

---

---

# Lithium-Ionen Batteriezellproduktion Fertigen und Prüfen

27. testXpo  
Zwick GmbH & Co. KG

**Zwick / Roell**

Prof. Dr. Werner Schreiber

# Speicherung elektrischer Energie

- Wiederaufladbare Batteriezellen
- Grundlage für Speicherung elektrischer Energie
- Unterschiedliche chemische Systeme
  - Pb
  - Ni-Cd
  - NiMH
  - Li-Ionen
- Unterschiedliche Zellbauformen
- Unterschiedliche Zellverpackungen
- Unterschiedliche Zellgrößen



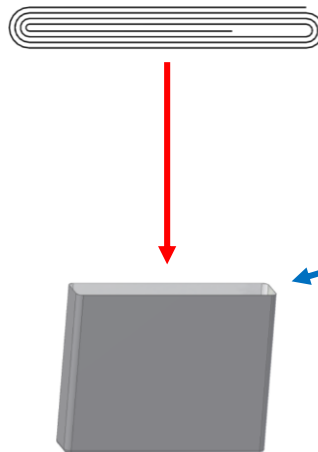
# Lithium-Ionen-Batteriezellen

## Zellbauformen und Zellverpackungen

### Zellbauform

#### Wickel

#### Stapel

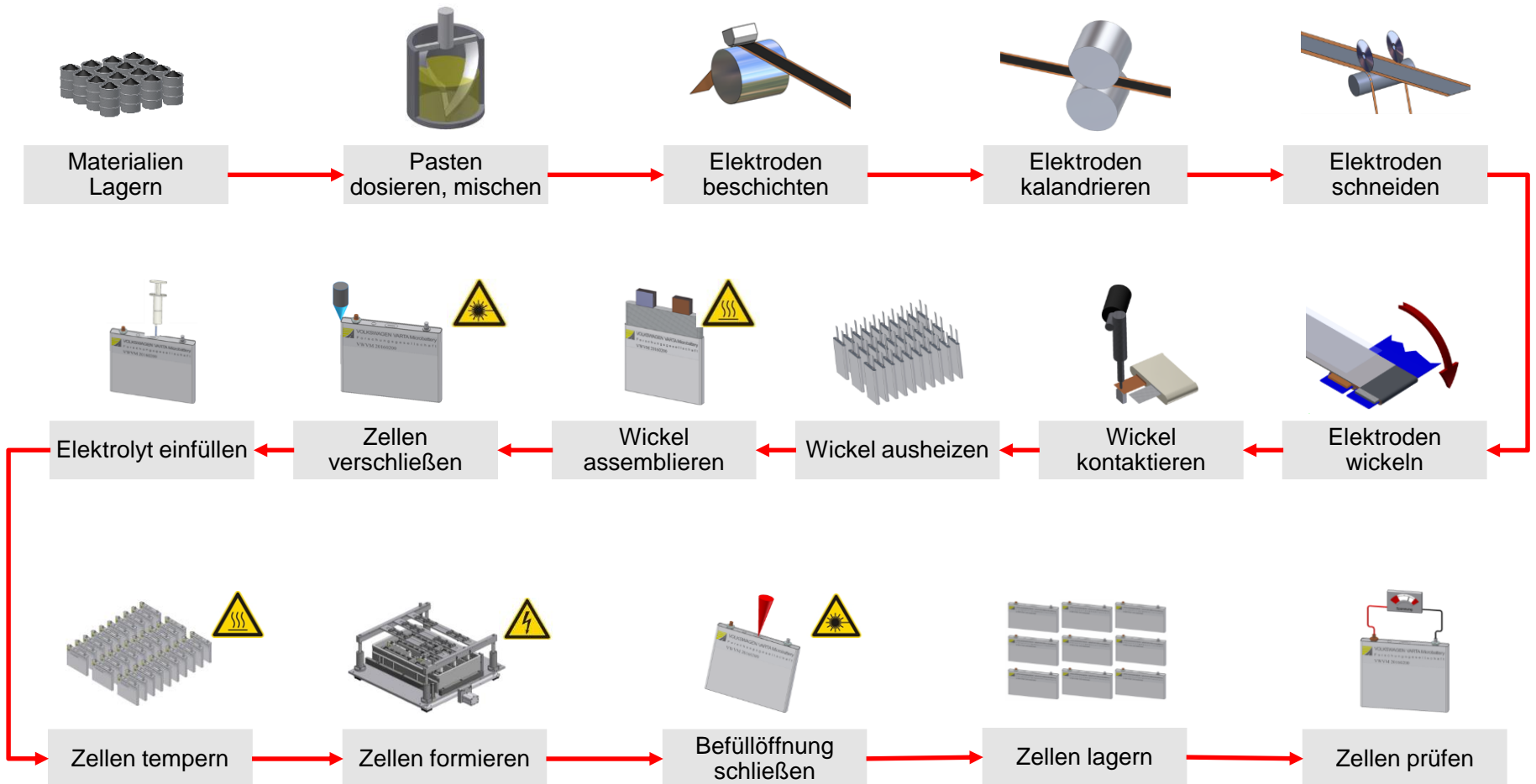


#### Hartgehäuse

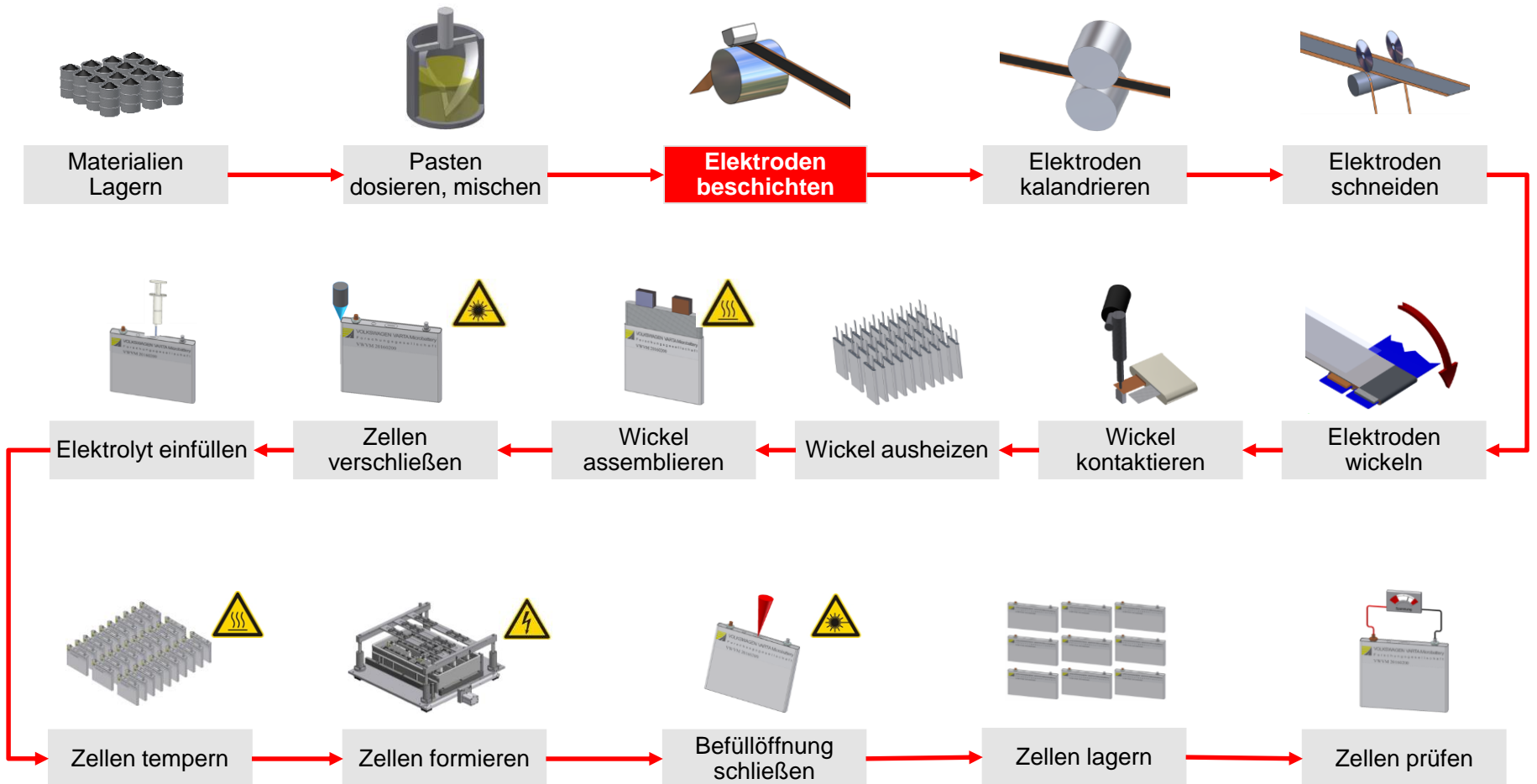
