



16. - 17. Februar 2022
München

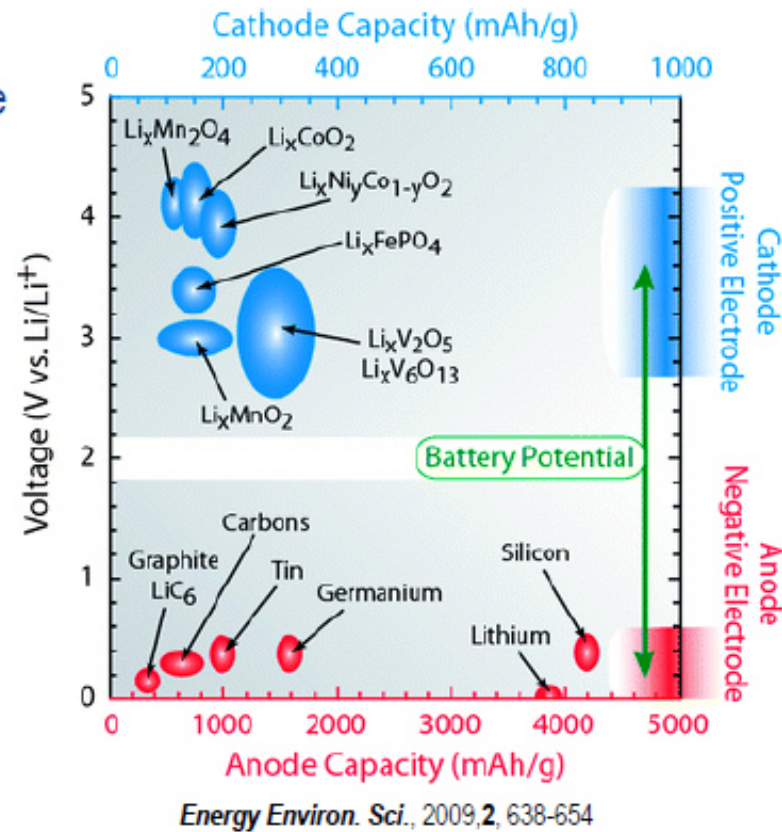
***Aspekte kommerzieller Batteriezellentwicklung –
mit Beispielen des Technologieservice und Problemlösungen***

Tim Schäfer



■ Negative Electrode – Anode

- ◆ **Graphite**
- ◆ Hard Carbon
- ◆ $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ (LTO)
- ◆ Silicon
- ◆ Tin
- ◆ SiO_x
- ◆ Metal alloys
- ◆ ...



■ Positive Electrode – Cathode

- ◆ LiCoO_2 (LCO, layer)
- ◆ $\text{LiNi}_x\text{Mn}_y\text{Co}_z\text{O}_2$ (NMC, spinel)
- ◆ LiMn_2O_4 (LMO, spinel)
- ◆ LiFePO_4 (LFP, olivine)
- ◆ ...

Inhalt

Im Vortrag sollen aktuelle Ergebnisse von Vorhaben zur Batteriezellentwicklung in Dienstleistung vorgestellt werden, die u.a.m. mit Komposit-Material und dem sogenannten Troika-Prozess (patentiert), erarbeitet worden sind:

- ✓ Komposit- Material und Elektroden für Batteriezellen
- ✓ Batteriezellen – Beispiele
- ✓ Prozess

Equipment

- ✓ LIB equipment
- ✓ Electrode/Assembly/Formation
- ✓ Business references worldwide

Production/R&D

- ✓ LIB production/R&D
- ✓ Pouch and Cylindrical types
- ✓ Prismatic cell in hard case

Consulting

- ✓ LIB professional consulting
 - Equipment/Production
 - Development
 - Advanced Technology
 - QA/Training

