

Metallrecycling bei EoL-LED-Stableuchten mithilfe von chlorhaltigen Abfällen

17. Recy & DepoTech



Michael Peer
OTH Amberg-Weiden
MB/UT



finanziert durch
Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Verbraucherschutz



Stand der Technik

- Es gibt für verschiedene Plastikabfälle unterschiedliche Recyclingrouten
 - Mechanisches Recycling
 - Thermische Verwertung
 - Chemisches Recycling
 - Sonstige Verfahren
- Für PVC-Abfälle dominieren thermische Verwertung und mechanisches Recycling in Deutschland im Jahre 2021*
- Pyrolyse für rohstoffliche Nutzung



*https://plasticseurope.org/de/wp-content/uploads/sites/3/2023/01/PVC_Analyse_DE_2021_Kurzversion_final.pdf; zuletzt aufgerufen am 11.10.2024

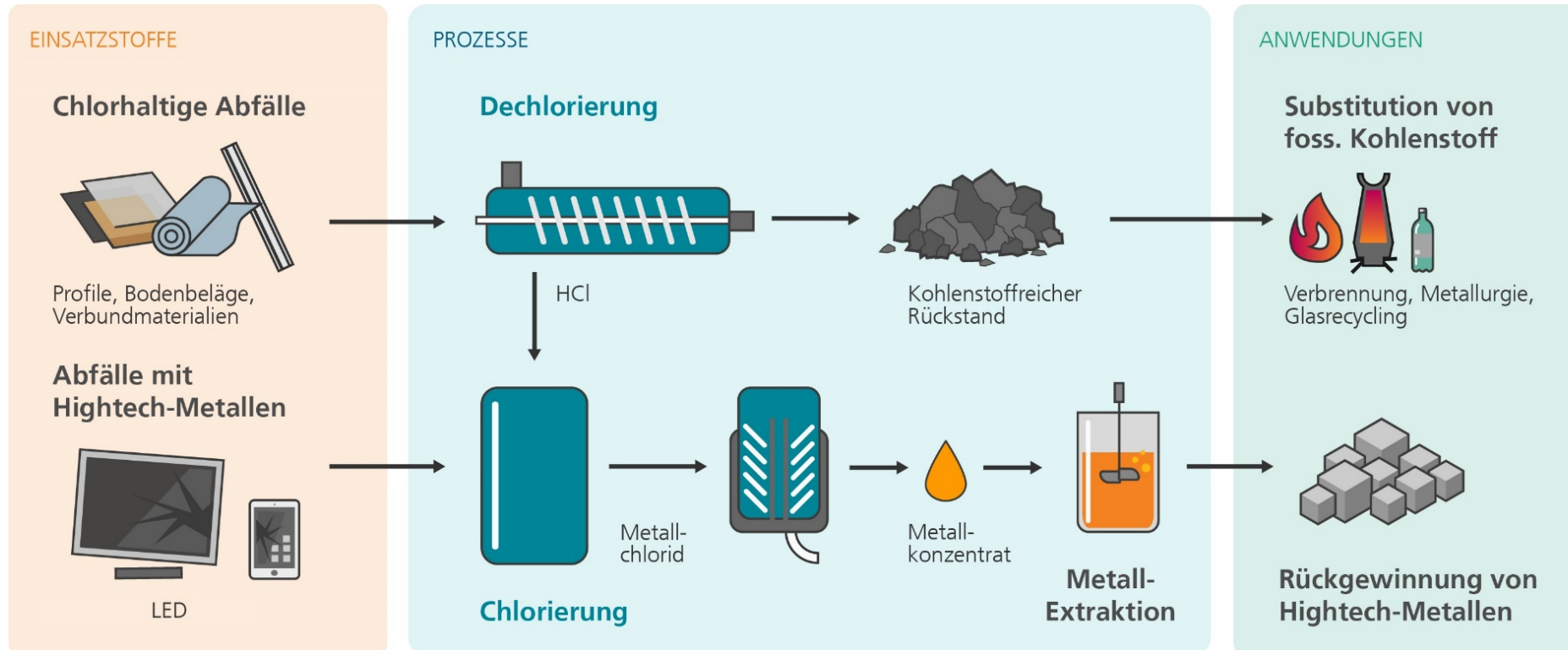
Stand der Technik

- Elektronische Geräte sind in unserer Gesellschaft allgegenwärtig
- Hochkomplexe Lieferstruktur bei der Fertigung der elektronischen Geräte
 - COVID-19 Pandemie oder Geopolitischen Unruhen
 - Verwendung verschiedenster Materialien
- Möglichkeiten zur weiteren Rohstoffversorgung: Recycling

