

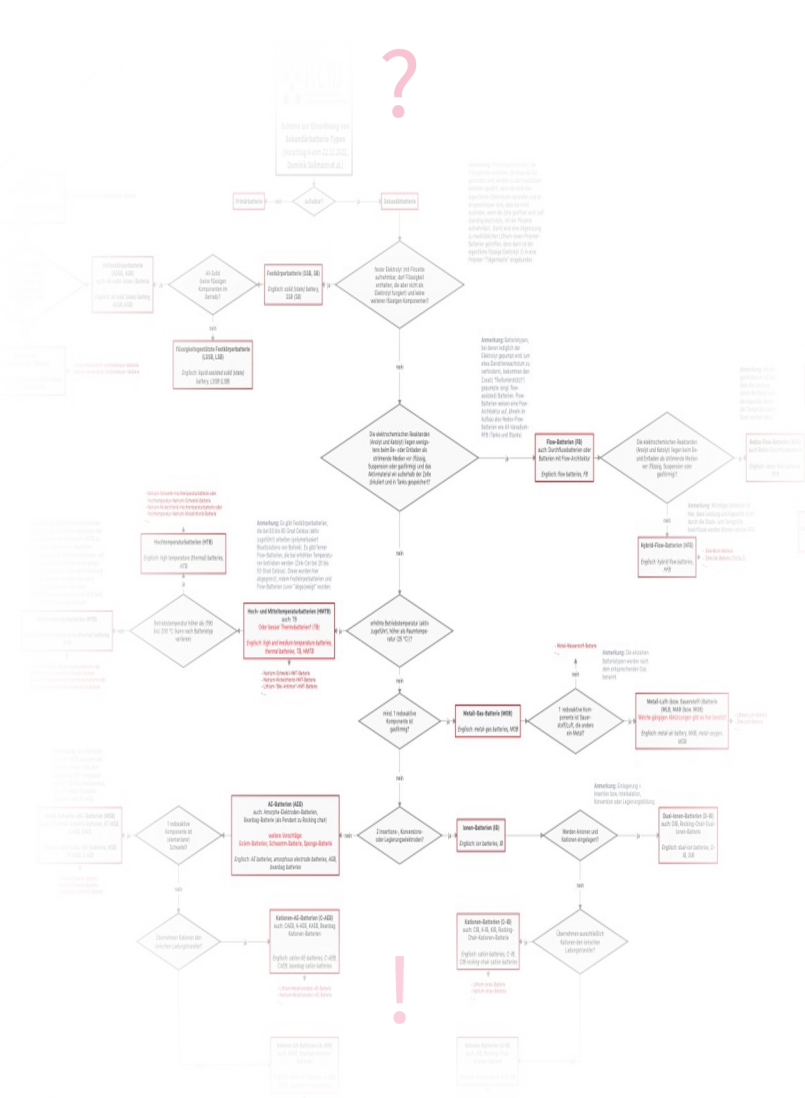
# Beispiel-Einordnungen

nach dem

**Schema zur Einordnung von Sekundärbatterie-Typen**  
in der Version vom 20.03.2023, KLiB (Dominik Sollmann et al.)



Download des Schemas unter  
[www.batterieforum-deutschland.de](http://www.batterieforum-deutschland.de)



Nils Wulfes, Dominik Sollmann (KLiB e.V.)

Seite 3) Natrium-Schwefel-Hochtemperaturbatterie

Seite 4) Natrium-Nickelchlorid-Hochtemperaturbatterie

Seite 5) Brom-Zink-Hybrid-Flow-Batterie

Seite 6) Cer-Zink-Hybrid-Flow-Batterie

Seite 7) Vanadiumpentoxid-Graphit-Kalium-Ionen-Batterie

Seite 8) Graphit-Zink-Dual-Ionen-Batterie

Seite 9)  $\text{BiF}_3\text{-BiSnF}_4\text{-Zn}$ -Fluoridionen-ASSB

Seite 10) Wässrige NVP-Natrium-Ionen-Batterie

Seite 11) Wässrige Manganoxid-Zinkmetall-AE-Batterie

Seite 12) LFP-PEO-Lithiummetall-ASSB

Seite 13) NMC811-Graphit/ $\text{SiO}_x$ -Lithium-Ionen-Batterie

Seite 14) Oxidische NMC811-Gr/ $\text{SiO}_x$ -Lithium-Ionen-LSSB

Literaturbezeichnungen:  
Natrium-beta Batterie, Na/S, Natrium-Sulfur, NaS

Anode:	Elektrolyt:	Kathode:
Na (l)	$\beta$ “-Al <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (s)	S (s,l)
$\text{Na}_2\text{S}_x \rightleftharpoons 2 \text{Na} + x\text{S}$		
Kein Aktivmaterial außerhalb der Zelle		Aktive Komponenten liegen im Betrieb flüssig vor
$T_{\text{Batterie}} = 290 - 390 \text{ }^\circ\text{C}$		

