

Solar-driven Industrial Power and Heat Upgraded with High-Temperature Heat Pumps  
for Enhanced Integrated Process Efficiency

# SOLINDARITY

**Jahrestreffen der DECHEMA-Fachsektion Energie, Chemie und Klima**

**Enrico Jende**<sup>1</sup>, Panagiotis Stathopoulos<sup>1</sup>, Dimitrios Rakopoulos<sup>2</sup>, Angelos Skembris<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

<sup>2</sup> Centre for Research & Technology Hellas (CERTH)



Funded by  
The European Union

DECHEMA  
Frankfurt am Main  
11/03/2024

1. Projektübersicht
2. Konzept und Projektpartner
3. Innovationen
4. Standorte
5. Impacts

# 1. Projektübersicht

# Projektübersicht

**SOLINDARITY** - Solar-driven Industrial Power and Heat Upgraded with High-Temperature Heat Pumps for Enhanced Integrated Process Efficiency

## Projektziel:

Entwicklung, Demonstration und Validierung der Machbarkeit eines integrierten Wärmeerzeugungssystem, basierend auf Solarenergie, Hochtemperatur-Wärmepumpen (HTWP), Wärmespeicher und Wärmerückgewinnung zur Dekarbonisierung von Industrieprozessen mit Temperaturen bis 280 °C.

## Projektdauer:

01.01.2024 – 31.12.2027



Funded by  
The European Union

**2.**

**Konzept und Projektpartner**

# Konzept und Projektpartner

## □ Wärmeezeugungssystem (SEHUS)

- Solarenergie (PV und Solarthermie)
- Brayton-HTWP
- Wärmerückgewinnung und -speicher

