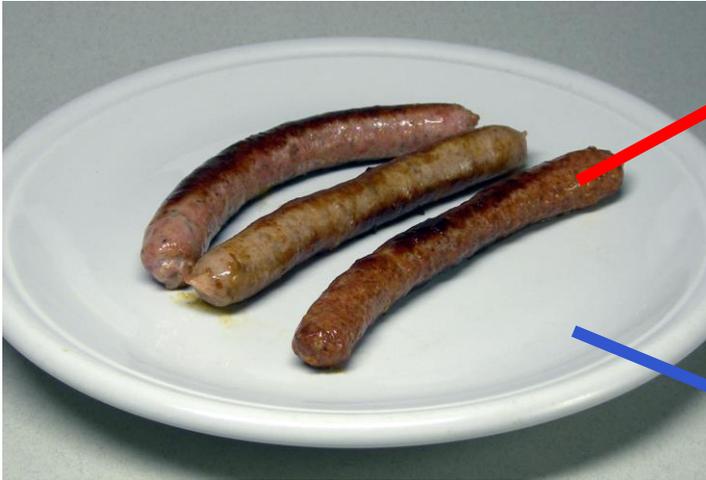

Bratwurst oder Batterie?

Wie relevant ist Batterieforschung für Sachsen und Thüringen?

Michael Stelter, Fraunhofer IKTS



1. Bratwurst



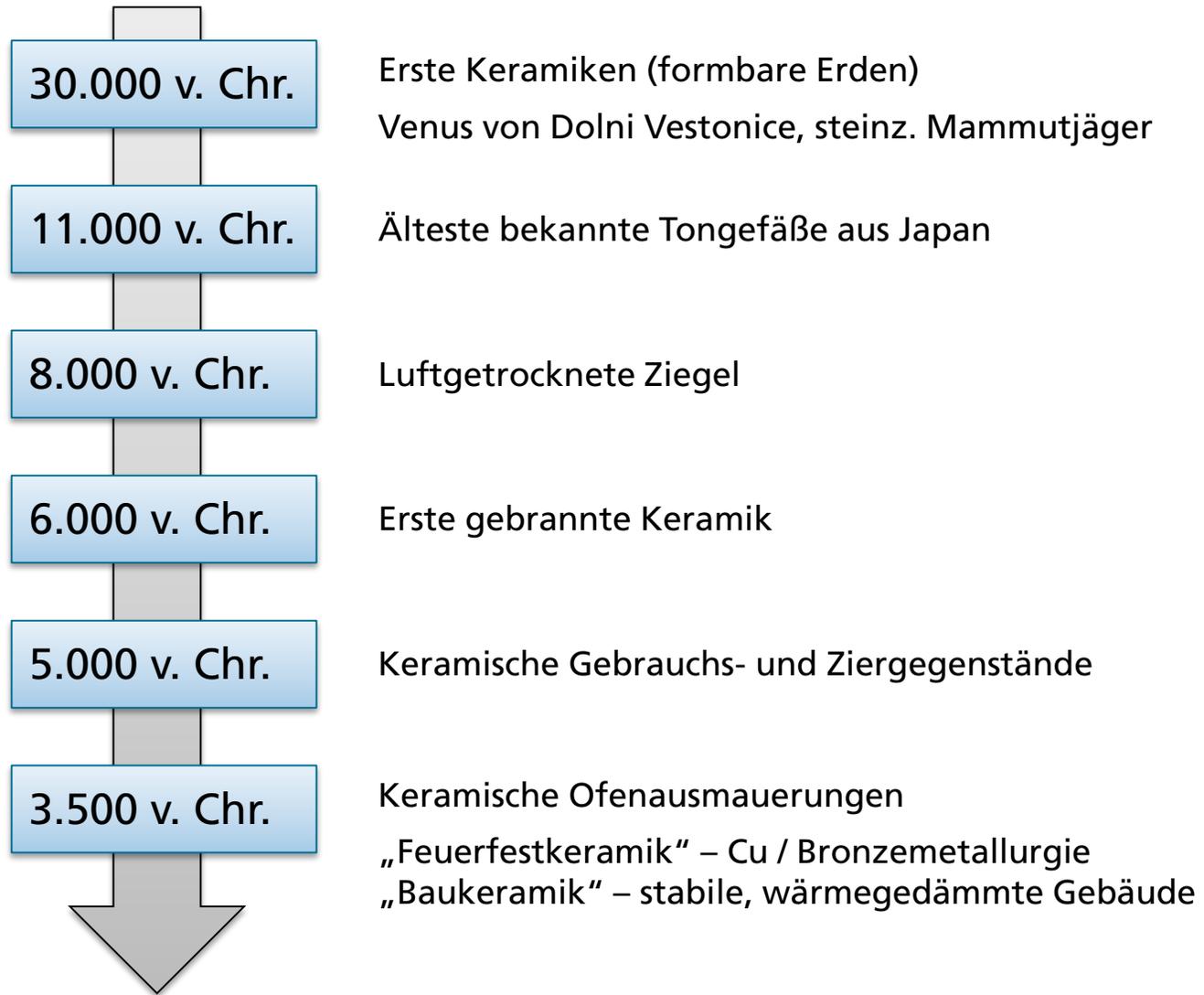
1. Wärmebehandlung
(Energie, biogene
Brennstoffe)



2. Porzellan
(Keramik)



Historischer Abriss



Historischer Abriss (der wettinisch-regionale Aspekt)



Johann Friedrich Böttger

geb. 1682 in Schleiz

gest. 1719 in Dresden

1709 Erfindung des weißen Porzellans

1710 Gründung Manufaktur in Meißen



Georg Heinrich Macheleid

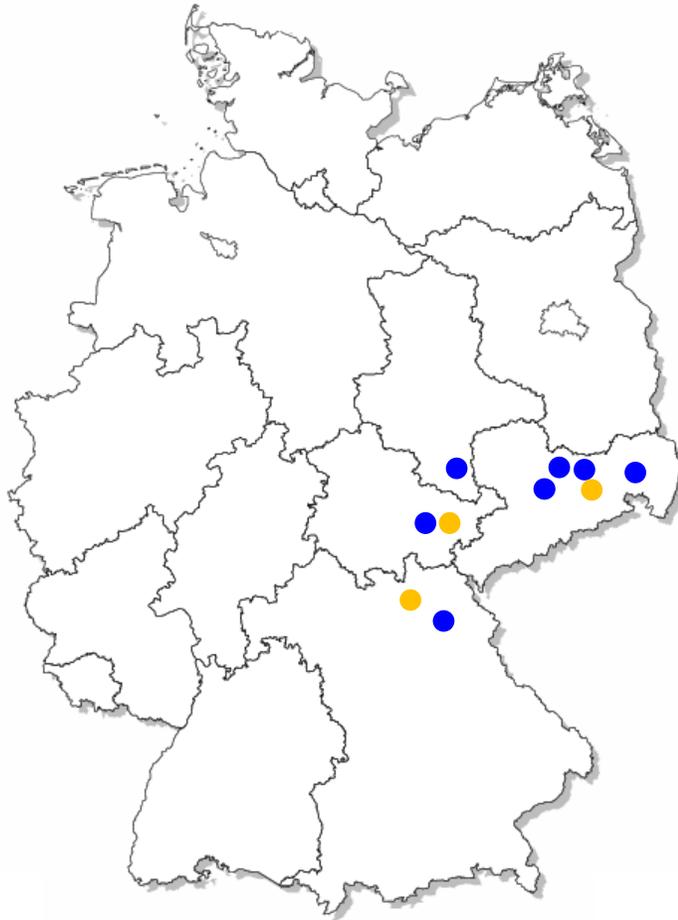
geb. 1723 in Cursdorf

gest. 1801 in Schwarzburg

1757 Reverse Engineering des weißen Porzellans

1760 Gründung Manufaktur in Sitzendorf / Volkstedt

Kaolin als Grundrohstoff

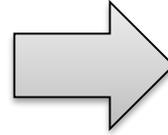


- Kaolin
- Porzellanherstellung

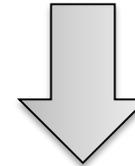
Von der Teekanne zur technischen Keramik



