



## Gebäude sanieren – Studentenwohnheim

Abb 1



- ▶ **Primärenergieverbrauch um ca. 60% reduziert**
- ▶ **Niedrigenergiehausstandard erreicht**
- ▶ **Lüftung und Heizung im Passivhaus erfordern stärkere Beachtung**
- ▶ **Energetische und architektonische Verbesserungen ergänzen sich**

Neuer und alter Wohnheimkomplex in Wuppertal

**D**ie Bergische Universität Wuppertal wurde in den 70er Jahren gegründet und zeitgleich sollte den Studierenden schnell kostengünstiger Wohnraum zur Verfügung stehen. So entstand das Studentenwohnheim Burse, mit ca. 600 Wohnheimplätzen eines der größten Wohnheime in Deutschland. Das Gebäude war in die Jahre gekommen und bedurfte einer grundlegenden Sanierung. Neben einer vollkommen veralteten Haustechnik und einer unzureichenden Wärmedämmung der Fassade zeigte das Wohnheim auch strukturelle Mängel. Gemeinschaftsküchen und Sanitärräume waren für bis zu 32 Personen konzipiert. Die fehlende Attraktivität des Wohnheims führte zu Leerständen und erheblichen sozialen Problemen. Daher war es nicht mehr möglich, das Gebäude wirtschaftlich zu betreiben.

Nach einer umfassenden Bestandsaufnahme wurden verschiedene Szenarien bis hin zum Totalabriss und Neubau untersucht. Ein nicht unbedeutender Gesichtspunkt waren die Investitions- und Betriebskosten. Die Attraktivität des Wohnheims kann nicht dauerhaft gesteigert werden, wenn nur bautechnische Mängel beseitigt werden. Aus diesem Grund wurde nach einer Lösung gesucht, die auch die

langfristige Vermietbarkeit des Wohnheims deutlich verbessert. Neben der Modernisierung des Gebäudes entschied man sich ebenfalls für eine energetische Sanierung. Die Maßnahme wurde in zwei Bauabschnitte unterteilt. Der 2001 abgeschlossene 1. Bereich sollte den Niedrigenergiehausstandard erreichen. Beim 2003 fertiggestellten 2. Komplex wurde der Wärmeschutz weiter verbessert und eine Lüftung mit Zu- und Abluft sowie Wärmerückgewinnung eingebaut, so dass dieser Teil der „Neuen Burse“ in Anlehnung an das Passivhaus-Konzept realisiert wurde. Die Baukosten der gesamten Sanierungsmaßnahme fielen gegenüber einem Neubau um 25% günstiger aus.

Nachdem das zweite Gebäude 2003 fertiggestellt und wieder komplett bezogen war, wurde im Mai 2004 eine auf drei Jahre angelegte wissenschaftliche Untersuchung der eingesetzten Haustechnik und Analyse des Energieverbrauchs begonnen. Das Vorhaben ist Bestandteil des Förderprogramms „Energieoptimiertes Bauen (ENOB)“, das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) gefördert wird. Ein Schwerpunkt befasst sich mit der „Energetischen Verbesserung der Bausubstanz (EnSan)“.

## ► Das Gebäude

Abb 2: Ausgewählte Gebäudedaten

	1. BA	2. BA
Baujahr	1977	
Baukonstruktion	Stahlbetonschottenbau	
Bruttogrundfläche BGF [m <sup>2</sup> ]	9.890	10.025
Nettogrundfläche NGF [m <sup>2</sup> ]	8.420	8.597
Bruttorauminhalt BRI [m <sup>3</sup> ]	28.220	28.276
Hauptnutzfläche HNF [m <sup>2</sup> ]	6.140	6.244
A/V-Verhältnis	0,40	0,32

Das ursprüngliche Wohnheim gliedert sich in zwei sternförmige Häuser mit jeweils ca. 300 Wohnplätzen. Die Gebäudeteile waren um ein zentrales, kaum belichtetes Treppenhaus gruppiert, das die Aussteifung des Gebäudes übernahm. Die komplette Erschließung erfolgte über einen Eingang. Neben der veralteten Haustechnik und der unzureichenden Wärmedämmung führten undichte Fugen zur Durchfeuchtung ganzer Bauteile.

