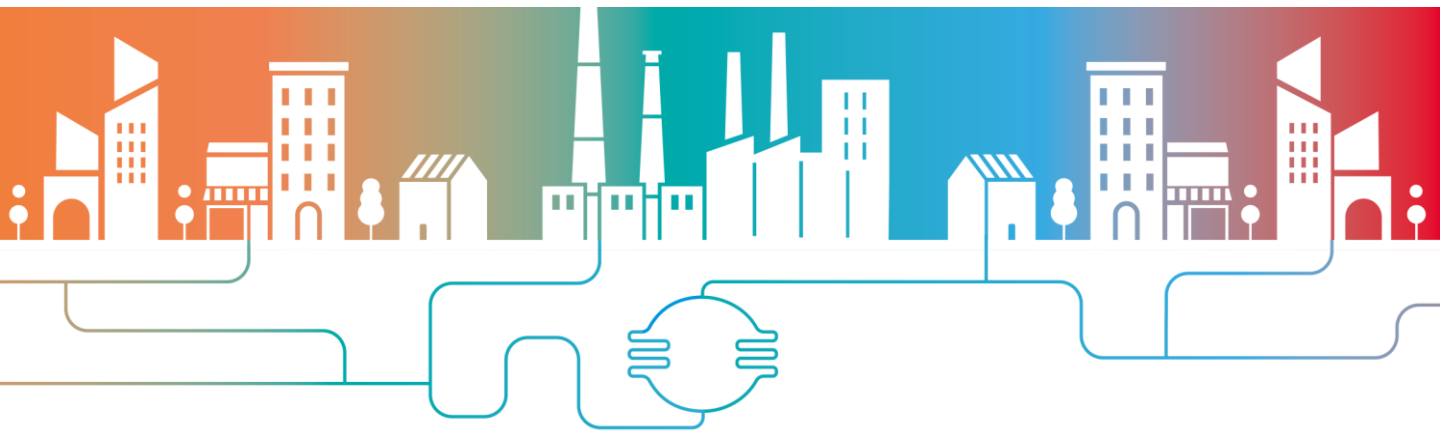




LIFE 4 HEAT RECOVERY

Niedertemperatur-Abwärme aus
städtischen Quellen für Fernwärme-
und Fernkältenetze als saubere
Quelle thermischer Energie



LIFE4HeatRecovery Project



Im Zentrum von **LIFE4HeatRecovery** steht das Konzept der **Nutzung von Niedertemperatur-Abwärme** aus verschiedenen städtischen Quellen. Traditionelle **Fernwärmesysteme**, obwohl effizienter als die meisten üblichen individuellen Heizlösungen, sind oft stark von fossilen Brennstoffen abhängig. Dieses Projekt zielt darauf ab, diese Abhängigkeit zu reduzieren, indem es die vorhandene aus dem städtischen Raum nutzt. Durch den Einsatz von **Wärmepumpen** können wir diese Abwärme in eine wertvolle Energiequelle für die Beheizung von Gebäuden und die Produktion von Warmwasser umwandeln.

Dies reduziert den Energieverbrauch und senkt die Emissionen, was zur Dekarbonisierung unserer Städte beiträgt.

Die größte Menge an verfügbarer Abwärme in der städtischen Umgebung wird von **Niedertemperaturquellen** und Serviceeinrichtungen abgegeben. Die vorgeschlagene Lösung besteht darin, **diese Niedertemperaturenergie mittels Wärmepumpen zurückzugewinnen, und über die Fernwärmenetze zu verteilen.**

LIFE4HeatRecovery ging noch einen

Schritt weiter, indem es dazu beitrug zu demonstrieren, in einer **neuen Generation intelligenter Fernwärme- und Fernkältenetze (DHC)** die **Niedertemperatur-Abwärmequellen** ebenso **verteilt sein können wie die Verbraucher.**

PROJEKTZIELE

- 1. Demonstration der Machbarkeit der Abwärmerückgewinnung** aus verschiedenen städtischen Quellen, um den Weg für eine nachhaltigere Energiezukunft zu ebnen.
- 2. Entwicklung von Managementstrategien**, die Abfallenergie gegenüber fossilen Brennstoffen in Fernwärmenetzen priorisieren und Netzwerkkinteraktionen für Kosteneffizienz optimieren.
- 3. Etablierung von Wärmeenergie-Handelssystemen** auf Basis eines freien Marktes für ein dynamischeres und effizienteres Energieökosystem.
- 4. Erleichterung von Großinvestitionen** in nachhaltige Heiztechnologie durch innovative Finanzierungsmodelle unter Einbeziehung öffentlicher und privater Gelder.



