

Portrait Nr. 17

# Passivhaus ENERGON

Büro und  
Verwaltung

Institute, Schulen  
und Hochschulen

Verkaufs-  
stätten

Produktions-  
stätten

Heil- und Pflege-  
einrichtungen

Hotels und  
Gastronomie

1



Integraler  
Entwurfsprozess

Simulation

erhöhter  
Wärmeschutz

Passive  
Kühlung

Tageslicht-  
nutzung

Atrium

Solarthermie

Solarstrom

Wärmerück-  
gewinnung

Erdwärme-,  
Erdkältenutzung

Kraft-/Wärme-  
Kopplung

Wärme-/Kälte-  
Verbund

Wärmepumpe

Gebäude-  
automation

Biomasse-  
nutzung

Regenwasser-  
konzept

Baustoff-  
ökologie

Förderung durch das  
Bundesministerium für Wirtschaft  
und Technologie BMWi

Das Bürogebäude für bis zu 420 Arbeitsplätze ist der Kopf einer Gebäudezeile entlang des Berliner Rings im „Science Park II“ in Ulm. Neben weiteren Büroneubauten befindet sich in unmittelbarer Nähe das Ulmer Expo-Gelände mit der Passivhaus-Wohnsiedlung „Im Sonnenfeld“. Das Grundstück liegt frei von Verschattung auf einem Südhang mit Blick in die Täler von Donau und Blau.

Die Planung ist das Ergebnis eines eingeladenen Architekturwettbewerbs. Das Projektteam wurde vom Bauherrn in Abstimmung mit dem Architekten ausgewählt.

Der symmetrische, kompakte Baukörper besitzt 5 Geschosse mit einer 3-seitigen, räumlich gekrümmten Fassade. In Summe stehen knapp 7.000 m<sup>2</sup> Nettogrundfläche zur Verfügung. Die Grundrissform erinnert an den Kolben eines Wankelmotors. Das Zentrum bildet ein glasüberdachtes Atrium von ca. 430 m<sup>2</sup> Grundfläche mit gleicher Grundrissform.

Die Nutzung ist vornehmlich für Firmen der Dienstleistungs- und Software-Branche vorgesehen. Das Raumprogramm umfasst neben Einzel- und Gruppenbüros auch einige Großraumbüros und Schulungsräume.

Das Gebäude wurde konsequent als Passivhaus entwickelt. Mit der Fertigstellung im Oktober 2002 ist es das bisher größte Objekt dieser Art. Dämmstärken von bis zu 500 mm (Dach), 3-fach Wärmeschutzverglasung mit wärmegeprägten Rahmen und eine mechanische Lüftung mit Wärmerückgewinnung sind einige der typischen Merkmale dieser Bauweise. Auf eine Ganzglasarchitektur wurde bewusst verzichtet.

Das zentrale Atrium übernimmt die Funktion als Verteiler der zuvor erwärmten oder gekühlten Frischluft. Über das Glasdach erhalten die zum Atrium orientierten Büros Tageslicht. Damit dies auch bei Aktivierung des sommerlichen Sonnenschutzes ausreicht, kommen transparente Rollos mit spektral selektiven Folien im Scheibenzwischenraum zum Einsatz.

Die sommerliche Kühlung basiert auf einem Rohrsystem in den Geschossdecken (Betonkerntemperierung) in Verbindung mit 40 Erdwärmesonden zur Wärmeabfuhr über einen Wasserkreislauf ohne zusätzliche Kältemaschine.

Eine 15 kW<sub>p</sub>-Solarstromanlage in Form eines Foliendachs mit einlamierten, amorphen Solarzellen sowie eine weitere Anlage mit 135 kW<sub>p</sub> auf der nebenstehenden Garage runden das Energiekonzept ab.

