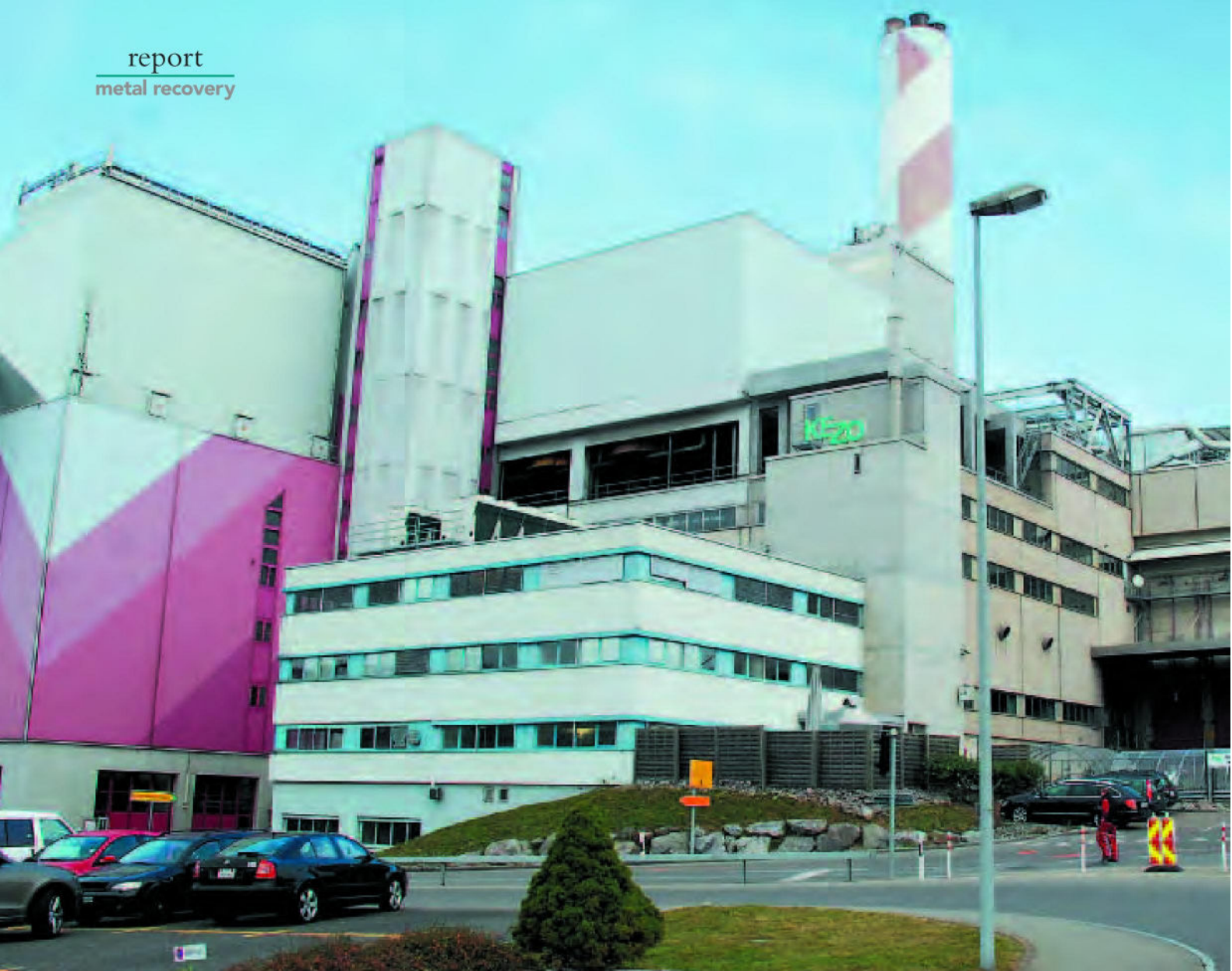




“We call it thermo-recycling”

- Up to around five years ago, KEZO – Kehrichtverwertung Zürcher Oberland – based in Hinwil, not far from Zürich, was an ordinary waste recycler with conventional waste incineration plants. A total of three furnace lines are in operation here. Now two furnace lines are running with a completely new discharge process for the bottom ash.

