

Hybridkraftwerk: eine Kombination aus Wasserstoff und Erneuerbaren Energien

Expertentreffen, Leipzig, 7.12.2009

Dipl.-Ing. Michael Wenske



**über 600 MW bzw.
400 Windkraftanlagen am Netz
Stromproduktion 1,3 TWh pro Jahr
Service für über 1000 Windkraftanlagen**

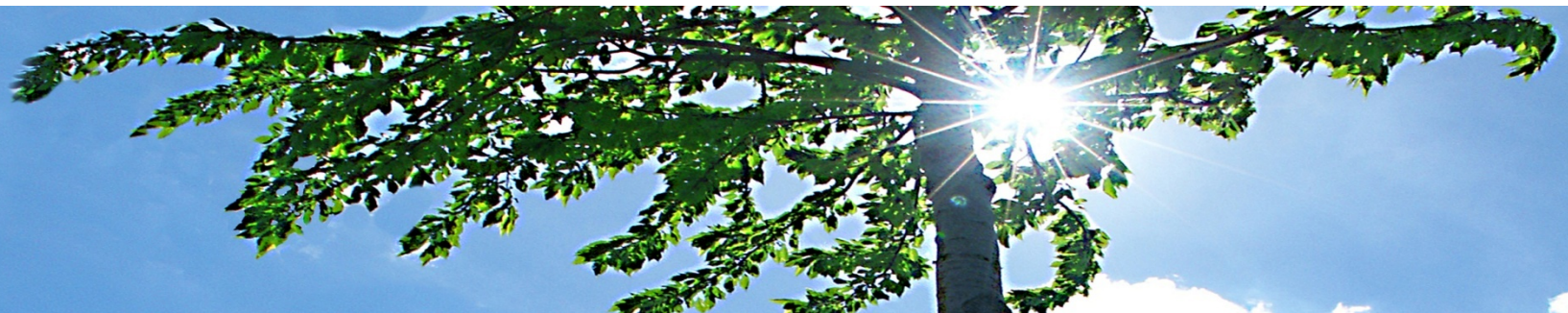
**Seit 1998 über 900 Mio. € investiert
Seit 1998 über € 180 Mio. Eigenkapital
200 Millionen Euro Jahresumsatz**

**360 Mitarbeiter
150 davon im Service
12 Ausbildungsplätze**

**ENERTRAG 110 kV Einspeise-Netz
1 x Umspannwerk 220/110 kV
6 x Umspannwerk 110/20 kV**



Grundkonzeption Hybridkraftwerk



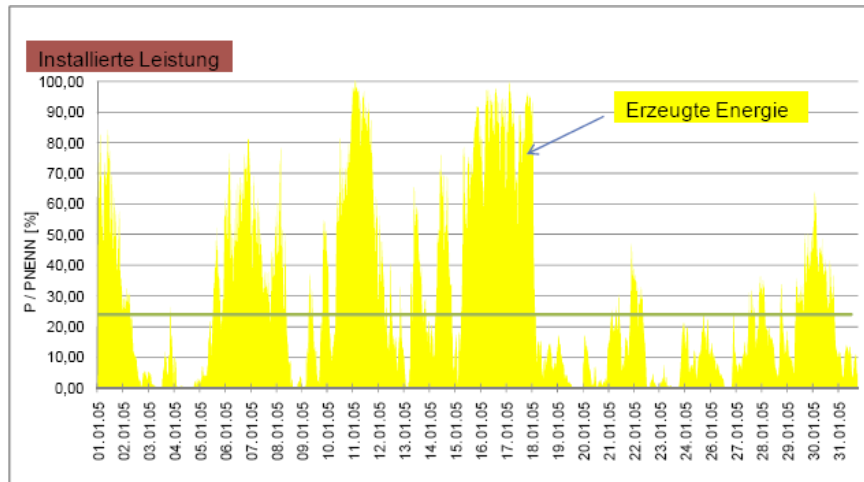
- **Installierte Leistung und erzeugte elektrische Energie in Deutschland Stand 2007**

