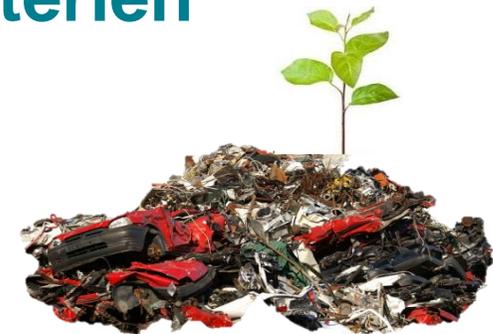


Stand des Recyclings von Li-Ionen-Batterien

L. Wuschke / Scholz Recycling GmbH
H.-G. Jäckel / TU BA Freiberg / IAM / RM



Gliederung

	Seite
A Einleitung und Hintergrund	3
B Aufbau und Zusammensetzung von Lithium-Ionen-Batterien	5
C Übersicht “Klassische” Aufbereitungsverfahren	7
D Innovative Aufbereitungsverfahren	11
E LFP-Forschungsprojekt	14
F Umweltnutzen, Recyclingquote und Ökonomie	16
G Zusammenfassung und Ausblick	18

Anwendungsgebiete von Lithium-Ionen-Batterien

- Kabellose Haushaltgeräte (Akkuschrauber, Staubsauger, Bohrmaschinen...)



www.obi.de

- Elektro/Elektronikgeräte (Laptops, Mobiltelefone ...)



www.lenovo.com



- Stationäre Energiespeicher



- Starter-Batterien als Ersatz von Blei-Säure-Batterien

- Traktionsbatterien (Elektroautos, E-Bikes, E-scooter ...)



Abbildung
ähnlich

Reimo.com



Ecomento.com



www.kreidler.com

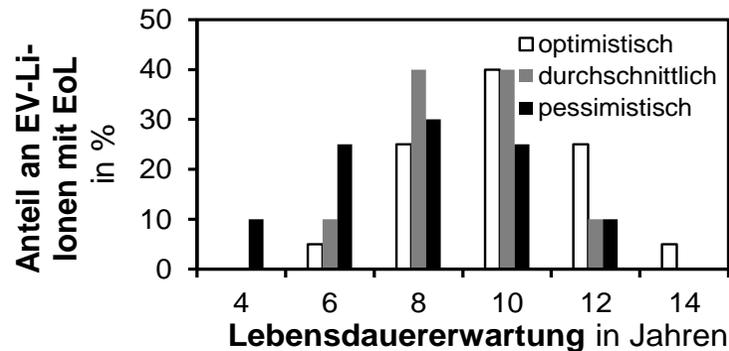


Emobilität.com

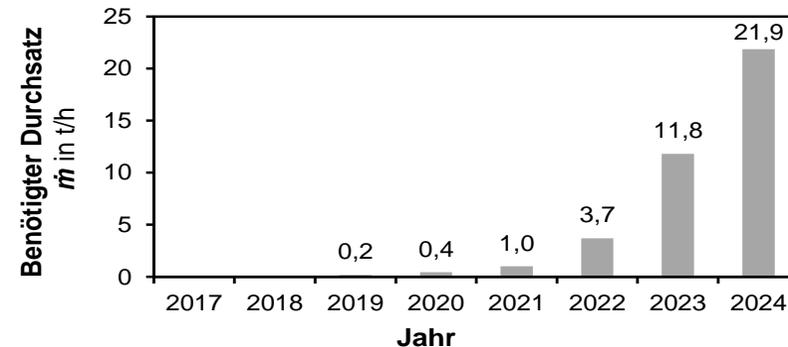
Marktentwicklung und Lebensdauer

Neuzulassungen an BEV in 1000

Jahr	Deutschland	USA	Norwegen	Japan	China
2011	2,5	11	5	11	3
2012	2,9	50	9	29	7
2013	6,0	95	20	33	16
2014	8,5	120	42	36	59
2015	12,4	110	52	32	189
2016	11,4	k. A.	k. A.	k. A.	350
Marktanteil in % (2015)	< 1,0	< 1	23	< 1	< 1