Quelle: [WikiCommons](#)



[Weitere Infos](#)

Typ

**Hochtemperaturbatterie**

Bezeichnung

Natrium-Schwefel-Hochtemperaturbatterie

Literaturbezeichnungen:  
Natrium-beta Batterie, Na/NiCl<sub>2</sub>, ZEBRA-Batterie

Anode:	Elektrolyt:	Kathode:
Na (l)	β"-Al <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (s)	NiCl <sub>2</sub> (l)
$NiCl_2 + 2 Na \rightleftharpoons 2 NaCl + Ni$		
Kein Aktivmaterial außerhalb der Zelle		Aktive Komponenten liegen im Betrieb fest oder flüssig vor
$T_{\text{Batterie}} = 220 - 450 \text{ } ^\circ\text{C}$		Quelle: <a href="#">WikiCommons</a>



[Weitere Infos](#)



Typ

**Hochtemperaturbatterie**

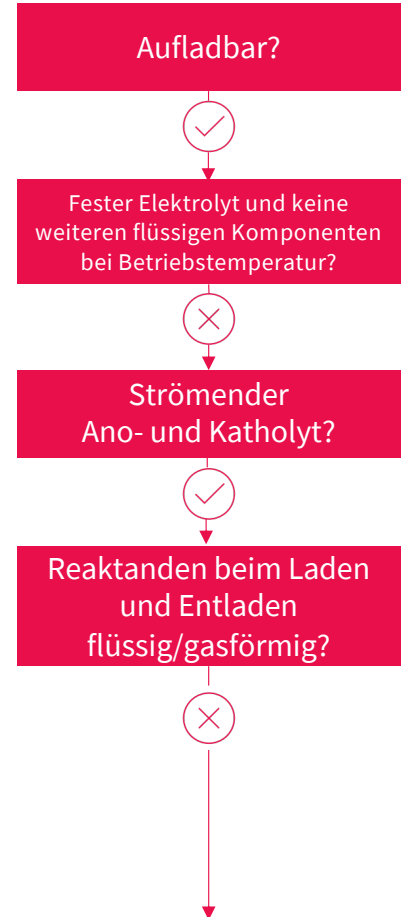
Bezeichnung

Natrium-Nickelchlorid-Hochtemperatur-Batterie

Literaturbezeichnungen:  
Zink-Brom, Zn/Br<sub>2</sub>

Anode:  Br <sub>2</sub> (aq.)	Elektrolyt enthält:  ZnBr <sub>2</sub> , ZnCl <sub>2</sub> , Br <sub>2</sub> , C <sub>7</sub> H <sub>16</sub> BrN	Kathode:  Zn (s)
$Br_2(aq.) + Zn(s) \rightleftharpoons Zn^{2+}(aq.) + 2 Br^-(aq.)$		
Flow-Architektur (Aktivmaterial wird außerhalb der Zelle zirkuliert und in Tanks gespeichert)		Aktive Komponenten liegen im Betrieb fest oder flüssig vor
$T_{\text{Batterie}} = T_{\text{Umgebung}}$		Anolyt und Katolyt liegen wenigstens beim Be- oder Entladen, nicht aber bei beiden Vorgängen als strömende Medien vor (flüssig, Suspension oder gasförmig)