#### Verbundfoliengehäuse

### Zellverpackung

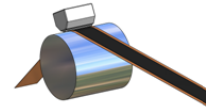
# Herstellprozess



# Herstellprozess

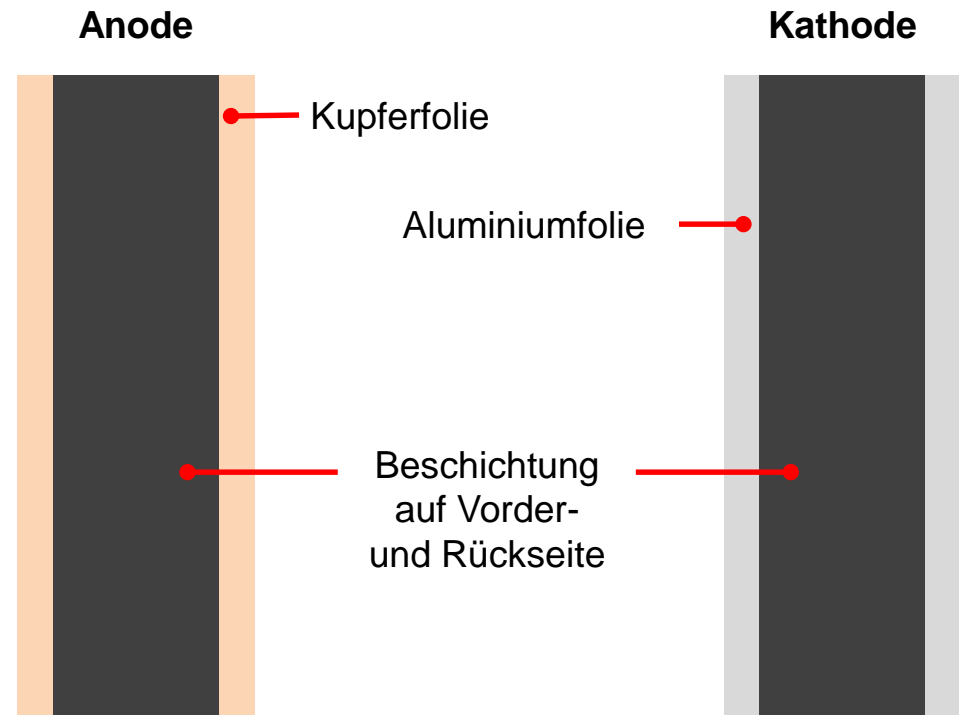


# Elektroden beschichten

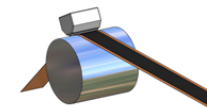


- Aufbringen der pastenförmigen Aktivmaterialien auf die elektrisch leitende Trägerfolie
- Dicke der Elektroden 6  $\mu\text{m}$  bis 20  $\mu\text{m}$
- Beschichtungsbreite bis zu 900 mm
- Beschichtungsgeschwindigkeit bis zu 80 m/min
- Beschichtungsdicke 50  $\mu\text{m}$  bis 150  $\mu\text{m}$  pro Seite
- Einstellen des konstanten Flächengewichts
- Trocknen der aufgetragenen Pasten
- Entfernen des Lösungsmittels im Trockner
- Rolle zu Rolle Prozess

