

SCHALLSCHUTZ + BAUPHYSIK
AKUSTIK + MEDIEN-TECHNIK
ERSCHÜTTERUNGSSCHUTZ
UMWELTECHNOLOGIE

PEUTZ
CONSULT

Sanierung Bühnen Köln: Zusammenfassung bauphysikalischer und energetischer Maßnahmen zum Wärmeschutz

Stand: Entwurfsplanung, 05.09.2011

Bericht T 5048-25 vom 05.09.2011

Auftraggeber: Bühnen Köln
Offenbachplatz
50667 Köln

Bericht-Nr.: T 5048-25

Datum: 05.09.2011

Niederlassung: Düsseldorf

Ref.: HK / IR

Peutz Consult GmbH Beratende Ingenieure VBI

Messstelle nach
§ 26 BImSchG zur
Ermittlung der Emissionen
und Immissionen von
Geräuschen und
Erschütterungen

Leitung:

Dipl.-Phys. Axel Hübel

Dipl.-Ing. Heiko Kremer
Staatlich anerkannter
Sachverständiger für
Schall- und Wärmeschutz

Dipl.-Ing.
Ralf Bauer-Diefenbach

Dipl.-Ing. Mark Bless

Anschriften:

Kolberger Straße 19
40599 Düsseldorf
Tel. +49 211 999 582 60
Fax +49 211 999 582 70
dus@peutz.de

Martener Straße 535
44379 Dortmund
Tel. +49 231 725 499 10
Fax +49 231 725 499 19
dortmund@peutz.de

Knesebeckstraße 3
10623 Berlin
Tel. +49 30 310 172 16
Fax +49 30 310 172 40
berlin@peutz.de

Geschäftsführer:

Dipl.-Ing. Gerard Perquin
Dipl.-Ing. Jan Granneman
Dipl.-Ing. Ferry Koopmans
AG Düsseldorf
HRB Nr. 22586
Ust-IdNr.: DE 119424700
Steuer-Nr.: 106/5721/1489

Bankverbindungen:

Deutsche Bank
Konto-Nr.: 173 813 700
BLZ 500 700 10
DE81500700100173813700
BIC: DEUTDEFFXXX

Stadt-Sparkasse Düsseldorf
Konto-Nr.: 220 241 94
BLZ 300 501 10
DE79300501100022024194
BIC: DUSSEDDXXX

Sparkasse KölnBonn
Konto-Nr.: 1900 485 762
BLZ 370 501 98

Niederlassungen:

Mook / Nimwegen, NL
Zoetermeer / Den Haag, NL
Groningen, NL
Paris, F
Lyon, F
Leuven, B
London, UK
Sevilla, E

www.peutz.de

Inhaltsverzeichnis

1	Planerische Ausgangssituation.....	3
2	Anforderungen.....	4
3	Ergebnisse.....	5
3.1	Neubau.....	5
3.2	Sanierungsmaßnahme.....	6

1 Einleitung

Das im Jahr 1957 eröffnete Opernhaus und das Schauspielhaus aus dem Jahr 1962 sollen grundlegend saniert werden. In der heutigen baulichen Situation stellen sich die Außenbauteile weitgehend noch in der ursprünglichen Form dar. Die Fassaden des Opernhauses einschließlich der Werkstatttürme bestehen aus Sichtbeton, Klinkerfassade und Natursteinfassade (Nagelfluh), zumeist ohne jegliche Wärmedämmung. Im Bereich der Fenster der Werkstatttürme und des Sockelgebäudes wurden teilweise Doppelverglasungen eingebaut, die jedoch nicht dem heutigen Stand der Technik entsprechen. Das Gleiche gilt für die Klinkerfassaden sowie die Sichtbetonfassade des Bühnenturms am Schauspielhaus sowie die Fassaden der Opernterrassen.

Gemäß der Objektplanung und insbesondere der Abstimmungen mit dem Denkmalschutz ist das äußere Erscheinungsbild der Gebäude unverändert zu belassen, wodurch sich auch Auswirkungen auf den erreichbaren energetischen Standard des Wärmeschutzes ergeben. Planungsziel ist es aber, eine möglichst umfassende energetische Ertüchtigung umzusetzen.

