

---

**KURZINFORMATION**

**BAU UND TECHNIK**

**HIS**

HOCHSCHUL-INFORMATION-SYSTEM, GOSERIEDE 9, 30159 HANNOVER

November 2004

**B 3 / 2004**

**Energieeinsparung  
in Hochschulen und  
wissenschaftlichen Einrichtungen**

HIS-Abteilung III  
Ralf-Dieter Person  
Tel.: (05 11) 12 20-140  
Fax: (05 11) 12 20-140  
e-mail: [person@his.de](mailto:person@his.de)

**HIS Hochschul-Informationssystem GmbH**  
Goseriede 9, 30159 Hannover

**November 2004**

## **Vorwort**

*Der überlegte und sparsame Einsatz von Energie kann sowohl praktizierten Umweltschutz als auch Reduktion von Kosten bedeuten. Dies war der Leitgedanke einer Seminarveranstaltung Anfang Mai 2004 am Zentrum für Technologie und Weiterbildung der TU Clausthal. Als Reaktion auf Anfragen von Hochschulen wurde das Thema Energie durch HIS anknüpfend an die Aktivitäten der letzten Jahre aufgegriffen und zum Inhalt einer Seminarveranstaltung gemacht. Die folgenden Beiträge basieren auf den dort gehaltenen Vorträgen ergänzt um weitere Informationen, die sich angeregt durch die Diskussionen ergeben haben.*

*Inhaltlich wird das Thema „Energie“ in einer Bandbreite behandelt, die von der Vertragsgestaltung über verhaltenspsychologische Maßnahmen bis hin zu konkreten technischen Realisierungen reicht. Aktuelle Themen wie Contracting, Architektenwettbewerbe, Emissionshandel sowie der Einsatz regenerativer Energien werden anhand von ausgewählten Beispielen vorgestellt.*

*HIS wird sich auch weiterhin mit Fragen zum Thema Energie befassen und diese für Interessenten aus dem Hochschulbereich aufbereiten.*

*Ein besonderer Dank gilt den Autoren für Ihre Beiträge zu dieser Kurzinformation.*

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Emissionshandel in Deutschland</b> ( <i>Ralf Dieter Person</i> ).....	1
<b>2</b>	<b>Mit Energie in neue Wettbewerbe</b> ( <i>Jürgen Hardkop / Herbert Vorwerk</i> ).....	4
<b>3</b>	<b>Contracting für Bundesliegenschaften</b> ( <i>Frank Rotter</i> ).....	9
<b>4</b>	<b>Energiemanagement an der Universität Lüneburg</b> ( <i>Wolf-Ulrich Palm / Jan-Christoph Stegen / Irmhild Brüggen</i> ).....	16
<b>5</b>	<b>Energieeinsparung an Hochschulen am Beispiel der Universität Bremen</b> ( <i>Anne-Katrin Blomeyer-Nienstedt</i> ).....	18
<b>6</b>	<b>ISO 14001 - Kernforderungen im Visier</b> ( <i>Dr. Bernd Frei / Petra Lück</i> ).....	22
<b>7</b>	<b>Motivation zur Beteiligung an Energiesparprojekten</b> ( <i>Martin Nolte</i> ).....	25
<b>8</b>	<b>Prometheus - ein Geothermieprojekt an der Ruhr-Universität Bochum</b> ( <i>Norbert Feck / Thomas Kattenstein / Hermann-Josef Wagner</i> ).....	32
<b>9</b>	<b>Solartechnik und Denkmalschutz? / Solaranlage an der Universität Osnabrück</b> ( <i>Manfred Blome / Jutta Essl</i> ).....	34
	<b>Autorenverzeichnis</b> .....	39

Ralf-Dieter Person, HIS Hannover

## Emissionshandel in Deutschland

### Hintergrund

Deutschland hat sich im Rahmen des Kyoto-Protokolls zur Reduzierung des Ausstoßes von CO<sub>2</sub> bzw. CO<sub>2</sub>-Äquivalenten um 21 % gegenüber 1990 verpflichtet. Im Bereich der Industrie sowie der Energiewirtschaft wurde eine Begrenzung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes zwischen 2005 und 2007 auf 503 Mio. t (ursprünglich 488 Mio. t) pro Jahr festgelegt. Im Bereich Gewerbe/Handel/Dienstleistungen, Verkehr und private Haushalte wurde eine Begrenzung auf 356 Mio. t vereinbart.

### Ziele und Prinzipien des Emissionshandels

Der Emissionshandel soll als ein Instrument eingesetzt werden, um die Emission von Treibhausgasen (Kohlendioxid, Methan, Lachgas, Schwefelhexafluorid, HFKW, FKW) zu verringern und dem anthropogenen Treibhauseffekt entgegenzuwirken. Die Besonderheit des Emissionshandels ist es, die Erreichung der Klimaschutzziele durch wirksame und zugleich wirtschaftsverträgliche Maßnahmen zu erreichen. Konkret bedeutet dies, dass die Treibhausgasemissionen dort verringert werden sollen, wo dies am kostengünstigsten möglich ist.

Vom Prinzip her funktioniert der Emissionshandel so, dass innerhalb der beteiligten Länder zunächst eine (kostenlose) Zuteilung von Zertifikaten an die betroffenen Anlagenbetreiber erfolgt. Durch Vermeidung von Emissionen über die vorgegebenen Verpflichtungen hinaus können diese dann Zertifikate auf dem Markt anbieten und verkaufen. Möglich ist aber auch, kostenträchtige Maßnahmen zur Vermeidung von Emissionen zu unterlassen und stattdessen Zertifikate auf dem Markt zuzukaufen. Die folgende Abbildung zeigt diese Möglichkeiten am Beispiel zweier Betriebe.



Abb. 1 Beispiel für Emissionshandel

### Wer ist betroffen?

Die Teilnahme am Emissionshandel ist verbindlich für produktionstechnische Anlagen ab einer jeweils branchenbezogen festgelegten Größe sowie Energieversorgungsanlagen mit einer Feuerungswärmeleistung von mehr als 20 MW. Zu der letzten Kategorie gehören auch Heizanlagen und Anlagen der Kraft-Wärme-Kopplung in größeren Hochschulen. Insgesamt sind in Deutschland etwa 2.400 Anlagen betroffen.

### Gesetzliche Grundlagen

Das Verfahren beruht auf der Richtlinie 2003/87/EG vom 13. Oktober 2003 (Energieintensive Anlagen aus Energiewirtschaft und Industrie). National wurden die Rahmenbedingungen im Treibhausemissionshandelsgesetz (TEHG) vom 8. Juli 2004 sowie dem Gesetz über den Nationalen Zuteilungsplan für Treibhaus-Emissionsberechtigungen in der Zuteilungsperiode 2005 bis 2007 (Zuteilungsgesetz 2007 – ZuG 2007) vom 26. August 2004 festgelegt.

### Ablauf des Verfahrens

Im Jahre 2003 wurde eine freiwillige Datenerhebung durchgeführt, die Basisinformationen für das weitere Verfahren liefern sollte. Die eigentliche Zuteilung der Zertifikate ist über das im TEHG festgelegte Antragsverfahren zu beantragen. Bis 31. März 2004 wurden gemäß Artikel 9 der EU-Richtlinie die nationalen Allokationspläne in europäischen Ländern erstellt. Bis zum 30. September 2004 wird über die Zuteilung entschieden. Die erste Handelsperiode beginnt 2005 und endet 2007.

Für Deutschland sind Zertifikate für Emissionen von 869 Mio. t CO<sub>2</sub> jährlich zu vergeben. Die Zuteilung der Berechtigungen für die erste Handelsperiode erfolgt auf der Basis der historischen Emissionen der jeweiligen Anlagen (Grandfathering) aus dem Zeitraum 2000 bis 2002 sowie anhand der durchschnittlichen spezifischen Emissionen einer Produktkategorie (Benchmarking). Berücksichtigt wird darin ein so genannter Erfüllungsfaktor, der branchen- bzw. bereichsspezifisch bereits Verringerungen der Emissionen festlegt. Er beträgt für die erste Zuteilungsperiode 0,9709 (entspricht einer Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen um 2,91 % gegenüber dem Referenzzeitraum 2000 bis 2002). Durch die Bildung von Sondertöpfen wird außerdem dafür gesorgt, dass Neuanlagen oder zeitweise stillgelegte Anlagen, die im Erhebungszeitraum nicht erfasst werden konnten, ebenfalls Berücksichtigung finden. Die Vergabe der Zertifikate erfolgt jeweils bis zum 28. Februar des jeweiligen Jahres, beginnend mit dem 28. Februar 2005. Die Zertifikate sind anschließend EU-weit frei handelbar.

Die zweite Handelsperiode umfasst den Zeitraum 2008 bis 2012. Die Vorgaben orientieren sich wiederum am Kyoto-Protokoll. Festgelegt ist eine Senkung der Emissionen um 21 % gegenüber 1990 sowie die Lastenverteilung innerhalb der EU (burden sharing).

Zentrales Element des Verfahrens ist der nationale Allokationsplan. Er ist gegliedert in einen so genannten Makroplan, der die Aufteilung des nationalen Emissionsbudgets sowie die Festlegung der Gesamtzahl der zuzuteilenden Zertifikate regelt sowie einen Mikroplan, der die Zuteilung der Zertifikate an die Anlagenbetreiber und die Festlegung der Reservefonds beinhaltet.

Eine Übersicht über den zeitlichen Ablauf ist in Abbildung 2 dargestellt.

### Besonderheiten und Kritik

Frühzeitiges Handeln (Early Action) kann bei der Zuteilung auf Antrag berücksichtigt werden. Außerdem soll durch Sonderzuteilungen vermieden werden, dass Anlagen zur Kraft-Wärme-Kopplung gegenüber reinen Wärmezeugungsanlagen benachteiligt werden. Prozessbedingte Emissionen, die nicht aufgrund von Verbrennungsvorgängen entstehen, werden, soweit sie 10 % oder mehr einer Anlage ausmachen, mit dem Erfüllungsfaktor 1 angesetzt. Damit Zuteilungen für Neuanlagen möglich sind, werden von den nationalen Zuteilungsstellen Reserven vorgehalten.

Kritik richtet sich vornehmlich dahin, dass frühzeitige Vermeidungen, die zwischen 1990 und 1994 erreicht worden sind, keine Berücksichtigung finden. Vermeidungsleistungen zwischen 1994 und 2002 werden einheitlich mit dem Erfüllungsfaktor 1 belegt (Anzahl der Zertifikate entspricht den Emissionen). Insgesamt wird eine Bevorzugung von Steinkohleindustrie und Stahlproduzenten sowie einzelner Branchen durch die Berücksichtigung prozessbedingter Emissionen gesehen. Als nicht ausreichend wird die Förderung der KWK-Anlagen durch die dafür vorgesehenen Gutschriften kritisiert. Die Gutschriften werden als zu gering bezeichnet.

Einige Besonderheiten dürften sich für öffentliche Einrichtungen, die in das Verfahren einbezogen sind, ergeben.

ca. 1. Juli 2004 – 15. August 2004	Antragsverfahren zur Zuteilung der kostenlosen Emissionsrechte auf Basis des NAP-Gesetzes
30. September 2004	Zuteilung der kostenlosen Emissionsrechte für die erste Handelsperiode (2005 – 2007) entsprechend den Vorgaben der EU-Richtlinie
1. Januar 2005	Beginn der ersten Handelsperiode
28. Februar 2005	Ausgabe der ersten Tranche (für 2005) der Emissionszertifikate. Die Zertifikate gelten für die gesamte Periode 2005 – 2007.
28. Februar 2006	Ausgabe der zweiten Tranche (für 2006) der Emissionszertifikate
30. April 2006	Abgleich der tatsächlichen Emissionen mit den vorhandenen Zertifikaten. Löschung verbrauchter Zertifikate, bei Unterdeckung Sanktionsverhängung.

Abb. 2 Zeitlicher Ablauf des Emissionshandels

Insbesondere größere Hochschulen verfügen über Energieerzeugungsanlagen zum Teil als KWK-Anlagen mit Leistungen größer 20 MW. Bisherige Berichte der Hochschulen (z. B. U Münster, U Regensburg) lassen auf einen reibungslosen Ablauf des Verfahrens schließen. Nicht abschließend geklärt scheint dabei allerdings die Frage des eigentlichen Handels zu sein. Beispielsweise könnte eine Hochschule, die ihre Anlagen modernisiert haben vom Handel mit Zertifikaten profitieren.

### Zuständigkeit und Überwachung

In Deutschland ist die Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt) beim Umweltbundesamt für die nationale Durchführung des Verfahrens zuständig.

Überschreiten die Emissionen die Anzahl der vorhandenen (zugeteilten bzw. zugekauften) Zertifikate, werden Sanktionen in Form von Gebühren fällig. Während der ersten Handelsperiode (2005 bis 2007) sind das ca. 40 € pro Tonne CO<sub>2</sub>, danach 100 € pro Tonne. Des Weiteren erfolgt die Veröffentlichung der Namen der Unternehmen, die gegen die Rechtspflicht zur Vorhaltung von Zertifikaten in ausreichender Zahl verstoßen haben.

Näheres zur Überwachung und Berichterstattung regeln die „EU-Monitoring Guidelines“. Die Prüfung der Emissionsdaten wird demnach durch geeignete Sachverständige vorzunehmen sein.

### Weitere Informationen

- [1] EU-Emissionshandels-Richtlinie:  
[www.bmu.de/de/1024/js/download/b\\_richtlinie\\_2003\\_eg/](http://www.bmu.de/de/1024/js/download/b_richtlinie_2003_eg/)
- [2] Treibhaus-Emissionshandelsgesetz (TEHG):  
[www.bmu.de/de/1024/js/download/b\\_emissionshandel\\_entwuerfe/](http://www.bmu.de/de/1024/js/download/b_emissionshandel_entwuerfe/) und  
[www.bmu.de/files/emrl\\_gesetz.pdf](http://www.bmu.de/files/emrl_gesetz.pdf)
- [3] Nationaler Allokationsplan (Zuteilungsgesetz):  
[www.bmu.de/files/nap\\_gesetz.pdf](http://www.bmu.de/files/nap_gesetz.pdf)
- [4] Zuteilungsverordnung:  
[www.dehst.de/nn\\_76410/SharedDocs/Downloads/DE/Antragstellung\\_dl/Zuteilungsverordnung.html](http://www.dehst.de/nn_76410/SharedDocs/Downloads/DE/Antragstellung_dl/Zuteilungsverordnung.html)
- [5] Umweltbundesamt:  
[www.umweltbundesamt.de/](http://www.umweltbundesamt.de/)
- [6] Deutsche Emissionshandelsstelle (DEHSt):  
<http://www.dehst.de/>
- [7] Handel mit Gutschriften/  
Klimaschutzfonds:  
[www.kfw.de](http://www.kfw.de),  
<http://www.kfw.de/DE/Die%20Bank/AktuellesausderKfW/KfW-Klimas2/Inhalt.jsp>

Jürgen Hardkop, MSWKS Düsseldorf;  
Herbert Vorwerk, BLB Bielefeld

## Mit Energie in neue Wettbewerbe

### Architektenwettbewerb im Bauwesen

Architektenwettbewerbe haben eine sehr lange Tradition im Bauwesen und werden auch heutzutage bundesweit genutzt, um ganzheitliche Lösungen für neue Gebäude zu finden. Auf Grund der Klimaschutzprobleme rückt das Ziel wirtschaftlicher Gebäudekonzepte mit niedrigem Energieverbrauch verstärkt in den Blickpunkt. Beispielsweise benennt das Regelwerk des Bundes die Grundsätze und Richtlinien für Wettbewerbe auf den Gebieten der Raumplanung, des Städtebaues und des Bauwesens in der novellierten Fassung vom 22.12.2003 (GRW 1995 / Stand 2003), als Beurteilungskriterien für Architektenwettbewerbe u. a. die Investitions- und Folgekosten, Wirtschaftlichkeit, ökologische / energetische Anforderungen und die Umweltverträglichkeit.

Leider konnten Gebäudeentwürfe bisher jedoch nicht mit vertretbarem Aufwand energetisch bewertet werden. Die Bauverwaltung des Landes Nordrhein-Westfalen sammelt seit 1996 erste Erfahrungen mit Gewerke übergreifenden Checklisten. Diese Aufzählungen zahlreicher Einzelkriterien wirkten sich qualitativ positiv auf die Planung der Gebäude aus, eigneten sich aber weniger zu quantitativen Bewertungen. In der Wettbewerbspraxis konnten die Checklisten nur eine begrenzte Wirkung entfalten.

### Prognose des Energiebedarfs

Neue DV-gestützte Berechnungsverfahren bieten inzwischen die Möglichkeit, bereits bei der Vorprüfung von Wettbewerben den künftigen Energiebedarf der Gebäudeentwürfe zu prognostizieren. Im Herbst 2001 hat das Land Nordrhein-Westfalen damit begonnen, zunächst einzelne Entwürfe gezielt energetisch zu bewerten. Im Jahr 2002 hat der Bau- und Liegenschaftsbetrieb erstmals bei einem Architektenwettbewerb vergleichende Energieprognosen für alle Entwürfe durchgeführt.

Das vom Land genutzte DV-Programm der Firma Solar-Computer GmbH wurde primär

für die Heizungs-, Klima- und Lüftungsplanung beschafft und wird auch von anderen Bauverwaltungen verwendet. Ein in Abstimmung mit dem MSWKS und BLB weiterentwickeltes Programm-Modul bietet die Möglichkeit, bereits in einer frühen Planungsphase an Hand der Hüllfläche den künftigen Energiebedarf von Gebäuden zu schätzen. Dabei prognostiziert das Programm die künftigen Energiekosten für Heizen und Kühlen mittels verschiedener allgemein anerkannter Berechnungsverfahren (z. B. DIN 4701, EnEV (früher WSV) und VDI 2076 Blatt 10 und 11).

Die brauchbarsten Voraussagen sind mit der Berechnungsmethode nach VDI 2067 Blatt 10 und 11 - „Energiebedarf beheizter und klimatisierter Gebäude“ zu erzielen. Die Richtlinie dient der Berechnung des Energiebedarfs von Gebäuden sowie heizungs- und raumlufttechnischen Anlagen. Dabei wird unterschieden zwischen den Bedarfswerten infolge des Gebäudekonzeptes, der individuellen Nutzung der Anlagen und der Energieversorgung.

Bewusst werden bei Energieprognosen nur die Energieströme für Heizen und Kühlen berücksichtigt, die dem Gebäude insgesamt zu- bzw. daraus abgeführt werden müssen, um die geforderten Raumlufzustände einzuhalten. Diese Energieströme werden im Stundenraster unter Berücksichtigung der Wetterdaten des deutschen Wetterdienstes (TRY-Daten) ermittelt und zum Jahresenergiebedarf aufsummiert.

Das Verfahren eignet sich grundsätzlich für alle Nutzungsarten. Bei den Berechnungen der einzelnen Entwürfe werden einheitlich definierte Nutzungsbedingungen zu Grunde gelegt. Der Grundnutzen wird für eine konstante Raumlufthtemperatur und ohne Ansatz innerer Gebäudebelastungen definiert. Diese Vorgehensweise stellt die Vergleichbarkeit der Energiebedarfswerte sicher.

Als Gebäudedaten werden die Abmessungen und Orientierungen der Hüllfläche und die bauphysikalischen Daten der Baukonstruktion benötigt. Die einheitliche Wahl des Niedrigenergiehausstandards für alle Entwürfe ist eine wichtige Voraussetzung, um die unterschiedlichen energetischen Auswirkungen der einzelnen Gebäudekonzepte miteinander vergleichen zu können. Dazu werden für gleiche Bauteile stets gleiche Wärmedurchgangskoeffizienten zu Grunde gelegt.

Die Entwurfsverfasser geben die geometrischen Daten der Hüllefläche selbst mit Hilfe

eines relativ einfachen Erfassungsprogramms (K74) digital ein und übergeben die Diskette mit dem Entwurf. Nach Überprüfung dieser Daten und Ergänzung um die bauphysikalischen Angaben werden die Daten vom BLB eingelesen. Das individuelle Erheben der Gebäudedaten überfordert die Teilnehmer nicht und ermöglicht im Rahmen der Vorprüfung Energieprognosen auch für eine größere Zahl von Gebäudeentwürfen.

