



Grand Théâtre de Genève

Expertise de la machinerie de scène

Gutachten zur Bühnenmaschinerie

Sommaire

1. Remarques préliminaires	3
1.1 L'étendue de l'expertise	3
1.1.1 Contenu et tâche	4
1.1.2 Mandataire	4
1.1.3 Mandant	4
1.1.4 Expert	4
1.1.5 Dates	5
1.2 Les données de l'étude	5
1.3 Protection du droit d'auteur	7
2. Description de la machinerie de scène existante	8
2.1 L'histoire des rénovations du Grand Théâtre de Genève	8
2.2 Machinerie supérieure	9
2.3 Machinerie inférieure	9
3. Analyse des installations	13
3.1 Durée de vie des installations	13
3.2 Simultanéité et disponibilité	15
3.3 Sécurité	16
3.4 Évaluation de la rentabilité	20
3.5 Généralités	21
4. Conception de la remise en état	22
4.1 Machinerie supérieure	22
4.2 Machinerie inférieure	25
4.3 Commande de la machinerie de scène	29
4.4 Station de pression	30
4.4.1 Station de pression de la machinerie supérieure	30
4.4.2 Station de pression de la machinerie inférieure	31
4.5 Fluide de pression	32
4.5.1 Machinerie supérieure	32
4.5.2 Machinerie inférieure	32
4.5.3 Changement vers HLP 46	33
5. Coûts d'investissement/ Kostenschätzung	34
6. Calendrier des mesures	35
7. Résumé	37

1. Remarques préliminaires

Cette expertise fournit des informations sur l'état actuel et les mesures de réparation de la machinerie scénique du Grand Théâtre de Genève (GTG). Il s'agit de la commande électronique des machines supérieures et inférieures ainsi que de la mécanique et de leur technologie d'entraînement hydraulique et électromécanique. L'ensemble du système est diagnostiqué dans sa totalité, voire non pas seulement en vue de la technologie de commande qui doit être remplacée de toute urgence. L'expertise traite également des compléments nécessaires à l'équipement de scène existant pour rassurer la sécurité des personnes ainsi que la protection contre des défaillances pendant les répétitions et les performances.

Le rapport résume les mesures avec le cadre de budget pour l'achèvement de la réparation et un calendrier convenu avec le théâtre.

1.1 L'étendue de l'expertise

Les investissements suivants sont évalués dans l'expertise :

Equipement supérieur hydrauliquement entraînées avec -

- Equipes à toile de la scène principale
- Equipes ponctuelles
- Rideau acoustique
- Equipe d'avant-scène
- Rideau principale (allemand: hydraulique, grecque et italien: électromécanique)
- Les herses centrales et latérales
- Pont d'éclairage du cadre de scène
- Tours du cadre de scène
- Equipe à toile des scènes latérales
- Equipes ponctuelles des scènes latérales
- Treuils de la plateforme de travail (électromécanique)
- Rideau de fer
- Trappe de désenfumage au-dessus de la scène
- Station de pression

Sous-machine hydraulique avec

- Ponts de fosse d'orchestre
- Ponts de scène
- Lift à toile
- Châssis (pont qui encadre le lift à toile)
- Chariot de l'arrière-scène (Dorsale) (électromécanique)

Contrôle électrique

- Installation de distribution
- interface utilisateur (consoles, etc.)

Génération de pression hydraulique et contrôle

- Stations de pompes
- Accumulateurs
- Blocs de contrôle

1.) Vorbemerkungen

Diese Expertise gibt Auskunft über Zustand und Maßnahmen zur Instandsetzung der Bühnenmaschinerie des Grand Théâtre de Genève (GTG). Sie behandelt die elektronische Steuerung der Ober- und Untermaschinerie sowie die Mechanik und deren hydraulische und elektromechanische Antriebstechnik. Es wird somit global die ganze Anlage diagnostiziert und nicht nur die dringend zu ersetzende Steuerungstechnik betrachtet. Ebenso behandelt die Expertise die nötigen Ergänzungen der vorhandenen bühnentechnischen Anlagen zur Herstellung der Personensicherheit sowie Ausfallsicherheit für den Proben- und Spielbetrieb.

Das Gutachten resümiert die Maßnahmen mit dem für die Realisierung der Instandsetzung anzusetzenden Kostenrahmen und einem mit dem Theater abgestimmten Terminplan.

1.1.) Umfang der Machbarkeitsstudie

Folgende Anlagen werden in der Expertise bewertet:

- **Hydraulisch angetriebene Obermaschinerie** mit
 - Prospektzügen
 - Punktzügen
 - Schallvorhang
 - Schleivorhang
 - Hauptvorhang (deutsch: hydraulisch, griechisch und italienisch: elektromechanisch)
 - Beleuchterzüge
 - Portalbeleuchtungsbrücke
 - Portaltürme
 - Seitenbühnenprospektzüge
 - Seitenbühnenpunktzüge
 - Arbeitspodestwinden (elektromechanisch)
 - Eiserner Vorhang
 - Rauchhaube Bühne
 - Druckstation
- **Hydraulische angetriebene Untermaschinerie** mit
 - Orchesterpodien
 - Bühnenpodien
 - Prospektaufzug
 - Rahmenpodium (Chassis)
 - Hinterbühnenwagen (Deckel) (elektromechanisch)
- **Elektrische Steuerung**
 - Schaltanlagen
 - Bedienoberfläche (Pulte etc.)
- **Hydraulische Druckerzeugung und Steuerung**
 - Pumpenstationen
 - Speicherstationen
 - Steuerblöcke

L'évaluation contient dans le détail :

- Détermination de l'état réel
- Évaluation des installations par rapport à l'état actuel des règlements technique, de sécurité et de santé et de sécurité au travail. À cette fin, les normes et réglementations suisses et en partie allemandes et européennes sont prises en compte.
- Catalogue de mesures avec un budget approximatif
- Calendrier de réalisation
-

1.1.1 Contenu et tâche

La tâche et les objectifs de l'expertise ont été développés lors du rendez-vous sur place le 31.05.2019 avec la ville et la fondation du Grand Théâtre.

L'expertise suivante sert de base à la poursuite de la procédure d'un permis de crédit et vise à décrire tous les travaux de réparation à venir en plus du renouvellement urgent du système de contrôle. L'intention est de demander un seul crédit suffisant pour tous les travaux de réparation impératifs sur la base de cet avis.

1.1.2 Mandataire

Le bureau de BWKI a été commandé par la lettre et le contrat de la Ville de Genève le 02.07.2019.

1.1.3 Mandant

Le mandant de l'expertise est :

Direction du patrimoine bâti (DPBA)

Des constructions de l'aménagement

Rue du Stand 25

CH - 1204 Genève

1.1.4 Expert

Avec la préparation de cette expertise a été commandé :

Bühnenplanung Walter Kottke Ingenieure GmbH (BWKI)

Steinachstrasse 5

D - 95448 Bayreuth

Die Bewertung umfasst im Einzelnen:

- Feststellen des Ist-Zustandes
- Bewertung der Anlagen in Bezug auf den aktuellen Stand der Technik, sicherheits- und arbeitsschutzrelevanten Vorschriften. Es werden hierzu die allgemein gültigen schweizerischen und teils auch deutschen bzw. europäischen Normen und Vorschriften berücksichtigt.
- Maßnahmenplan mit grobem Kostenrahmen (+/- 20%)
- Zeitfenster für die Umsetzung

1.1.1.) Inhalt und Aufgabenstellung

Die Aufgabenstellung und die Ziele der Expertise wurden bei dem Vor-Ort-Termin am 31.05.2019 gemeinsam mit der Stadt und der Stiftung des Grand Théâtre entwickelt.

Die folgende Expertise dient als Basis für das weitere Verfahren einer Kreditbewilligung und soll neben der dringenden Erneuerung der Steuerung sämtliche anstehende Instandsetzungsarbeiten beleuchten. Es soll möglichst nur einmal ein ausreichender Kredit für sämtliche zwingenden Instandsetzungsarbeiten - basierend auf diesem Gutachten - beantragt werden.

1.1.2.) Beauftragung

Die Beauftragung des Büros BWKI erfolgte mit dem Schreiben und dem Vertrag seitens der Stadt Genf am 02.07.2019.

1.1.3.) Auftraggeber

Der Auftraggeber für die Expertise ist:

Direction du patrimoine bâti (DPBA)

Département des constructions de l'aménagement

Rue du Stand 25

CH - 1204 Genève

1.1.4.) Gutachter

Mit der Erstellung des Gutachtens wurde beauftragt:

Bühnenplanung Walter Kottke Ingenieure GmbH (BWKI)

Steinachstraße 5

D - 95448 Bayreuth

1.1.5 Dates

Une inspection détaillée et une réunion technique intensive avec les participants suivants ont eu lieu le **30.07.2019** dans le théâtre :

- Directeur Technique, GTG : Luc van Loon
- Responsable Electromécanique, GTG : Jean-Christophe Pégatoquet
- Électromécanique adjointe, GTG : José-Pierre Areny
- Pour le bureau d'études Walter Kottke Ingenieure GmbH (BWKI): Walter Kottke, Michael Kalus, Andreas von Graffenried

Le **01.10.2019**, une présentation détaillée des premiers résultats provisoires a également eu lieu dans le théâtre en présence de la ville et de la fondation du Grand Théâtre de Genève.

L'étude est à terminer selon le contrat le **décembre 2019** et à remettre au mandataire.

1.2 Les données de l'étude

Les documents reçus suivants sont la base de l'étude :

- Rapport de la Fondation (Grand Théâtre de Genève, GTG) sur la rénovation du système de commande et remplacement des vérins et verrous de la machinerie de scène, 20.05.2019
- Contrat de maintenance des équipement techniques de scène de Bosch Rexroth, 25.06.2019
- Contrat intervention Bosch Rexroth, 03.05.2019
- Offre pour la mise à jour du système de commande de scène SYB.3.0 Bosch Rexroth à partir du 25.02.2019
- Instructions d'utilisation et instructions sur les machines, Editing by A. Forissier, GTG
- Offre pour le changement de 4 vérins de la fosse d'orchestre HYDRO system S.A., 18.03.2019
- Les rapports d'analyse de pollution des fluides, 2018
- Rapport final relatif aux tests de réception de la commande de la machinerie inférieure, TÜV, 2007
- Schémas et documentation de la machinerie inférieure et supérieure de Bosch Rexroth, 1998 et 2006
- Plans de la machinerie inférieure de 1962 et plan des chaînes pour les cylindres télescopiques de 1971.
- Plans de la patence du rideau principale de la société Gerriets, 1998
- Plans du théâtre en format pdf et dwg
- Rapport sur l'histoire des machines hydrauliques de scène de la part du GTG, 1998

1.1.5.) Termine

Es fand eine ausführliche Begehung und intensive technische Besprechung mit folgenden Teilnehmern am **30.07.2019** im Theater statt:

- Technischer Direktor, GTG: Luc van Loon
- Chef Elektromechanik, GTG: Jean-Christophe Pégatoquet
- Stv. Elektromechanik, GTG: José-Pierre Areny
- Für die Bühnenplanung Walter Kottke Ingenieure GmbH (BWKI): Walter Kottke, Michael Kalus, Andreas von Graffenried

Am **01.10.2019** fand ebenfalls im Theater eine ausführliche Präsentation der ersten Zwischenergebnisse in Anwesenheit der Stadt und der Stiftung des Grand Théâtre de Genève statt.

Die Studie ist bis **Dezember 2019** fertigzustellen und an den Auftraggeber zu übergeben.

1.2.) Grundlagen

Schriftliche Grundlagen dieser Studie sind im Wesentlichen:

- Bericht der Stiftung (Grand Théâtre de Genève, GTG) zur Sanierung der Steuerung inkl. Ersatz der Zylinder und Riegel der Bühnenmaschinerie vom 20.05.2019
- Angebot Wartungsvertrag von Bosch Rexroth vom 25.06.2019
- Angebot Interventionsvertrag Bosch Rexroth vom 03.05.2019
- Angebot Erneuerung der Steuerung SYB 3.0 Bosch Rexroth vom 25.02.2019
- Gebrauchsanweisung und Hinweise zur Maschinerie, Redaktion: A. Forissier, GTG
- Angebot Tausch der Stempel des Orchestergrabens der Firma HYDRO system vom 18.03.2019
- Ölanalysen von Hydrosystem, 2018
- Vor-, Bau- und Abnahmeprüfung der Steuerung der Untermaschinerie, TÜV, 2007
- Schaltpläne und Leistungsbeschreibungen der Ober- und Untermaschinerie von Bosch Rexroth, 1998 und 2006
- Bestandspläne der Untermaschinerie aus dem Jahre 1962 und Plan der Ketten für die Teleskopzylinder aus dem Jahre 1971
- Ausführungspläne zum Scherenzug der Firma Gerriets, 1998
- Grundrisse und Schnitte des Theaters als pdf und dwg
- Bericht zur Historie der hydraulischen Bühnenmaschinerie seitens des GTG, 1998

- **Les règlements pertinents ont été considérés, en particulier:**

- Loi fédérale et l'Ordonnance sur la sécurité d'installations et d'appareils techniques (STEG/STEV)
- Manuel de sécurité suisse pour les salles de scène et d'événements (svtb-astt)
- Règlements utilisés
- Règlement DGUV 17 Règlement sur la prévention des accidents, les installations d'événements et de production pour la représentation scénique du 1er avril 1998
- Règlement DGUV 18 Règlement sur la prévention des accidents, les installations d'événements et de production pour la présentation scénique avec des instructions de mise en œuvre de janvier 1997
- Ordonnance sur la construction et l'exploitation des lieux de rencontre (allemande) du 2 novembre 2007, dernière modification le 8 avril 2013
- Autres règlements et règles émis par des institutions telles que :
 - Institut suisse d'assurance accidents (SUVA)
 - Association suisse pour la sécurité et la santé au travail (VAG)
 - Association suisse des professions de scène techniques
- DIN 56920 "Scénographie »
- Règlements juridiques applicables à la loi sur la sécurité des équipements et des produits pour les lois sur la sécurité des équipements et des produits utilisées
- Directives sur les machines de la CE, y compris leurs amendements
- DGUV Principe 315-390 - "Principes pour l'essai d'équipements mécaniques sur scène et studios"
- Informations DGUV 215-321 (GUV-I 8629) "Fourniture et utilisation d'équipement de rétractation
- DIN 56950-1 :2012-05 - Technologie des événements - Machines – Partie 1: Exigences de sécurité et de test
- DIN VDE 0801 "Principes des installations de sécurité"
- DIN EN ISO 13849-1 (2016-06-00) - Sécurité des machines - Parties de contrôle liées à la sécurité - Partie 1 : Directives générales de conception (ISO 13849-1 :2015) ; Version allemande EN ISO 13849-1 :2015
- Règlement DGUV 3 "Installations et équipements électriques"
- FR 60 204 "Sécurité des machines - Equipement électrique des machines"
- FR 61 508 "Sécurité fonctionnelle des systèmes électriques et programmables"
- BetrSichV "Ordonnance de sécurité opérationnelle"

- En outre, les réglementations et les normes telles que les normes Europa/DIN et les réglementations VDE, en particulier le VDE 0113 sur les équipements électriques des machines industrielles.

- **Weiterhin die einschlägigen Bestimmungen und Verordnungen, insbesondere :**

- Bundesgesetz sowie die Verordnung über die Sicherheit von technischen Einrichtungen und Geräten (STEG/STEV)
- Schweizerisches Sicherheitshandbuch für Bühnen- und Veranstaltungsräume (svtb-astt)
- Verwendete Vorschriften
- DGUV Vorschrift 17 Unfallverhütungsvorschrift, Veranstaltungs- und Produktionsstätten für szenische Darstellung vom 1. April 1998
- DGUV Vorschrift 18 Unfallverhütungsvorschrift, Veranstaltungs- und Produktionsstätten für szenische Darstellung mit Durchführungsanweisungen vom Januar 1997
- Verordnung über den Bau und Betrieb von Versammlungsstätten (Versammlungsstättenverordnung – VstättVO) vom 2. November 2007 zuletzt geändert am 8. April 2013
- sonstige erlassene Vorschriften und Regeln von Institutionen wie:
 - Schweizerische Unfallversicherungsanstalt (SUVA)
 - Schweizerischer Verein für Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz im öffentlichen Bereich (VAG)
 - Schweizer Verband technischer Bühnenberufe
- DIN 56920 "Theatertechnik" bzw. "Veranstaltungstechnik"
- Sonstige für die verwendeten Anlagenteile anzuwendenden Rechtsverordnungen zum Geräte- und Produktsicherheitsgesetz
- EG-Maschinenrichtlinien einschließlich deren Änderungen
- DGUV Grundsatz 315-390 - „Grundsätze für die Prüfung maschinentechnischer Einrichtungen in Bühne und Studios“
- DGUV Information 215-321 (GUV-I 8629) „Bereitstellung und Benutzung von Versenkeinrichtungen
- DIN 56950-1:2012-05 - Veranstaltungstechnik - Maschinentechnische Einrichtungen – Teil1: Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfung
- DIN VDE 0801 „Grundsätze für sicherheitsrelevante Anlagenteile"
- DIN EN ISO 13849-1 (2016-06-00) – Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen – Teil 1: Allgemeine Gestaltungsgrundsätze (ISO 13849-1:2015); Deutsche Fassung EN ISO 13849-1:2015
- DGUV Vorschrift 3 "Elektrische Anlagen und Betriebsmittel"
- EN 60 204 „Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen"
- EN 61 508 "Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/programmierbarer elektronischer Systeme
- BetrSichV „Betriebs-Sicherheits-Verordnung"
- Weiterhing die Vorschriften und Normen wie die Europa-/DIN-Normen und VDE-Vorschriften, hier vor allem die VDE 0113 über die elektrische Ausrüstung von Industriemaschinen.

1.3 Protection du droit d'auteur

L'expert conserve le droit aux services qu'il a fournis.

Le mandant ne peut utiliser l'analyse avec tous les éléments, calculs de coûts et autres unités qu'aux fins pour lequel il a été accordé au contrat.

Le client n'est autorisé à transmettre les documents à des tiers, un autre type d'utilisation ou à modifier ou raccourcir le texte qu'avec le consentement de BWKI.

Dans tous les cas, la publication de l'expertise nécessite le consentement de BWKI. Les reproductions ne sont obligées qu'à des fins d'utilisation.

1.3.) Urheberrechtsschutz

Der Gutachter behält an den von ihm erbrachten Leistungen das Urheberrecht.

Der Auftraggeber darf die Analyse mit allen Aufstellungen, Kostenberechnungen und sonstigen Einheiten nur für den Zweck verwenden, für den dieser vereinbarungsgemäß bestimmt ist.

Eine Weitergabe des Gutachtens an Dritte, eine andere Art der Verwendung oder eine Textänderung oder -kürzung ist dem Auftraggeber nur mit Einwilligung des Auftragnehmers gestattet.

Eine Veröffentlichung des Gutachtens bedarf in jedem Fall der Einwilligung des Gutachters. Vervielfältigungen sind nur im Rahmen des Verwendungszwecks ausgestattet.

2. Description de la machinerie de scène existante

Le Grand Théâtre de Genève (GTG) est équipé d'une scène complète avec une machinerie de scène supérieure et inférieure hydrauliques. La surface de la scène principale est d'environ 533m², l'arrière-scène d'environ 188m², la scène latérale droite d'environ 158m² et la scène latérale gauche d'environ 128m².

Dans la tour scénique, quatre galeries de service et d'éclairage sont attachés aux murs latéraux à gauche et à droite. Les galeries de service sont reliées à l'arrière par des galeries au lointain. En face elles sont reliées au-dessus du pont du cadre de scène à la hauteur de la 3ème et 4ème galerie.

Les données techniques des installations de scène sont résumées dans un tableau séparé. Par la suite, les installations sont décrites sous une forme courte.