### Sanierung

Im Zuge der Sanierung wurde die marode Fassade entfernt, die als nichttragende Tafeln vor dem Rohbau hing. Lediglich die tragende Struktur der Apartments wurde beibehalten. Statt der 32 Personen umfassenden Wohngruppen entstehen größtenteils Einzelapartements mit Duschbad und Küchenzeile. Der hierfür benötigte Raum wird über eine Erweiterung der Raumtiefe des Rohbaus um ca. 2 m geschaffen (Abb 3). Das neue Wohnheim gewinnt somit gegenüber dem Altbau an Kompaktheit. Der Vorbau übernimmt gleichzeitig die Aussteifung des Gebäudes. Das Treppenhaus bzw. der Kernbereich wurde aus der Mitte des Gebäudes entfernt. So entstanden zwei separate Häuser. Das einfachverglaste Treppenhaus mit seinen Nebenräumen befindet sich außerhalb der thermischen Hülle. So ist es möglich, den Energieverbrauch stärker zu reduzieren.

Die strukturellen Veränderungen wurden sowohl für den 1. als auch für den 2. Bauabschnitt (BA) gleichermaßen ausgeführt –

Abb 3: Grundriss des Wohnheims vor und nach der Sanierung

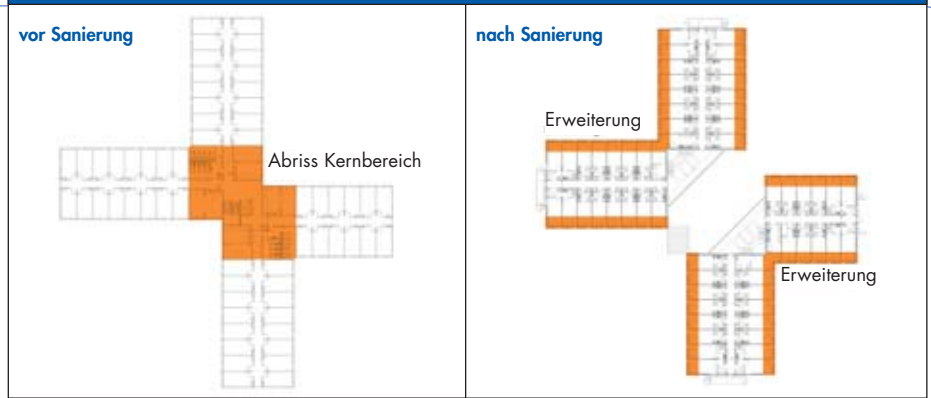


Abb 4: Ausgangszustand und realisierte Sanierung, Planungsdaten

	Vor Sanierung	1. BA	2. BA
U-Wert Fassade [W/m <sup>2</sup> K]	0,56	0,37	0,15
U-Wert Fenster [W/m <sup>2</sup> K]	2,90	1,56	0,82
g-Wert Fenster %	78	62	53
U-Wert oberste Geschossdecke [W/m <sup>2</sup> K]	0,85	0,21	0,11
U-Wert Kellerdecke [W/m <sup>2</sup> K]	1,20	0,30	0,13
Heizwärmebedarf Planwerte [kWh/m <sup>2</sup> a] <sup>1</sup>	161	68	15/30 <sup>2</sup>
Heizung	Fernwärme	Fernwärme aus Kraft-Wärme-Kopplung	
Lüftung	Fenster	Fenster/bedarfsgesteuerte Abluftanlage	Zentrale Lüftungsanlage mit WRG

<sup>1</sup> Ursprünglicher Planungswert muss auf 30 kWh/m<sup>2</sup>a erhöht werden, da die realisierte Haustechnik einen Heizwärmeverbrauch von 15 kWh/m<sup>2</sup>a nicht ermöglicht. <sup>2</sup> Bezugsfläche: Nettogrundfläche NGF

der Dämmstandard und die Heizungs- und Lüftungstechnik variieren jedoch: der 1. BA ist als Niedrigenergiehaus ausgeführt und der 2. BA in Anlehnung an das Passivhauskonzept geplant worden (Abb 4). Das Gebäude wurde komplett mit vorgefertigten Fassadenelementen in Holzrahmenbauweise mit Wärmedämmung aus Mineralfaser ausgeführt. Mehrere Fassadenelemente wurden zusammengefasst und auf der Baustelle an den vorgebauten Stahlbetonrahmen montiert. Große bodentiefe dreifachverglaste Passivhausfenster (2. BA) mit Holzrahmen führen zu einer angenehmen Aufenthaltsqualität in den Apartments und gliedern die Fassade.

