



Gebäude sanieren – Altenpflegeheim

Abb 1



- ▶ Sanierung senkt Heizwärmeverbrauch um ca. 70% und Primärenergieverbrauch um über 50%
- ▶ Kommunales Energiemanagement unterstützt Sanierungsentscheidungen und Betriebsoptimierung
- ▶ Kombination von energetischen Maßnahmen mit Sanierung und räumlicher Neugestaltung sehr effektiv

Bei der energetischen und baulichen Sanierung des Altenpflegeheims wurden die Bewohnerzimmer um die Balkonfläche erweitert, um Wärmebrücken zu minimieren und Raum zu gewinnen.

Alten- und Pflegeheime zählen neben Hallenbädern und Krankenhäusern zu den kommunalen Liegenschaften mit dem höchsten Energieverbrauch. Kennzeichnend für die Gebäudenutzung sind unter anderem die ganzjährig konstante Belegung, deutlich höhere Innenraumtemperaturen als in üblichen Wohnungen sowie hohe hygienische Anforderungen. Fenster und Heizkörper werden vom Pflegepersonal bedient, wenn die Bewohner bettlägerig sind. Viele ursprünglich als Altenwohnheim konzipierte Häuser werden inzwischen vorwiegend als Pflegeheim genutzt, dadurch haben sich auch die Anforderungen an die Ausstattung verändert. Entsprechend notwendige Modernisierungsarbeiten (z. B. Einbau von Bädern in den Bewohnerzimmern) erfordern teilweise Eingriffe in die Gebäudestruktur. Werden daran energetische Sanierungsmaßnahmen gekoppelt, kann gleichzeitig mit der Steigerung von Wohnkomfort und Attraktivität meist ein erhebliches Energieeinsparpotenzial erschlossen werden. Das 1965 errichtete Altenheim in Stuttgart-Sonnenberg ist typisch für Nutzung und Baujahr. Es liefert ein gutes Beispiel dafür, welche Möglichkeiten eine gleichzeitige Sanierung von Gebäude und Anlagentechnik bietet. Nicht einbezogen in die Sanierung wurde eine später errichtete Pflegestation. Das Hochhaus, eigentlich als Altenwohn-

heim geplant, entsprach weder energetisch noch räumlich den Anforderungen an ein modernes Pflegeheim. Den Gasverbrauch des gesamten Gebäudekomplexes für Beheizung, Warmwasserbereitung und zum Kochen konnten betriebliche Maßnahmen bereits von über 400 kWh/m²a auf ca. 300 kWh/m²a im Jahr 2000 senken. Ein Sanierungsziel war es, den Primärenergiebedarf darüber hinaus um über 50% zu reduzieren. Die integrale Planung und Durchführung der Maßnahmen ermöglichte es, Synergien zwischen baulichen und energetischen Maßnahmen zu nutzen.

Die Baumaßnahmen dauerten von Dezember 2001 bis zum Herbst 2003. Um den Energieverbrauch nach der Sanierung zu kontrollieren und den Anlagenbetrieb unter Berücksichtigung des Nutzerverhaltens zu optimieren, läuft seitdem ein detailliertes Messprogramm. Den konventionellen Teil der energetischen Sanierung und des Umbaus der Bewohnerzimmer finanzierten die Stadt und das Land im Rahmen der gesetzlichen Förderung nach dem Landespflegegesetz. Die Finanzierung des Demonstrationsvorhabens (integrale Planung, noch nicht wirtschaftliche Komponenten der energetischen Sanierung, Monitoring) übernahm die Stadt Stuttgart zusammen mit dem Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi).

► Das Gebäude

Das siebengeschossige Hauptgebäude des Altenheims mit ursprünglich 116 Betten wurde 1965 erbaut. Zusätzlich ist darin ein Kindergarten untergebracht. 1974 wurde ein Gebäude mit Pflegestation (55 Betten) ergänzt, was unverändert betrieben wird. Parallel zu der Sanierung entstand in einem neuen Verbindungsbau ein zentraler Haupteingang.

Das als Altenwohnheim geplante Hochhaus konnte unter anderem aufgrund der unzureichenden sanitären Ausstattung nur eingeschränkt als Pflegeheim genutzt werden. Nachteile der dreibündigen Anlage waren lange, schlecht belichtete Flure. Aufenthaltsflächen fanden sich nur im offenen, un-

belichteten Bereich zwischen Treppenhaus und Aufzügen.

