

Bachelorstudiengang Regenerative Energiewirtschaft

Prof. Dr. A. Weiten

12. Dezember 2012

Folie: 1

Randbedingungen einer zukünftigen Energiewirtschaft

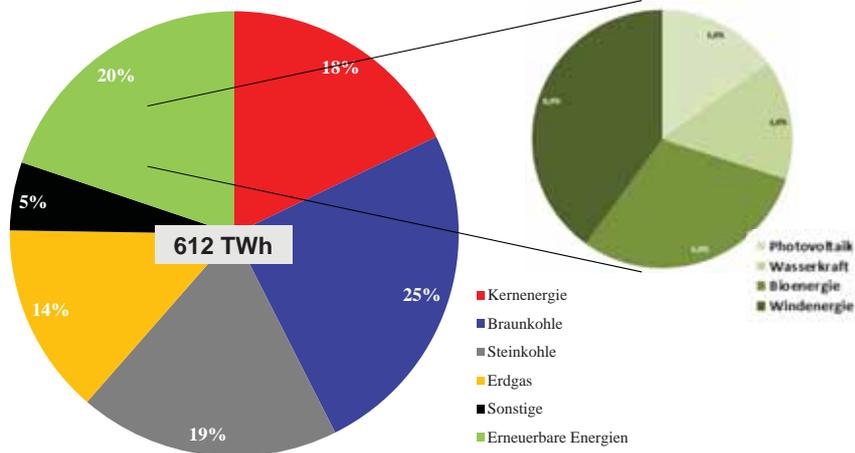
Methoden der Stromspeicherung

Bedeutung des Smart Grid / Virtuellen Kraftwerks

Konzept des Studiengangs

Folie: 2

Strommix in Deutschland in 2011



Datenquelle: unendlich-viel-energie.de Folie: 3

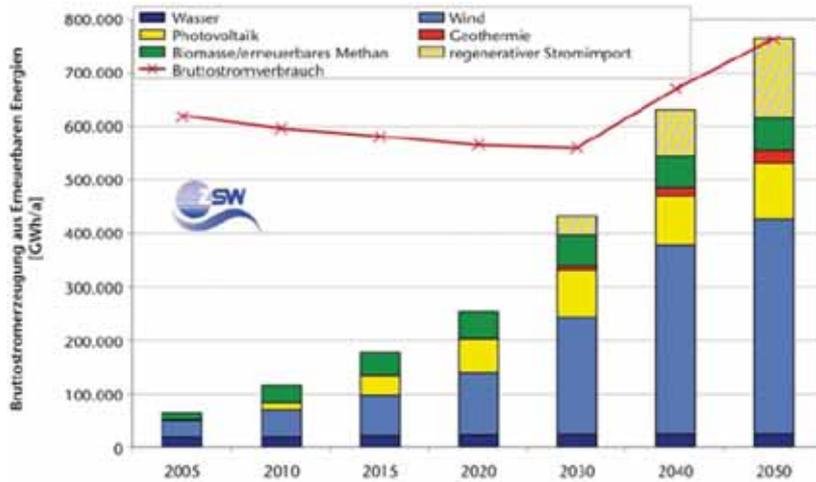
Zielvorgaben der Energieeckdaten bis 2050



	2010	2020	2050	
Europa (EU-27)	Endenergie: 13.583 TWh Strom: 8151 TWh Wärme: -- TWh CO ₂ Emissionen: 5176 Mill. t	+19% -20% k.a. -20%	EE 18% EE 20% k.a. -80%	k.a. +/- 0% k.a. -80%
Deutschland	Endenergie: 2.385 TWh Strom: 493 TWh Wärme: 1.306 TWh CO ₂ Emissionen: 772 Mill. t	EE 10% EE 13% EE 8,5% -20%	EE 18% EE 20% EE 14% -20%	-50% EE 80% k.a. -80-95%
Rheinland-Pfalz	Endenergie: 131 TWh Strom: 29 TWh Wärme: 65 TWh CO ₂ Emissionen: 25,7 Mill. t	EE 12,8% EE 8% -30%	k.a. EE 30% EE 5% -40%	k.a. k.a. k.a. -90%

Folie: 4

Bruttostromerzeugung aus erneuerbaren Energien und Strombedarf in Deutschland bis 2050

