



Bürogebäude nach Passivhauskonzept

Abb 1



- ▶ **Passivhauskonzept auf Bürogebäude übertragbar**
- ▶ **Ohne Mehrkosten gegenüber herkömmlicher Bauweise zu erreichen**
- ▶ **Entwurf und Ausbauelemente ermöglichen effektive Nutzung des Tageslichts**
- ▶ **Gebäudetechnik benötigt genaue Einregelung und Qualitätskontrolle**

Bürogebäude Lamparter in Weilheim a. d. Teck, Ansicht von Westen

Bei der Büroarbeit werden besondere Anforderungen an die Belichtungsverhältnisse und das Raumklima gestellt. Sollen diese erfüllt werden, ist das in bestehenden Gebäuden im Allgemeinen mit viel technischem Aufwand realisiert. Bei einem Bürogebäude mit einem Dämmstandard nach der Wärmeschutzverordnung 1995 ohne besondere Maßnahmen zum rationellen Energieeinsatz liegt der Primärenergieverbrauch für die Gebäudetechnik bei ca. 200 kWh/m²a, davon benötigt die Beheizung mehr als ein Drittel (Studie IWU). Der hohe Verbrauch führt dazu, dass die Energiekosten in den Gebäudenebenkosten dominieren. Durch einen geeigneten Entwurf in Einklang mit einem intelligenten Energiekonzept lässt sich dieser Aufwand minimieren.

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) unterstützt deshalb in einem Projekt seines Förderkonzepts "SolarBau" die Planung und das Monitoring von solar optimierten Büro- und Gewerbebauten. Das Gebäude des Ingenieur- und Vermessungsbüros Lamparter in Weilheim an der Teck ist eines der Modellvorhaben. Anliegen des Bauherren und zugleich späteren Nutzers war es, hohen Komfort am Arbeitsplatz bei einer gleichzeitigen Minimierung des Energiebedarfs zu verwirklichen. Das Grundstück bietet gute Voraussetzungen für eine Südorientie-

rung des Gebäudes, um die Sonnenenergie sowohl aktiv als auch passiv zu nutzen. Durch die konsequente Vermeidung von Transmissions- und Lüftungswärmeverlusten konnte der Heizenergiebedarf unter 15 kWh/m²a gesenkt und damit auf ein konventionelles Heizsystem verzichtet werden. Auch die Kühlung im Sommer erfolgt ausschließlich passiv über ein Zusammenspiel von Verschattungselementen, Erdreichwärmetauscher und Nachtlüftung.

Neben dem günstigen Raumzuschnitt und den darauf abgestimmten Fenstergrößen tragen Elemente zur Verschattung und Lichtlenkung dazu bei, den Bedarf an künstlichem Licht in den Büroräumen zu minimieren.

Das Projekt wurde ohne Mehrkosten gegenüber vergleichbaren Bürogebäuden realisiert. Durch eine strenge Kostenkontrolle waren sogar Mittel für solarthermische und photovoltaische Anlagen innerhalb des Budgets vorhanden. Dachbegrünung und Regenwassernutzung sind weitere Bestandteile des ökologischen Gesamtkonzepts. In Zusammenarbeit mit dem Fachbereich Bauphysik der Fachhochschule für Technik Stuttgart und dem Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme werden Daten für das Gebäude zu Energieverbrauch, Energieertrag, Innen- und Außenklima sowie zum Nutzerverhalten erhoben und ausgewertet.

► Planung und Umsetzung

Den Einstieg zu dem Projekt bildete im Frühjahr 1998 ein geladener Wettbewerb, in dessen Auslobung der Bauherr den Passivhausstandard forderte. Dadurch war bereits im Entwurfsstadium eine enge Zusammenarbeit zwischen Architekt und Fachplanern gefordert (integrale Planung). Ein wichtiges Instrument für die Werkplanung stellten thermische Gebäudesimulationsrechnungen dar. Mit ihnen konnte die Ausführung

mit Blick auf den Wärmebedarf sowie das Raumklima im Sommer optimiert werden. Der Bau wurde Anfang 2000 fertig gestellt. Um die Wirksamkeit der einzelnen Komponenten und der Regelstrategie für die Haustechnik sowie die theoretisch ermittelten Raumklima- und Energiewerte in der Praxis zu überprüfen, werden seit Mitte September 2000 umfangreiche Messungen vorgenommen.

