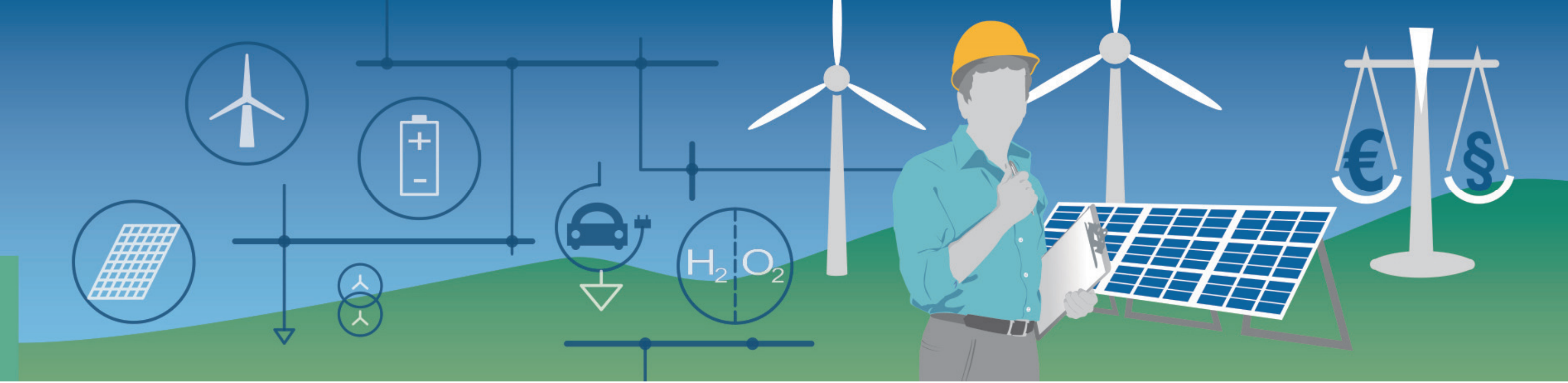
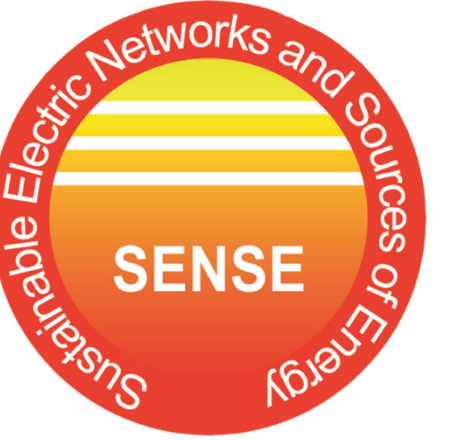




Analyse der Wechselwirkung von CO₂-Einsparungen und Strompreismodellen für eine Liegenschaft mit Eisspeicher



Stefan Bschorer, M.Sc. • Dr.-Ing. Maren Kuschke • Prof. Dr.-Ing. Kai Strunz

{stefan.bschorer, maren.kuschke, kai.strunz}@tu-berlin.de

Technische Universität Berlin, Deutschland

I. Motivation

Der steigende Anteil von erneuerbaren Energien führt zu einem zunehmendem **Bedarf an flexiblen Lasten und Speichern** [1], [2]. Ein **Energiemedium-übergreifendes Smart Grid**, wie in **Abbildung 1** dargestellt, bietet solche Flexibilität durch Kopplung von thermischen und elektrischen Netzen. Hier werden mögliche **Strompreismodelle als Anreiz zur Lastverschiebung** hinsichtlich Wirtschaftlichkeit und CO₂-Einsparungen analysiert.

