



Bestandsaufnahme und Energieeffizienz-Potenzialanalyse für die landeseigenen Gebäude des Freistaats Thüringen

Dirk Daube

Schriftenreihe der Professur
Betriebswirtschaftslehre im Bauwesen

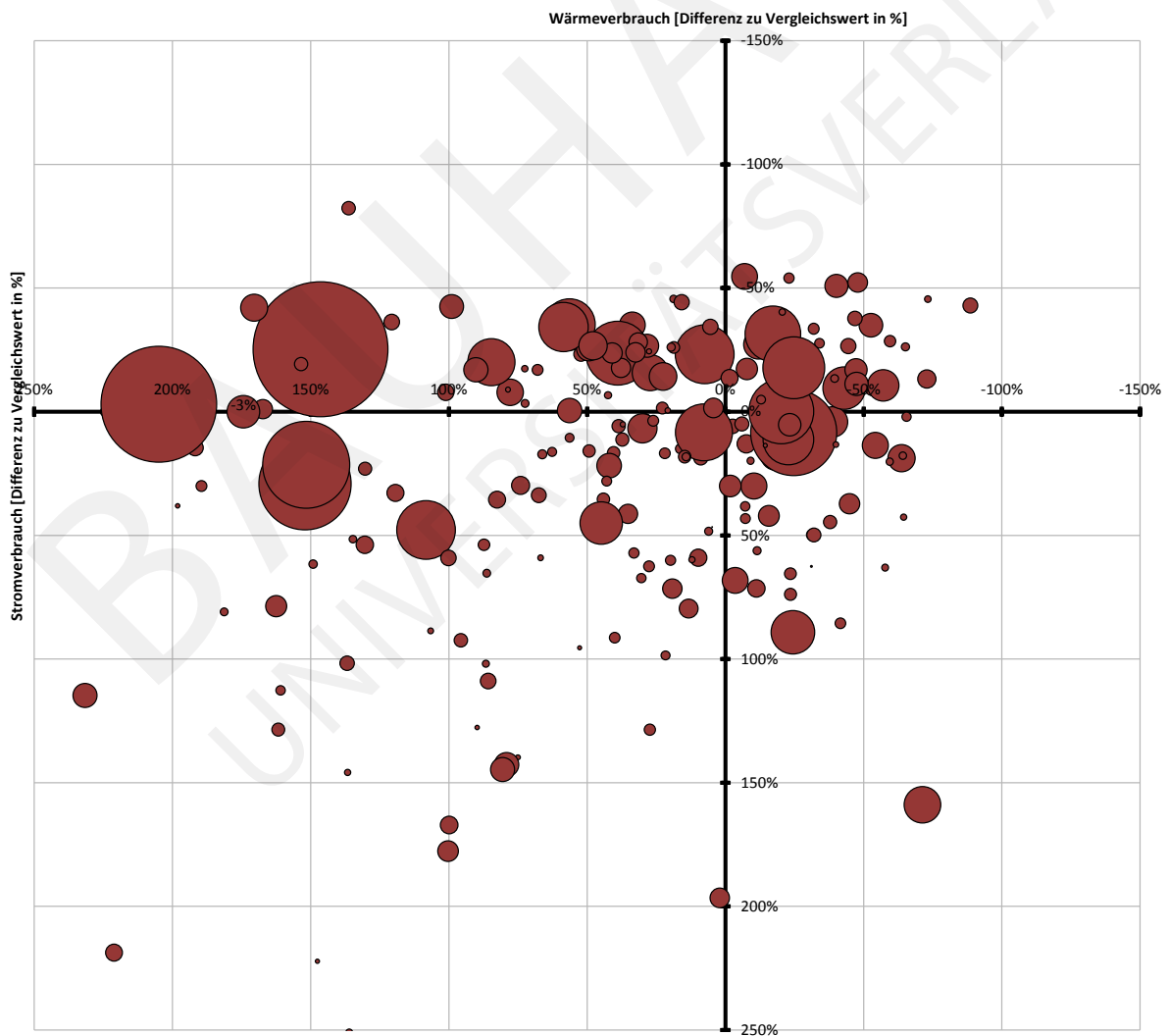
herausgegeben von Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Hans Wilhelm Alfen