Der wärmetechnische Zustand der Gebäudehülle war altersgemäß schlecht. Zwar waren einzelne Bauteile geringfügig gedämmt, insgesamt wies das Gebäude aber einen Wärmedurchgangskoeffizienten von $1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ auf. Wärmebrücken bildeten unter anderem die von innen nach außen durchlaufenden Betonkragarme unter den Balkonen. In die Fensterrahmen integrierte, manuell verschließbare Passivlüfter führten zu unkontrollierten Lüftungswärmeverlusten.

Eine detaillierte Bestandsaufnahme musste anhand von Bohrproben durchgeführt werden, ergänzt durch Thermografieaufnahmen

► Gebäudehülle

Eine neue Fassade vor den Balkonen der Wohnräume löst zwei Probleme auf einmal: die Wärmebrücken der Kragarme verschwinden und die Flächen der von den pflegebedürftigen Bewohnern nicht benutzten Balkone können den Wohnräumen zugeschlagen werden. Dies schafft den Platz, Badezimmer nachzurüsten (Abb 3).

Die neue Leichtfassade besteht aus einer Holzständerwand mit wärmebrückenminimierten Holzstegträgern. Die Fenster in wärmeschutzoptimierten Holz-Aluminiumrah-

men haben eine Drei-Scheiben-Wärmeschutzverglasung mit thermisch optimierten Abstandhaltern. Für den hygienisch erforderlichen Luftwechsel in den Bewohnerzimmern sorgen Nachströmöffnungen in den Rahmen. Ein spezieller Beschlag, der während der Heizperiode die Kippstellung verhindert, soll die bisher gängige permanente Kipplüftung vermeiden.

Zur Erweiterung und Belichtung der Aufenthaltsbereiche wurden in jedem Geschoss zwei benachbarte Bewohnerzimmer auf der

Abb 4: Ausgangszustand und realisierte Sanierung

	vor Sanierung	nach Sanierung
U-Wert O-W-Fassade (Holz)	$0,66 \text{ W/m}^2\text{K}$	$0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$
U-Wert N-S-Fassade	$1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$	$0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$
U-Wert Fenster	$2,5 - 2,8 \text{ W/m}^2\text{K}$	$0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$
U-Wert Dach	$0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$	$0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$
U-Wert Kellerdecke	$2,18 \text{ W/m}^2\text{K}$	$0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$
U-Wert gesamt	$1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$	$0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$
Heizung	2 Gasheizkessel (1.800 kW)	BHKW (100 kW _{therm.} / 50 kW _{el.}), 1 NT-Kessel (310 kW), 1 NT-Kessel (310 kW) mit Abgaswärmetauscher zur Brennwertnutzung
Lüftung	Flure: Zuluftanlage mit Nachheizregister ohne Wärmerückgewinnung	Abluftanlage in den Bädern
Regelung	außentemperaturabhängige Vorlauftemperaturregelung mit fest eingestellten Schaltzeiten	moderne Gebäudeleittechnik mit Fernwirkung Bewohnerzimmer / Kindergarten: Einzelraumregelung
Beleuchtung	Flure und Aufenthaltsbereiche: Langfeldleuchten mit konventionellen Vorschaltgeräten, Bewohnerzimmer: oft Glühlampen	überall: energieeffiziente Leuchten mit tageslichtabhängiger Regelung
Heizenergieverbrauch (bez. auf A _N)	195 kWh/m ² a	52 kWh/m ² a
Stromverbrauch	70 kWh/m ² a	67 kWh/m ² a
Primärenergiebedarf	411 kWh/m ² a	204 kWh/m ² a

Stuttgarter Energie-Kontroll-System

Die Stadt Stuttgart betreibt seit 1976 ein systematisches Energiemanagement, um den Energieverbrauch ihrer Liegenschaften zu senken und damit Kosten und Emissionen zu reduzieren. Betriebliche und organisatorische Maßnahmen setzen allerdings möglichst genaue Kenntnisse über den aktuellen Energieverbrauch der Objekte voraus. Stuttgart hat zu diesem Zweck in einem Teil der Liegenschaften ein automatisches Energiekontrollsystem aufgebaut. Es erfasst täglich die Verbrauchsdaten der angeschlossenen Gebäude. Die Werte werden vom System laufend mit den Vorgaben verglichen

und die Auswertung an den PC des zuständigen Betreuers weitergeleitet. Unstimmigkeiten werden sofort angezeigt, was eine schnelle Reaktion ermöglicht. Verschiedene Vergleichsmöglichkeiten erlauben außerdem eine differenzierte Aussage über den Energieverbrauch der Gebäude.

