Eine Militärbrache auf dem Weg zur Nullenergiestadt

EnEff:Stadt

Bereits saniertes Wohngebäude mit Solaranlage und Holzfertigteil-Fassadensanierungselementen © B&O Wohnungswirtschaft, SCHANKULA-Architekten/Diplomingenieure

Für die energieeffiziente Konversion eines aufgelassenen ehemaligen amerikanischen Militärstützpunkts im Bad Aiblinger Stadtteil Mietraching mit einer Gesamtfläche von 70 Hektar und rund 72.000 m² Wohn- und Nutzfläche wurde ein Energiekonzept entwickelt, das zur Zeit Schritt für Schritt umgesetzt wird. Die meisten Wohngebäude stammen aus den 1930er Jahren, da der Stützpunkt 1936 ursprünglich als deutscher Fliegerhorst errichtet worden war. Für den nördlichen Teilbereich des Geländes mit 15 größeren Wohn- und Nichtwohngebäuden soll eine Netto-Nullenergiebilanz erreicht werden. Dabei wird über den Bilanzrahmen der EnEV hinaus auch der Nutzerstromverbrauch mit berücksichtigt. Das Konzept sieht vor, auf der Bedarfsseite unterschiedliche Sanierungsstandards umzusetzen, vom EnEV-Neubaustandard bis annähernd zum Passivhausstandard. Eine besondere Herausforderung stellt die Modernisierung des Nahwärmenetzes dar, denn hier sollen im Teilbereich „Nullenergiestadt“ neue Wege beschritten werden: Neben einer Holzhackschnitzelheizung werden ca. 2.000 m² Solarkollektoren die regenerative Wärme bereitstellen, um den sommerlichen Wärmebedarf komplett solar zu decken. In den Übergangszeiten und im Winter soll die Netzvorlauftemperatur heizungsgeführt eingeregelt werden. Höhere Temperaturen für die Warmwasserbereitung werden über Wärmepumpen erreicht, die das Wärmenetz als Wärmequelle nutzen. Dies ermöglicht hohe Solargewinne, eine exergetische Optimierung und beste Energiekennwerte. Der spezifische Primärenergieverbrauch einschließlich Nutzerstrom liegt bei nur 75% des Passivhausgrenzwertes. Werden die Photovoltaik-Anlagen auf dem Gelände mit bilanziert, ergibt sich eine Plusenergiebilanz. Abgerundet wird das Konzept durch diverse innovative Bausteine im Bereich Vorfertigung aus Holz, fortschrittliche TGA-Komponenten, Wasserkraftnutzung und Photovoltaik-Anlagen. Die Umsetzung ist in vollem Gange Ein über 3,5 Jahre laufendes Monitoring-Projekt begleitet und evaluiert die Maßnahmen seit Januar 2011. Ein weiteres Projekt zur Optimierung des Wärmenetzes und seiner Betriebsführung wurde bereits beantragt.

Siedlungssteckbrief

Projektstatus	Realisierung
Standort der Kommune	Stadt Bad Aibling, 83043 Bad Aibling, Landkreis Rosenheim, Regierungsbezirk Oberbayern, Bayern
Kommune in Zahlen	Fläche: 41,55 km², 18.000 Einwohner, 28 Stadtteile
Träger	B&O Wohnungswirtschaft GmbH & Co KG München
Siedlungstyp	Militärbrache
Nutzungstyp	Mischgebiet: ehemaliger Militärstützpunkt, künftiges Quartier mit Mischnutzung Wohnen, Gewerbe und Dienstleistungen, Fremdenverkehr
Siedlungsgröße [ha] vorher	70
Bruttogrundfläche [m²] vorher	72.000
Wohnfläche [m²] vorher	23.500
Büro-Gewerbefläche [m²] vorher	34.500
Fläche Soziale Infrastruktur [m²] vorher	9.000
Fläche Gastronomie [m²] vorher	5.000
Zahl der Wohneinheiten vorher	183
Zahl der Arbeitsplätze vorher	800
Altersstruktur	ca. 60% 1915–1948 errichtet, ca. 40% Nachkriegsgebäude, deutsche Bauvorschriften haben für die amerikanische Militärbasis nicht gegolten
Bau- und Sanierungszustand	baulicher Zustand gut, Wärmeschutz unbefriedigend, TGA veraltet
Heizungssysteme	Fernwärmezentrale Gas/Öl soll umgestellt werden