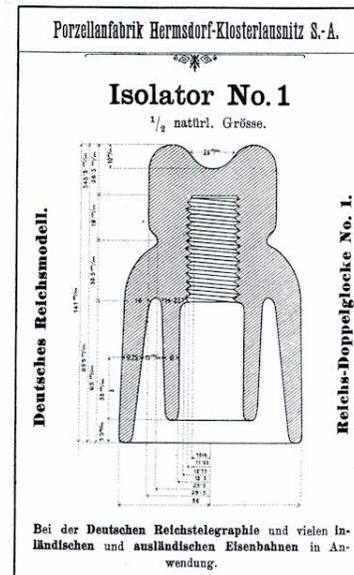
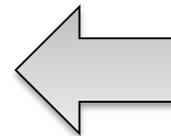
~ 1800 Wallendorf,
ostfriesische Rose



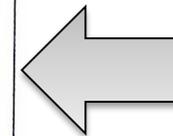
~ 1890 Hermsdorf,
industrielles
Gebrauchsporzellan



www.hermsdorf-regional.de



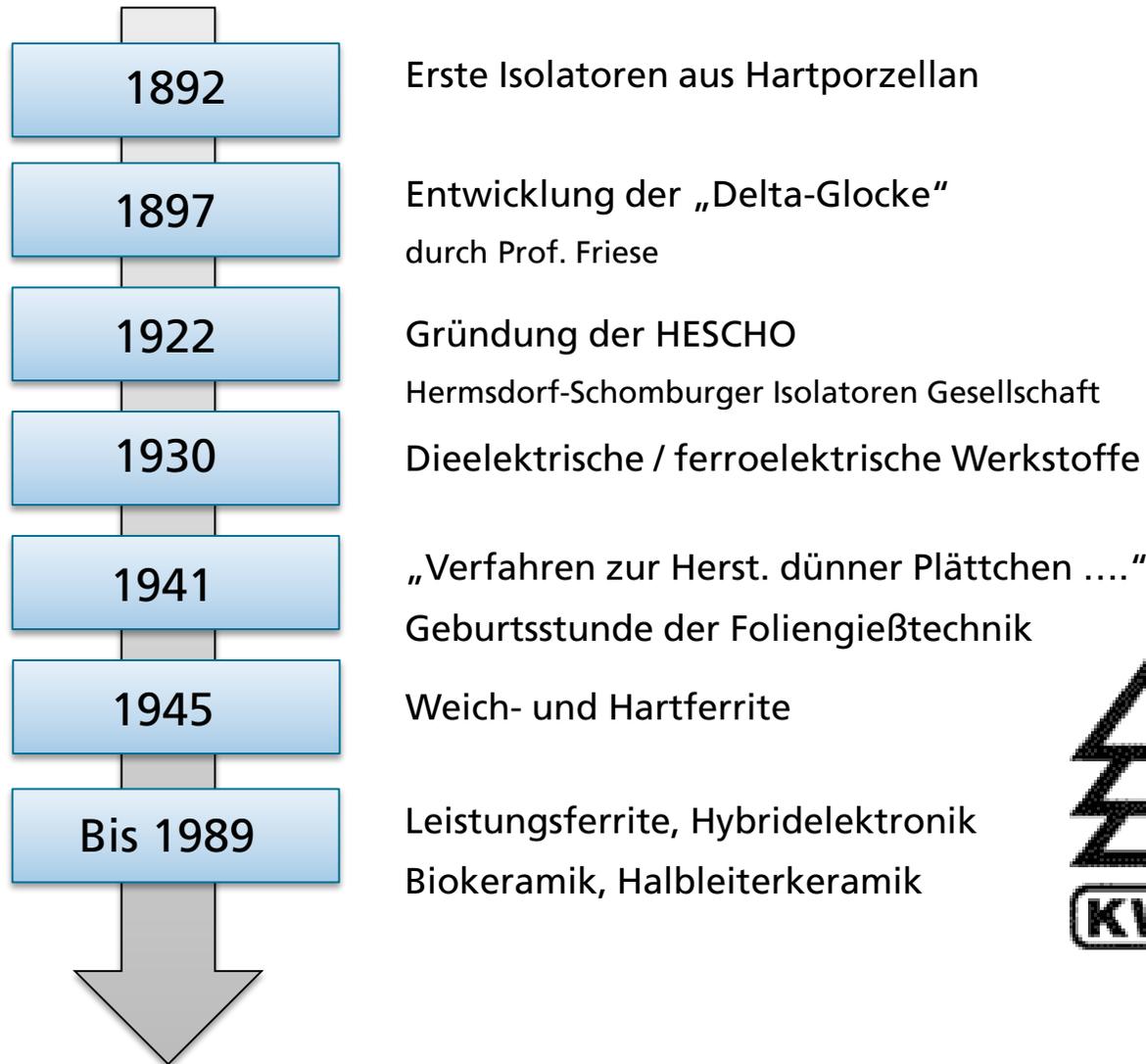
www.hermsdorf-regional.de



1910

1892

Historischer Abriss – regionaler Aspekt Jena/Hermsdorf



Erkenntnisse bisher:

- Eine Energiewende kann bestehende Industrien transformieren (und retten)
- Eine Innovation ohne leistungsfähige Produktionstechnik nützt nichts
- Keramik spielt eine wichtige Rolle

2. Beispiel Thüringen



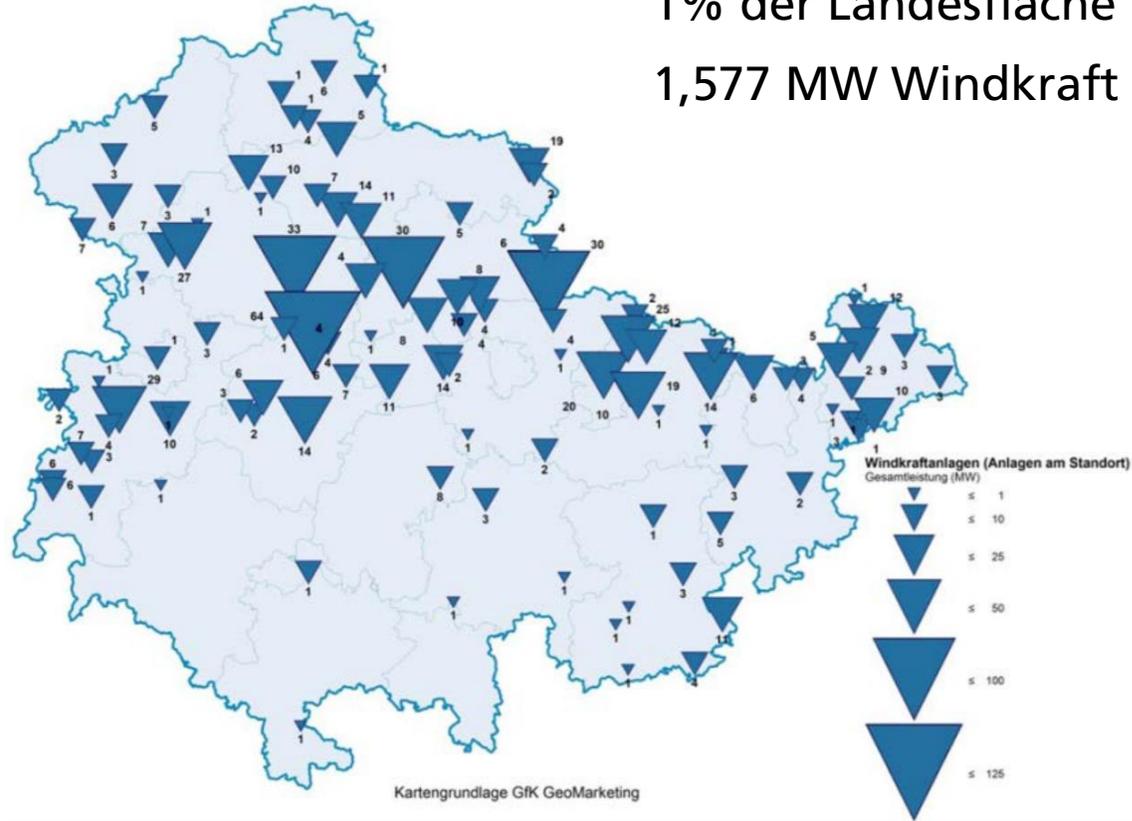
Thüringen hat Pumpspeicher!



1.053 MW

Thüringen hat Windkraft!

