

# Anforderungen an die technische Gebäudeausrüstung

## Anlage zum Bedarfsplan für das Bauvorhaben Opernhaus Nürnberg

### 1 Einsparung von Energie / Erneuerbare Energien (Heizung, Klima Lüftung, Elektroanlagen)

Im Sinne des Gesetzes zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz – GEG, 08.08.2020) ist ein möglichst sparsamer Einsatz von Energie in Gebäuden einschließlich einer zunehmenden Nutzung erneuerbarer Energien zur Erzeugung von Wärme, Kälte und Strom für den Betrieb des Opernhauses mit allen Funktionsgruppen anzuwenden. Im Sinne der Suffizienz sollen die energetischen Bedarfe optimiert werden.

Die neu zu planenden Erweiterungsbauten sollen dabei als klimaneutrale Gebäude mit einer Null- bzw. Plusenergiebilanz errichtet werden. Für das Bestandsgebäude des Opernhauses wird, soweit realisierbar, mindestens eine Halbierung des spezifischen Energieverbrauchs für Strom und Wärme angestrebt. Erneuerbare Energien sollen, soweit ökologisch und wirtschaftlich sinnvoll, unter Berücksichtigung denkmalpflegerischer Belange eingebunden werden.

Allgemeine Grundlage für die Auslegung der Anlagen der technischen Gebäudeausrüstung sind die Vornormenreihe DIN V 18599 „Energetische Bewertung von Gebäuden“ und die aktuell geltende DIN-EN 15251 „Eingangsparameter für das Raumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden - Raumluftqualität, Temperatur, Licht und Akustik“. Diese stellen Verfahren zur Bewertung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden zur Verfügung. Die Berechnungen erlauben die Beurteilung aller Energiemengen, die zur bestimmungsgemäßen Heizung, Warmwasserbereitung, raumlufttechnischen Konditionierung und Beleuchtung von Gebäuden notwendig sind. Darüber hinaus sind die Empfehlungen des Arbeitskreises Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen (AMEV) in der aktuellen Fassung maßgeblich zu berücksichtigen.

Im gesamten Bauvorhaben sind die Technikräume für die HKLS-Anlagen (Heizung, Klima, Lüftung, Sanitär), die elektrischen Anlagen sowie die kommunikations-, sicherheits- und informationstechnischen Anlagen entsprechend der gültigen Normen im Verlauf der Planung durch den Gebäudeplaner unter Mitarbeit der Fachplaner bedarfsgerecht anzuordnen und zu dimensionieren.

Die Energiebedarfsdeckung soll mit überwiegend erneuerbaren Energien bzw. der Nürnberger Fernwärme und/oder der Nutzung von Geothermie, mit dem Ziel einer möglichst ökologisch und wirtschaftlich sinnvollen CO<sub>2</sub>-neutralen Wärmeversorgung ggf. unter Einbeziehung von Hybridlösungen, erfolgen.

Im Neubaubereich soll eine größtmögliche Photovoltaikanlage vorgesehen werden. Auch eine umfassende Dachbegrünung ist zu prüfen. Im Außenbereich sollen eLadesäulen vorgesehen werden. Die technische Infrastruktur im Haus ist bei der Planung zu berücksichtigen.

Gebäudespezifische Konzepte für den Neubau sowie das Bestandsgebäude sollen für einen umfassenden sommerlichen Wärmeschutz auf der Grundlage passiver Maßnahmen entwickelt werden. Der Neubaue Gebäudeteil ist hinsichtlich Zonierung, Anteil der Glasflächen, Sonnenschutz, Nachtlüftung, Begrünung und Speichermassen soll so konzipiert werden, dass keine aktive Kühlung erforderlich wird. Anzustrebendes Ziel ist, die Grenze von 26° C in den Nutzungszeiten nicht zu überschreiten. Bei einer längeren sommerlichen Hitzeperiode soll während der üblichen Nutzungszeit die Raumtemperatur jeweils etwa drei Kelvin unter der Außenlufttemperatur liegen.