Pilotdemonstration von Life4HeatRecovery in Heerlen.

Das Projekt begann **2018** mit einem Gesamtbudget von **5,8 Millionen €** und einem **EU-Finanzbeitrag von 3,4 Millionen €** aus dem **LIFE-Programm**. Es umfasst **11 Begünstigte** unter der Koordination von **Eurac Research**.



Abwärmerückgewinnung für die Fernwärme: Was ist das?



Viele Aktivitäten und Prozesse um uns herum nutzen Wärme. Es wird jedoch oft nicht erkannt, dass Wärme nach der Nutzung nicht einfach verschwindet, sondern in andere Energieformen umgewandelt wird; am häufigsten in Wärme niedrigerer Temperatur. Diese **Abwärme**, obwohl nicht mehr direkt für den ursprünglichen Prozess nutzbar, kann für andere Zwecke noch wertvoll sein. Zum Beispiel verschwindet die Wärme, die Ihr Ofen beim Backen eines Kuchens erzeugt, nicht einfach, sondern wird während und nach dem Backvorgang langsam in Ihre Wohnung abgegeben - was im Winter ein Vorteil und im Sommer ein Nachteil sein kann. Man könnte also sagen, dass im Winter, nachdem die Wärme dem primären Backprozess gedient hat, sie natürlich in den sekundären Prozess der Raumheizung recycelt wird und so den Verbrauch Ihres Heizsystems reduziert.

Man kann sich dann eine Kette von Nutzungen vorstellen, von Prozessen mit höherer Temperatur zu Prozessen mit niedrigerer Temperatur - eine Lösung, die in der Industrie oft zur Effizienzsteigerung eingesetzt wird.



Eine Wärmepumpe in den Eurac-Laboren.

Was ist eine Wärmepumpe?

Eine **Wärmepumpe** ist im Grunde ein **Kühlschrank** - oder, aus der entgegengesetzten Perspektive betrachtet, ein Kühlschrank ist eine Wärmepumpe. Es ist unsere allgemeine Erfahrung, dass ein Kühlschrank eine Maschine ist, die in der Lage ist, ein Volumen (und die darin enthaltenen Lebensmittel!) abzukühlen. Wie geschieht das? Nun, ein Kältemittelkreislauf auf der Rückseite entzieht dem Innenraum Wärme. Wenn wir die technischen Details des Prozesses überspringen, ist das Nettoergebnis, dass Wärme aus dem Inneren des Kühlschranks entnommen und in die Umgebung - nämlich wieder in Ihre Wohnung - abgegeben wird. Noch einmal: Wärme wird nicht zerstört, sie wird nur von einem Ort zum anderen verschoben, bei unterschiedlichen Temperaturen. Die Schlüsselrolle des Kühlschranks besteht darin, die natürliche Richtung des Wärmeflusses umzukehren: d.h. von niedrigeren zu höheren Temperaturen, anstatt umgekehrt. Natürlich hat diese Umkehrung ihren Preis, nämlich den Stromverbrauch für den Kompressor, der den Kältemittelkreislauf antreibt.

Die Gesetze der Physik - ebenso wie die Technik! - gelten immer.





Ab einem bestimmten Punkt ist die Wärmetemperatur jedoch so niedrig, dass sie für keinen nützlichen Prozess mehr genutzt werden kann.

Oder doch? Nun, Wärmepumpen können eine unerwartete Antwort auf diese Frage geben.

Dank Wärmepumpen kann selbst Niedertemperatur-Abwärme recycelt und wiederverwendet werden, nachdem sie auf höhere Temperaturen "gepumpt" wird. Je niedriger jedoch die Ausgangstemperatur ist, desto höher ist der Stromverbrauch des Prozesses (und damit die Betriebskosten). Darüber hinaus sind Wärmepumpen relativ teure Maschinen. Nicht jedes technisch machbare Projekt ist daher automatisch auch wirtschaftlich.

Eines der wichtigsten Ergebnisse des LIFE4HeatRecovery-Prozesses ist der Nachweis, dass selbst Temperaturen **unter 40°C** für die Fernwärme genutzt werden können.

