

Lehrstuhl für Fördertechnik und Konstruktionslehre

Department Product Engineering
Montanuniversität Leoben



DIPLOMARBEIT

TECHNISCH-WIRTSCHAFTLICHE BETRACHTUNG VON LIEFERDIMENSIONEN VON MINING EQUIPMENT

Christian Leodolter

Montanmaschinenwesen G950

Leoben, Mai 2014

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich diese Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfsmittel bedient habe.

Leoben, 28. Mai 2014

Christian Leodolter

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei Hr. Univ. Prof. Franz Kessler und Hr. DI Frank Feger recht herzlich für die Ermöglichung dieser Arbeit bedanken. Weiters für die Unterstützung während der Erstellung dieser Arbeit sowie für den großen Freiraum, der mir dabei gewährt wurde.

Seitens der Firma Sandvik möchte ich noch den Unterstützern dieser Arbeit danken, allen voran Hr. DI Martin Fressel, der als Projektleiter immer ein offenes Ohr für meine Anliegen hinsichtlich Budgetwerten, Optimierungen etc. gehabt hat. Auch DI Sandra Wolfger aus der Logistik und Hr. Christof Sonnleitner vom Einkauf gilt mein Dank für das zur Verfügungstellen von Daten und für die angeregten Diskussionen.

Was und wo wäre ich in der Fa. Sandvik ohne meine zwei großen Unterstützer. Einen besonderen Dank an Hr. DI Arnold Dötsch und Hr. DI Ingo Haring, die mich immer wieder durch ergänzende Sichtweisen zu neuen Höchstleistungen angespornt haben. Bei Hr. Dötsch möchte ich mich auch noch herzlich für all seine Mentorentätigkeiten bedanken, die mich heute technisch und persönlich so weit in dieser Firma gebracht haben.

Ein freundschaftlicher Dank gilt natürlich meinen Wegbegleitern während des Studiums allen voran meinen langjährigen WG-Kollegen Gernot Eggbauer, Bernhard Mayer, Helmut Riedl und Gerhard Peuker, die die Studienzeit für mich zu einer unvergesslichen gemacht haben. Ich schätze die gemeinsam verbrachte Zeit sehr und hoffe nun auf ihre Weiterführung.

Ein riesengroßes Danke möchte ich auch noch meinen Eltern und meiner Freundin Nicole aussprechen, die mich während des Studiums immer positiv unterstützt, nach Rückschlägen aufgebaut und immer an mich geglaubt haben. Auch der gesamten Familie, insbesondere meinem Bruder, meiner Tante und meinen Großeltern möchte ich für die Unterstützung danken.

Kurzfassung

Unter dem Motto „**The bigger, the better**“ werden in den letzten Jahren vermehrt auch im Materials Handling-Bereich immer größere Maschinen benötigt, die auch in immer größer werdende Einzelteile zerlegt und zum Endmontageort transportiert werden.

Jedoch stellt sich die Frage, ob es der richtige Weg ist, immer größere Einzelteile transportieren zu wollen, bzw. bis zu welchen Lieferdimensionen es vom technisch-wirtschaftlichen Standpunkt aus vorteilhaft ist.

Als Beispiel aus anderen Branchen kann einerseits der Fertigteilhausbau herangezogen werden, bei dem ganze Seitenwände fertig auf die Baustelle kommen und nur nach dem *LEGO*-Prinzip zusammengebaut werden müssen. Andererseits wird auch im Flugzeugbau, bei dem ganze Rumpfsektionen mit einem Spezialtransporter zum Endmontageort geflogen werden, dieses Konzept angewandt. Ziel ist, eine möglichst kurze Durchlaufzeit bei der Endmontage des Hauses wie auch des Flugzeuges zu haben, um die vorhandenen Ressourcen möglichst effizient und kurz zu binden.

Auf Basis des Projektes Hongsa sollen die Liefergrößen/-dimensionen vom kompletten Conveyor System, Bridge Reclaimer, Stacker und Spreader auf technisch-wirtschaftlicher Basis untersucht werden. Dabei soll die komplette Entstehungskette mit Design, Engineering, Manufacturing, Transport und Erection berücksichtigt werden.

Es gilt, die Kosten eines Lieferteils, welcher Bestandteil einer kompletten Maschine ist, auf ein **Minimum** der Gesamtkosten zu bringen, wobei es schon **sinnvoll** sein kann, in einigen Bereichen mehr Geld auszugeben, um dieses dann mehrfach in einem anderen Bereich zu sparen. Aus wirtschaftlicher Sichtweise gilt es abzuwägen, welche Teilkosten steigen müssen und welche fallen sollten, um ein Minimum der Gesamtkosten zu erzielen. Diese Bereiche gilt es in der Arbeit ebenso zu thematisieren wie die gegenseitigen Abhängigkeiten und Wechselwirkungen der Teilkosten. Weiters soll das Gesamtpotential, welches in optimierten Lieferdimensionen steckt, aufgezeigt werden.

Abstract

In the last few years the motto „**The bigger, the better**“ has been used more and more in the area of the Materials Handling Sector. Mining machines which are getting bigger and bigger are ordered and used in mines, and at the same time the individual parts delivered to the final assembly site have been increasing in size as well.

But the question is whether it is the right way to increase the transport size of individual parts in the same way. The optimum transportation size under economic and technical aspects shall be examined.

A sidestep to other industries delivers a lot of examples. At prefabricated houses, complete side walls are delivered to site and just need to be assembled in the *LEGO®* way. The airplane fabrication is another example, where complete fuselages are delivered with a special air freighter to the final assembly site. They both follow the same aim, which is to achieve the shortest possible cycle time during the final installations in order to use the resources as efficiently as possible!

Based on the Hongsa Project, all transport sizes of the Conveyor System, Stacker, Reclaimer and the Spreader shall be investigated, considering technical and economic aspects. Therefore, the complete manufacturing chain, which consists of Design, Engineering, Manufacturing, Transport and Erection, needs to be considered.

The goal is to reduce the costs for one delivery item of the complete machine to achieve a minimum of total costs. Considering this, it might be beneficial to accept higher costs in certain areas and to retain/save them in multiple ways elsewhere in the manufacturing chain. From the economic point of view it needs to be examined which costs have to be increased respectively decreased in order to reach a minimum of total costs. This thesis shall highlight these areas as well as their cross functional dependency on the partial costs. Furthermore, the complete saving potential shall be shown based on the optimized transport sizes.

Contents

1	Einleitung Projekt Hongsa	11
1.1	Einleitung Tagebau	12
1.2	Einleitung Abraumförderung	16
1.3	Einleitung Kohleförderung	18
1.4	Einleitung Conveyor Systems.....	20
1.5	Einleitung Firma Sandvik.....	24
2	Grundlagen, Schnittstellen, Abhängigkeiten	25
2.1	Grundlagen	25
2.2	Schnittstellen.....	25
2.3	Abhängigkeiten der Abteilungen.....	26
2.4	Kostenbeeinflussung	27
2.5	Transport und Lieferoptionen	29
2.5.1	Lieferkonditionen.....	30
2.5.2	Transportmöglichkeiten Seeweg	31
2.5.3	Transportmöglichkeiten Landweg.....	32
3	Kalkulationsbasis für die Optimierung der Lieferdimensionen.....	35
3.1	Kostenaufstellung Engineering.....	35
3.2	Kostenaufstellung Purchasing/Fabrication.....	35
3.3	Kostenaufstellung Logistics/Transport.....	36
3.4	Kostenaufstellung Erection.....	37
4	Platzbelader/ Stacker	38
4.1	Vorstellung der Hauptbaugruppen.....	42
4.1.1	Long Travel Drive (Fahrwerk).....	42
4.1.2	Portal Steel Structure	42
4.1.3	Slew Deck.....	43
4.1.4	Discharge Boom Part 1	44
4.1.5	Discharge Boom Part 2	44
4.1.6	Tripper Car Main Platform	44
4.1.7	Tripper Car Conveyor Frame 1.....	45

4.1.8	Tripper Car Conveyor Frame 2.....	45
4.1.9	Tripper Car Conveyor Frame 3.....	45
4.1.10	Tripper Car Conveyor Frame 4.....	46
4.2	Untersuchte Optionen	49
4.2.1	5-Wheel Bogie.....	49
4.2.2	Portal	51
4.2.3	Slew Deck.....	52
4.2.4	Discharge Boom Part 1 (DB Part 1).....	52
4.2.5	Discharge Boom Part 2 (DB Part 2).....	53
4.2.6	Tripper Car Main Platform	54
4.2.7	Tripper Car Conveyor Frame 1 (TC CF1)	57
4.2.8	Tripper Car Conveyor Frame 2 (TC CF2)	58
4.2.9	Tripper Car Conveyor Frame 3 (TC CF3)	59
4.2.10	Tripper Car Conveyor frame 4 (TC CF4)	59
4.3	Neue Aufteilung der Tripper Car Conveyor Frames.....	61
4.4	Kostenaufstellung der optimierten Sondertransportgrößen.....	63
4.5	Kosteneinsparung/Zusatzkosten	64
5	Rücklader/Reclaimer	65
5.1	Vorstellung der Hauptbaugruppen.....	69
5.1.1	Long Travel Drive (Fahrwerk).....	69
5.1.2	Main Bridge Pendulum Side.....	69
5.1.3	Main Bridge Fixed Side	70
5.1.4	Main Bridge Part 1 (Pendulum Side)	70
5.1.5	Main Bridge Part 2 (Middle Part)	70
5.1.6	Main Bridge Part 3 (Fixed Side).....	71
5.1.7	Conveyor Bridge Part 1 (Pendulum Side).....	71
5.1.8	Conveyor Bridge Part 2	72
5.1.9	Conveyor Bridge Part 3	72
5.1.10	Conveyor Bridge Part 4	73

