Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 115 (1997)
Heft: 38

Artikel: Kooperationsvertrag zur Prozessintegration: im Rahmen der Internationalen Energie Agentur

Autor: Favrat, Daniel

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-79311

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Daniel Favrat, Lausanne

Kooperationsvertrag zur Prozessintegration

Im Rahmen der Internationalen Energie Agentur

Eine Verbesserung unserer Wettbewerbsfähigkeit erfordert nicht nur die Entwicklung neuer und leistungsfähigerer Produkte, sondern im Hinblick auf eine rationellere und umweltschonendere Produktion auch die Verbesserung von Konzeptionsmethoden für Ingenieure. Derzeit werden bei diesen wichtige methodische Fortschritte erzielt, um eine schnellere Suche nach optimalen Lösungen zu ermöglichen und eine grössere Anzahl Parameter berücksichtigen zu können. Ein Programm der Internationalen Energie Agentur (IEA) fasst die aktuellen Aktivitäten zusammen und koordoniert zukünftige Entwicklungen.

Energie wird, wie Luft oder Gesundheit, erst dann bewusst wahrgenommen, wenn sie uns zu fehlen beginnt. Dieses wurde besonders vor 20 Jahren bei der ersten Ölkrise deutlich, welche die Abhängigkeit der Industrienationen von Energie zeigte und sie gleichsam wachrüttelte. Diese Ereignisse waren der Auslöser für die Gründung der Internationalen Energie Agentur im Jahre 1974 durch 23 Industrienationen. Ihre wichtigsten Zielsetzungen lauten:

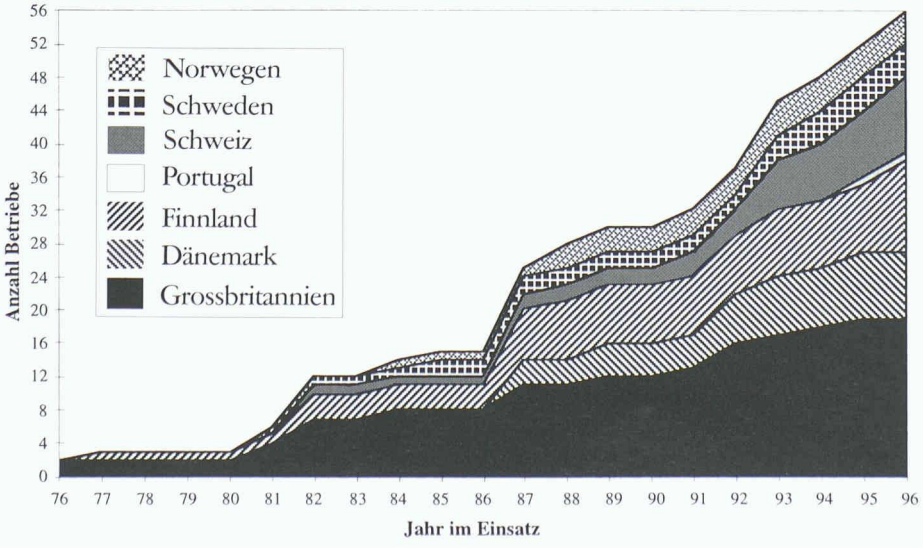
- Verbesserung der weltweiten Angebots- und Nachfragestrukturen für Energie durch die Förderung alternativer Energiequellen und Verbesserung des Nutzungsgrades.
- Unterstützung einer gemeinsamen Energie- und Umweltpolitik.

Diese Organisation, in der die Schweiz Vollmitglied ist, bietet über ihre Mitglieder einen Rahmen für generelle Zusammenarbeit in sogenannten «implementing agreements» an (in Anwendungen wie z.B. fortgeschrittene Wärmepumpen, Energiespeicherung usw.), welche die spezifischen Programme, genannt «Annex», vereinigen. Im vorliegenden Fall unterzeichneten ursprünglich sechs Länder, darunter auch die Schweiz, den Anwendungsbeschluss zur Prozessintegration (PI). Durch den Beitritt Kanadas wurde die Anzahl auf sieben erweitert.

Prozessintegration

Im Hinblick darauf, dass die Entwicklung oder die Umgestaltung der Prozesse weitläufige und diversifizierte Aktivitäten umfasst, wurde das Konzept zur Prozessintegration nicht nur auf die energetische Integration im Sinne der Energierückgewinnung beschränkt. Dennoch stellt dieser Gesichtspunkt einen wichtigen Anwendungsbereich dar, welcher die Eingliederung in die IEA rechtfertigt.