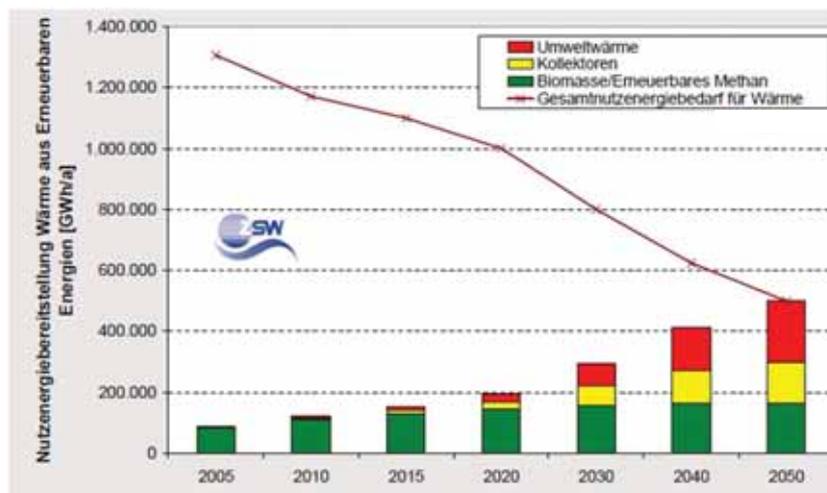


7

Folie: 7

Quelle: Schmid J., IWES Kassel Jun. 2010

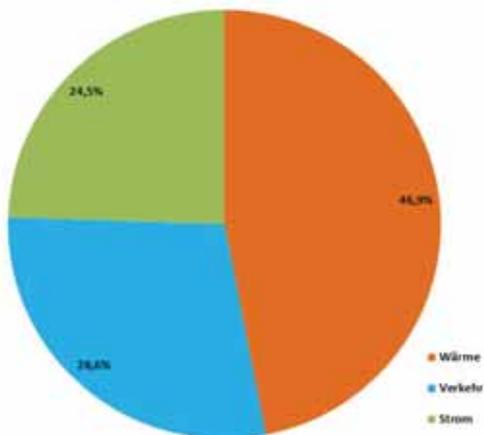
Nutzenergiebereitstellung für Wärme aus erneuerbaren Energien in Deutschland bis 2050



Folie: 8

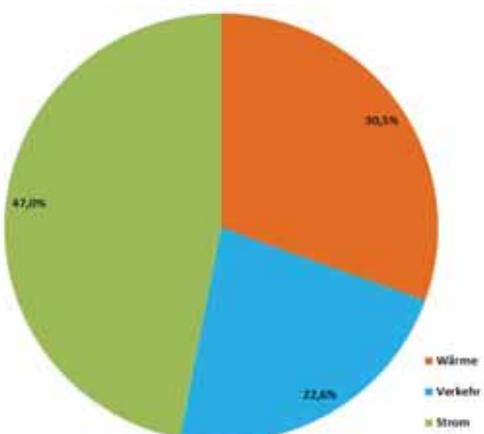
Quelle: Schmid J., IWES Kassel Jun. 2010

Verteilung des Energiebedarfs in Deutschland in 2010



Folie: 9

Verteilung des Energiebedarfs in Deutschland in 2050



Folie: 10

Quelle: Schmid J., IWES Kassel Jun. 2010

Herausforderung: Regelfähigkeit und Stromspeicherung



Residuale Last = Last minus ungesteuerte EE- Einspeisung minus ungesteuerte KWK - Einspeisung



Bildquelle: BMU Leitstudie 2050; EE - Anteil 78%

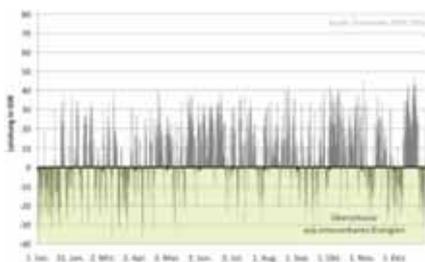
- Abweichungen zwischen Windstromprognose und tatsächlicher Windstrom-erzeugung
- u. U. hohe Gradienten der Laständerung
- unterschiedlich lange Phasen des Überschusses bzw. des Mangels