Alle energie- und wasserverbrauchenden Anlagen und Komponenten sollen ressourcenschonend, hocheffizient und bedarfsgerecht geregelt konzipiert werden.

Für den energieeffizienten Betrieb ist ein Mess- und Monitoringkonzept über die Gebäudeautomation vorzusehen.

Die Haustechnik, insbesondere die raumtechnischen Anlagen, sind unter Berücksichtigung der akustischen Anforderungen künstlerisch genutzter Räume ausreichend leise zu konzipieren (vgl. Ziele und Anforderung für die akustischen Planungen).

## 2 Elektroanlagen

Die Elektroanlagen im Opernhaus sind verbraucht und haben das Ende ihre Lebenszeit erreicht. Im Zuge der Sanierung sind diese daher vollständig zu erneuern. Bei der Erneuerung sind die derzeitigen brandschutztechnischen Mängel in den Elektroanlagen zu beheben. Für die Elektrounterverteiler und Datenverteiler sind zukünftig eigene Räume zuzuordnen.

Die digitale Zukunftsfähigkeit der Elektroanlagen ist besonders zu berücksichtigen.

## 3 Abwasser-, Wasser-, Gasanlagen

Die Abwasser- und Wasseranlagen für das Opernhaus sind vollständig zu erneuern. Dies schließt auch die Ertüchtigung des maroden Abwassernetzes unter dem Opernhaus mit ein. Es sollen möglichst keine Hebeanlagen für Abwasser vorgesehen werden. Die Warmwasserbereitung für die Sanitärräume soll aus energetischer und hygienischer Sicht mit dezentralen Warmwasserbereitern (Durchlauferhitzern) erfolgen. Bei allen Sanitär- und Umkleideräumen ist von einer hohen Gleichzeitigkeit der Nutzung auszugehen.

Große Warmwasserverbraucher, wie z. B. die Küchentechnik der Fertigungsküche, Kantine und Foyergastronomie sind über ein zentrales System mit Warmwasser zu versorgen.

## 4 Raumluftechnische Anlagen

Die raumluftechnischen Anlagen für das Opernhaus sind vollständig zu erneuern. Mechanische Lüftungsanlagen müssen energieeffizient, mit Wärme- und Entfeuchtungskälterückgewinnung sowie bedarfsabhängig regelbar sein.

Die Lüftung ist für einen bedarfsgerechten Betrieb in Abhängigkeit der Nutzung mit variabler Volumenstromregelung auszulegen. Damit verbunden ist ein energiesparendes RLT-Konzept mit guter Anpassung an örtlich und zeitlich wechselnde thermische Lasten, individueller Raumtemperaturregelung durch Veränderung der Volumenströme, zeitweiser Volumenstromreduzierung bzw. Abschaltung von Räumen bei Nichtbenutzung.

In Räumen mit wechselnden Nutzungszeiten und Personenbelegungen ist die Luftqualität in das RLT-Konzept einzubeziehen.

Die Nutzungszeiten der Räume werden über die Managementebene (Gebäudeleittechnik) der Gebäudeautomation auf Grundlage der wöchentlichen Belegungsplanung für die Absenkung der Regelparameter außerhalb dieser Nutzungszeiten übernommen. Ziel ist dabei die Verringerung des Heiz-, Kühl- und Elektroenergiebedarfes. Die Parameter für den abgesenkten Betrieb der Anlagen sind im weiteren Planungsverlauf mit der Bauherrin und der Nutzerin abzustimmen und festzulegen.

Eine vorläufige Variantenuntersuchung, basierend auf Erfahrungswerten und Annahmen zur benötigten Leistung, zur sinnvollen Unterbringung der notwendigen Haustechnikanlagen insbesondere für die Frischluftversorgung, die Abluftentsorgung und die Entrauchung ergab, dass

neben der Unterbringung auf dem Dach theoretisch auch eine unterirdische Einrichtung eines Teils der Geräte möglich ist.

