

AUFBEREITUNGSTECHNISCHE CHARAKTERISIERUNG VON RESTSTOFFEN DER STAHLWERKSINDUSTRIE

Dipl.-Ing. Lukas Marousek



MARIENHÜTTE

Dr.mont. Christoph Sorger

Dr.mont. Thomas Griessacher



Dipl.-Ing. Lukas Marousek

Univ.-Prof. Dr.mont. Helmut Flachberger

ÜBERBLICK

Dachprojekt COMMBY

Marienhütte

Motivation

Voruntersuchungen

Pilotuntersuchungen

Ausblick

DACHPROJEKT UND FÖRDERUNG

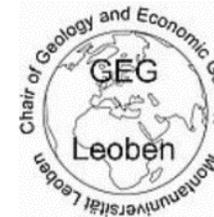
COMMBY - Competence network for the assessment of metal bearing by-products

Web: www.commby.at

Lehrstuhlübergreifende Zusammenarbeit

Arbeitsschwerpunkte

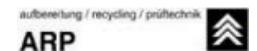
- Charakterisierung und Prozessevaluierung
- Prozessentwicklung und Erhöhung der Produktqualität
- Entwicklung einer Beurteilungsrichtlinie für sekundäre Ressourcen



MARIENHÜTTE



RHI MAGNESITA



STAHL- UND WALZWERK MARIENHÜTTE GMBH

Standort Graz