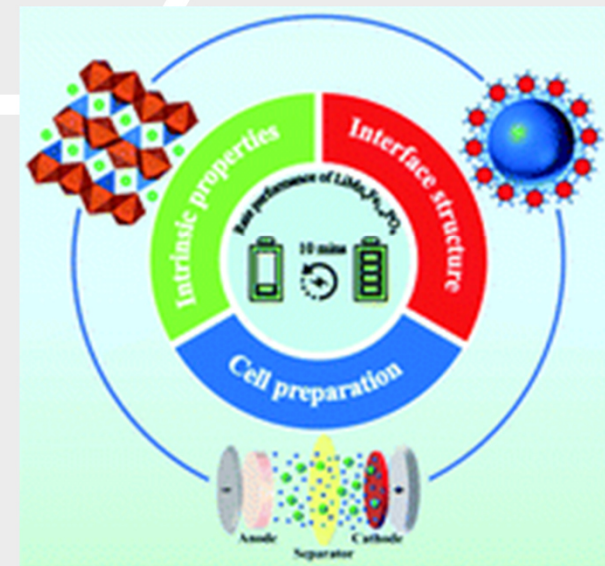
Grade	Staffs				Total
	Equipment manufacturing	Production and R&D	Consulting	Assistance	
Premium	3	1	6	1	11
High	5	2	6	1	14
Medium	6	4		2	12
Technician	2	1		1	4
Total	16	8	12	5	41

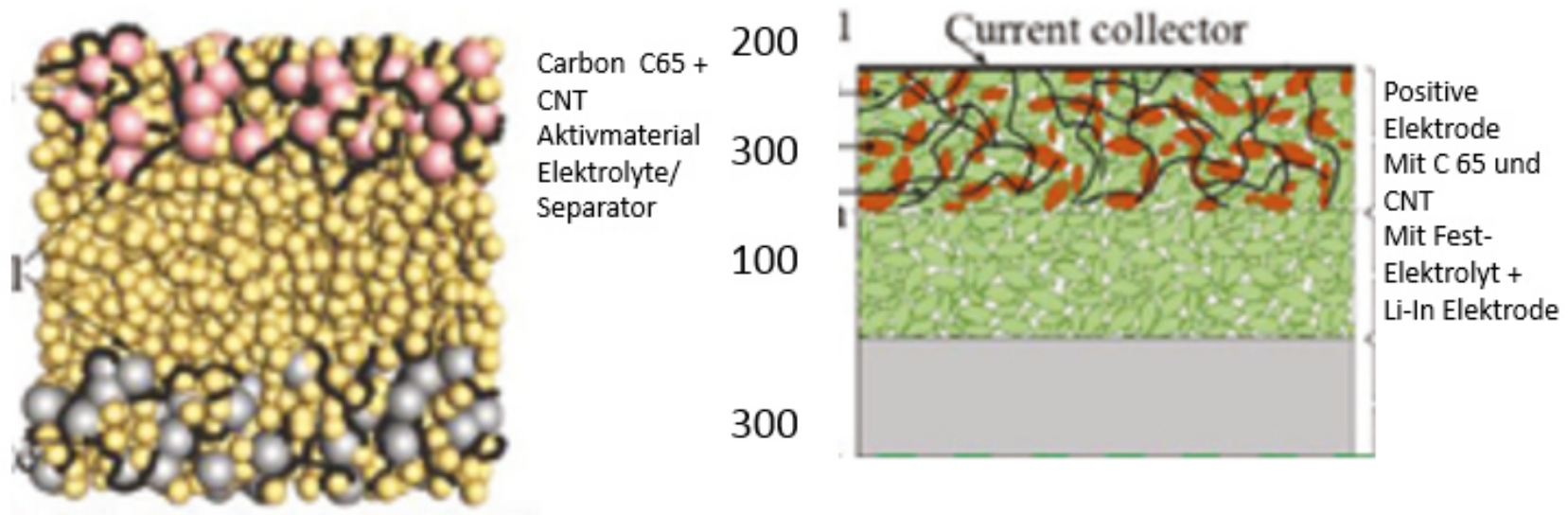
MATERIAL,
KOMPONENTEN -
TEAM PILOT –
LINE/
CONSULTING/
EQUIPMENT IM
INTERNATIONALEN
NETZWERK



*Batteriezellenentwicklung mit
Rezept/System/Pilotierung/Prozess/IP/B-Plan
und Qualifizierung, ein Problemansatz:*

- Olivin $\text{LiMn}_x\text{Fe}_{1-x}\text{PO}_4$ (LMFP) = hohe Sicherheit von LiFePO_4 und die hohe Energiedichte von LiMnPO_4
- Die inhärente niedrige elektronische Leitfähigkeit und der Li^+ Diffusionskoeffizient
- Design hochstromfähiger LMFP-basierter Batterien, Zellvorbereitungstechnologie, Elektrolytauswahl und des Elektrodendesigns & mehr ...

