since TOMRA develops the used technologies in-house and also manufactures the machines within the company, we can react quickly and systematically to customer enquiries.

recovery: How do you perceive future development in the field of Deep Learning?

Philipp Knopp: We see huge potential in Deep Learning. Finding new technologies for advancing the recycling industry is indeed our field of expertise. From packaging, via film sorting, wood, minerals – every technology has its limits, but the Deep Learning method has the potential to expand these applications to permit much more accurate sorting.

recovery: Many thanks to you for this highly interesting talk!

Sortierung mit einem Deep Learning System sortiert werden kann. Jedoch ist der Aufwand des Anlernens von GAIN recht hoch, d.h. für Einzelanwendung sind Methoden des Deep Learnings in ihrer jetzigen Form noch nicht geeignet.

recovery: Wie aufwendig ist die Installation dieses neuen Moduls?

Philipp Knopp: GAIN kann man für die AUTOSORT Maschinen recht einfach innerhalb eines Arbeitstages nachrüsten. Bei der Entwicklung haben wir insbesondere darauf geachtet, dass GAIN ein modulares, flexibles System ist.

recovery: Muss der Anwender besondere Kenntnisse mitbringen?

Philipp Knopp: Nein, er muss ja nichts programmieren. Er erwartet, dass sein Sortierproblem gelöst wird, damit er mit seiner Anlage Geld verdienen kann – und wir bieten ihm die technische Lösung dazu.

recovery: Der After-Sales-Service ist bei solchen High-Tech-Anlagen sicher nicht unwichtig ...

Philipp Knopp: Da TOMRA die verwendeten Technologien im eigenen Hause entwickelt und die Anlagen im Unternehmen gefertigt werden, kann auf Kundenanfragen schnell und zielgerichtet reagiert werden.

recovery: Wie sehen Sie die zukünftige Entwicklung auf dem Gebiet des Deep Learning?

Philipp Knopp: Wir sehen im Deep Learning ein extremes Potential. In jeder erdenklichen Technologie im Recycling sind wir ja zu Hause. Vom Packaging, über Foliensortierung, Holz, Steine, jede Technologie hat ihre Limits, aber die Methode des Deep Learning hat das Potential, die Applikationen zu erweitern, um viel präziser Sortieren zu können.

recovery: Ich danke Ihnen für das interessante Gespräch.

f.l.: Dr. rer. nat. Daniel Bender, Technical Manager, Michèle Wiemer, Communications Coordinator, Philipp Knopp, Product Manager, TOMRA SORTING GmbH
v.l.: Dr. rer. nat. Daniel Bender, Technischer Manager, Michèle Wiemer, Communications Coordinator, Philipp Knopp, Produktmanager, TOMRA SORTING GmbH





◀ The regranulates come from plastic waste from the dual systems in Germany
Die Regranulate stammen aus Kunststoffabfällen aus den dualen Systemen in Deutschland



© ALBA Group/Amin Akhtar

Life cycle assessment

Interseroh assesses recycling processes in LCA study

Ökobilanz

Recyclingverfahren von Interseroh in Ökobilanz-Studie bewertet

New recycling processes enable the high-quality treatment of plastic waste into regranulates, which saves resources and reduces greenhouse gas emissions. And this is exactly what Recycled-Resource – the advanced processes developed by the INTERSEROH Dienstleistungs GmbH – enables and what has now been verified by a life cycle assessment carried out by Fraunhofer UMSICHT on behalf of Interseroh.

Neue Recyclingverfahren ermöglichen die hochwertige Aufbereitung von Kunststoffabfällen zu Regranulaten. Dadurch werden Ressourcen eingespart und Treibhausgasemissionen reduziert. Das weiterentwickelte Verfahren Recycled-Resource der INTERSEROH Dienstleistungs GmbH ermöglicht genau das. Dies bestätigt nun auch eine Ökobilanz durchgeführt vom Fraunhofer UMSICHT im Auftrag von Interseroh.

According to the scientists' calculations, using the recycled plastic Recythen in the new single-stage process instead of virgin compound from crude oil saves on average 60 % of climate-damaging emissions. Life cycle assessments show the environmental impacts (in this case greenhouse gas emissions) generated by

Nach den Berechnungen der Wissenschaftler spart der Einsatz des Recyclingkunststoffs Recythen mit dem neuen einstufigen Prozess nun im Schnitt 60 % klimaschädliche Emissionen im Vergleich zur Verwendung von Neugranulat aus Rohöl ein. Ökobilanzen decken auf, welche klimaschädlichen

Umschaltventilatoren zur automatischen Kühlerreinigung | www.cleanfix.org **CLEANFIX**

mehr Kühlung mehr Leistung mehr Produktivität keine Unterbrechung

processes or products. These impacts can be compared to alternatives. Interseroh uses this method to review its technical innovations. Fraunhofer UMSICHT carried out an extensive life cycle assessment in order to examine the further development of the Recycled-Resource recycling process in comparison to previous processes.

Life cycle assessment study conducted by Fraunhofer UMSICHT

The life cycle assessment evaluated different processes for the production of the regranulate Recythen and the recompound Procyclen. Both of these are based on plastic waste from the domestic and bag collection in Germany from the yellow bin. The system boundary for the environmental assessment starts with the collection and sorting of lightweight packaging and ends with the provision of the recycled polymer. In addition to the effect on global warming, the primary energy demand for the production of regranulates was evaluated.

The results show that, compared to the use of crude oil, the use of Recythen and Procyclen reduces greenhouse gases, consumption of primary energy per ton of regranulate by 21 000 kWh. The difference approximately more or less to the energy demand of 14 000 wash loads. Even the production of the recycled raw material Procyclen, which is relatively complex due to customer-specific adaptations, saves 54 % of the climate-damaging greenhouse gas emissions. The data are based on values from 2018.

Promotion of recirculation

„The numbers confirm that we are on the right track,“ says Dr. Manica Ulcnik-Krump, Head of the Business Unit Recycled Resource at INTERSEROH Dienstleistungs GmbH. „A technically further improved, effective recycling of plastics eases the impact on the climate – while increasing the benefits for our customers from industry.“

Recompounds, which are produced by using Interseroh's own multiple award-winning Recycled-

Emissionen durch ein Verfahren oder Produkt entstehen bzw. im Vergleich zu alternativen Verfahren eingespart werden. Das Unternehmen Interseroh nutzt dies, um seine technischen Neuentwicklungen zu überprüfen. Eine umfangreiche Ökobilanz wurde vom Fraunhofer UMSICHT durchgeführt, um die Weiterentwicklung des Recyclingverfahrens Recycled-Resource im Vergleich zu früheren Verfahren zu überprüfen.

Ökobilanzstudie bei Fraunhofer UMSICHT

In der Ökobilanz wurden unterschiedliche Verfahren zur Herstellung des Regranulats Recythen und des Recompounds Procyclen bewertet. Diese Regranulate basieren auf Kunststoffabfällen aus der haushaltsnahen Sammlung in Deutschland d. h. aus der Gelben Tonne. Die Systemgrenze zur ökologischen Bewertung beginnt mit der Sammlung und Sortierung der Leichtverpackungen und endet mit der Bereitstellung des recycelten Polymers. Neben der Wirkung auf die globale Erwärmung wurde der Primärenergiebedarf zur Produktion der Regranulate bewertet.

Die Ergebnisse zeigen, dass nicht nur klimaschädliche Emissionen durch den Einsatz von Recythen und Procyclen im Vergleich zur Verwendung von Rohöl eingespart werden, sondern auch, dass der Verbrauch an Primärenergie je Tonne Regranulat um rund 21 000 kWh unter dem Vergleichswert liegt. Die Differenz entspricht in etwa dem Energieaufwand von 14 000 Waschladungen. Selbst der Einsatz des aufgrund von Individualisierungen relativ aufwendig produzierten Recyclingrohstoffs Procyclen spart sogar 54 % klimaschädliche Treibhausgasemissionen ein. Die Daten beruhen auf Werten von 2018.

Förderung der Kreislaufführung

„Die Zahlen bestärken uns darin, dass wir auf dem richtigen Weg sind“, sagt Dr. Manica Ulcnik-Krump, Leiterin der Business Unit Recycled-Resource bei der INTERSEROH Dienstleistungs GmbH. „Eine technisch weiter verbesserte, effektive Kreislaufführung von Kunststoffen entlastet das Klima – und



Bodenrecycling durch Sieben und Einmischung von Bindemittel!

Die Maschine lässt sich neben dem Einsatz als Sieb- und Mischmaschine auch einfach durch Einsatz eines Feinsiebs anstelle der Mischeinheit zur 3 Fraktionen Siebmaschine umwandeln oder alternativ rein zur Grobsiebung verwenden.


backers
Backers Maschinenbau GmbH
Auf dem Bült 42 • 49767 Twist
05936/9367-0 • www.backers.de

Resource process, have already substituted virgin material in many areas. With the innovative extrusion system COREMA[®], for which Interseroh and the manufacturer EREMA 2019 have been awarded with the Plastics Recycling Award Europe, it is now for the first time possible to produce tailor-made recycling compounds in just one process step instead of the two required previously. „This, again, noticeably reduces energy and resource consumption,“ says Dr.-Ing. Markus Hiebel, Head of Sustainability and Resource Management at Fraunhofer UMSICHT. In addition, additives, modifiers and inorganic fillers can be directly incorporated into the manufacturing process. The quality control of material rheology and color stability takes place digitally and in real time. Interseroh can thus produce individual recomponds for particularly high-quality applications according to customer requirements – and protect the climate at the same time.

The study was carried out on behalf of the INTERSEROH Dienstleistungs GmbH. The publication of studies created on behalf of the customer is the responsibility of the clients.

www.umsicht.fraunhofer.de

erhöht zugleich den Nutzen für unsere Kunden aus der Industrie.“

Recomponds, die mithilfe des Interseroh-eigenen, mehrfach ausgezeichneten Recycled-Resource-Verfahrens hergestellt werden, ersetzen bereits in vielen Bereichen Neuware. Mit dem innovativen Extrusionssystem COREMA[®], für das Interseroh und der Hersteller EREMA 2019 mit dem Plastics Recycling Award Europe ausgezeichnet wurden, ist es erstmals möglich, maßgeschneiderte Recycling-Compounds in nur einem statt bisher in zwei Verfahrensschritten herzustellen. „Dies senkt den Energie- und Ressourcenverbrauch noch einmal spürbar“, so Dr.-Ing. Markus Hiebel, Abteilungsleiter Nachhaltigkeits- und Ressourcenmanagement bei Fraunhofer UMSICHT. Zudem lassen sich direkt im Herstellungsprozess Additive, Modifikatoren und anorganische Füllstoffe beimischen. Die Qualitätskontrolle der Materialrheologie und Farbstabilität erfolgt dabei digital in Echtzeit. So kann Interseroh individuelle Recomponds für besonders hochwertige Anwendungen nach Kundenwunsch herstellen – und zugleich das Klima schonen.

Die Studie wurde im Auftrag der INTERSEROH Dienstleistungs GmbH durchgeführt. Die Publikation von Studien, die im Kundenauftrag erstellt werden, obliegt den Auftraggebern.

BESTE TECHNOLOGIE FÜR EINE EFFIZIENTE RECYCLINGWIRTSCHAFT



MIT VOLLEM EINSATZ FÜR EINE LEBENSWERTE ZUKUNFT.

“STAY HEALTHY!” WE’LL SEE YOU AT IFAT IN SEPTEMBER



Hot spot of recycling technology

With the right recycling technology to highest quality

Hot Spot der Recyclingtechnik

Mit der richtigen Recyclingtechnik zu höchster Qualität

The Bulgarian plastic recycler Kaskada manufactures high-quality regranulates (Fig. 1) in a highly professional and well-organized way, which reach or exceed new-goods qualities. The family business was founded in 1990 in Plovdiv and moved to the nearby Tsaratsovo in 1994.

In the industrial zone of Tsaratsovo, about 8 km west of the city centre of Plovdiv, the second largest city in Bulgaria, there is a large complex with a row of seven modern industrial halls surrounded by the typical storage areas. Everything new, clearly organized and clean – a company created after the reunification in 1989.

The company founder is Kostadin Nikolov, the father-in-law of today's production manager Daniel Nedev. In 1990, the company was founded as a trading company for polymers, but in addition to this, the company also developed recycling equipment for polymers. The first recycling machines were extruders made in Bulgaria as well as used mills and shredders from Germany. In order to increase the quality of the products, the company made its own developments and improved the machinery and equipment. As the storage of virgin material, incoming quantities of old plastic used, regranulates and processing plants went beyond the capacity of the existing company premises, they moved to their present location outside the urban area in 1994 (Fig. 2).

In addition to its distribution business with virgin plastic, most of which is exported to Western Europe, Kaskada produces around 12 000 t of high-quality recycled plastic granulates each year. Kaskada erzeugt neben seinem Vertriebsgeschäft mit Kunststoff-Neuware jährlich rund 12 000 t Hochqualitäts-Recycling-Kunststoffgranulate, von denen das Gros nach Westeuropa exportiert wird



Der bulgarische Kunststoff-Recycler Kaskada stellt hochprofessionell und wohl-organisiert Hochqualitäts-Regranulate her (Bild 1), die Neuware-Qualitäten erreichen bzw. diese sogar übertreffen. Das Familienunternehmen wurde 1990 in Plovdiv gegründet und 1994 in das nahegelegene Tsaratsovo verlegt.

In der Industriezone von Tsaratsovo, rund 8 km westlich des Stadtzentrums von Plovdiv, der zweitgrößten Stadt Bulgariens, steht ein weitläufiger Betriebskomplex mit einer Aneinanderreihung von sieben modernen Industriehallen umgeben von den typischen Lagerflächen. Alles neu, übersichtlich organisiert und sauber – ein Betrieb, der erst nach der Wende von 1989 entstand.

Der Firmengründer ist Kostadin Nikolov, der Schwiegervater des heutigen Produktionsmanagers Daniel Nedev. Gegründet wurde das Unternehmen 1990 als Handelsunternehmen für Polymere. Neben dem Handel mit Polymeren entwickelte das Unternehmen das Wiederverwerten von Polymeren. Die ersten Recyclingmaschinen waren in Bulgarien hergestellte Extruder und gebrauchte Mühlen und Shredder aus Deutschland. Um die Qualität des Produkts zu erhöhen, machte das Unternehmen eigene Entwicklungen und verbesserte die Maschinen und Anlagen. Da die Lagerung von Neuware, den hereingenommenen Altkunststoff-Mengen, Regranulaten und die Verarbeitungsanlagen die vorhandenen Firmenflächen sprengten, zog man 1994 an den heutigen Standort außerhalb des Stadtgebietes (Bild 2).

Schritt um Schritt in die Qualitäts-Nische

Sowohl das Neuware-Geschäft, als auch die Menge an Produktionsabfällen wuchs in den Folgejahren. Denn wie in allen osteuropäischen Ländern und auch in Bulgarien wächst nach der Wende die bulgarische Produktion und es sind Niederlassungen vieler großer internationaler Industrien positioniert, was den Kunststoffeinsatz stark erhöht. Da die Idee des Kunststoffrecyclings auch andere Unternehmer hatten, begann Firmenchef Daniel Nedev in noch höherem Maß auf Qualität zu setzen.

Dazu Daniel Nedev im Interview: „Die Kunststoffverbrennung ist nicht die einzige und auch nicht die beste Lösung der Kunststoffabfälle, weil dies zu weiteren Problemen, wie beispielsweise Luftverschmut-



© Reinhard Bauer

◀ from left: Managing director of MAS DI Martin Schnabl, Authorized representative of MAS for sales and application technology Ing. Stefan Lehner, MAS-Regional representative Daniel Pashev, Kaskada-Partner and managing director Daniel Nedev and Valeria Nedeva, Kaskada-Purchasing manager von links: MAS-Geschäftsführer DI Martin Schnabl, MAS-Prokurist für Vertrieb und Anwendungstechnik Ing. Stefan Lehner, MAS-Regionalvertreter Daniel Pashev, Kaskada-Gesellschafter und Geschäftsführer Daniel Nedev und Valeria Nedeva, Kaskada-Einkaufsreferentin

Step by step into the quality niche

Both the new goods business and the volume of production waste grew in subsequent years. After all, in Bulgaria and in all other Eastern European countries, Bulgarian production grew and subsidiaries of many large international industries were positioned, which greatly increased the use of plastics. Since other entrepreneurs also had the idea of recycling plastics, company boss Daniel Nedev began to focus even more on quality. Daniel Nedev in an interview: „Plastic incineration is not the only and not the best solution for plastic waste, because it leads to further problems, such as air pollution, etc. It should be the absolute exception, but unfortunately this happens too often, today. This is

zung usw., führt. Es sollte die absolute Ausnahme sein, passiert aber heute leider noch zu viel. Dies ist eine ebenso hohe Ressourcenverschwendung, wie die Beschränkung von Recyclingkunststoffen auf die Herstellung von Müllsäcken und anderen Low-Quality-Produkten. Zu beweisen, dass es besser geht und dass Abfall-Kunststoffe zu wettbewerbsfähigen Hochqualitäts-Rohstoffen „upcycled“ werden können, haben wir uns von Anfang an zum Ziel gesetzt.“ Zur Umsetzung dieser Vision brauchte es das persönliche Engagement der Firmengründer und das systematische Ansammeln von Erfahrungen. Der Ausgangspunkt dafür waren Abnahmeverträge mit Industriepartnern zur Abnahme und Aufbereitung von deren

Creating a world of difference



BOLLEGRAAF
| RECYCLING
| SOLUTIONS

The Kaskada business model is focussing on unmixed industrial waste, shown here using the example of ABS production waste from the neighbouring refrigerator factory

Das Kaskada-Geschäftsmodell ist die Fokussierung auf sortenreine Industrieabfälle, hier am Beispiel von ABS-Produktionsabfall aus der benachbarten Kühlschrankfabrik



© Reinhard Bauer

just as much a waste of resources as is the limitation of recycled plastics to the production of garbage bags and other low-quality products. Right from the beginning, we had set ourselves the goal to prove that we could do better and that waste plastics can be „upcycled“ into competitive high-quality raw materials.”

To realize this vision, the personal commitment of the company founders and the systematic accumulation of experience was needed. The starting point for this were purchase contracts with industrial partners for the acceptance and processing of their production waste, which could again be returned into their production cycle. These mainly included wastes from extrusion and products made from extruded sheets, for example deep-drawn housings from refrigerator production (Fig. 3).

The next step was the entry into the processing of films and fabric sacks of various origins. The fact that the achievable recycling qualities are directly dependent on the cleanliness and purity of the raw materials was a trivial finding. In order not to have to make concessions, they invested in efficient combinations of shredders and car washers right from the start. Today, all film and fabric flakes processed by Kaskada are processed in a washed state.

The flakes leave the washing plants with an adherent residual moisture of between 6 and 8 % (Fig. 4). This moisture content must be further reduced prior to the actual extrusion processing. In case a cutter-compactor/single-screw extruder recycling plant is used, this reduction is possible, to a certain extent, in the cutter compactor, i.e. by the frictional heat generated there between the plastic flakes, which lets the moisture evaporate. Experience has shown that these systems lead to good regenerate qualities, however not in all cases.

Kaskada CEO Daniel Nedev said: „Since the single-screw extrusion plants have very long L/D ratios in the

Produktionsabfällen, die wieder in deren Produktionskreislauf rückgeführt werden können. Dazu zählten in erster Linie Abfälle aus der Extrusion und Produkte aus extrudierten Platten, beispielsweise tiefgezogene Gehäuse aus einer Kühlschrankfertigung (Bild 3).

Der nächste Schritt war der Einstieg in die Verarbeitung von Folien und Gewebesäcken unterschiedlicher Herkunft. Trivial war die dabei gewonnene Erkenntnis, dass die erzielbaren Recyclingqualitäten direkt von der Sauberkeit und Sortenreinheit der Ausgangsmaterialien abhängig sind. Um hier keine Abstriche machen zu müssen, wurde von Anfang an in leistungsfähige Kombinationen aus Shreddern und Waschanlagen investiert. Heute werden sämtliche bei Kaskada verarbeitete Folien- und Gewebeflakes in gewaschenem Zustand weiterverarbeitet.

Aus den Waschanlagen kommen sie mit einer anhaftenden Restfeuchtigkeit zwischen 6 und 8 % (Bild 4). Dieser Feuchtigkeitsgehalt muss vor der eigentlichen Extrusionsverarbeitung weiter reduziert werden. Wenn eine Schneidverdichter/Einschnecken-Extruder-Recyclinganlage eingesetzt wird, ist dies bis zu einem gewissen Grad im Schneidverdichter möglich. Und zwar durch die dort zwischen den Kunststoff-Flakes erzeugte Reibungswärme, die die Feuchtigkeit abdampfen lässt. Diese Anlagen führen erfahrungsgemäß zu guten Regeneratqualitäten, allerdings nicht in allen Fällen.

