

# Bachelor Thesis



## Entwicklung eines Bausatzes für maschinenraumlose Seilaufzugsanlagen

**Vorgelegt am:** 19. August 2013

**Von:** Martin Krautz  
Rudolf-Breitscheid-Straße 6  
09394 Hohndorf

**Studiengang:** Industrielle Produktion

**Studienrichtung:** Produktionstechnik

**Seminargruppe:** PT10/2

**Matrikelnummer:** 4000651

**Praxispartner:** ORBA- Lift Aufzugsdienst GmbH  
Buchenstraße 11  
08468 Reichenbach/ V.

**Mentoren:** Herr Dipl.-Ing. U. Brumm  
-ORBA-Lift Aufzugsdienst GmbH-

Herr Dr. Ing. S. Heinrich  
-Staatliche Studienakademie Glauchau-

## **Sperrvermerk**

Die vorgelegte Bachelor Thesis mit dem Titel: „Entwicklung eines Bausatzes für maschinenraumlose Seilaufzugsanlagen“ beinhaltet vertrauliche und interne Daten des Unternehmens ORBA-Lift Aufzugsdienst GmbH.

**Die Einsicht in diese Bachelor Thesis ist Unbefugten nicht gestattet. Ausgenommen hiervon sind die Gutachter, sowie berechtigte Mitglieder des Prüfungsausschusses. Die Vervielfältigung und Veröffentlichung der Bachelor Thesis ist grundsätzlich nicht erlaubt.**

Eine Ausnahme von dieser Regelung bedarf einer Erlaubnis des Unternehmens.

## Inhaltsverzeichnis

|   |             |
|---|-------------|
| <b>Sperrvermerk .....</b>                           | <b>II</b>   |
| <b>Inhaltsverzeichnis .....</b>                     | <b>III</b>  |
| <b>Abbildungsverzeichnis .....</b>                  | <b>V</b>    |
| <b>Tabellenverzeichnis .....</b>                    | <b>VI</b>   |
| <b>Formelverzeichnis .....</b>                      | <b>VII</b>  |
| <b>Abkürzungsverzeichnis .....</b>                  | <b>VIII</b> |
| <b>1 Einleitung .....</b>                           | <b>1</b>    |
| 1.1 Unternehmensvorstellung.....                    | 1           |
| 1.2 Fertigungsspektrum .....                        | 2           |
| 1.2.1 Aufzugskabinen .....                          | 2           |
| 1.2.2 Stahlgerüste .....                            | 2           |
| 1.2.3 Stahlbaugruppen .....                         | 3           |
| 1.3 Präzisierung des Themas und Vorgehensweise..... | 3           |
| <b>2 Der Aufzug.....</b>                            | <b>5</b>    |
| 2.1 Geschichte des Aufzuges .....                   | 5           |
| 2.2 Begriffserklärung.....                          | 6           |
| 2.3 Aufzugssysteme .....                            | 8           |
| 2.3.1 Differenzierung nach Antrieb .....            | 8           |
| 2.3.2 Differenzierung nach Nutzung .....            | 10          |
| 2.4 Konzept maschinenraumloser Seilaufzug.....      | 11          |
| <b>3 Bausatzentwicklung .....</b>                   | <b>15</b>   |
| 3.1 Vorgehen und Anforderungen.....                 | 15          |
| 3.2 Komponenten .....                               | 16          |
| 3.2.1 Führungsschienen .....                        | 16          |
| 3.2.1.1 Allgemein.....                              | 16          |
| 3.2.1.2 Bausatzimplementierung .....                | 17          |
| 3.2.2 Führungsschienenbefestigung.....              | 20          |
| 3.2.3 Grubenelement .....                           | 21          |
| 3.2.4 Kopfelement .....                             | 23          |
| 3.2.5 Antrieb .....                                 | 25          |
| 3.2.6 Tragseile.....                                | 27          |

---

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| 3.2.6.1  | Allgemein .....                             | 27        |
| 3.2.6.2  | Bausatzimplementierung .....                | 28        |
| 3.2.7    | Fahrkorb-Tragrahmen.....                    | 31        |
| 3.2.7.1  | Allgemein .....                             | 31        |
| 3.2.7.2  | Bausatzimplementierung .....                | 33        |
| 3.2.8    | Geschwindigkeitsbegrenzer .....             | 42        |
| 3.2.8.1  | Allgemein .....                             | 42        |
| 3.2.8.2  | Bausatzimplementierung .....                | 43        |
| 3.2.9    | Gegengewicht.....                           | 47        |
| 3.2.9.1  | Allgemein .....                             | 47        |
| 3.2.9.2  | Bausatzimplementierung .....                | 47        |
| <b>4</b> | <b>Wirtschaftlichkeitsbetrachtung .....</b> | <b>51</b> |
| 4.1      | Grundlagen.....                             | 51        |
| 4.2      | Herstellung .....                           | 51        |
| 4.3      | Bewertung .....                             | 53        |
| <b>5</b> | <b>Zusammenfassung und Ausblick.....</b>    | <b>53</b> |
|          | <b>Literaturverzeichnis .....</b>           | <b>54</b> |
|          | <b>Quellenverzeichnis.....</b>              | <b>55</b> |
|          | <b>Anhangverzeichnis.....</b>               | <b>56</b> |
|          | <b>Ehrenwörtliche Erklärung .....</b>       | <b>72</b> |

---

**Abbildungsverzeichnis**

|         |   |    |
|---------|---|----|
| Abb. 1  | Geschäftshaus in Reichenbach.....                                 | 1  |
| Abb. 2  | individueller Aufzugsschacht im Treppenauge eines Wohnhauses..... | 3  |
| Abb. 3  | Demonstration Otis [Q1].....                                      | 5  |
| Abb. 4  | Aufhängungsdarstellung [Q5].....                                  | 6  |
| Abb. 5  | Bezeichnung Aufzugsschacht .....                                  | 7  |
| Abb. 6  | Stichmaßbezeichnung.....  | 8  |
| Abb. 7  | Getriebemaschine auf Maschinenrahmen [Q4].....                    | 9  |
| Abb. 8  | Steuerung einer MRL-Anlage.....                                   | 12 |
| Abb. 9  | Bausatz MRL Seilaufzugsanlage .....                               | 14 |
| Abb. 10 | Lastannahmen für Führungsschienenberechnung [Q3] .....            | 18 |
| Abb. 11 | Profilquerschnitt T90/B.....                                      | 19 |
| Abb. 12 | Führungsschienenbefestigung einer Bügelebene .....                | 20 |
| Abb. 13 | Grubenelement .....   | 23 |
| Abb. 14 | Kopfelement.....  | 23 |
| Abb. 15 | Aufbau getriebeloser Synchronmotor [Q1] .....                     | 26 |
| Abb. 16 | Seilquerschnitt und Typenbezeichnung [Q2/bearb. Autor] .....      | 29 |
| Abb. 17 | APAG-Seilbefestigung [Q1].....                                    | 30 |
| Abb. 18 | Seilschloss mit Bügelseilklemme [Q1].....                         | 30 |
| Abb. 19 | Zusammenbaudarstellung Fahrkorb-Tragrahmen.....                   | 33 |
| Abb. 20 | Bauteile der Haupteinheit.....                                    | 34 |
| Abb. 21 | Explosionsdarstellung Einbindung Fangvorrichtung.....             | 38 |
| Abb. 22 | Obere Querverbindung.....   | 41 |
| Abb. 23 | Seilaufnahme .....  | 42 |
| Abb. 24 | Geschwindigkeitsbegrenzer [Q4] .....                              | 43 |
| Abb. 25 | Geschwindigkeitsbegrenzer LF18CAE.....                            | 44 |
| Abb. 26 | Umlenk- und Überwachungseinheit .....                             | 45 |
| Abb. 27 | Positionierung Geschwindigkeitsbegrenzer in Schachtgrube.....     | 46 |
| Abb. 28 | Gussolith-Einlage im Gegengewicht .....                           | 48 |
| Abb. 29 | Gegengewichtskonstruktion .....                                   | 50 |

**Tabellenverzeichnis**

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| Tabelle 1 | Profilkennwerte Führungsschiene T90/B .....        | 19 |
| Tabelle 2 | Massenermittlung für Kraftberechnung .....         | 24 |
| Tabelle 3 | Stichmaßeinteilung der Tragrahmenvarianten .....   | 40 |
| Tabelle 4 | Kalkulation der Herstellkosten des Bausatzes ..... | 52 |
| Tabelle 5 | Vergleich der Herstell- und Einkaufskosten .....   | 52 |

**Formelverzeichnis**

|          |   |    |
|----------|---|----|
| Formel 1 | Kraftberechnung für Trägersauslegung .....        | 24 |
| Formel 2 | Berechnung Länge der Unteren Querverbindung ..... | 40 |
| Formel 3 | Berechnung Länge der Oberen Querverbindung .....  | 41 |
| Formel 4 | Berechnung Länge Rollenträger .....               | 42 |
| Formel 5 | Gegengewichtsmasse .....                          | 47 |

## **Abkürzungsverzeichnis**

|      |                               |
|------|-------------------------------|
| APAG | Anpress-Außengewinde          |
| CAD  | Computer Aided Design         |
| CNC  | Computer Numerical Control    |
| MRL  | maschinenraumlos              |
| PKW  | Personenkraftwagen            |
| SGT  | Schachtgrubentiefe            |
| SKH  | Schachtkopfhöhe               |
| STM  | Stichmaß                      |
| TRA  | Technische Regeln für Aufzüge |



## 1 Einleitung

### 1.1 Unternehmensvorstellung

Die Firma ORBA-Lift Aufzugsdienst GmbH konnte im Jahr 2009 auf eine 50-jährige Firmengeschichte zurückblicken. 1959 erfolgte die Gründung des Unternehmens als PGH Aufzugsdienst Reichenbach/ Vogtland. Bis zum Jahr 1989 wurden lediglich bestehende Aufzugsanlagen rekonstruiert und gewartet, bis man schließlich 1990 mit eigener Planung, Produktion und Montage erster Personenaufzüge begann. Eine große Erweiterung des Portfolios ging einher, als 1994 erfolgreich mit der Konstruktion von Glas- und Panoramaaufzügen begonnen wurde.

Durch den Umzug an den heutigen Standort (Abb.1) im Jahr 1997, konnte seitdem moderner und flexibler produziert werden.

Neben dem Errichten neuer Aufzugsanlagen, sind Service- und Wartungsarbeiten, sowie Modernisierungsarbeiten an bestehenden Anlagen, weiterhin zwei wichtige Geschäftsfelder des Unternehmens. Durch die Steigerung des Auftragsvolumens entschloss man sich, das Vertriebsgebiet ab dem Jahr 2002 mit Servicestützpunkten in Fürth, Gera und Dresden zu erweitern.



**Abb. 1** Geschäftshaus in Reichenbach

Weiter folgte das Erschließen des bayri-

schen Wirtschaftsraumes mit dem Eröffnen einer Serviceniederlassung in München.

Heute wird dem Kunden ein breites Produktspektrum angeboten. Von einfachen Personenaufzügen und Kleingüteraufzügen, bis hin zu Lasten- und PKW- Aufzügen mit einer Tragfähigkeit bis zu 16t. Die komplette Projektrealisierung erfolgt dabei aus einer Hand. Das nunmehr mittelständische Unternehmen, geleitet von einem technischen Geschäftsführer und einer kaufmännischen Geschäftsführerin, ist auf eine Mitarbeiterzahl von 80 Beschäftigten herangewachsen. Mit dem Ziel der Übernahme, werden durchschnittlich 7 Auszubildende vom Unternehmen ausgebildet. Um die Qualität von Produkten und Dienstleistungen sicherzustellen, sind alle Abläufe im Unternehmen beschrieben und die ORBA- Lift Aufzugsdienst GmbH nach ISO 9001:2008 zertifiziert. Weitere Zertifizierungen sind nach DIN 18800-7 „Ausführung und Herstellerqualifikation im Stahlbau“ und DIN EN 13015 „Instandhaltung von Aufzügen und Fahrtreppen“ vorhanden. ORBA- Lift Aufzugsdienst GmbH ist Mitglied im Verein mittelständiger Aufzugsunternehmen e.V. (VmA) und im Verband für Aufzugstechnik e.V. (VfA).

## **1.2 Fertigungsspektrum**

### **1.2.1 Aufzugskabinen**

Bei der Planung und Konstruktion einer Aufzugsanlage, werden hochwertige Aufzugskomponenten von ausgewählten Zulieferern eingebunden. Dies sind z.B. Antriebe, Seile, Hydraulikzylinder, Türen und Steuerungen. Diese fremdbezogenen Komponenten, werden durch ORBA-Lift fachgerecht in die weitere Planung und Montage eingebunden.

Ein vom Kunden sichtbarer Bestandteil der Aufzugsanlage, wird in Einzelfertigung individuell hergestellt: die Aufzugskabine. Die Aufzugskabine ist die von Fahrgast hauptsächlich wahrgenommene Komponente des Aufzugs und verkörpert das Erscheinungsbild jeder Aufzugsanlage. Alle Ausstattungsmerkmale der späteren Kabine, werden in der Planungsphase mit dem Kunden besprochen und im sogenannten Bemusterungsprotokoll festgelegt. Die Kabinen unterscheiden sich dabei von blickdichten Kabinen mit verschiedenen Seitenwänden (Edelstahlblech, gepulverte Bleche, Thermopalpaneele), bis hin zu aufwändig verglasten Panoramakabinen. In der Kabinenfertigung gibt es keine standardisierten Kabinengrößen. Alle Aufzugskabinen können in verschiedensten Abmaßen gefertigt werden. Der Zugang in eine Aufzugskabine kann an den jeweiligen Haltestellen des Gebäudes durch hochwertige Eingangsportale gestaltet sein. Diese sogenannten Mauerumfassungszargen sind Blechbaugruppen, welche je nach Kundenwunsch, aus Edelstahlblech oder farbig gepulverten Schwarzblech, in Eigenfertigung hergestellt werden.

Die Individualität in der beschriebenen Kabinenfertigung zeichnet die ORBA-Lift Aufzugsdienst GmbH deutlich aus und bildet einen Wettbewerbsvorteil gegenüber Konkurrenten.

### **1.2.2 Stahlgerüste**

In der Regel erfolgt das Errichten einer Aufzugsanlage innerhalb eines Gebäudes, in einem gemauerten oder betonierten Aufzugsschacht. Ist dies nicht möglich oder besteht der Wunsch nach einem optischen und architektonischen Highlight, so kann der Aufzugsschacht außen an die Fassade des Gebäudes angebracht werden. Auch hier zeichnet sich das Unternehmen durch seine flexible und individuelle Fertigung aus. Durch das Know-how aller Mitarbeiter, werden projektbezogene Stahlgerüste konstruiert, gefertigt und montiert. Meist erfolgt im Anschluss eine Verkleidung des Stahlgerüsts mit Glasfeldern. Der Blick in den Aufzugsschacht und auf die interessante Anlagentechnik ist somit möglich. Neben einer solchen Glasverkleidung ist, je nach Kundenwunsch, auch die Verkleidung mit Paneelen realisierbar. Doch nicht nur derartige Außenkonstruktionen werden realisiert. Auch das Errichten von anspruchsvollen Aufzugsstahlgerüsten in Treppenaugen, bietet das Unternehmen als maßgeschneiderte Lösung an, wie in Abbildung 2 verdeutlicht.



**Abb. 2** individueller Aufzugsschacht im Treppenauge eines Wohnhauses

### 1.2.3 Stahlbaugruppen

Neben den genannten Hauptbestandteilen einer Aufzugsanlage, können zusätzlich Stahlbaukomponenten erforderlich sein. So ist z.B. für die Anordnung der Antriebsmaschine im Aufzugsschachtkopf ein Maschinenträger zu dimensionieren und aus Profilstahl herzustellen. Weiter erfolgt die Konstruktion und Fertigung von Führungsschienenbügeln. Diese dienen zur Befestigung der späteren Führungsschiene und müssen im Schacht installiert werden. Bei seilbetriebenen Aufzugsanlagen, werden zusätzliche Seilrollenträger dimensioniert und hergestellt. Durch diese werden Umlenkungen der Tragseile ermöglicht.

Bei diesen Arbeiten ist die fachliche Kompetenz aller Mitarbeiter besonders wichtig, da die spätere Sicherheit der Aufzugsanlage auch von diesen Schweißbaugruppen abhängig ist.

## 1.3 Präzisierung des Themas und Vorgehensweise

Die ORBA-Lift Aufzugsdienst GmbH ist ein modernes Unternehmen, welches im Hinblick auf die Fertigung eigener Produkte bzw. Aufzugskomponenten, in den vergangenen Jahren eine positive Entwicklung erfahren hat. Aus unternehmerischer Sicht soll dieser Eigenfertigungsanteil weiter ausgebaut werden, um den Kunden des Unternehmens noch verstärkter Erzeugnisse aus dem „Hause ORBA“ anbieten zu können. Voraussetzung einer neuen Komponentenfertigung ist natürlich, dass dies für

das Unternehmen eine erreichbare und realistische Zielsetzung ist. Zum einen sind aus fachlicher Sicht alle Voraussetzungen dafür gegeben. Durch die nunmehr 54 jährige Tätigkeit in der Aufzugsbranche, ist ein umfangreiches Fachwissen und technisch-wirtschaftliches Potential im Unternehmen vorhanden. Weiter sind bedingt durch die derzeitige Marktsituation, freie Kapazitätsressourcen in der Produktion vorhanden, welche durch zusätzliche Eigenleistungen minimiert werden müssen.

Durch die Geschäftsleitung wurde im Jahr 2012 festgelegt, innerhalb von zwei Jahren einen Bausatz für maschinenraumlose Seilaufzugsanlage in Eigenfertigung herzustellen und im Rahmen kompletter Aufzugsanlagen den Kunden des Vertriebsgebietes anzubieten.

Zum Bausatz gehören alle mechanischen sowie sicherheitsrelevanten Aufzugskomponenten innerhalb des Aufzugsschachtes, die für eine Inbetriebnahme der Anlage notwendig sind. Vor der Produktionseinführung gilt es als erstes, die notwendigen Komponenten des Bausatzes zu entwickeln und zu konstruieren. Diese Bachelor Thesis im Studiengang Produktionstechnik der Staatlichen Studienakademie Glauchau, soll nachfolgend die Entwicklung des Bausatzes beschreiben und eine Grundlage dafür sein, das Eigenfertigungsspektrum der ORBA-Lift Aufzugsdienst GmbH weiter auszubauen und sich lieferantenunabhängiger am Markt zu positionieren. Neben den technischen Ausführungen, wird auch die Wirtschaftlichkeit kritisch betrachtet, um die Einführung dieses firmeninternen Neuproduktes auch aus ökonomischer Sicht zu bewerten.

Da diese Komponenten des Bausatzes im vollen Umfang bereits zugekauft und in die weitere Anlagenerrichtung einbezogen wurden, bestand eine Grundkompetenz über die Montage und Verwendung derartiger Bausätze maschinenraumloser Seilaufzugsanlagen. Trotzdem gab es viele technische Herausforderungen, alle Blech-, Stahl- und Zuliefererkomponenten technisch im Bausatz zu vereinen, damit die einschlägigen Normen und Richtlinien der Aufzugstechnik erfüllt werden. Denn ohne Erfüllung dieser Regelwerke, könnte keine Aufzugsanlage mit dem Bausatz von einer zugelassenen Überwachungsstelle abgenommen und an den Kunden zur Benutzung übergeben werden.

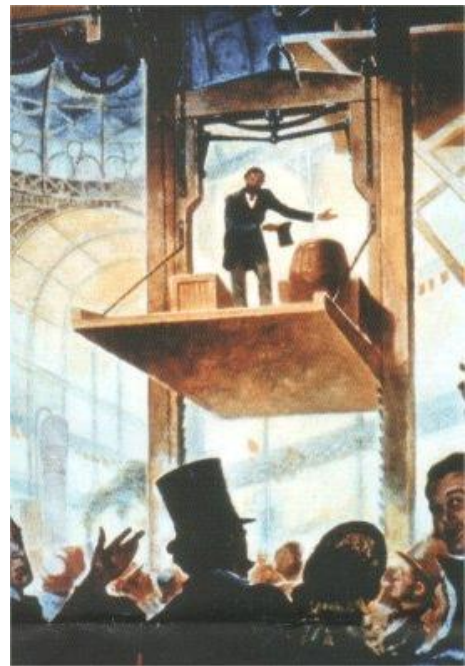
## 2 Der Aufzug

### 2.1 Geschichte des Aufzuges

Bereits in der Antike gab es erste Urformen der heutigen Aufzugssysteme. Mit Hilfe von Muskelkraft wurden damals Seile über eine Holzwellen gezogen, um verschiedene Waren oder Güter heben oder senken zu können. Dies erfolgte so z.B. beim Errichten ägyptischer Pyramiden. Auch im römischen Kolosseum zogen Sklaven noch per Muskelkraft Tiere oder Gladiatoren in die Arena. Doch bereits zu jener Zeit begann man mit der Verwendung eines Gegengewichtes, um Kräfte zu sparen.

Da die Höhe für Gott bestimmt war, gab es im Mittelalter keine Häuser, welche die Kirche übertrafen. Außerdem waren damalige Aufzugssysteme unsicher und für größere Höhen noch nicht geeignet. Lediglich Wissenschaftler waren von Aufzügen beeindruckt. So baute sich im 17. Jahrhundert der Mathematiker und Astronom Erhard Weigel einen Aufzug nach dem Flaschenzugprinzip in sein Wohnhaus in Jena ein, was es zu den berühmtesten Häusern der Stadt machte.

„All safe, Gentleman, all safe“. Mit diesen Worten beendete Elisha Graves Otis (1811-1861) im Jahr 1853 seine wirkungsvolle Vorführung in New York. Otis war damals noch angestellter Mechaniker-Meister in einer Fabrik für Bettengestelle, bei der öfters Werkstücke, aufgrund von abstürzenden Lastenaufzügen, beschädigt wurden. Er erfand die Fangvorrichtung, die heute noch in jedem Seilaufzug eingebaut werden muss. Diese bewirkt ein



**Abb. 3** Demonstration Otis [Q1]

Abfangen und Festsetzen der Aufzugskabine an den Führungsschienen. Bei seiner Demonstration (siehe Abbildung 3) befand sich Otis selbst auf einer Aufzugsplattform und lies von seinem Assistenten die Seile durchschneiden. Die Plattform bremste sich und blieb stehen. Seine Erfindung machte nun den Bau von Hochhäusern mit sicherem Personentransport möglich.

Mit dem steigenden Bedarf an Aufzügen, ging auch die Entwicklung der Aufzugsantriebe einher. Bis 1880 kamen noch Dampfantriebe zum Einsatz, bis Werner von Siemens den Elektromotor präsentiert. Neben hydraulischen Antrieben, haben sich diese elektrisch betriebenen Seilaufzüge bis heute bewiesen. Auch die Sicherheit der Aufzüge wurde stets verbessert, sodass der Aufzug heutzutage das sicherste Massentransportmittel ist. Durch Weiterentwicklungen sind maschinenraumlose Aufzüge (wie in dieser Bachelor Thesis bearbeitet wird) und frequenzgeregelter Antriebe stark verbreitet.

## 2.2 Begriffserklärung

Die Aufzugstechnik ist geprägt von sehr vielen Fachbegriffen. Hauptbegriffe sollen für das weitere Verständnis kurz erläutert werden. Aufgrund der Thematik dieser Arbeit, beziehen sich diese auf elektrisch betriebene Seilaufzugsanlagen.

- Aufhängung

Unter der Aufhängung versteht man die Seilführung eines Aufzuges. Dabei unterscheidet man hauptsächlich die direkte Aufhängung (1:1) sowie die indirekte Aufhängung (2:1), siehe Abbildung 4. Bei der direkten Aufhängung – 1:1 werden die Tragseile fest am Fahrkorb-Tragrahmen und am Gegengewicht fixiert. Stattdessen erfolgt bei einer indirekten Aufhängung – 2:1 die Umlenkung der Tragseile an einer am Tragrahmen und am Gegengewicht montierten Seilrolle. Bei einer 1:1-Aufhängung benötigt man deshalb eine geringere Seilgesamtlänge. Es ergeben sich höhere Seilstrangkkräfte und es bedarf eines größer dimensionierten Antriebsaggregates. Im Vergleich dazu, benötigt man bei einer 2:1-Aufhängung eine höhere Seilgesamtlänge, wobei jedoch die Seilstrangkkräfte nur halb so groß sind und eine kleiner dimensionierte Maschine verwendet werden kann. Welche Aufhängung letztendlich gewählt wird, ist anlagen-spezifisch zu entscheiden und muss auf einer technisch-wirtschaftlichen Bewertung erfolgen. Die indirekte Aufhängung wird jedoch durch den geringeren Energieverbrauch der Maschine präferiert.

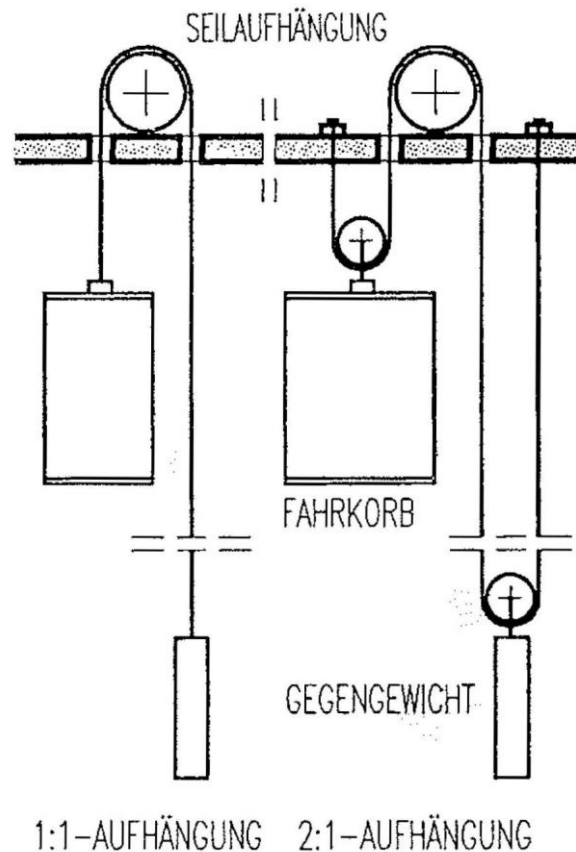
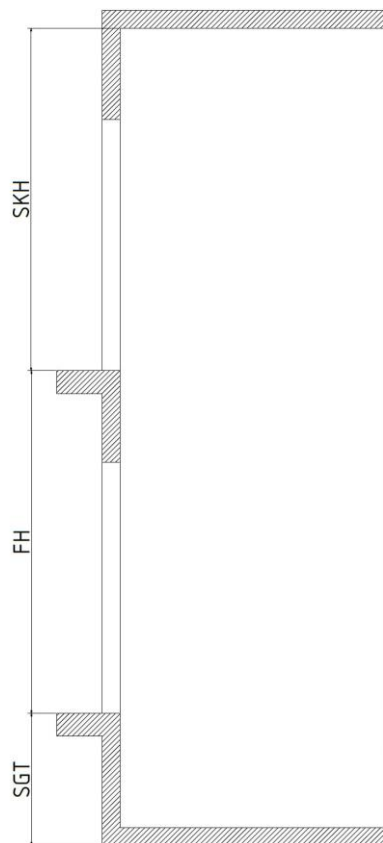


Abb. 4 Aufhängungsdarstellung [Q5]

- Aufzugsschacht

Ein Aufzugsschacht ist ein teilweise oder komplett umschlossener Raum, in oder an einem Gebäude, in dem sich die Führungsbahnen und das Gegengewicht befinden und die Aufzugskabine zur Personenbeförderung bewegt wird. Meist findet ein vollumschlossener betonierter oder gemauerter Schacht im Gebäudeinneren Verwendung. Aber auch verglaste Stahlgerüste finden heutzutage aus architektonischer Sicht immer mehr an Interesse. Aus der Abbildung 5 gehen weitere Begrifflichkeiten am Aufzugsschacht, wie Schachtgrubentiefe (SGT), Schachtkopfhöhe (SKH) und

Förderhöhe (FH), hervor. Die Förderhöhe einer Anlage ist die Höhe bzw. der resultierende Fahrweg, von der untersten Haltestelle bis zur obersten Haltestelle.



**Abb. 5** Bezeichnung Aufzugsschacht

- Fahrkorb

Als Fahrkorb oder Aufzugskabine wird der geschlossene Raum bezeichnet, in welchem Personen oder Lasten befördert werden, um die verschiedenen Haltestellen der Gebäudeetagen erreichen zu können. Je nach Nutzung und Kundenwunsch, kann der Fahrkorb in unterschiedlichster Weise gestaltet und ausgestattet werden. Von einer schlichten und massiven Blechkabine für industrielle Zwecke, bis hin zu einer multimedialen Glaskabine in einer Stadtvilla, sind viele Gestaltungen möglich.

- Nenngeschwindigkeit

Die Geschwindigkeit, mit der sich der Fahrkorb durch den Aufzugsschacht bewegt und für welche alle Aufzugskomponenten ausgelegt sind, wird als Nenngeschwindigkeit bezeichnet. Da im Vertriebsgebiet des Unternehmens meist Aufzugsanlagen in Gebäuden mit weniger als 10 Etagen errichtet werden, weisen diese Anlagen meist eine Nenngeschwindigkeit von 1,0m/s bis 1,6m/s auf. Aufzugsanlagen mit mehr als 20 Etagenhaltestellen, werden mit Nenngeschwindigkeiten ab 6m/s geplant. Dazwischen sind Abstufungen der Geschwindigkeit möglich.

Ergänzend ist zu sagen, dass hydraulisch betriebene Aufzugsanlagen meist eine Nenngeschwindigkeit von 0,63m/s haben.



- Nennlast

Auch Nutzlast, Traglast oder Tragfähigkeit sind gleichbedeutende Begrifflichkeiten. Jede Aufzugsanlage ist für eine bestimmte Nennlast konstruiert und ausgelegt. Diese sagt aus, welche Masse in den Fahrkorb geladen werden darf, sodass alle Komponenten der Aufzugsanlage den resultierenden Kräften standhalten. Die Nennlast ist abhängig von der Nutzfläche des Fahrkorbes. Für die Benutzer von Aufzügen ist deshalb in jeder Kabine die Tragfähigkeit lesbar angebracht. Sollte sich eine größere Nennlast als zulässig in dem Fahrkorb befinden, so wird eine sogenannte Überlasteinrichtung aktiviert. Die Fahrgäste werden akustisch und optisch auf den Überlastfall aufmerksam gemacht, die Kabinen- und Schachttüren werden geöffnet und somit ein Fahrtbeginn verhindert, bis die Last im Fahrkorb verringert wurde.