Betonstahl

- Stäbe
- Ringe/Spulen

Rundstahl

Hüttenschotter

Jahresproduktion ca. 400.000 t Betonstahl



MARIENHÜTTE



Bildquelle

© www.Marienhuetten.at

HERSTELLUNGS PROZESS

Schrottanlieferung

Stahlwerk

Stoßofen-Heißeinsatz

Walzwerk

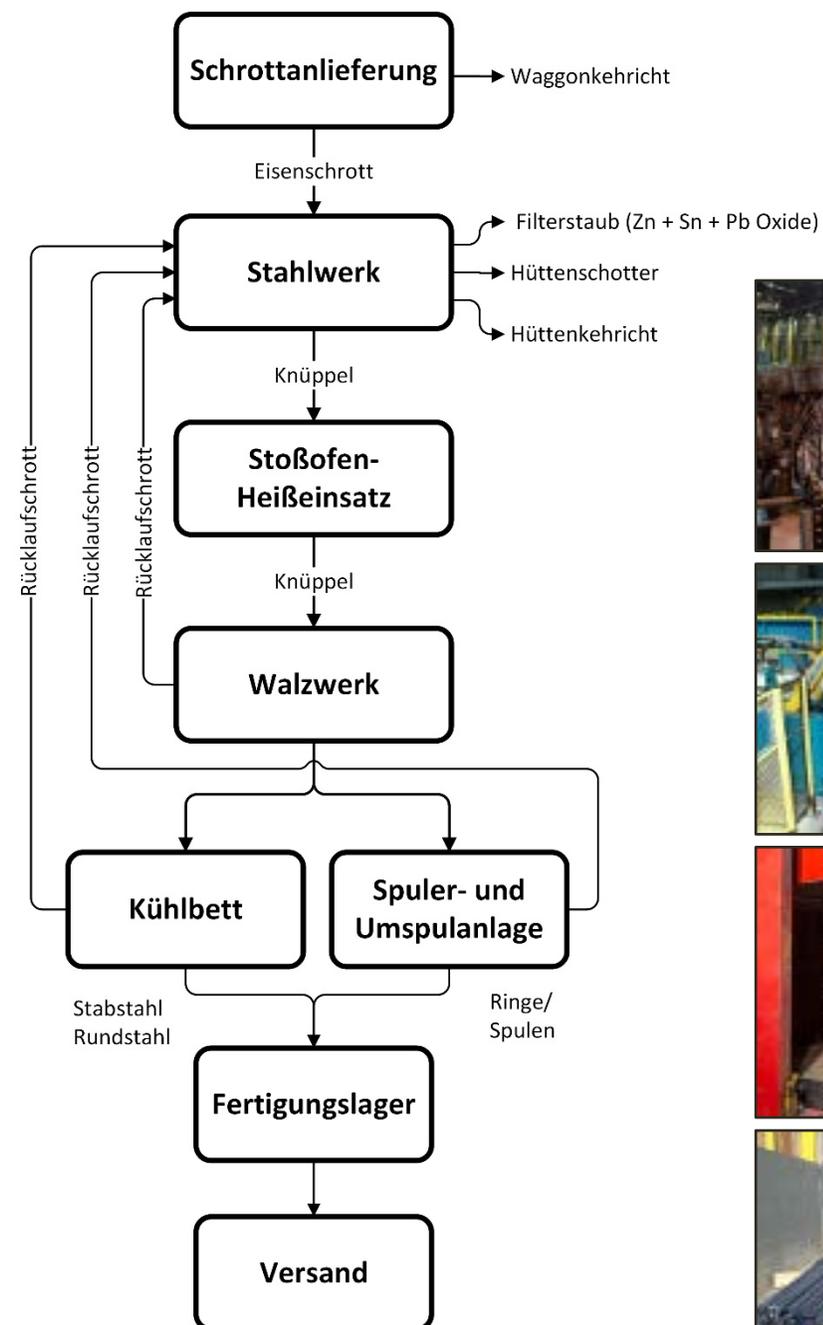
Kühlbett

Spulenanlage

Umspulanlage

Fertiglager

Versand



PROBLEMSTELLUNG UND MOTIVATION

Ausgangssituation

Reststofffraktionen (Kehrichte) unvermeidbar

Derzeit kaum/keine Verwendung

Großteils Deponierung notwendig

Mehrkosten

Motivation

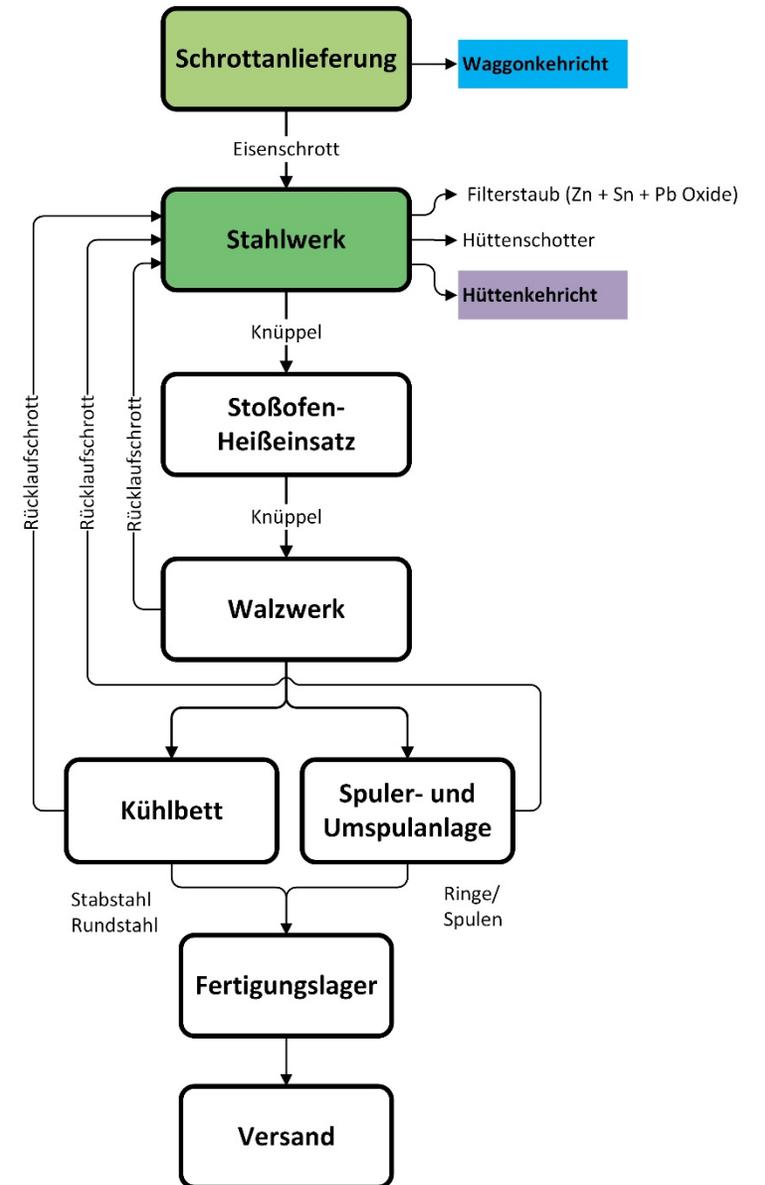
Reststoffanfall von ca. 1% der Jahresproduktion der Marienhütte = 4000 t

Weltweite Jahresproduktion von Rohstahl aus Elektrolichtbogenöfen ca. 523 Mio. t = 5,23 Mio. t!!

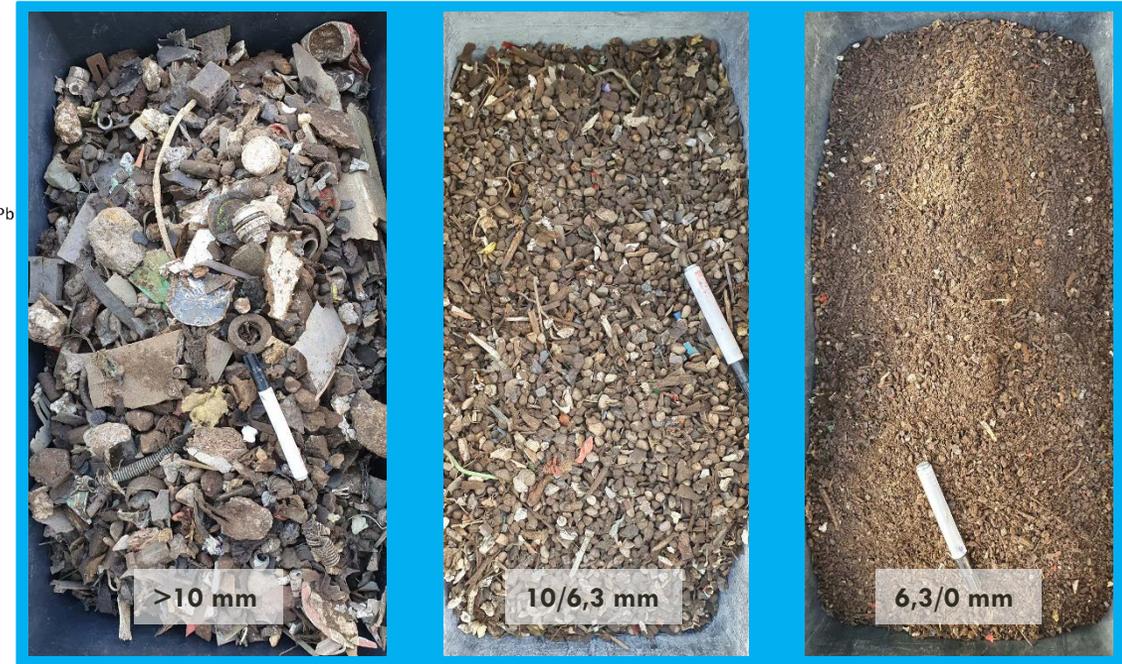
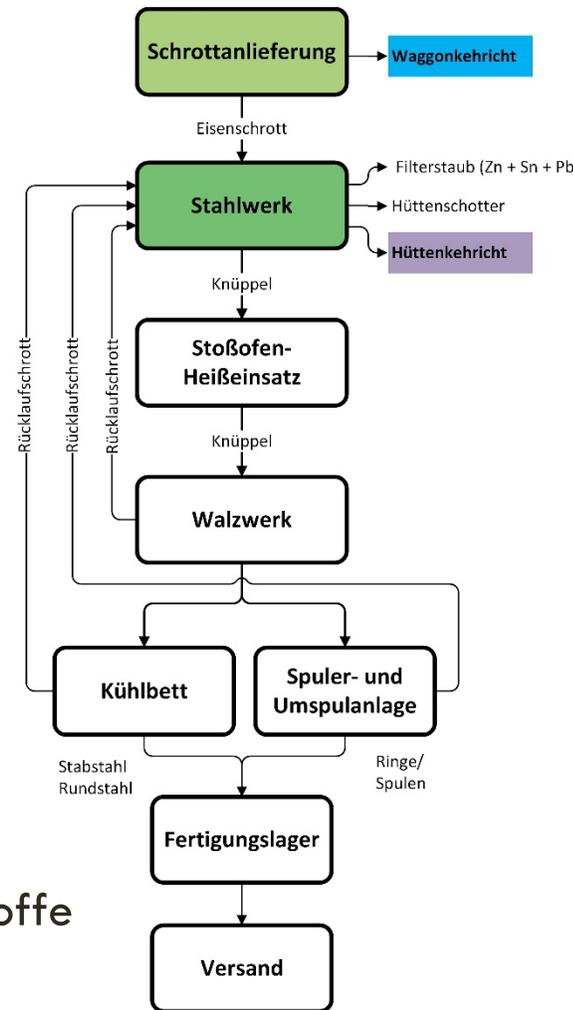
Zero-Waste Gedanke - Abfall ist Rohstoff am falschen Ort!

