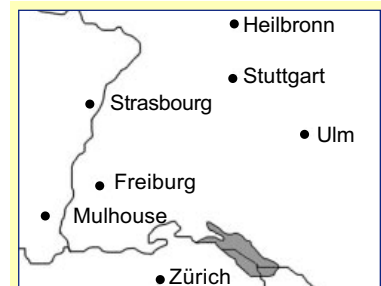


Einfamilienhaus Disch Freiburg



Kurzbeschreibung

- Das futuristisch anmutende Baumhaus 'Heliotrop'® ist drehbar und lässt sich so im Winter der Sonne nachführen oder im Sommer von ihr wegrehen. Die einzelnen Zimmer sind stufenförmig um den drehbaren Kern angeordnet, welcher die Treppe beherbergt. Der Zugang erfolgt über ein Sockelgeschoss, in welchem auch ein Seminarraum und Teile der Haustechnik untergebracht sind.
- Passive Wärmegewinne durch zur Sonne gerichtete Fenster mit 3-facher Wärmeschutzverglasung.
- Kompakte, zylindrische Bauweise mit Oberflächen/Volumen-Verhältnis von 0.6 und guter Isolation minimiert die Wärmeverluste.
- Kontrollierte Lüftung mit Wärmerückgewinnung und Erdregister.
- 34.5 m² Vakuum-Röhrenkollektoren als Balkonbrüstung erbringen hohe Wärmegewinne für Brauchwasser und Heizung vor allem im Winter.
- Wärmespeicherung über Kurzzeit-Wasserspeicher und saisonalen Latentkompaktspeicher. Wärmeverteilung über Bodenheizung und Deckenstrahlungsheizung.
- 54 m² unabhängig vom Haus drehbare Fotovoltaikanlage für die Elektroversorgung.

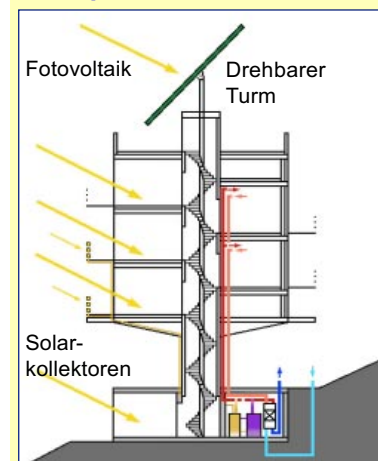


Standort Freiburg/D
269 m.ü.M
Klimaregion 7
Freiburg

Klimadaten (Okt.-April)

$G_{\text{horizontal}}$ 1'383 MJ/m²a
 $G_{\text{vertikal-süd}}$ 1'572 MJ/m²a
 T 5.4 °C

Prinzip-Schema



Aktiv-/Passiv-Solarhaus

Kennzahlen (nur Turm)

$E_{\text{Heizung+Warmwasser}}$ 75 MJ/m²a
SIA Zielwert E_{H} 285 MJ/m²a
SIA Zielwert E_{WW} 90 MJ/m²a
 $E_{\text{Elektrisch}}$ 0 MJ/m²a
SIA Zielwert E_{EI} 80 MJ/m²a

E_{total} 75 MJ/m²a
SIA Zielwert E_{total} 455 MJ/m²a

Baujahr 1994
EBF 180 m²
Bauvolumen 450 m³
Baukosten 2'318 €/m²

Umrechnung:

1 kWh/m²a = 3.6 MJ/m²a
1 €_(2. Juli 01) = 1.540 Fr.