Neben der Sanierung der Bestandsgebäude sieht der Entwurf der Objektplanung bauliche Erweiterungen vor: zwischen Opernhaus und Schauspielhaus sollen unterirdische Lagerflächen erweitert werden, sowie eine neue Spielstätte für die Kinderoper, südlich angrenzend an das Foyer des Opernhauses, errichtet werden. Des Weiteren wird der Anlieferhof des Opernhauses an der Krebsgasse teilweise überbaut, und zwischen Werkstatttürmen werden in Obergeschossen neue Probe-, Bühnen- und Technikräume ergänzt. Alle diese Bereiche sind als Neubaubereiche mit entsprechenden Anforderungen an den energiesparenden Wärmeschutz zu sehen.

Das energetische Konzept zur Sanierung der Bestandsgebäude und für die baulichen Erweiterungen wird nachfolgend beschrieben.

2 Anforderungen

Die wichtigsten Punkte der vielfältigen Projektanforderungen, wie öffentlich-rechtlicher Vorschriften zum Wärmeschutz (Energie-Einsparverordnung EnEV, EEWärmeG), ergänzender Vorschriften der Stadt Köln (Energieleitlinien) und der Anforderungen, die sich aus dem Denkmalschutz des Objektes ergeben, werden im Folgenden in einer kurzen Übersicht dargestellt.

Energie-Einsparverordnung (EnEV) 2009

1. öffentlich-rechtliches Nachweisverfahren
2. Nachweis des Primär-Energiebedarfes und der Wärmeverluste über Transmission der Gebäudehülle
3. Unterscheidung zwischen Neubaumaßnahmen (Lager UG, Verwaltungsbüros, Kinderoper, Opernterrassen etc.) und Sanierungsmaßnahmen (Werkstatt-Türme, Sockelgebäude, Fenster- und Dachflächen etc.)

Energieleitlinien der Stadt Köln (Stand 2010)

1. zusätzliche Anforderungen für Neubau- und Sanierungsvorhaben der Stadt Köln
2. Orientierung an dem Nachweisverfahren nach EnEV mit z.T. besonderen Anforderungen (z.B. Passivhaus-Standard, bevorzugte Nutzung der Fernwärme Köln...)
3. Investitions- und Betriebskosten über die Lebensdauer des Gebäudes sollen minimiert werden

Denkmalschutz

1. Opernhaus, Schauspielhaus und der Opernterrasse steht unter Denkmalschutz
2. das äußere Erscheinungsbild des gesamten Komplexes möglichst beibehalten
3. Eingruppierung von Räumen und Bauteilen in verschiedene denkmalpflegerische Anforderungsniveaus (hohe / mittlere / niedrige Anforderungen)

Insgesamt ergeben sich aus den Auflagen des Denkmalschutzes zwangsläufig umfangreiche Abweichungen von den Anforderungen der EnEV und der Energieleitlinien der Stadt Köln.

Ausnahmen sind möglich, wenn die genannten Werten mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand nicht erreicht werden können oder wenn aus technischen oder denkmalpflegerischen Gründen einzelne Anforderungen nicht eingehalten werden können. Planungsziel ist es aber, die Anforderungen soweit wie möglich umzusetzen, unter Berücksichtigung der Anforderungen an den Denkmalschutz und den Mindestwärmeschutz im Gebäude.

3 Energetisches Konzept und energetische Maßnahmen

3.1 Neubaubereiche

Maßgebend für die energetische Auslegung der Gebäudehülle sind die Anforderungen der Kölner Energielinetlinien, die deutlich über die Anforderungen der EnEV hinausgehen. Die energetische Qualität der Gebäudehülle, ausgedrückt durch den U-Wert, orientiert sich an den Vorgaben der Energieleitlinien. Diese Anforderungen werden ebenfalls zumeist übertroffen. Die U-Werte des Referenzgebäudes der EnEV werden insgesamt deutlich unterschritten (vgl. Tabelle 3.1).

