

# Einsatz von Rostasche –Feinfraktion < 10 mm als Rohstoff für die Herstellung von Zement und Beton

**R. Deike<sup>1</sup>, W. Ruhkamp<sup>2</sup>, I. Adhiwiguna<sup>1</sup>, R. Warnecke<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Universität Duisburg Essen – Institut für Technologien der Metalle

<sup>2</sup> Loesche GmbH

<sup>3</sup> Gemeinschaftskraftwerk Schweinfurt GmbH

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

# Agenda

1. Prozessbeschreibung des Vorhabens EMSARZEM
2. Das Mahlen der Fertigschlacke als erster Konzentrationsschritt
3. Mineral-Gut für die Zement- und Betonherstellung
4. Magnet-Gut für die Metallindustrie
5. NE-Produkt für die Metallindustrie
6. Zusammenfassung

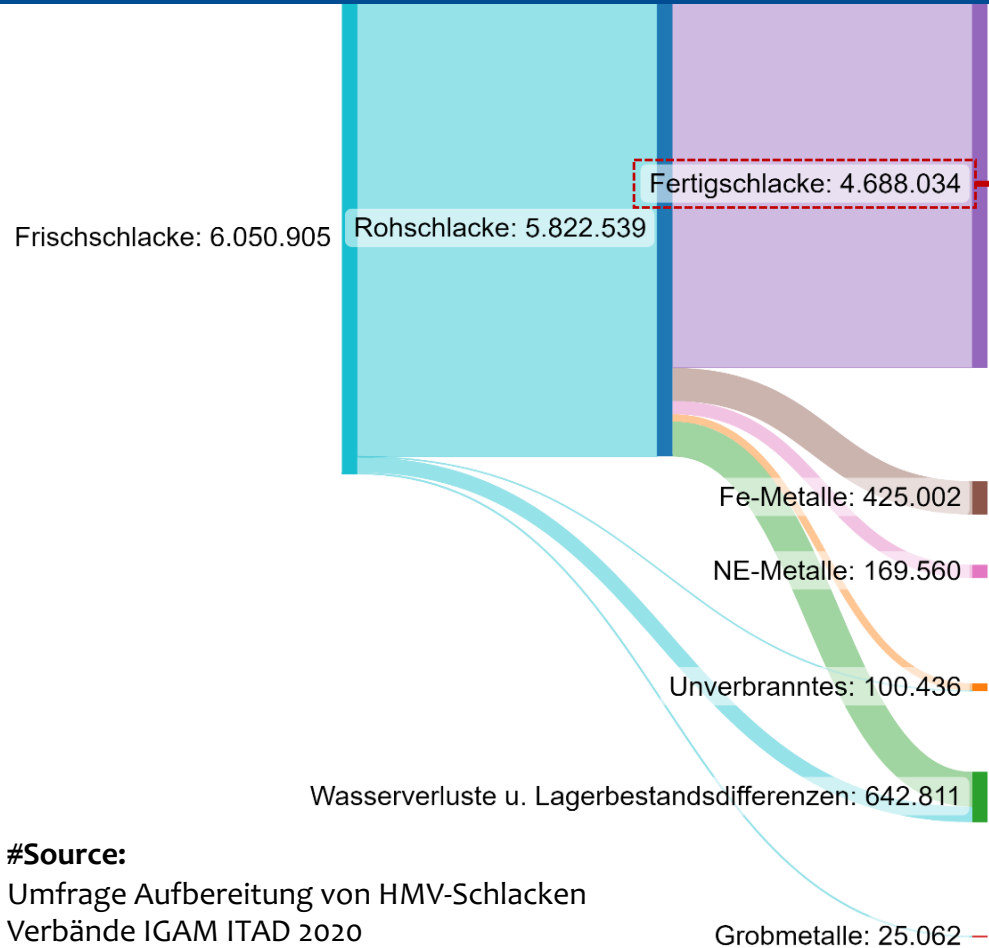
# **Prozessbeschreibung des Vorhabens EMSARZEM**





# Ziel des Vorhabens EMSARZEM

## MV-SCHLACKE IN DEUTSCHLAND IN TONNEN PRO JAHR



#Source:

Umfrage Aufbereitung von HVM-Schlacken  
Verbände IGAM ITAD 2020

## FERTIGSCHLACKE (0-10mm)

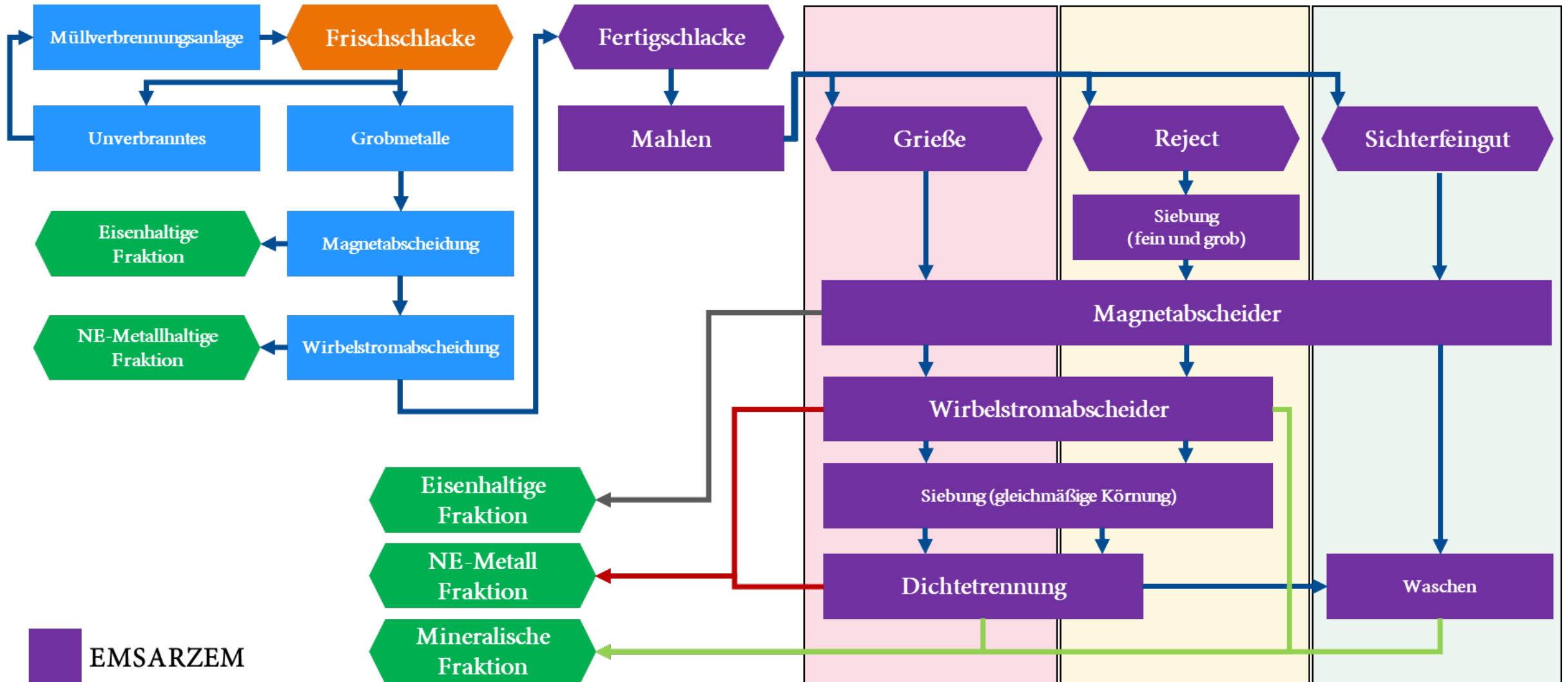


## ZIEL DES PROJEKTES

- **Abtrennung von Metallen**
- **Saubere mineralische Restfraktion als Rohstoff in der Zementindustrie**



