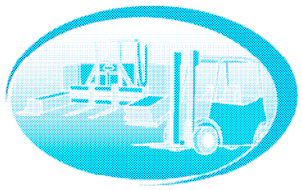
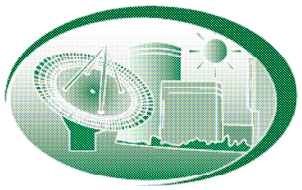
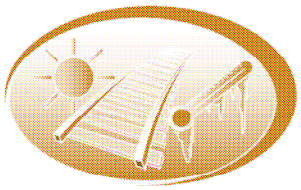
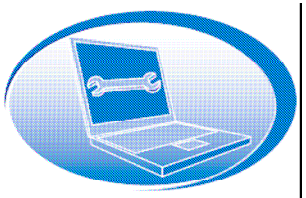
HOPPECKE
POWER FROM INNOVATION

Die Batterie als Alternative-Aktueller Stand der Forschung


Motive Power Systems


Reserve Power Systems


Special Power Systems


Service

Inhalt

HOPPECKE
POWER FROM INNOVATION

1 Globale Zielsetzung

2 Antriebskonzepte

3 Batterietechnologien

4 Lithium Ionen Batteriesysteme

5 Smart Grids und Elektromobilität

6 Zusammenfassung

HOPPECKE
POWER FROM INNOVATION

Globale Zielsetzungen im 21. Jahrhundert

Nachhaltige Energieversorgung (Energiesicherheit)

beeinflußt durch:

Politisch instabile Lage in den Lieferregionen.
Engpäße bei den Förder- und Transportkapazitäten.
Spekulationen auf dem Ölmarkt.
Enormer Energiebedarf der Schwellenländer in Asien.

Umwelt („CO_2“ Treibhausgasreduzierung, globale Erwärmung)

Aufgrund steigendem Energiebedarf:

Zunehmende Umweltbelastung.
Emissionen aufgrund von Verbrennen von kohlenstoffhaltigen Energieträgern.

HOPPECKE
POWER FROM INNOVATION

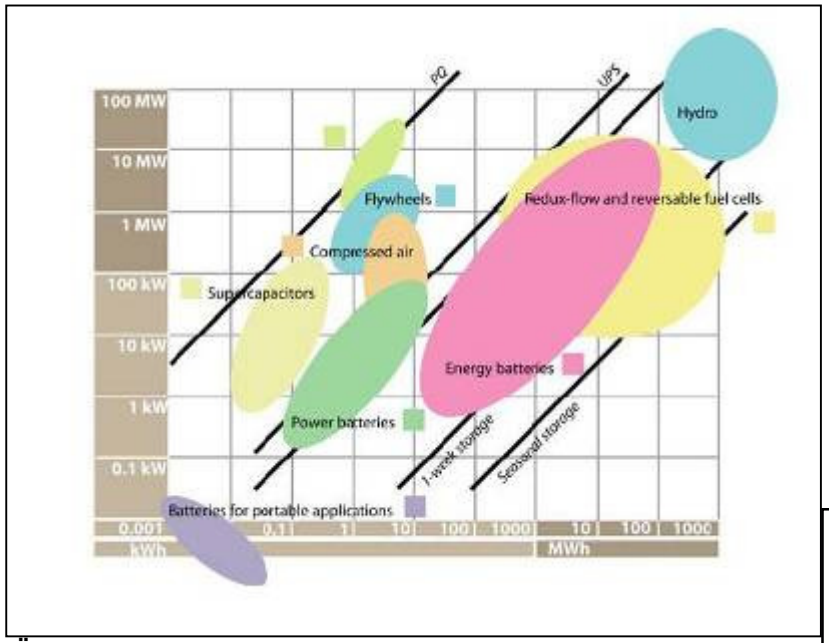
CO_2-freie Energieerzeugung liefert vorwiegend Elektrizität

Elektrizität wird einer der Hauptenergieträger der Zukunft darstellen

- Unter diesen Aspekten ist die Elektrizität eine Energieform mit Schlüsselfunktion, die auf eine Speicherung angewiesen ist, um der Anforderung einer einfachen Verfügbarkeit an der Stelle des Bedarfs und der Nutzung zu entsprechen.

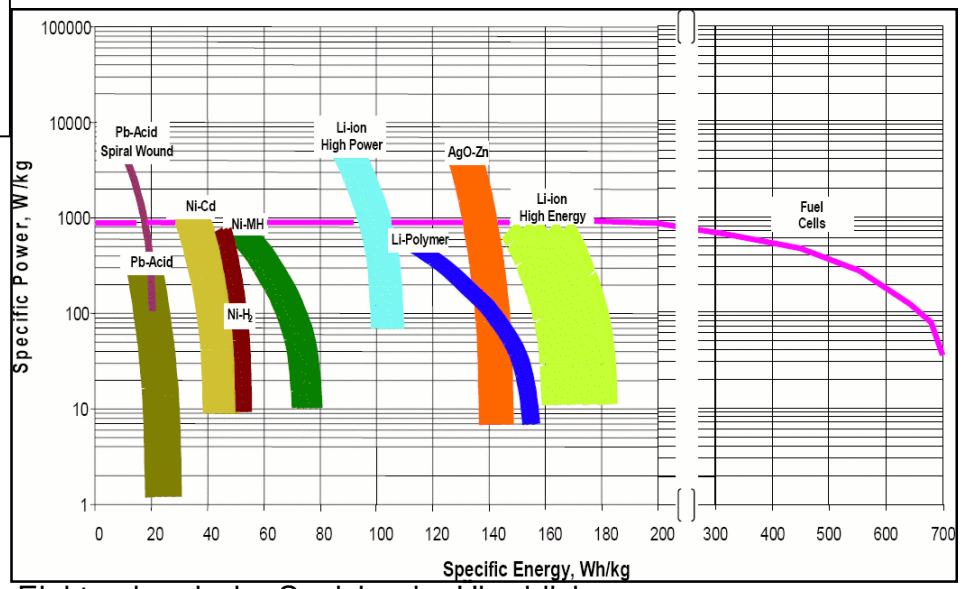
- Daher ist die Herausforderung für die Batterietechnologien an der weit verbreiteten Nutzung der Energie beizutragen in Übereinstimmung mit den ökonomischen und umweltpolitischen Anforderungen.

Speichertechnologien im Überblick



Überblick unterschiedlicher Energiespeicherformen.

Elektrochemische Speicher sind aufgrund der unterschiedlichen Technologien und Bauformen in der Lage einen breiten Bereich der Leistungs- und Energieanforderungen abzudecken.



Elektrochemische Speicher im Überblick.

