

Recycling von LiB-Produktionsabfällen

Lars Walch Recycling GmbH & Co.KG

Vortrag auf der FIRE-Fachtagung „Entwicklung von Batteriesystemen und deren Recycling“

Recycling von LiB-Produktionsabfällen

Agenda

- I. Ausgangssituation
- II. Übersicht LiB-Produktionsabfälle – Aufkommenssituation (D/EU)
- III. POWPRO GmbH – Best Practice
- IV. Zusammenfassung Recycling von LiB-Produktionsabfällen

I. Ausgangssituation

Was sind Li-Ionen-Batterien (LiB)?

- Li-basierte Hochenergiespeicher
- Komplexer Aufbau (Anoden-/Separator-/Kathodenfolie + Elektrolyt)
- Viele unterschiedliche Typen, Chemismen, Hersteller

Breite Verwendung der Akkumulatoren:

- Elektrofahrzeuge (Traktionsbatterie); Hybrid-Elektrofahrzeuge
- Konventionelle Verbrenner (Li-Starterbatterien)
- E-Fahrräder, E-Scooter (Traktionsbatterie)
- Elektro- oder Elektronikgeräte (Laptops, E-Werkzeuge, E-Speicher)



Abb. 1a: BMW i3 mit LiB-Block
(Foto: Prospektmaterial BMW AG München)



Abb. 1b: Acer Aspire 5 Notebook
(Foto: Prospektmaterial Fa. Euronics)

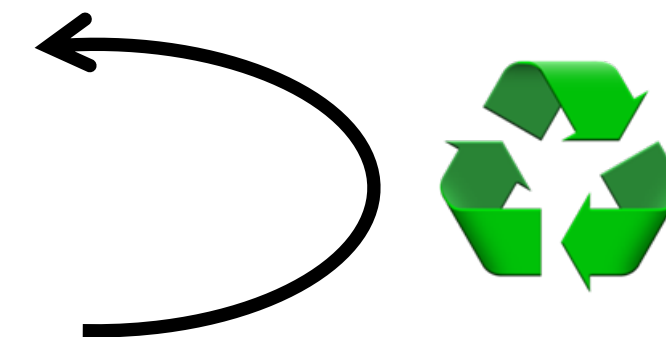


Abb. 1c: Fronius Solar-LFP-Batterie
(Foto: Fronius International GmbH)

I. Ausgangssituation

EU-Plan Energiewende:

- Reduzierung von Luftschadstoffen im Verkehr (Elektromobilität)
- Energiewende (Bedarf an E-Speicher)
- Nebenbei: zunehmende Marktbedeutung für netzunabhängige Konsumgüter
 - Schaffung von Produktionskapazitäten für LiB in der EU
 - Stark zunehmender Bedarf an Funktionswerkstoffen
 - Stark zunehmende LiB-Produktionsmengen
 - Stark zunehmende Mengen an Produktionsabfällen



Kernfrage: Ist Recycling von LiB-Produktionsabfall wirtschaftlich darstellbar ?

II. Übersicht LiB-Produktionsabfälle

a) Produktionsabfälle: ohne Elektrolyt

- Mono-Folien-Verschnitt (Anoden-, Kathoden-, Separatorfolie)
 - Zellwickel, Bi-Zellenabfälle (verschiedener Fertigungsstufen)
 - Vorkonfektionierte Pouch-/Hardcasezellen
- + gute Recyclatqualitäten für Wiedereinsatz in der Zellfertigung
 + aber: Anfall überwiegend beim Hersteller (aktuell: Asien)

