

Badisches Staatstheater, Sanierung und Erweiterung AZ: K1-33KA.015-05**Stellungnahme des Landes Baden-Württemberg zum Klimaschutz und zur energetischen Optimierung bei der Sanierung und Erweiterung des Badischen Staatstheaters in Karlsruhe****Grundlagen**

Das Staatstheater Karlsruhe wurde im Zeitraum von 1970 bis 75 gebaut. Die bereits zur Bauzeit durch einen restriktiven Kostenrahmen geprägten Flächen- und Ausstattungsstandards entsprechen nicht den heutigen Anforderungen. Die Zahl der Sparten hat sich erhöht, Anspruch und Reputation des Hauses haben sich fortentwickelt, die technischen und funktionalen Möglichkeiten entsprechen nicht den Bedingungen an einen angemessenen Spiel- und Probebetrieb. Der Personalkörper und die Zahl der Aufführungen haben sich vermehrt. Das Haus zeigt große materielle und strukturelle Defizite.

Durch Um- und Anbauten und die technische Ertüchtigung des Bestandes sollen optimierte Arbeits- und Spielbedingungen geschaffen sowie die baulichen Defizite des Bestandsgebäudes behoben werden. Ziel ist es, durch eine Standortzusammenlegung den künstlerischen Betrieb zu stärken und gleichzeitig Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit des Betriebes zu verbessern. Mit Ausnahme eines Kulissenlagers, welches die Lager vor Ort ergänzt, sollen zukünftig alle Funktionen am Hauptstandort vereinigt werden, wodurch in allen Bereichen Synergien entstehen und Betriebsabläufe gestrafft werden können.

2011 wurde ein Sanierungs- und Organisationsgutachten erstellt. Auf Grundlage der Ergebnisse dieses Gutachtens wurde, nach mehreren Voruntersuchungen, in 2012 entschieden, das Theater am bestehenden Standort zu erweitern und zu sanieren. Das Bauen sollte dabei im laufenden Betrieb erfolgen, um Auslagerungen des Theater- und Spielbetriebes auf ein unbedingt notwendiges Maß reduzieren zu können.

Am 02. Dezember 2014 ging die Arbeitsgemeinschaft Delugan Meissl Associated Architects (Wien) und Wenzel + Wenzel (Karlsruhe) als Sieger aus dem Planungswettbewerb für die Sanierung und Erweiterung des Staatstheaters hervor.

Als Zielvorgaben in der von Stadt und Land verabschiedeten Wettbewerbsauslobung sollten die Anforderungen der seinerzeit gültigen Energieeinsparverordnung deutlich unterschritten werden. Der Grenzwert des Jahres-Primärenergiebedarfs und die Höchstwerte der mittleren Wärmedurchgangskoeffizienten der Gebäudehülle bezogen auf die EnEV 2009 waren bei Neubauteilen des Entwurfs um mind. 30 % zu unterschreiten. Dieser Wert entsprach auch dem Leitziel 6 der Leitlinie Energieeffizienz und Nachhaltiges Bauen der Stadt Karlsruhe. Für die angemessene Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten im Planungs- und Bauprozess landeseigener Gebäude waren weiterhin die Handlungsleitlinien zur „Stärkung der Nachhaltigkeit im Staatlichen Hochbau“ zu berücksichtigen.

Eine weitere über die Vorgaben des Wettbewerbs hinausgehende Arbeitsgrundlage zu den energetischen Zielen wurde in den Abstimmungen zwischen Stadt und Land seit 2015 nicht vereinbart.

Planungs- und Genehmigungsstand

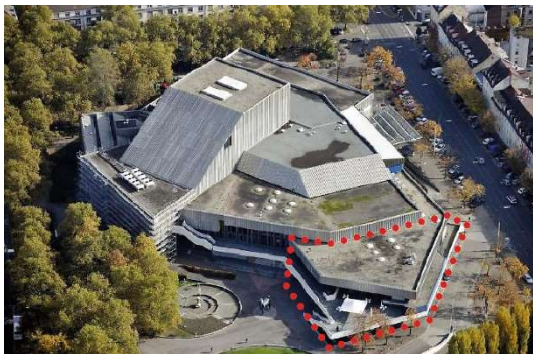
Die Umsetzung des Gesamtprojektes Erweiterung und Sanierung des Badischen Staatstheaters erfolgt in einer Vorwegmaßnahme und drei zeitlich nacheinander zu bauenden Modulen 1 bis 3. Die Vorwegmaßnahmen befinden sich derzeit in Ausführung.

