

## Schema zur Einordnung von Sekundärbatterietypen

26.04.2023 – zum Einordnungsschema-Vorschlag in der Version vom 20.04.2023  
Dominik Sollmann et al.

Beim Kategorisieren von mehr als 1.800 Batterieprojekten für die Datenbank des Batterieforums Deutschland<sup>1</sup>, die sich teilweise mit sehr experimentellen neuen Batteriesystemen beschäftigen, zeigt sich zunehmend, dass kein klares System zur Einordnung der zunehmenden Zahl an unterschiedlichen Batterietypen existiert. Es liegt kein Standardwerk vor, auf das sich bezogen werden kann, und oft fehlen klare Definitionen und Abgrenzungen für Batterietypen, teilweise sind sie veraltet.

So werden in Lithium-Ionen-Batterien mittlerweile Elektrodenmaterialien verwendet, die Lithium-Ionen über andere Mechanismen (Insertion, Konversion, Legierungsbildung) einlagern als über die klassische Interkalation, welche in Definitionen aber noch keine Berücksichtigung finden. Kommen Lithiummetall-Anoden zum Einsatz, werden Lithium-Ionen gar nicht mehr „eingelagert“, sondern sie scheiden sich in amorphen Strukturen ab. Dies führt zu neuen Herausforderungen in der Forschung und Entwicklung, neuen Eigenschaften der Batterien und auch zu neuen Verfahren bei der Herstellung, weshalb nahe liegt, solchen Batteriesystemen eine eigene Kategorie zuzuweisen. Bei alternativen Batteriesystemen zeigt sich ein Trend, Batterien als Metall-Ionen-Batterien zu bezeichnen, obwohl diese Metall-Anoden und oft teilweise Kathoden verwenden, in welche die Metall-Ionen gar nicht eingelagert werden. Festkörperbatterien werden Flüssigkeiten zugesetzt, diese aber dennoch oft als *ALL*-solid-state-Batterien bezeichnet.

Eindeutige, möglichst einfache und zukunftsfähige Taxonomien sind notwendig, um große Mengen batterierelevanter Daten wie Informationen und Ergebnisse aus wissenschaftlichen Projekten, Literatur und Patenten einfach durchsuchbar und auffindbar zu machen. Diese müssen so gut durchdacht, erweiterbar und so flexibel wie möglich sein, um schnell auf Neuerungen und Veränderungen reagieren zu können, ohne dass Systeme, die darauf basieren, aufwändig angepasst werden müssen. Die Kategorisierungen müssen nicht nur heute Anwendung finden. Heute eingeordnete Daten sollen auch noch in Zukunft auffindbar sein. Ist das nicht der Fall, müssen heute verschlagwortete Daten irgendwann unter hohem Aufwand neu eingeordnet werden. Solche Kategorisierungen sind nur mit klaren Definitionen der einzelnen Batterietypen möglich, die wiederum eine wichtige Grundlage für Normen, rechtliche Regelungen und viele weitere Bereiche sind.

Das KLiB hat deshalb mit Hilfe von Wissenschaftler\*innen aus verschiedenen Fachbereichen einen ersten Vorschlag für eine eindeutige Kategorisierung sekundärer elektrochemischer Batterien ausgearbeitet. Ziel ist es, einen einfachen Standard zu schaffen, nach dem sekundäre elektrochemische Energiespeicher eindeutig in sinnvolle

---

<sup>1</sup> <https://www.batterieforum-deutschland.de/projektdatenbank/>

Gruppen eingeordnet werden können. Er sollte möglichst nah angelehnt sein, an Begriffe und Definitionen, die in Wissenschaft und Industrie gängig sind und nach Möglichkeit nur dort „eingreifen“, wo Fehler, Doppeldeutigkeiten oder Ähnliches vorliegen. Dieser Standard soll kontinuierlich aktualisiert werden und frei zugänglich in deutscher und englischer Sprache im Internet verfügbar sein. Unseren Vorschlag möchten wir gerne mit Ihnen diskutieren und freuen uns auf Ihre Kritik und Anregungen.