Folie: 11

Herausforderung: Regelfähigkeit und Stromspeicherung



Residuale Last = Last minus ungesteuerte EE- Einspeisung minus ungesteuerte KWK - Einspeisung



Bildquelle: BMU Leitstudie 2050; EE - Anteil 78%

Zukünftige residuale Last verlangt Stromspeicher, flexible Stromerzeugung bzw. -verbraucher verschiedenster Art

- Dezentrale Speicher, flexible Stromerzeuger bzw. -verbraucher benötigen eine Einbindung in ein smart Grid / virtuelles Kraftwerk

Folie: 12

Randbedingungen einer zukünftigen Energiewirtschaft

Methoden der Stromspeicherung

Bedeutung des Smart Grid / Virtuellen Kraftwerks

Konzept des Studiengangs

Folie: 13

Stromspeicher 1 – Batterie bzw. Akkumulator



Batterie als Stromspeicher z. Z. teuer

→ Zukunftsthema

→ bei der Geschwindigkeit des Ausbaus der fluktuierenden EE muss die Geschwindigkeit der Batterieentwicklung deutlich erhöht werden

Folie: 14

Stromspeicher 1 – Batterie bzw. Akkumulator



Opel



Deis, 2012

LESSy (Lithium-Elektrizitäts-Speicher-System)

+/- 1 MW; 700 kWh



6 MW; 46 MWh
NGK



200 kW; 400 kWh
Gildemeister



10 - 15 kW; 100 kWh

Folie: 15

Stromspeicher 2 - Pumpspeicherkraftwerk



Pumpspeicherkraftwerke bewährte Technik der zentral versorgten Stromwelt.

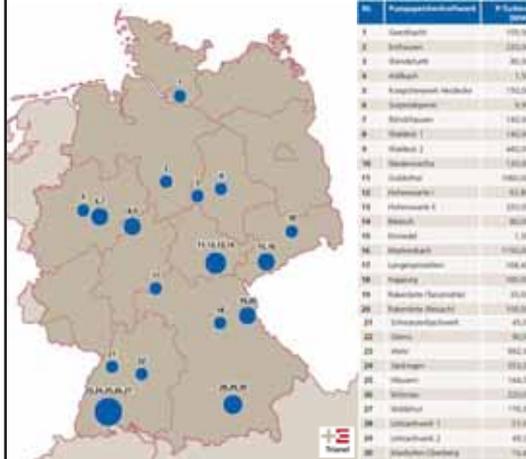
→ keine dezentrale Lösung, nur im Sinne der Frequenzhaltung einsetzbar. Keine Spannungssteuerung im Verteilnetz möglich

→ lange Bauzeiten, hohe Startinvestitionen wenig geeignete Möglichkeiten

→ kurzzeitiger Speicher

Folie: 16

Stromspeicher 2 - Pumpspeicherkraftwerk



Pumpspeicher in Deutschland

vorhandene Leistung: ~7 GW

in Planung bzw. in Bau: 2,4 GW
Zusatzpotential: 3,5 GW

Folie: 17

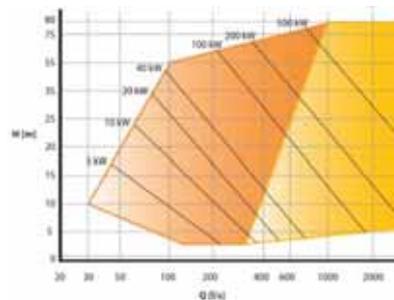
Stromspeicher 2 - Pumpspeicherkraftwerk

auch mit dezentralem Charakter möglich



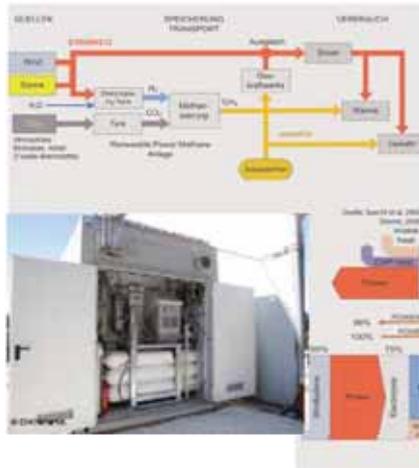
Ausnutzen von Höhenunterschieden, die sehr oft vorkommen
→ Wettbewerb kreativer Ideen notwendig

