

Steuerung der Nachhaltigkeit im Planungs- und Realisierungsprozess von Büro- und Verwaltungsgebäuden

Entwicklung eines Instrumentes
zur Vorbewertung und Optimierung der Nachhaltigkeitsqualität

Dem Fachbereich Bauingenieurwesen und Geodäsie
der Technischen Universität Darmstadt
zur Erlangung des akademischen Grades eines
Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.)
vorgelegte

DISSERTATION

von

Dipl.-Ing. Carmen Schneider

aus

Hanau

D 17

Darmstadt 2011

Referent:	Prof. Dr.-Ing. Carl-Alexander Graubner
Korreferent:	Prof. M. Sc. (Econ) Manfred Hegger
Tag der Einreichung:	21. Dezember 2010
Tag der mündlichen Prüfung:	1. Juni 2011

Herausgeber:

Prof. Dr.-Ing. Carl-Alexander Graubner

Anschrift:

Institut für Massivbau – Fachgebiet Massivbau

Petersenstrasse 12

64287 Darmstadt

<http://www.massivbau.to>

Schneider, Carmen:

Steuerung der Nachhaltigkeit im Planungs- und Realisierungsprozess von Büro- und Verwaltungsgebäuden

Entwicklung eines Instrumentes zur Vorbewertung und Optimierung der Nachhaltigkeitsqualität

1. Auflage Darmstadt

Dissertation // Institut für Massivbau, Technische Universität Darmstadt; Heft 21

ISBN 978-3-9811881-9-6

Dr.-Ing. Carmen Schneider

Geboren 1975 in Hanau. Von 1994 bis 2000 Studium der Architektur an der Fachhochschule Darmstadt, von 2001 bis 2004 Studium der Architektur an der Technischen Universität Darmstadt. Von 2000 bis 2005 Mitarbeiterin bei Junghans und Formhals Architekten sowie Dörfer Architekten in Darmstadt. Von 2006 bis 2010 wissenschaftliche Mitarbeiterin von Prof. Dr.-Ing. C.-A. Graubner am Institut für Massivbau der Technischen Universität Darmstadt. Seit 2009 Geschäftsführerin der Life Cycle Engineering Experts GmbH (LCEE) in Darmstadt.

VORWORT

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Tätigkeit als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Massivbau der Technischen Universität Darmstadt.

Meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr.-Ing. Carl-Alexander Graubner danke ich aufrichtig für seine Unterstützung, das mir entgegengebrachte Vertrauen und die mir eröffneten Möglichkeiten.

Herrn Prof. M. Sc. (Econ) Manfred Hegger danke ich für das Interesse an meiner Arbeit und für die Übernahme des Korreferates.

Bei Herrn Dipl.-Wirt.-Ing. Torsten Mielecke, Frau Dipl.-Ing. Carolin Roth, Herrn Dipl.-Ing. Nicolas Kerz, Herrn Dr.-Ing. Elmar Wisotzki sowie Herrn Dipl.-Wirt.-Ing. Sebastian Pohl sowie Herrn Dipl.-Ing. Eric Brehm möchte ich mich herzlich für die kritische Durchsicht meiner Arbeit bedanken.

Meinen Kollegen und Kolleginnen danke ich ganz besonders für die in beruflicher und privater Hinsicht ausgesprochen herzliche und angenehme Zeit am Institut, an die ich mich gerne erinnern werde. Meinen Zimmerkollegen Frau Dipl.-Ing. Carolin Roth und Herrn Dipl.-Wirt.-Ing. Torsten Mielecke danke ich für das stets vorhandene Interesse und die Diskussionsbereitschaft bezüglich meiner Forschungsarbeit.

Darüber hinaus möchte ich mich auch bei allen Freunden bedanken die in der Zeit des Schreibens dieser Arbeit für mich da waren mich unterstützt haben und mir viel Verständnis entgegengebracht haben. Besonders erwähnen möchte ich hier Familie Wisotzki, meinen Neffen Stefan Langer, meiner Nichte Julia Lager, Herrn Dipl.-Ing. Jens Junghans, Herrn Dipl.-Ing. Peter Formhals, Frau Petra Könyves-Tóth, Frau Dipl. Des. Ina Oschmann sowie Herrn Dipl.-Inf. Stephan Zimmer.

Von ganzem Herzen danke ich meinen Eltern Karin und Heinrich Schneider für ihre fortwährende Unterstützung, die mir insbesondere während meines Studiums eine große Hilfe war. Ohne Euch wäre mir all dies nicht möglich gewesen.

