



► Ex-Schutz im Bereich der Li-Ionen-Batteriezellenfertigung

Erfahrungsaustausch betrieblicher Explosionsschutz
28.09.2023, BGHM, Hannover

Dr. Martin Föhse, Consulting Services

PILZ
THE SPIRIT OF SAFETY

► Übersicht

01

► Einleitung

02

► Produktionsprozess

03

► Beschaffungsprozess

04

► Zusammenfassung

01

► Einleitung

► Die Firma Pilz



Sicherheitsbauteile

Dienstleistungen –
u.a. Consulting



▶ Grundsätzliche Herausforderungen

- ▶ Maschinen kommen nahezu ausschließlich aus Asien
 - Einige deutsche / europäische Hersteller drängen nach, aber bislang noch nicht wirklich in Giga-Fabriken vertreten
 - Asiatische Hersteller teilweise mit schwer einzuordnender Mischung aus Übervorsicht und Unwissenheit
- ▶ Unerfahrene Betreiber
 - Teilweise neue Prozesse und Gefahrstoffe
 - Personal theoretisch gut ausgebildet durch zahlreiche Bemühungen von Forschungseinrichtungen
 - Erfahrungen aber eher im Labormaßstab
 - Daher auch Personalakquise aus Asien
- ▶ Beschaffungsprozess der Produktionsmaschinen
 - Korrekte und benötigte Informationen zur Verfügung stellen
 - Einigung über Zoneneinteilung teils schwierig



02

▶ Produktionsprozess

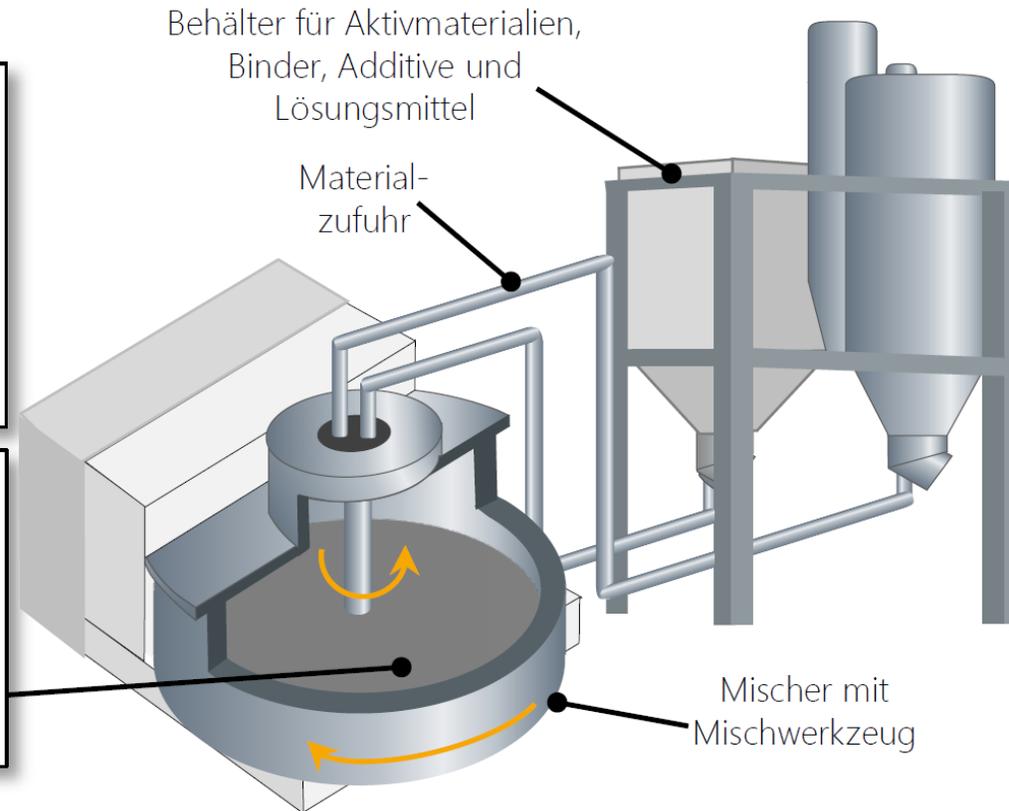
► Mischen (Slurry Mixing)