Dazu Kaskada-Chef Daniel Nedev: „Da die Einschnecken-Extrusionsanlagen über sehr lange L/D-Verhältnisse im Bereich von 45 bis 52:1 verfügen, muss das Regenerat einen sehr langen Weg von der Einzugszone bis zur Granulierstation zurücklegen. Durch die integrierte Schmelzefiltrierung wird dieser Weg zusätzlich verlängert. Dabei steigt mit der Weglänge der Temperatureintrag in die Schmelze. Einerseits durch die Wärmeübertragung aus der Zylinderheizung, andererseits durch die in den Schneckengängen erzeugte Quer- und Längsströmung



◀ A meticulous material processing with shredding, washing and drying is the basis for the Kaskada quality granulates. To this end, several preparation lines are in operation
Eine penible Materialaufbereitung durch Shreddern, Waschen und Trocknen schafft die Ausgangsbasis für die Kaskada-Qualitätsgranulate. Dafür sind mehrere Aufbereitungslinien in Betrieb

© Reinhard Bauer

range of 45 to 52:1, the regenerate must travel a very long distance from the feed zone to the granulation station. Due to the integrated melt filtration, this distance is additionally extended. The temperature increase in

Reibung. Letztere kann wohl durch die Umdrehungsgeschwindigkeit der Schnecke beeinflusst d.h. eingegrenzt werden, hängt jedoch zu einem hohen Anteil von den spezifischen Eigenschaften des Polymers ab.

NEW GENERATION

FLIP-FLOW SCREEN

OSCILLA

 **JOEST**[®]

www.joest.com


GLASS
RECYCLING

- ✓ Minimal maintenance and less installation effort
- ✓ Optimized innovative solution reducing operating and investment costs
- ✓ Simplifying changing the screen decks; well-thought-out screening mat attachment
- ✓ Well-proven heavy duty, long life shaft drive
- ✓ Optimized lateral sealing between mats and screening body

The processed film flakes, pre-dried in the washing unit of the MAS cascade extrusion line consisting of conical twin-screw extruder, are fed to the filter and single-screw degassing extruder. Die aufbereiteten Folienflakes werden von der Waschanlage vorgetrocknet der MAS-Kaskaden Extrusionsanlage, bestehend aus konischem Doppelschneckenextruder, Filter und Einschnecken-Entgasungs-Extruder zugeführt



© Reinhard Bauer

the melt increases with the path length – on the one hand, due to the heat transfer from the cylinder heater, on the other hand, due to the transverse and longitudinal flow friction generated in the screw channels. The latter may well be influenced, i.e. restricted by the rotational speed of the screw, however, it depends to a large extent on the specific properties of the polymer.

With our desired throughput, the melt arrives at the granulation station at an elevated mass temperature, namely at around 40 to 60 °C higher than desired. This is too much to speak of gentle processing, and the consequence is that the material parameters are worse than expected due to a presumable degradation. Although we are able to compensate for the degradation effects within certain limits by mixing different input material qualities, this is not a satisfactory solution for us. That's why we started searching for alternatives.“

Material protection and quality increase through MAS recycling concept

Daniel Nedev continues: „This alternative was offered by the Austrian MAS (Maschinen- und Anlagenbau

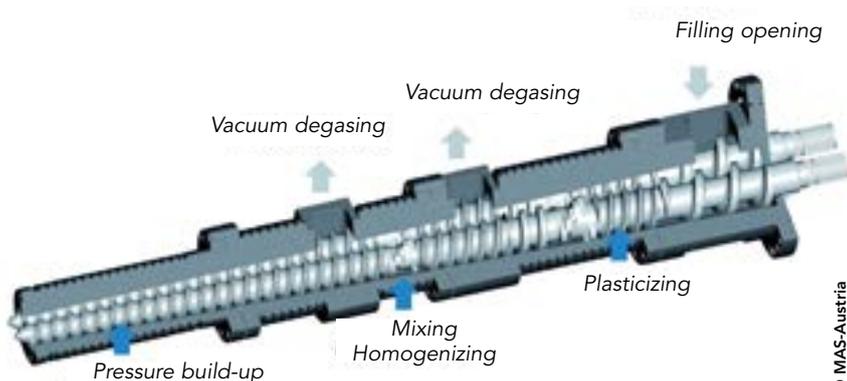
Bei dem von uns gewünschten Durchsatz kommt die Schmelze mit einer erhöhten Massetemperatur bei der Granulierstation an, und zwar mit rund 40 bis 60°C höher, als gewünscht. Zu viel, um noch von einer schonenden Verarbeitung sprechen zu können, mit der Konsequenz, dass die Materialkennwerte durch einen vermutlichen anzunehmenden Abbau schlechter ausfallen, als notwendig. Zwar sind wir in der Lage, durch das Mischen unterschiedlicher Eingangsmaterial-Qualitäten, die Abbaueffekte in gewissen Grenzen zu kompensieren, obwohl dies für uns keine befriedigende Lösung ist. Deshalb begannen wir nach Alternativen dazu zu suchen.“

Materialschonung und Qualitätserhöhung durch MAS-Recycling-Konzept

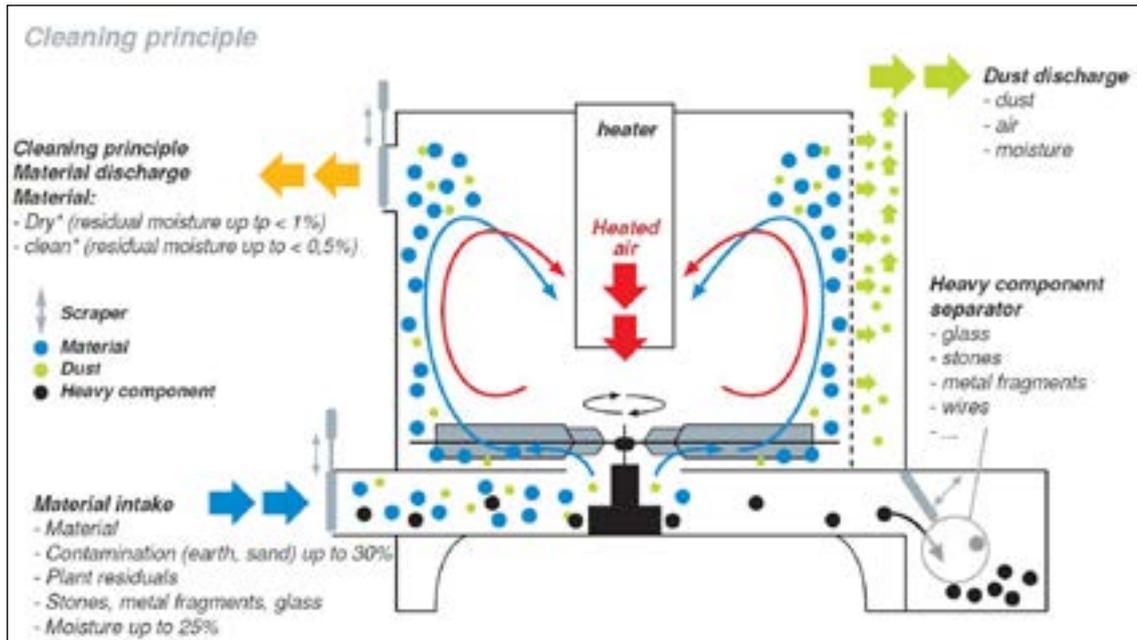
Daniel Nedev setzt fort: „Diese Alternative bot die österreichische MAS (Maschinen- und Anlagenbau Schulz GmbH) in Form einer Kaskaden-Extrusionsanlage aus dem MAS-spezifischen konischen Doppelschnecken-Extruder mit geschlossenem MAS-Scheibenfilter und einem Einschnecken-Entgasungsextruder mit nachfolgender Granuliereinheit. Vor rund zwei Jahren wagten wir den Einstieg in diese grundsätzlich unterschiedliche Anlagentechnik.“ (Bild 5).

Bei dieser Anlage bedarf es keines Schneidverdichters, um die Folienflakes dem Extruder zuzuführen. Denn der konische Doppelschneckenextruder bietet durch seine systemtypisch großflächige Aufgabeöffnung gute Voraussetzungen für einen effizienten Einzug von Materialien mit einer geringen Schüttdichte, ohne sie vorher agglomerieren zu müssen (Bild 6). Durch die große Beschickungsöffnung lassen sich sowohl Neuware-Granulate, als auch Recycling-Kunststoffe mit niedriger Schüttdichte effizient einziehen. In jedem Fall ist die nach-

The heart of the MAS extrusion technology is the conical twin-screw extruder with co-rotating screws developed by MAS founder Helmut Schulz. Das Herzstück der MAS-Extrusionstechnik ist der von MAS-Gründer Helmut Schulz entwickelte konische Doppelschneckenextruder mit gleichlaufenden Schnecken



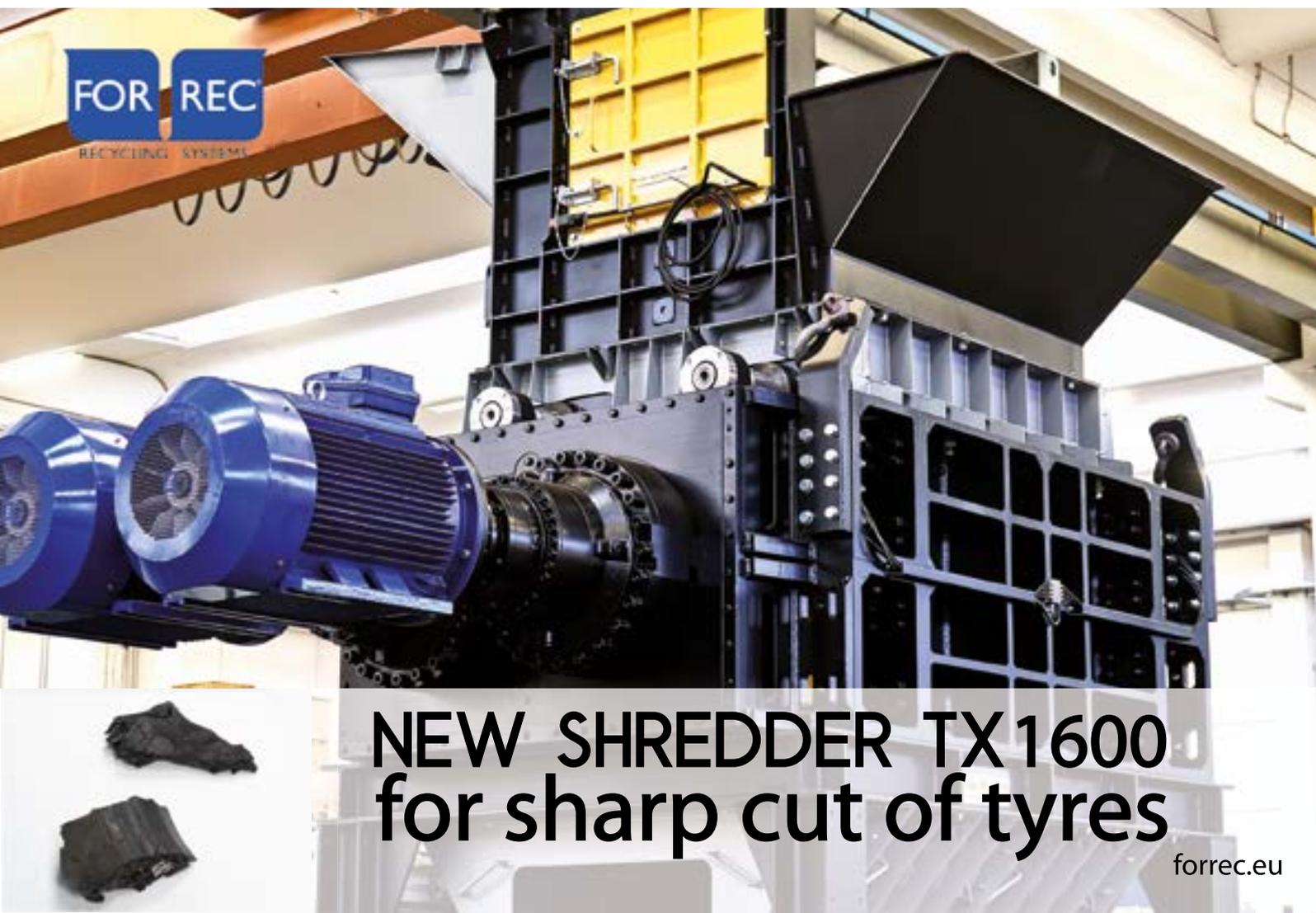
© MAS-Austria



Functional principle of the MAS dry cleaning system for film flakes
Funktionsprinzip des MAS-Trockenreinigungssystems für Folienflakes

Schulz GmbH) in the form of a cascade extrusion plant from the MAS-specific conical twin-screw extruder with co-rotating screws equipped with a MAS disc filter and a single-screw degassing extruder, followed by a granulating unit. About two years ago, we ventured into the fundamentally different system technology „(Fig. 5). This system does not require the cutter compactor

folgende Plastifizierung sehr sanft und homogen. Dies schafft beste Voraussetzungen für die Abtrennung von allfälligen Verunreinigungen durch Entgasen und Filtern. Vorher passieren die Folienflakes bei Bedarf, von der Waschanlage kommend, eine MAS-Trocknungszentrifuge (DRD-Trockenreiniger). Die batchweise angesaugten Flakes werden durch einen 2-stufigen Rotor in eine tur-



to feed the film flakes to the extruder, as the conical twin-screw extruder offers good conditions for the efficient collection of materials with low bulk density, without having to agglomerate them beforehand (Fig. 6). The large feed opening allows efficient intake of both virgin and recycled plastics with low bulk density. In any case, the subsequent plastification is very gentle and homogeneous. This creates the best conditions for the separation of impurities by means of degassing and filtering.

Previously, the film flakes coming from the washer pass, if required, a MAS drying centrifuge (DRD dry cleaner). The flakes sucked in batch-wise are forced through a 2-stage rotor into a turbulent hot air flow, where they are dried in a hot-air stream and then fed to the extruder via a gravimetric dosing system. The resulting friction heat vaporizes moisture, removes dirt particles and separates them by centrifugal and gravitational force (Fig. 7). Due to the conical twin screws, the plasticizing section of the MAS extruder is significantly shorter than that of a single-screw extruder; and due to its special geometry and the synchronicity of the screws, it is particularly gentle, because the plasticate is less stressed by shearing. The shorter path of the melt leading through the significantly shorter but more extensive extruder offers, in addition to the lower application of heat, the beneficial side effect of a significantly lower energy requirement for plasticization.

After the conical twin-screw extruder, the melt passes through the likewise MAS-specific, continuously operating disc filter system, from where it is forwarded into the subsequent degassing extruder (Fig. 8). At the end, after an overall shorter residence time and with a much lower melt temperature of 160 to 210 °C, the recycle reaches the granulation unit.

In the special case, the result of the quantitative comparison between the existing systems and the MAS cascade extrusion technique showed that the MAS system is able to convert PE film flakes in a high-quality recycle requiring much lower specific energy expenditure than the other existing regranulation systems (just 0.34 kW/kg at a throughput of 650 kg/h) (Fig. 9).

The overall lower shear and temperature load leads to a comparatively higher quality level, which is substantiated by the determination of the mechanical

bulente Warmluftströmung gezwungen, werden dort im Warmluftstrom getrocknet und anschließend über eine gravimetrische Dosieranlage dem Extruder aufgegeben. Durch die dabei entstehende Friktionswärme werden Feuchtigkeit verdampft, Schmutzpartikel abgelöst und durch Flieh- und Schwerkraft abgeschieden (Bild 7). Durch die konischen Doppelschnecken ist die Plastifizierstrecke des MAS-Extruders gegenüber der eines Einschneckenextruders deutlich kürzer und durch seine spezielle Geometrie und den Gleichlauf der Schnecken besonders schonend, weil dadurch das Plastikate weniger durch Scherung beansprucht wird. Der kürzere Weg der Schmelze durch den deutlich kürzeren, jedoch großflächigeren Extruder bietet neben der geringeren Temperaturbeaufschlagung zusätzlich noch den vorteilhaften Nebeneffekt eines deutlich geringeren Energiebedarfs für die Plastifizierung.

Nach dem konischen Doppelschneckenextruder durchläuft die Schmelze die ebenfalls MAS-spezifische, kontinuierlich arbeitende Scheibenfilter-Anlage und wird von dort in den anschließenden Entgasungsextruder weitergeleitet (Bild 8). Am Ende erreicht das Rezyklat nach einer insgesamt kürzeren Verweilzeit und mit einer deutlich geringeren Masstemperatur von 160 bis 210°C die Granuliereinheit.

Ein quantitativer Vergleich zwischen den bestehenden Anlagen und der MAS-Kaskaden-Extrusionstechnik ergibt im speziellen Fall, dass die MAS-Anlage PE-Folienflakes mit einem wesentlich geringeren spezifischen Energieaufwand als dies bei den anderen bestehenden Regranulieranlagen der Fall ist, (gerade einmal 0,34 kW/kg bei einem Durchsatz von 650 kg/h) in ein Hochqualitäts-Recyclat umwandeln kann (Bild 9). Die insgesamt geringere Scher- und Temperaturbelastung führt zu einem vergleichsweise höheren Qualitätsniveau, das durch die Ermittlung der mechanischen Kennwerte belegt wird. Die darüber hinaus augenscheinlichsten Merkmale sind die bessere Transparenz, die geringere Gelbfärbung und die geringere Geruchsabgabe sowie die deutlich höhere Zug- und Durchstoßfestigkeit.

MAS-Recyclingkonzept macht sich bezahlt

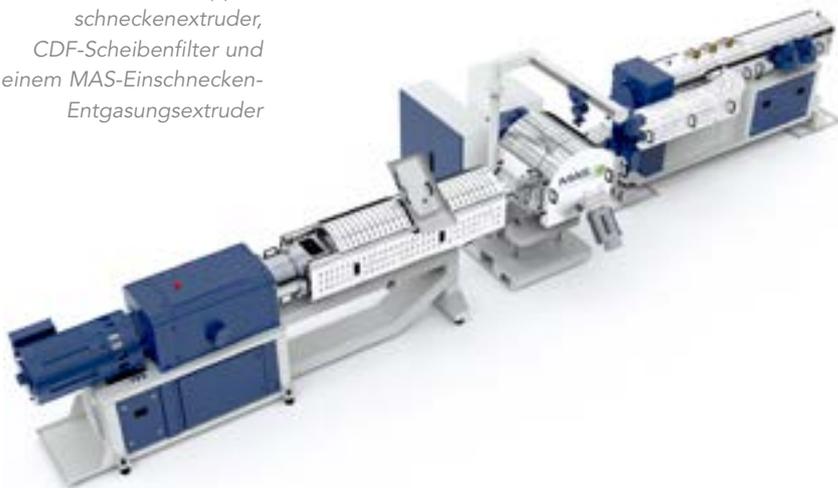
Die Investition in die MAS-Anlagentechnik hat sich für Kaskada finanziell gelohnt. So sind die darauf produzierten HD- und LDPE-Recyclinggranulate den Abnehmern, die sich überwiegend in Deutschland, Frankreich, Österreich und Spanien befinden, einen Aufpreis von rund 50 bis 80 €/t wert, wie der Kaskada-Chef bestätigt und ergänzt: „Doch wir können noch höhere Qualitätsniveaus erreichen und zwar durch selektives Mischen von Eingangsmaterialien, deren Qualitäten unsere Mitarbeiter mittlerweile sehr genau kennen. Dadurch gelingt es uns, die Qualität des Endproduktes auf ein bestimmtes Wunschniveau anzuheben. Dieses kann sogar am Neuwarenniveau liegen. Dies ist unser Beitrag zur Erhöhung der Akzeptanz von Recyclingmaterialien, die sonst in der Verbrennung oder auf einer Deponie enden würden.“

Gemeinsames Arbeiten an der Zukunft des Recyclings

Da auch eine bewährte Anlagentechnik noch Ver-

The MAS cascade plant consists of twin-screw extruder, CDF disc filter and a MAS single-screw degassing extruder

Die MAS-Kaskadenanlage besteht aus Doppelschneckenextruder, CDF-Scheibenfilter und einem MAS-Einschnecken-Entgasungsextruder



© MAS-Austria

parameters. In addition, the most obvious features are better transparency, lower yellowing and lower odour emission as well as significantly higher tensile and puncture resistance.

