

Ralf Tegtmeyer/Volkhard Gürtler (Hrsg.)

Forum

Gebäudemanagement an Hochschulen

Dokumentation

HIS: Forum Hochschule

11 | 2009

Impressum

Ralf Tegtmeier

Tel. (0511) 12 20 367

E-Mail: tegtmeier@his.de

Dr. Volkhard Gürtler

Tel. (05 11) 12 20 235

E-Mail: guertler@his.de

HIS Hochschul-Informationen-System GmbH

Goseriede 9 | 30159 Hannover | www.his.de

Dezember 2009

Vorwort

Eine Hochschule ohne Hörsäle und Seminarräume, eine Forschungseinrichtung ohne Labore und Werkstätten – undenkbar. Und doch erfährt das Gebäudemanagement erst in den letzten Jahren zunehmend den Stellenwert, den es für eine exzellente Lehre und Forschung einnimmt. Zu sehen ist es bei den Anstrengungen um die Sanierung und Modernisierung der Infrastruktur sowie den realisierten und in Planung befindlichen Neubauten. Daneben steigen auch die Erwartungen an das Gebäudemanagement und der hierfür verantwortlichen Verwaltung zusehends. Zu den Aufgaben dieser Organisationseinheiten zählt mittlerweile nicht nur die klassische Bewirtschaftung der Immobilien. Vielmehr sind neue Lösungswege für ein effizientes Liegenschaftsmanagement gefragt. In diesem Kontext gewinnen Aspekte wie Nachhaltigkeit und Lebenszyklusbetrachtungen genauso an Bedeutung, wie die konkrete Untersuchung von Energieeffizienzen und der adäquaten Reaktion auf Veränderungen im Gebäudemanagement und dabei insbesondere in der Organisationsentwicklung. Nur wer sich dieser Themen annimmt, wird für die eigene Hochschule oder Forschungseinrichtung auch zukünftig die besten Rahmenbedingungen für Forschung und Lehre schaffen können.

Diesen Veränderungsprozess zu begleiten, den Informationsaustausch zwischen den Hochschul- und Forschungseinrichtungen zu fördern sowie das bestehende Netzwerk zu pflegen und auszubauen sind wichtige Aufgaben, denen sich die HIS GmbH verbunden fühlt. Bestärkt durch die Resonanz auf das erste Forum Gebäudemanagement haben wir in diesem Jahr ein weiteres Forum organisiert und wieder großen Anklang gefunden. Schwerpunkte der Veranstaltung waren diesmal die Themen Energie sowie Veränderungen im Gebäudemanagement, für die wir verschiedene Fachreferenten gewinnen konnten. Mit Vorträgen zu alternativen Energieformen, DGNB-Gütesiegel, Benchmarking, Organisationsentwicklung und Personalbemessung dienten sie wieder als Basis für umfangreiche Diskussionen zwischen den Teilnehmenden und als Anregungen für die tägliche Arbeit an den Hochschulen und Forschungseinrichtungen.

Daneben hatten die Teilnehmenden im Rahmen von vier verschiedenen Arbeitsgruppen die Möglichkeit, unter einer thematisch gesetzten These miteinander zu diskutieren und Fragestellungen, Lösungen oder Handlungsempfehlungen untereinander auszutauschen.

Den ReferentInnen, die mit ihrem Vortrag zum Erfolg der Veranstaltung beigetragen haben, gilt unser Dank. In 15 informativen Fach- und Kurzvorträgen berichteten sie über interessante Problempunkte und Lösungsaspekte im Gebäudemanagement. Die Vortragsfolien werden auf den nachstehenden Seiten wiedergegeben, ergänzt um einen Kurztext der jeweiligen VerfasserInnen:

- **Frau Natalie Eßig** von der Technischen Universität München hat in ihrem Einführungsvortrag den Weg der Nachhaltigkeit und seiner Bedeutung unter dem Blickwinkel der internationalen Gebäudezertifizierung sowie des Deutschen Gütesiegels Nachhaltiges Bauen aufgezeigt.
- **Herr Stefan Plessner** stellte das bei der Technischen Universität Braunschweig angesiedelte Forschungsfeld der Energetischen Betriebsoptimierung bei Neu- und Bestandsbauten vor und erläuterte die dabei im Fokus stehenden Schwerpunkte Optimierung des Betriebes, innovative Systeme und Konzepte sowie Methoden und Werkzeuge zur Qualitätssicherung und Betriebsoptimierung.
- **Herr Peter Wickboldt** erläuterte den Nutzen und die Risiken der an der Universität Rostock realisierten Geothermieanlage sowie die für sie sprechenden wirtschaftlichen und ökologischen Gesichtspunkte.

- **Herr Dr. Roland Goslich** vom Institut für Solarenergieforschung sprach über das Potential bei der Nutzung von Solarenergie sowie die Möglichkeiten, den Wirkungsgrad und die Kosten beim Einsatz von Photovoltaik.
- **Herr Ralf-Dieter Person** berichtete über das Energieportal der HIS GmbH, das im Rahmen des Forschungsprojekt CHANGE entwickelt wurde.
- **Herr Andreas Klesse** erläuterte das Projekt CHANGE im Detail. Bei diesem Forschungsprojekt untersucht die Ruhr-Universität Bochum in Kooperation mit weiteren Forschungspartnern das energieeffiziente Verhalten am Arbeitsplatz Hochschule.
- **Herr Folke Meyer**, HIS GmbH, berichtete über die Ziele, Modelle und den aktuellen Stand der Entwicklung des Flächenmanagements an Hochschulen.
- **Herr Dr. Bernhard Hall** vom Vermögen und Bau Baden-Württemberg konnte mit seinem Vortrag verdeutlichen, wie die aktuellen Standardtexte des STL-Bau Gebäudeautomation (GAEB) zur rechtssicheren und herstellernerutralen Ausschreibung beitragen.
- **Frau Dr. Freia Steinmetz**, HIS GmbH, zeigte in ihrem Vortrag die möglichen Wege zum lebenszyklusorientierten Liegenschaftsmanagement an Hochschulen in Deutschland auf.
- **Frau Sina Domscheit**, HIS GmbH, berichtete über die Anforderungen bei der Einführung von CAFM-Systemen an Hochschulen.
- **Frau Anja Köhler** stellte aus ihren Erfahrungen dar, ob das Benchmarkingverfahren bei Hochschulen eher Strafe oder Chance ist und belegte dabei, warum sie an einem solchen Verfahren mit ihrer Hochschule, der Universität Frankfurt am Main, teilnimmt.
- **Herr Ralf Tegtmeier** und Herr Reiner Hausbeck erläuterten aus Sicht des Beraters (HIS GmbH) und der Hochschule (Universität Ulm), wie theoretisch und praktisch eine Hochschule bei einem Reorganisationsprozess einen Veränderungsprozess aktiv gestalten muss, um eine nachhaltige Anpassung zu erzielen.
- **Herr Ingo Holzkamm** stellte den von der HIS GmbH für eine Hochschule erarbeiteten Lösungsansatz für die Bemessung des Personalbedarfs für Baumaßnahmen von Hochschulliegenschaften zur Diskussion.
- **Herr Dr. Joachim Liers** von der Universität Mainz zeigte in seinem Vortrag die Vergleichbarkeit von Hochschulen vor dem Hintergrund unterschiedlicher Technisierungsgrade und wies die Sollaufwandsermittlungen im Technischen Gebäudemanagement sehr anschaulich nach.

Die Ergebnisse der verschiedenen Arbeitsgruppen wurden stichpunktartig erfasst und in einem abschließenden Kapitel in dieser Veröffentlichung festgehalten. Sie sollen neben der Dokumentation auch der weiteren Diskussion dienen.

Dr. Volkhard Gürtler
HIS Hochschul-Informations-System GmbH

I	Nachhaltigkeit im Gebäudemanagement – Vom Energieausweis zum Nachhaltigkeitszertifikat	3
1	Planungsinstrumente für nachhaltiges Bauen	3
2	Deutsches Gütesiegel Nachhaltiges Bauen	4
II	Energetische Betriebsoptimierung bei Neu- und Bestandsbauten.....	27
1	Erfolgreiche Energiekonzepte brauchen eine ganzheitliche Qualitätssicherung.....	27
2	Ergebnisse der Forschung	27
3	Das neue Forschungsfeld EnBop – Energetische Betriebsoptimierung.....	28
III	Einsatz alternativer Energieformen – Nutzen und Risiken für die Hochschule: Geothermianlage	49
1	Einleitung	49
2	Energetisches Nutzungskonzept der Universitäts- bibliothek	49
3	Auswertung des Betriebs.....	50
IV	Photovoltaik – Zukunftstechnologie aus Niedersachsen	69
1	Energiebedarf	69
2	Potenzial der Solarenergie	70
3	Photovoltaik – Strom aus Licht	70
4	Netzgekoppelte Photovoltaik-Anlagen.....	71
5	Fazit und Ausblick.....	71
V	Energie für Hochschulen – Das Energieportal von HIS	103
1	Warum ein Energieportal?	103
2	Initiator „Change“	103
3	Wo stehen wir und wie geht es weiter?	103
VI	change – Förderung energieeffizienten Verhaltens am Arbeitsplatz Hochschule	113
1	Hintergrund.....	113
2	Zwischenergebnisse.....	113
3	Perspektive.....	115
VII	Flächenmanagement in Hochschulen: Stand der Entwicklung	129
1	Definition.....	129
2	Hintergrund.....	129
3	Verlässliche Raumdaten	129
4	Ziele	130
5	Modelle zur Flächensteuerung	130
6	Grundkonzept der monetären Flächensteuerung	130
7	Umsetzung und Einführung.....	131

VIII GAEB STLB-Bau Gebäudeautomation – Wettbewerbs-neutrale Ausschreibung	139
IX Wege zum lebenszyklusorientierten Liegenschaftsmanagement	149
X Anforderungen an CAFM-Systeme in Hochschulen	163
1 Zielsetzung	163
2 Ergebnisse	163
3 Ausblick.....	164
XI Benchmarking: Strafe oder Chance?	171
XII Organisationsentwicklung – Nachhaltige Anpassung auf veränderte Bedingungen ...	183
XIII Personalbedarf für Baumaßnahmen von Hochschulliegenschaften	209
XIV Vergleichbarkeit unterschiedlich installierter Hochschulen und Aufwandsermittlungen im Technischen Gebäudemanagement	221
1 Einleitung	221
2 Sollaufwandsberechnung im technischen Gebäudemanagement.....	221
3 Abschätzung des Wiederbeschaffungswertes der Anlagen	222
4 Abschätzung des Aufwandes für den technischen Gebäudebetrieb.....	222
5 Anwendung in der Benchmarkuntersuchung	223
6 Fazit.....	223
XV Arbeitsgruppen	237
1 Betreiberverantwortung	237
2 Einsatz von CAFM-Systemen.....	238
3 Energiecontrolling und Energieausweis	240
4 Flächenmanagement	241

Nachhaltigkeit im Gebäudemanagement – Vom Energieausweis zum Nachhaltigkeitszertifikat

Natalie Eßig
Technische Universität München

I Nachhaltigkeit im Gebäudemanagement – Vom Energieausweis zum Nachhaltigkeitszertifikat

1 Planungsinstrumente für nachhaltiges Bauen

Auf internationaler Ebene existiert derzeit eine Vielzahl an Planungsinstrumenten zur Bewertung und Beschreibung der Nachhaltigkeit von Gebäuden. Einige Beispiele sind im Folgenden aufgeführt:

- Produktdeklarationen: Bauprodukte und -hilfsstoffe
- Elementkataloge: Bauteile (Funktionseinheiten) im eingebauten Zustand
- Ausschreibungshilfen: ökologische orientierte Leistungsbeschreibung
- Checklisten: für energiegerechtes, ökologisches Planen und Bauen
- Leitlinien: Formulierung von Zielen, Grundsätzen und Leitbildern (Beispiel: Leitfaden für nachhaltiges Bauen, BMVBS¹)
- Ganzheitliche Planungs- und Bewertungshilfsmittel (Tools): Interaktive Werkzeuge zur Entscheidungsfindung (Beispiel: LEGEP², GaBi³, Bauloop⁴ etc.)
- Energieausweis: Beschreibung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden.

Während die genannten Werkzeuge oft nur Teilaspekte der Nachhaltigkeit beurteilen, bündeln sogenannte Gebäudelabel und -zertifikate die hier aufgeführten Methoden zu einem ganzheitlichen Bewertungssystem und stellen somit eine umfassende Methode zur Beurteilung der Nachhaltigkeit von Gebäuden dar. Bereits in den 90er Jahren wurden das Zertifizierungssystem BREEAM (Building Research Establishment Assessment Method) des U.K. Green Building Council, der Pionier unter den Bewertungsmethoden aus Großbritannien, und die amerikanische Methode LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) des U.S. Green Building Council entwickelt. In Frankreich werden die Gebäude mit dem nationalen Label HQE (Haute Qualité Environnementale) der Association HQE zertifiziert, in Japan mit dem japanischen System CASBEE (Comprehensive Assessment System for Building Environment Efficiency) und in Australien mit Green Star oder NABERS (National Australian Built Environment Rating System). Die Liste solcher Zertifizierungsmethoden ist lang, dennoch bewerten die genannten Instrumente nur die Green-Building-Qualität der Gebäude, d. h. die ökologischen und energetischen Eigenschaften. Eine Bewertungsmethode der zweiten Generation stellt hingegen das Deutsche Gütesiegel Nachhaltiges Bauen (DGNB) mit seinem ganzheitlichen Zertifizierungsansatz dar, bei dem ökologische, ökonomische und soziokulturelle Nachhaltigkeitsaspekte eines Gebäudes in die Bewertung einfließen.

1 BMVBS: Bundesministerium für Verkehr-, Bau- und Stadtentwicklung

2 LEGEP: Programmwerkzeug für die lebenszyklusbezogene Planung und ökologisch-ökonomische Bewertung von Gebäuden

3 GaBi: Software-System zur Ökobilanzierung

4 Bauloop: Software-Tool zur Beurteilung der Umweltverträglichkeit und Wirtschaftlichkeit

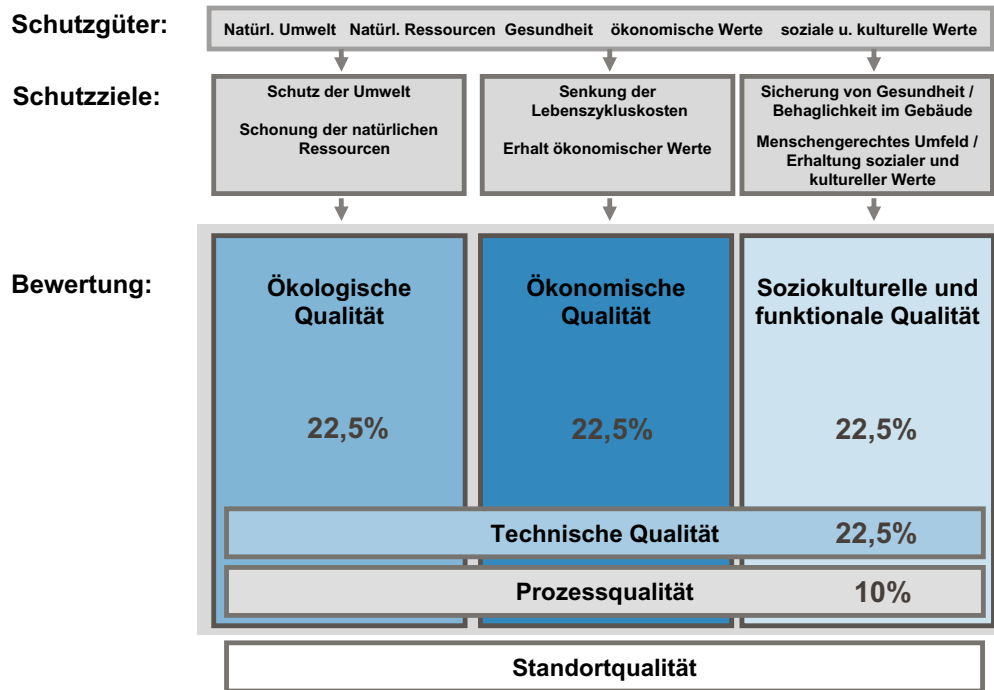
2 Deutsches Gütesiegel Nachhaltiges Bauen

Im Januar 2009 wurden auf der BAU 2009 in München die ersten Zertifikate des Deutschen Gütesiegel Nachhaltiges Bauen für Büro- und Verwaltungsbauten von Bundesbauminister Wolfgang Tiefensee und Prof. Dr. Werner Sobek, Präsident der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) vergeben. Mit dem Deutschen Gütesiegel, welches von der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) und dem Bundesministerium für Verkehr-, Bau- und Stadtentwicklung (BMVBS) entwickelt wurde, sind erstmalig deutschlandweit 28 Büro- und Verwaltungsgebäude mit dem Deutschen Nachhaltigkeitszertifikat ausgezeichnet worden. Hiervon erhielten 16 bereits fertig gestellte Gebäude das eigentliche Gütesiegel und 12 Bauten, die sich zur Zeit der Auszeichnung noch in der Planungsphase befanden, ein Vorzertifikat.

2.1 Struktur und Aufbau des DGNB Gütesiegels

Ziel des Deutschen Gütesiegels ist der Schutz allgemeiner Güter wie Umwelt, Ressourcen, Gesundheit, Ökonomie und kulturelle und soziale Aspekte. Aus diesen leiten sich die klassischen drei Dimensionen der Nachhaltigkeit ab – die ökologische, ökonomische soziokulturelle und funktionale Qualität des zu bewertenden Gebäudes. Darüber hinaus sind die technische Qualität und die Prozessqualität zu betrachten, die als sogenannte „Querschnittsqualitäten“ Einfluss auf alle Teilaspekte des nachhaltigen Bauens haben. Folglich beurteilt das DGNB Gütesiegel im Gegensatz zu herkömmlichen Zertifizierungsmethoden nicht nur vorrangig die energetische und ökologische Gebäudequalität, sondern baut auf den Erfahrungen der Vorgänger auf und schließt den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes mit ein. Die Standortqualität – als sechster Aspekt – eines Gebäudes wird getrennt von den fünf Kategorien der Objektqualität bewertet. Die Beurteilung des Standorts fließt nicht in die Gesamtbewertung des Gebäudes ein, da der Standort durch das Gebäude an für sich nur eingeschränkt beeinflussbar ist.

Abb. 01 Aufbau und Aspekte des Deutschen Gütesiegels Nachhaltiges Bauen und die Gewichtung der Kategorien



Die fünf Teilaspekte der Objektbewertung werden jeweils getrennt bewertet und mit festgelegter Gewichtung zu einer Gesamtnote verrechnet. Diese Vorgehensweise bietet die Möglichkeit, die Nachhaltigkeitskategorien in ein oder mehreren Teilbereichen gesondert darzustellen und im Gegensatz zur Punktebewertung der amerikanischen LEED-Methode unterschiedliche Wertigkeiten zwischen den einzelnen Nachhaltigkeitsaspekten zu erzeugen. Hierbei gehen die ökologische, die ökonomische, die soziokulturelle und funktionale wie auch die technische Qualität mit einer Gewichtung von jeweils 22,5 % in die Gesamtbewertung ein. Die Prozessqualität wird mit 10 % gewichtet.

2.2 Entwicklung des Deutschen Gütesiegel Nachhaltiges Bauen

Aufbauend auf den Ergebnissen des Runden Tisches Nachhaltiges Bauen des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS), auf aktuellen internationalen und europäischen Normungsarbeiten⁵ zur Nachhaltigkeit und auf Qualitäts- und Gütezertifizierungen für Bauprodukte und Umweltdeklarationen⁶ wurde seit Mitte 2007 intensiv an den Grundlagen für das Deutsche Gütesiegel Nachhaltiges Bauen gearbeitet. Hierzu wurde im Juni 2007 die Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB)⁷ mit dem Hauptsitz in Stuttgart gegründet, um das Gütesiegel aktiv voranzubringen. Derzeit zählt die DGNB mehr als 500 Mitglieder, die die gesamte Bau- und Immobilienwirtschaft widerspiegeln: von Planungsbüros, über Hochschul- und Forschungsinsti-

⁵ International: ISO TC 59 SC 17: Sustainability in Building Construction
Europa: CEN/ TC 350: Sustainability of construction works (derzeit beide noch in Entwicklung)

⁶ auf Basis der internationalen Norm ISO 14025

⁷ www.dgnb.de

tutionen bis hin zur ausführenden Bauindustrie, Kammern und Verbänden. Nach Bündelung der Ergebnisse stand im September 2008 das Bewertungsgerüst mit insgesamt 63 Nachhaltigkeitskriterien für die erste Pilotphase zur Zertifizierung von Büro- und Verwaltungsneubauten zur Verfügung. Im Rahmen der Pilotzertifizierung konnten 49 dieser 63 Kriterien bewertet werden, die restlichen 14 wurden auf Grund von Forschungsbedarf vorerst zurückgestellt. Die zweite Pilotphase für die Systemvariante „Neubau Büro- und Verwaltungsgebäude, Version 2008“ ist seit März diesen Jahres im Gange. Auf der Consense 2009⁸ am 23. und 24. Juni in Stuttgart, wurden weitere Zertifikate für Büroneubauten überreicht. Nach erfolgreichem Abschluss und Evaluation dieser weiteren Phase wird die endgültige Variante für Büro- und Verwaltungsbauten diese Jahre auf den Markt kommen. Weitere Systemvarianten für Industrie-, Einzelhandels- und Wohngebäude, Kindergärten und Schulen, als auch für den internationalen Einsatz sollen sowohl für den Bestand als auch für den Neubau folgen. Hierzu haben sich bereits verschiedene Arbeits- und Experten-gruppen aus Vertretern der Bau- und Immobilienwirtschaft gebildet und arbeiten an Versionen für verschiedene Gebäudetypologien.

Abb. 02 Eines der ersten Pilotprojekte: Zentrum für Umweltbewusstes Bauen in Kassel: Auszeichnung mit dem Silber-Zertifikat, DGNB Auditor: Natalie Eßig

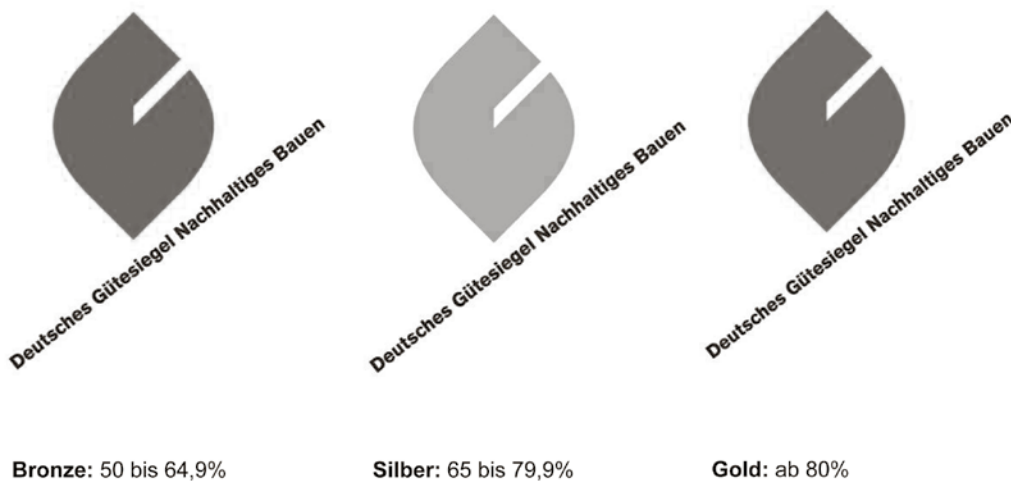


⁸ jährlicher Kongress mit Fachausstellung der DGNB

2.3 DGNB Auditor

Für die eigentliche Zertifizierung eines Gebäudes müssen vom Bauherren, Investor, Planer und Fachplaner die benötigten Eingangsdaten zur Verfügung gestellt werden. Auf Basis der Bewertungsregeln des Deutschen Gütesiegels Nachhaltiges Bauen und einheitlicher Datengrundlagen, die über das Internetportal Nachhaltiges Bauen⁹ des BMVBS abrufbar sind, wird von einem entsprechend ausgebildeten Zertifizierer, dem sogenannten DGNB Auditor, das Gebäude dokumentiert und bewertet. Diesem sind Noten zugeordnet, die dann wiederum einer Bronze, Silber- oder Gold-Auszeichnung entsprechen.

Abb. 03 Abstufung der Zertifikate des Deutschen Gütesiegels Nachhaltiges Bauen in Bronze, Silber und Gold



2.4 Vorteile des Systems

Zu den Besonderheiten des DGNB Systems gehört, dass es auf den Erfahrungen bestehender internationaler Bewertungssysteme aufbaut, bereits existierende Planungsinstrumente, wie Ökobilanzierungen, thermische Simulationen oder Berechnungen nach DIN V 18599 mit einbezieht und auch den Lebenszyklusgedanken eines Bauwerks mit integriert, d. h. neben den Phasen der Planung auch die Nutzung und den Abriss eines Gebäudes mit einbezieht. Als durchschnittliche Lebensdauer wurde für die Pilotzertifizierung ein Lebenszyklus von 50 Jahren gewählt. Mit dem Deutschen Nachhaltigkeitszertifikat wurde somit kein weiteres neues Werkzeug entwickelt, sondern eine Methode geschaffen, die die bestehenden nationalen Planungs- und Bewertungsinstrumente für nachhaltiges Bauen in 63 Nachhaltigkeitskriterien bündelt und auf bestehenden Normen und Gesetzgebungen aufbaut.

⁹ www.nachhaltigesbauen.de

Literatur:

HEGGER, M. et al: Energie Atlas, Nachhaltige Architektur; München; 2007

GERTIS, K. et al: Was bedeutet „Platin“? Zur Entwicklung von Nachhaltigkeitsbewertungsverfahren; in Bauphysik, Ausgabe 4, August 2008; S. 244-255

www.dgnb.de; 17.04.2009

www.nachhaltigesbauen.de; 16.04.2009

www.ökobaudat.de; 17.04.2009



Nachhaltigkeit im Gebäudemanagement

Vom Energieausweis zum Nachhaltigkeitszertifikat

Dipl.-Ing. Natalie Eßig

Forum Gebäudemanagement
HIS Hochschul-Informationssystem GmbH
18. und 19. März 2009, Hannover

Fraunhofer
Institut
Bauphysik

TUM
Technische Universität München

Planungsinstrumente und -ziele – Wegweiser der Nachhaltigkeit?



Planungsinstrumente zur Bewertung

- **Produktdeklarationen:** Bauprodukte und –hilfsstoffe

Beispiele:

- **Blauer Engel, 1977**
- „natureplus“
- ...