Eigentumsverhältnisse	Mehrheitlicher Eigentümer ist die B&O Wohnungswirtschaft. Die Immobilien sollen teils selbst genutzt, teils vermietet, teils verkauft werden.
Projektthemen	Energiemanagementsysteme, Betriebsoptimierung, Neue Bauleitplanung, Projekt- und Prozessmanagement, Abwärmenutzung, Lokale Wärme- und Kältenetze, Passivhausbauweise, Optimierung Gebäudetechnik, Optimierung Gebäudehülle, Wärme- und Kältespeicher, Kraft-Wärme-Kopplung, Erneuerbare Energien, Zentrale + dezentrale Energieversorgung, Wohnungsbau, Rückbau, Sanierung, Neubau, Städtebauliche Verdichtung, Gewerbe- und Mischgebiete, Dezentrale Lösungen, Temporäre Lösungen, Städtebauliche und Hochbauwettbewerbe, Gebäudeübergreifende Energiekonzepte, Infrastruktur, Erschließung, Verkehr, Umnutzung

Projektbeschreibung

Ausgangszustand

Mit Wärme versorgt wurde das Areal durch eine gas- oder ölbefeuerte Nahwärmestation mit 3 Kesseln von je 6.500 kW Leistung; also insgesamt 19,5 MW. Das Nahwärmesystem ist Mitte der 1990er Jahre grundlegend saniert worden und befindet sich in gutem Zustand. Die Wärmeerzeugung war insgesamt deutlich überdimensioniert, die Haus-oder Blockübergabestationen mit umfangreicher Technik in viel zu großen Leistungsklassen ausgestattet. Deshalb wurde durch B&O zunächst ein 6,5 MW-Kessel stillgelegt und ein zweiter von 6,5 auf 3 MW umgebaut.

Dimension und Qualität

Im Zustand vor Sanierung belief sich die gesamte Wohnfläche auf 23.500 m². An Büro- und Gewerbefläche waren 34.500 m² vorhanden. Hinzu kamen 9.000 m² im sozialen Bereich (Kindergarten, Schulen, medizinische Versorgung) sowie 5.000 m² Gastronomie. Insgesamt summierte sich die Wohn- und Nutzfläche damit auf rund 72.000 m², verteilt auf 52 Gebäudekomplexe bzw. Wohnanlagen.
Eine Berechnung nach EnEV 2007 weist für ein typisches Wohngebäude des Fördergebietes vor Sanierung einen Endenergiebedarf von 351 kWh/m²a und einen Primärenergiebedarf von 459 kWh/m²a aus. Der Anforderungswert der EnEV an den Primärenergiebedarf liegt dagegen bei 130 kWh/m²a (für Sanierungen). Ähnliches gilt für die Bürogebäude. Insgesamt werden durch die Sanierungen auf EnEV-Neubauniveau (= 71% des Altbaugrenzwertes), Niedrigexergie- und Passivhausniveau Einsparpotenziale von weit über 50% erzielt.

Zielsetzung

Mit der Bauaufgabe „energieeffiziente Konversion“ soll eine multiplikationsfähige Entwicklung angestoßen werden, die in letzter Konsequenz bis zum Leitbild „Nullenergiestadt“ reichen kann. Dies soll durch die Umsetzung hoher energetischer Standards und den Einsatz innovativer Technologien, die Nutzung moderner Methoden für das Projektmanagement und den Einsatz moderner Planungsinstrumente erreicht werden.