- Stichmaß

Das Stichmaß, wie in Abbildung 6 eingezeichnet, ist das Maß zwischen den Stegen der zwei Führungsschienen. Dieses Stichmaß ist abhängig davon, wie viel



**Abb. 6** Stichmaßbezeichnung

Schachttiefe zur Verfügung steht bzw. wie groß die Aufzugskabine zu planen ist. Übliche Stichmaße sind 800mm, 1000mm und 1200mm für kleine und mittlere Seilaufzugsanlagen. Da das Stichmaß das Maß der Hauptführungen verkörpert, bauen alle weiteren Komponenten der Anlage auf dieses Maß auf.

- Triebwerksraum

Neben der Normenbezeichnung Triebwerksraum, ist auch die Bezeichnung als Maschinenraum gebräuchlich. Dies ist ein an den Aufzugsschacht direkt angrenzender, abgeschlossener Raum, in dem sich die Steuerung, der Geschwindigkeitsbegrenzer und natürlich der Antrieb befinden. In dem Maschinenraum dürfen keine aufzugsfremden Einrichtungen untergebracht werden. Mit dem zweiten Amendement (Änderung) der DIN EN 81-1, wurde eine Möglichkeit geschaffen, mit Hilfe von Ersatzmaßnahmen auf den Triebwerksraum verzichten zu können. Bei der vorliegenden Entwicklung handelt es sich um diese Form des sogenannten maschinenraumlosen Konzeptes, welches in den weiteren Gliederungspunkten ausführlich behandelt wird.

## 2.3 Aufzugssysteme

### 2.3.1 Differenzierung nach Antrieb

Der Antrieb ist eine der wichtigsten Komponenten jeder Aufzugsanlage. Er dient der Umwandlung der zugeführten elektrischen Energie in kinetische Energie sowie der damit verbundenen direkten oder indirekten Kraftübertragung auf den Fahrkorb-Tragrahmen, um die Aufzugskabine mit den zu befördernden Personen oder Lasten



zu den gewünschten Gebäudeetagen zu bewegen. Auf Grundlage der zwei harmonisierten Normen wird in nachfolgenden zwei Antriebsarten unterschieden:

- elektrisch betriebene Aufzüge

Diese Antriebsart ist in der DIN EN 81-1 geregelt, wobei eine weitere Differenzierung die Ziffer 12.2.1 nach a) Treibscheibenantrieb und b) formschlüssiger Antrieb festlegt. Formschlüssige Antriebe, wie z.B. bei Trommelaufzügen, sind jedoch Nischenprodukte und nur für spezielle Anwendungen einzusetzen.

Dagegen ist der elektrisch betriebene Treibscheibenantrieb in Seilaufzugsanlagen, die am meisten verwendete Antriebsart. Auch bei der hier entwickelten maschinenraumlosen Seilaufzugsanlage, handelt es sich um das Treibscheibenprinzip. Die Tragseile werden auf der mehrrilligen Treibscheibe des Antriebes aufgelegt. Die Drehbewegung (Rotation) der Treibscheibe wird dadurch in eine Translation der Seile umgewandelt. Die Kraftübertragung zwischen den Seilen und der Treibscheibe erfolgt über den Reibungsschluss. Man spricht dabei auch



**Abb. 7** Getriebemaschine auf Maschinenrahmen [Q4]

von der Treibfähigkeit. Durch eine bestimmte Rillenform an der Treibscheibe, kann die Treibfähigkeit erhöht werden. Die erforderliche Bewegung der Treibscheibe wird in den meisten Fällen mit Getriebemaschinen (siehe Abbildung 7) realisiert. Hierbei unterscheidet man Getriebemaschinen mit Schnecken- und Planetengetriebe. Das Schneckengetriebe ist dabei jedoch die am weitesten verbreitete Getriebeart. Durch kontinuierliche Entwicklungen der Maschinen haben sich nicht nur die Laufruhe und der Wirkungsgrad erhöht, sondern gestalten diese großen Maschinen auch immer wirtschaftlicher. Wurden früher noch polumschaltbare Motoren verwendet, so findet gegenwärtig die moderne Frequenzregelungstechnik ihren Einsatz.

Neben diesen Getriebemaschinen verbreitet sich zunehmend die Anwendung von getriebelosen Maschinen. Derartige sog. Gearless-Maschinen werden auch in dem entwickelten Bausatz verwendet und im Punkt 3.2.5 weiter beschrieben und ausgelegt.

- hydraulisch betriebene Aufzüge

Aufzugsanlagen mit hydraulischen Antrieben sind in der DIN EN 81-2 beschrieben. Diese Norm lässt unter Ziffer 12.1.1 a) direkte und b) indirekte hydraulische Antriebe zu. Bei direkten Hydraulikaufzügen ist der Kolben des Hydraulikzylinders direkt mit dem Tragrahmen verbunden. Zwar können auf die Weise hohe Tragfähigkeiten realisiert werden, jedoch ist die Förderhöhe solcher Aufzugsanlagen begrenzt. Bei indi-

rekter Ausführung ist der Tragrahmen über Tragseile mit dem Kolben verbunden. Die Anzahl der erreichbaren Stockwerke ist größer als bei direkter Bauart, trotzdem bis auf eine Förderhöhe von ca. 21m begrenzt.

Der eigentliche Antrieb einer jeden hydraulischen Anlage ist das sog. Hydraulikaggregat. Meist treibt ein Drehstromunterölmotor eine Schraubenspindelpumpe an, um den benötigten Betriebsöldruck für den Zylinder zu erzeugen. Beim Abwärtsfahren der Aufzugskabine strömt das Öl durch ein Ventil zurück in dem im Aggregat enthaltenen Ölbehälter.

### **2.3.2 Differenzierung nach Nutzung**

Die technischen und gestalterischen Ausführungen, sind entscheidend für die spätere Nutzung einer jeden Aufzugsanlage. Bereits in der frühen Planungsphase, ist diese Verwendung bzw. der spätere Einsatz eines Aufzuges mit dem Kunden oder Betreiber akribisch zu erörtern, um für eine Langlebigkeit zu sorgen. Dies geschieht im Unternehmen der ORBA-Lift Aufzugsdienst GmbH durch eine intensive Vertriebsberatung der Projektleitung. Fragestellungen sind dabei: Was soll transportiert werden? Für welche Tragfähigkeit ist die Anlage auszulegen? Befindet sich die Anlage in einem öffentlichen Gebäude, in einem Wohnhaus oder dient sie der industriellen Verwendung? Nachfolgend sind die Hauptdifferenzierungen dargestellt, nach deren Einsatzzwecke Aufzugsanlagen auch im Unternehmen konstruiert, gefertigt und montiert werden:

- **Personenaufzug**

Der Personenaufzug ist der am meisten verwendete Aufzug und aus Wohn- und Geschäftshäusern nicht mehr wegzudenken. Die Dimensionierung der Aufzugsanlage ist dabei stark von der Gebäudenutzung und der Anzahl der Fahrten pro Stunde abhängig. Dementsprechend kann die Antriebsauswahl hydraulisch oder elektrisch erfolgen. Weitere Gestaltungsmöglichkeiten und Ausführungen des Personenaufzugs sind: Ausführung als Glas- oder Panoramaaufzug, Behindertengerechter Aufzug, Krankenbettenaufzug

- **Lastenaufzug**

Wie aus der Benennung bereits hervorgeht, wird mit dieser Aufzugsart der Transport von großen Lasten realisiert. Zum Einsatz kommen dabei meist Seilantriebe oder hydraulisch betriebene Anlagen mit zwei Hubzylindern (sogenannte Doppelkolbenanlagen). Die Aufzugskabine ist dabei sehr massiv und funktionsorientiert gestaltet. Meist ist dies eine einfache Edelstahlkabine mit umlaufendem Rammschutz, um eine Beschädigung beim Beladen der Aufzugskabine zu verhindern.

- Kleingüteraufzug

Für das Planen und Errichten von Kleingüteraufzügen gilt die Maschinenrichtlinie sowie die DIN EN 81-3. Diese Aufzugsform zählt als Maschine, weil mit diesen Anlagen keine Personenbeförderung möglich und erlaubt ist. Die räumlichen Abmaße des Fahrkorbes darf 1x1x1,2 [m] nicht übersteigen. Somit ist auch die zulässige Nennlast auf 300kg begrenzt. Anwendung finden Kleingüteraufzüge z.B. in Küchen und der Gastronomie als Essen- und Geschirraufzug.

- Autoaufzug

Eine besondere Form des Lastenaufzugs ist der Auto- bzw. PKW-Aufzug. Autoaufzüge kommen vor allem in Großstädten zum Einsatz. Um aus Platzgründen auf eine Einfahrtrampe in Tiefgaragen von Stadtwohnhäusern zu verzichten, kann direkt von der Verkehrsstraße in die Aufzugskabine gefahren werden. Besonderheiten sind dabei eine Ampelanlage in der Aufzugskabine und vor den Schachttüren sowie das Rufen der Kabine per Funksignal.

- Feuerwehraufzug

Feuerwehraufzüge sind eine besondere Form von Personenaufzügen. Die Konstruktion und Montage von Feuerwehraufzügen ist im Normenteil 72 der DIN EN 81 geregelt. Diese Aufzüge dienen im Normalbetrieb der Personenbeförderung. Im Brandfall ist bei normalen Personenaufzügen jegliche Benutzung untersagt bzw. wird dies steuerungstechnisch verhindert. Feuerwehraufzüge stehen im Falle eines Gebäudebrandes den Einsatzkräften zur Verfügung. Ausgestattet sind diese u.a. mit einer Notstromversorgung, einer Ausstiegsleiter in der Kabine sowie einer Ausstiegs Luke im Kabinendach. Die verschiedenen Anforderungen an die technische Gestaltung von Feuerwehraufzügen, sind in den jeweiligen Landesbauordnungen festgelegt. Die Notwendigkeit solcher Aufzüge ist ab einer Gebäudehöhe von ca. 22m gegeben und wird in der Muster Hochhaus Richtlinie (MHHR) zusätzlich erläutert.

### 2.4 Konzept maschinenraumloser Seilaufzug

Die Möglichkeit eine Aufzugsanlage maschinenraumlos zu errichten, besteht erst seit Einführung und Weiterentwicklung der EN 81. Die früheren Regelwerke der Aufzugstechnik, können rückblickend als produktbezogen bezeichnet werden. Denn in diesen Vorschriften wurden die Ausführungen von Seilaufzugsanlagen dogmatisch beschrieben und Änderungen oder Abweichungen beim Errichten von Aufzugsanlagen waren unzulässig. Durch die Einführung der europäischen Normen und Richtlinien, im Speziellen der EN 81-1 für elektrisch betriebene (Seil-) Aufzugsanlagen, werden nicht mehr die technischen Ausführungen vorgegeben, sondern vorrangig Anforderungen an den Gesundheitsschutz und die Sicherheit gestellt. Damit wurden Möglichkeiten geschaffen, mit Hilfe von sog. Gefährdungsanalysen von der EN 81-1 ab-

zuweichen und durch Ersatzmaßnahmen eine gleichwertige Sicherheit der Anlagen und der normativ geforderten Schutzziele zu erreichen. Im Amendement 2 „Aufstellungsorte von Triebwerk und Steuerung sowie Seilrollen“ der EN 81-1, erfolgte schließlich die Novellierung der Norm zum Errichten von Seilaufzügen ohne Maschinenraum.

Wie die Bezeichnung bereits verrät, gibt es keinen externen, abgetrennten Maschinenraum, denn es sind bis auf die Aufzugssteuerung alle Komponenten im Aufzugsschacht untergebracht. Die Steuerung befindet sich in einem unauffälligen Wandsystemschränk, meist in der obersten Haltestelle neben dem Schachtzugang, wie in Abbildung 8 dargestellt. Der Entfall des Maschinenraumes ist für Architekten mit einer positiven Steigerung der planerischen Freiheit verbunden. Für Betreiber und Bauherren erhöht sich die Attraktivität und Wirtschaftlichkeit des Gebäudes aufgrund zusätzlicher Nutzfläche. Dies sind wiederum Gründe, warum sich das maschinenraumlose Konzept in den letzten Jahren immer weiterentwickelt hat und die Zahl montierter maschinenraumloser Anlagen stetig zunimmt. Somit ergibt sich auch für die ORBA-Lift Aufzugsdienst GmbH eine Absatzsicherheit des neuentwickelten Bausatzes. Weiter



**Abb. 8** Steuerung einer MRL-Anlage

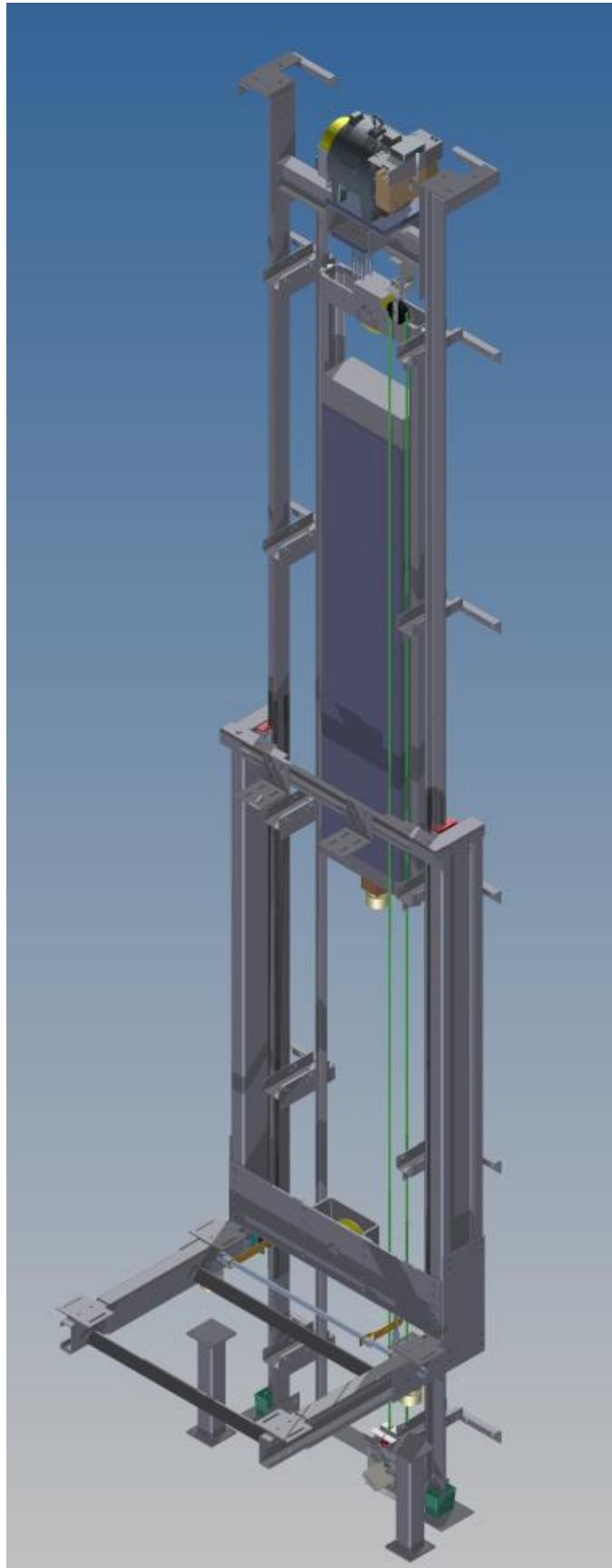
sind die Marktanforderungen durch Architekten und Planer erhöht wurden, indem die in Abbildung 5 eingetragenen Maße für SGT und SKH, so gering wie technisch möglich zu gestalten sind. Damit soll der für den Aufzug benötigte Raum noch weiter minimiert werden. Realisiert werden diese hohen Anforderungen mittels Gefahrenanalysen und Ersatzmaßnahmen. So ist z.B. bei vorhandenen geringen Schachtgrubentiefen als in der Norm gefordert, eine Klappstütze in die Schachtgrube zu montieren, um für Service- und Wartungspersonal einen temporären Schutzraum zu schaffen.

Alle tragenden Hauptkomponenten im Aufzugsschacht werden unter dem Begriff Bausatz zusammengefasst. Diese Komponenten müssen konstruktiv so ausgeführt sein, dass reibungslose Montageprozesse zu einer möglichst geringen Montagezeit auf der Baustelle führen. Ein weiterer Vorteil beim Einsatz dieser MRL-Seilanlagen ist, dass aufgrund der meist einseitigen Kabinenaufhängung, lediglich eine Schachtwand des Gebäudes zur Befestigung des Bausatzes in Anspruch genommen werden muss. Auch bei dem entwickelten Bausatz für das Unternehmen wurde auf diese konstruktive Ausführung viel Wert gelegt. Denn so befindet sich der komplette Bausatzaufbau auf einer Schachtseite und auch die bauliche Geräuschkopplung kann sich auf nur diese eine Schachtseite beschränken.

Auf Grund der beschriebenen hohen Nachfrage maschinenraumloser Seilaufzugsanlagen, sehen sich natürlich auch Komponentenlieferanten gezwungen, ihre Produktentwicklungen immer mehr auf das MRL-Konzept auszulegen und stets Neuentwicklungen auf den Markt zu bringen. Bei den Antrieben haben getriebelose, die getriebebehafteten Maschinen verdrängt. Durch die Entwicklung und den Einsatz von neuen, dünneren Seilen (Durchmesser < 8mm) mit kleinerem Biegeradius, kommen somit auch immer kleinere Treibscheiben der Antriebsmaschinen zum Einsatz. Da sich dadurch der Hebelarm des Seilangriffs verkleinert, muss nach Formel  $\text{Drehmoment} = \text{Kraft} \times \text{Hebelarm}$  ein geringeres Moment erzeugt werden, was wiederum die Leistungsaufnahme und den Energieverbrauch der Gearless-Maschinen sinken lässt und weiter zum Steigen der Wirtschaftlichkeit der MRL-Anlagen beiträgt. Solche Permanentmagnetmotoren werden deshalb in immer kleinerer Bauart hergestellt und für die spezielle Montage im Schachtkopf angepasst.

Zusätzlich sei an dieser Stelle anzumerken, dass es auch ein maschinenraumloses Konzept für hydraulisch betriebene Aufzugsanlagen auf Grundlage der EN 81-8:A2 gibt. Dabei wird ein platzsparendes Hydraulikaggregat unten in die Schachtgrube montiert. Aufgrund der Thematik dieser Arbeit, werden hydraulische Aufzugsanlagen nicht weiter erörtert.

Für das beschriebene maschinenraumlose Konzept für Seilaufzugsanlagen, galt es nun den Bausatz dafür zu entwickeln. In der Abbildung 9 ist der Bausatz der 3D-Konstruktion dargestellt. Im dritten Hauptkapitel sollen nun nachfolgend die konstruktiven Ausführungen bzw. das Zusammenwirken mit aufzugstechnischen Lieferantenprodukten beschrieben werden.



**Abb. 9** Bausatz MRL Seilaufzugsanlage

### **3 Bausatzentwicklung**

#### **3.1 Vorgehen und Anforderungen**

Aufgrund des enormen Umfanges einer solchen Entwicklung, wurde mit ersten konstruktiven sowie kalkulatorischen Grundlagen und Annahmen bereits im Oktober des Jahres 2012 begonnen. Im zweiten Quartal des Jahres 2013 wurde diese Entwicklung intensiviert und konkretisiert, um das Ziel der Eigenfertigung eines solchen Bausatzes erreichen zu können.

Seitens der technischen Geschäftsführung wurde festgelegt, dass aufgrund der Marktanforderungen, der Bausatz in insgesamt drei verschiedenen Bausatzgrößen gefertigt werden soll. Um einen Entwicklungsstart zu schaffen, wurde vorerst die Konstruktion einer Bausatzgröße vereinbart. Diese Bausatzvariante ist auf folgende Merkmale spezifiziert und ausgelegt:

- Stichmaß: 1050mm
- Tragfähigkeit der Aufzugsanlage: 630kg (8 Personen)
- Förderhöhe: 3000mm für die demonstrative Darstellung von 2 Haltestellen
- Aufhängung: 2:1 – indirekt
- Kabinenausführung mit Kantfeldern aus Edelstahlblech.

Alle konstruktiven Ausführungen sowie die noch folgende Wirtschaftlichkeitsbetrachtung beziehen sich auf diese Anlagenspezifikation. Ausgehend von dieser Bausatzvariante sollen noch zwei weitere Bausatzgrößen entwickelt werden, die jedoch nicht im Umfang dieser Arbeit stehen. Der Entwicklungsumfang beschränkt sich dabei auf die Anpassung der Außengeometrie. Es wurde jedoch mit der beschriebenen Variantenkonstruktion begonnen, weil es die absatzstärkste Bausatzausführung im Vertriebsgebiet des Unternehmens ist.

Die komplette Bausatzkonstruktion wurde in einer 3D-CAD Softwareumgebung erstellt. Das Unternehmen verwendet dabei das Programm Inventor der Firma Autodesk. Mit Hilfe dieser modernen Software ist es möglich, Visualisierungen zu erstellen, um so alle Platzverhältnisse im Aufzugsschacht bewerten zu können. Des Weiteren sind im Vergleich zu einer 2D Software auch Kollisionsüberprüfungen zwischen einzelnen eingebauten Komponenten möglich. Besonders hilfreich ist dies bei der Kontrolle der gegenläufigen Bewegung von Gegengewicht und Fahrkorb-Tragrahmen. Da auch die Lieferanten mit 3D-Software arbeiten, ist ein problemloser Datenaustausch von Konstruktionselementen möglich gewesen. Neben den aufgeführten Vorteilen, bietet die 3D-Umgebung natürlich noch weitere Vorteile wie z.B.: exakte Massenermittlung aller eingebauten Bauteile und Baugruppen sowie die Datenweiterverwendung für die in der Produktion verwendete CNC gesteuerte hydraulische Abkantpresse. Durch diese beschriebenen Möglichkeiten der 3D-Konstruktionssoftware, ist ein sehr effektives Konstruieren möglich und sicherte so den Konstruktions- und Entwicklungsfortschritt des Bausatzes für maschinenraumlose Seilaufzugsanlagen.

In mehreren Besprechungen, zusammen mit dem technischen Geschäftsführer und erfahrenen Konstrukteuren, wurde regelmäßig der Entwicklungsfortschritt dargestellt und die weitere Vorgehensweise sowie die technische Ausführung des Bausatzes abgesprochen. Oberste Prämisse war natürlich die bereits erwähnte Normenkonformität mit der DIN EN 81-1:1998+A3:2009 „Sicherheitsregeln für die Konstruktion und den Einbau von Aufzügen – Teil 1: Elektrisch betriebene Personen- und Lastenaufzüge“. Neben dieser Normenarbeit musste natürlich auch der Lieferantenmarkt recherchiert werden, um zuverlässige Geschäftspartner für dieses Unternehmensprojekt auszuwählen. Dabei galt es im Zusammenhang auch die Lieferantenanforderungen und Einbaubedingungen beim Einsatz derer Produkte zu beachten.

Eine weitere Anforderung ist die innerbetrieblich-strategische Ausrichtung der Bausatzkonstruktion. Es ist bei der Bausatzfertigung von der im Unternehmen üblichen projektbezogenen Einzelfertigung abzugehen. Es musste zwingend eine Gesamtkonstruktion entwickelt werden, welche durch Austausch weniger Komponenten die festgelegten Bausatzvarianten ermöglicht. Man spricht dabei von einer modularen oder Plattform-Bauweise. Wie bereits erklärt handelt es sich in den folgenden Gliederungspunkten um eine erste Ausführung.

Zusammenfassend seien alle beschriebenen oder angesprochenen Anforderungen an die Bausatzkonstruktionen an dieser Stelle nochmals zusammenfassend aufgeführt:

- Herstell- und Montagefähigkeit
- Service- und Wartungsfreundlichkeit
- Realisierung kurzer Montagezeiten
- Bausatzeinsatz bei geringer SGT und geringer SKH
- Erfüllung aller Normen- und Lieferantenanforderungen
- Erfüllung Modularität.

## **3.2 Komponenten**

### **3.2.1 Führungsschienen**

#### **3.2.1.1 Allgemein**

Damit sich der Fahrkorb-Tragrahmen und das Gegengewicht definiert durch den Aufzugsschacht bewegen können, ist eine senkrechte Führung notwendig. Diese Führung erfolgt an den sog. Führungsschienen oder auch als Führungsbahnen bezeichnet. Alle Hinweise und Ausführungen zu Führungsschienen, sind in den Punkten 10.1 und 10.2 der DIN EN 81-1 erfasst. Berechnungen sind dabei nach dem Normenanhang G zu führen. Je nach Höhe der Belastungen und den Ergebnissen der Berechnung, können verschiedene Führungsschienen eingesetzt werden. Meist kommen jedoch T-förmige Stahlprofile mit gezogener oder bearbeiteter Lauffläche zur Verwendung. Durch die Auswahl der Führungsschienen sowie der Qualität der



Schienenmontage im Aufzugsschacht, wird die Fahreigenschaft der Aufzugskabine wesentlich bestimmt.

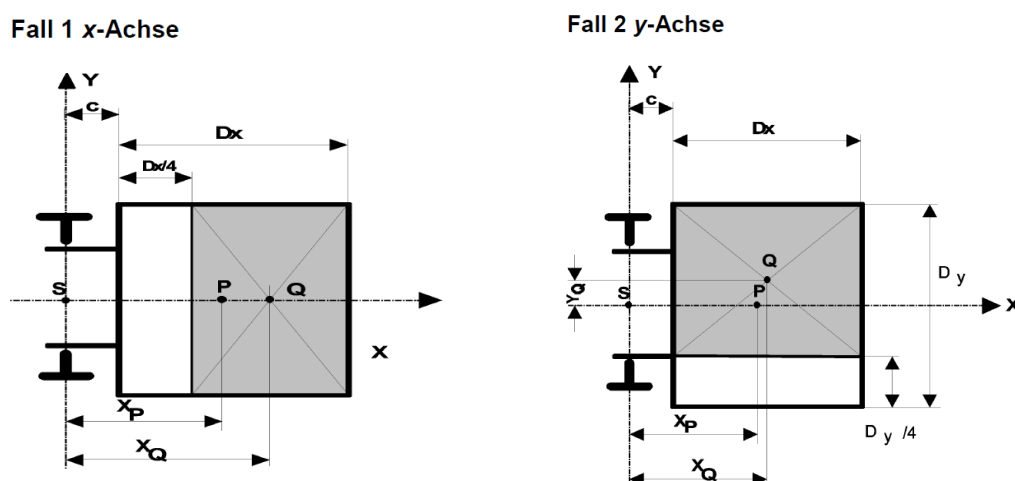
### 3.2.1.2 Bausatzimplementierung

Wie aus Abbildung 9 der Bausatzdarstellung zu erkennen ist, handelt es sich um einen einseitig aufgehängten Fahrkorb-Tragrahmen. In der Aufzugsbranche spricht man dabei auch von der Rucksack- oder Kragarmaufhängung. Aufgrund der Nennlast und der Eigenmasse der Aufzugskabine resultierende Kräfte und Momente, sind die Beanspruchungen auf die Führungsschienen sehr hoch. Es war also notwendig, eine Berechnung nach DIN EN 81-1 Anhang G anzufertigen und für die Verwendung des Bausatzes entsprechende Führungsschienen auszuwählen. Unterschieden wird bei der Auslegung nach drei verschiedenen Lastfällen mit jeweiligen Nachweisführungen, wie nachfolgend aufgeführt:

- Lastfall Normalbetrieb – Fahren
  - Biegespannung/ Spannung aus Biegung und Druck
  - Flanschbiegung
  - Durchbiegung in mm
- Lastfall Normalbetrieb – Beladen
  - Biegespannung/ Spannung aus Biegung und Druck
  - Flanschbiegung
  - Durchbiegung in mm
- Lastfall Fangen
  - Biegespannung/ Spannung aus Biegung und Druck/ Spannung aus Biegung und Knickung
  - Flanschbiegung
  - Durchbiegung in mm

Da der Bausatz in Personenaufzugsanlagen verwendet wird und in der Regel einzelne Personen (Masseannahme nach DIN EN 81-1: 1 Person = 75kg) die Aufzugskabine betreten, ist der Lastfall Beladen als unkritisch zu betrachten. Anders wäre dies bei Lastenaufzügen, wo die Kabine durch Befahren mittels Gabelstapler beladen werden könnte. Auch der Lastfall Fahren ist unkritisch, aufgrund der geringen Nenngeschwindigkeit und Nennlast, auf welche dieser Bausatz ausgelegt ist. Trotzdem müssen die Lastfälle nachgewiesen werden. Der kritischste Lastfall ist das Fangen. Darunter versteht man das plötzliche Abbremsen und Stillsetzen des Fahrkorb-Tragrahmens, wenn sich die Aufzugskabine mit einer Übergeschwindigkeit nach unten bewegt. In diesem Fall greift die sog. Fangvorrichtung in die Führungsschienen ein und krallt sich an den Schienen fest. Nähere Ausführungen dazu im Gliederungspunkt 3.2.7. Die dabei auftretenden Kräfte sind so enorm, dass kurzzeitige Durchbiegungen der Führungsbahn auftreten können. Die maximale Durchbiegung von 5mm darf dabei jedoch nicht überschritten werden. Da dabei die Gefahr der Beschädigung

durch Überbelastung besteht, muss dieser Lastfall besonders kritisch betrachtet werden und entscheidet maßgeblich darüber, welche Profildimensionierung der Schienen stattfinden muss. Da es unwahrscheinlich ist, dass die Fahrgäste im Fahrkorb gleichmäßig verteilt stehen und die Grundfläche zentral belasten, fordert die Norm die Nachweisführung der drei Lastfälle für eine unsymmetrische, außermittige Belastung des Fahrkorbes. Diese beiden Lastannahmen sind in Abbildung 10 dargestellt. Lastannahme 1 ist die Verteilung der Last auf den ungünstigen Dreivierteln in positiver x-Richtung. Lastannahme 2 ist die Verteilung der Last auf den ungünstigen Dreivierteln in positiver y-Richtung (grau eingefärbte Fläche).