Quelle: Redox-Flow-Batterien, Kurzweil et al., 2016



Weitere Infos

Typ

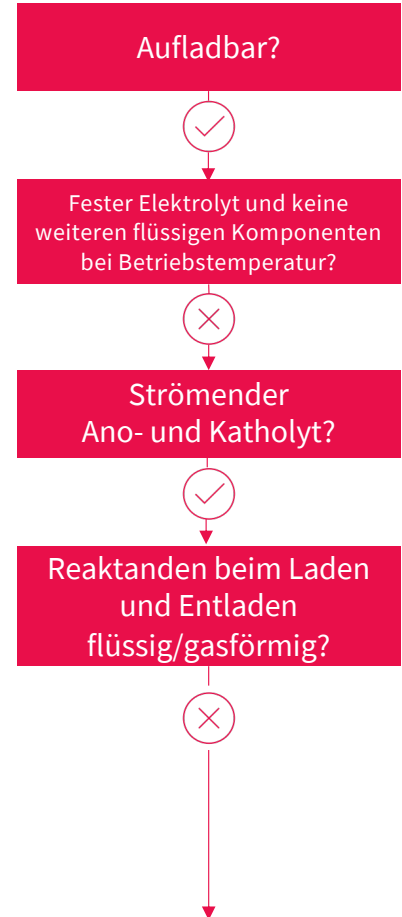
**Hybrid-Flow-Batterie**

Bezeichnung

Brom-Zink-Hybrid-Flow-Batterie

Literaturbezeichnungen:  
Zink-Cerium, Zn/Ce<sub>2</sub>, Zink-Cer-Batterie

Anode: Ce <sup>3+/4+</sup> <sub>(aq.)</sub>	Elektrolyt: Methansulfonsäure (CH <sub>3</sub> SO <sub>3</sub> H)	Kathode: Zn <sub>(s)</sub>
$2 \text{Ce}^{4+}(\text{aq.}) + \text{Zn}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+}(\text{aq.}) + 2 \text{Ce}^{3+}(\text{aq.})$		
Flow-Architektur (Aktivmaterial wird außerhalb der Zelle zirkuliert und in Tanks gespeichert)	<p>Diagram of the Divided Zinc-Cerium Flow Battery</p> <p>Quelle: <a href="#">WikiCommons</a></p>	<p>Aktive Komponenten liegen im Betrieb fest oder flüssig vor</p> <p>Anolyt und Katolyt liegen wenigstens beim Be- oder Entladen, nicht aber bei beiden Vorgängen als strömende Medien vor (flüssig, Suspension oder gasförmig)</p>
$T_{\text{Batterie}} = T_{\text{Umgebung}}$		



[Weitere Infos](#)

