



RESTORE

Renewable Energy based seasonal Storage
Technology in Order to Raise Economic and
environmental sustainability of DHC

Gefördert durch



www.restore-dhc.eu



Über das Projekt RESTORE

RESTORE - **R**enewable **E**nergy based seasonal **S**torage **T**echnology in **O**rder to **R**aise **E**conomic and environmental sustainability of District Heating and Cooling (DHC) - ist ein im Rahmen des **HORIZON 2020** Programms SOCIETAL CHALLENGES - Sichere, saubere und effiziente Energie - finanziertes Forschungsprojekt.

Das Hauptziel des RESTORE-Projekts besteht in der Entwicklung einer Lösung, mit der der Versorgungsanteil durch unterschiedliche erneuerbare Energiequellen (EE) und Abwärme in Fernwärmenetzen (FW) erhöht werden kann. Dafür wird ein auf zwei innovativen Schlüsseltechnologien basierender Ansatz verfolgt:

- Der innovativen thermochemischen Energiespeicherung (TCES) kombiniert mit
- Dem reversiblen Organic Rankine Cycle (rORC)-Prozess: Wärmepumpe (WP) und ORC

Durch die innovative Kombination des rORC-Prozesses mit der TCES lässt sich die Herausforderung der zeitlichen Diskrepanz zwischen verfügbarer EE-Wärme bzw. Abwärme und benötigter Wärme- bzw. Kälte in bestehenden Fernwärmenetzen überwinden und so die Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit der Energieversorgung erhöhen. Damit wird in RESTORE eine bahnbrechende thermische Energiespeichertechnologie zur Dekarbonisierung des Fernwärme-Sektors entwickelt, mit der sich sommerliche EE-Wärme und Abwärmeüberschüsse für die wettbewerbsfähige Wärmebereitstellung im Winter nutzen lassen.

Das RESTORE-Projekt richtet sich an den Wärme- und Kältesektor, der aufgrund von schnellen und kostengünstigen Transformationsprozessen das größte Potenzial für die Nutzung erneuerbarer Energien und die Integration von Abwärme aufweist.

Das Projekt startete im Oktober 2021 und hat eine Laufzeit von 4 Jahren.

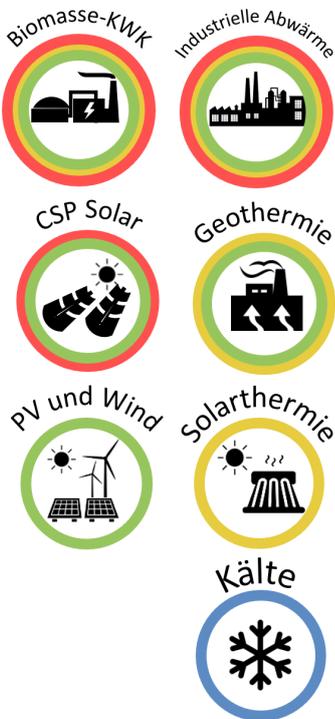


RESTORE-Technologie

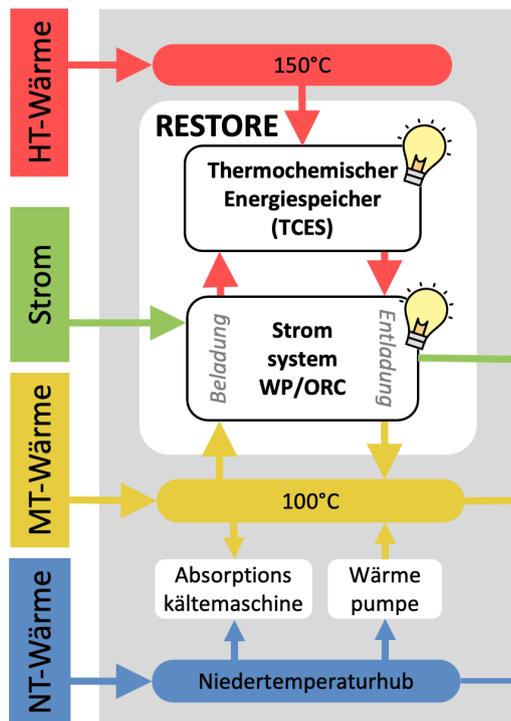
Die Kombination von zwei innovativen Schlüsseltechnologien ermöglicht eine klimaneutrale Fernwärmeversorgung mit EE-Anteilen von bis zu 100 %. Die unten stehende Grafik illustriert das RESTORE-Konzept. Wärme aus diversen EE-Quellen und Abwärme auf unterschiedlichen Temperaturniveaus sowie Stromüberschüsse aus EE werden als Energiequellen eingesetzt (linke Spalte der Grafik).