Das Programm „Energiebedarfsberechnung“ errechnet für jeden Entwurf den Jahresenergiebedarf an Hand der vorgenannten Berechnungsmethoden (siehe auch [www.solar-computer.de](http://www.solar-computer.de)). Die so ermittelten Jahresenergiebedarfswerte werden in Tabellen (derzeit noch mit MS Excel) für alle Entwürfe gegenübergestellt.

Den besten Aufschluss über die künftigen Energiekosten für Heizen und Kühlen gibt die Kapitalisierung der Betriebskosten nach der „Barwert-Methode“. Sie erfolgt mit frei einstellbaren Werten für Nutzungsdauer und Kapitalzinsen. Die über die Nutzungsdauer ermittelten Energiekosten (ohne Wartung/Instandhaltung und andere Betriebskosten) betragen im Allgemeinen rund das Dreifache der Investitionskosten. Die Berechnungsergebnisse verifizieren die aus der Fachliteratur bekannten Erfahrungswerte. Zugleich macht die Kapitalisierung der jährlichen Energiekosten die Unterschiede zwischen den Gebäudeentwürfen besonders transparent.

Von ausschlaggebender Bedeutung sind die Differenzen der Energiekosten der einzelnen Entwürfe. Die kapitalisierten Kostendifferenzen sind erstaunlich groß und überschreiten bei manchen Entwürfen sogar die durchschnittliche Höhe der Baukosten. Zur Vereinfachung werden die Bewertungen mit den drei Ampelfarben gekennzeichnet (grün = günstig, gelb = durchschnittlich, rot = ungünstig). Bei der anschließenden Entscheidungsfindung werden die Unterschiede beim Energieverbrauch und der Wirtschaftlichkeit von den Preisgerichten angemessen berücksichtigt.

## Erste Ergebnisse

Bei sieben Wettbewerben des Landes wurden bereits Energieprognosen durchgeführt. Das neue Verfahren hat sich dabei bewährt. Eine wichtige Voraussetzung für die reibungslose Durchführung der Energieprognosen ist die Ankündigung der energetischen Bewertungen bei der Auslobung des Wettbewerbs und die Übergabe der Erfassungsmodule an alle Teil-

nehmer. Als Arbeitshilfe für die Auslobung kann der folgende Text „Auslobungstext für Architektenwettbewerbe“ dienen (siehe Anlagen).

Der Aufwand für die Prognosen hält sich in vertretbarem Rahmen. In allen Fällen wurden für die Auswertungen nicht mehr als zwei Wochen Zeit benötigt. Die Ergebnisse sind aussagekräftig und schaffen eine ausgezeichnete Transparenz bei der energetischen Bewertung der Entwürfe. Damit ermöglichen sie bedeutsame Reduzierungen des künftigen Energieverbrauchs und der Baunutzungskosten.

Wegen der relativ hohen energetischen Unterschiede der Gebäudeentwürfe hat das Land Nordrhein-Westfalen mit Blick auf Klimaschutz und Wirtschaftlichkeit Energieprognosen für Neubauten mit mehr als 5.000 m<sup>2</sup> Hauptnutzfläche verbindlich vorgeschrieben (Runderlass „Hinweise für umweltschonendes Bauen in Liegenschaften des Landes Nordrhein-Westfalen – Umweltcheck NRW –“ vom 20.8.2002).

Diese Festlegung wurde nochmals bekräftigt im neuen Runderlass vom 28.2.2004 für die Planungswettbewerbe für Hochbauaufgaben des Landes Nordrhein-Westfalen, der die Anwendung des Umweltcheck NRW und damit der Energieprognosen bei Wettbewerben des Landes verbindlich vorgibt.

## Anhang:

1. Grundsätze und Richtlinien für Wettbewerbe auf den Gebieten der Raumplanung, des Städtebaues und des Bauwesens - GRW 1995
2. Planungswettbewerbe für Hochbauaufgaben des Landes Nordrhein-Westfalen
3. Hinweise für umweltschonendes Bauen in Liegenschaften des Landes Nordrhein-Westfalen
4. Auslobungstext für Architektenwettbewerbe - Muster -

**Anhang:****Mit Energie in neue Wettbewerbe****1 Grundsätze und Richtlinien für Wettbewerbe auf den Gebieten der Raumplanung, des Städtebaues und des Bauwesens - GRW 1995 – (Auszug)****Novellierte Fassung vom 22.12.2003****Beurteilungskriterien**

Die Beurteilungskriterien und deren Bedeutung für die Lösung der Wettbewerbsaufgabe sind auf der Grundlage der in der Bekanntmachung genannten Kriterien in der Auslobung so zu beschreiben, dass das Preisgericht die Wettbewerbsarbeiten sachgerecht bewerten kann.

Die Beurteilungskriterien sollen vor Versendung der Auslobungsunterlagen mit den Preisrichtern beraten werden. Die Aufnahme folgender Beurteilungskriterien ist zu prüfen:

- Entwicklungsziele;
- Raumprogramm und funktionale Anforderungen;
- Qualitative Bedarfsanforderungen (baulicher Standard);
- Gestalterische und räumliche Qualität;
- Investitions- und Folgekosten, Investitionskostenrahmen,
- Wirtschaftlichkeit (anhand von Orientierungs-, Kenn- und Planungsdaten, z. B. BGF/HNF; BRI/BGF);
- ökologische, insbesondere energetische Anforderungen und Umweltverträglichkeit;
- Barrierefreiheit;
- Bauabschnitte und Bereichsbeziehungen;
- Möglichkeiten von Nutzungsänderungen und baulichen Erweiterungen,
- Art des Umgangs mit Bestand und Denkmalpflege

Das Ergebnis der Prüfung ist schriftlich mit Begründung festzuhalten.

Bei Realisierungswettbewerben sind - außerhalb vereinfachter Verfahren (Nr. 2.5) - als Beurteilungskriterien zumindest die Erfüllung des Raumprogramms, funktionaler und qualitativer Anforderungen sowie Wirtschaftlichkeitskriterien und für eine 2. Wettbewerbsstufe die

Investitionskosten vorzugeben. Wird ein Investitionskostenrahmen verbindlich vorgegeben, ist er für die Teilnehmer nachvollziehbar aufzuschlüsseln.

**2 Planungswettbewerbe für Hochbauaufgaben des Landes Nordrhein-Westfalen (Auszug)****RdErl. d. Ministeriums für Städtebau und Wohnen,****Kultur und Sport – PG II – B 1046 – 502 – v. 28.2.2004**

Mit dem - nur bis Ende 2003 geltenden - RdErl. d. Ministeriums für Städtebau und Wohnen, Kultur und Sport v. 11.11.2002 (SMBl. NRW. 236) sind für Planungswettbewerbe bei Hochbauaufgaben des Landes die „Regeln für Architektenwettbewerbe (RAW 2001)“ eingeführt worden. Sie sind zwischenzeitlich von der Architektenkammer Nordrhein-Westfalen und der Ingenieurkammer-Bau Nordrhein-Westfalen unter der Bezeichnung „Regeln für die Auslobung von Wettbewerben (RAW 2004) auf den Gebieten der Raumplanung, des Städtebaues und des Bauwesens“ weiterentwickelt und um Inhalte des Ingenieurbauwesens ergänzt worden; sie sind in der Anlage im Wortlaut wiedergegeben. Bei Planungswettbewerben für Hochbauaufgaben des Landes einschließlich seines Bau- und Liegenschaftsbetriebes (BLB NRW) sind ab sofort die RAW 2004 mit den nachfolgend aufgeführten Maßnahmen anzuwenden.

Ergänzend zu Ziff. 3 RAW 2004 wird festgelegt, dass als Beurteilungskriterien für die Wettbewerbsarbeiten auch die baupolitischen Ziele des Landes Nordrhein-Westfalen (RdErl. d. Ministeriums für Städtebau und Wohnen, Kultur und Sport v. 19.10.2002 - SMBl. NRW. 236 -) zu benennen und anzuwenden sind. Die Reihenfolge der Ziele bedeutet keine Rangfolge für die Beurteilung.

Die „Hinweise für umweltschonendes Bauen in Liegenschaften des Landes Nordrhein-Westfalen – Umweltcheck NRW –“ (RdErl. d. Ministeriums für Städtebau und Wohnen, Kultur und Sport v. 20.08.2002 (SMBl. NRW. 236) sind anzuwenden.

**3 Hinweise für umweltschonendes Bauen in Liegenschaften des Landes Nordrhein-Westfalen - Umweltcheck NRW -****RdErl. d. Ministeriums für Städtebau und Wohnen, Kultur und Sport vom 20.08.2002****- III 2 - B 1013.23.44**

Zur Konkretisierung und Umsetzung der baupolitischen Ziele des Landes Nordrhein-Westfalen beim staatlichen Bauen sind die nachfolgenden Hinweise zu beachten. Die Hinweise gelten für alle Formen

des staatlichen Bauens, d.h. für Neubauten, Um- und Erweiterungsbauten, für Sanierungen und Modernisierungen, für Instandsetzungen und Instandhaltungen, und unabhängig davon, ob die geplanten Gebäude vom Bau- und Liegenschaftsbetrieb (BLB) oder von Dritten errichtet oder angemietet werden.

Als technische Arbeitshilfe für die Durchführung von Architektenwettbewerben und für die Planung und Bewertung der Technischen Gebäudeausrüstung wird die Empfehlung des Arbeitskreises Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen (AMEV) „Hinweise für umweltschonendes Bauen in der öffentlichen Verwaltung“ (Umweltcheck 2001) eingeführt. Die Broschüre kann bezogen werden beim Verlag: *Elch Graphics, Immanuelkirchstraße 3/4, 10405 Berlin, Fax: 030/4402-4905, amev@elch-graphics.de.*

Ergänzend zu der AMEV-Empfehlung ist folgendes zu beachten:

Die Energiekosten von Gebäuden machen - hochgerechnet auf die gesamte Nutzungsdauer - ein Mehrfaches der Baukosten aus. Bei Neubauten des Landes haben durchgeführte Energieprognosen der Gebäudeentwürfe darüber hinaus ergeben, dass auch die Unterschiede zwischen den Energiekosten der einzelnen Gebäudeentwürfe bedeutsam sind. Die Kostenunterschiede können sogar die Höhe der Baukosten deutlich überschreiten. Außerdem korrelieren die Kostendifferenzen mit ähnlich großen Unterschieden beim Energieverbrauch der Gebäude und den damit verbundenen Belastungen der Umwelt mit CO<sub>2</sub> und anderen Schadstoffen. Das Land führt daher künftig bei allen Formen des staatlichen Bauens verstärkt Energieprognosen durch.

Bei Architektenwettbewerben sind die ökologischen Anforderungen bereits bei der Auslobung zu konkretisieren und als Prüfkriterium zu benennen. Für die eingereichten Gebäudeentwürfe sind dynamische Energiebedarfsberechnungen für Heizen und Kühlen nach VDI 2067 Blatt 10 und 11 durchzuführen. Bei diesen Energieprognosen sind wirtschaftliche Materialqualitäten für den baulichen Wärmeschutz zu Grunde zu legen. Die Betriebskosten für Heizenergie und Kälte während der voraussichtlichen Nutzungsdauer der Gebäude sind zu ermitteln und einer vergleichenden Bewertung mit den anderen Gebäudeentwürfen und/oder dem Gebäudebestand zu unterziehen. Bei der Vergabeentscheidung sind die Ergebnisse der Energieprognosen in angemessener Weise zu berücksichtigen.

Energieprognosen der beschriebenen Art sind auch dann durchzuführen, wenn Gebäude ohne vorherigen Architektenwettbewerb realisiert werden sollen und die geplante Hauptnutzfläche (HNF) mehr als 5.000 m<sup>2</sup> beträgt.

Die im „Bündnis für Klimaschutz“ am 08.05.2001 getroffene Selbstverpflichtung, den in der Energieeinsparverordnung 2002 (EnEV) festgelegten Primärenergiebedarf um mindestens 10% zu unterschreiten, ist zu beachten.

Während der Vorplanung ist ein interdisziplinäres Energienutzungskonzept für das Gebäude und die

Technische Gebäudeausrüstung unter Beachtung der baupolitischen Zielsetzungen zu entwickeln und beim weiteren Planungsfortschritt zu optimieren.

Bei der Planung der Technischen Gebäudeausrüstung sind Nutzen-Kosten-Untersuchungen für unterschiedliche Versorgungskonzepte zu erstellen. Für Wirtschaftlichkeitsberechnungen wird die VDI 6025 - Betriebswirtschaftliche Berechnungen für Investitionsgüter und Anlagen - in Verbindung mit der VDI 2067 - Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen; Grundlagen und Kostenberechnung - empfohlen.

Als Arbeitshilfe für die Abschätzung von Einsparpotentialen durch verbesserte technische Ausstattung ist die VDI 3808 - Energiewirtschaftliche Beurteilungskriterien für heiztechnische Anlagen - in Verbindung mit den Auswertungen der Betriebsdatei NRW geeignet. Die Entscheidungsfindung ist in Form einer projektbezogenen Checkliste zu dokumentieren.

Für Baumaßnahmen an denkmalgeschützten Gebäuden wird auf die Empfehlungen in VDI 3817 - Denkmalwerte Gebäude, Technische Gebäudeausrüstung - verwiesen.

#### **4 Auslobungstext für Architektenwettbewerbe - Muster -**

##### **Hinweise zur energetischen Bewertung**

Die nachhaltige Reduzierung der Umweltbelastungen ist als wichtiges baupolitisches Ziel beim geplanten Neubau zu beachten. Vor diesem Hintergrund wird ein ganzheitlich orientierter, ausgewogener Entwurf erwartet, der neben hoher architektonischer und funktioneller Qualität auch in energetischer und wirtschaftlicher Hinsicht überzeugende Lösungen aufweist.

Dazu soll ein ökologisches und energiesparendes Planungskonzept vorgelegt werden, bei dem der Energiebedarf für Heizen und Kühlen durch günstige Auswahl und Anordnung von Bauteilen und Geometrien minimiert wird. Der in der Energieeinsparverordnung 2002 festgelegte maximale Primärenergiebedarf soll um 10% unterschritten werden.

Als technische Arbeitshilfe wird die Empfehlung des Arbeitskreises Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen (AMEV) „Hinweise für umweltschonendes Bauen in der öffentlichen Verwaltung (Umweltcheck 2001)“ empfohlen.

Die Broschüre kann ebenfalls bezogen werden beim Elch Graphics Verlag.

Zur energetischen und wirtschaftlichen Bewertung der Entwürfe führt der Auslober Energieprognosen (dynamische Energiebedarfsberechnungen nach VDI 2067 Blatt 10 und 11) durch und stellt die künftigen Betriebskosten für Heizung und Kühlung vergleichend gegenüber.

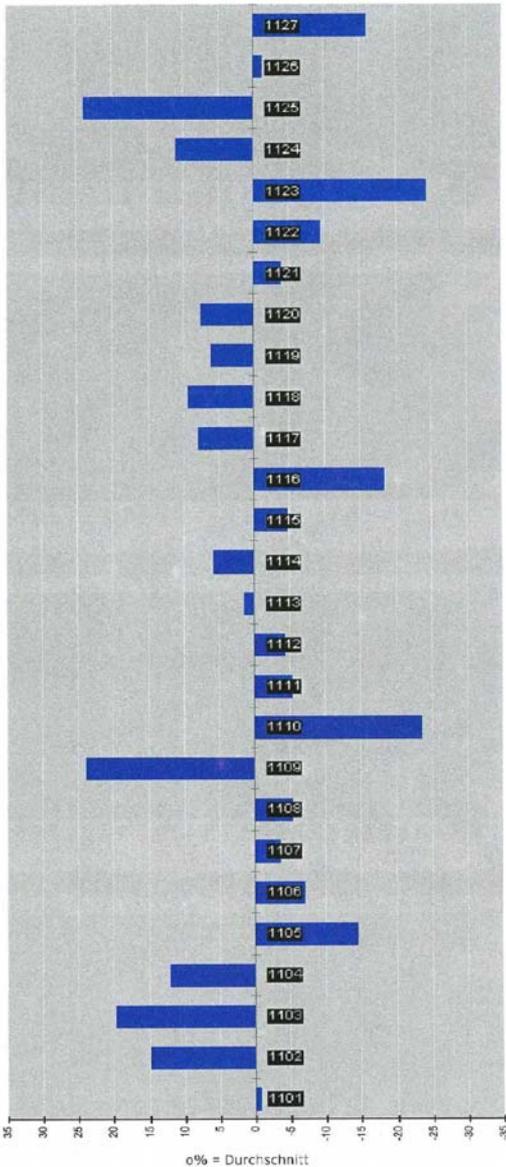
Die Teilnehmer erhalten mit den Auslobungsunterlagen das Programm-Modul „K74 Datenerfassung Hochbau“ der Fa. Solar-Computer zur Erfassung der Gebäudedaten. Das Modul vereinfacht die tabellarische Erfassung der Gebäudedaten und ihre Übergabe in Form von Austauschdateien. Als Gebäudedaten sind die Abmessungen der Bauteile der Gebäudehülle und ihre Ausrichtung zu erfassen.

Die auf Datenträger erfassten Gebäudedaten sind mit dem Gebäudeentwurf zu übergeben. Sie werden bei der Vorprüfung für das Preisgericht ausgewertet. Fragen zu den Energieprognosen beantwortet der Abteilungsleiter TGA im Bau- und Liegenschaftsbetrieb NRW – Niederlassung Bielefeld, Herr Dipl.-Ing. Herbert Vorwerk (Tel. 0521/106-7068).

## Tabellen

### Kostenübersicht

Kostengruppe 300 + 400 in % zum Durchschnitt



### Kostenanalyse Heizen/Kühlen

Betriebskosten für Heizen und Kühlen nach der Barwert-Methode



Die folgenden aufgeführten Arbeiten konnten auf Grund unvollständiger Unterlagen nicht erschöpfend berechnet werden: 1102 - 1104 - 1108 - 1113 - 1114 - 1116 - 1117 - 1118 - 1119 - 1120 - 1121 - 1122 - 1123 - 1125 - 1126

Frank Rotter,  
Deutsche Energie-Agentur GmbH

## Contracting für Bundesliegenschaften

### Zusammenfassung

Die Bundesregierung hat im Rahmen der nationalen Strategie für eine nachhaltige Entwicklung das Pilotprojekt „Energieeffizienz-Contracting in den Liegenschaften des Bundes“ beschlossen. Contracting ermöglicht den Liegenschaftseigentümern eine Optimierung des Energiemanagements, ohne selbst Investitionen tätigen zu müssen. Dringend erforderliche energetische Modernisierungsmaßnahmen in bundeseigenen Liegenschaften sollen auf diese Weise durch private Energiedienstleistungsunternehmen durchgeführt und vorfinanziert werden. Damit kann der Bund brach liegende Einsparpotenziale wirtschaftlich erschließen und die klimaschädlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen reduzieren. Im Folgenden werden die Möglichkeiten und Chancen von Contracting für den Bund erläutert.

### Energieverbrauch in Bundesliegenschaften

Über den Energieverbrauch für den gesamten Liegenschaftsbestand des Bundes liegen bisher keine aggregierten Daten vor. Der Grund hierfür liegt darin, dass das Energiemanagement der Liegenschaften dezentral über die Bauverwaltung der Bundesländer organisiert ist. Lediglich für die militärischen Liegenschaften wird der Energieverbrauch zentral erfasst und ausgewertet.<sup>1</sup>

Unstrittig ist, dass die Kosten der Energieversorgung neben denen der Bauunterhaltung und den Kosten für Reinigung, Müllabfuhr sowie Be- und Entwässerung den bedeutendsten Ausgabeposten der Bewirtschaftung bundeseigener Immobilien darstellt. So betragen die im Bundeshaushalt 2001 veranschlagten Energiekosten 464 Mio. € (Heizenergie und Elektroenergie). Davon entfielen 257 Mio. € (55 %) auf die Bundeswehr und 207 Mio. € (45 %) auf die zivilen Bundesliegenschaften.

<sup>1</sup> In den vergangenen Jahren wurden erste Schritte in Richtung einer Neuordnung des Immobilienmanagements unternommen [1]. Die breite Einführung der Kosten- und Leistungsrechnung [2] und die geplante Gründung einer Bundesanstalt für Immobilienaufgaben (BlmA) [3] sind erste Ergebnisse dieser Bemühungen.

