

Prozessintegration als Schlüssel zu tieferen Energiekosten

Die Erhöhung der Energieeffizienz ist für viele Unternehmen vor dem Hintergrund steigender Energiepreise und ökologischer Gesichtspunkte von zunehmender Bedeutung. Der Schlüssel zu höherer Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit ist die konsequente Prozessintegration mittels Pinch-Analyse.

Prof. Dr. Beat Wellig

Leiter Kompetenzzentrum (CC) Thermische Energiesysteme & Verfahrenstechnik, Hochschule Luzern – Technik & Architektur

Martin Stettler

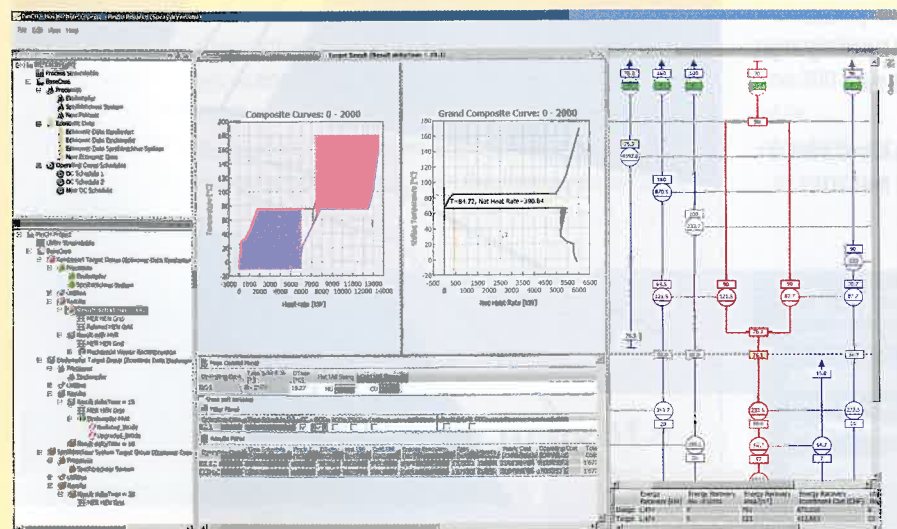
Bereichsleiter Prozess- und Betriebsoptimierung Industrie und Dienstleistungen (PBO), Bundesamt für Energie BFE

Die Energie ist in vielen Unternehmen der Lebensmittelindustrie zu einem wichtigen Kostenpunkt geworden. Sie müssen sich deshalb verstärkt mit der Erhöhung der Energieeffizienz beschäftigen, um wettbewerbsfähig zu bleiben. Klassische Methoden der Energieoptimierung konzentrieren sich darauf, die Effizienz einzelner Apparate wie beispielsweise Rührkessel, Sterilisatoren oder Kühl tunnel zu verbessern. Die Erfahrungen zeigen, dass die optimale Verknüpfung von Energieströmen im Gesamtprozess meist eine grössere Effizienzsteigerung bringt als die oft kostspielige Verbesserung einzelner Wirkungsgrade. «Energetische Prozessintegrationen» ist der gebräuchliche Oberbegriff für solch systemorientierte und integrale Methoden. Die «Pinch-Analyse» wiederum ist ein wichtiges Werkzeug der Prozessintegration.

Pinch-Analyse. Die thermischen Energien zum Aufheizen und Abkühlen von Stoffen machen oft einen beträchtlichen Anteil am gesamten Energiebedarf aus. Gerade diese Verfahrensschritte bergen ein grosses Potenzial für Energieeinsparungen. Für die Steigerung der Effizienz ist deshalb die prozessinterne Wärmerückgewinnung zentral. Genau hier setzt die Pinch-Analyse an: Sie hilft, das optimale Anlagendesign zu finden und damit den Energieeinsatz zu optimieren sowie die Wirtschaftlichkeit zu verbessern.