Planungsinstrumente zur Bewertung

- **Produktdeklarationen:** Bauprodukte und -hilfsstoffe
- **Elementkataloge:** Bauteile/ Funktionseinheiten im eingebauten Zustand zur Bauteiloptimierung (Energieeinsparung etc.)

Beispiel:

- **SIA D 0123** (Schweizer Verband für Ingenieure und Architekten)
- **Regeldetails**
- ...

Planungsinstrumente zur Bewertung

- **Produktdeklarationen:** Bauprodukte und -hilfstoffe
- **Elementkataloge:** Bauteile (Funktionseinheiten) im eingebauten Zustand
- **Ausschreibungshilfen:** Ökologische orientierte Leistungsbeschreibung

Beispiel:

- **WECOBIS/ WINGIS** (Deu)
- **ECO-DEVIS** (Schweiz)

Planungsinstrumente zur Bewertung

- **Produktdeklarationen:** Bauprodukte und -hilfstoffe
- **Elementkataloge:** Bauteile (Funktionseinheiten) im eingebauten Zustand
- **Ausschreibungshilfen:** Ökologische orientierte Leistungsbeschreibung
- **Checklisten:** z.B. für energiegerechtes, ökologisches Planen und Bauen

Beispiel:

- **Schweizerisches Bundesamt für Energiewirtschaft**

Planungsinstrumente zur Bewertung

- **Produktdeklarationen:** Bauprodukte und -hilfstoffe
- **Elementkataloge:** Bauteile (Funktionseinheiten) im eingebauten Zustand
- **Ausschreibungshilfen:** Ökologische orientierte Leistungsbeschreibung
- **Checklisten**
- **Leitlinien:** Formulierung von Zielen, Grundsätzen und Leitbildern

Planungsinstrumente zur Bewertung

Leitfaden für Nachhaltiges Bauen (2001)



Planungsinstrumente zur Bewertung

- **Produktdeklarationen:** Bauprodukte und -hilfsstoffe
- **Elementkataloge:** Bauteile (Funktionseinheiten) im eingebauten Zustand
- **Ausschreibungshilfen:** Ökologische orientierte Leistungsbeschreibung
- **Checklisten**
- **Leitlinien:** Formulierung von Zielen, Grundsätzen und Leitbildern
- **Energieausweis:** Beschreibung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden

Planungsinstrumente zur Bewertung

Energieausweis (DIN V 18599)

ENERGIEAUSWEIS für Wohngebäude
gemäß den §§ 15 ff. Energieeinsparverordnung

Berechneter Energiebedarf des Gebäudes 2

Energiebedarf

Primärenergiebedarf $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ „Gesamtenergieeffizienz“

0 50 100 150 200 250 300 350 400 >400

Endenergiebedarf $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ CO₂-Emissionen * $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$

Nachweis der Einhaltung des § 3 oder § 9 Abs. 1 der EnEV (Vergleichswerte)

Minimale Standard
Gebäude-Wert $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ EnEV-Anforderungswert $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$

Bestmögliche Qualität des Gebäudes
Gebäude-Wert $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ EnEV-Anforderungswert $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$

Endenergiebedarf „Normverbrauch“

Energiezähler	Wärme	Wärmepumpe	Wärmegewinn	Gesamt in kWh/(m²·a)

Erneuerbare Energien

Einmaligkeit alternativer Energieversorgungssysteme nach § 5 EnEV vor Bestehen der EnEV

Erneuerbare Energiequellen werden genutzt für:

☐ Heizung ☐ Warmwasser ☐ Lüftung ☐ Kühlung

Lüftungskonzept

Die Lüftung erfolgt durch:

☐ Fensterlüftung ☐ Schächtlüftung

☐ Lüftungsmenge ohne Wärmerückgewinnung ☐ Lüftungsmenge mit Wärmerückgewinnung

Vergleichswerte Endenergiebedarf

0 50 100 150 200 250 300 350 400 >400

Erläuterungen zum Berechnungsverfahren

Das anerkannte Berechnungsverfahren ist durch die EnEV vorgegeben. Insbesondere wegen standardisierter Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch. Die angegebenen Bereiche und spezifische Werte nach der EnEV sind Qualitätsmerkmale Gebäudezustände.

* jeweilige Angabe: * EPH = Erdbebenhaushalt, EPH = Erdbebenhaushalt

ENERGIEAUSWEIS für Nichtwohngebäude
gemäß den §§ 15 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

Berechneter Energiebedarf des Gebäudes 2

Primärenergiebedarf „Gesamtenergieeffizienz“

Dieses Gebäude: $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ CO₂-Emissionen * $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$

0 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 >1000

EnEV-Anforderungswert $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ EnEV-Anforderungswert modernisierter Altbau (Vergleichswert)

Nachweis der Einhaltung des § 4 oder § 9 Abs. 1 der EnEV

Bestmögliche Qualität des Gebäudes
Gebäude-Wert $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ EnEV-Anforderungswert $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$

Endenergiebedarf

Energiezähler	Heizung	Wärmepumpe	Wärmegewinn	Gesamt in kWh/(m²·a)

Aufteilung Energiebedarf

Nachfrage	Heizung	Wärmepumpe	Wärmegewinn	Gesamt in kWh/(m²·a)

Sonstige Angaben

Einmaligkeit alternativer Energieversorgungssysteme

Nach § 5 EnEV vor Bestehen der EnEV

Alternatives Energieversorgungssysteme werden genutzt für:

☐ Heizung ☐ Warmwasser ☐ Lüftung ☐ Kühlung

Gebäudezonen

Nr.	Zone	Fläche (m²)	Art (m²)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

Erläuterungen zum Berechnungsverfahren

Das anerkannte Berechnungsverfahren ist durch die EnEV vorgegeben. Insbesondere wegen standardisierter Randbedingungen erlauben die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch. Die angegebenen Bereiche und spezifische Werte nach der EnEV sind Qualitätsmerkmale Gebäudezustände. Die angegebenen Bereiche und spezifischen Angaben der EnEV sind nur im Falle des Neubaus und der Modernisierung nach § 9 Abs. 1 EnEV bindend.

* jeweilige Angabe

* nur in Fällen des Neubaus und der Modernisierung auszufüllen

Planungsinstrumente zur Bewertung

- **Produktdeklarationen:** Bauprodukte und -hilfstoffe
- **Elementkataloge:** Bauteile (Funktionseinheiten) im eingebauten Zustand
- **Ausschreibungshilfen:** Ökologische orientierte Leistungsbeschreibung
- **Checklisten**
- **Leitlinien:** Formulierung von Zielen, Grundsätzen und Leitbildern
- **Energieausweis:** Beschreibung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden
- **Ganzheitliche Planungs- und Bewertungshilfsmittel (Tool):** Interaktive Werkzeuge zur Entscheidungsfindung

Beispiele: LEGEP, OGIP, GABI

Ökobaudat: www.nachhaltigesbauen.de

Planungsinstrumente zur Bewertung

Ökobilanzierung: Zentrum für Umweltbewußtes Bauen, Kassel

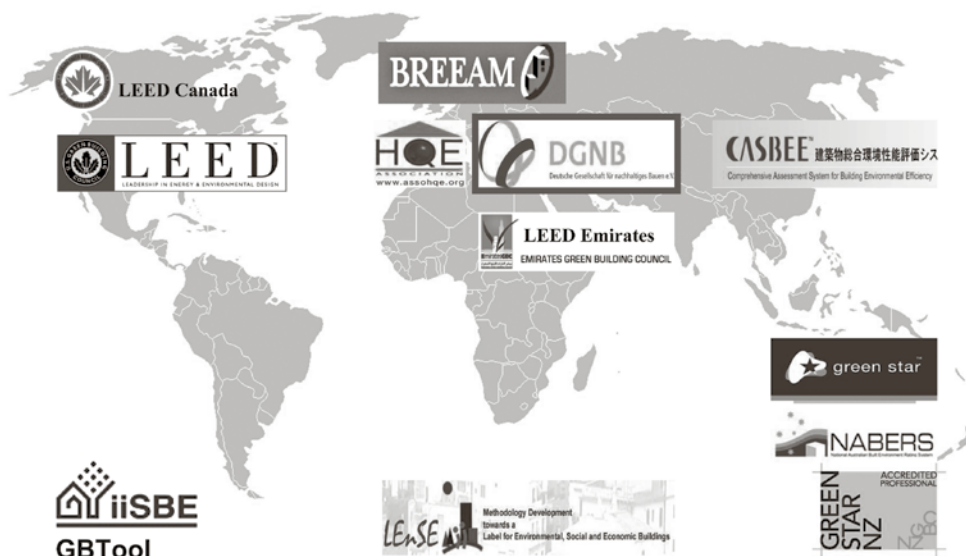
Kategorie	Einheit	ZUB gesamt	Bezug pro Jahr und qm	Zielwert (DGNB) Referenzgebäude
GWP Treibhauspotential	[kg CO ₂ -Equiv./m ² *a]	2.356 385,19	29,93	26,06
ODP Ozonabbaupotential	[kg R11-Equiv./m ² *a]	0,1435242	0,0000018	- *
AP Versauerungspotential	[kg SO ₂ -Equiv./m ² *a]	4 637,72	0,059	0,077
EP Eutrophierungspotential	[kg PO ₄ ³⁻ -Equiv./m ² *a]	1103,91	0,014	0,049
POCP Photochemisches Oxidantienbildungspotential	[kg C ₂ H ₄ -Equiv./m ² *a]	448,59	0,0057	- *
PE_{gesamt} Primärenergiebedarf gesamt	[MJ/m ² *a] kWh	31.593 367,19	(364,82) 111,47	128,37
PE_e Primärenergiebedarf erneuerbar	[MJ/m ² *a] kWh	1.431 179,53	(16,53) 4,59	- *
PE_{ne} Primärenergiebedarf nicht erneuerbar	[MJ/m ² *a] kWh	30.162 187,65	(348,29) 106,42	- *

* Zielwert in der Pilotphase noch nicht definiert

Planungsinstrumente zur Bewertung

- **Produktdeklarationen:** Bauprodukte und -hilfstoffe
- **Elementkataloge:** Bauteile (Funktionseinheiten) im eingebauten Zustand
- **Ausschreibungshilfen:** Ökologische orientierte Leistungsbeschreibung
- **Checklisten**
- **Leitlinien:** Formulierung von Zielen, Grundsätzen und Leitbildern
- **Energieausweis:** Beschreibung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden
- **Ganzheitliche Planungs- und Bewertungshilfsmittel (Tool):** Interaktive Werkzeuge zur Entscheidungsfindung
- **Gebäudelabel, -evaluationen bzw. -zertifikate:** Gebäudebewertung

Methoden zur Bewertung der nachhaltigen Gebäudequalität - International



Geschichte des Deutschen Gütesiegels Nachhaltiges Bauen (DGNB)

2001	Runder Tisch Nachhaltiges Bauen
2001	Leitfaden „Nachhaltiges Bauen“ BMVBS
...	
2007	
Januar	Version 1 der „DGNB Roadmap“,
Juni	Gründungsveranstaltung DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen)
seit August	Arbeit an „Best Practice“ und Zertifizierung mit DGNB-Mitgliedern und dem BMVBS
2008	
Februar	Mitgliedschaft im World Green Building Council
Juni	DGNB Kongress Consense
September	Start Pilotzertifizierungen und Auditorenausbildung
2009	
Januar	Vergabe der ersten Zertifikate, BAU 2009
März	Entwicklung von neuen Zertifizierungsversionen



Informationen DGNB



Bronze: 50 bis 64,9%

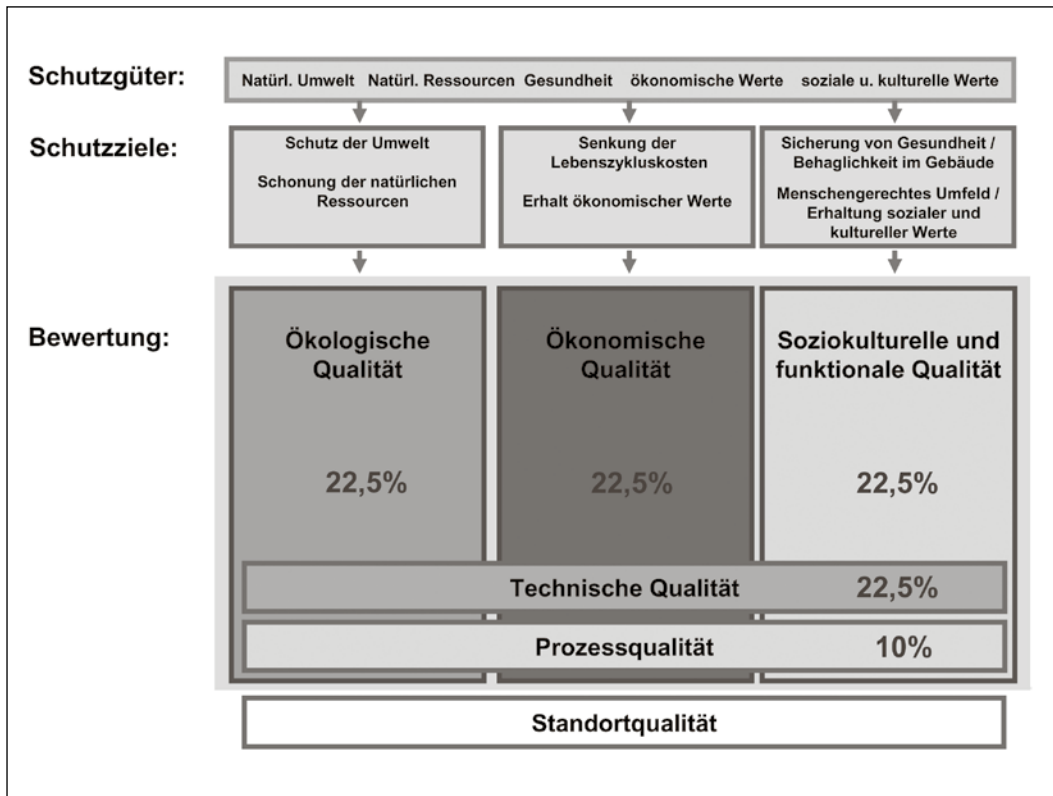


Silber: 65 bis 79,9%



Gold: ab 80%

Kontakt und Informationen: www.nachhaltigesbauen.de
www.dgnb.de



Ökologische Qualität

Ökologische Qualität	Wirkungen auf globale und lokale Umwelt	1	Treibhauspotential (GWP)
		2	Ozonschichtzerörungspotential (ODP)
		3	Ozonbildungspotential (POCP)
		4	Versauerungspotential (AP)
		5	Überdüngungspotential (EUT)
		6	Risiken für lokale Umwelt
		7	Sonstige Wirkungen auf die lokale Umwelt
		8	Sonstige Wirkungen auf die globale Umwelt
		9	Mikroklima
	Ressourcen-inanspruch-nahme und Abfall-aufkommen	10	Primärenergiebedarf nicht erneuerbar (PE_{ne})
		11	Primärenergiebedarf erneuerbar (PE_e)
		12	Sonstiger Verbrauch nicht erneuerbarer Ressourcen
		13	Abfall nach Abfallkategorien
		14	Frischwasserverbrauch Nutzungsphase
		15	Flächeninanspruchnahme

Ökonomische Qualität

Ökonomische Qualität	Lebenszykluskosten	16	Gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus
	Wertentwicklung	17	Wertstabilität

Soziokulturelle und funktionale Qualität

Soziokulturelle und funktionale Qualität	Gesundheit, Behaglichkeit und Nutzerzufriedenheit	18	Thermischer Komfort im Winter
		19	Thermischer Komfort im Sommer
		20	Innenraumlufthausqualität
		21	Akustischer Komfort
		22	Visueller Komfort
		23	Einflußnahme des Nutzers
		24	Gebäudebezogene Außenraumqualität
		25	Sicherheit und Störfallrisiken
	Funktionalität	26	Barrierefreiheit
		27	Flächeneffizienz
		28	Umnutzungsfähigkeit
		29	Öffentliche Zugänglichkeit
		30	Fahrradkomfort
	Gestalterische Qualität	31	Sicherung der gestalterischen und städtebaulichen Qualität im Wettbewerb
		32	Kunst am Bau

Technische Qualität

Technische Qualität	Qualität der technischen Ausführung	33	Brandschutz
		34	Schallschutz
		35	Thermische und feuchteschutztechnische Qualität der Gebäudehülle
		36	Backupfähigkeit der TGA
		37	Bedienbarkeit der TGA
		38	Ausstattungsqualität der TGA
		39	Dauerhaftigkeit / Anpassung der gewählten Bauprodukte, Systeme und Konstruktionen an die geplante Nutzungsdauer
		40	Reinigungs- und Instandhaltungsfreundlichkeit der Baukonstruktion
		41	Widerstandsfähigkeit gegen Hagel, Sturm und Hochwasser
		42	Rückbaubarkeit, Recyclingfreundlichkeit

Prozessqualität

Prozessqualität	Qualität der Planung	43	Qualität der Vorplanung
		44	Partizipation
		45	Konzepte und Nachweise
		46	Durchführung von Variantenvergleichen
		47	Integrale Planung
		48	Ausschreibung / Vergabe
		49	Dokumentation
	Qualität der Bauausführung	50	Baustelle / Bauprozess
		51	Dokumentation des Bauprozesses
		52	Messung zur Qualitätskontrolle
		53	Geordnete Inbetriebnahme
	Qualität der Bewirtschaftung	54	Controlling
		55	Management
		56	Systematische Inspektion, Wartung und Instandhaltung
		57	Qualifikation des Betriebspersonals

Standortqualität

Standortqualität		58	Risiken am Mikrostandort
		59	Verhältnisse am Mikrostandort
		60	Image und Zustand von Standort und Quartier
		61	Verkehrsanbindung
		62	Nähe zu nutzungsrelevanten Objekten und Einrichtungen
		63	Anliegende Medien / Erschließung
		64	Planungsrechtliche Situation
		65	Erweiterungsmöglichkeiten / Reserven

Gewichtung der Kriterien für bestimmte Gebäudetypologien

Hauptkriteriengruppe	Kriteriengruppe	Ausschluss Kriterium	Nr.	Kriterium	Einfluss des Einzelkriteriums auf die Gesamtnote	An = 1 Aus = 0	Bedeutungsfaktor	Gewichtung der Hauptkriterien für die Gesamtnote
Ökologische Qualität	Wirkungen auf die globale und lokale Umwelt	X	1	Treibhauspotenzial	2,93%	1	3	22,5%
		X	2	Ozonschichtzerstörungspotenzial	0,98%	1	1	
		X	3	Ozonbildungspotenzial	0,98%	1	1	
		X	4	Versauerungspotenzial	0,98%	1	1	
		X	5	Überdüngungspotenzial	0,98%	1	1	
		X	6	Risiken für die lokale Umwelt	2,93%	1	3	
			7	Sonstige Wirkungen auf die lokale Umwelt	0,00%	0		
		X	8	Sonstige Wirkungen auf die globale Umwelt	0,98%	1	1	
		-	9	Mikroklima	1,96%	1	2	
	Ressourceninanspruchnahme und Abfallaufkommen	X	10	Gesamtprimärenergiebedarf	2,93%	1	3	
		X	11	Anteil erneuerbarer Energie	1,96%	1	2	
			12	Sonstiger Verbrauch nicht erneuerbarer	0,00%	0		
		X	13	Abfall nach Abfallkategorien	0,98%	1	1	
		X	14	Frischwasserverbrauch Nutzungsphase	1,96%	1	2	
		X	15	Flächeninanspruchnahme	1,96%	1	2	
Ökonomische Qualität	Lebenszykluskosten	-	16	gebäudebezogene Kosten im Lebenszyklus	13,50%	1	3	22,5%
	Wertentwicklung	X	17	Wertstabilität	9,00%	1	2	

ZUB Kassel – Zentrum für Umweltbewusstes Bauen
Gütesiegel in Silber



» Das Gebäude schließt mittels einer „Lichtfuge“ an die Brandwand eines bestehenden Backsteingebäudes aus dem 19. Jahrhundert an. Proportion und Größe des Neubaus orientieren sich am Bestand und ergänzen ihn durch ein modernes Gegenüber. Eine nahezu verschattungsfreie Südausrichtung wird durch die Lage des Grundstücks ermöglicht und unterstützt das energetische Planungsziel der natürlichen Belichtung und des minimalen Energieverbrauchs. «



DGNB
Deutsche Gesellschaft für nachhaltiges Bauen e.V.



Bauherr
Zentrum für Umweltbewusstes Bauen e.V.
Kassel

Architekt
Arbeitsgemeinschaft ZUB
Jourdan & Müller PAS und Seddig Architekten
Frankfurt und Kassel

Fachplaner
Bauphysik
IB Hauser, Kassel

TGA
Arbeitsgemeinschaft IB Hausladen & IB Springl
Ingolstadt

Baujahr
2001

Bruttogeschossfläche
2.293 m²

Auditor
Dipl.-Ing. Natalie Eßig
TU München
Lehrstuhl für Bauphysik

Objektbewertung 1,93
Ökologische Qualität 1,93
Ökonomische Qualität 1,03
Soziokulturelle und Funktionale Qualität 3,41
Technische Qualität 1,95
Prozessqualität 2,39

Standortbewertung 1,68

Ergebnis ZUB

Objektbewertung: 1,93

Ökologische Qualität: 1,93

Ökonomische Qualität: 1,03

Soziokulturelle Qualität: 3,41

Technische Qualität: 1,95

Prozessqualität: 2,39

Standortbewertung: 1,68



Pilotprojekt ZUB – Kriterium SB 35**SB 35: Energetische und feuchteschutztechnische Qualität der Gebäudehülle**

- **Indikator 1:** Mittlere Wärmedurchgangskoeffizienten \bar{U}
- **Indikator 2:** Wärmebrückenzuschlag ΔU_{WB}
- **Indikator 3:** Fugendurchlässigkeit a
(in der Pilotphase zurückgestellt)
- **Indikator 4:** Tauwassermenge innerhalb der Konstruktion m
- **Indikator 5:** Luftwechselrate (bei einer Druckdifferenz von 50 Pa) n_{50}

Pilotprojekt ZUB – Kriterium SB 35**SB 35: Energetische und feuchteschutztechnische Qualität der Gebäudehülle****Indikator 1: Mittlere Wärmedurchgangskoeffizienten \bar{U}**

	Bauteil	Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten, bezogen auf den Mittelwert der jeweiligen Bauteile			
		Grenzwert	Referenzwert	Teilziel	Zielwert
1	Opake Außenbauteile, soweit nicht in den Bauteilen 3 und 4 enthalten	0,45	$\bar{U} = 0,35$ W / (m ² ·K)	0,30	0,30
2	Transparente Außenbauteile, soweit nicht in den Bauteilen 3 und 4 enthalten	2,2	$\bar{U} = 1,90$ W / (m ² ·K)	1,70	1,60
3	Vorhangfassade	2,2	$\bar{U} = 1,90$ W / (m ² ·K)	1,70	1,60
4	Glasdächer, Lichtbänder, Lichtkuppeln	3,1	$\bar{U} = 3,1$ W / (m ² ·K)	2,80	2,60
Skala		1	10	15	20

Pilotprojekt ZUB – Kriterium SB 35**Indikator 1: Mittlere Wärmedurchgangskoeffizienten \bar{U}** **Nachweis über Rechnungen:**

1. Opake Außenbauteile:	0,15 W/m ² K	(0,30 W/m ² K)
2. Transparente Außenbauteile:	0,76 W/m ² K	(1,60 W/m ² K)
3. Vorhangfassade:	-	
4. <u>Glasdächer:</u>	<u>0,96 W/m²K</u>	<u>(2,60 W/m²K)</u>
Gesamt:	20 (von 20 Punkten)	

Nachhaltigkeitsbewertung - warum?

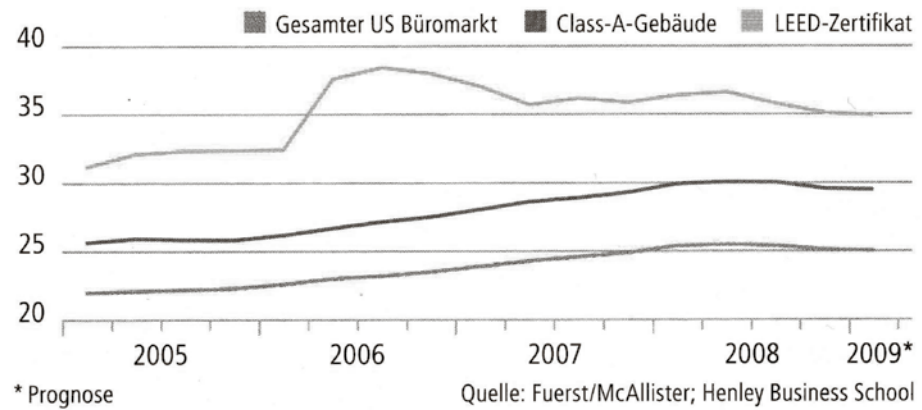
- Reduktion und Kontrolle der negativen Auswirkungen von Gebäuden auf die umgebende Umwelt
- Hilfsmittel zur Festlegung von nachhaltigen Planungszielen
- Sicherstellung der Vergleichbarkeit der Gebäudequalität
- Verbesserung der Transparenz des Planungsprozesses
- Gewährleistung der Umsetzung der nachhaltigen Gebäudequalität
- höhere Wettbewerbsfähigkeit von Gebäuden über deren gesamten Lebenszyklus



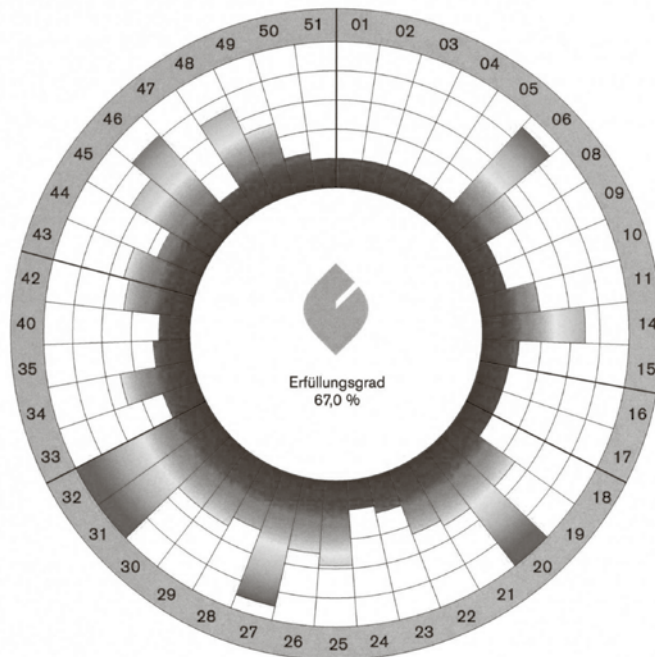
Nachhaltigkeitsbewertung - Vorteile?

