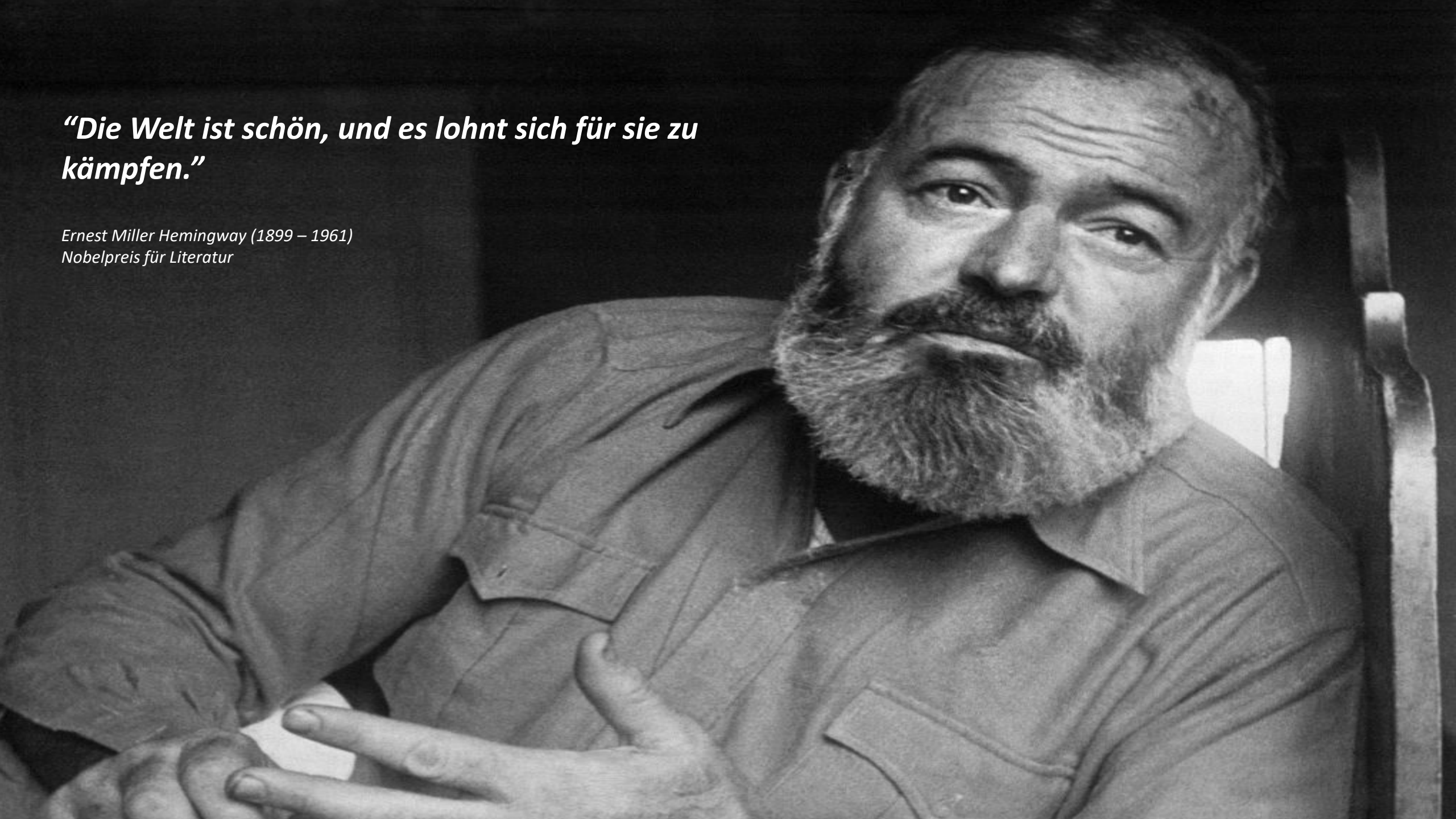
SELFRAG
WASTE TO VALUE

SELFRAG-Technologie -

der Schlüssel für die nächste Generation von Aufbereitungsanlagen für MVA-Schlacke

Leoben, 10. November 2022


“Die Welt ist schön, und es lohnt sich für sie zu kämpfen.”

Ernest Miller Hemingway (1899 – 1961)
Nobelpreis für Literatur

Unser Unternehmen –

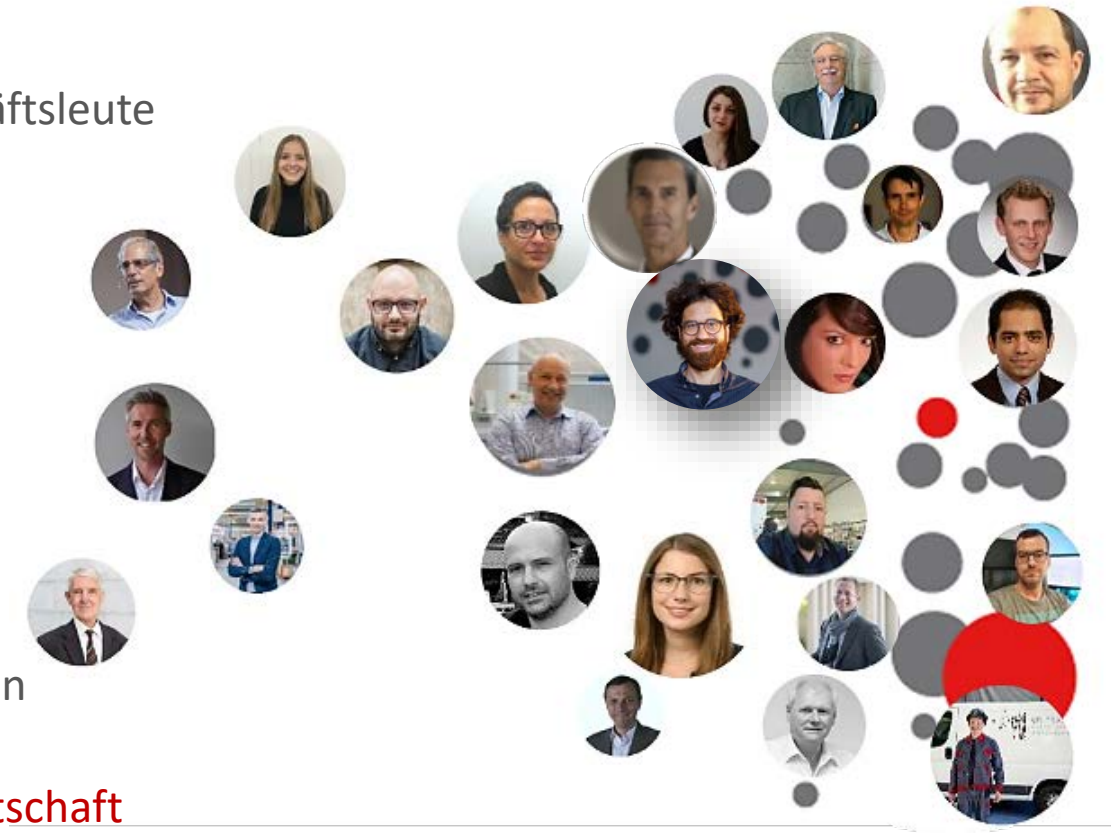
«Wir haben nur einen Planeten, wir tragen mit Engagement zu dessen Erhaltung bei»

Wir sind:

- Hoch motivierte Wissenschaftler, Ingenieure und Geschäftsleute
- Weltweit tätig in Forschung und Industrie

Unsere Vision «waste to value“:

- Verbesserung von Recycling und Verwertung
- Reduzierung der CO_2-Auswirkungen auf unseren Planeten
- Schliessung der Lücke zur funktionierenden Kreislaufwirtschaft

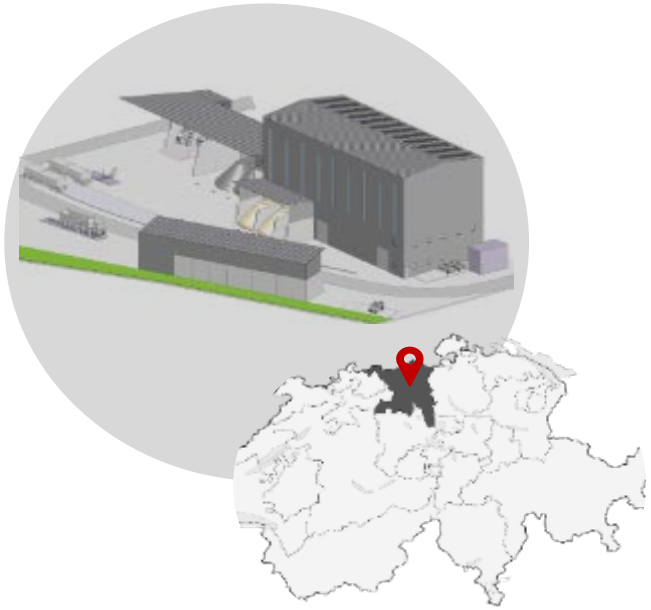


Unsere Lösung für MVA-Schlacke –

Reduktion von Deponievolumen dank Recycling

Die erste SELFRAG-Anlage ist bei SAIDEF in Fribourg installiert und seit 2016 erfolgreich in Betrieb.

- Recycling von 6’000 t Eisen, 2’500 t Aluminium, 450 t Kupfer in den letzten 3 Jahren.



Unsere neue Anlage Centro Uno befindet sich aktuell im Bau und wird 35’000 Tonnen Schlacke pro Jahr aufbereiten.

- Die Betriebsaufnahme ist in der ersten Hälfte 2023 geplant.