Inhalt

HOPPECKE
POWER FROM INNOVATION

1 Globale Zielsetzung

2 Antriebskonzepte

3 Batterietechnologien

4 Lithium Ionen Batteriesysteme

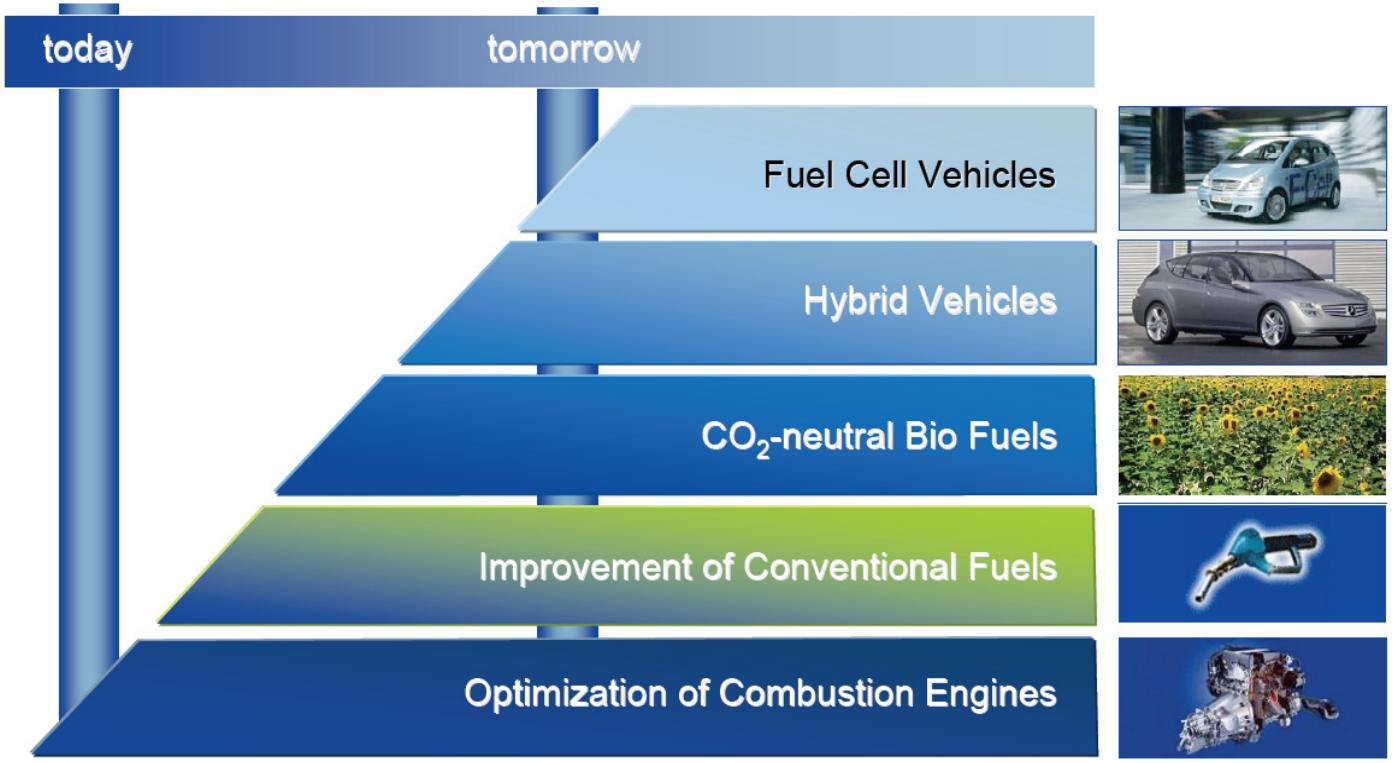
5 Smart Grids und Elektromobilität

6 Zusammenfassung

Global Strategy

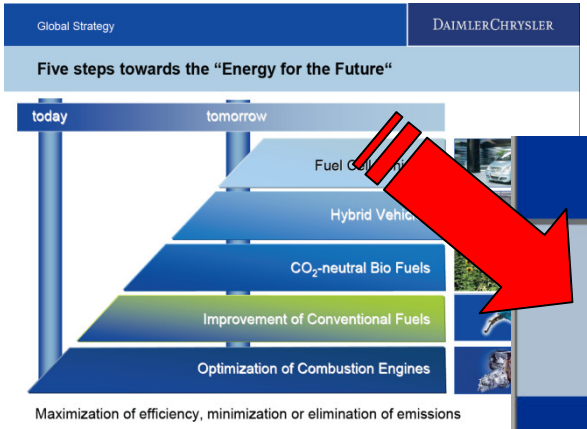
DAIMLERCHRYSLER

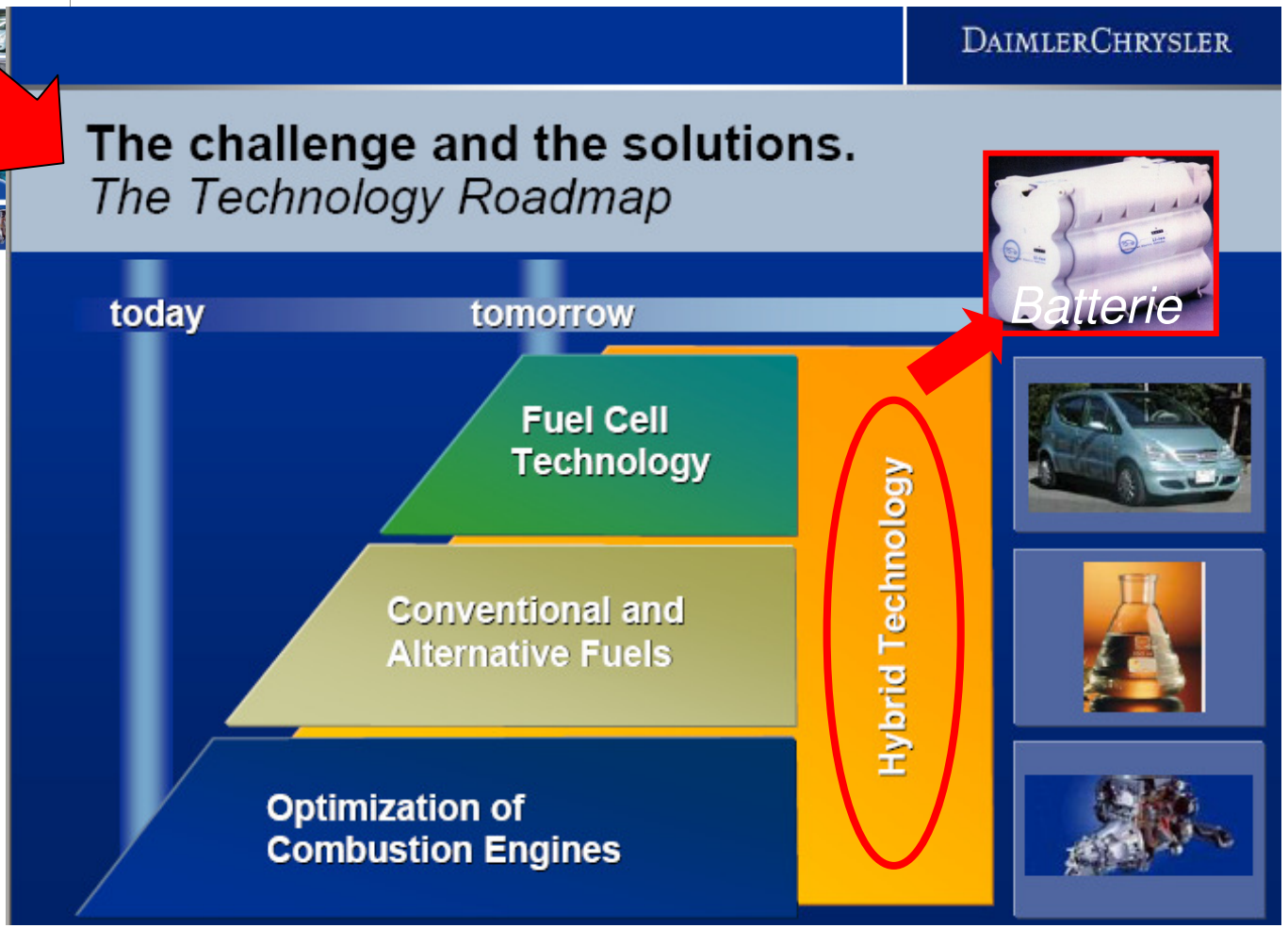
Five steps towards the "Energy for the Future"



Maximization of efficiency, minimization or elimination of emissions

Strategieänderung





"Die Hybridtechnologie bedingt ein Energiespeichersystem", der Grad der Elektrifizierung steigert sich vom HEV, über dem PHEV bis zum EV Fahrzeug.

Die ersten EV Fahrzeug

HOPPECKE
POWER FROM INNOVATION

Nach verschiedenen Quellen wurde das erste Elektrofahrzeug im Jahr 1839 von Robert Anderson in Aberdeen, Schottland, gebaut. Damit wäre das Elektroauto 47 Jahre älter als das Automobil mit Benzinmotor (1886).



1882

First Trolleybus von Siemens in Berlin, Germany

Vorteile: Wirkungsgrad von Elektromotoren (Faktor zwei bis drei) höher als der von Verbrennungsmotoren (15 bis 20 Prozent).

Nachteile: Batterien mit langer Ladezeit, geringe Reichweite

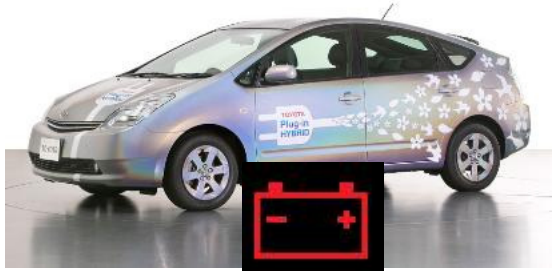


1923

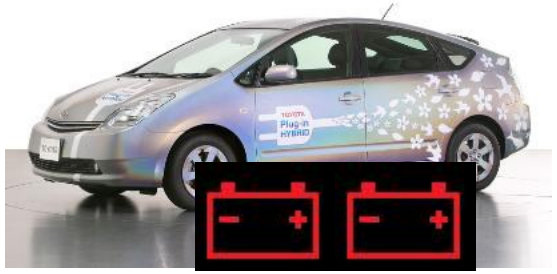
Hansa-Lloyd Elektro-Lastwagen. Baujahr 1923, Aktionsradius 35 km, Höchstgeschwindigkeit 12 km/h, Länge 6,50 m, Breite 2,00 m

HOPPECKE
POWER FROM INNOVATION

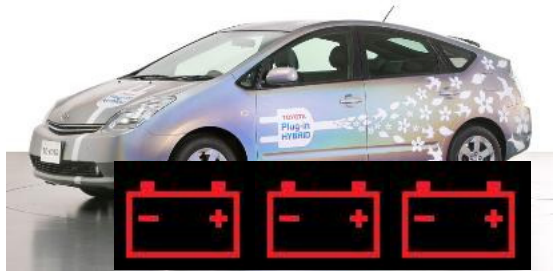
Hybrid electric vehicle (HEV)
Speicherkapazität ca. 1 kWh, Ladung erfolgt nur während dem Fahren, Spriteinsparung max. 20%.



Plug-in Hybrid electric vehicle (PHEV)
Speicherkapazität 5 – 10 kWh, Ladung durch das Netz , 30 bis 70 km elektrische Fahrleistung, volle Reichweite durch Verbrennungsmotor oder Brennstoffzelle.

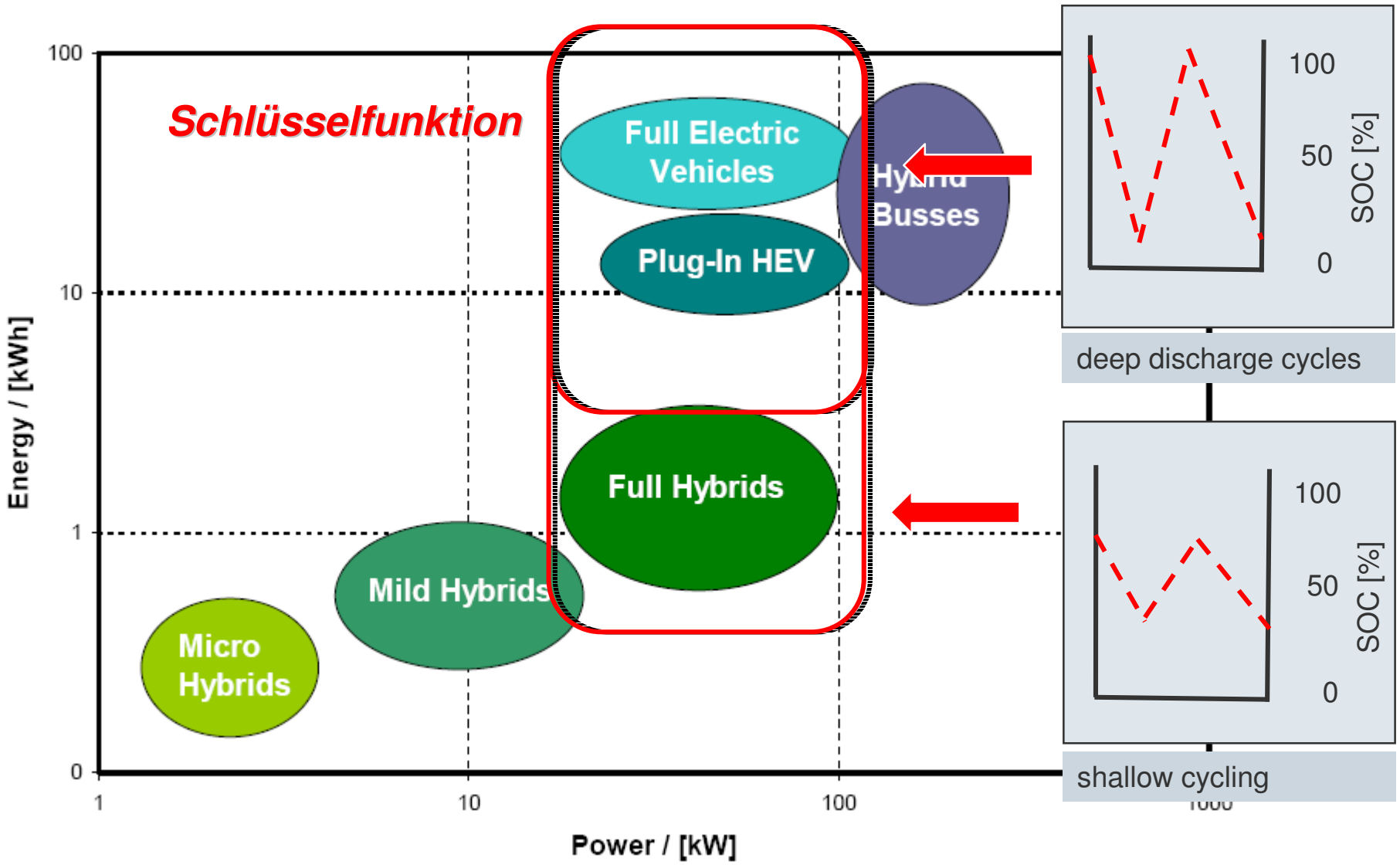


Electric vehicle (EV)
Speicherkapazität 15 – 40 kWh, Ladung durch das Netz, 100 bis 300 km elektrische Reichweite.



