

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 m² Nettogrundfläche zur Verfügung. Die Grundrissform erinnert an den Kolben eines Wankelmotors. Das Zentrum bildet ein glasüberdachtes Atrium von ca. 430 m² 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_p-Solarstromanlage in Form eines Foliendachs mit einlamierten, amorphen Solarzellen sowie eine weitere Anlage mit 135 kW_p auf der nebenstehenden Garage runden das Energiekonzept ab.

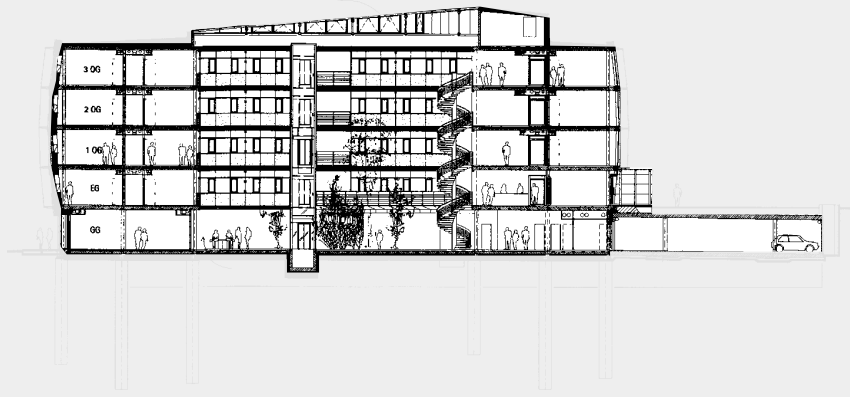


Abb. 1: Schnitt

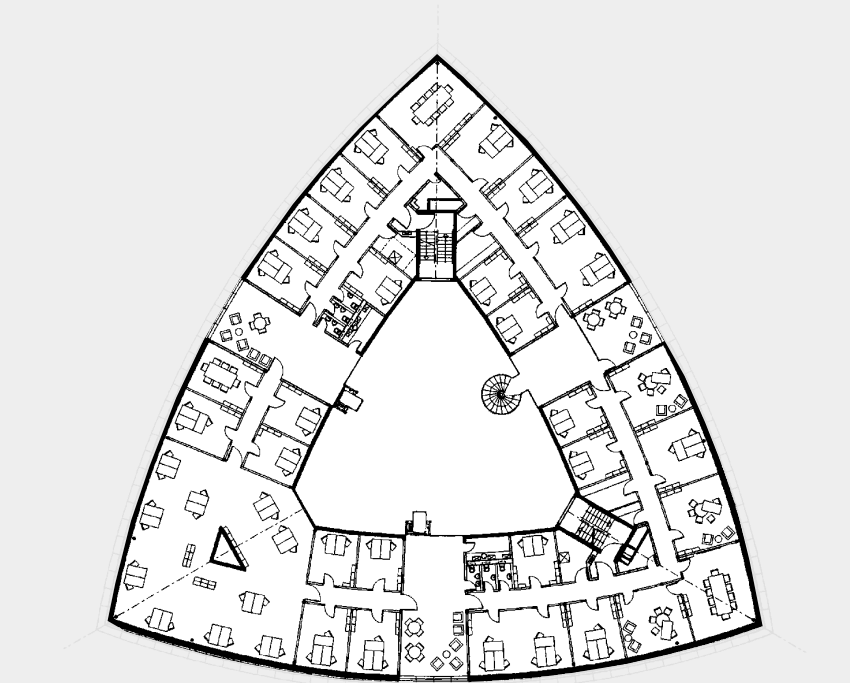


Abb. 2: Grundriss, EG

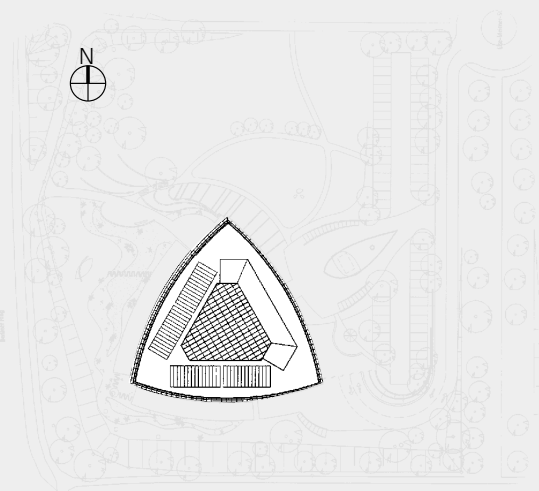


Abb. 3: Lageplan

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 m^{-1}

Flächen und Volumen, DIN 277

Volumen	
	BruttoRauminhalt 32.223 m^3
Flächen	
	NettoGrundfläche 6.911 m^2
	HauptNutzfläche 5.412 m^2

