

1 Einführung und Vorgehensweise

Wissenschaft und Praxis sind dabei, sich dem Energiemanagement zuzuwenden. Noch aber bleibt die Behandlung des Themas in der Regel weit hinter seiner Bedeutung zurück. Energie ist eine der entscheidenden Zukunftsfragen der Menschheit, wir heizen das Klima auf und verheizen dabei die Ressourcen kommender Generationen, wir erzeugen durch unsere Wirtschaftsweise eine Knappheit, die zu Kriegen führt und armen Ländern Chancen nimmt. Die Gründe für eine neue industrielle Revolution, für einen breiten Übergang vom Ölzeitalter zu erneuerbaren Energien, sind zwingend. Dieses Buch hilft Unternehmen, ihre aktuellen Energiekosten in den Griff zu bekommen und ihre Energieversorgung zukunftssicher zu machen. Damit ist dieses Know-how auch für Studierende, insbesondere der Wirtschafts- und Ingenieurwissenschaften, noch ein Alleinstellungsmerkmal, mit dem sie später in Unternehmen Verantwortung übernehmen können. Es ist zu hoffen und zu erwarten, dass die Methoden des Energiemanagements in Zukunft zum selbstverständlichen Handwerkszeug der Manager gehören werden und deshalb auch in der Breite in Hochschulcurricula Eingang finden.

Das Thema ist nicht ohne Tücke: In der Wissenschaft hindert die zögerliche Zusammenarbeit der Disziplinen. Ohne Ingenieure sind technische Lösungen nicht zu realisieren, ohne Betriebswirte ist ihre Rentabilität nicht nachzuweisen. Bei rasantem technischem Fortschritt im Energiebereich ist zudem eine stetige Weiterentwicklung geboten. In Unternehmen stellen sich darüber hinausgehende Probleme: Die notwendigen Informationen sind über die organisatorischen Einheiten verstreut. Controlling, Betrieb und Technische Planung, alle müssen ihr Wissen einbringen, um beispielsweise die Klimatechnik zu optimieren. Die Kompetenzen sind oft über verschiedene Konzerngesellschaften verteilt (beispielsweise Betreiberunternehmen und Immobilienverwaltungsgesellschaft) und zusätzlich sind noch externe Dienstleister (wie Ingenieurbüros) involviert.

Im Herbst 2008 stieg der Ölpreis rasant auf über 145 Dollar pro Barrel (159 Liter). Für viele Unternehmen war das ein Warnsignal. Ein systematisches Energiemanagement ist notwendig als Reaktion auf stark schwankende und langfristig stark steigende Energiepreise. Wie ist das unternehmerische Energiemanagement zu organisieren, wohin der Blick zu richten, um Energie- und Kosteneinsparungen zu erzielen? Als Grundlage für die Beantwortung dieser Frage ist zunächst im zweiten Kapitel der Begriff des Energiemanagements genauer gefasst. Das dritte Kapitel behandelt Energiebilanzen, die die Datenbasis für alle weiteren Planungen darstellen. Neben dem reinen Stoffstrom ist in Kohlendioxidbilanzen die Klimabelastung der betrieblichen Aktivitäten zu ermitteln.

Ein Schwerpunkt liegt im vierten Kapitel, denn hier sind wichtige praktische Ansatzpunkte für Energieeinsparungen in betrieblichen Funktionen vorgestellt. Die angesprochenen Abteilungen können eine erste Abschätzung wagen, ob wirtschaftliche Maßnahmen des Energiemanagements zu finden sind. Die Einsparungspotenziale sind teilweise sehr hoch. Dazu ein Beispiel: In der Produktion sind vorwiegend noch unregelmäßige elektrische Antriebe (beispielsweise Pumpen) eingesetzt. Typische Einsparungen beim Einsatz geregelter Elektroantriebe liegen bei 40 Prozent. Bei Wirtschaftlichkeitsrechnungen für Investitionsentscheidungen im Energiebereich sind einige Besonderheiten zu beachten, die im fünften Kapitel beschrieben sind. Um solche Entscheidungen fällen zu können, sind langfristige Energiestrategien zu formulieren, die letztlich auf einer ethisch-normativen Wertbasis fußen. Energiemanagement ist, damit befasst sich das sechste Kapitel, funktionsübergreifend in das Management der Unternehmen zu integrieren. Dabei finden sich starke Parallelen zum Qualitäts- und Umweltmanagement, die mit dem Energiemanagement zu integrierten Managementsystemen zusammenwachsen könnten.