Erst wenn die Nutzer\*innenzahlen, die Raumdimensionen und die Anforderungen endgültig feststehen, kann eine fundierte Fachplanung erfolgen.

## 5 Kälteanlagen

Die Kälteverteilung für das Opernhaus ist vollständig zu erneuern und bedarfsabhängig mit neuen Anlagen zur Kälteerzeugung zu ergänzen.

Dabei ist ein Verbund mit der Kälteerzeugung im Schauspielhaus in Betracht zu ziehen.

Für den notwendigen Kühl- und Klimatisierungsbedarf für Raumbereiche mit besonderen Anforderungen ist ein energieeffizientes und wirtschaftliches Gesamtkonzept, möglichst unter Einsatz erneuerbarer Energien, zu erarbeiten.

Dies ist unter anderem möglich durch zentrale hocheffiziente Kaltwassererzeuger mit hohem Anteil an freier Verdunstungskühlung/Kühlturm oder adiabatische Verdunstungskühlung/sorptiver Entfeuchtung sowie Nutzung der Auskopplung „Freier Kälte“ aus hocheffizienten Systemen zur Wärmerückgewinnung in Lüftungsanlagen. Grundsätzlich ist auch eine Kombination für Grundlast, z. B. mit Niedertemperatur-Absorptionskälte (Basis Fernwärme oder Solar) und Spitzenlastabdeckung mit konventioneller Kälteerzeugung (Basis Strom), auch unterstützt durch PV-Strom, denkbar.

Die Kälteverteilung ist in zwei Netze, in Niedertemperaturnetz (NTK) mit 6 / 12°C und ein Hochtemperaturnetz (HTK) mit z. B. 14 / 20°C oder höher, aufzuteilen.

Die klimatisierten Räume sind auf eine maximale Raumtemperatur von +26°C zuzüglich zulässiger Überschreitungstoleranzen auf Grundlage der DIN-EN 15251 Kategorie II Anhang F auszulegen.

## 6 Wärmeversorgungsanlagen

Der Fernwärmeanschluss und die Heizungsverteilung im Opernhaus sind vollständig zu erneuern. In diesem Zusammenhang sind die Fernwärmeanbindung und die Wärmeverteilung den neuen Auslegungsbedingungen, Raumfunktionen und Raumanordnungen anzupassen. Dabei ist die Wiederherstellung der Wärmeversorgung des Schauspielhauses zu berücksichtigen.

Die in der folgenden Tabelle aufgeführten Parameter stellen Richtwerte da, die im weiteren Planungsverlauf mit der Bauherrin und der Nutzerin insbesondere im Hinblick auf zukünftige klimatische Veränderungen in den Sommermonaten zu vertiefen und entsprechend der zu diesem Zeitpunkt gültigen Mindestanforderungen zu detaillieren sind. Räume ohne besondere Anforderungen sind gemäß den oben aufgeführten gesetzlichen und normativen Vorgaben auszulegen.

