



REG IN+

Regeneratives
Energienetzwerk
Region Ingolstadt



Technische Hochschule
Ingolstadt
Institut für
neue Energie-Systeme

Wärmerückgewinnung ist eine der effektivsten Maßnahmen zur Verbesserung der betrieblichen Energieeffizienz. In Verbindung mit solarthermischer Prozesswärme kann damit eine deutliche Reduzierung des fossilen Energiebedarfs erreicht werden. Hierbei spielen vor allem Niedertemperatur-Wärmenetze eine grundlegende Rolle. Prozesse mit einem Temperaturniveau bis 80 °C sind für diese Versorgungsstrukturen besonders geeignet und bieten vor allem solarthermischen Systemen äußerst günstige Betriebsbedingungen. Eine der zentralen Herausforderungen bei Niedertemperatur-Wärmenetzen ist die energetisch optimale Kombination der verschiedenen Wärmequellen, da die Versorgungssicherheit trotz der Nutzung verschiedener, nicht kontinuierlich zur Verfügung stehender Wärmequellen sichergestellt werden muss.

„Regenerative Prozesswärme – Solare Wärme in der bayerischen Lebensmittelindustrie“

Das Institut für neue Energie-Systeme der Technischen Hochschule Ingolstadt untersuchte im Rahmen des mehrjährigen Forschungsprojekts „Solare Wärme in der bayerischen Lebensmittelindustrie“ die Einsatzmöglichkeiten solarer Prozesswärmesysteme in der Lebensmittelindustrie. Eingebettet in den bayerischen Forschungsverbund FORETA und finanziell ausgestattet durch das Bayerische Staatsministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst wurden gemeinsam mit der Brauerei Herrnbräu in Ingolstadt und der Genuss-Molkerei Zott in Mertingen Konzepte zur energieeffizienten Integration solarthermischer Systeme in die konventionelle (Prozess-) Wärmeversorgung entwickelt.

Mit dieser Ausgabe von „Research Insight“ wollen wir Akteure der Lebensmittelbranche ebenso wie Forschungsinstitutionen über aktuelle Entwicklungen bei der solaren Prozesswärmeerzeugung informieren.

Wilfried Zörner

Prof. Dr.-Ing. Wilfried Zörner
Leiter des Instituts für neue Energie-Systeme (InES)
Technische Hochschule Ingolstadt

+ Institut für neue Energie-Systeme

Das Institut für neue Energie-Systeme (InES) ist eines von drei Instituten für Angewandte Forschung der Technischen Hochschule Ingolstadt.

Bei InES betreiben gegenwärtig vier Professorinnen und Professoren sowie fünfzehn wissenschaftliche Mitarbeiter und Doktoranden angewandte Forschung in den Bereichen Bioenergietechnik, Energiesystemtechnik und Solarenergietechnik. Seit mehr als zehn Jahren fokussieren sich InES-Wissenschaftler unter anderem auf das Forschungsfeld Solarthermie. Neben dem in dieser Broschüre vorgestellten Forschungsprojekt beschäftigen sich die Wissenschaftler mit solarthermisch unterstützten Mikro-Wärmenetzen sowie der Optimierung von thermischen Kollektoren und Systemen.

Projektsteckbriefe unter

www.RegIN-plus.de/Wissenslandkarte

Im Rahmen des von InES getragenen Innovationsnetzwerks RegIN+ werden Publikationen wie diese veröffentlicht, sowie Fachveranstaltungen zu den oben genannten Themen angeboten. RegIN+ hat sich in den kommenden Jahren die Etablierung eines regionalen Energienetzwerkes zum Ziel gesetzt. Es wird durch das Bayerische Staatsministerium für Arbeit und Sozialordnung sowie den Europäischen Sozialfonds gefördert. Das aktuelle Veranstaltungsprogramm ist zu finden unter

www.RegIN-plus.de/Veranstaltungen



RegIN+ Fachforum an der TH Ingolstadt im April 2013

Regionale Förderunternehmen von RegIN+:



Gefördert durch:



EUROPÄISCHE UNION
EUROPÄISCHER SOZIALFONDS

ESF IN BAYERN
WIR INVESTIEREN IN MENSCHEN



Impressum

Herausgeber	Technische Hochschule Ingolstadt, Institut für neue Energie-Systeme
Produktion	im Rahmen der Netzwerkinitiative RegIN+
Durchführung / Autoren	Dipl.-Wirtschaftsing. (FH) Holger Müller Dr. Sebastian Brandmayr Prof. Dr.-Ing. Wilfried Zörner
Konzeption / Redaktion	Stefan Schneider M.Sc.
Bezug als Download	www.RegIN-plus.de
Gestaltung	fouofakind GmbH
Stand	Juli 2014 1. Auflage mit 1.000 Stück

Regenerative Prozesswärme Solare Wärme in der bayerischen Lebensmittelindustrie

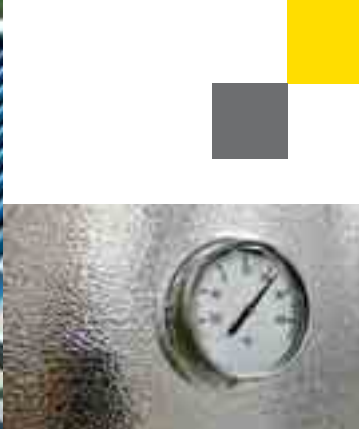


RE- SEARCH INSIGHT

02 | 2014



PROZESS- WÄRME



DIE PRAXIS



DAS INTERVIEW



Abbildung 6: Wärmespeicher der Firma Zott

+ DAS FORSCHUNGSPROJEKT

Ziel des Vorhabens „Solare Wärme in der bayerischen Lebensmittelindustrie“ war es, mit realen Betriebsdaten der Projektpartner Brauerei Herrnbräu und Molkerei Zott, Konzepte für eine effiziente solarthermisch unterstützte Wärmeversorgung zu entwickeln. Den wesentlichen Bestandteil bildete dabei die Integration von ungenutzter Abwärme in bestehende Strukturen der Wärmeversorgung auf niedrigem Temperaturniveau. Mit Hilfe von Simulationen wurde das Zusammenspiel solarthermischer Systeme mit weiteren Wärmequellen sowie die bedarfsgerechte Versorgung der Wärmeverbraucher untersucht.

PROJEKTERGEBNISSE

Um ein Gesamtbild der energetischen Ist-Situation der beiden Partnerbetriebe zu erhalten, wurden in einem ersten Schritt Vor-Ort-Untersuchungen durchgeführt und Bestandsunterlagen analysiert. Auf Basis der vorliegenden Energiedaten wurden spezifische Kennzahlen des Energieverbrauchs sowie des CO₂-Ausstoßes entwickelt. Anhand dieser konnte die energetische Effizienz der einzelnen Betriebe im Branchenvergleich (Lebensmittelindustrie) untersucht werden. Zudem bildeten sie die Ausgangsgröße für die spätere Bewertung der umgesetzten Effizienzmaßnahmen. Abbildung 1 zeigt die Gegenüberstellung der spezifischen Kennzahlen eines Betriebs im Verlauf mehrerer Bilanzjahre.

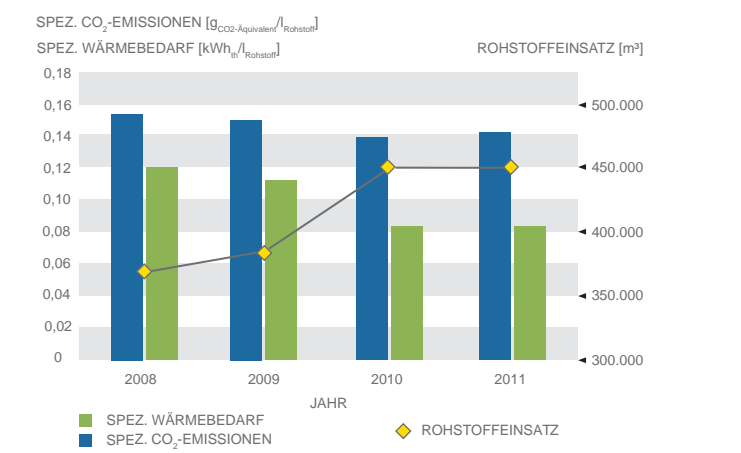


Abbildung 1: Spezifische Kennzahlen eines Lebensmittelbetriebes im mehrjährigen Vergleich

