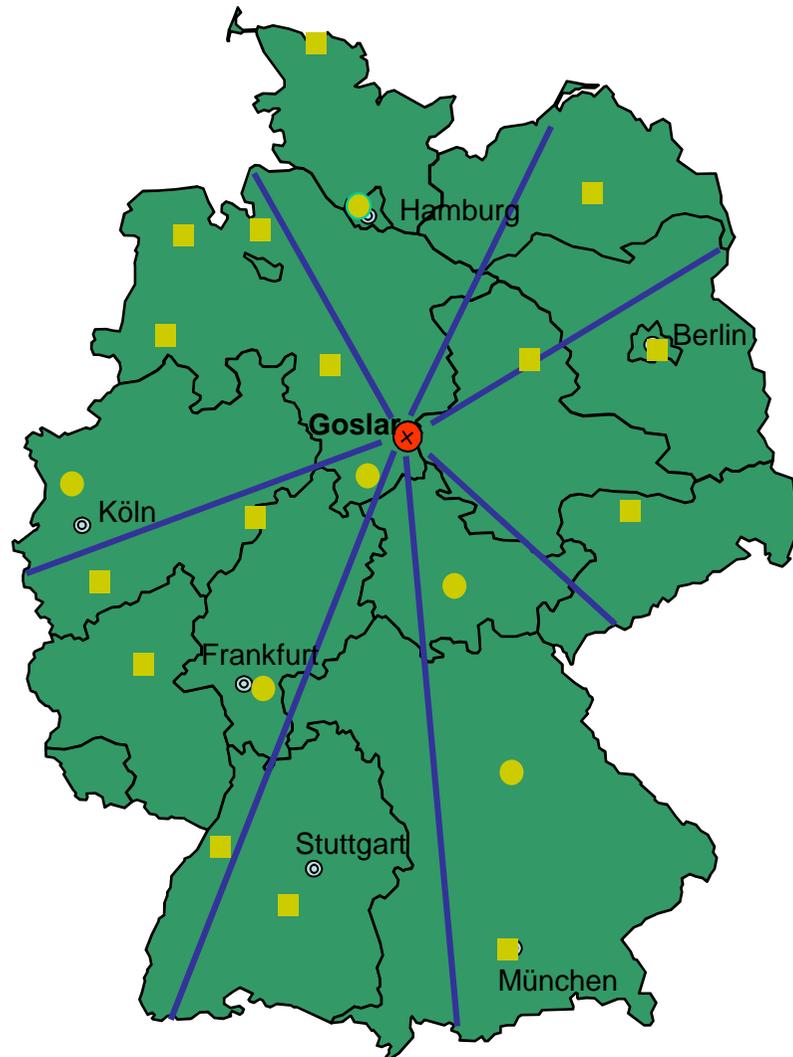


## Elektronik-Schrott-Recycling, neue Entwicklungen im Bereich der Sondermetallrückgewinnung



**Dr.- Ing. Georg Fröhlich**  
**Geschäftsführer, Electroycling GmbH**

## Electrocycling GmbH - Goslar



### Electrocycling System

**Beratung**

**Registrierungsservice**

**Garantielösungen**

**Berichterstattung**

**Abbau von Anlagen**

**Logistik**

**Sammlung**

**Transport**

**Recycling, Verwertung**

**Beseitigung**

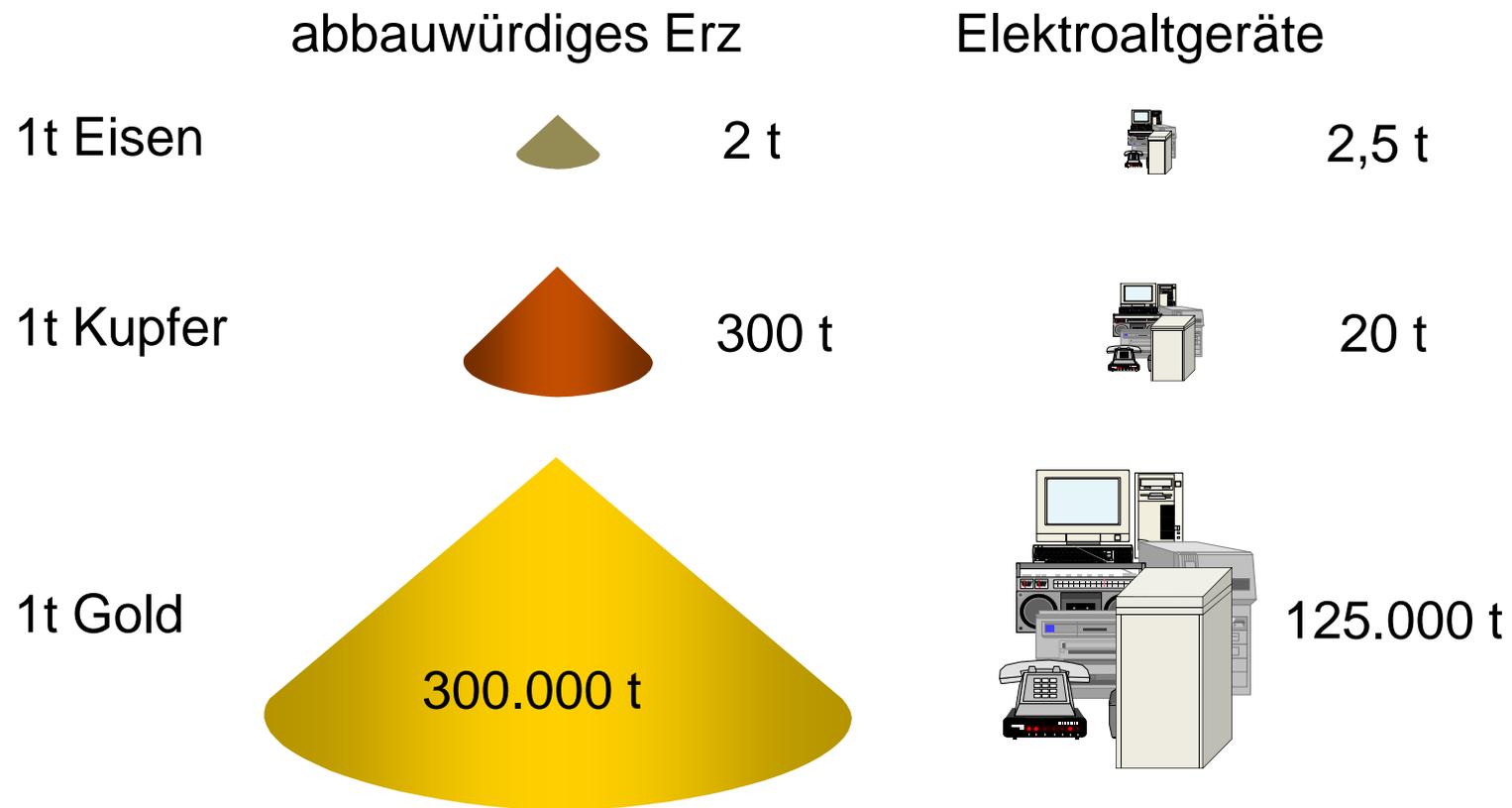
## Firmendaten

- ⇒ **Aufbereitungsanlage für Elektroaltgeräte seit 1995 (Kapazität 80.000 t/a, ca. 180 Mitarbeiter)**
- ⇒ **Bundes- und Europaweite Entsorgungsdienstleistung**
- ⇒ **BImSchG genehmigte Anlage**
- ⇒ **Bisher über 600.000 t Altgeräte verwertet**
- ⇒ **Wiederverwendung von Gebrauchsgütern**
- ⇒ **Gewinnung von Rohstoffen (Eisen-, Kupfer- Aluminium-, Glas- und Kunststofffraktionen) und Rückführung in den Wirtschaftskreislauf**