Energiekonzept

Eine Analyse aller zum Fördergebiet gehörenden Gebäude und deren energetischer Standards zeigte stark unterschiedliche Bedarfsniveaus und Bedarfsprofile im nördlichen und südlichen Bereich. Im Nordbereich entstehen energetisch hocheffiziente Neubauten und es werden anspruchsvolle energetische Sanierungsstandards realisiert. Dies erlaubt niedrige Vorlauftemperaturen von ca. 55°C und eine eher flache Jahresdauerlinie aufgrund des hohen Wärmeschutzstandards und des anteilmäßig hohen Grundlastverbrauchs für die Warmwasserbereitung. Der südliche Bereich ist dagegen durch höhere Vorlauftemperaturen und jahreszeitlich starkle Schwankungen geprägt. Der Träger und Investor B&O Wohnungswirtschaft hat sich deshalb dazu entschlossen, das gesamte Projektgebiet hydraulisch in ein Nordnetz und ein Südnetz aufzutrennen und im Nordnetz ein solares Nahwärmenetz mit dezentralen Einspeisepunkten zu etablieren. Für das Nordnetz wird das bilanzielle fossile Nullenergieziel angestrebt. Dazu dienen neben den Verbesserungen auf der Bedarfsseite ein Hackschnitzelkessel, großdimensionierte thermische Solarflächen sowie eine große Freiflächen-Photovoltaikanlage und eine PV-Anlage auf den Dächern der ehemaligen Flugzeughangars.
Für die Errichtung eines Kleinwasserkraftwerks auf dem Gelände des Nordnetzes wurde eine Studie erarbeitet. Dazu soll der Moosbach genutzt werden, der in Höhe des Gebäudes 350 bereits durch eine aus den 1950er Jahren stammende Wehranlage aufgestaut ist. Aus der Studie ergibt sich die technische Machbarkeit mit einem Stromertrag von knapp 50.000 kWh/a.

Energiebilanzen

Überlegungen zu Energiebilanzen beschränken sich auf den nördlichen Teil des Fördergebietes (Nordnetz). Zur Erstellung einer Endenergie-Bedarfsbilanz (Heizung, WW, Hilfs- und Nutzerstrombedarf) wurden bereits genutzte Daten zur Dimensionierung des Nordnetzes sowie ausgewählte energetische Kenndaten von 15 Wohn- und Gewerbegebäuden des Gebiets zugrunde gelegt. Einschließlich der angenommenen Netzverluste

und des Stromverbrauchs der Wärmepumpen ergab sich ein Endenergiebedarf Wärme von ca. 2,35 Mio. kWh/a, TGA-Strom von ca. 468.000 kWh/a und Gesamtstrom von ca. 885.000 kWh/a. Für die Bilanzierung wurden vier unterschiedliche Systemgrenzen untersucht, die sich durch die Einbeziehung zusätzlicher regenerativer Energieerzeuger unterscheiden (solarthermische Kollektoren und Wasserkraftanlage am Moosbach oder alternativ zusätzlich die Photovoltaik-Anlagen im Gesamtgebiet) und für die entweder die Bilanzgrenzen der EnEV 2007/2009 gelten oder alternativ deren Erweiterung durch zusätzliche Einbeziehung des Nutzerstromverbrauchs.

Fazit der Bilanzbetrachtungen

Ohne Berücksichtigung der Photovoltaik-Anlagen kann eine Nullenergiebilanz nicht erreicht werden. Das Gebiet Nordnetz mit seinen 15 Gebäuden und seiner Versorgungsstruktur stellt sich jedoch in der Primärenergiebilanz um 30 % besser dar als z.B. der Passivhaus-Grenzwert von 120 kWh/m²a (nach EnEV). Ursachen dafür sind neben dem guten energetischen Standard der meisten Gebäude auch die thermische Solarenergienutzung und die Hackschnitzelheizung. Werden die großen Photovoltaik-Anlagen mit angerechnet, so entsteht primärenergetisch eine deutliche Plusenergiebilanz von ca. 150 kWh/m²a an Energiegewinn, sofern der Nutzerstrom vernachlässigt wird (also in Grenzen der EnEV bilanziert wird). Fließt der Nutzerstromverbrauch in die Bilanzierung mit ein, so beträgt der Plusenergiekennwert immerhin noch ca. 110 kWh/m²a (siehe Grafik Energiebilanzen). Dabei wird etwa 10 mal soviel Primärenergie geliefert, wie verbraucht wird.

