

# Wirtschaftlichkeit und CO<sub>2</sub>-Emissionen eines dezentralen cross-sektoralen Energiesystems in optimierten Betriebsweisen

Themenbereich: (3) Sektorkopplung und Flexibilität

Sebastian BERG<sup>1(1)</sup>, Lasse BLAUME<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>Fraunhofer UMSICHT

## Motivation und zentrale Fragestellung

Primäres Ziel dezentraler cross-sektoraler Energiesysteme (DCES) ist die Deckung der Energiebedarfe der zu versorgenden Gebäude (Strom, Wärme, Kälte etc.). Durch die Kopplung mit dem öffentlichen Stromnetz ergibt sich die Möglichkeit eines markt- sowie CO<sub>2</sub>-Emissionsoptimierten Betriebs.

Da der Strompreis und CO<sub>2</sub>-Emissionen des Netzstromes aufgrund der Schaltreihenfolge der Grenzkraftwerke durch die Merit-Order der Strombörse miteinander korrelieren [1], wird in dieser Arbeit untersucht, welchen Einfluss ein wirtschaftlich optimierter und ein CO<sub>2</sub>-Emissionsoptimierter DCES-Betrieb auf die Betriebskosten und auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen haben. Die zentrale Fragestellung lautet: Werden durch einen wirtschaftlich optimierten Betrieb im aktuellen Strommarktdesign CO<sub>2</sub>-Einsparungen erzielt?

## Methodische Vorgangsweise

In der Arbeit wird ein Optimierungsmodell des DCES eines Krankenhauses genutzt. Dieses Mixed-Integer-Linear-Programming (MILP)-Modell beinhaltet ein BHKW, einen Gaskessel, thermische Speicher und einen Netzstromanschluss. Unter der Bedingung, dass die Bedarfe zu jedem Zeitpunkt gedeckt werden müssen, berechnen wir mit dem Modell den betriebskosten- sowie CO<sub>2</sub>-Emissionsoptimierten Betrieb. Für den betriebskostenoptimierten Betrieb wird ein Strom-Festpreistarif, sowie ein Strom-Flexpreistarif genutzt. Der Flexpreistarif orientiert sich dabei am Preisverlauf der Strombörse. Für den CO<sub>2</sub>-Emissionsoptimierten Betrieb werden die Scope 1 und 2 CO<sub>2</sub>-Emissionen betrachtet [2]. Es werden die Gesamtkosten und die CO<sub>2</sub>-Emissionen über den untersuchten Zeitraum bestimmt und verglichen.

## Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Die Betriebskosten des Festpreistarif-optimierten Betriebs liegen bei 289 T€ und es ergeben sich CO<sub>2</sub>-Emissionen in Höhe von 1.482 t CO<sub>2</sub> pro Jahr, während der Flexpreistarif-optimierte Betrieb 6,5 % geringere Kosten und 1,6 % weniger CO<sub>2</sub>-Emissionen aufweist. Auch der CO<sub>2</sub>-Emissionsoptimierte Betrieb resultiert in etwas niedrigeren Betriebskosten, erreicht mit lediglich um 1,8 % geringeren Kosten gegenüber dem Festpreistarif-optimierten Betrieb jedoch nicht die wirtschaftlichen Einsparpotentiale des Flexpreistarif-optimierten Betriebs. Jedoch werden 6,5 % weniger CO<sub>2</sub>-Emissionen verursacht. (siehe Tabelle 1)

**Tabelle 1: Betriebskosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen eines DCES über ein Jahr für drei Optimierungsszenarien.**

Optimierungsgröße	Kosten [T€]	Δ Kosten [T€]	Δ rel. Kosten [%]	CO <sub>2</sub> -Emissionen [t <sub>CO2</sub> ]	Δ CO <sub>2</sub> -Emissionen [t <sub>CO2</sub> ]	Δ rel. CO <sub>2</sub> -Emissionen [%]
Festpreis-Tarif (Referenz)	288,95	-	-	1.482,15	-	-
Flexpreis-Tarif	270,29	18,66	6,46	1.459,10	23,05	1,56
CO <sub>2</sub> -Emissionen	283,62	5,33	1,84	1.386,43	95,72	6,46

<sup>1</sup> Jungautor, Osterfelder Str. 3, 46047 Oberhausen, Deutschland, +49 208 8598-1702, [sebastian.berg@umsicht.fraunhofer.de](mailto:sebastian.berg@umsicht.fraunhofer.de), [www.umsicht.fraunhofer.de](http://www.umsicht.fraunhofer.de)

In dieser Fallstudie liegen die Zusatzkosten für die Einsparung zusätzlicher CO<sub>2</sub>-Emissionen zwischen dem Flexpreistarif- und dem CO<sub>2</sub>-Emissionsoptimierten Betrieb bei 183 €/t<sub>CO<sub>2</sub></sub>. Dieser Preis liegt über dem aktuellen Preis von 25 €/t<sub>CO<sub>2</sub></sub> des nationalen Emissionshandels [3].

Daraus kann abgeleitet werden, dass in dieser Fallstudie der börsenorientierte Flexpreistarif-optimierte Betrieb im Vergleich zu einem Fixpreistarif-optimierten Betrieb wirtschaftlicher ist und zugleich CO<sub>2</sub>-Emissionen einspart. Die eingesparte Menge CO<sub>2</sub> eines CO<sub>2</sub>-Emissionsoptimierten Betriebs wird zwar nicht erreicht, die anfallenden Kosten pro eingesparter Tonne CO<sub>2</sub> liegen jedoch über dem aktuellen Preis für CO<sub>2</sub>.

## Literatur

- [1] FfE (2022): Entwicklung der Energie- und CO<sub>2</sub>-Preise 2022,  
<https://www.ffe.de/veroeffentlichungen/entwicklung-der-energie-und-co2-preise-2022/>  
Stand: 10.11.2022
- [2] Baumgärtner, N.; Delorme, R.; Hennen, M.; Bardow, A. (2019): Design of low-carbon utility systems: Exploiting time-dependent grid emissions for climate-friendly demand-side management. In: Applied Energy, 247 (RWTH-2019-04304), S. 755–765. doi: 10.1016/j.apenergy.2019.04.029
- [3] Bundesregierung (2022): CO<sub>2</sub>-Emissionen effektiv verringern,  
<https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/klimaschutz/preis-fuer-co2-1792082>  
Stand: 10.11.2022