



Schlussfolgerungen für die Politik

Dr. Ulrich Fahl

Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung,
Universität Stuttgart

Forum für Zukunftsenergien

Berlin, 5. Juli 2007



Inhalt

- Überblick Energiespeicherung
- Anforderungen an Energiespeichertechnologien und Stand der Technik
- Vernachlässigte Forschungsansätze: Mobile Wärmespeicher
- Bestehende Förderprogramme bzw. -schwerpunkte des öffentlichen Sektors und der Industrie
- Schlussfolgerung



Überblick Energiespeicherung

Aufgaben der Energiespeicherung

- Zeitliche und/oder räumliche Entkoppelung der Erzeugung und des Verbrauchs von Energie sowie darüber hinaus die Ermöglichung mobiler bzw. portabler Energienutzung

Formen der Energiespeicherung

- Elektrizität: Speicherung in Form von mechanischer (Pump-, Druckluft-, Schwungmassenspeicher), chemischer (Wasserstoff, Akkumulatoren) oder elektrischer Energie (Kondensatoren, Supraleitung)
- Mobilität: Speicherung in Form von chemischer Energie: neben Wasserstoff auch über Methanol oder Biotreibstoffe
- Wärme: Speicherung in Form von thermischer Energie in Speichermedien, wie Thermoölen, Zeolithen oder Salzschnmelzen



Anforderungen an Energiespeichertechnologien

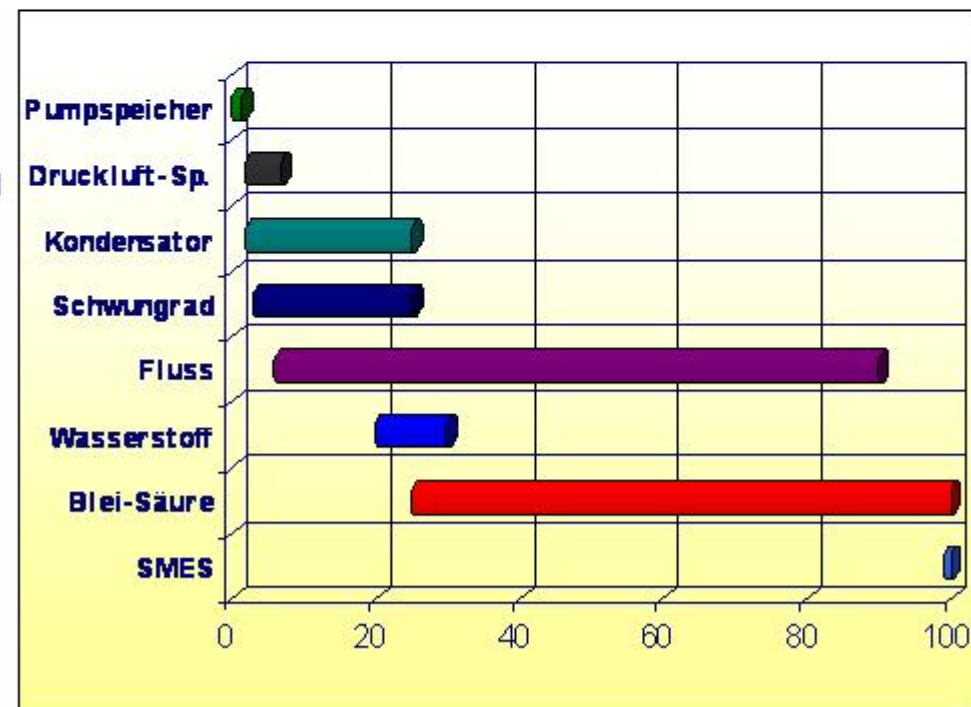
- Hohe Energiedichte (v. a. bei mobilen Systemen)
- Hohe Effizienz
- Hohe Betriebssicherheit
- Einfache Handhabbarkeit
- Apparativ einfach
- Langlebigkeit und günstiges Zeitstandsverhalten
- Dynamisches Be- und Entladeverhalten
- Günstige Modulgrößen
- Weites Einsatzspektrum (v. a. thermische Speicherung)
- Positive Umweltbilanz
- Wirtschaftlichkeit bei Investition und Betrieb

