



30

Sebastian Pohl

## **Nachhaltigkeit im Gebäudebetrieb**

Ein Vorschlag zur Diversifikation des  
bau- und immobilienwirtschaftlichen  
Zertifizierungsregimes in Deutschland

# **Nachhaltigkeit im Gebäudebetrieb**

Ein Vorschlag zur Diversifikation  
des bau- und immobilienwirtschaftlichen Zertifizierungsregimes  
in Deutschland

Vom Fachbereich Bau- und Umweltingenieurwissenschaften  
der Technischen Universität Darmstadt  
zur Erlangung des akademischen Grades eines  
Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.)  
genehmigte

Dissertation

von

**Dipl.-Wirtsch.-Ing. Sebastian Pohl**

aus  
Hermeskeil

**D 17**

**Darmstadt 2014**

Referent: Prof. Dr.-Ing. Carl-Alexander Graubner

Korreferent: Prof. Dr. Andreas Pfnür

Tag der Einreichung: 24. April 2014

Tag der mündlichen Prüfung: 4. Juli 2014

Herausgeber:

Prof. Dr.-Ing. Carl-Alexander Graubner

Anschrift:

Institut für Massivbau – Fachgebiet Massivbau  
Franziska-Braun-Straße 3  
64287 Darmstadt

<http://www.massivbau.to>

Pohl, Sebastian:

**Nachhaltigkeit im Gebäudebetrieb**

Ein Vorschlag zur Diversifikation des bau- und immobilienwirtschaftlichen Zertifizierungsregimes in Deutschland

1. Auflage Darmstadt

Dissertation // Institut für Massivbau, Technische Universität Darmstadt; Heft 30

ISBN 978-3-942886-07-9

Diese Arbeit ist gedruckt auf einem Papier aus Nachhaltiger Holzwirtschaft zum Schutz der Umwelt.



Sebastian Pohl

Geboren 1983 in Hermeskeil. Im Anschluss an sein Studium des Wirtschaftsingenieurwesens (Fachrichtung Bauingenieurwesen) von 2003 bis 2010 an der Technischen Universität Darmstadt Mitarbeiter der Roland Berger Strategy Consultants GmbH. Seit Ende 2010 wissenschaftlicher Mitarbeiter von Prof. Dr.-Ing. Carl-Alexander Graubner am Institut für Massivbau der Technischen Universität Darmstadt und Projektingenieur bei der LCEE Life Cycle Engineering Experts GmbH in Darmstadt.

WHAT GOES AROUND COMES AROUND

## **Vorwort**

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Zeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Massivbau der Technischen Universität Darmstadt.

Meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr.-Ing. Carl-Alexander Graubner gilt ein besonderer Dank für die Betreuung meiner Dissertation im Speziellen und die mir gewährten Freiheiten und das stets entgegengebrachte Vertrauen während meiner gesamten Tätigkeit am Institut im Allgemeinen.

Herrn Prof. Dr. Pfnür danke ich für das Interesse an meiner Arbeit und die Übernahme des Korreferats.

Kollegen und Freunde haben mit ihrem Interesse an meiner Forschungsarbeit und ihrer beharrlichen Diskussionsbereitschaft entscheidend zum Gelingen der Arbeit beigetragen: Dr.-Ing. Martin Heimann, Dr.-Ing. Carmen Schneider und Dr.-Ing. Torsten Mielecke sowie Dipl.-Ing. Eugen Müller und Matthias Weber, M. A. gebührt mein ausdrücklicher Dank für die sorgfältige und kritische Durchsicht meiner Dissertation.

Außerdem verdienen auch alle anderen Kollegen unseres Fachgebiets einen besonderen Dank. Denn das stets offene und freundschaftliche Miteinander und die verlässliche gegenseitige Hilfe und Unterstützung im Institutsalltag haben die Zeit dort zu einer sehr angenehmen und wertvollen gemacht, aus der ich die nötige Motivation und Ausdauer für meine Promotion ziehen konnte und an die ich mich immer gerne erinnern werde.