Tabelle 3.1: Aufstellung der wärmetechnisch wichtigsten Bauteile - Neubau

Bauteil (Auszug)	U-Wert "Referenzge- bäude" EnEV [W/m ² K]	U-Wert "Referenzge- bäude" Kölner Leitlinien [W/m ² K]	U-Wert Planung [W/m ² K]
Außenwände (Zonen $\geq 19^{\circ}\text{C}$)	0,28	0,18	0,17
Wände im Lagerbereich UG (niedrig beheizt)	0,35	-	0,31
Boden gegen Erdreich (Lager; niedrig beheizt)	0,35	-	0,30
Boden gegen Außenluft (Büro)	0,28	0,18	0,18
Fenster	1,30	1,10	1,10
Dach (Büros)	0,20	0,14	0,13
Dach (Dekolager, niedrig beheizt)	0,35	-	0,21

Ebenfalls bestehen hohe Anforderungen an die energetische Qualität der haustechnischen Komponenten. Auf Grund der besonderen Nutzung des Gebäudes, der haustechnischen Randbedingungen und des Anschlusses an das bestehende Gebäude können hier die Vorgaben der Energieleitlinien aber nicht überall erfüllt werden.

Für die energetischen Berechnungen und Nachweise gemäß EnEV wird das Gebäude in Abhängigkeit der Nutzung in verschiedene Berechnungszonen unterteilt. Der Primärenergiebedarf wird unter Berücksichtigung der Nutzungsrandbedingungen gemäß DIN V 18599 sowie der vorgesehen haustechnischen Anlagentechnik für jede betrachtete Zone berechnet und für das jeweilige Gesamtgebäude summiert.

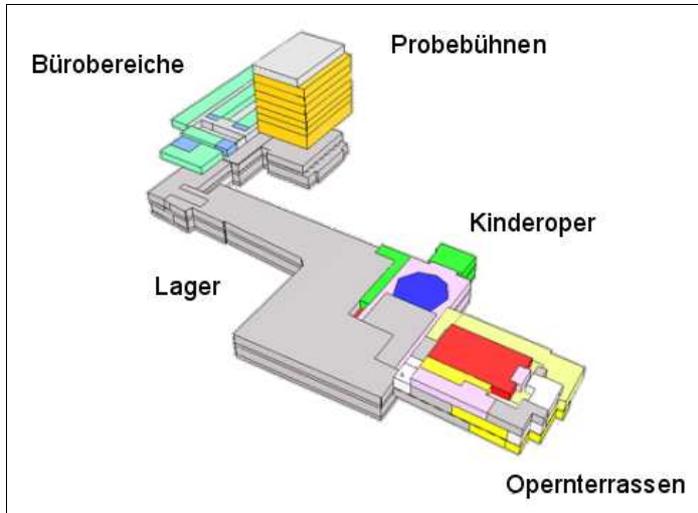


Abbildung 1: Zonierung Neubaubereiche

Der Jahresprimär-Energiebedarf des Referenzgebäudes nach EnEV für Neubauten von $Q_{P,zul} = 159 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ wird mit einem berechneten Primärenergiebedarf von $Q_P' = 73,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$ um ca. 54% unterschritten. Die Anforderungen gemäß der Energieleitlinien der Stadt Köln können wegen der haustechnischen Randbedingungen und des Anschlusses an das bestehende Gebäude aber nicht erfüllt werden.

Leitlinien

40,2 kWh/(m²a)

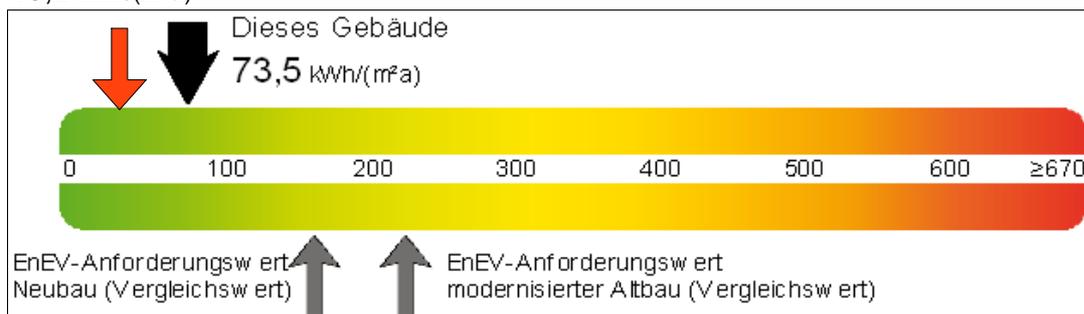


Abbildung 2: Einordnung des Jahresprimärenergiebedarfs pro beheizte Nutzfläche für den Neubau