## □ Industrie-Prozessintegration

- Lebensmittelindustrie
- Papierindustrie
- Baustoffindustrie

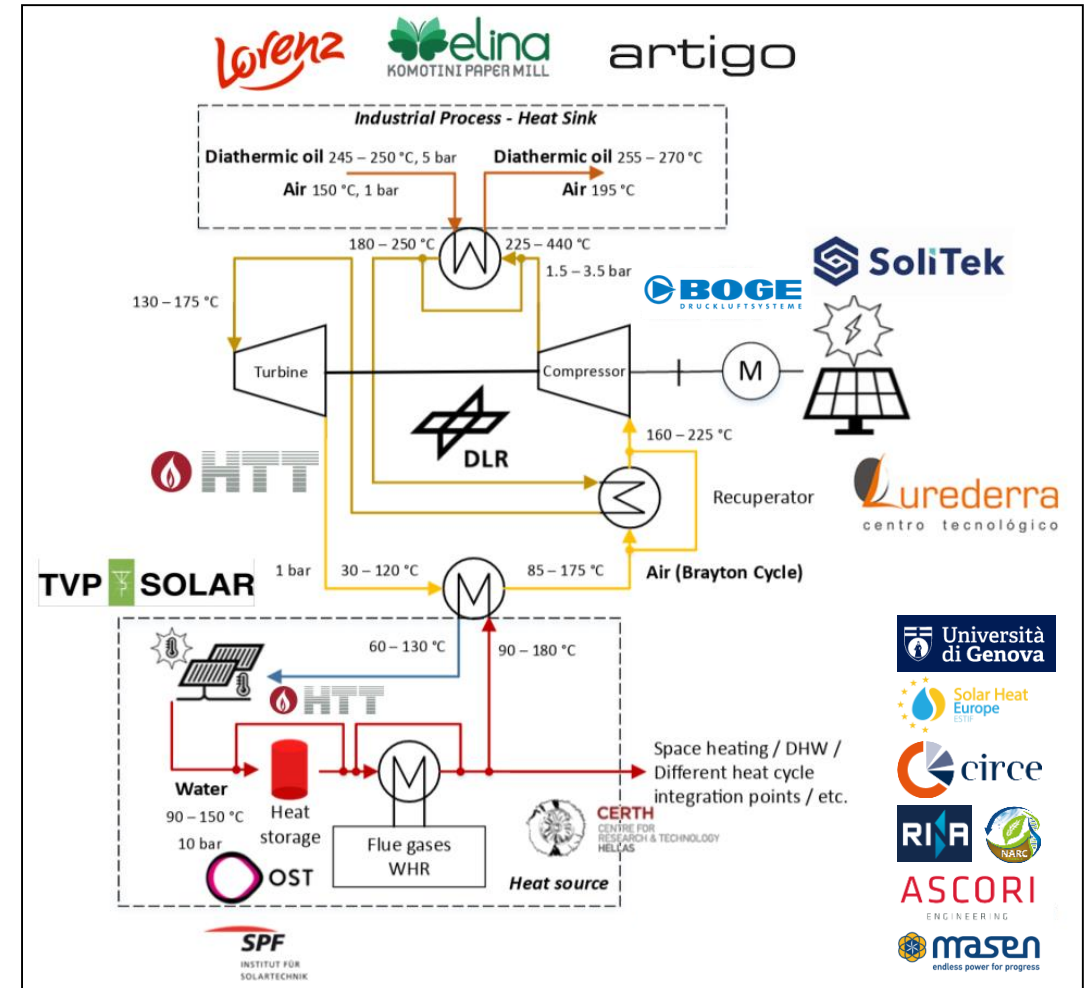


Abbildung: Konzept SEHUS und assoziierte Partner in SOLINDARITY

**3.**

**Innovationen**

# Innovationen

## SEHUS

- Solar Energy-based Heat Uppgrade Systems →
  - Erstes in industriellen Produktionsanlagen installiertes System dieser Art
  - Innovatives Steuerungskonzept (Multi-Agenten-Kontrollsystem)
  - Modellierung und Simulation
    - Digital-Twin
    - Business-Modell