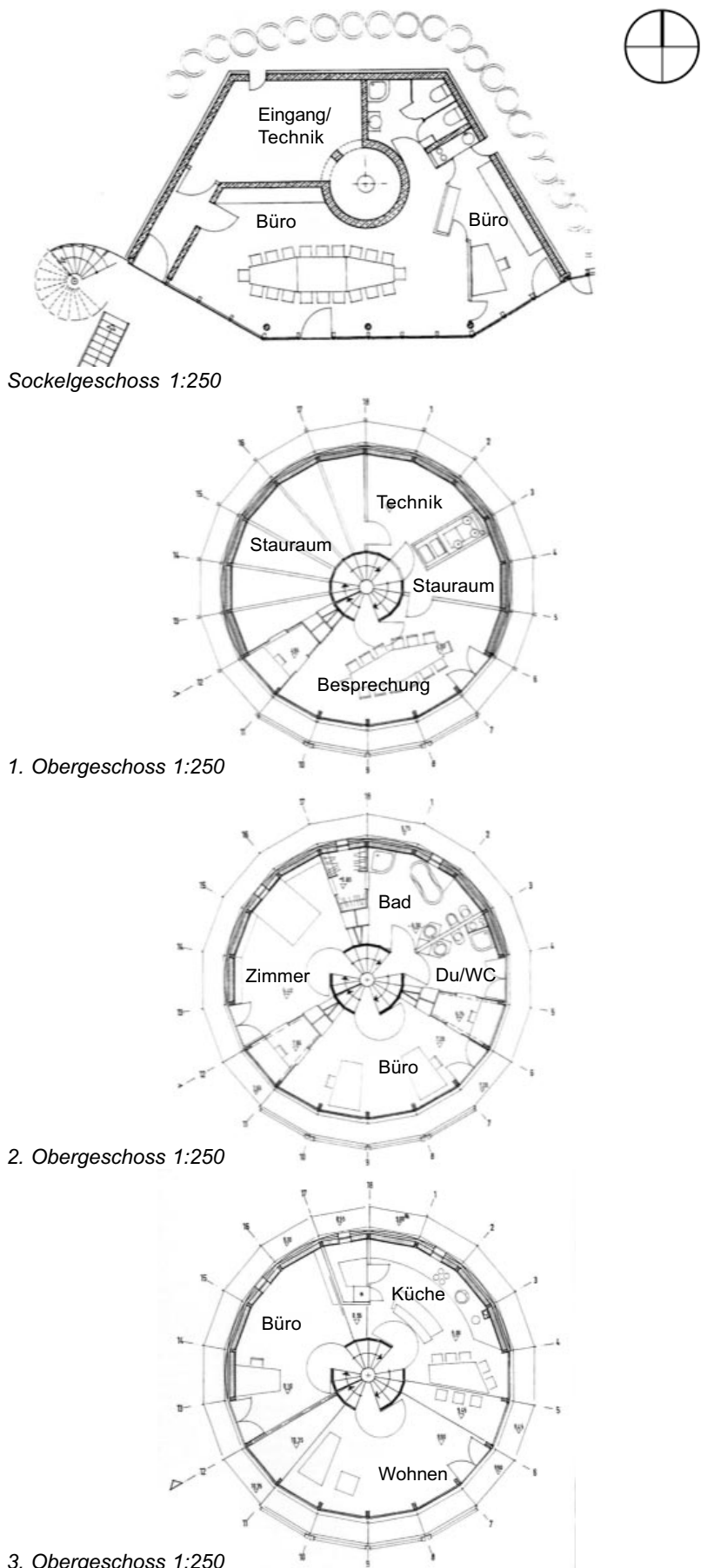
Raumprogramm

<i>Sockelgeschoss:</i>	
Eingang/Technik	21 m ²
WC	8 m ²
Büro	16 m ²
Büro	53 m ²
<i>1. Obergeschoss:</i>	
Treppenaue	6 m ²
Technik	27 m ²
Stauraum	18 m ²
Besprechung	60 m ²
Büro	8 m ²
Stauraum	60 m ²
<i>2. Obergeschoss:</i>	
Bad	30 m ²
Du/WC	20 m ²
Büro	8 m ²
Büro	50 m ²
Büro	8 m ²
Zimmer	50 m ²
Ankleide	8 m ²
<i>3. Obergeschoss:</i>	
Küche	40 m ²
Essen	20 m ²
Wohnen	60 m ²
Büro	50 m ²
Stauraum	8 m ²

Gebäudebescrieb

Das ca. 500 m² grosse Restgrundstück einer Neubausiedlung weist eine sehr steile Hanglage auf, welche den Architekten zu diesem unkonventionellen drehbaren Gebäude inspirierte. Fundament und Aussteifung des Gebäudes übernimmt ein in Stahlbeton ausgeführtes Sockelgeschoss. Hier befindet sich auch die Drehmechanik, welche die 14 m hohe tragende Treppensäule rotieren lässt. Mit einem Innendurchmesser von 10 m bietet das drehbare Heliotrop® eine Nutzfläche von 180 m². Die flexibel einteilbaren Raumsegmente winden sich spiralförmig in fünf Höhengsprüngen pro Geschoss um den Kern. Alle Wohnebenen sind von der Wendeltreppe aus erreichbar, so dass keine Durchgangsräume entstehen.

