

# Zukunftsfähige Batteriesysteme für Luftfahrtantriebe

A. Staats<sup>a</sup>, R. Djaid<sup>b</sup>, J. Lee<sup>b</sup>, A. Bardenhagen<sup>a</sup>, J. Kowal<sup>b</sup>, F. Nasri<sup>c</sup> und C. Junkereit<sup>c</sup>

<sup>a</sup> TU Berlin, Luftfahrzeugbau und Leichtbau, Marchstraße 12-14, 10587 Berlin

<sup>b</sup> TU Berlin, Electrical Energy Storage Technology, Einsteinufer 11, 10587 Berlin

<sup>c</sup> PACE Aerospace Engineering and Information Technology GmbH

## Einleitung

Ziel des Projektes ist die erstmalige Integration von hybriden Antriebssystemen mit innovativen Batterietechnologien als wesentlichem Speicherelement in den numerischen Konzeptentwurf von Kurzstreckenflugzeugen. Dabei stehen die simulationsbasierte Modellierung und Bewertung des elektrischen, mechanischen und thermischen Verhaltens verschiedener Batterietechnologien zur optimalen Einbindung in das Gesamtsystem Luftfahrzeug im Fokus.

## Fazit

Aktuelle Batterietechnologien besitzen Potenzial als primäre Energiespeicher in der Luftfahrt, stellen jedoch weiterhin Anforderungen an Leistung, Systemgewicht, Betriebssicherheit sowie Lade- und Wartungszeiten. Durch die Integration von Batteriemodellen in die Vorentwurfsplattform Desmo können die Wechselwirkungen zwischen Flugzeug und Batteriepack für aktuelle sowie zukünftige Technologien gezielt untersucht werden.

