



Technology Metals | Advanced Ceramics

# H.C. Starck – Recycling von Refraktärmetallen

Goslar, den 24.04.2013

# Recycling von Refraktärmetallen

- **Die Refraktärmetalle und das Unternehmen H.C. Starck**
- **Anwendungen, Herstellung und Recycling der Refraktärmetalle**
- **Recycling von Wolfram**
  - Wolfram Anwendungen und Wolfram Schrotte
  - Chemisches Recycling von Wolfram
  - Direkte und semidirekte Recyclingverfahren
  - Materialflüsse und Recyclingraten beim Wolfram Recycling
- **Recycling von Tantal**
  - Hydro-, Pulver- und Vakuumschmelzmetallurgie des Tantals
  - Materialflüsse und Recyclingraten des Tantals
- **Zusammenfassung und Ausblick**

# Recycling von Refraktärmetallen

- **Die Refraktärmetalle und das Unternehmen H.C. Starck**
- **Anwendungen, Herstellung und Recycling der Refraktärmetalle**
- **Recycling von Wolfram**
  - Wolfram Anwendungen und Wolfram Schrotte
  - Chemisches Recycling von Wolfram
  - Direkte und semidirekte Recyclingverfahren
  - Materialflüsse und Recyclingraten beim Wolfram Recycling
- **Recycling von Tantal**
  - Hydro-, Pulver- und Vakuumschmelzmetallurgie des Tantals
  - Materialflüsse und Recyclingraten des Tantals
- **Zusammenfassung und Ausblick**

## H.C. Starck ist ...

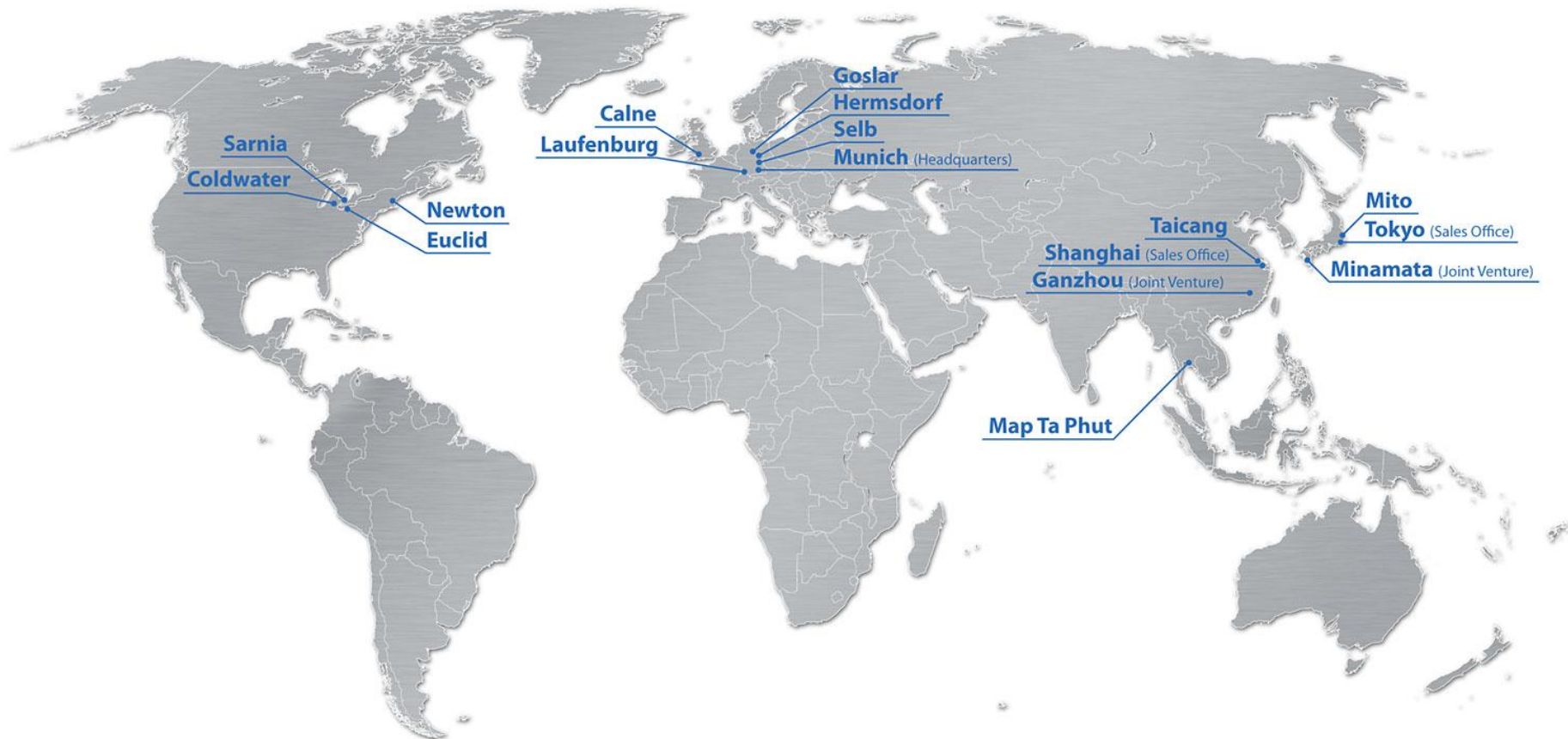
... eines der weltweit führenden Unternehmen in der Entwicklung und Herstellung von **Hochschmelzenden Metallen** und **Technischer Keramik** sowohl **in Pulverform** als auch als **kundenspezifisches Bauteil** ...



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

# Unsere Präsenz – nah am Kunden

- Umsatz: 863 Mio. € (2012)
- Mitarbeiter weltweit: ca. 3.000
- Unternehmenszentrale: München
- 12 Produktionsstätten in Europa, Nordamerika und Asien
- Weltweit 30 Vertriebsbüros und -partner



# Unsere führende Position in strukturell attraktiven Märkten

Metall		Marktposition weltweit	Relevante Marktsegmente
Tantal		1	• Tantalpulver
		1	• Tantal Sputter-Targets
Wolfram		1	• Wolframpulver <sup>1</sup>
Niob		1	• Nickel-Niob <sup>2</sup>
		2	• Nioboxide
Molybdän		2	• Molybdän Sputter-Targets
Advanced Materials		2	• Wolframcarbid Spritzpulver
		2	• Siliziumnitridpulver

# 63%

des Umsatzes in 2010 stammen aus den Märkten, in denen H.C. Starck die Position Nr. 1 oder Nr. 2 hält

(1) Nr. 1 unter den unabhängigen Herstellern von Wolframpulver

(2) Im europäischen Markt

# Refraktärmetalle – Eigenschaften und Anwendungen

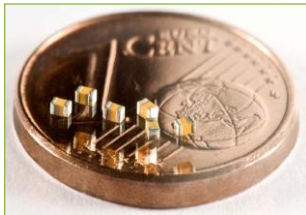
Material	Wolfram (W)	Molybdän (Mo)	Rhenium (Re)	Tantal (Ta)	Niob (Nb)	Material
	<p><b>Refraktärmetalle besitzen unikale Eigenschaften und Eigenschaftskombinationen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Höchste Schmelzpunkte, hohe Warmfestigkeiten und -härten, sehr gute thermische Beständigkeit</li> <li>• Geringe thermische Ausdehnung bei guter thermischer und elektrischer Leitfähigkeit</li> <li>• Hohes Emissions-, aber auch Abschirmvermögen für Röntgen-, Elektronen- und Lichtstrahlen</li> <li>• Einzigartige elektronisch-optische Eigenschaften der Refraktärmetall-Oxide</li> </ul> <p><b>H.C. Starck ist technologisch führend bei der Herstellung und Verarbeitung von Refraktärmetallen</b></p>					