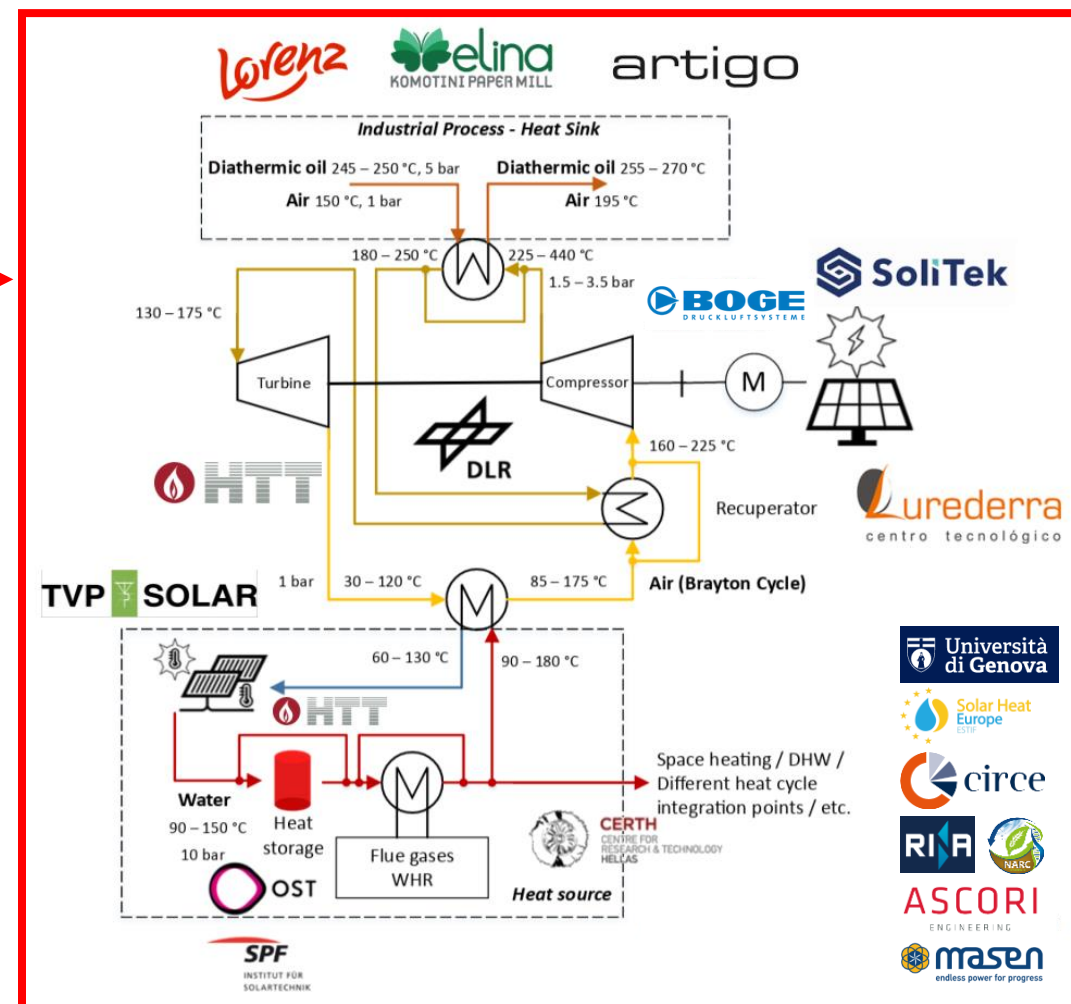


Abbildung: Konzept SEHUS und assoziierte Partner in SOLINDARITY



# Innovationen

## ☐ Solarenergie

- Kombination zweier Ansätze zur Ertragserhöhung der Photovoltaik:
  - Auf Wetterbedingungen (Echtzeitdaten) basiertes nachgeführtes PV-System
  - Einsatz einer Beschichtungstechnologie (reflektierende Schicht) auf PV-Module
- Weiterentwicklung des solar-thermischen System von TVPSolar
  - High Vacuum Flat Panel
  - Integration in Wärmerückgewinnungs- und Speicherlösungen für HTWP