⇒ **Chemisches Recycling von PVC-haltigen Abfällen**
zur Rückgewinnung von Hightech-Metallen



Methodik und Ziel



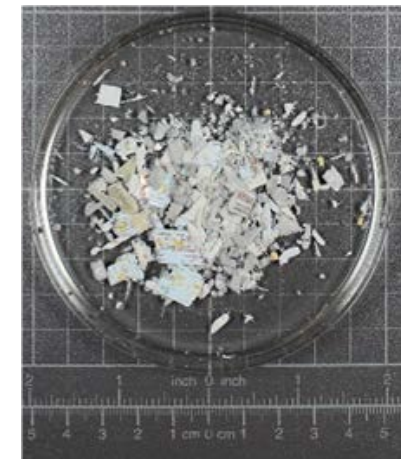
Rohstoffliche Verwertung von chlorhaltigen Kunststoffabfällen und Rückgewinnung von Hightech-Metallen aus EoL-LED-Stableuchten durch neue technische Lösungen

Einsatzmaterial

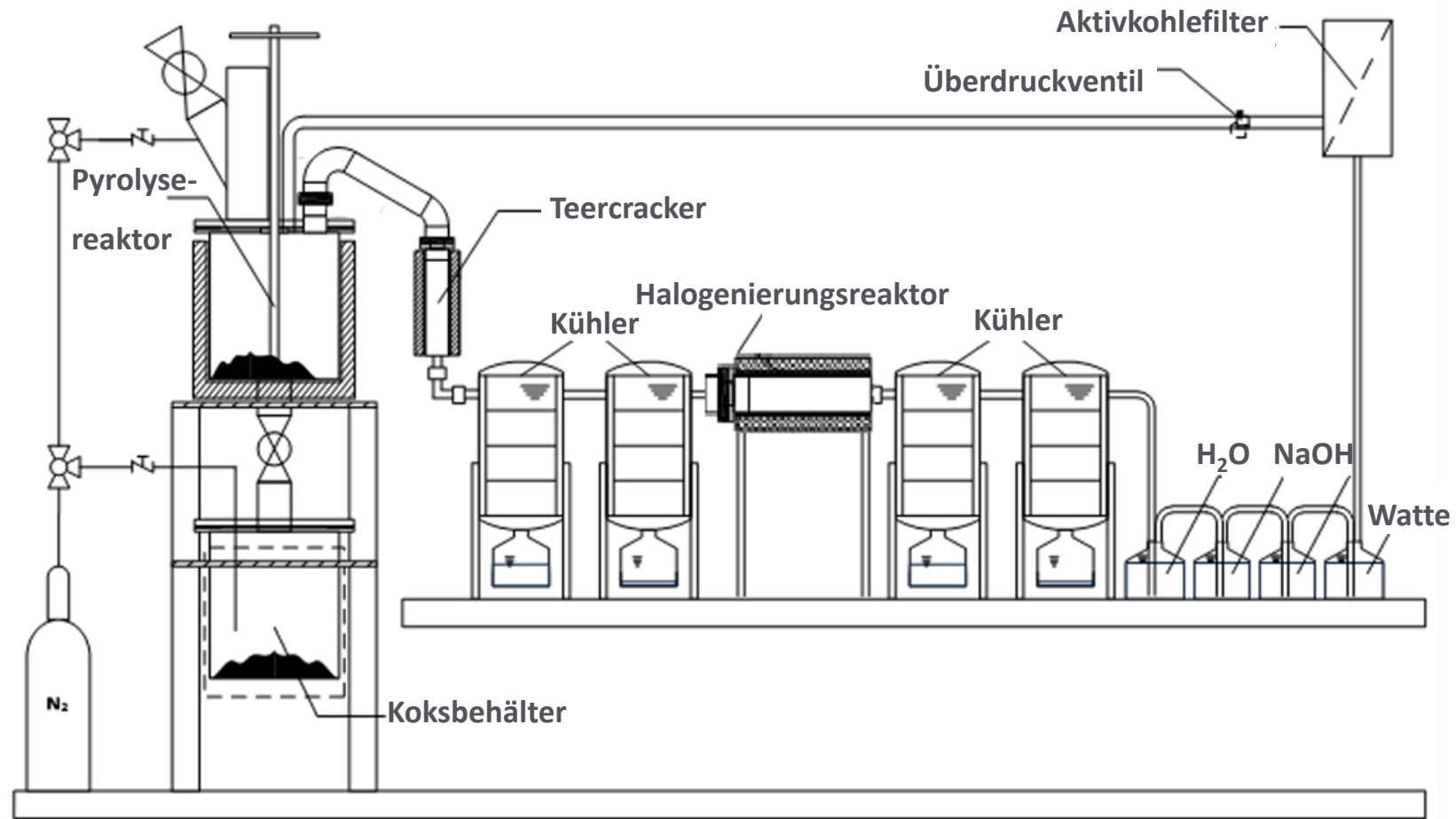
Element	LED [ppm]	PVC-Fensterprofile [ppm]
Aluminium	30100±900	1780±10
Blei	33±5	3300±300
Calcium	39000±1000	30300±500
Chlor	720±50	249000±6000
Cobalt	9±2	n.d.
Eisen	1020±90	119±5
Gold	223±6	n. d.
Indium	n. d.	n. d.
Kupfer	15000±7000	13±1
Lutetium	220±70	n.d.
Nickel	30±10	11±1
Silizium	101000±8000	2440±60
Titan	8700±800	1700±200



