

Portrait Nr. 4

Produktionshalle Hübner

Büro und
Verwaltung

Institute, Schulen
und Hochschulen

Verkaufs-
stätten

Produktions-
stätten

Heil- und Pflege-
einrichtungen

Hotels und
Gastronomie

4



Integraler
Entwurfsprozess

Simulations-
rechnungen

erhöhter
Wärmeschutz

Passive
Kühlung

Tageslicht-
nutzung

Atrium

Solarthermie

Solarstrom

Wärmerück-
gewinnung

Erdwärme-,
Erdkältenutzung

Kraft-/Wärme-
Kopplung

Wärme-/Kälte-
Verbund

Wärmepumpe

Gebäude-
automatisierung

Biomasse-
nutzung

Regenwasser-
konzept

Baustoff-
ökologie

Förderung durch das
Bundesministerium für Wirtschaft
und Technologie (BMWi)

Als Erweiterung bestehender Produktionsanlagen der Firma Hübner Gummi & Kunststoffe in Kassel Waldau wurde eine Industriehalle von 2.000 m² Nutzfläche geplant. Die Halle ist der erste Baustein einer Planung, die eine lineare Erweiterung der Firmenanlage nach Südosten vorsieht. Insgesamt sollen dabei in mehreren Bauabschnitten 15.000 m² Nutzfläche entstehen. Die Freiraumgestaltung und die Gliederung der Baukörper sollen ein günstiges Mikroklima und eine natürliche Ventilation im Gelände fördern. Das Gebäude liegt am südwestlichen Ende der bestehenden Betriebsstraße und wird über diese erschlossen. Die Anlieferung erfolgt auf einem der Halle vorgelagerten Hof im Südwesten. In der Halle werden bei ca. 30 Arbeitsplätzen vorwiegend feinmechanische Tätigkeiten ausgeübt. Der Baukörper ist freistehend und

als eingeschossige Halle ausgebildet, deren Längsfassaden nach Südosten und Nordwesten ausgerichtet sind. Die interne Organisation des Gebäudes ist zweischiffig, jede Seite ist mit einer Kranbahn ausgestattet. Die Nebenräume wie Meisterbüro, Umkleiden, Duschen und WC sind als leichter, zweistöckiger Einbau in der Nordecke der Halle untergebracht. Das Gebäude ist nicht unterkellert. Das Dach ist als Shed-Konstruktion mit vertikalen, nordöstlich orientierten Lichtbändern ausgeführt, die der Entlüftung und dem Tageslichteintrag dienen. Bei der Gebäudeplanung wurde großer Wert auf die Verwendung von bauökologisch unbedenklichen Baustoffen gelegt. Darüberhinaus wurde die Herstellungenergie als Teil des Gesamtenergiekonzepts bereits in der Planungsphase berücksichtigt.

Die Belüftung der Halle ist als frei konvektierendes Lüftungssystem geplant. Das bedeutet, dass im Normalbetrieb keine Ventilatoren zur Be- und Entlüftung eingesetzt werden und auch die Wärmerückgewinnung nicht mechanisch unterstützt wird. Die Betriebsergebnisse können daher neue Aspekte für den Bau von Industriehallen aufzeigen.