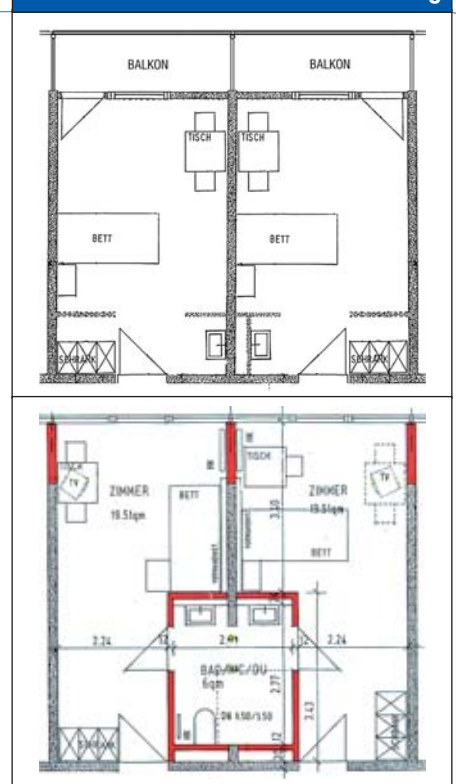
Die durch das Energiemanagement erzielten Einsparungen betragen auch nach 30 Jahren noch das Fünffache der Aufwendungen. Den größten Teil macht nach wie vor die Heizkosteneinsparung aus, obwohl die Stromkosten die Energiekosten deutlich dominieren.

Abb 2: Ausgewählte Gebäudedaten (Hochhaus)

Baujahr	1965
Baukonstruktion	Stahlbetonbau mit Leichtbaufassade (O/W) bzw. Massivwänden (N/S)
beheizte Nettogrundfläche	
vor Sanierung	4.699 m ²
nach Sanierung	5.166 m ²
beheizte Nettogrundfläche A _N nach WSchVO	
vor Sanierung	6.445 m ²
Bruttorauminhalt	20.204 m ³
A/V-Verhältnis	0,27 m ⁻¹

und Blower-Door-Messungen, da die vorgefundenen Ausführungen deutlich von den Bestandsplänen abwichen.

Abb 3: Die Grundrisse zweier Bewohnerzimmer vor und nach der Sanierung



Westseite aufgelöst. Die Nord- und Südfassade erhielten ein 20 cm starkes Wärmedämmverbundsystem. Das Dach, die Decke des unbeheizten Kellers und die Wände der beheizten Kellerräume wurden ebenfalls gedämmt. Alle Wärmeschutzmaßnahmen zusammen reduzieren die Transmissionswärmeverluste des Gebäudes um über 70%.

► Technische Ausstattung

Heizung: Die Heizungsanlage des Gebäudes war technisch veraltet. Zwei Gasheizkessel erzeugten ganzjährig Heizungswasser auf hohem Temperaturniveau (80/60°C). Die Wärmeerzeugung übernehmen nach der Sanierung ein BHKW für die Grundlast sowie ein Niedertemperatur-Gasheizkessel, die beide mit nachgeschaltetem Abgaswärmetauscher zur Brennwertnutzung ausgestattet sind. Ein weiterer Niedertemperatur-Gasheizkessel deckt den Spitzenbedarf ab. Die Größe des BHKWs wurde über die mit Hilfe des Stuttgarter Energie-Kontroll-Systems ermittelte Jahresdauerlinie festgelegt. Es ist so ausgelegt, dass der gesamte produzierte Strom im eigenen Gebäude genutzt werden kann. Heizkörper und Rohrleitungssystem wurden komplett erneuert. Die 1997 nachgerüstete Anlage zur Warmwasserbereitung mit thermischer Legionellen-Desinfektionsanlage bleibt erhalten. Bei der Auswahl der Anlagenkomponenten wurde Wert auf einen niedrigen Stromverbrauch gelegt.