Pumpen-Turbinen Technik der KSB, Frankenthal



Folie: 18

Stromspeicher 3 – Wasserstoff und Methanisierung



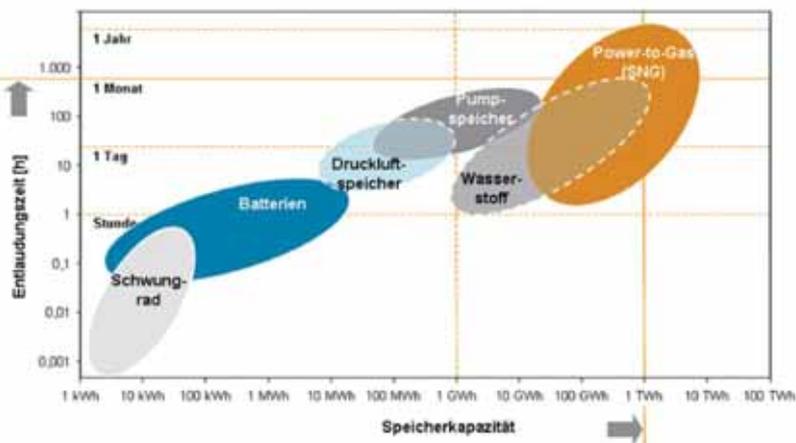
Hohes Potential, Im MegaWatt – Bereich als Prototyp im Aufbau, als Langzeitspeicher geeignet.

→ Erhöhung des Wirkungsgrads notwendig

Folie: 19

Bildquelle, JUWI bzw. Specht, ZSW 2009

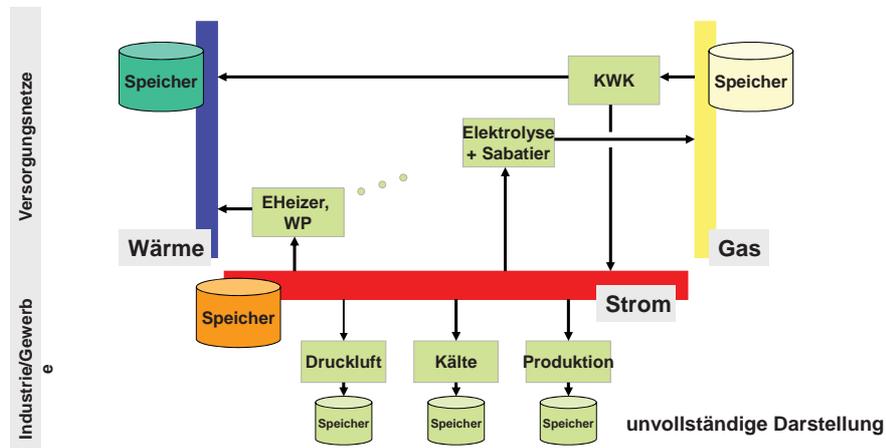
Kapazitäten und Reichweiten verschiedener Speichersysteme



Folie: 20

Quelle: Specht, ZSW 2009

Stromspeicher 4 – virtueller Stromspeicher



Folie: 21

Stromspeicher 4 – virtueller Stromspeicher



Ausnutzen vorhandener Strukturen, wie KWK, Laststeuerung, industrielle Kältespeicher, industrielle Druckluftspeicher, elektrische Wärmeerzeuger wie Wärmepumpe, Elektroheizer mit Speicher

Win-Win-Situation zwischen Verteilnetzbetreiber und ansässiger Industrie / Gewerbe → Symbiose zwischen Versorger und Industrie zum optimierten Netzmanagement

Folie: 22

Stromspeicher 4 – virtueller Stromspeicher



Schmid J.: Benötigte Speicherleistung in 2050 im Bereich 50 GW Leistung¹

Klobasa M.: Potential im Sektor Industrie	2,8 GW
Potential im Sektor Gewerbe/Handel	10,3 GW
Potential im Sektor Haushalt	20,6 GW ²

Zur Einordnung: Potential in der Industrie entspricht dem kompletten Bedarf an Regelenergie im Bereich der Minutenreserve