5.1.11	Conveyor Bridge Part 5 (Fixed Side)	74
5.1.12	Conveyor Drive Platform	74
5.1.13	Carriage Top Part.....	75
5.1.14	Carriage Middle Part	75
5.1.15	Carriage Bottom Part.....	76
5.1.16	Bucket Wheel Steel Structure.....	76
5.1.17	Harrow Steel Structure	77
5.1.18	Harrow Base Frame	78
5.1.19	E-house and Transformer Platform	78
5.2	Untersuchte Optionen	81
5.2.1	6-Wheel Bogie.....	81
5.2.2	Main Bridge Pendulum Side	81
5.2.3	Main Bridge Fixed Side	82
5.2.4	Main Bridge Part 1, 2, 3.....	83
5.2.5	Conveyor Bridge Part 1, 2, 3, 4, 5	83
5.2.6	Conveyor Drive Platform	85
5.2.7	Carriage Parts.....	85
5.2.8	Bucket Wheel.....	86
5.2.9	Harrow Steel Structure	86
5.2.10	Harrow Base Frame	89
5.2.11	E-House and Transformer Platform.....	89
5.3	Kostenaufstellung der optimierten Sondertransportgrößen.....	90
5.4	Kosteneinsparung/Zusatzkosten	92
6	Absetzer/Spreader	93
6.1	Vorstellung der Hauptbaugruppen.....	98
6.1.1	Crawler und Long Travel Drive (Fahrwerke).....	98
6.1.2	Portal Steel Structure	99
6.1.3	Equalizer Beam.....	100
6.1.4	Slew Deck and Pylon Lower Part	100

6.1.5	Pylon Middle Part	101
6.1.6	Pylon Top Part	101
6.1.7	Receiving Bridge Tail	102
6.1.8	Receiving Bridge Part 1	102
6.1.9	Receiving Bridge Part 2.....	103
6.1.10	Receiving Bridge Head.....	103
6.1.11	Discharge Boom Part 1	104
6.1.12	Discharge Boom Part 2	104
6.1.13	Counterweight Boom.....	104
6.1.14	Tripper Car Front Part 1	105
6.1.15	Tripper Car Front Part 2	105
6.1.16	Tripper Car Rear Part 1	105
6.1.17	Tripper Car Rear Part 2.....	106
6.1.18	Tripper Car Front Support Column	107
6.1.19	Tripper Car Take-up Station.....	107
6.2	Untersuchte Optionen	111
6.2.1	Crawler.....	111
6.2.2	6-Wheel Bogie, 5-Wheel Bogie	111
6.2.3	Portal & Equalizer Beam	111
6.2.4	Slew Deck.....	111
6.2.5	Pylon Middle Part	112
6.2.6	Pylon Top Part	114
6.2.7	Receiving Bridge Tail, Part 2, Head.....	115
6.2.8	Receiving Bridge Part 1	116
6.2.9	Discharge Boom Part 1	117
6.2.10	Discharge Boom Part 2	117
6.2.11	Counterweight Boom.....	118
6.2.12	Tripper Car Front Part 1	118
6.2.13	Tripper Car Front Part 2	119

6.2.14	Tripper Car Rear Part 1	120
6.2.15	Tripper Car Rear Part 2.....	121
6.2.16	Tripper Car Support Column, Tripper Car Take-up Station.....	121
6.3	Kostenaufstellung der optimierten Sondertransportgrößen.....	122
6.4	Kosteneinsparung/Zusatzkosten	123
7	Förderbandsystem/Conveyor System.....	124
7.1	Vorstellung der Hauptbaugruppen stationärer Conveyor Coal Line	131
7.1.1	Coal Line Head Station	131
7.1.2	Coal Line Tail Station	131
7.1.3	Coal Line Approach Bridge Type 1	131
7.1.4	Coal Line Approach Bridge Type 2.....	132
7.1.5	Coal Line Galerien	132
7.2	Vorstellung der Hauptbaugruppen semi-rückbarer Conveyor Coal Line	133
7.2.1	Coal Line Head Drive Station	133
7.2.2	Coal Line Tail Station	135
7.2.3	Coal Line Approach Bridge.....	136
7.3	Vorstellung der Hauptbaugruppen semi-rückbarer Conveyor Waste Line.....	136
7.3.1	Waste Line Head Drive Station	136
7.3.2	Waste Line Tail Station	138
7.3.3	Waste Line Approach Bridge.....	140
7.3.4	Waste Line River Bridge.....	141
7.4	Untersuchte Optionen	144
7.4.1	Coal Line Approach Bridges Type 1	145
7.4.2	Coal Line Approach Bridges Type 2.....	146
7.4.3	Coal Line Head Drive Station	147
7.4.4	Waste Line Head Drive Stations.....	147
7.4.5	Waste Line Tail Station Pontoon	147
7.4.6	Waste Line Tail Station Structure	147
7.5	Kostenaufstellung der optimierten Sondertransportgrößen.....	148

7.6	Kosteneinsparung/Zusatzkosten	150
7.7	Massenfertigungsteile	151
7.7.1	Standard Belt Frame 1.200	151
7.7.2	Standard Belt Frame 1200 Post Transport	152
7.7.3	Standard Belt Frame 1.200 Stringer Transport.....	152
7.7.4	Standard Belt Frame 1.200 Plain Bracing Transport.....	153
7.7.5	Standard Belt Frame 2.400	153
7.7.6	Standard Belt Frame 2.400 rückbar.....	154
7.8	Optimierung Massenfertigungsteile	154
7.8.1	Standard Belt Frame 2.400 rückbar.....	156
8	Zusammenfassung.....	157
8.1	Aufstellung Gesamtkosten.....	158
8.2	Aufstellung evaluierter Tonnage.....	159
8.3	Gegenüberstellung Frachttonnen/messend Faktor	160
8.4	Gesamteinsparungen	161
9	Schlussfolgerung.....	161
10	Abkürzungsverzeichnis	162
11	Übersetzungsverzeichnis	162
12	Literaturverzeichnis.....	163
13	Abbildungsverzeichnis	163
14	Tabellenverzeichnis	168
15	Anhang.....	170

1 Einleitung Projekt Hongsa

Die Firma Sandvik Mining and Construction Materials Handling GmbH & Co KG wurde Mitte 2012 von der Hongsa Power Company Limited beauftragt, das komplette Coal Line Conveyor System, sowie auch die Abraulinie 2 im angrenzenden Tagebau schlüsselfertig zu liefern.

Der Lieferumfang umfasst 15 Conveyors für das Coal Handling, also der Förderung der Kohle von der Mine zum Stockyard und von diesem weiter zum Kraftwerk, 7 Conveyors zur Förderung des Abraumes von der Mine zum Dump, 2 Stacker und 3 Reclaimer zur Ein- und Auslagerung der Kohle vom Stockyard sowie 1 Spreader, der den Abraum am Dump wieder verkippt.

Das gesamte Projekt umfasst ca. 8.500 to Stahlbau und ca. 8.200 to Komponenten, die aus der gesamten Welt nach Hongsa geliefert werden müssen.

Der Stahlbau für die mobilen Maschinen kommt hauptsächlich aus China, jener für die Förderbänder aus Thailand. Die Komponenten kommen vorwiegend aus dem europäischen Bereich. Damit umfasst der Transport sowohl den Seetransport nach Thailand als auch den landseitigen Weitertransport über 1.200 km zum Kraftwerk nach Hongsa.

Das Kraftwerk besteht aus 3x600 MW Blöcken, die insgesamt einen Output von 1.650 MW ins Stromnetz generieren, der verbleibende Rest wird für die internen Prozesse benötigt.

Um diese Energie erzeugen zu können, werden jährlich 14 Millionen Tonnen Lignite (Kohle) aus dem Tagebau benötigt.

Hier eine 3D-Grafik des gesamten Abbaugeländes.