MAS recycling concept pays off

Investing in MAS equipment technology has been financially rewarding for Kaskada. For the HD and LDPE recycled granulates produced there, for example, customers mainly situated in Germany, France, Austria and Spain are willing to pay around 50 to 80 €/t, as the Kaskada boss confirms. And he adds: „But we can achieve even higher quality levels through the selective mixture of input materials, whose qualities are very well known to our employees now. This enables us to raise the quality of the final product to a certain desired level. This may even be due to the quality of the new goods. This is our contribution to an increase in the acceptance of recycled materials that would otherwise end up in incineration or landfill.“

Working together on the future of recycling

Since even proven plant technology still offers room for improvement, an exchange of ideas between MAS and the Kaskada technicians takes place at regular intervals. The experiences and wishes from production are included in the machine development. In this sense, Plovdiv 2019 was not only the European Capital of Culture, but also a hot spot for recycling technology.



besserungspotenzial bietet, findet in regelmäßigen Abständen ein Gedankenaustausch zwischen MAS und den Kaskada-Technikern statt, bei dem die Erfahrungen und Wünsche aus der Produktion in die Maschinenentwicklung einfließen. So gesehen war Plovdiv 2019 nicht nur die Kulturhauptstadt Europas, sondern auch ein „Hot Spot“ der Recyclingtechnik.

▲ Compared to the cutter compactor/single screw extruder plants, which are also run by Kaskada, the MAS preparation con-
Im Vergleich zu den bei Kaskada ebenfalls betriebenen Schneidverdichter/Einschneckenextruder-Anlagen kann mit dem MAS-Aufbereitungskonzept

www.mas-austria.com

© Reinhard Bauer



STADLER®
Technik von ihrer besten Seite

**GEMEINSAM
REDUZIEREN WIR
DEN TREIBHAUSGAS-
AUSSTOSS!**

Die höchsten Reinheitswerte für Wertstoffe: das ist was STADLER am besten kann. Das bedeutet mehr recyceltes Material, weniger Müll auf Deponien und weniger Treibhausgas-Ausstoß.

STADLER:
Sortiersysteme für eine saubere Welt!



STADLER Anlagenbau GmbH
+49 7584 9226 0
info@w-stadler.de
www.w-stadler.de

Free of impurities

Multistar L3: Outstanding in every way

Frei von Störstoffen

Multistar L3: Hochwertig in jeder Hinsicht

With the Multistar L3 Komptech has a very high-performance 3-fraction star screen that meets every requirement. It's flexible in all sorts of conditions, and delivers first-class output quality. It represents a further success story in Komptech star screen technology.

Mit der Multistar L3 bietet Komptech eine äußerst leistungsfähige 3-Fractionen-Sternsiebmaschine an, die in allen Belangen überzeugen kann: Neben der Flexibilität bei unterschiedlichsten Einsatzbedingungen ist es vor allem die Produktqualität, die bei der Multistar L3 an erster Stelle steht. Damit wird die Erfolgsgeschichte der Komptech-Sternsiebtechnik weiter fortgeschrieben.

There are three primary factors behind the success of the Multistar L3. The first is the throughput, which is the best in its class. This is based on Komptech's further improved „coarse before fine screening“ concept. Along with top throughput, this also has a major influence on screening quality. The screen decks with their rubber stars and the patented Cleanstar cleaning system give the L3 an output quality that no competitor can match. And then there's the energy efficiency, which is more and more important. All machine components are electrically driven. The power can come from the grid for the lowest cost, or from the on-board diesel generator.

Der Erfolg der Multistar L3 lässt sich im Wesentlichen auf drei Faktoren zurückführen: An erster Stelle steht die Durchsatzleistung, die sie zur Klassenbesten gemacht hat. Grundlage dafür ist das von Komptech speziell weiterentwickelte Konzept der „Grob- vor Feinsiebung“, was neben der Spitzen-Durchsatzleistung zugleich die Siebqualität maßgeblich beeinflusst. Die mit Gummisternen und dem patentierten Reinigungssystem Cleanstar ausgestatteten Siebdecks erlauben gerade mit der L3 eine Endproduktqualität, die bis heute ihresgleichen sucht. Hinzu kommt die Energieeffizienz, die eine immer größere Rolle spielt. Alle Maschinenkomponenten werden elektrisch angetrieben, die Energie dafür – und damit außerordentlich kostengünstig – kommt direkt vom Netz oder wird von einem eingebauten Dieselgenerator erzeugt.

Effective, flexible, simple to maintain

High flexibility, simple maintenance, toughness, intuitive operation, and design to match – these are the major features that determine the functionality of the L3. With a screening area of 3.8 m² for coarse material and 7.3 m² for fines, it delivers up to 250 m³/h throughput. But that is by no means all. The new carefully chosen cartridge

Effektiv, flexibel und einfach zu warten

Hohe Flexibilität, einfache Wartung, hohe Belastbarkeit, intuitive Bedienung und das dazu passende Design – das sind die wesentlichen Faktoren, die auch die Funkti-

We keep things moving.



> belt pulleys



> special rollers



> PE-HD rollers



> return rollers



> garland rollers



> carriers and rollers



 **SCHAD**
Förderelemente

Friedberger Straße 20
D-35410 Hungen (Germany)

Tel. +49 (0) 6402-505002
Fax +49 (0) 6402-505003

info@schad-rollen.de
www.schad-rollen.de



design of the screen decks means they can be removed as a unit and switched in a very short time. This simple removal makes maintenance, conversion and particle size changes easier, and represents a major increase in the machine's flexibility, especially in terms of grain size.

The mobility design is part of the higher flexibility. On the L3 the towbar is on the side where the over-size fraction is ejected. That frees up the medium grain discharge side, greatly simplifying in-line operation with a Stonefex stone separator or Hurrikan wind sifter. The oversize fraction can still be removed without problems, since the towbar folds up against the machine when in working position.

The modern design also facilitates maintenance. The access doors are positioned so that maintenance is simplicity itself. The chain drives are placed opposed the drive motors, so there is no need to remove the motors to replace chains or chain sprockets.

Thanks to the slip-on gears and torque support the machine needs no clutches, and the motors do not need to be aligned,

onalität der L3 bestimmen. Mit einer Siebfläche von 3,8 m² beim Grob- und 7,3 m² beim Feinsieb wird eine Durchsatzleistung von bis zu 250 m³/h erzielt. Aber das ist bei weitem nicht alles: Durch die gezielt gewählte Bauweise in Form einer Kassette lassen sich beide Siebdecks als Einheit herausnehmen und wechseln. Durch diesen einfachen Ausbau, ob zur Wartung, Revision oder auch zum Umbau der Siebkörnung, wird nicht nur die Wartung entsprechend erleichtert, sondern die Flexibilität der Maschine, gerade was die Siebkörnung angeht, nochmals entscheidend verbessert.

Höhere Flexibilität, dazu gehört auch die Mobilität: Bei der L3 ist die Zugvorrichtung an der Maschinen-seite angebracht, wo das Überkorn abgeworfen wird. Dadurch bleibt die Seite am Mittelkornaustrag frei und das Aufstellen in einer Linie mit dem Stonefex-Steinseparator oder Hurrikan-Windsichter wird wesentlich einfacher. Das Überkorn kann trotzdem ohne Probleme abtransportiert werden, da die Zugdeichsel in Arbeitsstellung direkt an die Maschine geklappt wird.

▲ *With the Multistar L3 star screen Komptech again delivers outstanding energy efficiency, throughput and screening quality*

Mit der Sternsiebmaschine Multistar L3 kann Komptech hinsichtlich Energieeffizienz, Durchsatzleistung und Siebgutqualität wieder voll überzeugen



Anwendungen von Recyclingmaschinen
Applications of recycling machines



WIR GEBEN ABFALL EINEN WERT...

WE TURN WASTE INTO VALUE...



TQZ QUERSTROMZERSPANNER
TQZ TURBO-CRUSHER





High flexibility, simple maintenance, toughness, intuitive operation, and design to match are the major features that determine the functionality of the Multistar L3

Hohe Flexibilität, einfache Wartung, hohe Belastbarkeit, intuitive Bedienung und das dazu passende Design bestimmen im Wesentlichen die Funktionalität der Multistar L3

making for faster and easier maintenance. The long service life of individual components likewise benefits maintenance. Large screen shaft bearing pins, larger and reinforced bearings, bigger chain sprockets and a duplex chain for the fine screen deck show that Komptech is always thinking about the details. The sturdy 7 m³ volume feed hopper can be raised manually or hydraulically for maintenance purposes, another way Komptech makes things easier, since that gives full access to the lower run chain conveyor, as well as the entire length of the fine screen deck.

The fines discharge conveyor fulfils several requirements at once. The one-piece design prevents material trickle at transfer points, while also giving high capacity. This higher capacity allows the conveyor to run at lower speed, requiring less power and causing much less wear. The layout of the control panel is state of the art. Its intuitive menu guidance and easily understood symbols make operation easier and safer.

Output quality front and centre

The Multistar L3 can be fitted with numerous options

Das moderne Design erleichtert auch die Wartungsmöglichkeiten. Die Wartungstüren lassen sich einfach öffnen, sodass notwendige Wartungsarbeiten zum Kinderspiel werden. Durch die gegenüber den Antriebsmotoren angebrachten Kettenantriebe entfällt die Motordemontage für die Ketten oder den Austausch der Kettenräder. Mit den Aufsteckgetrieben und der Drehmomentstütze kann auf die Kupplungen verzichtet und die Motoren müssen nicht mehr speziell ausgerichtet werden – auch diese Features erleichtern wesentlich die vereinfachte Wartung. Damit ist ebenso die Langlebigkeit der einzelnen Komponenten der Maschine verknüpft. Die großen Lagerzapfen der Siebwellen, verstärkte Lager, größere Kettenräder oder die Duplexketten beim Feinsiebdeck – gerade diese Details beweisen, dass Komptech auch im Detail weiterdenkt. Zum Thema Wartung gehört darüber hinaus der robuste Aufgabebunker mit rund 7 m³ Volumen, der für Wartungszwecke manuell oder optional auch hydraulisch anhebbar ist. Damit ist ein freier Zugang zum Untertrum Kettenförderer wie

HIGH PERFORMANCE METAL RECYCLING

BRIQUETTING

BREAKING

CUTTING

SHREDDING

SORTING

BALING



ATM RECYCLINGSYSTEMS ARNOLD Technologies

IFAT

**IFAT 2020
7-11 September
Messe München**

B4/435

ATM Recyclingsystems GmbH - FOHNSDORF
+43 3573 / 27527-0, office@atm-recyclingsystems.com

Franz Duspiva +43 (0) 664 / 84 90 838

Alfred Ortner +43 (0) 664 / 38 44 474

www.atm-recyclingsystems.com



Credit/Quelle: Komptech

that expand its range of applications. These include 2- or 3-axle central axle trailer or tractor-trailer configurations, a longer coarse screen deck, wind sifter for the medium and coarse conveyors, magnetic and roller separator on the discharge conveyors, and much more. The wind sifter and magnet separator are extremely important factors in output quality. Whether in waste wood, biomass or green waste, the contrary content in input material is everywhere increasing, making efficient screening of the end product critical.

auch zum Feinsiebdeck über die gesamte Sieblänge jederzeit möglich.

Mit dem Feinkornaustrageband werden gleich mehrere Anforderungen erfüllt. Das einteilige Wellkantenförderband verhindert das Rieselgut in der Übergabe und gewährleistet zugleich eine hohe Förderleistung. Durch den langsameren Lauf des Bandes wird der Leistungsbedarf zudem reduziert, was wiederum einen weitaus geringeren Verschleiß mit sich bringt.

Das Layout des Bedienpultes entspricht dem neuesten Stand der Technik: Die intuitive Menüführung durch leicht verständliche Symbole macht die Bedienung insgesamt einfacher und damit auch sicherer.

Produktqualität steht mit im Vordergrund

Für die Multistar L3 gibt es zahlreiche Optionen, was wiederum die Anzahl der Einsatzmöglichkeiten deutlich steigert. Dazu zählen die Ausführung als 2- bzw. 3-Achs-Zentralachsanhänger oder als Sattelaufzieger, die Optionen verlängertes Grobsiebdeck, Windsichter für das Mittelkorn- und das Überkornband, sowie Magnet- und Rollabscheider bei den Austragsbändern und Vieles mehr. Gerade Windsichter und Magnetabscheider sind extrem wichtige Faktoren, wenn es um die Produktqualität geht. Egal ob Altholz, Biomasse oder Grüngut: Die Störstoffanteile beim Inputmaterial nehmen überall zu, was die effektive Siebung der Endprodukte umso entscheidender macht.

www.komptech.com



RECYCLINGTECHNIK FÜR HÖCHSTE ANSPRÜCHE

- Einwellen- & Zweiwellenzerkleinerer
- Schneidmühlen & Granulatoren
- Hammermühlen
- Scheiben-, Trommel- & Schwingsiebe
- Förder-, Dosier- & Lagertechnik
- Recycling-Komplettanlagen

ZENO – ZERKLEINERUNGS- MASCHINENBAU NORKEN GMBH

ZENO-Platz 1, 57629 Norken (Germany)
Tel. +49 2661 9596-0 | info@zeno.de
www.zeno.de

STAUB? MACHT NICHTS.

**DER BLEIBT DANK
ÜBERDRUCKKABINE
DRAUSSEN.**



DEIN WEYCOR. DEINE WELT.



Valuable by-products

Slag recycling

Iron and steel slags are by-products of steel production. These mineral raw materials mainly consist of lime silicate compounds and are classified as secondary raw materials and not as waste because of their homogeneous and advantageous properties. The following report provides an overview of the recycling quantities with current worldwide market data and trends.

Wertvolle Nebenprodukte

Recycling von Schlacke

Eisenhüttenschlacken sind Nebenprodukte der Stahlherstellung. Diese mineralischen Rohstoffe bestehen hauptsächlich aus kalksilikatischen Verbindungen und werden wegen ihrer homogenen und vorteilhaften Eigenschaften als Sekundärrohstoff und nicht als Abfall eingestuft. Der nachfolgende Bericht liefert eine Übersicht zu den Recyclingmengen mit aktuellen weltweiten Marktdaten und Trends.

Author/Autor

Dr.-Ing. Joachim Harder, OneStone Consulting Ltd., Varna/Bulgaria

1 Introduction

Iron and steel slags are valuable raw materials that are obtained during the pig iron and crude steel production processes. Two main production methods are involved (**Fig. 1**). In the iron ore-based process, pig iron is produced from oxidic iron ores in a blast furnace. In an LD oxygen converter the molten pig iron is then processed together with steel scrap into crude steel. In the purely scrap-based production variant, the raw steel is produced by recycling steel scrap in an electric arc furnace. Depending on which of these production processes is used, one speaks of blast furnace slag or steelworks slag. The terms blast furnace slag (BFS) and granulated blast furnace slag, as well as LD slag and electric furnace slag are used for finer distinctions.

With high-quality iron ore grades with an iron content of 64 to 67 %, a blast furnace typically produces about 0.25 to 0.30 t of slag per t of pig iron. In the case of inferior grade ores below 60 %, the amount of slag is typically 0.35 to 0.50 slag/t of pig iron [1]. In 2018, approximately 1247 million tonnes (Mta) of pig iron were produced worldwide, compared to 1212 Mta in 2017, leading to the production of approximately 330 to 375 Mta of blast furnace slag (BFS). **Fig. 2** shows the global pig iron production output in 2018. Europe accounts for 8.3 % (103.9 Mta) of production, North America 2.5 % (30.8 Mta). China alone accounts for 61.9 % (771.1 Mta), Japan produces 6.2 % (77.3 Mta) and India 5.7 % (71.5 Mta). The regions with the lowest production volumes include the Middle East (0.2 %) and Africa (0.4 %).

1 Einführung

Eisenhüttenschlacken sind wertvolle Rohstoffe, die bei der Produktion von Roheisen und Rohstahl entstehen. Man unterscheidet dabei zwei wesentliche Verfahren (**Bild 1**). Bei dem eisenerzbasierten Verfahren wird in einem Hochofen Roheisen aus oxydischen Eisenerzen erzeugt. Das flüssige Roheisen wird anschließend in einem LD-Sauerstoffkonverter zusammen mit Stahlschrott zu Rohstahl verarbeitet. Bei der rein schrottbasierten Variante wird der Rohstahl durch das Recyceln von Stahlschrott im Elektrolichtbogenofen hergestellt. Je nach Herstellungsverfahren spricht man von Hochofenschlacke oder Stahlwerksschlacke. Für feinere Unterscheidungen benutzt man die Begriffe Hochofenstückschlacke und Hüttensand (granulierte Hochofenschlacke) sowie LD-Schlacke und Elektroofenschlacke.

Bei hochwertigen Eisenerzqualitäten mit einem Eisengehalt von 64 bis 67 % erzeugt ein Hochofen typischerweise etwa 0,25 bis 0,30 t Schlacke pro t Roheisen. Bei minderwertigen Erzen unter 60 % ist die Schlackenmenge mit typischerweise 0,35 bis 0,50 Schlacke/t Roheisen höher [1]. Im Jahr 2018 wurden weltweit etwa 1247 Millionen Jahrestonnen (Mta) Roheisen produziert, verglichen mit 1212 Mta im Jahr 2017, was zu etwa 330 bis 375 Mta Hochofenschlacke (HOS) führte. **Bild 2** zeigt die weltweite Roheisenproduktion im Jahr 2018. Europa macht 8,3 % (103,9 Mta) der Produktion aus, Nordamerika 2,5 % (30,8 Mta). Allein auf China entfallen 61,9 %



© Worldsteel - POSCO

According to the World Steel Association, roughly 0.126 slag/t of crude steel are produced using the BOF process (Basic Oxygen Furnace), and 0.169 slag/t of crude steel using the EAF process (Electric Arc Furnace). Global crude steel production in 2018 was approximately 1807.1 Mta. 70.8 % of the current crude steel production is accounted for by the BOF process, 28.8 % by the EAF process (Fig. 3) and only 0.4 % by other processes

(771,1 Mta), Japan erzielt 6,2 % (77,3 Mta), Indien kommt auf 5,7 % (71,5 Mta). Zu den Regionen mit den niedrigsten Produktionsmengen zählen der Mittlere Osten (0,2 %) und Afrika (0,4 %). Bei der Rohstahlerzeugung nach dem BOF-Verfahren (Basic Oxygen Furnace) fallen gemäß der Worldsteel Association etwa 0,126 Schlacke/t Rohstahl an, bei dem EAF-Verfahren (Electric Arc Furnace) sind das

▲ *Charging an LD converter with molten pig iron*
Beschickung eines LD-Konverters mit flüssigem Roheisen

TERMINATOR

Slow-speed single-shaft shredder
for all types of waste and wood



KOMPTeCH

VISIT US IN
MUNICH

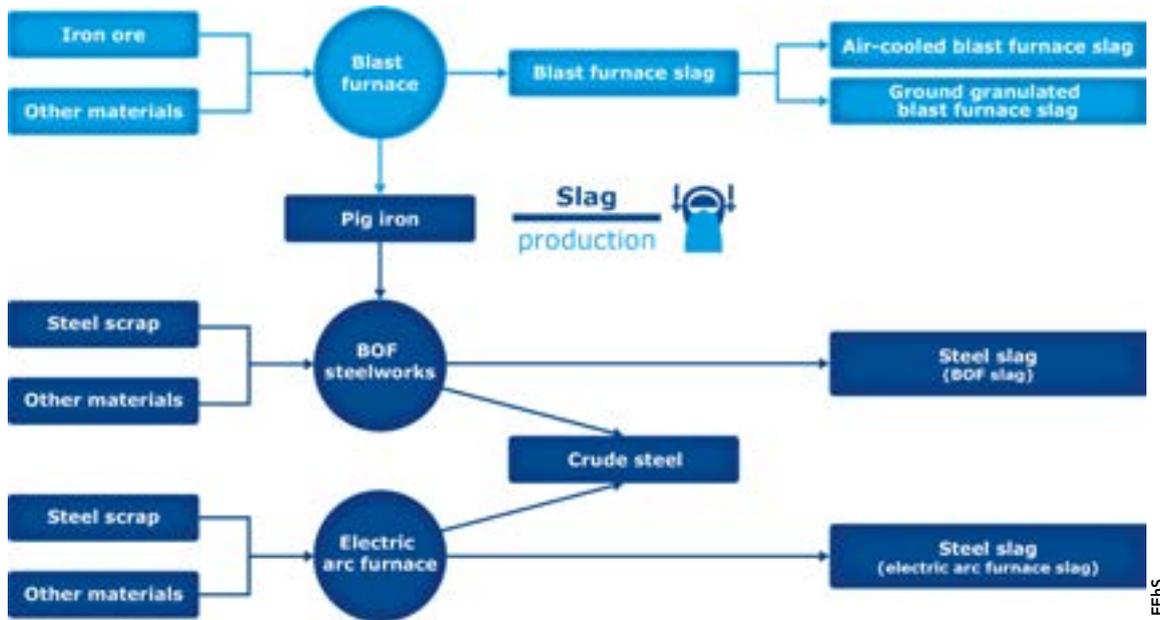
Sep. 7th - 11th, 2020

Booth B6 405/504



www.komptech.com

1 Steel industry processes resulting in slag formation
Prozesse der Stahlindustrie mit Schlackentstehung



© FEHS

such as the Siemens Martin process. Derived from these figures, the annual quantities of steelworks slag amount to a total of 250 Mta, of which around 65 % are BOF or LD slags and 35 % EAF slags. In total, there are around 600 Mta of slags from the steel industry worldwide, of which 58 % are BFS and 42 % are steelworks slags.

