



## Integrales Energiekonzept für ein Wohnquartier

Abb. 1



- ▶ **Kombinationen von Sanierungsmaßnahmen kostenoptimiert**
- ▶ **Neue Sanierungsmethoden und Komponenten werden erprobt**
- ▶ **Ziel: Primärenergieeinsatz im Quartier mindestens halbieren**

*Luftbild des Wohnquartiers in Karlsruhe-Rinheim: Die nachhaltige Quartiersentwicklung wird mit einem integralen Energiekonzept gesteuert, das auch städtebauliche, wohnungswirtschaftliche, soziale und Mobilitätsaspekte berücksichtigt.*

**W**eltweit wohnen rund 50% aller Menschen in Städten. Im Jahr 2020 werden es bereits über 60% sein. Erfolg im Klimaschutz entscheidet sich daher an Energieverbrauch und Schadstoffemissionen unserer Städte und Ballungsräume. Kommunen können wichtige Rahmenbedingungen für die Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen vorgeben. Beispiele dafür sind Bebauungspläne und Festlegungen für Versorgungsstrukturen auf der Grundlage eines kommunalen Energiekonzepts. Als Anteilseigner an Stadtwerken oder Wohnungsgesellschaften haben Städte Einfluss auf den Ausbau der Fernwärme, die Nutzung erneuerbarer Energien oder die Sanierung von Wohngebäuden. Und natürlich haben sie die Möglichkeit, bei Errichtung oder Sanierung ihrer eigenen Liegenschaften vorbildlich vorzugehen. Dies erfordert Handlungskonzepte auf der Stadtteil- oder Quartiersebene, mit denen Maßnahmen konkretisiert und die dafür zuständigen Akteure benannt werden. Deren Zusammenwirken – auf Basis definierter Ziele und Zuständigkeiten – ist der Schlüssel für eine erfolgreiche Umsetzung. In Karlsruhe wird dies modellhaft erprobt: Mit der Entwicklung und Umsetzung eines Energiekonzepts für ein Wohnquartier im Stadtteil

Rinheim soll neben bestmöglicher Kosteneffizienz eine Minimierung des Primärenergieeinsatzes und der CO<sub>2</sub>-Emissionen um über 80% erreicht werden. Parallel zum Aufbau eines Nahwärmenetzes sollen die Gebäude aus den 1950er und 60er Jahren kostenoptimal modernisiert werden. Der nachfolgende Betrieb der sanierten und an die Fernwärme angeschlossenen Gebäude wird über drei Heizperioden kontinuierlich überwacht und optimiert, die Bewohner in die Energie-sparbemühungen einbezogen. Gegenstand der Forschung sind vor allem zwei Wohngebäude, die 2009-2010 energetisch sehr anspruchsvoll saniert und messtechnisch begleitet werden. Neben Innovationen in Gebäudekonstruktion, TGA, Mess- und Regelungstechnik sowie Mieterkommunikation soll erstmals ein sogenannter „Niedrigexergie-Ansatz“ (LowEx) für ein ganzes Wohnquartier realisiert werden. Das Vorhaben ist ein Pilotprojekt der BMWi-Forschungsinitiative EnEff:Stadt. Begleitende Maßnahmen zur Verbesserung der lokalen Infrastruktur und der sozialen Integration werden über das Bund-Länder-Programm „Soziale Stadt“ gefördert. Mit der Umsetzung des Quartierskonzepts wurde 2009 begonnen; sie soll bis etwa 2015 abgeschlossen sein.

## ► Kommune und Quartier

Für die Stadt Karlsruhe wurde 2009 unter Federführung des Umweltschutzamtes ein Energiekonzept als Handlungskatalog von Energie- und Klimaschutzmaßnahmen erarbeitet. Es bildet den Rahmen für die städtische Energie- und Klimaschutzpolitik. Das Wohnquartier Rintheimer Feld liegt im Nordosten der Stadt. Es wurde in einem ersten Bauabschnitt in den 1950er Jahren als typische Großwohnsiedlung der Nachkriegszeit errichtet. Dabei entstanden Mehrfamilienhaus-Riegel mit 4 bis 5 Geschossen und rund 30 Wohneinheiten pro Gebäude. Ein zweiter Abschnitt folgte Ende der 60er Jahre mit gänzlich anderer Architektur: Punkthochhäuser mit bis zu 17 Vollgeschossen und zum Teil über 80 Wohneinheiten pro Gebäude.

