



Stabsstelle Zukunft Städtische Bühnen

Bericht des Planerteams

Stand 19.12.2019

Untersuchungsergebnisse

Sanierung der städtischen Bühnen am Willy-Brandt-Platz

Inhalt

Einleitung / Aufgabenstellung.....	4
1. Raumprogramm	5
2. Basisvariante (V1 - Behebung baulicher und div. funktionaler Mängel)	6
2.1 Objektplanung.....	6
2.1.1 Untersuchungsprämissen.....	6
2.1.2 Gesetzeskonformität (Technische Regeln für Arbeitsstätten, Brandschutz)	7
2.1.3 Funktionalität und funktionale Mängel.....	8
2.1.4 Flächenlayout	10
2.1.5 Zwischenfazit Objektplanung	13
2.2 Technische Ausrüstung	14
2.2.1 HKL (Heizung, Kälte/Konditionierung, Lüftung)	14
2.2.2 Elektrotechnische Ausstattung	32
2.2.3 Sprinkleranlagen	55
2.2.4 Förderanlagen	61
2.2.5 Sanitär	61
2.2.6 Zwischenfazit Technische Ausrüstung.....	65
2.3 Statik/ Tragwerk (Prämissen/ Restriktionen der Sanierung).....	67
2.4 Brandschutz (Prämissen/ Restriktionen der Sanierung)	77
2.5 Kosten	83
2.6 Termine	84
2.7 Zwischenfazit V1	84
3. Optimierte Basisvariante (V2 - Behebung weiterer funktionaler Mängel)	84
3.1 Planung.....	84
3.1.1 Untersuchungs-Prämissen	84
3.1.2 Funktionalität und funktionale Mängel.....	85
3.1.3 Module	85
3.2 Kosten V2	111
3.3 Termine V2	111
3.4 Zwischenfazit V2	111
4. Risikobewertung (Punkte 2 (V1) und 3 (V2)).....	111

5. Produktionszentrum	112
5.1 Funktionsbeschreibung	112
5.2 Kosten	114
5.3 Termine	114
5.4 Zwischenfazit.....	115
8. Zusammenfassung	115

Einleitung / Aufgabenstellung

Die Machbarkeitsstudie von 2017 zur Sanierung der städtischen Bühnen Frankfurt hatte zu keinem Beschluss bezüglich des anzuwendenden Sanierungskonzeptes geführt.

Aufgrund des großen Umfangs der damaligen Vorgaben und des daraus resultierenden Kostenaufwandes der Sanierungskonzepte hatte die Stadtverordnetenversammlung (§ 2619 vom 26.04.2018) vielmehr beschlossen, eine weitere Untersuchung mit reduzierten Vorgaben durchführen zu lassen.

Im Rahmen der Untersuchung 2 sollte geklärt werden, ob eine Sanierung des Gebäudeensembles bei weitgehender Weiternutzung des Bestandes zu angemessenen Kosten möglich ist und ob mit der Bestandssanierung eine längerfristige Nutzung der derzeitigen Anlage gewährleistet werden kann. Hierbei sollte von einer Nutzungsdauer des sanierten Ensembles von etwa 50 Jahren ausgegangen werden.

Eine Erweiterung des Gebäudeensembles war nicht zu planen, die Nutzung sollte so weit wie möglich in der derzeitigen Kubatur Platz finden. Wenn dadurch die Auslagerung von einzelnen Funktionsbereichen erforderlich würde, sollte auch geprüft und bestimmt werden, welche Funktionen auszulagern wären.

Unter der Leitung einer eigens eingerichteten Stabsstelle „Zukunft der städtischen Bühnen“ wurden folgende Planungsbüros mit der Durchführung der Untersuchung 2 beauftragt, die bereits an der Machbarkeitsstudie beteiligt waren:

Hochbau / Architektur (Los 2):	PFP Planungs GmbH
Technische Gebäudeausrüstung (Lose 3,4,6):	WPW Rhein-Neckar Ingenieure
Tragwerksplanung:	GSE Ingenieur-Gesellschaft mbH
Brandschutz:	Kerstin Görhs GmbH

Außerdem wurden Beiträge folgender Fachplanungen integriert:

Fördertechnik (Los 5):	Updown Ingenieure
Verkehrsplanung:	Schüssler-Plan Ingenieur-Gesellschaft mbH

Für Bühnentechnik (Los 7), Mess- und Regeltechnik (Los 8), Küchentechnik sowie für Schadstoffentsorgung und Grundleitungen wurde auf Material aus der Bestandsaufnahme bzw. der Machbarkeitsstudie zurückgegriffen.

Die Gesamtkostenberechnung unter Einbeziehung der energetischen Verhältnisse wurde wie in der Machbarkeitsstudie 2017 von der Team für Technik GmbH untersucht.

Die Planungsgrundlage in Form eines gegenüber der Machbarkeitsstudie reduzierten Raumprogramms wurde durch das Büro Moocon, das ebenfalls schon an der Machbarkeitsstudie mitgewirkt hatte, in Abstimmung mit den SBF erarbeitet.

Für die Validierung der Untersuchungsergebnisse der Planer wurden weitere Planungsbüros beauftragt:

Hochbau / Architektur (Los 2):	S+S
Technische Gebäudeausrüstung (Lose 3,4,6):	Arup

Zunächst wurde im Rahmen eines Fragenkatalog der Stadtverordneten gesammelt, welche

- a) sicherheitsrelevante Maßnahmen (Brandschutz etc.),
- b) Erneuerung technischer Anlagen wegen Abnutzungsdauer und
- c) energetische Aspekte.

sowie weitere Maßnahmen zur Beseitigung funktionaler und bautechnischer Mängel bei der Sanierung zu

berücksichtigen wären. Die Themen sind grundsätzlich aus Bestandsaufnahme und –bewertung bzw. der Machbarkeitsstudie bekannt.

Die baulichen Mängel sowie die Mängel im konstruktiven Brandschutz sind hier noch einmal unter Ziffer 2.3 zusammengetragen. Weitere Brandschutzthemen sind unter 2.4 benannt.

Mängel der Technischen Gebäudeausrüstung sind unter Ziffer 2.2 behandelt, funktionale Mängel unter Ziffer 2.1. Zu funktionalen Mängeln gehören dabei sowohl Aspekte, die einem gesetzeskonformen Betrieb der SBF entgegenstehen sowie auch andere Flächendefizite und Nutzungsprobleme.

Wie in der Bestandsaufnahme / -bewertung wurde auch noch einmal gewünscht, die Mängel zu priorisieren und entsprechend in Bauabschnitte mit den verbundenen jeweiligen Investitionen und Maßnahmen zur Aufrechterhaltung des Spielbetriebes einzuordnen. Dahinter steckt immer noch die Vorstellung, dass die Sanierung des Gesamtgebäudes idealerweise in kleinen Schritten während der spielfreien Zeit ausführbar wäre.

Die Realität ist aber eine völlig andere. Auch wenn der Planungsumfang der vorliegenden Untersuchung kleiner sein soll als in der Machbarkeitsstudie 2017, bleibt die grundsätzliche Ausgangssituation bestehen:

- Es handelt sich um einen sehr großes Gebäude von hoher Komplexität mit hohen internen Abhängigkeiten von Funktionseinheiten.
- Die Technische Gebäudeausrüstung inkl. aller Trassen und internen Abhängigkeiten ist abgängig und muss weitgehend komplett ersetzt werden, wodurch Mehrflächen in großem Umfang erforderlich werden.
- Die Sanierungsaufgaben bzw. Sanierungsgewerke sind sehr großflächig.
- Die Anordnung von Funktionseinheiten innerhalb des Gebäudes ist dezentralisiert.
- Umstrukturierungen und Erweiterungen erfordern den Umzug ganzer Funktionseinheiten an einen anderen Ort innerhalb der Doppelanlage

Die genannten Themen schließen eine Sanierung in kleinen Schritten aus.

Aufgrund der Erfahrung in der Machbarkeitsstudie 2017 wird vielmehr festgelegt, dass von Baufreiheit auszugehen ist, nachdem der gesamte Betrieb der SBF in externe Interimseinrichtungen ausgelagert wurde.

Parallel zur Besprechung des Fragenkataloges wurden mehrere Raumprogramm-Varianten definiert:

In den folgenden Texten verweist eine gelbe Hinterlegung auf separate Dokumentenanlagen.

1. Raumprogramm

Von IB Moocon wurden in Abstimmung mit den SBF und der Stabsstelle Raumprogramme in drei Kategorien entwickelt (siehe Anlage Raumprogramm-Tabellen Moocon).

1. Ermöglichung einer gesetzeskonformen Nutzung des Bestandsgebäudes
Hier wurde berücksichtigt, dass der Betrieb des Gebäudes aktuell unter Nichteinhaltung von gesetzlichen bzw. arbeitsschutzrechtlichen Vorgaben erfolgt.
Z. B. sind Garderoben- und Arbeitsräume für die Orchestermusiker zu klein und teilweise nicht mit Tageslicht versorgt. Der Orchesterprobenraum ist nach neuen Standards nur für bis zu 80 Musiker geeignet, was für große Proben nicht ausreicht. Flächen der Technikabteilungen von Oper und Schauspiel, der Abteilungen für Kostüm und Maskenbildnerei sowie der Büros für Personalwesen und Gebäudemanagement sind teilweise erheblich zu klein. Außerdem gibt es im Bestand nur unzureichende Lagerkapazität, so dass unzulässige Schranklager in notwendigen Fluren eingerichtet worden sind.
2. Beseitigung funktionaler Mängel des Bestandsgebäudes
Hier wurde berücksichtigt, dass die Arbeitsbereiche einzelner Funktionsgruppen weiter zu verbessern und zu vergrößern sind, um einen störungsfreien Betrieb zu ermöglichen. Dies betrifft z. B. die Einrichtung von Vormontage und Lagerbereichen, das Betriebsrestaurant, die Werkstätten sowie die bereits oben genannten Technikabteilungen von Oper und Schauspiel.

3. Qualitätsverbesserung des Bestandsgebäudes

Hier wurde berücksichtigt, dass Verbesserungen im Angebot für das Publikum und für die interne Nutzbarkeit des Gebäudes zu wünschen sind. Es handelt sich um die Schaffung einer Werkraumbühne aber auch um Gästewohnungen für Künstler sowie einen Betriebskindergarten.

Auf Grundlage dieser Raumprogramme haben die Planer Möglichkeiten zur Umsetzung der Anforderungen innerhalb des Bestandsgebäudes untersucht.

2. Basisvariante (V1 - Behebung baulicher und div. funktionaler Mängel)

In einer sogenannten Basisvariante sollte geklärt werden, ob alle baulichen und funktionalen Mängel im Bestandsgebäude behoben werden können. Dafür wurde zunächst das Raumprogramm Kategorie 1 mit den geringsten Anforderungen zur Gewährleistung einer gesetzeskonformen Nutzung des Gebäudes betrachtet. In Workshops mit den SBF und der Stabsstelle wurden die Konzepte der Planer und einige Vorgaben des Programms modifiziert, um den räumlichen Gegebenheiten im Bestand und den Erfordernissen des Betriebs der Bühnen Rechnung zu tragen. Letztlich ist so in der Basisvariante ein Konzept erarbeitet worden, in dem die Raumprogrammforderungen – auch die der funktionalen Mängelbeseitigung der Kategorie 2 - unter den im nächsten Abschnitt 2.1.1 genannten Prämissen bestmöglich umgesetzt sind.

So wurde z. B. die Fläche des Orchesterprobenraums gegenüber der Forderung im Raumprogramm erhöht, um bei der Anordnung im bisherigen Malersaal akustische Belange besser zu berücksichtigen. Auch die Garderoben bzw. Stimmzimmer der Orchestermusiker fallen etwas größer aus, um allen Instrumentengruppen eigene Räume in der Nähe des Orchestergrabens zur Verfügung stellen zu können. Die Erweiterung der Bürofläche wurde komplett auf dem Trägerrost der Aufstockung des Magazinegebäudes verortet.

Änderungen von Lager- und Werkstattflächen sind unter der folgenden Ziffer 2.1.1. bzw. unter Ziffer 5 thematisiert.

Die Bearbeitung von getrennten räumlichen Konzepten für die Raumprogramme Kategorie 1 und 2 erwies sich als nicht zielführend.

2.1 Objektplanung

2.1.1 Untersuchungsprämissen

Wie in der Einleitung ausgeführt wurde festgelegt, dass für die Sanierungskonzepte im Unterschied zur Machbarkeitsstudie von Baufreiheit ausgegangen werden sollte. Komplizierte Abstimmungen im Bauablauf wie in der Machbarkeitsstudie mit Vorkehrungen, um bereichsweise den Betrieb trotz laufender Sanierung zu gewährleisten konnten damit entfallen. Gleichzeitig werden aber umfangreichere Aufwendungen für externe Interimslösungen erforderlich, was aber hier von den Planern nicht untersucht wurde.

Eine Vergrößerung der Kubatur des Bestandsgebäudes sollte verhindert werden, wäre aber auch in weiten Teilen nicht umsetzbar, weil dann die Hochhausgrenze für Aufenthaltsbereiche überschritten würde und die Voraussetzungen für ein Hochhaus nicht sinnvoll herstellbar wären, wenn es nur um ein oder zwei zusätzliche Geschosse geht. Ein echtes Hochhaus wie in der Machbarkeitsstudie war definitiv ausgeschlossen worden. Da aber auch in dem kleinsten Raumprogramm der Kategorie 1 zusätzlicher Raumbedarf definiert wurde und durch Bestandsaufnahme und Machbarkeitsstudie klar war, dass für die technische Gebäudeausrüstung

ebenfalls erhebliche Mehrflächen erforderlich werden würden, um aktuellen gesetzlichen Rahmenbedingungen zu entsprechen (siehe Ausführungen unter Ziffer 2.2), mussten mit den SBF Nutzungsbereiche zur Auslagerung abgestimmt werden.

Die Wahl fiel auf die Werkstätten, die auf eine Präsenzwerkstatt für alle Gewerke (Schreiner, Schlosser) reduziert werden sollten. Es wurde in Kauf genommen, dass dadurch größere Umbauten ausgerechnet am zuletzt gebauten, quasi neuwertigen Werkstattgebäude erforderlich wurden. Außerdem wurden Lagerflächen definiert, die nicht zwingend für den täglichen Betrieb benötigt werden. (Ein kleiner Teil der zur Disposition gestellten Lagerflächen kann in den im Flächenlayout grün dargestellten nicht belichtbaren Flächen wieder integriert werden.

Die ausgelagerten Werkstatt- und Lagerräume sollen zusammen mit gegenwärtig extern angemieteten Probenbühnen und Lagerflächen in einem neuen Produktionszentrum, das unter Ziffer 2.5 beschrieben ist, an einem anderen Standort angeordnet werden. Dieses neue Gebäude müsste schon vor dem Auszug der Bühnen aus dem Haupthaus am Willy Brandt Platz fertiggestellt sein, damit ein Interimsbetrieb sichergestellt werden kann.

Die Änderungen am Bestandsgebäude sollten möglichst gering gehalten werden.

Vor diesem Hintergrund wurde beschlossen, die geringen Geschosshöhen des Ost- und Westflügels des Gebäudes beizubehalten und für die Lüftung der betreffenden Räume von einer Hybridlösung von maschineller und Fensterlüftung auszugehen, um die lichte Raumhöhe möglichst wenig durch Technikführung einzuschränken (siehe Ausführung TGA unter Ziffer 2.2).

Auch das Magazingebäude aus den 50er Jahren wird in der Basisvariante beibehalten. Lediglich die brandschutztechnisch mangelhafte Aufstockung in Ebene 06, die Ende der 80er Jahre auf einem selbsttragenden Stahlträgerrost aufgebaut worden war (siehe Ziffer 2.1.2), soll zurückgebaut und der Brandschutz für den Trägerrost sichergestellt werden. Die Räume der Ebene 06 sollen auf dieser Basis neu aufgebaut werden.

2.1.2 Gesetzeskonformität (Technische Regeln für Arbeitsstätten, Brandschutz)

Die Umsetzung der Vorgaben aus dem Raumprogramm Kategorie 1 und der Kategorie 2 in der Basisvariante unter Berücksichtigung der genannten Untersuchungsprämissen ist **einer Zusatzspalte der anliegenden Raumprogramm-Tabelle sowie den entsprechenden Flächen Layoutplänen (siehe Ziffer 2.1.4)** zu entnehmen.

Die Flächendefizite, insbesondere die Abweichungen von Forderungen der Technischen Regeln für Arbeitsstätten in einzelnen im Haus verbleibenden Funktionsbereichen, sind durch die genannten Funktionsauslagerungen soweit beseitigt, dass ein gesetzeskonformer Betrieb der SBF möglich wird. Dies betrifft auch alle relevanten Anforderungen für die technische Versorgung des Gebäudes. (siehe Ausführungen zum Flächenlayout unter Ziffer 2.1.4 und zur TGA unter Ziffer 2.2)

Räume mit Tageslichtbedarf sind an den Außenfassaden verortet, die Erschließung von bisher gefangenen Räumen (z.B. Rüstmeister / Waffenlager) ohne direkte Fluranbindung ist neu geordnet.

Die nach Einschätzung der Brandschutzgutachterin Frau Dr. Görhs relevanten Brandschutzmängel im Bestand, die in einem überarbeiteten Brandschutzkonzept (siehe Ziffer 2.4) zusammengestellt sind, können im Zuge der Umsetzung der Basisvariante beseitigt werden.

Der durch geringe Betonüberdeckung mangelhafte Brandschutz der 60er Jahre Decken z. B. soll wie unter Ziffer 2.3 zum konstruktiven Brandschutz erläutert durch Spritzputz oder Brandschutzunterdecken ausgeglichen werden.

Der ungeschützte Stahlträgerrost der Aufstockung des Magazingebäudes soll durch Brandschutzbekleidung ertüchtigt werden. Anschließend wird die Ebene 6 neu aufgebaut.

Die mangelhafte Saalwand des Schauspiels soll ebenfalls brandschutztechnisch ertüchtigt werden.

Bauliche Mängel inkl. Mängel im konstruktiven Brandschutz sind unter Ziffer 2.3 einzeln aufgeführt. Sie können im Zuge der vorgesehenen Sanierung abgestellt werden.

2.1.3 Funktionalität und funktionale Mängel

Die folgenden funktionalen Mängel des Bestandsgebäude sind nicht mit einem gesetzeskonformen Betrieb verbunden sollen aber ebenfalls im Zuge der Sanierung nach Möglichkeit verbessert bzw. beseitigt werden und sind daher hier thematisiert:

- Die Möglichkeit der **LKW Andienung** von Oper und Schauspiel ist unzureichend.

Durch die Auslagerung der Werkstätten wird der Verkehr zur Materialandienung zwar stark reduziert, allerdings steigt der Anlieferbedarf für Kulissenteile etc., die nunmehr auswärts produziert werden und angeliefert werden müssen. Die Gesamtbilanz ergibt noch eine Reduktion von 5,7%, wobei sich der Verkehr am Willy-Brandplatz etwas erhöht.

Um die Situation zu verbessern, ist in der Basisvariante wie in der Machbarkeitsstudie ein zusätzlicher Anlieferplatz in Form einer taschenartigen Erweiterung des Südhofes mit eigener Zufahrt und einem zusätzlichen Lastenaufzug zum Anschluss der Ebenen -1 und 0 geplant. Dafür muss ein Stück des Werkstattgebäudes zurückgebaut werden.

An der Opernanlieferung auf der Westseite wäre es durch eine geringe Erweiterung der befestigten Fläche in der Wallanlage möglich, einen Sattelzug in der Achse des Lastenaufzuges A9 aufzustellen. Da das Gelände in den Wallanlagen aber ein Gefälle zum Haus aufweist, wird davon ausgegangen, dass Sattelzüge hier weiterhin mit Staplern entladen werden müssen.

Das Kulissenlager Oper im Magazingebäude weist im Bestand zudem ein Stützenraster auf, das die Effizienz des Lagers einschränkt. Es wurde beschlossen, dass diese Einschränkung aber nicht einen Abriss des Gebäudeteils innerhalb der Basisvariante rechtfertigt.

Das Schauspiel ist im Bestand über den Lastaufzug A0 an die Ebene 0 angeschlossen.

Die direkte Anlieferung des Schauspiels aus dem Südhof wird dadurch behindert, dass der Aufzug A0 mit der Längsseite an den Hof anschließt, und das Portal relativ schmal ist, so dass das Einbringen großer Kulissenteile schwierig ist. Die Entladung des Aufzuges auf Bühnenniveau ist ebenfalls problematisch, da der Aufzugsvorbereich zwischen Kulissenlager und Hinterbühne sehr eng und die Breite der Verbindungstür zur Hinterbühne ebenfalls knapp ist.

Die beschriebenen Mängel im Bestand bedeuten Nachteile für den Betrieb der Bühnen. Die Situation kann aber in der Basisvariante nicht verbessert werden. Die Themen der Lagereffizienz und der Anlieferung werden im Rahmen der weiteren Optimierung der Planung im Modul 2 (siehe Ziffer 3) aufgenommen.

- Die **Ver- und Entsorgungswege innerhalb des Gebäudes** müssen optimiert werden, da der zentrale Müllcontainer im 2.UG praktisch nur über den großen Lastenaufzug A0 angefahren werden kann.

Dieser Funktionsmangel in Verbindung mit der unzureichenden Aufzugkapazität wird in der Basisvariante nicht behoben. Lediglich die Vergrößerung des zweiten Personenaufzuges an der Opernpforte durch Umstrukturierung bzw. Verlegung der dahinter liegenden TGA-Führung wie in der Machbarkeitsstudie ist umsetzbar. Im Rahmen der weiteren Gebäudeoptimierung im Modul 2 (siehe Ziffer 3) ist eine Verbesserung der Aufzugssituation am A0 möglich.

- Die **Barrierefreiheit und die Verbindungen zwischen Ost- und Westhälfte** des Hauses sind mangelhaft und müssen verbessert werden, wobei Niveauunterschiede innerhalb des Hauses zu reduziert sind.

Diese Mängel sind allerdings struktureller Art und können nicht unter der Prämisse eines weitgehenden Erhalts der Bausubstanz verbessert werden. Im Rahmen der weiteren Gebäudeoptimierung im Modul 2 (siehe Ziffer 3) ist im Bereich des Anschlusses des Magazingebäudes eine Verbesserung möglich.

- Der **Orchestergraben** ist im Hinblick auf Fläche und Volumen relativ klein und soll vergrößert werden, um Lärmschutz bei Aufführungen mit einer großen Anzahl von Musikern zu schaffen.

Die Diskussion über Lärmschutz im Orchestergraben und mögliche Flächendefizite hatte zum Ergebnis, dass die SBF den Orchestergraben für den Fall der Sanierung nicht mehr als behebbaren funktionalen Mangel betrachten. Somit ist eine Vergrößerung vor dem Hintergrund der Abwägung aller Aspekte nicht erforderlich. Eine außerordentliche Lärmbelastung der Musiker im Orchestergraben kann grundsätzlich nicht verhindert werden, wenn wie für einige Aufführungen erforderlich max. 104 Musiker gleichzeitig spielen. Unter Berücksichtigung aktueller Empfehlungen bietet der Graben Platz für etwa 80 Musiker. Verbesserungen

wurden bereits durch den Einbau von absorbierenden Wand- und Deckenoberflächen erreicht. Zusätzlich sollten die Musiker auf persönlichen Gehörschutz achten.

Eine Vergrößerung des Grabens auf Kosten des Zuschauerraums wäre aufgrund der Lage des Eisernen Vorhangs vor dem Orchester nur mit unrealistischem Aufwand unter Aufgabe von min. einer kompletten Reihe Sitzplätze denkbar. Der Anteil der überdeckten Fläche im Graben kann ebenfalls nicht reduziert werden.

In diesem Zusammenhang wird auch noch einmal auf die Erkenntnis aus der Bestandsaufnahme verwiesen, dass der Zuschauerraum für die Oper, die ursprünglich ja für das Schauspiel gebaut worden war, akustisch eigentlich zu klein ist, um ideale Nachhallbedingungen zu erzielen.

Im Neubaufall würde der Orchestergraben

- Eine **Vormontagehalle** für die Werkstätten fehlt im Bestand.

Die Vormontagehalle wird in das unter Ziffer 2.1.1 erwähnte, neu zu errichtende Produktionszentrum als zukünftiger Standort der Werkstätten integriert.

- Das Holzfoyer und der Chagallsaal sind funktional hinsichtlich Raumakustik, Verdunklungsmöglichkeiten und Abtrennbarkeit „mangelhafte“ Spielstätten für z.B. Kinderoper, Konzerte und Liederabende. Für diese Art von Vorstellungen wäre eine **multifunktionale Spielstätte** an den SBF zweckmäßig.

Es gibt keine Möglichkeit innerhalb der untersuchten Sanierungskonzepte eine multifunktionale Spielstätte zu integrieren. Die Überlegung, eine multifunktionale Spielstätte bzw. Werkraumbühne in Ebene 6 des Magazingebäudes anzuordnen wurde verworfen, da die SBF stattdessen die Integration einer weiteren bisher extern angemieteten Opernprobe favorisieren, die in den Planungsmodulen 2 und 3 betrachtet ist (siehe Ziffer 3).

- Die zwei Pforten für Oper und Schauspiel sind für den Betrieb nachteilig.

Der Wunsch nach einer **zentralisierten Pforte** für Mitarbeiter von Schauspiel und Oper ist im Bestandsgebäude aufgrund der gegensätzlich orientierten Nutzungsbereiche allerdings nicht sinnvoll umsetzbar.

- Eine **Zusammenlegung der beiden Kantinen** in Oper und Schauspiel ist wünschenswert.

Die Anordnung eines gemeinsamen Betriebsrestaurants ist in der Basisvariante aufgrund der erforderlichen Größe nicht möglich. Im Planungsmodul 1b der Basisvariante plus (siehe Ziffer 3) ist das Thema tiefergehend bearbeitet.

- Die SBF wünschen auch eine **Verkleinerung der unüblichen Portalgröße der Schauspielbühne**, um den Aufwand für die Inszenierungen zu verringern.

Die Maßnahme wäre mit einer Umstrukturierung der Sitzreihen verbunden, weil die Anzahl der Sitzplätze erhalten werden soll, die äußeren Plätze der vorderen Reihen aufgrund des Sichtwinkels aber nicht nutzbar sind. In der Machbarkeitsstudie wurde dies entsprechend umgesetzt, was allerdings mit einem Verlust des Bestandsschutzes für den Zuschauerraum verbunden war und damit eine komplette Umgestaltung der Erschließung des Zuschauersaals zur Folge hatte. Dieser Aufwand sollte für die aktuelle Untersuchung nicht betrieben werden.

- Die gewünschten neuen Funktionen zur Qualitätsverbesserung im Raumprogramm der Kategorie 3 konnten aufgrund des beschränkten baulichen Bestandsrahmens in keinem der betrachteten Sanierungskonzepte realisiert werden:

Neben der Schaffung von **Gästewohnungen** und der Einrichtung eines **Betriebskindergartens** für die ca. 1200 Mitarbeiter geht es darum, dass die Kammerspiele nicht mehr den Anforderungen an ein heutiges „Kleines Haus“ oder einer „multifunktionalen Bühne“ entsprechen. Das betrifft die komplette Raumsituation im Hinblick auf Höhe – Breite – Tiefe, sowie die flexible Nutzung und technische Ausstattung. Auch die Anzahl der Zuschauerplätze ist auf 400 (im Vergleich zu 200 Zuschauerplätzen im Kammerspiel) zu erweitern.

In der Machbarkeitsstudie 2017 war eine **Werkraumbühne** mit hohem baulichen Aufwand als Erweiterung der Kammerspiele im UG geplant worden, was für die hier vorliegenden Sanierungskonzepte aber ausgeschlossen wurde.

Weil zudem wie oben bereits dargestellt für die SBF die Integration einer großen Opernprobe prioritär ist, muss die Werkraumbühne an einem auswärtigen Standort eingerichtet werden.

- Außerdem wird eine **Öffnung des Gebäudes für die Öffentlichkeit** auch außerhalb der Vorstellungszeiten angestrebt.

Hierfür kämen neben betrieblichen Maßnahmen die Anordnung eines **öffentlichen Restaurants** oberhalb des Goldwolkenfoyers, die **Zentralisierung der Eingänge von Oper und Schauspiel** und die **Anordnung öffentlicher Bereiche** in den frei werdenden Flächen am Willy Brandt Platz in Frage. Die Themen sind Gegenstand des Planungsmoduls 1b (siehe Ziffer 3).

- Zuletzt ist festzustellen, dass die **Wirkung des Gebäudes im Stadtraum** insbesondere durch die Heterogenität der zahlreichen Aufstockungen und Anbauten verbesserungsbedürftig ist.

Dieser Punkt wird im Planungsmodul 1a (siehe Ziffer 3) aufgenommen.

2.1.4 Flächenlayout

Wie in der Machbarkeitsstudie wurden die farbig kodierten Nutzungsbereiche des Raumprogramms als Grobkonzept-Flächenlayout in den Bestandsgrundrissen verortet. (siehe anliegende Pläne zur Basisvariante) Teilweise wurden dabei Änderungen bzw. Ergänzungen von Bauelementen in Strichdarstellung mit den Grundrissen überlagert.

Eine aktualisierte Planung der vertikalen Führungen der technischen Erschließung konnte im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nicht erstellt werden, so dass es hier noch entsprechenden Anpassungsbedarf geben wird.

Inhaltlich entsprechen die Flächen in den Plänen den Angaben in der unter 2.1.2 genannten zusätzlichen Spalte mit dem in Abstimmung mit den SBF modifizierten Raumprogramm.

Durch die Neuorganisation konnten Nutzflächen auch bereinigt und damit klarer strukturiert werden.

In Ergänzung der Nutzflächen im Raumprogramm sind auch die erheblich angewachsenen Bereiche der TGA Flächen in den Layoutplänen nachgewiesen. Soweit die Anlagen nicht in Erweiterungen der Kubatur auf den Dächern angeordnet werden konnten, mussten Bestandsnutzflächen verlegt bzw. ausgelagert werden.

Die in den Planlayouts schraffiert dargestellten Bereiche stellen Änderungen von Nutzungen bzw. Raumaufteilungen gegenüber dem Bestand dar. Darin sind neben direkten Umwidmungen von Nutzflächen auch bereichsweise Verkehrs- und Technikflächen enthalten, so dass die Darstellung nicht entsprechend in die Raumprogrammübersicht übertragbar ist. Die neben den Planlayouts aufgeführten Flächensummen bzw. deren Relation zueinander geben aber eine Vorstellung von dem Umfang der erforderlichen Flächenverschiebungen, wobei die Bühnen- und Saal- bzw. Foyerflächen der beiden Spielstätten nicht berücksichtigt sind, da sie unverändert erhalten bleiben. Die Änderungen im Bestand machen so beispielsweise im EG 38 % der neuen Nutz- und TGA-flächen aus. In Ebene 7 beträgt die gleiche Relation 96 %.

Nachstehend werden die Hauptmaßnahmen in den einzelnen Geschossen kurz umrissen. Dabei gilt, dass tageslichtabhängige Nutzungen in die Fassadenbereiche gelegt wurden.

Hauptmaßnahmen Ebene -2:

keine Änderungen

Hauptmaßnahmen Ebene -1:

Im UG bleibt die TGA dominierend. Der Bereich der ehemaligen Disco im Nordosten wurde zu Lagern bzw. Personalumkleiden umgenutzt und die Bereiche ohne ausreichende Stehhöhe wurden aus den Nutzflächen herausgenommen. Im Nordwesten wurde zusätzliches Volumen für eine RLT Zentrale geschaffen. Die Kulissenlager im Südwesten wurden für die Sprinklerzentrale und eine Studio-Werkstatt genutzt.

Werkstattflächen im bisherigen Werkstattgebäude wurden umkonfiguriert, um die Erweiterung des Südhofes im EG und Ebene 0 vornehmen zu können und um eine Fläche für Warenannahme / Entsorgung in Verbindung mit einem neuen Lastenaufzug zu schaffen. Der Müllpressenraum wurde über eine Flurverbindung vom übrigen Gebäude aus erreichbar gemacht. Die Sanitärflächen Werkstatt wurde der Technik Oper zugeordnet.

Hauptmaßnahmen Ebene EG:

Im Nordwesten wurden Lager zusammengelegt und mit abgesenkter Bodenplatte für die Schaffung der o.g. RLT Zentrale genutzt. Die Aufenthalts- / Umkleideräume der Technik Oper an der Westfassade wurden verlegt, um hier Tageslichträume für die Orchestermusiker zu konzentrieren. Zusätzlich wurden Bühnenlager unter dem Zuschauersaal Oper für die Orchestermusiker nutzbar gemacht. Das Tapezierlager am Lastaufzug der Oper wurde der TGA zugeschlagen. Außenlagerräume am Südhof wurden als Fahrradstellplätze ausgewiesen.

Hauptmaßnahmen Ebene 00:

Auf der Westseite wurden bisherige Flächen der Technik Oper für die Erweiterung bzw. die Anordnung zwingend bühnennaher Garderoben- und Maskenflächen genutzt.

Die ehemaligen Schreinerwerkstätten wurden nach Verkleinerung durch die Südhofenerweiterung und der Auslagerung der Werkstätten in das auswärtige Produktionszentrum zur Präsenzwerkstatt für alle Gewerke umgewidmet. Der Prospektschlitz zwischen dem bisherigen Malersaal Ebene 6 und der Opernbühne Ebene 0 wurde als TGA Schacht umgenutzt.

Hauptmaßnahmen Ebene 01:

Auf der Westseite wurden zwingend bühnennahe Flächen erweitert. Oberhalb der Südhofenerweiterung wurde auf einer neuen Geschossplatte am Luftraum der Präsenzwerkstatt umgelagerte Flächen der Technik Oper angeordnet.

Hauptmaßnahmen Ebene 02:

Büros der Intendanz entlang der Westseite wurden durch zwingend bühnennahe Flächen für Chorgarderoben und –leitung ersetzt. Die Schlosserei im bisherigen Werkstattgebäudes wurde inkl. einer Geschossflächenenerweiterung im bisherigen Luftraum der Schreinerei im unbelichtbaren Bereich für die Anordnung von TGA Zentralen und Lagerflächen genutzt. An der Fassadenecke im Südosten wurden umgelagerte Flächen der Technik Oper platziert.

Hauptmaßnahmen Ebene 03:

Im Westen wurden Personalräume zugunsten bühnennaher Einrichte- und Garderobenräume verlegt. Zudem wurden auf der Ostseite Flächen von Technik und Maske Schauspiel erweitert. Die Kostümassistenz an der Südfassade ersetzt ein Musikzimmer und eine Garderobe Technik Schauspiel.

Hauptmaßnahmen Ebene 04:

Auf der Westseite folgen jetzt die technische Direktion Oper und andere Verwaltungsräume. Oberhalb des Opernmagazins wurde die bisherige Probebühne 3C sowie Fundusräume verlegt und der Kostümbereich durch zusätzliche Räume für die Schneiderei erweitert. Die bisher gefangenen Aufenthalts- und Wäschereiräume konnten an Flurflächen angeschlossen werden. Im bisherigen Luftraum der Schlosserei wurden zusätzliche Geschossflächen für den Betriebsrat und einige unbelichtbare Lager geschaffen. Innerhalb des Volumens der neuen TGA Zentralen wurde durch eingestellte Gitterrostebenen zusätzliche Aufstellfläche gewonnen.

Hauptmaßnahmen Ebene 05:

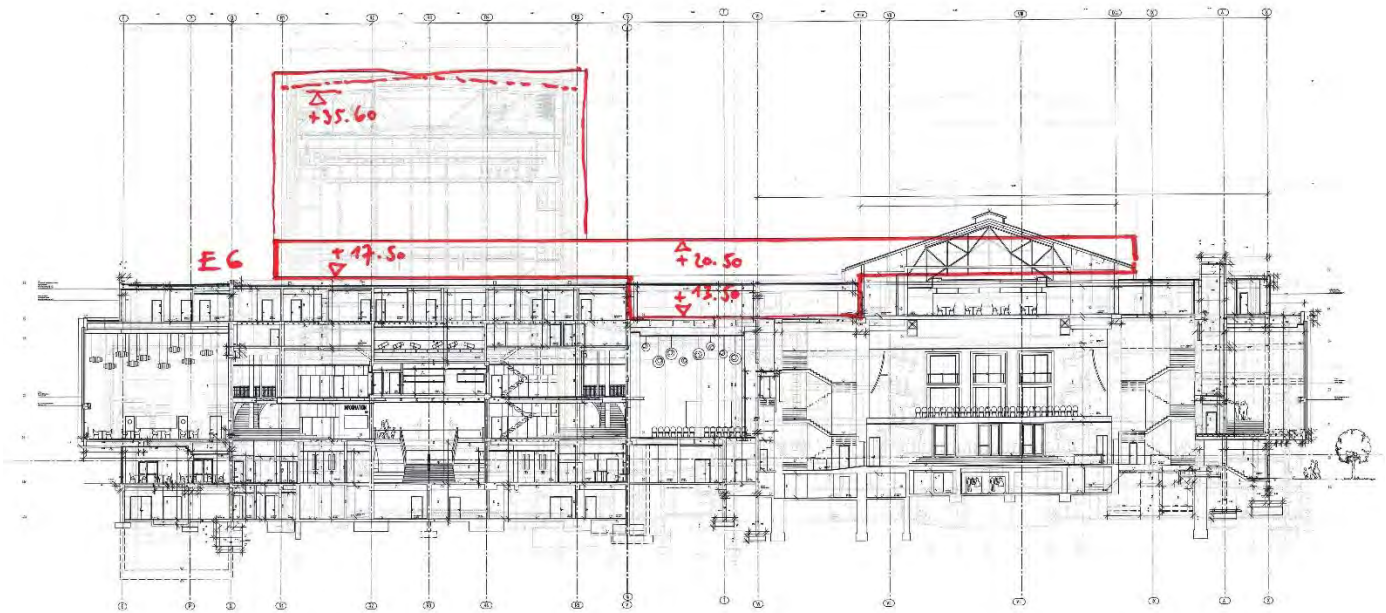
An der Westfassade wurde der Betriebsrat durch die Räume der Korrepetition ersetzt. Der Westen des Magazingebäudes wurde zur Vergrößerung des Maskenbereichs der Oper genutzt. Im Anschluss wurden auf einer neuen Geschossfläche im bisherigen Luftraum der Probebühne 3C an der Südfassade die Räume des Gebäudemanagements und im unbelichtbaren zentralen Bereich Lager angeordnet. Die unübersichtliche Situation mit gefangenen Räumen für den Rüstmeister konnte mit einem durchlaufenden Flur für die Räume an der Südfassade bereinigt werden. Der Bereich des Rüstmeisters ersetzt nunmehr zusammen mit einem zusätzlichen kleinen Chorsaal die Räume der Plastiker im bisherigen Werkstattgebäude. Anstelle der Tapezierwerkstatt am zentralen Werkhof oberhalb des Südhofes wurde die Werkstatt der Beleuchtung Schauspiel eingerichtet. Die Höhe der Räume unter dem Dach östlich des Schauspiel- Bühnenturms wurde soweit vergrößert, dass das Musikzimmer und ein Aufenthaltsraum für die Technik Schauspiel angeordnet werden konnten.

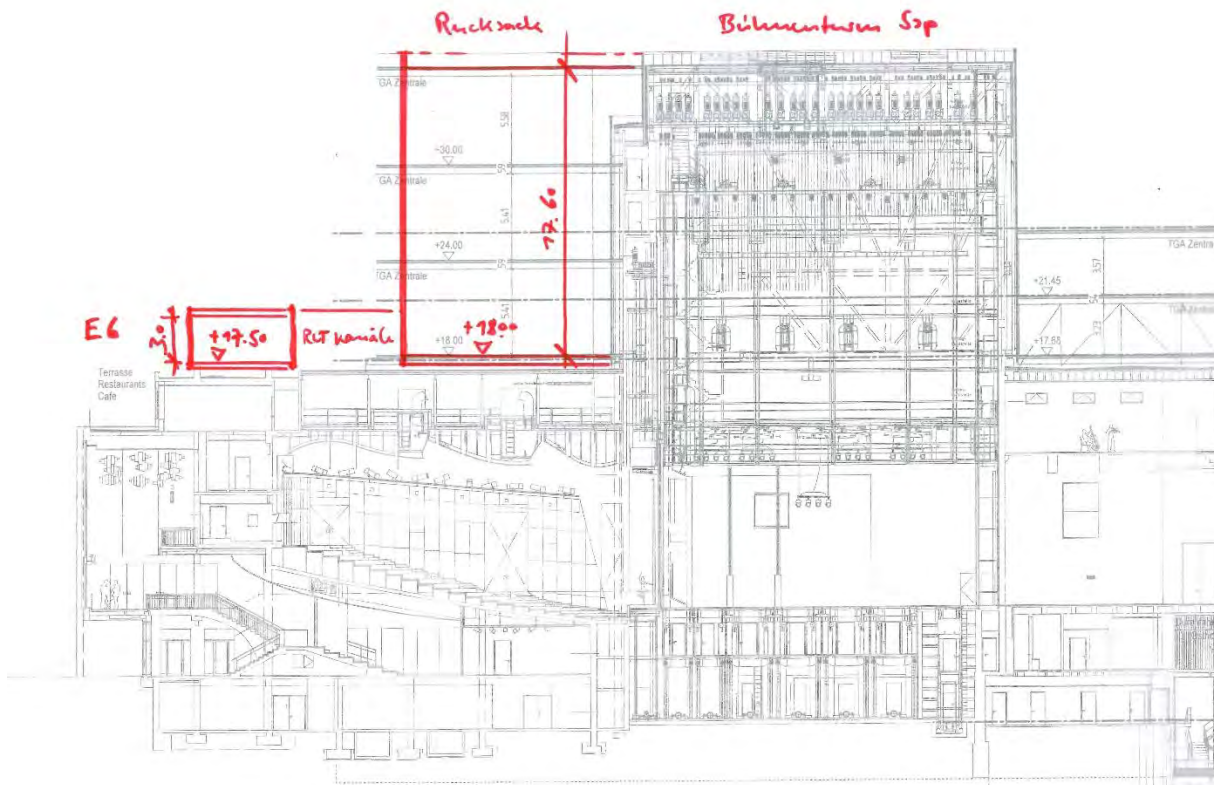
Hauptmaßnahmen Ebene 06:

Durch die Auslagerung des kleinen und großen Malersaals in das separate Produktionszentrum konnten die

Räume für den Ballettsaal und die vergrößerte Orchesterprobe inkl. ihrer Nebenräume genutzt werden. In der bisherigen Orchesterprobe hinter dem Bühnenturm der Oper wurde die Probebühne 3C aus Ebene 04 verortet. Auf dem brandschutztechnisch ertüchtigten Stahlträgerrost der Aufstockung oberhalb des Magazingebäudes konnte die benötigte zusätzliche Bürofläche geplant werden, wobei Innenhöfe genutzt wurden, um die kleinräumige Struktur mit Tageslicht zu versorgen.

Nördlich vor dem Bühnenturm Schauspiel und oberhalb des Staffelgeschosses beidseitig der nach oben erweiterten RLT Zentrale zwischen Intendanz Schauspiel und dem Cafefoyer der Oper wurde neue Kubatur für TGA Zentralen gemäß nachfolgender Schnittskizzen vorgesehen. Weitere Technikblöcke, die bereits in Kürze realisiert werden sollen, sind oberhalb der Probebühnen A und B im Plan eingetragen.





Hauptmaßnahmen Ebene 07:

Dreiseitig an den Luftraum der Probebühne 3C am Bühnenturm Oper anschließend und im Anschluss an den Luftraum der Orchesterprobe oberhalb der Nebenräume wurden weitere TGA Flächen geplant. Der Technikblock vor dem Bühnenturm Schauspiel soll zudem eine zweite Ebene erhalten.

2.1.5 Zwischenfazit Objektplanung

Durch Umsetzung der in Abstimmung mit den SBF entwickelten Basisvariante in Verbindung mit der Auslagerung von Werkstätten und Lagerflächen in ein externes Produktionszentrum kann ein gesetzeskonformer Betrieb der SBF innerhalb des Bestandsgebäudes ermöglicht, die Raumanordnung bereinigt und interne Erschließung insbesondere oberhalb des Opernmagazins verbessert werden.

Bedingt durch die Auslagerungen entsteht mit der Präsenzwerkstatt ein zusätzlicher Flächenbedarf in der Doppelanlage am Willy-Brandt-Platz. Umbaumaßnahmen werden auch im jüngsten Bauteil des Gesamtgebäudes erforderlich.

Auf dem Dach sind Kubaturerweiterungen für technische Anlagen unvermeidlich (siehe Ziffer 2.2).

Räumliche Defizite können nur teilweise behoben werden. Daneben können bauliche und brandschutztechnische Mängel im Bestand beseitigt werden.

Einige funktionale Mängel bleiben in der Basisvariante bestehen. Außerdem gibt es für die Bühnen zusätzlichen Logistikaufwand durch die Auslagerung von Werkstätten und Lagerflächen, auch wenn die Materialanlieferung für die Werkstätten weitgehend entfällt.

2.2 Technische Ausrüstung

2.2.1 HKL (Heizung, Kälte/Konditionierung, Lüftung)

Die Wärmeversorgungsanlage muss den folgenden Normen entsprechen. Wesentliche Abweichungen zu den Normen, welche während der Bestandsaufnahme festgestellt worden sind, werden aufgeführt:

- DIN EN 215 Ausgabe: 2007-11
Thermostatische Heizkörperventile - Anforderungen und Prüfung; Deutsche DIN 1986-100
- DIN EN 10255 Rohre aus unlegiertem Stahl mit Eignung zum Schweißen und Gewindeschneiden
- DIN 4747-1 Sicherheitstechnische Ausrüstung von Unterstationen, Hausstationen und Hausanlagen
- DIN 18 012
- DIN 4102 Teil 11 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen
- DIN 4140 Dämmarbeiten an betriebstechnischen Anlagen, Wärme- und Kälte­dämmung
- TRD 100 Technische Regeln für Dampfkessel: Werkstoffe Allgemeine Grundsätze für Werkstoffe

2.2.1.1 Dampf

Ausgangslage

Die Wärmeversorgung der Städtischen Bühnen Frankfurt erfolgt über ein Fernwärmesystem mit Dampf. Der Dampf wird über eine Leitung (DN 200) von der Firma Mainova zum Hausanschluss geführt. Als Rohrmaterial wird Schwarzzrohr nach DIN EN 10216 Teil 1 verwendet. Die Fernwärme schließt über die Südseite der Hofstraße an den Raum „Dampfeinspeisung“ (01-98-07-046) an die Übergabestation an.

Der Dampf wird über einen indirekten Anschluss (Abb.1.), nach DIN 4747 Teil 1 an eine Übergabestation weitergeleitet (MB-Brassen, Typ Kondensatrückführung, 2006 Baujahr, Hersteller Nr. 0607050) und in den Hauszentralen über einen Wärmetauscher an das Heizmedium Wasser angebunden.

2.2.1.2 Heizung

Ausgangslage

Die Wärmeversorgung der Städtischen Bühnen Frankfurt erfolgt wie zuvor beschrieben über ein Dampffernwärmesystem welches von dem Energieversorger Mainova nach DIN EN 15316 zur Verfügung gestellt wird. Über insgesamt 11 Wärmetauscher wird die Wärme des Dampfes an das Medium Wasser übertragen. Die Verteilung des Mediums Wasser erfolgt insgesamt über 13 Heizungsverteiler, die über das gesamte Gebäude verteilt sind.

Die oben erwähnten Wärmetauscher erzeugen auf der Heizwasserseite Systemtemperaturen von 70 °C und eine Rücklauftemperatur von 45 °C.

Von den Verteilern ausgehend wird das 70 °C warme Heizwasser zu den Heizkörper, RLT-Anlagen und den Warmwasserbereitungsanlagen, mit den entsprechend eingebauten Armaturen und Pumpen transportiert. Die RLT-Anlagen werden zum Teil über Mischer-Regelungen versorgt.

Die Wärmeversorgung der Zuschauerräume Oper, Schauspiel und Kammerspiele erfolgen über RLT-Anlagen. Die Wärmeversorgung der Probebühnen und Seitenbühnen erfolgen teilweise über RLT-Anlagen und Heizkörper. Die Probebühne C wird über Stahlröhrenradiatoren und eine Deckenstrahlheizung beheizt. Die

Bürospangen Oper und Schauspiel werden über Konvektoren beheizt. Die Umkleieräume und Übungsräume sind überwiegend mit Plattenheizkörpern, in wenigen Fällen mit Stahlröhrenradiatoren beheizt. Die Eingangsbereiche und das Foyer werden mit Plattenkonvektoren beheizt.

Die Wärmeregulierung der Heizkörper erfolgt über Thermostatventile nach DIN EN 215 mit Thermostatköpfen. Nur in den Regie- und Intendanzräumen werden die Heizkörper über Thermostatfernfühler reguliert. Das Heizungsnetz wurde hauptsächlich in den 80/90er Jahren aufgebaut und immer wieder erweitert, so dass ein gewachsenes Netz entstanden ist. Die Pressanbindungen an Röhrenradiatoren wurden nach der Jahrtausendwende im Austausch und Erweiterung zu den geschweißten Stahlrohren eingebaut.

Das System ist weit verzweigt und wurde im Laufe der Jahre immer wieder erweitert. Somit sind auch die Bezeichnungsschilder der Verteiler bzw. Abgänge von den Verteilern falsch beschriftet oder zum Teile fehlen die Bezeichnungsschilder ganz.

Auf Grund der wiederholten Erweiterung des Systems ohne Berücksichtigung fachlicher Berechnungen und Planungen ist der hydraulische Abgleich des ganzen Systems inkorrekt. (z.B. Leitungsdimensionen ändern sich ohne einen Abgang – Eine Leitung geht von DN70 auf DN100 und daraufhin wieder auf DN80 im selben Leitungsabschnitt).

Die Fehlerhaftigkeit des hydraulischen Abgleichs ist an den Regelventilen mit Antrieb zu erkennen. Die Stellmotoren der Ventile sind ununterbrochen am Arbeiten, die Antriebe fahren ständig auf und zu. Dies führt sowohl zu einem höheren Verschleiß der Komponenten als auch zu einem höheren Energieverbrauch. Oftmals fehlen die Strangreguliertventile.

Bei einem hydraulisch nicht abgeglichenen System entstehen die Energiekosten in erster Linie bei den Stellmotoren der Ventile und bei den Pumpen. Ist die Anlage nicht abgeglichen, sind zwangs-weise die Stellmotoren ständig am Arbeiten, um die notwendigen Differenzdrücke zur Versorgung der Verbraucher zu halten, dies führt wiederum dazu, dass wiederum größere Pumpen eingebaut werden müssen um die Spitzendrücke zu überwinden und somit steigt auch der gesamte Energieverbrauch an.

Ist das System hydraulisch einreguliert, müssen die Stellmotoren nicht ständig arbeiten und somit kann man auch die Pumpen optimal anpassen. Zusätzlich ist durch den Einsatz von hocheffizienten Pumpen eine Energieeinsparung von ca. 5% möglich.

Kurz gesagt ist durch die hydraulische Einregulierung des Systems und den Einsatz von hocheffizienten Pumpen eine Gesamt-Energieeinsparung von 15% und mehr möglich.

In den Bürospangen Ost und West sind die Nischen mit Konvektoren extrem verschmutzt, oftmals liegen Gegenstände wie Lappen, Blätter oder Laub auf den Konvektoren. Da Konvektoren nach dem Prinzip der Luftherwärmung arbeiten, führt die Verschmutzung dazu, dass die Funktion beeinträchtigt wird, da für einen reibungslosen Ablauf eine ausreichende Luftdurchströmung gewährleistet sein muss.