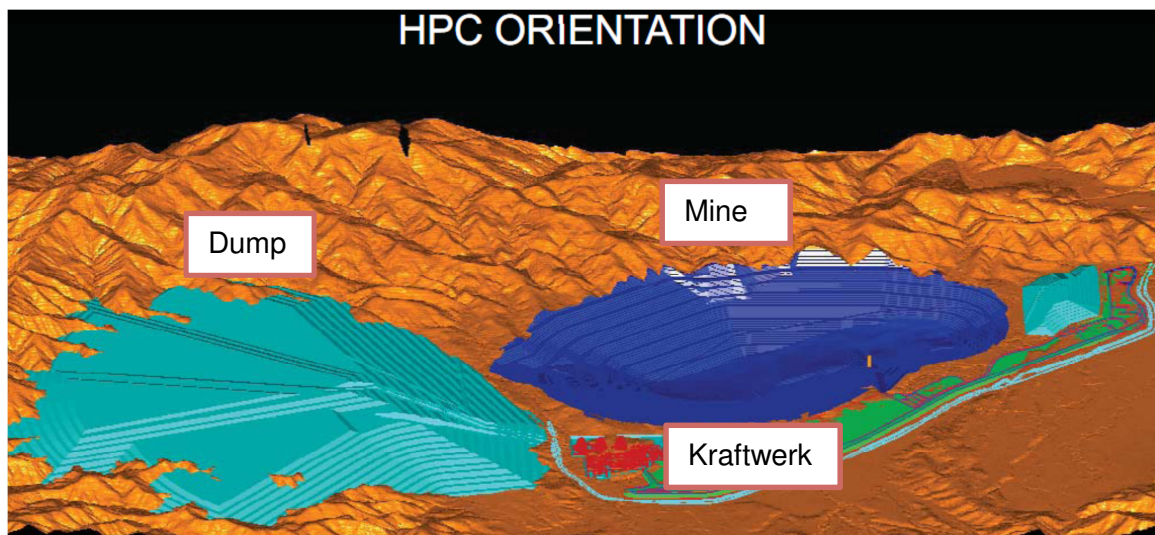


Abbildung 1: 3D-Grafik Abbaugelände

Abbildung 2 stellt einen räumlichen Überblick über die Abraulinie in Hellgrün gehalten und die Kohle-Linie in Dunkelgrün gehalten dar.

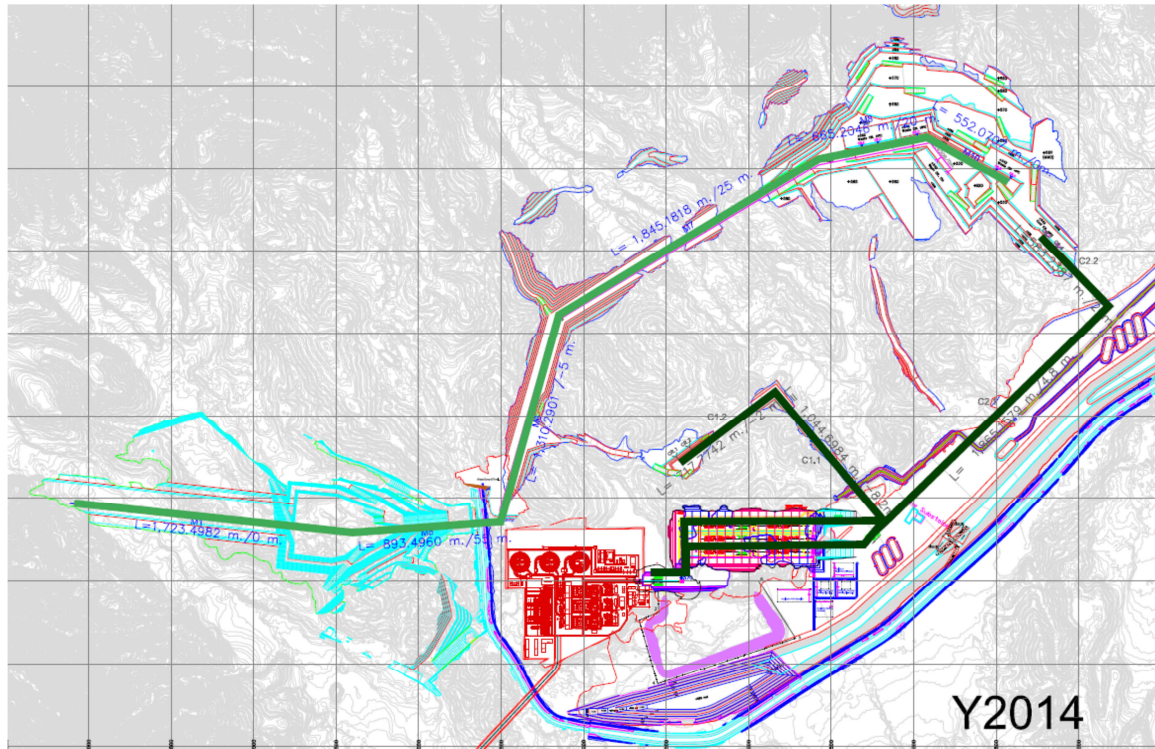


Abbildung 2: Plant Layout

1.1 Einleitung Tagebau

Der Tagebau ist bereits seit Jahrhunderten die wichtigste Quelle der Ressourcengewinnung. Früher konnte man, aufgrund der fehlenden Abbaumethoden, nur das an der Oberfläche ausstreichende Mineral gewinnen, heute sind aufgrund der technologischen Fortschritte Tagebaue bis mehrere hundert Meter tief. Früher wurden die weiter unten liegenden Schichten aufwändig unterirdisch aufgefahren. Erst mit der Entwicklung der Dampfmaschine und den ersten mit Dampf betriebenen Dampfbaggern konnte der Tagebau in seiner heutigen Form Gestalt annehmen. (Kurth, 1979, S. 11)

Um die Kohle abbauen zu können, müssen zuerst die darüberliegenden Gesteinsschichten abgebaut werden. Das – bergmännisch genannte – Ablöse kann mechanisch, hydraulisch oder durch sprengtechnische Verfahren erfolgen. Die Schichthöhen der Gesteinsschichten können zwischen wenigen Metern bis 100 m betragen, die Flözmächtigkeit einige cm bis über 100 m. Die Abraumbeseitigung hat immer das Ziel, mit möglichst wenig Aufwand, größtmögliche Anteile der Flöze zugänglich zu machen. (Kurth, 1979, S. 13)

Aus obiger Beschreibung lässt sich erkennen, dass zuerst ein großes Volumen von Gestein abgebaut werden muss, bevor das eigentliche zu gewinnende Mineral freigelegt ist und ebenfalls abgebaut werden kann. Dieses Volumenverhältnis zwischen gewonnenem und anstehenden Mineral wird Flözausbringen genannt. (Kurth, 1979, S. 13)

Für die benötigten 14 Millionen Tonnen Lignite müssen 50 Millionen Kubikmeter Abraum abgebaut werden. Obwohl diese Zahl enorm ist, stellt das daraus resultierende Volumenverhältnis mit 3,5 einen sehr guten Wert dar.

Abbildung 3 und Abbildung 4 zeigen typische Minen, wobei diese nicht alle dasselbe Layout von Hongsa aufweisen.



Abbildung 3: Open Pit Mine, Soft Rock Mining System

Hier der Gesamtüberblick einer Mine, wobei diese mit kontinuierlichen Abbaumaschinen wie Schaufelradbaggern ausgerüstet ist, da das Gestein geringere Festigkeiten als 20MPa aufweist und daher durch mechanische Schneidoperationen des Schaufelrades geschnitten werden kann.

Bei Hongsa wird neben dem Abraum auch die Braunkohle konventionell mit Löffelbaggern gewonnen. Danach wird der Abraum bzw. die Braunkohle mit Trucks zu semi-mobilen Brecheranlagen transportiert, dort auf eine förderbare Partikelgröße gebrochen und mit den Förderbändern entsprechend aus der Mine transportiert. Da hier die Gesteinsfestigkeiten unter 20MPa liegen, spricht man von einem Soft Rock Open Pit Mining System.



Abbildung 4: Open Pit Mine, Soft Rock Mining System

Abbildung 5 zeigt, welche Maschinen bzw. Transportwege für die zwei Abbauarten benötigt werden. Einerseits das Hard Rock Mining, das bei Gesteinshärten größer 20MPa zur Anwendung kommt und nur einen diskontinuierlichen Abbau zulässt, andererseits das Soft Rock Mining, welches bei Gesteinshärten unter 20MPa zur Anwendung kommt und neben dem diskontinuierlichen auch den kontinuierlichen Abbau mit Schaufelradbaggern ermöglicht. Den Unterschied zwischen dem Hard Rock und dem Soft Rock System, welches die obige Abbildung zeigt, soll folgende Darstellung erläutern.

