Energieeffizientes Bauen - Teil 3

Vorwort:

Die vorliegende Veröffentlichung basiert auf den Vorlesungen über Energieeffizientes Bauen, die der Mitverfasser Franz-Josef G. Bürger regelmäßig seit 2006 an der Aachen University of Applied Sciences hält, den Projekterfahrungen der beiden Autoren und last but not least aus der Diplomarbeit des Mitautors Till Neschen.

Wir danken Herrn Professor Sigurd Scheuermann, der die Vorlesungen über Energieeffizientes Bauen von Anfang an gefördert , begleitet und aus der Sicht eines Architekten kommentiert hat.

Unser Dank gilt ebenso Frau Ulrike Walbott, B.A. die alle Abbildungen des Buches mit sehr viel Engagement und Kreativität erstellt hat.

September 2011

Franz-Josef G. Bürger, Dipl.-Ing., Lehrbeauftragter Energieeffizientes Bauen
Till Neschen, Dipl.-Ing.

Teil 1 Grundlagen

Teil 2 Beispielaufgaben zu Teil 1

Teil 3 Geothermie

Teil 4 Solarthermie und Photovoltaik

Teil 5 Intelligente Gebäudelösungen

Teil 3

Geothermie

Erste Auflage

Von Franz-Josef G. Bürger und Till Neschen

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über http://dnb.d-nb.de abrufbar.

Bildnachweise:
Abbildung 2-2: Solar-Computer GmbH
Abbildungen 3-5; 3-6; 3-7; 3-8; 3-10; 3-11; 3-12; 3-13; 3-14; 3-15: RWTH Aachen
Abbildungen 3-19; 3-20: Ingenieurbüro Heitfeld-Schetelig
Abbildungen 3-41; 3-42: Geologischer Dienst NRW
Abbildungen 5-5; 5-9: Max Weishaupt GmbH
Abbildung 5-14: BauGrund Süd GmbH
Alle übrigen Abbildungen wurden von der BBC GmbH, Alt-Niederkassel 69 in Düsseldorf erstellt.

Herausgeber:
BBC GmbH
Alt-Niederkassel 69
40547 Düsseldorf
Tel. +49. 211. 569 21 47

Autoren:
Franz-Josef G. Bürger
Till Neschen

Copyright Shaker Verlag 2012
Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-0904-0
ISSN 0945-067X

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen
Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9
Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis VII