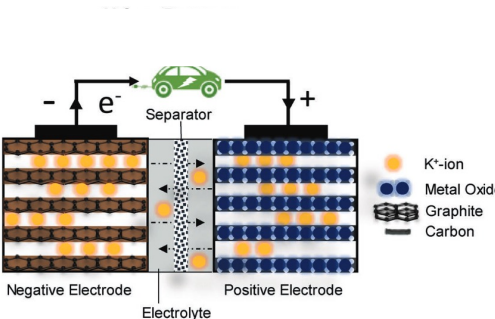
Typ

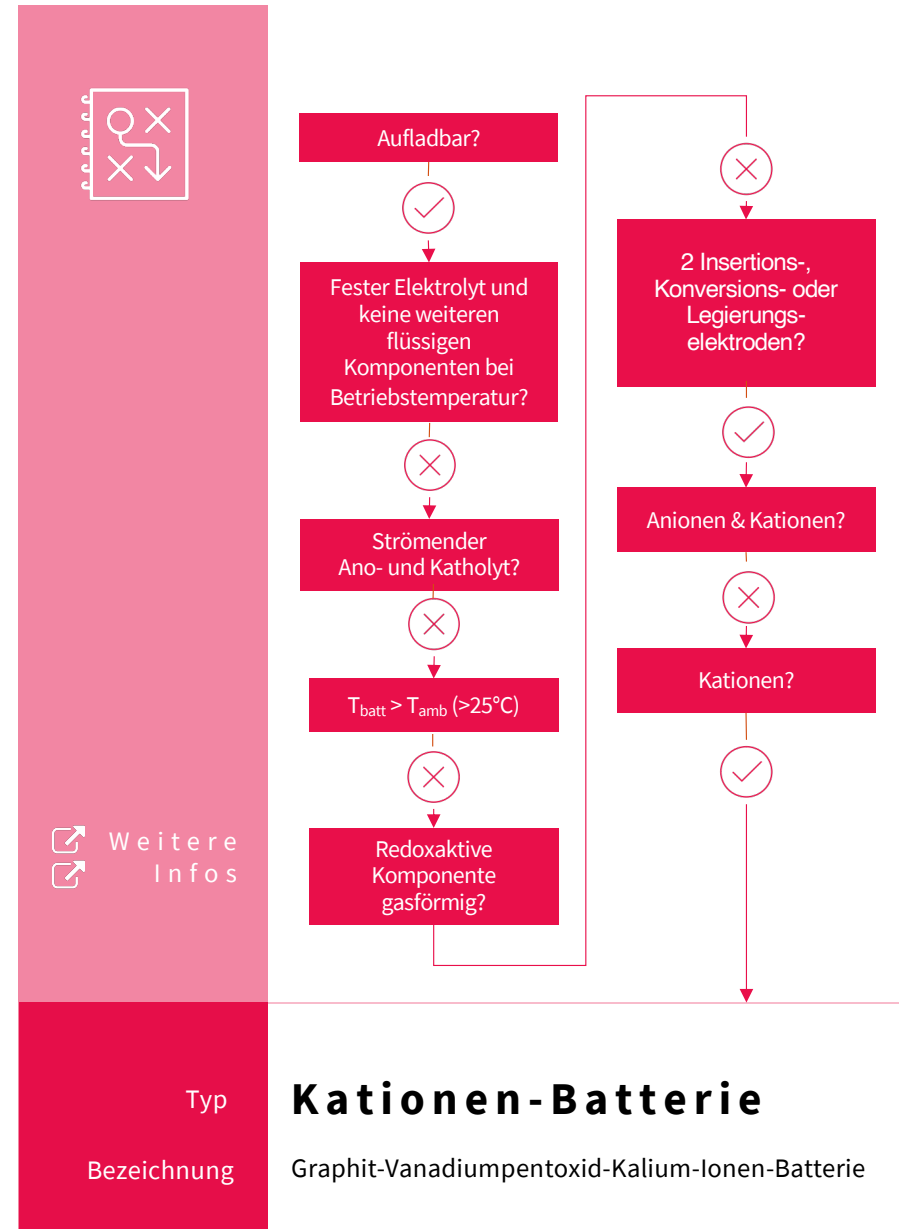
**Hybrid-Flow-Batterie**

Bezeichnung

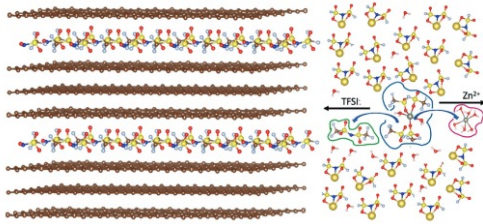
Cer-Zink-Hybrid-Flow-Batterie

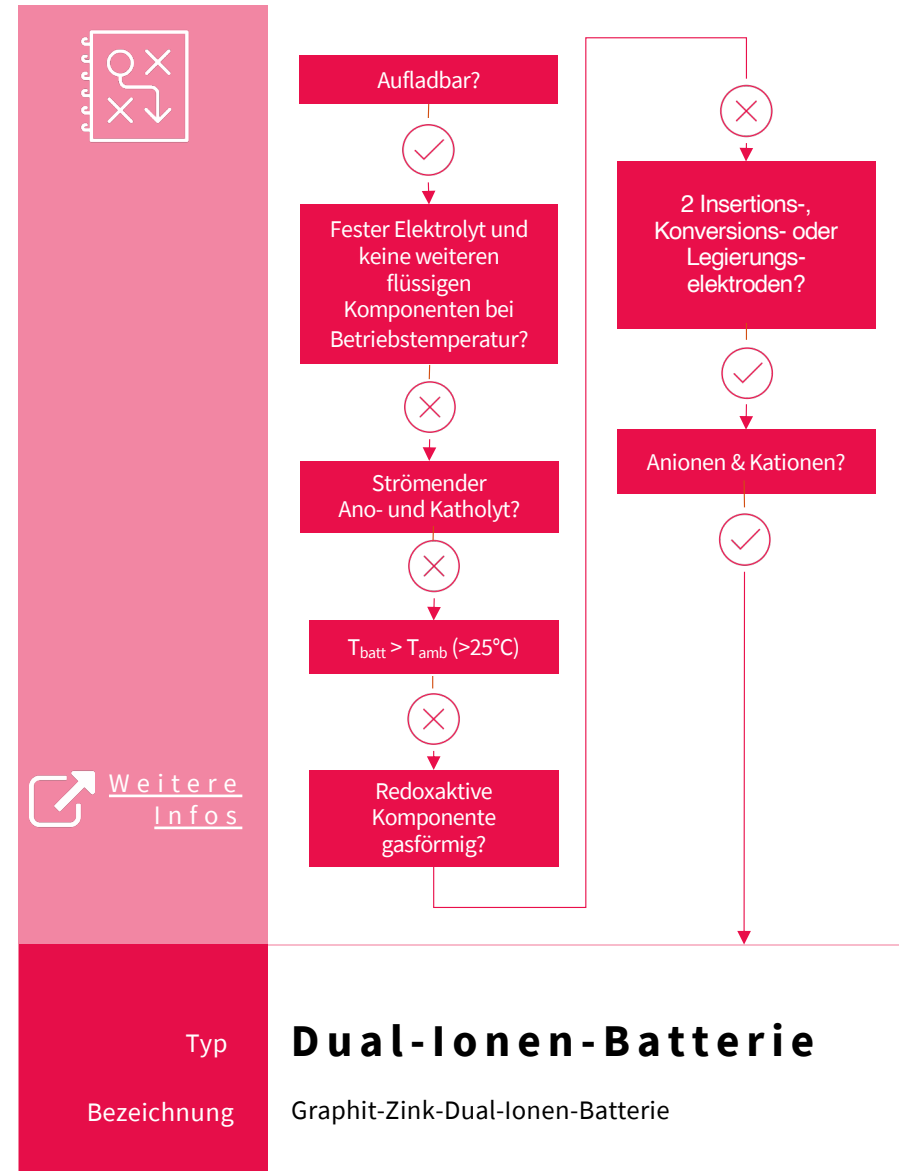
Literaturbezeichnungen:  
K-Vanadium Pentoxide, K/V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