Schließlich wurden Prozesse und Anwendungen bezüglich einer prinzipiellen Eignung für die Versorgung mit Wärme auf niedrigem Temperaturniveau identifiziert (< 100°C). In Brauereien liegen die meisten Prozess- und Anwendungstemperaturen unter 100 °C. Im Fall der Firma Zott entsprechen sie ca. 90 % des Prozesswärmebedarfs. Höhere Temperaturanforderungen haben hier vor allem die Herstellung von Molkepulver sowie Prozesse zur Haltbarmachung von Milchprodukten.

Neben der Temperatur ist der zeitliche Verlauf der Wärmeversorgung der Prozesse von Bedeutung. Während Brauereien überwiegend einen diskontinuierlichen Wärmebedarf mit einer Dauer von 1-2 Stunden aufweisen, besitzen Molkereien Produktionsprozesse mit sehr viel kontinuierlicherem Wärmebedarf über mehrere Stunden.

Auf Basis dieser Informationen wurden die Möglichkeiten zur Integration von Wärmequellen auf niedrigem Temperaturniveau (Wärmerückgewinnung, Solarthermisches System) untersucht. Dabei wurde auch die Wärmerückgewinnung aus Druckluft- und Kältesystemen berücksichtigt. Aufbauend auf den analysierten Prozessstrukturen wurden Anlagenkonzepte entwickelt und diese mit Hilfe von standortspezifischen Wetterdaten und der Variation verschiedener Systemparameter simuliert und optimiert. So ist die Dimensionierung von Kollektorfeld und Speicher ausschlaggebend für die solarthermische Komponente des Wärmenetzes. Auch die Systemhydraulik sowie der günstigste Einspeisepunkt für die Integration solarer Energie konnten untersucht werden.

Abbildung 2 zeigt das Hydraulikschema eines solarthermischen Prozesswärmesystems mit großem Pufferspeicher. Unter guten Bedingungen können diese Systeme rund 400 kWh an thermischer Energie je Quadratmeter Kollektorfläche beitragen.

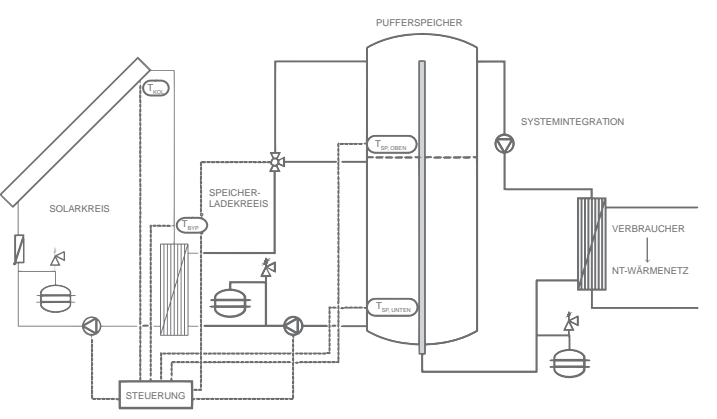


Abbildung 2: Solarthermisches Prozesswärmesystem

Konzeptentwicklung und Simulation haben gezeigt, dass solarthermische Systeme große Potentiale zur Reduzierung des konventionellen Energiebedarfs in der Lebensmittelbranche besitzen. Allerdings sind zuerst alle Abwärmepotentiale zu prüfen und zu realisieren. Niedertemperatur(NT)-Wärmenetze, basierend auf Wärmerückgewinnung und Solarthermie, sind energetisch sinnvoll und technisch umsetzbar, allerdings sind sie auf Grund der mehrstufigen Wärmezufuhr sehr komplex. Der hohe individuelle Planungsaufwand und eine Amortisationszeit von meist mehreren Jahren stellt für viele Betriebe ein Hindernis für deren Einführung dar.

