



Gebäude sanieren – Universitätsbibliothek

Abb 1



- ▶ **Reduzierung des Primärenergieverbrauchs um rund 70%**
- ▶ **Energetische, architektonische und ergonomische Verbesserungen ergänzen sich**
- ▶ **Heizung, Lüftung und Kühlung unabhängig voneinander besser regelbar**

Die Staats- und Universitätsbibliothek Bremen – repräsentativ für öffentliche Zweckbauten der 70er Jahre – wurde umfassend saniert. Eine erste Zwischenbilanz nach 10 Monaten im Betrieb ergibt eine Reduzierung des Primärenergiebedarfes von rund 70%.

Die 1971 gegründete Universität Bremen wird ständig größer. Gleichzeitig steigen die Energiepreise. Der insgesamt wachsende Energieverbrauch der Universität gab deshalb Anlass, über Einsparpotenziale nachzudenken. Da die Anfang der 70er Jahre errichtete Staats- und Universitätsbibliothek (SuUB) mit am meisten Energie auf dem Campus verbrauchte, wurde eine gesamtenergetische Sanierung dieses Gebäudes beschlossen.

Die Entscheidung zur energetischen Erneuerung war eng verknüpft mit Vorstellungen zur Verbesserung der Nutzbarkeit und Attraktivität für die Besucher. Als Bibliotheksgebäude naturgemäß mit viel Platz für Bücher, aber nur wenig hellen Fensterbereichen ausgestattet, war für die Räume ein neues Beleuchtungskonzept gefragt. Auch der Aufenthalt, ob zwischen Regalreihen oder im Lesebereich, sollte angenehmer werden – mit angemessener Beleuchtung, wohltemperiert und nicht mehr begleitet von Geräuschen aus Lüftungskanälen.

Bauwerk, Baukonstruktion und technische Ausstattung bieten ein repräsentatives Beispiel für Büro- und Verwaltungsgebäude der 60er

bis 80er Jahre, deren Modernisierung in den nächsten Jahren verstärkt ansteht. Das Sanierungsprojekt SuUB kann damit als Vorbild dienen. Die Beteiligten erhoffen sich eine Art „Leitfaden“ für die energetische Sanierung von Gebäuden der 70er Jahre, auf den für weitere Sanierungsprojekte der Universität, aber auch für andere öffentliche und private Bauvorhaben, zurückgegriffen werden könnte. Insgesamt wurden über 15 Mio. Euro in die Sanierung investiert, davon 7,24 Mio. Euro für energetische Maßnahmen und deren wissenschaftliche Begleitung. Weiterhin wurden die Sanierung der technischen Infrastruktur, die Modernisierung und ein neues Raumnutzungskonzept finanziert.

Die energetische Sanierung wurde vom Bundesministerium für Wirtschaft und Arbeit (BMWA) im Rahmen des Förderkonzeptes „Energetische Verbesserung der Bausubstanz (EnSan)“ gefördert. Das Monitoring sicherte Kenntnisse über Energienutzung und Raumklima im Bestand als Planungsgrundlage und kontrolliert das Sanierungsergebnis über einen längeren Zeitraum.

► Das Gebäude

Die Bibliothek wurde 1975 eröffnet. Sie bietet neben den Präsenzbereichen auch Verwaltungsräume, Werkstätten und einen Vortragssaal sowie Nebenflächen für Technik. Der Grundriss ist nahezu quadratisch angelegt und entwickelt sich über 5 Ebenen. Die großzügige Präsenzfläche führt zwangsläufig zu großen und tiefen Räumen. Dadurch verfügt das sehr kompakte Gebäude aber auch über ein günstiges A/V-Verhältnis von 0,2 m⁻¹.

Der Bau ist als Stahlbetonskelettbau mit Vorhangfassade ausgeführt. Die feinteilige vertikale Gliederung dieser Fassade wird von der Universität als markantes Gestaltungselement angesehen, weshalb für die Sanie-

rung ihr Erhalt gefordert war. Typisch für die Bauzeit ist die Fassade mit Festverglasung. Entsprechend der damaligen Auffassung von Komfort und thermischer Behaglichkeit wurden sämtliche Gebäudeflächen maschinell klimatisiert.