Anode: Graphit/K <sub>(s)</sub>	Elektrolyt: KPF <sub>6</sub> /PC	Kathode: V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (s)
Kationen: K <sup>+</sup>		
Kein Aktivmaterial außerhalb der Zelle		Aktive Komponenten liegen im Betrieb fest oder flüssig vor
$T_{\text{Batterie}} = T_{\text{Umgebung}}$		
Quelle: <a href="#">Hwang et al., 2018</a>		



Literaturbezeichnungen:  
Graphit-Zink, GZn, Graphite || Zn Metall Dual-Ion Batterie

Anode:  Zn <sub>(s)</sub>	Elektrolyt:  „water-in-bisalt“	Kathode:  Graphit <sub>(s)</sub>
Anionen: TFSI <sup>-</sup> /FSI <sup>-</sup>    Kationen: Na <sup>+</sup> and Zn <sup>2+</sup>		
Kein Aktivmaterial außerhalb der Zelle		Aktive Komponenten liegen im Betrieb fest oder flüssig vor
$T_{\text{Batterie}} = T_{\text{Umgebung}}$		
Quelle: <a href="#">Rodríguez-Pérez et al., 2020</a>		



[Weitere Infos](#)



Literaturbezeichnungen:  
Raumtemperatur-Fluorid-Ionen-(FIB)-Batterie, F/Zn or Sn

Anode: Zn or Sn (s)	Elektrolyt: Tetragonal BaSnF <sub>4</sub> (s)	Kathode: BiF <sub>3</sub> (s)
Anionen: F <sup>-</sup>		
Kein Aktivmaterial außerhalb der Zelle		Alle Komponenten liegen im Betrieb fest vor
$T_{\text{Batterie}} = 25^{\circ}\text{C}, 60^{\circ}\text{C}, 100^{\circ}\text{C}, 150^{\circ}\text{C}$		

Quelle: [Mohammad et al., 2018](#)



[Weitere Infos](#)