2.1 L'histoire des rénovations du Grand Théâtre de Genève

Depuis sa reconstruction après l'incendie de 1951, le bâtiment et ses installations techniques, dont la plupart datent de l'année de la réouverture 1962, n'ont pas été rénovés substantiellement.

L'usure des cylindres des grands vérins de scène et le resserrement des normes et règles de sécurité ont rendu nécessaire la rénovation de la machinerie scénique après 20 ans d'utilisation. Fin 1984, le Bureau de Biste et Gerling fut chargé par la Ville de Genève de préparer une expertise. La route a été longue, de l'avis d'un expert à la réalisation d'une rénovation. Entre-temps, en 1993, les cylindres des ponts furent rénovés et rechromés par Giovanola Frère S.A.

Politiquement, le projet n'a été réalisable qu'en 1993 et a finalement été approuvé au parlement de la ville en 1994. La planification détaillée définitive a été effectuée par le bureau Gerling et Arendt et s'est concentrée exclusivement sur la machinerie supérieure.

En 199, une fondation privée basée à Genève a soutenu le financement de la rénovation des espaces publics (foyers) où les rideaux et les tapis ont été remplacés en premier lieu. Les sièges furent revêtus de velours rouge, le plancher en bois de la scène et de la fosse de l'orchestre ont été renouvelés.

En 1998, la machinerie supérieure a été renouvelée pour 16 millions de CHF. L'hydraulique a été favorisée comme un système d'entraînement dès le début, comme le théâtre avait déjà une station hydraulique. De même, le coût de la consommation d'électricité nécessaire pour y arriver est plus économique avec ce système. Surtout les prix pour les valeurs maximales sont très élevés à Genève.

En 2006, la rénovation d'une partie de la station de pression de la machinerie inférieure et le plancher de scène a été réalisée. En mai 2014, le conseil municipal a approuvé la rénovation partielle du Grand Théâtre, nécessitant une fermeture. Le bâtiment fut rénové de 2016 à 2018 et une structure de remplacement en bois, baptisée « Opéra des Nations » fut installée sur la place des Nations. Les travaux ont été achevés en janvier 2019. Les rénovations les plus récentes comprenaient des espaces publics, des bureaux et des salles de répétition. D'abord et avant tout, le bâtiment a été entièrement rénové pour améliorer les systèmes électriques, de ventilation et de chauffage ainsi que les installations sanitaires. Dans le cadre de crédit, cependant, il n'a pas été possible d'inclure la salle et, en particulier, la rénovation des chaises dans le cadre du crédit de rénovation du théâtre. De plus, ces travaux n'ont pas été priorisés car la sécurité n'était pas en risque. La machinerie de scène ne faisait pas non plus partie des travaux de rénovation, car il n'aurait pas été possible de la réaliser en parallèle pour des raisons budgétaires et logistiques. Ces travaux auraient considérablement prolongé la durée de la fermeture, ce qui aurait entraîné des coûts d'exploitation supplémentaires.

2.) Anlagenbeschreibung

Das Grand Théâtre de Genève (GTG) ist mit einer Vollbühne mit hydraulisch angetriebener Ober- und Untermaschinerie ausgestattet.

Die Hauptbühnenfläche beträgt ca. 533m², die Hinterbühne ca. 188m², die rechte Seitenbühne ca. 158m² und die linke Seitenbühne ca. 128m².

Im Bühnenturm sind links und rechts vier Arbeits- und Beleuchtungsgalerien an den Seitenwänden eingerichtet. Die Arbeitsgalerien sind an der Bühnenrückwand mittels Rückwandstege verbunden und über der Portalbrücke sind auf Höhe der 3. – 4. Galerie ebenfalls Verbindungsstege eingebaut.

Die technischen Daten der Anlagen haben wir in einer separaten Tabelle zusammengeführt. Hier wird die Anlage in Kurzform textlich beschrieben.

2.1.) Historie der Sanierungen des Grand Théâtre de Genève

Seit seiner Rekonstruktion nach dem Brand von 1951 wurden das Gebäude und seine technischen Einrichtungen, die größtenteils aus dem Wiedereröffnungsjahr 1962 stammen, nicht wesentlich renoviert.

Der Verschleiß der Podienzylinder und die Verschärfung der sicherheitstechnischen Anforderungen machten nach 20 Jahren Nutzung eine Renovierung der Maschinerie notwendig. Ende 1984 wurde das Büro Biste und Gerling von der Stadt Genf mit der Erstellung eines Gutachtens beauftragt. Es war ein langer Weg vom Gutachten bis zur Realisierung einer Renovierung. In der Zwischenzeit wurden 1993 die Podienzylinder von der Firma Giovanola Frère SA saniert und neu verchromt.

Politisch war das Projekt erst 1993 durchsetzbar und wurde 1994 endgültig im Stadtparlament verabschiedet. Die definitive Detailplanung hat das unterdessen umfirmierte Büro Gerling und Arendt erstellt und konzentrierte sich ausschließlich auf die Obermaschinerie.

1997 unterstützte eine Genfer Privatstiftung die Finanzierung der Renovierung der öffentlichen Räume (Foyers), bei der in erster Linie Vorhänge und Teppiche ersetzt wurden. Die Sitze wurden mit rotem Samt verkleidet, der Holzboden der Bühne und des Orchestergrabens wurden erneuert.

Im Jahre 1998 wurde die komplette Bühnenobermaschinerie für 16 Millionen CHF erneuert. Als Antriebssystem wurde von Anfang an die Hydraulik favorisiert, da das Theater bereits über eine Hydraulikstation verfügte. Ebenso sind die Kosten für den zur Anfahrt notwendigen Spitzenverbrauch der Elektrizität in Genf sehr hoch.

Im Jahr 2006 wurde die Teilsanierung der Untermaschinerie (nur Teile der Druckstation) sowie des Bühnenbodens durchgeführt.

Im Mai 2014 stimmte der Stadtrat der Teilsanierung des Großen Theaters mit Interimslösung in Form einer Ausweichspielstätte für die Schließzeit zu, einem Theater aus Holz, genannt „Le Théâtre des Nations“. Die Arbeiten wurden von 2016 bis 2018 durchgeführt und wurden im Januar 2019 abgeschlossen. Zu diesen aktuellsten Renovierungsarbeiten gehörten öffentliche Räume, Büros und Proberäume. In erster Linie wurde das Gebäude für Elektro-, Lüftungs- und Heizungsanlagen sowie sanitäre Anlagen komplett renoviert und saniert. Im Rahmen des Sanierungskredits war es nicht möglich, den Saal und insbesondere die Renovierung der Stühle dessen einzubeziehen. Darüber hinaus wurde diese Arbeit nicht als Priorität betrachtet, da die Sicherheit nicht beeinträchtigt war. Die Bühnentechnik war ebenso nicht Teil der Renovierungsarbeiten, da es kostentechnisch und logistisch nicht möglich gewesen wäre, diese parallel auszuführen. Diese Arbeiten hätten die Dauer der Schließung erheblich verlängert, was zu weiteren betrieblichen Mehrkosten geführt hätte.

Pour ces raisons, les travaux liés à la technologie de scène ont été exclus de la demande de crédit PR1063. Il a été clairement défini qu'il s'agissait d'une rénovation partielle du bâtiment.

Le conseil d'administration de la Fondation du Grand Théâtre de Genève souligne fortement que la machinerie de scène est en panne et doit être complètement rénové après 20 ans d'utilisation. Les trois années d'inactivité et la pollution par la poussière du chantier ont accéléré la détérioration de la commande. Afin d'assurer un fonctionnement fiable et durable des installations scéniques pour des productions d'opéra, elles doivent être rénovées d'urgence.

2.2 Machinerie supérieure

Le cadre de scène se compose d'un pont d'éclairage élevable et abaissable et de 2 tours latéralement mouvantes qui peuvent être manœuvrés pour ouvrir et réduire l'ouverture du cadre de scène.

Entre le cadre de scène technique et le mur du portail sont installés, de l'avant vers l'arrière, le rideau de fer, une porteuse pour une gaze, un rideau de jeu (rideau principal), un rideau acoustique et un rideau de couverture.

Au cours du renouvellement de la machinerie supérieure, le rideau principal a été équipé avec les entraînements d'ouverture des types suivants : allemand, grec, italien et français. Seul le levage et l'abaissement allemand (hydraulique) a vraiment été utilisé, et les autres types d'entraînement ont été arrêtés en raison de difficultés qui ne sont pas connues de l'expert. Les entraînements et les armoires de contrôle correspondantes sont toujours disponibles.

Au-dessus de la scène il y a 49 porteuses de 20m de longueur avec un distance de 22cm entre elles. Chaque porteuse porte 1 tonne. En outre, il y a 3 porteuses de 500 kg sur chaque scène latérale.

En outre, il y a un total de 60 ponctuelles de 250 kg au-dessus de la scène principale et 2x3 250kg ponctuelles sur les scènes latérales. Réparti sur l'ensemble de la scène principale, il y a 4 herses. Les cadres des herses sont divisés en trois parties.

Dans le système d'entraînement de la machinerie de la scène supérieure, les fluides hydrauliques consistent d'une huile minérale (HLP46).

Une trappe de désenfumage hydraulique est également disponible au-dessus de la scène comme équipement de sécurité.

En outre, il y a deux treuils mobiles pour les applications spécifiques à la mise en scène, qui sont également intégrés dans le système de contrôle Bosch Rexroth (Signet «SO » sur l'écran de pupitre).

2.3 Machinerie inférieure

Les 6 ponts de scène de 17 m de largeur sont contrôlés hydrauliquement par deux cylindres télescopiques chacun et peuvent être levés à +2,00 m ou abaissés à -9,725 m. Le verrouillage est possible tous les 25cm et est réalisé par des cylindres hydrauliques horizontaux.

Derrière les ponts se trouve un lift à toile de 17 m de large, à travers lequel les toiles peuvent être apportées dans une étagère fixe souterraine. L'ascenseur est conduit par deux entraînements hydrauliques (2 cylindres différentiels) et dispose de verrous hydrauliques.

L'ascenseur est entouré d'un pont en cadre, le soi-disant châssis. Il s'agit d'un périmètre de l'ascenseur, qui doit être abaissé pour laisser traverser le couvercle (dorsale) de l'arrière. Le châssis représente donc un podium d'équilibrage. Le châssis est piloté par 2 cylindres hydrauliques réglés (4 unités de cylindres différentiels, chaque primaire et secondaire combiné) et dispose de 4 verrous hydrauliques.

Aus diesen Gründen wurden Arbeiten im Zusammenhang mit der Bühnentechnik vom PR1063-Kredit Antrag ausgeschlossen. Es wurde klar definiert, dass es sich um eine Teilsanierung des Gebäudes handelte. Der GTG-Stiftungsrat (Grand Théâtre de Genève) weist dringend darauf hin, dass die Bühnenmaschinerie ausfällt und nach 20 Jahren Einsatz gründlich repariert werden muss. Die drei Jahre Inaktivität und Staubbelastung der Arbeiten haben die Verschlechterung der Steuerungstechnik beschleunigt. Um einen zuverlässigen und nachhaltigen Betrieb der Bühnenanlagen für Opernproduktionen zu gewährleisten soll diese dringend saniert werden.

2.2.) Obermaschinerie

Das technische Beleuchtungsportal besteht aus einer heb- und senkbaren Beleuchtungsbrücke und 2 horizontal verfahrbaren Portaltürmen.

Zwischen der Portalanlage und der Portalwand sind von vorne nach hinten betrachtet der Eiserne Vorhang, ein Schleiervorhang, ein Spielvorhang (Hauptvorhang), ein Schallvorhang und ein Abdeckvorhang untergebracht.

Der Hauptvorhang wurde im Zuge der Erneuerung der Obermaschinerie mit Antrieben der folgenden Öffnungsarten versehen: Deutsch, Griechisch, Italienisch und Französisch. Sehr bald hingegen wurde nur noch das deutsche Anheben und Senken hydraulisch im Betrieb umgesetzt und die anderen Antriebsarten aufgrund von Schwierigkeiten, die dem Gutachter nicht näher bekannt sind, stillgelegt. Die entsprechenden Antriebe und Steuerschränke sind weiterhin vorhanden.

Über der Spielfläche befinden sich 49 Prospektzüge von 20m Länge und untereinander 22cm Abstand. Jede Zugstange trägt 1 Tonne. Zusätzlich gibt es auf den Seitenbühnen jeweils 3 Stück 500kg-Prospektzüge.

Dazu gibt es insgesamt 60 Stück 250kg-Punktzüge über der Hauptbühne und 2x3 Stück 250kg-Punktzüge auf den Seitenbühnen.

Über die ganze Spielfläche verteilt gibt es 4 Beleuchterobergestelle. Die Gestelle sind jeweils dreigeteilt.

Im Antriebssystem der Bühnenobermaschinerie sind die hydraulischen Fluide ein Mineralöl (HLP46).

Als sicherheitstechnische Einrichtungen ist desweiteren eine hydraulisch angetriebene Rauchhaube über der Bühne vorhanden.

Zusätzlich gibt es zwei freie, mobile Winden für inszenierungsspezifische Einsätze, welche ebenso in die Bosch-Rexroth-Steuerung eingebunden sind (SO-Signet auf Pult).

2.3.) Untermaschinerie

Die sechs Stück 17m breiten Hubpodien werden hydraulisch über je zwei Teleskop-Plungerzylinder geregelt und können auf +2,00m angehoben bzw. -9,725m abgesenkt werden. Die Verriegelung ist alle 25cm möglich und wird ebenfalls über jeweils 4 Stück horizontale hydraulische Zylinder ausgeführt.

Hinter den Podien befindet sich ein 17m breiter Lift, über den Prospekte in ein unterirdisches festes Regal gebracht werden können. Der Lift wird über zwei geregelte Hydraulikantriebe (2 Stück Differential-Zylinder) angetrieben und hat 2 hydraulische Riegel.

Der Lift wird von einem Rahmenpodium, das sogenannte Chassis umgeben. Es handelt sich hierbei um eine Umfassung des Liftes, der zur Überfahrt des Hinterbühnendeckels abgesenkt werden muss. Das Chassis ist also ein Ausgleichspodium. Das Chassis wird über 2 geregelte Hydraulikzylinder angetrieben (4 Stück Differential-Zylinder, jeweils primär und sekundär kombiniert) und hat 4 hydraulische Riegel.



Les poulies de renvoi des ponctuels
Die Umlenkrollen der Punktzüge

Les trois ponts d'orchestre sont équipés des cylindres hydrauliques, dans le cas du podium d'orchestre 1 avec des cylindres télescopiques.

Dans le système d'entraînement des ponts de scène, du lift à toile, du châssis et des ponts d'orchestre, les fluides hydrauliques consistent d'un mélange d'eau et glycol (THIC total, liquide HFC).

Le lift à toile, le châssis et les ponts de scène peuvent être couverts par un chariot dorsal de 10m de profondeur et 17m de large. Cela est également possible quand les ponts de scène sont en bas, car le couvercle a son propre système de rail. En raison de sa profondeur de 10m, le couvercle ne peut couvrir qu'une partie des ponts de scène, mais la position est possible en option jusqu'à la face. Ce couvercle a 2 entraînements électriques réglés.

En général, il n'y a pas de protection contre l'écrasement des pieds entre les ponts, pas de protection contre la chute, pas de supervision automatique des portes d'accès aux dessous. Le transport des personnes est donc actuellement dangereux et la direction technique du théâtre doit effectuer une analyse des risques pour améliorer la sécurité par les mesures organisationnelles.

Les verrous

Il s'agit de verrous à ressort, entraînés hydrauliquement. Les verrous eux-mêmes se constituent l'entraînement hydraulique et les joints sont extrêmement chargés lorsque le tampon se pose.

La conception selon laquelle les forces de verrouillage verticales agissent en même temps sur l'entraînement du vérin horizontal est problématique et a souvent entraîné des fuites par le passé. La fuite d'huile a irrité les capteurs inertiels. Un échange des cylindres, comme cela a été fait récemment par Bosch Rexroth, ne change pas le problème originaire.



Cotes de verrouillage des ponts : tous les 25cm/ Riegelmaß der Podien alle 25cm

Die drei Orchesterpodien werden mittels einfacher bzw. im Falle von Orchesterpodium 1 mit Teleskopzylinder hydraulisch gehoben und gesenkt.

Im Antriebssystem der Bühnenpodien, Prospektlift, Chassis und Orchesterpodien sind die hydraulischen Fluide ein Wasser-Glykol-Gemisch (Total THIC, HFC-Flüssigkeit).

Der Prospektlift, das Chassis und die Bühnenpodien können mit einem 10m tiefen und 17m breiten Deckel überfahren werden. Dies ist auch möglich, wenn die Bühnenpodien abgesenkt sind, da der Deckel ein eigenes Schienensystem hat. Der Deckel kann durch seine 10m Tiefe jedoch nur einen Teil der gesamten Bühnenpodien überdecken, die Position ist jedoch wahlweise bis ganz vorne möglich. Dieser Deckel besitzt 2 geregelte Elektroantriebe.

Es sind in der Untermaschinerie generell keine Scherkantensicherungen, keine Absturzsicherungen und keine Zugangstürverriegelungen vorhanden. Der Personentransport ist derzeit somit gefährlich, und deshalb sollte der Betreiber für die organisatorische Risikominderung eine Gefährdungsanalyse erstellen.

Riegelantriebe

Es handelt sich um federgespannte, hydraulisch verfahrbare Riegel, wobei der Riegel bereits der hydraulische Antrieb ist und die Dichtungen beim Absetzen der Podiums-konstruktion stark belastet werden.

Die Konzeption, dass vertikale Riegelkräfte gleichzeitig auf den horizontalen Zylinderantrieb wirken, ist problematisch und führte in der Vergangenheit immer wieder zu Leckagen. Ausfließendes Öl hat inertielle Sensoren irritiert. Ein Tausch der Antriebe, wie er neulich von Bosch Rexroth vorgenommen wurde, ändert das eigentliche Problem nicht.



Lift à toile baissé / Prospektlift abgesenkt

Commande

La machinerie inférieure et la machine supérieure sont intégrées dans un système Bosch Rexroth en termes de technologie de contrôle. Il s'agit du système de contrôle « SYB 2000 » de l'année 1998.

La configuration du contrôle informatique comprend :

- Ordinateur d'exploitation non axé sur la sécurité
- Calculateurs de levier de conduite redondants
- Suivi de groupe
- Calculateurs redondants des axes
- Circuits de sécurité

Il y a assez de pupitres et boîtiers de branchement. Le système de contrôle n'a pas été renouvelé depuis 1998.

Les systèmes de contrôle de la machinerie supérieur et inférieur sont séparés localement mais communiquent comme un système entier. Les installations de distribution de la commande du cintre sont séparées à gauche et à droite dans la tour de scène. La répartition et conçu dans la manière pair et impair ce qui concerne les numéros des perches.

Station de pression

La pression de fonctionnement de la machinerie supérieure est de 170 à 200 bars max. Le fluide est l'huile minérale HLP46.

La pression de fonctionnement de la sous-machine est de 70 bars. Le fluide est Total THIC (liquide HFC).



Pompes de la station de pression de la machinerie supérieure / Pumpen der Druckstation der Obermaschinerie

Steuerung

Sowohl die Untermaschinerie wie auch die Obermaschinerie sind steuerungstechnisch in eine Anlage von Bosch Rexroth eingebunden. Es handelt sich um die Steuerung „SYB 2000“ aus dem Jahre 1998.