Um ein verlässliches Bild des Energieverbrauchs und der Energiekosten im Liegenschaftsbestand des Bundes zu erhalten, hat die Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) Energiedaten von 140 größeren zivilen Liegenschaften für die Jahre 1998-2001 erhoben und ausgewertet. Die Energiekosten dieser 140 Liegenschaften betragen im Jahr 2001 knapp 36 Mio. € und damit ca. 17 % des gesamten zivilen Liegenschaftsbestands.

### Energieverbrauch leicht gestiegen

Wie aus Abbildung 1 hervorgeht, ist der Energieverbrauch im Beobachtungszeitraum 1998-2001 geringfügig gestiegen. Vor dem Hintergrund der in ca. 70 der untersuchten 140 Liegenschaften durchgeführten Sanierungsmaßnahmen wäre eine Verbrauchsreduktion zu erwarten gewesen. Dieses gegenteilige Ergebnis kann auf Mängel bei Planung, Bauausführung und Erfolgskontrolle der Sanierungsmaßnahmen zurückzuführen sein. Jedoch können auch Umnutzungen eine Rolle spielen.

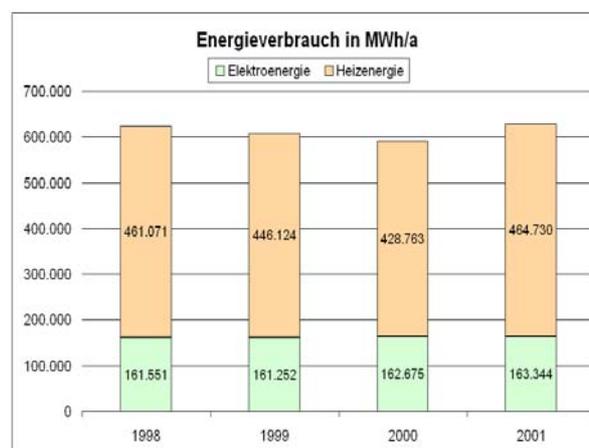


Abb. 1: Entwicklung des Energieverbrauchs 1998-2001 (Daten von 140 größeren zivilen Liegenschaften)

### Stromkosten leicht gesunken, Heizkosten deutlich gestiegen

Abbildung 2 zeigt die Entwicklung der Energiekosten auf. Trotz nahezu gleich bleibenden Verbrauchs sind die Kosten für Elektroenergie von 15,2 Mio. € (1998) auf 14,7 Mio. € (2001) gesunken (-3 %). Die Kostenreduktion ist auf den Abschluss von preisgünstigen Rahmenverträgen durch die Bauverwaltungen der Länder im Kontext der Liberalisierung des Strommarktes zurückzuführen.

Die Heizkosten sind hingegen von 16,0 Mio. € (1998) auf 21,1 Mio. € (2001) um 32 % stark gestiegen. Bei nahezu gleich bleibendem Verbrauch ist die Kostenentwicklung auf die starke Preissteigerung für Brennstoffe (insb. Heizöl und mit zeitlichem Nachlauf auch Erdgas und Fernwärme) seit 2000 zurückzuführen.

Durch die gegenläufige Entwicklung der Strom- und Heizkosten ist der Anteil der Heizkosten an den gesamten Energiekosten von 51 % (1998) auf 59 % (2001) gestiegen

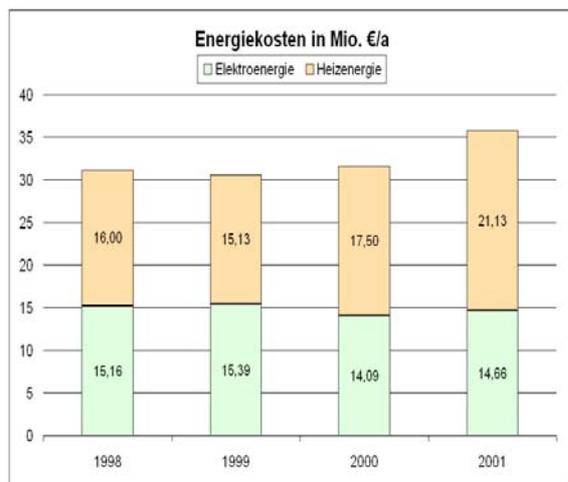


Abb. 2: Entwicklung der Energiekosten 1998-2001 (Daten von 140 größeren zivilen Liegenschaften)

### Geringfügiger Anstieg von CO<sub>2</sub> Emissionen

Anhand der Abbildung 3 erkennt man einen geringfügigen Anstieg der CO<sub>2</sub>-Emissionen. Im Jahr 1998 wurden 213.833 Tonnen klimaschädliches CO<sub>2</sub> ausgestoßen, 2001 waren es 216.806 Tonnen. Die Anteile an den CO<sub>2</sub>-Emissionen sind bei Elektro- und Heizenergie gleichermaßen verteilt

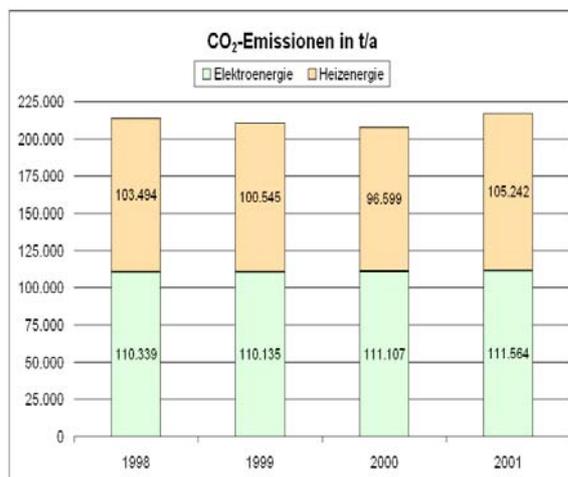


Abb. 3: Entwicklung der CO<sub>2</sub>-Emissionen 1998-2001 (Daten von 140 größeren zivilen Liegenschaften)

### Ergebnisse

Unter der Annahme einer Übertragbarkeit der Ergebnisse der untersuchten 140 Liegenschaften auf den gesamten zivilen Liegenschaftsbestand des Bundes lässt sich festhalten:

- der Energieverbrauch ist seit 1998 leicht angestiegen,
- die Energiekosten haben sich aufgrund des Preisanstiegs für Heizenergie erhöht,
- die CO<sub>2</sub>-Emissionen haben zugenommen, Heiz- und Elektroenergie tragen zu jeweils 50 % dazu bei.

### Pilotprojekt „Energieeffizienz-Contracting in den Liegenschaften des Bundes“

Die Bundesregierung hat als integralen Bestandteil ihrer nationalen Nachhaltigkeitsstrategie [4] das Pilotprojekt „Energieeffizienz-Contracting in den Liegenschaften des Bundes“ beschlossen. Projektziel ist, möglichst viele Bundesliegenschaften für Contracting-Projekte in Form öffentlich-privater Partnerschaften (PPP Public Private Partnership) auszuschreiben. Mit der Durchführung und Steuerung des Pilotprojekts Contracting wurde die dena von der Bundesregierung beauftragt. Das Projekt ist mit einer mehrjährigen Laufzeit im Herbst 2002 gestartet.

Das Contracting-Konzept ist seit den 80er Jahren als eine unternehmerische Innovation bekannt und beinhaltet eine vertraglich vereinbarte Dienstleistung zwischen einem Gebäudeeigentümer (Auftraggeber) und einem spezialisierten Energiedienstleistungsunternehmen (Contractor). Der Contractor plant, finanziert und realisiert Maßnahmen zur Optimierung der Energieversorgung. Die Vertragslaufzeit liegt zwischen 7 und 15 Jahren.

Vor dem Hintergrund des Investitionsstaus bei der Instandsetzung und Modernisierung baulicher und technischer Anlagen aufgrund der angespannten Haushaltslage der öffentlichen Hand, ebnet Contracting den Weg zu einem effizienten Energiemanagement. Mit diesem Instrument lassen sich energetische Modernisierungsmaßnahmen ohne eigene Haushaltsmittel realisieren.

Im Folgenden werden die beiden wichtigsten Typen vorgestellt: das Energieliefer-Contracting und das Energiespar-Contracting.<sup>2</sup>

Das *Energieliefer-Contracting* (vgl. Abbildung 4) eignet sich insbesondere für Gebäude mit akutem Sanierungsbedarf der Wärmeerzeugungsanlagen.

Hier plant, finanziert, errichtet und betreibt der Contractor die Erzeugungsanlagen und verkauft Wärme bzw. Strom an den Gebäudenutzer. Die Refinanzierung der Aufwendungen erfolgt durch ein – für die gesamte Dauer des Vertrages fest vereinbartes – Entgelt für die gelieferten Medien. Mit Hilfe dieses Instruments ist es dem Gebäudenutzer möglich, eine Erneuerung oder Sanierung der Erzeugungsanlagen durchzuführen, ohne ein Investitionsrisiko einzugehen. Aufgrund der Marktvorteile des Contractors und seinem Eigeninteresse an einem effizienten Anlagenbetrieb kann im Vergleich zur Eigenregie im Regelfall eine kostengünstigere Energieversorgung erzielt werden.

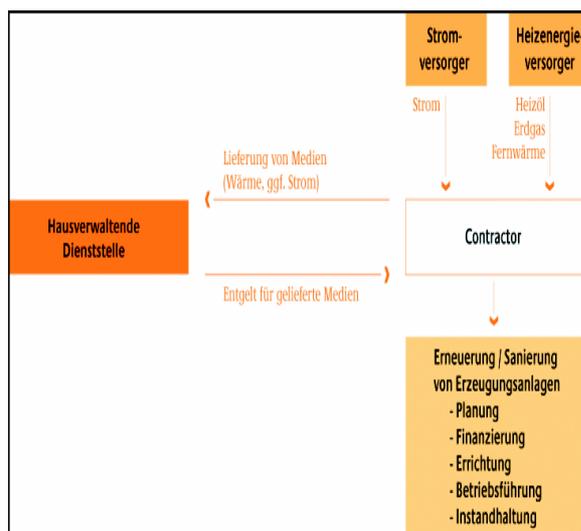


Abb. 4: Energieliefer-Contracting

Beim *Energiespar-Contracting* (Abbildung 5) wird mit dem Contractor eine bestimmte Reduzierung des Energieverbrauchs vertraglich festgelegt. Die dafür erforderlichen Investitionen müssen sich vollständig aus den erzielten Einsparungen amortisieren. Über eine so genannte *Einspargarantie* verpflichtet sich der

<sup>2</sup> Darüber hinaus sind noch Finanzierungs-Contracting und Technisches Anlagenmanagement (Betriebsführung-Contracting) als Varianten anzuführen. Alle Contracting-Modelle sind in der neuen DIN-Norm zu Contracting mit ihren Leistungsmerkmalen definiert (DIN 8930 Teil 5).

Contractor, eine Mindesteinsparung beim Energieverbrauch und/oder den Energiekosten zu erzielen. Seine Vergütung hängt somit direkt vom Einsparerfolg ab. Die neu installierten Anlagen werden vom Contractor über die Vertragslaufzeit in Stand gehalten und laufend optimiert. Der Contractor trägt somit das volle unternehmerische Risiko für die einsparorientierte Planung und Konzeption sowie für die Funktionsfähigkeit und optimale Betriebsführung der technischen Anlagen. Die Anlagen gehen bereits zu Vertragsbeginn in das Eigentum des Liegenschaftseigentümers über. Die finanziellen Einsparungen kommen dem Liegenschaftseigentümer bereits während der Vertragslaufzeit in kleinerem Umfang und nach Vertragsende in vollem Umfang zugute.

Eine Modifikation des Energiespar-Contractings stellt die Erweiterung um bauliche Maßnahmen an der Gebäudehülle dar. Für die Integration von Wärmeschutzmaßnahmen an der Fassade sind höhere Investitionskosten nötig, als vom klassischen Energiespar-Contracting gedeckt werden können. Daher muss ein zusätzlicher Finanzierungsbeitrag durch den Liegenschaftseigentümer über ein Ratenzahlungs- oder Baukostenzuschussmodell erfolgen.

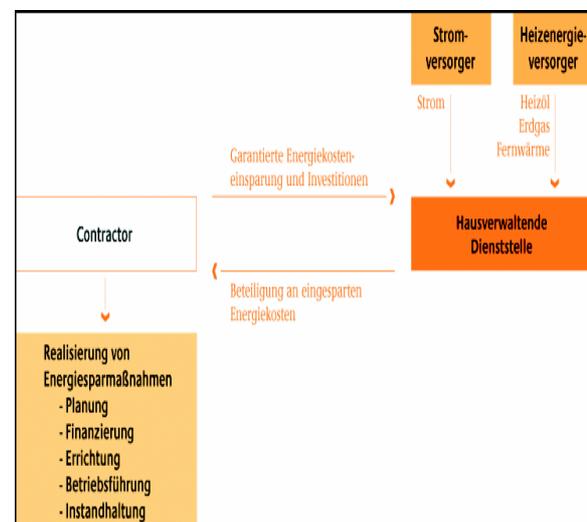


Abb. 5: Energiespar-Contracting

## Vorteile des Contractings für den Bund

### Einsparpotenziale wirtschaftlich erschließen

Die wirtschaftlichen Einsparpotenziale in bundeseigenen Liegenschaften werden aufgrund der angespannten Haushaltslage nicht ausreichend genutzt, da Investitionskapital fehlt, um energetische Modernisierungsmaßnahmen

selbst zu realisieren. Die Finanzierungsprobleme und Budgetrestriktionen können über den beschriebenen Finanzierungsmechanismus des Contracting-Modells gelöst werden. Die Erschließung der vorhandenen ökonomischen Einsparpotenziale verschafft dem Liegenschaftseigentümer Investitionsspielräume in anderen Bereichen oder reduziert eine Neuverschuldung.

Bei einem leistungsorientierten Vergütungsmechanismus im Rahmen der Vertragsgestaltung bei Energiespar-Contracting wird für den Contractor ein finanzieller Anreiz geschaffen, die Energieeinsparung laufend durch weitere Investitionen und eine optimale Betriebsführung zu erhöhen.

Ökonomisch relevant ist ebenso die Gebäudewerterhaltung bzw. Gebäudewertsteigerung durch eine moderne Anlagentechnik infolge der Modernisierungsinvestitionen.

#### **Beitrag zum Klimaschutz: Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen um bis zu 30 %**

Die Bundesregierung hat sich im Rahmen des Nationalen Klimaschutzprogramms verpflichtet, die CO<sub>2</sub>-Emissionen ihrer eigenen Liegenschaften bis 2010 um 30 % gegenüber 1990 zu reduzieren [5]. Mit dem Instrument Energiespar-Contracting können in öffentlichen Liegenschaften CO<sub>2</sub>-Einsparungen von 20-30 % erreicht werden – ohne zusätzliche Kostenbelastung der öffentlichen Haushalte [6]. Der Liegenschaftseigentümer kann dieses Engagement als ökologischen Imagegewinn verbuchen. Mit einer mittels Contracting optimierten Energieversorgung übernehmen die Liegenschaften des Bundes eine Vorbildfunktion für andere Gebietskörperschaften, und möglicherweise auch für Wirtschaftsunternehmen. Die volkswirtschaftlichen Kosten der Umweltbelastung werden durch eine Verminderung der klimaschädlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen gleichsam reduziert.

#### **Effizientes Energiemanagement**

Das aktuelle Energiemanagement weist in vielen Bundesliegenschaften Effizienzdefizite auf. Generell fehlt den hausverwaltenden Dienststellen sowie der Bauverwaltung ein betriebswirtschaftlicher Anreiz, den Energieverbrauch zu senken. Energieverbrauchsrelevante Anlagen werden häufig wegen fehlenden Know-hows nicht optimal gefahren. Ein systematisches Energiecontrolling findet infolge der unzureichenden Personalausstattung von Teilen der Bauverwaltung nicht mehr flächendeckend statt. Dadurch, dass der Contractor die Betriebsführung, Instandhaltung und Optimie-

rung der von ihm installierten technischen Anlagen übernimmt, wird erst ein effizientes Energiemanagement ermöglicht. Bei entsprechender Vertragsgestaltung kann das Betriebspersonal des Auftraggebers durch Know-how-Transfer ebenfalls profitieren.

#### **Vom Expertenwissen im Energiedienstleistungsbereich profitieren**

Die kosteneffiziente Planung gebäudetechnischer Anlagen und ihre laufende Optimierung erfordert zunehmend spezialisiertes Expertenwissen. Erfolgreiche Contractoren handeln meist günstigere Konditionen aus im Vergleich zur Eigenregie: bei der Bestellung neuer Anlagen, beim Einkauf von Energie, bei der Finanzierung etc. besitzt der Energiespezialist einen Marktvorteil. Innovative Technologien kommen zum Einsatz, die zusammen mit der Einführung eines professionellen Energie-Controllings ein besseres Einsparergebnis erwarten lassen. Klare Zuständigkeiten sorgen hierbei für eine reibungslose Projektabwicklung.

#### **Regionale Arbeitsplätze sichern**

Sowohl Handwerksbetriebe als auch die Anlagenhersteller profitieren von den getätigten Investitionen in Energieeffizienztechnologien. Durch zusätzliche Aufträge werden Arbeitsplätze vor Ort gesichert.

#### **Entwicklung und Umsetzung von Contracting-Projekten**

Zur Auswahl geeigneter Bundesliegenschaften für Contracting-Projekte wurde durch die dena eine umfassende Datenbank aufgebaut, in der inzwischen knapp 600 Liegenschaften gelistet sind. In Zusammenarbeit mit mehreren Bundesministerien und der Bauverwaltung wurden vorhandene Energieverbrauchsdaten in Bundesliegenschaften ausgewertet und zusätzliche Daten auf der Grundlage eines einheitlichen Erhebungsbogens für ca. 250 Liegenschaften erhoben.

Folgende Kriterien wurden für die Auswahl von Liegenschaften herangezogen:

- Eigentums- u. Nutzungsverhältnisse,
- Struktursicherheit (Veräußerung, Gebäudenutzung),
- Höhe der Energiekosten,
- Verbrauchs- und Kostenentwicklung,

- Durchgeführte und geplante Sanierungs- bzw. Energiesparmaßnahmen,
- Instandsetzungs- und Modernisierungsbedarf für die technische Gebäudeausrüstung,
- Möglichkeit zur Poolbildung, d. h. Zusammenlegung unterschiedlicher Liegenschaften zu einem Projekt.

Bis dato wurden knapp 70 Liegenschaften verschiedener Bundesministerien ausgewählt und im Hinblick auf eine Eignung für Contracting geprüft. Zusammen mit den Liegenschaftsnutzern und den Bauverwaltungen wurden dann Informationsgespräche geführt, um die Rahmenbedingungen einer möglichen Projektbeteiligung zu klären und bestehende Vorbehalte gegen Contracting auszuräumen.