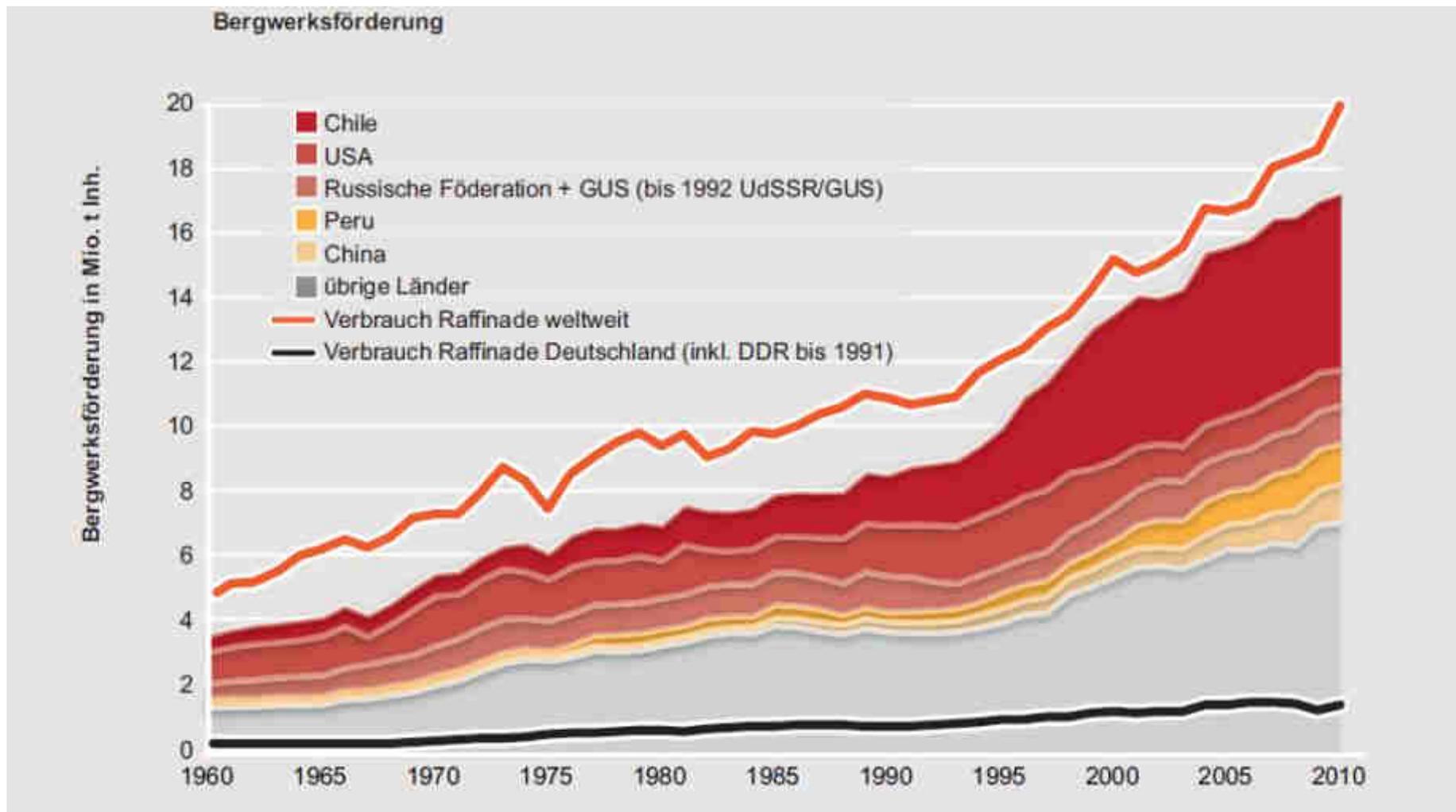
### Zertifikate:

1. **Qualitäts- und Umweltmanagement (ISO 9001, ISO 14001)**
2. **Entsorgungsfachbetrieb**
3. **Erstbehandlungsanlage nach ElektroG**

## Primär- / Sekundärrohstoffe



## Kupfer

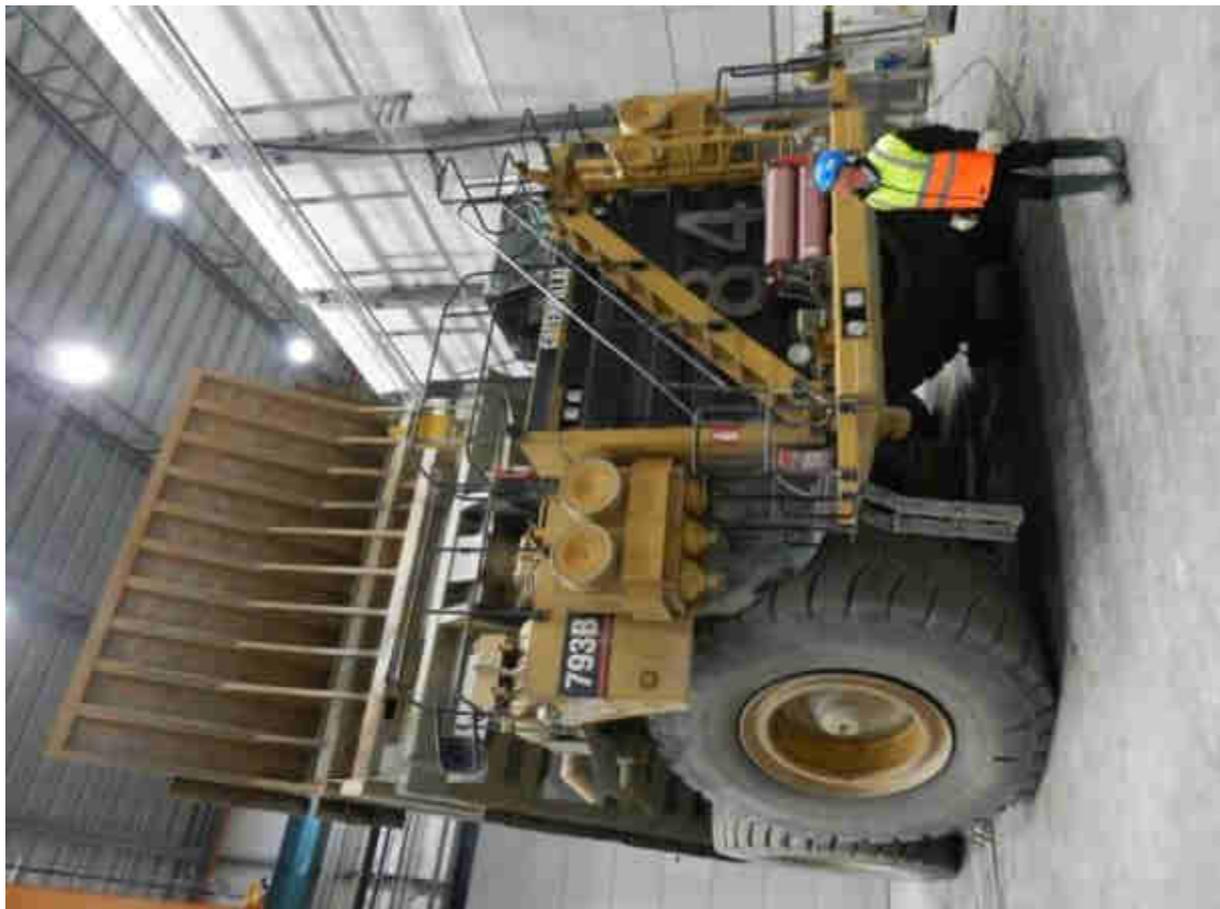


Quelle: Deutsche Rohstoffagentur, Juli 2012



**Boliden Aitik Mine  
Produktion 2014:**

**39,09 Mio. t Erz  
(107.000 t/Tag)  
67.692 t Kupfer  
54,85 t Silber  
1,77 t Gold**



## 2015 (Werte in Tonnen)

KATEGORIE	B2B		B2C				ÖRE
	Input	Output	Input	Output (AHK)	Output (ER)	Output (Vertreiber)	Output (EV)
1	25.154	863	792.511	95.934	21.634	32.755	119.417
2	1.719	51	209.559	6.515	338	1.439	66.601
3	68.161	13.931	160.322	15.764	351	1.018	76.466
4	1.306	15	134.511	17.782	880	2.206	99.274
5	178.642	158	65.489	2.844	4.021	50	923
6	10.721	241	123.293	2.874	1.372	146	25.348
7	8.906	6.377	42.462	137		32	3.361
8	19.918	1.764	4.062	45	38	15	1.158
9	28.763	548	14.070	58	2	12	1.185
10	8.591	3.355		9		19	1.201
<b>gesamt</b>	<b>350.881</b>	<b>27.303</b>	<b>1.546.279</b>	<b>141.992</b>	<b>28.636</b>	<b>37.692</b>	<b>394.934</b>