Die Konfiguration der Rechnersteuerung beinhaltet:

- Nicht sicherheitsgerichteten Bedienrechner
- Redundante Fahrhebelrechner
- Gruppenüberwachung
- Redundante Achsrechner
- Sicherheitsstromkreise

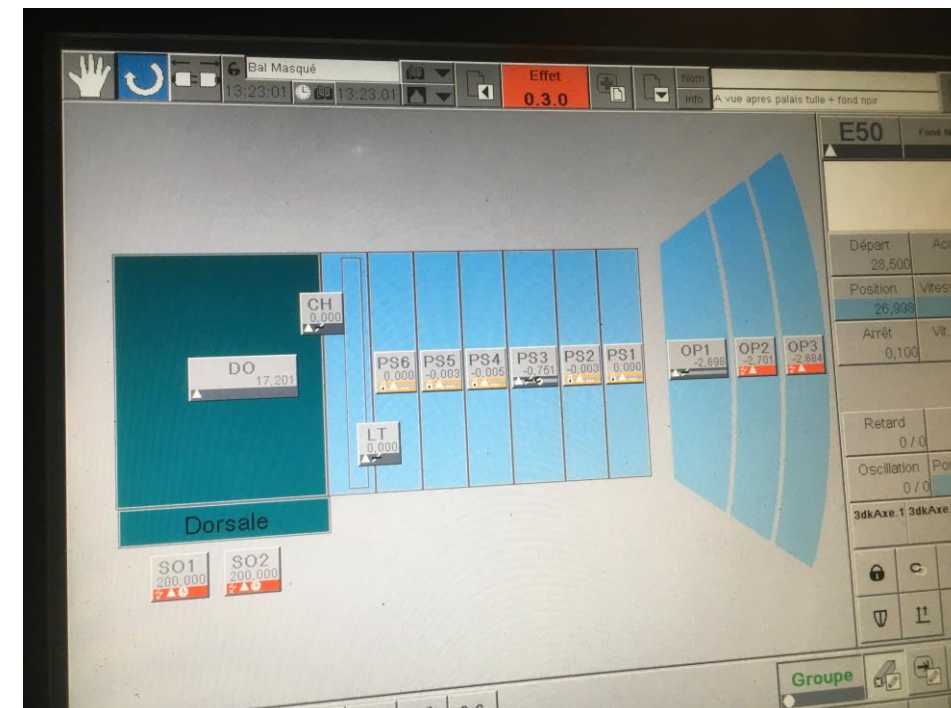
Es sind genügend Pulte und Steckstellen vorhanden. Die Steuerung wurde seit 1998 nicht erneuert.

Die Steuerungsanlagen der Ober- und Untermaschinerie sind örtlich getrennt. Ebenso sind die Schaltanlagen der geraden und ungeraden Prospekt- bzw. Punktzüge getrennt (links und rechts im Bühnenturm) aufgestellt.

Druckstation

Der Betriebsdruck der Obermaschinerie liegt bei 170 bar min. und 200 bar max. Das Betriebsmedium ist Mineralöl HLP46.

Der Betriebsdruck der Untermaschinerie liegt bei 70 bar. Das Betriebsmedium ist Total THIC (HFC Flüssigkeit).



Ecran du pupitre de la commande/ Anzeige auf dem Steuerpult

3. Analyse des installations

Comme base pour nos propositions de réparation, les sujets suivants concernant la machinerie de scène ont été considérés :

- Durée de vie
- Simultanéité et disponibilité
- Sécurité
- Economie

3.1 Durée de vie des installations

La considération de la longévité d'une telle installation se réfère surtout à la sécurité du mécanisme d'entraînement et les composantes de sécurité de la commande.

Selon les normes pertinentes, 400 heures de fonctionnement sont supposées pour la conception du moteur. Selon l'utilisation et la charge des moteurs, cela peut signifier une durée de vie de 20 à 30 ans.

L'expérience des commandes électroniques montre une durée de vie beaucoup plus courte, car les problèmes d'approvisionnement des pièces de rechange exigent souvent que les systèmes de contrôle soient remplacés après 12 à 15 ans.

Dans le cas des installations effectuées en 1997/98 et 2006, cela signifie que, par rapport à l'éventuelle achèvement de la mesure de remise à neuf de la machinerie de scène en 2024, l'âge de ces installations sera déjà à 18 resp. 27 ans.

Certains des systèmes de la machinerie inférieure ont été mis en place en 1962. Ici, la durée de vie sera déjà plus de 62 ans en 2024.

Les pièces de rechange des composants électroniques des entreprises sont généralement garanties pour un maximum de 10 ans.

Les systèmes mécaniques et les structures en acier de la machinerie supérieure de l'Opéra de Genève sont en bon état et sont régulièrement entretenus par le théâtre.

Les travaux de maintenance, qui ne peuvent être effectués que par les entreprises d'installateurs ou une entreprise spécialisée, n'ont pas été effectués dans le passé. Ce n'est que l'année dernière, après la rénovation 2016-2019, que Bosch Rexroth a été impliqué dans divers problèmes avec la commande.

En raison du manque de travaux d'entretien ou de mises à jour par une entreprise spécialisée, des engrènements sont maintenant nécessaires pour assurer la disponibilité sécuritaire et obligatoire.

Cela concerne l'ensemble de la machinerie d'inférieure.

L'examen d'un expert du TÜV aura lieu en 1998 et 2006 dans le cadre de la construction des nouvelles installations.

- **1998 : Test de réception** de la machinerie de scène supérieure, de la station de pression hydraulique et de la commande électronique et hydraulique.
- **2006 : Test de réception** du contrôle électronique et hydraulique de la machinerie inférieure.

3.) Analyse der Anlagen

Als Grundlage unserer Instandsetzungsvorschläge werden folgende grundsätzlichen Betrachtungen der Anlagen zu folgenden Themen vorausgeschickt:

- Lebensdauer
- Gleichzeitigkeit und Verfügbarkeit
- Sicherheit
- Wirtschaftlichkeit

3.1.) Lebensdauer der Anlagen

Die Lebensdauerbetrachtung bezieht sich im Wesentlichen auf die Sicherheit des Triebwerks und der Sicherheitskomponenten der Steuerung.

Laut der einschlägigen Normen werden für die Bemessung des Triebwerks 400 Betriebsstunden angenommen. Je nach Einsatz und Belastung der Triebwerke kann das eine Lebensdauer von 20 bis 30 Jahren bedeuten.

Erfahrungen mit elektronischen Steuerungen zeigen eine deutlich kürzere Lebensdauer, da durch Ersatzteilbeschaffungsprobleme die Steuerungen oft schon nach 12 bis 15 Jahren ausgewechselt werden müssen.

Bei den 1997/98 und 2006 installierten Anlagen bedeutet dies, bezogen auf eine mögliche Fertigstellung der Sanierungsmaßnahme bis im Jahr 2024, dass die Standzeit der Anlagen 18 bzw. 27 Jahre beträgt.

Ein Teil der Untermaschinerie-Anlagen wurden 1962 eingerichtet. Hier beträgt die Standzeit bis zur Sanierung bereits über 62 Jahre.

Die Ersatzteilverhaltung der Elektronikkomponenten der Firmen wird in der Regel mit max. 10 Jahren gewährleistet.

Die mechanischen Anlagen und Stahlkonstruktionen der Obermaschinerie in der Oper Genf befinden sich in einem guten Zustand und werden regelmäßig durch das Theater gewartet.

Wartungsarbeiten, die nur durch die Herstellerfirmen bzw. eine Fachfirma realisiert werden können, wurden in der Vergangenheit nicht durchgeführt. Erst in dem letzten Jahr nach der Eröffnung nach der Sanierung 2016 bis 2018 wurde die Firma Bosch Rexroth bei diversen Problemen mit den Anlagen herangezogen.

Auf Grund der fehlenden Wartungsarbeiten bzw. -aktualisierungen durch eine Fachfirma sind jetzt Leistungen zum Gewährleisten der sicheren, zwingenden Anlagenverfügbarkeit erforderlich.

Das trifft für die gesamte Untermaschinerie zu.

Die letzte Sachverständigenprüfung erfolgt im Jahr 1998 und 2006 im Zuge der Errichtung der jeweils neu errichteten Anlagen.

- **1998: Vor-, Bau- und Abnahmeprüfung** der Obermaschinerie, der hydraulischen Druckstation der Obermaschinerie, der elektronischen und hydraulischen Steuerung der Obermaschinerie.
- **2006: Vor-, Bau- und Abnahmeprüfung** der elektronischen und hydraulischen Steuerung der Untermaschinerie.

En ce qui concerne les pompes de pression de la machinerie inférieure et supérieure et les cylindres télescopiques d'entraînement des dessous il n'existent pas de documents de réception d'un bureau de vérification.

Pour les ordinateurs de la commande de la génération 1998 et 2006, jusqu'à 70 platines ont été commandés chez Bosch Rexroth après les travaux de 2016-2019. Cela indique la nécessité d'un remplacement complet de la commande.

Le goulot d'étranglement dans l'achat de pièces de rechange signifie déjà qu'en cas d'accident, une réparation ne peut plus être effectuée dans les délais requis ou même pas du tout. Par exemple, 10 porteuses ont déjà été mis hors service parce qu'aucune pièce de rechange n'est disponible pour la commande électronique. Chez Bosch Rexroth, le savoir-faire de cette ancienne technologie informatique est enfin lentement perdu à cause du changement générationnel. Par exemple, les pièces de rechange essentielles suivantes ne sont plus disponibles :

- Pupitre de contrôle SC - SYB 2000
- Ordinateurs de contrôle des axes
- Les cartes de contrôle des données ne sont plus disponibles

Du point de vue de l'expert, les messages d'erreur du système de contrôle décrits par l'opéra dans le passé récent sont graves et risquent un arrêt d'un spectacle. Ils ont déjà causé des perturbations et des échecs en répétition mas surtout de spectacles, en particulier dans un changement de scène.

L'opéra a déjà fait le premier pas. D'une part, Bosch Rexroth a été invité à soumettre une offre de modernisation du contrôle électrohydraulique de la machine supérieure et du contrôle électronique des machines supérieures et inférieures, ainsi qu'un contrat d'un service de maintenance régulier.

En outre, un accord sur l'intervention à distance a été conclu avec Bosch Rexroth.

Dans le cas des ponts d'orchestre, qui datent également de 1962, il convient de noter que de nouveaux cylindres télescopiques synchroniques ont été installés sous le pont de d'orchestre 1. Ce changement est déjà prévu pour les deux autres ponts d'orchestre.



Sous les ponts d'orchestre / Unter den Orchesterpodien

Bezüglich der Druckpumpen der Unter- und Obermaschinerie und der Teleskopzylinderantriebe liegen dem Gutachter keine Abnahmedokumente eines Sachverständigen vor.

Für die elektronische Steuerung aus dem Jahr 1998 und 2006 wurden nach der Inbetriebnahme der Anlage mit den letzten Sanierungsmaßnahmen (2016-2019) bis zu 70 Platinen bei Bosch Rexroth nachbestellt. Dies deutet auf einen längst fälligen Kompletttausch der Steuerung hin.

Der Engpass der Ersatzteilbeschaffung führt bereits jetzt dazu, dass im Störfall eine Reparatur in der geforderten Zeit bzw. generell nicht mehr durchgeführt werden kann. So wurden bereits jetzt 10 Prospektzugwinden außer Betrieb genommen, weil keine Ersatzteile für die elektronische Steuerung verfügbar sind. Bei Bosch Rexroth geht das Knowhow zu dieser alten Rechnertechnik durch den Generationenwechsel endgültig verloren. So sind zum Beispiel die wesentlichen erforderlichen Ersatzteile bereits nicht mehr erhältlich:

- Bedienpult SC - SYB 2000
- Achsrechner BLE
- Daten-Control-Karten sind nicht mehr verfügbar

Die von der Oper geschilderten Fehlermeldungen der Steuerung in der jüngeren Vergangenheit sind aus Sicht des Gutachters gravierend und vorstellungsgefährdend. Sie führten bereits zu Störungen und Ausfällen im Proben- und vor allem im Spielbetrieb bei Szenenwechseln.

Es wurde durch die Oper bereits der erste Schritt unternommen. So wurde zum einen die Firma Bosch Rexroth zur Abgabe eines Angebots zur Modernisierung der elektrohydraulischen Steuerung der Obermaschinerie und der elektronischen Steuerung der Ober- und Untermaschinerie aufgefordert und gleichfalls ein Service- Wartungsvertrag abgeschlossen.

Zusätzlich wurde eine Vereinbarung betreffend akute Intervention per Ferneingriff mit Bosch Rexroth vereinbart.

Bei den Orchesterpodien, die ebenfalls aus dem Jahr 1962 stammen, ist zu vermerken, dass bereits beim Orchesterpodium 1 neue Gleichlauf-Teleskopzylinder eingebaut wurden. Für die beiden weiteren Orchesterpodien ist dieser Wechsel bereits angedacht.

3.2 Simultanéité et disponibilité

La puissance de la station de pression pour la machinerie supérieure est conçue selon mode d'emploi pour l'exploitation simultanée d'un ensemble de 18 porteuses chargés de 1.000 kg à la vitesse max. de 1,50 m/s avec deux opérations de levage complètes.

Avec une réduction de vitesse le nombre des entraînements qui peuvent être manœuvrés en même temps peut être augmenté.

Après une telle opération extrême, les unités de pompe installées prennent environ 180 secondes pour remplir la cuve de stockage à nouveau. Une extension du système de génération de pression n'est pas nécessaire pour le fonctionnement de la machinerie supérieure, puisque toutes les exigences actuelles et futures peuvent être réalisées.

La station de pression de la machinerie inférieure assure les paramètres de conduite actuellement requis des systèmes de podium de levage dans le système existant.

La station de pression de la machinerie inférieure se compose de 4 cuves de 3.000 litres fournies par le pompage de pression. Avec le brut disponible de 12.000 litres moins de 2 opérations de levage, y compris les mouvements vers le bas, sont à réaliser. Aucune puissance du stockage n'est requise pour la descente.

Notre calcul supplémentaire avec les chiffres Rexroth des documents schématiques a révélé : Taux de débit moyen par podium d'environ 1.400 litres x 6 podiums = 8.400 litres.

Si la mémoire est complètement vide, il faut attendre environ 35 minutes pour que la mémoire soit à nouveau mise sous pression suffisante. (Note : Voir aussi les données techniques sur la station d'impression UM du rapport de M. A. Forissier du 3.7.2018.)



Grandes cuves de la machinerie inférieure/
Große Speicher der Untermaschinerie

3.2.) Gleichzeitigkeit und Verfügbarkeit

Die Leistung der Druckstation für die Anlagen der Obermaschinerie ist laut Bedienungsanleitung Druckstation für den gleichzeitigen Betrieb von 18 Prospektzügen mit 1.000kg bei v_{\max} 1,50m/s und jeweils zwei vollständigen Hubvorgängen ausgelegt.

Bei Geschwindigkeitsreduzierungen bedeutet dies, dass sich die Anzahl der gleichzeitig zu verfahrenen Antriebe entsprechend erweitern lässt.

Nach dieser extremen Leistungsentnahme benötigen die installierten Pumpeneinheiten ca. 180 Sekunden, um die Speicher wieder zu füllen. Eine Erweiterung der Druck-erzeugungsanlage ist für den Betrieb der Obermaschinerie nicht erforderlich, da alle derzeitigen und zukünftigen Anforderungen realisiert werden können.

Durch die Druckstation der Untermaschinerie werden die derzeit geforderten Fahrparameter der Hubpodien-Anlagen im Bestand sichergestellt.

Die Druckstation-Untermaschinerie besteht aus 4 Stück 3.000-Liter-Speicher, die durch Druckpumpen versorgt werden. Mit den brutto zur Verfügung stehenden 12.000 Litern stehen weniger als 2 Hubvorgänge inkl. Abwärtsbewegungen zur Verfügung. Für Abwärtsfahrt ist keine Leistung aus dem Speicher erforderlich.

Unsere überschlägige Nachberechnung mit den Rexroth-Zahlen aus den Schaltplan-Unterlagen ergab: Mittlere Durchflussmenge je Podium ca. 1.400 Liter x 6 Podien = 8.400 Liter.

Sind die Speicher komplett leer, muss etwa 35 Minuten gewartet werden, bis die Speicher wieder ausreichend unter Druck gesetzt sind. (Hinweis: Siehe auch die technischen Daten über die Druckstation UM aus dem Bericht von Herrn A. Forissier vom 3.7.2018.)

BWKI suppose que le nouveau contrôle de la station de pression construite en 2018 n'a pas modifié les performances de remplissage et de déchargement du stockage. Les documents techniques n'étaient pas à la disposition de l'expert.

Selon les expériences des dernières années, les conditions d'exploitation et la simultanéité des deux stations de pression sont suffisantes au Grand Théâtre. Dans le cas d'une réparation de la machinerie inférieure, le système de génération de pression doit être repensé. Dans le cadre du projet préliminaire, la fusion des deux installations doit être examinée pour optimiser la consommation d'énergie.

Par exemple, un renoncement aux cylindres télescopiques pourrait atteindre une efficacité énergétique significative. La pression doit être réduite pour les trois premières étapes du cylindre télescopique. Motif : Le dernier - petit - stade d'un cylindre télescopique existant nécessite un débit de 377 L/min et la pression de fonctionnement élevée requise. Avec un coup d'environ 12m et une vitesse de 0,2 m/s, ce sont environ 750 litres. À l'heure actuelle, il faut en moyenne 1.400 litres par podium. Ici, un potentiel d'économie de près de 50% est possible.

3.3 Sécurité

Comme nous l'avons déjà décrit, l'achat de pièces de rechange pose déjà d'importants problèmes, ce qui peut avoir un impact sur la sécurité opérationnelle de la machinerie et les spectacles.

En vertu de la législation actuelle, l'arrêt de surcharge doit être assuré lorsque 1,2 fois la charge utile maximale est atteinte. La réponse de l'arrêt de la surcharge doit être indiquée au machiniste.

L'arrêt de la surcharge est actuellement effectué dans la machinerie inférieure par des vannes limitant la pression et dans la machine supérieure par des boulons de mesure de charge, sans que cela soit indiqué au machiniste. Cette forme d'arrêt de surcharge n'est plus permise et ne répond pas aux critères de sécurité requis aujourd'hui.

La surcharge ou la charge de décoration elle-même au cintre, y compris les entraînements utilisés simultanément et la charge d'interférence, par exemple en cas de panne de courant, doivent être absorbées par la structure du toit. Il n'y a aucune preuve de cela. Des réparations statiques ou des limitations des charges utiles et des vitesses peuvent être nécessaires. Une évaluation et une détermination par champ entre les poutres est nécessaire et à intégrer dans la commande.

Le contrôle informatique commun de la machine supérieure est conçu selon la catégorie AK 5 et répondait aux exigences de sécurité en vigueur au moment de la construction.

Selon le manuel suisse de sécurité, le contrôle doit être défini conformément à l'EN 61508 et le niveau d'intégrité de la sécurité (SIL) doit être déterminé. Pour une utilisation au GTG, cela signifie que la commande de la machinerie de scène doit se conformer au niveau d'intégrité de sécurité 3 (SIL 3).

Cette exigence n'est pas remplie par le système de contrôle Bosch-Rexroth SYB 2000 existant pour la machinerie supérieure et inférieure. Ceci est une raison pour agir en plus à part du problème de l'achat de pièces de rechange et de la susceptibilité aux interférences.

La position et l'efficacité des freins conformément au SIL 3 doivent être vérifiées pour tous les entraînements de la machine supérieure et inférieure. Dans le cas des entraînements hydrauliques, cela doit se faire au moyen de commutateurs de pression doublement conçus et d'un programme de contrôle. Cela n'a pas encore été pris en compte dans le système de commande électrohydraulique actuellement installé et est obligatoire pour la rénovation.

Die Gutachter gehen davon aus, dass durch die neue Steuerung der Druckstation, Baujahr 2018, die Speicherfüll- und Entlade-Leistung nicht verändert wurde. Technische Unterlagen standen dem Gutachter nicht zur Verfügung.

Die Einsatzbedingungen bzw. Gleichzeitigkeit beider Druckerzeugungsanlagen sind nach den Erkenntnissen der vergangenen Jahre in der Oper auskömmlich. Bei einer Instandsetzung der Untermaschinerie ist die Druckerzeugungsanlage neu zu konzipieren. Im Rahmen des Vorprojektes ist der Zusammenschluss beider Anlagen zu prüfen und energetisch zu optimieren.

