

Erneuerbare Energie – Chancen einer industriellen Wertschöpfung in Europa



Andreas Bett, Georg Krugel • Fraunhofer ISE
Romy Brödner • DBFZ
Marlene O’Sullivan, Hans Christian Gils • DLR
Jan Wenske • Fraunhofer IWES
Jens Hauch, Martin Robinius • FZ Jülich
Rutger Schlatmann • HZB
Bianca Lim • ISFH
Andreas Püttner • ZSW

Energiesystem – gestern und morgen

Vergangenheit

Energieversorgung durch Großkraftwerke,
verbunden mit CO₂-Emissionen und
Auswirkungen auf das Klima;
regelbare Bereitstellung der Energie



Zukunft

Energieversorgung basierend auf
nachhaltigen Technologien;
fluktuierende Bereitstellung der Energie



Energiesystem – gestern und morgen

Vergangenheit:

Energieversorgung durch Großkraftwerke
verbunden
Auswirkungen
Regelbarkeit



Ziele des European Green Deal:

- 2030: Reduktion der Treibhausgasemissionen um mindestens 55 Prozent
- 2050: keine Netto-Treibhausgasemissionen

→ **große Chancen für die Wirtschaft**

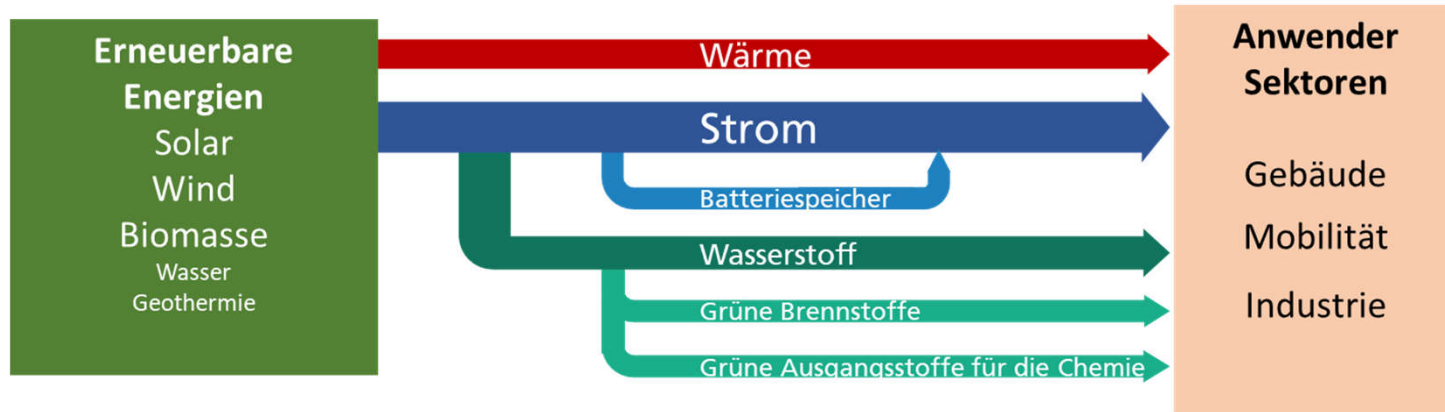
Zukunft:

Energieversorgung basierend auf nachhaltigen Technologien;
Fluktuierende Bereitstellung der Energie



Energiesystem der Zukunft

Marktvolumina von Schlüsseltechnologien



Aus der Energiesystemanalyse* lassen sich Marktvolumina abschätzen.