„Wir nennen es Thermo-Recycling“

- KEZO – Kehrichtverwertung Zürcher Oberland – unweit von Zürich in Hinwil ansässig, war bis vor ca. fünf Jahren ein ganz normaler Müllrecycler mit herkömmlichen Müllverbrennungsanlagen. Insgesamt drei Ofenlinien sind hier in Betrieb. Jetzt laufen zwei Ofenlinien mit einem völlig neuen Schlackeaustragsverfahren.

KEZO, the waste management authority founded in 1961, has a catchment area covering 38 communities with around 322 000 inhabitants. Every year around 200 000 t waste including sewage sludge are

Der 1961 gegründete Zweckverband KEZO hat ein Einzugsgebiet von 38 Gemeinden mit rund 322 000 Einwohnern. Pro Jahr fallen ca. 200 000 t Müll inklusive Klärschlamm an. In den letzten 10 bis 15

1

View of KEZO –
Kehrichtverwertung
Zürcher Oberland

Blick auf KEZO –
Kehrichtverwertung
Zürcher Oberland

Photo/Foto: Marvin Klostermeier



produced. In the last 10 to 15 years, the share of household waste has fallen substantially while the share of industrial and commercial waste has shown a considerable increase. In percentage terms, the total waste volume is divided into 41 % household waste, 49 % industrial and commercial waste (+ waste from Germany) and 10 % sewage sludge. The main products of a waste incineration plant are power and heat, which are then fed into public networks or supplied to individual users (heat supply). The thermal decomposition of the waste leaves both mineral and metal residues. In wet processing, these ashes or slag are discharged directly into a water bath, which also serves as a barrier layer to maintain the negative pressure in the furnace. As a result of the wet discharge, a wide range of chemical reactions takes place in the ashes. For instance, small aluminium beads, residue from the incineration of composite packaging, react with water to form aluminium hydroxide; released hydrogen bonds with the nitrogen, giving off a strong smell of ammonia. Even the mineral materials, some of which become hydraulically active during the incineration process, react

Jahren haben dabei der Anteil an Hausmüll deutlich ab- und der Anteil an Industrie- und Gewerbemüll deutlich zugenommen. Prozentual teilt sich die Gesamtmüllmenge in 41 % Hausmüll, 49 % Industrie- und Gewerbemüll (+ Müll aus Deutschland) und 10 % Klärschlamm auf. Haupterzeugnisse einer Müllverbrennungsanlage sind Strom und Wärme, die dann in öffentliche Netze bzw. auch an einzelne Nutzer (Wärmeversorgung) abgegeben wird.

Bei der thermischen Zersetzung des Mülls bleiben sowohl mineralische als auch metallische Reststoffe zurück. Bei der Nassaufbereitung werden diese Aschen bzw. Schlacken direkt in ein Wasserbad ausgetragen, das auch als Sperrschicht zur Erhaltung des Unterdruckes im Ofen dient. Durch den Nassaustrag finden in der Schlacke die unterschiedlichsten chemischen Reaktionen statt. Beispielsweise reagieren die kleinen Aluminiumkügelchen, als Verbrennungsrückstand der Verbundverpackungen, mit Wasser zu Aluminiumhydroxid; der frei werdende Wasserstoff verbindet sich mit Stickstoff, was als starker Ammoniakgeruch wahrgenommen wird. Auch die mineralischen, durch die Verbrennung z. T. hydraulisch aktiven Stoffe reagieren mit Wasser und bilden eine zementöse Paste, aus der nur durch Wasch- und Trocknungsprozesse die enthaltenen feinen und wertvollen Metalle wieder gewonnen werden können, was einen erheblichen Mehraufwand und Energieverbrauch mit sich bringt. Bild 3a links zeigt Schlacken aus dem Nassaustrag. Durch das Abschrecken der Schlacke kommt es außerdem noch zur Entwicklung von Wasserdampf im Verbrennungsraum, was zu Anbackungen im Ofen führen kann. Zudem erhält man durch einen Wassergehalt von ca. 20 % eine entsprechend größere Menge an Schlacke.