So könnte durch einen Verzicht auf Teleskopzylinder eine erhebliche Energieeffizienz erreicht werden. Bei den ersten drei Stufen des Teleskopzylinders muss Druck reduziert werden. Begründung: Die letzte – kleine – Stufe eines vorhandenen Teleskopzylinders benötigt eine Durchflussmenge von 377l/min und den erforderlichen hohen Betriebsdruck. Bei einem Hub von ca. 12m und einer Geschwindigkeit von 0,2m/s sind das ca. 750 Liter. Derzeitig wird im Mittel je Podium ca. 1.400 Liter benötigt. Hier ist ein Einsparungspotential von fast 50% möglich.

3.3.) Sicherheit

Wie zuvor beschrieben, bestehen bereits jetzt wesentliche Probleme bei der Ersatzteilbeschaffung, die sich auf die Betriebssicherheit der Anlage auswirken können.

Nach den derzeit geltenden Rechtsvorschriften ist eine Überlastabschaltung bei Erreichen der 1,2-fachen max. Nutzlast zu gewährleisten und das Ansprechen der Überlastabschaltung muss dem Bediener angezeigt werden.

Die Überlastabschaltung wird derzeit bei der Untermaschinerie in der Oper über Druckbegrenzungsventile und bei der Obermaschinerie durch Lastmessbolzen realisiert, ohne dass dem Betreiber dies angezeigt wird. Diese Form der Überlastabschaltung ist wie ausgeführt nicht mehr zulässig und erfüllt nicht die heute geforderten Sicherheitskriterien.

Die Überlast bzw. die Dekorationsbelastung an sich, inklusive der gleichzeitig genutzten Antriebe und der Störlastung z.B. bei Netzausfall, muss durch das Dachtragwerk aufgenommen werden. Ein diesbezüglicher Nachweis liegt nicht vor. Ggf. sind statische Nachbesserungen oder Begrenzungen der Nutzlasten und Geschwindigkeiten erforderlich. Eine Auswertung und Bestimmung je Binderfeld ist erforderlich und in die Steuerung zu integrieren.

Die gemeinsame Rechnersteuerung der Obermaschinerie ist als AK 5 Steuerung ausgeführt und erfüllte zum Zeitpunkt der Errichtung die damals gültigen Sicherheitsanforderungen.

Gemäß dem Schweizer Sicherheitshandbuch ist die Steuerung gemäß der EN 61508 zu definieren und der Sicherheitsintegritätslevel (SIL) zu bestimmen. Für den Einsatz in der Oper bedeutet dies, dass die Steuerung den Sicherheitsintegritätslevel 3 (SIL 3) entsprechen muss.

Diese Forderung wird durch die vorhandene Steuerung Bosch-Rexroth SYB 2000 bei der Ober- und Untermaschinerie nicht erfüllt. Hier besteht somit zusätzlich zum bereits erwähnten Problem der Ersatzteilbeschaffung und Störanfälligkeit akuter Handlungsbedarf.

Bei allen Antrieben der Ober- und Untermaschinerie ist die Stellung bzw. Wirksamkeit der Bremsen gemäß SIL 3 zu kontrollieren. Bei den hydraulischen Antrieben muss dies über doppelt ausgeführte Druckschalter und einem Prüfprogramm der Steuerung ausgeführt werden. In der derzeit installierten elektro-hydraulischen Steuerung wurde dies noch nicht berücksichtigt und ist zwingend nachzurüsten.

Extrait du manuel de l'opérateur des ponts :

6.1 Bords d'écrasement des pieds au pont de scène

Entre les podiums individuels, des bords de cisaillement non sécurisés apparaissent dans le cas de mouvements opposés. De la même manière, il y a des bords de cisaillement non sécurisés aux entrées latérales des ponts aux différents niveaux.

Des mesures organisationnelles appropriées doivent être prises pour éviter que des personnes ne soient exposés aux dangers pendant l'opération.

6.2 Danger d'écrasement sous les podiums

Entre l'étage inférieur des podiums et le sol du bâtiment, il y a un risque d'écrasement dès le pont se baisse entièrement. Pendant que les ponts se bougent, personne n'est autorisé à rester sous les podiums.

6.3 Dangers de dommages matériels sur le podium

Si les positions les plus basses sont approchées avec le pont de scène, il peut arriver que la chaîne du cylindre converge défavorablement sous le pont. Dans ce cas, la pile de chaîne bloque le chemin du podium, ce qui peut entraîner des dommages au podium et à la chaîne. Dans ce cas, la chaîne doit être retirée par des moyens appropriés.

Lorsque le pont est de nouveau soulevé des positions les plus basses, le guide télescopique doit être maintenu sur le sol jusqu'à ce qu'il soit entièrement étendu à nouveau. Dans le cas contraire, le podium ne sera pas bien géré et les dommages qui en résulteront pourraient en résulter.

On peut voir de nombreux dangers de tranchement et d'écrasement sur tous les podiums de scène, sur le podium de l'orchestre et sur le lift à toile, y compris le châssis. Il n'y a actuellement aucun dispositif de protection installé, comme des protections contre les chutes, des barrières, des murs de protection, des bandes de contact de sécurité, des barrières lumineuses, etc. Déjà au cours de la réception en 2006, l'expert, M. Dieter Jacob (TÜV Süd) décrit :

"Il n'y a pas de protections contre les bords de cisaillement, la chute, et accès non-contrôlés aux portes ! Il est à souligner que sans ces surveillances conformément à la réglementation allemande les transports des personnes sont interdits. Si le transport de personnes est effectué, l'utilisateur est responsable de la minimiser des risques au niveau organisation sur la base d'une analyse de risques."

Depuis là (2006), la situation entière n'a pas changé.

Aucune documentation de calcul n'est disponible pour les cylindres hydrauliques de la machinerie inférieure, surtout des grands ponts de la scène. Les cylindres de levage sont de cylindres télescopiques sans amortissement de la position de fin.

Auszug aus dem Bediener-Handbuch der Podienanlage:

6.1 Scherkanten an Bühnenpodien

Zwischen den einzelnen Bühnenpodien entstehen bei gegensinnigen Relativbewegungen ungesicherte Scherkanten. Genauso entstehen ungesicherte Scherkanten an den Zugängen zu den Bühnenpodien von den verschiedenen Galerien aus.

Es müssen geeignete organisatorische Maßnahmen getroffen werden, um eine Gefährdung von Personen während des Betriebs auszuschließen.

6.2 Quetschgefahren unter Podien

Zwischen dem unteren Stock der Podien und dem Gebäudeboden besteht bei Podienbewegung Quetschgefahr. Während die Bühnenpodien fahren, darf sich keine Person unter den Podien aufhalten.

6.3 Gefahren von Sachschäden am Podium

Wenn mit dem Bühnenpodium die untersten Positionen angefahren werden, kann es vorkommen, dass sich die Kette des Zylinders ungünstig unter dem Podium zusammenlegt. In diesem Fall blockiert der Kettenstapel den Fahrweg des Podiums, was zu Schäden an Podium und Kette führen kann. Die Kette muss in diesem Fall mit geeigneten Mitteln zur Seite gezogen werden.

Wenn das Podium aus den untersten Positionen wieder Richtung Heben gefahren wird, muss die Teleskopführung solange in der Raste am Boden festgehalten werden, bis sie wieder komplett ausgefahren ist. Andernfalls wird das Podium nicht richtig geführt, und es könnten daraus resultierende Schäden entstehen.

Bei allen Bühnenpodien, den Orchesterpodien und dem Prospektpodium einschließlich des Chassis sind umfangreiche Scher- und Quetschgefahren zu verzeichnen. Es sind derzeit keinerlei Schutzeinrichtungen wie Absturzsicherungen, Absperrungen, Schutzwände, Sicherheitskontaktleisten, Lichtschranken etc. installiert. Bereits im Rahmen der Sachverständigenabnahme 2006 wurde vom Sachverständigen, Herrn Dieter Jacob (TÜV Süd), folgendes festgehalten:

„Es sind keine Verriegelungen - Scherkantensicherungen, Absturzsicherungen und Zugangstür - vorhanden! Es wird darauf hingewiesen, dass ohne diese Überwachungen nach deutschem Regelwerk Personentransporte verboten sind. Wird Personentransport durchgeführt, ist der Betreiber für die organisatorische Risikominimierung anhand einer Gefährdungsanalyse verantwortlich.“

Seit diesem Zeitpunkt (2006) hat sich an der gesamten Situation nichts geändert.

Für die ausgeführten Hydraulikzylinder in der Untermaschinerie, hier insbesondere für die Hubpodien, liegen keinerlei Berechnungs-Unterlagen vor. Es handelt sich bei den Hubzylindern um einfache Teleskopzylinder ohne Endlagendämpfung.

Les documents dont dispose BWKI indiquent que ces problèmes sont vieux ou devaient être évités dans le passé.

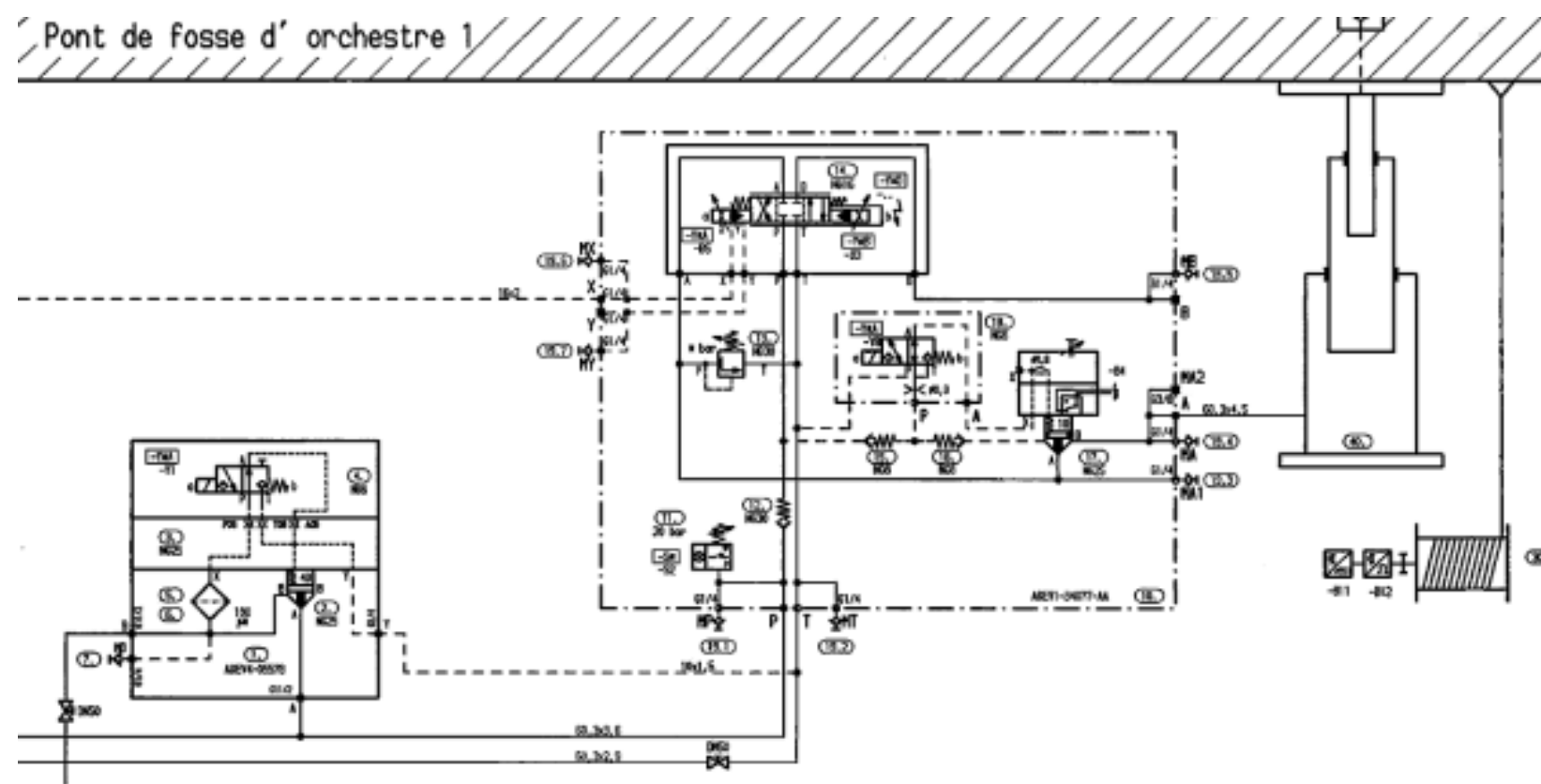
1. Dès 1971, les cylindres télescopiques étaient équipés d'un total de 3 x 4 chaînes, ce qui empêche l'usure pendant le choc d'arrêt entre les segments télescopiques individuels et le cylindre télescopique. Ces chaînes ne sont pas guidées et un accrochage dans l'opération est possible à tout moment (dans le passé déjà arrivé à plusieurs reprises).
2. Les cylindres ont été chromatisés en 1993. La raison de cette mesure était des signes d'usure et de rouille.
3. Il est nécessaire de vérifier si on peut continuer d'utiliser les cylindres installés en 1962. Toutes les preuves de sécurité opérationnelle requises sont manquantes. Du point de vue de l'auteur du rapport il n'existe pas un expert ou d'expert qui puisse fournir ces éléments de preuve et qui serait donc en faveur de faire une propre réception. L'effort ne serait pas raisonnable ce qui favorise un remplacement des installations.

Dans le cas des entrainements des ponts d'orchestre, la commande hydraulique n'a pas les possibilités de contrôle par des informations d'erreurs et il manque le deuxième chemin d'arrêt respectivement le deuxième frein requis. Au cours de l'année de construction, la soupape proportionnelle était encore considérée comme une deuxième voie d'arrêt. Dans les normes d'aujourd'hui et les règlements d'approbation, la sécurité est crucial et demande l'installation d'un deuxième frein même pour les vieilles installations.

Die dem Gutachter vorliegenden Unterlagen weisen darauf hin, dass bereits in der Vergangenheit diese Probleme im Betrieb zu verzeichnen waren bzw. verhindert werden sollten.

1. So wurden die Teleskop-Zylinder bereits 1971 mit insgesamt 3 x 4 Ketten ausgerüstet, die den harten verschleißbehafteten Anschlag beim Ausfahren der einzelnen Teleskopsegmente auf dem Teleskopzylinder verhindern. Diese Ketten werden nicht geführt, und ein Verhaken im Betrieb ist jederzeit möglich (in der Vergangenheit bereits mehrfach geschehen).
2. Die Zylinder wurden 1993 chromatisiert. Der Grund für diese Maßnahme waren Verschleißerscheinungen (Riefenbildung) und Rosterscheinungen.
3. Es ist zu prüfen, ob die bereits 1962 installierten Zylinder weiter Anwendung finden können. Es fehlen hier sämtliche geforderten Nachweise über die Betriebssicherheit. Aus Sicht des Erstellers des Gutachtens gibt es keinen Gutachter bzw. Sachverständigen, der diese Nachweise führen kann und somit den weiteren Einsatz befürworten würde. Andererseits ist hier ein Aufwand erforderlich, welcher den Neubau inkl. Gewährleistung befürwortet.

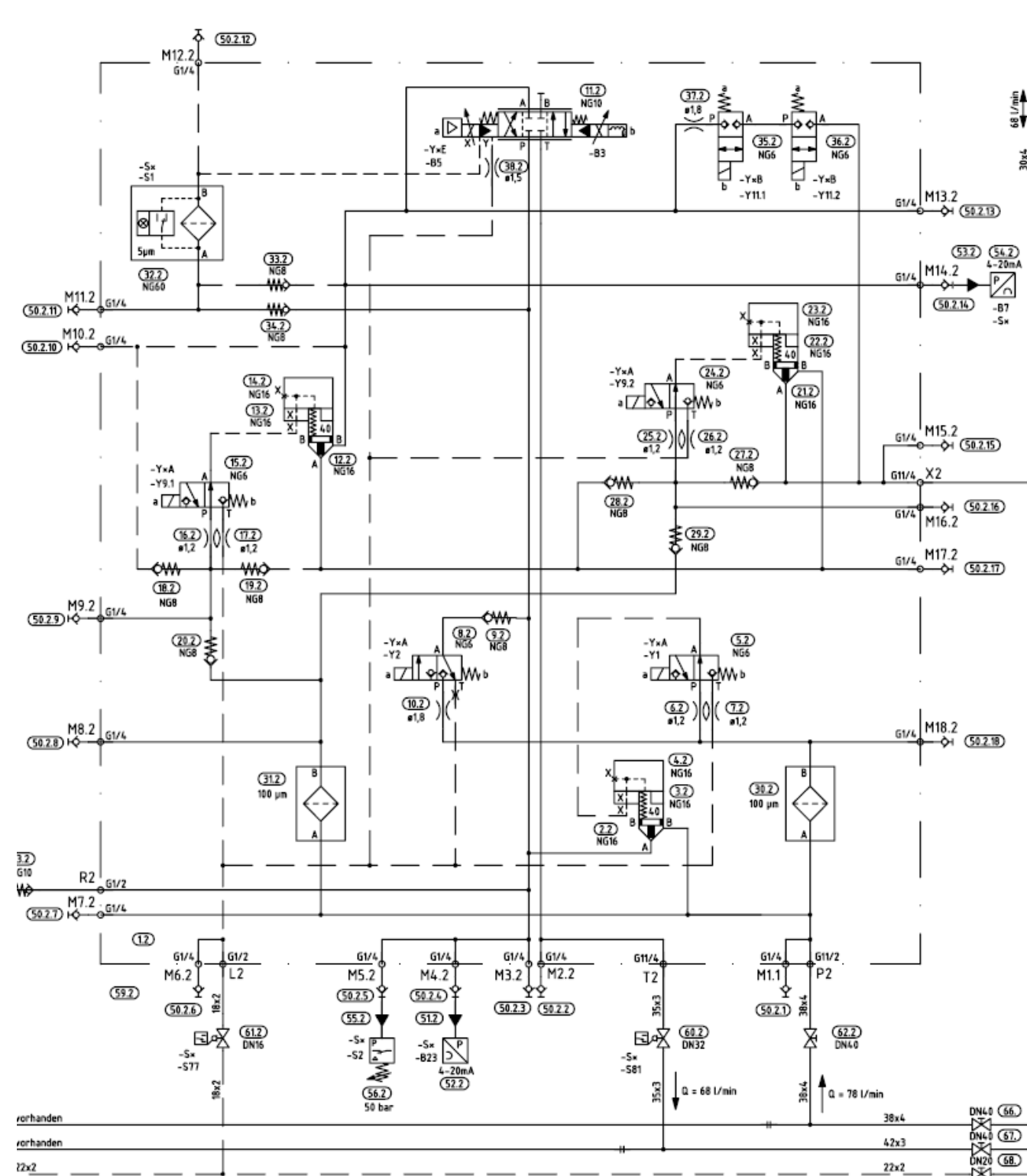
Bei den Antrieben der Orchester-Podien fehlen bei der hydraulischen Steuerung die Prüfungsmöglichkeiten über Rückmeldungen sowie der zweite Abschaltweg bzw. die geforderte zweite Bremse. Im Errichtungsjahr galt das Proportionalventil noch als zweiter Abschaltweg. In den heutigen Normen und den Zulassungsvorschriften gilt Sicherheit vor Bestandsschutz und damit die Forderung nach dem Einbau einer zweiten Bremse



Extrait schéma hydraulique pont de fosse d'orchestre 1 / Auszug hydraulischer Schaltplan Orchesterpodium 1

Deux chemins d'arrêt ont été réalisés sur le lift à toile. Des ajustements appropriés sont nécessaires pour la rétroaction dans le cadre SIL 3 (safety integrity level 3).

