



M Niedrigenergiehäuser

Mit einem Neubau wollen sich die künftigen Besitzer viele Wünsche erfüllen. Das eigene Haus soll die feste Heimat der Familie sein, Wohnträume verwirklichen und zu Unabhängigkeit und Alterssicherung beitragen. Bei Planung und Bau wird auch über die Energiekosten des Hauses in den kommenden Jahrzehnten entschieden.

EINLEITUNG

Ein Haus zu bauen, ist für die meisten privaten Bauherren – bei aller Vorfreude – eine Herausforderung. Die gesetzlichen Anforderungen an einen Neubau und die persönlichen Wünsche an Ausstattung, Komfort und Technik müssen mit den gerade in der Bauphase eng begrenzten Finanzmitteln in Einklang gebracht werden. Ökonomisch klug ist es, die knappen Finanzmittel beim Hausbau so einzusetzen, dass ein Gebäude über die 80 - 100 Jahre Nutzung nur geringe Betriebskosten aufweist. Niedrige Kosten durch einen dauerhaft geringen Energieverbrauch sind besonders wichtig, wenn bei den Bauherren das Motiv „Alterssicherung“ im Vordergrund steht. Denn die Betriebskosten werden für Hauseigentümer aufgrund zu erwartender Energiepreissteigerungen dann am höchsten sein, wenn bei den meisten der finanzielle Spielraum abgenommen hat. Jeder Hausbau bietet die Chance, durch bauliche und technische Maßnahmen dauerhaft den Wohnkomfort hoch und die Energiekosten niedrig zu halten. Seit 1977 ist der energetische Mindeststandard von Wohngebäuden in mehreren Verordnungen verbessert worden. Seit Februar 2002 gilt die Energieeinsparverordnung (EnEV). Diese erstellt erstmals eine vollständige Energiebilanz für den Betrieb eines Gebäudes und bezieht u. a. Heizungsanlagen, die Vermeidung von Wärmebrücken und undichten Fugen und erstmals auch die Umwandlungsverluste der verschiedenen Energieträger auf dem Weg zum Endverbraucher ein. Mit der EnEV wird der energetische Mindeststandard neu fest-



Abb. 1

Niedrigenergiehaus – Wohnkomfort und Energiekosten stimmen. Gemessener Heizwärmeverbrauch dieser Reihenhäuser in Veitsbronn: 45 - 50 kWh/m²a

gelegt, den Gebäude, Bauteile und Heizungsanlagen einhalten müssen. Dies kann mit unterschiedlichen Hauskonzepten, Bauweisen und Anlagentechnik geleistet werden. Die Entscheidung, in welchem Maß z. B. Baumaterial, Fenster, Wärmedämmung oder Heizung zur Gesamtbilanz beitragen sollen, liegt bei Architekt und Bauherrn. Sie können zwischen den verschiedenen Möglichkeiten auswählen.

Dabei sollte ein möglichst hohes Maß an Energieeffizienz gleichermaßen bei Haustechnik wie Gebäudehülle verwirklicht werden. Derart optimierte Häuser nach EnEV erfüllen die Anforderungen für ein Niedrigenergiehaus (NEH). Der Begriff „NEH“ ist allerdings nicht genau definiert. Im Allgemeinen versteht man hinter ein Gebäude, das für Heizwärme und Warmwasser als typisches frei stehendes

Einfamilienhaus weniger als 70 kWh/m²a und als Reihenhäuser weniger als 65 kWh/m²a Nutzenergie benötigt. Dabei entsprechen 10 kWh ca. dem Energiegehalt eines Liter Öls oder eines Kubikmeter Erdgas. Auch im Geschosswohnungsbau und bei Gewerbebauten wurden bereits vielerorts Gebäude in NEH-Bauweise errichtet. Erfahrungen aus vielen Bauprojekten zeigen, dass man mit überschaubaren Mehrinvestitionen deutlich besser als die o. g. 70 bzw. 65 kWh/m²a Nutzenergie bauen kann. Niedrigenergiehäuser sind seit vielen Jahren ein Schwerpunkt des Energieforschungsprogramms der Bundesregierung.

