

# **SYSTEMATISCHES VORGEHEN ZUR ANALYSE EINES „TECHNOLOGISCHEN INNOVATIONSSYSTEMS (TIS)“ IM FELD WASSERSTOFF AM BEISPIEL DER SÜDAFRIKANISCH- DEUTSCHEN ENERGIEPARTNERSCHAFT**

**Lukas KASPER\*, Eva HAUSER<sup>1</sup>**

## **Inhalt**

Im Hinblick auf das globale Ziel der Treibhausgasneutralität stehen alle Staaten weltweit vor großen Herausforderungen. Hierbei spielen erneuerbare Energien die entscheidende Rolle. Gleichmaßen sind weitere Innovationen wichtig für die notwendigen Transformationen und die übergreifende Zielerreichung. Innovationsentwicklungen sind sehr divers und ihre (Markt-)durchdringung schwer zu erfassen. Mit Hilfe sogenannter Technologischer Innovationssysteme (TIS) können solch spezifische Systeme analysiert, bewertet und ihre Entwicklung mit konkreten Ansätzen unterstützt werden. Allen voran im Technologiefeld Wasserstoff mit Fokus auf grünem Wasserstoff stecken die Strukturen noch in der Genese, sodass ein systematisches Vorgehen zum Verstehen sowie Fördern der Technologie das große Ziel der Treibhausgasneutralität unterstützt. Im folgenden Beitrag wird beispielhaft eine TIS-Analyse der südafrikanisch-deutschen Energiepartnerschaft vorgestellt.

## **Methodik**

Grundlage bilden die Arbeiten von B. Carlsson und R. Stankiewicz (1991) mit ihrem Paper „On the nature, function and composition of technological systems“, A. Bergek, S. Jacobsson, B. Carlsson, S. Lindmark und A. Rickne (2008) mit ihrem wissenschaftlichen Paper „Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis“ sowie M. Hekkert, S. Negro, G. Heimeriks und R. Harmsen (2011) mit ihrer Publikation „Technological Innovation System Analysis – A manual for analysts“. Carlsson und Stankiewicz zeigen, dass das wirtschaftliche Wachstum eines Landes gleichzeitig das Entwicklungspotenzial als Funktion der TIS, an denen diverse Wirtschaftsakteure (Agenten) beteiligt sind, widerspiegelt [1]. Bergek et al. führen diese Ansätze weiter, indem sie ein praktisches Analyseschema für Entscheidungsträger zur Identifikation von Schlüsselfragen und konkreter Ziele in der Politik liefern [2]. Hekkert et al. setzen unter anderem auf die Erkenntnisse aus Bergek et al. (2008) auf; ihr Handbuch dient als Nachschlagewerk mit Anleitungen für die Analyse von TIS zu politischen Entscheidungsprozessen. Die Autoren definieren im Grundsatz die gleichen sieben Hauptfunktionen in einem TIS wie Bergek et al. (2008) und legen darüber hinaus fünf Phasen zur Bewertung des Innovationssystems vor [3]. Esmailzadeh et al. (2020) [4], Furtado et al. (2020) [5] und Wandera (2020) [6], werden auf Grund ihrer Aktualität und ihrem Fokus auf erneuerbare Energien und Kraftstoffe in Entwicklungs- beziehungsweise Schwellenländern hier als wissenschaftliche Grundlagen herangezogen.

Das erarbeitete Schema beschreibt sechs verschiedene Subanalysen, die dabei helfen, nicht nur strukturelle Merkmale und Dynamiken eines TIS zu verstehen, sondern auch sieben verschiedene Kernprozesse, sogenannte „Funktionen“, zu bewerten (vgl. Abb.). Die Funktionen haben erheblichen Einfluss auf die Entwicklung, Verbreitung und Nutzung einer Technologie. [2].

## **Ergebnisse**

Für die Analyse eines TIS ist die Ausgestaltung der sechs Subanalysen entscheidend. Zuerst muss die Systemgrenze definiert werden. Hier ist darauf zu achten, dass ein räumlich begrenztes TIS wie die hier untersuchte Energiepartnerschaft inklusive seiner globalen Einbettung betrachtet wird. [2]. Die Definition der strukturellen Komponenten im TIS bildet die zweite Subanalyse. Dabei werden die Akteursgruppen in ihrem systemischen Aktionsfeld einzeln, und im Zuge der übergreifenden TIS-Theorie, zusammen

---

<sup>1</sup> Beide Autor\*innen: IZES gGmbH, Altenkesseler Straße 17, 66115 Saarbrücken, [kasper@izes.de](mailto:kasper@izes.de) & [hauser@izes.de](mailto:hauser@izes.de), +49 681 844 972-0; <https://www.izes.de>

beleuchtet. Die Netzwerke zwischen den strukturellen Komponenten sind dabei eine Form der systemischen Organisation und dienen dem Austausch von Wissen. [1].