# Prozessschema

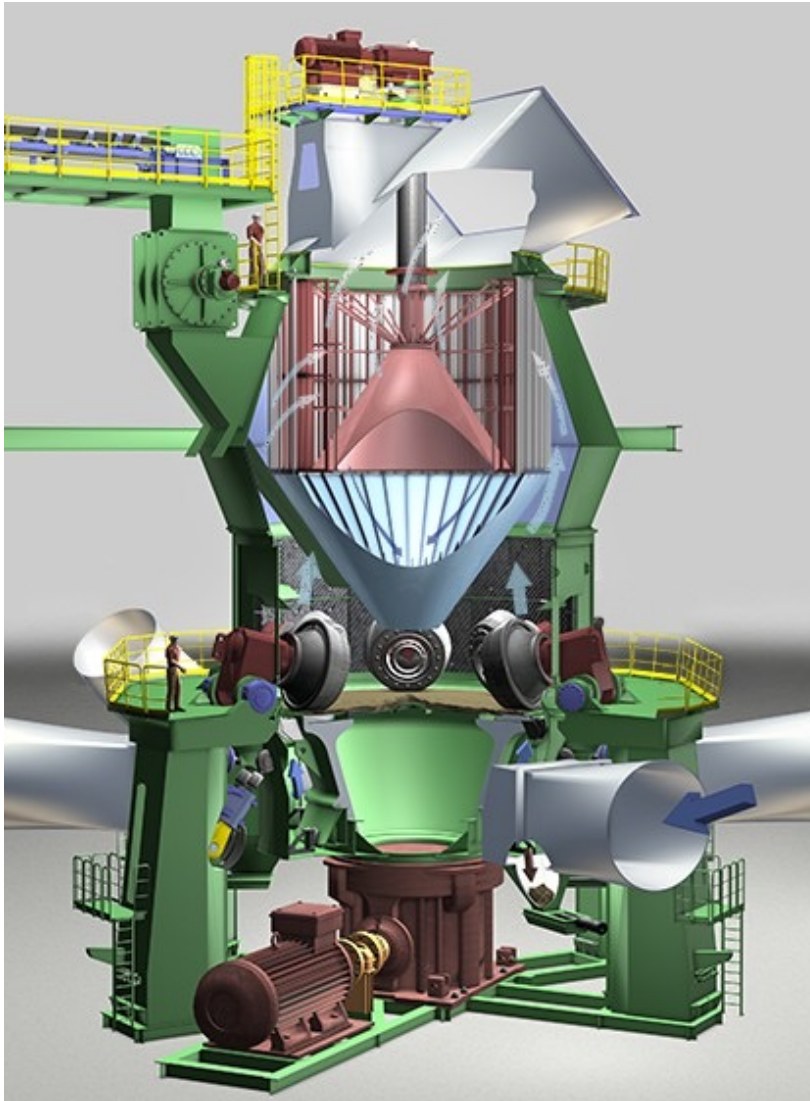


EMSARZEM

# **Das Mahlen der Fertigschlacke als erster Konzentrationsschritt**



# Mahlen als erster Konzentrationsschritt

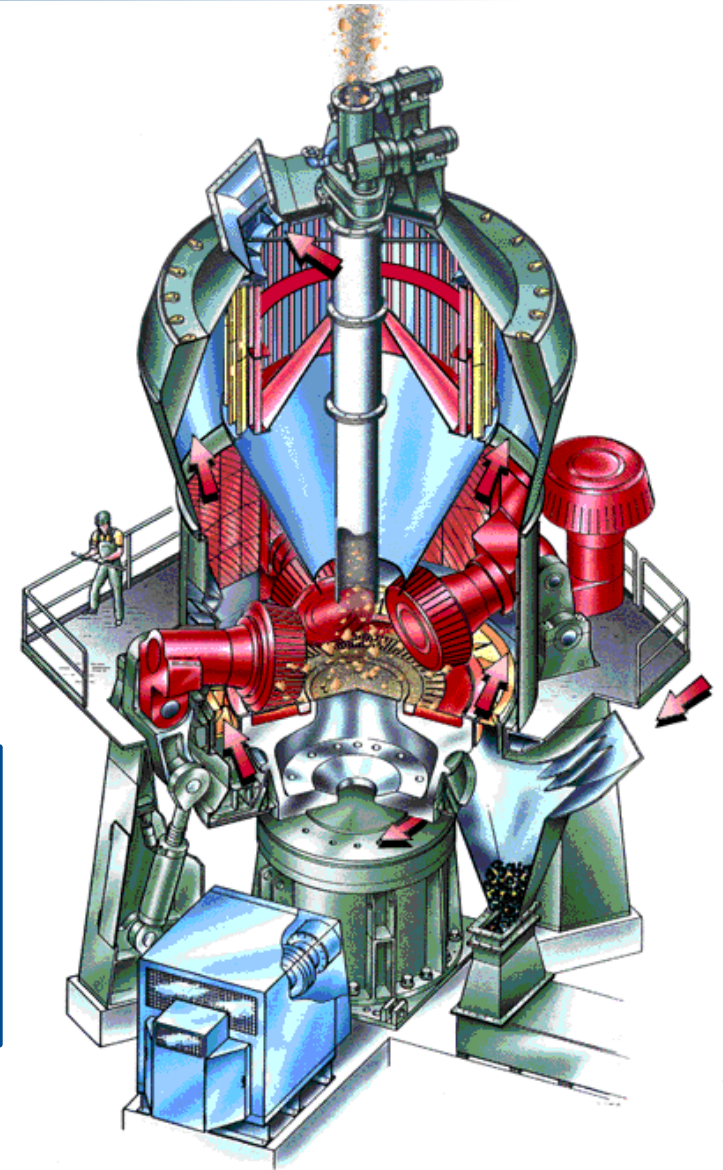


## Loesche – VRM

Zur Mahlung von  
festen Brennstoffen,  
Zementrohmaterial,  
Zementprodukten,  
Mineralien und Erzen

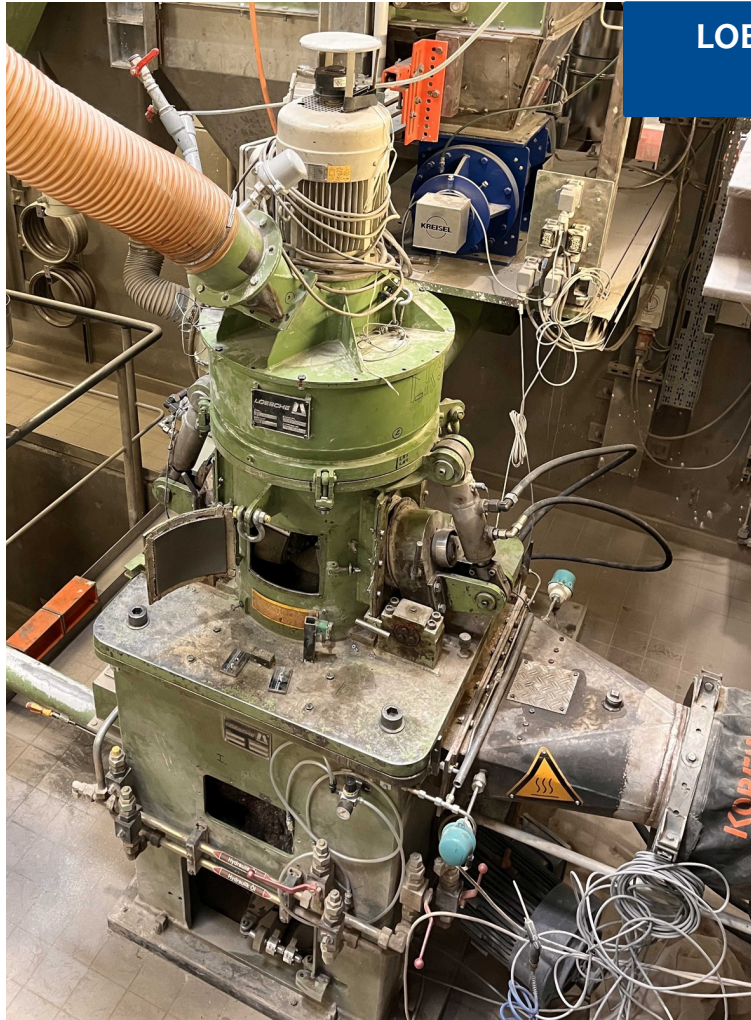
## Loesche – VRM

Prozessgas zur  
Materialtrocknung und  
zum Materialtransport  
– bewegt dargestellt;