### Aktuelle Projekte

**Als erste Bundeseinrichtung hat das Grenzschutzpräsidium Mitte seine Liegenschaft in Fuldata für Energiespar-Contracting europaweit ausgeschrieben. In weiteren 15 bundeseignen Liegenschaften werden derzeit die Ausschreibungen konkret vorbereitet; die nachfolgende Tabelle 1 dokumentiert den derzeitigen Projektstand.**

Die dena steht mit anderen Bundeseinrichtungen in Kontakt, um weitere Contracting-Projekte in geeigneten Liegenschaften auf den Weg zu bringen. In den Bundesländern Berlin, Nordrhein-Westfalen, Hessen und Bayern werden Liegenschaftspools vorbereitet. Projektziel ist die Gewinnung von 40-50 Liegenschaften, die sich bis Ende 2004 für eine **Projektteilnahme entscheiden. Für 25 Liegenschaften sollen noch in 2004 die Ausschreibungen konkret begonnen werden**

Projekte	Bundesland	Liegen- schaften	Jährliche Energiekosten	Contracting- Modell	Status Ausschreibung
Sportschule der Bundeswehr, Warendorf	Nordrhein-Westfalen	1	340.000 €	Energieliefer- Contracting	abgeschlossen
Bundsgrenzschutzpräsidium Mitte, Fuldata	Hessen	1	260.000 €	Energiespar- Contracting	läuft
Pool Bundeswehr, Hamburg	Hamburg	2	940.000 €	Energiespar- Contracting	Start: Juni 2004
Pool Rhein-Main-Gebiet	Hessen / Rhein- land-Pfalz	3	780.000 €	Energiespar- Contracting	Start: Juni 2004
Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe	Baden- Württemberg	1	300.000 €	Energiespar- Contracting	Start: 3. Quartal 2004
Bundesforschungsanstalt für Ernährung und Lebensmittel, Kiel	Schleswig- Holstein	1	720.000 €	Energiespar- Contracting	Start: 3. Quartal 2004
Pool Hamburg	Hamburg	3	680.000 €	Energiespar- Contracting	Start: 3. Quartal 2004
Pool Berlin-Potsdam	Berlin / Branden- burg	4	860.000 €	Energiespar- Contracting	Start: 3. Quartal 2004
<b>Summe</b>		<b>16</b>	<b>4.880.000 €</b>		

Tab. 1: Aktuelle Contracting-Ausschreibungen in Bundesliegenschaften

## Haushalts- und vergaberechtliche Handhabung

Die Klärung der haushaltsrechtlichen Handhabung von Contracting für Bundesliegenschaften hat ergeben, dass die Anwendung grundsätzlich zulässig ist, wenn ein Anbieterwettbewerb im Rahmen eines öffentlichen Ausschreibungsverfahrens erfolgt und ein Wirtschaftlichkeitsvergleich von Contracting mit der Eigenbesorgung durchgeführt wird. Zu berücksichtigen sind im Hinblick auf die haushaltsrechtliche Handhabung, dass die Zahlungen an den Contractor im Bundeshaushalt zu veranschlagen sowie ggf. Verpflichtungsermächtigungen für längerfristige vertragliche Verpflichtungen erforderlich sind.

Das Bundesministerium der Finanzen hat in Abstimmung mit der dena hierzu detaillierte Festlegungen getroffen, die bereits in die Rundschreiben an die Ressorts zur Haushaltsführung 2003 und zur Aufstellung des Haushaltsvoranschlags 2005 eingeflossen sind. Die haushaltsrechtlichen Bestimmungen unterscheiden sich für die verschiedenen Contracting-Modelle.

Hinsichtlich der Finanzierung von Investitionen bei Contracting-Projekten hat das Bundesministerium der Finanzen auch die Zulässigkeit der Finanzierungsform *Forfaitierung*<sup>5</sup> festgestellt. Die Wirtschaftlichkeit prüft das jeweilige Ressort im Einzelfall und entscheidet dann eigenständig über die Anwendung von Contracting.

Zur Schaffung von Rahmenbedingungen für eine rechtssichere Ausschreibung und Vergabe hat die dena Musterausschreibungstexte und Musterverträge entwickelt.<sup>3</sup> Ausschreibungsinstrumente für Energiespar-Contracting finden sich in der Neuauflage des Leitfadens Energiespar-Contracting für Bundesliegenschaften [7]. Die Erkenntnisse aus anderen Ratgebern [6], [8], [9] wurden bei der Ausarbeitung berücksichtigt. Ein Ausschreibungsinstrumentarium für Energieliefer-Contracting hat die dena ebenfalls erarbeitet.<sup>4</sup>

Mit den Ausschreibungsinstrumenten kann eine bundesweit einheitlich hohe fachliche Qualität des Ausschreibungsmanagements gewährleistet werden. Dies trägt zur erfolgreichen Umsetzung von Contracting-Projekten maßgeblich bei. Gleichzeitig werden die zuständigen Bauverwaltungen entlastet, da der Aufwand zur Vorbereitung und Durchführung von Ausschreibungen reduziert wird. Die vergaberechtlichen Anforderungen der unterschiedlichen Contracting-Modelle werden in Tabelle 2 aufgeführt:

Der Bauverwaltung obliegt per Erlass des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen die Ausschreibung, Vergabe und das Controlling von Contracting-Projekten. Sie berät und begleitet die hausverwaltenden Dienststellen als Liegenschaftseigentümer. Exemplarisch wird in der nachfolgenden Abbildung 6 das Energiespar-Contracting in seinem Verfahrensablauf veranschaulicht.

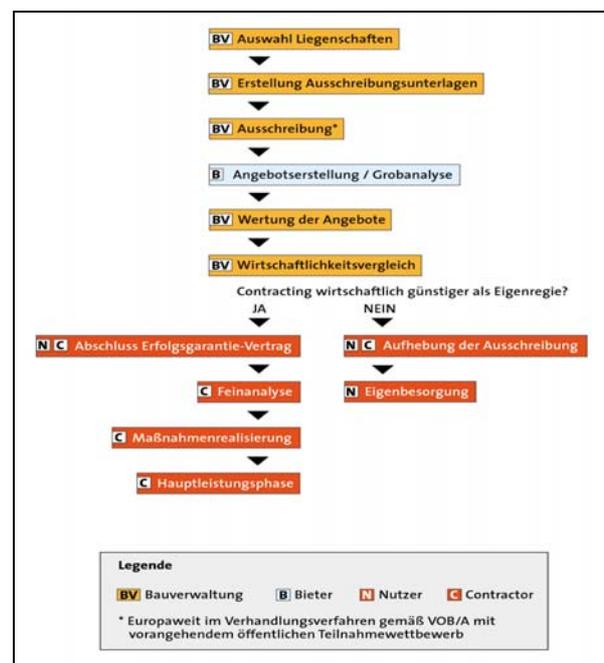


Abb. 6: Verfahrensablauf Energiespar-Contracting

## Ausblick: Markterschließung für Kommunen

Die dena plant, zukünftig auch Liegenschaften von Kommunen und Landkreise verstärkt für Contracting-Projekte zu gewinnen. Der Liegenschaftsbestand in den Kommunen und Landkreisen ist zum einen viel größer als beim Bund, und zum anderen ist die Haushaltslage hier besonders angespannt. Die Erfahrungen aus dem Bundes-Pilotprojekt sollen daher zu einer beschleunigten Markterschließung genutzt werden.

3 Die Ausschreibungsinstrumente sind unter <http://www.zukunft-haus.info/contracting> abrufbar.

4 Die Musterverträge im Ausschreibungsinstrumentarium für Energieliefer-Contracting wurden unter Verwendung von Bausteinen des Berliner Energiedienstleistungsstandards B.E.ST. entwickelt (Berliner Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Entwicklung: Arbeitsgemeinschaft B.E.ST.- EUMB Pöschk, S.T.E.R.N. GmbH – und RA Prof. Dr. Clemens Arzt).

5 Forfaitierung bezeichnet den Ankauf von Forderungen unter Verzicht auf einen Rückgriff gegen den Verkäufer bei Zahlungsausfall.

Die ständig aktualisierten Informationsangebote der dena zum Thema Contracting sowie die entwickelten Ausschreibungsinstrumente ste-

hen den Interessenten im Internet-Portal <http://www.zukunft-haus.info/contracting> auch jetzt schon zur Verfügung.

<b>Contracting-Modell</b>	<b>Verdingungsordnung</b>	<b>Vergabearart (EU-weit)</b>
Energiespar-Contracting	VOB oder VOL	Verhandlungsverfahren mit öffentlichem Teilnahmewettbewerb
Energieliefer-Contracting	VOL	Offenes Verfahren
Energiespar-Contracting mit baulichem Wärmeschutz	VOB	Nicht-offenes Verfahren (bzw. Verhandlungsverfahren mit öffentlichem Teilnahmewettbewerb)

Tab. 2: Vergaberechtliche Handhabung verschiedener Contracting-Modelle

## Literatur

- [1] Projekt Neuordnung des Immobilien-Managements des Bundes (NIMBUS) im Rahmen des Programms „Moderner Staat – Moderne Verwaltung“ der Bundesregierung, [www.staatmodern.de](http://www.staatmodern.de)
- [2] Bundesrechnungshof: Ergebnisbericht 2002, Bemerkung 2000 Nr. 20 „Informationstechnische Unterstützung für das Immobilienmanagement des Bundesministeriums der Finanzen
- [3] Entwurf eines Gesetzes für die Gründung einer Bundesanstalt für Immobilienaufgaben (BImA), Beschluss der Bundesregierung vom 17.12.2003
- [4] Nationale Strategie für eine Nachhaltige Entwicklung, [www.bundesregierung.de](http://www.bundesregierung.de)
- [5] Nationales Klimaschutzprogramm, Beschluss der Bundesregierung vom 18. Oktober 2002, [www.bmu.de](http://www.bmu.de)
- [6] Umweltbundesamt: Energiespar-Contracting als Beitrag zu Klimaschutz und Kostensenkung, Berlin, 2000
- [7] Deutsche Energieagentur GmbH (Hrsg.): Leitfaden Energiespar-Contracting – Arbeitshilfen für die Vorbereitung und Durchführung von Energiespar-Contracting in Liegenschaften des Bundes, Berlin, 3. vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage Oktober 2003
- [8] Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten: Contracting-Leitfaden für öffentliche Liegenschaften, Wiesbaden, 2003
- [9] Energieagentur Nordrhein-Westfalen: Den Einsatz von Energieeffizienztechnologie ermöglichen – Ein Leitfaden zur Projektabwicklungsform Contracting, Wuppertal, 2002

*Wolf-Ulrich Palm, Jan-Christoph Stegen,  
Irmhild Brüggem, Universität Lüneburg*

## Energiemanagement an der Universität Lüneburg

### Rahmenbedingungen für ein Energie- management

Die Universität Lüneburg befasst sich bereits seit den 90er Jahren mit Themen des Umweltschutzes. Sie war die erste europäische Universität, die im Jahr 2000 nach EMAS validiert wurde. Die Einführung des Umweltmanagementsystems und die energetische Optimierung der Universität Lüneburg waren Teilprojekte des Vorhabens „Agenda 21 und Universität Lüneburg“. Dieses wurde von 1999 bis 2001 durchgeführt und hatte zum Ziel, einen universitären Agendaprozess zu initiieren.

An der Universität Lüneburg werden die Verbrauchsdaten für elektrische Energie, Wärmeenergie und Wasser gebäudebezogen erfasst und auf den Zentralrechner der Gebäudeleittechnik (GLT) eingelesen. Hierdurch können Darstellungen von Lastgängen sowie von Gebäude-, Tages-, Wochen- und Monatsverbräuchen erstellt werden. Diese Daten wurden in einer Verbrauchsanalyse ausgewertet, um Einsparpotenziale in den einzelnen Gebäuden und Einrichtungen zu identifizieren.

### Projektbeispiele

Die Universität Lüneburg hat in einer Vielzahl an Projekten unterschiedliche Wege erprobt, in den Gebäuden Strom sowie Wärmeenergie einzusparen. Die Strategien bewegen sich zwischen verändertem Nutzerverhalten, rein technischen Lösungen und organisatorischer Optimierungen. Daneben werden kontinuierlich flankierende Maßnahmen und Instrumente für die Motivation, Information und Kommunikation der Hochschulangehörigen eingesetzt.

Im Frühjahr 2001 wurde der Energieverbrauch durch ein verändertes Nutzerverhalten gesenkt. Das Projekt „Abschalten tut gut!“ erstreckte sich über 8 Wochen in einem Gebäude auf dem Campus. Zu jeder Woche gab es ein Schwerpunktthema wie die optimale Regelung des Raumklimas, der Lichtenergieverbrauch sowie der Stromverbrauch im Stand-by-Betrieb. Neben Hintergrundinformationen zu den einzelnen Themen erhielten alle Mitarbeiter wöchentlich „Erinnerungshilfen“, die

sie beim Einüben der neuen Verhaltensweisen unterstützten. Allein durch die aus diesem Projekt resultierenden Verhaltensänderungen konnten 10 % elektrische Energie und 5 % Wärmeenergie eingespart werden.

In einem weiteren Gebäude wurde im Frühjahr 2001 durch zusätzliche technische Installationen der Wärmeenergieverbrauch gesenkt. Die Räume des Gebäudes wurden mit Sensoren an den Fenstern für die Steuerung der Heizkörperthermostate ausgestattet. Im Probebetrieb konnten 10% Wärmeenergie eingespart werden. Jedoch ist eine Amortisation der Investitionskosten unangemessen hoch und die Wartungs- bzw. Reparaturkosten können noch nicht abgeschätzt werden.



Daneben gab es Projekte, die organisatorischer Natur waren. So werden seit 2002 in den „Weihnachtsferien“ alle Heizungen der Gebäude mittels der GLT für zwei Wochen auf 15°C abgesenkt. Hierdurch wurden allein zum Jahreswechsel 2003/2004 136.000 kWh Wärmeenergie eingespart, was 15.776 kg CO<sub>2</sub>-Emission entspricht. Daneben werden mittels der GLT kontinuierlich Jahresdatenpunkte für die (Nacht-) Absenkung der Heizung an Feiertagen und an den Wochenenden programmiert.

Ein weiteres Beispiel für Einsparungspotenziale durch Organisation wurde in der Bibliothek realisiert (Abb. 1). Die Verbrauchsanalyse hat gezeigt, dass die Lichtanlage der Bibliothek einer der größten „Energiefresser“ auf dem Campus ist. Die Reinigungskräfte beginnen hier um 4 Uhr in der Früh mit Ihrer Arbeit. Dazu schalten sie die Lichtanlage ein und der Verbrauch auf dem Campus schnell in die Höhe. Es wurde eine Verschiebung der Reinigungszeiten nach hinten organisiert, so dass die Reinigungskräfte ihre Arbeit nunmehr zusammen mit den ersten Mitarbeitern der Bibliothek um 6 Uhr beginnen. Somit wird die Lichtanlage zwei Stunden später als vorher eingeschaltet. Hierdurch können 200 kWh pro Tag eingespart werden. Das sind insgesamt 3,2% weniger des gesamten Stromverbrauchs eines Jahres auf dem Campus, was in etwa 50.000 kWh entspricht.

Für ein erfolgreiches Energiemanagement ist zudem die zielgruppenspezifische Information, Kommunikation und Motivation unabdingbar.

Hierzu wurden u. a. Flyer zum sparsamen Umgang mit Wasser und Energie, Plakate, Rundmails, Beschriftung der Lichtschalter, Präsentation der Energiedaten der Universität in der Mensa und im Internet eingesetzt.

**Fazit**

Verbesserungspotenziale im Energieverbrauch können an der Universität Lüneburg nur noch in geringem Maße durch technische Vorkehrungen erreicht werden, ohne unangemessen hohe wirtschaftliche Investitionen tätigen zu müssen. Daher zielen die gegenwärtigen und

zukünftigen Maßnahmen in erster Linie auf die Änderung des Nutzerverhaltens und weitere organisatorischer Verbesserungen.

Die Information, Kommunikation und Motivation der Nutzer ist ein zentrales Moment in einem erfolgreichen Energiemanagement. Es ist wichtig, alle Hochschulangehörige – Studierende, Wissenschaftspersonal und Verwaltungsangestellte – spezifisch zu gewinnen und Anreize zur Energieeinsparung zu geben. Dabei ist zu beachten, dass Projekte und Maßnahmen kontinuierlich neu entwickelt und eingebracht werden, da sonst schnell ein Gewöhnungseffekt auftritt und zu den alten Gewohnheiten zurückgekehrt wird.

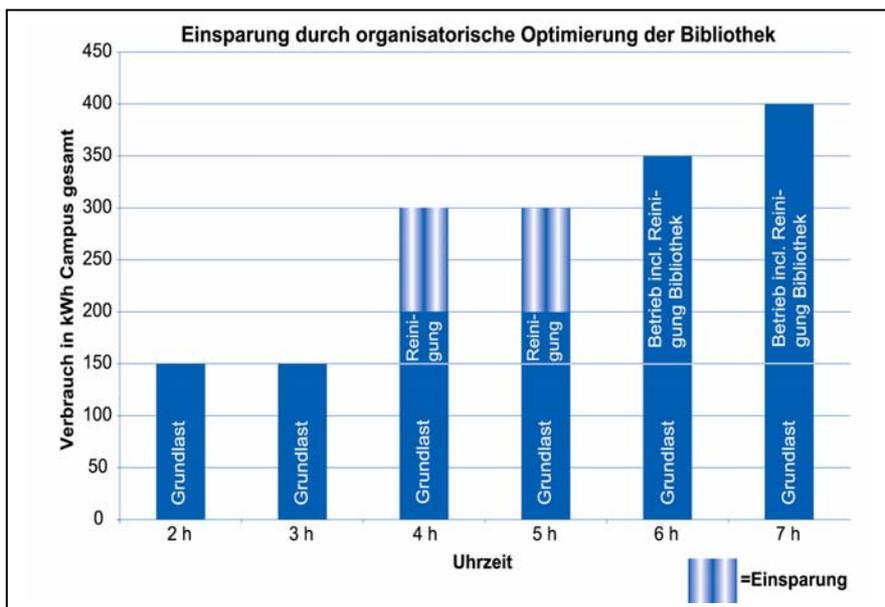


Abb. 1

*Anne-Katrin Blomeyer-Nienstedt,  
Universität Bremen, Technischer Betrieb/  
Bauangelegenheiten*

## **Energieeinsparung an Hochschulen am Beispiel der Universität Bremen**

### **Energieeinsparung im Rahmen eines Umweltmanagements**

Das Thema „Umwelt“ spielt an der Universität Bremen eine wichtige Rolle. Es gibt viele Forschungsbereiche, die Aspekte der Umwelt zum Gegenstand haben. Da liegt es nahe, dass auch die Universitätsleitung den Umweltschutz thematisiert. Das Dezernat Technik/Bau der Universität Bremen, das mit sehr vielen und sehr großen Mengen umweltrelevanter Stoffe umgeht, ist vor einem Jahr nach DIN ISO 14001 als eigenständige Einheit zertifiziert worden.

Die gesamte Universität Bremen ist Anfang diesen Jahres nach EMAS validiert worden. In diesen Prozess wurde das Dezernat Technik/Bau als Teil der zentralen Verwaltung der Universität einbezogen. Sowohl die Zertifizierung des Dezernats als auch die Validierung der Universität wurden von HIS (Herrn Dr. Gilch) maßgeblich beratend begleitet.

Ein ganz wesentlicher Teil sowohl der Validierung nach EMAS als auch der Zertifizierung nach DIN ISO 14001 ist die Produktion gebrauchsfähiger Energiedaten. Das Setzen nachvollziehbarer quantitativer Einsparziele von Stoffströmen bedeutet, dass man diese Stoffströme erst einmal kennen muss.

Um die Stoffströme der zentralen Medien Wärme, Kälte, Strom, Wasser, Weichwasser, Propan, Druckluft und Abwasser zu kontrollieren, wurde an der Universität Bremen ein Verbrauchsdatenmanagement aufgebaut, das das im Folgenden mehr erläutert wird.

Warum ist ein Verbrauchsdatenmanagement von großer Wichtigkeit? Ist es nicht sinnvoller, alle (eigene) Energie in die Energieeinsparung zu stecken, statt sich mit Verbrauchsdatenermittlungen aufzuhalten?

In der einschlägigen Literatur ist nachzulesen, dass, vorsichtig geschätzt, allein durch ein verändertes Nutzerverhalten 5-10 % jährliche Energie- und Wassereinsparung möglich ist.

Dies ist bei etwa 7 Mio. € Ausgaben für Energie und Wasser eine Summe, über die sich nachzudenken lohnt. Aber wie kann man die Nutzer dazu bewegen, einzusparen? Diese Frage beantwortet sich beinahe von selbst. Natürlich hat der Nutzer ein Interesse an der Energieeinsparung, wenn er sich eigene Vorteile davon verspricht. Aus diesem Grund ist es sinnvoll, ihn an Energieeinsparungen nachvollziehbar finanziell zu beteiligen. Dies kann auf verschiedene Weise geschehen wie z. B. durch ein eigenes Energiebudget oder Modelle wie das 3/4-Plus-Projekt in Bremen.

Aber auch technische Einsparungen müssen nachweisbar sein. Dies ist zum Einen wichtig für die Betriebsführung und zum Anderen ist die Nachweisbarkeit erst die Grundlage für ein mögliches Performance Contracting.

