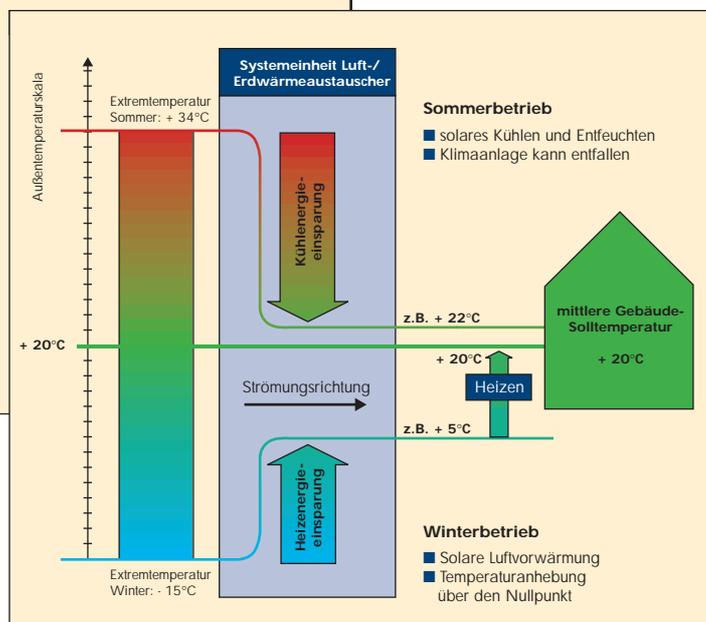




## Raumluftkonditionierung mit Erdwärmetauschern



- ▶ **Zuluftvorerwärmung reduziert den Heizwärmebedarf**
- ▶ **Sommerliche Kühllasten können kompensiert werden**
- ▶ **Verschiedene Auslegungstools gewährleisten Planungssicherheit**
- ▶ **Lufthygiene muss beachtet werden und ist erreichbar**

Reduktion des Heizwärmebedarfs und  
Kühlung der Frischluftzufuhr im Sommer (nach DLR, Köln)

**N**eben dem umfassenden Wärmeschutz kann insbesondere die breitere Nutzung der Sonnenenergie einen Beitrag zur Senkung des Heizwärmebedarfs in Gebäuden leisten. In Büros, Werkhallen oder anderen gewerblich genutzten Gebäuden fällt auf der anderen Seite vor allem in sommerlichen Hitzeperioden ein erheblicher Kühlbedarf an, der vergrößert wird durch die steigende thermische Wirksamkeit von inneren Wärmequellen, wie Bürotechnik oder thermischen Fertigungsprozessen.

Eine interessante Verbindung von Raumluftkonditionierung durch Zwangskonvektion mit der Nutzung solarer Wärme stellen Erdwärmetauscher dar.

Die Idee, Erdwärme/-kühle für die Wärmebereitstellung bzw. zur sommerlichen Frischluftkühlung einzusetzen, ist nicht neu. Bereits 1877 wurde beim Kaiserlichen Patentamt ein „Verfahren zur Kühlung und Vorerwärmung der Luft mit Hülfe der Erdwärme“ zum Patent angemeldet. Aber erst in den letzten Jahren wurden Erdwärmetauscher in verschiedenen Projekten mit dem Ziel der Kompensation von Lüftungswärmeverlusten und der energieeffizienten (Vor-)Konditionierung der Raumlufte realisiert.

Aufgrund der thermischen Trägheit des Erdbodens liegt die oberflächennahe Erdreichtemperatur in unseren Breiten auch in der Win-

terperiode im positiven Bereich. Bei der im Erdreich gespeicherten thermischen Energie handelt es sich um Sonnenenergie, da der geothermische Wärmestrom in den oberen Erdschichten unbedeutend ist. Die Temperaturdifferenz von Erdreich zu Außenluft, die im Winter bis zu 25 K betragen kann, lässt sich für die Erwärmung der Zuluft nutzen. Mit dem gleichen System lässt sich im Sommer die aufgeheizte Sommerluft kühlen, bevor sie in das Gebäude geleitet wird. Insbesondere für Büro- und Betriebsgebäude kann der Erdwärmetauscher konventionelle Heizungs-, Klima- und Lüftungstechnik-Systeme sinnvoll ergänzen oder im Passivhausbereich in Kombination mit einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnungsanlage auch komplett ersetzen.