1. Was halten Sie von dem Einordnungsschema. Ist es richtig und in Ihren Augen auf sämtliche Typen sekundärer elektrochemischer Batterien anwendbar, die bekannt sind (nicht nur auf solche Systeme, die sich bereits auf dem Markt befinden, sondern auch auf alle experimentellen Ansätze)? Wo sehen Sie inhaltliche Fehler, nicht eindeutige oder problematische Definitionen und Kategorienbildungen? Sind Sie einverstanden mit den gewählten und teilweise neuen Begriffen für Batterietypen oder haben Sie Vorschläge für passendere oder bereits gängigere Bezeichnungen? Haben Sie weitere Verbesserungsvorschläge?
2. Wenn dieses System fertig ausgearbeitet ist, können Sie sich vorstellen, dies als Beiratsmitglied mitzutragen und es in Ihren Arbeits-/Forschungsalltag zu integrieren? Wenn nicht: Warum? Was hält Sie davon ab? Wie ließe sich das ändern? (Wir würden das Schema im Internet der Allgemeinheit zugänglich machen – auch gerne auf Englisch – und stets aktuell halten. Sie können darauf dann auch als Literaturstelle verweisen.)

Wir freuen uns auf Ihre Kritik und Anregungen.

Dominik Sollmann

Referent



Kompetenznetzwerk  
Lithium-Ionen-Batterien e. V.

Friedrichstraße 95  
10117 Berlin

**T** +49 (0)176 83 48 53 76  
**E** [dominik.sollmann@klib-org.de](mailto:dominik.sollmann@klib-org.de)  
**I** [www.klib-org.de](http://www.klib-org.de)



- Das aktuelle Schema trifft Entscheidungen zu Kategorisierungen bestimmter Batterietypen, wie sie derzeit als sinnvoll erachtet werden (z. B. Kategorie Metall-Schwefel-Batterien). Das System ist aber so flexibel, dass solche Batterietypen zu einem späteren Zeitpunkt anderen Kategorien untergeordnet werden können, sollte dies dann sinnvoller erscheinen.

## Definitionen bzw. Erläuterungen der Kategorien

### Festkörperbatterien<sup>2</sup> (SSB)

Sämtliche Batterietypen, die bei ihrer Betriebstemperatur<sup>3</sup> ausschließlich Komponenten enthalten, die im festen Aggregatzustand vorliegen, werden als **Vollfestkörperbatterien (ASSB)**<sup>4</sup> bezeichnet.

Festkörperbatterien, die wenig Flüssigkeit enthalten, die etwa als Gel gebunden sind, werden nur dann zu den Festkörperbatterien gezählt, wenn die Flüssigkeit nicht eigenständig als Elektrolyt fungiert und so eingeschlossen sind, dass sie nicht austreten, wenn die Zelle geöffnet wird (self standing electrolyte, mit der Pinzette aufnehmbar). Diese werden als **flüssigkeitsgestützte Festkörperbatterien (LSSB)**<sup>5</sup> bezeichnet. Damit wird eine Abgrenzung zu marktüblichen Lithium-Ionen-Polymer-Batterien getroffen, die nicht zu den Festkörperbatterien gezählt werden, denn darin ist der eigentliche flüssige Elektrolyt (!) in eine Polymer-Trägermatrix eingebunden.

Vollfestkörperbatterien und flüssigkeitsgestützte Festkörperbatterien werden unter dem Begriff **Festkörperbatterien (SSB)** zusammengefasst.