Für Modul 1 (Neubau Schauspielhaus) wurde im Oktober 2020 die Entwurfsplanung abgeschlossen, gestalterische und konstruktive Vorgaben in Materialität und Geometrie sind damit in den wesentlichen Grundzügen für die weiteren Module festgelegt.

Die Bauunterlage wurde vom Amt Karlsruhe am 11.01.2021 fertiggestellt und von der Betriebsleitung mit Schreiben vom 05.02.2021 genehmigt. Am 18.02.2021 wurde der Bauantrag für M1 bei der Stadt Karlsruhe eingereicht.

Die Module 2 und 3 liegen in der Tiefe einer Vorentwurfsplanung vor und werden beginnend ab 2022 in den jeweils erforderlichen Planungs-/Genehmigungs- und Ausführungsschritten weiterbearbeitet.

Vorwegmaßnahme (VM)

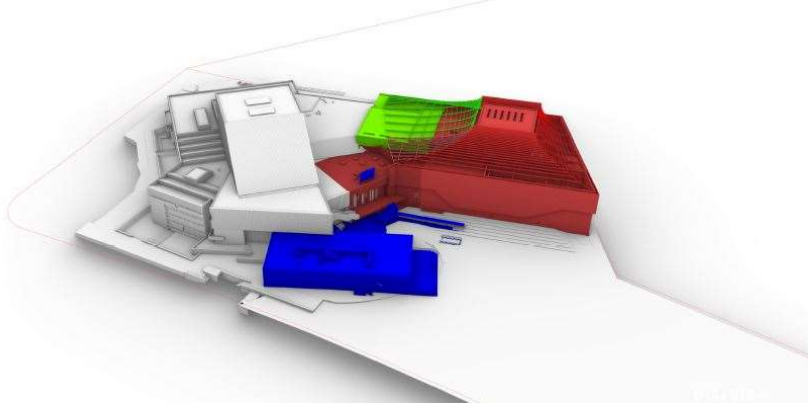


Luftbild Bestand

Im Wesentlichen wird ein Eingangsprovisorium errichtet, welches temporär die Funktionen des wegfallenden Bestandsgebäudeteils aufnimmt sowie eine neue Zu- und Abfahrt für die bestehende Tiefgarage geschaffen. Weiterhin umfasst die Vorwegmaßnahmen alle Teilabbruch-/Sicherungsmaßnahmen und Raumabschlüsse die für den Beginn M1 am Übergang zum weiter in Nutzung befindlichen Bestand erforderlich sind.

Modul 1

Modul 1 beinhaltet im Wesentlichen das Schauspielhaus, drei Kleinbühnen (Junges Staatstheater, Studio- und Werkstattbühne) sowie mehrere Probebühnen. Es wird zu ca. 2/3 als Neubauvolumen und zu ca. 1/3 als Umbau von Bestandsstrukturen umgesetzt.



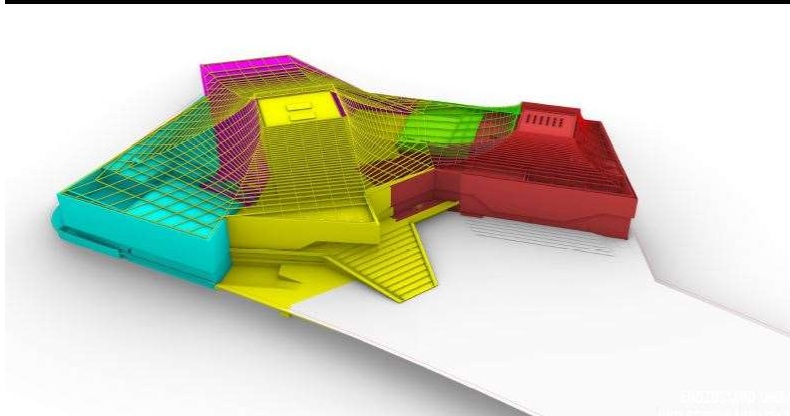
Darstellung:
Eingangsprovisorium (blau)
und Zustand nach
Fertigstellung
Modul 1 (rot und grün).

