

**Zeitschrift:** Energie & Umwelt : das Magazin der Schweizerischen Energie-Stiftung SES  
**Herausgeber:** Schweizerische Energie-Stiftung  
**Band:** - (2006)  
**Heft:** 2: Energieperspektive 2050 : auf in die Energie-Zukunft!

**Artikel:** Mehr Energieeffizienz durch die Optimierung von Gesamtsystemen  
**Autor:** Borner, Sybille  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-586352>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 14.03.2025

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

# Mehr Energieeffizienz durch die Optimierung von Gesamtsystemen

In den letzten Jahrzehnten konnte die Energieeffizienz kontinuierlich um jährlich 1–2% gesteigert werden. Trotzdem bestehen auch heute noch zahlreiche Möglichkeiten, um mehr Output mit weniger Energieeinsatz zu erzeugen. Das zeigen das Bürogebäude des «Rocky Mountain Institute» und das Fabrikgebäude des Teppichproduzenten Interface.



Von Sybille Borner  
Analystin  
s.borner@freesurf.ch

Während die Dampfmaschine von Thomas Newcomen um 1712, eine der ersten überhaupt, noch einen Wirkungsgrad von 0,5% Prozent hatte, erreichen heutige Dieselmotoren einen Wirkungsgrad von 35%. In den letzten Jahrzehnten konnte die Energieeffizienz kontinuierlich gesteigert werden, das heisst die benötigte Energie, um ein bestimmtes Produkt herzustellen, konnte jährlich um 1–2% reduziert werden. Trotzdem

bestehen auch heute noch zahlreiche Möglichkeiten, um mehr Output mit weniger Energieeinsatz zu erzeugen. Oft wird allerdings befürchtet, dass die erzielbaren Effizienzsteigerungen pro zusätzlicher Investitionseinheit immer kleiner werden, je effizienter das System bereits ist.

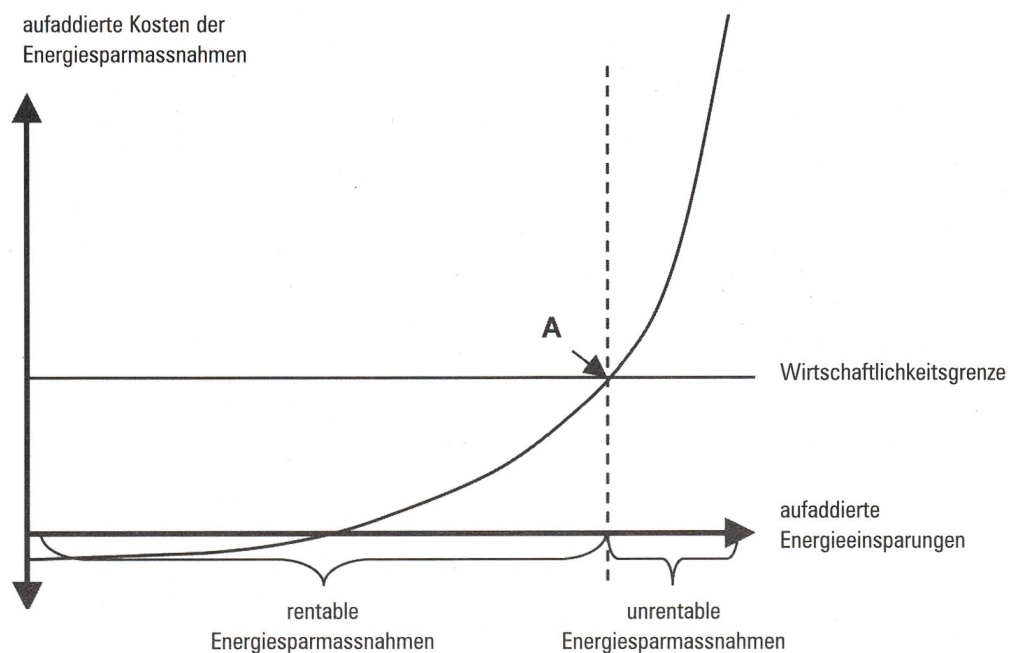
## Mehr Energieeffizienz mit geringen Kosten

In der Vergangenheit ist es dem «Rocky Mountain Institute» ([www.rmi.org](http://www.rmi.org)) allerdings mehrfach gelungen,