2040: 100% EE
 1% der Landesfläche
 1,577 MW Windkraft



© ThEGA



Thüringen ist Strom-Transitland

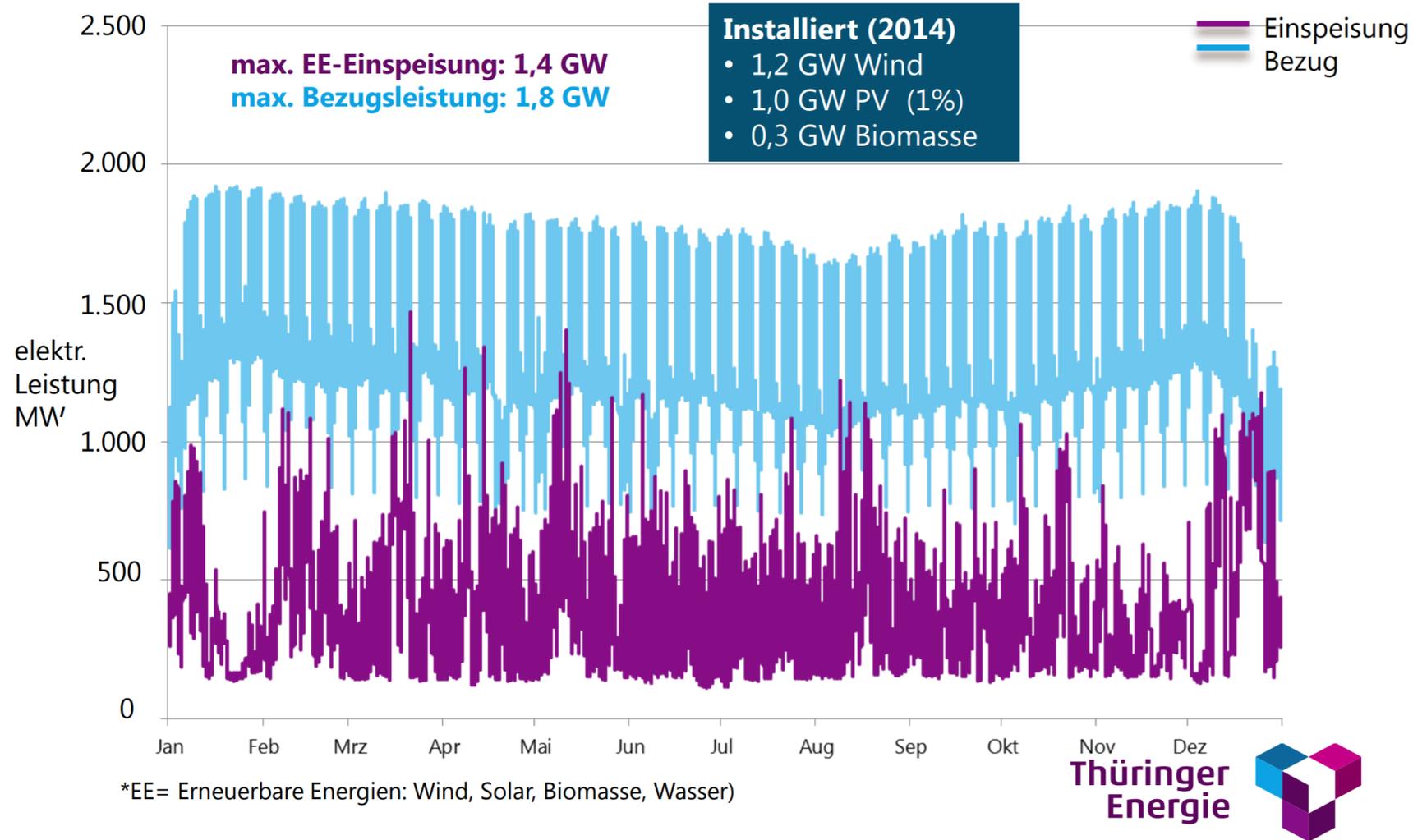


© mdr



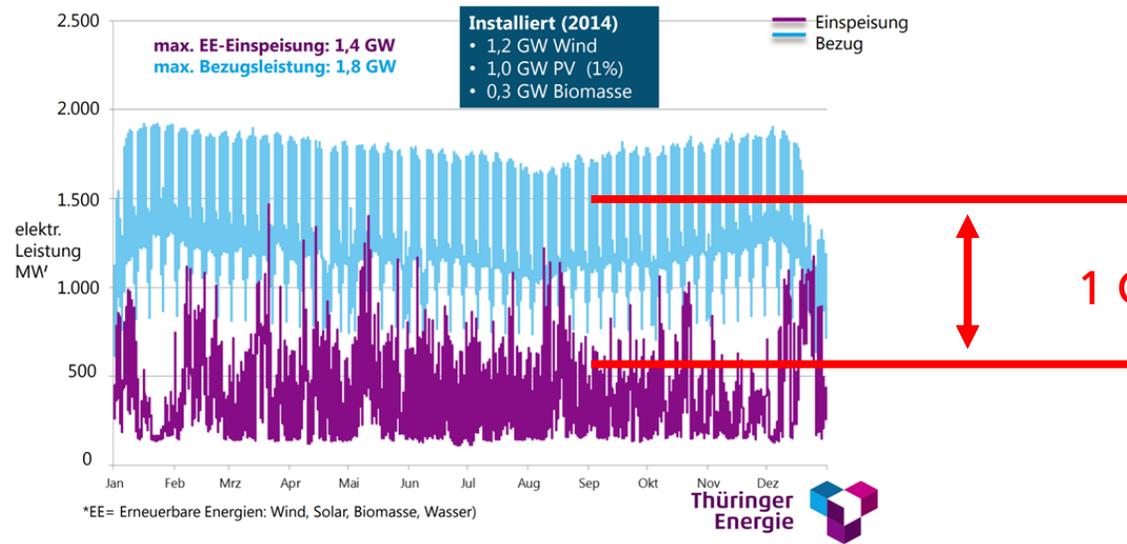
© BNetzA

Zeitlicher Zusammenfall von Erzeugung und Verbrauch (in Thüringen)