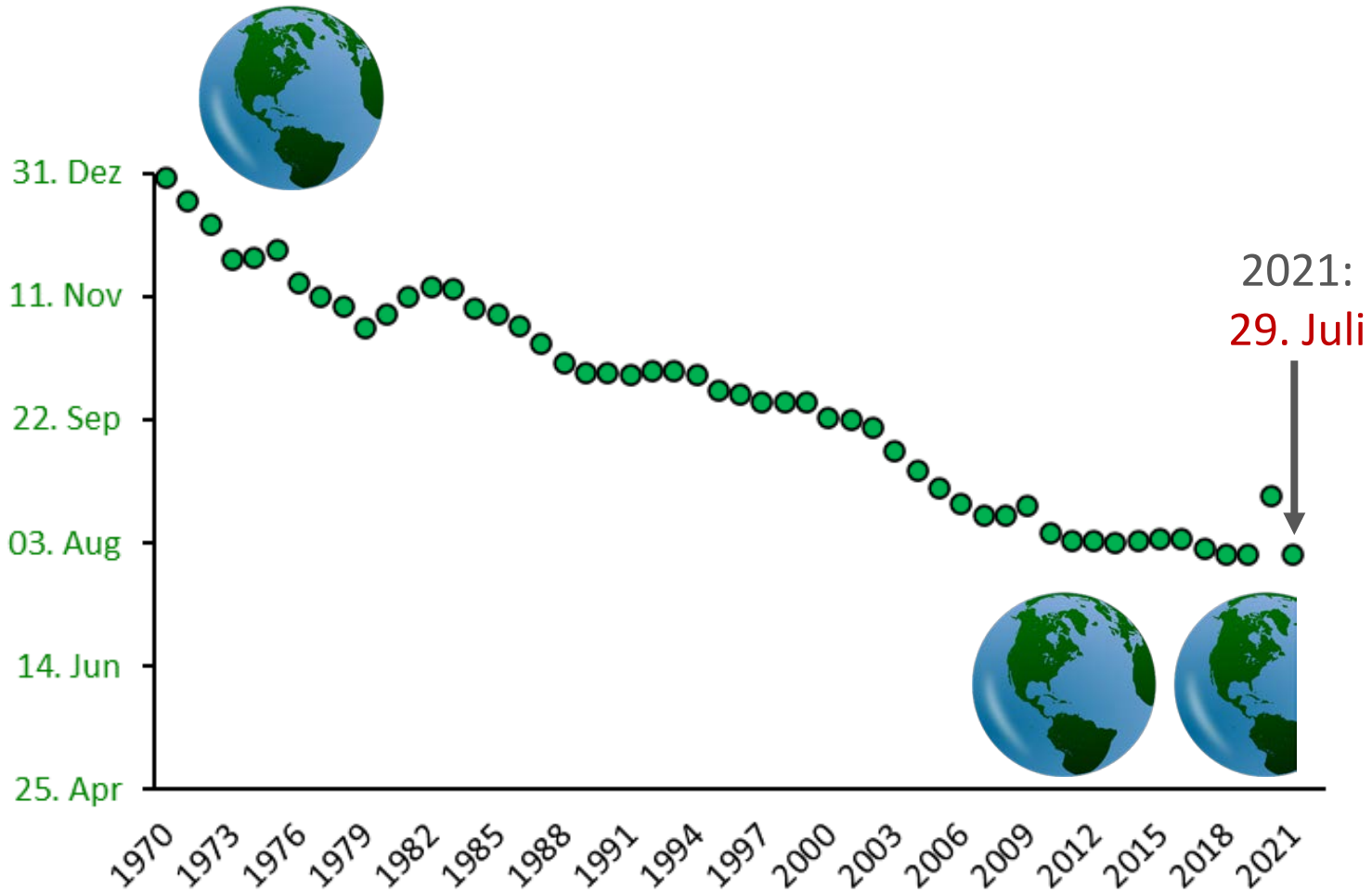
- 17’500 Tonnen Metalle und Mineralfraktionen sollen jährlich recycelt werden.

“Die grösste Bedrohung für unseren Planeten ist der Glaube, dass jemand anderes ihn retten wird.”

Robert Swan ist der erste Mensch, der sowohl den Nord- als auch den Südpol zu Fuss bewältigt hat (2017).

Konzept Erdüberlastungstag

1970 - 2021



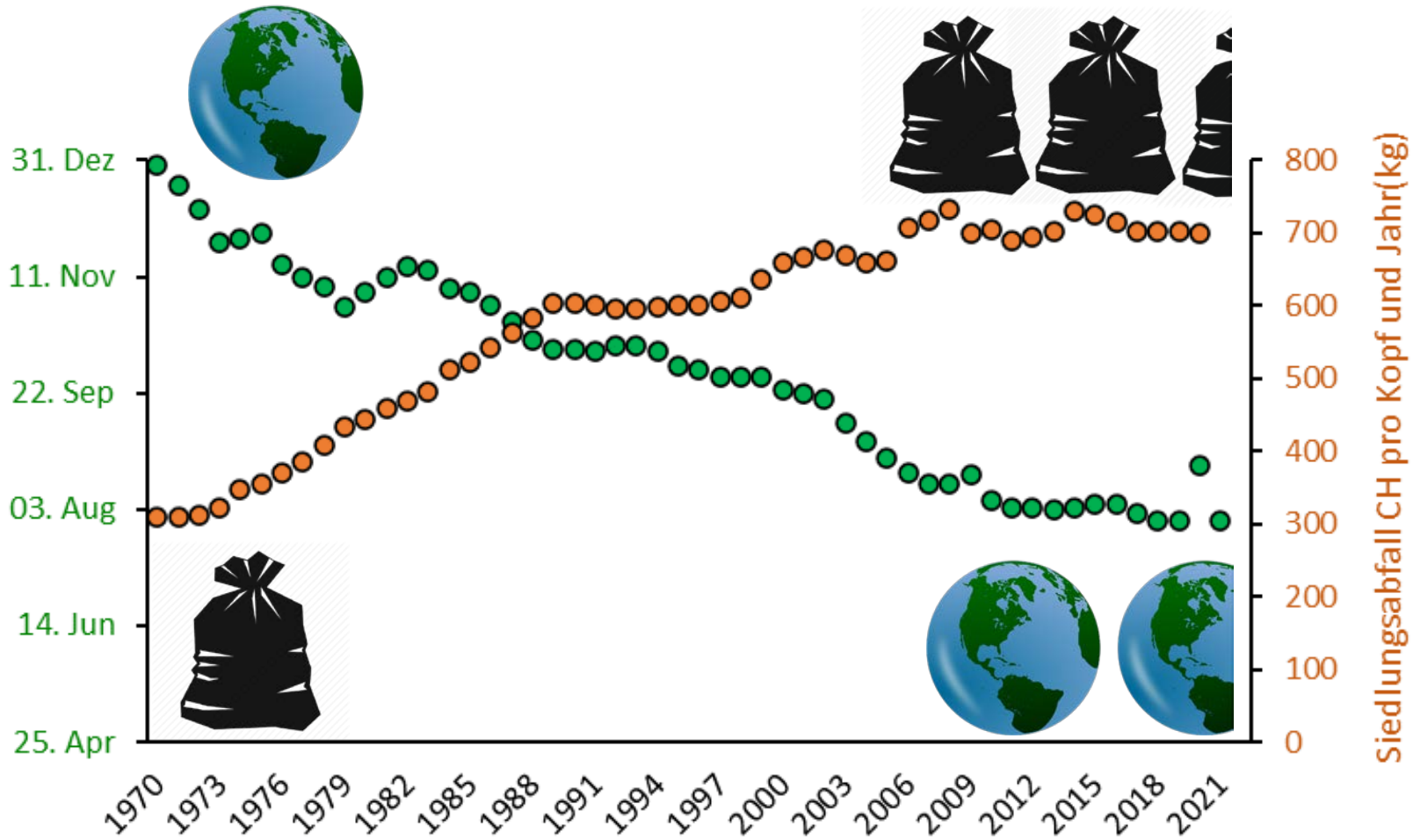
«Der Erdüberlastungstag ist der Tag, an dem die nachhaltig nutzbaren Ressourcen eines Jahres verbraucht sind».

Global Footprint Network

Heutiger Ressourcenverbrauch entspricht dem von 1.7 Erden.

Erdüberlastungstag vs. Siedlungsabfallproduktion

1970 - 2021



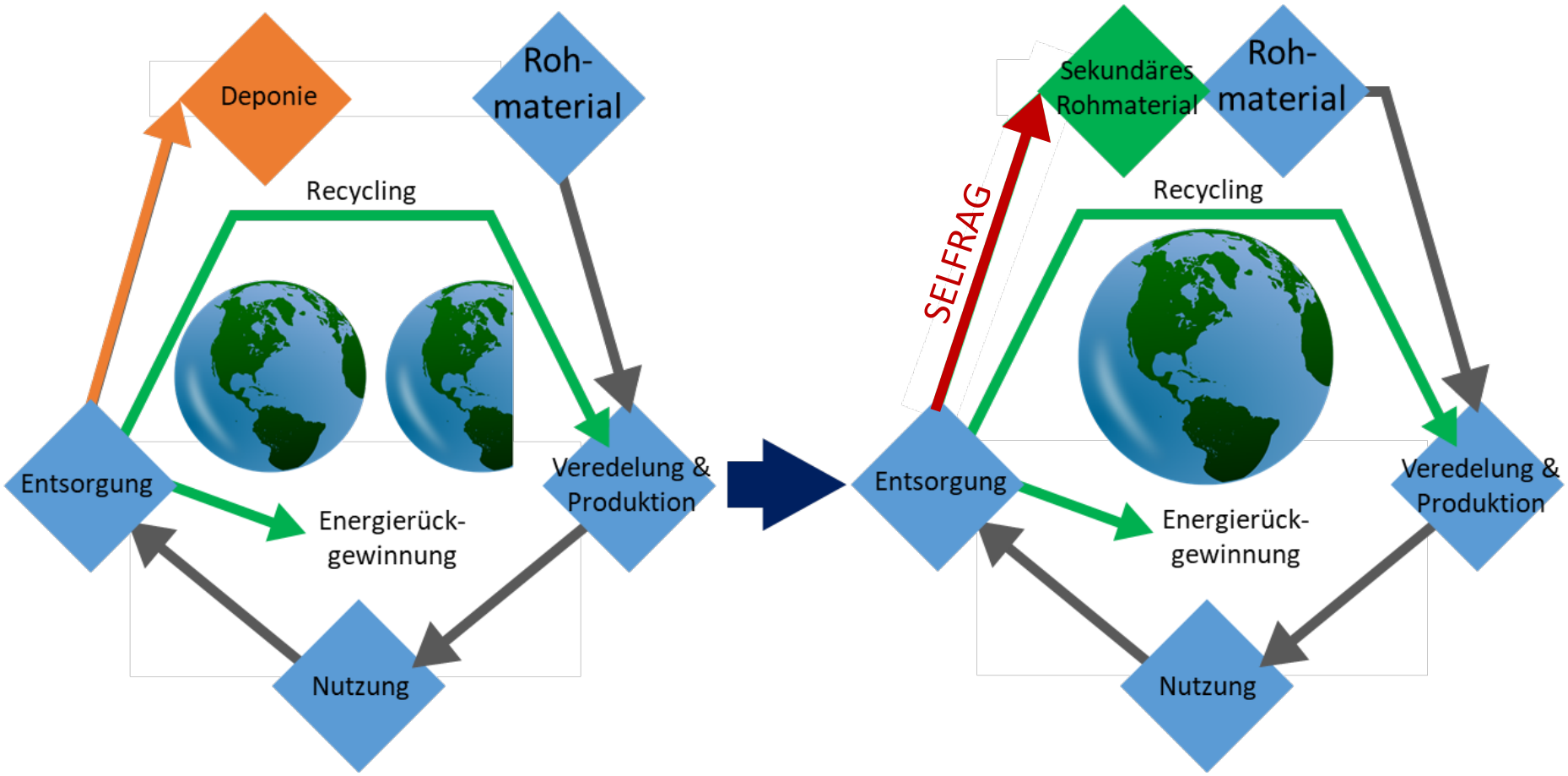
In der Schweiz hat sich die Siedlungsabfallproduktion pro Kopf und Jahr in den letzten 50 Jahren verdoppelt.