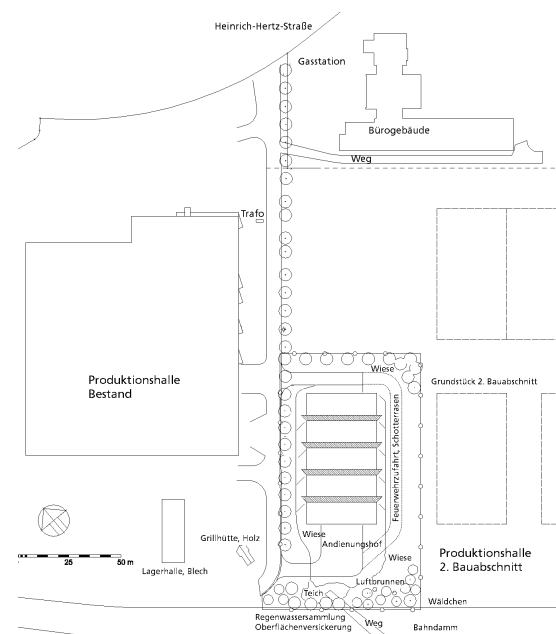
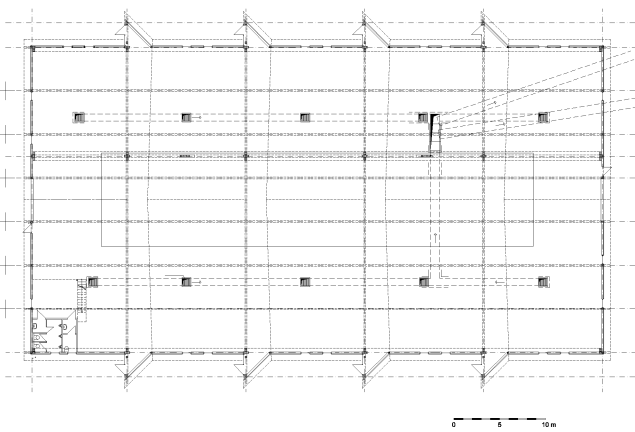
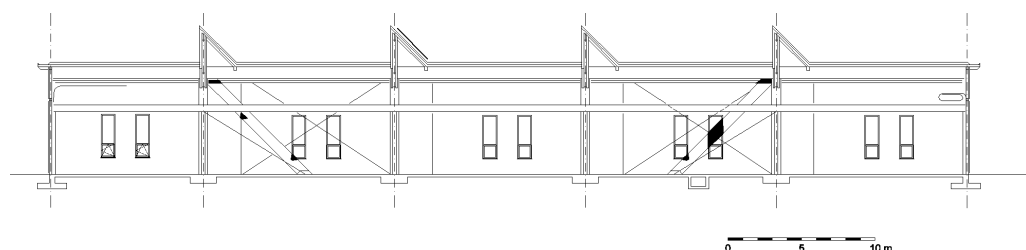
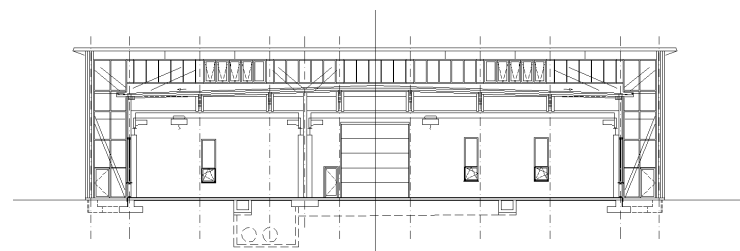


Abb. 3: Lageplan



Die Halle ist ein 33 x 62 m großer Holz-skelettbau. Die Hauptträger verlaufen quer zur Hallenlängsachse und sind Bestandteil der vier Dachsheds.

Haupt- und Nebenträger bestehen aus Brettschichtholz und sind als Holzfachwerkträger ausgeführt. Die Außenwand ist eine vorgefertigte Holzrahmenkonstruktion, die mit 18 cm Mineralfaser gedämmt und außen mit einer hinterlüfteten Lärchen-

holzverschalung verkleidet ist. Die für eine Produktionshalle ungewöhnliche Dämmung der Bodenplatte besteht aus geschäumtem Altglasbruch (15 cm).

Das Dach besteht aus Trapezblech mit 18 cm Außendämmung. Es ist mit hellen Bitumenbahnen zur besseren Licht- und Strahlungsreflexion abgedeckt. Die Fenster sind Holzfenster mit Wärmeschutzverglasung.

Schwerpunkt der Betrachtung ist das innovative Lüftungskonzept der Halle: Der durchgeführte Drucktest zeigte mit einem Wert von $n_{L50} = 2,1 \text{ h}^{-1}$ große Undichtigkeiten in den Anschlußdetails der Holzleichtbaufassade. Ursächlich dafür war, neben Planungs- und Ausführungsfehlern, der große Kostendruck. Erste Nebelversuche ergaben jedoch, dass das Lüftungssystem trotzdem funktioniert. Die einströmende Luftmenge läßt sich aber durch den Öffnungsgrad der RWA-Klappen nur in geringem Umfang beeinflussen.

Die Regenwasserversickerung unmittelbar neben dem Gebäude trug dazu bei, dass Wasser im Bereich der Bodenkanäle in die Erdregister eindrang. Hier mußten nachträglich Dichtungsmaßnahmen ergriffen werden.

