



---

# **Energiespeicher – Schwachstellen nicht nur für die Elektromobilität! Lösungen in Sicht?**

**Prof. Dr. E. O. Klose; Oberst a.D. H. W. Odenthal.  
Märkisches Institut für Technologie- und Innovationsförderung (MITI)**



# Elektromobilität

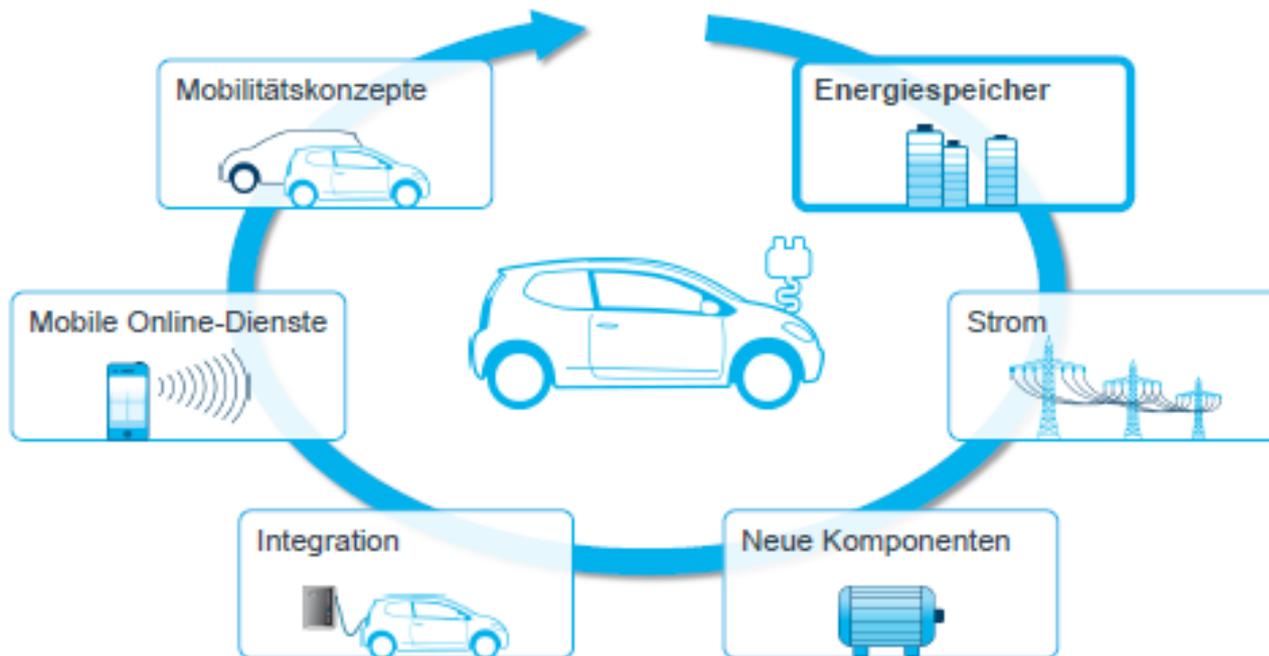
- **Ist kein neues Phänomen.**
- **Aber dank neuer Speichertechnologien nunmehr in greifbarer Nähe für Massennutzung und Individualverkehr.**
- **Umfasst mehr als neue Antriebsmöglichkeit für Kfz**
- **Aber ‚Elektro-Automobile‘ sind gut geeignet als Ziel- und Untersuchungsobjekt zur schlechthin.**



