

# Skalierbare, nachhaltige, elektrische Energiespeichersysteme – Batterie 2.0



Zwanzig20 – Partnerschaft für Innovation

**Koordination:**

Prof. Dr. Ulrich S. Schubert (CEEC Jena i. G. und FSU Jena)  
Dr. Michael Stelter (CEEC Jena i. G. und FhG IKTS)



# „Batterie 2.0“ im Programm Zwanzig20

Antragskonzept

Inhaltliche Ausrichtung

- Materialien und Technologien
- Fertigungstechnik
- Systemdesign und –integration

Innovationsstrategie

Konsortium



# Antragskonzept

## Speicherung von elektrischer Energie ist eine zentrale Aufgabe.

- Umbau der Energienetze (Koexistenz von erneuerbarer und klassischer Energietechnik)
- Bedarf an umweltfreundlichen Speichersystemen
- Nutzung gut verfügbarer Materialien

## Adressierung der Hürden:

- Erhöhte Invest- und Betriebskosten durch Speicher
- Fehlende Nutzungs- und Geschäftsmodelle, Standards
- Verfügbarkeit von Batteriematerialien in Europa
- Geringe Wertschöpfung in Deutschland



## Lösung im Konsortium: kostengünstige, skalierbare Stromspeichersysteme:

- Skalierbarkeit durch standardisierte, kombinierbare Module
- Maßgeschneidert am kommerziellen Bedarf und für die Anwendung (langsam – schnell, groß – klein)
- Konzentration auf umweltfreundliche, verfügbare Materialien
- Aufbau lokaler Wertschöpfung in Ostdeutschland

# Einzigartiger Ansatz

## Basis: Materialien und Technologien

- Einheimische, zugängliche Rohstoffbasis (Polymere, Carbon, Natrium, Nickel, Aluminium)
- Schrittweiser Ersatz von kritischen Rohmaterialien (z.B. Cobalt, Vanadium)
- Kostensenkung durch echte Großserientechnologien (Extrusion, Rolle-zu-Rolle)
- Lokale Kompetenz (Kunststoffe, Keramik, Anlagenbau in Thüringen und Sachsen)

## Chancen für Unternehmen

- Modularisierung und Skalierbarkeit ermöglicht flache Anlaufkurve, frühe Umsätze
- Attraktive Chancen für KMU im Bereich der Speicher-Systementwicklung
- Geschlossene einheimische Wertschöpfungskette (Material / System / Produkt)
- Adressierung zahlreicher unterschiedlicher Märkte, hohes Exportpotential
- Ankopplung an ostdeutsche Energieerzeugungsstrukturen (viel regenerative Energie)

## Übergreifende Themen

- Gezielte Technikgestaltung: Interoperabilität / Standards / Bedarfs- und Geschäftsmodelle
- Kopplung und Hybridisierung mit anderen Energiesystemen (PV, Brennstoffzellen, Wind, ..)

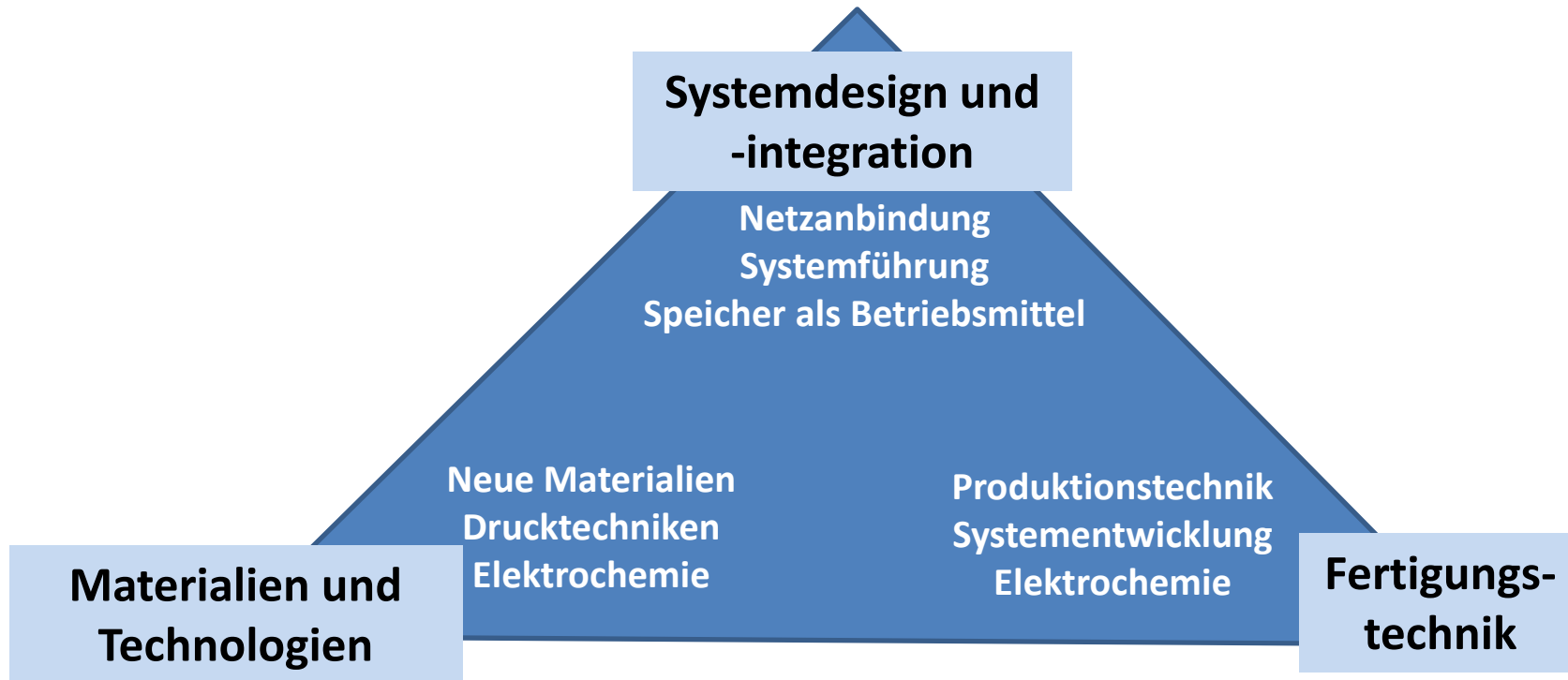
## Speicher werden Produkt und Netz-Betriebsmittel!