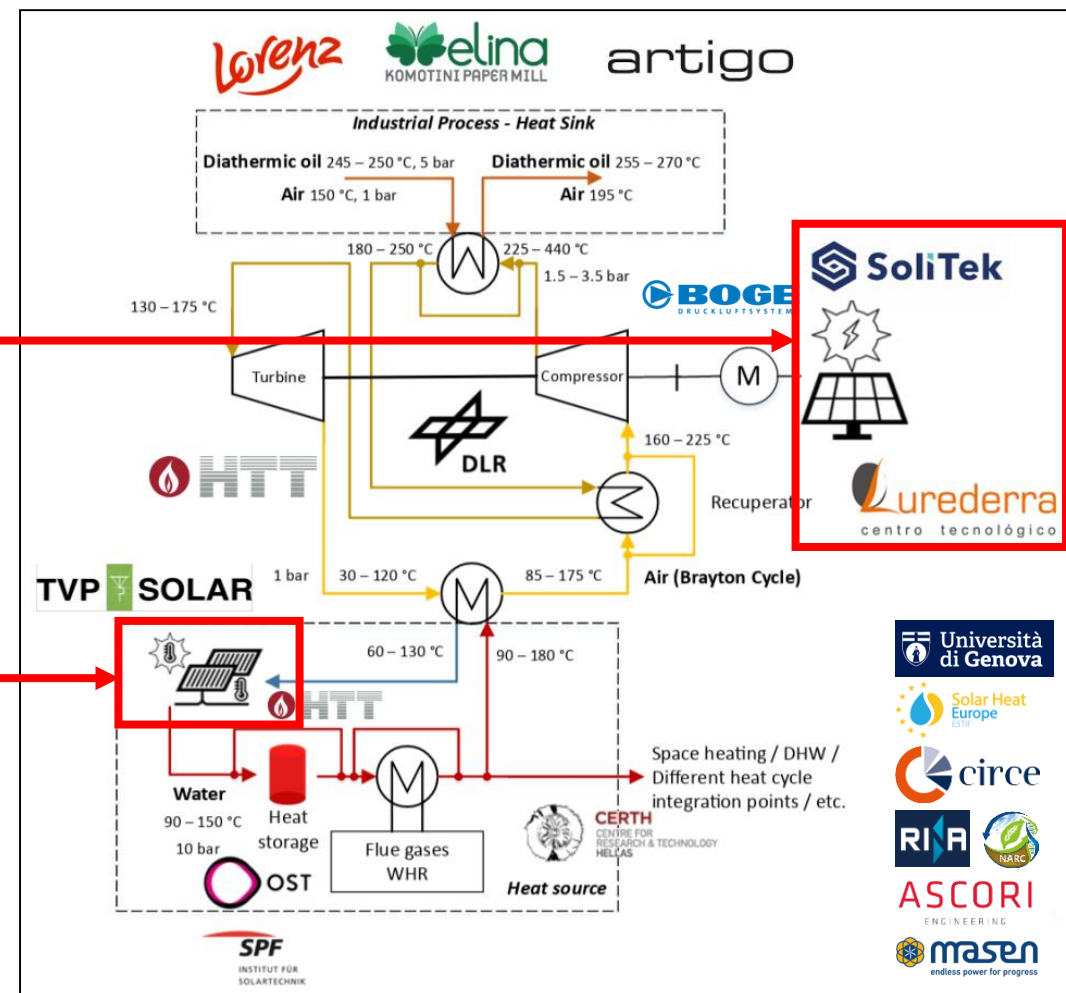


Abbildung: Konzept SEHUS und assoziierte Partner in SOLINDARITY

# Innovationen

## □ Brayton-HTWP

- Weiterentwicklung der Technologie:
  - Optimierter Ansatz zur Auslegung
  - Direkt elektrischer Hochgeschwindigkeitsantrieb von ölfreien Turbomischinen
  - Innovatives Steuerungskonzept für sehr hohe Betriebsflexibilität