In den ersten sechs Kapiteln wird den Lesern, Praktikern und Studierenden, das Energiemanagement als unmittelbar verwendbarer Teil der Unternehmensführung vorgestellt mit starkem Fokus auf die praktische Umsetzung. In fast allen Unternehmen finden sich Einzelmaßnahmen, die Energieeinsparungen mit einer kurzen Amortisationszeit erlauben. Das kann ein Lamellenvorhang vor einem Hallentor sein oder die Ernennung eines Verantwortlichen für die Klimaanlage. Je längerfristig jedoch die strategische Energieplanung ist, desto wichtiger ist es, sich über die im siebten Kapitel dargestellten Hintergründe zu informieren: Über den Klimawandel und seine gefährliche Dynamik, über Technologien zur Nutzung regenerativer Energien sowie über die langfristigen volkswirtschaftlichen und politischen Fragen der Energieversorgung. Energie wird zunehmend ein kritischer Produktionsfaktor für Unternehmen, aber auch für die Weltwirtschaft als Ganze. Deshalb leistet jedes Unternehmen, das sein Energiemanagement optimiert, nicht nur einen Beitrag zum eigenen langfristigen Überleben, sondern auch zum guten Überleben unserer Nachkommen auf diesem Planeten.

An Leser welcher Fachrichtung richtet sich dieses Buch? Energiemanagement lebt aus der interdisziplinären Zusammenarbeit insbesondere von Betriebswirten und Ingenieuren. Der Verfasser hat einen betriebswirtschaftlichen Hintergrund und bemüht sich, das Buch auch für Leser mit anderen, insbesondere technisch geprägten Ausbildungen gut lesbar zu machen. Allerdings können grundlegende Methoden beispielsweise der Investitionsrechnung, Kostenrechnung oder Organisation nicht von Grund auf erklärt werden. Diese betriebswirtschaftlichen Basiskenntnisse sind aber bei Ingenieuren, die Führungsverantwortung in der Wirtschaft haben, normalerweise vorhanden und können deshalb hier guten Gewissens vorausgesetzt werden. Studierende in nicht-betriebswirtschaftlichen Studiengängen, die mittelfristig Führungsverantwortung anstreben, sind gut beraten, sich solche wirtschaftlichen Grundkenntnisse anzueignen. Umgekehrt finden sich für Betriebswirte technische Herausforderungen in diesem Buch, denn ohne ein grundlegendes technisches Interesse lässt sich Energiemanagement nicht angehen. Betriebswirte als Führungskräfte in der Industrie haben sich in aller Regel in die tech-

nischen Kernprozesse ihres Unternehmens eingearbeitet. Wer sich nur für BWL interessiert, wird nicht ins Top Management gelangen. Die von Grund auf erklärten technischen Beispiele in diesem Buch können deshalb Studierenden der BWL als Anlass dienen, in die Technik hinein zu schnuppern.

2 **Begriff und Inhalt des Energiemanagements**

Weder im akademischen Bereich noch in der Praxis hat sich bisher eine einheitliche Auffassung durchgesetzt, was unter Energiemanagement zu verstehen ist. Auch das Verständnis der beiden einzelnen Begriffe – Energie und Management – kann in unterschiedlichen Zusammenhängen stark variieren. Analysieren wir beide Begriffe zunächst einzeln, bevor das Energiemanagement genauer umrissen und definiert wird.

