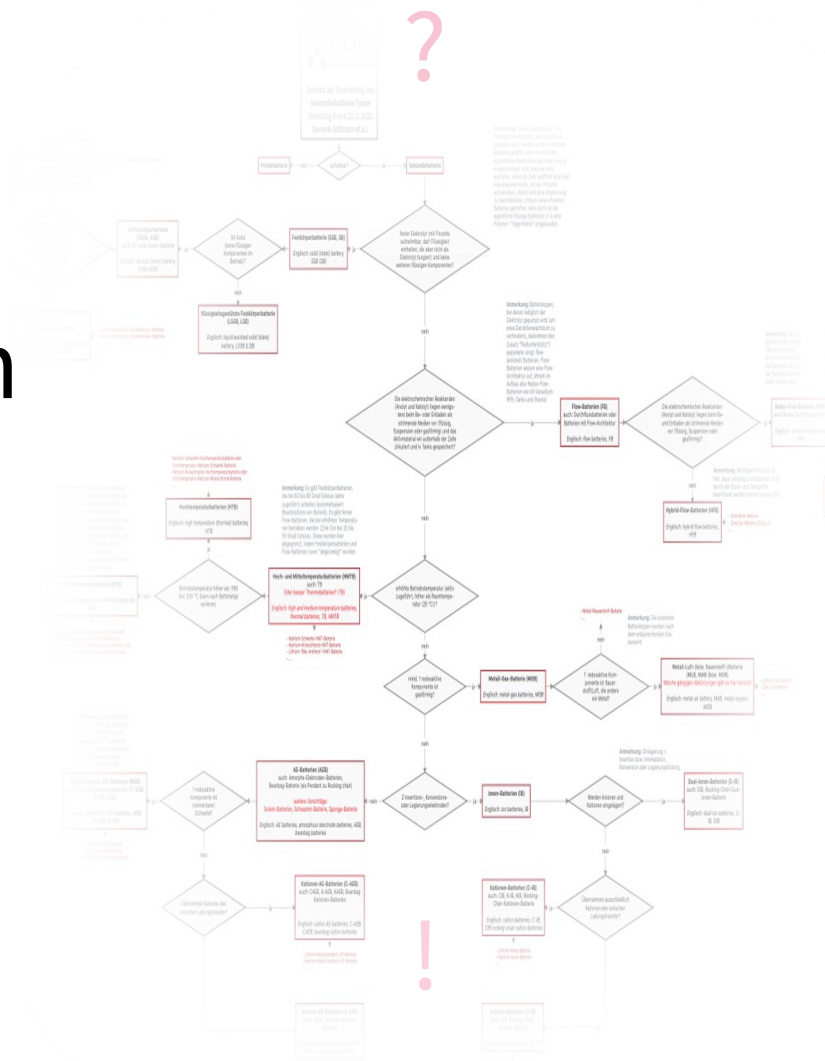


Beispiel-Einordnungen

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



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) BiF_3 - BiSnF_4 -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/ SiO_x -Lithium-Ionen-Batterie

Seite 14) Oxidische NMC811-Gr/ SiO_x -Lithium-Ionen-LSSB

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

Anode:	Elektrolyt:	Kathode:
Na (l)	β -Al ₂ O ₂ (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

Bezeichnung



Hochtemperaturbatterie

Natrium-Schwefel-Hochtemperaturbatterie

Literaturbezeichnung:
Natrium-beta Batterie, Na/NiCl₂, ZEBRA-Batterie

Anode:	Elektrolyt:	Kathode:
Na (l)	β"-Al ₂ O ₂ (s)	NiCl ₂ (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: [WikiCommons](#)