2 Slag recycling and the circular economy

Iron and steel slags are already making a significant contribution to the circular economy in numerous countries. Almost all of the slag from the steel industry in those countries is used for the manufacturing of high-quality products for the cement and building materials industries, aggregates for road construction and fertilizers. Only small quantities end up in waste disposal sites or are used for landfilling. Unfortunately, this is not the case everywhere in the world, partly because there is a lack of suitable rules and regulations or because in many countries little importance is placed on resource conservation.

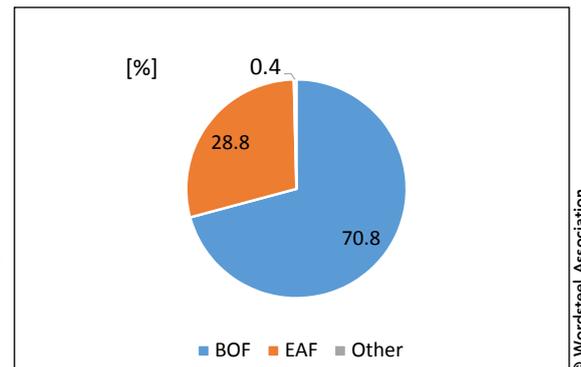
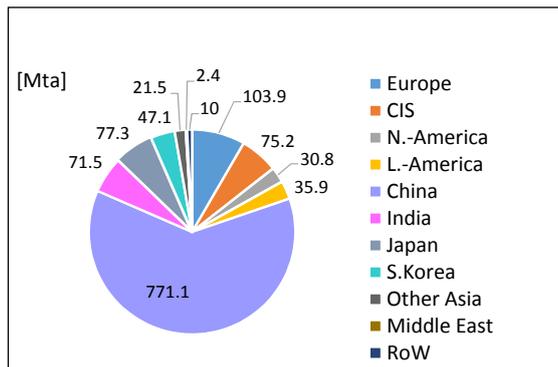
Germany is one of the model countries in slag recycling. In 2018, the country produced 27.271 Mta of pig iron and a total of 42.435 Mta of crude steel. This corresponds to 30 % of the total pig iron production and 25.3 % of crude steel production in the EU28. As a result, Germany produced 13.18 Mta of iron and steel slag, of which 7.79 Mta were blast furnace slags and 5.39 Mta were steelworks slags. Fig. 4a shows how

0,169 Schlacke/t Rohstahl. Die weltweite Rohstahlproduktion betrug im Jahr 2018 etwa 1807,1 Mta. Von der derzeitigen Rohstahlproduktion entfallen 70,8 % auf das BOF-Verfahren, 28,8 % auf das EAF-Verfahren (Bild 3) und nur 0,4 % auf sonstige Verfahren wie beispielsweise das Siemens-Martin-Verfahren. Die daraus abgeleiteten jährlichen Mengen an Stahlwerksschlacke betragen insgesamt 250 Mta, wovon etwa 65 % BOF- bzw. LD-Schlacken ausmachen und 35 % EAF-Schlacke. Insgesamt fallen somit weltweit etwa 600 Mta Schlacken aus der Stahlindustrie an, 58 % entfallen auf HOS und 42 % auf Stahlwerksschlacke.

2 Schlacke-Recycling und Kreislaufwirtschaft

In zahlreichen Ländern leisten Eisenhüttenschlacken bereits einen wesentlichen Beitrag zur Kreislaufwirtschaft. Fast das gesamte Schlackenaufkommen aus der Stahlindustrie wird dort zur Herstellung von hochwertigen Produkten für die Zement- und Baustoffindustrie, Gesteinskörnungen für den Straßenbau und als Düngemittel verwendet. Nur geringe Mengen landen auf Deponien oder werden für die Landschaftsverfüllung eingesetzt. Das ist weltweit aber leider nicht überall der Fall, teilweise weil es an geeigneten Vorschriften und Bestimmungen mangelt oder weil der Ressourcenschonung von politischer Seite in vielen Ländern noch keine Bedeutung beigemessen wird.

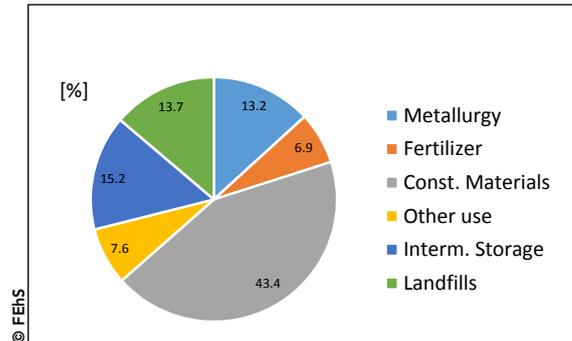
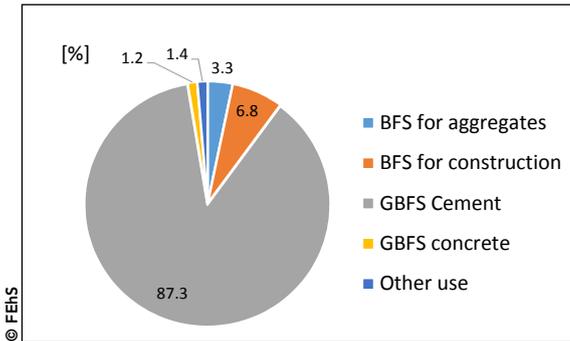
2 Worldwide pig iron production by region/country
Weltweite Roheisenproduktion nach Regionen/Ländern



© Worldsteel Association

© Worldsteel Association

3 Crude steel production process
Verfahren der Rohstahlproduktion



◀4a Utilization of blast furnace slag in Germany
Nutzung von Hochofenschlacken in Deutschland

◀4b Utilization of steelworks slags in Germany
Nutzung von Stahlwerksschlacken in Deutschland

the blast furnace slags were utilized. The quantity utilized was 8.83 Mta, since a further 1.04 Mta became available through the reduction of inventory stocks. The majority (83.7 %) was granulated blast furnace slag (slag sand) used for cement production, while a further 1.2 % of slag sand went into the production of concrete. The remaining quantities went as BFS into the production of aggregates or other building materials.

Of the 5.39 Mta of steelworks slag in Germany, 59.4 % was BOF slag, 30.2 % was EAF steelworks slag and 10.4 % was slag from special processes. Fig. 4b shows the ways in which these slags are utilized. 3.83 Mta or 71.1 % of these slags were utilized, while 15.2 % went to interim storage and 13.7 % to disposal sites or landfills. With 2.43 Mta or approx. 61 %, utilization as a building material (road construction,

Deutschland gehört beim Schlacke-Recycling zu den Musterländern. In 2018 wurden hier 27,271 Mta Roheisen und insgesamt 42,435 Mta Rohstahl erzeugt. Das entspricht 30 % der Roheisenerzeugung der EU28 und 25,3 % der Rohstahlerzeugung. Dabei wurden 13,18 Mta Eisenhüttenschlacken erzeugt, davon 7,79 Mta Hochofenschlacken und 5,39 Mta Stahlwerksschlacken. In Bild 4a ist die Schlacke-Nutzung für die Hochofenschlacken dargestellt. Die Nutzungsmenge betrug 8,83 Mta, da zu der Erzeugung weitere 1,04 Mta durch Abbau von Lagerbeständen zur Verfügung standen. Der überwiegende Anteil mit 83,7 % war granuliert Hochofenschlacke (Hütten-sand) für die Zementherstellung, weitere 1,2 % Hütten-sand gingen in die Betonherstellung. Die restlichen Mengen gingen als HOS in die Erzeugung von Gesteinskörnungen oder andere Bauprodukte.

ONLY LINDNER CLIENTS CAN TRULY SAY:
SECOND TO NONE.

Sammy Endzweig
Production Facility Planner
(Consultant)
Premium Recycling Service
Germany

When purchasing new equipment for the production of high-calorific solid recovered fuels, Premium Recycling Service in Frankfurt am Main knows exactly what they're looking for: the availability, throughput, quality and reliability. And there's no doubt in production facility planner Sammy Endzweig's mind: Lindner's new Atlas twin-shaft primary shredder is second to none. More information: www.lindner.com/atlas

5 Granulation process in the Danieli-Corus slag granulator

Granulationsprozess im Danieli-Corus Schlackegranulator



© Danieli-Corus

earthworks, hydraulic engineering) accounts for the largest amount, followed by recycling in metallurgical processes with 18.5 % and use as fertilizer with 9.7 %. The greatest economic benefit is gained by the use of granulated blast furnace slag in the cement industry for the production of Portland blast furnace cements and other Portland blended cements. When the liquid (molten) slag is quenched with water in a granulation plant (Fig. 5), a glassy and granular product is created, which must subsequently be ground to produce a fine powder, which is used as a clinker substitute. Ground granulated blast furnace slag (GGBFS) has similar cement-like properties to Portland cement. The glass content of GGBFS varies between 60 % and 100 % by volume, depending on the granulation process. For many applications, blast furnace slag cements have even better properties than conventional Portland cements.

3 Global market data

The utilization rates for iron and steel slags are very different from region to region or country to country. The leading regions and countries of the world are examined in more detail below. Strictly speaking, the term recycling only applies to recycling within the steel industry.

3.1 Europe

In Europe, EUROSLAG records the production and slag recovery quantities every two years. The data for the EU28 are derived from the reports published by the 19 most important countries and data from the World Steel Association for pig iron production. The result for 2018 comes to 20.7 Mta of blast furnace slag and 16.3 Mta of steelworks slag or 37.0 Mta of total steel and

Von den Stahlwerksschlacken in Höhe von 5,39 Mta entfielen in Deutschland 59,4 % auf BOF-Schlacken und 30,2 % auf EAF-Stahlwerksschlacke sowie 10,4 % auf Schlacken aus Sonderverfahren. Bild 4b zeigt die Nutzungsarten dieser Schlacken. 3,83 Mta bzw. 71,1 % dieser Schlacken wurden genutzt, während 15,2 % in Zwischenlager und 13,7 % auf Deponien gingen. Bei den Nutzungsmengen macht die Verwendung als Baustoff (Straßenbau, Erdbau, Wasserbau) mit 2,43 Mta ca. 61 % den größten Anteil aus, gefolgt von der Kreislaufführung in der Metallurgie mit 18,5 % und der Verwendung als Düngemittel mit 9,7 %.

Den größten wirtschaftlichen Nutzen hat die Verwendung der granulierten Hochofenschlacke in der Zementindustrie für die Herstellung von Portland-Hochofenzementen und anderen Portland-Mischzementen. Bei dem Abschrecken der flüssigen (geschmolzenen) Schlacke mit Wasser in einer Granulationsanlage (Bild 5) entsteht ein glasiges und körniges Produkt, das anschließend gemahlen werden muss, um ein feines Pulver zur Verwendung als Klinkerersatz herzustellen. Gemahlene granuliert Hochofenschlacke (GGBFS) hat ähnliche zementartige Eigenschaften wie Portlandzement. Der Glasegehalt von GGBFS variiert je nach Granulationsprozess zwischen 60 % und 100 Vol.-%. Für zahlreiche Einsatzfälle weisen Hochofenzemente sogar bessere Eigenschaften als herkömmliche Portlandzemente auf.

3 Weltweite Marktdaten

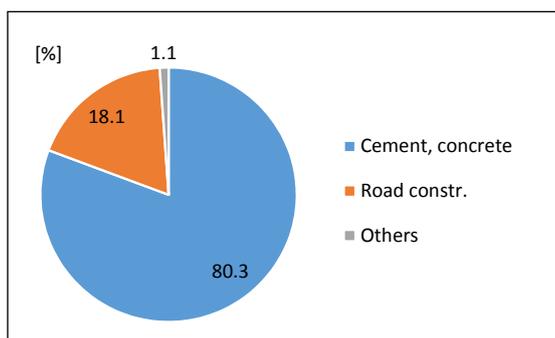
Die Nutzungsraten für Eisenhüttenschlacken sind von Region zu Region bzw. Land zu Land sehr unterschiedlich. Nachstehend werden die weltweit führenden Regionen und Länder näher beleuchtet. Als Recycling wird streng genommen nur die Verwertung in der Stahlindustrie bezeichnet.

3.1 Europa

In Europa werden von EUROSLAG alle zwei Jahre die Produktions- und Schlackeverwertungsmengen erfasst. Dabei werden die Daten für die EU28 aus den Meldungen von den wichtigsten 19 Ländern und den Daten der Worldsteel Association für die Roheisen-erzeugung abgeleitet. Das Ergebnis für 2018 kommt auf 20,7 Mta Hochofenschlacke und 16,3 Mta Stahl-

6 Recycling of blast furnace slag in Europe (Euroslag)

Verwertung von Hochofenschlacke in Europa (Euroslag)

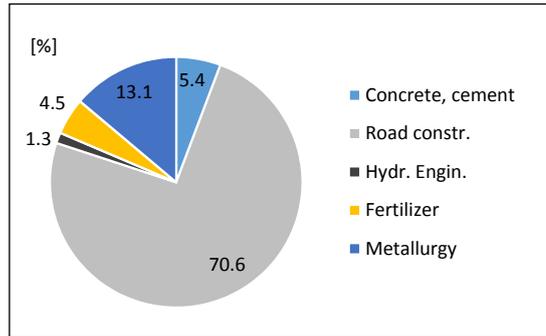


© Euroslag

iron works slag. In 2016, the figures were still 24.6 Mta of blast furnace slag and 18.4 Mta of steelworks slag. The production of blast furnace slag has thus fallen by 15.9 % in the past two years, while that of steelworks slag has dropped by 11.4 %. In that period, pig iron production only decreased by 2.5 % in the EU28, and crude steel production even increased from 162 Mta to 167.6 Mta and is currently (2019) at 159.4 Mta.

The Waste Framework Directive 2008/98/EC also regulated the recycling of iron and steel slags. **Fig. 6** shows the recycling of blast furnace slag for 2018. The production volume was 20.7 Mta, of which 86.0 % was sand slag from slag granulation and 14 % was air-cooled BFS. From interim storage, 1.5 Mta was added to the production quantities, so that a total of 22.3 Mta of BFS was used in 2018. 17.9 Mta went into the production of cement and concrete, 4.0 Mta went into road construction and 0.4 Mta into other uses. Granulated blast furnace slag is primarily used in Europe for the production of Portland blast furnace cement. The necessary grinding of the slag to the finenesses required for cement is now mostly performed in vertical mills (**Fig. 7**), which achieve throughputs of over 100 t/h [2].

Of the 16.3 Mta of steelworks slag in Europe, 52.3 % are BOF slag, 34.9 % are EAF slag and 12.6 % are other types of steelworks slag. Of this amount, 11.8 Mta or 72.4 % was recovered, 15.3 % went to interim storage and 12.3 % to dumps and landfills. The recovery or



8 Recycling of steelworks slag in Europe
Verwertung von Stahlwerksschlacke in Europa

© Euroslag

werksschlacke bzw. 37,0 Mta Eisenhüttenschlacken insgesamt. Im Jahr 2016 betragen die Zahlen noch 24,6 Mta Hochofenschlacke und 18,4 Mta Stahlwerksschlacke. Die Produktion von Hochofenschlacke ist damit in den letzten beiden Jahren um 15,9 % gefallen, die der Stahlwerksschlacke um 11,4 %. Die Roheisenerzeugung hatte sich in dem Zeitraum in der EU28 nur um 2,5 % verringert, die Rohstahlerzeugung war sogar von 162 Mta auf 167,6 Mta gestiegen und steht momentan (2019) bei 159,4 Mta.

Mit der Abfallrahmenrichtlinie 2008/98/EG wurde auch die Verwertung von Eisenhüttenschlacken geregelt. **Bild 6** zeigt die Verwertung der Hochofenschlacke für das Jahr 2018. Die Produktionsmenge betrug 20,7 Mta, davon 86,0 % Hüttensand aus der Schlacke granulation und 14 % luftgekühlte HOS. Aus der

UNTHA
shredding technology

The reliable brand!

**50 JAHRE
ZUVERLÄSSIGKEIT**

Freuen Sie sich auf unsere
genialen Innovationen!

Ihr Partner für zuverlässige und
intelligente Zerkleinerungslösungen

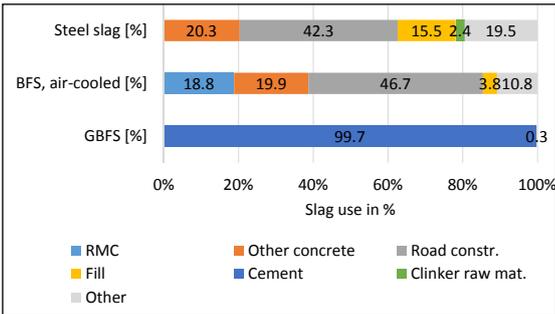


7 Vertical mill for slag and cement grinding
Vertikalmühle für die Schlacke- und Zementvermahlung



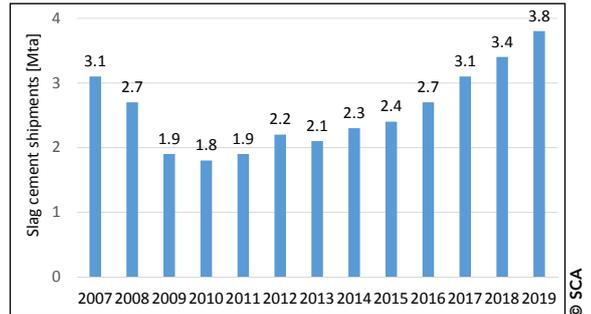
© Loesche

9 Recycling of slag in the USA in 2016
Schlackeverwertung in den USA im Jahr 2016



© USGS

10 Slag cement trend in the USA
Entwicklung bei Schlackezementen in den USA



© SCA

recycling quantities are shown in Fig. 8. With 70.6 %, the greater proportion was used as aggregate in the production of concrete [3] instead of gravel and grit. The quantities used in cement production are negligible compared to the quantities used in concrete production. Only 1.3 % of the produced slag were used in road construction, while 4.5 % were used in hydraulic engineering. A relatively large amount of 13.1 % was used as fertilizer, and the remaining 10.5 % was recycled in metallurgical processes or used in other applications.

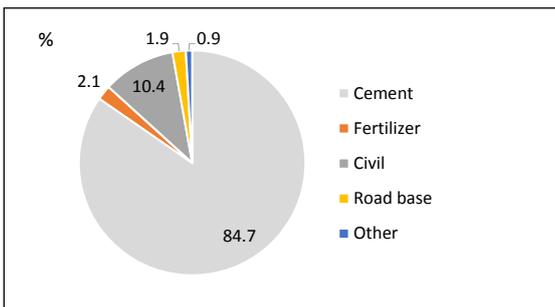
3.2 USA

In the USA, about 17.0 Mta of iron and steel slag was produced in 2019, after 15.7 Mta in 2016. The production output of pig iron and crude steel has recently

Zwischenlagerung wurden 1,5 Mta zu den Produktionsmengen addiert, so dass eine Gesamtmenge von 22,3 Mta HOS in 2018 verwertet wurde. 17,9 Mta gingen in die Herstellung von Zement und Beton, 4,0 Mta gingen in den Straßenbau und 0,4 Mta in die sonstige Verwendung. Granulierte Hochofenschlacke wird in Europa in erster Linie für die Herstellung von Portland-Hochofenzementen eingesetzt. Die notwendige Vermahlung der Schlacke auf Zementfeinheiten geschieht heute zumeist in Vertikalmühlen (Bild 7), die Durchsätze von über 100 t/h erreichen [2].

Von den 16,3 Mta Stahlwerksschlacke in Europa sind 52,3 % BOF-Schlacke, 34,9 % EAF-Schlacke und 12,6 % sonstige Stahlwerksschlacken. Von dieser Menge wurden 11,8 Mta bzw. 72,4 % verwertet, 15,3 % gingen in die Zwischenlagerung und 12,3 % auf Depo-nien. Die Verwertungs- bzw. Recyclingmengen sind in Bild 8 dargestellt. Mit 70,6 % ging die Hauptmenge als Zuschlagsstoff in die Betonherstellung anstelle von Kies und Splitt [3]. Die Verwendungsmengen in der Zementherstellung sind gegenüber den Mengen bei der Betonherstellung vernachlässigbar. Nur 1,3 % der Mengen wurden im Straßenbau verwendet, 4,5 % kamen im Wasserbau zum Einsatz. Mit 13,1 % wurde eine relativ große Menge als Düngemittel verwendet, die restlichen Mengen von 10,5 % wurden in der

15 Recycling of blast furnace slag in South Korea
Verwertung von Hochofenschlacke in Südkorea



© Korea Cement Association

increased slightly by around 2 %. No slag recovery data is available for 2019, but estimates from the US Geological Survey (USGS) assume that the quantity recovered will comprise approximately 50 % blast furnace slag and 50 % steelworks slag with a merchandise value of US\$ 470 million. Blast furnace slag accounts for 88 % of the commercial value. In the USA, the slag is processed at a total of 129 locations by 28 companies. This also includes companies that import or grind and export granulated blast furnace slag. The import quantities for slag (mostly granulated blast furnace slag) in the USA were 2.3 Mta in 2019 after 2.0 Mta in 2016.