**Abb. 10** Lastannahmen für Führungsschienenberechnung [Q3]

Da diese Berechnungen für alle Aufzugsanlagen angefertigt und dokumentiert werden müssen, konnte auf eine unternehmensinterne Berechnungsvorlage zurückgegriffen werden. Mit Hilfe dieser Vorlage wurden für beide Lastannahmen, jeweils die drei Lastfälle berechnet. Im Anhang 1 sind diese Nachweise für die Führungsschienauslegung des Bausatzes aufgeführt. Der Nachweis hat ergeben, dass das sichere Unterschreiten aller Durchbiegungen und Grenzspannungen erreicht wird, wenn Führungsschienen vom Typ T90/B verwendet werden.

Die Führungsschienen vom Typ T90/B sind T-förmige Stahlführungsschienen und genormt nach ISO 7465. Die Laufflächen dieser Führungen sind gehobelt bearbeitet, um in Verbindung mit den Gleitführungen am Fahrkorb-Tragrahmen, einen optimalen Fahrkomfort gewährleisten zu können. Diese Führungsschienen werden im Zukauf von der Firma VOL-Stahl bezogen. Der Lieferant bietet zu wirtschaftlichen Marktpreisen eine gute Qualität sowie ein schnelles und flexibles Lieferverhalten. Durch die Einkaufsabteilung werden diese Führungsschienen unkommissioniert stets vorrätig gehalten, da diese Führungsschienen auch bei sehr vielen anderen Aufzugsanlagen Anwendung finden. Neben der Querschnittsdarstellung in Abbildung 11, sind aus der Tabelle 1 die technischen Profileigenschaften dieses Führungsschiementyps dargestellt.

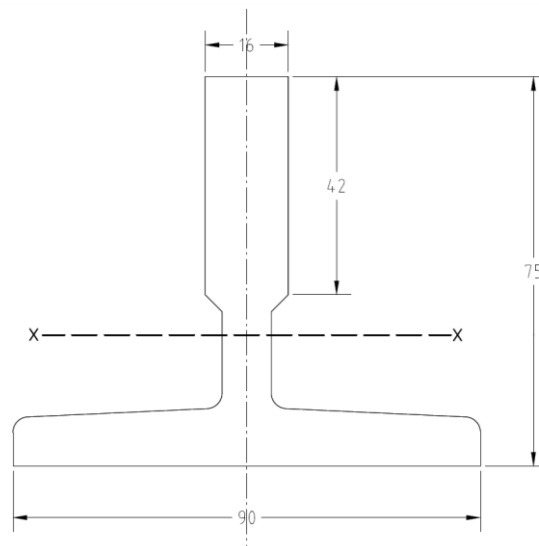


Abb. 11 Profilquerschnitt T90/B

| S [cm <sup>2</sup> ] | I <sub>x-x</sub> [cm <sup>4</sup> ] | W <sub>x-x</sub> [cm <sup>3</sup> ] | i <sub>x-x</sub> [cm] | I <sub>y-y</sub> [cm <sup>4</sup> ] | W <sub>y-y</sub> [cm <sup>3</sup> ] | i <sub>y-y</sub> [cm] |
|----------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| 17,25                | 102,00                              | 20,86                               | 2,43                  | 52,48                               | 11,66                               | 1,74                  |

Tabelle 1 Profilkennwerte Führungsschiene T90/B

Bei der Beschreibung der verwendeten Führungsschiene T90/B, handelt es sich um die sog. Hauptbahn. Wie ausführlich beschrieben, ist diese ausschlaggebend für die Führung des Fahrkorb-Tragrahmens mit der Aufzugskabine. Wie es die EN 81-1 vorsieht, muss auch das im Bausatz verwendete Gegengewicht (Punkt 3.2.9) in vertikaler Richtung definiert bewegt werden, was den Einsatz von Gegengewichtsführungsschienen erforderlich macht. Für diese Gegengewichtsführungsschienen sind folgende Berechnungen zu führen und im Anhang 2 einzusehen:

- Führungskräfte
- Biegemomente
- Biegespannung
- Flanschbiegung
- Durchbiegung.

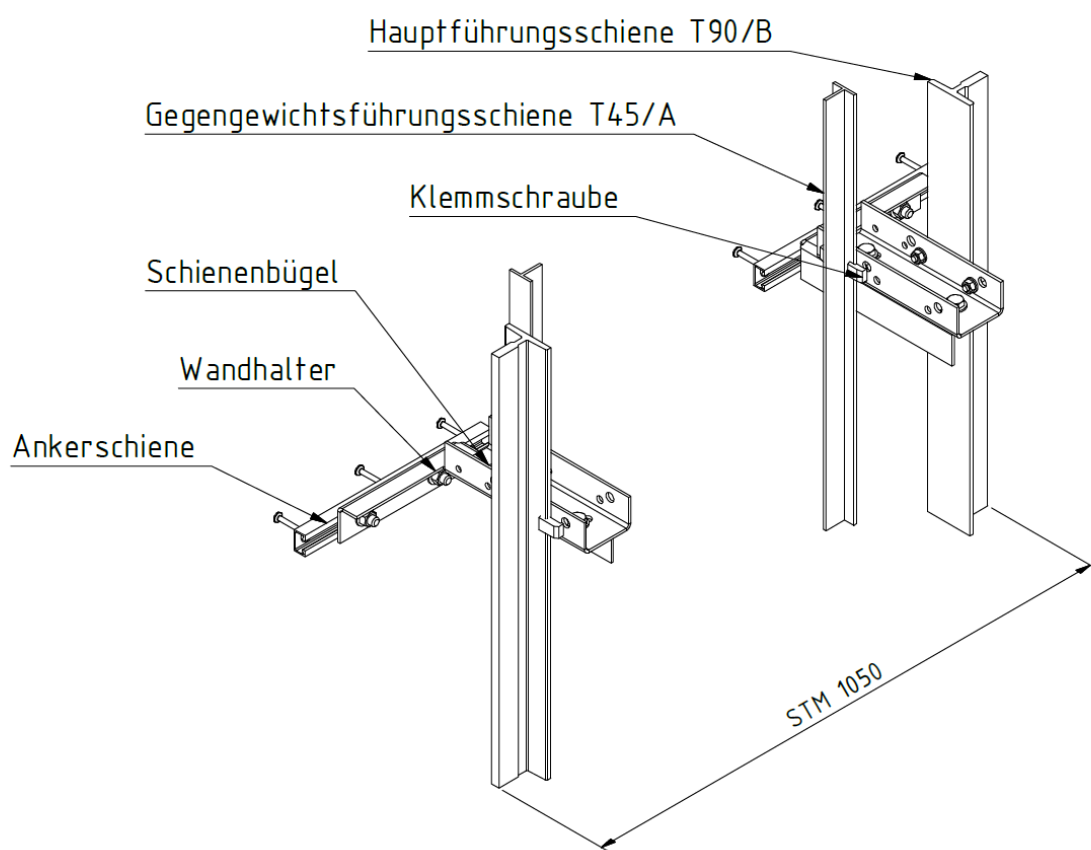
Entsprechend der Nachweisführung ist die Verwendung der Gegengewichtsführungen vom Typ T45/A vorzusehen. Diese T-förmigen Führungsprofile werden durch Kaltziehverfahren hergestellt und haben Abmessungen von 45x45x5 [mm]. Die T45/A ist die kleinste Ausführung von Aufzugsführungsschienen und kann im Bausatz aufgrund der sehr geringen Belastung bzw. Beanspruchung durch das Gegengewicht eingesetzt werden.

Je nach vorhandener Schachthöhe des zu realisierenden Auftrages einer Aufzugsanlage, sind die Führungsschienen für den Bausatz vor der Auslieferung entsprechend zu kommissionieren. Die Profillänge beträgt 5000mm. Ein Anfangs- bzw. Endstück ist jeweils auftragsbezogen zuzuschneiden. Im Aufzugsschacht werden die einzelnen Profilstücke über eine stirnseitige Nut-Feder-Verbindung zusammengesteckt. An

den Stoßstellen wird auf der Rückseite der Führungsschiene jeweils eine Stoßlasche aufgeschraubt. Dieses Grobblech dient der Verbindung und Verstärkung des geschwächten Bereiches aufgrund der Profilunterbrechung. Neben der Auswahl der Führungsprofile, ist die korrekte Führungsschienenbefestigung maßgeblich für einen sicheren Aufzugsbetrieb verantwortlich.

### 3.2.2 Führungsschienenbefestigung

Die meisten neu errichteten Gebäude und somit auch die Aufzugsschächte, werden aus Stahlbeton hergestellt. Daran soll nun geschildert werden, wie die Führungsschienenbefestigung erfolgt. Der komplexe Aufbau dieser Führungsschienenmontage ist in der Abbildung 12 dargestellt.



**Abb. 12** Führungsschienenbefestigung einer Bügelebene

Die Befestigung der zwei Haupt- sowie der zwei Gegengewichtsführungsschienen erfolgt an sog. Bügelebenen. Dies sind zwei spiegelbildlich angeordnete Blechbügelbaugruppen, die je nach Aufzugsschachthöhe in entsprechender Anzahl über die gesamte Schachthöhe verteilt sind. Die Anzahl dieser Bügelebenen richtet sich nach der Führungsschienen Berechnung, um auf der Führungsschienen-Knicklänge eine Durchbiegung von 5mm zu unterschreiten. Die Schnittstelle zum Aufzugsschacht des Gebäudes ist eine Ankerschiene. Diese Ankerschienen werden entsprechend der Bügelebenenverteilung, beim Errichten des Betonschachtes durch die Rohbaufirma,

oberflächenbündig einbetoniert. Um die Materialkosten dieser sehr teuren Spezialprofile zu senken, wird anstelle eines durchgehenden, zwei Einzelprofile verwendet. Um wertvolle Montagearbeitszeit zu sparen, sind die linken bzw. rechten Führungsschienenbefestigungen bereits vormontiert. Diese Bügel bestehen aus einem L-förmigen Wandhalter, sowie einem aufgeschraubten Schienenbügel. Der Wandhalter wird mit Hilfe von zwei Hammerkopfschrauben in der Ankerschiene befestigt. Diese Verbindung ist besonders wichtig, weil daran die komplette Bausatzbefestigung erfolgt. Um die Wandhalter auszurichten, sind vertikale Langlöcher eingebracht. Auf der Oberseite des Wandhalters sind ebenfalls zwei vertikal ausgerichtete Langlöcher eingestanz, die zum Verschrauben mit dem Schienenbügel dienen. Wie in der Abbildung 12 zu erkennen, ist der Schienenwinkel ein U-förmig gekantetes Blech, an welchem die außenliegende Hauptführungsschiene (T90/B) für den Fahrkorb-Tragrahmen sowie die innenliegende Gegengewichtsführungsschiene (T45/A) befestigt sind. Es wurde darauf geachtet, dass die Bohrbilder beidseitig ausgeführt sind. So kann auf der linken sowie auf der rechten Seite der Bügelebene, ein identischer Schienenwinkel verwendet werden. Neben dem Bohrbild für die T90/B ist bereits das Bohrbild für die nächst größere Führungsschiene T125/B vorgesehen. Diese kann bei der größten Bausatzgröße benötigt werden, um aufgrund der Nutzlast bis 1600kg allen Belastungen und Ansprüchen Stand zu halten. Die Befestigung der Führungsschienen erfolgt am Schienenwinkel mit T-Klemmschrauben. Entsprechend der großen und kleinen Führungsschiene, haben die Klemmschrauben verschiedene Abmessungen. Wie die Bezeichnung bereits verrät, werden die Führungsschienen mittels Kraftschluss an dem Schienenwinkel festgeklemmt.

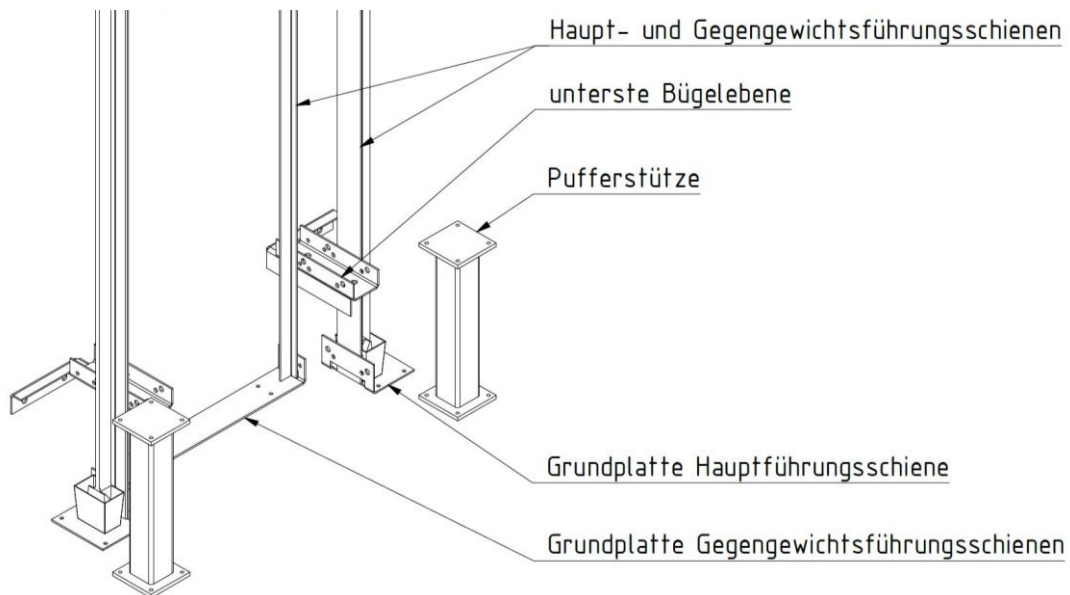
Die insgesamt drei verschiedenen Blechbauteile (linker/rechter Wandhalter und Schienenbügel) bestehen aus 5mm starkem Schwarzblech und werden in Eigenfertigung hergestellt. Durch CAM basierende Verschachtelungsdateien, kann der Facharbeiter der Stanz-Nibbel-Maschine die Blechhalbzeuge ausstanzen. Anschließend erfolgt die Abkantung auf der hydraulischen Abkantpresse. Diese beiden Werkzeugmaschinen wurden erst in den vergangenen zwei Jahren neu beschafft. Deshalb ist es besonders wichtig mit derartigen Eigenkomponenten die Blechfertigung weiter auszubauen und somit auch die Amortisation der teuren Maschinen zu sichern. Wie bereits erwähnt, werden linke sowie rechte Befestigungsbügel vormontiert und anschließend unkommissioniert abgelagert. Entsprechend der späteren Versandstückliste der Aufzugsanlage, wird die benötigte Anzahl an Bügelebenen durch den Lagermitarbeiter entnommen und ausgeliefert.

### **3.2.3 Grubenelement**

Alle Blech- und Stahlbauteile des Bausatzes, die sich in der Grube des Aufzugschachtes befinden, werden zusammen als Grubenelement bezeichnet. Das Grubenelement (siehe Abbildung 13) hat im Wesentlichen zwei Aufgaben. Zum einen

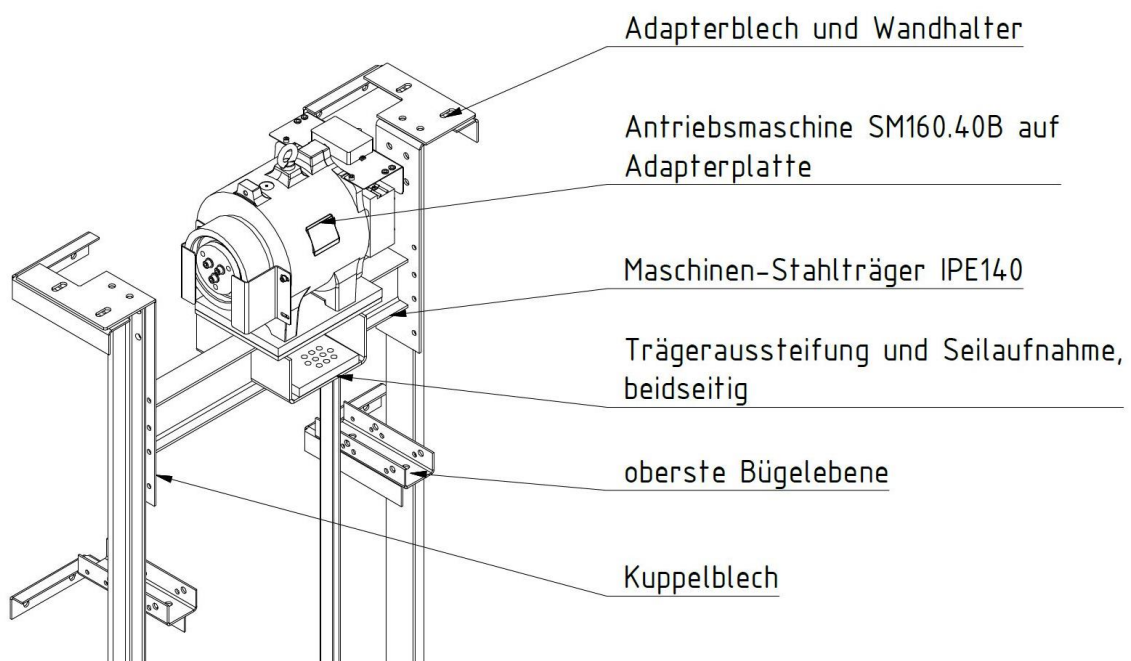
wurden End- bzw. Grundplatten konstruiert, um die Führungsschienen aufstellen zu können. Die kleineren Führungsschienen des Gegengewichts, stehen in der Grube auf einem gekanteten Blech mit einer Blechstärke von 4mm. Das U-förmige Blech hat eine Gesamtlänge von 662mm und eine Breite von 100mm. Die nach oben gekanteten Laschen, haben eine Laschenlänge von 80mm. Der Radius dieser Umkantungen ist über eine Länge von 135mm ausgespart. Somit ist es möglich, die Führungsschienen auf das Blech aufzusetzen und den Führungsschienenrücken an den Blechlaschen mit Klemmschrauben zu verbinden. Entsprechende Bohrungen für die Klemmschrauben sind in den Blechlaschen vorgesehen. Nach demselben Prinzip werden auch die Hauptführungsschienen T90/B in der Grube aufgesetzt und mit jeweils zwei Klemmschrauben befestigt. Die Befestigung erfolgt dabei nicht an einem U-förmigen Blech, sondern an zwei getrennten L-förmigen Blechwinkeln. Ein ähnliches Blech wie bei der Gegengewichtsführung zu verwenden, wäre aufgrund der größeren Abmaße unwirtschaftlich. Bei der Erstellung der Anlagenzeichnung eines Projektes, ist durch den Konstrukteur darauf zu achten, dass die unterste Bügelebene maximal 500mm von der Schachtgrubenoberfläche entfernt ist. Somit sind die 500mm Führungsschiene bis zur Grube ausreichend befestigt. Sollte dieser Abstand größer sein als 500mm, so müssen die beschriebenen Führungsschienenendbleche am Boden verdübelt werden. Um in diesem Fall flexibel zu sein, sind entsprechende Bohrungen in allen Blechen bereits enthalten.

Weitere Bauteile des Grubenelementes sind zwei Pufferstützen, die fest in der Schachtgrube aufgeschraubt werden müssen. Die EN 81-1 fordert einen räumlichen Schutzquader in der Schachtgrube, wenn der Fahrkorb-Tragrahmen mit seinen Puffern auf den Pufferstützen ruht. Mit dieser Forderung eines Freiraumes in der Schachtgrube wird erreicht, dass ein sog. Temporärer Schutzraum eingerichtet ist. Zu Service- und Wartungsarbeiten sind die Techniker meist auch in der Grube beschäftigt. Sollte sich der Fahrkorb durch technische Fehler währenddessen in Bewegung setzen oder sogar abstürzen, so bieten die Pufferstützen diesen lebenswichtigen Schutzraum für befugte Personen in der Grube. Diese Pufferstützen müssen die Lasten des Fahrkorb-Tragrahmens und der Aufzugskabine aufnehmen und sind entsprechend massiv ausgeführt. Als Grund- und Deckplatte dienen zwei quadratische Grobbleche (150x150x12 [mm]), welche stirnseitig auf ein quadratisches Hohlprofil (DIN EN 10219-2 90x90x5) aufgeschweißt werden. In den Grobblechen sind Bohrungen eingebracht, die zum Verankern der Pufferstütze auf dem Boden der Schachtgrube dienen.



**Abb. 13** Grubenelement

#### 3.2.4 Kopfelement



**Abb. 14** Kopfelement

Alle in Abbildung 14 beschrifteten Bauteile, gehören zum Kopfelement des Bausatzes. Aufgabe dieser Baugruppe ist die Aufnahme der Tragmittel, die Maschinenbefestigung und oberste Befestigung mit der Wand des Aufzugsschachtes.

Hauptkomponente des Kopfelements ist ein Stahlträger mit einer Profillänge von 884mm. An den Stirnseiten des Trägers ist jeweils ein L-förmiges Blech angeschweißt, dieses dient als Kuppelblech für eine Verbindung mit den Hauptführungsschienen. Um diesen Träger statisch nachzuweisen, war es zunächst notwendig, alle

auf ihn wirkende Last zu ermitteln. Aus Tabelle 2 geht die summierte Masse hervor, mit welcher wiederum in der Formel 1 die resultierte Last für die Trägersauslegung ermittelt wurde.

| Summanden  | Masse [kg]  |
|--|-------------|
| Aufzugskabine  | 650         |
| Fahrkorb-Tragrahmen                                  | 400         |
| Nennlast + 25% (entspricht Prüflast bei TÜV-Abnahme) | ≈790        |
| Gegengewicht   | 1365        |
| Antriebsmaschine                                     | 160         |
| <b>m =</b>   | <b>3365</b> |

**Tabelle 2** Massenermittlung für Kraftberechnung

$$F_{res} = m \times \text{Belastungsfaktor} \times g$$

$$F_{res} = 3365 \text{ kg} \times 1,2 \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$F_{res} \approx 40.000 \text{ N}$$

**Formel 1** Kraftberechnung für Trägersauslegung

Mit Hilfe der 2D-CAD-Software AutoCAD Mechanical, wurde die Prinzipskizze der Trägerbelastung gezeichnet, die feste Einspannung aufgrund der angeschweißten Kuppelbleche festgelegt, die Last eingetragen und aus diesen Werten der Biegeverlauf dargestellt. Ausgewählt wurde für den Maschinenträger ein IPE 140 nach DIN 1025-5. Im Anhang 3 ist der Nachweis des Trägers mit der Wertetabelle der Ergebnisse dargestellt. Der belastete Biegeträger weist dabei eine maximale Durchbiegung von 0,11mm auf. Der Sicherheitsfaktor des Profils ist dabei 4,35.

Die stirnseitigen Kuppelbleche werden durch Kehlnähte mit dem Maschinenträger verschweißt. Vier Bohrungen im oberen Endstück der Hauptführungsschienen T90/B werden verwendet, um das L-förmige Kuppelblech mit den Führungsschienen zu verschrauben. Zusätzlich wird das Blech jeweils mit 8 Klemmschrauben an den Führungen festgeklemmt bzw. geknackt. Die Verbindung zwischen dem Kuppelblech und den obersten Wandhaltern erfolgt mit einem Flachblech. Durch eingebrachte Langlöcher können Toleranzen bei der Montage ausgeglichen werden.

Da die Antriebsmaschine breiter ist als der Maschinenträger, muss eine massive, 12mm starke Adapterplatte auf den Träger aufgeschweißt werden. Auch hier ergibt sich eine gute Schweißnahtvorbereitung für die umlaufenden 4 Kehlnaht-Schweißverbindungen. In dieser Platte ist das Bohrbild für die Maschinenverschraubung enthalten. Von unten wird die Maschine mit vier Schrauben M16 durch die Adapterplatte mit den Innengewinden des Maschinengussgehäuses verschraubt. Um die Antriebsmaschine vom Maschinenträger und somit vom restlichen Bausatz zu



entkoppeln, ist zwischen der Adapterplatte und der Maschine eine sog. MAFUND-Platte gelagert. Diese MAFUND-Platte baut die von der Maschine ausgehenden Schwingungserregungen ab. Die Übertragung auf die Aufzugskabine und in das Gebäude wird somit minimiert, um den Fahrkomfort zu erhöhen bzw. eine Geräuschimmission in den angrenzenden Räumen zu verhindern.

Unter dieser Adapterplatte sind zwei gegenüberliegende U-förmige Bleche eingeschweißt. Diese Bleche sind auf dem Unterflansch aufgelegt, im Bereich des Oberflansches ausgespart und verlaufen bis an die Adapterplatte der Antriebsmaschine. Durch die U-förmige Umkantung erfolgt eine Torsionsaussteifung des Trägers im kritischen Bereich der Belastung durch die Maschine mit den angehängten Traglasten. Diese 6mm starken Aussteifungsbleche haben weiter noch die Aufgabe der Seilaufnahme, näher beschrieben im Gliederungspunkt 3.2.6 „Tragseile“.

### **3.2.5 Antrieb**

Der Antrieb ist zusammen mit dem Tragmittel eine Komponente, die den eigentlichen Aufzugsbetrieb – die Personenbeförderung erst ermöglicht. Wie im Gliederungspunkt 2.3.1 bereits beschrieben, haben sich die Antriebe in den letzten Jahren stark verändert und weiterentwickelt. Aufgrund der hohen Nachfrage des maschinenraumlosen Aufzugskonzeptes mit den sehr engen Platzverhältnissen, sehen sich natürlich auch die Antriebshersteller gezwungen, entsprechend kleine und kompakte Antriebsmaschinen zu entwickeln und den Aufzugsherstellern anzubieten. Ein innovatives und kompetentes Unternehmen bei der Herstellung von Antriebstechnik, ist die Firma Ziehl-Abegg AG. Mit diesem Lieferant arbeitet die ORBA-Lift Aufzugsdienst GmbH bereits zusammen. Wegen ihrer qualitativ hochwertigen Produkte, einem guten technischen Support und der wirtschaftlichen Marktpreise, wurde dieser Zulieferer auch für die Antriebsmaschinen des Bausatzes ausgewählt.

Im Bausatz wird eine getriebelose (gearless), permanenterregte Drehstrom-Synchronmaschine, siehe Abbildung 15, eingesetzt. Durch den Entfall des Getriebes und somit der Zwischenübersetzung, können derartige Maschinen sehr klein und kompakt gebaut werden. Die Drehbewegung der Treibscheibe wird dabei wie folgt erzeugt: Der mit Permanentmagneten beklebte Rotor, erzeugt ein konstantes Erregerfeld. Mit Hilfe von dreiphasigem Wechselstrom (Drehstrom), bilden die Wicklungen des Stators ein drehendes Magnetfeld aus. Durch dieses drehende Magnetfeld wird der Rotor in eine Drehbewegung versetzt. Die am Rotor befestigte Welle überträgt das Drehmoment auf die angeflanschte Treibscheibe, setzt diese in Bewegung und es kann ein Heben und Senken der Lasten mit Hilfe der auf der Treibscheibe aufgelegten Tragmittel erfolgen. Eine Inbetriebnahme der Maschine durch direkten Netzanschluss kann jedoch nicht erfolgen. Diese Gearless-Maschine ist immer zusammen mit einem Frequenzumrichter zu betreiben. Dieser Umrichter speist die Maschine mit stufenlos stellbarer Motorspannung. Das bedeutet, dass die Drehzahl des

Motors und somit die Geschwindigkeit der Aufzugskabine, bis hin zum Stillstand stufenlos regelbar ist. Dieser Frequenzumrichter wird zusammen mit der Maschine zugekauft und im Schachtkopf an eine frei wählbare Stelle montiert. Da dieser in keiner Abhängigkeit weiterer Komponenten steht, wird auf den Frequenzumrichter in der Bausatzkonstruktion nicht näher eingegangen.

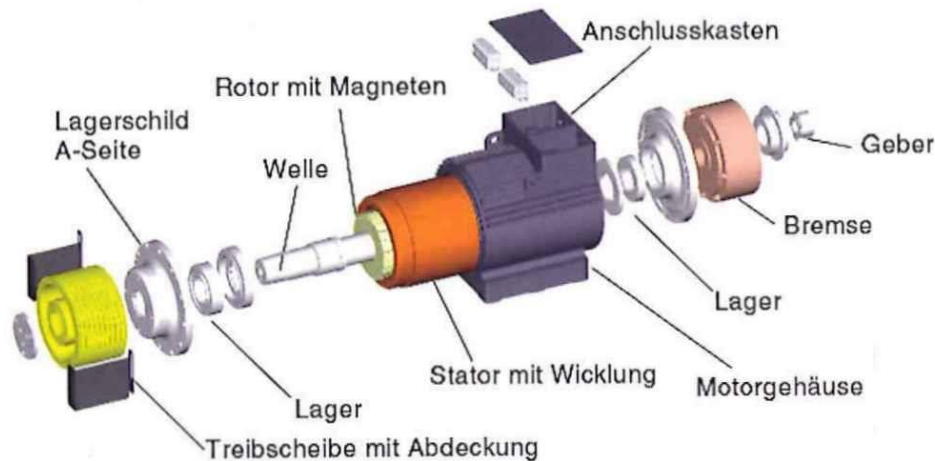


Abb. 15 Aufbau getriebeloser Synchronmotor [Q1]

Der Lieferant bezeichnet seine getriebelosen Antriebsmaschinen als ZETATOP-Maschinen. Diese speziell für maschinenraumlose Seilaufzüge entwickelten Maschinen gibt es je nach Nennlast in vier verschiedenen Baureihen: SM160/ SM200/ SM225 und SM250. Innerhalb dieser Produktreihen gibt es nochmals zwischen zwei und vier Abstufungen. Durch diese angebotene Unterteilung der Maschinen wird erreicht, dass eine Maschine gewählt werden kann, die nur für den geforderten Leistungsbereich auch benötigt wird. Der Einsatz eines überdimensionierten Antriebs kann somit vermieden und ein bestmöglicher Antrieb, kosten- und platzoptimal verwendet werden.

