



Technology Metals | Advanced Ceramics

Zum Stand des Tantalrecyclings

Dr. Frank Schulenburg

REWIMET Symposium "Chancen für den Harz" 2017
Goslar, 28.09.2017

Inhalt:

- 1 Einleitung
- 2 Zahlen, Daten, Fakten zum Tantal-Metall
- 3 Recycling von Tantal-Metall bei H.C. Starck
- 4 Kreisläufe und Recyclingquoten bei der Tantal-Herstellung
- 5 Produktion eines „synthetischen“ Konzentrates mit Recyclingstoffen
- 6 Angestrebte Optimierungsmöglichkeiten
- 7 Zusammenfassung und Ausblick

H.C. Starck ist ...

... eines der weltweit führenden Unternehmen in der Entwicklung und Herstellung von **Hochschmelzenden Metallen** und **Technischer Keramik** sowohl **in Pulverform** als auch als **kundenspezifisches Bauteil** ...

1807 Gründung der Geb. Borchers AG (Vitriolen, Ni, Co, W, 1901 Umzug nach Oker)

1920 Gründung von H.C. Starck in Berlin

1935 Übernahme der Geb. Borchers AG durch H.C. Starck



... mit einer **einzigartigen Recycling-Kompetenz**

Unsere Rohstoffversorgung – nachhaltig und konfliktfrei

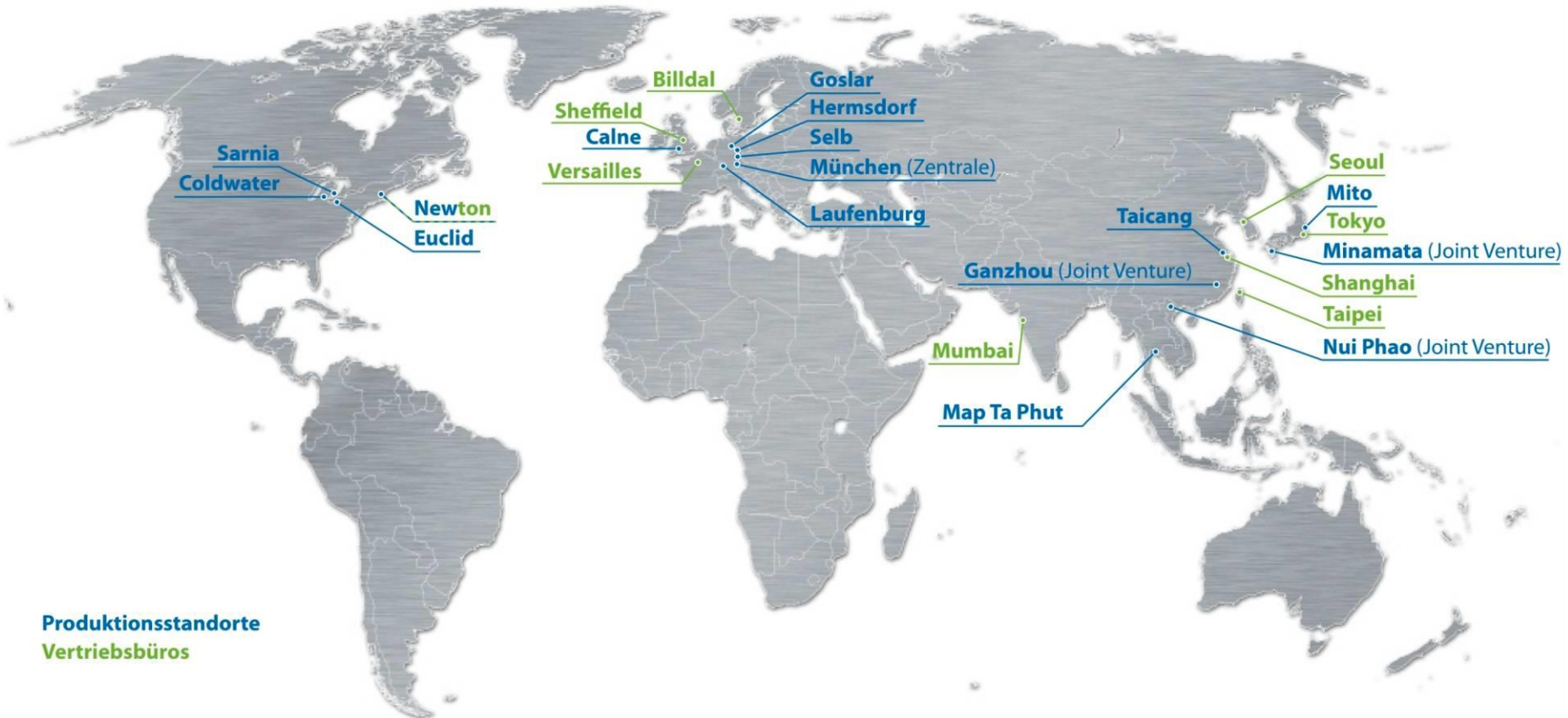
- Im Tantal-Bereich ist Rohstoffversorgung sehr kritisch
- Rohstoffsicherung durch Recycling
- Je höherwertiger das Metall, je eher lohnt sich ein Recycling auch bei geringen Konzentrationen
- Insgesamt muss das Recycling unter ökonomischen (kleinste Mengen, Legierungsbestandteile) ökologischen (Reststoffe) Aspekten erfolgen



➔ **sichere und langfristig wettbewerbsfähige Rohstoffversorgung**

Unsere Präsenz – nah am Kunden

- Umsatz: 815 Mio. € (2015)
- Mitarbeiter weltweit: ca. 2.700
- Unternehmenszentrale: München
- 15 Produktionsstätten in Europa, Nordamerika und Asien
- Weltweit 30 Vertriebsbüros und -partner



Refraktärmetalle – Eigenschaften und Anwendungen

Material

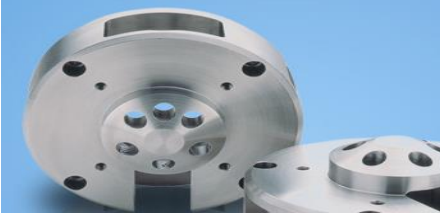
Wolfram (W)**Molybdän (Mo)****Rhenium (Re)****Tantal (Ta)****Niob (Nb)**