**Abb. 2: Siedlungssteckbrief**

<b>Einwohner</b>	ca. 2.500
<b>Siedlungstyp</b>	Mischung aus Zeilenbebauung hoher Dichte mit Hochhaussiedlung
<b>Nutzungstyp</b>	allgemeines Wohnen (WA)
<b>Soziale Infrastruktur</b>	geringes Angebot der Versorgung des täglichen Bedarfs (Mini-Supermarkt, Friseur, Kiosk); guter ÖPNV-Anschluss (zentrumnahe Lage)
<b>Siedlungsfläche</b>	250.000 m <sup>2</sup>
<b>Grundfläche</b> (nach DIN 277)	vor Sanierung: 18.110 m <sup>2</sup> , nach Sanierung: 19.910 m <sup>2</sup>
<b>Wohnfläche</b>	vor Sanierung: 74.970 m <sup>2</sup> , nach Sanierung: 81.120 m <sup>2</sup>
<b>Zahl der Wohneinheiten</b>	vor Sanierung: 1.243, nach Sanierung: 1.364
<b>Geschossflächenzahl</b> (GFZ)	0,48
<b>Heizungssysteme Ist-Zustand</b>	Gas-Zentralheizungen, Gas-Etagenheizungen, vereinzelt Kohle-Einzelöfen
<b>Heizungssysteme Planung</b>	Quartiers-Nahwärmenetz (in Bau)

Von derzeit 34 Wohngebäuden im Quartier sind 4 in privatem Eigentum; 30 gehören dem Sanierungsträger, der Volkswohnung Karlsruhe, die das Projekt leitet und Haupt-

investor ist. Sie wird 4 weitere Gebäude neu errichten.

### EnEff:Stadt - Forschung für die energieeffiziente Stadt

Die im Frühjahr 2008 gestartete Forschungsinitiative des BMWi richtet sich an ganze Quartiere oder Stadtteile. Im Rahmen von EnEff:Stadt sollen technische Innovationen in der Praxis eingesetzt und neue Planungsinstrumente entwickelt werden. Mit Hilfe eines konsequenten Monitorings werden

die Ergebnisse nachvollziehbar dokumentiert. EnEff:Stadt verbindet Forschungs- und Entwicklungsansätze aus dem Gebäudebereich (EnOB) und der Fern-/Nahwärmenutzung mit der Umsetzung sogenannter Niedrigexergie-Technologien (LowEx) in Siedlungsgebieten. Dadurch soll neben

den in Einzelprojekten oft sehr großen Verbesserungen ein messbarer Effekt für ganze Quartiere entstehen. Ziel der EnEff:Stadt-Pilotprojekte ist die Reduktion des Primärenergie-Einsatzes im Quartier um 30 – 50%.

Weitere Informationen unter: [www.eneff-stadt.info](http://www.eneff-stadt.info)

## ► Sanierung mit Methode

Mit dem Quartierskonzept Rintheimer Feld stellte sich die Volkswohnung die Aufgabe, technische Innovationen zusammen mit konventionellen Techniken für den Sanierungsfall zu planen, einzusetzen und messtechnisch über mindestens zwei Heizperioden detailliert zu begleiten. Grundlage des Energiekonzepts ist eine um-

fassende Bestandsanalyse der zur Modernisierung anstehenden Wohngebäude. Es wurde eine Komplettaufnahme der 6 verschiedenen Gebäudetypen im Rintheimer Feld erstellt, die u. a. eine Zustandsbeschreibung der Gebäudehülle und Anlagentechnik sowie energetische Kenngrößen nach EnEV enthalten. Auf dieser Basis wurden Maß-

nahmen zur energetischen Verbesserung mit entsprechenden Investitionen beschrieben und eine Einordnung in Dringlichkeitsstufen vorgenommen. Mit Hilfe der Energie-Gutachten sowie der Verbrauchsdatenauswertung der Stadtwerke konnten Energiebilanzen des Quartiers und aller Einzelgebäude erstellt werden.

