

ENTWICKLUNG EINES ALTERNATIVEN RECYCLINGWEGES FÜR LITHIUM-IONEN-AKKUMULATOREN UNTER DER ZIELSETZUNG DER WIEDERVERWERTUNG DER KOMPONENTEN

Motivation:

- Wandel in der Automobil- und Energieindustrie aufgrund des anthropogenen Klimawandels und der prognostizierten Verknappung fossiler Brennstoffe
- Fortschreitende Entwicklung und Einführung der Elektromobilität mit Lithium-Ionen-Akkumulatoren als Speicher für elektrische Energie
- Notwendigkeit der Etablierung neuer Recyclingverfahren, aufgrund der Ineffizienz bestehender Verfahren

Stand der Technik:

- Hydrometallurgische Verfahren
→ Auslaugen der Metalle aus den Akkumulatoren
- Pyrometallurgische Verfahren
→ Bildung von Legierungen durch Schmelzen der Akkumulatoren
- Kombination aus hydro- und pyrometallurgischen Verfahren

Vorteil:

- Kaum Vorsortierung notwendig
- Bestehende Recyclingwege

Nachteil:

- Es werden nur die werthaltigsten Metalle zurückgewonnen (Co, Cu, Fe)
- Verlust von Elektrolyt und meistens auch von Li und Al

Alternativer Recyclingansatz:

1. Recycling des Elektrolyten
2. Abtrennen der Kathodenmasse aus den Akkumulatoren
3. Reaktivierung der „verbrauchten“ Kathodenmasse über einen Ofenprozess
4. Wiederverwendung des Elektrolyten und der Kathodenmasse in einem neuen Akkumulator

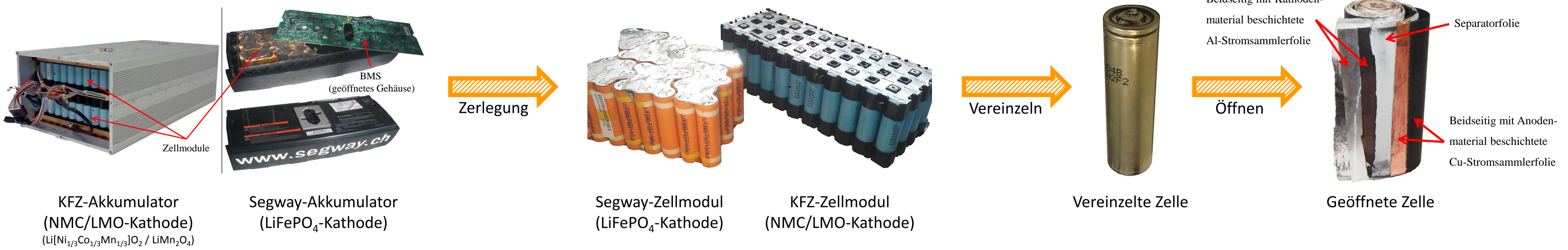
Vorteil:

- Rückgewinnung aller werthaltiger Rohstoffe
- hohe Effizienz durch Reaktivierung

Nachteil:

- Verfahren ist nur spezifisch auf eine Kathodenart anwendbar und erfordert deshalb ein hohes Maß an Vorsortierung

Ausgangsmaterialien:



I. Zerkleinerung der Zellmodule

- Mechanische Zerkleinerung mittels Rotorschere und Granulator

II. Wiedergewinnung des Elektrolyten

- Preise der Elektrolytlösemittel

	Dimethylcarbonat (DMC)	Ethylmethylcarbonat (EMC)	Diethylcarbonat (DEC)	Ethylencarbonat (EC)
Reinheit	99 %	99 %	99 %	98 %
Preis	56,90 €/l	2.180,00 €/l	53,00 €/l	51,60 €/kg

[1]