## □ Wärmerückgewinnung & -speicher

- In Kombination des solarthermischen Systems als Wärmequelle der HTWP

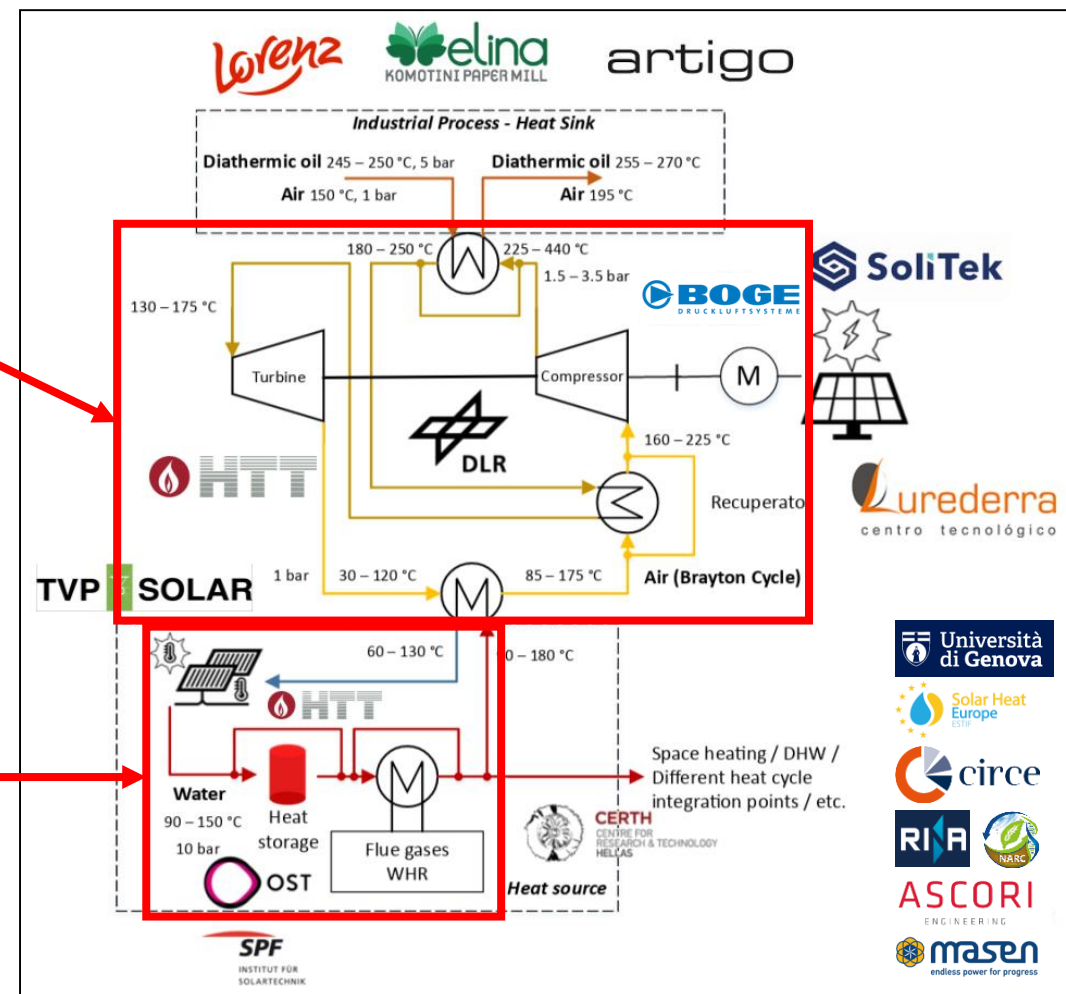


Abbildung: Konzept SEHUS und assoziierte Partner in SOLINDARITY

4.

Standorte

# Standorte

## □ Lorentz Nuss

- Standort: Kreba (Germany)
- Klima: Gemäßigt
- SEHUS Konzept:
  - 200 kW<sub>el</sub> PV
  - 300 kW<sub>th</sub> Solarthermie
  - 600 kW<sub>th</sub> HTWP
  - 270 kWh<sub>th</sub> Wärmespeicher
  - 200 kW<sub>th</sub> Wärmerückgewinnung
- Thermo-Öl-Prozessintegration
- 265 °C Prozesstemperatur

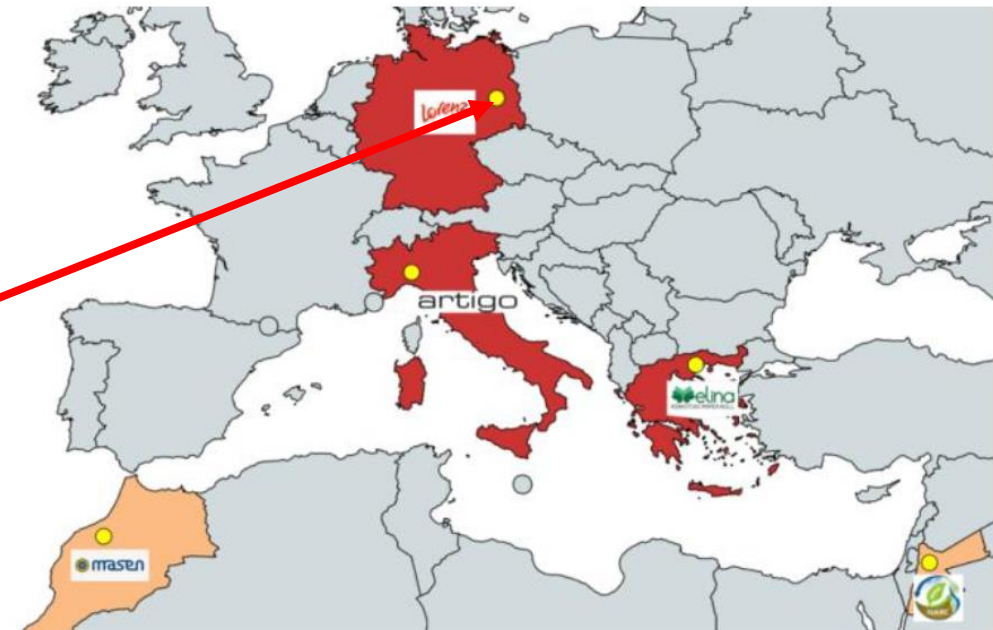


Abbildung: Satellitenbild Lorentz/ Kreba (link) und Standorte in SOLINDARITY (rechts)

# Standorte

## □ Komotini Paper Mill S.A.

- Standort: Komotini (Greece)
- Klima: Subtropisch
- SEHUS Konzept:
  - 100 kW<sub>el</sub> PV
  - 300 kW<sub>th</sub> Solarthermie
  - 378 kW<sub>th</sub> HTWP
  - 1350 kWh<sub>th</sub> Wärmespeicher
  - Keine Wärmerückgewinnung
- Prozessintegration in Vortrocknung (Luft)
- 195 °C Prozesstemperatur

