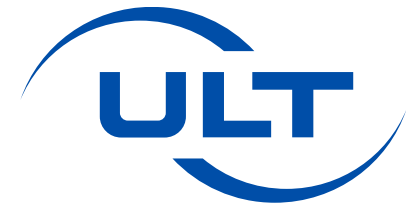




Saubere Luft und trockene Prozesse

Schlüsseltechnologien für die LIB-Zellenfertigung

Benjamin Zander, 03.12.2024



air quality

	Reinraum	Taupunkt	Temperatur	Anmerkung
Mischen	ISO 7 - 8	Wasserbasierte Elektroden: Semi-dry (5 °C bis -5 °C) NMP-basierte Elektroden: Trocken bis sehr trocken (0 °C bis -30 °C, bzw. -40 °C bis -60 °C)	22 ±2 °C	Reinraumbedingungen, da Fremdpartikel in der Beschichtung im späteren Prozess nicht mehr durch Reinigungsmethoden zu entfernen sind.
Beschichten				
Trocknen				
Kalandern				
Slitting				
Vakuumentrocknen				
Vereinzeln	min. ISO 7	Sehr trocken (-30°C bis -60°C)	22 ±2 °C	Strenge Rein- und Trockenheitsanforderung, da Wasser die Qualität und Sicherheit der Zelle absenkt.
Stapeln/Wickeln				
Verpacken				
EL-Befüllung				
Soaking	/	/	20°C bis 50°C	Geringere Trocken- und Reinheitsanforderung, da die Zelle verschlossen ist und die Entgasung in der Vakuumkammer stattfindet.
Formierung				
Entgasen	min. ISO 7	Sehr trocken (-40 bis -60°C)	22 ±2 °C	
Reifung	/	/	20°C bis 50°C	
EoL-Testing	/	/	22 ±2 °C	

- Hohe Anforderungen an Reinheit und Luftkonditionierung
- Erst nach dem Verschließen der Zelle geringere Anforderungen
- Absaug- und Filtertechnik trägt einen maßgeblichen Anteil zu einer reinen Produktionsumgebung bei
- Trocknungstechnik ist für das Erreichen benötigter Taupunkte verantwortlich

Quelle: Auszug VDMA Roadmap Batteriezellenfertigung, 2023



Woher stammen die hohen Anforderungen an die Produktionsumgebung der LIB-Zellfertigung?

Auswirkungen von Verunreinigungen und Feuchtigkeit auf...

die Gesundheit der Mitarbeiter



den Fertigungsprozess



die Produktqualität



Gesundheit der Mitarbeiter

Auswirkungen von Verunreinigungen und Feuchtigkeit

Beispiele:

- Durch Bearbeitungsprozess entstehende Emissionen
- Materialfreisetzungen während Materialhandling in der Elektrodenfertigung
- ...



Trocknungstechnik & Absaug- und Filtertechnik ermöglicht:

- Schutz der Mitarbeiter und Reduzierung von Ausfallzeiten aufgrund von Krankheit

Fertigungsprozess

Auswirkungen von Verunreinigungen und Feuchtigkeit

Beispiele:

- Materialanhäufungen und Verklumpungen pulverförmiger Rohstoffe
- Beschichtungsprozesse laufen unkontrolliert
- Unerwünschte chemische Reaktionen
- Verunreinigungen der Laseroptik
- ...



Trocknungstechnik & Absaug- und Filtertechnik ermöglicht:

- Prozessstabilität
- Energieeinsparungen
- Schutz der Maschinen und Anlagen
 - Produktionsausfälle
 - Hohe Reparatur und Instandhaltungskosten
 - Ausschuss