Neben der Nachweisbarkeit von Einsparungen ist Auswertbarkeit und Vergleichbarkeit der Energiedaten ein weiteres wichtiges Ziel, das es zu erreichen gilt. Hier wird also genau genommen nicht Energieeinsparung, sondern die Voraussetzung für kontrolliertes Energieeinsparen behandelt: Aufbau eines Verbrauchsdatenmanagements.

### **Räumliche und technische Rahmenbedingungen**

Die Universität Bremen ist eine Campusuniversität, die Anfang der 70er Jahre gegründet wurde und heute ca. 22.000 Studenten und ca. 3.200 Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen hat. Sie hat eine Bruttogrundfläche von ca. 330.000 m<sup>2</sup>, (Hauptnutzfläche etwa 198.000 m<sup>2</sup>), von der etwa 90 % auf den Campus entfallen. Bei den nicht auf dem Campus befindlichen Flächen handelt es sich zum großen Teil um Mietflächen oder Mietgebäude.

Es gibt geistes-, ingenieur- und naturwissenschaftliche Gebäude auf dem Campus, ein Sportgebäude mit einem sehr großen Schwimmbad, eine Mensa mit 6.000-8.000 Essen pro Tag, eine sehr große Bibliothek, ein Hochhaus mit der dazugehörigen Technik (z.B. Sprinkler-Anlage).

Durch die Campussituation der Universität war es möglich, in weiten Bereichen eine zentrale Energieversorgung zu schaffen. Von der Energiezentrale aus werden die Campus-Gebäude mit den Medien Strom, Wasser, Wärme, Kälte, Weichwasser, Propangas und Druckluft versorgt. In der Energiezentrale gibt es eine zent-

rale Müllschluck- und Staubsauganlage, an die ein Teil der Altgebäude, die in den 70er Jahren gebaut wurden, angeschlossen sind, es gibt eine große Trafostation, mehrere Notstromaggregate und große Kälteerzeugungsanlagen (Leistung etwa 17 MW) mit Kühltürmen mit erheblichem Wasserverbrauch.

Das gesamte Campus-Gelände ist an die Fernwärmeversorgung des Bremer Müllheizkraftwerks angeschlossen. Aus diesem Grund wurden Absorptionskälteanlagen zur Kühlung gewählt, die dazu benötigte Wärme war umweltfreundlich und (damals noch) sehr kostengünstig zu haben. Mittlerweile musste die Kapazität der Kälteversorgung aufgestockt werden. Dazu wurden mit Strom betriebene Turbo-Kältemaschinen installiert, deren Abwärme genutzt wird. Der Strombetrieb wurde gewählt, um einen Ausfall der Fernwärmeversorgung oder der Absorptionskältemaschinen weitgehend abzuf puffern.

### **Ausgangssituation für die Energieeinsparung**

Die Energiekosten, die an der Universität Bremen anfallen, werden weitgehend zentral bezahlt. Über die von ihm und seiner Arbeitsgruppe verursachten Energiekosten ist der einzelne Professor daher nicht informiert. Zuständig für das Energiesparen war bisher das Dezernat Technischer Betrieb/Bauangelegenheiten. Versuche der einzelnen Bereichsingenieure, in ihren Gebäuden Energie einzusparen, wurden nicht immer von den Nutzern, die von diesen Maßnahmen keinerlei Vorteile hatten, gewürdigt. Da die sichere Versorgung und die Zufriedenheit der Nutzer das Hauptanliegen der Arbeit der Bereichsingenieure ist und auswertbare Energiedaten nur in geringem Rahmen zur Verfügung standen, wurden bisher Energie- und Wassersparmaßnahmen nicht immer systematisch durchgeführt, so dass hier noch ein großes Einsparpotential zu erwarten ist. Hinzu kommt, dass die „großen Brocken“, die Energieeinsparungen, bei denen das Kosten/Nutzen-Verhältnis sehr günstig und zusätzlich noch die Gesamtmenge einzusparender Energie sehr groß war/ist, schon von der Universität in Angriff genommen worden sind. So sind durch ein Performance-Contracting im Sportbereich mehr als 10% jährliche Energieeinsparung zu verzeichnen, im Bereich der Bibliothek wird eine Maßnahme durchgeführt, bei der 50 % jährliche Energieeinsparung erwartet wird (<http://www.gosub.uni-bremen.de>), in einem großen naturwissenschaftlichen Gebäude ist

ebenfalls der Strom- und Wärmeverbrauch signifikant gesunken.

Die im Vergleich zu anderen Universitäten relativ neuen Gebäude (die ältesten Gebäude auf dem Campus entstanden in den 70er Jahren des vorigen Jahrhunderts) wurden bereits von Anfang an mit Medien-Zählern ausgerüstet. Diese Tatsache und die Campussituation der Universität Bremen haben zu einer starken Verschachtelung der Zähler untereinander geführt.

Mit heute etwa 800 Verbrauchszählern (davon etwa 500 reale und 300 virtuelle Zähler<sup>5</sup>), so schien es zunächst, hat die Universität Bremen eine sehr gute Ausgangslage, eine Basis für ein Energiecontrolling herzustellen.

Eine Bestandsaufnahme der bisherigen Datenverarbeitung ergab jedoch ein differenzierteres Bild:

- Die Daten wurden monatlich von den Haushandwerkern abgelesen und in eine Liste per Hand eingetragen.
- Diese Liste wurde entweder an die Kollegen der Energiezentrale, die Kolleginnen des Betrieblichen Rechnungswesen und des Energiemanagements gefaxt oder aber in eine computergeschriebene Liste übertragen und dann gefaxt.
- Die Kollegen der Energiezentrale übertrugen die Daten dann in handgeschriebene Listen und rechneten mit dem Taschenrechner die Jahresverbräuche zusammen. Ausnahme Strom: Hier wurden die Daten in eine Excel-Liste eingetragen und berechnet.
- Für nicht vorhandene und nicht stimmige Werte wurden Ersatz-Werte „erfunden“.
- Die Daten wurden dann in Papierform an das Betriebliche Rechnungswesen übermittelt. Von dort aus wurden dann Abrechnungen mit Fremdnutzern erstellt und Kosten-Statistiken geführt.
- Da einige Zählerwerte, die vom Betrieblichen Rechnungswesen benötigt wurden, nicht in den Listen der Energiezentrale erfasst waren, wurden diese Daten dann direkt aus den Listen der Gebäudebetriebstechnik entnommen.
- Die Zahl der möglichen Fehlerquellen war enorm hoch:

<sup>5</sup> Mit „virtuellen Zählern“ sind berechnete Verbräuche von Bereichen ohne eigene Zähler gemeint, die als Differenz zweier Zähler ermittelt werden können

- Ablesefehler bei den Zählerständen,
- Eintragungsfehler in die Listen,
- Fehler beim Übertragen
  - o in die Listen der Gebäudebetriebstechnik
  - o in die Listen der Energiezentrale
  - o in die Listen des Betrieblichen Rechnungswesens
  - o in die Auswertungslisten des Energiemanagements,
- falsch vermutete Zählerzusammenhänge,
- unentdeckt bleibende Defekte von Zählern,
- fehlende Kennzeichnung defekter Zähler,
- fehlende Kennzeichnung von Schätzwerten bei defekten Zählern,
- verschiedene Bezeichnungen ein und desselben Zählers,
- identische Bezeichnungen verschiedener Zähler.
- Da die Daten auf den verschiedenen Verarbeitungsstufen oft unterschiedlich waren auf Grund der aufgezählten Fehlermöglichkeiten, ergaben sich bei der Auswertung zwangsläufig verschiedene Ergebnissen, je nach dem, von welcher Quelle die Daten stammten.
- Hinzu kam, dass die Zusammenhänge zwischen Zählern waren teilweise nicht bekannt waren.

## Entwicklung einer Zielvorstellung

### Verlässliche Energie- und Wasser- Daten

Folgende Maßnahmen wurden zur Produktion verlässlicher Energie- und Wasser-Daten als notwendig angesehen:

- Übermittlung sämtlicher Daten auf elektronischem Weg, so dass Schreibfehler weitgehend entfallen.
- Fernablesung so vieler Zähler wie möglich, damit auch Fehler bei der Aufschreibung entfallen und Personalkapazität eingespart werden kann. Die Universität Bremen verfügt über ein GLT-System, das die damit erfassten Zählerwerte nicht fehlerfrei weiterleiten

kann. Sie entschied sich daher für den Einsatz von fähigen M-Bus-Zählungen. Aufgrund der besonderen Campus-Situation verfügt die Universität über diverse Zweidraht-Leitungen (z. B. Telefonleitungen), die für den M-Bus genutzt werden können, ohne dass neue Leitungsverlegungen zwischen den Gebäuden erforderlich sind.

- Aufstellung und Pflege von Zählerschemata, in denen erkenntlich wird, wie die Zähler untereinander zusammenhängen.
- Liste sämtlicher Zähler, in der auch virtuelle Verbrauchszähler erfasst sind.
- Eindeutige Benennung der Zähler, z. B. durch einheitliche Nummerierung.
- Einführung einer Zählerdatenverwaltung (Größe, Eichfristen etc.).
- Eindeutige Verteilung vieler kleiner Einzelaufgaben, die in diesen Details nicht im Geschäftsverteilungsplan festgehalten sind.

### Ermittlung weiterer benötigter Ausgangsdaten wie z. B. Flächendaten

Ausgehend davon, dass den verschiedenen Nutzergruppen auf dem Campus nicht immer für jedes Medium (virtuelle oder reale) Zähler zuzuordnen sind, muss neben der reinen Verbrauchsabrechnung auch eine Abrechnung nach Fläche (oder auch anderen Kriterien wie z. B. Personenzahl) möglich sein. Eine Liste der Hauptnutz- bzw. Bruttogeschossflächen der Gebäude der Universität ist zu Vergleichszwecken unerlässlich. Mit dem Programm HIS-Bau hat die Universität sogar weit mehr: eine Übersicht sämtlicher Nutzer in allen Räumen. Eine Verknüpfung dieser Daten mit den Energiedaten erscheint theoretisch möglich, ist praktisch jedoch eine Fleißarbeit, bei der man den tatsächlichen Nutzen sorgfältig abwägen muss und sinnvolle Akzente setzen muss. Die Universität Bremen hat etwa 10.000 Räume. Erfasst und ausgewertet werden die Medien Wärme, Kälte, Trinkwasser, Weichwasser, Strom, Druckluft, Propangas (später nicht-häusliches Abwasser). Natürlich wird nicht jeder Raum mit jedem Medium versorgt, aber allein die Hochrechnung von Strom und Wärme, mit der die meisten Räume versorgt sind, bringt 20.000 neue Daten mit sich.

Neben einer Flächendatei ist eine Datei der Nutzer einmal der externen Nutzer, wie z. B. Studentenwerk, aber auch der internen Nutzer, wie z. B. Fachbereiche nach Kostenstellen

Voraussetzung, um ursachergerecht abrechnen zu können.

Des Weiteren wird eine Tabelle der Gradtagszahlen benötigt, um Heizverbräuche witterungsbereinigen zu können.

- Im Übrigen sollten möglichst viele Verbrauchs-Vergleichswerte sowie Energiepreise in das Programm eingespeist werden ,

### **Ermittlung der Zieldaten**

Um die benutzten Daten zu ermitteln, ist es zunächst notwendig, zu hinterfragen, wer mit welchen Daten später weiterarbeiten soll.

- Welche Daten werden zur Abrechnung benötigt?
- Welche Daten werden für den technischen Betrieb benötigt?
- Welche Daten werden für das Energiemanagement benötigt?
- In welchen Zeitabständen sollen die Daten zur Verfügung stehen? Die Verbrauchsabrechnung benötigt außerdem verlässliche und gekennzeichnete Schätzwerte, wenn Zähler defekt sind, um auch für diesen Fall eine Abrechnung zu ermöglichen. Für den technischen Betrieb und das Energiemanagement hingegen sind Schätzwerte fatal.

### **Erstellung eines Organisationskonzepts**

Nachdem ermittelt wurde, welche Daten in welchen Abständen benötigt werden, ist es notwendig festzulegen, wer diese Aufgaben übernimmt.

### **Einbindung zukünftiger Gebäude**

Parallel zum Aufbau eines Verbrauchsdatenmanagements muss darauf geachtet werden, dass bereits bei der Planung von Neubauten ein Verbrauchsdatenabrechnungskonzept erstellt wird, auf dessen Grundlage neue M-bus-fähige Zähler an den richtigen Stellen eingebaut werden können

### **Vom Verbrauchsdatenmanagementprogramm zum Energiecontrolling**

Mit einem funktionierenden Verbrauchsdatenmanagementprogramm ist es möglich,

- Nutzern ihre eigenen Verbräuche zeitnah vor Augen zu führen.
- Nutzer mit ihren Mehr-Verbräuchen finanziell zu belasten (auf der Grundlage eines vorher vereinbarten Basisbetrages).
- Der technischen Betriebsführung ein Instrument an die Hand zu geben, mit dessen Hilfe Prozesse optimiert werden können und Fehlsteuerungen kurzfristig ausgeglichen werden können.
- Vergleichende Auswertungen vorzunehmen, anhand derer gezielt Einsparpotentiale aufgedeckt werden können.
- Den Erfolg von Einsparmaßnahmen nachzuweisen bzw. auch erfolgsabhängige Verträge mit Fremdfirmen zur Einsparung von Energie und Wasser abzuschließen.

*Dr. Bernd Frei, DQS Stuttgart  
Petra Lück, DQS Frankfurt a. M.*

## ISO 14001 - Kernforderungen im Visier

### Vorbemerkung

Seit 1996 wird nach der DIN EN ISO 14001 zertifiziert – Zeit für ein Resümee aus Auditoren-sicht. Die meisten zertifizierten Unternehmen haben seither eine hervorragende Arbeit geleistet und ein sehr gutes Managementsystem aufgebaut. Im Folgenden werden immer wiederkehrende, systematisch auftretende Schwachstellen thematisiert. Diese Gesichtspunkte gelten auch für die Energieerzeugung, die bei Hochschulen und Forschungseinrichtungen oft der wichtigste Umweltaspekt ist.

### Inhaltliche Aspekte

#### Bewertung der Umweltaspekte

Die Bewertung der Umweltaspekte dient dazu, diejenigen Unternehmensbereiche zu identifizieren, die einen bedeutenden Anteil an den negativen Umweltauswirkungen von Unternehmen haben. Diese Bewertung hat sehr großen Einfluss auf die Zielsetzung in Umweltmanagementsystemen, tangieren aber auch eine Vielzahl weiterer Forderungen der ISO 14001. Relevante Umweltaspekte sind solche Bestandteile von Tätigkeiten, Produkten und Dienstleistungen, die die **wesentlichen** negativen Umweltauswirkungen des Unternehmens zur Folge haben. Bei Hochschulen und Forschungseinrichtungen ist die Energieerzeugung ein wesentlicher Umweltaspekt. Neben den normalen Betriebsbedingungen sind auch die nicht bestimmungsgemäßen zu berücksichtigen sowie vor- und nachgelagerte Prozess-Schritte (z. B. Energieverbrauch der hergestellten Produkte in der Nutzungsphase) – die so genannten indirekten Umweltaspekte. In vielen Fällen besteht Verbesserungspotential in Fragen der umfassenden Ermittlung der Umweltaspekte und deren Bewertung. Häufig finden abnormale Betriebsbedingungen und indirekte Umweltaspekte zu wenig Beachtung. Sich bei der Einführung eines UMS auf die Aspekte des Standortes zu konzentrieren ist legitim, Fragen der indirekten Aspekte und abnormalen Bedingen dürfen jedoch nicht unberücksichtigt sein und sind mit der Weiterentwicklung des UM-Systems stärker zu be-

achten. Viele Unternehmen nutzen zur Bewertung der Umweltaspekte die ABC-Analyse. Diese ist geeignet, wenn unternehmensspezifische Kriterien und Bewertungsregeln festgelegt sind. Ein einheitliches Bewertungsschema kann es nicht geben; unternehmensspezifische Rahmenbedingungen und Sichtweisen sind entscheidend für den Bewertungsprozess, der kontinuierlich angepasst werden muss. Die Bewertungsmethode muss transparent und nachvollziehbar sein, sie wird aber auch immer einen gewissen Anteil an Subjektivität enthalten.

#### Gesetzliche und andere Forderungen im Griff

Gesetzliche Regelungen und Auflagen aus Genehmigungsbescheiden müssen identifiziert werden; in der Praxis hat sich die Erstellung eines Rechtskatasters als Lösungsansatz durchgesetzt. Dieses Rechtskataster muss an die spezifische Situation angepasst werden und sollte nur unternehmensrelevante gesetzliche Forderungen enthalten, was bei der Nutzung von Standardlösungen nicht immer der Fall ist. Allein eine Sammlung der relevanten Gesetze ist nicht ausreichend; wichtig ist, dass die daraus resultierenden Forderungen identifiziert und die betrieblichen Abläufe entsprechend den gesetzlichen Regelungen gestaltet werden. Diese wiederum unterliegen Änderungen. Es muss daher ein Verantwortlicher, unter Einbindung des Umweltbeauftragten, für die Verfolgung der gesetzlichen Regelungen benannt werden, der Änderungen in den betrieblichen Alltag überträgt. Betroffene müssen in geeigneter Weise informiert werden, wobei eine Interpretation bzw. ein Hinweis auf wesentliche Passagen hilfreich ist. Um Informationen über gesetzliche Änderungen zu erhalten, werden häufig Internetlösungen genutzt. Allerdings ist die Informationsflut nicht unproblematisch. Der Austausch mit anderen Unternehmen (Tagungen, Zeitschriften, Infos der IHKs) ist unerlässlich, um zeitnah Informationen über wesentliche Änderungen herauszufiltern. Die interne Bewertung der Einhaltung gesetzlicher Forderungen ist ein wichtiges Instrument zur Erhöhung der Rechtssicherheit – es sollte von den Unternehmen stärker genutzt werden.

#### Umweltziele und -programme

Um die Umweltleistung zu verbessern, setzen sich Unternehmen Ziele. Die Zielsetzung sollte auf Grundlage der bewerteten Umweltaspekte und gesetzlicher Forderungen sowie sich ab-

zeichnender Änderungen erfolgen. Wirtschaftliche Rahmenbedingungen und technologische Möglichkeiten haben Einfluss auf den Zielsetzungsprozess. Jedoch zeigt die Praxis, dass die Zielsetzung im Unternehmen nicht immer transparent ist; die relevanten Umweltaspekte werden bei der Zielsetzung häufig ungenügend beachtet. Dadurch ist nicht sichergestellt, dass sich Unternehmen Ziele in denjenigen Bereichen setzen, in denen der größte Handlungsbedarf besteht. Es ist nicht erforderlich, für alle relevanten Umweltaspekte Ziele zu formulieren, aber es ist notwendig darzustellen, auf welcher Grundlage Entscheidungen getroffen wurden. Die formulierten Ziele müssen zu Einzelzielen für die Unternehmensbereiche herunter gebrochen werden. Diese Einzelziele sollten messbar, d.h. quantifiziert und terminiert sein. Im Managementprogramm zur Zielerreichung sind Mittel, Verantwortlichkeiten, Termine und Maßnahmen festzulegen. Die Eignung dieser Maßnahmen muss bewertet werden.

### **Schulung, Bewusstsein und Kompetenz**

Mitarbeiter, deren Tätigkeiten bedeutende Umweltauswirkungen verursachen können, müssen über die erforderliche Kompetenz und Erfahrung verfügen. Entsprechende Schulungen dienen dem Erhalt und der Weiterentwicklung dieser Kompetenz. Daher muss der Schulungsbedarf der Mitarbeiter ermittelt werden, um geeignete Schulungen durchführen zu können. Typische Schulungsbereiche sind

- Schulungen zum Umweltmanagementsystem (Unternehmenspolitik, Umweltziele und Kernforderungen des UMS),
- Bedeutung der eigenen Tätigkeiten in Bezug auf (mögliche) Umweltauswirkungen,
- Aus- und Weiterbildung der gesetzlich geforderten Umweltbeauftragten.

Schulungen müssen nicht immer Seminarcharakter haben; besonders zur Förderung des Umweltbewusstseins sind Unterweisungen am Arbeitsplatz häufig besser geeignet.