► Gebäudekonzept

Das Bürogebäude hat die Form eines kompakten, dreigeschossigen Riegels. Das oberste Stockwerk ist als Staffelgeschoss von der Straßenfront zurückgesetzt. Es hat ein flach geneigtes Pultdach. Auf der Westseite liegt thermisch vom Gebäude getrennt ein Fluchttreppenhaus, das gleichzeitig auch den Windfang und den Zugang zur Tiefgarage bildet.

Die Normalgeschosse sind zweibündig organisiert. In der Nordwestecke befinden sich auf jedem Geschoss eine Teeküche und Toiletten, im Dachgeschoss ist dort die Technikzentrale angeordnet. Eine Kombination für Infrastruktur und Kommunikation ist im Mittelbereich des Gebäudes vorgesehen, verbunden durch ein zentrales, offenes Treppenhaus (Abb 2).

Die Konstruktion ist als Stahlbetonskelettbau ausgeführt. Durch den Verzicht auf abgehängte Decken kann der Beton als thermische Speichermasse genutzt werden. Aus

diesem Grund sind sowohl unter dem Flachdach als auch unter dem Pultdach Betondecken vorgesehen. Die Außenwände bestehen aus vorgefertigten Holztafelelementen, die bauseits um eine hinterlüftete Holzschalung ergänzt wurden.

In die konventionellen Holzrahmen der Fenster ist eine 3-Scheiben-Wärmeschutzverglasung eingebaut. Sie erreichen insgesamt einen U-Wert von $1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$. Die schräggestellte Glasfassade auf der Südseite des Dachgeschosses ist als Pfosten-Riegel-Konstruktion aus Holz und Aluminium ausgebildet (U-Wert $1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$).

Durch den insgesamt sehr hohen Dämmstandard mit Materialstärken zwischen 24 und 35 cm beträgt der mittlere U-Wert des Gebäudes $0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$. Der abschließende Drucktest nach dem Blower-Door-Verfahren bestätigte mit $n_{50}=0,3 \text{ h}^{-1}$ die notwendige, hohe Dichtheit der Gebäudehülle.

► Passivhausstandard

Das Passivhaus stellt eine Weiterentwicklung des Niedrigenergiehauses dar. Es erreicht aufgrund seiner guten Dämmung allein über die passive Nutzung von vorhandener Energie (z.B. durch Sonne, Menschen, elektrische Geräte) komfortable Innentemperaturen und kann deswegen ohne separate Heizung, aber auch ohne Klimatisierung auskommen.

Um den Passivhausstandard zu verwirklichen, müssen laut Passivhaus Institut Darmstadt bei Wohngebäuden folgende Kriterien erfüllt sein:

- Heizwärmebedarf $< 15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- gesamter spezifischer Primärenergiebedarf (für Raumheizung, Warmwasserbereitung und Stromverbrauch der Geräteausstattung) pro m^2 (beheizter) Wohnfläche $\leq 120 \text{ kWh/m}^2\text{a}$
- Drucktestluftwechsel $n_{50} < 0,6 \text{ h}^{-1}$

Kennzeichnende Elemente sind außerdem:

- kompakter Baukörper
- Südorientierung und Verschattungsfreiheit
- sehr gute Wärmedämmung und wärmebrückenfreie Ausführung (U-Werte $< 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- Fenster mit Uf-Werten $< 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ bei hohem Gesamtenergiedurchlassgrad ($g > 50\%$)
- kontrollierte Lüftung: Passive Vorerwärmung der Frischluft / Wärmerückgewinnung aus Abluft ($> 75\%$) bei niedrigem Stromverbrauch ($< 0,45 \text{ W/m}^3$)
- geringe Wärmeverluste bei der Brauchwasserbereitung und -verteilung
- hocheffiziente Nutzung von elektrischem Strom