Raumart	Anzahl Personen	Luftanteil / Luftwechsel	minimale Temperatur <sup>1)</sup>	maximale Temperatur <sup>1)</sup>	minimale rel. Feuchte <sup>2)</sup>	maximale rel. Feuchte <sup>3)</sup>	Besondere Anforderungen
Zuschauersaal, inkl. Orchestergraben	max. 1250	35 -40 m <sup>3</sup> /h / Person 40 m <sup>3</sup> /h / m <sup>2</sup>	22 °C <sup>4)</sup>	26 °C <sup>5)</sup>	≥45 % rF	≤60 % rF (±5% Tagbetrieb)	mechanisch belüftet, Vollklimaanlage, überwiegend Quellluft an den Sitzplätzen
Glucksaal	max. 210	25 m <sup>3</sup> /h / m <sup>2</sup>	20 °C <sup>4)</sup>	26 °C <sup>5)</sup>	ohne Anforderung	ohne Anforderung (Begrenzung abs. Feuchte auf 12 g/kg)	mechanisch belüftet, Teilklimaanlage, offen zum Foyer
Bühne	max. 200	20 -30 m <sup>3</sup> /h / Person 0,3 m <sup>3</sup> /h / m <sup>2</sup>	22 °C <sup>4)</sup>	26 °C <sup>5)</sup>	≥45 % rF	≤60 % rF (±5% Tagbetrieb)	mechanisch belüftet, Vollklimaanlage hohe Wärmelasten Kombination aus Quellluft und Heizflächen
Unterbühne Ebene 1	max. 60	20 -30 m <sup>3</sup> /h / Person 0,3 m <sup>3</sup> /h / m <sup>2</sup>	22 °C <sup>4)</sup>	26 °C <sup>5)</sup>	≥45 % rF	≤60 % rF (±5% Tagbetrieb)	mechanisch belüftet, Vollklimaanlage hohe Wärmelasten Kombination aus Quellluft und Heizflächen
Unterbühne Ebene 2	max. 20	20 -30 m <sup>3</sup> /h / Person 0,3 m <sup>3</sup> /h / m <sup>2</sup>	22 °C <sup>4)</sup>	26 °C <sup>5)</sup>	≥45 % rF	≤60 % rF (±5% Tagbetrieb)	mechanisch belüftet, Vollklimaanlage hohe Wärmelasten Kombination aus Quellluft und Heizflächen
Probebühnen PB 1 + 2 (groß + Innenlegend)	max. 100 / PB	20 -30 m <sup>3</sup> /h / Person	22 °C <sup>4)</sup>	26 °C <sup>5)</sup>	≥45 % rF	≤60 % rF (±5% Tagbetrieb)	mechanisch belüftet, Vollklimaanlage,
Probebühnen PB 3 + 4 (klein + Außenlegend / Tageslicht)	max. 25 / PB	wie Probebühnen PB 1 + 2					
Ballettprobensaal PB 8 (groß + Innenlegend)	max. 100	20 -30 m <sup>3</sup> /h / Person	24 °C <sup>4)</sup>	26 °C <sup>5)</sup>	≥45 % rF	≤60 % rF (±5% Tagbetrieb)	mechanisch belüftet, Vollklimaanlage, Heiz- und Kühlflächen
Ballettprobensaal PB 9 (klein + Außenlegend)	max. 30	wie Ballettprobensaal PB 8					
Chorprobensaal	max. 121	20 -30 m <sup>3</sup> /h / Person	22 °C <sup>4)</sup>	26 °C <sup>5)</sup>	≥45 % rF	≤60 % rF (±5% Tagbetrieb)	mechanisch belüftet, Vollklimaanlage,
Orchesterprobensaal 1 (groß)	max. 250	35 -40 m <sup>3</sup> /h / Person	22 °C <sup>4)</sup>	26 °C <sup>5)</sup>	≥45 % rF	≤60 % rF (±5% Tagbetrieb)	mechanisch belüftet, Vollklimaanlage, Quellluft
Orchesterprobensaal 2 (klein)	max. 60	35 -40 m <sup>3</sup> /h / Person	22 °C <sup>4)</sup>	26 °C <sup>5)</sup>	≥45 % rF	≤60 % rF (±5% Tagbetrieb)	mechanisch belüftet, Vollklimaanlage, Quellluft
Foyers/Galerien	max. 1300	25 m <sup>3</sup> /h / m <sup>2</sup>	20 °C <sup>4)</sup>	26 °C <sup>5)</sup>	ohne Anforderung	ohne Anforderung (Begrenzung abs. Feuchte auf 12 g/kg)	mechanisch belüftet, Teilklimaanlage, offen zum Glucksaal
Stimmzimmer/Einspielräume Solisten, Instrumentengruppen	ca. 1 / 3 m <sup>2</sup> + Zuschlag Instrumenten-abhängig	-	22 °C <sup>4)</sup>	26 °C <sup>5)</sup>	≥45 % rF	≤60 % rF (±5% Tagbetrieb)	mechanisch belüftet, Vollklimaanlage,
Instrumentenlager, zum Teil Lager des Fundus	-	3 m <sup>3</sup> /h / m <sup>2</sup>	22 °C <sup>4)</sup>	26 °C <sup>5)</sup>	≥45 % rF	≤60 % rF (±5% Tagbetrieb)	mechanisch belüftet, Vollklimaanlage,