# Mahlen als erster Konzentrationsschritt



LOESCHE-Versuchsmühle  
~ 0,8 t/h



Mahlwalzen mit  
Ø 280 mm

LOESCHE-Industriemühle  
~ 1000 t/h



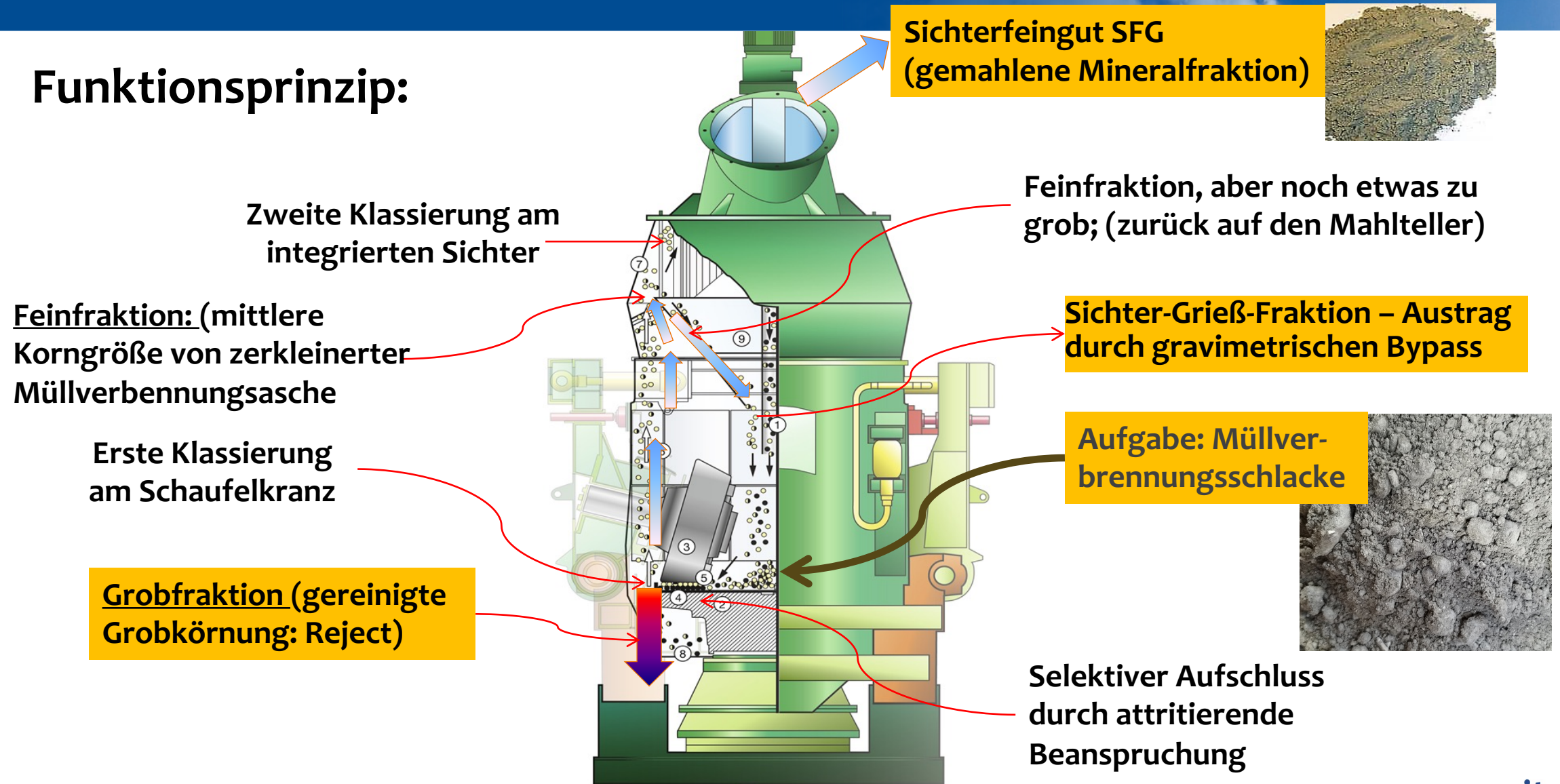
Mahlwalzen mit  
Ø 2760 mm





# Mahlen als erster Konzentrationsschritt

## Funktionsprinzip:



# Mahlen als erster Konzentrationsschritt



Magnetische Trennung des SFG aus der  
Aufbereitung der Müllverbrennungsasche

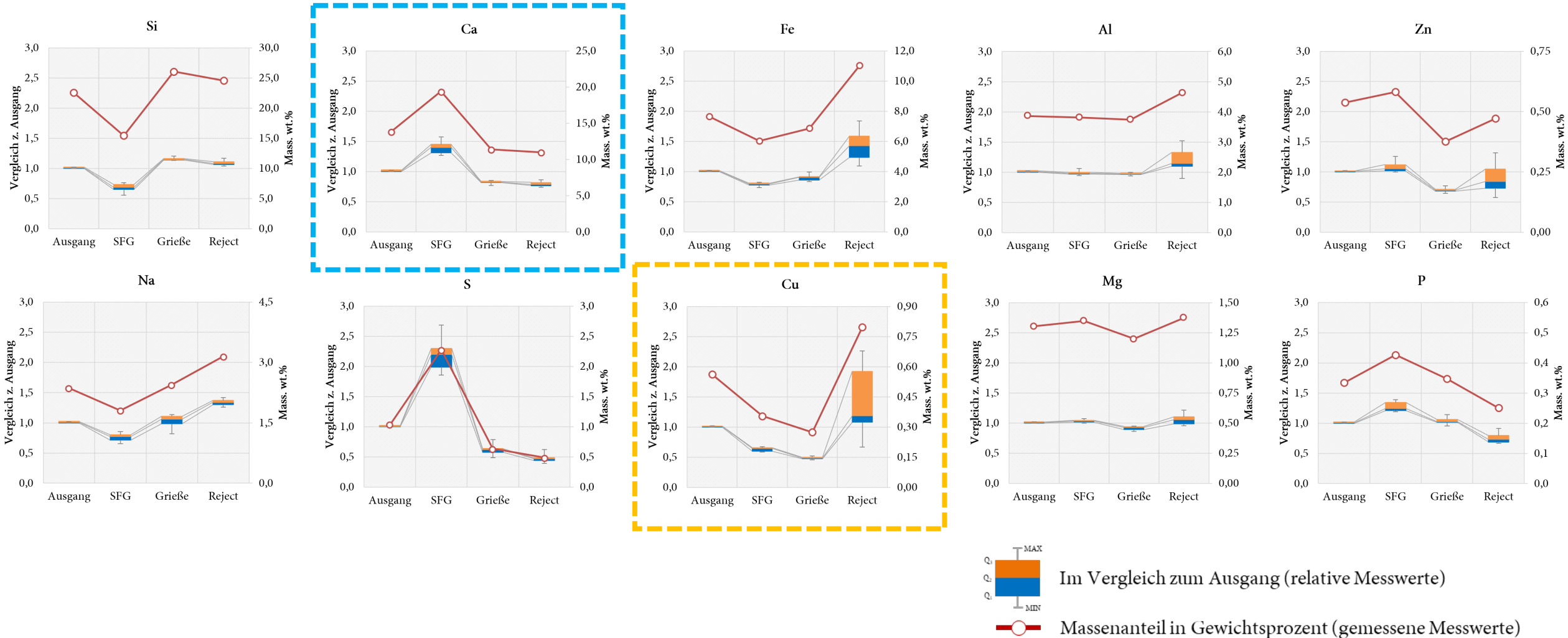
Mineralischer Anteil  
80%

Magnetischer Anteil  