Abb 5: Ausschnitt aus der neuen Fassade



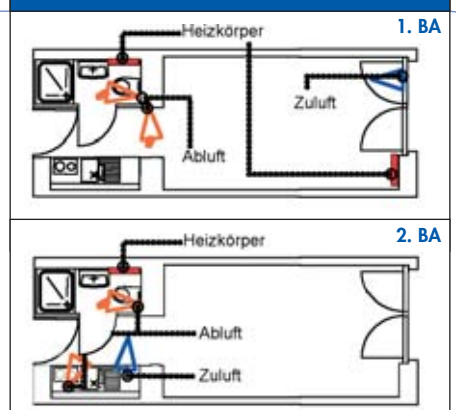
## ► Die Haustechnik

Die Wärmeversorgung der „Neuen Burse“ erfolgt über Fernwärme aus Kraft-Wärme-Kopplung (Primärenergiefaktor 0,7). Die Apartments im 1. BA werden über Heizkörper und im 2. BA über die Lüftungsanlage mit Wärme versorgt; lediglich im Bad und in den giebelseitigen Apartments ist immer ein Heizkörper installiert. Die Zulufttemperatur wird zentral auf eine Mindesttemperatur (18°C) eingestellt.

Im 1. BA ist eine bedarfsorientierte Abluftanlage im Bad und im Zimmer installiert. Über Außenluft-Durchlasselemente (ALD)

oberhalb der Fenster kann Zuluft nachströmen. Die eigentliche Lüftung erfolgt über die Fenster. Die kleinen Apartments (18,7 m<sup>2</sup>) und die unzureichende Fensterlüftung der Bewohner führen dazu, dass die Raumluftqualität nicht immer den hygienischen Anforderungen entspricht. Im 2. BA treten diese Probleme nicht auf, da die Apartments über eine Dauerlüftung mit Zu- und Abluft verfügen (Abb 6).

Abb 6: Lüftungskonzepte 1. und 2. BA



## ► Monitoring

Im Rahmen des Monitorings werden die durchgeführten Sanierungsmaßnahmen und der Energieverbrauch analysiert. Interessant ist die Auswertung vor dem Hintergrund nahezu identischer Baukörper und gleicher klimatischer Randbedingungen.

Die Verbrauchsmessungen in 2005 zeigen, dass der Primärenergieverbrauch gegenüber dem Altbau um ca. 60% reduziert wurde. Das Ziel – Niedrigenergiehausstandard im 1. BA – wurde erreicht. Im 2. BA konnte das zusätzliche Einsparpotenzial durch den Einsatz passivhaustauglicher Komponenten nicht ausgeschöpft werden (Abb 7). Der Heizwärmeverbrauch lag mit 51,8 kWh/m<sup>2</sup>a deutlich über dem angestrebten Wert von 30 kWh/m<sup>2</sup>a bzw. über dem ursprünglichen Zielwert von 15 kWh/m<sup>2</sup>a für ein Passivhaus.

**1. Bauabschnitt:** Der geringe Heizwärmeverbrauch von 51 kWh/m<sup>2</sup>a – trotz gemessener Raumlufttemperaturen von ca. 22°C – hat seine Ursache in niedrigen Luftwechselraten. Die durchgeführten Messungen lassen auf einen Luftwechsel von 0,2 h<sup>-1</sup> schließen. Der durchschnittliche Luftwechsel sollte aber – insbesondere bei kleinen Räumen – mind. 0,5 h<sup>-1</sup> betragen. Stichprobenartige Messungen ergaben bei geschlossenen Fenstern und einer anwesenden Person schnell CO<sub>2</sub>-Konzentrationen über 1.000 ppm. Der sparsame Verbrauch geht also zeitweise zu Lasten einer schlechten Raumluftqualität.