Beim Prospektlager-Podium wurden zwei Abschaltwege realisiert. Für die geforderten SIL 3-Rückmeldungen sind entsprechende Anpassungen notwendig



Extrait schéma de circuit hydraulique lift à toile

Auszug Hydraulikschaltplan Prospektlift

3.4 Évaluation de la rentabilité

À l'avenir, il y aura à cause de l'âge une augmentation de fréquence des opérations de réparation nécessaires des installations.

Les conséquences sont les suivantes :

- Les coûts des pièces de rechange augmenteront
- L'approvisionnement en composants électroniques deviendra encore plus difficile au fil des ans, certains composants ne sont déjà plus disponibles
- La compatibilité des composants électroniques individuels ne peut être achevée que par une augmentation des coûts d'approvisionnement.
(Pas possible avec les ordinateurs des axes déjà aujourd'hui)
- Le système d'exploitation est basé sur des versions logicielles obsolètes
- Temps d'arrêt plus long des systèmes défectueux en raison de l'augmentation des délais d'approvisionnement de diverses pièces de rechange
- Pour divers composants, des productions individuelles peuvent être très coûteuses

Pour les raisons de disponibilité et de sécurité ainsi que pour des raisons des coûts, il est urgent d'agir pour le renouvellement du système de la commande électronique.

Les systèmes mécaniques de la machinerie supérieure peuvent essentiellement être réutilisés. Une diagnose d'un treuil à Lohr donnera donc les informations plus précises car certains moteurs ont les problèmes de bruit et de fuite. Toutefois, les mesures nécessaires à la production de l'exécution conforme à la loi, telles que la surveillance de la charge, les doses de mesure de la pression et la surveillance du 2ème frein, doivent être mises en œuvre.

Les systèmes mécaniques de la machinerie inférieure ne peuvent être réutilisés que dans une mesure limitée. Des mesures essentielles doivent être prises pour assurer la sécurité opérationnelle nécessaire. Comme déjà mentionné, il n'est pas question de renouveler le système d'entraînement sur les ponts de scène (cylindres).

Il convient de noter que les constructions du châssis sont très douces et la flèche sous charge maximale trop grande (>20mm). Cela s'applique également à la construction du couvercle avec une flèche hypothétique sous charge maximale de >17mm. La flèche maximale autorisée ne doit pas dépasser 10 mm

La mise en état du système de scène de levage est une tâche majeure et nécessite le changement des entraînements de levage.

- Nouveaux cylindres télescopiques avec une synchronisation des éléments télescopiques, ne peuvent pas être utilisés, puisque leurs dimensions ne permettent pas l'installation dans les tuyaux de puits existants.
- Il est recommandé de mettre en place un système d'entraînement de corde. Les entraînements linéaires hydrauliques ou rotatifs hydrauliques peuvent être utilisés.

3.4.) Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Es wird zukünftig ein Anstieg der Häufigkeit für notwendige Reparatursätze der einzelnen Anlagen zu verzeichnen sein.

Konsequenzen daraus sind:

- Kosten für Ersatzteile werden wachsen
- Beschaffung von elektronischen Komponenten wird sich in den Jahren weiter erschweren, teilweise sind Bauteile bereits jetzt nicht mehr erhältlich
- Kompatibilität der einzelnen elektronischen Bauteile ist nur noch durch erhöhte Beschaffungskosten zu erreichen.
(Bei den Achsrechnern ist dies schon jetzt nicht möglich)
- Betriebssystem beruht auf veralteten Softwareversionen
- Längere Ausfallzeiten defekter Anlagen durch die erhöhten Beschaffungszeiten diverser Ersatzteile
- Für diverse Komponenten können zukünftig sehr teure Einzelanfertigungen erforderlich werden

Für die Erneuerung der elektronischen Steuerung besteht neben der Verfügbarkeit und der Sicherheit sowie aus Gründen der Kostensicherheit und -ersparnis akuter Handlungsbedarf.

Die mechanischen Anlagen der Obermaschinerie können im Wesentlichen weiterverwendet werden. Genauere Hinweise wird jedoch erst die Diagnose einer Winde auf dem Prüfstand in Lohr geben, weil einige Winden Störgeräusche und Leckagen zeigen. Es sind jedoch die erforderlichen Maßnahmen zur Herstellung der gesetzeskonformen Ausführung wie Lastüberwachung, Druckmessdosen und Überwachung der 2. Bremse zu realisieren.

Die mechanischen Anlagen der Untermaschinerie können nur bedingt aus dem Bestand übernommen werden. Es sind wesentliche Maßnahmen zur Herstellung der erforderlichen Betriebssicherheit zu gewährleisten. Wie bereits geschrieben, steht eine Erneuerung des Antriebssystems bei den Hubpodien außer Frage.

Festzustellen ist, dass die Konstruktionen des Chassis sehr weich ist und sich unter Belastung stark durchbiegt (>20mm). Das gilt ebenfalls für die Deckel-Konstruktion mit einer Durchbiegung von >17mm bei maximaler Voll-Last. Die maximal zulässige Durchbiegung darf 10mm nicht überschreiten.

Die Instandsetzung der Bühnenhubpodien-Anlage ist eine große Aufgabe und bedingt den Wechsel der Hubantriebe.

- Neue Teleskopzylinder, in der Bauform als Gleichgangzylinder, können nicht zur Anwendung kommen, da deren Abmessungen den Einbau in die vorhandenen Brunnenrohre nicht zulassen.
- Es wird empfohlen, ein Seilantriebssystem einzurichten. Dabei können sowohl hydraulische Linearantriebe als auch hydraulische Rotationsantriebe Anwendung finden.

Les dispositifs de sécurité manquants pour la protection personnelle exigent des installations complexes pour les protections de bord de cisaillement, les protections de chute et la porte d'accès avec des serrures, etc. Les ajustements nécessaires sont longs et coûteux lors de la mise en œuvre de mesures sur place.

Ici vous pouvez installer des constructions préfabriquées de ponts. Des constructions définies de façon statique peuvent être installées. Les risques de coût pour un inventaire des constructions existantes et leur calcul, si nécessaire des renforts ne sont pas nécessaires pour cela. Il s'agit d'une limitation de risque qui serait très difficile à calculer en avance.

Les ponts préfabriqués sont un concept de système coordonné avec des guides, du verrouillage. Ainsi, il existe des interfaces claires dans l'union de l'ancien et du nouveau.

Ce faisant, les conditions préalables aux possibilités exigées aujourd'hui de l'opération de jeu artistique peuvent être améliorées. En particulier, des vitesses et des charges utiles plus élevées sont réalisables.

Le remplacement de la construction des ponts de scène est la mesure la plus économique, malgré les coûts de production présumés plus élevés par rapport aux travaux locaux d'adaptation de l'heure et des matériaux.

3.5 Généralités

Les coûts d'entretien des systèmes hydrauliques et mécaniques de la machinerie supérieures et inférieures sont plus élevés par rapport aux systèmes électriques. Il s'agit de coûts d'échange de composants individuels (p. ex. tuyaux de pression, filtres, etc.), des contrôles extérieurs de cuves, etc., qui entraîne une augmentation financière supplémentaire des coûts d'exploitation. D'autre part, l'électricité est chère dans la zone étroite, comme dans l'année de construction.

Un changement général de l'entraînements sur la machinerie supérieure à un système électriques signifierait un temps et un coût considérables déraisonnables et irresponsables.



Treuil d'une porteuse de scène au cintre
Prospektzugwinde über Schnürbodenebene

Die fehlenden Sicherheitseinrichtungen für den Personenschutz erfordern aufwendige Installationen für Scherkantensicherungen, Absturzsicherungen und Zugangstür mit Verriegelungen etc. Die notwendigen Anpassungen sind bei einer Durchführung von Vor-Ort-Maßnahmen zeit- und kostenintensiv.

Hier bietet sich der Einbau von vorgefertigten Podiumskonstruktionen an. Es können statisch bestimmte Konstruktionen eingerichtet werden. Kostenrisiken für eine Bestandsaufnahme der vorhandenen Konstruktionen und deren Berechnung, ggfs. Verstärkungen sind dafür nicht notwendig. Dies ist eine Begrenzung eines nur mit hohem Aufwand zu kalkulierendem Risiko.

Vorgefertigte Anlagenteile sind ein aufeinander abgestimmtes Anlagenkonzept mit Führungen, Riegelstützen und Podium. Somit sind eindeutige Schnittstellen bei der Vereinigung von Alt und Neu gegeben.

Dabei können die Voraussetzungen für die heute geforderten Möglichkeiten aus dem künstlerischen Spielbetrieb verbessert werden. Insbesondere sind höhere Geschwindigkeiten und Nutzlasten realisierbar.

Ein Ersatz der Bühnenhubpodien-Konstruktion stellt trotz der vermuteten höheren Herstellungskosten gegenüber dem örtlichen zeitlichen und materiellen Anpassungsarbeiten die wirtschaftlichste Maßnahme dar.

3.5.) Allgemeines

Die Wartungskosten von hydraulisch-mechanischen Anlagen sind gegenüber vergleichbaren elektrischen Anlagen höher. Das sind Kosten für den Tausch von Einzelkomponenten (z.B. Druckschläuche, Filter etc.), die Prüfung der Druckbehälter usw. führt zu einem finanziellen Mehraufwand der Betriebskosten. Andererseits ist elektrische Energie in dem eng bebauten Gebiet - wie im Errichtungsjahr - teuer.

Eine generelle Umstellung bei der Obermaschinerie auf elektrische Antriebe würde einen unzumutbaren und nicht zu verantwortenden erheblichen Zeit- und Kostenaufwand bedeuten.

4. Conception de la remise en état

Afin de mettre les systèmes des machines des étages supérieur et inférieur dans un état économique et sûr pour l'avenir, le renouvellement complet du système de commande électronique existant, l'adaptation des machines d'entraînement existantes des machines supérieures et la remise en état des machines complètes inférieures doivent être considérés comme une priorité.

Les mesures suivantes sont proposées dans l'ordre de la machinerie supérieure, machinerie inférieure et la station de pression.

4.1 Machinerie supérieure

Au cintre, les entraînements hydrauliques y compris la commande hydraulique, ainsi que l'ensemble du système mécanique, du tambour à câble jusqu'à la perche, sont à conserver.

Les mesurages analogiques de la pression au niveau de la charge, la surveillance des freins, la surveillance du courant des vannes ou des dispositifs équivalents doivent être inclus dans le circuit logique ou dans l'évaluation de la certification SIL 3.

Le mesurage de charge est ajusté et contrôlé en conséquence sur max. 120% de la charge nominale. Un équipement de mesurage de charge vérifiable selon SIL 3 sera réalisé, y compris les renforcements de mesurage de charge requis, inclus dans le circuit de la commande. Le dispositif de mesurage de charge existant sur la machine doit être démonté.

Les systèmes sont exécutés de manière que la charge suspendue réelle soit affichée au panneau de commande. Il peut être exclu, si besoin, par la définition de champs une surcharge de la structure du support de toit.

Certains treuils des perches ont actuellement une fuite d'huile indéfinissable et un bruit de l'intérieur de la machine. Ici, le démontage et la vérification d'un treuil défectueux est proposé. Le treuil peut être testé et testé sur un banc d'essai à Lohr. À partir des connaissances acquises, les mesures nécessaires peuvent être déduites et les mesures à prendre peuvent être proposées. Ainsi, les dépenses nécessaires pour les temps de montage et de rénovation sont considérablement optimisées.

Il est également possible de faire des constatations et des conclusions pour les treuils de ponctuelles. En outre, voici les 66 poulie de renvoi pivotant qui guident le câble dans la direction désirée sont à remettre en état. Cela inclut le remplacement de tous les roulements à billes des bras de rotation.

Les poutres mobiles des ponctuels de la scène servent à entraîner la dernière poulie du ponctuel à la position souhaitée. Au nombre de 77 (45 au Gril + 32 en plafond des coulisses et de l'arrière-scène), elles pèsent 100kg chacune, sont déplaçables manuellement par roulement et sont bloquées en position par serrage. Le serrage n'est pas suffisamment dimensionné pour la charge.

Il est urgent de sécuriser les poutres coulissantes, car ils représentent un danger de chute. Le changement fonctionnel de l'assurance de la position, sont en train d'être réalisés par le GTG.

Il est nécessaire d'examiner et d'appliquer les normes de sécurité d'accès au pont d'éclairage pour la sécurité des employés à l'aide d'un système de verrouillage des portes en fonction des différentes positions du pont.

4.) Konzept der Instandsetzung

Um die Anlagen der Bühnenober- und Bühnenuntermaschinerie in einen für die weitere Zukunft wirtschaftlichen und sicheren Zustand zu versetzen, ist letztendlich die komplette Erneuerung der vorhandenen elektronischen Steuerung, die Anpassung der vorhandenen Antriebstechniken der Obermaschinerie und die Instandsetzung der kompletten Untermaschinerie als vordringlich anzusehen.

Es wird Nachfolgendes, geordnet nach Bühnenobermaschinerie, Bühnenuntermaschinerie, Bühnensteuerung und Druckstation, vorgeschlagen.

4.1.) Bühnenobermaschinerie

Bei der Obermaschinerie bleiben die kompletten hydraulischen Windenantriebe inkl. der hydraulischen Steuerung sowie das gesamte mechanische System von der Seiltrommel bis zur Laststange erhalten.

Analoge lastseitige Druckmessungen, die Überwachung der Bremsen, die Überwachung der Ventil-Spulenströme oder gleichwertige Einrichtungen sind in den Regelkreis bzw. in die Auswertung zur SIL 3-Zertifizierung einzubeziehen.

Die Lastmessung wird entsprechend auf max. 120% der Nennlast eingestellt und überprüft. Ebenso werden testbare Lastmesseinrichtungen gemäß SIL 3 einschließlich der erforderlichen Lastmessverstärker realisiert und in die Regelreise der Steuerung einbezogen. Die vorhandene Lastmesseinrichtung an der Maschine ist zu demontieren.

Die Anlagen werden so ausgeführt, dass jeweils die tatsächlich eingehängte Last am Bedienpult angezeigt wird. Es kann so durch die Definition von Lastfeldern eine Überlastung des Dachtragwerks sicher ausgeschlossen werden.

Bei gewissen Prospektzugwinden sind derzeit undefinierbare Öl-Leckagen und Laufgeräusche zu verzeichnen. Hier wird der Ausbau und Überprüfung einer defekten Winde als zielführend angesehen. Die Winde kann auf einem Prüfstand in Lohr untersucht und getestet werden. Aus den gewonnenen Erkenntnissen lassen sich die erforderlichen Maßnahmen ableiten und das weitere Vorgehen vorbereitet werden. Somit werden die erforderlichen Aufwendungen für Montage- und Sanierungszeiten wesentlich optimiert.

Erkenntnisse und Rückschlüsse für die Punktzugwinden können ebenfalls getroffen werden. Zusätzlich sind hier die 66 Schwenkrollen, die für den variablen Seilverzug verantwortlich sind, mechanisch zu überholen. Dazu gehört der Wechsel sämtlicher Kugellager der Schwenkarme.

Die beweglichen Träger der oberen Punktzugumlenkrollen werden verwendet, um die letzte Rolle des Punktzuges zur Wunschposition zu fahren. Die 77 Stück (45 im Schnürboden, 32 über Neben Bühnen) wiegen jeweils 100kg, werden manuell durch Rollen bewegt und durch Klemmung in der Position blockiert. Die Klemmung ist für die Belastung nicht ausreichend dimensioniert.

Es ist dringend notwendig, die verschiebbaren Träger zu sichern, da sie eine Absturzgefahr darstellen. Die funktionelle Änderung der Lagesicherung wird bereits jetzt durch die Oper realisiert.

Es ist notwendig, die Sicherheitsstandards des Zugangs zur Portalbrücke für die Sicherheit der Mitarbeiter durch ein Verriegelungssystem der Türen entsprechend den verschiedenen Positionen der Portalbrücke zu untersuchen und durchzuführen.

L'entraînement du pont d'éclairage, en tant qu'entraînement à cylindres et câbles à renvoi multiple, sera conservé et les faits décrits ci-dessus pour les treuils des porteuses et pontuels doivent être pris en compte. Ici, des boulons de mesure de la charge doivent être installés dans les rouleaux collecteurs supérieurs. Le trajet du câble entre les rouleaux collecteurs supérieurs et les premiers rouleaux de renvoi à plusieurs nervures dépasse l'étendue autorisée de 4°. Il en résulte une forte usure des poulies individuelles. La distorsion du câble doit être optimisée et les poulies actuelles en plastique doivent être remplacées par des rouleaux en acier.

Le rideau principal est conçu avec une ouverture grecque, allemande, italienne et française et n'est plus fonctionnel, sauf comme rideau allemand. Les deux unités d'entraînement pour le « Ouvrage du centre vers les côtés » et « ouvrage remontant vers les côtés en drapé » doivent être remis en état. La fonction doit être garantie. Si nécessaire, cela nécessite l'échange complet de la construction en ciseaux. Cela aurait l'avantage que l'espace étroit de la zone des porteuses et du rideau d'avant-scène serait amélioré.

BWKI n'est pas entré dans le grill de l'avant-scène lors du tour de la maison, mais il résulte du rapport de Monsieur A. Forissier (Responsable bureau d'étude, GTG) qu'un renouvellement de cette zone est également nécessaire :

Avant la dernière rénovation, il y avait des points d'accrochage au plafond de la salle, qui étaient principalement utilisés pour les ponts lumières, d'écrans de projection ou de haut-parleurs, par exemple, accroché avec les treuils électrique à chaîne. Cet équipement est nécessaire pour les concerts et les événements spéciaux devant le proscenium ou devant le rideau de fer.

Ces points de levage ont dû être enlevés lors de la création du nouveau plafond de la salle. Il est nécessaire de repenser la possibilité de suspendre les éléments au-dessus de la fosse d'orchestre par le nouveau plafond décoratif de la salle. Pour cela il faut vérifier l'état statique et les conflits éventuels concernant les normes de sécurité. L'utilisation actuelle et improvisée du « faux cintre » est un travail délicat et dangereux en raison de l'accès restreint. L'installation d'un niveau de poutres au-dessus du plafond résoudra le problème. Les trous "décoratifs" dans le plafond sont existants. Selon le GTG, deux porteuses électriques avec les tambours de câble motorisés pour la lumière avec la structure de fixation correspondante doivent être installés.

Der Antrieb der Portalbrücke als mehrfach eingescherter Zylinderantrieb bleibt erhalten, und die oben für die Prospektzüge geschilderten Sachverhalte sind zu berücksichtigen. Hier sind Lastmessbolzen in den oberen Sammelrollen einzubauen. Der Seilverlauf zwischen den oberen Sammelrollen und den ersten mehrrolligen Umlenkrollen übersteigt das zulässige Maß von 4°. Somit ist hier ein starker Verschleiß an den einzelnen Seilrollen zu verzeichnen. Der Seilverzug ist zu optimieren, und die derzeitigen Umlenkrollen aus Kunststoff sind gegen Stahlrollen zu tauschen.

Der Hauptvorhang ist als Griechischer, Deutscher, Französischer und italienischer Vorhang ausgeführt und derzeit nicht mehr funktionsfähig, ausgenommen als Deutscher Vorhang. Es sind die beiden Antriebseinheiten für das „Teilen“ und „Raffen“ instand zu setzen. Die Funktion ist zu gewährleisten. Ggf. muss dazu die gesamte Scherenkonstruktion getauscht werden. Dies hätte zum Vorteil, dass die engen Platzverhältnisse in der Vorhanggasse entschärft würden.