Im Rahmen des Programms „Solar Optimiertes Bauen“ (SolarBau) werden - gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) - mehrere Zweckbauten als Demonstrationsprojekte realisiert, bei denen Erdwärmetauscher zur Luftkonditionierung eingesetzt werden. Die hier gewonnenen Messdaten werden u. a. zur Validierung von Simulationsprogrammen für die Auslegung herangezogen. Ende 2001 wird von der AG Solar NRW, die das „Verbundprojekt Erdwärmetauscher“ fördert, ein umfangreicher Planungsleitfaden zur Verfügung stehen.

## ► Baupraktische Aspekte

Erdwärmetauscher (EWT) sind im Erdreich horizontal verlegte Einzelrohre oder Rohrregister. Durch diesen Erdkanal wird Außenluft zur Vorwärmung oder Abkühlung der Gebäudezuluft mit Hilfe von Ventilatoren getrieben. Die Rohre werden im einfachsten Fall in der Baugrube rund um das Gebäude verlegt oder im Falle größerer Gebäude als Rohrregister unter Freiflächen, aber auch unter der Bodenplatte des Gebäudes verlegt. Dabei kann die Gesamtröhrlänge je nach Bedarf bis zu mehrere hundert Metern betragen.

Zwar eignen sich aus thermischer Sicht grundwasserführende Schichten für eine EWT-Verlegung, da die Grundwassertemperatur nur geringe saisonale Schwankun-

gen aufweist und der Wärmeübergang an Wasser gut ist. Dennoch ist zu bedenken: Wasserdichte Installationen sind teurer und Leckagen führen zu Wassereintrüben, die Verunreinigungen der lüftungstechnischen Anlage zur Folge haben können. Um Kosten für den Aushub zu minimieren und bei hohem Grundwasserspiegel wird meist eine geringere Verlegetiefe gewählt. In unseren Breiten variiert die Erdtemperatur je nach Jahreszeit in einer Tiefe von 3 Metern zwischen etwa 6 °C und 15 °C.

Für kleine Rohrdurchmesser verwendet man aus Kostengründen PE- und PVC-Rohre, während man für große Rohrdurchmesser aus statischen Gründen Betonrohre einsetzt.

Abb 2 Aushub- und Verlegearbeiten für einen Erdkanal



Quelle: DLR, Köln

## ► Lüfthygiene

Der Betrieb eines EWT muss lufthygienisch unbedenklich sein. Im Frühjahr und Sommer kann es bei Tautemperaturunterschreitung an der Rohrrinnenseite zu Kondenswasserbildung kommen. Um eine Belastung der Zuluft durch Schimmelpilze und Keime zu vermeiden, lassen sich ver-

schiedene Vorkehrungen treffen. In ganzjährig genutzten Großklimaanlagen, die häufig mit Luftfiltern ausgestattet sind, ist auch bei Tauwasserbildung eine mikrobielle Belastung der Zuluft zu verhindern. Die Rohre sollten zudem mit einem Gefälle verlegt werden, damit das Kondensat

abfließen kann. Um bei ganzjährig genutzten Kleinanlagen ohne Luftfilter die Lüfthygiene sicherzustellen, kann der EWT bei Gefahr von Tauwasserbildung umgangen werden. Lüfthygienische Messungen an verschiedenen Standorten ergaben bislang keine nennenswerten Belastungen.

## ► Konzepte und Betriebserfahrungen

In Deutschland werden in Pilotprojekten seit mehr als 10 Jahren Erdwärmetauscher für die Raumluft(-vor-)konditionierung im Verwaltungs- und Produktionsbereich wie auch im Wohnbereich genutzt. So verfügen beispielsweise das Energieautarke Solarhaus in Freiburg als auch das Demonstrationsgebäude Passivhaus Darmstadt Kranichstein über einen EWT, der mit einer Wärmerückgewinnungsanlage kombiniert ist.