In 2016, 8.2 Mta of blast furnace slag was produced, of which only 2.9 Mta (35.4 %) was granulated slag and 5.3 Mta (64.6 %) was air-cooled blast furnace slag. In addition, 7.4 Mta of steelworks slag was produced. **Fig. 9** shows the amounts recovered. It can be seen that only granulated blast furnace slag (GBFS) can be used as a cement additive. For ready-mixed concrete and other types of concrete, both normal blast furnace slag and steelworks slag are used with respective totals of 38.7 % and 20.3 %. However, these slags are mainly used for road construction. Steelworks slag is also suitable as a filler and as a raw material for clinker production. The average prices obtained in 2016 for slag are also of interest: the highest price of 89.2 US\$/t was achieved for GBFS, while air-cooled blast furnace slag brought 8.5 US\$/t and steelworks slag 5.9 US\$/t.

A market for slag cement has developed in the USA. **Fig. 10** shows the market trend since 2007 according to data from the Slag Cement Association (SCA). The market peaked at 3.819 Mta in 2019 having increased practically continuously since 2010, after the end of the economic crisis. The increase in production volumes in 2019 was 10.8 % over the previous year, after an 11 % increase in 2018. The results show that slag cements are in vogue in the USA and that the demand cannot be met by the existing granulation plants alone. That is why around 2.3 Mta of ground granulated blast furnace slag was imported in 2019. Companies that use slag cement in the USA emphasize the CO₂ saving effect compared to conventional OPC (Ordinary Portland Cement).

3.3 Japan

The use of iron and steel slag has a long tradition in Japan [4]. However, the produced quantity of blast furnace slag decreased from 25.4 Mta in 2007 to 23.0 Mta in 2017, but the proportion of granulated slag

Metallurgie recycelt oder kamen in anderen Anwendungen zum Einsatz.

3.2 USA

In den USA wurden 2019 etwa 17,0 Mta Eisenhüttenschlacken produziert, nach 15,7 Mta im Jahr 2016. Die Roheisen- und Rohstahlerzeugungsmengen sind zuletzt leicht um etwa 2 % gestiegen. Für das Jahr 2019 sind noch keine Daten zu den Verwertungsmengen verfügbar, aber Schätzungen des US Geological Survey (USGS) gehen von etwa je 50 % Hochofenschlacken und 50 % Stahlwerksschlacken mit einem Warenwert von 470 Mio. US\$ aus. 88 % des Warenwertes entfallen auf die Hochofenschlacken. In den USA wird die Schlacke an insgesamt 129 Standorten von 28 Unternehmen verarbeitet bzw. aufbereitet. Darunter fallen auch Betriebe, die granulierten Hochofenschlacke importieren oder exportieren und vermahlen. Die Importmengen für Schlacke (zumeist granulierten Hochofenschlacke) in den USA betragen 2,3 Mta im Jahr 2019 nach 2,0 Mta im Jahr 2016.

2016 wurden 8,2 Mta Hochofenschlacke erzeugt, davon nur 2,9 Mta (35,4 %) granulierten Schlacke und 5,3 Mta (64,6 %) luftgekühlte Hochofenschlacke. Daneben wurden 7,4 Mta Stahlwerksschlacken erzeugt. **Bild 9** zeigt die Verwertungsanteile. Man erkennt, dass als Zementzusatzstoff nur granulierten Hochofenschlacke (GBFS = Granulated Blast Furnace Slag) in Frage kommt. Für Transportbeton und anderen Beton kommen sowohl normale Hochofenschlacke als auch Stahlwerksschlacke mit Anteilen von insgesamt 38,7 % bzw. 20,3 % zum Einsatz. Diese Schlacken werden aber überwiegend für den Straßenbau verwendet. Stahlwerksschlacke eignet sich daneben noch als Füller und Rohmaterial für die Klinkerherstellung. Interessant sind noch die im Jahr 2016 erzielten durchschnittlichen Erlöspreise für die Schlacken. Auf den höchsten Wert kam GBFS mit 89,2 US\$/t, luftgekühlte Hochofenschlacke erzielte 8,5 US\$/t und Stahlwerksschlacke 5,9 US\$/t.

In den USA hat sich ein Markt für Schlackezemente gebildet. In **Bild 10** ist die Marktentwicklung seit dem Jahr 2007 gemäß Daten der Slag Cement Association (SCA) dargestellt. Der Markt steht mit 3,819 Mta in 2019 auf einem Höchstwert und ist seit 2010 nach dem Ende der Wirtschaftskrise praktisch kontinuierlich gestiegen. Der Anstieg der Produktionsmengen im Jahr 2019 gegenüber dem Vorjahr betrug 10,8 %, nach 11 % Anstieg im Jahr 2018. Die Ergebnisse zeigen, dass Schlackezemente in den USA im Trend liegen und dass der



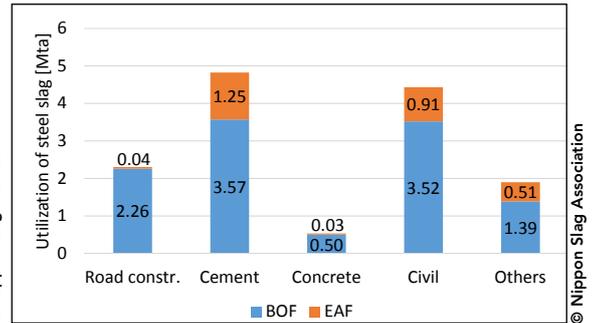
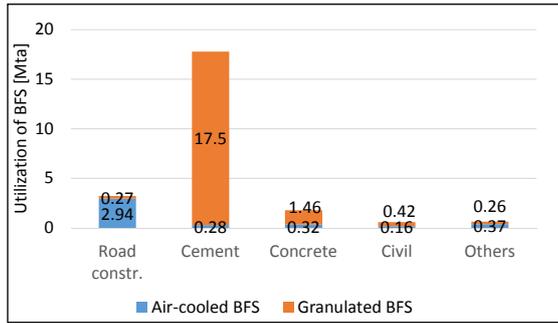
It takes real giants to handle wastemonsters

Vecoplan-Shredder – the power pack in pre-shredding for alternative fuel processing

Vecoplan machines and systems are designed to offer the maximum for your preparation process. Convince yourself.

11 Recycling of blast furnace slag in Japan
Recycling von Hochofenschlacken in Japan

12 Recycling of steelworks slag in Japan
Verwertung von Stahlwerksschlacken in Japan



rose slightly from 82.6 % to 84.4 %. By international comparison, these figures give Japan a leading position. The recycling quantities of the blast furnace slags are shown in Fig. 11. First of all, it is very noteworthy that the slag recovery rate is 100 %. Amounts that are simply dumped in other countries are used for soil improvement in Japan. 88 % or 17.5 Mta of the country's granulated blast furnace slag is used in cement production, 7.3 % is used in the production of concrete and 2.1 % in the construction industry. 1.3 % goes to unspecified applications.

The amount of steelworks slags in Japan has decreased from 15.2 Mta in 2007 to 13.7 Mta, which of course

Bedarf allein durch die vorhandenen Granulationsanlagen nicht gedeckt werden kann. Deshalb wurden 2019 etwa 2,3 Mta GGBFS (Ground Granulated Blast Furnace Slag) importiert. Unternehmen, die auf Schlackezemente in den USA setzen, propagieren insbesondere den Einspareffekt an CO₂ gegenüber dem herkömmlichen OPC (Ordinary Portland Cement).

3.3 Japan

In Japan hat die Nutzung von Eisenhüttenschlacken eine lange Tradition [4]. Die Mengen an Hochofenschlacke haben aber von 25,4 Mta im Jahr 2007 auf 23,0 Mta im Jahr 2017 abgenommen, der Anteil der granulierten Schlacke ist dabei von 82,6 % auf 84,4 % aber leicht gestiegen. Im internationalen Vergleich nimmt Japan damit eine Spitzenstellung ein. Die Recyclingmengen der Hochofenschlacken sind in Bild 11 dargestellt. Zunächst einmal ist erwähnenswert, dass die Schlacken zu 100 % genutzt werden. Anteile, die in anderen Ländern deponiert werden, gehen in Japan in die Bodenverbesserung. Die granulierten Hochofenschlacke geht zu 88 % bzw. mit 17,5 Mta in die Zementherstellung, 7,3 % werden bei der Betonherstellung und 2,1 % in der Bauindustrie eingesetzt. 1,3 % gehen in nicht näher spezifizierte Anwendungen.

Die Stahlwerksschlacken haben sich in Japan von 15,2 Mta im Jahr 2007 auf 13,7 Mta verringert, was natürlich mit der Abnahme der Rohstahlproduktion in dem Zeitraum von 120,2 auf 104,7 Mta zu tun hat. Die Anteile der BOF-Stahlwerksschlacke gegenüber der EAF-Stahlwerksschlacke haben sich in Japan in dem Zeitraum von 75,9 % auf 79,9 % erhöht. Bild 12 zeigt die Verwertungsmengen für 2017. Auch die Stahlwerksschlacken wurden zu nahezu 100 % verwertet. Interessant sind die großen Mengen, die in die Zementindustrie abgesetzt werden. Es handelt

In Japan the blast furnace slag recovery rate is 100 %

has to do with the decrease in crude steel production from 120.2 to 104.7 Mta in this period. The shares of BOF steelworks slag compared to EAF steelworks slag increased in Japan from 75.9 % to 79.9 % in the same period. Fig. 12 shows the recovery quantities for 2017. The steelworks slags were almost 100 % recovered. The large quantities sold to the cement industry are interesting. However, unlike GBFS, steelworks slags are not used as a cement additive, but as an alternative raw material for clinker production. The likewise large quantities of 3.52 Mta for BOF slag and 0.91 Mta for EAF slag relate to their use as a filler in the construction industry.

3.4 Other countries

In China, the utilization of iron and steel slags has increased significantly in recent years. In 2018, the

Prozesswasser- und Abwasseraufbereitung

Leiblein

Überzeugen Sie sich von unseren innovativen Komponenten und Lösungen für die Aufbereitung von Prozesswasser und Abwasser.

LEIBLEIN GmbH • 74736 Hardheim
Tel.: 06283/2220-0 • Fax: 2220-50
E-Mail: leiblein@leiblein.de
Internet: http://www.leiblein.de

New And Used Quarry Equipment In Stock

Over 50 CRUSHERS:
JAW, IMPACT, CONE, SMOOTH- and TWO-ROLL, HAMMER MILLS etc. (Hazemag, Metso/Nordberg/Lokomo, Kleemann, Sandvik/Aubema, KHD/Wedag, Boehringer, Weserhuette, Brown Lenox, Ibag, Krupp, Ammann etc.)
From 1 up to 112 Tons weight.

Over 100 VIBRATING SCREENS:
From 400 x 1.000mm. up to 2.400 x 7.000mm. (Siebtechnik, Hein Lehmann, Binder, Haver & Boecker, Schenck, Cyrus, Metso/Allis/Svedala, Aviteq/AEG, GFT, Krupp, Mogensen, GFA, Locker, SKET, Rheumum, Hoppe, Derrick, Hoppe etc.)

A few hundred GEAR BOXES:
Up to 375KW and 1:300 ratio. (WGW/TGW, Hansen, Flender.)

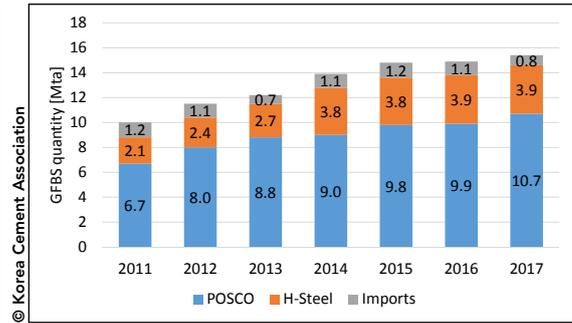
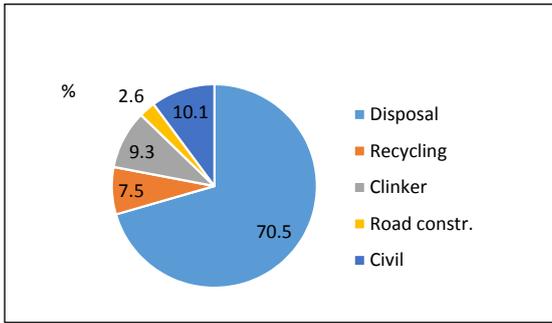
Over 100 MAGNETIC SYSTEMS:
Overband separators, Magnetic Rolls, Magnetic Drums, Scrap Magnets etc. From 0.5 up to 20KW Magnetic Power. (Steinert, Wagner, KHD Humboldt, Krupp, Demag Goudsmit, Bakker, AME, KN, F & G, Sket, VEB, HNS, Unac, Ardelwerke etc.)

Over 100 FEEDERS:
From 500 up to 8.000mm long. From 300 up to 3.000mm width. (AEG, Jöst, UHDE, Schenck, Friedrich, IFE, Honert, FMW, BMD, Cyrus etc.)

Hundreds of ELECTRICAL MOTORS:
With/without gears. Up to 355KW. (German made)

CONVEYORS, CONVEYOR-BELTS & CONVEYOR PARTS.

NL-6027 NT Soerendonk
Tel.: +31-495-592388
Fax: +31-495-592315
www.hensen.com



◀ 13 Recycling of steelworks slag in China in 2017, [5]

Verwertung von Stahlwerksschlacke in China in 2017, [5]

◀ 14 Availability of blast furnace slag in South Korea

Aufkommen von Hochofenschlacke in Südkorea

country produced about 225 Mta of blast furnace slag and about 122 Mta of steelworks slag after 200 Mta and 81.5 Mta respectively in 2010. There are still big differences in the utilization of the different slags. The number of granulation plants for blast furnace slag has grown strongly. Since around 2000, the most important Chinese steel producers have been investing in granulation and grinding plants for blast furnace slag. It is currently estimated that 95 % of the blast furnace slag is granulated and used entirely in the cement and concrete industry. Almost 70 % of the steelworks slag goes to dumps and landfills [5] (Fig. 13). The most important types of utilization with 9.3 % are the application as raw material for clinker production and recycling within the metal industry.

In Brazil, by-products from the steel industry consist of 42 % blast furnace slag, 27 % steelworks slag and 31 % other by-products such as dusts, sludges, etc.,

sich hierbei aber nicht um den Einsatz als Zementzusatzstoff wie bei der GBFS, sondern um den Einsatz als alternativen Rohstoff für die Klinkerherstellung. Die ebenfalls großen Mengen von 3,52 Mta bei der BOF-Schlacke und 0,91 Mta bei der EAF-Schlacke betreffen den Einsatz als Füllstoff in der Bauindustrie.

3.4 Weitere Länder

In China hat die Nutzung von Eisenhüttenschlacken in den letzten Jahren erheblich zugenommen. 2018 fielen in dem Land etwa 225 Mta Hochofenschlacken und etwa 122 Mta Stahlwerksschlacken an, nach 200 Mta und 81,5 Mta im Jahr 2010. Große Unterschiede bestehen aber noch in der Nutzung der verschiedenen Schlacken. Die Zahl der Granulationsanlagen für Hochofenschlacke ist kräftig gewachsen. Die wichtigsten chinesischen Stahlpro-

150 YEARS

WE SHAPE THE FUTURE.

SPALECK®

FORWARD THINKING. SINCE 1869.

MEET US AT:
IFAT 2020
07-11 SEPTEMBER
B6.439 IN MUNICH



CONVEYING & SEPARATION TECHNOLOGY

RECYCLING WASTE SCREENS > FLIP-FLOW SCREENS > 3D COMBI FLIP-FLOW SCREENS > MOBILE SCREENS
VIBRATING CONVEYORS > INFEED UNITS > DENSITY SEPARATORS

www.spaleck.de



© Paul Wurth

16 INBA granulating plant at ThyssenKrupp in Hamborn
 INBA-Granulieranlage bei ThyssenKrupp in Hamborn

17 Slag transportation
 Schlacketransport

▲ according to figures from the Brazil Steel Institute for 2017. 92 % of the approximately 8.8 Mta of blast furnace slag was recycled in 2017, of which 99 % went to cement production. Of the approximately 5.6 Mta of steelworks slags, 36 % were recovered in 2017 and 23 % were recycled within the steel industry. The recovered quantities went almost entirely to road construction. Unfortunately, the Steel Institute has no information on the number of granulation plants

duzenten haben schon etwa seit 2000 in Granulations- und Mahlanlagen für Hochofenschlacke investiert. Derzeit wird abgeschätzt, dass 95 % der Hochofenschlacke granuliert wird und vollständig in der Zement- und Betonindustrie zum Einsatz kommt. Bei der Stahlwerksschlacke gehen noch fast 70 % auf Deponien [5] (Bild 13). Die wichtigsten Nutzungsarten mit 9,3 % sind die Verwendung als Rohmaterial für die Klinkerherstellung und das Recycling innerhalb der Metallindustrie.

In Brasilien bestehen die Nebenprodukte aus der Stahlindustrie nach den Zahlen des Brazil Steel Institutes für das Jahr 2017 zu 42 % aus Hochofenschlacken, 27 % Stahlwerksschlacken und zu 31 % aus anderen Nebenprodukten, wie Stäuben, Schlämmen usw. Von den etwa 8,8 Mta Hochofenschlacken wurden 2017 92 % recycelt, davon gingen 99 % in die Zementproduktion. Von den etwa 5,6 Mta Stahlwerksschlacken wurden 36 % im Jahr 2017 verwertet und 23 % innerhalb der Stahlindustrie recycelt. Die Verwertungsmengen gingen fast vollständig in den Straßenbau. Über die Zahl der Granulationsanlagen für Hochofenschlacke liegen für Brasilien leider keine Informationen des Stahlinstituts vor. Es wird aber davon ausgegangen, dass fast jeder Hochofen mit einer solchen Anlage ausgerüstet ist, da zwischen der Stahlindustrie und den Zementunternehmen seit langem langjährige Lieferverträge vorliegen.



© Holcim Deutschland

for blast furnace slag in Brazil. However, it is assumed that almost every blast furnace is equipped with such a plant, since long-standing supply contracts exist between the steel industry and the cement companies. In South Korea, the production of blast furnace slag grew significantly in the years leading up to 2017. In 2019, the industry came under pressure due to pollution problems, and steel production fell by 1.5 % compared to the previous year. **Fig. 14** shows the production data for blast furnace slag as well as the import figures. There are only two steel companies, POSCO and Hyundai, with POSCO having a market share of 76 % in blast furnace slag production in 2011 and a share of 73.3 % in 2017. Slag imports accounted for 5.2 % of the total in 2017. The 2015 recovery quantities for blast furnace slag are shown in **Fig. 15**. Granulated slag makes up 86 %, of which almost the entire amount is used in the cement industry. The fields of application of the air-cooled slag are mainly in road construction and other uses in the construction industry.

In Südkorea ist die Produktion an Hochofenschlacke in den letzten Jahren bis 2017 deutlich gewachsen. 2019 war die Industrie wegen Umweltproblemen zwischenzeitlich aber unter Druck geraten und die Stahlproduktion fiel um 1,5 % gegenüber dem Vorjahr. **Bild 14** zeigt die Produktionsdaten für Hochofenschlacke sowie die Einfuhren dazu. Es gibt nur die zwei Stahlunternehmen POSCO und Hyundai, wobei POSCO im Jahr 2011 einen Marktanteil von 76 % an der Hochofenschlackeproduktion hatte und 2017 einen Anteil von 73,3 %. Die Schlackeimporte hatten im Jahr 2017 einen Anteil von 5,2 % an den Gesamt mengen. Die Verwertungsmengen bei Hoch-

In South Korea almost the entire amount of granulated slag is used in the cement industry

4 Trends in slag recycling

The three most important trends for slag recycling relate to further investments in granulation plants for blast furnace slag, the increase in slag trading with separate slag grinding plants and the increasing use of steelworks slag as an additive for the concrete industry. There are various processes on the market for the

ofenschlacke für 2015 sind in **Bild 15** dargestellt. Granulierte Schlacke kommt auf 86 %, davon wird nahezu alles in der Zementindustrie verwertet. Die Einsatzfelder der luftgekühlten Schlacke sind insbesondere der Straßenbau und andere Einsätze in der Bauindustrie.