**Verkauf: 1.897.160 t**

**100,00 %**

**Recycling: 630.557 t**

**33,24 %**

**Verkauf: 1.740.153 t**

**100 % Durchschnitt 3 Jahre**

**Recycling: 783.069 t**

**45 % Soll 2016**

**Recycling: 1.131.099 t**

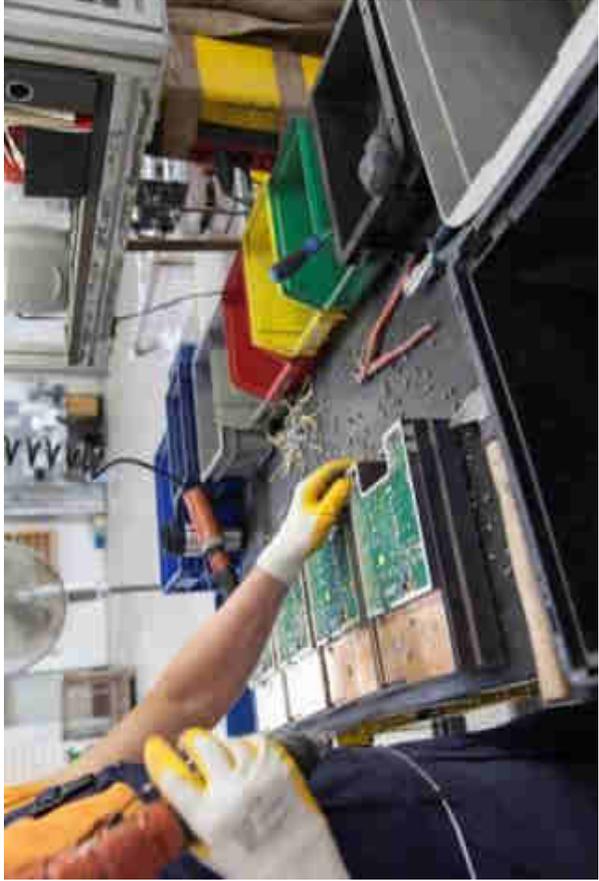
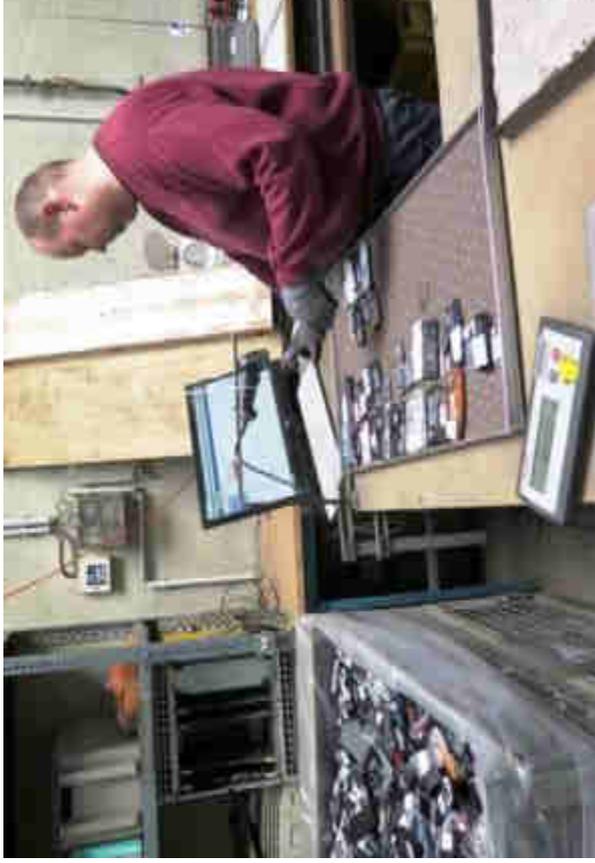
**65 % Soll 2019**

Quelle: stiftung-ear.de

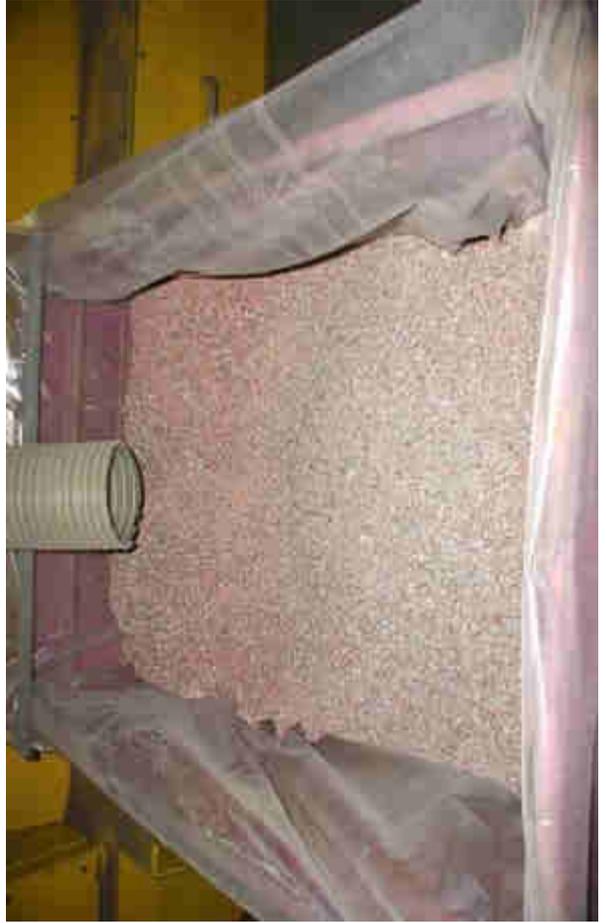
## Potential Aitik Mine/Elektroaltgeräte Deutschland

Altgeräte Ist ca. 630.000 t/a	Kupferinhalt ca. 31.500 t
Altgeräte max. ca. 1,9 Mio. t/a	Kupferinhalt ca. 95.000 t
Erzförderung Aitik ca. 39 Mio. t/a	Kupferinhalt ca. 67.700 t