PVC-Profile (oben) und
LED (unten)



Versuchsaufbau



Rückgewinnung von Indium aus LED-Stableuchten mithilfe von PVC

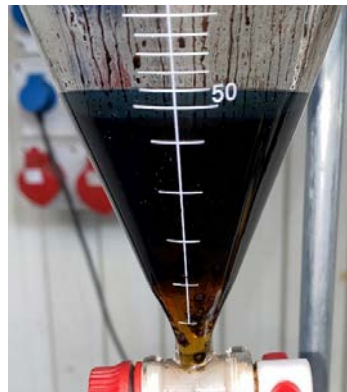
Einsatzmaterial:

Nummer	Masse von reinem PVC [g]	Masse von PVC-Fensterprofilen [g]	Masse von LED [g]
1	742,65	-	400,00
2	745,80	-	400,00
3	748,60	-	400,00
4	-	751,55	400,75

Rückgewinnung von Indium aus LED-Stableuchten mithilfe von PVC

Nummer	1	2	3	4
Koks aus PVC-Abfällen [g]	1.142,65	1.245,80	1.148,60	1.152,30
Wachs in Kühlern1+2 [g]	282,05	288,65	295,55	387,15
Koks aus Halogenierungs-reaktor [g]	353,70	363,35	372,00	346,95
Wachs in Kühlern 3+4 [g]	21,25	38,90	49,80	33,30
Metallkonzentrat [g]	62,90	28,00	41,75	65,75
Gas* [g]	409,00	403,30	361,90	268,00

*Aus Massendifferenz der Einsatzmaterialien und Produkte berechnet.



Metallkonzentrat: Indium detektiert

Indium überwiegend in wässriger Phase mit >99%

Laugung des festen Metallkonzentrates

- 32%iger Schwefelsäure und Wasserstoffperoxid

Laugung	Zeit [min]	Fest-Flüssig-Verhältnis	Temperatur [°C]
1	120	10g/100mL	RT
2	120	10g/100mL	70
3	120	10g/50mL	RT
4	120	10g/50mL	70
5	360	10g/100mL	RT
6	360	10g/100mL	70
7	360	10g/50mL	RT
8	360	10g/50mL	70

Laugung des festen Metallkonzentrates

- Das beste Ergebnis bei der Laugungsrate von Kupfer:

2h Laugungsdauer; 10g/100mL und RT

- Laugung des festen Metallkonzentrates

99 Gew.-% Kupfer

46 Gew.-% Nickel

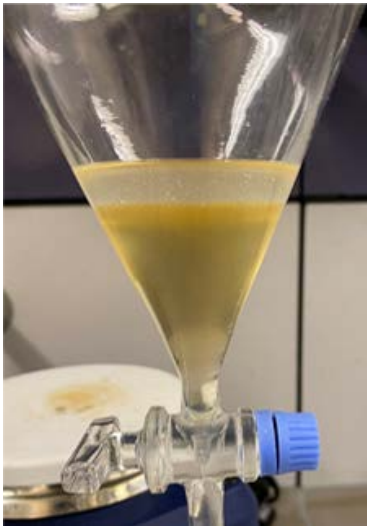
85 Gew.-% Kobalt

71 Gew.-% Lutetium



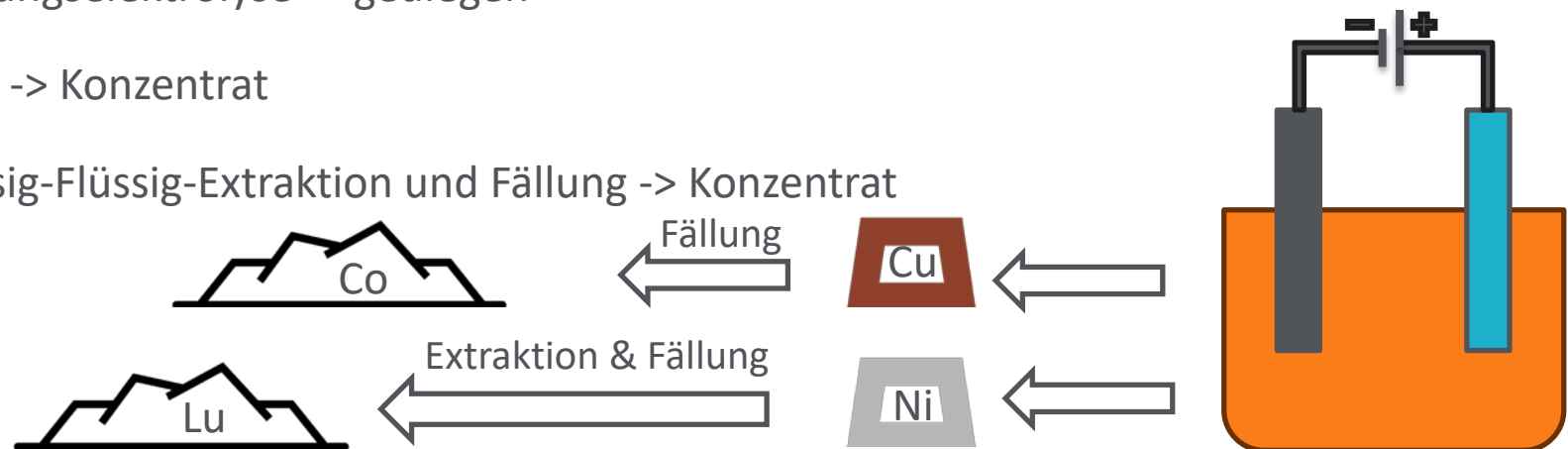
Weiterverarbeitung der Laugungslösung

- Trennung der Metalle qualitativ im Labormaßstab
 1. Elektrolyse zur Abscheidung von Kupfer
 2. Extraktion von Seltenen Erden Metallen wie Lutetium
 3. Elektrolyse der Lösung für Nickel
 4. Fällung von Kobaltkonzentrat



Zusammenfassung

- Flüssiges Metallkonzentrat
 - 99 Gew.-% Indium -> Phasentrennung und Gewinnungselektrolyse -> gediegen
- Laugung vom festen Metallkonzentrat
 - 99 Gew.-% Kupfer -> Gewinnungselektrolyse -> gediegen
 - 46 Gew.-% Nickel-> Gewinnungselektrolyse -> gediegen
 - 85 Gew.-% Kobalt -> Fällung -> Konzentrat
 - 71 Gew.-% Lutetium -> Flüssig-Flüssig-Extraktion und Fällung -> Konzentrat



Ausblick

- Versuche zur De-/Chlorierung im semi-kontinuierlichen Betrieb
- Indiumgewinnung aus dem Metallkonzentrat
- Laugung des festen Metallkonzentrates im Technikumsmaßstab
- Weiterverarbeitung zur Quantitativen Datensammlung



CHM-Technologie

OTH Amberg-Weiden
Kaiser-Wilhelm-Ring 23
92224 Amberg
www.oth-aw.de



Prof. Dr.-Ing. Burkhard Berninger
OTH Amberg-Weiden
MB/UT

+49 9621 482-3305
b.berninger@oth-aw.de



M.Sc. Michael Peer
OTH Amberg-Weiden
MB/UT

+49 9621 482-3337
m.peer@oth-aw.de



finanziert durch
Bayerisches Staatsministerium für
Umwelt und Verbraucherschutz