Höhere Miete mit LEED-Siegel

Mietentwicklung von US-Bürogebäuden in Dollar/m²/Monat



DGNB Nachhaltigkeitsvektor: ZUB



Energetische Betriebsoptimierung bei Neu- und Bestandsbauten

Stefan Plessner, Prof. Dr. M. Norbert Fisch
Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig

II Energetische Betriebsoptimierung bei Neu- und Bestandsbauten

1 Erfolgreiche Energiekonzepte brauchen eine ganzheitliche Qualitätssicherung

Innovative energieeffiziente Gebäude setzen zunehmend auf integrale und komplexe Konzepte. Ziel ist eine hohe Energieeffizienz, ein guter Nutzerkomfort und – natürlich – eine hohe Wirtschaftlichkeit. Viele technische Möglichkeiten zur Erreichung dieser Ziele wurden insbesondere in Deutschland in den letzten 20 Jahren mit großem Erfolg entwickelt: Dämmstoffe und Verglasungen, Beleuchtungssysteme und Pumpen, solarthermische Anlagen und Wärmepumpen wurden deutlich verbessert. Simulationswerkzeuge bieten Möglichkeiten zur präzisen Planung von Gebäuden und die Gebäudeautomation schafft die Möglichkeiten, die komplexen Steuerungs- und Regelungskonzepte umzusetzen.

Aber die neuen Konzepte stellen uns auch vor neue Herausforderungen. Der Betrieb von Gebäuden wird schwieriger und selbst hocheffizient geplante Gebäude können durch falsches Verhalten der Nutzer, Fehler in der Gebäudeautomation oder unzureichendes Gebäudemanagement, ihre energetischen Ziele weit verfehlen. Deshalb ist die sorgfältige Einregulierung und ein Monitoring des Gebäudebetriebs für moderne Gebäude Pflicht.

2 Ergebnisse der Forschung

Das Institut für Gebäude- und Solartechnik (IGS) hat in den letzten Jahren zahlreiche Gebäude im Rahmen des Förderprogramms EnOB – Energieoptimiertes Bauen des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie im Betrieb – untersucht. Die Ergebnisse waren alarmierend: Die in den letzten 10 Jahren erbauten rund 30 Bürogebäude zeigten zahlreiche Defizite im Betrieb auf. Ein wichtiger Aspekt ist dabei die Gebäudeautomation. Oft geht in der Komplexität der Anlagen die Qualität zurück, so dass es zu Fehlsteuerungen kommt. Aus guten Konzepten in der Planung können so Energieverschwender im Betrieb werden. Bei den Anlagen, die im Forschungsprojekt WKSP untersucht werden, wurde z. B. festgestellt, dass die Hydraulik der Anlagen zur Wärme- und Kältespeicherung im Erdreich im Zusammenspiel mit fehlerhaften Regelungen zu signifikant erhöhten Energieverbräuchen führte, Komforteinbußen verursachte und einzelne Anlagen sogar abgeschaltet wurden.

Entgegen landläufiger Meinung konnte im Projekt EVA gezeigt werden, dass der Verglasungsanteil in Fassaden keineswegs der alleinige Grund für die sommerliche Überhitzung von Büroräumen ist. Vielmehr spielt offensichtlich das Verhalten der Nutzer bei der Bedienung des Sonnenschutzes und der Fensterlüftung eine große Rolle.

Bei einzelnen Gebäuden konnten Einsparpotenziale bis zu 30 % identifiziert werden mit Maßnahmen, die oft Amortisationszeiten von weniger als einem Jahr haben. Die Evaluierungsprojekte haben gezeigt, wie wichtig die Qualitätssicherung, eine kompetente Betriebsführung und ein rich-

tiges Nutzerverhalten sind. Im Rahmen des Forschungsfeldes EnOB wird deshalb für die Energetische Betriebsoptimierung ein eigener Schwerpunkt geschaffen: EnBop.

3 Das neue Forschungsfeld EnBop – Energetische Betriebsoptimierung

Die Erfahrungen aus den Evaluierungsprojekten werden in dem Forschungsbereich „Energetische Betriebsoptimierung“, kurz: EnBop vertieft. Das neue Forschungsfeld und die entsprechenden Einzelprojekte werden durch das Institut für Gebäude- und Solartechnik der Technischen Universität Braunschweig (IGS) koordiniert und projektübergreifend dokumentiert. Das IGS setzt dabei auf ein interdisziplinär besetztes Team aus Architektur, Fachplanung, Psychologie, Medizin, Immobilienwirtschaft und Informatik, um die unterschiedlichen Faktoren für einen optimierten Gebäudebetrieb evaluieren zu können.

Im Fokus der Forschung steht das Performance-Potenzial durch die Optimierung von Gebäuden im Betrieb. EnBop setzt damit den Forschungsschwerpunkt auf das aus dem angelsächsischen stammende „Commissioning“, das im wörtlichen Sinne soviel wie „Abnahme“ oder „Inbetriebnahme“ bedeutet, mittlerweile aber Maßnahmen im gesamten Lebenszyklus von Gebäuden zur kontinuierlichen Ziel- und Qualitätssicherung umfasst.

Im Rahmen der EnBop-Forschung werden innovative Komponenten, Systeme und Konzepte evaluiert. Wie gut also funktionieren die neuen Komponenten und Systeme wie automatisch gesteuerter Sonnenschutz, dezentrale Blockheizkraftwerke mit Kraft-Wärme-Kopplung oder thermisch aktive Bauteile? EnBop geht diesen Fragen auf den Grund.

Ein weiterer wichtiger Baustein von EnBop ist die Entwicklung neuer Methoden, Werkzeuge und Dienstleistungen zur funktionalen Qualitätssicherung und Betriebsoptimierung. Innovative Gebäude nutzen in zunehmendem Maße neue und komplexe Gebäudeautomationssysteme. Gleichzeitig steigen die Anforderungen an den Nutzerkomfort und die Verfügbarkeit. Um unter diesen Bedingungen einen energieeffizienten Betrieb zu ermöglichen, sind neue Methoden und Werkzeuge erforderlich, damit das Gebäudemanagement die technischen Anlagen optimal betreiben kann und Nutzer von individuellen Eingriffsmöglichkeiten profitieren. Neue Lehr- und Schulungskonzepte, Dienstleistungen und Servicemodelle können ihren Einsatz beschleunigen.



Um die Erfolge der Energetischen Betriebsoptimierung zu dokumentieren, werden die Wirtschaftlichkeit und Dauerhaftigkeit der Betriebsoptimierung am Beispiel von realen Gebäudeprojekten dokumentiert. Um die zu erwartenden Optimierungs- und Einspareffekte beurteilen zu können, muss die Gebäudeperformance genau ermittelt werden. Das Gebäude muss also auf den Prüfstand und zwar im laufenden Betrieb und kontinuierlich über mehrere Jahre.

EnBop sucht Investoren, Eigentümer, Betreiber und Nutzer, die ihr Gebäude in modellhaften Forschungsprojekten evaluieren und optimieren möchten oder die Effektivität ihrer Optimierungsmaßnahmen vergleichen wollen. Deshalb sucht die Forschung gezielt den Kontakt zur Gebäudewirtschaft, um mit beispielhaften Projekten neue Optimierungsmethoden und -werkzeuge zu erproben und die Optimierung des Gebäudebestands zu dokumentieren. Das IGS steht für Ihre Fragen zur Verfügung.



energydesign
braunschweig



HIS - Forum Gebäudemanagement
Hannover, 18./19.03.2009

**„Energetische Betriebsoptimierung
bei Neu- und Bestandsbauten“**

Dipl.- Ing. Architekt Stefan Plesser
Leiter der Arbeitsgruppe Energieeffiziente Nicht-Wohngebäude

Institut für Gebäude- und Solartechnik (IGS)
Prof. Dr.- Ing. M. Norbert Fisch
Fakultät Architektur, Bauen und Umwelt
Technische Universität Braunschweig

energydesign braunschweig GmbH

www.igs.bau.tu-bs.de www.energydesign-braunschweig.de






energydesign
braunschweig


Dipl.- Ing. Architekt Stefan Plesser

- **Leiter der Arbeitsgruppe Energieeffiziente Nicht-Wohngebäude am IGS – Institut für Gebäude- und Solartechnik**
- **Geschäftsführender Gesellschafter der energydesign braunschweig GmbH**

InnovationsVerbund
UNIV.-PROF. DR.-ING. M. NORBERT FISCH
Energiedesign • Bauphysik • Gebäudetechnik

Stuttgart • Braunschweig • Shanghai • Dubai

 Steinbeis- Transferzentrum EGS	 EGS-plan GmbH	 EGS-PV GmbH	 energydesign braunschweig GmbH	 energydesign asia GmbH	 Institut für Gebäude- und Solartechnik TU Braunschweig
---	---	---	---	---	---



www.igs.bau.tu-bs.de www.energydesign-braunschweig.de

IGS
energy design
Braunschweig

Innovationen für Energieeffiziente Gebäude

www.igs.bau.tu-bs.de

www.energydesign-braunschweig.de

IGS
energy design
Braunschweig

Planungswerkzeuge Gebäudeautomation

Planungswerkzeuge

Gebäudeautomation

Deckenleuchte ☒ AN

Leselampe ☒ AUS

Vitriner ☒ AUS

Vitriner ☒ AUS

10.11.2008 8 °C

11.11.2008 2 °C

12.11.2008 13 °C

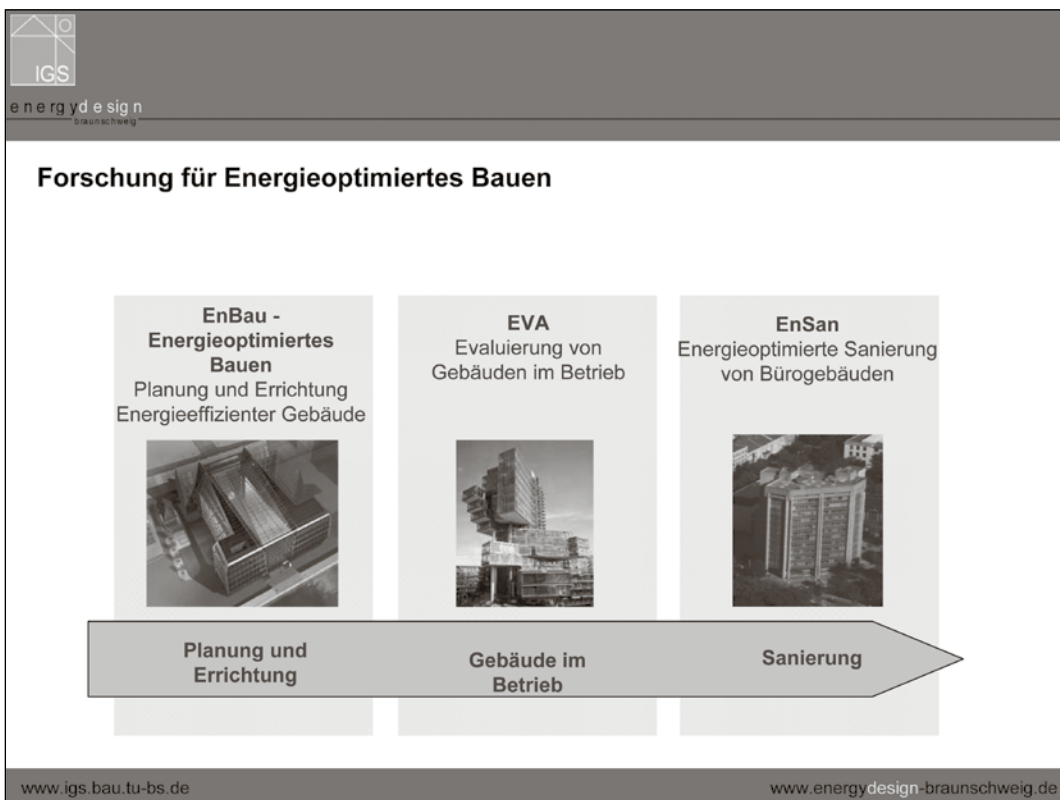
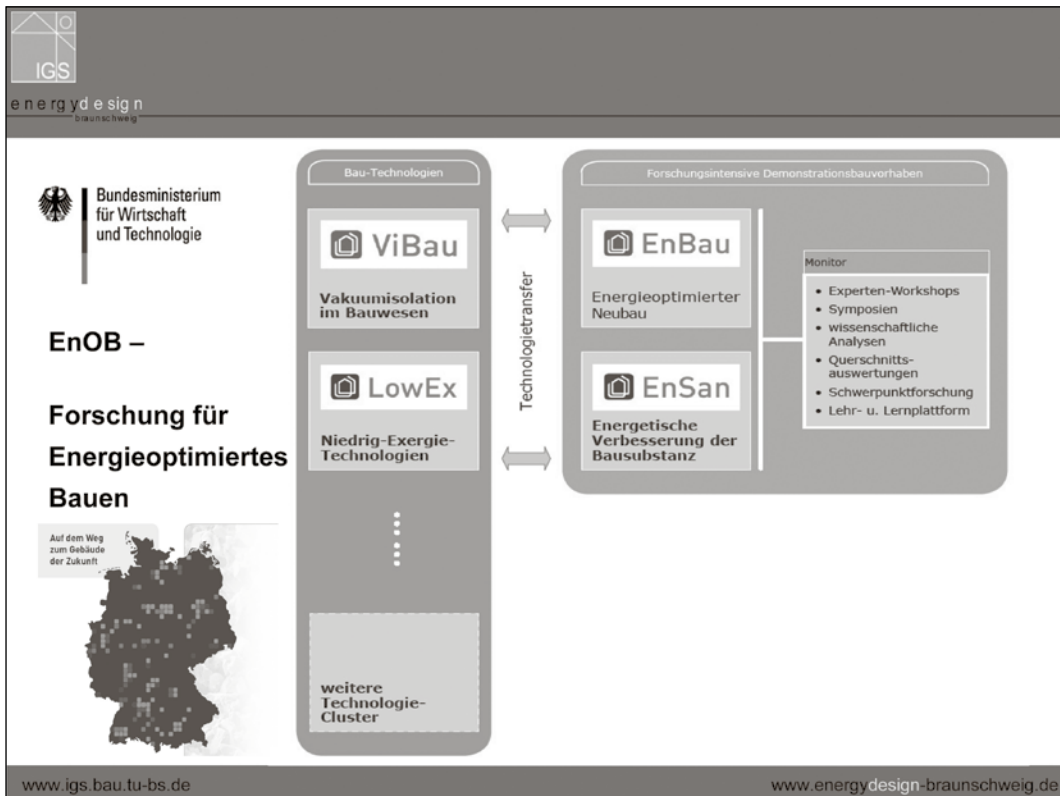
13.11.2008 -1 °C

14.11.2008 13 °C

15.11.2008 -1 °C

www.igs.bau.tu-bs.de

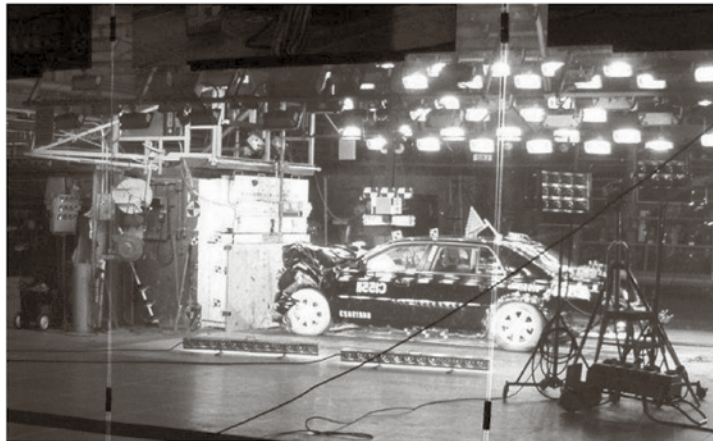
www.energydesign-braunschweig.de





energy design
braunschweig

Evaluierung von Energiekonzepten: Gebäude auf dem Prüfstand

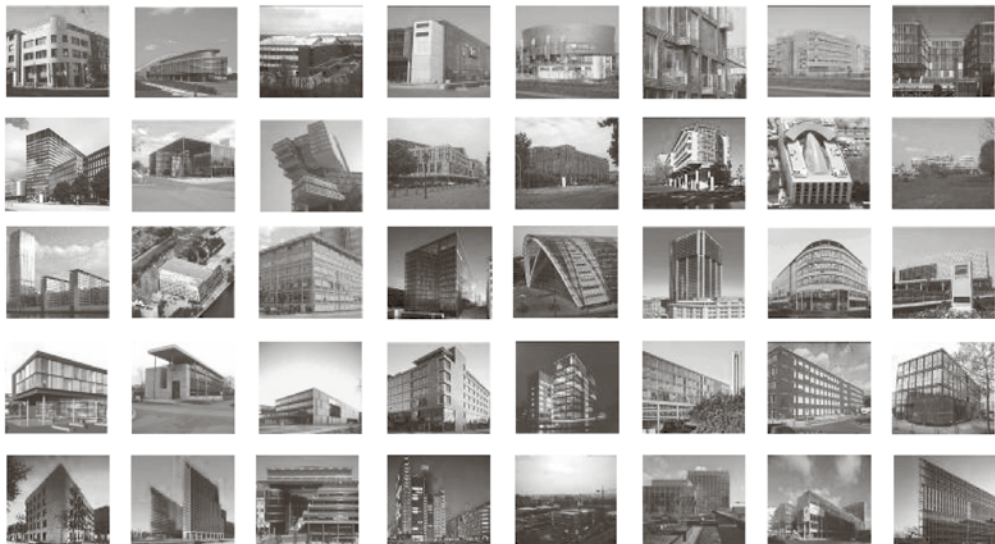


www.igs.bau.tu-bs.de

www.energydesign-braunschweig.de



energy design
braunschweig



www.igs.bau.tu-bs.de

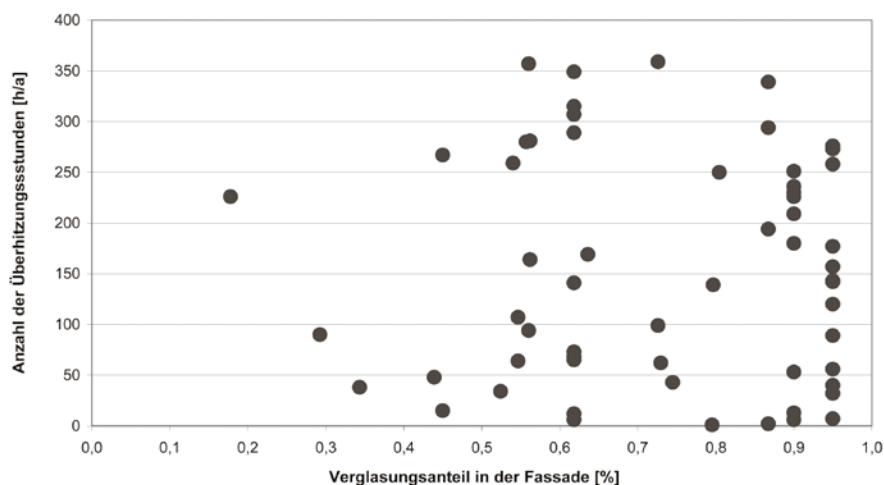
www.energydesign-braunschweig.de

Optimierungspotenzial im Betrieb

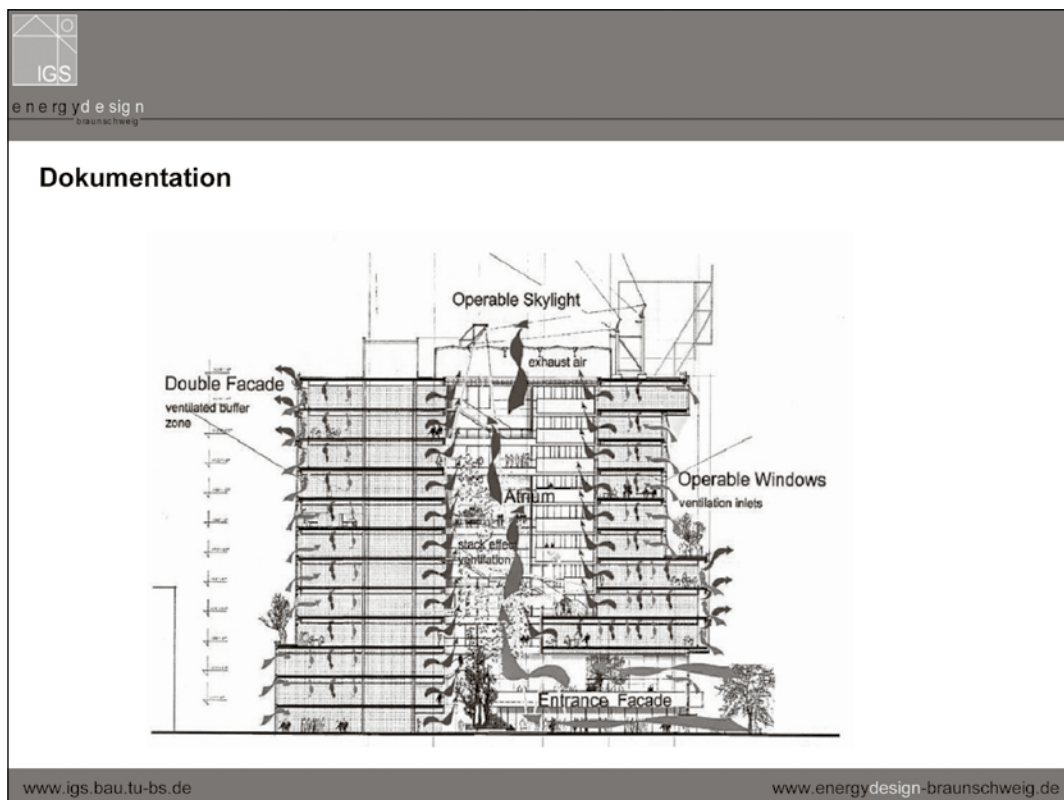
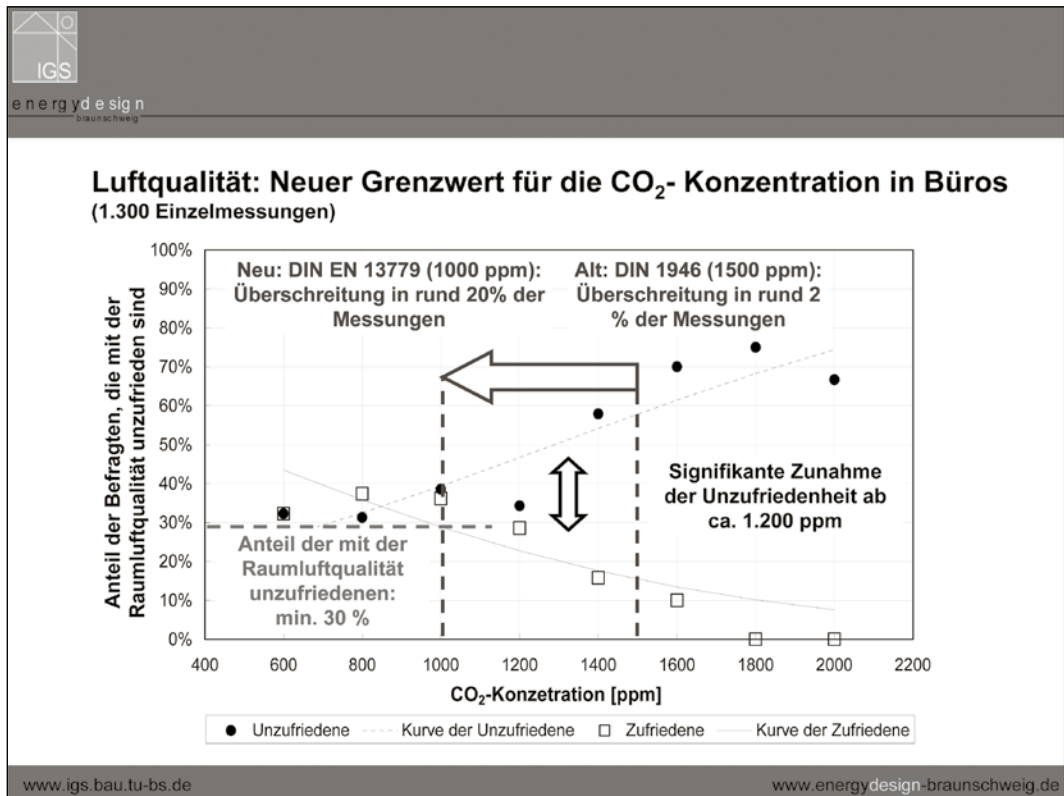


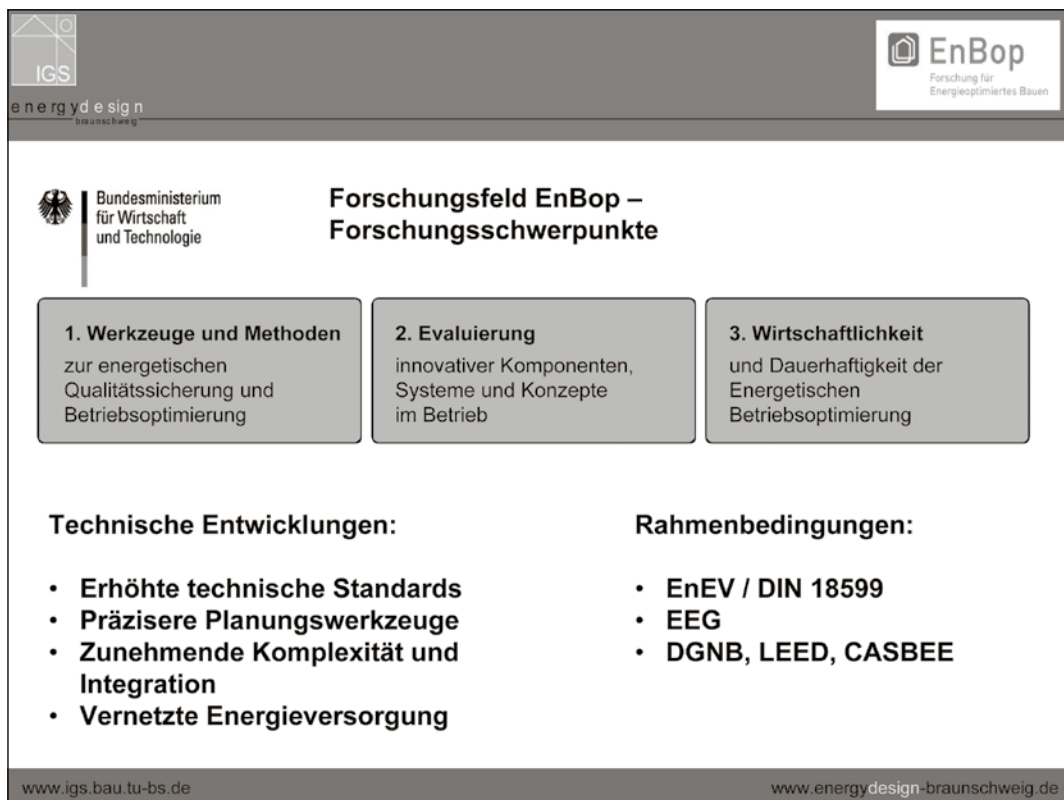
- Überhöhte Laufzeiten von Lüftungsanlagen
- Fehlerhafte Regelung von Ventilatoren
- Kühlen und Heizen gleichzeitig
- Fehlerhafte Anlagenergänzungen
- Fehlerhafte Hydraulik
- Keine Kalibrierung von Sensoren
- Überhöhte Beleuchtungsinstallationen
- Falsche Regelungsstrategien / Set-Points
- Unklare Dokumentation
- Mangelhafte Betriebsüberwachung
- ...


