

## CORNET Project HP4Drying

### Energetic and environmental optimisation of drying processes by integration of heat pumps

CORNET 112 EBG

#### Ziele

Hauptziel des Projekts war die Integration von Wärmepumpen (WP) in industrielle Trocknungsprozesse, um sie in energetischer und ökologischer Hinsicht zu optimieren. Der Schwerpunkt lag dabei auf Konvektionstrocknern, weil diese am häufigsten verwendet werden und weil sich hier die Einbindung von Wärmepumpen leichter umsetzen lässt. Im Projektverlauf wurden hierzu an verschiedenen Industriestandorten Simulationen, Demonstrationen und Fallstudien durchgeführt.

#### Objectives

*The main target of this project was to integrate heat pumps (HP) into different industrial drying processes in order to optimize the energetic and environmental factors. The focus was on convective dryers because they are used most frequently and can be most conveniently modified to integrate HPs. Throughout the project simulation and demonstration activities were performed, as well as case studies at industrial sites.*

#### Industrielle Anwendung

Trocknung ist ein wesentlicher Bestandteil vieler Produktionsprozesse. Daher dienen die Ergebnisse dieses sektorübergreifenden Projekts einem breiten Spektrum an Industriezweigen. Das Projektkonsortium bestand aus Forschungsinstituten mit langjähriger Erfahrung in WP- und/oder Trocknungstechnologie und KMUs aus unterschiedlichen Branchen mit praktischen Kenntnissen über die spezifischen Produktionsmethoden und die jeweiligen technischen, ökonomischen und ökologischen Anforderungen. Die deutschen Forschungsstellen deckten Trocknungsprozesse in der Holz-, Textil- und Ziegelindustrie sowie Trocknung in Wäschereien und von landwirtschaftlichen Produkten ab. Innerhalb der flämischen Nutzergruppe waren über teilnehmende Firmen zusätzliche Industriezweige vertreten.

#### Industry Application

*As drying is crucial in various production systems, the project results are expected to be welcomed among a broad spectrum of industrial branches proving it to be a trans-sectorial project. In the project consortium, RTOs with a strong track record on HP and/or drying technology are brought together with branch oriented SMEs having practical knowledge of the production methods and specific technological/economic/ecological prerequisites in the industrial sectors. Fields associated with wood, textile, agricultural product processing, brick and tiles as well as biotechnology are represented by German RTOs. Within the Flemish User Group, additional branches are represented by participating companies.*

## Schlussfolgerung

Im Rahmen von Simulationen und Demonstrationen (in Labor- und Pilotmaßstab) wurden große Energieeinsparpotentiale durch Integration von WP nachgewiesen.

Die Kopplung von Biogastrocknung und Gärrestrocknung mittels Wärmepumpe wurde an einer Pilotanlage demonstriert. Hierdurch wurde erreicht, dass Biogas mit einer Kühlleistung von knapp 30 kW getrocknet und der Trockner mit einer Heizleistung von 50 kW versorgt wurde. Die Wärmepumpe benötigte dafür gut 17 kW Strom. Daraus erfolgte ein COP (Coefficient of Performance = Leistungszahl) von 5 für das gesamte System. Das bedeutet, dass pro kW elektrischer Leistung 5 kW nutzbare thermische Gesamtleistung erbracht wurden. Abbildung 1 zeigt eine schematische Darstellung der Pilotanlage mit den erreichten Messwerten.

Die Fallstudien, besonders die, die in Flandern durch die UGent durchgeführt wurden, zeigten nicht immer die gleichen Energieeinsparungen. Der Hauptgrund lag in den teilweise hohen Temperaturniveaus der untersuchten Trocknungsprozesse (180 bis >220 °C), die mittels derzeit verfügbaren WP nicht erreicht werden können.

Aufgrund der derzeit durchgeführten Wärmerückgewinnung mittels Wärmetauscher zwischen Trocknerabluft und Frischluftzufuhr muss ein hoher Temperaturlift bei offenen Trocknern realisiert werden. Dies verursacht einen niedrigen COP, der teilweise niedriger ist als das derzeitige Preisverhältnis zwischen Strom und Gas.

Besonders der Gaspreis ist während der Projektlaufzeit stark gefallen, wodurch der Einsatz von elektrisch angetriebenen WP nur schwer zu begründen ist.

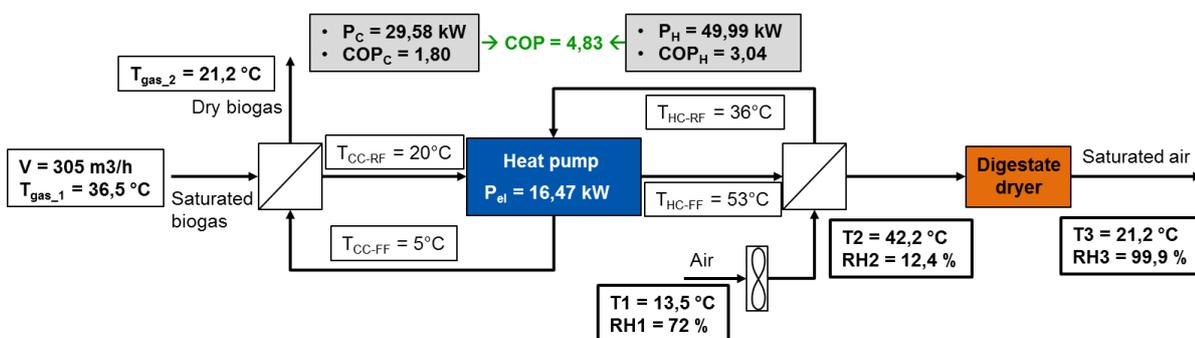
## Conclusions

*It has been shown by simulations and shown by demonstrations (on lab and pilot scale) by integrating heat pumps in drying processes a lot of energy can be saved.*