### Ultra-Niedrigenergiehaus in Rottweil

Das Ultra-NEH mit einer beheizten Wohnfläche von 172 m<sup>2</sup> ist mit einer zentralen Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnungsanlage (WRG) ausgestattet. Der WRG ist im Winter für die Luftzuführung ein EWT vorgeschaltet. Das 34 m lange Rohrregister ist in 1 Meter Tiefe unter der Garage eingelassen. Je nach Außenlufttemperatur kann das System in vier verschiedenen Betriebsweisen gefahren werden. Bei Außenlufttemperaturen unter 8 °C wird die Zuluft durch den EWT und danach durch den Kreuzwärmetauscher der WRG in die Aufenthaltsräume geleitet. Zwischen 8 und 15 °C ist nur der Wärmetauscher in Betrieb, der Erdkanal wird durch einen Bypass umgangen. Bei 15 bis 25 °C wird auch der Wärmetauscher durch einen Bypass umgangen und die Zuluft direkt zugeführt. Über 25 °C wird die Zuluft durch den EWT abgekühlt und dann in die Wohnräume geleitet. Die Zuluftvorerwärmung, also die Tempera-

turdifferenz von angesaugter Außenluft und eingebrachter Zuluft, erbrachte in der Heizperiode 1994/95 Wärmegewinne von 1150 kWh (Abb 3). Davon entfielen 31% der Erträge auf den EWT. In der nachfolgenden Heizperiode konnte der Energiegewinn durch den EWT noch gesteigert werden. Der Luftdurchsatz betrug zu Beginn der Messung 106 m<sup>3</sup>/h. Aufgrund der von Bewohnern monierten Lärmbelastung durch die Lüftungsanlage wurde der Volumenstrom im Januar 1995 auf 88 m<sup>3</sup>/h reduziert.

### Verwaltungsgebäude der Firma Wagner & Co Solartechnik, Cölbe

Das Bürogebäude mit einer Nettogrundfläche von 1948 m<sup>2</sup> wurde 1998 im Passivhausstandard erbaut. Die Lüftungsanlage, die kontinuierlich über das ganze Jahr mit einem Luftwechsel von hygienisch notwendigen 0,3 bis 0,5 h<sup>-1</sup> läuft, ist mit einem hocheffizienten Wärmerückgewinnungssystem ausgestattet. Zusätzlich wird die Außenluft mit einem Erdkanal vorkonditioniert. Die vorgewärmte Zuluft wird über neun Heizregister nachgeheizt. Der Restbedarf an Heizenergie wird über ein gasbetriebenes BHKW gedeckt. Die mit nur 15 cm Rohrabstand verlegten EWT-Rohrregister liegen je zur Hälfte unter der Bodenplatte bzw. außerhalb des Gebäudes. In der Heizperiode 1998/99 gab es keine längeren Kältephasen, mit Ausnahme weniger Tage Anfang Februar, an denen die Außenlufttemperaturen tagsüber um den Gefrierpunkt lagen. Die Messungen ergaben einen maximalen Temperaturhub von 6,4 K. Da-

Abb 3 Energiegewinne durch Zulufterwärmung im Ultra-NEH Rottweil

Heizperiode	Gesamt-gewinn [kWh]	EWT [kWh]	Direkt o. EWT [kWh]	Gebäude [kWh]	WRG [kWh]
94/95*	1150 (100%)	361 (31%)	151 (13%)	332 (29%)	306 (27%)
95/96	1600 (100%)	482 (30%)	221 (14%)	639 (40%)	258 (16%)

\*Im September 1994 war die Lüftungsanlage nicht in Betrieb

Abb 4 Winterbetrieb des Erdwärmetauschers DLR-Sonnenofen

Messgröße	November 98	Februar 99
Mittl. Umgebungstemperatur	0,6 °C	1,07 °C
Mittl. Erdreichtemp. 3,0 m	12,1 °C	6,91 °C
Mittl. Erdreichtemp. 1,5 m	10,1 °C	4,99 °C
Gesamterträge	5270 kWh	2274 kWh