Open Pit Mining Systems

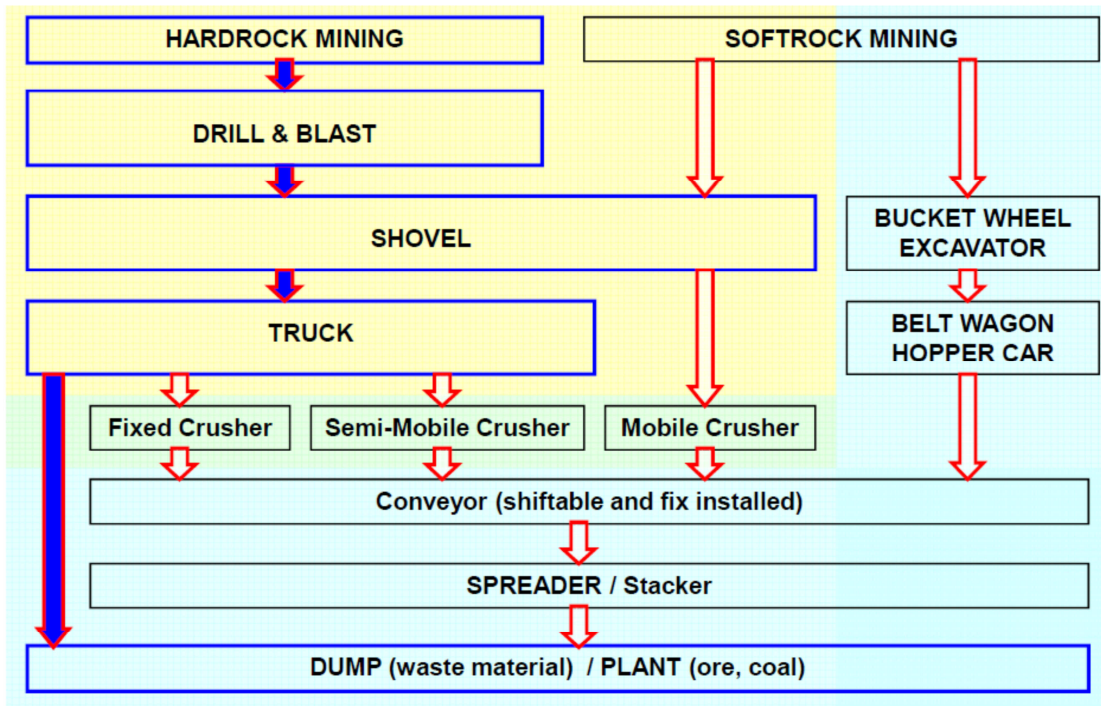


Abbildung 5: Open Pit Mining Systems (Darstellung Sandvik)



Abbildung 6: Open Pit Mine: Hard Rock Mining System, Ansicht auf die semi-mobilen Brecheranlagen

1.2 Einleitung Abraumförderung

Die Abraumlinie hat folgendes Layout zu Grunde liegen. Die 18.000 t/h Förderleistung wird über insgesamt 4 semi-mobile Brecheranlagen zu je 4.500 t/h auf das Bandsystem aufgegeben. Der fünfte semi-mobile Brecher, dient als Ersatzanlage, liefert jedoch nur 1.500 t/h.

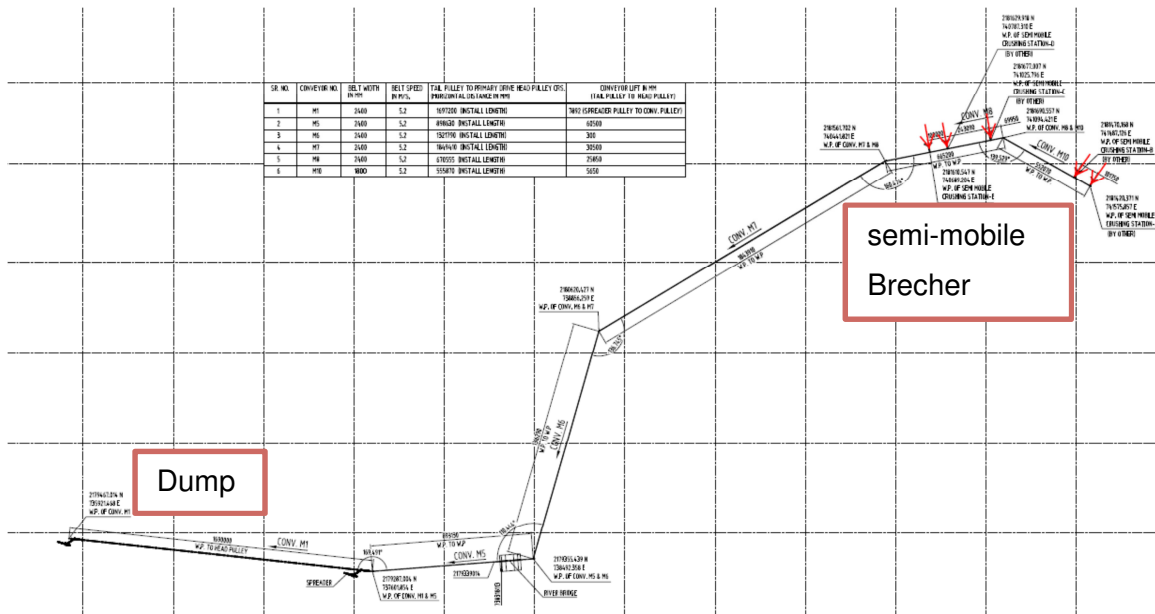


Abbildung 7: Layout Abraumförderung

Wie schon eingangs erwähnt, handelt es sich bei diesem Abbauschema um ein Soft Rock Open Pit System. Das Material wird durch Löffelbagger auf Trucks verladen, die es wiederum zu den semi-mobilen Brechern bringen. Diese brechen das Material auf eine Partikelgröße von kleiner als 300 mm herunter, um es förderbar zu machen. Anschließend erfolgt die Übergabe auf die Förderbänder.

Die Förderbänder laufen mit einer Geschwindigkeit von 5,2 m/s und haben ein 2400 mm breites Band. Mit diesem ist es möglich die 18.000 t/h zu bewältigen. Nach mehreren Übergaben von einem auf das nächste Band, um dem Minenlayout zu folgen, wird das Material über ein Tripper Car auf den Receiving Boom des Spreader übergeben. Dieser fördert es weiter über den Discharge Boom zum Discharge Pulley, von wo aus die Verkipfung am Dump stattfindet.

Aufgrund der großen Fördermenge, man beachte, dass auf einem Meter Gurt fast 1000 kg Material liegen und der stetig ansteigenden Bänder sind auch große Antriebsleistungen notwendig. Die Bänder sind teilweise mit fünf Antriebseinheiten zu je 1750 kW ausgerüstet, um die notwendige Leistung zur Verfügung stellen zu können.

Der Spreader ist eine Maschine zum Verkippen des Abraummaterials. Deshalb ist der Spreader auf Raupenfahrwerken verlagert, die ein Verfahren der Maschine auf dem selbst aufgeschütteten Material zulässt. Das Tripper Car kann auch raupengebunden sein, ist in diesem Fall jedoch schienengebunden. Diese Schienen werden auf dem Dump Conveyor

verlegt. Folgendes Bild zeigt einen Spreader in einer Mine in Thailand beim Verkippen von Abraummaterial.



Abbildung 8: Open Pit Mine, Spreader am Dump

1.3 Einleitung Kohleförderung

Das Coal Handling Layout sieht folgendermaßen aus.