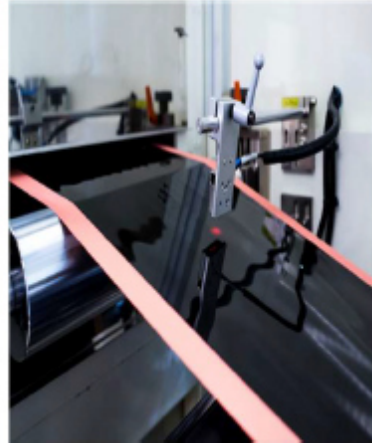




Schematisch: Zelle mit Solid
(Fest, Keramisch, Polymer, Hybrid)
Elektrolyt mit Kompositmaterial C65-CNT
100-300 = Elektrode

***Komposit- Material und Elektroden für Batteriezellen,
vorzugsweise für Typen von Feststoffbatterien (SSB)***

- Beispiele: Einsatz/Ergebnisse/Vorteile



[Electrode process]

- Mixer, Coater, Presser, Slitter
- Slot-Die Nozzle coating (Stripe/Intermittent)
- Comma-Coating
- NMC, LFP, LTO, Silicone coating
- OEM,ODM

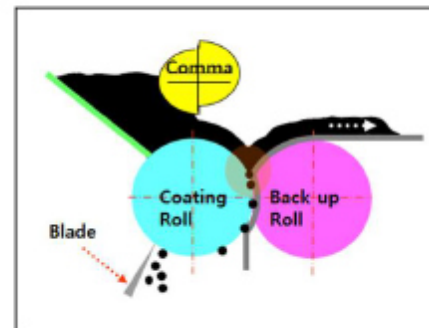
[Presser]



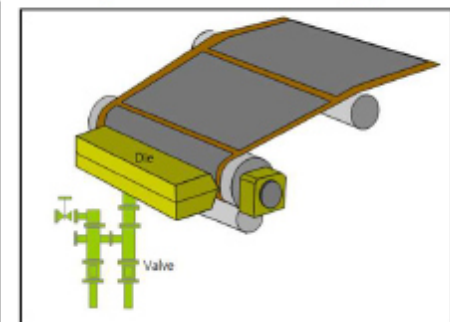
[Slitter]



[Comma-Coating]



[Intermittent-Coating]



Komposit- Material und Elektroden für Batteriezellen

- ✓ Komposit- Material und Elektroden für vorzugsweise HE/HP oder PHEV Batteriezellen, etwa für Typen von Feststoffbatterien (SSB), wobei als Kompositmaterial zwei Typen eingesetzt werden
- ✓ Positiven Elektrode mit etwa 0,5 % CNT ein Drittel umfasst, HE - Ausführung
- ✓ HP-Zelle, wobei in der negativen Elektrode das Komposit-Material etwa CNT im Bereich von 0.05 % - 1,2 % und C65 0,8-1,8 %
- ✓ Phosphat-Zelle, Manganspinell-Zelle, Feststoffbatterie positive Elektrode CNT etwa 0,9-3.4 % und C65 etwa 1,1-2,4 %.
- ✓ Negative CNT etwa 0,9 -1,4 % und C65 etwa 0.9-1,4 %