Anodenrezeptur*

Aktivmaterial: Graphit (95 Gew.-%)
Leitruß: nanomikroskopischer Kohlenstoff, bspw. Carbon Black® (1 Gew.-%)
Lösungsmittel: Entionisiertes Wasser
Binder: CMC (2 Gew.-%)
Additiv: SBR (2 Gew.-%)

Kathodenrezeptur*

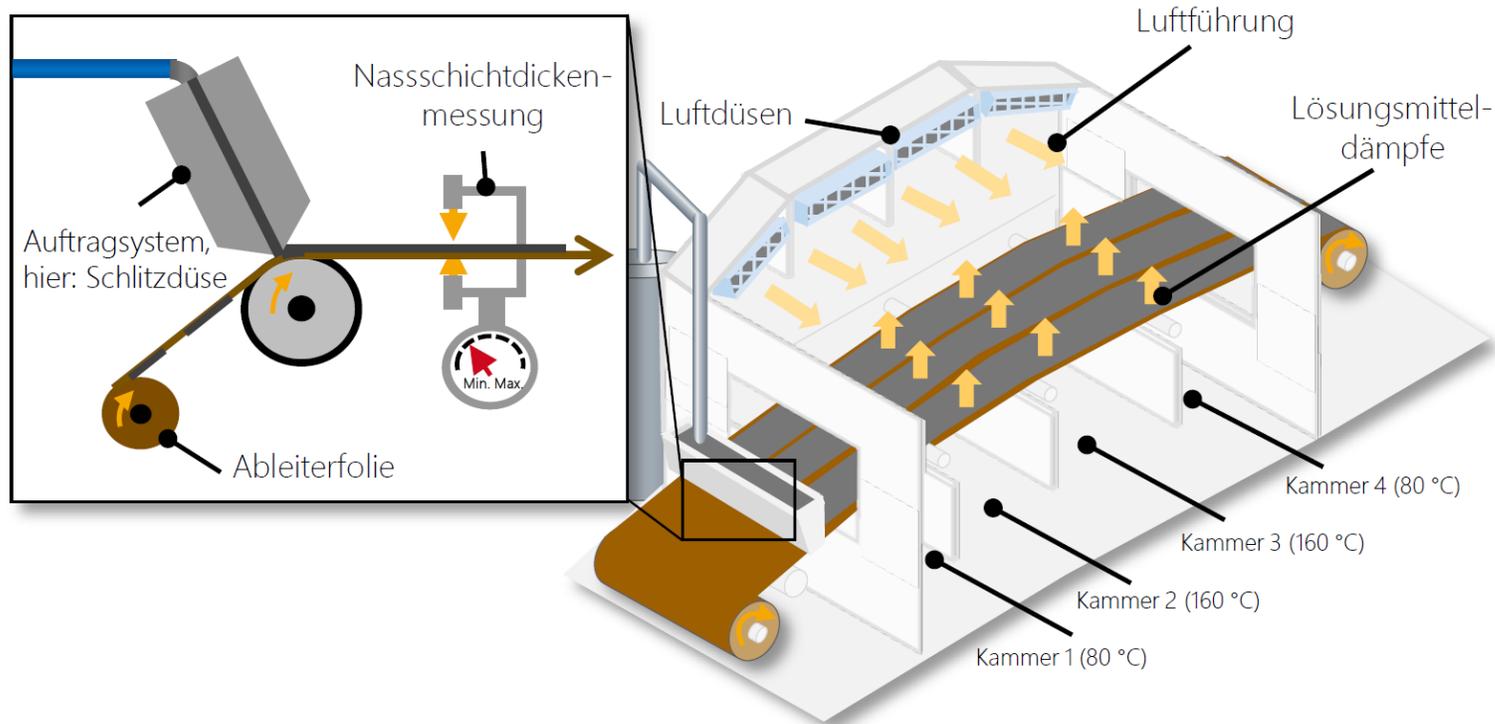
Aktivmaterial: $\text{Li}(\text{NiMnCo})\text{O}_2$ (95 Gew.-%)
Leitruß: nanomikroskopischer Kohlenstoff, bspw. Carbon Black® (1 Gew.-%)
Lösungsmittel: N-Methyl-2-pyrrolidon (NMP)
Binder: PVDF (4 Gew.-%)