1
Einsatzverlauf der PI [4]



Im Rahmen des Kooperationsvertrages wurde die Prozessintegration wie folgt definiert: «Systematische und generelle Methoden für den Entwurf von prozessintegrierten Systemen, für individuelle Prozesse bis zu ganzen Anlagen. Die Betonung liegt auf einer effizienten Energienutzung und der Verminderung von Umwelteinflüssen.»

Diese ursprüngliche Definition wurde in der Folge erweitert und wie folgt präziser formuliert [1]: «Prozessintegration ist der gebräuchliche Begriff für die Anwendung von auf systemorientierten und integrierten Ansätzen basierenden Methoden für den Entwurf industrieller Prozessanlagen, sowohl für neue Anlagen und auch für das Retrofit. Solche Methoden können mathematische, thermodynamische oder wirtschaftliche Modelle sowie Techniken der künstlichen Intelligenz, der hierarchischen Analyse, der ‹Pinch Analyse› oder der mathematischen Programmierung sein.»

Der Grundgedanke zielt auf einen optimalen Entwurf unter Berücksichtigung der verschiedenen Einschränkungen wie Investitionskosten, energetischem Nutzungsgrad, Betriebsverhalten, Emissionen, Regelung, Flexibilität, Sicherheit und Wartung.

Gründe für die Kooperation

Im Vergleich zu ihren ersten Entwicklungen in den späten 70er Jahren wurden die oben aufgeführten PI-Methoden (besonders aber die Pinchtechnologie) vervollständigt und bei einem erweiterten Anwendungsbereich effizienter gestaltet (der Entwicklungsstand hängt von der jeweiligen Technologie ab). Das Einsparungspotential, das mit einer breiten Anwendung in den OECD-Ländern verwirklicht werden könnte, wird alleine im Sektor der Prozessindustrie auf 20% des aktuellen Energieverbrauches geschätzt. Mögliche Anwendungen finden sich in angrenzenden Bereichen und sogar in der Haustechnik [2].

Im Gegensatz dazu steigen die Einschränkungen und Ansprüche bezogen auf die Prozessentwicklung stetig. Trotz gezeigter Effizienzsteigerungen an mehreren industriellen Anlagen und zunehmender praktischer Anwendung bleibt letztere dennoch begrenzt [3]. Mehrere Schwierigkeiten wurden identifiziert, darunter:

- die Industrie und ihre Berater sind in vielen Fällen nicht genug informiert
- ungenügend Informationsdokumente, adäquate Ausbildungsmittel und allgemeine Hilfsmittel

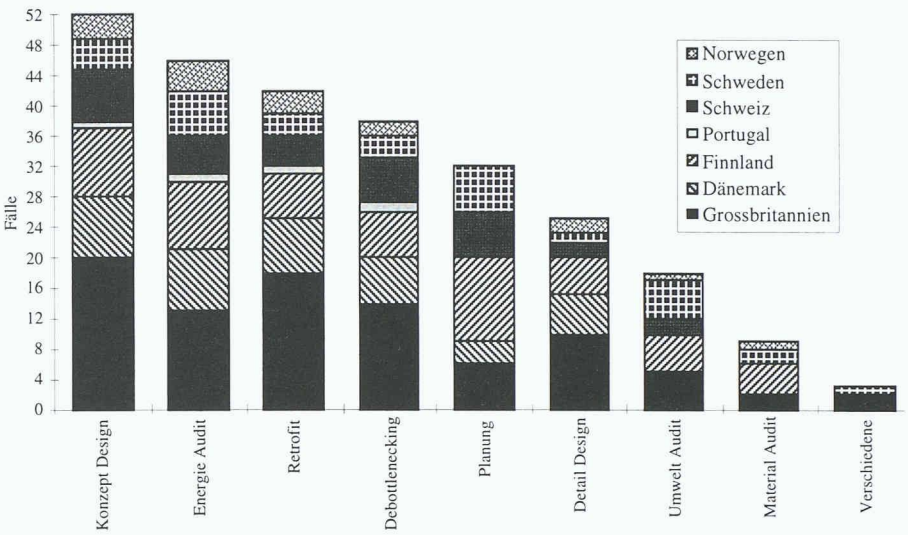
- ungenügend spezifische Methoden für gewisse Anwendungsbereiche
- das Fehlen eines Publikationskanals, mit welchem eine Übersicht auf die existierenden Methoden, ihren Anwendungsbereichen und ihre Effizienz, der industriellen Anwendungen, der praktischen Probleme und auch der effektiven industriellen Anforderungen des Bereiches geschaffen wird.