Können die Reststofffraktionen durch eine passende Aufbereitung

- **reduziert**
- **verwertet** werden??



KEHRICHTE



Waggonkehricht

- Anfall als nichtmagnetischer Rückstand der Schrotteinsatzstoffe

Hüttenkehricht

- Anfall im Hüttenbetrieb im Stahlwerk
- Gefährlicher Abfall aufgrund enthaltener Komponenten

UNTERSUCHUNGEN IM LABOR

Charakterisierung nach
aufbereitungstechnischen Aspekten

- Physikalische (& chemische) Merkmale
- Sortierrelevante Merkmalsunterschiede

Merkmalsklassenanalyse

- Manuelle Sortierung nach dem optischen Eindruck in Stoffklassen
 - Schlacke
 - Metalle (starkmagnetisch und nichtmagnetisch)
 - Mineralische Partikel (Gesteine, Beton, Glas, Gips, etc.)
 - Leichtfraktionen (Holz, Kunststoffe, Papier, Textilien etc.)



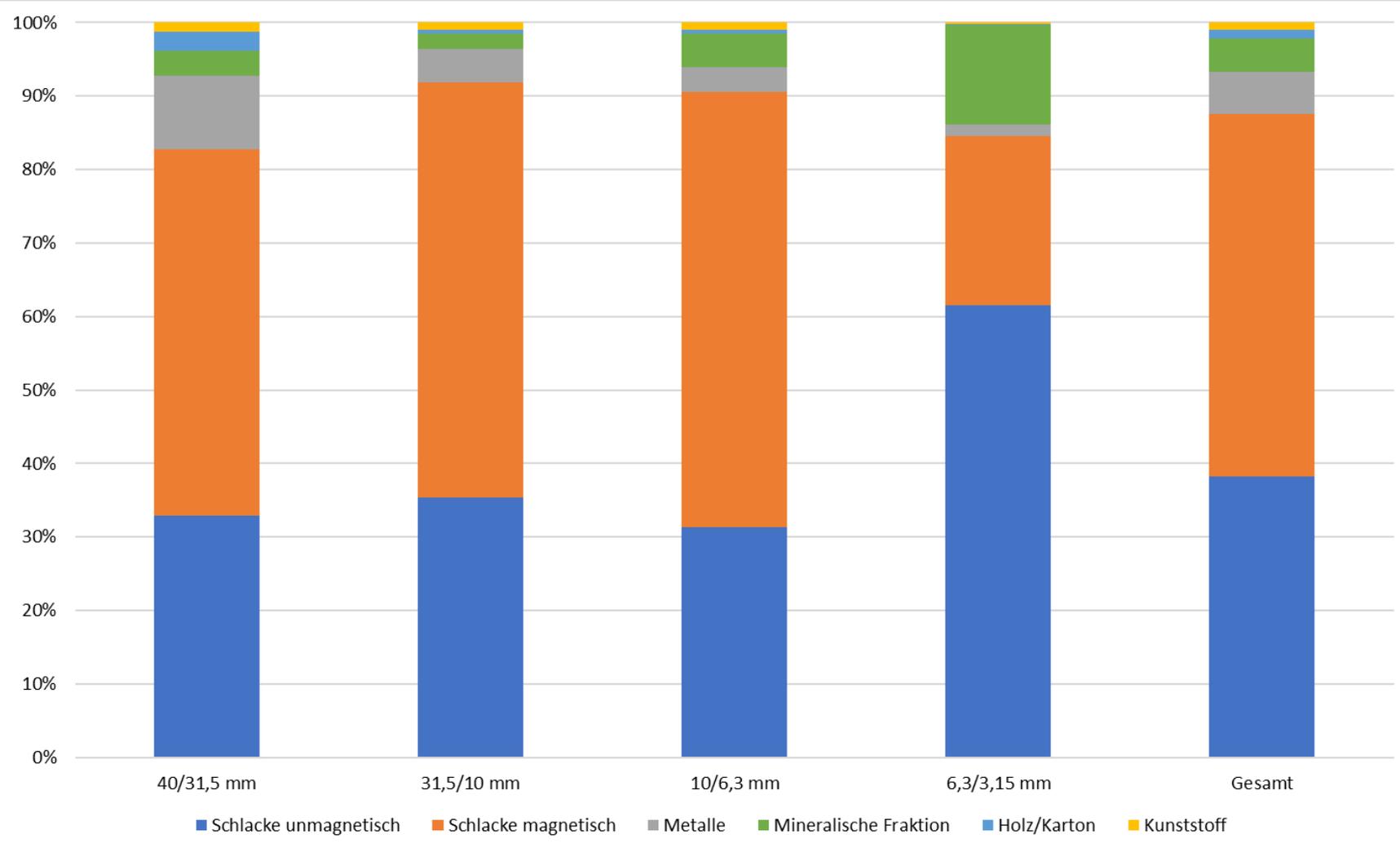
ERGEBNISSE MKA HÜTTENKEHRICHT

87,5 % Schlacke

5,8 % Metalle

4,6 % Mineralisch

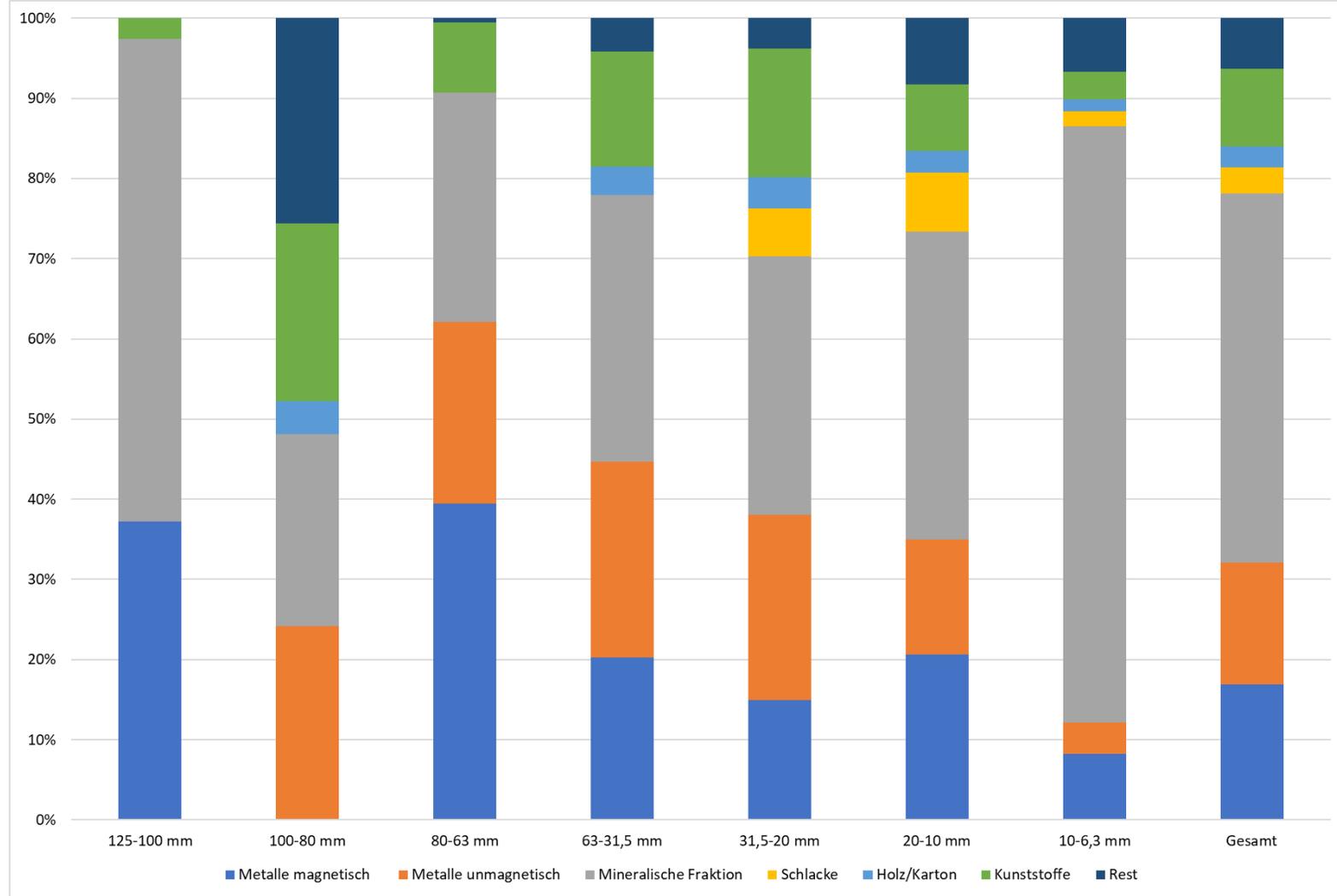
2,1 % Holz & Kunststoff



Partikel klasse mm	Masseaus- bringen %	Schlacke unmagnetisch %	Schlacke magnetisch %	Metalle %	Mineralische Fraktion %	Holz/Karto %	Kunststoff %
40-31,5	33,3	32,9	49,8	10	3,4	2,6	1,3
31,5-10	39,7	35,4	56,4	4,6	2,1	0,5	1
10-6,3	11,2	31,3	59,3	3,3	4,6	0,5	1
6,3-3,15	15,8	61,5	23,1	1,5	13,5	0,2	0,2