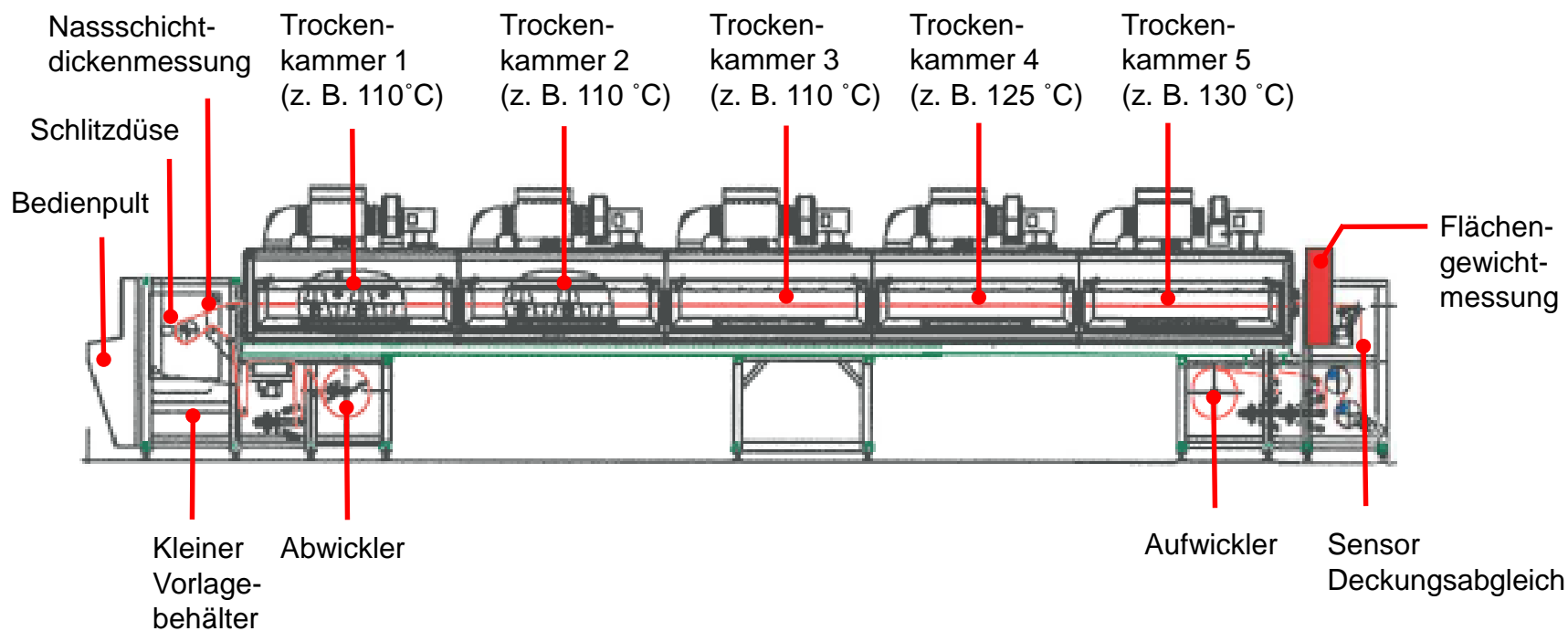
## Elektroden



# Elektroden beschichten kleine Beschichtungsanlage

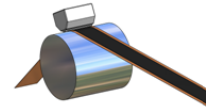


## Einseitige Beschichtung

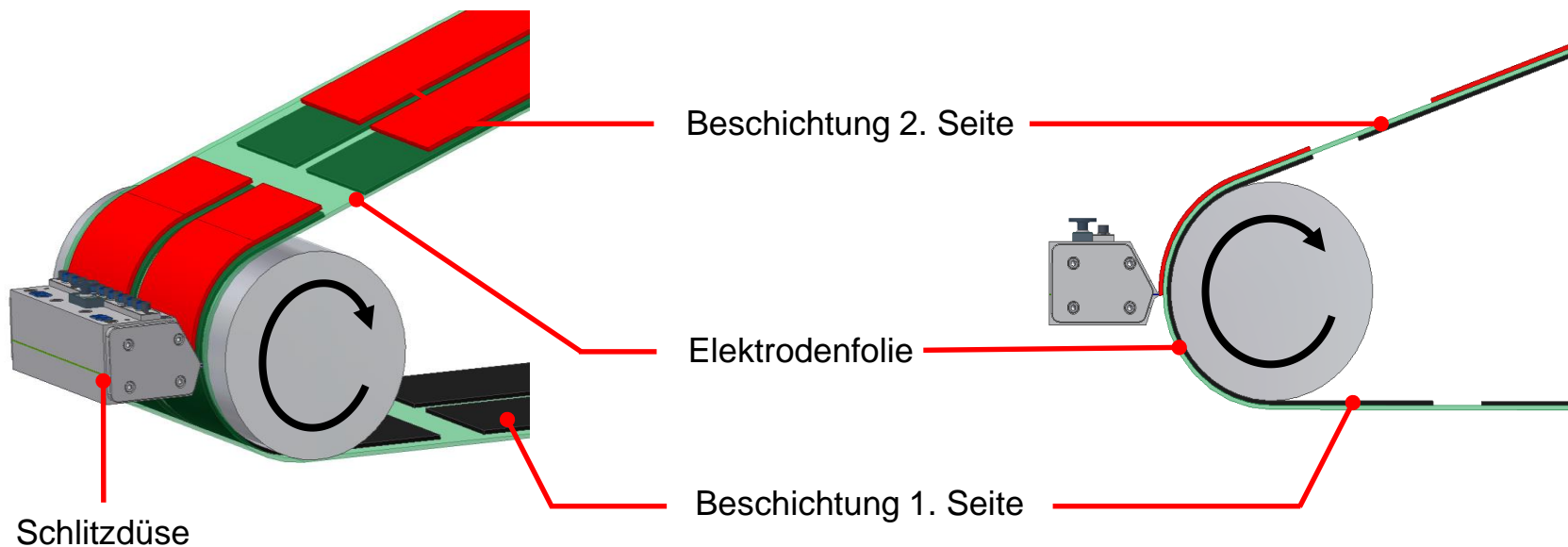


# Elektroden beschichten

## kontinuierlich / intermittierend



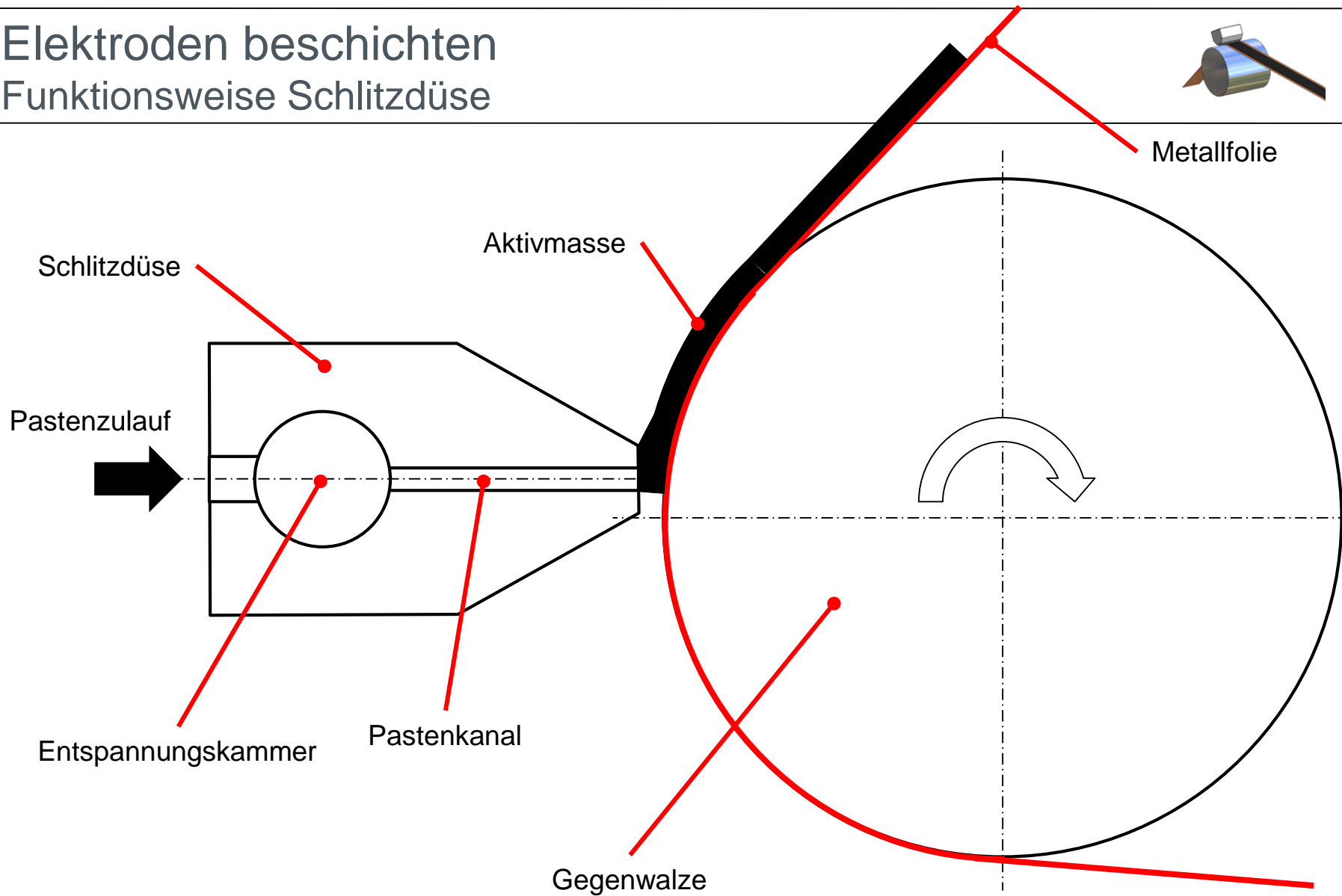
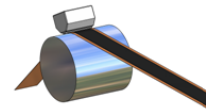
- Bei kontinuierlicher Beschichtung gibt es keine Unterbrechung des Pastenauftrags
- Bei intermittierender Beschichtung ist der Pastenauftrag unterbrochen