Erwartetes Lebensalter nach Richa



Abgeschätztes Recyclingpotential für Li-Ionen-Batterien in China

Annahmen: $m_{Bat} = 250$ kg, EoL = 8 a, 4000 h/a, eine Anlage

Typischer Aufbau einer Traktionsbatterie



BMW.com



- Li-Ionen-Batterie

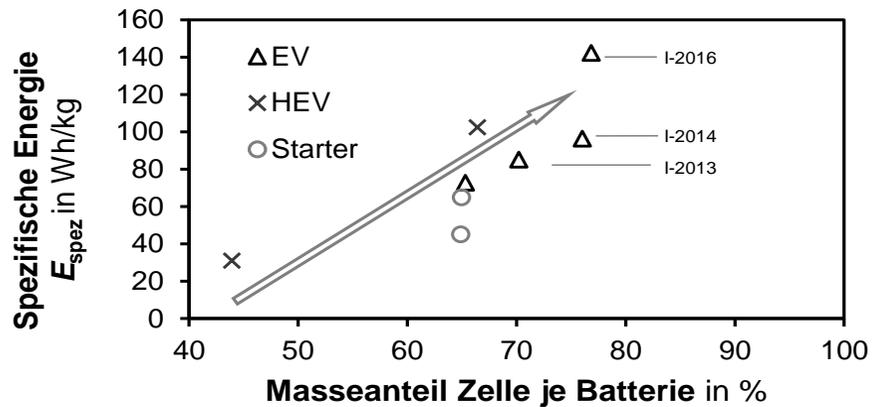
$$m_{\text{Bat}} = 98 \text{ kg}$$

- Li-Ionen-Batteriemodul

$$m_{\text{Mod}} = 12 \text{ kg}$$

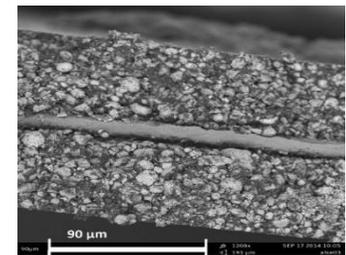
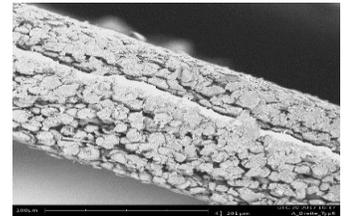
- Li-Ionen-Batteriezelle

$$m_{\text{Zelle}} = 660 \text{ g}$$



Stoffliche Zusammensetzung einer Li-Ionen-Batteriezelle

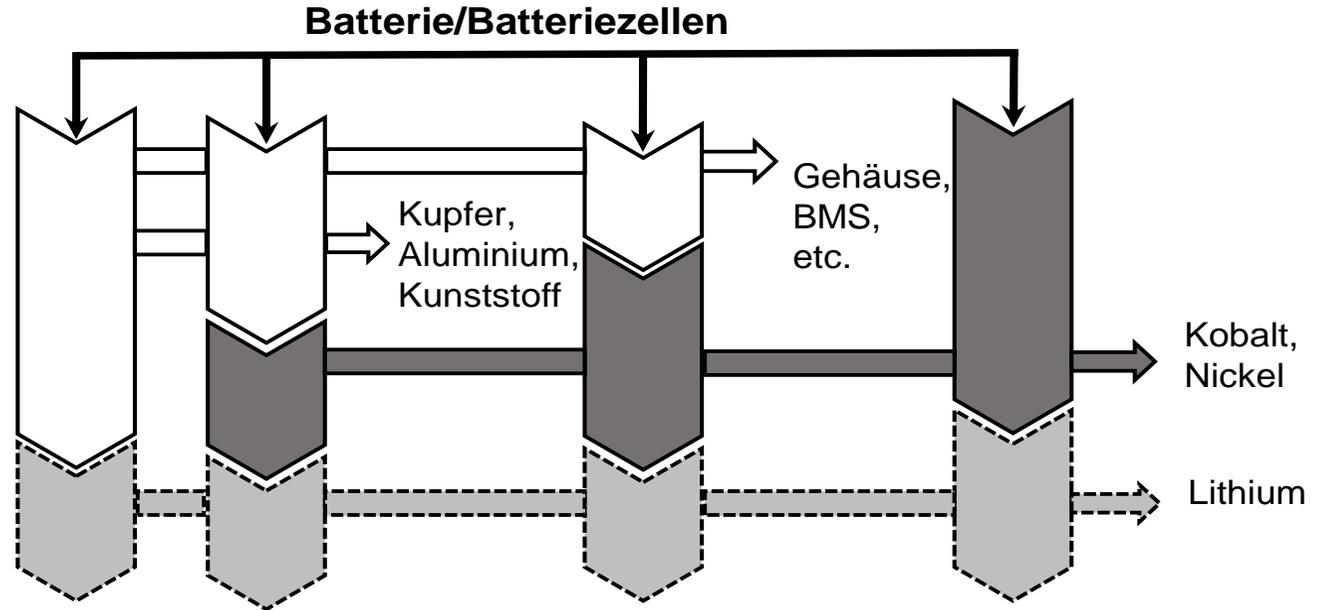
Komponente		Material	Masseanteil μ_i in %
Gehäuse		Aluminium, Cr-Ni-Stahl	14-24
Anode	Folie	Kupfer	8-10
	Beschichtung	Graphit + Binder	16-20
Kathode	Folie	Aluminium	3-4
	Beschichtung	LiMO ₂ + Binder + Ruß	30-35
Elektrolyt		Organische Lösemittel	10-15
		Leitsalz (LiPF ₆),	1-3
		Additive	1-3
Separatorfolie		Polyethylen	6-10