# Zielsetzung und Herausforderung

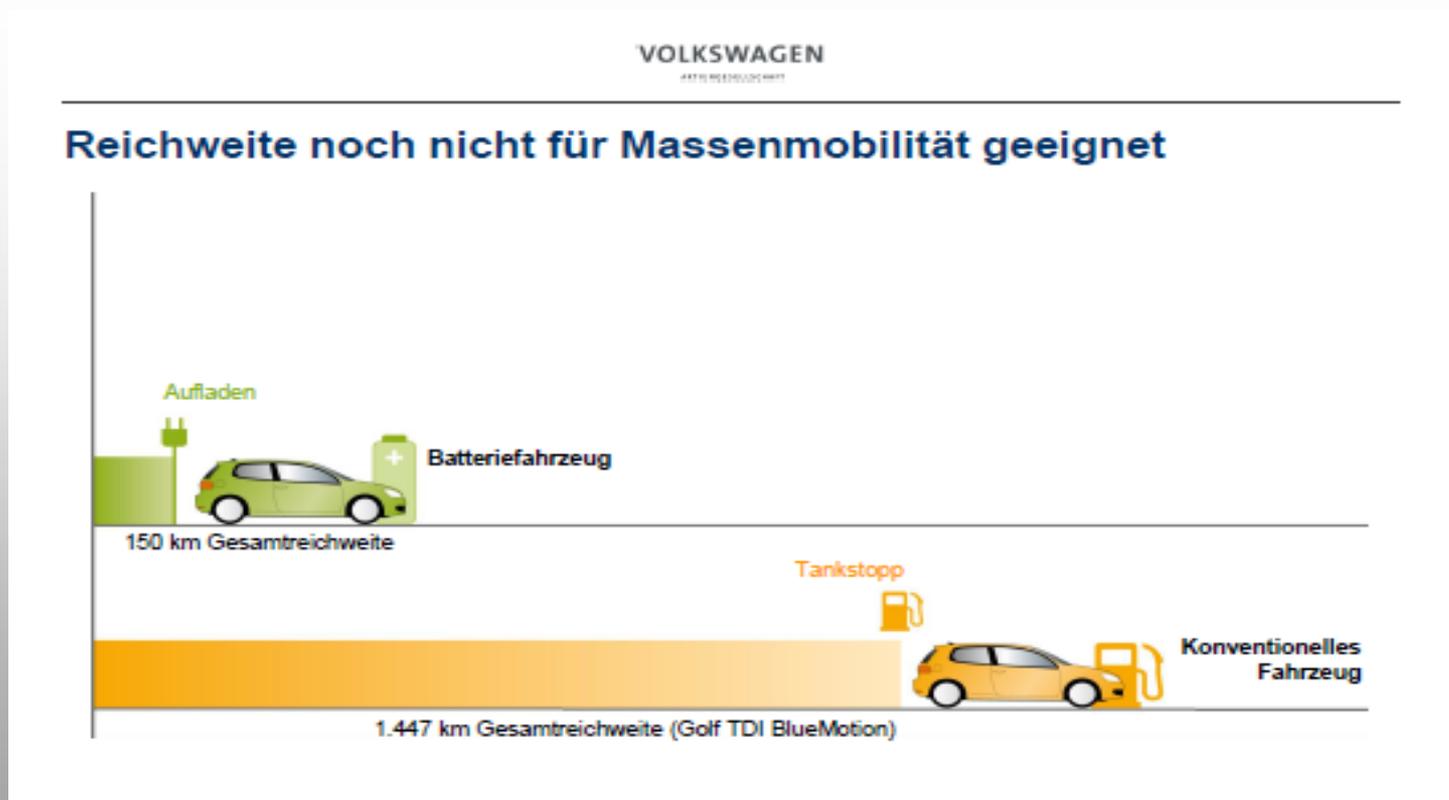
VOLKSWAGEN  
#MITI IN DER ZUKUNFT

## Herausforderungen in der Elektromobilität



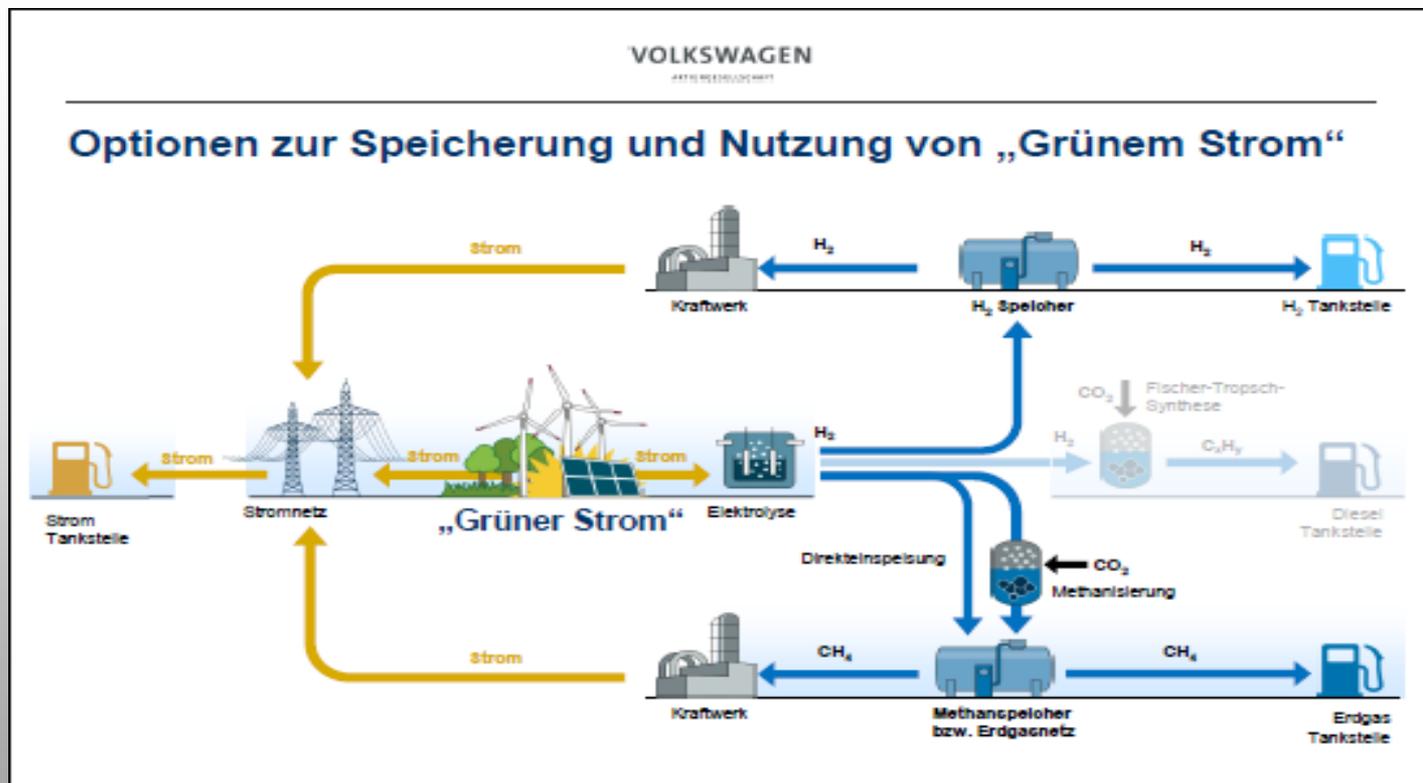


# Schön sauber ! Und auch bald schön nutzbar ?





# Optionen regenerativer Energie als Antriebsmittel





# Energiespeicher - Beispiele

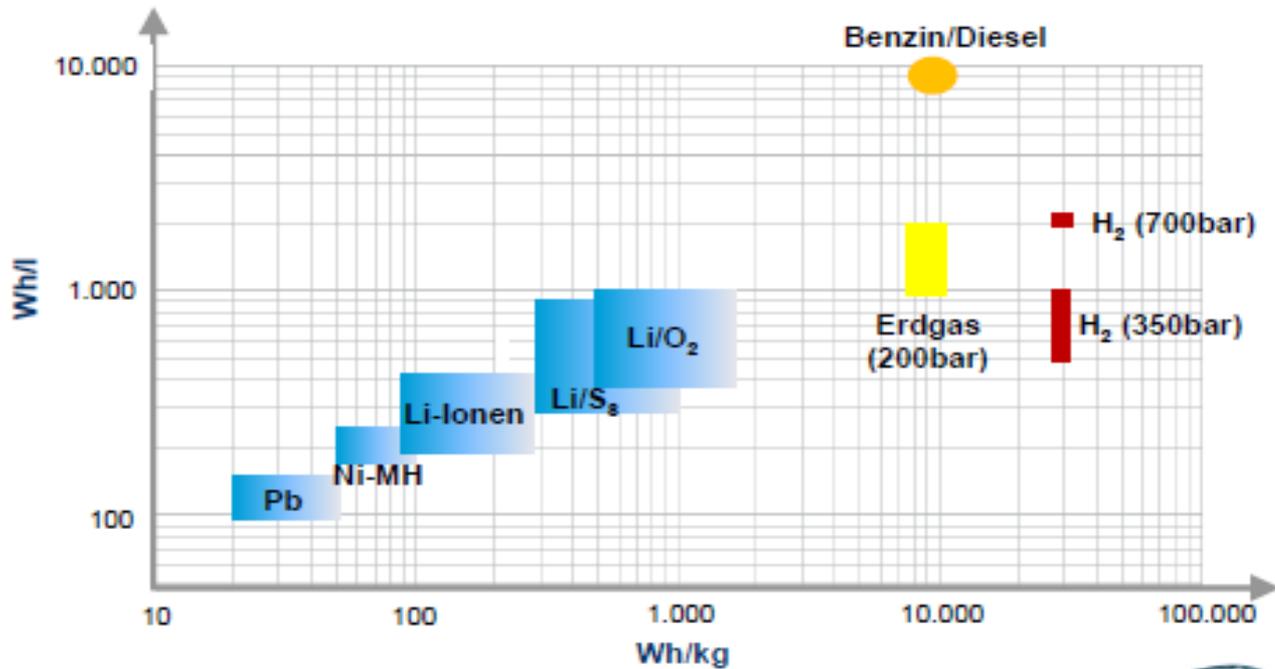
<b>Speicherung potentieller Energie:</b>	<b>Gravitation – Pumpspeicherwerk. Hydraulisch – Unter Wasser Gasdynamisch – Pressluft</b>
<b>Speicherung kinetischer Energie:</b>	<b>Schwungräder</b>
<b>Speicherung von Wärmeenergie:</b>	<b>Erdspeicher</b>
<b>Speicherung chemischer Energie:</b>	<b>Wasserstoff, Methan (Biogas)</b>
<b>Speicherung elektrisch:</b>	<b>Kondensator</b>
<b>Speicherung elektrochemisch:</b>	<b>Primärzellen Sekundärzellen Brennstoffzellen</b>