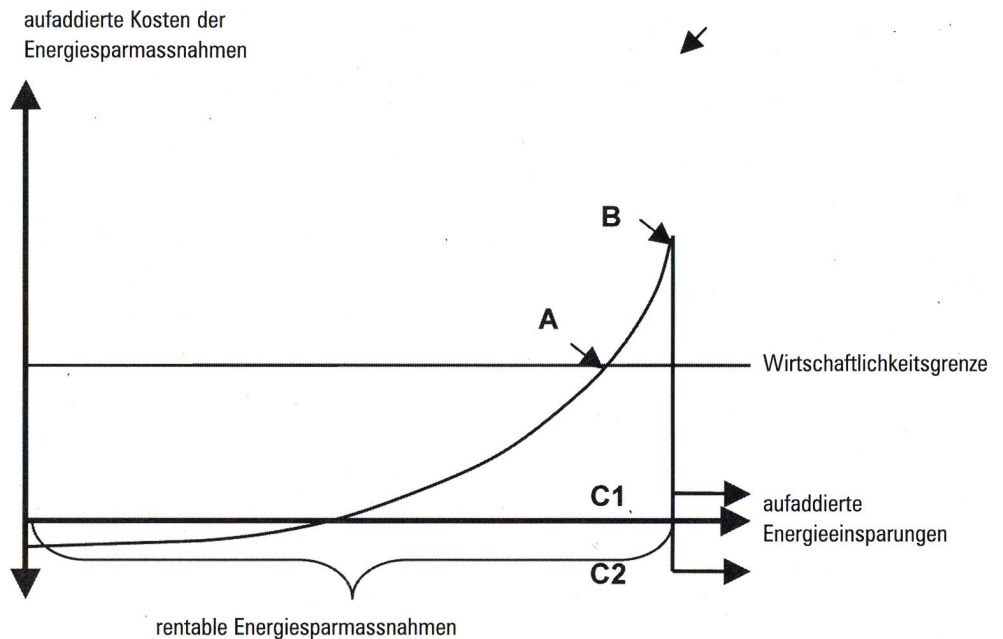
grosse Effizienzgewinne zu realisieren, und dies erst noch mit sehr geringen Kosten. Beispielsweise bei einem neu zu erstellenden Bürogebäude: Typischerweise werden alle Komponenten wie Heizung, Kühlung oder Beleuchtung einzeln betrachtet. Energiesparende Lösungen in jedem dieser Bereiche werden umgesetzt, bis die eingesparte Energie die Kosten der Implementierung nicht mehr kompensiert, also bis die Wirtschaftlichkeitsgrenze erreicht ist (siehe Grafik 1).

Ein solcher Ansatz führt beispielsweise dazu, dass dank einer mechanischen Beschattung eine kleinere Klimaanlage, als ursprünglich geplant, ausreicht. Denkt man dagegen weiter und erlaubt sich auch – auf den ersten Blick – unrentable Energiesparmassnahmen einzuplanen, kann dies dazu führen, dass die gesamte Klimaanlage unnötig wird. Dabei resultieren ungleich höhere Einsparungen als zuvor, nicht nur beim Bau des Bürogebäudes, sondern auch im Betrieb und im Unterhalt (siehe Grafik 2). Nach dem Überschreiten der Wirtschaftlichkeitsgrenze, d.h. nach einigen zusätzlichen, vorerst nicht rentablen Energiesparmassnahmen, fallen die Kos-

**Grafik 1:** Mit jeder zusätzlichen Energiesparmassnahme (vertikale Achse) kann Energie eingespart werden (horizontale Achse). Allerdings wird die erzielte Einsparung pro Franken immer kleiner (ansteigende Kurve). Dort, wo die ansteigende Kurve die Wirtschaftlichkeitsgrenze kreuzt, kompensieren die Gewinne durch die eingesparte Energie die Kosten der Energiesparmassnahmen (Punkt A). Weitergehende Energiesparmassnahmen sind unrentabel und werden daher nicht implementiert.