- ✓ → Zum IP Schutz angemeldet

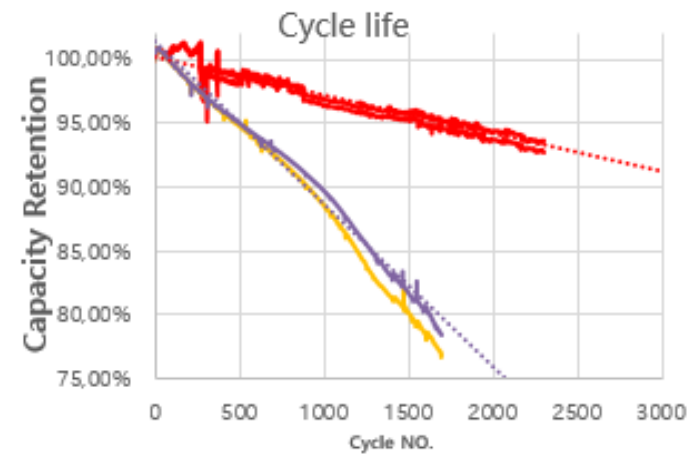
PHEV-NCM Zelle & Das Kompositmaterial

- ✓ Neben Energiezellauslegungen wurden auch PHEV -Zellen unter Einsatz des erfindungsgemäßen Komposit-Materials gebaut und getestet, für den kommerziellen Einsatz entwickelt.
- ✓ Das System der Batterie ist auf etwa 220 Wh/kg ausgelegt (3,2 g/Ah-negative).

	XA	XB	XC	ZIEL	Stand Zelle	
Thickness/mm	9.57	9.74	9.81	10.5±0.5	11.3±0.3	
weight/g	651	653	654	660±20	≤730g	
AC IR/mΩ	0.63	0.59	~0.606	≤1.25		
1C Capacity/Ah	39.33	38	~38.7	≥38	37~38.85	
1C energy density/ Wh/kg	218	214	215	≥210	≥185	
30%SOC HPPC Density/ W/kg	2484	2468	2369	≥2000		
Discharge average Voltage/V	3.60	3.60	3.60	3.65	3.65	
-20°C Discharge capacity	87.1%	87.7%	87.7%	≥75%	≥70%	
45°C Discharge capacity	103%	104%	104%	≥98%	≥98%	
25°C aging test	Retention capa	97.7%	98.4%	98.9%	≥93%	≥93%
	Recovery capa	99.2%	99.7%	100.3%	≥98%	≥96%
55°C aging test	Retention capa	95.4%	95.6%	96.6%	≥90%	≥93%
	Recovery capa	98.7%	98.9%	99.8%	≥93%	≥96%

PHEV-NCM Zelle & Das Kompositmaterial

- Die Zellen zeigen eine deutliche Verbesserung im Zyklusleben, meint in der Anzahl der Zyklen (100%DoD), die bis zur 80% Grenze der ursprünglichen Kapazität reichen:



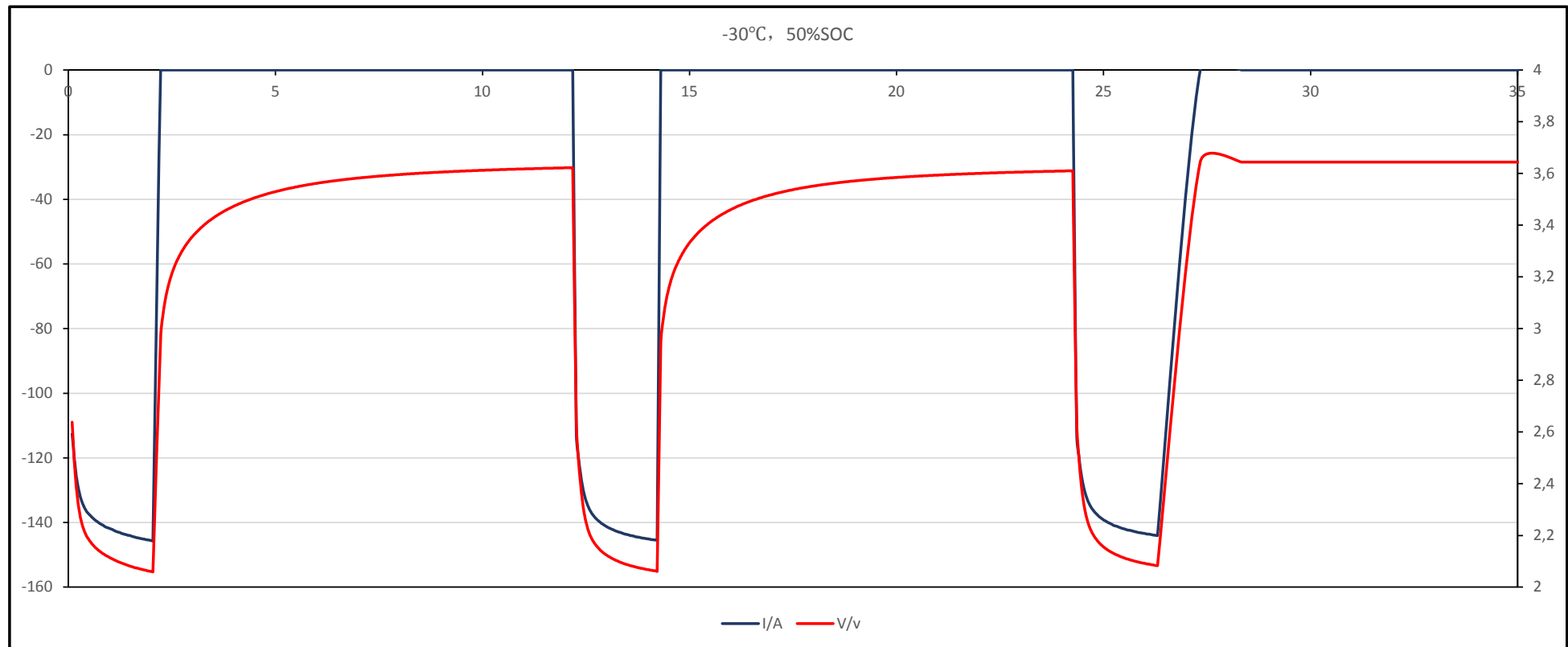
PHEV-NCM Zelle & Das Kompositmaterial

- Die Entladeraten sind auch signifikant verbessert:

t/° C	Kapa rate			t/° C		
	XA	XB	XC	XA	XB	XC
-30	84.9%	84.6%	85.4%	24.51	22.01	25.13
-20	97.7%	87.3%	87.6%	19.57	18.25	18.31
-10	88.3%	87.6%	87.9%	13.85	12.58	12.41
0	91.7%	91.2%	91.4%	10.52	9.13	9.02
10	95.0%	94.8%	94.9%	8.4	7.42	7.29
25	-	-	-	6.48	5.32	5.56
45	102.9%	103.6%	103.9%	5.3	4.59	4.17
55	103.2%	104.1%	104.5%	4.78	4.39	3.75

