

SZENARIEN DER TECHNOLOGIE- ENTWICKLUNG: TRAUM UND WIRKLICHKEIT?

Warum es Abweichungen zwischen Prognosen und der Realität gibt

Von Reinhard Haas, Amela Ajanovic und Hans Auer (EEG, TU Wien)

Um die Klimaziele zu erreichen, ist eine signifikante Reduktion der energiebedingten THG-Emissionen notwendig. Die notwendigen Maßnahmen sind klar:

- *raus aus fossilen und Forcierung erneuerbarer Energieträger;*
- *Steigerung der Energieeffizienz;*
- *Änderung des Verhaltens in Bezug auf Nachfrage nach Energiedienstleistungen, z.B. Mobilität.*

Für die dafür bevorstehende notwendige Umwandlung des Energiesystems – Energy Transition – ist es notwendig, Szenarien des zukünftigen Energieverbrauchs und der Bereitstellung zu entwickeln um zu zeigen, mit welchen Maßnahmen, Technologien und Politiken diese Ziele erreicht werden können. Solche Szenarien und Prognosen gab es auch schon in der Vergangenheit, vor allem, seit den 1980er Jahren. Allerdings war deren Qualität in den meisten Fällen ziemlich bescheiden, und teilweise waren diese Voraussagen sogar sehr weit entfernt von der tatsächlichen Entwicklung. Warum das so ist, und was wir aus der Vergangenheit für die Zukunft lernen können, wird in diesem Beitrag kurz zusammengefasst.

Wie kann man die Marktdurchdringung von Technologien erklären?

Abb. 1 zeigt die grundsätzlich möglichen Wachstumsfunktionen für die Marktdurchdringung einer Technologie. Wachstum beschreibt die Zunahme oder Abnahme einer Größe im Verlauf der Zeit. Es gibt verschiedene Arten des Wachstums, siehe Abb. 1. Bekannt sind lineares und exponentielles Wachstum. Es gibt allerdings auch beschränktes und logistisches Wachstum. Die allgemeinste Form ist die logistische Wachstumskurve, sie beinhaltet alle anderen Funktionen.

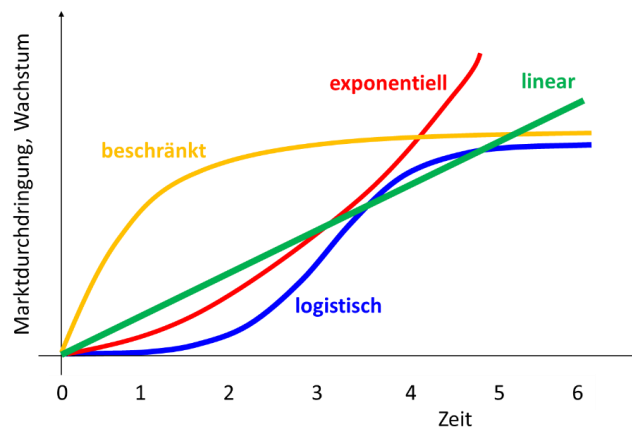


Abb. 1: Mögliche Funktionen der Marktdurchdringung und des Wachstums einer Technologie, z. B. Windkraft, Photovoltaik, Atomkraft oder Wasserstoff

Allerdings ist hier basierend auf einer gegebenen historischen Entwicklung durchaus eine sehr große Bandbreite an Marktentwicklungen möglich, da im Allgemeinen die korrekte Sättigungsgrenze nur sehr schwer einzuschätzen ist, vgl. Abb. 2.

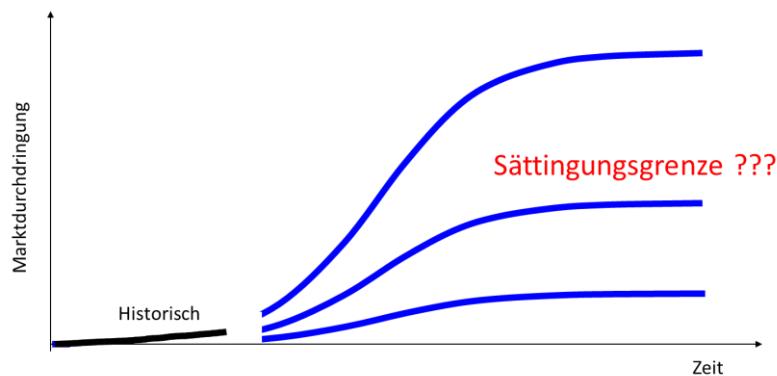


Abb. 2: Verschieden mögliche Funktionen der Marktdurchdringung bei logistischem Wachstum einer Technologie (z. B. Windkraft, Photovoltaik, Atomkraft oder Wasserstoff) in Abhängigkeit von der absoluten Sättigungsgrenze.