Die Nutzerakzeptanz wird durch eine Soziologin projektbegleitend untersucht. Die Beschäftigten sind insgesamt sehr zufrieden, insbesondere die angenehme Kühle der Halle im Sommer wird begrüßt. Die Luftqualität wird ebenfalls als gut eingestuft.

Vor allem durch Änderungen am Tragwerk im Verlauf der Planung bleiben die Tageslichtverhältnisse unter dem angestrebten Niveau. Träger und Trapezblech der Dachsheds absorbieren einen großen Teil des einfallenden Lichts. Verbesserungen durch Einbau zusätzlicher Reflektoren sind in der Diskussion. Als Nachteil erweist sich bei dem zu geringen Tageslichtangebot die fehlende Leistungsregelung des Kunstlichts. Auf der Südostseite erscheint ein Blendschutz wegen des morgendlichen Direktlicheinfalls notwendig.

Die erst spät in Betrieb genommene Datenerfassung erlaubt noch keine Aussagen über den Heizwärmeverbrauch der Halle und die Funktion der Wärmerückgewinnung bei freier Konvektion.

Nutzung

| | |
|------------------------|-----------------|
| Nutzungszeiten | Mo-Fr 6-16 Uhr, |
| Anzahl der NutzerInnen | 30 |
| Fertigstellung | 1998 |

Baukörper

| | |
|-----------------------------|-----------------------|
| Geschosse | 1 Geschoss |
| | 2-geschossiger Einbau |
| | nicht unterkellert |
| mittlere Raumhöhe (NRI/NGF) | 7,4 m |
| AV-Verhältnis | 0,42 m ⁻¹ |

Flächen und Volumen, DIN 277

| | | |
|---------------|------------------|-----------------------|
| Volumen | BruttoRauminhalt | 17.195 m ³ |
| Flächen | NettoGrundfläche | 2.122 m ² |
| | HauptNutzfläche | 2.063 m ² |
| Konzentration | HNF/NGF | 97% |

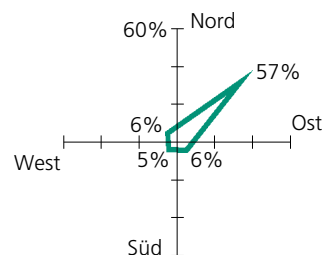
Wärmeschutznachweis

| | |
|------------------|----------------------|
| Bauteil | U-Wert |
| | (W/m ² K) |
| Aussenwand | 0,20 |
| Dach | 0,19 |
| Boden | 0,52 |
| Fenster | 1,40 |
| Tore | 3,00 |
| mittlerer U-Wert | 0,32 |

Jahresheizwärmebedarf (Q_h) nach WSV0 '95

| | |
|---------------------------------------------|--------------------------|
| maximal zulässiger Q_h/V | 9,6 kWh/m ³ a |
| Q_h/V vorhanden | 3,6 kWh/m ³ a |
| Q_h/An vorhanden | 1,2 kWh/m ² a |
| Unterschreitung von max. zul. Q_h um 63 % | |

Fensterflächen



Anteil der Fensterflächen an den Fassadenflächen. In Summe 0,18 m² Fensterfläche je m² NGF

Kosten

Bauwerkskosten Brutto

| Bezug | Baukonstruktion | Technische Anlagen | Bauwerkskosten |
|-----------------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|
| | DIN 276: KG 300 | DIN 276: KG 400 | KG 300+KG 400 |
| BruttoRauminhalt DIN 277 | 140 DM/m ³ | 20 DM/m ³ | 160 DM/m ³ |
| NettoGrundfläche DIN 277 | 1.130 DM/m ² | 170 DM/m ² | 1.300 DM/m ² |

Energiekonzept

Die Transmissionswärmeverluste werden durch eine für Industriehallen überdurchschnittlich hohe Wärmedämmung und ein günstiges A/V Verhältnis verringert. Die Lüftungswärmeverluste werden durch den Einsatz einer Wärmerückgewinnung als Kreislaufverbundsystem reduziert. Der Abluftwärmetauscher ist in der Mitte eines Sheds untergebracht und entzieht der Abluft Wärme. Ein Wasserkreislauf transportiert diese Wärme zu einem Wärmetauscher, der die Zuluft am Auslaß des Erdregisters erwärmt. Bei Bedarf wird die Zuluft durch das Heizregister der betriebseigenen Nahwärme nachbeheizt.