Leistungs- und Energiebedarf von EV

HOPPECKE
POWER FROM INNOVATION



Batterieanforderungen an Batterien für HEV und PHEV

HOPPECKE
POWER FROM INNOVATION

Hybrid Electric Vehicle (HEV) // 1 - 2 kWh

- hohe spezifische Leistung,
- niedrige Kosten, Sicherheit,
- >12 Jahre Lebensdauer@ geringer Zyklentiefe

Plug in Hybrid Electric Vehicle (PHEV) // 5-20 kWh

- mittlere spezifische leistung,
- hohe spezifische Energie
- niedrige Kosten, Sicherheit
- >12 Jahre Lebensdauer@ hoher Zyklentiefe(4000 cycles)

Inhalt

HOPPECKE
POWER FROM INNOVATION

1 Globale Zielsetzung

2 Antriebskonzepte

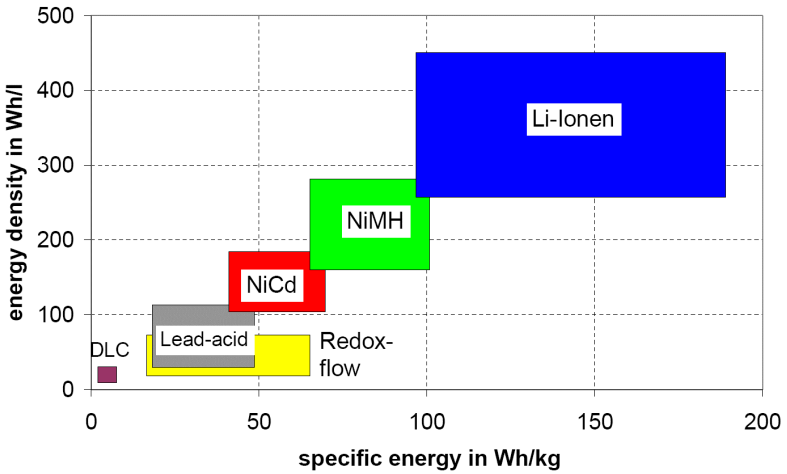
3 Batterietechnologien

4 Lithium Ionen Batteriesysteme

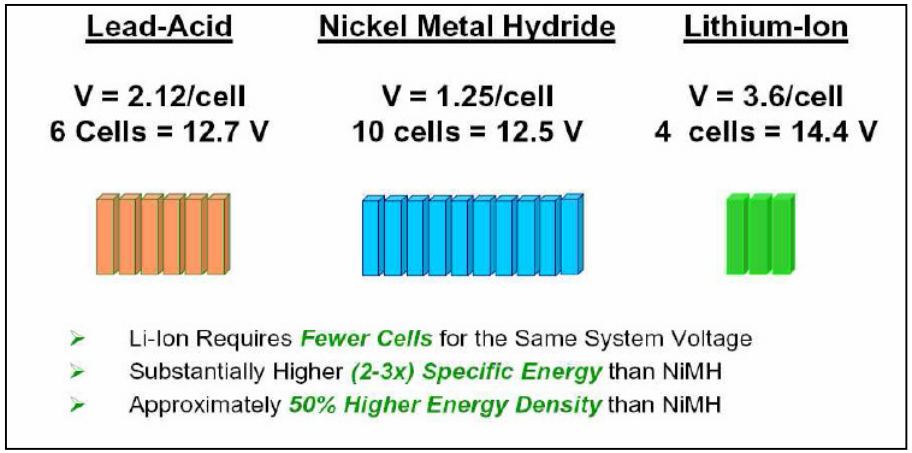
5 Smart Grids und Elektromobilität

6 Zusammenfassung

Energiespeichervergleich

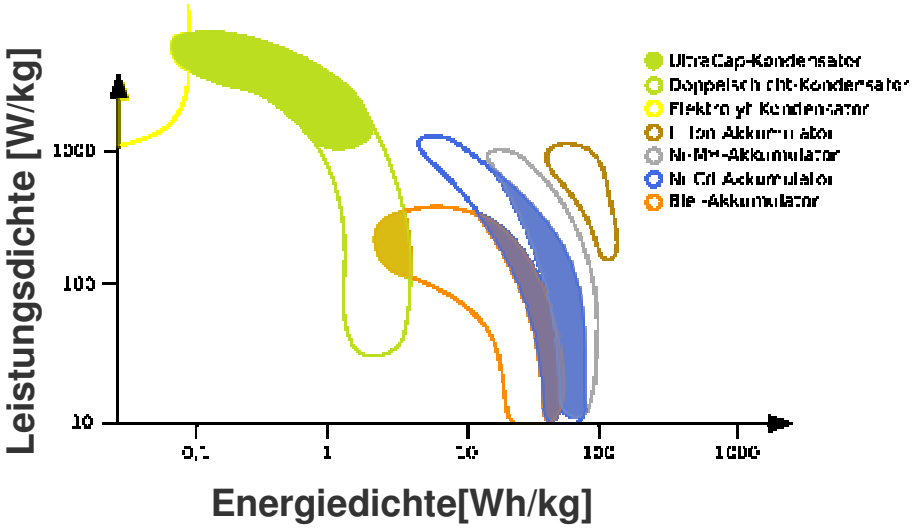


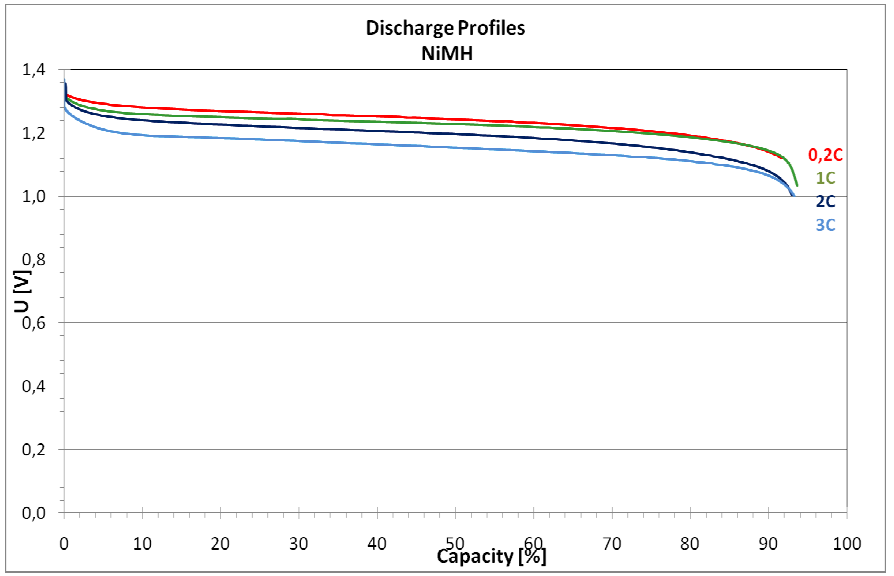
Energiedichtevergleich verschiedenerer Batteriesysteme bezogen auf Volumen und Gewicht.

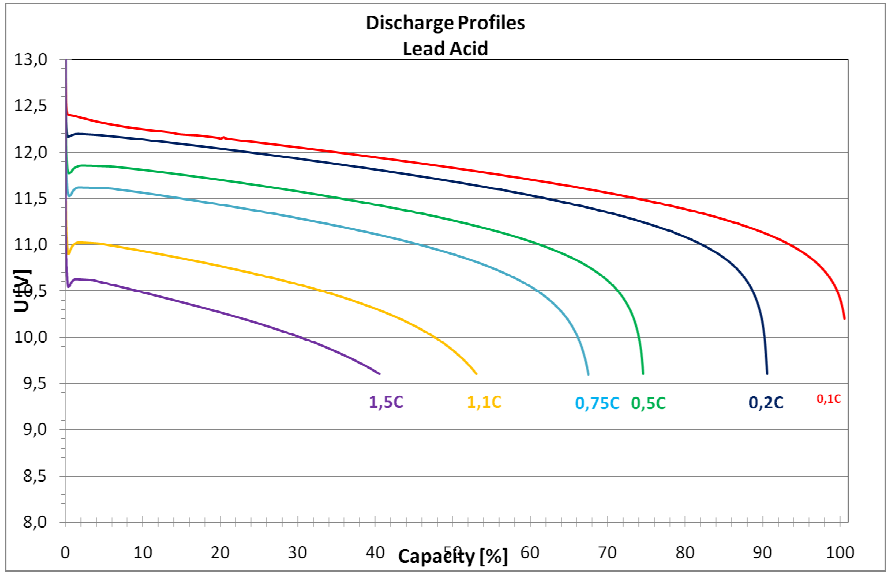


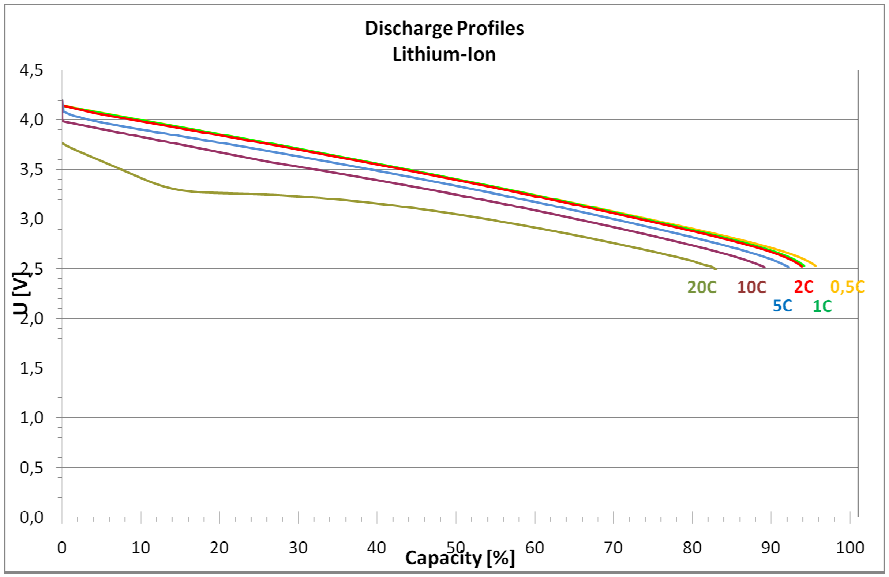
Bildliche Darstellung des Aufbaus einer 12 Volt Batterie durch unterschiedliche Batteriesysteme.

Entladeprofile unterschiedlicher elektrochemischer Speichersysteme









Vergleich von Batterietechnologien

HOPPECKE
POWER FROM INNOVATION

Parameter	*NiMH*	*Li-Ion*	*Lead Acid*	*NiCd*
Regenerative Leistung				
Entladeleistung				
Kapazität				
Lebensdauer				
Entwicklungsstand				
Produktionsstand				
Kosten				
Sicherheit				
Business segment HOPPECKE				

Nach 2020 nur zwei Technologien dominieren den Markt :

Blei-Säure (Kosten) ***Lithium-Ionen (Leistung)***

Batterietechnologien der Zukunft

HOPPECKE
POWER FROM INNOVATION

	NiMH	Li-Ion	Blei-Säure	NiCd
Energiedichte [Wh/kg]	60	100 – 120	30 – 35	50
Leistungsdichte [W/kg]	1.000 (HP System)	1.500 – 2.000	200 (700 TMF)	200
Lebensdauer (years)	10	10	5 – 10	10
Zyklenlebens-dauer	2.000	2.000	750 – 1.500 (80%DOD)	2.000 – 3.000
Ladbarkeit	<10min@10C	1h bis 80% SOC bis 30C/10s abhängig vom SOC	1h bis 80% SOC bis 6C abhängig vom SOC	10min@10C
Effizienz [%]	90	90 – 95	80 – 85 %	90
Einsatztemp. [°C]	-40 / +50	-30 / +50	-30 / +50	-40 / +60
Kosten [€/kWh] heute	700	700 – 1.500 (Kleinserie Prototypen)	50 – 150	160 – 500
Zielkosten [€/kWh]	< 500	200	50 - 100	125