Produktqualität

Auswirkungen von Verunreinigungen und Feuchtigkeit



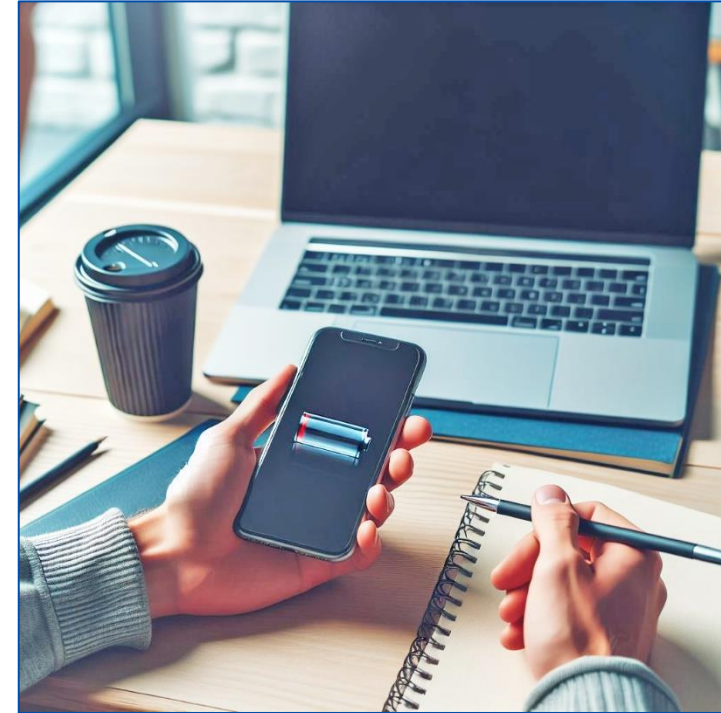
Die Lithium-Ionen-Batterie im Überblick

- Komplexe und fein abgestimmte Zellchemie
- Chemisch aktive Aktivmaterialien
- Elektroden und Separatoren sind extrem dünn
- Hohe Anforderungen an Lebensdauer
- Höhere Energiedichte als andere Batteriezellen (z.B.: Alkali-Mangan-Zelle)

Die Lithium-Ionen-Batterie im Überblick

Auswirkungen von Verunreinigungen und Feuchteeintrag

- Komplexe und fein abgestimmte Zellchemie
 - Anfälliger für Verunreinigungen
- Chemisch aktive Aktivmaterialien
 - Chemische Reaktionen und Entstehung unerwünschter Nebenprodukte (z.B. HF) bei zu hoher Luftfeuchtigkeit
- Elektroden und Separatoren sind extrem dünn
 - Bereits kleine Schmutzpartikel können die dünnen Elektroden durchdringen und somit einen Kurzschluss erzeugen
- Höhere Energiedichte und hohe Anforderungen an Lebensdauer
 - Kleine Verunreinigungen oder Feuchteeintrag in der Produktion führen zu einer Reduzierung der Lebensdauer



Partikelkontaminationen / Verunreinigungen führen zu Kurzschlüssen
Feuchtigkeitseintrag reduziert die Lebensdauer der Zelle

→ Unzureichende Produktqualität kann zu einem Thermal-Runaway führen

Quelle: E.G. RISE Report on Fire Safety of Lithium Ion batteries in road vehicles

Moers in Nordrhein-Westfalen

Drei Verletzte durch Explosion von E-Bike-Akku

E-Auto-Rückruf brockt GM Kosten in Milliardenhöhe ein

Elektronik-Konzern

Akku-Rückruf beschert Sony Millionenverlust

Flugzeug wegen brennenden Samsung-Handys evakuiert

Probleme mit Galaxy Note 7

Deutsche Samsung-Kunden können sich für Umtausch registrieren

Samsung startet seine Rückrufaktion für das Galaxy Note 7. Experten schätzen, der Umtausch würde dem Konzern mehr als eine Milliarde Euro kosten. Deutsche Nutzer können sich nun auf [samsung.com](#) registrieren.