Ergebnisse im Zuge der Studie

Für alle untersuchten Varianten ist es gleichermaßen sinnvoll, die Heizverteilungen mit Rohrsystem komplett zu demontieren, neu zu beplanen und aufzubauen, angepasst an die in den Varianten vorgesehenen Raumprogramme. Entscheidend ist hierbei, dass durch einen Neuaufbau ein hydraulisch abgeglichenes System mit korrekten Dimensionen und energieeffizienten Pumpen aufgebaut werden kann.

In Räumlichkeiten mit hohen Decken, wie Goldwolkenfoyer, Probebühnen, Chorsaal, Ballettsaal etc., können Strahlungssysteme als Unterstützung der bisher vorhandenen Luftheizung in Verbindung mit konventionellen Heizkörpern energiesparend eingesetzt werden.

Durch ein neues hydraulisch abgeglichenes Verteilnetz in Verbindung mit energieeffizienten Pumpen ließen sich Unterhaltskosten einsparen. Bei Räumen mit mehr als einem Verbraucher ist es sinnvoll, die Verbraucher über ein Regelventil anzufahren, welches mittels Raumfühler den Prozess steuert. Das ganze sollte dann auf die

Gebäudeleittechnik aufgeschaltet sein, wodurch sich hinsichtlich der Nutzungszeiten eine gezieltere Steuerung der Räume ergeben würde und somit ebenfalls eine Reduzierung der Heizkosten.

Die Hauptkomponenten der Heizung, Dampfstation, Hauptverteiler, Wärmetauscher befinden sich derzeit im Keller und können im Zuge der Sanierung wieder an der gleichen Stelle aufgebaut werden. Ebenso können die meisten Steigepunkte beibehalten werden. Lediglich kleinere Unterverteilstationen sind der neuen Raumstruktur anzupassen, vor allem den neuen Technikräumen Lüftung. Dies stellt aber kein räumliches Problem dar.

Die notwendige Heizlast wird durch die neuen EnEV-Vorgaben und die damit verbundene Sanierung der Fassade und der Dächer, beim Dach vor allem bedingt durch eine notwendige Erneuerung des Regenwassersystems, gesenkt werden. Zur geringeren Heizlast trägt natürlich auch die Reduzierung der zentralen Warmwasserbereitung bei, so dass im Betrieb auch die damit verbundenen Heizkosten sinken werden.

Aktuell beträgt die Heizlast ca. 3,5 MW was ca. 65 W/m² entspricht. Nach der Sanierung geht man von ca. 35 W/m² aus was einer Heizlast von ungefähr 1,9 MW entsprechen würde.

Fazit:

Eine Sanierung bietet Einsparpotentiale hinsichtlich der benötigten Heizenergie von ca. 40-46% und gleichzeitig Komfortgewinne durch moderne Strahlungssysteme, (angenehmere Wärmeabgabe, da der Konvektionsanteil nahezu entfällt), zentrale Raumregelsysteme, durch welche ebenfalls eine gleichmäßigere und kontrollierte Wärmeabgabe, sowie auch Absenkungen bzw. Anhebung der Temperatur, z.B. nachts oder in ungenutzten Zeiten über die Gebäudeautomation möglich sind.

2.2.1.3 Kälte

Ausgangslage

Die Kälteanlage muss den folgenden Normen entsprechen. Wesentliche Abweichungen zu den Normen, welche während der Bestandsaufnahme festgestellt worden sind, werden aufgeführt:

- DIN EN 12735-1 Kupfer-und Kupferlegierungen –Nahtlose Rundrohre aus Kupfer für die Kälte - und Klimatechnik –Teil 1: Rohre für Leitungssysteme
- DIN 3158 Kältemittelarmaturen; Sicherheitstechnische Festlegungen
- DIN 3159 Flanschanschlüsse für Kältemittel-Armaturen bis ND 25
- DIN 8905 Rohre für Kälteanlagen mit hermetischen und halbhermetischen Verdichtern
- ChemOzonSchichtV Verordnung über Stoffe, die die Ozonschicht schädigen
- DIN EN 10255 Rohre aus unlegiertem Stahl mit Eignung zum Schweißen und Gewindescheiden
- DIN 2690 Flansche mit ebener Dichtfläche
- DIN EN 13165:2001-10 Wärmedämmstoffe für Gebäude - Werkmäßig hergestellte Produkte aus Polyurethan-Hartschaum (PUR) - Spezifikation; Deutsche Fassung EN 13165:2001

Die Kälteversorgung der Städtischen Bühnen Frankfurt erfolgten über zwei kompakte Flüssigkeitskühler mit wassergekühltem Verflüssiger-Kaltwassersatz die im Schauspiel UG im Raum Klimazentrale Ssp. 02-98-07-057

stehen. Die Abwärme wird über 2 Kühltürme der Marke Gohl, Raum 02-98-07-058, abgeführt. Das System ist auf eine Temperaturspreizung von 6/12 °C ausgelegt und versorgt über gedämmte Rohrleitungen die RLT-Anlagen, die über das Gebäude verteilt sind. (RLT-Anlagen mit Kühlregister werden im Abschnitt 4.1 aufgelistet)

Die Kältemaschinen der Marke LENNOX, vor 1999 bekannt als Ruhaak (Übernahme 1999), sind 2 Hubkolbenkältemaschinen mit je 2 Verdichter-Kreisen.

(Beide Maschinen wurden diesen Sommer 1:1 erneuert)

Kompressionskältemaschinen werden mehrstufig ausgeführt. Wenn die Differenz zwischen Verflüssigungs- und Verdampfungsdruck zu groß wird oder verschiedene Verdampfungstemperaturen benötigt werden, steigt die Verdichtungsendtemperatur rapide an. Dies hat insbesondere negative Auswirkungen auf die Lebensdauer des Verdichters.

Um den Verdichter zu entlasten, wird das gasförmige Kältemittel von einem zweiten Verdichter, dem sogenannten Booster oder Niederdruckverdichter (ND-K), angesaugt und vom Verdampfungsdruck p_0 auf einen Mitteldruck p_m verdichtet. Das „vorverdichtete“ Kältemittel wird nun dem ersten Verdichter Hochdruckverdichter (HD-K) zugeführt und vollständig auf den Verflüssigungsdruck p_c komprimiert.

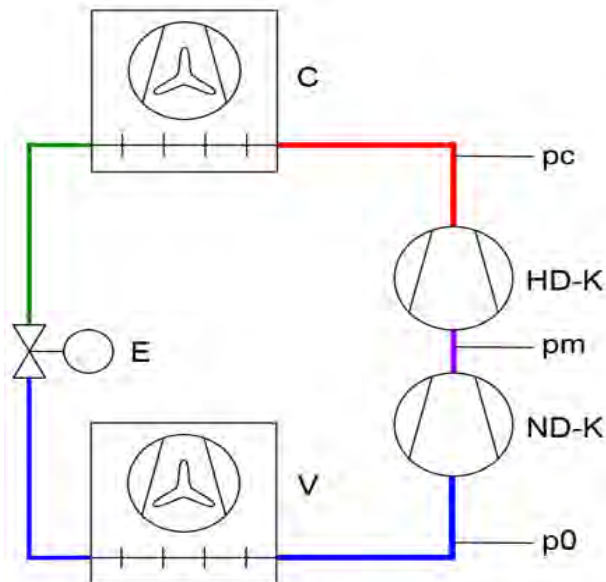


Abb.: Prinzip „Zweistufige Kompressions-Kältemaschine“

Die Kältemaschine 1 der Firma RUHAAK Model DRLY 84, mit einer Verdampferleistung von 270kW, ist aus dem Jahr 1991. Als Kältemittel wurde R22 eingesetzt.

Kaltwasserseitig wird mit der Temperaturspreizung 6/12 °C, mit einem Glykol-Wassergemisch von 37% Anteil Glykol gefahren. Das Kaltwasser wird über einen Vorlaufverteiler (im weiteren Verlauf als Verteiler bezeichnet) und einen Rücklaufverteiler (im weiteren Verlauf als Sammler bezeichnet) mit den Rohrleitungen bestehend aus unlegiertem Stahl nach DIN EN 10255 zu den Verbrauchern bzw. Kühlregistern in den einzelnen RLT-Anlagen zur Luftkonditionierung transportiert.

Die Räume werden ausschließlich über RLT-Anlagen gekühlt. Es werden keine weiteren Systeme wie z.B. Kühldecken versorgt.

Die Kälteanlage ist mit einem Gleichzeitigkeitsfaktor (Bemessungsbelastungsfaktor) von 60% ausgelegt. Zur Kompensation der Spitzenlast befindet sich im Raum Klimazentrale, 02-98-07-057, ein 3.000 l Pufferspeicher.

Zusätzlich sind über das ganze Gebäude in den Split-Systeme installiert.

Bei einer dezentralen Klimaanlage in Form eines Split-Geräts erfolgt die Kompression des Kältemittels im Freien, während die Luftbehandlungen (Luftförderung, Filterung und Temperierung) im zu kühlenden Raum ausgeführt werden.

Bei vielen Kleingeräten wird nur die Raumluft umgewälzt und dabei gekühlt (Umluftbetrieb). Bei einigen Geräten wird ein kleiner Luftanteil, unabhängig von der Himmelsausrichtung des Gebäudes, vor der Fassade angesaugt, in den Raum eingebracht und meist die gleiche Menge Raumluft herausgeführt (Mischluftbetrieb).

Viele solche Geräte gestatten eine „Betriebsumkehr“: Sie können im Winter die Funktion einer Wärmepumpenheizung übernehmen.

Die Kälteanlage ist mittlerweile mit einem Gleichzeitigkeitsfaktor von etwa 50 % in Betrieb, da die Anlage ständig erweitert wurde, damit gibt es nicht mehr genug Leistung für alle Verbraucher. Zur Kompensation der Spitzenlasten befindet sich im Raum Klimazentrale 02-98-07-057 ein 3.000 l Pufferspeicher.

Die Verdampfer-Leistung der beiden Kältemaschinen beträgt 563 kW. Dem gegenüber stehen 1.106 kW installierte Verbraucherleistung in Form von Kühlregistern.

Daraus ergibt sich folgende Rechnung:

$$\frac{\text{Verdampferleistung}}{\text{Verbraucherleistung}} \times 100 = \frac{563 \text{ kW}}{1106 \text{ kW}} \times 100 = 0,51 = 51\%$$

Erfahrungsgemäß werden Verbundsysteme in Abhängigkeit von den konkreten Gegebenheiten des jeweiligen Projektes für Normalkühlung mit Gleichzeitigkeitsfaktoren von ca. 0,7 ... 0,85 ausgelegt. Um alle Verbraucher mit genug Leistung zu versorgen ist es notwendig eine größere Kältemaschine oder einen größeren Puffer zu installieren. Hierbei ist zu prüfen ob die Rohrleitungen die erhöhte Leistung und Volumenströme transportieren können.

Ergebnisse im Zuge der Studie

Die Anlage ist komplett neu aufzubauen, da auch hier kein hydraulisch abgeglichenes System existiert und die Pumpen auf energieeffiziente Pumpen umgestellt werden müssen.

Ein weiterer Grund für die Erneuerung besteht in der Leistungsunterdeckung bei der Kälteerzeugung. Diese besteht bereits jetzt, obwohl weiterer Bedarf schon vorhanden ist, welcher zum Teil mittels Splitgeräten abgedeckt wird.

Leistung Kältemaschinen Erzeugung	563 KW
Installierte Kältereister	1106 KW
Installierte Splitsleistungen	280 KW

Das bedeutet, dass 563 KW von den jetzt benötigten 1106 KW mittels Kältemaschinen erzeugt werden, weitere 280 KW werden durch nachträglich eingebaute Splitkältegeräte in Büros und Werkstatträumen erzeugt.

Es werden jetzt schon bei 80% Gleichzeitigkeit 434 KW zu wenig erzeugt.

Die neue Anlage muss demnach größer ausgelegt werden. Daher und um den derzeitigen ungünstigen Aufstellort der Kühltürme zu ändern, wird die Anlage ins 7. OG verlegt. Hier können Rückkühler (trocken) auf das Dach gestellt werden und direkt nebenan befindet sich die Kältezentrale mit Maschinen, Puffer und Hauptverteiler.

Vorteil: man kann ein Primär-und Sekundärsystem aufbauen um nicht mit Glykolgemisch wie bisher durch das ganze Haus fahren zu müssen. Mit Glykol ist der Druckverlust in den Leitungen höher, wodurch die Leitungen bei gleichem Durchfluss größer dimensioniert werden müssen.

Die Aufstellung auf dem Dach hat weiterhin den Vorteil, dass sie örtlich nah an den großen Lüftungsanlagen im Werkstattneubau gelegen ist, somit kurze Versorgungswege zu den größten Verbrauchern bestehen würden.

Es gibt weiterhin in vielen Bereichen in denen noch keine Splitanlage installiert wurde mobile Klimageräte (ca. 100 Stück) , in Büros und Werkräumen, welche noch gar nicht zum Kältebedarf hinzugerechnet wurden. Folglich sollte es Ziel sein die jetzt schon nachträglich eingebauten Split- und Mobilgeräte in einem neuen System rauszuwerfen und die Räume an das Kaltwassernetz anzuschließen.

Vorteil wäre, dass der gesamte Kühlbedarf durch eine geringere installierte Kälteerzeugungsleistung abgedeckt werden könnte. Es könnten Energieverschiebungen angesetzt werden, d.h. In Räumen welche tagsüber einen Bedarf haben aber abends nicht könnte die Kühlung abgeschaltet werden und für Räumlichkeiten genutzt werden, welche im Anschluss einen Bedarf haben, dadurch würden nicht beide Leistungen in einer benötigten Kühllast addiert werden und die Erzeugerleistung bleibt geringer.

Ein weiterer Vorteil des einheitlichen Systems ist die Nutzung der Freikühlung für alle Bereiche, dies ist mit den dezentralen Lösungen nicht möglich.

Ein weiterer Vorteil der zentralen Erzeugung und Verteilung ist die Möglichkeit den Erzeuger unter verschiedenen auswählen zu können. Es gibt die Standardvariante der Kompressionskälte (Standard) oder aber auch der Absorptions,- bzw. Adsorptionskälteerzeugung.

Bei letzterer Variante wird aus Wärme Kälte erzeugt, welche in Verbindung mit der im Haus befindlichen Fernwärme leicht zu koppeln wäre. Voraussetzung für einen wirtschaftlichen Einsatz ist dabei der weitestgehend ganzjährige Bedarf an Kühlung.

Die Entscheidung welche Erzeugung letztendlich stattfindet sollte in einer nachfolgend vertieften Planung weiterverfolgt werden.

Für eine Sanierung ist somit auch im Bereich Kälte ein großes Potential zur Verbesserung vorhanden.

Ein paar Zahlen zum Abschluss.

Istbedarf Kälte mit allen dezentral eingesetzten Geräten: 1106KW Kaltwassersystem + 280KW installierte Splitkälte + ca. 300 KW mobile aufgestellte Geräte = 1686 KW Gesamtbedarf.

Es ist davon auszugehen, dass mittlerweile fast alle Bedarfsräume erfasst sind, wodurch diese 1686 KW auch den zukünftigen Bedarf abdecken können sollten.

2.2.1.4 Lüftung

Ausgangslage

Bei Lufttechnischen Anlagen werden insbesondere folgende Richtlinien in der aktuellsten Ausgabe zugrunde gelegt:

- AMEV 2011
- Versammlungsstättenverordnung Hessen
- Muster-Lüftungsanlagenrichtlinie
- VDI-Richtlinie 6022 bezüglich Hygieneanforderungen an die Lüftungsanlagen
- VDI-Richtlinie 2067 bezüglich Beurteilung der rechnerischen Lebensdauer
- Einschl. DIN und EN – Normen
- EnEV 2014 (Stand 2016)
- Ökodesign-Richtlinie der EU Nr. 1253/2014
- VDI 2050 Blatt 1-4 Größe Technikräume für RLT-Anlagen

In den Gebäuden der Städtischen Bühnen Frankfurt sind 182 Lüftungsanlagen installiert. Es handelt sich dabei um Lüftungsanlagen in Form von Abluftanlagen, Zuluftanlagen mit 1 Luftbehandlungsstufe, Teilklimaanlagen mit 2 oder 3 Luftbehandlungsstufen sowie Vollklimaanlagen mit 4 Luftbehandlungsstufen. Darüber hinaus befinden sich in dem Gebäude mehrere mechanische Entrauchungsanlagen zur Kaltentrauchung bzw. Heißentrauchung sowie Spülluftanlagen (z.B. in den Treppenhäusern).

Die Anlagengrößen reichen von 100 m³/h für die kleinste Einzelraumentlüftung bis zu 75.000 m³/h für die Teilklimaanlage des Foyer Schauspiel, Wandelgang, Chagall-Saal und Foyer Oper.

Eine große Anzahl der Anlagen stammt aus den Jahren 1985 - 1991. Teilweise wurden später neue Anlagen ergänzt bzw. wenige Anlagen bereits saniert, bzw. erneuert.

Aufgrund des Alters sind eine Vielzahl der Anlagen abgängig. Die rechnerische Lebensdauer für RLT-Anlagen beträgt nach VDI 2067 ca. 15 Jahre. Dabei reichen die rechnerischen Einsatzdauern der Einzelkomponenten von 8 Jahren für Wandventilatoren über 16 Jahre für Radial-Ventilatoren mit Riemenantrieb bis zu 30 Jahren für Luftkanäle.

Die Anlagen werden regelmäßig durch Fachfirmen gewartet. Trotzdem zeigen sich deutliche Gebrauchsspuren und z.T. Korrosion an den Geräten.

Unter Berücksichtigung der VDI 6022 wurden die Anlagen gemäß den hygienischen Bedingungen bewertet. Es wurden vor einiger Zeit hygienische Überprüfungen durchgeführt, die z.T. Mängel aufgezeigt haben. Grundsätzlich besteht entsprechend VDI 6022 Bestandschutz für RLT-Anlagen. Trotzdem wird in der Bewertung darauf hingewiesen, welche Punkte nicht den Anforderungen der VDI 6022 entsprechen und die zu einer schlechteren Bewertung der Anlage führen.

Gemäß der gültigen EnEV 2014 (Stand 2016) müssen alle Klimaanlage mit einer Kälteleistung ab 12 kW einer energetischen Inspektion unterzogen werden. Diese Inspektionen wurden bisher nicht durchgeführt. Obwohl die Betriebssicherheit dieser Anlagen nicht beeinträchtigt ist und der Betrieb in der Regel gewährleistet ist, führt dieser Punkt dazu, dass alle betroffenen RLT-Anlagen unter dem Punkt „gesetzlich konformer Betrieb“ mit „nein“ bewertet werden.

Unter technischen Gesichtspunkten sind diese Anlage betriebssicher, jedoch wird damit auf die Verpflichtung der Nutzer hingewiesen, die Energetische Inspektion durchführen zu lassen.

Die Erwärmung der Zuluft in den RLT-Geräten erfolgt in der Regel durch Heizungswasser mit Auslegungstemperaturen von 70/50°C.

Die Kühlung der Zuluft erfolgt in der Regel durch Kaltwasser mit Auslegungstemperaturen von 6/12°C. In Einzelfällen erfolgt die Kühlung über integrierte Kälteaggregate direkt im Gerät.

Zur Luftbefeuchtung in den Klimageräten kommen Elektro-Dampfbefeuchter, Reindampf und Sprühbefeuchter zum Einsatz.

Bestehende RLT-Anlagen

Anlage 21 (Raucherfoyer, Wandelgang, Chagall-Saal, Foyer Oper)

Die Anlage besitzt eine Auslegungs-Luftmenge von 75.000 m³/h. Sie enthält die Luftbehandlungsstufen Filtern (F) und Heizen (H).

Darüber hinaus ist eine zentrale Wärmerückgewinnung enthalten.

Das Gerät einschließlich den nachgeschalteten Zonenregelungen besitzt keine Kühlung. Dies bedeutet, dass keine Kühlung der Foyers bzw. des Chagall-Saal möglich ist.

Das Gerät stammt aus dem Jahr 1989. Die rechnerische Lebensdauer des RLT-Gerätes ist bereits überschritten.

Die ursprünglichen F5 Filter wurden gegen F7-Filter getauscht.

Die Ventilatoren besitzen einen Antrieb mit Keilriemen. Nach dem Keilriemen befindet sich in Luftrichtung keine Filterstufe. Der Abrieb der Keilriemen kann somit in die Heizregister und in das nachgeschaltete Kanalnetz gelangen.

In der Abluft befindet sich kein Filter. Schmutz aus der Abluft sowie der Abrieb der Keilriemen in der Abluft können sich im Gerät und im Rotationswärmetauscher ablagern.

In der Außenluft befindet sich als erste Luftbehandlungsstufe ein Rotationswärmetauscher mit absorbierender Schicht zur Feuchterückgewinnung. Im Außenluftstrom ist kein Filter vorgeschaltet, so dass sich Schmutz aus der Außenluft in der Wärmerückgewinnung ablagern kann.

Dadurch erhöht sich der Druckverlust der Wärmerückgewinnung und verschlechtern sich die Hygienischen Bedingungen im Gerät. Bei einem verschmutzten Wärmetauscher erhöht sich der Stromverbrauch der Anlage signifikant.

Die Anlage entspricht nicht den Anforderungen der VDI 6022. Da in dieser Richtlinie ausdrücklich auf den Bestandsschutz hingewiesen wird, ist kein kurzfristiger Umbau des RLT-Gerätes erforderlich.

Jedoch müssen die Hygienekontrollen in kürzeren Abständen durchgeführt werden.

An Gehäuseteilen und Einbauten befinden sich Korrosionsansätze.

Eine Überschlagsrechnung der Energieeffizienz ergibt eine Energieeffizienzklasse D.

Die Anlage besitzt keine Rauchüberwachung in der Zuluft bzw. Abluft. Da es sich um eine Anlage mit Umluftbetrieb handelt, ist eine Rauchüberwachung dringend erforderlich. Im Brandfall muss die Anlage abgeschaltet werden.

Darüber hinaus muss die Rauchübertragung über das nachgeschaltete Kanalsystem verhindert werden. Dazu sind Rauchschutzklappen bzw. motorisch angetriebene Brandschutzklappen erforderlich.

In Anlage 20 sind keine solchen Absperrvorrichtungen eingebaut. Als kurzfristige Maßnahme wird deshalb der Einbau von Rauchfühlern mit Aufschaltung auf die Gebäudeleittechnik sowie der Einbau von Rauchschutzklappen vorgeschlagen.

Aufgrund des Alters der Ventilatoren einschl. Motoren wird vorgeschlagen, die Ventilatoren einschließlich Motoren gegen hocheffiziente Ventilatoren mit Direktantrieb als Vorabmaßnahme kurzfristig auszutauschen, da ein Ausfall der Motoren in absehbarer Zeit möglich ist. Durch den Verzicht auf einen Riemenantrieb ist auch keine nachgeschaltete Filterstufe mehr erforderlich. Darüber hinaus kann durch neue Ventilatoren die Energieeffizienz der Anlage verbessert werden.

Die gesamte Anlage sollte in absehbarer Zeit ausgetauscht werden. Aufgrund der Größe der Anlage sowie der räumlichen Gegebenheiten ist der Austausch nur im Rahmen einer großen Baumaßnahme möglich. Aufgrund der Anforderungen der Ökodesign-Richtlinie besitzen neue RLT-Geräte deutlich größere Abmessungen als die Bestandsanlagen. Die Bestandsanlage wurde auf eine interne Luftgeschwindigkeit von 2,61 m/s ausgelegt. Daraus ergibt sich eine Querschnittsfläche in einer Luftrichtung von ca. 8 m². Zur Einhaltung der Ökodesign-Richtlinie 2018 sind erfahrungsgemäß interne Luftgeschwindigkeiten von ca. 1,5 m/s erforderlich. Dies bedeutet einen Querschnitt des RLT-Gerätes je Luftrichtung von ca. 14 m². Die Geräteabmessungen erhöhen sich bei einem neuen Gerät um ca. 75%. Ein neues RLT-Gerät kann deshalb am derzeitigen Standort nicht eingebaut werden.

Wenn das alte RLT-Gerät erneuert werden muss, ist deshalb mit erheblichen Umbaumaßnahmen und ggf. einer erforderlichen Änderung des Lüftungskonzeptes zu rechnen. Ggf. sind zur Sanierung der RLT-Anlagen Umbauten an der Gebäudestruktur erforderlich (Vergrößerung der Technikflächen, Schaffen von neuen Gerätestandorten einschließlich Änderung der Luftkanalführung).

Entrauchungsventilatoren Flachdach

Auf dem Flachdach über den Foyers befinden sich mehrere Entrauchungsventilatoren.

Die Entrauchungsventilatoren stammen aus dem Jahr 1989. Die rechnerische Lebensdauer ist deshalb seit langem überschritten.

Obwohl die Entrauchungsventilatoren nicht im Dauerbetrieb laufen, ist davon auszugehen, dass aufgrund des Alters die Antriebe ausfallen könnten.

Die Anschlusskabel (Funktionserhaltkabel) sind teilweise dem Sonnenlicht ausgesetzt und aufgrund der UV-Strahlung angegriffen. Eine Beschädigung des Kabels ist deshalb nicht auszuschließen. Die Anschlusskabel sollten deshalb erneuert und gegen Sonnenlicht geschützt werden.

Es wird empfohlen, alle sicherheitsrelevanten Entrauchungsventilatoren auf dem Dach mittelfristig zu erneuern.

Im Rahmen einer Dachsanierung wird empfohlen, die Bestandsventilatoren nicht wieder einzubauen, sondern bei dieser Maßnahme mit zu erneuern.

Anlage 43 (Zuschauerraum Oper)

Die Anlage besitzt eine Auslegungs-Luftmenge von 50.000 m³/h. Sie enthält die Luftbehandlungsstufen Filtern (F), Heizen (H) und Kühlen (K). Eine Befeuchtung ist in der Anlage eingebaut, jedoch außer Betrieb.

Es ist keine Wärmerückgewinnung enthalten. Da die Luftmenge auf die Personenzahl der Besucher ausgelegt ist, muss im Bedarfsfall bei Veranstaltungen die volle Luftmenge als Außenluft betrieben werden. Gemäß EnEV ist deshalb eine Wärmerückgewinnungsanlage erforderlich.

Das Gerät stammt aus dem Jahr 1989. Die rechnerische Lebensdauer des RLT-Gerätes ist bereits überschritten.

Die ursprünglichen F5 Filter wurden gegen F7-Filter getauscht.

Die Ventilatoren besitzen einen Antrieb mit Keilriemen. Nach dem Keilriemen befindet sich in Luftrichtung keine Filterstufe. Der Abrieb der Keilriemen kann somit in die Heiz- bzw. Kühlregister und in das nachgeschaltete Kanalnetz gelangen.

In der Abluft befindet sich kein Filter. Schmutz aus der Abluft sowie der Abrieb der Keilriemen in der Abluft können sich im Gerät ablagern.

Die Anlage entspricht nicht den Anforderungen der VDI 6022. Da in dieser Richtlinie ausdrücklich auf den Bestandschutz hingewiesen wird, ist kein kurzfristiger Umbau des RLT-Gerätes erforderlich.

Jedoch müssen die Hygienekontrollen in kürzeren Abständen durchgeführt werden.

An Gehäuseteilen und Einbauten befinden sich Korrosionsansätze.

Die RLT-Anlagen sind mit wenigen Ausnahmen sanierungsbedürftig und müssen im Zeitraum von ca. 5-10 Jahren erneuert werden. Die Erneuerung der gesamten RLT-Anlagen bis zu den Luftauslässen im Raum ist dabei erforderlich.

Die Anlage 50 ist marode und muss stillgelegt und kurzfristig erneuert werden.

Teilweise sind Vorabmaßnahmen aus Gründen der Betriebssicherheit erforderlich (Nachrüstung Rauchmelder, Erneuerung Entrauchungsventilatoren). Darüber hinaus sollten als Vorabmaßnahme kurzfristig die alten Ventilatoren einschl. Antrieb gegen neue, energieeffiziente Ventilatoreinheiten ausgetauscht werden.

Für den Austausch der größeren RLT-Geräte sind erheblichen Umbaumaßnahmen und ggf. einer erforderlichen Änderung des Lüftungskonzeptes erforderlich. (Vergrößerung der Technikflächen, Schaffen von neuen Gerätestandorten einschließlich neuer Erschließungswege, Schächte usw.)

Die Komplettsanierung der Anlagen ist nur im Zusammenhang der Gesamtsanierung des Gebäudes möglich.

Ergebnisse im Zuge der Studie

Aus den Erkenntnissen der Bestandsaufnahme heraus, dass alle RLT-Anlagen bis auf wenige Ausnahmen erneuert werden müssen, ergibt sich als Konsequenz daraus, dass auch die neuesten Regelwerke bei einer Sanierung angewendet werden müssen und kein Bestandsschutz mehr greift.

Dies bedeutet, die VDI 6022 (Hygienenorm), die ErP-Richtlinie 2018 (Ökodesign-Richtlinie), EnEV 2016, sind in vollem Umfang umzusetzen.

Vor allem die Ökodesign-Richtlinie hat starke Auswirkungen auf die Raumanforderungen. Diese ist vom Staat vorgegeben und vor allem für die Hersteller bindend. Hiernach dürfen keine RLT-Geräte in der EU verkauft und betrieben werden, die diese nicht einhalten.

Das heißt konkret in eigenen Worten und mit Beispiel:

Die ErP-Richtlinie gibt die Energieeffizienzen für die Ventilatoren vor, das heißt die Ventilatoren in den Geräten dürfen einen vorgegebenen Stromverbrauch pro Luftleistung nicht überschreiten.

Ebenso werden die Wärmerückgewinnungszahlen in Prozent vorgegeben, damit einhergehen größere Wärmerückgewinnungssysteme. Für eine bessere Wärmeübertragung braucht man auch niedrigere Luftgeschwindigkeiten.

Durch diese Parameter wird zwangsläufig die Geräte kubatur größer, weswegen neue Geräte nicht mehr in vorhandene Technikräume passen.

Die Kubatur eines Gerätes mit einem Baujahr aus 2010-2015 wird nach der Richtlinie 2018 um ca. 67% größer.

Da die vorhandenen Geräte in den Bühnen mit wenigen Ausnahmen aus den 80er und 90er Jahren stammen ergibt sich sogar ein Kubaturzuwachs von ca. 75%, da damals noch größere Geschwindigkeiten im Gerät ausgelegt wurden. Weiterhin wurde die WRG (Wärmerückgewinnung), wenn vorhanden noch mit 55% anstatt mit 73%, wie heute, ausgelegt.

Im Folgenden eine Auflistung des Geltungsbereiches der ErP-Richtlinie:

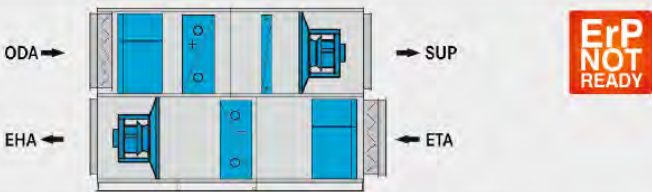
Was ist der Geltungsbereich der ErP 1253/2014?	Die Verordnung gilt für Lüftungsgeräte, die verbrauchte Luft (verunreinigt durch Personen oder Gebäudeemissionen) in einem Gebäude oder Gebäudeteil durch frische Außenluft ersetzen – typischerweise für die Anwesenheit von Personen. Dies beinhaltet keine Anwendungen, bei denen mindestens ein Luftstrom durch einen Industrie- oder Produktionsprozess definiert ist.
Welche Kategorien sind bei RLT-Geräten zu berücksichtigen?	Ab einer Nennluftmenge $\geq 1.000 \text{ m}^3/\text{h}$ werden RLT-Geräte als Nicht-Wohnraumlüftungsgeräte (NRVU – Non-Residential Ventilation Unit) angesehen, RLT-Geräte $< 250 \text{ m}^3/\text{h}$ zählen zu Wohnraumlüftungsgeräten (RVU – Residential Ventilation Unit). Zwischen 250 und $1.000 \text{ m}^3/\text{h}$ ist die Deklaration dem Hersteller freigestellt. Grundsätzlich gelten für Wohnraumlüftungsgeräte andere Anforderungen als für Nicht-Wohnraumlüftungsgeräte.
Ab wann betrifft dies RLT-Geräte?	RLT-Geräte, die ab dem 1. Januar 2016 geliefert werden (Eintreffen auf der Baustelle), müssen der ErP-Verordnung entsprechen. Ab dem 1. Januar 2018 werden die Anforderungen in einem nächsten Schritt weiter verschärft. Für das Jahr 2020 ist eine weitere Verschärfung vorgesehen.
Gibt es im Bereich der RLT-Geräte auch Ausnahmen?	Folgende Bereiche sind beispielsweise vom Geltungsbereich der Verordnung ausgenommen: <ul style="list-style-type: none"> • Landwirtschaftliche Anwendungen (Gewächshäuser, Stallungen) • Personen- oder Gütertransport (Schiffe) • Gewerbliche Dunstabzugshauben (Fett- und Dampfabsaugung gewerblicher Küchen) • Thermisch hochbelastete Räume (Rechenzentren, Serverräume, Kompressorräume, Generatorräume, KWK-Räume, Gießereien, Schmiedereien) • Maschinenabluft (Garagenabluft) • ATEX (explosionsgefährdete Bereiche) • Abluft nicht aus Räumen bzw. Zuluft nicht für Räume eines Gebäudes (Digestorien) • Abluft von oder Zuluft für Prozesslufttechnik (nicht zur Abfuhr von Personen- oder Gebäudeemissionen konzipiert)

Nachfolgend ein Beispiel (Quelle Fa. Robatherm):

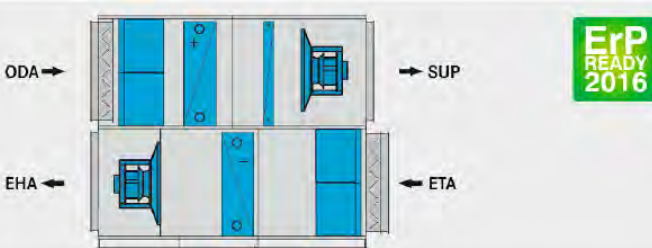
Bezeichnungen für Luftarten (nach DIN EN 13779):

ODA = Außenluft, SUP = Zuluft, ETA = Abluft, EHA = Fortluft

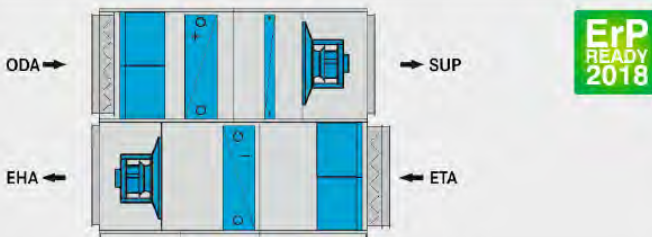
RLT-Gerät nach Stand 2015:

Geräteskizze						
Technische Daten	Höhe ca.	Tiefe ca.	Gehäuse-querschnitt	Luftge-schwindigkeit am Filter	Gesamte statische Druckverluste in der Zuluft	Gesamte statische Druckverluste in der Abluft
	[mm]	[mm]	[m ²]	[m/s]	[Pa]	[Pa]
	2.116	1.304	1,12 m ²	2,4	1.010	854
	Aufgenommene elektr. Leistung in der Zuluft		Aufgenommene elektr. Leistung in der Abluft		Rückwärmzahl	SFP _{int. BVU}
	[kW]		[kW]		[%]	[W/(m ³ /s)]
	4,42		3,74		55	1.574
ErP-Konformität	Rückwärmzahl η_t [%]			SFP _{int. BVU} [W/(m ³ /s)]		
	Ist-wert	Sollwert 2016	Sollwert 2018	Ist-wert	Sollwert 2016	Sollwert 2018
	55 %	≥ 63 %	≥ 68 %	1.574	≤ 1.400	≤ 1.300
	nicht erfüllt					

RLT-Gerät gemäß den Anforderungen für 2016 (ErP-Richtlinie):

Geräteskizze						
Technische Daten	Höhe ca.	Tiefe ca.	Gehäuse-querschnitt	Luftge-schwindigkeit am Filter	Gesamte statische Druckverluste in der Zuluft	Gesamte statische Druckverluste in der Abluft
	[mm]	[mm]	[m ²]	[m/s]	[Pa]	[Pa]
	2.728	1.304	1,498 m ²	1,8	777	728
	Aufgenommene elektr. Leistung in der Zuluft		Aufgenommene elektr. Leistung in der Abluft		Rückwärmzahl	SFP _{int. BVU}
	[kW]		[kW]		[%]	[W/(m ³ /s)]
	3,36		3,14		63	1.027
ErP-Konformität	Rückwärmzahl η_t [%]			SFP _{int. BVU} [W/(m ³ /s)]		
	Ist-wert	Sollwert 2016	Sollwert 2018	Ist-wert	Sollwert 2016	Sollwert 2018
	63 %	≥ 63 %	≥ 68 %	1.027	≤ 1.400	≤ 1.300
	ErP 2016 ✓					

RLT-Gerät gemäß den Anforderungen für 2018 (ErP-Richtlinie):

Geräteskizze						
Technische Daten	Höhe ca.	Tiefe ca.	Gehäuse-querschnitt	Luftge-schwindigkeit am Filter	Gesamte statische Druckverluste in der Zuluft	Gesamte statische Druckverluste in der Abluft
	[mm]	[mm]	[m ²]	[m/s]	[Pa]	[Pa]
	2.728	1.610	1,873 m ²	1,4	689	656
	Aufgenommene elektr. Leistung in der Zuluft		Aufgenommene elektr. Leistung in der Abluft		Rückwärmzahl	SFP _{int. BVU}
	[kW]		[kW]		[%]	[W/(m ³ /s)]
	2,97		2,83		68	803
ErP-Konformität	Rückwärmzahl η_t [%]			SFP _{int. BVU} [W/(m ³ /s)]		
	Ist-wert	Sollwert 2016	Sollwert 2018	Ist-wert	Sollwert 2016	Sollwert 2018
	68 %	≥ 63 %	≥ 68 %	803	≤ 1.400	≤ 1.300
				ErP-Stufe		
				ErP 2018 ✓		

Vergleich der drei Gerätekonzepte:

ErP-Stufe		ErP-Stufe 2016	ErP-Stufe 2018
Gehäuse-Abmessungen des Beispielgerätes	Höhe x Tiefe [mm] (RLT-Gerät 2015: 2.016 x 1.304)	2.728 x 1.304	2.728 x 1.610
	Vergrößerung des Querschnitts im Vergleich zu 2015 [%]	34	67
Investitionskosten im Vergleich zum RLT-Gerät 2015	Erhöhung der gesamten Kosten [%]	15	28
	Erhöhung der Kosten für die WRG (KVS) [%]	43	50
	Erhöhung der Kosten für das Gehäuse [%]	6	22
Energiekosten im Vergleich zum RLT-Gerät 2015	Einsparung der Kosten für Wärmeerzeugung [%]	21	35
	Einsparung der Kosten für Ventilatoren [%]	20	28
Amortisation der höheren Investitionskosten im Vergleich zum RLT-Gerät 2015 [Jahre]		1,4	1,7

Die geringeren Geschwindigkeiten, als auch die energieeffizienteren Ventilatoren haben auch Auswirkungen auf die Kanalnetze.

Diese müssen größer ausgelegt werden bei gleicher Luftmenge.

Die Ventilatoren können nun auch nicht mehr so hohe Druckverluste in die Kanalnetze pressen. (Hoher Druck = hoher Energieaufwand um Luft durch den Kanal zum Auslass zu pressen.)

Ein weiterer Grund die Kanäle zu erneuern ist die VDI 6022 welche die hygienischen Vorschriften vorgibt. Dadurch müssen in bestimmten Abständen und an unzugänglichen Stellen im Kanalnetz Revisions,- bzw. Reinigungsöffnungen hergestellt werden, um Reinigungsroboter einführen oder eine händische Reinigung durchführen zu können. Dies war bis jetzt nicht so ausgelegt.

Ein weiterer Punkt ist die Vorgabe der Luftdichtheit von Kanälen, welche nach anerkannten Regeln der Technik mindestens der Klasse C entsprechen müssen, die meisten Kanäle können dies nicht erfüllen, da sie ebenfalls vor 2000 gebaut wurden.

Ebenso müssen sämtliche Bauteile mit Schadstoffbelastung ausgebaut werden.

Alle diese Faktoren und das neue Raumprogramm welches Raumrotationen mit sich bringt lassen so gut wie keinen Meter Kanal mehr unberührt bei einer Sanierung.

Durch das neue Raumprogramm der betrachteten Varianten ist es notwendig für die größeren RLT-Geräte entsprechende Technikflächen zu generieren.

Mit Hilfe des Auszuges der Werkstätten aus dem Werkstattneubau in ein ausgelagertes Gebäude lassen sich neue Räumlichkeiten hierfür akquirieren.

Ein weiterer Vorteil hierbei ist auch die zentrale Lage der neuen Räumlichkeiten zwischen den beiden Bühnen, um die Kanalführung leichter über den dort vorhandenen Prospektschacht in die einzelnen Bereiche zu führen. Technikflächen wurden im Wesentlichen an folgenden Stellen eingeplant (siehe auch Pläne im Anhang).

Klimazentrale Schauspiel

Klimazentrale Oper

Klima Orchestergraben

Keller Schauspiel

Kulissenlager Oper EG

Werkstattneubau 2. OG ehemalige Werkstatt

Werkstattneubau 4. OG mit Gitterboden für 2 Ebenen

Klimazentrale Oper 5. OG

Dach Schauspiel 6. OG

Westflügel Bürospace Dach 6. OG

Rucksackanbau Bühnenturm Schauspiel in 2 Ebenen

Werkstattneubau 7. OG

Kulissenmagazin Oper 7. OG

Um die große Anzahl an RLT-Anlagen deutlich reduzieren zu können, wurden neue Bereiche mit gleichen Luftqualitäten, bzw. Raumkonditionen zusammengefasst, sowie in einer weiteren Runde RLT-Geräte zusammengefasst, welche gleiche Konditionierungen haben.

So wurde auch im Goldwolkenfoyer der Gedanke verfolgt die RLT-Anlage zu verkleinern und dem eigentlichen Luftbedarf personenbezogen anzupassen, dies kann erreicht werden, indem zusätzliche Heizsysteme in Form von Deckenstrahlplatten und Fensterkonvektoren hinzugezogen werden, wodurch die Lüftungsanlage nicht mehr den gesamten Heizbedarf aufbringen können muss, was deutlich an Luftmenge reduzieren könnte. Ganz kann sicherlich nicht auf einen Heizanteil durch die Lüftung verzichtet werden.

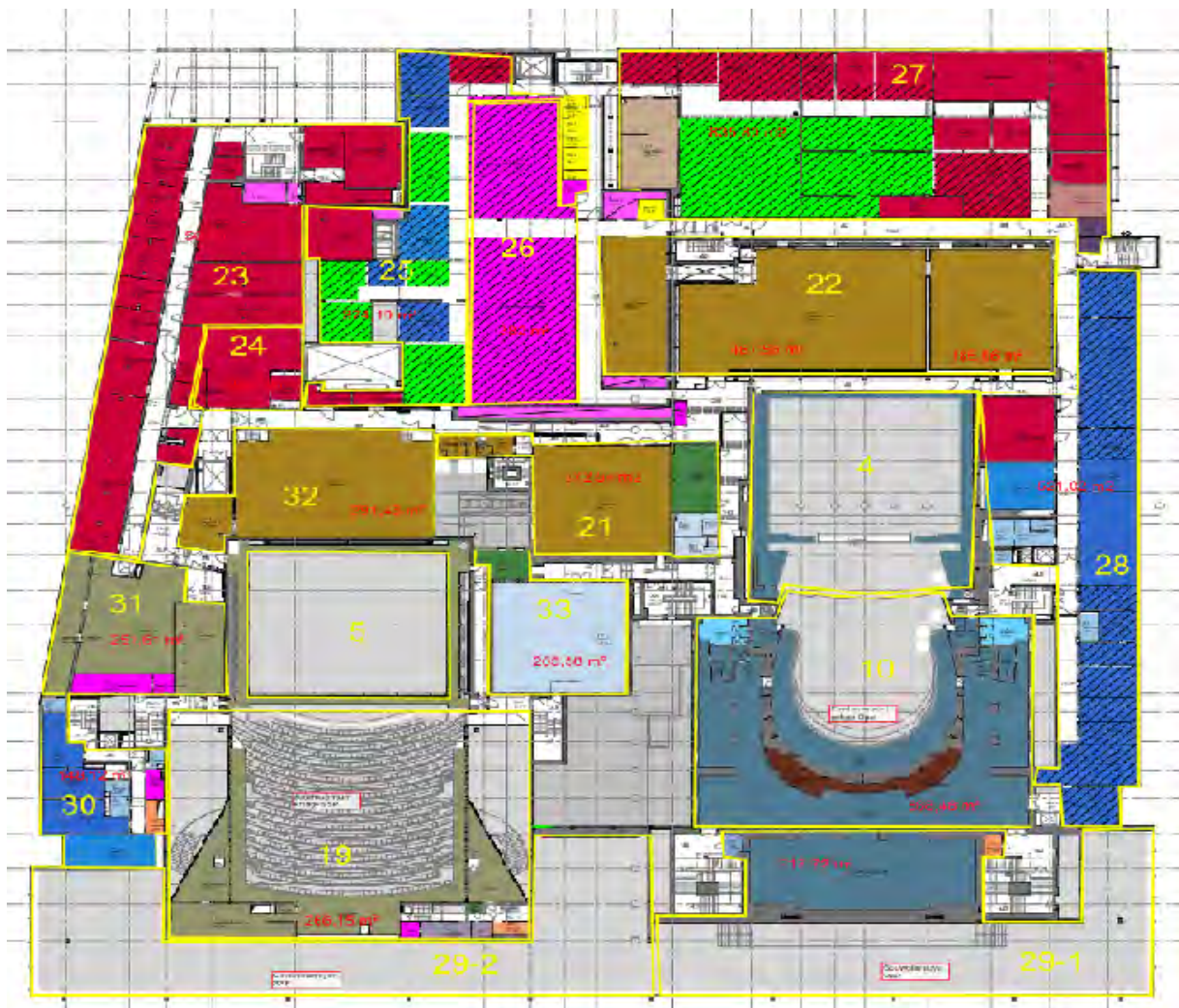
Für die Auslegung der Technikflächen der Lüftung, wurde die VDI 2050 Blatt 4 (neueste Fassung Mai 2019) zugrunde gelegt. Diese nimmt Bezug auf die Geschwindigkeiten der Luft in RLT-Geräten aus der ErP-Richtlinie und bemisst somit die Flächenbedarfe in Abhängigkeit der ErP-Richtlinie 2014 Fassung 2018.

Da in Europa keine Geräte vertrieben und betrieben werden dürfen, welche nicht der ErP-Richtlinie entsprechen, ist die darauf abgestimmte VDI 2050 Blatt 4 eine wichtige Grundlage zur Auslegung der Flächen.

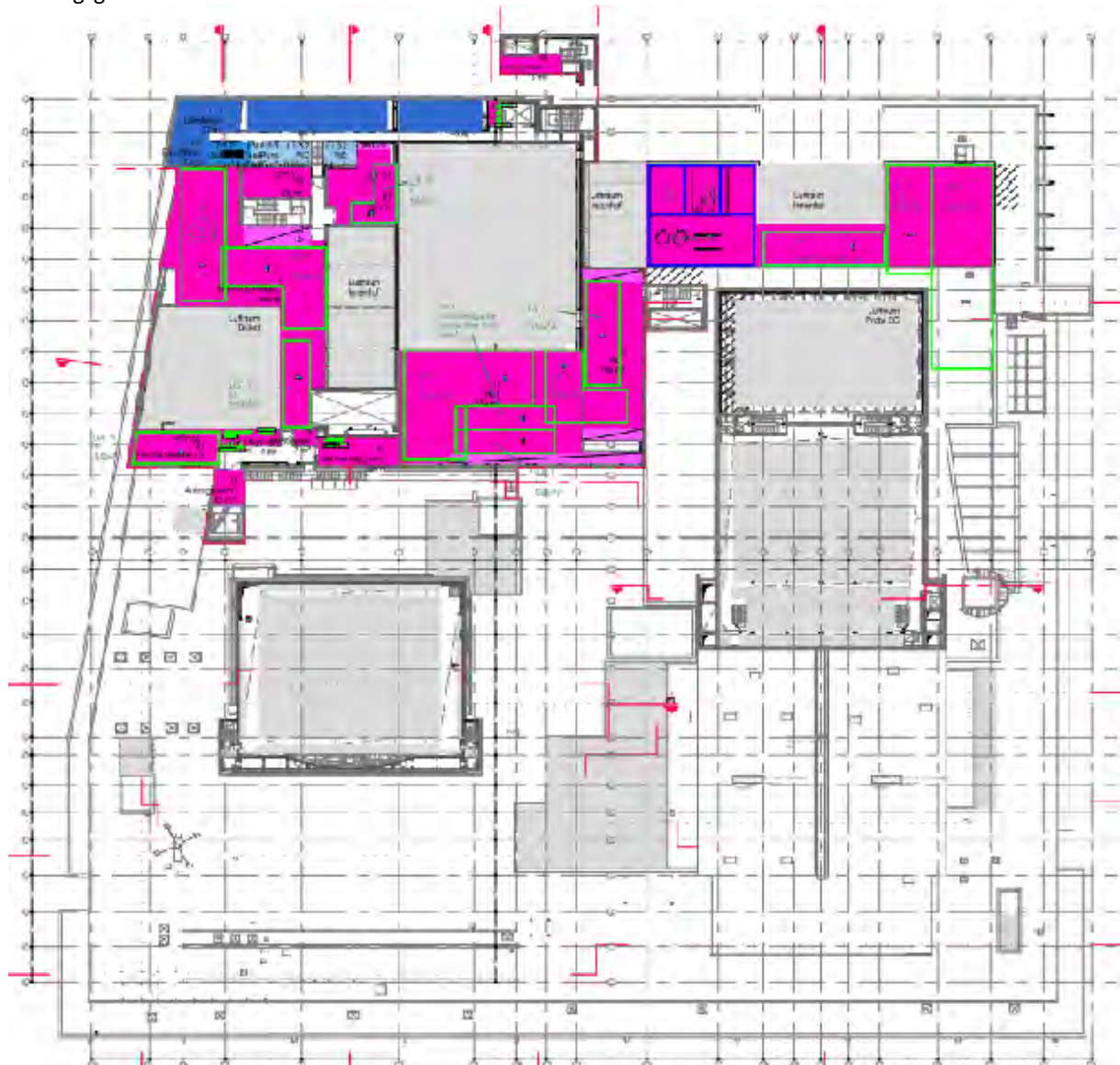
In einer nachfolgenden Planung sind diese Werte zu vertiefen, da eine weitere Verschärfung der ErP-Richtlinie 2020/21 angedacht ist.