Typ

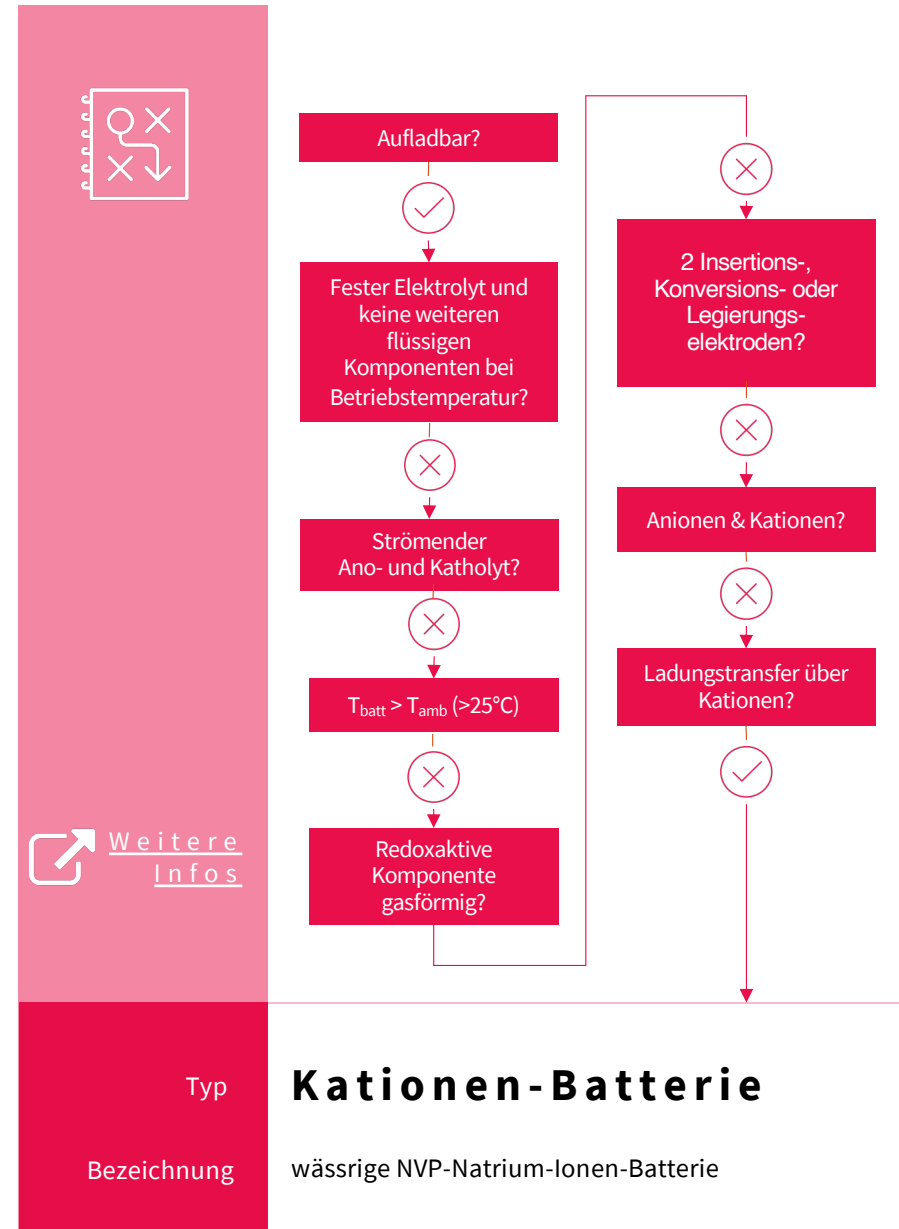
**Dickschicht-Vollfestkörperbatterie**

Bezeichnung

BiF<sub>3</sub>-BiSnF<sub>4</sub>-Zn-Fluoridionen-AS(S)B  
BiF<sub>3</sub>-BiSnF<sub>4</sub>-Sn-Fluoridionen-AS(S)B

Literaturbezeichnungen:  
Wässrige  $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ -Natrium-Ionen-Batterie

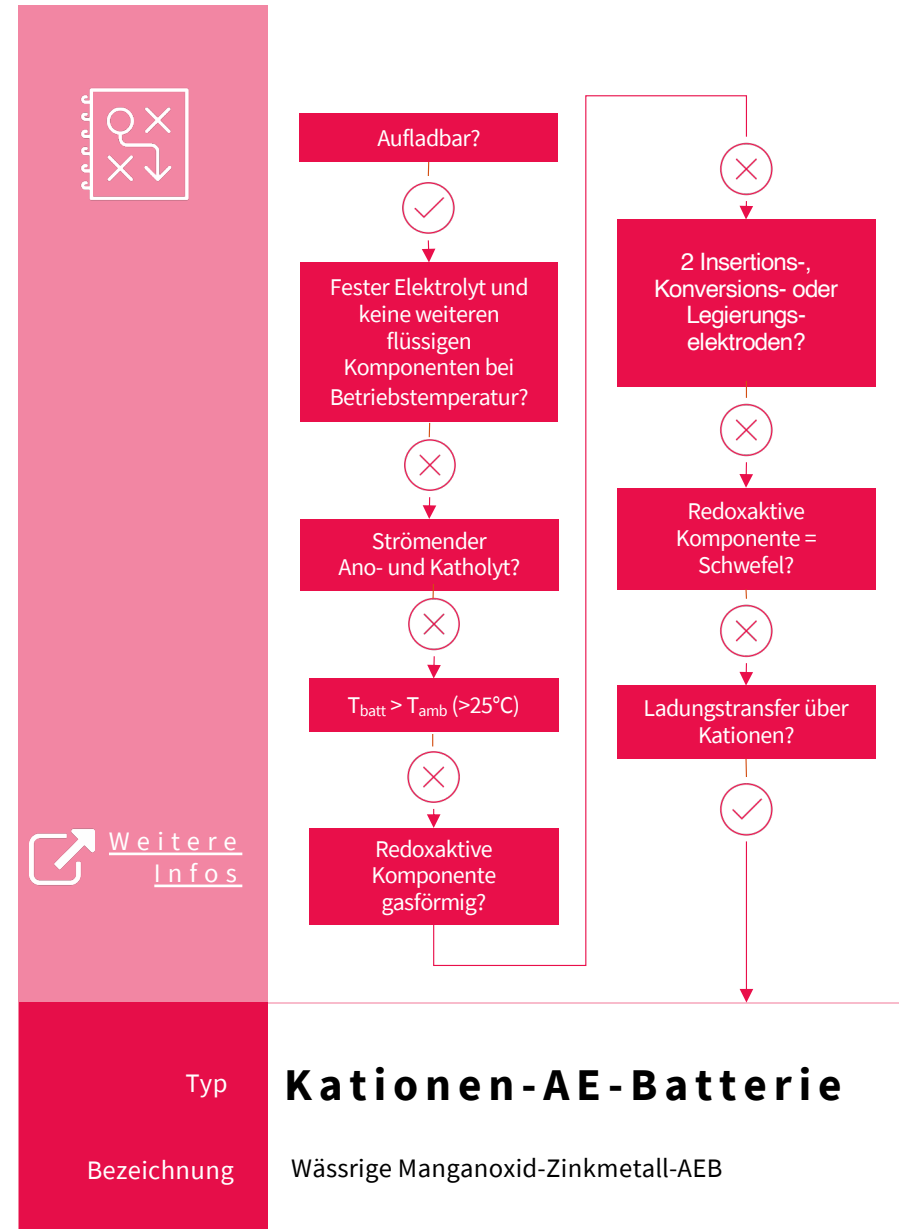
Anode: $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ (s)	Elektrolyt: $\text{NaClO}_4$ (aq.), $\text{NaOTf}$ (aq.)	Kathode: $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ (s)
Kationen: $\text{Na}^+$		
Kein Aktivmaterial außerhalb der Zelle		Active Komponenten liegen im Betrieb fest oder flüssig vor
$T_{\text{Batterie}} = T_{\text{Umgebung}}$		
Quelle: Jin et al., 2021		