*The coupling of a biogas dryer with a digestate dryer via a heat pump was demonstrated at a pilot plant. Hereby, biogas was dried with a cooling power of 30 kW, while the dryer received about 50 kW of heating power. The heat pump showed an electricity demand of 17 kW, resulting in an overall Coefficient of Performance (COP) of 5. That means that for each kW of electrical power 5 kW of usable thermal power was generated. Figure 1 shows a schematic overview of the pilot plant including the measured values.*

*Within the case studies, especially those executed by UGent in Flanders, not always the same energy savings could be found. Main reason is several studied drying processes are operated a relative high temperature levels (180 or even 220°C) that can't be reached by current available heat pumps.*

*Because of present heat recovery with heat exchangers between the dryer exhaust and fresh air inlet in the open dryers a high temperature lift is to realize by the heat pumps. This causes a lower COP, sometimes lower than the current electricity/gas price ratio, especially the gas prices went down substantially between the project application and finalization of the case studies. So it is hard to justify electrically driven heat pumps under these circumstances.*



**Abbildung 1: Schematische Darstellung der Gärrestrocknung mittels Wärmepumpe am Energiepark Pirmasens Winzeln.**

**Figure 1: Schematic overview of the heat pump integrated digestate dryer at the Energy Park Pirmasens Winzeln.**

Um diesem Problem zu begegnen wurden thermisch betriebene WP mit nur geringfügigem Strombedarf betrachtet. Angepasste Wärmetransformatoren (Typ II Absorptions-Wärmepumpen) sind sehr selten auf dem Markt erhältlich. Hier sind ebenfalls die verfügbaren Temperaturniveaus zu niedrig für solche WP.

Ein weiterer Typ der untersuchten thermisch operierten WP ist eine (klassische) Kompressor Wärmepumpe, die direkt mittels Verbrennungsmotor oder Gasturbine angetrieben wird. Zwar ist diese Technologie noch nicht sehr vertreten, aber diese Option führte zu den aussichtsreichsten Ergebnissen.

In Flandern stehen WP unter starkem Konkurrenzdruck mit Kraft-Wärme-Kopplung, die dort durch KWK-Zertifikate stark subventioniert wird. Auch bezogen auf die Investitionen, steht KWK oft als Gewinner da.

Da die untersuchten Trockner in den Fallstudien keine geschlossenen Systeme waren, konnten nicht alle Vorteile der Integration von Wärmepumpen demonstriert werden.

Daraus resultiert, dass keine der untersuchten Anwendungen eine kurzfristige industrielle Realisierung erfährt, jedoch wurden die Projektergebnisse seitens der beteiligten Nutzer für die erwartete Energiewende mit höherer Besteuerung von Kohlendioxid und stark fluktuierenden Strompreisen als sehr nützlich angesehen. Darüber hinaus werden bei zukünftig geplanten Investitionen geschlossene Trocknungsanlagen in Erwägung gezogen.

## Danksagung

Wir bedanken uns bei den Firmen der Biogas-, Ziegel-, Textil- und Holzbranchen, sowie den Firmen im Bereich der Medizin- und Gewürzpflanzen, Wäschereien, Wärmepumpen und Maschinenbau für die tatkräftige Unterstützung im Projekt

Ebenso bedanken wir uns bei den Projektpartnern für die erfolgreiche Zusammenarbeit.

*To tackle this situation a lot of attention was given to thermal driven heat pump, only using a marginal amount of electricity. Adapted heat transformers (Type II absorption heat pumps) are only rarely available on the market. Moreover, because of the same reason being present heat recovery, available waste heat temperature levels were too low for such heat pumps.*

*Another type of evaluated thermal driven heat pump is a (classic) compressor heat pump, directly driven by a combustion engine or a gas turbine. Also, this technology is not already wide spread but this option led to the most promising results.*

*In Flanders, heat pumps are under a strong concurrence with cogeneration, the latter being strongly subsidized in Flanders by cogeneration certificates. Also by an investment comparison, cogeneration often came out as the winner...*

*As the investigated processes within the case studies weren't closed cycle dryers, not all the advantages of heat pump integration could be demonstrated.*

*As a result, it doesn't seem any of the studied applications will induce a realization on the short term but all user group members agreed the project results are valuable to reach solutions to the expected energy transition including (much) higher carbon dioxide taxes and strongly fluctuating electricity prices. Also, when planning new investments for drying plants, in some cases closed cycle dryings will be considered.*

## Acknowledgements

*We would like to thank the companies of the biogas, bricks and tiles, textiles, laundry, medicinal herbs and spices, and wood sectors as well as companies in sector of heat pump manufacturing and engineering for supporting the project work and sampling.*

*We also want to thank the project partners for the fruitful cooperation.*



Das IGF-Vorhaben 112 EBG der Forschungsvereinigung Prüf- und Forschungsinstitut Pirmasens e.V. -PFI-, Marie-Curie-Straße 19, 66953 Pirmasens wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

*The research project CORNET 112 EBG of the research association Prüf- und Forschungsinstitut Pirmasens e.V. -PFI-, Marie-Curie-Straße 19, 66953 Pirmasens was funded by the following ministries within the programme of “promoting pre-competitive joint research” and carried out under the umbrella of the German Federation of Industrial Co-operative Research Associations (AiF). We would like to express our sincere thanks for this support.*

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



FLANDERS  
INNOVATION &  
ENTREPRENEURSHIP



Flanders  
State of the Art