



EnergieCampus

10.11.2011 Karlsruhe

# Speichertechnologien für Erneuerbare

Prof. Dr. Werner Tillmetz

Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW)  
Baden-Württemberg



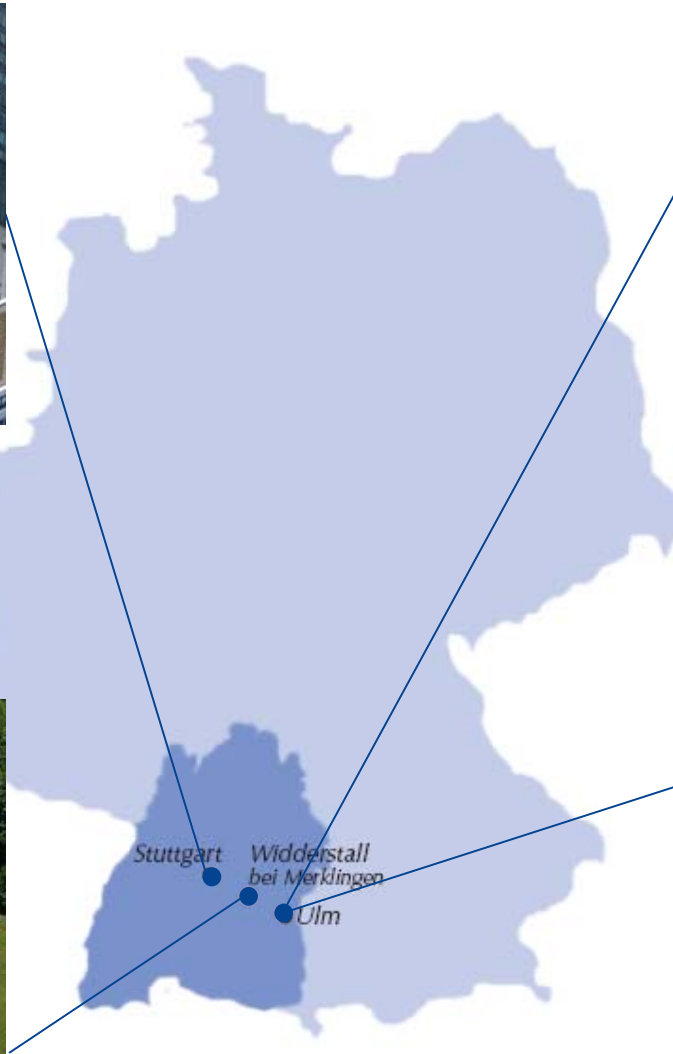
# ZSW Standorte



**Stuttgart:**  
Photovoltaik,  
Energiepolitik und  
Energieträger, Zentrale  
Dienste



**Widderstall: Solar-Testfeld**



**Ulm: Areal Elektrochemische  
Energietechnologien**



**Ulm: ZSW Labor für  
Batterietechnologie (eLaB)**

# Elektrochemische Energietechnologien

## Batterien - Brennstoffzellen - Wasserstoff

- Modellierung, Simulation, Charakterisierung von Aktivmaterialien
- Optimierung von Komponenten und Technologien
- Erprobung, Bewertung und Qualifikation von Komponenten und Systemen



ZSW eLaB, Lise-Meitner Straße 24



ZSW Hauptgebäude, Helmholtzstraße 8

# Speichertechnologien

Anwendung der Energiespeicherung:

- Glätten der Bedarfsspitzen (load levelling, peak shaving)
  - saisonal
  - täglich
  - stündlich
- Unterbrechungsfreie Stromversorgung
  - Dauer abhängig von Netzqualität, Ausfallrate
- Verbesserung der Netzqualität
  - Spannungsschwankungen
  - Frequenzverschiebung
- Autarke Stromversorgung (in Verbindung mit EE)