Übersicht der Verfahren für das Recycling von Li-Ionen Batterien nach Kwade



- Mechanische Prozesse
- Pyrometallurgie
- Hydrometallurgie



- REDUX
- ACCUREC
- UMICORE
- LithoREC
- NH Aue

Vorgabe

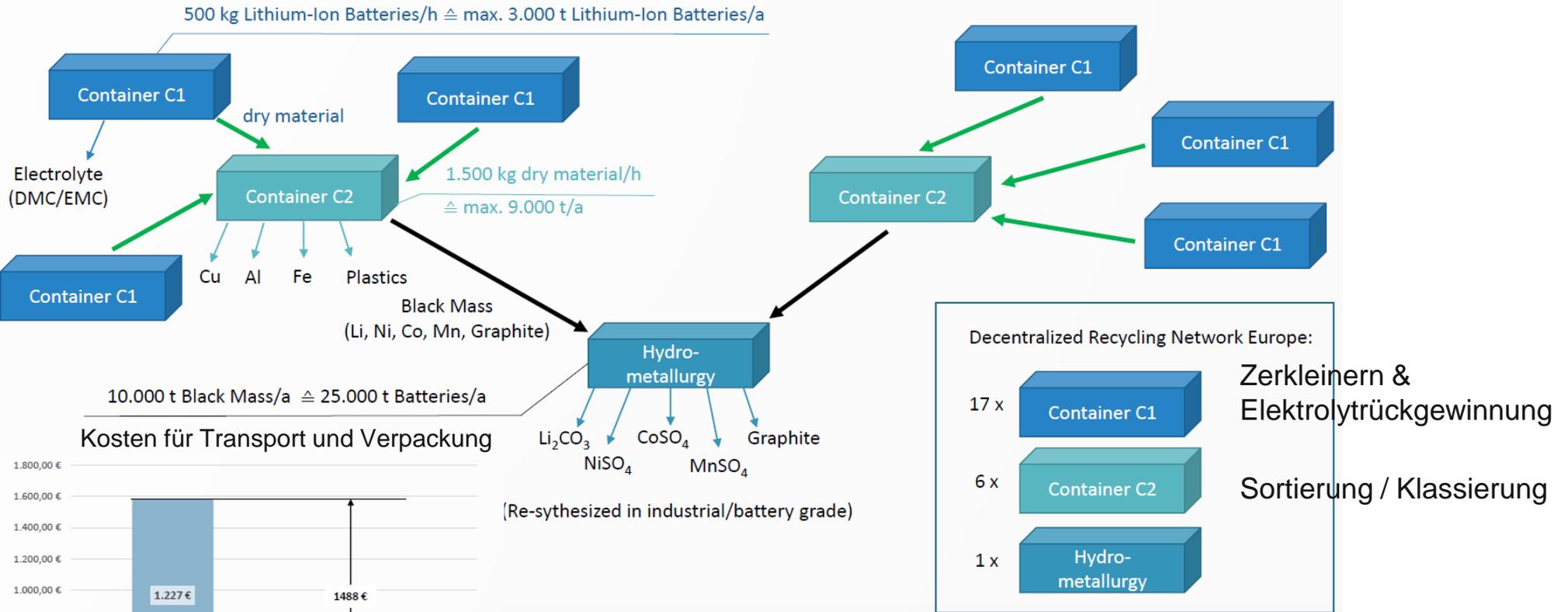
Recyclingeffizienz :