Bautechnische Innovationen

- Holz-Mehrfamilienhaus mit hohem Vorfertigungsgrad

Im mittleren Teil des Projektgebiets werden nördlich des Moosbachs mehrere vier- und achtgeschossige Gebäude mit gemischter Nutzung errichtet. Innovatives Merkmal der Gebäude ist die tragende Struktur in Holzbauweise. Als besonders fortschrittlich gilt der hohe Vorfertigungsgrad, der für die Zukunft geringe Baukosten und kurze Bauzeiten verspricht. Ein viergeschossiges Gebäude ist im Frühjahr 2010 errichtet worden, ein Achtgeschosser im Sommer 2011. Energetisch liegen die Holzhäuser auf dem Niveau des „KfW-Effizienzhauses 70“ und können mit wenigen Änderungen auch im Passivhausstandard ausgeführt werden.

- Sanierung: Holzfertigelemente mit integrierter Flächenheizung

Durch die Verwendung außen aufgebrachter Holzfassadenelemente mit integrierter Wärmedämmung und bereits eingebauten neuen Fenstern werden in der Sanierungsphase die Eingriffe innerhalb der Wohnungen auf ein Minimum reduziert. Dabei können die außenliegenden Holzsanierungselemente auch haustechnische Komponenten aufnehmen, die sonst innerhalb der Wohnung montiert werden müssten. Eine Besonderheit dieser Technologie ist die Notwendigkeit genauer Aufmaße, um die im Bestand stets vorhandenen Maßabweichungen in die Sanierungselemente zu übernehmen. Im Pilotprojekt wurde hierfür ein tachymetrisches Verfahren genutzt, mit dem auch Oberflächenunebenheiten sehr genau kartiert werden konnten. Ein großes Wohngebäude wurde bereits mit dieser Technik saniert, wobei teilweise Flächenheizungen zum Einsatz kamen, die auf der Innenseite der Dämmelemente montiert sind. Für weitere Anwendungen wird überlegt, auch Lüftungsleitungen und Kabelführungen in die Elemente mit einzubauen. Parallel zur Elententwicklung stattfindende Untersuchungen der Hochschule Rosenheim zeigten bei stationärer Betrachtung die Funktionsfähigkeit der Fassadenheizung. Auch instationäre Berechnungen mit dem Bauteil-Simulationsprogramm WuFi Pro machten deutlich, dass der Eintrag von Heizwärme mit Heiztemperaturen von 25° C in einem periodischen Verlauf Vorteile bringen kann. Die Oberflächentemperaturen wurden im Durchschnitt, wenn auch nur um einen geringen Wert, über die Raumlufttemperatur angehoben. Wird die eingesetzte Energie regenerativ erzeugt (z.B. über Solarkollektoren) oder aber Restwärme aus anderen Heizsystemen weiter verwertet, so kann die Fassadenheizung nach den Ergebnissen der Hochschule Rosenheim durchaus positiv bewertet werden.

Realisierung

Der Fokus der Umsetzungsmaßnahmen liegt auf der Entwicklung des nördlichen Fördergebietes oberhalb des Moosbachs (Nullenergiestadt). Hier sollen bis zum Projektende sämtliche Gebäude saniert sein bzw. diverse Neubauten entstehen (teilweise unter Abriss bestehender Gebäudesubstanz) und mit Hilfe großer Solarflächen und einer Hackschnitzel-Heizanlage über das Nahwärmenetz versorgt werden. Die Vorlauftemperaturen des Nahwärmenetzes werden exergetisch optimiert entlang der exergetisch optimierten Heizungsvorlauftemperatur gefahren. Notwendige Temperaturerhöhungen für die Warmwasserbereitung decken gebäudeeigene Wärmepumpen ab, die auf Primärseite ebenfalls vom Nahwärmenetz gespeist werden und aufgrund des geringen Temperaturhubs hohe COP-Werte erreichen.