- Handhabung organischer Pulver
- In Big Bag und andere Gebinde
- Zum Teil auch trockenes Anmischen
- Teilweise organische Lösemittel
- Aus Prozessgründen häufig Überlagerung mit Stickstoff

Quelle: PEM der RWTH Aachen, „Produktionsprozess einer Lithium-Ionen-Batterie“, 4. Auflage

► Beschichtung und Trocknung

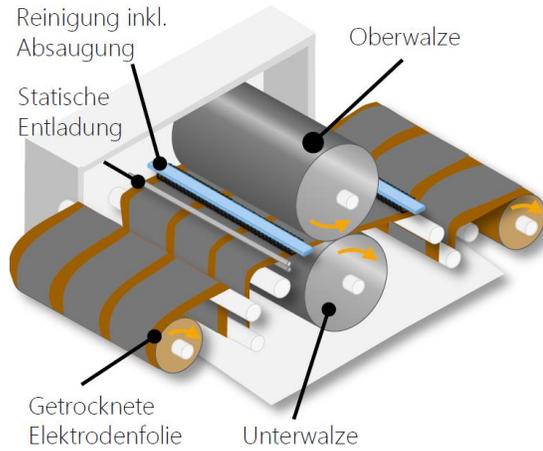


- Beschichtung mit Schlitzdüsen
- Unterschreitung Flammpunkt ($\approx 90^{\circ}\text{C}$) bei Beschichtung
- Freisetzung organischer Lösemittel (v.a. EN 1539)
- Vereinzelt Schwebebahntrockner, meist aber mit Tandemtrockner (Beschichtung beider Seiten nacheinander)

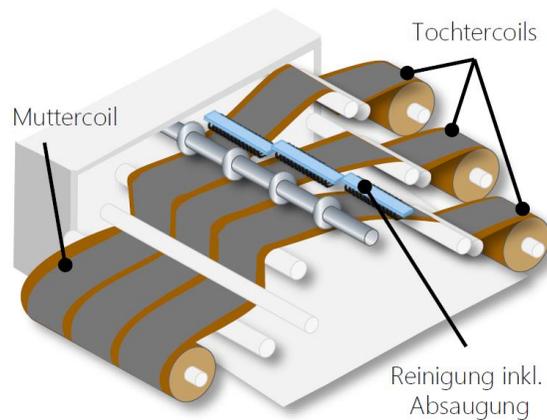
Quelle: PEM der RWTH Aachen, „Produktionsprozess einer Lithium-Ionen-Batteriezelle“, 4. Auflage

► Weitere Prozesse 1/2

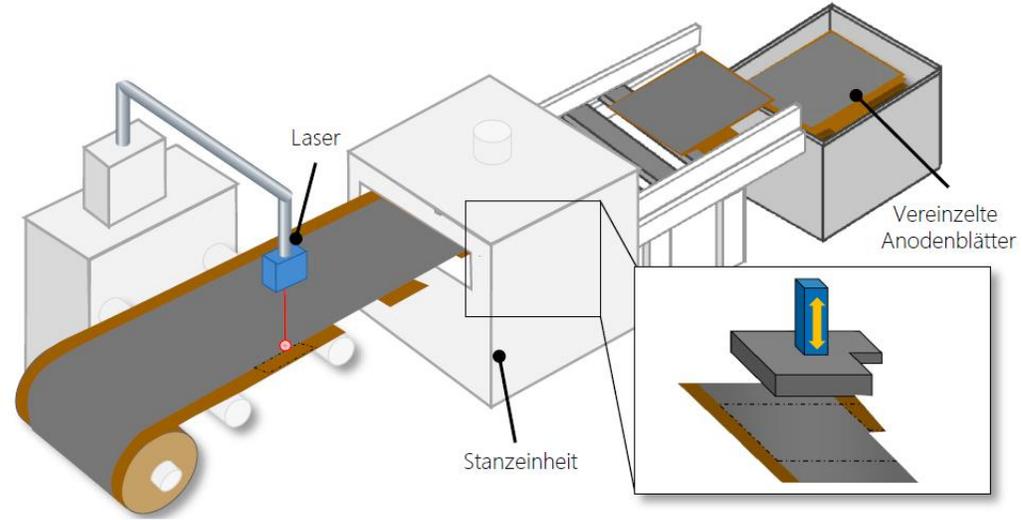
Kalandern



Slitting



Anschlussfahnen zuschneiden („Notching“)

