ETH zürich

ESD ecological systems design

2. ökologische Bewertung der Metallrückgewinnung aus KVA-Schlacke

Dr. Leo Morf

Bild: ZAV Recycling

Inhalt

1. Fazit aus erster LCA (2017)
2. ZAV Recycling AG
3. Systemgrenze
4. Probenahme und Auswertung
5. Methodik, Wirkungsabschätzungsmethoden
6. Rahmenbedingungen
7. Vergleich LCA2017 – LCA2024
8. Schlussfolgerungen, Handlungsbedarf

1. Fazit aus erster ökologischer Bewertung der Metallrückgewinnung aus KVA-Schlacke 2021 mit Daten aus 2017

Waste Management 119 (2021) 330–341

Contents lists available at ScienceDirect

Waste Management

journal homepage: www.elsevier.com/locate/wasman

The environmental performance of enhanced metal recovery from dry municipal solid waste incineration bottom ash

Jonas Mehr [a,*], Melanie Haupt [a], Stefan Skutan [b], Leo Morf [c], Lugas Raka Adrianto [a], Gisela Weibel [d], Stefanie Hellweg [a]

[a] Chair of Ecological Systems Design, Institute of Environmental Engineering (IFU), ETH Zurich, John-von-Neumann-Weg 9, 8093 Zurich, Switzerland
[b] Ingenieurbüro Stefan Skutan e.U., Austria
[c] Office for Waste, Water, Energy and Air, Canton of Zurich, Walcheplatz 2, 8090 Zurich, Switzerland
[d] Center for Sustainable Management of Recyclable Waste and Resources, Wildbachstrasse 2, 8340 Hinwil, Switzerland

ARTICLE INFO

Article history:
Received 20 November 2019
Revised 3 August 2020
Accepted 1 September 2020
Available online 27 October 2020

Keywords:
Bottom ash treatment
Metal recycling
Thermo-recycling
Life cycle assessment
Landfill emissions
Waste management
Resource quality

ABSTRACT

This study assesses the environmental performance of the municipal solid waste (MSW) incineration bottom ash (IBA) treatment plant in Hinwil, Switzerland, a large-scale industrial plant, which also serves as a full-scale laboratory for new technologies and aims at an optimal recovery of metals in terms of quantity and quality. Based on new mass-flow data, we perform a life cycle assessment that includes the recovery of iron, stainless steel, aluminium, copper, lead, silver and gold. Fraction-specific modelling allows for investigating the effect of the metal fraction quality on the subsequent secondary metal production as well as examining further metal recycling potentials in the residual IBA. In addition, the implications on the landfill emissions of IBA residues to water were quantified. The impact assessment considered climate change, eco- and human toxicity and abiotic resource depletion as indicators.

Results indicate large environmental savings for every impact category, due to primary metal substitution and reduction of long-term emissions from landfills. Metal product substitution contributes between 75% and >99% to these savings in a base scenario (1'000-year time horizon), depending on the impact category. Reductions in landfill emissions become important only when a much longer time horizon was adopted. The metal-based analysis further illustrates that recovering heavy non-ferrous metals – especially copper and gold – leads to large environmental benefits. Compared to the total net savings of energy recovery (215 kg CO_2-eq per tonne of treated waste, average Swiss plant), enhanced metal recovery may save up to 140 kg CO_2-eq per tonne of treated waste.