¹ Schmid J.: Dezentrale Energieversorgung und Speichertechnologien, Beirat WIE Okt. 2011

² Klobasa M.: Dynamische Simulation eines Lastmanagements ... Dissertation ETH Zürich, 2007

Folie: 23

Energiemanagementsysteme werden eingeführt



Ziel: Ausschöpfung von Effizienzpotentialen in der deutschen Industrie für das produzierende Gewerbe (etwa 25.000 Unternehmen in Deutschland)



- Ab 2013 werden Steuerermäßigungen im Bereich der Energie- und Stromsteuern mit einem nachweisbaren Beitrag zur Energieeinsparung gekoppelt.
- Effizienzpotenziale sollen sichtbar gemacht werden.

Beschluss Bundestag vom 09.11.2012

→ DIN EN ISO 50001

¹ für Klein- und mittlere Unternehmen (KMU) kann alternativ der Weg der Energieaudits nach der DIN EN 16247-1 genutzt werden, generell ist ebenfalls ein Umweltmanagementsystem nach EMAS III für den Nachweis der Zertifizierung geeignet

Folie: 24

Randbedingungen einer zukünftigen Energiewirtschaft

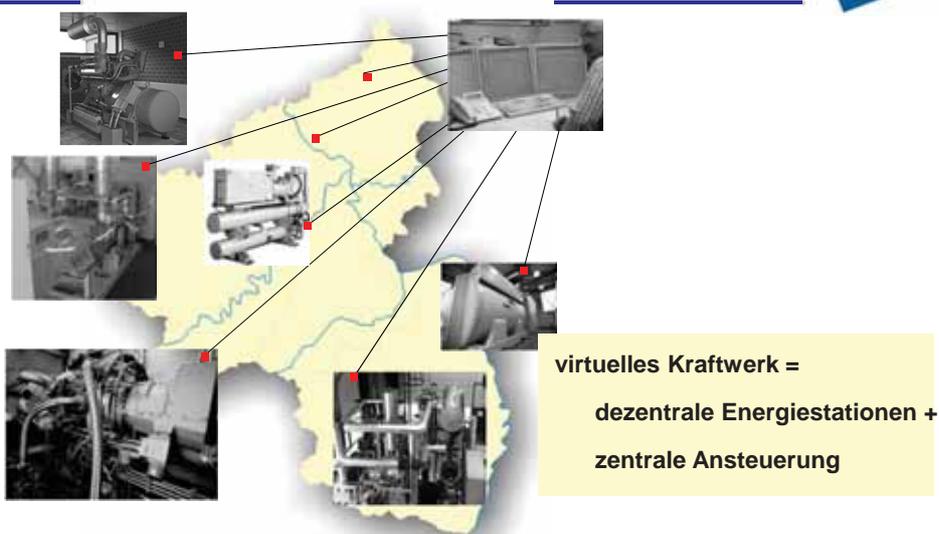
Methoden der Stromspeicherung

Bedeutung des Smart Grid / Virtuellen Kraftwerks

Konzept des Studiengangs

Folie: 26

Definition des virtuellen Kraftwerkes

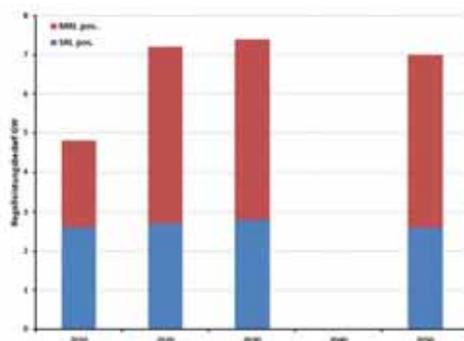


Folie: 27

Bedarf an Regelleistung in Deutschland



- Deutliche Zunahme der Regelleistung bedingt durch den Zubau installierter Windkraft- und Photovoltaikleistung
- je nach Wetterlage Schwankungen der ausgeschriebenen Leistungen



positive Regelleistung

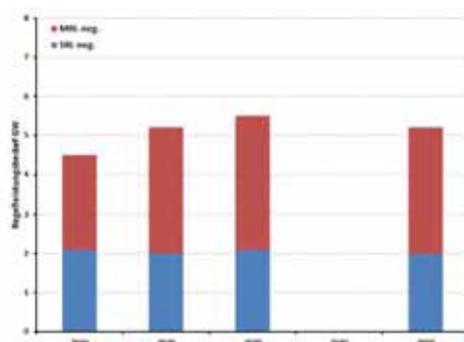
Datenquelle:
DLR, et. al.: Langfristszenarien ..., Mrz. 2012