Erste Umsetzungen wurden noch in der Konzept- und Planungsphase gestartet. Im Hotelkomplex und im oben genannte Mehrfamilienhaus Nr. 353 wurde die Sanierung bereits 2009 abgeschlossen. In 2010 konnte ein Teil

des ehemaligen Hospitalkomplexes in ein Niedrigenergie-Bürogebäude umgewandelt werden und dient nun als Zentrale der B&O-Verwaltung. Ebenso wurden 16.000 m2 Photovoltaikflächen errichtet, größtenteils als Freiflächenanlage, teilweise aber auch auf den Hallendächern der ehemaligen Hangars.
Folgende Sanierungs- bzw. Neubaumaßnahmen wurden bereits umgesetzt:
Vollsanierung von 9 Gebäuden mit einer beheizten Nettogeschossfläche von etwa 10.000 m² und einem mittleren Heizwärmebedarf von ca. 70 kWh/m²a
Teilsanierung von 3 Gebäuden mit einer beheizten Nettogeschossfläche von etwa 3.600 m² und einem mittleren Heizwärmebedarf von ca. 160 kWh/m²a
Neubau von 4 Gebäuden (alle in Holzbauweise EFH, MFH, 4- bzw. 8-Geschosse) mit einer beheizten Nettogeschossfläche von etwa 2.000 m² und einem mittleren Heizwärmebedarf von ca. 20 kWh/m²a.
Noch im Jahr 2012 werden voraussichtlich weitere 5.000–8.000 m² an Neubaufläche entstehen. Hierzu wurde ein Wettbewerb über den Bau einer innovativen „City of Wood“ durchgeführt. Im Rahmen der Umsetzung dieses Wettbewerbs kommt es voraussichtlich zu weiteren Abrissen in beschränktem Umfang. Aber auch Sanierungen im Umfang von ca. 3000 m² sollen in 2012 weiter durchgeführt werden.
Die Hackschnitzelheizung wurde bereits in Betrieb genommen; der Bau eines weiteren thermischen Kollektorfeldes (Vakuumröhrenkollektoren auf Geb. 358) sowie der Einbau eines weiteren großen Pufferspeichers ist beabsichtigt. Zur Zeit wird versucht, ggfs. notwendige zusätzliche Peakload-Wärmeenergie vom Südnetz in das Nordnetz einzuspeisen, ohne eigenen Peakload-Kessel für das Nordnetz. Die beiden Teilnetze sollen dazu – ohne Abschieberung – hydraulisch ausgesteuert werden. An der Verbindung zwischen Nord- und Südnetz werden alle bezogenen und gelieferten Wärmemengen messtechnisch erfasst.
Der südliche Gewerbeteil ist derzeit zum größten Teil nicht oder nur in temporärer Nutzung. Mehrere Gebäude wurden bereits veräußert, für weitere gibt es Interessenten.

Monitoring

Bereits im Sommer 2009 wurde das "Solarnetz 1" im Nordteil in Betrieb genommen. das mit gebäudeweisen Wärmepumpen zur Warmwasserbereitung ausgestattet ist. Angeschlossen sind acht Gebäude sowie der Hotelkomplex. Zur Messung und Überwachung der neuen Anlagentechnik ist schon zu diesem Zeitpunkt eine Visualisierung auf Internet-Basis implementiert worden. Eine einfach verständliche, grafische Ansicht der Gebäude des Nordnetzes stellt die Wetterdaten (Außentemperatur, Luftfeuchtigkeit, Globalstrahlung, Windstärke) sowie die Energiebilanzen der einzelnen Gebäude (u.a. Wärmeverbrauch, Solarertrag, solarer Deckungsgrad) in Echtzeit dar.
Seit Januar 2011 läuft ein sehr viel weiter gefasstes Monitoring-Projekt für das gesamte Areal. Schwerpunkte der Messungen liegen im eigentlichen „Nullenergiestadt“-Bereich im Nordteil des B&O-Parks, aber auch die übrigen südlich und einige der westlich gelegenen Gebäude und deren Versorgung werden summarisch erfasst.
Für Messungen und Auswertungen genutzt wird die speziell auf das Monitoring zugeschnittene Software „MoniSoft“ des Fachgebiets Bauphysik und Technischer Ausbau (fbta) der Universität Karlsruhe. Die eigentliche Datenerfassung erfolgt durch eine Struktur, die in Zusammenarbeit mit der EA EnergieArchitektur GmbH erstellt wurde. Hierbei werden die Messdaten in den Gebäuden gebündelt erfasst und mit Hilfe von Logging-PCs an einen zentralen Server auf dem Gelände geschickt. Dort werden die Daten aufbereitet und jede Nacht an den Datenbankserver der Hochschule Rosenheim geschickt wo sie schließlich mit MoniSoft bearbeitet und ausgewertet werden.Für das gesamte Gelände wurden rund 2.000 Messpunkte definiert, die u.a. folgende Messgrößen aufnehmen:
Stromzähler für Verbrauch je Nutzungseinheit sowie für Lüftung, WW-Bereitung (Wärmepumpe), Kühlung und teilweise auch Licht.
Stromverbrauch Heizung, sonstige Haustechnik (Aufzüge, Regelsysteme)
- Wärmemengenzähler für den Heizwärmeverbrauch der Einzelgebäude und je Nutzungseinheit
Wärmemengenzähler für den Warmwasserverbrauch je Gebäude und wo möglich auch je Nutzungseinheit
(Warm-)Wasserzähler für den Warmwasserverbrauch je Nutzungseinheit
Lufttemperaturen und Luftfeuchten, (außen, innen)
Messungen Stromerzeugung bzw. Strombereitstellung aus verschiedenen Quellen (Netz, PV, Wasserkraft, BHKW)
Messungen Wärme- und Kälteerzeugung aus verschiedenen Quellen
Fensteröffnungszeiten und Präsenzmelder
Luftqualität (CO_2-Gehalt, Mischgasgehalt)
Luft-Volumenströme.
Fliegendes Messequipment wird zusätzlich für folgende Datenpunkte verwendet:
Durchflussgeschwindigkeiten, Wärmemengenzähler des Nahwärmenetzes