## ► Auslegungsinstrumente

Für den breiten Einsatz von EWT insbesondere für gewerblich-technisch genutzte Gebäude sind hinreichend präzise Auslegungswerkzeuge erforderlich. Sie müssen dem Planer erlauben, ein genaues Leistungsprofil der geplanten Anlage zu erstellen und ihm im Rahmen seiner Gewährleistungspflicht ausreichend Planungssicherheit bieten. In verschiedenen Einrichtungen wie dem Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) oder dem Verbundprojekt EWT der AG Solar NRW wird an der Optimierung von Simulationsmodellen gearbeitet.

Der Energieertrag eines EWT hängt von einer Vielzahl unterschiedlicher Auslegungsparameter ab, die von der Geometrie der Rohrverlegung über nutzungsspezifische Parameter bis hin zu den stofflichen Eigenschaften des Erdreichs reichen (Abb 5). Diese komplexen Zusammenhänge müssen für die Entwicklung eines Planungstools in die Modellbildung einfließen. Problematisch ist insbesondere die Bestimmung der Erdreischeigenschaften wie Bodenfeuchte, Wärmespeicherfähigkeit und Wärmeleitfähigkeit, die das Betriebsverhalten eines EWT wesentlich mitbestimmen. Darüber hinaus kann die Bodenbeschaffenheit nach Verfüllung der Baugrube durch Umschichtung des Bodenmaterials und Verdichtung vom ursprünglichen Zustand stark abweichen.

Es stehen bereits einige Softwarelösungen zur Verfügung, die im Rahmen verschiedener Projekte validiert werden. So wurde das Berechnungsergebnis des Programms GAEA im Rahmen des Verbundprojektes Erdwärmetauscher der AG Solar mit Messdaten

Abb 5 Einflussparameter auf die Auslegung von Erdwärmetauscher

Abhängigkeit	Einflüsse	Parameter
Auslegung	Anordnung und Geometrie des EWT	Verlegetiefe, Rohrdurchmesser, -länge, Rohrabstände, Lage zum Gebäude
Standort	Erdreischeigenschaften	Thermische Eigenschaften des Erdreichs, Feuchte, Dichte
Standort	Lokales Klima	Temperaturverlauf der Außenluft, Solarstrahlung, etc.
Nutzung	Gebäude	Gebäudekühllast und -verteilung, Betriebscharakteristik, benötigter Volumenstrom, Kosten

bestehender EWT-Anlagen verglichen. GAEA basiert auf einem analytischen Modell, das es erlaubt, die Temperatur entlang des EWT-Rohres im Betrieb zu bestimmen. Zwar können dynamische Vorgänge nicht abgebildet werden, wie sie durch An- und Abschalten des EWT oder durch langfristige thermische Ermüdung des Erdreichs erfolgen. Aber gegenüber numerischen Berechnungsmodellen, die derartige instationären Vorgänge simulieren können, hat das analytische Verfahren den Vorteil der Schnelligkeit der Berechnung. Das System verwendet dynamische Wetterdaten, die anhand der Auswahl typischer Klimazonen generiert werden oder auch gegebenenfalls als gemessene Werte eingespeist werden können. Erdreischeigenschaften werden über eine Auswahlliste von Bodenarten bestimmt. In vielen Fällen konnte ein hohes Maß an Kongruenz zwischen Berechnungs- und Referenzdaten erzielt werden.

raus errechnet sich im Messzeitraum bei einem Volumenstrom von ca. 3100 m<sup>3</sup>/h eine maximale Heizleistung von 7,3 kW.