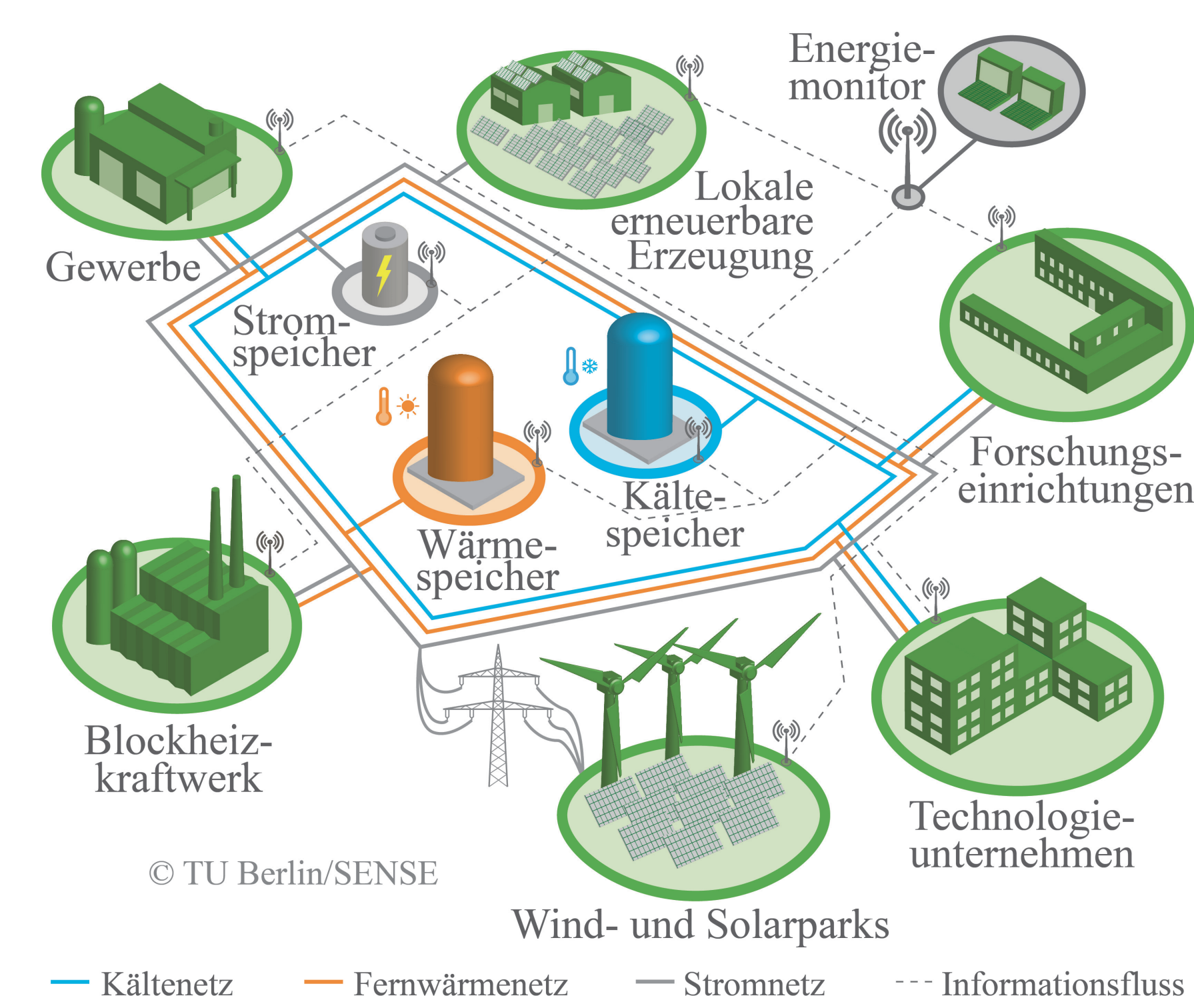


Abbildung 1 Beispielhaftes Energiemedium-übergreifendes Smart Grid

II. Flexible Strompreismodelle

	$c_{el,ref}$	$c_{el,1}$	$c_{el,2}$	$c_{el,3}$
Entgelte, Umlagen und Steuern	4,66 $\frac{ct}{kWh}$			
Beschaffung und Vertrieb	3,4 $\frac{ct}{kWh}$	-2 – 8 $\frac{ct}{kWh}$ (abhängig von Börsenstrompreis)		
EEG-Umlage	6,34 $\frac{ct}{kWh}$	0 – 12,68 $\frac{ct}{kWh}$ (abhängig von Börsenstrompreis)		0 – 12,68 $\frac{ct}{kWh}$ (abhängig von Residuallast)
Gesamt	14,4 $\frac{ct}{kWh}$	9 – 19 $\frac{ct}{kWh}$	2,66 – 25,34 $\frac{ct}{kWh}$	2,66 – 25,34 $\frac{ct}{kWh}$