Anzahl der jährlichen Überhitzungsstunden* in 59 Büroräumen




* Stunden mit einer Raumtemperatur $T_{\text{Raum}} > 26^\circ\text{C}$
während der Nutzungszeit: Mo.-Fr., 8 - 18 Uhr (2.600 h/a)







energy design
braunschweig



EnBop
Forschung für
Energieoptimiertes Bauen

Evaluierung

Forschungsprojekte zur Evaluierung der Performance innovativer Technologien in der Praxis



Doppelfassaden



Wärme- und Kältespeicherung im Gründungsbereich


Dezentrale Lüftungsgeräte

www.igs.bau.tu-bs.de


www.energydesign-braunschweig.de



energy design
braunschweig



EnBop
Forschung für
Energieoptimiertes Bauen

Werkzeuge und Methoden:

Schnittstellen







www.igs.bau.tu-bs.de

www.energydesign-braunschweig.de



energy design
braunschweig



EnBop
Forschung für
Energieoptimiertes Bauen

Werkzeuge und Methoden: Information, Motivation, Kommunikation, Schulung



www.igs.bau.tu-bs.de
www.energydesign-braunschweig.de



energy design
braunschweig




EnBop
Forschung für
Energieoptimiertes Bauen


Werkzeuge und Methoden: Information, Motivation, Kommunikation, Schulung



www.igs.bau.tu-bs.de
www.energydesign-braunschweig.de



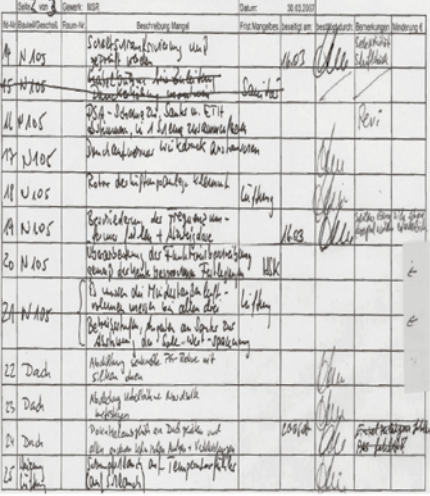
energy design
braunschweig

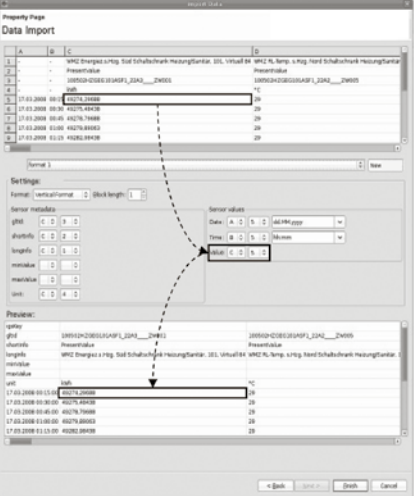


EnBop
Forschung für
Energieoptimiertes Bauen

Werkzeuge und Methoden:


Funktionale Dokumentation und Qualitätssicherung






www.igs.bau.tu-bs.de


www.energydesign-braunschweig.de



energy design
braunschweig



EnBop
Forschung für
Energieoptimiertes Bauen



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie

Forschungsfeld EnBop – Forschungsschwerpunkte

1. Werkzeuge und Methoden
zur energetischen
Qualitätssicherung und
Betriebsoptimierung

2. Evaluierung
innovativer Komponenten,
Systeme und Konzepte
im Betrieb


3. Wirtschaftlichkeit
und Dauerhaftigkeit der
Energetischen
Betriebsoptimierung

Zentrale EnBop- Fragen:


1. Welche neuen Werkzeuge, Methoden und Strategien brauchen wir?
2. Wie funktionieren neue Technologien?
3. Welche Maßnahmen haben das beste Nutzen/Kosten-Verhältnis?

www.igs.bau.tu-bs.de

www.energydesign-braunschweig.de



IGS
energy design
braunschweig



EnBop
Forschung für
Energieoptimiertes Bauen

Wirtschaftlichkeit:

Ziele in EnBop:

- Technisch-Wirtschaftliche Evaluierung von Maßnahmen
- Zusammenarbeit mit BKI und GEFMA
- Gerne in Zusammenarbeit mit den entsprechenden Gremien der HIS!


Angebot an die Mitglieder der HIS:

- Teilnahme in den EnBop- Datenpool
- Einarbeitung von (wenigen und bereits vorliegenden) Daten zu
 - Gebäudestammdaten (Nutzung, Alter, Größe etc.)
 - Optimierungsmaßnahmen (Maßnahme, Kosten, Prognose der Einsp.)
 - Jährlichen Energieverbräuchen und –kosten
- Vorteile:
 - Standard: Teilnahme am Benchmark-Pool und Reports
 - Option: Nutzung der hinterlegten Funktionalitäten zur Auditierung


In der Vorbereitung: Euro-Netzwerk zur Evaluierung von Optimierungsmaßnahmen

www.igs.bau.tu-bs.de

www.energydesign-braunschweig.de



IGS
energy design
braunschweig



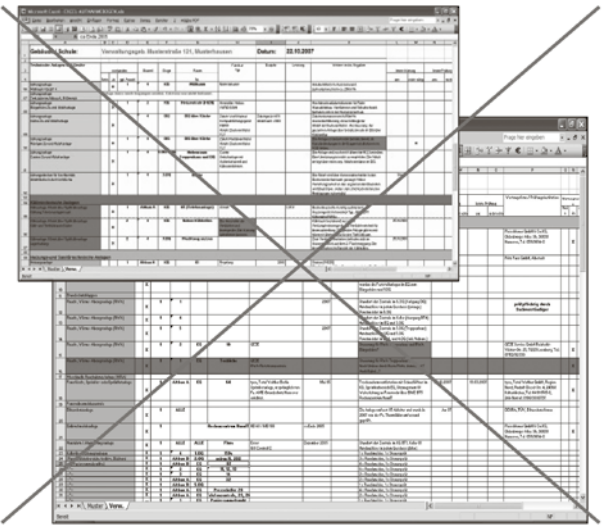
EnBop
Forschung für
Energieoptimiertes Bauen

Auditierung bisher:

- Datensammlung über EXCEL oder Textverarbeitungsprogramm
- Unklare Struktur, schlechte Übersicht
- Keine Kennzeichnungsstruktur
- Keine zentrale Datenpflege


Ergebnis:

- Hohe Personalkosten bei Datenpflege
- Keine aktuellen, keine konsolidierten Daten
- Hohe Fehlerquote




www.igs.bau.tu-bs.de

www.energydesign-braunschweig.de



energy design
braunschweig



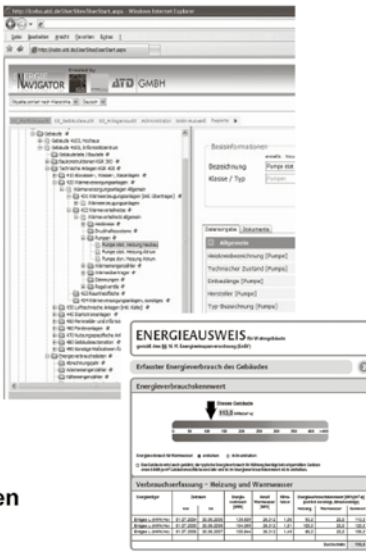
EnBop
Forschung für
Energieoptimiertes Bauen

Möglichkeiten EnBop- Datenbank (Energie-Navigator Audit)

- Schnelle **Auditierung** von Einzelgebäuden
- Einheitliche **Dokumentation** von Gebäuden, Anlagen und Maßnahmen
- Erstellung von **Energieverbrauchsausweisen**
- Unterstützung bei **Förderanträgen** (KfW, BMU etc.)
- Schaffung von konsolidierten Daten als **Grundlage für CAFM und Doppik** (SAP, INFOMA, Navision etc.)


Ziel in EnBop:

Technisch-Wirtschaftliche Evaluierung von Maßnahmen




www.igs.bau.tu-bs.de

www.energydesign-braunschweig.de




energy design
braunschweig




EnBop
Forschung für
Energieoptimiertes Bauen

Dokumentation Stammdaten, Räume, Konstruktion, Anlagentechnik

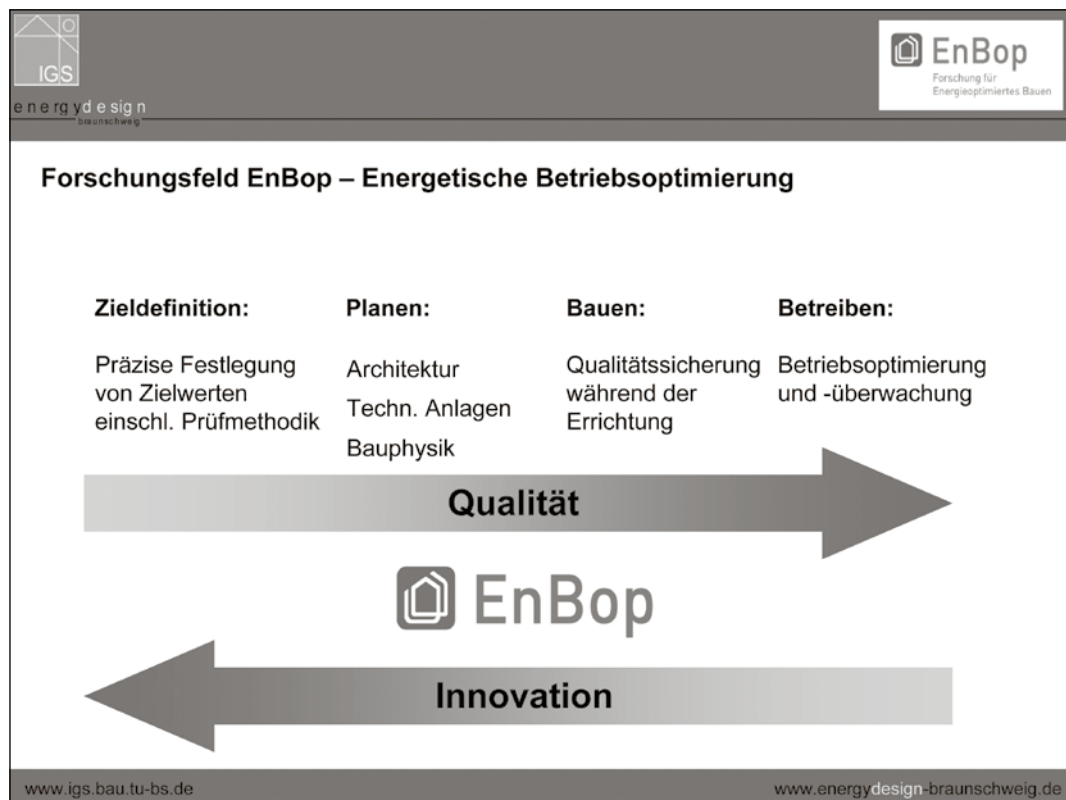
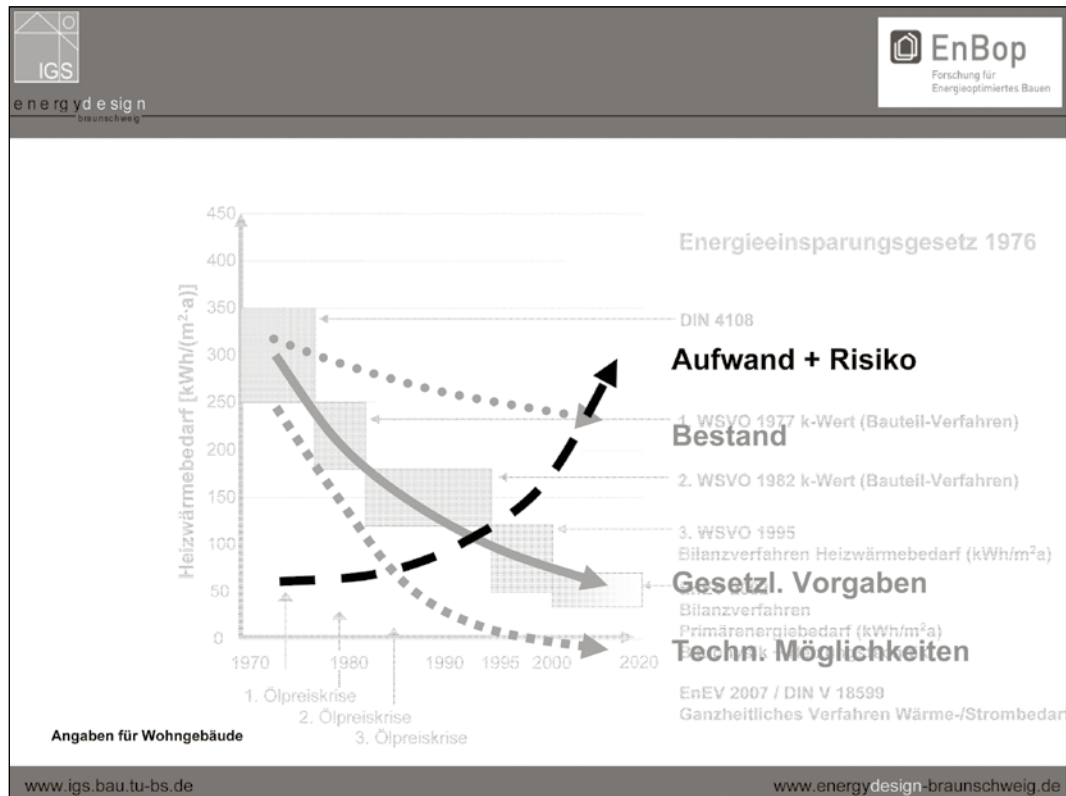
- Einfache und schnelle Datenerhebung durch den Nutzer über Webbrowser
- Vor-Ort-Eingabe
- Übersichtliche Orientierung innerhalb der Datenstruktur
- Dokumenten- und Fotoupload zu Anlagen und Bauteilen
- Ergänzungen in verschiedenen laufenden Projekte (Reinigungsausschreibung, Wartungsarbeiten, Teilsanierung etc.)

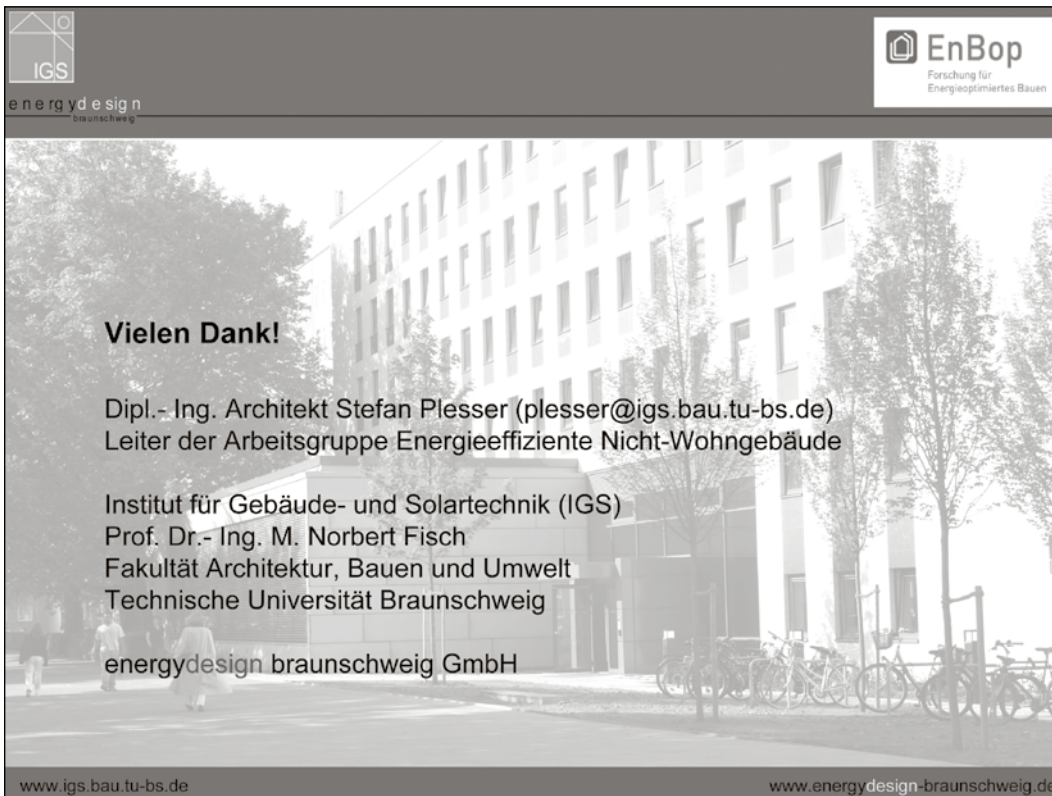




www.igs.bau.tu-bs.de

www.energydesign-braunschweig.de





IGS
energydesign
braunschweig

EnBop
Forschung für
Energieoptimiertes Bauen

Vielen Dank!

Dipl.- Ing. Architekt Stefan Plesser (plesser@igs.bau.tu-bs.de)
Leiter der Arbeitsgruppe Energieeffiziente Nicht-Wohngebäude

Institut für Gebäude- und Solartechnik (IGS)
Prof. Dr.- Ing. M. Norbert Fisch
Fakultät Architektur, Bauen und Umwelt
Technische Universität Braunschweig

energydesign braunschweig GmbH

www.igs.bau.tu-bs.de www.energydesign-braunschweig.de

Einsatz alternativer Energieformen – Nutzen und Risiken für die Hochschule: Geothermieranlage

Peter Wickboldt
Universität Rostock

III Einsatz alternativer Energieformen – Nutzen und Risiken für die Hochschule: Geothermieranlage

Vorwort

Die Minderung des Primärenergiebedarfs ist das Zusammenspiel zwischen dem Einsatz regenerativer Energien, der effizienten Nutzung gebäudespezifischer Anlagenkomponenten sowie der Optimierung des Energieflusses innerhalb der Gebäude. Daher wird an der Universität Rostock nicht ausschließlich der Einsatz regenerativer Energien, sondern ebenso die Optimierung der Energie- und Stoffströme innerhalb der Gebäude verfolgt.

Durch die Betreuung einer universitätseigenen Geothermieranlage in der Universitätsbibliothek verfügt die Universität Rostock über Erfahrungen im Einsatz regenerativer Energien, insbesondere unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten.

1 Einleitung

Die Universität Rostock betreibt seit ca. 4 Jahren eine oberflächennahe Geothermieranlage zur prozentualen Deckung des Wärme- und Kältebedarfs der Universitätsbibliothek mit einer Gesamtfläche von 12.125 m² (NF 1-7: 7.020 m²). Die Übertragung der thermischen Energie erfolgt über bauteilaktivierte Flächen. Umfangreiche Sensorik sowie die Einbindung in die Gebäudeautomation ermöglichen ein komplexes Monitoring. Die gewonnenen Betriebserfahrungen zeigen, dass eine Reihe von Randbedingungen erheblichen Einfluss auf die Effizienz solcher Systeme ausübt.

2 Energetisches Nutzungskonzept der Universitätsbibliothek

Das Bibliotheksgebäude gliedert sich in Büro-, betriebstechnische und Lagerräume sowie in großflächige Lesezonen und Flächen für die Freihandaufstellung der Bestände in Regalen. Für die großen, nicht weiter unterteilten, zu klimatisierenden Bereiche bot sich der Einsatz bauteilaktivierter Flächen an. 30 % bis 40 % des Transmissionswärmebedarfs können über die Bauteilaktivierung unter Nutzung einer Doppelwärmepumpenanlage abgedeckt werden. Der Verwaltungsbereich (überwiegend Büroflächen) wird über Standardheizkörperflächen mit Wärme versorgt. Diese sowie die Wärmeübertrager in der RLT-Anlage werden über eine konventionelle Wärmeübertragerstation durch die Fernwärmebereitstellung des örtlichen Versorgers betrieben. Eine komplexe Gebäudeautomation steuert den Einsatz beider Systeme.

2.1 Nutzung geothermischer Ressourcen

Unter Zugrundelegung der maximal zur Verfügung stehenden Übertragungsfläche von ca. 3.400 m² wurde die jährliche Wärme- bzw. „Kälte“-menge prognostiziert und bildete somit die Grundlage für die Auslegung der geothermischen Komponenten. Zur Realisierung der Deckung des Jahreswärme- und des Kältebedarfs von je 240 MWh sind somit 28 Einheitssonden in einer Tiefe von 80 Metern westlich des Gebäudes eingebracht worden. Das Bibliotheksgebäude wird im Winter über eine Wärmepumpe mit Grundwärme und im Sommer im direkten Verfahren mit „Kälte“ versorgt.

2.2 Winterbetrieb

Die Wärmepumpe ist als Doppelverdichteranlage ausgeführt und stellt eine maximale Heizleistung von 97 kW zur Verfügung. Der auf dem Wärmepumpeprinzip basierende Heizbetrieb liefert eine Vorlauftemperatur des Wärmeträgermediums von 27 °C. Die Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf beträgt lediglich 2 K. Die großen Flächen gewährleisten die Realisierung des geforderten Wärmebedarfs. Die Wärmepumpe ist so konzipiert, dass sie im Bedarfsfall den Prozess reversibel gestalten und somit das Objekt kühlen kann.

2.3 Sommerbetrieb

In den Sommermonaten wird die erforderliche „Kälte“-menge über einen Wärmeübertrager direkt aus den Erdwärmesonden entnommen. Bei einer Vorlauftemperatur von 17 °C ist somit eine maximale Kühlleistung von 135 kW möglich. Die bauteilaktivierten Flächen werden auf eine Oberflächentemperatur von ca. 22 °C gekühlt, und somit kann eine Raumtemperatur von 26 °C erreicht werden.

3 Auswertung des Betriebs

Die umfangreiche Sensorik in dem Gebäude sowie auf dem Erdsondenfeld erlaubt detaillierte Analysen zum Betrieb und der Effizienz geothermischer Anlagen. So sind u. a. Aussagen über die Temperaturentwicklung in 75 m, 45 m, 15 m und 1,5 m Tiefe ebenso möglich, wie Aussagen über Drücke und Temperaturen im Wärmepumpenprozess.

In Auswertung des bisherigen Betriebs der geothermischen Anlage können nachfolgende Ergebnisse festgehalten werden:

- Aufgrund der saisonalen Nutzung, d. h. Wärmeentzug des Erdreichs in den Wintermonaten und Wärmeeinbringung in den Sommermonaten, ist eine Ruhephase des Erdreichs nicht erforderlich und somit ein kontinuierlicher Betrieb möglich.
- Der erreichte COP-Wert der Wärmepumpe beträgt im Durchschnitt 3,5 und 4,0 und weicht somit nur gering von den Angaben des Herstellers (COP 4,4) ab.
- Durch den Einsatz der Wärmepumpe können in der Heizsaison ca. 2,4 T€/Monat an Fernwärmekosten eingespart werden. Die Kostenreduzierung durch die Minderung herkömmlich er-

zeugter Kälteleistung mittels Kältemittelverdichter, infolge der Nutzung der „Kälte“-menge aus dem geothermischen Prozess, wurde derzeit noch nicht tiefgreifender analysiert.

- Infolge des Mischbetriebs (Gebäudebelüftung über Fernwärme/Bauteilaktivierung über Nutzung regenerativer Energien) ist in der Übergangsphase Winter/Frühling sowie Herbst/Winter das „Gegeneinanderfahren“ der Systeme zu erkennen. Die Ursache liegt im unterschiedlichen Trägheitsverhalten beider Versorgungsanlagen. Daher wurde und wird für einen Zeitraum von zwei bis vier Wochen das Abschalten in der klimatischen Übergangsphase der Wärmepumpe realisiert.

Unter Betrachtung des zurückliegenden Betriebszeitraums ist abschließend festzustellen, dass die Nutzung oberflächennaher geothermischer Ressourcen in Verbindung mit einer Bauteilaktivierung unter wirtschaftlichen und ökologischen Gesichtspunkten effizient ist. Erfolgt in dem Gebäudenutzungskonzept jedoch der Einsatz mehrerer Energiequellen zur Klimatisierung des Objektes, sind diese Prozesse besonders sensibel aufeinander abzustimmen.

Einsatz alternativer Energieformen – Nutzen und Risiken für die Hochschule Geothermieranlagen

**Dezernat Technik, Bau, Liegenschaften
Referat Betriebstechnik
Peter Wickboldt (VDI)**

18./19. März 2009



1

Universität Rostock
Dezernat Technik, Bau, Liegenschaften

Inhalt des Vortrages

- **Universität Rostock in Zahlen**
- **thermisches Energienutzungskonzept**
(oberflächennahe geothermische Ressourcennutzung, Bauteilaktivierung)
- **Betriebswirtschaftliche Betrachtungen**
- **Weitere ressourcenschonende Maßnahmen**



2

Universität Rostock
Dezernat Technik, Bau, Liegenschaften

Universität Rostock in Zahlen

- ca. 110.000 m² Hauptnutzfläche
- ca. 172.000 m² Gesamtnutzfläche
- ca. 160 Gebäude
- 14.142 Studenten (davon 1.559 Med.Stud.)
- 194 Professoren + 5 Juniorprofessoren

Energiestatistik 2005/06/07

- Thermischer „Energieverbrauch“ = 20 / 16 / 19 GWh
- Elektrischer „Energieverbrauch“ = 14 / 16 / 16 GWh
- Kosten = 2,82 / 3,30 / 4,08 Millionen Euro



3

Universität Rostock
Dezernat Technik, Bau, Liegenschaften

Angaben zur Universitätsbibliothek

Bereichsbibliotheken der Unibibliothek Südstadt

Agrar- und Umweltwissenschaften
Ingenieurwissenschaften
Mathematik und Naturwissenschaften,
Medizin
Patentinformationszentrum
DIN-Auslegestelle



Hauptnutzfläche (NF 1-6)	7.020 m ²
Leseplätze	422
Gesamtfläche	12.125 m ²
Investitionsvolumen	23.600.00 €
Grundsteinlegung	19.06.2002
Eröffnung	14.10.2004



4

Universität Rostock
Dezernat Technik, Bau, Liegenschaften

Einsatz alternativer Energieformen – Nutzen und Risiken für die Hochschule - Geothermieranlagen

Universitätsbibliothek bei Nacht



Modernes Design mit vielen Glassflächen und großen zusammenhängenden Räumen sorgen für eine Herausforderung bei der Klimatisierung des Gebäudes. Einsatz der Bauteilaktivierung zur Grundlastversorgung mit Wärme und Kälte mit Hilfe der Geothermie .