Im relativ warmen Sommer des Jahres 1999 mit langen Hitzephasen konnte die Kühlleistung des Erdkanals eingehend geprüft werden. Die maximale Temperatur, die am Austritt des EWT gemessen wurde, lag bei 23,4 °C. Die maximale Abkühlung von 9,3 K wurde am 3. Juli gemessen. Dies ergibt bei einem Luftstrom von ca. 2650 m<sup>3</sup>/h zu diesem Zeitpunkt eine max. Kühlleistung von 8,4 kW. Gemeinsam mit der Schwerkraft-Nachtauskühlung konnte die Überhitzung im Messzeitraum vermieden werden.

### DLR Sonnenofen-Gebäude

Am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Köln wurde zu Test- und Demonstrationszwecken ein EWT installiert, welcher der Lüftungsanlage des NEH-Laborgebäudes vorgeschaltet ist. Seit 1996 werden Messdaten erfasst und für die Validierung von Simulationsprogrammen verwandt. Die gewählte Konfiguration erlaubt den Vergleich von Einzelrohr- und Rohrregisterbetrieb in verschiedenen Verlegungstiefen. So wurden jeweils ein Einzelrohr und ein Rohrregister in 1,5 m Tiefe und 3 m Tiefe verlegt. Um nachgeschaltete Anlagen vor Frost zu schützen, sind Luftaustrittstemperaturen des EWT oberhalb der Null-Gradgrenze von Bedeutung. Die Messdaten des Sonnenofen-Gebäudes zeigen: Erst bei extremer Kälte liegt die Austrittstemperatur des EWT-Luftstroms unter 0 °C (Abb 4). Mit der Anlagenauslegung sind Temperaturhübe von bis zu 20 K

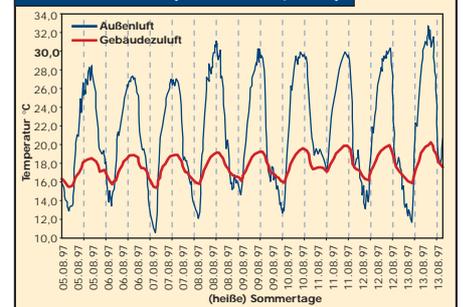
Abb 6 Kenndaten von Luft-/ Erdwärmetauscher-Projekten im Überblick

Projekt	Registerauslegung	Verlegetiefe	Rohre	Volumenstrom	Leistung
Verwaltungsgebäude Wagner, Cölbe	15 cm Abstand, unter Bodenplatte, 4 x 34 m	1,5 m; mit Gefälle 1:200 nach außen	Beton DN 500	3000-6000 m <sup>3</sup> /h	
Verwaltungsgebäude DB Netz, Hamm <sup>1</sup>	1810 m Gesamtlänge	über mehrere Ebenen (-2,-3,-4 m), Grundwasserkontakt, drückendes Wasser	HDPE-Rohre, DN 200 (-2 m), DN 300 (-3 und -4m)	max. 22.000 m <sup>3</sup> /h	Mittl. Temperaturhub +/- 8 K
DLR Sonnenofen, Köln	12 x 30 m Gesamtlänge; Ø 0,3 m	1,5 und 3 m	PVC-Einzelrohre und Register	max. 4.000 m <sup>3</sup> /h	max. 25 kW
SIJ Jülich, FH Aachen	138 m Gesamtlänge; Ø 1 m	2 m	Beton-Einzelrohr	max. 12.000 m <sup>3</sup> /h	max. 50 kW
Low Energy Office, Köln <sup>2</sup>	150 m Gesamtlänge; Ø 0,8 m	1 bis 6 m	Beton-Einzelrohr	max. 6000 m <sup>3</sup> /h	
Ultra-NEH, Rottweil	34 m	1 m	PE-Rohrregister	ca. 90 m <sup>3</sup> /h	

<sup>1</sup> Nettogrundfläche = 5974 m<sup>2</sup>; Bruttorauminhalt = 25705 m<sup>3</sup> ;  
<sup>2</sup> Bruttogeschossfläche = 3700 m<sup>2</sup>; Bruttorauminhalt = 12500 m<sup>3</sup>

erreichbar. Da Extremtemperaturen im Bereich von -10 bis -20 °C meist erst in der späten Phase des Winters auftreten, wenn auch die Erdtemperaturen am niedrigsten sind, ist dies bei der Anlagenplanung mit zu berücksichtigen. Sommerliche Kühlung war mit der gewählten EWT-Dimensionierung vollständig erreichbar (Abb 7). Erste Datenauswertungen ergaben Leistungszahlen von ca. 15. Lufthygienische Messungen ergaben keine signifikanten Belastungen der Zuluft.