**2. Bauabschnitt:** Die Lüftungsanlage mit Zu- und Abluft sowie WRG sorgt für eine gute Raumluftqualität. Der Heizwärmeverbrauch liegt allerdings erheblich über den Planungsdaten. Hierfür gibt es folgende Gründe:

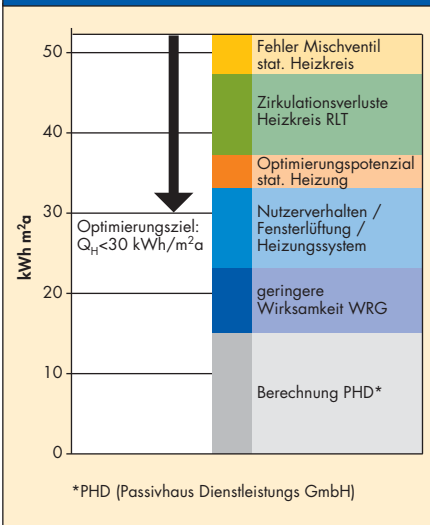
- Heizkreis der statischen Heizung: Der Heizkreis wurde wegen eines fehlerhaften Anschlusses eines Mischventils kontinuierlich mit maximaler Vorlauftemperatur betrieben – auch im Sommer.
- Bereitstellungsverluste durch Zirkulation: Die Umwälzpumpe lief unregelmäßig im Dauerbetrieb, so dass der Heizkreis für die RLT-Anlage kontinuierlich mit Wasser auf maximalem Temperaturniveau durchströmt wurde.
- Die Beheizung über die Erwärmung der Zuluft erfolgt über ein einziges Heizregister pro Flügel, d. h. in der Leistung einheitlich für nord- und südausgerichtete Apartments.
- Die Zufuhr von Heizwärme über die Heizkörper in den Bädern erfolgt in einer Abluftzone – bei geschlossener Badezimmertür trägt der Heizkörper kaum zur Erwärmung des Zimmers (=Zuluftzone) bei.
- Die Lüftungsanlagen mit WRG befinden sich, bedingt durch die Sanierungssituation, außerhalb der thermischen Hülle und verfügen nur über einen Wirkungsgrad von 65%.

**Abb 7: Energieverbrauchskennwerte (Endenergie und Primärenergie (PE)) 2005 bezogen auf die NGF. Grund für den hohen Wert für die Warmwasserbereitung ist die Belegungsdichte eines Wohnheims mit 23 m<sup>2</sup> pro Person (Bundesdurchschnitt: 43 m<sup>2</sup>/Person).**

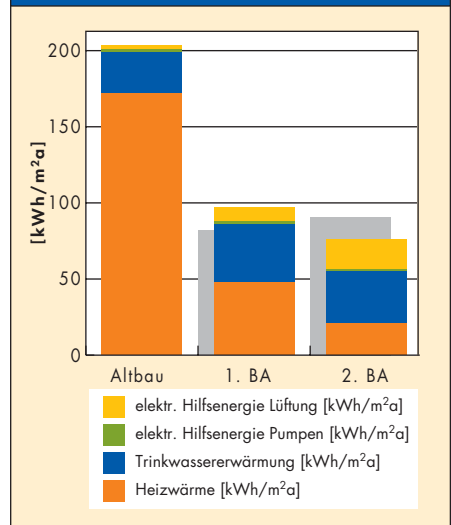
[kWh/m <sup>2</sup> <sub>NGF</sub> a]	Altbau*		1. BA		2.BA	
	Enden.	PE	Enden.	PE	Enden.	PE
Heizwärme	246,2	172,3	51,1	36,0	51,8	36,3
Warmwasserbereitung	38,0	26,6	54,1	37,8	48,7	34,1
Hilfsenergie, Pumpen, Regelung	0,8	2,3	0,7	2,1	0,7	2,3
Lüftung	0,8	2,4	1,4	4,2	6,4	19,1
Summe	285,8	203,6	107,3	80,1	107,6	91,8

\* Durchschnittswerte aus Abrechnungsdaten der Stadtwerke 1986 – 1997

**Abb 8: Heizwärmeverbrauch 2005, 2. BA; dargestellt als additive Zusammensetzung des berechneten Bedarfs und der festgestellten zusätzlichen Wärmeverluste**



**Abb 9: Vergleich der Primärenergiekennzahlen nach Optimierung der Gebäude. Die grauen Balken entsprechen dem gemessenen Verbrauch im Jahr 2005.**