Praktische Umsetzung. Die Pinch-Analyse berücksichtigt bestimmte thermodynamische Prinzipien. Für einen Prozessablauf ist neben der Wärmemenge beziehungsweise dem Wärmestrom meistens auch ein bestimmtes Temperaturniveau erforderlich. Abwärme aus anderen Quellen kann nur dann genutzt werden, wenn sie ein höheres Temperaturniveau aufweist. Für eine Pinch-Analyse müssen daher zunächst die Prozessanforderungen definiert und die benötigten Daten der Ströme wie zum Beispiel Eintritts- und Austrittstemperaturen extrahiert werden. Mit «Ströme» sind alle relevanten Stoffströme des Prozesses gemeint (Wasser-, Milch-, Pulverstrom und so weiter). Die thermischen Energieströme werden anschliessend zu zwei charakteristischen Kurven, den sogenannten «kalten und warmen Verbundkurven» zusammengefasst («Composite Curves»). Die kalte Verbundkurve spiegelt den Wärmebedarf und die warme Verbundkurve das Wärmeangebot wider. Unter der Randbedingung minimaler jährlicher Gesamtkosten erhalten Unternehmen Zielwerte für die prozessinterne Wärmerückgewinnung, die externe Heiz- und Kühlleistung sowie für die Investitions- und Energiekosten. Erst danach wird das optimale Wärmeübertrager-Netzwerk entworfen. In einer strategischen Planung werden schliesslich Massnahmen zur Wärmerückgewinnung und verbesserten Energieversorgung abgeleitet.

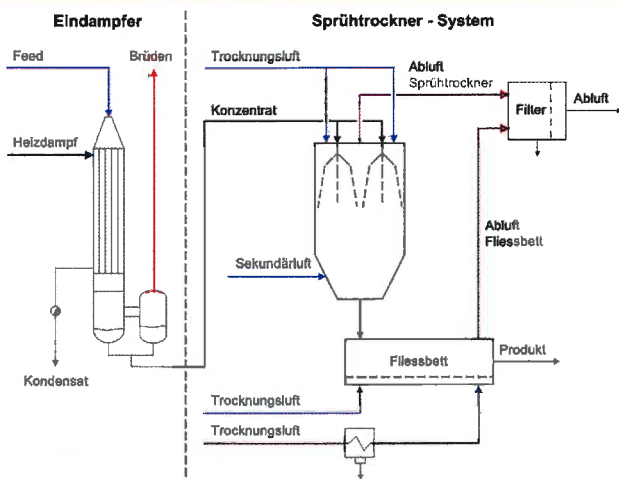
Nutzen. Vereinfacht gesagt beantwortet eine Pinch-Analyse folgende Fragen: Wie gross ist der Wärme- und Kältebedarf, wenn vollständig optimierte Prozesse vorliegen würden? Wie kann dieser Optimalzustand erreicht werden? Wo liegt das wirtschaftliche Optimum für die Investitions- und Energie-



Die Software PinCH führt den Anwender Schritt für Schritt durch die Pinch-Analyse (siehe auch Verfahrensfliessbild nächste Seite). Links: Fenster für Prozess- und Szenariomanagement. Mittlerer Bereich: Composite Curves (CC), Grand Composite Curve (GCC) und Target Results für ein bestimmtes Szenario; aus der GCC erkennt man, dass eine Brüdenverdichtung sinnvoll ist. Rechter Bereich: Heat Exchanger Network (HEN) Grid; im HEN Grid kann das optimale Anlagendesign grafisch bestimmt werden

CC THERMISCHE ENERGIESYSTEME & VERFAHRENSTECHNIK

Das Kompetenzzentrum (CC) Thermische Energiesysteme & Verfahrenstechnik an der Hochschule Luzern entwickelt und optimiert Konzepte, Technologien und Anlagen für effiziente und ressourcenschonende Energie- und Stoffumwandlungsprozesse. Dazu gehören beispielsweise thermische Trennverfahren und Umwelttechnik, Prozessintegration und Pinch-Analysen, Wärmepumpen und Kältesysteme sowie simultane Wärme- und Stofftransportprozesse.



Vereinfachtes Verfahrensfliessbild eines Prozesses aus der Lebensmittelindustrie (Ist-Zustand): Die Prozessanforderungen werden definiert und die Daten der aufzuheizenden Ströme (blau) und abzukühlenden Ströme (rot) werden für die Pinch-Analyse extrahiert

kosten? Die Beantwortung dieser Fragen ist von grossem Nutzen. Methoden wie Zeitreihen oder Branchenkenndaten haben lediglich eine relative Aussagekraft. Mit der Pinch-Analyse hingegen kann der absolute energetische Optimierungsgrad von Produktions- und Infrastrukturanlagen ermittelt werden. Zudem macht der Vergleich mit dem Ist-Zustand deutlich, wie weit der Prozess noch vom Optimalzustand entfernt ist. Dank dieser absoluten Bewertung kann die Pinch-Analyse als Werkzeug von Umweltmanagementsystemen dienen.