Module 2 und 3

Modul 2 sieht im Wesentlichen die Erweiterung und Umstrukturierung des musikalischen Apparats durch Proberäume/ -bühnen der Bereiche Oper, Orchester, Chor und Ballett Neubau mit Umbauarbeiten in den Anschlussbereichen zum Bestand vor.

Modul 3 umfasst die Sanierung des bestehenden Großen Hauses und des Foyers, die Ergänzung des Foyers und den Umbau, die Sanierung und die Ergänzung sämtlicher Werkstätten sowie die Sanierung von bestehenden kleinräumlichen Strukturen im musikalischen Apparat und der Verwaltung. Es wird davon knapp die Hälfte als Neubauvolumen umgesetzt.

Zur Optimierung der Baumaßnahme wird in 2021 eine Änderung der Bauteilreihenfolge weiterverfolgt, um weitere Synergien bei der Bestandssanierung zu erzielen.



Darstellung:
Modul 2 (hellblau)
Modul 3 (gelb und violett).

Zielsetzungen

Nachhaltigkeit im Theaterbetrieb

Die Erweiterung und Sanierung des Staatstheaters ermöglicht einen zukunftsfähigen und nachhaltigen Theater- und Spielbetrieb. Durch Umbau und Weiternutzung des bestehenden Gebäudes wird das Neubauvolumen minimiert und Materialressourcen eingespart. Durch Zusammenführung des Theaters an einem Standort und, in der Folge, Aufgabe einiger externer Gebäudenutzungen (Nancyhalle, Insel, Ergotti) soll zudem ein effizienter Betrieb gewährleistet sowie die Bewirtschaftungskosten nachhaltig gesenkt werden. Durch Schaffung von Bereitstellungsflächen für die Bühne wird darüber hinaus die derzeit notwendige umfangreiche tägliche Logistik mit Sattelschleppern zwischen Haupthaus und Außenlager deutlich reduziert.

Im Zeitraum 12/2016 bis 07/2019 wurde hierzu ein Energieaudit für das Badische Staatstheater gemäß den Anforderungen der DIN EN 16247-1 durchgeführt.

Nachhaltigkeit im Bauablauf

Die modulare zeitliche Abfolge und die Durchführung der Maßnahme im laufenden Betrieb reduziert die Erfordernisse an auszulagernde Theaterfunktionen während der Bauzeit maximal. Dies bedeutet eine maximale Einsparung von Materialressourcen.

Nachhaltigkeit in Planung und Bauausführung

Zur Stärkung der Nachhaltigkeit im Staatlichen Hochbau wurde im Jahr 2015 der Leitfaden Nachhaltiges Bauen des Bundesbauministeriums für Baumaßnahmen des Landes Baden-Württemberg eingeführt.

Seit 2017 erfolgt auch die Zertifizierung von Gebäuden des Landes nach dem Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB). Das BNB ist für Neubauten der Systemvarianten Unterrichtsgebäude sowie Büro- und Verwaltungsgebäude des Landes eingeführt. Bei Baumaßnahmen, die diesen beiden Systemvarianten des BNB nicht zugeordnet werden können, sollen die Grundzüge des Nachhaltigen Bauens ohne Zertifizierung beachtet werden. Hierfür wird der Leitfaden Nachhaltiges Bauen in der jeweils aktuellen Version unter Berücksichtigung der jeweils spezifischen Bauaufgabe (hier: Theater als Sonderbau und die Kombination Neubau/Bestandsbauteile) bei Planung und Baudurchführung zugrunde gelegt.

Sowohl der Leitfaden Nachhaltiges Bauen, als auch das Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB) verfolgen einen ganzheitlichen Nachhaltigkeitsansatz, der neben ökologischen und ökonomischen Qualitäten auch soziokulturell-funktionale und technische Qualitäten sowie Prozessqualitäten betrachtet.

Energetischer Zielwert

Als Zielwert wurde für das BST im Wettbewerb und für die darauffolgende Planung ein Referenzgebäude nach EnEV 2009 mit einer 30-prozentigen Unterschreitung vorgegeben.

Die EnEV 2014 hat die Anforderungsgrundlage bzw. das Referenzgebäude der EnEV 2009 zunächst übernommen, jedoch mit der Maßgabe, dass ab 01. Januar 2016 der Primärenergiebedarf des Referenzgebäudes um 25 % zu unterschreiten ist. Diese Anforderungsgrundlage wurde ebenfalls im GEG 2020 für Nichtwohngebäude verankert.