ZENTRALE BEGRIFFE

- > Betriebskosten
- > Energieeinsparverordnung
- > Niedrigenergiehaus

NIEDRIGENERGIEHAUS - HAND IN HAND ARBEITEN

Bei Planung und Bau eines Niedrigenergiehauses gelten folgende Prioritäten: Oberstes Ziel ist es, alle Wärmeverluste der Bau- und Anlagentechnik zu minimieren (Abb. 2 und 3), zweitens möglichst effiziente Technik zur Wärmeerzeugung und -verteilung einzusetzen und drittens dann erneuerbare Energien zu nutzen, z. B. die Sonnenenergie. Zur Transparenz wird künftig auch der mit der EnEV verpflichtend eingeführte Energiebedarfsausweis für ein neues Haus beitragen. In dieser „Geburtsurkunde“ eines Hauses werden für alle künftigen Eigentümer wichtige Kennwerte für den Energiebedarf festgehalten, wie z. B. die baulichen Wärmeverluste an der Gebäu-

dehülle oder der berechnete Wärmebedarf pro Quadratmeter beheizter Wohnfläche. Die geographische Ausrichtung des Baugrundstücks im kommunalen Bebauungsplan sollte möglichst hohe solare Gewinne ermöglichen. Der Bau eines NEH erfordert, dass alle Beteiligten vom architektonischen Entwurf, über die Planung der Gebäudetechnik bis hin zur Ausführung durch die Handwerker zielorientiert beim „energiesparenden Bauen“ zusammenarbeiten. Gerade die verschiedenen Handwerksfirmen auf einer Baustelle müssen ihre Arbeiten koordiniert verrichten, um später unnötige Wärmeverluste durch Fehler bei der Ausführung zu vermeiden. Wenn die

Dachdämmung fertig ist, darf anschließend z. B. ein Installateur diese nicht mehr für ein „kleines“ Loch zum Anbringen der Fernsehantenne durchstoßen. Ob die geplante Energieeinsparung Realität wird, hängt nicht zuletzt auch von den Bewohnern und ihrem Nutzerverhalten ab. Sie müssen mit den Feinheiten ihres Hauses, beispielsweise mit der energiesparendsten Einstellung ihrer neuen Heizungs- oder Lüftungsanlagen, vertraut sein.

ZENTRALE BEGRIFFE

- > Energiebedarfsausweis
- > Koordination der Arbeiten
- > Nutzerverhalten



Abb. 2 Schlechte Dämmung: Trotz hoher Raumlufttemperatur große Unterschiede in der Wärmeverteilung im Raum. Wohnbehaglichkeit ist gestört.



Abb. 3 Gute Dämmung: Trotz niedrigerer Raumlufttemperatur nur geringe Unterschiede in der Wärmeverteilung im Raum. Angenehme Wohnbehaglichkeit. [Quelle: Schulze Darup, s. S. 4]

KONZEPTION UND KOMPONENTEN

Für NEH gibt es viele architektonische Gestaltungsmöglichkeiten und sie lassen sich in Massiv- wie in Leichtbauweise realisieren. Es sind ganz verschiedene Baumaterialien, Heizungs- und Lüftungssysteme möglich. Allen gemeinsam ist das Ziel, die Wärmeverluste eines Gebäudes durch Lüftung und durch Transmission (Wärmeverluste durch Wärmeleitung) weitgehend zu reduzieren. Hierbei ist der Wärmedurch-

gangskoeffizient (U-Wert; gemessen in W/m^2K) zur Beurteilung der Qualität der Bauteile wichtig. Er gibt bezogen auf einen Quadratmeter eines Bauteils an, wie viel Wärme bei einem Kelvin (entspricht $1^\circ C$) Temperaturunterschied zwischen Innen- und Außentemperatur nach Außen strömt und verloren geht. Je niedriger der U-Wert ist, desto besser ist der Wärmedämmstandard.

Zentrale Charakteristika von NEH (in der Reihenfolge des Planungsprozesses) sind:

Solare Gewinne ermöglichen

Baugrundstücke sollten so nach Süden ausgerichtet sein, dass eine möglichst einfache Nutzung der Solarenergie in den Neubauten durch Fensterflächen (passive Nutzung) oder Kollektoranlagen (aktive Nutzung) möglich ist. Entscheidend bei der passiven Nutzung ist die Qualität der Verglasung: Fenster sollten einem U-Wert von $1,3 - 0,8 W/m^2K$ entsprechen. Für die Energiebilanz des Fensters ist die Qualität und die richtige Dämmung des Rahmens von entscheiden-

der Bedeutung. Derartige Fenster können im Jahresmittel einen positiven Beitrag zur Energiebilanz leisten. Bei Fenstern in Ost-West-Richtung muss der Schutz vor sommerlicher Überhitzung mit bedacht werden.