Regelung: Die noch aus dem Baujahr stammende Regelungstechnik hatte lediglich eine außentemperaturabhängige Vorlauf-temperaturregelung mit fest eingestellten Schaltzeiten ohne Optimierungsfunktionen. Der Kindergarten wurde auch außerhalb seiner Betriebszeit beheizt, da hierfür kein separater Heizungsstrang vorhanden war. Heute ist eine moderne Gebäudeleittechnik mit Fernwirkung eingebaut, in die die beibehaltenen Anlagenkomponenten, z. B. die Lüftungsanlage der Küche, eingebunden sind. Zusätzlich sind alle Bewohnerzimmer sowie der Kindergarten mit einer Einzelraumregelung ausgestattet. Diese regelt neben der Raumtemperatur der Wohnräume auch die Abluftventile in den neuen Bädern.

Sie arbeitet nach einem frei programmierbaren System, das dem Nutzer einen Eingriff auf Raumtemperatur und Luftwechsel ermöglicht. Es erkennt geöffnete Fenster und passt so über die Möglichkeit der Abluftvolumenstromänderung den gewünschten Luftwechsel an.

Lüftung: Speisesaal und Küche sind seit 1997 mit einer modernen Lüftungsanlage mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung ausgestattet, bei der eine Vorerwärmung des Brauchwarmwassers mit gleichzeitiger Kühlung der Zuluft realisiert ist. Die für die innenliegenden Bereiche vorhandene Lüftungstechnik war energetisch ungünstig und teilweise komplett abgeschaltet. Die Lüftungsanlage für die Flure, bisher eine Zuluftanlage mit Nachheizregister ohne Wärmerückgewinnung, wurde im Zuge der Sanierung auf reine Abluft umgestellt. Die Zuluft strömt, wie in den Bewohnerzimmern, über Öffnungen in der Fassade des Aufenthaltsbereichs nach. In den neuen Bädern wurde eine Abluftanlage installiert, die auch für die Durchlüftung der Bewohnerzimmer sorgt. Die eingesetzten Ventilatoren mit integrierter Regelung sind energieeffizient. In einigen Räumen sind zu Forschungszwecken anstelle der Zuluftelemente im Fensterrahmen zur Reduzierung der Lüftungswärmeverluste in die Außenwand Luftkollektoren integriert, in denen während der Heizperiode die kalte Frischluft bei Sonneneinstrahlung solar vorgewärmt wird.

Beleuchtung: Die Beleuchtungsverhältnisse der Flure und der Aufenthaltsräume vor der Sanierung, ausgestattet mit Langfeldleuchten mit konventionellen Vorschaltgeräten, waren unzureichend. Bewohnerzimmer wurden oft mit Glühlampen beleuchtet. Zu-

Abb 5: Die verbesserte Tageslichtsituation sowie neue Leuchten und Regelung sparen Strom



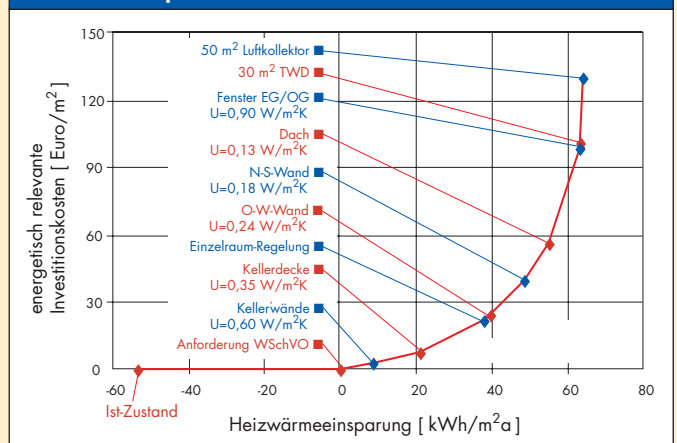
sätzlich zur verbesserten Tageslichtsituation reduzieren seit der Sanierung neue, energieeffiziente Leuchten mit tageslichtabhängiger Regelung sowie der hohe Reflexionsgrad der neu gestrichenen Räume den Strombedarf für die Beleuchtung.