Gesamt	100	38,2	49,3	5,8	4,6	1,1	1

ERGEBNISSE MKA WAGGONKEHRICHT

- 32,1 % Metalle
- 46 % Mineralisch
- 3,3 % Schlacke
- 9,7 % Kunststoffe
- 2,6 % Holz
- 6,3 % Rest



Partikelklasse mm	Masseausbringen %	Metalle magnetisch %	Metalle unmagnetisch %	Mineralische Fraktion %	Schlacke %	Holz/Karton %	Kunststoffe %	Rest %
125-100	3,3	37,2	0,0	60,2	0,0	0,0	2,6	0,0
100-80	3,4	0,0	24,2	23,9	0,0	4,1	22,2	25,6
80-63	3,8	39,5	22,6	28,6	0,0	0,0	8,8	0,5
63-31,5	21,4	20,3	24,4	33,2	0,0	3,6	14,3	4,2
31,5-20	14,7	14,9	23,2	32,2	6,0	3,9	16,0	3,8
20-10	26,2	20,6	14,4	38,4	7,3	2,7	8,3	8,3
10-6,3	27,2	8,2	3,9	74,4	1,9	1,5	3,4	6,7
Gesamt	100,0	16,9	15,2	46,0	3,3	2,6	9,7	6,3

UNTERSUCHUNG NACH DEPONIEVERORDNUNG 2008

Probenvorbereitung nach ÖNORM EN 12457-4

Vollanalyse nach DVO 2008

- Ca. 94 Analyseparameter
- Feststoff
- Eluat
- Organische Parameter
 - Summe PAK
 - Summe PCB
 - Summe BTX

HP Kriterien

Altlastenbeitrag

- gefährliche Abfälle 29,80 €/t
- Reststoffdeponien 20,60 €/t
- Baurestmassen 9,20 €/t

Siebfraktion	Masse- ausbringen	Pb im Feststoff		Pb im Eluat	
		Gehalt	Ausbringen	Gehalt	Ausbringen
	%	mg/kg	%	mg/kg	%
40/1 mm	75,9	660	55	0,3	1
<1mm	24,1	1700	45	101	99
Aufgabe	100	911	100	24,5	100
Grenzwert Reststoffdeponie ²		-	-	10	-