b) Elektrisch defekte LiB-Zellen: mit Elektrolyt

- Pouch-/Hardcasezellen
- Entsorgung aktuell über End-of-Life-Schiene

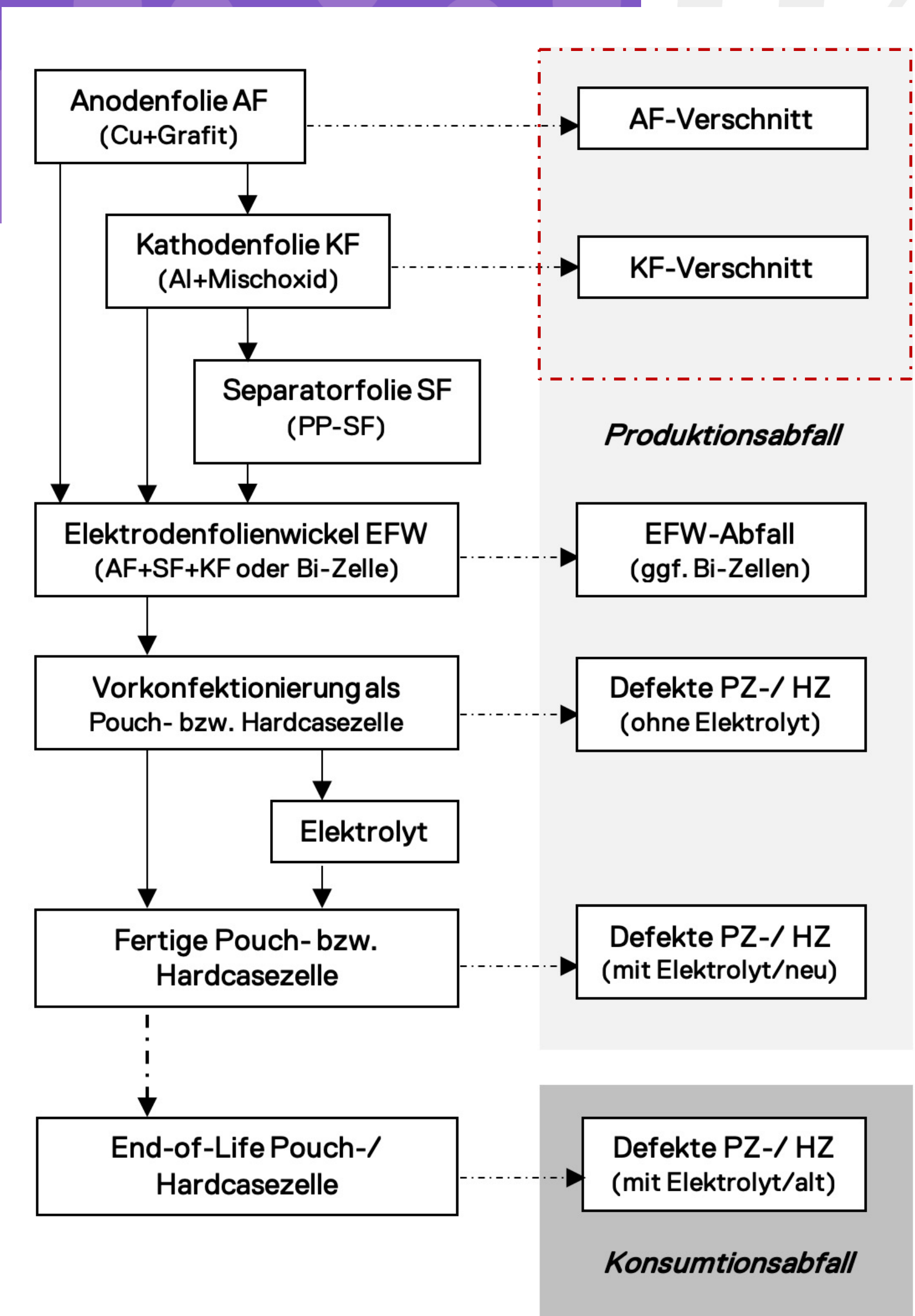
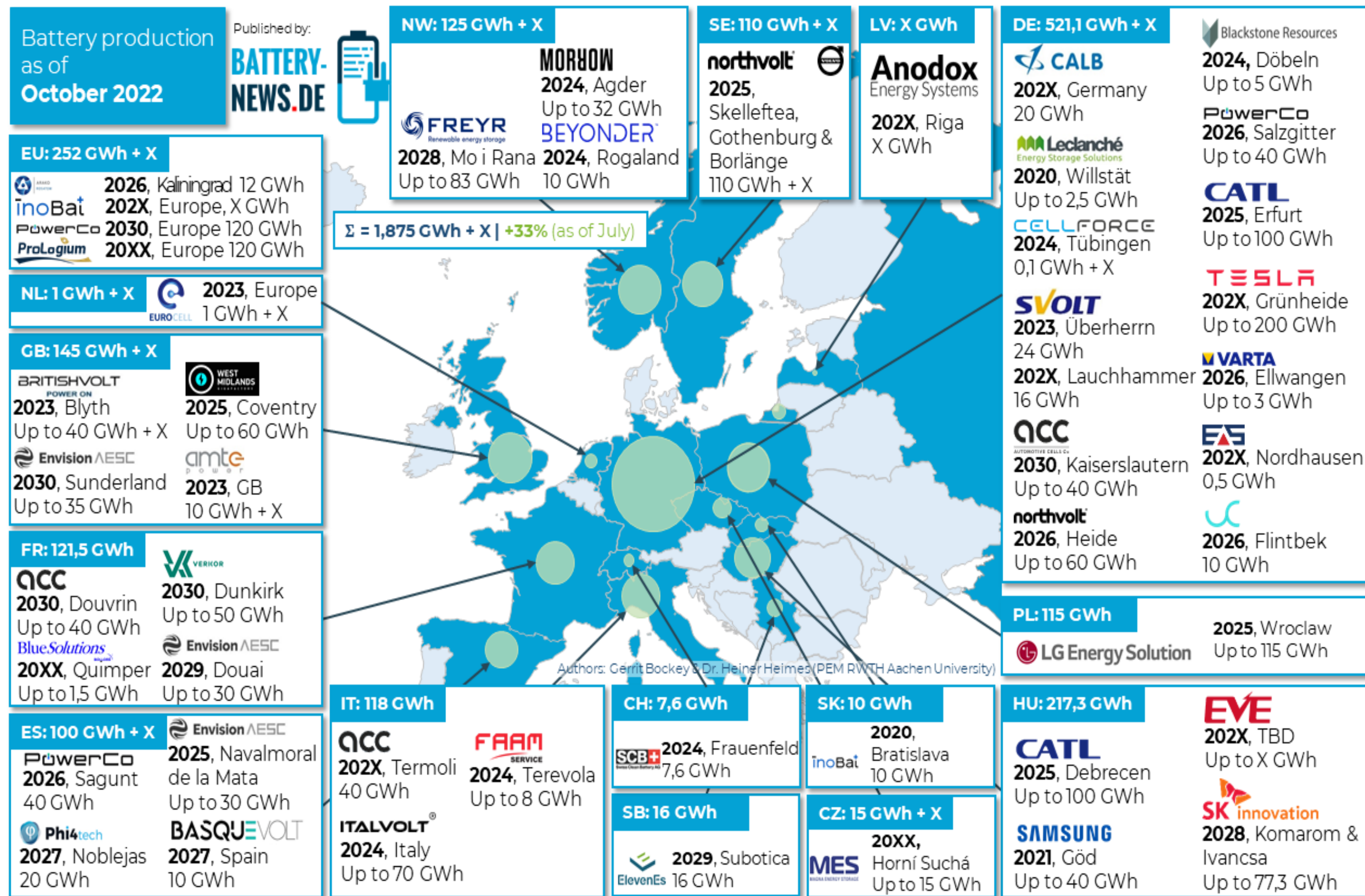


