

# DEKARBONISIERUNG DER ENERGIEVERSORGUNG VON KLEINEN UND MITTLEREN UNTERNEHMEN DURCH SEKTORKOPPLUNG

Jonas BAARS<sup>1</sup>, Tim WAWER<sup>2</sup>

## Inhalt

Damit die im Klimaschutzplan 2050 festgelegten Emissionsminderungen erreicht werden können, müssen Unternehmen ihre Prozesse dekarbonisieren [1]. Ziel dieses Artikels ist es, sektorübergreifende Kombinationen verschiedener technischer Lösungen für eine kosteneffiziente Dekarbonisierung von Unternehmen aufzuzeigen und zu vergleichen. Auf Systemebene wird eine Dekarbonisierung durch den Ausbau der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen in Verbindung mit einer Wasserstoffinfrastruktur als Grundlage der Sektorkopplung angestrebt [2]. Auf der betrieblichen Ebene von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) liegt der Fokus der Dekarbonisierung oft auf dem Sektor Strom, aber auch die Bereitstellung der Prozess- sowie Niedertemperaturwärme müssen bei den Unternehmen betrachtet werden [3].

In diesem Artikel wird die Nutzung von grünem Wasserstoff auf Unternehmensebene einer direkten Elektrifizierung gegenübergestellt. Für die Unternehmen wird herausgearbeitet, wie sie in einem zukünftigen Energiesystem mit den für die Produktion erforderlichen Energieformen versorgt werden können. Hierzu wird eine betriebswirtschaftliche Optimierung unter zukünftigen energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen durchgeführt, um Zusammenhänge aufzuzeigen und technologische Empfehlungen zu validieren.

## Methodik

Zur Identifizierung der kostengünstigsten Transformation der Energieversorgung für Unternehmen wird eine lineare Optimierung vorgenommen. Die Energiesystemmodellierung wird in dem Open Energy Modelling Framework „oemof“ implementiert. Das Framework dient zur Modellierung, Darstellung und Analyse von Energiesystemen [4].

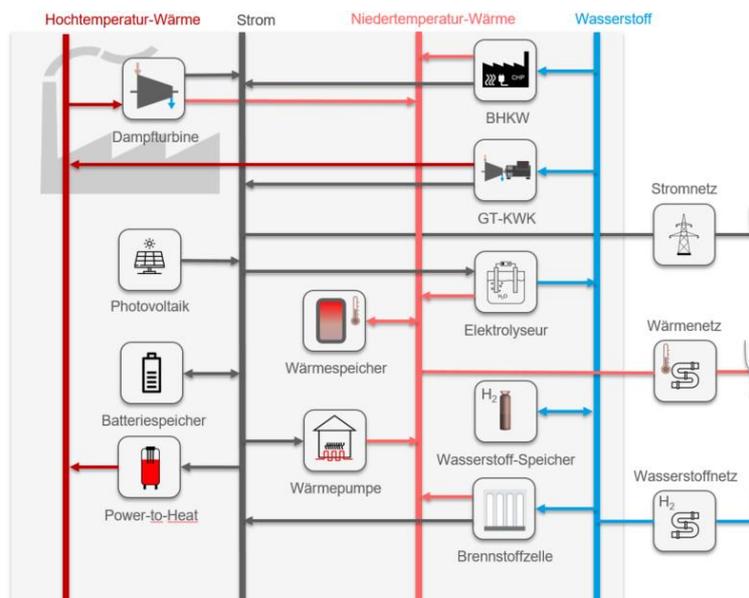


Abbildung 1: Schematische Darstellung des Unternehmensmodells

<sup>1</sup> Campus Lingen – Hochschule Osnabrück - Fakultät Management, Kultur und Technik, Bernd-Rosemeyer-Straße 9-11 49808 Lingen, Tel.: 0591 800 98 334, jonas.baars@hs-osnabrueck.de (Nachwuchsautor)

<sup>2</sup> Campus Lingen – Hochschule Osnabrück - Fakultät Management, Kultur und Technik, Kaiserstraße 10c 49809 Lingen (Ems), Tel.: 0591 80098 290, Fax: 0591 80098 291, t.wawer@hs-osnabrueck.de, <https://www.hs-osnabrueck.de/prof-dr-tim-wawer/>