Oberflächentemperaturen
Thermographien und blower-door Messungen
Messungen der Lichtqualität (Helligkeit, Leuchtdichte etc.).
Im noch nicht bewilligten „Betriebsoptimierungsprojekt“ sollen weiterhin Daten des Wärmenetzes sowie der Wärmeerzeuger aufgenommen werden, um eine optimale Betriebsweise des Gesamtsystems Erzeugung-Verteilung-Verbrauch entwickeln zu können.
Aufgrund des sukzessiven Fortschreitens der Sanierungsmaßnahmen resultiert eine Installationsphase für Sensorik und Datenaufnahme von ca. 12 Monaten, beginnend mit Juli 2011. Im Anschluss daran findet eine 24-monatige Messwerterfassung statt. Die Monisoft-Software erlaubt es, aus der Vielzahl der aufgenommenenen Daten verschiedenste Grafiken zu erstellen, aus denen sich Betriebsverhalten und Zustand der einzelnen Gebäude sowie des Versorgungsnetzes und der Wärmeerzeuger mit ihren Teilkomponenten ablesen lassen. Die Messperiode mit dem kompletten Messsystem und abgesicherten Werten wird sich voraussichtlich von Juli 2012 bis Juni 2014 erstrecken. Zur Verfügung stehen dann aufgezeichnete Messdaten von zwei kompletten Jahren aller teilnehmenden Gebäude, für einzelne Gebäude teilweise auch über einen deutlich längeren Zeitraum.

Kenndaten Energie

	vorher	Potenzial	nachher	Einheit
Summierte Energiebezugsfläche (Bruttogrundfläche)	70.000,00			m²
Berechneter Endenergiebedarf typischer Wohngebäude (nach EnEV 2007)	351,00	130,00		kWh/m²a
Berechneter Primärenergiebedarf typischer Wohngebäude (nach EnEV 2007)	459,00			kWh/m²a
Berechneter Endenergiebedarf typischer Bürogebäude (nach EnEV 2007)	268,00	89,00		kWh/m²a
Berechneter Primärenergiebedarf typischer Bürogebäude (nach EnEV 2007)	351,00			kWh/m²a
Berechneter Endenergiebedarf der Sport- und Veranstaltungshallen (nach EnEV 2007)	250,00	95,00		kWh/m²a
Berechneter Primärenergiebedarf der Sport- und Veranstaltungshallen (nach EnEV 2007)	275,00			kWh/m²a

Projekt-Poster "Konversion Militärbrache Bad Aibling" (PDF, 1.3 MB)
A. Kerschberger: Conversion of military wasteland to Zero Energy City (PDF, 615.4 KB)