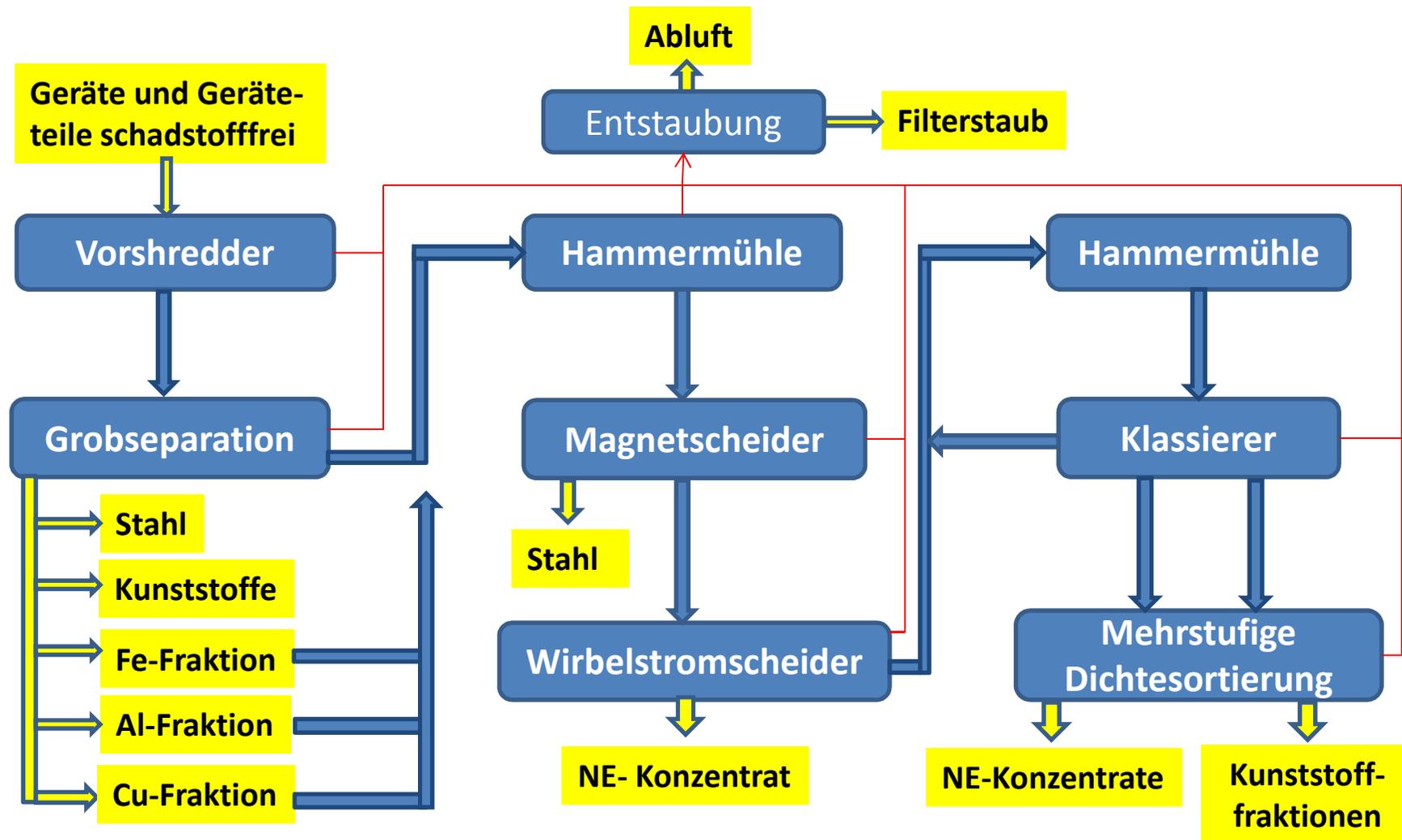








## Dreistufige Zerkleinerung- anschließende Sortierung



Standardverarbeitung: 12 Anlagen - 70 Fraktionen - davon 35 Endfraktionen (Produkte, Abfälle)

## Strategische Metalle und Metalle der seltenen Erden

### Strategische Metalle u.a.

Indium, Gallium, Wismut, Tantal, Germanium, Tellur,  
Kobalt, Hafnium

### Metalle der Seltenen Erden (17 Elemente)

Scandium, Yttrium, Lanthan, Cer, Praseodym, Neodym,  
Promethium, Samarium, Europium, Gadolinium, Terbium,  
Dysprosium, Holmium, Erbium, Thulium, Ytterbium,  
Lutetium

## Einsatzbereiche strategischer Metalle

**Indium:** Flachbildschirme, Touchscreens, Leuchtdiode, Displays

**Hafnium:** Computerchips, Lampen

**Gallium:** Leuchtdioden, elektr. Hochfrequenzbauteile, integrierte Schaltkreise, Laser

**Wismut:** optische Gläser, Bleiersatz

**Tantal:** Mikrokondensatoren z.B. Mobiltelefone, Server

**Germanium:** Glasfaserkabel und Infrarotoptik

**Tellur:** Fotodioden und Dünnschicht-Solarzellen; optische Speicher (CD-RW)

**Kobalt:** Lithium-Ionen-Akkus

**Neodym:** Generatoren, Motoren

**Yttrium:** Lasertechnik

## F+E- Projekten, Zielmetalle

- ADIR: Gold, Silber, Pd, Pt, Tantal, Wolfram, Cobalt, Nickel, Mangan, Neodym und weitere SE
- ElmoReL: Gallium, Germanium, Gold, Silber, Ta
- Lithorec I und II: Lithium, Aluminium, Kupfer, Kobalt, Mangan, Nickel, Graphit
- InAccess: Indium
- Tantal- Projekt: Tantal

## Recycling von Flachbildschirmgeräten unter Berücksichtigung der Indiumrückgewinnung

### Aufbau von LCD- Bildschirmgeräten

Bildschirmgeräte mit flächiger  
Hintergrundbeleuchtung

größer 21 Zoll



Bildschirmgeräte mit seitlicher  
Hintergrundbeleuchtung

bis 21 Zoll



## Entwicklung eines effizienten Sammel- und Identifikationssystems

Getrennte Sammlung von großen und kleinen Bildschirmgeräten  
in Spezialboxen bei einem kommunalen Entsorger



### Helfen Sie mit!

LCD-Flachbildschirmgeräte enthalten seltene Metalle wie Indium aber auch giftige Stoffe wie Quecksilber.

Für das Recycling ist das zerschnittene Sammeln wichtig.

Bitte legen Sie die Geräte möglichst parallel in die Box und helfen damit unsere Umwelt zu schützen.



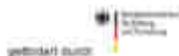
„Klein“ Flachbildschirmgeräte



„groß“ Flachbildschirmgeräte (großer TV)

Forschungsprojekt „idAccess“





gefördert durch

## Entwicklung Recyclingverfahren

### LCD Fernsehgerät



- Fräswerkzeug wird entlang des Bildrandes geführt
- Fräsprozess ohne Zerstörung der Hg- Beleuchtung

## Entwicklung Recyclingverfahren

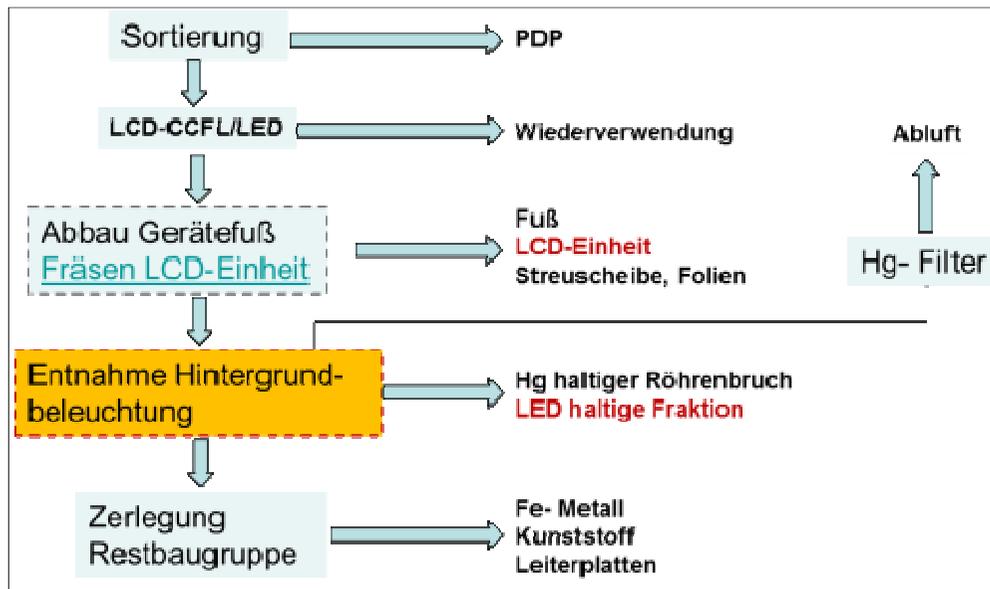
### Anlage für Bildschirmgeräte mit flächiger Hintergrundbeleuchtung