Kooperationsvereinbarung

„Nachwuchsförderung Gebäude-Energieeffizienz in Thüringen (NaGET)“

Bestandsaufnahme und Energieeffizienz-Potenzialanalyse für die landeseigenen Gebäude des Freistaats Thüringen

Weimar, im Mai 2013



Impressum

Schriftenreihe der Professur Betriebswirtschaftslehre im Bauwesen

Herausgeber:

© Bauhaus-Universität Weimar

Fakultät Bauingenieurwesen

Professur Betriebswirtschaftslehre im Bauwesen

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Hans Wilhelm Alfen

Marienstraße 7A

D-99423 Weimar

Autor:

Dr.-Ing. Dirk Daube

Bezugsmöglichkeit:

Verlag der Bauhaus-Universität Weimar

Fax: 03643/581156

E-Mail: verlag@uni-weimar.de

Druck:

Docupoint Magdeburg GmbH

Umschlaggestaltung:

Christian Mohr

ISBN 978-3-86068-497-9

Diese Veröffentlichung steht online als Volltext im Publikationsportal der Bauhaus-Universität Weimar unter folgender URL zur Verfügung:

<http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:gbv:wim2-20130530-19412>

„Nachwuchsförderung Gebäude-Energieeffizienz in Thüringen (NaGET)“

Bericht zur Bestandsaufnahme und Energieeffizienz-Potenzialanalyse für die Gebäude des Freistaats Thüringen

Erarbeitet im Rahmen der Kooperationsvereinbarung vom 8. Februar 2011 zwischen der Bauhaus-Universität-Weimar und dem Thüringer Ministerium für Bau, Landesentwicklung und Verkehr

Autor:

Dr.-Ing. Dirk Daube
Bauhaus-Universität Weimar
Professur Betriebswirtschaftslehre im Bauwesen
Marienstraße 7A, 99423 Weimar
Tel.: 03643/584380
E-Mail: dirk.daube@uni-weimar.de

Durchführung und Koordination für den Kooperationspartner:

Dipl.-Ing. Matthias Schreiber
Thüringer Ministerium für Bau, Landesentwicklung und Verkehr
Abteilung 2, Referat 24
Werner-Seelenbinder-Straße 8, 99096 Erfurt
Tel.: 0361/3791245
E-Mail: Matthias.Schreiber@tmbvlv.thueringen.de

Unterstützung:

- Thüringer Liegenschaftsmanagement, Zentrale Betriebsüberwachung (ZBÜ)
- Landesamt für Bau und Verkehr, Abteilungen 1, 5 und 6
- Universität Erfurt, Innere Verwaltung
- Technische Universität Ilmenau, Dezernat Gebäude und Technik
- Friedrich Schiller Universität Jena, Dezernat Liegenschaften und Technik
- Bauhaus-Universität Weimar, Servicezentrum Liegenschaften
- Fachhochschule Erfurt, Dezernat Bau und Liegenschaften
- Fachhochschule Jena, Referat Technik, Liegenschaften und Sicherheit
- Fachhochschule Nordhausen, Sachgebiet Bau / Liegenschaften / Sicherheit
- Fachhochschule Schmalkalden, Sachgebiet Liegenschaften / Bauangelegenheiten / Hochschulplanung

BAUHAUS
UNIVERSITÄTSVERLAG

Vorwort

Klimawandel, steigende Energiepreise und begrenzte Rohstoffe sind globale Herausforderungen. Energieeinsparung und Klimagasreduktion sind daher zentrale energie- und klimapolitische Ziele der Thüringer Landesregierung.