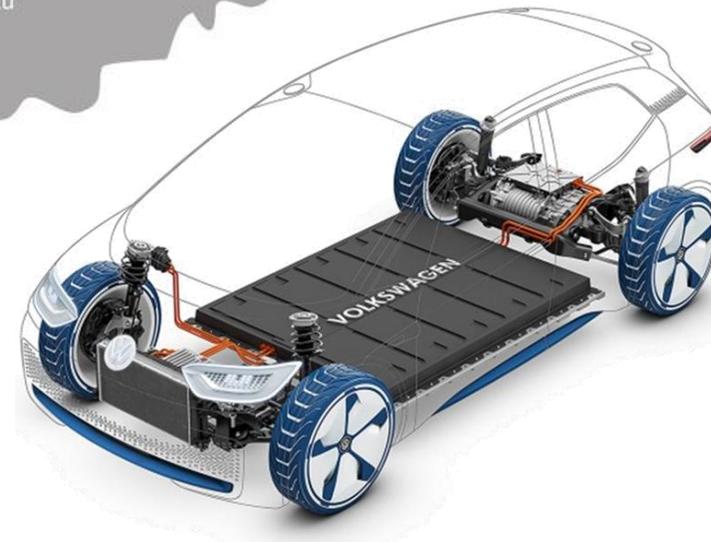
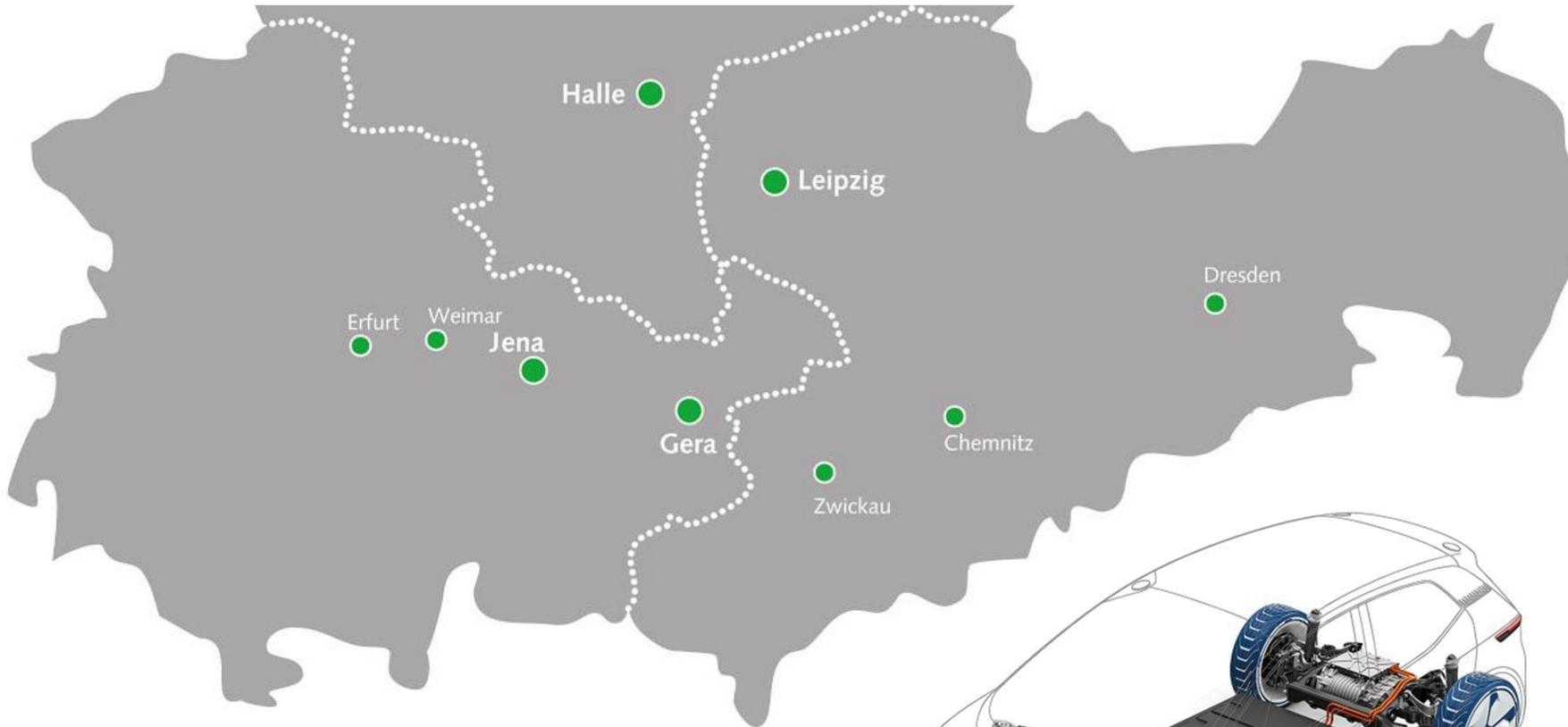
Beispiel:

Kann man Thüringen eine Nacht lang mit Erneuerbaren Energien versorgen?



1 GW x 8 Stunden = **8 GWh Stromspeicher**

Relevanz von Batteriefabriken



60 kWh in der Batterie
1200 Fahrzeuge am Tag
300 Schichten im Jahr

21,6 GWh

Relevanz von Batteriefabriken in Deutschland?

Weltweite Produktionskapazitäten für Batteriezellen

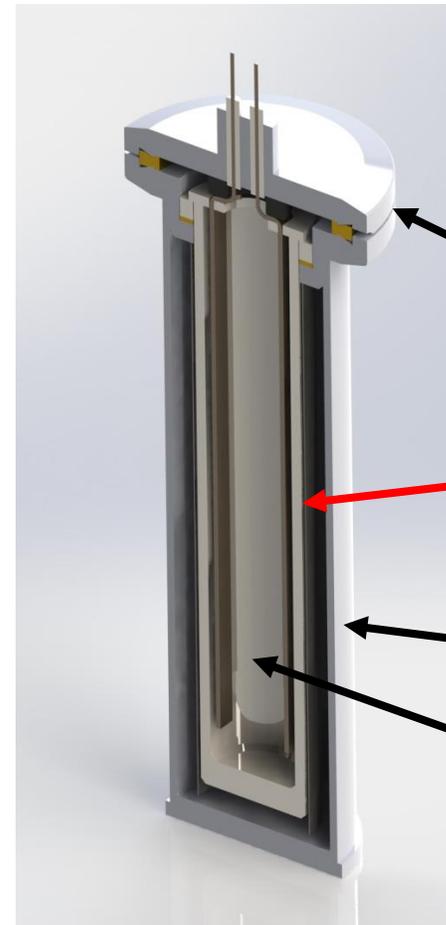
Batteriefabriken in Deutschland:	< 1 GWh / Jahr
Tesla Motors Gigafabrik (Arizona):	~ 35 GWh / Jahr
Batteriefabriken im Bau in China:	> 140 GWh / Jahr

3. Natriumbatterie



Fraunhofer IKTS entwickelt die kostengünstigste Batterie der Welt

- **Natrium-Batterie**
- Keine Lithium-Batterie
- Stationäre Stromspeicher
- Einheimische Rohstoffe
 - Kochsalz
 - Nickel
 - Keramik
 - Blech
- Keine Edelmetalle
- Keine Problemwerkstoffe
- Einheimische Wertschöpfung