Speichersysteme im Überblick (3) Zusammenfassung

Pumpspeicherwerke sind seitens Energieinhalt und Wirtschaftlichkeit mit Abstand unerreicht


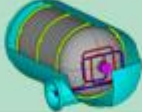

Druckluftspeicher sind von den Investitionskosten vergleichbar, in den Betriebskosten noch wesentlich teurer

Neuentwicklungen verringern den Abstand zu führenden Systemen, sind im Betrieb jedoch mindestens eine Größenordnung teurer



H₂-Speicher im Vergleich.

„Jedem das Seine“ statt „Einer für Alle“.

	Flüssigspeicher LH ₂ 	Kryodruckspeicher CCH ₂ 	Druckspeicher CGH ₂ 
<ul style="list-style-type: none"> ➤ LKW & Busse ➤ große PKW ➤ Flottenfahrzeuge 	+	<ul style="list-style-type: none"> - Gewicht - Kosten 	<ul style="list-style-type: none"> - Speicherkapazität - Gewicht - Kosten
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kleine bis große PKW mit ausreichender Fahrleistung 	<ul style="list-style-type: none"> - H₂-Verluste 	+	<ul style="list-style-type: none"> - Speicherkapazität - Kosten
<ul style="list-style-type: none"> ➤ PKW mit niedriger Fahrleistung ➤ Kleinstfahrzeuge 	<ul style="list-style-type: none"> - H₂-Verluste - Kosten 	<ul style="list-style-type: none"> - H₂-Verluste - Kosten - Gewicht 	Brennstoffzellenantrieb +

Potenzial Batteriespeicher?



Mobile Wärmespeichertechnologien („Mobile Wärme“)

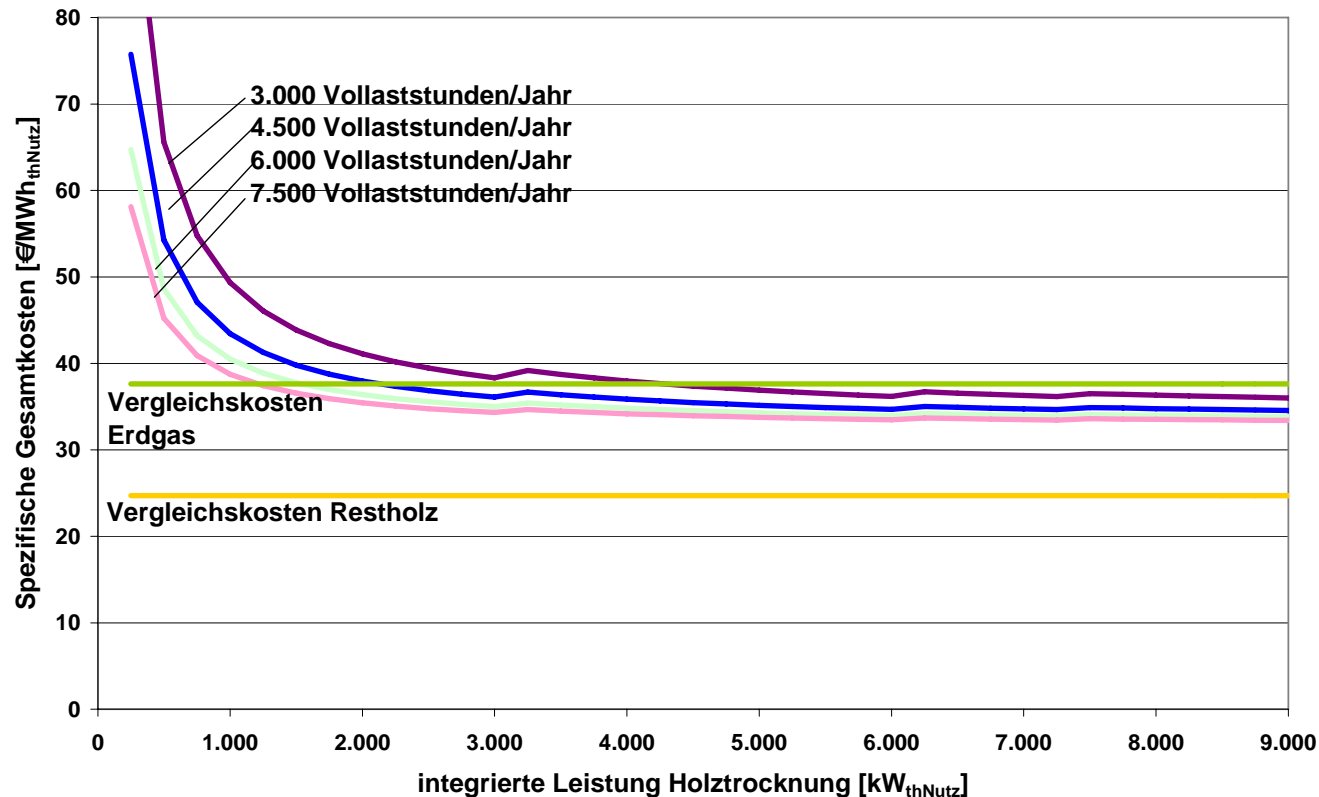
- Bislang Schattendasein auch innerhalb der Speichertechnologien
- Bislang fast keine Demonstrationsprojekte
- Hohe CO₂-Vermeidungspotenziale
- Verschiedene Materialien stehen zur Verfügung: Thermoöl, Zeolithe und Salzschnmelzen (Latentwärmespeicher)