Literaturbezeichnung:  
Wässrige Zink-Ionen-Batterie (ZIB)

Anode:	Elektrolyt:	Kathode:
Zn (s)	ZnSO <sub>4</sub> (aq.)	α/δ-MnO <sub>2</sub> (s)
Kein Aktivmaterial außerhalb der Zelle		Aktive Komponenten liegen im Betrieb fest oder flüssig vor
$T_{\text{Batterie}} = T_{\text{Umgebung}}$		

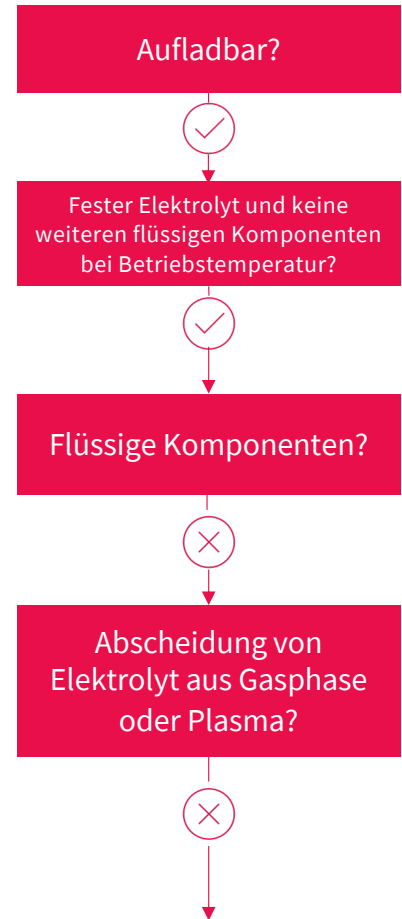
Quelle: Dechema., 2021



Literaturbezeichnungen:  
LMP, solid-state Lithium Metal Polymer Battery

Anode:	Elektrolyt:	Kathode:
$\text{Li}_{(s)}$	PEO + Li-Salze $_{(s)}$	$\text{LiFePO}_4_{(s)}$
Kationen: $\text{Li}^+$		
Kein Aktivmaterial außerhalb der Zelle		Aktive Komponenten liegen im Betrieb fest
$T_{\text{Batterie}} = 60^\circ\text{C}$ $>$ $T_{\text{Umgebung}} = 25^\circ\text{C}$		PEO-basierter Festkörperelektrolyt mit Lithium-Leitsalz, keine flüssigen Komponenten

Quelle: [Inside EVs., 2021](#)



[Weitere Infos](#)

Typ

**Dickschicht-Vollfestkörperbatterie**

Bezeichnung

LFP-PEO-Lithiummetall-AS(S)B

Literaturbezeichnung:  
Lithium-Ionen-Batterie, Gr/Si || NCM(811)

