

Abwärmenutzung, Wärmetauscher, Dämmung, Berechnungstools, Pinch-Analyse

Prozesse effizienter gestalten

Industrielle Prozesse und verfahrenstechnische Herstellmethoden sind im Allgemeinen sehr energieintensiv. Deshalb schlummern darin erhebliche Potenziale zur Energie- und Kosteneffizienz. Diese zu erkennen und geeignete Werkzeuge für das Festlegen von Effizienzmassnahmen zu entwickeln ist Aufgabe verschiedener Akteure.

Jürg Wellstein

Welche Chancen bestehen bei industriellen Prozessen, die Energie- und Kosteneffizienz steigern zu können? Mit dieser Frage befassen sich Industrieunternehmen im Rahmen ihrer Optimierungsstrategien und aufgrund der erfolgten Verteuerung von Brenn- und Treibstoffen. Aber auch die Einführung von Lenkungsabgaben, z. B. der CO₂-Abgabe, hat zu verstärkten Anstrengungen für eine Brennstoffreduktion geführt. Potenziale sind zahlreich vorhanden, spezifische Massnahmen werden mehr und mehr umgesetzt. Viele Firmen gehen korrekterweise davon aus, dass die Energiepreise weiter steigen werden und Optimierungsprojekte daher dringend sind. Zwei kürzlich durchgeführte Anlässe boten Gelegenheit, die neuesten Resultate zu präsentieren und verschiedene Effizienzmassnahmen zu diskutieren. Im Juni organisierte das Bundesamt für Energie (BFE) eine Tagung des Forschungsprogramms «Industrielle Prozesse» und im September bot das Forum Wärmetauscher des energie-cluster.ch einen Einblick in das entsprechende Thema der Wärmerückgewinnung.

Werkzeuge für Analyse und Modellierung

Verschiedene Forschungsinstitute der ETH und von Fachhochschulen befassen sich mit der Entwicklung allgemein nutzbarer Werkzeuge für mehr Energieeffizienz bei industriellen Betrieben. Die Verfahrenstechnik chemischer Batch-Prozesse stellt seit Längerem ein Schwerpunktthema von Konrad Hungerbühler dar, Professor am Institut für Chemie- und Bioingenieurwissenschaften (ICB) der ETH Zürich. Während bisher der Fokus in den Unternehmen stark auf die Umsetzung genauer Rezepturen zur Sicherstellung der Produktqualität und des Good Manufacturing Practice (GMP) gerichtet war, findet die Energieeinsparung heute auch in dieser Branche viel Beachtung. Im Hinblick auf Mehrzweckbetriebe entwickelte Konrad Hungerbühler und sein Team auf der Grundlage von umfangreichem Datenmaterial gezielte Modelle zur Energieoptimierung. Dies ist zwar der aufwändigere Weg, aber gleichzeitig der praxisorientiertere Ansatz. Messwerte dürfen nicht mehr ausschliesslich für die Pro-



Konrad Hungerbühler, Professor am Institut für Chemie- und Bioingenieurwissenschaften (ICB) der ETH Zürich.



Raymond Morand, Helbling
Beratung + Bauplanung AG in Zürich. Technik & Architektur in Horw.