Pläne



Energiekonzept

Passive Solarenergienutzung

Durch seine Drehbarkeit ist das Heliotrop® optimal auf die Nutzung der aktiven und passiven Solarenergie ausgerichtet. Das Gebäude kann während der Heizperiode der Sonne nachgeführt oder aber im Sommer abgewandt werden. Eine kompakte Bauhülle mit sehr guter Wärmedämmung und einer kontrollierten Lüftung mit Wärmerückgewinnung minimieren die Wärmeverluste.

Warmwasser / Heizung

Die Wärmeerzeugung erfolgt durch Vakuum-Röhrenkollektoren, welche durch das isolierende Vakuum einen hohen Wirkungsgrad aufweisen. Die Kollektoren sind als Balkonbrüstung vor der transparenten Fassade im 1. OG des Gebäudes montiert. Die Wärme wird über einen Wärmetauscher zuerst an einen mit einer Elektroheizung ausgestatteten Pufferspeicher für die kurzzeitige Versorgung abgegeben und anschliessend an den grösseren Warmwasserspeicher.

Dieser soll bei besserer Wirtschaftlichkeit durch einen Paraffin-Latentwärmespeicher mit einem Phasenübergang zwischen 40-90 °C zur Überbrückung von Schlechtwettertagen ersetzt werden. In einem solchen Latentspeicher kann der Wärmeträger zu einem anderen Aggregatzustand gebracht werden, wodurch zusätzlich Energie freigesetzt wird. An strahlungsarmen Tagen wird die Reserve des Hauptspeichers zurück zum Pufferspeicher geführt, um diesen zu erwärmen. Mit dem Latentwärmespeicher könnte durch den Phasenübergang bei relativ niedrigen Temperaturen des Paraffins deutlich mehr Wärme bei kleinem Volumen gespeichert werden als mit einem Wasserspeicher.

Lüftung / Wärmeverteilung

Die kontrollierte Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung minimiert die Lüftungsverluste. Ein Erdregister erwärmt oder kühlt je nach Bedarf die Frischluft. Im Winter kann die Luft auch mit Hilfe der Wärme aus dem Latentwärmekompatkspeicher nachgewärmt werden.

Die Wärmeverteilung erfolgt einerseits über eine Niedertemperatur-Bodenheizung, welche eine regelmässige Grundtemperatur bereitstellt. Bei Bedarf kann die Raumtemperatur andererseits über eine Deckenstrahlungsheizung schnell angehoben werden. Dadurch kann die Temperatur in vorübergehend unbenutzten Räumen tief gehalten und bei Gebrauch schnell erhöht werden. Ausserdem lässt sich das System auch im Sommer zur Kühlung verwenden.

Elektrizität

Die auf dem Dach montierte 54 m² Fotovoltaikanlage lässt sich unabhängig vom Gebäude auf zwei Achsen der Sonne nachführen. Der jährliche Ertrag von 8'500 kWh liegt 5-6 mal über dem Eigenbedarf des Gebäudes. Die überschüssige Energie wird nach dem 'EEG 2000' mit 0.50 €/kWh ins öffentliche Netz eingespielen.

Dimensionierung der primären Solar-Elemente

Vakuumröhrenkollektor:	
Fläche	31.5 m ²
Deckungsanteil	100%

Sommerlicher Überhitzungsschutz

Eine Seite des Hauses ist fast vollständig geschlossen und die andere komplett verglast. Um eine sommerliche Überhitzung zu vermeiden, kann das Gebäude mit seiner opaken Seite zur Sonne gedreht werden.