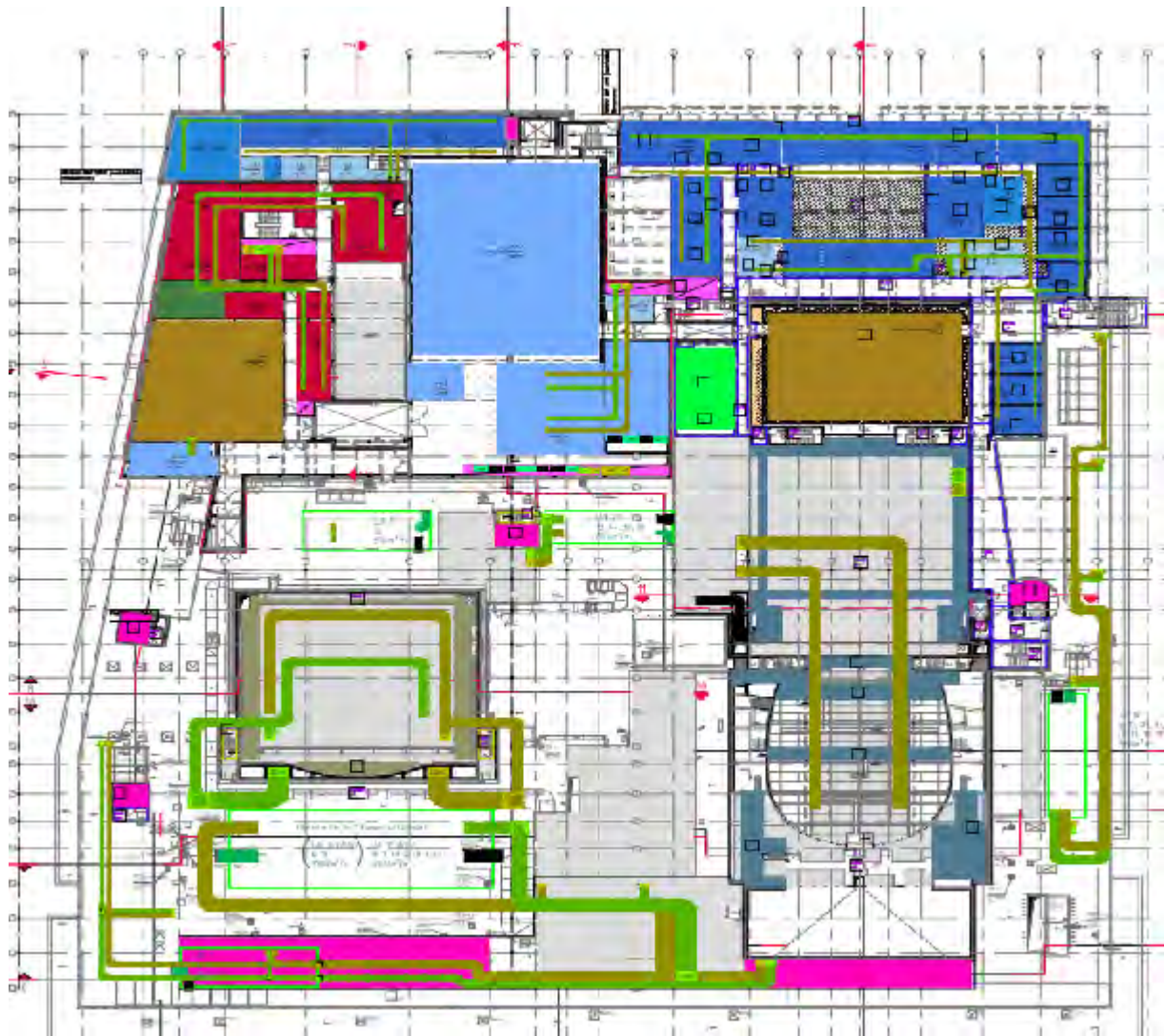
Im Anhang befinden sich Pläne mit den neu gebildeten Lüftungsbereichen, als auch Pläne mit den verorteten Lüftungsgeräten.

Nachfolgend ein Beispiel: Bereiche



Lüftungsgeräte und Kältezentrale

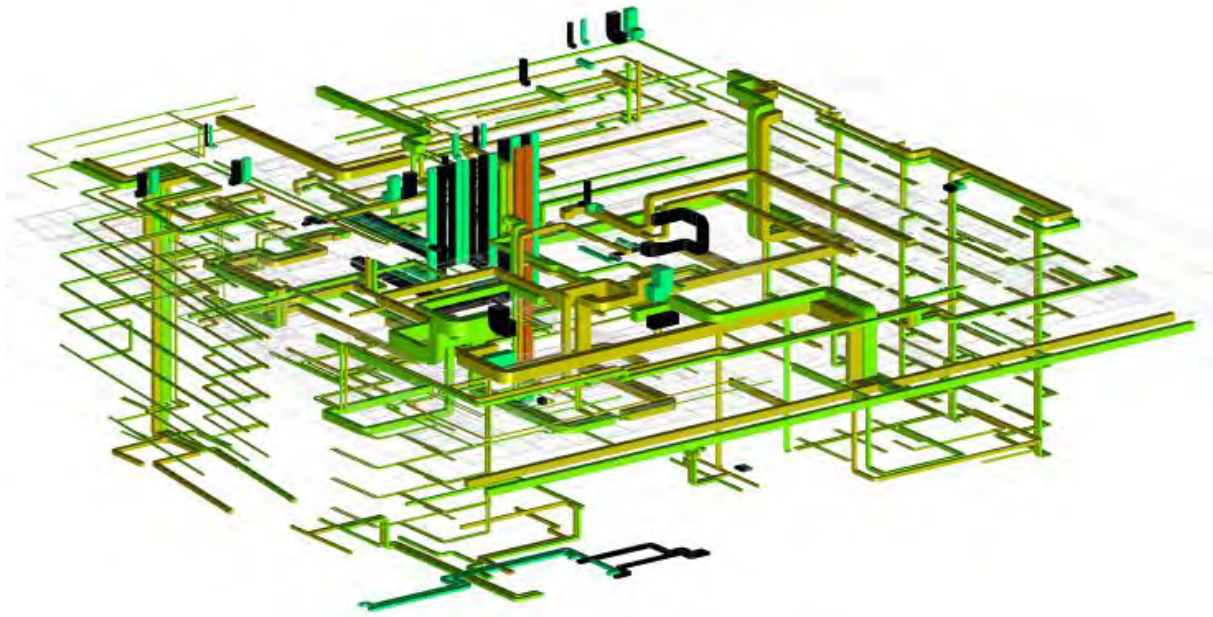




Anbei ein Auszug aus der Tabelle mit den Luftmengenberechnungen:

Reihe	Bezeichnung	m²	Höhe m	Nutzung	Lufterzeugung	Volumen	Anz. Pers.	m³/Person	Konditionierung Luftwechsel	m³ Luft zum/gerundet
1	Ballettsaal neu, Kostümlager, Schneiderei 5.OG	211	6,5	Bühne	FHBE	1372	46	30	5	6.656
		367	2,5	Büro/Verkäufe	FH	918				1.376
2	Orchestersprobenraum	480	6,5	Bühne	FHKE	3120	200			30.000
3	Probenbühne 3C	277	6,5	Bühne	FHKE	1801	185			8.000
4	Bühne Oper	1447	28	Bühne	FHKE	40516			1	40.516
5	Bühne Schauspiel mit Nebenbühnen	1374	26	Bühne/Zuschauer	FHKE	35724			1	35.724
6	Verwaltung 6.+7.OG	180	2,5	Büro/Verkäufe	FH	450	23	30		675
7	Verwaltung 6.+7.OG	201	2,5	Büro/Verkäufe	FH	503	25	30		750
8	Verwaltung Kulissen 6.OG	690	3	Büro/Verkäufe	FH	2070	86	30		2.580
9	Technikräume 7.OG	311	3		FH	933			1	933
10	Abluft Zuschauer Oper Zuluft Zuschauer Oper	1473 1473	21 21		AB FHKE	30933 30933	1369 1369	25 25		34.225
11	Schneiderei 5.OG	326	2,5		FH	815	41	30		1.223
12	Lager, Innenliegende Nebenräume Chorsaal klein 5.OG	202 65	2,5 2,5		FH FHK	505 163	25 33		1,5	758
13	Lager 5.OG, Innenliegende Nebenräume	600	2,5		FH	1500			1	1.500
14	Verwaltung Kulissen 5.OG	781	3		FH	2373	99	30		2.966
	Eurospange West EG-5.OG	233	2,5		FH	583			1,5	874
										900

Isometrie des Lüftungsnetzes:



Mit den neu eingeteilten Technikräumen lassen sich alle Lüftungsgeräte unterbringen.

In den außenliegenden Büro und Arbeitsplatzbereichen wird die Lüftung als Hybridlüftung aufgebaut, d.h. die Luftmengen pro Person werden nicht auf die nach DIN auf 36 oder 54m³/h ausgelegt, sondern je nach Bereich auf 20-30m³/h. Zusätzlich wird dann über Fensterlüftung unterstützt.

Die Bereiche unterscheiden sich darin, ob die Räume an einen lärmintensiven Außenbereich grenzen, dann werden sie auf 30m³/h Person ausgelegt oder an einen weniger lärmintensiven Außenbereich, dann können 20m³/h Person angesetzt werden, da hier die Fenster häufiger geöffnet werden können ohne extreme Lärmbelastung.

Zu entscheiden welche Lärmbelästigung den Ausschlag über 20 oder 30m³/h Zuluftauslegung gibt muss in einer Planung verifiziert werden. Als Ansatz könnte eine Anlehnung an die BNB-Regularien dienen.

Fazit:

In der Basisvariante können alle Lüftungsanlagen mit neuen Räumen versehen und untergebracht werden, dies wurde durch Bilden von gleich konvektionierten Bereichen und der Zusammenlegung von gleich konvektionierten RLT-Anlagen erreicht.

Ursprünglich 134 RLT-Anlagen (ohne die Entrauchungsanlagen), wurden in 55 RLT-Anlagen zusammengeführt.

In der nachfolgenden vertieften Planung gilt es die bis dahin weiterhin verschärften gesetzlichen Vorgaben, mit den Anforderungen der Bereiche und Geräte weiter im Auge zu behalten und abzugleichen.

2.2.1.5 Druckluft

Ausgangslage

Eine Druckluftanlage sollte so konzipiert werden, dass die Reinheitsklasse gemäß DIN ISO 8573-1, welche für die jeweilige Anwendung benötigt wird, hergestellt werden kann.

Die gesamten Städtischen Bühnen werden über eine Druckluftzentrale (01-98-07-052) versorgt.

In dieser Druckluftzentrale sind 3 Kompressoren installiert, welche im Parallelbetrieb laufen. Ein Kompressor (Fa. Stenhoj) zeigt gemäß Typenschild das Baujahr 1980 auf. Die beiden anderen Kompressoren (Fa. Atlas

Copco) stammen aus dem Jahr 2005. Die erzeugte Druckluft wird über einen Kältetrockner und Druckluft-Windkessel dem Druckluftrohrsystem zugeführt.

Das neue Rohrsystem ist mit Kunststoffverbundrohren hergestellt worden. Die Hauptleitung DN 25 führt zu einem zentralen Druckluftverteiler mit 10 Abgängen. An diesem Druckluftverteiler sind nur 2 Stutzen belegt.

1 Stutzen (32 x 2 mm, Kunststoffrohr) versorgt einen Teil des Werkstatt-Neubaus.

Der andere Stutzen DN 25 versorgt den kompletten Altbau über verzinkte Rohrleitungen.

Über einen Druckluftabgang DN 15 in der Druckluftzentrale werden der „Kleine Malersaal“ im Werkstatt-Neubau und der Bereich Rüstmeister im Altbau versorgt, sowie die Werkstätten im Werkstattneubau.

Die Druckluftverbraucher haben zum Teil einen Druckminderer vorgeschaltet, zum Teil sind keine Druckminderer vorhanden. Der Anschluss der Druckluftverbraucher erfolgt über einen Bajonettverschluss.

Die Druckluftversorgung dient dem Anschluss von Werkzeugen in den Umgängen der Unterbühnen und im kleinen Malersaal und der Werkstatt des Rüstmeisters.

Als Rohrwerkstoff für die Sanierung der Druckluftversorgungsleitungen werden Kunststoffverbundrohre eingesetzt. Die Verbindung der Rohre erfolgt über Klemmverschraubungen.

Die bestehenden, alten Rohrleitungen sind verzinkt bzw. mit Kupferleitungen realisiert. Die Verbindungen sind als Gewinde-, Schraubverbindung bzw. Lötverbindung ausgeführt.

Die Druckluftanlage kann an die neuen Raumverortungen angepasst werden, es ist zu überlegen die Materialien bezüglich leichter Einhaltung einer gleichmäßigen Druckluftqualität zu vereinheitlichen, je nach Anforderung des Nutzers.

2.2.2 Elektrotechnische Ausstattung

2.2.2.1 Starkstromanlagen

Ausgangslage

Der bauliche Zustand des Gebäudes ist entsprechend der Entstehungsgeschichte der einzelnen Gebäudeteile differenziert zu bewerten. Allgemein ist festzuhalten, dass das gesamte Bauwerk entsprechend seinem Alter starke Abnutzungserscheinungen aufweist.

Der Zustand der technischen Anlagen ist heterogen. Einzelne Anlagen sowie ein Großteil der Leitungsnetze stammen noch aus der Errichtungszeit. Bis heute haben sukzessive Anlagenerneuerungen, -erweiterungen, -umbauten und Ertüchtigungen der Leitungsnetze stattgefunden.

Die Hoch- und Mittelspannungsanlagen müssen den folgenden Normen entsprechen. Wesentliche Abweichungen zu den Normen, welche während der Bestandsaufnahme festgestellt worden sind, werden aufgeführt:

- TAB-MS
- Eingangsschaltfelder gemäß DIN EN 62271-102 (VDE 0671-102)
- Lasttrennschalter gemäß DIN EN 62271-103 (VDE 0671-103)
- Erdungsschalter gemäß DIN EN 62271-102 (VDE 0671-102)
- Störlichtbogenfestigkeit gemäß EN 62271-200

10 kV Mittelspannungs-Schaltanlage



MS-Schaltanlage



Trenner

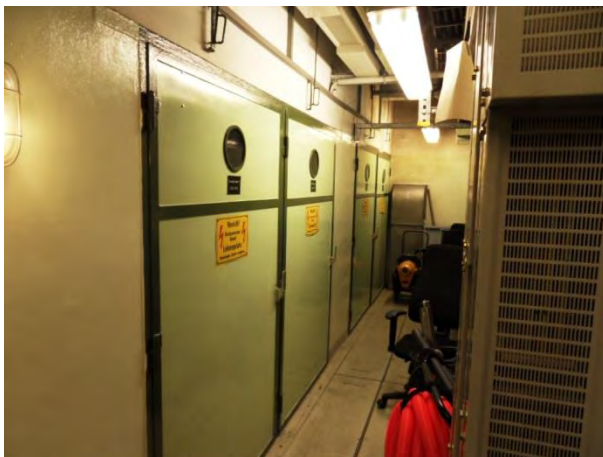


HS-Sicherungen

Im Gebäudeteil Ost ist im UG (-5,50 m) Raum 02-98-07-043 eine 10 kV Mittelspannungsanlage bestehend aus 8 Feldern untergebracht.

Mittelspannungs-Anlagen der 80er Jahre sind veraltet und sollten komplett ausgetauscht oder Feld für Feld ersetzt werden.

Netzstationen haben eine durchschnittliche Betriebslebensdauer von 30-40 Jahren und sollten danach gegen Schaltanlagen neuester Generation, die den technischen Bestimmungen des Personen- und Anlagenschutzes entsprechen sowie Störlichtbogen geprüft sind, ausgetauscht werden.



Trafozellen 1-4



Leistung Trafo

Die gesamte Liegenschaft wird mit insgesamt 5 Transformatoren mit Strom versorgt. Trafo 1-4 wird zur Niederspannungsseitigen Versorgung der Bühnen verwendet. Trafo 5 ist für die Stromversorgung des Restaurant „Fundus“ zuständig.

Die 4 Bestandstransformatoren mit einer Leistung von je 630 kVA zur Versorgung der Bühnen, sowie der 250 kVA Trafo zur Versorgung des Restaurant Fundus sind ebenfalls aus den 80er Jahren und entsprechen nicht mehr den heutigen Anforderungen an Effizienz und Wirtschaftlichkeit.

Transformatoren können bei gleicher Bemessungsscheinleistung auch mit geringeren Leerlaufverlusten gebaut werden.

Die Leerlaufverluste hängen nicht nur von der zu übertragenden Leistung ab, sondern entstehen, sobald der Transformator einseitig mit Spannung versorgt wird.

Die Höhe der erzeugten Verluste und der damit verbundenen Lebenszyklus-Energiekosten hängen stark von der Nutzung des Gebäudes oder der Liegenschaft ab.

Ob und in wie weit eine Optimierung Sinn macht, wird einerseits von den Energiebezugsdaten, andererseits von der Planbarkeit zukünftiger Entwicklungen bestimmt.

Ist der Energiebezug sehr hoch, so dass der Transformator hoch ausgelastet ist, macht es durchaus Sinn, auf einen Transformator mit höherer Bemessungsscheinleistung und reduzierten Leerlaufverlusten zu wechseln.

Durch die reduzierte Verlustleistung werden nicht nur die Lebenszyklus-Energiekosten vermindert, sondern auch CO₂-Emissionen bei der Stromerzeugung verringert.

Im Zuge des Austausches der 10 kV Mittelspannungsanlage und der Trafos sollten auch die Mittel- und Niederspannungskabel ausgetauscht oder Feld für Feld ersetzt werden, da sie veraltet sind

Die Eigenstromversorgungsanlagen müssen den folgenden Normen entsprechen:

- DIN ISO 8528-1:2005-06 Stromerzeugungsaggregate mit Hubkolben-Verbrennungsmotoren, Teil 1: Anwendung, Bemessungen und Ausführungen
- DIN 6280 Stromerzeugungsaggregate mit Hubkolben-Verbrennungsmotoren (in Teilen durch die DIN ISO 8528 ersetzt, teilweise noch gültig)
- EN 60034-22 VDE 0530-22:2010-08 - Drehende elektrische Maschinen, Teil 22: Wechselstromgeneratoren für Stromerzeugungsaggregate mit Hubkolben-Verbrennungsmotoren
- DIN VDE 0100-551:2011-06 - Errichten von Niederspannungsanlagen, Teil 5-55: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Andere Betriebsmittel – Abschnitt 551: Niederspannungsstromerzeugungseinrichtungen
- DIN VDE 0100-710:2012-10 - Errichten von Niederspannungsanlagen, Teil 7-710: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Medizinisch genutzte Bereiche
- DIN VDE 0100-718:2005-10 - Errichten von Niederspannungsanlagen - Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer, Art Teil 718: Bauliche Anlagen für Menschenansammlungen

Im Gebäudeteil West ist im UG (-5,50 m) Raum 01-98-07-048 ein Notstrom-Dieselmotorgenerator mit einer Leistung von 450 kVA zur Versorgung der Netzersatz- und Sicherheitsstromversorgung der NSHV 1 Hauptgruppe 5 untergebracht.

Versorgt werden im wesentlichen Anlagenteile wie:

- Klimazentralen Oper, Schauspiel und Magazinaufstockung
- Hauptverteilung Sicherheitsbeleuchtung
- Aufzüge A1, A2, A3, A4, A5, A6
- Sprühwasserpumpe
- ELA-Ladegerät
- Klimagerät Telefonzentrale

Nach einer Betriebsdauer des Notstromaggregates von derzeit 25 Jahren ist ein mittelfristiger Austausch des Aggregates, der Schaltanlage und der Verkabelung zu empfehlen.

Die Batterieräume müssen den folgenden Normen entsprechen:

- DIN EN 50272-2; VDE 0510-2:2001-12:2001-12 „ Sicherheitsanforderungen an Batterien und Batterieanlagen
- EN 50272-3: 2003 Belüftung Batterieräume mit ortsfesten Batterieanlagen
- EN 50272 Abs. 12.1 Warn- und Hinweisschilder
- §145 SBauVO, Zusätzliche Anforderungen an Batterieräume

Die Zentralbatterieanlage ist im UG Gebäudeteil Ost im Raum 02-98-07-031 untergebracht. Eine Be- und Entlüftungsanlage des Batterieraumes ist vorhanden. Erforderliche Warn- und Hinweisschilder sind vorhanden.

Die Anlagen stammen aus den 70er und 80er Jahren und haben mittelfristig ihren Lebenszyklus überschritten.

Mittelfristiger Austausch der Zentralbatterieanlage und der zugehörigen Ladegeräte gegen eine Anlage, die den neuesten techn. Vorschriften und VDE Bestimmungen entspricht.

Die Niederspannungsschaltanlagen müssen den folgenden Normen entsprechen:

- VDE 0100-100 Errichten von Niederspannungsanlagen bis 1000 V
- VDE 0100-410 Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag
- DIN EN 6143 Ausführung u. Prüfvorgaben für NS-Schaltgerätekombinationen
- VDE 0105-100 Betrieb von elektrischen Anlagen

Der Knotenhauptverteiler ist im UG Gebäudeteil Ost im Raum 02-98-07-040 untergebracht und besteht aus insgesamt 4 metallgekapselten Schaltfeldern mit einem durchgehenden 2.500 A Sammelschienensystem. Die Schaltfelder sind in einer Reihe aufgestellt.

Ausgehend von dem Knotenhauptverteiler erfolgen die Einspeisungen der Niederspannungshauptverteilungen 1-3 mit einem Stromschienensystem 1.450 A.

Abgänge sind mit NH-Sicherungslastschaltleisten in verschiedenen Baugrößen bestückt

Die Schaltanlage stammt noch aus den 80er Jahren und hat mittelfristig ihren Lebenszyklus überschritten.

Die Abgangskabel stammen ebenfalls aus dieser Zeit und sind alterungsbedingt mittelfristig auszutauschen.

Die Abgangskabel von dem KHV zu den angeschlossenen Anlagenteilen stammen ebenfalls aus dieser Zeit und sind alterungsbedingt mittelfristig auszutauschen.

Die Niederspannungshauptverteilungen stammen noch aus den 80er Jahren und haben mittelfristig ihren Lebenszyklus überschritten.

Die Abgangskabel stammen ebenfalls aus dieser Zeit und sind alterungsbedingt mittelfristig auszutauschen.

Die Niederspannungshauptverteilungen stammen noch aus den 80er Jahren und haben mittelfristig ihren Lebenszyklus überschritten.

Die Abgangskabel stammen ebenfalls aus dieser Zeit und sind alterungsbedingt mittelfristig auszutauschen.

Die Niederspannungsinstallationsanlagen müssen den folgenden Normen entsprechen:

- VDE 0100-100 Errichten von Niederspannungsanlagen bis 1000 V
- VDE 0100-520 Kabel- und Leitungsanlagen
- VDE 0100-550 Auswahl Elektrische Betriebsmittel
- VDE 0100-410 Schutz gegen elektrischen Schlag
- VDE 0605 Elektroinstallationssysteme
- VDE 0623 Steckverbindungen, Steckdosen

Zur Versorgung der Büros in der Bürosange-Oper EG – 6.OG sind Elektro-Verteiler in Flurbereich Nord und Süd unterteilt vorhanden.

Je Stockwerk sind 2 Elektroverteiler in Wandnischen mit vorgesetzten Blech-Türen eingebaut.

Die Wandnische ist als Steigeschacht ausgebildet.

Eine vertikale Brandschottung als F-90 Kombischott einschl. Zertifikatsschild ist vorhanden.

Alle Verteiler sind mit einer Blitzstrom- und Überspannungsableiterkombination, gem. Typ 1+2 / Class I+II (Mittelschutz) ausgestattet.

Steckdosen-Stromkreise sind mit 13 A, Beleuchtungs-Stromkreise sind mit 10 A abgesichert.

Beleuchtungssteuerung mittels LON-Bus.

Räume des Nord- und Südflügel werden von je einem Verteiler ausgehend mit Strom versorgt.

Steckdosen: Für Steckdosenstromkreise sind keine FI-Schutzgeräte vorhanden!

E-Verteiler Bürospace Schauspiel

Standort: UV - Ssp Bilder:



Zur Versorgung der Büros im Schauspiel 1.OG – 5.OG sind je Stockwerk 2 Elektro-Verteiler in Flurbereich Nord und Süd unterteilt vorhanden.

Zur Flurseite haben die Elektroverteiler keine F-90 Brandabschottungen!

Die Verteiler sind als 3-fach Verteiler (Kraft-Licht-Not) in Unterputzausführung mit getrennten Blechtüren und Vorhängeschlössern ausgeführt.

Die Verteiler sind nicht mit einem Überspannungsschutz ausgestattet (Mittelschutz).

Steckdosen: Für Steckdosenstromkreise sind keine FI-Schutzgeräte vorhanden!

Im gesamten Gebäude sind ca. 280 Elektro Unterverteiler mit unterschiedlichen Verteilerbereichen vorhanden.

Zur Flurseite haben die Elektroverteiler im Schauspiel keine F-90 Brandabschottungen!

Sämtliche Steckdosen-Stromkreise sind nicht mit einem Fehlerstrom-Schutzschalter (FI) gemäß VDE 0100-530 ausgestattet.

Der Fehlerstrom-Schutzschalter hilft Leben zu schützen und sollte grundsätzlich eingesetzt werden. Ausnahmen sollten einem technischen Erfordernis unterliegen und gut begründet sein.

Nach DIN VDE 0100-410 müssen folgende Bereiche mit Fehlerstromschutz-Einrichtungen ausgestattet werden:

- alle Steckdosenstromkreise im Laienbereich und Endstromkreise im Außenbereich bis 32A
- Räume mit Badewanne und Dusche
- Becken von Schwimmbädern und andere Becken
- feuchte und nasse Bereiche sowie Räume und Anlagen im Freien

Die Sicherheitsstromversorgung umfasst das Notstromaggregat, die Batterieanlage, Ladeeinrichtungen, SV-Haupt- und Unterverteiler, Sicherheitsbeleuchtung in Dauer- und Bereitschaftsschaltung sowie die Kabel- und Leitungsanlage unter Berücksichtigung des Funktionserhalts.

Grundlage des NEA-Netzes sind der Notstromgenerator und die Zentralbatterie, die in Hauptgruppe 5 (NEA) der NSHV 1 eingespeist werden.

Angeschlossene Anlagen:

- NEA Schauspiel
- UV Hochspannungszentrale
- HV Si-Beleuchtung
- NEA Technikzentrale Schwachstrom
- UV 14 Ton-Video
- Behinderten-Aufzug Foyer Kammerspiel
- UV-Feuerlöschanlagen
- Klima BMZ und UV BMZ
- Aufzüge A1, A2, A3, A4, A5, A6
- Klima Oper, Telefonzentrale, Schauspiel, Magazinaufstockung
- Kronenboden Oper
- Obermaschinerie

Kabeltragsysteme sind überwiegend als Kabeltrassen in unterschiedlichen Dimensionierungen im UG Oper und Schauspiel vorhanden.

Auf fast allen Trassen wurde eine „gemischte“ Belegung vorgefunden. Das bedeutet, dass Starkstromkabel zusammen mit Schwachstromkabel und sogar E-30 Funktionserhaltkabel auf einer Rinne verlegt sind.

Im UG Oper und Schauspiel sind viele AV-Kabeltrassen überbelegt.

Durch eine Überbelegung von Kabeltrassen wird oft die Belastungsgrenze nach DIN EN 61537 bzw. DIN VDE 0639 überschritten.

Muster-Belastungsberechnung

$$\text{Kabellast (F)} = \frac{0,028 \text{ N}}{\text{m} \times \text{mm}^2} \times \text{Nutzquerschnitt}$$

1. Kabellast (F) = $0,028 \text{ N} / \text{m} \times \text{mm}^2 \times 17.800 \text{ mm}^2 = 500 \text{ N/m}$

2. Umrechnung von Newton (N) in Kilogramm (kg)

10 N ~ 1kg → das bedeutet in unserem Beispiel: $500 \text{ N/m} = 50 \text{ kg/m}$

3. Maximal auftretende Belastung = 50 kg/m



UG Ssp Flur am TRH 1, Überbelegung AV-Kabeltrasse



UG Oper, Sanitärlager 01-98-08-022, Überbelegung AV-Kabeltrasse

Bis auf wenige Ausnahmen sind Kabeltrassen, die mit Funktionserhaltkabel belegt sind, nicht nach den MLAR Verlege Richtlinien „Funktionserhalt“ nach DIN 4102-12 montiert.

Wesentlich gefährlicher als eine mechanische Überlastung ist die thermische Belastung der Kabel und Leitungen anzusehen. Siehe hierzu DIN/VDE 0298 Teil 1-4 (Erwärmung von Leitungen)

Durch den Häufungsgrad von Kabel und Leitungen auf den Kabeltrassen können, in Abhängigkeit von der Umgebungstemperatur, gefährlich hohe Temperaturen entstehen.

Besonders in den Untergeschoßen ist zu erkennen, dass Installationsgeräte wie Lichtschalter und Steckdosen zum Teil noch aus der Zeit des Wiederaufbaus stammen und damit das Ende ihrer durchschnittlichen Betriebslebensdauer erreicht haben und ausgetauscht werden sollten.

In Bürobereichen, Werkstätten, Garderoben, Bühnen etc. haben wir festgestellt, dass bedingt durch die spärliche Ausstattung mit Steckdosen, vielfach mit Verlängerungskabel und Steckdosenleisten die elektrischen Gerätschaften betrieben werden.

Eine Überlastung der Stromkreise und Kabel ist hier nicht auszuschließen. Im schlimmsten Fall verursacht das einen Schwelbrand und in der Folge einen Großbrand.

Austausch und Erneuerung der Installationsgeräte wie Schalter, Steckdosen etc. einschl. deren Verkabelung.

Die Beleuchtungsanlagen müssen den folgenden Normen entsprechen:

- | | |
|-------------------------|--|
| ▪ DIN 5035 | Beleuchtung mit künstlichem Licht |
| ▪ DIN EN 12464-1 | Beleuchtung von Arbeitsstätten in Innenräumen |
| ▪ DIN VDE 0100 Teil 559 | Leuchten und Beleuchtungsanlagen |
| ▪ DIN VDE 0710 | Schutzgrad von Leuchten |
| ▪ DIN VDE 0140-1 | Schutzklassen von elektrischen Betriebsmitteln |
| ▪ DIN EN 60838 | Allgemeine Anforderungen und Prüfungen |
| ▪ ZVEI | Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie |
| | Leitfaden zur DIN EN 12464-1 |

Die Beleuchtungsanlage der Allgemeinbeleuchtung zeigt alterungsbedingte Abnutzungsspuren auf und ist zum Teil renovierungsbedürftig.

Energetisch ist, bedingt durch veraltete Vorschaltgeräte und „stromfressende“ Leuchtmittel ein großes Einsparpotential vorhanden.

Mittelfristiger Austausch der allgemeinen Beleuchtungsanlage gegen moderne energieeffiziente LED-Leuchten.

Aufgrund des Energieeinsparpotentials und der momentanen Produkt-Marktpreise, sowie der Entwicklung von steigenden Energiekosten ist eine akzeptable Amortisationszeit erzielbar.

Weiterhin können attraktive Förderprogramme bei der Umstellung auf LED-Beleuchtung beantragt werden, wie beispielsweise das KfW-Energieeffizienzprogramm.

Die Sicherheits- und Fluchtwegbeleuchtung muss den folgenden Normen entsprechen:

- DIN EN 1838: Notbeleuchtung
- DIN VDE 0108-2 für Versammlungsstätten
- DIN EN 50172 (VDE 0108-100): Sicherheitsbeleuchtungsanlagen
- DIN VDE V 0108-100 (VDE V 0108-100): Sicherheitsbeleuchtungsanlagen
- DIN EN 50171 (VDE 0558-508): Zentrale Stromversorgungssysteme
- DIN EN 60598-2-22 (VDE 0711-2-22): Leuchten - Besondere Anforderungen - Leuchten für Notbeleuchtung
- DIN 4844-1 Anforderungen an hinterleuchtete Rettungszeichenleuchten

Da mittelfristig auch die Sicherheitsbeleuchtungsanlage ihre Betriebslebensdauer erreicht hat, empfiehlt sich ein Austausch der Anlage.

Im Zuge von Energiesparmaßnahmen empfehlen wir den Einsatz von LED-Leuchten.

Die Blitzschutz- und Erdungsanlagen müssen den folgenden Normen entsprechen:

- | | |
|-----------------------|---|
| ▪ DIN EN 62305 Teil 3 | Schutz von baulichen Anlagen und Personen |
| ▪ DIN VDE 0100-443 | Überspannungsschutz-Einrichtungen |
| ▪ DIN 18014 | Fundamente der allgemeine Grundlagen |
| ▪ DIN 42801 | Potentialausgleich |

Angaben zu der Blitzschutz- und Erdungsanlage

Dacheindeckung: Bitumen Dachfläche und Blech-Attika

Auffangleitung : Aluminium (Al Mg Si) Rd 8 mm und
Stahl St/tZn, Rd 8 mm

Ableitung: Stahl St/tZn, Rd 8 mm

Anzahl Ableitungen: 37 Stück

Fangstange: Aluminium (Al Mg Si) Rd 8 mm

Stativ: St/tZn, mit Betonfüßen

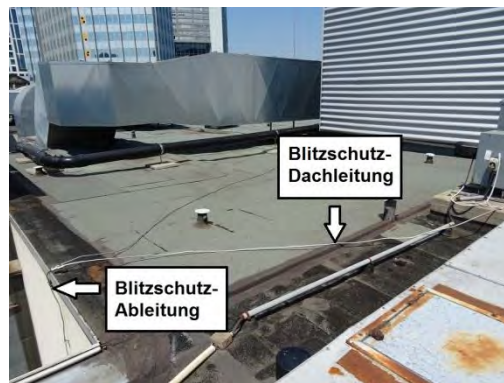
Überbrückungsbänder: St/tZn

Art der Erdungsanlage: Ring- und Tiefenerder

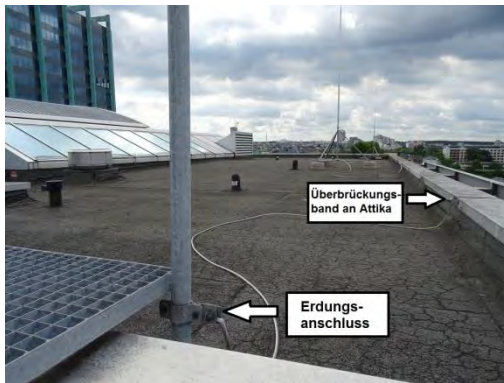
Erdleitung: Stahl St/tZn, Rd 10 mm und
Stahl St/tZn-Pb, Rd 8/10 mm mit Bleimantel



Dach Ssp: Blitzschutz Fangstangen



Dach Ssp: Blitzschutz Ableitung u. Dachleitung



Dach Oper: Überbrückung Attika,
Erdung Gebäudeteile



Dach Oper: Erdung Dachaufbauten

Auf den Flachdächern von Oper und Schauspiel sind Blitzschutz Fangstangen, auf Betonsockeln stehend, flächig über die gesamte Dachfläche verteilt.

Alle metallischen Aufbauten sind in den Blitzschutz eingebunden.

Die an der Gebäudekante umlaufende Metall-Attika ist an den Stoßstellen mit Überbrückungsbändern als blitzstromtragfähige Verbindung ausgeführt.

Umlaufend sind 37 Stück Blitzschutz Ableitungen von den Dachflächen bis zu den Anschluss-Stellen an den Gebäuderingerder vorhanden. Im Bereich der Erdführung sind an den Ableitungen Trenn-/Meßstellen als Wand- oder Unterfluranschluss angebracht. Die Trenn-/Meßstellen sind mit Nummerierungsschildern gekennzeichnet.

Das Gebäude ist mit einer Fundamenterder- und Ringerderanlage ausgestattet.

An die Fundamenterderanlage sind sogenannte Tiefenerder mit angeschlossen. Tiefenerder sind im Nord- und Süd Hof angebracht und mit Leitungen mit einem Querschnitt von 25 mm² an den Potentialausgleichsschienen angeschlossen.

Bedingt durch die ausreichende Anzahl von Fangstangen werden die Schutzziele des Blitzschutzes nach dem Blitzkugelverfahren eingehalten und ein Schutz des Gebäudes und dessen Einrichtungen gewährleistet.

Ergebnisse im Zuge der Studie

Wie zuvor angesprochen, sind die MSHV, NSHV, Trafos, Kabel und Beleuchtung aus den 80er Jahren, was bedeutet, dass für eine Sanierung eine komplette Erneuerung zwingend notwendig wird.

Die Unterverteiler entsprechen zum großen Teil auch nicht der Norm. Anpassungen sind nur minimal möglich, da nicht genügend Reserven für z. B. FI-Schalter vorhanden sind.

Überfüllte Trassen, gemischt belegte Trassen sind mit ein Entscheidender Grund, warum eine neu aufgebaute Trassenführung und Verkabelung bis hin zu Unterverteilung und Schaltkreisen erfolgen muss.

Durch die räumliche Umstrukturierung der untersuchten Varianten verändern sich auch die Anforderungsprofile an den einzelnen Örtlichkeiten, wodurch ein Neuaufbau der elektrischen Komponenten erforderlich wird.

Es verschieben sich z. B. Technikräume im Bereich Lüftung, Werkstätten ziehen aus. Dadurch entstehen andere Bedürfnisse bezüglich Beleuchtung, Steckdosen, Leistungen, welche benötigt werden.

Der Vorteil im Bereich Elektrotechnik im Gegensatz zu Lüftung ist, dass die Haupttechnikräume, NSHV, MSHV, etc. beibehalten werden können und nur die Gerätschaften und Installationen erneuert werden müssen.

Die Unterverteiler müssen neu aufgeteilt und räumlich angepasst werden, was jedoch kein Problem darstellt.

Der Neuaufbau der elektrischen Anlage bietet das Potential die überfüllten und auch teilweise mit überflüssigen Leitungen bepackten Trassen neu aufzubauen, zu verschlanken und für die Zukunft wieder freie Kapazitäten zu generieren.

Dies gilt für alle Varianten, bzw. Module gleichermaßen, da sich diese aus elektrischer Sicht nur marginal unterscheiden.

2.2.2.2 Fernmelde- und Informationstechnische Anlagen

2.2.2.2.1 Telekommunikationsanlagen

Die Telekommunikationsanlagen müssen den folgenden Normen entsprechen. Wesentliche Abweichungen zu den Normen, welche während der Bestandsaufnahme festgestellt worden sind, werden aufgeführt:

- DIN VDE 0100-731 (VDE 0100-731): 2014-10.
Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 7-731: Anforderungen für Betriebsstätten, Räume und Anlagen besonderer Art – Abgeschlossene elektrische Betriebsstätten.
- DIN VDE 0105-100 (VDE 0105-100): 2015-10.
Betrieb von elektrischen Anlagen – Teil 100: Allgemeine Festlegungen
- VDE-AR-N 4102 (VDE-AR-N 4102) Anwendungsregel: 2012-04.
Technische Anschlussbedingungen für den Anschluss von ortsfesten Schalt- und Steuerschränken, Zähleranschlusssäulen, Telekommunikationsanlage und Ladestationen für Elektrofahrzeuge.

Hauptverteiler-Telefonanlage

Im nördlichen Gebäudeteil befindet sich im „Postkeller“ der Übergabepunkt der Telefonleitungen aus dem Rathaus (UG, -5,75 m, Raum 01-98-07-058). Diese Anbindung erfolgt mit insgesamt drei Telefon-Außenkabeln A-2Y(L)2Y 100x 2x 0,6 mm. Diese Kabel sind im Postkeller durchrangierte und führen als Innenkabel J-Y(ST)Y 100x 2x 0,6 direkt zum Telefon-Hauptverteiler dieses Gebäudes im 6.OG (+13,27 m), Raum 01-06-07-608. Dieser Hauptverteiler besteht aus 11 Buchten und jeweils 6 Leisten für 100 Doppeladern.

An diesem Hauptverteiler sind weiterhin Bereichs- und Etagenverteiler durch Innenkabel mit 100 bzw. 50 Doppeladern angeschlossen, wie zum Beispiel „Kronenboden links“ und „Kronenboden rechts“ als Bereichs-Verteiler (BVT). Die Verteiler in allen Geschossen (EG bis 7.OG) des Treppenhauses T2 sind analog als Etagen-Verteiler (EVT) ausgeführt.

Den genannten Verteilern sind jeweils noch verschiedene Unterverteiler nachgeschaltet, von wo aus die Teilnehmeranschlüsse, wie beispielsweise Telefonanschlüsse in die einzelnen Räume angeschaltet sind.

Der Telefon-Hauptverteiler im 6. Obergeschoss besteht aus einer geschraubten, grau lackierten Verbundkonstruktion mit 11 Buchten und jeweils 6 Leisten für 100 Doppeladern.

Die Bereichsverteiler wie im Kronenboden sind als Stahlblech-Standgehäuse mit entsprechenden Einbauten ausgeführt, die Etagenverteiler sind beispielsweise im Treppenhaus T2 als Wandverteiler aufgebaut.

Die bestehende Telefonverteileranlage wurde in einzelnen Abschnitten zwischen 1960 und 1990 errichtet bzw. sukzessive erweitert. Auf Grund des Alters der verwendeten Kupferleitungen besteht eine erhöhte Störungsanfälligkeit durch Drahtbruch. Die Verkabelung mittels Leisten und Rangierungen ist über die ganze

Rufstrecke noch an den Teilnehmer gebunden und damit bei Störungen oder Umzug eines Mitarbeiters sehr wartungsintensiv, da die komplette Strecke geprüft bzw. umgeschaltet werden muss.

Telefonverteiler haben eine durchschnittliche Betriebslebensdauer von ca. 20 Jahren und sollten danach gegen Telefonverteiler neuester Generation ausgetauscht werden.

Aufgrund der bereits überschrittenen zu erwartenden Lebensdauer der Telefonanlagen und der damit einhergehenden erhöhten Störanfälligkeit empfiehlt es sich, die Telefonanlage kurzfristig bzw. in absehbarer Zeit auszutauschen und mit der EDV-Anlage eine gemeinsame strukturierte Verkabelung aufzubauen, die dem heutigen Stand der Technik entspricht.

Strukturierte Verkabelung

Eine strukturierte Verkabelung oder universelle Gebäudeverkabelung (UGV) ist ein einheitlicher Aufbauplan für eine zukunftsorientierte und anwendungsunabhängige Netzwerkinfrastruktur, auf der unterschiedliche Dienste (Sprache oder Daten) übertragen werden.

- standardisierte Komponenten, wie Leitungen und Steckverbindungen
- hierarchische Netzwerk-Topologie (Stern, Baum, ...)
- Empfehlungen für Verlegung und Installation
- standardisierte Mess-, Prüf- und Dokumentationsverfahren

Ziele einer strukturierten Verkabelung

- Unterstützung aller heutigen und zukünftigen Kommunikationssysteme
- Kapazitätsreserve hinsichtlich der Grenzfrequenz
- das Netz muss sich gegenüber dem Übertragungsprotokoll und den Endgeräten neutral verhalten
- flexible Erweiterbarkeit
- Ausfallsicherheit durch sternförmige Verkabelung
- Datenschutz und Datensicherheit müssen realisierbar sein
- Einhaltung existierender Standards

Vorteile:

Wesentliche Vorteile einer Erneuerung der Telefonanlage sind die geringere Störanfälligkeit und ein geringerer Wartungsaufwand. Einen weiteren Vorteil bietet die höhere Flexibilität der innerhalb des Gebäudes tätigen Personen hinsichtlich möglicher Arbeitsplatzwechsel, da die Verbindungen nicht mehr in mehreren Verteilern rangiert werden müssten, sondern lediglich noch gepatcht werden.

2.2.2.2 Such- und Signalanlagen

Die Such- und Signalanlagen müssen den folgenden Normen entsprechen. Wesentliche Abweichungen zu den Normen, welche während der Bestandsaufnahme festgestellt worden sind, werden aufgeführt:

- Gültige Normen und Bestimmungen für Rufanlagen DIN VDE 0834: 2004-04.
- DIN VDE 0800-1 (VDE 0800-1): 1989-05.
Allgemeine Begriffe, Anforderungen und Prüfungen für die Sicherheit der Anlagen und Geräte

Die Rufanlagen der Behinderten-WC's befinden sich in folgenden Räumen des Gebäudes:

- | | | |
|----------------|---------------|-------------------|
| ▪ „Oper“ | EG (-3,01 m), | Raum 01-99-06-011 |
| ▪ „Oper“ | EG (-3,01 m), | Raum 01-99-06-012 |
| ▪ „Oper“ | 1.OG (0,0 m), | Raum 01-00-06-037 |
| ▪ „Oper“ | 1.OG (0,0 m), | Raum 01-00-06-040 |
| ▪ „Schauspiel“ | UG (-5,54 m), | Raum 02-98-06-010 |
| ▪ „Schauspiel“ | EG (-2,16 m), | Raum 02-99-06-040 |

Um im Notfall behinderten Menschen die Möglichkeit zu geben, von den WC-Räumen aus Hilfe herbeizurufen, sind in diesen Räumen Rufauslösemöglichkeiten installiert.

Ein ausgelöster Notruf wird dem Pförtner optisch und akustisch signalisiert.

Die Komponenten der Rufanlagen der Behinderten-WC's befinden sich in einem dem Alter entsprechenden Allgemeinzustand.

Eine unmittelbare Erneuerung der Anlagen, bzw. der Komponenten, ist nicht zwingend notwendig.

Im Fall einer Gebäudesanierung empfehlen wir aufgrund des Alters der Anlage auch die Komponenten der Rufanlagen der Behinderten-WCs zu erneuern, um die Gefahr von Anlagenstörungen und Reparaturarbeiten zu minimieren.

2.2.2.2.3 Türsprech- und Türöffneranlagen

In dem Gebäude sind verschiedene Türsprechanlagen vorhanden,:

1. Türsprechanlage zwischen Einfahrtsschranke und Opernpforte
2. Türsprechanlage zwischen Eingang Osthof und den Büros der Materialverwaltung / Schauspiel
3. Türsprechanlage zwischen Eingang Treppenhaus 7 und Gebäudemanagement
4. Türsprechanlage zwischen Behinderten-Eingang Oper und Foyer Parkett

Die Anlagen sind mittlerweile weit über 20 Jahre alt und befinden sich teilweise in einem nicht mehr komplett funktionsfähigen Zustand, bzw. sind wie bei der Schauspielintendanz demontiert. Die eingeschränkten Funktionen bei den außenliegenden Sprechstellen sind wahrscheinlich bedingt durch Feuchtigkeitseinflüsse bei Lautsprechern, Mikrofonen und Übergangswiderständen an den Kontakten. Hieraus resultieren eine schlechte Sprachqualität sowie Störungen der Klingel- und Türöffnungstaster.

Um eine optimale Sprach-Kommunikation zwischen den mit Sprechstellen ausgestatteten Bereichen zu ermöglichen, empfehlen wir die Sprechanlagen mittelfristig durch eine neue Anlage nach aktuellem Stand der Technik zu ersetzen.

2.2.2.2.4 Zeitdienstanlagen

Die Zeitdienstanlagen müssen den folgenden Normen entsprechen. Wesentliche Abweichungen zu den Normen, welche während der Bestandsaufnahme festgestellt worden sind, werden aufgeführt:

- DIN VDE 0800-1 (VDE 0800-1): 1989-05.
- Fernmeldetechnik Allgemeine Begriffe, Anforderungen und Prüfungen für die Sicherheit der Anlagen und Geräte.

Uhrenanlagen

In den folgenden Abbildungen sind die Haupt-Bestandteile der Uhrenanlage dargestellt.



Mutteruhr



6 Reservehauptuhren



Kontrolluhr

Die Uhrenanlagen stammen aus den 1950er- Jahren, sind technisch veraltet und entsprechen nicht mehr dem heutigen Stand der Technik.

Der technische Zustand der Anlage und der dazu gehörigen Komponenten (Uhren und Verkabelung) haben zur Folge, dass die Wahrscheinlichkeit einer Störung oder sogar eines Ausfalls der Anlage sehr hoch ist und mit der Zeit weiter steigt.

Des Weiteren ist anzumerken, dass der Hersteller der Anlage, (T&N) seit längerer Zeit schon nicht mehr existiert und dementsprechend keine Ersatzteile mehr verfügbar sind.

Als Schlussfolgerung der aufgeführten Probleme wird empfohlen die ganze Anlage kurzfristig bzw. in absehbarer Zeit komplett zu erneuern.

Da in einem anderen Teil des Gebäudes eine Uhrenanlage des Herstellers „NISTIME“ verbaut ist und ein einheitliches System anzustreben ist, sollte vom genannten Hersteller ein Angebot zur Erneuerung der gesamten Uhrenanlagen angefordert werden.

Alternativ zu Nebenuhren können auch Funk-Einzeluhren an ausgewählten Standorten mit Funkempfang (DCF 77) montiert werden.

Zeiterfassungsanlagen

In der folgenden Abbildung ist die Zeiterfassungsanlage der Opern-Pforte abgebildet.



Opern-Pforte Windfang (01-99-04-036)

In dem Gebäude sind folgende baugleiche Zeiterfassungsanlagen installiert:

- im Windfang Opernpforte (Oper West, EG, Raum 01-99-04-036)
- am Eingang Opernkantine (im EG, Raum 01-99-04-065)
- an der Schauspielpforte (im EG, Raum 02-99-04-033)

Die Anlagen sind ca. 8-10 Jahre alt, voll funktionsfähig und befinden sich sowohl hinsichtlich ihres optischen, wie auch ihres technischen Zustandes in einem guten Allgemeinzustand. Über relevante Störungen liegen keine Informationen vor.

Aufgrund des jeweils guten Zustandes und der relativ geringen bisherigen Lebensdauer der Anlagen sind Erneuerungen nicht notwendig.

Im Falle einer Sanierung wäre es alternativ möglich, die Zeiterfassungsanlagen durch neue Anlagen, beispielsweise eine zusätzliche Komponente bestehenden, übergeordneten Systeme auszutauschen. Vorteil neuer Anlagen ist unter anderem, dass die Wartung vereinfacht wird und die Bedienoberflächen einheitlich gestaltet sind.

2.2.2.2.5 Elektroakustische Anlagen

Die Elektroakustischen Anlagen müssen den folgenden Normen entsprechen:

- VDE/DIN/EN/IEC 65 und Einhaltung der EMV
- DIN EN 50065/50081/55020/55022
- DIN VDE 0848 Teil 1-4, 0843 und 0845 (Überspannung/Statische Elektrizität)
- EN 60849
- DIN VDE 0833-4 (VDE 0833-4): 2014-10
 - Gefahrenmeldeanlagen für Brand, Einbruch und Überfall
 - Teil 4: Festlegungen für Anlagen zur Sprachalarmierung im Brandfall
- DIN VDE 0833-2 (VDE 0833-2): 2009-06
 - Gefahrenmeldeanlagen für Brand, Einbruch und Überfall
 - Teil 2: Festlegungen für Brandmeldeanlagen
- DIN VDE 0800/0804/0828 in Bezug auf die Selbstüberwachung des Systems vom Mikrofon bis zum Installationsbereich mit permanenter Überwachung und Einzel-Fehlermeldung/Sammelstörmeldung der Systemtechnik zur Weiterleitung an die Gebäudeleittechnik
- DIN VDE 0100-560 (VDE 0100-560): 2013-10
 - Errichten von Niederspannungsanlagen
 - Teil 5-56: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Einrichtungen für Sicherheitszwecke
- DIN VDE 0800-1 (VDE 0800-1): 1989-05
- Fernmeldetechnik Allgemeine Begriffe, Anforderungen und Prüfungen für die Sicherheit der Anlagen und Geräte

Im Gebäudeteil „Oper“ ist im EG (-3,01 m), Raum 01-99-07-040, eine Beschallungsanlage der Firma Uniton untergebracht.

Die Anlage besteht aus:

- digitale Sprechstellen MDPU, MDPD
- drei Schränke mit:
 - Lautsprecher Überwachung SLS-1000
 - 4-fache Endstufe MPA – 4100R
 - 8-faches Relaismodul PSU-R80
- pro Etage raumweise strukturierter Unterverteiler mit dazugehörigen Lautsprechern.

Die Beschallungsanlage wurde im Jahr 2001 errichtet und hat somit ein Alter von ca. 15 Jahren erreicht. Die zu erwartende Lebensdauer einer Beschallungsanlage liegt gemäß Herstellerangaben bei ca. 20-25 Jahren.

