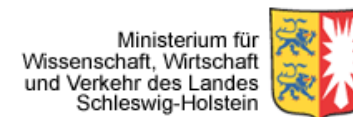


Potenziale der Wind-Wasserstoff-Technologie in der Freien und Hansestadt Hamburg und in Schleswig-Holstein

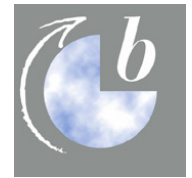
Dr. Uwe Albrecht, Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH

Eine Untersuchung im Auftrag
der Wasserstoffgesellschaft Hamburg e.V.,
der Freien und Hansestadt Hamburg, vertreten durch die Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt,
sowie
des Landes Schleswig-Holstein, vertreten durch das Ministerium für Wissenschaft, Wirtschaft und
Verkehr.





- Anlass
- Voraussetzungen in Hamburg und Schleswig-Holstein
- Studienergebnisse
- Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen



- Studie zur Untersuchung der Potenziale von Wasserstoff aus überschüssiger Windenergie im Raum Hamburg und Schleswig-Holstein bis 2020 und darüber hinaus
 - Potenziale zu Produktion, Nachfrage und Speicherung von Wind-Wasserstoff in der Region
 - Abschätzung der Kosten
 - Ableitung von Handlungsempfehlungen
- Gemeinsame Beauftragung durch
 - Wasserstoffgesellschaft Hamburg e.V.
 - Freie und Hansestadt Hamburg, vertreten durch die Behörde für Stadtentwicklung und Umwelt (BSU)
 - Land Schleswig-Holstein, vertreten durch das Ministerium für Wissenschaft, Wirtschaft und Verkehr

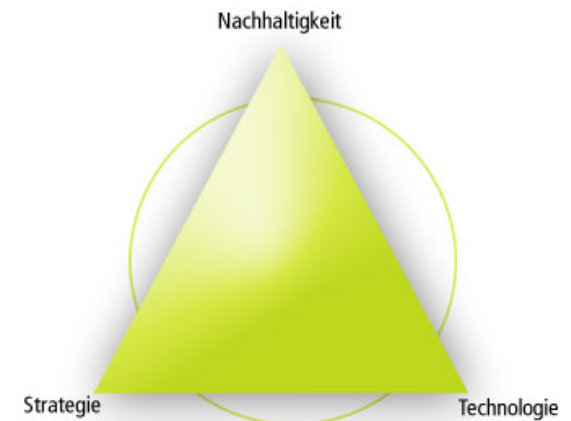


Warum Ludwig-Bölkow-Systemtechnik (LBST)?



ludwig bölkow
systemtechnik

- Über 25 Jahre Erfahrung als Berater für nachhaltige Energie und Mobilität
- Umfangreiche Erfahrung zu erneuerbaren Energien und zu Wasserstoff als Energieträger
 - Europäische Verbundprojekte
 - Beteiligung an der Strategie des Bundesverkehrsministeriums (BMVBS)
 - Arbeiten für internationale Energiekonzerne und Automobilhersteller
- Konsequenter Systemansatz – Denken über Bereichsgrenzen hinweg





- Stromerzeugung aus fluktuierenden erneuerbaren Energien (Wind und Sonne) wird kontinuierlich ausgebaut
- Strukturelle Herausforderungen im Stromsektor
- Stromangebot wird Nachfrage immer häufiger übersteigen
- Stromüberschuss kann zur Produktion von Wasserstoff genutzt werden
- Klimaschutzvorgaben zur Reduktion von Treibhausgas-Emissionen erfordern Substitution konventioneller Brennstoffe und verbesserte Integration von erneuerbaren Energien in den Strommarkt

Gute Voraussetzungen in Hamburg und Schleswig-Holstein



ludwig bolkow
systemtechnik

- Hohe und stetig zunehmende Erzeugungskapazitäten für Windenergie
- Sehr gute Speichermöglichkeiten für Wasserstoff
- Signifikante regionale Nachfrage nach Wasserstoff
- Wasserstoff als bereits etablierter Energieträger in der Region