Festkörperbatterien, die bei erhöhten Temperaturen betrieben werden, zählen ebenfalls zu den Festkörperbatterien – auch wenn die Wärme aktiv zugeführt wird (Heizelement) –, sofern die Komponenten auch bei der erhöhten Betriebstemperatur einen festen Aggregatzustand behalten. Der feste Elektrolyt kann (insbesondere bei SSB mit Polymer-Elektrolyt und Heizvorrichtung) weich werden, wodurch eine klare Abgrenzung als

---

<sup>2</sup> Festkörperbatterien haben insbesondere als Weiterentwicklungen von Lithium-Ionen-Batterien mit brennbaren, flüssigen Elektrolyten (und anderen Metall-Ionen-Batterien) große Bedeutung erlangt. Die derzeitigen Herstellungsprozesse und besonderen Eigenschaften (Grenzschichten, Sicherheit, Leistung) lassen eine klare Abgrenzung zu den „Vorgängern“ mit flüssigem Elektrolyten sinnvoll erscheinen. Eine andere Einteilung von Festkörperbatterien – etwa als ASS-Lithium-Ionen-Batterie als Unterkategorie von Lithium-Ionen-Batterien –, würde zu deutlich mehr Unterkategorien bei der Einordnung solcher Typen in Datenbanken führen. Forschung an den Festkörperelektrolyten müsste dann vielen verschiedenen Batterietypen zugeordnet werden, ohne dass im Vorfeld klar ist, in welchem Typ sie eingesetzt werden). Die Auffindung solcher Batterietypen würde dadurch erschwert und deckt sich weniger mit den intuitiven Suchverhalten unterschiedlicher Nutzer. Deshalb wurde entschieden, diese Kategorie am Anfang des Schemas „herauszufiltern“.

<sup>3</sup> Der Einschub „bei Ihrer Betriebstemperatur“ dient der klaren Abgrenzung zu Hoch- und Mitteltemperaturbatterien, in denen sich feste Batteriekomponenten beim Aufheizen auf Betriebstemperatur verflüssigen. Solange sich keine Komponenten der hier definierten Festkörperbatterien bei höheren Betriebstemperaturen als 25 °C verflüssigen (der Festkörperelektrolyt darf etwas weicher werden, muss aber die Funktion einer mechanischen Barriere eines Festkörpers aufrecht halten können), werden Sie also weiterhin den Festkörperbatterien zugeordnet.

<sup>4</sup> auch All-solid-(state-)Batterien, ASB.

<sup>5</sup> von liquid assisted solid (state) battery, auch LSB.

Festkörper nicht mehr klar getroffen werden kann. Solche Batterien werden zu den Festkörperbatterien gezählt, solange der Elektrolyt auch bei erhöhten Betriebstemperaturen noch die Funktion der mechanischen Barriere eines Festkörpers übernehmen kann.<sup>6</sup>

Weil sich insbesondere die Herstellungsprozesse, aber auch die Eigenschaften von **Dünnschicht- und Dickschicht-Festkörperbatterien** unterscheiden, werden diese Typen in Unterkategorien unterteilt:<sup>7</sup> Erfolgt die Abscheidung von Elektrolyt und weiteren Materialien aus der Gasphase oder einem Plasma, werden die Batterien den Dünnschicht-Festkörperbatterien zugeordnet.

### **Flow-Batterien<sup>8</sup> sowie fließunterstützte Batterietypen**

In **Flow-Batterien (FB)**<sup>9</sup> liegen die elektrochemischen Reaktanden (Anolyt und Katolyt) wenigstens beim Be- oder Entladen als strömende Medien vor (flüssig, Suspension oder gasförmig) und das Aktivmaterial wird außerhalb der Zelle zirkuliert und in Tanks gespeichert (Flow-Architektur). Batterien, in denen lediglich der Elektrolyt gepumpt wird, um eine Strömung zu erzeugen (um etwa Dendritenwachstum zu verhindern), werden den anderen Batterietypen zugeordnet und bekommen den Zusatz **fließunterstützte** oder **gepumpte**. Flow-Batterien weisen eine Flow-Architektur auf, ähneln im Aufbau also gängigen Redox-Flow-Batterien wie All-Vanadium-RFB.