Abb 2 Grundriß

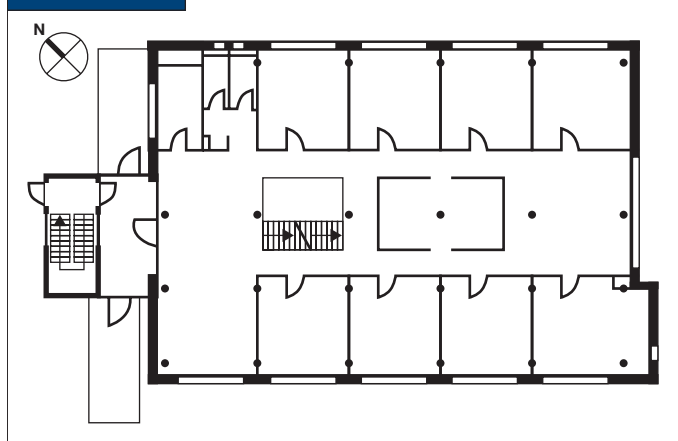


Abb 3 Gebäudesteckbrief

Bauherr / Nutzer	Ingenieur- und Vermessungsbüro Hans Lamparter GbR
Architektur	Werkgemeinschaft Maier, Weinbrenner, Single (BDA), Nürtingen / Erfurt
Energieplanung	Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE), Gruppe Solares Bauen, Freiburg
Standort	Weilheim an der Teck (Baden-Württemberg)
Planungs- und Ausführungszeitraum	Wettbewerb 1998, Fertigstellung Frühjahr 2000
Baukonstruktion	Stahlbetontragwerk, Fassade aus vorgefertigten Holztafelelementen
BRI (Bruttorauminhalt)	5.540 m^3
BGF (Bruttogrundfläche)	1.767 m^2
NGF (Nettogrundfläche)	1.488 m^2 (beheizte NGF 1.000 m^2)
A/V-Verhältnis	$0,4 \text{ m}^{-1}$

► Wirtschaftlichkeit

Die Kosten für das Gebäude mit seinem hohen Maßstab an Energieeinsparung und Bauökologie liegen unter 1000 € pro Quadratmeter Nettogrundfläche (Bauwerkskosten brutto, Kostengruppen 300 und 400). Es konnte also im gleichen finanziellen Rah-

men wie ein Gebäude konventioneller Bauweise verwirklicht werden. Dies erreichten die Beteiligten mit einer durchdachten, abgestimmten Planung, mit einfachen technischen Lösungen sowie mit konsequenter Kostenkontrolle. Beispielsweise wurde aus

Kostengründen, aber auch aus ökologischen Gesichtspunkten, bei den Fenstern auf kerngedämmte Verbundrahmen verzichtet.

► Belichtung

Die Büroräume haben deckenbündige Fenster, unterteilt in ein kippbares Oberlicht und ein Sichtfenster als Öffnungsflügel. Licht in die Kombizone bringen Seitenfenster und Glasbänder in den Innenwänden. Das Treppenhaus wird über ein großes Dachfenster natürlich belichtet. Lichtschwerter unterhalb der Oberlichter

dienen im Sommer als stationärer Sonnenschutz für die Sichtfenster und im Winter zur Lenkung des Lichts tiefer in den Raum. Eine Zweiteilung der Lamellenjalousien ermöglicht die Nutzung des Tageslichts auch bei geschlossenem Zustand des unteren Teils. Das Kunstlicht regeln Sensoren tages-

lichtabhängig für jeden Raum einzeln. Sie sind an ein zentrales Bus-System gekoppelt, ergänzend ist auch eine Bedienung von Hand möglich. Die konsequente Einplanung der natürlichen Belichtung führt zu einem niedrigen Bedarf an Kunstlicht, wie der gemessene Stromverbrauch mit 7,2 kWh/m²a bestätigt.