Ein IEA-Programm

In diesem Sinne wirkt die IEA diesem Problem entgegen und unterstützt mit der erwähnten Kooperation ein international koordiniertes Forschungsprogramm, dessen erster Programmteil (Annex I) «Übersicht & Strategie der Prozessintegrationsmethoden» folgende Zielsetzungen hat:

- Identifikation der Anforderungen seitens der Endverbraucher im Bereich der Prozessintegration
- Einsatz einer Übersicht über die technischen Anwendungen der Prozessintegration
- Einsatz einer Übersicht über die existierenden oder noch im Anfangsstadium befindlichen Methoden, Hilfsmittel oder Programme
- Vorschlag eines Strategieplanes für die Entwicklung zukünftiger Forschungs- und Entwicklungsprogramme sowie für die Verbreitung der Ergebnisse
- Verbreitung der Ergebnisse an die Endverbraucher und Forschungsgruppen.

Das Programm wird von zwei Gruppen unter der Leitung von Professor Gundersen [1] geführt und unterstützt durch die Aktivitäten des «National Teams» jeder teilnehmenden Nation und eines Exekutivkomites. Das Schweizer Team, bestehend aus Vertretern der Universitäten, der Produktions- und Komponentenindustrie sowie aus verschiedenen Ingenieurbüros, leistet seinen Beitrag mittels Fragebögen, Besuchen, Auswertungen, aktiver Beteiligung an Treffen der Vertreter der teilnehmenden Länder und durch die Dokumentation von Anwendungsbeispielen, wie diejenigen, welche im vorliegenden Heft aufgeführt sind. Die Bilder 1 bis 4 zeigen einige provisorische Ergebnisse der von den National Teams durchgeführten Untersuchungen [4], die jedoch Tendenzen aufzeigen. Bild 1 zeigt den Zuwachs im Einsatz der PI-Methoden (betrifft ausschliesslich den Bereich der Pinch-Technologie) in der Industrie. In Bild 2 wird die Aufteilung auf die verschiedenen Fälle, bei welchen auf die Prozessintegration zurückgegriffen wurde, dargestellt. Eine deutliche Mehrheit fällt auf Konzeptentwürfe, jedoch nehmen auch Energie- und Umweltaudits einen immer wichtigeren Platz ein. Weitere Anwendungen finden sich im Retrofit und der Beseitigung von Engpässen («Debottlenecking»). Die graphische Darstellung des Energieverbrauches und der Möglichkeiten der Energierückgewinnung, welche durch die Prozessintegration ermöglicht wird, dient ebenfalls als Entscheidungshilfe für das spätere Einfügen oder Entfernen wichtiger Anlagekomponenten (Heizkessel, Kühlungsnetz mit einer Pumpstation, thermische Speicher usw.). In Zukunft ist mit einer zunehmenden Benützung dieser Methoden zu rechnen, so teilte beispielsweise kürzlich ein Vertreter eines bedeutenden amerikanischen Ölkonzernes mit, dass bei seinem Konzern künftig Offerten von Ingenieurbüros ohne Analyse mittels Prozessintegration nicht mehr berücksichtigt würden.