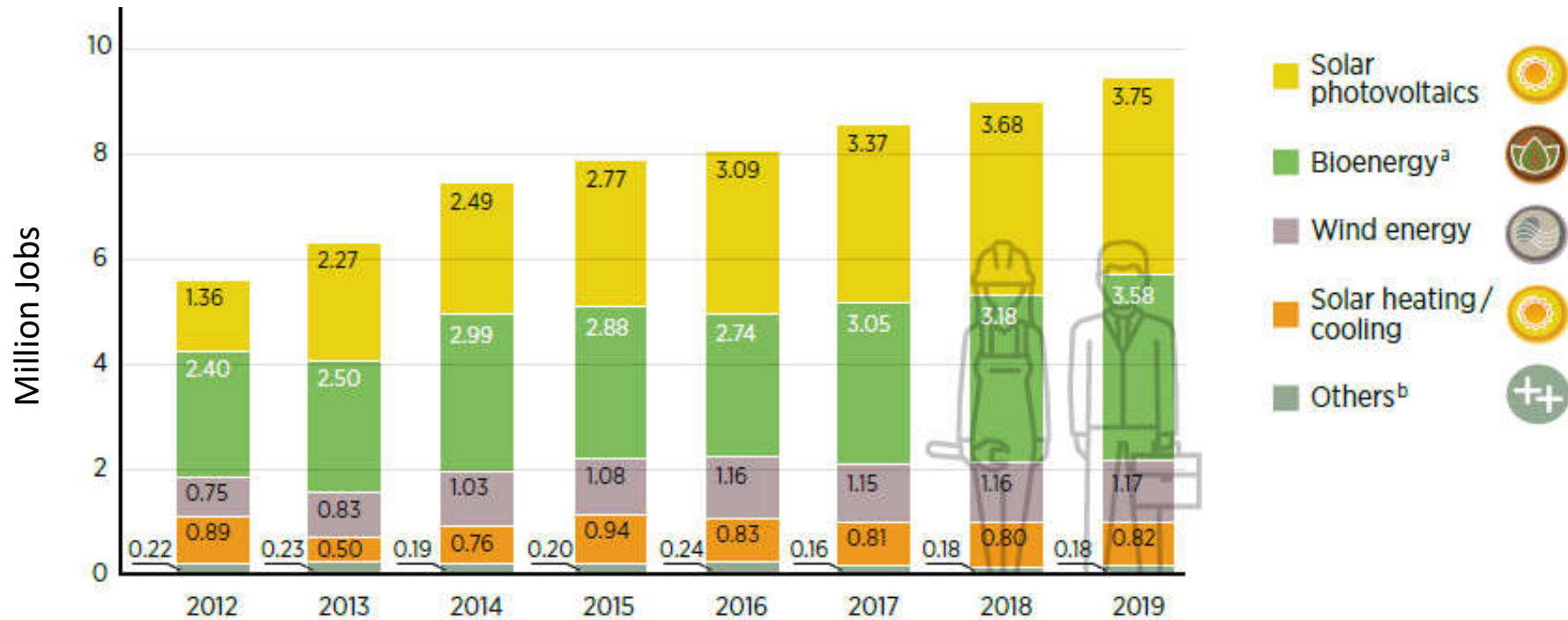
Kumulierte Investitionskosten von Schlüsseltechnologien des Energiesystems (Deutschland, 2020-2050):

- Photovoltaik ($\sim 500 \text{ GW}_p^*$): **$\sim 200 \text{ Mrd €}$**
- Windenergie ($\sim 260 \text{ GW}_p^*$) **$\sim 500 \text{ Mrd €}$**
- Biomasse/-diesel/-gas ($\sim 70 \text{ GW}_p^*$): **$\sim 40 \text{ Mrd €}$**
- Stationäre Batteriespeicher ($\sim 150 \text{ GWh}_{el}^*$), **$\sim 15 \text{ Mrd €}$**
- Wasserstoff-Elektrolyse: ($\sim 45 \text{ GW}_{el}^*$), **$\sim 20 \text{ Mrd €}$**

* P. Sterchele et al.: Paths to a Climate-Neutral Energy System, Fraunhofer ISE, Freiburg, February 2020 (Referenz-Szenario)

<https://www.ise.fraunhofer.de/en/publications/studies/paths-to-a-climate-neutral-energy-system.html>