► Heizung und Lüftung

Es gibt im Gebäude keine Heizkörper - die Aufgabe der Wärmeverteilung wird von der Lüftungsanlage übernommen. Mit Nachheizregistern kann gesondert für Dachgeschoss, Süd- und Nordseite warme Luft zugeführt werden. Die Abluft wird in der Kombizone jedes Geschoss abgesaugt und über einen Wärmetauscher im Dach ins Freie geleitet, so dass ca. 85% ihrer Wärmeenergie von der Zuluft aufgenommen werden können. An kalten Tagen wird die Außenluft vorher zusätzlich über ein Erdregister geleitet und ihre Temperatur so um durchschnittlich 4,6 K erhöht. Den verbleibenden Heizwärmebedarf deckt eine bivalent zugeschaltete Brennwerttherme (Abb 4). Der Heizenergieverbrauch liegt mit 10,6 kWh/m²a sogar noch unter dem prognostizierten Wert.

Für den Sommer sind vor allem durch verfügbare Speichermassen in den Decken und außenliegende Jalousien Vorkehrungen gegen eine Überhitzung getroffen. Die Zuluft kann außerdem über den Erdreichwärmetauscher geführt werden, dadurch wird eine Abkühlung von maximal 8 K erreicht. Eine freie Nachtlüftung verhindert ein Aufschaukeln der Temperaturen: bei Kühlbedarf werden abends die Oberlichter und In-

nenräume der Büros von Hand und die Dachoberlichter automatisch geöffnet. Der thermische Auftrieb im Gebäude bewirkt das Nachströmen kalter Luft, damit ist eine Abkühlung auch der Speichermassen möglich. Das Verhältnis von Raumtemperaturen und Luftfeuchte in den Büros bleibt so gemäß der Messungen durchgehend im behaglichen Bereich.

Im Besprechungsraum im Dachgeschoss können bedingt durch die großen, nach Süden orientierten Fensterflächen mit nur einfachem Sonnenschutz (Stoffmarkisen) höhere Temperaturen auftreten. Da der Raum nur temporär genutzt wird, stellt das kein Problem dar. Insgesamt wird das Raumklima als angenehm empfunden.

Im Vergleich mit dem zu Anfang beschriebenen Standardbürogebäude benötigt die Gebäudetechnik insgesamt weniger als ein Viertel der Primärenergie (Abb 5).

Dazu kommt noch der Primärenergiebedarf für Bürogeräte von 58 kWh/m²a.

Abb 4 System der Energieversorgung

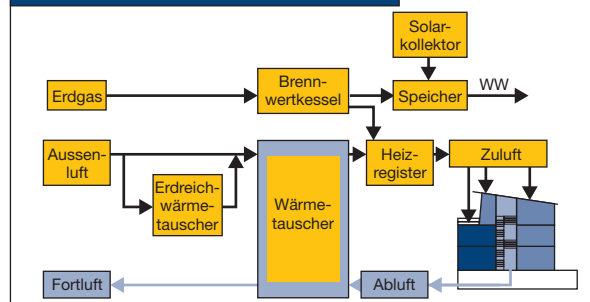
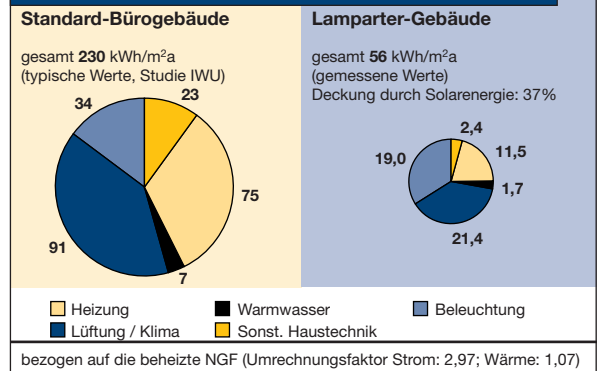


Abb 5 Vergleich des Primärenergieverbrauchs für die Gebäudetechnik in kWh/m²a



► Solarenergie-nutzung

Zur Stromversorgung trägt eine 67 m² große Photovoltaik-Anlage bei, die an der Attika des Flachdaches und auf dem Pultdach montiert ist. Sie produziert 6,5 kWh/m²a Strom bezogen auf die beheizte Netto-Grundfläche.