Liegen die elektrochemischen Reaktanden sowohl beim Be- und Entladen als strömende Medien vor (flüssig, Suspension oder gasförmig), handelt es sich um **Redox-Flow-Batterien (RFB)**<sup>10</sup>. Wichtiges Kriterium zur Einordnung als RFB ist, dass die Leistung der Batterie durch die Stackdimensionierung und die Kapazität durch die Tankgröße beeinflusst werden kann. Je nachdem, ob es sich bei den Redoxpaaren, die zum Betrieb der Batterie verwendet werden, um organische oder anorganische Verbindungen bzw.

---

<sup>6</sup> Sollten Batterien entwickelt werden, die Heizvorrichtungen benötigen und einen Polymerelektrolyten enthalten, der so weich wird, dass ein zusätzlicher Separator erforderlich ist, werden diese zu den HMT-Batterien gezählt. Läge die erforderliche Betriebstemperatur bei weniger als 60 °C, wird vorgeschlagen, eine neue Unterkategorie der HMTB einzuführen (die Niedertemperatur-Batterien, NTB) und den beschriebenen Batterietyp dort einzuordnen.

<sup>7</sup> Nahe liegt hier auch eine Unterteilung nach Art der Festelektrolyte [keramisch (sulfidisch, oxidisch, phosphatisch) und polymer]. Aus Sicht der Andersartigkeit von Produktionslinien und Charakteristika der resultierenden Batterietypen und einer Forschungsgemeinschaft, die sich bereits in zwei „Lager“ aufgeteilt zu haben scheint, wurde die Unterteilung aufgrund der Herstellung und der daraus resultierenden Produkteigenschaften als sinnvoller erachtet.

<sup>8</sup> Redox-Flow-Batterien (die hier aufgrund der charakteristischen „Flow-Architektur“ mit weiteren Batterietypen zu Flow-Batterien zusammengefasst werden) haben die einmalige Eigenschaft, dass sich die Leistung der Batterie durch die Stackdimensionierung und ihre Kapazitäten durch die Tankgröße ergeben, was diesen Batterien auch in der weitläufig üblichen Kategorisierung eine eigene Kategorie zuteil werden lässt. Ähnlich wie bei Festkörperbatterien würde eine spätere Herausfilterung von Flow-Batterien im Schema dazu führen, dass diese nicht nur eine Kategorie, sondern mehrere Unterkategorien von Batterietypen bilden würden, was ein Auffinden erschwert, die Kategorisierung der Batterietypen komplizierter macht und zu mehr Daten führt, die gepflegt werden müssen. Die Einordnung im Schema vor den Metall-Gas-Batterien ist insbesondere wichtig für eine klare Abgrenzung zu diesem Batterietyp (entscheidenderes Merkmal ist die Flow-Architektur).

<sup>9</sup> auch Durchflussbatterien oder Batterien mit Flow-Architektur.

<sup>10</sup> auch Redox-Durchflussbatterie.

Elemente handelt, wird zwischen **organischen oder anorganischen RFB (O-RFB und I-RFB)** unterschieden.

Von den RFB abgegrenzt werden **Hybrid-Flow-Batterien (HFB)**, bei denen sich beim Be- oder Entladen Anionen oder Kationen an einer Elektrode ab- oder auslagern, und Leistung eben nicht mehr allein durch die Stackdimensionierung und die Kapazität durch die Tankgröße beeinflusst wird.

### **Hoch- und Mitteltemperaturbatterien<sup>11,12</sup> (HMTB)**

Batterien, die bei höheren Temperaturen als Raumtemperatur (25 °C) betrieben werden und denen die Wärme aktiv zugeführt wird (Aufheizvorrichtung o. ä.), werden als **Hoch- und Mitteltemperaturbatterien (HMTB)**<sup>13</sup> bezeichnet, sofern es sich dabei nicht um Festkörperbatterien oder Redox-Flow-Batterien<sup>14</sup> handelt.