Inhalt

HOPPECKE
POWER FROM INNOVATION

1 Globale Zielsetzung

2 Antriebskonzepte

3 Batterietechnologien

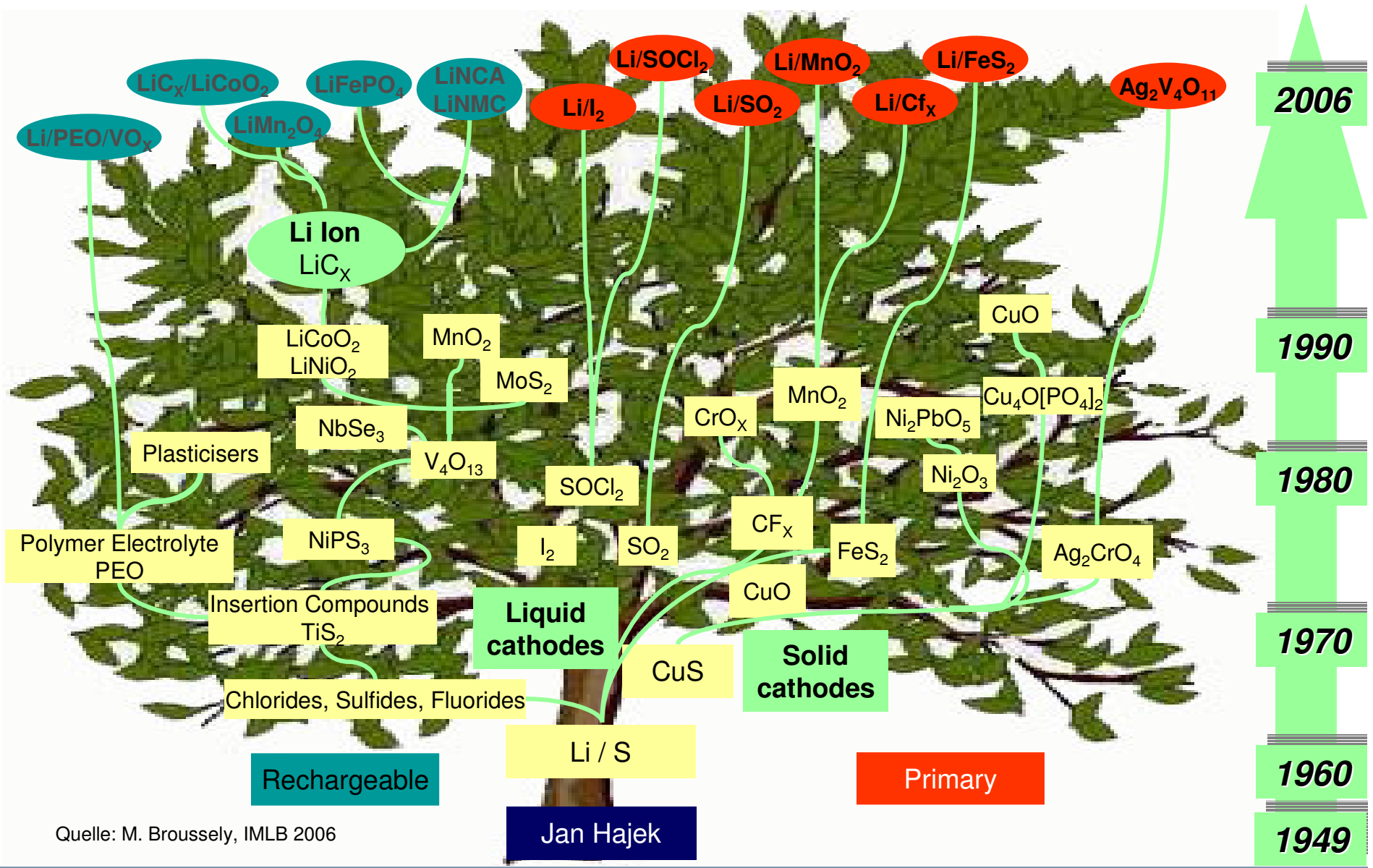
4 Lithium Ionen Batteriesysteme

5 Smart Grids und Elektromobilität

6 Zusammenfassung

Historie von Lithium Batterien

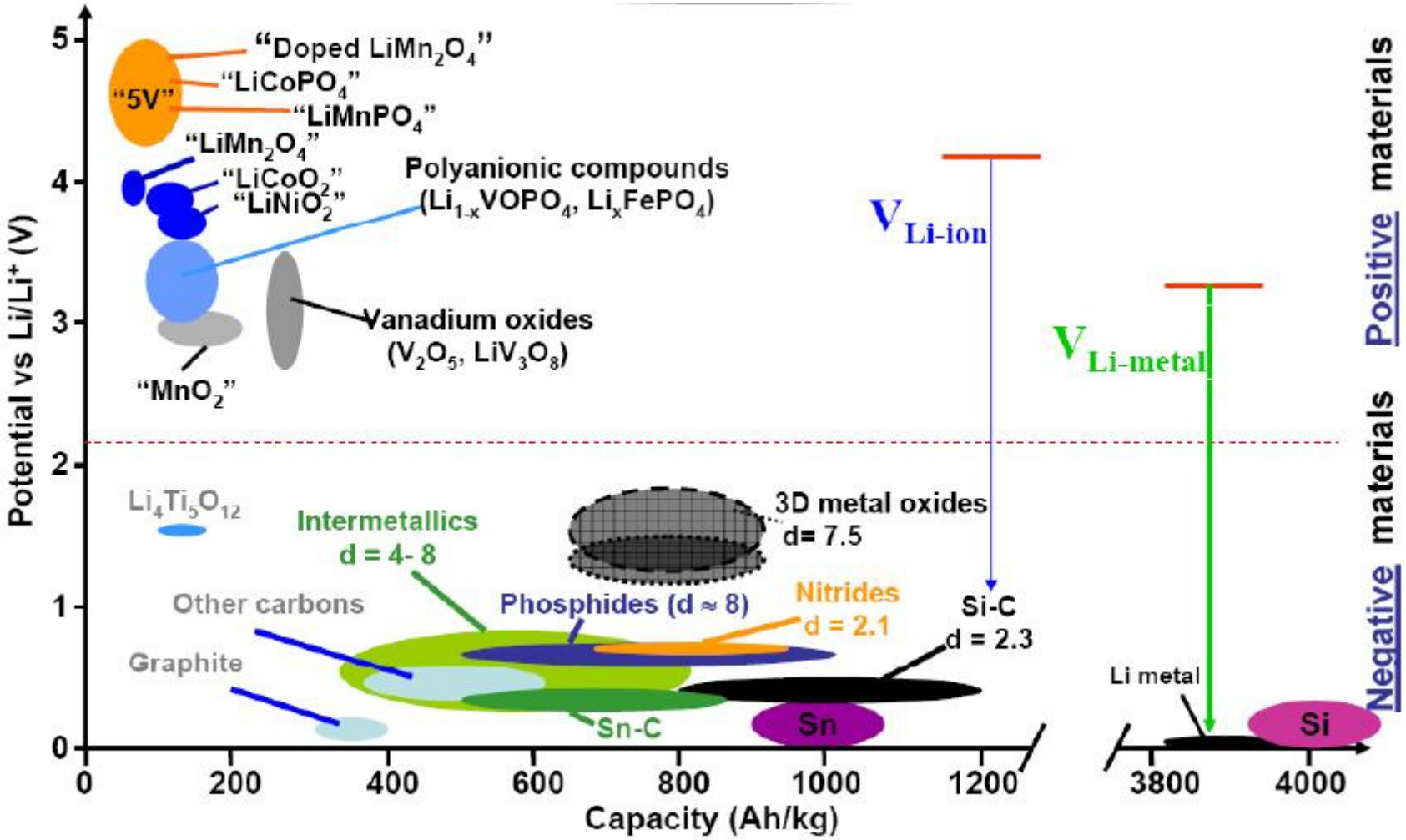
HOPPECKE
POWER FROM INNOVATION



Quelle: M. Broussely, IMLB 2006

Elektrodenmaterialien für Li-Ionen Batterien

HOPPECKE
POWER FROM INNOVATION



J.M. Tarascon and M. Armand : Nature, 2001, 414 (359-367)

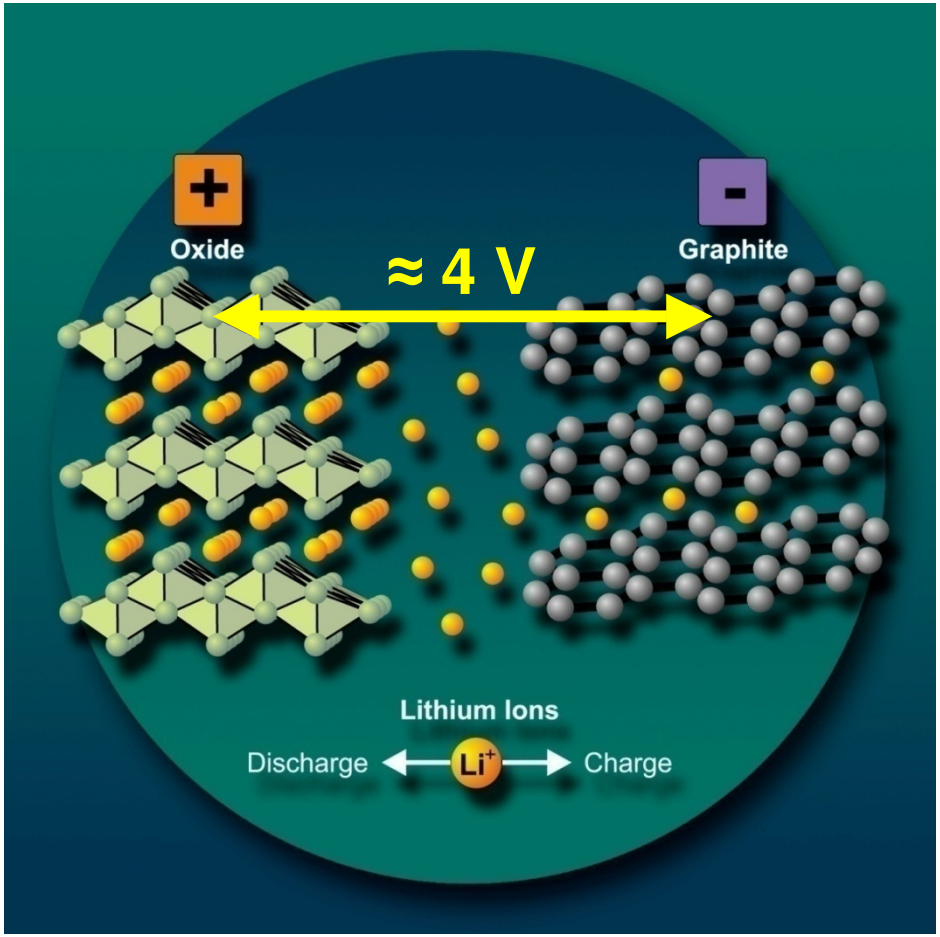
Updated: Saft (2005)

