

# BATTERIESPEICHER - AKTUELLER FORSCHUNGSSTAND

Prof. Dr.-Ing. Julia Kowal | Elektrische Energiespeichertechnik |  
Informationsveranstaltung 13.09.2017 HWK Postdam

---

## Einleitung



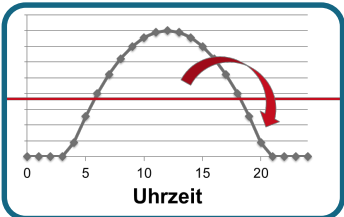
# CO<sub>2</sub> Einsparung

[1]



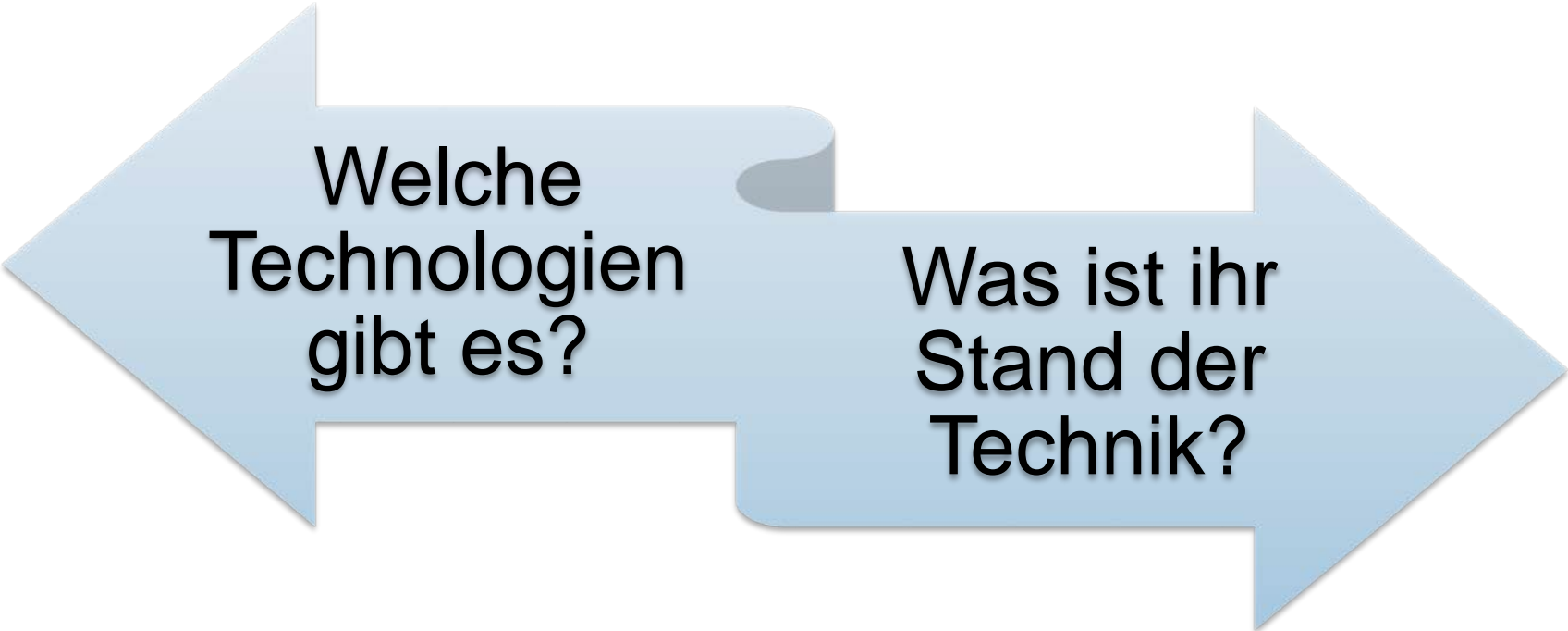
# Fluktuierende Erzeugung

[2]



# Zwischenspeichern in Batterie

## Einleitung



Welche  
Technologien  
gibt es?

Was ist ihr  
Stand der  
Technik?