20%

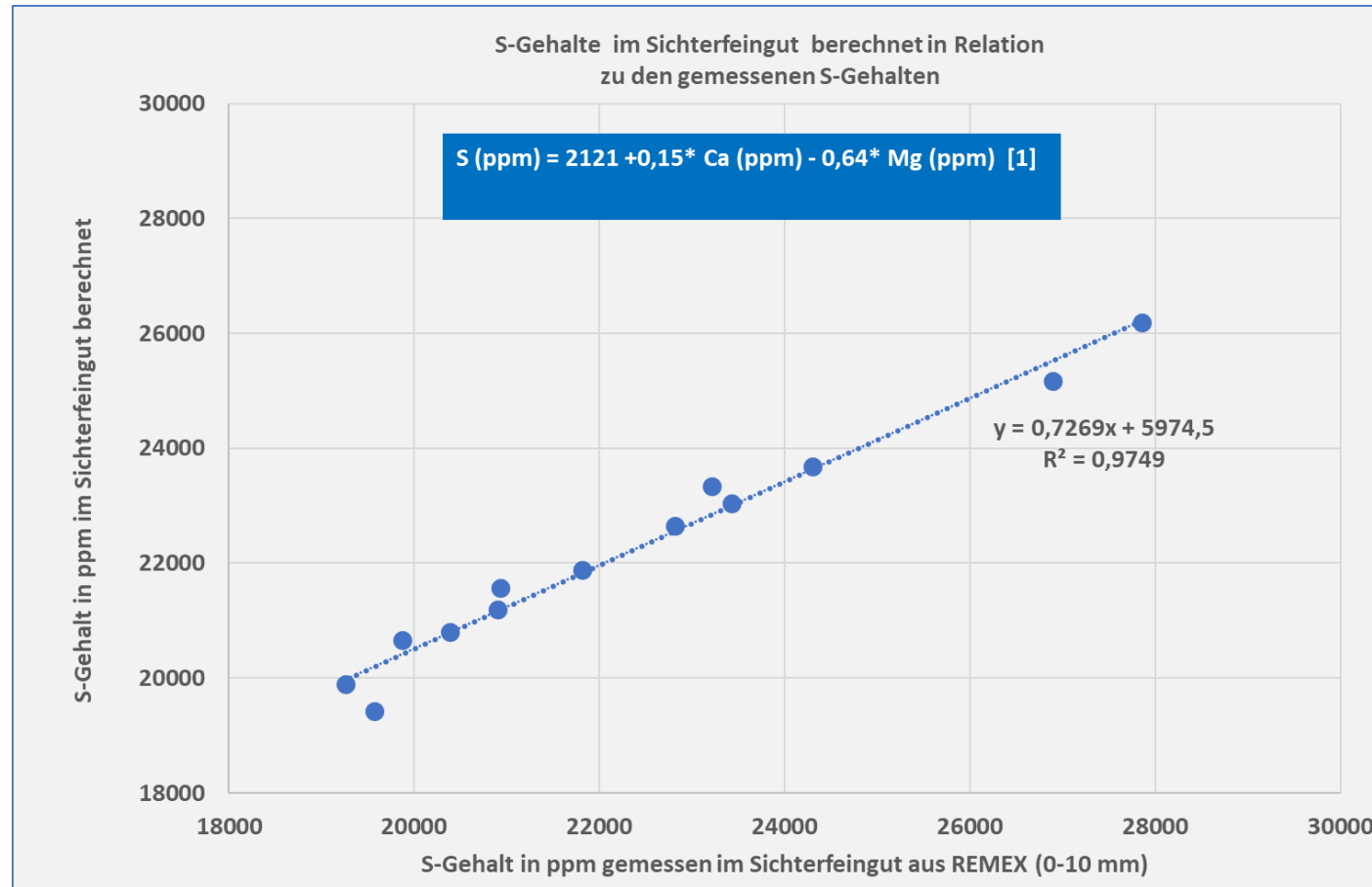




# Veränderungen chemischer Zusammensetzungen



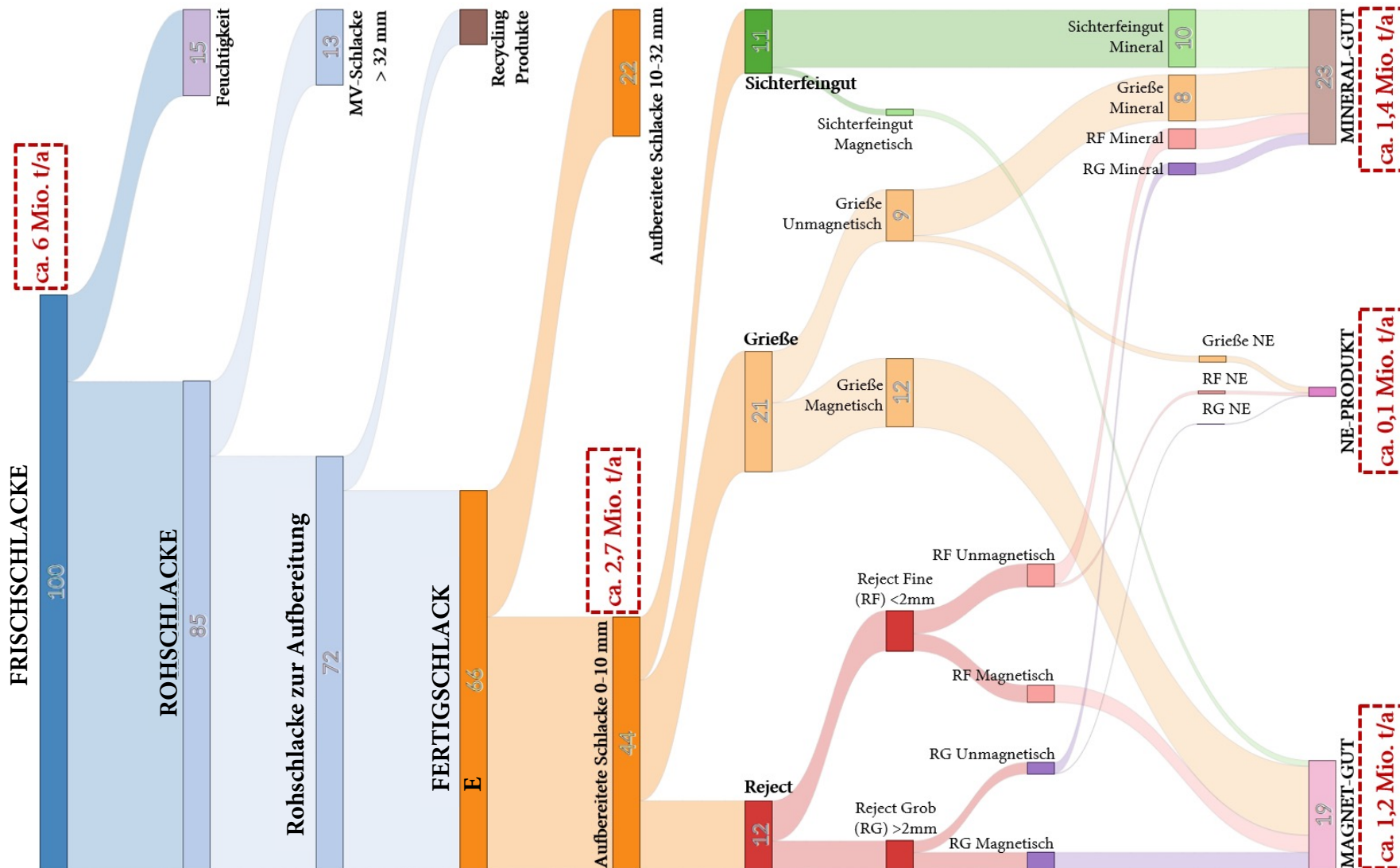
# Mahlen als erster Konzentrationsschritt



[1] R. Deike, D. Ebert, D.Schubert, R.Ulum, R.Warnecke, M.Vogell: International VDI Workshop : RECOVERY OF METALS AND MINERALS FROM ASH, Characteristics of metals in the fine Fraction of bottom ash & how can metal recycling be profitable in volatile global raw materials markets, Amsterdam, 21.05.2014