Nach der Installation wurden keine relevanten Umbaumaßnahmen und nur Erweiterungen geringen Ausmaßes durchgeführt. Die Pläne der Beschallungsanlage liegen komplett vor und bieten eine detaillierte Übersicht über die Struktur.

Hinsichtlich ihres optischen Eindruckes befindet sich die Anlage in einem guten Zustand und ist voll funktionsfähig. Über relevante Störungen oder Schadensfälle liegen keine Informationen vor.

Die prozessorgesteuerte Steuerungseinheit bietet eine kontinuierliche Überwachung des Lautsprechernetzes. Die Zentraleinrichtung führt selbstständig Funktionstests durch und würde eine mögliche Störung der Anlage visuell durch LEDs anzeigen.

Die Beschallungsanlage befindet sich in einem guten Allgemeinzustand. Eine kurzfristige Erneuerung der Anlage ist nicht zwingend erforderlich.

Da langfristig jedoch ein großer Teil des zu erwartenden Lebenszyklus erreicht ist, empfehlen wir im Fall einer Gebäudesanierung auch die Beschallungsanlage zu erneuern, um die Gefahr von Anlagenstörungen und Reparaturarbeiten unmittelbar nach der Sanierung ausschließen, bzw. minimieren zu können

2.2.2.2.6 Fernseh- und Antennenanlagen

Die Fernseh- und Antennenanlagen müssen den folgenden Normen entsprechen:

- DIN EN 60728-11 (VDE 0855-1): 2011-06
Kabelnetze für Fernsehsignale, Tonsignale und interaktive Dienste
Teil 11: Sicherheitsanforderungen
- DIN EN 50083-2: 2. Elektromagnetischer Verträglichkeit von Geräten
- DIN EN 60728-3: 3. Aktive Breitbandgeräte für koaxiale Kabelnetze
- DIN EN 60728-4: 4. Passive Breitbandgeräte für koaxiale Kabelnetze
- DIN EN 60728-5: 5. Geräte für Kopfstellen
- DIN EN 60728-1: 7. Systemanforderungen
- DIN EN 50083-8: 8. Elektromagnetische Verträglichkeit von Kabelnetzen
- DIN EN 50083-9: 9. Schnittstellen für CATV-/SMATV-Kopfstellen und vergleichbare professionelle Geräte für DVB-/MPEG 2-Transportströme
- DIN EN 60728-10: 10. Rückweg-Systemanforderungen

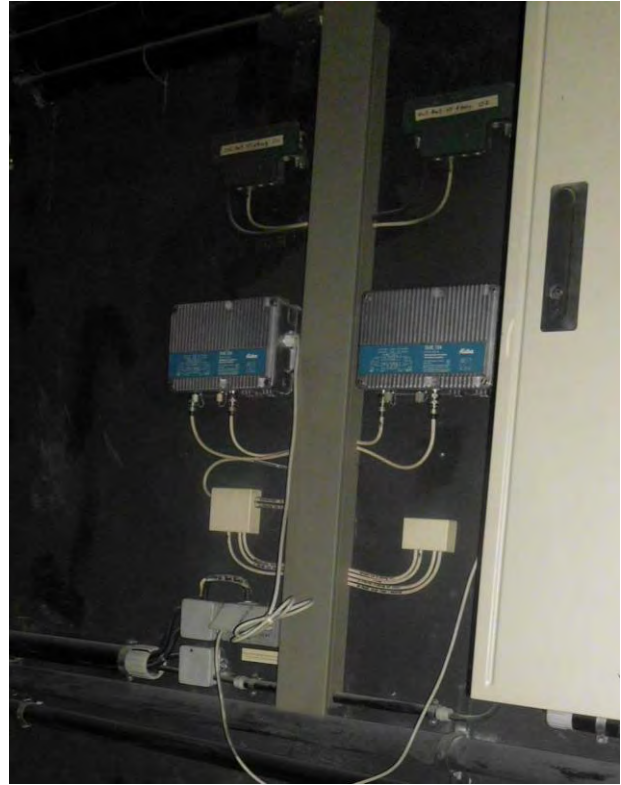
Gemeinschaftsantennenanlage

In den folgenden Abbildungen sind beispielhaft zwei Antennenanlagen dargestellt.

Insgesamt sind in den Gebäuden 16 Antennen-Verteileranlagen untergebracht.



Bel. Etage-Loge Oper West,
Raum 01-02-07-322



Bel. Etage-Loge Oper Ost,
Raum 01-02-07-323

Die Antennenanlagen bestehen aus Komponenten des Herstellers „fuba“ (SVE 724) und wurden ca. 1990 montiert.

Im Bereich der Antennenanlagen liegen weder Pläne noch Revisions- oder Wartungsunterlagen vor. Da die einzelnen Anlagen hinsichtlich deren Aufbaus sukzessive erweitert und geändert wurden, befindet sich die Anlage in einem „unstrukturierten“ und unübersichtlichen Zustand, wodurch eine Störungssuche / Störungsbeseitigung sowie Reparaturarbeiten erschwert werden.

Trotz des Alters und des Zustandes der Antennenanlage befindet sich diese mit Ausnahme kleinerer Störungen in einem funktionsfähigen Zustand.

Anzumerken ist hier, dass keine Ersatzteile mehr für die in den Antennenanlagen verwendeten Breitbandverstärker erhältlich sind und Reparaturen, bzw. die Ersatzteilbeschaffung nur noch unter erschwerten Bedingungen möglich sind.

Ein möglicher Ausfall eines Breitbandverstärkers hätte zur Folge, dass dieser gegen ein Modell der neuesten Generation ausgetauscht und in das bestehende System integriert werden müsste.

Ein System, deren Komponenten teilweise erneuert wurden und somit aus veralteten und modernen Komponenten besteht, stellt aus elektrotechnischer Sicht eine provisorische und instabile Lösung dar.

Aufgrund des hohen Alters und des offensichtlich schlechten Zustandes der Antennenanlage empfehlen wir, alle Anlagen inklusive der Verkabelung kurzfristig bzw. unmittelbar gegen eine Antennenanlage nach aktuellem Stand der Technik auszutauschen.

2.2.2.2.7 Gefahrenmelde- und Alarmanlagen

Die Gefahrenmelde- und Alarmanlagen müssen den folgenden Normen entsprechen:

Die BMA nach jeweils höheren Anforderungen aufgebaut und betrieben:

- DIN14675: 2003-11
 - DIN VDE 0833 Teil 1
 - DIN VDE 0833 Teil 2 : 2009-06
 - DIN VDE 0100
 - DIN VDE 0800 und EN 54
- Einbruchmeldeanlagen (EMA) und Überfallmeldeanlagen (ÜMA) zusammen werden nach: VDE 0833 betrachtet, Definition nach VDE 0833-1

Brandmeldeanlagen

Die bestehende Anlage besteht aus Komponenten verschiedener Hersteller. Unter anderem wurden Komponenten der Firmen Bosch, T&N und Securion verbaut.

Die alten Systeme und Komponenten stammen von den Firmen T&N und Securion, diese wurden in die Anlage der Firma Bosch integriert.

Der ältere Anlagenteil der Fa. T&N stammt aus den 1980er Jahren und ist hauptsächlich nach der damals üblichen Technik mit Stichleitungen aufgebaut. In diesem System durften maximal 30 automatische Melder oder 10 mechanische Melder an eine Leitungsstrecke angeschlossen werden. Dadurch bedingt war der Aufwand für die Verkabelung sehr hoch, ebenso sind sehr viele Brandmeldeverteiler notwendig gewesen.

In der Anlage sind insgesamt noch weit über 500 Melder-Typen aus den 1980er Jahren in Betrieb, die noch nach der alten Stichleitungstechnik eingebunden sind.

Die Rauch-Absaug-System (RAS) Komponenten der Firma Securion wurden in den 1990er Jahren montiert.

Die BMA besteht aus den Komponenten von drei verschiedenen Herstellern, wodurch eine erhöhte Störungswahrscheinlichkeit besteht.

Im Bereich der BMA ist eine Überprüfung der Überwachung der Raumluftechnischen Anlagen (RLT) notwendig. In den Systemen sind keine Brandmeldekoppler installiert, welche einen möglichen Brandfall frühzeitig an die Gebäudeleittechnik (GLT) melden würden.

Über die GLT- Anlage sollen die betroffenen Lüftungsgeräte abgeschaltet werden, um die Sauerstoffzufuhr einzuschränken.

Die alten Systemelemente (Komponenten der Firma T&N und RAS Komponenten der Firma Securion) und die dazugehörige Verkabelung sollten kurzfristig durch Komponenten nach aktuellem Stand der Technik ersetzt werden.

Die Stichverbindungen könnten kurzfristig durch Ring- oder Funkverbindungen ausgetauscht werden.

Die RAS-Komponenten der Firma Securion aus dem Jahr 1990 sollten kurzfristig durch Komponenten der Firma Bosch ersetzt werden.

Einbruchmeldeanlagen

Die bestehende Einbruchmeldeanlage ist direkt vor Ort steuer- und programmierbar. Separat ist sie komplett auf der BMA der Marke Bosch in der Brandmeldezentrale auf der dortigen Bedienoberfläche visualisiert und auch von dort bedienbar.

Das Einbruchmelde-System ist ausschließlich aus LSN-Magnetkontakten in den Tür- und Fenster-Bereichen aufgebaut.

Es werden Fenster im Erdgeschoss des gesamten Bereiches „Oper West“ und im 1. Obergeschoss im Bereich der „Opern-Pforte“ überwacht.

Aufgrund der Einbruchs- und Vandalismus Gefahr empfehlen wir, ein System zur Gesamtüberwachung des Gebäudes aufzubauen, bzw. die vorhandene Einbruchmeldeanlage zu erweitern.

- Erweiterung der Einbruchmeldeanlage im gesamten Gebäudebereich
- Erweiterung und Optimierung des Systems hinsichtlich des Einbruchsschutzes mit Riegelkontakten, oder auch einer lokalen Videoüberwachung gefährdeter Bereiche

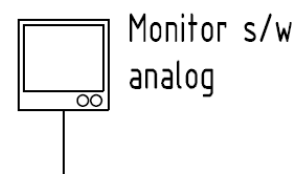
Raumbeobachtungsanlagen

Opernpforte Büro 01-99-02-010

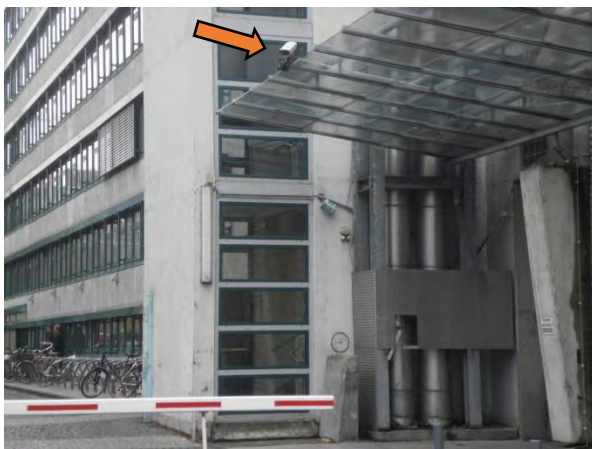
Schrankeneinfahrt Süd-West



Opernpforte
Büro 01-99-02-010



Oper Forte PKW/LKW Einfahrt. Analog Video Komponenten.

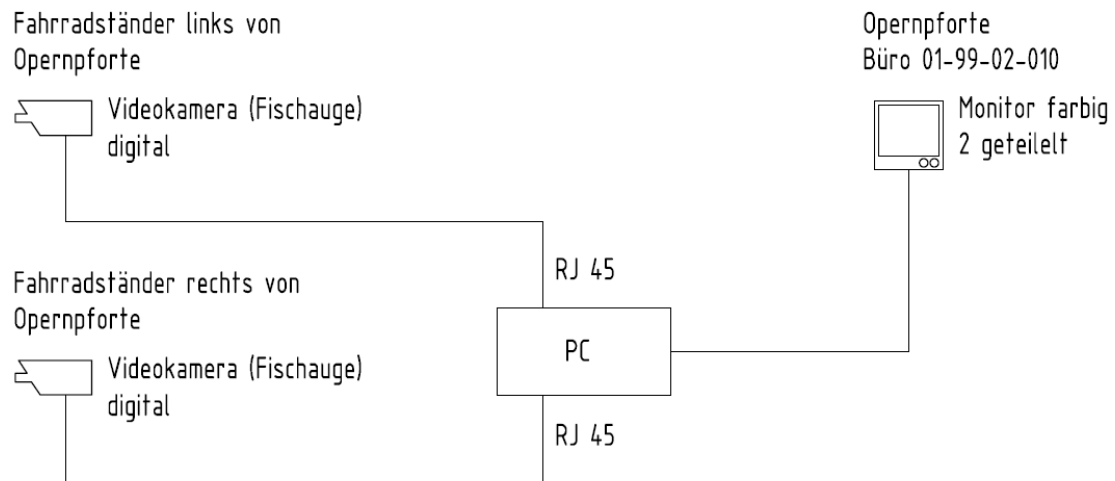


PKW/LKW Schrankeneinfahrt
Oper Süd-West



Büro Opernpforte (Monitoring) Analoge
Überwachungskamera

Opernpforte Büro 01-99-02-010



Fahrradständer-Überwachung links/rechts der Opernpforte



Fahrradständer-Überwachung rechts des Eingangs Opernpforte



Büro Opernpforte (Monitoring)
Überwachungskamera

Die Anlage besteht aus Komponenten verschiedener Hersteller, verschiedenen Alters und basiert auf unterschiedlichen Technologien (Analog, Digital).

Der analoge Teil der Anlage funktioniert instabil und stellt lediglich „halbe“ Bilder dar.

Es wird empfohlen die kompletten Komponenten und deren Verkabelung kurzfristig auszutauschen.

2.2.2.2.8 Übertragungsnetze

Die Übertragungsnetze müssen den folgenden Normen entsprechen:

- DIN EN 50529-1:2011-11; VDE 0878-529-1:2011-11
- DIN VDE 0100-200 (VDE 0100-200): 2006-06
- EN 50173 Kupferkabel im Tertiärbereich
- DIN EN 55 082-1 - die Euronorm für EMV (Störfestigkeit)
- Datensteckdose gemäß EN 60603-7-51, 60512-27-100

EDV-Anlage

Im nördlichen Gebäudeteil befindet sich im „Postkeller“ (UG, -5,75 m, Raum 01-98-07-058) der Übergabepunkt der Internetleitung zum öffentlichen Versorgungsnetz.

Diese Anbindung erfolgt mit zwei LWL-Universalkabel 1x 12 Fasern Singlemode OS2. Dieses ist im Postkeller weitergepatcht und führt direkt zum „Rechenzentrum 1 Core 1“ des Gebäudes im 4. OG (+7,86 m), Raum 01-04-07-410.

Dieses „Rechenzentrum“ besteht aus vier 19“-Schränken, jeweils ausgestattet mit den Switches und Patchpanels.

An das Rechenzentrum sind weiterhin das „Rechenzentrum 2 Core 2“ im Gebäude „Schauspiel“ im EG (-2,16 m), Raum 02-99-07-099 und weitere sieben Unterverteiler in verschiedenen Teilen des Gebäudes wie Oper, Schauspiel, Schauspielintendanz und Werkstatt durch LWL-Universalkabel 12G50/125 Multimode OM2 oder 6G50/125 OM2 angeschlossen.

Das „Rechenzentrum 2 Core 2“ besteht aus zwei 19“-Schränken, jeweils mit den zugehörigen Switches und Patchpanels. An diesem Rechenzentrum ist der Unterverteiler „Büro“ (+ 7,86 m), Raum 02-03-02-304 durch LWL-Universalkabel 12G50/125 angeschlossen.

Die EDV-Anlage verfügt über eine detaillierte Struktur. Es existiert ein Übersichtsschaltplan, in dem erkennbar ist dass jeder Switch und jedes Switch Panel eine detaillierte Markierung haben.

Die EDV-Anlage verfügt außerdem über ein „Real-Time Monitoring & Control System“ im „Büro EDV“ (+7,86 m), Räume 05-04-02-431/432.

Die EDV-Anlage macht optisch einen neuwertigen Eindruck und befindet sich in einem guten technischen Zustand.

Die EDV-Anlage hat einen nichtredundanten Anschluss zum öffentlichen Versorgungsnetz.

Insgesamt sind zwei wichtige Leitungen zwischen 1 Core 1 und 2 Core 2 nicht funktionsfähig (s. Plan oben). Um das gesamte Leitungsnetz gleichmäßig belasten zu können hat die EDV-Abteilung einen „Loop“ mit 8 zusätzlichen Multimodefasern „OM2 G50/125“ vorliegen.

Außer den genannten physikalischen Problemen ist das System zu den täglichen Haupt-Nutzungszeiten aufgrund Kapazitätsmangel permanent überlastet.

Mittelfristig wird empfohlen ein komplettes, neues, EDV-Netz in strukturierter Verkabelung gemäß den Planungsrichtlinien für Informations- und Kommunikationsnetze (IuK-Netz) aufzubauen.

Bei Neuinstallationen ist ein IuK-Netz in strukturierter Verkabelung anzustreben.

Über dieses Netz sollen Daten- und Sprachanwendungen sowie - abhängig von Nutzerforderungen gegebenenfalls weitere Dienste betrieben werden.

Ein eigenständiges Telekommunikationsnetz (TK-Netz) ist auch beim Einsatz von Lichtwellenleitern bis zum Arbeitsplatz nur in Ausnahmefällen zu planen.

Voraussetzungen dafür sind eine entsprechende Forderung der nutzenden Verwaltung und die Wirtschaftlichkeit im Vergleich zu einer Voice over IP (VoIP)- Lösung. Eine entsprechende Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ist vorzunehmen.

Wird im Bestand eine konventionelle Telekommunikationsanlage (TKA) betrieben, kann das eigenständige TK-Netz bis zur Stilllegung der TKA bei Bedarf ausgebaut werden.

Vorhandene, ältere Informations- und Kommunikationsnetze können im Allgemeinen nicht in die neue LAN Struktur integriert werden. Sie sind gegebenenfalls parallel weiter zu betreiben beziehungsweise zu entsorgen, um unnötigen Trassenbedarf sowie Brandlasten zu vermeiden.

Netz-Struktur

Die Planung der logischen Netzstruktur ist mit Nutzer und Betreiber abzustimmen.

Grundsätzlich ist das Datennetz in drei Strukturbereiche gegliedert:

Primärbereich

stellt die gebäudeübergreifende Verkabelung zwischen Gebäuden auf einem Gelände (Campusbereich) dar. Ist nur ein Gebäude vorhanden, besteht der Primärbereich nur aus dem zentralen Hauptverteiler.

Sekundärbereich

umfasst die Netzverbindungen zwischen dem zentralen Hauptverteiler bzw. Gebäudehauptverteiler (GHVt) und den Bereichsverteilern (BVt). Gibt es keine Bereichsverteiler, entfällt der Sekundärbereich.

Tertiärbereich

deckt die Verbindungen zwischen den Bereichsverteilern bzw. dem Hauptverteiler (falls keine Bereichsverteiler vorhanden sind) und den Netzendpunkten (Anschlussdosen am Arbeitsplatz) ab

Anforderungen

Die Anforderungen an Betriebssicherheit und Verfügbarkeit müssen bereits im Vorfeld der Planungen zusammen mit den späteren Nutzern sorgfältig ermittelt und wegen möglicher Folgekosten klar dokumentiert werden.

Da entsprechende Maßnahmen in der Regel auch die Topologie der aufzubauenden IuK-Netze beeinflussen, können diesbezügliche spätere Wünsche nicht oder nur noch eingeschränkt berücksichtigt werden; auch besteht die Gefahr, dass diese hohe Folgekosten nach sich ziehen.

Verteiler

Die Verteiler sind bezogen auf die maximale Größe des Verteilerraumes festzulegen.

Empfohlen werden max. 1000 Datenanschlüsse pro Verteilerstandort.

Die Verteiler sind grundsätzlich in eigenen, staubfreien Räumen ohne wasserführende Leitungen (ausgenommen davon sind Leitungen die zur Kühlung der Geräte im Verteilerraum dienen) unterzubringen. Eine Zusammenlegung mit anderen technischen Anlagen ist möglich. Es ist jedoch unzulässig, den Gebäudehauptverteiler in der Niederspannungshauptverteilung aufzubauen.

Die Mindeststellfläche für einen Verteilerschrank ist 3 m x 2 m. Einzuplanen sind zusätzlich der Platzbedarf für Server, unterbrechungslose Stromversorgung und Platzreserven für künftige Erweiterungen.

Die Verteiler sind wie folgt auszuführen:

- 19" Standardschränke oder Standardwandverteiler, ggf. LWL-Anschlüsse oben, Kupferanschlüsse darunter
- gleiche Ausbaufähigkeit und Platzbedarf für aktive und passive Komponenten,
- Zugänglichkeit von mindestens zwei Seiten, allseitige Kabeinführung möglich,
- übersichtlicher und freizügiger Aufbau aller Komponenten,
- ausreichende Belüftung und Beleuchtung Grundsätzlich müssen im Gebäude-Hauptverteilteraum
- ein Datenanschluss, ein Telefonanschluss und eine allgemeine Niederspannungsversorgung (getrennt abgesichert) vorhanden sein.

Grundsätzlich wird für die IuK-Verkabelung ein zentraler Raum für den Gebäude bzw. Datenhauptverteiler und die Rechner (Server) benötigt. Für notwendige Netzübergänge des IuK-Netzes (LAN) zum WAN sind geeignete Unterbringungsmöglichkeiten vorzusehen.

Bei den aktiven Komponenten im zentralen Bereich (Datenhauptverteiler) sind für die LWL - Verbindungstechnik alle von der IEC genormten Arten von LWL - Steckverbindern zulässig.

Als netzseitiger Abschluss in den Verteilern ist grundsätzlich der SC-Duplex- bzw. RJ45-Stecker zu verwenden.

Lichtwellenleiter:

Lichtwellenleiterkabel (LWL-Kabel) können grundsätzlich in allen Bereichen eingesetzt werden, sofern die Wirtschaftlichkeit nachgewiesen ist. Im Primärbereich sind sie in jedem Fall einzusetzen. In der Regel sollten Multimodefaser-Kabel, in Sonderfällen - z.B. bei technisch bedingten Längenrestriktionen oder bei sehr hohen Übertragungsgeschwindigkeiten - Monomodefaserkabel installiert werden.

Je nach Kabeltyp sind folgende Faserdurchmesser zu verwenden:

- Multimodefasern 50/125 µm (mindestens Klasse OM 3)
- Monomodefasern 9/125 µm

Im Primärbereich dienen die LWL-Kabel zur Verbindung der einzelnen Gebäudehauptverteiler. Die LWL-Kabel sind dabei mehrfasrig, d.h., mit mindestens 12 Fasern zu verlegen. Die Faserzahl ist bei der Nutzung mehrerer Netztypen oder Netzdienste entsprechend zu erhöhen. Dies gilt auch für parallel genutzte Netze oder bei einer erhöhten Anzahl verschiedener Teilnetze des gleichen Netztyps.

Kupferkabel:

Kupferkabel sind grundsätzlich nur im Tertiärbereich zu verwenden. Im Sekundärbereich (falls vorhanden) können Kupferkabel als zusätzliche Verkabelung zur LWL-Verkabelung unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten erwogen werden, falls Dienste, die nicht auf das IP-Protokoll aufsetzen, noch verwendet werden müssen. Die Kupferverkabelung muss so erfolgen, dass sie mindestens das Leistungsvermögen nach Klasse EA oder in Sonderfällen nach FA (EN 50173) bietet. In Ausschreibungen sollen Kabel der Kategorie 7 gemäß EN 50288 (1000 MHz) gefordert werden. Gemäß EN 50173 ist eine halogenfreie Ausführung vorgeschrieben. Der Wellenwiderstand der eingesetzten Kupferkabel muss 100 Ohm betragen. Pro IuK-Anschluss sind 4 Adernpaare vorzusehen. Auf das früher oft verwendete „Cable sharing“ (Auflegen der Adern eines Kabels auf mehrere Anschlüsse) muss verzichtet werden.

Anschlüsse im Gebäude u. Arbeitsplatz:

Jeder Arbeitsplatz erhält grundsätzlich 3 LuK-Anschlüsse. Die Anzahl der Anschlüsse kann in begründeten Fällen anders sein. Bei Kupfer-Verkabelung im Tertiärbereich ist als Anschlussdose der Typ RJ 45 gemäß ISO/IEC 11801 zu verwenden.

Die Anschlussdosen sind verwechslungssicher zu kodieren.

Bei LWL-Verkabelung im Tertiärbereich ist als Anschlusseinheit der Typ Duplex-SC zu verwenden.

Zum Weiterbetrieb vorhandener Datenendgeräte mit Netzwerkkarten, die einen Kupferanschluss haben, können für die optisch-elektrische Signalwandlung mobile Mini Switches oder Medienwandler eingesetzt werden.

Funk-LAN (Wireless LAN):

Ein Funk-LAN oder WLAN (Wireless LAN) ermöglicht einen drahtlosen Netzzugang.

Damit erhält ein Rechner (z.B. Laptop) mit einer Funkkarte in einem durch die Größe des Funkfeldes begrenzten Bereich einen Zugang zum Netz.

Die Anbindung erfolgt über so genannte Access Points (APs, Zugriffspunkte, Komponenten, die eine Verbindung zum verdrahteten, normalen Netz herstellen).

Die APs arbeiten nach den Standards IEEE 802.11a (5 GHz Frequenzband), IEEE 802.11b und 11g (2,4 GHz Frequenzband) und IEEE 802.11n (2,4 GHz oder 5 GHz Frequenzband). Sie erlauben Geschwindigkeiten bis zu 600 Mbit/s. Mehrere Rechner können gleichzeitig in einem Funkfeld arbeiten, sie müssen sich jedoch diese Übertragungskapazität (gemeinsames Medium) teilen. Daher sollte von einer Netto-Datenrate zwischen 10 und 50 Prozent ausgegangen werden. Die APs selbst sind mit 100 Mbit/s oder 1 Gbit/s ans LAN angebunden.

Der Funkbereich, den ein AP abdecken kann, ist abhängig von den physikalischen Gegebenheiten. Bei freier Sicht kann die Entfernung mehrere hundert Meter betragen. In Gebäuden sinkt die Reichweite meist auf unter 50 Meter.

Netzwerkmanagement:

Größere Netze sind mit einem leistungsfähigen, auf dem Protokoll SNMP (Simple Network Management Protocol) basierenden Netzwerkmanagement auszustatten.

Dabei ist sicherzustellen, dass die Anforderungen für den Einsatz von Managementwerkzeugen, wie z.B. HP Open View, erfüllt werden.

Die Netzkomponenten sollten SNMP unterstützen.

Das Netzwerkmanagementwerkzeug wird durch den Nutzer und Betreiber festgelegt und beschafft.

Ergebnisse im Zuge der Studie

Auch hier gelten die gleichen Überlegungen wie in der Starkstromtechnik.

Die Trassen sind deutlich überbelegt, die Telefonanlage ist völlig abgängig, dies soll in VoIP überführt werden und in die EDV integriert werden. Dadurch ist die EDV Verkabelung als strukturierte Verkabelung zu erneuern.

Es sind die Trassen bezüglich Überladung und auch bezüglich der neuen Raumanordnungen neu und größer auszulegen, die Trassenwege können aber erweitert werden. Die Technikräume sind auskömmlich genug, um Aggregate und Bauteile erneuern zu können. Unterverteiler müssen dann an die räumlichen Veränderungen angepasst und mit neuen Standorten versehen werden. (spätere Planungsaufgabe).

Der Neuaufbau der Schwachstromanlagen bietet das Potential die überfüllten und auch teilweise mit überflüssigen Leitungen bepackten Trassen neu aufzubauen, zu verschlanken und für die Zukunft wieder freie Kapazitäten zu generieren.

Außerdem kann so eine neue Zukunftsfähige Technik verbaut werden, wie z.B. die Telefonanlagen, EDV-anlagen, moderne Glasfaserverkabelungen, um nur einige Punkte zu nennen.

Dies gilt für alle Varianten, bzw. Module gleichermaßen, da sich diese aus schwachstromtechnischer Sicht nur marginal unterscheiden.

2.2.3 Sprinkleranlagen

2.2.3.1 Hydrantenanlage

Die Hydrantenanlage muss den folgenden Normen entsprechen. Wesentliche Abweichungen zu den Normen, welche während der Bestandsaufnahme festgestellt worden sind, werden aufgeführt.

- DIN 14462 Löschwassereinrichtungen: Planung, Einbau, Betrieb und Instandhaltung von Wandhydrantenanlagen
- DIN EN 1717 Schutz des Trinkwassers vor Verunreinigungen
- Vorschriften der rechtlich zuständigen Behörde (LBauO Hessen)

Die gesamten Städtischen Bühnen inkl. Werkstatt-Neubau haben eine Hydrantenanlage, welche neben der Sprinklerzentrale im Raum 01-98-07-054 untergebracht ist. Die Hydrantenzentrale wurde gemäß VdS-Bericht (siehe Erstprüfung) im November 2010 fertiggestellt.

Die Hydrantenanlage ist als Löschwasseranlage „NASS“ für Innenhydranten Typ F konzipiert worden.

Für die Konzeption wurden gemäß VdS-Bericht (Aktennummer: 60 HY 144077) in Anlehnung an die DIN 14462 folgende Parameter zu Grunde gelegt:

- Durchflussmenge je Wandhydrant: 200 l/min
- Gleichzeitigkeit: 3 Wandhydranten
- Mindestfliessdruck: 4,5 bar
- Max. Fliessdruck: 7 bar
- Wirkzeit einer Hydrantenanlage: 120 Minuten

Für die Löschwasserversorgung wurde ein Stahlzwischenbehälter mit einem Nutzvolumen von 4,5 m³ vorgesehen, welcher über die Trinkwassereinspeisung Süd und West redundant nachgespeist wird.

Zur Einhaltung der DIN EN 1717 (siehe Trennung von Trinkwasser und Löschwasser) wurden 2 Schwimmentile DN 50 eingesetzt. Die Trinkwasser-Nachspeisung beträgt gemäß VdS-Bericht bei 5,0 bar Fliessdruck 1427 l/min entspricht 85,6 m³/h. Diese Nachspeisung ist ausreichend.

Eine Druckerhöhungsanlage (Fa. Grundfos) (3x50%), 39 m³/h bei 82 m Förderhöhe fördert das Löschwasser zu den Wandhydranten im Werkstatt-Neubau und Altbau. Die Druckerhöhungsanlage wird elektrisch sowohl vom Normalnetz als auch von einem Ersatzstromversorger versorgt.

Das Hydrantennetz ist in 2 Druckbereiche unterteilt.

Der Neubau und die Bühnentürme (Arbeitsgalerien Oper und Schauspiel) werden mit ca. 9 bar Fliessdruck versorgt. Der restliche Altbau wird über ein Druckreduzierventil mit einem Fliessdruck von ca. 7 bar versorgt. Die einzelnen Steigestränge im Altbau werden von einer Ringleitung, welcher in der Untermaschinerie installiert ist, versorgt. Die Flanschabsperrschieber in den Hydrantenleitungen werden durch Spannschlösser

gesichert. An einigen Stellen fehlen die Spannschlösser. Die Absperrschieber werden nicht elektrisch überwacht.

Die Wandhydranten sind zum größten Teil mit einem Flachschauch versehen. Nur die neuen nachgerüsteten Wandhydranten haben einen formstabilen Schlauch.

An diversen Steigleitungen und Verteilleitungen wurden die maximal vorgeschriebenen Abstände der Halterungen nicht eingehalten. An diversen Wand- bzw. Deckendurchdringungen besteht direkter Kontakt zwischen Rohrleitung und Mörtel.

Die Hydrantenringleitung (7 bar System) hat eine Feuerwehreinspeisung. Diese liegt im Bereich Pforte Oper. Die Bühnentürme (Oper und Schauspiel) 9 bar System haben keine Feuerwehreinspeisung.

Als Rohrwerkstoff für die Sanierung der Hydrantenleitungen werden verzinkte Stahlleitungen eingesetzt. Die Verbindung der Rohre erfolgt mit Kupplungen für geriefte Rohre bzw. mit Gewindeverbindungen.

Die momentanen, alten Rohrleitungen bestehen aus schwarzem Rohr mit rotem Farbanstrich. Die Verbindungen sind als Gewinde- bzw. Schweißverbindung ausgeführt.

Das Hauptproblem der Hydrantenanlage liegt darin, dass die Brandschotts in den Verteilleitungen als auch in den Steigleitungen zum Teil nicht vorhanden sind.

Die Halterungen der Verteil- und Steigleitung sind oftmals nicht vorhanden.

Die Hydrantenringleitung in der Untermaschinerie und die davon abgehende Steigleitungen sind in einem alten Zustand. Diese Rohrleitungen sollten einer Rohrrinnenprüfung unterzogen werden.

Die Wandhydranten sind ebenfalls in einem alten Zustand.

Die alte Ringleitung sowie die alten Verteil- und Steigleitungen sollten erneuert werden.

Desweiteren sollen die alten Wandhydranten gegen neue dem Stand der Technik entsprechende Wandhydranten mit formstabilen Schläuchen ausgetauscht werden.

2.2.3.2 Sprinkler/Sprühflut

Die Sprinkleranlage muss den folgenden Normen entsprechen. Wesentliche Abweichungen zu den Normen, welche während der Bestandsaufnahme festgestellt worden sind, werden aufgeführt:

- VdS CEA 4001 Richtlinie für Sprinkleranlagen
- VdS 2092 Richtlinie für Sprinkleranlagen (ungültig)
- DIN EN 1717 Schutz des Trinkwassers vor Verunreinigungen
- Vorschriften der rechtlich zuständigen Behörde (LBauO Hessen)

Sprinkler

Die gesamten Städtischen Bühnen inkl. Werkstatt-Neubau haben eine Sprinklerzentrale (01-98-07-053).

Die Sprinklerzentrale wurde gemäß VdS-Bericht Aktennummer 60 S 280 73.06 (Prüfung nach wesentlicher Änderung) im November 2006 geprüft. Die letzte Prüfung der Sprinkleranlage fand im August 2015 statt. Für die Konzeption der Sprinkleranlage wurden gemäß VdS-Bericht die nachfolgenden Parameter in Anlehnung an die VdS 2092 (ungültige Norm) zu Grunde gelegt:

- BG 4.4

Im Magazin/Kulissenlager Schauspiel und Prospektaufzug Oper ist für die Auslegung der Sprinkleranlage die Brandgefahrenklasse BG 4.4 nach VdS 2092 zu Grunde gelegt worden.

Demnach ist die Sprinklerzentrale nach folgenden Kriterien auszulegen:

- Sprinklerzentrale: BG 4.4
Wasserbeaufschlagung: 17,5 mm/min
Wirkfläche: 260 m²
Wirkzeit: 60 Minuten
- Alle übrigen Bereiche: BG 2.1 bzw. BG 2.2
Wasserbeaufschlagung: 5,0 mm/min
Wirkfläche: 216 m² bzw. 260 m²
Wirkzeit: 60 Minuten

Die neuen Erweiterungen der Sprinkler wurden nach der VdS CEA 4001 konzipiert. Die Brandgefahrenklassen der jeweiligen Bereiche können aus den Planunterlagen entnommen werden.

Die Wasserversorgung erfolgt mit einer unerschöpflichen Wasserquelle (Stahlzwischenbehälter+ Stadtwassernachspeisung) und einer erschöpflichen Wasserquelle (Druckluftwasserbehälter), dies entspricht der Wasserversorgung der 3. Art gemäß VdS CEA 4001.

Der Stahlzwischenbehälter (Nutzvolumen 120 m³) wird sowohl von der Trinkwassernachspeisung Süd als auch von der Trinkwassernachspeisung West, also redundant, gespeist.

Zur Einhaltung der DIN EN 1717 (siehe Trennung von Trinkwasser und Löschwasser) wurden je Trinkwassernachspeisung 3 Schwimmentile DN 80 eingesetzt.

Die Trinkwasser-Nachspeisung beträgt gemäß VdS-Bericht bei 0,0 bar Fließdruck 238 m³/h bzw. 299 m³/h. In beiden Fällen wurde die Nachspeiseleistung als ausreichend bewertet.

Zwei Elektrosprinklerpumpen versorgen die Sprinkleranlagen der gesamten Städtischen Bühnen mit Löschwasser. Bei der Erstprüfung (Aktennummer 60 S 280 73.06) wurde festgestellt, dass die Pumpe die Kenndaten der Pumpenkennlinie nicht abbildet, die zu Grunde gelegten Betriebsdaten werden jedoch erreicht. Eine der beiden Pumpen ist am Notstromnetz angeschlossen. Zusätzlich ist ein Druckluftwasserbehälter mit einem Gesamtvolumen von 30 m³ (15 m³ Wasser+15 m³ Luft) installiert.

Für die Notversorgung der Sprinkleranlage durch die Feuerwehr ist eine Feuerwehreinspeisung im Außenbereich auf der Südseite des Gebäudes vorhanden.

In dieser Sprinklerzentrale ist ein Sprinklerverteiler in U-Form untergebracht, der folgende Bereiche bzw. weitere Sprinklerunterzentralen versorgt:

- Neubau
- Gruppe 3: Kulissenlager Oper, Ebene UG, EG, 00
- Sprinklerunterzentrale Seilerraum (02-98-07-035a)
- Pre-Action Station Gruppe 7 (Sprühflutunterzentrale Oper (01-98-07-050))
- Sprinklerleitung West (endet in Raum 01-99-01-03)

Die Sprinklerunterzentrale Seilerraum wiederum hat auch einen Sprinklerverteiler in L-Form, der folgende Bereiche bzw. weitere Sprinklerunterzentralen versorgt:

- Sprinklerverteiler in Sprühflutunterzentrale Ebene 03 (02-03-07-321)
- Gruppe 1: Requisitenlager Oper, Ebene EG, 00, 01, 03
- Gruppe 6: Foyer Oper, Ebene 00, 04, 05
- Gruppe 17: Kronenboden Schauspiel, Ebene 04, 05
- Gruppe 18: Foyer Schauspiel, Ebene EG, 01, 02

Der Sprinklerverteiler, welche in der Sprühflutzentrale Ebene 03 angeordnet ist, versorgt wiederum folgende Bereiche:

- Gruppe 4: Ostflügel Schauspiel, Ebene UG, EG, 01-05
- Gruppe 5: Probebühne A Schauspiel, Ebene 05
- Gruppe 15: Pre-Action Schauspiel, Ebene UG, EG
- Gruppe 16: Garderobe Schauspiel, Ebene EG

Überwachung der Sprinkleranlage:

Die Sprinklerzentralen und die Sprinklerunterzentralen verfügen jeweils über eine Störmeldezentrale. Die Absperrschieber sind hier aufgeschaltet. Diese Meldung wird auf die ständig besetzte Stelle (Pforte) als technischer Alarm gemeldet.

Die Druckschalter der Alarmventilstationen sind direkt auf der Brandmeldezentrale aufgeschaltet. Bei Auslösen eines Druckschalters werden in der Sprinklerzentrale bzw. Unterzentrale die jeweilige Blitzleuchte als optische Signalgebung und die Hupen als akustische Signalgebung eingeschaltet.

Teilweise fehlen (z.B. in der Sprühflutzentrale) die Hupen und Blitzleuchten gänzlich.

Der Feueralarm der Druckschalter wird über die Brandmeldezentrale an die Feuerwehr durchgereicht.

Im Gebäude verteilt sind für die genaue Verortung des Feueralarms Strömungsmelder vorgesehen.

Die Auslösung der Sprühflutventilstationen erfolgt über Branderkennungselemente. Die Auslösung der Sprühflutventilstation im Kammerspiel erfolgt über ein hydraulisches Netz mit Sprinkler.

Als Rohrwerkstoff für die Sanierung der Sprinklerleitungen werden verzinkte Stahlleitungen eingesetzt. Die Verbindung der Rohre erfolgt mit Kupplungen für geriefte Rohre bzw. mit Gewindeverbindungen.

Die momentanen, alten Rohrleitungen bestehen aus schwarzem Rohr mit rotem Farbanstrich. Die Verbindungen sind als Gewinde- bzw. Schweißverbindung ausgeführt.

Es wurde durch den VdS eine Altanlagenprüfung durchgeführt und festgestellt, dass diverse Leitungen auszutauschen sind.

Generell sind die Mängelpunkte in den VdS-Berichten der wiederkehrenden Prüfungen abzuarbeiten.

Wir gehen hier auf Mängelpunkte ein, welche sich aus unserer Sicht auf das System auswirken.

- Überschreitung zul. Lagerhöhe in Kulissenlager/Prospektaufzug:
Die zulässige Lagerhöhe in Magazin/Kulissenlager Schauspiel und Prospektaufzug Oper werden erheblich überschritten. Entweder ist die Wasserbeaufschlagung in diesen Räumen zu erhöhen oder die Lagerhöhe muss reduziert werden.
- Nicht Erreichen der Sprinklerpumpendaten:
In einem Funktionstest der Sprinklerpumpe wurden die Betriebspunkte der Sprinklerpumpen-Kennlinie geprüft. Die Daten der Sprinklerpumpe konnten in diesem Test nicht bestätigt werden. Die zu Grunde gelegten Betriebspunkte konnten erreicht werden.

Daten:

Soll: 8.1 bar bei 5100 l/min

Ist: 7,5 bar bei 5000 l/min

Hinweis: Eine Erhöhung der Wasserbeaufschlagung im Magazin/Kulissenlager Schauspiel bzw. Prospektaufzug Oper als Kompensation für die Überschreitung der Lagerhöhe kann mit dieser Sprinklerzentrale nicht bewerkstelligt werden.

Bei einem Pumpenleistungstest wurde das Netzersatzaggregat in Betrieb genommen. Dabei wurde im Nennlastbetrieb der Sprinklerpumpe während des Zeitpunktes der Umschaltung von Stern- auf Dreieckbetrieb festgestellt, dass am Sprinklerpumpenschaltschrank eine Spannung von nur 200 V angezeigt wurde.

Lagerbereiche ohne Sprinkler:

In diversen Bereichen (z.B. Requisitenlager) werden Waren gelagert, welche nicht durch Sprinkler geschützt sind. Im Einzelfall ist zu klären, ob auf eine Lagerung verzichtet wird bzw. eine Sprinkleranlage nachgerüstet wird.

Sprühflut

Die Sprühflutanlage muss den folgenden Normen entsprechen. Wesentliche Abweichungen zu den Normen, welche während der Bestandsaufnahme festgestellt worden sind, werden aufgeführt:

- VdS 2109 Richtlinie für Sprühwasser-Löschanlagen
- Vorschriften der rechtlich zuständigen (LBauO Hessen)

Die gesamten Städtischen Bühnen inkl. Werkstatt-Neubau haben eine Sprühflutzentrale (01-98-07-040). Die Sprühflutzentrale wurde gemäß VdS-Bericht Aktennummer 60 SP 15181 (wiederkehrende Prüfung) im August 2015 geprüft.

Für die Konzeption wurden gemäß VdS-Bericht folgende Parameter in Anlehnung an die VdS 2109 zu Grunde gelegt:

Zur Auslegung der Sprühflutzentrale werden die Wirkflächen der Gruppe 6 (Schnürboden Oper und Galerie Oper von Ebene 04 bis 08) und Gruppe 13 (Drehbühne Oper EG) als Gruppenwirkfläche zu Grunde gelegt.

Gemäß Berechnung von Total Walther ist eine Wasserrate von 17359,64 l/min bei einem Fließdruck von 9,242 bar erforderlich. Dies stellt die Auslegungsgrundlage der Sprühflutzentrale dar.

Die Sprühflut-Elektropumpen (2x50%) haben einen Fördervolumenstrom von 10000 l/min bei 88 m Förderhöhe gemäß Datenblatt. Die Ergebnisse bei der Betriebsprobe der beiden Elektropumpen ergaben folgende Daten. Durchfluss: 9600 l/min bei 8,40 bar

Die Dieselpumpe (1x100%) hat einen Fördervolumenstrom von 19167 l/min bei einer Förderhöhe von 82 m gemäß Datenblatt. Die Dieselpumpe weist folgende Daten bei der Betriebsprobe auf, 19500 l/min bei 7,70 bar.

Die Wasserbeaufschlagungen der einzelnen Bereiche können aus den Planunterlagen entnommen werden.

Die Wasserversorgung erfolgt mit einer unerschöpflichen Wasserquelle (Betonzwischenbehälter+ Stadtwassernachspeisung), dies entspricht der Wasserversorgung der 2. Art gemäß VdS CEA 4001. Der Betonzwischenbehälter (Nutzvolumen 277,7 m³) wird von der Trinkwassernachspeisung West gespeist.

Zur Einhaltung der DIN EN 1717 (siehe Trennung von Trinkwasser und Löschwasser) wurden Schwimmentile eingesetzt.

Für die Notversorgung der Sprühflutanlage durch die Feuerwehr ist keine Feuerwehreinspeisung im Außenbereich vorhanden.

Die Sprühflutzentrale versorgt mit 2 Zuleitungen (DN 300) die Sprühflutunterzentrale (01-98-07-050), der folgende Bereiche bzw. weitere Sprühflutunterzentralen versorgt:

- Gruppe 1: Eiserner Vorhang Oper
- Gruppe 2+3: Vorbühne Oper
- Gruppe 4: Schnürboden und Galerie Oper, Ebene 04-08
- Gruppe 5: Schnürboden und Galerie Oper, Ebene 04-08
- Gruppe 6: Schnürboden und Galerie Oper, Ebene 04-08
- Gruppe 7: Schnürboden und Galerie Oper, Ebene 04-08
- Gruppe 8: linke Seitenbühne Oper, Ebene 03
- Gruppe 9: rechte Seitenbühne Oper, Ebene 03

- Gruppe 10: linke Hinterbühne Oper, Ebene 03
- Gruppe 11: rechte Hinterbühne Oper, Ebene 03
- Gruppe 12: Hinterbühne Oper, Ebene 03
- Gruppe 13: Drehbühne Oper, Ebene EG
- Gruppe 14: linke Unterbühne, Ebene EG
- Gruppe 15: rechte Unterbühne, Ebene EG
- Sprühflutunterzentrale (02-03-07-321), Schauspiel, Ebene 03

Die Sprühflutunterzentrale Schauspiel hat einen Sprühflutverteiler, der folgende Bereiche versorgt:

- Gruppe 1: Unterbühne Schauspiel, Ebene UG, EG
- Gruppe 2: Zuschauerraum Schauspiel, Ebene 03,04,05
- Gruppe 3: Zuschauerraum Schauspiel, Ebene 04,05
- Gruppe 6: Hinterbühne Schauspiel, Ebene 03
- Gruppe 7: Schallvorhang Schauspiel, Ebene 03
- Gruppe 8: rechte Seitenbühne, Ebene 03
- Gruppe 9: Bühnentürme Gasse 3 Schauspiel, Ebene 03-10
- Gruppe 10: Bühnentürme Gasse 2 Schauspiel, Ebene 03-10
- Gruppe 11: Bühnentürme Gasse 1 Schauspiel, Ebene 03-10
- Gruppe 12: linke Seitenbühne Schauspiel, Ebene 03
- Gruppe 13: Eiserner Vorhang Schauspiel, Ebene 05
- Gruppe 14: Kammerspiel, Ebene UG

Überwachung der Sprinkleranlage:

Die Sprinklerzentralen und die Sprinklerunterzentralen verfügen jeweils über eine Störmeldezentrale. Die Absperrschieber sind hier aufgeschaltet. Diese Meldung wird auf die ständig besetzte Stelle (Pforte) als technischer Alarm gemeldet.

Die Druckschalter der Alarmventilstationen sind direkt auf der Brandmeldezentrale aufgeschaltet. Bei Auslösen eines Druckschalters werden in der Sprinklerzentrale bzw. Unterzentrale die jeweilige Blitzleuchte als optische Signalgebung und die Hupen als akustische Signalgebung eingeschaltet.

Teilweise fehlen (z.B. in der Sprühflutzentrale) die Hupen und Blitzleuchten gänzlich.

Der Feueralarm der Druckschalter wird über die Brandmeldezentrale an die Feuerwehr durchgereicht.

Die Auslösung der Sprühflutventilstationen erfolgt über Branderkennungselemente. Die Auslösung der Sprühflutventilstation im Kammerspiel erfolgt über ein hydraulisches Netz mit Sprinkler.

Als Rohrwerkstoff für die Sanierung der Sprinklerleitungen werden verzinkte Stahlleitungen eingesetzt. Die Verbindung der Rohre erfolgt mit Kupplungen für geriefte Rohre bzw. mit Gewindeverbindungen. Die momentanen, alten Rohrleitungen bestehen aus verzinktem Rohr. Die Verbindungen sind als Kupplung- bzw. Gewindeverbindung ausgeführt.

Der Zustand der Rohrleitungen innerhalb des Betonzwischenbehälters Sprühflut konnte nicht verifiziert werden.

Das Hauptproblem der Sprinkleranlage liegt darin, dass hohe Lagerbereiche unzureichend geschützt sind und die bestehende Sprinkleranlage keine höheren Wasserraten liefern können. Hier ist gemeinsam zwischen Betreiber und VdS eine Lösung (Reduzierung der Lagerhöhe oder Modifikation der SPZ) etc. zu besprechen.

Die Signalweitermeldungen funktionieren nur teilweise, aufgrund dessen ist eine eins zu eins Überprüfung der Alarmweitermeldungen durchzuführen.

Die Bereiche, in der Sprinklerleitungen hindurchgeführt werden, sind entweder zu besprinkeln oder die Sprinkler-Transitleitungen sind durch zertifizierte Dämmschalen und Blechummantelung zu versehen.

Die alten Leitungen sind durch neue zu ersetzen.

Ergebnisse im Zuge der Studie

Die Sprinkleranlage muss weitere Lagerbereiche mit einbeziehen, welche bisher noch nicht gesprinklert sind, z.B. Prospektlager und weitere Kellerbereiche um hier eine Kaltentrauchung bzw. Rauchableitung zu ermöglichen.

Es gibt ein großes Potential für die Entrauchungsthematik, durch eine erweiterte Sprinklerung, können viele Bereiche im UG auch weiterhin als Lager betrieben werden, da nur mittels einer Sprinklerung eine Kaltentrauchung bzw. eine Rauchableitung möglich ist. Dies kann dann mittels vorhandener RLT-Anlagen in diesen Bereichen geschehen und muss nicht mittels zusätzlicher Heißgasventilatoren und dafür notwendigen zusätzlichen Kanälen, welche aufgrund Ihrer notwendigen Dimensionen nicht durch die Keller geführt werden könnten, geschehen.

Dazu bleibt es nicht aus die Sprinklerzentrale und auch die Pumpen anzupassen und teilweise neu aufzubauen.

Hierfür wurde eine Erweiterung des Technikbereiches im UG angedacht.

Die vorhandenen Leitungswege müssen größtenteils neu aufgebaut werden und um neue Leitungswege erweitert werden.

2.2.4 Förderanlagen

Im Rahmen der Basisvariante kommen die Maßnahmen aus der Grunderneuerung „neu gegen alt“ im Rahmen der Bestandsaufnahme und –bewertung von 2016 zur Ausführung. Diese sind in der unter Ziffer 2.5 beschriebenen **Kostenermittlung unter dem Reiter Los 5 Aufzug** zusammengestellt.

In Ergänzung dazu sind die Aufwendungen für die Aufzüge des Werkstattgebäudes und die neue Förderanlage in der Erweiterung des Südhofes berücksichtigt.