Abb 2: Ausgewählte Gebäudekenndaten

Baukonstruktion	Stahlbetonskelettbau, Vorhangfassade aus Aluminium / Glas
Bruttogeschosfläche	26.200 m ²
Hauptnutzfläche	20.800 m ²
Bruttorauminhalt	118.972 m ³
A/V-Verhältnis	0,2 m ⁻¹

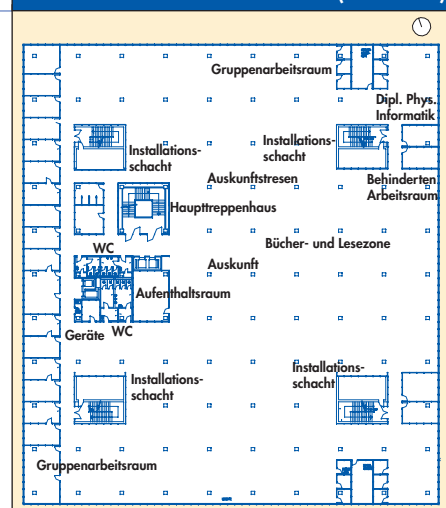
► Sanierungsziele

Die hohen Energiekosten der Universität erforderten eine erhebliche Energieeinsparung. Eine Sanierung des Gebäudes der SuUB, mit 831 kWh/m²a ein sehr großer Verbraucher, lag deshalb nahe. Ziel war es, mehr als 50% des ursprünglichen Primärenergiebedarfs einzusparen.

Daneben klagten Bibliotheksnutzer wieder-

holt über das Raumklima, unausgewogene Beleuchtung, nicht zu öffnende Fenster, schlechte Temperierung sowie einen permanenten Geräuschpegel. Eine Modernisierung sollte diese Probleme ebenfalls lösen. Für den Verwaltungsbereich war es entscheidend, trotz Verzicht auf eine Klimatisierung zu jeder Zeit ein angeneh-

Abb 3: Grundriss des Gebäudes (Ausschnitt)



mes Innenraumklima zu sichern.

Neben der energetischen Sanierung sollte der Eingangsbereich umgestaltet und die Innenausstattung sowie die technische und rechentechnische Ausstattung der Arbeitsbereiche modernisiert werden.

Alle Maßnahmen mussten bei laufender Nutzung durchgeführt werden.

Abb 4: Ausgangszustand und Sanierungsmaßnahmen

	vor Sanierung	nach Sanierung
U-Wert Fassade	ca. 2,35 W/(m ² K)	1,60 W/(m ² K)
U-Wert Fenster	3,5 W/(m ² K)	1,77 W/(m ² K)
U-Wert Dach	0,84 W/(m ² K)	0,27 W/(m ² K)
Heizung	ausschließlich Klimaanlage	konventionelle Heizkörper (an den Fassadenfronten)
Lüftung	ausschließlich Klimaanlage	Fensterlüftung (in Büros) bzw. Lüftungsanlage (Innenbereiche)
Klima	ausschließlich Klimaanlage	wassergestützte Raumkühlgeräte
Beleuchtung	größtenteils Leuchtstoffröhren mit konventionellen Vorschaltgeräten	Spiegelrasterleuchten mit T5-Leuchtmittel und elektrischen Vorschaltgeräten
Primärenergiebedarf	831 kWh/(m ² a)	ca. 230 kWh/(m ² a)