# Theoretische Gesamte Stoffströme (bezogen auf Frischschlacke)

## nach Mahlung, Siebung, Magnet- und Wirbelstromtrennung



**23% Mineralische Fraktion**

Zementklinker  
Betonherstellung

**2% NE-Metall-Fraktion**

NE-Metall-Industrie

**19% Magnetische Fraktion**

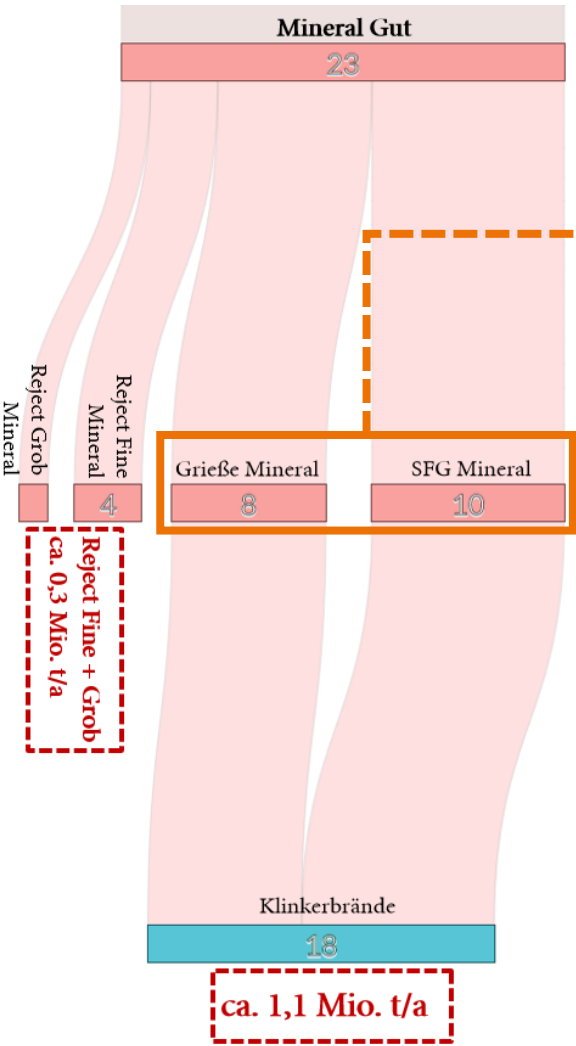
Fe- und NE-Metall-  
Industrie



# **Mineral-Gut für die Zement- und Betonherstellung**



# Sichterfeingut & Grieße-Mineral als Rohstoffe für die Herstellung von Zementklinker

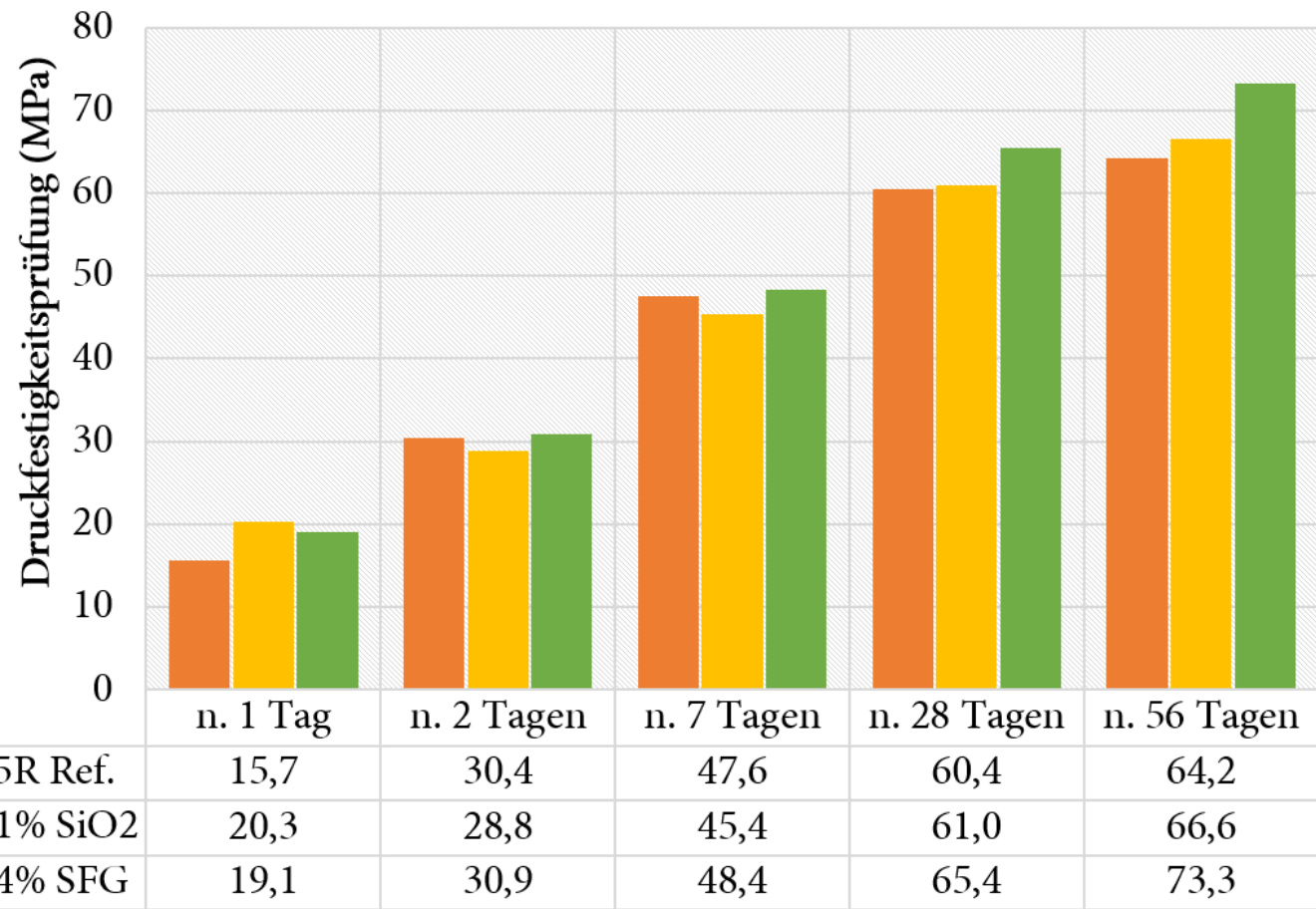
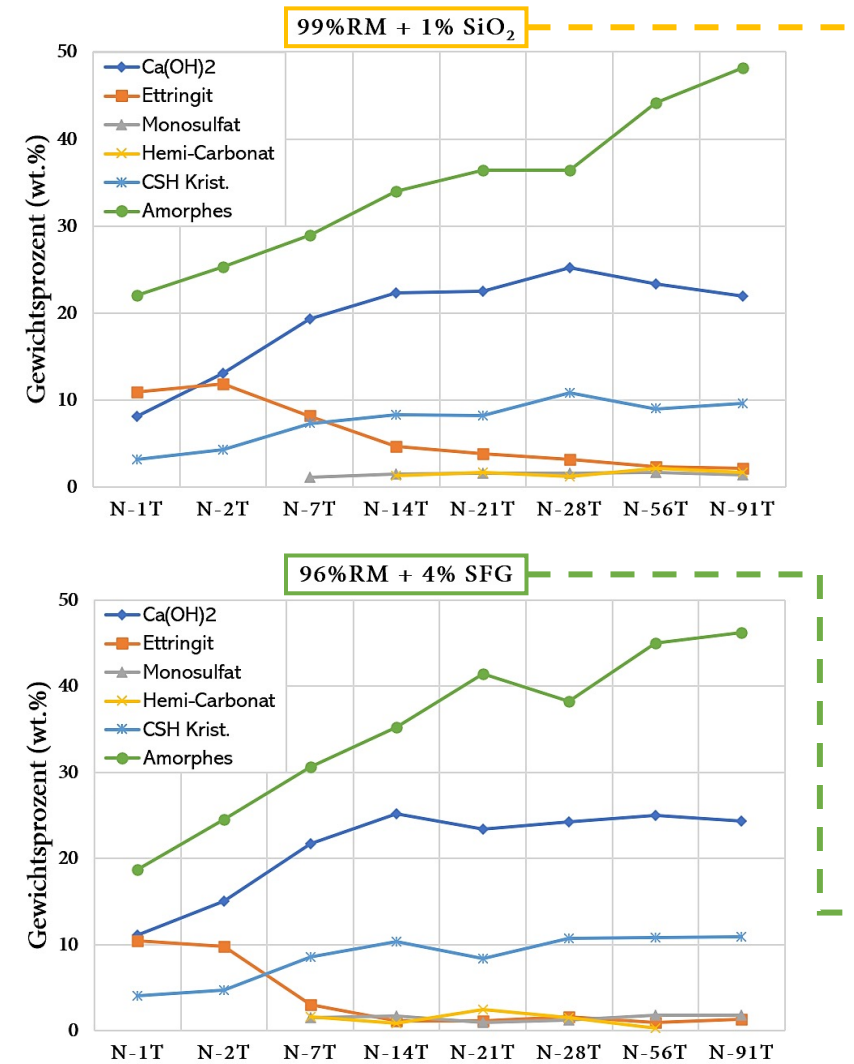


CHEMISCHE ZUSAMMENSETZUNG											
Probe	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SrO
Rohmehl (RM)	16,6	6,0	2,5	71,2	0,9	0,6	1,1	0,12	0,3	0,01	0,3
Sichterfeingut (SFG)	34,4	8,4	5,4	30,0	2,5	7,7	1,4	2,6	1,9	1,5	0,08
Grieße-Mineral	64,3	5,1	2,1	14,3	1,6	1,3	1,1	3,4	1,0	0,7	0,04

MISCHUNGSVERHÄLTNIS VON SFG IM ROHMEHL										
Probe	Additive (%)	RFA - Analysis				RBA - Analysis				
		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	C <sub>3</sub> S	C <sub>2</sub> S	C <sub>3</sub> A	C <sub>4</sub> AF	KSt.
99% (RM) + 1% SiO <sub>2</sub>	-	22,85	5,72	1,85	66,82	57,3	22,3	12,0	5,6	92,9
98% (RM) + 2% SFG	0,4 SiO <sub>2</sub>	22,54	5,87	2,10	66,35	56,4	22,1	12,0	6,4	92,9
96% (RM) + 4% SFG	0,5 CaO	22,36	5,91	2,27	66,18	56,5	21,5	11,8	6,9	93,1
94% (RM) + 6% SFG	1,6 CaO	22,38	5,76	2,36	66,06	56,8	21,3	11,3	7,2	93,1

#Wilhelm-Dyckerhoff-Institut für Baustofftechnologie

# Hydratationstest und Druckfestigkeitsprüfung



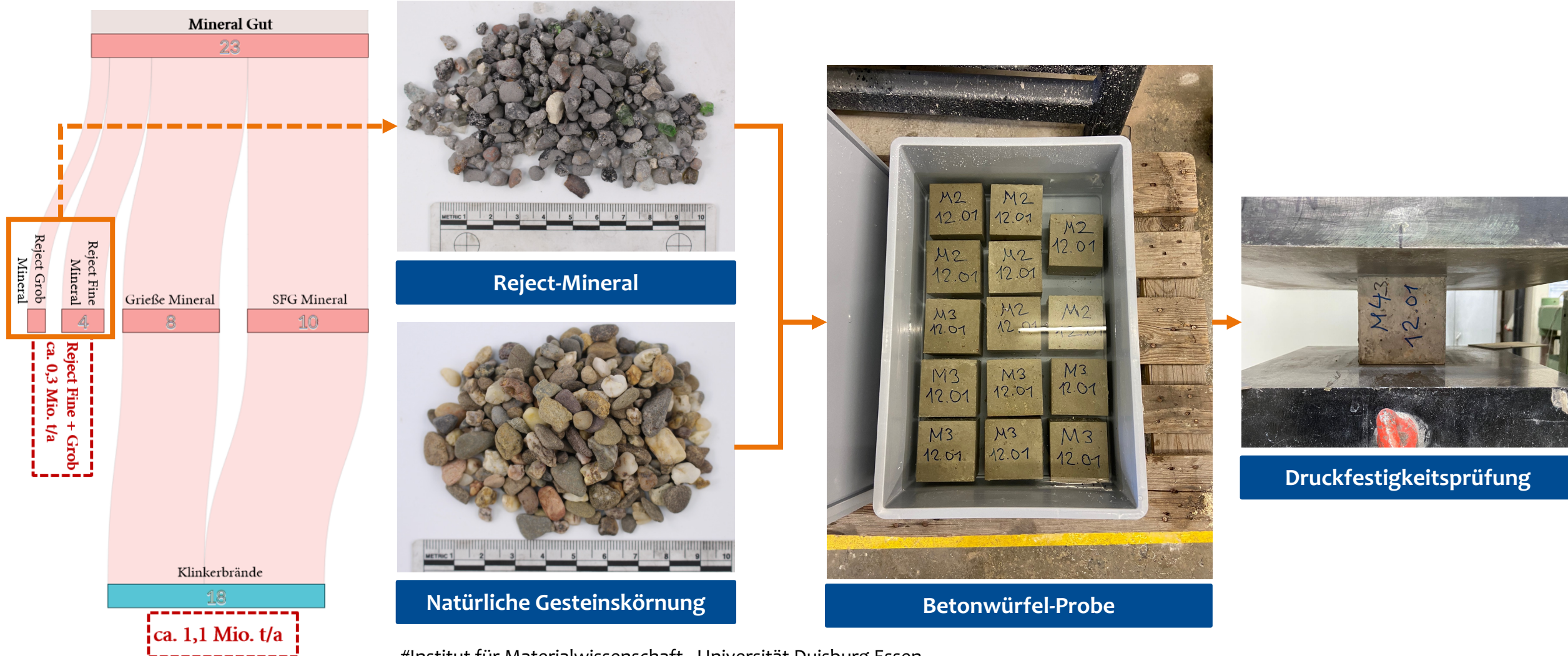
CEM-I 42,5R Ref.	15,7	30,4	47,6	60,4	64,2
99%RM + 1% SiO <sub>2</sub>	20,3	28,8	45,4	61,0	66,6
96%RM + 4% SFG	19,1	30,9	48,4	65,4	73,3