3.2 Bestandsgebäude (Sanierung)

Im Rahmen der Sanierung des denkmalgeschützten Opernhauses und Schauspielhauses wurde darauf hin gearbeitet, eine deutliche Verbesserung der energetischen Qualität der Gebäudehülle zu erzielen. Nach Möglichkeit werden sämtliche Außenbauteile energetisch deutlich verbessert. Auf Grund der Auflagen des Denkmalschutzes sind aber die hohen Anforderungen der EnEV und der Kölner Energieleitlinien aber nicht komplett umsetzbar. So ist z.B. für die Werkstatttürme des Opernhauses eine energetisch wünschenswerte Außendämmung nicht umsetzbar. Insgesamt werden sämtliche oberirdischen Außenbauteile - größtenteils erstmalig - wärmegeklämt. Kompromisse bei der Qualität der Wärmedämmung werden nur dort gemacht, wo es aus Gründen des Denkmalschutzes erforderlich ist. So können auf Grund der Anforderungen des Denkmalschutzes zwar die Zielwerte der EnEV und Kölner Energieleitlinien nicht eingehalten werden, aber im Vergleich zum heutigen Zustand wird eine deutliche Verbesserung der energetischen Qualität erreicht.

Die wesentlichen Maßnahmen sind nachfolgend aufgeführt:

- Dämmung sämtlicher Dächer Opernhaus + Schauspielhaus gemäß Anforderungen EnEV und Energieleitlinien
- Dämmung Sichtbetonfassade Werkstatttürme mit innen liegender Dämmung (Calci-umsilikatplatten)
- Dämmung der Klinkerfassaden Sockelgebäude und Schauspielhaus mit Wärmedämmverbundsystem (Dämmdicke reduziert wegen Denkmalschutz)
- innen liegende Dämmung der Massivfassaden der Vorderhäuser mit reduzierter Dämmdicke
- Dämmung der Bühnentürme:
 - außen liegende Dämmung am Bühnenturm Schauspielhaus (Anforderungen EnEV und Energieleitlinien werden eingehalten)
 - innen liegende Dämmung der Ostfassade Bühnenturm Opernhaus (reduzierte Dämmdicke)
- Erneuerung der Fenster:
 - Vorderhäuser und Treppenaufgang Opernhaus: Einbau neuer Isolierverglasungen, Beibehalt der vorhandenen Rahmenkonstruktionen
 - Sockelgebäude Schauspielhaus: weitgehend Ersatz neuer Fenster
 - Werkstatttürme: Austausch der Fenster, Rahmen nach historischem Vorbild, Anlehnung der energetischen Qualität an Anforderungen EnEV (U ca. $1,70 \text{ W/m}^2\text{K}$).

Des Weiteren wird auf die Detailgestaltung Wert gelegt. So werden in den Bereichen, in denen unvermeidbar Wärmebrücken verbleiben, ergänzende Flankendämmungen vorgesehen. Die Stahlträger im Bühnenturm, die an zahlreichen Stellen an der östlichen Portalwand befestigt werden, werden thermisch entkoppelt, um den Wärmeabfluss zu minimieren.

Tabelle 3.2: Aufstellung der wärmetechnisch wichtigsten Bauteile - Sanierung OH / SH

Bauteil (Auszug)	U-Wert EnEV [W/m ² K]	U-Wert Kölner Leitlinien [W/m ² K]	U-Wert Planung [W/m ² K]
Außenwände Werkstatttürme Opernhaus (Innendämmung)	0,24	0,20	0,61-0,77
Außenwände Klinkerfassade Sockelgebäude Opern- haus und Schauspielhaus	0,24	0,20	0,56
Außenwand Bühnenturm Schauspielhaus	0,24	0,20	0,19
Außenwand Bühnenturm Opernhaus (Innendämmung)	0,24	0,20	0,61
Dach Bühnentürme, Dach Zuschauerhäuser, Dach Werkstattturm Opernhaus	0,20	0,18	0,16
Fenster Werkstatttürme Opernhaus	1,30	1,30	1,70
Fenster Foyers Opernhaus und Schauspielhaus, Fensetr Treppenaufgänge Opernhaus	1,30	1,30	ca. 2,60

Auch für das zu sanierende Opernhaus und Schauspielhaus wird das Gebäude in Abhängigkeit der Nutzung in verschiedene Berechnungszonen unterteilt und Primärenergiebedarf für jede betrachtete Zone berechnet.