## Arten elektrischer Energiespeicherung

### Elektrisch

- Kondensator, Supercap
- Spule

### Mechanisch

- Pumpspeicher
- Druckluft
- Schwungrad

### Elektrochemisch

- Blei-Säure
- Lithium-Ionen
- Nickel
- Hochtemperatur
- Redox-Flow
- Wasserstoff

## Warum Batterien?

### **Mechanische Speicher (sehr geringe Energiedichte)**

Potentielle Energie (z.B. Pumpspeichersee): **1 kWh/m<sup>3</sup>**

Kinetische Energie (z.B. Schwungrad): **~10 kWh/m<sup>3</sup>**

### **Elektrische Speicher (geringe Energiedichte)**

Elektrostatisches Feld: **~10 kWh/m<sup>3</sup>**

Elektromagnetisches Feld: **~10 kWh/m<sup>3</sup>**

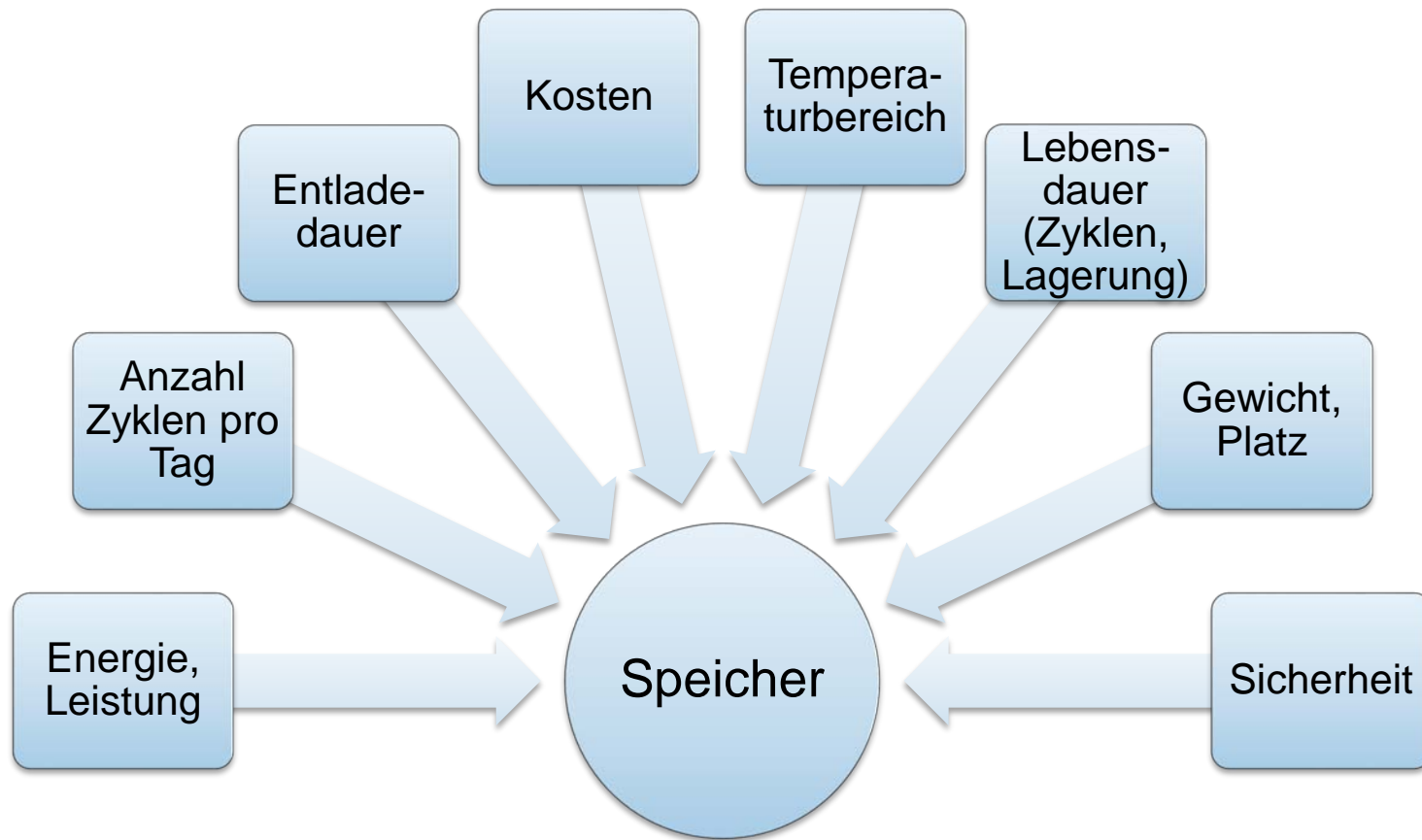
### **Chemische Speicher (mittlere bis hohe Energiedichte)**