Weiterer Aufwand entsteht durch die zusätzlichen Förderanlagen in Modul 1 und 2 mit zum Teil komplexen Anforderungen bezüglich Lasten, Abmessungen sowie Größe und Anordnung von Haltestellen bzw. Schachttöffnungen. Diese sind unter Ziffer 3.1.3.2 im Planungsmodul 2 dargestellt und haben dazu geführt, dass sogenannte Schubkettenförderanlagen konzipiert wurden.

Die Kosten für das Lagersystem in Modul 2 sind ebenfalls unter den Förderanlagen geführt.

2.2.5 Sanitär

2.2.5.1 Abwasseranlagen

Ausgangslage

Die Anlagen müssen den folgenden Normen entsprechen. Abweichungen zu den Normen, welche während der Bestandsaufnahme festgestellt worden sind, werden aufgeführt:

- DIN EN 12056 Schwerkraftentwässerungsanlagen innerhalb von Gebäuden
- DIN 1986-100 Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke
- DIN 752 Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden
- DIN EN 1825/DIN 4040-100 Fettabscheideranlagen
- Vorschriften der rechtlich zuständigen (LBauO Hessen)

Das anfallende Schmutz- und Regenwasser wird getrennt, gesammelt und im Gebäude unterhalb der Rückstauenebene an der Sammelleitung bzw. an der Grundleitung zusammengeführt. An einigen Stellen wird das Regenwasser schon im Obergeschoss an die Schmutzwasserleitung angeschlossen. Der Anschluss der Regenwasserleitung an die Schmutzwasserleitung sollte über einen Siphon erfolgen, damit die Gerüche aus der SW-Leitung nicht in die Regenwasserleitung gelangen und über die Dacheinläufe an den Büros zu Geruchsbelästigungen führen. Diese Siphons sind vereinzelt vorhanden, zum größten Teil fehlen diese Siphons.

Unterhalb der Rückstauenebene (Geländeoberkante) befinden sich Sanitärgegenstände bzw. Sammelgruben, welche über Hebeanlagen entwässert werden. Die Rückstauschleife der Hebeanlage wurde nicht gemäß DIN 1986-100 über die Rückstauenebene geführt. Somit besteht die Gefahr der Überflutung der Räumlichkeiten, welche unterhalb der Rückstauenebene liegen. Des Weiteren werden nahezu alle SW- bzw. RW-Fallleitungen unterhalb der Rückstauenebene dem Entwässerungssystem im Außenbereich zugeführt. Im Falle eines Hochwassers würden die Untergeschosse über die Grundleitungen und letztlich über die Fall- und Sammelleitungen des Entwässerungssystems geflutet. Gemäß DIN 1986-100 kann hier mithilfe von Rückstauklappen bzw. Hebeanlagen Abhilfe geschaffen werden.

Die in der DIN 1986-100 vorgeschriebenen max. Höhen der Fallleitungen RW/SW werden überschritten, ohne dass eine Kompensationsmaßnahme durchgeführt wird. Durch die hohen Fallhöhen können zu hohe Unter- bzw. Überdrücke entstehen, welche zu Undichtigkeiten und somit zu Sachschäden führen können.

Auf dem Dach sind lediglich Dacheinläufe vorhanden, die die Bemessungsregenspende ($r_{5,5}$; 5-jährige Regenspende) entwässern können. Teile dieser Dacheinläufe sind aufgrund von Undichtigkeiten mit Bitumenbahnen überklebt worden. Das nach DIN 1986-100 geforderte Notablaufsystem (als Speier oder zusätzliches Rohrsystem) ist nicht vorhanden. Aufgrund dessen müssen gemäß DIN 1986-100 die zu erwartenden Überflutungshöhen rechnerisch ermittelt werden und mit dem Tragwerksplaner abgestimmt werden. Ggf. sind durch den Hochbau Speier an der Attika vorzusehen.

Analog der Schmutzwasseranlage sind die Regenwasserfallleitungen bzw. Sammelleitungen nicht überall ausreichend dimensioniert. Der Zustand der Dacheinläufe ist hier besonders zu erwähnen. Die Dacheinläufe sowie die Dachisolierung entsprechen nicht mehr dem Stand der Technik.

Die Ableitung des Schmutz- bzw. Regenwassers erfolgt über eine Freispiegelentwässerung.

Fast alle SW-Fallleitungen werden über Dach entlüftet. Zum Teil fehlen die Entlüftungen über Dach. Teilweise werden Entlüftungsleitungen zusammengeführt und nur mit einer Hauptlüftungsleitung über Dach geführt. Hierbei ist festzustellen, dass die Hauptlüftungsleitung nicht entsprechend der DIN 1986-100 bemessen wurde. Die Dimension der Hauptlüftungsleitung muss immer größer sein als die der Einzelstränge.

Ergebnisse im Zuge der Studie

Die zuvor beschriebenen Defizite der Dachentwässerung lassen sich nur mittels Neuplanung und vollständiger Erneuerung des Systems beheben.

Es ist angedacht, die Abläufe auf dem Dach zu erneuern, neu anzuordnen und dann auch eine Notentwässerung mit einzubeziehen. Dies kann nur teilweise über Speier auf den Dächern erfolgen, da häufig eine gefangene Dachsituation vorherrscht und Notentwässerungen, Entwässerungen im allgemeinen nicht auf andere Dachflächen entwässert werden können aus statischen Gründen. Es müssen somit Notentwässerungssysteme aufgebaut werden. Ebenso müssen Stauvolumina geschaffen werden um ein kontrolliertes Einleiten in den Kanal zu gewährleisten.

Weiterhin muss in der Planung darauf geachtet werden, dass Regenwasser und Schmutzwasser erst kurz vor Austritt aus dem Gebäude zusammengeführt werden, das Schmutzwasser mit Rückstauklappen versehen wird und das Regenwasser über Sifons an die Schmutzwasserleitungen angebunden wird um Gerüche aus dem Kanal über die Dacheinläufe zu vermeiden.

Die Schmutzwasseranlagen haben ebenso ein Alter von mehr als 30 Jahren erreicht, so dass die Lebenszeit bis zum Beginn der Sanierung erreicht bzw. überschritten ist. Durch die Umstrukturierung der Räumlichkeiten und die oben beschriebenen vorhandenen Mängel, welche beseitigt werden müssen, müssen die Abwasseranlagen komplett herausgerissen, neu geplant und gebaut werden.

Eine potentielle Optimierung des Regenwassers und damit eine Reduzierung von Leitungen, kann aufgrund des Ziehens neuer Notüberlaufstränge nicht erreicht werden.

Bei Schmutzwasser ist eine Optimierung nur möglich wenn konsequent die Nasszellen übereinander und gebündelt bereichsweise angeordnet werden, so dass eine Reduzierung der Abwasserstränge und der Umlüftungen erfolgen kann.

Dies gilt für die Basisvariante, als auch für sämtliche Module, da die Unterschiede sich im Wesentlichen nicht auf Nasszellenbereiche auswirken.

2.2.5.2 Wasseranlagen

Ausgangslage

Die Trinkwasseranlage muss den folgenden Normen entsprechen. Wesentliche Abweichungen zu den Normen, welche während der Bestandsaufnahme festgestellt worden sind, werden aufgeführt.

- DIN 1988-100 bis 600 Technische Regeln für Trinkwasserinstallationen
- DIN EN 1717 Schutz des Trinkwassers vor Verunreinigungen
- VDI 6023 Hygiene in Trinkwasser Installationen
- TrinkwV 2011 (Trinkwasserverordnung): Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch
- DIN EN 806 Technische Regeln für Trinkwasserinstallationen
- DVGW W551 Trinkwasserleitungen; Verminderung des Legionellenwachstums
- Vorschriften der rechtlich zuständigen Behörde (LBauO Hessen)

Die Städtischen Bühnen haben zwei Trinkwassereinspeisungen, Westeinspeisung und Südeinspeisung jeweils DN 200. Jede Einspeisung hat im Aufbau jeweils Absperrungen, Steinfänger, Wasserzähler und eine Rückschlagklappe.

Die Trinkwassereinspeisungen sind zum größten Teil nicht isoliert.

Die Westeinspeisung und Südeinspeisung sind als Ringleitung auf dem Podest an den Schwimmerventilen des Sprinklertanks zusammengeführt.

Von der Westeinspeisung aus wird der Zwischenbehälter der Sprühflutzentrale versorgt. Dieser Zwischenbehälter ist nicht redundant versorgt.

Der Zwischenbehälter der Sprinklerzentrale als auch der Zwischenbehälter der Hydrantenanlage wird redundant aus der West- als auch von der Südeinspeisung versorgt.

Die motorische Absperrklappe der Trinkwasserleitung Süd auf dem Podest der Sprinklerzentrale ist in der Stellung ZU.

Die Trinkwasserversorgung DN 80 wird somit nur von der Trinkwasserleitung West abgegriffen. Durch Öffnen der motorischen Absperrklappe Trinkwasserleitung Süd kann die Trinkwasserversorgung der Städtischen Bühne redundant hergestellt werden und die Stagnation des Trinkwassers in der Trinkwasserleitung Süd unterbunden werden.

Oberhalb der Hydrantenanlage auf der Gitterrostebene wird das Trinkwasser nach der Trinkwasserfiltrierung und -zählung mit einer Chlordioxidlösung behandelt. In Fließrichtung wird das Trinkwasser danach über eine Druckerhöhungsanlage und einen Trinkwasserverteiler den Kaltwasserverbraucher bzw. den einzelnen Warmwasserbereitungen zugeführt.

Von diesem Trinkwasserverteiler gehen 3 Kaltwasserleitungen für den Altbau ab:

- 1) Zuleitung Kaltwasser für 2 Warmwasserbereiter (Heizzentrale 02-98-07-034)
- 2) Zuleitung Kaltwasser Schauspiel, Kammerspiel und Teile Oper
- 3) Zuleitung Kaltwasser West

In den Städtischen Bühnen sind 4 zentrale Warmwasserbereiter vorhanden. 1 Warmwasserbereiter von Spirax Sarco (Dampfwärmetauscher) ist in Betrieb, versorgt aber nur wenige Verbraucher (siehe Szenische Zwecke Bühne Oper und Schauspiel im EG und Ebene 00).

Der Westflügel wird von der zentralen Warmwasserbereitung im Raum 01-98-07-013 versorgt (Warmwasserbereitung West).

Der Ostflügel und die Kantine Schauspiel werden von der zentralen Warmwasserbereitung im Raum 02-98-07-054 versorgt (Warmwasserbereitung Ost).

Das Schauspielhaus, das Kammerspiel, der Bereich Fundus und die Kantine Oper werden von der Warmwasserbereitung im Raum 02-98-07-034 versorgt (Warmwasserbereitung Mitte, 3000 L Boiler).

Die Warmwasserbereitungen, bis auf den von Spirax Sarco, verfügen über ein Zirkulationssystem. Der Bereich Fundus verfügt über keine Zirkulationsleitungen. Stattdessen wurde an der Warmwasserleitung eine Begleitheizung vorgesehen.

In einigen Bereichen sind vereinzelt in der Intendanz Oper, Bürospace Ost dezentrale Warmwasserbereiter (Durchlauferhitzer, 5-Liter-Geräte) eingebaut.

Gemäß den Leitlinien der Stadt Frankfurt von 2014 im Kapitel Sanitärtechnik sind zwecks Energie- und Wassereinsparungen die Handwaschbecken nur mit Kaltwasser zu versorgen und dürfen einen max. Ausfluss von max. 5 l/min aufweisen. Für die anderen Sanitärobjekte gibt es analog auch Vorgaben hinsichtlich des max. Ausflusses.

Ergebnisse im Zuge der Studie

Bei der Trinkwasserversorgung gilt gleiches, wie bei der Abwasseranlage. Diese muss aufgrund baulicher Änderungen (Raumänderungen) neu aufgebaut werden.

Aus hygienischen Gesichtspunkten sind ca. 50 % der Anlage zu erneuern.

Sinnvoll ist es, die Warmwasserversorgung zu dezentralisieren um einmal die Hygienevorschriften leichter einzuhalten und zum anderen die hohen Bereitschaftskosten zu minimieren.

Auf Speichertechnik mit langen Zirkulationswegen sollte verzichtet werden und stattdessen eine dezentrale Versorgung aufgebaut werden. So können Waschbecken ohne WW auskommen, größere Dusch- und Waschbereiche mittels Frischwasserstationen versorgt werden, ebenso die Küchenbereiche.

Dabei kann durch die Neuplanung auch der eigentliche Wasserbedarf besser gedeckt werden, Leitungen geschliffen werden um Stagnationen im System zu vermeiden bzw. Spülstationen eingesetzt werden.

Die Wasser Versorgung und Entsorgung ist in der vorhandenen Kubatur mit den Änderungen durch die Sanierung so umsetzbar, da im Trinkwasserbereich auf Bauteile verzichtet wird und auch viele doppelte Leitungsführungen WW, Zirkulation bei einer hauptsächlich dezentralen Versorgung entfallen würden.

Ein großes Optimierungspotential lässt sich bei der Trinkwasserversorgung erzielen, indem von zentraler WW-Versorgung auf dezentrale Versorgung umgestellt werden kann.

Es entfallen etliche Rohrleitungsmeter und die Wärmeverluste der Warmwasser- und Zirkulationsleitungen entfallen ebenso.

Dadurch lassen sich auch die Unterhaltskosten deutlich reduzieren, da das weitverzweigte System nicht auf 60 Grad gehalten werden muss.

Dies gilt für die Basisvariante, als auch für sämtliche Module, da die Unterschiede nur marginal sind und sich kaum auf die Nasszellen auswirken sollten.

2.2.6 Zwischenfazit Technische Ausrüstung

Das Heizsystem ist abgesehen von der Dampferzeugung und einzelnen Wärmetauschern als völlig abgänglich zu sehen, dies gilt für die komplette Wärmeübergabe und das gesamte Verteilnetz, sowohl unter energetischen Gesichtspunkten, als auch rein technisch und lebenszyklisch gesehen (keine hydraulischen Abgleiche, veraltete Pumpen, Komponenten).

Durch eine Erneuerung des Systems kann ein großes Potential im Bereich der Energieeffizienz und der Nachhaltigkeit freigesetzt werden, so dass die Unterhaltskosten stark gesenkt werden können, bei gleichzeitigem Komfortgewinn, durch z.B. Strahlungssysteme, Aufschaltung auf GLT, bessere Rohrdämmung, etc..

Für das Kältesystem gilt Gleiches.

Auch hier ist die Verteilung und die Übertragung abgänglich, die Hydraulik nicht abgeglichen, veraltete Komponenten und Pumpen, was auch dieses System ineffizient arbeiten lässt.

Die Erzeuger mussten dieses Jahr notgedrungen erneuert werden, jedoch sind die Kühltürme weiterhin ungünstig im Keller untergebracht.

Bei einer Sanierung sollten auch die Erzeuger mit einbezogen werden, da hier zum einen mögliche Potentiale ausgeschöpft werden können beispielsweise eine Erzeugung in Form von Absorptionskälte in Verbindung mit der vorhandenen Fernwärme.

Die Rückkühlung auf dem Dach unterzubringen, würde diese deutlich effizienter machen, in Verbindung mit einem abgeglichenen System und effizienten Pumpen, kann hier ein wesentliches Einsparpotential in den Unterhaltskosten generiert werden.

Ein weiterer Punkt ist es die dezentralen immer nachträglich erweiterten Kälteerzeuger wie Splitgeräte und mobile Geräte können hierbei entfernt werden und durch das zentrale System mit aufgegriffen werden, was die Gesamterzeugerleistung positiv nach unten wandern lassen würde, da Synergieeffekte in Form von Energieverschiebungen im Netz besser genutzt werden könnten. Wie unter Pkt. Kälte beschrieben).

Im Gegensatz zu den Gewerken Heizung und Kälte sind es bei der Lüftung vor allem die gesetzlichen Vorgaben, welche sowohl in energetischer Sicht, als auch aus hygienischer Sicht neue Herausforderungen stellt.

Die Einsparpotentiale, welche herausgearbeitet wurden, wie Zusammenlegung von Versorgungsbereichen gleicher Anforderung zu einzelnen RLT-Geräten als auch Zusammenlegung einzelner RLT-Geräte in ein Gerät, als auch die Neuordnung von RLT- Technikflächen, können diese gesetzlichen Vorgaben zukunftsfähig auffangen.

In einer vertieften Planung kann darauf aufgebaut werden unter Einbeziehung der weiteren zu erwartenden gesetzlichen Vorgabeverschärfungen ErP-Richtlinie Stufe 2020/21, welche sich dann auch auf weitere Bauteile des Verteilnetzes beziehen sollen.

Somit sollten die momentanen der Planungstiefe angepassten Unschärfen nicht schon im Vorfeld auf Null heruntergefahren werden, um einen kleinen Spielraum für die dann auszuführende Planung zu lassen.

Bei der Druckluft handelt es sich um ein kleines Netz, welches hauptsächlich für die Werkstätten im Werkstattneubau vergrößert wurde. Da diese bis auf eine Präsenzwerkstatt ausgelagert werden sollen, kann das Netz bei einer Sanierung auf die neuen Bedürfnisse angepasst werden.

Im Gewerk Elektro haben die Anlagen und Installationen ebenfalls ihren Lebenszyklus erreicht und müssen erneuert werden. Dies bringt das Potential mit sich die Trassen neu aufzubauen und dabei die Überbelegung zu entfernen. Es können neue energieeffiziente Anlagenteile verbaut werden (z.B. LED-Leuchten) und somit auch die Unterhaltskosten reduziert werden.

Das Gleiche gilt auch für die Schwachstromtechnik, auch hier könnte durch die Erneuerung der veralteten Anlagen und Verkabelung ein zukunftsfähiges System aufgebaut werden.

Die Sprinklerung muss in den Lagerbereichen im Keller und Prospekt aufgebaut werden um eine Rauchableitung gewährleisten zu können, auch müssen die Verteilnetze zum Teil hierfür neu aufgebaut werden, als auch die Technikzentralen und Verteiler daraufhin angepasst werden.

Im Gewerk Sanitär gibt es zwei Lager.

Das eine ist die Entwässerung, welche überarbeitet werden muss vor allem im Bereich Regenentwässerung, Notüberlauf.

Bei der Schmutzwasserentwässerung sind die Einsparpotentiale hauptsächlich davon abhängig inwieweit Nasszellen klar strukturiert übereinander angeordnet werden und wie weit eine Verzweigung des Netzes vermieden werden kann in einer weitergehenden Planung, da dies Einfluss auf die Größe und Ausdehnung des Abwassernetzes hat. Je verzweigter das Netz umso mehr zusätzliche Stränge und Umlüftungen gibt es.

Bei Regenwasser sind die nicht vorhandenen Notüberläufe, welche neu aufzubauen sind ein Garant dafür, dass kein wirkliches Einsparpotential vorhanden ist.

Das andere Lager bildet die Trinkwasserversorgung, welche ein deutliches Einsparpotential bietet, indem von einer zentralen Warmwasserversorgung auf eine dezentrale Warmwasserversorgung, bis auf die Kantinenbereiche, umgeschwenkt und hierdurch sehr viel Rohrleitungssystem gespart werden kann, nämlich ein Großteil Warmwasserverrohrung plus Zirkulationsleitungen.

Ebenso entfallen damit die Bereitstellungsverluste und die Rohrleitungs-dämmungsverluste, was sich positiv auf die Unterhaltskosten auswirkt.

Wie oben in den einzelnen Teilbereichen schon angesprochen, sind die Leitungs,- Kanalführung, die Hauptkomponenten, die Verteilungen und die Einbauteile der technischen Gewerke zu 95% überaltert und abgängig.

Teilweise sind keine Ersatzteile mehr zu bekommen und die Wartungen werden teuer.

Unter energetischen Gesichtspunkten sind die alten Gerätschaften ebenfalls zu erneuern.

Bei Trinkwasser und Lüftung sind die nicht eingehaltenen Hygienischen Vorgaben ein klares NO GO und bedingen eine Erneuerung und Überarbeitung des Systems.

Im Planungsteam wurden Grundlagen für eine Anpassung der Technikflächen geschaffen, so dass eine Planung darauf aufgesetzt werden kann und die Sanierung umsetzbar ist. Voraussetzung hierfür ist ganz klar eine Baufreiheit.

Abkürzungsverzeichnis:

DN	Diameter Nominal (Nennweite/Innendurchmesser)
RLT	Raumluftechnik
WRG	Wärmerückgewinnung
SFP	Spezifische Ventilatorleistung
NSHV	Niederspannungshauptverteilung

2.3 Statik/ Tragwerk (Prämissen/ Restriktionen der Sanierung)

Vorbemerkung:

Die in den Jahren 2014 und 2015 vorgenommenen Bestandsuntersuchungen an den Städtischen Bühnen Frankfurt führten zu Aussagen über tragwerksrelevante Mängel. Die wesentlichen Punkte werden im folgenden wiedergegeben:

Setzungen und daraus resultierende Schäden an Dehnfugen / Konsolen

Aus dokumentierten Setzungsmessungen der 70er Jahre sind Absackungen bis 82 mm im Bereich des Schauspiels bekannt. Dies wurden sowohl auf den Neubau der Stadtbahn, als auch auf das BfG-Hochhaus zurückgeführt. Es wurden weiterhin Kippungen und Krümmungen der einzelnen Bauteile festgestellt. Besonders augenscheinlich sind hierbei die Schäden an der Achse 38 (alte Achse 8, Trennwand Zuschauerraum Schauspiel zur Bühne), wo eine Dehnfuge ausgebildet ist. Hier wurden bei der jetzigen Begehung immer noch ein deutliches Schadensbild festgestellt. Ein weiterer Schaden, der auf Setzungen zurückzuführen ist, befindet sich an der Dehnfuge in Achse 28 (alte Achse 18) des Ostflügels.

Auch bei den Baumaßnahmen im Bereich des Jüdischen Museums, die erst nach der Kartierung begonnen haben, kann ein Zusammenhang mit auftretenden Rissverbreiterungen im 6./7. OG der Magazinüberbauung und des Westflügels vermutet werden. Hier ist eine tendenzielle Aufweitung von Rissen zu erkennen. Ursache könnte eine Schwingungsübertragung durch die aufgefüllten Schichten des Wassergrabens sein, in dessen Verlauf sich beide Gebäude befinden. Eine Beweissicherung wird z.Z. vorgenommen. Die Überbauung ist auf Grund der hohen Stützen und des hoch liegenden Schwerpunktes als schwingungsanfällig anzusehen.

Grundwasser und aufsteigende Feuchte

Die Sohlen in den älteren Gebäudeteilen, die oberhalb des Grundwasserspiegels liegen, sind unbewehrt ausgeführt und durch die Setzungen teilweise gerissen. Größere Absackungen und auch Pfützen wurden aber nicht angetroffen. In etwas tiefer liegenden Bereichen (z.B. Heizzentrale) ist eine leichte Durchfeuchtung zu erkennen. Stahlbetonsohlen im Grundwasserspiegel (z.B. Kammerspiele) sind als wasserundurchlässige Betonkonstruktion (WU-Beton) ausgebildet. Aufgetretene Schäden durch Rissbildungen sind bekannt und durch nachträgliche Rissverpressungen behoben worden, zur Zeit sind keine Schadstellen anzutreffen. Da sich im Umfeld der Bühnen noch laufende umfangreiche Wasserhaltungsmaßnahmen befinden, ist der aktuelle Grundwasserstand hierdurch beeinflusst. Bei einem Anstieg des Grundwassers können sich ggf. neue Undichtigkeiten zeigen, hier wären entsprechende Nachverpressungen wiederum erforderlich.

Schäden durch Durchfeuchtungen wurden im Kellerbereich insbesondere an Lichtschächten festgestellt. Eindringene kondensierte Luft hat an stählernen Sturzträger und auch an der Bewehrung von Stahlbetonstützen zu Korrosionserscheinungen geführt, z.B. Zuluftschacht der Oper.

Vereinzelnd treten auch an Außenwänden Feuchterscheinungen auf, die zu Ausblühungen des Mauerwerks oder Betons führen. Hier sind vermutlich die Außenabdichtungen geschädigt. Akut anstehendes Wasser wurde in den Untergeschossen nicht angetroffen.

Im Nachgang wurde festgestellt, dass der zu erwartende höchste Grundwasserstand beim Bau des Werkstattneubaus deutlich höher angesetzt worden ist, als in vorherigen Bauphasen (+95,50 m gegenüber +94,00 m). Sollte dieser Stand eintreten, wären ein Großteil der Sohlen ca. 50 cm überschwemmt (z.B. Magazin), eine Abdichtung gegen drückendes Wasser ist flächendeckend nicht vorhanden. Der Ansatz dieses höchsten Grundwasserstandes beruht auf der Annahme einer Korrelation zwischen Mainhochwasser und dem hieraus prognostizierten Hochwasserstand an den Bühnen. Ein solcher Zusammenhang wurde allerdings im Gutachten des Büros Sommer und Partner nicht festgestellt. Vor Baumaßnahmen im Bereich des Untergeschosses sollte daher eine abschließende Aussage eines Baugrundsachverständigen eingeholt werden.

Rippendecken der 60er Jahre, Ausführungsmängel und baulicher Brandschutz

Bei der Baukonstruktion der 60er Jahre sind erfahrungsgemäß die Eigenschaften des Betons als zu optimistisch hinsichtlich Dauerhaftigkeit und Brandschutz (s.u.) beurteilt worden. Nach Planlage und den durchgeführten Untersuchungen ist flächendeckend eine nach heutigen Maßstäben erheblich zu gering Betondeckung der Bewehrung vorhanden. Zusätzlich sind insbesondere Stützenquerschnitte sehr schlank ausgeführt worden. Zusätzlich wurden im gesamten Haus an den vielerorts verwendeten Rippendecken Mängel bei der Herstellung durch freiliegende Bewehrungsstäbe auf Grund unsachgemäßer Betonverdichtung oder zu steifer Betonmischung festgestellt. Hierdurch sind die Dauerhaftigkeit und der Brandschutz beeinträchtigt.

Diese Schadensbilder wurden auch in den Bereichen mit intakten Unterdecken (Rabitzdecken der Büros) angetroffen.

Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass die Bauteile der 50er und 60er Jahre gemäß den damaligen Bauvorschriften erstellt worden sind. Die vorliegenden Bauscheine bzw. Abnahmeprotokolle bestätigen diese Annahmen. Somit kann von einem genehmigten Zustand ausgegangen werden, der einen Bestandsschutz genießt. Sofern keine Nutzungsänderungen vorgenommen werden oder größere Eingriffe in das Tragwerk stattfinden, gäbe es keinen baurechtlichen Grund Ertüchtigungen vornehmen zu müssen. Im Abgleich mit den heutigen Vorschriften sind dennoch deutlich zu geringe Betondeckungen festzustellen. Der Umgang mit dieser Tatsache ist zusammen mit der Brandschutzgutachterin und den Anforderungen des Bauherrn / Nutzers abzustimmen. Kompensationsmaßnahmen oder nur die Ertüchtigung gefährdeter Raumbereiche nach heutiger Vorschriftenlage sind zu diskutierende Varianten. Auch können Sondergutachten entsprechender Prüfinstitute zu einer günstigeren Beurteilung der vorhandenen Feuerwiderstandsdauer gelangen.

Im direkten Vergleich der Anforderungen der damaligen und heutigen Brandschutzvorschriften ist festzustellen, dass die heutigen Mindestanforderungen nach Breite der Rippen für die überwiegend ohne Hohlkörper bzw. Massivstreifen hergestellten Decken (vorhandene Rippenbreite 10 cm < 15 cm), sowie die Mindestbetondeckungen der Bewehrung (vorhanden 1,0 bis 1,5 cm, erforderlich mind. 3,5 cm) für die Einstufung REI90 nicht eingehalten sind. Möglich wären Einstufungen in die Bereiche REI30 / REI60. Bei Anordnung einer Unterdecke sind die Kriterien für REI-90 eingehalten, dies bedingt dann allerdings auch die entsprechende Brandlastfreiheit der Zwischenräume.

Im Bereich der freiliegenden Rippendecken sind für eine Ertüchtigung auf die Feuerwiderstandsklasse REI90 die Betonüberdeckungen zu erhöhen oder Unterdeckensysteme mit entsprechender Klassifizierung (analog der vorhandenen Rabitzdecken) vorzusehen. Da in Flurbereichen immer ein erhöhter Installationsbedarf besteht und das ständige Öffnen und Schließen der Decken aufwändig erscheint, wird das Aufbringen eines Brandschutzspritzputzes (Vermiculite- oder Perliteputz) vorgeschlagen. Der Putz sollte auf Putzträger aufgebracht werden, um Probleme mit der Haftzugfestigkeit zu vermeiden. Ausreichend sind Putzdicken von 10 mm über dem Putzträger. Das entstehende Mehrgewicht kann durch die deutlich gewichtsreduziert herstellbare Unterdeckenkonstruktion kompensiert werden. Das Aufbringen von Putz bietet sich auch in den weiteren Deckenbereichen der Lager an. In den Büros ist bei vorhandener und intakter Unterdecke der Brandschutz gegeben, werden die Unterdecken allerdings auf Grund von Installationen geöffnet, so bietet sich auch hier die Variante mit einer Spritzputzertüchtigung an. Bei den geschlossenen Massivdecken oder bei Stützen kann analog mit dem Brandschutzspritzputz die fehlende Betonüberdeckung hergestellt werden.

Stahlträger Überbauung Magazin

An den massiven Bauteilen neueren Erstellungsdatums (ab 80er Jahre) wurden keine relevanten Schäden des Tragwerks festgestellt. An außenliegenden Stahlträgern sind allerdings Korrosionserscheinungen an Stoßstellen und abgeplatzte Anstriche ersichtlich.

Nicht einsichtig ist die als Trägerrost ausgebildete Stahlkonstruktion der Überbauung oberhalb des Magazins. Eine Kontrolle der Knotenpunkte und des Gesamtzustands der Tragkonstruktion kann nicht vorgenommen werden. Dies stellt einen Mangel dar, da Wartungen nicht möglich sind.

Einen weiteren potentiellen Schadenspunkt, der nicht einsichtig ist, stellt die Durchdringung des Zugbandes der Fachwerksbinder über dem Ballettsaal zwischen Innen- und Außenbereich dar. Eine mögliche Kondensatbildung, die zu Korrosionsschäden an dem Zugband führen kann, kann nicht überwacht werden. In den Ausführungsunterlagen ist die Verwendung üblichen Baustahls St37 angegeben. Maßnahmen zum Korrosionsschutz oder die Verwendung von Edelstahl sind nicht zu finden.

Natursteinfassade

Bei den vorliegenden Gutachten zur Natursteinfassade wurden vielfältige Mängel festgestellt. Die Überwachung der Fassade in ca. 2-jährigen Intervallen wurde empfohlen und eine Reststandzeit von 5 – 10 Jahren prognostiziert. Ausgehend vom Erstellungsdatum der Gutachten in den Jahren 2010 bis 2012 ist somit die untere Grenze der Reststandzeit bereits erreicht.

Dachkonstruktion

Im Dachbereich sind vereinzelte Schadstellen ersichtlich. Die einsehbaren Stellen lagen alle im Bereich von Dacheinläufen oder Oberlichtern. Hier sind allerdings teilweise deutliche Schäden an der betroffenen Stahlbetondecke in Form von Korrosionserscheinungen vorhanden. Die Feststellung, ob flächendeckende Feuchteschäden an der Deckenoberseite vorhanden sind, wurde im Rahmen dieser Begutachtung nicht vorgenommen. Hierzu sei aber auf das vorliegende Gutachten zur Dachlandschaft verwiesen. Hierin wurde seinerzeit eine feuchte Dämmung und Schädigung der alten Korkschicht festgestellt. Es ist somit von eingedrungener Feuchte von der Deckenoberseite her auszugehen, die zumindest die obere Bewehrungslage geschädigt haben kann. Weiterhin ist im Gutachten von der Verwendung eines verzinkten Trapezblechs über dem Tonstudio als Tragkonstruktion die Rede, dessen Austausch empfohlen wird, da der Korrosionsschutz nicht sichergestellt ist.

Weitere bauliche Mängel

An einzelnen Stahlbetonhohldielen, die als Ersatz abgebrochener Rippendecken an Bauteilübergängen eingebaut worden sind (z.B. Übergang Werkstattneubau an Magazin im Untergeschoss), konnten Rissbildungen im Auflagerbereich der Hohldielen festgestellt werden. Die Dielen sind auszutauschen.

Vereinzelte wurden an Stahlbetondecken Korrosionsstellen der Bewehrungen mit örtlichen Abplatzungen festgestellt. Diese Bereiche beschränkten sich allerdings in fast allen Fällen auf Rohrdurchführungen von Fallleitungen oder Feuchtraumbereichen, wo vermutlich Undichtigkeiten aufgetreten sind. Hier sind lokale Betonsanierungsarbeiten ausreichend.

Die historischen Stahlbinder über dem Zuschauerraum der Oper sind über Stahllager auf dem Mauerwerk aufgelagert. Schäden in diesen Bereichen sind nicht zu erkennen, durch Korrosionsantrag an den Stahlplatten ist allerdings die Gleitfähigkeit vermindert und es werden bei auftretenden Belastungen höhere Reibungskräfte an die Mauerwerkskonstruktion abgegeben, als gewünscht. Die Lager sind zu schmieren.

Die Fugen sind in ihrer Funktion wiederherzustellen. Die Fugen sind freizuräumen, die Fugenflanken ggf. zu sanieren und ein Dehnfugenband (auch als Rauchschutz) ist einzubauen. Fugen in Transportwegen sind mit geeigneten Abdeckplatten zu überdecken. Auch die Ausbaukonstruktion ist auf die Fugen abzustimmen. Im Bereich der Fassade sind die Elemente anzupassen. Hier bestehen an die Fugen zusätzlich auch Anforderungen hinsichtlich der Bauphysik.

Mängel im konstruktiven Brandschutz

Stahlkonstruktionen, die Anforderungen einer Feuerwiderstandsklasse erfüllen müssen, sind in der überwiegenden Mehrheit entweder in Mauerwerkswänden eingebaut oder werden durch Verkleidungen (Gipskartonfeuerschutzplatten) vor Brandeinwirkung geschützt. An den Verkleidungen sind örtlich kleine Beschädigungen zu erkennen, vielfach verursacht durch Kantenabplatzungen auf Grund mechanischer Einwirkungen.

Eine unvollständige Bekleidung mit abschnittsweise fehlenden Bereichen wurde im Dachtragwerk über dem Zuschauersaal des Schauspiels angetroffen. Diese Tatsache ist allerdings bereits in den Anlagen zum Brandschutzkonzept von Fr. Dr. Görhs beschrieben.

Gänzlich fehlende Brandschutzverkleidung und somit freiliegende Stahlträger sind im gesamten Eingangsbereich zum Schauspiel vorhanden, da die geplante F-90 Unterdecke im Zusammenhang mit verlegten Leitungen nicht funktionsfähig war. Dieser Sachverhalt ist ebenfalls im Brandschutzkonzept behandelt.

Im Bereich des Foyers der Oper konnte bei Einsicht zwischen die Unterdecke festgestellt werden, dass die Stahlträgeruntergurte der Decken zu Großteilen mit Brandschutzplatten umhüllt sind, kleine Teilbereiche sind allerdings mangelhaft oder „vergessen“ worden.

Im „alten“ Kellerbereich der Oper sind Kappendecken vorhanden, die zwischen Stahlträgern spannen. Die Untergurte der Stahlträger sind ebenfalls nicht verkleidet. Insbesondere im Kellerbereich sind korrodierte Stahlträger als Deckenträger oder als Sturzträger angetroffen worden. Die Träger sind zu entrostern und mit Korrosionsschutzanstrichen zu versehen. Hinsichtlich des Brandschutzes ist eine Ummantelung aufzubringen.

Die Stahlträgerkonstruktion im Zwischenbereich über der alten Magazindecke und der Aufstockung besteht aus im Freien liegenden Stahlprofilen, die nach Bauordnung keines besonderen Brandschutzes bedürfen, sofern die Bestandsdachdecke über dem Magazin den Anforderungen F90 entspricht. Hier wurde zumindest in einem Teilbereich der Dachdecke die Unterdecke entfernt, so dass von diesem Schutz in Teilbereichen nicht ausgegangen werden kann.

An den ebenfalls im Außenbereich liegenden Stahlprofilen der Aufstockung längs des Westflügels sind Abplatzungen des Brandschutzanstrichs ersichtlich, die Schutzwirkung des Anstrichs ist nicht mehr gegeben. Da an diesen Trägern der Flur und Fluchtweg oberhalb des Tonstudios aufgehängt ist, ist der Anstrich in seiner Funktion wieder zu ertüchtigen.

Die offenen oberen Fugenabschlüsse der nichttragenden Mauerwerkswände gegen die Massivbauteile sind mit Mineralwolle gemäß DIN 4102 Teil 4 auszustopfen, um die Rauchdichtheiten sicherzustellen. Nur bei hohen, schlanken Wänden (z.B. Lagertrennwände) ohne ausreichende Queraussteifungen sind zusätzliche Halterungen einzubauen.

Nischen sind in den Mindestdicken der Brandschutznorm zu ertüchtigen, in den Schächten sind die horizontalen Schottungen herzustellen.

Im Bereich der Trennwand zwischen dem Foyer des Schauspiels und dem Saal ist eine funktionierende Brandwand zu errichten. Zur Zeit ist die Stahlskelettwand an den Dachbindern horizontal befestigt, die Konstruktionen sind aber nicht geschützt. Es ist zumindest ein Anschluss an ein qualifiziertes Bauteil herzustellen. Die Durchdringungen bzw. Öffnungen zwischen Saal- / Flurdecke und Kronenboden sind hierbei ebenfalls zu beachten.

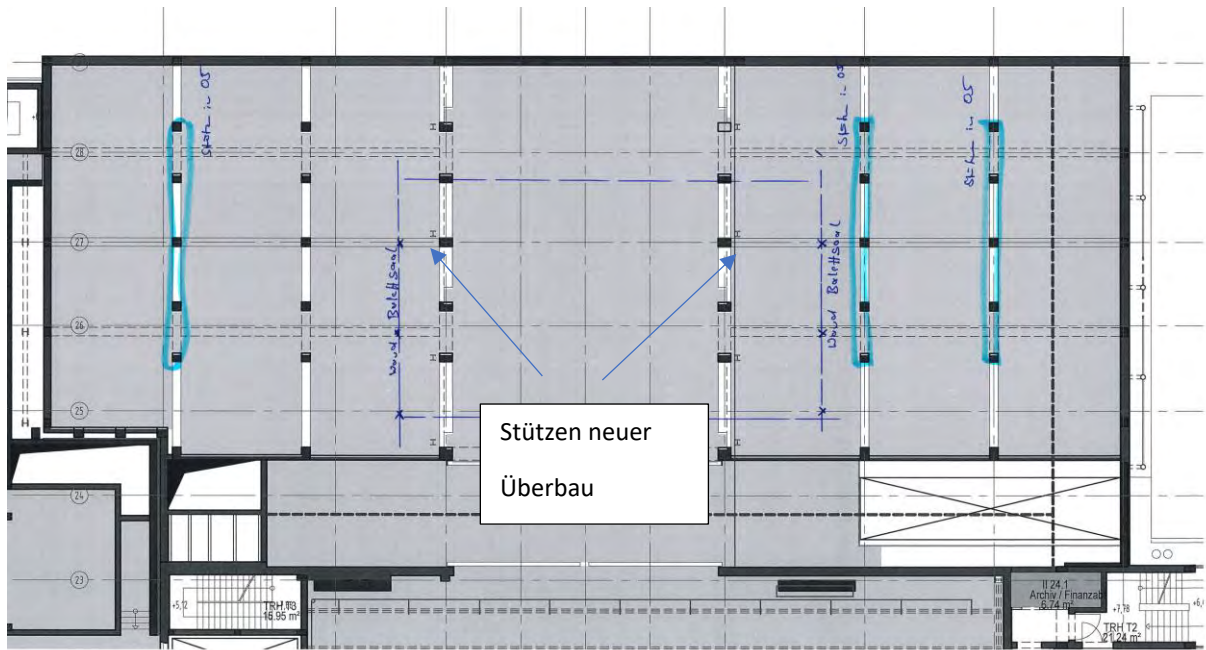
Die Verkleidung der Stahlkonstruktion der Überbauung des Magazins mit Brandschutzplatten ist in Teilen nicht dokumentiert. Öffnungen an einzelnen Stellen lassen Zweifel aufkommen, ob die Ausführungsvorschriften in allen Bereichen eingehalten worden sind. Der Sachverhalt ist bereits im Brandschutzgutachten von Frau Dr. Görhs dokumentiert.

Weitere Mängel, wie z.B. kleine Risse oder offene Schottungen, wurden seinerzeit in den Raumbölgern dokumentiert.

Im Zuge der Planungen für die Basisvariante werden die oben angegebenen Mängel behoben. Weiterhin werden an verschiedenen Stellen Eingriffe in das Tragwerk erforderlich, um die geplanten Funktionen herzustellen.

Bereich über dem Opernmagazin

Die Konstruktion wird bis auf das Stahlträgerrost zurückgebaut und ab dieser Ebene neu aufgebaut. Die Trägerrostdecke ist für eine Verkehrslast von $5,0 \text{ kN/m}^2$ ausgelegt, somit ausreichend dimensioniert. Für die TGA Zentrale auf dem Dachbereich sind Konstruktionen zu erstellen, die auf die Stützen der Überbauung ihre Lasten abgeben. Zusätzlich ist es möglich die Bestandsstützen des Opernmagazins zum Lastabtrag heranzuziehen. In diesen Stützen sind noch Lastreserven vorhanden.



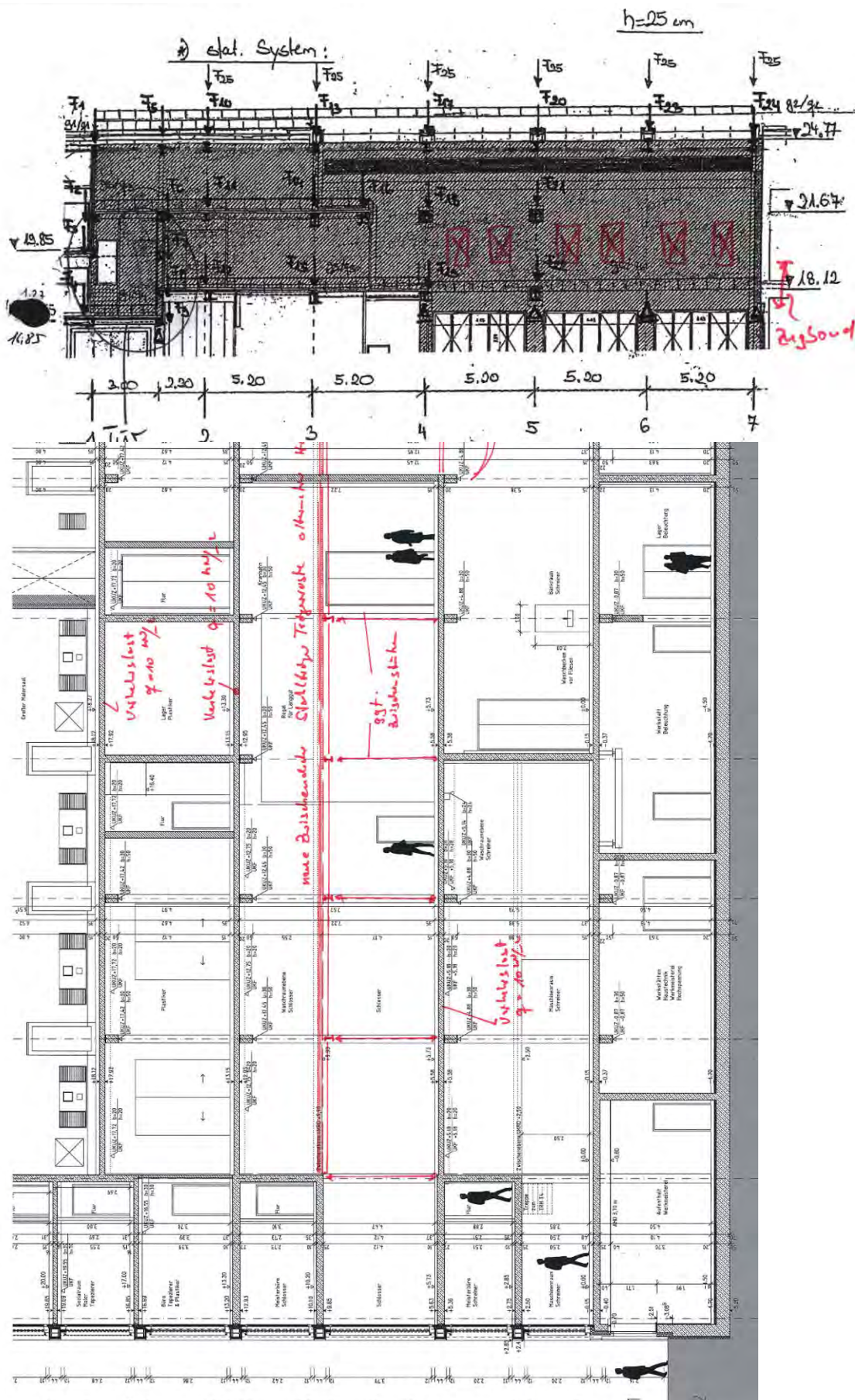
(blaue Kennzeichnung: Bestandsstützen für Lastabtrag TGA-Zentrale) aktivierbar

Werkstätten

Die Decken im Werkstattneubau wurden für Verkehrslast von $10,0 \text{ kN/m}^2$ bemessen, für die Schreinerei sogar $12,5 \text{ kN/m}^2$. Für die Lastweiterleitung in die Pfahlgründung wurde mit $5,0 \text{ kN/m}^2$ in allen Ebenen gerechnet. Für den Einbau neuer Zwischenebenen sind daher Lastreserven vorhanden.

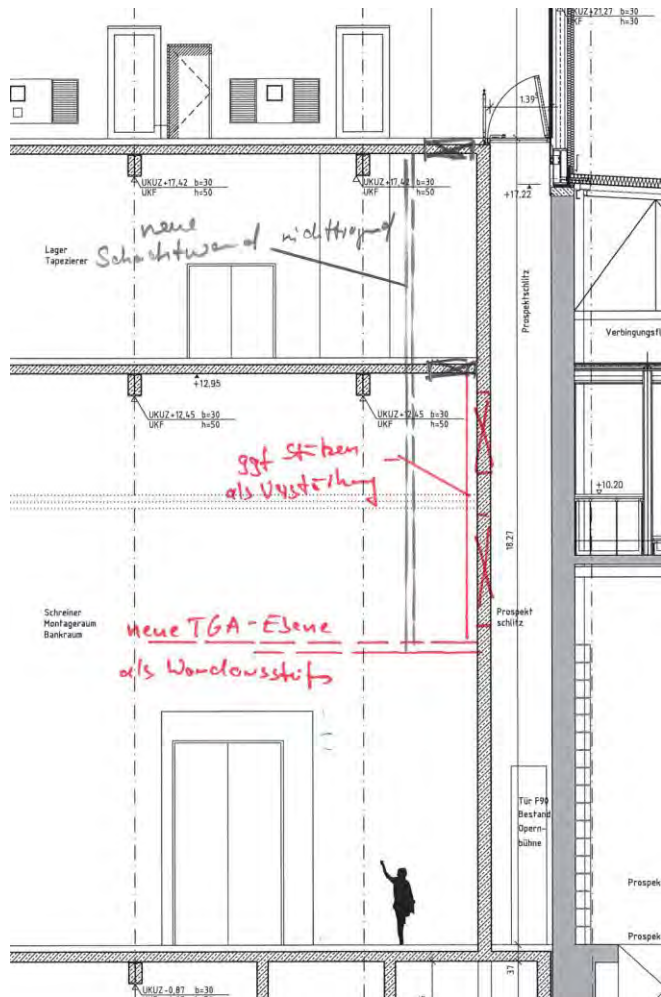
Die Eigenlasten der neuen Decken sind dabei so gering wie möglich zu halten, z.B. Stahlkonstruktionen mit Stahlbetonverbunddecken.

Ebenso ist die Herstellung von Fensteröffnungen in der Stahlbetonwandscheibe zum Innenhof möglich, um die

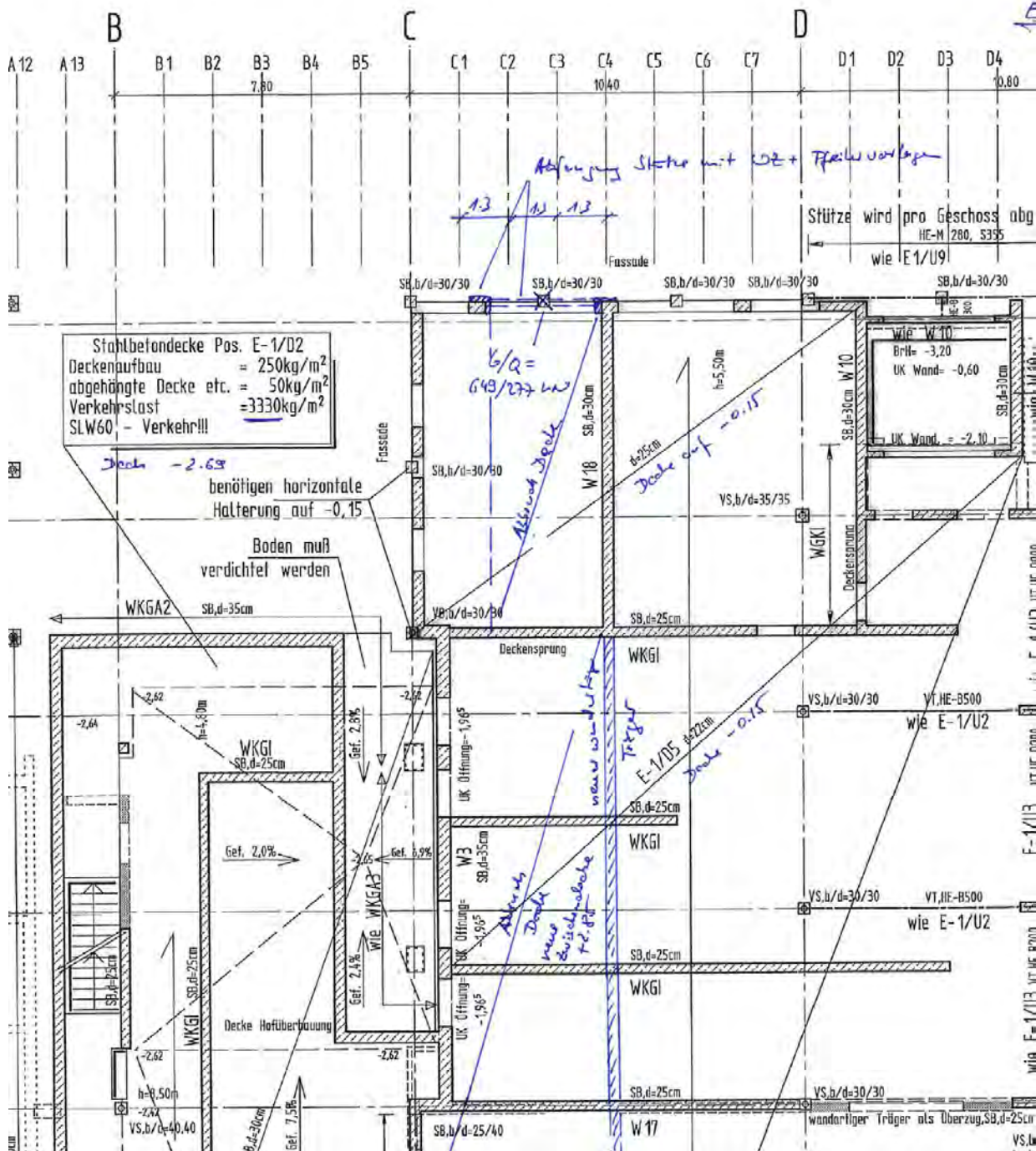


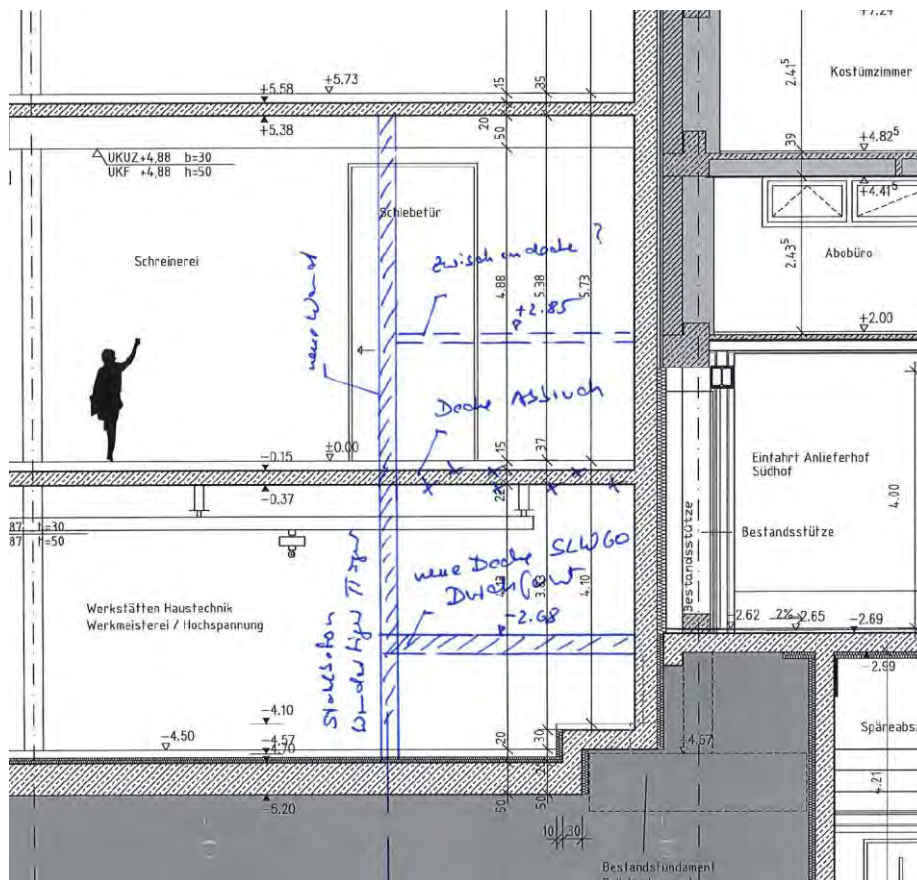
Belichtung zu ermöglichen.

n der Rückseite der Werkstätten kann der vorhandene Prospektschlitz für die Führung von Kanälen genutzt werden. Öffnungen zur Kanaldurchführung sind an der Wandscheibe herstellbar.