Brennende Dreamliner-Batterien

Boeings Leichtsinns traf auf schlampige Behörde

Quelle: Spiegel online, Handelsblatt online, Süddeutsche

Ein Teil der Lösung

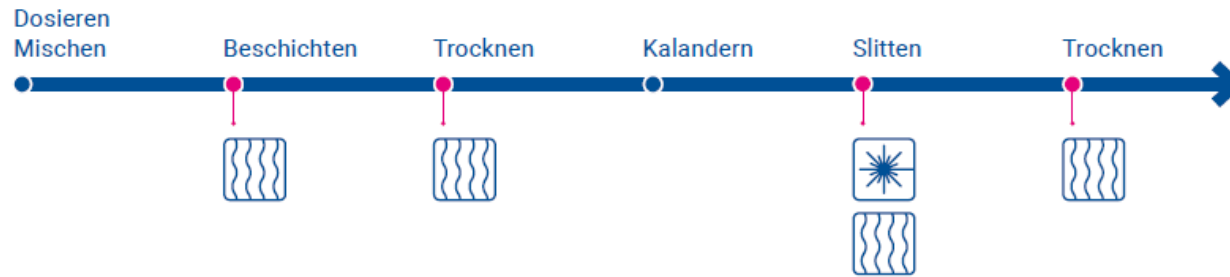


Absaug- und Filtertechnik zum Erfassen luftgetragener Schadstoffe

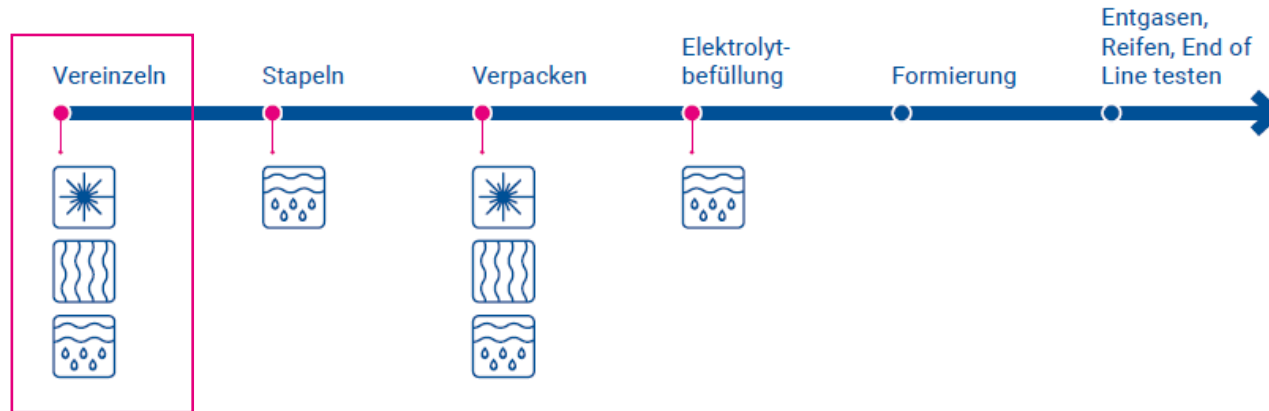


Trocknungstechnik zum Sicherstellen optimaler Luftkonditionierung

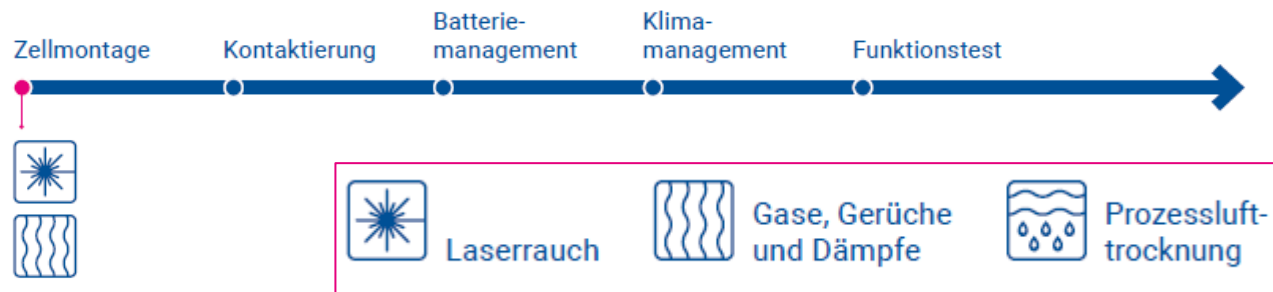
1. ELEKTRODENPRODUKTION



2. ZELLPRODUKTION



3. BATTERIEPRODUKTION

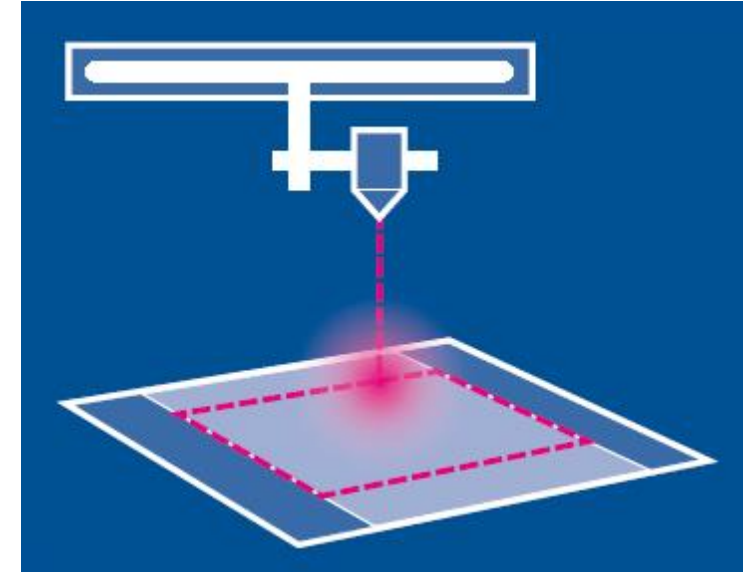


Exemplarisches Beispiel

Vereinzeln an einer Prototypenanlage

Ausgangssituation:

- Anode:
 - Trägerfolie: Kupfer
 - Aktivmaterial: Graphit
- Kathode:
 - Trägerfolie: Aluminium
 - Aktivmaterial: Nickel-Mangan-Cobalt (NMC)
- Binder:
 - PVDF
- Anode- und Kathode werden auf einer Maschine bearbeitet
- Vereinzelungsprozess mittels Laserstrahl
- Prozess in Trockenraumatmosferae



Herausforderungen

Bei der Auslegung eines geeigneten Absaug- und Filterkonzeptes

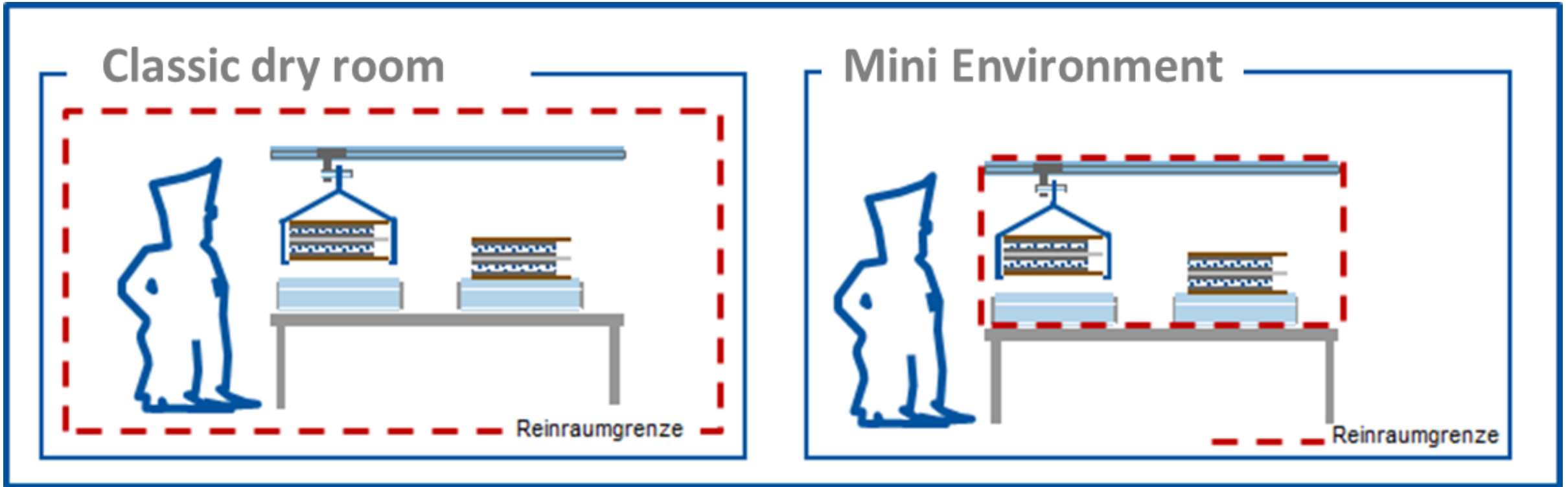
- Optimale Erfassung sicherstellen
 - Design der Absaugstellen/Erfassungselemente
 - Positionierung der Absaugstellen/Erfassungselemente
 - Ausreichender Volumenstrom für effiziente Absaugung
- Potenzielle Entstehung von Flusssäure
 - Freisetzung von Fluorwasserstoff
 - Fluorwasserstoff kann sich in kondensierter Feuchtigkeit oder Wasser als Flusssäure lösen
- Potenzielle Reaktionen abgesaugter Metalle / Metalloxide
 - unvollständig oxidierte Metallpartikel reagieren mit Oxiden (z.B. Al mit CuO)
 - Kann zu exothermen Reaktionen führen
- Betrachtung der möglichen Luftrückführung
 - Anode → Luftrückführung möglich
 - Kathode → Aufgrund KMR-Stoffe (Nickel, Kobalt) keine Luftrückführung möglich

Fazit

- Allgemein hohe Anforderungen an Reinheit und Luftkonditionierung
- Konkrete Anforderungen und Herausforderungen variieren je nach Produktionsprozess und Zellchemie
- Grundsätzlich gilt:
 - Kontaminierte Luft wird aus der Produktionsumgebung entfernt
 - Getrocknete Luft wird der Produktionsumgebung zugegeben
 - Zusammenspiel der Absaug- und Filtertechnik und der Trocknungstechnik hat direkten Einfluss auf die Effizienz der Produktion

Die Lösung der Zukunft

Das Mini Environment



Download Broschüre als
PDF:

https://media.ult.de/ult-kompetenzbroschuere-batteriefertigung-lufttechnik-web.pdf?mp_dir=61740&mp_id=1684491040





Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