Welchen Energiebegriff haben unterschiedliche wissenschaftliche Disziplinen? Die Physik definiert Energie als die Fähigkeit eines Systems, Arbeit zu verrichten. Gemäß der berühmten Einsteinschen Formel $E=M \times C^2$ ist Energie gleich der Masse multipliziert mit dem Quadrat der Lichtgeschwindigkeit. Damit ist Masse also im physikalischen Sinne geronnene Energie. Auf diesen Erkenntnissen der Grundlagenforschung bauen die Ingenieurwissenschaften auf, um konkrete Probleme der Energieversorgung zu lösen. Energie ist das, was in Joule, Kilowattstunde oder Grad Celsius gemessen wird. Demgegenüber haben Geisteswissenschaften wie die Psychologie einen weniger operationalen (messbaren) Energiebegriff, mit Energie ist hier die Vitalität, Tatkraft und Entschlossenheit eines Menschen oder eines sozialen Systems gemeint. Auch in der Betriebswirtschaftslehre blitzt dieser weiche Energiebegriff in der Personalwirtschaft und in Motivationstheorien auf. Dieses Buch legt jedoch den harten, naturwissenschaftlich-technischen Begriff zugrunde, indem Energiemanagement als Querschnittsfunktion im Schnittfeld von Umweltmanagement, Produktionswirtschaft, Logistik und anderen betroffenen etablierten betriebswirtschaftlichen Funktionen verstanden wird.

Auch beim häufig verwendeten Begriff Management gibt es starke Abweichungen im Verständnis und in der Verwendung. Etymologische Wurzel (also die Wortherkunft) ist das lateinische »manus agere«, wörtlich zu übersetzen mit »an der Hand führen«, frei übersetzt als »handhaben«. Die Bandbreite dessen, was gehandhabt werden kann, ist in der Praxis des Wortgebrauchs offen. Beispiele sind

- alle betrieblichen Funktionsbereiche (wie Beschaffungsmanagement, Produktionsmanagement, Absatzmanagement),
- alle großen oder kleinen Projekte (von Bau des Airbus A380 bis zum 20-Minuten-Dienstgang),
- technische Prozesse (Management der Stromversorgung im Automobil)
- und nicht zuletzt managt sich auch jeder selbst (Selbstmanagement).

Zusammenführend ist also Energiemanagement kurz zu definieren als die Handhabung von Energie. Die VDI-Richtlinie 4602 bezeichnet Energiemanagement ausführlicher

aber weniger prägnant als »die vorausschauende, organisierte und systematisierte Koordination von Beschaffung, Wandlung, Verteilung und Nutzung von Energie zur Deckung der Anforderungen unter Berücksichtigung ökologischer und ökonomischer Zielsetzungen«. Da Inhalt und Abgrenzung des Energiemanagements noch in der Entwicklung begriffen sind, hier ein entsprechender inhaltlicher Vorschlag, der bewusst die in den Richtlinien und Industrienormen implizit zugrunde gelegte Fokussierung auf den betrieblichen Bereich erweitert. Der Gegenstandsbereich des Energiemanagements lässt sich gemäß der in der folgenden Abbildung 1 dargestellten Ebenen strukturieren.



Abb. 1: Ebenen des Energiemanagements

Erste Ebene: Globale Verflechtungen und Probleme des Energiemanagements

Energie schafft wirtschaftliche und auch politische Abhängigkeiten, die nicht nur entscheidend für die Aufrechterhaltung des Lebensstandards sind, denn letztlich steht das Überleben von Staaten, Völkern und Menschen auf dem Spiel. Das machen folgende Beispiele deutlich:

- Im Winter 2008/09 hat Russland aufgrund von Uneinigkeiten mit der Ukraine die Gaszufuhr durch die Ukraine reduziert, was zu Versorgungsengpässen in einigen europäischen Staaten führte. Mitten im Winter war es in einigen Regionen Südosteuropas also nicht mehr möglich, beispielsweise Krankenhäuser zu beheizen.

- Im Nahen Osten wird Wasser zusehends der begrenzende Faktor, um Regionen bewohnbar zu machen. Anlagen zur Meerwasserentsalzung können hier einen Beitrag leisten, so dass praktisch Energie durch den Einsatz in Entsalzungsanlagen zu Trinkwasser umgewandelt werden kann.
- Die Motive für die Kriege von USA und Nato im mittleren Osten sind sicher vielfältig, aber die Sicherung von Energieressourcen wird dazu gehören. Die Hypothese ist plausibel, dass Auseinandersetzungen um Energiequellen Vorboden kommender »Kriege um Ressourcen« (Braun u.a. 2009) sind.

