

Manfred Hegger

**Forschungsprojekt energy:shell –
Leitfaden zur Integration
energiegewinnender Systeme
in die Gebäudehülle
Solar Decathlon 2007**



F 2730

Bei dieser Veröffentlichung handelt es sich um die Kopie des Abschlußberichtes einer vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung -BMVBS- im Rahmen der Forschungsinitiative »Zukunft Bau« geförderten Forschungsarbeit. Die in dieser Forschungsarbeit enthaltenen Darstellungen und Empfehlungen geben die fachlichen Auffassungen der Verfasser wieder. Diese werden hier unverändert wiedergegeben, sie geben nicht unbedingt die Meinung des Zuwendungsgebers oder des Herausgebers wieder.

Dieser Forschungsbericht wurde mit modernsten Hochleistungskopierern auf Einzelanfrage hergestellt.

Die Originalmanuskripte wurden reprototechnisch, jedoch nicht inhaltlich überarbeitet. Die Druckqualität hängt von der reprototechnischen Eignung des Originalmanuskriptes ab, das uns vom Autor bzw. von der Forschungsstelle zur Verfügung gestellt wurde.

© by Fraunhofer IRB Verlag

2009

ISBN 978-3-8167-8200-1

Vervielfältigung, auch auszugsweise,
nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Verlages.

Fraunhofer IRB Verlag

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau

Postfach 80 04 69

70504 Stuttgart

Nobelstraße 12

70569 Stuttgart

Telefon 07 11 9 70 - 25 00

Telefax 07 11 9 70 - 25 08

E-Mail irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

www.irb.fraunhofer.de/tauforschung



Forschungsprojekt energy:shell

Leitfaden zur Integration energiegewinnender Systeme in die Gebäudehülle

Abschlussbericht

Forschungsinitiative ZukunftBau

Abschlussbericht

Im Rahmen der Forschungsinitiative ZukunftBAU des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) und des Bundesministeriums für Bauwesen und Raumordnung (BBR) und anlässlich der Teilnahme des Fachgebiets Entwerfen und Energieeffizientes Bauen (ee), Fachbereich Architektur der Technischen Universität Darmstadt (TUD) am internationalen Studenten-Wettbewerb Solar Decathlon 2007.

*Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung gefördert.
Aktenzeichen: Z6 – 10.08.18.7 – 06.23/II 2 – F20-06-018*

Die Verantwortung für den Inhalt des Berichtes liegt beim Autor.

Verfasser

Fachbereich Architektur
Fachgebiet Entwerfen und
Energieeffizientes Bauen
Prof. Manfred Hegger
Dipl.-Ing. M. Sc. Econ

El-Lissitzky-Straße 1
64287 Darmstadt
Tel +49 6151 16 2046
Fax +49 6151 16 5247
www.ee.tu-darmstadt.de

Bearbeitung

Prof. Dipl.-Ing. M. Sc. Econ. Manfred Hegger (hg)
Dipl.-Ing. Jörg Wollenweber
Dipl.-Ing. Isabell Schäfer
Dipl.-Ing. Johanna Henrich
Dipl.-Ing. Joost Hartwig
Dipl.-Ing. Tanja Klippert
cand. arch. Therese Heidecke
cand. arch. Simon Schetter

Forschungsgruppe energy:projekte am Fachgebiet ee

Die Erarbeitung des Forschungsprojektes energy:base erfolgt im Verbund von drei Forschungsprojekten am Fachgebiet ee unter der Leitung von Prof. Manfred Hegger. Der Bearbeitungszeitraum der Projekte war von Februar 2007 bis Ende März 2008.

energy:base

Theoretische und konzeptionelle Entwicklung einer gebäudetechnischen Plattform für Gebäude mit extrem niedrigem Energieverbrauch

energy:shell

Leitfaden zur Integration energiegewinnender Systeme in die Gebäudehülle

energy:label

Ganzheitliche Bewertung eines Plusenergiehauses und Prüfung der DIN 18599 anhand der Planung und des Betriebes

