

---

## 80% Nutzungsgrad der Erneuerbaren Energien durch innovative Systemkopplung und Rückverstromung von grünem Wasserstoff

80% efficiency of renewable energy by innovative sector coupling and re-electrification with green hydrogen

Uwe Neiß, Dr. Thomas Neuenhahn, Siemens AG, Prof. Dr. Thomas Thiemann, Dr. Alexander Tremel

### Kurzfassung

Im Rahmen einer durch das Ministerium für Wirtschaft, Innovation, Digitalisierung und Energie des Landes NRW (MWIDE) geförderten Machbarkeitsstudie wurden Systemlösungen zur CO<sub>2</sub>-freien Strom- und Wärmeversorgung mit Sektorkopplung entwickelt und bewertet. Hierbei wurden drei Größenklassen (5 bis 20 MW, 20 bis 100 MW und über 100 MW) zur ganzjährigen Deckung der elektrischen und thermischen Leistung gemeinsam mit Partnern vertieft untersucht.

Ausgangspunkt aller Untersuchungen sind konkrete Windkraft- und Photovoltaikerzeugungsprofile sowie elektrische und thermische Lastprofile im Netz bzw. beim Endverbraucher. Basierend auf diesen Randbedingungen wurden wirtschaftlich optimierte Systemlösungen zur CO<sub>2</sub>-freien Energieversorgung in jeder Stunde des Jahres erarbeitet.

Hierbei wurden verschiedene Speichertechnologien (Wasserstoffherzeugung, -speicherung und Rückverstromung „Power-to-X-to-Power“, Batterien, Warmwasserspeicherung) optimal unter gesamtwirtschaftlichen Gesichtspunkten (Investitions- und Betriebskosten) miteinander kombiniert. Zusätzlich wurden unterschiedliche Möglichkeiten der Sektorkopplung untersucht und bewertet, z. B. die Nutzung elektrischer Energie zur Wärmeversorgung und in der Mobilität. In den optimierten Systemen erfolgt die kurzfristige Speicherung typischerweise über Batterien und für die längerfristige Speicherung wird Wasserstoff eingesetzt, der zur Rückverstromung in „Dunkelflauten“ in einer Gasturbine verwendet wird.

Die vorgestellten Systemlösungen stellen einen holistischen Ansatz dar, die sowohl die Strom- als auch Wärmeversorgung adressieren, neben der Sektorkopplung auch eine optimierte Betriebsweise der Systemkomponenten beinhalten und so den Power-to-X-to-Power Wirkungsgrad von üblicherweise 30%-40% für die Stromspeicherung auf einen Nutzungsgrad der erneuerbaren Energien für Strom und Wärme von insgesamt etwa 80% steigert.

Diese Untersuchung ist auch ein Beitrag, um die Ausarbeitung zukünftiger Marktmodelle zu unterstützen - insbesondere mit Blick auf die Energiewende in Deutschland.

---

### Abstract

A solution for a CO<sub>2</sub>-free electricity and heat supply system including sector coupling was developed and evaluated in a feasibility study co-funded by the Ministry of Economic Affairs Innovation, Digitalization and Energy of the State of North Rhine-Westphalia (MWIDE). In such study three power segments (5 to 20 MW, 20 to 100 MW and above 100 MW) to supply the specific electrical and heat demand for full year have been intensively investigated with partners.

Starting point of all investigations are the local load profiles of wind turbines and solar cells as well as the electrical and heat load profile of the grid or end-user. Based on these boundary conditions an economical optimized solution for a CO<sub>2</sub>-free energy supply system covering each hour of the year has been developed.

Several storage technologies (hydrogen generation, storage and re-electrification by a gas turbine (Power-to-X-to-Power), batteries and heat storage) have been combined to achieve an economical optimal solution taking into account CAPEX and OPEX cost. Additionally, opportunities by sector coupling like leveraging electric energy for heating as well as for mobility application have been investigated. In the optimized systems short term storage is handled by batteries and long-term storage by hydrogen with re-electrification in a gas turbine during dark doldrums.

The developed system solution represents a holistic approach, which covers the electricity as well as the heat supply in addition to the sector coupling and the optimization of each system component's operation. Thus, the Power-to-X-to-Power efficiency of typically 30%-40% for electricity storage is increased to an effectiveness of the renewable energy for electricity and heat to about 80%.

This investigation is also covering the development of future market models especially in consideration of the energy transition in Germany.