Stand Ende 2007 (Quelle: BMU)	Installierte Leistung		Erzeugte Arbeit	
	P [MW]	Anteil [%]	W [GWh]	Anteil [%]
Erzeugungskapazität (gesamt)	134.300	100,0	632.000	100,0
davon EEG – Anlagen:				
Windenergie	22.247	16,6	39.500	6,3
Biomasse	3.238	2,4	21.660	3,4
Fotovoltaik	3.811	2,8	3.500	0,6
Wasserkraft	4.720	3,5	20.700	3,3
Geothermie	2,4	0	0,4	0
Summe EEG	34.018,4	25,3	85.360,4	13,6

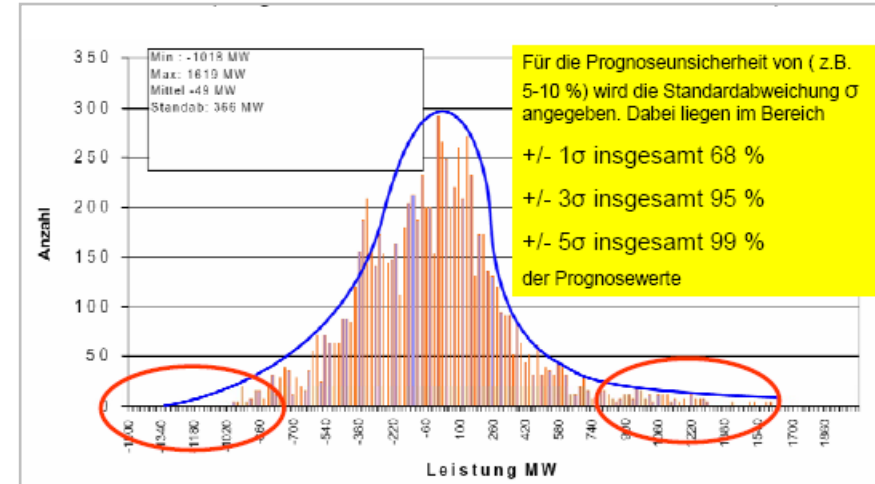
Quelle: DES, Lehrstuhl Dezentrale Energiesystem und Speichertechnik

- **Ausbauszenario Windenergieleistung in Deutschland** (Quelle: dena – Deutsche Energie Agentur)
 - 2010: 29,8GW
 - 2015: 36,0GW
 - 2020: 48,2GW

- Problem 1: Installierte Leistung und erzeugte Energie von WKA
 - je nach Standort sind Onshore ca. 1.600 – 2.500 Volllaststunden realisierbar → Offshore: bis zu 4.000 Volllaststunden