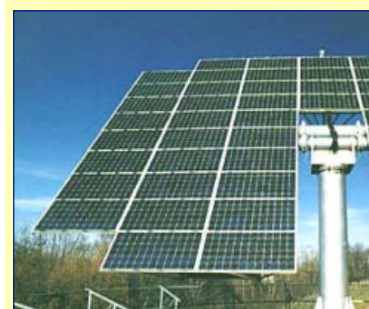
Zusätzlichen Schutz vor Überhitzung bieten die aus Gitterrosten bestehenden Balkone sowie die Kollektoren an den Brüstungen.

Sekundäre Komponenten

Pufferspeicher	200 l
Wasserspeicher	600 l

Lüftung	150 W
Ventilatoren	6.5 kW

Fotovoltaik	54 m ²
Leistung	6.6 kWp
Wirkungsgrad	13%
Wechselrichter DC-AC	90-94%



Gebäudehülle

U-Werte	[W/m ² K]
Aussenwand (28 cm)	0.12
Kellerboden	0.12
Dach	0.10
Fenster 3-fach WS _{Glas}	0.50
g-Wert	0.40

Erläuterungen zur Konstruktion, Vorteile

Aus ökologischen Überlegungen sollte für die Konstruktion des Gebäudes hauptsächlich Holz verwendet werden. Das massive, aus Stahlbeton konstruierte Sockelgeschoss bildet das Fundament für den tragenden Stamm. Die hohle Holzsäule mit einem Innendurchmesser von 2.6 m und einer Höhe von 14.5 m besteht aus 18 Segmenten Furnierschichtholz von 110 mm Dicke. Die Eckverbindungen der einzelnen Segmente erfolgt über eingeleimte Stahlbügel, die mit Epoxydharz ausgegossen wurden. Die hochbelasteten Auflageringe am Säulenfuß der Drehkonstruktion wurden mit Stahldübeln so in den Elementen befestigt, dass es bei einer Überbelastung wie bei einer Stahlkonstruktion zu einer plastischen Verformung anstatt zum Bruch kommt. Die tragende Struktur bildet ein Holzskelett mit radialer Balkenlage auf Stützen. Die statischen Kräfte werden über die Stützen und Dreieckskraftbinder am Fuss in den Säulenschaft übertragen. Die Böden der Aussenkonstruktion sind als kompakte Holzscheiben gefertigt und übernehmen die Aussteifung des Gebäudes.

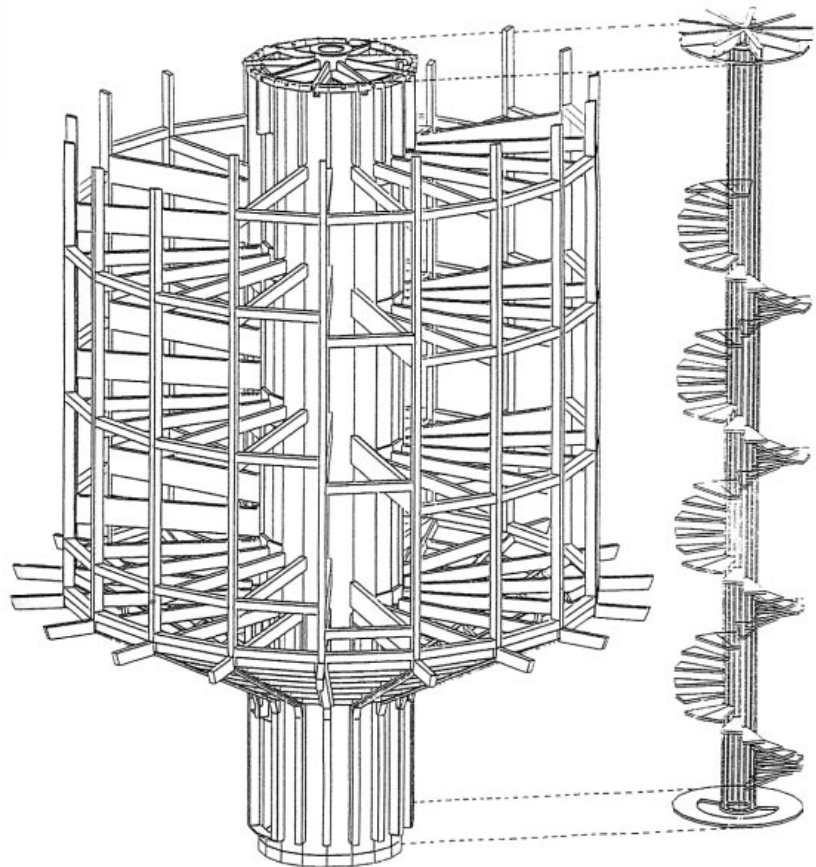
Hersteller / Fabrikat

Holzbau:
Blumer-Lehmann AG
Holztragwerk-Technik
9200 Gossau
www.blumer-lehmann.ch