### **Ablauflenkung**

In Umweltmanagementsystemen müssen umweltrelevante Abläufe einschließlich ihrer Aufrechterhaltung geplant und in dokumentierten Verfahren die betrieblichen Vorgaben festgelegt werden. Diese umweltrelevanten Abläufe sind gekennzeichnet durch die bedeutende Umweltrelevanz, formulierte Umweltziele, das Notfallpotential und/oder hohen gesetzlichen

Regelungsbedarf. Dies lässt aber auch den Rückschluss zu, dass die Identifizierung der relevanten Abläufe wesentlich von der Aussagefähigkeit der Bewertung der Umweltaspekte und der Ermittlung gesetzlicher Forderungen abhängig ist.

### **Notfallvorsorge und -maßnahmen**

Unternehmen identifizieren ihre Risiken mit dem Ziel der Vermeidung von Notfällen und planen ihre Notfallmaßnahmen, um die Umweltauswirkungen bei Notfällen zu begrenzen. Die Erprobung der Notfallmaßnahmen ist ein wichtiges Instrument zur Identifizierung von Schwachstellen und zur Optimierung der Maßnahmen. Brandschutzübungen sind hier ein wichtiges Kriterium; eine Beschränkung allein auf dieses Thema ist aber in vielen Unternehmen nicht ausreichend. Bei Notfällen hat die externe Kommunikation, z.B. Kontakt zur Feuerwehr und auch die Information der Öffentlichkeit eine zentrale Bedeutung. Sowohl die Notfallvorsorge als auch die Planung der Notfallmaßnahmen unterliegen Änderungen; diese müssen regelmäßig auf Aktualität geprüft werden. Immer wieder wird in Begutachtungen festgestellt, dass vorliegende Daten nicht aktuell sind, z. B. die Erreichbarkeit von Kontaktpersonen nicht sichergestellt ist.

### **Umweltmanagementsystem-Audit**

Ziel der internen Audits ist es festzustellen, ob das UMS normkonform, ordnungsgemäß implementiert und aufrechterhalten ist, um die kontinuierliche Verbesserung zu sichern. Prozess- und Legal-Compliance-Audits sind oft Bestandteil des Auditprogramms. Um sicherzustellen, dass die umweltrelevanten Bereiche auditiert werden, sollten bei der Auditplanung Erkenntnisse der Bewertung der Umweltaspekte und gesetzliche Forderungen berücksichtigt werden. Zu Abweichungen aus den internen Audits müssen auf Grundlage einer Ursachenanalyse Korrekturmaßnahmen festgelegt, terminiert, deren Erledigung überwacht und die Wirksamkeit der Maßnahmen bewertet werden. Auditoren sollten gemäß ISO 19011, die in der letzten Septemberwoche veröffentlicht wurde, qualifiziert sein. Wesentliche Qualifikationskriterien sind, neben der persönlichen Eignung, Kenntnisse zu Managementsystemen und deren Auditierung sowie zum betrieblichen Umweltschutz. Diese Kenntnisse können bei Einzelpersonen oder im Team vorhanden sein. Die Auditorenqualifikation ist eine Schlüsselfrage für die Ergebnisse der internen Audits und somit für die Weiterentwicklung des Umweltmanagementsystems.

## Resümee

Als Hauptargumente der Einführung der DQS Verbesserung der Umweltleistung und der Rechtssicherheit. Allein dies betont die Bedeutung der Normforderungen zur „Bewertung der Umweltaspekte“ und „Gesetzliche und andere Forderungen“. Die Ergebnisse dieser zwei Themenfelder, die bei der Implementierung sehr arbeitsintensiv sind, sind aber auch entscheidend für die Wirksamkeit des Umweltmanagementsystems; sie ziehen sich wie ein roter Faden durch die Bestandteile eines Umweltmanagementsystems.

Die Ermittlung der gesetzlichen Forderungen und der relevanten Umweltaspekte

- hat Einfluss auf die Zielsetzung,
- legt dar, in welchen Unternehmensbereichen die Abläufe zu lenken sind,
- gibt Hinweise für die Notfallvorsorge und -maßnahmen,
- zeigt auf, welche umweltrelevanten Messungen durchzuführen sind,
- weist auf Themenschwerpunkte von Schulungen und zu schulende Mitarbeiter hin,
- bestimmt Schwerpunkte der internen Audits.

Nur wer die Bedeutung dieser Schlüsselthemen erkennt und die Aufgabe der systematischen Ermittlung der relevanten Umweltaspekte und gesetzlichen Forderungen ernst nimmt, wird auch langfristig eine Verbesserung der Umweltleistung des Unternehmens erreichen.

Martin Nolte, energie impuls, Hannover

## Motivation zur Beteiligung an Energiesparprojekten

### Kostensparen durch bewussteres Nutzerverhalten

Ziel ist es, Energie- und Wassereinsparungen durch eine nachhaltige Veränderung des Verhaltens bei den Mitarbeitern einer Einrichtung zu erzielen.

Der große Vorteil dieses so genannten „nichtinvestiven Energiesparens“ ist, dass mit geringem finanziellem Einsatz hohe Kosten eingespart werden können - und das sofort. Anders als bei investiven Maßnahmen ist die Amortisationszeit extrem kurz – der Erfolg ist schon nach der ersten Heizperiode ablesbar. Nichtinvestives Energiesparen erfordert „nur“ eine Verhaltensänderung der Mitarbeiter und keine baulichen/technischen Großinvestitionen mit langen Amortisationszeiten. Es geht darum, die Nutzer eines Gebäudes zu motivieren, bewusster als bisher mit Energie umzugehen.

### Veränderung von Nutzerverhalten

Dazu initiiert energie impuls einen Veränderungsprozess, bei dem die Teilnehmenden Kompetenz und Motivation entwickeln, ihr „Energieverhalten“ nachhaltig zu verändern. Im Mittelpunkt des Programms steht die Förderung der Selbstverantwortung und Motivation der beteiligten Nutzer. Unserer Erfahrung nach sind über Druck, Vorschriften oder vorgefertigte Anleitungen nur kurzfristige Erfolge zu erzielen. Sobald sich die Betreuung zurückzieht, ebbt auch die Motivation der Teilnehmenden wieder ab. Nur durch ein freiwilliges Interesse und eine „echte“ Überzeugung wird eine „intelligente Energienutzung“ auch langfristig im Alltag verankert. Die Teilnehmenden werden zu Energieexperten „ihres“ Unternehmens und entwickeln für sich aus den Handlungsangeboten eigene Maßnahmenpläne, die sie eigenverantwortlich umsetzen. Wichtiges Erfolgsprinzip ist, dass die Teilnehmenden einen persönlichen Nutzen sehen können und vor allem auch Spaß haben. Eine wichtige Voraussetzung dafür ist, dass die Seminarinhalte und -methoden sowie die Betreuung eng an der Erlebniswelt und deren Möglichkeiten der Teilnehmenden orientiert sind.

### Orientierung an Gewohnheiten

Der Mensch ist ein Gewohnheitstier – dieser Spruch fällt einem spätestens dann ein, wenn man bei sich selbst und/oder anderen Verhaltensänderungen hervorrufen will. Gewohnheiten sind machtvolle Faktoren in unserem Leben. Man kann sie als gleich bleibende, oft unbewusste Verhaltensmuster beschreiben. Diese Verhaltensmuster haben wir irgendwann einmal gelernt, und je mehr (Lebens-) Erfahrungen diese Muster mit entwickelt haben, desto fester und tiefer sind sie in unserem Charakter verankert.

Gewohnheiten vereinfachen die Lebensgestaltung sehr. Wir müssen nicht jeden Tag von neuem Energie aufwenden, um uns Routinetätigkeiten wie z.B. sich anziehen, waschen, Zähne putzen, usw. anzueignen. Gewohnheiten zu entwickeln, entspricht auch dem Energiemanagement eines jeden Organismus, nämlich sparsam und effizient mit seiner Energie umzugehen.

Gewohnheiten zu verändern bedeutet, einen Lernprozess zu durchlaufen, welcher Aufmerksamkeit und persönliche Energie erfordert und von Mensch zu Mensch unterschiedlich lang dauert.

Gewohnheiten sind automatische Handlungen, die unbewusst durchgeführt werden. Entstanden sind diese im Laufe des Lebens eines Menschen, hier im Umgang mit der Energietechnik. Für den ersten Schritt zur Änderung muss man sich bewusst werden, welche Auswirkungen diese Gewohnheiten auf den Energieverbrauch haben. Auf der bewussten Ebene kann darüber reflektiert werden, welche der Gewohnheiten sinnvoll sind, und welche nicht. Die neuen, energiesparenden Gewohnheiten müssen dann regelrecht trainiert werden, d. h. oft bewusst ausgeführt werden, bis sie zur Gewohnheit werden. Das Verhalten hat sich geändert, man geht sozusagen aus Gewohnheit sinnvoll mit Energie um.

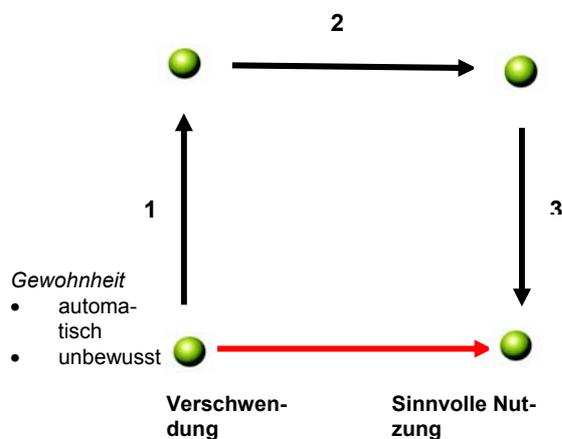
Die Erfahrung zeigt, dass noch ein gewisser Arbeitsaufwand nur für die Zeit der Verhaltensänderungen geleistet werden muss. Die zur Gewohnheit gewordenen neuen Verhaltensweisen sind nicht wesentlich aufwendiger als die alten.

## Einleitung von Lernprozessen

Der erste Schritt eines Änderungs- also Lernprozesses ist das Bewusstwerden des eigenen Verhaltens und seiner Auswirkungen.

Auf der bewussten Ebene kann darüber reflektiert werden, welche der Gewohnheiten sinnvoll sind, und welche nicht (Schritt 2).

Die neuen, energiesparenden Gewohnheiten müssen dann regelrecht trainiert, d. h. oft bewusst ausgeführt werden, bis sie zur Gewohnheit werden (3. Schritt). Das Verhalten hat sich geändert, man geht sozusagen aus Gewohnheit sinnvoll mit Energie um.



In Abb. 1 ist der Lernprozess dargestellt

Die Erfahrung zeigt, dass ein gewisser Arbeitsaufwand nur für die Zeit der Verhaltensänderungen (Schritte 1 und 2) geleistet werden muss. Die zur Gewohnheit gewordenen neuen Verhaltensweisen sind nicht wesentlich aufwendiger als die alten.

## Hemmnisse bei der Lösungssuche

### Energiesparen

Assoziation: Sparen geht nur mit Komfortverzicht

Befürchtung: Beeinträchtigung des persönlichen Wohlbefindens (Temperatur, gute Luft, Helligkeit und Bequemlichkeit z. B. durch elektrische Geräte)

Besser: intelligenter Umgang mit Energie – Ausschöpfen der vielen (oft unbekanntem oder unterschätzten) Sparpotentiale, die den Komfort nicht einschränken

### Wir brauchen nun mal soviel Energie

Grundannahme vieler Nutzer, Ursache: mangelnde Kenntnis des eigenen Einflusses

(Der Physiker: Energieverbrauch ist eine physikalische Naturkonstante, aber eine stetig wachsende.)

### Unser Verhalten hat nur wenig Einfluss auf den Energieverbrauch / Energieverbrauch ist ein technisches Problem

Der Einfluss des Nutzerverhaltens wird meistens unterschätzt. Häufig wird davon ausgegangen, dass wesentliche Einsparungen nur durch Investitionen in Sanierungen der Gebäudehülle (neue Fenster und Wärmedämmung) und Haustechnik (Heizung, Klima und verbrauchsarme elektrische Verbraucher) erreicht werden können.

Das Diagramm (Abb. 2) zeigt eine Untersuchung in einem großem Wohnblock. Auf der linken Seite wurde der Energieverbrauch der Wohnungen bei gleicher Nutzung berechnet. Die Unterschiede ergeben sich durch die Lage der Wohnungen. Hohen Energieverbrauch haben die Wohnungen, die viele Außenwände haben, die mit dem niedrigsten Energieverbrauch sind von warmen Wohnungen umgeben. Die Bandbreite des Verbrauchs liegt zwischen 67% und 167% bezogen auf den durchschnittlichen Energieverbrauch.

Die rechte Seite zeigt den tatsächlichen Energieverbrauch, die Unterschiede sind wesentlich höher, die Energieverbräuche liegen bei 29% bis 388%!

Wärmebedarfsrechnung nach DIN 4701  
wohnungswise in % vom Durchschnitt

134 %	119 %	96 %	124 %	130%	135%
108%	77%	72%	90%	88%	94%
107%	76%	70%	72%	88%	94%
106%	75%	75%	90%	88%	94%
105%	75%	67%	83%	88%	94%
104%	74%	72%	83%	87%	94%
111%	81%	78%	83%	90%	97%
118%	88%	79%	89%	94%	97%
125%	94%	93%	95%	100%	111%
131%	110%	100%	102%	106%	118%
167%	154%	140%	138%	142%	143%

spezifischer Heizwärmeverbrauch 1.10.93 - 30.9.94  
wohnungswise in % vom Durchschnitt

388%	189%	112%	229%	172%	217%
99%	47%	116%	69%	150%	91%
108%	77%	54%	38%	59%	94%
72%	60%	113%	54%	47%	98%
94%	73%	150%	76%	89%	59%
121%	51%	34%	66%	106%	89%
73%	58%	96%	59%	42%	57%
80%	140%	31%	33%	35%	153%
208%	29%	91%	131%	64%	65%
107%	116%	97%	203%	57%	150%
135%	124%	84%	23%	121%	178%



Abb. 2 Energieverbrauch (Wärme) in einem Wohnblock  
(Hochhaus 11 geschossig, Baujahr 1990 Quelle: KEBAB gGmbH)

#### Springe: 6 Schulen

Berechnungszeitraum:	1.1.98 - 1.1.99	
Beginn der Maßnahmen:	1.1.98	
Einsparungen:	durchschnittl.	max
Strom	18,8 %	28,9 %
Heizung	19,1 %	26,6 %

#### Hannover: 4 Ministerien

Berechnungszeitraum:	1.10.99 - 30.9.01	
Beginn der Maßnahmen:	30.9.99	
Einsparungen:	durchschnittl.	max.
Strom 1. Jahr	8,3 %	9,6 %
Strom 2. Jahr	9,6 %	14,1 %
Heizung 1. Jahr	9,6 %	23,9 %
Heizung 2. Jahr	12,7 %	26,8 %

#### Hannover: 2 Altenheime

Berechnungszeitraum:	1.1.01 - 31.12.01	
Einsparungen:	Altenheim St. Martinhof	Altenheim H. Keppler
Heizung	19,7 %	17,7 %
Strom	5,8 %	8,9 %
Wasser	0,5 %	10,9 %
Summe Euro	17.749 €	6.959 €

#### Klinikum Hannover Siloah

Berechnungszeitraum:	1.1.03 - 1.12.03	
Beginn der Maßnahmen:	21.11.02	
Einsparungen:	MWh	
Heizung	2.082	23 %
Euro	102.000 €	

Abb. 3 Beispiele für Einsparererfolge

## **Einfluss des Nutzerverhaltens: Einspar- erfolge**

Die bisherigen Projekte zeigen, dass die Einsparerfolge durch verändertes Verhalten bei durchschnittlich 10 – 20% liegen, in Einzelfällen bis zu 30%. Diese Ergebnisse werden unabhängig von der Qualität der Gebäudesubstanz und der technischen Anlagen erreicht

### **Verhalten (anderer) kann man nicht ändern**

Das eigene Verhalten zu ändern ist schon schwierig genug, das Verhalten anderer zu ändern sei unmöglich. Stimmt in gewisser Hinsicht, man kann tatsächlich letztlich nur das eigene Verhalten ändern. Es gibt aber reichlich Möglichkeiten, dazu beizutragen, dass Andere ihr Verhalten ändern (s.u.)

### **Die Art der heutigen Energieversorgung entzieht sich unseren Sinnen**

Energie ist ein schwierig zu „erfassendes“ Thema, da sie nur eine abstrakte Rechengröße ist. Wieviel Energie wir in Anspruch nehmen, geht meistens an unserer Wahrnehmung vorbei. Das ist häufig auch ein Grund dafür, warum bei uns die Energie „nur so durchrauscht.“

Die Technik unserer heutigen Energieversorgung führt eher dazu, dass sie häufig nicht wahr„genommen“ wird. Während früher die Kohle zum Heizen vom Bürgersteig in den Keller geschaufelt werden musste und dann jeweils in Eimern einige Stockwerke hoch zu den Einzelöfen getragen wurde, oder z. B. Holz gesammelt, gelagert, klein gehackt und gelagert werden musste, kommen die heutigen Energieträger (Gas, Öl, Fernwärme, Strom), ohne menschliche „Berührung“ ins Haus, sozusagen an unseren Sinnen vorbei. Selbst die Bezahlung, früher direkt dadurch, dass der Geldschein in die „Hand genommen“ und dem Gasmann o. ä. überreicht werden musste, wird heute per Lastschrift unbemerkt vom Konto abgebucht.

(Anmerkung: Eine Lösung ist z. B., in Rundgängen erleben die Teilnehmer mit Hilfe von Checklisten und einfachen Messgeräten ihren Energieverbrauch: die Energieströme werden wieder „erfahrbar, riechbar, schmeckbar, er-  
tastbar, hörbar und sichtbar“.)

### **Im Alltag mit anderem beschäftigt**

Die Mitarbeiter sind im Alltag natürlich mit ihrer Arbeit beschäftigt. Die Bedienung des Thermostatventils, das Lüften etc. erfolgt nur ne-

benbei, meistens aus Gewohnheit. Man bemerkt sein Verhalten gar nicht mehr, es ist unbewusst. Außerdem wird häufig befürchtet, dass das Energiesparen zu aufwendig sei. Die Projekte zeigen aber, dass energiesparendes Verhalten nicht aufwendiger ist.

### **Energieglaubenssätze**

Die Ursache für energieverschwenderisches Verhalten liegt sehr oft auch in falschen Annahmen über die Funktionsweise der genutzten Technik. Diese Annahmen führen zu einem Fehlverhalten, das unnötig Energie verbraucht, selbst wenn die Mitarbeiter motiviert sind, Energie zu sparen.

### **Kleines Lexikon der bekanntesten Energie- glaubenssätze:**

#### ***Glaubensatz Nr. 1:***

„Wenn ich einen Raum zu sehr auskühlen lasse, braucht es mehr Energie, ihn wieder aufzuwärmen.“

Dieser Satz ist sogar teilweise richtig, denn in dem Moment, wo der Raum aufgewärmt wird, wird kurzzeitig mehr Energie gebraucht. Allerdings: In der Zeit, wo der Raum nicht so warm ist, verliert er auch nicht so viel Wärme an die Umgebung (selbst bei geschlossener Tür verliert ein Raum Wärme durch Wände und Fenster!) und hier sitzt die Ersparnis!

#### ***Glaubensatz Nr. 2:***

„Wenn man eine Energiespar- oder Leuchtstofflampe anschaltet, verbraucht sie zu Anfang mehr Strom. Deshalb sollte man diese Lampen lieber länger brennen lassen.“

Auch teilweise richtig: Beim Einschalten brauchen diese Lampe minimal mehr Strom. Würden sie beim Einschalten sehr viel mehr Strom ziehen, so würden sie explodieren! Dieses bisschen mehr an Strom beim Einschalten ist längst wieder ausgeglichen, wenn man in einer fünfminütigen Pause die Lampe abschaltet!

#### ***Glaubensatz Nr. 3:***

„Energiesparlampen gehen schneller kaputt, wenn man sie zu oft ein- und ausschaltet.“

Wieder teilweise richtig: Bei alten Energiesparlampen verkürzt sich die Lebensdauer etwas. Die neuen Energiesparlampen mit elektronischen Vorschaltgeräten kann man schalten wie eine Glühlampe!