Lithium-Ionen-Batterie: **200 kWh/m<sup>3</sup>**

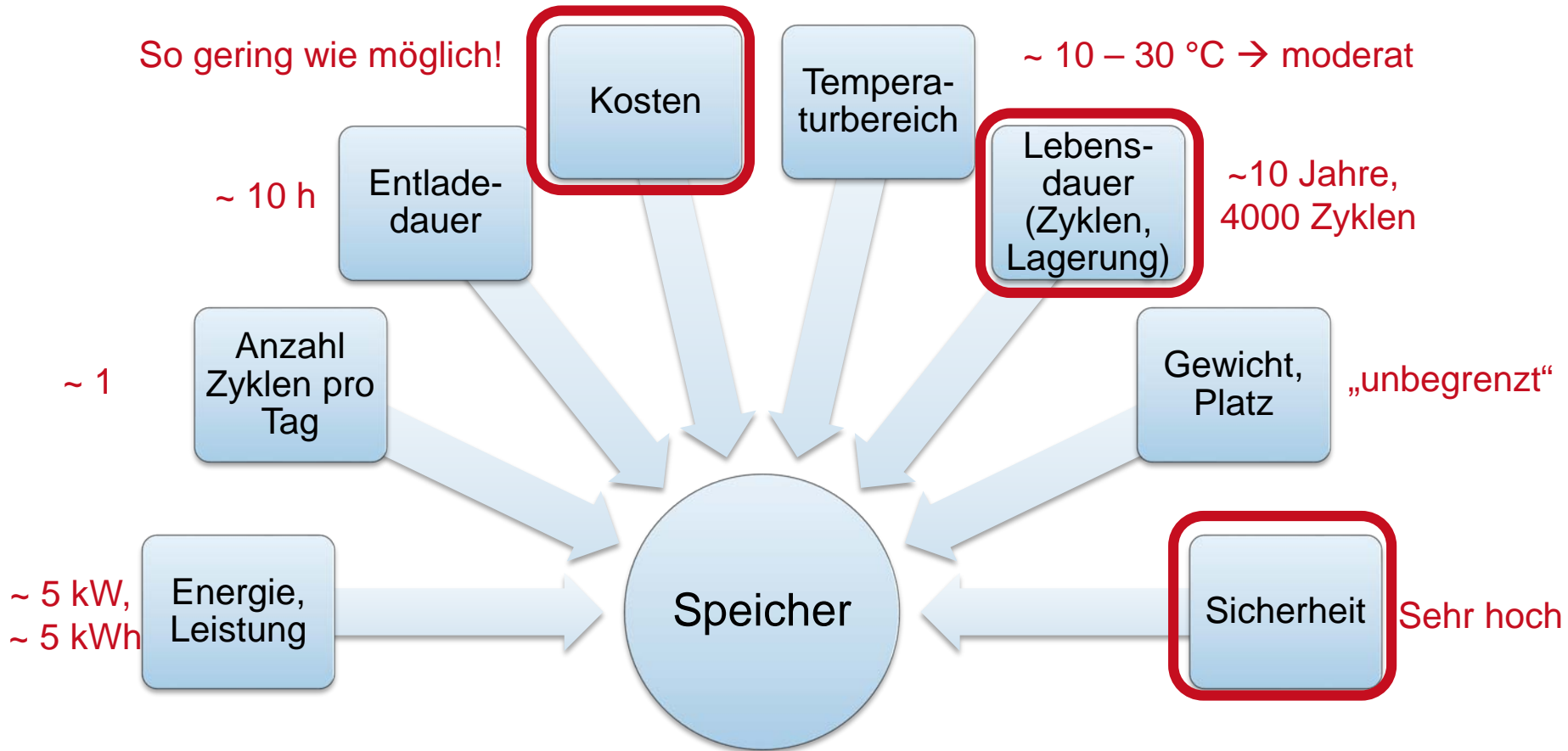
Wasserstoff (flüss.): **24.00 kWh/m<sup>3</sup>** (Benzin: **12.000 kWh/m<sup>3</sup>**)