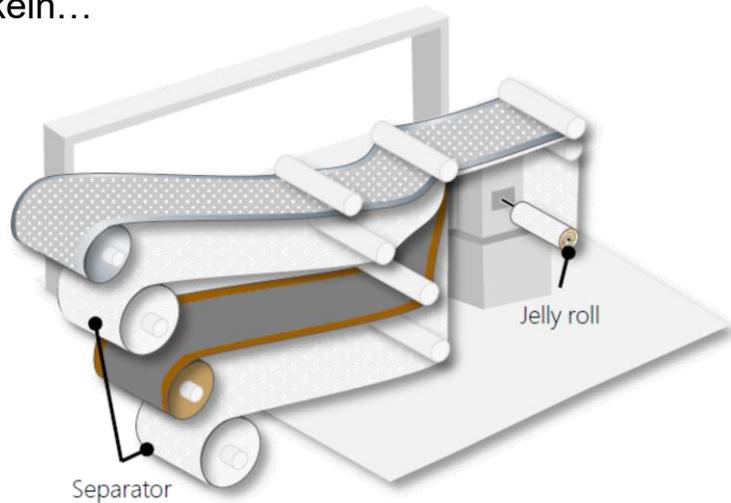


Quelle: PEM der RWTH Aachen, „Produktionsprozess einer Lithium-Ionen-Batteriezelle“, 4. Auflage

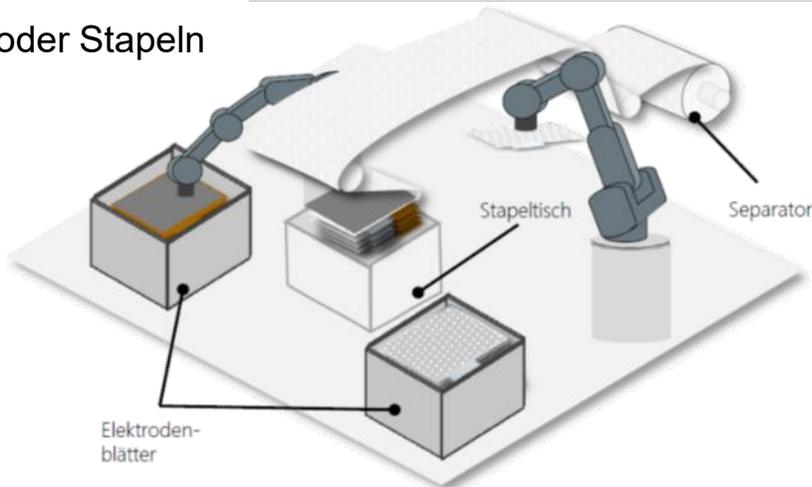
- Mechanische Bearbeitung der beschichteten Folien
- Abplatzungen und z.T. staubförmiger Abrieb
- Laserbearbeitung mit Absaugung

► Weitere Prozesse 2/2

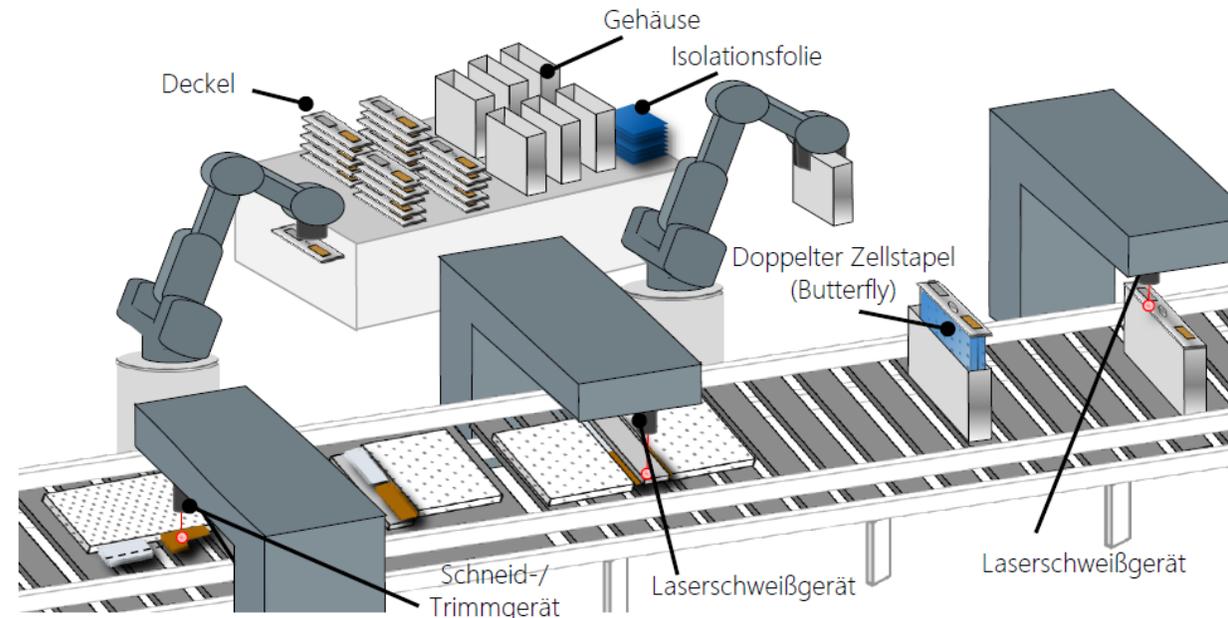
Wickeln...