EXPECT PERFECTION
#ExpectExtraPerformance

Production up to 200 t/h

Our aim is perfection and we will go to any lengths to achieve it. That is why you can expect the highest performance from our Hextra mobile disc screen. Faster screening speed (1 m/sec) and extra productivity up to 200 t/h. **Find out more on ecostar.eu.com**

ECOSTAR
The next recycling technologies™

DDS
Hextra mobile disc screen



© Holcim Deutschland

18 Granulated blast furnace slag grinding plant in Duisburg-Schwelgern
Hüttensand Mahlwerk in Duisburg-Schwelgern

▲ granulation of blast furnace slag. The most important process is cooling in a water bath. The most common methods are the RASA system from Rasa Corporation, the INBA system (Fig. 16) from Paul Wurth, a company of the SMS group, and the IJ GRAN system from Danieli-Corus. Paul Wurth already has more than 300 such systems in three process variants in operation worldwide. Currently, dry granulation processes with a heat recovery system such as those from CSIRO or Primetals Technologies are also in development. The increasing global and local imbalances in slag production, slag recovery and recycling have led to a rise in global trade flows. According to the World Steel Association, about 25 Mta of slag is traded across national borders worldwide, 12 Mta alone concern exports from Japan and 5 to 6 Mta relate to exports from China. An estimated further 50 to 60 Mta of slag is transported inside countries over distances of several hundred kilometres. The cheapest means of transport is by water (Fig. 17). As a result, however, new grinding and blending plants (Fig. 18) have also been built near blast furnace systems all around the world. From an international perspective, it is striking that separate grinding plants for the utilization of slag in cement production are being built worldwide for grinding imported clinker and slag. Because of the CO₂ issue, this trend can also be expected to spread further in Europe. Steelworks slag is increasingly finding use as a substitute for gravel and grit in concrete production. One of the reasons is depletion of the natural deposits of sand, gravel and grit [6]. With prices of less than 7 US\$/t, it is cheaper to use slag than to produce gravel and grit in quarries. In some cases, the sources of slag are also located closer to the consumer markets, so that

4 Trends beim Recycling von Schlacke

Die drei wichtigsten Trends für das Recycling von Schlacke betreffen die weiteren Investitionen in Granulationsanlagen für Hochofenschlacke, die Zunahme des Schlackehandels mit separaten Schlackemahlanlagen und die zunehmende Verwendung von Stahlwerksschlacke als Zuschlagsstoff für die Betonindustrie. Für die Granulation von Hochofenschlacke sind verschiedene Verfahren auf dem Markt. Das wichtigste Verfahren ist die Abkühlung im Wasserbad. Die gängigsten Verfahren dazu sind das RASA-System von der Rasa Corporation, das INBA-System (Bild 16) von Paul Wurth, einem Unternehmen der SMS-Gruppe sowie das IJ GRAN-System von Danieli-Corus. Paul Wurth hat bereits mehr als 300 solche Systeme in drei Verfahrensvarianten im weltweiten Einsatz. Momentan sind auch trockene Granulationsverfahren mit Wärmerückgewinnungssystem wie die von CSIRO oder Primetals Technologies in der Entwicklung. Die zunehmenden weltweiten und lokalen Ungleichgewichte in der Schlackeproduktion und bei der Schlackeverwertung bzw. beim Recycling haben die weltweiten Handelsströme ansteigen lassen. Gemäß der World Steel Association werden etwa 25 Mta Schlacke über Ländergrenzen hinweg weltweit gehandelt, allein 12 Mta betreffen Exporte aus Japan und 5 bis 6 Mta betreffen Exporte aus China. Geschätzte weitere 50 bis 60 Mta Schlacke werden in den Ländern über Entfernungen von mehreren hundert Kilometern transportiert. Der günstigste Transport erfolgt dabei auf dem Wasserweg (Bild 17). Folglich sind weltweit aber auch neue Mahl- und Mischwerke (Bild 18) in der Nähe von Hochofen-

transport costs can be saved. The only disadvantage is the lack of official permission for slag recycling in some countries.

5 Prospects

According to the International Energy Agency (IEA), the global steel industry is responsible for around 1/5 of industrial energy consumption and ¼ of industrial CO₂ emissions. Despite the global CO₂ reduction targets, the IEA assumes that by 2050 worldwide steel consumption will increase by 30 % compared to today, with an increase of 400 % being forecast for individual countries such as India [7]. Global slag production will continue to increase accordingly, even if individual technologies such as EAF steel production have declined in percentage terms by almost 10 % compared to BOF processes in the past 15 years, thereby reducing the percentage quantities of the produced slag.

anlagen entstanden. Bei der internationalen Betrachtung fällt auf, dass weltweit separate Mahlanlagen für die Zementproduktion entstehen, in denen Importklinker und Importschlacke vermahlen wird. Mit der CO₂-Problematik wird sich dies auch weiter in Europa verbreiten.

Steelworks slag is increasingly finding use as a substitute for gravel and grit in concrete production

Stahlwerksschlacke findet zunehmend Verwendung als Ersatz für Kies und Splitt in der Betonherstellung. Einer der Gründe ist, dass sich die natürlichen Vorkommen für Sand, Kies und Splitt immer mehr erschöpfen [6]. Mit Preisen von weniger als 7 US\$/t ist die Schlacke günstiger als die Herstellung von Kies und Splitt in Steinbrüchen. Teilweise sind die Schlackevorkommen auch dichter an den Verbrauchsmärkten, so dass Transportkosten eingespart werden können. Der einzige Nachteil besteht noch in fehlenden Zulassungen für die Schlackeverwertung in manchen Ländern.

5 Ausblick

Gemäß der International Energy Agency (IEA) ist die weltweite Stahlindustrie heute für etwa 1/5 des industriellen Energieverbrauchs und ¼ der industriellen CO₂-Emissionen verantwortlich. Trotz der weltweiten CO₂-Minderungsziele geht die IEA davon aus, dass der weltweite Stahlverbrauch bis zum Jahr 2050 um 30 % gegenüber heute ansteigt, wobei für einzelne Länder wie Indien sogar ein Anstieg um 400 % prognostiziert wird [7]. Die weltweiten Schlackeproduktionen werden entsprechend weiter steigen, auch wenn einzelne Technologien wie die EAF-Stahlerzeugung prozentual gegenüber den BOF-Verfahren in den letzten 15 Jahren um fast 10 % abgenommen haben und die prozentualen Schlackenmengen damit reduziert werden.

Literatur • Literature

- [1] Harder, J.: Development of clinker substitutes. ZKG International, 4/2019, pp. 42-51
- [2] Harder, J.: Market trends in vertical mills for the cement industry. ZKG International 1-2/2014, pp. 42-52
- [3] Harder, J.: Mineral raw materials – Secondary use of mineral raw materials. AT MINERAL PROCESSING, 11/2019, pp. 32-43
- [4] Ueki, Y.: History and Utilization of Portland Blast Furnace Slag Cement. NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL TECHNICAL REPORT No. 109, July 2015, pp. 109-113
- [5] Guo, J. et al.: Steel slag in China: Treatment, recycling, and management. Waste Management, August 2018, pp. 318-330
- [6] Harder, J.: Mineral resources – Sand as raw material – a scarce commodity? AT MINERAL PROCESSING, 01-02/2020, pp. 48-60
- [7] Levi, P.: IEA Technology Roadmap The global iron and steel sector. International Energy Agency, Presentation at OECD Steel Committee, Paris, 22 March 2019



ARJES
Recycling Innovation

Wir haben die Lösung:

**DIE ULTIMATIVEN
VORZERKLEINERER
ZUM BESTEN PREIS**



WOHIN NUR MIT DEM GANZEN MÜLL?

www.arjes.de



Flexible screening

Doppstadt combines drum and star screen processes

Flexibel Sieben

Doppstadt vereint Trommel- und Sternsiebmaschine für jede Anwendung

Investment needs to pay off. Efficiency, flexibility and lifetime are the deciding factors in selecting the right screening machine. Doppstadt unites all these in the SM 518.2. The successor to the popular SM 518 Plus in the mid power range screens processed residential and industrial waste, compost, bark, wood chips, bulk materials and excavated soil. The end product can consist of up to five separate fractions, and screen inserts are quick to change. Manufactured in familiar Doppstadt quality, the SM 518.2 meets all the requirements of medium to large recycling plants.

Investitionen müssen sich lohnen. Bei der Entscheidung für die richtige Siebmaschine zählen daher Effizienz, Flexibilität und Langlebigkeit. Doppstadt vereint alle Kriterien in der neuen SM 518.2. Im mittleren Leistungsbereich verarbeitet der Nachfolger der beliebten SM 518 Plus Haus- und Gewerbemüll, Kompost, Rinde, Hackschnitzel, Schüttgüter oder Erdaushub. Endprodukte in bis zu fünf getrennten Fraktionen sind ebenso möglich wie ein schneller Wechsel zwischen den Siebeinsätzen. Gefertigt in bekannter Doppstadt-Qualität erfüllt die SM 518.2 dadurch alle Anforderungen mittlerer bis großer Recyclinganlagen.

◀ The all-rounder SM 518.2
Der Alleskönner SM 518.2



»The SM 518.2 can be used as a mixer using a mixing drum or with the optional retrofit kit incl. washing drum for an end product with clean surfaces.«

Die Ansprüche an Siebanlagen steigen kontinuierlich. „Moderne Modelle wie die SM 518.2 sind heute echte Alleskönner“, erklärt Moritz Müller, Produktmanager der Doppstadt Umwelttechnik GmbH. In einer knappen Stunde wechseln Anwender den Siebeinsatz und aus der standardmäßigen 2-Fraktionentrommelsiebmaschine wird eine Sternsiebmaschine. Optional ermöglicht Doppstadt durch weitere Einheiten für die Grobgutabscheidung, die Heckbandwindrichtung und Magnetrollen bis zu fünf Fraktionen in einem Arbeitsgang. „Wer will, setzt die SM 518.2 mittels Mischtrommel als Mixer ein oder erreicht durch unsere Waschtrommel ein oberflächenreines Endprodukt“, ergänzt Müller.

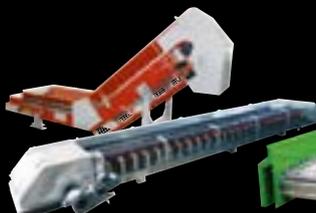
© Doppstadt

Continuously increasing demands are placed on screening machines. „State-of-the-art models such as the SM 518.2 are genuine all-rounders,“ according to Doppstadt Umwelttechnik GmbH Product Manager Moritz Müller. Users can change screen inserts from the standard two-fraction drum screen machine within an hour. Doppstadt also provides optional units for coarse-grain bulk separation, rear conveyor wind sifting and magnetic rollers for up to five fractions in a single operation. „The SM 518.2 can be used as a mixer using a mixing drum or with the optional ret-

Effizienz in allen Bereichen

Größte Flexibilität alleine nutzt nichts. Ein echter Problemlöser vereint die auf den ersten Blick widersprüchlichen Anforderungen an Nachhaltigkeit und Leistung. Doppstadt stattet die SM 518.2 mit neuester Motorentechnik nach Abgasnorm Stufe V aus, die auch bei anspruchsvollen Aufgaben jederzeit zuverlässig arbeitet. „Erst 300 m³ Kompost mit der Siebtrommel bei 10 mm absieben. Anschließend problemlos mit dem Sternsiebeinsatz auf 500 m³ Hackschnitzel

Individuelle Förderanlagen



Gurtbandförderer



Plattenbänder



Aufgabe- und Dosierbunker



Kettengurtförderer

KÜHNE[®]
FÖRDERANLAGEN

Lommatzsch · Dresden

Tel.: (03 52 41) 82 09-0

Fax: (03 52 41) 82 09-11

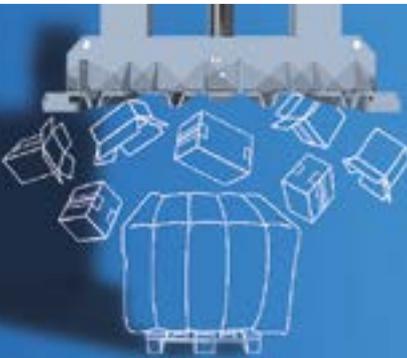
www.kuehne.com

rofit kit incl. washing drum for an end product with clean surfaces," adds Müller.

Suitable for any area

The greatest versatility is useless on its own. A real solution combines two challenges that seem to contradict one another at first glance - power and sustainability. Doppstadt uses the latest in motor technology that always works reliably in demanding applications according to Stage V emission standards in the SM 518.2. „First, screen 300 m³ of compost in a drum screen at 10 mm. After that, switch the star screen insert for 500 m³ of 40 mm chips - easy. With a perfect end product to show for it," says Müller.

Ease of operation and high mobility play an essential role in maintaining optimised performance. Compact dimensions and approval for street use across the world ensure versatility in using the screening machine. The 5.7 m³ hopper at only 2.9 m loading height ensures ideal loading characteristics. The Doppstadt screening machine also benefits from smart systems such as electronic load regulation and decentralised control as well as extensive safety equipment as standard.



#antonwho

Your new staff in the warehouse.
www.antonwho.com



ENTSORGUNGSTECHNIK
BAVARIA

Für Ihre beste Lösung bei Sortieranlagen.

- Altpapier
- Gewerbemüll
- LVP und Kunststoffe
- Sonderlösungen

MAX-POS Prozess Optimierungssystem für:

- ✓ Mehr Ergebnis-Sicherheit
- ✓ Mehr Effizienz

MAX AI Sortierroboter

i-Sorting
intelligentes Sortieren 2.0

www.et-bavaria.eu



◀ SM 518.2 in Operation
SM 518.2 in Aktion

bei 40 mm umsteigen. Am Ende steht immer ein optimales Endprodukt“, sagt Müller. Für eine jederzeit optimale Leistung sind eine einfache Bedienung und hohe Mobilität Voraussetzungen. Kompakte Maße mit weltweiter Straßenzulassung ermöglichen den flexiblen Einsatz der Siebmaschine. Mit ihrem 5,7 m³ großen Aufgabetrichter mit nur 2,9 m Ladehöhe bietet sie eine optimale Beschickung. Smarte Systeme wie die elektronische Lastregelung oder eine dezentrale Steuerung zeichnen die Doppstadt-Siebmaschine ebenso aus wie eine umfangreiche serienmäßige Sicherheitsausstattung.

© Doppstadt

www.doppstadt.com

bau | | verlagshop
Wir geben Ideen Raum

Fachzeitschriften | eMagazines
Newsletter | Bücher
einfach. online. bestellen.



www.bauverlag-shop.de



Kanalballpressen mit Draht- oder Garnabbindung

Auch für KMF-Verpressung geeignet



mobile- und stationäre Anlagen

Förder- und Sortieranlagen

24/7 Service-Hotline

EUROPRESS Umwelttechnik GmbH
Telefon: +49 5933 92467-0
Email: info@europress-umwelttechnik.de
WWW.EUROPRESS-UMWELTECHNIK.DE





© RUBBLE MASTER

The recycling pioneer in Cancún

Crushing in the city centre thanks to the lowest emissions

Recycling Pionier in Cancún

Einsatz im Stadtzentrum bei niedrigsten Emissionen

The first mobile crusher for recycling construction and demolition waste delivered by RM to Mexico

Der erste mobile Brecher im Bauschuttrecycling wurde von RM nach Mexiko geliefert

In Latin America the concept of recycling is not yet as firmly established in the construction industry as it is in Europe. So far the main applications for crushers here have been for crushing natural rock. Happily, demand is gradually increasing for environmentally friendly and innovative solutions for recycling C&D waste and other materials, such as household and industrial waste.

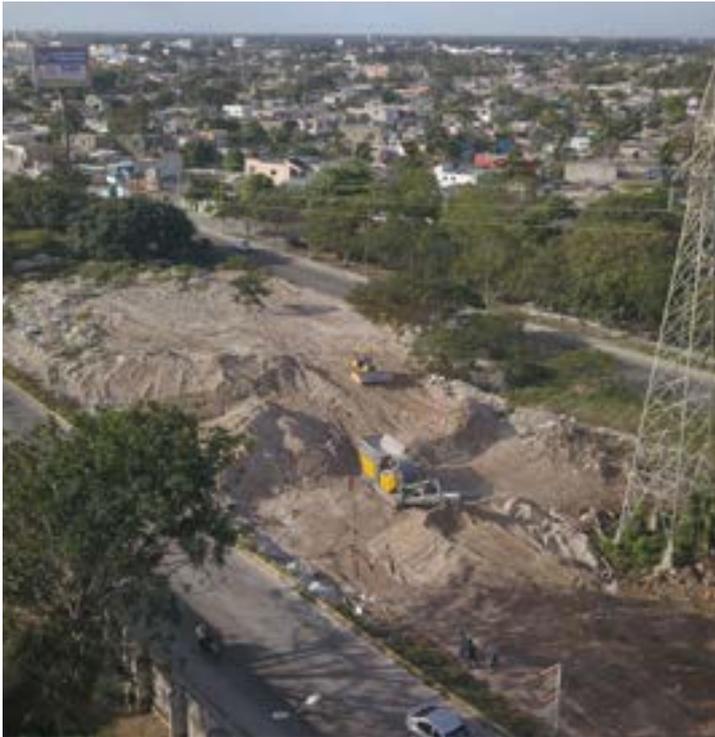
One of the Latin American recycling pioneers is the city of Cancún. C&D waste is currently being processed by an RM 100GO! here. Ultimately, the city is setting a milestone in environmental awareness and sustainability in the Mexican construction industry. In perhaps the most beautiful city on the Yucatán peninsula, this is a pioneering project implemented jointly by RUBBLE MASTER and the city administration.

Instead of transporting concrete, C&D waste and asphalt away from construction sites and disposing of

In Lateinamerika ist der Recyclinggedanke auch in der Baubranche noch nicht so stark etabliert wie in Europa. Bisher liegt in diesen Ländern das Haupteinsatzgebiet für Brechanlagen vorrangig beim Natursteinbrechen. Erfreulicherweise – langsam aber doch – steigt auch hier die Nachfrage nach umweltfreundlichen und innovativen Lösungsmöglichkeiten für das Recycling von Bauschutt und anderen Materialien, wie zum Beispiel Haus- bzw. Industriemüll.

Einer der lateinamerikanischen Recycling Pioniere ist die Stadt Cancún. Hier wird aktuell Bauschutt mit einem RM 100GO! aufbereitet. Die Stadt setzt somit ein Ausrufezeichen in punkto Umweltbewusstsein und Nachhaltigkeit in der mexikanischen Baubranche. Ein Pionierprojekt in der vielleicht schönsten Stadt auf der Halbinsel Yucatán, das gemeinsam mit RUBBLE MASTER und der Stadtverwaltung durchgesetzt wurde.

Anstatt Beton, Bauschutt oder Asphalt abzutransportieren und auf Deponien zu entsorgen, verwandelt



◀ Cancún: The RM 100GO!
transforms construction
waste into valuable final
material
Cancún: Der RM 100GO!
verwandelt Bauschutt in
wertvolles Endmaterial

© RUBBLE MASTER

them in landfills, the RM 100GO! recycling system transforms them into valuable final materials that can be reused. These are then used directly on site for fillings and the substructure of roads. „The people at the city administration in Cancún are impressed by the throughput capacity and functionality of the RM 100GO! crusher and see it as a unique opportunity to draw attention to the advantages of recycling C&D waste,“ explains RUBBLE MASTER founder & CEO Gerald Hanisch. „It makes us very proud to be part of this unique project and we hope to make a significant contribution to the development of C&D waste recycling in Mexico and throughout Latin America.“

The project is supported by the local RM sales partner Euro Representaciones S.A. de C.V. who have an excellent service structure throughout Mexico.

Decades of experience in the recycling industry and the sound reputation of RUBBLE MASTER and Euro Representaciones on the market played a major role in choosing an RM crusher for this pioneering project.

„The RUBBLE MASTER benefits, such as compactness, mobility and the rapid set-up time of the machine, make it much easier to use and enable flexible recycling of the material. Because the crusher is usually used to process C&D waste in the city centre or in residential areas, low noise, dust suppression and low CO₂ emissions are basic requirements for sustainable operation,“ says Ricardo Archundia, Secretario, Municipal de obras y servicios publico in Cancún.

www.rubblemaster.com

die Recyclinganlage RM 100GO! diese in ein wertvolles und sofort wieder verwendbares Endmaterial. Welches dann direkt vor Ort für Füllungen und den Unterbau von Straßen sinnvoll genutzt wird. „Die Stadtverwaltung in Cancún ist von der Durchsatzleistung und Funktionalität des RM 100GO! Prallbrechers begeistert und sieht darin eine einmalige Chance das Bauschutt-Recycling in den Köpfen der Verantwortlichen zu manifestieren“, erklärt RUBBLE MASTER Gründer & CEO Gerald Hanisch. „Es macht uns sehr stolz, Teil dieses einzigartigen Projekts zu sein und wir hoffen, die Entwicklung im Bauschutt-Recycling in Mexiko und ganz Lateinamerika deutlich voranzutreiben.“

Unterstützt wird das Projekt zusätzlich vom lokalen RM Vertriebspartner Euro Representaciones S.A. de C.V, mit einer hervorragenden Servicestruktur in ganz Mexiko.