# Wie findet man die richtige Batterie?

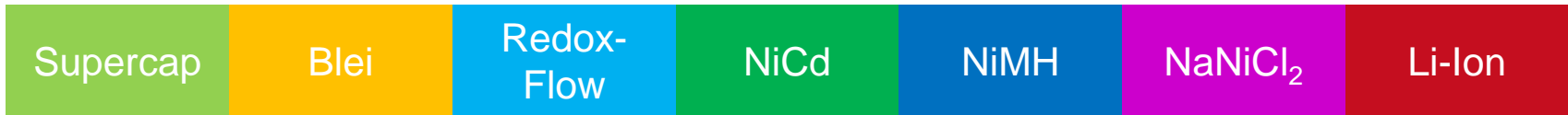
→ Anforderungen der Anwendung



# Anforderungen der Anwendung PV-Speicher

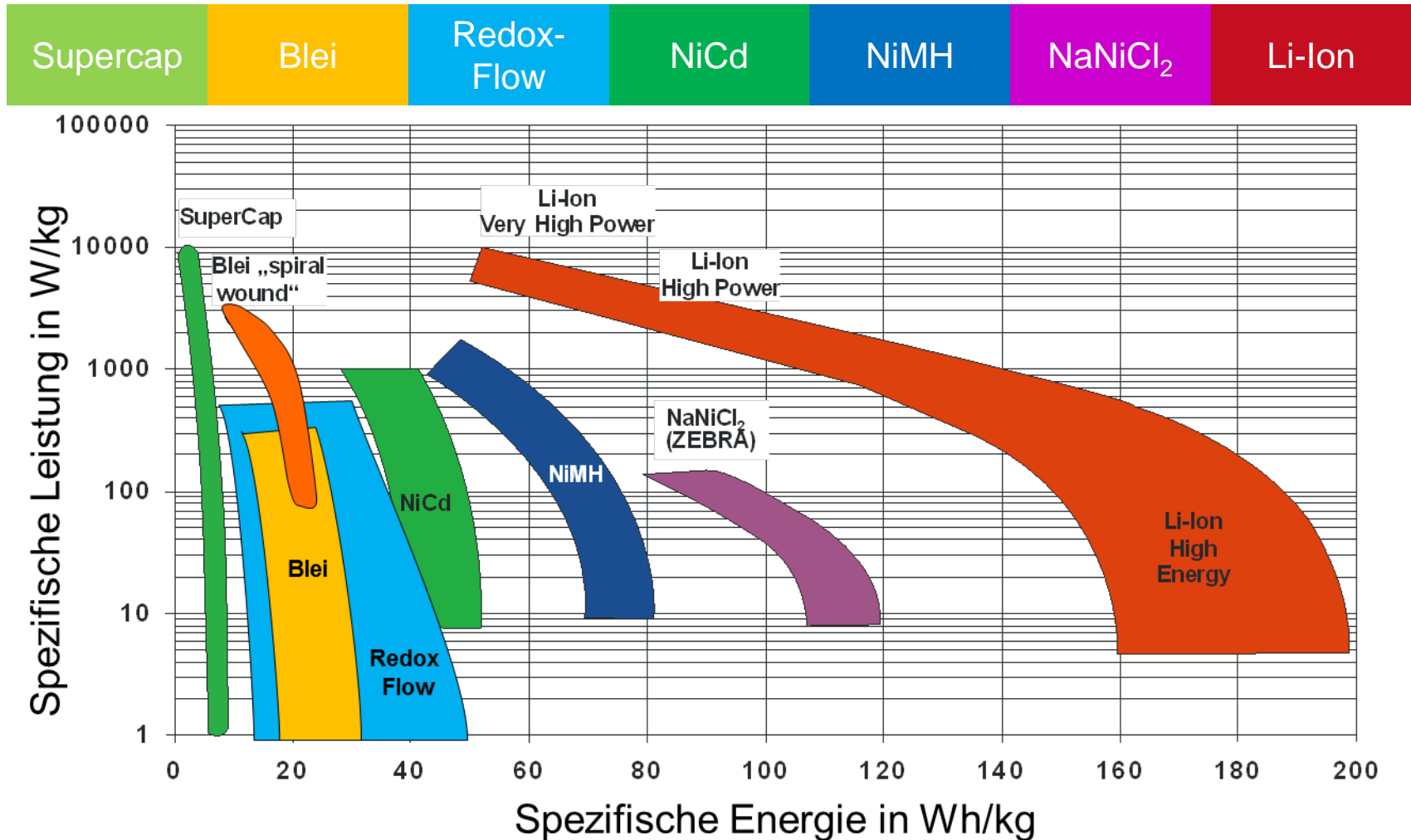


# Speichertechnologien mit Vor- und Nachteilen





# Speichertechnologien mit Vor- und Nachteilen



# Speichertechnologien mit Vor- und Nachteilen

Supercap

Blei

Redox-  
Flow

NiCd

NiMH

NaNiCl<sub>2</sub>

Li-Ion

## Supercaps

### Stärken

- sehr hohe Leistungsdichte
- 1 Mio. Zyklen
- hoher Wirkungsgrad

### Schwächen

- geringe Energiedichte
- hohe Kosten
- Selbstentladung

### Aktuelle Forschung

- Materialien für höhere Energiedichte, Kostensenkung

# Speichertechnologien mit Vor- und Nachteilen

Supercap

Blei

Redox-  
Flow

NiCd

NiMH

NaNiCl<sub>2</sub>

Li-Ion

## Bleibatterie

### Stärken

- geringe Kosten
- vollständig recyclebar
- sicher

### Schwächen

- Lebensdauer, Gewicht
- schlechte Ladeakzeptanz

### Aktuelle Forschung

- Verbesserung der Ladeakzeptanz und Lebensdauer

# Speichertechnologien mit Vor- und Nachteilen

Supercap

Blei

Redox-  
Flow

NiCd

NiMH

NaNiCl<sub>2</sub>

Li-Ion

## Redox-Flow

### Stärken

- Potentiell geringe Kosten