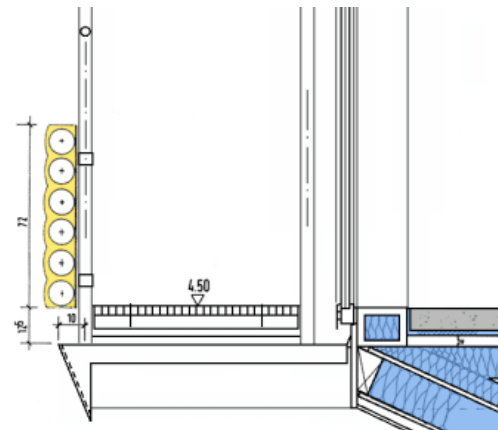
Innere Tragsäule:
KERTO®
Finnforest Deutschland GmbH
50769 Köln
www.agasn.de/kerto

Fotovoltaik:
S.A.G. Solarstrom AG
79111 Freiburg

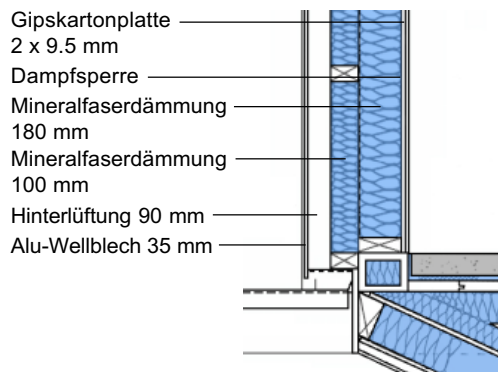
Konstruktionsdetails



Isometrie der Holzkonstruktion mit Treppenhaus



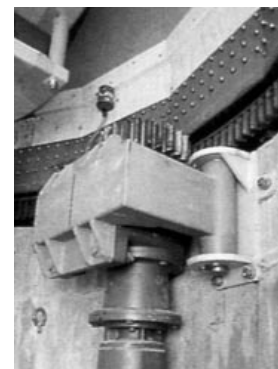
Südfassade 1. Obergeschoss 1:30



Nordfassade 1. Obergeschoss 1:30

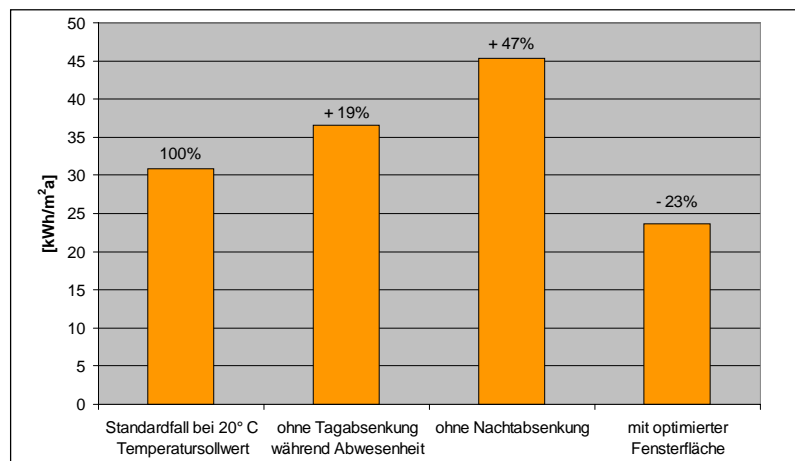


Vakuumkollektoren

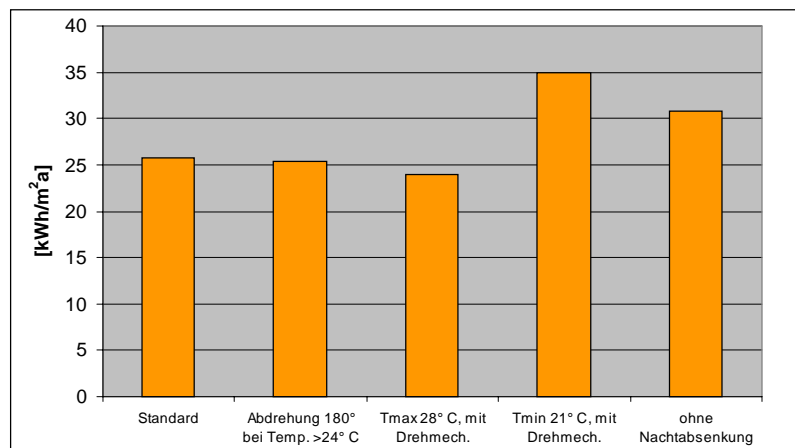


Drehvorrichtung Sockel

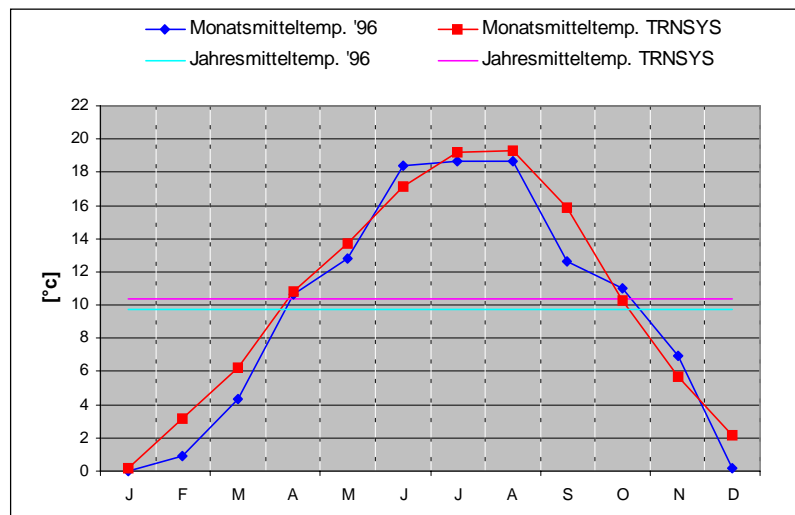
Energiedaten



Simulation des Heizenergiebedarfes für verschiedene Varianten gegenüber dem Standardfall. Die hohe Einsparung durch einen um 80% verringerten Fensterflächenanteil ist auf die in der Simulation lediglich eingesetzte Doppelverglasung zurückzuführen. Bei einer üblichen 3-fach Verglasung verringern sich die Einsparungen durch eine optimierte Reduktion der Fensterfläche um 70% auf 17%.



Simulation des Heizenergiebedarfes für verschiedene Varianten. Standard ist eine feste Südausrichtung, Einsatz der natürlichen Lüftung bei >24°C, Luftwechsel 5 h⁻¹, T_{min} 18°C.



Vergleich Durchschnitt Aussentemperaturen für Simulation und effektiv gemessene Jahres- und Monatsmitteltemperaturen für 1996 in Freiburg.

Wirtschaftlichkeit

Als Prototyp entwickelt, untersucht das Heliotrop® neue Solar- und Bautechniken und weist somit überdurchschnittlich hohe Kosten auf. Die realisierten Folgeprojekte sind durch die Reproduzierbarkeit und den Erfahrungsfeedback deutlich günstiger.