# Elektroden beschichten

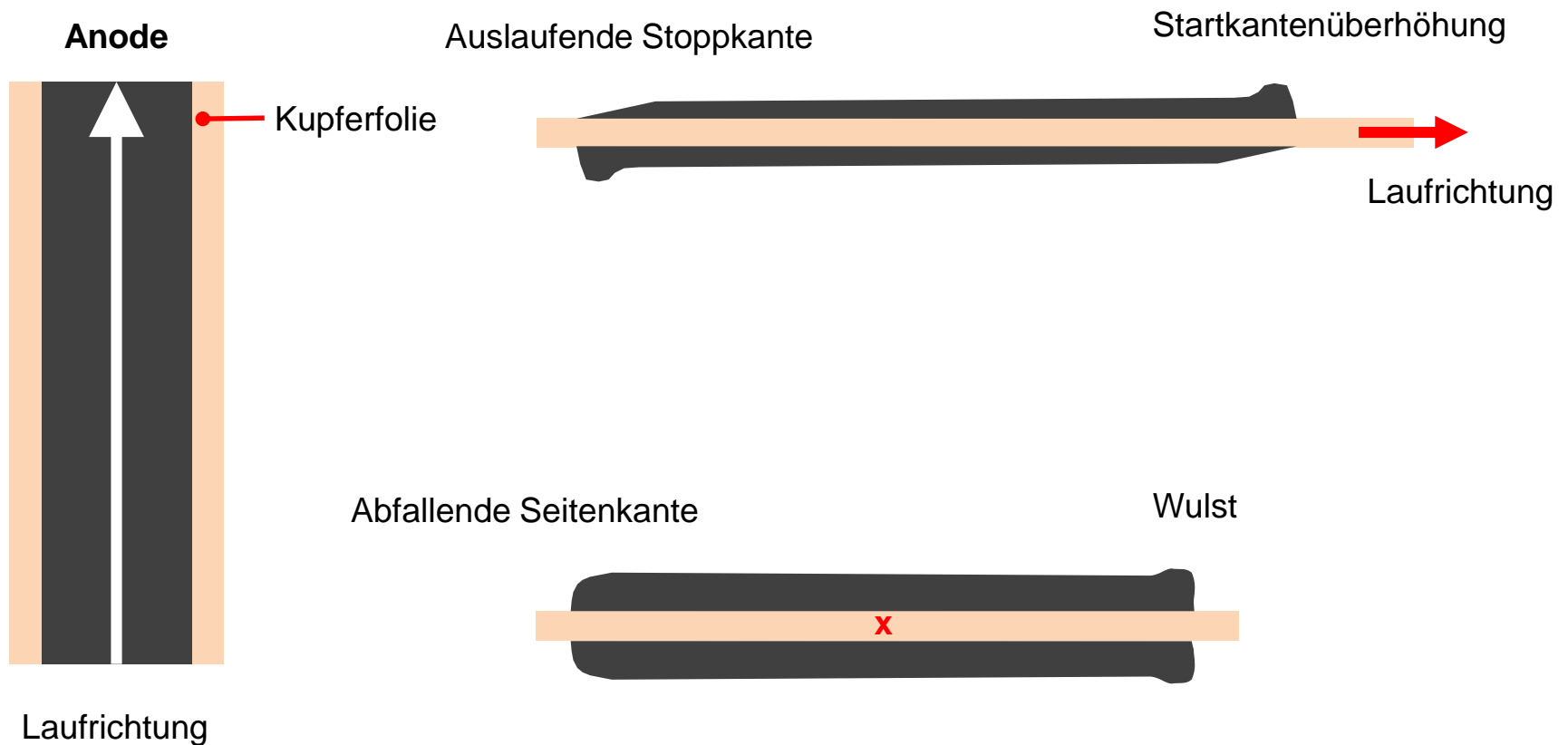
## Funktionsweise Schlitzdüse



# Elektroden beschichten

## Gütekriterien

Flächengewicht = Gewicht der Aktivmasse bezogen auf eine definierte Fläche

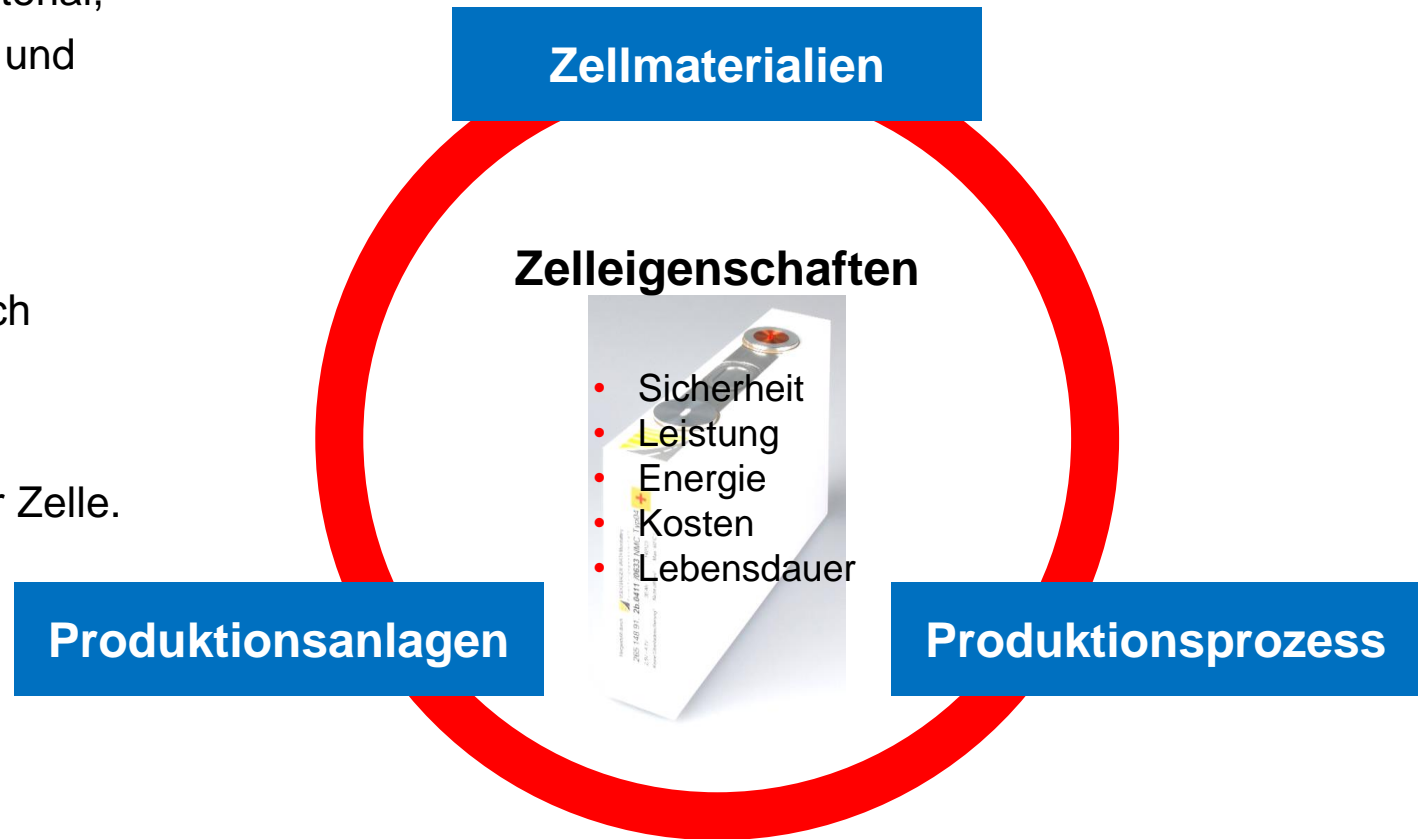


