BIRKHÄUSER

# Energie Atlas

## NACHHALTIGE ARCHITEKTUR

HEGGER
FUCHS
STARK
ZEUMER

Edition DETAIL

# Energie Atlas

## NACHHALTIGE ARCHITEKTUR

HEGGER
FUCHS
STARK
ZEUMER

Birkhäuser
Basel · Boston · Berlin

Edition Detail
München

Das Buch wurde erarbeitet am
Fachgebiet Entwerfen und Energieeffizientes Bauen Prof. Manfred Hegger
Fachbereich Architektur, Technische Universität Darmstadt
www.tu-darmstadt.de/architektur/ee
in Verbindung mit dem
Institut für internationale Architektur-Dokumentation
GmbH & Co. KG, München
www.detail.de

**Autoren**

Manfred Hegger
Prof. Dipl.-Ing. M. Econ Architekt
Fachgebiet Entwerfen und Energieeffizientes Bauen, TU Darmstadt

Matthias Fuchs
Dipl.-Ing. Architekt
Fachgebiet Entwerfen und Energieeffizientes Bauen, TU Darmstadt

Thomas Stark
Dr.-Ing. Architekt
Fachgebiet Entwerfen und Energieeffizientes Bauen, TU Darmstadt

Martin Zeumer
Dipl.-Ing.
Fachgebiet Entwerfen und Energieeffizientes Bauen, TU Darmstadt

Mitarbeiter:
Natascha Altensen; Hans Drexler, Dipl. Arch. ETH M. Arch. (Dist);
Laura Eckel; Alexandra Göbel, Dipl.-Ing.; Michael Keller, Dipl.-Ing.;
Nikola Mahal; Thomas Meinberg, Dipl.-Ing.

Mitarbeit Zeichnungen:
Julia Kirsten Eisenhuth; Viola John, Dipl.-Ing.;
Geraldine Nothoff, Dipl.-Ing.; Johanna Wickenbrock

**Redaktion**

Projektleitung und Lektorat:
Julia Liese, Dipl.-Ing.
Steffi Lenzen, Dipl.-Ing. Architektin

Redaktionelle Mitarbeit:
Astrid Donnert, Dipl.-Ing.; Claudia Fuchs, Dipl.-Ing.;
Carola Jacob-Ritz, M. A.; Florian Krainer;
Nicole Tietze, M. A.

Zeichnungen:
Marion Griese, Dipl.-Ing.; Daniel Hajduk, Dipl.-Ing.;
Caroline Hörger, Dipl.-Ing.; Claudia Hupfloher, Dipl.-Ing.;
Elisabeth Krammer, Dipl.-Ing.

Herstellung/DTP:
Roswitha Siegler

Repro:
Martin Härtel OHG, Martinsried

Druck und Bindung:
Kösel GmbH & Co. KG, Altusried-Krugzell

Fachbeiträge:

Chris Luebkeman, Dr. sci. tech.
Arup Research + Development, London

Hermann Scheer, Dr. rer. pol., MdB
Eurosolar, Bonn

Robert Kaltenbrunner, Dr.-Ing. Architekt
Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung, Bonn

Thomas Herzog, O. Prof. em., Dr. (Univ. Rom), Dr. h. c.,
Dipl.-Ing. Architekt
TU München

Karl-Heinz Petzinka, Prof. Dipl.-Ing. Architekt
Bernhard Lenz, Dipl.-Ing., Dipl.-Ing., M. Eng Architekt
Fachgebiet Entwerfen und Gebäudetechnologie, TU Darmstadt

Wissenschaftlicher Beirat Diagnosesystem Nachhaltige Gebäudequalität (DNQ):

Brian Cody, Prof. BSc(Hons) CEng MCIBSE, TU Graz
Sabine Djahanschah, Dipl.-Ing. Architektin, Deutsche Bundesstiftung Umwelt
Thomas Lützkendorf, Prof. Dr.-Ing. habil., Universität Karlsruhe (TH)
Hansruedi Preisig, Prof. Dipl. Arch. SIA, FH Winterthur
Peter Steiger, Prof. em., TU Darmstadt

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.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechts.