Bei der Planung einer maschinenraumlosen Seilaufzugsanlage mit dem neuentwickelten Bausatz, muss zukünftig für jedes Projekt eine separate Maschinenauslegung durchgeführt werden. Von einer allgemeinen Maschinenauswahl kann nicht ausgegangen werden. Denn selbst wenn mehrere Aufzugsanlagen für z.B. 630kg Nennlast ausgelegt werden müssen, so kann das Kabinenmasse aufgrund verschiedener Kundenwünsche (Glas- oder Edelstahlkabine, Fußboden mit Stein- oder Kunststoffbelag), stark differieren. Dies kann dazu führen, dass trotz derselben Nennlast, bei einer identischen Bausatzvariante, verschiedene Maschinen zur Anwendung kommen müssen.

Für die unter Gliederungspunkt 3.1 genannten Anlagenparameter dieser Bausatzkonstruktion, wurde beispielhaft eine Maschinenauslegung durchgeführt. Dafür stellt die Firma Ziehl-Abegg AG eine spezielle Software zur Verfügung, die durch die Eingabe der entsprechenden Werte eine Maschinenauswahl unterstützt. Die obere Ab-

bildung im Anhang 4, zeigt die Eingabeoberfläche des Auslegungsprogrammes. Besonders wichtig ist die Ermittlung der nahezu exakten Kabinenmasse. Zusammen mit der bekannten Masse des Fahrkorb-Tragrahmens, muss diese Summe im Feld „Fahrkorbgewicht“ eingetragen werden. Entsprechend der resultierenden Gesamtachslast, stehen in einem weiteren Softwarefenster mögliche Maschinen zur Auswahl. Bei der Auswahl muss auf die vom Programm ermittelte Maschinenauslastung (in %) geachtet werden. In einem letzten Eingabefeld, untere Abbildung des Anhangs 4, werden alle geforderten Nachweise zur Treibfähigkeit der Treibscheibe des gewählten Antriebes dargestellt. Diese Treibfähigkeit kann durch Änderung der Rillenform der Treibscheibe noch beeinflusst werden, bis hinter allen Nachweisen das Merkmal „sichere Auslegung“ erscheint. Ist dies nicht möglich, so muss eine andere Maschine bzw. eine nächstgrößere Treibscheibe ausgewählt werden.

Die Auslegung der Maschine für den Bausatz hat ergeben, dass eine SM160.40B in diesem Bausatz bei den angenommenen Anlagenparametern, zu verwenden ist. Das zweiseitige Auslegungsprotokoll ist im Anhang 5 abgebildet. Dieses wird bei einer auftragsbezogenen Auslegung an den Lieferanten zur Bestellung weitergeleitet. Die SM160.40B hat einen Treibscheibendurchmesser von 210mm. Befestigt wird die Maschine auf einer Adapterplatte des Trägers im Kopfelement, wie bereits beschrieben. Nur durch den Einsatz einer solchen kleinen Antriebsmaschine ist es möglich, einen Bausatz nach maschinenraumlosem Konzept zu entwickeln. Die folgenden Merkmale tragen ebenfalls dazu bei, diese getriebelosen permanenterregten Drehstrom-Synchronmaschinen zu verwenden:

- Sehr ruhige Laufeigenschaften – Minimierung der Schwingungsübertragung auf andere Komponenten
- hoher Wirkungsgrad
- nahezu Wartungsfrei
- hohe Lebensdauer.

### **3.2.6 Tragseile**

#### **3.2.6.1 Allgemein**

Tragseile verleihen dem klassischen Seilaufzug seinen Namen, denn sie sind für die Hauptfunktionalität der Bewegungsübertragung verantwortlich. Hauptsächlich werden Stahlseile als Tragmittel verwendet. Neue Trends, wie bspw. der Einsatz von vollsynthetischen Tragseilen oder kunststoffummantelten Seilen, konnten sich auf dem Wirtschaftsmarkt noch nicht durchsetzen oder sind noch in der Entwicklung. Ein Stahlseil besteht immer aus mehreren Litzen. Diese Litzen sind wiederum aus Einzeldrähten aufgebaut. Meistens werden 6- bis 8-litzige Seile verwendet. Alle Vorgaben zu Stahlseilen in Aufzugsanlagen, sind in der EN 81-1 unter Punkt 9.1 und 9.2 beschrieben. Aus diesen Normenabsätzen gilt es besonders zu beachten, dass:

- der Nenndurchmesser der eingesetzten Seile mindestens 8mm betragen muss.
- mindestens zwei Tragseile zu verwenden sind.
- das Verhältnis zwischen dem Durchmesser der Treibscheibe (D) des Antriebes zum Durchmesser der Tragseile (d), nicht kleiner als 40 sein darf.  
 $D/d \geq 40$
- der Sicherheitsfaktor der Tragseile nicht geringer als 16 sein darf.
- mindestens eine Seite der Seilbefestigung/-aufhängung federnd gelagert werden muss.
- neben der Norm EN 81-1, die Lieferantenanforderung sowie die DIN EN 12385 „Drahtseile aus Stahlseil“ zu beachten sind.

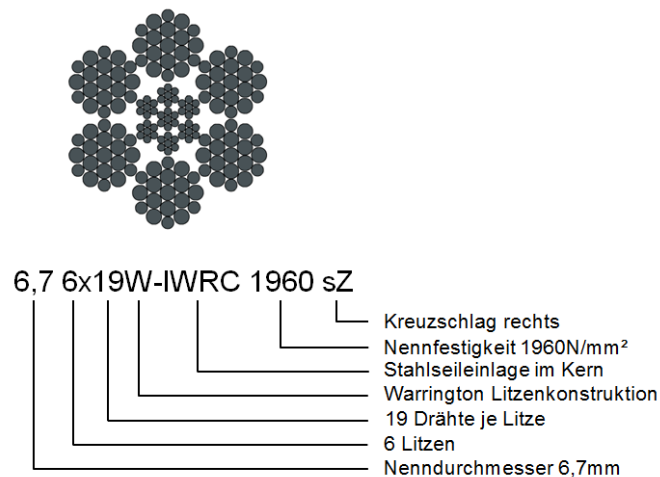
Neben der richtigen Auswahl der Tragseile, ist bei der Montage der Aufzugsanlage unbedingt auf den korrekten Umgang mit den Seilen zu achten. Seile „verzeihen“ kaum Montage- bzw. Handhabungsfehler und können bei falschem Umgang schnell beschädigt werden. Bei einem einzigen Knick bzw. bei einer defekten Litze, muss die komplette Seillänge ausgetauscht werden, was wiederum zur unplanmäßigen Kostensteigerung und Montageverzögerung führt. Auch die Pflege und Wartung der Tragseile bei in Betrieb genommen Seilaufzugsanlagen, ist für die Seillebensdauer sehr wichtig. Die Instandhaltung von Seilen ist in der DIN EN 12385 –Teil 3 beschrieben. So muss mindestens alle 6 Monate eine Seilprüfung durch eine sachkundige Person durchgeführt werden. Die Servicetechniker des Unternehmens sind dazu befähigt und dokumentieren diese Seilbewertung im Wartungsheft der jeweiligen Anlage. Bei solch einer Seilprüfung wird besonders darauf geachtet, dass alle Seile gleichmäßig gespannt sind, die Seile entsprechend geölt sind und ob die Seile in den Treibscheiben gut laufen. Weiter muss über die sog. Ablegereife, der Zustandsbeurteilung für das Austauschen von Seilen entschieden werden. Diese Ablegereife wird erreicht wenn

- der Seildurchmesser im Vergleich zu einem neuwertigen Seil um mehr als 6% abgenommen hat oder
- eine Litze in einem Seil verschlissen ist oder
- die max. zugelassene Anzahl von außen sichtbarer Einzeldrahtbrüche erreicht wurde.

### 3.2.6.2 Bausatzimplementierung

Wie im vorherigen Gliederungspunkt beschrieben, gilt es laut DIN EN 81-1 sehr wichtige Faktoren für den Seileinsatz zu beachten. Im Besonderen ist dies die Einhaltung des D/d- Verhältnisses. Daraus resultiert, dass die Treibscheibe der Antriebsmaschine einen Mindestdurchmesser von 320mm haben muss. Dieser ergibt sich aus dem D/d- Verhältnis von 40, multipliziert mit dem Mindestseildurchmesser von 8mm. Doch wie bereits unter Punkt 3.2.5 Antrieb erläutert, herrscht aufgrund der Nachfrage des

MRL-Konzeptes eine rege Komponentenentwicklung, sodass im Bausatz der beschriebene Antrieb mit einem Treibscheibendurchmesser von nur 210mm eingesetzt wird. Infolgedessen haben auch die Seilhersteller ihre Produkte weiterentwickelt und für die neuen, platzsparenden Antriebe entsprechende „dünne“ Seile auf den Markt gebracht. In der Aufzugsbranche gibt es im Wesentlichen drei große Seilanbieter. Aufgrund der bereits bestehenden Kooperation mit der Firma Brugg Drahtseil AG aus der Schweiz, wurde auch für den Bausatz ein Seil von diesem Hersteller ausgewählt. Die Firma Brugg überzeugt hinsichtlich ihrer wirtschaftlichen Marktpreise sowie mit hochwertigen Produkten und innovativen Seilentwicklungen. Dieser Seilzulieferer bietet speziell für die eingesetzte getriebelose Antriebsmaschine das sog. TSR-Treibscheibenseil an. Dieses Seil wurde für die Bausatzkonstruktion ausgewählt und in das Antriebskonzept des maschinenraumlosen Seilaufzugs weiter eingeplant. Das TSR-Treibscheibenseil hat einen Nenndurchmesser von nur 6,7mm. Die exakte Bezeichnung sowie der Seilaufbau sind in der nachfolgenden Abbildung 16 dargestellt.



**Abb. 16** Seilquerschnitt und Typenbezeichnung  
[Q2/bearb. Autor]

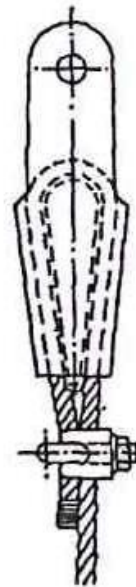
Aus der Kombination des Antriebes und diesem eingesetzten Seil, ergibt sich ein D/d-Verhältnis von 31,5. Dies unterschreitet jedoch den in der DIN EN 81-1 geforderten Wert von 40. Doch mit Hilfe von Versuchsreihen hat die Firma Brugg Drahtseil AG nachgewiesen, dass trotz des kleineren D/d-Verhältnisses die geforderte Sicherheit und Seillebensdauer gewährleistet ist. Durch eine Zertifizierung des TSR-Treibscheibenseiles, verbunden mit dem Ausstellen einer Baumusterprüfbescheinigung (siehe Anhang 6), darf abweichend von der EN 81-1 dieses Seil in Kombination mit den kleinen Treibscheiben eingesetzt werden.

Im Auslegungsprogramm ZETALIFT, müssen Seilanzahl sowie Seiltyp des gewünschten Lieferanten bereits für die Maschinenauslegung angegeben werden. Durch hinterlegte Seilkennwerte, berechnet diese Software automatisch die nach DIN EN 81-1 geforderte Seilsicherheit. Mit der Verwendung von 6 x 6,7mm TSR-Treibscheibenseilen, erfolgt eine sichere Auslegung des Antriebssystems. Die Seilsicher-

cherheit beträgt 22,16 und ist somit noch höher als von der Norm gefordert. Bei der angewendeten indirekten Seilaufhängung im Bausatz erfolgt der Seilverlauf wie folgt: Die sechs TSR-Seile werden auf der mehrrilligen Treibscheibe des Antriebes aufgelegt und auf der Vorderseite des Kopfelementes zur Umlenkrolle des Fahrkorb-Tragrahmens geführt. An dieser Umlenkrolle erfolgt die Rückführung in den Schachtkopf und die Befestigung der Seilenden am Maschinenträger. Auf der Rückseite des Kopfelementes verlaufen die Trageile vom Antrieb zur Umlenkrolle des Gegengewichtes, werden anschließend ebenfalls zum Maschinenträger zurückgeführt und an diesem befestigt.



**Abb. 17** APAG-Seilbefestigung [Q1]



**Abb. 18** Seilschloss mit Bügelseil-  
klemme [Q1]

Die Befestigung der jeweils sechs Seilenden am Maschinenträger, erfolgt an den beschriebenen U-förmigen Aussteifungsblechen des Maschinenträgers. Durch eine Schweißverbindung werden diese Seilaufnahmen mit dem Träger fest verbunden. Durch die Positionierung zwischen den Trägerflanschen, entsteht ein Formschluss für eine optimale Kraftaufnahme der Zugbelastung der Seilstrangkkräfte. Im waagerechten Bereich des U-Blechtes ist ein entsprechendes Bohrbild vorgesehen, wo die Seilendbefestigungen verschraubt werden können. Bei der Ausführung dieser Seilendbefestigung gibt es verschiedenste Möglichkeiten mit Hilfe von z.B. symmetrischen Seilklemmen, Keilendklemmen oder Seilschlössern. Aufgrund des geringen Platzangebotes auf der Vorderseite des Kopfelementes bzw. des Maschinenträgers, wurde der Einsatz besonderer Seilendbefestigungen recherchiert und umgesetzt. Die sechs Seilenden im vorderen Seilaufnahmeblech werden mit APAG-Seilendverbindungen (Abbildung 17) befestigt. Die Bezeichnung APAG steht für Anpress-Außengewinde und beschreibt bereits die Befestigungsmethode. Die Seile werden bei der Firma Brugg Drahtseil AG auftragsbezogen, abhängig von der ent-

sprechenden Förderhöhe, bestellt. Im Werk der Firma Brugg werden die Seilenden auf einer Seite bereits mit den APAG-Seilendverbindungen versehen. Das Seilende wird ca. 50mm tief in eine 240mm lange Stahlhülse fest eingepresst. Der obere Bereich der Seilbefestigung besteht aus Vollmaterial und ist mit einem Außengewinde versehen. Dieser Gewindebereich wird bei der Seilmontage durch das Blech der Seilbefestigung gesteckt und mit Hilfe von Kontermuttern verschraubt. Im Vergleich zu herkömmlichen Seilschlössern wird mit dieser Methode sehr wenig Platz für die Seilbefestigung benötigt, sodass das Bohrbild für die Aufnahme der APAG-Seilendverbindungen sehr eng gestaltet werden kann. Auf der Rückseite des Maschinenträgers befindet sich, wie bereits beim Seilverlauf beschrieben, das Seilaufnahmeblech für die zweite Seilendbefestigung. Zwar ist das Platzangebot in diesem Bereich nur minimal größer, trotzdem muss an dieser Stelle auf eine herkömmliche Seilbefestigung zurückgegriffen werden. Da es nicht möglich ist, die Seillänge während der Anlagenplanung 100%ig zu ermitteln, muss diese zweite Endverbindung lose bzw. lösbar gestaltet sein. Dabei wird das Seilende durch ein Seilschloss geführt und mit Hilfe von einer Bügelseilklemme wird das lose Ende mit dem tragenden Seil zusammengepresst (siehe Abbildung 18). So kann bei der Montage die entsprechende Seilspannung eingestellt und gehalten werden. Ein weiterer Grund für die lösbare Befestigung ist die Minderung dieser Seilspannung aufgrund der Längung der Seile. Während der Betriebszeit längen sich die Stahlseile unter der vorherrschenden Belastung. So kann es notwendig werden, die Bügelseilklemmen zu öffnen und die Seilspannung für einen sicheren Aufzugsbetrieb wieder herzustellen.

Eine letzte wichtige Konstruktionsausführung, ist das Herstellen einer Dämpfung der beschriebenen Seilfestpunkte. In Ziffer 9.5.1 der EN 81-1 wird gefordert, dass mindestens an einem Ende der Tragmittel, ein selbstständiger Belastungsausgleich vorgesehen werden muss. Das heißt, dass die Seilendbefestigungen dämpfend gelagert werden müssen, um eine starre Aufhängung der Seile zu vermeiden. Aus Platzgründen werden im Bausatz die Seilaufhängungen im vorderen Aufnahmeblech dämpfend gelagert. Dazu wird eine 25mm starke MAFUND-Platte in das Aufnahmeblech gelegt. Zur besseren Belastungsverteilung, der punktuell verschraubten APAG-Seilendbefestigungen, wird auf das MAFUND ein Blech aufgelegt. In der MAFUND- und der Blechplatte, ist das identische Bohrbild für die Einführung der APAG-Seilbefestigung enthalten.

### **3.2.7 Fahrkorb-Tragrahmen**

#### **3.2.7.1 Allgemein**

Der Fahrkorb-Tragrahmen ist eine sehr wichtige Komponente der Seilaufzugsanlage. Der Rahmen, als das tragende Element des Fahrkorbes, wird deshalb als Fahrkorb-Tragrahmen bezeichnet und muss alle Sicherheits- und Führungs-

aufgaben übernehmen, um einen störungsfreien Betrieb der Aufzugsanlage zu gewährleisten und gegen Gefährdungen der Fahrgäste zu schützen. Die definierte vertikale Bewegung (Führung), erfolgt zwischen den am Fahrkorb-Tragrahmen befestigten Führungselementen und den im Aufzugsschacht fest montierten Führungsschienen. Durch diese Führung wird ein Auslenken des Tragrahmens in horizontaler Richtung verhindert. Eine weitere Funktion ist die Sicherung im Falle einer unkontrollierten Auf- oder Abwärtsbewegung des Tragrahmens samt Kabine. Dies wäre im Ausnahmefall nur möglich, wenn Tragseile reißen würden oder der Antrieb aufgrund einer steuerungstechnischen Störung nicht zum Stillstand kommt. Diese resultierende unkontrollierte Auf- oder Abwärtsbewegung wird durch mechanisches Eingreifen der sogenannten Fangvorrichtung verhindert. Da diese Fangvorrichtung eine derart wichtige Komponente ist, bezeichnet man den Fahrkorb-Tragrahmen auch als Fangrahmen.

Jeder Fahrkorb-Tragrahmen von Seil-Aufzugsanlagen, muss die beschriebenen Aufgaben erfüllen, um von einer zugelassenen Überwachungsstelle (z.B. TÜV) normenkonform erklärt zu werden. Nur dann darf der Tragrahmen in einer Aufzugsanlage in Verkehr gebracht werden.

Man unterscheidet zwei verschiedene Fahrkorb-Tragrahmenarten: die sog. Rucksack- und Zentralrahmen. Ein Zentralrahmen ist ein Fahrkorb-Tragrahmen, welcher zentral zwischen zwei gegenüberliegenden Führungsschienen geführt wird. Durch diese symmetrische Anordnung, ist die Krafteinleitung in die Führungsschienen optimaler. Deshalb findet dieser Rahmentyp bei Beförderung von größeren Nennlasten seine Verwendung. Ab einer Nennlast von 1600kg wird üblicherweise ein solcher Zentralrahmen verwendet. Wie bei allen Tragrahmenarten, sind auch bei diesem die direkte Aufhängung – 1:1 oder indirekte Aufhängung – 2:1 möglich.

Neben diesen Zentralrahmen, finden bei Aufzugsanlagen mit einer Nennlast bis zu 1600kg vor allem die sogenannten Rucksackrahmen ihre Anwendung. Diese Rahmen werden auch als Einseitig-Geführte-Rahmen bezeichnet. Die Rahmenkonstruktion ist stets in L-Form ausgeführt. An dem senkrechten, längeren Schenkel (Steher), sind die Führung und der Seilangriff angebracht. Der kürzere waagerechte Schenkel kragt somit senkrecht zu den Führungsschienen aus. Auf diesen zwei waagerechten Kragarmprofilen ist die Aufzugskabine montiert. Der Fahrkorb ist also in Bezug zur Führungsschienenhauptachse versetzt positioniert und kann abstrahiert als Rucksack an den Führungsschienen gesehen werden. Daher auch die Bezeichnung des Rucksackrahmens.

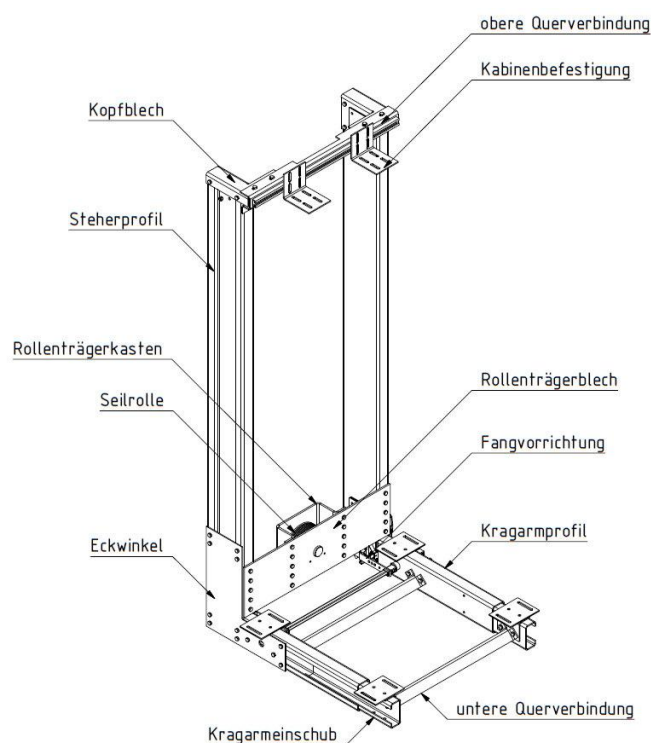
Wie bereits bei der Führungsschienenauslegung beschrieben, ist die Belastung aufgrund der typischen L-förmigen Gestaltung des Fangrahmens sehr hoch. Deshalb ist die Anwendung dieses Rahmens auf 1600kg Nennlast beschränkt. Bei Verwendung des Rucksackrahmens bis 1600kg Nennlast, sind jedoch alle Sicherheiten der Füh-



rungen gegeben. Sehr viele Personenaufzüge liegen innerhalb dieses Nennlastbereiches, sodass der Rucksackrahmen bei Seilaufzügen eine erhöhte Verwendung findet. Auch in dem herzustellenden Bausatz für maschinenraumlose Seilaufzugsanlagen, wird ein solcher Rucksackrahmen verwendet.

### 3.2.7.2 Bausatzimplementierung

Da ein solcher Tragrahmen noch nicht im Unternehmen konstruiert und hergestellt wurde, war es eine besondere Herausforderung, neben den Hauptanforderungen aus der DIN EN 81-1, auch die bereits angesprochenen Ansprüche des Absatzmarktes bei der Entwicklung zu berücksichtigen und umzusetzen. Ein weiterer Anspruch war die innerbetrieblich-strategische Ausrichtung der Fangrahmenkonstruktion. Es ist davon abzugehen, die zukünftig herzustellenden Fangrahmen des Bausatzes, in Einzelfertigung projektbezogen zu produzieren. Es musste zwingend eine universelle Fangrahmenkonstruktion entwickelt werden, welche durch Austausch bestimmter Komponenten sehr viele Rucksackrahmen-Varianten ermöglicht. Man spricht dabei von einer modularen oder Plattform Bauweise. In den nachfolgenden Ausführungen ist eine erste Variantenkonstruktion näher beschrieben. Ziel muss es sein, die Modularität weiter auszubauen, um so den Fangrahmen stets projektunabhängig zu fertigen. In der folgenden Abbildung 19 ist der entwickelte Fangrahmen des Bausatzes mit allen Bauteilbezeichnungen dargestellt. Im Anhang 7 ist eine weitere technische Zeichnung des Fahrkorb-Tragrahmens beigefügt. Die Bauteilausführungen sind in den anschließenden Aufzählungen detailliert beschrieben. Eine ausführliche Stückliste des Fahrkorb-Tragrahmens ist zusammenfassend im Anhang 8 beigefügt.

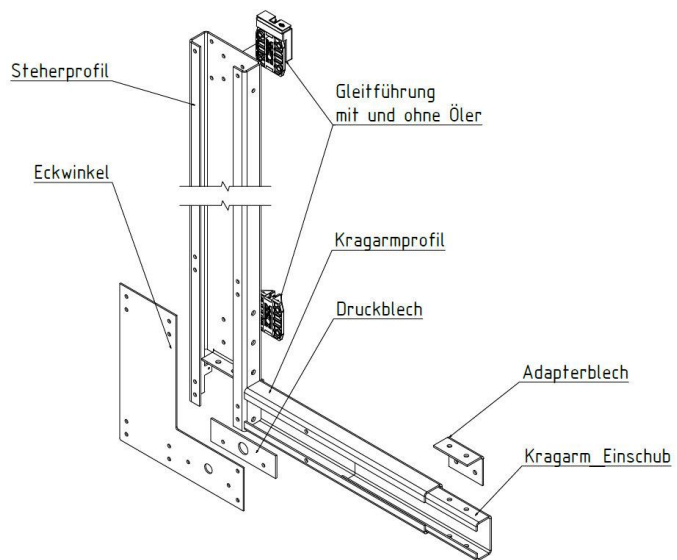


**Abb. 19** Zusammenbaudarstellung Fahrkorb-Tragrahmen

- Steher- und Kragarmprofile

Zwei senkrechte Steherprofile und jeweils ein waagerecht angeschweißtes Kragarmprofil, spiegelbildlich zueinander angeordnet, bilden mit weiteren Ergänzungskomponenten, siehe Abbildung 20, die Haupteinheit des Rucksackrahmens. Die Statik und Materialdimensionierung dieser tragenden Profile ist aufgrund einer Tragwerksplanung, durch ein Chemnitzer Ingenieurbüro erfolgt. Grundlage dieser Statik war ein intensives Beratungsgespräch mit diesem Büro, wobei eine umfangreiche Zuarbeit und Information über Lastannahmen, Belastungsfälle, Prüflasten und den drei verschiedenen Rahmenvarianten erfolgte. In nachträglichen Abstimmungen sind die folgenden konstruktiven Auslegungen für Steher- und Kragarmprofil entwickelt worden

Das Steherprofil hat eine Höhe von 2720mm. Grundwerkstoff ist ein Grobblech mit einer Stärke von 6mm aus Baustahl S235JR. 5 gekantete Blechlaschen bilden dabei eine Art offenes Kastenprofil mit Abmaßen von 50x80x250x80x50 [mm]. Im Unteren Bereich ist ein größerer Ausschnitt mit verschiedenen Blechlaschen und Bohrungen angebracht. Dies dient zur Aufnahme des Fangkastens einschließlich der Fangvorrichtung. Je einmal im



**Abb. 20** Bauteile der Haupteinheit

oberen und unteren Bereich auf der Innenseite des Steherprofils, ist ein Bohrbild mit 4 Durchgangsbohrungen in rechteckiger Anordnung angebracht. Diese Bohrungen dienen dem Verschrauben der Gleitführungen, welche von einem ausgewählten Lieferant bezogen werden. Durch diese definierte Führung des Fahrkorb-Tragrahmens wird die erste wichtige Normanforderung erfüllt. Die obere Führung ist dabei mit einem Öler versehen, welcher in kleinen Mengen Ölmittel an die Führungsschiene abgibt. Dadurch wird der Reibungswiderstand zwischen den Kunststoff-Führungen und der Stahl-Führungsschiene minimiert. An der 80mm breiten Vorderseite des Steherprofils sind weitere Bohrungen vorgesehen, die zur Verschraubung mit den Querverbindungen bzw. des Rollenträgerbleches dienen.

Das Kragarmprofil ist das zweite Profil, welches zusammen mit dem Steherprofil den L-förmigen Rucksackrahmen in seiner Form kennzeichnet. Das Kragarmprofil ist ebenfalls aus Baustahl S235JR, mit einer Blechstärke von 6mm und einer auskragenden Länge von 800mm. Es ist ebenfalls C-förmig gekantet und mit 80mm Stirnbreite genauso breit, wie das eben beschriebene Steherprofil. Die beiden Laschen zur Profilöffnung hin, haben eine Schenkellänge von je 40mm.

Das Kragarmprofil wird senkrecht an das Steherprofil angestoßen und umlaufend verschweißt. Um an der Profilunterkante automatisch eine Schweißnahtvorbereitung für die Kehlnaht zu erzielen, sind diese Profile nicht fluchtend, sondern mit einem Versatz von 5mm ausgerichtet. Diese Schweißnaht zwischen Kragarm- und Steherprofil, ist lediglich eine von zwei Schweißverbindungen im kompletten Fangrahmen. Alle anderen Verbindungen werden durch Schrauben realisiert. Auf diese Minimierung der Schweißverbindungen wurde während der Konstruktion viel Wert gelegt, um einen problemlosen Transport zur Baustelle und an den Bestimmungsort, des oft sehr kleinen Aufzugsschachtes, zu ermöglichen. Auch die körperliche Belastung der Monteure auf der Baustelle, kann durch den Transport von leichteren Einzelkomponenten verringert werden. Eine Schraubverbindung zwischen Kragarm und Steher ist jedoch aus statischen Gründen nicht möglich. Um verschiedenste Kabinengrößen auf den Kragarmen befestigen zu können, sind zusätzliche Kragarm-Einschub-Profile konstruiert worden. Dieses C-förmige Einschubprofil verkörpert die Innenmaße des Kragarmprofiles, sodass ein Einschieben in dieses ermöglicht werden kann. Das Einschubprofil ist ebenfalls aus 6mm starkem Baustahl S235JR und hat eine Länge von 600mm. Durch einen geforderten Mindesteinschub von 300mm ergibt sich eine maximale Auskragung von 1100mm. Da dieses Profil nicht verschraubt wird, erreicht man eine stufenlose Verstellbarkeit. Die individuelle Anpassungsfähigkeit des Fahrkorb-Tragrahmens steigt dadurch weiter.