Innovative Finanzierung

Die energetische Sanierung kostete 7,24 Mio. Euro. 50% wurden durch das Zukunftsinvestitionsprogramm (ZIP) sowie das Förderkonzept EnSan finanziert. Für den Eigenanteil der Universität waren zunächst im Haushalt keine Investitionsmittel vorhanden. Die Idee, die Gesamtfinanzierung über einen Performance-Contracting-Vertrag zu ermöglichen, verwarf der Bauherr aber nach eingehender Prüfung. Stattdessen wurde ein Kommundarlehen aufgenommen, dessen Tilgung über die zukünftige Haushaltsentlastung durch die Energiekostenreduzierungen erfolgt. Die Universität schlüpfte dabei selbst in die Rolle des Contractors – übernahm die Risiken, aber auch die wirtschaftlichen Chancen eines solchen Verfahrens („Intracting“). Die übertroffenen Einsparprognosen und die ständig steigenden Energiepreise sprechen für diese Entscheidung..

► Gebäudehülle

Die Fassade ist eine Pfosten-Riegel-Konstruktion aus einer Zweifachverglasung mit Aluminiumprofilen. Aufgepresste Innenprofile gewährleisten eine gewisse thermische Entkopplung. Auf Öffnungsflügel wurde beim Bau des Gebäudes verzichtet. Eine außen liegende Stahlrahmenkonstruktion trägt feste wie bewegliche Sonnenschutzgläser. Neben der feingliedrigen Glasfassade ist diese Konstruktion ein weiteres Gestaltungsmerkmal der SuUB. Die beweglichen Aluminiumjalousien werden fassadenweise über Motoren gesteuert.

Für eine Fassadensanierung sprachen sowohl energetische Gründe als auch die Verbesserung der thermischen Behaglichkeit und der individuellen Regelungsmöglichkeiten für die Nutzer. Insbesondere die Verwaltungsräume, die ca. 10% der HNF aus-

machen, konnten durch den Einbau von Öffnungsflügeln an Behaglichkeit und Nutzerfreundlichkeit gewinnen. Das eingebaute neutrale Sonnenschutzglas (g=0,38) in Kombination mit den vorhandenen Sonnenschutzelementen gewährleistet den sommerlichen Wärmeschutz.

Die Dachflächen wiesen im Bereich der Dachterrasse in der oberen Ebene zu geringe Dämmung auf und wurden auf Dämmstärken von 100 bzw. 140 mm ergänzt.

Das Bibliotheksgebäude ist nicht unterkellert, die Bodenplatte ist ungedämmt. Etwa ein Drittel der spezifischen Transmissionswärmeverluste ergeben sich an den erdreichanliegenden Flächen. Eine Verbesserung dieser Situation war wirtschaftlich nicht vertretbar.

Abb 5: Markante Details der Fassade



► Heizung, Lüftungs- und Klimatechnik

Strom und Wärme liefert das nahe Müllheizkraftwerk. Von dort wird Heißwasser (130 / 90°C) zu einer zentralen Übergabestation im Bibliotheksgebäude geleitet. Die Kälteversorgung mit 6 / 15°C erfolgt aus der universitätseigenen Kältezentrale. Ein Umformer in der Technikzentrale des Gebäudes erzeugt den für die Luftbefeuchtung erforderlichen Dampf.

Vor der Sanierung verbrauchte die Vollklimatisierung aller Räume extrem viel Energie. Zur Luftaufbereitung befanden sich in Ebene 0 mehrere raumlufttechnische Zentralgeräte, die Abluftgeräte standen im Dachgeschoss. Eine Wärmerückgewinnung war nur in geringem Umfang durch Luftbeimischung möglich.

Außenliegende Räume wurden durch das Mischen von Warm- und Kaltluft temperiert. Eine Fensterblasanlage erwärmte die Innenscheiben, um Kälteabfall und Kondenswasserbildung zu vermeiden. Für die innenliegenden Räume konnte die Zuluft vor den Luftauslässen nacherhitzt werden.

Eine bedarfsgerechte und damit energiesparende Regelung von Heizung, Kühlung und Lüftung unterschiedlicher Bereiche war bei diesem System nicht möglich. Daneben führten unabgestimmte Druckverhältnisse in der Anlage zu Geräuschproblemen.