# Dreieck der Abhängigkeiten

## Abhängigkeiten in der Batteriezelle

Die Faktoren Zellmaterial,  
Produktionsanlagen und  
Prozess...

- ...bedingen sich gegenseitig.
- ...beeinflussen sich gegenseitig.
- ...bestimmen die Eigenschaften der Zelle.



---

# Test von Lithium-Ionen Batteriezellen

---

A-Muster (Funktionsmuster), B-Muster (Prototyp)

## **Zyklentest** bei

- unterschiedlichen Temperaturen
- unterschiedlichen Lade- und Entladeströmen, auch Profile (z.B. Fahrprofil, Kaltstarttest)
- unterschiedlichen Ladezuständen

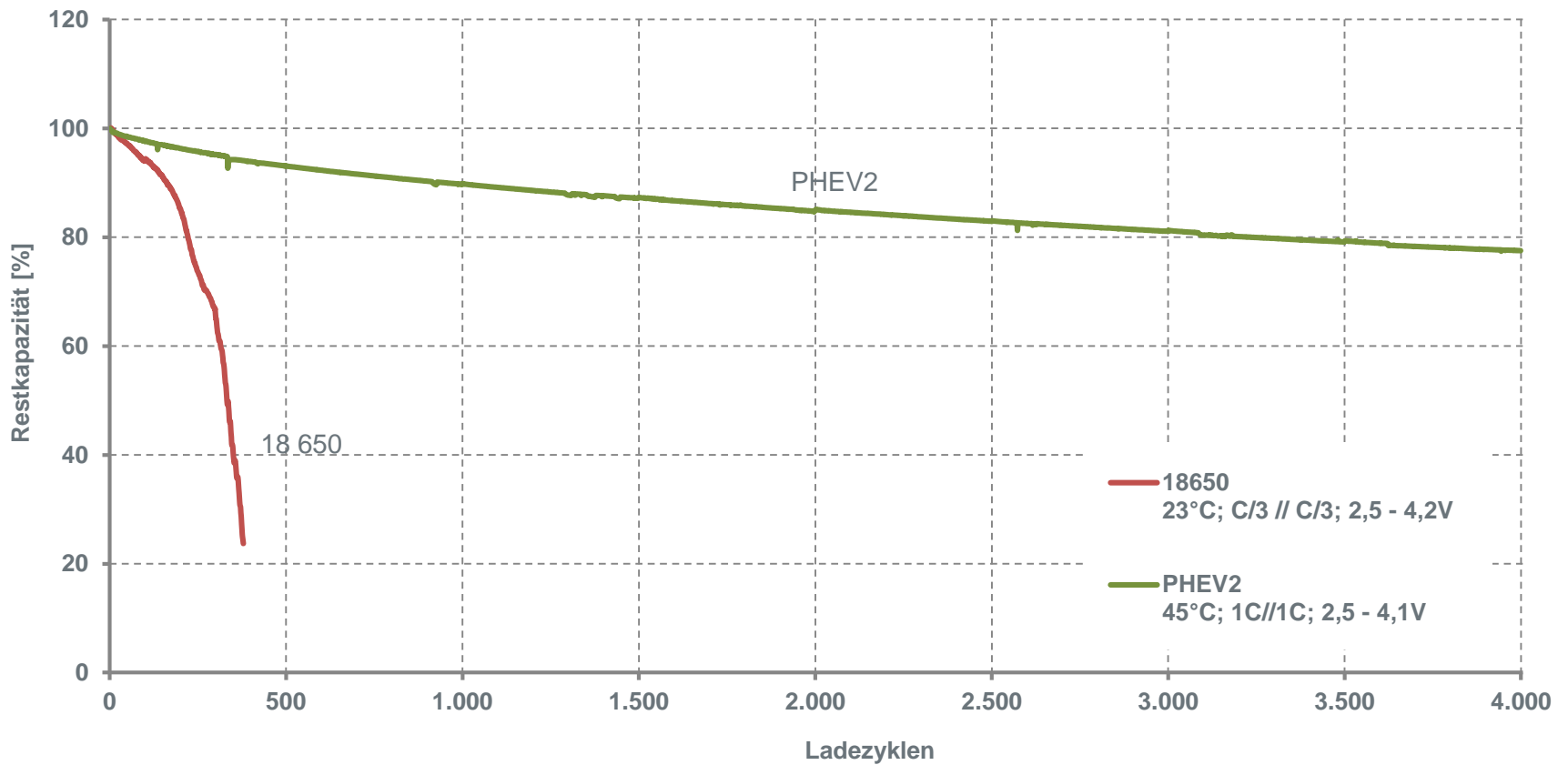
**Lagertests** bei unterschiedlichen Temperaturen