Die entstehende Eckverbindung zwischen Kragarm- und Steherprofil, ist die kritischste Stelle im kompletten Fangrahmen. Die resultierenden Kräfte und Momente aus Nennlast + Kabinengewicht, müssen in diesem Eckbereich vom Kragarmprofil in das Steherprofil eingeleitet werden, da am Steherprofil die Aufhängung des Fangrahmens und somit die Kraftaufnahme erfolgt. Aus diesem Grund musste neben der Schweißverbindung eine weitere Aussteifung und Verstärkung eingebaut werden, um eine absolut Biegesteife-Eckverbindung zwischen Steher- und Kragarmprofil zu erreichen. Dies ist mit Hilfe eines Eckwinkels und einem Druckblech, wie auch in der Explosionsdarstellung Abbildung 20 zu sehen, gelungen. Der 6mm Blech-Eckwinkel wird außenbündig auf die offenen Seiten der zwei Profile aufgeschraubt. Funktionsbedingt kann der Eckwinkel nicht angeschweißt werden, um bei späteren Service- und Wartungsarbeiten noch an die dahinterliegenden elektronischen und mechanischen Komponenten der Fangvorrichtung zu gelangen. Dieser Eckwinkel deckt dabei das Steherprofil mit einer Breite von 250mm und einer Höhe von 600mm im unteren Bereich komplett ab. Das Kragarmprofil wird von dem Eckwinkel in voller Höhe und mit einer Breite von 300mm überdeckt. Sodass das Winkelblech Außenmaße von 600mm x 550mm annimmt. Alle Bohrungen für die Schraubverbindungen sind dabei so angeordnet, dass ein problemloser Zugang mit den Händen möglich ist. Durch dieses Aufschrauben des Eckwinkels, erhöht sich die Querschnittsfläche des Kragarmprofiles von 2115mm<sup>2</sup> auf 2940mm<sup>2</sup> (Erhöhung um ca. 39%) und die des

Steherprofilen von 2823mm<sup>2</sup> auf 4073 (Erhöhung um ca. 44%). Durch diese Vergrößerung der Querschnittsfläche wird der Kraftfluss begünstigt und die Belastung der Bauteile gemindert. Die innere Ecke des Blechwinkels ist zusätzlich mit einem Radius versehen, um an dieser Stelle die Kerbwirkung zu minimieren. Neben der verbesserten Steifigkeit der Profile zueinander, ist auch die Aussteifung der Profile in sich selbst erhöht.

Eine letzte konstruktive Bearbeitung der biegesteifen Eckverbindung zwischen Kragarm- und Steherprofil, ist das Einbringen eines sogenannten Druckbleches. Das 6mm starke, rechteckige Druckblech hat Abmessungen von 288mm Länge und 87mm Höhe. Dieses Blech wird durch zwei Schraubverbindungen mit dem Eckwinkel zusammengeschraubt. Das Druckblech ist dabei so positioniert, dass dieses beim Verbinden des Eckwinkels mit dem Steher- bzw. Kragarmprofil, exakt in die 88mm große Öffnung des Kragarmprofils passt. Durch dieses Druckblech wird im Eckbereich des Kragarmprofils nochmals eine Erhöhung der Querschnittsfläche erreicht. Durch den so konstruktiv erzwungenen Formschluss, stützt sich das Kragarmprofil zusätzlich ab und die Dauerbelastung kann so wiederum verringert werden.

- Fangvorrichtung

Das Fangvorrichtungssystem ist eine sehr wichtige mechanische Vorrichtung des Fahrkorb-Tragrahmens und verleiht ihm aus diesem Grund auch die Bezeichnung „Fangrahmen“. Das Gesamtsystem „Fangvorrichtung“ ist eine Wirkungskette von Geschwindigkeitsbegrenzer, Reglerseil, Führungsschiene und Fangvorrichtung selbst. Wie aus der DIN EN 81-1 hervorgeht, so ist die Hauptaufgabe der Fangvorrichtung, einen mit Nennlast beladenen Fahrkorb-Tragrahmen bei Übergeschwindigkeit und somit bei Auslösen des Geschwindigkeitsbegrenzers, an den Führungsschienen abzubremesen und festzuhalten. Dies ist im Normalbetrieb ein absoluter Ausnahmezustand und nur möglich, wenn die Tragseile am Tragrahmen oder Gegengewicht abreißen würden oder die geforderte Treibfähigkeit zwischen Tragseilen und der Treibscheibe des Antriebes nicht mehr gegeben ist. Die Fangvorrichtung ist fest im Tragrahmen eingebaut. An einem Auslösehebel ist ein sogenanntes Reglerseil angebracht. Dieses Reglerseil wird im Schachtkopf an einer Umlenkrolle umgelenkt und führt über eine in der Schachtgrube installierte Seilrolle des Geschwindigkeitsbegrenzers, zurück an den Auslösehebel. Durch diesen geschlossenen Reglerseil-Kreislauf, wird die Tragrahmenbewegung direkt auf die Seilscheibe des Geschwindigkeitsbegrenzers übertragen. Bei einer Übergeschwindigkeit der Aufzugskabine in Abwärtsrichtung, kommt es zum Auslösen des Geschwindigkeitsbegrenzers, indem die Drehbewegung dessen Seilscheibe gesperrt wird, eine detaillierte Beschreibung der Funktionsweise folgt im Punkt 3.2.8.1. Dabei wird das Reglerseil in der Seilscheibe festgeklemmt und zieht durch die vorherrschende Abwärtsbewegung des Tragrahmens, am Auslösehebel der Fangvorrichtung. Die Fangvorrichtung

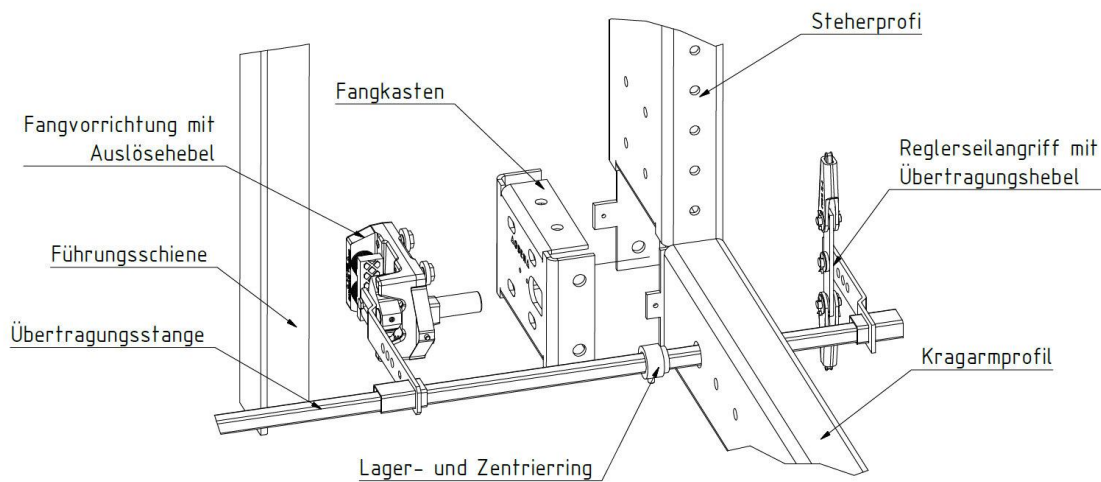
wird aktiviert und die Fangbacken der Fangvorrichtung greifen in die Führungsschienen ein. Es kommt zum sofortigen Abbremsen und Stillsetzen der Aufzugskabine. So wie es von der Norm gefordert wird, ist dieser komplette Vorgang rein mechanisch umzusetzen. Zusätzlich erfolgt eine elektronische Überwachung, verbunden mit einer Unterbrechung des Sicherheitskreises, bei ausgelöster Fangvorrichtung. Dies hat zur Folge, dass der Aufzugsantrieb spannungslos geschaltet wird und die Bremsen des Antriebes eingreifen. Ist die Fangvorrichtung eingerückt, so darf sich der Tragrahmen nur durch Eingreifen einer sachkundigen Person wieder lösen lassen.

Um diesen wichtigen Wirkungsmechanismus realisieren zu können, war es von besonderer Bedeutung, die Fangvorrichtung mit den dazugehörigen Auslösegestänge in den Fangrahmen zu konstruieren. Der Einbauort der Fangvorrichtung selbst, befindet sich bei den spiegelbildlich gegenüberstehenden Steherprofilen, im unteren Profilbereich. Diese komplexe Einbindung beruht maßgeblich auf den Abmessungen der gewählten Fangvorrichtung. Da diese ein Zukaufteil ist, musste zuerst ein zuverlässiger Hersteller ausgewählt werden. Beim Lesen der „Lift Report – Internationale Fachzeitschrift für die Technologie von Aufzügen und Fahrtreppen“, wurde auf eine Neuentwicklung der Firma Cobia nchi Liftteile AG aus der Schweiz aufmerksam gemacht. Dieser Hersteller hat in dieser Ausgabe damit geworben, dass dessen Fangvorrichtung nur einen minimalen Einbauplatzbedarf hat. Das entstandene Interesse an diesem Produkt, wurde letztes Jahr mit einem ersten Gespräch zwischen unserem technischen Geschäftsführer Herrn Brumm und dem Geschäftsführer der Cobia nchi Liftteile AG auf einer Fachtagung weiter gefestigt. Ein Beratungstermin bei der ORBA-Lift Aufzugsdienst GmbH konkretisierte das gegenseitige Interesse einer Kooperation. Das zu entwickelnde Bausatzkonzept wurde vorgestellt und Fangvorrichtungen für den Einsatz des involvierten Fahrkorb-Tragrahmens ausgewählt. Die Zusammenarbeit mit diesem innovativen und verlässlichen Hersteller intensivierte sich soweit, sodass dieser als zukünftiger Lieferant der Fangvorrichtung für die Rucksackrahmen der ORBA-Lift Aufzugsdienst GmbH festgelegt wurde. Dieser Entschluss musste sorgfältig getroffen werden, da nun die Konstruktionseinbindung dieser Cobia nchi-Fangvorrichtung komplett auf diesen Hersteller ausgelegt ist.

Folgende Anforderungen wurden für die konstruktiven Ausführungen beachtet:

- Beachtung der Einbaurichtlinien des Herstellers (siehe Anhang 9)
- Umsetzung des mechanischen Wirkprinzips
- Zugänglichkeit im montierten Zustand
- Demontierbarkeit der Fangvorrichtung mit minimalen Aufwand für Service- und Wartungsarbeiten

Die Umsetzung der oben genannten Anforderungen bereitete vorerst Probleme. Vor allem die Realisierung einer Demontage im eingebauten Zustand im Aufzugsschacht nahm viel Entwicklungszeit in Anspruch. Die Einzelheiten der entstandenen Konstruktion sind in der Abbildung 21 dargestellt und werden nun nachfolgend erläutert:



**Abb. 21** Explosionsdarstellung Einbindung Fangvorrichtung

Die eigentliche Fangvorrichtung besteht aus einem Gussgehäuse, welches die Gegenplatte sowie die drehbar gelagerte Fangbacke aufnimmt. Da die Führungsschiene zwischen Gegenplatte und Fangbacke läuft, drückt es beim Auslösen der Fangvorrichtung die Gegenplatte von hinten an die Führungsschiene heran und von vorn krallen sich die Zähne der Fangbacke in der Führungsschiene fest. Die dabei auf die Wellenlagerung der Fangbacke wirkenden Kräfte, sind extrem hoch. Deshalb ist das Gussgehäuse in diesem Bereich nach hinten verstärkt und baut im Bezug zur Montageebene um 30 mm auf. Bei einer aufgeschraubten Fangvorrichtung mit dem Steherprofil und einer entsprechenden Materialaussparung im Steherprofil an der Stelle des verstärkten Gussgehäuses, wäre eine Demontage und ein Herausschieben der Fangvorrichtung nach unten nicht möglich, da durch das Gussgehäuse ein Formschluss mit dem Steherprofil entsteht. Würde man die Konstruktion so gestalten, müssten im Falle eines Wartungsauftrages die Aufzugskabine und anschließend der gesamte Fahrkorb-Tragrahmen auseinandergelöst werden, um letztendlich die Fangvorrichtung abschrauben zu können. Ein Arbeitsaufwand, welcher absolut unwirtschaftlich wäre. Deshalb wurde ein sogenannter Fangkasten entwickelt. Dieser Fangkasten besteht aus 6mm starkem Blech mit der Materialgüte S355. Die Verwendung dieses Stahls, mit der höheren Streckgrenze im Vergleich zu S235, ist von der Firma Cobiانchi vorgegeben. Wie in Abbildung 21 dargestellt, ist die Fangvorrichtung auf den Fangkasten aufgeschraubt, in eine Aussparung des Steherprofils flächenbündig eingeschoben und an den abgekanteten Blechlaschen umseitig verschraubt. An der Vorderseite des Fangkastens sind entsprechende Langlöcher für die Verschraubung, sowie eine Aussparung für das Gussgehäuse vorgesehen. Eine Schwächung des Steherprofils und negative Beeinflussung der biegesteifen Ecke

ist dabei nicht zu verzeichnen - im Gegenteil. Durch den Baustahl S355 und der aufgeschraubten Fangvorrichtung ist zusätzlich mit einer erhöhten Steifigkeit zu rechnen. Durch diese besondere Konstruktion ist nun auch die Demontage der Fangvorrichtung bei einer komplett verbauten Aufzugsanlage möglich. Der Servicemonteur entfernt den äußeren Eckwinkel und kann die Schraubverbindung zwischen Steherprofil und Fangkasten lösen. Anschließend kann der Fangkasten samt Fangvorrichtung nach unten entfernt werden, um diese z.B. zu reinigen oder auszutauschen.

Das Reglerseil und der Reglerseilangriff befinden sich aus Kollisionsgründen außerhalb des Fahrkorb-Tragrahmens. Deshalb muss die Bewegung des außenliegenden Reglerseilangriffes, auf die innenliegenden Fangvorrichtungen übertragen werden. Ein Rechteckstahlprofil DIN 2395-3 20x20x2,5 [mm] dient dabei als Übertragungsstange. Die Verwendung von Rundmaterial ist aufgrund der Schlupfgefahr an dieser Stelle nicht zulässig. Diese Übertragungsstange ist in den Kragarmprofilen mit Hilfe von Lager- und Zentrierringen befestigt. Dadurch wird eine axiale Drehbewegung der Übertragungsstange ermöglicht. Durch das „Hochziehen“ des Reglerseils und des Übertragungshebels, wird das Quadratstahlprofil gedreht. Diese Bewegung überträgt sich direkt auf den Auslösehebel der Fangvorrichtung und zieht die Fangbacken nach oben. Da die Normen besagen, dass Fangvorrichtungen nur paarweise eingesetzt werden, um ein symmetrisches Festsetzen des Fahrkorb-Tragrahmes zu erzielen, verläuft die Übertragungsstange bis zum zweiten Kragarmprofil. Dort erfolgt in spiegelbildlicher Anordnung und synchron das eben beschriebene Wirkprinzip.

Die Auswahl eines kompetenten Zulieferers hat sich schon während dieser schwierigen Konstruktionsphase bewährt. Durch einen regelmäßigen 3D-Datenaustausch, konnte der Entwicklungsstand durch die Firma Cobianchi nachvollzogen und kontrolliert werden. Die Konstrukteure der Schweizer Firma haben diese Variante als sehr innovativ bewertet und zur Anwendung freigegeben. Diese Rücksprachen mit dem Zulieferer sind dabei besonders wichtig gewesen, denn im Ernstfall hängt die Gesundheit der Fahrgäste von dieser wichtigen Sicherheitseinrichtung ab.

- Untere Querverbindung

Die vorliegende Tragrahmenkonstruktion besteht nun aus einem linken, einem rechten Steher-Kragarmpaar und der Fangvorrichtung. Mit Hilfe von Querverstreben ist der Abstand der beiden L-förmigen Baugruppen zueinander definiert. Dadurch ergibt sich letztendlich die Gesamtbreite des Fahrkorb-Tragrahmens. Wie die gesamte Bausatzkonstruktion, ist diese Breite stichmaßabhängig. Da auch der Bausatz zukünftig in drei verschiedenen Bausatzgrößen gefertigt werden soll, muss es auch bei dem Fahrkorb-Tragrahmen eine bausatz-/ stichmaßabhängige Rasterung geben, die nach Tabelle 3 wie folgt intern festgelegt wurde:

|                       | Tragrahmen I | Tragrahmen II | Tragrahmen III |
|-----------------------|--------------|---------------|----------------|
| <b>Stichmaße [mm]</b> | 600          | 800           | 1050           |
|                       | 800          | 1050          | 1500           |

Tabelle 3 Stichmaßeinteilung der Tragrahmenvarianten

Durch diese nun festgelegte Rasterung, wird das Ziel weiter verfolgt, eine gewisse Modularität bzw. Plattformkonstruktion zu erreichen. Die Steher- und Kragarmprofile sind innerhalb einer Tragrahmenvariante identisch, nur durch die Zuordnung der entsprechenden Querverbindungen wird der Tragrahmen spezifiziert. Insgesamt ergeben sich laut der oben stehenden Tabelle 3, 4 verschieden lange untere Querverbindungen. Da diese konstruktiv stets identisch sind, kann z.B. eine untere Queraussteifung für ein Stichmaß 800mm der Tragrahmenvariante I auch für die der Tragrahmenvariante II benutzt werden. Da die Bauteilbelastung dieser Querverbindungen relativ gering ist, sind diese als einfaches Kantteil ausgeführt. Diese zwei Querverbindungen werden aus 6mm starkem Blech S235 hergestellt. Das Blech ist gleichschenkelig zu 90° abgekantet und hat an den Stirnseiten jeweils zwei hochgekantete Laschen mit Durchgangsbohrungen, die das Verschrauben der Unteren Querverbindung mit dem Kragarm- bzw. Kragarmeinschubinnenseiten ermöglichen. Aufgrund der immer gleichen Positionierung aller Bauteile im Tragrahmen zueinander, ergibt sich für das Längenmaß der Unteren Queraussteifungen folgende Berechnung:

$$Länge_{\text{untere Queraussteifung}} = \text{Stichmaß} + 66 \text{ [mm]}$$

**Formel 2** Berechnung Länge der Unteren Querverbindung

- Obere Querverbindung

Die obere Querverbindung ist aufgrund einer zusätzlichen Funktionalität im Vergleich zur unteren Querverbindung komplexer ausgeführt. Des Weiteren wird die obere Querverbindung nicht nur am linken und rechten Steherprofil, sondern auch mit den sogenannten Kopfblechen verschraubt. Diese Kopfbleche werden von oben auf die offenen Stirnseiten der Steherprofile gesteckt und an den Blechlaschen dreifach verbunden. Der Zusammenbau geht aus Abbildung 22 hervor.

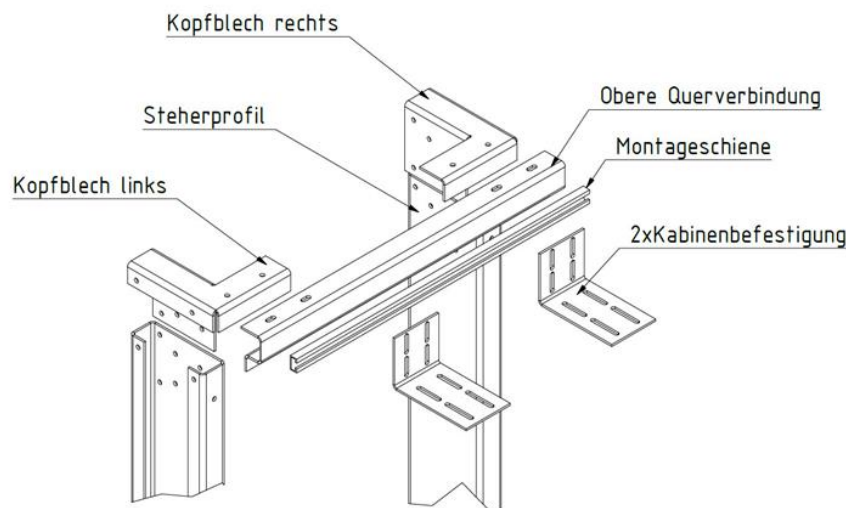
Wie die meisten Blechbauteile der Rahmenkonstruktion, so sind auch die obere Querverbindung und die Kopfbleche, aus Stahl S235 mit einer Stärke von 6mm herzustellen. Die Querverbindung ist ein dreifach gekantetes Blech mit Laschenabmaßen von 70x80x57x50 [mm]. Durch Langlöcher in der oberen Querverbindung und in den Kopfblechen, können Fertigungstoleranzen ausgeglichen werden und es besteht die Möglichkeit, die Steherprofile im oberen Bereich exakt zueinander zu positionieren. Die Kopfblechkonstruktion ist bei allen Tragrahmenvarianten identisch. Doch auch die Profillänge der oberen Querverbindung stichmaßabhängig und berechnet sich nach Formel 3 wie folgt:



$$Länge_{\text{Obere Queraussteifung}} = \text{Stichmaß} + 236 \text{ [mm]}$$

**Formel 3** Berechnung Länge der Oberen Querverbindung

An die Obere Querverbindung wird eine JORDAHL® Montageschiene Typ JM-W-40/22 punktuell aufgeschweißt. Diese Montageschiene dient zur Aufnahme und Verschraubung mit der L-förmigen Aufzugskabinenbefestigung. Auf dem Dach der Aufzugskabine befinden sich im Randbereich ebenfalls Montageschienen. Beim Montieren der Aufzugskabine wird die Kabine also am Kabinendach an der Oberen Querverbindung mit dem Fahrkorb-Tragrahmen verbunden. Durch mehrere Langlochanordnungen, kann die Befestigung an verschiedenste Kabinenhöhen angepasst werden. Durch die durchgehenden Montageschienen auf dem Kabinendach und auch an der Oberen Querverbindung, ist ein flexibles Positionieren der Kabinenbefestigung in horizontaler Richtung möglich. Diese Freiheit muss gewährleistet werden, da aufzugsanlagenspezifische Elektronikkomponenten oder Absturzsicherungen auf dem Kabinendach montiert sind und die Kabinenbefestigung somit nicht an ein und derselben Stelle erfolgen kann.



**Abb. 22 Obere Querverbindung**

- Seilaufnahme

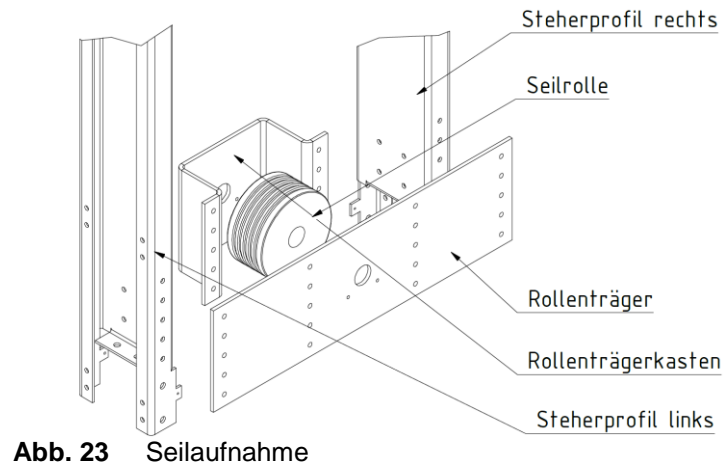
Die Seilaufnahme ist für die Funktion des Fahrkorb-Tragrahmens eine sehr wichtige Komponente. Wie in den Grundlagen bereits beschrieben, wird durch das Befestigen (1:1 Aufhängung) oder Umlenken (2:1 Aufhängung) von Tragseilen, die eigentliche Bewegung des Tragrahmens durch den Aufzugsschacht und somit zu den anzufahrenden Haltestellen ermöglicht. Weiter wurde ebenfalls erläutert, dass durch besondere Marktnachfrage der 2:1 Aufhängung, die Bausatzauslegung und auch die Konstruktion des Fahrkorb-Tragrahmens vorerst auf diese Aufhängung ausgerichtet wurde. Die Seilaufnahme erfolgt am Tragrahmen durch ein Rollenträger und einen Rollenträgerkasten (siehe Abbildung 23). Beide Bleche sind aus 10mm starkem Stahl

S235. Der Rollenträger ist ein einfaches Flacherzeugnis. Dieser hat eine Höhe von 300mm. Die Blechlänge ist wieder stichmaßabhängig und berechnet sich nach Formel 4:

$$Länge_{\text{Rollenträger}} = \text{Stichmaß} + 220 \text{ [mm]}$$

**Formel 4** Berechnung Länge Rollenträger

Im Randbereich des Rollenträgerbleches sind übereinander jeweils 5 Durchgangsbohrungen eingebracht. Durch diese Durchgangsbohrungen wird eine Schraubverbindung mit dem linken und rechten Steherprofil ermöglicht. Die Unterkante des Rollenträgers ist dabei nur 10mm über dem



**Abb. 23** Seilaufnahme

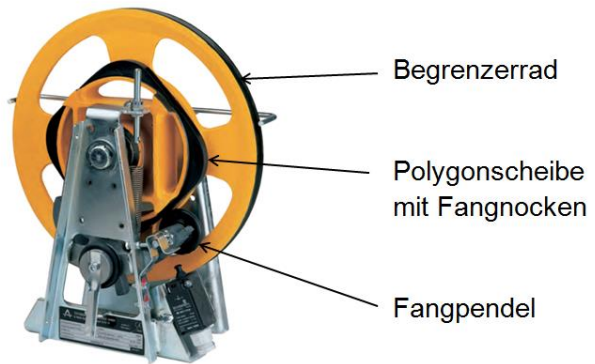
Kragarmprofil positioniert. Dadurch ist die am Rollenträger montierte Seilrolle soweit wie möglich nach unten gebracht. Denn das resultierende Moment aus der Kabinenlast und die daraus entstehende Biegebeanspruchung auf die Führungsschienen, kann somit kleinstmöglich gehalten werden. An der Rückseite des Rollenträgers wird ein zum Hutprofil gekantetes Blech zum Rollenträgerkasten aufgeschraubt. In dem entstehenden Zwischenraum wird die spätere Seilrolle montiert. Diese Seilrolle wird inklusive Wellenlagerung und Wellensicherung von einem Zulieferer bezogen. Exakt in der Mitte des Rollenträgers und des Rollenträgerkastens befindet sich eine kreisrunde Aussparung mit einem Durchmesser von 55,2mm. Diese Aussparung dient zur Aufnahme der Wellenlagerung der Seilrolle. Die mittige Anordnung dieser Bohrung ist dabei absolut notwendig, um eine symmetrische Aufhängung des Fahrkorb-Tragrahmens zu erreichen.

### 3.2.8 Geschwindigkeitsbegrenzer

#### 3.2.8.1 Allgemein

Wie bereits im vorherigen Gliederungspunkt beschrieben, steht der Geschwindigkeitsbegrenzer im engen Zusammenhang mit dem Fahrkorb-Tragrahmen und der dort eingebauten Fangvorrichtung. In der DIN EN 81-1 sind unter Ziffer 9.9 alle Anforderungen und Betriebsbestimmungen zum Begrenzer geregelt. Wie erklärt, ist die Aufgabe eines jeden Geschwindigkeitsbegrenzers, eine unkontrollierte Abwärtsbewegung des Fangrahmens mit der Aufzugskabine zu bemerken (Detektion) und das Aktivieren der Fangvorrichtung einzuleiten. Alle herkömmlichen Geschwindigkeitsbegrenzer beruhen auf dem Fliehkraft- oder Pendelprinzip, um die geforderte rein me-

chanische Wirkungsweise zu erreichen. Kommt es zur Übergeschwindigkeit in Abwärtsrichtung, so wird das Begrenzerrad (Bezeichnungen siehe Abbildung 24) über das am Tragrahmen befestigte Begrenzerseil entsprechend beschleunigt. Das im Normalbetrieb, ruhig auf der Polygonscheibe laufende Fangpendel, wird aufgrund der erhöhten Rotationsgeschwindigkeit stark ausgelenkt. Das Fangpendel ist ein L-förmiges Bauteil, auf der einen Seite mit einer Laufrolle für die Polygonscheibe und am anderen Ende mit einer gehärteten Metallspitze ausgestattet ist. Bei Auslösegeschwindigkeit wird das Fangpendel so stark ausgelenkt, dass dessen Metallspitze in den nächsten Fangnocken der Polygonscheibe eingreift. Dabei kommt es zum sofortigen Blockieren des Begrenzerrades und dem sich einklemmenden Begrenzerseiles. Weiter erzeugt dieses Begrenzerseil die Zugkraft am Auslösehebel der Fangvorrichtung wodurch der Fahrkorb-Tragrahmen samt Aufzugskabine wird stillgesetzt. Damit das Begrenzerseil beim Blockieren des Begrenzerrades geklemmt werden kann, ist eine entsprechende Treibfähigkeit zwischen diesen zwei Komponenten notwendig. Diese Treibfähigkeit kann nur aufrechterhalten werden, indem das Begrenzerseil mit einer hohen Seilspannung in die Seilrille des Begrenzerrades gedrückt wird. Diese Seilspannung wird erzeugt, indem an der Umlenkrolle des Begrenzerseiles ein sog. Spanngewicht angebracht ist. Die Position des Spanngewichts wird zusätzlich noch elektronisch überwacht, um ein ungespanntes Seil, in der Aufzugstechnik auch als Schlaffseil bezeichnet, sofort zu bemerken.



**Abb. 24** Geschwindigkeitsbegrenzer [Q4]

An den Ausführungen wird klar, wie wichtig der Geschwindigkeitsbegrenzer für jede Seilaufzugsanlage ist, um die Funktionsfähigkeit der Fangvorrichtung sicherzustellen. Aus diesem Grund war es besonders wichtig, diese Sicherheitsbauteile in den Bausatz des maschinenraumlosen Seilaufzuges einzuplanen, wie nachfolgend beschrieben.

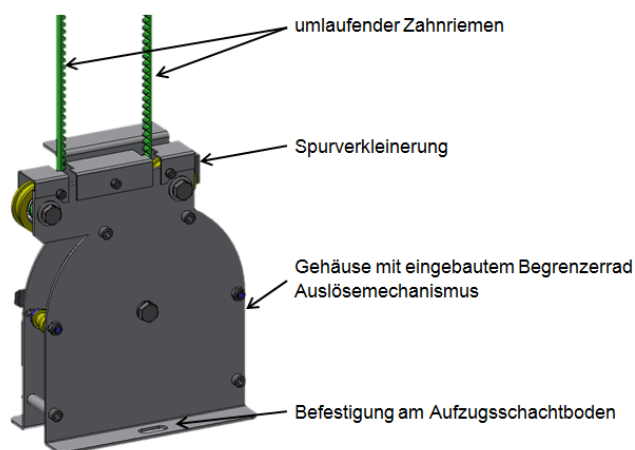
### 3.2.8.2 Bausatzimplementierung

Der Geschwindigkeitsbegrenzer in Abbildung 24 und das beschriebene Spanngewicht an der Umlenkrolle, haben sehr große Baugruppenabmessungen. Das Begrenzerrad weist meist einen Durchmesser von ca. 300mm auf. Auch das Spanngewicht hat Außenabmessungen von ca. 400x300x150 [mm]. Doch dieser Platzbedarf ist in einem maschinenraumlosen Aufzugskonzept nicht vorhanden. Im Schachtkopf ist kein ausreichender Platz für die Montage des Geschwindigkeitsbegrenzers. Und bei einer montierten Umlenkrolle inkl. Spanngewicht in der Schachtgrube, würde der

Fahrkorb-Tragrahmen aufgrund der verringerten Schachtgrubentiefe, auf das Spanngewicht auffahren.