© 2008, erste Auflage
Institut für internationale Architektur-Dokumentation
GmbH & Co. KG, München

Birkhäuser – Verlag für Architektur, Postfach 133,
CH-4010 Basel, Schweiz
Ein Unternehmen der Fachverlagsgruppe Springer
Science+Business Media

Gedruckt auf säurefreiem Papier, hergestellt aus chlorfrei gebleichtem Zellstoff. TCF∞
Printed in Germany

ISBN: 978-3-7643-8385-5

http://www.birkhauser.ch

9 8 7 6 5 4 3 2 1

# Inhalt


Impressum 4
Vorwort 6

**Teil A Positionen 8**

1 Globaler Wandel
Chris Luebkeman 10
2 Energiewende
Hermann Scheer 14
3 Architektur und Nachhaltigkeit – eine schwierige Beziehung
Robert Kaltenbrunner 18
4 Die Dinge richtig tun – über Effizienz und Nachhaltigkeit
Manfred Hegger 24
5 Solare Architektur
Thomas Herzog 28
6 Planen und Bauen in Lebenszyklen
Karl-Heinz Petzinka, Bernhard Lenz 32

**Teil B Planung 36**

1 Grundlagen 38
2 Stadtraum und Infrastruktur 62
3 Gebäudehülle 82
4 Technik 110
5 Material 146
6 Strategien 176

**Teil C Gebaute Beispiele im Detail 198**

Projektbeispiele 1 bis 20 200–257

**Teil D Anhang 258**

Glossar: Kennwerte 258
Glossar: Klimadaten 260
Glossar: Ökobilanzdaten 262
Verordnungen, Richtlinien, Normen 268
Literatur 269
Abbildungsnachweis 272
Sachregister 276

**Altenwohn- und Pflegeheim**

Steinfeld, A 2005

Architekt:
Dietger Wissounig, Graz
Tragwerksplanung:
Kurt Pock, Gerolf Urban, Spittal/Drau

Das leicht geneigte Grundstück des Altenwohn- und Pflegeheims liegt am westlichen Ortsrand der kleinen Kärntner Gemeinde Steinfeld. Der Baukörper zeigt sich kompakt und zurückhaltend. Mit seiner Ost-West-Orientierung reagiert das Gebäude auf die Umgebung: Servicebereiche bilden einen Puffer nach Nordwesten zur Bundesstraße, während sich die Wohnungen und Aufenhaltsbereiche weitgehend zum Grün Richtung Südosten orientieren. Im Inneren erleichtern Sichtverbindungen und eine einfache Wegeführung die Orientierung. Großzügige und flexible Räume ermöglichen ein kommunikatives Miteinander. Die im Erdgeschoss befindlichen Versorgungs- und Verwaltungseinrichtungen sowie der Fest- und Speisesaal, die Bibliothek und eine Kapelle stehen auch der Öffentlichkeit zur Verfügung.
Über dem massiven, leicht zurückversetzten Erdgeschoss aus Beton sitzen die beiden als reine Holzbauten ausgebildeten Obergeschosse. Vorgefertige und vorinstallierte Holzriegelwände und Brettschichtholzstützen leiten die Lasten in den Betonsockel ab. Die kompakte, hochgedämmte Gebäudehülle senkt die Transmissionswärmeverluste auf das Niveau eines Passivhauses. Die Be- und Entlüftung des Gebäudes erfolgt über das zentral angeordnete, mit Glas überdachte Atrium: Im Winter wird durch die Vorwärmung der Luft in Erdregistern und durch die zusätzlichen solaren Energieeinträge eine durchschnittliche Lufttemperatur von ca. 20 °C erzielt. Im Sommer dagegen wird die Temperatur der zugeführten Außenluft durch die Erdregister abgekühlt. Verschattungselemente über dem Glasdach verhindern eine Überhitzung im oberen Bereich. Die Individualräume werden über eine Quelllüftung mit Frischluft versorgt. Durch zahlreiche Einzelmaßnahmen wie die Nutzung von Regenwasser für Toilettenanlagen und Gartenbewässerung, eine separate Steuerung der Heizgruppen, Fernwärme und elektronische Vorschaltgeräte zur Belichtung verbraucht das Gebäude insgesamt rund 50 % weniger Energie als andere Alten- und Pflegeheime.