**Glaubensatz Nr. 4:**

„Wenn ich in einem zu kühlen Raum das Thermostat der Heizung auf 5 drehe, wird der Raum schneller warm.“

Dies ist nun völliger Usinn, denn das Thermostatventil funktioniert nicht wie ein Wasserhahn: Wenig aufdrehen heißt wenig Wasser, viel aufdrehen heißt viel Wasser! Das Thermo-Stat ist (als Nicht-Lateiner nehmen wir an, das "Thermo" Wärme heißt und "Stat" irgendwie mit dem Begriff "statisch" zusammenhängt) dazu da zu messen, wann eine eingestellte Temperatur erreicht ist und dann die Wärmezufuhr zu drosseln. Folglich kann es bei Stufe 5 nicht schneller warm werden, sondern nur wärmer als gewollt.

**Die Anderen - Schuld**

Ein äußerst beliebtes Spiel ist es, die „Schuld“ für „falsches“ Verhalten anderen zuzuweisen (Schwarzer Peter). Grund dafür ist der Selbstschutz (s.u.). Sollen doch die Politiker die richtige Gesetzte erlassen, die Anderen anfangen zu sparen usw., bevor ich selbst etwas tue. Handelt man aber ‚mit Schuldzuweisungen, darf man sich nicht wundern, dass die anderen abblocken (wer will schon Schuld auf sich ziehen) und die Annahme von neuem Verhalten verweigern.

**Selbstschutz**

Neues Verhalten anzunehmen hat zwei Aspekte:

- Blick in die Vergangenheit: Ich habe Fehler gemacht (durch mein „falsches“ Verhalten).
- Blick in die Zukunft: Mein neues Verhalten ist mein positiver Beitrag.

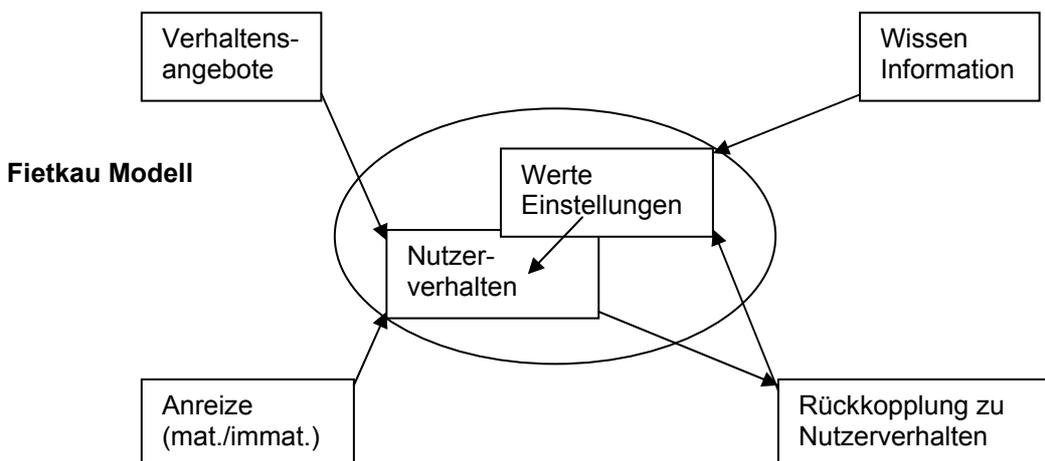
Fehlverhalten zuzugeben fällt den meisten schwer, und wird häufig von den Mitmenschen angekreidet. Eine Änderung des eigenen Verhaltens, bedeutet eben auch, das alte Verhalten als falsch zu deklarieren. Aus Selbstschutz hält man lieber an dem alten Verhalten fest, als einen Fehler zuzugeben.

Die Kunst liegt darin, vor allem den positiven Aspekt der Verhaltensänderung herauszustellen, und im Umgang mit Mitarbeitern eine Atmosphäre des Vertrauens herzustellen.

Beispiel: Ein Hausmeister hat in einem Energie-Coaching®-Seminar festgestellt, dass er, wenn er die öffentlichen Toiletten von 18:00 Uhr bis 7:00 Uhr abschließt, auch das Licht (das nur über ihn zentral gesteuert wird) ausschalten könnte. Im normalen Umgang fällt einem als erstes ein, dass in der Vergangenheit völlig unnötigerweise das Licht lange Zeit gebrannt hat. Wenn nach dem Motto „das kann ja wohl nicht wahr sein“ der Hausmeister für seinen Fehler zur Rede gestellt wird, wird dieser sicherlich keine weiteren Ideen liefern, die sein Verhalten betreffen. Lobt man ihn für seine Erkenntnis und zeigt ihm damit, dass er nichts zu befürchten hat, verliert er seine Angst sich eventuell bloßzustellen.

**Rahmenbedingungen für die Änderung von Nutzerverhalten**

Zu Beginn der 80er Jahre hat der Berliner Umweltpsychologe H.-J. Fietkau auf der Grundlage amerikanischer Forschungsarbeiten ein Modell zu umweltrelevanten Verhaltensänderungen entwickelt. Anhand dieses Modells erhält man einen guten Überblick über die wichtigsten Verhaltensdeterminanten des individuellen Umweltverhaltens. Das Modell zeigt auch, dass über die reine Wissensvermittlung hinaus weitere Aspekte berücksichtigt werden müssen, um Nutzerverhalten nachhaltig zu ändern.



## Wissen/Information

Wissen und Informationen beeinflussen nur indirekt das Verhalten, in dem sie auf energiebezogene Einstellungen und Werte wirken. Wissen wird benötigt, um Einstellungen und Werte zu relativieren, um auf diese Weise das Verhalten zu beeinflussen.

## Verhaltensangebote

Diese wirken sich direkt auf das Energieverhalten aus. Konkretes Einsparverhalten ist erst dann möglich, wenn auch die entsprechenden Verhaltensangebote zur Verfügung stehen.

## Handlungsanreize

Nur wenige Personen handeln auch energieeffizient, wenn diese Handlungen für sie persönlich (zunächst) mehr Nachteile als Vorteile bringen, da sie mit größeren Mühen oder der Aufgabe von lieb gewonnenen Gewohnheiten verbunden sind.

Materielle Anreize bestehen unmittelbar, wenn die Personen ihre Energie- und Wasserkosten selbst tragen. Auch ein Bonus- oder Prämien-system bietet einen materiellen Anreiz. Immaterielle Handlungsanreize bietet insbesondere der Austausch (z. B. von Seminarteilnehmern) untereinander. Auch Seminare können Handlungsanreize bieten: Dort kann z. B. erlebt werden, dass das Sparen Spaß macht und häufig sogar den Komfort erhöhen kann.

## Selbstverpflichtung und Rückkopplung

Diese haben eine große Bedeutung für die Stabilisierung von Verhalten. Durch positive Rückmeldung (z. B. Mitteilungen über konkrete Einsparbeträge, vermitteln von zusätzlichen Tipps und Hinweisen, „Schulterklopfen“) werden neue Einstellungen und Werte verstetigt, die wiederum das individuelle Verhalten verstärken.

## Von der Bestandsaufnahme zur Strategie

Am Anfang steht die Bestandsaufnahme: Wo gehen wir sinnvoll mit Energie um, wo nicht?

Mit Messgeräten durchstreifen die Seminar-Teilnehmer ihre Gebäude und machen immer wieder erstaunliche Entdeckungen. Systematisch werden mit Hilfe von Checklisten die Unternehmen untersucht. Begleitet wird dieses Vorgehen durch kompakte Kurzreferate: Die

relevanten Themen Lüften, Fenster, Heizung, Strom und Wasser werden anschaulich und mit vielen praktischen Beispielen und Versuchen aufbereitet.

Die Teilnehmenden werden zu Energieexperten „ihres“ Unternehmens und entwickeln für sich aus den Handlungsangeboten mit viel Spaß und Kreativität eigene Maßnahmenpläne, die sie eigenverantwortlich umsetzen.

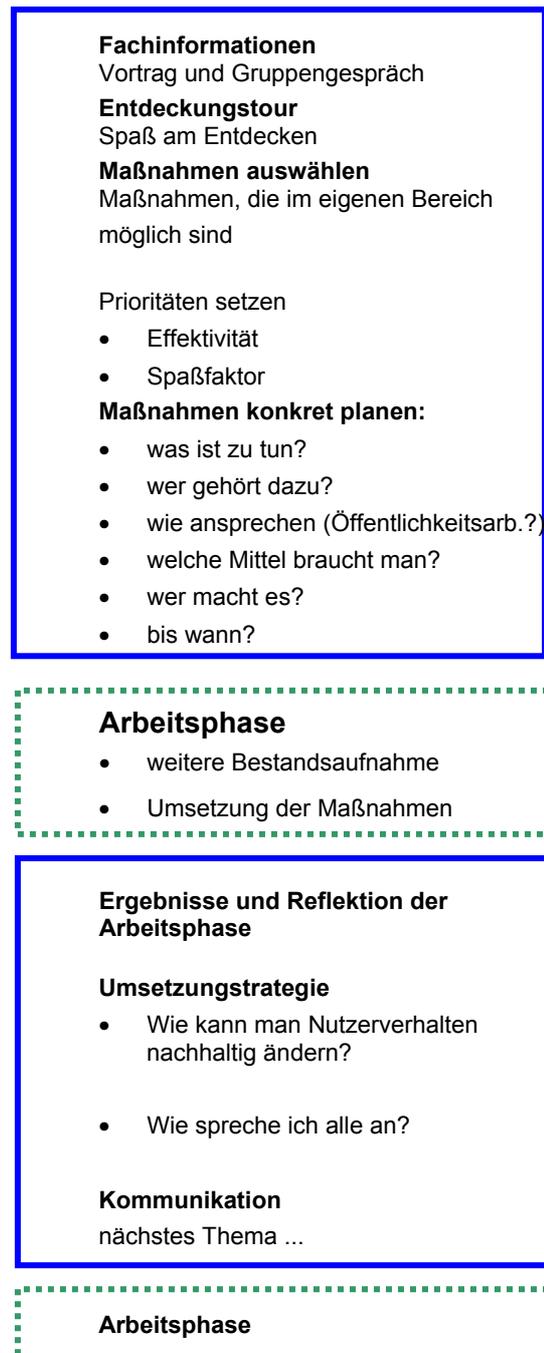


Abb. 4 Vorgehensweise

Es werden Strategien entwickelt, wie das Energiesparwissen in den Einrichtungen an alle Nutzer weiter getragen wird. Unterstützt und angeregt werden sie dabei durch einen Erfahrungsschatz aus vielen vergangenen Projekten. Die Teilnehmer sind motiviert und setzen mit ausreichender Sachkenntnis relevante Maßnahmen gezielt und kontinuierlich um.

Im Mittelpunkt steht die Förderung der Selbstverantwortung und Motivation der Mitarbeiter. Nur durch ein freiwilliges Interesse und eine „echte“ Überzeugung wird eine „intelligente Energienutzung“ auch langfristig im Arbeitsalltag verankert.

Durch diesen speziellen Ansatz werden die Einsparungen nachhaltig erzielt. Die Auswertung der bisherigen Projekte zeigen, dass die erzielten Einsparererfolge auch nach Beendigung der Betreuung gesteigert werden konnten.

*Norbert Feck, Thomas Kattenstein,  
Hermann-Josef Wagner,  
Ruhr-Universität Bochum,*

## **PROMETHEUS - ein Geothermieprojekt an der Ruhr-Universität Bochum**

### **Kurzfassung**

Geowissenschaftler und Ingenieure der Ruhr-Universität Bochum (RUB) realisieren gemeinsam mit der rubitec GmbH als Projektleitung das Demonstrationsprojekt PROMETHEUS. Ziel des Projekts ist die Nutzung von Tiefen-Geothermie am Standort Bochum mit Hilfe der Hot-Dry-Rock-Technik. Die Erdwärme soll in das bestehende Fernwärmenetz eingespeist werden und zur Grundlastversorgung der Ruhr-Universität, der Fachhochschule Bochum (FHB) und der Universitätswohnstadt (UW) beitragen. Die erste Phase des Projekts bestand aus einer Machbarkeitsstudie, in der die technische und wirtschaftliche Realisierbarkeit des Vorhabens überprüft wurde. Den Ingenieuren wurde dabei die Aufgabe zuteil, eine ausführliche Analyse des Status quo der Wärmeversorgung durchzuführen und, darauf aufbauend, die Einbindung der geothermischen Wärme zu simulieren, um energetische und ökonomische Kenndaten zu ermitteln. Der Vortrag gibt einen kurzen Überblick über die Nutzung tiefer Erdwärme mittels Hot-Dry-Rock-Technik und beschreibt das Vorgehen bei der Analyse der Wärmeversorgung und der Simulation des technischen Systems am Standort Bochum.

### **Motivation**

Der hohe Fernwärmebedarf der RUB von ca. 130.000 MWh/a und die damit verbundenen Kosten von jährlich ca. 4,5 Mio. € sowie die mit der Wärmebereitstellung einhergehende CO<sub>2</sub>-Emission von ca. 31.000 t pro Jahr waren die ersten Gründe, über eine Alternative zur Wärmeversorgung nachzudenken. Wegen der für viele weitere Standorte repräsentativen geologischen Lage ohne wasserführende Schichten und des Vorteils der kontinuierlichen Verfügbarkeit der Erdwärme lag es nahe, ein geothermisches Demonstrationsheizwerk auf Basis der Hot-Dry-Rock-Technik zu errichten. Zudem ist die Ruhr-Universität mit der Fachhochschule und der Universitätswohnstadt

über ein gemeinsames Fernwärmenetz verbunden, wodurch ein ausreichend großer Wärmeabnehmer mit einem Wärmebedarf von ca. 295.000 MWh/a und einer hohen Grundlast zur Verfügung steht.

### **Erdwärme**

Die Geothermie ist eine nach menschlichen Maßstäben unerschöpfliche Energiequelle und weist gegenüber den meisten anderen neuen Energieträgern den Vorteil der kontinuierlichen Verfügbarkeit unabhängig von der Tages- und Jahreszeit auf. Ihre Erschließung für direkte Wärmeanwendungen erfordert jedoch in vulkanisch nicht aktiven Gebieten mit Temperaturgradienten von ca. 3 bis 3,5 °C pro 100 m Tiefe Bohrungen mit einer Tiefe von mindestens 3.500 bis 5.000 m. Liegen keine wasserführenden Schichten (Aquifere) vor, wie am Standort Bochum, kann zur Gewinnung der Wärme auf die Hot-Dry-Rock-Technik zurückgegriffen werden.

### **Hot-Dry-Rock-Technik**

Das Hot-Dry-Rock-Verfahren ermöglicht eine geothermische Energiegewinnung, selbst wenn keine hochdurchlässigen und wasserführenden Gesteinsschichten vorhanden sind. Zur Erschließung des Potenzials werden zwei ca. 4.000 m tiefe Bohrungen niedergebracht und durch das Einpressen von Wasser mit Drücken von mehreren 100 bar vorhandene Risse im Untergrund geweitet und neue ausgebildet, so dass eine Verbindung zwischen den Bohrlöchern, d. h. ein sog. unterirdischer geothermischer Wärmeübertrager erstellt (stimuliert) wird.

Im Betrieb der Anlage wird Wasser über die Injektionsbohrung ins Erdinnere gepresst, zirkuliert durch den geschaffenen großflächigen Wärmeübertrager, erwärmt sich hierbei und wird über die Extraktionsbohrung an die Erdoberfläche gepumpt. Oberirdisch wird die geförderte Wärme mit Hilfe eines Wärmeübertragers an das Fernwärmenetz übertragen, wonach das abgekühlte Wasser wieder in die Injektionsbohrung verpresst wird und so der Kreislauf geschlossen ist.

## Aufgaben und Vorgehensweise

Innerhalb der Machbarkeitsstudie bestand die Aufgaben der Ingenieure darin, die Wärmenachfrage am Standort Bochum genau zu analysieren und damit Ausgangsdaten für die anschließende Auslegung und Simulation des übertägigen Systems zu schaffen. Ziel der anschließenden Simulation des Systems war die Ermittlung der geothermischen Wärmege- stehung und der dafür notwendigen Kosten.

Auf Seiten der Nachfrage wurde zunächst auf Basis von Messungen jeweils ein typischer Jahresgang des stündlichen Wärmebedarfs für die zwei Großverbraucher Ruhr-Universität Bochum (RUB) inkl. FHB und Universitäts- wohnstadt (UW) ermittelt. Im Anschluss wurde für die zwei ermittelten Jahresgänge des stündlichen Wärmebedarfs eine Aufteilung auf die unterschiedlichen Wärmeanwendungen (Heizung, Lüftung und Warmwasserbereitung) vorgenommen. Mit Hilfe des Anteils der Wär- meanwendungen am Gesamtbedarf und der zugehörigen außen-temperaturabhängigen Heizkurven konnte auf stündlicher Basis der benötigte Heizwassermassenstrom und – über die gewichtete Mittelwertbildung – die Rück- lauf-temperatur in den beiden Versorgungsnet- zen von RUB und UW bestimmt werden. Diese beiden Netzparameter wurden bei der folgen- den Simulation der geothermischen Heizzent- rale über die ausgewählten Anlagenkompo- nenten und das Betriebs- und Regelungskon- zept mit den geowissenschaftlichen Referenz- annahmen verbunden. Aus den Ergebnissen der Simulationen wurden energetische sowie ökologische und ökonomische Kenndaten berechnet.

## Ergebnisse

Hinsichtlich der Wärmenachfrage bestehen am ausgewählten Standort äußerst günstige Randbedingungen. So existiert ein Wärmever- teilungsnetz, über das die Verbraucher derzeit mit Fernwärme aus einem Heizkraftwerk ver- sorgt werden. Dieses Heizkraftwerk kann auch zukünftig den über die geothermische Bereit- stellung hinausgehenden Wärmebedarf de- cken. Zudem liegt eine hohe Wärmenachfrage von annähernd 295.000 MWh/a mit einem sommerlichen Minimalbedarf von rund 7 MW vor, so dass ganzjährig die Abnahme der be- reitgestellten Erdwärme und somit eine hohe Auslastung gewährleistet ist.

Die Komponenten des Thermalwasserkreises, d. h. Förderpumpe, Rohrleitungen, Filter, Auf- fangsystem, Wärmeübertrager und Injektions-

pumpe, sind unter Berücksichtigung der vorlie- genden Randbedingungen auszuwählen und auszu-legen. Insbesondere der erwartete hohe Salzgehalt des Thermalwassers ist hierbei zu berücksichtigen und erfordert besondere Werkstoffqualitäten. Sowohl die Komponenten als auch die Werkstoffe sind Stand der Tech- nik und stellen somit keine Schwierigkeit bei der Realisierung dar.

Die Simulation der geothermischen Heizzent- rale führt zum Ergebnis, dass die vorgesehene Demonstrationsanlage auf Grundlage zweier Bohrungen mit je 4.000 m Teufe errichtet wer- den soll, für die nach geowissenschaftlichen Untersuchungen eine Thermalwasseraustritts- temperatur von 110 °C und ein -volumenstrom von 30 l/s erwartet wird.

Hierdurch kann eine sinnvolle geothermische Bereitstellung zu Investitionskosten von 25–30 Mio. EUR realisiert werden, wobei der Anteil der übertägigen Komponenten weniger als 10 % der Gesamtkosten beträgt.

Die mögliche Erdwärmebereitstellung der An- lage beläuft sich auf rund 60.000 MWh/a bzw. 20 % des vorliegenden Wärmebedarfs. Durch die Integration der geothermischen Wärme in das Fernwärmenetz kann die CO<sub>2</sub>-Emission und der Primärenergieeinsatz um ca. 16 % gegenüber der derzeitigen Wärmebereitstel- lung vermindert werden.

Aus Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen gemäß VDI 2067 ergeben sich auf Basis der Randbe- dingungen spezifische Wärmege- stehungskos- ten in Höhe von rund 6,8 Ct/kWh.