<sup>1)</sup> operative Temperatur in Anlehnung an DIN EN15251 Kategorie II Anhang A  
<sup>2)</sup> Auslegungswert Beleuchtung in Anlehnung an DIN EN15251 Kategorie II Anhang B  
<sup>3)</sup> Auslegungswert Entfeuchtung in Anlehnung an DIN EN15251 Kategorie II Anhang B  
<sup>4)</sup> RT-Sollwert bis AT =-16°C (winterlicher Wärmefall); bei AT>32°C Toleranz gemäß DIN EN15251 Kategorie II Anhang F  
<sup>5)</sup> RT-Sollwert bis AT =32 °C (sommerlicher Normalfall); bei AT>32°C Toleranz gemäß DIN EN15251 Kategorie II Anhang F

## 7 Brandschutz

Zur Erfüllung der Anforderungen an den Brandschutz sind alle Normen und Richtlinien vollumfänglich einzuhalten.

Die Brandschutzeinrichtungen sind entsprechend der geltenden Brandschutzbestimmungen und Normen zu erneuern. Die gesamte **Elektrik** und die **Sicherheitseinrichtungen** sind zu erneuern.

Die bestehenden Feuerlöschanlagen für das Opernhaus sind vollständig zu erneuern und zu ergänzen. Der Umfang und die Auslegung der Feuerlöschanlagen werden durch die Auflagen der jeweiligen Bauaufsichtsbehörden bestimmt. Es ist davon auszugehen, dass sowohl Löschwasserleitungen als auch Hydranten und Sprinkleranlagen notwendig sind, um diese Auflagen zu erfüllen.

## 8 Gebäude- und Anlagenautomation

Mit der Erneuerung der Anlagen für die TGA im Opernhaus ist auch die Gebäudeautomation für deren Regelung, Steuerung und Überwachung auf den neuesten Stand der Technik zu bringen.

Die Automationseinrichtungen verarbeiten die Messgrößen und Parameter der Eingabefunktionen und setzen mit den Anwendungs- und Ausgabefunktionen die geforderten Aufgaben in der Raum- und Anlagenautomation um. Sie bestimmen die Funktion und liefern Informationen zum Betreiben der technischen Anlagen.

Die einzelnen technischen Anlagen müssen unabhängig von einer übergeordneten Management- und Bedieneinrichtung funktionsfähig sein. Bei Störungen sollen grundlegende Funktionen der technischen Anlagen durch einfache Eingriffe aufrechterhalten werden können.

Die Kommunikation zwischen der Management- und Bedieneinrichtung und Automationseinrichtungen erfolgt entsprechend dem aktuellen Stand der Technik über die gängigen Netzwerkstandards Ethernet und TCP/IP.

Die Beobachtung und Bedienung der Anlagen der technischen Gebäudeausrüstung, der Elektrotechnik, Kommunikations-, Sicherheits- und Informationstechnik muss für die Mitarbeiter\*innen der Abteilung Technisches Gebäudemanagement im Facility Management vollumfänglich möglich sein.