- Taktzeit Fräsprozess: ca. 1 min
- Überwachung der Hg- Emissionen (Arbeitsplatzumgebung und Abluft)
- Taktzeit zur Entnahme der Hintergrundbeleuchtung: Je nach Gerät ca. 2 min



# Entwicklung Recyclingverfahren

Pilotanlage für Bildschirmgeräte mit flächiger Hintergrundbeleuchtung



LCD-Einheit



LCD-Folien

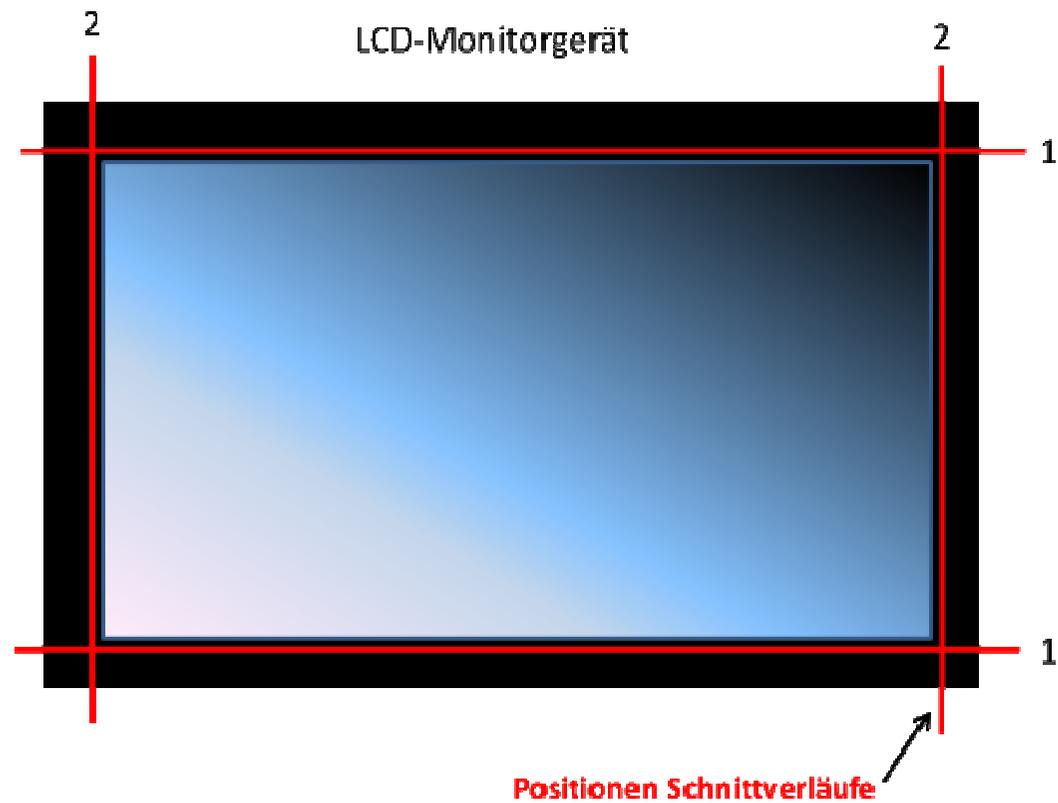


Hg haltiger Röhrenbruch

LCD-Streuscheiben



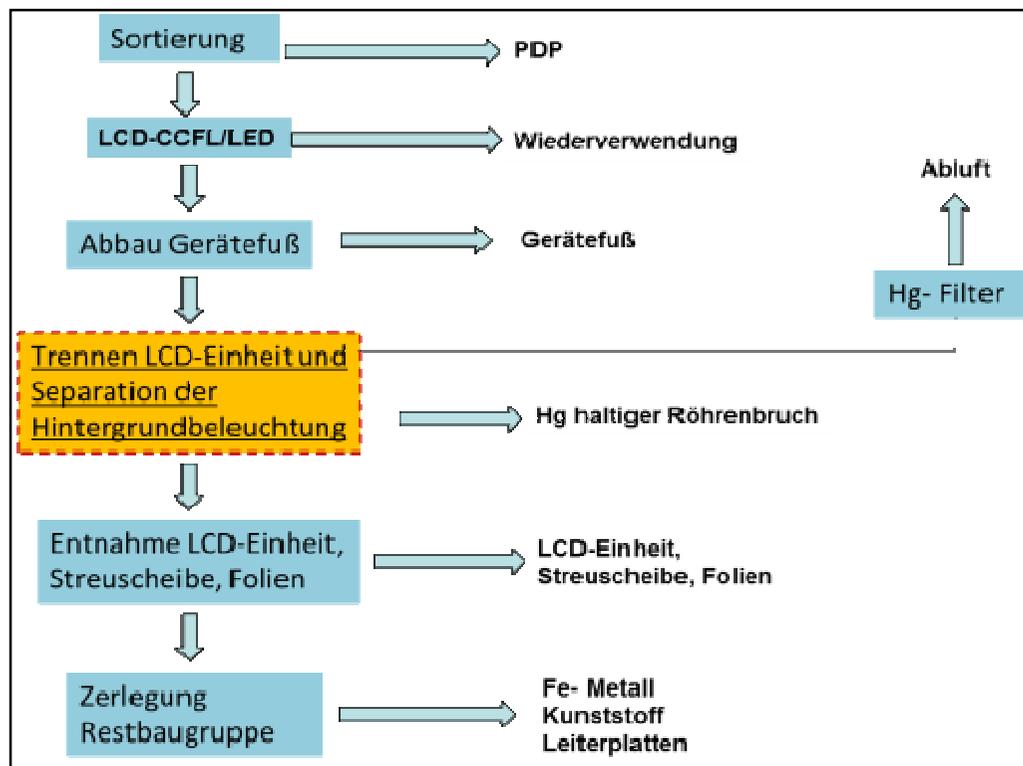
## Entwicklung Recyclingverfahren



1. Zerstörung der Hg- Beleuchtungsröhren mit gleichzeitiger Absaugung
2. Schnittverlauf zur Trennung der bildgebenden Einheit vom Restgerät

## Entwicklung Recyclingverfahren

### Prozess für Bildschirmgeräte mit seitlicher Hintergrundbeleuchtung



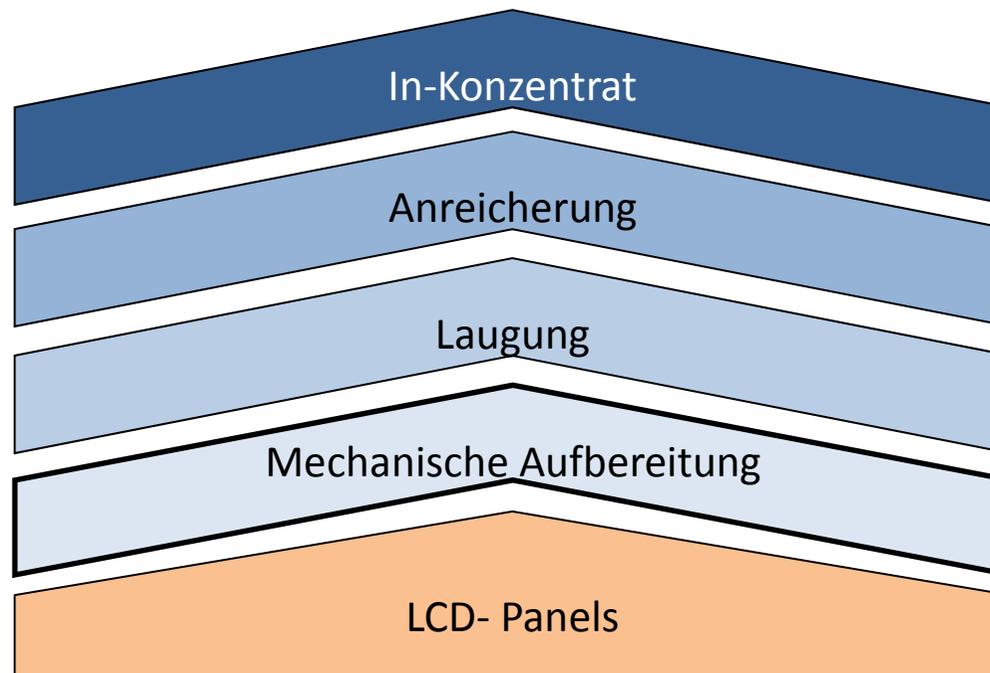
## Entwicklung Recyclingverfahren

### Anlage für Bildschirmgeräte mit seitlicher Hintergrundbeleuchtung

- Trennverfahren mit gezielter Separation und Abführung der Hg- haltigen Hintergrundbeleuchtung
- Taktzeit < 1 min pro Gerät
- Erzeugte Fraktionen: Hg-haltige Röhrenfraktion, LCD- Anzeige, Folienfraktion, Streuscheibe, Restgerät