Unsere Anstrengungen wollen wir künftig noch stärker auf Energieeffizienz und den planvollen Ausbau der erneuerbaren Energien lenken. Insbesondere im Gebäudebereich bestehen noch erhebliche Potenziale, Energie und Rohstoffe einzusparen und die für die Umwelt schädlichen Emissionen zu vermindern. Letztendlich sind alle Eigentümer, Betreiber und Nutzer von Immobilien sowie die am Bau beteiligten Akteure dazu aufgefordert, ihren Beitrag zur Reduzierung des vierzigprozentigen Anteils der Gebäude am Endenergieverbrauch in Deutschland zu leisten.

Gerade auch bei der Betreuung, Unterhaltung und Sanierung ihrer Gebäude ist die öffentliche Hand angehalten, vorbildlich zu handeln. Das bedeutet, sie muss planmäßig, auf Basis einer gesicherten Datengrundlage, fachlich fundiert und wissenschaftlich gestützt vorgehen. Diese Zielrichtung hat die Rahmenkooperation „Nachwuchsförderung Gebäude-Energieeffizienz in Thüringen (NaGET)“, die im Jahr 2011 zwischen der Bauhaus-Universität Weimar und dem Thüringer Ministerium für Bau, Landesentwicklung und Verkehr geschlossen wurde.

Der vorliegende Abschlussbericht fasst die Ergebnisse unserer Kooperation mit der Bauhaus-Universität Weimar zusammen. Er erläutert die Methodik der energetischen Gebäudeanalyse und zeigt am Beispiel der Landesgebäude, wie ein größeres Gebäudeportfolio mit vertretbarem Aufwand energetisch bewertet, Gebäude mit einem hohen Einsparpotenzial ermittelt, Sanierungsmaßnahmen priorisiert und Umsetzungskonzepte entwickelt werden können.

Die durch NaGET erreichte neue energetische Transparenz unter den Landesgebäuden bildet eine wichtige Basis für unser weiteres Handeln. Im nächsten Schritt werden wir die Vorschläge und identifizierten Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz unserer Gebäude zielgerichtet und priorisiert umsetzen. Pilotwirkung hat die Universitätsbibliothek Erfurt, wo wir bereits in den nächsten Monaten die besonders wirtschaftlichen Energiesparmaßnahmen aus der Feinanalyse planen, realisieren und durch ein Energiecontrolling fortlaufend überwachen werden.

Mein besonderer Dank gilt an dieser Stelle der Bauhaus-Universität Weimar und im Besonderen der Professur Betriebswirtschaftslehre im Bauwesen für ihre qualifizierte Arbeit und fachkompetente Beratung. Hervorzuheben ist die gelungene Zusammenarbeit von Wissenschaftlern und Praktikern zur Lösung komplexer Aufgaben. Beispielhaft war das Heranführen von Studenten der Bauhaus-Universität Weimar an die Zukunftsaufgabe Energieeffizienz. Die Mitarbeit schärfte das Problembewusstsein der angehenden Baubetriebswirtschaftler(-innen) und erweiterte ihre Fachkenntnisse und -kompetenz auf dem Gebiet des Energiemanagements.

Wenn dieser Bericht zugleich private und öffentliche Eigentümer und Betreiber großer Gebäudeportfolien informieren und bei ihrer Arbeit unterstützen kann, wäre ein weiteres wichtiges Anliegen erreicht. Letztlich geht es darum, bestehende Ressourcen zu bündeln und verfügbares Wissen für alle Seiten gewinnbringend einzusetzen. In diesem Sinne wünsche ich der Broschüre eine weite Verbreitung.

Christian Carius
Thüringer Minister für Bau, Landesentwicklung und Verkehr

BAUHAUS
UNIVERSITÄTSVERLAG

Zusammenfassung

Der Freistaat Thüringen und die Bauhaus-Universität Weimar haben im Jahr 2011 eine Kooperation zur „Nachwuchsförderung Gebäude-Energieeffizienz in Thüringen (**NaGET**)“ geschlossen. Ziel der Zusammenarbeit war die Erforschung der energetischen Qualität der Landesgebäude, um daraus Empfehlungen für eine Priorisierung energetischer Sanierungsmaßnahmen ableiten zu können. Im Ergebnis der Untersuchungen wird den Entscheidungsträgern mit der energetischen Potenzialanalyse ein Instrument zur Verfügung gestellt, dass diese bei der Vorauswahl von energetisch zu sanierenden Objekten gezielt unterstützt.