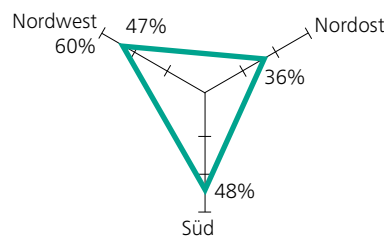
Wärmeschutznachweis

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 m^2 NGF, inkl. Glasdach $0,23 \text{ m}^2$ je 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 $\text{€}/\text{m}^3$	74 $\text{€}/\text{m}^3$	300 $\text{€}/\text{m}^3$
 NettoGrundfläche DIN 277	1.054 $\text{€}/\text{m}^2$	345 $\text{€}/\text{m}^2$	1.399 $\text{€}/\text{m}^2$

* 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/m² (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 m² 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 m² 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_p-Solarstromanlage. Besonderheit sind die amorphen Zellen, die auf 328 m² 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_p-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 ²
Fernwärme		185		
Erdwärmesonden		70	108	
Abwärme		49		
Photovoltaik	15 (150)*			328 (1600)*
Kühlung, dezentral	15		34	
spez. Leistung in W/m ²		26,8**		

* inkl. Anlage auf der Hochgarage

** Fernwärme alleine

Abb. 6: Energieversorgung

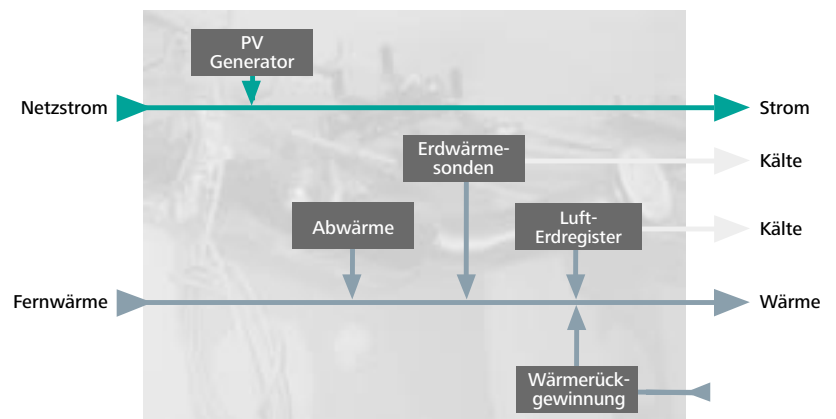


Abb. 7: Luftabsaugung mit Schalldämpfer sowie Hydraulikgruppe der Betonkerntemperierung in einem Büroraum (vor der Verkleidung).



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 Folienrollos 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 Folienrollos sind geschlossen. Die hellen Eckfelder besitzen keine Rollos.

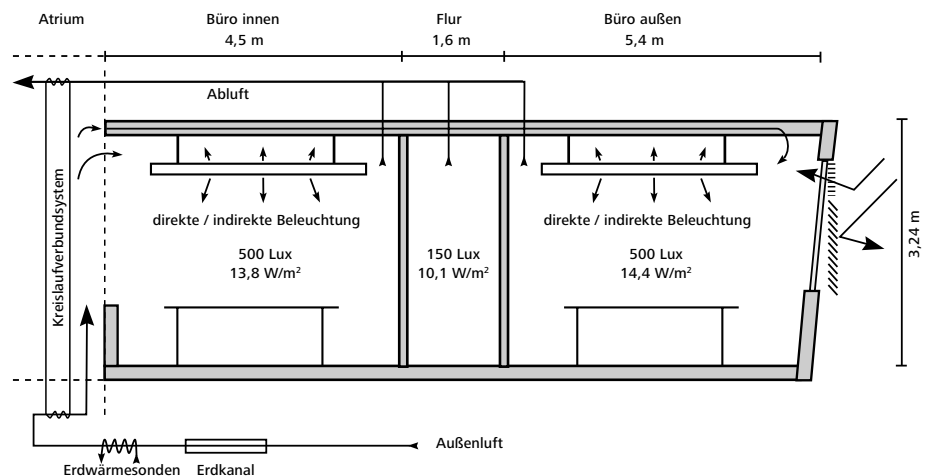


Abb. 9: Lüftung und Beleuchtung

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 Faltblattes 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
solidar 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