**Grafik 2** (siehe auch Grafik 1): Obwohl die ansteigende Kurve, welche einerseits die Kosten der Energiesparmassnahmen (vertikale Achse) und andererseits die eingesparte Energie (horizontale Achse) zeigt, die Wirtschaftlichkeitsgrenze im Punkt A erreicht (die Massnahmen also gleich viel kosten wie sie einbringen) wurden weitere Massnahmen geplant. Beim Punkt B fallen die Gesamtkosten der Energiesparmassnahmen massiv, weil sie nach dem Wegfallen einer grossen Komponente wie der Heizung teilweise (Punkt C1), ganz oder sogar überkompensiert (Punkt C2) werden.



ten massiv. Die gleichen Überlegungen gelten auch für die Isolation eines Gebäudes: Vergleicht man lediglich die Kosten einer zusätzlichen Isolation mit den Kosten der eingesparten Energie, macht man nur die halbe Rechnung. Eine bessere Isolation bedeutet nicht nur einen geringeren Energiebedarf für das Heizen, sondern auch eine kleinere Heizung und weniger Leitungen und Pumpen. Das Rocky Mountain Institute selbst liegt in einem Gebiet mit Wintertemperaturen von  $-44^{\circ}\text{C}$  und kommt ohne Heizung aus! Die hohen zusätzlichen Kosten der Isolation und Spezialfenster wurden durch das Einsparen der Heizung mehr als wettgemacht.

### Enorme Einsparungen beim Teppichproduzenten Interface

Ein weiteres Beispiel liefert der amerikanische Teppichproduzent Interface, welcher vor bald 10 Jahren eine Fabrik in Shanghai plante. Für einen bestimmten Produktionsprozess wurden 14 Pumpen mit einer Leistung von insgesamt 70 kW benötigt. Eine Überprüfung des Designs durch einen Energieeffizienzexperten ergab allerdings ein Einsparungspotenzial von 92% bei gleichzeitiger Reduktion der benötigten Kapitalkosten.

Wie war diese enorme Einsparung möglich? Zunächst waren anstelle von grossen Pumpen und dünnen Leitungen kleine Pumpen und dicke Leitungen vorgesehen. Da die Reibung innerhalb einer Leitung sehr stark vom Leitungsdurchmesser abhängt, bedeutet eine Vergrößerung des Durchmessers um 50% eine Reduktion der Reibung um 86%. In der Folge benötigte der gesamte Prozess weniger Pumpenergie und kam daher mit kleineren Pumpen aus. Sowohl die Betriebskosten als auch die Anschaffungskosten fielen markant. Ausserdem wurden nicht, wie sonst üblich, zunächst die Anlagen aufgestellt und dann durch Leitungen ver-

bunden – sondern umgekehrt! Dies vermindert die Länge und Anzahl der Biegungen in den Leitungen erheblich, was letztlich zu einer Reduktion der Reibung um den Faktor drei bis sechs führt. Ausserdem lassen sich kürzere Leitungen einfacher isolieren und der Unterhalt wird einfacher und billiger.

Nun stellt sich natürlich die Frage, warum ein solches Einsparungspotenzial nicht früher realisiert wurde. Der Grund dafür ist ein Optimierungsprozess, welcher lediglich die Kosten der grösseren Leitungen mit der eingesparten Pumpenergie vergleicht und dabei die Kosten der grösseren Pumpen, Motoren, Stromkreise und elektronischer Komponenten ignoriert, welche zur Überwindung der Reibung zusätzlich gebraucht werden.

### Die Lösung liegt in der Optimierung von Gesamtsystemen

Dieses Beispiel zeigt, dass es oft weniger darum geht, radikal neue Ideen zu haben, sondern viel mehr darum, eine lieb gewonnene Haltung aufzugeben, in diesem Fall die Optimierung von Teilsystemen anstelle des gesamten Systems.

Warum es trotzdem oft lange geht, bis sich einfache Ideen durchsetzen, mag vielleicht ein alter Ökonomenwitz erklären: Ein Ökonom findet auf seinem Spaziergang eine 20-Franken-Note. Er hebt sie nicht auf, da er annimmt, dass sie nicht wirklich existiert. Würde sie nämlich tatsächlich existieren, hätte bereits jemand anderer sie aufgehoben.

Simple Ideen greifen nur langsam, weil die Leute glauben, dass sie bereits realisiert worden wären, wenn sie denn tatsächlich funktionieren würden. Greifen wir also nach den nahe liegenden Ideen und setzen sie um!