Die jahrzehntelange Erfahrung und Marktreputation von RUBBLE MASTER und Euro Representaciones in der Recyclingbranche hatten großen Anteil daran, eine RM Brechanlage für dieses Vorreiterprojekt einzusetzen.

„Die RUBBLE MASTER Vorzüge, wie Kompaktheit, Mobilität und die rasche Aufbauzeit der Maschine vereinfachen den Einsatz erheblich und ermöglichen ein flexibles Recyceln des Materials. Da der Brecher meist im Stadtzentrum bzw. in Wohngebieten Bauschutt wieder aufbereitet, sind geringe Lärm- und Staubbelastung sowie niedrige CO₂-Emissionen Grundvoraussetzungen für eine nachhaltige Anwendung“, berichtet Ricardo Archundia, Stadtrat für öffentliche Arbeiten und Dienstleistungen in Cancún.



Für Innenbereiche

mist-air® Systeme

- Ultrafeinnebel
- Materialien bleiben trocken
- Intelligente Zonensteuerung
- Feinstaub über 95% reduziert



Für Außenbereiche

Rotofog® Systeme

- Zerstaubungsdüse mit 360° Rotation
- Autonomes System
- Optimale, gezielte Nebelverteilung

info@imteco.ch

T: +49 7742 850 5603

T: +41 41 781 23 44



Besuchen Sie uns:
Halle B5, Stand 552

New technology to Pier 96 Recycling Center

The AI-powered robotic sorters increase recovery of recycled materials

Neue Technologie beim Pier 96 Recycle Central

Die KI-basierten Sortierroboter steigern die Rückgewinnung von Recyclingmaterialien

San Francisco-based Recology has added four Max-AI[®] AQC (for Autonomous Quality Control) units and one VIS (for Visual Identification System) to the Recycle Central, a 200 000-square-foot (18 580.6 m²) materials recovery facility (MRF) the company operates on San Francisco's Pier 96.

Max-AI technology is supplied by Eugene, Oregon-based Bulk Handling Systems (BHS). The AQC units employ a camera-based vision system and Artificial Intelligence (AI) to identify recyclables and a robot to sort them. The investment in the highly advanced technology aligns with the company's mission to produce even cleaner bales – and sustain San Francisco's recycling program.

Max-AI[®] AQC units ▼ One Max-AI AQC unit is in a PET quality control (QC) role to remove contamination and capture non-

Das in San Francisco ansässige Unternehmen Recology hat das Recycle Central, eine 200 000 Quadratfuß (18 580,6 m²) große Materialrückgewinnungsanlage (MRF), die das Unternehmen am Pier 96 in San Francisco betreibt, um vier Max-AI[®] AQC-Einheiten (autonome Qualitätskontrolle) und ein VIS-System (visuelles Identifikationssystem) erweitert.

Die Max-AI-Technologie wird vom Unternehmen Bulk Handling Systems (BHS) mit Sitz in Eugene, Oregon, geliefert. Die AQC-Einheiten nutzen ein kamerabasiertes Bildverarbeitungssystem und Künstliche Intelligenz (KI), um Wertstoffe zu identifizieren, und einen Roboter, um sie zu sortieren. Die Investition in die hochmoderne Technologie ist Teil der Unternehmensmission, noch sauberere Ballen herzustellen – und das Recyclingprogramm von San Francisco sicherzustellen.

Eine Max-AI-AQC-Einheit übernimmt die Qualitätskontrolle (QC) für PET-Material, um Verunreinigungen zu beseitigen und Nicht-CRV-PET zu erfassen. Die anderen drei überwachen die Containerlinie der Anlage, um die Rückgewinnung zu beschleunigen und verbleibendes PET, HDPE und gemischte Kunststoffe aufzufangen. VIS überwacht die ausgehenden Rückstände und bietet MRF-Bedienern die Möglichkeit, die Materialzusammensetzung des ausgehenden Materials in Echtzeit und als Trend zu bestimmen sowie die Leistung zu messen und das System anzupassen, um die Rückgewinnung zu optimieren.

Vier Sortierroboter lernen, verschiedene Kunststofftypen zu erkennen, sie mit hoher Geschwindigkeit von Förderbändern mit gemischten Materialien zu entfernen und sie für die weitere Sortierung in geeigneten Kategorien abzulegen. „Automatisierung ist der nächste Schritt auf dem Weg zur technologischen Weiterentwicklung des Recyclings“, sagte Maurice Quillen, General Manager von Recology San Francisco, dem Betreiber von Recycle Central.

„Das Wunderbare an Recycle Central ist, dass weiterhin neueste Technologien eingesetzt werden, um mehr Materialien zu recyceln und gleichzeitig hochwertige Ballen sortierter Wertstoffe zu produzieren. Die Sortierroboter von Recycle Central werden für die Ausführung von schmutzigeren Arbeiten eingesetzt.“



© BHS

CRV PET. The other three monitor the plant's container line to boost recovery, capturing any remaining PET, HDPE and mixed plastics. VIS monitors the outbound residue, providing MRF operators with real-time and trending material composition of outbound material, allowing them to gage performance and adjust the system to optimize recovery.

Four robotic sorting machines are learning to identify different types of plastics, remove them from conveyor belts of mixed materials at rapid speed, and deposit them into appropriate categories for further sorting. "Automation is the next step toward technological advancement in recycling," said Maurice Quillen, General Manager of Recology San Francisco, the operating company that runs Recycle Central.

"The magic of Recycle Central continues to be people utilizing the latest technology to recycle more materials while producing high-quality bales of sorted recyclables. The robotic sorting machines at Recycle Central will be used to perform some of the dirtier jobs, and employee-owners will be assigned more technical positions, developing new skills needed to manage and maintain high-tech equipment," Quillen said.

"BHS has a longstanding relationship with Recology as a supplier of MRF systems and equipment," said BHS Sales Manager Richard Sweet. "We're thankful that they chose BHS and Max for this important technology upgrade, which is one that the company's employees and community stakeholders can be proud of. Max is a new technology that allows for new sorting achievements; by adding four Max units to the Recycle Central MRF, Recology continues to show that it's a company that truly cares about maximizing quality and recovery," Sweet continued.

Designed and constructed by Recology in partnership with The City of San Francisco, Recycle Central opened in 2002 and serves as key infrastructure in San Francisco's recycling program, widely recognized as a top program in North America. Recycle Central sorts approximately 750 tons of material every day over two shifts. It is the largest shipper of recycled paper on the West Coast and sends more than 30 shipping containers of recycled commodities six days a week to paper mills, glass plants and other manufacturers that purchase recycled materials to create new products.

Recology is no stranger to innovation. Getting to zero waste necessitates creative solutions for resource recovery. The ever-changing plastic packaging industry has created new and evolving obstacles for recovering valuable commodities like paper and cardboard while low-grade plastics, like candy wrappers and chip bags, still make their way to landfill. Recology investments in robotic sorting, machine learning, and other innovative technologies provide critical opportunities for development of domestic recycling infrastructure. Other strategies for achieving zero waste will include policies like single-use plastic bans and recycled content mandates. It will take the collective efforts of recyclers, policymakers, and manufacturers alike to achieve a world without waste.

Den Mitarbeitern werden mehr technisch orientierte Positionen zugewiesen, um neue Fähigkeiten zu entwickeln, die für die Verwaltung und Wartung von High-Tech-Geräten erforderlich sind", sagte Quillen.

„BHS unterhält als Lieferant von MRF-Systemen und -Anlagen eine langjährige Beziehung zu Recology“, sagte Richard Sweet, Vertriebsleiter von BHS. „Wir sind dankbar, dass sie BHS und Max für dieses wichtige Technologie-Upgrade ausgewählt haben, denn darauf können die Mitarbeiter des Unternehmens sowie die Interessensvertreter der Gemeinden stolz sein. Max ist eine neuartige Technologie, die neue Sortierleistungen ermöglicht. Durch die Erweiterung des Recycle Central MRF um vier Max-Einheiten zeigt Recology, dass sich das Unternehmen wirklich um die Maximierung von Qualität und Rückgewinnung bemüht“, fuhr Sweet fort.

Von Recology in Zusammenarbeit mit der Stadt San Francisco konstruiert und gebaut, wurde Recycle Central im Jahr 2002 eröffnet und dient als Schlüsselinfrastruktur im Recyclingprogramm von San Francisco, das in Nordamerika in breitem Maße als Top-Programm anerkannt ist. In zwei Schichten sortiert das Recycle Central täglich ungefähr 750 t

The magic of Recycle Central continues to be people utilizing the latest technology to recycle more materials

Material. Er ist der größte Versender von Recyclingpapier an der Westküste und verschickt an sechs Tagen der Woche mehr als 30 Versandcontainer mit recycelten Rohstoffen an Papierfabriken, Glasfabriken und andere Hersteller, die Recyclingmaterialien für die Herstellung neuer Produkte kaufen.

Innovation ist für Recology kein Fremdwort. Das Erreichen der Abfallfreiheit erfordert kreative Lösungen für die Wertstoffrückgewinnung. Die sich ständig wandelnde Kunststoffverpackungsindustrie hat neue und sich weiterentwickelnde Hindernisse für die Rückgewinnung wertvoller Güter wie Papier und Pappe geschaffen, während minderwertige Kunststoffe wie Bonbonpapier und Chipstüten immer noch auf der Mülldeponie landen. Recologys Investitionen in Robotersortierung, maschinelles Lernen und andere innovative Technologien bieten entscheidende Möglichkeiten für die Entwicklung der heimischen Recyclinginfrastruktur. Weitere Strategien zur Erreichung des Null-Abfall-Ziels umfassen Richtlinien, wie das Einwegverbot für Kunststoffe, sowie Auflagen für recycelte Inhaltsstoffe. Für eine Welt ohne Abfall bedarf es der gemeinsamen Anstrengungen von Recyclingunternehmen, politischen Entscheidungsträgern und Herstellern.

www.Recology.com

Variable

SENNEBOGEN Multi Line deployed at Metallverwertung München GmbH & Co. KG

Variabel

Einsatz für die SENNEBOGEN Multi Line bei der Metallverwertung München GmbH & Co. KG

Metallverwertung München (MVM) processes more than 10 000 t of cables and power lines a year. It sorts and chops the cables it receives in order to extract any reusable components such as precious metals and plastics.

Once they have been processed, the single-variety pellets are a valuable resource that can be fed back into the economic cycle. MVM extracts up to 4500 t of metal in this way annually. This is just one reason why MVM is classed as one of the leading cable recycling companies in Europe.

Johannes Würzberger, CEO of the family company founded in 1947, is clear: „We need a powerful, multi-functional machine for our sorting and loading activities. A machine that, on the one hand, can do the precise lifting of a telescopic handler, and, on the other hand, works like a traditional wheel loader and can load heavy metals and scrap.“ The SENNEBOGEN 355 E telehandler combines the best of both worlds – it is sturdy and stable like a telescopic handler but also strong and robust like a wheel loader. Thanks to the series standard SENNEBOGEN quick change system, the 355 E can be fitted with any equipment in a matter of seconds, whether that be a lifting fork, a bucket or a rotating clamping fork.

The elevating cab provides the perfect view for loading copper granulate. Die hochfahrbare Kabine sorgt für perfekte Sicht bei der Beladung von Kupfergranulat

Die Metallverwertung München (MVM) verarbeitet jährlich mehr als 10 000 t Kabel und Stromleitungen. Die angelieferten Kabel werden sortiert und zerkleinert, um daraus wiederverwertbare Bestandteile wie z. B. Edelmetalle und Kunststoffe zu gewinnen.

Nach der Aufbereitung wird das sortenreine Granulat als wertvoller Rohstoff in den Wirtschaftskreislauf zurückgeführt. Bis zu 4500 t Metalle werden somit jährlich von der MVM gewonnen. Nicht nur deswegen zählt die MVM zu den führenden Kabelrecycling-Unternehmen in Europa.

Für Johannes Würzberger, Geschäftsführer des 1947 gegründeten Familienunternehmens, steht fest: „Für unsere Sortier- und Verladetätigkeiten brauchen wir eine multifunktionale und kraftvolle Maschine, die einerseits präzise Hebearbeiten eines Teleskopstaplers und andererseits klassische Radlader-Arbeiten, wie das Verladen von schweren Metallen und Schrotten, ausführen kann.“ Der SENNEBOGEN Teleskoplader 355 E vereint das Beste aus beiden Welten: stabil und standsicher wie ein Teleskopstapler und stark und robust wie ein Radlader.

Dank des serienmäßigen hydraulischen SENNEBOGEN-Schnellwechselsystem ist der 355 E in Sekunden mit dem jeweils erforderlichen Anbaugerät ausgerüstet, sei es Hubgabel, Schaufel oder drehbare Klemmgabel. Nicht umsonst steht die SENNEBOGEN Multi Line für Multifunktionalität. Diese Flexibilität schätzt auch der Betriebsleiter der MVM, Mathias Kloo: „Das Anbaugerät muss täglich mehrmals gewechselt werden, um den abwechslungsreichen Arbeiten im Betrieb gerecht zu werden. Hier kommt es auf jede Minute an.“ Für den 355 E gibt es somit auf dem MVM-Gelände jede Menge zu tun, und wird auch gerne im Team mit zwei anderen SENNEBOGEN Umschlagbaggern zur Sortierung und Entwirrung der angelieferten Kabel eingesetzt.

Die im SENNEBOGEN Teleskoplader 355 E eingesetzte Z-Kinematik, bekannt aus der Radlader-Technik, spielt bei der Verladung von schweren Edelmetallen eine wichtige Rolle. „Durch die Z-Kinematik im Auslegerkopf hat die Maschine enorme Losbrechkräfte. Ich kann den 355 E daher auch für anspruchsvolle Verladungen von Schwermetallen einsetzen. Ein gewöhnlicher Teleskoplader würde das nicht schaffen



Credit/Quelle: SENNEBOGEN

▶ SENNEBOGEN machines working together to sort cables
Teamwork der SENNEBOGEN-Maschinen bei der Kabelsortierung

Credit/Quelle: SENNEBOGEN



It is not without reason that the SENNEBOGEN Multi Line is said to be multi-functional. Mathias Kloo, Operations Manager at MVM, also appreciates this flexibility: „The attachments have to be changed multiple times a day in order to properly execute the varied work we do. Every minute counts.“ There is a lot for the 355 E to do on the MVM site. It works alongside two other SENNEBOGEN material handlers to sort and untangle the cables that are received. The SENNEBOGEN 355 E telehandler’s Z kinematics, usually associated with wheel loader technology, play a key role in the loading of heavy precious metals. „The Z kinematics in the boom head give the machine very high breakaway torque. This means I can use the 355 E for the challenging task of loading heavy metals. Your typical telehandler cannot do this and I would usually need an additional wheel loader to do it. The 355 E is simply more powerful and I can use it to kill two birds with one stone,“ says Mathias Kloo. The machine’s robust steel construction, its powerful and reliable engine, and its steel reinforced tires are all ideally suited to the challenging tasks of industrial and recycling plants, and multi-shift operations. The unique elevating cab means that the operator has the work area quite literally in their sight e. g. when loading bulk goods into trucks using the bucket. With an eye level of 4.25 m, the operator has an optimum view of how the goods are spread out, and can, therefore, work more efficiently. Kloo adds: „The view from the SENNEBOGEN 355 E is unique. The elevating cab provides a true all-round view and the operator is much safer than they would be in a competitor’s machine. In my view it is the best machine in the world – strong, agile, flexible and reliable.“

und ich bräuchte dafür zusätzlich einen Radlader. Der 355 E hat einfach mehr Power und ich schlage somit zwei Fliegen mit einer Klappe“, meint Mathias Kloo. Der robuste Stahlbau der Maschine, der kraftvolle, zuverlässige Motor und die stahlverstärkte Bereifung sind ideale Voraussetzungen für die herausfordernden Aufgaben in Industrie- und Recyclinganlagen – auch im Mehrschichtbetrieb. Durch die einzigartige hochfahrbare Kabine hat der Fahrer zusätzlich seinen Arbeitsbereich, z. B. bei der Schüttgutbeladung mit der Schaufel in den LKW, im wahrsten Sinne des Wortes im Blick. Auf 4,25 m Augenhöhe sieht der Fahrer bestens wie sich das Schüttgut verteilt und kann somit effizienter arbeiten. Kloo ergänzt: „Die Sicht aus dem SENNEBOGEN 355 E ist einmalig. Die hochfahrbare Multicab sorgt für einen echten Rundumblick und bietet dem Fahrer viel mehr Arbeitssicherheit als andere Wettbewerber. Für mich ist es die weltbeste Maschine – stark, wendig, flexibel und zuverlässig.“

▶ Thanks to the telescopic boom, bulk goods can be piled up particularly high
Dank des Teleskopauslegers kann das Schüttgut entsprechend hoch aufgehäuft werden

Credit/Quelle: SENNEBOGEN



▶ The SENNEBOGEN 355 E can also be used for loading heavy metals
Der SENNEBOGEN 355 E kann auch für Verladungen von Schwermetallen eingesetzt werden

Credit/Quelle: SENNEBOGEN



“Without a doubt, it’s paid off”

Magnet and sensor-based processing technology for incineration bottom ash

„Das hat sich bezahlt gemacht, gar keine Frage“

Magnet- und Sensoraufbereitungstechnik für Müllverbrennungsasche

STORK is celebrating its 25th anniversary in 2019 and adding state-of-the-art magnet and sensor-based processing technology for incineration bottom ash to its Leipzig site. Given the company’s aim to recover metals and return them to the economic cycle, after five collaborative plants, the decision has now been made to construct the first plant equipped by sorting specialist STEINERT alone. It is fitting that, as STORK celebrates its 25th anniversary, STEINERT is supplying the company with the 25th non-ferrous metal separator.

2019 feiert STORK 25-jähriges Firmenbestehen und erweitert den Standort Leipzig um modernste Magnet- und Sensoraufbereitungstechnik für Müllverbrennungsasche. Vor dem Hintergrund der Rückgewinnung von Metallen und deren Rückführung in den Wirtschaftskreislauf entschied man sich nach fünf gemeinsamen Anlagen, nun die erste komplett vom Sortierspezialisten STEINERT ausrüsten zu lassen. Passend zum Jubiläum „25 Jahre STORK“ liefert STEINERT so den 25. Nichteisenmetallscheider an STORK.

With an annual capacity of 250 000 t of mineral waste from waste incineration plants and a throughput of 140 t/h, the plant is the largest of its kind in the Leipzig economic area. 11 STEINERT machines facilitate effective metal recovery in the form of a non-ferrous metal concentrate in grain sizes of 2 mm and larger. This is then separated further in a sink/float procedure. As well as mature magnet technology, seven non-ferrous metal separators and sensor-based sorting technology is used in this process. But innovative technology alone isn’t the solution.

Mit einer Jahreskapazität von 250 000 t mineralischer Abfälle aus Müllverbrennungsanlagen und 140 t Durchsatz pro Stunde gehört die Anlage zu den größten im Wirtschaftsraum Leipzig. 11 STEINERT-Maschinen ermöglichen eine effektive Metallrückgewinnung in Form eines Nichteisenmetallkonzentrats in Korngrößen ab 2 mm, das anschließend im Schwimm-/Sink-Verfahren weiter separiert wird. Dabei kommen neben der ausgereiften Magnettechnik, 7 NE-Scheider und Sensorsortiertechnik zum Einsatz. Doch innovative Technik allein ist nicht die Lösung.

Bernhard Stork has been using STEINERT technology for 15 years
Bernhard Stork setzt seit 15 Jahren auf STEINERT Technologie

According to Stork, “STEINERT has recognised that we are a special kind of partner – and we see that.” “Of course, we don’t always agree but their guys get on with my guys. This then automatically boosts business, something which isn’t the case with many other companies.”

