

# EXPERTENSYSTEM SPÜRT SYSTEMATISCH ENERGIE-EINSPARPOTENZIALE AUF

Ein neu entwickeltes Computer-Expertensystem unterstützt Energiemanager und -berater dabei, den fossilen CO<sub>2</sub>-Ausstoß in produzierenden Betrieben methodisch zu senken. In zehn Audit-Schritten spürt die Software Energieeinsparpotenziale auf und unterbreitet Lösungsvorschläge.

**TEXT:** Christoph Brunner, Bettina Muster-Slawitsch, AEE Intec, Dr. Hans Schweiger, Dr. Claudia Vannoni, EnergyXperts **FOTOS:** Einstein Energy Audit Guide

Für die Durchführung von Energieaudits in Industriebetrieben steht meist eine sehr begrenzte Zeit zur Verfügung. Außerdem ist die vorhandene Datenbasis für eine fundierte Beurteilung oft nicht ausreichend. Der Industriebetrieb möchte allerdings im Rahmen eines ersten Audits mit geringem Kostenaufwand eine möglichst konkrete Aussage über das erzielbare Energieeinsparungspotenzial bekommen. Aus diesem Grund wurde im EU-Projekt „Einstein“ (Expert System for an Intelligent Supply of Thermal Energy) ein spezielles Software-Instrument entwickelt, das von der Datenerhebung bis zur ökonomischen Bewertung der einzelnen Maßnahmen Energiieberater und Energiemanager unterstützt und die wichtigsten Schritte eines erfolgreichen Energieaudits automatisiert abwickelt.

## Benchmarkvergleich problematisch

Eine erste Abschätzung der CO<sub>2</sub>-Einsparung im Rahmen eines Energieaudits erfolgt sehr oft über einen rudimentären Benchmarkvergleich. Diese Vorgehensweise hat jedoch in zweierlei Hinsicht gravierende Nachteile: Erstens stehen dem Berater meist kaum oder gar keine relevanten Benchmarks zur Verfügung und zweitens ermöglicht ein Benchmarkvergleich keine direkte Identifizierung sinnvoller Maßnahmen. Beispielsweise enthält die Angabe „kWh/l produzierter Milch“ keine Aussage darüber, bei welchem Prozess das größte Energieeinsparungspotenzial vorhanden ist.

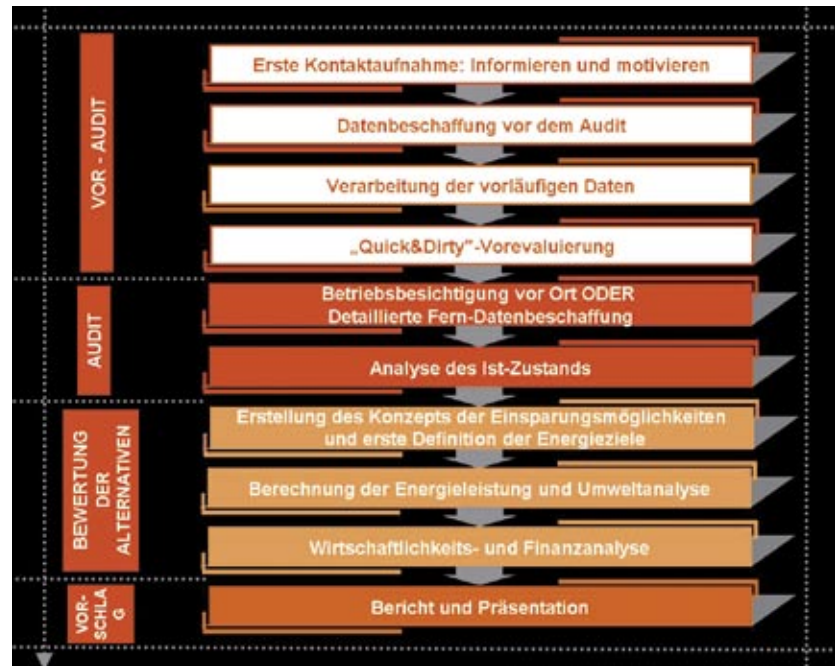
Die rasche und somit kostengünstige Identifizierung der Energieeinsparung basiert bei der Einstein-Methode nicht nur auf dem herkömmlichen Benchmarkvergleich. Während eines Firmenbesuchs werden die für die betrachtete Branche wichtigsten Energieströme erfasst. Dazu wird im Hintergrund ein Prozessmodell angewandt, das jede Art von Prozessen eines Industriebetriebes abbilden kann. So bietet das Software-Tool einen Vorteil gegenüber anderen ähnlichen Energieauditwerkzeugen und ermöglicht eine kostengünstige und standardisierte Durchführung von Energieaudits in Industriebetrieben.