Untersuchungsgegenstand der Studie stellen die rund 1.700 Landesgebäude des Freistaates Thüringen dar, von denen 938 als energetisch relevant einzuschätzen sind. Zunächst eingegrenzt auf 270, wurden letztendlich 218 Gebäude für die energetische Potenzialanalyse ausgewählt, die alle die Anforderungen an die Datenqualität erfüllen. Der aufgebaute Datenbestand reicht hinsichtlich Umfang und Belastbarkeit deutlich über den Ausgangszustand hinaus.

Im Mittelpunkt der Untersuchungen steht die Auswertung der **Verbrauchswerte** für Wärme und Strom. Mit Hilfe verschiedener Analysemethoden wird rechnerisch als auch grafisch eruiert, welche Gebäude als Hochverbraucher energetisch auffällig sind. Es zeigt sich, dass die Auswertung gleichartiger Gebäude besonders geeignet ist, um auffällige Hochverbraucher zu identifizieren. Am Beispiel von Institutsgebäuden für Forschung und Lehre (BWZK 2200) und Bibliotheksgebäuden (BWZK-Kategorie 9130) wird dies veranschaulicht. Die Auswertung der Gebäude einer einzelnen Einrichtung erfolgt exemplarisch für die Universität Erfurt.

Es wird gezeigt, dass neben dem absoluten Verbrauch weitere Analyse Kriterien und der Vergleich mit Benchmarks zusätzliche Aufschlüsse bieten. Mit der Ermittlung des **Energieeffizienzpotenzials** wird eine Kenngröße vorgestellt, die einen aussagekräftigen Vergleich unter den Gebäuden erlaubt. Darauf aufbauend lässt sich eine Rangfolge von Gebäuden bilden, die zur Priorisierung von energetischen Sanierungsmaßnahmen genutzt werden kann.

Zur Durchführung einer energetischen Potenzialanalyse wird eine schrittweise **Vorgehensweise** vorgestellt, die von der Voranalyse über die Grobanalyse bis zur Feinanalyse eine zunehmende Detaillierung vorsieht. Es wird gezeigt, dass damit ein Immobilienportfolio öffentlicher Gebäude, wie dies des Freistaates Thüringen, zielgerichtet und kostenschonend auf energetisch auffällige Gebäude hin untersucht werden kann. Am Beispiel der Universitätsbibliothek Erfurt wird verdeutlicht, wie bei einem energetisch auffälligen Objekt in einer detaillierten Untersuchung die Vorergebnisse geprüft, Ursachen für den erhöhten Energieverbrauch ermittelt und Vorschläge zur Verbesserung der energetischen Qualität erarbeitet werden können.

In einer **Hochrechnung** wurde mit Hilfe starker Vereinfachungen abgeschätzt, dass bei Gebäuden mit erhöhtem Heizwärmeverbrauch im Mittel eine Einsparung von 52 kWh/m²a möglich ist. Das Einsparpotenzial beim Stromverbrauch beträgt für ein Gebäude des Freistaates Thüringen durchschnittlich 44 kWh/m²a. Festzustellen ist, dass die Streuung der Energieeinsparpotenziale sehr hoch ist. Bei einzelnen Gebäuden ist eine deutliche Abweichung von den Durchschnittswerten nach oben bzw. unten zu verzeichnen. Es wird des Weiteren angenommen, dass im Idealfall 28 % der jährlichen Energiekosten des Freistaates i.H.v. rund 35 Mio. Euro eingespart werden können, wenn die betrachteten Gebäude so energetisch saniert werden, dass sie den Richtwerten für die Verbrauchshöhe entsprechen.