Zusätzliche Klimatisierung mit Hilfe von RLT und Fernwärme - sorgt für ein komplexes Energieversorgungssystem.



Universität Rostock
Dezernat Technik, Bau, Liegenschaften

Einsatz alternativer Energieformen – Nutzen und Risiken für die Hochschule - Geothermieranlagen

Thermisches Energienutzungskonzept der UB

- Teil-Grundlastversorgung mit Wärme (Winter) mittels oberflächennaher geothermischer Ressourcen (Wärmepumpe/Bauteilaktivierung)
- Teil-Grundlastversorgung und Spitzenlastversorgung für Wärme mit Fernwärmeanbindung und Raumluftechnik
- Teil-Grundlastversorgung mit „Kälte“ (Sommer) mittels oberflächennaher geothermischer Ressourcen (Bauteilaktivierung) und zusätzlicher Bereichskühlung mittels herkömmlicher Kältemittelverdichter .



6

Universität Rostock
Dezernat Technik, Bau, Liegenschaften

Einsatz alternativer Energieformen – Nutzen und Risiken für die Hochschule - Geothermieranlagen

Bauteilaktivierung (Deckenflächen)



Universität Rostock
Dezernat Technik, Bau, Liegenschaften

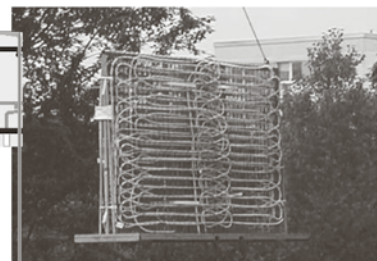
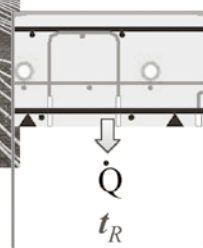
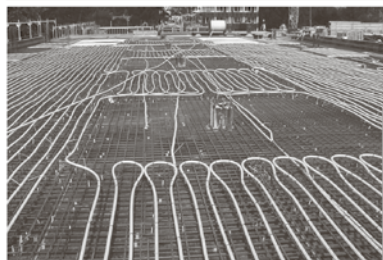
Einsatz alternativer Energieformen – Nutzen und Risiken für die Hochschule - Geothermieranlagen

Bauteilaktivierung (Flächenelemente)

3.375 m² Deckenfläche mit Bauteilaktivierung

- 30% Deckung des Wärmebedarfes (67 kW- ca.10% Leistung) Vorlauf 27 °C / Rücklauf 25 °C
Oberflächentemperatur ca. 23,5 °C (t_R 20 °C)

-60 % Deckung der Kühllast (135 kW- 44,5 % Leistung) Vorlauf 17 °C / Rücklauf 20 °C
Oberflächentemperatur ca. 22,5 °C (t_R 26 °C)



Universität Rostock
Dezernat Technik, Bau, Liegenschaften

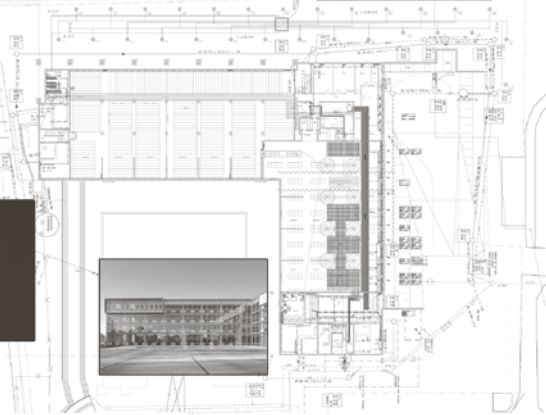
Einsatz alternativer Energieformen – Nutzen und Risiken für die Hochschule - Geothermieranlagen

Erdwärmesonden

28 Erdwärmesonden je 80 m tief
 Sommerbetrieb - Vorl. 10 °C / Rückl. 13 °C
 (Wärmeabgabe ohne WP)
 Winterbetrieb - Vorl. 5 °C / Rückl. 0 °C
 (Wärmeentzug mit WP)



2. Ermittlung der erforderlichen Erdwärmesonden



Universität Rostock
 Dezernat Technik, Bau, Liegenschaften

Einsatz alternativer Energieformen – Nutzen und Risiken für die Hochschule - Geothermieranlagen

Bedarfsermittlung
(theoretischer Ansatz)

maximale Wärmeleistung (BTA): 67 kW (20 W/m²; 3375 m²)
 maximale Kühlleistung (BTA): 135 kW (40 W/m²; 3375 m²)

Gesamtwärmebedarf

Transmission 277 kW
 RLT 400 kW

Gesamtkühlbedarf

Transmission 135 kW
 RLT 168 kW

- ca. 25 - 40 % der Transmissionswärmebedarfs durch BTA
- Kühlleistungsbereitstellung durch zusätzliche Kaltwassersätze (2x 150 kW)

Quelle: Inros Lackner AG



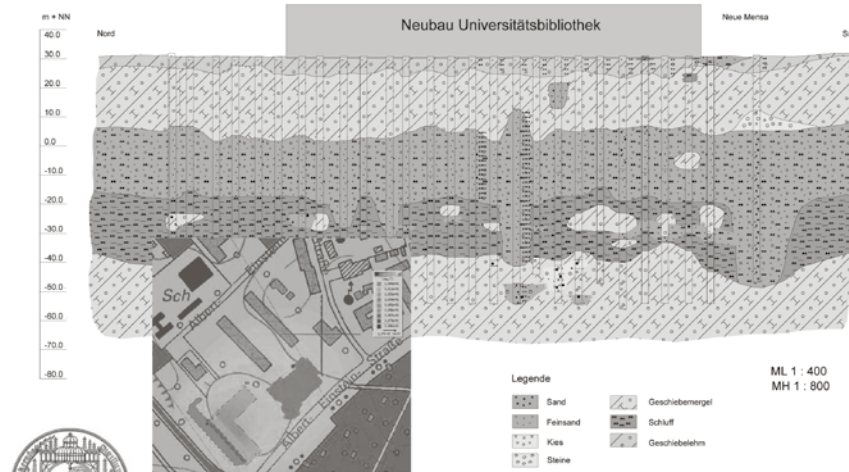
10

Universität Rostock
 Dezernat Technik, Bau, Liegenschaften

Einsatz alternativer Energieformen – Nutzen und Risiken für die Hochschule - Geothermieranlagen

Geologie am Standort Südstadt

Geologischer Schnitt Nord-Süd Erdwärmesondenfeld Universitätsbibliothek Rostock

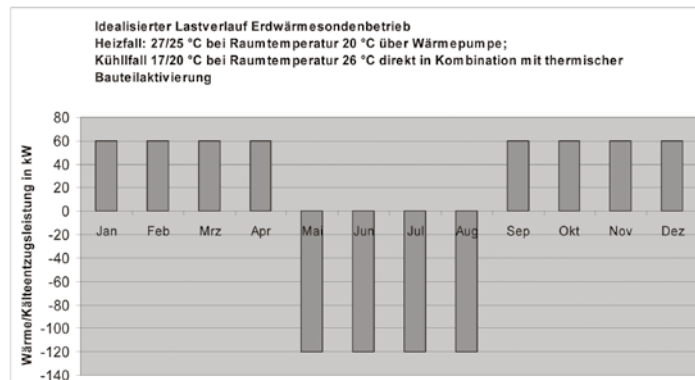


11

Universität Rostock
Dezernat Technik, Bau, Liegenschaften

Einsatz alternativer Energieformen – Nutzen und Risiken für die Hochschule - Geothermieranlagen

Jährliche Verteilung der Heiz-/Kühllast (theoretische Ansatz)



Jahreswärmebedarf BTA (60 kW/ 4000 h/a): 240 MWh

Jahreskältebedarf BTA (120 kW/ 2000 h/a): 240 MWh

Quelle: Inros Lackner AG



12

Universität Rostock
Dezernat Technik, Bau, Liegenschaften

Geothermische Anlage (Realisierungsvorschlag)

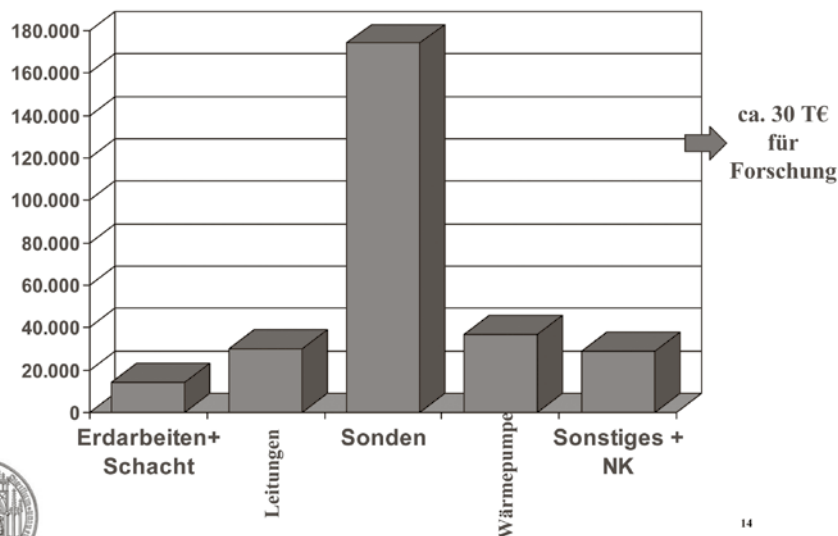
- 28 Sonden (Sondenabstand ca. 6 Meter, quasi hexagonal angeordnet)
 - Tiefe von ca. 80 Meter
 - direkte Kühlung des Gebäudes
 - indirekte Wärmezufuhr mit Hilfe der Wärmepumpe
 - Wärmeübertragermedium (Wasser-Glykol-Gemisch, frostsicher bis ca. -17°C)
 - Nutzung der BTA (Machbarkeits- und Wirtschaftlichkeitsuntersuchung durch die Firmen: Inros Lackner AG und H.S.W. Ingenieurbüro für Angewandte und Umweltgeologie GmbH)
- saisonale Wärmeleistung von Sept. bis April 60 kW (240 MWh_{th})
saisonale Kühlleistung von Mai bis August 120 kW (240 MWh_{th})



13

Universität Rostock
 Dezernat Technik, Bau, Liegenschaften

Kostenverteilung der Geothermieranlage



14

Universität Rostock
 Dezernat Technik, Bau, Liegenschaften

Einsatz alternativer Energieformen – Nutzen und Risiken für die Hochschule - Geothermieranlagen

Datenaufnahme im eingegrenzten Zeitraum (per Hand) 2005 / 2006

Datum	Zeit Temperatur	Tem- peratur	Winterbetrieb				Thermische Arbeit BTA kWh	Leistung			
			WMZ- Sonde kWh	BTA - Süd kWh	BTA - Nord kWh	BTA gesamt kWh		WMZ- Sonde kW gesamt	Süd kW	Nord kW	BTA gesamt kW
02. Dez	07:30	/	4.560	4.370	2.110	6.480	4.230	-2,0	0,7	-0,2	0,5
05. Dez	07:30	/	7.590	7.500	3.210	10.710	4.230	38,5	39,3	14,5	53,8
06. Dez	07:30	/	8.680	8.590	3.640	12.230	1.520	38,4	38,7	15,2	53,9
07. Dez	07:30	/	9.490	9.400	3.980	13.380	1.150	38,9	39,1	15,5	54,6
08. Dez	08:00	/	10.250	10.170	4.290	14.460	1.080	-2,5	1,2	0,0	1,2
09. Dez	08:00	3,7°	10.950	10.900	4.600	15.460	1.000	37,3	38	14,8	52,6
12. Dez	08:00	9,5°	13.190	13.110	5.540	18.650	3.190	14,6	2,7	2,3	5,0
13. Dez	08:00	7,4°	13.740	13.640	5.780	19.420	770	37,8	37,9	15,9	53,8
14. Dez	08:00	7,2°	14.310	14.220	6.030	20.250	830	-2,4	1,8	-0,8	1,0
15. Dez	10:00	9,7°	14.810	14.700	6.250	20.950	700	-2,4	1,5	-0,3	1,1
16. Dez	08:00	2,8°	15.280	15.160	6.460	21.620	670	-1,8	1,8	0,0	1,8
19. Dez	08:00	3,0°	17.910	17.850	7.500	25.350	3.730	37,9	39,2	14,1	53,2
20. Dez	10:00	7,6°	18.610	18.560	7.790	26.350	1.900	36,9	37,2	15,0	52,2
21. Dez	08:00	3,8°	19.540	19.490	8.180	27.670	1.320	36,5	36,8	15,8	51,6
22. Dez	10:00	6,8°	19.650	19.580	8.250	27.830	160	-2,1	-0,3	3,5	3,5
02. Jan	10:00	6,0°	28.340	28.440	11.630	40.070	12.240	-2,0	0,8	0,8	1,0
03. Jan	10:00	/	29.010	29.090	11.920	41.010	940	36,8	36,1	15,5	51,6
04. Jan	10:00	/	29.800	29.800	12.270	42.070	1.060	-2,0	1,4	1,0	2,2
05. Jan	10:00	3,8°	30.340	30.390	12.510	42.900	830	36,7	37,3	14,5	51,8
09. Jan	10:00	-2,5°	33.570	33.620	13.820	47.440	4.540	37,3	39,4	13,3	52,7
10. Jan	11:00	/	34.590	34.620	14.240	48.860	1.420	37,5	36,2	17,0	53,2
12. Jan	11:00	5,4°	35.880	35.910	14.790	50.700	1.840	36,0	35,1	15,9	51,0
13. Jan	11:00	3,8°	36.510	36.530	15.060	51.590	890	36,1	36,3	15,2	51,2
17. Jan	08:00	-4,9°	39.360	39.380	16.210	55.590	4.000	38,8	36,4	15,8	52,8
18. Jan	10:00	1,0°	40.340	40.320	16.160	56.480	890	37,1	36,0	11,8	50,8
19. Jan	10:00	3,0°	41.010	40.970	16.880	57.850	1.370	37,0	33,9	17,1	51,0
20. Jan	10:00	1,8°	41.640	41.580	17.140	58.720	870	37,4	35,9	15,6	51,6
23. Jan	08:00	-4,4°	43.900	43.880	18.070	61.950	3.230	37,6	36,9	14,7	51,7
24. Jan	08:00	-4,0°	44.730	44.560	18.380	62.940	990	39,4	39,4	14,5	53,8
25. Jan	09:00	2,1°	45.570	45.390	18.720	64.110	1.170	38,1	33,1	11,2	44,3
26. Jan	10:00	/	46.180	45.960	18.990	64.950	840	37,1	34,5	16,7	51,2
31. Jan	11:00	3,2°	49.250	48.850	20.330	69.180	4.230	37,3	36,7	14,4	51,1



15

Universität Rostock
Dezernat Technik, Bau, Liegenschaften

Einsatz alternativer Energieformen – Nutzen und Risiken für die Hochschule - Geothermieranlagen

Prognostiziertes Einsparpotenzial (Handaufnahme) 2005 / 2006

Wärmemengezufuhr zur BTA im Betrachtungszeitraum
62,700 MWh

Elektroenergieaufnahme der WPA im Betrachtungszeitraum
12,148 MWh

Planungsansatz (InrosLackner AG)
240 MWh / 8 Monate = 30 MWh

Planungsansatz für zwei Monate
60 MWh

Die prognostizierte Durchschnittsleistung von 60 kW_{therm} wird noch nicht erreicht.
Entgegen den Vorgaben erhöht sich die tägliche Nutzungsdauer.

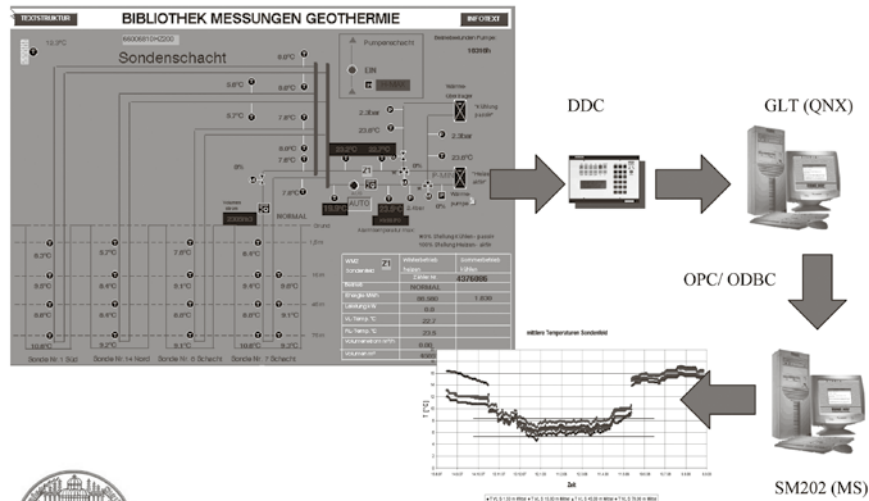


16

Universität Rostock
Dezernat Technik, Bau, Liegenschaften

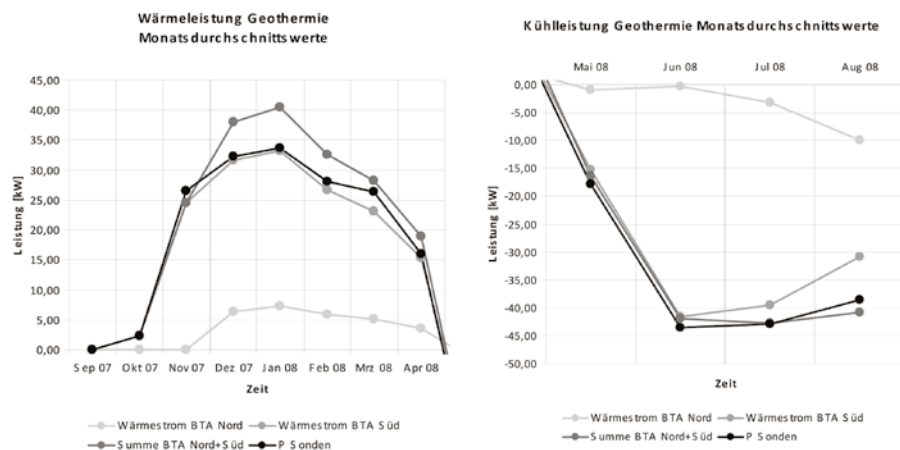
Einsatz alternativer Energieformen – Nutzen und Risiken für die Hochschule - Geothermieranlagen

Auswertung Geothermiedaten (Datenfluss)



Universität Rostock
Dezernat Technik, Bau, Liegenschaften

Einsatz alternativer Energieformen – Nutzen und Risiken für die Hochschule - Geothermieranlagen

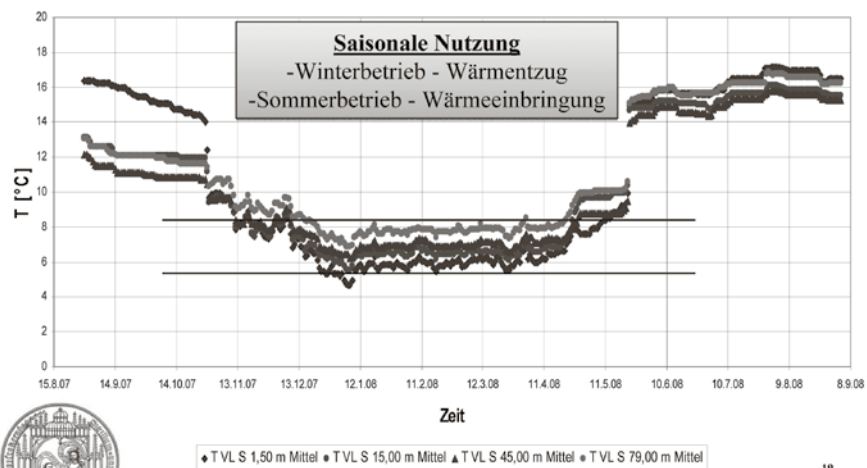
Auswertung Geothermiedaten
2007/ 2008

Universität Rostock
Dezernat Technik, Bau, Liegenschaften

Einsatz alternativer Energieformen – Nutzen und Risiken für die Hochschule - Geothermieranlagen

Auswertung Geothermiedaten (Temperaturentwicklung im Erdreich) 2007/ 2008

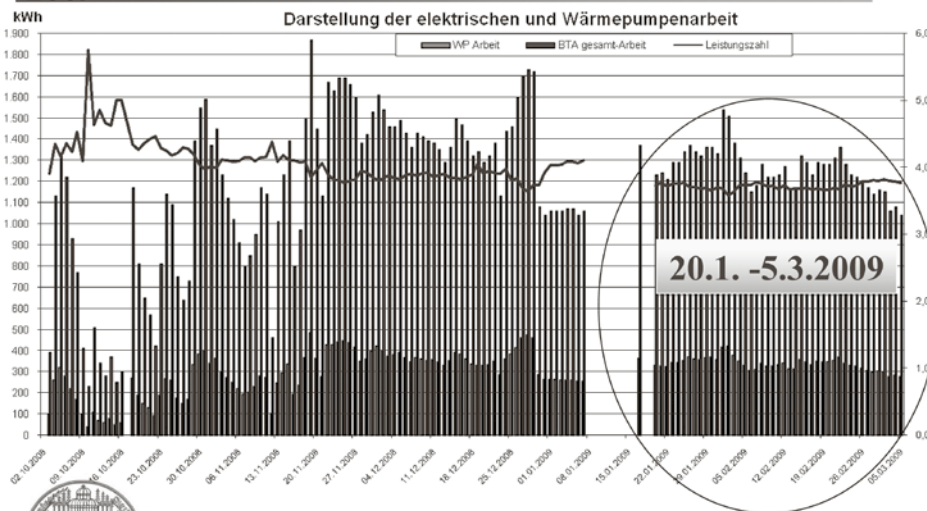
mittlere Temperaturen Sondenfeld



Universität Rostock
Dezernat Technik, Bau, Liegenschaften

Einsatz alternativer Energieformen – Nutzen und Risiken für die Hochschule - Geothermieranlagen

Datenauswertung Wärmepumpenanlage 2009

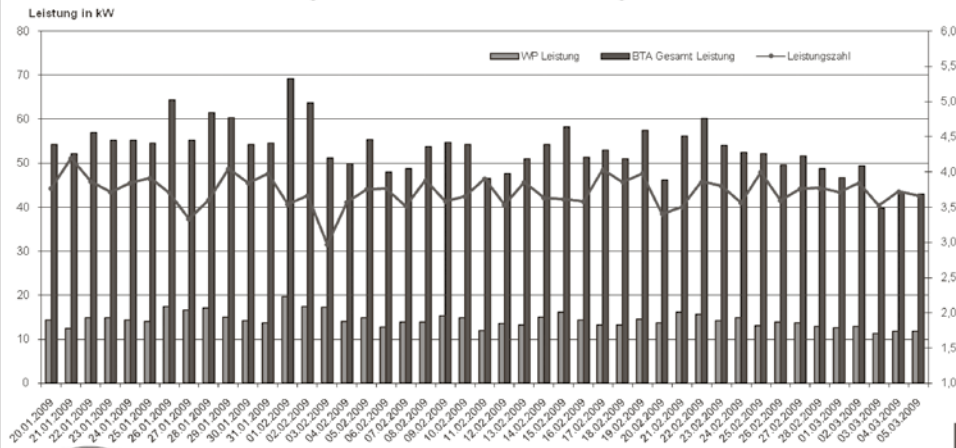


Universität Rostock
Dezernat Technik, Bau, Liegenschaften

Einsatz alternativer Energieformen – Nutzen und Risiken für die Hochschule - Geothermieanlagen

Datenauswertung Wärmepumpenanlage 2009

Darstellung der elektrischen und Wärmeleistung in der Geothermie



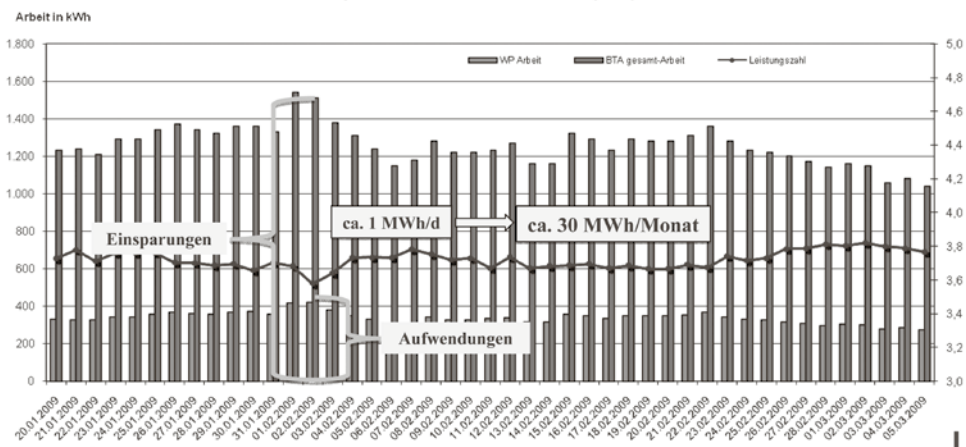
21

Universität Rostock
Dezernat Technik, Bau, Liegenschaften

Einsatz alternativer Energieformen – Nutzen und Risiken für die Hochschule - Geothermieanlagen

Datenauswertung Wärmepumpenanlage 2009

Darstellung der elektrischen und Wärmepumpenarbeit



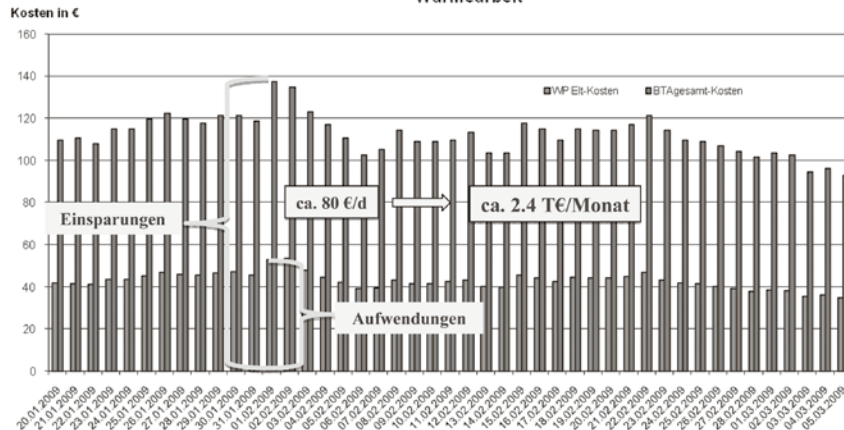
22

Universität Rostock
Dezernat Technik, Bau, Liegenschaften

Einsatz alternativer Energieformen – Nutzen und Risiken für die Hochschule - Geothermieranlagen