Für die zweite Zufahrt zur Anlieferung ist die Fassade abzufangen und die Deckenebenen sind anzugleichen.





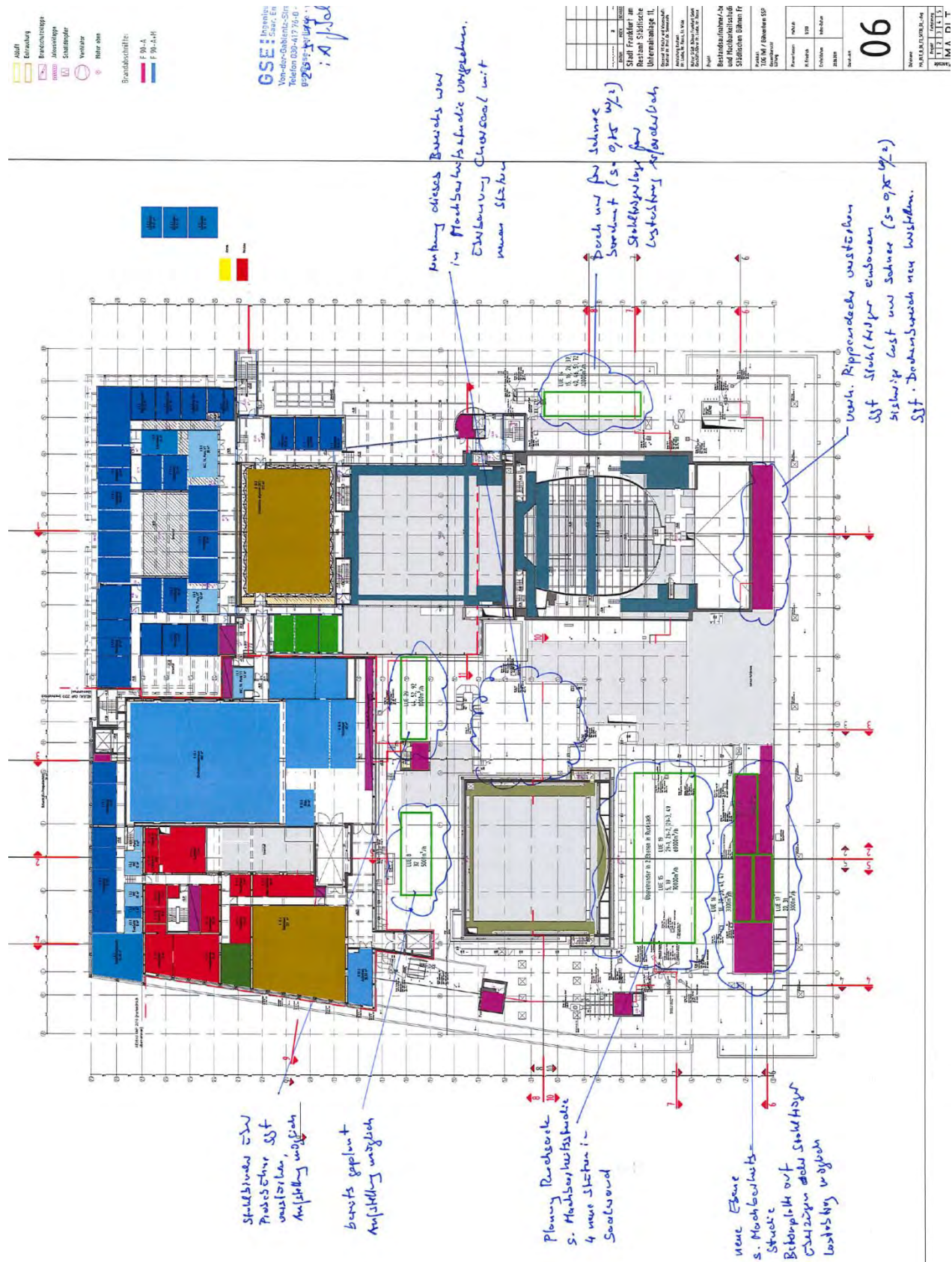
Im Zuge des Einbaus der neuen Zwischendecken und der Umbauten der Zufahrt ist auf die vorhandene Pfahlgründung der Werkstätten zu achten. Die Lasteinleitungspunkte in die vorhandenen Bohrpfähle können hierbei nicht verändert werden. Es sind somit entweder Wechselkonstruktionen zu erstellen, um auf diese Punkte zu gelangen oder es sind neue Lastabtragungspunkte zu schaffen. Auf Grund des vorhandenen Bauwerks können allerdings nur kleinteilig erstellbare Pfahlsysteme eingesetzt werden, z.B. Mikropfähle (GEWI), ggf. auch Bodenverpressungen. Wie weit die vorhandenen Pfähle noch Laststeigerungsmöglichkeiten besitzen, sollte mit einem Baugrundgutachter abgestimmt werden, da gewisse Setzungsanteile, die den aufnehmbaren Spitzendruck begrenzen bereits aufgetreten sind. Die vorhandenen Bohrpfähle sind in einer Größenordnung von ca. 80% - 90% ausgenutzt, haben somit noch geringe Lastreserven.

Neue TGA-Zentralen im Dachbereich

Es sind Dachzentralen in allen Bereichen des Daches geplant. Insbesondere auf den Dächern aus den 50er Jahren sind lastüberbrückende Konstruktionen einzuplanen. Die Lasten aus den Zentralen sind über die Unterkonstruktion direkt auf die Bestandsstützen abzuleiten. Diese Stützen haben noch Lastreserven, um die Zusatzbeanspruchungen aufnehmen zu können, ggf. sind geringe Verstärkungen durch Ummantelungen erforderlich.

Im Rahmen der erforderlichen Dachsanierung können Deckenbereiche ggf. für die Lasten aus den Zentralen ertüchtigt werden, dann können diese Zusatzverstärkungen entfallen.

Die weiteren Umverlegungen im Haus betreffen Raumbereiche, die für die neue Nutzung bereits ausreichende Verkehrslasten aufweisen. Hier sind Eingriffe ins Tragwerk nicht erforderlich.



2.4 Brandschutz (Prämissen/ Restriktionen der Sanierung)

Die Sanierungsmöglichkeit des Bestandsgebäudes im Hinblick auf brandschutzrelevante Fakten aus dem Bestand werden unter Einarbeitung einer ersten Bewertung der genehmigenden Behörden zu den vorgetragenen Sachverhalten nachfolgend bewertet. Dafür wurden die Ergebnisse aus der inhaltlichen Prüfung der Sachverhalte und der daraufhin stattgefundenen Abstimmung mit den zuständigen genehmigenden Behörden zusammengefasst. **Die zugehörigen Unterlagen liegen vor.**

1. Der Brandschutz als solcher umfasst eine Vielzahl von Aspekten und Themengebieten:

- 1.1. Der konzeptionelle Brandschutz >>> welcher nachfolgend schwerpunktmäßig behandelt wird, nimmt Bezug auf die grundsätzliche Funktionsfähigkeit der Gesamtliegenschaft. In diesem Zusammenhang werden mehrere konkrete Punkte beleuchtet, bei denen Abweichungen zwischen Bestand und aktuellem Bauordnungsrecht im Rahmen einer Bestandsaufnahme festgestellt wurden.
- 1.2. Der statisch-konstruktive Brandschutz >>> welcher durch den Tragwerksplaner intensiv untersucht (und mit dem Unterzeichner abgestimmt) wurde (siehe Ziffer 2.3) und somit nur zu einem Detail in diesem Dokument erwähnt wird.
- 1.3. Der Brandschutz im Ausbau >>> welcher nachfolgend in Verbindung mit konkreten Details aus den Bestandsaufnahmen bewertet wird.
- 1.4. Der anlagentechnische Brandschutz >>> wird in den Unterlagen der Haustechnik (siehe Ziffer 2.2) konkret beleuchtet. Zu diesen Unterlagen gab es umfangreiche Abstimmungen mit dem Unterzeichner. Die Sachverhalte werden in diesem Dokument nicht weiterverfolgt.
- 1.5. Der organisatorische Brandschutz >>> wird nicht weiter behandelt, da dieser in der Verantwortung des Betreibers, im Rahmen des Konzeptes festgeschrieben und als „ohne wirkliche Relevanz für die Sanierungsfähigkeit“ zu bewerten ist.

2. Grundsätzlicher Abgleich zwischen Bestandskonzept und Sanierungskonzept

- 2.1. Information: In der aktuellen Bearbeitung befinden sich derzeit ein „Bestandskonzept“ und eine „Sanierungskonzept“.
 - 2.1.1. Das „Bestandskonzept“ ist inhaltlich durch den Betreiber mit den genehmigenden Behörden abgestimmt worden und definiert ein ganzheitliches Konzept, nach welchem der Gebäudekomplex aktuell seiner bestimmungsgemäßen Nutzung nachgehen darf. Es basiert auf den Bestandsbaugenehmigungen und den fortlaufend getroffenen konzeptionellen Ertüchtigungen (im Rahmen der wiederkehrenden Prüfungen und Gefahrenverhütungsschauen bzw. weiteren Baugenehmigungen zu baulichen Änderungen). Im Rahmen dieser Gespräche mit den genehmigenden Behörden wurden ausgewählte konzeptionelle Punkte (z. B. Kasse Oper und Zwischenraum Bereich Magazinüberbauung) inhaltlich geklärt und bereits baulich angepasst.
 - 2.1.2. Das „Sanierungskonzept“ baut auf das „Bestandskonzept“ auf und benennt dabei die Sachverhalte, welche im Rahmen einer Sanierung infolge des Bestandes oder auch infolge der Änderungen in der Planung anzupassen sind.
- 2.2. Information: Für das „Sanierungskonzept“ darf der Bestand weitestgehend so beibehalten werden. Auf folgende – konzeptionell relevante – Sachverhalte der Spielstätten wurden die genehmigenden Behörden explizit hingewiesen:

- 2.2.1. Die Türen zum Zuschauerraum Schauspiel (B 90-0102) werden 2020 gegen zugelassene Brandschutztüren getauscht. >>> Somit kommen nunmehr Feuerschutzabschlüsse mit allgemeingültigem Verwendbarkeitsnachweis zur Ausführung.
- 2.2.2. Die Türen zum Zuschauerraum Oper (B 88-2878) sind ohne Kennzeichnung und somit ohne nachweisliche Qualität (Anforderung ist T30). Derzeit wird der Versuch unternommen diese Türen nachträglich über eine MPA bewerten zu lassen, was sich infolge der Sonderkonstruktion von Tür und Beschlägen sowie der zusätzlichen Bekleidung sehr kompliziert gestaltet. In den Akten gibt es keine zutreffenden Konstruktionszeichnungen. >>> Dieser Sachverhalt muss mit der MPA weiterverfolgt werden.

3. Vorstellung relevanter Fakten des Bestandsschutzes

Nachfolgend werden relevante bauliche und konzeptionelle Sachverhalte konkret behandelt, welche resultierend aus ihrem Bestand für das Sanierungskonzept mit den genehmigenden Behörden (Bauaufsicht und Branddirektion) vorab abgestimmt wurden. Hierbei sind einerseits die Sachverhalte beschrieben und andererseits erste Bewertungen der genehmigenden Behörden erfasst. Sofern nur eine der genehmigenden Behörden zitiert wurde, haben sich die Bewertungen nicht unterschieden. Werden beide zitiert, gab es ergänzende Aspekte, welche beide erfasst werden sollen.

3.1. Zuschauerraum Schauspiel in seiner Geometrie

- 3.1.1. Der Zuschauerraum soll in seiner Geometrie aus B 90-0102 beibehalten werden (siehe Darstellung im Plan). >>> Dieser Sachverhalt nimmt Bezug auf die Anordnung der Sitzplätze und die Lage der Türen im Zuschauerraum. Vorteilhaft kann dabei herangezogen werden, dass der Zuschauerraum mit einer Löschanlage, mit einer Entrauchung und mit automatischen Meldern ausgestattet ist.
- 3.1.2. Information: Die brandschutzrelevanten Abweichungen in der Ausführung aus dem Wiederaufbau wurde mittels Kompensationen und der bauaufsichtlichen Genehmigung B-2014-494-4 formal geregelt und werden weiterhin in dieser Form mit eingebunden.
- 3.1.3. NEUE Erkenntnis: Die Wandkonstruktion der Zuschauerraumwand kann mit bekannten Systemen brandschutztechnisch nicht eingestuft werden. (siehe Ausführungen unter Punkt 3.3)

>>> Stellungnahme Bauaufsicht: Die Geometrie und die brandschutzrelevanten Abweichungen in der Ausführung aus dem Wiederaufbau (Genehmigung B-2014-494-4) können weiterhin als Bestand angenommen werden.

3.2. Breite der Türen im Zuge von Rettungswegen

- 3.2.1. Türen im Zuge von Rettungswegen wurden nach vormaliger Versammlungsstättenrichtlinie ausgelegt. In der Konsequenz bedeutet es, dass auch Türen mit einem lichten Durchgang $\geq 1,0\text{m}$ in Ansatz gebracht werden (aber nur mit 100 Personen). >>> Türen aus dem Bestand, welche im Zuge von allgemein zugänglichen Rettungswegen liegen, bleiben in ihrer Breite unverändert und dürfen auch bei lichten Durchgangsbreiten $< 1,20\text{ m}$ als Notausgang in Ansatz gebracht werden.
- 3.2.2. Information: Die erforderlichen Rettungswegbreiten kann für die einzelnen Spielstätten nachgewiesen werden. >>> siehe Zusammenstellung in der Anlage
- 3.2.3. Information: Die genehmigten Veranstaltungen im Bereich Foyer gemäß Baugenehmigung B-2005-229-4 sollen weiterhin in Anspruch genommen werden. >>> siehe Zusammenstellung in der Anlage

3.2.4. Information: Die genehmigten Nutzungen der Bühne Schauspiel für bis zu 400 Personen gemäß Baugenehmigung B-2009-1806-4 sollen weiterhin in Anspruch genommen werden.

3.2.5. Information: Die jährliche Einzelveranstaltung der Operngala soll weiterhin durchgeführt werden.

Stellungnahme Bauaufsicht: Die Breite der Rettungswege kann wie genehmigt erhalten bleiben. Die genehmigten Veranstaltungen im Bereich Foyer gemäß Baugenehmigung B-2005-229-4 können weiterhin in Anspruch genommen werden

Ergänzung aus Stellungnahme Branddirektion: Behinderungen wie z.B. Stufen oder unübersichtliche Wegführungen müssen ggf. detailliert betrachtet werden.

3.3. Bestandswände aus dem Wiederaufbau Schauspiel

3.3.1. Trennwände mit der Feuerwiderstandsanforderung feuerbeständig im Schauspiel – z. B. als Trennwand zwischen Bühne und Foyer und zwischen Zuschauerraum/Aufzug/Technik und Foyer – sind in ihrem System nicht o. w. zu qualifizieren (>>> im Plan sind die bekannten Wände mit dieser Ausführung markiert). Bisher sind bekannt:

3.3.1.1. Wandaufbau >>> siehe Foto



3.3.1.2. Untersuchungsergebnis der MPA zu einer Plattenprobe

Wir haben die zugesandte Materialprobe untersucht. Die Platte ist aus reinem Gips ohne jegliche Faserbewehrung und ohne Karton auf den Außenflächen. Die Dicke beträgt ca. 15mm und die Rohdichte ca. 780 kg/m³. Damit ist ausgeschlossen, dass es sich um Gipskartonbauplatten GKB bzw. um Gipskartonfeuerschutzplatten GKF handelt. Die heute noch angebotenen reinen Gipsbauplatten diverser Hersteller haben Rohdichten von ca. 300kg/m³. Reine Gipsplatten sind in der Regel nichtbrennbar. Die heutigen Gipsplatten sind nicht für feuerwiderstandsfähige Konstruktionen geeignet und werden normalerweise nur für die Aussteifung von Leichtbaukonstruktionen mit nichtbrennbaren Platten verwendet. Es gibt unsererseits keine Zweifel, dass die aus vermutlich 1990 stammende Musterplatte andere Eigenschaften hat. Auch diese Platte ist sicherlich nichtbrennbar, aber nicht für feuerwiderstandsfähige Trennwandkonstruktionen geeignet. Das liegt darin begründet, dass unter Vollbrandbeanspruchung Gipsplatten ohne Faserbewehrung sehr schnell zerspringen und somit keine Schutzwirkung mehr besitzen.

3.3.2. Die formale Regelung hierzu ist abzustimmen:

- 3.3.2.1. „Bestandsschutz“ infolge der behördlichen Abnahmen im Rahmen des Wiederaufbaus bis 1992.
- 3.3.2.2. „Nachweisführung durch MPA“ auf Grundlage der vorhandenen Komponenten und Anerkennung einer ggf. positiven Stellungnahme der MPA im Rahmen des Genehmigungsverfahrens.

Stellungnahme Bauaufsicht: Der Nachweis der entsprechenden Feuerwiderstandsdauer muss erbracht werden, ein Bestandschutz ist in den uns vorliegenden Akten nicht nachgewiesen.

Stellungnahme Branddirektion: Eine Aussage zu den Bestandswänden ist nur möglich, wenn eine qualifizierte Aussage der Materialprüfanstalt vorliegt

3.4. Rippendecken aus dem Bestand (>>> siehe Stellungnahme in der Anlage)

- 3.4.1. Information: Im Rahmen der Bestandaufnahme wurden die Deckenkonstruktionen untersucht mit dem Ergebnis, dass die Rippendecken NUR in Verbindung mit einem unterseitigen Schutz eine Feuerbeständigkeit nachweisen können. Auf die aktuelle Ausarbeitung in der Anlage wird verwiesen.
- 3.4.2. Information: Im Bestand weisen diese Decken i. d. R. eine Decke aus Rabetzputz auf. Im Rahmen der Sanierung werden diese Decken nachträglich mit einem Schutz versehen – entweder Unterdecke oder Brandschutzputz vollflächig.
- 3.4.3. Sofern diese Decken in Bereichen vorhanden sind, welche gesprinkelt sind wird erwogen, auf eine nachträgliche Schutzmaßnahme zu verzichten unter Bezug auf die automatische Löschanlage.

Stellungnahme Bauaufsicht: Der Verzicht auf nachträgliche Schutzmaßnahmen unter Bezug auf eine Kompensation durch die Löschanlage ist im beschriebenen Umfang denkbar.

3.5. Bühnentreppenräume T11 und T16 (Oper) (>>> siehe Stellungnahme in der Anlage)

- 3.5.1. Information: Beide Treppenräume sind im genehmigten Bestand als notwendige Treppenräume ausgewiesen. Infolge der örtlichen Ausführung wurde bereits zu einem früheren Zeitpunkt im Rahmen einer GVS festgehalten (>>> siehe Markierung in einem Referenzplan), dass diese Treppenräume wie folgt bewertet werden dürfen:
 - 3.5.1.1. Funktion eines notwendigen Flures,
 - 3.5.1.2. Treppenräume sind nach oben offen zum selben Dachraum – verfügen aber über eine Überwachung mittels Rauchmelder,
 - 3.5.1.3. Stahlprofile sind ungeschützt und die Dachschalung aus Holz – hier wären Schutzmaßnahmen am Stahl vorzusehen,
 - 3.5.1.4. Unmittelbare Rauchübertragung zwischen den beiden Treppenräumen ist dennoch nicht zu unterstellen.
- 3.5.2. Dieser Sachverhalt soll planmäßig unverändert bleiben, da es vor Ort nur durch großflächige Rückbauten korrigierbar wäre. Entlastend kommt hinzu, dass es sich nur um einen Weg für das Personal handelt und aus diesen Treppenräumen in mehreren Ebenen direkte Ausgänge in einen benachbarten notwendigen Treppenraum zur Verfügung stehen.

Stellungnahme Bauaufsicht: Hier kann der genehmigte Bestand unverändert angenommen werden.

Stellungnahme Branddirektion: Die Ausführung der Treppenträume T11 und T16 ist aus unserer Sicht unbedenklich. Eine wechselseitige Rauchübertragung in die Treppenträume ist nicht zu befürchten, da die Abführung von Rauch über die Entrauchung des Bühnenhauses gegeben ist.

4. Vorstellung relevanter Fakten zu wesentlichen Änderungen

In diesem Abschnitt werden in kurzer Beschreibung die wesentlichen Änderungen aus der geplanten Sanierung unter brandschutztechnischem Gesichtspunkt erfasst:

4.1. Infolge geänderter Nutzung der Flächen bzw. Raumerweiterungen

4.1.1. Information: Umnutzung im Bereich Werkstätten / Prospektschlitz

- 4.1.1.1. Ehemalige Aufenthaltsräume werden z. T. zu Technikräumen umgenutzt.
- 4.1.1.2. Der Prospektschlitz wäre als Installationsschacht für die Leitungsverlegung nutzbar und verhindert weitere großflächige statische Eingriffe.

4.1.2. Information: Aufstockung für Technik

- 4.1.2.1. Zum Teil soll ein Teil der Technik auf dem Dach aufgestellt werden.
- 4.1.2.2. Sofern daraus zusätzliche Lastabtragungen erforderlich sind, werden diese mit feuerbeständigen Bauteilen durch das Gebäude bis zum Fundament geführt.
- 4.1.2.3. Bei Aufstellung von Technik auf dem Dach wird die Dachdecke in diesem Bereich feuerbeständig im Raumabschluss hergestellt.

4.2. Infolge Behebung wesentlicher Defizite im Brandschutz aus dem Bestand

4.2.1. Information: Bereich ehemalige Überbauung Magazin (>>> Darstellung im Plan in der Anlage)

- 4.2.1.1. Die Stahlbeschichtung ist nicht mehr wirksam. Die Stahlbauteile im Zwischenraum aus der Magazinaufstockung sind brandschutztechnisch ungeschützt. Die leichten Trennwände im Geschoss schließen an ungeschützte Stahlträger an.
- 4.2.1.2. Hinweis zum Bestand: Vorteilhaft für die Nutzung im Bestand ist, dass aus der Fläche drei notwendige Treppenträume zu erreichen sind und zusätzlich ein außenliegender Balkon als Rettungsweg zur Verfügung steht.

4.2.2. Weitere Details:

4.2.2.1. Treppenraum T2 (>>> Darstellung im Plan in der Anlage)

- 4.2.2.1.1. Infolge der Lage der Fenster in den seitlichen Wänden des Treppenraumes besteht eine Gefahr für einen Brandüberschlag über Eck. Dieser wird baulich korrigiert.

4.2.2.2. Anleiterstelle zur Neuen Mainzer Straße (>>> Darstellung im Plan in der Anlage)

- 4.2.2.2.1. Für einen Flächenabschnitt am Treppenraum T7 ist derzeit der zweite Rettungsweg über die Rettungsgeräte der Feuerwehr sichergestellt.

4.2.2.3. Sicherstellung Rauchableitung

- 4.2.2.3.1. Alle außenliegenden Treppenträume erhalten zeitgemäße Öffnungen zur Rauchableitung.
- 4.2.2.3.2. Die Rauchableitung aus innenliegenden Räumen wird planerisch, baulich und anlagentechnisch umgesetzt. (>>> Darstellung eines Beispiels im Plan in der Anlage). Grundsätzlich wird die Rauchableitung ins Freie bevorzugt. Sofern

dieses nicht möglich ist kommt eine mechanische Rauchableitung zur Anwendung – entweder über die Lüftung (sofern die Flächen eine automatische Löschanlage haben) oder über Brandgasventilatoren (Temperaturbeständigkeit 600°C. Auf die aktuelle Ausarbeitung hinsichtlich des Bedarfs wird auf die Zusammenstellung in der Anlage verwiesen.

4.2.2.4. Brandabschnittsbildung im Gebäude

4.2.2.4.1. Im Bestand gibt es keine konsequent durchgehende Brandabschnittstrennung. Diese wird im Rahmen der Sanierung umgesetzt:

4.2.2.4.1.1. Brandabschnitt Werkstatt – ist vorhanden aus der Baumaßnahme B-2006-

4.2.2.4.1.2. Brandabschnitt Schauspiel

4.2.2.4.1.3. Brandabschnitt Oper

4.2.2.4.1.4. Lager und Nebenräume südlich der Oper

4.2.2.4.2. Ausgenommen von dieser Umsetzung wird das Foyer bleiben infolge der vorhandenen Struktur.

Stellungnahme Branddirektion: Die vorgestellten Fakten sind grundsätzlich zustimmungsfähig. Zum Punkt 4.2.2.4 ist anzumerken, dass die Foyers brandschutztechnisch qualifiziert zu den angrenzenden Bereichen abzutrennen sind

2.5 Kosten

Die Projektkosten sind im Rahmen **der beigefügten Excel-Tabelle** zusammengestellt. Die Werte im Summenblatt sind aus zusätzlichen Thementabellen entnommen, die unter verschiedenen Reitern mit der Haupttabelle verknüpft sind.

Im Abschnitt a sind zunächst Abrisskosten für ganze Gebäudeteile und Aufwendungen für Gefahrstoffentsorgung in Höhe von 1,8 Mio € netto für die Basisvariante aufgeführt.

Im Abschnitt b werden Baukosten KG 300 und 400 benannt.

Zur Ermittlung der im Zusammenhang mit der Umsetzung der Basisvariante zu erwartenden Kosten KG 300 (Los 2) wurde **unter dem Reiter Los 2 Grunderneuerung** zunächst auf die Kostenermittlung aus der Bestandsaufnahme bzw. der Bestandsbewertung 2016 zurückgegriffen, in der detailliert der Aufwand für einen Rückbau des Gebäudeausbaus sowie den Ersatz durch Neumaterial beziffert wurde (Kosten „neu gegen alt“). Dabei waren notwendige Änderungen zur Beseitigung von Bau- und Brandschutzmängeln bereits inkludiert. Die Summe wurde in Abstimmung mit der Stabsstelle auf den aktuellen Stand hochgerechnet und der Kostenanteil der Baustelleneinrichtung von 7,5% auf 10% erhöht.

Darauf aufbauend wurden **unter dem Reiter Los 2 Abweichung geg. 2016** die inhaltlichen Abweichungen der Basisvariante zum damaligen Stand erfasst wie z.B. die Einbeziehung des Werkstattgebäudes und der Neubau auf dem Stahlträgerrost der Magazinaufstockung.

Die Kosten für die technische Gebäudeausrüstung KG 400 (Lose 3, 4, 6) wurden unter den jeweiligen Reitern analog ermittelt, wobei auch ein Anteil Baukosten, der im Zuge der Ausführung der TGA Installation entsteht, wie die Herstellung von zusätzlichen Durchbrüchen, berücksichtigt wurde.

Auch für KG 400 (Los 5) Förderanlagen wurden Kostendifferenzen zum Stand 2016 aus geänderter Planung berücksichtigt.

Die Kosten für die Bühnentechnik KG 400 (Los 7) wurden aus der Machbarkeitsstudie 2017 übernommen und hochgerechnet. Die Differenz gegenüber der Machbarkeitsstudie durch den Verzicht auf Werkraumbühne und einige Probebühnen wurde abgezogen.

Kosten für MSR Technik (Los 8) und für Grundleitungen, Küchentechnik und Schadstoffbeseitigung wurden ebenfalls aus 2017 übernommen und hochgerechnet. Hier wurde lediglich bei der Küchentechnik ein Abzug für das in der Machbarkeitsstudie geplante Restaurant auf Ebene 5 vorgenommen.

Die Angaben der Planer beziehen sich ausschließlich auf die Nettobaukosten KG 300 und 400 zum gegenwärtigen Zeitpunkt. Für die Basisvariante sind dies in der Summe 248,4 Mio. € netto.

Die gesamte Kostenaufstellung umfasst unter dem genannten Reiter **Los 2 Abweichung geg. 2016** auch Zusatzkosten gegenüber der Basisvariante für die bereits unter Ziffer 2.1.3 angesprochenen Planungsoptimierungen in Form von Modulen. Die Planungsmodule werden unter Ziffer 3 näher erläutert.

Als Alternative zu Sanierungskonzepten sind Kostenansätze für den kompletten Neubau auf der Grundlage von Kennwerten für Bruttogrundflächen aufgelistet. Es wird unterschieden zwischen dem Neubau einer Doppelanlage analog zum Bestand und dem Bau von zwei getrennten Gebäuden für Oper und Schauspiel. Die Aufteilung der Programmflächen auf die getrennten Häuser ist in Abstimmung mit den SBF gemäß Darstellung **unter dem Reiter Los 2 NF + Kosten** vorgenommen worden. Bereichsweise kommt es durch die Aufteilung zu zusätzlichem Flächenbedarf. Für die Nettobaukosten Stand 2019 KG 300 und 400 des Neubaus der Doppelanlage werden dementsprechend 318 Mio. € erwartet, für die getrennten Häuser liegt die analoge Summe bei 329 Mio. €.

Die in Zusammenhang mit den Neubaukonzepten entstehenden Kosten für Grundstücke können im Rahmen der Untersuchung nicht benannt werden.

Die Kosten für ein separates Produktionszentrum gemäß Ziffer 5 als Ergänzungsgebäude zu den Spielstätten

sind für alle Planungsszenarien erforderlich. Sie sind **unter dem Reiter Los 2 PZ** erfasst und im Abschnitt c in das Summenblatt eingefügt. Es handelt sich um ca. 54,4 Mio. € netto.

In der Aufstellung der Gesamtkosten ist wie in der Machbarkeitsstudie vorgesehen, dass auch Ansätze für Nebenkosten und Risikobewertung sowie im Abschnitt d für Interimsaufwendungen und im Abschnitt e für Kostensteigerungen während der Vorbereitungs-, Planungs- und Bauzeit getroffen werden. Diese werden durch die Stabsstelle Zukunft Städtische Bühnen in Abstimmung mit den entsprechenden Ämtern der Stadt Frankfurt definiert und beeinflussen die Endsummen der Projektvarianten in erheblichem Umfang.

2.6 Termine

Die voraussichtlich erforderlichen Planungs- und Bauzeiten sind im **anliegenden Balkendiagramm** dargestellt. Für die Basisvariante werden hier 8,5 Jahre benötigt.

Zuzüglich ist der Verfahrensvorlauf zu berücksichtigen, der abhängig von der Festlegung durch den Bauherrn unterschiedlich lang ausfallen wird.

Weiter ist zu beachten, dass auch für die Fertigstellung der Interimslösungen mit Vorlauf und Planung ein erheblicher Zeitraum benötigt wird. Interimslösungen und Produktionszentrum müssen spätestens zum Auszug der Bühnen aus dem Haupthaus am Willy-Brandt-Platz fertiggestellt sein und für den Betrieb bereit stehen. Die anzusetzenden Kostensteigerungen im Projekt müssen auch diesen Zeitraum abdecken.

2.7 Zwischenfazit V1

Es gelten die Aussagen unter 2.1.5.

Das Sanierungskonzept ist bautechnisch umsetzbar, aktuelle Anforderungen für technische Gebäudeausrüstung und Brandschutz können erfüllt werden.

3. Optimierte Basisvariante (V2 - Behebung weiterer funktionaler Mängel)

In weiteren Planungsschritten sollte versucht werden, die Basisvariante durch Verbesserung der gemäß Ziffer 2.1.3 weiterhin bestehenden funktionalen Mängel im Rahmen sogenannter Planungsmodule zu optimieren.

3.1 Planung

3.1.1 Untersuchungs-Prämissen

Grundsätzlich gelten für die Module die gleichen Prämissen, die unter Ziffer 2.1.1 aufgeführt sind. Modulspezifische Themen sind unter Ziffer 3.1.3 benannt.

3.1.2 Funktionalität und funktionale Mängel

Die in den Planungsmodulen bearbeiteten funktionalen Mängel sind bereits unter Ziffer 2.1.3 benannt worden. Es handelt sich um

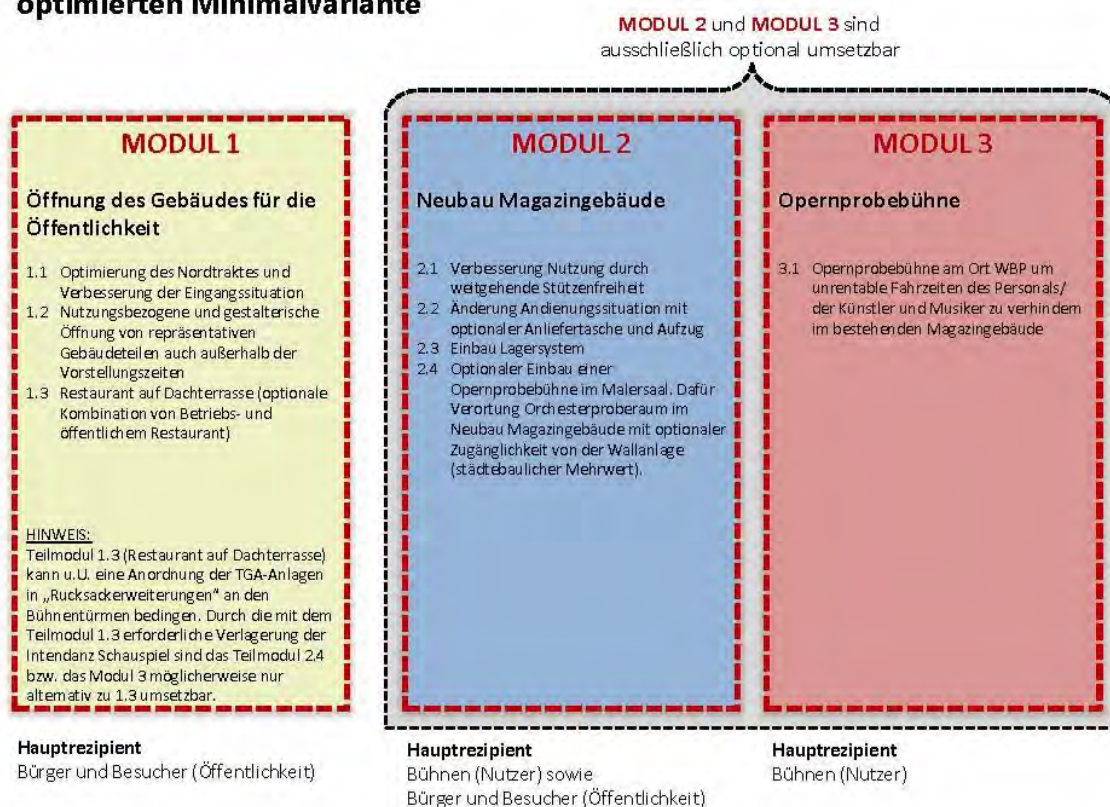
- die Effizienz des Kulissenlagers der Oper
- die Qualität der Anlieferung
- die Qualität der Ver- und Entsorgungswege innerhalb des Gebäudes
- die Niveauunterschiede innerhalb von Geschossen
- die fehlende Opernprobe
- die öffentliche Nutzbarkeit des Gebäudes außerhalb der Vorstellungszeiten von Oper und Schauspiel
- die Wirkung des Gebäudes im Stadtraum

3.1.3 Module

Es wurden drei Planungsmodule mit Teilmodulen erarbeitet, die einzeln oder teilweise auch in Kombination mit der Basisvariante umgesetzt werden können.

Übersicht Module der optimierten Minimalvariante

St SBF Planungsstand: 11.09.2019



3.1.3.1 Modul 1:

Das Modul 1 ist auf die Öffnung des Gebäudes für die Öffentlichkeit bzw. die Verbesserung der Wirkung des Gebäudes im öffentlichen Raum ausgerichtet.

- Im **Teilmodul 1a** sind zunächst ohne konkrete Planung Zusatzkosten für die Vereinheitlichung der heterogenen Fassaden des gesamten Gebäudeblocks erfasst, die über den Ersatz von „neu gegen alt“ in der Aufstellung von 2016 hinausgehen.

- Unter **Teilmodul 1b** fällt die bereits in der Machbarkeitsstudie beabsichtigte Verlegung des öffentlichen Theaterrestaurants vom EG in die Ebene des Staffelgeschosses oberhalb des Wolkenfoyers. Vor den Glasfassaden des Restaurants und des anschließenden Cafefoyers der Oper mit VIP Bereich besteht hier die Chance, eine großzügige über die gesamte Länge des Gebäudes durchlaufende öffentliche Terrasse zu schaffen mit atemberaubendem Ausblick in die Wallanlagen und auf die Hochhäuser der Stadt.

Voraussetzung hierfür ist die Verlegung der Intendanz des Schauspiels in den Bereich der Büroerweiterung auf dem Trägerrost der Magazinaufstockung Ebene 06 und die Verschiebung der RLT Zentrale in einen vergrößerten TGA Anbau vor dem Bühnenturm Schauspiel. Das Restaurant würde über zwei von außen zugängliche Personenaufzüge an der Nordostecke erschlossen, über die auch die Panoramabar am Hauptfoyer erreichbar wäre. Ergänzend dazu ist eine offene Treppenanbindung im Nordhof geplant.

Die Küche mit Ver- und Entsorgungsaufzügen ist an der Ostseite oberhalb des ehemaligen Gästehauses vorgesehen. Eine Kombination von Besucher- und Betriebsrestaurant wäre innerhalb dieses Konzeptes aus räumlichen Gründen kaum umsetzbar.

Das Teilmodul 1b ist in Grundriss- und Schnittskizzen zusammen mit dem Teilmodul 1c dargestellt.

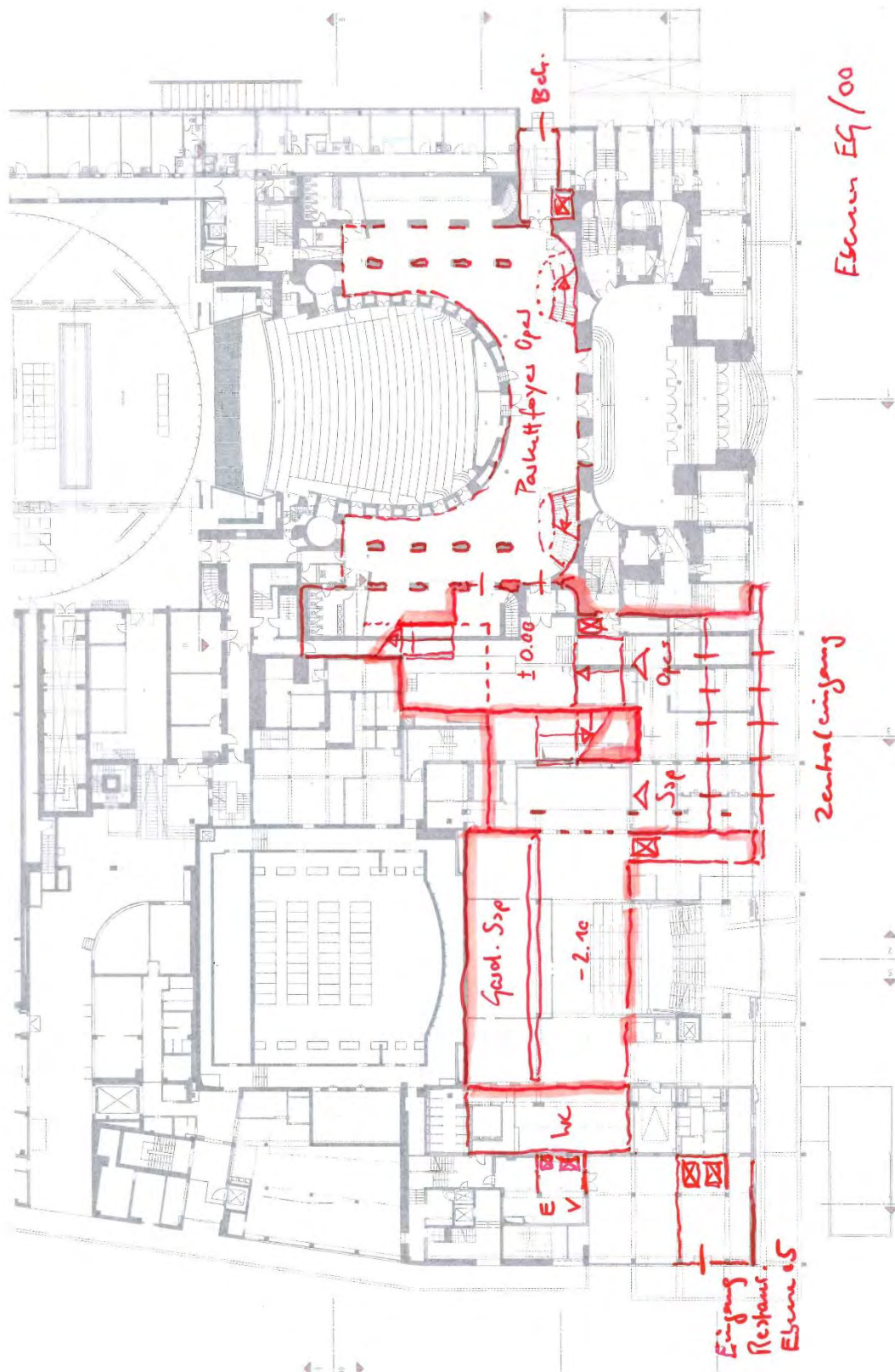
- Das **Teilmodul 1c** beinhaltet die Zentralisierung der bisher separaten Eingangsbereiche von Oper und Schauspiel im bisherigen Durchgang zum Nordhof.

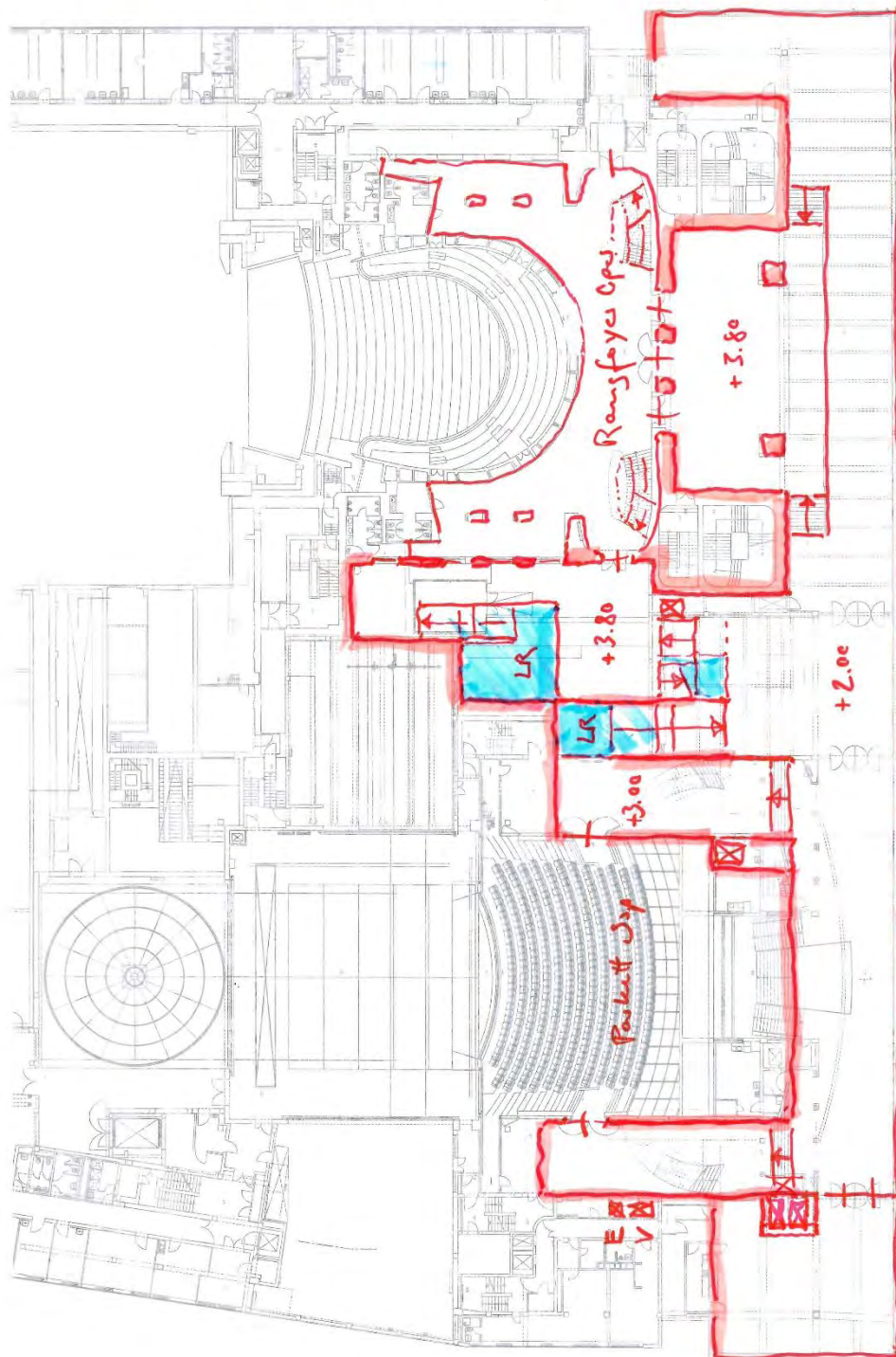
Hinter einem breiten Windfang teilt sich der Besucherstrom von Oper und Schauspiel auf, um auf der Ebene 01 des Wolkenfoyers wieder zusammengeführt zu werden. Hierfür werden zusätzliche Treppenanlagen und ein weiterer Personenaufzug benötigt, um die versetzt angeordneten Foyerflächen von Oper und Schauspiel erschließen bzw. verbinden zu können.

Der Nordhof wird in diesem Zuge mit einem Glasdach zu einer luftigen Atriumhalle umgebaut, die vom Rangfoyer der Oper aus über die vorgelagerte Innenterrasse zugänglich ist. Von der Terrasse und den zum Restaurant aufgehenden freitragenden Treppenläufen würde die erhaltene gründerzeitliche Fassade der Oper erlebbar werden. Der Chagallsaal müsste in diesem Fall aufgegeben werden. Die Ende der 80er Jahre eingebaute dreiläufige Treppe des Schauspiels hinter der EG Nordfassade, deren Anschluss an das Zwischenpodest der Treppe aus dem Garderobenfoyer immer etwas deplatziert wirkte, könnte zurückgebaut werden.

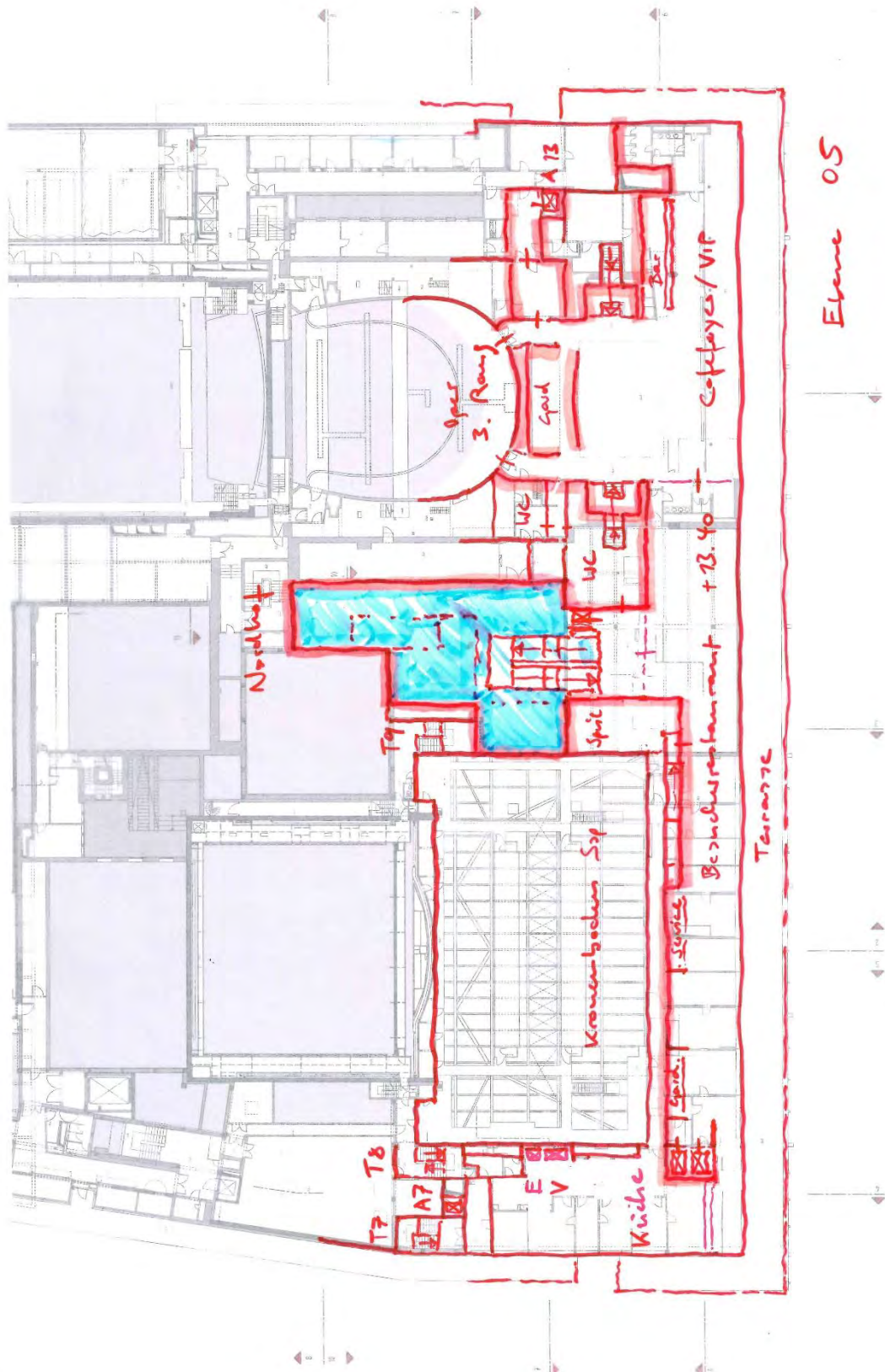
In den frei werdenden aktuellen Eingangsbereichen von Oper und Schauspiel könnten weitere öffentliche Funktionen des Hauses wie z.B. die Abo Kundenbetreuung, Ausstellungs- und Merchandisingflächen oder auch eine Cafebar verortet werden. Die Bereiche beidseitig des Operneingangs könnten auf das Niveau des Willy Brandplatzes abgesenkt werden und ebenfalls öffentlich genutzt werden.