**Abb. 3: Technische Gebäudetypologie des Quartiers**

<p><b>Typ I</b> · 9 Gebäude Zeilenbau Baujahr 1954/56 4 – 5 Geschosse unsaniert</p> <p>U-Wert: 2,1 W/(m<sup>2</sup>K) Heizenergieverbrauch: 120 kWh<sub>th</sub></p> 	<p><b>Typ II</b> · 7 Gebäude Hochhäuser Baujahr 1974 9 – 17 Geschosse unsaniert</p> <p>U-Wert: 1,1 W/(m<sup>2</sup>K) Heizenergieverbrauch: 143 kWh<sub>th</sub></p> 
<p><b>Typ III</b> · 3 Gebäude Punkthochhäuser Baujahr 1956 8 Geschosse teilsaniert 1975/2003</p> <p>U-Wert: 0,8 W/(m<sup>2</sup>K) Heizenergieverbrauch: 74 kWh<sub>th</sub></p> 	<p><b>Typ IV</b> · 4 Gebäude Zeilenbau Baujahr 1954 5 Geschosse vollsanziert 1998</p> <p>U-Wert: 0,8 W/(m<sup>2</sup>K) Heizenergieverbrauch: 61 kWh<sub>th</sub></p> 
<p><b>Typ V</b> · 5 Gebäude Zeilenbau Baujahr 1954/55 5 Geschosse, vollsanziert mit Solarkollektoren</p> <p>U-Wert: 0,6 W/(m<sup>2</sup>K) Heizenergieverbrauch: 50 kWh<sub>th</sub></p> 	<p><b>Typ VI</b> · 2 Gebäude Forststraße 7 / Heilbronnerstr. 27-31 vollsanziert 2007/08</p> <p>U-Wert: 0,4 W/(m<sup>2</sup>K) Heizenergieverbrauch: 42 kWh<sub>th</sub></p> 

### Erprobung innovativer Techniken

Bis zum Frühjahr bzw. Sommer 2010 werden zwei Demonstrationsgebäude (ein „3-Liter-Gebäude“ sowie das sogenannte „Experimentierhaus“) technisch sehr umfangreich saniert. Die beiden Gebäuderiegel mit 5 Vollgeschossen und Satteldach wurden 1956 errichtet und weisen je 30 Wohnungen mit einer Wohnfläche von 65,5 m<sup>2</sup> auf. Je Hauseingang werden sie mit unterschiedlichen Ausführungsstandards saniert, parallel erprobt und messtechnisch vergleichend ausgewertet. Damit lassen sich Empfehlungen für künftige Sanierungen dieses Wohnungstyps ableiten.

Innovative Techniken sollen für die Sanierung der Gebäudehüllen genutzt werden, aber auch für Heizung, Lüftungssysteme und Warmwasserbereitstellung. Dazu gehören:

- verschiedene Dämmsysteme einschließlich VIP-Paneelen;
- unterschiedliche Fensterqualitäten;
- PCM-Deckenplatten (zur Erhöhung der thermischen Speichermasse);
- Lichtlenkungssysteme an den Außenjalousien;

- Lüftungsanlagen (z.T. kontrollierte Abluftanlagen, aber auch Anlagen mit Wärmerückgewinnung - zentral und dezentral);
- Wärmepumpen mit CO<sub>2</sub>-Erdsonden sowie
- verschiedene Regelungsstrategien.

Die Beheizung erfolgt in einem Gebäude durch Anschluss an die Nahwärme. Im „Experimentierhaus“ werden verschiedene Wärmepumpen eingebaut, die mit Erdsonden bzw. mit Luft/Abluft als Wärmequelle betrieben werden und auch auf Kühlung umgeschaltet werden können. Parallel erprobt werden zentrale wie dezentrale Formen der Lüftung mit oder ohne Wärmerückgewinnung. In einem Einzelgebäude werden durchgehend dezentrale Heizungspumpen eingesetzt. Angestrebt ist ein Vergleich des Energie- und Pumpenstromverbrauchs gegenüber den Gebäuden mit Standardausrüstung.