Länge ca. 30 ... 40 cm
Durchmesser ca. 40 mm
Energie ca. 100 ... 300 Wh

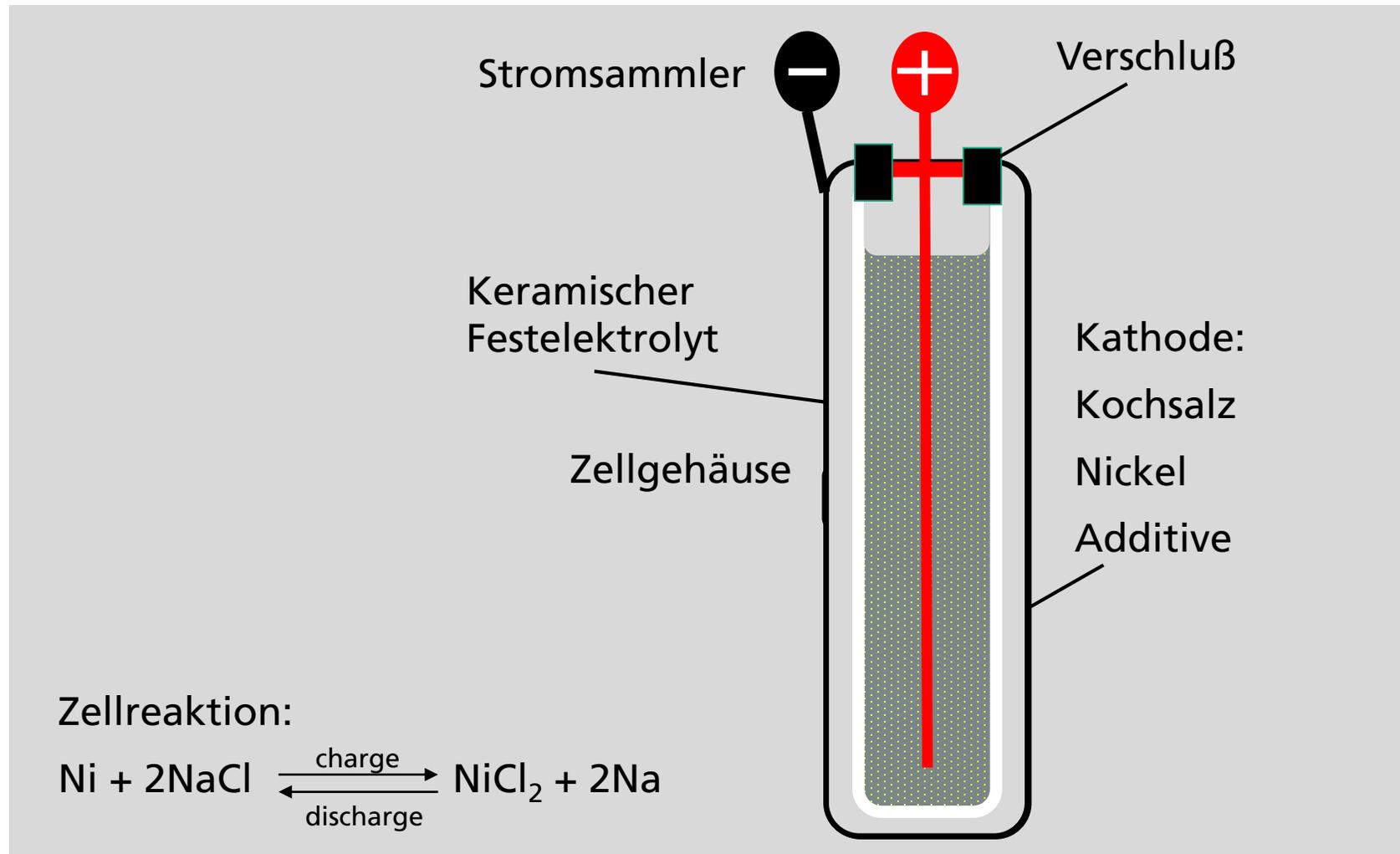
Deckel und
Stromdurchführung

Ionenleitendes
Keramikrohr

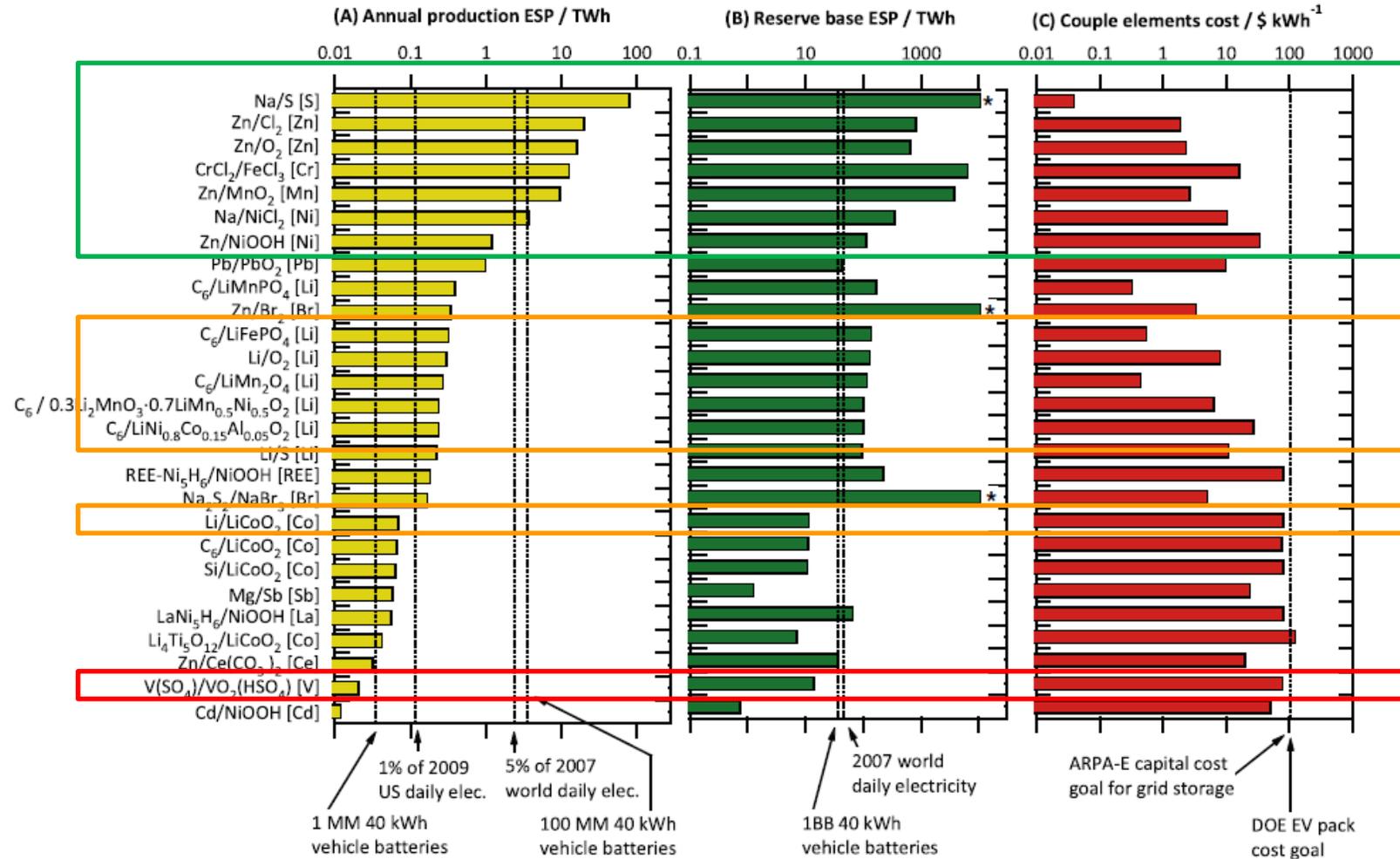
Blechgehäuse

Aktive Masse
(NaCl, Ni,
Kohlenstoff,
Additive...)

Na/NiCl-Batterie: Funktionsprinzip



Warum eine Natrium-Batterie? Blick in die Chemie



C. Wadia, P. Albertus, V. Srinivasan, „Resource constraints on the battery energy storage potential for grid and transportation applications“, J.Power Sources, 196 (2011) 1593 ff

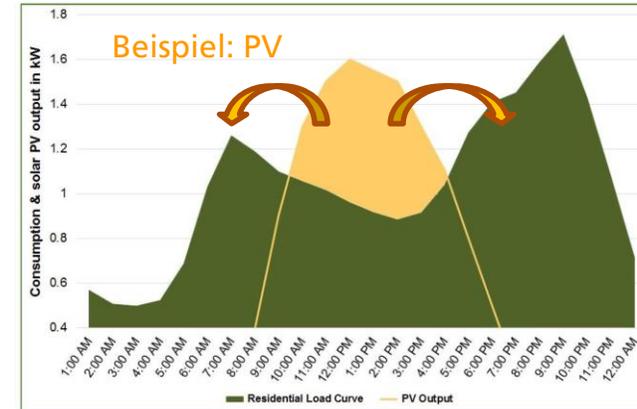
Was kann man mit dieser Batterie tun und warum?

Kostendeckend Strom speichern

- Solar und Windstrom über Stunden puffern
- Wegfall Kohlekraftwerke kompensieren
- Strom-Einkauf optimieren
- Quartierstrom und Mieterstrom
- Data-Center und mobile Netze
- Netzbetriebsmittel, netzdienlicher Betrieb

Natrium-Batterie erreicht Kostenziele

- **< 100 EUR** pro kWh für die Zellen
- **< 400 EUR** pro kWh für komplette Systeme
- Mit keiner anderen Technik darstellbar
- Voraussetzung: Gigawatt-Fabrik



Agora prognos RAP

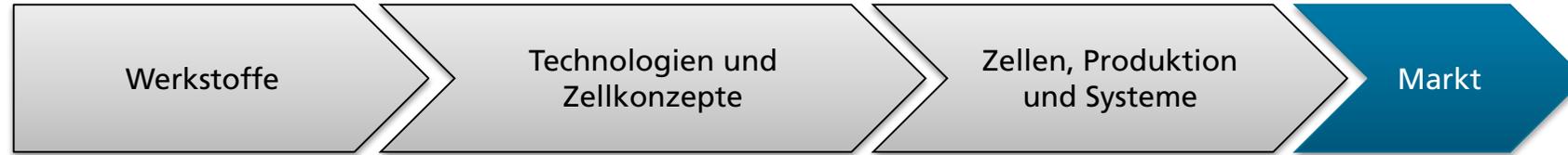
Projekthistorie bei Fraunhofer IKTS

2012

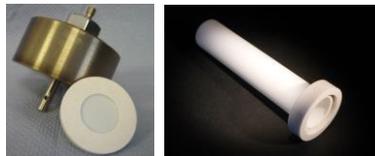
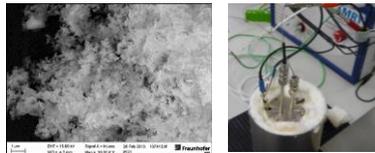
2014

2016

2018



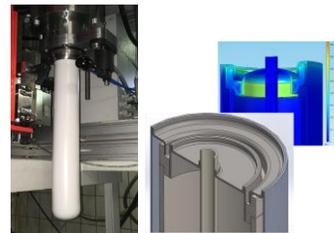
Fraunhofer
IKTS



- Syntheseroute Keramik
- Basis Elektrochemie
- Projektreview Daimler 1997
- Aufbau Team