Kompakte Bauweise

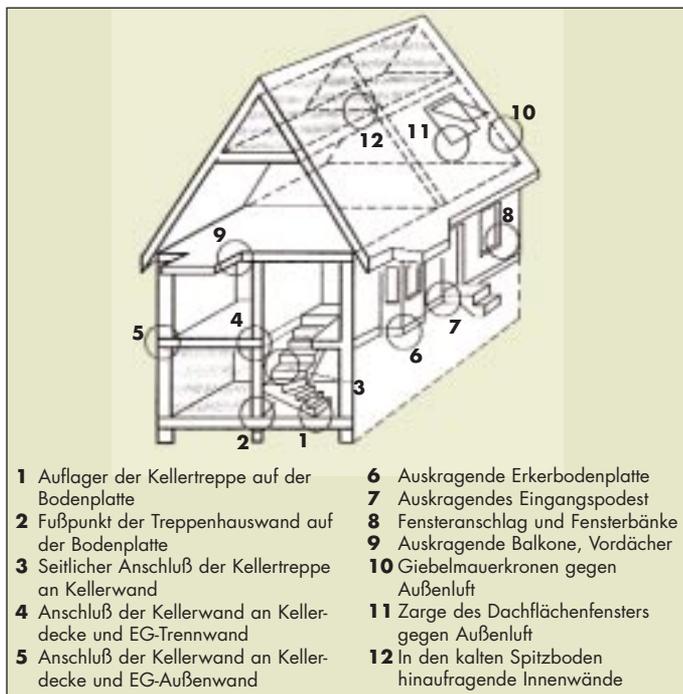
Eine kompakte Bauweise, d. h. möglichst geringe Außenflächen im Verhältnis zum umbauten Volumen (A/V -Verhältnis), ist für einen niedrigen Energieverbrauch vorteilhaft. Ein würfelförmiger Baukörper hat einen geringeren Energieverbrauch als ein Gebäude mit gleichem Volumen, aber einigen Erkern oder Dachgauben. Frei stehende Gebäude müssen daher eine bessere Wärmedämmung erhalten, um die Wärmeverluste durch die größere Oberfläche „auszugleichen“.

Grundrisse optimieren

Bei der Anordnung der Räume sollten die Auswirkungen auf den Energieverbrauch berücksichtigt werden: „Kalte“ Räume, wie Treppenhäuser und Schlafzimmer, an die Nordseite – Wohnzimmer und Aufent-

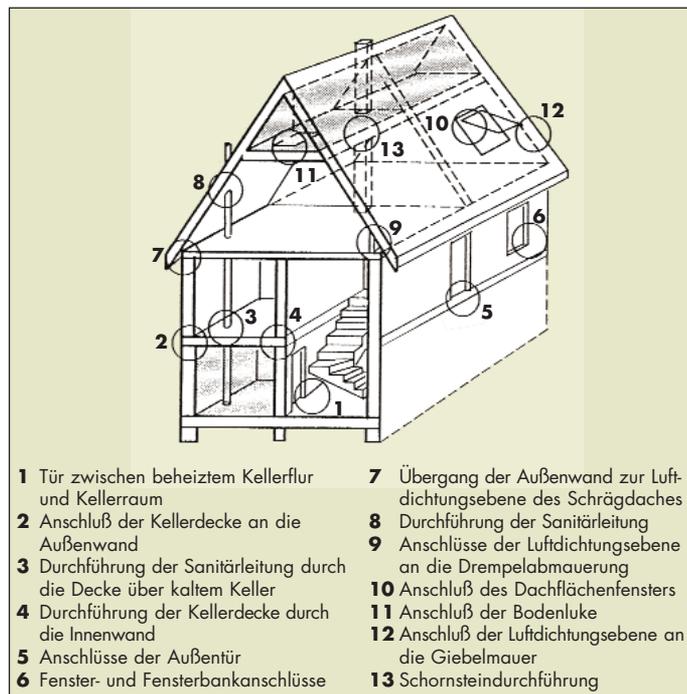
	U-Wert [W/m ² K]	Dämmstoffdicke [cm]
Außenwände	0,30 - 0,10	15 - 30
Dach	0,25 - 0,10	20 - 30
Grund	0,30 - 0,10	8 - 30
Mittelwert über die gesamte Gebäudehülle	0,40 - 0,20	