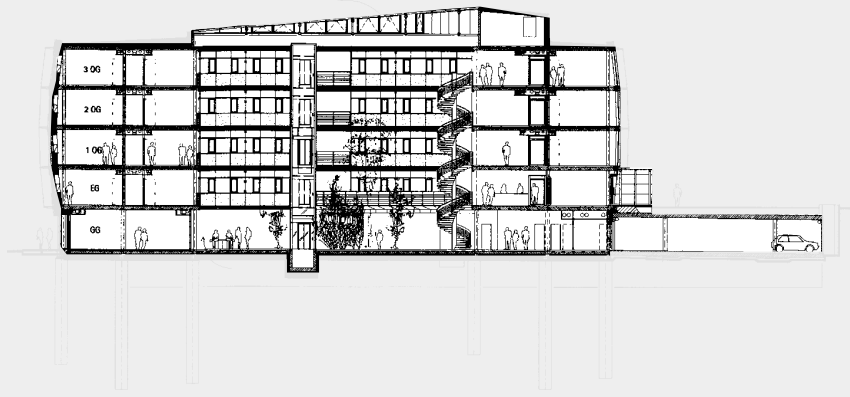


Abb. 1: Schnitt

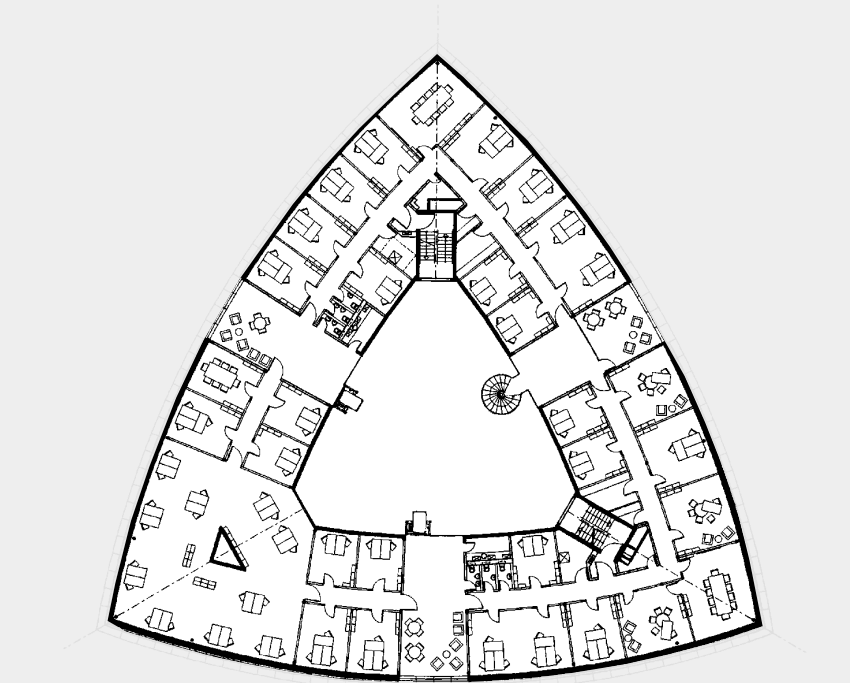


Abb. 2: Grundriss, EG

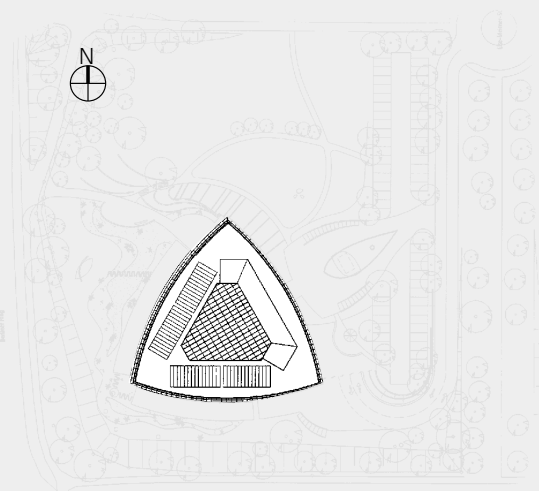


Abb. 3: Lageplan

Die Gebäudegrundform als Stahlbetonskelettkonstruktion wird von drei gleichen, räumlich gekrümmten Fassaden gebildet. Die Fassaden bestehen aus vorgehängten, vorgefertigten Holzelementen mit weitestgehend identischen Abmessungen. Die äußere Hülle wird aus Faserzementplatten gebildet. Strukturierendes Merkmal vor den glatten Fassaden sind die auskragenden Wartungsstege aus Stahlgittern. Die Wahl von Holz und Faserzement spiegelt das Bestreben zur Minderung der Herstellungsenergie und einer günstigen Ökobilanz für das Gebäude.