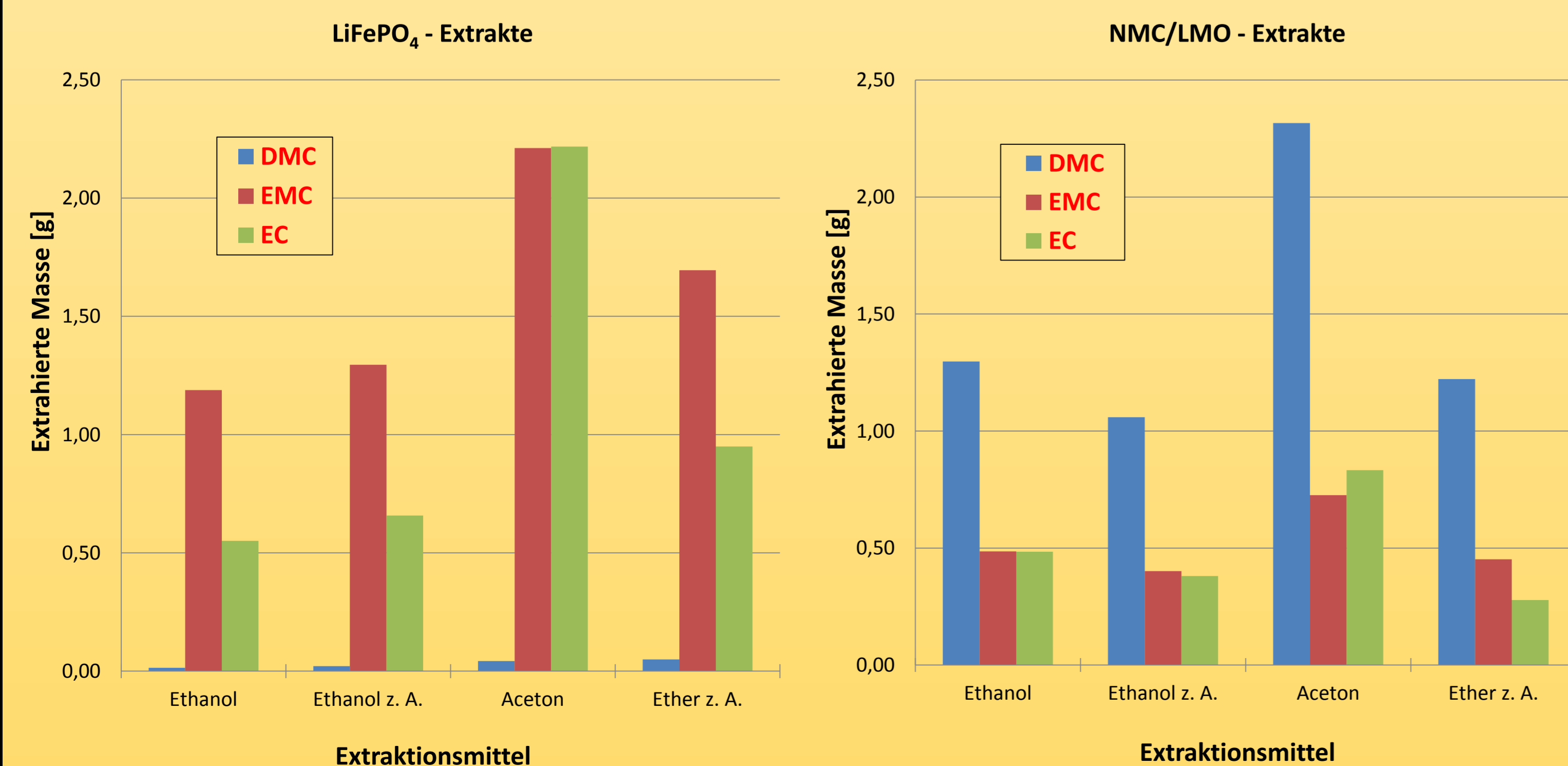
III. Wiedergewinnung des Elektrolyten durch Destillation

- Überführung des Materials von zehn zerkleinerten Zellen in den Rotationsverdampfer

Name	Abdestillierte Masse [g]	GC-Retentionszeit [min]	Anteil [%]	Substanz
Destillat LiFePO_4 -Zellen	11,08	1,783	0,57	DMC
		2,182	97,28	EMC
		2,955	2,16	DEC
Destillat NMC/LMO-Zellen	8,06	1,500	0,91	-
		1,782	58,61	DMC
		2,182	41,39	EMC