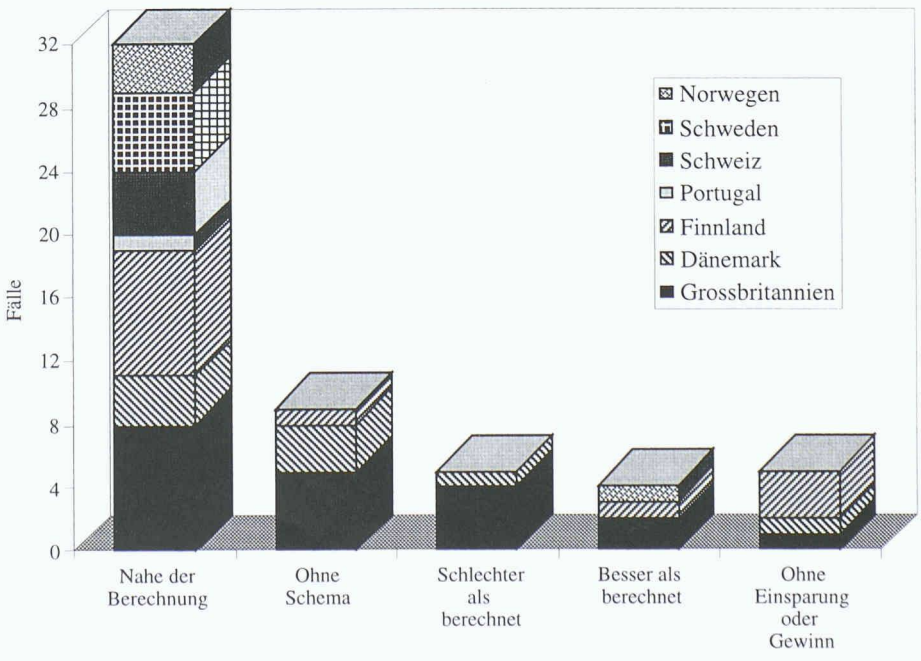


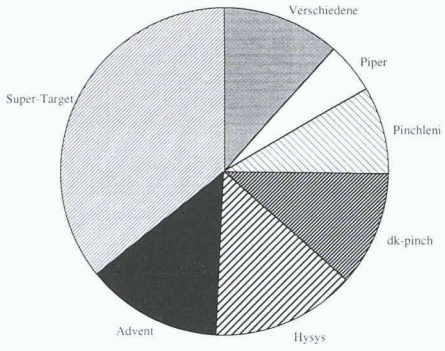
2
Einsatzbereiche der PI [4]

Wie bei jeder Operation, die einen rationelleren Energieverbrauch oder eine Reduktion der Umweltemissionen zum Ziel hat, ist ein Vergleich der Analyseresultate zu empfehlen. Aus Bild 3 wird ersichtlich, dass die Ergebnisse der untersuchten Beispiele im allgemeinen gut mit den erreichten Werten übereinstimmen. Aufgrund der niedrigen Energiekosten ist es normal, dass eine gewisse Anzahl durchgeführter Untersuchungen nicht sofort umgesetzt wurden.

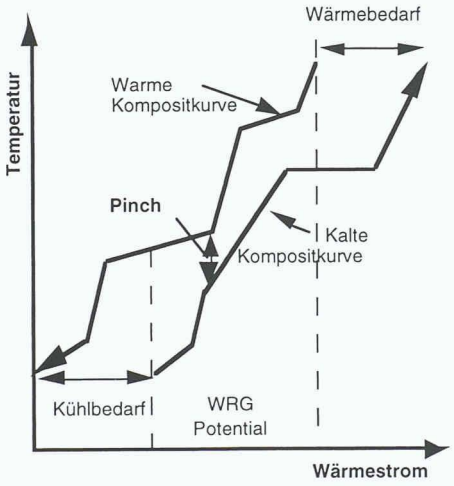
Ein wichtiger Einflussfaktor für den Einsatz neuer Methoden ist die Verfügbar-

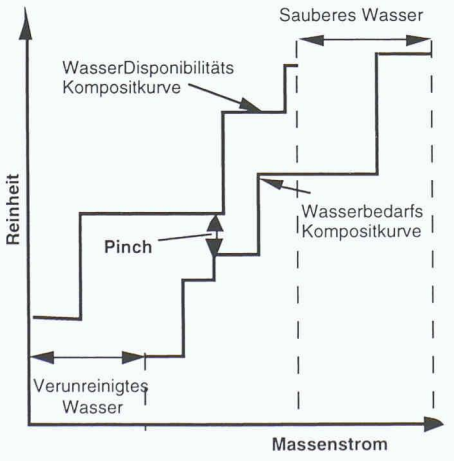
3
Ergebnisse aus eingesetzten PI-Schemas [4]





4
Marktanteile Software [4]





5
Vergleich zweier Darstellungsformen der Pinch-Theorie angewandt an die Wärmeübertragung und an die Massenübertragung mit Lösungsmitteln

keit der Hilfsmittel der Informatik. Wie aus der schweizerischen Untersuchung [5] hervorgeht, zeichnen das ideale Hilfsmittel folgende Eigenschaften aus: Es ist ein einfaches Werkzeug, benutzerfreundlich, erfordert wenig Einarbeitszeit, kann direkt in die Simulationsprogramme integriert werden, ist preisgünstig usw. Es ist selbstverständlich, dass das ideale Hilfsmittel nicht existiert und verschiedene, der spezifischen Anwendung entsprechende Kompromisse eingegangen werden müssen. Bild 4 gibt eine Übersicht der Marktanteile benützter Programme, die mit dem einfachen, sehr benutzerfreundlichen, in der unteren Preisklasse sich befindenden beginnt (z.B. Pinchleni) und bis zur mehrfach kompatiblen teuren Software geht (z.B. Supertarget, Advent, Hysys). Ein Verzeichnis [1] des Hauptteils der bestehenden Programme ist bereits in einer Vorversion erhältlich und enthält ebenfalls die Klassifizierung der PI-Methoden und eine Liste der Entwicklerinstitute oder -firmen.