Tabelle 1 Komponenten der untersuchten Strompreismodelle

Es werden **drei flexible Strompreismodelle** mit einem konstanten Strompreis $c_{el,ref}$ verglichen. In **Tabelle 1** sind die untersuchten Strompreismodelle mit ihren Komponenten gegenübergestellt. Neben einem **konstanten Anteil, der für alle Strompreismodelle gleich hoch ist**, werden der Preis für Beschaffung und Vertrieb sowie die EEG-Umlage flexibilisiert.

Bei den Strompreisen $c_{el,1}$, $c_{el,2}$ und $c_{el,3}$ wird ein **flexibler Preis für Beschaffung und Vertrieb** verwendet, der **vom Börsenstrompreis abhängt**. Der Day-Ahead-Börsenstrompreis wird dazu mit einer Marge für den Stromversorger beaufschlagt. Außerdem wird der Preis nach oben bei 8 $\frac{ct}{kWh}$ und nach unten bei -2 $\frac{ct}{kWh}$ begrenzt.

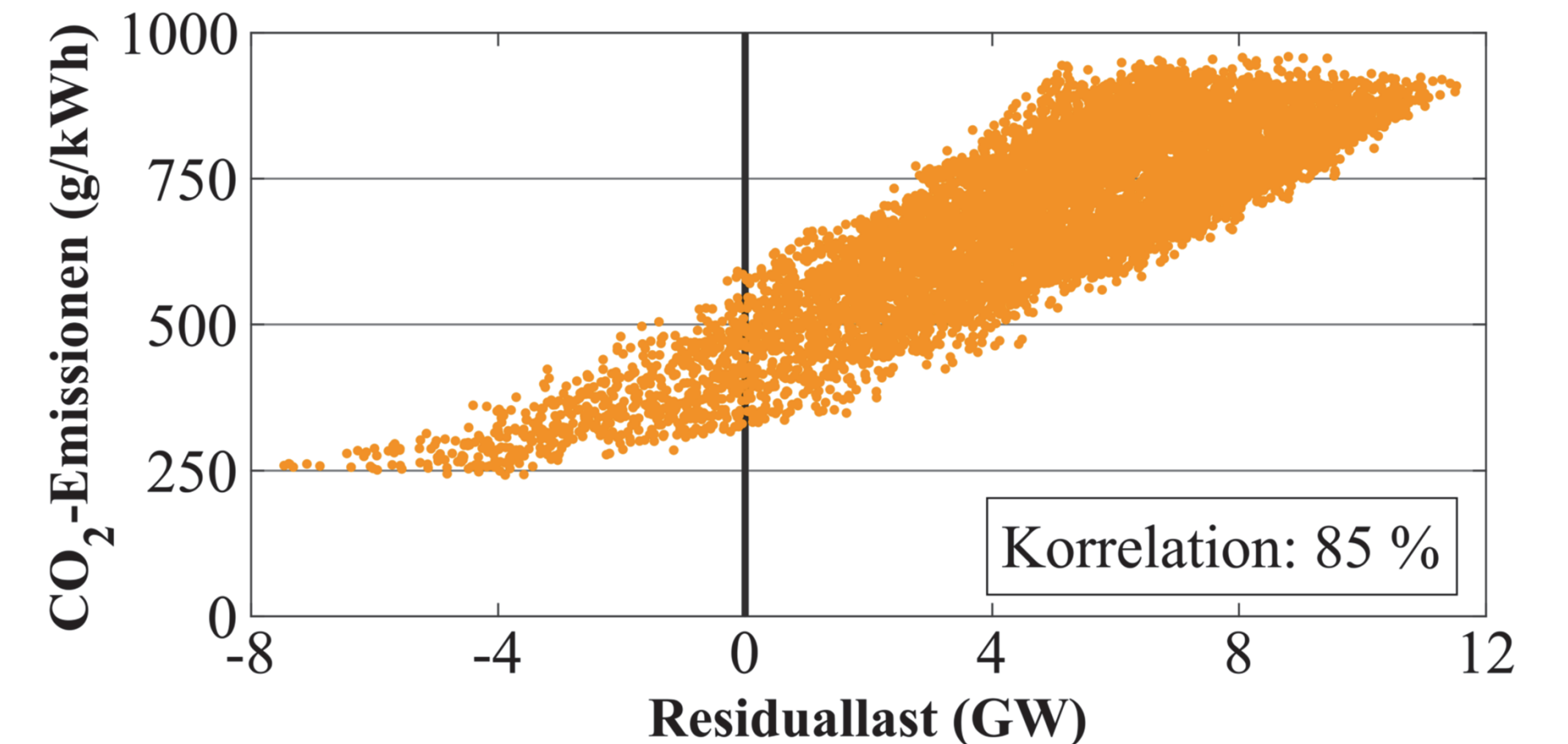


Abbildung 2 Korrelation von Residuallast und CO₂-Emissionen in der 50Hertz-Regelzone im Jahr 2016 (mit Daten aus [4] und [5])

Während beim Strompreis $c_{el,1}$ eine **konstante EEG-Umlage** angenommen wird, wird diese **bei $c_{el,2}$ und $c_{el,3}$ flexibilisiert**. Bei $c_{el,2}$ wird gemäß [3] der **Börsenstrompreis als Index für die EEG-Umlage** herangezogen.