---

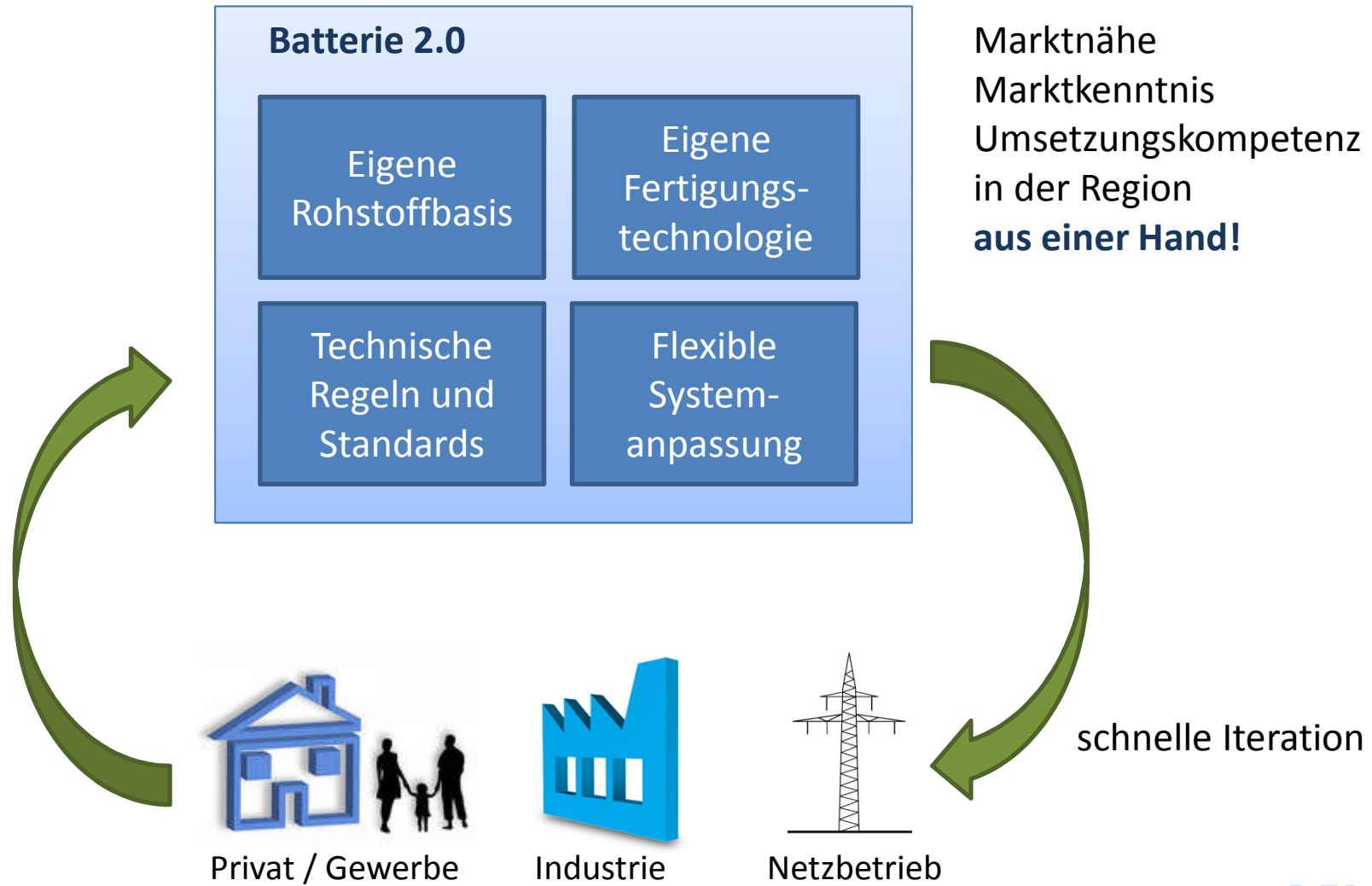


# Antragskonzept

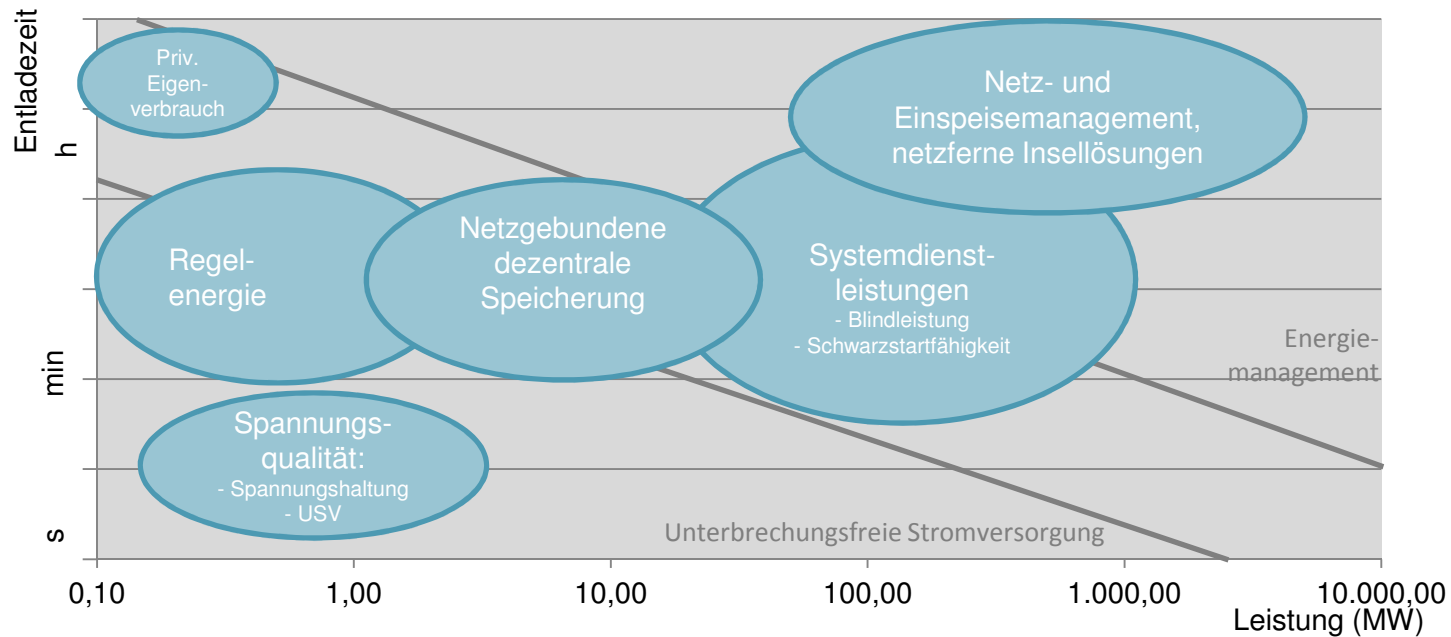
Die 3 Säulen des Konsortiums



# Langfristiges Alleinstellungsmerkmal



# Bedarf / Markt für stationäre Stromspeicherung



## Stationäre Anwendungen:

- Energieverteilnetze (Nieder-/Mittelspannung, keine Transportnetze)
- Erneuerbare Energietechnik (PV, Wind, Biogas)
- Dezentrale Energietechnik (Brennstoffzellen, Rückverstromung)
- Gewerbe und Privathaushalte (PV, peak-shaving)

## Netzersatzsysteme (Kleinspeicher):

- Netzersatzanlagen (USV, Remote-Stromversorgung, Inselssysteme)
- Autonome Systeme, Devices, Medizintechnik, Intelligente Verpackungen

# Inhaltliche Ausrichtung



# Batterie 2.0 - Materialien

- Ziel: Batterien aus unkritischen, einheimischen Materialien:

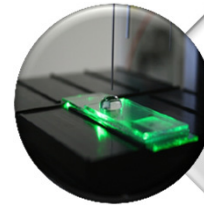
Natrium, Nickel, Aluminium, Keramik, Polymere

- zugängliche Rohstoffbasis
- Alternative zu kritischen Rohmaterialien



## Umweltfreundlich

- Keine Schwermetalle
- Einfache Entsorgung
- Energetisches Recycling



## Rolle/Rolle Verarbeitung

- Tintenstrahldruck
- Dünne Batterien
- Flexibles Design



## Hohe Leistungsdichte

- Schnelles Laden
- Hohe Lade und Entladeleistung

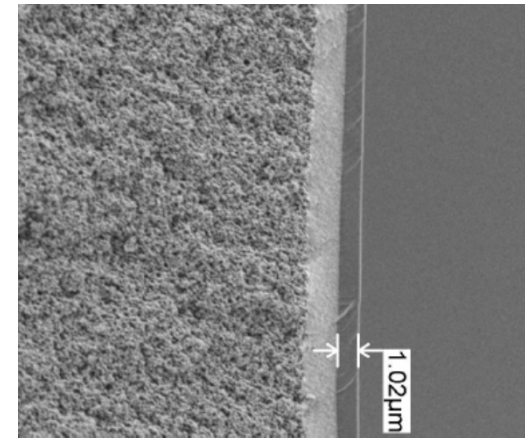
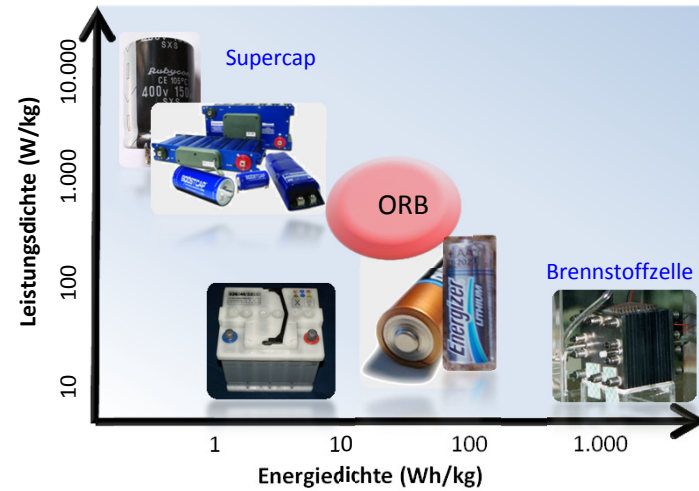