Heute beträgt sie 700 kg.

Deponiekapazitäten für Schlacke in der Schweiz reichen noch für ca. 17 Jahre.

Von der heutigen Situation zur Kreislaufwirtschaft

SELFRAG-Technologie als Schlüssel



Herausforderung MVA-Schlacke

Von der Deponie ins Recycling…?

Warum wird MVA-Schlacke deponiert?

- Schadstoffe
- Heterogenität

Was kann man Ändern?

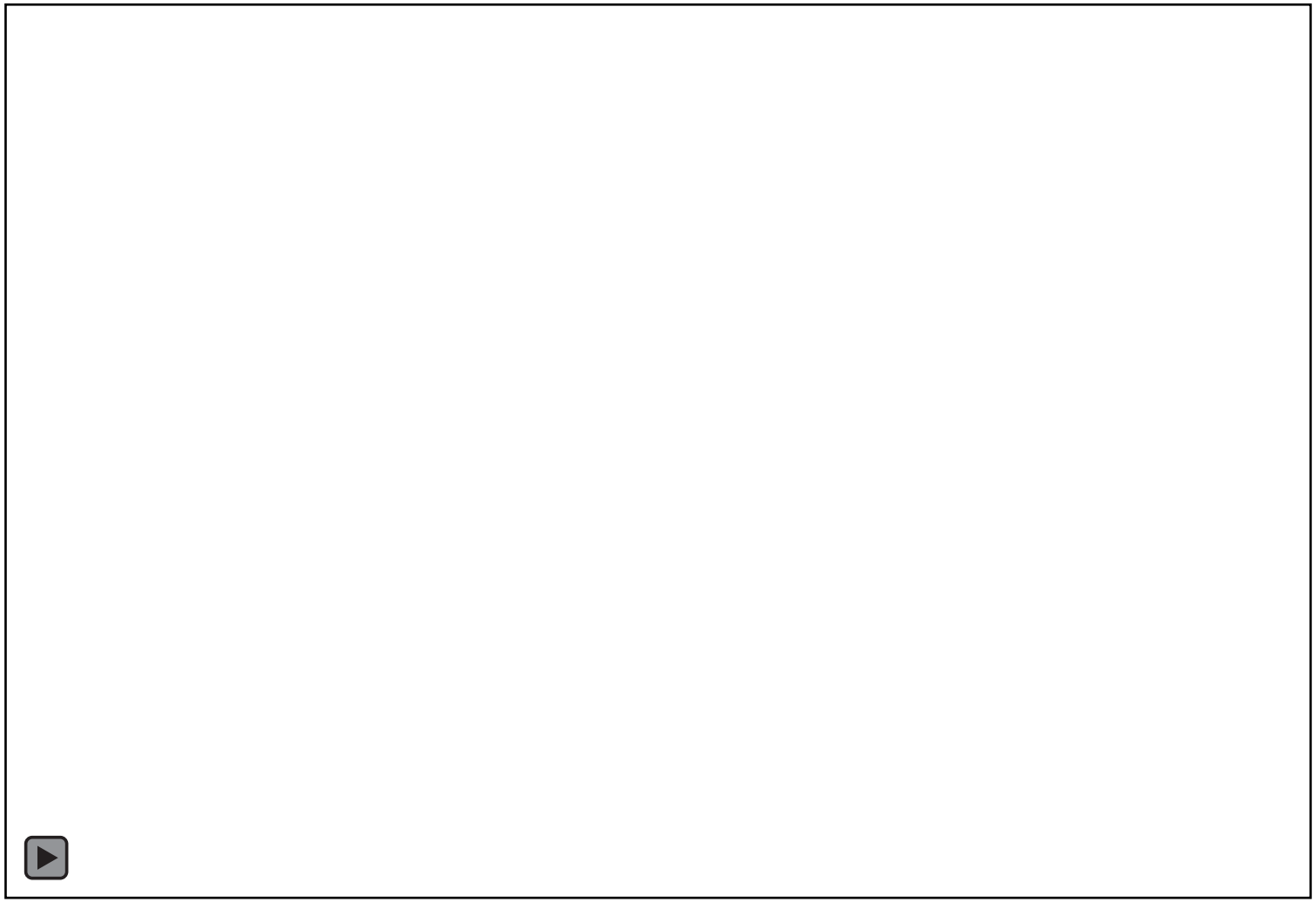
- Homogene Teilströme erzeugen
- Inerte Recyclingfraktionen für Zementindustrie

Wie geht das konkret?

- Aufbereitung mit SELFRAG

Unsere Technologie –

von der Natur kopiert



Aufbau elektrischer Ladung

↓

Entstehung eines Spannungsfeldes

↓

Entladung / Kurzschluss …

↓

…führt zum Blitzschlag

↓

Plasmakanal mit 30‘000°C

↓

Explosionsartige Ausdehnung der Umgebungsluft

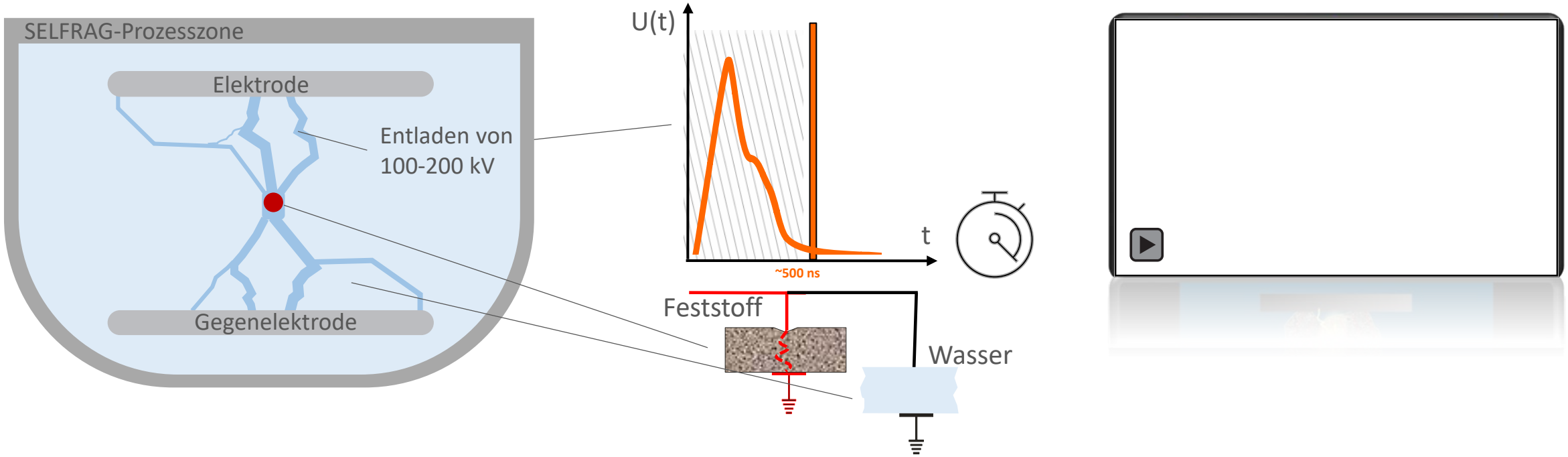
↓

Druckwelle / Donner

Unsere Technologie –

Energieverbrauch

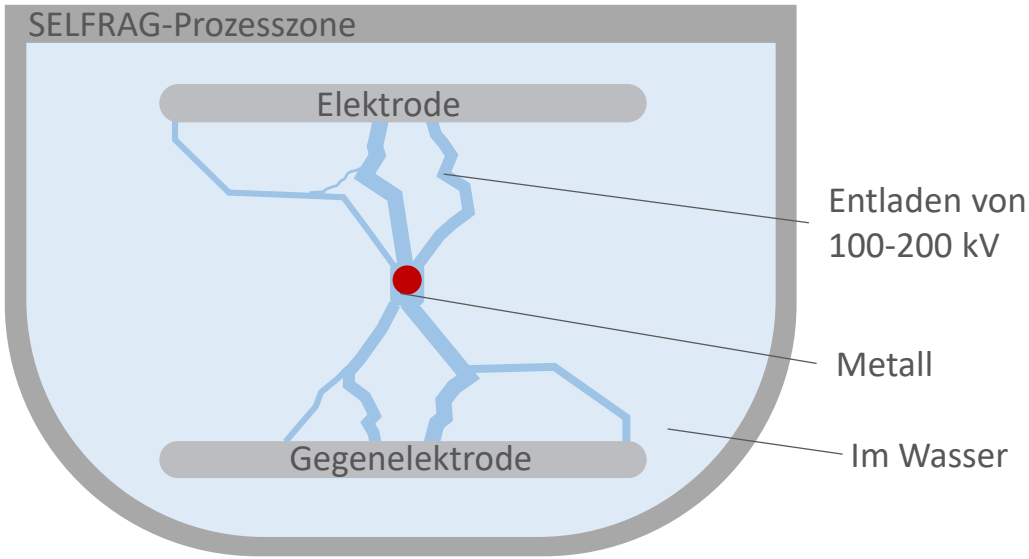
Unser Prozess weist einen tiefen Energieverbrauch auf: zur Bearbeitung von 1 Tonne Schlacke werden 6 kWh benötigt. Das entspricht etwa dem Energieverbrauch von 3 Backöfen während 1 Stunde.