>> Leistungsanforderungen von Sekundenbruchteilen bis zu vielen Stunden

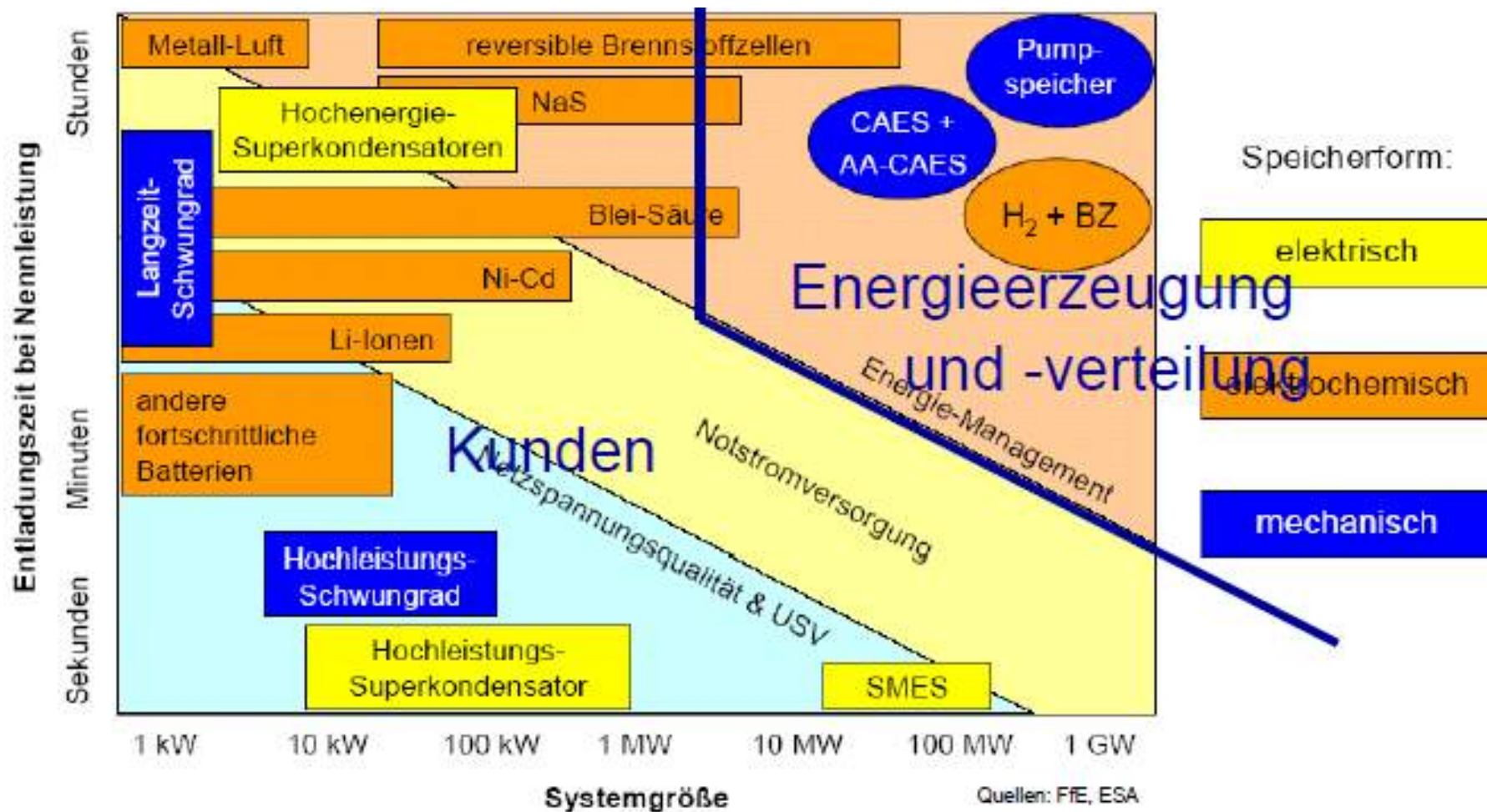
# Speichertechnologien

| <b>Art der Speicherung</b> | <b>Speichertechnologie</b>  |
|----------------------------|---|
| Elektrostatisch            | Supercaps   |
| Elektrochemisch            | Batterien, regenerative Brennstoffzellen  |
| Kinetisch                  | Schwungradspeicher  |
| Potentielle Energie        | Pumpspeicherkraftwerk,<br>Druckluftspeicher (Compressed air energy storage, CAES) |
| Thermochemisch             | Dissoziation von Ammoniak, Methan   |
| Thermisch                  | Latentwärmespeicher   |
| Magnetisch                 | Superconducting magnetic energy storage, SMES                                     |

**Einsatz kann erzeugernah oder verbrauchernah erfolgen!**



# Vergleich Speichertechnologien Leistung/Energie



Quelle: EnBW

# Energiespeicherung mit Pb-Batterien (PV-Inselversorgung)



Picture: Renewable Energy World, Jan. - Feb. 2001



Mr. James Wafula, PV system installer, and Mr. Japhet Diru, house-owner, in front of a newly electrified home at Kitale, Kenya