Zur weiteren Spezifizierung dieses Batterietyps werden die HMTB zu den **Hochtemperaturbatterien (HTB)** gezählt, wenn die Betriebstemperatur höher als (190 bis) 200 °C liegt (z. B. Natrium-Schwefel-Hochtemperaturbatterie oder Natrium-Nickelchlorid-HTB). Bei Betriebstemperaturen unterhalb von (190 bis) 200 °C wird der Begriff **Mitteltemperaturbatterien (MTB)** verwendet.<sup>6</sup>

Mitteltemperaturbatterien sind meist als die nächste Generation der jeweils ersten Generation(en) HMTB zu verstehen, die mit einer deutlichen Verringerung der Betriebstemperatur und der thermischen Verluste einhergehen. Diese Entwicklung ist bei der Einordnung dieser Batterien wichtiger als starre Temperaturgrenzen. Es sollen vor allem neue Entwicklungen zur Senkung der Betriebstemperatur von Batteriesystemen kenntlich gemacht werden, die auf dem Markt erhältlich sind.

Als untere Betriebstemperaturgrenze von MTB wird 60 °C vorgeschlagen.

---

<sup>11</sup> Eine entscheidende Komponente bei HMTB, die sie deutlich von den meisten anderen Batterietypen unterscheidet, ist die erforderliche Vorrichtung zur Wärmezufuhr. Diese senkt die Energiedichte der eigentlichen Batterie und führt zu einem kontinuierlichen Energieverbrauch. Um klare Abgrenzungen zu Festkörperbatterien und Flow-Batterien zu erreichen, wurde eine Reihenfolge im Schema festgelegt und Definitionen wurden spezifiziert (vgl. Fußnoten 3 und 14 sowie Definitionen von Festkörper- und Flow-Batterien): 1. Entscheidungskriterium All-solid-state, 2. Kriterium Flow-Architektur, 3. Kriterium Wärmezufuhr. Festkörperbatterien werden derzeit teilweise auch mit Heizvorrichtungen betrieben, aber bei deutlich niedrigeren Temperaturen. Viele solcher Batterien werden noch im Labormaßstab betrieben oder sind noch nicht sehr lange auf dem Markt verfügbar, deshalb ist es nicht unwahrscheinlich, dass bei neuen Generationen auf eine Heizvorrichtung verzichtet werden kann.

<sup>12</sup> Thermal bedeutet laut Duden *durch Wärme bewirkt, die Wärme betreffend, auf warme Quellen bezogen, mithilfe warmer Quellen* (im Sinne von Thermalquellen, „Thermalbad“). Besser geeignet erscheint hier, die Batterietypen als Hoch- und Mitteltemperaturbatterien, kurz HMTB zu bezeichnen, um die Assoziation mit heißen Wasserquellen zu vermeiden.

<sup>13</sup> auch TB.

<sup>14</sup> Eingeführt zur Abgrenzung von Redox-Flow-Batterien, die bei erhöhten Temperaturen betrieben werden (z. B. zu Zink-Brom-RFB, die bei 20 bis 50 °C betrieben werden, vgl. Linden's Handbook of Batteries 4th Edition, Kapitel 30.6, S. 1026 von 1457).

## **Metall-Gas-Batterien<sup>15</sup> (MGB)**

Batterien, die wenigstens eine redoxaktive Komponente verwenden, die gasförmig ist, und die keine Festkörper-, Flow- oder HMT-Batterien sind, werden unter dem Begriff **Metall-Gas-Batterien** (MGB) zusammengefasst. Die Bezeichnung der Batterien erfolgt unter Verwendung des verwendeten Gases wie Lithium-Luft-, Lithium-Sauerstoff-Batterie oder Nickel-Wasserstoff-Batterie.<sup>16</sup>

## **Ionen-Batterien (IB)**

Werden beim Be- und Entladen Ionen per Insertion, Konversion oder Legierungsbildung in die Anode und Kathode ein- und ausgelagert, und handelt es sich nicht um Festkörper-, Flow-, HMT- oder Metall-Gas-Batterien, wird die Bezeichnung **Ionen-Batterien (IB)**<sup>17</sup> verwendet.

