

ANALYSE MIT WEITBLICK

Beim Thema Energieeffizienz kann ein Blick zu den Eidgenossen nie schaden. Für die Ermittlung des wirtschaftlichen Optimums für Investitions- und Energiekosten per Pinch-Analyse bietet die Hochschule Luzern – Technik & Architektur eine neue Software, die Großbetriebe sowie mittlere und kleine Unternehmen unterstützen soll.

TEXT: Prof. Dr. Beat Wellig, Hochschule Luzern **FOTO:** assalve (iStock) **GRAFIKEN:** Hochschule Luzern

Industriebetriebe müssen heute vielfältige Anforderungen erfüllen. Die Prozesse sollen nicht nur maximale Wirtschaftlichkeit aufweisen, sondern auch so wenig Energie und Ressourcen wie möglich verbrauchen und geringe Emissionen erzeugen. Zudem führen steigende Energiepreise und Lenkungsabgaben dazu, dass die Erhöhung der Energieeffizienz für den Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit unabdingbar wird.

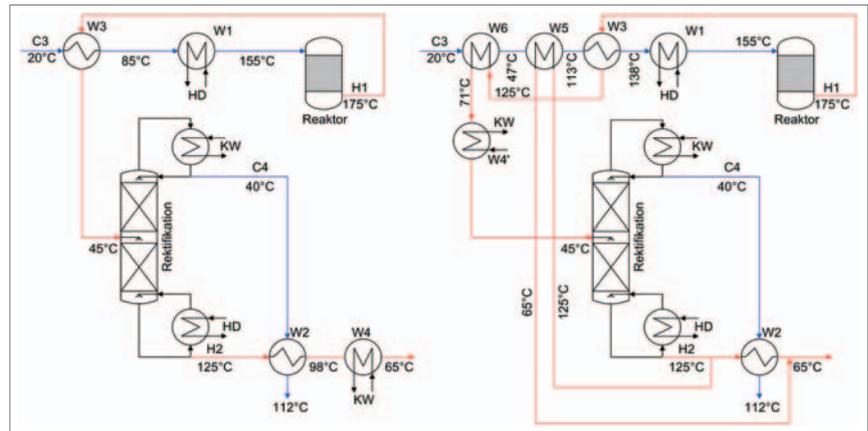
Klassische Ansätze der Energieoptimierung konzentrieren sich meistens darauf, die Effizienz einzelner Apparate zu verbessern. Die Erfahrungen zeigen jedoch, dass die optimale Verknüpfung von Energieströmen im Gesamtprozess meist eine größere Effizienzsteigerung bringt als die oft kostspielige Verbesserung der einzelnen Wirkungsgrade durch rein technische Maßnahmen. Prozessintegration ist der gebräuchliche Oberbegriff für eine solche systemorientierte und integrale Methode. Die Pinch-Analyse wiederum ist ein wichtiges Werkzeug der Prozessintegration.

Die thermischen Energien zum Aufheizen und Abkühlen von Stoffströmen machen oft einen beträchtlichen Anteil am

gesamten Energiebedarf aus. Für die Steigerung der Energieeffizienz ist deshalb die prozessinterne Wärmerückgewinnung zentral. Genau hier setzt die Pinch-Analyse an: Sie hilft, unter der Zielsetzung von minimalen Gesamtkosten das optimale Anlagen-Design zu finden und damit den Energieeinsatz zu optimieren und die Wirtschaftlichkeit zu verbessern.

Großes Potenzial für die Industrie

Vereinfacht gesagt beantwortet eine Pinch-Analyse folgende Fragen: Wie groß ist der minimal notwendige Energiebedarf, wenn ein vollständig optimierter Prozess vorläge? Wie kann dieser Optimalzustand erreicht werden? Wo liegt das wirtschaftliche Optimum für die Investitions- und Energiekosten? Bereits die Beantwortung der ersten Frage ist für Industrieunternehmen von großem Nutzen. Wenn der minimal notwendige Bedarf bekannt ist, kann die Energieeffizienz eines Prozesses durch einen Vergleich mit dem tatsächlichen Energieeinsatz korrekt beurteilt werden. Dieser Vergleich macht



Das vereinfachte Verfahrensfließbild zeigt einen chemischen Prozess vor (links) und nach der Pinch-Analyse.