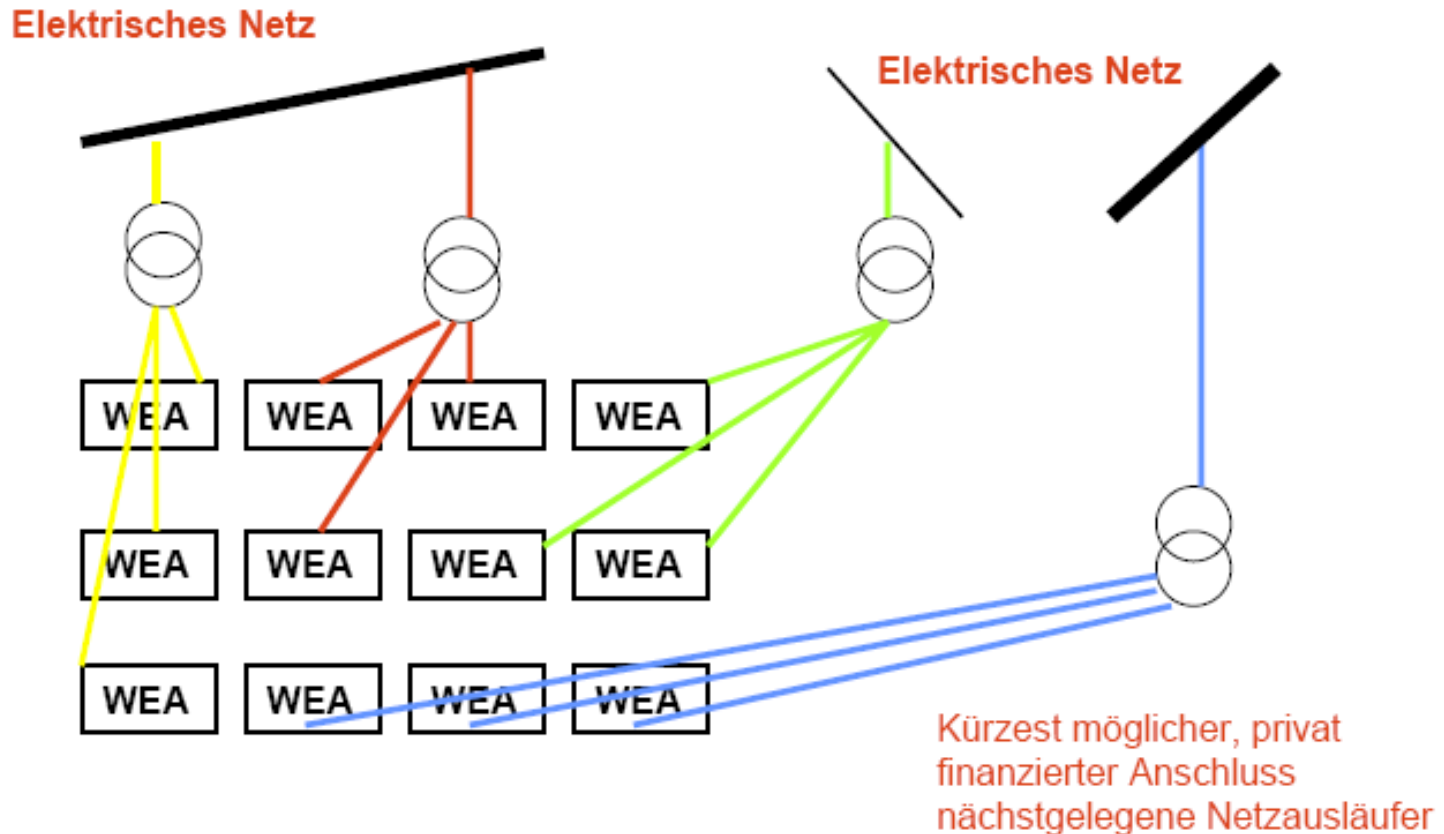


- Problem 2: Prognoseunsicherheit und Einfluss auf die Stabilität des Gesamtsystems
 - die Führung elektrischer Energienetze erfordert die genaue Kenntnis zwischen Lasten und Erzeugung