Abbildungsverzeichnis X

Tabellenverzeichnis XII

1 Einleitung 1

2 Grundlagenermittlungen und Vorplanungen für Geothermieprojekte im innerstädtischen Bereich 3

2.1 Baustellenmanagement im Innenstadtbereich 3

2.2 Ingenieurmäßige Projektvorbereitung und Beschreibung des Beispielobjektes 4

2.2.1 Allgemeines zur ingenieurmäßigen Projektvorbereitung 4

2.2.2 Standortbeschreibung des Beispielobjektes 4

2.2.3 Beschreibung des Beispielobjektes 6

2.2.4 Bauphysikalische Kennwerte und Energiekonzept des Beispielobjektes 7

2.2.5 Heizlastberechnung für das Beispielobjekt 9

2.2.6 Allgemeiner Planungsablauf eines Geothermieprojekts 9

3 Ermittlung von geothermischen Potenzialen und Techniken zum Transport der Erdwärme 12

3.1 Einführung in die oberflächennahe Geothermie 12

3.2 Einführung in die Tiefengeothermie 19

3.2.1 Allgemeines zur Tiefengeothermie 19

3.2.2 Tiefe Erdwärmesonden 20

3.2.3 Thermalwassernutzung 30

3.2.4 Geothermischer Strom 32

3.2.5 ORC-Turbine 32

3.2.6 Kalina-Maschine 33

3.2.7 Hot-Dry-Rock-Kraftwerke (HDR-Kraftwerke) 34

3.2.8 Nutzung von Erdwärme in aufgelassenen Bergwerken am Beispiel des Aachener Steinkohlereviers 36

3.2.9 Wärmespeicherung in tief gelegenen Aquiferspeichern 38

3.3 Wahl und Gegenüberstellung der Technik zur Aufnahme oberflächennaher Erdwärme 40

3.3.1 Allgemeines 40

3.3.2 Nutzung des Untergrundes mit Erdwärmesonden gemäß VDI 4640 41

3.3.3 Nutzung des oberflächennahen Untergrundes mit Erdwärmekollektoren gemäß VDI 4640 53

3.3.4 Nutzung des oberflächennahen Untergrundes mit Erdwärmetauscher 55

3.3.5 Nutzung des Grundwassers mit Brunnenanlagen gemäß VDI 4640 57

3.3.6 Gründungspfähle als Wärmeübertrager („Energiepfähle“) gemäß VDI 4640 62

3.3.7 Erdberührte Betonbauteile als Wärmeübertrager gemäß VDI 4640 63

3.3.8 Platzsparende, kompakte Erdwärmekollektoren gemäß VDI 4640 63

3.3.9 Koaxialbrunnen gemäß VDI 4640 64

3.3.10 Tunnel gemäß VDI 4640 65

3.3.11 Systeme mit Direktverdampfung nach VDI 4640 65

3.3.12 Wahl der Wärmequelle für das Beispielobjekt 66

3.4 Ermittlung von geothermischen Potenzialen und Standorteignungskriterien 66

3.4.1 Verfahren zur Ermittlung der geothermischen Ergiebigkeit 66

3.4.2 Ermittlung der geothermischen Ergiebigkeit für das Beispielobjekt und Aussage über die Eignung des Standortes für eine Geothermieanlage 71

4 Genehmigungsverfahren 76

4.1 Wasserrechtliche Erlaubnis 76

4.1.1 Allgemeines zur wasserrechtlichen Erlaubnis 76

4.1.2 Wasserrechtliche Erlaubnis bezogen auf das Beispielobjekt 78

4.2 Bergbaurechtliche Genehmigung 81

4.2.1 Allgemeines zur bergbaurechtlichen Erlaubnis 81

4.2.2 Bergbaurechtliche Erlaubnis bezogen auf das Beispielobjekt 82

4.3 Anzeigen der Bohrung nach Lagerstättengesetz 83

4.3.1 Allgemeines zur Anzeige der Bohrungen nach dem Lagerstättengesetz 83

4.3.2 Anzeige der Bohrungen nach dem Lagerstättengesetz bezogen auf das Beispielobjekt 83

4.4 Deichrechtliche Genehmigung 83

4.4.1 Allgemeines zur deichrechtlichen Genehmigung 83

4.4.2 Deichrechtliche Genehmigung bezogen auf das Beispielobjekt 84

4.5 Weitere rechtliche Vorgaben 85

4.6 Privatrechtliche Genehmigungen 86

4.6.1 Allgemeines zur privatrechtlichen Genehmigung 86

4.6.2 Privatrechtliche Genehmigung bezogen auf das Beispielobjekt 87

4.7 Verkehrsrechtliche Genehmigungen 87

4.7.1 Allgemeines zur verkehrsrechtlichen Genehmigung 87

4.7.2 Verkehrsrechtliche Genehmigung bezogen auf das Beispielobjekt 88

4.8 Freigabe durch den Kampfmittelbeseitigungsdienst 88

4.8.1 Allgemeines zur Freigabe durch den Kampfmittelbeseitigungsdienst 88

4.8.2 Freigabe durch den Kampfmittelbeseitigungsdienst bezogen auf das Beispielobjekt 88

5 Dimensionierung und Planung der Wärmepumpe und Wärmequellenanlage 91

5.1 Allgemeines zum Vorgehen der Dimensionierung einer Wärmepumpe und Wärmequellenanlage 91

5.2 Beschreibung der Funktionsweisen verschiedener Wärmepumpentypen 92

5.2.1 Allgemeines zur Funktionsweise einer Kompressionswärmepumpe 92

5.2.2 Allgemeines zur Funktionsweise der Sorptionswärmepumpen 98

5.3 Beschreibung der unterschiedlichen Betriebsweisen einer Wärmepumpe 100

5.4 Dimensionierung und Planung einer Wärmepumpe 102

5.4.1 Allgemeines zur Dimensionierung und Planung einer Wärmepumpe 102

5.4.2 Dimensionierung und Planung der Wärmepumpe für das Beispielobjekt 103

5.5 Beschreibung des Verfahrens zur Bemessung der erforderlichen Bohrmeter einer Erdsondenanlage 105

5.5.1 Allgemeines zur Dimensionierung der Erdsondenanlage 105

5.5.2 Kleinere Anlagen bis zu Heizleistungen von 30 kW, nur Wärmeentzug gemäß VDI 4640 106

5.5.3 Größere Anlagen (>30 kW Heizleistung) gemäß VDI 4640 110

5.5.4 Bemessung der erforderlichen Bohrmeter für das Beispielobjekt und daraus resultierende Bohrtiefe und Sondenanzahl 111

5.6 Örtliche Festlegung der Bohrpunkte sowie Vor- und Nachbereitung des Bohrfeldes am Beispielobjekt 116

6 Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen 119

6.1 Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen nach der Annuitätsmethode gemäß VDI 2067 119

6.2 Kosten und Wirtschaftlichkeit der Wärmepumpenanlage des Beispielobjektes 126

7 Zusammenfassung und Ausblick 132

Literaturverzeichnis 134

Sachregister 137