DRUCKFESTIGKEIT VON ZEMENT-PROBEN NACH 56 TAGEN

#Wilhelm-Dyckerhoff-Institut für Baustofftechnologie



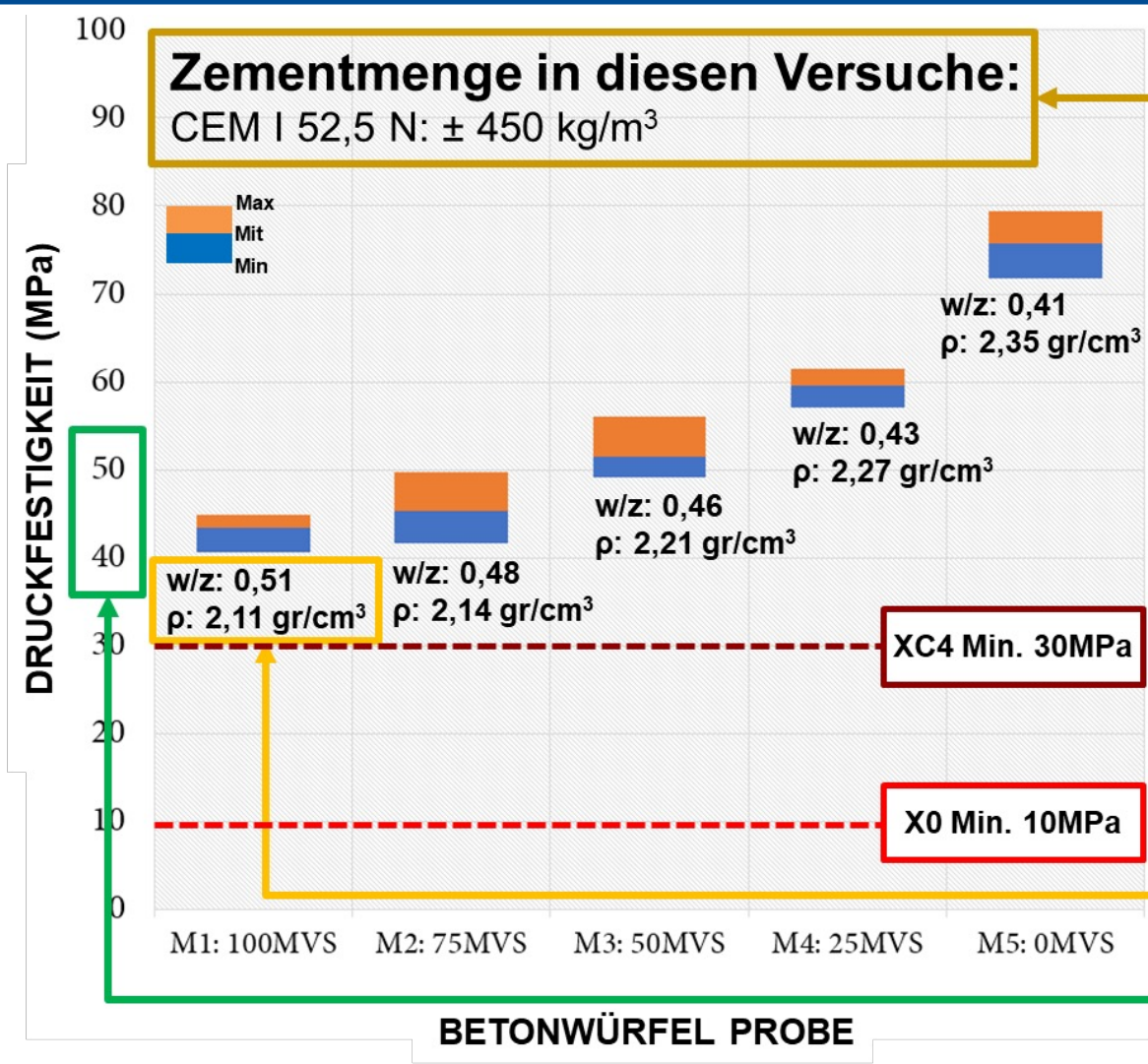
# Reject-Mineral als Gesteinskörnung für die Betonherstellung



#Institut für Materialwissenschaft - Universität Duisburg Essen



# Reject-Mineral als Gesteinskörnung für die Betonherstellung



**Min. z:** minimale Zementmenge (kg) im 1 m³ Beton

Expositionsklassen (Umwelteinwirkungen, „Angriffe“)				Betontechnische Maßnahmen („Widerstände“)		
Exposure classes (environmental effects, „attacks“)				Concrete technology measures („resistances“)		
Klassenbez. class designation	Einwirkung effect	und and	Beanspruchung stress	Max. w/z max. w/c	Min. z min. c	f <sub>ck</sub> cube f <sub>ck</sub> cube
XO	kein Angriff no attack		kein Betonangriff no concrete attack	keine Anforderung no requirement	keine Anforderung no requirement	C8/10 C8/10
XC	1	H <sub>2</sub> O	trocken dry	0,75	240	C16/20
	2	H <sub>2</sub> O	ständig nass constantly wet	0,75	240	C16/20
	3	CO <sub>2</sub>	mäßig feucht moderately moist	0,65	260	C20/25
	4	Carbonatisierung carbonation	nass / trocken wet / dry	0,60	280	C25/30

Grube, H., & Kerkhoff, B. (2001). Die neuen deutschen Betonnormen DIN EN 206-1 und DIN 1045-2 als Grundlage fuer die Planung dauerhafter Bauwerke.

**Max. w/z:** maximales Wasser/Zement-Verhältnis

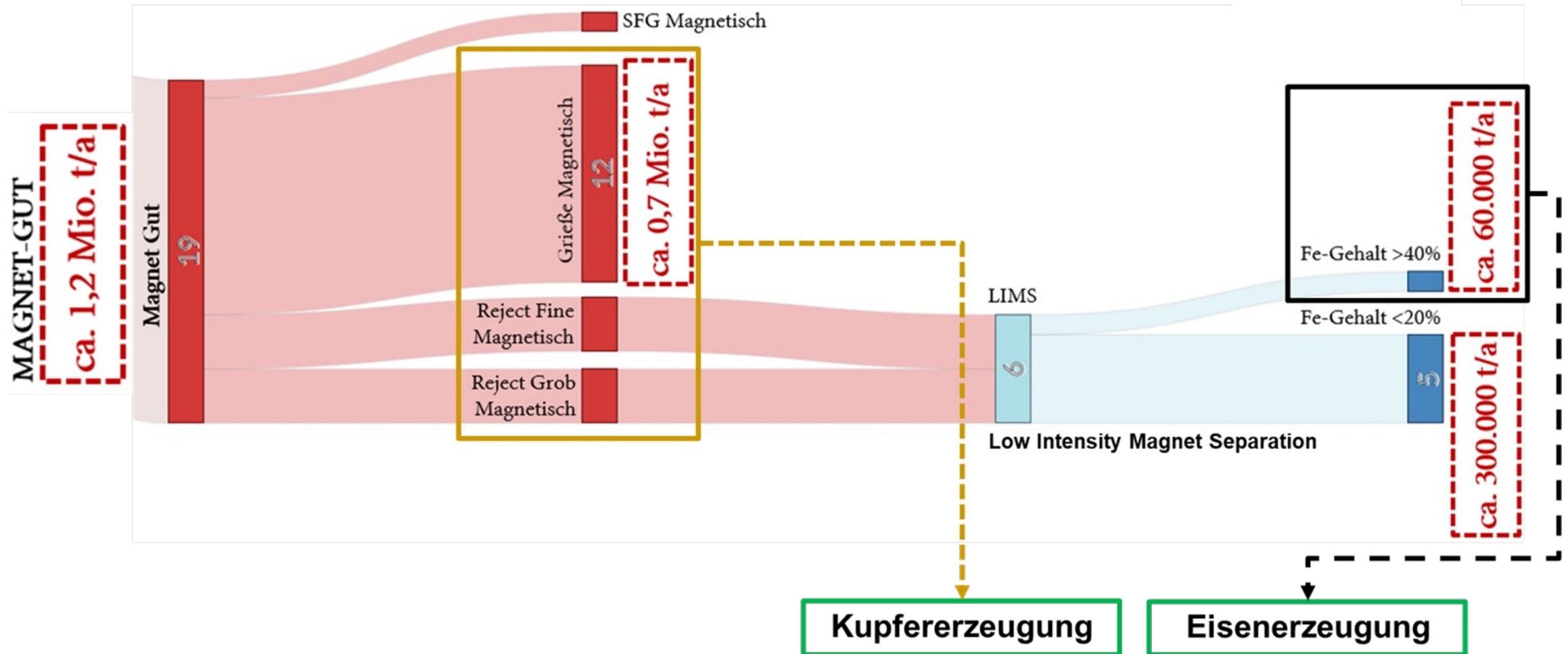
**C25/30:** minimale Druckfestigkeit der Beton-Probe Zylinderprobe (25 MPa) and Würfelprobe (30 MPa)