Abb. 2a: Abfallklassifikation LiB

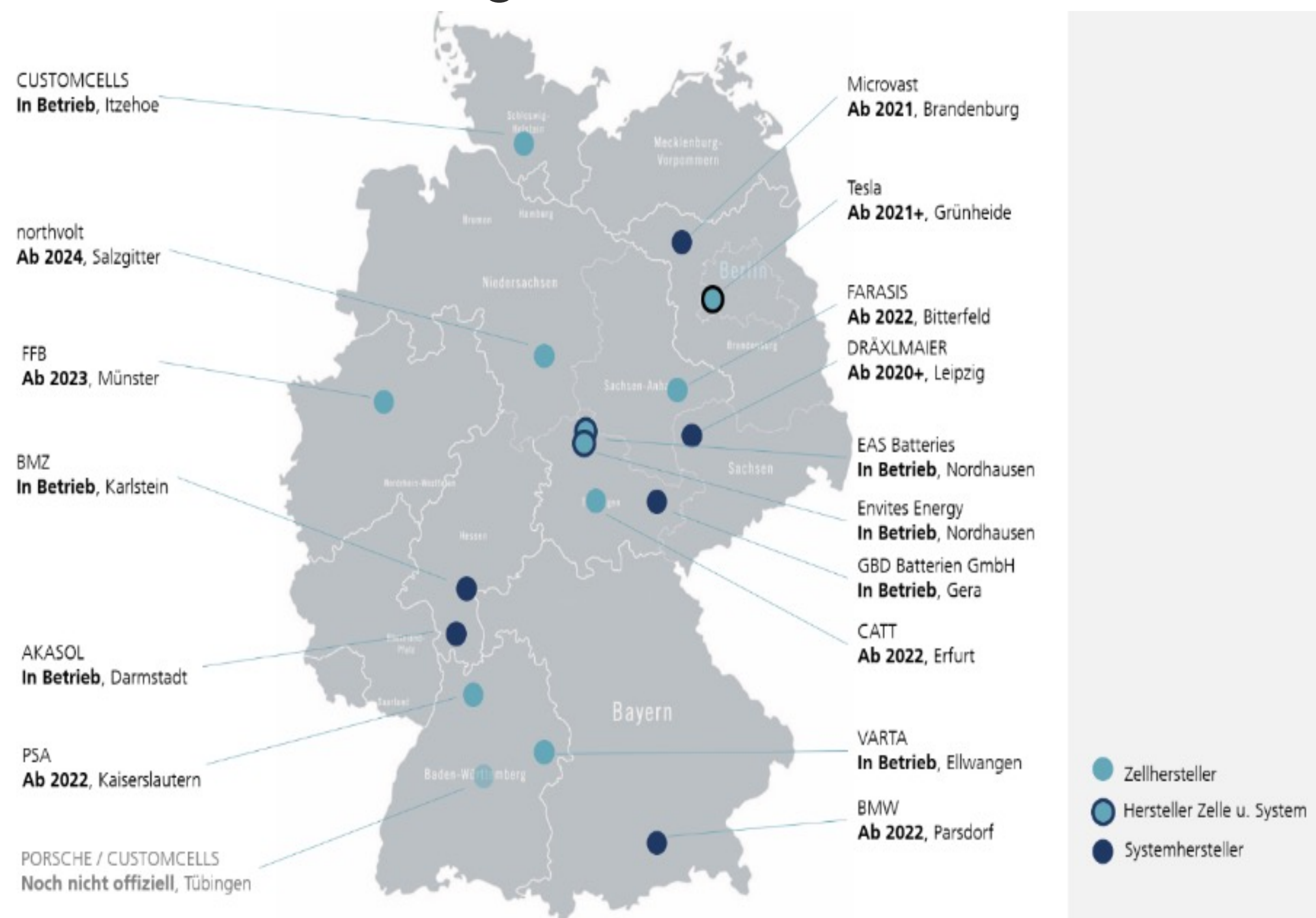
II. Abschätzung der Produktionsabfall-Aufkommenssituation (EU)



- Seit 2020 viele Aktivitäten in EU durch Zell- bzw. Systemhersteller
 - Massive Förderung der Zellfertigung in verschiedenen Zentren
- Ziel:** Wertschöpfung in EU holen

[1]

II. Abschätzung der Produktionsabfall-Aufkommenssituation (D)



[2]

- Seit 2020 viele Aktivitäten in EU durch Zell- bzw. Systemhersteller
 - Massive Förderung der Zellfertigung in verschiedenen Zentren
- Ziel: Wertschöpfung in EU holen

Probleme:

- Sehr hohes PA-Aufkommen in der Einfahrphase (ca. 30-50 %)
- Unter Idealbedingungen (Normalbetrieb) immer noch ca. 20-30 %
- Zellhersteller auf Zellproduktion fokussiert
- Moderate Rohstoffpreise

II. Abschätzung der Produktionsabfall-Aufkommenssituation (D)

Nr.	Gigafactory	LiB-Hersteller	Partner	Start	Prod.-Kapazität [GWh/a]	Menge Produktionsabfall	
						[t/GWh]	[t/a]
1	??	CALP	Drees&Sommer	202x	20	400	8.000
2	Willstätt	Leclanché	Eneris Group	2020	2,5	400	1.000
3	Tübingen	CELLFORCE	Porsche	2024	0,1	400	40
4	Überherrn	SVOLT	Stellantis	2024	24	400	9.600
5	Lauchhammer	SVOLT	Stellantis	202x	16	400	6.400
6	Kaiserslautern	ACC	PSA-Opel	2025	32	400	12.800
7	Heide	Northvolt	VW	2026	60	400	24.000
8	Döbeln	Blackstone	??	2024	5	400	2.000
9	Salzgitter	PowerCo	VW+Umicore	2026	40	400	16.000
10	Erfurt	CATL	BMW	2025	100	400	40.000
11	Grünheide	TESLA	TESLA	202x	200	400	80.000
12	Ellwangen	VARTA	??	2026	3	400	1.200
13	Nordhausen	EAS	BritishVolt	202x	0,5	400	200
14	Flintbek	ABH-Nord	BMZ-Group	2026	10	400	4.000
15	Kamenz	Dt. Accumotive	Daimler	2021	0,9	400	360
16	Ludwigsfelde	Microvast	Lkw+Busse	2022	12	400	4.800
17	Bitterfeld-Wolfen	Blackstone-Farasis	Daimler	2021	16	400	6.400
					542		216.800 [1]

