

# Wasserstoff aus erneuerbaren Energien – wann ist wie viel möglich und sinnvoll?

F. Musiol  
ZSW  
frank.musiol@zsw-bw.de

Um die Frage der Potenziale der Wasserstoff-erzeugung aus erneuerbaren Energien zu diskutieren ist es notwendig, Wasserstoff im Gesamtkontext seiner Rolle als Speichermedium in einer auf erneuerbaren Energien basierenden Energiewirtschaft zu betrachten. Eine Solarwasserstoffwirtschaft sollte nur bzw. erst dann etabliert werden, wenn die Wasserstoffbereitstellung vor diesem Hintergrund ökologisch wie ökonomisch sinnvoll ist.

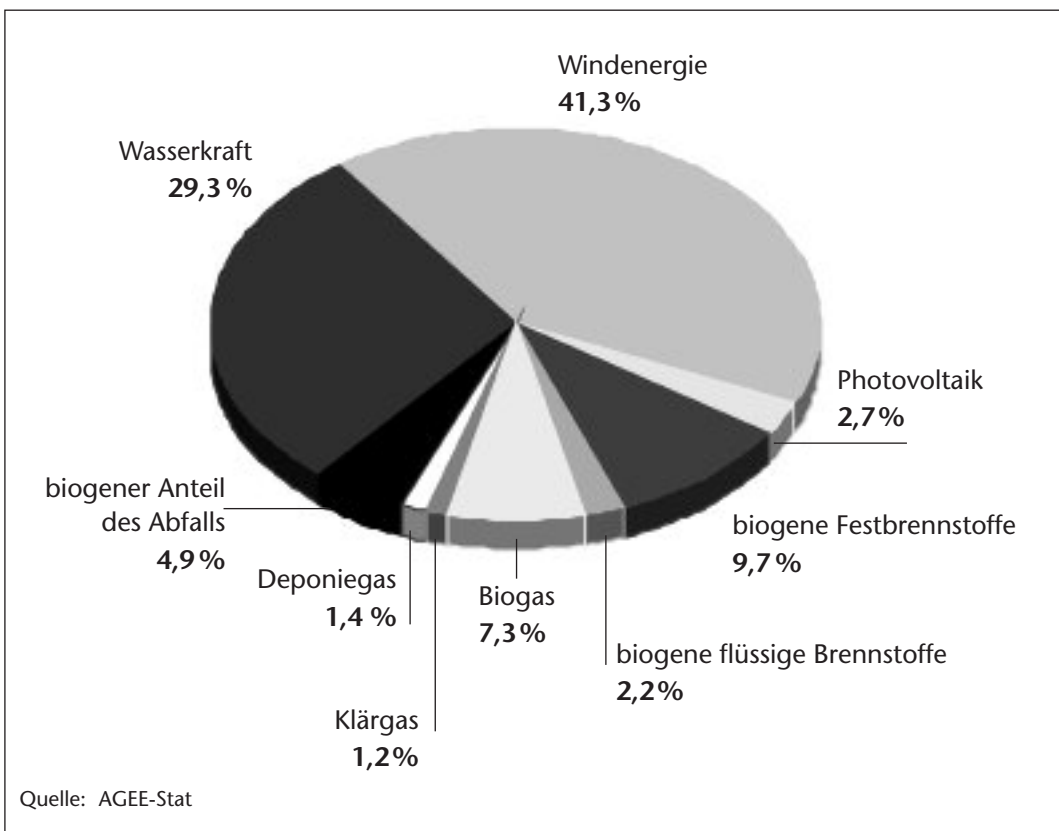
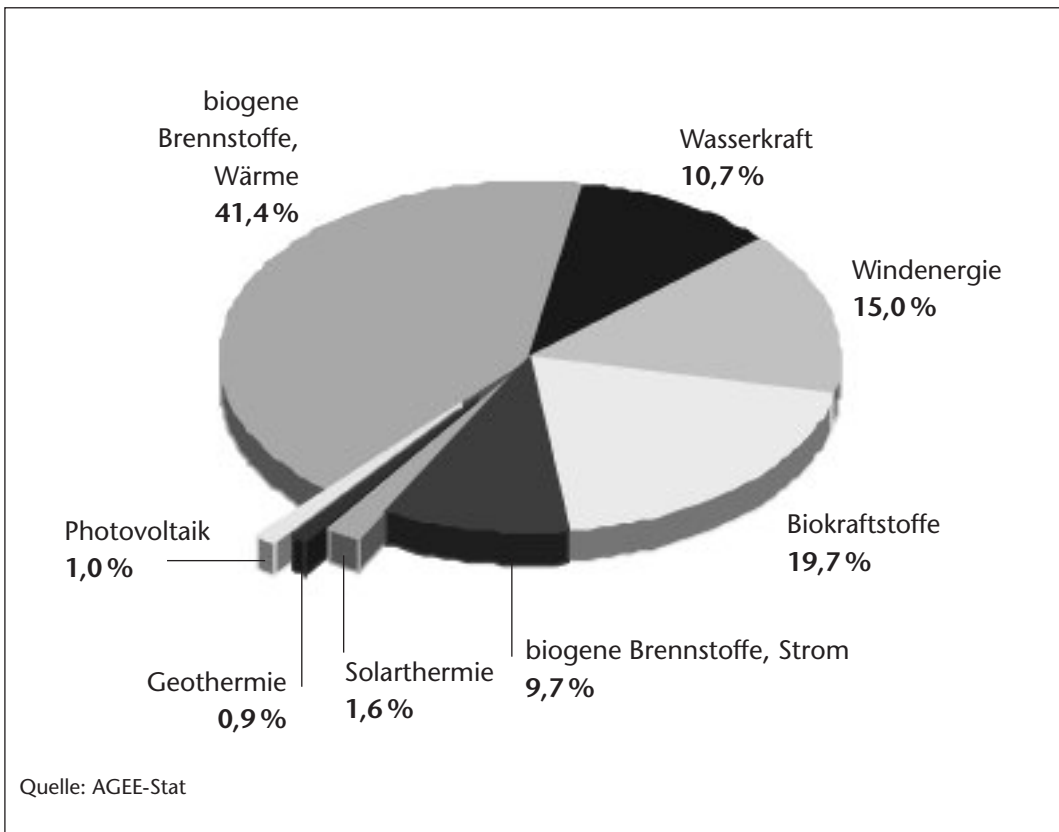
immer vergleichsweise klein. In diesem Stadium ist es bei weitem am effizientesten, den Strom aus erneuerbaren Energien direkt zu nutzen, zumal die erneuerbaren Energien teilweise wichtige Funktionen in der Stromversorgung ausüben, die erheblich zur CO<sub>2</sub>-Minderung beitragen. Nur in wenigen Sparten – hierzu gehört vor allem die Offshore-Windenergienutzung an küstenfernen Standorten – könnte sich die Wasserstoffherstellung schon mittelfristig anbieten.