## Gute Haltbarkeit

- Einfache Redoxchemie
- >1000 Zyklen

# Beispiele für neue Batterietechnologien

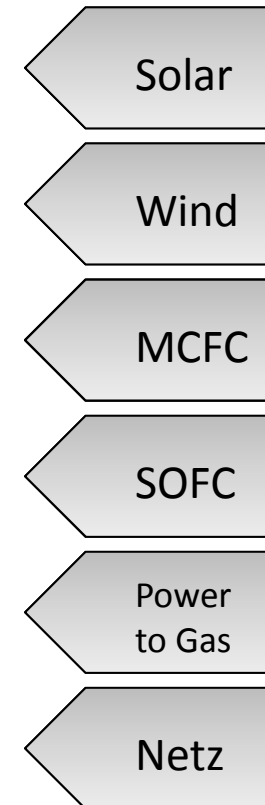
- Organische Radikalbatterien
- schnelle Leistungsspeicher aus einheimischen Rohstoffen
- NaNiCl- und Redox Flow-Batterien
- große stationäre Speicher auf Basis einheimischer Rohstoffe



# Speichertypen im Fokus von Batterie 2.0

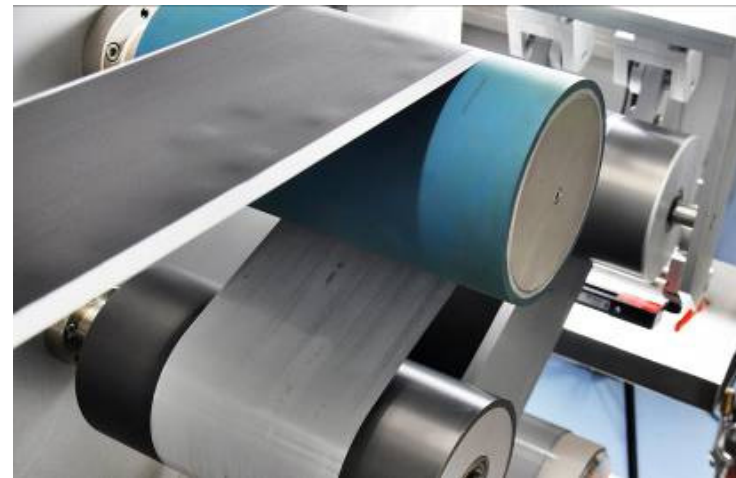
Anwendung	Bauform
<b>Gerätespeicher</b> 0,5 Wh – 0,5 kWh	<b>Dünnschichtbatterien,</b> <b>ORB</b> (Polymere Batterien)
<b>Kleinspeicher</b> 0,5 kWh – 50 kWh	<b>ORB, Supercap</b> (rein organisch und Polymer-Na) schneller Leistungsspeicher
	<b>Li-Ion</b> < 10 kWh
	<b>NaNiCl</b> > 10 kWh
<b>Mittelspeicher</b> 50 kWh - 5 MWh	<b>NaNiCl, NaS</b> Standalone und Hybrid (MCFC, Li-Ion, Supercap)
	<b>Redox Flow</b>
	<b>Sonderbauformen</b> (Flüssigmetall)

## Definierte Andockpunkte



# Batterie 2.0 - Fertigungstechnologien

- Ziel: Kostenreduktion von Batterien und Batteriesystemen
  
- Nutzung von Skaleneffekten
- Einführung neuer Fertigungstechnologien und Anlagenkonzepte



# Herausforderungen für neue Fertigungstechnologien

## Skalierung vom Labor bis zur Produktion

- Nutzung skalierbarer Fertigungstechnologien
- Kostenreduktion durch Skalierung

## Entwicklung innovativer Anlagenkonzepte

- Hoher Automatisierungsgrad zur Erhöhung von Ausbringung und Qualität
- Prozeßkontrolle

## Stabilität und Zuverlässigkeit

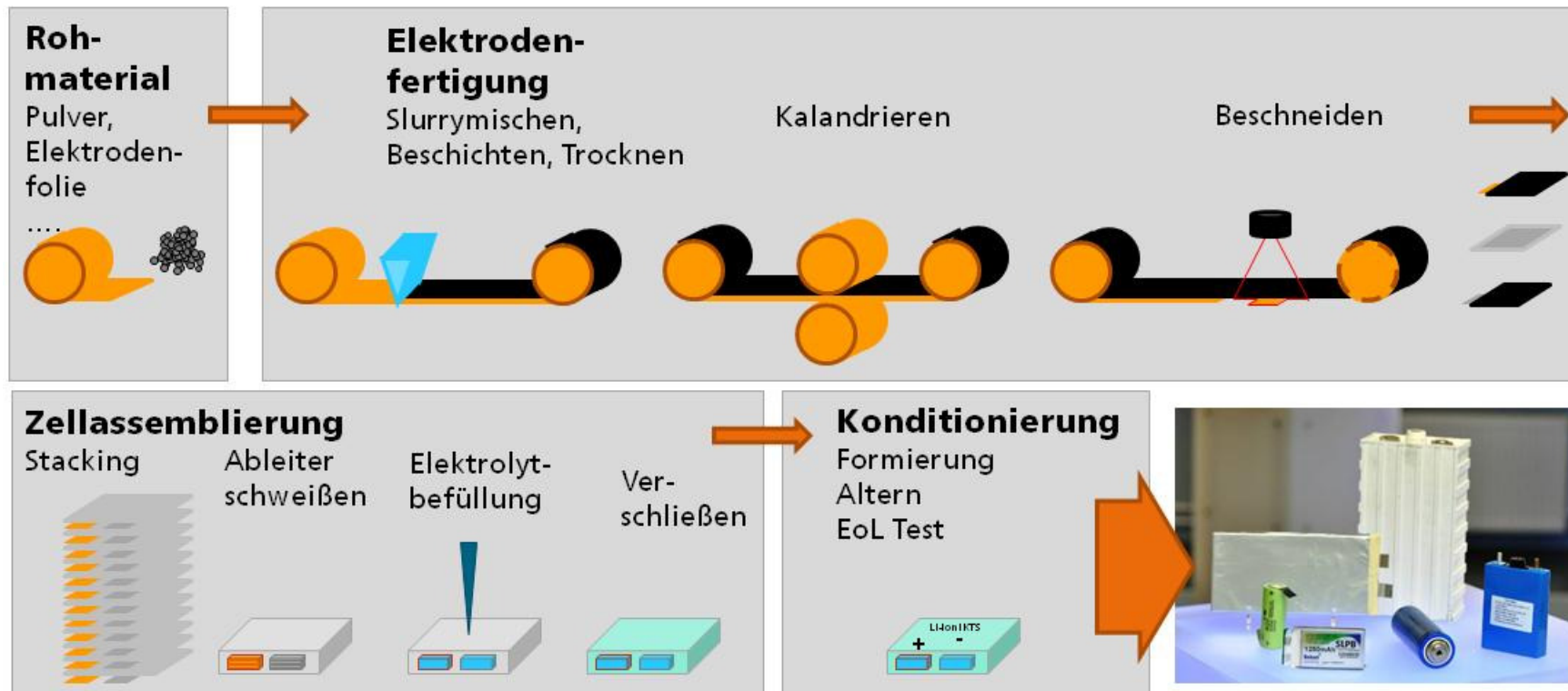
- Fehlertolerante Fertigungstechnologien
- Stabile Produktqualität



# Beispiel: Lithium-Batteriefertigung

Hohe Anzahl von Prozessschritten

- hohe Anforderungen an Zuverlässigkeit und Ausbringung
- Potential zur Kostenreduzierung



# Batterie 2.0 - Netzintegration

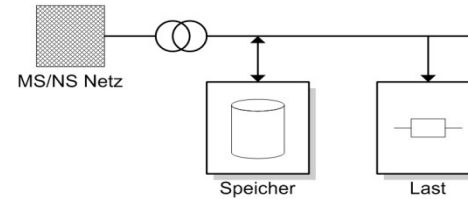
- Ziel: Entlastung für Netzausbau bei steigendem Anteil erneuerbarer Energien
  