In Räumen mit entsprechenden Voraussetzungen für die Regelung der Raumkonditionen ist eine Einzelraumregelung vorzusehen. Je nach Anwendungsfall sind dabei folgende Funktionen zu berücksichtigen:

- Heizen über dynamische (Lüftung) oder statische Heizung
- Kühlen über dynamische (Lüftung) oder statische Kälte
- Variabler Volumenstrom in Abhängigkeit der Luftqualität
- Präsenz Anforderung und Statusanzeige der Betriebsart (Tag-/Nachtbetrieb)
- Überwachung des Status der Fenster zur Sperrung von Heizen und Kühlen
- Steuerung Sonnenschutz

Die **Obermaschinerie** im Opernhaus aus dem Jahr 1905 wurde 2015, 2016 und 2018 teilerneuert und in die Bühnensteuerungssysteme des Staatstheaters eingebunden. Die Unter- und Obermaschinerie der Bühnentechnik des Schauspielhauses wurde im Jahr 2010 erneuert und in das bestehende System integriert. Somit sind alle Bühnen mit den technischen Komponenten in einem Steuerungssystem vereint. Bei der zukünftigen Ergänzung und Erweiterung der Obermaschinerie und der Erneuerung der Untermaschinerie im Opernhaus ist die Kompatibilität der technischen Komponenten mit den bestehenden Systemen herzustellen. Das ermöglicht die Nutzung von Synergieeffekten, wie z. B. bei der Lagerhaltung von Ersatzteilen. Außerdem garantiert die gemeinsame Fachkenntnis der Mitarbeiter\*innen zu Bedienung, Montage und Wartung der Bühnentechnischen Einrichtungen ein einheitliches Handling beider Bühnen und schafft damit eine höhere Wirtschaftlichkeit und Effektivität im Betriebsablauf.

## 9 Aufzüge

Um effiziente Betriebsabläufe zwischen den Abteilungen zu gewährleisten, wird eine ausreichende Anzahl an **Lastenaufzügen** und in ausreichender Dimensionierung für Kulissen, Dekorationen, Equipment und die Ausstattung benötigt.

Die **Personenaufzüge** für Mitarbeiter\*innen und Gäste sollen Menschen mit ihren verschiedenen Bedürfnissen den barrierefreien Zugang auf alle Ebenen und in alle Bereiche ermöglichen.

Für die **Gastronomie** müssen entsprechende **Aufzüge** für die Verteilung der benötigten Waren und Produkte von der Anlieferung über die Zubereitung bis hin zur Ausgabe sorgen.

## 10 Beleuchtungsanlagen

Die **Beleuchtungsanlagen** in allen Gebäuden sind in energieeffizienter LED-Technik auszuführen. In Räumen mit Tageslicht ist die Allgemeinbeleuchtung tageslichtabhängig zu steuern. In internen Bereichen ist die Beleuchtung, wo möglich, zusätzlich über Präsenz- oder Bewegungsmelder zu schalten.

## 11 Schließsysteme

Das Sicherheitskonzept umfasst die **Schließsysteme**, die Eigensicherung (Gebäude- und Außenüberwachung auch für Fahrradstellplätze, Türen und Tore) und den Zugang ins Gebäude. Es regelt auch die Zutrittserteilung für Mitarbeiter\*innen und Gäste zu bestimmten Bereichen und Räumen.

Das Sicherheitssystem muss in die Steuerung der Brandmeldeanlage eingebunden werden, damit bei Alarm eine Freigabe der Fluchtwege erfolgt. Die Videoüberwachung aller Gebäude der Stiftung Staatstheater Nürnberg auf dem Kulturareal soll in das im Schauspielhaus bestehende System integriert werden, mit diesem kompatibel sein und muss mit dem Zutrittssystem verbunden werden.

Die gesamte Schließanlage im Staatstheater soll eine PCS-Erweiterung erhalten und mit der vorhandenen Anlage verbunden werden. Ein Onlinesystem mit der Verwendung von Karten ohne Schlüssel ist vorzusehen.