$$R_E > 50 \%$$

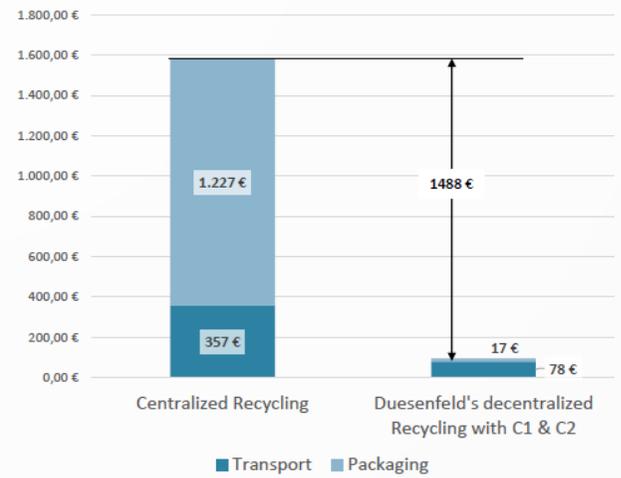
Existierende Probleme:

- Mangan, Aluminium und Lithium wird verschlackt
- Wertstoffgehalte der Produkte
- Wirtschaftlichkeit vor allem bei LFP-Batterien

Duesenfeld (Dezentrales Batterierecycling in Containern)