- Effiziente technische Lösungen
- Neue Nutzungs- und Betreiberkonzepte



# Anwendungsfälle dezentraler Energiespeicher

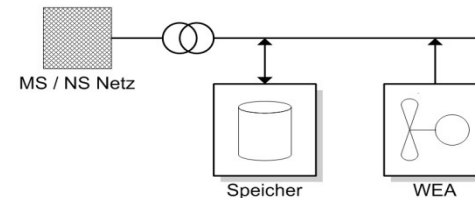
## Energiebezug

- Vergleichmäßigung (peak-shaving)
- Flexibles Bezugsverhalten
- (Energiemanagement)



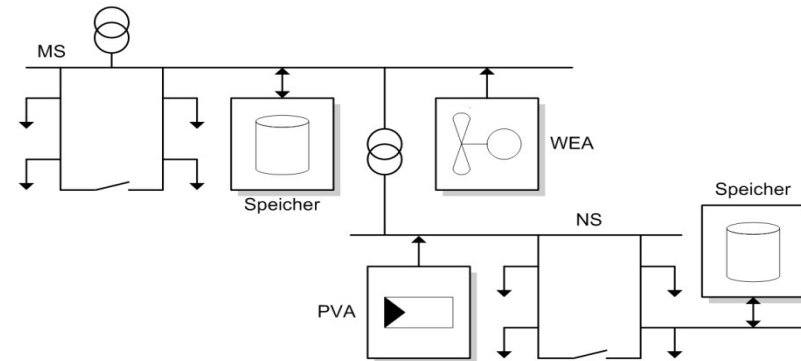
## Fluktuierende Einspeisung

- Reduktion der Fluktuation
- Steigerung der Planbarkeit
- Geschäftsmodell Direktvermarktung



## Netzanwendungen

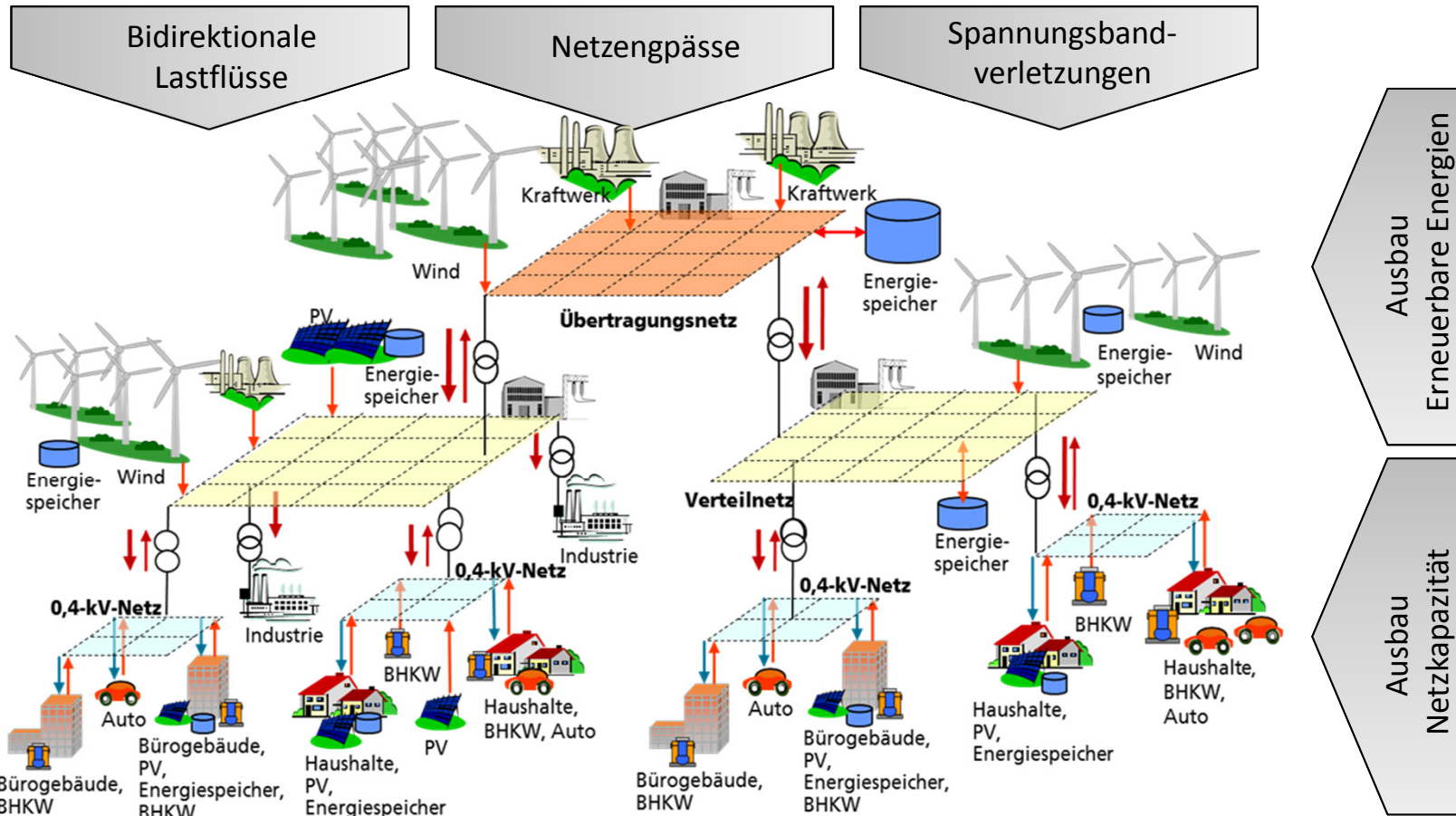
- Reduktion Nutzung vorgelagerter Netze (Verluste & Nutzungsgebühren)
- Netzstabilität und Ausfallsicherheit



© 2012; St. Nicolai, Dr. P. Bretschneider; Fraunhofer IOSB-AST



# Zukünftige Energiesysteme



© 2012; Dr. P. Bretschneider, Fraunhofer IOSB-AST

Three blue boxes at the bottom describe the contributions of 'Batterie 2.0':

- Ausbau Speicherkapazität** (Expansion of storage capacity)
- Messung, Automatisierung, Prognose, Optimierung** (Measurement, automation, forecasting, optimization)
- Energiespeicher für E-Mobilität** (Energy storage for e-mobility)

Below these boxes is a large blue banner with the text: **Beitrag und Lösungen von Batterie 2.0**