Für energieintensive Branchen wie die Lebensmittelindustrie sind Pinch-Analysen besonders sinnvoll, da das Potenzial zur Senkung des Energiebedarfs bis 40 Prozent beträgt. Das Bundesamt für Energie, BFE, fördert die praktische Anwendung der Pinch-Analyse. Verschiedene Ingenieurbüros aus dem Umfeld der Energieagentur der Wirtschaft EnAW haben bis heute rund 40 Pinch-Analysen in der Industrie durchgeführt. Die Nestlé SA hat beispielsweise die Pinch-Analyse für die Planung einer neuen Produktionsstätte eingesetzt. Damit konnten ein totaler Wärmeleistungsbedarf von 8700 kW und ein theoretisches Wärmerückgewinnungspotenzial von 4900 kW aufgezeigt werden. Die Resultate sind eindrücklich: Durch die Umsetzung der Massnahmen werden 92 Prozent des Potenzials genutzt. Die jährliche Energieeinsparung beträgt 12,5 GWh, die jährliche Kosteneinsparung

1,15 Millionen Franken. Zudem liegt der Payback deutlich unter drei Jahren.

Einsatzgebiete. Die Pinch-Analyse führt bei bestehenden Prozessen immer zu höherer Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit. Zudem ist sie ein wertvolles Instrument für die Konzipierung neuer Anlagen. Die Weichen werden bereits in der Planungsphase richtig gestellt, und es ergeben sich oft Verbesserungen, die sich mit geringen Mehrkosten realisieren lassen. Und noch wichtiger: Unternehmen können Fehler vermeiden, denn die Anlagen sind von Beginn an energetisch optimal ausgelegt.

Engineering-Tool PinCH. Die Hochschule Luzern – Technik & Architektur hat mit Unterstützung des Bundesamts für Energie die benutzerfreundliche Software PinCH für die praktische Durchführung von Pinch-Analysen entwickelt. Sie soll der Anwendung der Methode, die bisher vor allem in Grossbetrieben durchgeführt wurde, auch in kleinen und mittleren Betrieben zum Durchbruch verhelfen. Die Software erlaubt eine schnelle Einarbeitung in die Pinch-Analyse sowie eine zielgerichtete und kostengünstige Durchführung in der Praxis.

PinCH verfügt über viele praktische Features. Neben der Analyse von kontinuierlichen Prozessen können auch Batch-Prozesse untersucht werden. Zudem sind umfassende technisch-ökonomische Variantenstudien durch die Koppelung mehrerer Teilprozesse (Prozessmanagement) umsetzbar. Zahlreiche Funktionalitäten erlauben die rasche Änderung von Prozessdaten und die Untersuchung von unterschiedlichen Szenarien (Szenariomanagement). Weitere wichtige Features sind das grafische Design von Wärmeübertrager-Netzwerken, die Integration von Wärmepumpen, Blockheizkraftwerken, Brüdenverdichtern sowie praktische Instrumente zur Optimierung von Energieversorgungssystemen.

Die Methode ist in der Schweiz noch relativ wenig verbreitet. An der Hochschule Luzern wurde deshalb in Zusammenarbeit mit dem BFE der «Prozessintegration/Pinch-Stützpunkt» aufgebaut. Ingenieurbüros und Industrieunternehmen erhalten hier Unterstützung bei der Durchführung von Pinch-Analysen sowie beim Umgang mit der Software. Zudem bietet die Hochschule Luzern praxisorientierte Kurse im Bereich Prozessintegration und Pinch-Analysen sowie massgeschneiderte Firmenkurse an. Das Ziel ist, Unternehmen in ihrer nachhaltigen Entwicklung und bei der Reduktion von CO₂-Emissionen zu unterstützen, indem die Senkung des Energiebedarfs mit der Erhöhung der Wirtschaftlichkeit einhergeht. ■

Weitere Informationen:

Prozessintegration/Pinch-Stützpunkt der Hochschule Luzern:
www.pinch-analyse.ch

WEITERFÜHRENDE LINKS

Bundesamt für Energie, BFE: www.bfe.admin.ch
Energie-Agentur der Wirtschaft, EnAW: www.enaw.ch
Prozessintegration/Pinch-Stützpunkt: www.pinch-analyse.ch