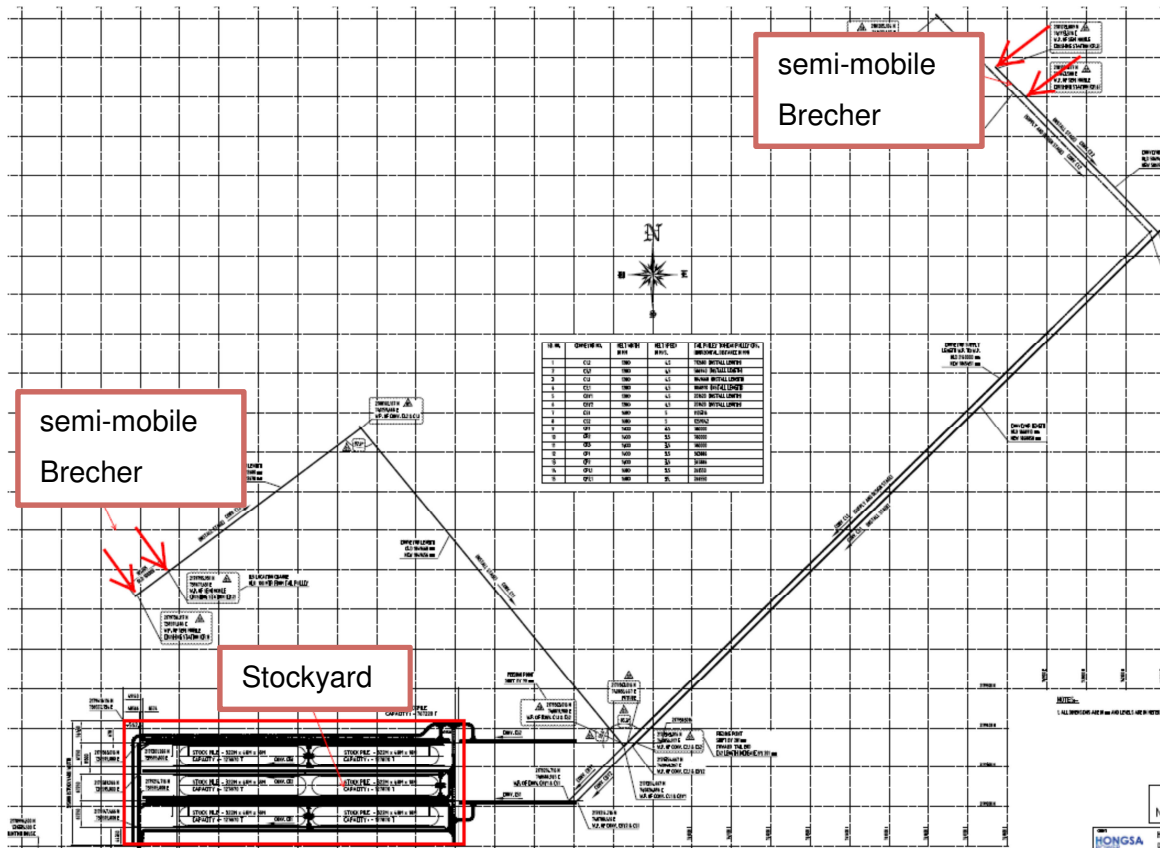


Abbildung 9: Coal Handling Conveyor System

Die Kohle wird, wie auch der Abraum, über Löffelbagger gewonnen und mit Trucks zu den semi-mobilen Brecheranlagen gebracht. Dort wird die Kohle auf Partikelgrößen kleiner als 300 mm gebrochen. Nach dem Brecher wird die Kohle über das Förderbandsystem zum Stockyard geliefert, wo der Stacker die Kohle auf der Halde aufschüttet und damit dort zwischenlagert. Wenn das Kraftwerk Kohle anfordert, wird diese über den Reclaimer die Kohle wieder rückgeladen und über das weitere Förderbandsystem zum Kraftwerk transportiert.

Auf dem Stockyard wird das Material von dem Stacker Conveyor über einen Tripper Car auf den Stacker gefördert. Der Stacker baut entsprechend der Vorgabe, welches Stacking Profil gewählt wurde, die Halde auf.

Stacking Methods

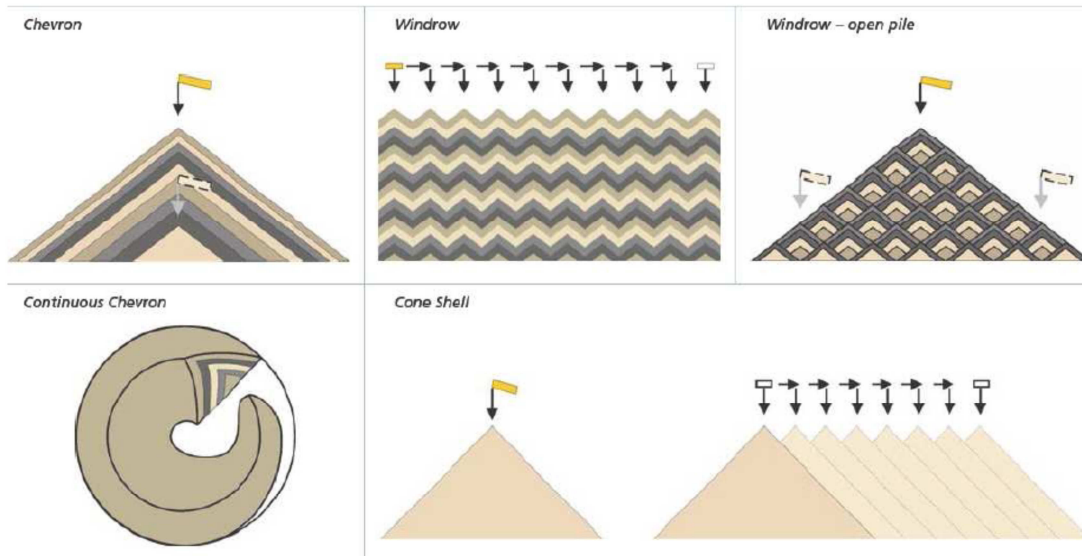


Abbildung 10: Stacking Methods (Darstellung Sandvik)

Aufgrund der Stacking Methoden und der gewählten Art des Reclaimers kann eine gewisse Blending Effektivität garantiert werden.

Hier die theoretische Effizienz der einzelnen Rückladetypen.

Hintergrund der gewählten Maschinentype wie auch des Stockyard Layouts ist, dass einerseits eine sehr gute Blending Effektivität gewährleistet werden kann, andererseits durch die drei Rückladegeräte auch Ausfallssicherheit besteht, wie die Kohlequalität unter den Piles zum Kraftwerk hin gemischt werden kann. Somit bleibt sichergestellt, dass das Kraftwerk nahezu die identische Kohlequalität bekommt.

- **Boom type reclaimers: $\eta = 0,7$ to $0,8$**
- **Bridge type BW reclaimers with 1 BW: $\eta = 0,8$ to $0,9$**
- **Bridge type BW reclaimers with 2 BW: $\eta = 0,85$ to $0,95$**
- **Drum reclaimers: $\eta = 0,9$ to $0,95$**

Abbildung 11: Reclaiming Efficiency (Darstellung Sandvik)

Hier eine schematische Darstellung einer Stacker-Reclaimer Anordnung bei einem Single Pile (Wöhlbier, 1977, S. 322).

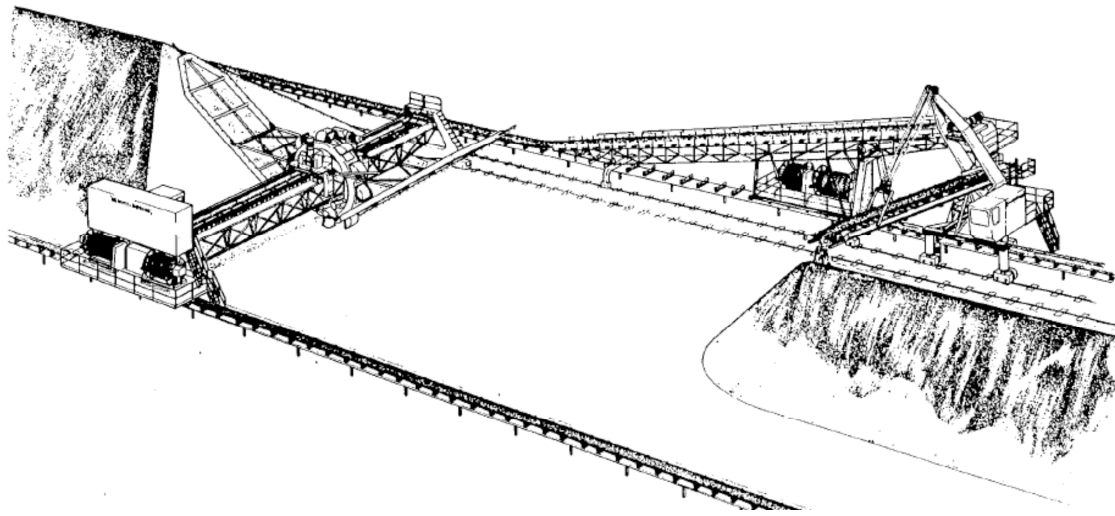


Abbildung 12: Single Pile Anordnung Stacker-Reclaimer

1.4 Einleitung Conveyor Systems

Beim Projekt Hongsa müssen wir zwischen 3 verschiedenen Förderbandarten unterscheiden: Stationäre, also fixe, semi-rückbare und verschiebbare Bandanlagen.

Der Grund für diese unterschiedlichen Typen liegt in der Anforderung an jeden einzelnen. Die stationären Förderbänder sind vom Stockyard weg bis zum Kraftwerk hin aufgebaut, da dort das Layout über die gesamte Lebenszeit des Projektes immer gleich bleiben wird.



Abbildung 13: Förderbandrahmen fix

Die semi-rückbare Version wird in den Bereichen der Mine verwendet, da dort die Bandanlage einerseits mit der Mine mitwachsen muss, es also gar keine Möglichkeit für fixe Fundamente gibt, andererseits auch mit der Mine mitwandern muss, was voraussetzt, dass auch die bereits verbauten Rahmen sehr einfach zum neuen Ort gebracht werden können. Diese semi-rückbaren Bänder sind auf Betonschwellen verlagert, welche über Kräne und Lastwagen-Transporte zum neuen Bestimmungsort gebracht werden. Diese Erweiterungen/Verschiebungen finden höchstens einmal jährlich statt.