FAZIT UNTERSUCHUNGEN LABOR

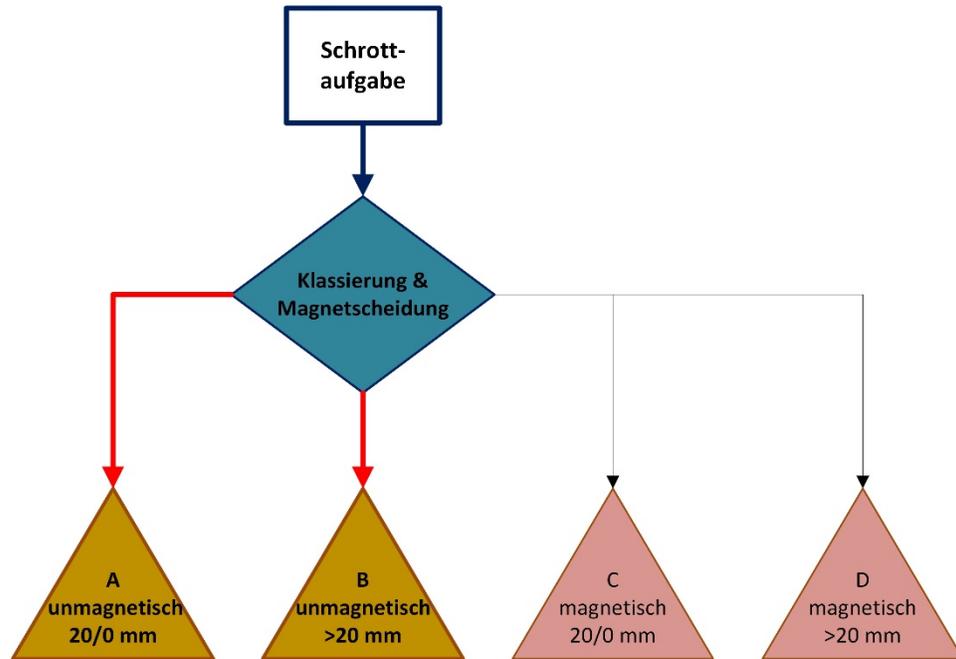
Hüttenkehricht

- Geringer Wertstoffanteil (<6 % Metall)
- Verringertes Masseaufkommen
- Aufbereitung zu aufwändig
- Reduzierung von gefährlichen Anteil durch Siebklassierung

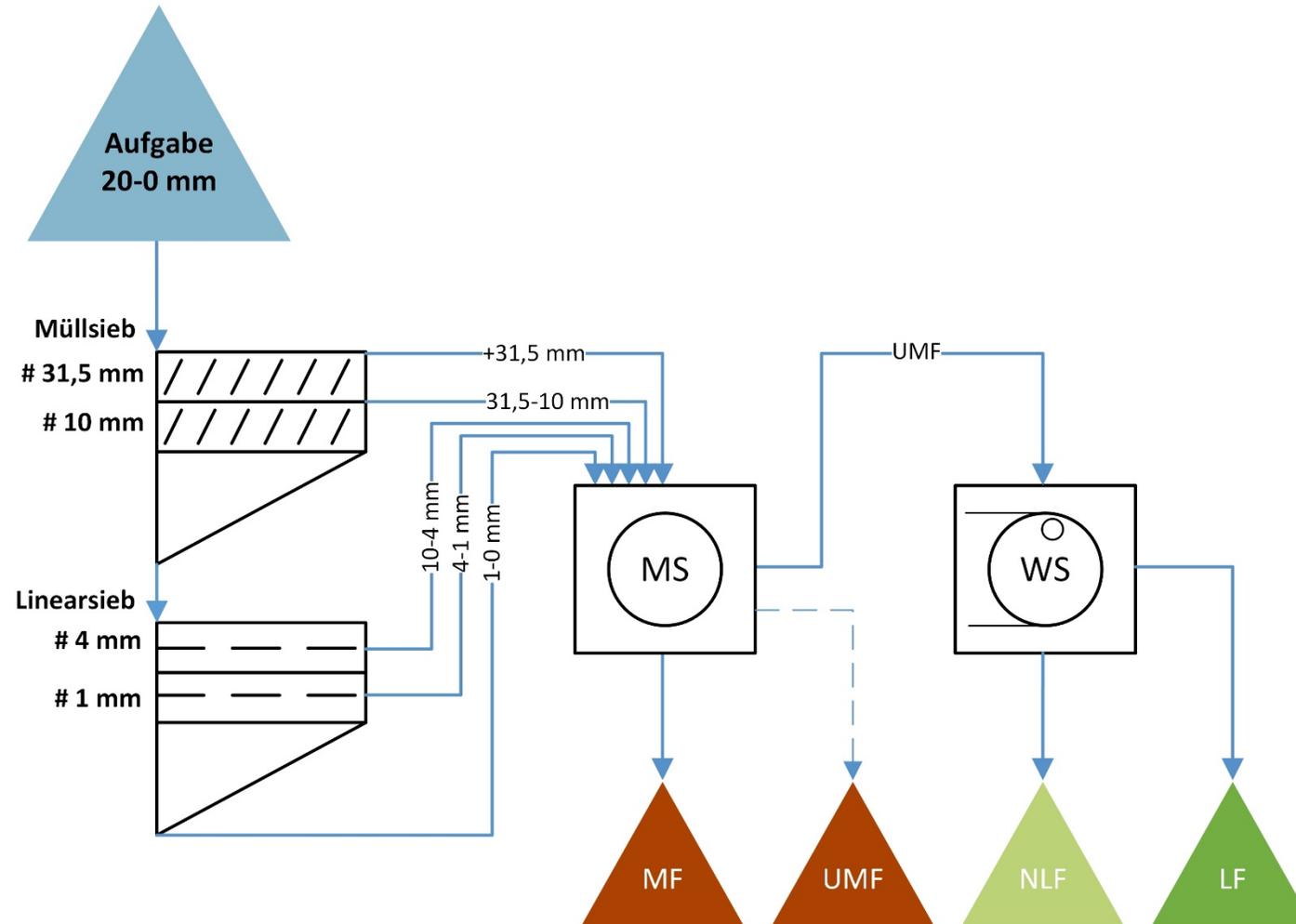
Waggonkehricht

- Wertstoffanteil vergleichsweise hoch (ca. 32 % Metall in der Fraktion <100 mm)
- Erhöhtes Massenaufkommen
- Starke Schwankungen der Schrottzusammensetzung
- Aufbereitung sinnvoll