Energys Huada Solar  
3 x 110 Zellen, Blei, 2 V / 1300 Ah – GFM S/85/1300, 3 parallele Stränge mit zusätzlichen Parallelverbindern an jeder 5. Zelle, gesamt 858 kWh, tägliche Zyklierung ca. 15 %

# Ni/Cd-Batterie



Abb.: Netzunterstützung Fairbanks, Alaska

Daten:

5,2 kV Spannung, 27 MW (15 min), 40 MW (7 min), 46 MW Maximalleistung.  
Lebensdauer 20 Jahre bei 100 Vollzyklen und 500 Teilzyklen,  
Gesamtkosten 35 Mio. US-\$.



# Na-S - Batterie

## *July 2004 – Hitachinaka, Japan New NAS Battery Facility for Hitachi*

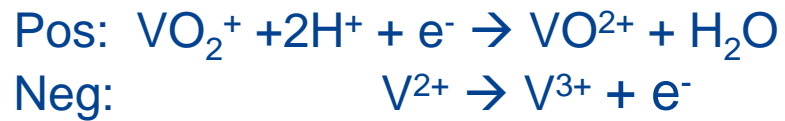
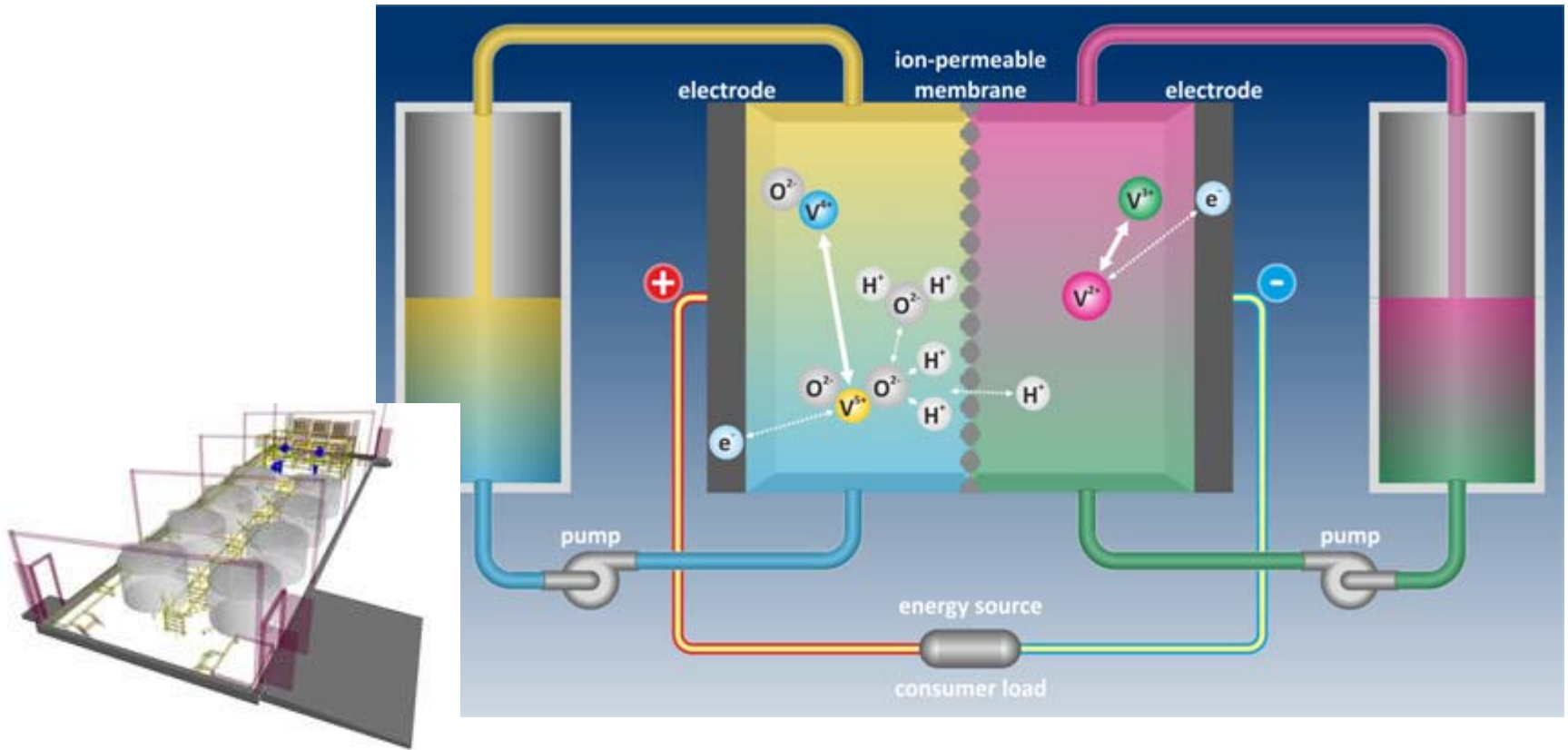
The World's Largest Battery System for Energy Storage is now Operational  
at Hitachi's Automotive Systems Factory in Japan.