Prinzipiell:

- Abschätzung der PA-Mengen über Literaturangaben zur Produktionskapazität möglich
- Grundlage: ca. 400 t PA/GWh [3]

Fazit: D bis 2030

- extrem viele Vorhaben in Planung
- D: ca. 217.000 t/a PA (542 GWh)
- nach 2030 ggf. weitere Mengen durch Ausbau der Kapazitäten

II. Abschätzung der Produktionsabfall-Aufkommenssituation (D+EU)

Nr.	Land	LiB-Hersteller	Start	Prod.-Kapazität [GWh/a]	Menge Produktionsabfall	
					[t/GWh]	[t/a]
1	Schweden	Northvolt	2025	110	400	44.000
2	Norwegen	Freyr, Morrow, Beyonder	bis 2029	125	400	50.000
3	Frankreich	Total/Saft/ACC	bis 2030	121,5	400	48.600
		Blue Solutions, Verkor				
		Envision AESC				
4	GB	Britishvolt, AMTE Power	bis 2030	145	400	58.000
		Envision AESC, West Midlands				
5	Spanien	PowerCo, Phi4tech	bis 2027	100	400	40.000
		Envision AESC, Basquevolt				
6	Italien	ACC, Italtolt	2024	118	400	47.200
		FAAM Service				
7	Ungarn	CATL, Samsung, EVE	bis 2028	217	400	86.920
		SK Innovation				
8	Niederlande	EuroCell	2023	1	400	400
9	Schweiz	SCB+	2024	7,6	400	3.040
10	Serbien	ElevenEs	2029	16	400	6.400
11	Slovakei	InoBai	2022	10	400	4.000
12	Polen	LGChem	2022	115	400	46.000
13	EU-Sonstige	ProLogium u.a.	202x	252	400	100.800
				1.363		434.560 [1]

Prinzipiell:

- Abschätzung der PA-Mengen über Literaturangaben zur Produktionskapazität möglich
- Grundlage: ca. 400 t PA/GWh [3]

Fazit: D/EU bis 2030




- extrem viele Vorhaben in Planung
- D: ca. 217.000 t/a PA (542 GWh)
- EU: ca. 434.000 t/a PA (1.363 GWh)
- **Summe: 651.000 t/a PA (1905 GWh)**

Frage: Bleibt es dabei ???

- trotz Störung der Lieferketten
- trotz Energiekrise

III. POWPRO GmbH – Best Practice

POWPRO GmbH als unabhängiger Ingenieurdienstleister bietet kompetente Auslegung, Planung und Optimierung verfahrenstechnischer Anlagen und umfassendes Projektmanagement, mit:

-  1) Projektinitiierung mit Stoffstrom-Analyse und Lastenheft
-  2) Basis-Konzept mit Prozessidee, Aufstellzeichnung und Grobbudget
-  3) Detail-Konzept mit verfahrenstechnischer Validierung, Anlagenkonzept und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Im Folgenden:

- **Kurze Zusammenfassung der Arbeitsweise der Fa. POWPRO GmbH**
- **Keine Projektdetails auf Grund bestehender NDA mit Fa. Lars Walch Recycling GmbH & Co.KG**
- **PA – Aufbereitungsverfahren ist durch EU – Patent von Fa. Lars Walch Recycling GmbH & Co.KG geschützt**

1) Projektinitiierung mit Stoffstrom-Analyse und Lastenheft

Ausgangslage

- vergleichsweise hoher PA-Anfall aus Entwicklungsvorhaben / Einfahrphase der Produzenten am Markt, aber:
 - kaum spezifische PA-Recyclingkapazitäten
 - PA-Kauf zu Marktpreisen (keine Annahmeerlöse !!!)
 - Volatile Rohstoff- und Energiepreise
 - **Wirtschaftlichkeitsanalyse des Recyclingverfahrens grundlegend für Invest-Entscheidungen**
- Aufgabegut liegt i.d.R. als beschichtete Monofolie (Cu-Anode, Al-Kathode) vor
 - Lastenheft mit detaillierten Angaben zur Budgetanfrage