Wärme auf niedrigem oder mittlerem Temperaturniveau wird im RESTORE-Konzept entweder in das Fernwärmenetz eingespeist, um den aktuellen Bedarf zu decken, oder von der rORC-Einheit zu Hochtemperaturwärme angehoben und in der TCES-Einheit für die spätere Verwendung gespeichert (mittlere Spalte der Grafik). In Zeiten mit höherem Energiebedarf kann die Energie aus dem TCES entladen und Wärme und Strom an das Versorgungsgebiet geliefert werden (rechte Spalte der Grafik).

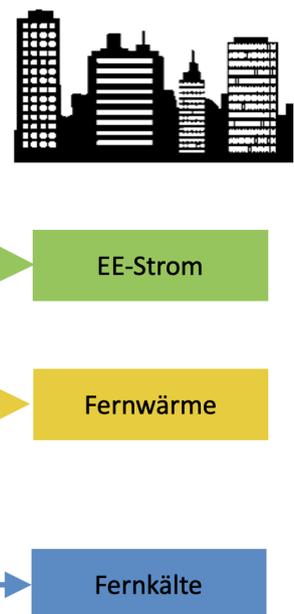
Energiequellen



RESTORE Technologie



Versorgung



RESTORE Technologie (NT: Niedertemperatur; MT: mittlere Temperatur; HT: Hochtemperatur)

Vorteile des RESTORE-Konzepts:



NUTZUNG VON EE UND ABWÄRME: RESTORE nutzt jegliche Art von Nieder- und Hochtemperaturwärme aus EE oder industrieller Abwärme und vergrößert damit deren Nutzungsanteile.



WIRTSCHAFTLICH & ZUVERLÄSSIG: RESTORE maximiert die Anlagenauslastung und ermöglicht eine konsequente Reduzierung der Amortisationszeit von Investitionskosten durch den Einsatz von kostengünstigen und langlebigen Komponenten.



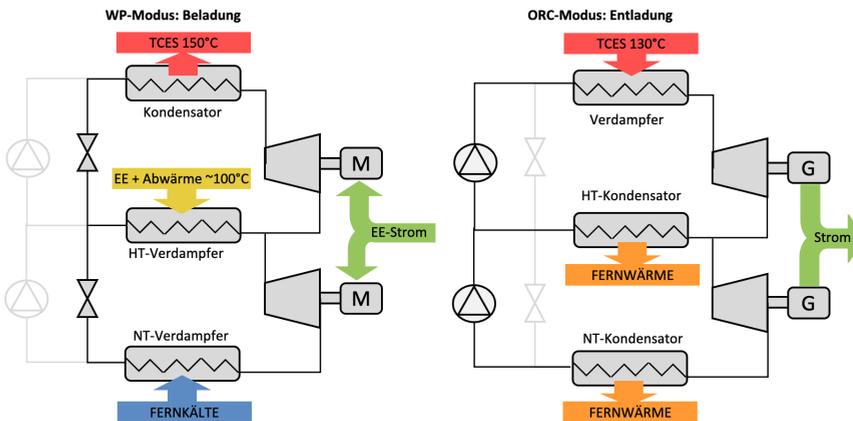
HOCH PERFORMANT: RESTORE garantiert eine hohe Energiedichte und geringe Verluste für die Kurz- und Langzeit-Speicherung von Wärme und Strom.



EMISSIONSFREI: RESTORE reduziert den für die Versorgung von Siedlungen notwendigen Brennstoffbedarf und die zugehörigen Treibhausgas-Emissionen.

Reversibler Organic Rankine Cycle

Die reversible WP- und ORC-Technologie von RESTORE bietet die einzigartige Möglichkeit, jegliche Art von EE und Abwärme in Fernwärmenetze zu integrieren und deren Nutzung das ganze Jahr über zu gewährleisten - mit positiven Effekten für Umwelt und Wirtschaftlichkeit. Das System basiert auf einem thermodynamischen Zyklus, der sowohl im Lademodus als WP als auch im Entlademodus zur direkten Stromerzeugung betrieben werden kann.