Im Zuge der Sanierung wurde das ursprünglich einbündige System aufgelöst und durch drei voneinander unabhängige Anlagen für Heizung, Lüftung und Kühlung ersetzt: Außenliegende Räume werden jetzt natürlich be- und entlüftet. Den Mindestluftwechsel für die innenliegenden Räume sichert eine minimierte Klimaanlage mit einer leistungsfähigen Enthalpierrechgewinnung. Diese ist über Variabel-Volumenstromregler (VVS) regelbar, was weitere Möglichkeiten zu einem energiesparenden Betrieb eröffnet.

Heiz- und Kühlenergie werden durch das Medium Wasser transportiert und lösen die energieintensive Verteilung durch Luft ab. Im Bereich der Glasfassaden wurden konventionelle Heizkörper nachgerüstet, die

u.a. den Kaltluftabfall im Fensterbereich verringern, so dass auf die Fensterblasanlage verzichtet werden konnte. Ihre elektronischen Ventile schließen bei geöffnetem Fenster selbsttätig. Die im Gebäudeinneren anfallenden höheren Wärmelasten werden durch nachgerüstete wassergestützte Raumkühlgeräte ausgeglichen. Die Abwärme der dafür eingesetzten Wärmeübertrager kommt der Außenluftvorwärmung zugute. Durch die Summe der Maßnahmen wird die bedarfsgerechte Regelung der Haustechnik möglich. So können die raumlufttechnischen Anlagen in der Nebenzeit abgeschaltet werden, während die Räume weiter temperiert werden. Für die Lüftungsanlagen konnten vorhandene Bauelemente nach einer Reinigung wieder verwendet werden, was Kosten sparte.

► Beleuchtung

Abb 6: Die neue Leuchtenanordnung berücksichtigt die Möblierung



Bei einem Verhältnis von Fassade zu Bibliotheksfläche von 1:7 reicht in den Innenzonen die Tageslichtversorgung trotz der großen Glasflächen nicht aus. Zusätzlich beeinträchtigt die Regalaufstellung die Verteilung von Tages- und Kunstlicht. Das einheitliche Leuchtenraster ließ keine individuellen Anpassungen zu - im Inneren wurde zu wenig, in den Fassadenbereichen zuviel Beleuchtungsstärke gemessen. Eine bedarfsorientierte Steuerung fehlte.

Nach der Sanierung ermöglicht eine abgehängte Decke eine vom Deckenraster freie Leuchtenanordnung, so dass insbesondere

die Anordnung der Regale und Verkehrswege berücksichtigt werden konnte. Durch effizientere Beleuchtungstechnik konnte die Leuchtenanzahl verringert und die Anschlussleistung um ca. 40% gesenkt werden. Dennoch wird hier mit einer Beleuchtungsstärke von 430 bis 510 lux die Mindestanforderung nach DIN 5035 bequem erreicht. Ein Bussystem in den fassadennahen Bereichen zur tageslichtabhängigen Leuchtensteuerung spart Strom.

Die Möglichkeiten zur Energieeinsparung mit dem neuen Beleuchtungskonzept wird dadurch gemindert, dass im Ausgangszu-

stand die Beleuchtungsstärke nicht überall ausreichend war. Dennoch wird erwartet, dass die realisierte Beleuchtungsleistung bei ca. 10 – 12 W/m² liegt. Vorher waren es über 20 W/m². Die Beleuchtungswärme stellt in den innenliegenden Bibliotheksbereichen den größten Kühllastanteil dar, d.h. die Senkung des Strombedarfs für die Beleuchtung senkt auch den Kühlbedarf der Räume.

► Betriebserfahrungen

Inzwischen liegen die Messergebnisse der ersten 10 Monate nach Abschluss der Sanierungsarbeiten vor, die eine erste Hochrechnung auf die zu erwartende jährliche Energieeinsparung erlauben.