2) Basis-Konzept mit Prozessidee, Aufstellzeichnung und Grobbudget

Prozessidee / Technologierecherche / Fließbild

- Vorzerkleinerung 1
- Aerostromsortierung
- Feinzerkleinerung 2
- Siebklassierung Schwarzmasse



2) Basis-Konzept mit Prozessidee, Aufstellzeichnung und Grobbudget

Prozessidee / Technologierecherche / Fließbild

- Vorzerkleinerung 1
- Aerostromsortierung
- Feinzerkleinerung 2
- Siebklassierung Schwarzmasse

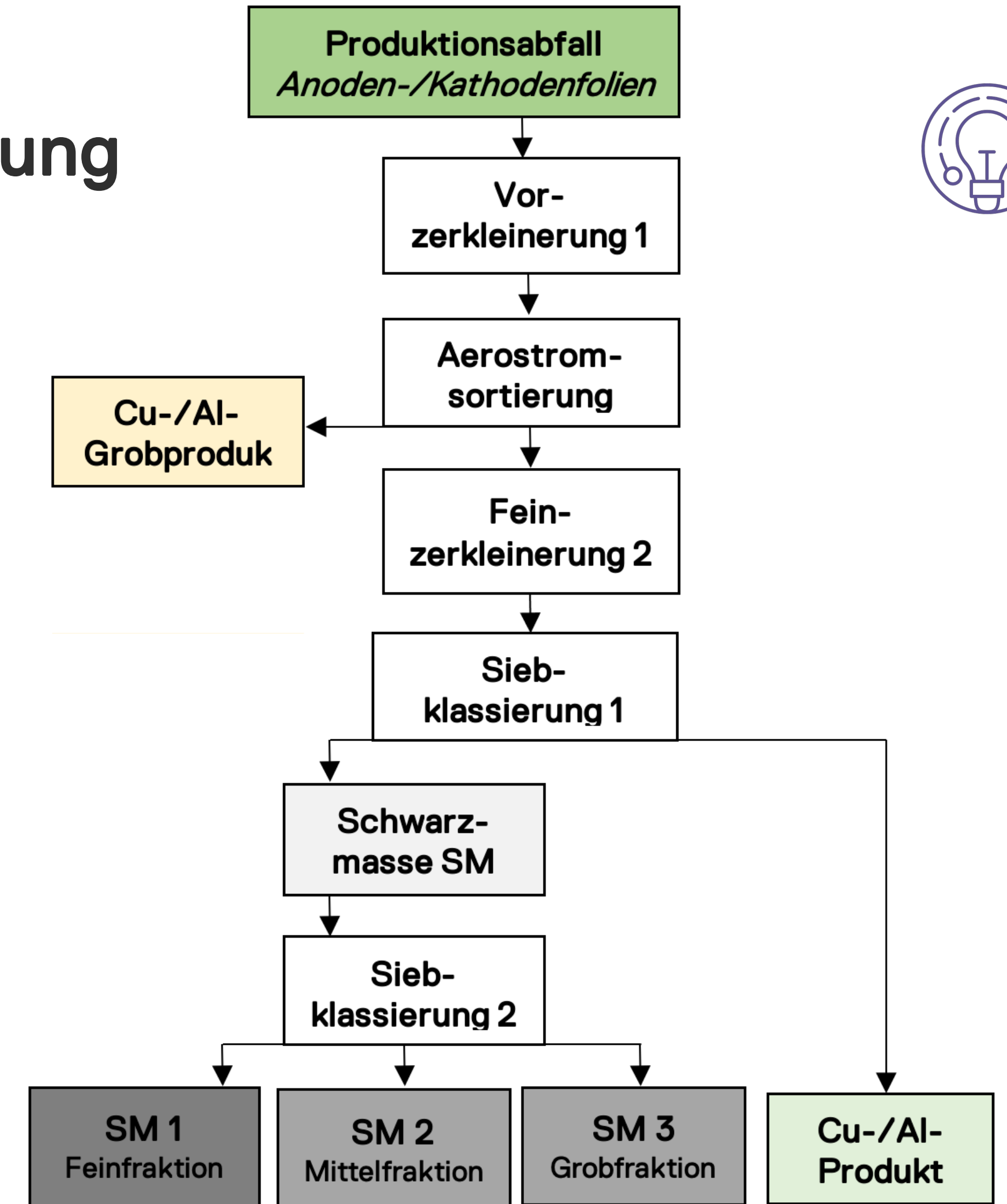


Abb. 3a: Produktionsabfall (AF/ KF)