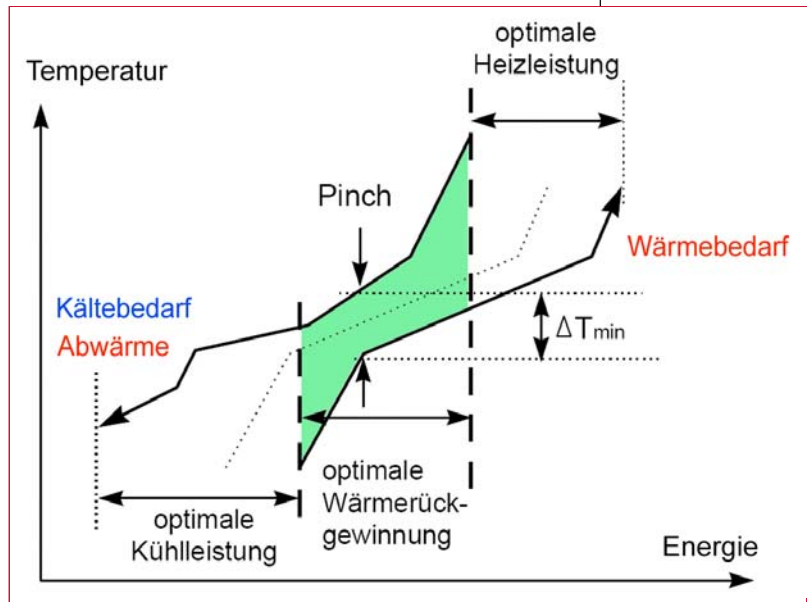
Beat Wellig, Hochschule Luzern (HSLU) –
Beratung + Bauplanung AG in Zürich. Technik & Architektur in Horw.

Thomas Weis, Hochschule Luzern (HSLU) –
Beratung + Bauplanung AG in Zürich. Technik & Architektur in Horw.

zessführung genutzt werden, sondern sollen heute auch für energetische Analysen eingesetzt werden. Das von der ETH entwickelte Energy Monitoring Tool ist inzwischen bereits vom involvierten Industriepartner BASF eingesetzt worden.

Pinch findet die versteckten Potenziale

Raymond Morand, Helbling Beratung + Bauplanung AG in Zürich, befasst sich seit über 15 Jahren mit der Umsetzung der Pinch-Methode. Diese auf eine Prozessintegration ausgerichtete Methode zeigt auf, wo sich bei aufheizenden und abzukühlenden Wärmeströmen eines kontinuierlichen Prozesses ein Optimum ergibt. Anhand von Praxisbeispielen konnte er bestätigen, dass im Rahmen einer Pinch-Analyse rund 60–70 Prozent des Arbeitsumfangs zunächst für eine verlässliche Datenaufnahme verwendet werden müssen. Bei geeigneter Pinch-Anwendung können dann Energieeinsparungen erzielt werden, welche den zusätzlichen Investitionsaufwand bereits in zwei Jahren zurückerstatten. Diese kurzen Payback-Zeiten sind für Industrieunternehmen in der Regel ein wichtiges Entscheidungskriterium. Die Pinch-Methode ist generell für kontinuierliche Prozesse geeignet, kann aber auch unter Umständen für einen Batch-Betrieb angewendet werden. Als grundsätzliche Erkenntnis der praktischen Umsetzung von Pinch-Analysen in Effizienzmassnahmen gilt, dass Wärmetauscher oft zu klein dimensioniert sind und deshalb die nötige Leistung nicht erbringen können. Inzwischen arbeitet auch die Fachhochschule Luzern (HSLU) an Werkzeugen der Prozessintegration. Für Beat Wellig, Kompetenzzentrum Thermische Energiesysteme & Verfahrenstechnik an der HSLU, ermöglicht die Pinch-Analyse eine ganzheitliche Betrachtung der betrieblichen Energieströme. Dieser systematische Ansatz macht die noch ausschöpfbaren Potenziale zur Energieoptimierung sichtbar, zeigt mögliche Verknüpfungen von Wärme- und Kälteströmen auf und lässt Bereiche mit Wärmeüberschuss bzw. -defizit erkennen. Daraus abgeleitet können Wärmetauscher korrekt dimensioniert und platziert werden, sodass maximale



Prinzip der Pinch-Analyse: Bedarf an Wärme und Kälte sowie Abwärmequellen werden einander bezüglich Energie-Menge und Temperatur-Niveau gegenübergestellt, um mögliche Optimierungspotenziale zu erkennen. (Grafik: Helbling AG)

Werte des Wärmetransfers und der Wärmerückgewinnung erreicht werden. Die HSLU hat die auf Schweizer Verhältnisse angepasste Methode «PinCH» in die Ausbildung aufgenommen und fördert damit den standardisierten Einsatz dieses Planungs- und Optimierungswerkzeugs.