Das Gebäude ist nicht unterkellert. Unter dem Gartengeschoss befindet sich lediglich der begehbare Zuluftschacht unter dem Atrium. Die Zuluftzentrale und eine Tiefgarage sind außerhalb der gedämmten Gebäudehülle seitlich des Gartengeschosses in das Erdreich geschoben. Die Bodenplatte ist auf Pfählen gegründet.

Die Dächer sind als Flachdächer ausgebildet. In den Hohlraum zwischen Dachhaut und Unterkonstruktion wurde eine Wärmedämmung aus Altpapierflocken eingefüllt.

Das Gebäude wurde im Herbst 2002 den Nutzern übergeben.

Erste positive Erfahrungen mit den Tageslichtverhältnissen und dem sommerlichen Raumklima im Atrium bestätigen die Richtigkeit der Auswahl der transparenten Folienrollos als Sonnenschutz für das Glasdach. Dies ist von besonderer Bedeutung, da die gesamte Zuluft über das Atrium geführt wird. Ein geeigneter Sonnenschutz mindert die Erwärmung, lässt aber ausreichende Tageslichtverhältnisse in den an das Atrium angrenzenden Büros zu.

Am nahezu fertiggestellten Gebäude fand Anfang 2002 ein Drucktest statt. Bei verschlossenen Zu- und Abluftöffnungen bestätigt ein  $n_{50}$ -Wert von  $0,2 \text{ h}^{-1}$  die Dichtheit der Gebäudehülle.

Das Gebäude wurde im Rahmen der geplanten Kosten realisiert.




### Nutzung

Nutzungszeiten	Mo-Fr 7-18 Uhr,
Anzahl der NutzerInnen	420
Fertigstellung	2002

### Baukörper

Geschosse	5
mittlere Raumhöhe (NRI/NGF)	2,93 m
A/V-Verhältnis	0,22 $\text{m}^{-1}$

### Flächen und Volumen, DIN 277

Volumen	
	BruttoRauminhalt 32.223 $\text{m}^3$
Flächen	
	NettoGrundfläche 6.911 $\text{m}^2$
	HauptNutzfläche 5.412 $\text{m}^2$

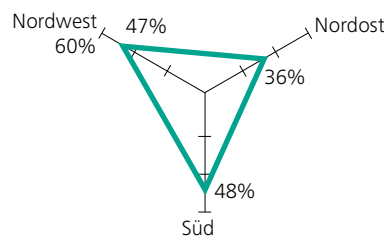
### Wärmeschutznachweis

Bauteil	U-Wert $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$
Außenwände	0,11
Gartengeschoss	
Außenwände, EG und OG	0,13
Dach, opak	0,12
Atrium-Glasdach	1,80*
Fenster nach Außen	0,84
Fenster zum Atrium (Einfachverglasung)	5,00
Boden gegen Erdreich	0,22

### Jahresheizwärmebedarf ( $Q_H$ ) nach WSV0 '95

maximal zulässiger $Q_H/V$	17,7 $\text{kWh}/\text{m}^3\text{a}$
$Q_H/V$ vorhanden	5,4 $\text{kWh}/\text{m}^3\text{a}$
$Q_H/A_n$ vorhanden	16,9 $\text{kWh}/\text{m}^2\text{a}$
Unterschreitung von max. zul. $Q_H$ um 69 %	



### Fensterflächen



Anteil der Fensterflächen an den Fassadenflächen. In Summe  $0,17 \text{ m}^2$  Fensterfläche je  $\text{m}^2$  NGF, inkl. Glasdach  $0,23 \text{ m}^2$  je  $\text{m}^2$  NGF.