Mehrstufiger reversibles ORC-System zur Beladung und Entladung des TCES (NT: Niedertemperatur, HT: Hochtemperatur, El: Elektrizität)

Die Grafik zeigt ein Beispiel für eine Konfiguration, die im Rahmen des Projekts untersucht wird. Diese beinhaltet einen zweistufigen Verdampfer (im WP-Betrieb) bzw. einen zweistufigen Kondensator (im ORC-Betrieb).

Der Ladezyklus verfügt über eine WP mit zwei Verdampfungsstufen, um im Sommer auch Fernkälte bereitstellen zu können.

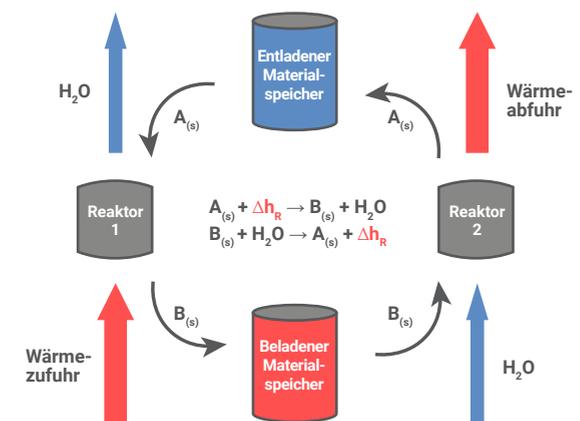
Beim ORC-Betrieb werden zwei Kondensationsstufen durchlaufen, wodurch die Wärmeversorgung von FW-Netzen auf unterschiedlichen Temperaturniveaus möglich ist.

Thermochemischer Energiespeicher

Eine Herausforderung für die Integration hoher Anteile von EE und Abwärme in Wärmeversorgungssysteme ist die Speicherung von sommerlicher Überschusswärme in den Winter, wenn der Wärmebedarf höher ist. Daher sind Speichersysteme, die Energie über lange Zeiträume verlustfrei speichern können, besonders wichtig.

Die Energiespeicherung in chemischen Reaktionen, auch Thermochemische Energiespeicherung (TCES) genannt, erfüllt diese Anforderung und überzeugt mit einer im Vergleich zu anderen Speichertechnologien hohen Energiedichte. Das Laden des TCES erfolgt mit einer endothermen chemischen Reaktion, wobei Produkte entstehen, die ohne Verluste über einen beliebigen Zeitraum separat gespeichert werden können. Bei der Entladung werden die Produkte wieder zusammengeführt, wobei Reaktionswärme freigesetzt wird.

Das Verfahren kann kontinuierlich mit zwei getrennten Reaktoren und dazwischen liegenden Tanks betrieben werden (siehe Grafik). Dem Reaktor 1 wird Wärme zugeführt, und die feste Komponente A reagiert zur festen Komponente B. Dabei wird eine gasförmigen Komponente, hier Wasserdampf, freigesetzt. Zum Entladen wird Komponente B unter Zugabe von Wasser in den Reaktor 2 gegeben. Dabei wird die gespeicherte Energie freigesetzt.



Kontinuierliche Be- und Entladung in zwei TCES-Reaktoren

Anhand von **sechs virtuellen Fallbeispielen** werden mögliche Anwendungen der RESTORE-Technologie an mehreren Standorten in Europa analysiert:

Fallbeispiel I untersucht ein mit Biomasse und Solarthermie versorgtes Fernwärmenetz in Dänemark.