Die Zusammenhänge und Rahmenbedingungen der globalen Ebene sind für Unternehmen von großer Bedeutung. Die Verfügbarkeit bestimmter Energieträger, ihre Preise und auch denkbare krisenhafte Entwicklungen sind hier begründet. Im strategischen Energiemanagement ist es deshalb notwendig, die globalen Entwicklungen im Blick zu haben.

Zweite Ebene: Staaten und Volkswirtschaften

Staaten managen die Energieversorgung ihrer Volkswirtschaften in Analogie zu den unternehmerischen Funktionen Beschaffung und Produktion, indem sie

- den Bedarf feststellen und die Beschaffung von Primärenergie sichern (z.B. durch Lieferverträge, Pipelinebau oder Bergbaugenehmigungen),
- die notwendigen Anlagen zur Energieumwandlung (z.B. Kraftwerke) bauen oder bauen lassen sowie
- die Infrastruktur für die Verteilung sicherstellen (z.B. Stromnetze) und Einfluss auf die Preisgestaltung nehmen (z.B. über Steuern und Regulierungsbehörden).

Hinzu kommen noch Aktivitäten wie Energieforschung, Energieberatung, Einschränkungen des Energienutzung durch Umweltschutzvorschriften usw.

Dritte Ebene: Sektoren und Branchen

Innerhalb von Volkswirtschaften ist die Unterteilung nach den Sektoren Urproduktion, Industrie, Dienstleistung, Informationswirtschaft zweckmäßig, innerhalb der Sektoren sind dann Branchen (Bergbau, Maschinenbau, Banken, IT-Beratung) zu unterscheiden. Die Relevanz des Energiemanagements nimmt in der Sektorenentwicklung in der Tendenz ab: Bei der Urproduktion (die auch die Energiegewinnung umfasst) und der Industrie ist die Energieintensität hoch, bei Dienstleistungen und Informationswirtschaft geringer. Die Informationswirtschaft wird seit einigen Jahren als vierter Sektor aus dem Dienstleistungssektor ausgekoppelt, weil in der deutschen, reifen Wirtschaft hier die höchsten Wachstumsraten erzielt werden. Das ist ein Grund dafür, dass trotz steigenden Bruttoinlandsprodukts der Energieverbrauch leicht sinkt. Gemäß den Statistiken des Bundesministeriums der Wirtschaft (BMWi) wurden 1990 noch 8,7 Gigajoule pro 1000 Euro des Bruttoinlandsprodukts (BIP) verbraucht, im Jahr 2008 waren es hingegen nur noch 6,2 Gigajoule. (Die Maßeinheiten für Energie werden im folgenden Kapitel ausführlich

erklärt, die Statistiken stehen unter <http://bmwi.de/BMWi/Navigation/Energie/energiestatistiken.html>). Neben der Sektorenverschiebung ist der sinkende spezifische Energieverbrauch auf eine steigende Energieeffizienz zurückzuführen. Die Bedeutung des Energiemanagements ist jedoch in keiner Branche völlig zu vernachlässigen, solange noch ein Gerät elektrisch betrieben, eine Dienstfahrt gemacht oder ein Raum geheizt wird.

Unter »Energiebranche« oder »Energiewirtschaft« fallen zunächst die Energieversorgungsunternehmen (EVU). Das sind sowohl die bekannten großen Unternehmen, aber auch kleine Stadtwerke bis hin zu Unternehmen oder Privatleuten, die eine Fotovoltaikanlage auf dem Dach betreiben. Die Energiebranche hat Querschnittscharakter und umfasst die Urproduktion bis hin zu Dienstleistungen wie Energieabrechnungen oder Energiehandel. Der Staat überlässt privatwirtschaftlichen EVUs viele der auf der volkswirtschaftlichen Ebene genannten Aufgaben und er organisiert auch seine eigenen Aktivitäten in privatwirtschaftlicher Form (beispielsweise kommunale Energieversorger in der Rechtsform einer GmbH). Für die Energiebranche gelten viele eigene Regelungen und marktliche Besonderheiten, wie beispielsweise das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG).