TECHNOLOGY  
INSIGHTS  
4

Quelle: [http://www.energy.ca.gov/pier/notices/2005-02-24\\_workshop/11%20Mears-NAS%20Battery%20Feb05.pdf](http://www.energy.ca.gov/pier/notices/2005-02-24_workshop/11%20Mears-NAS%20Battery%20Feb05.pdf)

# Die Vanadium Redox Flow Battery (VRB)



Lebensdauer: 10 000 Zyklen und mehr  
 (Herstellerangaben)

# Die Brom/Polysulfid Redox Flow Batterie

- Das Regenesys System -



Little Barford, Südengland  
120 MWh / 15 MW

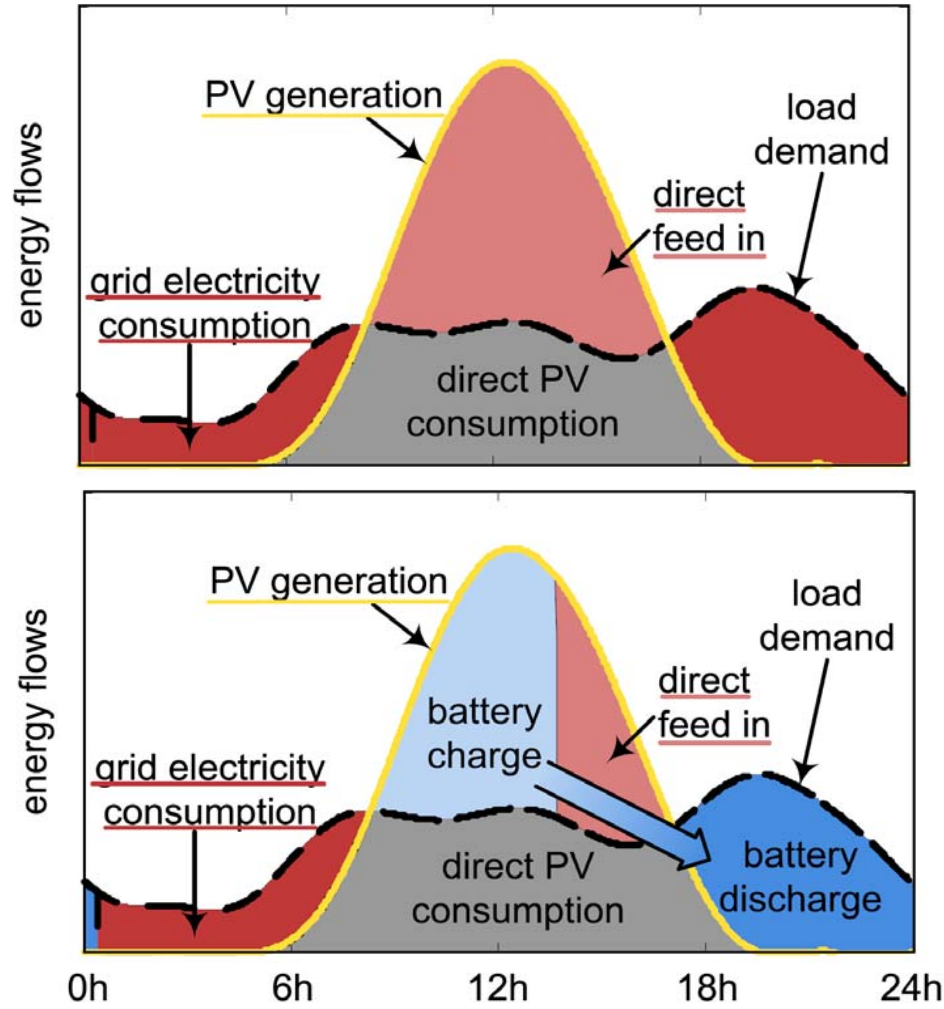
XL-Module  
mit je 100 kW  
geplante Anzahl: 120 Module



Das Projekt wurde im Dezember  
2003 aufgrund zahlreicher  
Verzögerungen abgebrochen.