Beispiel: Schaffung von Arbeitsplätzen weltweit



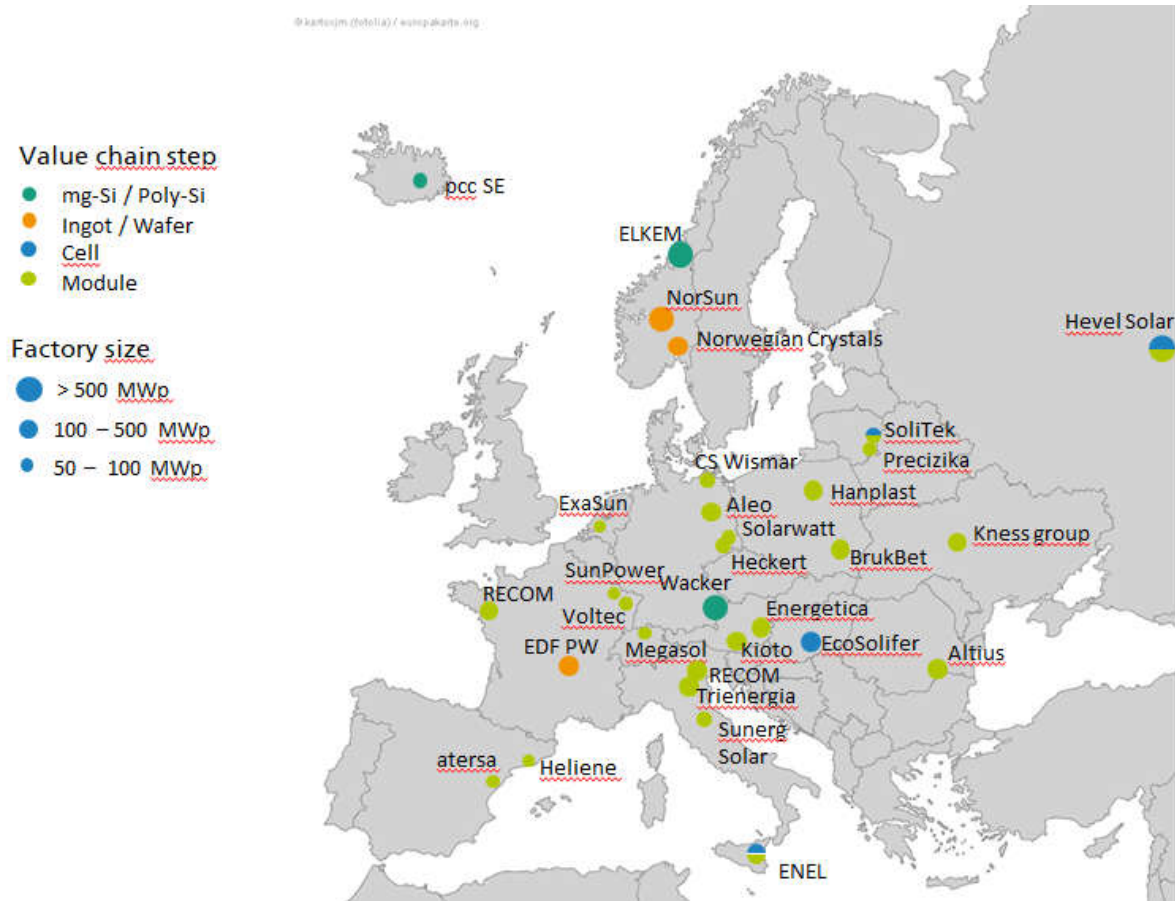
Quelle: IRENA, Renewable Energy and Jobs, Annual Review 2020

Detaillierte Analyse zu Beschäftigungseffekten in der Erneuerbare-Energien-Branche in Deutschland: O’Sullivan, M. & Edler, D. (2020). Gross Employment Effects in the Renewable Energy Industry in Germany — An Input–Output Analysis from 2000 to 2018. *Sustainability*, 12(15), 6163.

Photovoltaik

Industrielle Produktion: Aktuelle Situation in Europa

- Silicium/Wafer-Produktion in Norwegen und Deutschland (Wacker)
- Praktisch keine Zellproduktion!
- Verteilte Modulproduktion mit geringen Kapazitäten (< 500 MW/a)
- Der Großteil der Produktion von PV-Zellen und Modulen erfolgt aktuell in Asien, insbesondere China.



Photovoltaik

Haben die Standorte Deutschland und Europa eine Chance gegen die Produktion in Asien?