Von ganzem Herzen möchte ich meinen Eltern danken, weil erst ihre fortwährende Unterstützung und ihr Rückhalt meinen Weg zur Promotion ermöglicht hat und sie mir viel von dem mitgegeben haben, was nötig ist, um diesen Weg erfolgreich bis ans Ende zu gehen.

Der größte Dank aber gilt meiner Frau Chrissi, die mir mit ihrem Verständnis und ihrer Geduld, als seelische Stütze und vor allem wegen ihres Vertrauens in mich bei meiner Promotion unersetzlich war und dies hoffentlich immer bleiben wird. Ihr und unserem kleinen Sohn Samuel soll diese Arbeit gewidmet sein.

Hofheim am Taunus, im Juli 2014

Sebastian Pohl

## **Zusammenfassung**

Nachhaltigkeit gehört ohne Zweifel zu den prägenden Leitbildern des 21. Jahrhunderts. Bei der Umsetzung der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie kommt der Bau- und Immobilienwirtschaft aufgrund der enormen Umweltwirkungen ihres Haupterzeugnisses *Bauwerk* eine Schlüsselrolle zu. Als zentraler Baustein einer zukunftsfähigen Entwicklung von Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft gilt dabei eine ganzheitliche und lebenszyklusorientierte Betrachtungsweise von Bauwerken. Mit der Entwicklung und Implementierung des *Deutschen Gütesiegels Nachhaltiges Bauen* zur Nachhaltigkeitsbewertung und -zertifizierung wurde ein wichtiger Meilenstein des nötigen Umdenkprozesses gesetzt.

Allerdings können die derzeit verfügbaren Systemvarianten des *Deutschen Gütesiegels Nachhaltiges Bauen* systembedingt nicht alle Phasen des gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes in einer unter Gesichtspunkten der Nachhaltigkeit optimalen Detaillierung adressieren. Insbesondere die Nachhaltigkeitspotentiale der zeitlich stark ausgedehnten Nutzungsphase von Gebäuden werden bislang nur rudimentär erschlossen.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde daher ein speziell auf die Nachhaltigkeitsqualität des Gebäudebetriebs ausgerichteter Handlungs- und Bewertungsrahmen entwickelt, um das bau- und immobilienwirtschaftliche Zertifizierungsregime in Deutschland um eine bisher fehlende zweckmäßige Systemvariante zu diversifizieren.

## **Abstract**

Sustainability belongs to the characterising models of the 21st century without any doubt. Within the German sustainability strategy the construction and real estate industry plays a key role due to the enormous impacts of buildings as its main products. Here, a new holistic and life-cycle oriented perspective of buildings is considered to be a crucial component of a resilient future of environment, economy and society. Development and implementation of the assessment and certification methodology of the *Deutsches Gütesiegel Nachhaltiges Bauen* set an important milestone of the necessary reconsideration.

Nevertheless, the currently available system variants of the *Deutsches Gütesiegel Nachhaltiges Bauen* are systemically not able to map all phases of a building's entire life cycle in an optimal sustainable manner. Especially the sustainability potentials of the buildings' operation phase are only activated rudimentarily so far.

Hence, this dissertation aimed at developing an action and assessment framework with a specific adjustment for sustainability of facility services in the buildings' operation phase that functionally diversifies the existing certification system portfolio of the German construction and real estate industry.