- Energie und Leistung separat skalierbar

### Schwächen

- Gewicht, Platz, Dichtigkeit
- Wenige Hersteller
- Vanadium teuer

### Aktuelle Forschung

- Andere Materialien
- Dichtigkeit

# Speichertechnologien mit Vor- und Nachteilen

Supercap

Blei

Redox-  
Flow

NiCd

NiMH

NaNiCl<sub>2</sub>

Li-Ion

## NiCd

### Stärken

- sicher
- sehr gutes Tieftemperaturverhalten

### Schwächen

- Lebensdauer, Gewicht
- Umweltverträglichkeit Cadmium

### Aktuelle Forschung

- Kaum, da in vielen Anwendungen verboten

# Speichertechnologien mit Vor- und Nachteilen

Supercap

Blei

Redox-  
Flow

NiCd

NiMH

NaNiCl<sub>2</sub>

Li-Ion

**NiMH**

## Stärken

- gute Energie- und Leistungsdichte

## Schwächen

- hohe Kosten bei begrenztem Kostensenkungspotential
- Etwas schlechtere Eigenschaften als Li-Ionen

## Aktuelle Forschung

- Kaum, da kaum Vorteile gegenüber Li-Ionen

# Speichertechnologien mit Vor- und Nachteilen

Supercap

Blei

Redox-  
Flow

NiCd

NiMH

NaNiCl<sub>2</sub>

Li-Ion

**NaNiCl<sub>2</sub>**

## Stärken

- Einfache und günstige Herstellung
- Nickel als einziges begrenzendes Material

## Schwächen

- Nur zwei Hersteller, begrenzte Produktionskapazitäten
- Wärmebedarf für 300°C-Betrieb