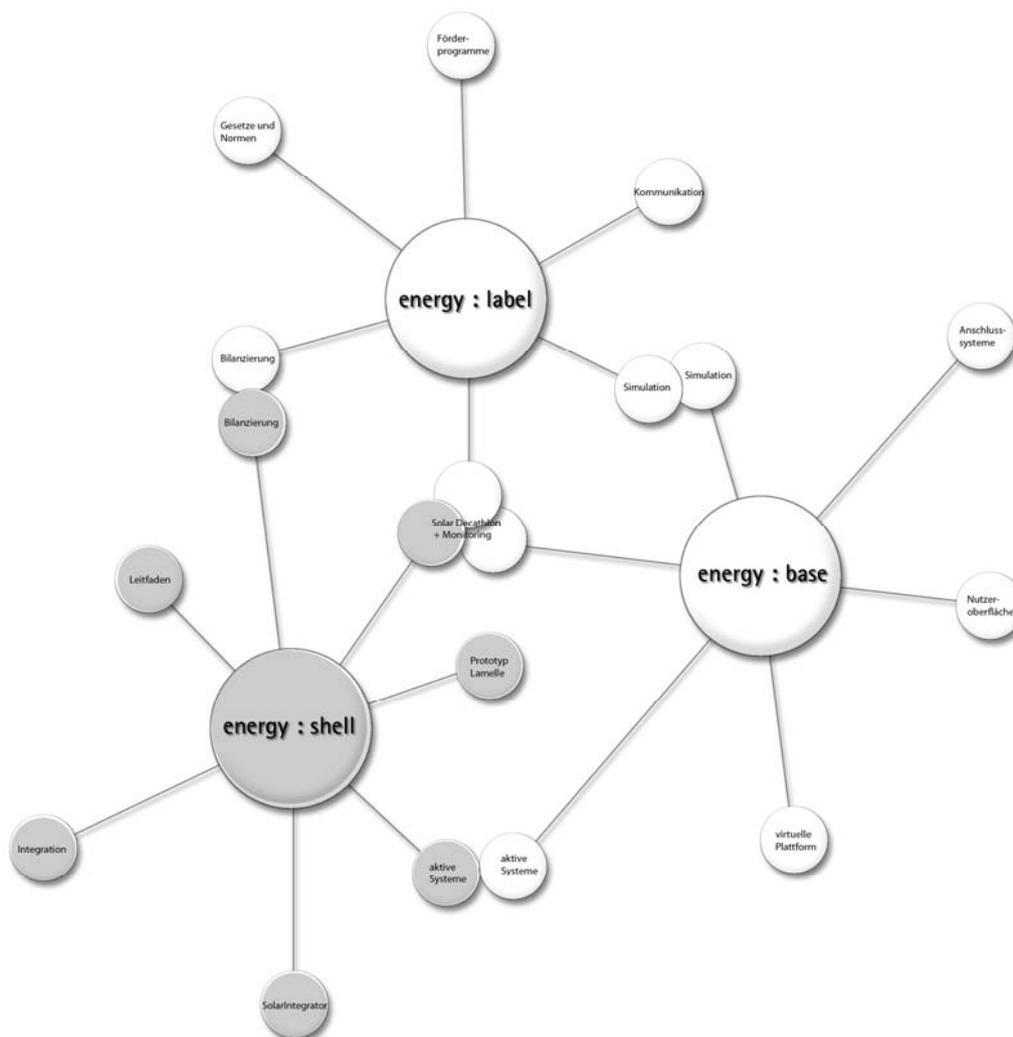


Abb 1 Vernetzung der drei Forschungsprojekte, Quelle: FG. ee

Inhaltsverzeichnis

Forschungsprojekt energy:shell	1
Forschungsinitiative ZukunftBau	2
Abschlussbericht	2
Verfasser	2
Forschungsgruppe energy:projekte am Fachgebiet ee	3
1 Forschungsziel Energy:Shell	7
1.1 Leitfaden zur Integration energiegewinnender Systeme in die Gebäudehülle.	7
2 Untersuchungsmethodik	9
2.1 Recherche und systematische Analyse sowie Dokumentation der am Markt vorhandenen Systeme, Dokumentation in Form eines Leitfadens.	9
2.2 Methodische Analysen vorhandener Solarrechner sowie Vorstudie für ein Berechnungstool zur Integration solarer Systeme im Wohnungsbau (Solarintegrator).	10
2.3 Produktentwicklung, Prototyp und Test für die Lamellenfassade.	10
3 Leitfaden zur Integration energiegewinnender Systeme in die Gebäudehülle	11
3.1 Planungsgrundlagen	12
3.1.1 Geographische Lage	12
3.1.2 Ausrichtung	16
3.1.3 Verschattung	18
3.1.4 Rechtliche Parameter	20
3.1.5 Thermisches Verhalten	21
3.2 Grundlagen Gebäudeintegration	22
3.2.1 Integrationsformen	23
3.2.2 Solarthermische Fassaden und Dächer	24
3.2.3 Solarstromaktivierte Fassaden und Dächer	25
4 Integration Photovoltaik	29
4.1 Projektbeispiele	29
4.1.1 Flachdach	30
4.1.2 Geneigtes Dach	34
4.1.3 Fassade	36
4.1.4 Fassade / Sonnenschutz	47
4.1.5 Flachdach / Sonnenschutz	51
4.1.6 Systeme in der Entwicklung	53