### Kosten

Bauwerkskosten Brutto, Stand Kostenberechnung

Bezug	Baukonstruktion DIN 276: KG 300	Technische Anlagen DIN 276: KG 400	Bauwerkskosten KG 300+KG 400
 BruttoRauminhalt DIN 277	226 €/m <sup>3</sup>	74 €/m <sup>3</sup>	300 €/m <sup>3</sup>
 NettoGrundfläche DIN 277	1.054 €/m <sup>2</sup>	345 €/m <sup>2</sup>	1.399 €/m <sup>2</sup>

\* unter Berücksichtigung des nächtlichen Schliessens der Folienrollos und der horizontalen Lage der Verglasung.

Abb. 4: Dachbahn mit amorphen Solarzellen



Das Gebäude wurde von Beginn an als Passivhaus mit einem Heizwärmebedarf von weniger als 15 kWh/m<sup>2</sup> (nach PHPP\*) geplant.

Die Wärmeversorgung des Gebäudes basiert primär auf einem 185 kW-Fernwärmeanschluss an ein Netz mit Kraft-Wärme-Kopplung (Energieträger: derzeit Kohle und Erdgas, zukünftig 40% Biomasseanteil). Die Fernwärme bedient die Heizkreise von Betonkernaktivierung, zentraler Zuluftnacherhitzung und Warmwasserbereitung für die Küche. In allen übrigen Geschossen wird Warmwasser wegen der geringen Abnahme über Elektrodurchlauf-erhitzer erzeugt.

Die Abwärme der Kälteaggregate von zentralen EDV-Räumen und der Küche wird mit Vorrang in die Betonkernaktivierung eingespeist, bei fehlendem Bedarf über Rückkühlwerke an die Umgebung abgegeben.

Das Feld aus 40 Erdwärmesonden mit je 100 m Bohrtiefe dient primär der sommerlichen Wärmeabfuhr mit bis zu 120 kW Kälteleistung über ein Rohrsystem in den Geschossdecken (Betonkernaktivierung, BKT). Die Erdwärmesonden werden direkt mit dem Wasser der BKT durchströmt. In Summe wurden 350 Rohrregister aus Kunststoff auf 5.000 m<sup>2</sup> Deckenfläche verlegt. Die Register liegen in 10 cm Abstand von der Deckenunterseite bei 28 cm Deckenstärke.

\* Passivhaus-Projektierungspaket



Abb. 5: Verlegung der Rohrregister zur Betonkerntemperierung und der Zuluftkanäle in den Geschossdecken.

Die Auslegungstemperaturen betragen maximal 25°C für den Heizfall und minimal 18°C im Kühlfall bei einer Temperaturspreizung von 1,2 K. Im Gartengeschoß wurden 830 m<sup>2</sup> Fußbodenheizung realisiert, um erhöhte Heiz- (Erdreichkontakt, erhöhte Luftinfiltration) und Kühllasten (Sondernutzungen) abzudecken.

Über einen zusätzlichen Wärmetauscher mit Frostschutzsicherung wird der Wasserkreislauf der Erdwärmesonden auch zum Kühlen und Heizen der Zuluft eingesetzt.

Auf dem Flachdach (Neigung: 3 Grad, Orientierung: Süd und Nordwest) des Gebäudes befindet sich ein 15 kW<sub>p</sub>-Solarstromanlage. Besonderheit sind die amorphen Zellen, die auf 328 m<sup>2</sup> Fläche unmittelbar in eine Foliendachbahn einlaminiert sind. Das Primärenergieäquivalent der solaren Stromerzeugung entspricht in der Jahressumme planerisch etwa 6 % des Primärenergiebezugs des Gebäudes für Heizung, Lüftung, Kühlung und Beleuchtung. Schließt man die 135 kW<sub>p</sub>-Anlage des Bauherrn auf der nahestehenden Hochgarage in die Betrachtung ein, werden annähernd 70% des Bedarfs ausgeglichen.