Bewertung der Maßnahmen

Im Rahmen der integralen Planung wurden unterschiedliche Maßnahmen zur Reduzierung des Heizwärmebedarfs bewertet. Bei der Bewertung der Sanierungsmaßnahmen müssen neben der eingesparten Heizwärme die Investitionskosten beachtet werden. Werden diese Kosten und Einsparungen jeweils auf die Nutzfläche bezogen, ergeben sich unterschiedliche Quotienten. Durch Auftragen der Kosten über der entsprechenden Einsparung, angefangen mit der kosteneffektivsten Maßnahme, erhält man die Kostenpotenzialkurve (Abb 6).

Zum Zeitpunkt der Planung im Jahre 2001 mussten bei einer Sanierung die Anforderungen der Wärmeschutzverordnung (WSchVO 95) erfüllt werden. Diese Maßnahmen verringern den Heizwärmebedarf um 55 kWh/m²a. Die Dämmung der Wände von beheizten Kellerräumen und die Erhöhung des Wärmeschutzes der Kellerdecke erweisen sich danach als kosteneffektivste Maßnahmen. Entsprechend den Berechnungen soll eine Einzelraumregelung große Einsparungen bewirken. Hier wurde angenommen, dass damit das bisher vorliegende hohe Raumlufttemperaturniveau von ca. 23°C auf 20°C gesenkt werden kann. Eine weitere deutliche Reduzierung wird durch die zusätzliche Dämmung der Wände und des Daches erreicht. Die Fenster tragen weitere 8 kWh/m²a zur Reduktion bei. Gegenüber den bisherigen Maßnahmen schnellen die Kosten hierfür aber in die Höhe. Die ursprünglich geplante transparente Wärmedämmung würde sich infolge der relativ kleinen Fläche nur unwesentlich auf die Energiereduzierung auswirken. Auch der Luftkollektor trägt nur noch wenig zur Einsparung bei, allerdings

Abb 6: Kostenpotenzialkurve



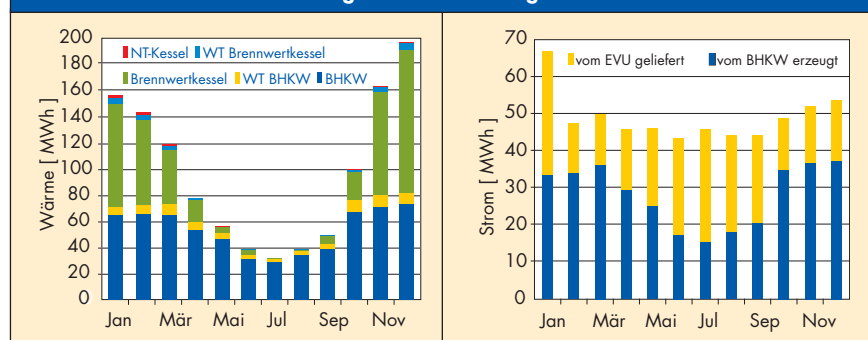
steigen die energetisch relevanten Kosten dadurch nochmals deutlich an. Insgesamt reduzieren die Maßnahmen, die über das gesetzlich geforderte Niveau hinausgehen, den Wärmebedarf zusätzlich um 64 kWh/m²a. Die auf die Nutzfläche bezogenen Kosten hierfür betragen ca. 130 €/m². Die Gesamtmaßnahme führt somit zu einer Reduzierung des Wärmebedarfs von ursprünglich 165 kWh/m²a auf 46 kWh/m²a (Planungswert).

► Messergebnisse/Fazit

Der Heizwärmeverbrauch des sanierten Gebäudes lag 2005 bei 52 kWh/m²a (bez. auf A_N) und somit geringfügig über dem Zielwert. Davon lieferte das BHKW mit 61% den überwiegenden Teil der benötigten Wärme, gefolgt vom NT-Kessel, der zusammen mit dem nachgeschalteten Abgaswärmetauscher 39% der Wärme bereitstellte. Der zweite NT-Kessel kam kaum zum Einsatz. Während des Jahres 2005 lieferte das BHKW 58% des Stromverbrauchs des Gesamtkomplexes. Es erfolgte keine Netzeinspeisung.