## Konzept Indium Rückgewinnung aus LCD-Panels



- Einbindung der zu entwickelnden Verfahren in bestehende Anlagen, bzw. Prozesse

# Indium Rückgewinnung aus LCD-Panels

Aufschluss der LCD- Displays und Abtrennung der Kunststoffe



Lösung des enthaltenen Indiums aus der Displayglas-Fraktion

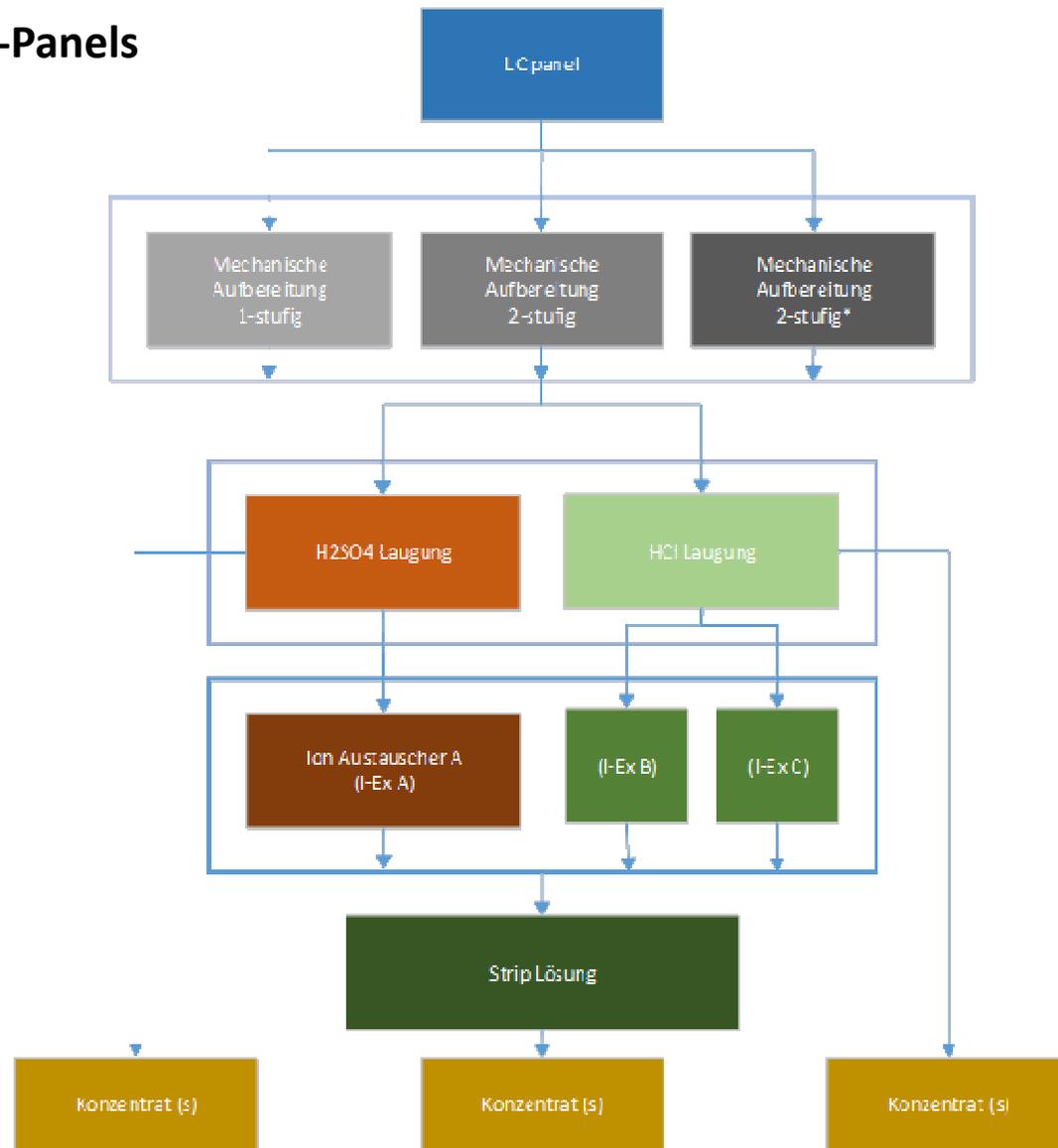


Gewinnung und Anreicherung des gelösten Indiums im Ionentauscher



oder

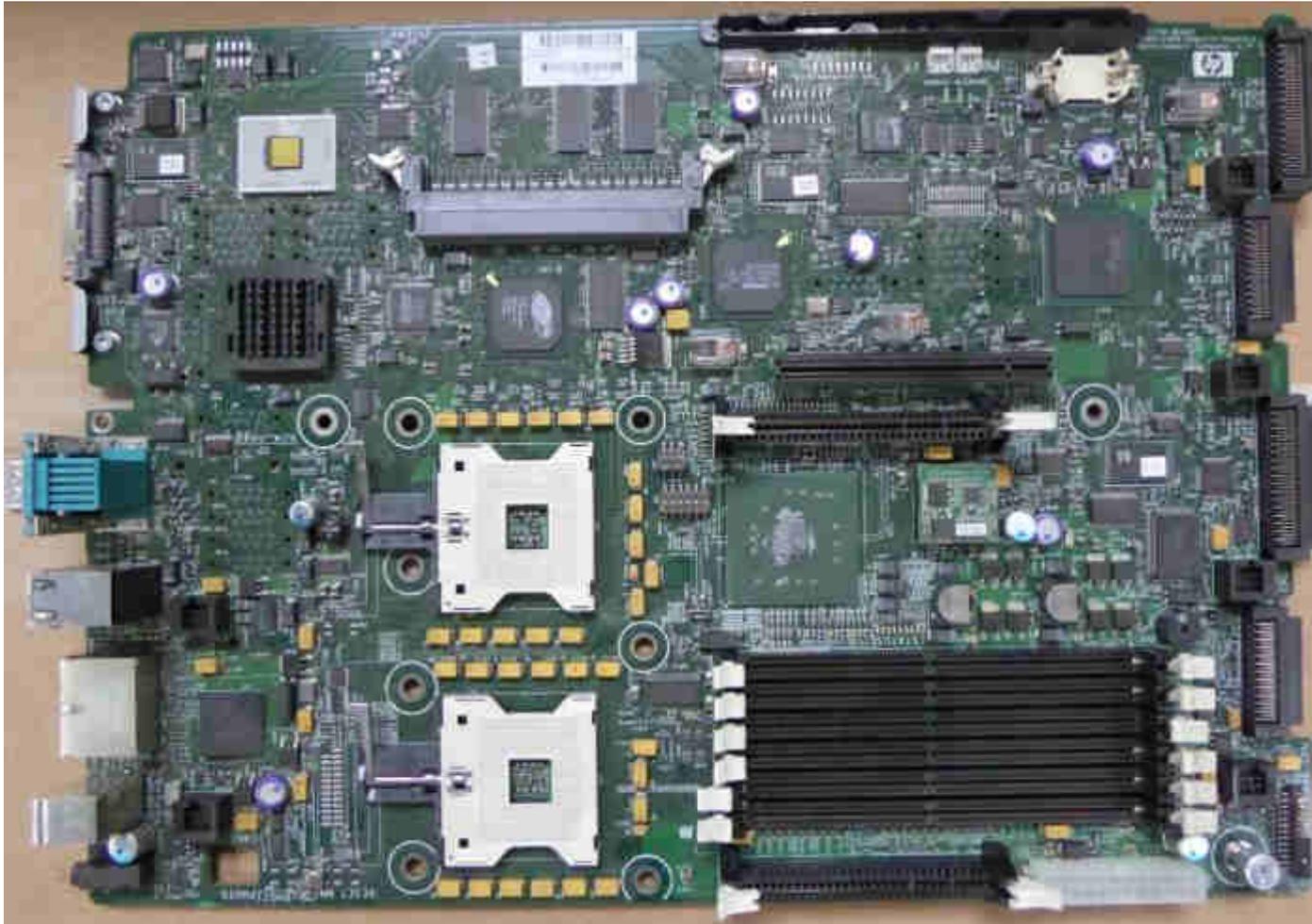
Fällung des Indiums durch Veränderung des pH-Werts