## **Sicherheitstests**

Tests zur Ermittlung des Verhaltens der Batteriezellen bei Missbrauch oder Unfällen

- Nageltest
- Überladetest
- Kurzschlussstest
- Temperaturstabilitätstest

# Lebensdauer, Zyklenfestigkeit



# Sicherheitstests

## A-Muster

Tests zur Ermittlung des Verhaltens der Batteriezellen bei Missbrauch oder Unfällen

- Nageltest
  - Überladetest
  - Kurzschlussstest
  - Temperaturstabilitätstest
  - Vibrationstest
- 
- Ergebnis  
besser als Hazard Level 4



# EUCAR Hazard Levels und Beschreibung

Hazard Level	Beschreibung	Einstufungskriterien und Effekte
0	Kein Effekt	Kein Effekt; keine Beeinträchtigung der Funktionalität; keine Veränderung des äußeren Erscheinungsbildes
1	Passive Sicherheitsvorrichtungen lösen aus	Keine Beschädigung; kein Leck; kein Gasaustritt; kein Brand oder keine Flamme; kein Bersten; keine Explosion; keine exotherme Reaktion oder „Thermal Runaway“: Zellbeschädigung reversibel; Reparatur der Sicherheitseinrichtung erforderlich.
2	Defekt / Beschädigung	Kein Leck; kein Gasaustritt; kein Brand oder keine Flamme; kein Bersten, keine Explosion; keine exotherme Reaktion oder „Thermal Runaway“; Zelle irreversibel beschädigt
3	Leckage, Masseverlust < 50% des Elektrolytgewichts	Kein Gasaustritt, kein Brand oder keine Flamme, kein Rauchaustritt, Öffnung der Zelle; keine Explosion; Gewichtsverlust < 50% des Elektrolytgewichts (Elektrolyt = Lösungsmittel + Salz)
4	Gasaustritt, Masseverlust ≥ 50% des Elektrolytgewichts	Gas- oder Rauchaustritt (Partikel der aktiven Masse); kein Brand oder keine Flamme; Öffnung der Zelle; keine Explosion; Gewichtsverlust ≥ 50% des Elektrolytgewichts (Elektrolyt = Lösungsmittel + Salz)
5	Flamme/n oder Brand	Kein Bersten; keine Explosion (d.h. keine wegfliegenden Teile)
6	Bersten	Keine Explosion; unkontrollierte Öffnung der Zelle; Austrag von Teilen der aktiven Masse
7	Explosion	Explosion (d.h. schlagartige Zerlegung der Zelle bzw. des Moduls)

From: SAND2005-3123; D. H. Doughty and C. C. Crafts; FreedomCAR Electrical Energy Storage System Abuse Test Manual for Electric and Hybrid Electric Vehicle Applications; Sandia National Laboratories; Albuquerque, New Mexico (2006).

# Lithium-Ionen Batteriezellproduktion

## Lithium-Ionen Batteriezellen

- sind hoch komplexe mechanische, chemische Systeme
- können heftig reagieren
- erfordern bei der Produktion höchste Präzision, Sauberkeit
- erfordern bei der Produktion eine Vielzahl von Messgrößen zur Sicherstellung der Qualität



**Ich danke Ihnen für Ihre Aufmerksamkeit**