Hohe Verfügbarkeit von Windenergie



ludwig bolkow
systemtechnik

- Lokal erzeugte Windenergie deckt in Schleswig-Holstein über 40% des Eigenbedarfs
- Herausforderung Fluktuation: Überschüsse bei Starkwind, kaum gesicherte Leistung bei Schwachwind
- Winderzeugungskapazitäten in Schleswig-Holstein 2020 bis zu 9 GW onshore sowie 3 GW offshore
- Langfristig könnten etwa 50 – 60% der deutschen Offshore-Windenergie in Schleswig-Holstein anlanden
- Bis zu 4.000 GWh „Überschussstrom“ * 2020 in Schleswig-Holstein (ca. 20% des dann onshore erzeugten Windstroms)

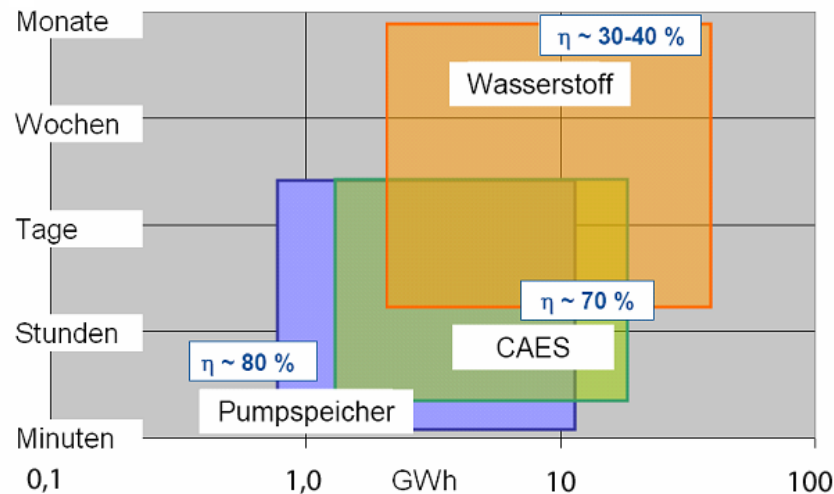
*Stromangebot, das die Nachfrage übersteigt
bzw. vom Netz nicht ohne Weiteres aufgenommen werden kann

Sehr gute Speichermöglichkeiten für Wasserstoff



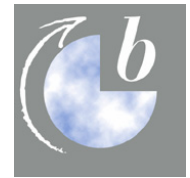
ludwig bölkow
systemtechnik

- Großtechnische Produktion von Wasserstoff und dessen Speicherung in Salzkavernen gesicherte Technologie
- Potenzial und Systemgröße erlauben saisonale Speicherung von Energie
- Sehr gute geologische Voraussetzungen in Schleswig-Holstein



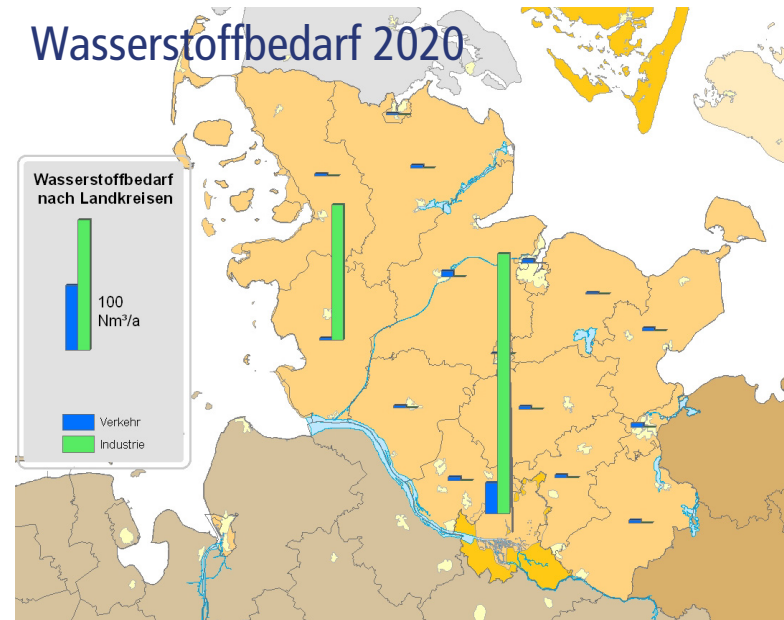
Einsatzbereiche von Speicherkraftwerken [Quelle: Crotogino, KBB UT 2009]