Tab. 1: Kennwerte zur Energieversorgung

	Strom kW	Wärme kW	Kälte kW	Fläche m <sup>2</sup>
Fernwärme		185		
Erdwärmesonden		70	108	
Abwärme		49		
Photovoltaik	15 (150)*			328 (1600)*
Kühlung, dezentral	15		34	
spez. Leistung in W/m <sup>2</sup>		26,8**		

\* inkl. Anlage auf der Hochgarage

\*\* Fernwärme alleine

Abb. 6: Energieversorgung

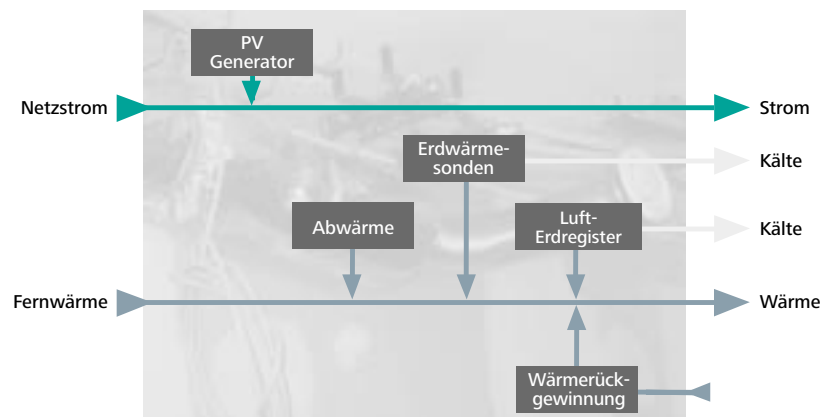


Abb. 7: Luftabsaugung mit Schalldämpfer sowie Hydraulikgruppe der Betonkerntemperierung in einem Büroraum (vor der Verkleidung).



## Lüftung, Heizung und Kühlung

Das Gebäude wird mechanisch be- und entlüftet, wobei alle Aufenthaltsräume auch über die Möglichkeit zur Fensterlüftung verfügen. Der Auslegungsvolumenstrom beträgt je Büroarbeitsplatz 30 m³/h, in Summe werden 29.000 m³/h gefördert. Die Luftansaugung erfolgt durch ein 28 m langes Betonrohr im Erdreich mit 1,8 m Durchmesser. Auf einen Kanal mit grösserer Kontaktfläche zum Erdreich wurde aufgrund der Erdwärmeeinnahme über die Sondentechnik verzichtet.

Die winterliche Lufterwärmung geschieht zentral in vier Stufen (vier Wärmeübertrager):

1. Erdkanal
2. Erdwärmesonden
3. Wärmerückgewinnung
4. Fernwärme

Zur Wärmerückgewinnung kommt wegen der baulichen Vorteile (räumliche Trennung von Zu- und Abluft, dadurch reduzierte Geschosshöhen) ein Kreislaufverbundsystem mit einem Wärmebereitstellungsgrad von 65 % zum Einsatz. Zusammen mit dem Erdkanal und den Erdwärmesonden beträgt der Wärmebereitstellungsgrad etwa 80 %.

Der überwiegende Teil der Zuluft wird in das zentrale Atrium eingebracht. Durch Luftabsaugung in den Büros und den Nebenräumen strömt Luft vom Atrium nach. Für die Außenbüros geschieht dies durch Rohre in den Geschossdecken, in den Büros zum Atrium über Lüftungsschlitze in den Fassaden. Die Betonkerntemperierung (BKT) deckt den gesamten Wärmebedarf. Die BKT nutzt die Abwärme der Kältemaschinen und bei erhöhtem Bedarf die Fernwärme. Eine Einzelraumtemperaturregelung ist aufgrund der hohen thermischen Qualität der Gebäudehülle und des Selbstregulierungseffekts der BKT nicht vorgesehen. Die Fernwärme ist auch Wärmequelle der zentralen Luftbefeuchtung (Sprühdüsen) auf eine Mindestzuluftfeuchte von 30 %.