Im Rahmen einer Potenzialstudie wurden schließlich die möglichen solaren Deckungsbeiträge am Prozesswärmebedarf der bayerischen Molkereien und Brauereien ermittelt. Für Molkereien können solare Deckungsbeiträge von mehr als 8 % erreicht werden, für Brauereien sogar bis 40 %. Die hohe solare Deckung bei Brauereien im Gegensatz zu Molkereien resultiert in erster Linie aus der größeren Anzahl von Betrieben und damit verbunden sehr viel geringeren Energiebedarfen je Standort. Dies führt im Umkehrschluss zu einem besseren Verhältnis von Energiebedarf und verfügbarer Fläche. Die Anwendungspotentiale müssen deshalb als Maximum angesehen werden. Entscheidend für die Anwendung solarthermischer Energie im Bereich der Prozesswärme sind Prozesse mit einem Temperaturbedarf kleiner 100°C sowie die verfügbare Fläche zur Montage der Kollektoren.

+ VON DER WISSENSCHAFT IN DIE PRAXIS

Zukunftsweisende Technologien spielen für die Genuss-Molkerei Zott mit Hauptsitz in Mertingen und einer konzernweiten Milchverarbeitungsmenge von 951 Mio. kg im Jahr 2013 nicht nur im Bereich der Produktion eine tragende Rolle. Als einer der führenden Milchverarbeiter in Deutschland sucht Zott auch bei der Energieversorgung nachhaltige Lösungen. So wird bereits seit 2009 ein Großteil des benötigten Prozessdampfs von einem Biomasse-Heizkraftwerk bereitgestellt. Zudem wurde früh erkannt, dass Warmwassernetze auf niedrigem Temperaturniveau eine optimale Voraussetzung für die Wärmerückgewinnung aus Prozessen bieten. Das in der Molkerei Zott installierte NT-Wärmenetz deckt zurzeit rund 10 % des Wärmebedarfs und wird zur Hälfte aus Abwärme versorgt. Dennoch sind Potentiale für eine weitere Optimierung vorhanden. Ein wesentlicher Aspekt für Zott sich am Forschungsprojekt „Solare Wärme in der bayerischen Lebensmittelindustrie“ zu beteiligen.

VORGEHENSWEISE

Abbildung 3 skizziert die grundlegende Vorgehensweise zur Optimierung der Wärmeversorgung von Produktionsunternehmen.

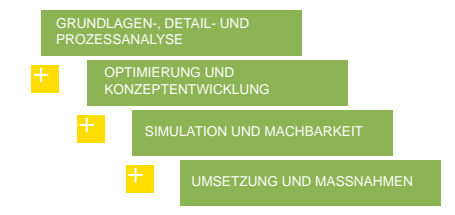


Abbildung 3: Einzelne Schritte der Vorgehensweise

Für die Bilanzierung des Gesamtenergiebedarfs sowie die detaillierte Analyse der am Wärmenetz angeschlossenen Verbraucher konnte bei Zott auf umfassende Daten zurückgegriffen werden. Abbildung 4 zeigt ein beispielhaftes Lastprofil für das NT-Wärmenetz bei Zott. Wiederkehrende Lastverläufe sowie die Aufteilung von Energiebedarf und Versorgungseinheiten können damit untersucht werden.