PILOTVERSUCHE WAGGONKEHRICHT



DURCHGEFÜHRTER VERFAHRENSGANG



KLASSIERPRODUKTE DER TECHNISCHEN SIEBUNG



>31,5 mm



31,5-10 mm



10-4 mm



4-1 mm



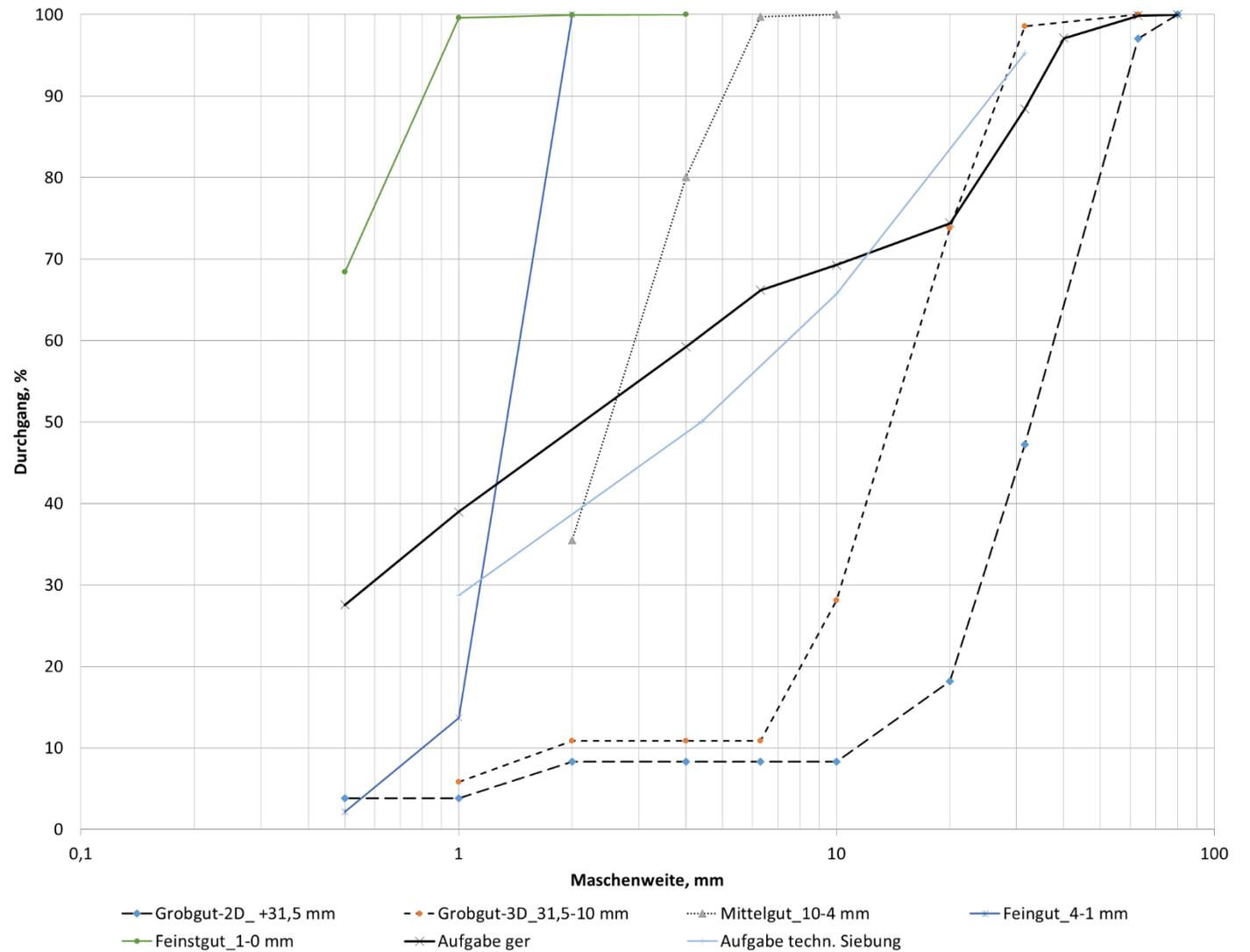
1-0 mm

SIEBANALYSE DER KLASSIERPRODUKTE

k_{\max} 80 mm

80% < 20 mm

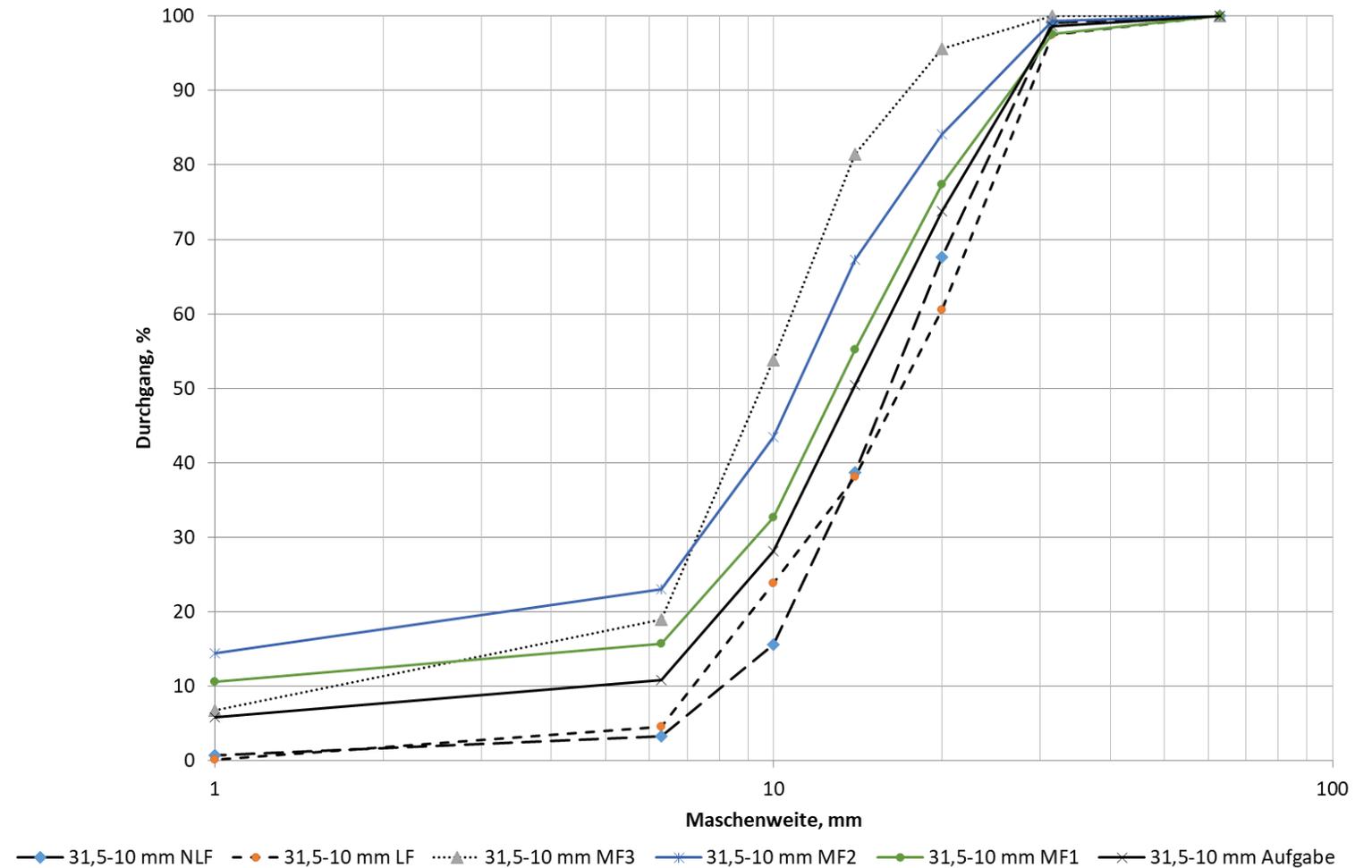
Viel Haftkorn



PARTIKELGRÖßENVERTEILUNGEN DER FRAKTIONEN

Fractionen der Siebklasse

31,5-10 mm



MAGNETISCHE FRAKTIONEN +10 mm



MF +10mm: 15,7 m%

MF 10-4 mm: 10,7 m%

MF 4-1mm: 19,9 m%

MF 1-0 mm: 27,7 m%

74 %

UMF +10mm: 18,6 m%

UMF 10-1mm: 6,4 m%

25 %

UMF 1-0 mm: 1 m%

1 %