Material

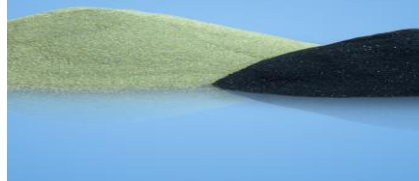
- Höchste Schmelzpunkte, hohe Warmfestigkeiten, sehr gute therm. Beständigkeit
- Geringe therm. Ausdehnung bei guter thermischer und elektrischer Leitfähigkeit
- Abschirmvermögen für Röntgen-, Elektronen- und Lichtstrahlen
- Einzigartige elektronisch-optische Eigenschaften der Refraktärmetall-Oxide

H.C. Starck

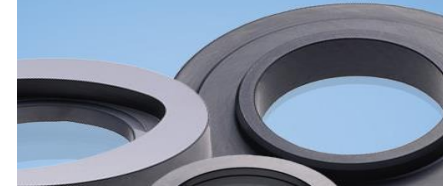
Bauteile aus Refraktärmetallen



Maßgeschneiderte und hochreine Pulver



Bauteile aus technischer Keramik



Produkte

Endmärkte



Wolframcarbid für
Schneidwerkzeuge



Molybdän für LCD-
Fernseher



Rhenium als
Legierungszusatz
Turbinenschaufeln

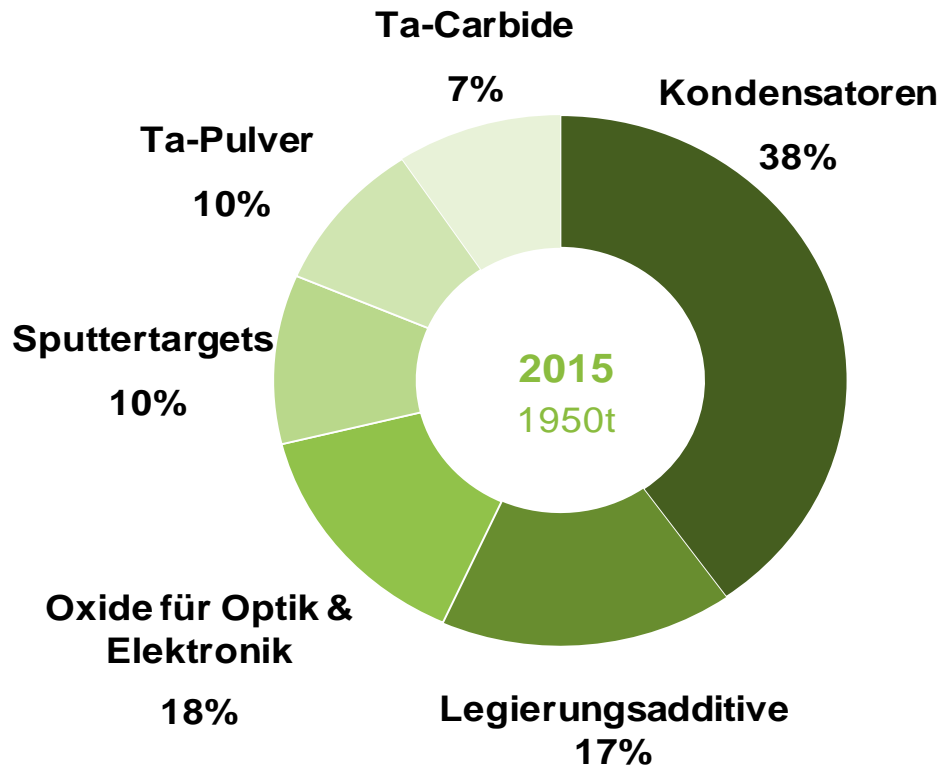


Tantalpulver für
Kondensatoren in
elektro. Geräten



Nioboxid als Zusatz
in optischen Linsen

Endmärkte



Charakterisierung von Tantalmetall:

Schmelzpunkt:	ca. 3020 °C
Dichte:	16,7 g/cm ³ (Pb 11,3 g/cm ³)
Farbe:	graphitgrau
Verhalten:	duktil
Oberfläche:	leichte Oxidschicht
Löseverhalten:	nur mit Flusssäure
Pulver:	leicht entzündlich
Vorkommen:	8 ppm in Erdkruste immer mit Nb
Rohstoffquelle:	Erze (Tantalit) & Zinnschlacken

Weltweiter Tantal-Bedarf nach Einsatzort



Ta/Nb-Erz



Synth. Konzentrat



Rec. Material

Kondensatoren-
schrotte

Ta/Nb Rückstände

Recycling von Tantal

Primäre Rohstoffe (Tantalit, Kolumbit)

Synthetisches Ta/Nb-Konzentrat aus
Zinnschlacken oder andere
Recyclingmaterialien

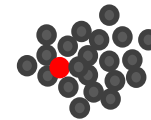
Recycling-Materialien von internen und
externen nicht spezifikationsgerechten
Materialien