Die Methode ist vor allem ausgerichtet auf Produktionsprozesse der Getränke- und Lebensmittelindustrie, der Metalloberflächenindustrie (beispielsweise Galvanik), der pharmazeutischen und chemischen, sowie der Papierindustrie. Aber auch wenn die Methode für Industriebetriebe entwickelt wurde, kann die Software auch für nicht industrielle Anwendungen wie etwa große öffentliche Gebäude, Krankenhäuser oder Sportstätten angewandt werden.

## Vier Phasen und zehn Audit-Schritte

Das Einstein-Auditverfahren wurde durch ein internationales Konsortium im Rahmen eines „Intelligent Energy Europe Projekts“ entwickelt und gliedert sich in vier Phasen und zehn Audit-Schritte. Ein Audit startet bei der Vorbereitung des Beraters mit einer genauen Analyse der Branche und der vor-

Vom Erstkontakt bis zum Abschlussbericht: Zehn Schritte charakterisieren die Einstein-Audit-Methode.



handenen Betriebsdaten (beispielsweise Erhebung von Energierechnungen, Produktionszeiten, Lastprofilen, Prozessbeschreibungen und Temperaturniveaus). Diese Daten können durch einen Fragebogen bereits in einer aufbereiteten Form erfasst werden, wodurch eine spätere problemlose Eingabe in die Software ermöglicht wird. Beim Firmenbesuch mit Besichtigung der Produktion sollen in der zweiten Phase des Audits die fehlenden Daten durch Gespräche mit den Angestellten und durch schnelle Messungen ergänzt werden.

Bei der Dateneingabe in die Software definiert der Berater die betrachteten Prozesse und ordnet erhobene Energiedaten wie Verbrauchs- und Temperaturprofile den Produktionsprozessen zu. Auf dieser Grundlage kann der Berater die Daten auf ihre Konsistenz („consistency check“) und Vollständigkeit prüfen und die Performance der bestehenden Maschinen analysieren.

Sobald ein klares Bild des Energieverbrauchs und dessen Zuordnung zu den einzelnen Prozessen vorhanden ist, und die Daten auf ihre Konsistenz geprüft wurden, unterstützt die Software den Berater auch in der dritten Phase des Audits, dem Design und der Bewertung verschiedener Optimierungsvorschläge. Mögliche Alternativen, die eine Kombination aus technologischer Optimierung, Wärmerückgewinnung und dem Einsatz erneuerbarer Energie darstellen, werden wirtschaftlich und ökologisch bewertet.

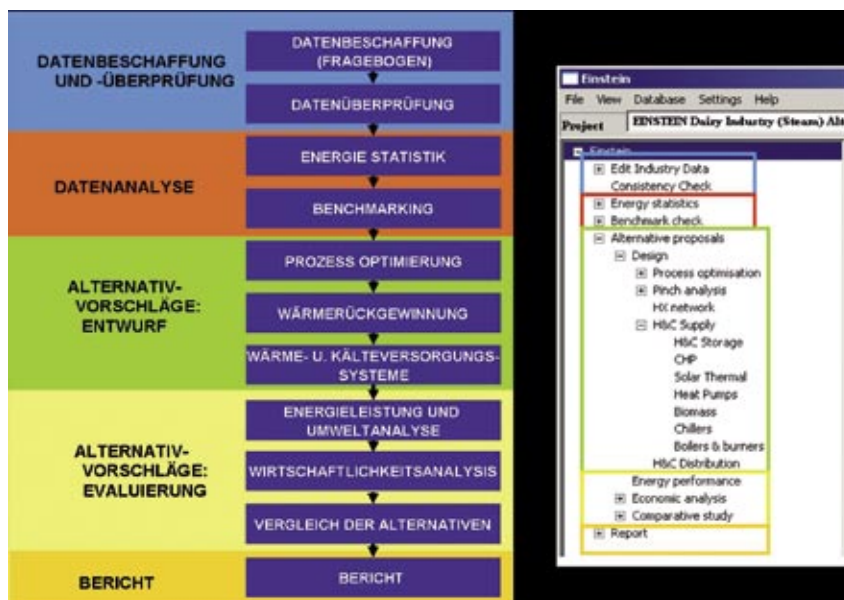
Schließlich hat der Berater die Möglichkeit, die berechneten und bewerteten Ergebnisse direkt in einen Bericht zu kon-

vertieren und so in einem Abschlussgespräch der Firma zu präsentieren. Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Auditschritte ist im „Audit Guide“ zu finden, der auf der Website zum Download zur Verfügung steht.