2) Basis-Konzept mit Prozessidee, Aufstellzeichnung und Grobbudget

Prozessidee / Technologierecherche / Fließbild

- Vorzerkleinerung 1
- Aerostromsortierung
- Feinzerkleinerung 2
- Siebklassierung Schwarzmasse

Aufstellzeichnung / Grobbudget

- Anfrage einzelner Komponenten auf Basis des Lastenheftes
- Budgetierung des Anlagenkonzeptes
- Abschätzung der Anschlussleistung
- Erste Aufstellzeichnung für überschlägigen Anlagen-Footprint



3) Detail-Konzept mit verfahrenstechnischer Validierung, Anlagenkonzept und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Verfahrenstechnische Validierung / Auslegung

- Vorzerkleinerung 1
- Aerostromsortierung
- Feinzerkleinerung 2
- Siebklassierung Schwarzmasse



3) Detail-Konzept mit verfahrenstechnischer Validierung, Anlagenkonzept und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Verfahrenstechnische Validierung / Auslegung

- Vorzerkleinerung 1
- Aerostromsortierung
- Feinzerkleinerung 2
- Siebklassierung Schwarzmasse

Anlagenkonzept / Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

- Verbindliches Anlagenangebot mit Benennung des GU
 - Detailliertes Fließbild mit Massebilanz der Stoffströme
 - Ermittlung der real benötigten Anschlussleistung
 - Zusammenfassung aller Daten in Wirtschaftlichkeitsbetrachtung
- Ermittlung der Aufbereitungskosten in €/t