Schnitt • Grundrisse Erdgeschoss • 1. Obergeschoss
Maßstab 1:500

Architektur Aktuell 6/2006
Baumeister 5/2006

Vertikalschnitt
Maßstab 1:20
Energieschema
A Winter: passive Wärmegewinnung
B Sommer: Lüftung/Kühlung

1 Dachaufbau:
Kies 50 mm
Dichtungsbahn 5 mm
Wärmedämmung PUR 2x 110 mm
Dampfsperre 2 mm
OSB-Platte 18 mm
Gefällekeil Holz 20–175 mm
Brettstapeldecke 140 mm
2 Bodenaufbau Einzelzimmer:
Parkett Eiche 22 mm
Heizestrich 70 mm
Trennlage PE-Folie
Trittschalldämmung 25 mm
Schüttung 63 mm
Trennlage PE-Folie
Brettstapeldecke 140 mm
3 Glaswand Flur ESG 20 mm,
eingespannt in BSH Lärche 75/170 m
4 Führungsschiene Stahlprofil LJ 30/30 mm
5 Schiebeelelement:
Lamellen Lärche vertikal 80/20 mm,
an Rahmen Aluminiumrohr ▭ 25/100/2 mm
6 Vorhangschiene
7 Brüstung/Regal Lärche 50/255 mm
8 Isolierverglasung, U = 0,9 W/m²K
9 Wandaufbau:
Nut- und Federschalung
Lärche vertikal 80/20 mm
Konterlattung 35/50 mm
Dichtung diffusionsoffen
Lattung 35/50 mm,
dazwischen Wärmedämmung 35 mm
Holzfaserplatte 36 mm
Wärmedämmung Steinwolle 50 mm
10 Frischluft Erdregister
11 Frischluftspeicher
12 Quellüftung
13 Fortluft mit Wärmerückgewinnung
14 Sonnenschutz
15 natürliche Entlüftung/Abluft