Weitere Infos

Typ

Hochtemperaturbatterie

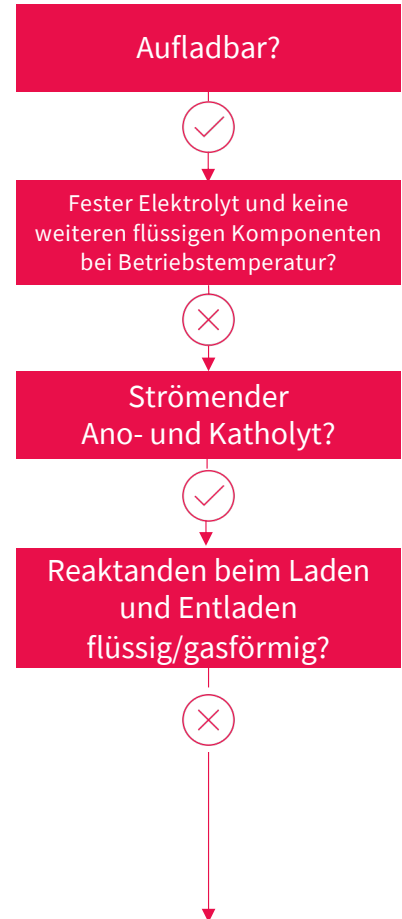
Bezeichnung

Natrium-Nickelchlorid-Hochtemperatur-Batterie

Literaturbezeichnung:
Zink-Brom, Zn/Br₂

Anode: Br ₂ (aq.)	Elektrolyt enthält: ZnBr ₂ , ZnCl ₂ , Br ₂ , C ₇ H ₁₆ 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

Literaturbezeichnung:
Zink-Cerium, Zn/Ce₂, Zink-Cer-Batterie

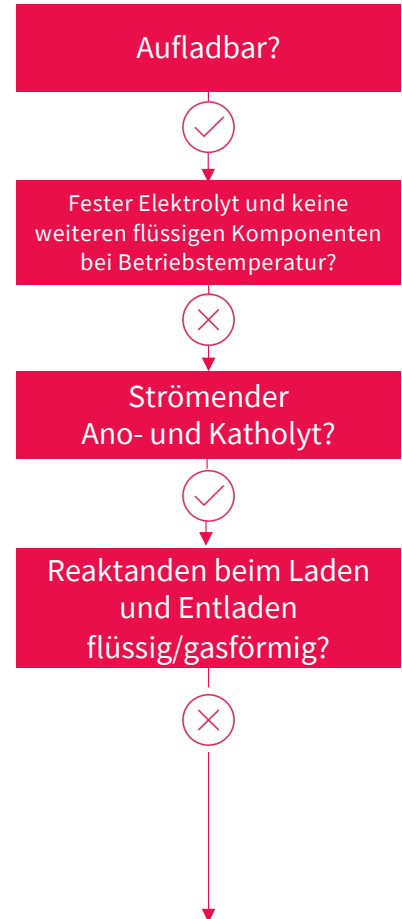
Anode: Ce ^{3+/4+} _(aq.)	Elektrolyt: Methansulfon- säure (CH ₃ SO ₃ H)	Kathode: Zn _(s)
$2 \text{Ce}^{4+}(\text{aq.}) + \text{Zn}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Zn}^{2+}(\text{aq.}) + 2 \text{Ce}^{3+}(\text{aq.})$		
Flow-Architektur (Aktivmaterial wird außerhalb der Zelle zirkuliert und in Tanks gespeichert)	<p style="text-align: center;">Diagram of the Divided Zinc-Cerium Flow Battery</p> <p style="text-align: right;">Quelle: WikiCommons</p>	<p>Active 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

Bezeichnung



Hybrid-Flow-Batterie

Cer-Zink-Hybrid-Flow-Batterie

Literaturbezeichnung:
K-Vanadium Pentoxide, K/V_2O_5

Anode: Graphit/ $K_{(s)}$	Elektrolyt: KPF_6/PC	Kathode: $V_2O_5_{(s)}$
Kationen: K^+		
Kein Aktivmaterial außerhalb der Zelle		Aktive Komponenten liegen im Betrieb fest oder flüssig vor
$T_{\text{Batterie}} = T_{\text{Umgebung}}$		