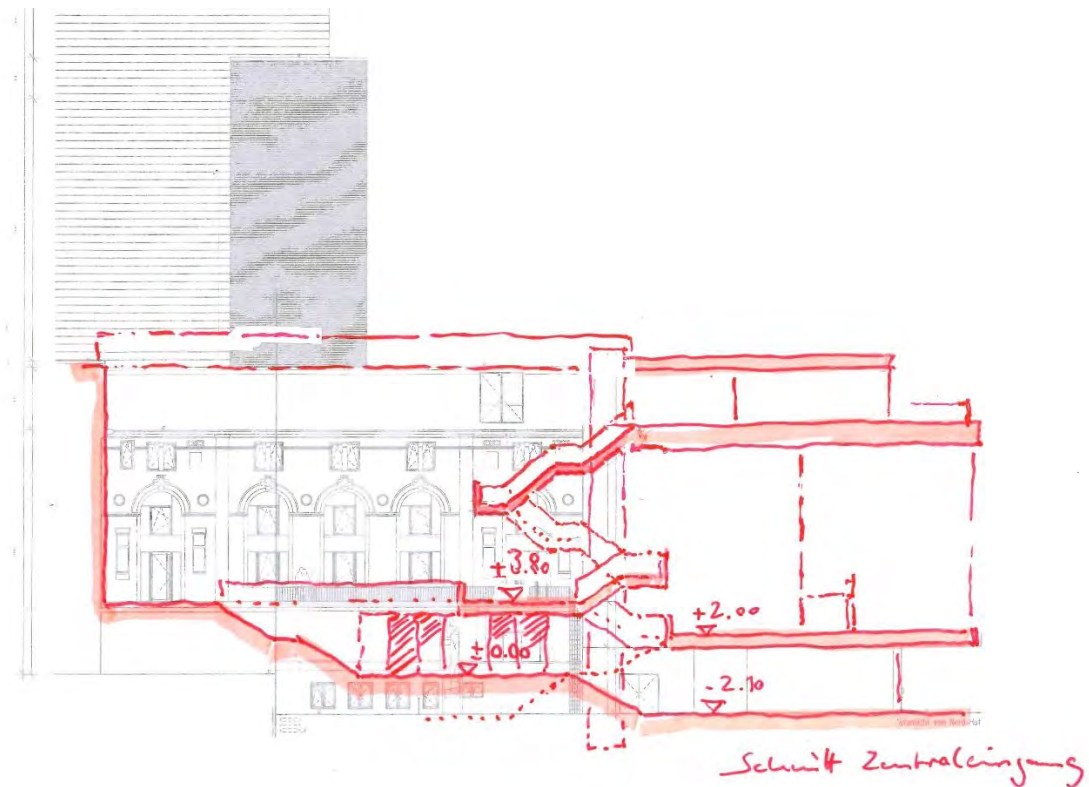
Die Planer weisen darauf hin, dass die in den Teilmodulen 1b bzw. c beschriebenen Maßnahmen, die umfangreiche Umstrukturierungen und Raumprogrammverschiebungen nach sich ziehen, die in dieser Untersuchung nicht in vollem Umfang betrachtet worden sind. So müssen z.B. die internen Fluchttreppenhäuser am Nordhof an den Osthof angeschlossen und die Opernkantine verlegt werden. In den Kosten ist hierfür ein pauschaler Ansatz berücksichtigt.



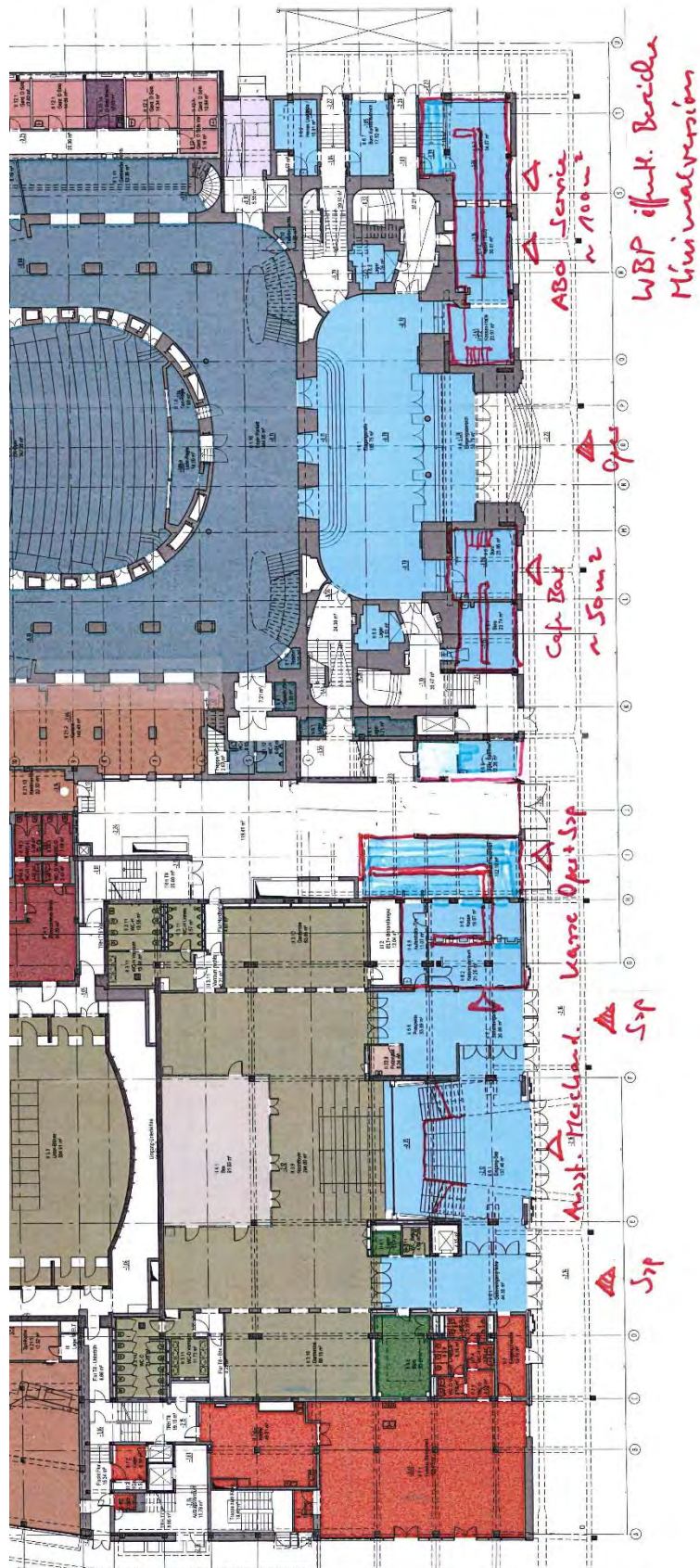


Etage 01





- Alternativ zum Teilmodul 1c werden im **Teilmodul 1d** öffentliche Funktionen in reduziertem Umfang gemäß beiliegender Grundrisskizze an die EG Nordfassade gelegt, die separaten Eingangsbereiche von Oper und Schauspiel aber beibehalten. Die geschlossenen Tore am Nordhof werden ebenso beseitigt wie die Müll- bzw. Lagerräume am Durchgang. Auch in dieser Variante sollen die Flächen beidseitig zum Operneingang auf das Platzniveau abgesenkt werden.



TA Modul 1:

Aus der Sicht der technischen Gewerke wirkt sich Modul 1 nicht aus. Es gelten die gleichen schon in der Basisvariante beschriebenen Fakten, es gibt hierdurch keine Einschränkungen oder einschneidenden Veränderungen in den Technikräumen, bzw. größeren Raumbedarf für die Technik.

3.1.3.2 Modul 2:

Im Modul 2 ist untersucht worden, welche funktionalen Verbesserungen gegenüber der Basisvariante im Zuge eines Abrisses des bestehenden Magazingebäudes inkl. der nachträglichen Aufstockung möglich würden. In Ergänzung dazu sind die Auswirkungen einer Drehung des Lastenaufzuges A0 im Südhof betrachtet worden. Im weiteren Unterschied zur Basisvariante wurde festgelegt, dass anstelle der Orchesterprobe eine große Opernprobephöhne im bisherigen großen Malersaal angeordnet werden soll.

Das Modul 2 ist in separaten Flächenlayout Plänen und Raumprogrammtabellen dokumentiert.

- Der Neubau ist auf die Flucht des vorspringenden Treppenhauses 2 auf der Westseite gesetzt worden, wodurch gegenüber dem Bestand zusätzliches Volumen gewonnen wird. Der Entfall der bisherigen Anlieferung für die Oper könnte wie folgt kompensiert werden:

- Durch Ausbildung einer erdgeschossigen Tasche in der südlichen Rückwand des neuen Magazingebäudes sowie die Anordnung einer speziellen Schubkettenförderanlage mit großen Öffnungen übereck wäre die Andienungssituation für die Oper deutlich zu verbessern.

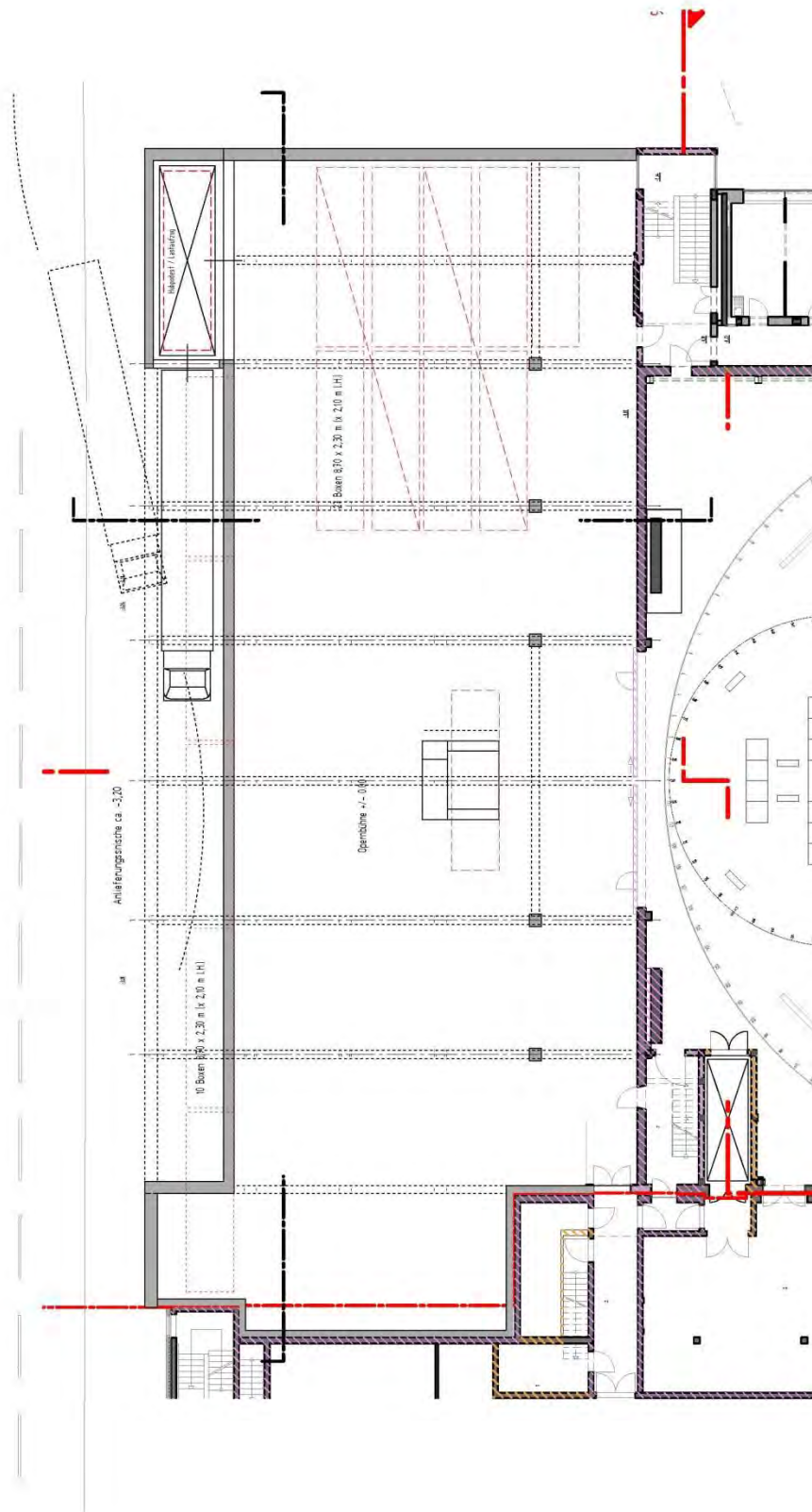
Sattelzüge müssten nicht mehr unter Sperrung der Hofstraße rückwärts in die westliche Wallanlage einfahren sondern würden auf einer gesicherten Trasse vorwärts in die Tasche einschwenken und dann bis zur Förderanlage zurücksetzen. Die Ausfahrt würde nach dem Entladevorgang ebenfalls vorwärts erfolgen.

- Die Nutzbarkeit der wichtigen Magazinflächen auf der Bühnenebene der Oper würde durch weitgehende Stützenfreiheit in einem Neubau verbessert werden, da Lager- bzw. Arbeitsflächen effizienter organisiert werden könnten.

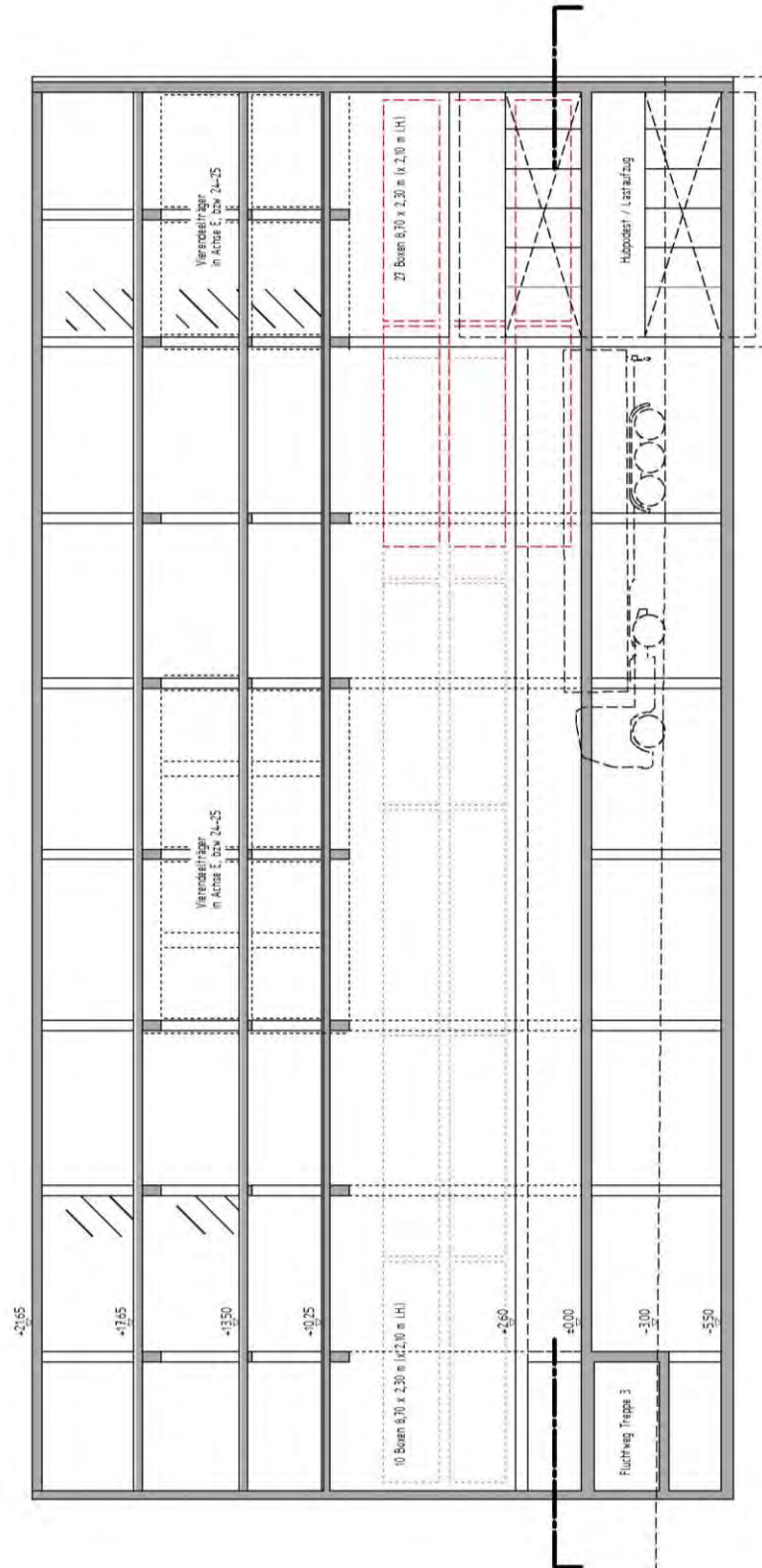
Weil geschosshohe Fachwerkträger zur Abtragung der Lasten oberhalb des Kulissenlagers die Nutzung ab Ebene 04 beeinträchtigen würden, sind in den Ebenen 04 und 05 Vierendeel-Stahlträgerverbände (ohne Diagonalstäbe) ausgebildet worden. Dafür wird in Kauf genommen, dass die Stützweite auf eine Achse ca. 5 m vor dem großen Tor in der Wand zur Drehbühne verringert werden muss. Der Sachverhalt ist im nachfolgenden Plan zur baulichen Umsetzung des Moduls 2 sowie in den Ausführungen der Statik dargestellt.

- Durch Entfall der separaten Stahlkonstruktion zur Abtragung der Aufstockung wird weiteres Volumen gewonnen. Zudem kann der Geschossdeckenversatz in Ebene 06 im Anschluss an die nördlichen Bauteile entfallen. Andere Deckenversätze im Magazinbereich können soweit reduziert werden, dass sie durch Rampen ausgeglichen werden können.

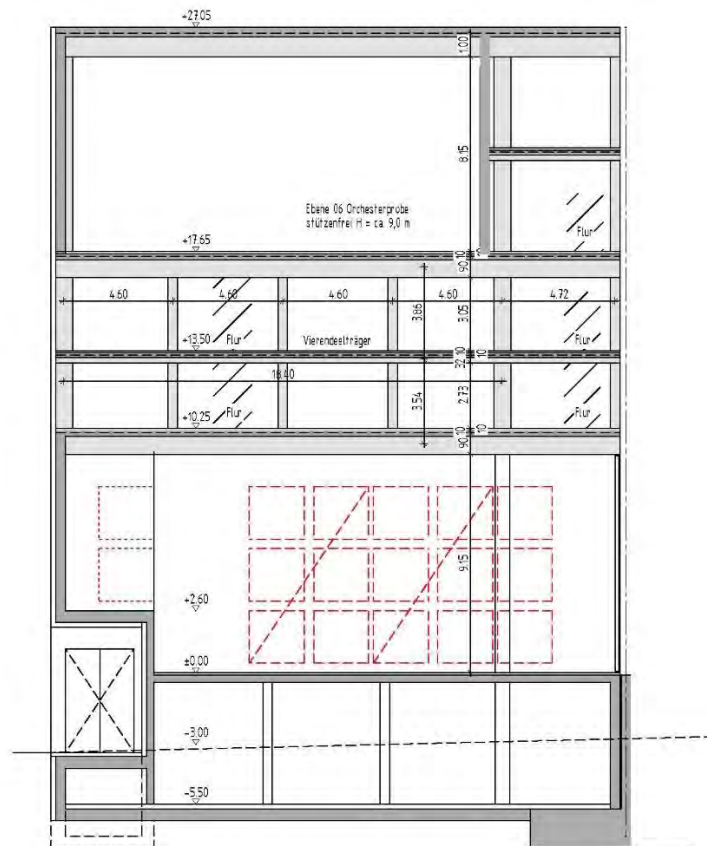
- Ergänzend könnte ein Lagersystem eingebaut werden, um Material zu den Opernproduktionen wie Kulissenteile und übrige Ausstattungen in standardisierten Containern bzw. Gitterboxen mit Abmessungen von ca. 8,70 x 2,30 x 2,20 m zu lagern. Dafür würde in einen Teil des Kulissenlagers eine Art Rollregalanlage eingebaut, in die die Container mit Hilfe eines Seitenhubstaplers eingebracht würden. Das gleiche System würde im neuen unter Ziffer 5 dargestellten externen Produktionszentrum eingebaut, um einen reibungslosen Austausch mit Hilfe der oben genannten Förderanlage zu ermöglichen. Vorbild für das beschriebene System ist das neue Fundusgebäude der Oper Hamburg. In Abstimmung mit den SBF könnten im neuen Kulissenlager 37 Boxen eingelagert werden. Die östliche Hälfte der Fläche bliebe für Montagezwecke u.ä. frei. Ein vollautomatisches System wie es nach Angabe des Validierungsteams in Linz eingesetzt ist, wurde wegen ungünstigerer Kosten- / Nutzenrelation verworfen.



Grundriss Magazingebäude Ebene 00 mit Darstellung eines Rollregalsystems für Lagercontainer



Längsschnitt



Querschnitt

(im Querschnitt ist in Ebene 06 die Orchesterprobe, im Längsschnitt das Bürogeschoss dargestellt)

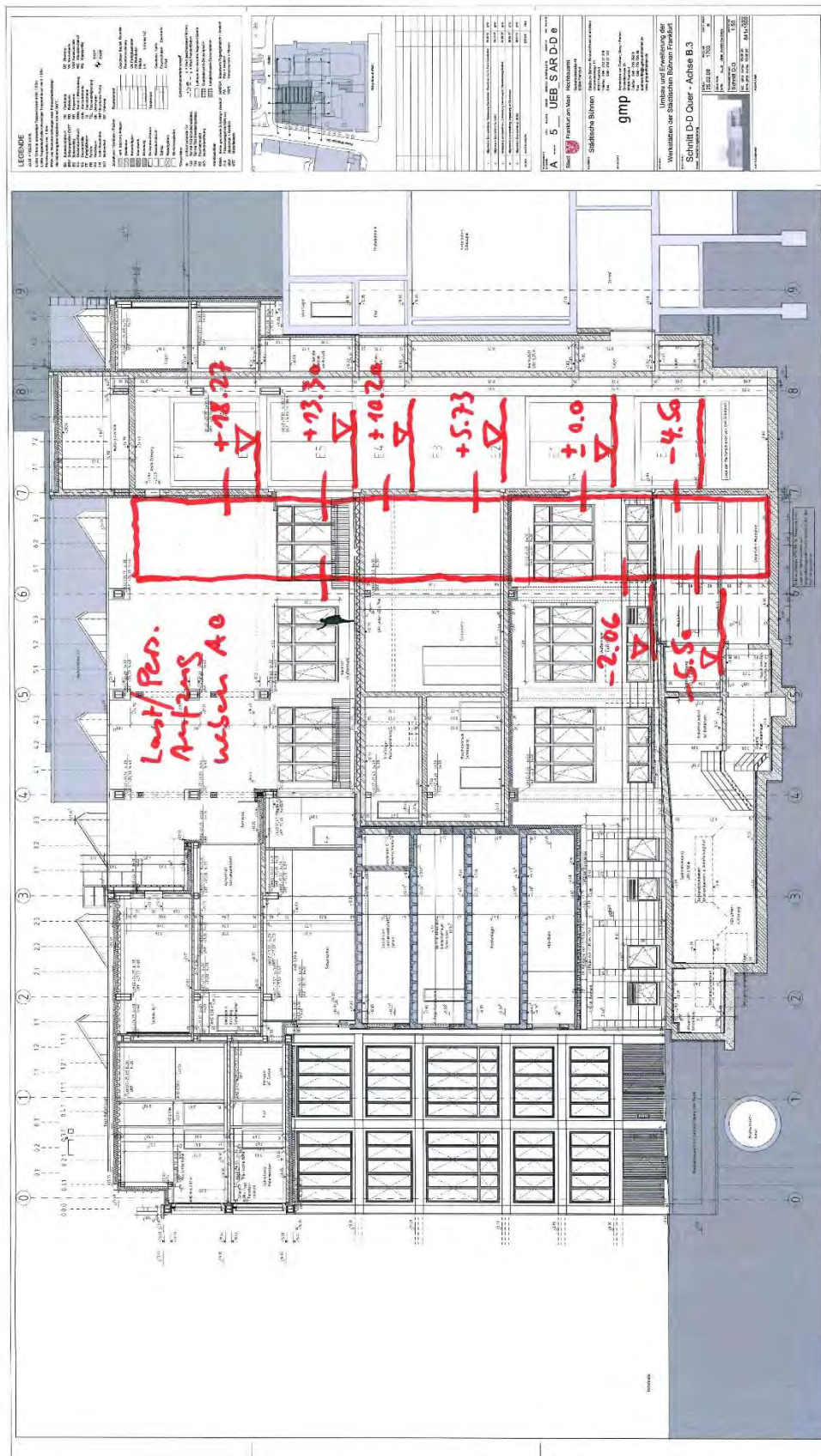
- Die Andienung für das Schauspiel kann durch Drehung des Lastenaufzuges A0 im Südhof verbessert werden, so dass sperriges Kulissenmaterial oder auch die erwähnten Container über eine Rampenfahrt der neu eingebauten Schubkettenförderanlage und einen Wanddurchbruch zur Hinterbühne aus dem LKW direkt in die Hinterbühne geschafft werden kann. Seitliche Öffnungen gewährleisten den Anschluss von Kulissenlager und Präsenzwerkstatt – wenn auch nicht für Container. Im EG kann durch einen weiteren Wanddurchbruch auch die Durchfahrt zum Osthof an die Förderanlage angeschlossen werden.

Die Drehung des Schachtes A0 ermöglicht auch die Einbindung eines kleineren zusätzlichen Personen- bzw. Lastenaufzuges, so dass die Müllentsorgung erreicht werden kann, ohne den A0 zu nutzen. Dadurch könnten sicher auch die ständigen technischen Störungen des Aufzugs A0 zukünftig vermieden werden. Die vorgesehenen Haltestellen der beiden Aufzüge sind den Schnittskizze im Anschluss zu entnehmen. Für die Drehung des A0 muss die Müllpresse inkl. Hubeinrichtung in Richtung Südhofeinfahrt verschoben werden, was durch die Auslagerung der Schreinerwerkstatt und den damit verbundenen Entfall der Späne-Brikkettieranlage im Untergeschoss umsetzbar wird. Auf die in der Basisvariante beschriebene Erweiterung des Südhofes würde verzichtet werden.

Die beschriebenen Maßnahmen können gemäß der Unterlagen Statik ausgeführt werden.



Haltstellung A0	
Kopfsinken	-5.50, -2.06, -1.06, +1.97, +2.30
Längsziehen	-4.50, ± 0.00, +1.97



- Um den durch die Vergrößerung des Magazingebäudes auf der Westseite bedingten Verlust an Stellflächen in der Außenanlage auszugleichen, könnte im EG unterhalb der Bühnenebene Oper eine Parktasche mit vier Stellplätzen für Lieferwagen ausgebildet werden. Parallel müssten die Sprinklertanks in einem Teilbereich abgesenkt werden.

- Der Einbau einer Opernprobebühne im großen Malersaal des bisherigen Werkstattgebäudes hat zur Folge, dass der Orchesterprobenraum mit den Nebenräumen in die Ebene 06 des Magazingebäudes verlegt werden muss. Die Fläche der Orchesterprobe würde gegenüber der Basisvariante wieder etwas verkleinert werden, da für das erforderliche Raumvolumen ausreichend Höhe geschaffen werden kann.

Wie im Modul 1b wird damit die in der Basisvariante enthaltene Erweiterung des Verwaltungsbereichs ausgeschlossen. Eine Kombination von Teilmodul 1b mit Modul 2 ist entsprechend ebenfalls nicht möglich.

Tragwerk Neubau Opernmagazin

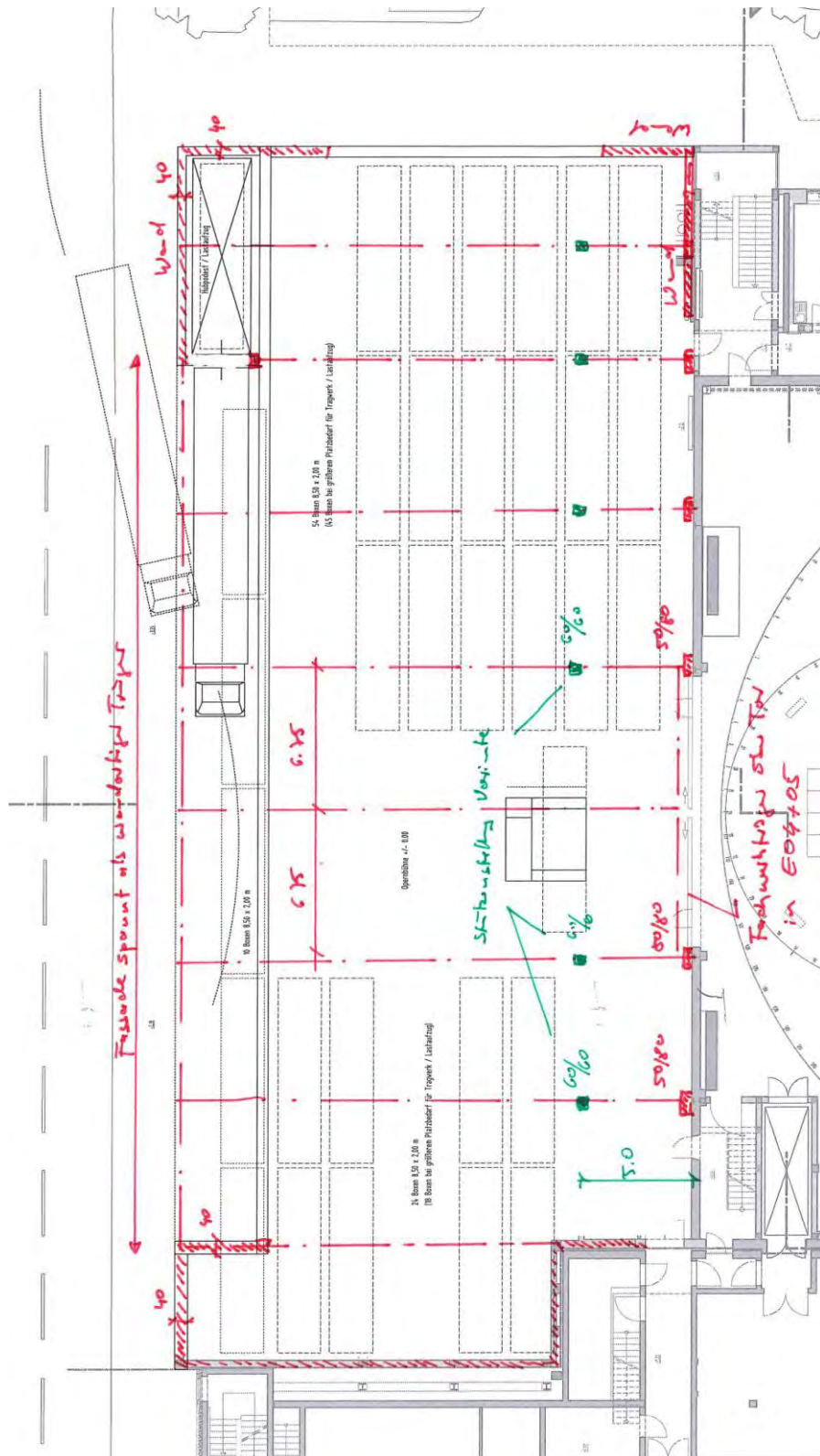
Das Bestandsmagazin ist der erste nach dem Krieg wiederaufgebaute Gebäudeteil. Der bauliche Gesamtzustand ist ausreichend bis befriedigend, relevante Schäden sind nicht vorhanden. Die Bauteile selber weisen allerdings (bauzeitbedingt) Alterungsschäden auf, die vorhandenen Betondeckungen sind nach heutigen Massstäben unzureichend und es gibt vereinzelt Risschäden am Tragwerk. Die Flexibilität der Konstruktion ist durch die verhältnismäßig eng stehenden Stützenreihen und die wandartigen Träger nur stark eingeschränkt vorhanden. Die Sanierung und Umrüstung auf die gewünschten Anforderungen bedingt einen relativ hohen Einsatz von Material und Kosten im Verhältnis zu den übrigen Bauteilen.

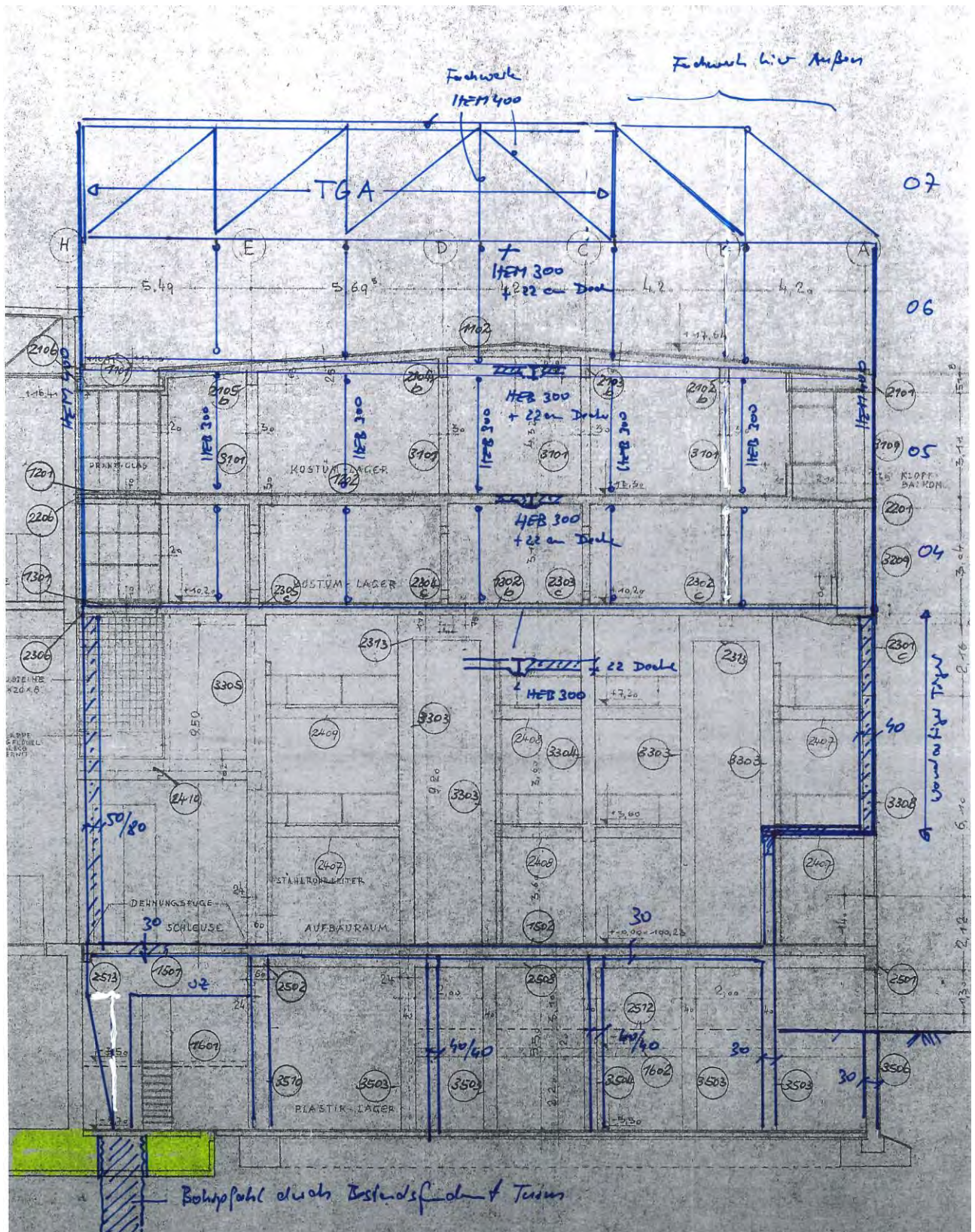
Der Neubau geht von einem einfach unterkellertem Bauwerk in verschiedenen Tiefenlagen aus. In der Hauptfläche wird die Gründungstiefe des Magazingebäudes aufgenommen, diese liegt oberhalb des Grundwasserpegels. Da der Bereich der vorhandenen Sprinklerzentrale mit in den Bau eingeschlossen ist, ergibt sich hier eine Aushubtiefe, die bis ca. 1,20 m unterhalb des Grundwasserstandes reicht. Im Zuge der damaligen Baumaßnahmen im Haus und in unmittelbarer Umgebung wurden Grundwasserabsenkungen in dieser Größenordnung und Fläche schon mehrfach genehmigt. Im Zuge der weiteren Planung wird daher davon ausgegangen, dass diese Absenkung wieder möglich ist und keine wasserdichte Sohle für die Baugrubenumschließung erstellt werden muss. Für die weitere Baugrube kann von einfach verankerten Trägerbohlwänden ausgegangen werden, im Bereich der Sprinklerzentrale ist ggf. eine zweite Ankerlage erforderlich. Zur Verformungsminderung im Bereich zur Straße sind engere Trägerabstände oder größere Profile anzunehmen. Zur Seite der Werkstatt sind Düsenstrahlunterfangungen der Bauteile erforderlich.

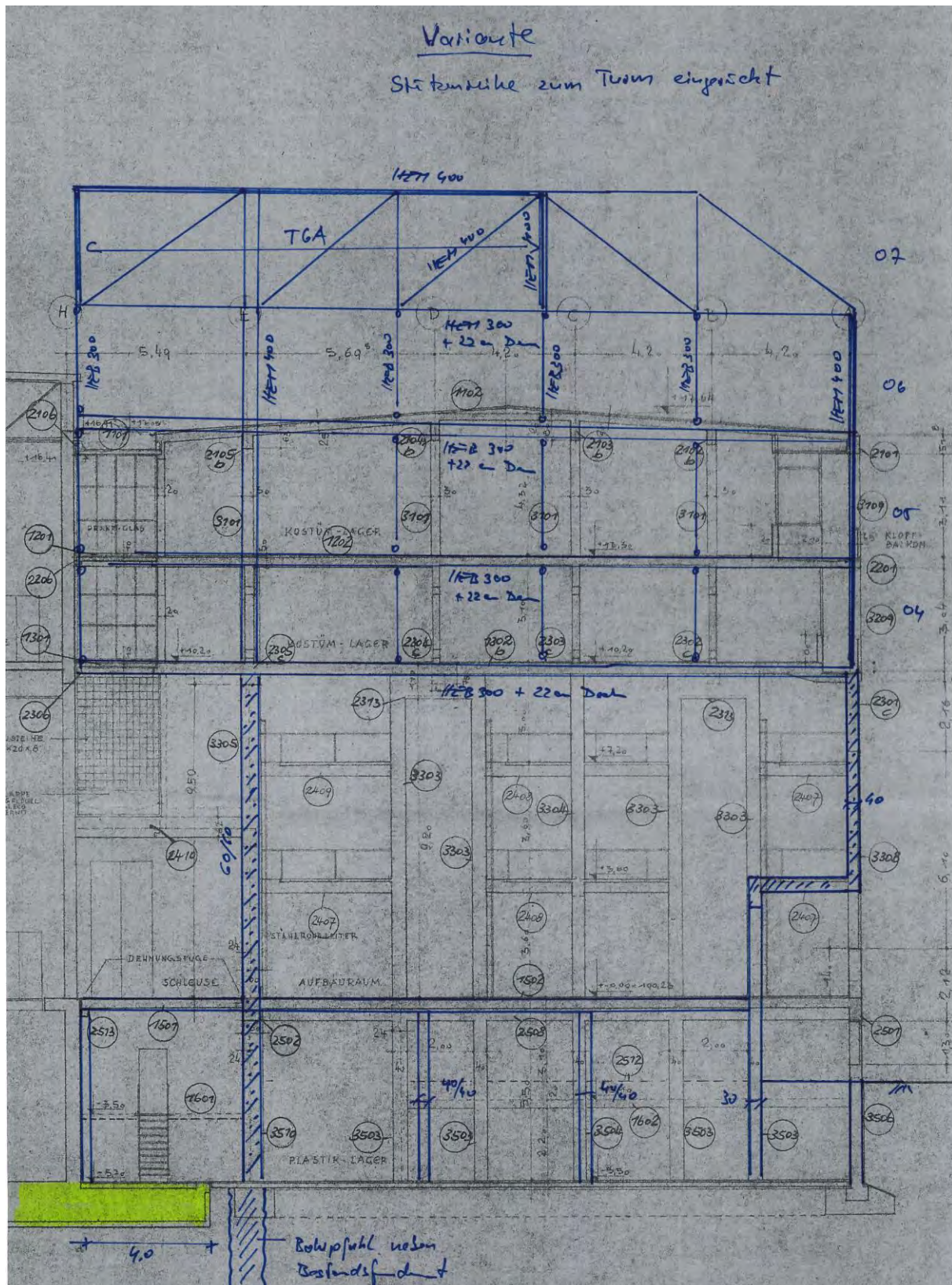
Das neue Tragwerk des Magazins soll den Innenraum des Lagers weitgehend stützenfrei überspannen. Die Decke wird hierfür an eine Stahlkonstruktion hochgehangen. Als mögliche Varianten kann ein außenliegendes Fachwerk oder eine Vierendeelträgerkonstruktion gewählt werden. Im Bereich der Orchesterprobebühne ist ein weiterer stützenfreier Raum zu schaffen.

Im Anschlussbereich zum Bühnenturm der Oper ist ein ca. 4,0 m breiter Fundamentüberstand des Turm vorhanden. Hier müsste eine Gründung des Magazinneubaus durch diese Fundament hindurch erfolgen, z.B. durch einen Bohrpfahl oder die bestehende Gründung durch Düsenstrahlverfahren verstärkt werden. Beide Varianten sind durch den Eintrag von Zusatzlasten und möglichen Setzungen des Bühnenturm als kritisch zu bewerten. Es wird daher vorgeschlagen die Stützenreihe des Neubaus einzurücken und neben dem Bestandsfundament auf Bohrpfählen zu gründen. Die beiden Tragwerke werden voneinander entkoppelt. Hierdurch rückt allerdings die Stützenreihe des Magazins in den Lagerbereich.

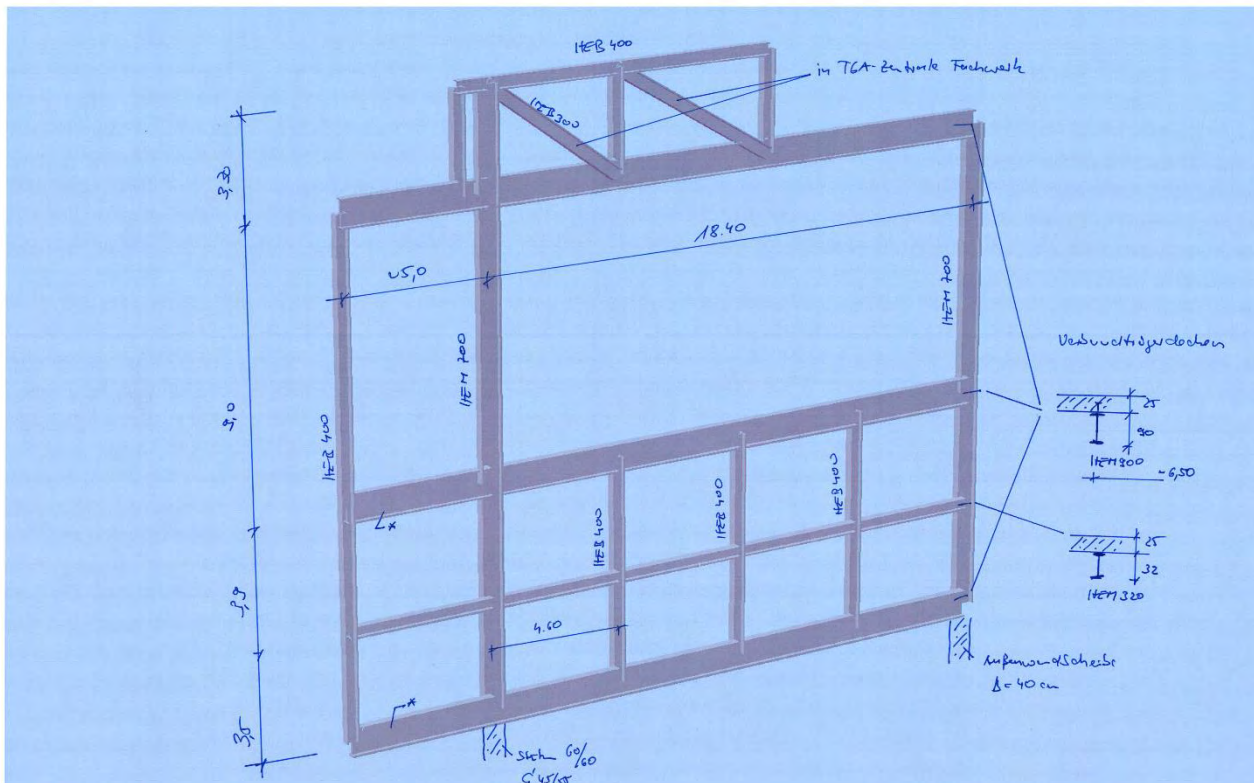
Die Stahlkonstruktion der oberen Stockwerke kann als Stahlverbundkonstruktion erstellt werden. Die Ausbildung als Vierendeelkonstruktion ist möglich, bedingt allerdings einen hohen Materialaufwand und anspruchsvolle Knotenausbildungen. Durch die Ausbildung von Diagonalen in Raumbereichen, wo diese möglich ist, kann der Aufwand vermindert werden.