Endmärkte						Endmärkte
	<p>Wolframcarbid für Schneidwerkzeuge</p> <p>Molybdän Sputter-Targets für LCD-Fernseher</p> <p>Rhenium als Legierungszusatz für Turbinenschaufeln</p> <p>Tantalpulver für Kondensatoren in elektronischen Geräten</p> <p>Nioboxid als Zusatz in optischen Linsen</p>					

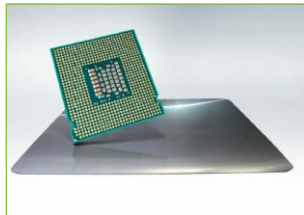
# Unser Wachstum – angetrieben durch globale Megatrends

## Miniaturisierung



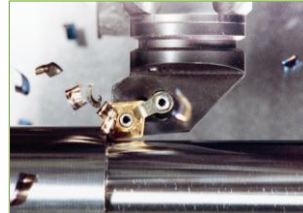
- Ta-Pulver für Kondensatoren mit minimaler Abmessung und höchster Ladungsdichte
- Ta- und Nb-Oxide für Minilinsen in Kameras für Smart Phones

## Schnelle & mobile Datenverarbeitung



- Ta-Sputtertargets für höchstintegrierte MPU und DSP Prozessoren
- Nb- und Ta-Oxide für Touchscreens, SAW Filter und optische Gläser

## Höchstleistungsanforderungen



- Ultrafeine WC-Pulver für Schneidwerkzeuge
- Mo- und W-Funktions- und Präzisionsteile in der Medizintechnik

## Rohstoffknappheit



- Bohrkronen und -werkzeuge für Erdöl-, Erdgas- und Erzförderung
- Verschleiß- und korrosionsfeste Spritzschichten

## Umweltfreundl. Technologien & Energieeffizienz



- Mo-Sputtertargets und  $\text{Si}_3\text{N}_4$ -Teile für die Photovoltaik
- Keramische Komponenten für Brennstoffzellen, Mo-Heatsinks für Windkraftanlagen und Mo-Teile für die LED Produktion



**Globale Megatrends erfordern in steigendem Maße den Einsatz der Refraktärmetalle**




# Unsere Rohstoffversorgung – nachhaltig und konfliktfrei



## Rohstoffbeschaffung

- H.C. Starck bezieht ausschließlich von **konfliktfreien Zulieferern**
- Bestätigung einer konfliktfreien Tantal Lieferkette durch **Electronics Industry Citizenship Coalition (EICC-Zertifizierung)** 
- **Responsible Supply Chain Management System (RSCM)** zur Sicherstellung des konfliktfreien Bezugs von Rohmaterialien, bestätigt durch den externen Auditor Bureau Veritas 
- **Langfristige Lieferbeziehungen** stellen auch in strukturell angespannten Märkten eine hinreichende Belieferung zu wettbewerbsfähigen Preisen sicher
- Projekte (wie z.B. Joint Ventures) stellen die Rohstoffbeschaffung von den **Ursprungsquellen durch Partner** sicher

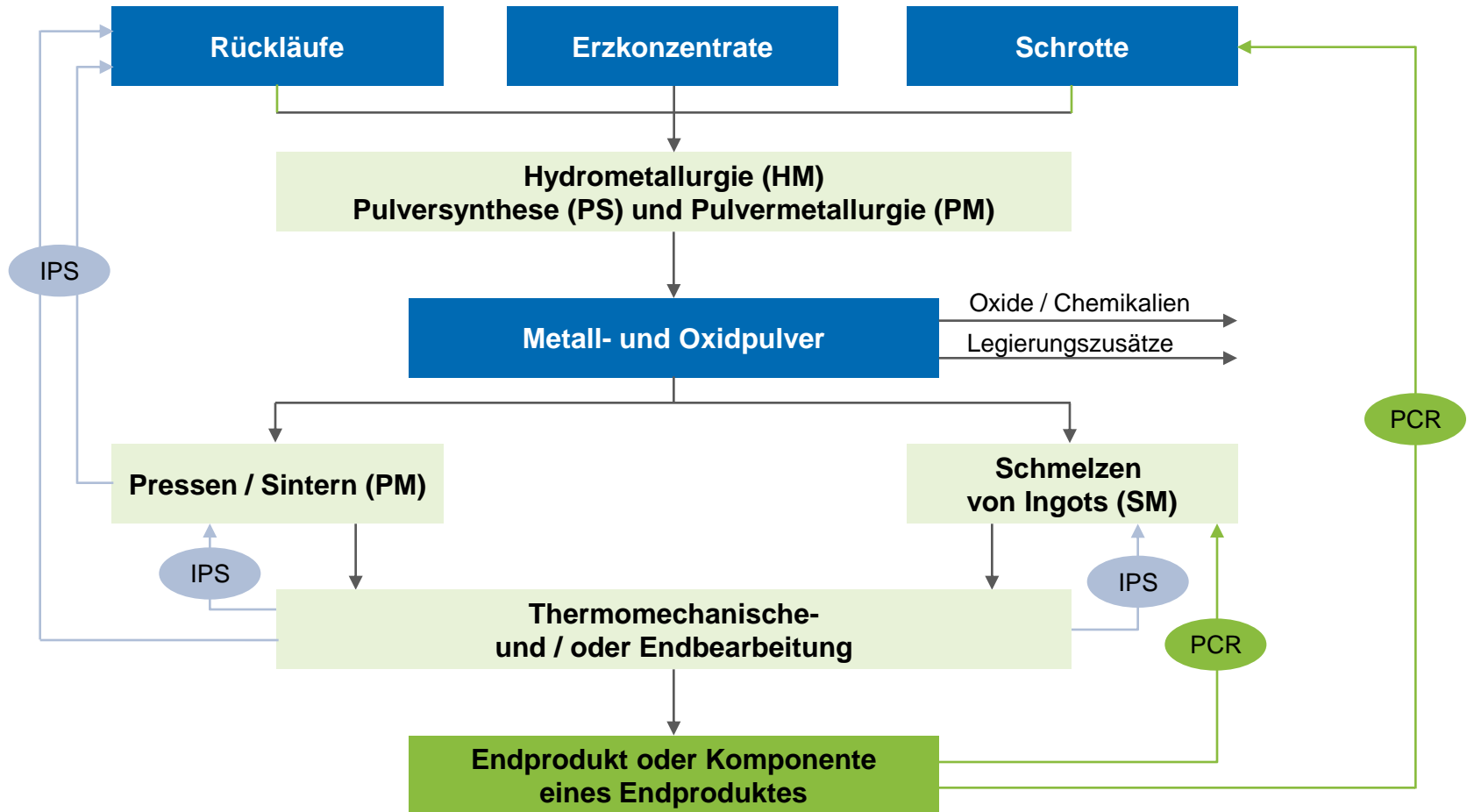
## Recycling

- **Recycling** trägt einen stetig steigenden Anteil zur Rohstoffversorgung bei – dies erhöht die Unabhängigkeit von den Rohstofflieferanten und mildert die Preisschwankungen 