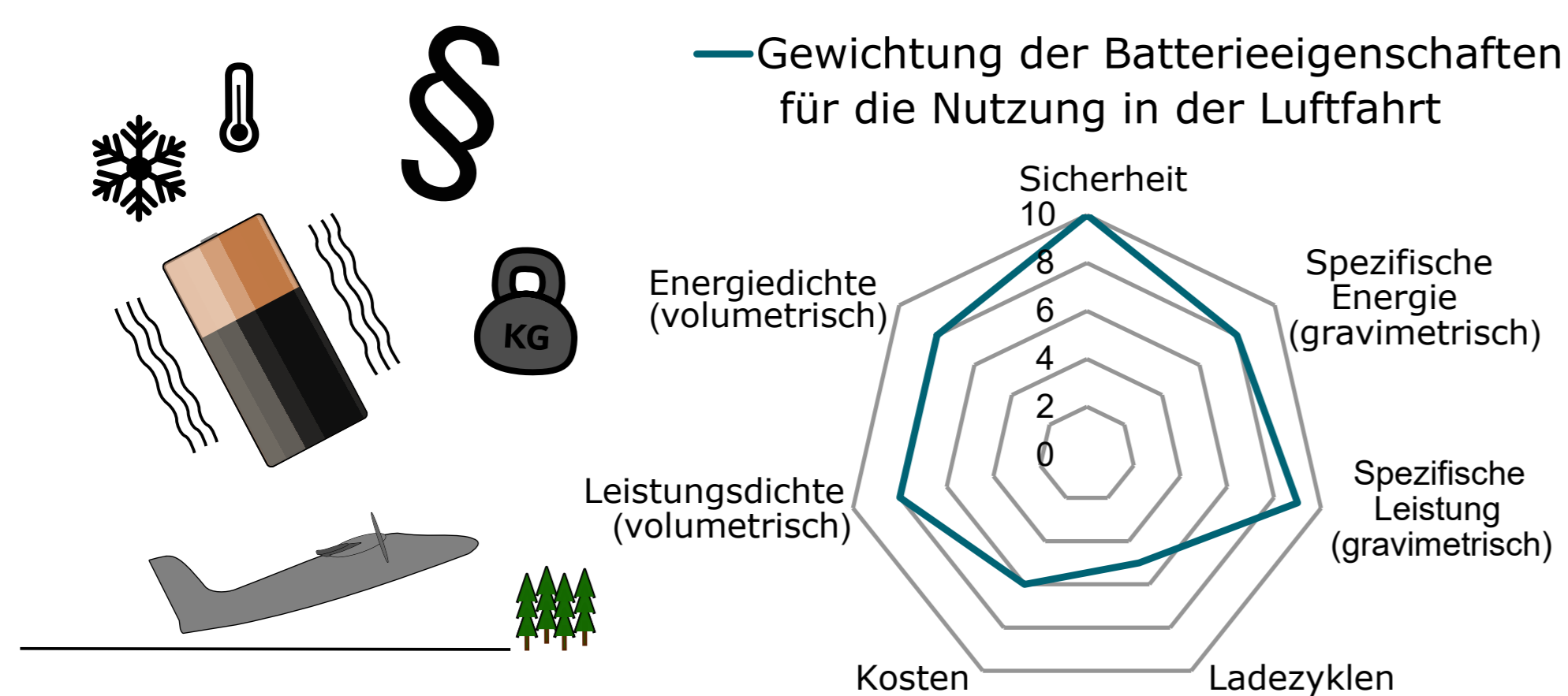
## Methodik

Innovative Zelltechnologien werden hinsichtlich Format, Chemie und relevanter Kenngrößen analysiert. Ziel ist es, geeignete Packkonfigurationen unter Berücksichtigung von Energiedichte, Sicherheit und Temperaturverteilung zu definieren. Die gewonnenen Daten dienen als Grundlage für die Modellierung von Batteriezellen, -modulen und -packs. Neben Batteriemodellen werden verschiedene Thermalmanagementsysteme hinsichtlich Effizienz, Gewicht und Integrationsfähigkeit analysiert. Diese Modelle werden abstrahiert und in stationäre Komponentenmodelle überführt, die in der Gesamtflugzeugvorentwurfsplattform Desmo integriert werden.

## Ergebnisse

### Luftfahrtanforderungen

- Komplexe Gesamtsysteme aus elektrischen, hydraulischen und pneumatischen Systemen
- Sicherheit des Systems als oberste Priorität (Gleiches Sicherheitsniveau wie heute muss nachgewiesen werden)
- Starker Einfluss der Systemmasse (Schneeballeffekt)
- Hohe Leistungsanforderung zu jedem Ladezustand (Energie- und Leistungsdichte notwendig)
- Extreme Äußere Einflüsse (Druck, Temperatur, Vibrationen, ...)
- Lange Lebensdauer / viele Zyklen
- Notwendige Einbaumaßnahmen von Batterietyp und Position im Flugzeug abhängig



### Beispiel: Tecnam P2012 (2+9 Passagiere)

- Flughöhe bis zu 19.500ft
  - > Außentemperatur ~-24°C (bei Internationaler Standardatmosphäre + 0°C)
- -> Druck ~465 hPa  
Einbau im Rumpf: Luftdichte und hitzebeständige Hülle zur Abschirmung des Cockpits und der Kabine
- Startphase hat doppelten Leistungsbedarf
- ! **Durchstarten bei verfehlter Landung und niedrigen SoC**

### Auswahl der Batterietechnologien

- Weitgehende Erfüllung der Luftfahrtanforderungen
- Hohe Technology Readiness Levels (TRLs)
- Auswahl: Lithium Schwefel Batterie (LiS), Festkörperbatterie, Lithium Ion Batterie mit Silizium Anode (Li-Ion + Si)

### Potenzial dieser Technologien

- Lithium Schwefel Batterie: Energiedichte, Kosten, Umweltfreundlich<sup>1</sup>
- Festkörperbatterie: Energiedichte, Lebensdauer, Sicherheit<sup>2,3</sup>
- Lithium Ion Batterie mit Silizium Anode: Energiedichte, Sicherheit, Umweltfreundlich<sup>4,5</sup>

### Zentrale Herausforderungen dieser Technologien

- Lithium Schwefel Batterie: Polysulfide shuttle, Sicherheit, Elektrische Leitfähigkeit<sup>1</sup>
- Festkörperbatterie: Kosten, Mechanische Stabilität, unzureichende Kontaktfläche<sup>2,3</sup>
- Lithium Ion Batterie mit Silizium Anode: SEI, Leitfähigkeit, Volumenänderung (400%)<sup>4,5</sup>