Als Anreiz zur Reduzierung von CO₂-Emissionen wird bei $c_{el,3}$ die **EEG-Umlage** beispielhaft so flexibilisiert, dass sie mit den **CO₂-Emissionen in der 50Hertz-Regelzone** korreliert.

Abbildung 2 zeigt die Korrelation von Residuallast und CO₂-Emissionen der Stromerzeugung in der 50Hertz-Regelzone im Jahr 2016.

III. Ergebnisse

Die betrachteten Strompreismodelle werden an einer **Liegenschaft mit Eisspeicher** untersucht. Ein wesentlicher Anteil des Stromverbrauchs wird dort für Erzeugung von Kälte zur Klimatisierung und Prozesskühlung eingesetzt.

Abbildung 3 zeigt die jährlichen Stromkosten und CO₂-Emissionen für die untersuchten Preismodelle. Mit $c_{el,2}$ können **28 % der jährlichen Stromkosten** im Vergleich zu $c_{el,ref}$ **eingespart werden**, allerdings steigen die CO₂-Emissionen leicht an.

Die Verwendung von $c_{el,3}$ führt zu **20 % niedrigeren Stromkosten** und **4 % geringeren CO₂-Emissionen**. In **Abbildung 4** sind Vollzyklen und Verluste des Eisspeichers dargestellt.