## Inhaltsverzeichnis

<b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>	<b>VII</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>1</b>
1.1 Ausgangssituation und Problemstellung .....	1
1.2 Zielsetzung.....	3
1.3 Vorgehensweise .....	4
<b>2 Nachhaltigkeitszertifizierung in der Bau- und Immobilienwirtschaft ....</b>	<b>7</b>
2.1 Grundlagen zur Nachhaltigkeit als strategischem Ansatz .....	7
2.2 Grundzüge von Bewertungs- und Zertifizierungssystemen .....	11
2.2.1 Vorbemerkungen .....	11
2.2.2 Substantielle Bestandteile von Bewertungs- und Zertifizierungssystemen.....	11
2.2.3 Organisatorisch-konzeptionelle Maßnahmen der Systemimplementierung .....	15
2.3 Bau- und immobilienwirtschaftliches Zertifizierungsregime in Deutschland .....	20
2.3.1 Hinführende Erläuterungen .....	20
2.3.2 Nationale Systeme <i>BNB</i> und <i>DGNB</i> .....	21
2.3.3 Internationale Systeme <i>BREEAM</i> und <i>LEED</i> .....	26
2.4 Handlungsbedarf zur Diversifikation des Zertifizierungsregimes.....	30
2.4.1 Hinführende Erläuterungen .....	30
2.4.2 Anwendungsgrenzen der nationalen Systeme <i>BNB</i> und <i>DGNB</i> .....	30
2.4.3 Defizite der internationalen Systeme <i>BREEAM</i> und <i>LEED</i> .....	32
2.4.4 Marktorientierte Begründung des Handlungsbedarfs.....	34
<b>3 Nutzung und Betrieb von Gebäuden .....</b>	<b>35</b>
3.1 Vorbemerkungen .....	35
3.2 Gebäudebetrieb im Lebenszyklusmodell der Bau- und Immobilienwirtschaft.....	35
3.2.1 Lebenszyklus und Lebenszyklusphasen von Gebäuden .....	35
3.2.2 Lebenszyklusmodelle der Bau- und Immobilienwirtschaft.....	37

3.3	Aktivitäten und Akteure der Nutzungs- und Betriebsphase .....	40
3.3.1	Abgrenzung von Facility Management und Gebäudemanagement.....	40
3.3.2	Leistungs- und Prozessspektrum von Facility Services.....	42
3.3.3	Akteursparteien der Nutzungs- und Betriebsphase.....	47
3.4	Abgrenzung des Betrachtungsraums und Untersuchungsgegenstands .....	51
3.4.1	Methodik von Systemgrenzen .....	51
3.4.2	Systemgrenzen für den nachhaltigkeitsoptimierten Gebäudebetrieb.....	52
<b>4</b>	<b>Dimensionen der Nachhaltigkeit im Gebäudebetrieb - Eine Definition .....</b>	<b>57</b>
4.1	Vorbemerkungen .....	57
4.2	Perspektiven auf Nachhaltigkeit im Gebäudebetrieb .....	57
4.2.1	Historische Perspektive - Entwicklung des modernen Nachhaltigkeitsleitbilds .....	57
4.2.2	Nachhaltigkeitszertifizierungssysteme - Bewertungsansätze für die Bau- und Immobilienwirtschaft .....	58
4.2.3	Normative Perspektive - Deutsche und internationale Normung zur Nachhaltigkeit in Bauwesen und Facility Management .....	59
4.2.4	Anspruchsgruppen und Interessenvertreter - Motivation für Nachhaltigkeit im Gebäudebetrieb .....	62
4.3	Ableitung einer Definition für Nachhaltigkeit im Gebäudebetrieb .....	64
<b>5</b>	<b>Quantifizierung von Nachhaltigkeit im Gebäudebetrieb - Ein Zielwertsystem .....</b>	<b>69</b>
5.1	Methodik zur Entwicklung eines Zielwertsystems.....	69
5.2	Schutz- und Handlungsziele des nachhaltigen Gebäudebetriebs.....	70
5.2.1	Allgemeingültige Schutzziele für Nachhaltiges Bauen .....	70
5.2.2	Gebäudebetriebsspezifische Handlungsziele.....	71
5.3	Identifikation und Auswahl von Bewertungskriterien.....	74
5.3.1	Vorgehensweise .....	74
5.3.2	Detailanalyse bestehender Nachhaltigkeitszertifizierungssysteme .....	75
5.3.3	Vollständigkeitskontrolle des Portfolios an Bewertungskriterien .....	90