Der Gutachter hat den Vorbühnenschnürboden nicht betreten während der Begehung, entnimmt aber dem Bericht von Herrn A. Forissier (Ingenieur, GTG), dass auch hier eine Erneuerung der Anlagen notwendig ist:

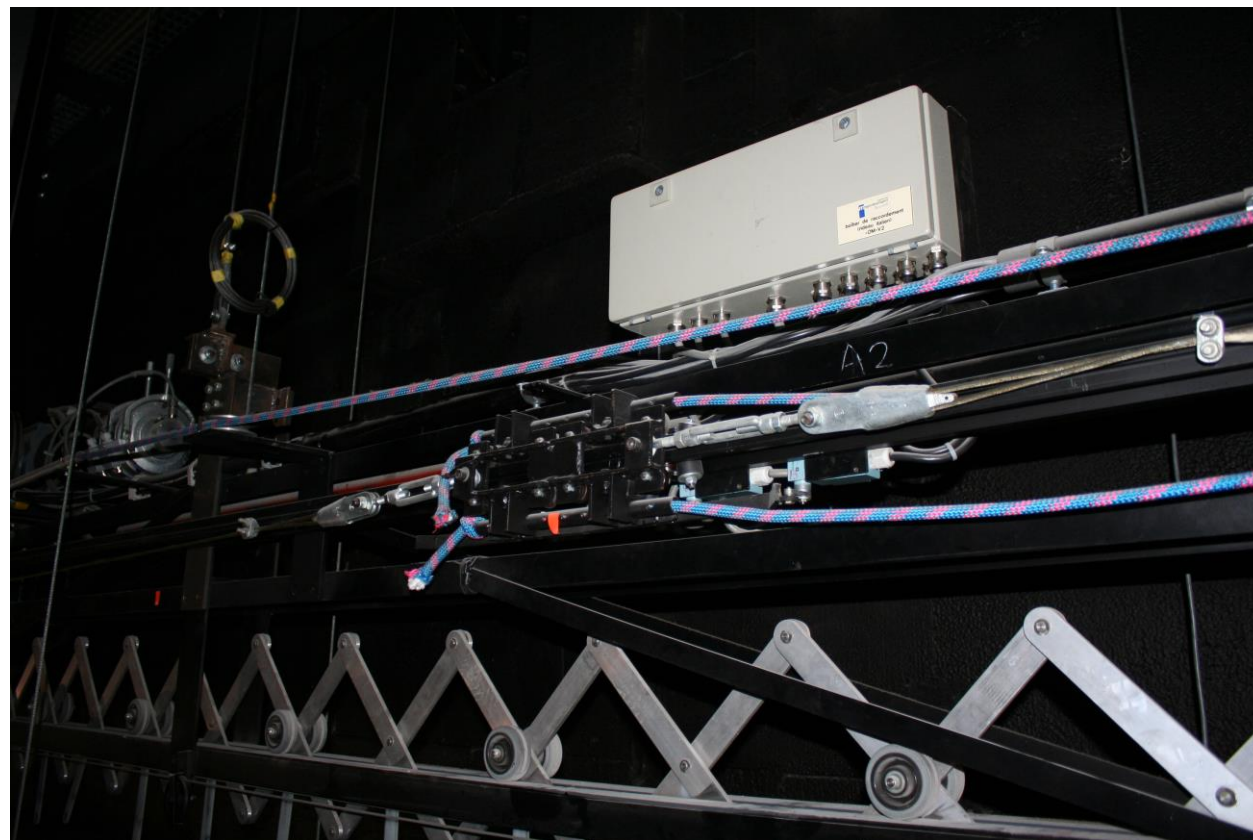
Vor der letzten Sanierung gab es Hängepunkte an der Decke des Saales, die vor allem dazu verwendet wurden, um mobile Lichttraversen, Projektionswände oder Lautsprecher z.B. mit Kettenzügen aufzuhängen. Diese Ausrüstung ist für Konzerte und besondere Veranstaltungen vor dem Proszenium oder vor dem Eisernen Vorhang notwendig.

Diese Punktzeuginrichtungen mussten entfallen, als die neue Saaldecke geschaffen wurde. Es ist notwendig, die Möglichkeit des Hängens über dem Orchestergraben durch die dekorative neue Decke des Saals neu zu planen, die Statik zu prüfen und etwaige Konflikte betreffend Sicherheitsstandards zu überprüfen. Die derzeitige, improvisierte Nutzung des „falschen Schnürbodens“ ist eine heikle und gefährliche Arbeit aufgrund des beengten Zugangs. Die Installation einer Trägerebene über der Decke wird die Situation lösen. Die „dekorativen“ Löcher in der Decke sind vorhanden. Es sollen gemäß GTG zwei elektromotorische Prospektzüge mit je einer Motorleitungstrommel für Signale der Beleuchtung mit der entsprechenden Verlagerungskonstruktion eingebaut werden.



Les mesures suivantes doivent être envisagées :

- Démontage et Remontage d'un moteur des porteuses pour une vérification par le fabricant
- • Assurer un alignement propre des câbles du pont lumière au cintre y compris le changement de poulie
- • Révision des paliers des roulettes pivotantes des ponctuelles
- • Réparation mécanique (étanchéité / bruit) de tous les entraînements des machines supérieures
- • Réparation de la commande électrohydraulique des unités d'entraînement des porteuses de la scène
- • Réparation de la commande électrohydraulique des unités d'entraînement des ponctuelles
- • Réparation de la commande électrohydraulique des unités d'entraînement des porteuses dans la zone du rideau principale
- • Réparation de la commande électrohydraulique de l'entraînement du pont lumière
- • Réparation du rideau principal avec les trois fonctionnalités d'ouverture
- • Installation du limiteur de surcharge au moyen de boulons de mesure de charge testables selon SIL 3 pour tous les entraînements de la machinerie supérieure
- • Créer un niveau de cintre avec porteuses au-dessus de la fosse d'orchestre



Boîtier de raccordement du rideau italien/ Anschlusskasten Steuerung italienischer Zug

Folgende Maßnahmen sind zu berücksichtigen:

- Ein- und Ausbau Testantrieb Prospektzug und Prüfen beim Hersteller
- Gewährleistung des ordnungsgemäßen Seilverzugs Portalbrücke inkl. des Seilrollenwechsels
- Überholung der Lager der Schwenkrollen zur Umlenkung der Punktzugseile
- Mechanische Instandsetzung (Dichtheit/Geräusche) aller Antriebe der Obermaschinerie
- Instandsetzung der elektro-hydraulischen Steuerung der Antriebseinheiten der Prospektzüge
- Instandsetzung der elektro-hydraulischen Steuerung der Antriebseinheiten der Punktzüge
- Instandsetzung der elektro-hydraulischen Steuerung der Antriebseinheiten der Schall- und Schleierzüge
- Instandsetzung der elektro-hydraulischen Steuerung der Antriebseinheit Portalbrücke
- Instandsetzung Hauptvorhang mit den drei Funktionalitäten
- Nachrüstung der Überlastabschalteneinrichtung mittels testbarer Lastmessbolzen gemäß SIL 3 bei allen Antrieben der Obermaschinerie
- Einrichten von Schnürbodenebene und Züge über dem Orchestergraben

4.2 Machinerie inférieure

Dans le domaine de la machinerie inférieure de diverses mesures de réparation sont nécessaires.

Structures en acier

- • Les ponts de scène - Renouvellement
- • Les ponts d'orchestre – A conserver
- • Lift à toile – A conserver
- • Châssis - Renouvellement
- • Couvercle - Renouvellement

La technologie d'entraînement

- • Ponts de scène - Renouvellement - "Nouveau concept"
- • Ponts d'orchestre – Echange des cylindres télescopiques Ponts 2 et 3
- • Lift à toile - Ajustage
- • Châssis - Renouvellement
- • Dorsale - Renouvellement
- • Verrouillage - Renouvellement

Contrôle hydraulique

- • Ponts de scène - Renouvellement
- • Ponts d'orchestre - Ajustage / nouveau concept d'entraînements
- • Lift à toile - Ajustage / Nouveau concept d'entraînements
- • Châssis - Renouvellement

Lors des travaux d'ajustage, les commandes hydrauliques sont essentiellement reprises et complétées par des composants pour la certification SIL 3.

Pour la machinerie inférieure également, la mesure de la charge est réglée sur max. 120% de la charge nominale est mise en œuvre par un équipement de mesure de charge à tester selon SIL 3, y compris les renforcements de mesure de charge requis. Pour cela, des appareils de mesure de la charge entre la tête du cylindre et le pont doivent être installés dans les entraînements des cylindres de tous les ponts. Aussi un système de mesure de la charge doit être sélectionné selon le nouveau concept de motorisation.

4.2.) Bühnenuntermaschinerie

Bei der Untermaschinerie sind unterschiedliche Instandsetzungsmaßnahmen notwendig.

Stahlkonstruktionen

- Bühnenpodien - Erneuerung
- Orchesterpodien - beibehalten
- Prospektpodium - beibehalten
- Chassis - Erneuerung
- Deckel - Erneuerung

Antriebstechnik

- Bühnenpodien - Erneuerung - „NEUES KONZEPT“
- Orchesterpodien - Tausch Teleskopzylinder OP 2 und 3
- Prospektpodium - Anpassung
- Chassis - Erneuerung
- Deckel - Erneuerung
- Riegelantriebe - Erneuerung

Hydraulische Steuerung

- Bühnenpodien - Erneuerung
- Orchesterpodien - Anpassung/Neues Antriebskonzept
- Prospektpodium - Anpassung/Neues Antriebskonzept
- Chassis - Erneuerung

Bei den Anpassungsarbeiten werden im Wesentlichen die hydraulischen Steuerungen übernommen und durch Komponenten zur SIL 3 Zertifizierung ergänzt.

Auch in der Untermaschinerie wird bei allen Anlagen die Lastmessung entsprechend auf max. 120% der Nennlast eingestellt und über testbare Lastmesseinrichtungen gemäß SIL 3 einschließlich der erforderlichen Lastmessverstärker realisiert. Dazu sind bei den Zylinderantrieben Lastmesseinrichtungen zwischen Zylinderkopf und Podium einzubauen (betrifft alle Bühnenpodien). Bei den Hubpodien ist ein Lastmesssystem entsprechend dem neuen Antriebskonzeptes zu wählen.

Il convient de noter que des mesures essentielles pour assurer la sécurité sont indispensables. Une grande quantité de protections de bords de cisaillement sont à intégrer dans toutes les installations. Il s'agit notamment du revêtement, des bandes de contact ou des barrières lumineuses, de la surveillance des accès, des barrières, etc. Ici, il est proposé de faire à l'avance une analyse des dangers, qui doit être réalisée conjointement par l'opérateur, l'expert et l'autorité de la Ville de Genève.

Des deux côtés de la fosse d'orchestre se trouvent des rideaux de store qui remplissent une double fonction : une réflexion acoustique et une protection contre les chutes, lorsque le podium de l'orchestre se trouve sous le niveau de la scène. Ces rideaux sont délabrés, ne fonctionnent pas correctement et ne sont plus conformes aux normes de sécurité en vigueur.

Le changement des 8 rideaux de store de la fosse d'orchestre nécessite l'inclusion d'un acousticien de la construction.

Les mesures suivantes doivent être prises en compte en résumé :

- • Installation de nouveaux ponts de scène à deux étages montés sur corde
- • Installation d'un palan de vérin hydraulique mouflé, debout ou couchée, comme entraînement de câble pour les ponts de levage ; ou entraînements de treuils hydrauliques
- • Nouvelle structure en acier pour le châssis
- • Renouvellement ou renforcement de la structure en acier du « dorsale »
- • 8 rideaux de store latéralement de la fosse ; intégrant un acousticien
- • Échange des entraînements linéaires des podiums d'orchestre 2 et 3
- • Adaptation ou renouvellement de la commande électrohydraulique des unités d'entraînement des ponts de scène
- • Adaptation de la commande électrohydraulique du lift à toile.
- • Adaptation du réglage de la commande hydraulique des unités d'entraînement des podiums de l'orchestre
- • Remplacement des entraînements de verrouillage hydrauliques par des unités de verrouillage électriques
- • Adaptation de la commande électrohydraulique de l'entraînement du « châssis »
- • Renouvellement d'entraînement de traction électromécanique du « couvercle »
- • Montage ultérieur du limiteur de surcharge à l'aide de dispositifs de mesure de la charge vérifiables selon SIL 3 pour tous les entraînements des machines inférieures
- • Fabrication des protecteurs des bords de cisaillement nécessaires
- • Création des garanties d'accès nécessaires
- • Assurer la protection antichute requise

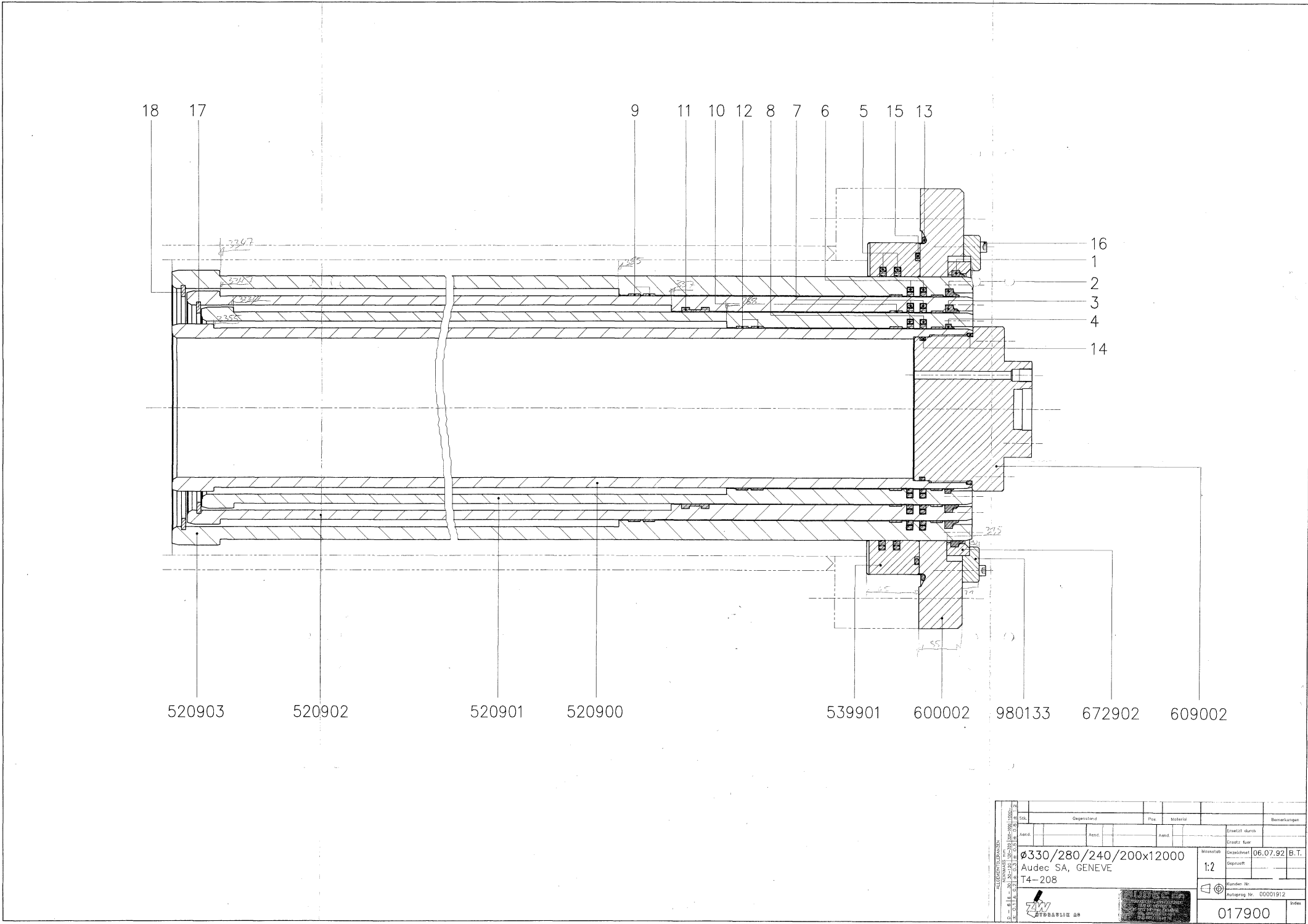
Zu beachten ist, dass wesentliche Maßnahmen zur Gewährleistung der Sicherheit erforderlich werden. So sind umfangreiche Scherkantensicherungen an allen Einrichtungen anzubringen. Dies sind unter anderem Verkleidungen, Kontaktleisten bzw. Lichtschranken, Zugangsüberwachungen, Abschränkungen etc. Hier wird im Vorfeld eine Gefahrenanalyse, die gemeinsam zwischen Betreiber, Sachverständigen und Behörde vorgenommen werden soll, vorgeschlagen.

Auf beiden Seiten des Orchestergrabens befinden sich Rollo-Vorhänge, die eine doppelte Funktion haben: Akustisch reflektierend und als Absturzsicherung, wenn das Orchesterpodium sich in einer Stellung unterhalb des Bühnenniveaus befindet. Diese Vorhänge sind baufällig, funktionieren nicht richtig und entsprechen nicht mehr den aktuellen Sicherheitsstandards.

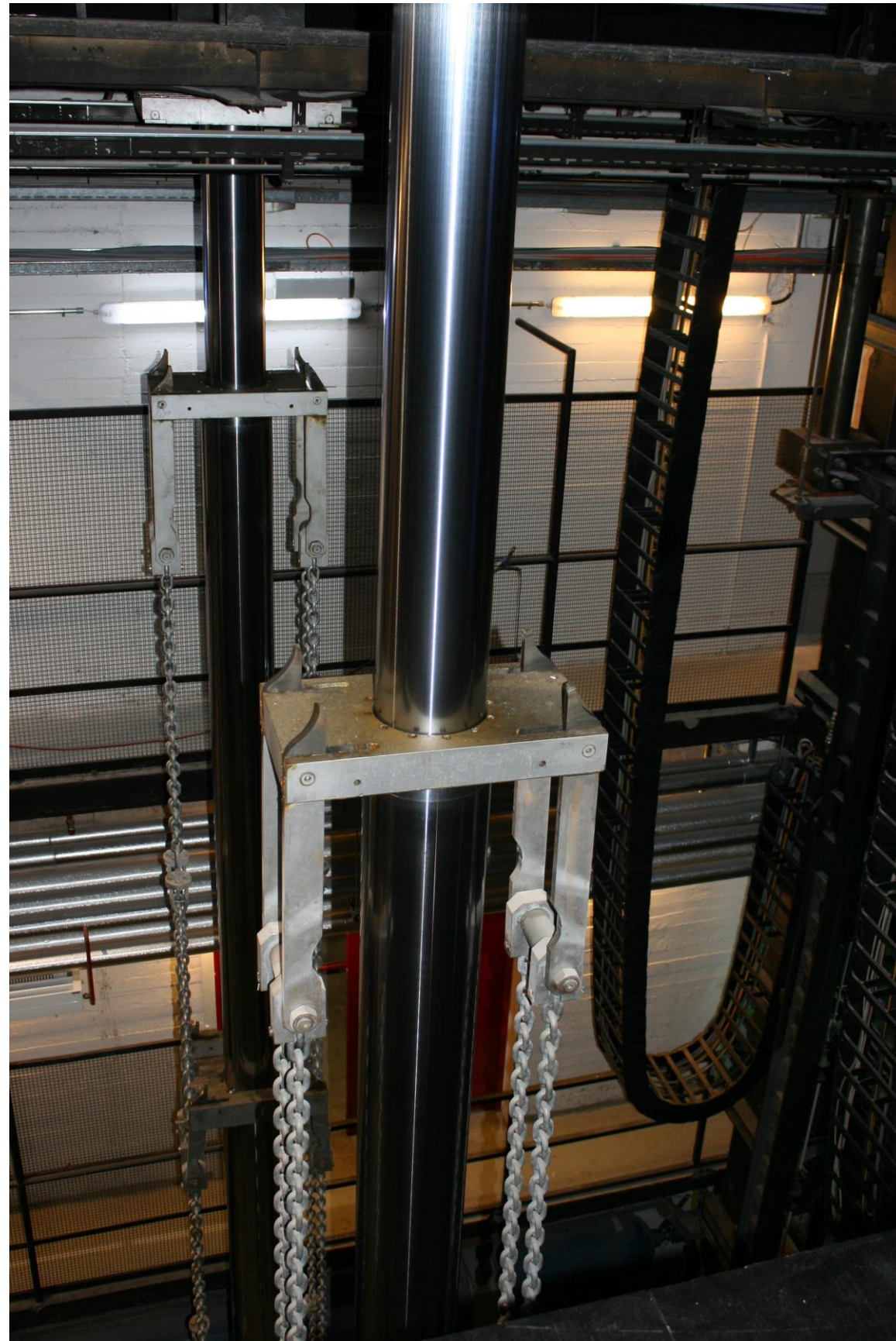
Der Wechsel der 8 Orchestergrabenvorhänge erfordert die Einbeziehung eines Bau-Akustikers.