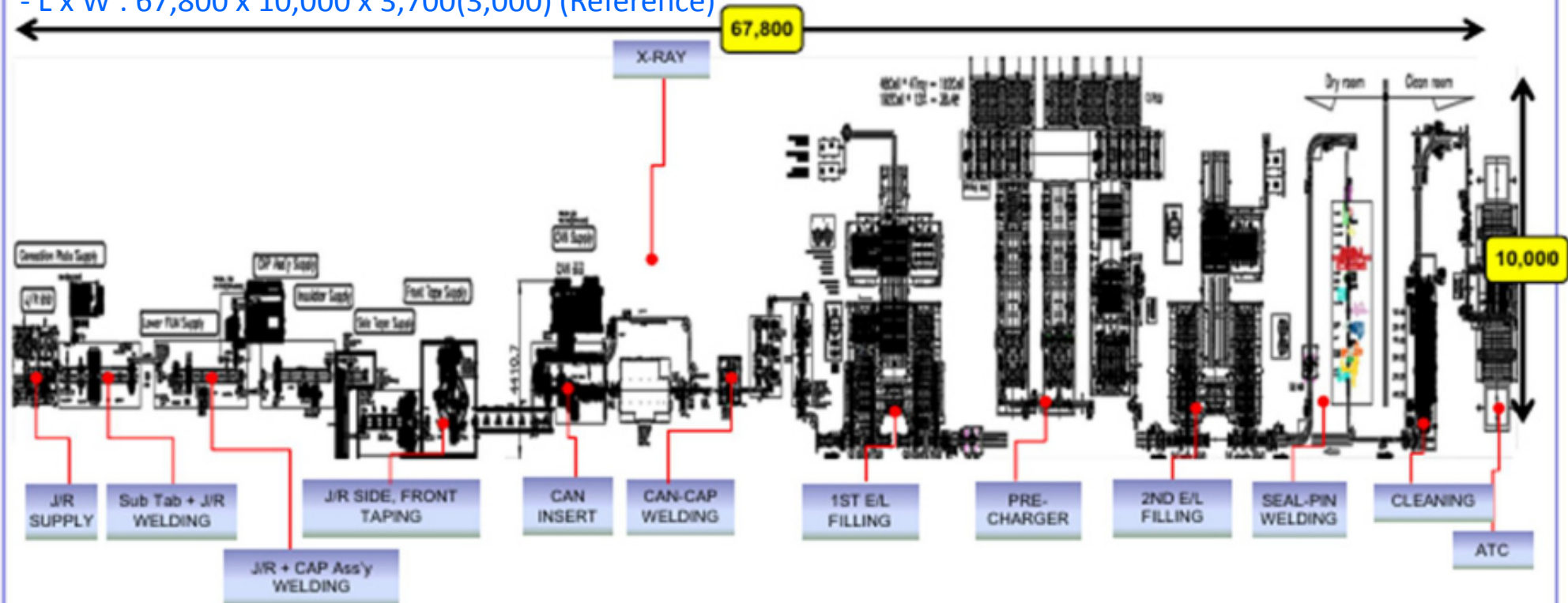
PHEV-NCM Zelle & Das Kompositmaterial

-30°C 50%SOC /2V/300W



[Prismatic Cell Assembly process]

- Reference Line Lay-Out (5 PPM)
- L x W : 67,800 x 10,000 x 3,700(3,000) (Reference)



LFP HP - Zelle & Das Kompositmaterial

- stabile Entladespannung bei geringer Selbsterhitzung

Capacity ratio [%]					
1C	5C	10C	15C	20C	30C
100.0%	97.6%	95.7%	95.0%	94.7%	96.5%
cerman.power+					
1C	5C	10C	15C	20C	30C
32.3	30.5	29.2	28.5	28.1	27.4
Max. cell temperature [°C]					
1C	5C	10C	15C	20C	30C
26.1	28.7	30.8	32.3	33.5	26.8
Average cell voltage					
1C	5C	10C	15C	20C	30C
3.209	3.105	3.036	2.988	2.946	2.825

Family member of its species:

8117270 10 Ah Cell weight ~383g

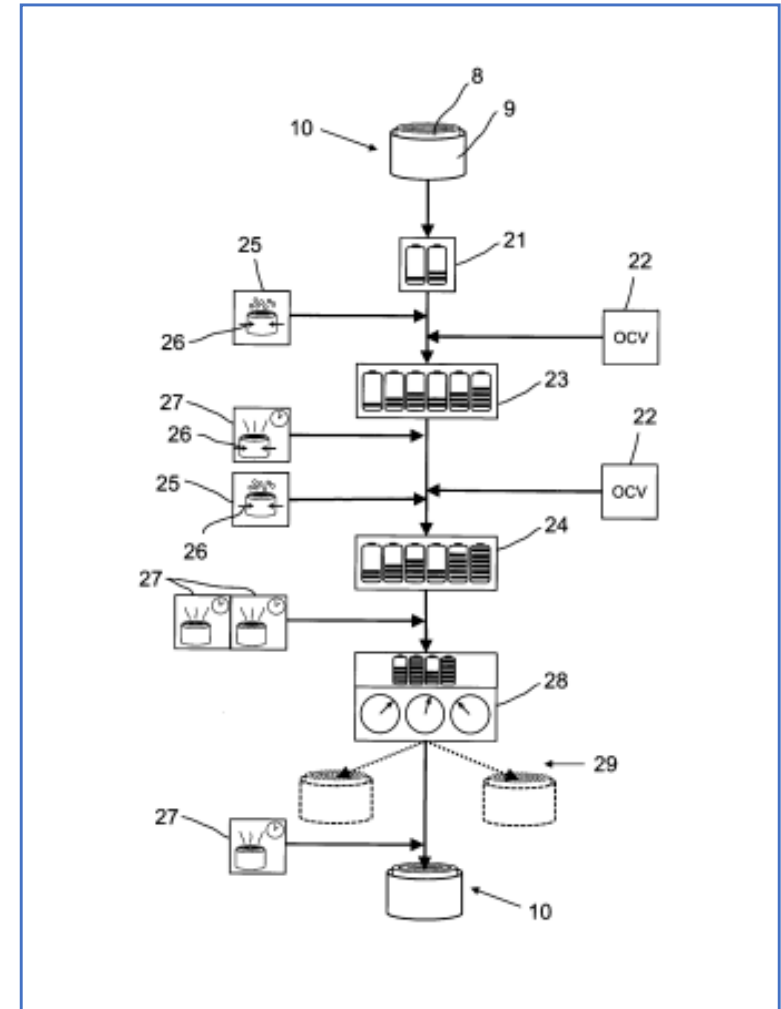
60117270 9 Ah Cell weight ~340g



ENTWURF -PILOTIERUNG -LINIE-AUSRÜSTUNG-
ENERGIEEFFIZIENZ - SERVICE

Prozessaspekte im Beispiel

- Verfahren zum Herstellen einer Batteriezelle, vorzugsweise einer Li-Ionen-Bi-Stapelzelle mit Feststoff
- Deutsches Patent: DE 10 2018 003 328 B4 2020





Prozess Troika

- Einerseits viele sicherheitsrelevante Fragen und der Leistungsfähigkeit der Batteriezellen effizient und mit hoher Ausbeute lösen und
- Andererseits eine sehr hohe Qualität sicherstellen, die sich über die gesamte Lebensdauer der Batteriezelle determiniert!
- Sicherheit, Verfügbarkeit, Ausbeute

Formationsschritte mit energetischer Anregung usw.

- Formierung in mindestens zwei Formierungsschritten
 - Vor und/ oder nach jedem der mindestens zwei Formierungsschritte mindestens ein Entgasungsschritt
 - Energetischen Anregung und mindestens ein Alterungsschritt
- Stabilere SEI (bspw.) auch noch vergleichsweise dünner
- Höherer Wirkungsgrad des Herstellungsverfahrens effizientere Formierung

Beispiele Troika Prozess



- ✓ High quality punching &
- ✓ Good electrolyte soaking.
- ✓ Our electrode backing condition is very important factor for reducing time at formation process and improvement of cycle performance.
- ✓ Advanced dry or ceramic separator – better safety and life time.
- ✓ Non flammable electrolyte composition for nail penetration test-abuse,
- ✓ Pre charge step: for melting of metal contamination.
- ✓ Pre formation: applied low current condition to clear Black spot & Li-plate issues, make thin SEI layer of anode electrode, should be apply the factor of dv / dt and dq / dt for safety.
- ✓ Deagassing & main formation, OCV drop at rest 10min ($\Delta V1$) after 3.870V (Safety check).

Fragen oder gerne:

- cerman.power+ Battery GmbH
- 99734 Nordhausen- Germany
- www.cermanpower.de
- www.li-ionen-batterien.de

- Ansprechpartner: Herr Tim Schäfer
- E-Mail: schaefer@envites.de





Equipment

- ✓ LIB equipment
- ✓ Electrode/Assembly/Formation
- ✓ Business references worldwide

Production/R&D

- ✓ LIB production/R&D
- ✓ Pouch and Cylindrical types
- ✓ Prismatic cell in hard case

Consulting

- ✓ LIB professional consulting
 - Equipment/Production
 - Development
 - Advanced Technology
 - QA/Training

Grade	Staffs				Total
	Equipment manufacturing	Production and R&D	Consulting	Assistance	
Premium	3	1	6	1	11
High	5	2	6	1	14
Medium	6	4		2	12
Technician	2	1		1	4
Total	16	8	12	5	41

MATERIAL,
KOMPONENTEN -
TEAM PILOT –
LINE/
CONSULTING/
EQUIPMENT IM
INTERNATIONALEN
NETZWERK