Datenauswertung Wärmepumpenanlage (Kostenanalyse) 2009

Darstellung der Kosten für die eingesetzte elektrische Arbeit und die eingesparte Wärmearbeit



23

Universität Rostock
Dezernat Technik, Bau, Liegenschaften

Einsatz alternativer Energieformen – Nutzen und Risiken für die Hochschule - Geothermieranlagen

Nutzen und Risiken für die Hochschule Geothermieranlage

284 T€ Gesamt-Investition zur Nutzung geothermischer Ressourcen (davon 30 T€ Forschung)

Gesamtersparnis ca. 13 T€/a (Mittelwert aus Dreijahresbetrachtung)
Ziel der jährlichen Einsparung: ca. 15 T€ (durch Wärmeminderinanspruchnahme)
ca. 10 T€ (durch Reduzierung der Kälteleistung)

Amortisation in ca. 22 Jahren unter aktuellen Bedingungen (momentan ca. 13 Jahre)

- steigende Energiepreise werden die Amortisationszeit senken
- Abstimmung gebäudespezifische Anlagen (RLT, Fernwärme und Geothermie)
- Objektnutzung Mo- Fr von 8 – 22 Uhr; Sa von 8 – 16 Uhr erzwingt lange Lüftungsdauer (hinderlich für den Geothermiebetrieb)
- Potenzial im Kühlfall - Kühlleistung von ca. 45 kW auf 135 kW (theor.) steigerbar
- Potenzial im Heizfall - Wärmeleistung von ca. 45 kW auf 65 kW (theor.) steigerbar
- weitere Senkung der Amortisationszeit nach Behebung der Regelungsprobleme



24

Universität Rostock
Dezernat Technik, Bau, Liegenschaften

Nutzen und Risiken für die Hochschule Geothermieranlage

Vorteile

- Senkung der CO₂-Emissionen
- Kompensation der Preisschwankungen fossiler Energieträger (Fremdbezug)
 - ökologische Ansätze lehren – bedeutet auch danach Handeln
 - ökonomisch bei optimaler Betreibung
- sehr gutes Gebäudeklima bei Einsatz bauteilaktiverter Flächen

Nachteile

- keine Förderung von Landeseinrichtungen (100 % -ige Eigenfinanzierung)
 - Amortisation stark abhängig von der Betreibung
 - Saisonale Charakteristiken berücksichtigen
- sehr exakte Planung des gesamten Objektes (Massenspeicherwirkung)



25

Universität Rostock
Dezernat Technik, Bau, Liegenschaften

Nutzen und Risiken für die Hochschule Geothermieranlage (technische Empfehlung/ Ausblicke)

- Betriebstechnische Prozesse sollten grundsätzlich nur von einem Energieträger versorgt werden (Zonierung)
- Regelprozesse müssen kontinuierlich überprüft werden und ggf. gegen „Handregelung“ ersetzbar sein – erfordert Betreibung
- Kontinuierliches Monitoring /Energiemanagement – erfordert DP
 - Prozessdoppelungen vermeiden
- Einführung eines ganzheitlichen FM – Schnittstellen
 - Absorptions-/Adsorptionsprozesse
 - Saisonale Speicherungen
- offene Automationsprotokolle (wie z.B. BACNet, LON)
- Wärmebedarf sinkt - Kältebedarf steigt (innere Lasten)
- hohe Anforderungen an Gesetzesvorgaben



26

Universität Rostock
Dezernat Technik, Bau, Liegenschaften

Nutzen und Risiken für die Hochschule Geothermieranlage (administrative Empfehlung/ Ausblicke)

- Energiekostenentwicklung erfordert den Einsatz innovativer effizienter System (Ökologie hin zur Ökonomie)
- Neubauten sind grundsätzlich bzgl. des Einsatzes regenerativer Energien zu analysieren (politische Entscheidung \leftrightarrow Wirtschaftlichkeit)
- Prioritäre Betrachtung des Liegenschaftslebenszyklus (Betriebskosten / Investitionskosten)
- Nutzer ist in die energetische Gestaltung der Gebäude intensiv einzubeziehen - fördert die Akzeptanz und den bewussten Umgang mit Energie (Nutzerbewusstsein/ Komfortbewusstsein)
- Schulung der Nutzer im Umgang mit den hochmodernen Systemen (GLT, EIB, LON)
- Integration Energiemanager + Energiebeauftragte



27

Universität Rostock
Dezernat Technik, Bau, Liegenschaften

Herzliche Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

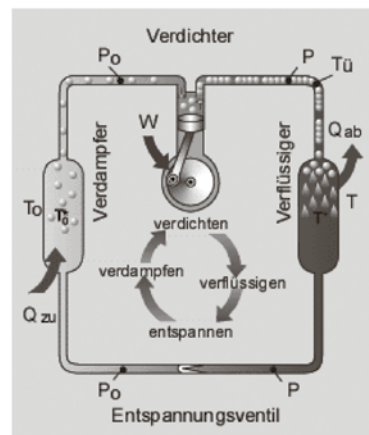
Universität Rostock

Referat Betriebstechnik

Peter Wickboldt

Tel.: 0381/ 498 1397

peter.wickboldt@uni-rostock.de



28

Universität Rostock
Dezernat Technik, Bau, Liegenschaften

Photovoltaik – Zukunftstechnologie aus Niedersachsen

Dr. Roland Goslich
Institut für Solarenergieforschung GmbH
Hameln/Emmerthal

IV Photovoltaik – Zukunftstechnologie aus Niedersachsen

Vorwort

Das Institut für Solarenergieforschung GmbH Hameln (ISFH) ist ein selbstständiges Forschungsinstitut des Landes Niedersachsen in der Rechtsform einer gemeinnützigen GmbH. Es ist ein An-Institut der „Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover“ und unterhält weitere Kooperationen mit anderen Universitäten und Fachhochschulen Niedersachsens.

Am ISFH werden innovative Komponenten für die photovoltaische und solarthermische Nutzung der Sonnenenergie entwickelt.

Geschäftsführer des ISFH ist Prof. Dr.-Ing. habil. Rolf Brendel, der gleichzeitig auch Universitätsprofessor der Fakultät für Mathematik und Physik der Leibniz Universität Hannover ist. Prof. Brendel leitet am Institut für Festkörperphysik die Abteilung Solarenergie.

Das ISFH besteht aus den Abteilungen „Photovoltaik“, „Solarthermie“ und dem Bereich „Wissenschaftliche Dienstleistungen“.

In der Photovoltaikforschung gehören grundlegende Materialuntersuchungen ebenso zu den Aufgaben, wie die Entwicklung von Prozessen und Anlagen für die Solarzellenherstellung. Das Hauptinteresse gilt der Entwicklung neuer Siliciumsolarzellen mit der zugehörigen Modultechnologie für Wirkungsgrade oberhalb von 20 %. Übergeordnetes Ziel ist eine Reduktion der Kosten von Solarmodulen.

Der Schwerpunkt der Abteilung Solarthermie ist die thermische Nutzung der Sonnenstrahlung im Temperaturbereich bis 200° C. Wesentliche Zielsetzung ist auch hier die Kostenreduktion für die Erzeugung solarer Wärme.

Das Institut ist Mitglied im „ForschungsVerbund Erneuerbare Energien“ (FVEE), einem Zusammenschluss außeruniversitärer deutscher Forschungsinstitute, der auf nationaler Ebene die Forschungstätigkeiten im Bereich der regenerativen Energien koordiniert. Daneben ist das ISFH Mitglied in der EUREC Agency, dem europäischen Zusammenschluss von Forschungseinrichtungen auf dem Gebiet der regenerativen Energienutzung.

1 Energiebedarf

Gegenwärtig beträgt der gesamte Energiebedarf weltweit ungefähr 490 Exajoule/Jahr. Rund 20 % dieses Bedarfs entfällt auf die Vereinigten Staaten, etwa 3 % auf Deutschland. Es ist davon auszugehen, dass der weltweite Energiebedarf in der Zukunft weiterhin ansteigen wird, verschiedene Szenarien rechnen mit einem Wachstum auf rund 1.500 Exajoule im Jahr 2060. Aus fossilen Quellen wird man diesen Bedarf nicht mehr schöpfen können; die fossilen Energiequellen werden im Laufe der nächsten 200 Jahre erschöpft sein. Als alternative Energiequellen bieten sich Geothermie, Gezeitenkraft und Solarenergie an.

2 Potenzial der Solarenergie

Der Fusionsofen Sonne strahlt pro Quadratmeter rund 64 Millionen Watt permanent ins Weltall ab; auf der Erde kommen davon maximal rund 1000 Watt pro Quadratmeter an.

Über ein Jahr gerechnet liefert die Sonne rund 3,9 Millionen Exajoule Energie ab. Das bedeutet, dass jährlich über 8.000 mal mehr Energie von der Sonne geliefert wird, als gegenwärtig weltweit verbraucht wird.

In Norddeutschland beträgt die auf jeden Quadratmeter entfallende Energiemenge rund 1.000 kWh; dabei liegt der für die Stromnutzung zur Verfügung stehende Anteil bei etwa 200 kWh, der Anteil für Wärmegewinnung bei etwa 600 kWh: Sonnenenergie kann somit unseren Energiebedarf vollständig decken.

3 Photovoltaik – Strom aus Licht

Standardsolarzellen aus Silicium erzeugen unter Bestrahlung mit Sonnenlicht Gleichstrom. Die Photospannung liegt bei einer Einstrahlung von 1.000 W/m² bei etwa 600 mV, die erreichbaren Stromstärken liegen bei mehreren Ampère.

Der Wirkungsgrad von Standardsolarzellen beträgt um 20 % für monokristallines Material; etwa 33 % sind theoretisch erreichbar. Beim Wirkungsgrad wird unterschieden zwischen Zellwirkungsgrad und Modulwirkungsgrad. Der Zellwirkungsgrad beschreibt das Verhältnis zwischen Ausgangsleistung und Eingangseinstrahlungsleistung auf der gesamten nutzbaren Zellfläche, während der Modulwirkungsgrad auch die „toten“ Flächen zwischen den Zellen berücksichtigt. Daher sind Modulwirkungsgrade immer geringer als die Zellwirkungsgrade der Einzelzellen. In der Praxis wird dieser Unterschied gelegentlich übersehen.

Teuer sind Solarzellen, weil der Energieaufwand zu ihrer Herstellung enorm hoch ist. Zum Schmelzen des hochreinen Siliciums wird eine Temperatur oberhalb von 1.500° C erzeugt; aus solchen Schmelzen werden große Einkristalle gezogen, die nach sehr langsamen Erkalten in 250 µm dicke Scheiben gesägt werden. Aus diesen Silicium-Wafern werden durch geeignete Prozessierung Hochleistungs-Solarzellen hergestellt.

Die Solarzellenkonzepte am ISFH zielen u. a. auf eine sparsamere Verwendung des Siliciums. Ultradünne Schichten von rund 20 µm Dicke werden mit Hilfe eines Schichttransferverfahrens erzeugt. Diese Schichten können in industrieüblicher Größe hergestellt werden – und nach der Prozessierung wurden aus solchen Schichten am ISFH Solarzellen mit ebenfalls industrieüblichen Wirkungsgraden um 14 % erzeugt.

Ein anderes Solarzellenkonzept beinhaltet eine verschattungsfreie Solarzellenoberfläche. Beide Kontakte sind durch geschickte räumliche Anordnung auf der unbelichteten Rückseite untergebracht. Eine solche Solarzelle erreicht im Laborversuch am ISFH bereits Wirkungsgrade von knapp 22 %.

4 Netzgekoppelte Photovoltaik-Anlagen

Im Bereich von Einfamilienhäusern sind Solaranlagen mit einer Spitzenleistung von 4 kWp üblich. Ihr Flächenbedarf auf dem Hausdach liegt bei 40 - 50 Quadratmetern. Die Dachausrichtung sollte nach Süden erfolgen, die Neigung liegt zweckmäßigerweise bei 45°. Abweichungen von diesen Vorgaben spiegeln sich in geringeren Erträgen wider. Die Anlagen sind in der Regel über einen Wechselrichter mit dem Stromversorgungsnetz des Energieversorgers verbunden.

Die Verschattung von Modulen führt ebenfalls zu Mindererträgen. Auf großflächige Verschattungen, zum Beispiel durch Wolken, reagiert eine Photovoltaik-Anlage mit einem Minderertrag. Kleinflächige Verschattungen, z. B. durch Blätter, können einen erheblichen Minderertrag nach sich ziehen und Photovoltaikanlagen auch beschädigen, wenn nicht anlagenseitig entsprechende Maßnahmen ergriffen werden (Bypass-Diode, Strang-Diode).

5 Fazit und Ausblick

Die Kosten für eine Stromversorgung mit photovoltaisch erzeugtem Strom sind gegenwärtig, verglichen mit konventioneller Energieversorgung, noch sehr hoch. Das Kostensenkungspotenzial ist andererseits gerade in diesem Bereich sehr beeindruckend, weil sehr vielversprechende Ansätze entwickelt wurden: geringerer Materialverbrauch durch ultradünne Siliciumschichten, verschattungsfreie Solarzellenoberflächen etc. Der Zeitpunkt, an dem der Preis für konventionell erzeugten Strom genau so groß ist wie für photovoltaisch erzeugten Strom, die sog. *Grid Parity*, wird innerhalb der aktuellen Dekade erwartet.

Photovoltaik - Zukunftstechnologie aus Niedersachsen

Dr. Roland Goslich

Büro Öffentlichkeitsarbeit



Institut für Solarenergieforschung GmbH Hameln/Emmerthal

Institut für Solarenergieforschung



3

Institut für Solarenergieforschung Hameln

An-Institut der

Leibniz
Universität
Hannover

Institut für Solarenergieforschung



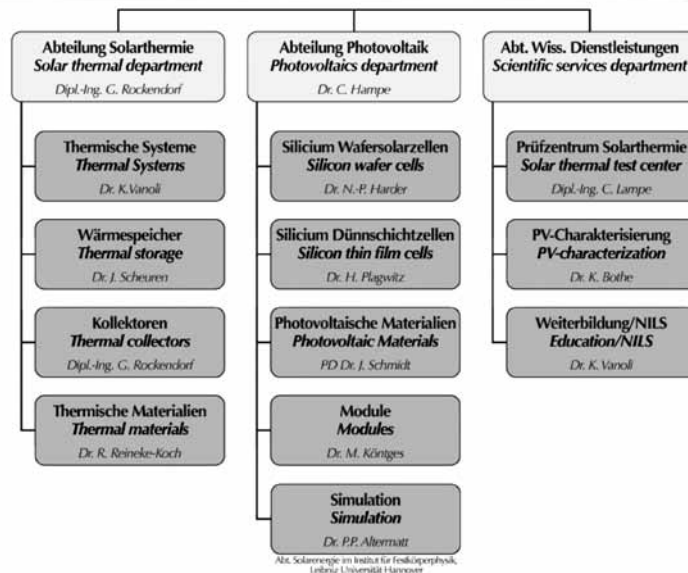
- Ist eine gemeinnützige Gesellschaft (gGmbH), Gründung im Jahr 1987
- Gehört dem Land Niedersachsen
- Hat rund 140 Beschäftigte: Wissenschaftler, Techniker, Ingenieure, Verwaltungsangestellte; nur ca. 20 festangestellte Mitarbeiter
- Arbeitet mit Universitäten und Fachhochschulen zusammen, daher viele Studienarbeiter, Praktikanten, Diplomanden und Doktoranden
- Institutsleiter: Prof. Dr.-Ing. Rolf Brendel
- Arbeitsgebiete: **Photovoltaik und Solarthermie**

3 Institut für Solarenergieforschung Hameln

An-Institut der



Organigramm



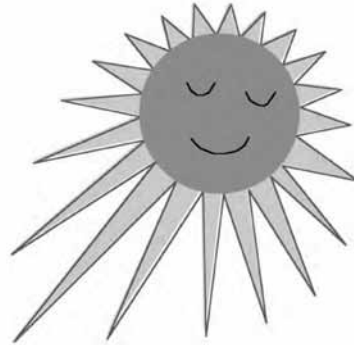
Stand: 08/2008

4 Institut für Solarenergieforschung Hameln

An-Institut der



**Wer braucht
wieviel Energie?**



Wer verbraucht wieviel Primärenergie?



Wer verbraucht wieviel Primärenergie?



Deutschland (2006)

14,5 Exajoule \triangleq $4,96 \times 10^{11}$ kg SKE

USA (2003)

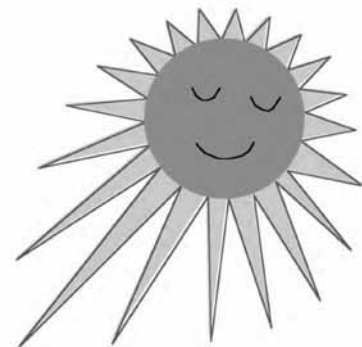
91,7 Exajoule \triangleq $3,12 \times 10^{12}$ kg SKE

Welt (2006)

485,0 Exajoule \triangleq $1,65 \times 10^{13}$ kg SKE

Quelle: BMU und www.wikipedia.de

**Kann Sonnenenergie
unseren Bedarf
decken?**



Kernfusion preiswert!



Kernfusion von Wasserstoff → Helium

4 Millionen Tonnen
Wasserstoff/Sekunde

Oberflächentemperatur
ca. 5800 K

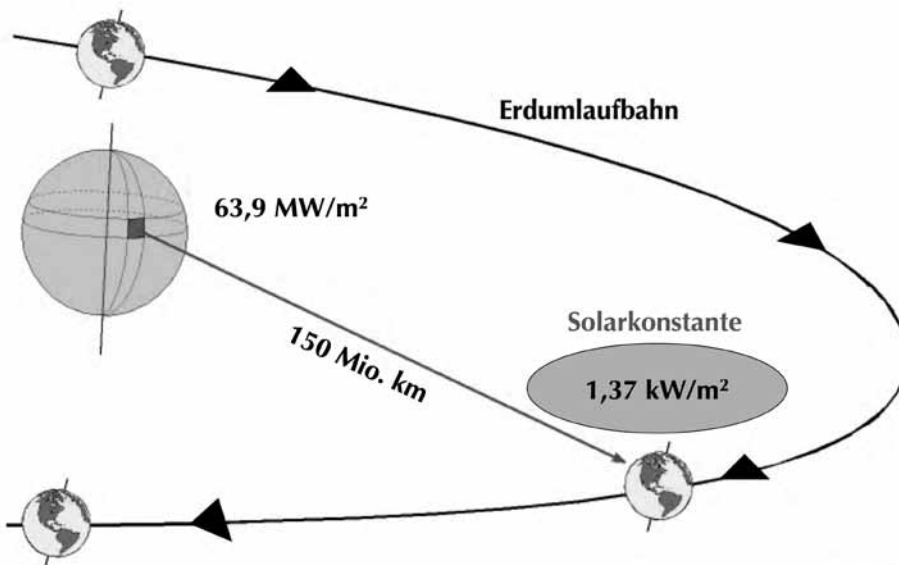
Strahlungsleistung an
der Oberfläche:
63,9 MW/m²

Betriebsdauer: ca. 4,3 Mrd. Jahre

29 Institut für Solarenergieforschung Hameln

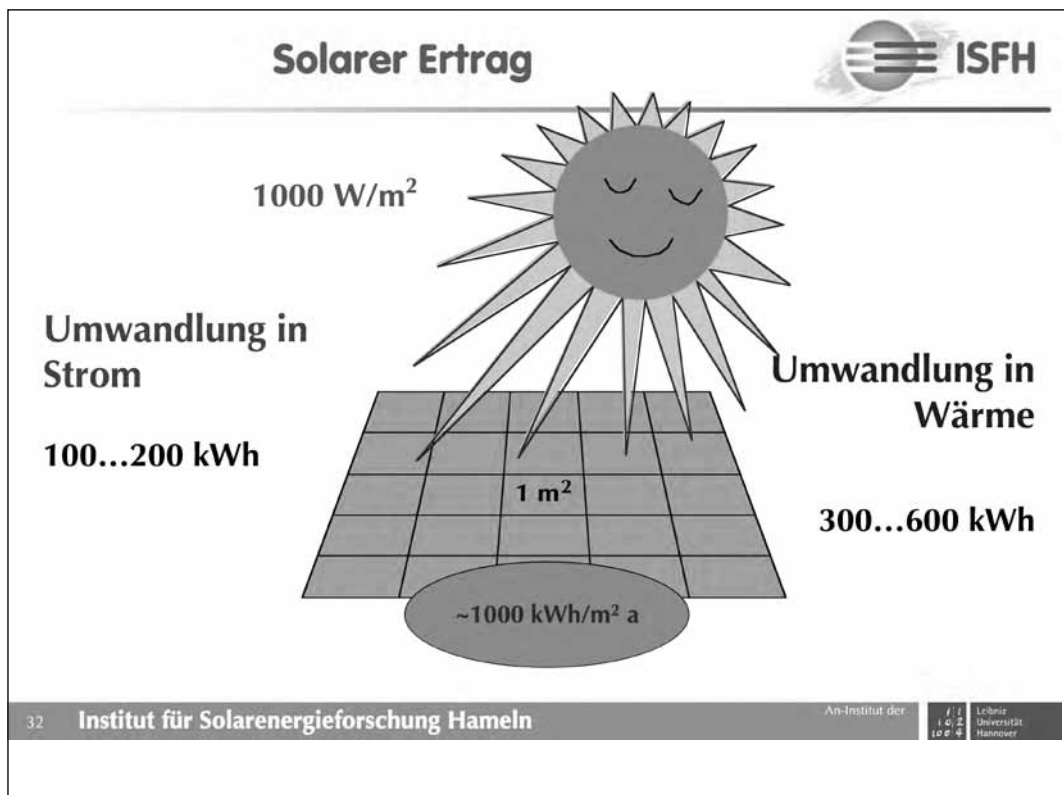
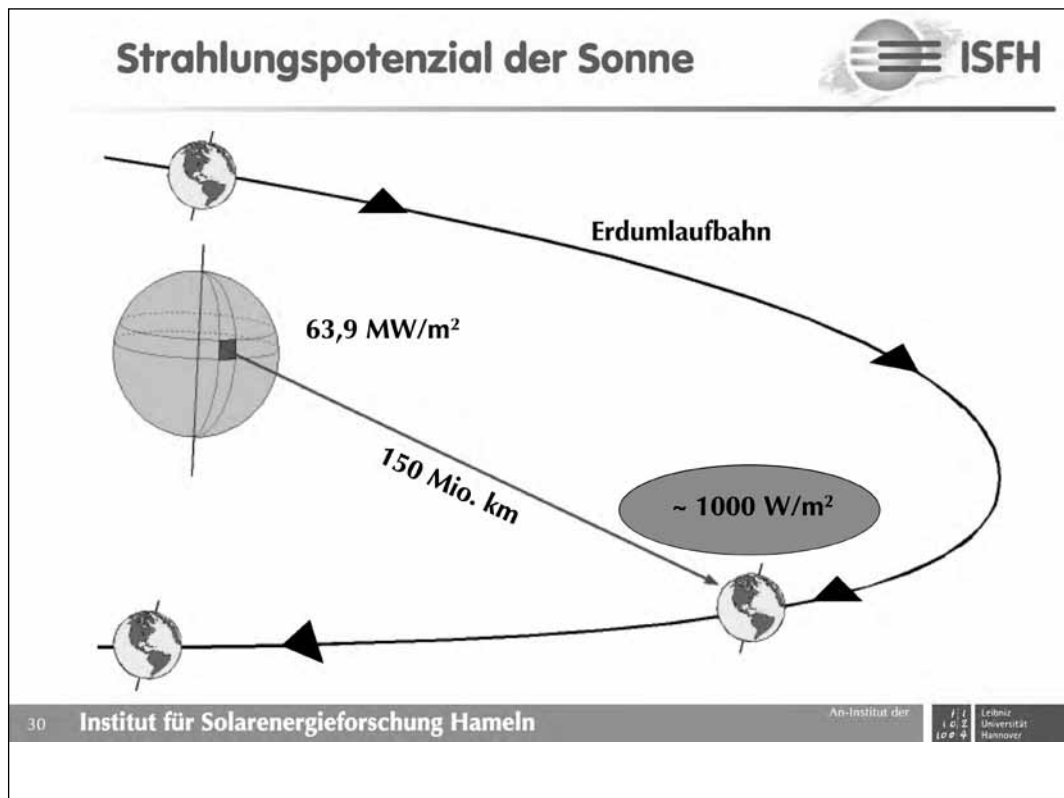
An-Institut der
Leibniz
Universität
Hannover