...oder Stapeln



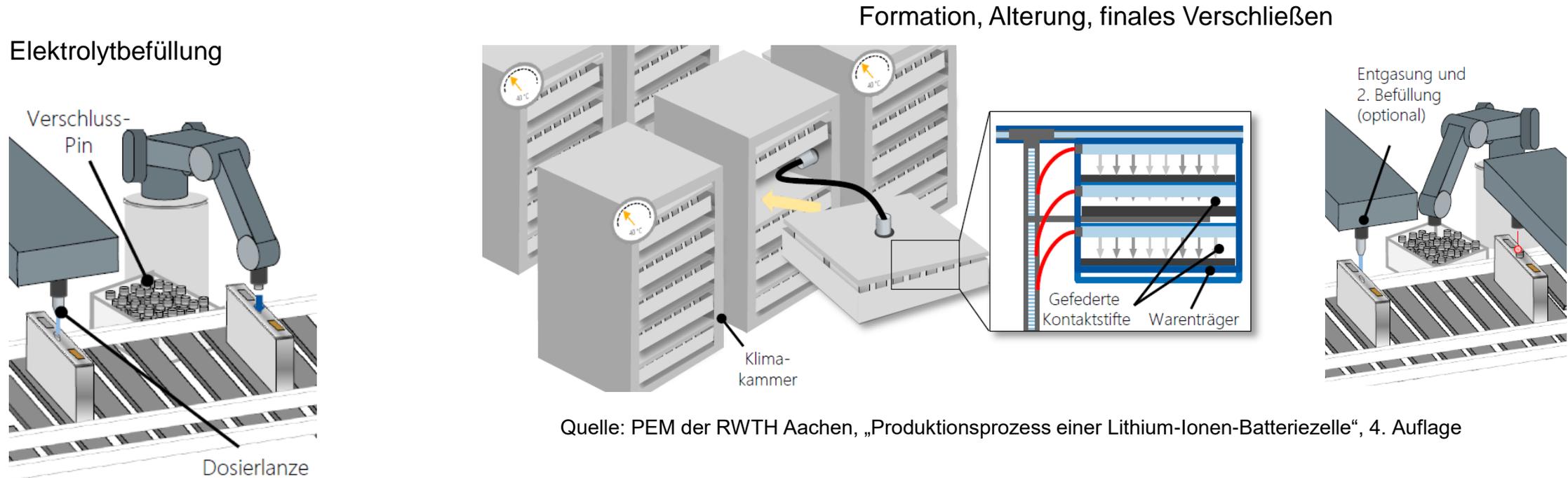
Zellassemblierung (prismatische Zelle)



Quelle: PEM der RWTH Aachen, „Produktionsprozess einer Lithium-Ionen-Batteriezelle“, 4. Auflage