Abwärme stammt aus verschiedenen Quellen, einschließlich industrieller Prozesse und alltäglicher Aktivitäten wie dem Betrieb von Servern oder Kühlsystemen. Diese Abwärme ist überall um uns herum, verborgen in **Krankenhäusern, Supermärkten, Büros und sogar Wohngebäuden.**

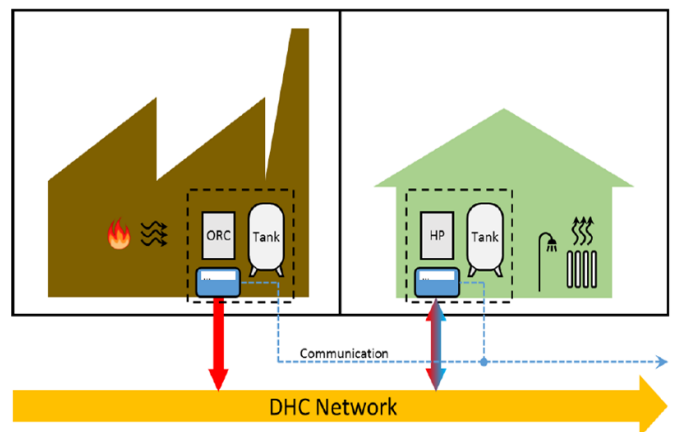
Dank Wärmepumpen können wir dann **diese Niedertemperatur-Abwärme einfangen und wiederverwenden.** Neben der Rückgewinnung ist es jedoch auch entscheidend, in der Lage zu sein, sie zu verteilen.

Hier kommt die Synergie mit Fernwärmenetzen ins Spiel, da sie mehrere über die Stadt verteilte Abwärmequellen anzapfen und mit den Nutzern verbinden können.

Dies ergibt eine wertvolle Möglichkeit, **Abwärme mit anderen zu teilen.** Stellen Sie sich vor, ein Krankenhaus nutzt seine überschüssige Wärme, um nahegelegene Häuser zu erwärmen, oder ein Supermarkt verkauft seine überschüssige Wärme, um eine Schule zu heizen - es ist, als würde jeder sowohl zum Energieproduzenten als auch zum Energieverbraucher, oder "Prosumer", wie wir sie nennen.

Im Wesentlichen ist **Abwärme** nicht nur etwas, das wir ignorieren oder in die Atmosphäre entweichen lassen sollten. Es ist eine **verborgene Ressource**, die darauf wartet, zum Nutzen unserer Gemeinschaft genutzt zu werden, und uns hilft, warm und gemütlich zu bleiben, während wir gleichzeitig unseren CO₂-Fußabdruck reduzieren.

Dies sind die Konzepte, auf denen **LIFE4HeatRecovery** geschrieben und die Pilotsysteme entworfen wurden.



Ein Beispiel dafür, wie Abwärme in ein Fernwärme-Netz integriert werden kann



Wie funktioniert ein Fernwärme- und Fernkältenetz?



Das **erste Fernwärmenetz** soll im **Römischen Reich** in der antiken Stadt Pompeji existiert haben. Das durch geothermische Energie erhitze Wasser wurde in Gräben in die Stadtzentren transportiert und bildete heiße Wasserbäder.

In der modernen Geschichte war es zuerst in **Frederiksberg, Dänemark**, wo ein praktikables Fernwärmenetz basierend auf überschüssiger Energie eingerichtet wurde. Die Fernwärme in ihrer modernen Beschreibung war geboren!

Nach der **industriellen Revolution** sind die Menschen in die Städte eingewandert, was eine enorme Nachfrage nach städtischer Heizung darstellte.

Jedes Haus wurde mit einem separaten Kessel beheizt, der umweltschädliche Brennstoffe verbrannte und ohne jegliche Optimierung arbeitete.

Fernwärme ist effizienter und sauberer als individuelle Kessel in Gebäuden.

Fernwärme ist eine Methode, um **Wärme von einem zentralen Standort aus an Häuser und Unternehmen zu verteilen, typischerweise unter Verwendung isolierter Rohre**. Diese Wärme wird für Dinge wie die Beheizung von Gebäuden und Wasser verwendet. Die Wärme kann aus verschiedenen Quellen stammen, wie Brennstoffen, geothermischer Energie oder sogar aus Fabriken und Kraftwerken recycelter Wärme. Diese Quellen sind in der Regel billiger und effizienter als individuelle Kessel.