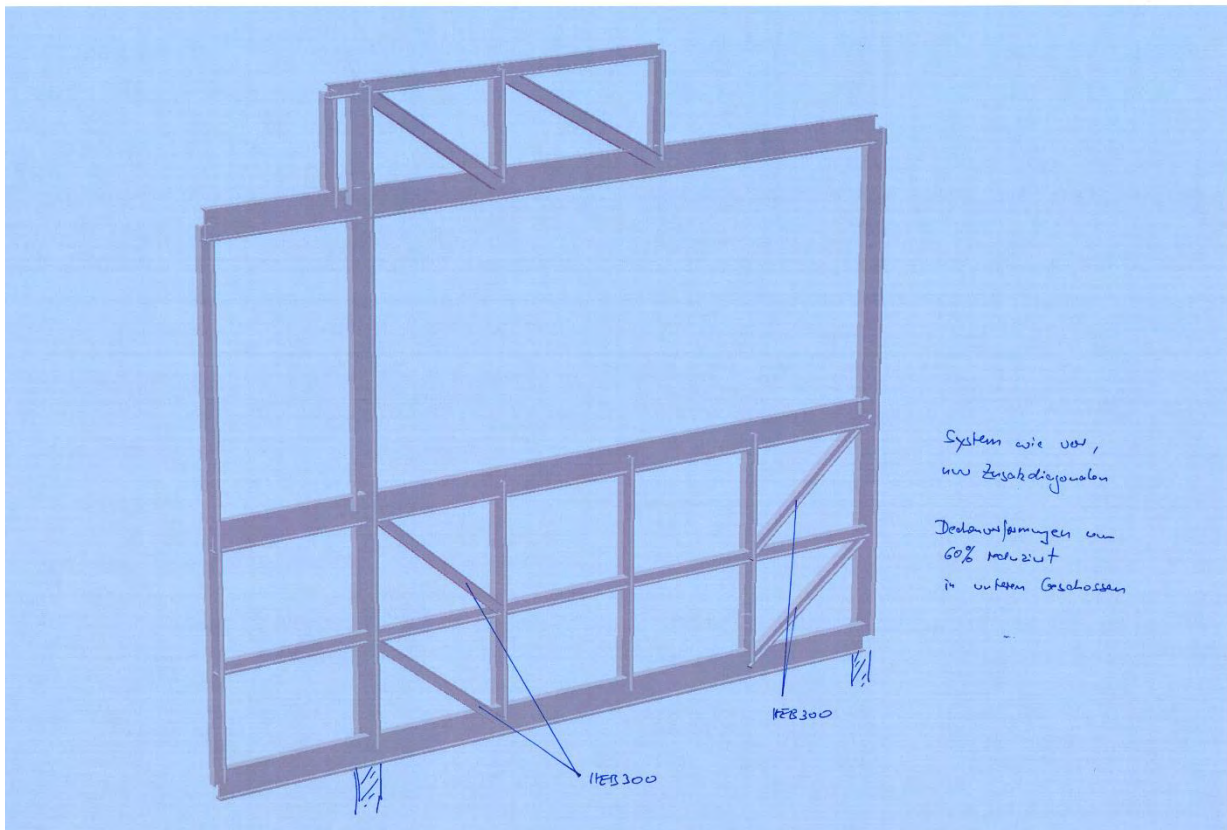




Variante mit Probestuhl
Vierendel-Träger



Variante mit Probestuhl
Konsolidierte Tragsysteme
Vierendel-Träger + Fachwerk

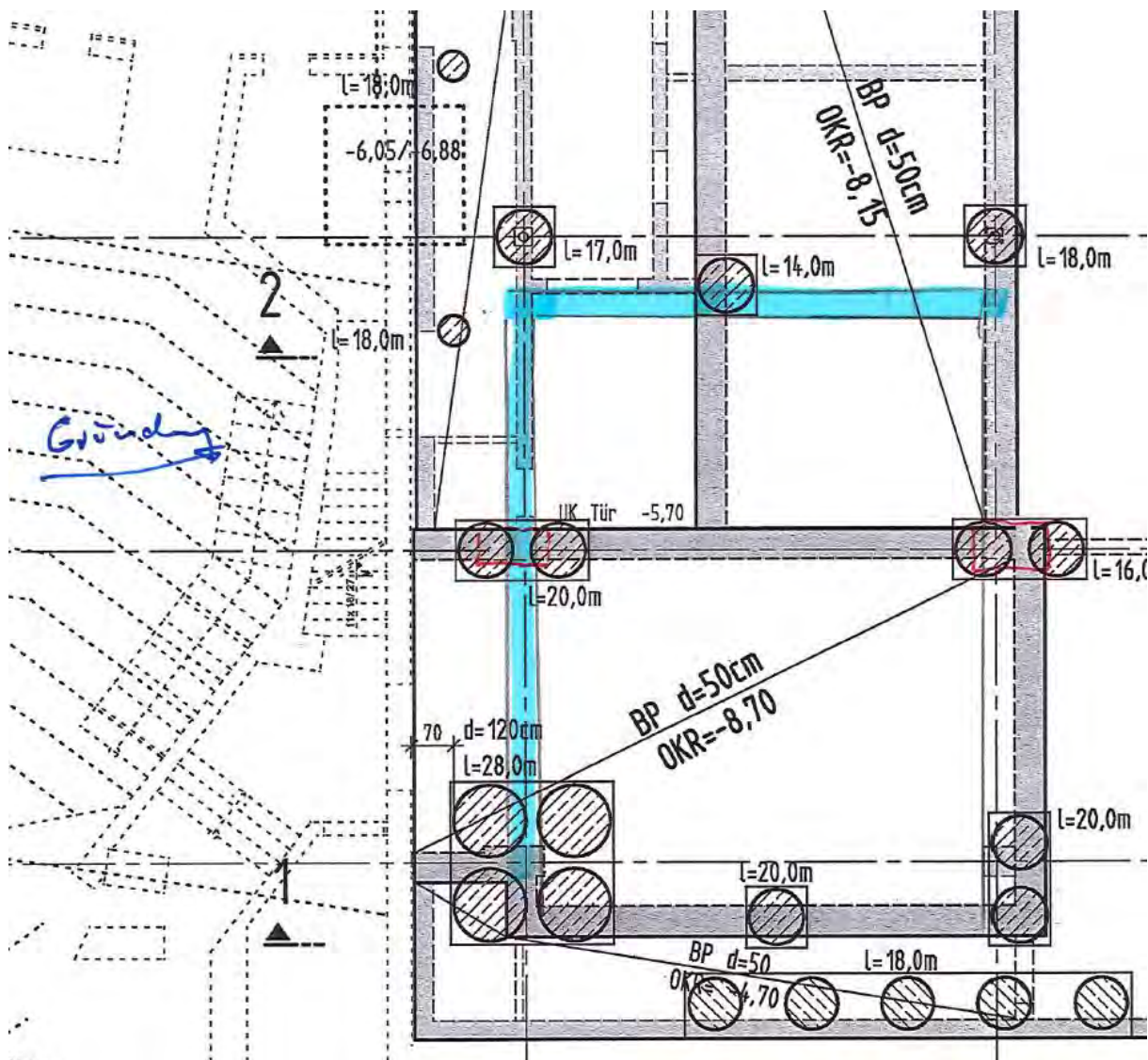


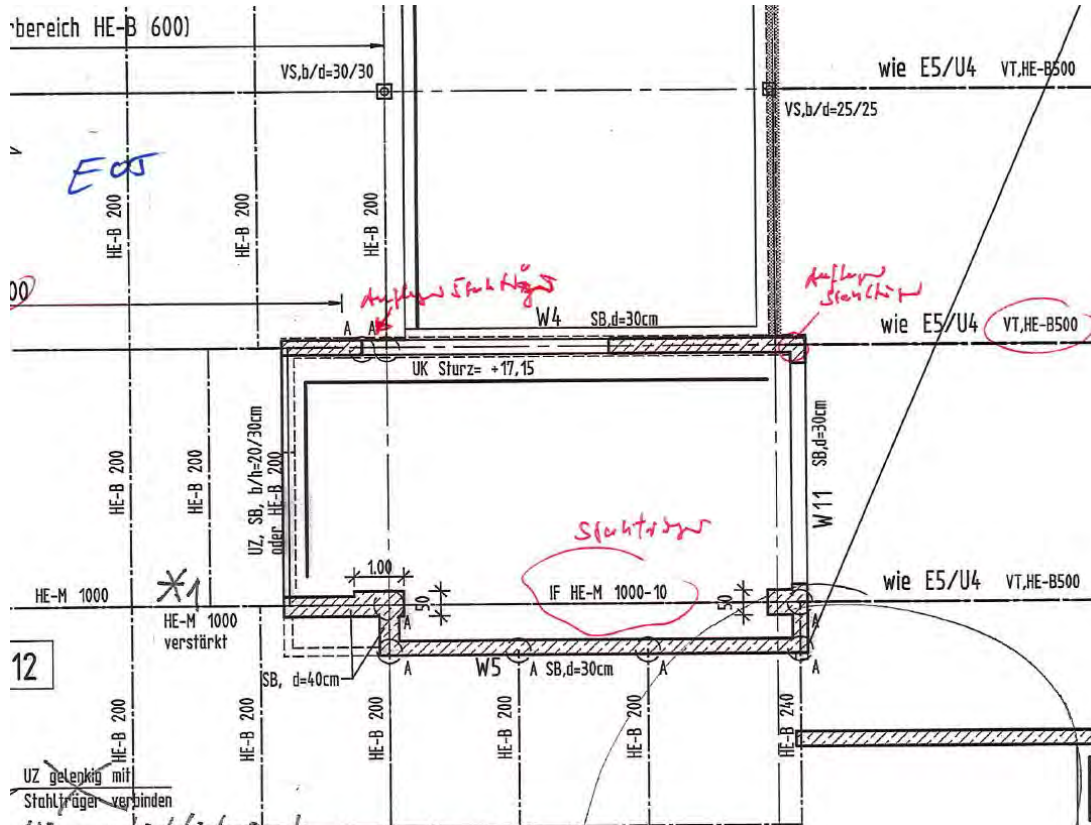
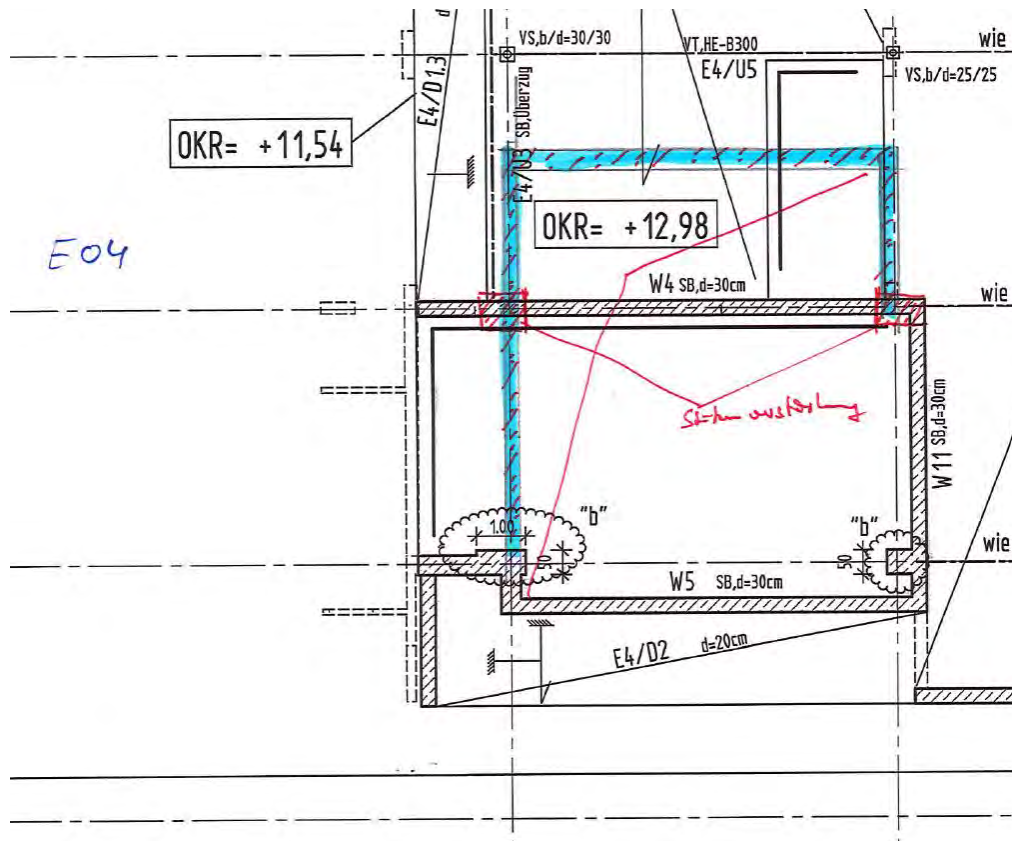
System wie vor,
um Zusatzdiagonalen
Deckungsformen um
60% reduziert
in unterem Geschoss

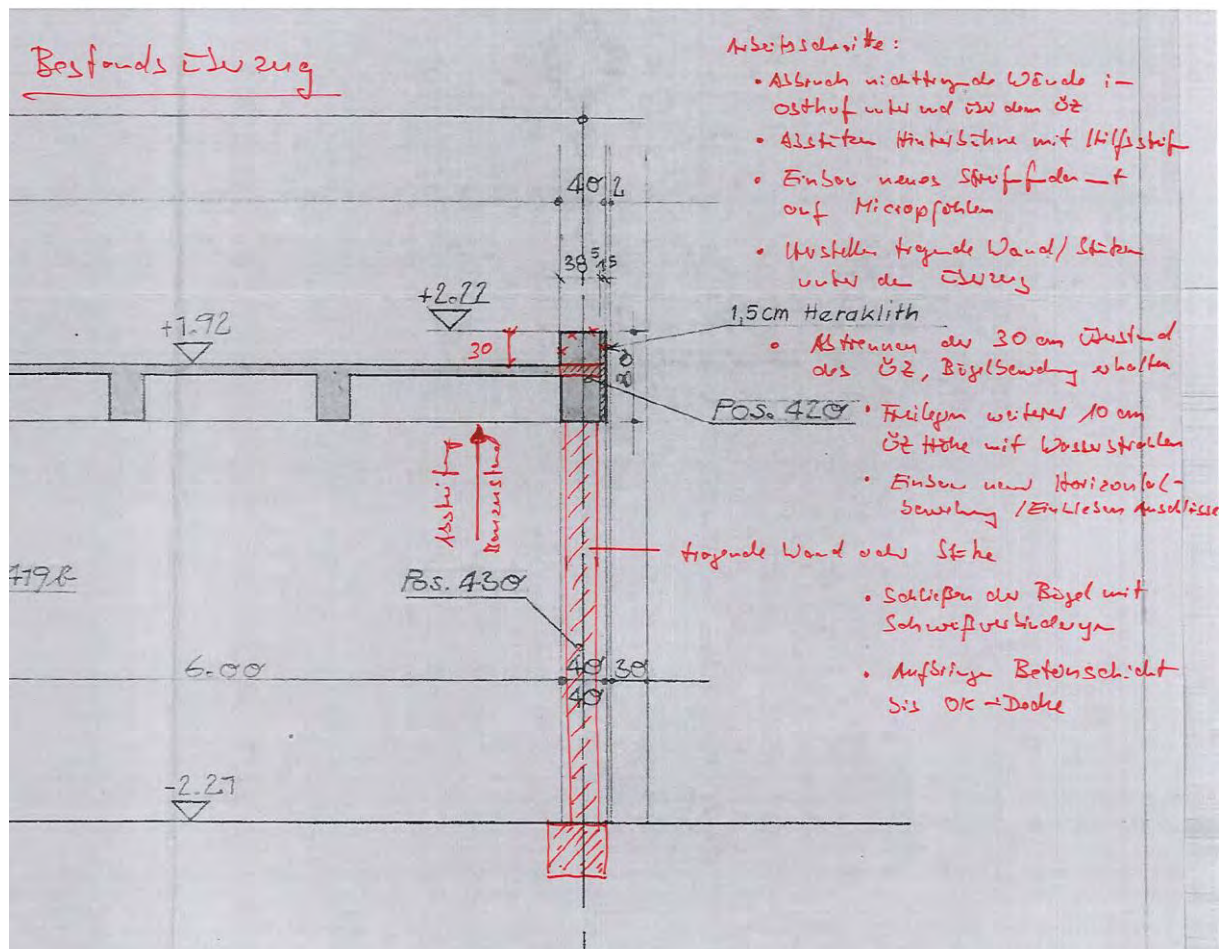
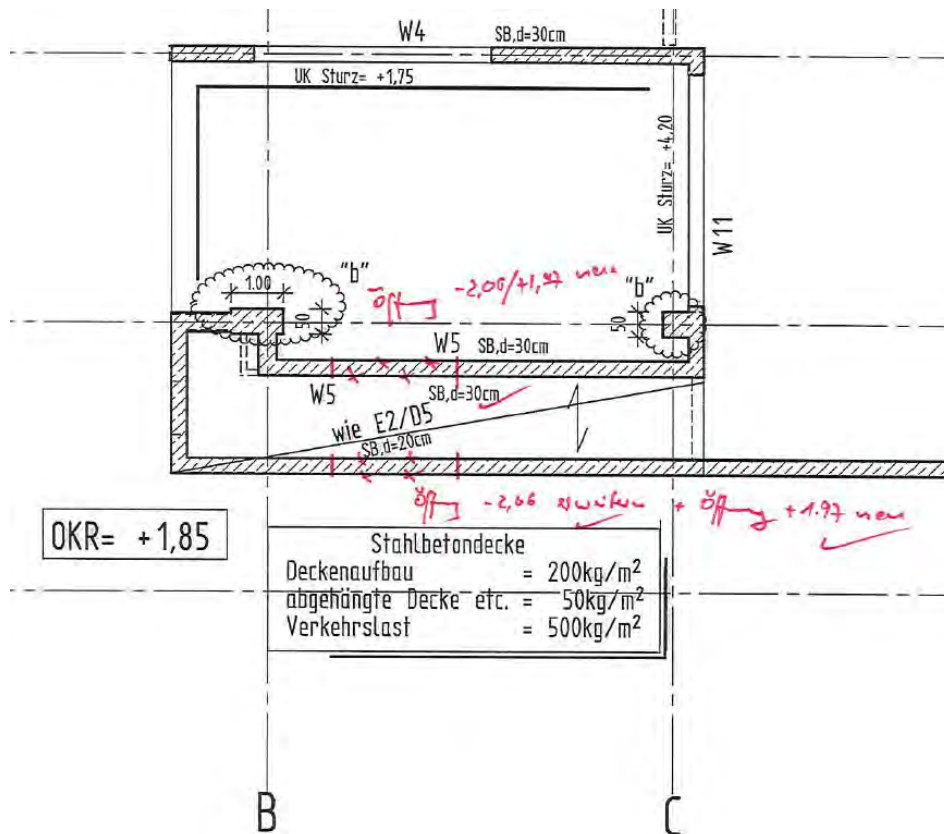
Tragwerk Drehung des Aufzugs A0

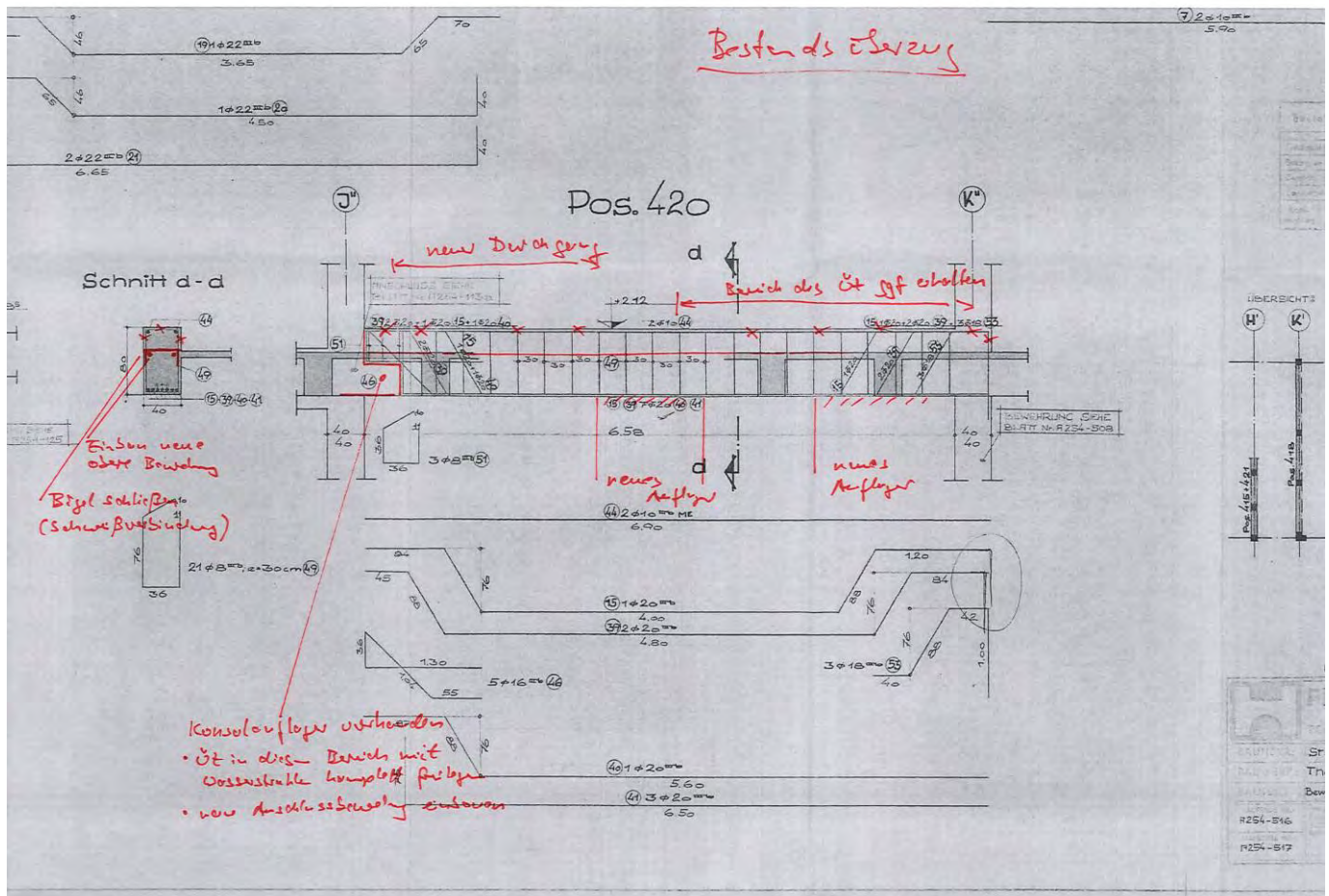
Die Drehung des Aufzugs A0 ist unter Beachtung der tragenden und aussteifenden umgebenden Stahlbetonwandscheiben realisierbar. Die anschließenden Decken spannen einachsig auf die Bestandswände und sind daher durch neue lastabtragende Wände bzw. Unterzüge zu unterstützen. Diese neuen Konstruktionsglieder müssen die alten Lastabtragungspunkte der Pfahlgründung wieder aufnehmen. Zur Sicherstellung der konzentrierteren Lastenleitungspunkte sind an den aufgetrennten Wandenden Stützenverstärkungen auszubilden. In der Ebene 05 kreuzen die Stahlträger der Überbauung des Osttraktes den Aufzugsraum. Ein Umbau dieser Elemente ist nicht möglich. Als höchste Ebene für den A0 ist daher nur die Ebene 04 möglich.

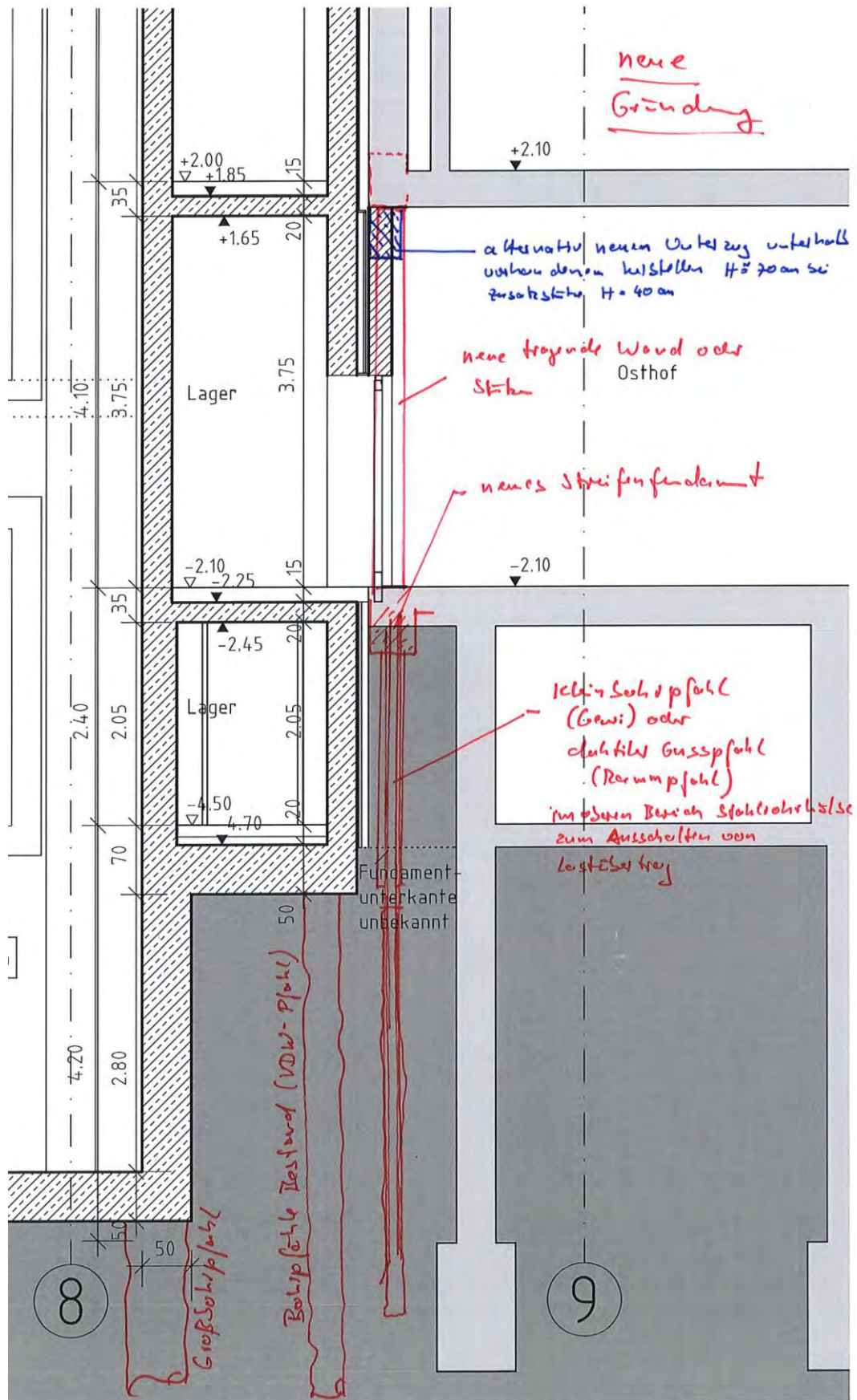
Die Erstellung von Öffnungen zur Hinterbühne Schauspiel durch die Stahlbetonwandscheiben ist möglich. Zur Hinterbühne ist aus alten Planunterlagen ein Bestandsüberzug ersichtlich, der umgebaut werden muss. Hierfür können entweder neue Stützen erstellt oder der Unterzug verstärkt werden. Die genaue Lage der Bestandskonstruktion ist festzustellen, da nach Aussage des Hauses bereits eine Zufahrt existiert hat. Eventuell wurde im Zuge der Baumaßnahmen in den 50er Jahren hier abweichend von den Plänen eine Konstruktion erstellt.











TA Modul 2:

Aus der Sicht der technischen Gewerke wirkt sich Modul 2 nicht aus. Es gelten die gleichen schon in der Basisvariante beschriebenen Fakten, es gibt hierdurch keine Einschränkungen oder einschneidenden Veränderungen in den Technikräumen, bzw. größeren Raumbedarf für die Technik. Im Magazinneubau wurden die eingeplanten Technikflächen etwas verschoben, es konnte aber der notwendige Platzbedarf eingehalten werden.

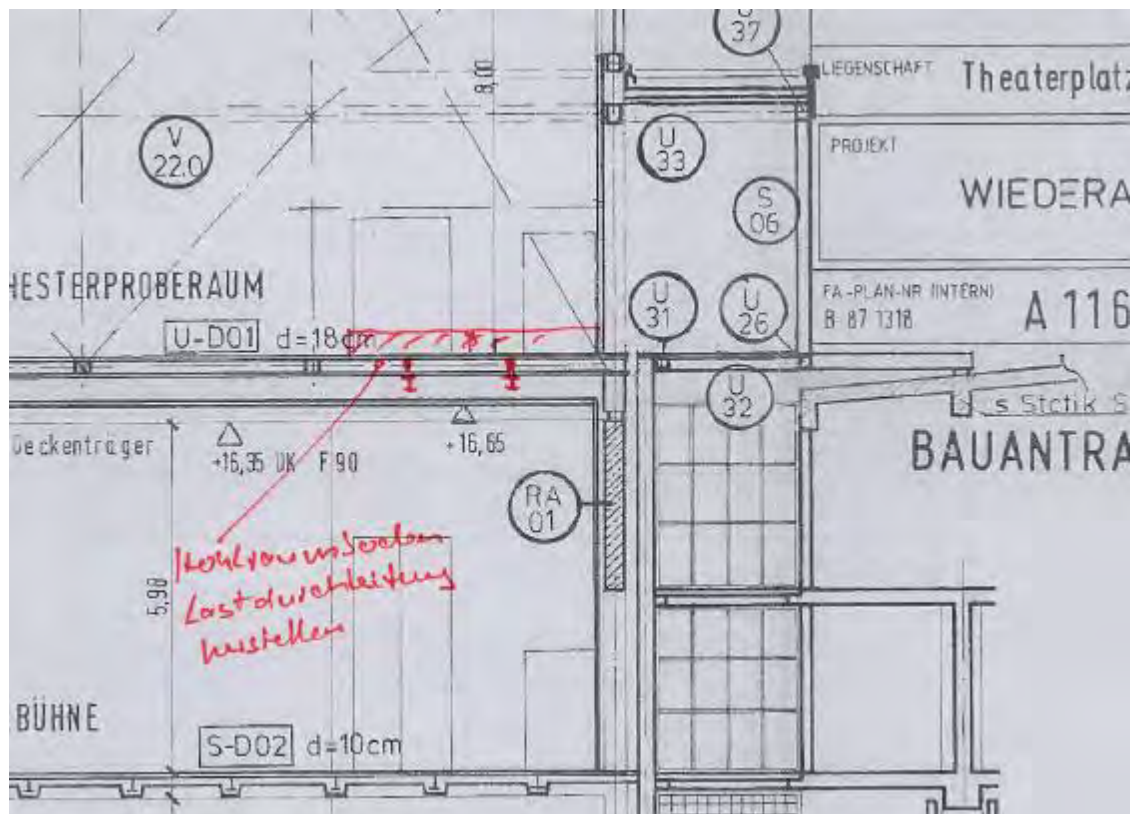
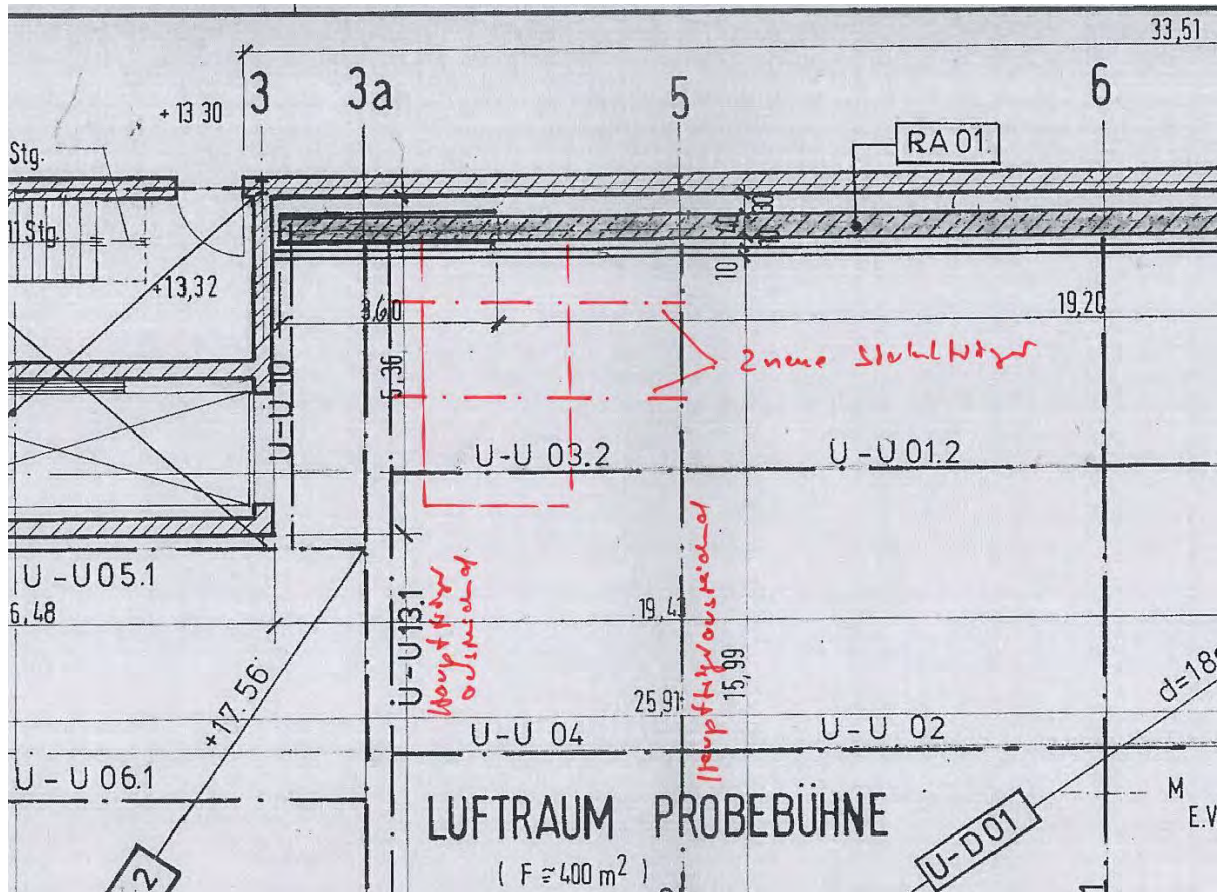
3.1.3.3 Modul 3:

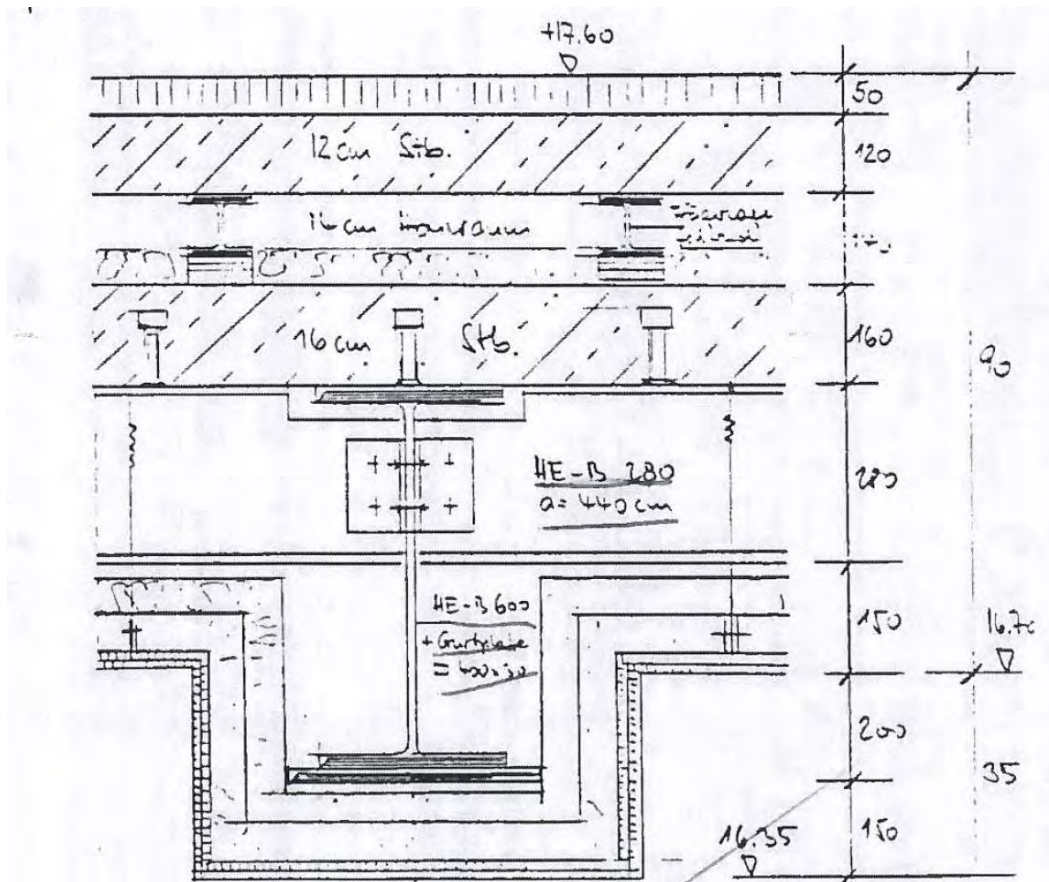
Eine zusätzliche Opernprobe ist auch im Modul 3 geplant. Im Unterschied zum Modul 2 ist die Orchesterprobe aber auf dem Bestandsträgerrost oberhalb des Magazins angeordnet, so dass die Änderung gegenüber der Basisvariante geringer ausfällt. Dementsprechend gibt es nur für die Ebenen 06 und 07 neue Flächenlayouts. In Ebene 06 entsteht die Notwendigkeit, ein Hubpodest einzubauen und einen Wanddurchbruch zu schaffen, um Orchesterinstrumente bzw. Flügel im Anschluss an Aufzug 3 auf die Trägerrostebene transportieren zu können.

Tragwerk Modul 3

Die Maßnahmen sind weitgehend identisch mit der Basisvariante. Allerdings wird im Bereich der Überbauung des Bestandsmagazins der Orchesterproberaum angeordnet. Die Deckenlast des vorhandenen Trägerrostes beträgt $5,0 \text{ kN/m}^2$ und ist für diese Belastung ausreichend. Wird eine Raum in Raum Konstruktion mit zusätzlicher Deckenebene erforderlich, können die Stützen des Bestandsmagazins zum Lastabtrag zusätzlich aktiviert werden, ebenso für den Lastabtrag der TGA-Zentrale auf Ebene 07.

Für die bessere Zugänglichkeit und den Transport von Instrumenten auf diese höhenmäßig versetzte Ebene wird ein Hubpodest im Übergang vom Bühnenturm zur Überbauung eingebaut. Die vorhandene Deckenkonstruktion ist in diesem Bereich durch Unterzüge zu verstärken. Die Außenwand des Bühnenturms ist als Fachwerkträger ausgebildet. Hier muss eine Diagonale im Bereich des Türdurchgangs umgelegt werden.





TA Modul 2:

Aus der Sicht der technischen Gewerke wirkt sich Modul 2 nicht aus. Es gelten die gleichen schon in der Basisvariante beschriebenen Fakten, es gibt hierdurch keine Einschränkungen oder einschneidenden Veränderungen in den Technikräumen, bzw. größeren Raumbedarf für die Technik. Im Magazinneubau wurden die eingeplanten Technikflächen etwas verschoben, es konnte aber der notwendige Platzbedarf eingehalten werden.

TA Modul 3:

Aus der Sicht der technischen Gewerke wirkt sich Modul 3 nicht aus. Es gelten die gleichen schon in der Basisvariante beschriebenen Fakten, es gibt ein weiteres Lüftungsgerät für die Opernprobephöhne, welches aber ohne Probleme in den Technikräumen untergebracht werden konnte. Ansonsten gibt es keine Einschränkungen oder einschneidenden Veränderungen in den Technikräumen, bzw. größeren Raumbedarf für die Technik. Die Anlage ist in den Koste berücksichtigt.

3.2 Kosten V2

In Bezug auf die Kosten würde die Umsetzung der Module 1a+b+c gemäß Aufstellung **unter Reiter Los 2 Abweichung geg. 2016** einen Baukosten-Mehraufwand in der Größenordnung von 22,5 Mio. € netto bedeuten, wobei der größte Teil der Summe auf das Modul 1c entfällt.

Das Modul 1d ist im Summenblatt der Gesamtkosten nicht aufgeführt, da seine Realisierung nur alternativ zum Modul 1c möglich ist.

Die mit Modul 2 verbundenen Kosten werden auf ca. 19,7 Mio. € netto geschätzt, in denen auch ein Mehraufwand für die Bühnen- und Lüftungstechnik durch die Integration der Opernprobe enthalten ist. Für das Produktionszentrum, in dem die Opernprobe sonst eingebunden werden müsste, wird ein Kostenabzug vorgenommen.

Die Kostendifferenz KG 300 und 400 des Moduls 3 zur Basisvariante beschränkt sich auf ca. 3,2 Mio. € netto.

3.3 Termine V2

Die Planungs- und Ausführungszeit für die Module 1 bis 3 wird **gemäß Darstellung im beigefügten Ablaufbalkendiagramm** jeweils um ca. ein halbes Jahr länger als für die Basisvariante eingeschätzt.

3.4 Zwischenfazit V2

Mit der Umsetzung von Maßnahmen, die in den Planungsmodulen beschrieben sind, können einige der Mängel, die in der Basisvariante noch bestehen, beseitigt bzw. verbessert werden. Es bleiben aber immer noch funktionale Mängel bestehen.

Es ist allerdings zu beachten, dass es Module gibt, die nur alternativ realisiert werden können.

4. Risikobewertung (Punkte 2 (V1) und 3 (V2))

Im Zuge der geplanten grundlegenden Sanierung eines so großen und komplexen Gebäudes wie dem der SBF ist die Wahrscheinlichkeit, auf Komplikationen zu stoßen naturgemäß sehr groß. Es ist immer möglich, vor Ort auf Situationen zu stoßen, die unvorhergesehenen Mehraufwand bedeuten. Auch im Verlauf der Planung wird es noch Erkenntnisse geben, die gegenwärtig noch nicht berücksichtigt sind.

Aus diesem Grund ist in den Ausführungen zu den Kosten unter Ziffer 2.5 zu jedem Kostenabschnitt ein Zuschlag für Risikomanagement vorgesehen, der durch die Stabsstelle zu definieren ist.

Je größer der Neubauanteil in Form von kompletten Gebäudeabschnitten wird, desto geringer wird das Kostenrisiko. Vor diesem Hintergrund ist das Modul 2 durch den Abriss des Magazingebäudes etwas risikoärmer als die Basisvariante. Die Module 1b und 1c beinhalten das größte Risiko, da sie wie erwähnt Umstrukturierungen nach sich ziehen, die nicht in vollem Umfang betrachtet worden sind.

Bezüglich der eintretenden Preissteigerungen besteht wie unter Ziffer 2.6 dargestellt auch ein Risiko bei der Auswahl des Projektverfahrens und dem Zeitrahmen, der bis zur Fertigstellung von Interim und Produktionszentrum anzusetzen ist.

Zuletzt wird darauf verwiesen, dass mit der Beschaffung und Herrichtung von Grundstücken für Interim, Produktionszentrum und den Neubauvarianten gemäß Kostenermittlung unter Ziffer 2.5 Kostenrisiken verbunden sind, für die die Stabsstelle Ansätze treffen müsste.

5. Produktionszentrum

5.1 Funktionsbeschreibung

Durch die Auslagerung der Werkstätten aus den städtischen Bühnen werden umfangreiche räumliche und funktionale Optionen für Neuorganisationen im Bestandsgebäude ermöglicht. Auch für die Neubauszenarien (Doppelbühne oder getrennte Bühnen für Oper und Schauspielhaus) werden aktuell immer zentrale Werkstätten vorausgesetzt.

Darüber hinaus sollen verschiedene Funktionen externer über das Stadtgefüge verteilter Funktionsbereiche (wie Probebühnen und Lagerbereiche) mit den auszulagernden Werkstätten gebündelt und in einem sog. Produktionszentrum synergetisch zusammengefasst werden.

Zusammen bedeutet dies, dass ein Gebäude mit folgenden Planungs-Kennwerten zu konzipieren ist (immer: Alt- und Neubau):

Grundfläche	10.455 m ²
BGF	32.900 m ²
BRI	127.020 m ³
NRF NUF 3 Werkstätten	6.582 m ²
NRF NUF 4 Probezentrum	3.164 m ²
NRF NUF 5 Lagerbereiche	12.379 m ²
Nettoraumfläche NRF ges.	22.075 m ²

Eine Flächenoptimierung bzw. -präzisierung in Bezug auf ein fortzuschreibendes Raumprogramm kann in der nächsten Planungsstufe, der Vorentwurfsplanung, vorgenommen werden.

Für die als Ergänzung zur Untersuchung des Haupthauses am Willy-Brandt-Platz wurde eine Einpass- und Machbarkeitsstudie beauftragt, welche sich exemplarisch auf den Standort Schielestrasse im Osthafengebiet bezieht. Diese Liegenschaft war die ehemalige Frankfurter Gasanstalt nach Entwürfen von Peter Behrens (1910-12), welche bis in die End-Sechziger-Jahre in Betrieb war. Einzelne Gebäude sind noch erhalten, davon 2 Hochbehälter, ein Schornstein, zwei freistehende hallenartige Schalt- und Reglerwerk wie drei Büro-, Verwaltungs- und Werkstattgebäude. Der ehemals stadtbildprägende Großgasbehälter war leider abgängig und fehlt heute schmerzlich.

Die mittige freie Fläche (heute mit untergeordneter eingeschossiger Bausubstanz belegt) war früher die zentrale Kohlehalde des Gaswerks. In der Einpassplanung wird das in der Mittelachse dominant platzierte denkmalgeschützte ehem. Uhren- und Reglerwerk als Solitär integriert.

Ausgangspunkt war die Teilung der Liegenschaften in eine direkt an der Schielestrasse für das East Side Drogenberatungszentrum befindliche und in eine für das PZ im rückwärtigen Bereich. Der nicht

unproblematischen Nachbarschaft wird durch strikte Trennung begegnet. Die Erschließung erfolgt von der ostwärts noch als öffentliche Straße zu widmende neue Peter-Behrens-Straße.

Die Planung gemäß der separat von der Untersuchung zum Hauptgebäude am Willy-Brandt-Platz eingereichten Unterlagen sieht einen zweigeteilten, mit Bücken den Altbau-Solitär einfassenden langgestreckten Baukörper von 305m Länge und 25m Höhe vor. Diese Städtebauliche Großform mit ihrer engen optischen wie formalen Verbindung mit dem Behrens-Altbau wurde Vertretern des Stadtplanungsamts und dem Denkmalamt vorgestellt und als verfolgenswert gewertet. Eine Einpassung nach §34 könne begründet werden.

Baukörperlich ist das Gebäudeensemble dreigeteilt, funktional über drei Hauptebenen und drei Zwischenebenen gegliedert.

Beim Neubau handelt sich vorwiegend um eine Fertigteil-Stahlbetonkonstruktion, die Stützen sind mit 60/60cm vorgeschätzt, die Spannweiten der Decken basieren auf einem Gebäuderaster von 6,00m x 6,30m, die Spannweiten sind Unterzugsgestützt (bei einer Stb-Deckenkonstruktionshöhe von 1,20m) bis 30m ausgelegt. Die Aussteifung erfolgt mittels der regelmäßigen Kerne und der massiven Außenwandkonstruktion über die ges. Südfassade.

Über die zentrale Anlieferungs- und Montagehalle kann die An- und Ablieferung wettergeschützt erfolgen, die erdgeschossigen Werkstätten sowie die zwei Schauspiel-Probebühnen sind direkt ebenerdig angebunden.

Der daran angeordnete Lastenaufzug (Kabinenmaß 9,50 x 3,0m) bindet die obergeschossigen Lagerbereiche an. Diese bestehen im Wesentlichen aus dem Großdekolager und dem Kleindekolager. Für ersteres wurde ein automatisches Hochregallagersystem eingeplant, welches mit dem am Standort Willy-Brandt-Platz innerhalb des Planungsmoduls 2 vorgesehenen System korrespondieren soll. Das Großdekolager ist z.T. als Rollregallager ausgebildet, hier werden die Standardboxen verfahren und in 296 Fächern gelagert, die Regalreihen sind einzeln verfahrbar (Prinzip: „wandernde Zwischengasse“). Als Standardmaß wurde hierfür eine Boxengröße von 2,30 x 8,70m (Außenmaß) zu Grunde gelegt. Verladen werden die Container mittels spezieller Hubfahrzeuge, welche über Steuerungs- und Kontaktschleifen im Bodenaufbau präzise in den Regalreihen gesteuert werden können.

Die weiteren Probebühnen für Oper und Schauspiel werden sowohl im Altbau (Haus-in-Haus-Konstruktion) als auch im östlichen Neubauteil nachgewiesen. Somit sind alle Werkstattbereiche und alle Probebühnen sowohl durch innere Erschließungswege, als auch direkt für Kleinlasten von außen erreichbar.

Als kleine Reminiszenz an die Vergangenheit des Kraftwerksgeländes wird die Fassade im unteren Sockelbereich anthrazit-schwarz gehalten (analog der riesigen ehem. Kohlehalde an gleicher Stelle) und das aufgesetzte geschlossen erscheinende Volumen als helle (messing-gold-farbene) Metallfassade (analog dem edlen Bild der Kultur als gesellschaftlich werthaltiger Beitrag) vorgeschlagen.

Das PZ-Gelände wird hochgradig versiegelt, die umlaufende Fahrspur, sowie die Querungen seitlich des Altbaus werden für den LKW-Schwerlastverkehr ausgelegt und befestigt (Asphalt oder Kopfsteinpflaster). Nur die Stellplätze (für 107 PKW-Stellplätze) und die Grüneinfassungen derselben sind versickerungsfähig angedacht, dort können auch die Rigolen der Gebäudeentwässerung vorgesehen werden.

Sowohl das PZ- als auch das East Side-Grundstück werden vollständig eingefriedet, die Zugänge und Zufahrten mittels Toren und Schranken gesichert.

Der Baumbestand auf dem PZ-Gelände würde dem Bauvorhaben wahrscheinlich vollständig zum Opfer fallen, kompensierende Neupflanzungen erfolgen in den beiden Parkplatzbereichen.

Für weitergehende Angaben siehe auch Erläuterungsbericht zur Einpassplanung und Machbarkeitsstudie.

5.2 Kosten

Die Kosten wurden **unter dem Reiter Los 2 PZ** der Kostenermittlung in Art und Tiefe einer Kostenvorschätzung ermittelt, an die BGF-Gebäudekennwerte wurden Kostenansätze angelegt, differenziert nach Werkstatt-, Probebühnen- und Lagerbereich. Hierzu wurden soweit möglich Referenzprojekte herangezogen, aber auch Zuschläge (etwa für die Mehrgeschoßigkeit, denkmalpflegerische Maßnahmen und die hochwertige Fassaden) eines solchen Funktionsbaus angesetzt.

Die Kosten (KG 300 und 400) wurden differenziert angesetzt:

<i>für die Werkstätten</i>	<i>1.750 € netto/ m² BGF</i>	<i>17.036.980 €</i>
<i>für die Probebühnen</i>	<i>2.000 € netto/ m² BGF</i>	<i>9.431.372 €</i>
<i>für die Lagerbereiche</i>	<i>1.350 € netto/ m² BGF</i>	<i>24.907.361 €</i>
<i>Summe KG 300 und 400 netto</i>		51.375.713 €

Bezüglich der in den Lagerbereichen enthaltenen Kosten für das automatische Hochregallagersystem wurde eine Bewertung von der Fa. ICM Airport Technics GmbH vorgenommen und (auf die Planungstiefe bezogen) in Summe mit 3,0 Mio € netto pauschaliert.

Insgesamt ergeben sich also netto

54.375.713 €

Durch PFP wurden keine Angaben zu den Kostengruppen KG 100, 200, 500 – 700 gemacht.

Es bleibt darauf hinzuweisen, dass keine Bestandspläne zum denkmalgeschützten Behrens- Uhren- und Reglerhaus, wie zu möglichen Bodenkontaminationen oder unterirdischen Medien vorliegen, hierfür sind im weiteren Projektverlauf Untersuchungen erforderlich, um genauere Kenntnis der Kostenrisiken zu erlangen

5.3 Termine

Da das Produktionszentrum für alle Sanierungsvarianten und Neubauszenarien eine zentrale Rolle spielt, somit unverzichtbar ist, muß die Realisierung spätestens mit Freizug der Städtischen Bühnen am Willy-Brandt-Platz abgeschlossen sein und die Betriebsbereitschaft her- und sichergestellt sein. Sollten darüber hinaus andere Gründe (wie auslaufende Mietverträge o.ä.) eine frühere Erstellung und Inbetriebnahme bedingen, so ist dies auch terminlich zu berücksichtigen.

Die aktuelle Einpassplanung sieht die oben genannte Liegenschaftstrennung zwischen PZ und East Side vor. Für Maßnahmen wie Kündigungen von derzeitigen Nutzern, Realteilungen, Sicherungen von Wegerechten und ggfls. Baulasten sind ausreichende Fristen im Vorfeld zu berücksichtigen.

Auch die Art des/ der Verfahren für bau- und planungsrechtliche Maßnahmen, wie für die Vergabeart der Planungen sind für die Terminierung im Vorfeld relevant.

Die Planungs- und Bauzeit (inkl. Inbetriebnahme) wird mit 3,5 Jahren als auskömmlich erachtet.

5.4 Zwischenfazit

Der Bau des Produktionszentrums und die Regelung des Interims für die Spielstätten sind die entscheidenden Voraussetzungen für den Auszug der Bühnen aus dem Hauptgebäude am Willy Brand Platz.

Die Integration von externen Lagern und Probebühnen mit den Werkstätten an einem Standort ist sinnvoll, da Synergieeffekte zu erwarten sind. Wie schon unter Ziffer 2.1.5 angeführt entsteht durch die Auslagerung der Werkstätten Logistikaufwand insbesondere für große Kulissen- bzw. Dekorationsbauteile. Die Werkstätten würden aber auch profitieren, da Einschränkungen durch den engen baulichen Rahmen im Haupthaus in einem auswärtigen Neubau nicht zu erwarten sind.

Es wäre dringend geboten, das bis dato so angenehm perfekt planende Büro weiter mit diesem Projekt zu beauftragen.

8. Zusammenfassung

Nach einer **Sanierung** des Gebäudes der SBF am Willy-Brandt-Platz ist es möglich, dass der Betrieb von Oper und Schauspiel unter Berücksichtigung aktueller Anforderungen fortgesetzt werden kann.

Dafür müssen Werkstätten und Lagerflächen in ein neu zu errichtendes externes Produktionszentrum ausgelagert werden und Baufreiheit für die anschließende Sanierungsphase hergestellt werden, indem Oper und Schauspiel in ein externes Interim ziehen.

Auf dem Dach des Gebäudes sind Kubaturerweiterungen für technische Anlagen unvermeidlich.

Einige funktionale Mängel des Gebäudes können auch bei Umsetzung aller untersuchten Planungsszenarien nicht beseitigt werden, da sie struktureller Art sind und in der Geschichte des Gebäudes begründet sind.

Die Alternative zur Sanierung des Gebäudes besteht in **Abriss und Neubau**, wobei im Rahmen der vorliegenden Untersuchung ein vollständiger Abriss betrachtet wurde. Der Neubau kann entweder wie bisher als Doppelanlage oder in Form von getrennten Gebäuden für Oper und Schauspiel erfolgen.

Auch für diese Szenarien muss zuerst das Produktionszentrum und anschließend die Interimslösung geschaffen werden.

Der Kosten- und Zeitaufwand für die skizzierten Lösungen wird sehr hoch sein. Grundsätzlich bieten die Neubauvarianten die Chance auf ein in umfassendem Sinn mangelfreies Gebäude.

Letztlich wird eine Abwägung der entstehenden Gesamtkosten inkl. aller Risiken und Preissteigerungen über den kompletten Projektzeitraum gegenüber den erreichbaren Qualitäten erforderlich.