Wärme nicht verlieren ist ein Gewinn

Die bei der Prozessintegration durch die Pinch-Analyse gefundenen Möglichkeiten zum Energieaustausch und zur Wärmerückgewinnung können sinnvoll mit Wärmedämmmassnahmen ergänzt werden. Denn Wärme nicht zu verlieren, ist bereits ein Gewinn. Für den ehemaligen Empa-Forscher Hans Simmler, swisspor AG, stellt die Wärmedämmung ein zentrales Element zur Vermeidung von Energieverlusten dar. Es stehen heute organische und anorganische Faser- und Schaumstoffe für die Wärmedämmung zur Verfügung. Von besonderem Interesse sind aber auch Hochleistungs-Dämmsysteme, wie Aerogel-Faserverbundstoffe und die Vakuum-Isolier-Produkte (VIP). Weitere Entwicklungen sind nötig, um diese VIP in den unterschiedlichen Formen realisieren zu können, welche durch anlagentechnische Rahmenbedingungen vorgegeben werden. In Zukunft kann jedoch nicht mehr akzeptiert werden, wenn man vorhandene (Ab)Wärme der Anlagen und der umgebenden Gebäude ungenutzt vernichtet. Daher kommt dem Thema Wärmedämmung auch bei industriellen Prozessen eine grössere Bedeutung zu.

Abwärme mit Wärmetauschern zurückholen

Die beiden Anlässe des BFE und des energie-cluster.ch haben neben der Vorstellung von Analyse- und Planungshilfen auch einige Produktbeispiele präsentiert. So berichtete Bruno Michel, IBM Research GmbH, von der Entwicklung eines wassergekühlten Racks zur verbesserten Abwärmenutzung in Rechenzentren. Die



Leiter Energie-Agentur
ft (EnAW).

Joachim Weber, Jäggi/Güntner
(Schweiz) AG in Basel.



**mehr Sonne
mehr Energie**

**Solartechnik von SOLTOP
leistet und begeistert**

Entwicklung, Produktion und Verkauf von Solarsystemen für Warmwasser, Heizung, Schwimmbad; Sonnenkollektoren, Speicher, Regelungen

SOLTOP
Schuppisser AG
CH-8353 Elgg
Tel: 052 364 00 77

www.soltop.ch

SOLTOP bietet auch Top-Lösungen für das Mehrfamilienhaus

Forschungsprogramm industrielle Prozesse

Industrielle Prozesse benötigen ca. 15 Prozent der Gesamtenergie der Schweiz. Dabei stellt Prozesswärme – mehrheitlich aus fossilen Energieträgern erzeugt – über 50 Prozent dieses Verbrauchs dar. Zugleich ist die Industrie auch grösster Stromverbraucher der Schweiz. Mit gezielter Optimierung des Ressourceneinsatzes kann offensichtlich ein erhebliches Sparpotenzial ausgeschöpft werden. Deshalb fokussiert das Forschungsprogramm des Bundesamts für Energie (BFE) sowohl auf die Verfahrenstechnik als auch auf energieintensive fertigungs-technische Prozesse. Dabei geht es um die Entwicklung und Anwendung von Methoden und Werkzeugen (z.B. Modellierung, Monitoring usw.), um die Umsetzung effizienter Verfahren, wie die Substitution für Trocknungsvorgänge usw., sowie um die Integration von erneuerbaren Ressourcen, Reststoffverwertung und Abwärmenutzung. Unterstützt wird dabei seit Jahren auch die Pinch-Analyse bzw. das Projekt Software PinCH der Hochschule Luzern.