Abb. 4 Bandbreite der U-Werte für die Gebäudehülle eines NEH. Mit den links stehenden Werten werden die Kriterien gerade erfüllt, die rechten Werte entsprechen ca. dem Standard der 3-Liter Häuser. Diese haben einen Primärenergiebedarf von $34 kWh/m^2a$. Dieses entspricht etwa dem Energiegehalt von 3 Litern Erdöl.



- 1 Auflager der Kellertreppe auf der Bodenplatte
- 2 Fußpunkt der Treppenhauswand auf der Bodenplatte
- 3 Seitlicher Anschluß der Kellertreppe an Kellerwand
- 4 Anschluß der Kellerwand an Kellerdecke und EG-Trennwand
- 5 Anschluß der Kellerwand an Kellerdecke und EG-Außenwand
- 6 Auskragende Erkerbodenplatte
- 7 Auskragendes Eingangspodest
- 8 Fensteranschlag und Fensterbänke
- 9 Auskragende Balkone, Vordächer
- 10 Giebelmauerkronen gegen Außenluft
- 11 Zarge des Dachflächenfensters gegen Außenluft
- 12 In den kalten Spitzboden hinauftragende Innenwände

Abb. 5 Kritische Stellen für Wärmebrücken, die in der Planung gelöst werden müssen



- 1 Tür zwischen beheiztem Kellerflur und Kellerraum
- 2 Anschluß der Kellerdecke an die Außenwand
- 3 Durchführung der Sanitärleitung durch die Decke über kaltem Keller
- 4 Durchführung der Kellerdecke durch die Innenwand
- 5 Anschlüsse der Außentür
- 6 Fenster- und Fensterbankanschlüsse
- 7 Übergang der Außenwand zur Luftdichtungsebene des Schrägdaches
- 8 Durchführung der Sanitärleitung
- 9 Anschlüsse der Luftdichtungsebene an die Drenpelabmauerung
- 10 Anschluß des Dachflächenfensters
- 11 Anschluß der Bodenluke
- 12 Anschluß der Luftdichtungsebene an die Giebelmauer
- 13 Schornsteindurchführung

Abb. 6 Kritische Stellen für undichte Fugen [Quelle: Scharping/Heitmann/Michael, s. S. 4]



Abb. 7 Ergebnis einer Bewohnerbefragung unter NEH-Bewohnern zum Thema „Zufriedenheit mit der Raumluftqualität“ [IWU 1995]

haltsräume an die Südseite. Bereiche unterschiedlicher Temperaturniveaus sollen durch Türen abgetrennt werden, z. B. kein offenes Treppenhaus vom unbeheizten Keller bis zu den obersten Wohnräumen. Küchen- und Sanitärräume sollen möglichst nahe zusammen liegen, damit „warme“ Leitungswege kurz gehalten werden können.

Sehr gute Wärmedämmung der kompletten Gebäudehülle

Zur Gebäudehülle zählen Außenwände, Fenster, Dach, Kellerdecke und Bodenplatte. Nur ein abgestimmtes Dämmkonzept aller Teile sichert den Energiesparererfolg. In Niedrigenergiehäusern werden Dämmstoff-

stärken zwischen 15 - 30 cm empfohlen. Abb. 4 gibt einen Überblick über die Anforderungen an die Gebäudehülle.

Wärmebrücken vermeiden

Wärmebrücken sind stark wärmeleitende Störstellen zwischen beheiztem Innenraum und dem unbeheizten Bereich bzw. der Außenluft. Sie können bis zu 25% der Transmissionswärmeverluste verursachen. Ein Beispiel ist eine nahtlose Weiterführung einer Geschossdecke als Balkonfläche. Hierdurch wird ständig Wärme aus dem Innenraum über den Balkonboden an die Außenluft abgegeben. Das Problem mit Wärmebrücken besteht zwangsläufig bei jedem Bau; Abb. 5 zeigt kritische Bereiche. Für alle existieren heute Techniken und Kniffe zur Vermeidung oder zur Minimierung.