Der Vergleich mit dem Ausgangszustand aus dem Jahr 2002 ergibt für 2005 eine Reduzierung des spezifischen Primärenergieverbrauches von 831 kWh/(m²a) auf 230 kWh/(m²a) also rund 70%. Bezogen auf den Stand der Energiepreise im Jahr 2004 beträgt die Energiekostensparnis gegenüber 2002 447.000 Euro pro Jahr bzw. 74%. Diese Hochrechnung wird 2006 weiter aktualisiert und witterungsbereinigt.

Aufgrund anlaufender Maßnahmen zur Betriebsoptimierung wird im zweiten Betriebsjahr eine noch höhere Gesamtenergieeinsparung erwartet.

Abb 7: Verbrauchswerte vor und nach der Sanierung

	Verbrauch 2002	Verbrauch 2005	Ersparnis
Strom Beleuchtung	1.175 MWh/a	645 MWh/a	45%
Strom Klimatisierung	2.399 MWh/a	651 MWh/a	73%
Wärme	5.393 MWh/a	910 MWh/a	83%
Kälte	1.174 MWh/a	136 MWh/a	88%
Primärenergie	831 kWh/(m ² a)	231 kWh/(m ² a)	69%

► Fazit

Das Beispiel Staats- und Universitätsbibliothek Bremen zeugt von einem engagierten Projektmanagement, denn trotz ununterbrochener Nutzung des Gebäudes konnte der Fertigstellungstermin gehalten und das Budget unterschritten werden. Die ermittelten Energieeinsparungen übertreffen die Zielvorstellungen weit.

Die wesentliche Optimierung wird durch den Einsatz einer neuen, bedarfsgerechten RLT-Anlage in Kombination mit einer konventionellen Heizungsanlage erreicht. Die alte Klimaanlage wird dadurch energetisch sinnvoll ersetzt. Mit der Modernisierung des Beleuchtungskonzeptes wird die Belichtungssituation der unterschiedlichen Bibliotheksbereiche wesentlich verbessert. Öffnungsflügel anstelle von Festverglasung steigern den Nutzerkomfort in den Büroräumen. Die Attraktivität und Aufenthaltsqualität der Bibliothek hat sich insgesamt erhöht.

Das Gebäude ist hinsichtlich seiner Kubatur, der bauphysikalischen Eigenschaften und der technischen Anlagen repräsentativ für die Zeit seiner Errichtung in den 1970er Jahren. Entsprechend könnten die in diesem Projekt gewonnenen Erfahrungen auf eine Vielzahl ähnlicher Gebäude dieser Zeit Anwendung finden.

► PROJEKTADRESSEN

Projektdurchführung

- Staats- und Universitätsbibliothek Bremen
Bibliothekstraße 1
28359 Bremen

Wissenschaftliche Begleitung

- Hochschule Bremerhaven
Herr Prof. Dr.-Ing. Peter Ritzenhoff
Studiengang Versorgungstechnik und Anlagenbetriebstechnik
An der Karlstadt 8
27568 Bremerhaven
- schiller engineering
Dipl.-Ing. Heiko Schiller
Ulmenstraße 50b
22299 Hamburg
- Hochschule Bremen - Architektur
Prof. Dipl.-Ing. Ingo Lütkemeyer
Neustadtswall 30
28199 Bremen

► ERGÄNZENDE INFORMATIONEN

Internet

- www.gosub.uni-bremen.de
- www.ensan.de

Service

- Ergänzende Informationen wie Literatur, Adressen und Internet-Links sind bei BINE erhältlich oder im Internet unter www.bine.info (Service/Infoplus) abrufbar.

PROJEKTORGANISATION

■ Förderung

Bundesministerium
für Wirtschaft und Arbeit (BMWA)
11019 Berlin

Projekträger Jülich (PTJ) des BMWA
Forschungszentrum Jülich GmbH
Jürgen Gehrman
52425 Jülich

■ Förderkennzeichen

0327292A,B

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.

■ Autorinnen

Franziska Herborn
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 Arbeit 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



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