BAUHAUS
UNIVERSITÄTSVERLAG

Gliederung

Zusammenfassung.....	VII
Abkürzungsverzeichnis	XI
Abbildungsverzeichnis	XII
Formelverzeichnis	XIV
1. Einführung.....	1
1.1 Kooperationspartner	1
1.2 Aufgabenstellung	1
1.3 Untersuchungsgegenstand	2
1.4 Methodik und Gang der Untersuchung.....	2
1.5 Einordnung der Untersuchungen	3
2. Datenerfassung.....	6
2.1 Auswertung der Energieausweise	6
2.2 Zusammenführung der Objektdaten	6
2.3 Strukturierung der Datensätze	7
2.4 Differenzierung nach Art der Verbrauchszählung	9
2.5 Kategorisierung der Datenqualität	11
3. Datenaufbereitung	14
3.1 Witterungsbereinigung.....	14
3.2 Zeitliche Bereinigung	15
3.3 Ermittlung der Energiebezugsfläche.....	15
3.4 Ermittlung der Verbrauchskennwerte	16
3.5 Ermittlung der Vergleichswerte nach BMVBS	17
3.6 Ermittlung der Energieeffizienz-Klassen nach IEMB.....	19
3.7 Ermittlung der Einsparpotenziale	21
4. Datenanalyse und -auswertung	24
4.1 Auswertung für den Gesamtgebäudebestand.....	24
4.1.1 Wärme- und Stromverbrauchs nach Energieeffizienz-Klassen	25
4.1.2 Wärme- und Stromverbrauch der Einzelobjekte auf Portfolioebene	26
4.1.3 Kombinierte Potenzialanalyse für Wärme und Strom	28
4.1.4 Potenzialanalyse unter Einbeziehung der Gebäudeflächen.....	30
4.1.5 Potenzialanalyse unter Berücksichtigung der Kosten	31

4.2	Auswertung für Gebäude eines Standortes am Beispiel der Universität Erfurt.....	36
4.2.1	Überblick zu den untersuchten Thüringer Hochschulgebäuden.....	37
4.2.2	Die Gebäude der Universität Erfurt.....	38
4.2.3	Analyse des Wärme- und Stromverbrauchs.....	40
4.2.4	Standortspezifische Priorisierung für die Universität Erfurt	41
4.3	Auswertung für BWZK-Gebäudegruppen am Beispiel 2200 und 9130	43
4.3.1	Strukturierung des Gebäudebestandes nach BWZK-Gruppen	43
4.3.2	Institutsgebäude für Forschung und Lehre (BWZK 2200)	44
4.3.3	Bibliotheksgebäude (BWZK 9130)	46
4.3.4	Weitere zur Untersuchung geeignete BWZK-Gruppen	48
4.4	Feinanalyse für Einzelobjekte am Beispiel der Universitätsbibliothek Erfurt.....	49
4.4.1	Ausgangssituation der Universitätsbibliothek Erfurt	49
4.4.2	Analyse des energetischen Ist-Zustandes	51
4.4.3	Optimierungsvorschläge.....	52
4.4.4	Handlungsempfehlungen	53
4.4.5	Schlussfolgerungen.....	56
5.	Fazit und Ausblick	58
5.1	Übertragbarkeit auf gesamten Gebäudebestand.....	58
5.2	Einbau zusätzlicher Verbrauchszähler	59
5.3	Zentrales Datenmanagement	60
Anhang 1:	Gebäudedaten zu den vertiefend geprüften Hochschulgebäuden (Auszug)	61
Anhang 2:	Verbrauchsdaten zu den vertiefend geprüften Hochschulgebäuden (Auszug).....	66
Anhang 3:	Energieausweis für Nichtwohngebäude	69
Anhang 4:	Flächenrechnungsfaktoren zur Berechnung der Energiebezugsfläche	73
Anhang 5:	Mittelwerte EnEV 2007 und Vergleichswerte EnEV 2009 für den Heizenergie- verbrauchs-kennwert und den Stromverbrauchs-kennwert für Gebäude, die nach dem Bauwerkszuordnungskatalog kategorisiert sind.....	75
Anhang 6:	Sankey-Diagramme für Wärme	78
Anhang 7:	Übersicht vorgeschlagener Einzelmaßnahmen und deren Einordnung in die vier Maßnahmenpakete	79
	Quellenverzeichnis	XV