Übernehmen ausschließlich Kationen den ionischen Ladungstransfer in der Batterie, die in ein Wirtsgitter ein- und ausgelagert werden oder eine chemische Verbindung mit dem Elektrodenmaterial eingehen (Insertion, Konversion, Legierungsbildung) werden IB als **Kationen-Batterien (C-IB)**<sup>18</sup> bezeichnet, zu denen die Lithium-Ionen-Batterien zählen. Erfolgt der ionische Ladungstransfer ausschließlich über Anionen, spricht man von **Anionen-Batterien (A-IB)**. Erfolgt er über Anionen und Kationen werden IB als **Dual-Ionen-Batterien (D-IB)** bezeichnet

---

<sup>15</sup> Metall-Gas-Batterien haben gemeinsam, dass sie bislang im Gegensatz zu anderen Batterietypen eine aufwändige und/oder schwere Peripherie erfordern, um Gase zu speichern oder zu reinigen. Im Zusammenhang mit der Weiterentwicklung von Lithium-Ionen-Batterien erlangten Gas-Batterien eine besondere Bedeutung, weil sie zumindest in der Theorie sehr hohe Energiedichten versprechen, indem Elektrodenmaterial eingespart (und auf Gas-Tanks verzichtet) werden kann, was den Metall-Luft-Batterien ein wichtiges Alleinstellungsmerkmal beschert. Der Begriff Metall-Luft-Batterien ist bereits fest etabliert. Diese Überlegungen führten zur Einführung der Kategorie der Metall-Gas-Batterien.

<sup>16</sup> Diese Unterteilung dient dazu, gängige Begriffe wie Metall-Luft- oder Metall-Sauerstoff-Batterie und Nickel-Wasserstoff-Batterie zu erhalten, ist aussagekräftig und eindeutig.

<sup>17</sup> auch Rocking-Chair-Batterien.

<sup>18</sup> auch Rocking-Chair-Kationen-Batterien, CIB, K-IB, KIB.

## **AE-Batterien<sup>19</sup> (AEB)**

Werden beim Be- und Entladen die Ionen nicht in zwei Elektroden mit Wirtsgitter ein- und ausgelagert oder gehen eine chemische Verbindung mit dem Elektrodenmaterial ein (Insertion, Konversion, Legierungsbildung), sondern scheiden sie sich zumindest an einer der Elektroden amorph ab, bezeichnet man Batterien, bei denen es sich nicht um Festkörper-, Flow-, HMT- oder Metall-Gas-Batterien handelt, als **AE-Batterien (AEB)**<sup>20</sup>.

Historisch gewachsen kommt **Metall-Schwefel-(AE-)Batterien (MSB)**<sup>21</sup> ohne aktive Wärmezufuhr eine hohe Bedeutung zu, weshalb für diese Batterietypen eine eigene Kategorie innerhalb der AEB eingeführt wurde.

Übernehmen ausschließlich Kationen den ionischen Ladungstransfer werden AEB als **Kationen-AE-Batterien (C-AEB)**<sup>22</sup> bezeichnet, zu denen die Lithium-Metallanoden-Batterien zählen. Erfolgt der ionische Ladungstransfer ausschließlich über Anionen, spricht man von **Anionen-AE-Batterien (A-AEB)**<sup>23</sup>.