# Recycling von Refraktärmetallen

- Die Refraktärmetalle und das Unternehmen H.C. Starck
- **Anwendungen, Herstellung und Recycling der Refraktärmetalle**
- **Recycling von Wolfram**
  - Wolfram Anwendungen und Wolfram Schrotte
  - Chemisches Recycling von Wolfram
  - Direkte und semidirekte Recyclingverfahren
  - Materialflüsse und Recyclingraten beim Wolfram Recycling
- **Recycling von Tantal**
  - Hydro-, Pulver- und Vakuumschmelzmetallurgie des Tantals
  - Materialflüsse und Recyclingraten des Tantals
- **Zusammenfassung und Ausblick**

# Herstellung und Recycling von Refraktärmetallprodukten



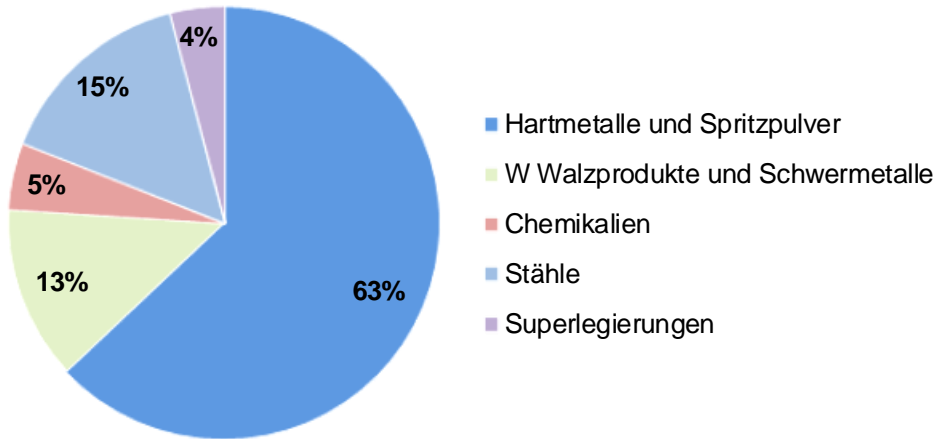
IPS = Industrial Produced Scrap

PCR = Post Consumer Recycling

# Verbrauch und Anwendungen von Wolfram und Tantal

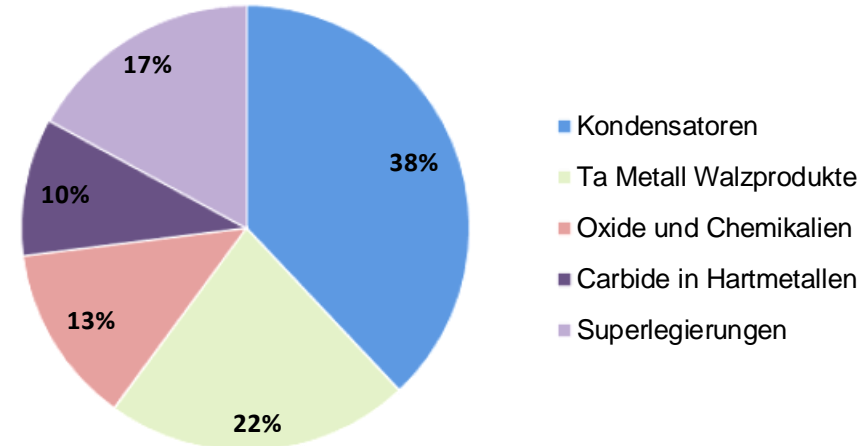
## Wolfram Verbrauch in 2011:

92.800 t



## Tantal Verbrauch in 2012:

1.801 t



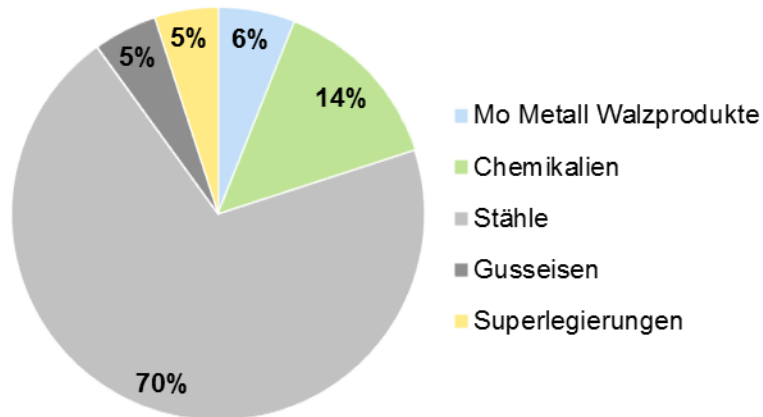
Die wichtigsten Anwendungen des Wolframs sind WC-Co-Hartmetall, W-FeNiCu-Schwermetalle und W-Walzprodukte. Sie werden als Werkzeuge und Verschleißteile sowie als Funktionsteile in der Licht-, Energie-, Medizin- und Hochtemperaturtechnik eingesetzt

Die wichtigsten Anwendungen des Tantals sind Kondensatoren und Sputtertargets für die Elektronik und Halbleitertechnik. Die Walzprodukte werden für Anlagenteile und Apparate der Chemischen Industrie und des Ofenbaus eingesetzt. Metallische und hochreine oxidische Zusätze werden für Legierungen, optische Gläser und Einkristalle verwendet

# Verbrauch und Anwendungen von Molybdän und Niob

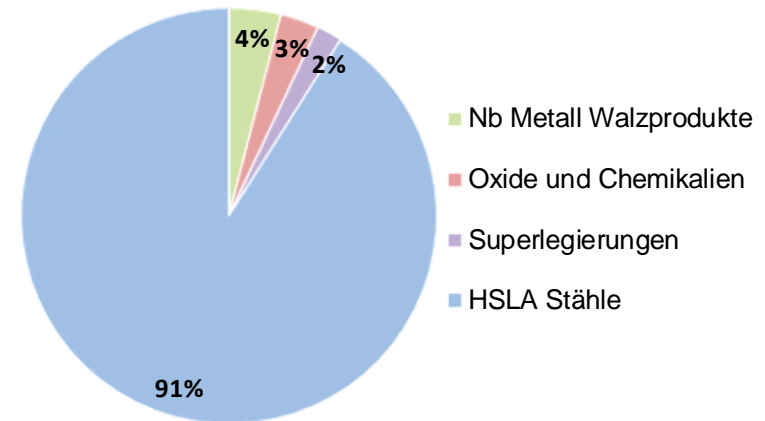
## Molybdän Verbrauch in 2010:

206.000 t



## Niob Verbrauch in 2012:

83.419 t



Im Unterschied zum Wolfram und Tantal dominieren beim Molybdän die Anwendungen als metallische Zusätze in Legierungen und Stählen

Die wichtigsten pulvermetallurgischen Anwendungen des Molybdäns sind Sputtertargets für Flat Panel Displays, Heatsinks für die Halbleiterindustrie und Funktionsteile für die Licht- und Medizintechnik

Hochreine Nb Oxide werden für optische Gläser und Linsen, für Einkristalle/SAW Filter und für Piezokeramiken und Sputtertargets eingesetzt. Und einige Speziallegierungen erfordern ebenfalls hochreine Nb Metallpulver

# Chemisches Recycling von Refraktärmetall-Schrotten

Höchste Produktqualität, Ressourceneffizienz und sehr gute Nachhaltigkeit durch Hydro-, Pulver- und Vakuumschmelzmetallurgie

Im Vergleich zu Erzen sind Schrotte gleichwertige und oftmals sogar vorteilhafte Rohstoffe (Wertstoffgehalte, Deponieabfälle, Energie- und Chemikalieneinsatz etc.)