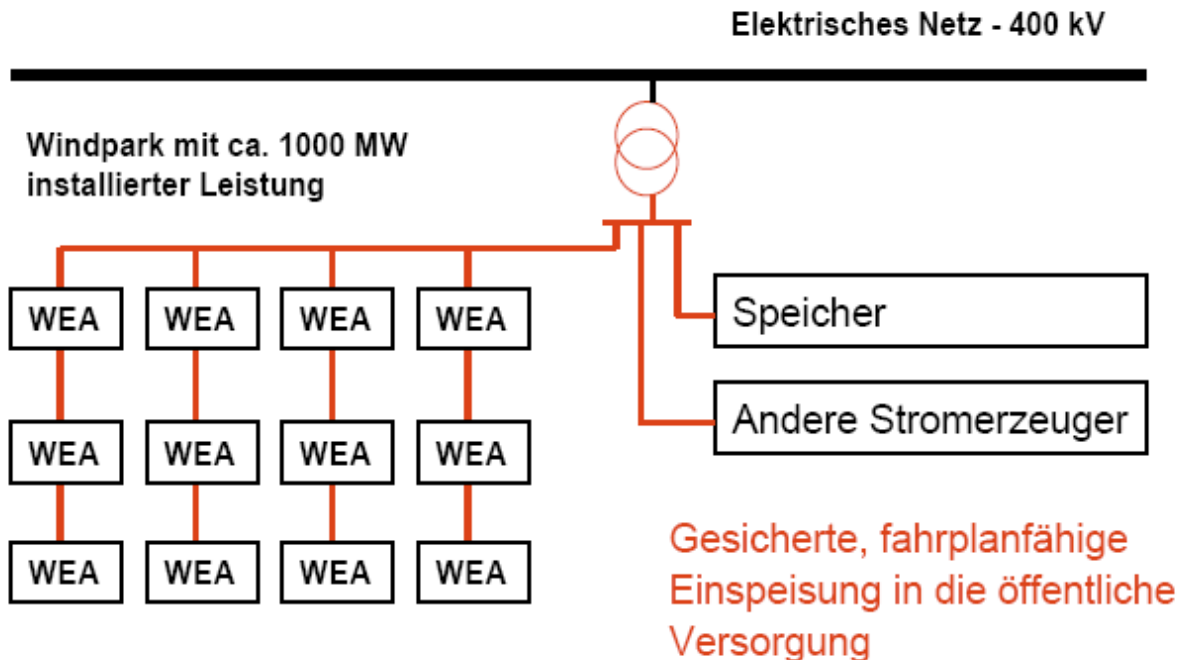
- Prognoseunsicherheit für 15min Werte nicht besser als 10% (68% aller Prognosewerte)

- Bisheriges Vorgehen beim Anschluss von regional verteilten WKA



Quelle: DES, Lehrstuhl Dezentrale Energiesystem und Speichertechnik

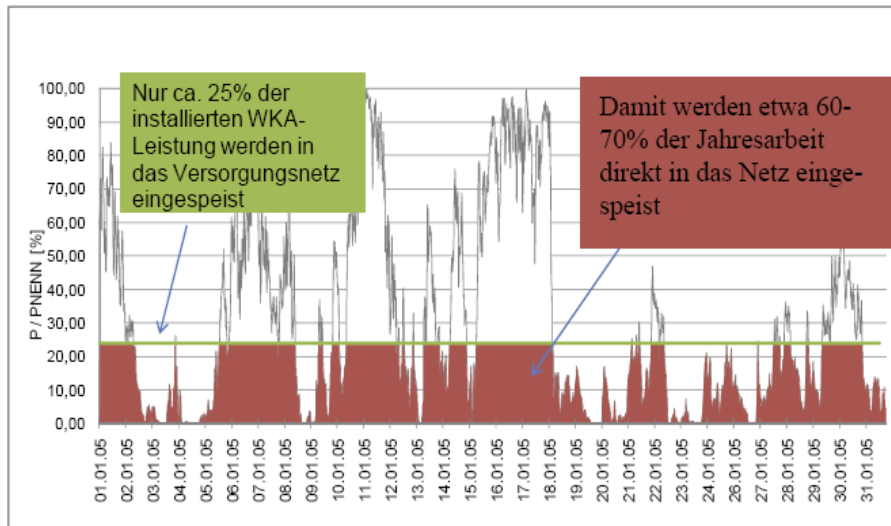
- Zukünftiges Grundkonzept beim Aufbau von EE-Hybridkraftwerken
 - Große Windparks (>500MW) werden zukünftig direkt an das 380/220kV-Übertragungsnetz angeschlossen
 - Zusammenfassung einzelner WEA in Kombination mit Speicher- und Rückverstromungseinheiten vor zentralem Netzverknüpfungspunkt