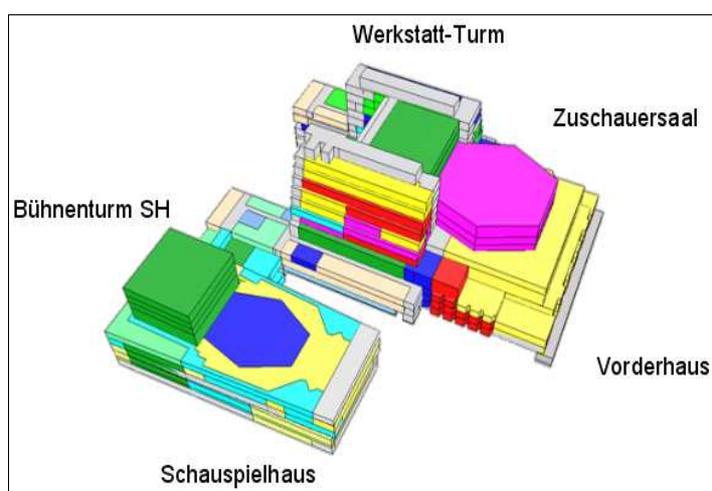


Abbildung 3: Zonierung Gebäudesanierung

Für die zu sanierenden Gebäudeteile des Opernhauses und Schauspielhauses ergibt sich mit der primärenergetisch vorteilhaften Fernwärmeversorgung ein Jahres-Primärenergiebedarf von 121,3 kWh/(m²a). Der entsprechende Anforderungswert der EnEV für modernisierte Altbauten beträgt hier ca. 248 kWh/(m²a). Die primärenergetischen Anforderungen der EnEV für modernisierte Altbauten werden somit um mehr als 50% übertroffen. Sogar die primärenergetischen Anforderungen der EnEV an Neubauten werden deutlich um ca. 31% unterschritten.

Die Kölner Energieleitlinien sehen vor, dass für sanierte Gebäude die Anforderungen an einen vergleichbaren Neubau um maximal 15% überschritten werden. Diese primärenergetischen Anforderung der Kölner Energieleitlinien sind hier somit ebenfalls erfüllt.

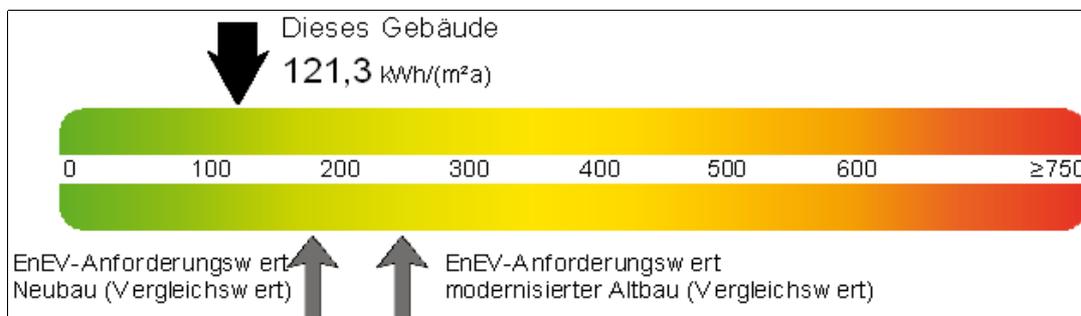


Abbildung 4: Einordnung des Jahresprimärenergiebedarfs pro beheizte Nutzfläche für die Sanierungsmaßnahme

Insgesamt ist festzustellen, dass im Rahmen der Sanierung der Bühnen der Stadt Köln eine umfangreiche energetische Sanierung einhergeht, mit der eine deutliche Verbesserung der Energieeffizienz der Gebäude erreicht wird. Die Gebäudehülle wird unter Berücksichtigung der Anforderungen des Denkmalschutzes energetisch saniert, und es wird eine komplett neue Anlagentechnik auf dem Stand der Technik eingesetzt. Unvermeidbare Abweichungen von den Vorgaben der Energieeinsparverordnung und der Energieleitlinie ergeben sich auf Grund des Denkmalschutzes.

Dieser Bericht besteht aus 9 Seiten.

Peutz Consult GmbH

i.V. Dipl.-Ing. Heiko Kremer