Signifikante regionale Nachfrage nach Wasserstoff



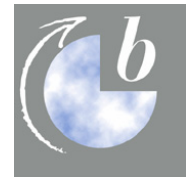
ludwig bolkow
systemtechnik

- Straßenverkehr: bis zu 44 Mio. Nm³/a (2020)
- Industrielle Großabnehmer (Stahl, Chemie): 263 Mio. Nm³/a
- Weitere industrielle Abnehmer: 10 Mio. Nm³/a
- Gesamtpotenzial ca. 320 Mio Nm³/a (~4,5% des industriellen Endenergieverbrauchs)



➔ Kann überwiegend durch Überschussstrom gedeckt werden

Wasserstoff als etablierter Energieträger



ludwig bölkow
systemtechnik

- Hamburg ist seit Jahren Vorreiter für die Nutzung von Wasserstoff als Energieträger
- Beitrag zum Erreichen der Klimaschutzziele (Reduktion der Treibhausgasemissionen um 40% bis 2020, 80% bis 2050*)
- ➔ Aufbau eines Wind-Wasserstoff-Netzwerks in Hamburg und Schleswig-Holstein führt zu einer Stärkung des Industriestandortes und des Pioniercharakters der Region

* im Vergleich zum Basisjahr 1990

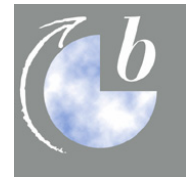


Vorgehen:

- Energiewirtschaftliche Ausgangslage und Trends bis 2020
- Abschätzung der Verfügbarkeit von „Überschussstrom“
- Wasserstoff-Nutzungspotenziale in Industrie und Verkehr
- Betriebsmodell Wasserstoffherzeugung mit Windstrom
- Versorgungsszenarien
- Handlungsempfehlungen und Schritte zur Umsetzung

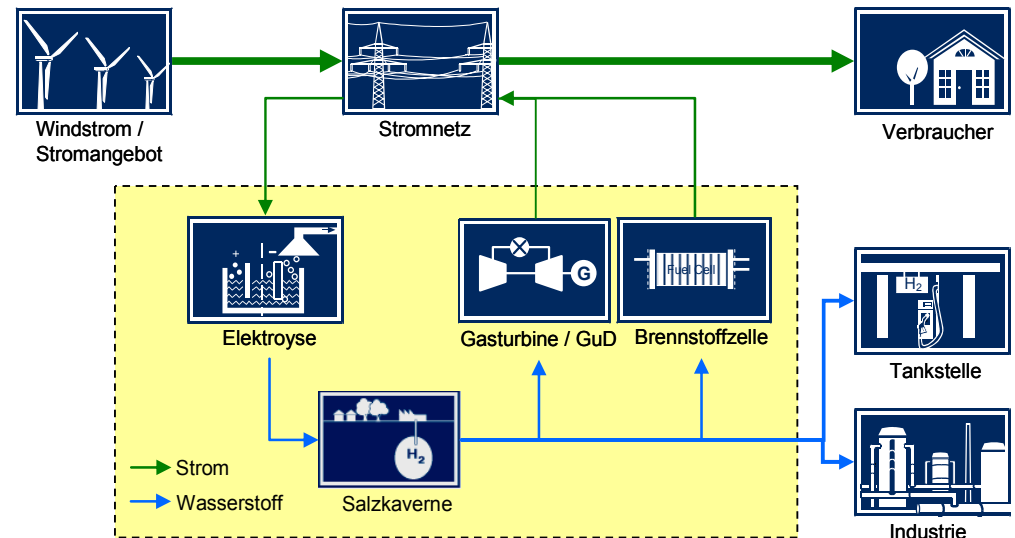
- Erneuerbare decken fast die gesamte Steigerung der deutschen Stromerzeugung seit 1990; Anstieg von 10% (2005) auf 15% (2008)
- Netzausbaubedarf in Deutschland durch erneuerbare Energien
- Entlastung durch Stromexport oder Nachfragesteuerung nur begrenzt möglich
- Bei allen denkbaren Entwicklungsszenarien entstehen in Deutschland ab 2015-20 signifikante Überschussstrommengen
- Netzentlastung und Nutzungsgraderhöhung durch großtechnische Stromspeicherung erleichtern Ausbau erneuerbarer Energien
- ➔ Aufbau der Produktion und Speicherung von Wind-Wasserstoff als notwendige Komplementärmaßnahme zum Netzausbau