Erneuerbare Energien haben in den vergangenen Jahren in Deutschland zwar rasant an Bedeutung gewonnen, ihr Beitrag ist aber mit 5,8 Prozent am Primärenergieverbrauch bzw. 12 Prozent am Bruttostromverbrauch noch

*Ausbau  
erneuerbarer Energien  
in Deutschland*

## Stand 2006:

- Anteil EE am Primärenergieverbrauch: 5,8 %
  - Anteil EE am Endenergieverbrauch: 8,0 %
  - Anteil EE am Bruttostromverbrauch: 12,0 %
- |       |              |       |
|-------|--------------|-------|
| davon | Wind         | 5,0 % |
|       | Wasser       | 3,5 % |
|       | Biomasse     | 2,4 % |
|       | Photovoltaik | 0,3 % |



Ausbau erneuerbarer  
Energien in  
Deutschland

Perspektiven / Leitstudie 2007:

2020

- Anteil EE am Primärenergieverbrauch: 16 %
- Anteil EE am Bruttostromverbrauch: 27 %

2030

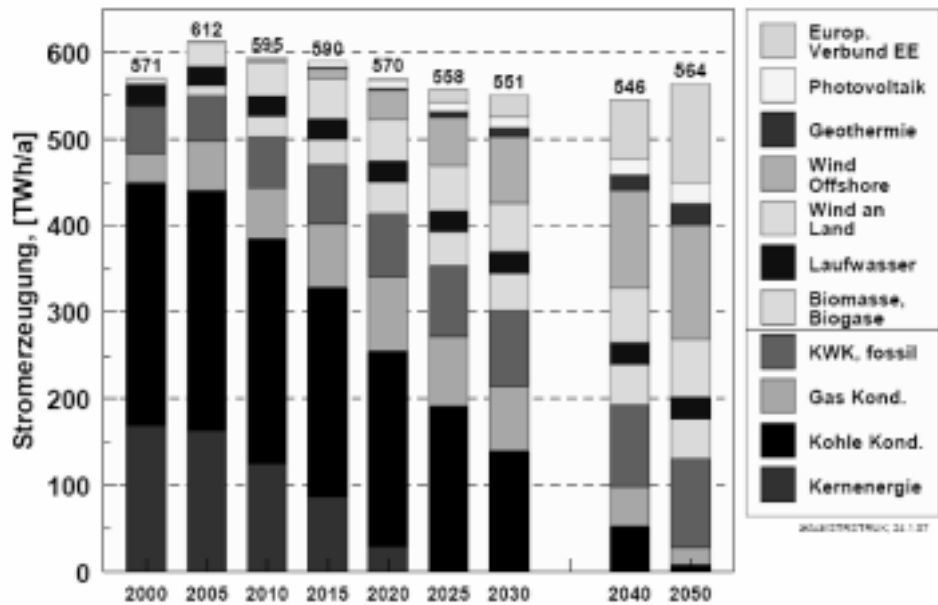
- Anteil EE am Primärenergieverbrauch: 25 %
- Anteil EE am Bruttostromverbrauch: 45 %

2050

- Anteil EE am Primärenergieverbrauch: 48,5 %
- Anteil EE am Bruttostromverbrauch: 77 %

Ausbau erneuerbarer  
Energien in  
Deutschland

Perspektiven / Leitstudie 2007



Quelle: BMU



### Wasserkraft

- derzeit rund 4 % des Stromverbrauchs
- Ausbaupotenziale in D gering
- ersetzt im Wesentlichen Braunkohle in der Grundlast
- Speicherung nicht sinnvoll

*Erneuerbare Energien für die Wasserstoff-erzeugung?  
Wasserkraft*



### Windenergie an Land

- derzeit rund 5 % des Stromverbrauchs
- Ausbaupotenziale mindestens in gleicher Größenordnung (v.a. Repowering)
- spielt Rolle wesentlich in der Mittellast
- stößt ohne Speicher bei derzeitiger Netzstruktur an Grenzen
- Speicherung könnte trotz Netzumbau zeitlich und örtlich punktuell sinnvoll sein
- für Wasserstoff wenig praktikabel (Infrastruktur!)

*Erneuerbare Energien für die Wasserstoff-erzeugung?  
Windenergie an Land*

Erneuerbare Energien  
für die Wasserstoff-  
erzeugung?  
Windenergie Offshore



### Windenergie Offshore

- bisher in D keine Anlagen errichtet aber 17 Windparks mit rund 5 GW genehmigt
- Testfeld soll 2008 in Betrieb gehen
- Ausbaupotenzial bis 40 GW bzw. 15 % des Strombedarfs
- erheblicher Netzausbau erforderlich
- einige Parks sind sehr weit von der Küste geplant (>> 100 km), so dass sich Wasserstoffherstellung als Alternative zur Stromableitung anbieten könnte

Erneuerbare Energien  
für die Wasserstoff-  
erzeugung?  
Biomasse



### Biomasse

- 2006: 2,4% des Stromverbrauchs, stark steigende Tendenz
- Potenziale sind begrenzt (Anbaufläche!)
- Speichereigenschaften führen zu potenziell wichtiger Rolle in allen Lastbereichen
- zusätzlich Bedeutung im Wärme- und Kraftstoffsektor
- Für H<sub>2</sub>-Herstellung könnte aber die direkte Umwandlung (z. B. Vergasung) als Einstiegstechnologie bedeutsam sein



### Photovoltaik (heimisch)

- rasante Entwicklung – Beitrag aber bislang nur 0,3 % des Stromverbrauchs
- Leitstudie geht von gemäßigtem aber stabilen weiteren Ausbau aus
- etwa 2–3 % bis 2030 erwartet
- Trägt z. T. zur Abdeckung von Spitzenlast bei („Mittagsspitze“)
- Bis auf weiteres weder Überschuss noch Speicherbedarf erkennbar

*Erneuerbare Energien  
für die Wasserstoff-  
erzeugung?  
Photovoltaik  
(heimisch)*



### Geothermie

- erste Strom erzeugende Anlage seit 2004
- zweiter Entwicklungsschritt mit 3 weiteren Anlagen 2007
- kann verlässlich Grundlaststrom liefern, damit wichtige Rolle im Energiemix
- Stromerzeugungspotenzial wird durch gleichzeitige (ökologisch sinnvolle) Wärmenutzung gemindert
- Wasserstofferzeugung nicht sinnvoll