Darmstadt, Juni 2011

Carmen Schneider

ZUSAMMENFASSUNG

Bauherren und Investoren im privaten und öffentlichen Bereich erkennen zunehmend, dass "nachhaltige" Gebäude nicht nur dem Allgemeinwohl dienen, sondern dass durch eine zukunftsfähige, lebenszyklusgerechte Planung ein dauerhafter Mehrwert erzielt werden kann. Um die Nachhaltigkeit von Gebäuden zu quantifizieren und damit prüf- und vergleichbar zu machen, wurden Zertifizierungssysteme der 2. Generation, wie die Systeme BNB und DGNB entwickelt. Aufgrund der Komplexität der Systeme fehlt der überwiegenden Zahl der Anwender die Erfahrung in Bezug auf die Einflussnahme auf das Zertifizierungsergebnis.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde exemplarisch für das DGNB-System ein Instrument zur Vorbewertung und Optimierung der Nachhaltigkeitsqualität entwickelt, mit dessen Hilfe eine zertifikatsstufengerechte Planung unter Gesichtspunkten der Wirtschaftlichkeit erreicht werden kann. Dieses kann zu jedem beliebigen Zeitpunkt im Planungsprozess eingesetzt werden.

ABSTRACT

Building owners and investors in the private and public sector realize that the design of sustainable buildings serves general public interest. Furthermore they recognize that life-cycle oriented planning yields additional value. This means optimized buildings exhibit economic planning reliability, a healthy working environment as well as an adaptability to changing conditions and terms of use. In consequence of the introduction of the certification systems for the sustainability of buildings e.g. BREEAM, LEED, BNB or DGNB sustainable construction has become measurable. Investors gain interest in buildings that comply to a certain rating of sustainability. This demand poses a challenge for Architects, Engineers and Planners. This interest in dedicated certificate degrees leads to new challenges for these experts. With respect to a specific site they often lack experience for the interaction and possibilities of influence in these certification systems.

Subject of the dissertation is the development of an instrument to optimize the sustainability of buildings in any stage of the planning and realisation process. Exemplarily the instrument is developed for the DGNB-system, which was originally developed for the German market. The optimization considers the feasibility of enhancing building performance as well as the cost-effectiveness of procedures.

INHALTSVERZEICHNIS

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	V
1 EINLEITUNG.....	1
1.1 Motivation	1
1.2 Zielsetzung	3
1.3 Vorgehensweise.....	4
2 AUSGANGSSITUATION UND RAHMENBEDINGUNGEN.....	7
2.1 Einführung.....	7
2.2 Nachhaltigkeit im Bauwesen.....	7
2.3 Ansätze zur Definition eines "nachhaltigen" Gebäudes.....	8
2.4 Zusammenfassung.....	10
3 BEWERTUNG UND ZERTIFIZIERUNG DER NACHHALTIGKEITSQUALITÄT VON GEBÄUDEN.....	11
3.1 Einführung.....	11
3.2 Grundlagen der Nachhaltigkeitszertifizierung von Gebäuden	12
3.2.1 Nachhaltigkeitsbewertung	12
3.2.2 Überführung der Bewertung in eine Zertifizierung.....	13
3.2.3 Typologien der Nachhaltigkeitszertifizierung.....	14
3.2.3.1 Singuläre Systeme.....	14
3.2.3.2 Schutzzielspezifische Mehrkriteriensysteme	14
3.2.3.3 Ganzheitliche Multikriteriensysteme	15
3.2.3.4 Maßnahmen- und performanceorientierte Systeme	16
3.2.4 Zertifizierungssysteme im internationalen Raum.....	17
3.2.4.1 Überblick.....	17
3.2.4.2 Das Zertifizierungssystem LEED	18
3.2.4.3 Das Zertifizierungssystem BREEAM.....	20
3.2.5 Die Zertifizierungssysteme BNB und DGNB als nationaler Ansatz.....	21
3.2.5.1 Historie und Systementwicklung	21
3.2.5.2 Bewertungssystematik	23
3.2.5.3 Bewertungsmethodik	25
3.2.5.4 Systemspezifische Kriterienkataloge	28

3.2.6	Gegenüberstellung der Systeme LEED, BREEAM, BNB und DGNB	31
3.2.7	Verfügbare Ansätze zur Optimierung der Nachhaltigkeitsqualität	32
3.3	Zusammenfassung	35
4	NACHHALTIGKEITSRELEVANTE ENTSCHEIDUNGEN IM PLANUNGS- UND REALISIERUNGSPROZESS VON BÜRO- UND VERWALTUNGSGEBÄUDEN	37
4.1	Einführung	37
4.2	Nachhaltigkeitsrelevante Entscheidungen im Planungs- und Realisierungsprozess	42
4.2.1	Frühe Planungsphasen	42
4.2.2	Mittlere Planungsphasen	44
4.2.3	Späte Planungsphasen	46
4.2.4	Bauausführung und Objektfertigstellung	48
4.3	Datenerfordernisse im DGNB-Zertifikat	49
4.4	Bewertungszeitpunkte der Einzelkriterien nach NBV09 im Planungs- und Realisierungsprozess	60
4.5	Zusammenfassung	66
5	VORBEREITENDE UNTERSUCHUNGEN ZUR ENTWICKLUNG DES PREASSESSMENT MANAGERS 1.0	67
5.1	Einführung	67
5.2	Ansätze zur Reduktion der Bewertungskomplexität	67
5.2.1	Übersicht	67
5.2.2	Einschränkung des Dokumentationsumfangs	68
5.2.3	Nutzung von Redundanzen	70
5.2.4	Gruppierung von Kriterien	71
5.2.5	Selektion von Einzelkriterien	73
5.2.6	Bewertungsvereinfachung	76
5.2.7	Auswirkungen der Ansätze auf die Prognose und Optimierung der Nachhaltigkeitsqualität	80
5.3	Ansätze zur Erhöhung der Prognosesicherheit	82
5.3.1	Prognosespezifische Anforderungen	82