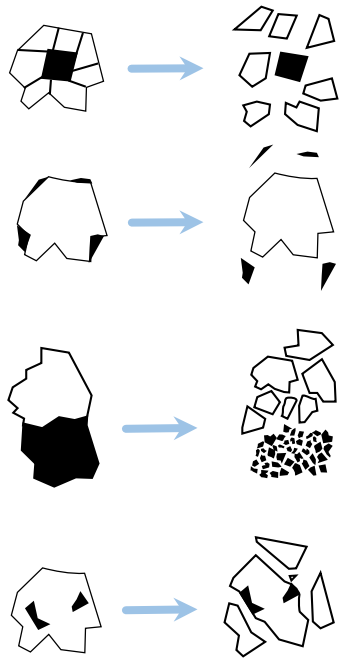


Unsere Technologie–

Selektive Fragmentierung

Fragmentierung mit Hochspannungsimpulsen. Wir verwenden elektrische Hochspannungsimpulse, um feste Verbundwerkstoffe entlang der Korngrenzen selektiv zu fragmentieren. Diese einzigartige Lösung bietet **hohe Selektivität.**





Freisetzung von Material-Einschlüssen

Abreinigen von Oberflächen

Reduktion von Kontamination

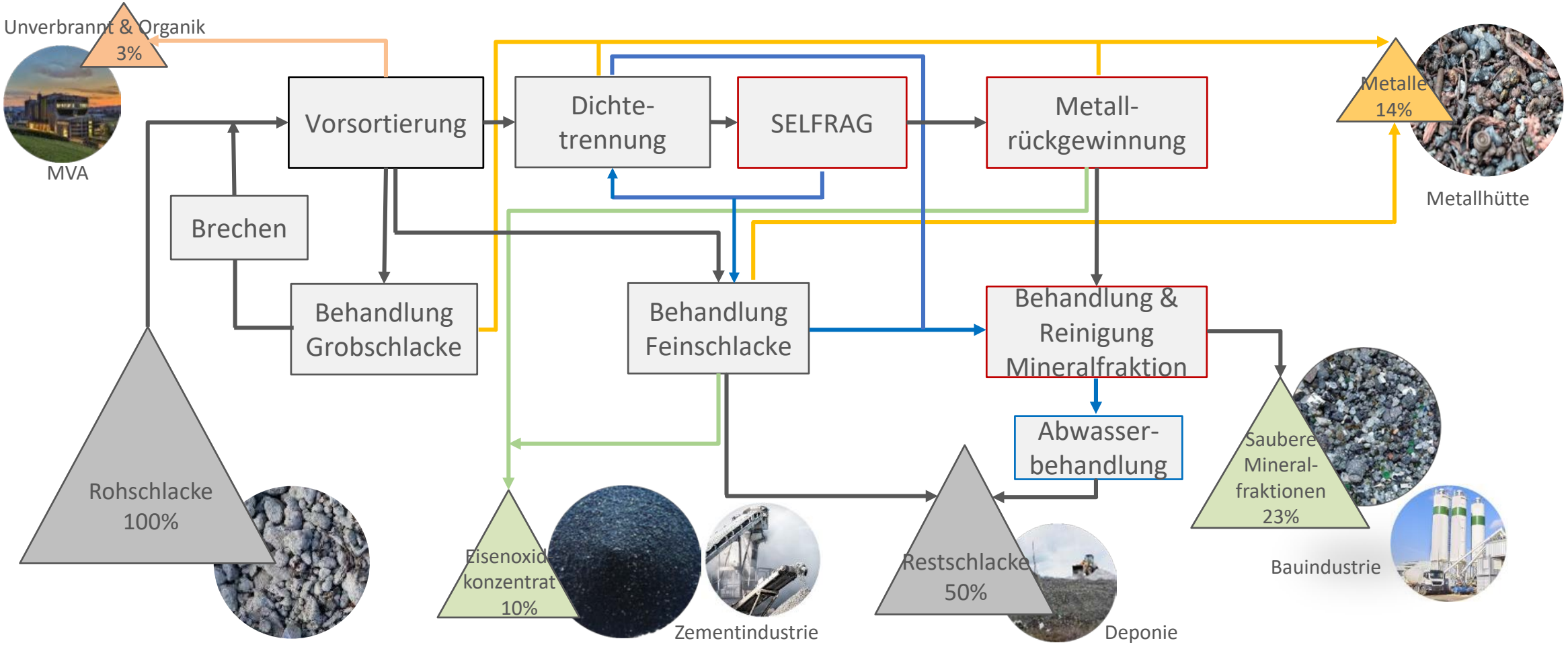
Laterale Freisetzung gibt Angriffs-punkte für nachfolgende Prozesse

SELFRAG©

Unsere Aufbereitung der MVA-Schlacke –

„Waste to value“

Eine Mischung aus konventionellen und innovativen Technologien zur Rückgewinnung von Wertstoffen.



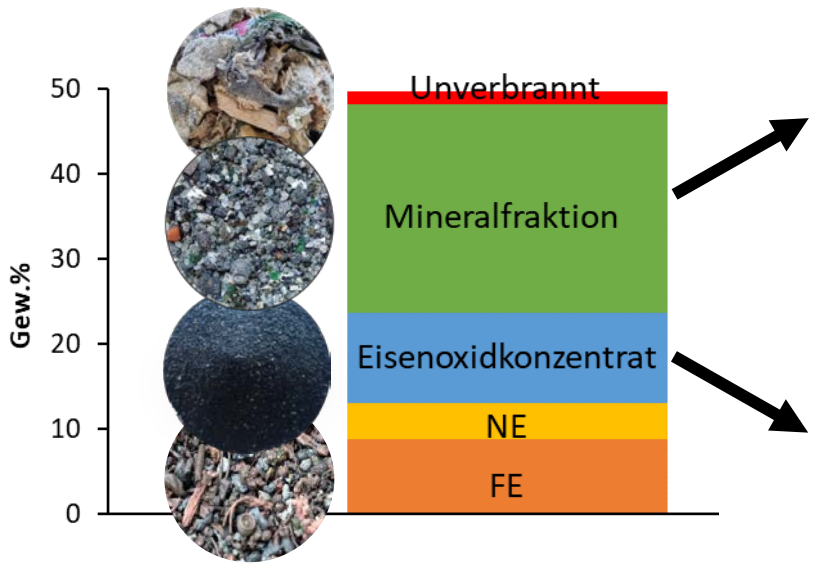
Unsere Aufbereitung der MVA-Schlacke –

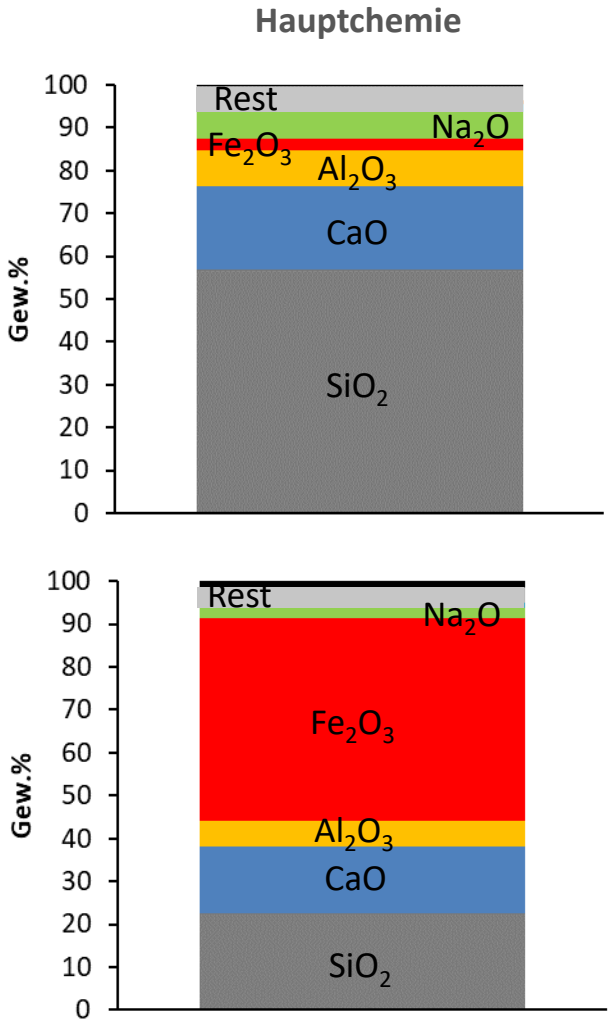
einige Impressionen

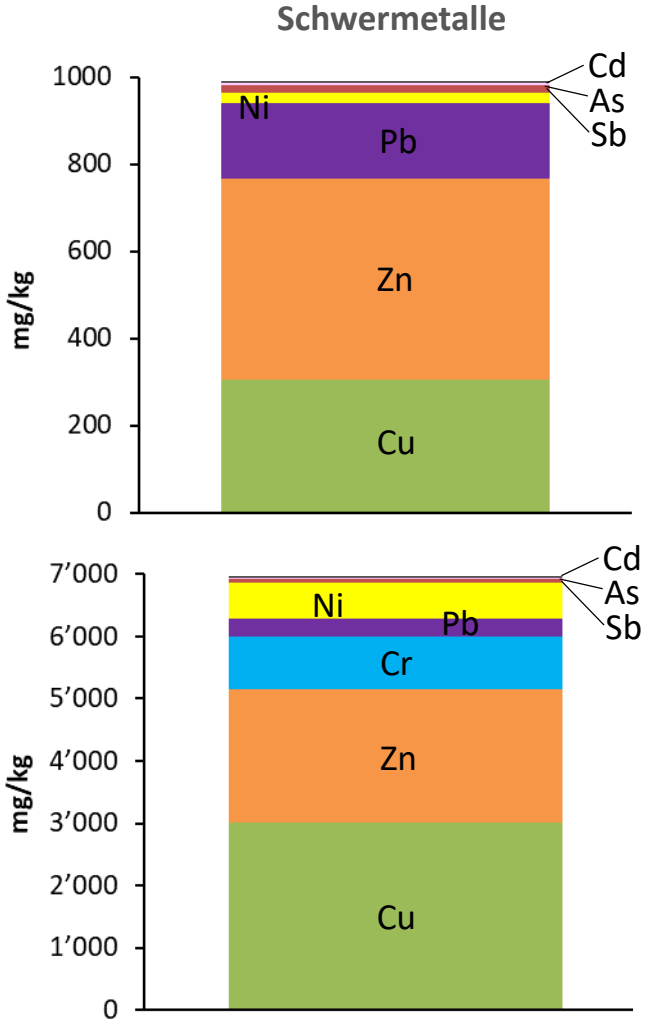
Dichtetrennung	Mineral-fraktion	Eisenoxid-konzentrat	Eisen/Schrott (FE)	Leichte & schwere Nichteisenmetalle (NE)
	23 %	10 %	9 %	1 %	3,5 %