# Problemstellung Energiedichten

VOLKSWAGEN  
KRAFTFAHRZEUGE

## Energiedichten im Vergleich





# Speicher für das Elektro-Auto

**Die Brennstoffzelle mit  
gasförmigen (Wasserstoff, Methan)  
und  
festen (Aluminium, Zink) Energieträgern.**

**Sekundärzellen mit akzeptabler Verfügbarkeit  
( z.B. Lithium -Ionen – Sekundärzellen)**



# Fakten für Techniker-Ökologen-Ökonomen

## Übersicht Leistungsdaten Energiespeicher



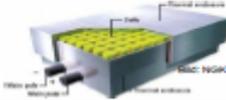
Typ	Theoretische Zellspannung [V]	Theoretische Energiedichte [Wh/kg]	Praktische Energiedichte [Wh/kg]	Praktische Leistungsdichte [W/kg]	Zyklen	Kosten [\$ / kWh]
Ultracaps	2,7	10	1...5	6300	>1 Mio.	n.a.
Blei-Säure	2	175	25-45	50-100	700-1500	125 →
NiMH	1,2	200	45-65	160...700	500-1200	250 →
NaNiCl <sub>2</sub>	2,58	794	90	90-155	600	300 ↘
Li-Ion	3,1	471	100-180	>200	>1500	1000 ↘
Li-Luft	2,96	>11000	1000	n.a.	n.a.	Forschungsprojekte
Zn-Luft (Primärzelle mit Aufwand auch Sekundärzelle)	1,65	n.a.	333	n.a.	400-600	200? ↘



# Leistungsfähigkeit und Lebenszyklus

## Batterietechnologien im Vergleich



	<b>Blei-Säure</b> 	<b>Natrium-Schwefel (NaS)</b> 	<b>Lithium-Ionen</b> 
<b>Wesentl. Vorteile</b>	› Geringe Investitionskosten	› Hohe Energie- & Leistungsdichten › Hoher Wirkungsgrad	› Hohe Energie- & Leistungsdichten › Hoher Wirkungsgrad
<b>Nachteile</b>	› Geringe Zyklenfestigkeit, bes. bei Tiefentladung	› Produktionskosten › Sicherheitsaspekte	› Hohe Produktionskosten › Spezielle Ladungsschaltung notwendig
<b>Kenndaten</b>	200 – 1.100 Zyklen max. 8 Jahre	5.000 Zyklen* 15 Jahre	500 – 4.500 Zyklen* bis zu 8 Jahre
<b>Kosten</b>	300 – 900 €/kW	ca. 2.000 €/kW	1.300 – 3.200 €/kW



# Neuentwicklungen (MITI) I

## Patentanmeldung in 114 Ländern

### Herkömmliche Zellen

In der Regel punktuelle Kontaktierung der Folien

Als Folge hoher Innenwiderstand

Starke Erwärmung bei Stromfluss

### Neuentwicklung

Vollflächige Kontaktierung

Minimaler Innenwiderstand

Nur geringfügige Erwärmung



# Neuentwicklungen (MITI) II

## Patentanmeldung in 114 Ländern

### Herkömmliche Zellen

Bildung von „Hot Spots“ durch ungünstige Feld- und Stromverteilung in der Zelle.