Die dritte Subanalyse dient der Darstellung des funktionalen Musters und der einhergehenden Erueierung der sieben Hauptfunktionen (vgl. Abb.). Diese werden hinsichtlich des qualitativen beziehungsweise quantitativen Erfüllungsgrades bewertet. Die Bewertung erfolgt anhand ausgewählter Indikatoren für die jeweiligen Hauptfunktionen und kann in entsprechenden Netzdiagrammen grafisch dargestellt werden. Mit den Diagrammen werden bis zu fünf unterschiedlichen Indikatoren Werte von 1 (vollkommene Erfüllung der Indikatorleistung) bis 5 (unzureichende Zielerfüllungsgrad) zugeordnet.

Die vierte Subanalyse dient der Bestimmung der Systemfunktionalität ausgehend vom beschriebenen funktionellen Muster und der tatsächlichen Systemgüte. Des Weiteren werden sich daraus ergebende Schlussfolgerungen beziehungsweise Prozessziele definiert.

Mit der fünften Analyse werden die Hemmnisse und Multiplikatoren, die auf das TIS und seine Beschaffenheiten (Funktionen) einwirken, ausgehend vom vorliegenden Funktionsmuster sowie den darin herausgearbeiteten Erkenntnissen zusammengesetzt und zusammenfassend beleuchtet.

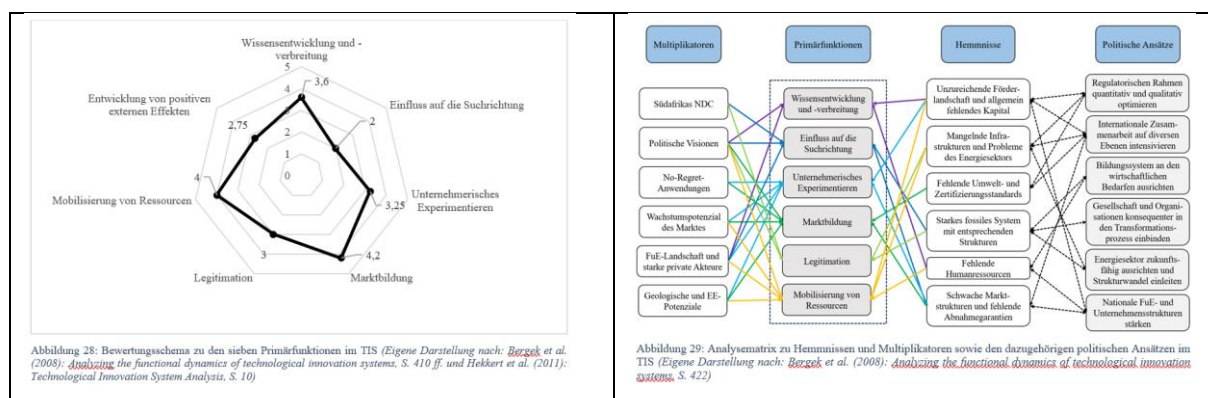


Abbildung: Analyse des funktionalen Musters des TIS ZA-DE und der identifizierten Hemmnisse

Im Verbund ergibt sich eine übergreifende Matrix zum TIS, auf deren Basis - nach Gesprächen mit den relevanten Stakeholder\*innen – konkrete politische Strategien zur Stärkung der Systemfunktionalität und Innovationskraft der Technologie etabliert werden können [2].

## Referenzen

- [1] Carlsson, Bo; Stankiewicz, Rikard (1991): On the nature, function and composition of techno-logical systems. In: *Journal of Evolutionary Economics* (Volume 1, Issue 2), 93–118. Springer Science+Business Media LLC.
- [2] Bergek, Anna; Jacobsson, Staffan; Carlsson, Bo; Lindmark, Sven; Rickne, Annika (2008): Analyzing the functional dynamics of technological innovation systems: A scheme of analysis. In: *Research Policy* 37 (3), S. 407–429. DOI: 10.1016/j.respol.2007.12.003.
- [3] Hekkert, Marko; Negro, Simona; Heimeriks, Gaston; Harmsen, Robert (2011): *Technological Innovation System Analysis. A manual for analysts*. Hg. v. Faculty of Geosciences. Copernicus Institute for Sustainable Development and Innovation. Universiteit Utrecht.
- [4] Esmailzadeh, Mohammad; Noori, Siamak; Aliahmadi, Alireza; Nouralizadeh, Hamidreza; Bogers, Marcel (2020): A Functional Analysis of Technological Innovation Systems in Developing Countries: An Evaluation of Iran's Photovoltaic Innovation System. In: *Sustainability* 12 (5), S. 2049. DOI: 10.3390/su12052049.
- [5] Furtado, André Tosi; Hekkert, Marko P.; Negro, Simona O. (2020): Of actors, functions, and fuels: Exploring a second generation ethanol transition from a technological innovation systems perspective in Brazil. In: *Energy Research & Social Science* 70, S. 101706. DOI: 10.1016/j.erss.2020.101706.
- [6] Wandera, Faith Hamala (2020): The innovation system for diffusion of small wind in Kenya: Strong, weak or absent? A technological innovation system analysis. In: *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development* 13 (5), S. 527–539. DOI: 10.1080/20421338.2020.1771979.