HOPPECKE
POWER FROM INNOVATION

$LiCoO_2$,
$LiNiO_2$,
gemischt

$LiMn_2O_4$

$LiFePO_4$



Graphite

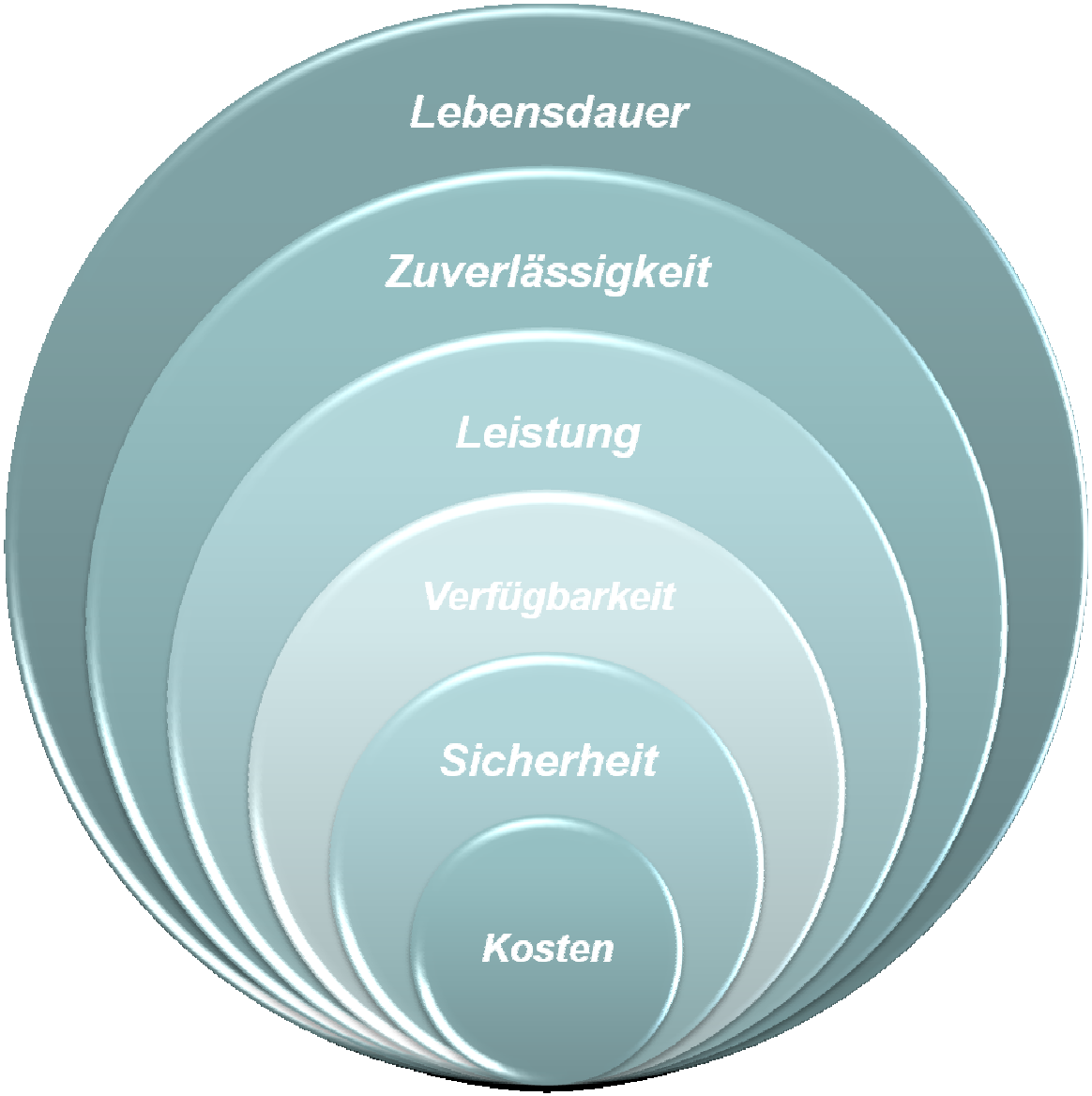
Hard Carbons

Eine Lithiumzellen besteht aus einer kohlenstoffhaltigen negativen Elektrode und einer positiven Lithium Übergangsmetalloxid-Elektrode. Beim Laden werden Lithium-Ionen von der positiven Elektrodenmaterial ausgelagert und in das negative Elektrodenmaterial eingelagert.Beim Entladen findet der umgekehrte Prozess statt..