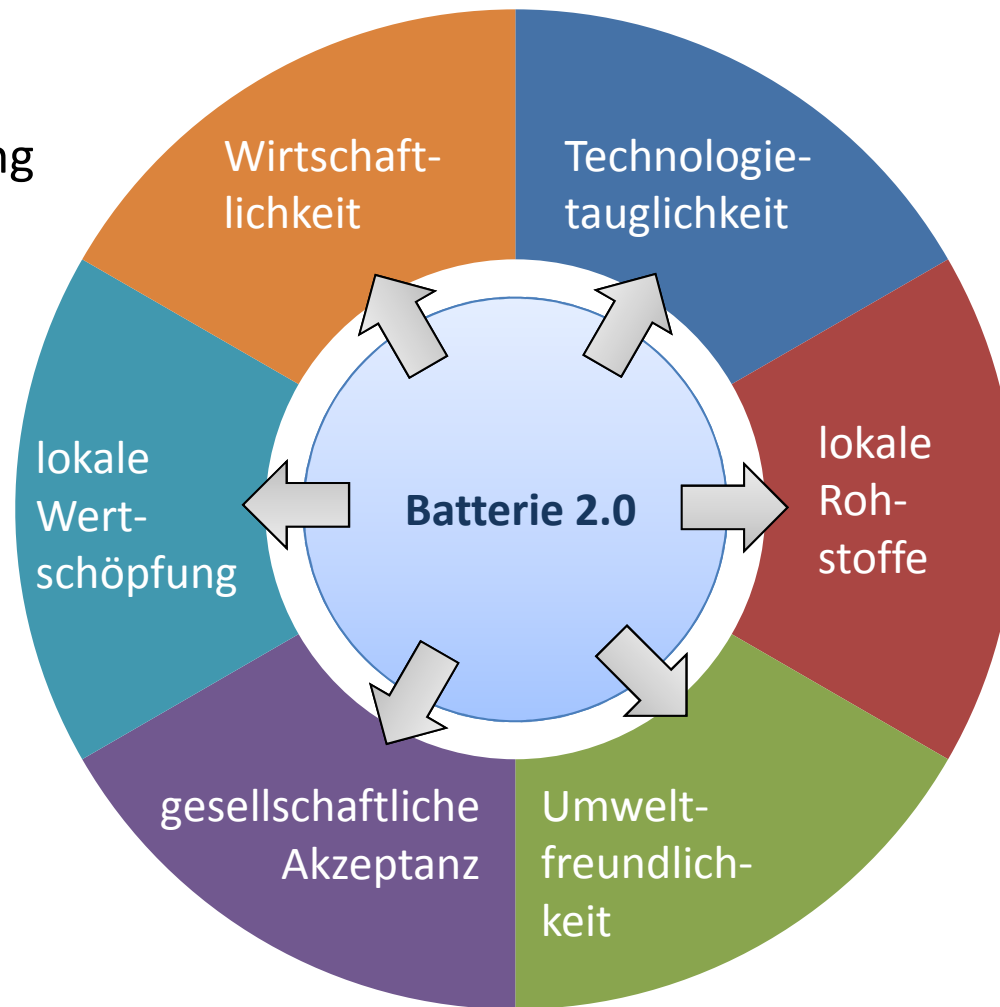


# Innovationsstrategie



# 360° Absicherung der Technologie

Keine einseitige  
Technologiefokussierung



# Dreigliedrige Innovationsstrategie

## 1. Top-Down-Ansatz

Netze, Märkte, CAPEX, Sozioökonomie, ...  
Anforderungen



3 .... 4 konkrete Speichertypen und -anwendungen

## 2. Bottom-up-Ansatz

Speicherlösungen

ORB, Polymer-Na, Supercaps, Li-Ion, NaNiCl, RFB, NaS, ...








## 3. Wertschöpfungskette schließen



### Interessensbekundungen:

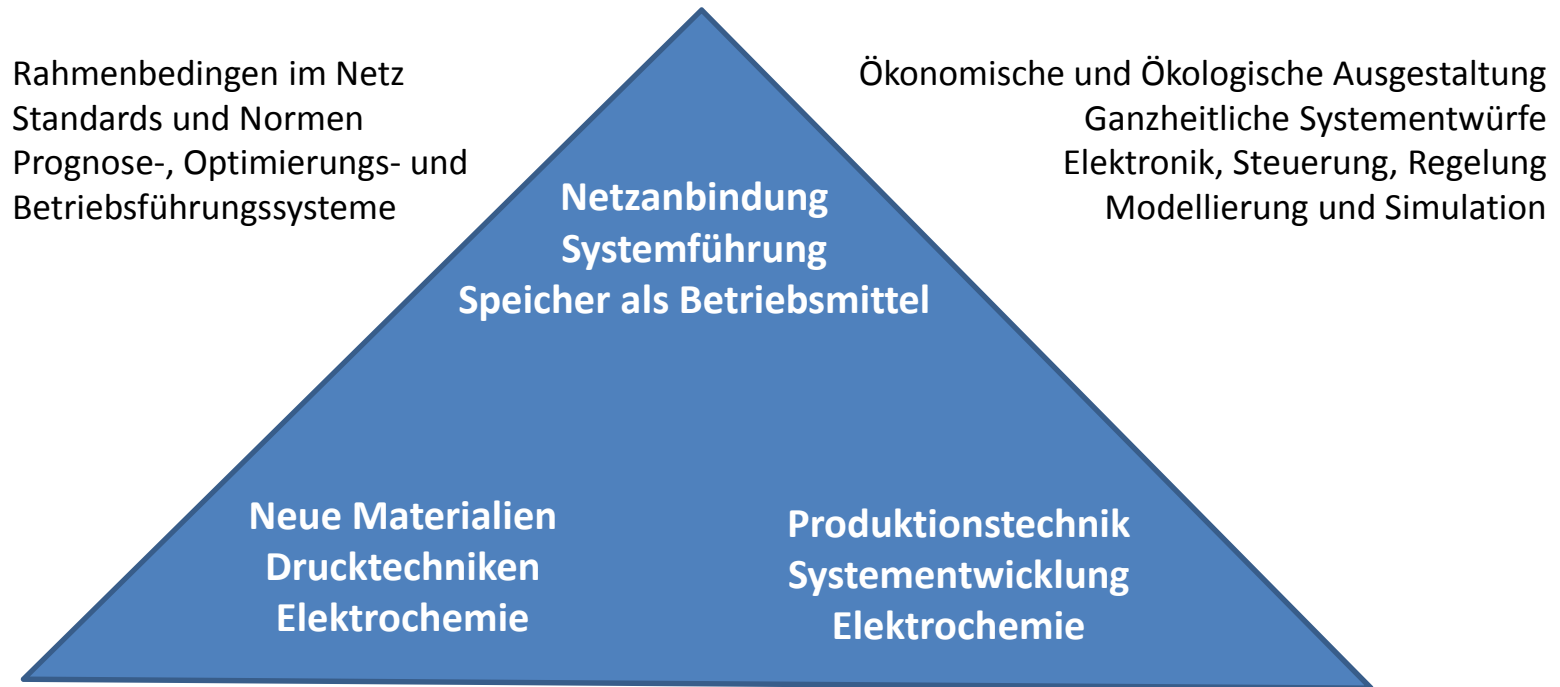


# Leuchtturmprojekte

	Roadmap Standardisierung	Innovative KMU-Strukturen	Lehre und Fachkräfte
Speicherintegration / Energiesystemführung	 Demoprojekt		 Aufnahme in universitäre Ausbildung
Speicher- systeme	 Demoprojekt	 innovative Partnerschaft	
Speicher- komponenten		 innovative Fab	 Studiengang
Speicher- materialien		 innovative Partnerschaft	

# Konsortium

# Struktur des Konsortiums



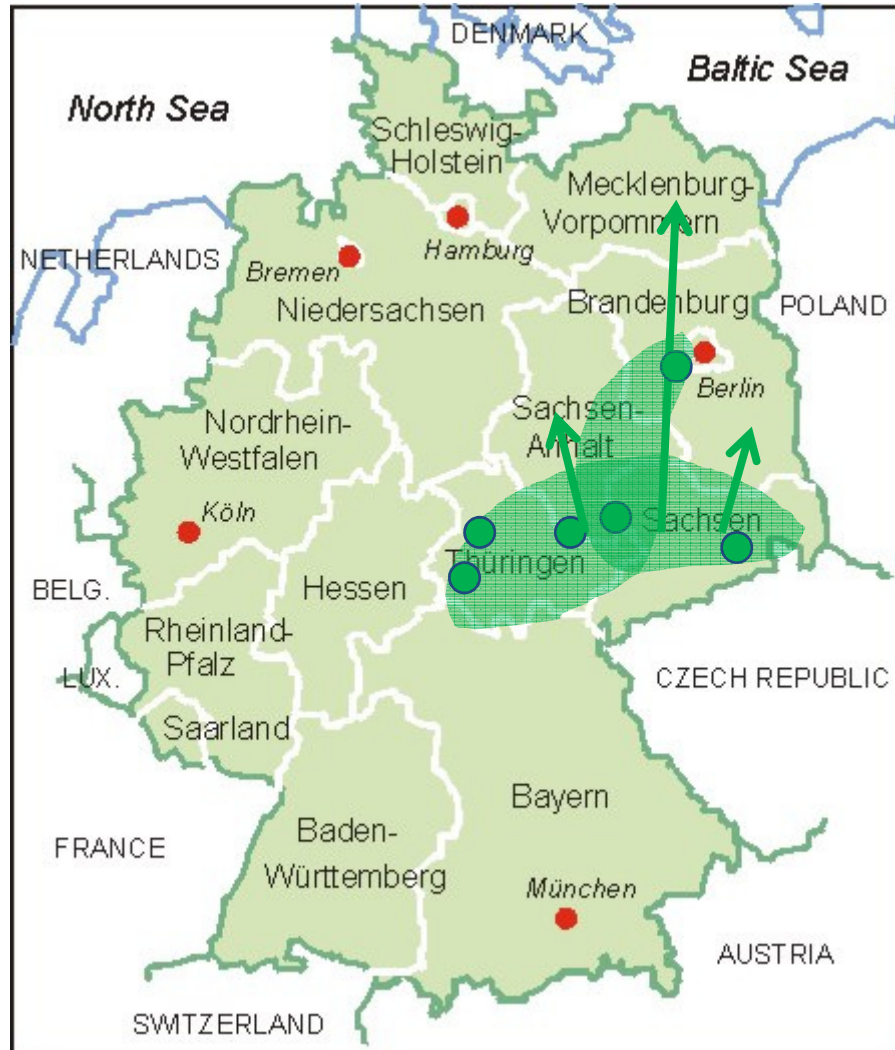
Rahmenbedingen im Netz  
Standards und Normen  
Prognose-, Optimierungs- und  
Betriebsführungssysteme