## Aktuelle Forschung

- Temperaturreduktion

# Speichertechnologien mit Vor- und Nachteilen

Supercap

Blei

Redox-  
Flow

NiCd

NiMH

NaNiCl<sub>2</sub>

Li-Ion

## Lithium-Ionen-Batterie

### Stärken

- Hohe Energie- und Leistungsdichte, Lebensdauer
- Vielzahl von Varianten

### Schwächen

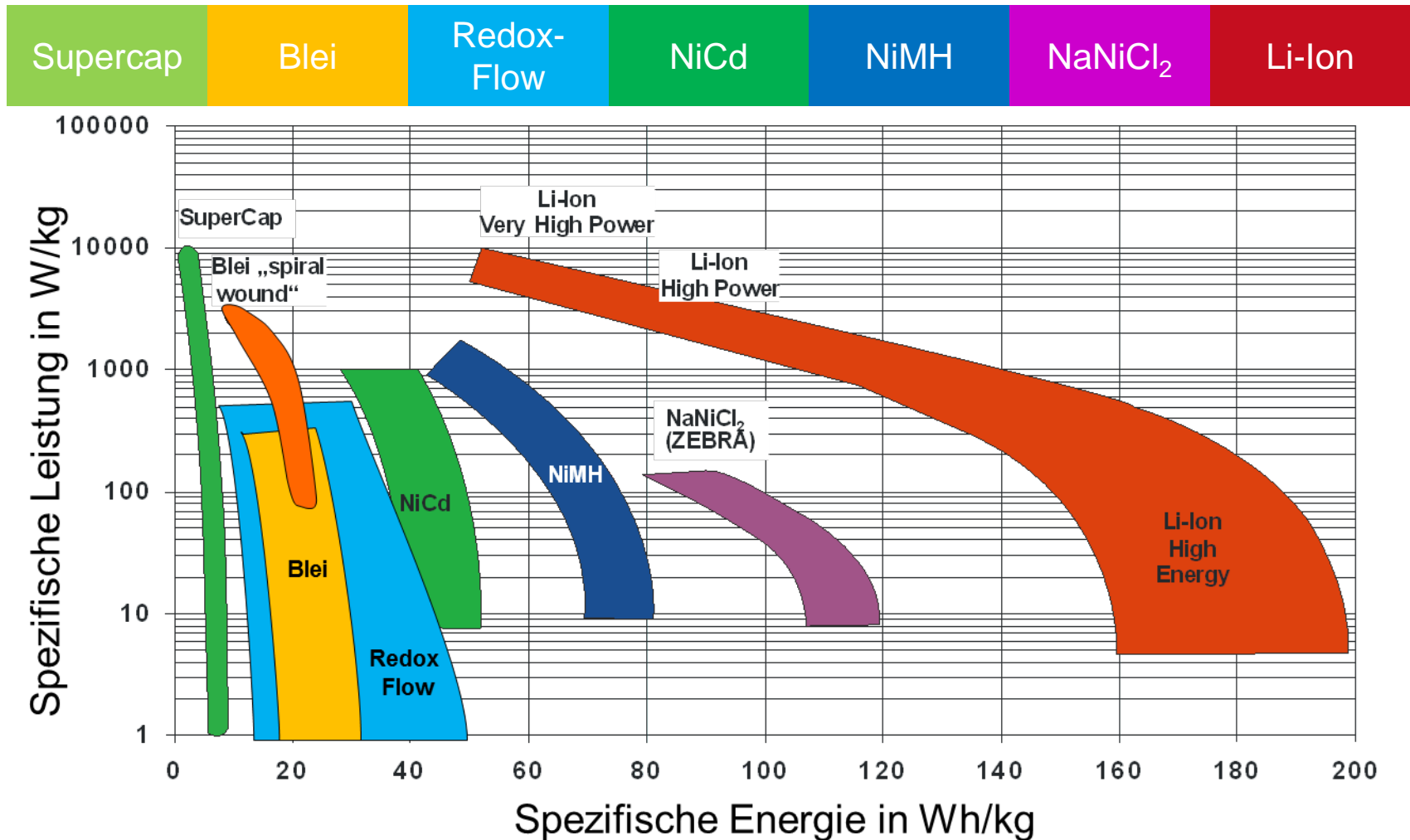
- Hohe, aber fallende Kosten
- Sicherheit, aufwändige Elektronik notwendig