Wie bei anderen Komponenten auch, so entwickeln Hersteller von Geschwindigkeitsbegrenzern ebenfalls platzsparende Lösungen, die für derartige MRL-Seilaufzugsanlagen verwendet werden können. Aufgabe war es deshalb, den Anbietermarkt zu betrachten, ein entsprechendes Produkt für die Verwendung im Bausatz auszuwählen und entsprechend der Lieferantenanforderungen in die eigene Entwicklung einzupflegen. Die Auswahl des Zulieferers fiel auf die Firma Aufzugstechnologie Ing. G. Schlosser GmbH. Dieser Hersteller verschiedener Aufzugskomponenten, ist der ORBA-Lift Aufzugsdienst GmbH bereits als zuverlässiger Lieferant bekannt. Mit dem Bezug des neuen Geschwindigkeitsbegrenzers, soll die Geschäftstätigkeit nun weiter ausgebaut werden. Nach mehreren Beratungen und technischen Absprachen, wurde schließlich das Geschwindigkeitsbegrenzer-System LF18CAE ausgewählt und in den Bausatz eingeplant. Das LF18CAE besteht aus einem sehr kleinen Begrenzer, einer Umlenkung ohne Spanngewicht sowie einem Begrenzerzahnriemen, anstatt einem gewöhnlichen Begrenzerseil.

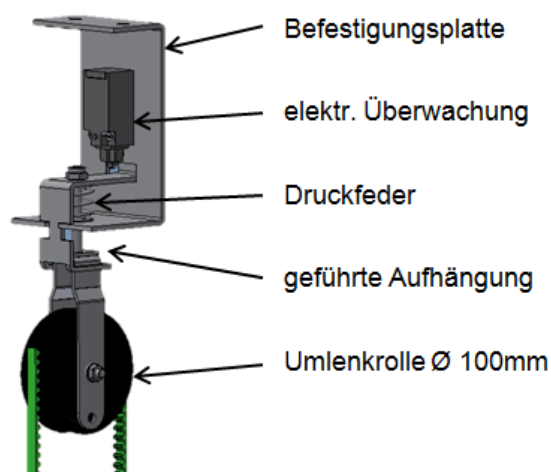
In Bezug auf die Forderungen der EN 81-1, ist dieses System vorerst als nicht normenkonform zu betrachten. Wie aber bereits in der Einleitung erklärt, lässt die EN immer vergleichbare Systeme zu, die mindestens dieselben technischen Sicherheiten und Funktionen erfüllen. Das eingesetzte Geschwindigkeitsbegrenzer-System ließ der Hersteller prüfen und bekam erfolgreich eine Baumusterprüfbescheinigung zertifiziert. Dieses System kann also nach Herstelleranforderungen im Bausatz verwendet werden und wird auf Grundlage der Baumusterprüfbescheinigung als normenkonform betrachtet.



**Abb. 25** Geschwindigkeitsbegrenzer LF18CAE

Der Geschwindigkeitsbegrenzer ist im Bausatz, anders als bei herkömmlichen Seilaufzugsanlagen mit Maschinenraum, in der Schachtgrube auf dem Boden montiert. Er hat ein eingebautes Begrenzerrad aus Bergamid, mit einem Durchmesser von nur 180mm und benötigt einen ungefähren Einbauplatz von ca. 250x300x50

[mm]. Durch die Montageposition in der Grube, sind auch Service- und Wartungsarbeiten am Begrenzer einfach zu realisieren. Der Servicetechniker öffnet die Schachttüren der untersten Haltestelle und hat beim Absteigen in die Grube sofortigen Zugang zum Geschwindigkeitsbegrenzer. Der Zahnriemenabstand wird, wie in Abbildung 25 dargestellt, mit Hilfe einer Spurverkleinerung von 180mm ( $\varnothing$ -Begrenzerrad) auf 100mm verringert. Der benötigte Platzbedarf des umlaufenden Riemens, wird somit minimiert. Der eingesetzte Zahnriemen ist vom Typ RPU 8 M10 und hat Abmaße von 10x5,4 [BxT in mm]. Dieser Riemen ist mit im Lieferumfang des Geschwindigkeitsbegrenzers enthalten und je nach Aufzugsschacht- bzw. Förderhöhe zu bestellen. Ausgehend vom montierten Begrenzer in der Schachtgrube, verläuft der Riemen lotrecht bis in den Schachtkopf, wo die obere Umlenk- und Überwachungseinheit (siehe Abbildung 26) befestigt wird.

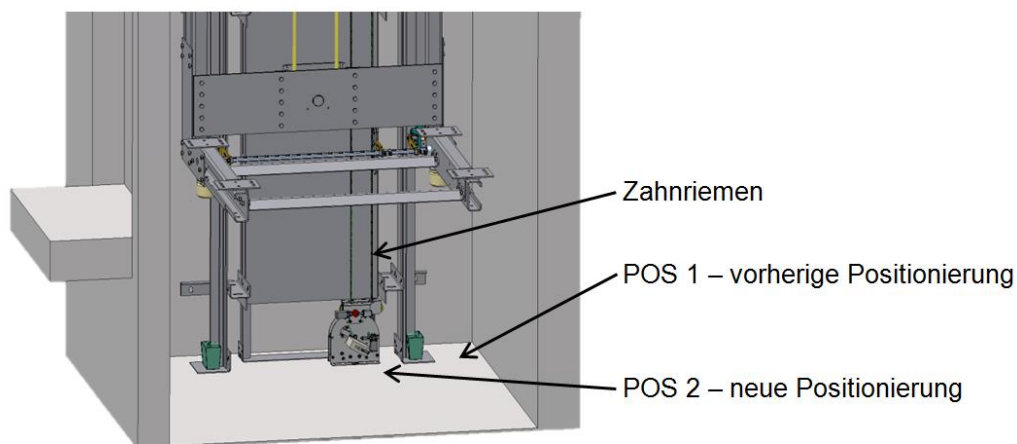


**Abb. 26** Umlenk- und Überwachungseinheit

Auf den lotrechten Einbau ist dabei besonders zu achten, damit der Riemen nicht unter Schrägzug steht. Die Umlenk- und Überwachungseinheit, ist eine notwendige Sonderkonstruktion, welche die Firma Schlosser für derart geringe Platzverhältnisse auf dem Markt gebracht hat. Die Befestigungsplatte wird am unteren Flansch des Maschinenträgers befestigt. Diese nimmt alle weiteren Einzelkomponenten der Umlenk- und Überwachungseinheit auf. Hauptelement ist die aufgehängte Umlenkrolle. Entsprechend der verringerten Spurbreite des Zahnriemens, hat diese Umlenkrolle einen Durchmesser von 100mm. Die Rollenaufhängung ist auf einer Druckfeder gelagert und wird in Aussparungen der Befestigungsplatte geführt. Oberhalb des Bleches der geführten Rollenaufhängung, ist an der Befestigungsplatte ein elektrischer Schalter befestigt. Im Normalbetrieb steht der Zahnriemen unter Spannung, sodass die Feder zusammengedrückt wird und der Schalter inaktiv ist. Beim Reißen des Zahnriemens entspannt sich die Feder, aktiviert mit dem Blech den Schalter und der Sicherheitskreis der Aufzugsanlage wird unterbrochen. Dieser elektronische Schalter wird als Öffner bezeichnet. Durch das Unterbrechen des Sicherheitskreises wird die komplette Aufzugsanlage sofort stillgesetzt, da bei einem gerissenen Zahnriemen,

die Fangvorrichtung nicht mehr ausgelöst werden könnte. Die beiden Enden des Zahnriemes werden zwischen zwei Lochblechen fixiert. Dabei kann die notwendige Riemenspannung eingestellt werden. In der Mitte der Lochbleche befindet sich eine Bohrung, welche zum Verschrauben mit dem Auslösehebel der Fangvorrichtung dient.

Wie bereits mehrfach erwähnt, so soll der Bausatz bei geringsten Schachtabmessungen eingesetzt werden. Während der Entwicklung des Bausatzes stellte sich heraus, dass die bis dahin geplante Positionierung des Geschwindigkeitsbegrenzers (in Abbildung 27 als POS 1 dargestellt), außerhalb der Projektion des Fahrkorb-Tragrahmens, ungünstig ist. Der verfügbare Platz zwischen den Begrenzer-elementen und der Aufzugsschachtwand, wäre in diesem Fall für eine spätere Zugänglichkeit oder bereits während der Montage zu gering. Auch die im Schachtkopf zu befestigende Umlenk- und Überwachungseinheit aus Abbildung 26, wäre nach POS 1 außerhalb jeglicher Befestigungsmöglichkeiten im Schachtkopf. Man hätte eine zusätzliche Adapterkonsole benötigt, um die obere Umlenkrolle z.B. an den Führungsschienen zu befestigen. Während der Bausatzentwicklung und entsprechender Anpassungen am Fahrkorb-Tragrahmen und dem Stichmaß, erwies sich die Positionierung des Geschwindigkeitsbegrenzers an der POS 2, aus konstruktiver Sicht am geeignetsten.



**Abb. 27** Positionierung Geschwindigkeitsbegrenzer in Schachtgrube

Der Begrenzer ist in der Schachtgrube so positioniert, dass der Zahnriemen zwischen dem rechten Steherprofil und dem Rollenträgerkasten des Fahrkorb-Tragrahmens verläuft. Weiterhin ist auch ein entsprechender Abstand zwischen Gegengewicht und Tragrahmen gegeben. Mit Hilfe des 3D-CAD-Programms, konnten mögliche Kollisionspunkte ermittelt und konstruktiv abgestellt werden. Denn das Freilaufen des Riemens ist absolut zu beachten. Ein weiterer Vorteil dieser innenliegenden Anordnung ist, dass die Umlenk- und Überwachungseinheit direkt von unten an den Maschinenträger des Kopfelementes angeschraubt werden kann. Es ist keine



weitere Verbindungskonsole notwendig. Dies minimiert die Fertigungs- und Montagekosten.

### 3.2.9 Gegengewicht

#### 3.2.9.1 Allgemein

Das Gegengewicht oder auch Ausgleichsgewicht, ist eine zum Fahrkorb-Tragrahmen gegenläufige Masse, welche bei Seilaufzugsanlagen aus energetischen Gründen verwendet muss und im selben Aufzugsschacht angeordnet sein muss wie der Fahrkorb Tragrahmen. Die Masse des Gegengewichts wird nach Formel 5 berechnet:

$$m_{GG} = F + R + \frac{1}{2}Q$$

**Formel 5** Gegengewichtsmasse

F – Masse Fahrkorb  
 R – Masse Tragrahmen  
 Q – Nennlast der Aufzugsanlage

Aus dieser Formel geht hervor, dass die

Gegengewichtsmasse gleich der Masse des Fahrkorbes, des Tragrahmens sowie 50% der Nennlast ist. Durch diesen Massenausgleich muss die Antriebsmaschine lediglich die Differenz zu der 50% Nennlast heben und senken. Die Antriebsmaschine kann somit entsprechend klein dimensioniert werden und hat geringere Anschlusswerte

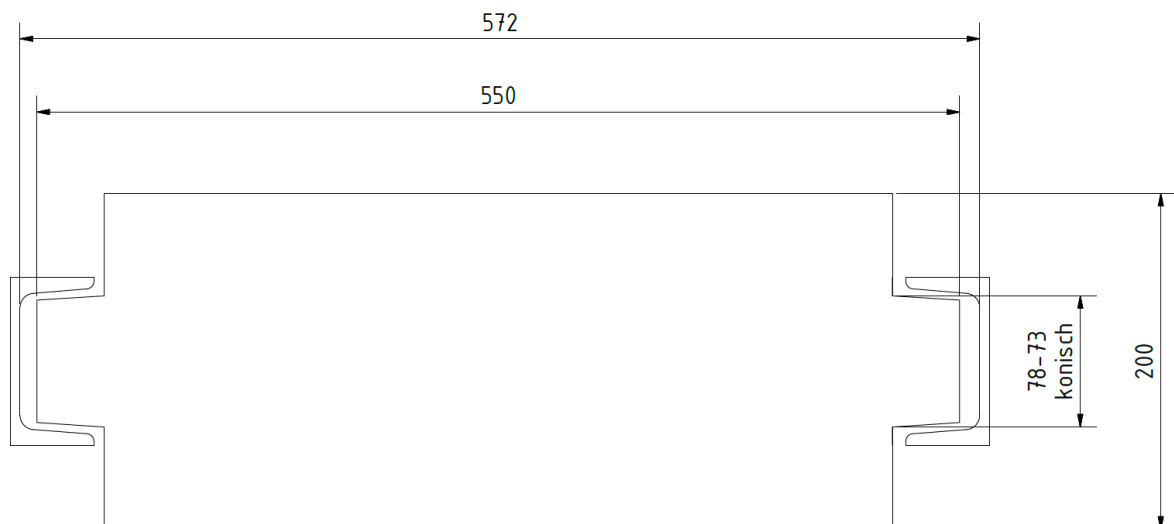
Die DIN EN 81-1 regelt in mehreren Kapiteln die konstruktive Ausführung des Gegengewichts. Das Gewicht muss aus einem stabilen äußeren Rahmen bestehen, welcher an den Führungsschienen definiert zu führen ist. Innerhalb des Rahmens müssen Gewichte eingelegt werden können, die in Summe zur geforderten Gesamtmasse des Gegengewichts beitragen. Diese Einlagen müssen gegen ein Herausfallen bzw. Herausspringen gesichert sein. An der Unterseite des Gegengewichtsrahmens muss ein Puffer vorhanden sein, der ein Aufsetzen auf der Schachtgrube ermöglicht. Im oberen Bereich muss eine Seilaufnahme oder Seilumlenkung gewährleistet sein, um die direkte (1:1) oder indirekte (2:1) Aufhängung der Seilaufzugsanlage umzusetzen.

#### 3.2.9.2 Bausatzimplementierung

Die Konstruktion des Gegengewichts für den Bausatz, beanspruchte einige Entwicklungszeit, da es sehr schwierig war bei dem geringen Platzangebot, ein entsprechend schweres Gegengewicht zu erhalten. Die zur Verfügung stehende Breite resultiert aus dem Stichmaß der Hauptführungsschienen, abzüglich der Führungsschienenbefestigung sowie der verwendeten Gegengewichtsführungsschienen T45/A, sodass sich ein Gegengewichtsstichmaß von 610mm ergibt. Zwei zueinander offen gerichtete Walzprofile U100 DIN 1026-1, mit einer Profillänge von 3000mm, bilden die senkrechten Steher des Rahmens. An jedem U-Profil sind zwei nach außen gerichtete Gleitführungen aufgeschraubt. Hier wurde eine besondere Gleitführungseinlage verwendet, sodass kein Öl für die Führung verwendet werden muss.

Im oberen und unteren Bereich werden doppelseitig jeweils zwei Flachstäbe nach DIN EN 10058 120x12 mit einer Länge von 570mm auf die U-Profile aufgeschraubt. Dadurch ist die äußere stabile Form inkl. der Führung des Gegengewichtsrahmens gegeben. Die oberen Flachstäbe sind entsprechend durch mehrere Bohrungen bearbeitet, um die sichere Aufnahme der Seilumlenkrolle zu gewährleisten. Die Aussparung für die Achsaufnahme hat einen Durchmesser von 55,2mm. Zwei weitere Gewindebohrungen sind notwendig, um den Achshalter zu befestigen. Außerhalb der Seilrollenprojektion, sind in den oberen Flachstäben nochmals zwei Bohrungen eingebracht. Diese dienen der Verschraubung, mit den dazwischen zu montierenden U-förmigen Blechen. Diese kleinen Bleche müssen über Langlöcher an die Tragseile angenähert werden. Sie erfüllen den Seilabsprungschutz und sind nach den EN 81-1 geforderte Schutzbauteile.

Zwischen den Flachstäben am unteren Ende der U100 Walzprofile, ist in waagerechter Ausrichtung ein weiteres Walzprofil U100 (200mm Länge) eingeschraubt. Dieses dient zur Aufnahme der Puffer- und Ausgleichselemente. Über eine Gewindestange sind an diesem Walzprofil mehrere Holzplatten sowie der Aufsetzpuffer EN2 angeschraubt. Der Puffer ist wie beim Fahrkorb-Tragrahmen eine nach der Norm geforderte Komponente. Die Holzplatte können bei Seillängung entnommen werden, damit der Puffer und somit das Gegengewicht im Normalbetrieb nicht auf der Schachtgrube aufsitzt.

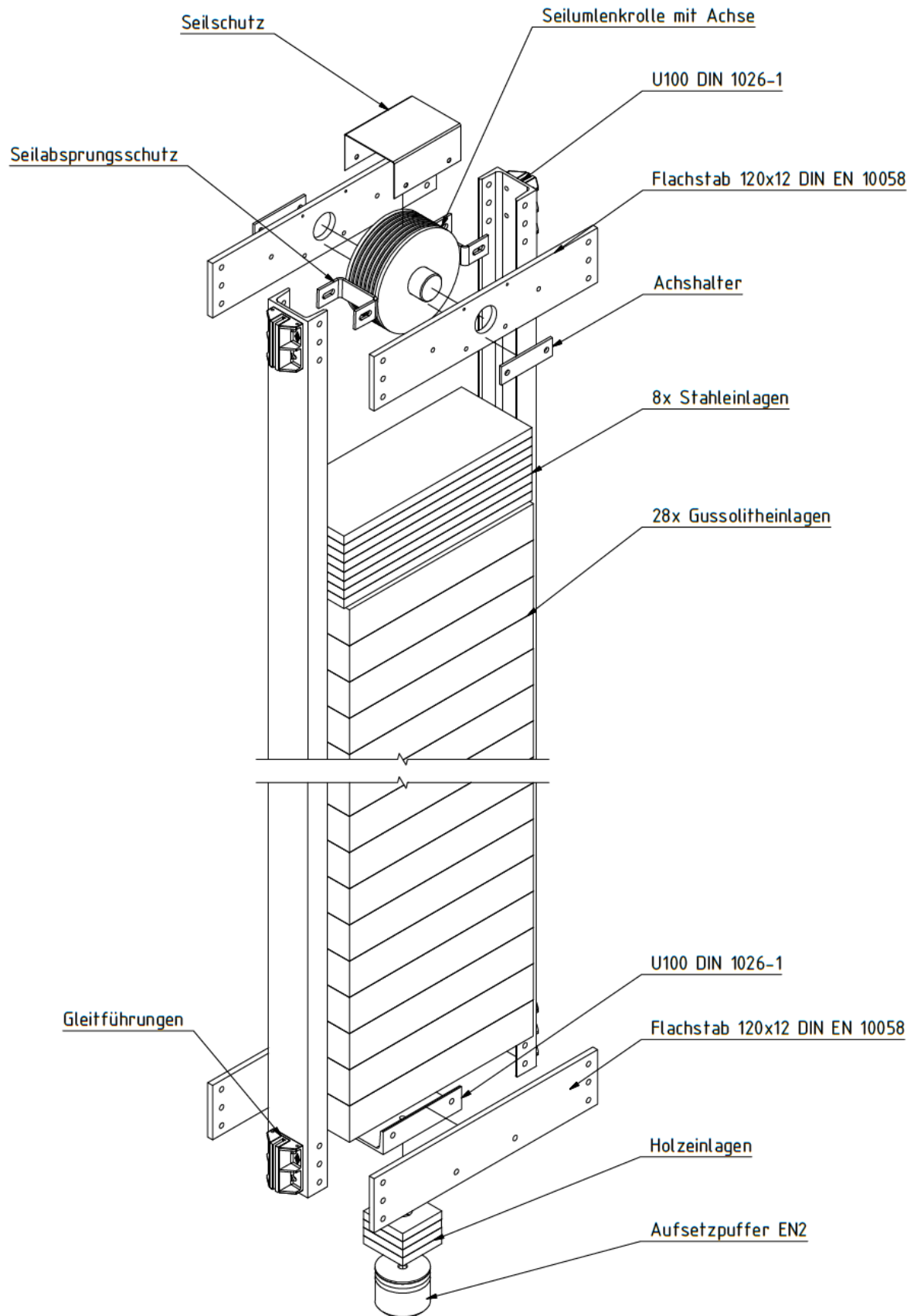


**Abb. 28** Gussolith-Einlage im Gegengewicht

Der Gegengewichtsrahmen inkl. der Komponenten an den oberen und unteren Flachstäben (Zusammenbaudarstellung in Abbildung 29), hat ein Leergewicht von ca. 107kg. Nach der Formel 5 wird bei einer Aufzugsanlage mit einer Nennlast von 630kg, einer üblichen Fahrkorbmasse von ca. 650kg und Tragrahmenmasse von ca. 400kg, ein Gegengewicht mit einer Gesamtmasse von ca. 1365kg benötigt. Der leere Rahmen muss somit mit 1258kg Gegengewichtseinlagen beschwert werden. In der



Aufzugsbranche werden meist Stahleinlagen zur Beschwerung benutzt, um aufgrund der hohen Materialdichte mit wenigen Einlagen zur gewünschten Gesamtmasse zu kommen. Denn je weniger Einlagen man benötigt, desto geringer ist die Füllhöhe des Gegengewichts und desto kleiner kann dieses gebaut werden. Neben dem Ziel, das Gegengewicht entsprechend klein und kompakt zu bauen, wurden auch die hohen Materialkosten dieser Stahleinlagen kritisch betrachtet. Seit einigen Jahren gibt es speziell für Gegengewichtseinlagen sog. Gussolith-Steine. Gussolith ist ein spezieller Mischwerkstoff aus schwerem Eisenerz in chemische Bindung. Weiter ist Gussolith nicht hygroskopisch und die Oberfläche kann wie bei Stahleinlagen grundiert oder lackiert werden. Zwar ist die Materialdichte mit  $5,5 \text{ kg/dm}^3$  um  $2,2 \text{ kg/dm}^3$  geringer als bei Stahl, jedoch sind die Materialkosten um 50% geringer als bei Stahl, was den Hauptnutzen der Gussolithverwendung rechtfertigt. Lieferant dieser Einlagen ist die Firma Natur- und Kunststeinwerke Helmut Woerner GmbH. Dieses Unternehmen bietet diese Gussolith-Steine in verschiedenen Formen und Abmessungen an. Aufgrund des vorhandenen Platzangebotes durch die nach innen offenen U-Profile, wurden Gussolith-Steine vom Typ UNP 100 mit den Maßen  $550 \times 200 \times 75$  [LxBxH in mm] ausgewählt. Diese Steine werden unten auf die senkrechten Flachstäbe aufgelegt und nach oben gestapelt. Durch die beidseitigen Auskragungen der Steine, ist ein Einlegen in die offenen U-Profile möglich. Somit wird erfüllt, dass sich diese Einlagen nicht verschieben lassen und aus dem Gegengewichtsrahmen herausfallen. In Abbildung 28 ist diese Einbausituation dargestellt. Aufgrund der geringeren Dichte der Gussolith-Steine und des kleinen Stichmaßes des Gegengewichts, muss aus Platzgründen mit wenigen Stahleinlagen aufgefüllt werden, um die Gesamtmasse von 1365kg zu erreichen. Trotzdem ist aufgrund des hohen Gussolith-Anteils ein extremes wirtschaftliches Einsparpotential genutzt worden. Insgesamt werden 28 Gussolith-Steine sowie 8 Stahlplatten als Gegengewichtseinlagen verwendet. Die exakt benötigte Gegengewichtsmasse kann erst während der Montage auf der Baustelle durch den Lastausgleich ermittelt werden. 50% der Nennlast wird in die Aufzugskabine gestellt. Anschließend wird die Bremse des Antriebes geöffnet und weder der Fahrkorb noch das Gegengewicht dürfen sich bewegen. Stimmt die Masse noch nicht exakt, so müssen Einlagen entnommen oder eingelegt werden.



**Abb. 29** Gegengewichtskonstruktion

## **4 Wirtschaftlichkeitsbetrachtung**

### **4.1 Grundlagen**

Unter dem Begriff der Wirtschaftlichkeit, versteht man ein Maß für die Effizienz im Umgang mit knappen Gütern und Ressourcen. Wirtschaftliches Handeln muss der Grundgedanke jedes Unternehmens sein, um mit den vorhandenen Produktionsmöglichkeiten, maximale Erfolge zu erzielen (Maximalprinzip). Dabei muss neben den Möglichkeiten der Eigenfertigung, auch der Zukauf von Produkten in Betracht gezogen werden.

### **4.2 Herstellung**

In der Tabelle 4 ist die Kalkulation zur Ermittlung der Herstellkosten eines Bausatzes abgebildet. Abweichend von den bisherigen Bausatzparametern, basiert diese Kalkulation auf einer Aufzugsanlage mit 5 Haltestellen, Schachthöhe 17000mm, Förderhöhe 12000mm.

Alle angegebenen Materialpreise sind Nettopreise und beruhen auf aktuellen Angebotsabfragen aller Zulieferer. Die kalkulierte Fertigungsdauer, zur Ermittlung der Fertigungslohnkosten, wurde überschlägig in Absprache mit erfahrenen Metallfacharbeitern sowie dem Werkstattmeister angenommen.

Grundlage aller wirtschaftlichen Betrachtungen und Berechnungen, ist die Produktion der Bausatzkomponenten (zusammenfassende Stückliste des MRL-Bausatzes in Anhang 10) mit einer Losgröße - Stückzahl = 5. Dies ist zusammen mit der Geschäftsführung bei Entwicklungsbeginn bereits festgelegt worden. Wie aus der Konstruktionsbeschreibung hervor geht, konnte das Ziel erreicht werden, den Bausatz in entsprechender modularer Bauweise herzustellen bzw. diesen individuell für verschiedenste bauliche Gegebenheiten einsetzen zu können. Deshalb ist es möglich, alle Bausatzkomponenten projektunabhängig herzustellen. Die Losgröße ist im Rahmen der Fertigung der ORBA-Lift Aufzugsdienst GmbH überschaubar und die resultierende Kapitalbindung aufgrund der Lagerhaltung vertretbar. Durch diese Losgrößenfertigung, können auch die Fertigungslohnkosten gesenkt werden. Denn beim Herstellen 5 baugleicher Bausätze, stellt sich, durch fünfmalige Wiederholung identischer Tätigkeiten, eine gewisse Handlingsroutine bei den Facharbeitern ein, wodurch davon auszugehen ist, dass sich die Durchlaufzeit je Bausatzkonstruktion noch weiter verkürzen wird. Nach der Fertigung und Verpackung der Bausätze, werden diese in der Lagerhalle bereitgestellt und erst nach entsprechender Auftragserteilung entnommen und ausgeliefert. Durch immer gleiche Stücklisten, gleiche technische Zeichnungen und identische Werkzeugmaschinen Daten, kann der Aufwand der Arbeitsvorbereitung gering gehalten werden. Die Änderungen durch die Konstrukteure sind nach der Entwicklungsfertigstellung nicht mehr möglich. Bereitgestellte CAD-Datensätze können für die Erstellung der Anlagenzeichnung verwendet werden.

| Gesamtkosten                           |               |       |                   |
|--|---------------|-------|-------------------|
| <b>Führungsschienen</b>                |               |       |                   |
| • Zukauf – Materialkosten              |               |       | 677,80€           |
| <b>Führungsschienenbefestigung</b>     |               |       |                   |
| • Materialkosten                       |               |       | 173,76€           |
| • Fertigungslohnkosten                 | 9h            | 30€/h | 270,00€           |
| <b>Grubenelement</b>                   |               |       |                   |
| • Materialkosten                       |               |       | 27,68€            |
| • Fertigungslohnkosten                 | 4,5h          | 30€/h | 135,00€           |
| <b>Kopfelement</b>                     |               |       |                   |
| • Materialkosten                       |               |       | 141,92€           |
| • Fertigungslohnkosten                 | 18,5h         | 30€/h | 555,00€           |
| <b>Antrieb inkl. Frequenzumrichter</b> |               |       |                   |
| • Zukauf - Materialkosten              |               |       | 4.021,20€         |
| <b>Tragseile</b>                       |               |       |                   |
| • Zukauf - Materialkosten              |               |       | 302,07€           |
| <b>Fahrkorb-Tragrahmen</b>             |               |       |                   |
| • Materialkosten                       |               |       | 1.505,11€         |
| • Fertigungslohnkosten                 | 9,45h         | 30€/h | 283,50€           |
| <b>Geschwindigkeitsbegrenzer</b>       |               |       |                   |
| • Zukauf - Materialkosten              |               |       | 716,55€           |
| <b>Gegengewicht</b>                    |               |       |                   |
| • Materialkosten                       |               |       | 1.008,86€         |
| • Fertigungslohnkosten                 | 10,0h         | 30€/h | 300,00€           |
| <b>Herstellkosten MRL-Bausatz</b>      | <b>51,45h</b> |       | <b>10.118,45€</b> |

Tabelle 4 Kalkulation der Herstellkosten des Bausatzes

|  | Bausatz ORBA | Bausatz Lieferant |
|--|--------------|-------------------|
| <b>Herstell- bzw. Einkaufskosten [€/Stück]je Stück in €</b>        | 10.118,45€   | 11.907,66€        |
| <b>Herstell- bzw. Einkaufskosten Jahresbedarf 15 Stück [€/Per]</b> | 151.776,75€  | 178.614,90€       |

Tabelle 5 Vergleich der Herstell- und Einkaufskosten

### 4.3 Bewertung

Wie in der Tabelle 5 zu erkennen ist, so beträgt der kalkulatorische Unterschied 1.789,21€ zu Gunsten der Eigenfertigung. Ausgehend von einer jährlichen Absatzmenge von 15 Tragrahmen (entspricht 3 Fertigungslose), so ergibt sich im Vergleich zum Zukauf eine Kostenersparnis von 26.838,15€ pro Jahr. Diese kalkulatorische Betrachtung spricht für die Herstellung der Bausätze in Eigenfertigung. Doch muss auch die Realisierbarkeit dieser zusätzlichen Fertigungsleistungen überprüft werden. Für einen Fangrahmen wird eine Kapazität von 51,45 Werkstattstunden (siehe Tabelle 5), für die angenommene Jahresproduktion entsprechend 771,75 Werkstattstunden, benötigt. Zur Verfügung stehen 6 Facharbeiter mit einer produktiven Nettokapazität von insgesamt 8892h/a. Setzt man beide Kapazitäten ins Verhältnis, so ergibt sich durch die Bausatzfertigung eine Produktionssteigerung von ca. 9%. Aufgrund der auftragsbezogenen Einzelfertigung des Unternehmens, sind die derzeitigen Kapazitätsauslastungen ungleichmäßig. Zum Teil gibt es Monate mit einer Kapazitätsunterdeckungen ( $\text{Kapazitätsbestand} < \text{Kapazitätsbedarf}$ ) und zum Teil mit einer Kapazitätsüberdeckung ( $\text{Kapazitätsbestand} > \text{Kapazitätsbedarf}$ ). Mit Hilfe dieser Bausatzproduktion können Perioden mit einer Kapazitätsüberdeckung, durch die Fertigung eines Loses, ausgeglichen werden. In den regelmäßig stattfindenden Kapazitätssitzungen, muss zukünftig der Kapazitätsstand abgeglichen werden und nach entsprechender Auftragslage der interne Werkstattauftrag zur Bausatzfertigung ausgelöst werden. Die angenommenen drei Lose sind auf das Jahr zu verteilen. Hier ist zu beobachten, ob die Losgröße bzw. die Anzahl der Lose anzupassen ist. Die 9%ige Steigerung ist somit auf das ganz Jahr verteilt zu betrachten. Diese Eigenfertigung kann somit als „Pufferarbeit“ bezeichnet werden. Neben der kalkulatorischen Auswertung, ist es also auch hinsichtlich der Kapazitätsplanung realisierbar, diesen zusätzlichen Fertigungsumfang abzudecken. Weiter spornt diese neue Produktionsreihe dazu an, interne Fertigungsprozesse und –abläufe zu verbessern, um mit den vorhandenen Facharbeitern und Betriebsmitteln noch mehr zu leisten, hin zu einer homogenen Kapazitätsauslastung des gesamten Produktionsjahres.