Fraunhofer
IKTS

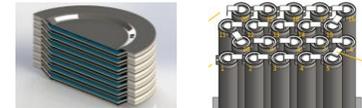
Freistaat Thüringen
Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie



- Extrusion Keramik
- Kathodenmaterial
- Zelldesigns
- Verschluss, Löten, Fügen

Fraunhofer
IKTS

Fraunhofer
Zukunftsstiftung



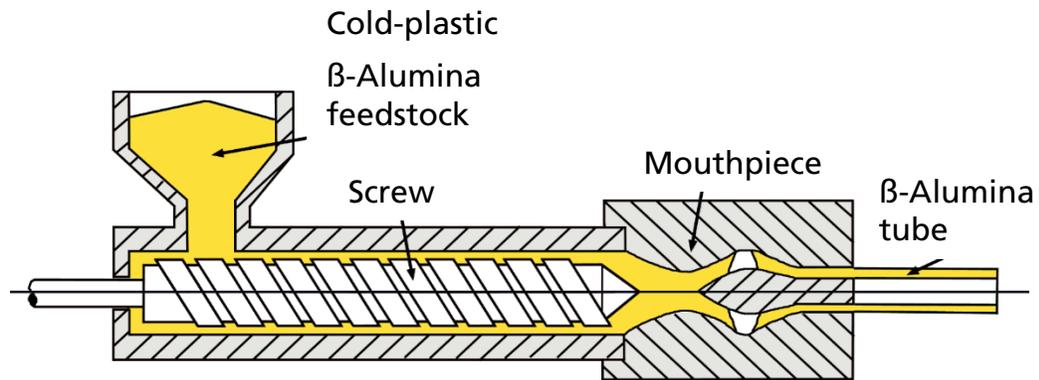
- Zellen 40 Ah und 100 Ah
- Alternative Zelldesigns
- Aufbau Test-Infrastruktur
- Systemdesign und BMS

Fraunhofer
IKTS



- Zellen TRL 4
- System TRL 4

Kontinuierliche Formgebung von beta-Alumina



Röhren mit Kappe in 1 Schritt



Extrusion im IKTS-Batterietechnikum



Extruder, kipubar



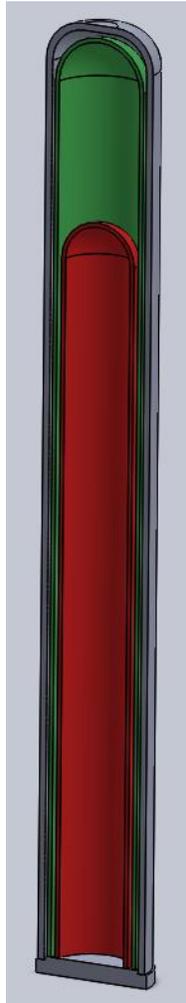
Hartmetallschrauben



Vertikale Extrusion



Entbinderung / Sinterung

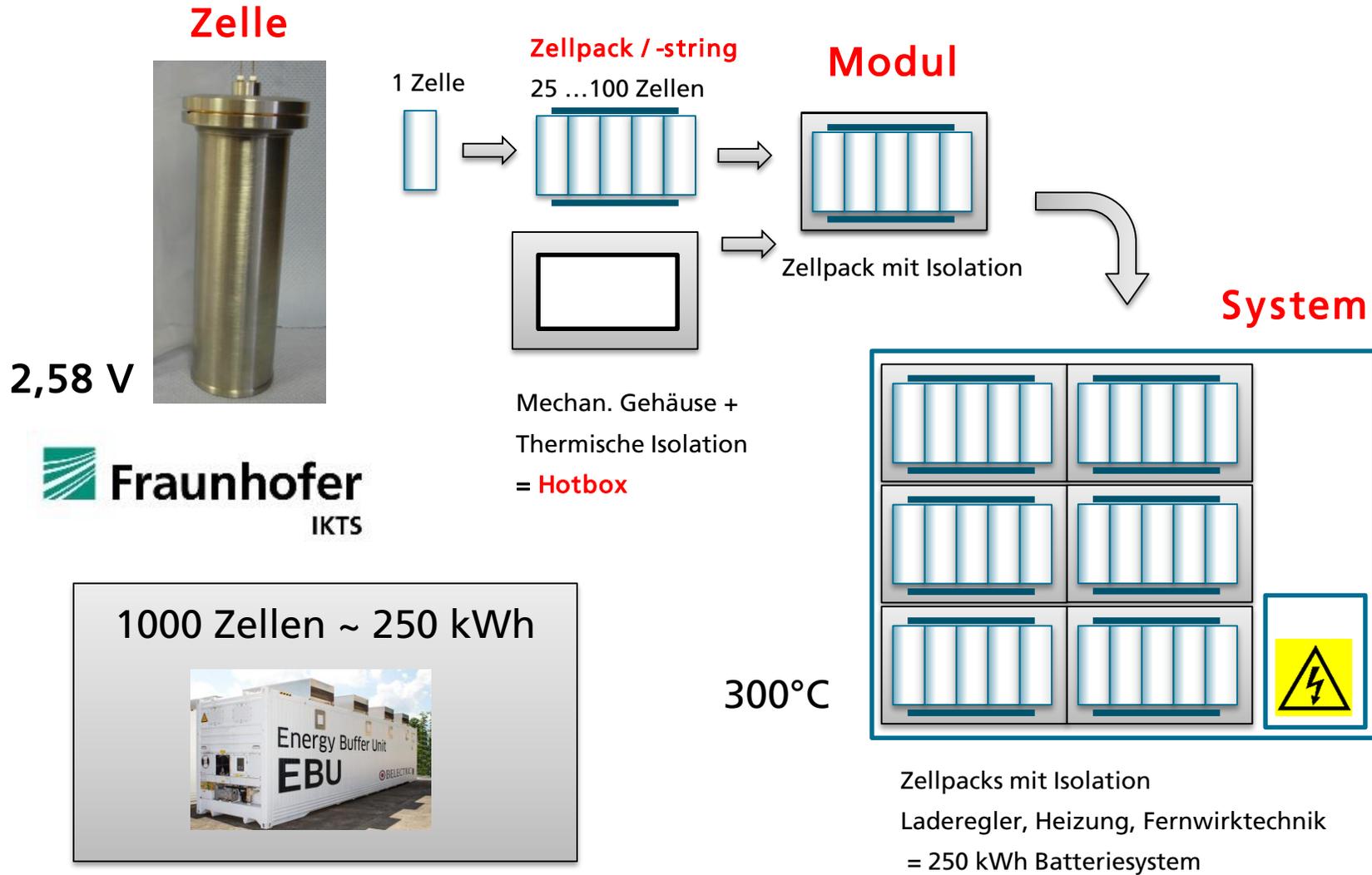


Sinterschwund > 20%

Na-dichte Sinterkapseln,
kontrollierter Na-
Partialdruck (Mg-Spinell)



Mehrere Batteriezellen bilden ein Speicher-System



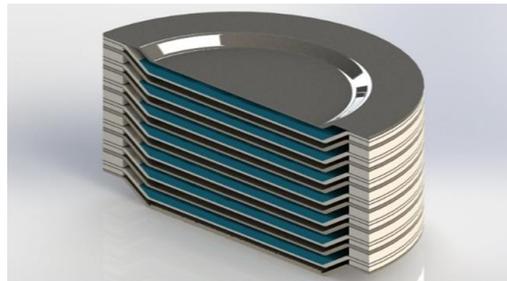
Verschiedene NaNiCl-Zellen des Fraunhofer IKTS



Laborzelle 5 Ah
(demonterbar)