Quelle: DES, Lehrstuhl Dezentrale Energiesystem und Speichertechnik

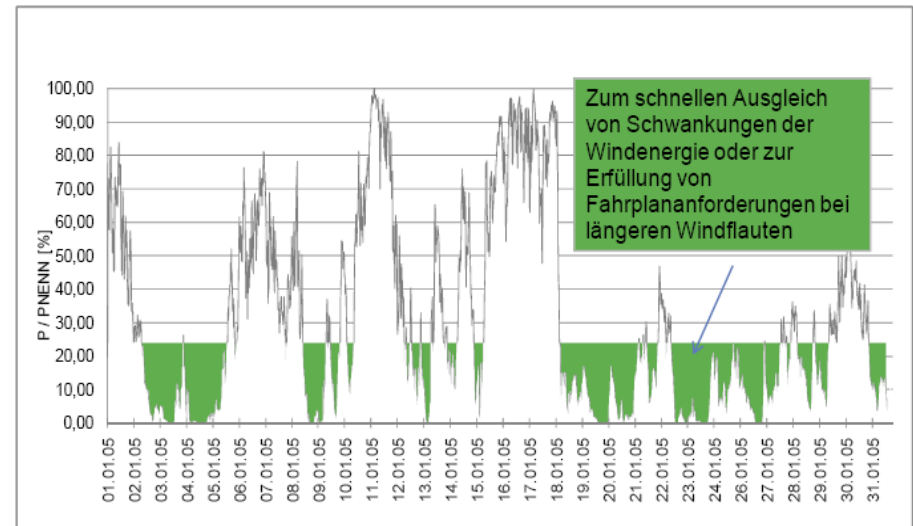
- **Limitierte Direkt-Einspeisung der WKA in das Netz**

- ca. 25% der installierten Leistung werden in das Netz eingespeist → 60–70% der Jahresarbeit



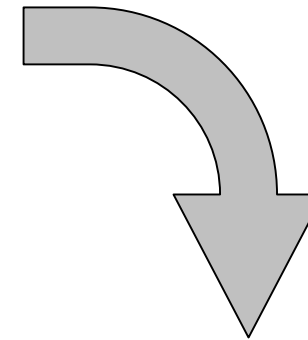
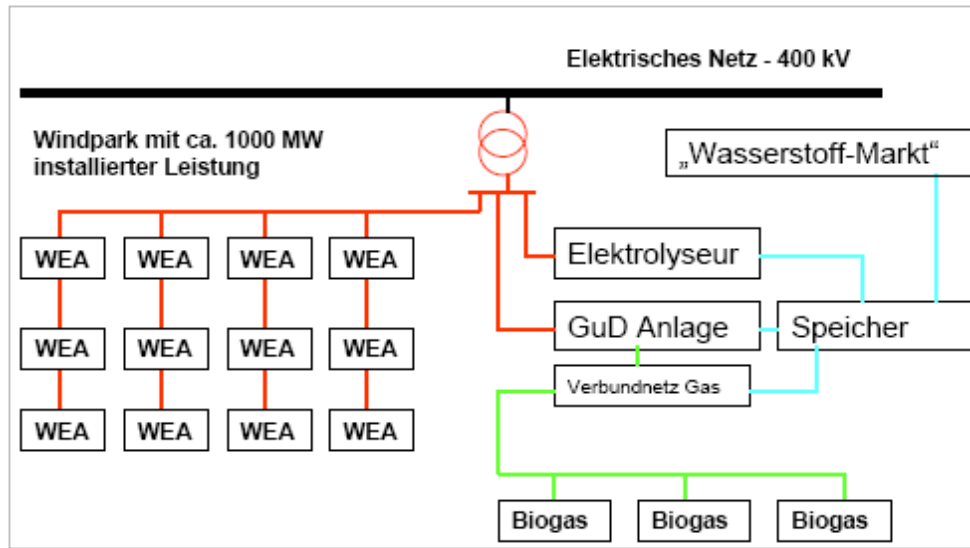
- **Bedarfsgerechte Rückverstromung durch BHKW's/GuD-Anlagen**