### Optimale Maßnahmenbündel

Da für die Sanierung eines Gebäudes eine Vielzahl von Einzelmaßnahmen in Frage kommt, ist es schwierig, die optimale Gesamt-Maßnahmenkombination zu finden. Für die Gebäude im Rintheimer Quartier wurde deshalb ein im Rahmen eines EU-Projekts entwickeltes Rechenmodell eingesetzt. Es ermittelt nach Vorgabe geeigneter Kostenfunktionen sowie der Gebäudegeometrie und des Ausgangszustands die optimale Maßnahmenkombination zum Erreichen des Kostenminimums oder eines definierten

Abb. 4: Typisches Riegelgebäude im Ausgangszustand



Einsparziels. Das Modell errechnet für die „Riegel-Gebäude“ im Norden des Quartiers einen „kostenoptimalen“ Heizenergiebedarf von ca. 50 kWh<sub>th</sub>/m<sup>2</sup>, für die Wohnhochhäuser im Süden 40-45 kWh<sub>th</sub>/m<sup>2</sup> – auf Basis heutiger Energiepreise. Zusätzliche deutliche Kosten-, Primärenergie- und Emissionsminderungen eröffnet der Ersatz der konventionellen Gasheizung durch eine energieeffiziente Fernwärmeversorgung.

### Betriebsmonitoring

Durch die Sanierung soll eine deutliche energetische Verbesserung bei möglichst gleichbleibender Warmmiete für die Mieter erreicht werden. Parallel zur Umsetzung wird ein Energiemanagement-System installiert, mit dessen Hilfe die Energieströme in das Quartier, in die Gebäude und die Wohnungen erfasst und Kennzahlen zur laufenden Beurteilung der Anlagenperformance entwickelt

Abb. 5: Eines der Wohnhochhäuser nach der Sanierung



werden. Sämtliche Hausübergabestationen werden mit sog. „SmartBoxen“ ausgestattet; dadurch lässt sich der Anlagenbetrieb überwachen und kontinuierlich optimieren.

### Mietermotivation

Auch im Nutzerverhalten liegt ein großes Einsparpotenzial. Anstelle eines Einbaus automatischer Einzelraumregelungen soll ein Online-„Kundenportal“ die Mieter zur Energieeinsparung motivieren, indem es ihnen verständliche Informationen über ihren monatlichen Energieverbrauch zur Verfügung stellt. Die notwendige technische Ausstattung im Quartier wird nach der Modernisierung vorhanden sein: funkfähige Zähler zur Energieverbrauchserfassung und Datenübertragung.

## ► Energieeffiziente Fernwärmenutzung

Die Wohnungen im Rintheimer Feld werden bzw. wurden bis zur Sanierung überwiegend mit Gaszentral- oder Gasetagenheizungen beheizt; vereinzelt auch mit Kohle-Einzelöfen und Elektro-Durchlauferhitzern für das Warmwasser. Die neue Nahwärmeversorgung des Quartiers wird aus dem Fernwärmenetz der Stadtwerke Karlsruhe versorgt. Mit z. Zt. etwa 85%-Anteil aus Kraft-Wärme-Kopp-

lung können nach Fertigstellung einer Transportleitung zur Raffinerie MiRO im Jahr 2010 ca. 40% des Wärmebedarfs im Karlsruher Fernwärmenetz durch diese Abwärme gedeckt werden. MiRO betreibt nördlich der Stadt die größte Raffinerie Deutschlands und erzeugt erhebliche Mengen an Abwärme, die kontinuierlich anfallen. Die Anbindung des Quartiers „Rintheimer

Feld“ an das Fernwärmenetz erfolgt indirekt über eine Übergabestation, um das Nahwärmenetz im Quartier mit niedrigeren Temperaturen betreiben zu können. Die Transportleitung bis zur Übergabestation wurde 2008 errichtet; das Netz inklusive Übergabestation wird derzeit ausgebaut und soll bis 2012 fertiggestellt sein.