Andererseits ist **Fernkälte** das **Kälteäquivalent zur Fernwärme**. Sie arbeitet nach ähnlichen Prinzipien wie die Fernwärme und liefert gekühltes Wasser an Gebäude wie Büros und Fabriken.

Im Falle von **LIFE4HeatRecovery können Fernwärme und Fernkälte kombiniert werden**. Dies kann in Netzen geschehen, die bei **neutralen Temperaturen** (d.h. Zwischentemperaturen zwischen typischen Heiz- und Kühlwerten) arbeiten und Wärmepumpen verwenden, um im Winter und im Sommer die gewünschte Temperatur zu erreichen und sowohl Heizung als auch Kühlung zu liefern. Die Rückgewinnung von Abwärme hilft dem Netz, die Temperatur des Wassers in den Rohren aufrechtzuerhalten und weniger Energie zu verbrauchen.



"Fernwärme" im alten Rom





DEMONSTRATIONSSTANDORTE

LIFE4HeatRecovery arbeitet an **Drei realen Standorten.**

Zwei

Abwärmerückgewinnungslösungen

wurden von den Begünstigten Cogeme und Mijwater für Neutraltemperaturnetze entwickelt, eine in der italienischen Stadt **Ospitaletto** (1) und eine in der niederländischen Stadt **Heerlen** (2). In beiden Fällen wird Abwärme von Gießereien zurückgewonnen.

Eine Installation in einem **Mittel-/Hochtemperaturnetz** wurde von Aalborg Universität, Aalborg Forsyning, Heatflow, Søren Jensen, Enisyst und Eurac in **Aalborg** (3), Dänemark, fertiggestellt. In diesem Pilotsystem wird Abwärme direkt von den Servern der Universität zurückgewonnen.

Alle Demonstrationsstandorte waren im Winter 2023/2024 in Betrieb.

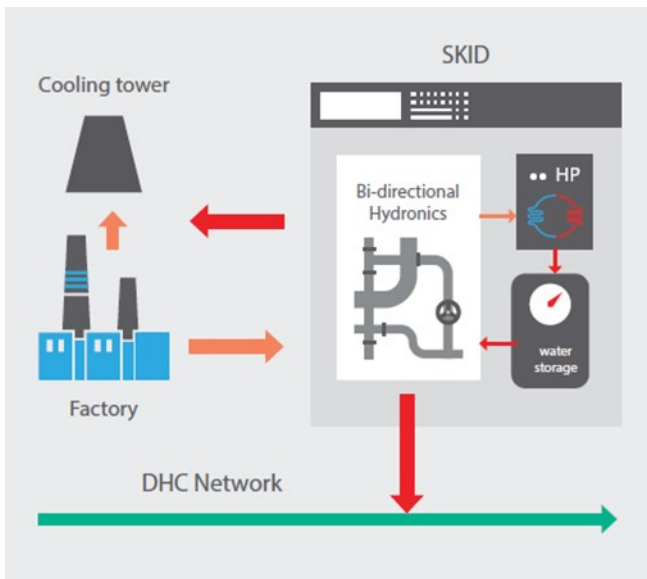


Ergebnisse von LIFE4HeatRecovery



BAU VON GEBRAUCHSFERTIGEN EINHEITEN

Wir haben **vorgefertigte** gebrauchsfertige Einheiten erstellt, die auf sogenannten **Skids** montiert sind. Diese Skids haben bereits alle wichtigen Teile eingebaut, wie Rohre und elektrische Komponenten, und sind für einen einfachen Transport konzipiert. Dank ihrer internen Hydraulik ermöglichen diese Skids, sobald sie an das lokale Rohrsystem angeschlossen sind, den Wärmefluss in beide Richtungen. Das bedeutet, **sie können sowohl Abwärme sammeln als auch gleichzeitig Heizung oder Kühlung bereitstellen**. Das Konzept besteht darin, diese Skids beim Hersteller zu montieren und dann dorthin zu transportieren, wo sie benötigt werden. Einmal dort, können sie an die Abwärmequellen und das Netz angeschlossen werden und sind sofort einsatzbereit.



So funktioniert das vom Projekt entwickelte Skid.

OSPITALETTO: ABWÄRME AUS EINER STAHLFABRIK

2018 wurde in Ospitaletto ein neues Fernwärmesystem eingeführt: Es erstreckt sich über 2,3 Kilometer und wird von COGEME, einem lokalen Unternehmen, verwaltet. Es nutzt **verschiedene Niedertemperatur-Energiequellen**, wie **geothermische Energie** und **Abwärme** aus dem nahegelegenen ASO-Stahlwerk.