Der Geschäftsführer der KEZO, Daniel Böni, hatte mit seinem Team eine revolutionäre Idee für die Wiedergewinnung von Wertstoffen aus den Verbrennungsrückständen. Den eigentlichen Anstoß für dieses Entwicklungsprojekt gab die Idee, die Gesamtmenge der entstehenden Schlacke zu reduzieren und die Schlackenqualität zu verbessern. Bei der Verbrennung von einer Tonne Müll entstehen rund 200 kg Schlacke.

Around 200 000 t waste including sewage sludge are produced in KEZO's catchment area every year

Aber gerade bei der Verbrennung von Elektronikschrott und Verbundstoffen entstehen kleine Metallkügelchen, z. B. aus Aluminium, Zinn, Zink, Blei, Silber und auch Gold, deren Recycling einen wertvollen Rohstoff und deren Deponierung umwelttechnische Probleme mit sich bringen kann. Die Metalle müssen für die weitere Verwendung bzw. Deponierung entfernt werden, da sonst eine Schwermetallbelastung der Umwelt gegeben ist. Trotz Prozessoptimierung kam man bei KEZO mit dem Feuchtegehalt der Schlacke



2 a & b ▲
Waste handling at KEZO

Müllhandling bei KEZO

Photos/Fotos:
Marvin Klostermeier

with water to form a cementitious paste, from which the fine and precious metals contained can only be recovered by means of washing and drying processes, incurring considerable extra cost and energy consumption. **Fig. 3a left** shows ashes from a wet discharge process. The quenching of the slag also leads to water vapour forming in the combustion chamber, which can result in slagging inside the furnace. In addition, with a water content of around 20 %, a corresponding large quantity of slag is obtained.

Managing Director at KEZO, Daniel Böni, and his

A simple idea: reducing the total volume of ashes formed and improving the ash quality

team came up with a revolutionary idea for the recovery of recyclables from the incineration residues. The real trigger for this development project was the idea of reducing the total volume of ashes formed and improving the ash quality. During the incineration of one tonne of waste, around 200 kg ashes are formed. But particularly during the incineration of waste electronics and composites, small metal beads are formed,

beim Nassaustrag nicht unter 16 %. Aus diesem Grund wurde über einen trockenen Austrag der Schlacke nachgedacht. Der Vorteil des trockenen Austrags besteht vor allem darin, dass die Schlacke wie ein ganz normales Schüttgut behandelt, d.h. gesiebt und sortiert bzw. getrennt werden kann.

Bild 5 zeigt das Verfahrensschema für den trockenen Austrag. Die als Rückstand bei der Müllverwertung entstehende Schlacke fällt nach der Schlackenwalze auf eine Prallplatte und wird weiter zerkleinert. Vor dem Klappensystem, das den Luftstrom durch die Anlage reduziert, befindet sich eine Sprengeranlage, um im Bedarfsfall noch brennende Stücke ablöschen zu können. Der Austrag erfolgt über eine Vibrorinne von AViTEQ. Das Austragssystem wurde speziell für den erstmals umgesetzten trockenen Austrag in der Müllverwertungsanlage KEZO von der Firma AViTEQ gemeinsam mit Daniel Böni und seinem Team entwickelt und von AViTEQ

konstruiert und gebaut. Die Schlackeförderung musste hohen Temperaturen – die Vibrorinne ist für Temperaturen bis 400 °C ausgelegt – sowie der Belastung durch Staub- und Schmutz standhalten können. Die zuverlässige und robuste Auslegung der Rinne stand für AViTEQ im Vordergrund, da es den Betreiber zwischen 50 000 und 60 000 CHF kostet, wenn die Anlage einen Tag still steht.



for example, from aluminium, tin, zinc, lead, silver and even gold. Recycling these metal beads can yield a valuable resource whereas landfilling them causes environmental problems. The metals have to be removed for further use or landfilling, as otherwise this can lead to a heavy metal contamination of the environment. Despite process optimization, KEZO could not get the moisture content of the wet discharged ashes below 16%. For this reason, they started thinking about dry discharge of the ashes. The key advantage of dry discharge is that the ashes can be treated like standard bulk solids, i.e. screened and sorted or separated. **Fig. 5** shows the process diagram for dry discharge. The bottom ash formed as residue during waste treatment passes an ash drum and falls onto a baffle plate and is comminuted further. In front of the system of flaps, which reduces the flow of air through the system, is a sprinkler system to quench any burning embers if necessary. The ash is discharged on a vibro-conveyor supplied by AViTEQ. The discharge system was specially developed for the first dry discharge realized at the KEZO waste treatment plant by AViTEQ working in cooperation with Daniel Böni and his team and then designed and built by AViTEQ. The ash handling has to withstand high temperatures – the vibroconveyor is designed for temperatures to 400 °C – as well as any dust and dirt nuisance. The reliable and rugged design of the conveyor was the