Kosten für Transport und Verpackung

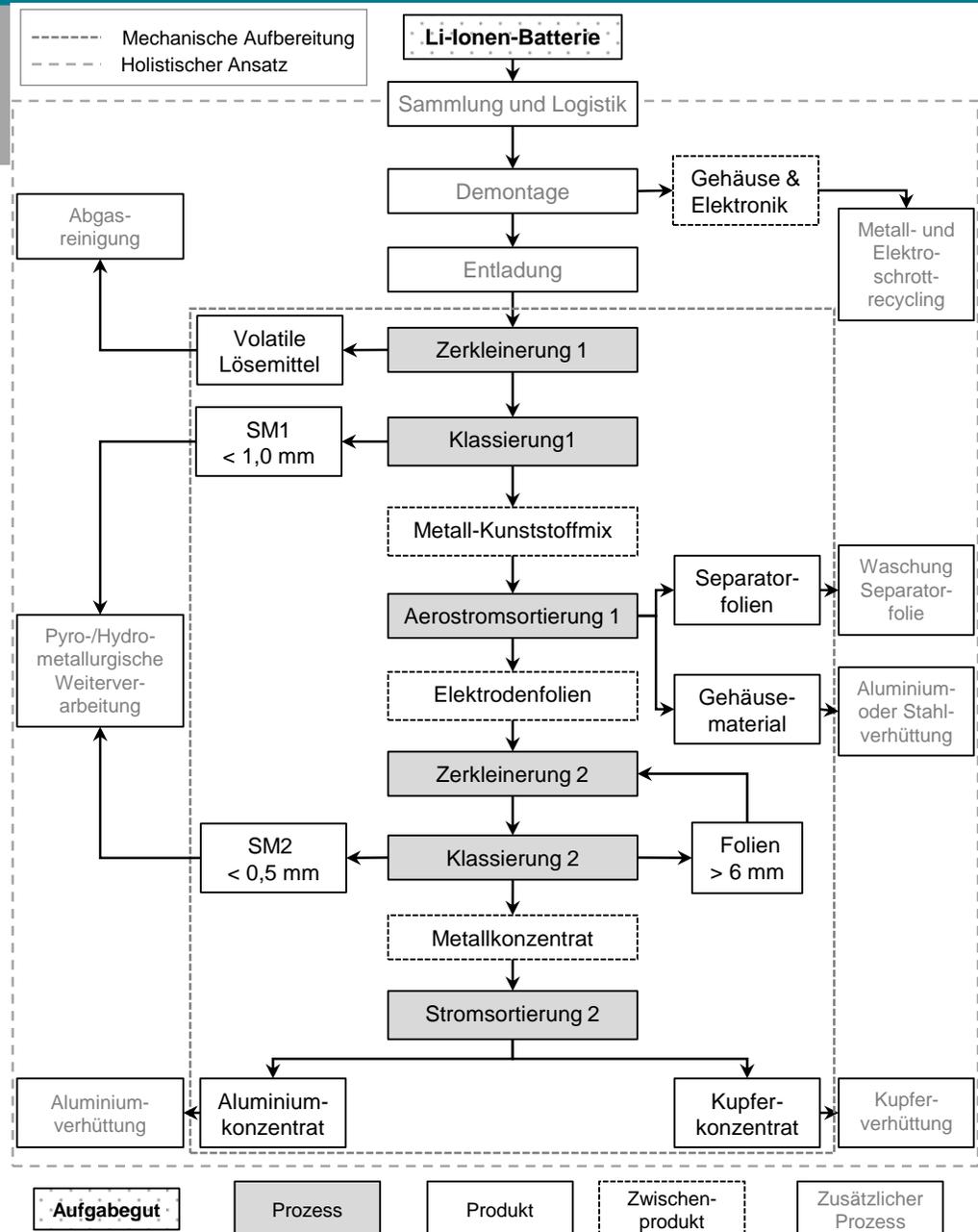


(Re-synthesized in industrial/battery grade)

- Genehmigungen für modulares Konzept?
- Abnehmer für Produkte (Schwarzmasse, Elektrolyte)?
- Up-scale Hydrometallurgie vom Labor in den industriellen Maßstab?