Folie: 28

Bedarf an Regelleistung in Deutschland



- Deutliche Zunahme der Regelleistung bedingt durch den Zubau installierter Windkraft- und Photovoltaikleistung
- je nach Wetterlage Schwankungen der ausgeschriebenen Leistungen



negative Regelleistung

Datenquelle:
DLR, et. al.: Langfristszenarien ..., Mrz. 2012

Folie: 29

Bedarf an dem Thema Smart Grid / Virtuelles Kraftwerk



Screen Shot einer Google Abfrage vom 19.04.2010

Folie: 30

Randbedingungen einer zukünftigen Energiewirtschaft

Methoden der Stromspeicherung

Bedeutung des Smart Grid / Virtuellen Kraftwerks

Konzept des Studiengangs



Folie: 31

Anlass für den Studiengang



- **Wandel der Stromversorgung von der zentralen zur dezentralen Technik ...**
- **... mit einem stark steigenden Anteil der regenerativen Stromerzeugung.**
- **Diese ist vor allem fluktuierend, d.h. von Wind und Sonne abhängig.**
- **Es gilt diese neue Stromerzeugung in die Methoden der Energiewirtschaft und in die Stromnetze zu integrieren.**

Folie: 32

Anlass für den Studiengang an der FH Bingen



- **FH Bingen ist ein ausgewiesener „Energie“-Standort mit einer sehr guten Reputation im Land (vor allem durch die Transferstelle für rationelle und regenerative Energienutzung Bingen - TSB)**
- **TSB hat bundesweites Leuchtturmprojekt über virtuelles Kraftwerk made in Rheinland-Pfalz**
- **TSB führt das Kompetenzzentrum Virtuelles Kraftwerk / Smart Grid in RLP**

Folie: 33



- Abschluss ist ein B. Sc.
- Ziel: keine Wirtschaftsingenieure, sondern „Techniker“ mit gutem betriebswirtschaftlichem Grundlagenwissen und vertieften Kenntnissen in der Energiewirtschaft
- Aufteilung des Studiums in Vermittlung der Grundlagen (1.-3. Semester) und vertiefende und fachspezifische Module (4.-6. Semester)

Curriculum



	1. Semester	2. Semester	3. Semester	4. Semester	5. Semester	6. Semester	7. Semester
3 LP	Einführung in die regenerative Energiewirtschaft	Betriebstechnik	Kraft und Arbeitsmaschinen 1	Werkstofflehre (8 LP)	Industrieanlagen regenerative Energiewirtschaft	Energerecht u. Energiepolitik	Prüfphase
3 LP	Physik A + B	Stromungslehre	Energietechnik 1		Kraft und Arbeitsmaschinen	Smart Grid + Virtuelle Kraftwerke	
3 LP	Allgemeine Chemie A + B			Automatisierungstechnik / Messtechnik		Grundlagen des Energiemanagements	
3 LP	Informatik A + B	Thermodynamik	Technische Mechanik	Kraft-Wärme-Kopplung	Stromnetze 1	Projektarbeit	
3 LP	VWL				Regenerative Energietechnik 2	Regeltechnik	Werkstofflehre (15 LP)
3 LP	Ingenieur-Mathematik 1	Ingenieur-Mathematik 2	Regenerative Energietechnik 1	Grundlagen der Elektrochemie	Werkstofflehre (9 LP)	Abschlussarbeit mit Kolloquium	
3 LP	Einführung in die allg. BML	Ressourcenökonomie und Bioenergie	Energiewirtschaft im Wandel	Stützunterricht Energiehandel			
3 LP		Werkstofflehre aus Selbstlernstudium (3 LP)	Englisch 2		3 LP		
3 LP	Englisch 1						

mit Unterstützung von Lehrbeauftragten :

- Prof. Dr. Weissmüller, DEENO
- Christian Held, BBH
- Matthias Lisson, TENAG
- Wolfgang Bühring , SW Speyer *

* angefragt