## Betriebsoptimierung

Die bereits durchgeführte Beseitigung der Fehler im 2. BA (fehlerhafter Anschluss des Mischventils, Zirkulationsverluste) reduziert den Heizwärmeverbrauch bereits erheblich (Abb 8). Weiteres Einsparpotenzial bieten optimierte Regelungsstrategien. Daher wurde das realisierte und geplante Regelungskonzept der Zuluftheizung mit Hilfe der thermischen Gebäudesimulation TRNSYS überprüft. Die Simulation ergab, dass das realisierte Konzept „feste Temperatureinstellung auf 18°C“ in Verbindung mit einem einzigen Heizregister für den gesamten Flügel keine behaglichen Raumtemperaturen ermöglicht. Die dezentrale Temperaturerhöhung durch die Heizkörper erlaubt zwar die gewünschte Raumtemperatur, bedingt durch die Positionierung im Bad bei erheblichen Heizwärmeeinträgen – insbesondere in der Übergangszeit. Alternativ wurde eine abluft-

temperaturgeführte Regelung untersucht, so dass, je nach Temperaturniveau der Abluft, die Zulufttemperatur erhöht wird. Die Ergebnisse zeigen, dass mit dieser Strategie behagliche Raumtemperaturen möglich sind. Der Energieverbrauch bleibt jedoch gegenüber der ursprünglichen Planung etwas erhöht. Die Lüftungsanlage wurde daraufhin im November 2005 auf eine abluftgeführte Temperaturregelung umgestellt. Unter den genannten Voraussetzungen ist ein Heizwärmeverbrauch von 30 kWh/m<sup>2</sup>a erreichbar. Neben den technischen Optimierungsarbeiten müssen die Bewohner sehr gut über die Funktion der Lüftungsanlage informiert werden. Hier sollten die besonderen Gegebenheiten eines Studentenwohnheims berücksichtigt werden.

**Abb 10: Kosten der Fassaden (pro m<sup>2</sup>) für den 1. und 2. BA im Vergleich zu einer Ausführung mit Wärmedämmverbundsystem(WDVS), unter folgenden Voraussetzungen:**

Bauteil	1. BA	2. BA	WDVS
Geschlossene Fassade mit Innen- und Außenbekleidung [EUR]	~ 200	~ 220	1. BA ~ 190 2. BA ~ 210
Fenster mit Absturz-sicherung (raumhohe Stulpfenster) [EUR]	~ 380	~ 600	-

- Wand mit fertigen Innen- und Außenoberflächen
- Fenster als „Französisches Fenster“, wegen der Raumtiefe vom Bauherrn gefordert
- Fassade mit Mauerwerk und WDVS, wegen der Statik nur mit zusätzlicher Bauwerkserüchtigung möglich
- Vorfertigung in Holztafelbau führt zu kürzeren Bauzeiten

## Fazit

Die Sanierung der „Neuen Burse“ ist aus Sicht des Eigentümers als Erfolg zu werten. Die Energiekosten für das Gebäude sind drastisch gesunken und lange Wartelisten für einen Wohnheimplatz zeugen von der Attraktivität der Appartements. Die positive Wirkung des mit mehreren Architekturpreisen ausgezeichneten Gebäudes mit seinen komfortabel eingerichteten Appartements ist im Hinblick auf Zeiten mit möglicherweise sinkenden Studentenzahlen nicht zu unterschätzen.

Der 1. BA hat das Niedrigenergiehausniveau erreicht. Es hat sich durch den direkten Vergleich der Bauabschnitte gezeigt, dass neben dem Wärmedämmstandard vor allem die unterschiedlichen Lüftungskonzepte einen entscheidenden Einfluss auf den Heizwärme- und Primärenergieverbrauch haben. Der unzureichende Luftwechsel im 1. BA und die damit verbundene schlechte Raumluftqualität zeichneten sich bereits kurz nach der Fertigstellung ab. Dies war mit ein Grund, im 2. BA eine Dauerlüftung einzusetzen. In der Planung konnte durch den Einsatz einer WRG und der verbesserten Wärmedämmung der Passivhausstandard nachgewiesen werden. Aus wirtschaftlichen und gebäudespezifischen Gegebenheiten entschied man sich für eine einfachere Lüftungsanlage und Heiztechnik. In Verbindung mit nur einem einzigen, zentralen Luftheizregister pro Gebäude und den Badheizkörpern konnte das Ziel nicht erreicht werden. Mit der ausgeführten Haustechnik ist für den 2. BA ein Heizwärmeverbrauch von 30 kWh/m<sup>2</sup>a erreichbar. Für ein saniertes Gebäude ein sehr guter Wert.