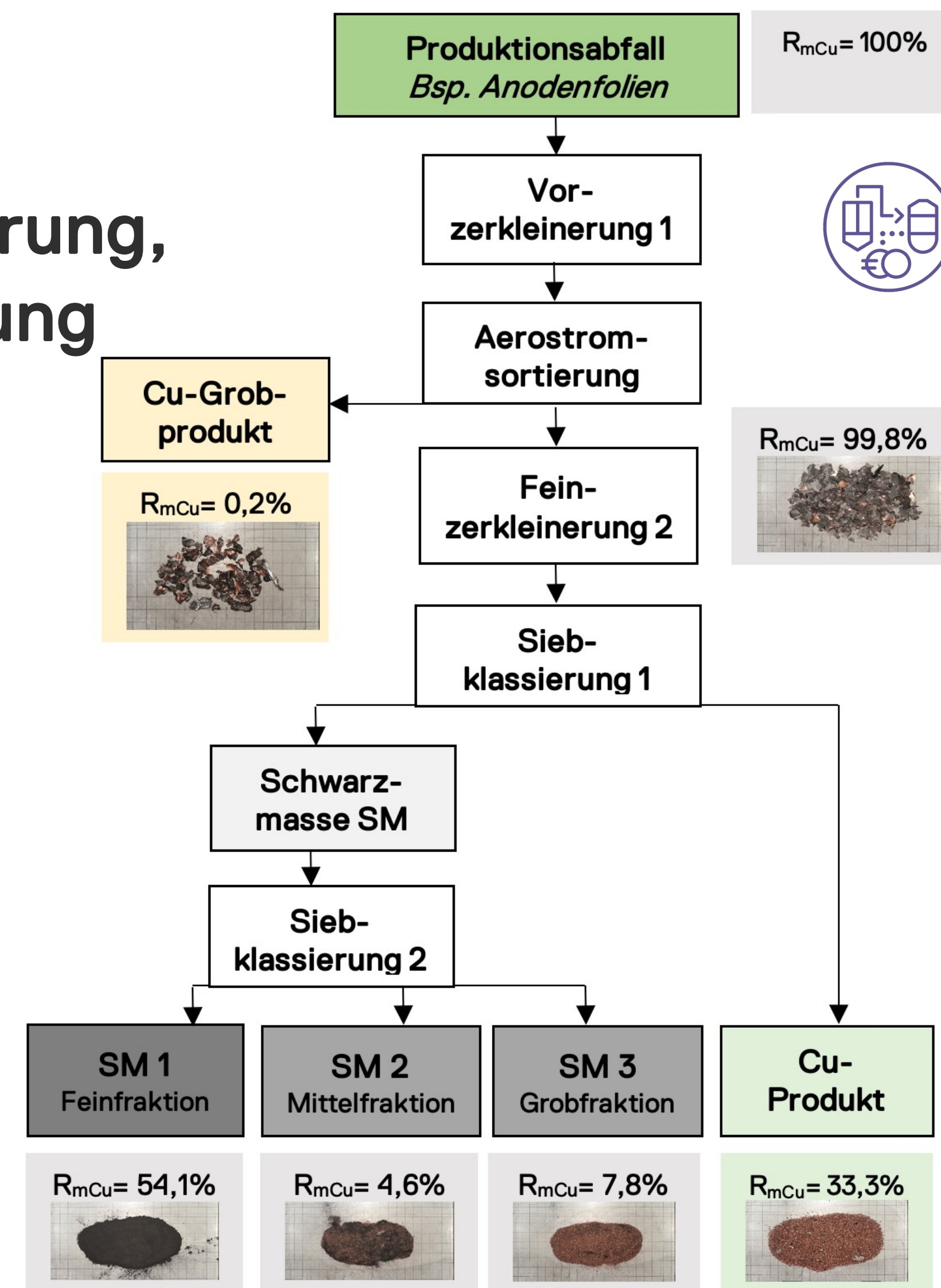


Abb. 3b: Produktionsabfall - Anodenfolie

III. POWPRO GmbH – Best Practice

POWPRO GmbH als unabhängiger Ingenieurdienstleister bietet kompetente Auslegung, Planung und Optimierung verfahrenstechnischer Anlagen und umfassendes Projektmanagement, mit:



- Vertragsverhandlungen mit Endkunden weitestgehend abgeschlossen










- Genehmigungplanung abgeschlossen
- Planung Hallenerweiterung abgeschlossen
- Produktionsstart geplant für 05/24



III. POWPRO GmbH – Best Practice

POWPRO GmbH als unabhängiger Ingenieurdienstleister bietet kompetente Auslegung, Planung und Optimierung verfahrenstechnischer Anlagen und umfassendes Projektmanagement, mit:

-  ■ Vertragsverhandlungen mit Endkunden weitestgehend abgeschlossen
-  ■ Genehmigungsplanung abgeschlossen
-  ■ Planung Hallenerweiterung abgeschlossen
-  ■ Produktionsstart geplant für 05/24
-  4) Projektumsetzung mit Montageplanung und -koordinierung
-  5) Unterstützung bei Anlagenmontage und Anlageninbetriebnahme
-  6) Prozessoptimierung und Projektabschluss

IV. Zusammenfassung Recycling von LiB-Produktionsabfällen

- vergleichsweise einfache mechanische Aufbereitung von LiB-PA, ohne Elektrolyt, weil:
 - + keine komplexen, dickwandigen Verbundstrukturen (LiB, Module, Zellen)
 - + keine Restladungen
 - + keine chemischen Belastungen (Elektrolyt, Leitsalze, Additive)
 - Aufbereitungsprodukte sind qualitativ hochwertig, z.B. Mono-Metallprodukte und separierte Schichtwerkstoffe (Schwarzmasse)
 - Die erzielten Qualitäten bei separierten Schichtwerkstoffen (Schwarzmasse) ermöglichen die direkte Rückführung in die Zellfertigung
 - Derzeit mehr PA-Abfallmenge als Anlagenkapazität zum Recycling
- **Wirtschaftlichkeit des Recyclingprozesses ist gesichert, da hochwertige Metall- (Cu, Al) und Schichtwerkstoffe (Li-MeO) eingesetzt werden**



Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

jana.kretschmar@powpro.eu
www.powpro.eu

Quellenverzeichnis

- [1] Bockey/Heimes u.a.; RWTH Aachen aus www.battery-news.de)
- [2] M. Wolter u.a. Fh-IKTS DD: Recyclingpotentiale von Antriebsbatterien in Thüringen; Potential- und Akteursstudie im Auftrag des Thüringer Ministeriums für Umwelt, Energie und Naturschutz (TMUEN) 2020
- [3] P. Birke, VDMA aus <https://www.handelsblatt.com/politik/deutschland/elektroautos-so-viel-batterieschrott-entsteht-kuenftig-durch-die-gigafabriken-in-deutschland/27081464.htm>)