3a
Comparison of metal residue from wet and dry discharge
Vergleich Metallrückstände Nass- und Trockenaustrag



3b
Metal residue separated from the dry discharge
Aussortierte Metallrückstände aus dem Trockenaustrag
Photos/Fotos (2): KEZO



4 ▶
AVITEQ vibrating conveyor
for ash processing
Eingehauste Vibrorinne
von AVITEQ

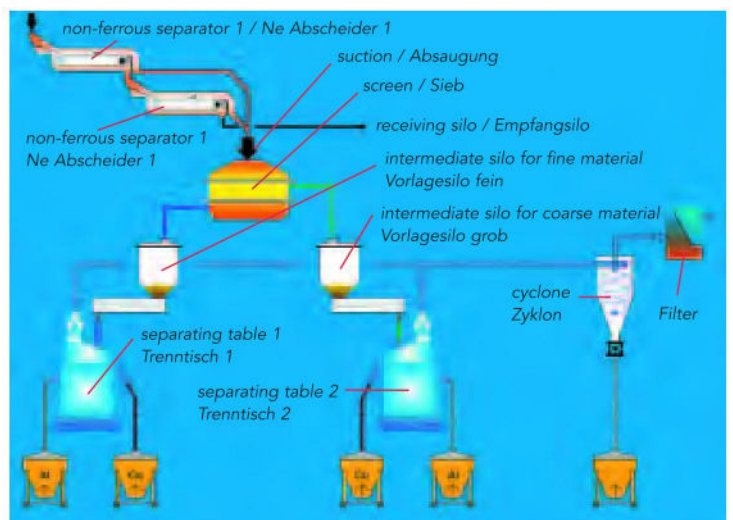
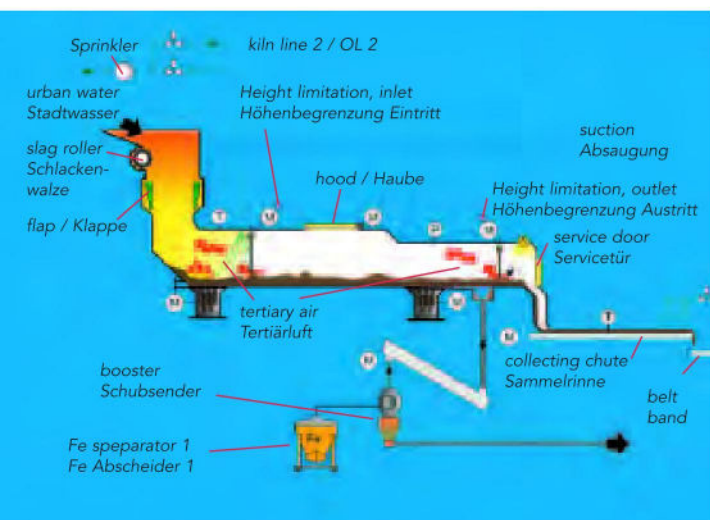
Photos/Fotos:
Marvin Klostermeier

priority for AViTEQ, as one day of plant downtime costs the operator between 50 000 and 60 000 CHF. The ash discharge is monitored with a camera and has a 2-way diverter for the removal of the material in an emergency. Any pieces that are too big can be removed with an electrically moved hood. The ashes are air-cooled during discharge with the tertiary air, which is an additional process variable introduced with dry discharge. The total air content is not increased, but the secondary air is reduced by the same amount of tertiary air. Before the tertiary air participates in the combustion process, as well as for cooling, it is used to support the afterburning of organic components in the ashes – with dry discharge, the organic components make up $< 0.3\%$ of the ashes – and air sifting of the ashes. Micro ash components from the air sifting process are returned to the furnace. The vibroconveyor transports the crushed ashes at the end of the discharge to an