4.2	Grundlagen Photovoltaik	54
4.2.1	Funktionsprinzip	54
4.2.2	Solarzellen	55
4.2.3	Kristalline Solarzellen	56
4.2.4	Dünnschichttechnologie	57
4.2.5	Wirkungsgrad	58
4.2.6	Photovoltaikmodule	60
4.2.7	Anlagenkomponenten	60
4.2.8	Kostenentwicklung	61
4.2.9	Vergütung	62
4.3	Zelltypen	64
4.3.1	Monokristalline Siliziumzellen c-Si	64
4.3.2	Polykristalline Siliziumzellen c-Si	65
4.3.3	Amorphe Siliziumzellen a-Si	66
4.3.4	Kupfer-Indium-Selen-Zellen CIS Kupfer-Indium-Gallium-Diselenid-Zellen CIGS	67
4.3.5	Cadmium-Tellurid-Zellen CdTe	68
4.3.6	Farbstoffsolarzelle Grätzel-Zelle	69
4.3.7	Organische Solarzellen	70
5	Solarthermie	71
5.1	Grundlagen Solarthermie	71
5.1.1	Funktionsprinzip	71
5.1.2	Wirkungsgrad / Nutzungsgrad	72
	Systemkomponenten	73
5.2	Projektbeispiele – Solarthermie (flüssigkeitsgeführte Solarkollektoren)	79
5.2.1	Fassadenintegration	80
5.2.2	Geneigtes Dach	82
5.2.3	Flachdach	86
5.3	Grundlagen Luftkollektor (luftgeführter Solarkollektor)	87
5.3.1	Funktionsprinzip	87
5.3.2	Systeme	88
5.3.3	Wärmespeichernde Elemente – kollektorintegriert oder gesondert	89
5.3.4	Kenndaten	90
5.3.5	Synergien	90
5.4	Projektbeispiele Luftkollektor	92
	Fassadenintegration	92

Geneigtes Dach / Fassade	92
5.4.1 Fassadenintegration	93
5.4.2 Geneigtes Dach / Fassade	96
5.5 Überblick Hybridkollektoren	98
5.5.1 Photovoltaikanlage mit integriertem Luftkollektor	98
5.5.2 Hybridkollektor PV und flüssigkeitsgeführte Solarthermie	99
5.5.3 Wasser-Luft-Hybridkollektoren	100
6 SolarIntegrator	101
7 Produktentwicklung	107
7.1 Ausgangssituation	107
7.2 Anforderungsprofil	107
7.2.1 Witterung	107
7.2.2 Sonnenschutz / Sichtschutz / Energiegewinnung	108
7.3 Aufbau der Lamelle	109
7.3.1 Beanspruchung / Eigenschaften	109
7.3.2 Formgebung	109
7.3.3 Photovoltaikzelle	110
7.4 Steuerung / Antrieb	113
7.4.1 Verdrahtung	113
7.4.2 Antrieb	114
7.4.3 Motor	114
7.5 Einbau der Lamelle	115
7.5.1 Rahmenaufbau	115
7.5.2 Fassadenaufbau	116
7.6 Prototypenbau	116
7.7 Erkenntnisse	116
7.8 Ausblick	118
7.8.1 Leitfaden zur Integration energiegewinnender Systeme in die Gebäudehülle.	118
7.8.2 Solarintegrator	118
7.9 Produktentwicklung	119
8 Abbildungsverzeichnis	120