Mit einem Durchmesser von 1 m sind die Rohre des Erdregisters groß gewählt, um den Druckwiderstand gering zu halten. Der thermische Auftrieb in der Halle soll ausreichen, um die Frischluft durch den Kanal, die Halle und vorbei an dem Abluftwärmetauscher zu führen.

Große Teile des Warmwasserbedarf des Gebäudes deckt eine Flachkollektoranlage, die auf der südwestlichen Seite eines Dachsheds montiert ist. Das Nahwärmenetz kann daher im Sommer abgekoppelt werden, womit die hohen Zirkulationsverluste vermieden werden.

Die Luftströmungen in der Halle wurden durch Strömungssimulationen berechnet. Damit konnten die Quelllüftung und die Wärmerückgewinnung in ihrer Funktion überprüft werden.

Der Gesamtenergieaufwand der Halle für Herstellung und Betrieb wurde ermittelt und mit alternativen Bauweisen verglichen. Durch die ausgeprägte Dominanz der Betriebsenergie zeigen sich dabei die Vorteile der ausgeführten, energiesparenden Halle. Den größten Anteil an der Herstellungsenergie der Halle haben die Trapezbleche der Dachkonstruktion.

Kennwerte Erdregister

| | |
|-------------------|------------------|
| Anzahl der Kanäle | 2 |
| Material | Betonrohr |
| Länge der Kanäle | je 50 m |
| Nennweite | 1.000 mm |
| Verlegetiefe | 3 m |
| Nennvolumenstrom | 1.500-6.000 m³/h |

Kennwerte zur Energieversorgung

| | Wärme kW | Fläche m² |
|-----------------------|-------------|--------------|
| Nahwärme | 79 | |
| Kollektoren | | 16 |
| spez. Leistung (W/m²) | 37,2 | |

Abb. 4: Energieversorgung

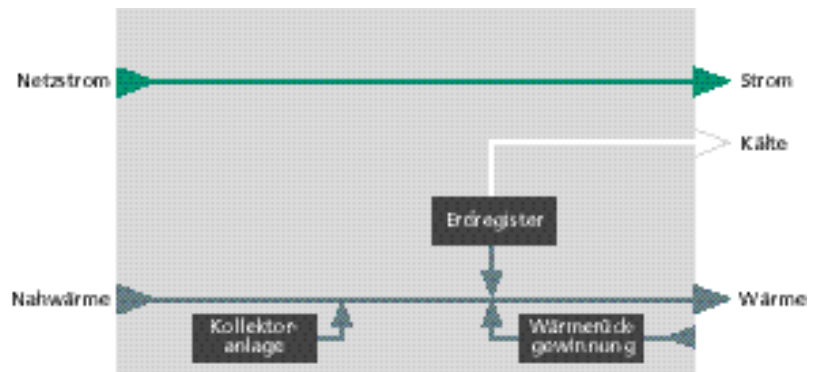


Abb. 6: Die Verteilung der 1,6 GWh Herstellungsenergie der Halle auf die Bauteile

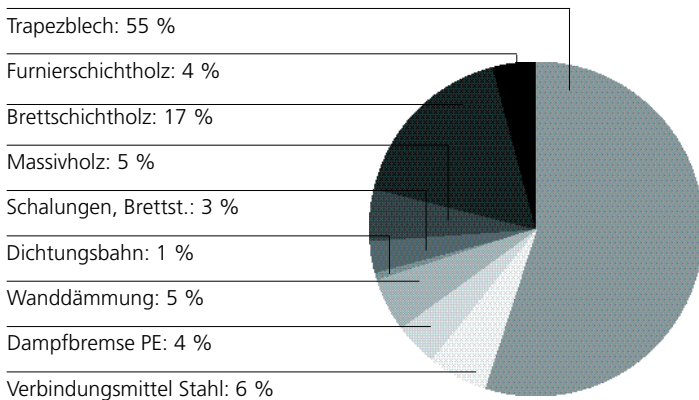


Abb. 5: Innenansicht der Produktionshalle

Lüftung und Heizung

Ziel der Planung war, die Halle allein durch thermischen Auftrieb zu be- und entlüften. Dies setzt eine hohe Luftdichtigkeit der Halle und geringe Strömungswiderstände im Lüftungssystem voraus. Die hohe Abwärme der Maschinen begünstigt den thermischen Auftrieb während des ganzen Jahres. Als Ergebnis von fluiddynamischen Simulationen wurde allerdings aufgezeigt, dass die Quelllüftung bei hohen Abwärmern beeinträchtigt wird. Bei Inversionswetterlagen kann die freie Lüftung der Halle auch durch Ventilatoren unterstützt werden.