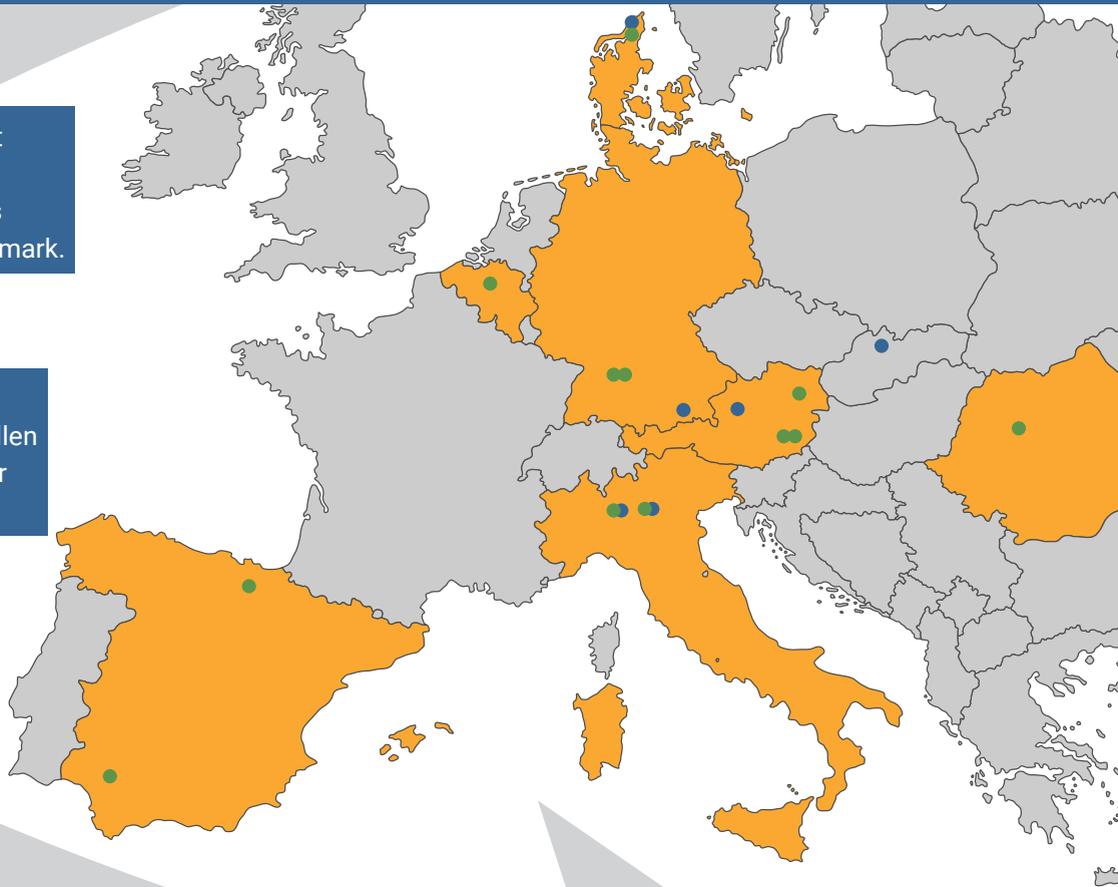
Fallbeispiel II untersucht die Integration diverser Wärmequellen zur Fernwärmeversorgung einer Zementfabrik in Österreich.

Fallbeispiel III integriert RESTORE in die Fernwärmeversorgung einer slowakischen Papierfabrik.

Fallbeispiel IV untersucht die Integration diverser Wärmequellen zur Fernwärmeversorgung einer Stahlfabrik in Italien.

Fallbeispiel V betrachtet die Versorgung eines deutschen Fernwärmenetzes mit Geothermie.

Fallbeispiel VI integriert RESTORE in das Fernwärmenetz des Universitätscampus der Politecnico di Milano in Italien.



12 PARTNER

7 LÄNDER

6 FALLBEISPIELE



H2020 Projekt RESTORE

Nehmen Sie Kontakt mit uns auf und nutzen Sie unser starkes internationales Netzwerk.

Auf unserer Webseite finden Sie nützliche Informationen sowie aktuelle Nachrichten und Veranstaltungen: www.restore-dhc.eu

Folgen Sie uns auf

Twitter (@restore_dhc)



LinkedIn (www.linkedin.com/company/restore-dhc-project)



Kontakt der RESTORE-Projektleitung:

FRANCISCO CABELLO NÚÑEZ
CENTRO NACIONAL DE ENERGÍAS RENOVABLES (CENER)
C/ Isaac Newton N°4,
Pabellón de Italia -41092 (Sevilla) - España

fcabello@cener.com, Tel. +34 948 25 28 00



Gefördert durch



www.restore-dhc.eu

Herausgegeben von

Solites - Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme
Meitnerstr. 8
70563 Stuttgart
Germany

info@solites.de
www.solites.de

mit Unterstützung der RESTORE-Projektpartner.

Bildquellen: malp - stock.adobe.com, Soonthorn - stock.adobe.com, Solites



Dieses Projekt wird durch das Forschungs- und Innovationsprogramm Horizon 2020 unter dem Förderkennzeichen 101036766 gefördert.

Die alleinige Verantwortung für den Inhalt dieser Publikation liegt bei den Autoren. Sie gibt nicht zwingend die Meinung der Institutionen der Europäischen Union wieder. Weder die Europäische Kommission noch die Autoren sind für die Nutzung der darin enthaltenen Informationen verantwortlich