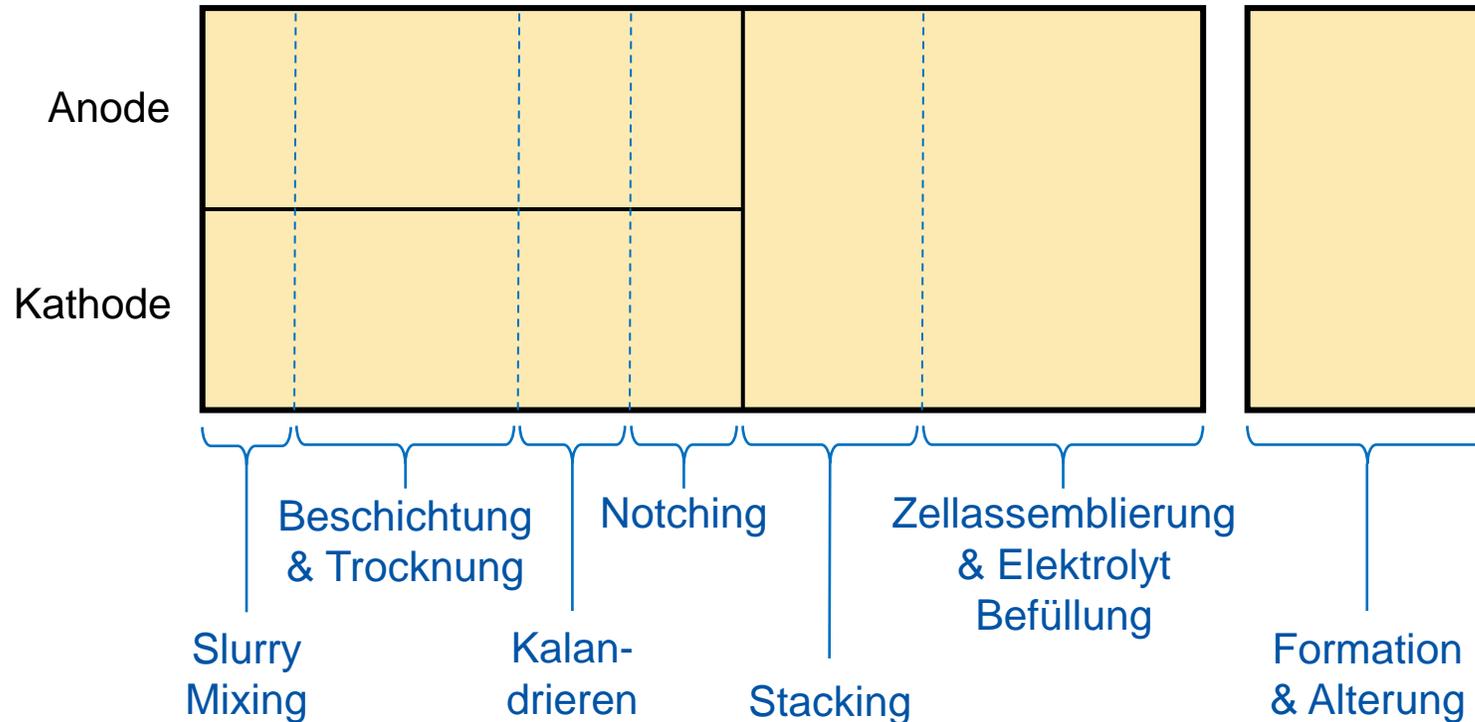
- Mechanische Bearbeitung der beschichteten Folien
- Abplatzungen und z.T. staubförmiger Abrieb
- Diverse Pick & Place Schritte sowie Prüfungen
- Laserbearbeitungen mit Absaugung (Gehäuse etc.)

► Fertigstellung der Zellen



- Elektrolyt enthält Lösemittel mit Flammpunkt $\approx 15^\circ\text{C}$
- Beim Entgasen Freiwerden z.T. brennbarer Bestandteile
- Zellen zum Altern für mehrere Tage eingelagert \Rightarrow große Brandlasten im Hochregal
- Latente Gefahr des „Thermal Runaway“ durch unerkannte Fehler (z.B. interner Kurzschluss)
- Zellen zunächst nur provisorisch verschlossen (nötig für Entgasen)

► Fabrikansicht



- Fabriken für Kapazität von z.B. 25 GWh/a haben Fläche von etwa 100m x 500m
- Aus Brandschutzgründen Gebäude für Formation und Alterung (F&A) meist abgesetzt