*Erneuerbare Energien  
für die Wasserstoff-  
erzeugung?  
Geothermie*

Die Leitstudie des Bundesumweltministeriums (BMU) zum Ausbau erneuerbarer Energien geht jedoch davon aus, dass der Beitrag zum Stromverbrauch bis 2030 auf bis zu 45 Prozent ansteigen kann. Etwa ab dieser Größenordnung genügen Umstrukturierungen der Stromnetze, Kombination verschiedener erneuerbarer Energien und Maßnahmen des Lastmanagements nicht mehr, die zum erheblichen Teil fluktuierenden erneuerbaren Energien vollständig ins Stromnetz zu integrieren. Es werden Speichermedien benötigt und hierfür bietet sich kein perfekteres an als Wasserstoff. Dieser wird daher ab diesem Zeitpunkt insbesondere im Kraftstoffbereich steigende Bedeutung erlangen. Etwa um das Jahr 2050 wird er nach der BMU-Leitstudie über 10 Prozent des Energiebedarfs des Verkehrs abdecken.

Die Zeit der Solarwasserstoffwirtschaft wird kommen – aber später, als vielfach angenommen wird. Für mindestens die nächsten 2 Jahrzehnte macht die Wasserstoffbereitstellung ökologisch wie ökonomisch keinen Sinn, da die direkte Nutzung des Stroms aus erneuerbaren Energien technisch machbar und deutlich effizienter als über den Umweg der Wasserstoffherstellung ist. Erst ab einem Anteil von etwa 50 Prozent erneuerbarer Energien an unserer Stromversorgung ändert sich dies. In der Zwischenzeit bieten sich gegebenenfalls einzelne Sparten wie Offshore-Windenergie und der Solarenergieimport für den allmählichen Aufbau der entsprechenden Infrastruktur an.

*Erneuerbare Energien  
für die Wasserstoff-  
erzeugung?*

*Fazit*

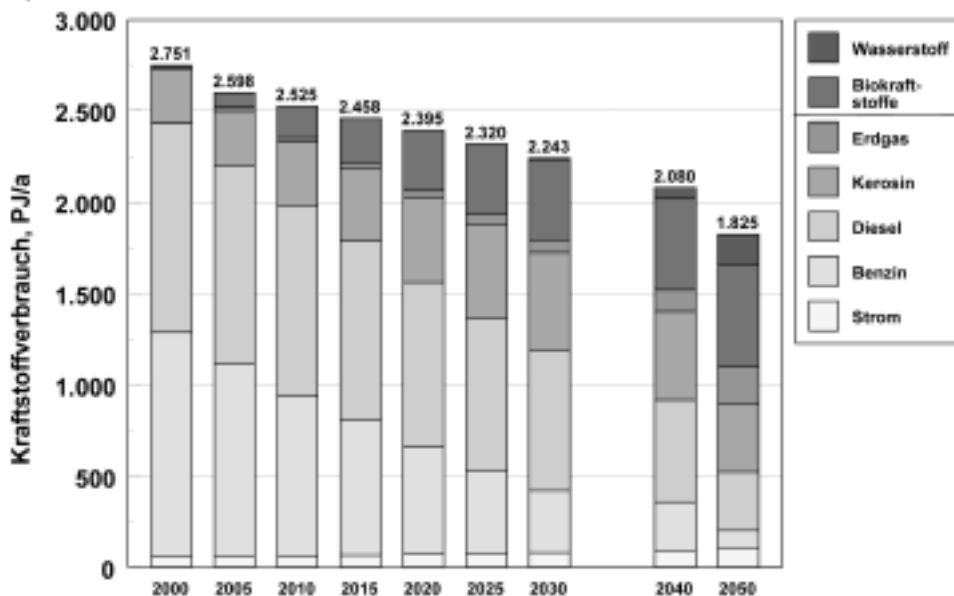
**Fazit**

- von den heimischen EE bietet sich im Wesentlichen die Offshore-Windenergie teilweise für sinnvolle Wasserstofferzeugung an
- Voraussetzungen: große Küstenentfernung / hoher Ausbaugrad (beides geht einher!)
- Die direkte Biomassekonversion bietet sich als weitere Einstiegstechnologie an (begrenzte Verfügbarkeit!)
- weitere EE-Quelle für die Wasserstofferzeugung kann importierte Solarenergie sein (z. B. Solarthermie Nordafrika), wobei bis auf Weiteres die Stromübertragung mit Wasserstofferzeugung und -transport ökonomisch und ökologisch abzuwägen sind.