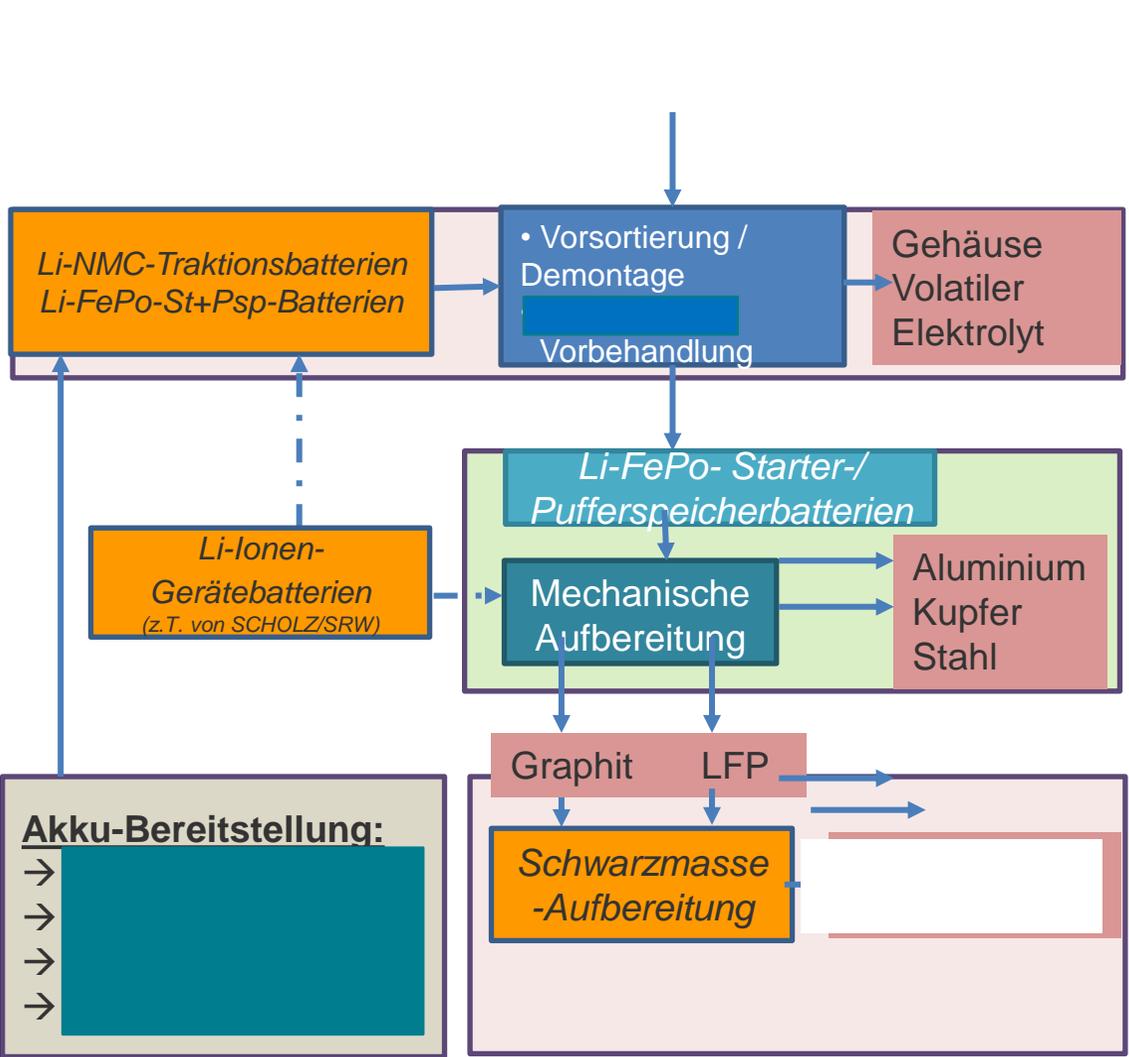
TUBAF-Verfahren (nach Jäckel, Peuker, Gellner, Wuschke ...)

Stoff	Rückgewinnung ?
Kobalt	in SM1 und SM2
Nickel	in SM1 und SM2
Kupfer	+
Aluminium	+
Stahl	+
Lithium	in SM 1 und SM2
Graphit	in SM1 und SM2
Lösemittel	energetisch
Kunststoff	energetisch



Parameter	Symbol	Einheit	Wert
Durchsatz	m	in kg/h	1.000
Kosten	K	in €/t	Folie 17
Recycling-effizienz	R_E	in %	> 60