# **Magnet-Gut für die Metallindustrie**

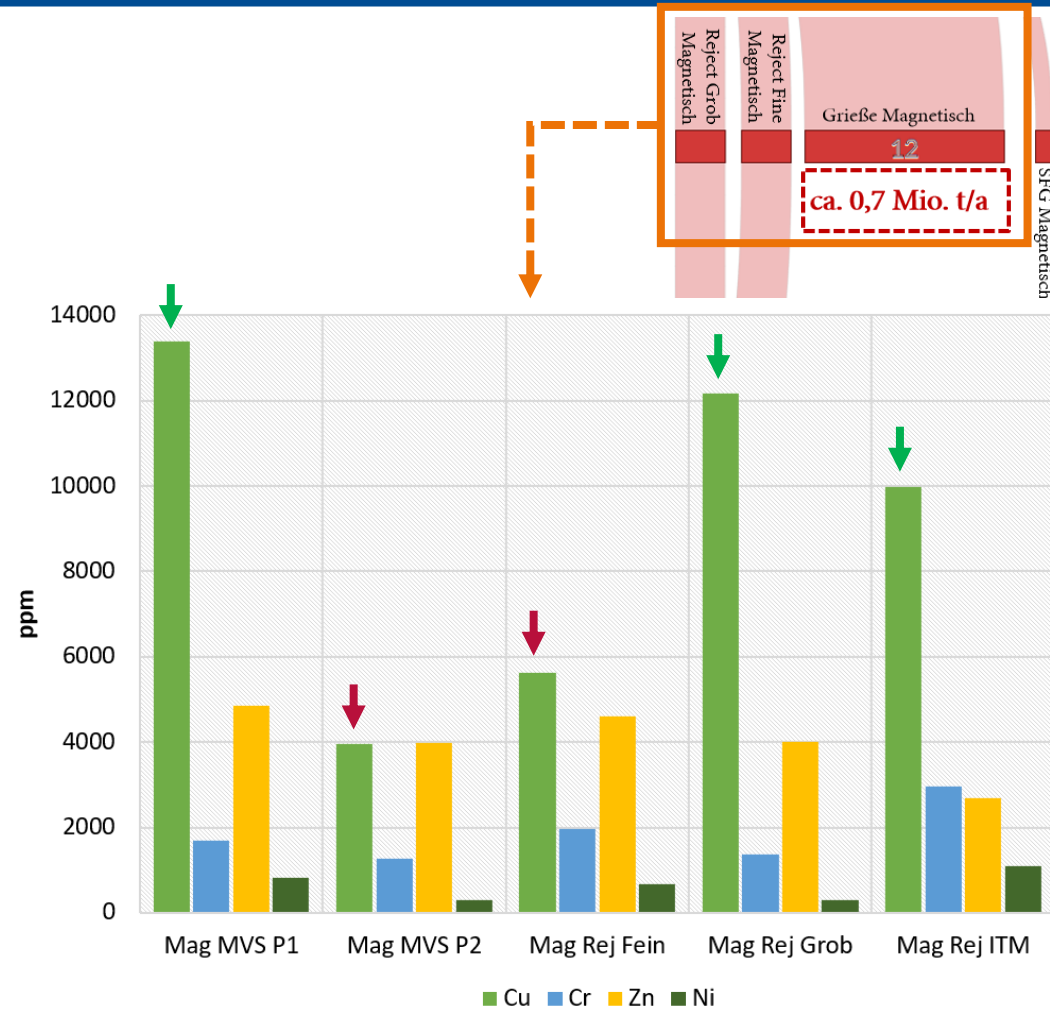




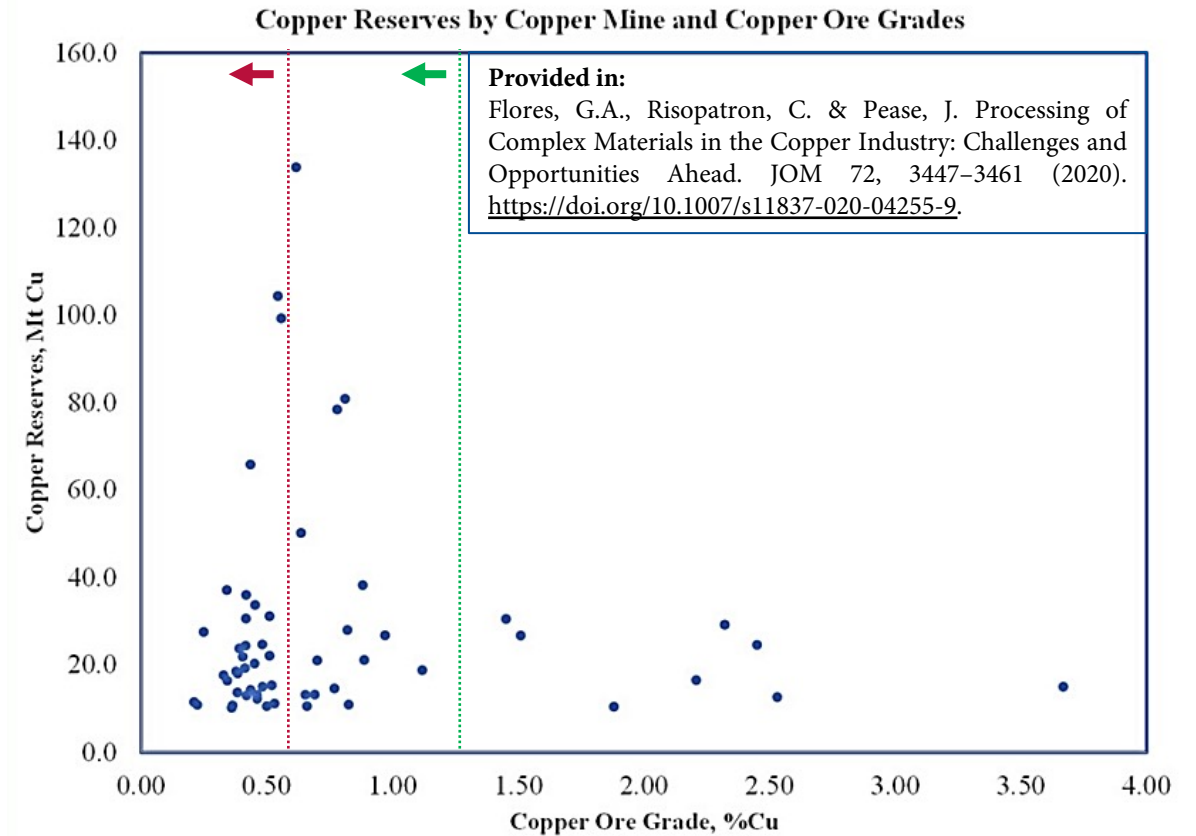
# Verwertungen der magnetischen Fraktion



# Magnetische Fraktion in der Kupfererzeugung



Spurenelemente in den magnetischen Fraktionen



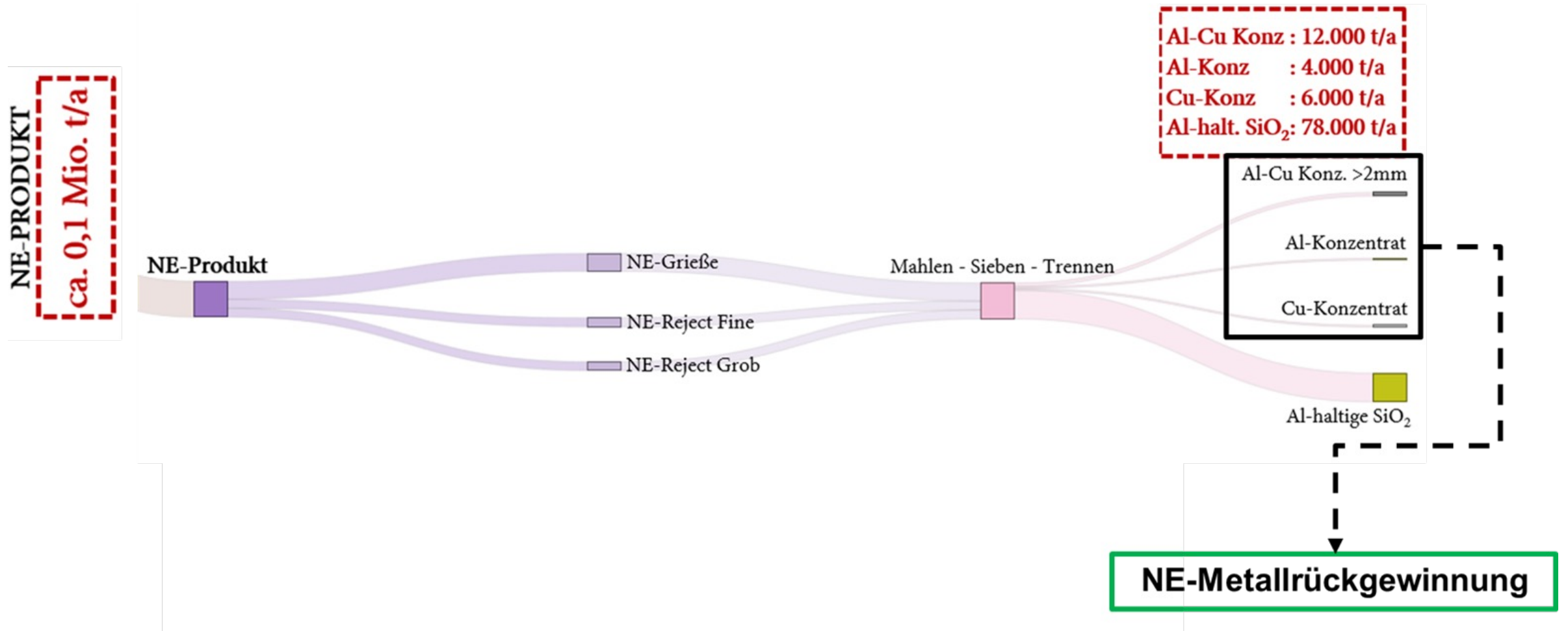
Cu-Gehalte in größten Lagerstätten weltweit