Zur sommerlichen Lüftung können die RWA-Klappen an den Seitenflächen des Atriumdachs sowie an einigen Stellen im Erdgeschoss zusätzlich geöffnet werden. Alternativ können eine freie Quer- oder Schachtlüftung, sowie eine mechanische Lüftung mit Zuluftüberschuss im Atrium betrieben werden.

## Tageslicht und Beleuchtung

Die Tageslichtverhältnisse resultieren aus dem Lichteinfall über die Fassade bzw. das Atrium. Die Büros an den Fassaden besitzen außenliegende Jalousien, deren Behang im oberen Drittel zur Lichtumlenkung geöffnet bleiben kann, während der gesamte untere Bereich geschlossen ist. Aktiviert als Blendschutz bleibt die Tageslichtversorgung erhalten. Die innenliegenden Flure profitieren vom Lichteinfall über Glaselemente neben den Bürotüren.

Die Büros an der Atriumfassade profitieren vom Lichteinfall über das Dach. Dabei kommt der Verglasung und dem Sonnenschutz des Atriumdachs eine zentrale Bedeutung zu. Die dazu eingesetzten Folienrollen reduzieren den Lichttransmissionsgrad der Dachverglasung von 71 % auf etwa 13 %, der g-Wert sinkt von 50 auf 17 %. Ein Blendschutz am Arbeitsplatz wird bei Bedarf individuell ergänzt.

Sämtliche Leuchten sind mit Leuchtstofflampen und elektronischen Vorschaltgeräten ausgestattet. Büros an der Aussenfassade besitzen Leuchten mit tageslichtabhängiger Regelung und Anwesenheitserkennung. Das geringe Energiesparpotential bei den Büros zum Atrium rechtfertigt diesen Aufwand nicht.



Abb. 8: Blick auf das Atriumdach von Innen. Die Folienrollen sind geschlossen. Die hellen Eckfelder besitzen keine Rollos.

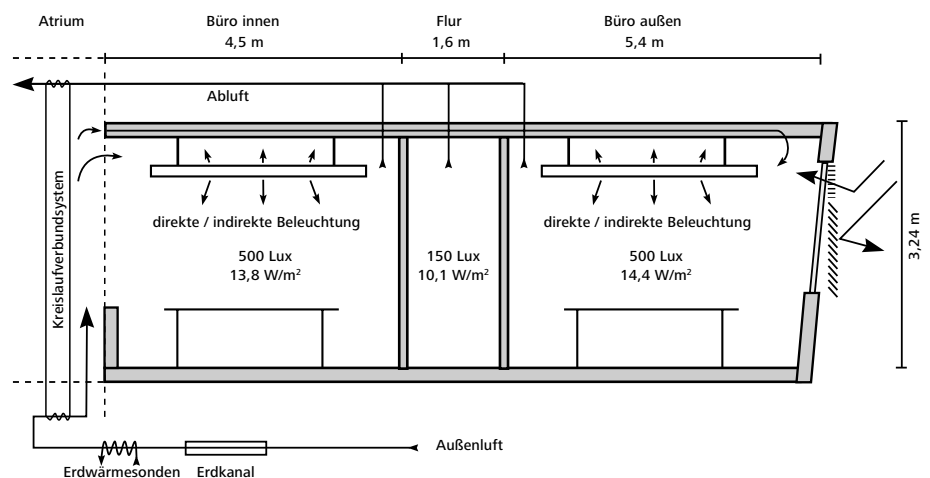


Abb. 9: Lüftung und Beleuchtung

## SolarBau: MONITOR

Dieses Dokument wurde im Rahmen des Begleitforschungsprojekts »SolarBau: MONITOR« erstellt. Die Begleitforschung dokumentiert, analysiert und kommuniziert die Ergebnisse der Demonstrationsprojekte des Förderprogramms SolarBau des BMWi. Die Verantwortung für den Inhalt dieses Falblattes liegt beim Fraunhofer ISE.