Entwicklung einer modularen Technologie zum Recycling von LFP-Batterien



TU BAF / IMB-RM
Voruntersuchungen

SRW metalfloat
Espenhain
Pilotuntersuchungen

AP 1

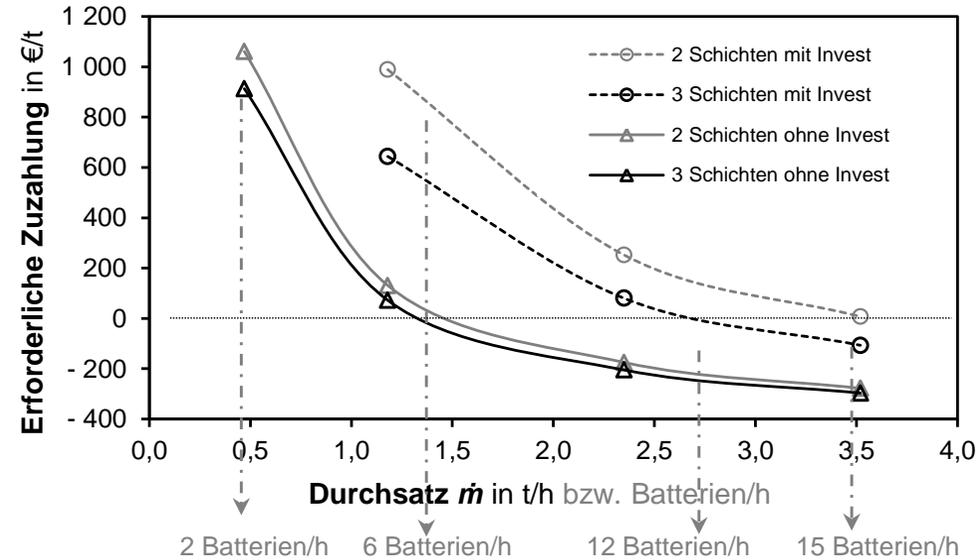
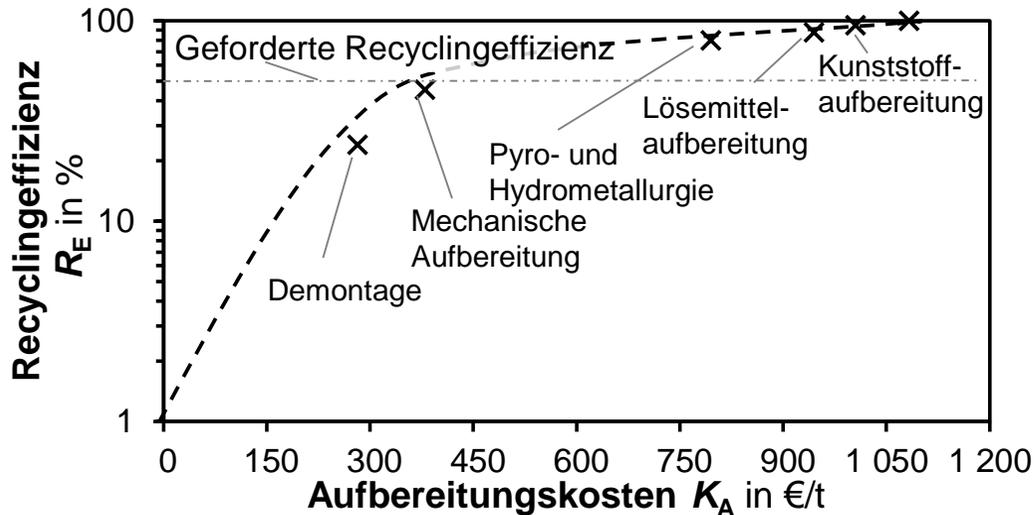
AP 2