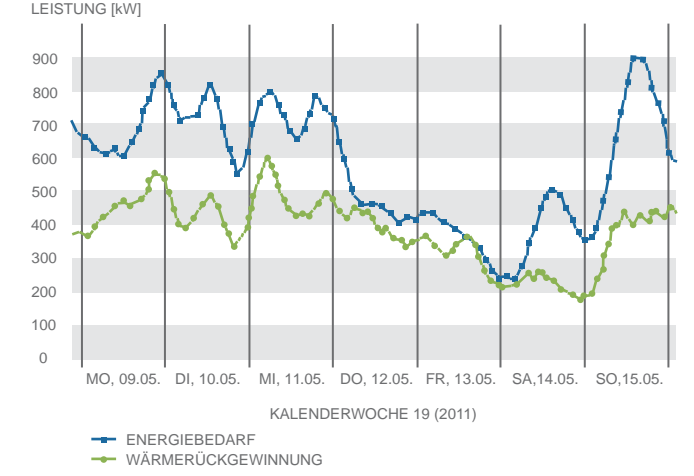


Abbildung 4: Wärmeleistungsbedarf eines NT-Wärmenetzes mit Wärmerückgewinnung

Ein erster wesentlicher Schritt zur Optimierung des bestehenden NT-Wärmenetzes war die Analyse weiterer Möglichkeiten der Wärmerückgewinnung. Gemeinsam mit Zott wurde dazu das Potenzial der Nutzung von Abwärme aus Druckluftkompressoren und Kompressionskältesystemen untersucht. Die Kompressor Kühlung hat dabei besonders großes Potential und bietet Abwärme bei rund 70 °C. Eine weitere Möglichkeit ist die Enthitzung des Heißgases aus dem Kältemittelkreis des Kältesystems (Abbildung 5).

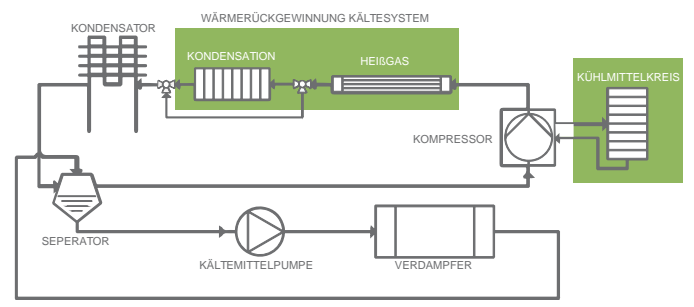


Abbildung 5: Wärmerückgewinnung aus einem Kompressionskältesystem

Die Integration dieser Wärmequellen in das bestehende Wärmenetz bildete die Basis für ein erstes Konzept. Die verfügbare Dachfläche und ein ungenutzter Wärmespeicher mit einem Volumen von 160 m³ (siehe Abbildung 6) dienen als weitere Grundlage für die Einbindung eines solarthermischen Prozesswärmesystems mit einer Kollektorfläche von 2.000 m².

Mit Modellierungen und Simulationen in der Simulationsumgebung MATLAB/Simulink mit der Toolbox CARNOT konnten verschiedene Konzeptvarianten schließlich energetisch analysiert werden. So können bei dem Einsatz einer Solaranlage in Kombination mit einem Wärmerückgewinnungssystem aus Druckluft 20% der konventionellen Energie eingespart werden. Das solarthermische System erreicht dabei einen spez. Kolletertrag von 241 kWh/m² a.

Da die Wärmegestehungskosten für das solarthermische System mit 8 bis 10 €-Cent/kWh_{th} noch über den Kosten für konventionelle Energieträger liegen, konnten die Anforderungen der Firma Zott an die Wirtschaftlichkeit des Systems nicht erreicht werden. Werden jedoch nicht nur die rein ökonomischen Faktoren berücksichtigt, sondern z.B. der Aspekt der Nachhaltigkeit, so kann die Einführung eines solchen Systems für einen Betrieb durchaus attraktiv werden. Maßnahmen wie die Rückgewinnung aus Druckluft wurden als sehr positiv gewertet und sollen künftig in verstärktem Maß umgesetzt werden.

Die Forschungsarbeiten wurden gefördert durch:



Mehr Infos zum Forschungsverbund unter: www.foreta.de

+ „ERHEBLICHER FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGSBEDARF“

Herr Schwehofer, welche Rolle spielt eine regenerative Wärmeversorgung für das Unternehmen Zott?