The two companies have been working together for

„Was man auch sagen muss, dass STEINERT erkannt hat, dass wir ein besonderer Partner sind – das merken wir“, so Stork. „Klar sind wir nicht immer einer Meinung, aber deren Jungs können mit meinen Jungs. Das beflügelt dann automatisch das Geschäft und ist bei vielen anderen nicht so.“

Beide Firmen blicken auf eine 15-jährige Zusammenarbeit, bei der man viel voneinander lernen konnte und STORK wurde auf dem Weg vom Schlackezum Metallaufbereiter von Steinert begleitet. „Wir haben Ende der 1990er mit Brechanlagen, Siebanlagen, Windsichter und mit einem NE-Scheider mehr schlecht als recht angefangen, uns mit Metallen zu beschäftigen.“ Nach vielen Umbauten hat STORK begonnen, mit STEINERT zusammen zu arbeiten „und dann haben wir natürlich gelernt, dass da mehr drin steckt und eine zweite Anlage gebaut“, der später eine der ersten sensorgestützten Anlagen für Edelstahlrecycling folgen sollte. 21 t Aluminium und 4 t Kupfer gewinnt man mittlerweile täglich aus der Schlacke. „Trotzdem sind wir dabei wirklich noch am Anfang. Es hat sich in den letzten zehn Jahren viel getan, da ist noch ein gigantisches Potential drin. Bei uns wird definitiv noch viel passieren.“ Tatsächlich scheint eine steigende Nachfrage nach Metallen unausweichlich. Hochrechnungen gehen von einer Verdopplung oder



© Steinert

15 years. During this time, STORK and STEINERT have been able to learn a lot from one another and STORK has become a slag and metal recovery specialist. “We started to get into metals at the end of the 1990s with crushers, screening units, air separators and one non-ferrous metal separator as best we could.” After many modifications, they started to work with STEINERT. Stork adds, “and then of course we learnt that there is more inside than we realised and we built a second plant,” later adding one of the first sensor-based plants for recycling stainless steel. Now, STORK recovers 21 t of aluminium and 4 t of copper a day from slag. “But despite that, we’re still just getting started. There has been great progress over the last ten years but there is still massive untapped potential. We definitely expect a lot to change.” In fact, growing demand for metals seems to be inevitable. Projections are forecasting a doubling or in some cases tripling of demand for metals by 2050. To reduce the resultant impact on the environment, especially in the form of greenhouse gas emissions, recovering metals from ash is just one of the many aspects being discussed in finding a solution to this dilemma.

For STEINERT, close collaborations and support are essential elements of the company philosophy, from which all parties benefit. For example, the two companies spent a lot of time working together to program new sensor systems, but also important impulses were given which proved valuable when implementing scrapers designed specifically for ash systems. “Especially at the start, we got huge amounts of test material from STEINERT and this gave us totally different approaches to tackling problems. We learnt an awful lot during that time and without a doubt, it’s paid off. It was the right thing to do.” The company still sends staff on STEINERT training courses and to the STEINERT test centre to learn more about the latest innovations and applications.

“We are thinking long-term”

With great foresight, STORK gained approval for mobile plants for processing slag and ash in 1997, meaning that they could plan a major investment in Leipzig with just a minor approval process. Therefore, just in time for the anniversary year, STORK has opened its third plant in Leipzig for processing ash and slag – the third largest after Berlin and Magdeburg – and for the first time ever, has only used STEINERT



© Steinert

STEINERT EddyC family

The design of STEINERT EddyC combines both tried-and-tested and innovative elements in the separation of non-ferrous metals.

- ▶ Eccentrically mounted magnetic pole system
- ▶ Self-supporting frame construction for rapid belt replacement
- ▶ Grain sizes of 0.5 to 40 mm
- ▶ Fine pole system with maximum change in polarity at a rotation speed of 4000 rpm
- ▶ Horizontally and vertically adjustable splitter blade

STEINERT EddyC-Familie

In der Abtrennung von Nichteisenmetallen verbindet das STEINERT EddyC-Design Bewährtes mit Innovation.

- ▶ Exzentrisch gelagertes Magnetpolssystem
- ▶ Freitragende Rahmenkonstruktion für schnelle Bandwechsel
- ▶ 0,5 bis 40 mm Korngröße
- ▶ Feinpolsystem mit maximalen Polwechseln bei einer Drehzahl von 4.000 U/min
- ▶ Horizontal und vertikal verstellbarer Messertrennscheitel

▲ The incineration bottom ash awaiting sorting comes from a regional waste incineration plant. Die zu sortierende Müllverbrennungssasche stammt aus einer regionalen Müllverbrennungsanlage



© Steinert

For its latest plant, **STORK is using STEINERT technology alone**

Für die neueste Anlage setzt STORK ausschließlich auf STEINERT-Technologie

technology in its process. “Taking account of the experience we have gained from five collaborative plants, we decided to construct the new one with STEINERT alone.” This will ensure cost-effective and efficient recovery of non-ferrous metals using eddy-current technology and of stainless steel using sensor-based sorting technology.

The foundations for the next 25 years of company success have been laid and new challenges are already in sight. “For me it’s hard to imagine ever not investing in this vision,” and in these new areas of work STEINERT, with its 130-year history of developing innovative technologies, and its international subsidiaries will be a reliable partner and will always be able to offer a solution thanks to its magnet and sensor sorting technology in waste and metal recycling as well as mining.

www.steinert.de

STEINERT ISS family

The STEINERT ISS induction sorting system is the perfect addition to magnetic sorting and eddy-current separation for recovering residual metals from a mix of materials.

- ▶ Proven technology for separating all metals
- ▶ Two sensor types with different resolutions to adapt to your specific scenario
- ▶ Grain size of 1 to 200 mm

teilweise sogar Verdreifachung der Nachfrage von Metallen bis 2050 aus. Um die daraus resultierenden Umweltauswirkungen, besonders in Form von Treibhausgasemissionen, zu verringern, ist das Rückgewinnen der Metalle aus Asche eine von vielen Facetten bei der Lösungsfindung aus diesem Dilemma.

Eine enge Zusammenarbeit und Unterstützung ist für STEINERT ein essentieller Bestandteil der Firmenphilosophie, von der alle Seiten profitieren. So hat man viel Zeit bei der Programmierung neuer Sensoranlagen miteinander verbracht, aber erhielt auch wichtige Impulse für die Umsetzung von Abstreifern speziell für Ascheanlagen, die so realisiert werden konnten. „Besonders zu Beginn haben wir extrem viel Testmaterial von STEINERT bekommen und dadurch ein ganz anderes Gefühl bekommen, wie man rangehen sollte. Das war eine sehr lehrreiche Zeit und hat sich bezahlt gemacht, gar keine Frage – das war der richtige Weg.“ Heute noch besucht man Lehrgänge und das Testcenter von STEINERT, um sich über die neuesten Innovationen und Anwendungen zu informieren.

„Wir denken langfristig“

In kluger Voraussicht hat man schon 1997 mobile Anlagen zur Aufbereitung von Schlacken und Aschen mit genehmigen lassen und dadurch jetzt mit einem kleinen Genehmigungsverfahren auch in Leipzig eine Großinvestition planen können. Pünktlich zum Jubiläum eröffnete STORK so in Leipzig seine dritte Anlage zur Aufbereitung von Aschen und Schlacken – der drittgrößten nach Berlin und Magdeburg – und setzte dabei zum ersten Mal in ihrem Prozess ausschließlich auf STEINERT-Technologie. „Wir haben uns auf die Erfahrungen aus fünf gemeinsamen Anlagen gestützt und entschieden, die Anlage komplett mit STEINERT zu bauen.“ So kann eine wirtschaftliche und effiziente Rückgewinnung von Nichteisenmetallen durch Wirbelstromtechnik, sowie Edelstahl durch Sensorsortiertechnik gewährleistet werden.

Die Voraussetzungen für weitere 25 Jahre erfolgreiche Firmengeschichte sind gelegt und neue Herausforderungen hat man bereits im Blick. „Für mich ist nicht abzusehen, dass ich jemals aufhören sollte, in diese Vision zu investieren“, und auch auf diesen Wegen wird STEINERT mit 130-jähriger Tradition in der Entwicklung innovativer Technologien und seinen internationalen Tochtergesellschaften ein verlässlicher Partner sein und mit Magnet- und Sensorsortierung im Abfall- und Metallrecycling sowie Bergbau immer eine Lösung bieten.

STEINERT ISS-Familie

Das Induktionssortiersystem STEINERT ISS ist die perfekte Erweiterung zur Magnetsortierung und zur Wirbelstromscheidung, um auch die restlichen Metalle aus einem Materialgemisch zurückzugewinnen.

- ▶ Bewährte Technologie zur Allmetallscheidung
- ▶ Zwei Sensortypen mit verschiedenen Auflösungen zur Anpassung an den Einsatzfall
- ▶ 1 bis 200 mm Korngröße



© Eriez

Efficient Recycling

Eriez stake in sustainability

▲ ECS after overband
ECS nach dem
Überbandmagneten

Effizientes Recycling

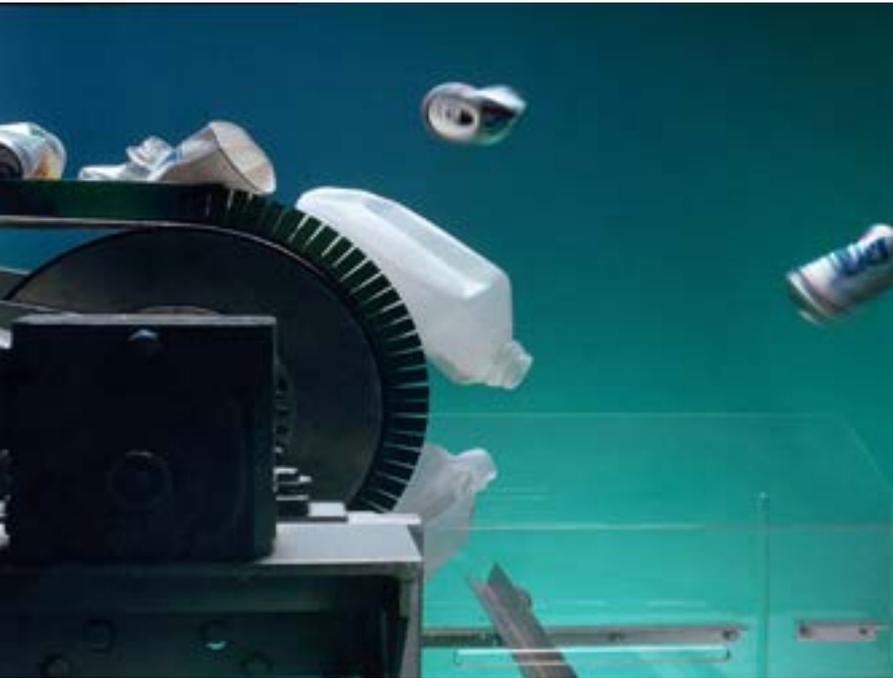
Eriez setzt auf Nachhaltigkeit

With the ever-increasing interest in recycling methods due to our current inundation with pollutants, namely single use plastics, global pressure is now on to find a more sustainable method of existence.

The time sensitivity of this call to action is where Eriez Europe, with its recycling solutions, sees itself as a strategic player. Such solutions are vital when striving to rebalance the consumption of finite resources and the pollution of the ecosystem. It's not just the recent announcement of the UK's Environment Bill on October 15, 2019, the whole world has turned its focus to the prevention of climate melt-down.

Angesichts des zunehmenden Interesses an Recyclingmethoden, das auf die derzeitige Schadstoffschwemme aus Einwegplastik zurückzuführen ist, wächst der globale Druck, eine nachhaltigere Lebensweise zu finden.

Die zeitliche Dringlichkeit dieser Aufforderung zum Handeln macht Eriez Europe mit seinen Recyclinglösungen zum strategischen Akteur. Solche Lösungen sind von entscheidender Bedeutung, wenn es darum geht, den Verbrauch begrenzter Ressourcen und die Verschmutzung des Ökosystems wieder ins Gleichgewicht zu bringen. Dabei geht es nicht nur um die jüngste Bekanntmachung des britischen Umweltgesetzes vom 15. Oktober 2019, weltweit



ESC in action ▲ Supermarkets are currently under instruction to change their approach to single use packaging, many businesses are trialling plastic bag-free stores and restaurants and bars are soon to be fined for providing plastic straws to patrons. These are just a few examples of the single use plastics that are contributing to a soon irreparable level of damage to our planet, illustrating why we are in vital need of smart recycling technologies to alleviate this urgent situation. Not unlike further afield, the UK government has voiced its pledge to restructuring recycling procedure, with the Environment Secretary calling for “simplified recycling across local authorities” where waste cannot be avoided.

Being situated just outside the Welsh capital, Eriez Europe is already highly familiar with the UK government’s renewed commitment to “[ensuring] producer responsibility and a consistent approach to recycling”. In terms of recycling rates, Wales is

The driving force to process waste internally is a reduction of costs

proudly taking the lead in the UK, with more than 50 % of municipal waste being recycled. However, it is a little-known fact that Wales stands just behind Germany for the percentage of municipal waste recycled in Europe – and Wales is ranked third on a worldwide stage, remarkable when taking in to consideration the size and resources of the nation. This goes a long way in substantiating the sustainability ethos embedded within Welsh government, community and industry. Presently, the Welsh government is moving towards a goal of “70 % of all waste to be recycled”.

ist der Fokus darauf gerichtet, einen Klimakollaps zu verhindern.

Supermärkte werden derzeit angewiesen, ihr Konzept der Einwegverpackungen zu ändern. Viele Unternehmen testen plastiktütenfreie Geschäfte, und Restaurants und Bars werden bald dafür bestraft, wenn sie Gästen Plastikstrohhalm anbieten. Dies sind nur einige Beispiele für Produkte aus Einwegplastik, die zu einem bald irreparablen Schaden auf unserem Planeten beitragen – was zeigt, warum wir intelligente Recyclingtechnologien benötigen, um diese dringliche Lage bewältigen zu können. Ähnlich wie in anderen Ländern hat die britische Regierung versprochen, Recyclingverfahren neu zu organisieren, wobei der Umweltminister ein „vereinfachtes Recycling für Kommunen“ forderte, wenn Abfall nicht zu vermeiden ist. Eriez Europe, die ihren Sitz etwas außerhalb der walisischen Hauptstadt haben, ist mit der erneuten Verpflichtung der britischen Regierung zur „[Gewährleistung] der Herstellerverantwortung und der konsequenten Herangehensweise an das Recycling bestens vertraut.“ In Bezug auf die Recyclingquoten liegt Wales in Großbritannien an der Spitze. Mehr als 50 % der Siedlungsabfälle werden recycelt. Wenig bekannt ist jedoch, dass Wales in Bezug auf den Anteil der in Europa recycelten Siedlungsabfälle knapp hinter Deutschland liegt – weltweit steht Wales sogar an dritter Stelle. Dies ist angesichts der Größe und der Ressourcen der Nation bemerkenswert und trägt dazu bei, das Nachhaltigkeitsethos der walisischen Regierung, der Gemeinden und der Industrie zu untermauern. Gegenwärtig strebt die walisische Regierung das Ziel an, „70 % aller Abfälle zu recyceln“. Die Stellung von Eriez Europe als einziger Hersteller von Magnetabscheidern in Wales mit speziellen Recycling-Lösungen verschafft dem Unternehmen einen einzigartigen Zugang zu einer Fülle lokalen Know-hows. Dieses Verständnis der Recyclingbranche ist auch in der Gründung des neu eröffneten Recyclingzentrums von Eriez Europe verankert, das Kunden aller Branchen die Möglichkeit bietet, die von Eriez-Geräten erzielten Ergebnisse zu sehen, bevor sie eine Investition tätigen. Allein in diesem Jahr wurden knapp 50 ECS-Maschinen verkauft, viele davon an Unternehmen vor Ort. Dies könnte der Tatsache geschuldet sein, dass die örtlichen Behörden in den letzten Jahren damit begonnen haben, das Recycling zunehmend selbst in die Hand zu nehmen. Einige dieser Behörden im Vereinigten Königreich haben sich für den ECS von Eriez Europe zur Erfüllung dieser Aufgabe entschieden. Vordergründig gesehen, ist die Kostensenkung die treibende Kraft dafür, Abfälle intern zu beseitigen, anstatt sie an Auftragnehmer auszulagern. Entscheidender mag jedoch sein, dass diese Verlagerung den lokalen Behörden mehr Autonomie in Bezug auf Recyclingquoten und Gesamtqualität verleiht, was unter dem zunehmenden Druck der Regierung, die Recyclingstatistik zu verbessern, besonders relevant ist. Wales sammelt derzeit ungefähr 50 % seines gesamten Trockenrecyclings über Sortiersammelsystem am Straßenrand, um den Verschmutzungsgrad niedrig zu halten. Allerdings wird auf Recyclingtechnologien wie den ECS zurückgegriffen,

Eriez Europe's position as the only magnetic separation manufacturer within Wales, with dedicated recycling solutions, gives the company unique access to a wealth of local knowledge. This understanding of the recycling industry is also rooted in the foundation of Eriez Europe's newly opened Recycling centre, giving customers from all industries the opportunity to see the results achieved by Eriez equipment before investing. Just under 50 ECS machines have been purchased this year alone, many of these to local companies. This could be attributed to the fact that increasingly over the past few years local authorities have started bringing recycling in-house, a number of these throughout the wider UK choosing Eriez Europe's ECS to fulfil this task.

On a surface level, the driving force behind this move to process waste internally is a reduction of costs instead of outsourcing to contractors. However, perhaps more crucially, this shift hands more autonomy to local authorities over recycling quotas and overall quality; particularly relevant under increased pressure from government to improve recycling statistics. Wales currently collects approximately 50 % of all its dry recycling via the kerbside "sort collection system", which is a valuable method of keeping contamination levels low. However recycling technologies like the ECS are relied upon to ensure effective removal of contaminants from recyclable materials.

According to recent reports, PET is the most commonly used and easily recycled plastic due to its airtight and rigid, yet flexible, properties which make it particularly suitable for use in the food and drink industry. Eriez Europe manufactures an expert module for separating PET flake from metal contaminants before it is reformed in to greener packaging. This specialised ECS has an ultra-thin belt to allow the material maximum interaction with the magnetic field, an adapted nose and splitter to ensure maximum degree of separation and other unique design features. The local demand for powerful recycling technologies, in combination with targets set by Welsh authorities to improve performance, indicates the possibility of Wales soon overtaking Germany in terms of recycling prowess.

Alongside the Eddy Current Separator, Eriez Europe boasts a wide range of magnetic separation and metal detection products which all take a unique part in recycling processes. This includes the suspended over-band magnet which is frequently used in recycling applications to remove ferrous before it reaches the ECS, a key step in separating materials down in to specific groups to ensure effective recycling.

um eine effektive Entfernung von Verschmutzungen aus wiederverwertbaren Materialien zu gewährleisten. Jüngsten Berichten zufolge ist PET aufgrund seiner luftdichten und starren, aber dennoch flexiblen Eigenschaften der am häufigsten verwendete und am problemlosesten zu recycelnde Kunststoff, der sich besonders für die Lebensmittel- und Getränkeindustrie eignet. Eriez Europe fertigt ein Spezialmodul zur Trennung von PET-Flocken von metallischen Verunreinigungen, bevor die Flocken zu umweltfreundlicheren Verpackungen verarbeitet werden. Dieser spezialisierte ECS verfügt über ein ultradünnes Band, das dem Material eine maximale Interaktion mit dem Magnetfeld ermöglicht, sowie über ein angepasstes Bug und einen Splitter, um ein Höchstmaß an Trennung und andere einzigartige Konstruktionsmerkmale zu gewährleisten. Die lokale Nachfrage nach leistungsstarken Recyclingtechnologien in Kombination mit den von den walisischen Behörden festgelegten Zielen zur Leistungsverbesserung deutet darauf hin, dass Wales Deutschland in puncto Recyclingleistung bald überholen könnte.

Neben dem Wirbelstromabscheider verfügt Eriez Europe über eine breite Palette an Produkten für die magnetische Abscheidung und Metaldetektion, die alle eine einzigartige Rolle bei Recyclingprozessen spielen. Dazu gehört der hängend angebrachte Überbandmagnetabscheider, der häufig bei Recyclinganwendungen zum Entfernen von Eisen verwendet wird, bevor dieses den ECS erreicht. Dies ist ein wichtiger Schritt bei der Aufteilung von Materialien in bestimmte Gruppen, um ein effektives Recycling zu gewährleisten.

GOUDSMIT
MAGNETICS

Recycling & Recovery



Eddy current magnetic separators separate ferrous and non-ferrous metals from large bulk and waste flows. New technologies result in even higher yields.

THE E-TEAM

OUR GREEN RECYCLING DUO



MOVE
BIG
THINGS



Telehandler
5,5 t

Balancer
130-300 t

Material Handling
17-420 t

Duty Cycle Crane
13,5-300 t

Crawler Crane
50-300 t

Telescopic Crane
16-130 t

Mobile Harbour Crane
300 t

Alfred Endl

SENNEBOGEN
Maschinenfabrik GmbH
94315 Straubing, Germany
alfred.endl@sennebogen.de

SENNEBOGEN