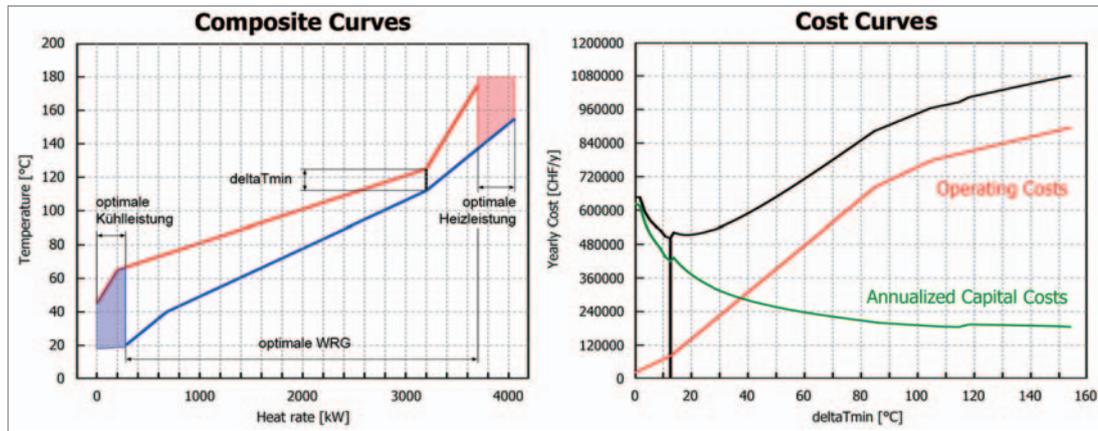
deutlich, wie weit ein Prozess noch vom Optimalzustand entfernt ist. Die Pinch-Analyse liefert aber noch mehr: Sie zeigt systematisch den Weg zum optimalen Anlagen-Design und zur optimalen Energieversorgung auf. Vielfach sind jedoch nicht alle Verknüpfungen, sprich Wärmeübertrager, sinnvoll und machbar. Aus den Analyseergebnissen können jedoch in einer strategischen Planung Maßnahmen zur Wärmerückgewinnung und verbesserter Energieversorgung abgeleitet werden. Nicht nur für bestehende Anlagen, sondern auch für die Konzipierung von neuen Prozessen ist die Pinch-Analyse somit ein wertvolles Werkzeug.

Besonders sinnvoll sind Pinch-Analysen für energieintensive Branchen wie Chemie- und Pharmaindustrie, Lebensmittelindustrie oder Papier- und Baumaterialbranche. In vielen Industrieunternehmen wurden solche Analysen bereits erfolgreich durchgeführt. Das Potenzial zur Senkung des Primärenergieverbrauchs beträgt üblicherweise zehn bis 40 Prozent.

„Targets before Design“ ist die grundlegende Philosophie der Pinch-Analyse. Das bedeutet, dass in einem ersten Schritt

die Energiezielwerte bestimmt werden und erst dann das optimale Anlagen-Design entworfen wird. Anhand eines Beispiels eines kontinuierlichen chemischen Prozesses (siehe Abbildung rechts) wird die praktische Anwendung der Analyse beschrieben.