Abbildung 14: Förderbandrahmen semi-rückbar

Die verschiebbaren Bandanlagen werden dort eingesetzt, wo häufig eine Verschiebung stattfindet. Wie eingangs erwähnt, verkippt der Spreader eine riesige Menge Abraummaterial, was dazu führt, dass im Monatsabstand der Spreader mit dem dazugehörigen Dump Förderband verschoben wird. Dabei wird das Band aber meistens um einen Fixpunkt am Heck gedreht, um die Aufgabestation an der gleichen Stelle belassen zu können. Die Module sind mit Schienen verbunden auf denen auch das Tripper Car des Spreaders fährt. Mithilfe einer Spezialvorrichtung und einer Rohrverlegemaschine können die auf Stahlschwellen verlagerten Rahmen sehr einfach verschoben werden. Abbildung 15 zeigt diese verschiebbaren Bänder und auch schon einen Teil des Tripper Cars.



Abbildung 15: verschiebbare Rahmen und Tripper Car



Abbildung 16: Rohrverlegemaschine, mit Spezialequipment

Auch die dazugehörigen Antriebs- und Umkehrstationen weisen dieselben Eigenschaften wie die Bandmodule auf. Es gibt fixe Stationen und semi-rückbare, die über mobile Verankerungssysteme in der Position gehalten werden. Diese müssen immer beim Umsetzen der Stationen ausgegraben und an der neuen Stelle wieder eingegraben und verdichtet werden. Abbildung 17 zeigt ein solches mobiles Ankerungssystem, eine

Stahltrommel, die entsprechend mit Beton gefüllt ist. Das Loch wird nach dem Einrichten der Stationen entsprechend zugeschüttet und verdichtet, damit die aus den Gurtzugkräften eingeleiteten Kräfte abgetragen werden und die Station in Position verharrt.



Abbildung 17: mobiles Ankerungssystem

1.5 Einleitung Firma Sandvik



Abbildung 18:Firmenlogo Sandvik

Sandvik Mining Systems, ein global tätiger Produktbereich des Geschäftsbereiches Sandvik Mining, ist spezialisiert auf Bergbausysteme sowie Entwicklung, Engineering und Lieferung von Hightech-Anlagen und Maschinen für den Bergbau.

- Kernbereiche und Produktlinien:
 - Kontinuierliche Schüttgutförderung für den Ober-/Untertagebau und Lagerplatzsysteme
 - Brecher- und Siebtechnologie
 - Förderbandkomponenten
- Typische Produkte: u.a. Schaufelradbagger, mobile Brechanlagen, Rückladegeräte, Absetzer, Förderanlagen mit Komponenten, Schiffbeladeanlagen, etc.
- Turn-Key Projekte: Lieferung schlüsselfertiger Anlagen - von der Auftragsvergabe bis zur Übergabe des Gerätes
- Headquarter: Leoben (rund 150 Mitarbeiter/innen)
- Mitarbeiter/innen: weltweit ca. 2.700
- Mining Systems-Standorte: Österreich, Deutschland, Finnland, Schweden, Kanada, Brasilien, Chile, Südafrika, Australien, Indien, China
- Exportanteil: 100 %
- Hauptmärkte: Australien, Nord- und Südamerika, Südostasien, Afrika
- Internationale Kompetenz mit mehr als 400 weltweit gelieferten Großanlagen/Geräten

Standort Leoben:

Das Unternehmen am Standort Leoben (2006 übersiedelte das Unternehmen von Zeltweg nach Leoben) ist eine hundertprozentige Tochter der weltweit tätigen schwedischen Sandvik Gruppe. Die Mitarbeiter sind auf das Engineering und die Lieferung von schlüsselfertigen Anlagen zum Umschlag von Schüttgütern wie Kohle und Erze für die Industriebereiche Bergbau, Energie, Hafen und Metallurgie spezialisiert, in denen zum Beispiel Schaufelradbagger, Brecheranlagen, Absetzer, Rückladegeräte oder Schiffsbelader zum Einsatz kommen. Sandvik gilt längst als einer der global führenden Lieferanten von Tagebausystemen und Schüttgutumschlagsgeräten.

Know-how und Entwicklung, Engineering sowie Projektabwicklung für diese Spezialgeräte leisten die Mitarbeiter in Leoben.. Der Exportanteil von Sandvik Leoben beträgt 100 Prozent.

Sandvik Mining

Sandvik Mining ist ein Geschäftsbereich des Sandvik Konzerns und ein weltweit führender Anbieter von Maschinen, Werkzeugen, Dienstleistungen und technischen Konzepten für die Bergbauindustrie. Das Angebot reicht vom Gesteinsbohren, der schneidenden Gewinnung, der Gewinnung und Aufbereitung von Mineralien, dem Laden und Fördern bis hin zu Systemen für die Schüttgutförderung. Die Umsätze 2012 beliefen sich auf 37.800 MSEK und das Unternehmen beschäftigte ca. 14.000 Mitarbeiter.

Die Sandvik-Gruppe

Sandvik ist ein weltweit tätiger Industriekonzern, der auf fortschrittliche Produkte setzt und der in einigen Bereichen weltweit Marktführer ist - wie z.B. Zerspanungswerkzeuge, Maschinen und Werkzeuge für den Gesteinsabbau, rostfreie Materialien, Speziallegierungen, Hochtemperaturmaterialien und Prozesssysteme. In 2012 hatte Sandvik 49.000 Mitarbeiter und Niederlassungen in 130 Ländern. Der Jahresumsatz betrug ca. 99.000 MSEK.

2 Grundlagen, Schnittstellen, Abhängigkeiten

Diese Kapitel geben einen Überblick über die aktuelle Arbeits- und Ablaufsituation von Projekten am Standort Leoben.

2.1 Grundlagen

Nach dem Vertragsabschluss mit dem Kunden findet ein Hand-over Meeting mit dem verantwortlichen Projektteam statt. Am Standort sind die folgenden Abteilungen in einem Projekt federführend:

- Offering/Design
- Structural (Statik)
- Engineering
- Purchasing/Fabrication
- Logistics/Transport
- Erection/Construction

2.2 Schnittstellen

Die Schnittstellen im Projekt sind vielfältig bzw. müssen mehrfach durchlaufen werden. Bereits am Anfang muss eine erste Lieferdimensions- und Gewichts-Abschätzung von Design/Structural/Engineering an die Abteilungen Purchasing, Transport und Erection übergeben werden, welche die Machbarkeit der Fertigung, des Transportes und der Montage prüfen. Als Rückfluss kommen wiederum mögliche Fertigungsstätten, maximale

Lieferdimensionen bzw. bevorzugte Montagegrößen und Gewichte. Folgendes Diagramm soll dies veranschaulichen.

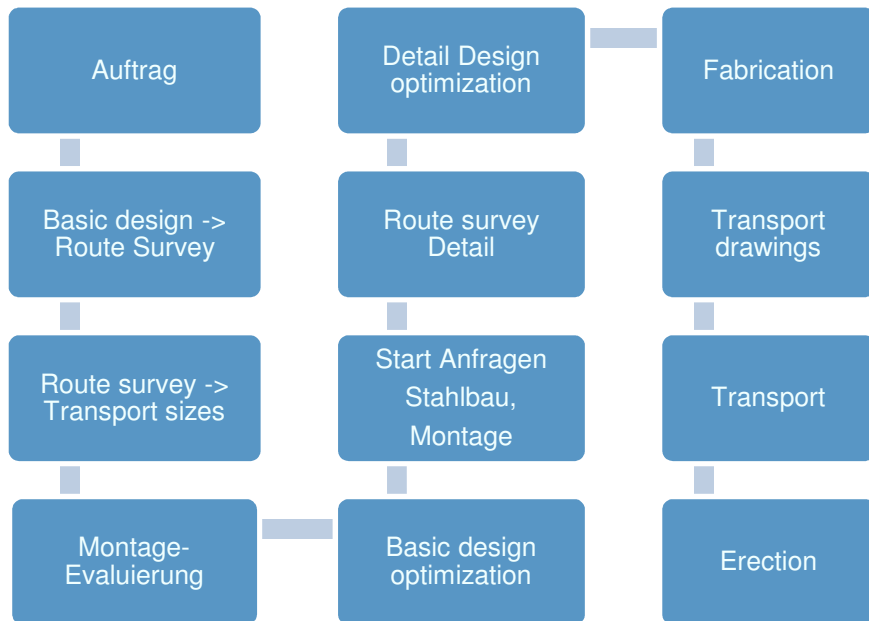


Abbildung 19: Vereinfachtes Ablaufschema (eigene Darstellung)