Die Erstellung eines Strategieplanes für die Forschungsarbeiten ist noch in Bearbeitung. Die wichtigsten Forschungsakzente, wie die Erweiterung der Analyse auf die «life cycle analysis» des Energie- und Rohstoffverbrauchs unter dem Gesichtspunkt der nachhaltigen Entwicklung [6] und [7], die Entwicklung der sequenziellen oder simultanen hybriden Methoden (Pinch Analyse und mathematische Optimierung), die Verbesserung der Synthesemethoden und der Analyse der diskontinuierlichen Prozesse, welche besonders in der Schweiz von Bedeutung ist, und die Verbesserung von «thermoeconomic» oder «environomic» genannter Methoden, gestützt auf die modernen Hilfsmittel der «operations research», sind bereits vorgegeben. Die Nachfrage nach spezifischer, methodischer Entwicklung für einzelne Bereiche (pulp and paper, Kraft-Wärme-Kopplung und Verbundnetze, Haustechnik usw.) wurden ebenfalls erläutert.

In den zuletzt genannten Fällen [8] und [9] zeigen die Beispiele das grosse Potential von Algorithmen aus dem «operations research»-Bereich wie zum Beispiel der genetischen Algorithmen. Diese ermöglichen eine simultane Optimierung oder (bei maximal zwei Stufen) der Konfiguration, Auslegung von Komponenten und Betrieb und können als Werkzeug zur Konzeption eingesetzt werden, das auch die Problematik der Verfügbarkeit berücksichtigen kann [9]. Es ist auch Nachfrage nach einer Erweiterung im Hinblick auf eine Minimierung des Wasserverbrauchs vorhanden. Bild 6 zeigt die Analogie zwischen einer Darstellung in Form thermischer Kompositkurven (ein Temperatur-Wärmestromdiagramm) und einer entsprechenden Darstellung für die Stoffübertragung (ein Reinheits-Wasserstrom- oder Reinheits-Lösungsmittelstromdiagramm) [10].

Adresse der Verfasser
Daniel Favrat, Prof. Dr., dipl. Ing. EPFL/SIA, Lab. d'énergétique industrielle, 1015 Lausanne

Literatur:

[1]
Gundersen, T.: A worldwide catalogue on Process Integration. IEA intermediate report for annex 1, May 1997

[2]
Linnhof, B. et al: International Centre for Process Integration in Energy related systems (proposal for a new IEA implementing agreement) IEA, Paris Oct 92

[3]
Lien K., Perris: Industry & Academia. Rebuilding the Partnership. Computers chem. Eng, Vol 20, Suppl. 1996

[4]
Pears, T.: End-user aspects. Presentation at the IEA Workshop on Process. IEA workshop Trondheim, 1997

[5]
Krummenacher, P.: Process Integration Survey in CH. Zwischenbericht dem BEW, zugestellt, Feb. 1997

[6]
Staine, F., Favrat, D.: Energy Integration of Industrial Processes based on the pinch analysis method extended to include exergy factors. Applied Thermal Engineering, Vol 16, No 6, p 497-507, 1996

[7]
von Spakovsky, M.R., Favrat, D.: Systems and Networks, chapter in the book titled Environmentally-Conscious Design and Demanufacturing: European, Japanese and North American Perspectives. Design Tools and Methods, Cambridge, Mass., MIT Press (1997)

[8]
Curti, V., Favrat, D., von Spakovsky, M.R.: Environomic optimization of district heating network system with both centralized and decentralized heat pumps. IIR Conference on heat pump systems, energy efficiency and global warming , Linz. Oct 1997

[9]
Olsommer, B., von Spakovsky, M.R., Favrat, D.: An approach for the time-dependant thermoeconomic modeling and optimization of energy system synthesis, design and operation. Conf ASME -TAIES'97, Beijing June 1997

[10]
Tripathi, P.: Pinch Technology Reduces Wastewater. Chemical Engineering, Nov. 1996