Klasse, mm	Masseausbringen	Masseausbringen pro Fraktion und Klasse bezogen auf die Aufgabe, %					
		MF1	MF2	MF3	UMF3	LF	NLF
	%						
+31,5	4,7	0,6	0,8	0,0	0,0	0,9	2,5
31,5-10	29,6	7,6	4,7	2,1	0,0	3,6	11,7
10-4	15,6	4,6	3,5	2,5	0,0	0,3	4,7
4-1	21,4	9,1	6,2	4,6	0,0	0,03	1,4
1-0	28,7	15,7	9,4	2,6	1,0	0,0	0,0
Aufgabe (ger)	100,0	37,6	24,5	11,9	1,0	4,8	20,2



NICHTMAGNETISCHE FRAKTIONEN +10 mm



MF +10mm: 15,7 m%

MF 10-4 mm: 10,7 m%

MF 4-1 mm: 19,9 m%

MF 1-0 mm: 27,7 m%

74 %

UMF +10mm: 18,6 m%

UMF 10-1 mm: 6,4 m%

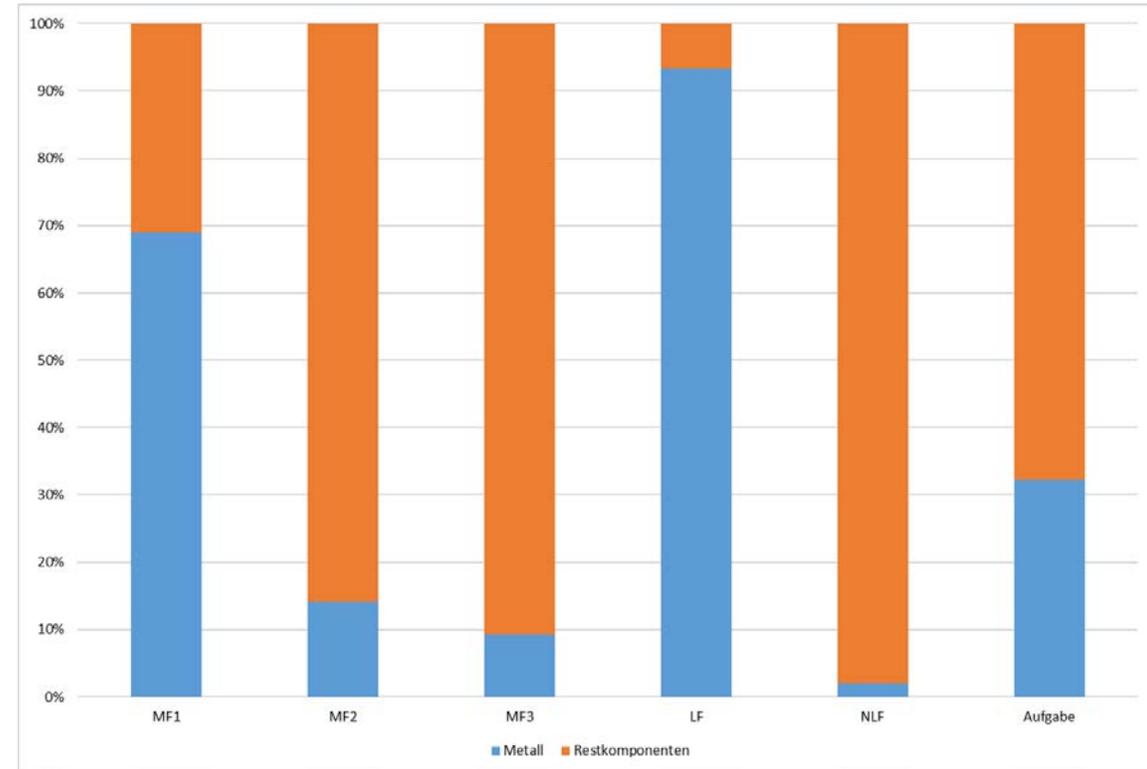
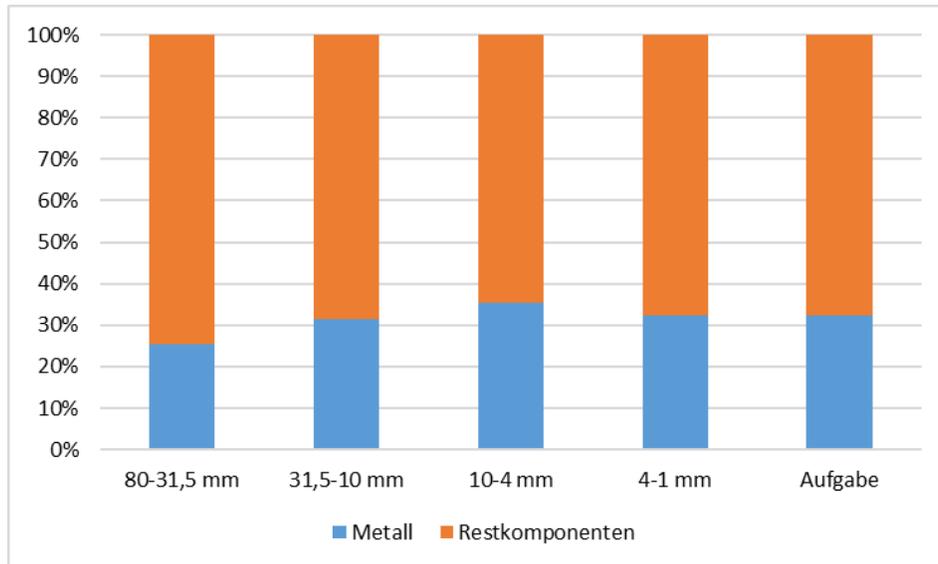
25 %