## ► Prognose der Energiebilanz

Durch das Sanierungsprogramm wird der Wärmebedarf für Heizung und Warmwasser im gesamten Quartier um über 50% gesenkt werden. Mehr wäre technisch möglich, jedoch zu deutlich höheren spezifischen Kosten:

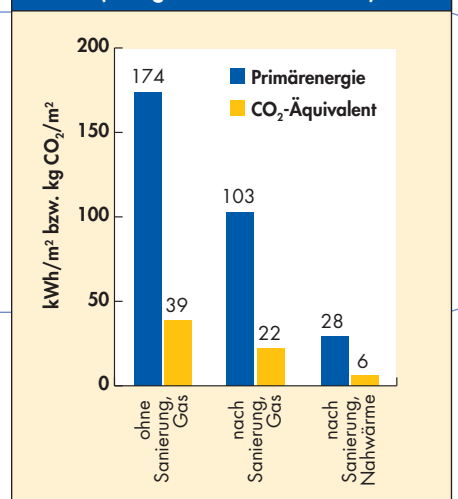
Durch den Anschluss an die Fernwärme mit deren sehr guten Energiekennwerten (Primärenergiefaktor 0,39 kWhPE/kWh<sub>th</sub> frei

Endabnehmer im Quartier) ergibt sich eine weitere deutliche Verbesserung. Der spezifische Primärenergieeinsatz sowie die CO<sub>2</sub>-Emissionen zur Wärmebedarfsdeckung werden nach derzeitigem Planungsstand im Vergleich zum Beginn der Sanierungsmaßnahmen sogar um etwa 84% reduziert (Abb. 7).

Abb. 6: Entwicklung des Wärmebedarfs im Zuge des Sanierungsprogramms

1997	14.200 MWh <sub>th</sub> /a	Quartier gesamt vor Beginn der Sanierungsmaßnahmen
2009	11.470 MWh <sub>th</sub> /a	nach Sanierung von 12 der 30 Gebäude
bis ca. 2015	6.200 MWh <sub>th</sub> /a	Sanierung der restlichen Gebäude der Volkswohnung auf einen durchschnittlichen Standard von 75 kWh <sub>th</sub> /m <sup>2</sup> Wfl., inkl. zweier Schulen im Quartier

Abb. 7: Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz im Quartier (bezogen auf die Nutzfläche)



## ► Kosten

Laut Modellrechnung liegen die Sanierungskosten für die ab 2010 zu modernisierenden Gebäude des Sanierungsträgers bei 180 bis 250 Euro/m<sup>2</sup> brutto. Daraus ergeben sich Gesamtkosten von ca. 10 bis 12 Mio. Euro. Hinzu kommen Netzkosten sowie Kosten für die neuen Hausübergabestationen (insgesamt ca. 3 Mio. Euro). Neben der energetischen Sanierung sind auch sonstige Modernisierungs- und Instandhaltungsmaßnahmen im gleichen Zug erforderlich (Nassräume, Sanitär, Elektro, Balkone, Hauseingänge etc.). Dadurch ergeben sich zusätzliche Kosten von rund 250 Euro/m<sup>2</sup>. Die komplette Umsetzung der Gebäudesanierung im Rahmen des Quartierskonzepts (bis etwa 2015) wird rund 30 Mio. Euro kosten, die vom Sanierungsträger übernommen werden. Zusätzliche Kosten fallen noch für die Instandhaltung und die Gebäudeumfeld-Entwicklung an. Die Konzepterstellung, Machbarkeitsuntersuchung und Sanierung der beiden Demonstrationsgebäude sowie der Aufbau eines Monitoringsystems werden im Rahmen der Forschungsinitiative EnEff:Stadt gefördert.