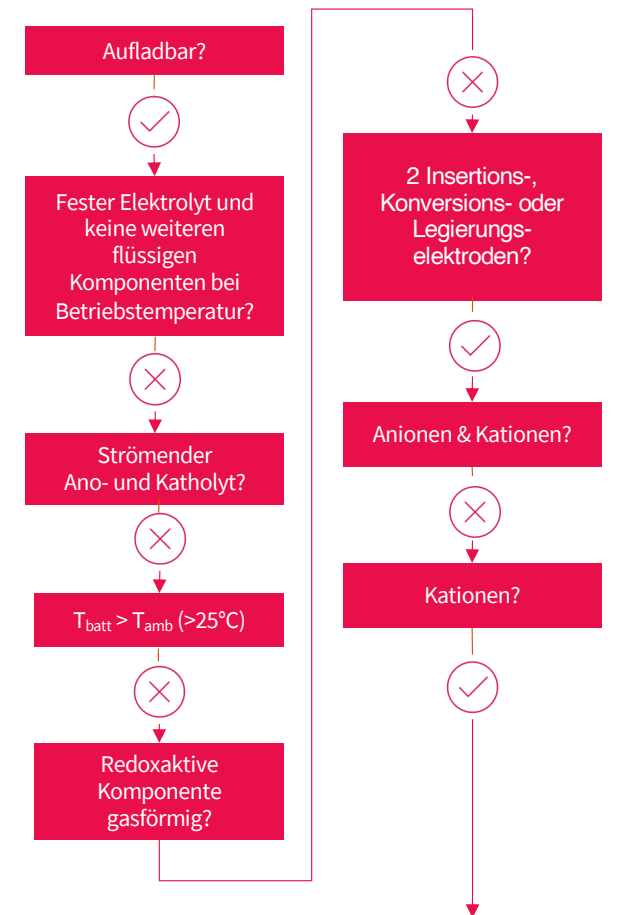
Quelle: [Hwang et al., 2018](#)