Herstellung und Speicherung von Wind-Wasserstoff

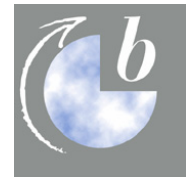


ludwig bolkow
systemtechnik

- Herstellung mittels Elektrolyse
- Speicherung des Wasserstoffs in Salzkavernen
- Netzintegration (technisch und wirtschaftlich) für Einspeisemanagement und Regelleistungsbereitstellung
- Verkauf an Industrie und Tankstellen
- Möglicher Zusammenschluss mit Windparks zu „virtuellen Kombikraftwerken“

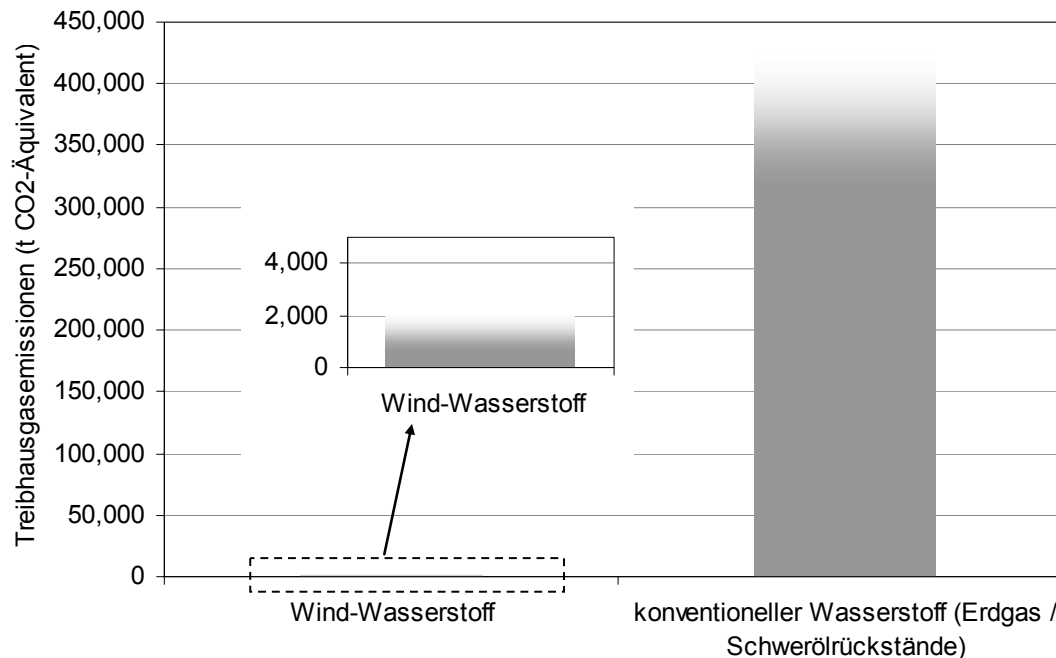


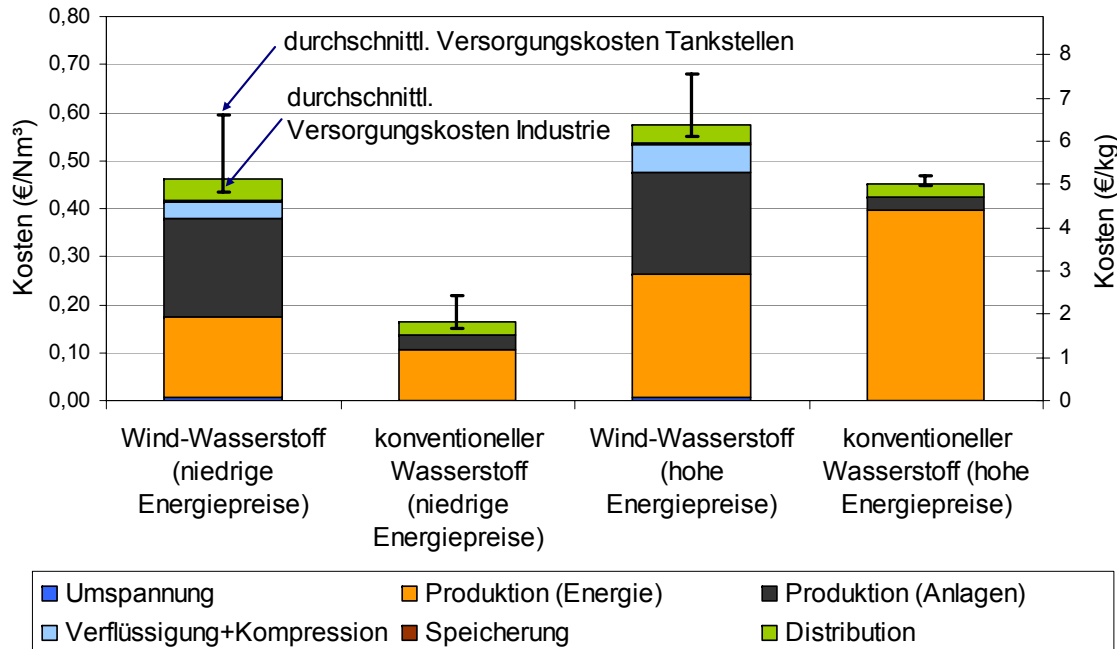
Erheblicher Beitrag zum Klimaschutz



ludwig bolkow
systemtechnik

- Substitutionspotenzial von fossilen Energiequellen durch Wasserstoffmengen in Höhe von 320 Mio. Nm³ H₂/a
- Wind-Wasserstoff verursacht nur minimale Treibhausgasemissionen
- Gegenüber konventioneller Wasserstofferzeugung werden ca. 320.000 t CO₂-Äquivalent jährlich eingespart





- Mehrkosten*
Wind-H₂:
0,12 – 0,32 €/Nm³ bzw.
1,30 – 3,60 €/kg bzw.
0,04 – 0,11 €/kWh_{LHV}
- Bestimmende Faktoren:
 - Anlagekosten
 - Elektrolyse
 - Energiekosten

- Bei frühzeitiger Implementierung kann Wasserstoff aus Windenergie nach 2020 wettbewerbsfähig werden
- Initiale Förderung erforderlich
- Vergleich: Vergütung Offshore-Windenergie: 0,15 €/kWh (ab 2016: 0,13 €/kWh)

*ohne Kosten für Tankstellen

- Speicherung von Wind-Wasserstoff
 - verbessert die Integration erneuerbarer Energien in das Energiesystem
 - erhöht die Versorgungssicherheit
 - reduziert die volkswirtschaftlichen Nachteile durch ungenutzte Strommengen aus erneuerbaren Quellen