## ► Fazit

Das Quartiers-Energiekonzept für das Rintheimer Feld ist inzwischen fertiggestellt. Nutzbare Daten für eine Evaluierung des Projekts stehen seit Ende 2009 zur Verfügung, mit dem Energiemonitoring und der messtechnischen Begleitung wird im Frühjahr 2010 begonnen. Die Machbarkeitsuntersuchung für die beiden Demonstrationsgebäude wurde abgeschlossen, das erste Gebäude bereits saniert. Es wird ab Ende März 2010 wieder bezogen. Die Detailplanung für das „Experimentiergebäude“ unter Einbeziehung von Herstellern ist nahezu abgeschlossen. Mit den Baumaßnahmen wurde begonnen. Die messtechnische Begleitung für beide Demonstrationsgebäude startet ab Frühjahr 2010 über insgesamt drei Mess- und Auswertungsperioden. Mit diesem Pilotprojekt wird ein integrales Energiekonzept für ein Stadtquartier entwickelt und umgesetzt, das auf kommunale und wohnungswirtschaftliche Siedlungsprojekte allgemein übertragbar sein soll. Es dient als planerisches Leitbild für energie- und baubezogene, städtebauliche, ökologische und soziale Problemlösungen und ist zugleich Testfeld für neue Methoden und Instrumente. Investoren, Entscheider und Planer künftiger Projekte werden damit zum Denken in Systemen und folgerichtig zu vernetztem Handeln angeleitet.

### ► PROJEKTADRESSEN

#### Planung, Projektleitung

- Volkswohnung GmbH  
Dr. Reinhard Jank  
Ettlinger-Tor-Platz 2, 76127 Karlsruhe

#### LowEx-Konzept, Messtechnische Begleitung, Evaluierung

- RWTH Aachen,  
E.ON Energy Research Center  
Lehrstuhl für Gebäude- und Raumklimatechnik  
Prof. Dr. Dirk Müller  
Mathieustraße 6, 52074 Aachen

#### Planung, Konzeption

- Hochschule Karlsruhe –  
Technik und Wirtschaft  
Fakultät Elektro- und  
Informationstechnik  
Prof. Dr. Klaus Wolfrum  
Moltkestraße 30, 76133 Karlsruhe

#### Planung, Technische Gebäudeausrüstung

- KW2-Ingenieure Ingenieurpartnerschaft  
Technische Gebäudeausrüstung  
Heiko Kemm  
Epernayer Straße 17, 76275 Ettlingen

#### Energiemanagement

- Ennovatis GmbH  
Roland Smolin  
Stammheimer Straße 10 / Haus 5  
70806 Kornwestheim

### ► ERGÄNZENDE INFORMATIONEN

#### Internet

- [www.eneff-stadt.info](http://www.eneff-stadt.info)
- [www.enob.info/de/forschungsfelder/lowex](http://www.enob.info/de/forschungsfelder/lowex)

#### Abbildungsnachweis

- Abb. 1-7: Volkswohnung GmbH

#### Service

- Dieses Projektinfo gibt es auch als online-Dokument unter [www.bine.info](http://www.bine.info) im Bereich Publikationen/Projektinfos. In der Rubrik „Service“ finden Sie ergänzende Informationen wie weitere Projektadressen und Links.

### PROJEKTORGANISATION

- Bundesministerium für  
Wirtschaft und Technologie (BMWi)  
11019 Berlin

Projektträger Jülich  
Forschungszentrum Jülich GmbH  
Jürgen Gehrman  
52425 Jülich

- Förderkennzeichen  
0327400H

### IMPRESSUM

- ISSN  
0937 – 8367

- Version in Englisch  
Das Dokument finden Sie unter [www.bine.info](http://www.bine.info).

- Herausgeber  
FIZ Karlsruhe  
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1  
76344 Eggenstein-Leopoldshafen

- Urheberrecht  
Eine Verwendung von Text und Abbildungen aus dieser Publikation ist nur mit Zustimmung der BINE-Redaktion gestattet. Sprechen Sie uns an.

- Autor  
Uwe Friedrich

### BINE Informationsdienst Energieforschung für die Praxis

BINE Informationsdienst berichtet zu Energieeffizienztechnologien und Erneuerbaren Energien.

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

BINE Informationsdienst wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) gefördert.

#### Kontakt

Haben Sie Fragen zu diesem **projektinfo**?  
Wir helfen Ihnen weiter:

**Tel. 0228 92379-44**

 **BINE**  
Informationsdienst

FIZ Karlsruhe, Büro Bonn  
Kaiserstraße 185 – 197  
53113 Bonn

[kontakt@bine.info](mailto:kontakt@bine.info)  
[www.bine.info](http://www.bine.info)