Folgende Maßnahmen sind zusammengefasst zu berücksichtigen:

- Einbau von neuen in Seilen aufgehängten Hubpodien in der Bauform als Doppelstockpodium
- Einbau eines eingesicherten stehenden oder liegenden hydraulischen Zylinderflächenszugs als Seilantrieb für die Hubpodien bzw. hydraulischen Windenantrieben
- Neue Stahlkonstruktion für das Chassis
- Neue oder Verstärkung der Stahlkonstruktion für den Deckel
- 8 Orchestergraben-Rollos inkl. Akustiker
- Tausch der Linearantriebe der Orchesterpodien 2 und 3
- Anpassung bzw. Erneuerung der elektro-hydraulischen Steuerung der Antriebseinheiten der Hubpodien
- Anpassung der elektro-hydraulischen Steuerung des Prospekthubpodiums
- Anpassung der hydraulischen Steuerung der Antriebseinheiten der Orchesterpodien
- Tausch der hydraulischen Riegelantriebe gegen elektrische Riegeleinheiten
- Anpassung der elektro-hydraulischen Steuerung der Antriebseinheit des Chassis
- Erneuerung elektromechanischer Fahrtrieb Deckel
- Nachrüstung der Überlastabschalteneinrichtung mittels testbarer Lastmesseinrichtungen gemäß SIL 3 bei allen Antrieben der Untermaschinerie
- Herstellung der erforderlichen Scherkantensicherungen
- Schaffung der erforderlichen Zugangssicherungen
- Gewährleistung der erforderlichen Absturzsicherungen



Plan d'un grand vérin des ponts de scène/ Plan eines großen Zylinders des Bühnenpodien



Dispositif de transfert (chaines) / Ketten für die Übergänge

4.3 Commande de la machinerie de scène

La réparation du système de contrôle et de ses composants est obligatoire.

La société Bosch Rexroth a souligné dans sa lettre du 05.01.2017 qu'il était urgent de mettre à jour le système de contrôle et de passer au nouveau système SYB 3.0.

Les cartes électroniques et les systèmes de vannes sont obsolètes et ne sont plus fabriqués depuis des années. Les pièces de rechange sont à peine disponibles et ne peuvent plus être produites.

Ceci s'applique au niveau de commande avec les pupitres de commande, les ordinateurs de contrôle / commutation, les composants réseau et les ordinateurs de contrôle des axes d'entraînement.

Il est recommandé que les moteurs de la machinerie supérieure et inférieure retrouvent une commande électronique celle-ci commun. Ceci doit répondre aux exigences des normes IEC 61508 et ICE 61511 selon SIL 3.

Cela signifie que les calculateurs redondants de contrôle / commutation et de tous les calculateurs d'axes, les pupitres de commande, les codeurs impulsions / vitesse et absolus et les fins de course sont échangés (pour les fins de cours ce seront les fins de course à cames). L'ensemble du réseau électrique de la machinerie est affecté par le renouvellement de la commande. Tous ces tracés de câbles seront donc réutilisés autant que possible.

Etant donné que l'opéra de Genève ne dispose que d'un espace limité pour le placement d'installation de distribution, le nouveau système de contrôle doit être conçu de manière décentralisée (comme aujourd'hui).

Afin de prolonger la durée de vie des composants électroniques, il est recommandé de climatiser les installations de distribution de la machinerie supérieure. Pour cela, il faut créer des locaux techniques à gauche et à droite au cintre. Celles-ci doivent ensuite être conditionnées par des climatiseurs (split systèmes ou systèmes équivalents).

Essentiellement, les mesures suivantes doivent être appliquées :

Machinerie supérieure

- Le champ d'activation doit être étendu, l'accès au réseau via Internet est à conserver
- Tous les ordinateurs tels que les serveurs et la calculatrice d'état, etc. doivent être renouvelés
- Tous les hubs existants doivent être remplacés par des switches
- Toutes les armoires distribution et sous-distribution sont à remettre à neuf.
- Les boîtiers BLE / BVH existants sont remplacés par de nouveaux boîtiers de connexion de lecteurs BLE. Une boîte à bornes intermédiaire supplémentaire permet une utilisation ultérieure des câbles de bus et d'alimentation existants.
- L'armoire de distribution du rideau principal avec l'électronique de puissance doit être remplacé.

Machinerie inférieure

- Avec le renouvellement des tampons de scène, un ajustage de la commande, y compris le câblage, etc. est requis.

Surface utilisateur

- Tous les pupitres sont à remplacer.

4.3.) Bühnensteuerung

Die Instandsetzung der Steuerungsanlage und ihrer Komponenten ist zwingend erforderlich.

Die Firma Bosch Rexroth hat im Schreiben vom 05.01.2017 darauf hingewiesen, dass eine dringende Notwendigkeit besteht, das Steuerungssystem zu aktualisieren und auf das neue SYB 3.0-System umzustellen.

Elektronische Karten und Ventilsysteme des aktuellen Systems sind veraltet, werden seit Jahren nicht mehr hergestellt, Ersatzteile sind kaum verfügbar und können nicht mehr produziert werden.

Dies betrifft die Befehlsebene mit den Steuerpulten, Leit-/Vermittlungsrechner, Netzwerk-komponenten sowie Antriebsachsensteuerungsrechner.

Es wird empfohlen, dass die Ober- und Untermaschinerie wieder eine gemeinsame elektronische Steuerung erhalten. Diese muss die Forderungen der Normen IEC 61508 und ICE 61511 nach SIL 3 erfüllen.

Das bedeutet, dass die redundanten Leit-/ Vermittlungsrechner und sämtliche Achsrechner, die Bedienpulte, die Impuls-/Drehzahl- und Absolutwertgeber (Encoder) und die Endschalter in Form von Nockenendschaltern ausgetauscht werden. Das gesamte elektrische Leitungsnetz der Bühnenmaschinerie ist von der Sanierung der Steuerung betroffen. Es sind alle Kabelträgersysteme aus dem Bestand soweit möglich weiterhin zu verwenden.

Da in der Oper Genf nur beschränkt Platz für die Unterbringung der Schaltanlagen vorhanden ist, ist die neue Steuerung wie bisher dezentral auszuführen.

Um die Lebensdauer der Elektronikbauteile zu verlängern, wird für die Unterbringung der Schaltanlagen der Obermaschinerie eine Klimatisierung empfohlen. Dazu müssen links und rechts auf dem Schnürboden Räumlichkeiten geschaffen werden. Diese sind dann über Klimageräte (Splitanlagen oder gleichwertige Systeme) zu klimatisieren.

Im Wesentlichen sind folgende Maßnahmen durchzuführen:

Obermaschinerie

- Das Einschaltfeld ist zu erweitern, der Netzwerkzugang via Internet bleibt erhalten
- Alle Rechner wie Server und Statusrechner etc. sind zu erneuern
- Alles vorhandenen Hubs sind gegen Switches auswechseln
- Alle Schaltschränke wie Unterverteilungen werden durch neue ersetzt
- Die vorhandenen BLE-/BVH-Kästen werden durch neue BLE-Antriebs-Anschlusskästen ersetzt. Ein zusätzlicher Zwischenklemmkasten ermöglicht die weitere Nutzung der vorhanden BUS- und Spannungsleitungen.
- Der Schaltschrank Hauptvorhang mit der Leistungselektronik ist zu ersetzen.

Untermaschinerie

- Durch die Instandsetzung der Bühnenpodien ist eine Anpassung der Steuerung inkl. Verkabelung etc. erforderlich.

Bedienebene

- Alle Pulte sind zu ersetzen.

4.4 Station de pression

4.4.1 Station de pression de la machinerie supérieure

La station de pression de la machinerie supérieures est composée essentiellement des éléments suivants :

- 1 réservoir d'huile (7 000 litres) avec refroidisseur d'huile, surveillance de la température et du niveau
- 2x pompes à pression 182,5 litres/min, 200 bars, 75 kW avec filtre 10 µm et vannes de raccordement
- 2x pompes de circulation 80 litres/ min, 10 bars, 2,2 kW avec filtre de 3 µm ou 10 µm et vannes de raccordement
- Accumulateur de pression d'huile 8 x 200 cdm, total 1 600 litres.
Débit max = 2.167 l/min
- 8x stockage de gaz (Azote) 1500 cdm

La puissance installée est conçue pour l'exploitation simultanée de 18 porteuses chargés chaque de 1 000 kg à une vitesse maximale de 1,50 m / s et de deux opérations de levage complètes.

Il faut environ 180 secondes aux unités de pompage installées pour remplir les réservoirs. Une extension de l'installation génératrice de pression n'est pas nécessaire pour l'exploitation de la machine supérieure, car toutes les exigences actuelles et futures peuvent être satisfaites.

La transposition de la directive européenne sur les équipements sous pression en droit suisse et la possibilité d'appliquer des normes harmonisées ont éliminé le caractère réglementaire des réglementations SVTI (Association suisse des inspections techniques).

"Les récipients à pression sans surchauffe avec un contenu liquide avec une pression de concession (PC) supérieure à 50 bars et le produit de la pression et du contenu (bar x litres) plus que 10 000 » font l'objet d'une surveillance.

Au GTG nous avons :

- PC plus grand que 50 bars
- et pression x contenu plus que 10'000 bars

Les accumulateurs existants sont donc soumis à une inspection et à un entretien régulier. Une vérification selon STVI est requise.

Un avertissement de manque d'oxygène existe déjà dans les dessous. Ceci peut être utilisé pour signaler l'échappement d'azote du réservoir et la concentration dans les dessous.

4.4.) Druckstation

4.4.1.) Druckstation Obermaschinerie

Die Druckstation der Obermaschinerie besteht im Wesentlichen aus folgenden Komponenten:

- 1x Ölbehälter (7.000 Liter) mit Ölkühler, Temperatur- und Niveau-Überwachungen
- 2x Druckpumpen 182,5 Liter/min, 200 bar, 75 kW mit Filter 10 µm und Zuschaltventilen
- 2x Umwälzpumpen 80 L/min, 10 bar, 2,2 kW mit Filter 3 µm bzw. 10 µm und Zuschaltventilen
- 8x Öldruckspeicher 200 cdm, insges. 1.600 L
Max. Förderstrom Qges = 2.167 l/min
- 8x Stickstoff-Gasspeicher 1.500 cdm

Die installierte Leistung ist für den gleichzeitigen Betrieb von 18 Prospektzügen mit je 1.000kg Last bei v_{max} 1,50 m/s und jeweils zwei vollständigen Hubvorgängen ausgelegt.

Die installierten Pumpeneinheiten benötigen vertretbare ca. 180 Sekunden, um die Speicher wieder zu füllen. Eine Erweiterung der Druckerzeugungsanlage ist für den Betrieb der Obermaschinerie nicht erforderlich, da alle derzeitigen und zukünftigen Anforderungen realisiert werden können.

Mit der Umsetzung der Europäischen Druckgeräterichtlinie in das Schweizer Recht und der Möglichkeit zur Anwendung harmonisierter Normen ist der Vorschriftencharakter des SVTI-Regelwerks (Schweizerischer Verein für technische Inspektionen) entfallen.

Überwachungspflichtig sind „nicht überhitzungsgefährdete Druckbehälter mit flüssigem Inhalt mit einem Konzessionsdruck (PC) grösser als 50 bar und dem Produkt aus Druck und Inhalt (bar x Liter) grösser als 10.000.“

Vorhanden sind

- PC grösser 50 bar
- und Druck x Inhalt grösser 10.000 bar

Die vorhandenen Druckspeicher unterliegen damit einer regelmäßigen Kontrolle und Pflege. Eine Kontrollprüfung gemäß STVI ist erforderlich.

Eine Sauerstoff-Mangelwarnung ist in der Unterbühne vorhanden. Damit kann das Entweichen von Stickstoff aus dem Speicher und eine entsprechende Konzentration in der Unterbühne gemeldet werden.

4.4.2 Station de pression de la machinerie inférieure

En raison de la nouvelle conception de la machinerie inférieure, une nouvelle conception de la station de pression doit être envisagée. Le temps de remplissage actuellement décrit de 35 minutes de mémoire peut entraîner des limitations des répétitions et une limitation de la mise-en-scène. La vitesse de levage "basse" actuelle de seulement 0,2 m/s détermine les transformations artistiques possibles. Dans des salles d'opéra comparables, une vitesse supérieure à 0,5 m/s est courante.

L'harmonisation du fluide hydraulique avec celui de la machinerie supérieure est recommandé.

Les principales raisons sont :

- Économies ou prolongation significatif des intervalles de vidange du fluide
- Plus de corrosion, moins d'usure, meilleures propriétés de contrôle.
- Une remise en état générale de la station d'impression des dessous selon les spécifications de la machinerie supérieure est un investissement judicieux après plus de 60 ans
 - o Il n'est plus nécessaire de recourir à des équipements spéciaux coûteux (par exemple des vannes), mais des équipements commerciaux peuvent être utilisés.
 - o Ajustement de la pression : Pression de charge environ 120 bars, pression de contrôle environ 140 - 160 bars
 - o Les preuves de qualité requises sont données avec le nouvel équipement.
 - o La conversion des entraînements du vérin télescopique sur l'amélioration énergétique du vérin de pression / traction est possible.
 - o Réduction du temps de chargement du stockage à environ 3 minutes avec levage simultané de 3 ponts ou 6 minutes avec levée simultanée de 6 ponts. Chaque pont avec $V_{max} = 0,5\text{m/s}$
 - o Afin d'améliorer la disponibilité et la redondance, il convient de vérifier si la fusion des deux stations d'impression est judicieuse.

Avec la révision générale et une adaptation de la station de pression de la machinerie inférieure sur la machine supérieure et un nouveau système d'entraînement de la machine inférieure, les coûts d'exploitation et les coûts énergétiques peuvent être optimisés.

Des synergies pourraient résulter de la fusion des stations d'impression dans le domaine de la maintenance pétrolière, des pièces de rechange telles que les filtres.

4.4.2.) Druckstation Untermaschinerie

Durch die neue Ausbildung der Untermaschinerie ist eine Neukonzeption der Druckstation zu überdenken. Die derzeitig beschriebene Füllzeit der Speicher von 35 Minuten ist grenzwertig und kann zu Einschränkungen beim Probenbetrieb und zu Begrenzung bei Inszenierungen führen. Die derzeitige „geringe“ Hubgeschwindigkeit von lediglich 0,2 m/s bestimmt die möglichen künstlerischen Verwandlungen. In vergleichbaren Opern-Häusern ist eine Geschwindigkeit von $> 0,5\text{ m/sec}$ üblich.

Die Anpassung bzw. Umstellung der Hydraulik-Flüssigkeit an die der Obermaschinerie wird empfohlen.

Wesentliche Gründe sind:

- Einsparungen bzw. wesentliche Verlängerung der Öl-Wechselintervalle
- Keine Korrosionen, weniger Verschleiß bessere Steuerungseigenschaften
- Eine Generalinstandsetzung der Druckstation Untermaschinerie an die Kenndaten der Obermaschinerie ist nach mehr als 60 Jahren eine sinnvolle Investition:
 - o Es sind keine teuren Sondergeräte (z.B. Ventile) mehr notwendig, sondern handelsübliche Geräte können verwendet werden.
 - o Druckanpassung: Lastdruck ca. 120 bar, Steuerungsdruck ca. 140 – 160 bar
 - o Erforderliche Qualitätsnachweise sind mit den neuen Geräten gegeben.
 - o Durch die Umstellung der Untermaschinerie Antriebe von Teleskopzylinder auf Druck-/ Zugzylinder ist eine energetische Verbesserung möglich.
 - o Verkürzen der Speicherladezeit auf ca. 3 Minuten beim gleichzeitigen Hub von 3 Brücken bzw. 6 Minuten bei einem gleichzeitigen Hub von 6 Brücken. Jeweils mit $V_{max} = 0,5\text{m/s}$
 - o Um die Verfügbarkeit und Redundanzen zu verbessern, ist zu prüfen, ob ein Zusammenschluss der beiden Druckstationen sinnvoll ist.

Mit der Generalinstandsetzung und Anpassung der Druckstation „Untermaschinerie“ an die der Obermaschinerie und einem neuen Antriebssystem der Untermaschinerie können Betriebskosten und energetische Kosten optimiert werden.

Synergien könnten sich bei der Zusammenlegung der Druckstationen im Bereich der Ölbevorratung, Ersatzteilen wie Filter ergeben.

4.5 Fluide de pression

Le fluide sous pression a la tâche de:

- Transférer l'énergie
- Réduire l'usure de chaque frottement
- Protéger contre la corrosion
- Dissiper la chaleur.

4.5.1 Machinerie supérieure

Dans le système de propulsion de la machinerie supérieure, une huile minérale HLP46 est utilisée.

Informations du fabricant : Huile hydraulique HLP 46

Description du fabricant (Liqui Moly) cité ici :

" Huile hydraulique extrêmement performante à base de raffinats haut de gamme. Du fait de la stabilité thermique élevée des huiles de base, le processus de vieillissement ralentit considérablement même à des températures élevées. Cela contribue de manière décisive à réduire la formation de boue, à améliorer la propreté et à accroître la fiabilité des systèmes hydrauliques. L'excellente stabilité à l'oxydation offre des intervalles plus longs entre les vidanges (intervalles de remplacement). La technologie exceptionnelle de protection contre l'usure agit tant pour les cas de charge faibles que pour les cas de charge élevés. Bon comportement anticorrosion même en présence d'eau. Ainsi, les composants hydrauliques bénéficient d'une protection optimale dans toutes les conditions d'utilisation"

Le point d'inflammation est à 220 ° C. Durée de service > 12 000 heures

4.5.2 Machinerie inférieure

Dans le système d'entraînement des ponts de scène, du lift à toile, du châssis et ponts d'orchestre, les fluides hydrauliques sont un mélange eau-glycol (THIC total, fluide HFC).

HFC : solution aqueuse de polymère à base de glycol avec une teneur en eau d'environ 35 - 50%. Peut être utilisé pour des températures comprises entre -20 ° C et +60 ° C et des pressions allant jusqu'à 250 bars. C'est le fluide hydraulique le plus couramment utilisé parmi les fluides ignifugeants.

Ignifuge ne signifie pas incombustible. La probabilité que l'huile entre en contact avec des objets chauffants est faible dans les dessous. Le contact avec le zinc dans le réseau conduit produit de savons au zinc. Ce qui peut endommager le filtre de pression. Ce problème n'est pas encore survenu à Genève.

Les propriétés des fluides hydrauliques du groupe HFC (eau glycolée) diffèrent considérablement par des points essentiels de l'huile minérale. C'est

- La densité du liquide HFC est environ 20% supérieure à celle de l'huile minérale.
- L'eau est plus dure et présente généralement des signes d'usure plus prononcés que les unités alimentées en huile minérale douce.
- L'eau glycolée a une capacité de séparer l'air beaucoup plus pauvre que l'huile. Ceci doit être pris en compte lors de la conception du système afin d'éviter la cavitation et l'érosion.
- Les fluides HFC ont une durée de vie de "entre 1 000 et 5 000 heures de service et sont presque deux fois plus coûteux que les huiles minérales." Cité de Gerhard Bauer Ölhydraulik Verlag Vieweg + Teubner

4.5.) Druckflüssigkeiten

Die Druckflüssigkeit hat die Aufgabe,

- Energie zu übertragen
- den Verschleiß aufeinander reibender Teile zu mindern
- vor Korrosion schützen
- Wärme abzuführen.