Eine Solaranlage unterstützt mit 1,5 kWh/m²a die Gastherme bei der Bereitung von Warmwasser. Da der Bedarf mit 2,6 l/Person pro Werktag sehr gering ist, kann dieser so zu 93% solar gedeckt werden. Außerhalb der Heizperiode läuft die Therme nur eine Stunde am Tag zur Warmwasserbereitung. Dafür wird in Kauf genommen, dass die Wassertemperatur stark schwankt. Solarenergie liefert damit insgesamt 20,9 kWh/m²a der entsprechend benötigten Primärenergie.

► Komponenten der Energieversorgung

System	Komponenten	Details
Heizung	Gasbrennwertkessel	18 kW; im Sommer nur stundenweise in Betrieb
	Wärmerückgewinnung	Kreuz-Gegen-Kreuzstrom Plattenwärmetauscher
	Erdreichwärmetauscher	90 m Länge, 2 Kanäle, PE-Rohr, Verlegetiefe 2,8 m, Nennweite DN 350 mm, Nennvolumenstrom 1.900 m ³ /h
	Lüftungsanlage	3 Nachheizregister
Lüftung	Lüftungsanlage	Konstantvolumenstromanlage, Luftwechsel 2.000 m ³ /h
	freie Auftriebslüftung	automatische Öffnung der Dachoberlichter – manuelle Öffnung der Büroinnentüren und Oberlichtfenster
	Erdreichwärmetauscher	s.o.
Belichtung	natürliche Belichtung	durch Raumzuschnitt / Befensterung optimiert
	Lichtschwerter	Sonnenschutz und Lichtlenkung
	Lamellenjalousien	außenliegend, zweigeteilt
	Kunstlicht	2 Pendelleuchten pro Raum (Bildschirmarbeitsplätze), Deckenleuchten (Kombizone), Pendelleuchten mit Kompaktleuchtstofflampen (Flure)
Regelung	Gebäudebussystem EIB	Jalousien / Bürobeleuchtung: tageslichtgeführte Regelung, manuelle Vorrangschaltung
	DDC-Regelung	Lüftungsanlage, Nachtlüftung, Heizung
Stromversorgung	Photovoltaikanalage	67 m ² , 8 kW
Warmwasserbereitung	Solaranlage	4 m ² , Vakuumröhrenkollektoren, Speichervolumen 300 l
	Gasbrennwertkessel	s.o.

► Erfahrungen und Fazit

Durch die energetische Optimierung und durch die Nutzung regenerativer Energiequellen wird der Gesamtenergiebedarf des Bürogebäudes nachhaltig gesenkt, so dass die angestrebten Passivhaus-Werte problemlos erreicht werden. Das besondere persönliche Engagement des Bauherren und konsequente Kostenkontrolle ermöglichten es zudem, das Gebäude ohne Mehrkosten gegenüber der herkömmlichen Bauweise zu realisieren. Dadurch dass der Bauherr das Gebäude selbst nutzt, konnte er in allen Phasen seine Interessen gut vertreten. Vorteilhaft wirkte sich auch die Überschaubarkeit des Vorhabens mit 1000 m² NGF aus sowie der Zuschnitt des Grundstücks, der eine effektive Nutzung der Solarenergie erlaubt.

Einige Unstimmigkeiten und Mängel bei der Haustechnik ergab erst die Analyse von Messergebnissen. Beispielsweise waren im Gebäude die Raumtemperaturfühler für Lüftung und Heizung vertauscht, so dass die Gebäudezonen ohne Heizbedarf beheizt und die mit Heizbedarf nicht beheizt wurden. Die Ausführung des Erdreichwärmetauschers war fehlerhaft. Verursacht durch eine undicht schließende Bypassklappe zur Außenluft und durch eine Leckage im Verbindungskanal wurde anfangs lediglich die Hälfte des Nennvolumenstroms über den Erdreichwärmetauscher geführt. Dies bestätigt die Notwendigkeit von Qualitätskontrollen und einer Beteiligung des Energieplaners bis in die Umsetzungsphase des Regelkonzeptes.