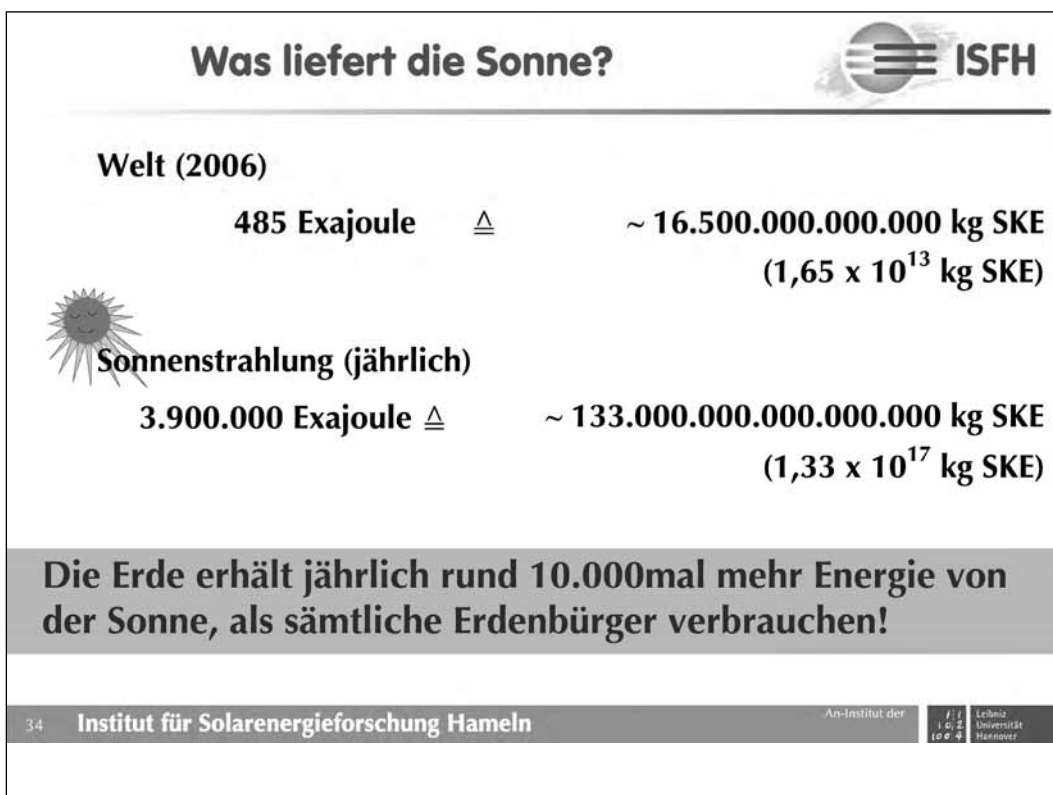
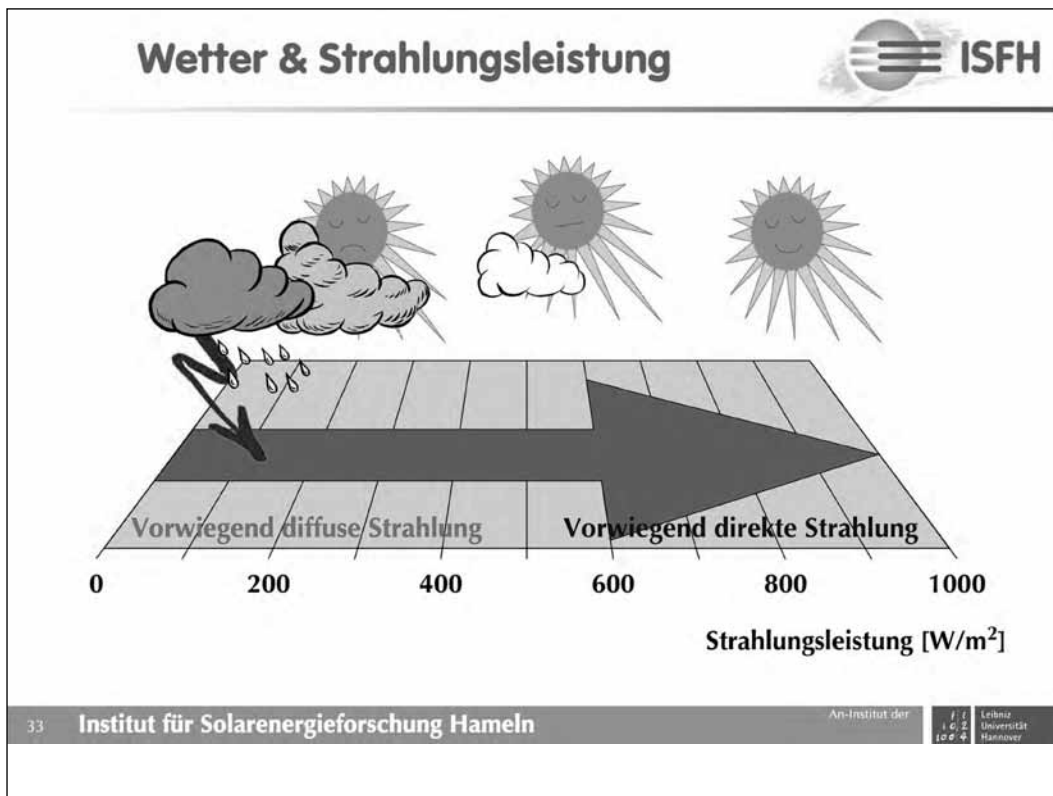
Strahlungspotenzial der Sonne



30 Institut für Solarenergieforschung Hameln

An-Institut der
Leibniz
Universität
Hannover

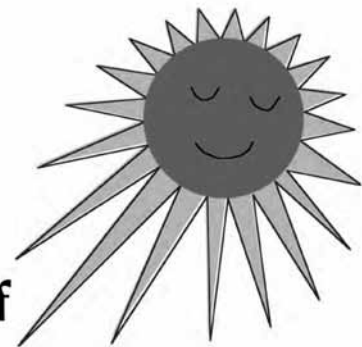


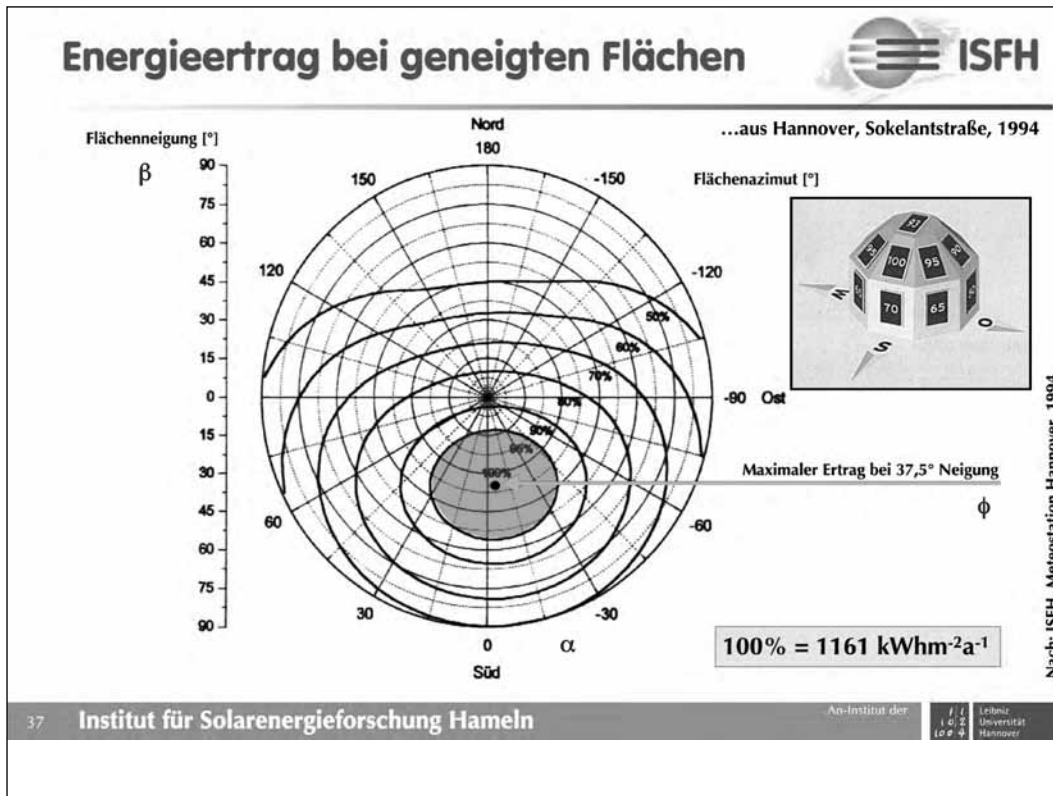




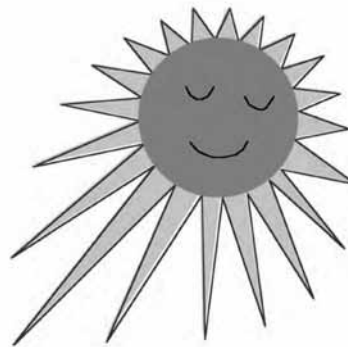
Fazit:

**Solarenergie kann
unseren Energiebedarf
vollständig decken!**

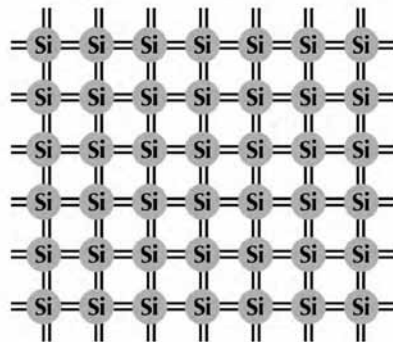




Photovoltaik - Strom aus Licht

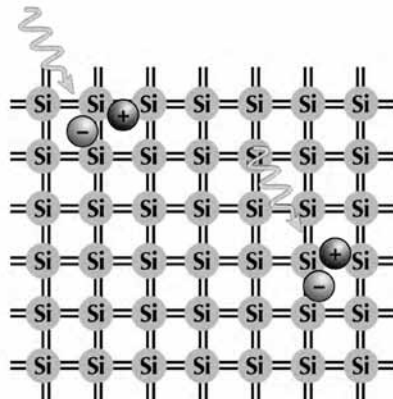


Eine Solarzelle...



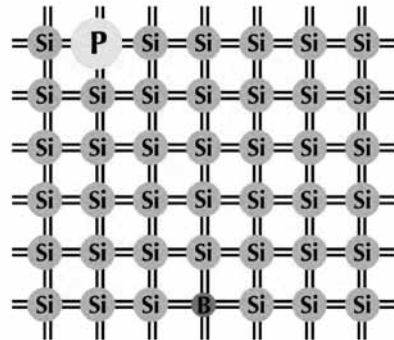
...besteht aus einem perfekt geordneten Siliziumkristall

Belichtung der Solarzelle ...



... erzeugt Ladungsträger; die aber rekombinieren rasch

Ladungsträgertrennung



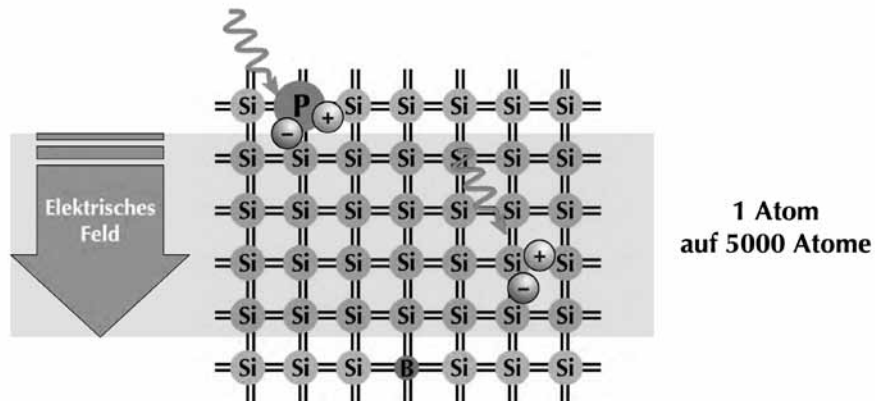
45

Institut für Solarenergieforschung Hameln

An-Institut der

 F I
 I G Z
 Leibniz
 Universität
 Hannover

Ladungsträgertrennung



Ein permanentes elektrisches Feld innerhalb der Solarzelle trennt die erzeugten Ladungsträger


45

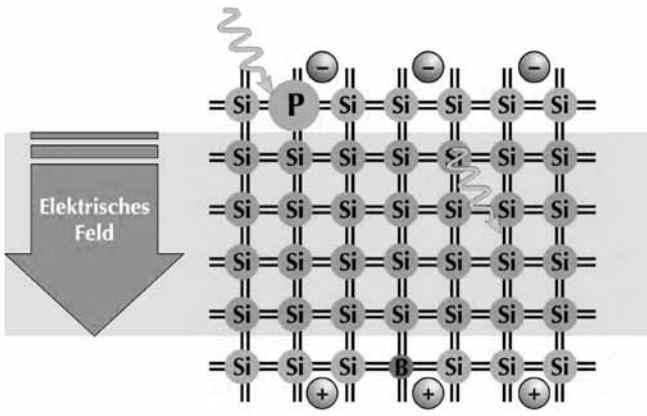
Institut für Solarenergieforschung Hameln

An-Institut der

 F I
 I G Z
 Leibniz
 Universität
 Hannover

Ladungsträgertrennung






1 Atom auf 5000 Atome

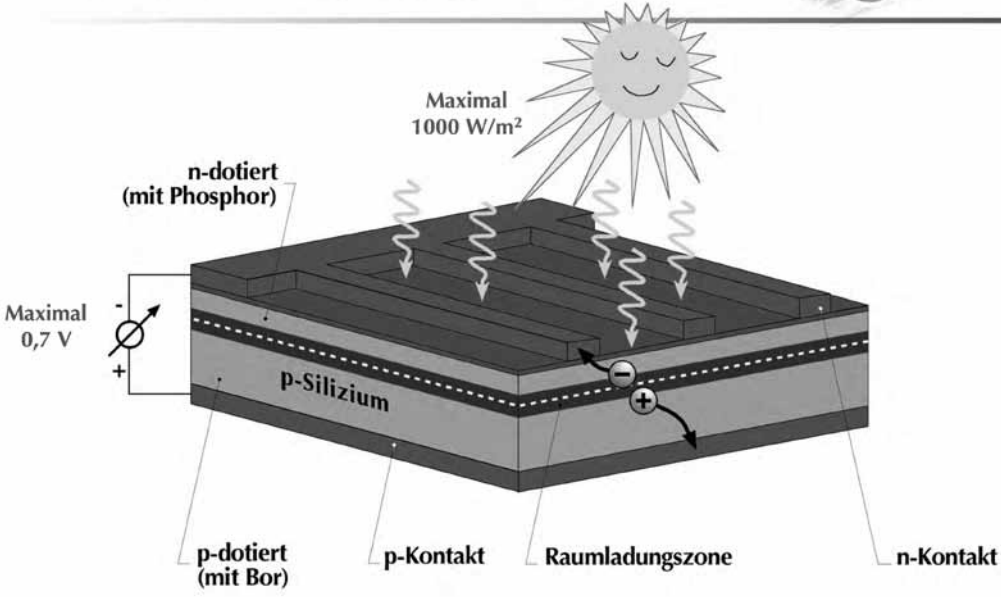
Ein permanentes elektrisches Feld innerhalb der Solarzelle trennt die erzeugten Ladungsträger

45
Institut für Solarenergieforschung Hameln

An-Institut der
 Leibniz Universität
 Hannover

Funktionsweise einer Solarzelle





Quelle: ISFH

53
Institut für Solarenergieforschung Hameln

An-Institut der
 Leibniz Universität
 Hannover

Wirkungsgrade von Solarzellen



Solarzellentyp	Kristallin/ Dünnschicht	Typischer Zell- wirkungsgrad	Typischer Modul- wirkungsgrad
Monokristallines Silizium	Kristallin	18 - 20%	16 - 17%
Polykristallines Silizium	Kristallin	15 - 17%	14 - 15%
Amorphes Silizium	Dünnschicht	7 - 12%	6 - 9%
Cadmium-Tellurid	Dünnschicht	8 - 16%	9%
CIS, Sonstige	Dünnschicht	bis 19%	8 - 10%

nach: J. Schlabbach, VL-Script Photovoltaik, FH Bielefeld

Wirkungsgrade von Solarzellen



Maximaler Wirkungsgrad bei jeder Art
von Solarzellen:
rund 33%

nach: J. Schlabbach, VL-Script Photovoltaik, FH Bielefeld

Zellen- und Modulwirkungsgrad

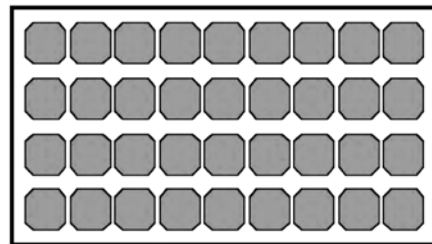


Zellenwirkungsgrad > Modulwirkungsgrad

$$\eta_Z = \frac{P_{\text{Aus}}}{A_{\text{Zelle}} \cdot P_{\text{Ein}}}$$



$$\eta_M = \frac{P_{\text{Aus}}}{A_{\text{Modul}} \cdot P_{\text{Ein}}}$$



P_{Ein} - lokale Einstrahlungsleistung [W/m²]

Quelle: ISFH

60

Institut für Solarenergieforschung Hameln

An-Institut der

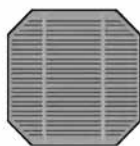
Leibniz
Universität
Hannover

Zellen- und Modulwirkungsgrad

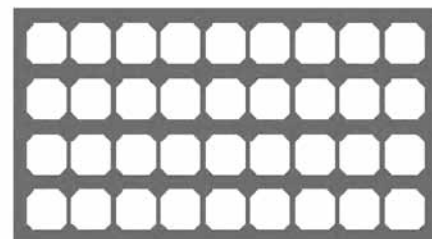


Zellenwirkungsgrad > Modulwirkungsgrad

$$\eta_Z = \frac{P_{\text{Aus}}}{A_{\text{Zelle}} \cdot P_{\text{Ein}}}$$



$$\eta_M = \frac{P_{\text{Aus}}}{A_{\text{Modul}} \cdot P_{\text{Ein}}}$$



P_{Ein} - lokale Einstrahlungsleistung [W/m²]

Quelle: ISFH

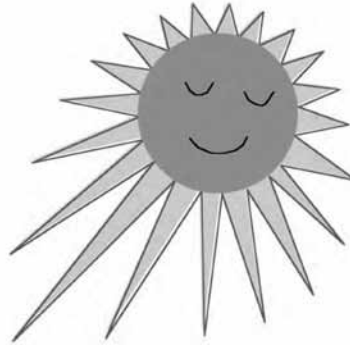
60

Institut für Solarenergieforschung Hameln

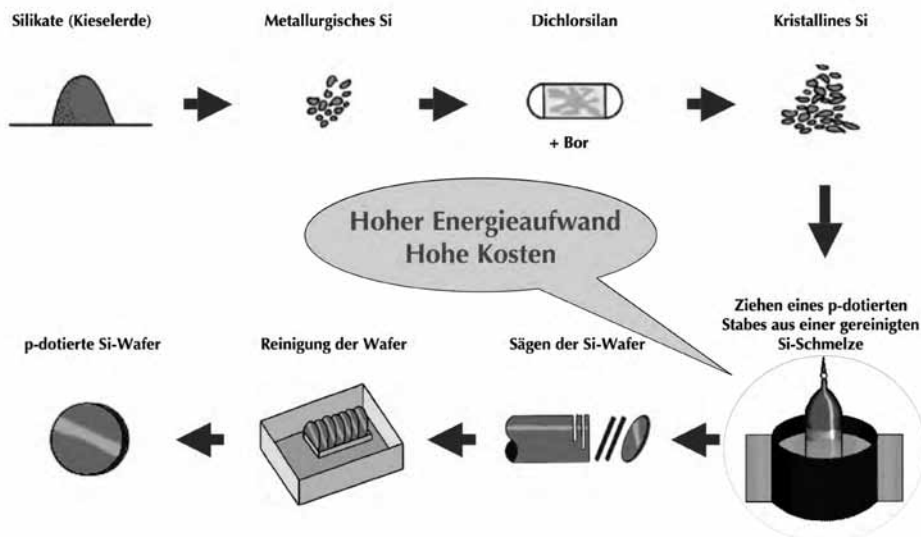
An-Institut der

Leibniz
Universität
Hannover

Herstellung von Solarzellen



Vom Sand zum Wafer



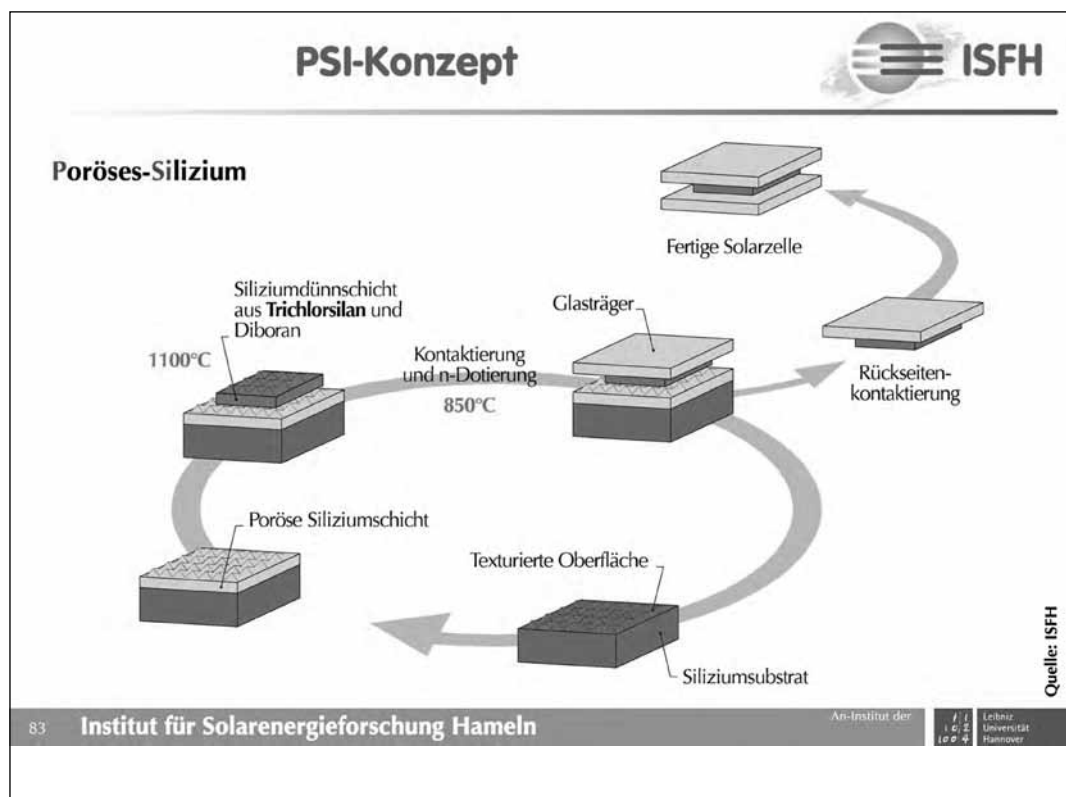
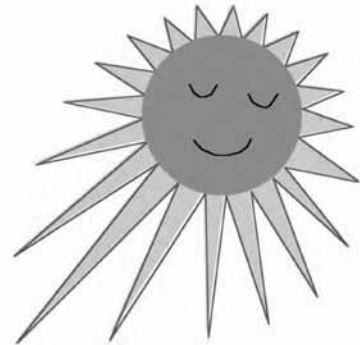
63

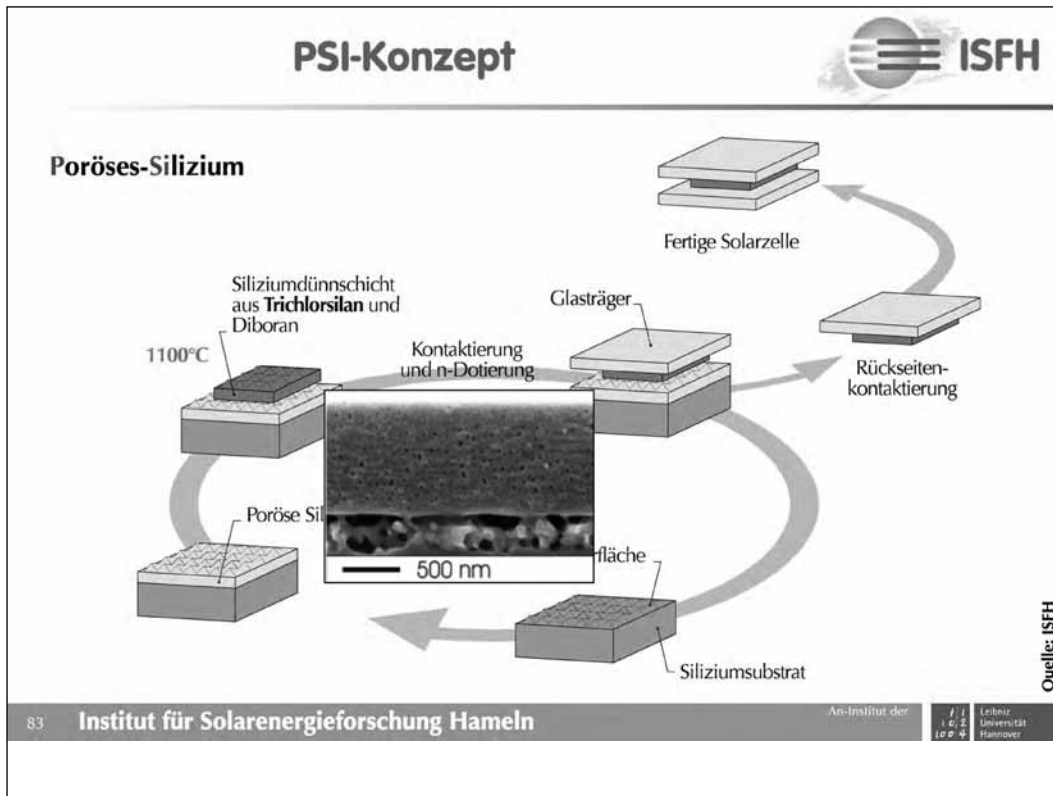
Institut für Solarenergieforschung Hameln

An-Institut der

Leibniz-Universität
Hannover

Moderne Solarzellen: Das PSI-Konzept





Die bislang größte PSI-Zelle





- Fläche 95 cm²
- Dicke 26 µm
 - $V_{OC} = 616 \text{ mV}$
 - $I_{SC} = 29,0 \text{ mA/cm}^2$
- $FF = 78,8 \%$

● $\eta = 14,1\%$

Quelle: B. Terheiden, R. Horbelt, and R. Brendel, in Technical Digest, 15th Intern. Photov. Sci. and Eng. Conf. (Shanghai, 2005) p. 196.