Problematik

- Wirtschaftlicher Einsatz eher für große Verbraucher mit konstant hohem Wärmebedarf (Prozesswärme) ↔ geringere Beschaffungskosten CO₂-emittierender Energieträger für diese Verbrauchergruppen
- Hoher Aufwand für die Identifikation geeigneter Versorgungsaufgaben (Temperaturniveaus, Wärmeleistungen, Wärmemengen, Lastprofile und Entfernung Wärmequelle – Wärmenutzer müssen zueinander passen)



Kostenbeispiel Wärmespeichertechnologien



- Bislang nur für wenige Anwendungsfälle wirtschaftlich darstellbar
- Weiterer Entwicklungsbedarf bezüglich apparativer Vereinfachung und Standardisierung zur Reduzierung der Investitionskosten
- Demonstrationsprojekte fehlen



Energiespeicher – Stand der Technik

- **Serienreife**

Pumpspeicher, Erdgasspeicher (Poren- bzw. Aquifer- und Kavernenspeicher, LNG), Akkumulatoren für portable Anwendungen

- **In Entwicklung bzw. Erprobung**

Mobile Wärmespeicher, Magnetspeicher mit Supraleitern (SMES), Reformer und Elektrolyseure zur Wasserstoffproduktion in industriellem Maßstab, verschiedene Wasserstoffspeichertechnologien für mobile und portable Anwendungen, Druckluftspeicher, Biofuels, Akkumulatoren für mobile Anwendungen, Supercaps



Energiespeicher – Bedeutung

- Werden photovoltaische Systeme mit 2-Tagesspeichern ausgestattet, erhöht sich das Nutzungspotenzial um 100 %.
- Werden Wärmespeicher in solaren Niedertemperaturanlagen eingesetzt, so können damit bis zu 35 % des deutschen Niedertemperaturwärmebedarfs gedeckt werden.
- Werden bspw. 5 Mio. Pkw (Fahrleistung 6000 km/a) anstelle von Dieselantrieb mit Elektroantrieb ausgestattet, beträgt das CO₂-Reduktionspotenzial etwa 6 Mio. t/a.
- Wird eine über die Grundlast hinausgehende Stromerzeugung von 28 TWh/a aus Kernenergie zwischengespeichert und damit Spitzenlaststrom aus Öl- und Gaskraftwerken ersetzt, beträgt das CO₂-Reduktionspotenzial 17 Mio. t/a.