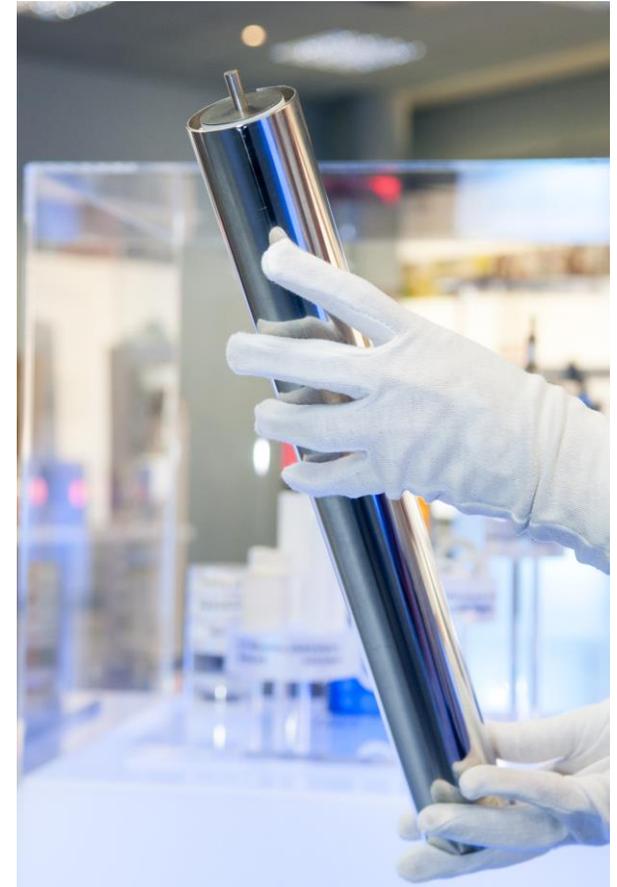
Rundzelle 40 Ah
(industrialisiert)



Flachzelle 20 Ah
(bipolarbauweise, 2C)

Cerenergy® G1
Rundzelle 100 Ah

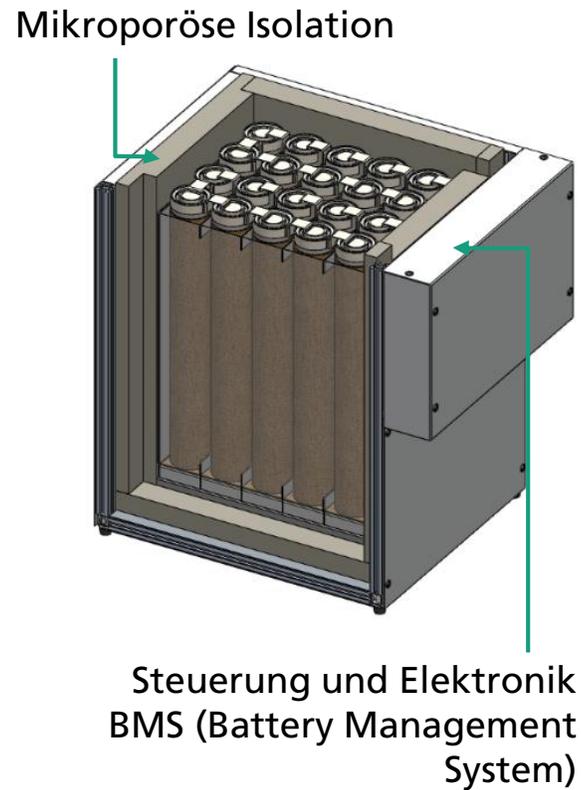
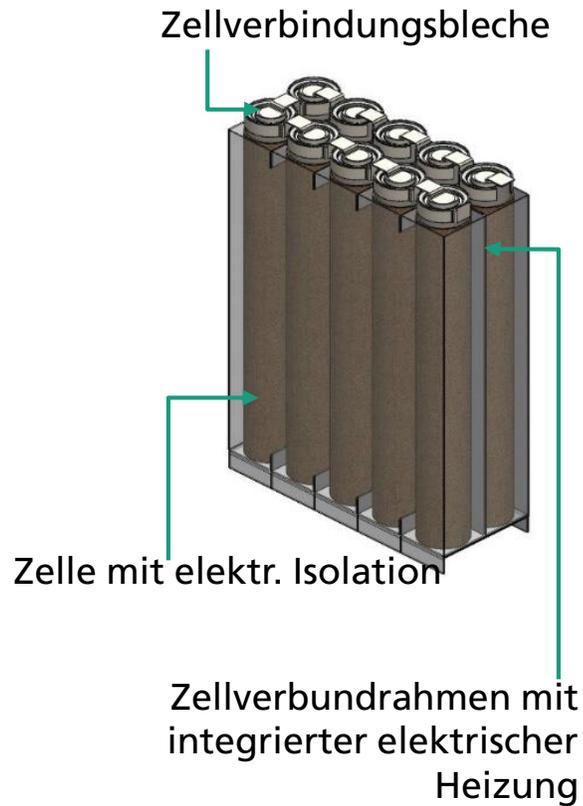
**Weltrekord:
Größte NaNiCl-
Zelle der Welt**



Von der Zelle zum Modul

Aufgaben eines Batteriemoduls

- mechanische Integration
- elektrische Verschaltung
- thermisches Management (Heizen, Kühlen)
- Batteriemangement

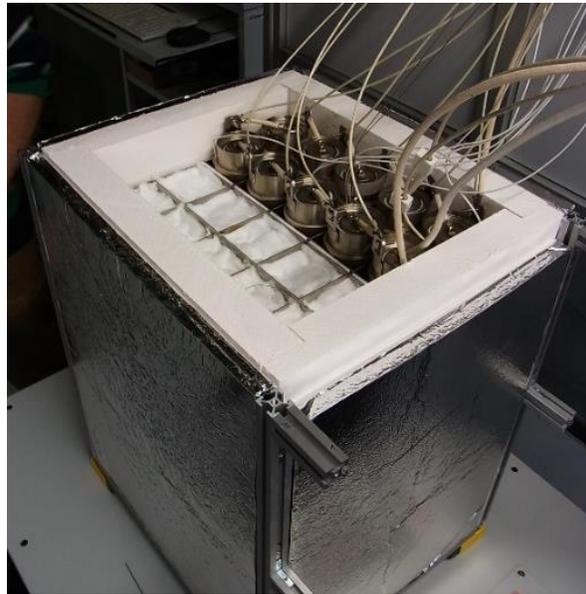


IKTS cerenergy® M1 Modul

5 kWh, 48 Volt DC



Zellverbundrahmen



Gehäuse mit Isolation



Fertig assembliertes Modul

Modultests und Optimierung

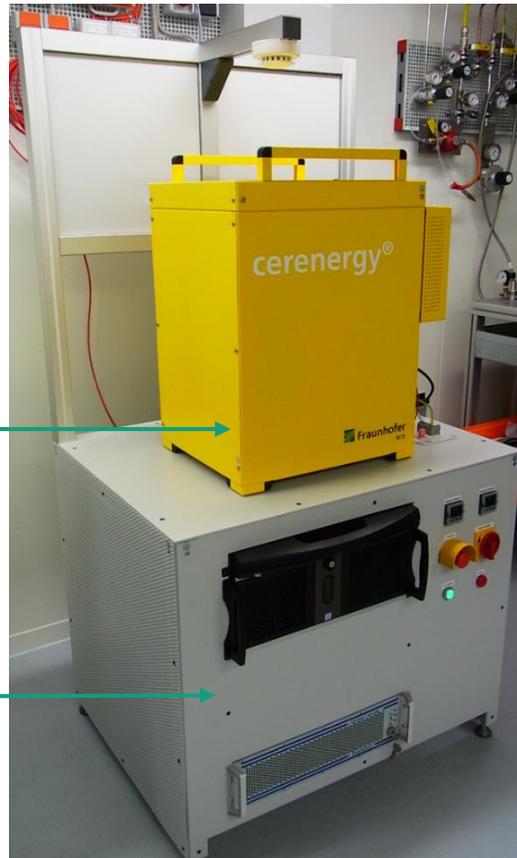
Prüfstand BatMoT_1 für **Labortests**

Prüfstand mit Standard-
Steuerung (SPS)

Programmierung durch
IKTS DD

Modul

Leistungselektronik/
SPS (im Prüfstand)