Anforderungen an Lithium Batterien

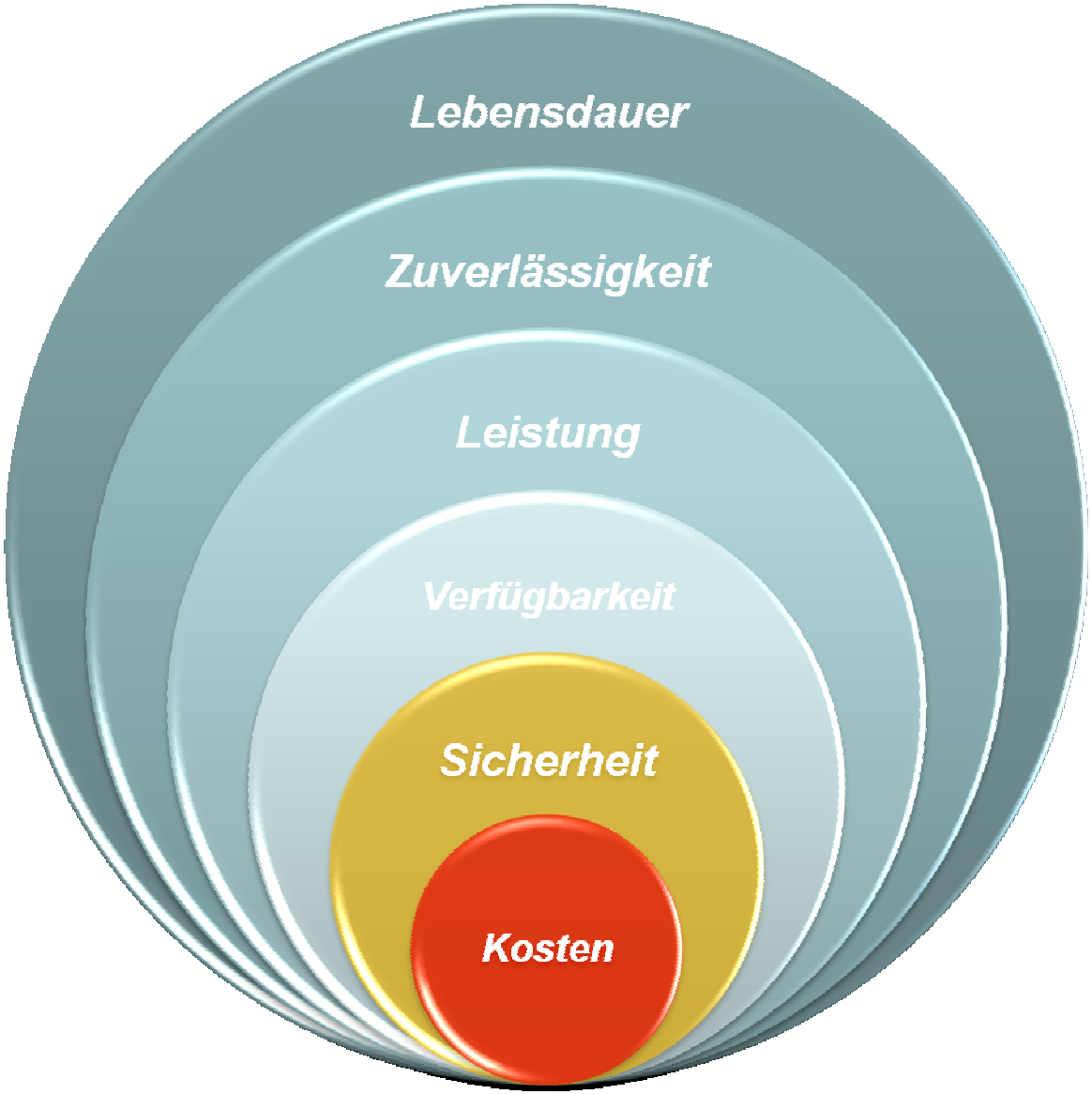
HOPPECKE
POWER FROM INNOVATION

Optimierung der unterschiedlichen Batterieeigenschaften



Anforderungen an Lithium Ionen Batterien

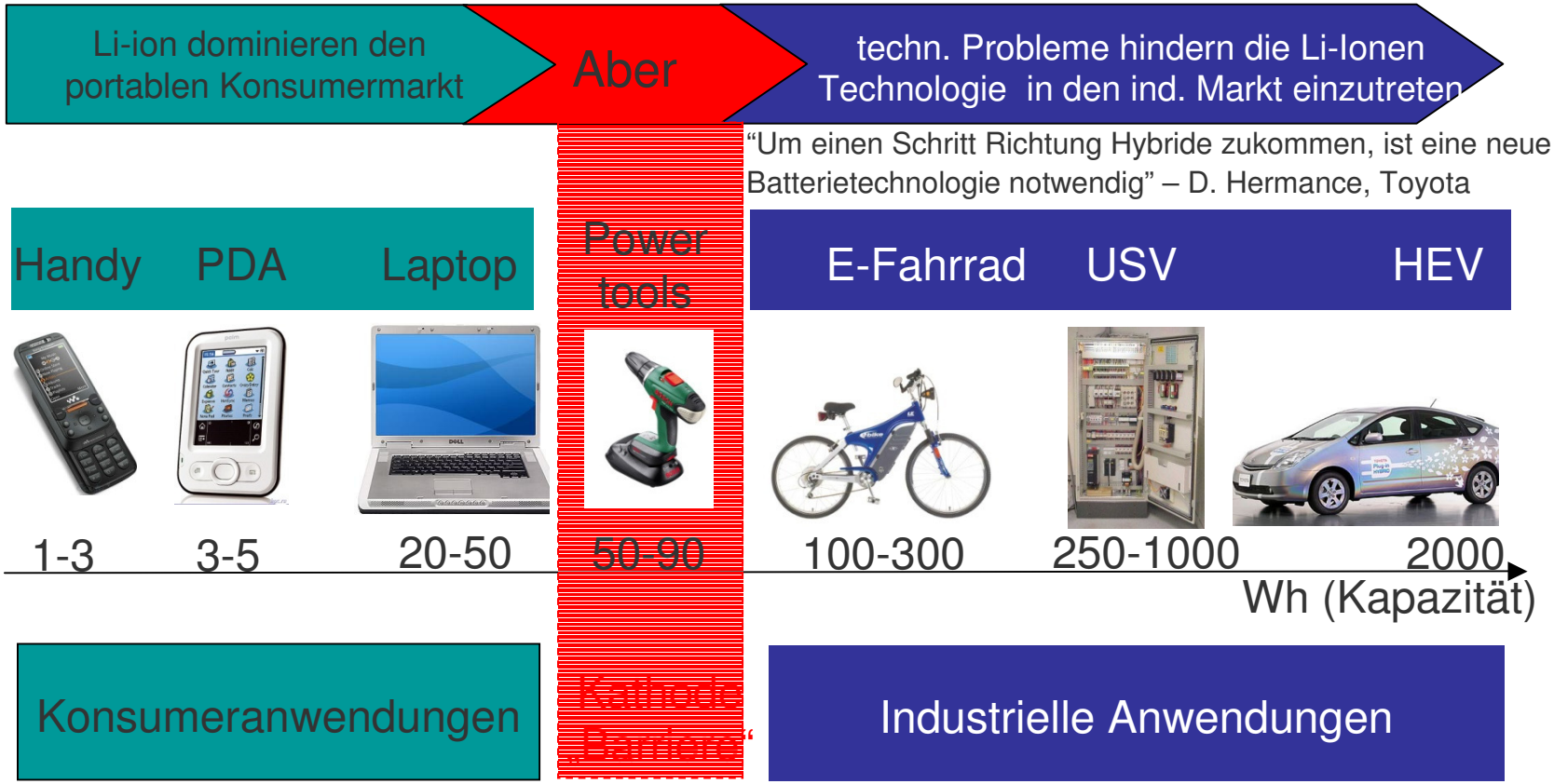
HOPPECKE
POWER FROM INNOVATION



Optimierung der unterschiedlichen Batterieeigenschaften

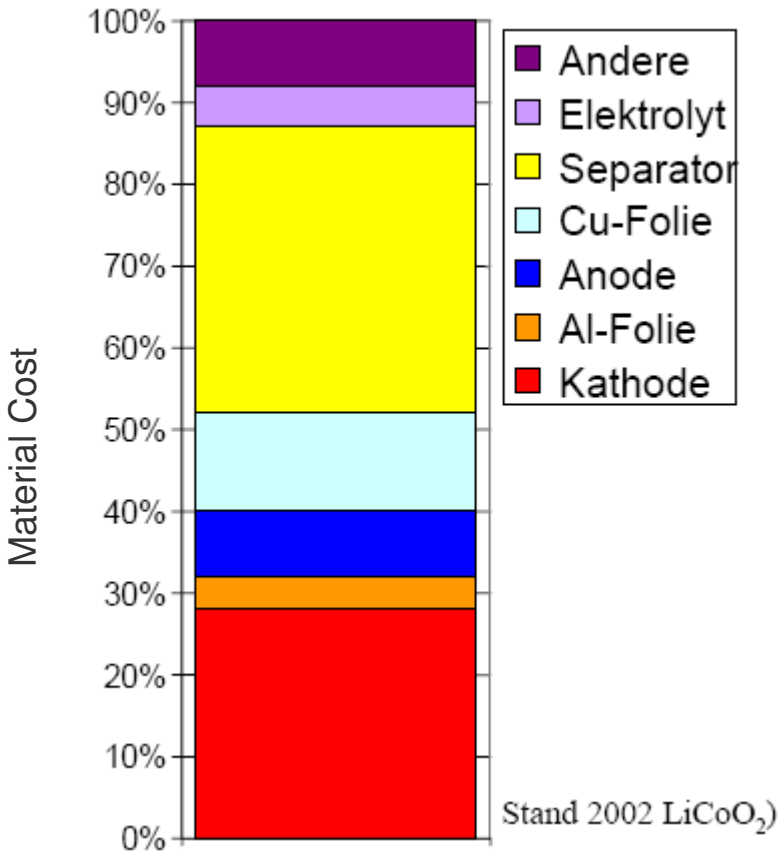
Industrielle Anwendungen benötigen die Performance Vorteile von Li-Ionen Batterien

HOPPECKE
POWER FROM INNOVATION



Komponenten Kosten für eine $LiCoO_2$ Zelle

HOPPECKE
POWER FROM INNOVATION



Potential für Kostenreduktion:

- günstige Kathodenmaterialien
- Separatoren (kleinere Elektrodenoberfläche)

Wahl des elektrochemischen Systems

HOPPECKE
POWER FROM INNOVATION

	Leistung	Energie-dichte	Sicherheit (therm. Stabilität)	Kosten	Lebens-dauer
$LiCoO_2$	2	2	3	4	2
$LiNi_{1/3}Co_{1/3}Mn_{1/3}$	2	2	3	3	2
$LiNi_{0,85}Co_{0,15}Al_{0,05}O_2$	1	1	4	3	2
$LiMn_2O_4$	1	3	2	1	4
$LiFePO_4$	1 - 2	3	1	1	1

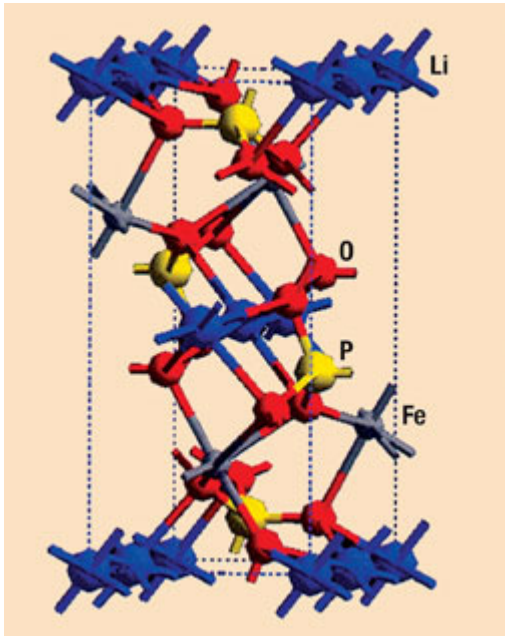
1 sehr gut 2 akzeptabel 3 schlecht 4 sehr schlecht

Olivines (Phosphate) bringen Vorteile für den Einsatz von Lithium-Ionen Batterien in industriellen Anwendungen und für neue Märkte.

Vorteile von Phosphaten

HOPPECKE
POWER FROM INNOVATION

- niedrige Kosten(Kobaltfrei)
- Exzellente Strukturstabilität (starke P-O Bindung)
    - gute Zyklenstabilität
    - thermische und chemische Stabilität
    - sicher



Auswahl an Phosphaten

• Eisen zu niedrige V	3.6 V vs. Li
• Kobalt zu hohe V	4.8 V vs. Li
• Nickel zu hohe V	5.1 V vs. Li
• Mangan ideale V	4.1 V vs. Li

Nanostrukturierte Phosphates

- Nanostrukturierung führt zu einer Hochstrom Performance
- Vorteile der Olivine: Sicher, Lebensdauer, niedrige Kosten(€/kg)
- Ideale Spannung: niedrige Kosten(€/Wh)
- Wirtschaftlichkeit ermöglicht die Nutzung großer Li-Ionen Batterien in neuen Märkten

HOPPECKE
POWER FROM INNOVATION

Energiedichte von Advanced Battery

500 - 1000 Wh/dm^3 ≈ 1.8-3.6 kJ/cm^3

Energiedichte vonTNT

6.7 kJ/cm^3



Source: A.A. Potanin. Russ. Chem. Journ. (J. of Mend.Russ. Chem. Soc.), 2001, v.45, No5-6, pp.58-63).

Gestiegene Sicherheitsbedenken durch Zwischenfälle mit Li-Ionen Batterien

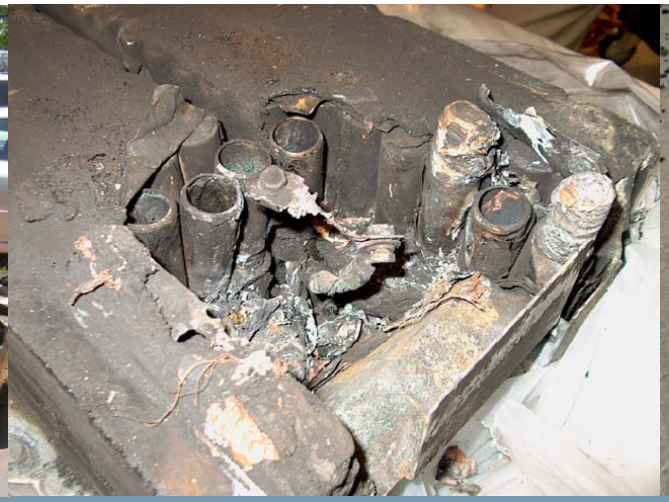
HOPPECKE
POWER FROM INNOVATION



- 2005: Rückrufaktion für Zellen von LC Chemical (ca.75mio € Verlust)
- 2006: Sony ruft 1/3 der NBPC Zellproduktion zurück (ca.350 mio € Verlust)
- Sept. 2007: Brand in Panasonic NBPC Zellproduktion (Stop für 6 Monate)…..

- Juni 2008: Ausgebrannter PHEV Prius





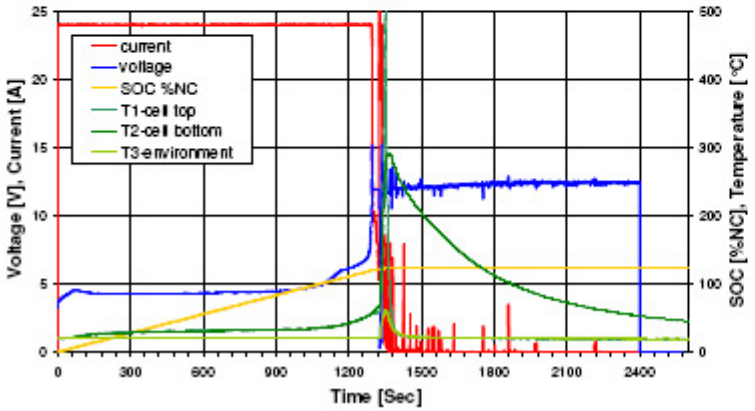


HOPPECKE
POWER FROM INNOVATION

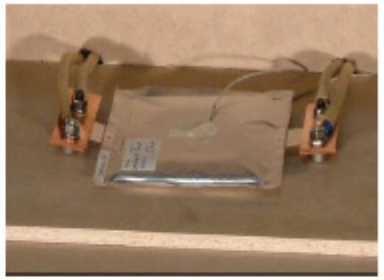
Überladefestigkeit (3C Rate)

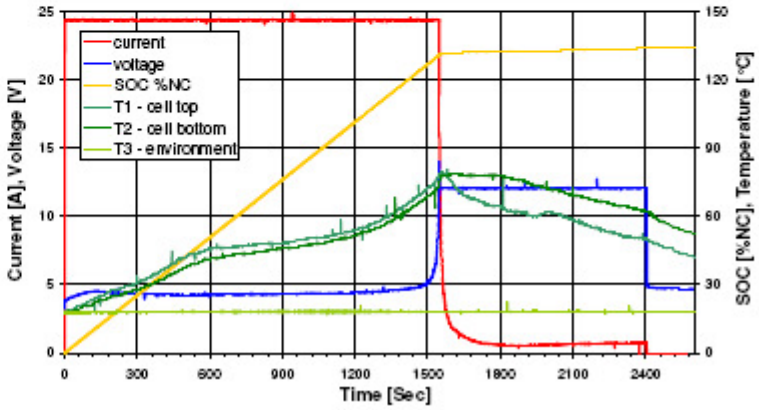
Polyolefin Separator





Keramischer Separator





Separatoren mit verbesserter mechanischen Stabilität bei hohen Temperaturen reduzieren das Risiko eines thermal runaways durch mechanische Beschädigung.