Anode:	Elektrolyt:	Kathode:
Gr/SiO <sub>x(s)</sub>	LiPF <sub>6</sub> in EC/DMC	NMC 811 <sub>(s)</sub>
Kationen: Li <sup>+</sup>		
Kein Aktivmaterial außerhalb der Zelle		Aktive Komponenten liegen im Betrieb fest oder flüssig vor
T <sub>Batterie</sub> = T <sub>Umgebung</sub>	Quelle: Hitachi 2014	



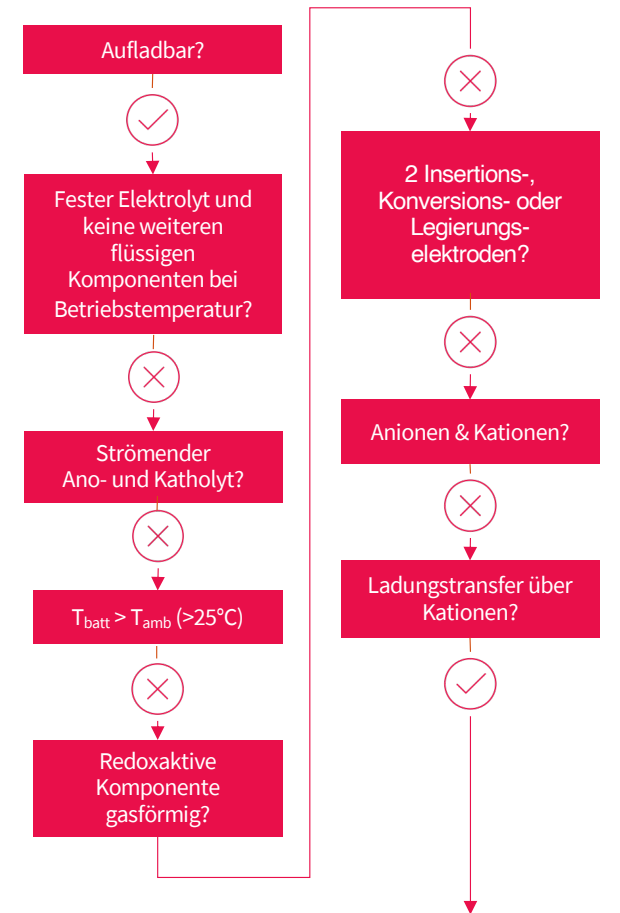
Weitere Infos

Typ

**Kationen-Batterie**

Bezeichnung

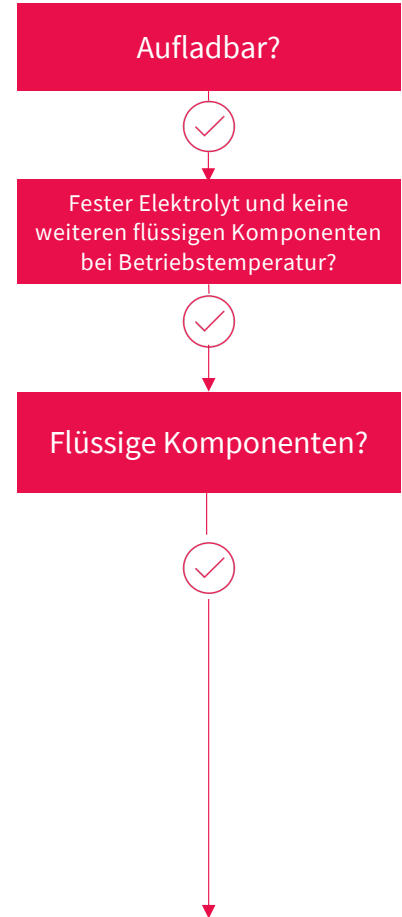
NMC811-Graphit/SiO<sub>x</sub>-Lithium-Ionen-Batterie



Literaturbezeichnung:  
ProLogium SiO<sub>x</sub> Anode SSB

Anode: Graphit/SiO <sub>x</sub> (s)	Elektrolyt: oxidischer Festkörper- elektrolyt mit Flüssigkeitszusatz (s/l)	Kathode: NMC 811 (s)
Kationen: Li <sup>+</sup>		
Kein Aktivmaterial außerhalb der Zelle		Aktive Komponenten liegen im Betrieb fest oder flüssig vor
T <sub>batterie</sub> = 25°C > T <sub>Umgebung</sub> = 25°C		Oxidischer Festkörper- elektrolyt + nicht näher spezifizierte Flüssigkeit

Quellen: [Prologium](#)



Weitere  
Infos

Typ

**flüssigkeitsgestützte  
Festkörperbatterie**

Bezeichnung

Oxidische NMC811-Gr/SiO<sub>x</sub>-Lithium-Ionen-LS(S)B