In Bezug auf die historische Entwicklung von Technologien zur Stromerzeugung ist der Unterschied zwischen Atomkraft auf der einen und Wind und Photovoltaik auf der anderen Seite von zentralem Interesse. In Bezug auf die Marktentwicklung von Atomkraftwerken zeigt Abb. 3 die Prognosen der IAEA und der OECD aus dem Jahr 1974 im Vergleich zur historischen Entwicklung bis Mitte 2020. Es ist leicht zu erkennen, dass diese Voraussagen bis zum Jahr 2000 um etwa den Faktor zehn zu hoch waren.

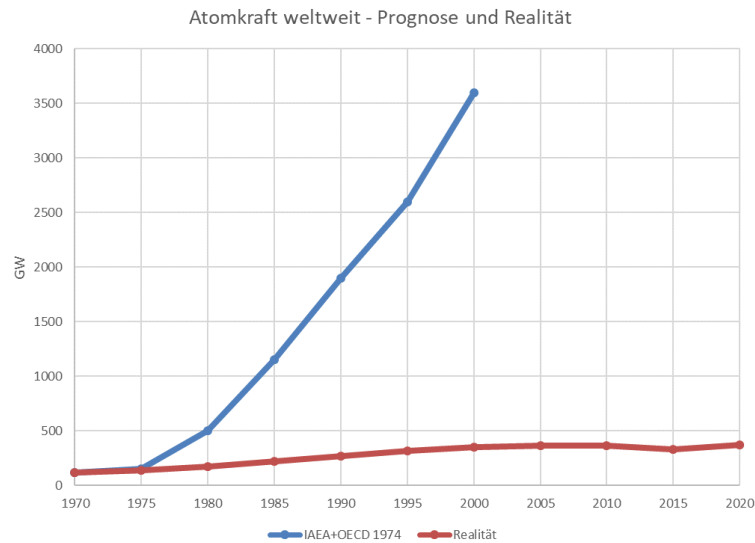


Abb. 3: Prognosen der IAEA und der OECD aus dem Jahr 1974 zur Marktentwicklung von Atomkraftwerken im Vergleich zur historischen Entwicklung bis Mitte 2020

Im Gegensatz dazu zeigt Abb. 4 Prognosen der IEA aus verschiedenen Jahren zur Marktentwicklung von Windkraft und Photovoltaik im Vergleich zur tatsächlichen historischen Entwicklung. Wie leicht zu erkennen ist, wurden diese Marktentwicklungen systematisch unterschätzt.

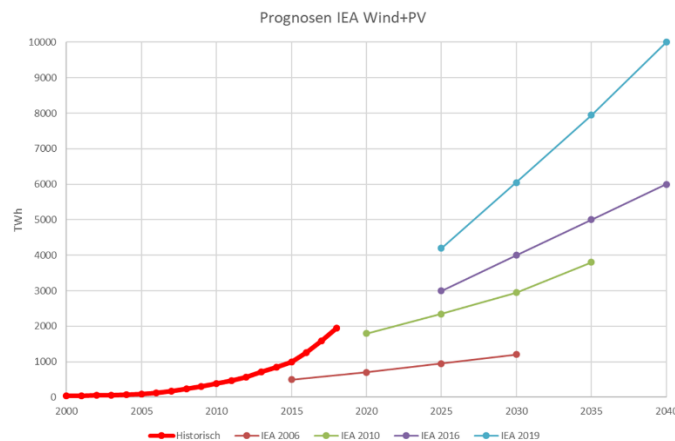


Abb. 4: Prognosen der IEA aus verschiedenen Jahren zur Marktentwicklung von Windkraft und Photovoltaik

Was waren die Gründe für diese Fehleinschätzungen?

In Bezug auf die Erwartungen an die Marktdurchdringung von Technologien können folgende Gründe zu einer Überschätzung führen:

- Wunschdenken (aufgrund von hohen Profiterwartungen?),
- irrationale Faszination einer bestimmten Technologie,
- Akzeptanz ist nicht ausreichend vorhanden,
- technische Effizienz in der gesamten Kette,
- technische Unausgereiftheit der Technologie inkl. hoher Bauzeiten (z.B. bei Atomkraftwerken in Europa),
- keine Kostenreduktion bzw. sogar Kostensteigerungen (z.B. bei Atomkraftwerken in Europa),
- erwartete *Economies-of-scale* wurden nicht erreicht.

Andererseits können folgende Argumente zu einer Unterschätzung führen:

- Technologische Skepsis (aufgrund von zu geringen Profiterwartungen?),
- Modularität der Technologie unterschätzt, auch bei hohen spezifischen Kosten wird in kleine Einheiten der Technologie investiert (z.B. bei PV),
- Verfügbarkeit politischer Förderungen,
- tatsächlich merkliche Kostenreduktion durch Lernen bei der Technologieproduktion (z.B. PV);
- Kontinuierliche Effizienzsteigerung der Technologie,
- *Economies-of-scale* praktisch nicht erforderlich: So haben Gaskraftwerke Mitte der 1990er Jahre bewiesen, dass auch relativ kleine Kraftwerke spezifisch je Megawatt nicht mehr kosten als sehr große (> 100 MW),
- Umweltaspekte und Nachhaltigkeit als Argumente für Technologieförderung.