Unsere Produkte –

Metalle, Mineralfraktionen & Eisenoxidkonzentrat







Mineralische Fraktionen aus MVA-Schlacken –

Einsatzbereich in Schweiz – Österreich – Deutschland

Totalgehalt	**Schweiz**			**Österreich**		**Deutschland**
Anwendung	Rohmaterial für Zementklinker	Rohmehlkorrek-turstoff für Zementklinker (max. 5 Gew.%)	Zumahl- und Zuschlagstoffe für Zement und Beton	Sekundäres Rohmaterial für Klinker	Unterbau / Tragschicht (un)gebunden	Unterbau / Tragschicht (un)gebunden (Z2)
Einheit	mg/kg			mg/kg		mg/kg
As	30		15	30	-	-
Cd	5	10	5	5	10	20
Co	250		-	250	-	-
Cr (total)	500		250	500	800	2’000
Cu	500		250	-	-	7’000
Hg	1	1	1	1	-	-
Ni	500		250	500	300	500
Pb	500		250	500	900	6’000
Sb	30		15	30	-	-
Sn	100		-	-	-	-
Tl	3	3	-	3	-	-
Zn	2’000		500	-	-	10’000
TOC	50’000		10’000	-	10’000	10’000
zusätzliche Eluat-grenzwerte	nein	nein	nein	nein	ja	ja

Blasenbauer et al., 2019

Einsatzbereich:

- Rohmaterial für Zement-Klinker Österreich & Schweiz
- Unterbau / Tragschicht Österreich & Deutschland
- Aggregate in Zement & Beton Schweiz

Anteil verwertete MVA:

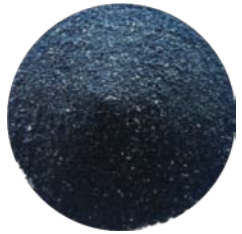
- Österreich & Schweiz keine Verwertung
- Deutschland ca. 30%

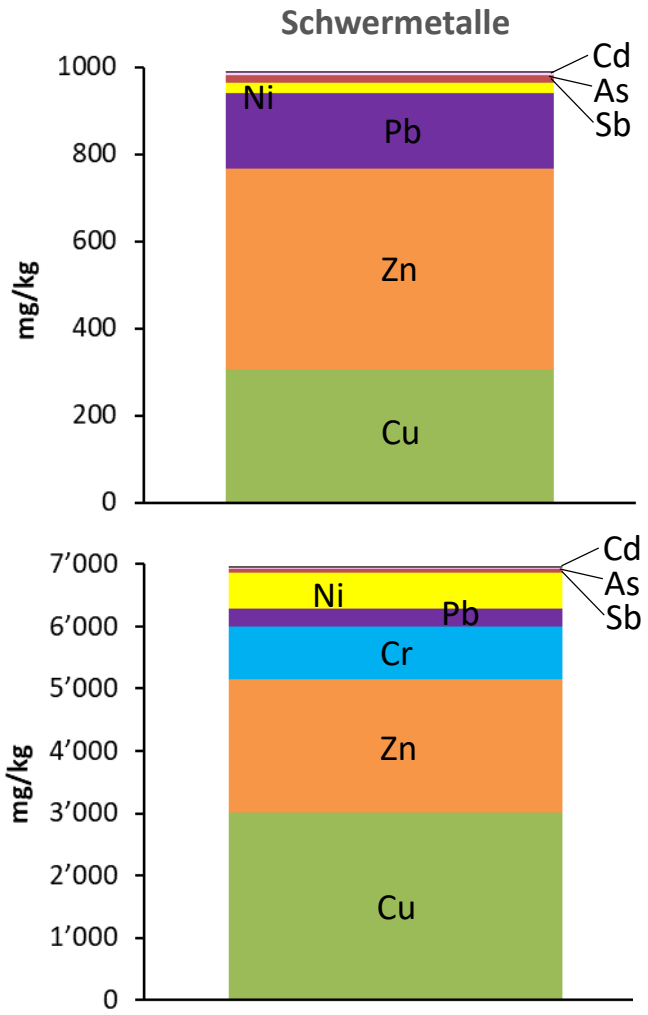
Unsere mineralischen Fraktionen –

Recycling-Möglichkeiten in der Schweiz

Mineral-fraktion

Eisenoxid-konzentrat





Recycling-Möglichkeiten nach Schweizer Gesetzgebung (VVEA)

	Typ B	Rohmehl-korrekturstoff	Rohmaterial Klinker	Mineral-fraktion	Eisenoxid-konzentrat
Sb	30		30	19	58
As	30		30	3	16
Pb	500		500	226	284
Cd	10	10	5	1	0.5
Cr	500		500	95	848
Cu	500		500	475	3014
Hg	2	1	1	<0.1	<0.1
Tl		3	3	<2	<2
Ni	500		500	30	579
Zn	1 000		2 000	476	2140

In Zusammenarbeit mit:

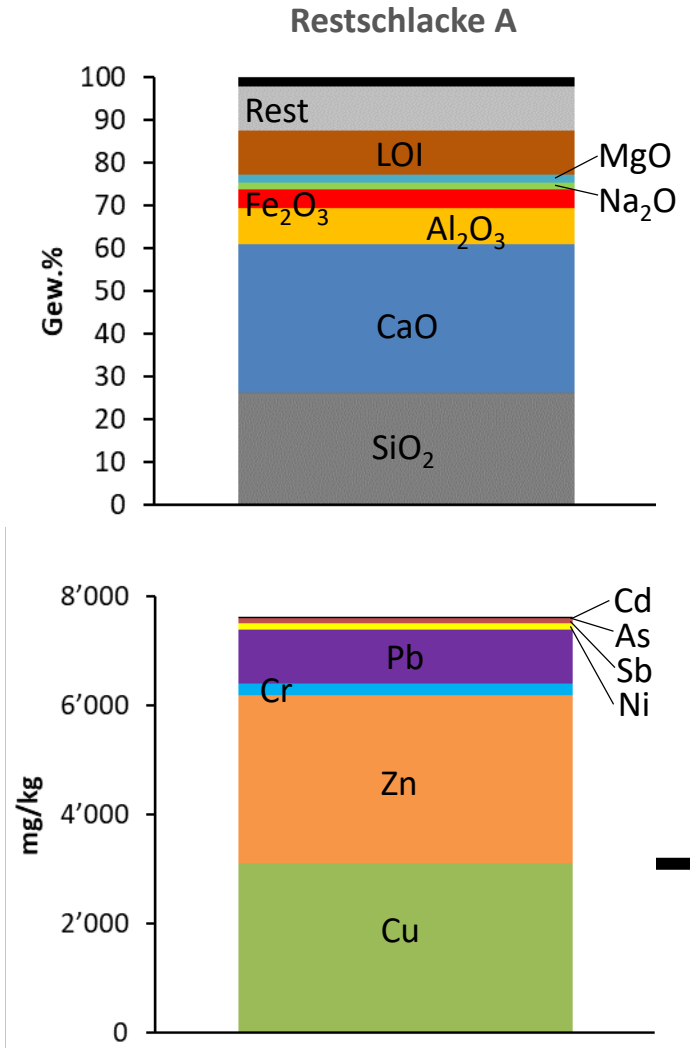
Einem der weltweit führenden Zementhersteller

Fachhochschule Nordwestschweiz

Unsere Restschlacke –

noch 50 % vom Input

Mehrheitlich feinkörniges Material <5 mm



§

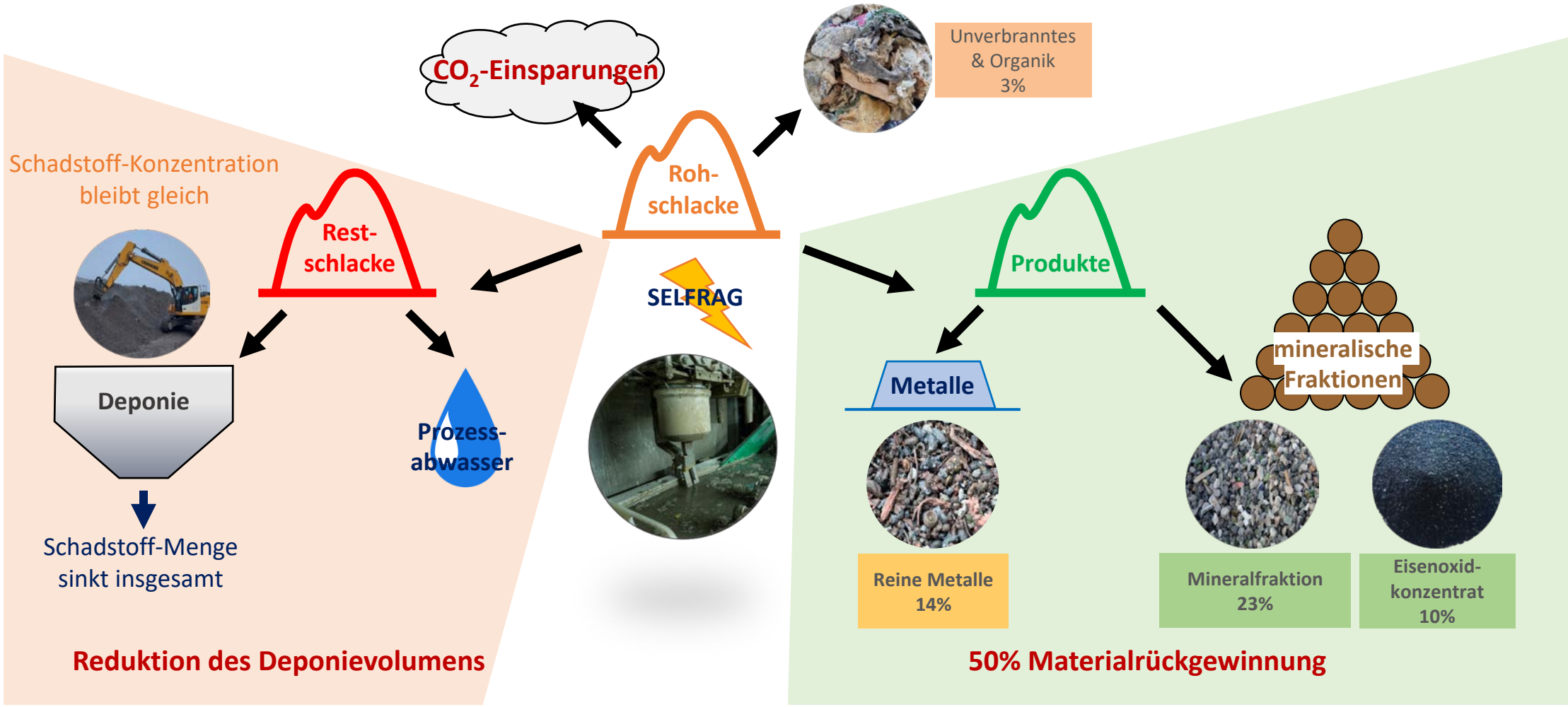
Gesetzeskonforme Deponierung von Restschlacke in der Schweiz:

- Restgehalt an partikulären NE-Metallen max. 1 Gew.%
- TOC-Gehalt max. 2 Gew.%

Weiterer Vorteil unseres Verfahrens:

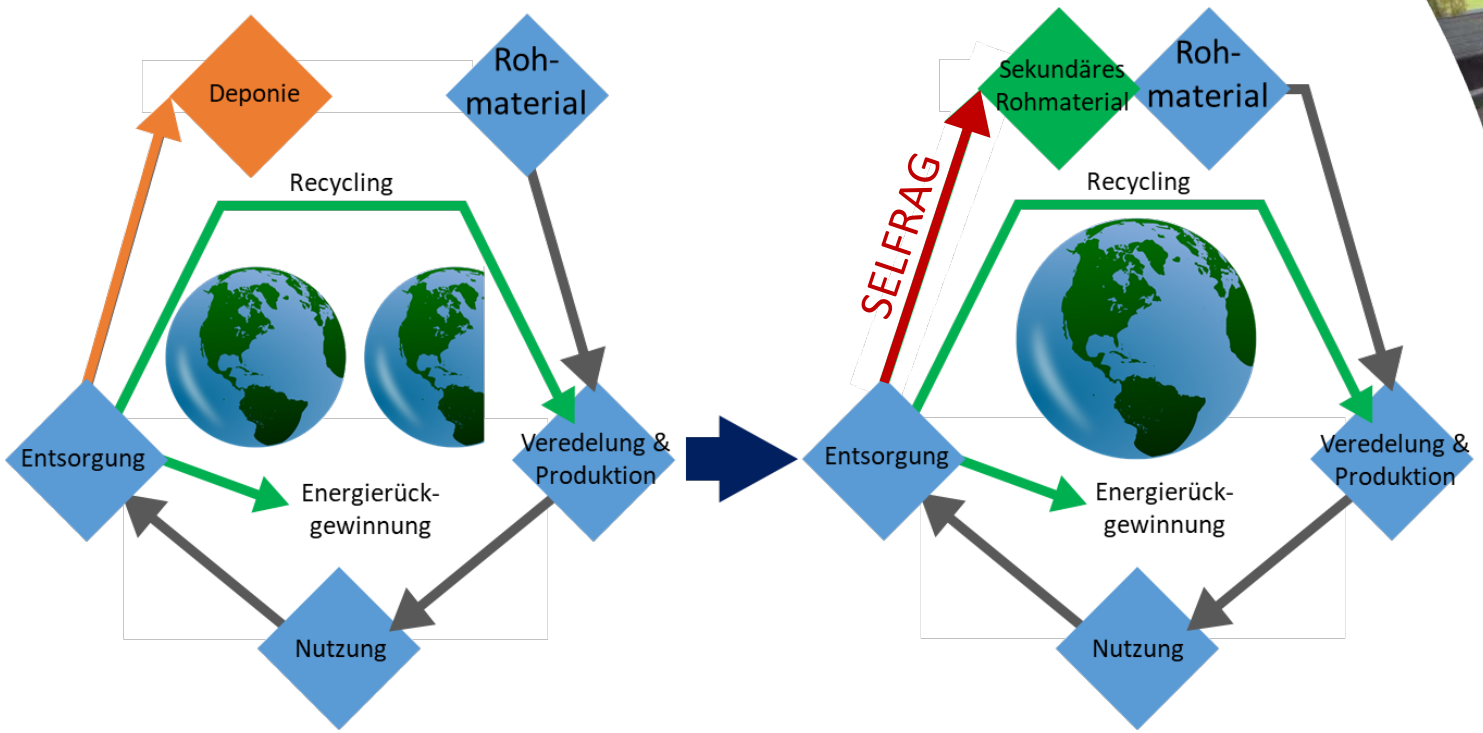
- Keine erhöhten Schwermetall-konzentrationen gegenüber herkömmlicher Restschlacke
- Cu-Gehalt ca. 3000 mg/kg

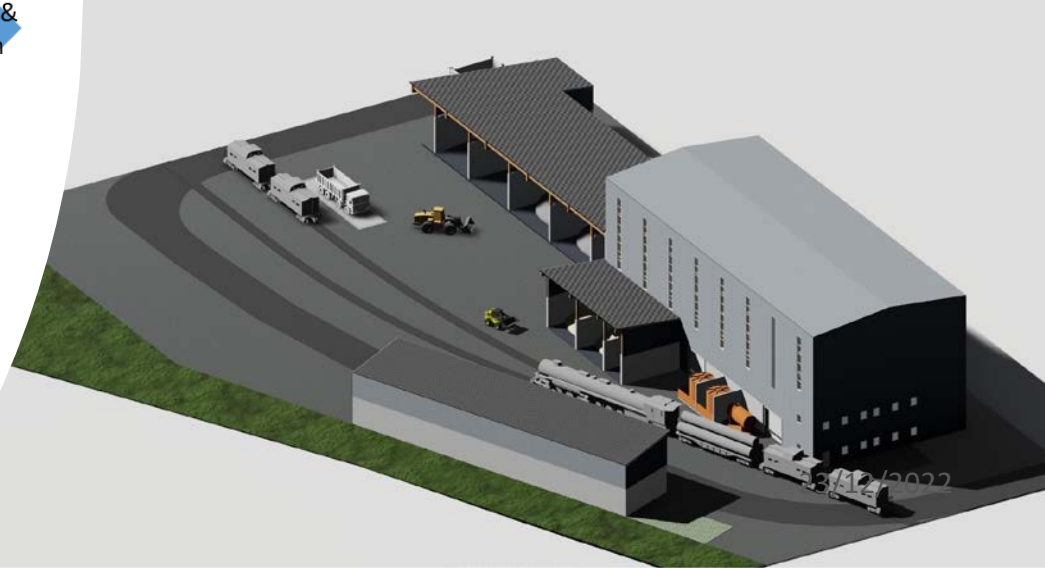
Fazit & Zusammenfassung

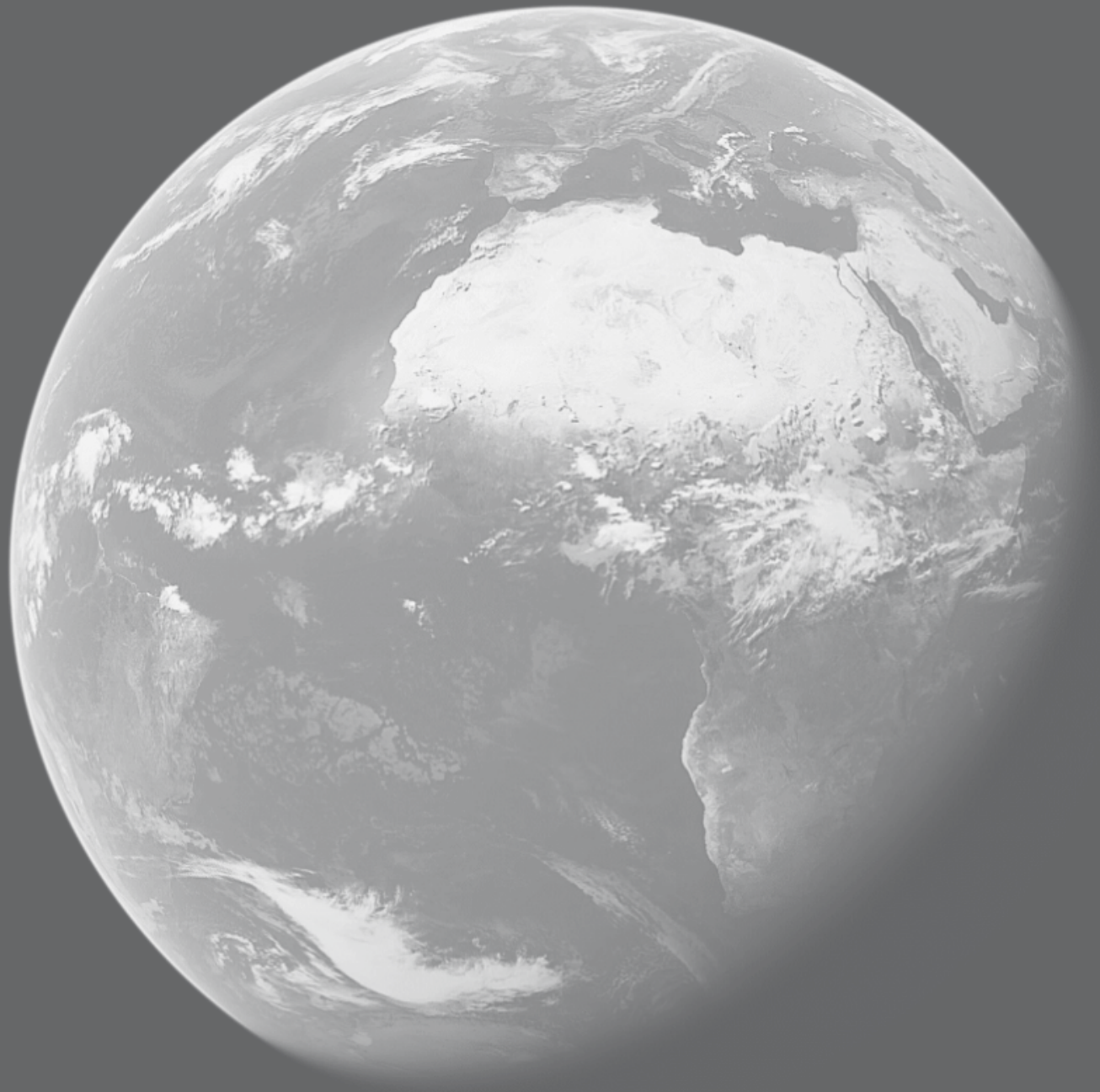


Unsere Lösung –

Centro Uno, unser Beitrag zur Kreislaufwirtschaft







DER NÄCHSTE SCHRITT –

Eine nachhaltige Nutzung
unserer Ressourcen.