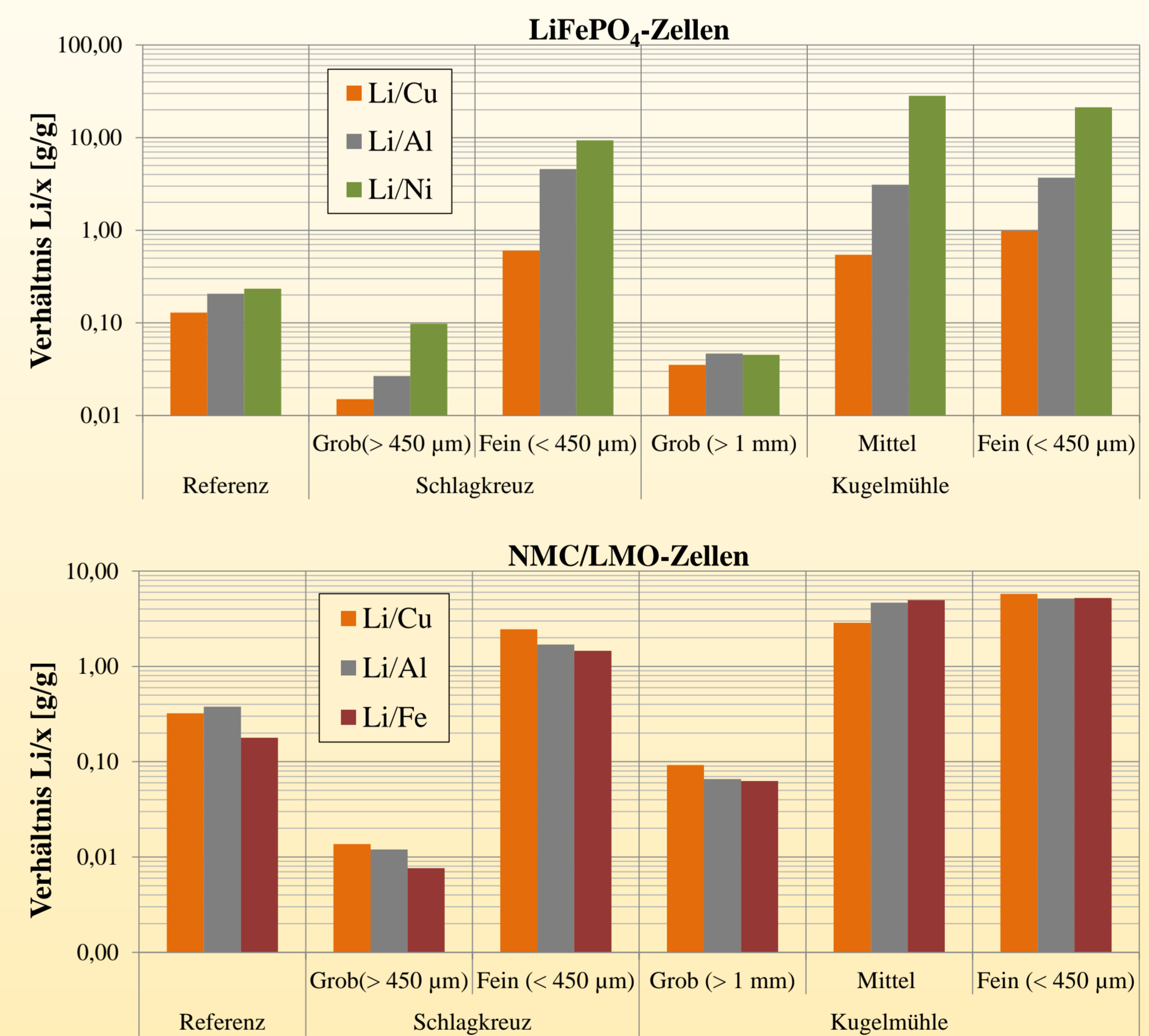
IV. Wiedergewinnung des Elektrolyten durch Extraktion

- Extraktion von je zwei Zellen im 250-ml-Erlenmeyerkolben auf Laborschüttler für 6 h mit :
 - Ethanol technisch
 - Ethanol z. A.
 - Aceton
 - Diethylether
- Aceton erwies sich als effektivstes Extraktionsmittel