Der Schlackeaustrag ist kameraüberwacht und besitzt eine 2-Wege-Weiche für die Ausschleusung des Materials im Notfall. Zu große Teile können über eine elektrisch verfahrbare Haube entnommen werden. Die Schlacke wird während des Austrags von der Tertiärluft gekühlt, die beim trockenen Austrag als weitere Prozessgröße hinzukommt. Dabei wird die Gesamtluftmenge nicht erhöht, sondern die Sekundärluft um den Betrag der Tertiärluft reduziert. Bevor die Tertiärluft dann am Verbrennungsprozess teilnimmt, dient sie neben der Kühlung der Nachverbrennung organischer Bestandteile im Schlackenaustrag – der Anteil organischer Bestandteile in der Schlacke beim Trockenaustrag beträgt $< 0,3\%$ – sowie der Sichtung der Schlacke. Bei letzterer werden sehr feine Schlackebestandteile wieder zurück in den Ofen geführt. Die Vibrorinne befördert die gebrochene Schlacke am Ende des Austrages zu einem Sieb von AViTEQ, das das Überkorn $> 5\text{ mm}$ absiebt.

5 (left/links) ▶
Process diagram for dry
ash discharge
Verfahrensschema für den
trockenen Schlackeaustrag

6 (right/rights)
Schematic showing NF
metal processing
Schema der NE-
Metallaufbereitung





8



9



10



▲ 7
Daniel Böni (left), MD at KEZO, explains the process control system – also pictured Heinz Staub (right) AVITEQ Sales Manager for Switzerland, Wolfgang Finger (second from right), MD at AVITEQ, and Dr. Petra Strunk (second from left), Editor-in Chief of AT recovery

Daniel Böni (links), GF der KEZO, erklärt das Prozesskontrollsystem – mit dabei Heinz Staub (rechts) AVITEQ-Vertriebsleiter Schweiz, Wolfgang Finger (2.v.r.), GF AVITEQ und Dr. Petra Strunk (2.v.l.), Chefredakteurin AT recovery

▲ 8 (left above/links oben)
Ash discharge with flap from AVITEQ

Schlackeaustrag mit Klappe von AVITEQ

9 (left middle/links Mitte)
Eddy current separator – separation of the NF metals

Wirbelstromscheider – Abtrennung der NE-Metalle

10 (left below/links unten)
Separating table for separation of the light and heavy metal NF fractions

Trenntisch zur Trennung der Leicht- und Schwermetall-NE-Fraktion

▲ 11
AVITEQ vibrating conveyor for ash processing
AVITEQ-Vibrorinne zur Schlackeaufbereitung

AVITEQ screen that screens off the oversize > 5 mm. The ashes can then be processed like a conventional bulk solid. After fine-separation, the micro-ashes 0–0.7 mm are screened off and the remaining fine ashes (0.7 to 5.0 mm) undergo NF separation in eddy current separators. On separating tables, the NF metal fractions are separated into heavy and light metals (aluminium). The non-ferrous metal fraction consists of around 70 % aluminium, 15 % copper, and 15 % other metals such as lead, bronze, zinc, tin, silver and gold. The separating efficiency exceeds 95 %; the metal fractions contain only a very low content of mineral impurities. For comparison, the mineral share in the recovered metal fractions from wet discharge amounts to over 30 %.

The possibility of metal recovery with high purity is a crucial factor influencing the cost of the waste recycling as the recovered metals can be reused as a raw material.

With fine ash processing (0.7 to 5.0 mm), which has already been in operation at KEZO for two years, the large recyclable potential of thermal recycling has been proven. The ecological and economic benefit is considerable, especially when you think about how many metals are otherwise lost in our landfills.

With fine ash processing, the large recyclable potential of thermal recycling has been proven

From 2013, a processing line for the coarse ash fraction is to be installed. Credit is due especially to the Managing Director at Kezo Hinwil, Daniel Böni, that this very detailed report could be compiled. For him, thermo-recycling is the way forward for waste treatment in the future. "The complexity of the waste has increased substantially, it isn't good to just stick with the old methods of waste treatment," Böni explains, "We are not aware of any technology today that comes even close to the ecological and economic potential of thermo-recycling."