Die aufzuwärmenden und die abzukühlenden Stoffströme werden in einem Temperatur/Wärmestrom-Diagramm zu zwei charakteristischen Kurven zusammengefasst (siehe Abbildung auf S.68). Die „kalte“ Verbundkurve (blau) spiegelt den Wärmebedarf und die „warme“ (rot) das Wärmeangebot wider. Im überlappenden Bereich ist eine Wärmerückgewinnung möglich. Durch horizontales Verschieben der kalten Verbundkurve ändern sich die minimale Temperaturdifferenz (ΔT_{\min}) zwischen den Kurven sowie das Potenzial für die Wärmerückgewinnung und die externe Heiz- und Kühlleistung. Mit der Zielsetzung minimaler Gesamtkosten, die sich aus Investitions- und Energiekosten zusammensetzen, erhält man die optimale Temperaturdifferenz zwischen den Verbundkurven. Im Beispiel werden die kleinsten Gesamtkosten bei einer minimalen



Composite Curves und Cost Curves des chemischen Prozesses zeigen Sparpotenziale auf.

Temperaturdifferenz von 13 °C erreicht. Verschiebt man nun die kalte Verbundkurve, bis sich ein ΔT_{min} von 13 °C zwischen den Verbundkurven einstellt, kann man aus den Verbundkurven die optimale Heizleistung (360 kW), die optimale Kühlleistung (280 kW) und die optimale Wärmerückgewinnung (3420 kW) bestimmen. Auf Basis dieser Energieziele werden

anschließend die Ströme in einem Wärmeübertragernetzwerk optimal mit Wärmeübertragern verknüpft. Damit können die jährlichen Gesamtkosten dieses Prozesses nun um rund 30 Prozent reduziert werden.

Neue Software mit flexibler Architektur

Die von der Hochschule Luzern – Technik & Architektur neu entwickelte Software PinCH unterstützt Ingenieure Schritt für Schritt bei der Pinch-Analyse. Die benutzerfreundliche Bedienoberfläche ermöglicht eine schnelle Einarbeitung in die Methode sowie eine zielgerichtete und kostengünstige Durchführung. Grundlage von PinCH ist eine flexible Software-Architektur, die schnell reagiert, Daten oder Charts in Echtzeit aktualisiert und zukünftige Erweiterungen problemlos zulässt. Neben der Analyse von kontinuierlichen Prozessen können auch Batch-Prozesse untersucht werden. Die Kopplung mehrerer Teilprozesse zu einem Gesamtprozess (Prozess-Management) ermöglicht es, umfangreiche Variantenstudien durchzuführen. Zahlreiche Funktionalitäten erlauben darüber hinaus die rasche Änderung von Prozessdaten und die Simulation von unterschiedlichen Szenarien (Szenario-Management), damit die größtmöglichen Verbesserungsmaßnahmen eruiert werden können. Neben einer Ist-Zustandsanalyse von Prozessen und Wärmeübertragernetzwerken analysiert die Software auch Szenarien mit eingebauten Wärmepumpen, Blockheizkraftwerken oder Brüdenverdichtern. Stoffdaten für Kältemittel, Wasser, Wasserdampf und feuchte Luft vereinfachen den Nutzern die Dateneingabe und die Berechnungen der Zustände von Stoffströmen. Spezielle Design Support Tools sind beim Erstellen von Wärmeübertragernetzwerken wichtige Hilfsmittel, damit schnell das optimale Anlagendesign ersichtlich wird. Resultat von PinCH ist ein energieeffizienter und kostenoptimaler Betrieb. □

> [MORE@CLICK PA810202](#)



PROCESS HEAT

Die neuen Lufterhitzer von Leister.

NEU!



Leistungsstark und voll integrierbar!

LHS 15 und 21:

- Kompakt für den Einbau bei engen Platzverhältnissen im Maschinenbau
- Zuverlässig und langlebig dank patentiertem Heizelement-Schutz
- Standard-Schnittstelle zur einfachen Integration in bestehende Steuerungen
- Temperatur bis 650 °C

Heisslufttechnik Flocke GmbH
Tel: 0212-38260-0

Klappenbach GmbH
Tel: 02331-9594-0

Westermann Prozesstechnik GmbH
Tel: 040-7130024-0

Leister Process Technologies
Schweiz www.leister.com