- Sicherstellung der Grundlast durch andere Stromerzeuger



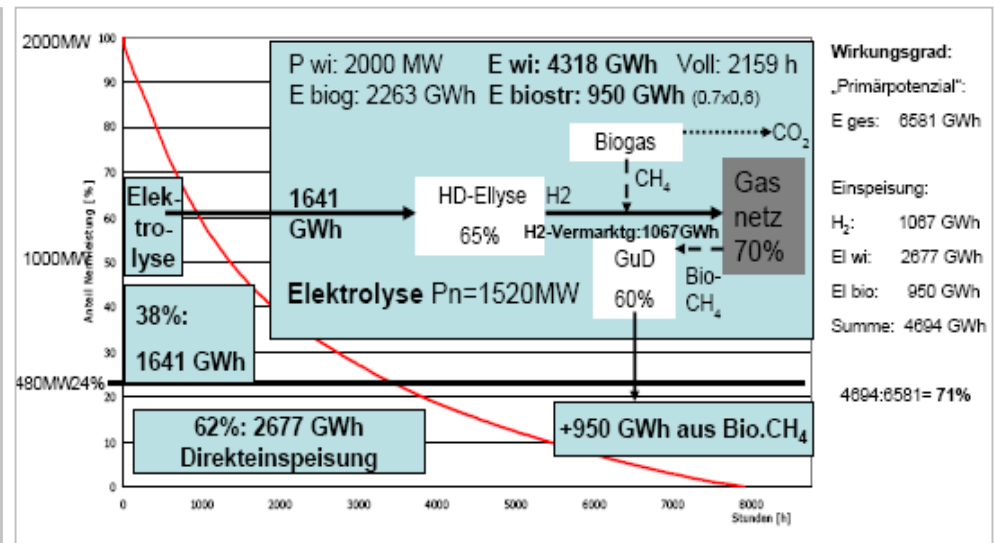
- Auf Grund hoher Regeldynamik kommen GuD-Anlagen für große Systeme und BHKW's für geringere Leistungen/Inselssysteme in Frage
- Abdeckung des Gasbedarfs durch Biogas/Erdgas
- Nutzung Erdgasnetze als Transportsystem

Quelle: DES, Lehrstuhl Dezentrale Energiesystem und Speichertechnik



Modell Mittellastkraftwerk in Brandenburg

- Ziel: Grundlast 480MW bei 7.750 Vollaststunden
- Windpark: 2.000MW → 4.318GWh (2.159h)
- Biogaspotential: 2.263GWh → 950GWh durch Rückverstromung
- Direkteinspeisung Netz (62%) → 2.677GWh
- Einspeisung Elektrolyse → 1.641GWh
 - 1.067 GWh H₂-Vermarktung/ Einspeisung in das Gasnetz