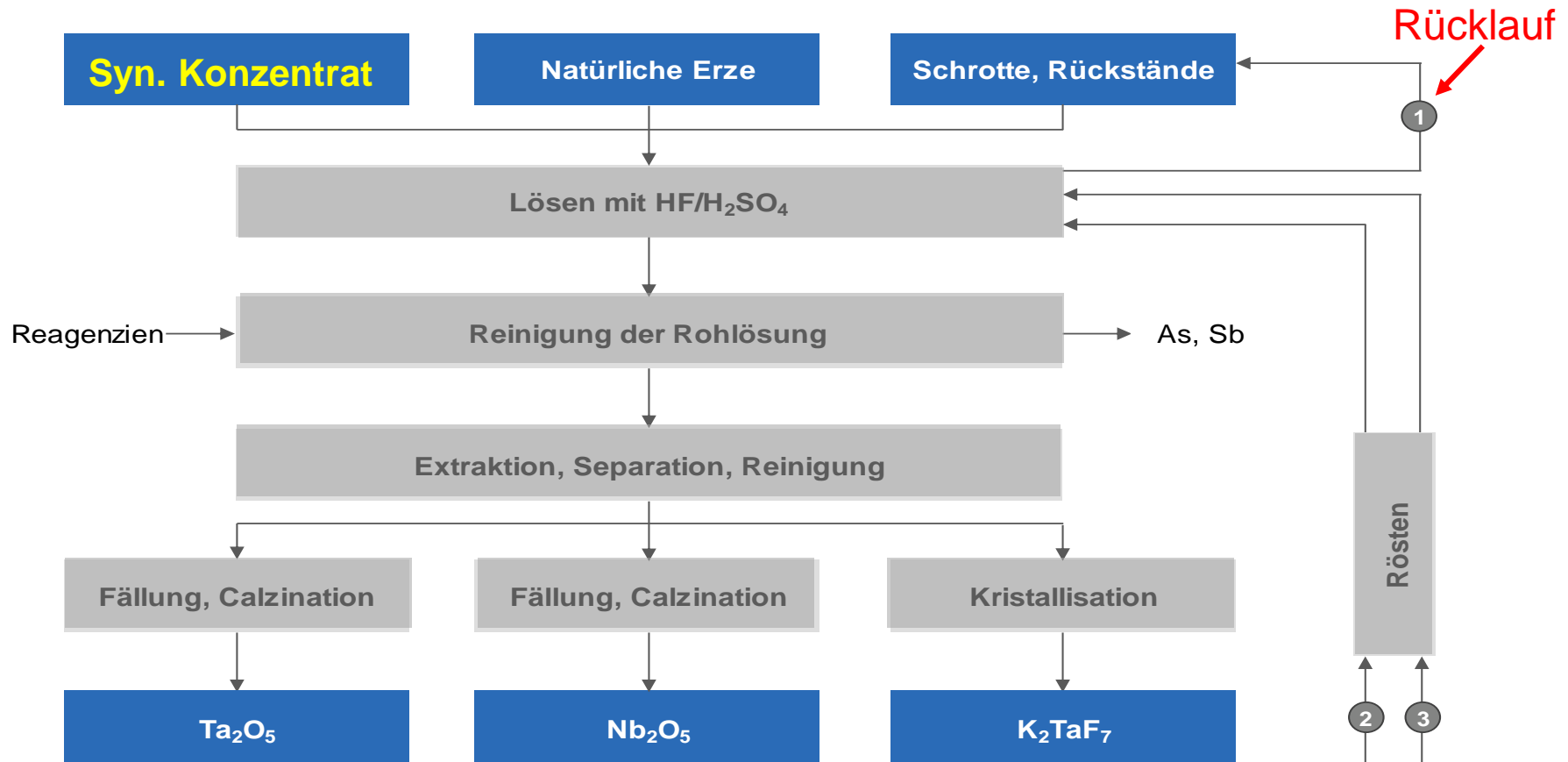
Rückstände von internen und externen
Prozessen (Schlämme, Ofenrückstände,
Overspray, Drahtreste, Filterstaub etc.)

 Ta_2O_5
 Nb_2O_5
 K_2TaF_7
 Ta
 NbO
 Nb
 Ta -Ingots

Herausforderung beim Recycling

1. **Verteilung** von kleinsten Mengen
2. **Finden** und **Sortieren** des Wertstoffes (**Handy**)
3. **Preis** des Wertstoffes und Konzentration
 + ca. 20 Euro an Gold (**Laptop!**)
 + wenige Cent an Ta
4. Art der **Aufbereitung** (Verfahrenstechnik) finden
 - 4a. Zerlegen → mech. Aufbereitung (**Trennung?**) → chem. Aufschluss (**Trennung?**)
 - ↓ ↓
 - 4b. Thermische Aufbereitung (z.B. Schmelzen, Rösten) (**Trennung?**)
5. Kleine **Apparate**, da Mengen klein sind!
6. Fertigungskosten minimieren
 Aufarbeitung von Produktionsresten (hohe Wertstoffkonzentration)