Quelle: Enquete-Kommission Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre, 1990



Aktuelle Förderschwerpunkte öffentlicher Träger

- **7. EU-Rahmenprogramm**

u. a. Wasserstoffherzeugung und -speicherung, Biofuels, Speicherung elektrischer Energie, Integration von Stromspeichern in Versorgungsnetze („intelligente Energienetze“), Speicherung und Transport thermischer Energie

- **BMBF-Programm „Forschung für die Nachhaltigkeit (FONA)“**

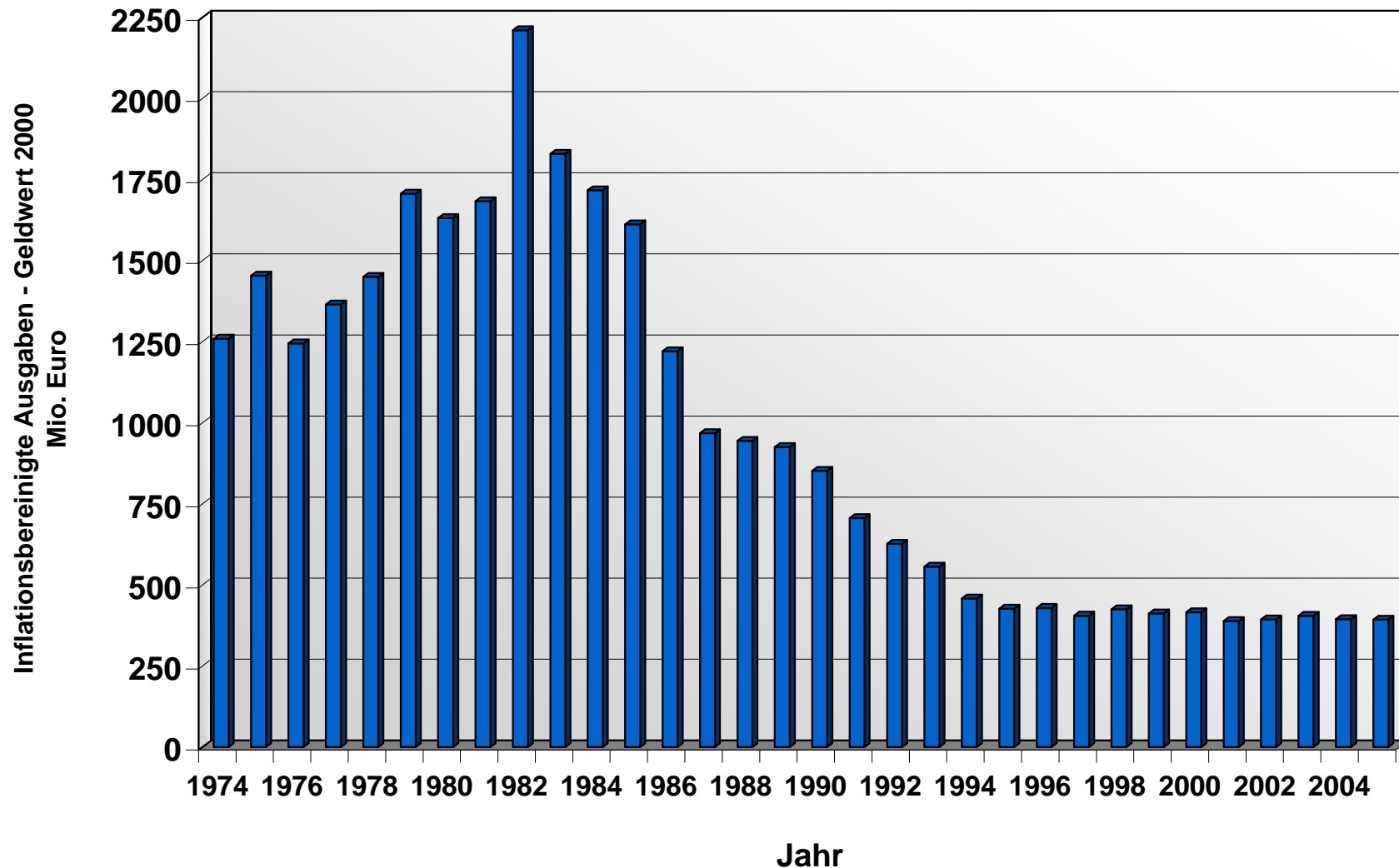
Branchenspezifische Ansätze zur Einsparung von Rohstoffen und Energie (wie bspw. durch den Einsatz Mobiler Wärmespeichertechnologien)