Die Maßgabe eines Primärenergiebedarfs von 30 % unter dem Referenzgebäudeansatz wird, soweit bisher für Modul 1 bilanziert, unterschritten, und liegt nach zuletzt durchgeführter Bilanzierung zur Leistungsphase 4 bei -34 % zum Referenzgebäude.

Anforderung an den Primärenergiebedarf:

Zeile		Ist-Wert kWh/(m ² a)	Anforderungswert kWh/(m ² a)	Referenzgebäude kWh/(m ² a)	Nachweis
1	Primärenergiebedarf	76.97	87.59	116.79	erfüllt

Im Zuge der Planungsüberarbeitung werden weitere Optimierungen der Versorgungsstrukturen (z.B. Brunnenkühlung, Photovoltaik, Reduzierung Luftmengen) verfolgt. Diese sind noch nicht vollumfänglich in die Bilanzierung eingeflossen. Bei einer Umsetzung der vorgesehenen Optimierungen ist eine noch stärkere Unterschreitung der gesetzlichen Primärenergievorgaben möglich.

Ebenso weisen Bauteilbemessungen bereits erhöhte wärmeschutztechnische Standards als nach GEG / EnEV gefordert auf bzw. wurden mit Optimierungspotenzial dargestellt. Geplant sind z.B.:

- Flachdach mit 26 cm Wärmedämmung: $U = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Fenster (außer großformatige Foyer-Verglasungen) als 3-fach verglaste Elemente mit $U = 0,9 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Hinterlüftete Fassade mit Optimierungspotenzial auf Dicke mit $\geq 18 \text{ cm}$ (z.Z. 14 cm mit $U = 0,22 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$)

Die Verschärfung der klimapolitischen Ziele für landeseigene Gebäude gemäß dem am 18. Februar 2020 von der Landesregierung beschlossenen Energie- und Klimaschutzkonzept erfolgte nach der derzeit letztgültigen Beschlussfassung von Stadt und Land zum Termin- und Kostenrahmen des Projektes. Die von Stadt und Land unterzeichnete Bauunterlage liegt vor.

Falls die energetische Zielsetzung im Bebauungsplan verankert werden soll, wird von ISRW (Institut für Schalltechnik, Raumakustik, Wärmeschutz Dr.-Ing. Klapdor GmbH) die nachfolgende Formulierung vorgeschlagen:

Energetische Zielsetzung:

Die Planungen zur Energieeffizienz der Gesamtmaßnahme Erweiterung und Sanierung des Badischen Staatstheaters haben mit dem Ziel zu erfolgen, dass unter Berücksichtigung der bestandsspezifischen und entwurflichen Randbedingungen eine Unterschreitung des Primärenergiebedarfs zum Referenzgebäude nach Gebäudeenergiegesetz GEG 2020 um mindestens 30% erreicht wird. Die Versorgungsstrukturen haben ergänzend soweit wie möglich umweltfreundliche Fernwärme und erneuerbare Energien (Geothermie, PV) zu nutzen.

Geothermie

Ergänzend zur ursprünglich geplanten Kälteerzeugung ist der Einsatz einer oberflächennahen geothermischen Brunnenanlage zur Kühlung geplant. Auf Grundlage einer Wirtschaftlichkeitsuntersuchung zur Wärme- und Kältebereitstellung soll aus 2 bis 3 Förderbrunnen eine Wassermenge von ca. 70-100 m³/h entnommen und in 2-3 Schluckbrunnen wieder eingeleitet werden. Bei vorgenannter Wassermenge sind Leistungen von insgesamt 350 bis 500 kW erreichbar bzw. eine mittlere Jahresleistung von ca. 250 kW. Die Entscheidung zur Nutzung von Geothermie für die Kühlung wurde vor dem Hintergrund vorhandener leichtflüchtiger halogenierter Kohlenwasserstoff (LHKW) - Schadstofffahnen im Stadtgebiet Karlsruhe getroffen. In enger Abstimmung mit dem Amt für Umwelt- und Arbeitsschutz der Stadt Karlsruhe (UA) und dem Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau Baden-Württemberg (LGRB) wurde ein Konzept zur Genehmigungsfähigkeit der Brunnenwassernutzung erarbeitet, bei dem vier Erkundungsstufen vorgesehen sind. Im Rahmen der Erkundungsstufen sind umfassende Untersuchungen notwendig. Aktuell befindet sich der Abschlussbericht zur Stufe 2 in Abstimmung mit dem Umweltamt der Stadt Karlsruhe. Bei einer positiven Bewertung folgt in Stufe 3 ein 3D-Grundwassermodell zur weiteren Bewertung. Parallel wird die potentielle Endlage der Brunnen und der Einsatz eines Wasseraufbereitungsverfahrens erarbeitet sowie ein Umweltscreening nach der Anlage 3 der Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) durchgeführt.