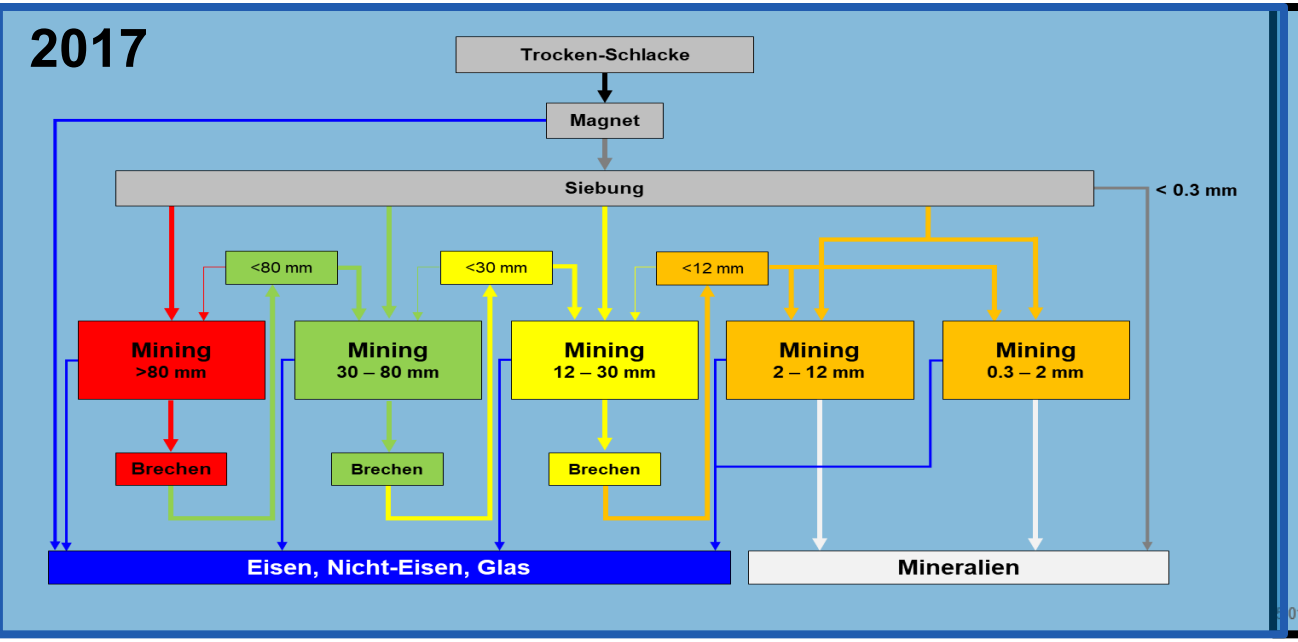
© 2020 The Authors. Published by Elsevier Ltd. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

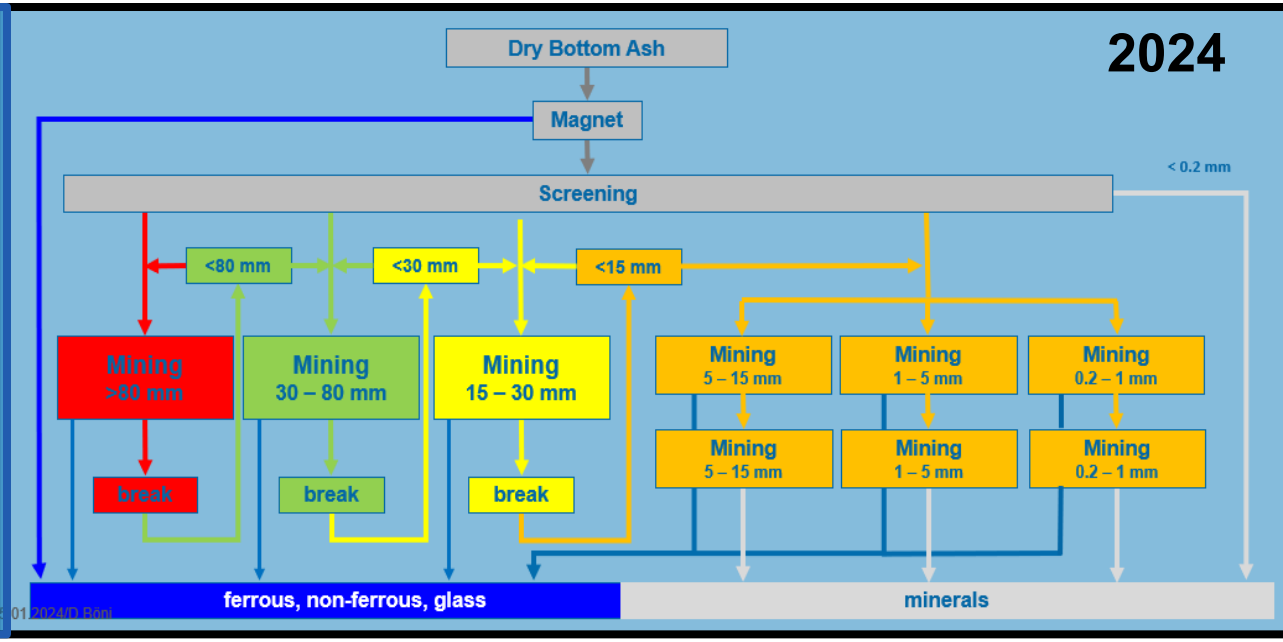
- Die Emissionsminderung durch die deponierte Schlacke ist für einen Zeithorizont <1000 Jahre vernachlässigbar im Vergleich zur primären Metallsubstitution.
- Die Qualität der zurückgewonnenen Metallfraktionen bestimmt ihr Substitutionspotenzial.
- Die Rückgewinnung von schweren Nichteisenmetallen weist ein großes ökologisches Potenzial auf.
- Repräsentatives Sampling ist von grosser Relevanz bzgl. Verlässlichkeit der Resultate
- Die verstärkte Metallrückgewinnung trägt wesentlich zur Verringerung der Umweltauswirkungen von KVA bei.