Weitere Infos

Typ

Bezeichnung



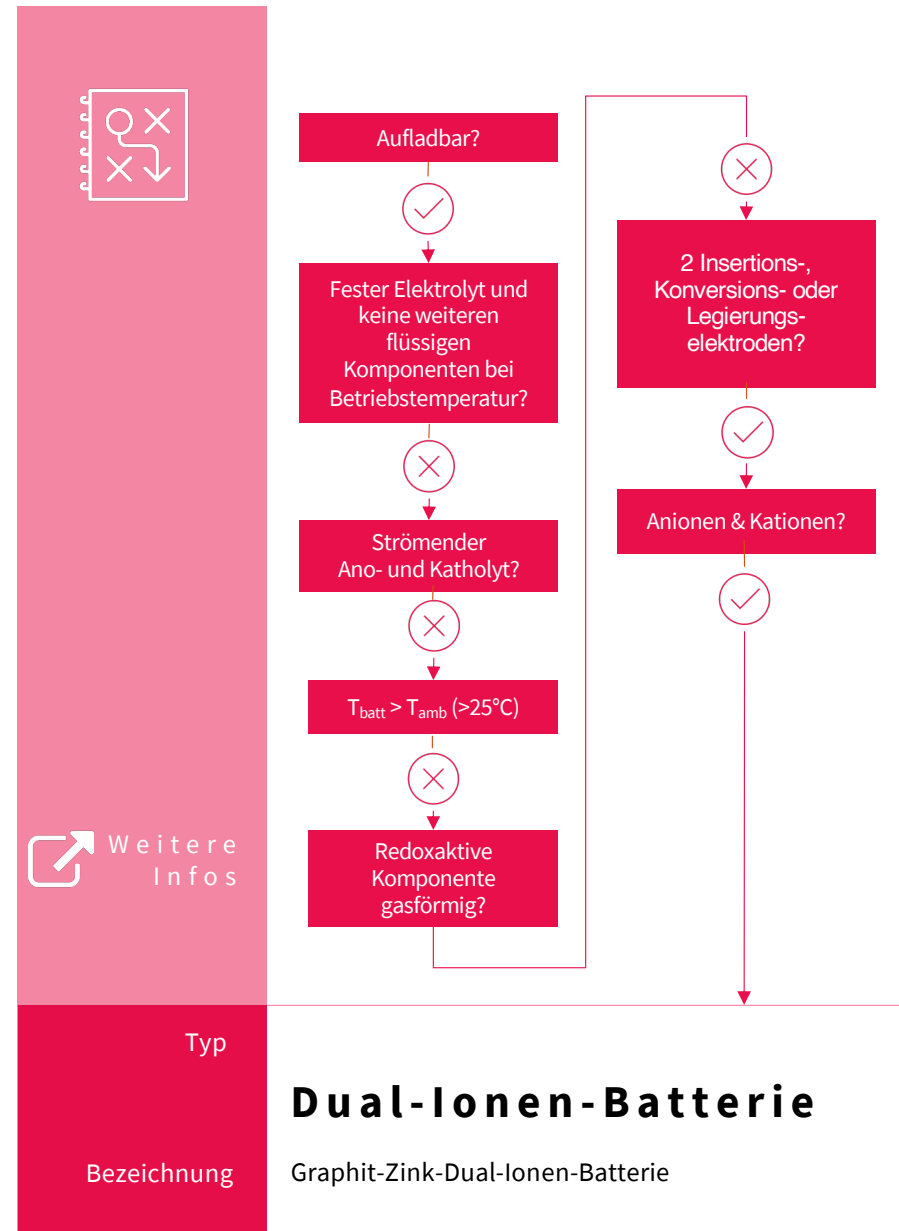
Kationen-Batterie

Graphit-Vanadiumpentoxid-Kalium-Ionen-Batterie

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

Anode:	Elektrolyt:	Kathode:
Zn _(s)	„water-in-bisalt“	Graphit _(s)
Anionen: TFSI ⁻ /FSI ⁻ Kationen: Na ⁺ and Zn ²⁺		
Kein Aktivmaterial außerhalb der Zelle		
	Aktive Komponenten liegen im Betrieb fest oder flüssig vor	
$T_{\text{Batterie}} = T_{\text{Umgebung}}$		

Quelle: [Rodríguez-Pérez et al., 2020](#)

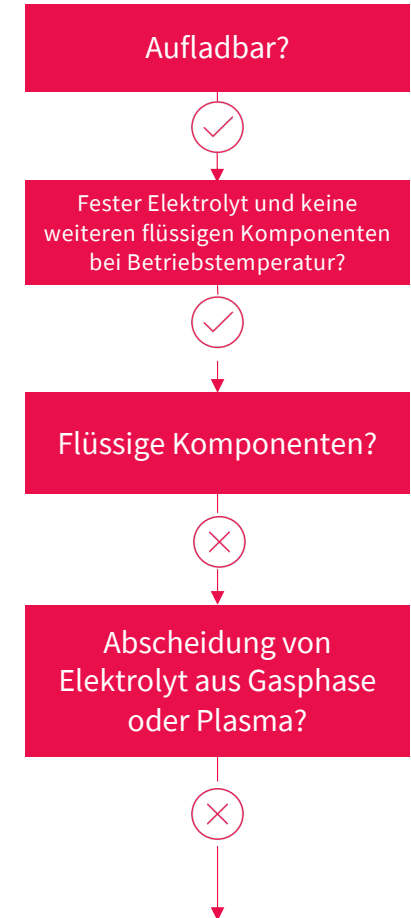


Literaturbezeichnung:
Raumtemperatur-Fluorid-Ionen-(FIB)-Batterie, F/Zn or Sn

Anode: Zn or Sn (s)	Elektrolyt: Tetragonal BaSnF ₄ (s)	Kathode: BiF ₃ (s)
Anionen: F ⁻		
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