## 5 Zusammenfassung und Ausblick

Diese Arbeit hat gezeigt, dass es gelungen ist, einen eigenen Bausatz für maschinenraumlose Seilaufzugsanlagen zu entwickeln. Alle technischen und produktionswirtschaftlichen Anforderungen, konnten dabei erfolgreich umgesetzt werden. Ebenso konnte aufgezeigt werden, dass eine Eigenfertigung zur Steigerung des Wertschöpfungsprozesses der ORBA-Lift Aufzugsdienst GmbH beiträgt.

Da die Marktanforderungen und der Wettbewerbsdruck in Zukunft noch anspruchsvoller werden bzw. weiter ansteigen, ist auch aus unternehmerisch-strategischer Sichtweise eine Ausweitung des Eigenfertigungsspektrums durch die Bausatzfertigung anzustreben. Dadurch können mehr eigene Komponenten spezifisch und unabhängig von Zulieferern in Aufzugsanlagen eingeplant werden. Denn in letzter Zeit hat sich die Zusammenarbeit mit Zulieferern derartig großer, mechanischer Komponenten, wie z.B. der Bausatz oder verschiedene Fahrkorb-Tragrahmen, als nicht sehr kooperativ erwiesen. Trotz mehrfacher Absprachen und Anfragen, erfolgte keine versprochene Zuarbeit oder Weiterentwicklung notwendiger Produkte. Ein weiterer Fakt dafür, den Bausatz selbst zu fertigen und diese Entwicklung selbst zu steuern und auf eigene Produkte Einfluss nehmen zu können. Weiter ist durch die interne Entwicklung das Know-How in vielen Unternehmensbereichen angestiegen. Auf dieses geschaffene Wissen kann für weitere Eigenfertigungen aufgebaut werden, um bei zukünftigen Entwicklungen einen noch besseren Entwicklungsdurchlauf anstreben zu können.

Nach der konstruktiven Entwicklung und dem Nachweis, dass es wirtschaftlich ist den Bausatz in Eigenfertigung herzustellen, muss nun ein Workflow erarbeitet werden, wie die zukünftige Bausatzproduktion im Unternehmen ablaufen soll. Es ist zu bestimmen wann ein Produktionslos freigegeben wird und wie der Produktionsablauf (Werkstattauftrag, Bestellung der Zulieferteile) zu gestalten ist. Weiter müssen alle technischen Zeichnungen sowie die CAM-Daten für Werkzeugmaschinen aufbereitet werden. Den Konstrukteuren müssen alle CAD-Daten für die Bausatzimplementierung in die Anlagenzeichnungen bereitgestellt werden. Für den Vertrieb sind die kalkulatorischen Grundlagen entsprechend aufzuarbeiten, um die Herstellkosten des Bausatzes in das bestehende Anlagen-Kalkulationsprogramm implementieren zu können.

Ziel muss es sein, noch im Jahr 2013 eine erste maschinenraumlose Seilaufzugsanlage mit dem neuen Bausatz zu errichten. Daraufhin sind eventuelle Änderungen und Anpassungen vorzunehmen, sodass ab dem Jahr 2014 ein universell einsetzbarer Bausatz hergestellt und eingesetzt werden kann. Das Portfolio des Unternehmens wird somit weiter ausgebaut und dem Kunden qualitativ hochwertige Produkte aus dem Hause ORBA-Lift angeboten. Die ORBA-Lift Aufzugsdienst GmbH kann und muss sich als mittelständisches Unternehmen besser am Markt positionieren.

## **Literaturverzeichnis**

BÖHM, Werner; LENZNER, Volker: Aufzugstechnik VFA Fachbuch 1. 1. Auflage, 2011

COBIANCHI LIFTTEILE AG [Hrsg.]: Montage- und Betriebsanleitung Fangvorrichtung. Münsingen/Schweiz, 2010

DIN EN 81-1:1998+A3:2009

Sicherheitsregeln für die Konstruktion und den Einbau von Aufzügen – Teil 1: Elektrisch betriebene Personen- und Lastenaufzüge; Deutsche Fassung EN 81-1:1998+A3:2009

HANS JUNGBLUT GMBH & CO. KG: Geschwindigkeitsbegrenzer HJ200. In: <http://www.jungblut.de/683/HJ-200.htm> (28.03.2013)

KUGLER, Harald: Umformtechnik – Umformen metallischer Konstruktionswerkstoffe. 1. Auflage, 2009

KÜNNE, Bernd; SCHMITT, Patrick: Praxislösungen Schweißgerechtes Konstruieren. 1. Aufl., 2012

LEIBINGER-KAMMÜLLER, Nicola: Faszination Blech. 2.Aufl. Ditzingen, 2006

SERRUYS, Wim: Blechbearbeitung Stand der Technik. Überarbeitete Aufl., 2006

THEWS, Udo: Fachbegriffe der Aufzugstechnik. 4. Aufl., 2010

VFZ GMBH & CO. KG [Hrsg.]: Lift Report – Internationale Fachzeitschrift für die Technologie von Aufzügen und Fahrtreppen. 38. Jahrg., Heft 6/2012

ZIEHL-ABBEG AG: Antriebstechnik. In: <http://www.ziehl-abegg.com/de/drives.html> (25.03.2013)

## Quellenverzeichnis


- [Q1] BÖHM, Werner; LENZNER, Volker: Aufzugstechnik VFA Fachbuch 1. 1. Auflage, 2011
  
- [Q2] Brugg Drahtseil AG [Hrsg.]: Produktkatalog Aufzugseile, Birr (Schweiz), 2012
  
- [Q3] DIN EN 81-1:1998+A3:2009  
Sicherheitsregeln für die Konstruktion und den Einbau von Aufzügen – Teil 1:  
Elektrisch betriebene Personen- und Lastenaufzüge; Deutsche Fassung EN  
81-1:1998+A3:2009
  
- [Q4] LiftEquip GmbH [Hrsg.]: Produktprospekt Geschwindigkeitsbegrenzer, deutsche Fassung, Neuhausen a.d.F., 12.03.2013
  
- [Q5] THEWS, Udo: Fachbegriffe der Aufzugstechnik. 4. Aufl., 2010
  
- [Q6] Ziehl-Abegg AG: Antriebstechnik. In: <http://www.ziehl-abegg.com/de/drives.html> (25.07.2013)

Alle Abbildungen ohne Quellenvermerk sind eigene Darstellungen des Autors.



## **Anhangverzeichnis**

- Anhang 1**    Führungsschienenberechnung – Hauptführungsschienen
- Anhang 2**    Führungsschienenberechnung – Gegengewichtsführungsschienen
- Anhang 3**    Biegenachweis Maschinenträger
- Anhang 4**    Auslegungsprogramm ZETALIFT
- Anhang 5**    Protokoll Antriebsmaschinen-Auslegung
- Anhang 6**    Baumusterprüfbescheinigung TSR-Treibscheibenseil
- Anhang 7**    TZ Fahrkorb-Tragrahmen-Konstruktion
- Anhang 8**    Stückliste Fahrkorb-Tragrahmen
- Anhang 9**    Montage- und Betriebsanleitung Cobiauchi Fangvorrichtung
- Anhang 10**   Stückliste MRL-Bausatz

|   |   |  |                |
|---|---|--|----------------|
|  | Nachweis der Führungsschienen<br>für Fahrkörbe in Rucksackführung<br>Berechnung nach EN 81 Anhang G.7.4 |  | PROINFO        |
|   |   |  | Revision 02    |
|   |   |  | Blatt 1 von 4  |
|   |   |  | Stand 09.09.04 |

Bauvorhaben: Entwicklung MRL-Bausatzkonzept  
Angebots-/Fabr.-Nr.: 13200

Bearbeiter: M.Krautz  
Datum: 25.07.13

#### Allgemeines:

Führungsschienen müssen unter der Berücksichtigung der Biegebeanspruchung bemessen sein. In den Fällen, in denen Sicherheitseinrichtungen auf die Führungsschienen wirken, müssen Biegung und Knickung berücksichtigt sein. Bei hängenden Schienen ist anstelle der Knick- die Zugspannung zu berücksichtigen.

Angaben zur Kabine : Tragfähigkeit Q = 630 kg  
Kabinengewicht F = 603 kg  
Kabinenrahmengewicht R = 400 kg  
F + R = P = 1003 kg

Breite KB = 1100 mm  
Tiefe KT = 1400 mm  
Höhe KH = 2200 mm  
Führungsabstand h = 2500 mm

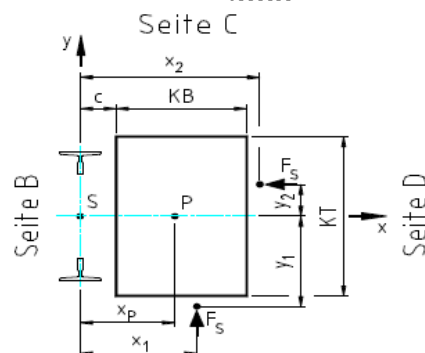
Kabinenseitengewichte nach KABxxxx.xls :  
Gesamtgewicht der: Seite A = 250 kg  
Seite B = 58 kg  
Seite C = 58 kg  
Seite D = 42 kg

Abstand KB von y-Achse : c = 210 mm  
Abstand Aufhängung S :  $x_s = 0$  mm  
 $y_s = 0$  mm  
Schwellenlast  $F_s = 2,5$  kN  
Gabelstaplerbetrieb = [ X ]  
Zugänge:  $x_1 = 760$   $x_2 = 1470$  mm  
 $y_1 = -860$   $y_2 = 500$  mm

Führungsschiene DIN ISO 7465 : T89/B = [ X ]  
T90/B = [ X ]  
T125/B = [ X ]  
T127-1/B = [ X ]  
T127 = [ X ]  
T140-1/B = [ X ]  
Anzahl n = 2 [ Stück ]

Größter Abstand zw. Befestigungen : l = 1500 mm

Fangvorrichtung : Keilsperrvorrichtung = [ X ]  
Rollensperrvorrichtung = [ X ]



Bruchfestigkeit : 370 N/mm<sup>2</sup> = [ X ]  
440 N/mm<sup>2</sup> = [ X ]  
520 N/mm<sup>2</sup> = [ X ]

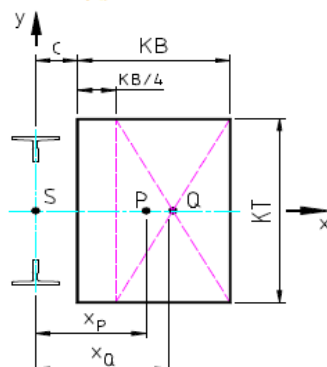
Hilfseinrichtungen an Führungsschiene:

Kraft aus Hilfseinrichtungen M = kN  
Stoßfaktor nach Montagebetrieb  $k_3 = 3,0$

#### Lastannahmen nach G.7.4.1 "Fangen" und G.7.4.2 "Fahren"

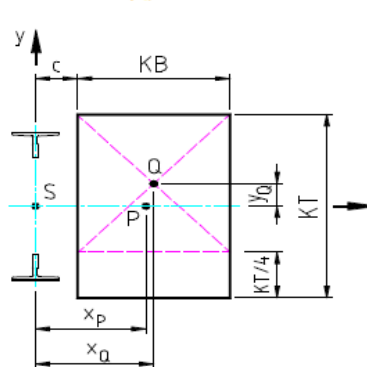
##### Lastannahme 1, x-Achse


$x_Q = c + 5/8 KB = 897,5$  mm  $x_P = 672$  mm  
 $y_Q = 0$  mm  $y_P = 0$  mm



##### Lastannahme 2, y-Achse

$x_Q = c + 1/2 KB = 760$  mm  
 $y_Q = KT / 8 = 175$  mm



|   |   |   |
|---|---|---|
|  | <b>Nachweis der Führungsschienen<br/>für Fahrkörbe in Rucksackführung</b><br>Berechnung nach EN 81 Anhang G.7.4 | <b>PROINFO</b><br>Revision 0<br>Blatt 2 von 4<br>Stand 09.09.04 |
|---|---|---|

Bauvorhaben: Entwicklung MRL-Bausatzkonzept  
 Angebots-/Fabr.-Nr.: 13200

Bearbeiter: M. Krautz  
 Datum: 25.07.13

#### G.7.4.1 Fangen:

##### a) Biegung um die y-Achse:

$$F_x = k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_p) / n \cdot h$$

$$F_x = 4,86 \text{ kN}$$

$$M_y = 3 \cdot F_x \cdot l / 16$$

$$M_y = 1367 \text{ Nm}$$

$$\delta_y = M_y / W_y$$

$$\delta_y = 115,8 \text{ N/mm}^2$$

$$k_1 = 2$$

##### b) Biegung um die x-Achse:

$$F_y = k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_p) / 0,5 \cdot n \cdot h$$

$$F_y = 0,00 \text{ kN}$$

$$M_x = 3 \cdot F_y \cdot l / 16$$

$$M_x = 0 \text{ Nm}$$

$$\delta_x = M_x / W_x$$

$$\delta_x = 0,0 \text{ N/mm}^2$$

##### > Knicken:

$$F_k = k_1 \cdot g_n \cdot (Q + P) / n$$

$$F_k = 16,0 \text{ kN}$$

$$\delta_k = (F_k + k_3 \cdot M) \cdot \omega / A$$

$$\delta_k = 15,2 \text{ N/mm}^2$$

$$\lambda = l_k / i = l / i$$

$$\lambda = 85,7$$

$$\omega = 1,64$$

$$A = 17,3 \text{ cm}^2$$

##### > Zusammengesetzte Festigkeit:

##### Biegespannung:

$$\delta_m = \delta_x + \delta_y$$

$$\delta_m = 115,8 \text{ N/mm}^2$$

☐ <

$$d_{zul} = 205,0 \text{ N/mm}^2$$

##### Spannung aus Biegung und Druck:

$$\delta = \delta_m + (F_k + k_3 \cdot M) / A$$

$$\delta = 125,1 \text{ N/mm}^2$$

☐ <

$$d_{zul} = 205,0 \text{ N/mm}^2$$

##### Spannung aus Biegung und Knickung:

$$\delta_c = \delta_k + 0,9 \cdot \delta_m$$

$$\delta_c = 119,4 \text{ N/mm}^2$$

☐ <

$$d_{zul} = 205,0 \text{ N/mm}^2$$

##### > Flanschbiegung:

$$\delta_F = 1,85 \cdot F_x / c^2$$

$$\delta_F = 89,9 \text{ N/mm}^2$$

☐ <

$$d_{zul} = 205,0 \text{ N/mm}^2$$

##### > Durchbiegung:

$$\delta_x = 0,7 \cdot F_x \cdot l^3 / 48 \cdot E \cdot I_y$$

$$\delta_x = 2,15 \text{ mm}$$

$$\delta_y = 0,7 \cdot F_y \cdot l^3 / 48 \cdot E \cdot I_x$$

$$\delta_y = 0,00 \text{ mm}$$

☐ <

$$d_{zul} = 5,0 \text{ mm}$$

☐ <

$$d_{zul} = 5,0 \text{ mm}$$

#### G.7.4.1 Fangen:

##### a) Biegung um die y-Achse:

$$F_x = k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_p) / n \cdot h$$

$$F_x = 4,52 \text{ kN}$$

$$M_y = 3 \cdot F_x \cdot l / 16$$

$$M_y = 1271 \text{ Nm}$$

$$\delta_y = M_y / W_y$$

$$\delta_y = 107,7 \text{ N/mm}^2$$

##### b) Biegung um die x-Achse:

$$F_y = k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_p) / 0,5 \cdot n \cdot h$$

$$F_y = 0,87 \text{ kN}$$

$$M_x = 3 \cdot F_y \cdot l / 16$$

$$M_x = 245 \text{ Nm}$$

$$\delta_x = M_x / W_x$$

$$\delta_x = 11,7 \text{ N/mm}^2$$

##### > Knicken:

$$F_k = k_1 \cdot g_n \cdot (Q + P) / n$$

$$F_k = 15,5 \text{ kN}$$

$$\delta_k = (F_k + k_3 \cdot M) \cdot \omega / A$$

$$\delta_k = 14,7 \text{ N/mm}^2$$

##### > Zusammengesetzte Festigkeit:

##### Biegespannung:

$$\delta_m = \delta_x + \delta_y$$

$$\delta_m = 119,5 \text{ N/mm}^2$$

☐ >

##### Spannung aus Biegung und Druck:

$$\delta = \delta_m + (F_k + k_3 \cdot M) / A$$

$$\delta = 128,7 \text{ N/mm}^2$$

☐ >

##### Spannung aus Biegung und Knickung:

$$\delta_c = \delta_k + 0,9 \cdot \delta_m$$

$$\delta_c = 122,7 \text{ N/mm}^2$$

☐ >

##### > Flanschbiegung:

$$\delta_F = 1,85 \cdot F_x / c^2$$

$$\delta_F = 83,6 \text{ N/mm}^2$$

☐ >

##### > Durchbiegung:

$$\delta_x = 0,7 \cdot F_x \cdot l^3 / 48 \cdot E \cdot I_y$$


$$\delta_x = 2,00 \text{ mm}$$

$$\delta_y = 0,7 \cdot F_y \cdot l^3 / 48 \cdot E \cdot I_x$$

$$\delta_y = 0,00 \text{ mm}$$

☐ >

☐ >

|   |   |  |
|---|---|--|
|  | <b>Nachweis der Führungsschienen</b><br><b>für Fahrkörbe in Rucksackführung</b><br>Berechnung nach EN 81 Anhang G.7.4 | <b>PROINFO</b><br>Revision 02<br>Blatt 3 von 4<br>Stand 09.09.04 |
|   |   |  |
|   |   |  |
|   |   |  |

Bauvorhaben: Entwicklung MRL-Bausatzkonzept  
 Angebots-/Fabr.-Nr.: 13200

Bearbeiter: M. Krautz  
 Datum: 25.07.13

#### G.7.4.2 Normalbetrieb - Fahren:

##### a) Biegung um die y-Achse:

$$F_x = k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot (x_Q - x_S) + P \cdot (x_P - x_S)) / n \cdot h$$

$$F_x = 2,92 \text{ kN}$$

$$M_y = 3 \cdot F_x \cdot l / 16$$

$$M_y = 821 \text{ Nm}$$

$$\delta_y = M_y / W_y$$

$$\delta_y = 69,6 \text{ N/mm}^2$$

$$k_2 = 1,2$$

##### b) Biegung um die x-Achse:

$$F_y = k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot (y_Q - y_S) + P \cdot (y_P - y_S)) / 0,5 \cdot n \cdot h$$

$$F_y = 0,00 \text{ kN}$$

$$M_x = 3 \cdot F_y \cdot l / 16$$

$$M_x = 0 \text{ Nm}$$

$$\delta_x = M_x / W_x$$

$$\delta_x = 0,0 \text{ N/mm}^2$$

#### > Zusammengesetzte Festigkeit:

##### Biegespannung:

$$\delta_m = \delta_x + \delta_y$$

$$\delta_m = 69,6 \text{ N/mm}^2$$

<

##### Spannung aus Biegung und Druck:

$$\delta = \delta_m + k_3 \cdot M / A$$

$$\delta = 69,6 \text{ N/mm}^2$$

<

#### > Flanschbiegung:

$$\delta_F = 1,85 \cdot F_x / c^2$$

$$\delta_F = 54,0 \text{ N/mm}^2$$

<

#### > Durchbiegung:

$$\delta_x = 0,7 \cdot F_x \cdot l^3 / 48 \cdot E \cdot I_y$$

$$\delta_x = 1,29 \text{ mm}$$

<

$$\delta_y = 0,7 \cdot F_y \cdot l^3 / 48 \cdot E \cdot I_x$$

$$\delta_y = 0,00 \text{ mm}$$

<

#### G.7.4.2 Normalbetrieb - Fahren:

##### a) Biegung um die y-Achse:

$$F_x = k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot (x_Q - x_S) + P \cdot (x_P - x_S)) / n \cdot h$$

$$F_x = 2,71 \text{ kN}$$

$$M_y = 3 \cdot F_x \cdot l / 16$$

$$M_y = 762 \text{ Nm}$$

$$\delta_y = M_y / W_y$$

$$\delta_y = 64,6 \text{ N/mm}^2$$

##### b) Biegung um die x-Achse:

$$F_y = k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot (y_Q - y_S) + P \cdot (y_P - y_S)) / 0,5 \cdot n \cdot h$$

$$F_y = 0,52 \text{ kN}$$

$$M_x = 3 \cdot F_y \cdot l / 16$$

$$M_x = 146 \text{ Nm}$$

$$\delta_x = M_x / W_x$$

$$\delta_x = 7,0 \text{ N/mm}^2$$

#### > Zusammengesetzte Festigkeit:

##### Biegespannung:

$$\delta_m = \delta_x + \delta_y$$

$$\delta_m = 71,6 \text{ N/mm}^2$$

>

##### Spannung aus Biegung und Druck:

$$\delta = \delta_m + k_3 \cdot M / A$$

$$\delta = 71,6 \text{ N/mm}^2$$

>

#### > Flanschbiegung:

$$\delta_F = 1,85 \cdot F_x / c^2$$

$$\delta_F = 50,1 \text{ N/mm}^2$$

>

#### > Durchbiegung:

$$\delta_x = 0,7 \cdot F_x \cdot l^3 / 48 \cdot E \cdot I_y$$


$$\delta_x = 1,20 \text{ mm}$$

>

$$\delta_y = 0,7 \cdot F_y \cdot l^3 / 48 \cdot E \cdot I_x$$

$$\delta_y = 0,12 \text{ mm}$$

>

|   |  |  |                |
|---|--|--|----------------|
|  | Nachweis der Führungsschienen                  |  | PROINFO        |
|   | mittig geführtes und aufgehängtes Gegengewicht |  | Revision 02    |
|   | ohne Fangvorrichtung                           |  | Blatt 1 von 1  |
|   | Berechnung nach EN 81 Anhang G.2.6             |  | Stand 30.09.03 |

Bauvorhaben: Entwicklung MRL-Bausatz

Angebots-/Fabr.-Nr.: 13200

Bearbeiter: M.Krautz

Datum: 25.07.2013

**Allgemeines:**

Führungsschienen müssen unter der Berücksichtigung der Biegebeanspruchung bemessen sein. Dabei ist für die Bestimmung der Führungskräfte von einer Außermittigkeit des Massenschwerpunktes vom Schwerpunkt der horizontalen Querschnittsfläche von 5% der Breite und 10% der Tiefe auszugehen.

**Anlagedaten**

|                       |              |                   |             |
|-----------------------|--------------|-------------------|-------------|
| Gegengewicht          | G = 1.350 kg | Anzahl Schienen   | n = 2 Stück |
| Stichmaß Gegengewicht | Stm = 560 mm | Abstand Führungen | h = 1000 mm |
| Tiefe Gegengewicht    | T = 200 mm   | Abstand Bügel     | l = 1400 mm |

**Masseschwerpunkt relativ zur Querschnittsfläche**
 $x_p = 20 \text{ mm}$ 
 $y_p = 28 \text{ mm}$ 
**Führungsschiene nach DIN ISO 7465 :**

|                   |             |                     |                         |                           |
|-------------------|-------------|---------------------|-------------------------|---------------------------|
| T45/A             | ..... x     | [ x ]               | Dicke zw. Fuß und Blatt | c = 5 mm                  |
| T50/A             | .....       | [ x ]               | Widerstandsmoment       | $W_x = 2,53 \text{ cm}^3$ |
| T90/B             | .....       | [ x ]               | Widerstandsmoment       | $W_y = 1,71 \text{ cm}^3$ |
| Bruchfestigkeit   | $R_m = 370$ | N / mm <sup>2</sup> | Trägheitsmoment x-Achse | $I_x = 8,08 \text{ cm}^4$ |
| Elastizitätsmodul | E = 210000  | N / mm <sup>2</sup> | Trägheitsmoment y-Achse | $I_y = 3,84 \text{ cm}^4$ |

**Zulässige Beanspruchungen beim Fahren**

|                      |                     |   |
|----------------------|---------------------|---|
| $\delta_{zul} = 165$ | N / mm <sup>2</sup> | zulässige Spannung nach EN 81 Pkt. 10.1.2.1 Tab.4 |
| $\delta_{zul} = 10$  | mm                  | zulässige Durchbiegung nach EN 81 Pkt. 10.1.2.2   |
| $k_2 = 1,2$          |                     | Stoßfaktor nach EN 81 Tabelle G.2                 |

**Berechnung der Führungskräfte**

|   |   |
|---|---|
| $F_x = k_2 \cdot g_n \cdot G \cdot x_p / n \cdot h$ | $F_y = k_2 \cdot g_n \cdot G \cdot y_p / h$ |
| $F_x = 158,9$                                       | $F_y = 445,0$                               |
| N   | N   |

**Berechnung der Biegemomente**

|                                  |                                  |
|----------------------------------|----------------------------------|
| $M_x = 3 \cdot F_y \cdot l / 16$ | $M_y = 3 \cdot F_x \cdot l / 16$ |
| $M_x = 116,8$                    | $M_y = 41,7$                     |
| Nm                               | Nm                               |

**Berechnung der Biegespannungen**

|                                  |                        |
|----------------------------------|------------------------|
| $\delta_x = M_x / W_x$           | $\delta_y = M_y / W_y$ |
| $\delta_x = 46,2$                | $\delta_y = 24,4$      |
| N / mm <sup>2</sup>              | N / mm <sup>2</sup>    |
| $\delta_m = \delta_x + \delta_y$ |                        |
| $\delta_m = 70,6$                | $\delta_{zul} = 165$   |
| N / mm <sup>2</sup>              | N / mm <sup>2</sup>    |

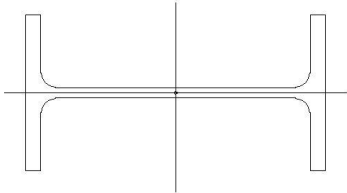
**Berechnung der Flanschbiegung**

|                                   |                      |
|-----------------------------------|----------------------|
| $\delta_F = 1,85 \cdot F_x / c^2$ |                      |
| $\delta_F = 11,8$                 | $\delta_{zul} = 165$ |
| N / mm <sup>2</sup>               | N / mm <sup>2</sup>  |

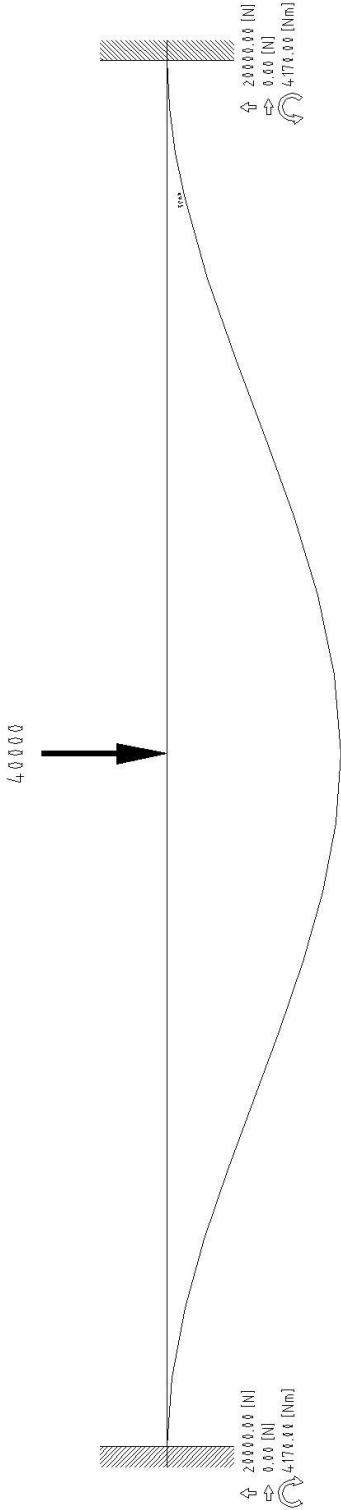
**Berechnung der Durchbiegungen**

|   |                     |
|---|---------------------|
| $\delta_x = 0,7 \cdot F_x \cdot l^3 / 48 \cdot E \cdot I_y$ |                     |
| $\delta_x = 0,8$  | $\delta_{zul} = 10$ |
| mm  | mm                  |
| $\delta_y = 0,7 \cdot F_y \cdot l^3 / 48 \cdot E \cdot I_x$ |                     |
| $\delta_y = 1,0$  | $\delta_{zul} = 10$ |
| mm  | mm                  |

|       |                 |           |
|-------|-----------------|-----------|
| $I_1$ | $[\text{mm}^4]$ | 5412240   |
| $I_2$ | $[\text{mm}^4]$ | 449178    |
| $S_c$ | $[\text{mm}]$   | 70        |
| $S_t$ | $[\text{mm}]$   | 70        |
| $A$   | $[\text{mm}^2]$ | 1642.6019 |



|                                 |            |                          |          |
|---------------------------------|------------|--------------------------|----------|
| Trägheitsmoment                 | $I_1$      | $[\text{mm}^4]$          | 5412240  |
| Trägheitsmoment                 | $I_2$      | $[\text{mm}^4]$          | 449178   |
| Trägheitsmoment                 | $I_{eff}$  | $[\text{mm}^4]$          | 5412240  |
| max. Randabstand                |            | $[\text{mm}]$            | 70       |
| Sicherheitsfaktor               |            |                          | 4.3572   |
| Dehn-/Streckgrenze              |            | $[\text{N}/\text{mm}^2]$ | 235      |
| E-Modul                         |            | $[\text{N}/\text{mm}^2]$ | 210000   |
| Werkstoff                       |            |                          | S235JR   |
| Max.Durchbiegung                | $S_1$      | $[\text{mm}]$            | 0        |
| Max.Biegemoment                 | $M_{b1}$   | $[\text{Nm}]$            | 0        |
| Max.Durchbiegung                | $S_2$      | $[\text{mm}]$            | 0.106331 |
| Max.Biegemoment                 | $M_{b2}$   | $[\text{Nm}]$            | 4170     |
| Max.Spannung                    | Res.       | $[\text{N}/\text{mm}^2]$ | 53.933   |
| Max.Durchbiegung                | $S_{res}$  | $[\text{mm}]$            | 0.106331 |
| Max.Biegemoment                 | $M_{bres}$ | $[\text{Nm}]$            | 4170     |
| Maßstab für Durchb. Linie       |            |                          | 980.4:1  |
| Maßstab für Biegemomenten Linie |            |                          |          |



**Eingabe**

Projekt: Bausatzentwicklung MRL

Kunde:

Sachbearbeiter: 414

Nennlast: 630 kg

Fahrkorbgewicht: 1050 kg

Gegengewicht: ☒ 50% ☐ 45% ☐ 40% ☐ ?