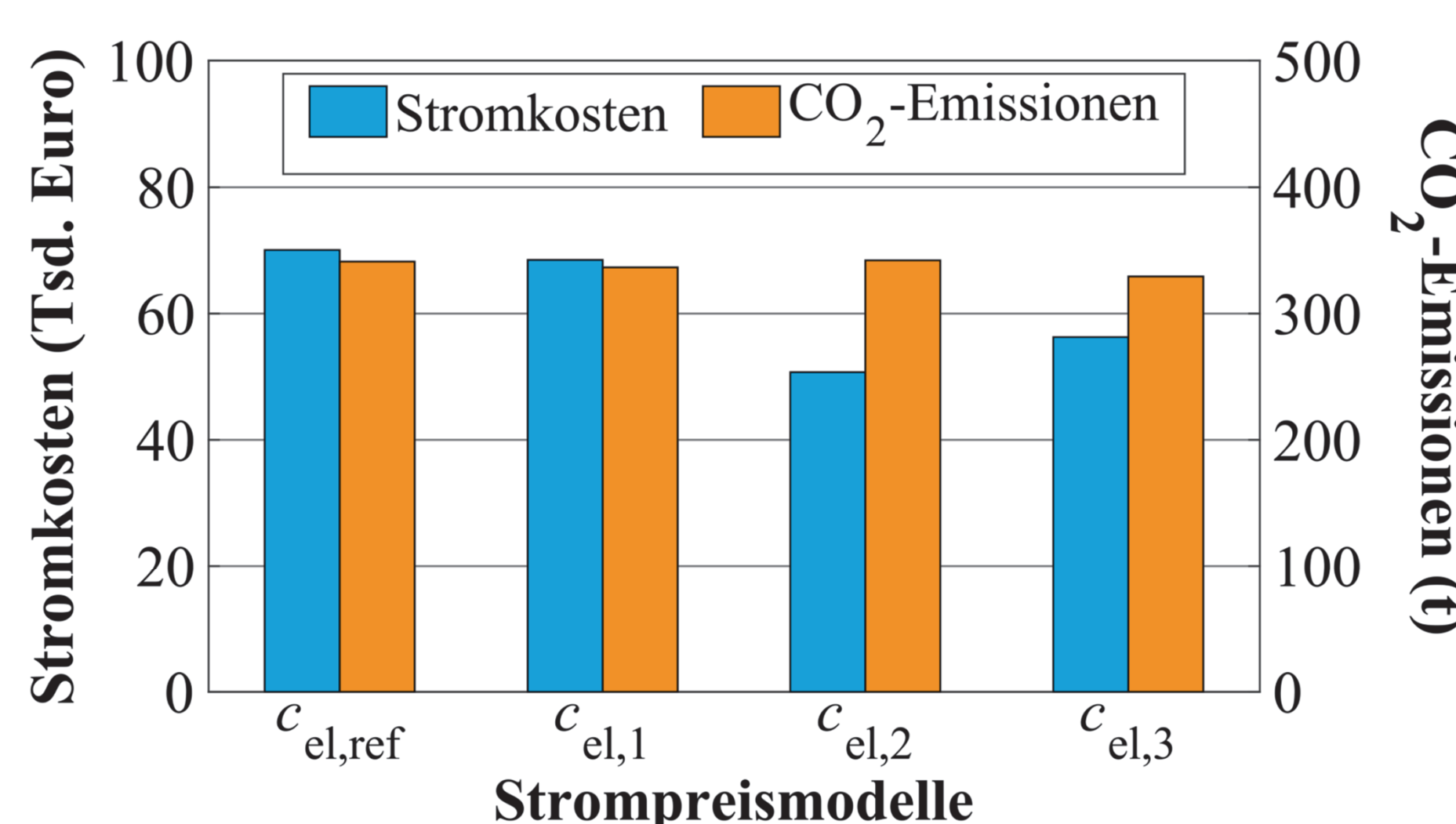


Abbildung 3 Jährliche Stromkosten und CO₂-Emissionen für unterschiedliche Strompreismodelle

Bei $c_{el,2}$ und $c_{el,3}$ wird der Eisspeicher mit **119 bzw. 121 Vollzyklen** deutlich häufiger genutzt als bei $c_{el,ref}$ mit 43 Vollzyklen.