ASO ist ein Stahlwerk, das seit Juli 2018 überschüssige Wärme aus seinen Kühltürmen über einen Wärmetauscher mit dem Fernwärmenetz teilt. In LIFE4HeatRecovery wurde dieses Rückgewinnungssystem verbessert. COGEME entwickelte eine Lösung, die nicht nur in der Lage ist, Abwärme in das Netz zurückzugewinnen, sondern sie auch innerhalb von ASO zu recyceln, um den Raumheizungs- und Warmwasserbedarf (für Kantine und Umkleideräume) zu decken. Auf diese Weise konnte die Fabrik den dedizierten Gasanschluss vollständig aufgeben.



Hier das Skid von Ospitaletto





So sieht eine Wärmepumpe aus...

Die resultierende Konfiguration umfasst **zwei Einheiten**, ein Hydraulik-Kit-Skid und ein Wärmepumpen-Skid. Das **Hydraulik-Kit-Skid**, das sich in der Nähe der Kühltürme und des Fernwärmeanschlusses befindet, enthält die eigentliche Wärmerückgewinnung und ein System von Ventilen, das in der Lage ist, die Wärmerichtung mit mehreren Optionen zu wechseln. Auf diese Weise kann Wärme aus den Kühltürmen zurückgewonnen und je

nach Bedarf und Verfügbarkeit der Abwärme an das Netz oder die Fabrik oder beides geliefert werden. Darüber hinaus kann Wärme aus dem Netz aufgenommen werden, um den lokalen Heizkreislaufbedarf von ASO zu decken, wenn der interne Bedarf aktiv ist und nicht genügend Abwärme verfügbar ist (eine Situation, die beim Anfahren des Gießereiprozesses auftritt). Das **Wärmepumpen-Kit** befindet sich dagegen in der Nähe der Fabrikbüros, in einer Entfernung von etwa 130 m vom vorherigen Skid. Diese zweite Einheit wird benötigt, um die aus den Kühltürmen oder aus dem Netz entnommene Wärme (bei Temperaturen zwischen 15°C und 25°C) auf die für die Raumheizung oder die Warmwasserbereitung benötigte Temperatur zu erhöhen. Letztendlich ist das Ziel dieses Pilotprojekts, eine **nachhaltige Heizlösung für Ospitaletto zu schaffen, indem die Abwärme optimal genutzt wird.**



Hier das Hydraulik-Kit-Skid von Ospitaletto



Hier das Wärmepumpen-Skid von Ospitaletto





HEERLEN: ABWÄRME FÜR SCHWIMMBÄDER

Mijnwater (das Fernwärmeunternehmen von Heerlen) und **VDL Castings Heerlen** (eine Gießerei) haben sich darauf geeinigt, die **überschüssige Wärme** aus Fabrikprozessen wiederzuverwenden. Mijnwater, ein Mitglied des LIFE4HeatRecovery-Konsortiums, hat eine **spezielle Anlage** mit einem **Wärmetauscher** gebaut, um diese Wärme aufzufangen. Die gesammelte Wärme bleibt bei etwa 30°C, was perfekt für die Einspeisung in das von Mijnwater verwaltete Neutraltemperaturnetz ist. Dieses leitet sie über ein Rohrnetz zu anderen Gebäuden in der Nähe. Dies hilft, das **MFA-Multifunktionszentrum** und **Zwembad Hoensbroek**, ein **nahegelegenes Schwimmbad**, zu erwärmen. Insbesondere konzentrierte sich das Projekt auf den Wärmeausgleich zwischen der Gießerei und dem Schwimmbad, um den Netzwerktransport zu minimieren. Die **Wärmerückgewinnungsanlage** nimmt das Wasser, das zur Kühlung der Fabrikmaschinen verwendet wird, auf und sendet es dann zur Wiederverwendung zurück.



Das Schwimmbad, in dem Abwärme wiederverwendet wird

In der Vergangenheit wurde dieses Wasser, nachdem es von den Maschinen erhitzt wurde, durch Luft in Kühltürmen abgekühlt. Mit dem neuen System wird das Wasser durch den Wärmeaustausch mit dem Netzwerk abgekühlt, wodurch Energieverschwendung reduziert wird.