Im Sommer strömt die Frischluft über Bodenauslässe aus den Fundamentkanälen, die mit einem Erdregister verbunden sind. Der dazu erforderliche Unterdruck entsteht bei gezielter Öffnung der Fenster in den Sheds. Die Öffnungsweite beeinflusst zusammen mit den momentan vorhandenen Wärmequellen in der Halle die einströmende Frischluftmenge. Die Öffnung der Fenster wird von der Lüftungsregelung, die mit der Rauch-Wärme-Abzug-Zentrale verbunden ist, gesteuert.

Während der Sommernächte bietet dieses Lüftungssystem die Möglichkeit zur einbruchssicheren Nachtkühlung.

Im Winter wird die Zuluft auf ein Temperaturniveau von 2-3 K unter Raumlufttemperatur nacherwärmt. Dies geschieht zum einen über den Wärmetauscher der Wärmerückgewinnung, zum anderen über ein Heizregister. Durch Quellluftauslässe strömt die Luft in den Raum. Die zusätzlich erforderliche Heizwärme erzeugt eine Warmwasser-Deckenstrahlungsheizung. Die Entlüftung der Halle erfolgt via Wärmerückgewinnung über einen zentralen Abluftkanal in den Oberlichtsheds.

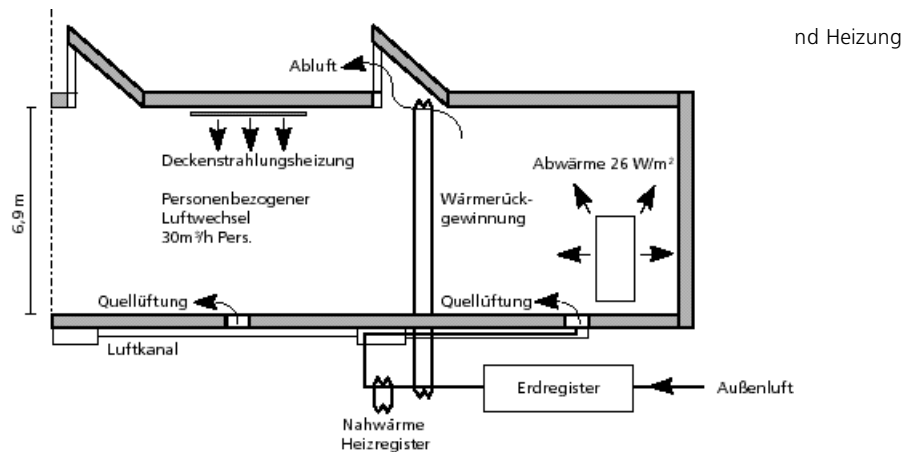
Beleuchtung

Die Oberlichter sind nach Nordosten orientiert und setzen sich an den Seitenwänden der Halle als hervorstehende Erker fort. Die Orientierung der Sheds verhindert die sommerliche Überwärmung der Halle. Ein Blend- oder Sonnenschutz ist an den Glasflächen nicht vorgesehen. Der Lichteinfall auf die Glasflächen im Dach wird durch die helle Farbe der Dacheindeckung unterstützt.