Technologische Herausforderung: Hohe Materialeffizienz (derzeit noch) an relativ hohe IPS Rücklaufquoten gekoppelt

Bereits hohe PCR Raten erreicht. Weitere Steigerungen durch verbesserte Technologien und Logistik sowie durch Erschließen stark dissipativer Anwendungen



# Recycling von Refraktärmetallen

- Die Refraktärmetalle und das Unternehmen H.C. Starck
- Anwendungen, Herstellung und Recycling der Refraktärmetalle
- **Recycling von Wolfram**
  - Wolfram Anwendungen und Wolfram Schrotte
  - Chemisches Recycling von Wolfram
  - Direkte und semidirekte Recyclingverfahren
  - Materialflüsse und Recyclingraten beim Wolfram Recycling
- **Recycling von Tantal**
  - Hydro-, Pulver- und Vakuumschmelzmetallurgie des Tantals
  - Materialflüsse und Recyclingraten des Tantals
- **Zusammenfassung und Ausblick**

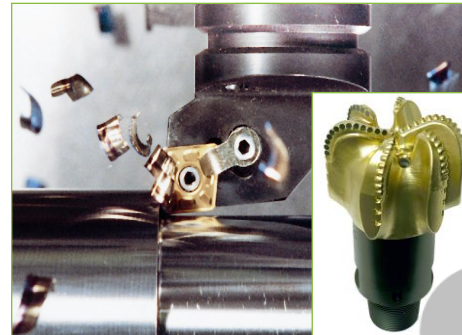
# Wolfram-Anwendungen – mehr als 60 % für Hartmetalle



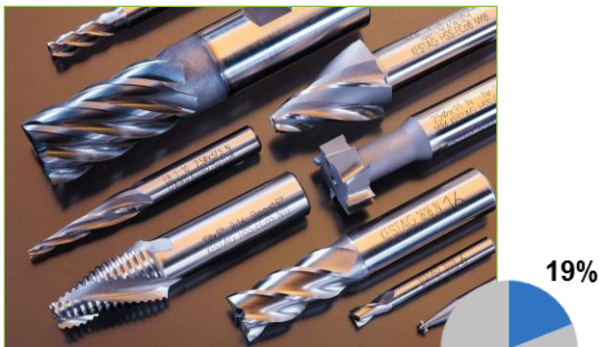
Apparate für die Medizintechnik, z. B. Röntgenröhren und -detektoren



Teile für die Licht-, Energie-, Vakuum- und Hochtemperaturtechnik



Spannungswerkzeuge  
Bohrmeißel  
Verschleiß- und Präzisionsteile



Legierungszusätze für  
Werkzeug- und andere  
Spezialstähle



Katalysatoren für die  
Chemische Industrie und  
Umwelttechnologie



# Hartmetall- und Schwermetallschrotte sowie APW-Pulver

Elemente	Weichschrott	Stückschrott	APW <sup>1)</sup> (ppm)
<b>W</b>	10 – 95 %	35 – 95 %	> 70 %
<b>Al</b>	0,1 – 5 %	0,1 – 5 %	< 5
<b>As</b>	< 0,1 %	< 0,1 %	< 10
<b>Co</b>	1 – 15 %	1 – 20 %	< 5
<b>Cr</b>	< 3 %	< 1 %	< 5
<b>Cu</b>	0,1 – 60 %	0,1 – 60 %	< 5
<b>Fe</b>	< 3 %	< 3 %	< 10
<b>K</b>			< 10
<b>Mg</b>			< 5
<b>Mn</b>			< 5
<b>Mo</b>	3 %	1 %	< 10
<b>Na</b>			< 10
<b>Ni</b>	0,1 – 10 %	0,1 – 10 %	< 5
<b>P</b>			< 10
<b>Pb</b>	0,1 %	< 0,1 %	< 5
<b>Si</b>	0,1 %		< 15
<b>Ta</b>	< 3 %	< 3 %	< 5
<b>Ti</b>	0,1 – 3 %	0,1 – 3 %	< 3
<b>V</b>	< 0,3 %	< 0,1 %	< 5
<b>Zn</b>			< 3