03

▶ Beschaffungsprozess

► Informationen zu relevanten Substanzen

- Maschinen werden einige Zeit vor Produktion spezifiziert
 - Batteriefertigung hinsichtlich Zellchemie relativ schnelllebig
 - Ungewissheit bzgl. tatsächlich zur späteren Produktion eingesetzter Substanzen
- Angaben zu Substanzen teilweise nicht belastbar
 - Informationen z.B. zu Pulvern wie Graphit variieren je nach Hersteller (auch bzgl. Korngröße etc.)
 - Übliche Unklarheiten bei Angaben im SDB
- Verwendung alternativer Substanzen
 - Auch nach Produktionsstart spätere Umstellungen der Zellchemie / Rezeptur wahrscheinlich
 - Eignung der Anlagen bzgl. ATEX dabei unklar



▶ Zusammenarbeit Hersteller ↔ Betreiber

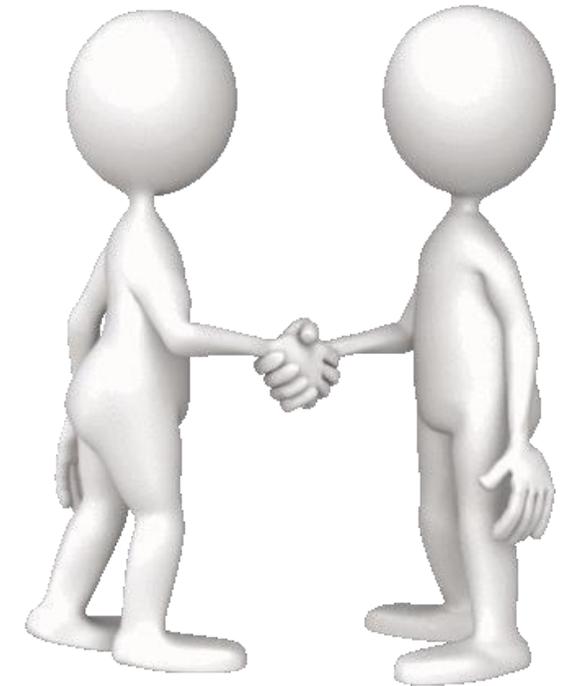
▶ Asiatische Maschinenhersteller

- Haben selbst Erfahrungen mit Betreibern v.a. in Asien
- Maschinen beruhen teils auf entsprechenden Vorschriften
- Auf den ersten Blick „mehr Sicherheit“ verbaut als nötig
- Bei näherem Hinsehen wird dieser Eindruck jedoch nicht bestätigt: z.B. Eignung verwendeter Sensoren fragwürdig

▶ Kulturelle Schwierigkeiten und Differenzen

▶ Herausforderungen beim Ex-Schutz

- Betreiberverantwortung bzgl. Ex-Schutz-Dokument
- Hersteller fertigt Anlagen mit Zonen in abgeschlossenen Räumen und ggf. auch außerhalb
- Einigung auf Ex-Zonen im Vorfeld zwingend erforderlich
- Abweichende Interessenlagen bzgl. Zoneneinteilung



04

▶ Zusammenfassung

▶ Zusammenfassung und Ausblick

- ▶ Sorgfältiger Beschaffungsprozess zwingend erforderlich
 - Möglichst detaillierte Spezifikation inkl. Normenreferenz etc.
 - Sichtung der Risikobeurteilung, ggf. Zündquellenbewertung und anderer Unterlagen bei Konstruktionsfreigabe
 - Besuch vor Ort zur Vorabnahme, gründliche Endabnahme
- ▶ Flexibilität
 - Versuch einer weitsichtigen und zukunftsicheren Planung
 - Gleichzeitig Vermeidung überzogener Zoneneinteilung und wartungsintensiver Zündschutzmaßnahmen usw.
- ▶ Weitere Entwicklungen
 - Aktuell (noch) Schwerpunkt bei Lithium-Ionen-Zellen (NMC)
 - Parallel läuft bereits z.T. Produktion von LFP-Zellen
 - Außerdem z.B. erhöhte Silizium-Anteile im Aktivmaterial
 - Weitere Trends sind Trockenbeschichtung (Wegfall Lösemittel bei Beschichtung), Natrium- oder Schwefel-basierte Zellen, ...



PILZ
THE SPIRIT OF

Wir
automatisieren.
Sicher.

PILZ
THE SPIRIT OF

Wir
automatisieren.
Sicher.

PILZ

THE SPIRIT OF SAFETY

PILZ