Der Vergleich der Bauabschnitte zeigt, dass die Fensterlüftung insbesondere bei kleinen Appartements nicht immer ausreicht. Ein hygienischer Luftwechsel kann über eine dauerhaft laufende Abluftanlage sichergestellt werden. Im Ergebnis steigt der Heizwärmebedarf, da die Luftwechselrate und damit die Lüftungswärmeverluste zunehmen. Ebenfalls nimmt der Bedarf an Hilfsenergien zu, da Abluftventilatoren betrieben werden müssen. **Abb 9** zeigt einen Vergleich der Primärenergiekennzahlen nach der Optimierung der Gebäude. Neben den technischen Maßnahmen ist es in jedem Fall wichtig, die Nutzer über die Haustechnik zu informieren.

Das Projekt zeigt deutlich, dass nach einer aufwändigen energetischen Sanierung großer Gebäudekomplexe der Energieverbrauch gemessen und analysiert werden sollte, um mögliche Fehler in der Betriebstechnik aufzudecken und eine technisch wie wirtschaftlich überzeugende Betriebsweise zu gewährleisten.

### PROJEKTADRESSEN

#### Projektdurchführung

- Bergische Universität Wuppertal  
Prof. Dr. Karsten Voss  
Peter Engelmann  
Pauluskirchstr. 7  
42285 Wuppertal
- Fraunhofer Institut für Bauphysik (IBP)  
Johann Reiß  
Nobelstr. 12  
70569 Stuttgart

### ERGÄNZENDE INFORMATIONEN

#### Literatur

- Engelmann, P.: Sanierung und Umbau des Studentenwohnheims „Neue Burse“ in Wuppertal zum Passivhaus. In: Fachinstitut Gebäude-Klima e.V., Bietigheim-Bissingen (Hrsg.): Energieoptimiertes Bauen (ENOB). 3. EnSan-Symposium Raumlufttechnik im Bestand. März 2006. Tagungsberichte Nr. 118. S. 149-156
- Engelmann, P.; Kramp, M.: Energie und Ökonomie in der Sanierung – das Studentenwohnheim „Neue Burse“, Wuppertal. In: Passivhaus Institut, Darmstadt (Hrsg.): 10 Internationale Passivhaustagung 2006. Hannover, 19.-20. Mai 2006. Tagungsband. S. 69-74

#### Abbildungsnachweis

- Abb. 1, 5: Riehle, Köln; alle sonstigen Abbildungen wurden von den Projektnehmern zur Verfügung gestellt.

#### Service

- Ergänzende Informationen wie Literatur, Internet-Links sind bei BINE im Internet unter [www.bine.info](http://www.bine.info) (Service/InfoPlus) abrufbar

### PROJEKTORGANISATION

#### Förderung

Bundesministerium für  
Wirtschaft und Technologie (BMWi)  
11019 Berlin

Projektträger Jülich (PTJ) des BMWi und BMU  
Forschungszentrum Jülich GmbH  
Markus Kratz  
52425 Jülich

#### Förderkennzeichen

0329750U

### IMPRESSUM

#### ISSN

0937 – 8367

#### Herausgeber

FIZ Karlsruhe GmbH  
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.

#### Autorin

Micaela Münter

### BINE Informationsdienst Kompetenz in Energie

BINE informiert zu Energieeffizienztechnologien und erneuerbaren Energien:

In kostenfreien Broschüren, unter [www.bine.info](http://www.bine.info) und per Newsletter zeigt BINE, wie sich gute Forschungsideen in der Praxis bewähren.

BINE ist ein vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie geförderter Informationsdienst der Fachinformationszentrum (FIZ) Karlsruhe GmbH.

#### Kontakt:

Fragen zu diesem **projektinfo**?  
Wir helfen Ihnen weiter – wählen Sie die BINE Experten-Hotline:

Tel. 0228 / 9 23 79 - 44



# BINE

Informationsdienst

FIZ Karlsruhe GmbH, Büro Bonn  
Mechenstraße 57  
53129 Bonn

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

E-Mail: [bine@fiz-karlsruhe.de](mailto:bine@fiz-karlsruhe.de)  
Internet: [www.bine.info](http://www.bine.info)