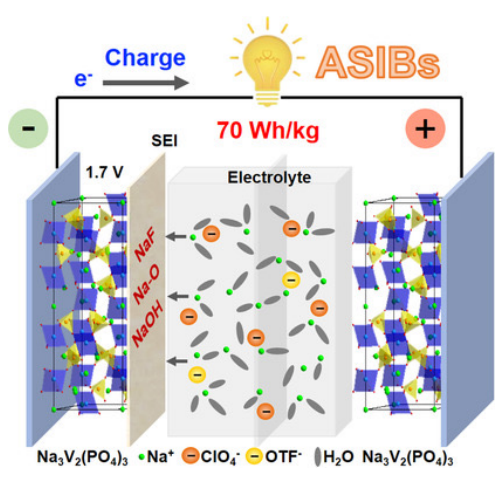
Typ

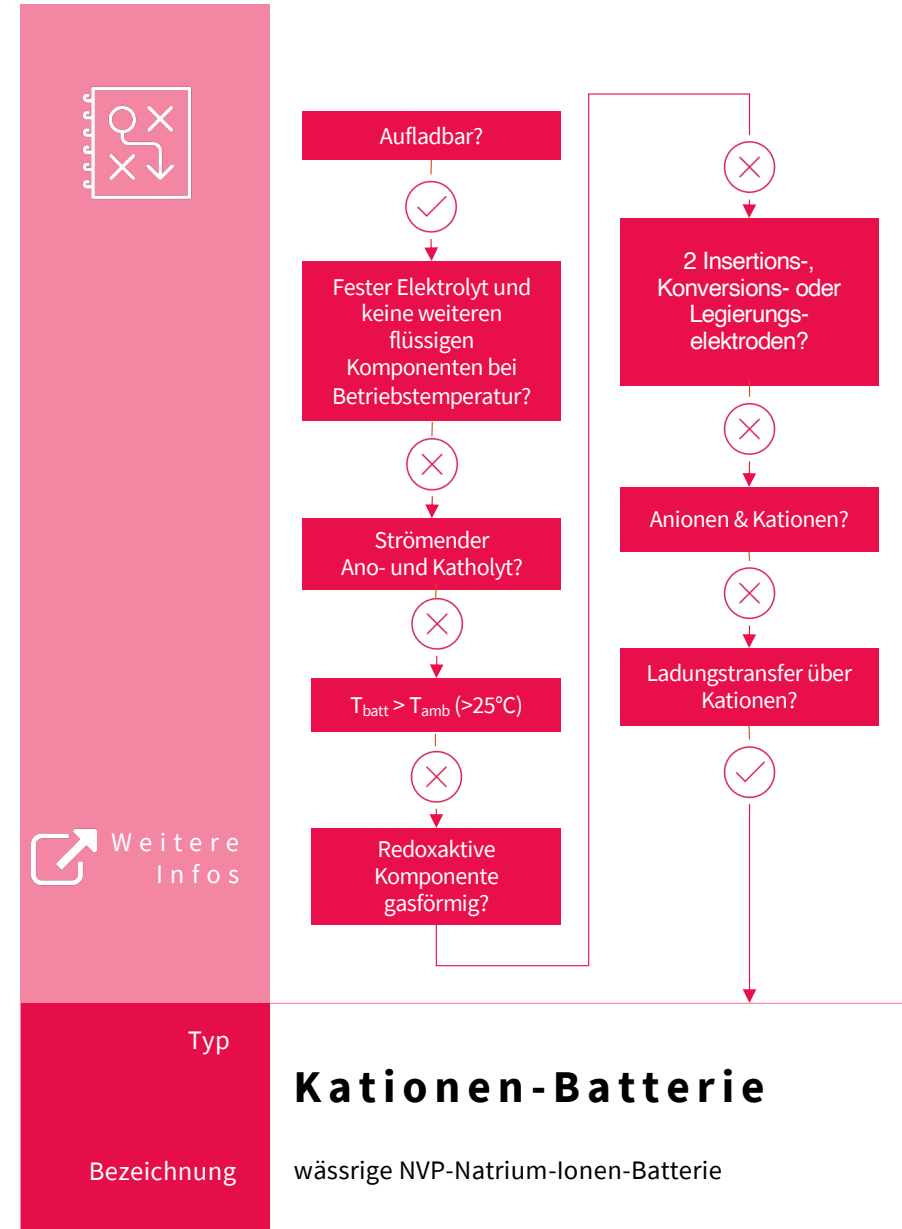
**Dickschicht-
Vollfestkörperbatterie**

Bezeichnung

BiF₃-BiSnF₄-Zn-Fluoridionen-ASSB
BiF₃-BiSnF₄-Sn-Fluoridionen-ASSB

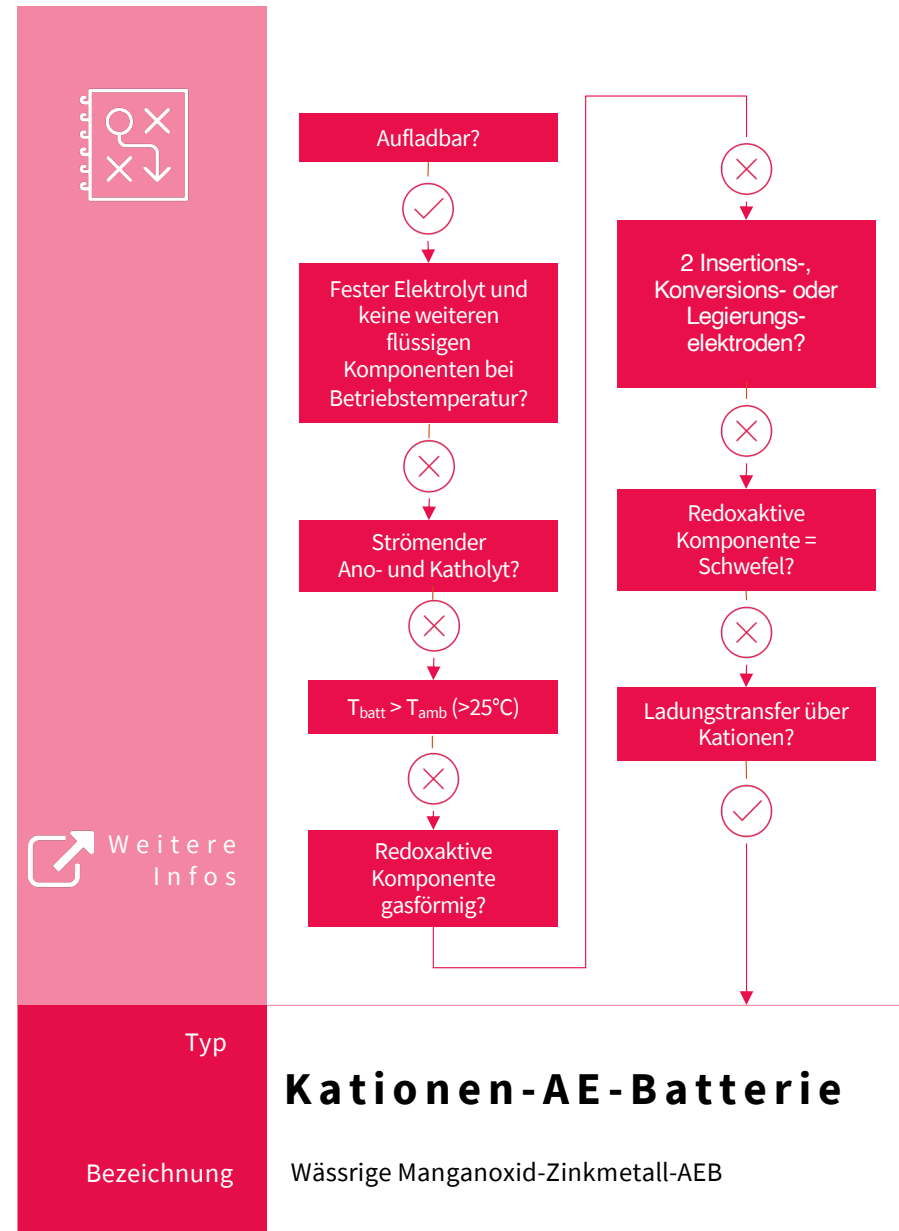
Literaturbezeichnung:
Wässrige $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ -Natrium-Ionen-Batterie

Anode: $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ (s)	Elektrolyt: NaClO_4 (aq.), NaOTf (aq.)	Kathode: $\text{Na}_3\text{V}_2(\text{PO}_4)_3$ (s)
Kationen: Na^+		
Kein Aktivmaterial außerhalb der Zelle		Active Komponenten liegen im Betrieb fest oder flüssig vor
$T_{\text{Batterie}} = T_{\text{Umgebung}}$		



Literaturbezeichnung:
Wässrige Zink-Ionen-Batterie (ZIB)

Anode:	Elektrolyt:	Kathode:
Zn (s)	ZnSO ₄ (aq.)	α/δ-MnO ₂ (s)
Kein Aktivmaterial außerhalb der Zelle		Aktive Komponenten liegen im Betrieb fest oder flüssig vor
$T_{\text{Batterie}} = T_{\text{Umgebung}}$		
Quelle: Dechema., 2021		



Literaturbezeichnung:
LMP, solid-state Lithium Metal Polymer Battery

Anode:	Elektrolyt:	Kathode:
$\text{Li}_{(s)}$	PEO + Li-Salze _(s)	$\text{LiFePO}_4_{(s)}$
Kationen: 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](#)