UMF 1-0 mm: 1 m%

1 %

Klasse, mm	Masseausbringen	Masseausbringen pro Fraktion und Klasse bezogen auf die Aufgabe, %					
		MF1	MF2	MF3	UMF3	LF	NLF
+31,5	4,7	0,6	0,8	0,0	0,0	0,9	2,5
31,5-10	29,6	7,6	4,7	2,1	0,0	3,6	11,7
10-4	15,6	4,6	3,5	2,5	0,0	0,3	4,7
4-1	21,4	9,1	6,2	4,6	0,0	0,03	1,4
1-0	28,7	15,7	9,4	2,6	1,0	0,0	0,0
Aufgabe (ger)	100,0	37,6	24,5	11,9	1,0	4,8	20,2

EVALUIERUNG DES PILOTVERSUCHES ÜBER MKA < 20 mm



- Pilotversuch
 - 32,2 % Metallanteil
- Vgl. Voruntersuchungen
 - 32,1 % Metalle

Bilanzierung 80-1mm		Gehalt, %		Ausbringen, %	
Fraktion	Masse, %	Metall	Restkomp.	Metall	Restkomp.
MF1	30,68	69,0	31,0	65,8	14,0
MF2	21,24	14,1	85,9	9,3	26,9
MF3	13,03	9,2	90,8	3,7	17,4
LF	6,70	93,4	6,6	19,4	0,7
NLF	28,35	2,0	98,0	1,8	41,0
Gesamt	100,00	32,2	67,8	100,0	100,0



Bilanz MF2 31,5-10 mm		Gehalte, %				
Siebklasse, mm	Masse, %	Metall	Verbund	Holz	Kunststoff	Inert
31,5-20	27,22	35,7	14,5	5,6	19,0	25,2
20-14	30,13	20,8	7,3	7,2	36,9	27,8
14-10	42,65	26,2	2,9	7,6	42,1	21,2
Gesamt	100,00	27,2	7,4	6,9	34,3	24,3



Metall

Verbund

Inert

Holz

Kunststoff

FAZIT DES PILOTVERSUCHES MIT WAGGONKEHRICHT

Erzeugung von verwertbaren Fraktionen möglich

- Sekundäre Metallrohstoffe
 - Stark- und schwachmagnetische Fraktion
 - Leiterfraktion (Al, Cu, Zn, Messing, ZAMAK etc.)
- Nichtmetallische Fraktion
 - Gewerbemüll und Shreddervormaterial

Weitere Verfahrensschritte sind notwendig für eine Qualitätsverbesserung

- Dichtesortierung
- Sensorbasierte Sortierung
- „Destoner“ oder ähnliches

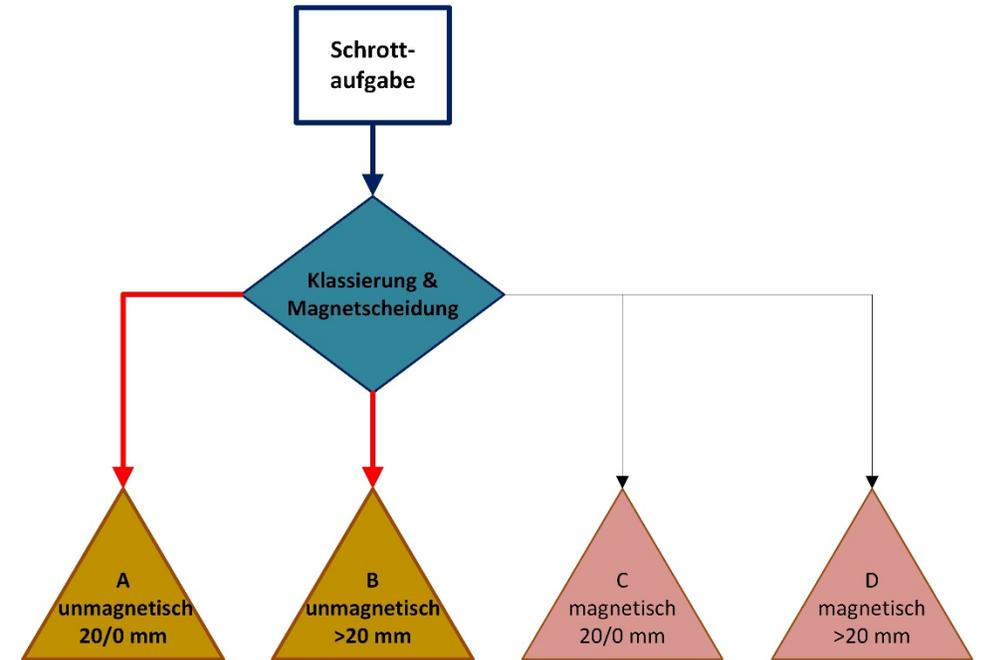
AUSBLICK

Evaluierung der Fraktionen <1 mm (Pilotversuch 1)

- Prüfung nach DVO 2008
- HP-Kriterien

Pilotversuch 2

- unmagnetische Fraktion >20 mm
- Metallanteil wesentlich höher
- Verfahrensgang ähnlich jenem aus Pilotversuch 1
- Störstoffabscheidung
- Zerkleinerung





VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT! GLÜCK AUF!

Quellen

[1] (2020). *Steel Statistical Yearbook*. World Steel Association. Von <https://worldsteel.org/steel-topics/statistics/steel-statistical-yearbook/> abgerufen

[2] Deponieverordnung 2008 - DVO 2008. (01. 05 2022). Von <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20005653> abgerufen