**SM-Späne**



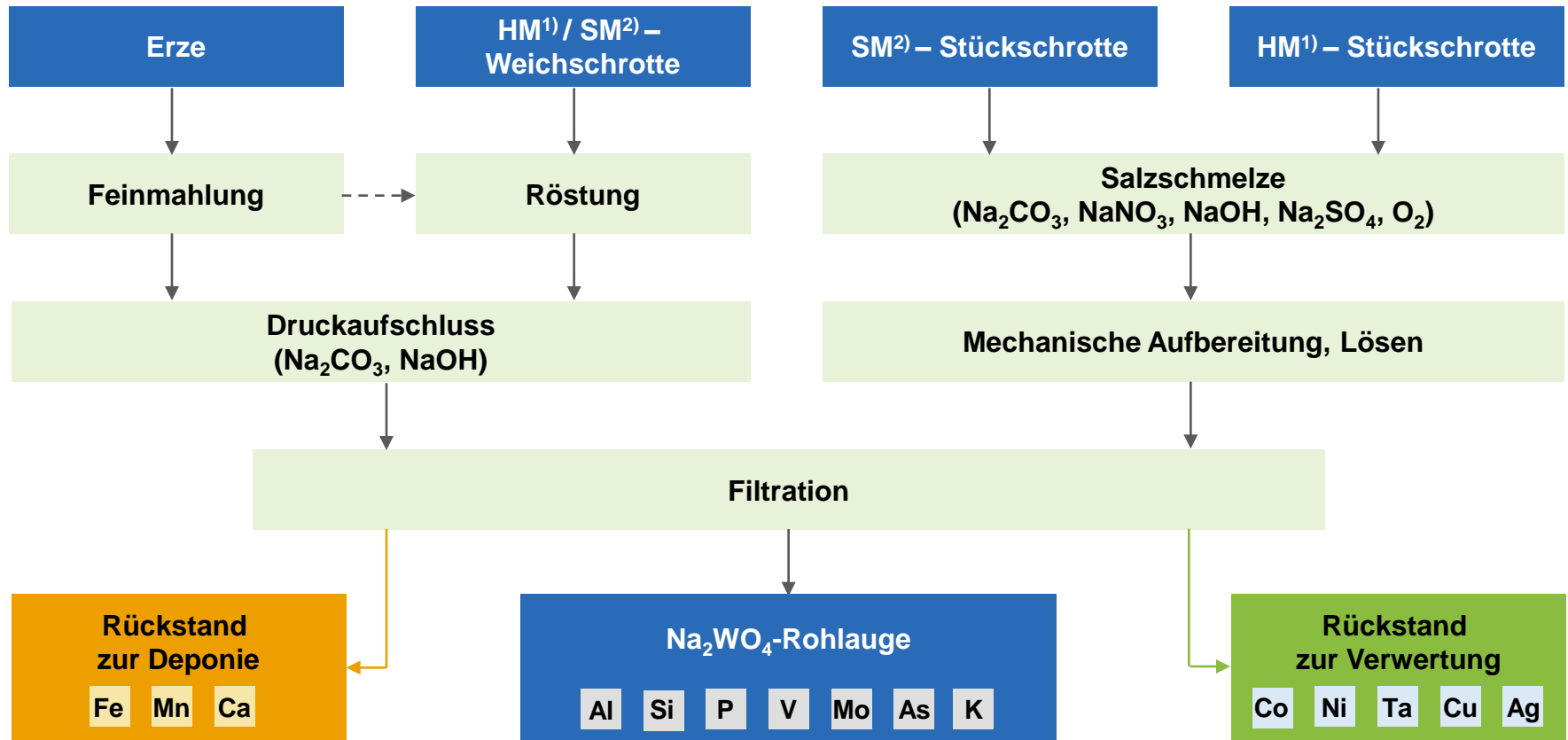
**HM-Schneidplatten**



**HM-Bohrer**

<sup>1)</sup> APW:  $(\text{NH}_4)_{10}\text{H}_2\text{W}_{12}\text{O}_{42} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

# Wolfram-Technologie: Fließschema Hydrometallurgie 1

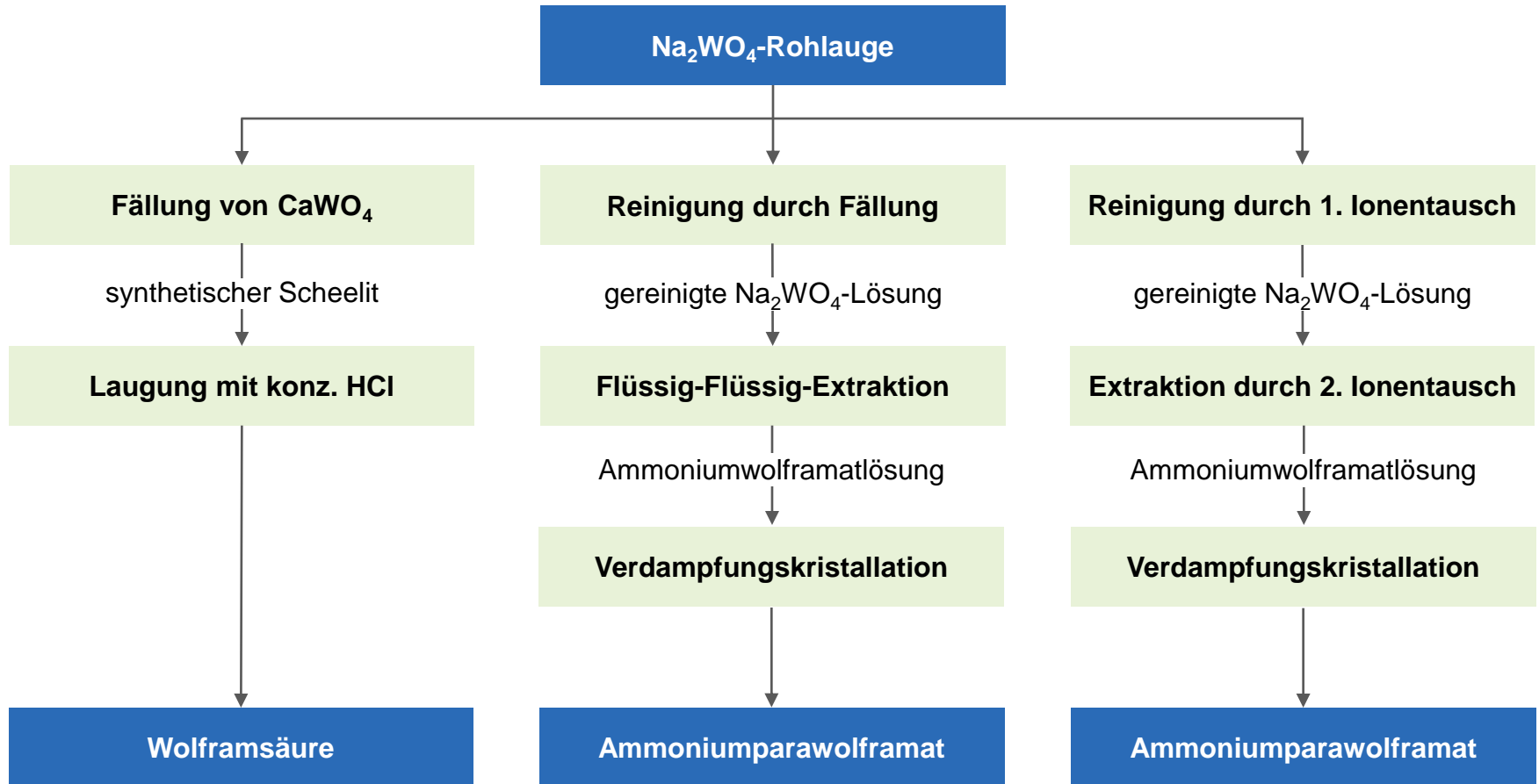


**Gleichberechtigter Einsatz von Erzen und Schrotten möglich**

<sup>1</sup>) HM – Hartmetall (WC-Co)