Photovoltaik

Durch das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) wurde eine Potentialanalyse zur Nutzung gebäudeintegrierter Photovoltaik durchgeführt. Ein großer Teil der Gebäudehüllflächen steht durch die architektonisch-gestalterischen Randbedingungen des prämierten Wettbewerbsentwurfes (Lamellenkonstruktion des Sekundärdaches, Streckmetallfassade) nicht zur Verfügung. Eine technisch durchführbare und dauerhaft funktionsfähige Lösung für die schmalen Lamellen des Sekundärdaches stellt sich nicht dar. Unter Berücksichtigung dieser konstruktiven, und gestalterischer Vorgaben, sowie den statischen Rahmenbedingungen des Bestandes ergeben sich für den PV-Einsatz die folgenden Möglichkeiten, die im weiteren Verlauf der Planung untersucht werden sollen:

Dach der Bühnentürme Kleines und Großes Haus

Die höchsten Einstrahlungswerte treten auf den beiden horizontalen Dachflächen der Bühnentürme auf. An den Randbereichen der Flachdächer kommt es zu Eigenverschattung, die sich leistungsmindernd auswirkt. Für die beiden Dachflächen wird

die Möglichkeit einer PV-Integration bzw. einer konventionellen Aufdach-PV mit einer Neigung von 10° nach Ost bzw. West geprüft. Die Flächen sind limitiert durch notwendige Technikaufstellungen und RWA-Öffnungen. Für den Bühnenturm des Großen Hauses muss zudem die statische Tragfähigkeit des vorhandenen Daches geprüft werden.

Vordach der Südfassade

Auch in diesem Bereich sind sehr gute Einstrahlungswerte prognostiziert - mit geringerer Beeinträchtigungen durch die Umgebungsbebauung. Verschattungen durch Bäume (Bestand und ggf. künftig geplante) sind hier nochmals im Detail zu prüfen. Es können dachintegrierte Module oder Aufdach-PV (falls gestalterisch vertretbar) eingesetzt werden.

Dachflächen unterhalb des Sekundärdaches

Der Einsatz von PV-Modulen in diesem Bereich wird nicht empfohlen. Die Lamellen des Sekundärdaches verursachen eine ständige Teilverschattung, die bei PV-Modulen die Ertragsfähigkeit und insbesondere die Lebensdauer wegen den auftretenden Spannungen aufgrund von Temperaturschwankungen deutlich reduzieren. Es soll allerdings untersucht werden, ob im Bereich der Ränder des Sekundärdaches leicht aufgeständerte PV-Modulreihen aufgestellt und angebracht werden können. Die Aufständigung ist notwendig, damit die Module in einer Ebene mit der Dachkonstruktion sind, um Teilverschattungen zu vermeiden. Da die Dachkonstruktion in vielen Bereichen am Rand sehr flach verläuft, wäre eine Modulreihe in der oberen schrägen Ebene der Dachkonstruktion vom Boden aus nicht oder kaum einsehbar. Bei der Länge der Dachkante im Bereich Ost/Süd/West könnte dabei eine signifikante PV-Leistung erreicht werden.

Fassadenflächen Südseite

Die vertikalen Fassadenflächen unterhalb der Metallverkleidung sind derzeit als hinterlüftete Fassade mit einer anthrazitfarbenen Faserzementverkleidung geplant. Es soll im weiteren Verlauf untersucht werden, ob die Fassade in den ertragreichen oberen Bereichen durch fassadenintegrierte PV-Module ersetzt werden kann.