Ökonomische und Ökologische Ausgestaltung  
Ganzheitliche Systementwürfe  
Elektronik, Steuerung, Regelung  
Modellierung und Simulation

Neue funktionale organische Materialien  
Synthese und Charakterisierung  
Cobalt-Ersatz, „Na/Mg-Batterien“  
Druck- und Beschichtungstechnologie  
Vanadiumfreie Redox-Flow-Systeme  
Elektrochemie

Keramische Batterien  
Stationäre Li-Ionen-Batterien  
Materialsynthese und Bauteilproduktion  
Fertigungstechnologien und Scale-up  
Elektrochemie

# Partnerstrategie



- Keimzellen:
  - CEEC Jena
  - Energy Saxony
  - bestehende Netzwerke
  
- Kompetenz und Anwendungen in allen ostdeutschen Bundesländern
- Konversion / Extension Solarunternehmen
- Enge Einbindung regionaler Netzbetreiber und EVU
- Enge Kooperation mit Herstellern für Netzleitsysteme und Energieautomatisierungsanlagen
- Werkstofflieferketten unter Einbeziehung westdeutscher Unternehmen (Chemie)
- Neugründung von Zell- und Systemherstellern angestrebt



# Ansprechpartner

## Organisation:

Dr. Robert Franke  
VDI/VDE Innovation + Technik GmbH  
Kramergasse 2 | 01067 Dresden | Germany  
robert.franke@vdivde-it.de

## Systementwicklung

Fraunhofer IKTS Dresden, Dr. Mareike Wolter  
Winterbergstraße 28, 01277 Dresden  
mareike.wolter@ikts.fraunhofer.de

## Netzeinbindung

FhG IOSB-AST, Prof. Dirk Westermann  
Fraunhofer AST  
Am Vogelherd 50, 98693 Ilmenau  
dirk.westermann@iosb-ast.fraunhofer.de

## Koordinationssteam

CEEC Jena, Prof. Ulrich S. Schubert  
c/o Friedrich-Schiller-Universität Jena  
Inst. f. Makromol. u. Organische Chemie  
Humboldtstr. 10, 07743 Jena  
ulrich.schubert@uni-jena.de

CEEC Jena, Dr. Michael Stelter  
c/o Fraunhofer IKTS  
Michael-Faraday-Str.1, 07629 Hermsdorf  
michael.stelter@ikts.fraunhofer.de

## Neue Materialien

CEEC Jena, Dr. Martin Hager  
c/o Friedrich-Schiller-Universität Jena  
Inst. f. Makromol. u. Organische Chemie  
Humboldtstr. 10, 07743 Jena  
martin.hager@uni-jena.de



## Spezielle Details

# Treiber ist Ausbau der Erneuerbaren Energien

## Zubau Erneuerbare Energien (BMU-Leitstudie 2011<sup>1</sup>)

- 2010:  $P_W \sim 27,7 \text{ GW}$ ;  $P_{PV} \sim 17,3 \text{ GW}$
- 2030:  $P_W \sim 67,2 \text{ GW}$ ;  $P_{PV} \sim 61,0 \text{ GW}$
- 2050:  $P_W \sim 82,8 \text{ GW}$ ;  $P_{PV} \sim 67,2 \text{ GW}$

## Leistungsfuktuationen

Verhältnis fluktuierende/regelbare Leistung<sup>1</sup>

- 2010: 1 zu 2,68
- 2030: 1 zu 0,66
- 2050: 1 zu 0,44

## Netzstabilität

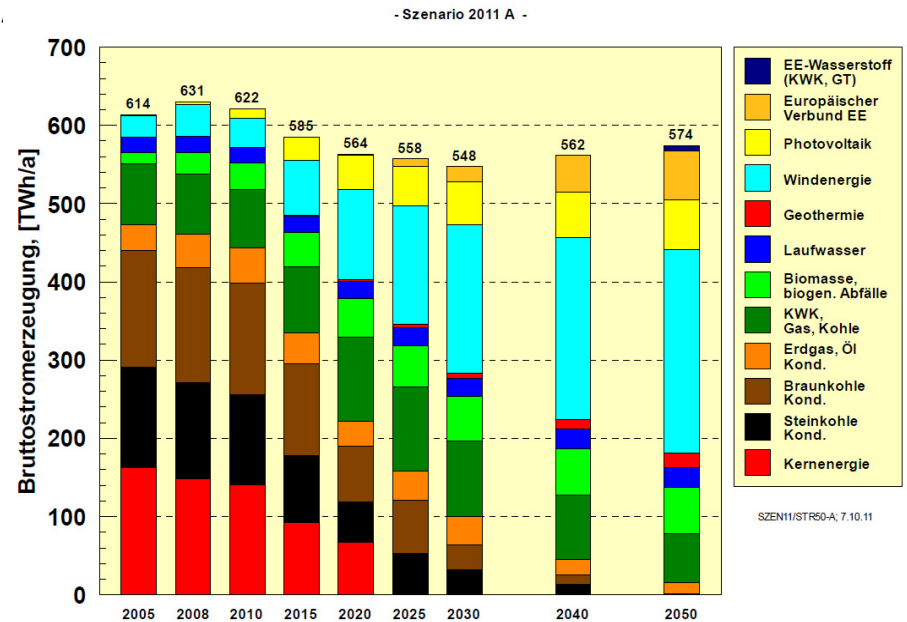
- Verbrauchsdeckung jederzeit gleich Erzeugung
- Regel-/ Reserveleistung zusätzlich

## Netzausbau erforderlich (DENA-Netzstudie II)

- HöS-Netz:  $3.500 \text{ km}^2$
- MS-Netz:  $55.000 - 140.000 \text{ km}^3$
- NS-Netz:  $140.000 - 240.000 \text{ km}^3$



Entlastung durch  
Energiespeicher

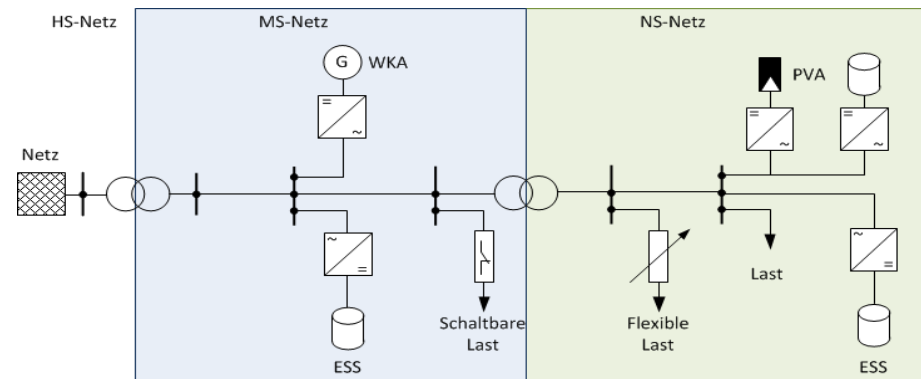


- 1 BMU Leitstudie 2011
- 2 DENA Netzstudie II (2011)
- 3 BDEW Gutachten Abschätzung des Ausbaubedarfs in deutschen Verteilungsnetzen aufgrund von Photovoltaik- und Windeinspeisungen bis 2020 (2011)