Manfred Blome, Jutta Essl,  
Universität Osnabrück

## Solartechnik und Denkmalschutz?

### Solaranlage an der Universität Osnabrück

#### Bauliche Rahmenbedingungen

Ihre besondere Atmosphäre erhält die Universität Osnabrück unter anderem dadurch, dass sie nicht – wie in den siebziger Jahren üblich – als Campus-Hochschule realisiert wurde, sondern in die historische Stadt Osnabrück hineingewachsen ist. Diese Tatsache bringt mit sich, dass die Hochschule zu einem großen Teil alte Bausubstanz für ihre Zwecke nutzt. So reizvoll die alten zum Teil denkmalgeschützten Gebäude natürlich sind, so problematisch stellt sich damit oft für das Dezernat für Gebäudemanagement die Aufgabe, einen effizienten und energiesparenden Betrieb der Gebäude zu gewährleisten. Umweltschutz durch die Optimierung des Energie- und Stoffverbrauchs sowie durch den Einsatz erneuerbarer Energien wird bei uns auch in Zukunft einen hohen Stellenwert haben. Nicht selten kollidieren diese Aufgaben aber mit den Zielen der Denkmalpflege und der Gebäudegestaltung.

#### Integration von denkmalgeschützter Substanz und moderner Technik

##### Auswahl des Gebäudes

Das Staatliche Baumanagement Osnabrück und die Universität Osnabrück realisieren derzeit ein engagiertes Projekt, das richtungweisend für das Thema „Solarenergie und Denkmalschutz“ werden dürfte: Um der Universität Osnabrück den Ausbau ihres Fachbereichs Biologie zu ermöglichen, wurde der Umbau einer denkmalgeschützten ehemaligen Reithalle zum Hörsaalgebäude beschlossen. Es handelt sich dabei um eine der wenigen gut erhaltenen ehemaligen Kavalleriekasernen (erbaut 1914 - siehe Abb. 1).



Abb. 1 Lage der Kaserne

Ziel des Umbaus ist es, bei vollständigem Erhalt der Außenfassade aus heimischem Bruchsteinmauerwerk und Erhalt des vorhandenen filigranen Dachtragwerkes, dem Gebäude eine neue Zweckbestimmung zu geben (Abb. 2 und 3).



Abb. 2 Dachgewerk (Innenansicht)



Abb. 3 Dachgewerk (Außenansicht)

Ein energietechnisches Herzstück des Gebäudes steckt in der Dachhülle, und zwar in Form einer 460 m<sup>2</sup> großen Fotovoltaikanlage aus stahlbasierten PV-Elementen.

Die nahezu verschattungsfreie Südlage und die vorhandene Dachneigung des historischen Gebäudes prädestinierten es geradezu dafür, an der finanziell geförderten „Solaroffensive“ des Landes Niedersachsen teilzunehmen. Deren Ziel ist es, zirka zehn Fotovoltaik-Demonstrationsanlagen in landeseigene Gebäude zu integrieren. Die zuständige Denkmalschutzbehörde begegnete diesem Vorhaben allerdings zunächst mit Skepsis. Zum einen hatte sie Bedenken, dass eine Solaranlage das charakteristische Erscheinungsbild des aus heimischem Bruchsteinmauerwerk errichteten Gebäudes zu stark beeinträchtigen könnte. Zum anderen gab es die Auflage, das filigrane, wenig belastbare Dachtragwerk zu erhalten und soweit wie möglich sichtbar zu lassen (Abb. 4 und 5).

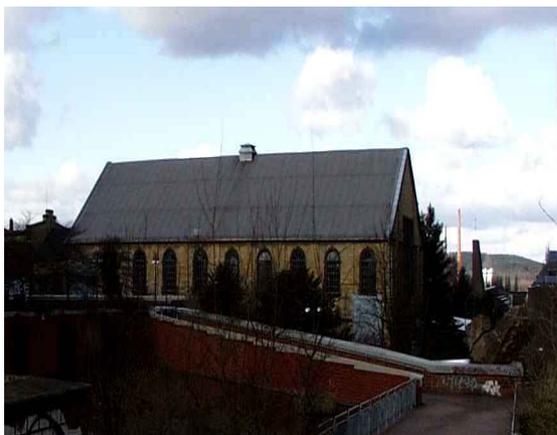


Abb. 4 Seitenansicht des Gebäudes

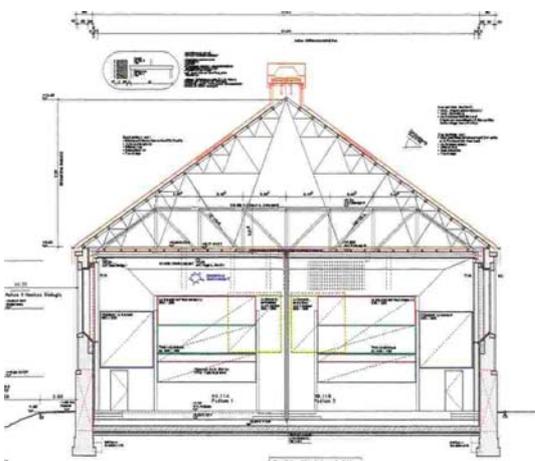


Abb. 5 Gebäudezeichnung

### Auswahl der Fotovoltaik-Bauelemente

Es galt also, ein Fotovoltaik-Produkt zu finden, das einerseits optisch zurückhaltend ist, andererseits durch besonders geringes Gewicht überzeugt. Das Produkt sollte ein Maximum an technischer und ökonomischer Effizienz bieten und den marktüblichen Abmessungen entsprechen. Nach der öffentlichen Ausschreibung entschied man sich für Thyssen-Solartec, das von Thyssen Krupp Bausysteme hergestellt wird (siehe Anhang). Dabei handelt es sich um ein photovoltaisches Bauelement, das auf dem Trägermedium Stahl aufgebracht wurde. Das Grundprinzip des Systems besteht darin, eine flexible und vorkonfektionierte Solarzellenfolie auf witterungsbeständigem Stahlblech aufzulaminieren. Die Stahlblech-Elemente bilden das für die flexible Fotovoltaik-Folie von UNISOLAR<sup>®</sup> erforderliche Trägermaterial und übernehmen die abschließenden und statischen Funktionen einer Dachhaut. An der Universität Osnabrück wurden einschalige Dachelemente aus beidseitig alu-verzinktem (Galvalume) Stahlblech mit einer Blechdicke von 0,75 mm eingesetzt. Da Solartec-Elemente ohne Verwendung von Glas auskommen, sind diese nicht nur sehr stabil, robust und begehrbar, sondern mit nur 8 – 9 kg/m<sup>2</sup> auch besonders leicht.

Die Fotovoltaik-Folie besteht aus einer 0,3 mm dünnen Edelstahlfolie, auf die in einem kontinuierlichen Rollbeschichtungsverfahren neun nanokristalline siliziumlegierte Dünnschichten aufgetragen werden. Die hieraus geschnittenen Zellen bilden die so genannten Triplezellen. Diese werden untereinander teilweise mit Bypass-Dioden verschaltet und zwischen lichtdurchlässige Folien einlaminiert. Jede der drei übereinander liegenden Solarzellen ist für einen anderen Bereich des Tageslichtes empfindlich und liefert daher auch bei diesigem oder bewölktem Himmel - und diese Situation gibt es in unseren Breitengraden häufig - bis zu 20 % mehr Jahres-Stromertrag, was in einer Studie der ECN - Netherlands Energy Research Foundation 2000 nachgewiesen wurde.

Zur Herstellung der nanokristallinen Triple-Solarzellen wird ca. 200 mal weniger Silizium und eine wesentlich niedrigere Verarbeitungstemperatur von 300° C anstatt 1500° C benötigt als bei der Produktion von kristallinen Zellen (Abb. 7). Somit haben die Module bereits nach 1,8 Jahren die Energie erzeugt, die für ihre Herstellung verwendet wurde. Außerdem ist der Werkstoff Stahl zu 100% wieder verwendbar. Das System Thyssen Krupp Solartec ist zertifiziert nach IEC 61646 (ISPR-Prüfung)

und erfüllt alle Anforderungen der Schutzklasse II sowie die Brandschutzanforderung der Baustoffklasse B2 (weitere Informationen siehe Anhang).



Abb. 6 Optische Wirkung der Fotovoltaik-Anlage

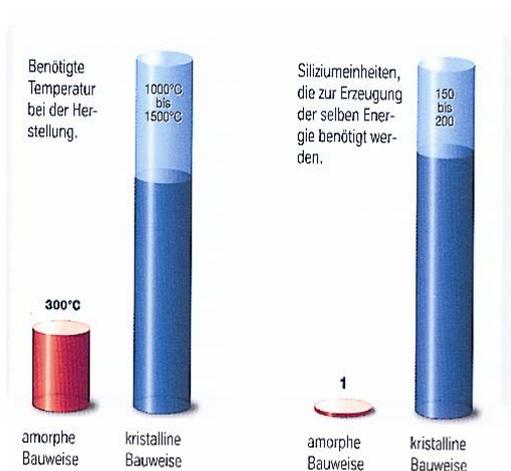


Abb. 7

Ein besonderer Trumpf ist auch ihre einfache und rationelle Verlegung auf der Baustelle: Die großflächigen Stahl-Solarmodule können wie konventionelle Dach- und Fassadensysteme direkt auf eine herkömmliche Unterkonstruktion montiert werden. Dies ist besonders dann wichtig, wenn die Elemente in ein bestehendes Dach integriert werden sollen. In Tab. 1 sind die Technischen Daten der Anlage zusammengestellt. Bei der üblichen Holzsparren-Dachkonstruktion werden sie anstelle der Dachpfannen auf die Dachlatten geschraubt. Die Solarelemente dienen somit selbst als Dach- oder Fassadenhaut, wahlweise sogar mit integrierter Wärmedämmung. Eine optisch störende Aufständigung ist also nicht notwendig (Abb. 6). Zur Endmontage müssen die Paneele lediglich mit zwei Steckverbindungen untereinander verkabelt werden.



Abb. 8 Gebäudeansicht

Die Denkmalschutzbehörde stellte ihre Bedenken zurück, nachdem deutlich wurde, dass die optische Wirkung der Fotovoltaikanlage durch ihre spezifische technische Lösung eher von untergeordneter Bedeutung sein wird (Abb. 8 und 9).



Abb. 9 Gebäudeansicht

Technische Daten	
Netto-PV-Fläche	460 m <sup>2</sup>
Modulanzahl	176
Modulleistung	128 W
Gesamtleistung	22,528 KW
Generatorenzahl	8
Elektrische Energie/Jahr	17.000 kWh

Tab.1 Technische Daten

### Ausblick

Sobald die gesetzlichen und technischen Voraussetzungen für die Einspeisung der elektrischen Energie geschaffen sind, wird für das aus der Vergütung stammende Geld ein Ökofonds eingerichtet. Daraus sollen weitere innovative Klimaschutzprojekte unterstützt und gefördert werden.

**Anhang: ThyssenKrupp Solartec  
„Solarstrom und Stahl“**

## Anhang:

### ThyssenKrupp Solartec - Solarstrom und Stahl

Der Stahlbauelemente-Hersteller ThyssenKrupp widmet sich dem Thema der regenerativen Energieerzeugung mit einer eigenen Bauelemente-Produktlinie eines stahlbasierten Fotovoltaik-Systems für Dach und Fassade seit 1998: Der Markenname lautet jetzt ThyssenKrupp Solartec.

Die Grundidee des ThyssenKrupp Solartec-Systems besteht darin, eine flexible und vorkonfektionierte Solarzellenfolie auf witterungsbeständigem Stahlblech aufzulaminieren und somit ein intelligentes Bauelement mit integrierter Solarstromerzeugung zu produzieren.

Die Stahlblech-Elemente bilden das für die flexible Fotovoltaik-Folie von UNISOLAR® erforderliche Trägermaterial und übernehmen die Raum abschließenden und statischen Funktionen einer Dachhaut oder Wandverkleidung. Sie werden aus kaltgewalztem beidseitig bandverzinktem und kunststoffbeschichtetem Stahlblech in Dicken ab 0,75 mm hergestellt, bekannt und bewährt im jahrzehntelangem Einsatz für Trapezprofile und Sandwichelemente. Alternativ kann auch Galvalume-Stahlblech (Alu-Zink) oder Edelstahl eingesetzt werden.

Die verschiedenen Elemente-Typen mit Leistungswerten von 64 oder 128 Wp werden horizontal Typ „style“ oder vertikal Typen „design“, „trend“ und „classic“, verlegt.

Alle Solartec-Elemente sind auch ohne PV-Laminat lieferbar. Damit ist in Bereichen, wo keine Sonnenenergie erzeugt werden kann oder soll, die gleiche optische Gestaltung möglich und ein homogenes Gesamtbild der Dacheindeckung oder Wandverkleidung gegeben.

Die großflächigen ohne Verwendung von Glas hergestellten ThyssenKrupp Solartec-Elemente sind sehr leicht, robust und begehbar. Eine Aufständerkonstruktion ist nicht mehr notwendig, da die Solarmodule selber die Dachhaut oder Gebäudehülle bilden - die perfekte Dach- oder Fassadenintegration.

Neben den einschaligen Solarmodulen ist ThyssenKrupp mit dem Sandwichelement ThyssenKrupp Thermodach Solartec einen weiteren Schritt in die Zukunft gegangen.

Ein zweischaliges Stahlleichtbauelement mit einem FCKW-frei hergestellten PUR-Hartschaumsystem zur Wärmedämmung dient als Träger für die PV-Laminat.

Hier wird Energieerzeugung, Lastabtragung, Raumabschluss und Wärmedämmung in einem Solar - Bauelement vereint, das darüber hinaus schnell, einfach und sicher verlegt werden kann.

Die Kombination von Wärmedämmung und Solarenergie-Produktion ist ein weiterer Fortschritt zur Energieeinsparung.

Die innovative Dreischichtzellen-Technologie der Firma UNISOLAR® besteht aus einer 0,3 mm dünnen Edelstahlfolie, auf die in einem kontinuierlichen Rollbeschichtungsverfahren neun nanokristalline siliziumlegierte Dünnschichten aufgetragen werden. Die hieraus geschnittenen Zellen bilden die so genannten Triplezellen. Diese werden untereinander teilweise mit Bypass-Dioden verschaltet und zwischen lichtdurchlässige Folien einlaminiert. So entsteht ein flexibles, äußerst robustes, glasfreies und damit leichtes und bruchsaferes Fotovoltaik-Laminat.

Jede der drei übereinander liegenden Solarzellen ist für einen anderen Bereich des Tageslichtes empfindlich und liefert daher auch bei diesigem oder bewölktem Himmel und diese Situation gibt es in unseren Breitengraden häufig bis zu 20% mehr Jahres-Stromertrag, was in einer Studie der ECN - Netherlands Energy Research Foundation, 2000 nachgewiesen wurde.

Zur Herstellung der nanokristallinen Triple-Solarzellen wird ca. 200 mal weniger Silizium und eine wesentlich niedrigere Verarbeitungstemperatur von 300° C anstatt 1500° C benötigt, als bei der Produktion von kristallinen Zellen. Somit haben die Module bereits nach 1,8 Jahren die Energie erzeugt, die für ihre Herstellung verwendet wurde. Außerdem ist der Werkstoff Stahl zu 100% recyclebar.

Die einschaligen ThyssenKrupp Solartec-Elemente werden bei üblichen Holzsparren-Dächern auf Dachlatten, die einen üblichen Abstand von ca. 400 mm haben, aufgeschraubt.

ThyssenKrupp gewährt dem Erwerber eine 20jährige Leistungsgarantie auf 80% der Nennleistung.

Das System ThyssenKrupp Solartec ist zertifiziert nach IEC 61646 (ISPR-Prüfung) und erfüllt alle Anforderungen der Schutzklasse II sowie die Brandschutzanforderung der Baustoffklasse B2.

Es wurden zahlreiche Projekte vom privaten Einfamilienhaus über gewerbliche oder landwirtschaftliche Gebäude, Kirchen, Schulen, Hotels, Schallschutzwände an Autobahnen bis hin zu denkmalgeschützten Gebäuden mit ThyssenKrupp Solartec realisiert. In Hannover wurde die Kirche der Titusgemeinde mit einem neuen THYSSEN-Solartec®-Dach mit einer Nennleistung von 4,9 kWp errichtet. Da die Kirche ursprünglich ein Flachdachgebäude war, hat der Architekt ein einfaches Walmdach mit einer Fläche von ca. 200 qm aus den Stahl-Elementen mit und ohne PV-Laminat konstruieren lassen.

Ein architektonisch außergewöhnliches Gebäude wurde in Stralsund realisiert. Auf dem Gelände des Alten Tonnenhofes auf der Insel Dänholm im Strals, zwischen Stralsund und der Insel Rügen, wurde

das NAUTINEUM Dänholm als neue Außenstelle des Deutschen Meeresmuseum eingerichtet. Auf der Basis von matten Edelstahlelementen wurden 26 Fotovoltaikmodule Typ „style“ mit einer Leistung von je 64 Wp - insgesamt ca. 1,7 kWp montiert.

Das größte und interessanteste Solartec- Wandprojekt in Europa wurde als Industriefassade von ThyssenKrupp Stahl in Duisburg-Beckerweerth gebaut. Hier wurden auf einer Fläche von ca. 1400 qm ThyssenKrupp Solartec-Elemente mit einer Gesamtleistung von ca. 50 kWp in wellenförmiger Struktur als einschalige Fassade angebracht. Trotz Süd-Westausrichtung mit sehr ungünstigen Sonneneinstrahlungsverhältnissen wird aufgrund der Dreischichtzellen-Technologie dennoch ein akzeptabler Jahresstromertrag erzielt.

Solartechnik und Denkmalschutz wurde mit dem ThyssenKrupp Solartec-Dach an der Universität Osnabrück realisiert. Die denkmalgeschützte Reithalle mit Nebengebäuden wurde unter Berücksichtigung der alten Dachstatik mit einschaligen ThyssenKrupp Solartec-Dachelementen aus beidseitig alu-verzinktem (Galvalume) Stahlblech mit einer Blechdicke von 0,75 mm neu eingedeckt.

Auf der ca. 460 qm nach Süden ausgerichteten Dachseite der Reithalle wurden 176 Solartec-Dachelemente mit einer Modulleistung von 128 Wp, verschaltet zu 8 PV-Generatoren mit einer Gesamtleistung von 22,5 kWp, eingebaut.

## Autorenverzeichnis

Blome, Manfred	mblome@uni-osnabrueck.de	05 41/9 69 23 00
Blomeyer-Nienstedt, Anne-Katrin	blomeyer@uni-bremen.de	04 21/21 832 04
Brüggen, Irmhild	brueggen@uni-lueneburg.de	0 41 31/78-15 23
Essl, Jutta	umweltkoordinatorin@uni-osnabrueck.de	05 41/9 69 22 42
Feck, Norbert	feck@lee.ruhr-uni-bochum.de	02 34/3 22 59 85
Frei, Dr. Bernd	bernd.frei@dqs.de	07 11/7 67 62 97
Hardkop, Jürgen	juergen.hardkop@mswks.nrw.de	02 11/3 84 34 54
Lück, Petra	petra.lueck@dqs.de	0 69/9 54 27-3 70
Nolte, Martin	han@energieimpuls.de	05 11/9 35 77 10
Palm, Wolf-Ulrich	palm@uni-lueneburg.de	0 41 31/78 28 74
Person, Ralf Dieter	person@his.de	01 60/90 62 40 61
Rotter, Frank	rotter@deutsche-energie-agentur.de	0 30/7 26 16 56 64
Stegen, Jan-Christoph	stegen@uni-lueneburg.de	0 4131/78-10 43
Vorwerk, Herbert	herbert.vorwerk@blb.nrw.de	05 21/1 06 70 68
Wagner, Hermann-Josef	t.wagner@fh-sm.de	0 36 83/6 88 14 04

---

Herausgeber: HIS-Hochschul-Informationen-System GmbH,  
Goseriade 9, 30159 Hannover  
Tel.: 0511 / 1220-0, Fax: 0511 / 1220-250  
E-Mail: [ederleh@his.de](mailto:ederleh@his.de)

ISSN 1611-2091

Verantwortlich: Dr. Jürgen Ederleh

Redaktion (verantw.): Brigitte Weidner-Russell

Erscheinungsweise: 4 x jährlich

*"Gemäß § 33 BDSG weisen wir jene Empfänger der HIS-Kurzinformationen, denen diese zugesandt werden, darauf hin, dass wir ihren Namen und ihre Anschrift ausschließlich zum Zweck der Erstellung des Adressaufklebers für den postalischen Versand maschinell gespeichert haben."*

---