Heizung, Lüftung, Sanitär, Kühlung

Das technische Konzept wurde nach fortgeschrittener Planung weiter optimiert, um einen energieeffizienten Betrieb zu erreichen:

- Neues Lüftungskonzept mit Reduktion der Luftmengen von 630.000 m³/h auf 415.000 m³/h
- Korrektur der Dimensionierung der RLT-Anlage und des Ansatzes für die Technikflächen
- Einsatz größerer RLT-Anlagen und damit die Reduktion der Anlagenanzahl von 22 auf 13. Damit können auch die Wartungsaufwendungen reduziert werden
- Reduktion der Gesamtwärmeleistung von 6,9 MW auf 3,6 MW
- Nutzung Brunnentechnik ergänzend zur Kompressionskälte. Damit wird auch eine Reduktion des Strombedarfs von 560 MWh/a auf 108 MWh/a erreicht
- Konzeptwechsel bei der Sanitärinstallation, indem die Wasserbehandlung dezentral statt zentral erfolgt,

Die Auslegung der Lüftungs-Zentralgeräte geht über die aktuelle ErP-Richtlinie 2018 (Energy related Products – „Ökodesign-Richtlinie“) hinaus. Diese wurde im Rahmen der EU-Verordnung 1253/2014 von der EU-Kommission erlassen, um die CO₂-Emission bis 2020 um mind. 20% zu reduzieren. Aufgrund der langen Planungs- und Bauzeit erfolgt im Vorgriff auf eine weitere Verschärfung eine energetisch bessere Auslegung der Anlagen, über die bisher festgelegten Anforderungen von 2018 hinaus.

Der Planung der raumluftechnischen Anlagen wurden im Hinblick auf einen energieeffizienten Betrieb Daten zugrunde gelegt, die die Vorgaben der DIN EN 13053 – Zentrale raumluftechnische Geräte, Komponenten und Baueinheiten übertreffen:

- die Luftgeschwindigkeit mit 1,4 bis 1,5 m/s im lichten Gerätequerschnitt liegt unter der besten Geschwindigkeitsklasse V1 (max. 1,6 m/s):
- für die elektrische Leistung der Ventilatorsysteme wird die höchste Klasse P1 vorgesehen

Außerdem sind alle RLT-Anlagen mit folgenden Komponenten ausgestattet:

- Zuluft-Filterung 2-stufig - ISOePM₁₀ ≥50% / ISOePM₁ ≥60%
- Abluft-Filterung 1-stufig – ISOePM₁ ≥60%
- hocheffizienten WRG-Systemen, mind. Klasse H2 nach DIN EN 13053, 2020-05
- Kälteauskopplung in Winter- und Übergangszeit aus dem Kreislaufverbundsystem
- Nachkühlung über Maschinenkälte
- indirekte adiabate Abluftbefeuchtung zur Vorkühlung der Zuluft für den Sommerfall

Verwendung rezyklierter Baustoffe / R-Beton

Beim Neubau Modul 1A liegen je nach betrachtetem Bauteil sehr unterschiedliche Randbedingungen für den Einsatz von R-Beton. Bei Stützen, wandartigen Trägern, Unter-/Überzügen und Decken mit großen Spannweiten ist wegen der großen Lasten und den erforderlichen hohen Betongüten kein Einsatz von R-Beton möglich. Gleiches gilt wegen der Vorspannung auch für die eingesetzten TT-Plattendecken. Ob R-Beton als Ortbetonergänzung bei den TT-Platten verwendet werden kann ist im weiteren Verlauf mit dem Prüfenieur zu klären. Möglich ist der Einsatz von R-Beton bei Fundamenten, Bodenplatten, Wänden und Decken mit kleinen Spannweiten. Für geeignete Bauteile kann R-Beton gleichwertig zu Normalbeton im Rahmen der Ausschreibungen angeboten werden. Für die Neubauanteile der Module 2 und 3 wird mit fortschreitender Planungstiefe die Prüfung der Verwendung von R-Beton fortgesetzt.

Technisches Monitoring

Im Rahmen des Projektes ist die Durchführung eines Technischen Monitoring (TMon) nach der AMEV Empfehlung 2020 vorgesehen. Ziel des technischen Monitorings ist es, einen energieeffizienten, funktions- und bedarfsgerechten Gebäudebetrieb zu schaffen. Die Durchführung des TMon übernimmt ein externer Berater, von der Planungsphase bis 2 Jahre nach Inbetriebnahme.