Prüfstand BatMoT_2 für **Standalone-Tests**

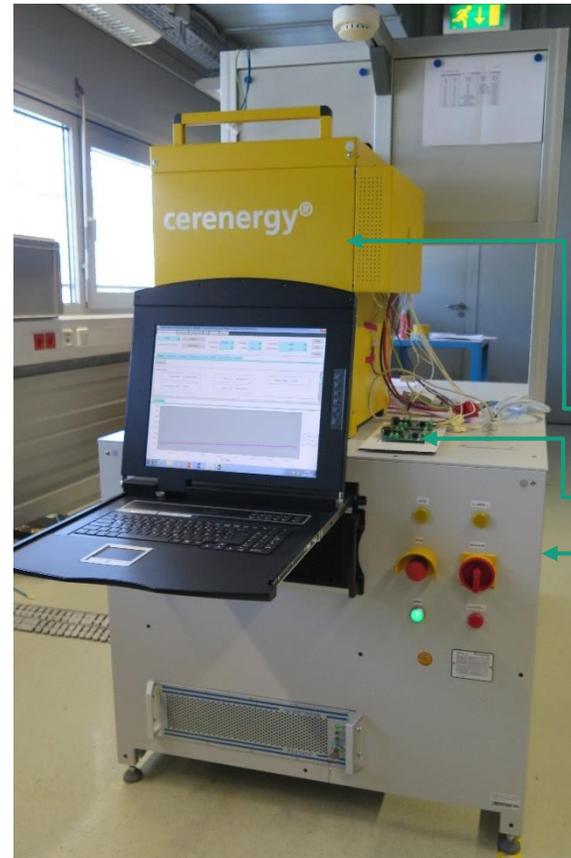
Prüfstand mit Steuerplatine
und Datenmonitorplatine

Programmierung durch
IKTS MD

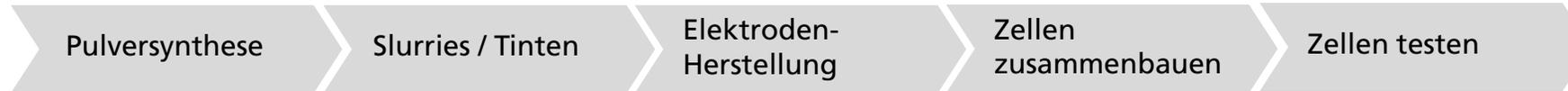
Modul

Monitorplatine (am Modul)

Steuerplatine (im Prüfstand)



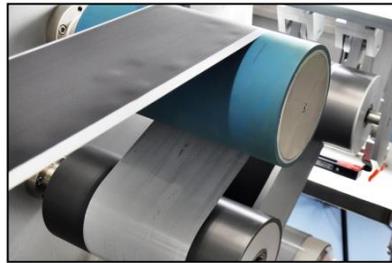
Lithium-Batterien sind im Grunde Keramik-Technologie



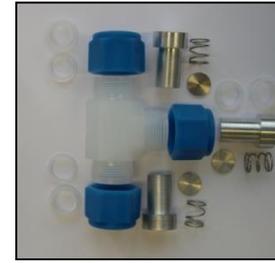
- Elektrodematerialien
- Mischoxide
- Hohe Spannungen



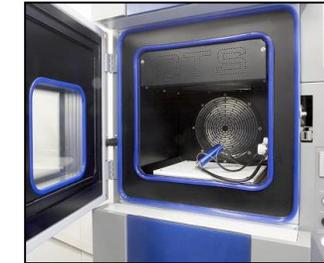
- Gießschlicker
- Tinten
- Coatings
- Für Elektroden und Separator



- Beschichtung
- Gießverfahren
- Kalandrieren
- Rolle-zu-Rolle



- Fügetechnik
- befüllen
- Initialisierung
- Schutzgastechnik



- Elektrisch
- Thermisch
- dynamisch
- Modellbildung

Beispiel für Technologietransfer Keramik - Lithiumbatterie

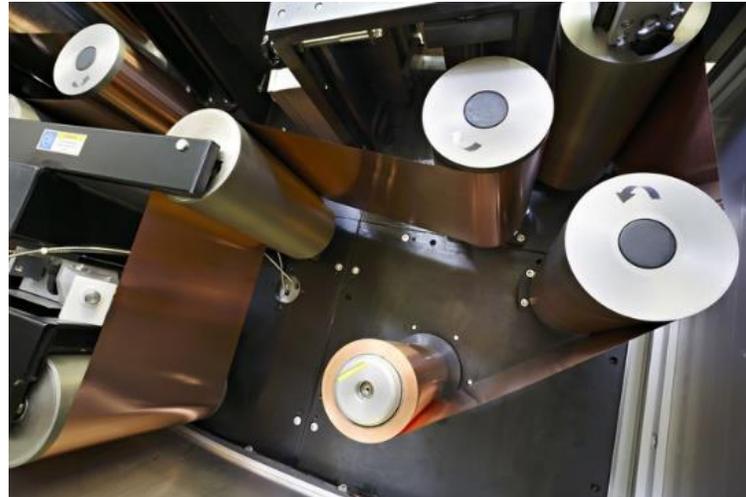


Keramische Granuliertechik

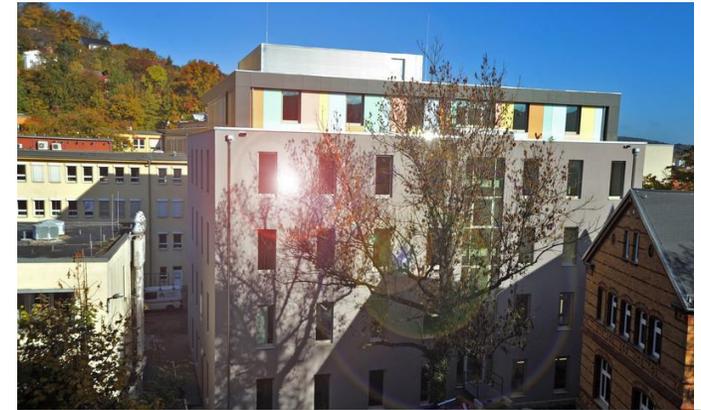


Komplexe Partikel für Lithium-Batterie-Elektroden

Technologie-Entwicklung in Thüringen



Batterietechnikum Hermsdorf:
Europas größtes Zentrum für keramisches Foliengießen



CEEC Jena
chemische Grundlagen für Batterien

Umsetzung im technischen Maßstab: ThyssenKrupp / IKTS TechCenter Pleiße

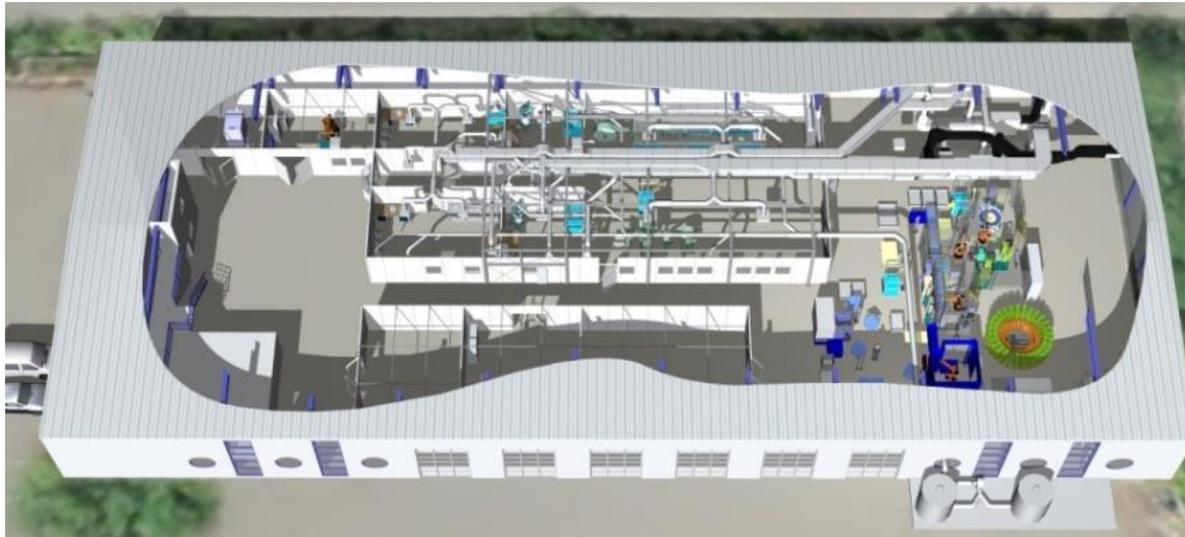


Bild: TKSE



ThyssenKrupp System Engineering



Schlickeraufbereitung



Beschichtung



FAZIT

1. Batterieforschung ist Keramikforschung
2. Sachsen und Thüringen sind traditionell gut aufgestellt
3. Man muss Erfindungen auch technisch umsetzen können
4. Wir arbeiten dran