# Beitrag dezentraler Energiespeicher für Netzbetrieb und Anwender

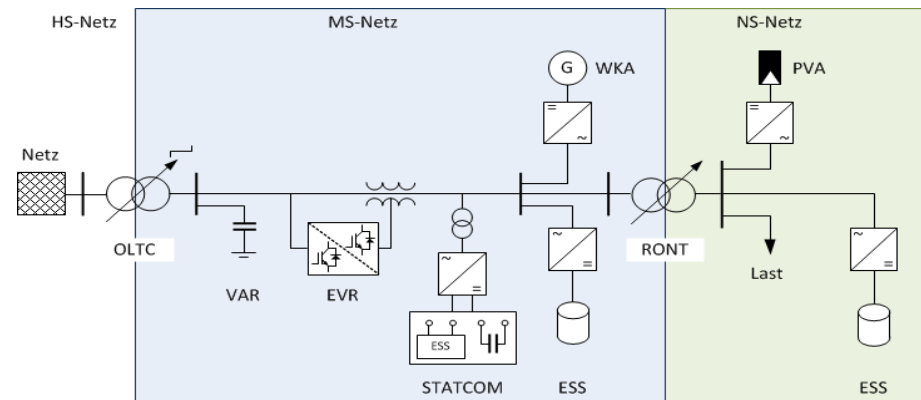
## Leistungsbilanz

- Engpassmanagement
- Einspeisemanagement
- Lastmanagement
- Netzbetreiber und Anwender**  
(Tarif- und Kostenoptimierung)

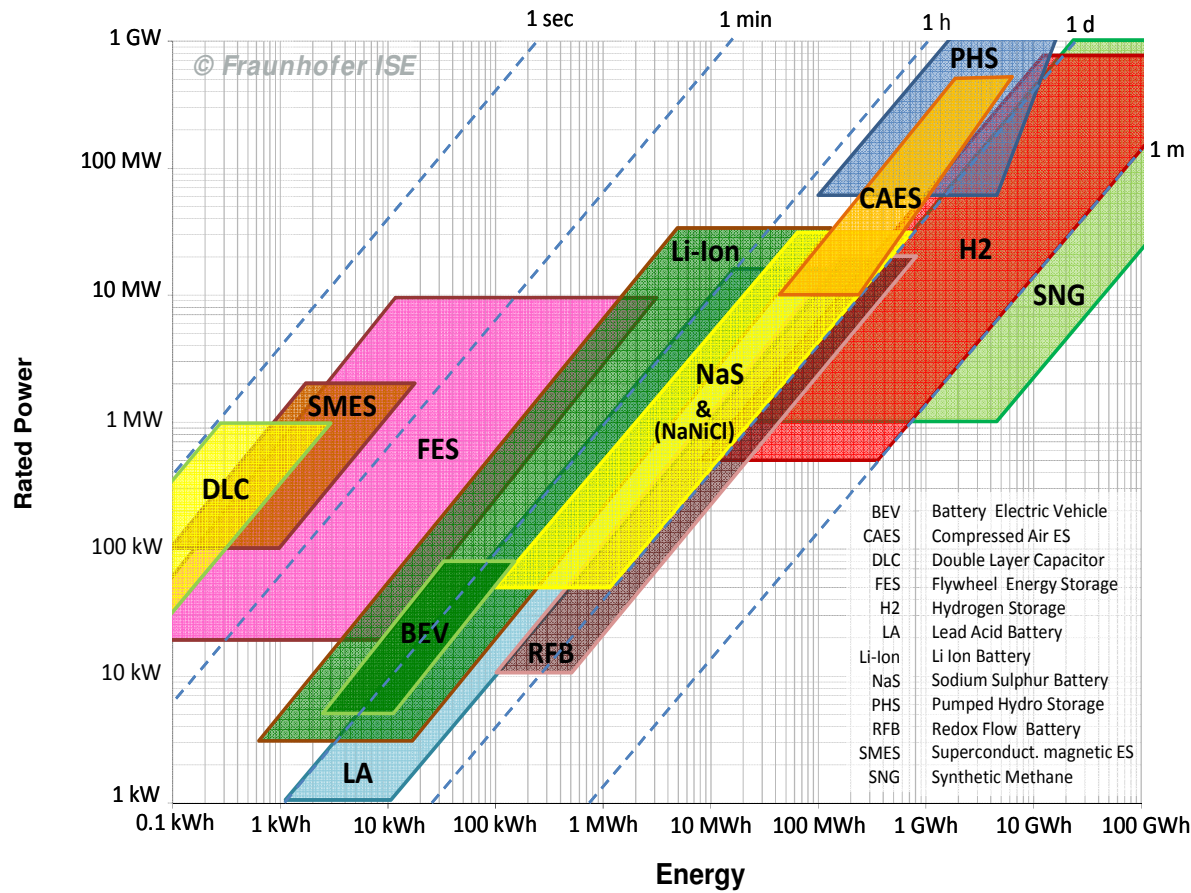


## Spannungshaltung

- Direkte Beeinflussung
- Indirekte Beeinflussung  
(Blindleistungseinspeisung)
- Netzbetreiber**



# Speichertechnologien: Leistung, Arbeit, Speicherzeiten



## Legende

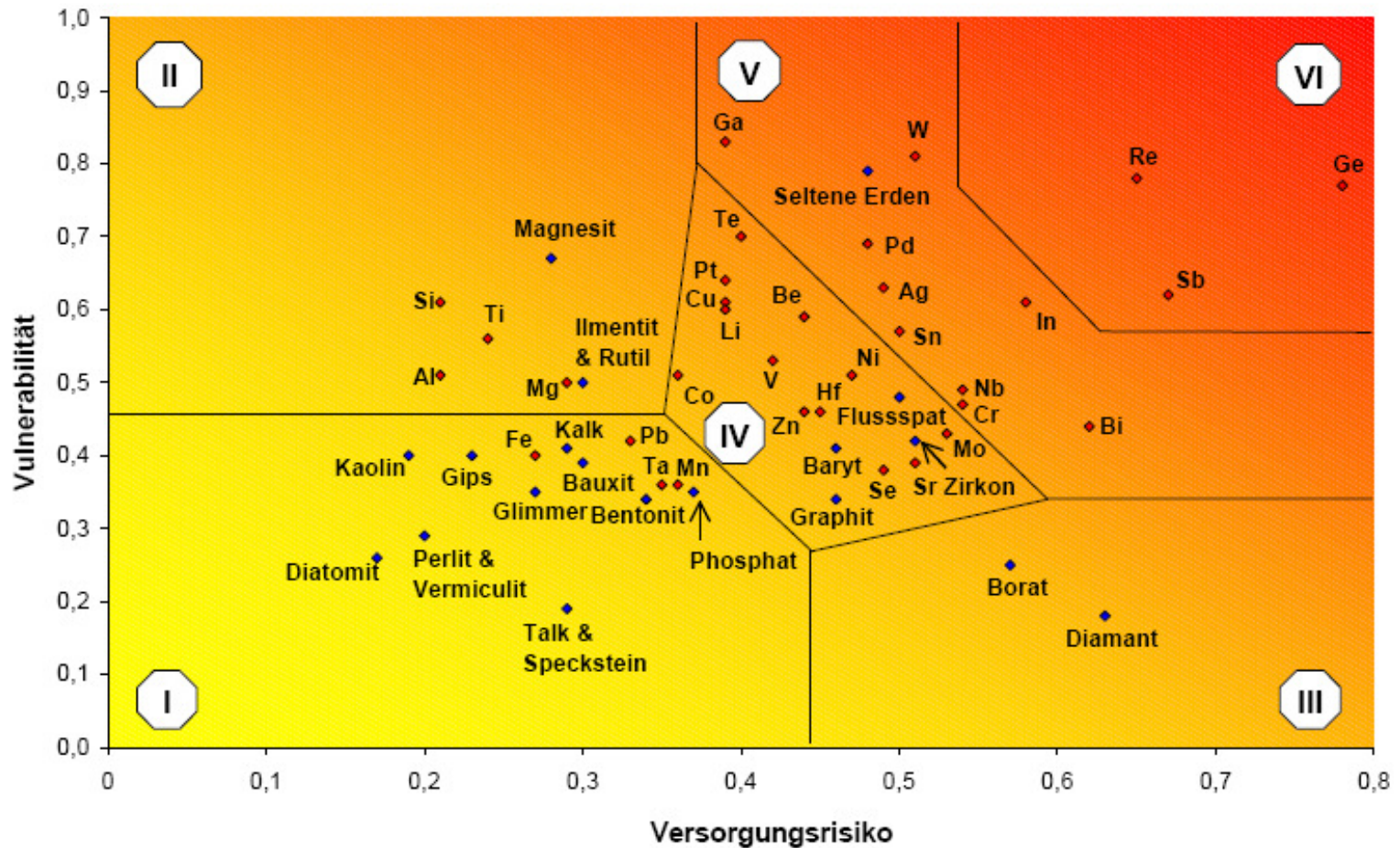
- BEV – Batterien für Elektrofahrzeuge
- CAES – Druckluftspeicher
- DLC – Doppelschichtkondensatoren
- FES – Schwunghmassespeicher
- H2 – Wasserstoff
- LA – Bleisäurebatterie
- Li-Ion – Lithium-Ionen
- NaS – Natrium-Schwefel-Batterie
- PHS – Pumpspeicherkraftwerk
- RFB – Redoxflow-Batterie
- SMES – Supraleitende Spulen
- SNG – Synthetisches Methan