Die Raumlufttemperaturen liegen in nahezu allen Zimmern deutlich über den angestrebten 20°C, da die Heimbewohner höhere Raumlufttemperaturen wünschen. Die Fensteröffnungszeiten waren während der bisherigen Messperiode ebenfalls höher als erwartet. Nach Fertigstellung der Sanierung und Inbetriebnahme des Hauses konnten durch die Messung einige Funktionsmängel der Anlagentechnik festgestellt und danach behoben werden. Die energetische Auswirkung kann mit Hilfe der Messungen, die noch bis Ende 2006 laufen, beobachtet und bewertet werden.

**Abb 7: links: Beitrag der verschiedenen Wärmeerzeuger im Jahr 2005
rechts: Vom BHKW erzeugt und vom EVU gelieferter Strom 2005**



Durch den Einbau von Badezimmern, die natürlich belichteten Aufenthaltsbereiche und die grundlegende Erneuerung der Gebäudehülle erhält das Hochhaus fast Neubaustandard. Der integrale Planungsansatz ermöglichte eine gleichzeitige Wertverbesserung der Bewohnerzimmer zusammen mit der energetischen Sanierung.

Die Umsetzung des energetischen Gesamtkonzepts, das wesentlich weiter geht als die gesetzlich vorgeschriebenen Maßnahmen, hat den Primärenergiebedarf des Altenpflegeheims wie geplant um über 50% reduziert. Dabei ergab eine Analyse in der Planungsphase, dass mit ca. einem Drittel der Kosten für diese zusätzlichen Maßnahmen (< 45 €/m²) bereits über zwei Drittel der Einsparungen (> 50 kWh/m²a) erreichbar sind. Als besonders wirtschaftlich zeigten sich die Dämmmaßnahmen an der opaken Gebäudehülle. Die Luftkollektoren zur Vorwärmung der Zuluft verursachten dagegen hohe Investitionskosten. Die Wirtschaftlichkeit dieser Zusatzmaßnahme ist noch zu bewerten. Für vergleichbare Objekte ist es bei knappem Budget besonders wichtig, Investitionen auf Maßnahmen zu konzentrieren, die ein gutes Verhältnis von Investition und Energieeinsparung aufweisen.

Alle Erfahrungen aus dem Vorhaben sollen zum Abschluss in einem Leitfaden für vergleichbare Sanierungsvorhaben zusammengefasst werden.

► PROJEKTADRESSEN

Altenpflegeheim Stuttgart Sonnenberg
Laustr. 15, 70597 Stuttgart

Projektdurchführung

- Landeshauptstadt Stuttgart, Amt für Umweltschutz / Abteilung Energiewirtschaft, Dr.-Ing. Jürgen Görres Gaisburgstr. 4, 70182 Stuttgart

Wissenschaftliche Begleitung und Validierungsmessungen

- Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Abteilung Wärmetechnik, Hans Erhorn, Heike Erhorn-Kluttig, Johann Reiß Nobelstr. 12, 70569 Stuttgart

Heizkonzept

- ebök Ingenieurbüro Achim König, Paul Kühnle Schellingstr. 4/2, 72072 Tübingen

► ERGÄNZENDE INFORMATIONEN

Literatur

- KORIAS – Vorbildhafte energetische Sanierung eines Altenpflegeheims, Landeshauptstadt Stuttgart
- Energieberichte der Stadt Stuttgart in den Jahren 2001 bis 2004

Internet

- Ergänzende Informationen sind bei BINE im Internet unter www.bine.info (Service/Infoplus) abrufbar und unter www.energie-projekte.de
- Informationen über das EnSan-Verbundprojekt und Daten weiterer Demonstrationsgebäude finden Sie unter www.ensan.de

Abbildungsnachweis

- Abb 1, 3, 5: Landeshauptstadt Stuttgart
- Abb 6, 7, 8: Fraunhofer IBP

PROJEKTORGANISATION

■ Förderung

Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi)
11019 Berlin

Projekträger Jülich (PTJ) des BMWi
Forschungszentrum Jülich GmbH
Steffen Hebestreit
52425 Jülich

■ Förderkennzeichen

0329750H

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

Dorothee Gintars

BINE Informationsdienst Kompetenz in Energie

BINE informiert zu Energieeffizienztechnologien und erneuerbaren Energien:

In kostenfreien Broschüren, unter 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
Internet: www.bine.info