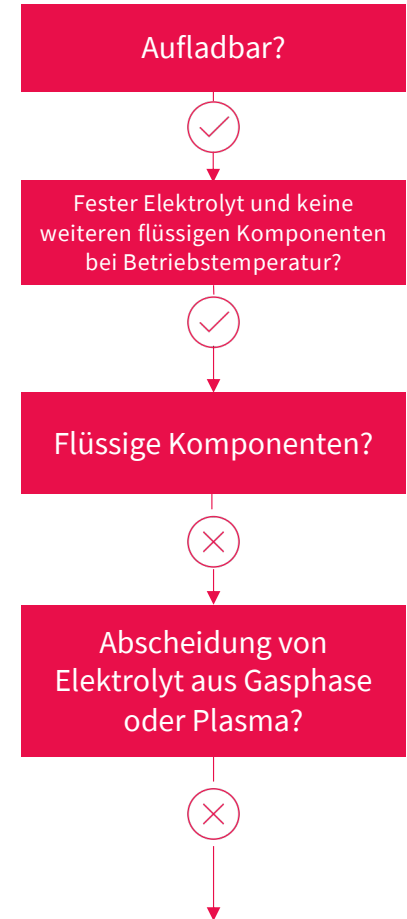
Weitere Infos

Typ

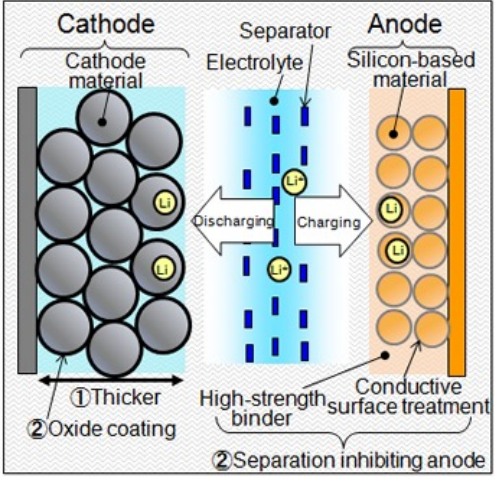
Dickschicht-Vollfestkörperbatterie

Bezeichnung

LFP-PEO-Lithiummetall-ASSB



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

Anode:	Elektrolyt:	Kathode:
Gr/SiO _{x(s)}	LiPF ₆ in EC/DMC	NMC 811 _(s)
Kationen: Li ⁺		
Kein Aktivmaterial außerhalb der Zelle		Aktive Komponenten liegen im Betrieb fest oder flüssig vor
T _{Batterie} = T _{Umgebung}		

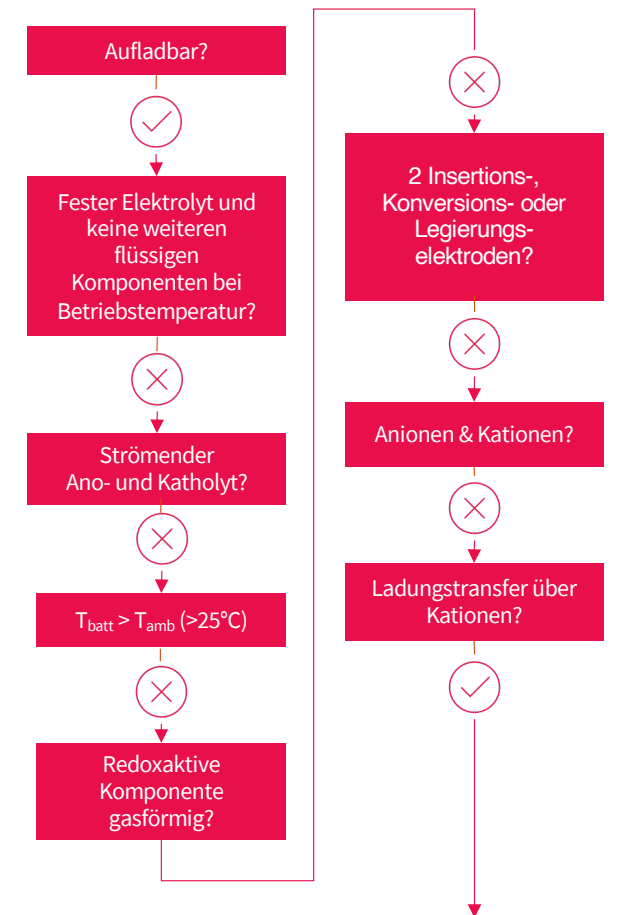
Quelle: Hitachi 2014



Weitere Infos

Typ

Bezeichnung



Kationen-Batterie

NMC811-Graphit/SiO_x-Lithium-Ionen-Batterie

Literaturbezeichnung:
ProLogium SiO_x Anode SSB

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

Quellen: [Prologium](#)



Weitere
Infos

Typ

flüssigkeitgestützte
Festkörperbatterie

Bezeichnung

Oxidische NMC811-Gr/SiO_x-Lithium-Ionen-LSSB

Aufladbar?



Fester Elektrolyt und keine
weiteren flüssigen Komponenten
bei Betriebstemperatur?



Flüssige Komponenten?