To further advance the development of thermo-recycling, on 10.01.2010 the Stiftung Zentrum für nachhaltige Abfall- und Ressourcennutzung ZAR (Development Centre for Sustainable Management of Recyclable Waste and Resources) was established. In the next few years, ZAR is set to give important impetus for increasing the utilization of resources from thermal waste treatment plants in Switzerland and abroad. Daniel Böni is responsible for operative management of this centre. ZAR sees itself as development centre for field experts in the waste incineration plants. "The big advantage of the process developed at KEZO ready for application is that existing plants can be retrofitted at relatively low cost. In addition, the recovery of resources is economically interesting. After all, the residue in the waste ashes is becoming increasingly valuable owing to the shortage of resources on the global market," Daniel Böni continues, summarizing the benefits of the newly developed process.

Anschließend kann die Schlacke wie ein herkömmliches Schüttgut aufbereitet werden. Nach einer Feinabscheidung wird die Feinstschlacke 0–0,7 mm abgesiebt und die restliche Feinstschlacke (0,7 bis 5,0 mm) einer NE-Abscheidung mittels Wirbelstromabscheider unterzogen. Mittels Trenntischen werden die NE-Metallfraktionen in Schwer- und Leichtmetalle (Aluminium) getrennt. Die Nichteisenmetallfraktion besteht aus ca. 70 % Aluminium, 15 % Kupfer, und 15 % anderen Metallen wie Blei, Bronze, Zink, Zinn, Silber und Gold. Die Trennleistung liegt bei über 95 %, die Metallfraktionen enthalten nur noch einen sehr geringen Gehalt an mineralischen Verunreinigungen. Im Vergleich dazu beträgt der mineralische Anteil in rückgewonnenen Metallfraktionen beim Nassaustrag über 30 %.

Die Möglichkeit der Metallrückgewinnung mit hohem Reinheitsgrad beeinflusst entscheidend die Kosten des Müllrecyclings, da die rückgewonnenen Metalle erneut als Rohstoff genutzt werden können.

Mit der Feinstschlackenaufbereitung (0,7 bis 5,0 mm), die in der KEZO bereits zwei Jahre im Betrieb ist, konnte das große Wertstoffpotential des thermischen Recyclings nachgewiesen werden. Der ökologische und ökonomische Nutzen ist groß, insbesondere

wenn man sich bewusst ist, wieviele Metalle sonst in unseren Deponien verloren gehen. Ab 2013 soll auch eine Aufbereitungslinie für die grobe Schlackenfraktion entstehen. Vor allem dem Geschäftsführer der KEZO Hinwil, Daniel Böni, ist es zu verdanken, dass dieser detaillierte Bericht entstehen konnte.

Für ihn ist das Thermo-Recycling der Weg für die Müllverwertung der Zukunft. „Die Komplexität des Abfalls hat stark zugenommen, es ist nicht gut, wenn man die Müllaufbereitung immer noch mit alten Methoden praktiziert“, erklärt Böni, „Es ist uns heute keine Technologie bekannt, die auch nur annähernd das ökologische und ökonomische Potential des Thermo-Recyclings hat.“

Um die weitere Entwicklung des Thermo-Recyclings voranzutreiben wurde am 10.01.2010 die Stiftung Zentrum für nachhaltige Abfall- und Ressourcennutzung ZAR gegründet. In den nächsten Jahren sollen vom ZAR wesentliche Impulse zur vermehrten Ressourcennutzung aus thermischen Abfallbehandlungsanlagen im In- und Ausland ausgehen. Die operative Führung dieser Stiftung hat Daniel Böni inne. Das ZAR sieht sich als Entwicklungszentrum für die Praktiker in den Müllverwertungsanlagen. „Der große Vorteil der in der KEZO zur Praxisreife entwickelten Verfahren besteht darin, dass bestehende Anlagen mit verhältnismäßig geringem Aufwand nachgerüstet werden können. Zudem ist der Ressourcengewinn wirtschaftlich interessant, denn die Rückstände in der Kehrtrichterschlacke werden durch die Rohstoffverknappung auf dem Weltmarkt immer wertvoller“, fasst Böni die Vorteile des neu entwickelten Verfahrens zusammen.

www.kezo.ch
www.zar-ch.ch
<http://aviteq.de/>



▲ 12
View of the metal processing line at KEZO
Ansicht der Metall-Aufbereitungslinie bei KEZO
Photo/Foto: Marvin Klostermeier