Abb 7 Luft-/Erdwärmetauscher im Sommerbetrieb (Quelle: DLR, Köln)



## ► Resümee

Der Einsatz von Erdwärmetauschern bietet sich vor allem für solche Gebäude an, in denen Lüftungsanlagen heute Standard sind: In Verwaltungsgebäuden, Warenhäusern, Banken oder Sport- und Mehrzweckhallen. Hier fallen sommerliche Kühllasten wie erheblicher Wärmebedarf für die Luftvorerwärmung an. Die Minderung der Lüftungswärmeverluste durch den Erdwärmetauscher erlaubt es, auf der einen Seite das Raumheizsystem kleiner zu dimensionieren und auf der anderen Seite teils oder auch ganz auf eine Gebäudeklimatisierung zu verzichten. Auch die Kombination mit einer Wärmerückgewinnungsanlage macht Sinn, da mit Erdwärmetauschern auch in sehr kalten Phasen Zuluft mit einer Mindesttemperatur von 0 °C bereitgestellt wird, so dass auf ein Vorheizregister für die Wärmerückgewinnungseinheit verzichtet werden kann.

Damit Erdwärmetauscher konventionelle Heizungs-, Klima- und Lüftungstechnik-Systeme ergänzen oder im Passivhausbereich in Kombination mit einer Wärmerückgewinnungsanlage auch komplett ersetzen können, bedarf es einfach handhabbarer, alltagstauglicher Planungswerkzeuge. Diese stehen schon heute zur Verfügung, wenn auch mit Einschränkungen. Probleme bereitet allgemein die Modellierung des komplexen Verhaltens des Erdreichs. Analytische Berechnungsverfahren vermögen zwar nicht dynamische Vorgänge im Erdreich oder beim Betrieb einer Lüftungsanlage abzubilden, benötigen aber gegenüber numerischen Verfahren einen viel geringeren Rechenaufwand und weisen in vielen Fällen sehr gute Übereinstimmung zwischen Berechnungsergebnissen und Messdaten auf.

Da die in Deutschland betriebenen Erdwärmetauscher als Pilotanlagen und zu Forschungszwecken errichtet wurden, liegen derzeit noch wenige belastbare Daten zu Verbrauchs-, Betriebs- und Kapitalkosten vor. Der Kosteneinsparung der durch den Erdwärmetauscher bereitgestellten thermischen Energie bzw. Kühlleistung stehen die relativ geringen Betriebskosten für den Ventilatorantrieb gegenüber. Abschätzungen für Leistungszahlen, d. h. dem Verhältnis von Kühl- bzw. Vorwärmleistung zur elektrischen Antriebsleistung, gehen von 15 bis max. 30 aus. Als Investitionskosten müssen die Baukosten für den Erdkanal berechnet werden, die abzüglich der eingesparten Investitionen entstehen. Einsparungen entstehen u. a. durch kleiner dimensionierte Klima- und Heizungsanlagen. Für die Errichtung eines Erdwärmetauschers fallen u.a. Kosten für den Aushub (etwa 25-40 DM/m<sup>3</sup>) und für Rohrmaterial (je nach Durchmesser zwischen 15 und 90 DM/m) an.