| Thema | Qualitative Merkmale | Kennwert/Indikator |
|---|---|---|
| **Standortqualität** | *Energieangebot:* Fernwärmeanschluss (Energiequelle Biomasse) *Grundversorgung/Nutzungsmischung:* Ortsrandlage; Stadtzentrum fußläufig erreichbar *Integration/Durchmischung:* Mischnutzung; generationenübergreifende Einrichtungen *Solidarität/Gerechtigkeit:* öffentlich zugängliche Bereiche *Nutzung:* Altenwohnheim, Stadtbibliothek, Kirche, Räume für öffentliche Veranstaltungen *Mobilität:* gute Anbindung an bestehende Infrastruktur *Lärm/Erschütterung:* Anordnung der Nebenräume zur Straße | • Globalstrahlung: 1300 kWh/m²a<br>• Dichte: 27 EW/km²<br>• Entfernung ÖPNV: 20 m (Bus); 1 000 m (Regionalbahn) |
| **Objektqualität** | | |
| Erschließung/ Kommunikation | *Verkehr:* Fußweg durch den Park; Pkw-Stellplätze *Soziale Kontakte:* Lobby im Erdgeschoss, Café, zentraler Wintergarten; zwei Gemeinschaftsräume pro Geschoss, Loggia, Terrassen *Zugänglichkeit und Nutzbarkeit:* gesamte Anlage barrierefrei befahrbar | • $GFZ_{vorh.}$: 0,5<br>• BGF: ca. 3730 m²<br>• unversiegelte Fläche: 85 $\%_{Grundstück}$<br>• Lüftung: maschinell 100 $\%_{NF}$<br>• U-Werte Gebäudehülle [W/m²K]: Dach 0,13; Wände 0,18; Verglasung 0,9; Boden 0,18<br>• projekt. wirtschaftl. Nutzungsdauer Fassade: 65 a<br>• Baukosten KG 300–400: ca. 4 100 000 €<br>• Verhältnis KG 300/400: ca. 75/25<br>• Baukosten: ca. 1100 €/$m^2_{BGF}$<br>• Anteil nachw. Rohstoffe: ca. 80 Vol.-%<br>• Heizwärmebedarf: 14 kWh/m²a<br>• Deckungsrate ern. Energien: Wärme 100 %<br><br>• barrierefrei<br>• Wettbewerb<br>• emissionsarme bzw. -freie Baustoffwahl<br>• Rückbaukonzept<br>• Regen-/Grauwassernutzung |
| Grundstück | *Grundstücksfläche:* Verdichtung durch dreigeschossiges Gebäude; unversiegeltes Wintergarten-Atrium *Freifläche:* Parkanlage mit Rundwegen, Befestigung mit Rasengittersteinen | |
| Gestaltung | *Baukultur:* Anlehnung an traditionelle Holzbauweise mit massivem Sockelgeschoss *Personalisierung:* saisonale Gestaltung der Innenräume; eigene Möbel der Nutzer auch im Gemeinschaftsbereich | |
| Wohlbefinden/ Gesundheit | *Sicherheit:* hohe Transparenz nach außen und innen; zentrale Pflegestützpunkte; rutschfester Boden; Rundwege im Innen- und Außenbereich *Schall:* schallabsorbierende Holzoberflächen *Licht:* hoher Verglasungsanteil; Zenitlicht über Wintergarten; Kunstlichtsteuerung über Präsenzmelder *Raumluft:* konstant sehr hohe Luftqualität durch kontrollierte Zu- und Abluft in den Zimmern, Fensterlüftung möglich; Zuluft über Wintergarten mit Erdkollektor *Raumklima:* hohe thermische Behaglichkeit; Luftgeruch je nach Jahreszeit und Bepflanzung im Wintergarten; in den Zimmern Holzgeruch | |
| Gebäudesubstanz | *Bausubstanz:* hohe Bauqualität durch Vorfertigung *Gebäudestruktur/Ausbau:* offene Raumstruktur mit vielfältigen Blickbeziehungen für gute Orientierung; variabel nutzbare Gemeinschaftsflächen | |
| Baukosten | *Investitionskosten:* Amortisation der erhöhten Investitionskosten für Dämmstandard und Lüftungsanlage durch Einsparung im Energieverbrauch *Finanzierung:* öffentliche Hand | |
| Betriebs- und Unterhaltskosten | *Betrieb und Instandhaltung:* sehr pflegeleichte Oberflächen, Epoxidharzboden mit spezieller Beschichtung für optimierte maschinelle Reinigung *Instandsetzung:* systematische Trassenführung, Wartungsklappen | |
| Baustoffe | *Rohstoffe/Verfügbarkeit:* sehr hoher Anteil an Holzwerkstoffen; heimische Hölzer *Umweltbelastung:* hoher Vorfertigungsgrad; unbehandelte Holzoberflächen *Rückbau:* Gebäudestruktur nach Kartenhausprinzip, sortenrein trennbar | |
| Betriebsenergie | *Gebäudeheizung*: sehr hoher Dämmstandard; Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung; solare Gewinne über Wintergarten *Gebäudekühlung:* Zuluft für Wintergarten über Erdkanal (Länge 500 m, Ø 80 cm) *Energiebedarfsdeckung:* Biomasse über Fernwärme | |
| Infrastruktur | *Wasser:* Nutzung von Regenwasser für WCs und Gartenbewässerung | |
| **Prozessqualität** | *Nachhaltiges Bauen:* Wettbewerbsziel Pilotprojekt Altenwohn- und Pflegeheim in moderner Holzbauweise mit nachhaltiger Gebäudetechnolgie; erreichter Standard Passivhaus *Bautradition:* Förderung des lokalen Bauhandwerks *Integrale Planung:* enge Einbindung der Fachplaner, externer Projektsteuerer *Analysen:* Wärmebedarfsberechnung | • nachhaltigkeitsorientierte Benchmarks<br>• Simulationsverfahren |