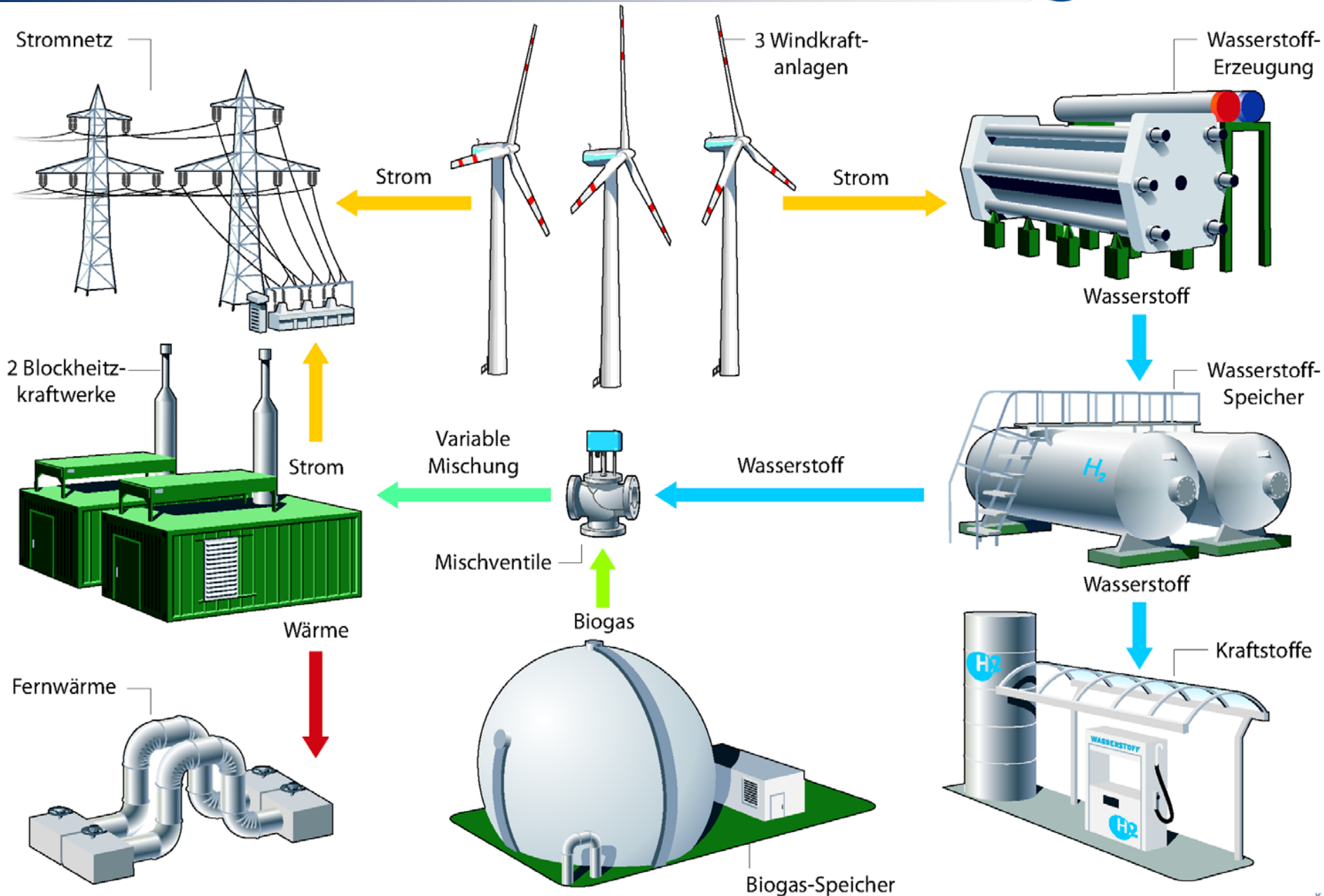
Quelle: DES, Lehrstuhl Dezentrale Energiesystem und Speichertechnik



Funktionsprinzip, Komponenten und Betriebsstrategien Hybridkraftwerk



Funktionsprinzip Hybridkraftwerk



- **Windkraftanlagen (ENERCON E82)**
 - 3x je 2 MW Nennleistung
 - Jahresenergieertrag ca. 18.000 MWh/a
- **Elektrolyseur**
 - installierte Leistung: 500kW
 - Gasproduktion: 120 Nm³/h Wasserstoff,
60 Nm³/h Sauerstoff
 - Gasreinheit Wasserstoff: 99,997%
 - Ausgangsdruck: atmosphärisch (ca. 15-20 mbar)
 - Ausgangsdruck Kompression: 31 bar (a)
- **Stationärer Gasspeicher:**
 - 5 Stück Druckbehälter
 - Gesamtfassungsvermögen von 1.350 kg Wasserstoff bei 31 bar(a)
- **Block-Heiz-Kraft-Werk (BHKW)**
 - Mischgas aus min. 30% Biogas + max. 70% Wasserstoff
 - voll inselnetzfähig
 - Leistung (el): max. jeweils 350kW (je nach Gasgemisch) / 700 kW gesamt
 - Leistung (th): max. jeweils 340kW /680 kW gesamt