Inhalt

HOPPECKE
POWER FROM INNOVATION

1 Globale Zielsetzung

2 Antriebskonzepte

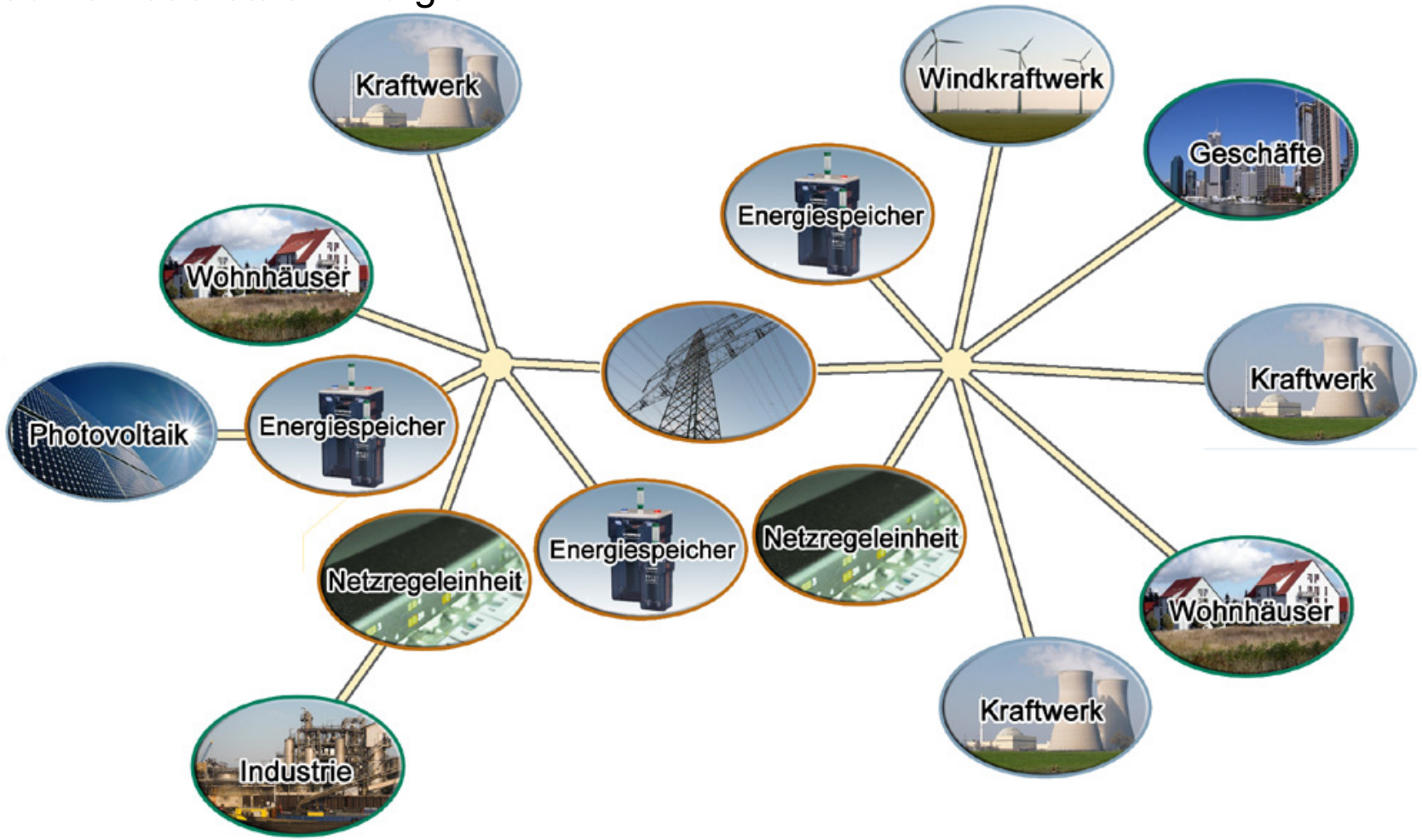
3 Batterietechnologien

4 Lithium Ionen Batteriesysteme

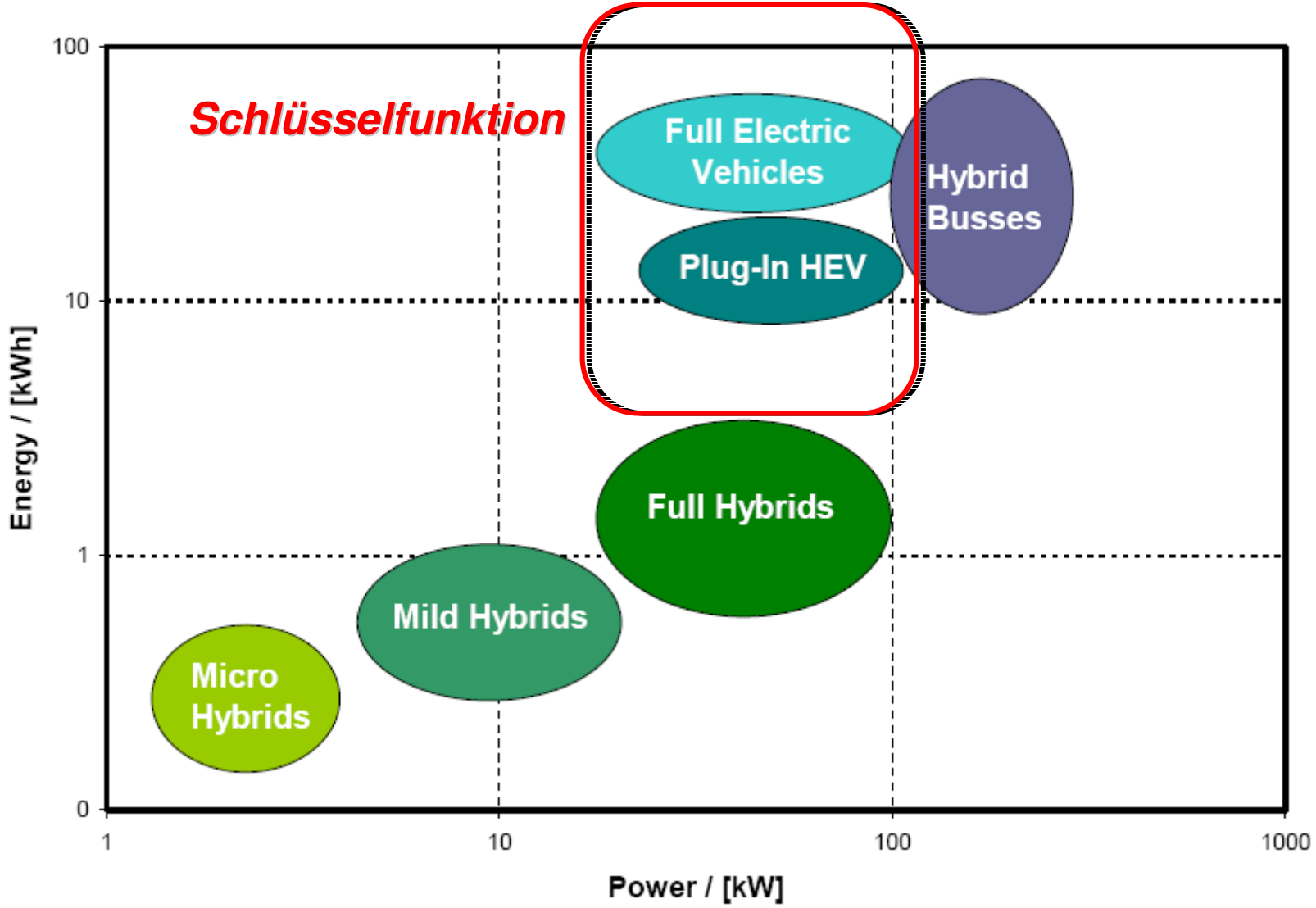
5 Smart Grids und Elektromobilität

6 Zusammenfassung

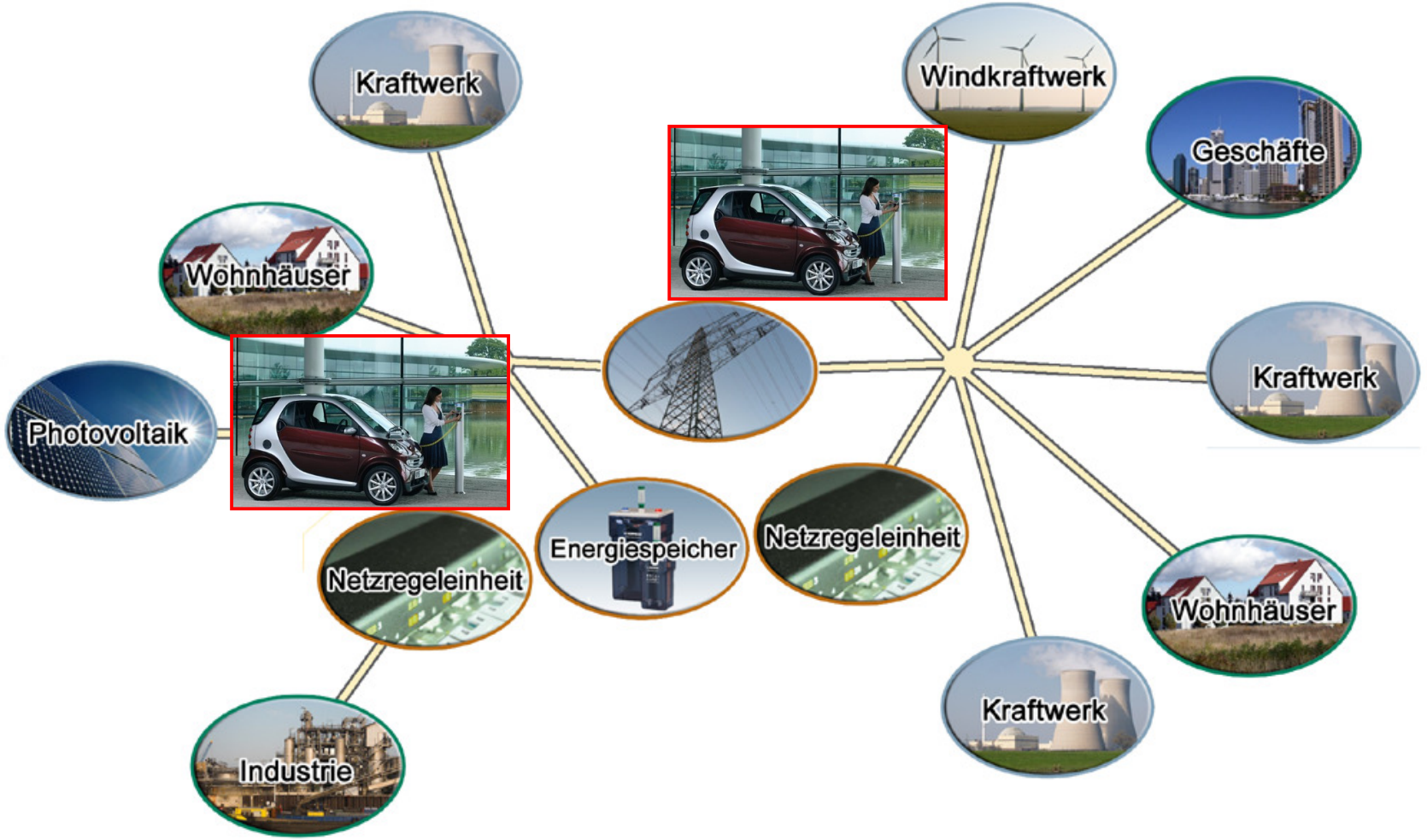
Mögliche Architektur eines aktiven Netzes mit verteilter / örtlicher Erzeugung mit einem vollständig integriertem Netzwerk Managements unter verstärkter Integration erneuerbarer Energien.