Mit ihrer institutionellen Gliederung (Industriebetriebslehre, Handelsbetriebslehre usw.) setzt die Betriebswirtschaftslehre an den spezifischen Problemen der Sektoren und Branchen an. In diese Gliederung würde eine Energiebetriebslehre hineinpassen. Dieses Buch ist jedoch für Unternehmen vorwiegend außerhalb der Energiewirtschaft geschrieben, die ihren Umgang mit Energie optimieren wollen. Deshalb bietet sich statt der institutionellen Gliederung die branchenneutrale, funktionale Gliederung an, die insbesondere das vierte Kapitel prägt.

Vierte Ebene: Unternehmen mit ihren Funktionen

Diese vierte Ebene steht hier im Mittelpunkt. Die betriebswirtschaftlichen Funktionen spiegeln sich in den organisatorischen Einheiten des Unternehmens (den Abteilungen) wider. Im vierten Kapitel können Praktiker leicht die für sie besonders relevanten Abschnitte finden. Doch auch die funktionale Gliederung hat den Nachteil, dass energiebezogene Geschäftsprozesse nicht im Zusammenhang erscheinen. Die Abbildung 2 macht das prinzipielle Problem des Konflikts zwischen funktionaler und prozessorientierter Strukturierung in arbeitsteiligen Unternehmen deutlich. Ein einfaches, funktionales Organigramm enthält die drei organisatorischen Einheiten (im Sprachgebrauch: Abteilungen) Beschaffung, Produktion und Absatz, die ihre jeweiligen energiebezogenen Aufgaben haben (Stromeinkauf, energiesparenden Einsatz von Maschinen oder Tourenplanung bei der Auslieferung). Die Pfeile zeigen den dazu quer verlaufenden Kernprozess der Auftragsausführung (Fulfillment), der die Wertschöpfung viel unmittelbarer darstellt als das Organigramm. Energiebilanzen beschreiben diesen Prozess, an dem letztlich alle Abteilungen direkt oder indirekt beteiligt sind.

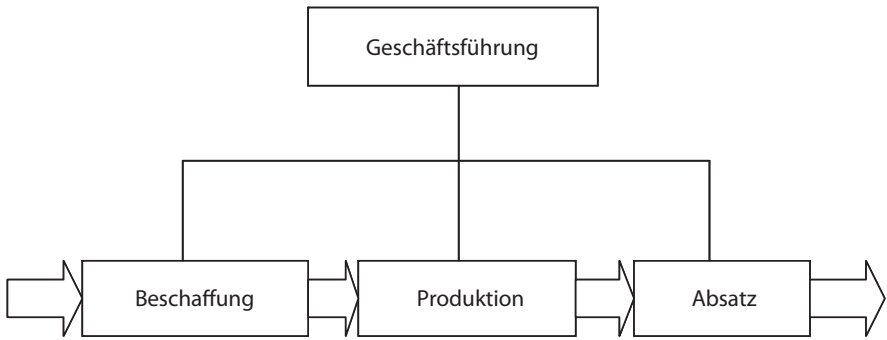


Abb. 2: Organisatorische Einheiten und Geschäftsprozesse

3 Energiebilanzen

Ohne Datenbasis ist es nicht möglich, Energie zu managen. Energiebilanzen stellen den Energiefluss im Unternehmen auf unterschiedlichen Ebenen und mit verschiedenen Bezugsgrößen dar. Im Prinzip verfügen bereits alle Unternehmen, die ein Umweltmanagement nach DIN 14001 und der EU-Öko-Audit-Verordnung aufgebaut haben, bereits über Energiebilanzen. Das durch diese Regelungen normierte Umweltmanagement enthält zwingend Umweltbilanzen, die auch den Umweltaspekt Energie umfassen. Dies gilt auch für die neuere, darauf aufbauende DIN 16001, die den Aufbau des Energiemanagements regelt. Mit der Einbindung des Energiemanagements in das Umweltmanagement befasst sich das sechste Kapitel über die organisatorische Umsetzung, während hier die technisch-naturwissenschaftlichen Gesichtspunkte bei der Erstellung von Energiebilanzen im Mittelpunkt stehen: Dazu sind zunächst im Abschnitt 3.1 Begriff und Abgrenzungen von relevanten Bilanzvarianten vorzustellen. Der folgende Abschnitt 3.2 zeigt detaillierte Energiebegriffe, die Darstellung des Energieflusses im Unternehmen und erläutert Wirkungsgrade bei der Energieumwandlung. Um den Energiefluss quantifizieren zu können, sind Messung und Formen von Energie im Abschnitt 3.3 erläutert – ein unabdingbares Kernkapitel für den Leser ohne technischen Hintergrund. Energiemanagement kann nur sinnvoll betrieben werden, wenn die grundlegenden Unterschiede von Leistung und Energie, von Kilowatt und Kilowattstunde, verstanden sind. Der Abschnitt 3.4 wendet sich den praktischen Möglichkeiten der Betriebsdatenerfassung (BDE) zu, um die Daten für die Bilanzen und damit für das ganze Energiemanagement zu erheben. Wer diese Möglichkeiten nicht kennt, bleibt leicht bei allgemeinen Aussagen für ganze Betriebsteile und könnte neuere technische Entwicklungen wie das Smart Metering als Elemente von intelligenten Stromnetzen übersehen. Im Abschnitt 3.5 über Checklisten und Kennzahlen sind grundlegende Überlegungen für die weiteren Kapitel enthalten, die – ebenso wie das Energiebilanzen Kapitel als Ganzes – »vor die Klammer« gezogen werden.