Anhang / Backup Slides

Unsere Restschlacke –

Geotechnische Aspekte

20 %

25 %

30 %

Wassergehalt:

- Kugeltest zur Prüfung der Deponierbarkeit von Schlämmen gem. Messmethoden im Abfall- und Altlastenbereich
- „worst case“-Restschlacke
- 95% der Schlacke mit Korngrösse <2 mm
- Einbaubarkeit bei Wassergehalt bis ca. 25 % gegeben
- Bei „realer“ Restschlacke dürfte dieser Wert etwas höher sein

Unsere Restschlacke –

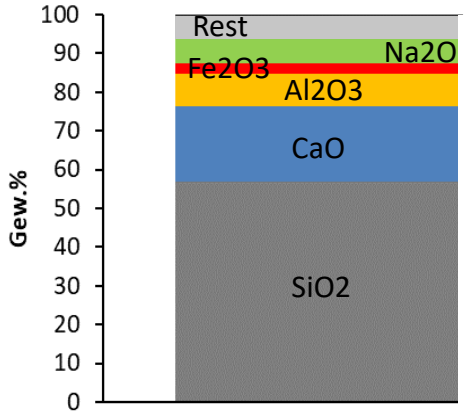
Abwasser

- Prozesswasser wird mehrfach verwendet:
- SELFRAG -> Dichtetrennung & Behandlung Feinfraktion-> Behandlung Mineralfraktion
- Schonung Wasserverbrauch
- Neutralisierung & Fällung
- Reinigung mit Aktivkohle
- Entwässerung mit Filterpresse
- Fester Rückstand geht auf die Deponie
- Hydroxidschlamm mit ähnlichen Schwermetallgehalten wie Restschlacke

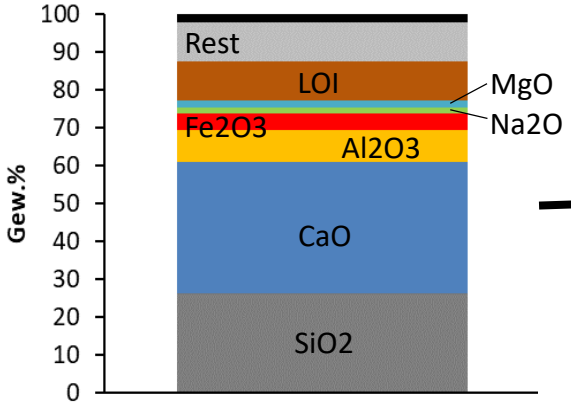
Zusammensetzung unserer Schlackenfraktionen

Darstellung im Triplot

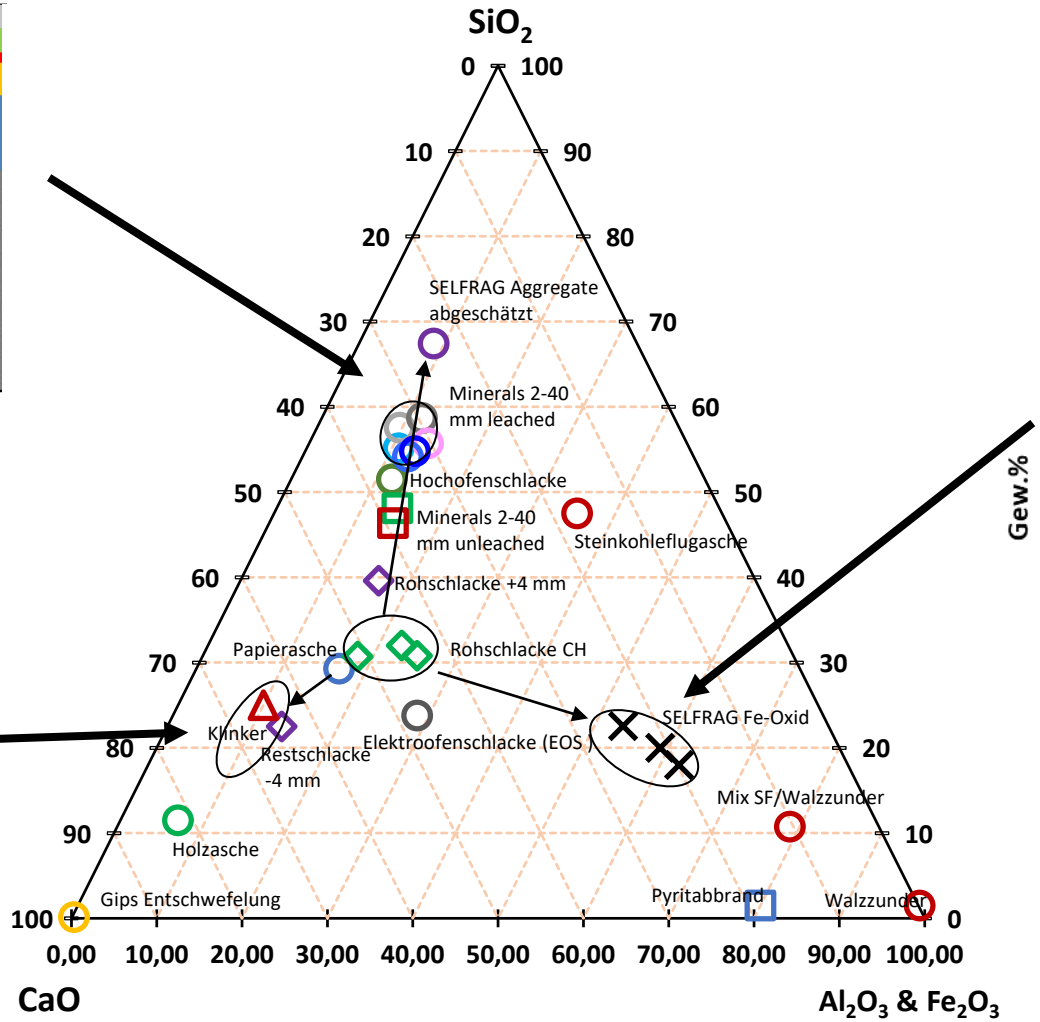
Mineral-fraktion



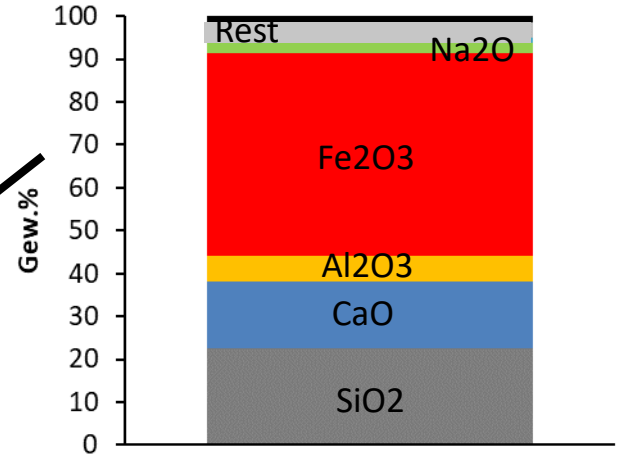
Restschlacke



Hauptchemie

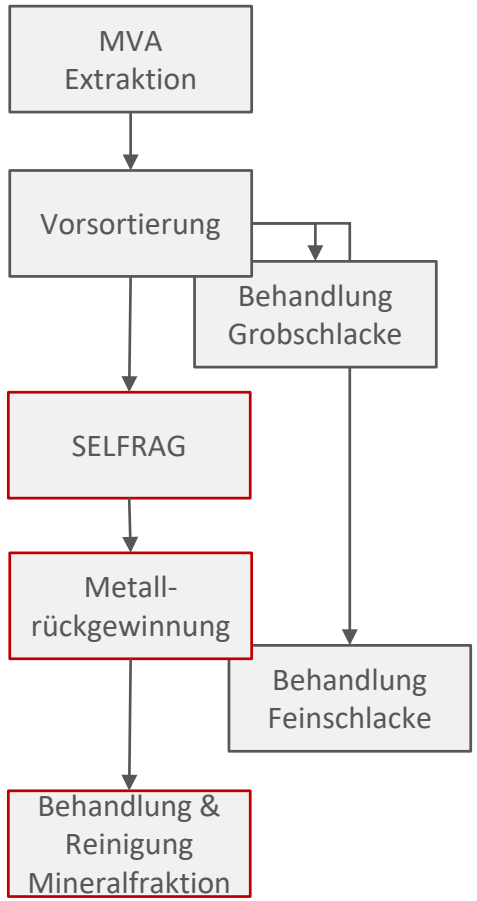


Eisenoxidkonzentrat



Unsere Vorgehensweise –

Schlackenaufbereitung auf der Pilotanlage



Beprobung unbehandelter Schlacke als heterogenes Gemisch aus verschiedenen agglomerierten Bestandteilen (unverbranntes Material, Mineralien, Schlacke, Metalle, Glas, usw.)

Homogenisierung durch Klassierung und Schwere-Trennung. Separation in homogene Massenströme nach Größe und Dichte zur Verbesserung der Weiterverarbeitung und Rückgewinnung von Rohstoffen.

SELFRAG selektive Fragmentierung zur Freisetzung der in der Schlacke eingeschlossenen Wertstoffe und zur Vorbereitung der Schadstoffreduzierung

Mechanische Trennverfahren zur Rückgewinnung von Rohstoffen, Metallen und inerten Mineralien

Hydrometallurgische Waschverfahren zur Reduktion von Schadstoffen und Rückgewinnung von mineralischen Rohstoffen.