5.3.2	Zusicherung von Performancemerkmalen.....	83
5.3.3	Einbezug partiell determinierbarer Kriterienergebnisse.....	84
5.3.4	Wechselwirkungen zwischen Bewertungsergebnissen	87
5.3.5	Einbezug von statistischen Werten.....	90
5.3.6	Berücksichtigung von Datenunschärfen.....	91
5.3.7	Auswirkungen der Ansätze auf die Optimierung der Nachhaltigkeitsqualität	93
5.4	Kostenstruktur des DGNB-Systems	95
5.5	Zusammenfassung	101
6	ENTWICKLUNG DES PREASSESSMENT MANAGERS 1.0.....	103
6.1	Einführung.....	103
6.2	Der PreAssessment Manager 1.0.....	104
6.3	Das Instrument PreCheck 1.0.....	105
6.3.1	Elemente und Anwendung	105
6.3.2	Kriterienklassifizierung im PreCheck 1.0	107
6.3.3	Beurteilung bewertbarer Kriterien.....	108
6.3.4	Beurteilung nicht bewertbarer Kriterien.....	108
6.3.4.1	Allgemeine Herangehensweise	108
6.3.4.2	Aufstellung der Szenarien.....	110
6.3.4.3	Szenario 1: Trendszenario Ceteris Paribus	111
6.3.4.4	Szenario 2: Extremwertsimulation.....	112
6.3.4.5	Szenario 3: Identische Bewertungspunktzahlen	113
6.3.4.6	Szenario 4: Stochastische Simulation unter Verwendung statistischer Daten	114
6.3.4.7	Empfehlungen zur Verwendung der Szenarien.....	114
6.3.5	Beurteilung bedingt bewertbarer Kriterien.....	116
6.3.6	Prognose der erreichbaren Zertifikatsstufe und Ergebnisdarstellung..	119
6.4	Das Instrument PerformanceUp 1.0	120
6.4.1	Eigenschaften und Aufbau	120
6.4.2	Screening von Maßnahmen zur Bewertungsverbesserung.....	121
6.4.3	Sensitivitätsanalyse der Systemvariante NBV09	123

6.4.4	Effizienzwertanalyse zur Optimierung der Bewertung	126
6.5	Zusammenfassung	129
7	PROGRAMMTECHNISCHE UMSETZUNG DES PREASSESSMENT	
	MANAGERS 1.0	131
7.1	Einführung	131
7.2	Das Instrument PreCheck 1.0	132
7.2.1	Das Tabellenblatt "PreCheck Eingabe"	132
7.2.2	Das Tabellenblatt "PreCheck Szenarien"	133
7.3	Das Instrument PerformanceUp 1.0	134
7.3.1	Das Tabellenblatt "PerformanceUp"	134
7.3.2	Die Tabellenblätter "R _{eff} notwendig" und "R _{eff} hinreichend"	138
7.3.3	Das Tabellenblatt "UpgradeCheck"	139
7.4	Zusammenfassung	140
8	ANWENDUNG UND VERIFIKATION DES PREASSESSMENT	
	MANAGERS 1.0	143
8.1	Einführung	143
8.2	Büro- und Verwaltungsgebäude A	143
8.2.1	Gebäudebeschreibung	143
8.2.2	Durchführung des PreChecks	144
8.2.3	Durchführung des PerformanceUp	147
8.3	Büro- und Verwaltungsgebäude B	152
8.3.1	Gebäudebeschreibung	152
8.3.2	Durchführung des PreChecks	153
8.3.3	Durchführung des PerformanceUp	155
8.4	Zusammenfassung	157
9	ZUSAMMENFASSUNG, SCHLUSSFOLGERUNGEN UND AUSBLICK	159
9.1	Zusammenfassung	159
9.2	Schlussfolgerungen und Ausblick	160
	LITERATURVERZEICHNIS	162
	ANHANG	169