Fugendichtigkeit und energiesparende Lüftung

Dichte Fugen (z. B. Türen, Fenster, Kabelkanäle; vgl. Abb. 6) sind in NEH besonders wichtig. Nur so lassen sich Wärmeverluste durch unkontrollierte Lufteströmung über den für die Lufthygiene empfohlenen Luftwechsel von 0,3 - 0,8 pro Stunde hinaus vermeiden. Die Fugendichtheit eines Gebäudes hängt von der sorgfältigen Ausführung der Bauarbeiten ab. Sie kann durch den Blower-Door-Test kontrolliert werden, bei dem mittels künstlich erzeugtem Unterdruck die durch Fugen ins Gebäude einströmende Luftmenge gemessen wird. Ein NEH ist auch mit manueller Fensterlüftung und angepasstem Nutzerverhalten möglich. Bei ambitionierten NEH werden mechanische Lüftungsanlagen häufig eingeplant. Lüf-

tungsanlagen bieten auch größere Sicherheit für Raumluftqualität (Abb. 7) und Energiesparen.

Energiesparende Heizung mit schneller Regelung

Wegen des niedrigen Wärmebedarfs von Niedrigenergiehäusern (ca. 3 - 5 kW für ein Einfamilien-NEH) müssen die Heizsysteme über eine angepasste Leistung und schnelle, flexible Regelung verfügen. Gleichzeitig sollten sie eine Reserve für ein schnelles Heizen am Morgen oder Abend besitzen. Wichtig ist die konsequente Dämmung aller Leitungen und Armaturen auch im beheizten Bereich. Die Abstimmung der Heizanlage auf den tatsächlichen Wärmebedarf ist entscheidend, um niedrige Verbrauchswerte auch in der Praxis zu realisieren. Als Niedertemperatur-Heizsystem (Flächenheizung) für ein NEH mit möglichst effektiver Nutzung der Primärenergie empfiehlt sich folgende Varianten zu prüfen: Brennwertthermen, eine Holzheizung, eine Wärmepumpe oder ein Anschluss an ein Blockheizkraftwerk für mehrere Häuser.

Der Beitrag der Sonne

Thermische Solaranlagen können in NEH, wegen des insgesamt niedrigeren Wärmebedarfs, zur Warmwassererzeugung und Heizungsunterstützung beitragen. Reine Warmwasseranlagen können bis zu 60% des jährlichen Bedarfs solar decken. Kombinierte Anlagen zur Heizungsunterstützung und Warmwasserbereitung können 20 - 25% des gesamten Jahreswärmebedarfs erbringen. Voraussetzung ist eine hochwertige Wärmedämmung des gesamten Hauses.

KOSTENASPEKTE UND WEITERE PERSPEKTIVEN

Ein „einfaches“ Niedrigenergiehaus führt im Schnitt zu einer Erhöhung der reinen Baukosten von 1 - 3% im Vergleich zu Gebäuden nach Wärmeschutz-Verordnung 1995, bei 3-Liter-Häusern und Passiv-Häusern betragen die Mehrkosten etwa 5 - 15%. Für jeden Bauherrn lohnt sich eine Prüfung, ob er seine Investitionen beim Bauen auf das Energiesparen konzentriert. Die Frage, welche Energiespar-Maßnahmen bei einem neuen Haus sinnvoller Weise umgesetzt werden, muss jeweils aktuell für den Einzelfall berechnet werden, da die Energiepreise, die steuerlichen Rahmenbedingungen, öffentliche Fördermittel und sinkende Preise für Komponenten

durch Massenfertigung sich ständig verändernde Größen sind. Für Niedrigenergiehäuser sprechen nicht nur der hohe Wohnkomfort und die niedrigen Betriebskosten, sondern auch die qualitativ hochwertige Bauausführung, die späterhin geringe Instandhaltungs- und Nachrüstungskosten erwarten lässt.