**Kontaktadresse:**  
**Gesamtverantwortung und Koordination**  
**Dokumentation und Analyse**  
 Fraunhofer-Institut  
 für Solare Energiesysteme ISE  
 Gruppe Solares Bauen  
 Herr Dr. Voss  
 Heidenhofstr. 2  
 79110 Freiburg  
 Telefon (0761) 4588-5135  
 Telefax (0761) 4588-9135  
 e-mail: karsten.voss@ise.fhg.de

**Kommunikation**  
 solid-ar Architekten und Ingenieure  
 Herr Dr. Löhnert  
 Forststr. 30  
 12163 Berlin

**Lehre, Aus- und Weiterbildung**  
 Universität Karlsruhe  
 Herr Prof. Wagner  
 Fakultät Architektur  
 Fachgebiet Bauphysik und  
 Technischer Ausbau (fbta)  
 Englerstr. 7  
 76128 Karlsruhe

## Projektförderung

Bundesministerium für Wirtschaft  
 und Technologie BMWi

über

Projektträger PTJ  
 Herr Dr. Bertram  
 Forschungszentrum Jülich GmbH  
 52425 Jülich

## Abbildungsnachweis

Titel: Software AG -Stiftung  
 Abb. 1-3: oehler + arch kom  
 Abb. 5: ebök

1. Auflage, 2002

Besuchen Sie uns im Internet  
<http://www.solarbau.de>

## Team

**Bauherr, Projektsteuerung,**  
**Vermietung**  
 Software AG -Stiftung  
 Ansprechpartner: Herr Anders  
 Am Eichwäldchen 6  
 64297 Darmstadt

**Architektur, Werkplanung**  
 oehler + arch kom  
 architekten ingenieure  
 Ansprechpartner: Herr Oehler  
 Melanchthon 5  
 75015 Bretten

**Bauleitung**  
 Freie Planungsgruppe 7  
 Ansprechpartner:  
 Herr Pechloff  
 Christophstraße 40  
 70180 Stuttgart

**Tragwerksplanung**  
 Lachenmann Ingenieurbüro  
 Ansprechpartner: Prof. Lachenmann  
 Hans-Krieg-Straße 8  
 71665 Vaihingen

**Technische Gebäudeausrüstung,**  
**Energieplanung, Bauphysik, Simulation**  
 ebök Ingenieurbüro  
 Ansprechpartner: Herr Werner  
 Reutlingerstraße 16  
 72072 Tübingen

**Elektroplanung**  
 Volz Ingenieurbüro Elektrotechnik  
 Ansprechpartner: Herr Volz  
 Im Letten 26  
 71139 Ehningen

**Tageslichtberatung**  
 Gesellschaft für Licht- und Bautechnik  
 Heinrich-Hertz-Str. 2  
 44227 Dortmund

**Erdwärmesondenplanung**  
 Huber Energietechnik  
 Jupiterstr. 26  
 CH 8032 Zürich

**Landschaftsplanung**  
 Helmut Hornstein  
 Aufkircherstr. 15  
 88662 Überlingen

## Monitoring

Steinbeis-Transferzentrum Energietechnik  
 an der Fachhochschule Ulm  
 Ansprechpartner:  
 Prof. Obert, Herr Lindemann  
 Eberhard-Finckh-Str. 11  
 89075 Ulm  
 Tel.: (0731) 9266 081  
 Fax: (0731) 9266 083  
 email I: obert@fh-ulm.de  
 email II: gunter.lindemann@t-online.de

## Förderung

Monitoring: 296.344 €  
 Laufzeit: 1.6.2001 – 30.4.2006

Weitere Förderung:

Deutsche Bundesstiftung Umwelt  
 Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg und  
 Stadt Ulm

## Projektadresse

Passivhaus ENERCON  
 Lise-Meitner-Straße 14  
 89081 Ulm