# Dezentrale Photovoltaik Systeme

## Optimierung Eigenverbrauch mit Batteriespeicher



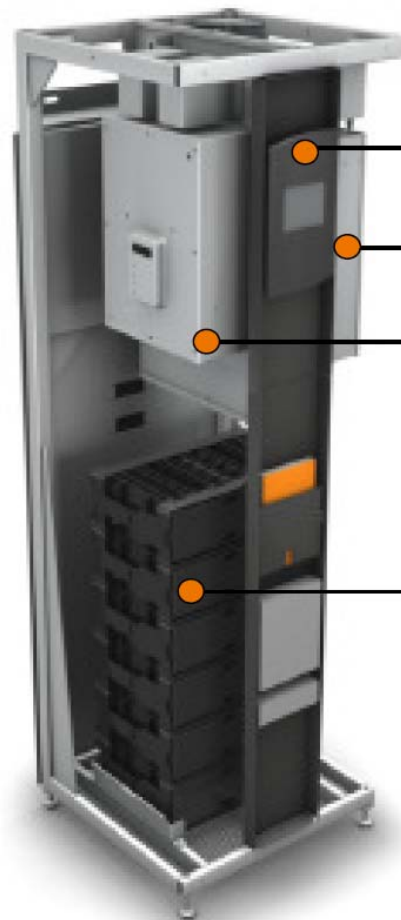
**Eigenverbrauch erhöht von etwa 30% auf 60%**

- bei typischem Haushalt und angepaßter PV-Anlagengröße

**Quelle:** Fraunhofer IWES, M. Braun et.al. PVSEC 2009



# Sol-ion System



Energy Management System

Battery Converter

5 kW Stringinverter

Li-Ion Batteries  
(4-6 modules a 2,2kWh)

BMM (Battery Management  
Module)