Niedrigenergiehäuser sind aber noch nicht das Ende der Entwicklung von besonders energieeffizienten Gebäuden. Derartige Häuser bietet der Markt bereits an. Weitere Gebäudekonzepte sind derzeit Gegenstand der Forschung (vgl. Abb. 8).

	ENEV	3-Liter Haus	Passivhaus	Plusenergiehaus
U-Wert Wände	0,25 - 0,50	0,15 - 0,25	< 0,16	0,12
U-Wert Dach	0,20 - 0,40	0,10 - 0,20	< 0,15	0,12
U-Wert Grund	0,25 - 0,40	0,15 - 0,25	< 0,16	0,10
U-Wert Fenster	1,20 - 1,40	0,80 - 1,20	< 0,80	0,70
Lüftungsanlage	-	Ja	Ja, mit Wärmerückgewinnung	Ja, mit Wärmerückgewinnung
Solaranlage	-	möglichst	Ja	Ja (und Photovoltaikanlage)
Informationen	www.enev-online.de	www.3-liter-haus.com	www.passiv.de	www.rolfdisch.de

Abb. 8 Übersicht über die U-Werte verschiedener energetischer Gebäudestandards

ZENTRALE BEGRIFFE

- > Mehrkosten
- > Wohnkomfort
- > 3-Liter-Haus
- > Passivhaus

LITERATUR

Ein ausführliches Literaturverzeichnis steht im BINE-Internetangebot als Download in der Rubrik Service/InfoPlus bereit oder kann kostenlos angefordert werden.

- Schulze Darup, Burkhard: Energieeffiziente Wohngebäude – Einfamilienhäuser mit Zukunft, Köln: TÜV-Verlag, Reihe BINE Informationspakete, 2002, ISBN 3-8249-0642-2.
- Scharping, H.; Heitmann, G.; Michael, K.: Niedrigenergiehäuser in der Praxis, Köln: TÜV Verlag, Reihe BINE Informationspakete 1997, ISBN 3-8249-0372-5.
- Zu vielen der im Info genannten Komponenten/Techniken können detaillierte Informationen kostenlos beim BINE Informationsdienst angefordert werden.
- Einen genau definierten Standard für Niedrigenergiehäuser bietet das RAL Gütezeichen 965. Hierin werden die Anforderungen an Konzeption, Komponenten und Bauausführung definiert und kontrolliert. Weitere Informationen: Gütegemeinschaft NEH e. V. www.guetezeichen-neh.de

Bildung & Energie im Web

www.bine.info

Unsere Informationen für Schule, Beruf und Erwachsenenbildung finden SIE unter: www.bine.info
Dort sind in der Rubrik "Service/InfoPlus" ein Literaturverzeichnis und eine aktuelle Linkliste zum Thema eingestellt.

Ergänzende Informationen

Info-Mappen / Download

Zu den behandelten Themen ist jeweils eine kostenlose Mappe mit vertiefenden Informationen bei BINE erhältlich.
Alle Abbildungen stehen für Bildungszwecke unter www.bine.info in der Rubrik "Service/InfoPlus" kostenlos zum Download zur Verfügung oder können gegen eine Bearbeitungsgebühr von 15,-€ (V-Scheck) bei BINE angefordert werden.

IMPRESSUM

▼ Herausgeber



FACHINFORMATIONSZENTRUM
KARLSRUHE

Gesellschaft für wissenschaftlich-technische Information mbH

76344 Eggenstein-Leopoldshafen

▼ Fachliche Beratung

Fraunhofer-Institut für Bauphysik
Hans Erhorn
www.ibp.fhg.de

▼ Autor

Uwe Milles

▼ ISSN

1438-3802

▼ Nachdruck

Nachdruck des Textes zulässig bei vollständiger Quellenangabe und gegen Zusendung eines Belegexemplares - Nachdruck der Abbildungen nur mit Zustimmung der jeweils Berechtigten.

▼ Stand

Dezember 2002

BINE – INFORMATIONEN UND IDEEN ZU ENERGIE & UMWELT

BINE ist ein vom Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit geförderter Informationsdienst des Fachinformationszentrums Karlsruhe.

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

BINE bietet Ihnen folgende kostenfreie Informationsreihen

- Projekt-Infos
- Themen-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

E-Mail: bine@fiz-karlsruhe.de
Internet: www.bine.info