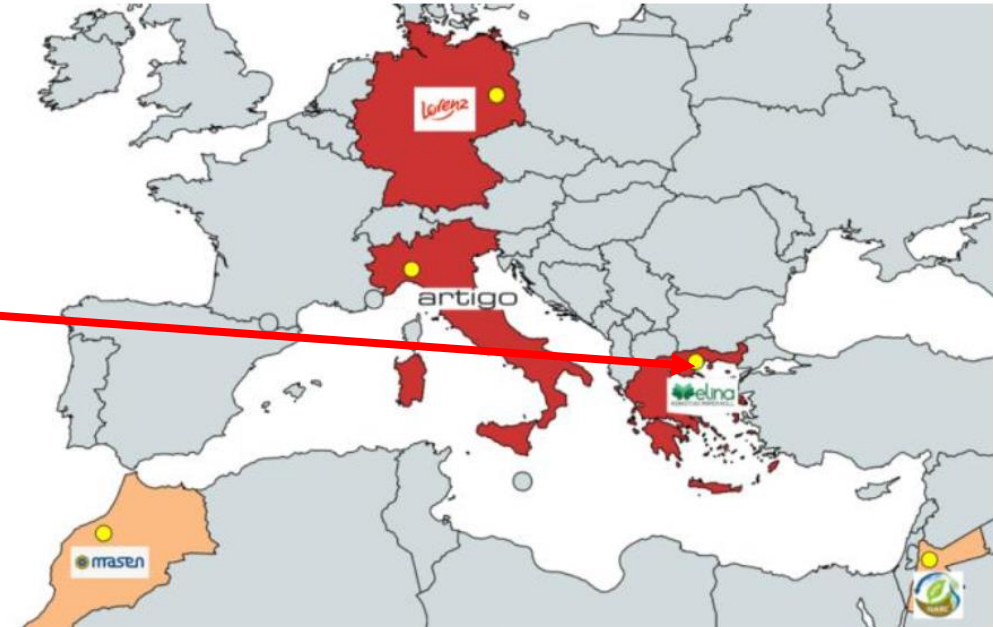


Abbildung: Satellitenbild Lorenz/ Kreba (link) und Standorte in SOLINDARITY (rechts)



# Standorte

## □ ARTIGO S.P.A.

- Standort: Genua (Italy)
- Klima: Subtropisch
- SEHUS Konzept:
  - PV vorhanden
  - 300 kW<sub>th</sub> Solarthermie
  - 150 kW<sub>th</sub> HTWP
  - 940 kWh<sub>th</sub> Wärmespeicher
  - 230 kW<sub>th</sub> Wärmerückgewinnung
- Thermo-Öl-Prozessintegration
- 270 °C Prozesstemperatur



Abbildung: Satellitenbild Lorenz/ Kreba (link) und Standorte in SOLINDARITY (rechts)

**5.**

**Impacts**

# Impacts

1. Technische Innovation (wissenschaftlich/ technisch): Demonstration von SEHUS-Systemen, inklusive Weiterentwicklung dessen Komponenten, zur Dekarbonisierung von Industrieprozessen mit Temperaturen bis 280 °C.
2. Dekarbonisierung (Umwelt): Validierung des SEHUS-Potenzials von SOLINDARITY für die Dekarbonisierung in verschiedenen Industrieprozessen.
3. Geschäftsmodelle (Wirtschaft): Etablierung von Geschäftsmodellen, die auf potenzielle Einsparungen durch die effiziente Nutzung von Solarressourcen basieren, um nachfrageorientierte Investitionen in die Dekarbonisierung industrieller Prozesse durch SEHUS-Systeme anzutreiben.



# SOLIDARITY

**Deutsches Zentrum für Luft- und  
Raumfahrt (DLR)**

Dr.-Ing. Enrico Jende

enrico.jende@dlr.de

**DECHEMA**

**11<sup>th</sup> March 2024**

**Frankfurt am Main**

**Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit**



**Funded by  
The European Union**