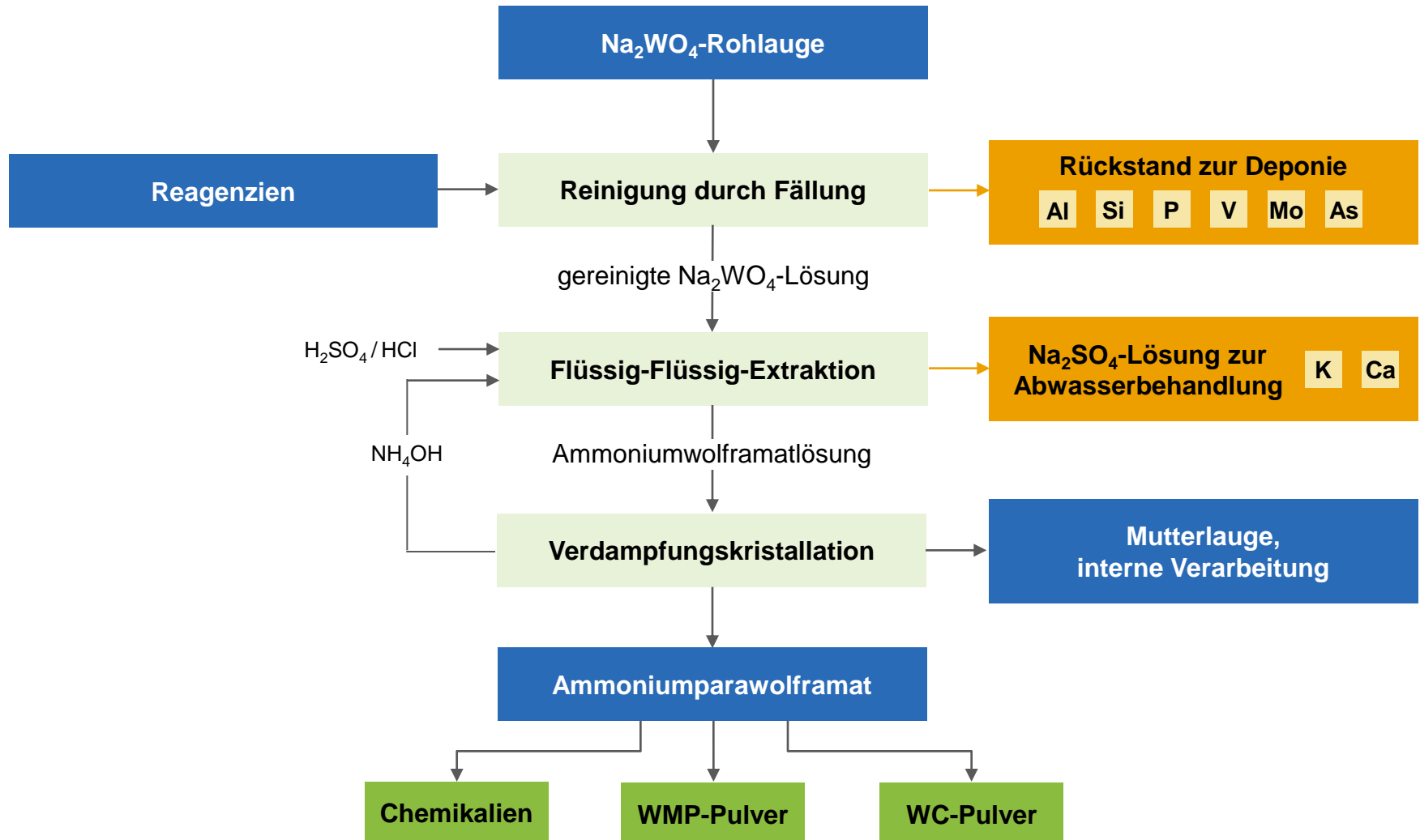
<sup>2</sup>) SM – Schwermetall (W-Fe/Ni, W-Cu/Ag)

# Wolfram-Technologie: Fließschema Hydrometallurgie 2

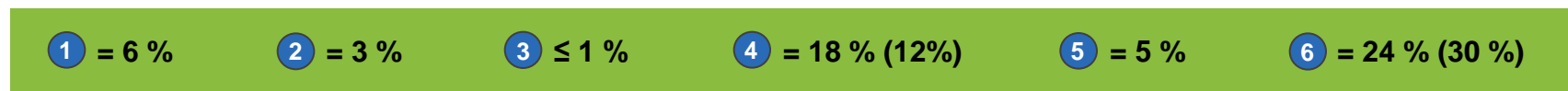
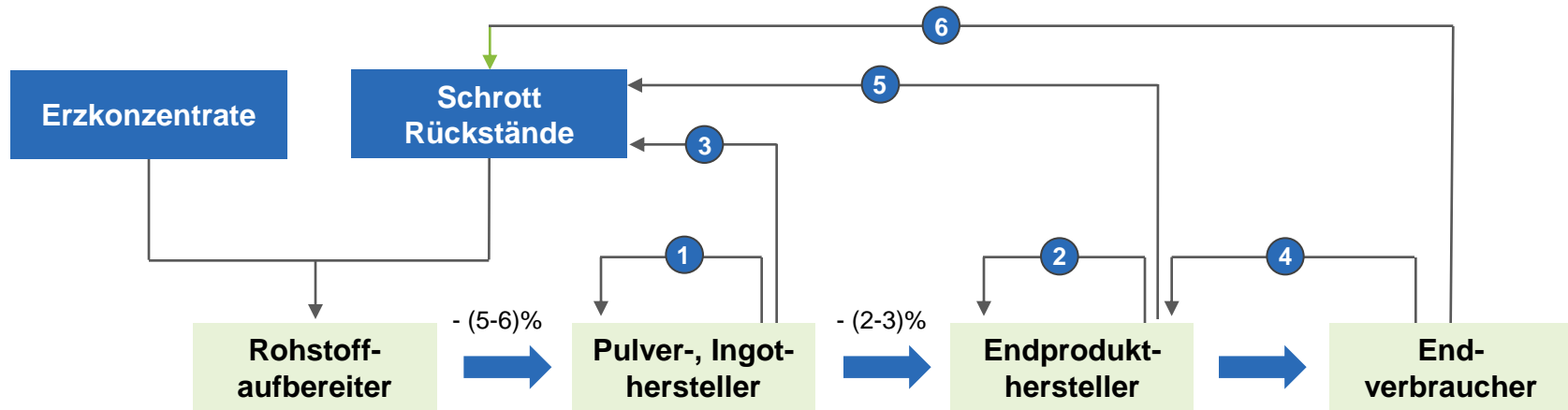


**Rohstoff (Erze oder Schrotte) hat keinen Einfluss auf APW-Qualität**

# Wolfram-Technol.: Fließschema Hydro- & Pulvermetallurgie



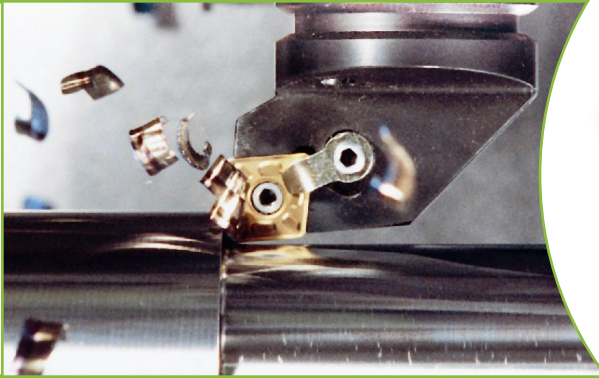
# Wolfram – Materialfluss und Recycling



# Chemisches Recycling von Wolframschrotten

Je nach Wirtschaftsregion PCR Raten zwischen 15 und 50 %.  
Schrotte decken (25 – 30 %) des weltweiten Rohstoffbedarfs

Bei WC-Co-Hartmetallwerkzeugen und W-FeNiCu-Schwermetallteilen liegen PCR Raten zwischen 50 und 75 %.  
PCR bei Chemikalien faktisch Null (Dissipation)



Direkte und indirekte Verfahren weisen trotz Kostenvorteile Nachteile bei der Produktqualität auf (erhöhte Verunreinigungsgehalte)

Erhöhung der PCR Raten: Verbesserte Verfahren und Logistik, Abbau des Downcycling, PCR bei Anwendungen in der Energie- und Lichttechnik sowie in der Chemischen Industrie (Katalysatoren)

# Recycling von Refraktärmetallen

- Die Refraktärmetalle und das Unternehmen H.C. Starck
- Anwendungen, Herstellung und Recycling der Refraktärmetalle
- **Recycling von Wolfram**
  - Wolfram Anwendungen und Wolfram Schrotte
  - Chemisches Recycling von Wolfram
  - Direkte und semidirekte Recyclingverfahren
  - Materialflüsse und Recyclingraten beim Wolfram Recycling
- **Recycling von Tantal**
  - Hydro-, Pulver- und Vakuumschmelzmetallurgie des Tantals
  - Materialflüsse und Recyclingraten des Tantals
- Zusammenfassung und Ausblick