2. ZAV Recycling AG

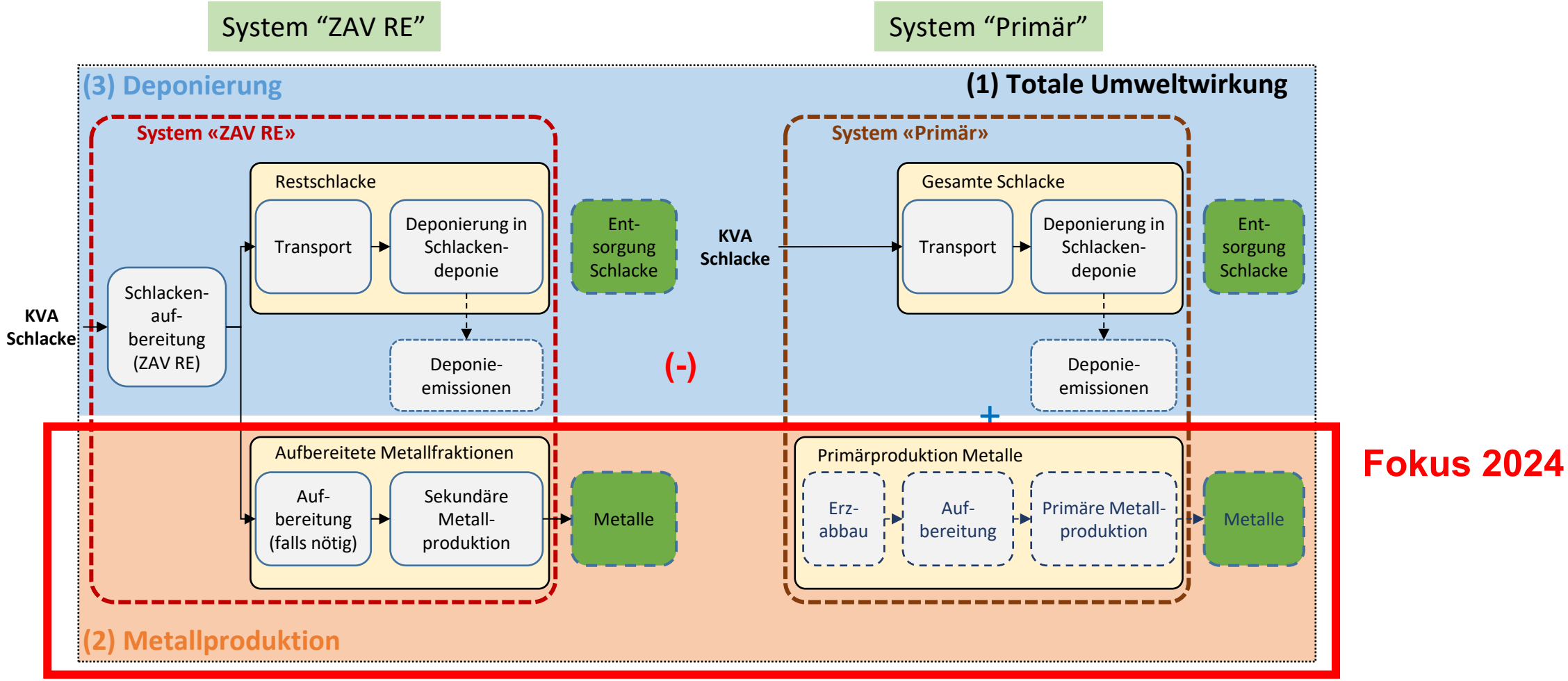
Anlageerweiterung 2024 gegenüber 2017:

- Orange Linien: 3. Aufbereitungsstufe & Anpassung des Korngrössenbereich von 12 mm auf 15 mm
- 2. gelbe Linie (Hauptlinie) mit geändertem Aufbereitungskonzept
- Entfernen der VA-Sortierer
- Nachreinigung der Aluminium- Eisenfraktion
- Diverse kleinere Optimierungen





3. Systemgrenzen



Funktionelle Einheit: 1 Tonne unaufbereitete Trockenschlacke

4. Probenahme und Auswertung 2024

Probenahme: Monat November 2024 (11’700 t Rohschlacke)

Veränderungen gegenüber 2017:

- Anpassung der Aufbereitungsbereiche (Korngrössen)
- Qualitätsverbesserung Metalle (weniger Verunreinigungen)
- Annahmen 2017 konnten durch bessere Datenlage korrigiert werden
- Im 2024 wurden Metalle ohne Schmelzanalyse signifikant konservativer (realistischer) beurteilt

→ **realistischere Daten**

5. Methodik: Wirkungsabschätzungsmethoden

1. **Klimawandel in kg CO_2-eq (IPCC)**
2. Ökotoxizität (ETP) in CTUe (USETOX)
3. Humantoxizität (HTTP) in CTUh (USETOX)
4. Abiotischer Ressourcenabbau in Sb-eq (CML) und/oder kumulierter Exergiebedarf (CExD)
5. **Schweizer Methode der ökologischen Knappheit (UBP)**

6. Rahmenbedingungen

Änderung der ökologischen Bewertung (2013 zu 2021):

Material	CO_2 IPCC 2013 zu 2021 [%]	UBP 2013 zu 2021 [%]
Eisen	- 7.2	- 38
Aluminium	0.3	58
VA	-3.1	1.8
Kupfer	24	47
Blei	- 17	- 50
Silber	25	50
Gold	195	26

abhängig vom Aufwand der Primärproduktion

6. Rahmenbedingungen ff.

Änderung der Betrachtungsweise:

- der mineralische Anteil im Eisen wurde im 2017 massiv zu tief eingesetzt, dies wurde korrigiert
- VA-Metalle ab VA-Abscheider wurden bzgl. Verschmutzungen stark überbewertet, dies wurde korrigiert
- Kupfer in der Eisenfraktion wurde im Jahr 2024 nicht mehr als Kupfer bewertet

→ **Schmelzanalysen direkt von den Schmelzwerken liefern die genausten Daten**

7. Vergleich LCA2017 – LCA2024

1) Totale Umweltwirkung der Schlackenaufbereitung und Entsorgung

2) **Vergleich der primären Metallproduktion mit der Rückgewinnung von Metallen im System ZAV (Fokus des Vergleichs)**

3) Deponierung

4) Restmetallpotenziale

ff.
Vergleich der ökologischen Bewertung der Metallrückgewinnung 2017 und 2024 (nur Substitution Primärmetalle)

LCA		kg CO2 Eq./t Schlacke	1000 UBP/t Schlacke
2017	Orginal/publiziert	780	1600
	Mit Korrektoren zu Mengen (Fe-Schrott)	710	1500
	und mit Ökofaktoren 2021	720	1800
2024	Mit Ökofaktoren 2021	760	2100
Änderung 2017 zu 2024		+4%	+16%

Schlussfolgerungen, Handlungsbedarf

1) Dank den weiteren technischen Optimierungen in der ZAV Recycling AG konnte die Netto-Umweltgutschrift durch die **Substitution von Primärmetallen im Vergleich zu den Daten weiter gesteigert werden.**

2) **Dies hat langfristig betrachtet auch einen positiven Effekt** auf die Netto-Gutschrift durch die verminderte Deponierung bzw. auf allfällige zukünftige Verwertung der mineralischen Restfraktion.

3) Bei ökologischen Vergleichen ist wichtig zu beachten, **identische Systemgrenzen, analoge Annahmen (z.B. Verunreinigungsgrad), identische Methodik (Wirkungsabschätzungsmethoden, Datenstand/Version für Eco-Faktoren)** zu verwenden.

4) Repräsentatives Sampling und Schmelzanalysen direkt von den Schmelzwerken liefern die genausten Daten für die Umweltbewertung der Metallrückgewinnung aus Schlacke.

5) Erkenntnisse im neuen Tool zur Bewertung der Gesamtökologie von KVA einfliessen lassen.

Fragen ?