Das für die freie Lüftung notwendigerweise offene Treppenhaus machte für die Bauabnahme den nachträglichen Einbau einer Sprinkleranlage erforderlich, um den Anforderungen des vorbeugenden Brandschutzes zu genügen. Das individuelle Öffnen der Fenster beim Verlassen des Gebäudes zur Nachtkühlung hat den Nachteil, dass während der Sommerperiode zeitweise Fenster geöffnet sind, wenn die Außentemperaturen noch über denen der Büroräume liegen. Dies könnte durch eine automatische Steuerung vermieden werden.

In der Praxis bewirkt die zonenweise Temperaturregelung, dass einzelne Mitarbeiter ihre Raumtemperatur über das Öffnen der Fenster korrigieren. Hier muss über individuelle Regelungsmöglichkeiten nachgedacht werden. Trotz dieser Eingriffe funktioniert das Gebäudekonzept gut und die Nutzer sind mit dem Raumklima allgemein sehr zufrieden.

Durch sein ökologisches Gesamtkonzept und die ansprechende Architektur überzeugt das Gebäude als Ganzes. Geplant sind noch zwei weitere Gebäude nach dem Konzept in unmittelbarer Nachbarschaft.

► PROJEKTADRESSEN

Architektur / Dokumentation

- Architekten Werkgemeinschaft Weinbrenner, Single
Karl-Heinz Single, Jürgen Müller
Rembrandtstr. 76
72622 Nürtingen

Energiekonzept / Simulation

- Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE
Gruppe Solares Bauen
Dr. Karsten Voss
Heidenhofstr. 2
79110 Freiburg

Wissenschaftliche Begleitforschung

- Fachhochschule für Technik Stuttgart
Fachbereich Bauphysik
Prof. Dr. Ursula Eicker,
Peter Seeberger
Schellingstr. 24,
70174 Stuttgart
- Fraunhofer ISE s.o.

► ERGÄNZENDE INFORMATIONEN

Literatur

- Eicker, U.; Seeberger, P.:
Niedrigenergie-Konzepte für Bürogebäude. Planung und Evaluierung am Beispiel eines Passiv-Bürohauses. In: Bundesbaublatt. Jg. 50 (2001), H. 3, S. 32-34
- Knissel, J.: Energieeffiziente Büro- und Verwaltungsgebäude. Hinweise zur primärenergetischen und wirtschaftlichen Optimierung. Institut Wohnen und Umwelt (IWU), Darmstadt (Hrsg.): Dez. 1999. 128 S., 1. Aufl., ISBN 3-932074-35-1
- Voss, K.; Löhnert, G.; Wagner, A.:
SolarBau: MONITOR. Energieeffizienz und Solarenergienutzung im Nichtwohnungsbau. Konzepte und Bauten. Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE), Freiburg. Gruppe Solares Bauen (Hrsg.): Jan. 2001. 80 S., 1. Aufl. € 14,32.
Bezug: Informationsdienst BINE

Internet

- www.solarbau.de

Service

- Ergänzende Informationen wie Literatur, Adressen und Internet-Links sind bei BINE erhältlich oder im Internet abrufbar unter <http://bine.fiz-karlsruhe.de> (Service/Infoplus)

PROJEKTORGANISATION

■ Förderung des Vorhabens

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi)
53182 Bonn

Projektträger Jülich (PTJ) des BMWi
Forschungszentrum Jülich GmbH
Dr. Hans-Georg Bertram
52425 Jülich

■ Förderkennzeichen

0335006 U

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

Dorothee Schacht

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



BINE

Informationsdienst

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
Internet: <http://www.bine.info>