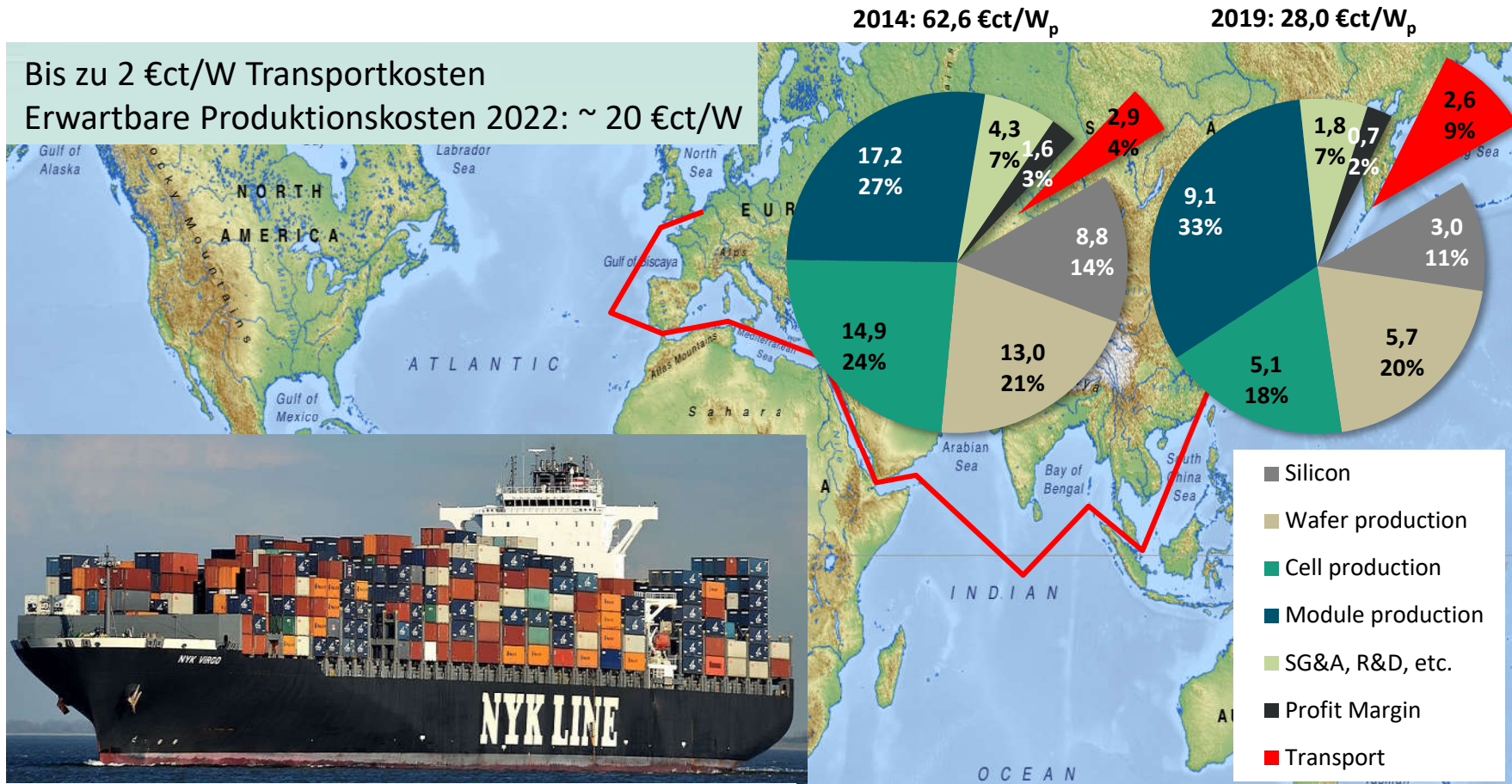
Hypothese: Aktuelle Entwicklungen sprechen für die Möglichkeit einer verstärkten Wiederansiedlung.

- Kostenverteilung hat sich stark verschoben: Logistik wird relevant
- CO₂-Bepreisung erbringt Vorteile für europäische Produktion
- Entwicklung neuer PV-Modultechnologien ermöglicht den Einstieg neuer Akteure
- Wissenschaftsstandort Deutschland ist in diesem Segment sehr stark, so dass eine breite Wissensbasis vorhanden ist