# Tantal-Anwendungen – mehr als 60 % in der Elektronik/Optik



Ta als Legierungszusatz, z. B. in Turbinenschaufeln

16%

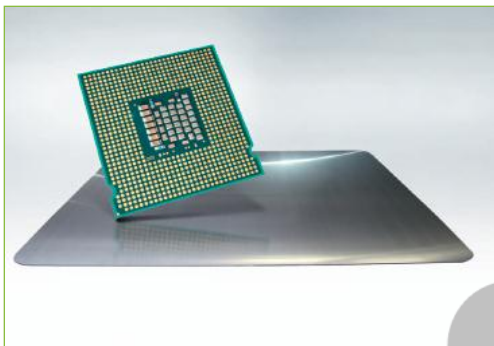


Ta Kondensatoren für  
 •PCs, Laptops, Tablet-PCs  
 •Handys, Smart Phones  
 •Autoelektronik etc.

8%



TaC in Hartmetallen für Spannungswerkzeuge



Walzprodukte für den Apparatebau, für Sputtertargets etc.

20%



42%



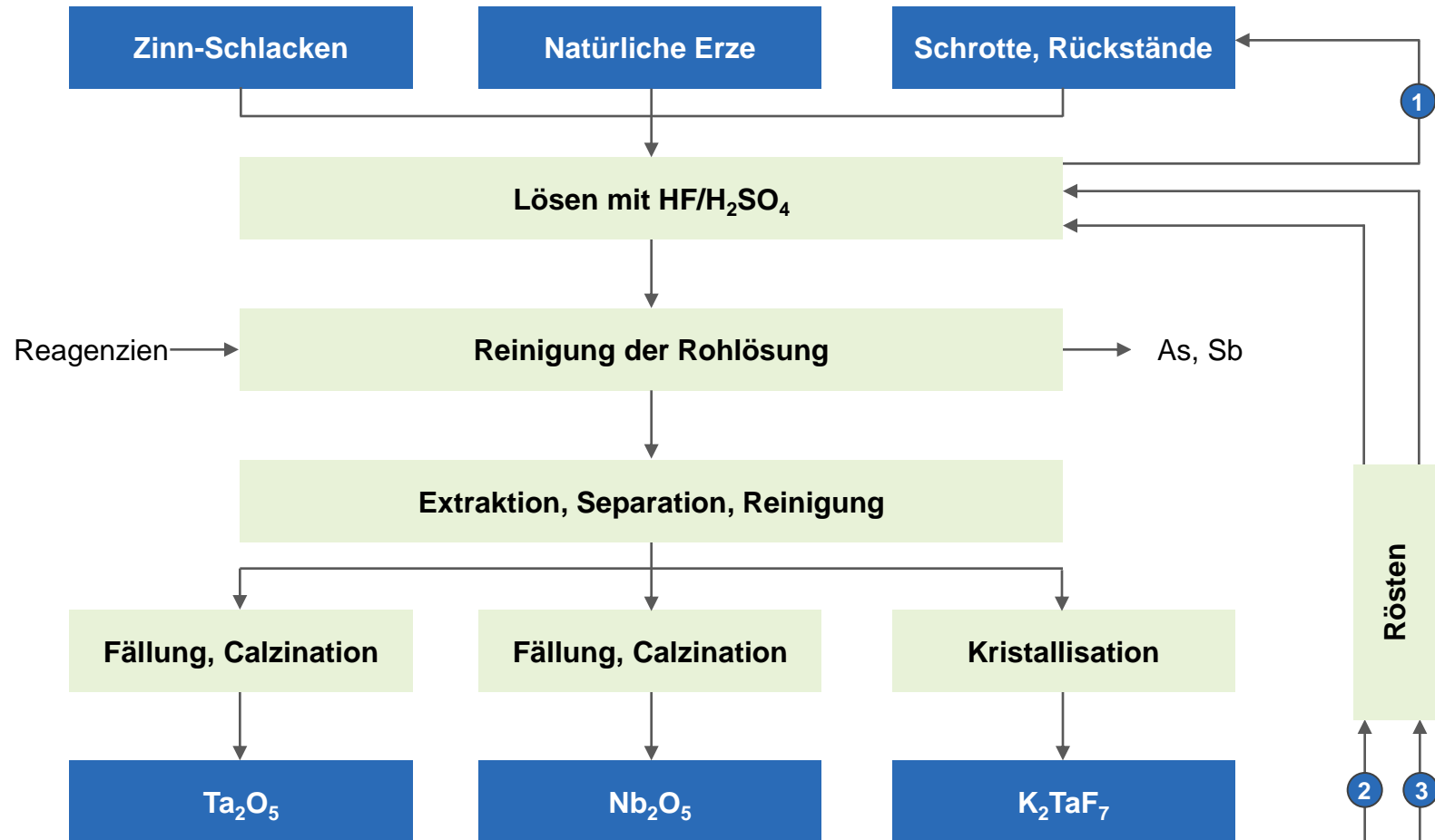
Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> in optischen Gläsern, Linsen und Einkristallen für SAW-Filter