V. Abtrennen des Kathodenmaterials von der Trägerschicht

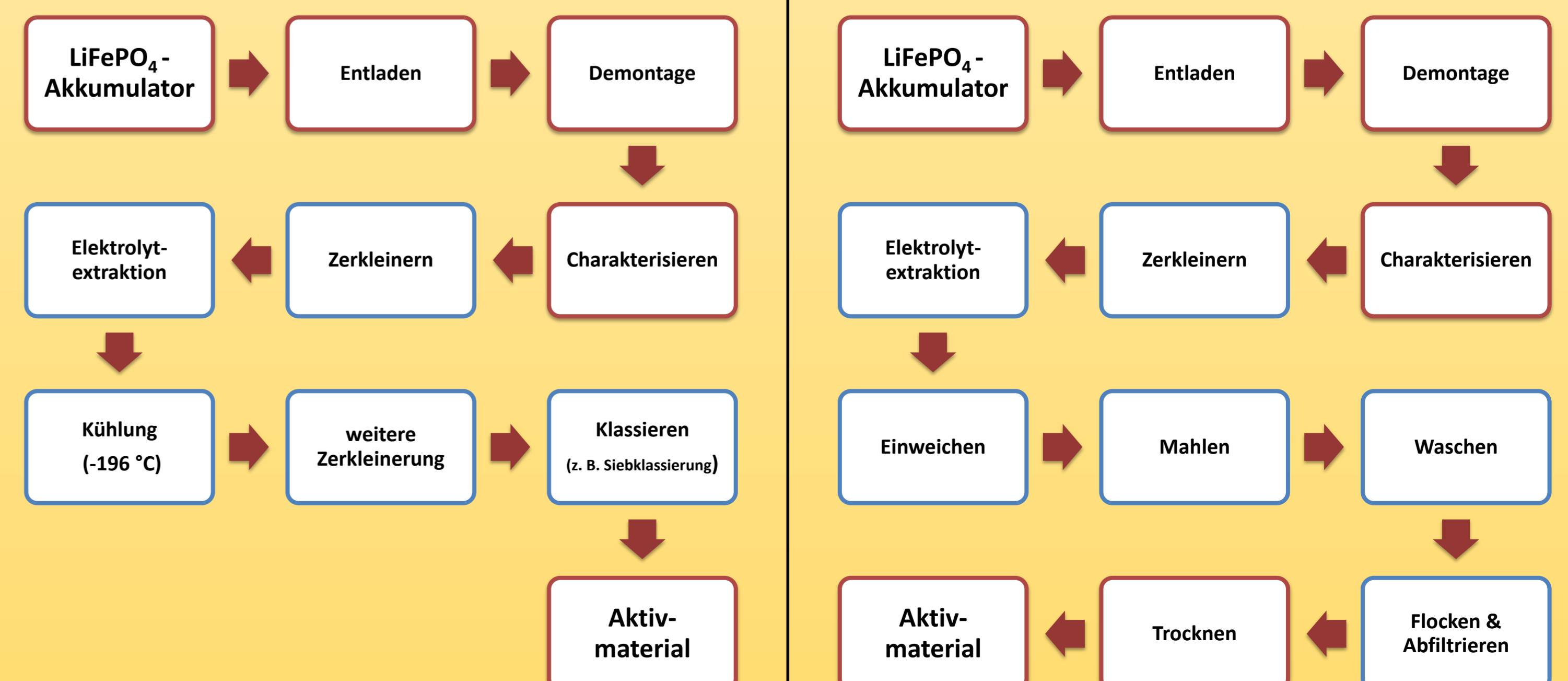
- Kathode haftet stark auf den Stromsammel- oder Separatorfolien
- Durchführung unterschiedlichster Versuche um Kathode von den Folien abzulösen
- Quantifizierung der vielversprechendsten Versuche



VI. Klassierung des Kathodenmaterials aus dem Stoffgemenge

- Klassierung der abgetrennten Kathode aus dem Stoffgemenge
- Klassierung über Siebe, Filtration oder Dekantieren

Aus den durchgeführten Versuchen ergeben sich folgende Recyclingprozesse:



Literatur

[1] www.sigmaldrich.com (09.01.2014)