| CanOpen bus communication

| SOH, SOC

| Operating conditions

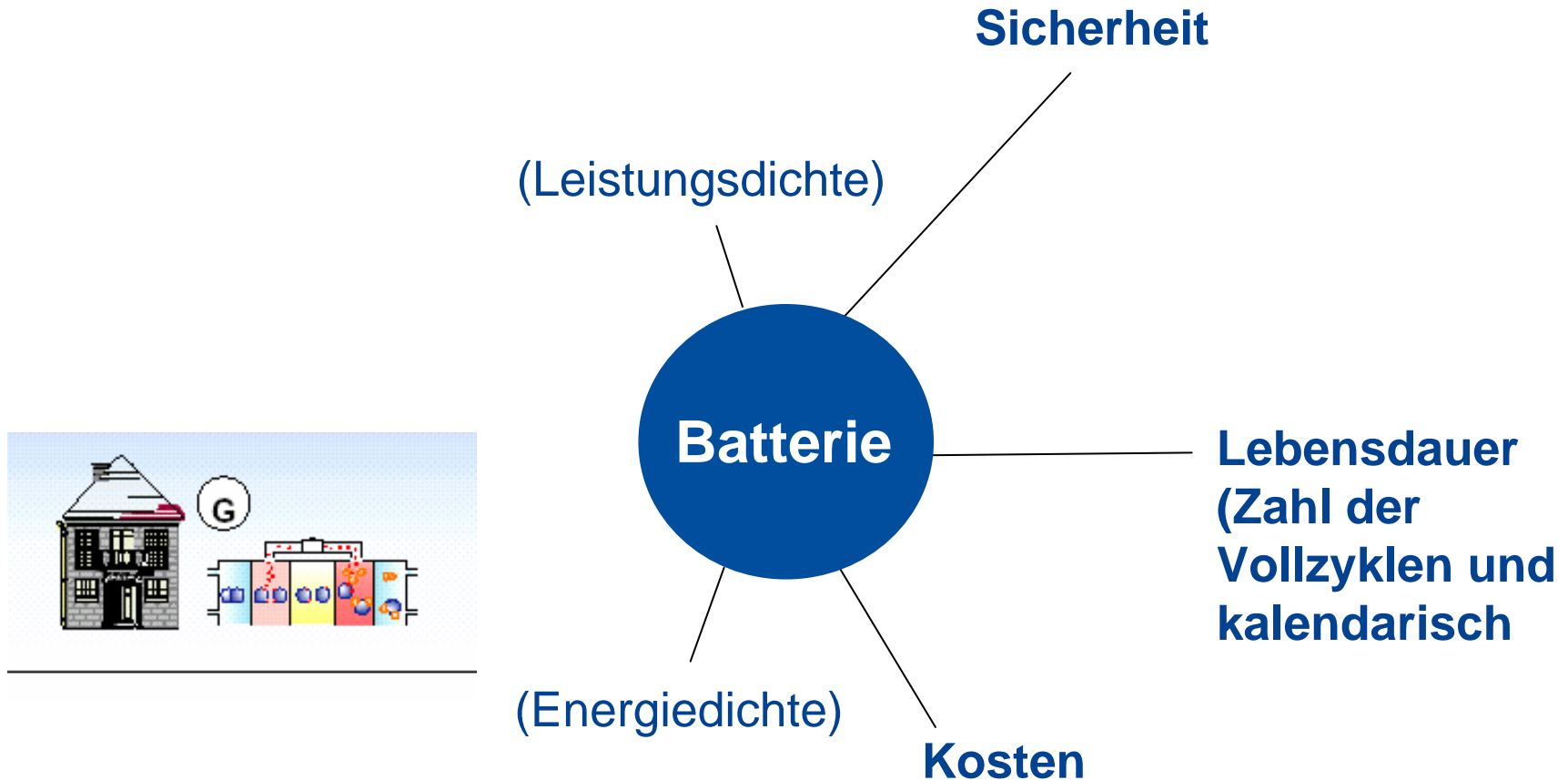
| Alarms

| Battery protection

**VOLTWERK**

A.Schmiegel, PV Symposium, Staffelstein März 2011

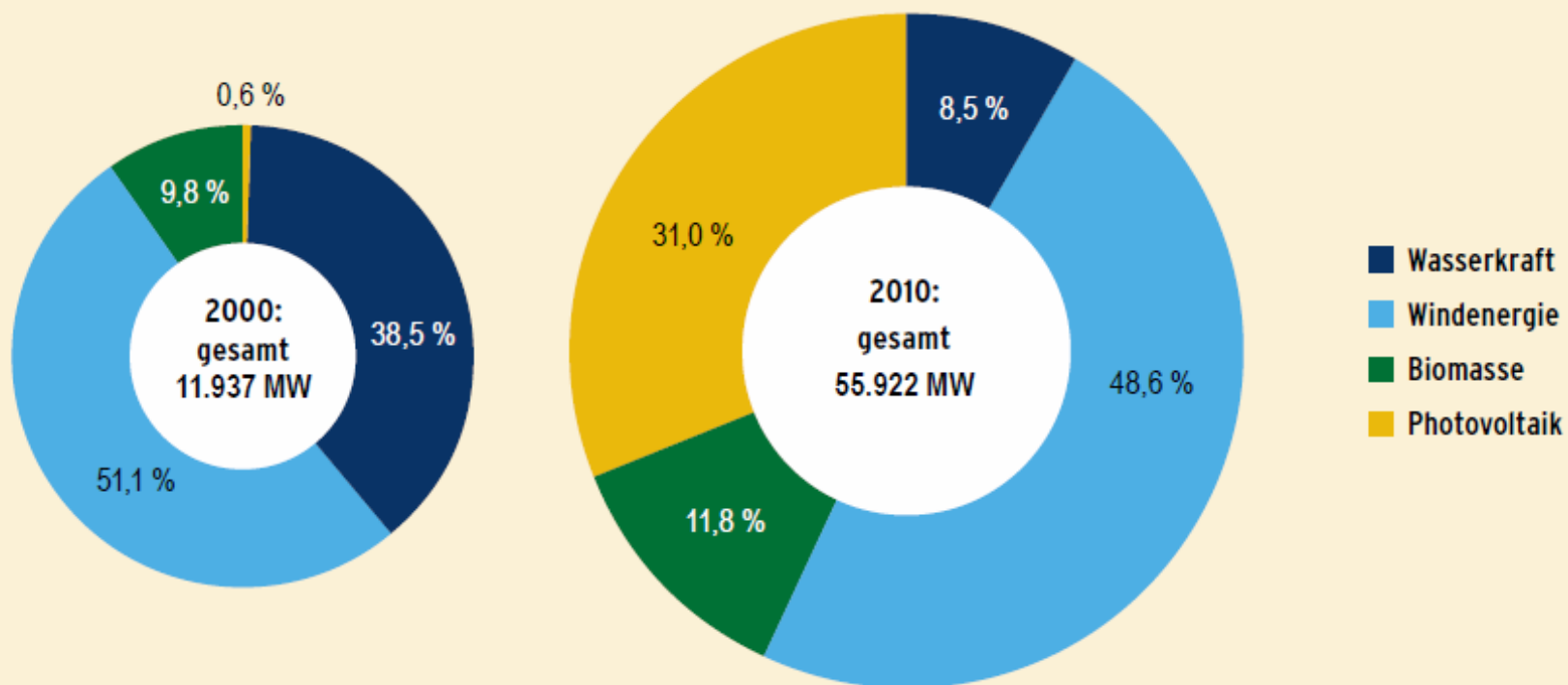
# Anforderungen an Batterien für stationäre Speicher