2.3 Abhängigkeiten der Abteilungen

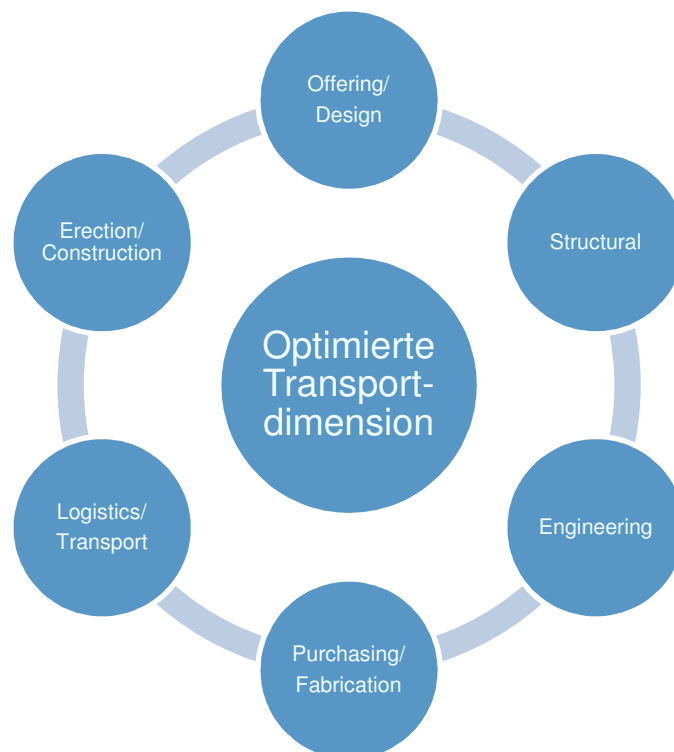


Abbildung 20: Projektteam (eigene Darstellung)

All diese Teilteams haben einen wesentlichen Einfluss auf die optimierte Liefergröße. Die Auflistung soll einige der gängigsten Punkte aufzeigen, die entsprechend großen Einfluss auf die Ausgangslage der Transportdimensionen haben können:

- Offering/Design: Type, Größe und Komplexität der Maschine bzw. Errichtungsort
- Structural: Aufgrund immer zunehmender Gewichte und vermehrter Ausreizung der Materialgrenzen bleiben oft keine anderen Lösungsoptionen mehr übrig
- Engineering: Beachtung der Lieferdimensionen bzw. Rückfluss an die Statik und Selbstdisziplin, nicht nur das Maximum einzuhalten, sondern wirtschaftlich sinnvoll zu teilen
- Purchasing/Fabrication: Fertigungsland bzw. Transportzugang zur Fertigungsstätte, Durchführbarkeit der geplanten Lieferdimensionen
- Logistics/Transport: alle möglichen, sinnvollen Routen im Route Survey erfassen, Verfügbarkeit von Spezialschiffen bzw. Spezialequipment am Landweg
- Erection/Construction: Montierbarkeit der geplanten Größen, Spezialequipment zur Montage vorhanden

2.4 Kostenbeeinflussung

Folgende zwei Diagramme sollen die Kostenbeeinflussung durch die vorgegebene strategische Richtung, der niedrigsten Transportkosten oder Montagekosten in jeder Abteilung aufzeigen.

Niedrigste Transportkosten

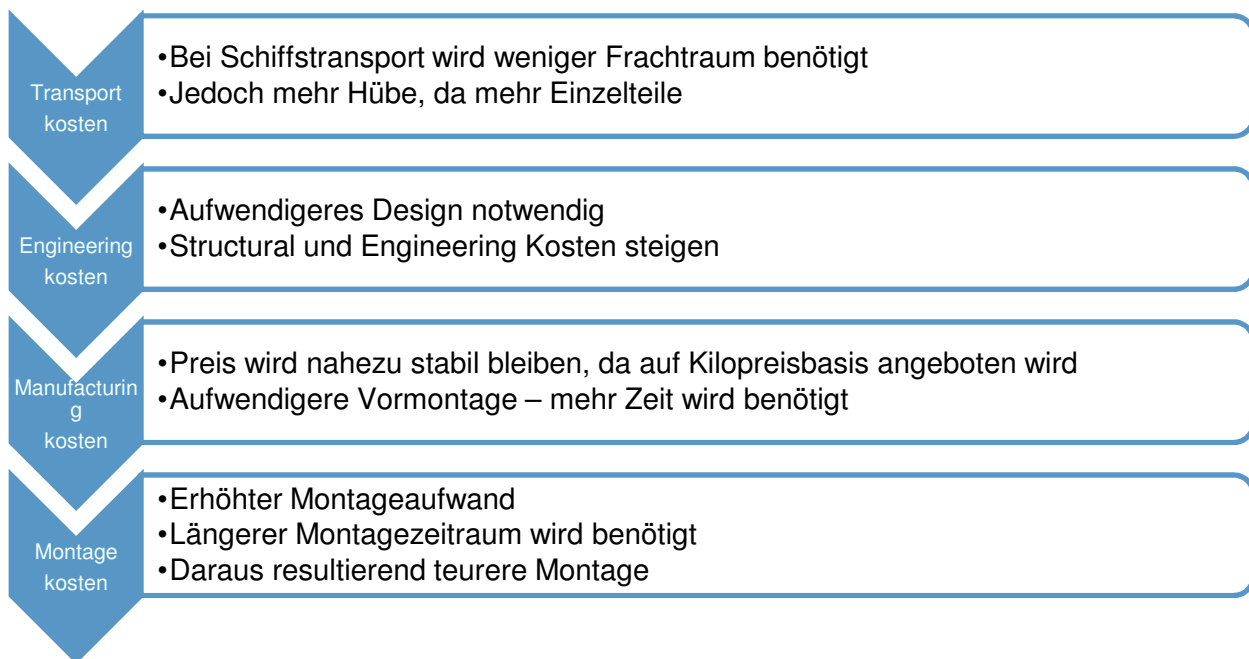


Abbildung 21: Kostenbeeinflussung niedrigste Transportkosten

Niedrigste Montagekosten

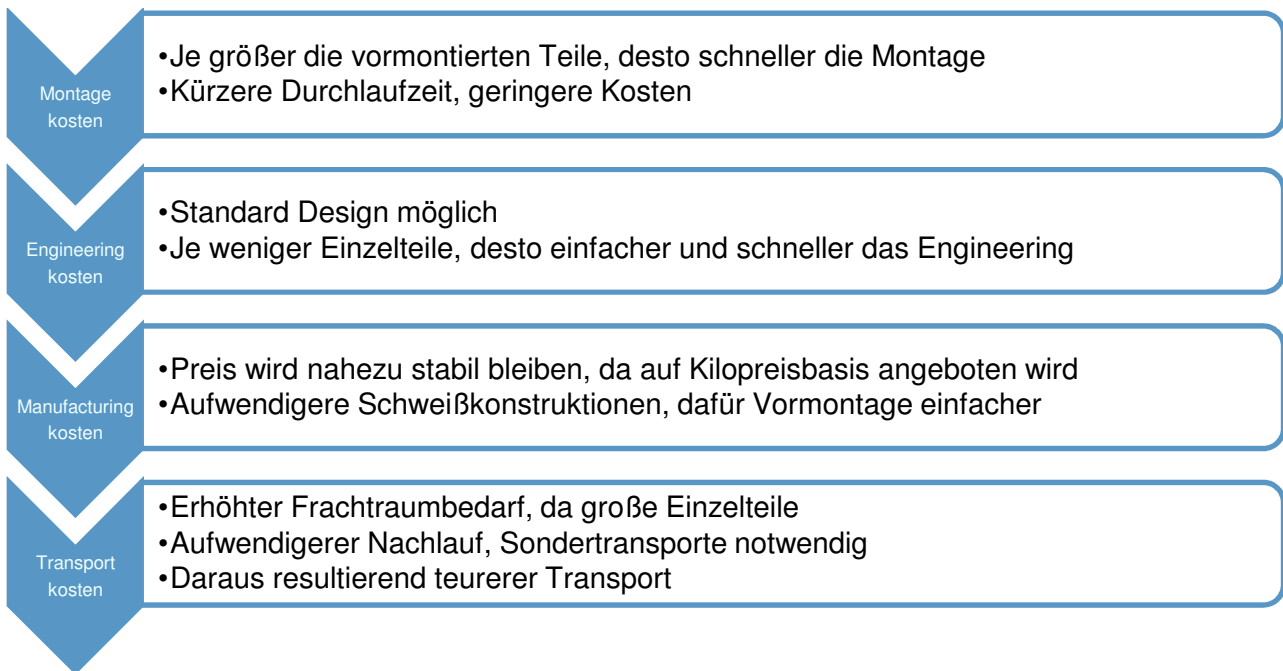


Abbildung 22: Kostenbeeinflussung niedrigste Montagekosten

Obwohl auch bei anderen Disziplinen Mehr- bzw. Minderkosten anlaufen, diese aber verhältnismäßig klein sind, kann als grobe Zusammenfassung der obigen zwei Diagramme folgende Beeinflussung dargestellt werden. Diese Darstellung kann natürlich auch umgedreht werden.