Leistungs- und Energiebedarf von EV-Fahrzeugen



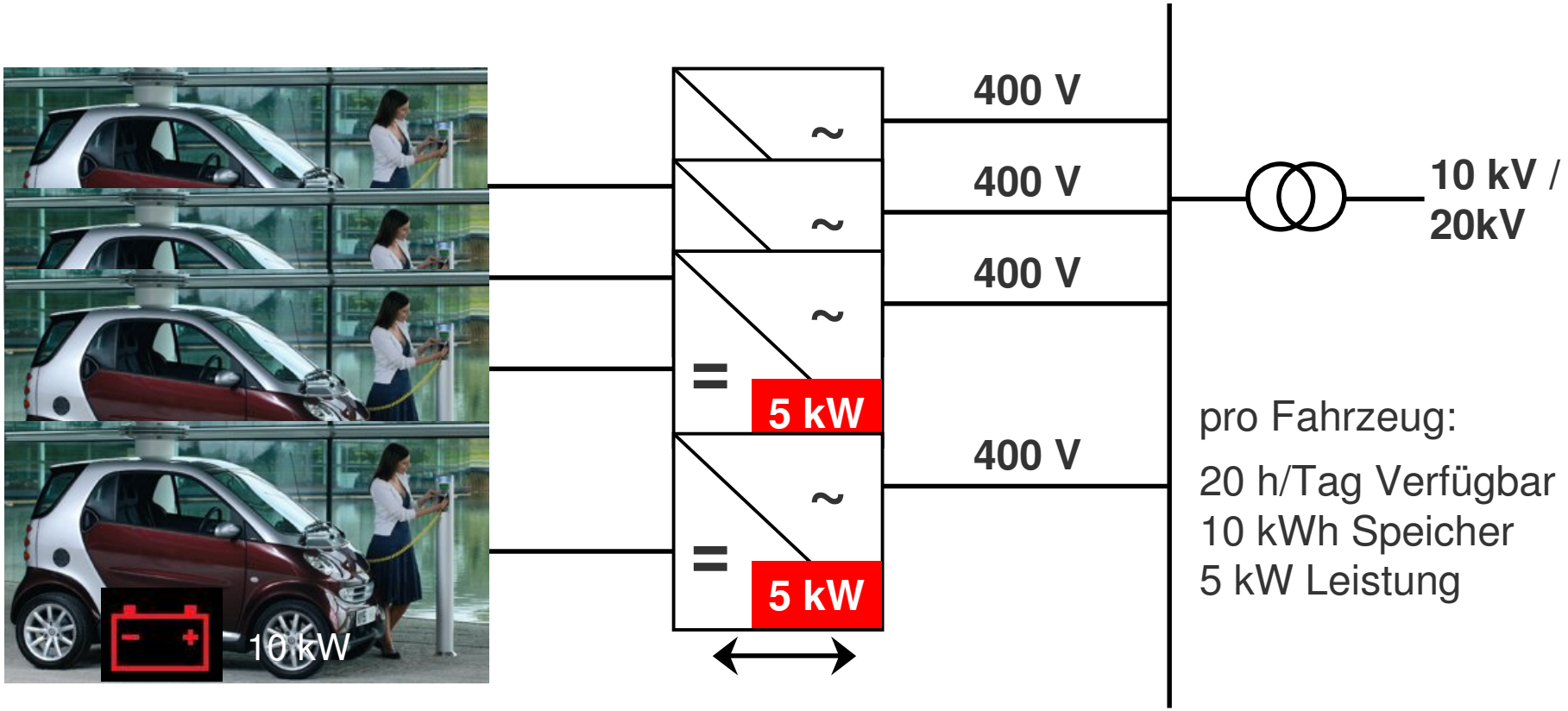
Batterien und nachhaltige Energiepolitik



Fahrzeuge mit einem Stromspeicher oder einem Generator können auch Strom in das Netz zurückspeisen: Dies wird als "Vehicle to Grid"-Fähigkeit (V2G) bezeichnet. „Virtuelles Kraftwerk“

Möglichkeiten durch die Nutzung der Speichersysteme für das elektrische Netz und der Mobilität

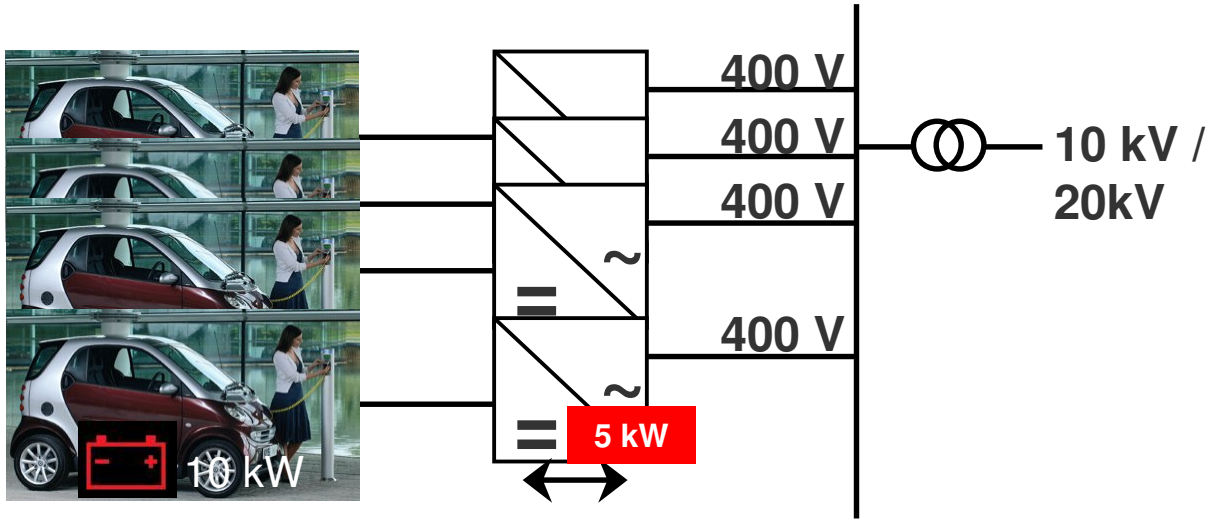
HOPPECKE
POWER FROM INNOVATION



- Durchschnittliche tägliche PKW Fahrleistung in Deutschland: 37 km/Tag
- Ein Speichersystem mit einer Reichweite für 50 km ermöglicht 63% der Gesamtfahrleistung der Fahrzeuge in Deutschland abzudecken

Möglichkeiten durch die Nutzung der Speichersysteme für das elektrische Netz und der Mobilität

HOPPECKE
POWER FROM INNOVATION



- Fahrzeugbestand in Deutschland: 45 Millionen
- 4 Mill. Fahrzeuge (< 10% der Fahrzeugflotte) als Bidirektionales PHEV ans Netz angeschlossen liefern
  - 20 GW Leistung für 2 Stunde
  - oder 8 h mit 5 GW Leistung (übersteigt die heutige installierte Leistung Pumpspeicherkraftwerken in Deutschland)
- 35% der Fahrzeuge wären in der Lage die durchschnittliche Last in Deutschland für 3 h abzudecken

Möglichkeiten durch die Nutzung der Speichersysteme für das elektrische Netz und der Mobilität

HOPPECKE
POWER FROM INNOVATION

- Eine Batterie für eine Reichweite von 200 km besitzt eine Kapazität von ca. 30 kWh (für Stadtfahrt ca. 20 kWh)
- Batteriekosten (Einkaufspreis OEM): approx. 30 x 500 € = 15.000 €
- Gewicht bei 100 Wh/kg ➔ 300 kg

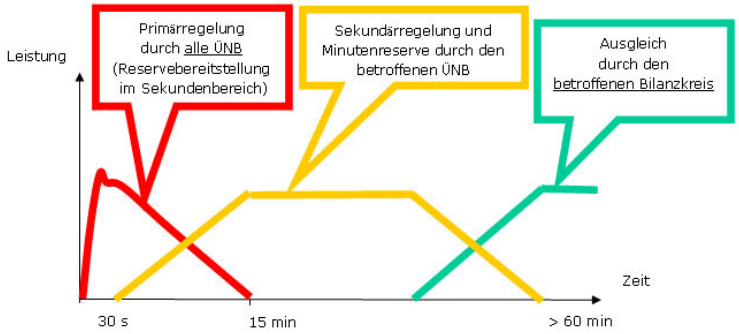
- Batterie Designlife 10 bis 15 Jahre (kein Zyklenbetrieb)
- Für die durchschnittliche Fahrleistung von 37 km/Tag sind 80% der Batterielebensdauer ungenutzt.
- ***PHEV mit Speichergrößen von 5 – 10 kWh stellen ein Optimum für das bidirektionale Übertragungsmodell sowie als Hybridbatterie in Kombination mit Brennstoffzelle in der Zukunft dar.***
- ***Reine EV Fahrzeuge mit Reichweiten unter 100km stellen derzeit schon eine perfekte Lösung, in Abhängigkeit von der Kundenakzeptanz dar.***

Fahrzeuge und verteilte Speicherung eröffnet eine vielseitige Nutzung für das Netz

HOPPECKE
POWER FROM INNOVATION

Unter der Voraussetzung geeigneter Überwachungs- und Managementsystemen dezentrale Speichersystemems, sind geegnet für…

- Primärregelung
- Sekundärregelung
- Load Levelling
- Spitzenlastausgleich



Dezentralisierte Batteriespeichersysteme lösen alle Speicheranforderungen des Netzes im Bereich von Millisekunden bis zu einem Tag.

Inhalt

HOPPECKE
POWER FROM INNOVATION

1 Globale Zielsetzung

2 Antriebskonzepte

3 Batterietechnologien

4 Lithium Ionen Batteriesysteme

5 Smart Grids und Elektromobilität

6 Zusammenfassung

Öffentlicher Personennahverkehr

HOPPECKE
POWER FROM INNOVATION

- In Städten nur elektrisch – durch Oberleitung, Batterien, Brennstoffzellen (Hybride)
- benötigte Infarstruktur
  - Batterieladestationen an den Hauptbushaltestellen (ca. 100 kW pro Ladestation)
  - Oberleitungen
  - Wasserstofftankstellen







Individueller Personenverkehr

HOPPECKE
POWER FROM INNOVATION

- Innerhalb von Städten nur elektrisches Fahren mit Batterien batteries (30 - 100 km/day)
- Land und Überland-Fahrten erfolgen mit PHEV (Batterie mit ICE/FC)

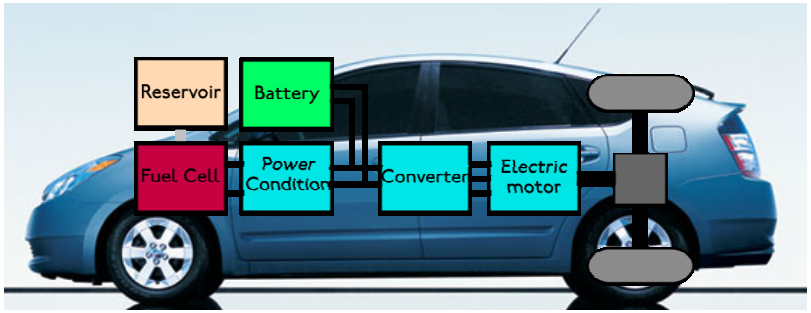
- benötigte Infrastruktur
  - Hochstromanschluss bei öffentlichen Parkplätzen
  - Energiemanagement und Kommunikation (smart grids)
  - Wasserstofftankstellen







Daimler und RWE starten ein gemeinsames Pilotprojekt zur Elektromobilität. Über 100 Elektrofahrzeuge sollen in Berlin ab frühestens Ende 2009 zum Einsatz kommen.



Zusammenfassung

HOPPECKE
POWER FROM INNOVATION

- **Die Lithium-Ionen Technologie stellt eine Schlüsselfunktion im Bereich der zukünftigen Mobilität und der zunehmenden Integration von erneuerbaren Energieerzeuger ins Netz dar.**
  - Hohe spezifische Lade- und Entladeleistung bis zu 3000 W/kg (auf Zellbasis)
  - Hohe Leistungsdichte bis zu 6000 W/l (auf Zellbasis)
- Elektrizität wird der wichtigste Energieträger in der Zukunft darstellen.
- Trotz geplanter Energieeinsparungen, der Bedarf an Elektrizität wird dramatisch ansteigen.
- Existierende Infrastruktur kann angepasst werden.
- Das Verschmelzen der Elektrizitätserzeugung und der Mobilität eröffnet ein gewaltiges technisches und wirtschaftliches Potential.

Thank you for your attention!

HOPPECKE
POWER FROM INNOVATION



www.HOPPECKE.com
E-Mail: info@hoppecke.com