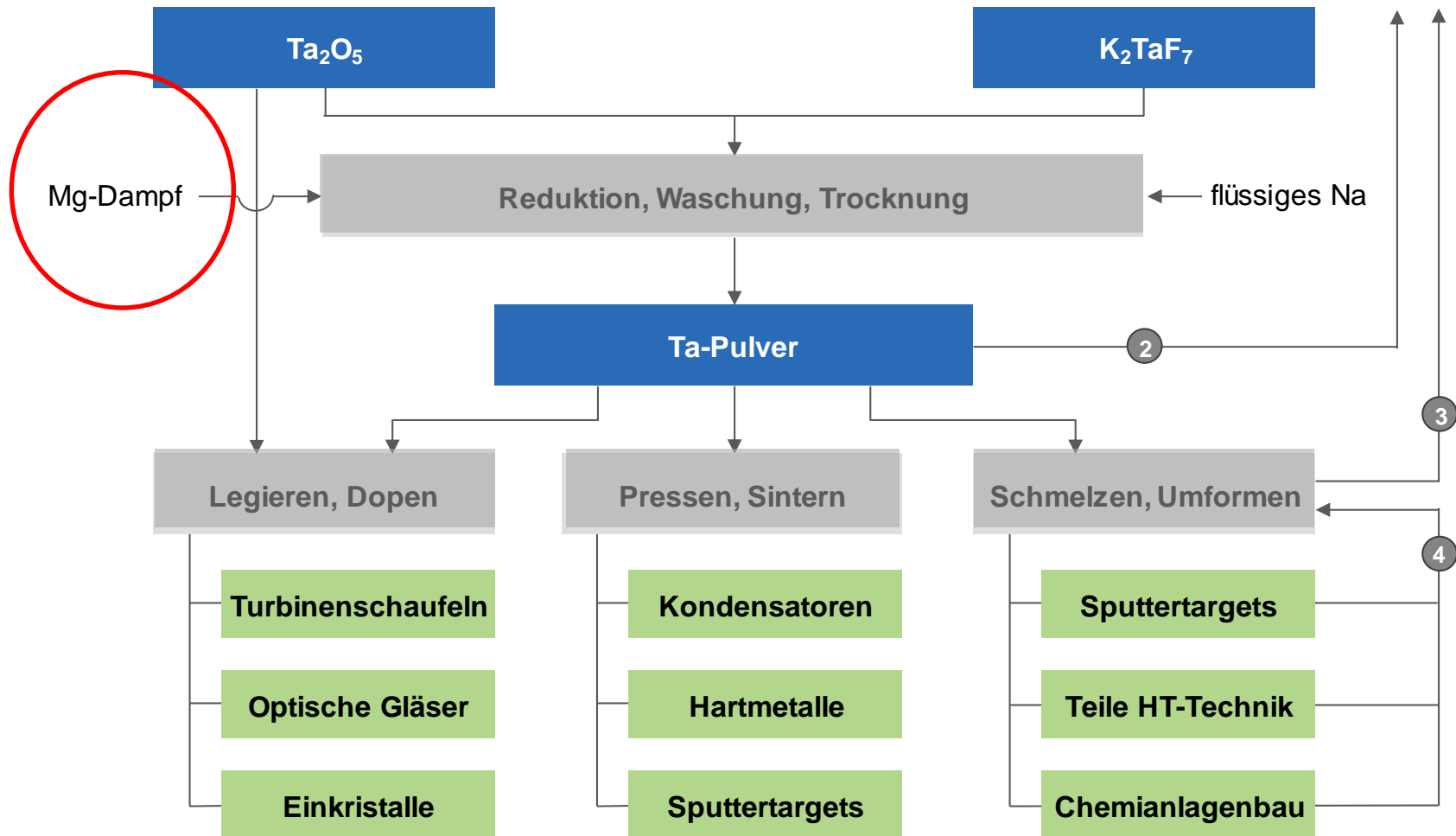




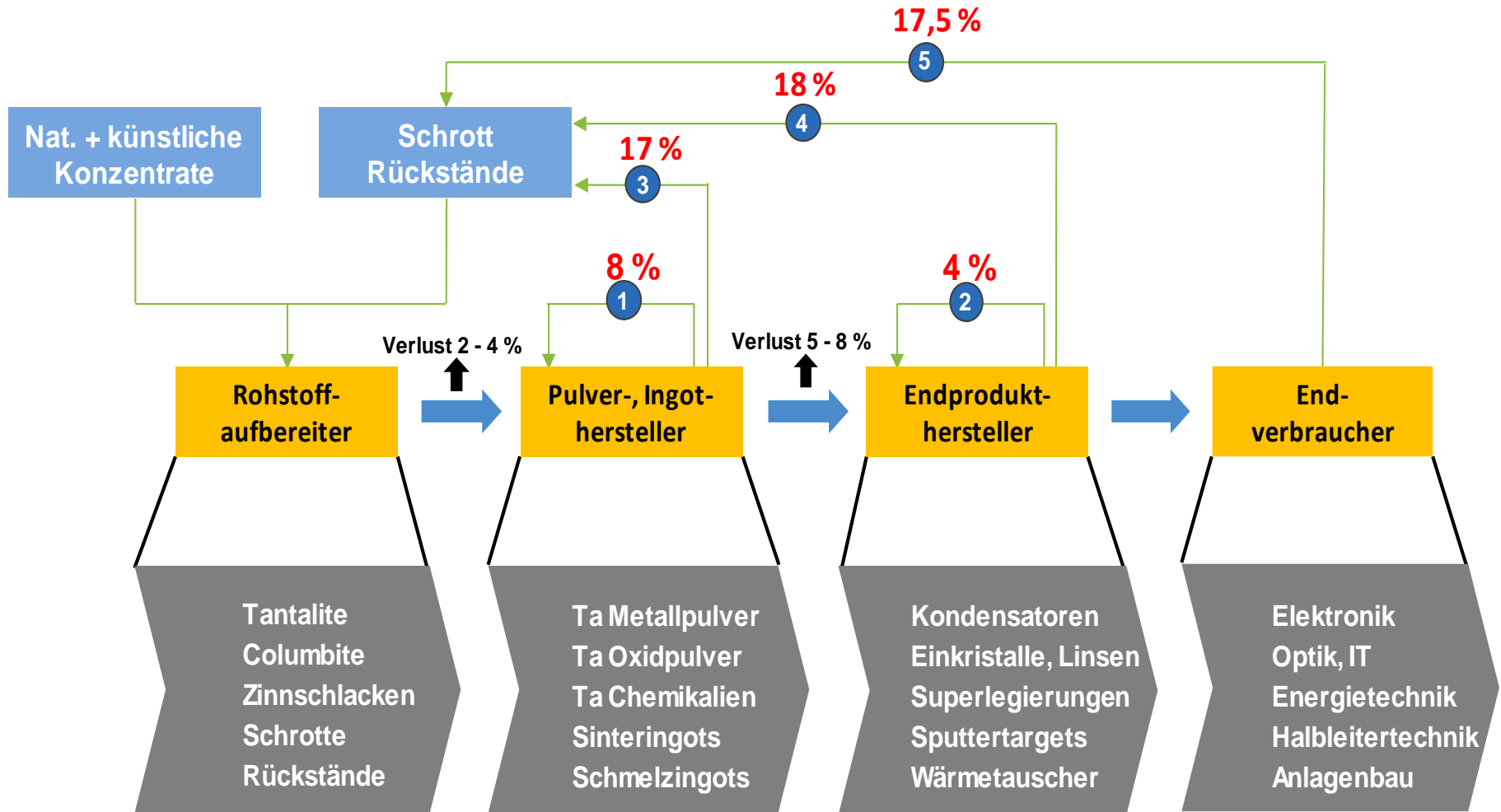
Ta/Nb-Hydrometallurgie von den Rohstoffen bis zu den Oxyden und dem Kaliumtantalfuorid (K₂TaF₇)

Prozesstechnik:

- Basischer/saurer Aufschluss und Reinigung → **reines** Metall-Oxid
- **keine** pyrometallurgische Weg zum Reinstmetall möglich!