14%

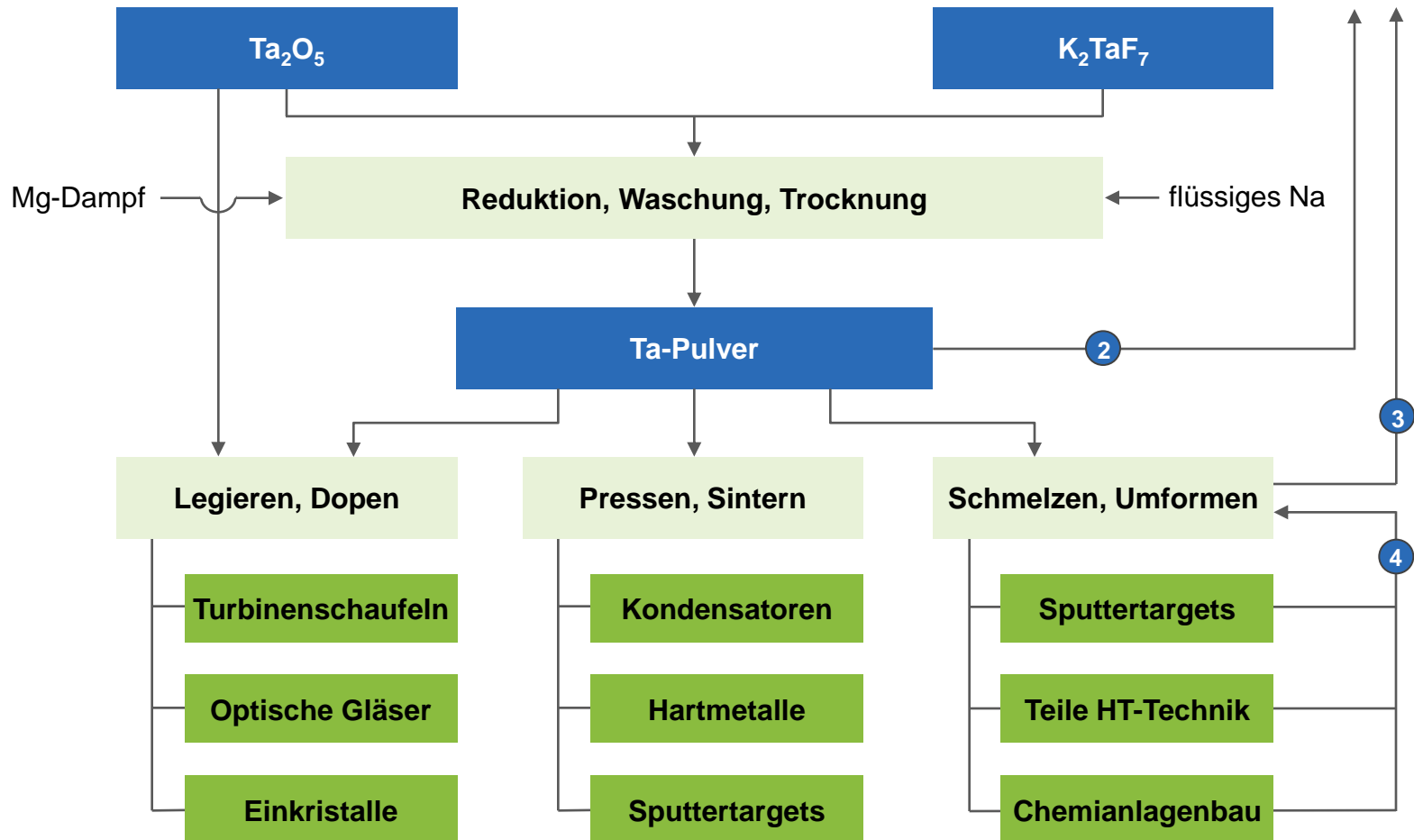




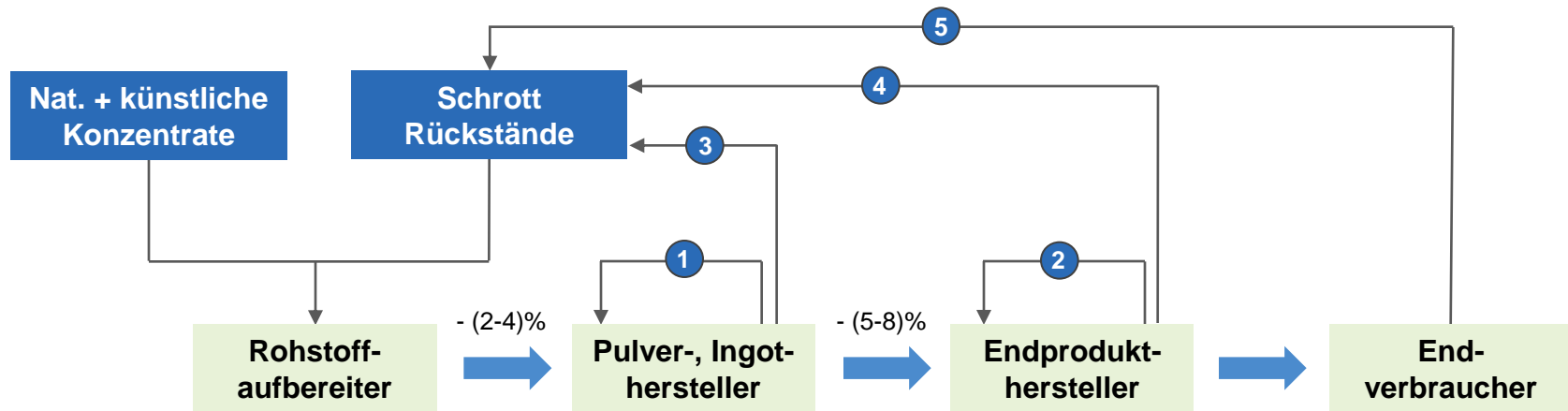
# Tantal/Niob-Technologie – Fließschema Hydrometallurgie



# Ta/Nb-Technologie – Pulver- & Vakuumschmelzmetallurgie



# Tantal – Materialfluss und Recycling



1 = 8 %

2 = 4 %

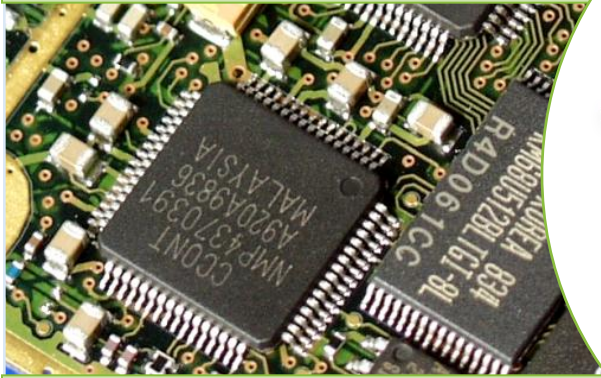
3 = 17 %

4 = 18 %

5 = 17,5 %

# Chemisches Recycling von Tantalschrotten

Wichtigste Anwendung als Kondensator in der Elektronik verursacht hohe Materialdissipation ohne PCR



Prozeß- und produktbedingt sind IPS-Raten relativ hoch: 25% bei Pulver- und Ingotherstellung; 18% bei Endproduzenten

PCR Rate von 18 % vor allem durch PCR von Konstruktions- und Funktionsteilen, Sputter-Targets, Superlegierungen, Hartmetallen und optischen Gläsern



Höhere PCR Raten durch PCR bei Anwendungen mit hohen Materialverdünnungen in Elektronik und IT oder Vermeidung dieser hohen Dissipationen



# Recycling von Refraktärmetallen

- Die Refraktärmetalle und das Unternehmen H.C. Starck
- Anwendungen, Herstellung und Recycling der Refraktärmetalle
- **Recycling von Wolfram**
  - Wolfram Anwendungen und Wolfram Schrotte
  - Chemisches Recycling von Wolfram
  - Direkte und semidirekte Recyclingverfahren
  - Materialflüsse und Recyclingraten beim Wolfram Recycling
- **Recycling von Tantal**
  - Hydro-, Pulver- und Vakuumschmelzmetallurgie des Tantals
  - Materialflüsse und Recyclingraten des Tantals
- **Zusammenfassung und Ausblick**

# Zusammenfassung und Ausblick

Dank unikatler Eigenschaften und trotz oftmals kleiner Mengenanteile sind Refraktärmetalle für viele moderne Technologien und Produkte unabdingbar

Refraktärmetall-Schrotte sind gleichwertige oder oftmals sogar bessere Rohstoffe als Erze und stabilisieren die Versorgungssicherheit

Schlüsseltechnologien und Zukunftsmärkte stellen neue Herausforderungen an die Qualität und Versorgungssicherheit der Refraktärmetalle, wobei das Recycling eine zentrale Rolle spielt

Anwendungen mit hohen Materialdissipationen müssen entweder abgebaut oder mit neuen Recyclingverfahren und einer verbesserten Logistik fürs PCR erschlossen werden



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

H.C. Starck 

**Dr. Michael Fooker**

H.C. Starck GmbH

**T** + 49 5321 751-53930, **F** -4217

**E-Mail:** Michael.Fooker@hcstarck.com