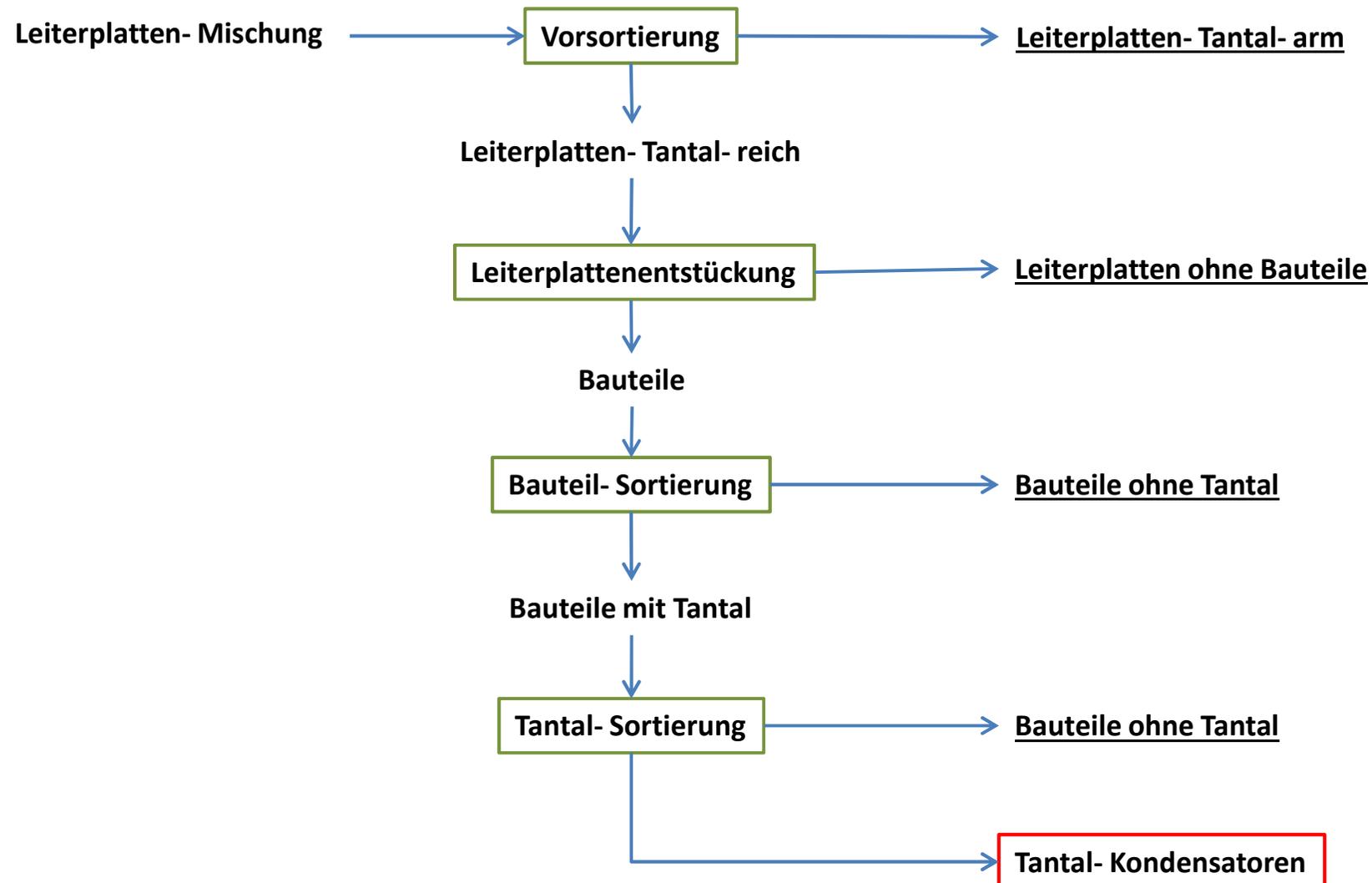
## InAccess

- Anreicherung des Indium durch den entwickelten Prozess
  1. Ausgangskonzentration: 10 mg/TV- Gerät
  2. Display-Scheibe nach Entnahme: 170 mg/kg
  3. Glasfraktion nach mechanischer Aufbereitung: 200 mg/kg
  4. Konzentration nach Laugung: 560 mg/Liter
  5. In- Konzentrat nach Fällung: 15 %