Photovoltaik

Kosten für Transport von Modulen werden relevant

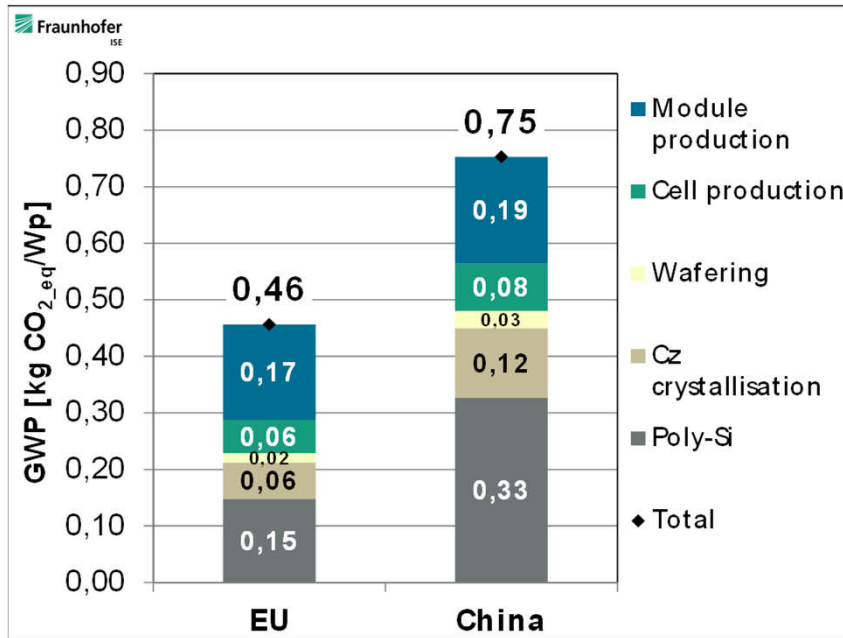
Bis zu 2 €ct/W Transportkosten
 Erwartbare Produktionskosten 2022: ~ 20 €ct/W



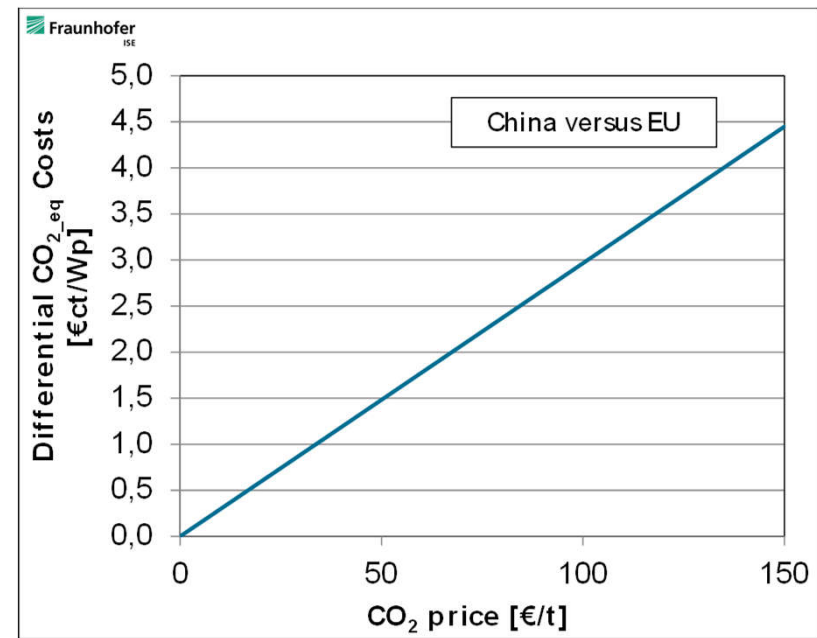
[https://de.wikipedia.org/wiki/Containerschiff#/media/Datei:NYK_Virgo_\(8154929586\).jpg](https://de.wikipedia.org/wiki/Containerschiff#/media/Datei:NYK_Virgo_(8154929586).jpg)

Photovoltaik

European Green Deal und Carbon Border Tax



CO₂-Fußabdruck für eine Cz-PERC-Modulproduktion



CO₂-Differenzkosten für eine Cz-PERC-Modulproduktion in Europa im Vergleich zu in China

Photovoltaik

Aktueller Stand der industriellen Fertigung:

- im (Wieder)Aufbau

Chancen und Trends zur Stärkung einer industriellen Wertschöpfung in Europa:

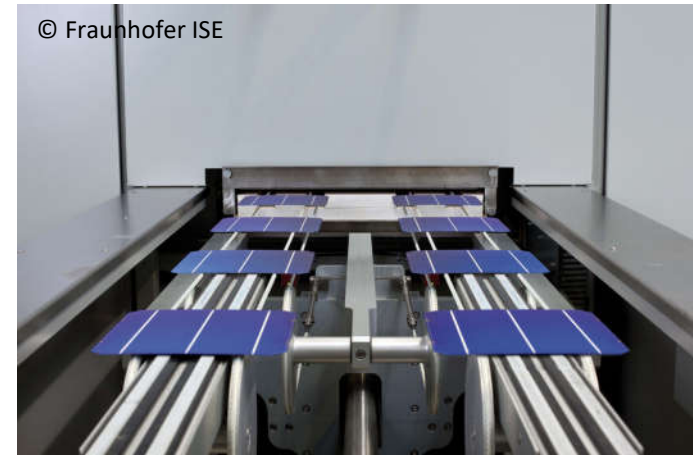
- Anteil der Transportkosten steigt, was eine lokale Produktion begünstigt
- Aufbau der gesamten Wertschöpfungskette inkl. Zulieferindustrie

Politische Rahmenbedingungen zur Stärkung einer industriellen Wertschöpfung in Europa:

- Carbon-Border-Tax
- verstärkter Ausbau bei der Photovoltaik vergrößert den lokalen Markt

Zu priorisierende FuE-Fragen zur Stärkung einer industriellen Wertschöpfung in Europa:

- Transfer der neusten Photovoltaiktechnologien
- Prozess- und Qualitätskontrolle durch digitale Maßnahmen
- integrierte Photovoltaik wie Agri-PV, BIPV, VIPV erfordern angepasste Technologie
- höchsteffiziente Solarzellenarchitekturen und Modulfertigung



Windenergie – Onshore

Das EU Cluster unter Druck

Aktueller Stand der industriellen Fertigung:

- Fertigungstiefe in Europa wird eher abgebaut
- Onshore-Windenergieanlagen haben sich zu einer Commodity entwickelt
- Heimatmarkt ist sehr stark eingebrochen (dauerhaft?!)
- steigender Marktdruck durch asiatische Anbieter

Chancen und Trends zur Stärkung einer industriellen Wertschöpfung in Europa:

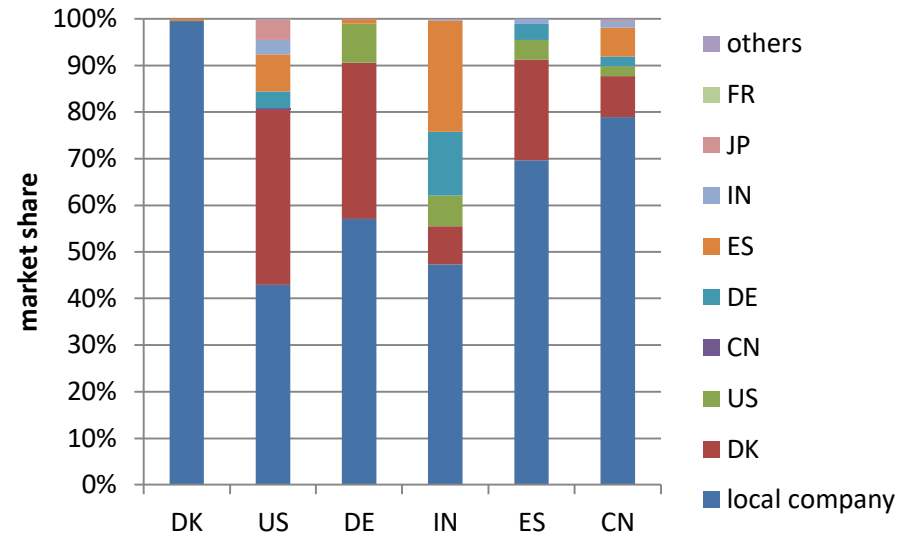
- politisches Bekenntnis vorhanden (Green Deal)
- Flächenknappheit erzeugt hohen Innovationsdruck für angepasste Anlagen (Verlassen der Commodity)

Politische Rahmenbedingungen zur Stärkung einer industriellen Wertschöpfung in Europa:

- verlässliche Rahmenbedingungen und konkrete Maßnahmen (Planungs-, Genehmigungs-, Naturschutzgesetze)
- regionale Vergünstigungen/Anreize für Anwohner durch Betreiber (von Anlagen und Netzen) - Lastenausgleich

Zu priorisierende FuE-Fragen zur Stärkung einer industriellen Wertschöpfung in Europa:

- Verbesserung der allgemeinen Akzeptanz durch smarte innovative Technologien (Vogel-Radar, Verringerung der Schall- und Störlichtemissionen usw.)
- Effizienzsteigerung mit dem Ziel Verringerung der notwendigen Anlagenzahl



Quelle: O'Sullivan, M. (2020): Industrial Life Cycle: Relevance of national markets in the development of new industries for energy technologies – the case of wind energy. Journal of Evolutionary Economics, 14.05.2020.

Windenergie – Offshore

Das „blühende“ EU Cluster

Aktueller Stand der industriellen Fertigung:

- Europa derzeit bedeutender Standort der globalen Offshore-Windindustrie mit kompletter Wertschöpfungskette
- besondere Synergien durch das sehr ausgeprägte Offshore-Know-how
- Fertigungsstätten und Installationshäfen rund um die Ostsee und Nordsee
- FuE wird derzeit vor allem durch DK und das norddeutsche Cluster vorangetrieben



Foto: SGRE

Chancen und Trends zur Stärkung einer industriellen Wertschöpfung in Europa:

- Der Markt für offshore Windenergie ist weltweit aber auch innerhalb der EU stark wachsend.
- Große lokale (europäische) Investoren bauen ihr Engagement stark aus.
- Die Akzeptanz für Offshore-Windenergie ist vergleichsweise hoch.

Politische Rahmenbedingungen zur Stärkung einer industriellen Wertschöpfung in Europa:

- Klares politisches Bekenntnis - Green Deal ermöglicht eine langfristig stabile Entwicklung für den EU-Heimatmarkt.

Zu priorisierende FuE-Fragen zur Stärkung einer industriellen Wertschöpfung in Europa:

- Integration länderübergreifendes Verbundnetz + Wasserstoff-Offshore-Produktion
- Floating Offshore-Windenergieanlagen
- Standortbewertung-/Installationstechnik
- Materialien und Systeme für Windenergieanlagen der nächsten Generation

Bioenergie

Aktueller Stand der industriellen Fertigung:

- Anlagen in den Bereichen Biochemische Konversion, Thermo-chemische Konversion und Bioraffinerien

Chancen und Trends zur Stärkung einer industriellen Wertschöpfung in Europa:

- Marktentwicklung durch Ausnutzung der Vorteile:
 - Kopplung der stofflichen und energetischen Nutzung von Biomasse – vorrangiger Einsatz von Rest- und Abfallstoffen für Bioenergie
 - Biomasse als Allrounder: Umwandelbar in feste, flüssige und gasförmige Energieträger



Politische Rahmenbedingungen zur Stärkung einer industriellen Wertschöpfung in Europa:

- Beseitigung von Wettbewerbsverzerrungen zugunsten fossiler Energieträger
- Übereinkunft zu ökologischen Standards für die Erzeugung, Verarbeitung und Verwendung von Biomasse
- Einigung über die Nutzung von BECCS/BECCU-Technologien (bioenergy with carbon capture and storage/utilization) notwendig

Zu priorisierende FuE-Fragen zur Stärkung einer industriellen Wertschöpfung in Europa:

- Konzepte zur weiteren Flexibilisierung der Strom- und Wärmebereitstellung
- Verbreiterung der Rohstoffbasis (Rest- und Abfallstoffe) und Effizienzsteigerung der Bioenergiebereitstellung
- Steigerung der Kohlenstoffnutzungseffizienz und Emissionsminderung

Batteriezellen

Aktueller Stand der industriellen Fertigung:

- Batteriezellproduktion derzeit in Europa im Aufbau befindlich

Chancen und Trends zur Stärkung einer industriellen Wertschöpfung in Europa:

- Elektromobilität führt zu stark ansteigender Nachfrage der Automobilindustrie
- Produktion in Europa bietet Vorteile in Bezug auf Logistikkosten und Transportrestriktionen (Gefahrgut), aber auch den strategischen Vorteil der Technologiesouveränität
- zunehmende Nachfrage nach stationären Speichersystemen im Zuge steigender EE-Anteile

Politische Rahmenbedingungen zur Stärkung einer industriellen Wertschöpfung in Europa:

- Kriterien/Anforderungen für nachhaltige Rohstoffgewinnung für Batteriezellen
- Green Deal setzt klare Ziele auch für die Energiewende im Verkehr

Zu priorisierende FuE-Fragen zur Stärkung einer industriellen Wertschöpfung in Europa:

- Erhöhung der Energiedichten und Zyklenfestigkeit sowie weitere Kostenreduktion und Reduktion des ökologischen Fußabdrucks
- Ersatz kritischer Materialien (Kobalt, Nickel, Lithium) bzw. Entwicklung umwelt- und sozialverträglicherer Gewinnung zur Steigerung der Akzeptanz insbesondere von Elektromobilität



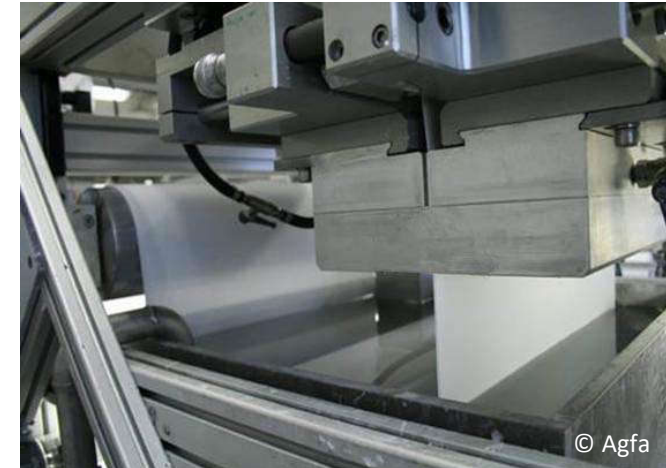
Elektrolyse

Aktueller Stand der industriellen Fertigung:

- Überwiegend händische Einzelfertigung im Manufakturbetrieb
- Herstellverfahren auf Komponentenebene teilweise automatisiert

Chancen und Trends zur Stärkung einer industriellen Wertschöpfung in Europa:

- Schlüsseltechnologie der Sektorenkopplung, für die Speicherung von Energie sowie die Defossilierung von Industrieprozessen
- weltweite Vorreiterrolle Europas möglich mit hohem Exportpotenzial, siehe europäische Wasserstoffstrategie (2x40GW)



Politische Rahmenbedingungen zur Stärkung einer industriellen Wertschöpfung in Europa:

- Anpassung der regulatorischen Rahmenbedingungen für die Installation und den Strombezug von Elektrolyseuren (z. B. Senkung bzw. Streichung von Umlagen auf erneuerbaren Strom)
- Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit von grünem Wasserstoff, z. B. durch Carbon Contracts for Difference
- Aufbau von Beziehungen zu potenziellen Partnerländern (Import von Wasserstoff, Technologieexport)

Zu priorisierende FuE-Fragen zur Stärkung einer industriellen Wertschöpfung in Europa:

- Erhöhung der Leistungsdichte und Lebensdauer durch angepasste Zellmaterialien (bei gleich bleibender Effizienz)
- Senkung des Bedarfs an kritischen Materialien
- Automation der Produktion von Elektrolyseuren sowie Erhöhung der Leistung von Einzelmodulen (Stack)

Zusammenfassung

- Der weltweit zunehmende Umbau hin zu Energiesystemen die auf Erneuerbaren Energien basieren, bietet große Chancen für die europäische Wirtschaft und Gesellschaft:
 - hohe Investitionsvolumina
 - verlässliche Absatzmärkte
 - industrielle Arbeitsplätze
 - industrielle Produktionsfähigkeit im Energiebereich sichert die Technologiesouveränität und reduziert politische Abhängigkeiten
- Um diese Chancen ergreifen zu können, müssen die politischen Rahmenbedingungen adäquat gesetzt werden.
- FuE in Schlüsseltechnologien ist essenziell zur Unterstützung der europäischen Wirtschaft und der industriellen Produktion