## ► PROJEKTADRESSEN

- Fraunhofer-Institut Solare Energiesysteme (ISE)  
Dr. Karsten Voss  
Oltmannsstraße 5  
79100 Freiburg
- Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)  
Gerd Dibowski  
Linder Höhe  
51147 Köln
- Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP)  
Hans Erhorn  
Nobelstraße 12  
70569 Stuttgart

## ► ERGÄNZENDE INFORMATIONEN

### Literatur

- Albers, K.-J.; Trümper, H.; Hain, K.: Erdwärmetauscher. Bauforschungsberichte des BMBR. Bau- und Wohnungsforschung, F 2198. Stuttgart : IRB Verl., 1997. 130 S. ISBN 3-8167-4794-9.
- Gerber, A.; Pafferott, J.; Dibowski, G.: Luft-/Erdwärmetauscher EWT: Modellierung, Auslegung und Betriebserfahrung. In: Solare Gebäudetechniken. Forschungsverbund Sonnenenergie „Themen 97/98“. Febr. 1998. S. 47-52.
- Löhnert, G.; Dalkowski, A.: Workshop-Dokumentation: SolarBau:Monitor. Workshop Erdwärmetauscher. Cölbe, 15.-16. Okt. 1998. Berlin : Architekturbüro solidar, 1998. 54 S.
- Benkert, S.; Heidt, F.D.: Validierung des Programms 'Graphische Auslegung von Erdwärme Austauschern GAEA' mit Hilfe von Messdaten im Rahmen des Verbundprojekts, Luft-/Erdwärmetauscher' der AG Solar NRW. Abschlußbericht. Siegen : Universität - Gesamthochschule, Febr. 2000. 89 S.
- Voss, K.: Experimentelle Analyse. In: Experimentelle und theoretische Analyse des thermischen Gebäudeverhaltens für das energieautarke Solarhaus Freiburg. Freiburg: IRB Verl., 1997. S. 58-63.
- Schlechte, M.: Validierung der Energiekonzepte für das Niedrigenergiehaus und das Ultraniedrigenergiehaus in Rottweil. Diplomarbeit. Stuttgart : Fraunhofer Inst. für Bauphysik, o.J.

### Service

- Ergänzende Informationen wie eine Literaturliste, Ansprechpartner, Internet-Links sowie eine Übersicht zu verschiedenen Planungsinstrumenten sind unter <http://bine.fiz-karlsruhe.de>, „Service/Infoplus“ abrufbar.

## PROJEKTORGANISATION

- **Förderung des Vorhabens**  
Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi)  
Godesberger Allee 185, 53175 Bonn
- **Projektbegleitung im Auftrag des BMWi**  
Projektträger Biologie, Energie, Umwelt (BEO)  
Forschungszentrum Jülich GmbH  
Dr. Hans-Georg Bertram  
52425 Jülich
- **Förderkennzeichen**  
0335006 J

## IMPRESSUM

- **ISSN**  
0937 - 8367
- **Herausgeber**  
Fachinformationszentrum Karlsruhe,  
Gesellschaft für wissenschaftlich-technische  
Information mbH  
76344 Eggenstein-Leopoldshafen
- **Nachdruck**  
Nachdruck des Textes nur zulässig bei  
vollständiger Quellenangabe und gegen  
Zusendung eines Belegexemplares;  
Nachdruck der Abbildungen nur mit  
Zustimmung der jeweils Berechtigten.
- **Redaktion**  
Paul Feddeck

## BINE - INFORMATIONEN UND IDEEN ZU ENERGIE & UMWELT

BINE ist ein vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie geförderter Informationsdienst.

BINE informiert über neue Energietechniken und deren Anwendung in Wohnungsbau, Industrie, Gewerbe und Kommunen.

BINE bietet Ihnen folgende kostenfreie Informationsreihen

- Projekt-Infos
- Profi-Infos
- basisEnergie

**Nehmen Sie mit uns Kontakt auf**, wenn Sie vertiefende Informationen, spezielle Auskünfte, Adressen etc. benötigen, oder wenn Sie allgemeine Informationen über neue Energietechniken wünschen



Fachinformationszentrum Karlsruhe  
Büro Bonn  
Mechenstr. 57  
53129 Bonn

Fon: 0228 / 9 23 79-0  
Fax: 0228 / 9 23 79-29

eMail: [bine@fiz-karlsruhe.de](mailto:bine@fiz-karlsruhe.de)  
Internet: <http://bine.fiz-karlsruhe.de>