Unsere CO_2-Einsparungen

Grundlagen

- Systemgrenze
- Austrag bis primäre Aufbereitung

Systemgrenze SELFRAG

- Deponievolumen, etc. ausserhalb der Systemgrenze
- CO_2-Emissionen Datenbank «ecoinvent v3.4»
- Pro Tonne Schlacke Einsparung von 772 kg CO_2 durch Substitution primärer Metallproduktion
- CO_2-Emissionen sekundäre Metallproduktion 53 kg CO_2
- Zusätzliche Einsparung von 8 kg CO_2 durch Recycling Mineralfraktion und Eisenoxidkonzentrat
- Total Einsparung von 727 kg CO_2

Erdüberlastungstag

Grundlagen

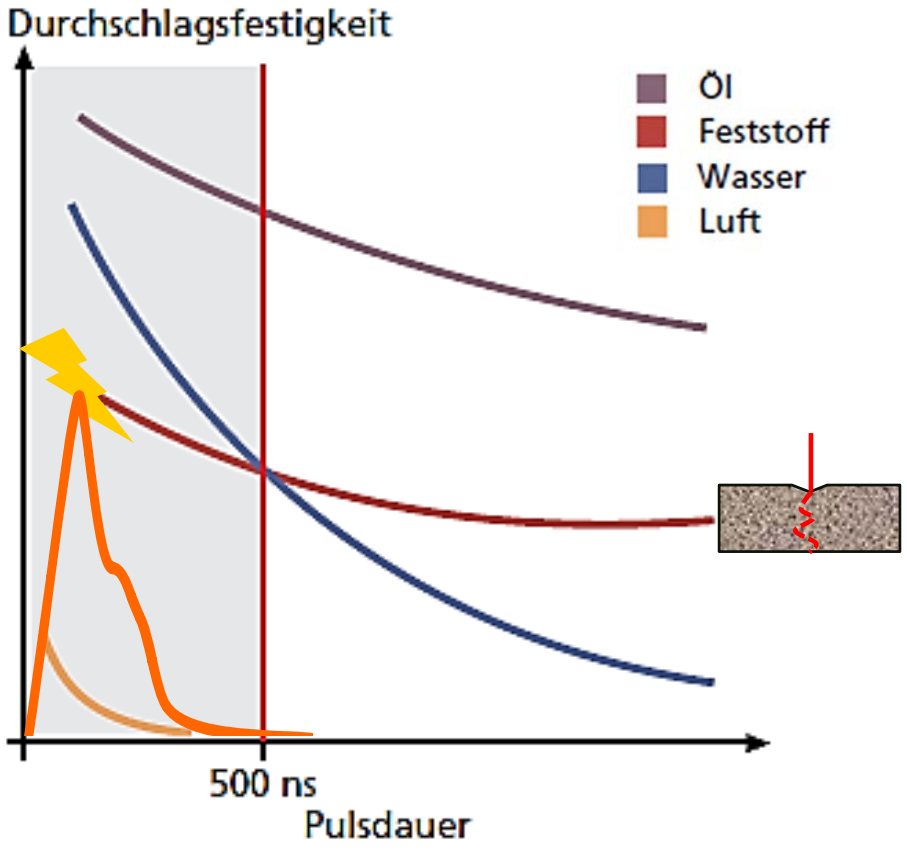
$$\text{Earth Overshoot Day} = \frac{\text{world biocapacity}}{\text{world ecological footprint}} \times 365$$

world biocapacity =	the amount of natural resources generated by Earth that year (gha per person)
world ecological footprint =	humanity's consumption of Earth's natural resources for that year (gha per person)
(gha) =	global hectare; biologically productive hectare with world average biological productivity for a given year

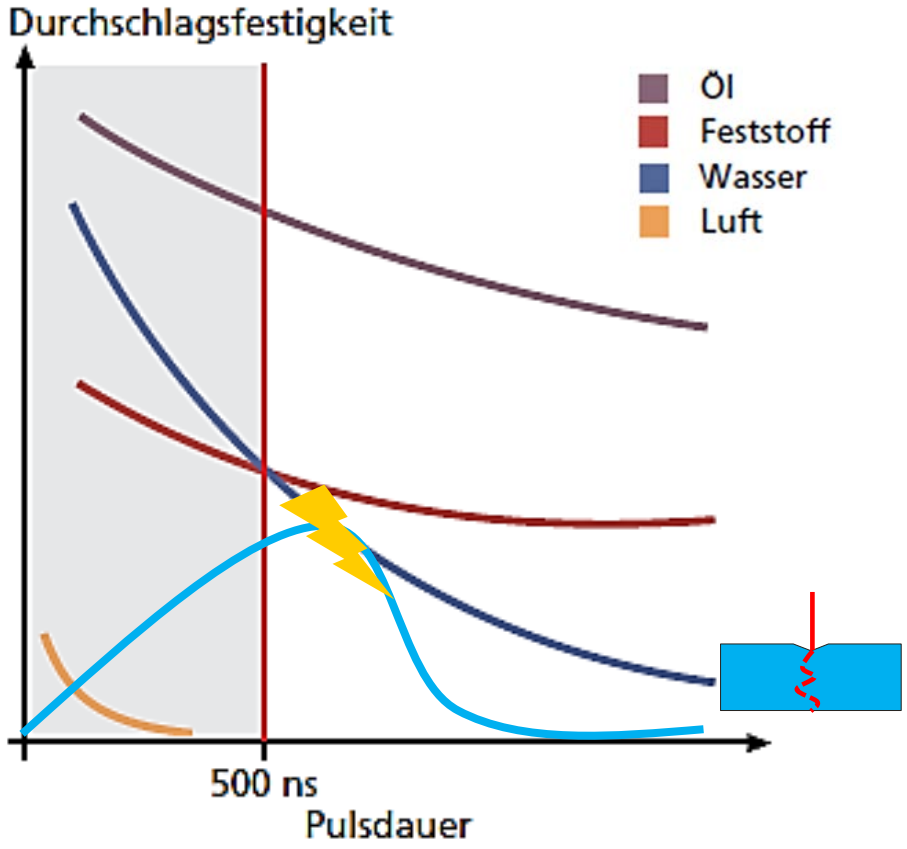
Elektrodynamische Fragmentierung

Grundlage

Entladung im Feststoff



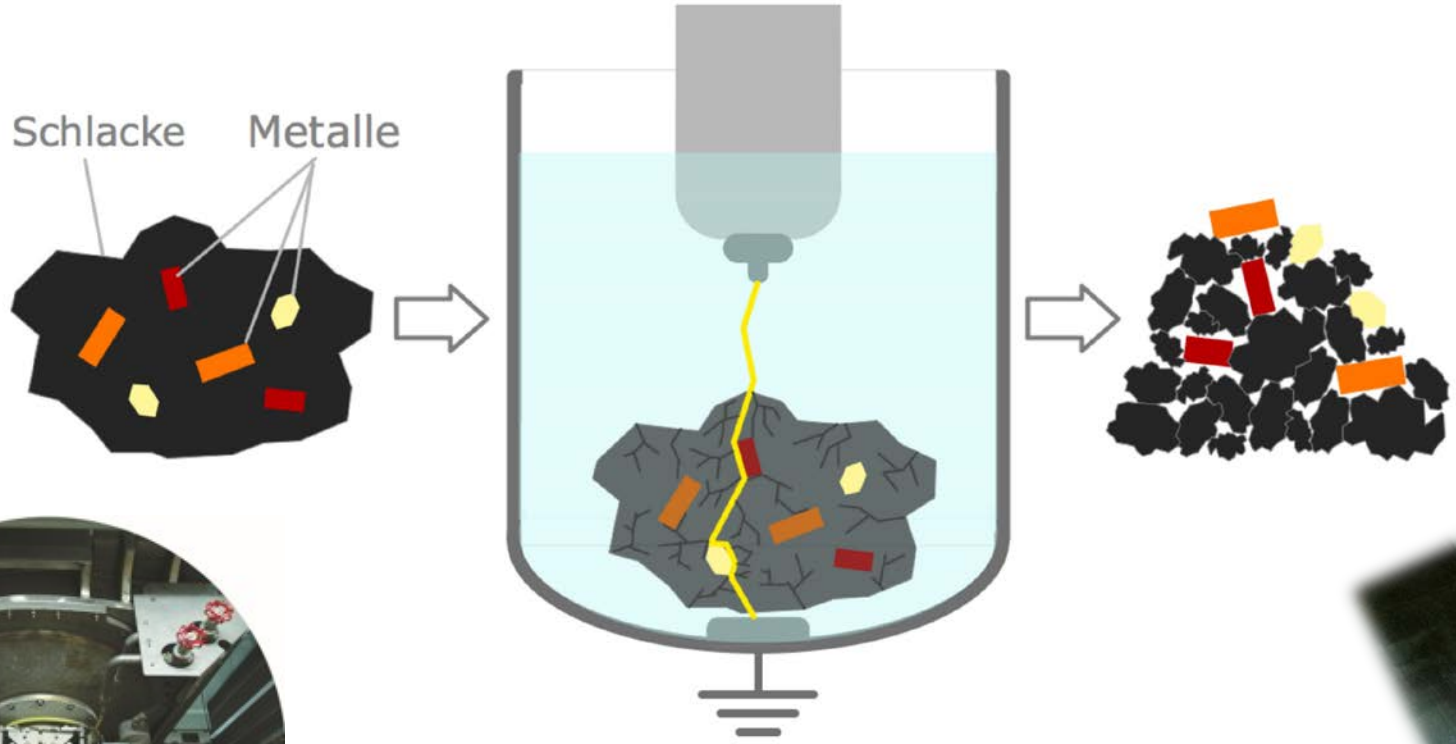
Entladung im Wasser



Quelle: Bluhm, H.; Frey, W.; Giese, H.; Hoppé, P.; Schultheiß, C. und Sträßner, R.: Application of pulsed HV discharges to material fragmentation and recycling, IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation, Vol. 7, Nr. 5, 2000, S. 625 - 635

Unsere Technologie –

Schema und Impressionen



Einsatzbereich unserer Produkte –

Industrielle Qualifizierung unter Einhaltung von Umweltstandards

Mineralfraktion:

Rohmaterial für Zement-Klinker
- ✓ Einhalten der VVEA-Grenzwerte (Anh. 4, Ziff. 1.1)

Aggregate in Zement & Beton
- ✓ Kontamination zwischen Typ A und Typ B gemäss VVEA
- 🕓 Mögliche Aufnahme in die Positivliste nach VVEA

Eisenoxidkonzentrat :

Rohmehlkorrekturstoff für Klinker
- ✓ Einhalten der VVEA-Grenzwerte (Anh. 4, Ziff. 1.3)

- ✓ Erfüllt die Anforderungen der Industrie in Bezug auf die Zusammensetzung

In Zusammenarbeit mit:

Einem der weltweit führenden Zementhersteller

Fachhochschule Nordwestschweiz