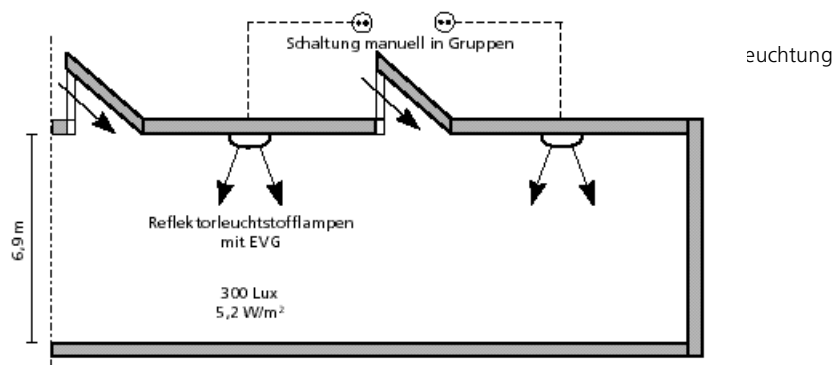
Im Inneren der Halle sorgt eine helle, in einzelne Bereiche differenzierte Farbgebung für ein angenehmes Licht. Da die Lichtverteilung über die Oberlichtbänder relativ ungleichmäßig ist, sind im Bereich der Beleuchtungstäler zwischen den Sheds separat zuschaltbare Leuchtstofflampen mit elektronischen Vorschaltgeräten montiert. Die Hallenbeleuchtung wird manuell in Gruppen geschaltet, eine Dimmung der Beleuchtung ist nicht vorgesehen.



Abb. 7: Der Wärmetauscher der Wärmerückgewinnung in der Dachkonstruktion



nd Heizung



euchtung

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
Oltmannsstr. 5
79100 Freiburg
Telefon (0761) 4588-135
Telefax (0761) 4588-132
e-mail: karsten.voss@ise.fhg.de

Kommunikation

sol-id-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 Biologie, Energie,
Umwelt des BMBF und des BMWi
Herr Dr. Bertram
Forschungszentrum Jülich GmbH
52425 Jülich

Abbildungsnachweis

Titel, Abb.4, 7-9: Fraunhofer ISE
Abb.1-3: Architekturbüro Eble
Abb.6: Stahl, Büro für Sonnenenergie

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

Team

Bauherschaft, Nutzer

Hübner Gummi & Kunststoffe GmbH
Ansprechpartner: Herr Möbus
Heinrich-Herz-Str. 2
34123 Kassel

Projektleitung

Planungsbüro Kennedy
Ansprechpartner: Frau Prof. Dr. Kennedy
Ginsterweg 1
31595 Steyerberg

Zeit- und Kostensteuerung

Haak, Klauke, Schlüter
Ingenieurgesellschaft mbH
Ansprechpartner: Herr Schlüter
Bahnhofstr. 39
37603 Holzminden

Architektur

Joachim Eble Architektur
Ansprechpartner: Herr Sonnenmoser
Berliner Ring 47a
72076 Tübingen

Tragwerksplaner

Bois Consult Natterer S.A.
Herr Prof. Natterer
Rue de la Gare 10
CH-1163 Etoy-Village

Technische Gebäudeausrüstung TGA

Planungsbüro Graw
Ansprechpartner: Herr Graw
Senator Wagner Weg 4
49088 Osnabrück

Energiekonzept, Simulation

Stahl, Büro für Sonnenenergie
Ansprechpartner: Herr Dr. Stahl
Bertoldstr. 45
79114 Freiburg

Lichtplanung

Architekturbüro Miloni
Ansprechpartner: Herr Miloni
Prophetengut 3
CH - 5224 Unterbözberg

Monitoring

Universität Hannover
Ansprechpartner:
Frau Prof. Dr. Kennedy, Herr Großmann
30159 Hannover
Schloßwederstr. 1
Tel.: (0511) 7622153
Fax: (0511) 7623095
Email: techn.ausbau@mbox.rsb.uni-hannover.de

Fachhochschule Erfurt
Ansprechpartner: Herr Prof. Kappert
99013 Erfurt
Postfach 683
Tel.: (0361) 6700306
Fax: (0361) 6700424
Email: kappert@vers.fh-erfurt.de

Förderung

Erweiterte Planung:
609.770,- DM, 1.4.97 - 30.4.98

Monitoring:
992.666 DM, 1.5.98 - 31.1.01

Projektadresse

Hübner Gummi & Kunststoffe GmbH
Heinrich-Hertz-Straße 2
34123 Kassel



Abbildungsnachweis

Titel, Abb.4, 7-9: Fraunhofer ISE
Abb.1-3: Architekturbüro Eble
Abb.6: Stahl, Büro für Sonnenenergie

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