(www.bfe.admin.ch/forschungsverfahrenstechnik)

Branche braucht immer mehr Energie, hat bereits Eingang in die Energiestatistiken gefunden und ist sich ihrer Verantwortung zur Senkung des Strom- und Kältebedarfs bewusst. Ziel der Entwicklung ist die Verkürzung der in den Chips vorhandenen internen Datenleitungen, welche einen wesentlichen Teil zur Wärmeentwicklung beitragen. Zudem soll statt der üblichen Luft neu eine Wasserkühlung in die Platine eingebaut werden. Der 80°C warme Chip kann in Zukunft auf 60°C gekühlt werden, sodass sich die gewonnene Energie weiter nutzen lässt.

Über Kühl-Technologien referierte Joachim Weber, Jäggi/Güntner (Schweiz) AG in Basel. Im Fokus stand insbesondere die effizientere Rückkühlung mit hybriden Trockenkühlern (siehe Bild), welche dank mehrheitlich trockenem Kühlbetrieb deutlich weniger Wasserverbrauch aufweisen und durch einen frequenzgeregelten Ventilator sowie Kühlerregelung effizienter arbeiten als konventionelle Nasskühler. In der kalten Jahreszeit funktionieren sie als Free-cooling-Einheit. Kältemaschinen braucht es somit nur noch sporadisch.

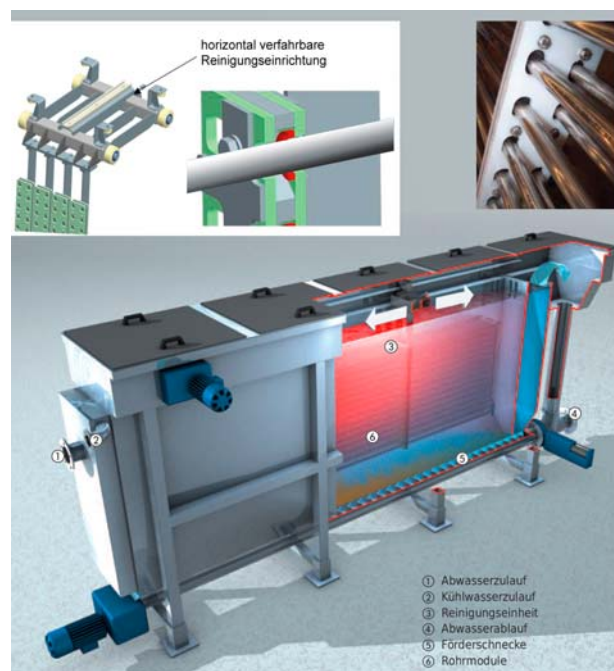
In der Schweiz, aber vor allem auch in Deutschland und Frankreich, besteht ein wachsender Markt für Wärmetauscher im Abwasser, welche zusammen mit Wärmepumpen zur Beheizung von Gebäuden dienen. Neben dem Bereich Apparate-Behälterbau und Lebensmittelindustrie ist der Sektor Erneuerbare Energien bei der Kasag AG in Langnau vor allem auf die Abwassernutzung ausgerichtet, bestätigte Beat Stucki. Verschiedene Beispiele für Kanalanwendungen zeigen, dass kurze Distanzen zum Verbraucher vorhanden sein müssen. Zudem sollten möglichst konstante Abwassertemperaturen und eine Abwassermenge von mindestens 15 Litern pro Sekunde genutzt werden können, damit der Wärmetauscher in der Kanalisation einen wirtschaftlichen Betrieb ermöglicht.