- **5. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung**

Produktion und Speicherung von Wasserstoff, Erzeugung von Biofuels, Supraleitung

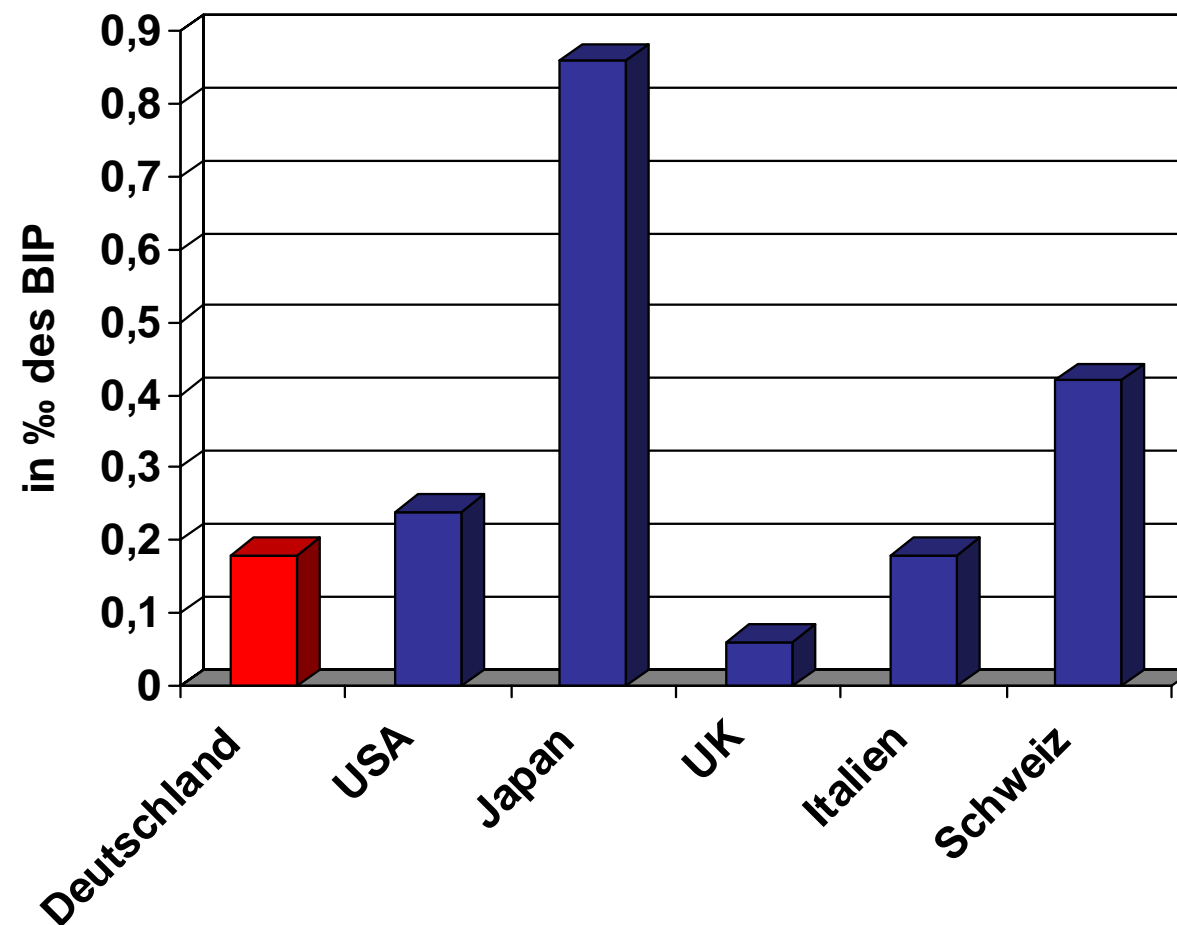


Forschungs- und Entwicklungsausgaben im Energiebereich des Bundes 1974 - 2005





Staatliche Ausgaben für Energieforschung – ein internationaler Vergleich (in ‰ des BIP 2005)





Aktuelle Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte von Unternehmen

- **Automobilbranche:** Wasserstoffspeicherung und -antriebe, Batterietechnologien für Brennstoffzellen- und Hybridantriebe, Einsatz von Biofuels
- **Energieversorgungsbranche:** Treibstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen (Biofuels), LNG zur Integration neuer Bezugsquellen und zur Erschließung neuer Absatzgebiete, Druckluftspeicher zur Speicherung fluktuierend anfallender Strommengen, Wasserstoffinfrastruktur
- **Energietechnik:** Wasserstofferzeugung, –speicherung und –verteilung (u. a. Reformierung), Supercaps, Magnetspeicher mit Supraleitern



Schlussfolgerung (1/3)

- Energiespeicherung als Oberbegriff für viele verschiedene, jeweils anwendungsbezogene Speichertechnologien
- Energiespeicherung als zentrales Querschnittsthema der künftigen Energieforschung, vor allem unter den Aspekten
 - Integration der Erneuerbaren Energien und neuer Energiewandlungstechnologien in bestehende und zukünftige Energieversorgungssysteme für stationäre und mobile Anwendungen
 - Klimaschutz
 - Versorgungssicherheit und Versorgungszuverlässigkeit
 - Wirtschaftlichkeit der Energieversorgung
 - Diversifikation des Energieangebots
 - Konkurrierende Nutzungsmöglichkeiten