Kosten

Pilotprojekt	1'636'000 €
Therm. Solarsystem	7'650 €
Haustechnik	11'800 €
Fotovoltaik	50'000 €
Nachführung, Gerüst	50'000 €
Entwicklungskosten	7'680 €/m ²
Drehmechanismus	25'500 €
Gebäudekosten tot.	420'000 €
Baukosten	2'318 €/m ²



Literatur- und Quellenangaben

Rohlffs K., *Modellierung des thermischen Verhaltens komplexer Gebäude und Untersuchung zum Potential prädikativer Regelung im thermischen Bereich*, 1997, 117 Seiten, Diplomarbeit, Fraunhofer Institut ISE, Freiburg, Fakultät Physik Uni Freiburg, Prof. Dr. J. Luther
www.ise.fhg.de

Disch R., *Mehrjähriges Messprogramm zur Energiestromanalyse im drehbaren Solarhaus Heliotrop®* in Freiburg mit ergänzenden Untersuchungen, Jahresbericht 1996, 15 Seiten, gefördert durch 'Stiftung Energieforschung Baden-Württemberg', Förderkennzeichen A 00007494

Schneider A., *Baumhaus Heliotrop, Solararchitektur für Europa*, 1996, S. 56-59, Birkhäuser Verlag, Basel Boston Berlin
 ISBN 3-7643-5381-3
www.birkhauser.ch

Das Heliotrop, ein Hauskonzept der Zukunft, 1994, 6 Seiten, Publikation Architekturbüro Disch, Freiburg

www.rolfdisch.de

www.sonnenseite.com

Adressen

Bauherrschaft, Architektur und Energiekonzept:
 Architekturbüro Rolf Disch
 79115 Freiburg

Energietechnik:
 Krebsler und Freyler
 79331 Teningen

Kollektoren:
 Viessmann
www.viessmann.de

Erfahrungen

Das Heliotrop® zeigt, dass auch eine konsequente solare und energieeffiziente Bauweise eine hohe architektonisch Gestaltungsfreiheit zulässt. Weitere Häuser wurden als repräsentative Ausstellungsgebäude für die Firma Hansgrohe in Offenburg und auf dem Messeplatz der SWISSBAU' 96 in Basel errichtet. Letzteres wurde nach Messeschluss abgebaut und als Zahntechnik-Labor im bayerischen Hilpoltstein erneut errichtet.

Die Innenräume zeichnen sich durch optimale Lichtverhältnisse an allen Wohn- und Arbeitsplätzen aus. Die hochisolierende Gebäudehülle, die Drehbarkeit des Gebäudes und die kontrollierte Lüftung gewährleisten ein angenehmes Innenklima und senken den Energiebedarf soweit, dass er durch die aktiven Solarsysteme gedeckt werden kann.

Die drehbare zylindrische Form ist für hohe passive und aktive Solarerträge optimal. Der erhöhte Entwicklungsaufwand lässt sich jedoch nur direkt durch eine Massenproduktion, respektive indirekt als Werbeeffektor amortisieren.

Ausser der Drehmechanik und der Treppensäule weist das Gebäude eine einfache Konstruktion auf. Der hohe Vorfabrikationsgrad und die modulare Bauweise haben die Wirtschaftlichkeit und damit die Reproduzierbarkeit erhöht.

Durch das Vorschalten des Erdregisters an die Zuluft der kontrollierten mechanischen Lüftung konnte zusätzlich zur Wärmerückgewinnungsanlage der Wirkungsgrad der Gesamtanlage erhöht werden.

Der nicht realisierte Latentwärmespeicher hat zwar einen hohen Wirkungsgrad, jedoch ist diese Technik noch zu kompliziert und teuer. In den Folgeprojekten wurde auf gewöhnliche Brauchwasserspeicher in Kombination mit einem Pufferspeicher zurückgegriffen.

Trotz der architektonisch deutlich spürbaren Bejahung von technischen Lösungen wurde auch Schwergewicht auf eine ganzheitliche Betrachtung des Bau- und Lebensprozesses gelegt. Die Verwendung von CO₂-neutralen Baumaterialien und ein geringer Landverbrauch standen ebenso im Vordergrund wie eine ökologisch nachhaltige Wassernutzung durch die Minimierung der versiegelten Oberflächen, die Nutzung des Regenwassers, das Reziklieren des Abwassers sowie den Einbau einer Komposttoilette.

Gelungen ist das Gebäudes nicht zuletzt deshalb, weil die ökologischen und nachhaltigen Massnahmen ihren muffigen Alternativ-Touch verloren haben und durch ihre provokative Selbstverständlichkeit sich ein Heliotrop® als guter Werbeträger für Geschäftsinhaber eignet.