Die Installation in Heerlen

Insgesamt erwarten sie, jährlich etwa **4133 GJ Wärme** zu sammeln, was dem Heizungsbedarf von **mehr als 100 Wohnungen** entspricht. Hier wird überschüssige Wärme aus Fabriken genutzt, um andere Orte warm zu halten, was gut für Energieeinsparung und Umweltschutz ist.



Hinter den Kulissen des Schwimmbads...





AALBORG: ABWÄRME VON SERVERN

Die Demo in Aalborg ist ein **intelligentes System im Rechenzentrum der Universität**. Bei diesem System geht es darum, die **von den Servern erzeugte Wärme** im Rechenzentrum zu erfassen und zu nutzen. Rechenzentren werden zu großen Energieverbrauchern, und neue Chip-Generationen erfordern effizientere Kühllösungen. Daher ist die Rückgewinnung der entsprechenden Abwärme durch leistungsfähige Systeme sowohl in Bezug auf Energieeffizienz als auch auf technologische Entwicklung vorteilhaft.

Das von **Aalborg Forsyning** verwaltete Fernwärmenetz arbeitet mit relativ hohen Temperaturen (60-80 °C). Eine spezielle Herausforderung dieser Demo bestand daher darin, die Wärme im Vergleich zu den Fällen in Ospitaletto und Heerlen auf höhere Temperaturen zu bringen.

Der eigentliche Demonstrationsstandort wurde als kleines System auf der Basis von nur wenigen Racks aufgebaut, um alle betrieblichen Details in einer kontrollierten Umgebung nachweisen zu können.

Der Hauptfokus des Pilotprojekts lag auf der **Entwicklung eines thermosiphonbasierten passiven Flüssigkühlsystems**, das direkt an den Servern montiert wird.

Mit einem von **Heatflow** entwickelten

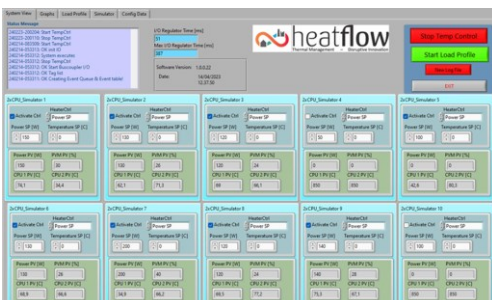
proprietären Design bietet diese Lösung viel höhere Wärmerückgewinnungstemperaturen als Luftkühlung (d.h. 50-60 °C gegenüber 20-25 °C) und erhöht die Sicherheit im Vergleich zu aktiven Flüssigkühlssystemen mit Pumpen. Gleichzeitig wurde diese Kernkomponente mit einer Hochtemperatur-Wärmepumpe kombiniert, um weitere Flexibilität zu gewährleisten und die Fernwärmepemperaturen optimal anzupassen, mit einer von Eurac entwickelten Konfiguration. Das Anlagendesign wurde von **Soren Jensen** fertiggestellt.



Hier wird die Abwärme direkt von den Servern zurückgewonnen

Der Projektpartner **Enisyst**, entwickelte das Steuerungsteil, ein Schlüsselement in der Kommunikation zwischen den verschiedenen Elementen.

In Zukunft könnten weitere Racks des Rechenzentrums, die derzeit hauptsächlich mit Luftkühlung betrieben werden, mit dieser innovativen Lösung ausgestattet werden, wodurch die Wärmerückgewinnung verbessert und die Demonstration dieser vielversprechenden Technologie ausgeweitet wird.



Die entwickelte Steuerungsoberfläche für Aalborg





LIFE 4 HEAT RECOVERY

Projektkoordinator Roberto Fedrizzi – Eurac Research
roberto.fedrizzi@eurac.edu

Erfahren Sie mehr über das Projekt
www.life4heatrecovery.eu

Twitter: @life4hr

eurac
research

Aalborg
Forsyning


AALBORG UNIVERSITET

alperia

Cogeme

enisynt
energy intelligence.

heatflow
Thermal Management – Disruptive Innovation

 **KWA**
Contracting AG

 MINE WATER, A BASIS FOR SUSTAINABLE ENERGY
WWW.MIJN WATER.COM

 **Spiner**

Søren Jensen



Das LIFE4HeatRecovery-Projekt (Vertragsnummer: LIFE17 CCM/IT/000085) wurde durch das LIFE-Programm der Europäischen Union gefördert.