## Ganzheitlicher Optimierungsansatz

Um die Energieversorgung eines Betriebes zu optimieren, bedarf es eines ganzheitlichen integralen Ansatzes. Das bedeutet einerseits eine technologische Optimierung der Produktion durch eine Analyse der bestehenden Technologien durchzuführen und gegebenenfalls neue Technologien mit einem verbesserten Stoff- und Wärmetransport einzusetzen. Das Programm bietet dafür eine Datenbank, in der neue technologische Entwicklungen für einzelne Grundoperationen vorgestellt werden.

Andererseits wird eine Systemoptimierung durchgeführt, wobei beispielsweise Maßnahmen zur Wärmerückgewinnung zwischen heißen und kalten Strömen über Wärmetauscher vorgeschlagen werden, um eine Reduktion des Primärenergieeinsatzes zu erreichen. Die Komplexität verschiedener Prozesse mit unterschiedlichem Wärmebedarf auf verschiedenen Temperaturniveaus macht es aber auf den ersten Blick meist nicht einfach, die vorhandenen Potenziale zu finden und ein energietechnisch sinnvolles Wärmeaustauschkonzept zu erstellen.



CO<sub>2</sub>-Reduktion mit Methode:  
Module der Einstein-Software

Die Pinch-Analyse stellt hier ein methodisches Werkzeug zur Verfügung, das den maximalen Wärmerückgewinnungsanteil schnell liefert. In weiterer Folge können Wärmetauscher-Netzwerke entworfen werden, welche die entsprechenden Prozessströme energetisch miteinander kombinieren. Bei der Konstruktion des Wärmetauschernetzwerkes für bestehende Anlagen wird man immer auf die existierenden Rohrleitungen, auf die Lage von Gebäuden, auf bestehende Anlagenteile und andere praktische Rahmenbedingungen Rücksicht nehmen und aus den verbleibenden Varianten die betriebswirtschaftlich sinnvollste auswählen.

Nach Minimierung des Primärenergieeinsatzes und einer exergetischen Analyse der Prozesse wird der Einsatz erneuerbarer Energie wie zum Beispiel solare Prozesswärme oder Biomasse geprüft. Umsetzungskonzepte werden unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten entwickelt.

Die Einstein-Software gliedert sich in folgende Module:

- Modul zur Datenbeschaffung und Analyse, für die Datenüberprüfung sowie für das Benchmarking,
- Modul zur Prozessoptimierung – Technologische Optimierung,
- Modul zur Wärmerückgewinnung – Pinch-Analyse und Kalkulation des optimierten Wärmetauschernetzwerkes,
- Modul zur Energieversorgung und für erneuerbare Energieträger – Wärmepumpen, KWK, Biomasse, Solarthermie,
- Modul zur Auswertung – ökonomische und ökologische Bewertung,
- Berichtsmodul – Automatische Erstellung von Audit-Berichten.

Das Software-Tool kann im Internet [3] heruntergeladen werden. Dort steht zusätzlich eine genaue Beschreibung zur grundlegenden Methode zur Verfügung. Die Software ist plattformunabhängig und auf Open-Source-Komponenten (Programmiersprache Python) aufgebaut. Dadurch wird klargestellt, dass eine kommerzielle Vermarktung der Software nicht angestrebt wird. Vielmehr ist es das Ziel, möglichst vielen interessierten Benutzern eine gemeinsame Weiterentwicklung der Software, der Datenbanken und der Audit-Methode zu ermöglichen.

## Weiterführende Arbeiten – Einstein II

Nach erfolgreichem Abschluss des ersten Einstein-Projekts startete im Sommer 2010 ein Folgeprojekt. Im Rahmen von Einstein II werden unter anderem in den Ländern Deutschland, Österreich, Frankreich, England, Spanien und Italien Ausbildungskurse für Energieberater und Energiemanager angeboten (genaue Veranstaltungsdaten siehe [3]). Darüber hinaus besteht für produzierende Firmen die Möglichkeit, an der Einstein-Audit-Kampagne teilzunehmen, bei der Energieaudits angeboten werden. □

## Weitere Informationen

- [1] Christoph Brunner et al: Einstein – Expert-system for an Intelligent Supply of Thermal Energy in Industry; Final report September 2009, [www.iee-einstein.org](http://www.iee-einstein.org)
- [2] Hans Schweiger et al: Einstein Audit User Guide, März 2008, [www.iee-einstein.org](http://www.iee-einstein.org)
- [3] Einstein-Tool-Download, Veranstaltungen: [www.einstein-energy.net](http://www.einstein-energy.net)

> MORE@CLICK E2K11850