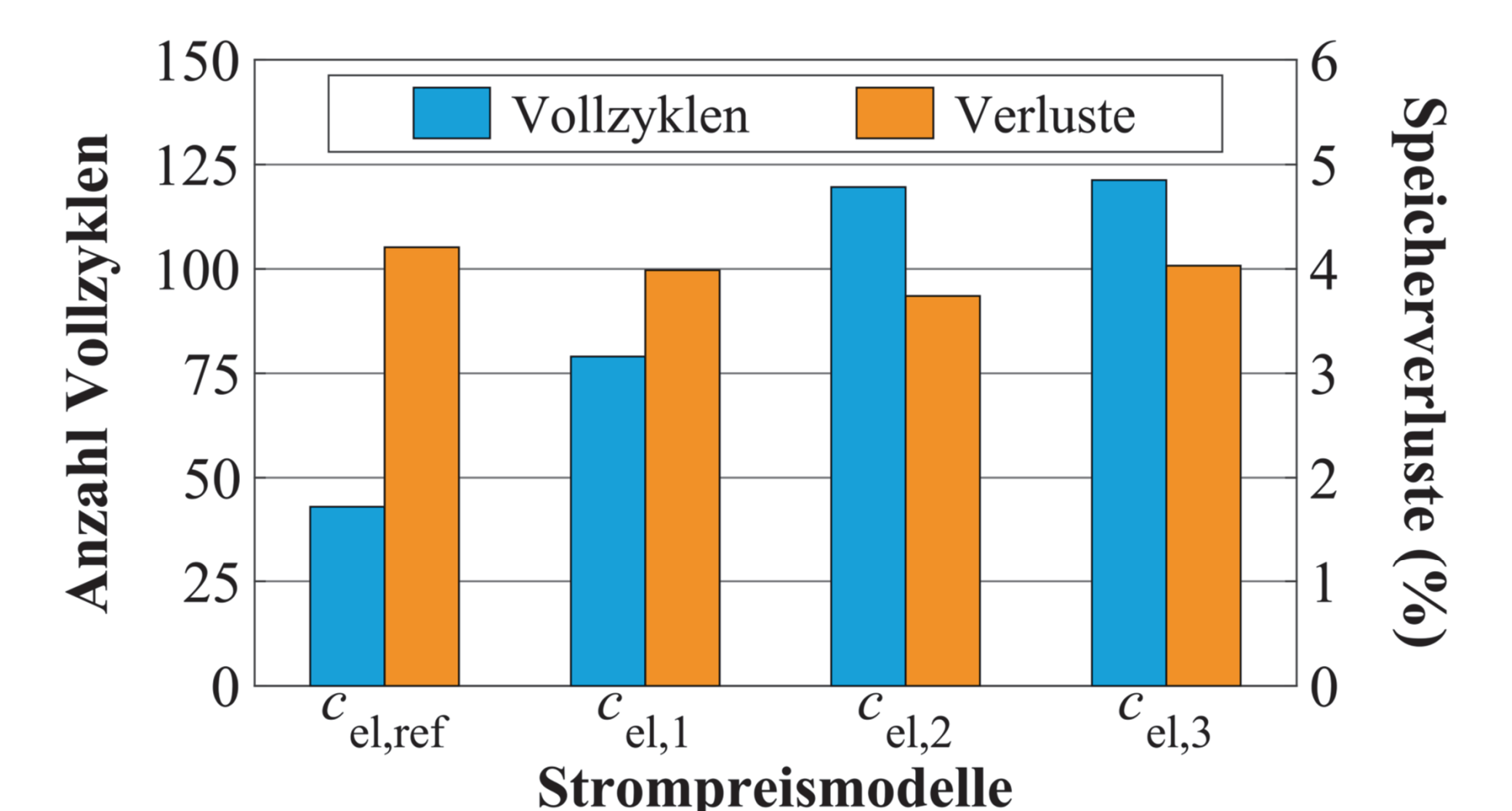


Abbildung 4 Anzahl der Vollzyklen sowie die Verluste des Eisspeichers für unterschiedliche Strompreismodelle

Die **Verluste des Eisspeichers** sind bei allen betrachteten Preismodellen **ähnlich hoch** und liegen zwischen 3,7 % und 4,2 %.

IV. Zusammenfassung

Am Beispiel einer Liegenschaft mit Eisspeicher wurden drei flexible Strompreismodelle mit einem konstanten Strompreis verglichen.

Die Flexibilisierung der EEG-Umlage abhängig vom Börsenstrompreis führt zwar zu niedrigeren Kosten, aber nicht zu einer Reduzierung der CO₂-Emissionen.

Das Preismodell mit einer flexiblen EEG-Umlage abhängig von der Residuallast führt sowohl zu 20% niedrigeren Kosten als auch 4 % geringeren CO₂-Emissionen.



Abbildung 5 Eisspeicher in Adlershof

Literatur

- [1] VDE ETG: *VDE-Studie: Energiespeicher für die Energiewende*. Frankfurt a. M., 2012
- [2] Agora Energiewende: *Stromspeicher in der Energiewende*. Berlin, 2014
- [3] Ecofys Germany: *Der Spotmarktpreis als Index für eine dynamische EEG-Umlage*. Berlin, 2014
- [4] ENTSO-E Transparency Platform, online: <https://transparency.entsoe.eu/>
- [5] FFE e.V.: *Basisdaten zur Bereitstellung elektrischer Energie*. München, 2010

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Forschungsprojekt „Energienetz Berlin Adlershof“ (03ET1038G)

Projektpartner



Mit Unterstützung von