### Aktuelle Forschung

- Verbesserung der Eigenschaften



# Speichertechnologien mit Vor- und Nachteilen



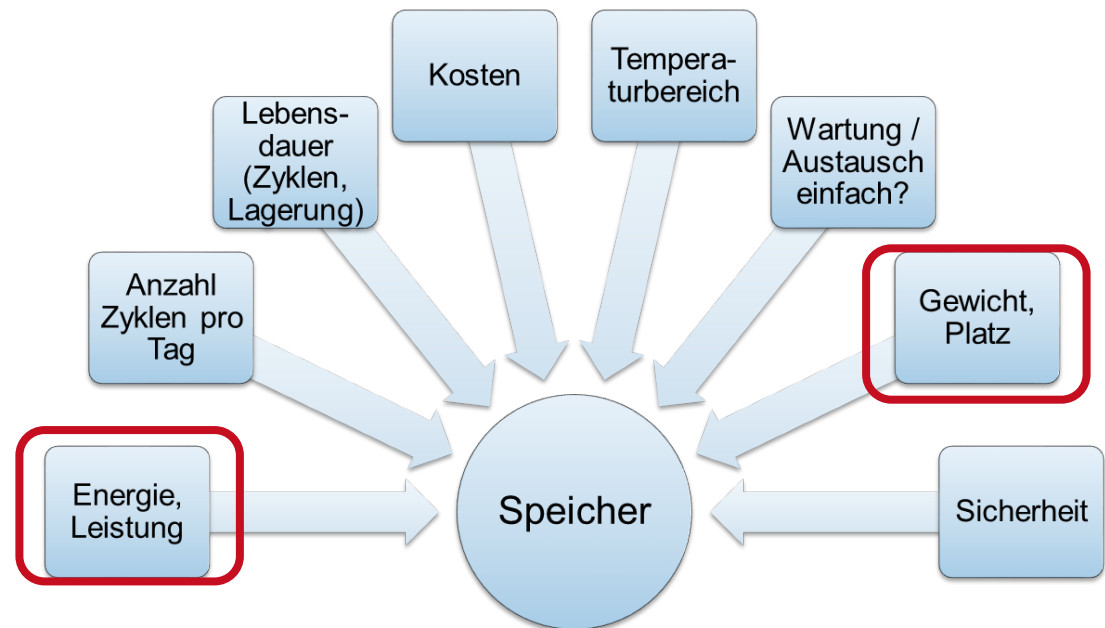
## Und was kommt danach?