Folge:

Keine Hochstromaufladung  
(oder Schädigung der Zelle)  
Möglich.

### Neuentwicklung

Gleichmäßige Feld- und Stromverteilung über gesamte Kontaktfläche, somit keine Hotspots.

Höhere Ströme und damit Schnellladung aufgrund geringeren Innenwiderstandes möglich ohne Schädigung der Zelle.



# Neuentwicklungen (MITI) III

## Patentanmeldung in 114 Ländern

### Herkömmliche Zellen

Nicht einsetzbar bei sehr tiefen bzw. sehr hohen Temperaturen.

### Neuentwicklung

Temperierung der Zelle durch Kühlung und Elektrolytumwälzung erlaubt Einsatz bei jedweder Temperatur.

Durch Temperierung weitere Steigerung der Lade-/Entladeleistung.



# Neuentwicklungen (MITI) IV

## Patentanmeldung in 114 Ländern

### Herkömmliche Zellen

Bei Reihen- und Parallelschaltung aufwändige Verkabelung erforderlich.

Gefahrenabsicherung üblicherweise nur in einzelnen Strängen.

### Neuentwicklung

Reihen- und Parallelschaltung durch modulares Verbindungssystem: kabellos und beliebig erweiterbar.

Individuelle Absicherung der Zellen durch integrativen modularen Aufbau.



# Neuentwicklungen (MITI) V

## Patentanmeldung in 114 Ländern

### Herkömmliche Zellen

Lebensdauer durch Elektrolytzerfall begrenzt.

(1.000 Zyklen – 3 Jahre)

### Neuentwicklung

Lebensdauer verlängert durch Überwachung und Tausch des Elektrolyten außerhalb des Batteriekörpers auch während des Betriebes ohne Demontage. Dadurch auch größte Speicheranlagen im Megawattstundenbereich realisierbar.

(10.000 Zyklen – 30 Jahre)



# Einsatz im Elektromobil I

- Eine einzelne Lithium- Ionen- Batterie neuen Typs wird bei einer Spannung von  $U=3,8\text{ V}$  eine Ladung von  $Q=100\text{ Ah}$ , d.h.  $E=0,38\text{ kWh}$  haben. Sie hat eine zylindrische Form von 200 mm Höhe und 80 mm Durchmesser.
- Für den geplanten Einsatz im Elektro-Auto (Kleinwagen) mit 4 Rad-Naben-Motoren werden 48 V, (besser sogar 60 V) benötigt. Das wird erreicht durch Reihenschaltung von 13 (49,4 V), besser 14 (53,2 V) oder 15 (57 V) Einzelzellen.
- Ein Batteriesatz mit 15 Batterien ( $E=5,7\text{ kWh}$ ) würde ein Volumen in einem Quader von 100 mm Höhe, 400 mm Breite und 1000 mm Länge haben, verstaut unter den Sitzen bzw. im Boden des Kofferraums.



# Einsatz im Elektromobil II

- Mit  $Q=100$  Ah, ( $U=48$  V bis  $U=60$  V,  $E=5,7$ kWh) sollten etwa 130 km bis 150 km (ohne Zusatzlast wie Klimaanlage, Sitzheizung u.a.) erreichbar sein. Die Reichweite kann gesteigert werden durch den Einbau von zwei Batteriesätzen auf Kosten des Laderaumes (2 x 100 Ah bei 57 V, d.h.  $E=11,4$  kWh)
- Für die Ladezeit werden maximal 30 Minuten (und weniger) angestrebt, so die entsprechenden Ladeeinrichtungen verfügbar sind (im Mittel 400 A Ladestrom erforderlich bei 200 Ah Batteriekapazität, das ist bei „Elektro-Tankstellen“ mit großen Batterie-Sätzen des neuen Typs durchaus machbar).



---

**Danke für Ihr Interesse.**

[www.miti-ev.de](http://www.miti-ev.de)

[info@miti-ev.de](mailto:info@miti-ev.de)

+ 49 (0)3341 49 60 410

---