Kosten pro kWh gespeicherte Energie sind entscheidend

# Installierte Leistung

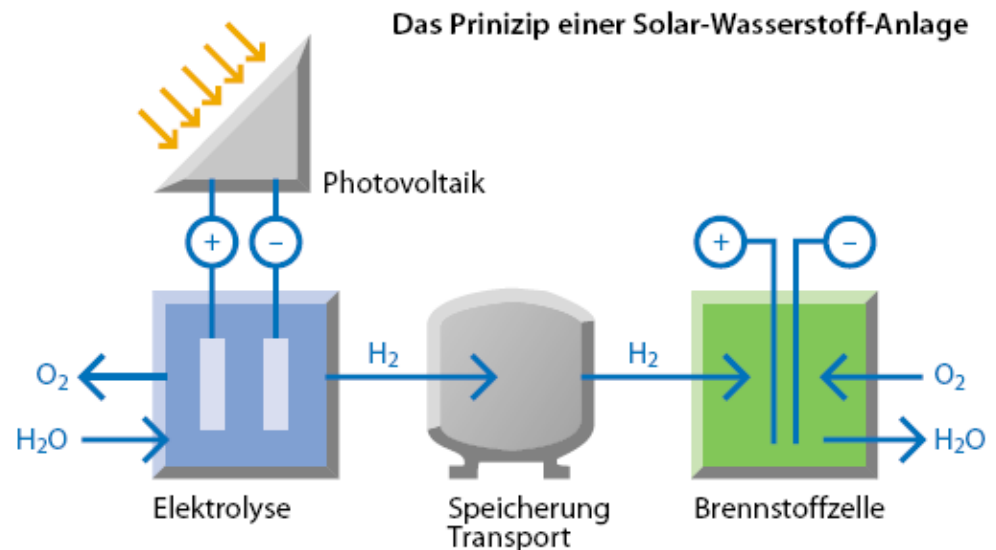
Anteile an der installierten Leistung zur Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Deutschland 2000 und 2010



>>> Typischer Lastgang im deutschen Stromnetz: 40 – 90 GW !

# Elektrolyse-Wasserstoff + Erneuerbare Energien

- Speicherung von Überschussstrom
- Verlagerung fluktuierender Stromerzeugung in Hochlastzeiten
- Flexibilität in der Erzeugung (dezentral/zentral)
- Flexibilität in der Verwendung
  - Kraftstoff
  - Rückverstromung (inkl. Wärmeerzeugung)
  - chemische Nutzung
- Flexibilität in der Stromquelle (Wind, PV, Wasser, Solarthermische Kraftwerke)





# Elektrolyse-Wasserstoff + Erneuerbare Energien



Quelle: Hydrogenics

# Fazit

- Investitionskosten und Zykluslebensdauer sind entscheidend für stationäre Energiespeicherungen.
- Heutige Batterien eignen sich auf Grund hoher Materialkosten für geringe Energiemengen (kurze Speicherzeiten).
- Neue Technologien wie Metall-Luft- und Redox-Flow-Zellen sind noch am Anfang der Entwicklung.
- Für große Energiemengen ist Wasserstoff der beste Energiespeicher