Quelle: Smolinka (2011): „Speicherkonzepte zum mittelfristigen Lastausgleich: Redox-Flow-Batterien“; WBZU-Fachseminar 2011



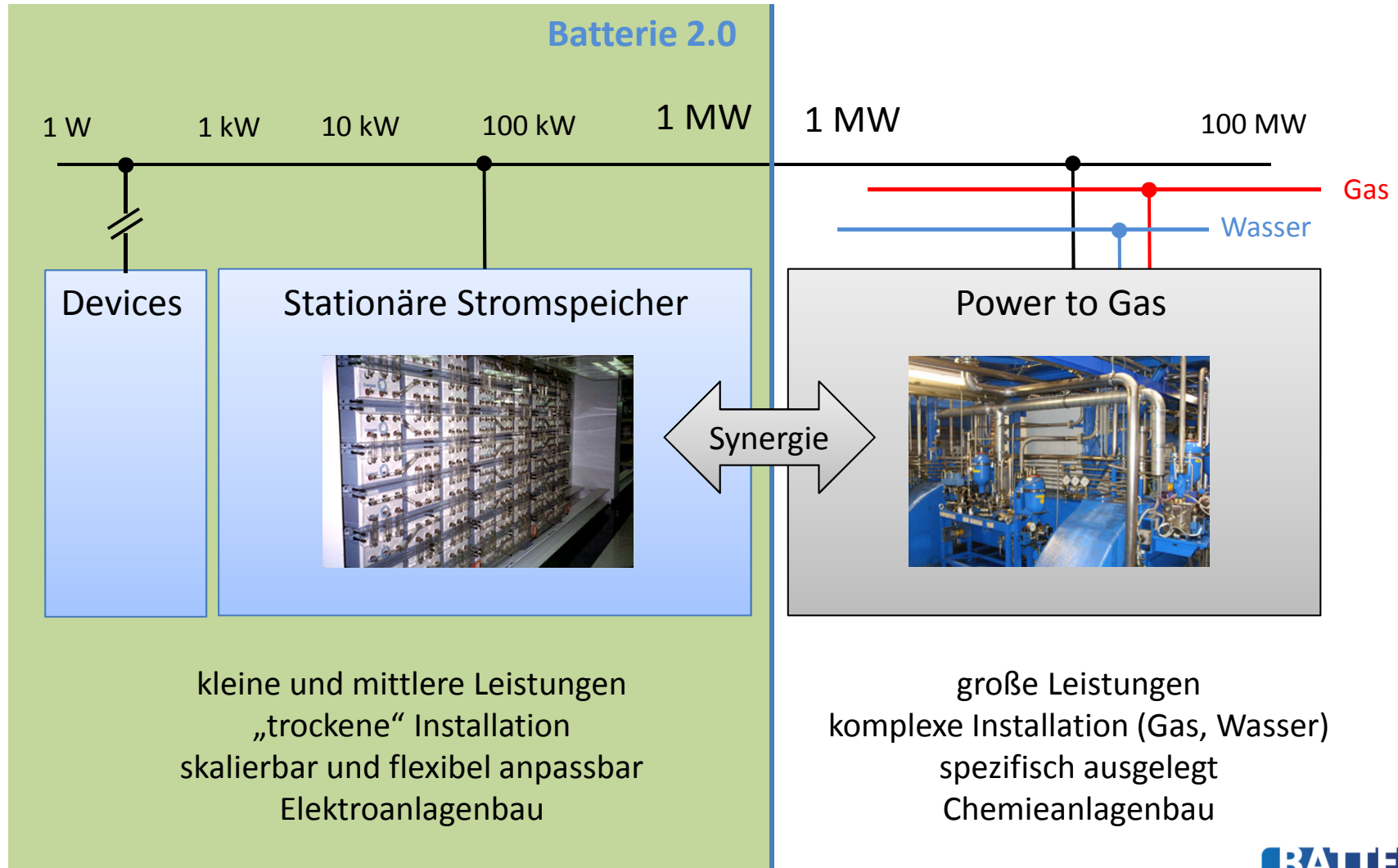
# Versorgungssicherheit von Batteriematerialien

Bei vielen Batteriematerialien ist die Zugänglichkeit nicht ausreichend gesichert.



Quelle: Kritische Rohstoffe für Deutschland „Identifikation aus Sicht deutscher Unternehmen wirtschaftlich bedeutsamer mineralischer Rohstoffe, deren Versorgungslage sich mittel- bis langfristig als kritisch erweisen könnte“

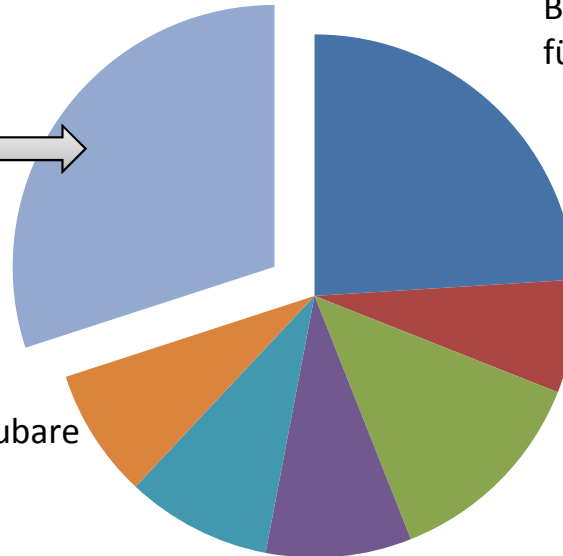
# Positionierung und Einordnung der Speichersysteme



# Batteriematerialien im Konsortium

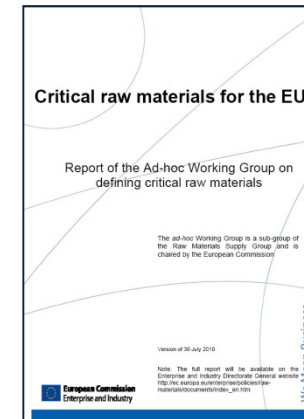
## Liste von kritischen Rohstoffen:

- Antimon
- Beryllium
- Cobalt** →
- Fluor
- Gallium
- Germanium
- Graphit**  
(natürliche abbaubare Vorkommen)
- Indium
- Magnesium
- Niobium
- Platingruppe
- Seltene Erden**
- Tantal
- Wolfram



Beispiel: Weltmarkt für Cobalt

- Legierungen
- Magnete
- Harte Materialien
- Katalysatoren
- Farben
- sonstige
- Batterien



**Batterie 2.0 entwickelt und produziert Batterien aus unkritischen, einheimischen Materialien:**

**Nickel, Aluminium, Keramik, Kohlenstoff, Polymere**