5.3.4	Strukturelle und inhaltliche Komposition des Kriterienkatalogs.....	92
5.3.4.1	Varianten zur Strukturierung des Kriterienkatalogs .....	92
5.3.4.2	Exkurs: Schnittstellen zum deutschen Zertifizierungsregime .....	96
5.3.4.3	Zusammenstellung des Kriterienkatalogs.....	98
5.4	Entwicklung handlungsorientierter Steckbriefe der Bewertungskriterien..	118
5.4.1	Grundlagen der Bewertungsmethodik und Steckbriefkonzeption.....	118
5.4.1.1	Allgemeine Vorbemerkungen.....	118
5.4.1.2	Bewertungsart und Bewertungshorizont.....	118
5.4.1.3	Indikatoren und Messgrößen .....	121
5.4.1.4	Bewertungsmaßstab .....	122
5.4.1.5	Gestaltung der Steckbriefe.....	123
5.4.1.6	Zusammenfassung: Steckbrief SYSTEMGRUNDLAGEN.....	123
5.4.2	Inhaltliche Ausarbeitung der Steckbriefe .....	124
5.4.2.1	Vorbemerkungen .....	124
5.4.2.2	Hauptkriteriengruppe ÖKOLOGIE.....	124
5.4.2.3	Hauptkriteriengruppe ÖKONOMIE.....	131
5.4.2.4	Hauptkriteriengruppe SOZIOKULTUR UND FUNKTIONALITÄT.....	134
5.4.2.5	Hauptkriteriengruppe COMMISSIONING UND STARTUP .....	139
5.5	Gewichtungsmatrix zur Reaggregation einer Gesamtbewertung .....	141
5.5.1	Zielsetzung und Systematik.....	141
5.5.2	Randbedingungen der Konzeption der Gewichtungsmatrix.....	142
5.5.3	Gewichtungsmatrizen bestehender Nachhaltigkeitszertifizierungssysteme .....	145
5.5.4	Ausarbeitung der Gewichtungsmatrix des Zielwertsystems .....	149
5.5.4.1	Strukturelle Festlegungen .....	149
5.5.4.2	Numerische Festlegungen.....	151
5.6	Zwischenfazit.....	162

<b>6</b>	<b>Validierung des Systementwurfs - Pilotphase.....</b>	<b>163</b>
6.1	Vorbemerkungen .....	163
6.2	Vorbereitung und Durchführung der Systemvalidierung .....	163
6.3	Erkenntnisse der Pilotphase .....	166
6.3.1	Bewertungsergebnisse der Referenzobjekte .....	166
6.3.2	Anwendungserfahrungen und Folgerungen für die Systemfinalisierung ...	171
6.4	Finalisierung des Systementwurfs .....	174
6.4.1	Vorbemerkungen .....	174
6.4.2	Stoßrichtungen der Systemfinalisierung.....	174
<b>7</b>	<b>Zertifizierte Nachhaltigkeit -</b>	
	<b>Verifizierung von Bewertungsergebnissen .....</b>	<b>177</b>
7.1	Hinführende Erläuterungen.....	177
7.2	Konformitätsprüfung .....	177
7.3	Das Zertifikat als Konformitätskennzeichnung .....	180
7.3.1	Nutzeneffekte von Nachhaltigkeitszertifikaten .....	180
7.3.2	Konformitätszeichen im deutschen Nachhaltigkeitszertifizierungsregime .....	180
7.3.3	Alternative Konformitätskennzeichnung des nachhaltigen Gebäudebetriebs .....	182
7.4	Ergänzende Schritte der Systemimplementierung.....	184
7.4.1	Vorbemerkungen .....	184
7.4.2	Personifizierung der Organisationsstruktur und erforderlicher Stellen .....	185
7.4.3	Ansatzpunkte für die kontinuierliche Systemfortschreibung .....	186
7.4.4	Intervalle und Umfang einer turnusmäßigen Re-Zertifizierung .....	188
7.4.5	Staatliche Anerkennung und Anwendungsempfehlung.....	188
<b>8</b>	<b>Resümee und Ausblick .....</b>	<b>191</b>
	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>197</b>