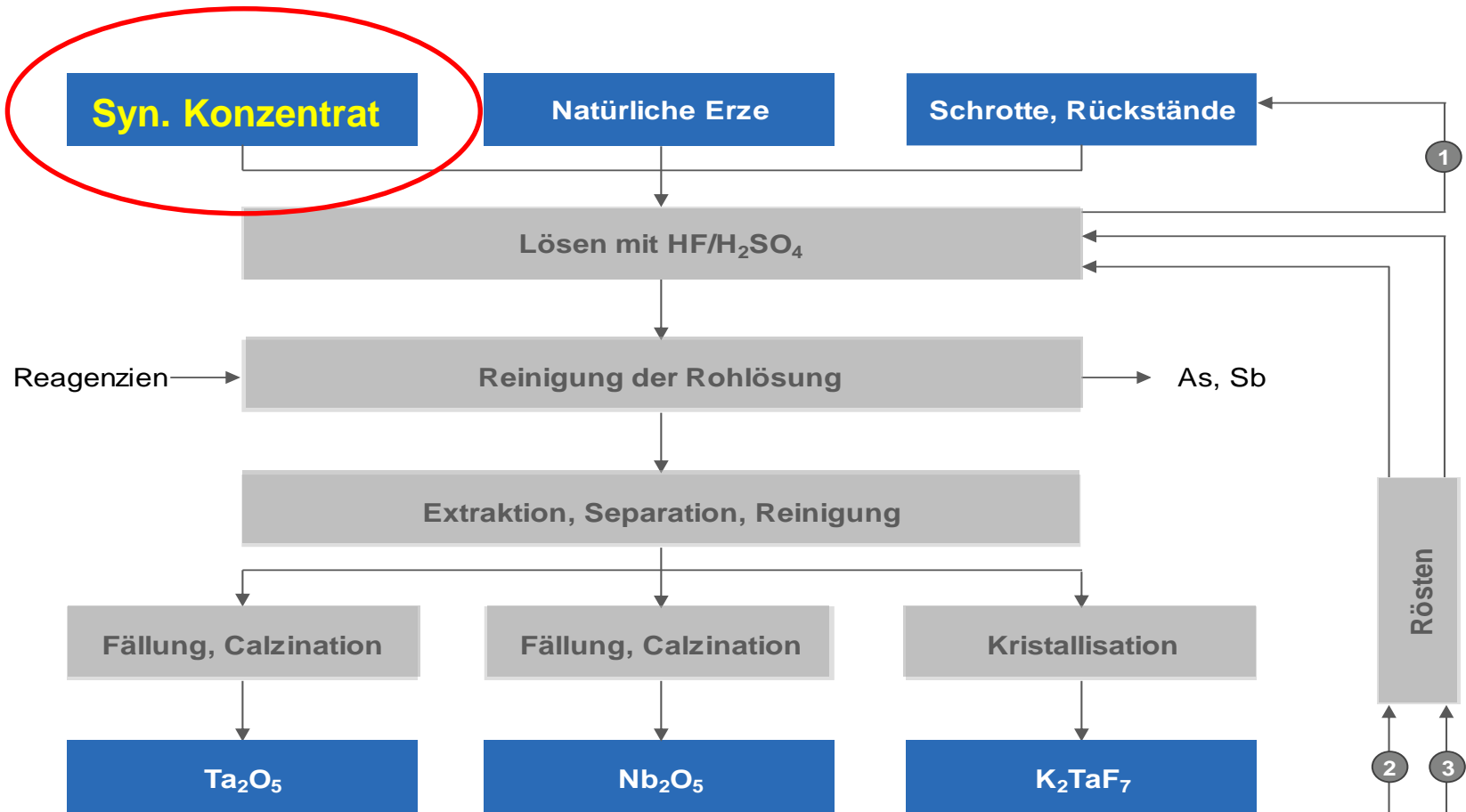
Die Ta-Produktion von den Oxyden und dem Kaliumtantalfuorid bis zu den Endprodukten



Interne und externe Materialflüsse für Tantal

Erkenntnis:

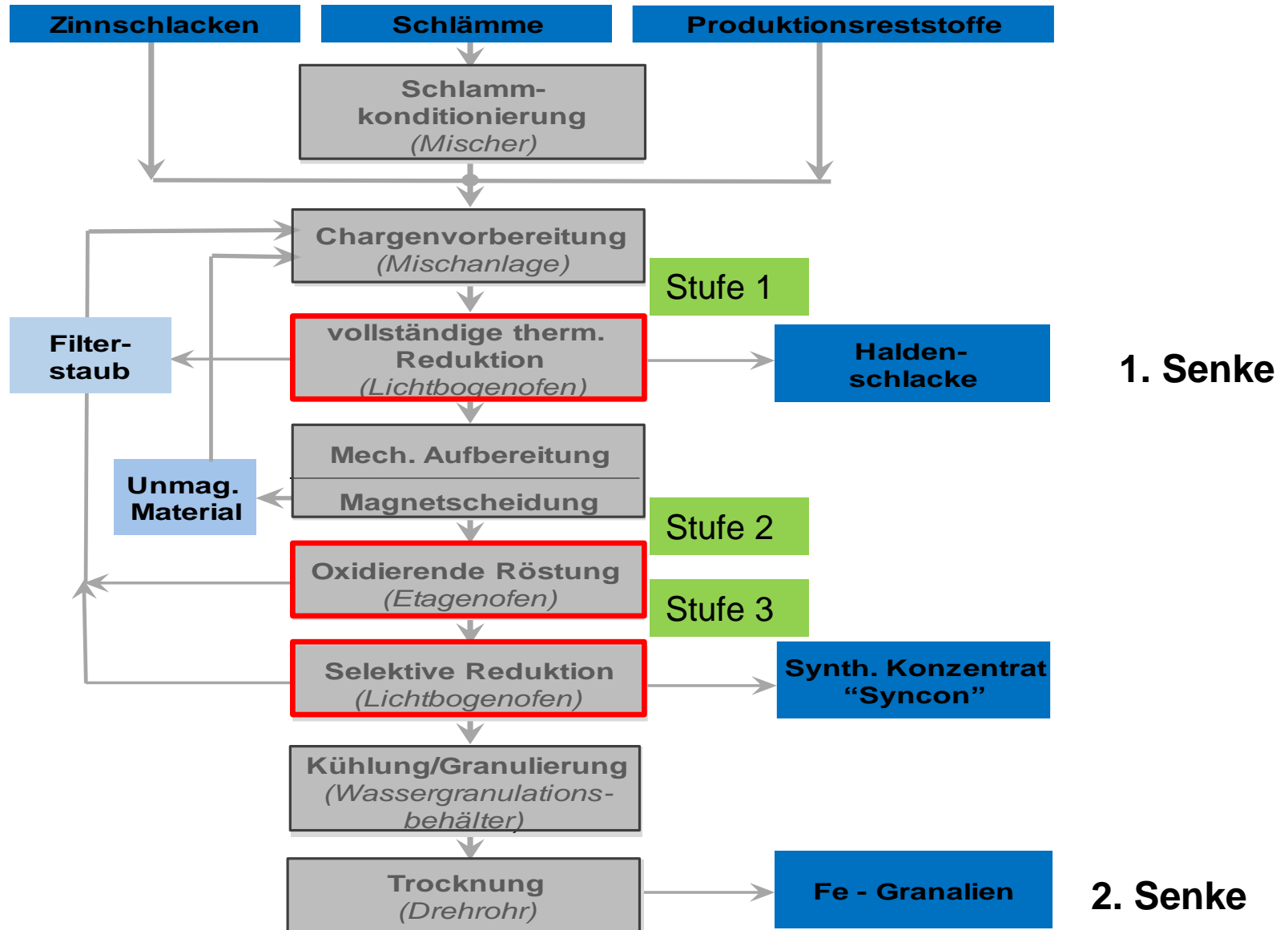
- Interne Kreisläufe werden weiter reduziert, haben aber Qualitätsgrenzen
- Externes Recycling relativ kleine Quoten, Problem Ta-Kondensatoren



Ta/Nb-Hydrometallurgie

5

Produktion eines „synthetischen“ Konzentrates mit Recyclingstoffen



Verfahrenslinie der Syncon-Produktion



Lichtbogenofen beim Abguss

1. Prozessstufe (3 Lichtbogenöfen)

Prozessaufgabe der Stufe 1:

- Reduktion (FeNbTaC-Legierung)
- Entfernung von Begleitmetalle

Technische Daten (pro Ofen):

- 5 MW
- Ø Elektroden: 400 mm
- Ø Ofengefäß: 2,0 – 2,2 m, Höhe ~ 1,7 m
- Zwei Halbschalen (Blockschmelze)
- Keine Kühlung, Temperaturen von ~1600°C
- Auskleidung: C-Stampfmasse
- Ofengefäß dreh- und kippbar
- mit Chargier- und Dosiersystem

2. Prozessstufe (2 Etagenöfen)

Prozessaufgabe der Stufe 2:

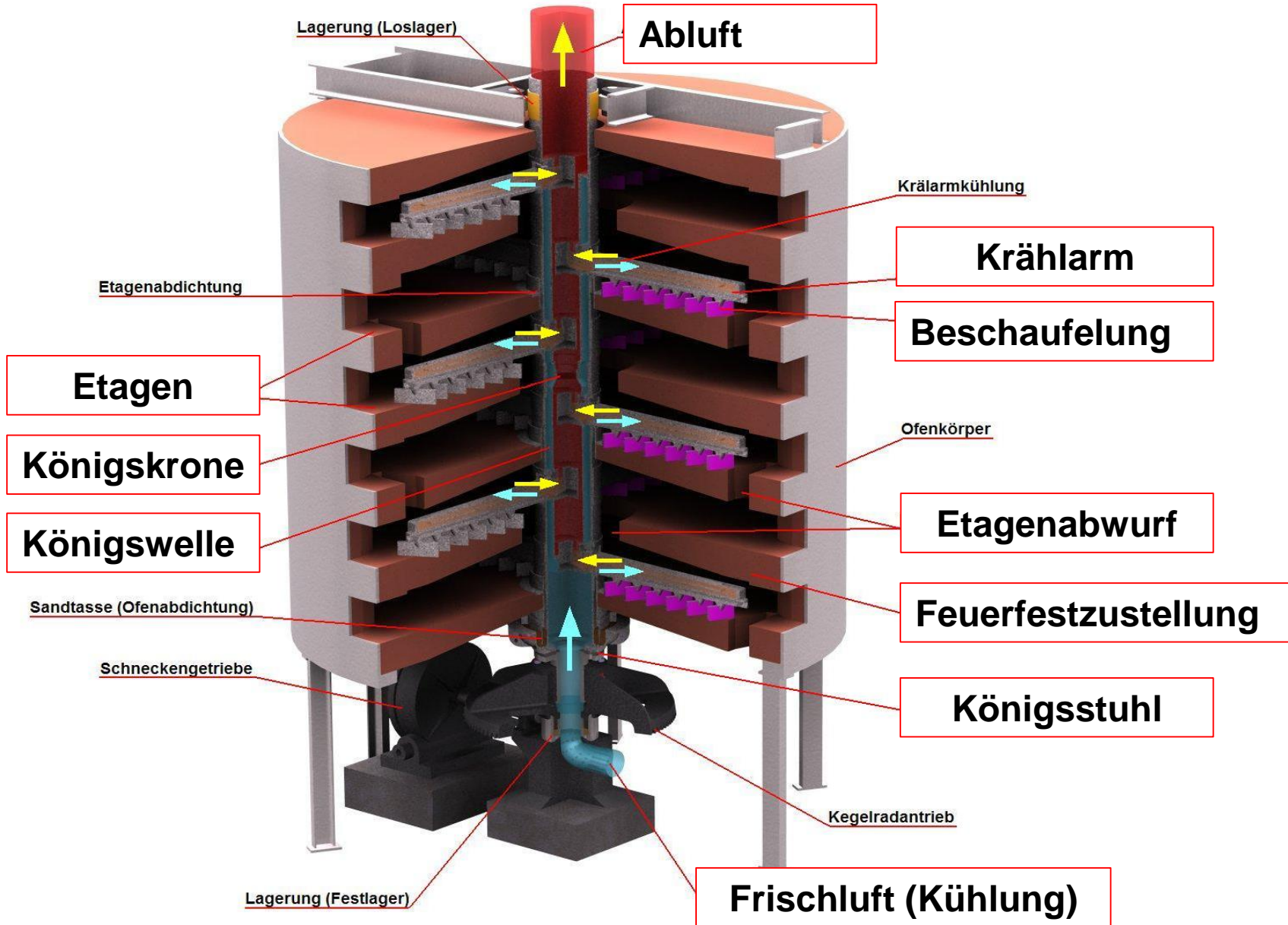
Rösten (Oxidieren) der Metalllegierungen
(z.B. Fe, Ta, Nb \rightarrow Fe₃O₄, Ta₂O₅, Nb₂O₅)

Technische Daten:

- 8 Sohlen (Herde)
- Ø der Sohlen: 3.5 m
- Effektive Heizfläche: 9 m²
- Auskleidung (innen): Schamottsteine
- 3 Erdgasbrenner auf verschiedenen Sohlen
- Königswelle mit Krählarmlen
- Kapazität: ca. 10 t Röstgut/Tag



Etagenofen 2



Schematische Darstellung eines Etagenofens



Lichtbogenofen und Ganulieranlage

3. Prozessstufe

Prozessaufgabe der Stufe 3:

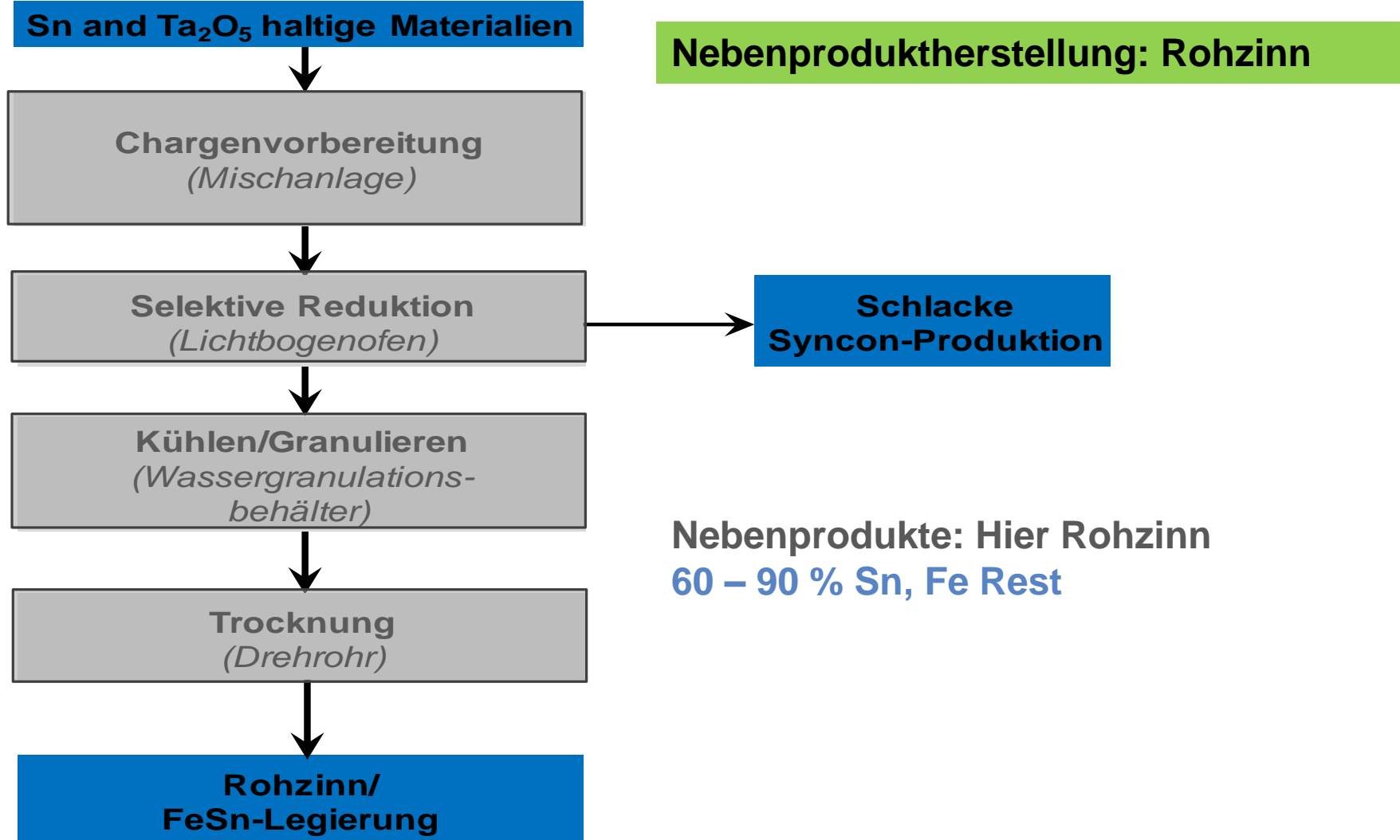
- Selektive Reduktion ($\text{Fe}_3\text{O}_4 \rightarrow \text{Fe}$)
(selektive pyrometallurgische Metalltrennung)
- Erzeugung von Fe-Granalien

Technische Daten (pro Ofen):