AP 3

AP 4

AP 5

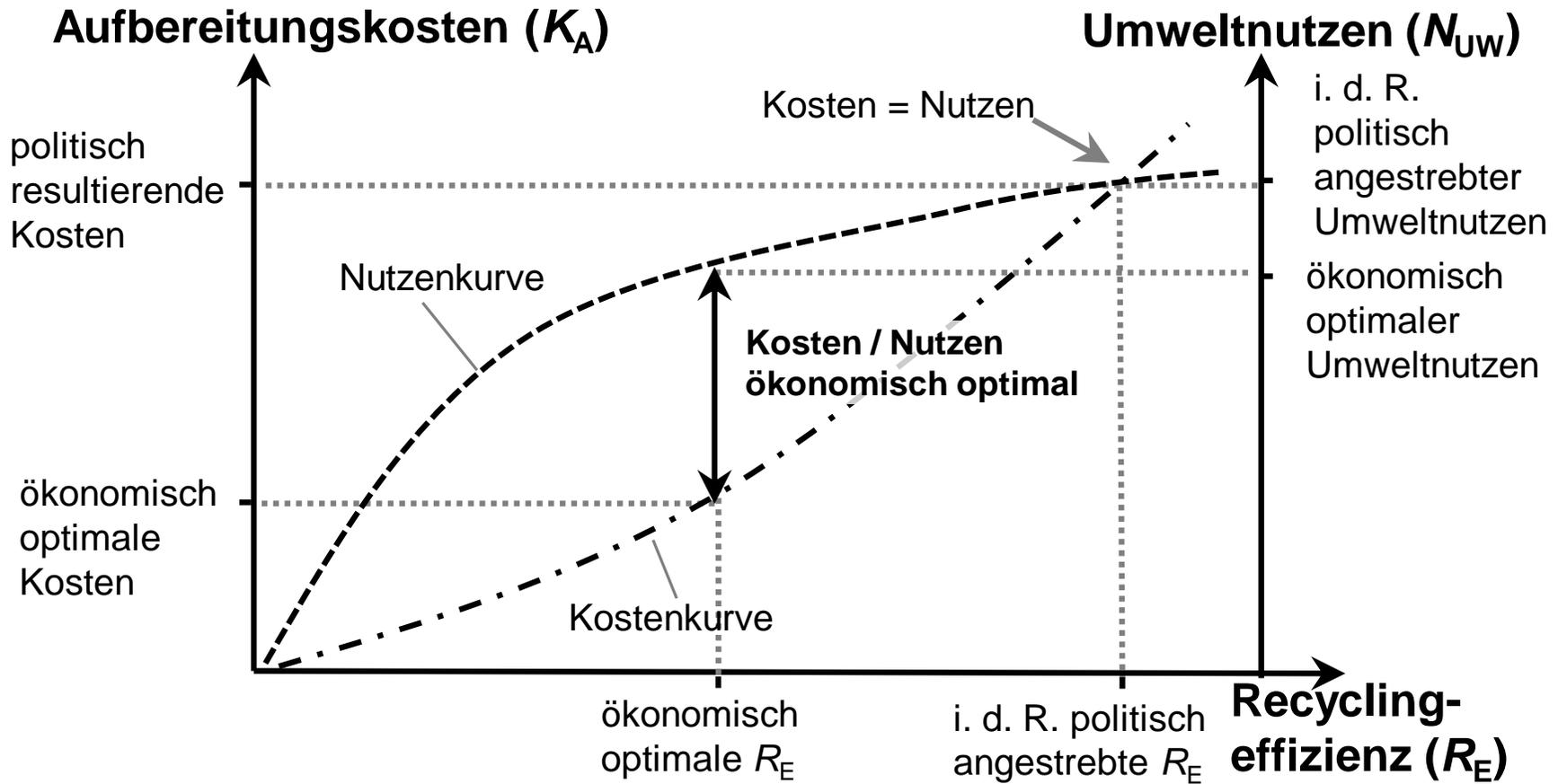
Wirtschaftlichkeit einer Aufbereitungsanlage



Die Ökonomie beeinflussende Parameter:

- Wertinhalt der Batterie in €/t
- Spezifische Aufbereitungskosten in €/t
- Investitionskosten in €
- Anlagengröße und –kapazität in t/h
- Erreichbare Erlöse für Produkte in €/t
- ...

Ökonomik von Entsorgung und Recycling (nach F. Schnell)



Stand des Recyclings von Lithium-Ionen-Batterien

- Kombination aus mechanischen und metallurgischen Prozessen zur Reduzierung des Energiebedarfs für das Recycling ist sinnvoll,
- Stoffliche Rückgewinnung von Aluminium ist möglich,
- Schaffung von klaren gesetzlichen Vorgaben (Rückgabesysteme, Transport und Logistikkonzepte, Recyclingeffizienz ...),
- Berücksichtigung von Umweltnutzen und Aufbereitungskosten bei der Festlegung der Recyclingeffizienz
- Akzeptanz von Recyclingmaterial (für die Herstellung neuer Batterien),
- **Konzept für Aufbereitung von nicht kobalthaltigen Batterien (LFP) ist zu entwickeln**

Vielen Dank!



Fragen / Anmerkungen?

Dr. Lutz Wuschke | Forschung & Entwicklung

Berndt-Ulrich-Scholz-Straße 1 | 04571 Rötha OT Espenhain / Deutschland
Telefon +49 34206 614 344 | Fax +49 34206 614 39 | Mobil +49 172 3798966
Email lutz.wuschke@Scholz-Recycling.de | www.scholz-recycling.de

Scholz Recycling GmbH
Berndt-Ulrich-Scholz-Str.1
73457 Essingen/Germany

Telefon +49 7365 84-0
Fax +49 7365 1481
info@scholz-recycling.de
www.scholz-recycling.de