In **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** ist das entwickelte Unternehmensmodell schematisch dargestellt. Zur Bereitstellung der Niedertemperaturwärme stehen ein H<sub>2</sub>-BHKW und eine H<sub>2</sub>-Brennstoffzelle sowie eine Wärmepumpe als Optionen zur Verfügung. Die Prozesswärme (Hochtemperatur) kann durch eine Gasturbine in Kraft-Wärme-Kopplung und eine Power-to-Heat-Anlage bereitgestellt werden. Zur Herstellung von Wasserstoff besteht die Möglichkeit einer Investition in einen Elektrolyseur. Zur ungekoppelten Stromerzeugung sind Investitionen in eine PV-Anlage möglich. Zur zeitlichen Flexibilisierung von Wasserstoff, Strom und Niedertemperaturwärme können Speicher installiert werden. In dem Modell ist für alle Endenergieträger eine Make-Or-Buy-Option implementiert, so dass diese auch aus dem öffentlichen Netz bezogen werden können.

Die Optimierung wird in stündlicher Auflösung durchgeführt. Neben Investitionskosten werden Netzbezugskosten und Vergütungen betrachtet. Hierbei wird eine Gegenüberstellung von statischen Strompreisen aus dem Netz und dynamischen Strompreisen auf Basis der Börsenstrompreise durchgeführt. Zielfunktion der Modelloptimierung ist die Kostenminimierung für das Unternehmen. Die Nebenbedingungen sind die maximalen Leistungsbegrenzungen der verschiedenen Technologien sowie der Ausgleich zwischen Angebot und Nachfrage der einzelnen Energieformen.

## Ergebnisse

In der Untersuchung werden ein Produktionsunternehmen mit Prozesswärmebedarf und ein Handwerksunternehmen ohne Prozesswärmebedarf analysiert. Dazu werden für die einzelnen Modellunternehmen typische Lastgänge verwendet. Es werden die Entscheidungen der Unternehmen in Abhängigkeit der Strompreise untersucht. Die Interaktionen der Unternehmen zum öffentlichen Versorgungsnetz zeigen auf, welche Anforderungen an das Energiesystem durch die Unternehmen entstehen. Unabhängig von den betrachteten Strompreisen wird der mögliche Photovoltaikausbau für die Unternehmen empfohlen. Restliche Strombedarfe werden aufgrund maximaler Ausnutzung der Dachflächen bei niedrigen Strompreisen über den Strombezug aus dem öffentlichen Netz bereitgestellt. Bei Unternehmen mit Prozesswärmebedarf wird bereits bei einem geringen Strompreis die Substitution des Stromimportes durch eine H<sub>2</sub>-Gasturbine in Kraft-Wärme-Kopplung angeregt. Bei Unternehmen ohne Prozesswärmebedarf wird eine H<sub>2</sub>-Brennstoffzelle umgesetzt, die Strom und Wärme erzeugt. Der Einsatz von Blockheizkraftwerken ist in beiden untersuchten Fällen nicht empfehlenswert. Die Bereitstellung von Niedertemperaturwärme wird in beiden Fällen durch den Einsatz von Wärmepumpen bestimmt. Nur bei sehr hohen Strompreisen wird statt in Wärmepumpen die Abwärme der stromgeführten Brennstoffzelle in einer Kraft-Wärme-Kopplung genutzt. Je höher die Strompreise sind, desto mehr erfolgt eine wasserstoffbasierte Versorgung in allen Nutzenergiebereichen. Im Vergleich weisen dynamische Strompreise gegenüber statischen Strompreisen geringere Unterschiede in den gewählten Technologien auf. Dies ist bedingt durch die Möglichkeit der Ausnutzung von günstigen Preistarifen in Zeiten eines niedrigen Börsenstrompreises und motiviert die Unternehmen zu einem netzdienlichen Verhalten.

## Referenzen

- [1] Scorza, S. A., Pfeiffer, J., Schmitt, A., & Weissbart, C. (2018): Kurz zum Klima:» Sektorkopplung «–Ansätze und Implikationen der Dekarbonisierung des Energiesystems, in: ifo Schnelldienst, 71(10), 49-53.
- [2] Gils, H.G.; Gardian, H.; Schmutge, J. (2021): Interaction of hydrogen infrastructures with other sector coupling options towards a zero-emission energy system in Germany. Renewable Energy 180 (2021) 140-156. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.08.016>
- [3] dena – Deutsche Energie-Agentur GmbH (2018): dena-Leitstudie Integrierte Energiewende.
- [4] Hilpert, S.; Kaldemeyer, C.; Krien, U.; Günther, S.; Wingenbach, C.; Plessmann, G. (2018): The Open Energy Modelling Framework (oemof) - A new approach to facilitate open science in energy system modelling. Energy Strategy Reviews 22 (2018) 16-25. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2018.07.001>.