## Aktuelle Forschung an neuen Batterien

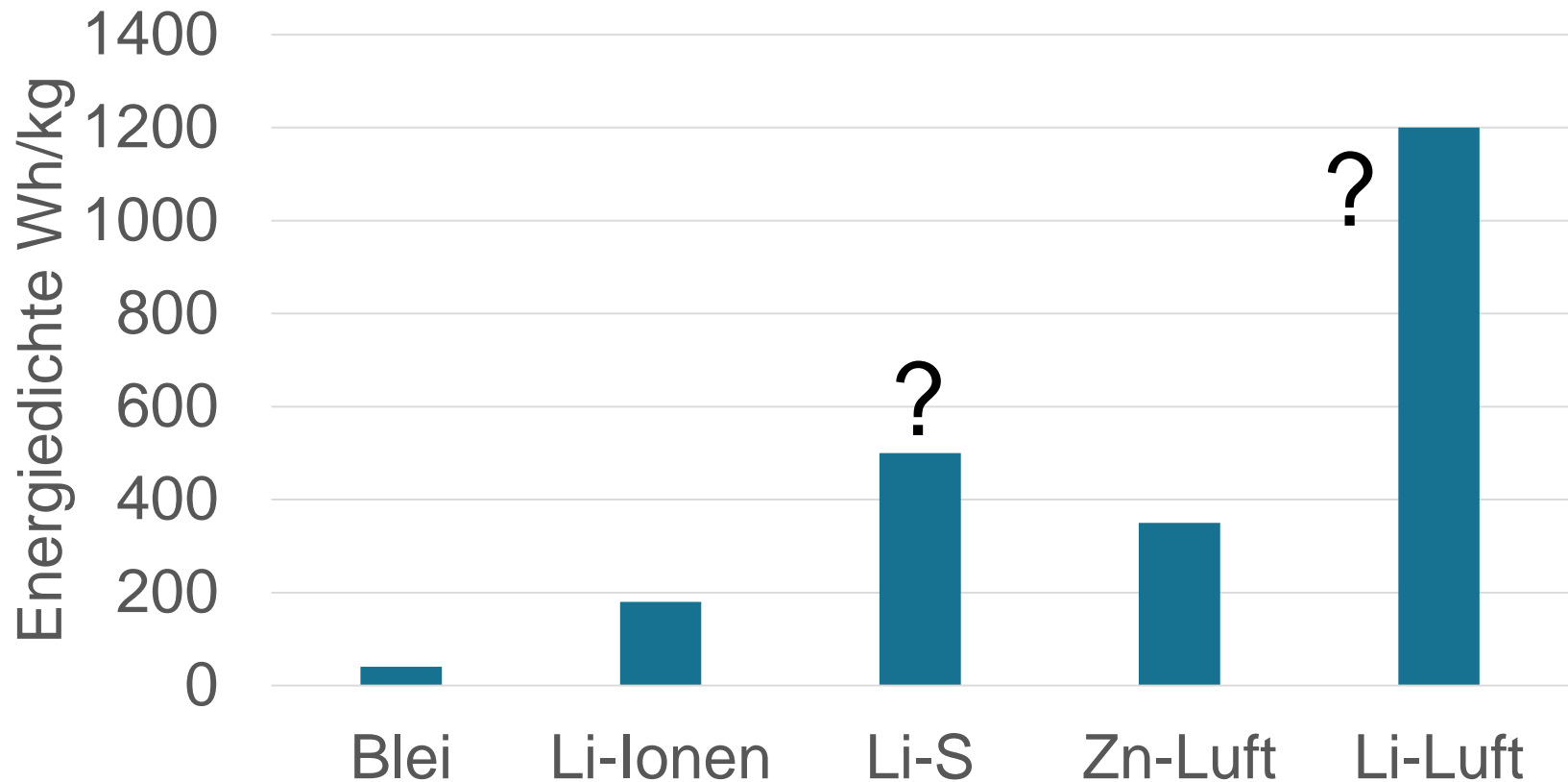
Konzentration vor allem  
auf höhere Energiedichte  
(→ mehr Reichweite!)

Technologien in der  
Forschung:

- Lithium-Schwefel
- Lithium-Luft
- Andere Metall-Luft
- Lithium-Dünnschicht
- Natrium-Ionen



## Welche praktischen Energiedichten sind erreichbar?



# Modul Stationäre elektrische und elektrochemische Energiespeicherung

## Energiespeicher

- Lithium-Ionen
- Blei-Säure
- Andere Batterien
- Elektrische Speicher

## Auslegung und Planung

- Kosten
- System, Management

## Rahmenbedingungen

- Rechtlich, politisch
- Sicherheit
- Umwelt

Zeitraum Januar und Februar 2018, hier im ZfG Götz  
2 Präsenzveranstaltungen, dazwischen Onlineunterricht

## Zusammenfassung

- Energiespeicher spielen eine zentrale Rolle bei CO<sub>2</sub> neutraler Energieversorgung
- Es gibt noch viele Herausforderungen, aber auch viele verfügbare Technologien
- Gezielte Untersuchung von neuen Materialkombinationen für Zellen kann die Energiedichte von Batterien noch erhöhen – im Moment erscheint ein Faktor < 10 erreichbar

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!



## BATTERIESPEICHER - AKTUELLER FORSCHUNGSSTAND

Prof. Dr.-Ing. Julia Kowal | Elektrische Energiespeichertechnik |  
Informationsveranstaltung 13.09.2017 HWK Postdam

---

## Bildnachweise:

[1]: By Kohlekraftwerk\_Niederaußem.JPG: Vogonederivative work: Smial - This file was derived from Kohlekraftwerk Niederaußem.JPG:, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=19033609>

[2] PV-Anlage: Freiflächenanlage in Ibbenbüren, von Sideka Solartechnik (Eigenes Werk) [GFDL (<http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html>) oder CC-BY-SA-3.0-2.5-2.0-1.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0>)], via Wikimedia Commons