# **NE-Produkt für die Metallindustrie**

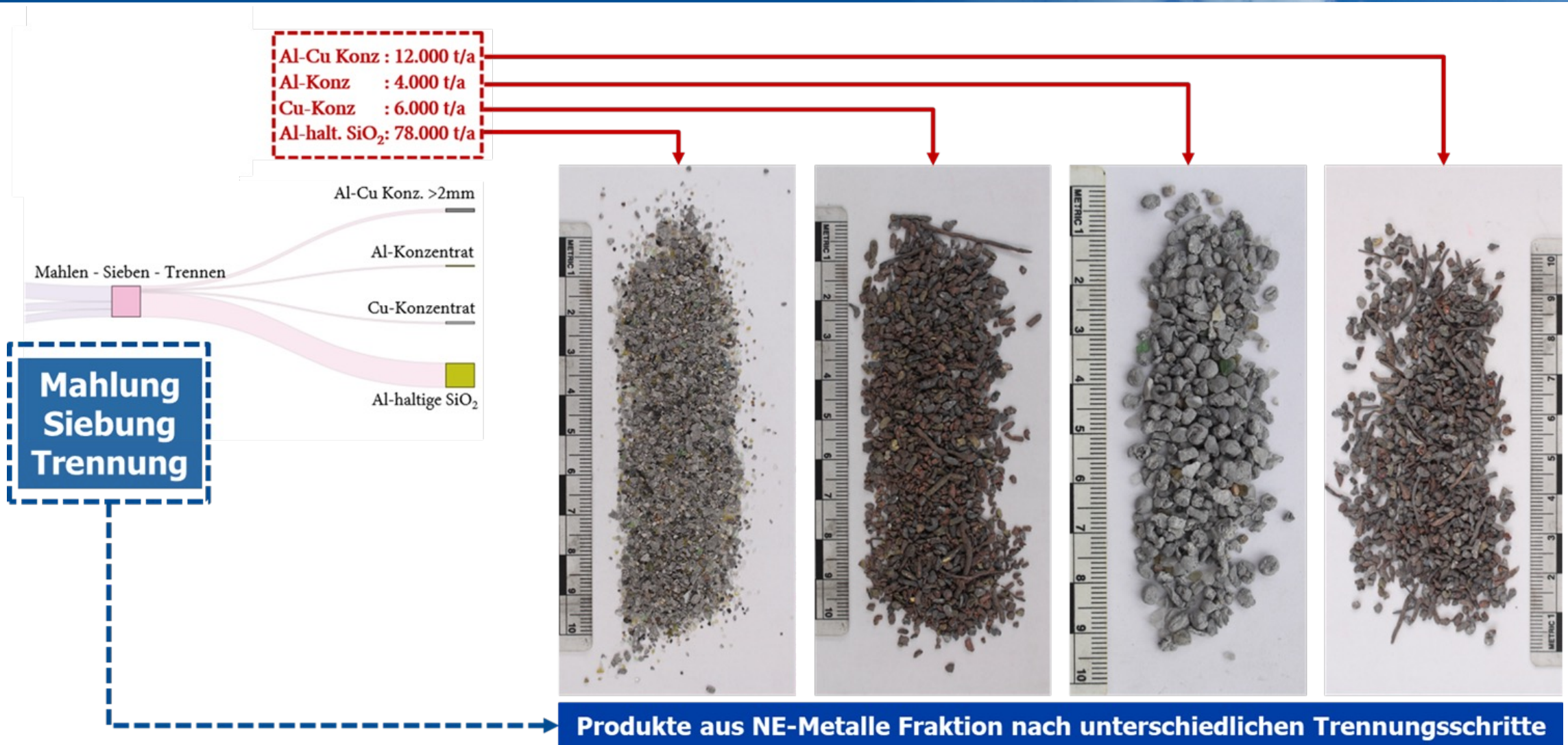




# Verwertungen der NE-Metall-Fraktion

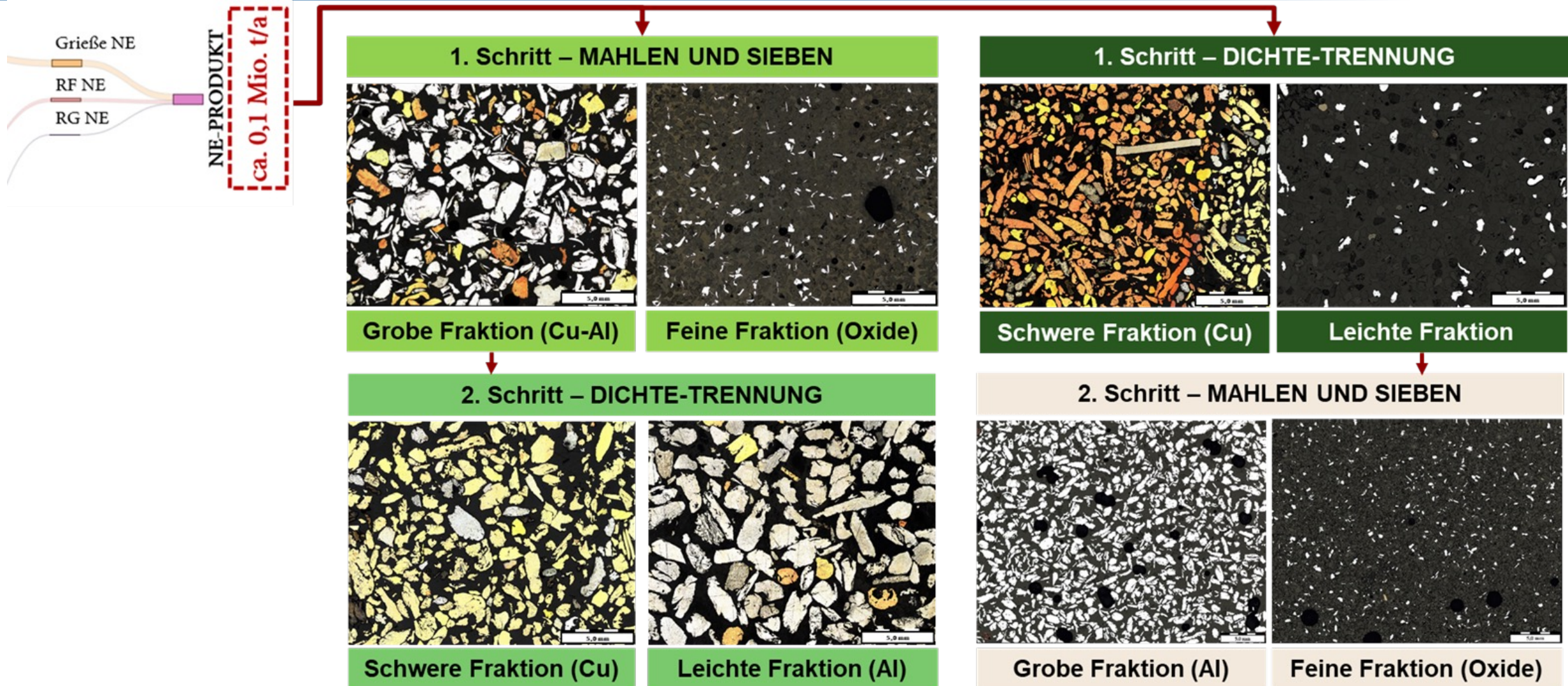


# NE-Metallrückgewinnung durch mechanische Trennungen





# Klassifizierung der erzeugten NE-Produkte





# Zusammenfassung



# Zusammenfassung

## Ergebnisse aus den Laborversuchen:

1. Die **mineralische Fraktion** kann als alternativer Rohstoff in der **Zement- und Betonindustrie** verwendet werden.
2. Der Eisengehalt der **magnetischen Fraktion** kann für die **Eisenproduktion** angereichert werden.
3. Verwertungsalternativen der **magnetischen Fraktion** können unter Umständen in die **Kupferproduktion** erweitert werden, da die Kupferkonzentration vergleichbar mit den Gehalten eines Kupfererzes ist.
4. Die **NE-Metall-Fraktion** kann in diverse Produktspektren getrennt werden, die für das weitere Recycling in den entsprechenden **NE-Metall-Industrien** verwendet werden können.

**Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!**