Gemeinschaftsprojekt mit der
Robert Bosch GmbH

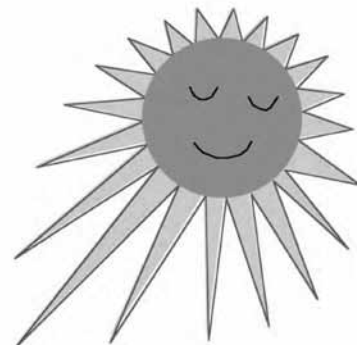
85 Institut für Solarenergieforschung Hameln

An-Institut der



Leibniz
Universität
Hannover

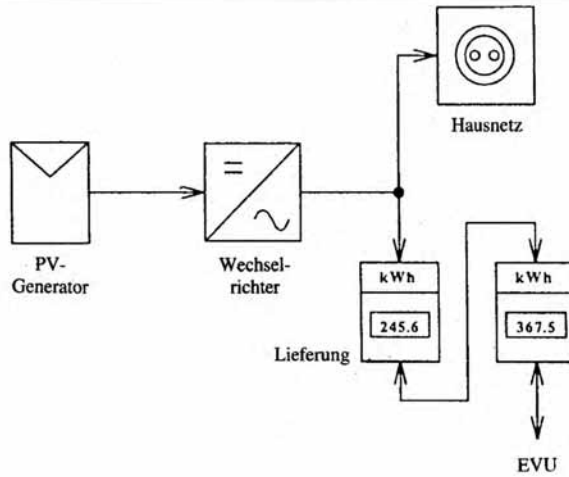
In der Wildnis - Die PV-Anlage in der Praxis



Netzgekoppeltes PV-System



- Koppelung der PV-Installation an das öffentliche Netz
- Speicher entfällt
- Wechselrichter erforderlich
- Produzierte Energie wird ins Netz eingespeist (EVU)
- Benötigte Energie wird dem Netz entnommen (Lieferung)
- Beispiel: Grundsätzlich überall installierbar, wo ein Netzanschluss vorhanden ist (Übergabepunkt)



Quelle: J. Schmid, Photovoltaik - Strom aus der Sonne

92

Institut für Solarenergieforschung Hameln

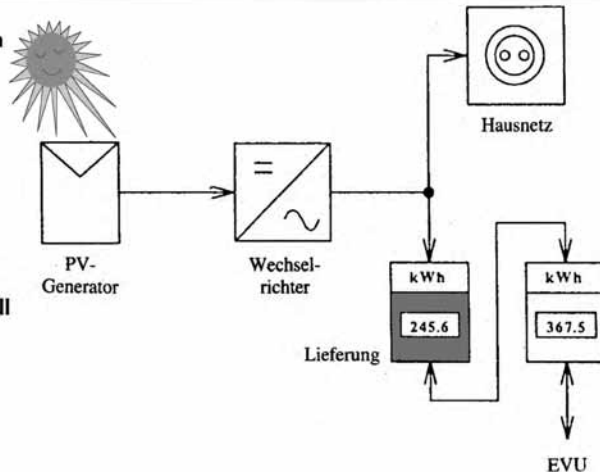
An-Institut der

Leibniz Universität Hannover

Netzgekoppeltes PV-System



- Koppelung der PV-Installation an das öffentliche Netz
- Speicher entfällt
- Wechselrichter erforderlich
- Produzierte Energie wird ins Netz eingespeist (EVU)
- Benötigte Energie wird dem Netz entnommen (Lieferung)
- Beispiel: Grundsätzlich überall installierbar, wo ein Netzanschluss vorhanden ist (Übergabepunkt)



Quelle: J. Schmid, Photovoltaik - Strom aus der Sonne

92

Institut für Solarenergieforschung Hameln

An-Institut der

Leibniz Universität Hannover

Netzgekoppeltes PV-System






Monokristalline Zellen,
4,4 kW_p

Quelle: J. Schmid, Photovoltaik - Strom aus der Sonne

92
Institut für Solarenergieforschung Hameln

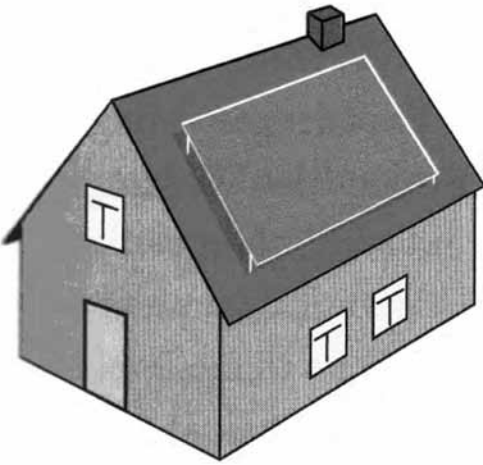
An-Institut der


Montagemöglichkeiten für Module




Schrägdachmontage

- Montage der Module parallel zur Dachhaut
- Ausrichtung und Neigungswinkel vom Dach vorgegeben
- Optimaler Neigungswinkel 45°
- Befestigung mit Montageprofilen
- Optimale Kühlung durch Hinterlüftung

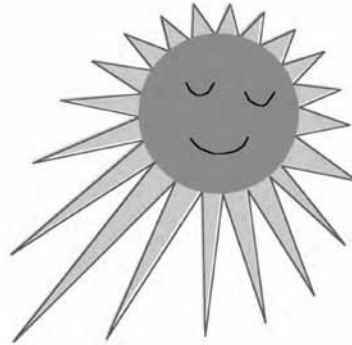


Quelle: Photovoltaische Anlagen, target gmbh Hannover

93
Institut für Solarenergieforschung Hameln

An-Institut der


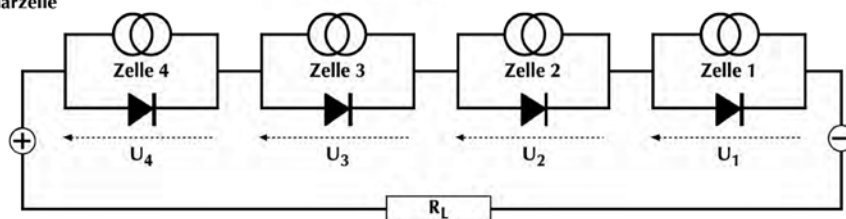
Teilabschattung und die Folgen



Abschattung von Solarzellen




Ersatzschaltbild der Solarzelle

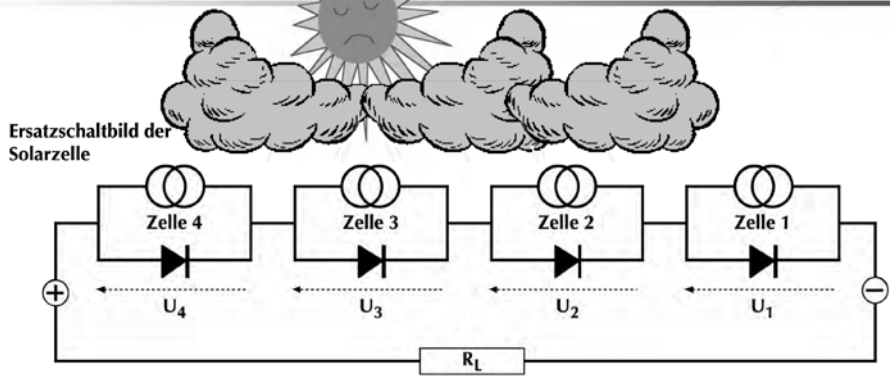


- Bei großflächiger Verschattung sinkt erst der Photostrom (~Bestrahlungsstärke), dann die Leerlaufspannung, und damit die entnehmbare Leistung
- Normaler und unbedenklicher Betriebszustand, kommt immer in der Dämmerung vor

Nach: emsolar.ee.tu-berlin.de/solarweb, TU Berlin

Abschattung von Solarzellen






Ersatzschaltbild der Solarzelle


- Bei großflächiger Verschattung sinkt erst der Photostrom (~Bestrahlungsstärke), dann die Leerlaufspannung, und damit die entnehmbare Leistung
- Normaler und unbedenklicher Betriebszustand, kommt immer in der Dämmerung vor

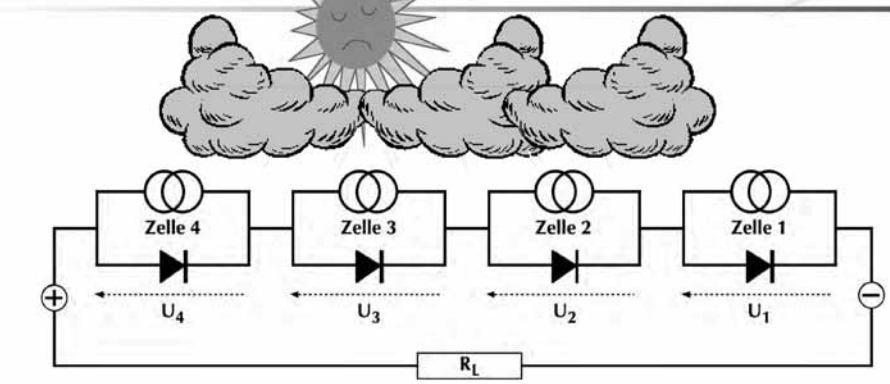
Nach: emsolar.ee.tu-berlin.de/solarweb, TU Berlin

100
Institut für Solarenergieforschung Hameln

An-Institut der

 Leibniz
 Universität
 Hannover


Abschattung von Solarzellen





Nach: emsolar.ee.tu-berlin.de/solarweb, TU Berlin

100
Institut für Solarenergieforschung Hameln

An-Institut der

 Leibniz
 Universität
 Hannover

Friedlich in die Katastrophe

Nach: emsolar.ee.tu-berlin.de/solarweb, TU Berlin

101
Institut für Solarenergieforschung Hameln

An-Institut der

Friedlich in die Katastrophe


- Kleinflächige Verschattung blockiert den gesamten Strang
- Eine von der Position der Zelle abhängige Spannung fällt an der Diode in Sperrrichtung ab
- Hot-Spot - kann zur Verfärbung oder Veränderung der Laminierung führen, im extremsten Fall zur Zerstörung der Zelle

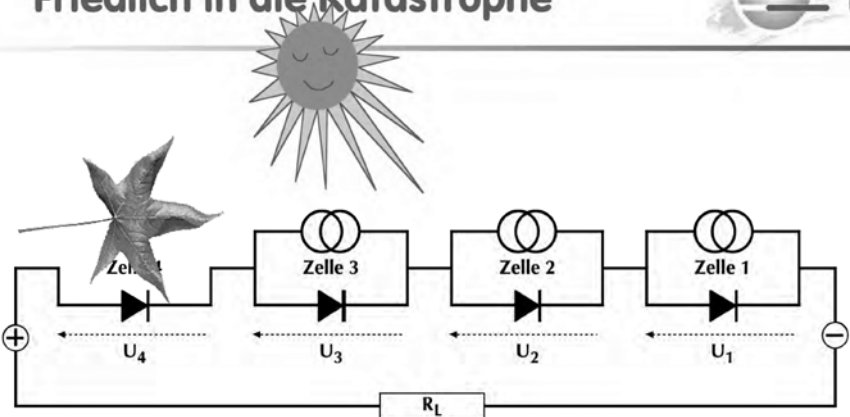
Nach: emsolar.ee.tu-berlin.de/solarweb, TU Berlin

101
Institut für Solarenergieforschung Hameln

An-Institut der

Friedlich in die Katastrophe







- Kleinflächige Verschattung blockiert den gesamten Strang
- Eine von der Position der Zelle abhängige Spannung fällt an der Diode in Sperrrichtung ab
- Hot-Spot - kann zur Verfärbung oder Veränderung der Laminierung führen, im extremsten Fall zur Zerstörung der Zelle

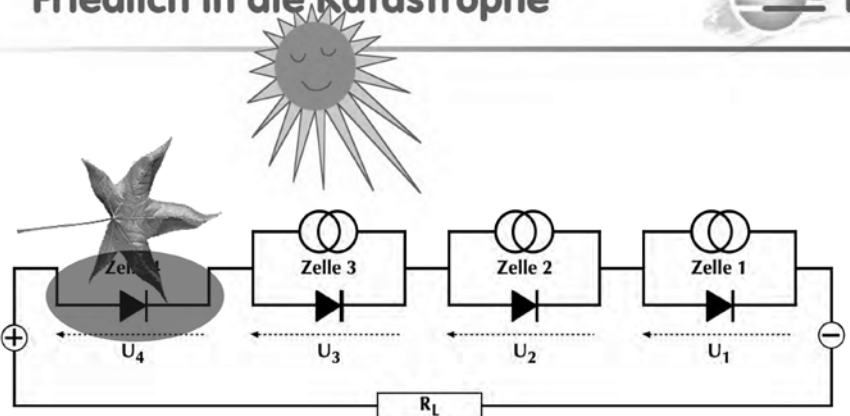
Nach: emsolar.ee.tu-berlin.de/solarweb, TU Berlin

101
Institut für Solarenergieforschung Hameln

An-Institut der

 Leibniz
 Universität
 Hannover

Friedlich in die Katastrophe






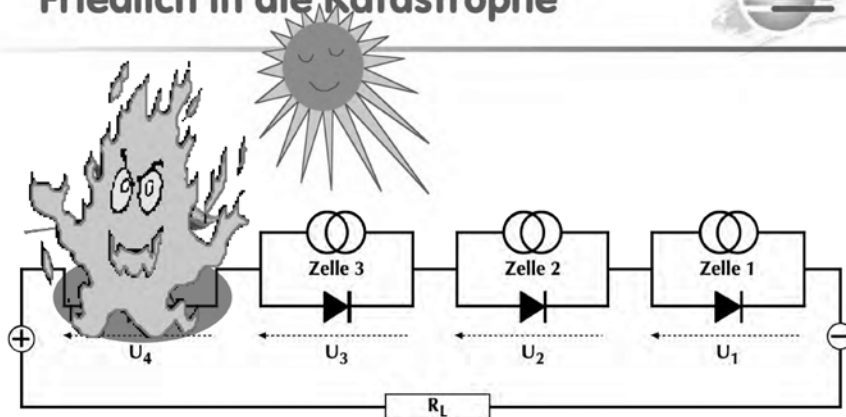
- Kleinflächige Verschattung blockiert den gesamten Strang
- Eine von der Position der Zelle abhängige Spannung fällt an der Diode in Sperrrichtung ab
- Hot-Spot - kann zur Verfärbung oder Veränderung der Laminierung führen, im extremsten Fall zur Zerstörung der Zelle

Nach: emsolar.ee.tu-berlin.de/solarweb, TU Berlin

101
Institut für Solarenergieforschung Hameln

An-Institut der

 Leibniz
 Universität
 Hannover

Friedlich in die Katastrophe



- Kleinflächige Verschattung blockiert den gesamten Strang
- Eine von der Position der Zelle abhängige Spannung fällt an der Diode in Sperrrichtung ab
- Hot-Spot - kann zur Verfärbung oder Veränderung der Laminierung führen, im extremsten Fall zur Zerstörung der Zelle

Nach: emsolar.ee.tu-berlin.de/solarweb, TU Berlin

101 Institut für Solarenergieforschung Hameln

An-Institut der

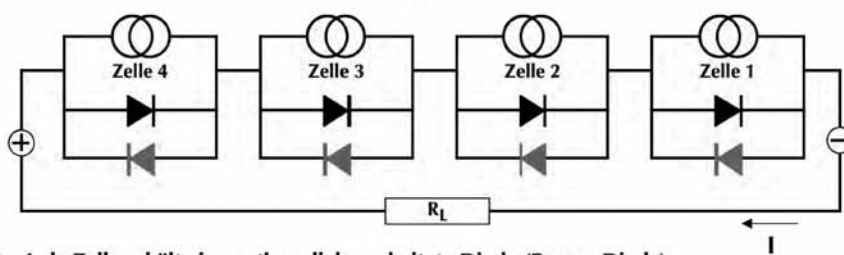
Leibniz Universität Hannover

Wir können auch anders!



durch

Bypass-Dioden



- Jede Zelle erhält eine antiparallel geschaltete Diode (Bypass-Diode)
- Damit wird der Strom an der abgeschatteten Zelle vorbeigeführt
- Die abgeschattete Solarzelle trägt nicht zur Gesamtspannung bei


Nach: emsolar.ee.tu-berlin.de/solarweb, TU Berlin



102 Institut für Solarenergieforschung Hameln

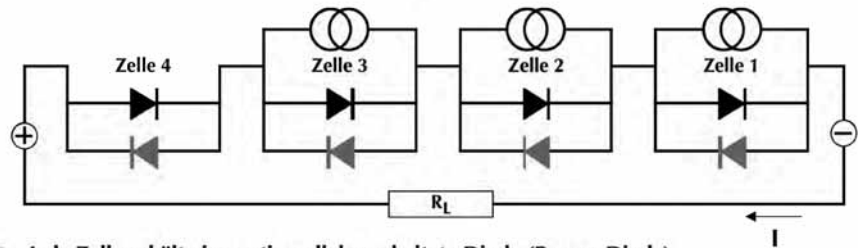
An-Institut der

Leibniz Universität Hannover

Wir können auch anders!



durch  **Bypass-Dioden** 




- Jede Zelle erhält eine antiparallel geschaltete Diode (Bypass-Diode)
- Damit wird der Strom an der abgeschatteten Zelle vorbeigeführt
- Die abgeschattete Solarzelle trägt nicht zur Gesamtspannung bei

Nach: emsolar.ee.tu-berlin.de/solarweb, TU Berlin

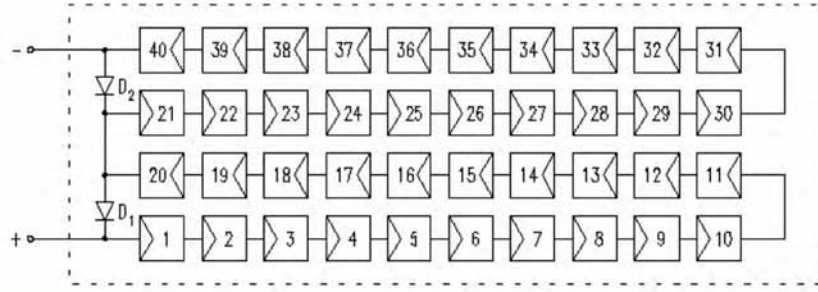
102
Institut für Solarenergieforschung Hameln

An-Institut der
 Leibniz Universität
 Hannover

In der Praxis wird gespart...



...an den Dioden



- Module bestehen oft aus Strängen von je 12, 18 oder 20 Zellen
- Pro Strang wird nur eine Bypassdiode eingebaut
- Bei Verschattung einer der Zellen 1...20 wird über D1 der gesamte Strang abgeschaltet

103
Institut für Solarenergieforschung Hameln

An-Institut der
 Leibniz Universität
 Hannover

PV-Fassade mit CdTe-Modulen



Solarhaus Arnstadt

- Homogenes Erscheinungsbild
- Fassadenintegration
- Aktiv ab 2 m Bauhöhe



Quelle: Antec Solar GmbH

Institut für Solarenergieforschung GmbH Hameln/Emmerthal

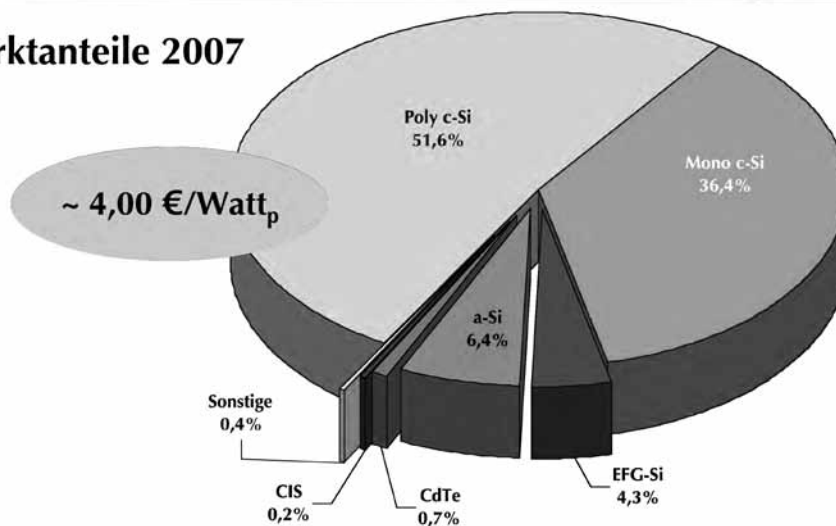
An-Institut der Leibniz Universität Hannover

104

Materialien & Kosten



Marktanteile 2007



Quelle: RWE Schott Solar

105 Institut für Solarenergieforschung Hameln

An-Institut der Leibniz Universität Hannover



Energie für Hochschulen – Das Energieportal von HIS

Ralf-Dieter Person
Hochschul-Informationssystem GmbH Hannover

V Energie für Hochschulen – Das Energieportal von HIS

1 Warum ein Energieportal?

Zum Thema Energie gibt es bereits reichlich Informationen im Internet, warum also eine weitere Internetpräsenz zu diesem Thema bei HIS? Mehrere Gründe waren hierfür ausschlaggebend: Ein Forschungsprojekt zum energieeffizienten Nutzerverhalten, an dem die Ruhr-Universität Bochum und HIS sowie weitere Projektpartner beteiligt sind (s. u.), gab den Ausschlag. Darüber hinaus ist Energie bereits seit vielen Jahren Thema bei HIS und hat mittlerweile einen so hohen Stellenwert erreicht, dass eine entsprechende eigenständige Präsentation gerechtfertigt erscheint. Hinzu kommt, dass es zwar viele Portale und Informationsquellen im Internet zum Thema Energie gibt, aber keine, die sich gezielt an Hochschulen wendet.

Viele Hochschulen haben zudem bereits Erfahrungen mit Aktivitäten zur Verringerung des Energieverbrauchs, Auf- und Ausbau des Energiemanagements oder Einführung eines Energiecontrollings etc. gesammelt. Einige davon sind damit auch auf ihren Webseiten präsent, die aber nicht immer leicht zu finden sind. Diese Aktivitäten gebündelt darzustellen bzw. darauf zu verweisen, soll eine weitere Aufgabe des HIS-Energieportals sein.

2 Initiator „Change“

Im Rahmen des Forschungsprojekts Change, das Teil des BMBF-Forschungsschwerpunktes „Veränderung nachhaltigkeitsrelevanter Routinen in Organisationen“ (vgl. Vortrag Frau Hansmeier/Herr Klesse sowie www.change-energie.de/projekt), das federführend von der Ruhr-Universität Bochum zusammen mit HIS unter Beteiligung der Energieagentur NRW sowie weiterer Hochschulen durchgeführt wird, hat HIS die Aufgabe übernommen, eine Beratungsplattform für die Hochschulen zu entwickeln, die u. a. der Veröffentlichung der Change-Projektergebnisse dient und insbesondere auch das im Rahmen des Projektes entwickelte Instrumentarium zur Förderung eines energieeffizienten Nutzerverhaltens für die Hochschulen verfügbar machen wird. Ergänzt um weitere Informationen rund um das Thema Energie soll auf diese Weise ein attraktives Angebot entstehen, das speziell auf die Bedürfnisse von Hochschulen zugeschnitten ist.

3 Wo stehen wir und wie geht es weiter?

Das HIS-Energieportal ist unter der Adresse www.his.de/energie erreichbar. Es befindet sich derzeit im Aufbau – und dieser Zustand wird sicherlich auch noch eine Weile andauern. Aber es sind bereits Informationen zu Einsparmaßnahmen, Erneuerbaren Energien, Gesetzen und Technischen Regeln, Forschungsergebnissen sowie Links zu anderen wichtigen Seiten zum Thema Energie über das Energieportal abrufbar. Für uns ist es wichtig zu wissen, was die Hochschulen zu dem Thema Energie besonders interessiert. Darum die Bitte an alle Interessierten aus Hochschulen, Kliniken,

Forschungseinrichtungen etc. entsprechende Wünsche zu äußern und uns Rückmeldung zu geben (was ist gut, was gefällt nicht, was fehlt etc.). Textbeiträge und Hinweise zu eigenen Informationsseiten sind ebenso willkommen. Gestalten Sie aktiv mit!

Energie für Hochschulen – das Energieportal von HIS

Ralf-Dieter Person

Zur Person

Ralf-Dieter Person

Diplom-Ingenieur Elektrotechnik (TU)

Beratungsprojekte in den Bereichen
Gebäudemanagement, Organisation,
Gebäudeautomation, CAFM-Systeme,
Betriebskosten/Benchmarking, Energie



Telefon: (0511) 1220-332 bzw. (0160) 90 62 40 61

Telefax: (0511) 1220-439

E-Mail: person@his.de

Internet: <http://www.his.de>

Warum ein Energieportal?

- Forschungsprojekt
- Energie als Thema bei HIS
- Hochschulen gezielt informieren
- Hochschulaktivitäten präsentieren
- Erfahrungsaustausch

Forschung



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



HIS Hochschul
Informations
System GmbH

change

EnergieAgentur.NRW 

Veränderung nachhaltigkeitsrelevanter Routinen in Organisationen

BMBF-Projekt

„Vom Wissen zum Handeln – Neue Wege zum nachhaltigen Konsum:
Veränderung nachhaltigkeitsrelevanter Routinen in Organisationen“

Change Energie

change

Projektteil RUB

- Entwicklung eines Interventionsinstrumentes zur Förderung energieeffizienten Nutzerverhaltens

Projektteil HIS

- Hochschulanalyse
- Entwicklung eines wirksamen Informations- und Beratungsformats für Hochschulen



Beratungsplattform für Hochschulen zur Förderung energieeffizienten Nutzerverhaltens im Hochschulkontext

www.change-energie.de/projekt

www.his.de/energie

HIS Hochschul
Informations
System GmbH

Forum Gebäudemanagement
18. – 19. März 2009

| 5

Projekt Change: www.change-energie.de/projekt

The screenshot shows the 'change' website with a navigation menu on the left: Home, Aktuelles, Projektbeschreibung, Projektpartner, Praxispartner, Downloads, Kontakt, Impressum. The main content area is titled 'Veränderung nachhaltigkeitsrelevanter Routinen in Organisationen (Change)' and contains text about energy efficiency and the role of universities. Logos for 'EnergieAgentur.NRW', 'HIS', 'Bundesministerium für Bildung und Forschung', and 'SOF Sozial-ökologische Forschung' are visible at the bottom of the content area.

HIS Hochschul
Informations
System GmbH

Forum Gebäudemanagement
18. – 19. März 2009

| 6

Energieportal: www.his.de/energie

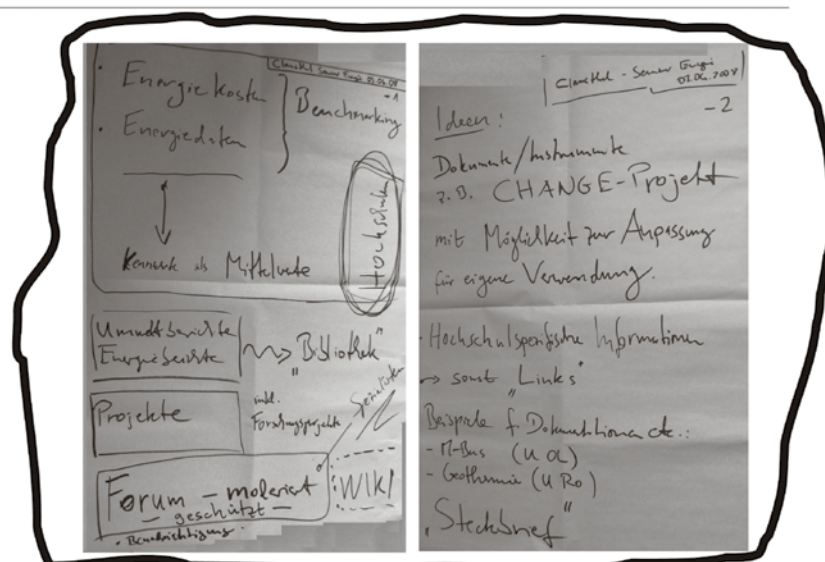


HIS
Hochschul-
Informations-
System GmbH

Forum Gebäudemanagement
18. – 19. März 2009

| 7

Energieportal: Sie haben eine Idee ...



HIS
Hochschul-
Informations-
System GmbH

Forum Gebäudemanagement
18. – 19. März 2009

| 8

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!