3.1 Begriffe und Abgrenzungen

Das Prinzip von Bilanzen ist einfach: Abgeleitet vom italienischen Begriff »Bilancia« (zweiarmige Waage) müssen Input und Output im Gleichgewicht sein. In Literatur und Praxis ist die Verwendung der Begriffe Umwelt-, Öko-, Stoff-, Energie-, Kohlendioxid-, Prozess-, Sach- und weiter Bilanzen jedoch eher unübersichtlich. Ausgehend von den sachlichen Notwendigkeiten werden hier drei Gliederungssysteme vorgestellt, die die Begriffsvielfalt strukturieren:

- Energiebilanzen sind als Teil einer umfassenden Nachhaltigkeitsrechnung oder Corporate Responsibility Rating des Unternehmens aufzufassen. Der Abschnitt 3.1.1 zeigt die Hierarchie der Bilanzierungs- und Rechensysteme von der umfassenden Nachhaltigkeitsrechnung bis zur detaillierten Kohlendioxidbilanz.
- Während eine Nachhaltigkeitsrechnung das Unternehmen als Ganzes in den Mittelpunkt stellt, möchte die Energiebilanz tief ins Detail gehen, um für energiebezogene Maßnahmen Entscheidungsunterstützung leisten zu können. Deshalb zeigt der Abschnitt 3.1.2 die verschiedenen Möglichkeiten der Abgrenzung des Bilanzbereichs, in dem insbesondere die Zusammenhänge von Betriebs-, Prozess- und Produktbilanz erläutert werden.
- Die sachliche Beschreibung des Energieflusses als eine der Umweltwirkungen des Unternehmens sagt noch wenig über die Wirkung dieser Umweltbelastung. Der Abschnitt 3.1.3 erläutert, wie die Wirkungsabschätzung auf der Sachbeschreibung aufsetzt.

3.1.1 Von der Nachhaltigkeitsrechnung zu Treibhausgasbilanz

Unternehmen beschäftigen sich mit Energie zunächst aufgrund ganz handfester, kostenbezogener Motive. Da aber Energie als Teil der Umweltwirkungen des Unternehmens nicht nur interne sondern auch externe Kosten verursacht, mischen sich in die Motivation über eigennütziges Kosteninteresse hinausgehende, ethische Gesichtspunkte, der auf der Seite der Gesellschaft kritische Fragen an die Unternehmen gegenüber stehen. Energiebilanzen sind also als Teilaspekt einer umfassenden Nachhaltigkeitsrechnung aufzufassen, die in den letzten Jahren zunehmend Verbreitung findet. Damit zeigen Unternehmen Leistungen und Belastungen ihrer Tätigkeit für die Gesellschaft und die natürliche Umwelt auf, um ihre Tätigkeit zu begründen und zu legitimieren. Vier Ebenen strukturieren die Herangehensweise, um auf der letzten Ebene die Rolle von Energiebilanzen präzise fassen zu können:

- Nachhaltigkeitsrechnungen oder -bilanzen, Corporate Responsibility Ratings, Sozialbilanzen und Ethik Audits versuchen eine gesamthafte Zusammenfassung des