## **Fragen**

- Sind Gas-Batterien und Flow-Batterien mit Gasen als elektrochemischen Reaktanden klar genug und sinnvoll voneinander abgegrenzt?
- Ist es sinnvoll, Metall-Schwefel-Batterien eine eigene Kategorie zuzuweisen? Sollten Metall-Schwefel-Batterien anderen Kategorien zugeordnet werden – etwa den Kationen-Batterien, dann aber stellt sich die Frage, wie diese am besten zu den Metall-Anoden-Batterien abgegrenzt werden sollten?
- Bei den vorgeschlagenen neuen Bezeichnungen und Abkürzungen für Batterien wie AE- oder Beanbag-Batterie: Bitte teilen Sie uns mit, was Sie von den Bezeichnungen halten und machen Sie bitte ggf. eigene Vorschläge.

---

<sup>19</sup> Dieser Batterietyp wurde neu eingeführt, weil er gegenüber den IB (oft noch) verschiedene Eigenschaften und Herausforderungen mit sich bringt wie eine höhere Volumenveränderung in der Batterie beim Be- und Entladen und damit Kontaktierungs- und Grenzflächenprobleme oder verfahrenstechnische etwa wegen der Handhabung hochreaktiver Metallfolien (insbesondere mit Blick auf Lithium-Metallanoden-Batterien). Auf der anderen Seite versprechen solche Batterietypen im Gegensatz höhere Engeriedichten, wenn auf Wirtsgitter o. ä. verzichtet werden kann. Ein weiterer wichtiger Grund für die Entwicklung dieser Kategorie ist die sehr uneinheitliche Verwendung des Begriffes Metall-Ionen-Batterie für Batterietypen, die andere Kationen zum Ladungstransfer verwenden als Lithium. Diese arbeiten in vielen Fällen mit Metall-Anoden und lagern Kationen eben nicht über Insertion, Interkalation, Konversion oder Legierungsbildung in beide Elektroden ein. Eine (gewünschte?) Analogie zu den Lithium-Ionen-Batterien ist somit nach diesem Schema nicht gegeben. Mit dieser Einordnung sollen klarere Definitionen solcher Batterietypen erreicht werden. Sie hat zur Folge, dass eine Vielzahl von Batterietypen, die bislang als Metall-Ionen-Batterien bezeichnet werden (Natrium-, Magnesium-, Aluminium-Ionen-Batterien usw.) als AEB, Beanbag-Kationen- oder Metall-Anoden-Batterien bezeichnet werden müssten (Natrium-, Magnesium-, Aluminium-Metall-Batterien oder Natrium-, Magnesium-, Aluminium-AEB).

<sup>20</sup> auch Amorphe-Elektroden-Batterien oder Beanbag-Batterien (von englisch *Sitzsack* als Pendant zu Rocking-Chair-Batterien von englisch *Schaukelstuhl*).

<sup>21</sup> auch RT-Metall-Schwefel-Batterien, RT-MSB, S-AEB, SAEB.

<sup>22</sup> auch Beanbag-Kationen-Batterien, CAEB, K-AEB, KAEB.

<sup>23</sup> auch Beanbag-Anionen-Batterien, AAEB.



Ich danke herzlich für die tolle fachliche Unterstützung:

- Dr. Dominic Bresser (KIT)
- Dr. Nicolas Bucher (VARTA)
- Prof. Dr. Maximilian Fichtner (Helmholtz-Institut Ulm, POLiS)
- Dr. Andreas Fischer (BASF)
- Felix Hartmann (JLU Gießen, FestBatt)
- Dr. Michael Holzapfel (Fraunhofer ICT)
- Dr. Jens Noack (Fraunhofer ICT)
- Prof. Dr. Karl-Heinz Pettinger (Hochschule Landshut, TZE)
- Dr. Tobias Placke (ehem. MEET — Münster Electrochemical Energy Technology)
- Dr. Felix Richter (JLU Gießen)
- Dr. Richard Schmuck (Fraunhofer FFB; ehem. MEET — Münster Electrochemical Energy Technology)