Ein neues System zur Wärmerückgewinnung aus Prozess- und Abwasser stellte Bruno Hils, Picatech Huber AG in Kriens LU, vor. Der RoWin-Wärmetauscher ist mit einer automatischen Reinigung und Feststoffausschleusung

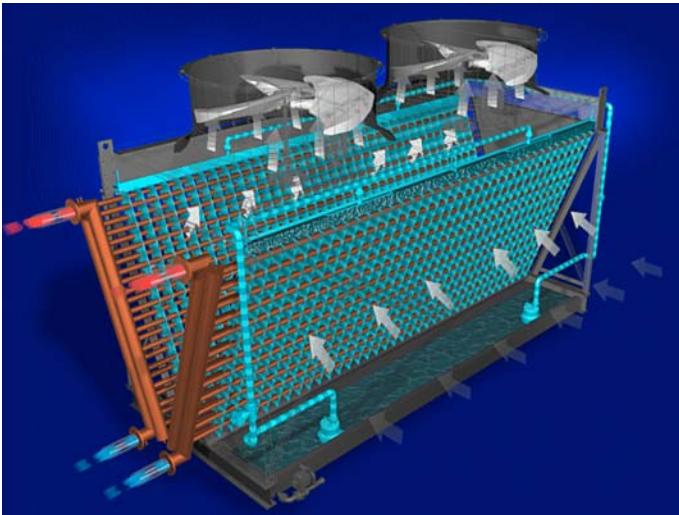
ausgestattet (siehe Bild). Dabei werden die einzelnen Rohre mit einer fahrbaren Transfereinheit in wählbaren Sequenzen mechanisch gereinigt. Das Einsatzspektrum solcher Wärmetauscher reicht von Hochhausabwasser, Papierfabrik, Holzindustrie, Abwasserreinigungsanlagen bis zu Thermalbädern.

Unterstützung für Schweizer Unternehmen

Ein wichtiger Akteur im Rahmen der Effizienzsteigerungen ist die Energie-Agentur der Wirtschaft (EnAW). In den vergangenen Jahren wurden in unterschiedlichen Betrieben und Branchen Prozessoptimierungen durchgeführt. Inzwischen arbeiten auch Pinch-Coaches für die EnAW, sodass den Betrieben und Industrien eine grundlegende Unterstützung geboten werden kann. Zuerst werden mit einer Grobanalyse mögliche Energiepotenziale grob geortet. In ei-



Wärmetauscher mit Transfereinheit zur Reinigung der Rohre. (Grafik: Picatech Huber AG)



Prinzip des hybriden Trockenkühlers.
(Grafik: Jäggi/Güntner AG)

nem zweiten Schritt kann man in enger Zusammenarbeit zwischen der EnAW und dem Unternehmen sämtliche Prozesse detailliert untersuchen und die zugehörigen Energieströme in die Pinch-Software eingeben. Damit werden warme und kalte Verbundkurven erstellt. Die EnAW begleitet diesen Prozess bis zur Umsetzung der definierten Massnahmen. Die EnAW konnte erfolgreiche Entwicklungen auslösen: bereits rund 2000 Teilnehmer im Energie-Modell, in 10 Jahren eine Steigerung der Energieeffizienz von rund 20 Prozent, eine Reduktion der CO₂-Intensität von rund 30 Prozent usw. Heute ist man in der Industrie so weit, dass die Pinch-Analyse bereits bei der Planung eingesetzt wird und man damit eine optimale Wärmerückgewinnung bereits baut statt nachträglich ergänzt. ■

Kontakte

BFE-Energieforschungsprogramm «Industrielle Prozesse»
www.bfe.admin.ch/forschungsverfahrenstechnik

Technologievermittlung Energie des energie-cluster.ch
www.energie-cluster.ch

Pinch-Analysen für Unternehmen
www.helbling.ch

PinCH-Team der HSLU
www.pinch-analyse.ch

Energie-Agentur der Wirtschaft, EnAW
www.enaw.ch

Mobile Energiezentralen.
Einfach und schnell.



Heizmobil

Heizmobile
in allen Leistungsgrößen

- Elektroheizungen
- Heizzentralen
- Dampfzentralen



Kältemobil

Miete, Planung, Verkauf
mobiler Gesamtlösungen

Kältemobile
in allen Leistungsgrößen

- Split-Klima-Geräte
- Kaltwassersätze
- Lüftungsgeräte