Den Anteilseignern unseres Unternehmens ist eine nachhaltige Energieversorgung außerordentlich wichtig. So benennt die Energiepolitik bei Zott zwei Hauptziele: Erstens den Energieverbrauch kontinuierlich zu senken, und zweitens die Nutzung von Erneuerbaren Energien im Rahmen wirtschaftlich vertretbarer Möglichkeiten zu forcieren. Beispielsweise werden zwei unserer Werke fast vollständig mit Dampf durch Hackschnitzel-Heizkraftwerke versorgt.

Was war für Zott der Grund beim Thema Energieversorgung und Energieeffizienz mit einer Hochschule zusammen zu arbeiten?

Das Thema nachhaltige Energieversorgung ist uns wie gesagt sehr wichtig. Deshalb hat für uns systematisches Vorgehen dabei eine zentrale Bedeutung. Mit Hilfe des *Instituts für neue Energie-Systeme* der TH Ingolstadt konnten wir beim Thema solare Prozesswärme die Gegebenheiten vor Ort fundiert analysieren, technologische Möglichkeiten zur Umsetzung belastbar bewerten bis hin zu einer detaillierten Simulationsstudie zu verschiedenen Umsetzungsszenarien. Damit hatten wir eine hervorragende Entscheidungsgrundlage verfügbar und konnten über das Forschungsprojekt sogar zur Weiterentwicklung solcher Solar-Anlagenkonzepte beitragen.

Obwohl die Untersuchungen gezeigt haben dass die technischen Voraussetzungen zur Umsetzung einer solchen Anlage gegeben sind hat Zott diese in Mertingen bisher nicht realisiert. Welche Hindernisse sehen Sie?

Solare Prozesswärme ist sowohl technologisch als auch mit Blick auf das Thema Nachhaltigkeit gerade für die Lebensmittelindustrie hochinteressant. In der Systemintegration sowie dem möglichen und vor allem gesicherten Beitrag zur Wärmeversorgung sehen wir aber hohe Hürden. Und nicht zuletzt spielt die Wirtschaftlichkeit einer solchen Anlage natürlich eine entscheidende Rolle. So sehen wir noch erheblichen Forschungs- und Entwicklungsbedarf für angepasste Anlagenkonzepte, Sicherstellung von Wärmeerträgen, zum Beispiel durch integrierte Anlagenüberwachung, bis hin zu maßgeschneiderten Betreibermodellen.

Martin Schwehofer, Leiter für Technik & Facility Management bei der Firma Zott



+ STUDIENGANG TECHNIK ERNEUERBARER ENERGIE AN DER TH INGOLSTADT



Die Hochschule Ingolstadt hat sich seit ihrer Gründung im Jahr 1994 rasant entwickelt. Aus damals vier Professoren und 90 Studierenden sind mittlerweile 117 ProfessorInnen und 4.400 Studierende geworden. Aus einer ausschließlich auf die Ausbildung von Studierenden konzentrierten Fachhochschule wurde eine Hochschule, die auch anwendungsbezogen forsch und akademische Weiterbildung betreibt. Das Drittmittelvolumen in diesen beiden Feldern wuchs auf über 5,5 Mio. € p.a. Mit diesen Geldern werden über 80 wissenschaftliche und nichtwissenschaftliche Mitarbeiter beschäftigt.

Im Juni 2013 gab schließlich die Bayerische Staatsregierung bekannt: Die Hochschule Ingolstadt wird zur Technischen Hochschule (TH). Angewandte Forschung im Bereich Erneuerbare Energietechnik betreibt die TH bereits seit 2000. Im Wintersemester 2011/2012 wurde schließlich der Bachelorstudiengang „Technik Erneuerbarer Energien“ erstmals angeboten.

Über 150 Studierende sind derzeit in den siebensemestrigen Studiengang eingeschrieben, der an den aktuellsten Entwicklungen und Forschungsthemen der Energieversorgung mit Erneuerbaren Energien ausgerichtet ist. Mehr Infos unter: www.thi.de/go/tee