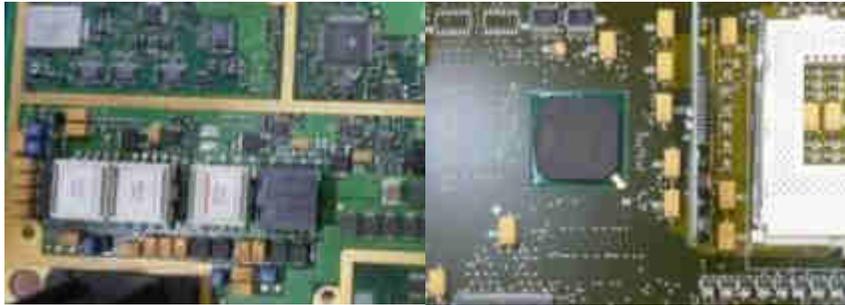
## Gewinnung von Tantalkondensatoren



## Gewinnung von Tantalkondensatoren



**Leiterplatten Tantal reich**



**Leiterplatten Tantal arm**



**Leiterplatten entstückt**



**Bauteile gemischt**



**Bauteile ohne Tantal**



**Tantal- Kondensatoren**

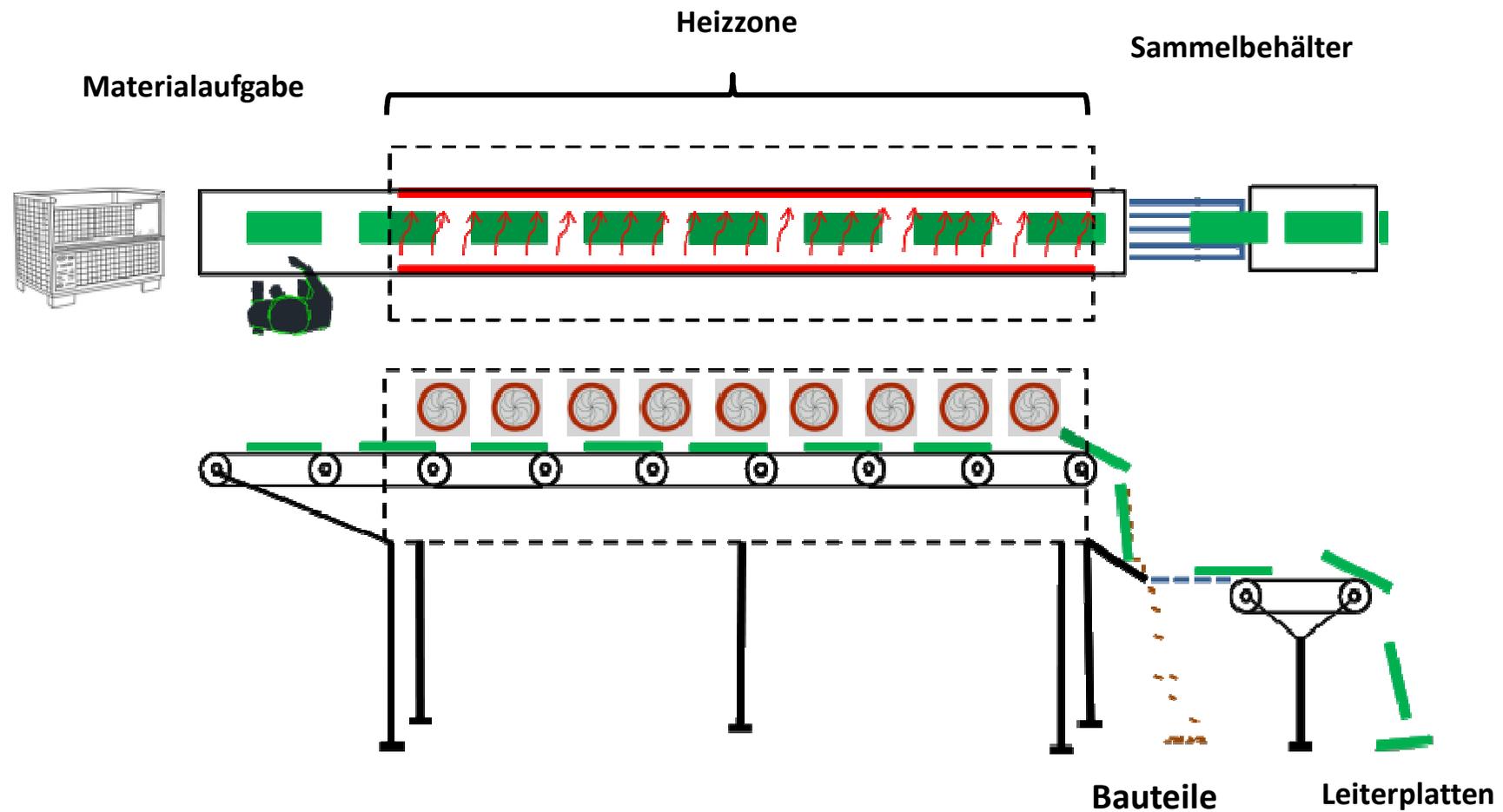


## Leiterplattenentstückung

- Mechanische Beanspruchung, Prall/Schlag
- Laugung mit HCL und H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> bei ca. 80°C
- Ablöten, Durchlauf- oder Batchofen
- Demontage Roboter
- Andere Verfahren

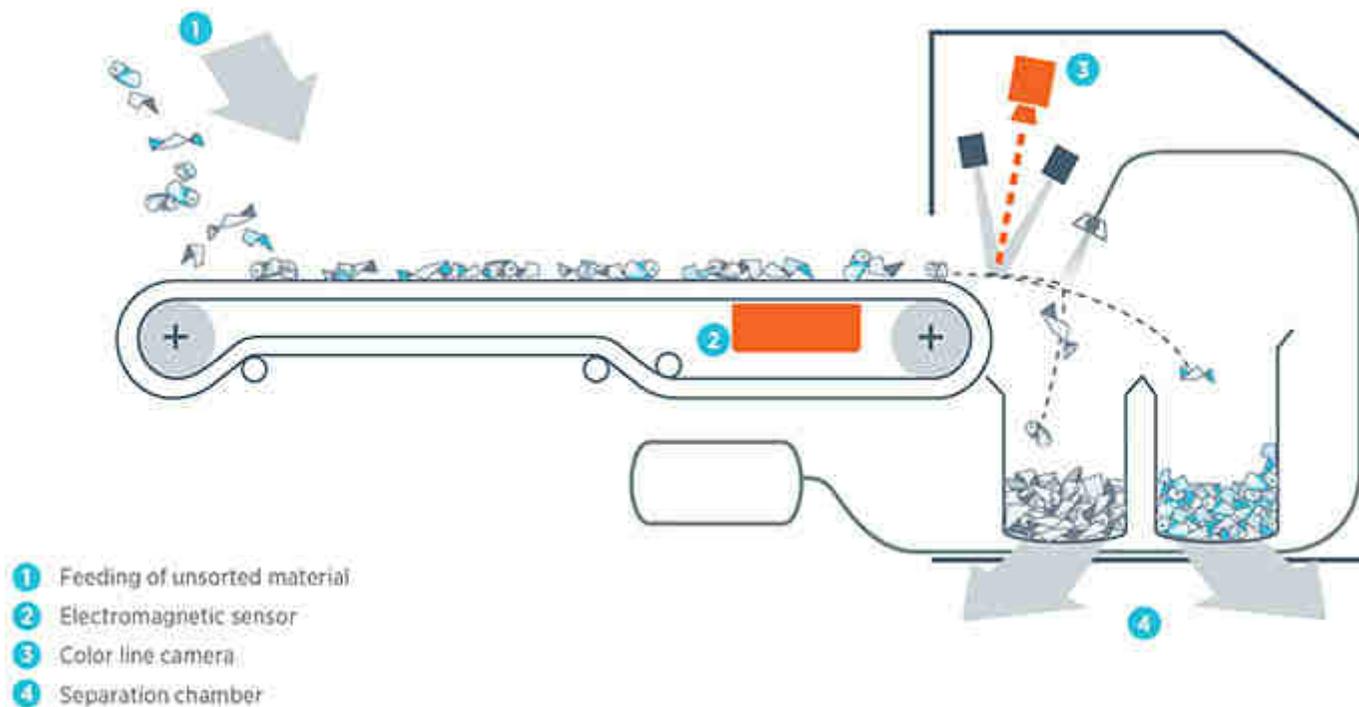
## Leiterplattenentstückung

### Prinzipskizze Durchlaufofen



## Bauteilsortierung

### Prinzipskizze einer modernen, rechnergestützten Sortieranlage



Quelle: [www.tomra.com/de](http://www.tomra.com/de)

## Sortierung Bauteilfraktionen mit Tantalkondensatoren

Zielfraktion: 97 % Tantalkondensatoren,  
3 % Fehlaustrag Bauteile ohne Tantal



Restfraktion: 96 % Bauteile ohne Tantal  
4 % Fehlaustrag Tantalkondensatoren



## Arbeitsfelder, Aufgaben

### Identifizieren relevanter (Alt) Produktgruppen:

- Welcher Rohstoff ist
- in welcher Menge
- in welchen Produkten enthalten

### Verfahrenstechniken zur Rohstoffgewinnung auswählen, entwickeln, optimieren:

- Verfahren zur Anreicherung strategischer Rohstoffe entwickeln
- Bestehende Verfahren auf Eignung zur Verarbeitung von Recyclingmaterial überprüfen
- Neue Verfahren zur Verarbeitung strategischer Rohstoffe entwickeln

### Optimale Verfahrensketten aus neuen und bestehenden Technologien kombinieren:

- Neue und vorhandener mechanische, sensorgestützte, chemische und metallurgische Verfahren berücksichtigen
- Übergreifende Expertengremien bilden

### Aufbau geeigneter Erfassungs- und Verwertungsnetzwerke

# Mehr zum Elektroaltgeräte- Recycling...

[www.electrocycling.de](http://www.electrocycling.de)