Zeitachse

- auch für erneuerbare Energien ist die effiziente Nutzung ein wichtiger Grundsatz
- die direkte Nutzung von EE-Strom über das Stromnetz entspricht bei niedrigen Durchdringungsgraden diesem Grundsatz
- Bis zu einem Anteil von bis zu 50 % EE-Strom am Gesamtverbrauch kann auf eine Speicherung über Optimierung der Netze (große Verbundnetze), die Kombination verschiedener EE und ein umfangreiches Lastmanagement verzichtet werden
- Ausnahme ggf.: Offshore-Windenergie / Import
- Bei höheren Durchdringungsgraden wird eine Speicherung auch heimischer Erneuerbarer Energien unvermeidbar
- Klimaschutzenszenarien gehen von einem bedeutsamen Eintritt von Wasserstoff in die Energiewirtschaft in einer Bandbreite zwischen einer 50- und 80-%igen Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus
- jüngere Studien sehen die Bandbreite erst bei 70 – 80 %
- > 80 % kommt keine Untersuchung ohne Wasserstoff aus (Nitsch 2003)

Leitszenario 2006



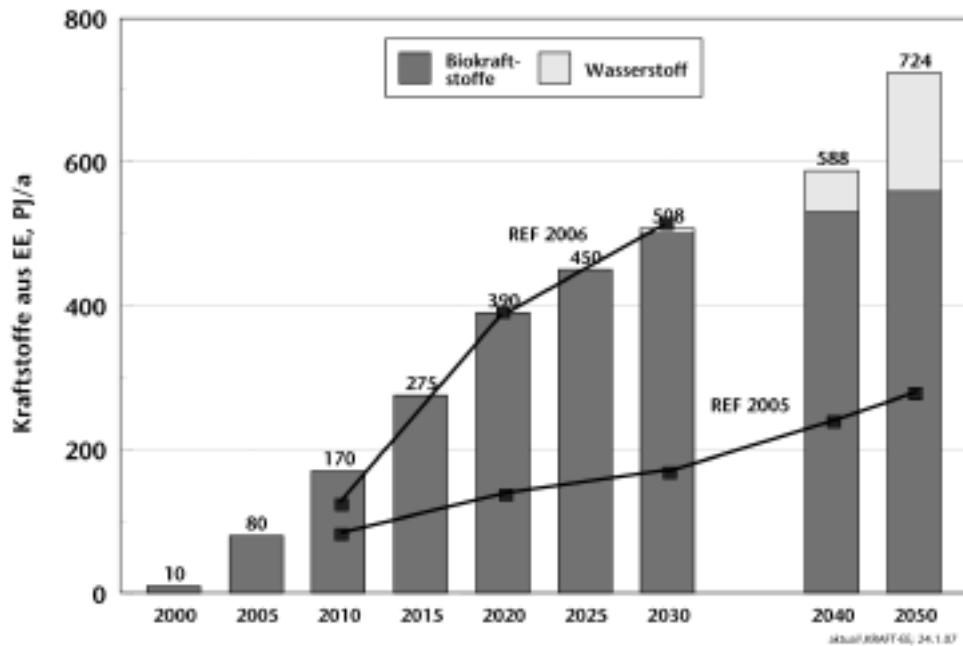
Zeitachse und Potenziale

Quelle: BMU



Zeitachse und  
Potenziale

Leitszenario 2006



Quelle: BMU

Fazit

- Eine umfangreiche Speicherung heimischer erneuerbarer Energien ist voraussichtlich erst bei Durchdringungsgraden >50 % ökonomisch und ökologisch sinnvoll.
- Klimaschutzszenarien sehen die Notwendigkeit in einer Bandbreite ab 50–80 % CO<sub>2</sub>-Minderung (2006: -17%, Ziel 2020: -40 %).
- Der Einsatz von EE-Wasserstoff wird klima- und energiepolitisch bedeutsam, aber erst ab etwa 2030 (je nach Geschwindigkeit des Ausbaus der EE).
- Als Einstiegsquellen bieten sich bereits früher Offshore-Windenergie, direkte Biomassekonversion und EE-Importe an.