Siehe Stufe 1

5

Produktion eines „synthetischen“ Konzentrates mit Recyclingstoffen

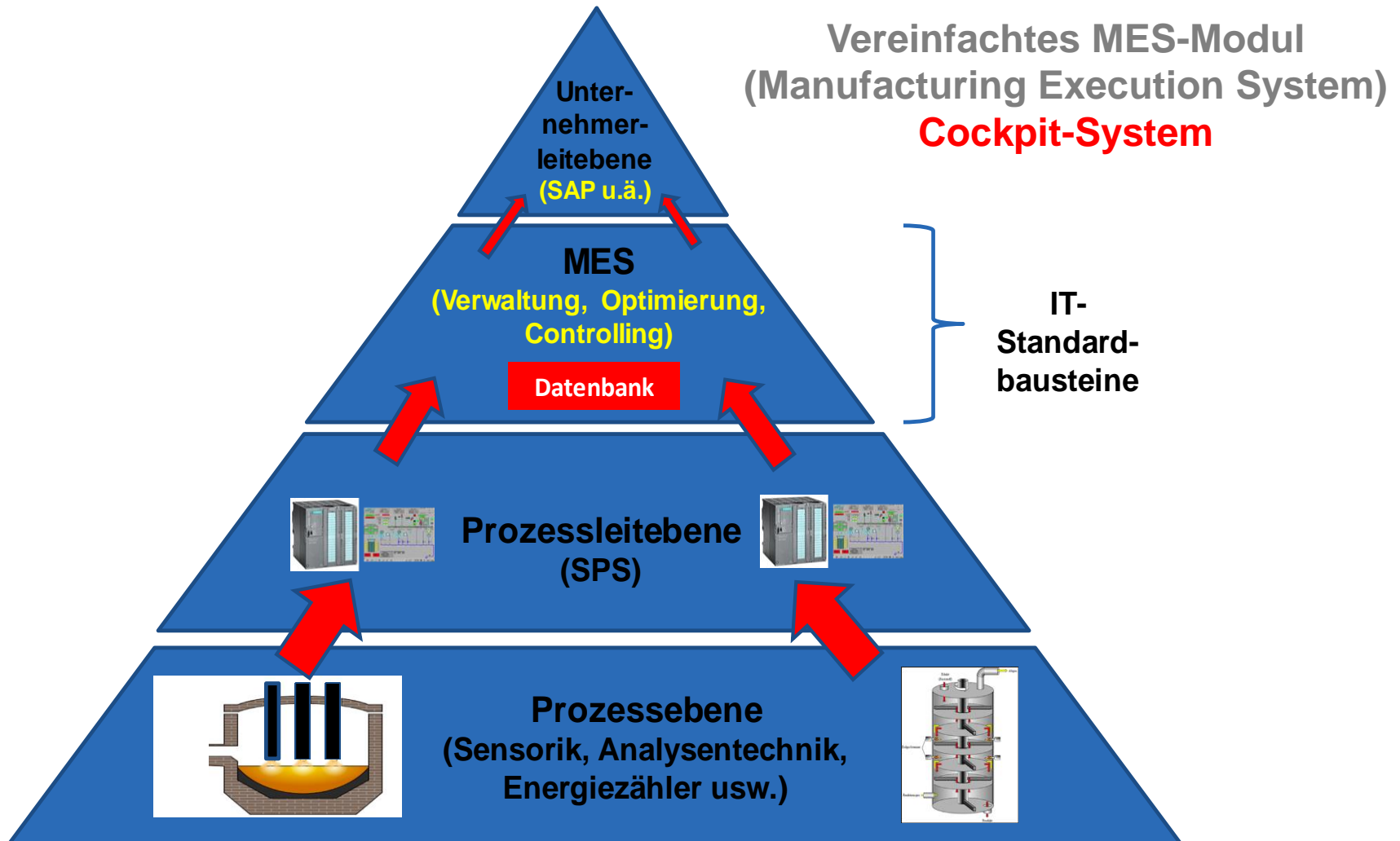


Verfahrenslinie zur Gewinnung von Rohzinn

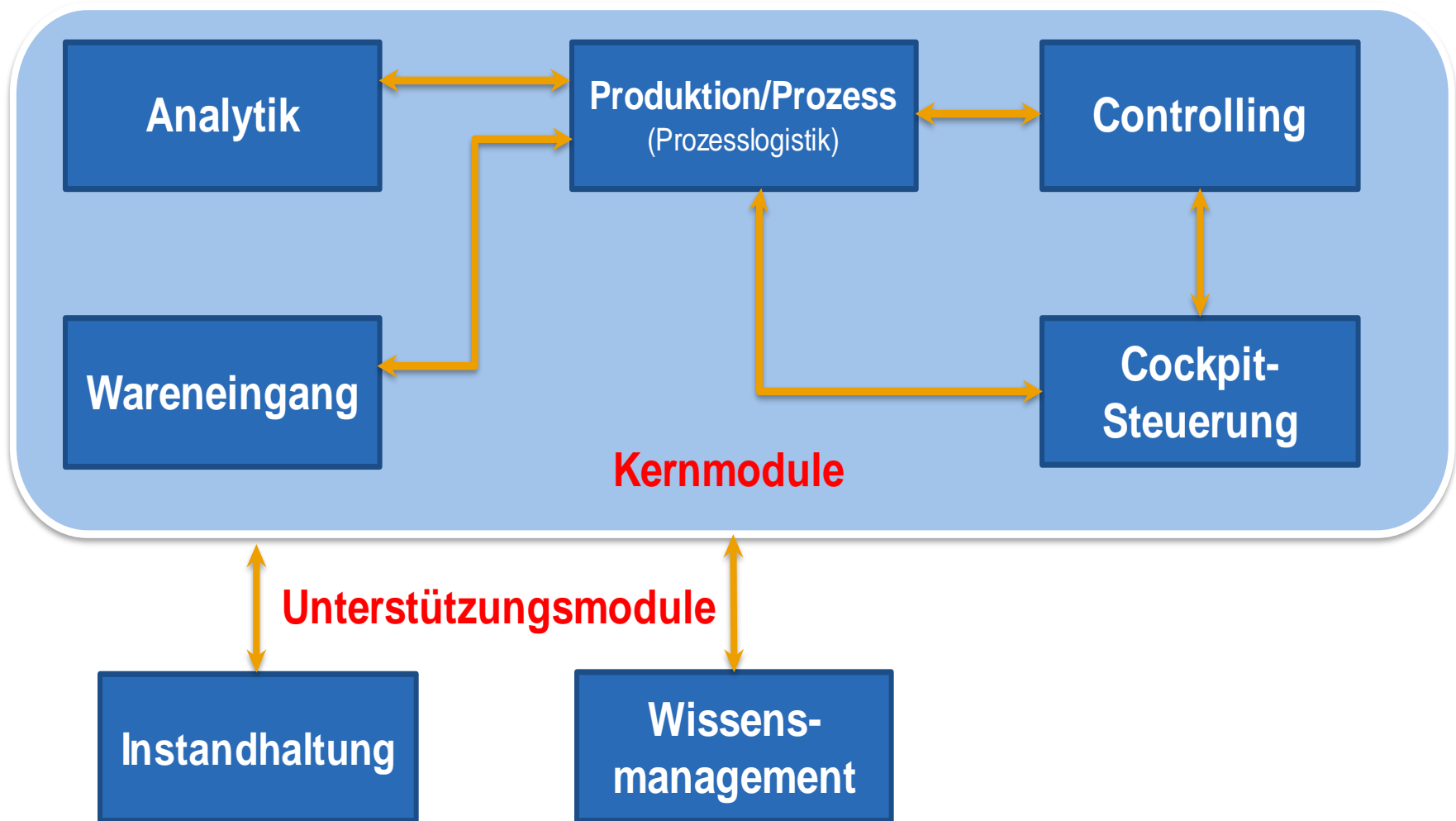
Istzustand der Produktion

- Alter gewachsener Hüttenbetrieb
- kaum Automatisierung im technischen und kaufmännischen Bereich
- historisch gewachsene Papierdokumentation
 - Unschärfe und Fehlerhäufigkeit
- fehlende Prozessvisualisierungen
- unzureichende Bilanzierungen (hochwertiges Metall)
- unzureichende / alter Messtechnik
- lange Kommunikationswege (Analyse)

→ Industrie 4.0 in einem kleinen Hüttenbetrieb??? Kosten???



Kopplung der Prozessebene mit der Unternehmerleitebene durch ein sog. Produktions-Informationssystem „PRINS“



Systematische Darstellung der Module die bei der Smelting GmbH & Co KG eingesetzt werden sollen

Forderung des Betriebs

- Datenbank für die Langfristspeicherung wichtigen Produktionsdaten
- Laborinformations-, Qualitätsregelkarten-, Energiemanagement-, Reporting- und Berichtsablagemodul usw.,
- variable Module, leicht auf bestehende Produktion anpassbar,
- Installation der Module sollen sich priorisiert und gestuft einführen lassen,
- Standard-Schnittstellen,
- schnelle Installation und Nutzung.

Wesentliche Vorteile

- Verringerung von Beständen,
- Reduzierung von Rückführungen,
- Energieeinsparungen,
- Besserer und schnellere Prozesskontrolle,
- Verringerung der Fertigungskosten.
- Durchsatzsteigerungen usw.

Durch besondere Eigenschaften sind Refraktärmetalle für viele moderne Technologien und Produkte unabdingbar

Mit dem Refraktärmetall-Recycling lassen sich gleichwertige Rohstoffe erzeugen und eine Versorgungssicherheit aufbauen.



Wichtige Punkte für das Metall-Recycling sind:

- + komplexe Prozesstechnik,
- + wirtschaftlich abhängig von der Metall-Konzentration im Edukt,
- + Entsorgungssicherheit für die Reststoffe (hier nicht erläutert).

Hohes Potential bei der Optimierung der Prozessführung beim Ta-Recycling:

- + KIC-Forschungsprojekt,
- + Verbesserung der Ta-Ausbeute,
- + Recycling anderer Metalle,
- + Einsatz von „PRINS“.

Vielen Dank!