 - unterstützt das Erreichen der Treibhausgas-Reduktionsziele
- Hamburg und Schleswig-Holstein bieten gute Voraussetzungen für eine systematische Umsetzung in angemessen großen Schritten
 - Hohes Windenergieaufkommen
 - Sehr gute Speichermöglichkeiten für Wasserstoff
 - Signifikante lokale Nachfrage
 - Wasserstoff ist ein etablierter Energieträger

- **Umsetzungsplan**
 - Detailliertes Gesamtkonzept mit allen Akteuren erarbeiten
 - Sukzessive Umsetzung beginnend mit Demonstrationsprojekten
 - Weiterführende technische Analysen / Geschäftsplan
- **Implementierung begleitender Förderinstrumente**
 - Unterstützung in der Initialphase durch Fördermechanismen (z.B. ähnlich zum EEG; Investitionszuschuss)
 - Verringerung des Investitionsrisikos, z.B. durch günstige Finanzierungsbedingungen
- **Schaffung von administrativem Vorrang und Rechtssicherheit**
 - Sicherung der vorhandenen Kavernenstandorte und Beginn der administrativen Vorklärungen
 - Explizite Berücksichtigung von Wasserstoff aus erneuerbaren Energien in Gesetzen und Verordnungen (steuerbare Lasten)

Vielen Dank für Ihr Interesse!



ludwig bölkow
systemtechnik

Dr. Uwe Albrecht
Geschäftsführer

Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH
Daimlerstr. 15
85521 Ottobrunn

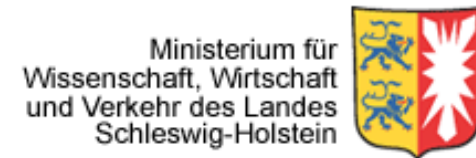
Tel.: +49 89 608110-31

Fax: +49 89 6099731

e-Mail: uwe.albrecht@lbst.de

Web: <http://www.lbst.de>

im Auftrag von



Weitere Informationen zur Studie unter www.H2Hamburg.de