Gegengewicht: 1365 kg

Nenngeschwindigkeit: 1 m/s

Förderhöhe: 7,5 m

Aufhängung: 2 : 1

Lage der Treibscheibe:

☐ oben, über ☐ unten, neben

☒ oben, im Schacht ☐ unten, im Schacht

Aufzugsbauart:

☐ Standard ☒ Rucksack

Seilrollen:

Anzahl Kabinen-: 1 Gegengewichtsseite: 1

☒ wälzgelagert ☐ gleitgelagert

BRUGG TSR

D/d 31,34 0,2 kg/m 31300 N 1

Anzahl der Seile: 6

Seildurchmesser: 6,7 mm

Seilgewicht: 9,0 kg

Unterseil: 0 ☐ kg ☒ %

Seilspanngewicht: 0 kg

Hängekabelmetergewicht: 1 kg/m

Sonderrillenabstand: Standard mm

Umschlingungswinkel: 180 °

Hilfe Neu Abbruch OK

☒ Treibscheibenberechnung ☐ Energieberechnung ☐ A3/UCM ☐ Gedrängelast

**Treibfähigkeit**

Norm: ☒ EN81-1

Rillenform: ☒ Sitzrinne mit Unterschnitt ☒ gehärtet ☐ Keilrinne, gehärtet ☐ Keilrinne mit Unterschnitt

OK

Unterschnittwinkel: 70 Keilwinkel:

**Bedingung der Treibfähigkeit** Funktionsnachweis in Anlehnung an TRA!

|                                 |                 |                            |
|---------------------------------|-----------------|----------------------------|
| (leer, oben, beschleunigt)      | 1,5455 ≤ 1,6356 | Sichere Auslegung!         |
| (150% Nennlast, unten, in Ruhe) | 1,4747 ≤ 1,6356 | Sichere Auslegung!         |
| mit Beschleunigungsfaktor       | 1,18            | Beschleunigung [m/s²] 0,80 |

**Zusätzliche Bedingungen nach EN81-1**

Beladen: 1,3593 ≤ 1,6744 (1)

Nothalt: 1,4543 ≤ 1,5365 (4)

Blockiert: 72,2737 > 2,8034 (4)

EN81-1 ist erfüllt!

Flächenpressung (TRA) 6,60 < 9,00 Sichere Auslegung!

Seilsicherheit 22,55 > 16 Sichere Auslegung!

Seilsicherheit wegen Seillebensdauer EN81-1 Seilsicherheit  $n_{ue} = 22,5 > \min SF = 18,6$  Sichere Auslegung!

NEQUIV = 03,3 NEQUIVT = 02,3 NEQUIVP = 01,0

Verzögerung: 0,50 m/s²

☐ Mindestwerte ☐ verkürzter Pufferhub

Doppelte Umschlingung ☐

Gesamtzahl der Seilrollen: 2

Durchmesser Seilrollen: 210

Rollen mit Gegenbiegung: 0

Rollen mit Gleichbiegung: 1

Hilfe Eingabe Getriebe A3/UCM Abbruch Zurück Weiter







ITALCERT S.r.l.  
Viale Sarca, 336 - I 20126 MILANO MI  
Tel. (02) 66104876 Fax. (02) 66101479  
E-mail italcert@italcert.it

Organismo notificato n° 0426

## KONFORMITÄTSAUSSAGE IM SINNE EINER BAUMUSTERPRÜFBESCHEINIGUNG ASC002AC002/d

**Antragsteller / Bescheinigungsinhaber:** BRUGG DRAHTSEIL AG  
Wydenstrasse 36  
CH-5242 BIRR

**Produktbezeichnung:** Seilsystem 6.7 mm

**Antragsdatum:** 30-07-2009

**EG-Richtlinie:** Aufzugsrichtlinie 95/16/EG, mit den von der neuen Fassung der Maschinenrichtlinie 2006/42/EG vorgesehenen Änderungen.

**Ausstellungsdatum:** 29-12-2009

**Ergebnis:** Für den im Anhang zu dieser Konformitätsaussage angegebenen Anwendungsbereich erfüllt das Seilsystem 6.7 mm als Tragmittel für Aufzüge die grundlegenden Sicherheits- und Gesundheitsanforderungen der Aufzugsrichtlinie 95/16/EG.

**Gültigkeitsbedingungen:** Diese Konformitätsaussage darf nur zusammen mit dem dazugehörenden Anhang verwendet werden.  
Der Aufzug muß in Anlehnung an den Gesetzen der einzelnen Staaten der Europäischen Gemeinschaft in Betrieb gesetzt werden.  
Der Bescheinigungsinhaber muß die Seilfertigung einer Fremdüberwachung durch eine Benannte Stelle unterlegen.

Mailand, 29-12-2009

ITALCERT S.r.l.  
  
Dr. Ing. Roberto Cusolito  
Direttore Generale



| <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">  <h1 style="margin: 0;">S t ü c k l i s t e</h1>  </div> |          |   |                             |                |                    |
|--|----------|---|-----------------------------|----------------|--------------------|
| <b>Bauvorhaben:</b> ORBA Fahrkorb-Tragrahmen   |          |   | <b>Bearbeiter:</b> M.Krautz |                |                    |
| <b>Fabriknummer:</b> 13200   |          |   | <b>Datum:</b> 20.03.2013    |                |                    |
| POS  | POS-Name | BEZEICHNUNG                             | ANZAHL                      | MATERIAL       | BESCHREIBUNG       |
| 1  |          | Steherprofil links                      | 1                           | S235           |                    |
| 2  |          | Steherprofil rechts                     | 1                           | S235           |                    |
| 3  |          | Kragarmprofil                           | 2                           | S235           |                    |
| 4  |          | Kragarmeinschub                         | 2                           | S235           |                    |
| 5  |          | Untere Querverbindung                   | 2                           | S235           |                    |
| 6  |          | Obere Querverbindung                    | 1                           | S235           |                    |
| 7  |          | Kopfblech links                         | 1                           | S235           |                    |
| 8  |          | Kopfblech rechts                        | 1                           | S235           |                    |
| 9  |          | Adapter_Kragarmeinschub                 | 2                           | S235           |                    |
| 10   |          | Eckwinkel                               | 2                           | S235           |                    |
| 11   |          | Fangkasten links                        | 1                           | <b>S355</b>    | Sicherheitsbauteil |
| 12   |          | Fangkasten rechts                       | 1                           | <b>S355</b>    | Sicherheitsbauteil |
| 13   |          | Klemmplatte                             | 4                           | S235           |                    |
| 14   |          | Obere Kabinenbefestigung                | 2                           | S235           |                    |
| 15   |          | Rollenträger                            | 1                           | S235           |                    |
| 16   |          | Rollenträgerkasten                      | 1                           | S235           |                    |
| 17   |          | Druckblech                              | 2                           | S235           |                    |
| 18   |          | Montageschiene HM 40/22                 | 1                           | S235           |                    |
| 19   |          | Gleitführung                            | 4                           |                | Zukauf ACLA        |
| 20   |          | Fangvorrichtung komplett                | 1                           |                | Zukauf COBIANCHI   |
| 21   |          | Seilrolle komplett                      | 1                           |                | Zukauf ZIEHL ABEGG |
| 22   | me0607   | Sechskantschraube DIN 933 M12 x 30      | 70                          | 8.8 - verzinkt |                    |
| 23   | me0609   | Sechskantschraube DIN 933 M12 x 40      | 8                           | 8.8 - verzinkt |                    |
| 24   | me0281   | Sechskantmutter DIN 934 M12             | 78                          | 8.8 - verzinkt |                    |
| 27   | me2358   | Schnorr Sicherungsscheibe Typ S für M12 | 156                         | verzinkt       |                    |
|  |          |   |                             |                |                    |
|  |          |   |                             |                |                    |
|  |          |   |                             |                |                    |
|  |          |   |                             |                |                    |
|  |          |   |                             |                |                    |
|  |          |   |                             |                |                    |
|  |          |   |                             |                |                    |



Deutsch

Betriebsanleitung, Mai 2010

**Typ: PC13DA, DO, UP;****Typ: PC14DA, DO, UP;****Typ: PC24DA, DO, UP;****Typ: PC44DA, DO, UP;**

Als Hersteller von Sicherheitsbauteilen zeichnet sich die Firma Cobiauchi Liftteile AG verantwortlich für die Konstruktion und Fertigung der Cobiauchi Bremsfangvorrichtungen. Um den Rahmenherstellern, den Montagebetrieben das Produzieren, das Inverkehrbringen und den Unterhalt zu erleichtern, ist diese Betriebsanleitung erstellt worden.

In dieser Betriebsanleitung ist die Standardausführung PC13XX, Einbaubreite 180 mm, PC14XX, Einbaubreite 180 mm, PC24XX, Einbaubreite 200 mm und PC44XX, Einbaubreite 240 mm, jeweils mit Verbindungswelle und Endschalter innerhalb der Traverse liegend, dokumentiert. Ist die Ihnen vorliegende Einbauart abweichend von der hier beschriebenen Ausführung, so wenden Sie sich an Ihr technisches Büro bzw. die zuständige Konstruktionsabteilung.

Nachstehend finden Sie wichtige Hinweise, deren Beachtung in allen Fällen zum einwandfreien Einbau und Betrieb beitragen.

Dieser Betriebsanleitung müssen folgende vier Zeichnungen beigelegt sein:

| Zeichnung Nr. | Bremsfangvorrichtung Typ | Aufriss, Grundriss, Seitenriss             |
|---------------|--------------------------|--|
| 13DA-BA01-1   | PC13DA, PC13DO, PC13UP   | Zusammenstellungszeichnung FV mit Pos. Nr. |
| 14DA-BA01-1   | PC14DA, PC14DO, PC14UP   | Zusammenstellungszeichnung FV mit Pos. Nr. |
| 24DA-BA01-1   | PC24DA, PC24DO, PC24UP   | Zusammenstellungszeichnung FV mit Pos. Nr. |
| 44DA-BA01-1   | PC44DA, PC44DO, PC44UP   | Zusammenstellungszeichnung FV mit Pos. Nr. |

Diese Anleitung besteht aus einigen Textseiten (je nach Sprache) und vier Zeichnungen. Kundenspezifische Lösungen können abweichende Montageabläufe bedingen. Die Bremsfangvorrichtungen können oben oder unten an der Kabine unter Berücksichtigung der verschiedenen Einbaubreiten und Lage der Verbindungswelle eingebaut werden. Detailangaben entnehmen Sie bitte unseren technischen Unterlagen.

**Abweichungen von der hier beschriebenen Standardausführung bleiben vorbehalten.**

#### **Vor dem Einbau zu beachten:**

Die Bremsfangvorrichtung besteht aus zwei eingestellten und plombierten Fangköpfen. Alle Leistungsaufgaben auf den Typenschildern beziehen sich auf den paarweisen Einsatz. Auf beiden Fangköpfen sind die Seriennummern eingestanzt. Diese Nummern müssen übereinstimmen mit der Seriennummer auf den beiden aufgeklebten wie auch auf dem beigelegten Typenschild und der Fabriknummer der Anlage zugeordnet werden können. Ist dies nicht der Fall, liegt eine Verwechslung vor und es muss Rücksprache mit dem Einkauf, dem eigenen Lager oder direkt mit dem Hersteller genommen werden.

**Die Anordnung und Lage der Verbindungswelle sowie das Rückstellfedersystem sind bei den Fangvorrichtungen Typ PC13DA, PC14DA, PC24DA, PC44DA - doppelwirkende Fangvorrichtung, PC13DO, PC14DO, PC24DO, PC44DO - abwärtswirkende Fangvorrichtung und PC13UP, PC14UP, PC24UP, PC44UP - aufwärts bremsende Bremsvorrichtung, sinngemäss gleich aufgebaut. Die nachfolgende Beschreibung kann somit auf alle genannten Typen angewendet werden.**

#### **1. Montage nach beigelegten Zeichnungen**

- 1.1. Der Einbau der Fangköpfe erfolgt in jedem Fall mittels einer Einbauplatte **12** auf der die Grundplatte **11** seitlich verschiebbar gelagert ist. Nach dem Festziehen der Schrauben **7** muss überprüft werden, ob sich die Grundplatte **11** seitlich verschieben lässt und durch die Blattfeder **3** wieder in die Ausgangsposition an die Anschlagschraube **21** zurückbewegt wird.
- 1.2. Die Einbauplatte **12** wird mittels Knotenblech **5** oder direkt mit dem Fangrahmen verschraubt.
- 1.3. Das Auslösegestänge wird mittels Stützblech **13** direkt an das Knotenblech **5** oder an den Fangrahmen montiert. Bitte beachten: Position der Verbindungswelle muss mittig zur Fangvorrichtung und der Heber **1** demzufolge horizontal zu liegen kommen.
- 1.4. Die Kraft um den Heber **1** in der Ausgangsstellung (horizontal) zu halten ist mittels Gewindestange innerhalb der Druckfeder (Rückzugdruckfedersystem kpl. **14**) einstellbar. Anwendungsabhängig kann die Feder zusätzlich vorgespannt werden. Die Grundeinstellung liegt bei 10 mm Vorspannung.



Betriebsanleitung, Mai 2010

Typ: PC13DA, DO, UP;

Typ: PC14DA, DO, UP;

Typ: PC24DA, DO, UP;

Typ: PC44DA, DO, UP;

Deutsch

## 2. Anschluss

- 2.1. Reglerseil mit Seilendverbindung (Seilverschlussgarnitur **20**) an Heber **1** bei Reglerseilangriff verbinden.
- 2.2. Fangschalter **17** (230V, 4A) verdrahten und Funktion prüfen.
- 2.3. Einstellung: seitlich Position der Fangköpfe zur Schiene ausrichten. Distanz feste Bremsbacke zur Schiene: 2 mm.
- 2.4. Überprüfung vor Inbetriebsetzung:
  - a) Die Fangköpfe müssen seitlich gegen die Blattfeder **3** verschoben werden und durch die Federkraft wieder in Ausgangsposition zurückgelangen können.
  - b) Der Heber **1** muss in Auslöserichtung verschoben werden und durch das Rückzugdruckfedersystem kpl. **14** wieder in Ausgangsstellung zurückgelangen.

## 3. Inbetriebsetzung

### 3.1. Zu beachten vor dem ersten Fangversuch:

Die Schiene muss in jedem Fall von altem Dreck, Rostschutz und allfälligen Farbanstrichen gereinigt werden. Am besten eignen sich dazu Kaltreiniger oder Brems Scheibenreiniger.

Bei geöhlten Schienen soll nur einfaches Maschinenöl der Viskositätsklasse ISO 68-150 ohne Hochdruckzusätze verwendet werden (Schmieröl C nach DIN 51517, Teil 1). Da Öle für Getriebe, Motoren und Hydraulikaggregate oft Zusätze enthalten, sind sie für diese Anwendung nicht geeignet.  
=> gelber Hinweiskleber beachten.

Nur bei der PC13XX kann Maschinenöl mit Hochdruckzusätzen (Schmieröl CLP nach DIN 52517, Teil 3) eingesetzt werden.

### 3.2. Auslösekräfte um die Fangvorrichtung einzurücken:

Diese sind abhängig vom Befestigungspunkt des Reglerseils am Heber **1** oder **2** und gelten bei Einbau von unserem Rückstellfedersystem kpl. **14** mit Druckfeder unter Einhaltung der Montageempfehlungen:

|  | Distanz Mitte Schiene - Mitte Reglerseil |        |        |        |
|--|--|--------|--------|--------|
| PC13DA, PC13DO, PC13UP<br>PC14DA, PC14DO, PC14UP<br>PC24DA, PC24DO, PC24UP | 140 mm                                   | 160 mm | 180 mm |        |
| Aufwärts bremsend  | 70 N                                     | 90 N   | 110 N  |        |
| Abwärts fangend  | 100 N                                    | 120 N  | 150 N  |        |
|  |  |        |        |        |
| PC44DA, PC44DO, PC44UP   | 160 mm                                   | 180 mm | 200 mm | 220 mm |
| Aufwärts bremsend  | 100 N                                    | 120 N  | 140 N  | 160 N  |
| Abwärts fangend  | 100 N                                    | 120 N  | 140 N  | 160 N  |

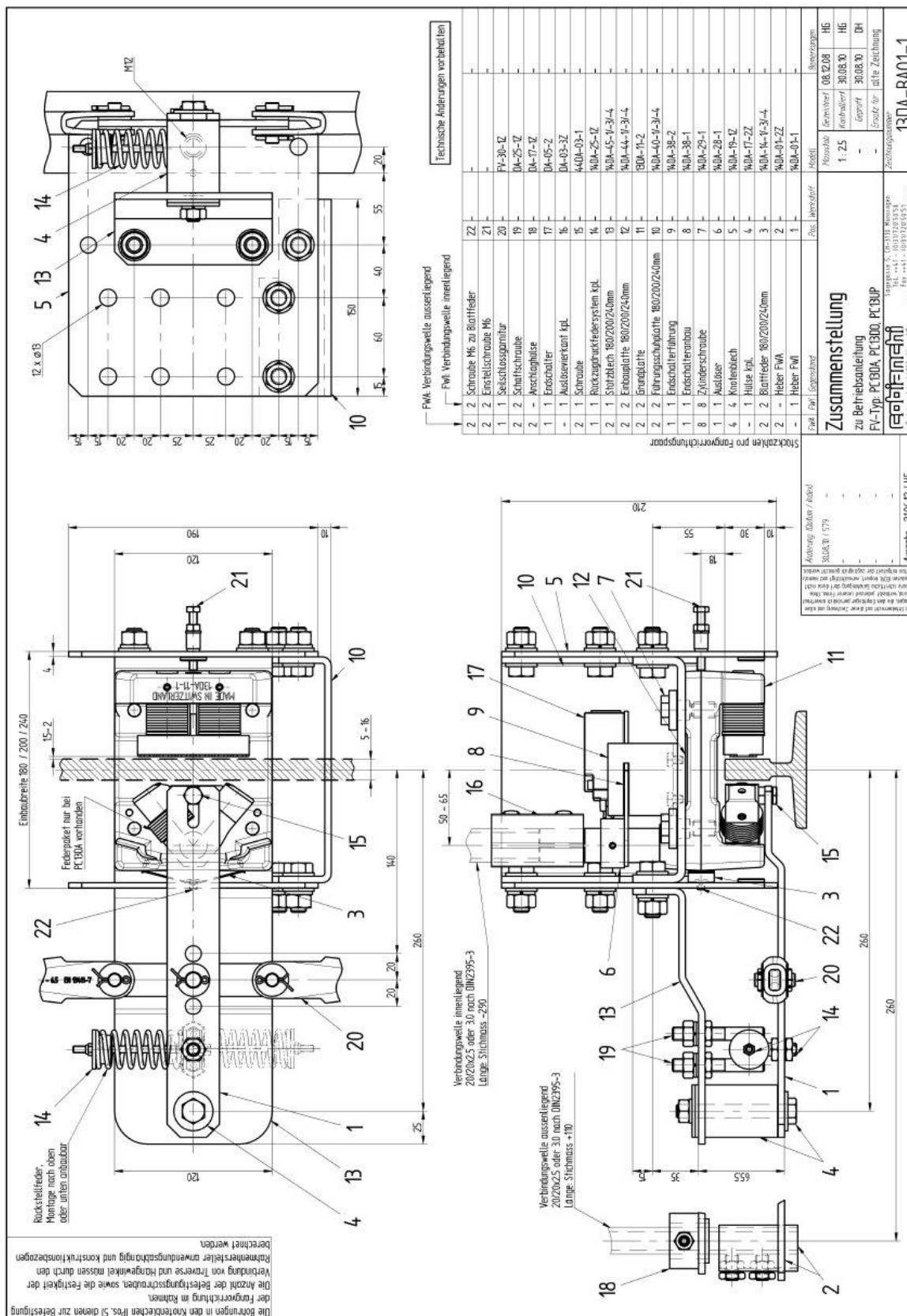
## 4. Wartung



Sind die Bremsfangvorrichtungen ordnungsgemäss eingebaut, beschränkt sich die Wartung auf die Überprüfung von:

- 4.1. **Zustand der Schiene**, entsprechend obenstehender Inbetriebsetzungsanweisung.
- 4.2. **Auslösegestänge**: synchrones Ansprechen beider Fangköpfe, spielfreie Verbindung der Verbindungswelle, freie Bewegung der Heber in eine oder beide Richtungen möglich.
- 4.3. **Rückzugfeder**: vorhanden, unter Vorspannung.
- 4.4. **Endschalter 17**: Funktion elektrisch / mechanisch, Betätigung gewährleistet.
- 4.5. **Fangköpfe**: eingemittet, sauber, Führungen der Kabine: in einwandfreiem Zustand, nicht ausgeweitet.
- 4.6. **Befestigungsplatte**: frei verschiebbare Grundplatten **11** auf den Einbauplatten **12**.
- 4.7. **Sauberkeit**: Allgemein und insbesondere bei Bauaufzügen und bei Umbauten sicherstellen, dass Fangköpfe gegen Verschmutzung durch Gips, Beton, Zement, Mörtel, Kies oder ähnliche Baustoffe geschützt sind. Verschmutzte Fangköpfe müssen ausgebaut und gereinigt werden.

Werden diese einfachen Anweisungen beachtet, kann die Sicherheit für den Aufzugbenutzer wie auch für den Montagebetrieb erheblich gesteigert werden.






|  <b>S t ü c k l i s t e</b>  |          |  |                      |          |                    |
|--|----------|--|----------------------|----------|--------------------|
| Bauvorhaben: ORBA MRL-Bausatz  |          |  | Bearbeiter: M.Krautz |          |                    |
| Fabriknummer: 13200  |          |  | Datum: 14.08.2013    |          |                    |
| POS  | POS-Name | BEZEICHNUNG                              | ANZAHL               | MATERIAL | BESCHREIBUNG       |
| 1  |          | Führungsschienen                         |                      |          |                    |
| 1.1  |          | Hauptführungsschienen T90/B              | 2                    | S235     | Zukauf VOL-Stahl   |
| 1.2  |          | Gegengewichtsführungsschienen T45/A      | 2                    | S235     | Zukauf VOL-Stahl   |
| 2  |          | Führungsschienenbefestigung/Bügelebene   | 6                    |          |                    |
| 2.1  |          | Wandhalter                               | 2                    | S235     |                    |
| 2.2  |          | Schienenbügel                            | 2                    | S235     |                    |
| 3  |          | Grubenelement                            | 1                    |          |                    |
| 3.1  |          | Grundplatte Hauptführungsschiene         | 2                    | S235     |                    |
| 3.2  |          | Grundplatte Gegengewichtsführungsschiene | 1                    | S235     |                    |
| 3.3  |          | Pufferstütze                             | 2                    |          |                    |
| 3.3.1  |          | Aufsetzplatte                            | 2                    | S235     |                    |
|  |          | Hohlprofil 90x90x5                       | 1                    | S235     | DIN EN 10219-2     |
| 4  |          | Kopfelement                              | 1                    |          |                    |
| 4.1  |          | Adapterblech                             | 2                    | S235     |                    |
| 4.2  |          | Maschinen-Stahlträger IPE 140            | 1                    | S235     | DIN 1025-5         |
| 4.3  |          | Trägeraussteifung + Seilaufnahmeblech    | 2                    | S235     |                    |
| 4.4  |          | MAFUND-Platte                            | 2                    | MAFUND   |                    |
| 5  |          | Antriebsmaschine SM160.40B               | 1                    |          | Zukauf ZIEHL ABEGG |
| 6  |          | Tragseile TSR Ø6.7                       | 6                    |          | Zukauf BRUGG       |
| 7  |          | Fahrkorb-Tragrahmen                      | 1                    |          |                    |
| 7.1  |          | Steherprofil_links                       | 1                    | S235     |                    |
| 7.2  |          | Steherprofil_rechts                      | 1                    | S235     |                    |
| 7.3  |          | Kragarmprofil                            | 2                    | S235     |                    |
| 7.4  |          | Kragarmeinschub                          | 2                    | S235     |                    |
| 7.5  |          | Untere Querverbindung                    | 2                    | S235     |                    |
| 7.6  |          | Obere Querverbindung                     | 1                    | S235     |                    |
| 7.7  |          | Kopfblech_links                          | 1                    | S235     |                    |
| 7.8  |          | Kopfblech_rechts                         | 1                    | S235     |                    |
| 7.9  |          | Adapter_Kragarmeinschub                  | 2                    | S235     |                    |
| 7.10   |          | Eckwinkel                                | 2                    | S235     |                    |
| 7.11   |          | Fangkasten_links                         | 1                    | S355     | Sicherheitsbauteil |
| 7.12   |          | Fangkasten_rechts                        | 1                    | S355     | Sicherheitsbauteil |
| 7.13   |          | Klemmplatte                              | 4                    | S235     |                    |
| 7.14   |          | Obere_Kabinenbefestigung                 | 2                    | S235     |                    |
| 7.15   |          | Rollenträger                             | 1                    | S235     |                    |
| 7.16   |          | Rollenträgerkasten                       | 1                    | S235     |                    |
| 7.17   |          | Druckblech                               | 2                    | S235     |                    |
| 7.18   |          | Montageschiene HM 40/22                  | 1                    | S235     |                    |
| 7.19   |          | Gleitführung                             | 4                    |          | Zukauf ACLA        |
| 7.20   |          | Fangvorrichtung komplett                 | 1                    |          | Zukauf COBIANCHI   |
| 7.21   |          | Seilrolle komplett                       | 1                    |          | Zukauf ZIEHL ABEGG |
| 8  |          | Geschwindigkeitsbegrenzer-System         | 1                    |          |                    |
| 8.1  |          | Geschwindigkeitsbegrenzer LF18CAE        |                      |          | Zukauf SCHLOSSER   |
| 8.2  |          | Umlenk- und Überwachungseinheit          |                      |          | Zukauf SCHLOSSER   |



S t ü c k l i s t e



Bauvorhaben: ORBA MRL-Bausatz

Fabriknummer: 13200

Bearbeiter: M.Krautz

Datum: 14.08.2013

| POS | POS-Name | BEZEICHNUNG                          | ANZAHL | MATERIAL | BESCHREIBUNG       |
|-----|----------|--------------------------------------|--------|----------|--------------------|
| 8.3 |          | Zahnriemen RPU 8M10                  |        |          | Zukauf SCHLOSSER   |
| 9   |          | Gegengewicht                         | 1      |          |                    |
| 9.1 |          | Walzprofil U100                      | 2      | S235     |                    |
| 9.2 |          | Walzprofil U100 unter Puffer         | 1      | S235     |                    |
| 9.3 |          | Flachstahl 120x12 für Stehverbindung |        | S235     |                    |
| 9.4 |          | Seilrolle komplett                   | 1      |          | Zukauf ZIEHL ABEGG |
| 9.5 |          | Gussolith-Einlagen 550x200x75        | 28     |          | Zukauf NKS         |
| 9.6 |          | Stahl-Einlagen 180x20                | 8      | S235     |                    |
| 9.7 |          | Gleitführung                         | 4      |          | Zukauf ETN         |
| 9.8 |          | Verkleidung                          | 1      | S235     |                    |



## Ehrenwörtliche Erklärung

Ich erkläre hiermit ehrenwörtlich,

1. dass ich meine Bachelor Thesis mit dem Thema:  
„Entwicklung eines Bausatzes für maschinenraumlose Seilaufzugsanlagen“, ohne fremde Hilfe angefertigt habe,
2. dass ich die Übernahme wörtlicher Zitate aus der Literatur sowie die Verwendung der Gedanken anderer Autoren an den entsprechenden Stellen innerhalb der Arbeit gekennzeichnet habe und
3. dass ich meine Bachelor Thesis bei keiner anderen Prüfung vorgelegt habe.

Ich bin mir bewusst, dass eine falsche Erklärung rechtliche Folgen haben wird.

---

Ort, Datum

---

Unterschrift