- Innovative Energieversorgungstechnologien erfordern eine auf die jeweilige Anwendung hin abgestimmte Speichertechnologie



Schlussfolgerung (2/3)

- Der hohe Diversifikationsgrad der eingesetzten Speichertechnologien nach Art der zu speichernden Energie (Strom, Gas, Wasserstoff, Wärme, Biofuels), Anwendungsbereich (mobil, stationär), Leistungsgröße (von mW bis MW) und Stand der Technik (Serienreife – Prototypenphase) führt zu einer geringen technischen Kohärenz zwischen den einzelnen Technologien, wodurch sich der Forschungsaufwand weiter erhöht, gleichzeitig aber nur geringe Synergieeffekte zu erwarten sind
- Der bestehende Forschungsbedarf verteilt sich auf zahlreiche Disziplinen (Materialwissenschaft, Energiewirtschaft, Anlagenbau, etc.)
- Verstärkte Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen sind auf allen Ebenen notwendig: Grundlagenforschung, (Weiter-)Entwicklung von Technologien, Systemintegration, Kostensenkung, Effizienzsteigerung
- Intensive Förderung von Demonstrationsprojekten im Hinblick auf die Schaffung marktreifer Produkte



Schlussfolgerung (3/3)

- Aufstockung der staatlichen Mittel für Energieforschung in Deutschland
- **F**orschungs-, **E**ntwicklungs- und **D**emonstrationsprogramm
Energie**S**peicherung (FEDES), z. B. koordiniert von PTJ und der dena
 - i. Materialforschung
 - ii. Anlagenbau
 - iii. Management (Kommunikation, Steuerung, Regelung)
 - iv. Systemanalyse (Potenziale, Ökologie, Ökonomie, Effizienz, Integration, Nutzungskonkurrenz)
 - v. Demonstration und Markteinführung
- Sensibilisierung der Politik und der Öffentlichkeit hinsichtlich der Anforderungen und Handlungsnotwendigkeiten sowie der Chancen und Potenziale der Energiespeicherung