

CO2inloop

Extended sector coupling systems of district heating and cooling technology using CO2 as a heat transfer medium

Programm / Ausschreibung	ENERGIE DER ZUKUNFT, Smart Energy Systems, ERA-Net SES Call 2021	Status	laufend
Projektstart	01.09.2022	Projektende	31.08.2026
Zeitraum	2022 - 2026	Projektlaufzeit	48 Monate
Keywords	CO2-Netz, DHCN, Soft-Sensorik, Flexibilitätssteigerung, Anergienetz		

Projektbeschreibung

Um die Marktreife von CO2-Wärme-/Kältenetzen zu erhöhen, werden basierend auf dem Konzept von ExerGo Sàrl (Kooperationspartner des Projekts) in CO2inloop neue Betriebsmodelle und Systemerweiterungen untersucht. Diese Netze können zur Bereitstellung emissionsarmer Energiedienstleistungen in dicht besiedelten Städten genutzt werden. In Regionen, in denen Fernwärme und -kälte bereits umfassend genutzt werden, bietet das System viele Optionen, da kleinere, nicht isolierte Rohre wiederverwendet werden können, was zu deutlich geringeren Investitionen und einem Übergang zu erneuerbaren Heizlösungen durch Elektrifizierung mit Wärmepumpen führt.

Das Netz besteht aus einer dampf- und einer flüssiggeführten-CO2-Leitung. Indem flüssiges CO2 entnommen, verdampft und an das System zurückgeführt wird, kann im Sommer eine freie Kühlung bereitgestellt werden. Im Winter wird hingegen Dampf entnommen, dessen Kondensationsenthalpie als Wärmequelle für dezentrale Wärmepumpen dient. Insgesamt bedeutet dies, dass das CO2 je nach Verhältnis zwischen Kühl- und Heizleistung in beide Richtungen strömen kann und eine zentrale Anlage die Lasten ausgleicht. Als Wärmequelle können Erdwärmesonden oder Oberflächenwässer dienen.

Bisherige Studien gehen nur von konstanten Druckniveaus aus. Für die Wärmeübertragung zwischen den Netzen und dem Verbraucher kommt die hohe Verdampfungsenthalpie des CO2 bei rund 50 bar zu tragen. Das bedeutet, dass die Temperatur in den Leitungen zwischen 10 und 16°C liegt. Das Projekt CO2inloop zielt darauf ab, die Flexibilität solcher CO2-Netze durch die Variation des Druckniveaus zu erhöhen. Die Einstellung des Druckniveaus in den CO2-Netzen beeinflusst die CO2-Masse im Kreislauf. CO2-Speichersysteme können die fluktuierende CO2-Masse im System kompensieren, was zu steigenden Flexibilitätspotenzialen und weiteren Sektorkopplungslösungen führt, wie der Integration von Hochtemperaturbrennstoffzellen (SOFC), die Erdgas oder sogar Biogas direkt mit einem hohen elektrischen Wirkungsgrad von bis zu 60% umwandeln können. Die Restenergie der SOFC ist Hochtemperaturabwärme und kann in Industrieprozessen oder als Wärmequelle in Absorptionswärmepumpen genutzt werden. Das Projekt umfasst die Untersuchung von CO2-Netzen im Vergleich zu konventionellen Fernwärme- und Kältesystemen aus ökonomischer und ökologischer Sicht, einschließlich der oben beschriebenen Systemerweiterungen und neuen Regelalgorithmen. Das CO2-Netzwerk soll mit einer innovativen Simulationssoftware auf Basis der sogenannten Softsensorik untersucht werden. Diese Technologie wird derzeit von einzelnen Projektpartnern zur Simulation wasserbasierter Wärmenetze eingesetzt und soll in CO2inloop erstmals auch für CO2-Netze eingesetzt werden. Eine thermohydraulische

Echtzeitsimulation des gesamten CO₂-Netzes soll eine realitätsnahe Überwachung mit sicherheitssteigernder Wirkung ermöglichen.

Abstract

CO₂inloop aims to further develop the concept of CO₂ networks for heating and cooling. Based on the concept from ExerGo Sàrl (Cooperation partner of the project) new operation models will be investigated, to enhance the concept and to get one step further to the market readiness. The CO₂ networks can be used for supplying low-emission energy services to consumers in dense urban. In regions where district heating and cooling is already used extensively, the CO₂ network may provide options for further development as it provides options for use of smaller, uninsulated pipes resulting significantly lower investment and transition to renewable heating solutions by electrification using heat pumps.

The basic network consists of a vapor and liquid CO₂ line. In summer, free cooling is provided for air conditioning by evaporating liquid taken from the liquid line and releasing it in the form of vapor to the vapor line. In winter, vapor is taken out of the vapor line, condensed in a condenser-evaporator of the cold side of a heat pump and then released in the liquid line. Overall, this implies that the flow can go in both directions depending on the relative ratio between cooling and heating duties, and a central plant balances the loads. Geothermal probes or superficial water can serve as heat source.¹

Previous studies of such CO₂ grids are apparently only based on constant pressure levels. The high enthalpy of evaporation of CO₂ at around 50 bar takes effect for the heat transfer between the networks and the consumer. This means that the temperature in the lines is between 10 and 16°C. The CO₂inloop project aims to increase the flexibility of such CO₂ grids through the variation of the pressure level. The adjustment of the pressure level in the CO₂ networks influences the CO₂ mass in the circuit. CO₂ storage systems can compensate the variable CO₂ mass in the system, resulting in increasing flexibility potential and further sector coupling solutions, like integrating Solid Oxid Fuel Cells (SOFC), that can process natural gas, or even biogas directly with a high electrical efficiency of up to 60%. The remain energy of the SOFC is high-temperature heat and can be used in industrial processes or as heat source in absorption heat pumps. The project will cover investigation of the CO₂ solution compared to conventional district energy systems from economic and environmental perspectives, including the system extensions and new control algorithms described above.

The CO₂ network should also be examined with an innovative simulation software based on the so-called soft sensor technology. This technology is currently being used by individual project partners for the simulation of water-based heating networks and is also to be used for the first time in CO₂inloop for CO₂ networks. A thermo-hydraulic real-time simulation of the entire CO₂ network should enable realistic monitoring with safety-enhancing effects.

Projektkoordinator

- 4ward Energy Research GmbH

Projektpartner

- Prozess Optimal CAP GmbH
- Reiterer & Scherling GmbH