Wie praktisch bestimmte Potenziale mobilisiert werden können zeigt Abb. 5. Durch wirtschaftliche Förderungen aber auch den Abbau bürokratischer und sonstiger nicht-monetärer Hürden können zusätzliche mittel- und langfristige Potentiale erschlossen werden.

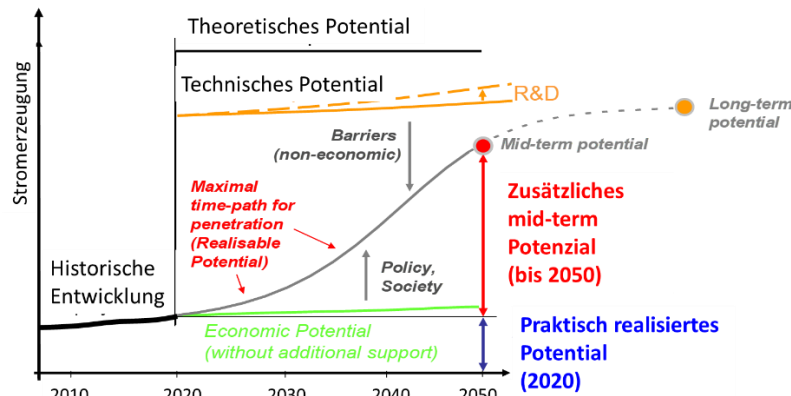


Abb. 5: Potentiale und Einflussparameter auf eine bestimmte Technologie (z. B. Windkraft, Photovoltaik oder Wasserstoff)

Was können wir jetzt daraus für die Zukunft lernen?

Für die Zukunft sind folgende Einschätzungen für innovative Technologie zur Nutzung erneuerbarer Energie (z.B. PV, Wind, Biomasse) ebenso wie für alternative Energieträger (z.B. H₂), Technologien zur Steigerung der Energieeffizienz oder für neue Nutzungstechnologien (z.B. verschiedenste Formen von Elektrofahrzeugen):

- Wie ist die Entwicklung bei den Kosten (in der gesamten Kette inkl. Entsorgung) einzuschätzen und wie die daraus resultierende Wirtschaftlichkeit im Vergleich zu konkurrierenden Technologien? Speziell, welche Lernraten sind realistisch argumentierbar?
- Wie ist die Entwicklung der technischen Effizienz unter Berücksichtigung des Transports und der Speicherung einzuschätzen?
- Unter welchen Bedingungen ist die Weitere Akzeptanz der Technologie (z.B. bei Windkraft on-shore oder PV-Freiflächenanlagen) gegeben und wo könnten die realistischen Grenzen sein?
- Wie ist die Geschwindigkeit der Marktdurchdringung realistisch einzuschätzen? Was könnten gesetzliche oder technische Hemm- und Risikofaktoren sein?
- In welchem Ausmaß muss die Technologie (voraussichtlich)(dynamisch) gefördert werden und ist das realistisch und aus gesellschaftlicher Sicht gerechtfertigt?
- Welche Aspekte sind in Bezug auf die Systemintegration zu beachten, inkl. deren Kosten?
- Wie wirkt sich die zukünftige Dynamik in Bezug auf die Life-Cycle-Bewertung der Technologie aus ökologischer Sicht aus?
- Was sind realistisch erzielbare mittel- und langfristige Potenziale?

Literatur

Dorian James, Shealy Malcolm and Simbeck Dale: The Global Energy Transition: Where do we go from here? Energy Forum 2/2020

IEA, World Energy Outlook, verschiedene Jahre von 2003 bis 2019.

Schneider M: The world nuclear industry status report 2019. WNSIR. Mycle-Schneider-Consulting 2019.

Statista: Installed-wind-power-capacity-worldwide, 28.8.2020

<https://www.statista.com/statistics/268363/installed-wind-power-capacity-worldwide/>



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN
Vienna University of Technology



ENERGY
TRANSITION
2050



Impressum

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber

Klima- und Energiefonds
Gumpendorfer Straße 5/22, 1060 Wien

Autor*innen

Reinhard Haas, Amela Ajanovic, Hans Auer / TU-Wien, Energy Economics Group

Wir sind bemüht, alle Texte geschlechtsneutral zu formulieren. Sämtliche geschlechtsspezifischen Ausdrücke sind beidergeschlechtlich zu verstehen.

Dieser Beitrag stellt einen Auszug aus dem 1. wissenschaftlichen Zwischenbericht aus dem Forschungsprojekt „Technologiebewertung historisch und Szenarien 2030/2050“ dar, welches im Rahmen des Schwerpunktes Energy Transition 2050 aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert wird.

Druck- und Satzfehler vorbehalten.

Stand: August 2020