4.5.1.) Obermaschinerie

Im Antriebssystem der Bühnenobermaschinerie ist ein Mineralöl HLP46 in Verwendung.

Angaben des Herstellers: Hydrauliköl HLP 46

Hersteller Beschreibung (Liqui Moly) zitiert:

„Leistungsstarkes Hydrauliköl aus hochwertigen Raffinaten. Durch die hohe thermische Stabilität der Grundöle wird der Alterungsprozess selbst bei erhöhten Temperaturen deutlich reduziert. Dies trägt entscheidend zu einer geringeren Schlamm- und Verschleißbildung, verbesserter Sauberkeit und Zuverlässigkeit der Hydrauliksysteme bei. Durch die ausgezeichnete Oxidationsbeständigkeit werden lange Ölstandzeiten (Wechselintervallen) ermöglicht. Die hervorragende Verschleißschutz-Technologie wirkt sowohl bei niedrigen als auch hohen Lastzuständen. Gutes Korrosionsschutzverhalten selbst bei Anwesenheit von Wasser. Somit werden die Hydraulikkomponenten unter allen Betriebsbedingungen optimal geschützt.“

Flammpunkt liegt bei 220°C.

Betriebsstunden >12.000 Betriebsstunden

4.5.2.) Untermaschinerie

Im Antriebssystem der Bühnenpodien, Prospektlift, Chassis und Orchesterpodien sind die hydraulischen Fluide ein Wasser-Glykol-Gemisch (Total THIC, HFC-Flüssigkeit).

HFC: wässrige Polymerlösung auf Wasser-Glykol-Basis mit einem Wassergehalt von ca. 35 - 50%. Einsetzbar für Temperaturen zwischen -20 °C bis +60 °C sowie Drücken von bis zu 250 bar. Dies ist die am häufigsten eingesetzte Hydraulikflüssigkeit unter den schwer entflammenden Flüssigkeiten.

Schwerentflammbar heißt nicht unbrennbar. Die Wahrscheinlichkeit, dass das Öl mit heißen Gegenständen in Berührung kommt, ist in der Unterbühne gering. Bei Kontakt mit Zink im Rohrleitungssystem kommt es zur Bildung von Zinkseifen, wodurch z.B. Druckfilter beschädigt werden können. Dieses Problem ist in Genf bisher nicht vorhanden.

Die Eigenschaften von Druckflüssigkeiten der Gruppe HFC (Wasserglykol) unterscheiden sich in wesentlichen Punkten erheblich zum Mineralöl. Das sind:

- Die Dichte der HFC-Flüssigkeit ist etwa 20% höher als bei Mineralöl.
- Das härtere Wasser hat in der Regel höhere Verschleißerscheinungen als die mit weicherem Mineralöl versorgten Einheiten.
- Wasserglykol hat ein wesentlich schlechteres Luftabscheidevermögen. Dies muss bei der Auslegung der Anlage berücksichtigt werden, um Kavitation und Erosion zu vermeiden.

- Les fluides hydrauliques HFC provoquent la corrosion et l'usure du système hydraulique par rapport aux huiles minérales. Le fluide HFC est à surveiller, entretenir et tester régulièrement à des intervalles plus rapprochés que pour l'huile minérale. Le contenu en acides libres est considéré comme une preuve de l'âge, la protection contre la corrosion et l'usure devient inefficace à partir de plus que 0,15% !

4.5.3 Changement vers HLP 46

Un changement de fluide hydraulique est une recommandation de BWKI qui a également été exprimé dans une conversation par les électromécaniciens du théâtre.

La **fédération allemande d'ingénierie des machines** a dans ses directives VDMA 24 314 "le changement des fluides hydrauliques ; directives "Informations sur le changement de fluides hydrauliques de HFC en HLP :

- Le vieux liquide restant doit être <0,1%
- Les produits de nettoyage sont des textiles non fibreux et serviettes en papier, eau chaude et vapeur.
- Le liquide de rinçage est HLP lui-même
- Matériaux qui ne conviennent plus après la conversion :

○ Conduites flexibles, bulles d'accumulateur, joints	NON
○ Peinture et revêtement	NON
○ Matériaux métalliques	NON
○ Matériaux filtrants	NON



HFC Flüssigkeiten haben eine Standzeit von „Betriebsstunden (Bh) 1.000 Bh bis 5.000 Bh und sind fast doppelt so teuer wie Mineralöle.“ Zitiert aus Gerhard Bauer Ölhydraulik Verlag Vieweg + Teubner

- HFC-Hydraulikflüssigkeiten führen gegenüber Mineralölen zu Korrosion und Verschleiß innerhalb des Hydrauliksystems. HFC-Flüssigkeiten sind regelmäßig in kürzeren Intervallen als bei Mineralöl nach Hersteller Angaben zu überwachen, zu pflegen und zu prüfen. Der Gehalt der freien Säuren gilt als Alterungsnachweis, der Korrosions- und Verschleißschutz wird bei >0,15% unwirksam!

4.5.3.) Umstellung auf HLP 46

Ein Wechsel der Hydraulikflüssigkeiten ist eine Empfehlung des Gutachters die der Nutzer im Gespräch ebenfalls als Anforderung geäußert hat.

Der **Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e. V.** hat in seinen Richtlinien VDMA 24 314 „Wechsel von Druckflüssigkeiten; Richtlinien“ Angaben zum Wechsel der Druckflüssigkeiten von HFC nach HLP vorgegeben:

- Verbleibende Altflüssigkeit muss < 0,1 %
- Hilfsmittel für die Reinigung sind nicht fasernde Textil und Papiertücher, Heißwasser und Dampf.
- Spülflüssigkeit ist HLP selbst
- Werkstoffe, die nach der Umstellung nicht mehr geeignet sind:

○ Schlauchleitungen, Speicherblasen, Dichtungen	NEIN
○ Anstrich und Beschichtung	NEIN
○ Metallische Werkstoffe	NEIN
○ Filterwerkstoffe	NEIN

Sous les ponts de la scène / Unter den Bühnenpodien



5. Coûts d'investissement/ Kostenschätzung

			Mécanique et entraînements machin. scène.	Commande électronique (Offre en Euro)
			Mechanik und Antriebe Bühnenmaschinerie	Elektronische Steuerung
1	Démontages	Demontagen	750.000,00 CHF	37.130,00 €
2	Construction d'acier machinerie inférieure	Stahlbau Untermaschinerie	4.545.000,00 CHF	0,00 €
3	Entraînements de la machinerie supérieure	Antriebstechnik Obermaschinerie	440.000,00 CHF	417.956,00 €
4	Entraînements de la machinerie inférieure	Antriebstechnik Untermaschinerie	2.400.000,00 CHF	0,00 €
5	Commande électronique	Elektronische Steuerung	22.000,00 CHF	2.357.986,00 €
6	Agrandissement de la station de pression	Erweiterung Druckstation	2.485.000,00 CHF	0,00 €
7	Autres prestations	Sonstige Leistungen	550.000,00 CHF	86.344,00 €
	Somme net	Gesamtsumme netto	11.192.000,00 CHF	2.899.416,00 €
	TVA 7,7%	MwSt. 7,7%	861.784,00 CHF	202.959,12 €
	Somme brut	Summe brutto	12.053.784,00 CHF	3.102.375,12 €
	Somme brut CHF	Sume brutto alles in CHF	12.053.784,00 CHF	3.409.200,20 CHF

La qualité d'estimation est à niveau d'un avant-projet selon SIA 112.

Ils s'agissent des coûts de production et montage et pas des coûts des prestation d'un scénographe et ces collègues d'autres bureau d'études (ingénieur B.T.P., acousticien etc.)

La hausse des prix annuelles selon dates du planning du chantier (chapitre suivant) et les facteurs régionaux sont respectés.

En plus pour la diagnose d'un treuil du cintre Bosch Rexroth donne le prix estimatif de 29.000.- € sans TVA. Ceci inclus :

- Démontage du treuil au GTG
- Transport à Lohr / Service clientèle
- Démontage du treuil dans ses composants
- Diagnose des composants chez les fabricateurs
- Remontage du treuil
- Transport à Genève
- Remontage et remise en service du treuil au GTG
- Documentation / Rapport

Die Genauigkeit der Schätzung entspricht einem Vorprojekt gemäß SIA 112.

Die Kosten beinhalten nicht die die Baunebenkosten für Planer, Statiker, Akustiker, Bauingenieur etc.

Die Teuerung gemäß Baufristenplan (nächstes Kapitel) und die Regionalfaktoren sind berücksichtigt.

Zusätzlich für die Befundung einer Prospektzugwinde nennt Bosch Rexroth einen Richtpreis von 29.000.- € ohne MwSt. ermittelt. Dies beinhaltet:

- Ausbau Winde im Theater
- Transport nach Lohr / Kundendienst
- Demontage der Winde
- Befunden der Komponenten bei den Herstellern
- Zusammenbau der Winde
- Transport nach Genf
- Einbau und Wiederinbetriebnahme der Winde im Theater
- Dokumentation / Bericht

6. Calendrier des mesures

Le calendrier est divisé en deux mesures majeures :

- **Contrôle de la machinerie de scène (affectation directe)**
- **Mécanique/ Entraînements de la machinerie de scène (planification et procédure publique)**

Le système de contrôle suppose l'allocation directe. Comme Bosch Rexroth n'a certainement pas de capacité disponible en 2020, l'intervention devrait commencer en 2021.

Pour la grande mesure, toutes les phases de planification sont effectuées selon SIA. À l'avance, une procédure de sélection de planification est nécessaire.

Les champs marqués en jaune indiquent les phases d'un chantier au théâtre

L'essai précédent d'un treuil de la machine supérieure est considéré détaché en termes de temps et de coût.

6.) Zeitplan der Maßnahmen

Der Zeitplan ist in zwei große Maßnahmen aufgeteilt:

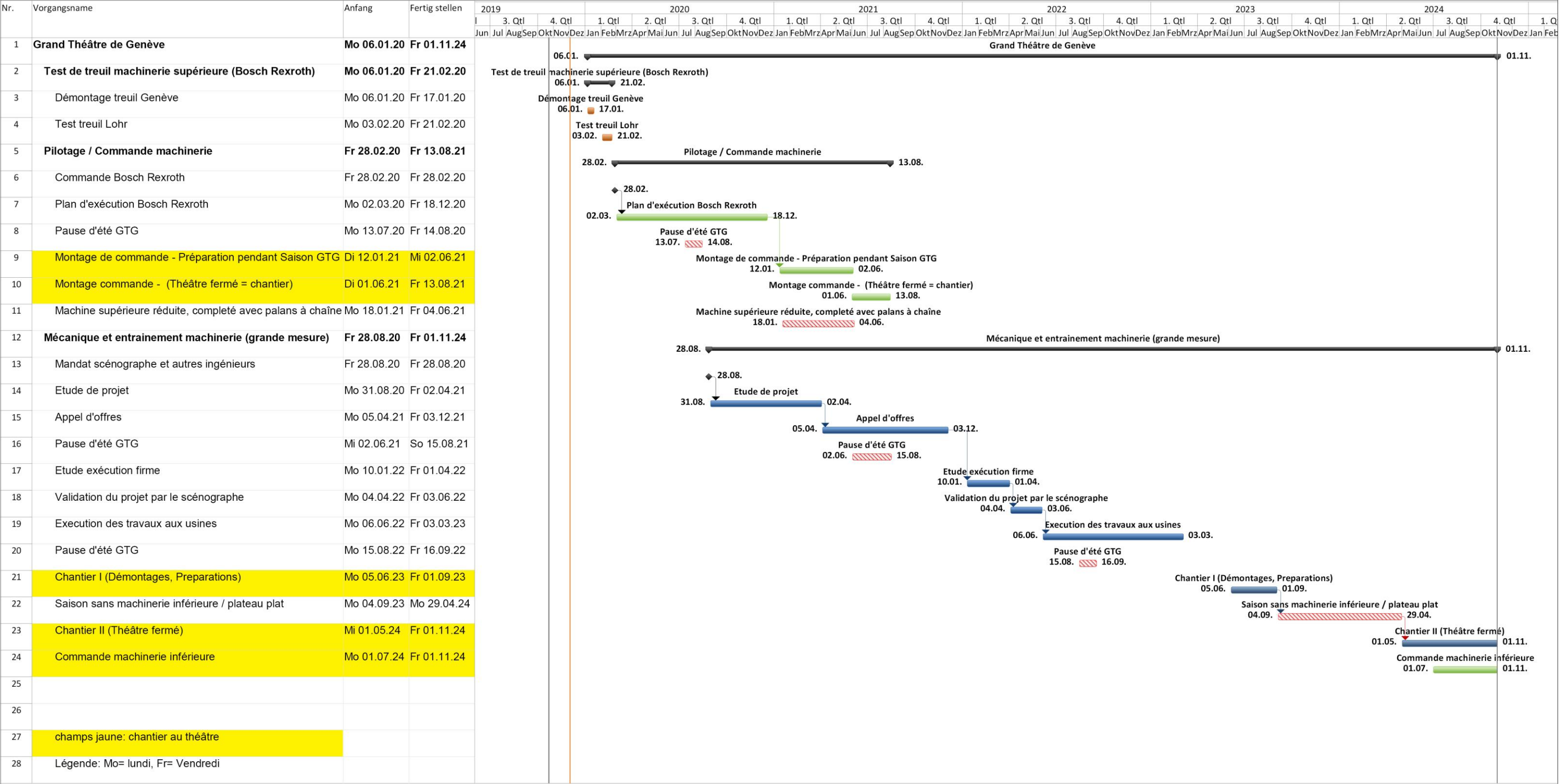
- **Steuerung der Bühnenmaschinerie (Direktvergabe)**
- **Mechanik/ Antriebe Bühnenmaschinerie (Planung und öffentliches Verfahren)**

Bei der Steuerung wird von einer Direktvergabe ausgegangen. Da Bosch Rexroth im Jahre 2020 definitiv keine Kapazitäten zur Verfügung hat, ist der Eingriff ab 2021 angesetzt.

Für die große Maßnahme werden sämtliche Planungsphasen gemäße SIA durchlaufen. Vorgängig ist dort ein Planerwahlverfahren notwendig.

Die gelb markierten Felder markieren die Bauphasen im Theater.

Der vorgängige Test der Winde in der Obermaschinerie wird zeitlich und kostentechnisch losgelöst betrachtet.



7. Résumé

Machinerie supérieure

L'équipement scénique installé dans l'opéra répond principalement aux exigences de sécurité au moment de la construction et de la mise en service (1998). Les exigences de sécurité d'aujourd'hui demandent la modernisation des différents composants de la commande.

Machinerie inférieure

Les installations de la machinerie inférieure, en particulier les cylindres télescopiques, n'ont pas les documents nécessaires pour une réception d'un expert du TÜV ou pareil. Ici, la sécurité s'applique avant la protection des stocks. Il n'existe pas de certificats statiques et de matériaux suffisants pour les parties du système installées en 1962.

Un remplacement des cylindres dans la construction actuelle est exclu en raison de la dimension des trous pour les recevoir. Ainsi, un nouveau concept de technologie d'entraînement (p. ex. des entraînements par câble avec des cylindres couchés ou debout) doit être planifié.

L'adaptation des constructions existantes aux nouvelles technologies d'entraînement requises est si vaste qu'un renouvellement de la construction des ponts est la solution la plus économique. D'autant plus que toutes les exigences de sécurité (protection de bord et de chute, etc.) sont plus faciles à mettre en œuvre.

Commande électronique

L'ensemble du système de pilotage électronique ne répond plus à l'état actuel de la technique et, surtout, a des défaillances massives qui mettent en danger le déroulement des spectacles.

Le renouvellement du contrôle doit être effectué immédiatement par le fabricant Bosch Rexroth AG. Nous recommandons que l'offre correspondante soit attribuée directement. Il comprend également le contrôle complet d'une future machinerie inférieure (prix fixe jusqu'en 2024).

La partie de la reconstruction de l'ensemble de la machinerie de scène nécessite une prestation d'étude selon SIA. Le calendrier est basé sur un mandat d'un scénographe (et d'autres consultants tels que les acousticiens, les ingénieurs en structure et les ingénieurs civils) à partir de l'été 2020.

Dispositif de pressurisation

Une nouvelle technologie d'entraînement de la sous-machine nécessite l'ajustement de la station de pression. Les vitesses de levage et la fréquence des séquences de mouvement (temps de remplissage de mémoire) augmentent considérablement. De même, le bilan énergétique est considérablement amélioré en raison de la meilleure forme du cylindre (cylindre simple et plus télescopique).

Les fluides hydrauliques doivent être changés de façon cohérente en huile minérale (comme dans la machinerie supérieure). Le temps d'exploitation et les intervalles d'entretien triplent.

7.) Fazit

Obermaschinerie

Die in der Oper installierten bühnentechnischen Anlagen der Obermaschinerie entsprechen im Wesentlichen den Sicherheitsanforderungen zum Zeitpunkt der Errichtung und Inbetriebnahme (1998). Die heutigen Sicherheitsanforderungen erfordern die Nachrüstung einzelner Komponenten.

Untermaschinerie

Die Anlagen der Untermaschinerie, insbesondere die Teleskopzylinder, sind weder abnahme- noch genehmigungsfähig. Hier gilt Sicherheit vor Bestandsschutz. Ferner fehlen Nachweise betreffend Statik und Materialien der 1962 eingebauten Anlagenteile.

Ein Ersatz der Zylinder in der jetzigen Bauweise ist aufgrund der baulichen Situation der Brunnenrohre ausgeschlossen. Somit muss eine neue Konzeption der Antriebstechnik (z.B. Seilantriebe mit liegenden oder stehenden Zylindern) geplant werden.

Die Adaption der Bestandskonstruktionen für die erforderlichen neuen Antriebstechniken sind so umfangreich, dass eine Erneuerung der Podienkonstruktion die wirtschaftliche Lösung darstellt. Zumal sind alle sicherheitstechnischen Forderungen (Scherkanten- und Absturzsicherungen etc.) besser umzusetzen.

Elektronische Steuerung

Die gesamte elektronische Steuerung entspricht nicht mehr dem heute geltenden „Stand der Technik“ und hat vor allem massive Ausfallerscheinungen, die den Spielbetrieb gefährden.

Die Steuerungserneuerung sollte unverzüglich durch die Herstellerfirma Bosch Rexroth AG ausgeführt werden. Das entsprechende Angebot empfehlen wir zu direkt vergeben. Es beinhaltet auch die komplette Steuerung einer zukünftigen Untermaschinerie (Festpreis bis 2024).

Der maschinelle Teil der Sanierung der gesamten Bühnenmaschinerie erfordert eine komplette Planungsleistung nach SIA. Der Terminplan basiert auf einer Beauftragung des Bühnenplaners (und weiteren Konsultanten wie Akustiker, Statiker und Bauingenieur) im Sommer 2020.

Druckerzeugungsanlagen

Eine neue Antriebstechnik der Untermaschinerie bedingt die Anpassung der Druckstation. Die Hubgeschwindigkeiten und Frequenz der Bewegungsabläufe (Speicherfüllzeit) erhöhen sich deutlich. Ebenso wird die Energiebilanz aufgrund der besseren Zylinderform (Einfachzylinder) deutlich besser.

Die Hydraulikfluide sind durchgängig auf Mineralöl (wie bereits in der Obermaschinerie) zu wechseln. Die Betriebsdauer und Wartungsintervalle verdreifachen sich.



Aufgestellt/ Auteurs:

Bühnenplanung Walter Kottke Ing., Bayreuth

Dipl.-Ing. Walter Kottke

Dipl.-Ing. (FH) Michael Kalus

Dipl.-Ing. (FH) Andreas von Graffenried

Bayreuth, 04.12.2019