Betriebsarten

1. Wasserstoffproduktion

- Kraftstoffmarkt
- Industrie

2. Grundlast

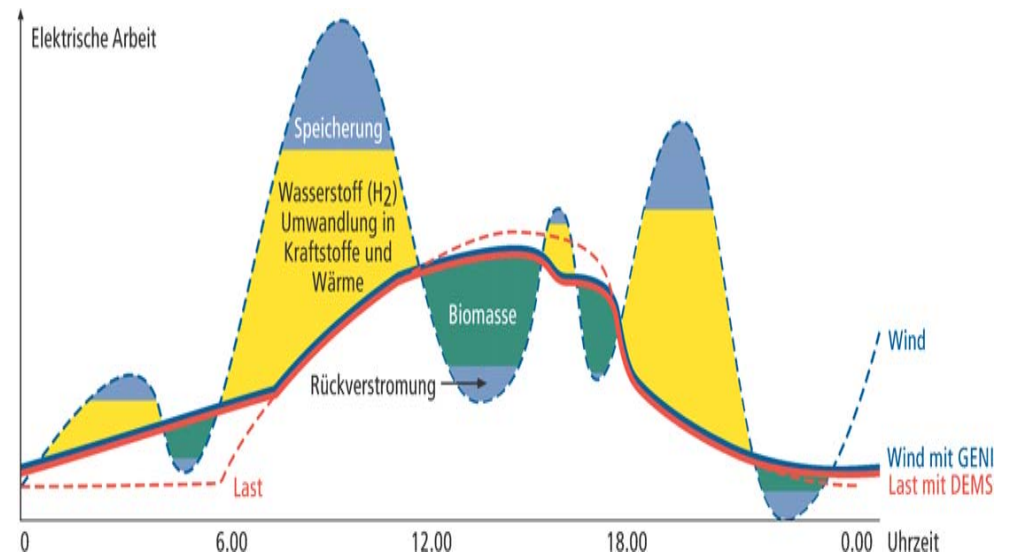
- Ausgleich/Pufferung von Schwankungen im Windprofil
- Bereitstellung Grundlast

3. Prognose

- auf der Basis von Windprognose und Regelpotential des Hybridkraftwerks wird die prognostizierte Leistung eingespeist.

4. Spitzenlast

- orientiert an erzielbaren Einspeisevergütungen erfolgt Einspeisung bzw. erhöhte Einspeisung



1. Zusammenfassung von WEA in entsprechenden Windeignungsgebieten und Anbindung in das 380/220-kV-Übertragungsnetz
2. Hybridkraftwerke vereinen räumlich nah beieinander angesiedelte Komponenten (Umkreis 20-30km) und speisen die regenerativ erzeugte Elektrizität an einem Punkt in das öffentliche Versorgungsnetz ein
3. In der Kombination Windkraft und Biomasse kann über Einbindung von Gasturbinen/GuD's sowohl eine Grundlast als auch die Verbesserung der Prognoseunsicherheit realisiert werden
4. Die Nutzung des öffentlichen Gasnetzes als Zwischenspeicher (Bio-Methan und Wasserstoff) spielt eine wichtige Rolle
5. Hybridkraftwerke liefern kurz- und mittelfristig den Hauptanteil an CO₂-freiem Wasserstoff für die Mobilität

ENERTRAG

Gut Dauerthal

17291 Dauerthal



Fon: +49 (0)3 98 54-64 59 0

Fax: +49 (0)3 98 54-64 59 420

ENERTRAG@ENERTRAG.com