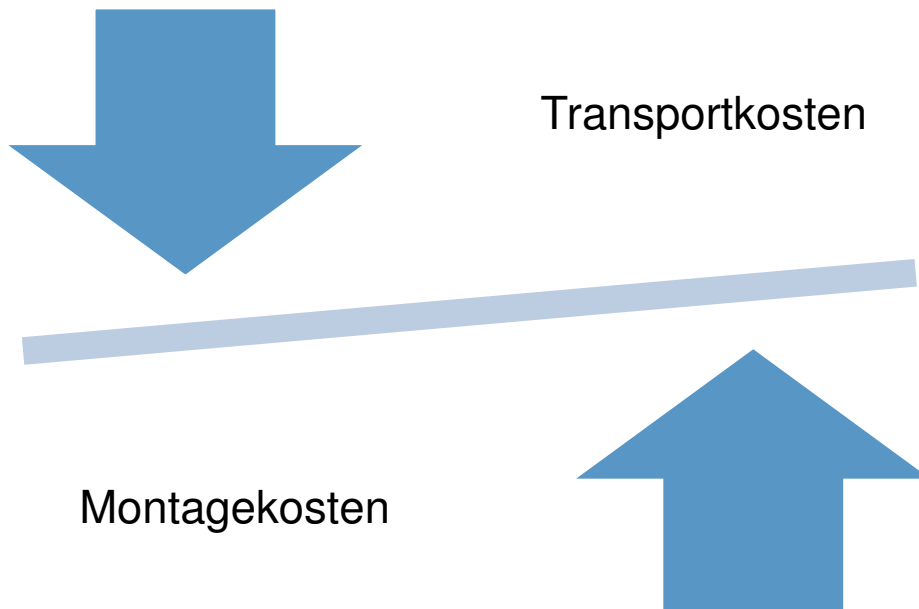


Abbildung 23: Hauptbeeinflussungskosten (eigene Darstellung)

2.5 Transport und Lieferoptionen

Schon bevor es zur Auftragsvergabe kommt, wird ein Route Survey durchgeführt. Dies ist jedoch nur ein vorläufiges Survey. Nach Auftragsvergabe werden auf Basis erster vorläufiger Transportzeichnungen mögliche Routen vom Hafen/Stahlbaufertiger zur Baustelle untersucht. Auf Basis der Ergebnisse des Surveyors werden die max. Lieferdimensionen und Gewichte festgelegt, wobei hier auch schon erste Kostenschätzungen für diese Schwer- und Sondertransporte übermittelt werden.

Dies ist nun die Grundlage für das Engineering, zusammen mit der Transport/Logistikabteilung, mögliche Optimierungen an der Konstruktion der Teile zu eruieren. Die im folgenden vorgestellten Teile haben bereits eine Optimierungsrunde durchlaufen, um sie teilweise überhaupt mit den angegebenen Maximalabmessungen transportieren zu können.

Die maximalen Abmessungen wurden wie folgt festgelegt:

- Länge: 30 m
- Breite: 7 m
- Höhe: 5,2 m
- Gewicht: 80 to

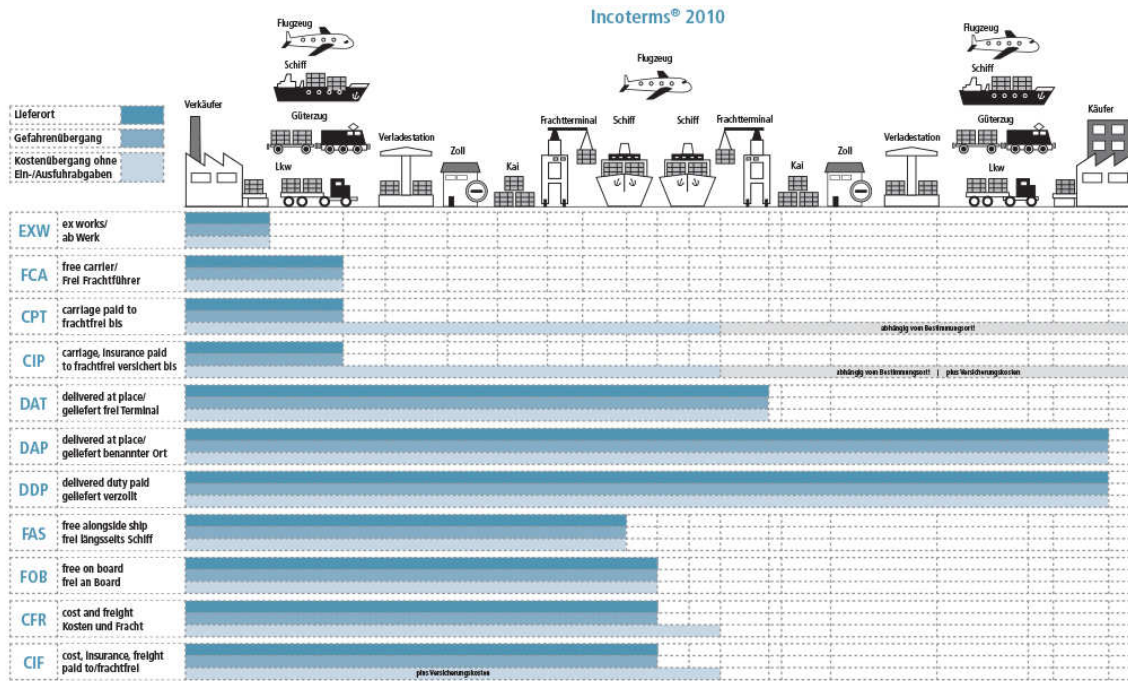
Wobei die Einschränkung gilt, dass Überlänge nicht gleichzeitig mit max. Überbreite und Überhöhe kombiniert werden soll. Dies könnte bei Unterführungen bzw. engen Kurven zu Problemen führen.

Route Survey: Abfahren der geplanten Route und Protokollierung bzw. Aufzeigen von Problemstellen bzw. Behinderungen entlang der Strecke. Daraus werden die max. Transportdimensionen (l x b x h) definiert und die max. Transportmasse ausgewiesen.

Nachfolgende Unterkapitel sollen einen Einblick in die Möglichkeiten wie auch in die verwendeten Begriffe im Transportwesen gewähren.

2.5.1 Lieferkonditionen

Nach der Incoterms Regelung gibt es folgende Lieferkonditionen. Die aktuell gültigen sind die Incoterms 2010, die von der ICC (International Chamber of Commerce) herausgegeben werden und den Warenweg weltweit regeln.



Weitere Informationen zu den Incoterms finden Sie hier: www.betrifft-unternehmen.de/incoterms

Abbildung 24: Incoterms 2010

Quelle: <http://www.bundesanzeiger-verlag.de/betrifft-unternehmen/unternehmensrecht/incoterms.html>

2.5.2 Transportmöglichkeiten Seeweg

2.5.2.1 *Spezialschiffe-Komplettverschiffung*

Heavy Lift Schiffe haben die Möglichkeit, über die zwei am Schiff befindlichen Kräne, komplette Maschinen auf das Deck zu verladen. Dazu muss aber die Fertigung wie auch der Abladeort einen Tiefseehafen-Zugang haben. Die Maschinen werden am Abladeort direkt auf den Pier geladen. Im Bild unten sieht man einen Sandvik Shiploader auf so einem Schiff.



Abbildung 25: Heavy Lift Schiff

Quelle: <http://www.bigliftshipping.com/projects/port-development/discharge-ship-loader>

2.5.2.2 *Break Bulk Schiffe*

Break Bulk Schiffe ermöglichen, dass nicht containerfähige Ware verschifft werden kann. Sie ermöglichen einen Transport im Laderaum sowie auch auf dem Deck. Daher können die gesamten von Sandvik geplanten Bauteile per Schiff transportiert werden.



Abbildung 26: Break Bulk Ship

Quelle: <http://shippingandfreightresource.com/types-of-cargo-ships-part-2/>

2.5.2.3 Containerverkehr

Folgendes Bild zeigt ein Containerschiff, welches die standardisierten Containerlösungen transportieren kann. Containerschiffe haben den Vorteil, dass sie regelmäßige Liniendienste zwischen den großen Häfen der Welt durchführen.



Abbildung 27: Containerschiff

Quelle: <http://shippingandfreightresource.com/types-of-cargo-ships-part-2/>

2.5.3 Transportmöglichkeiten Landweg

2.5.3.1 Standardtransport

Der Standardtransport ist ein 12 m langer Aufliegerhänger für den Stahlbautransport, natürlich ohne Aufbau. Solche Standardtransporte kann man vielfach jeden Tag auf unseren Straßen sehen.



Abbildung 28: Standard Auflieger



Abbildung 29: Standard Auflieger

2.5.3.2 Containertransport

Abbildung 30 zeigt die verschiedenen Containerlösungen, welche in großer Anzahl auch bei diesem Projekt zum Einsatz kommen.

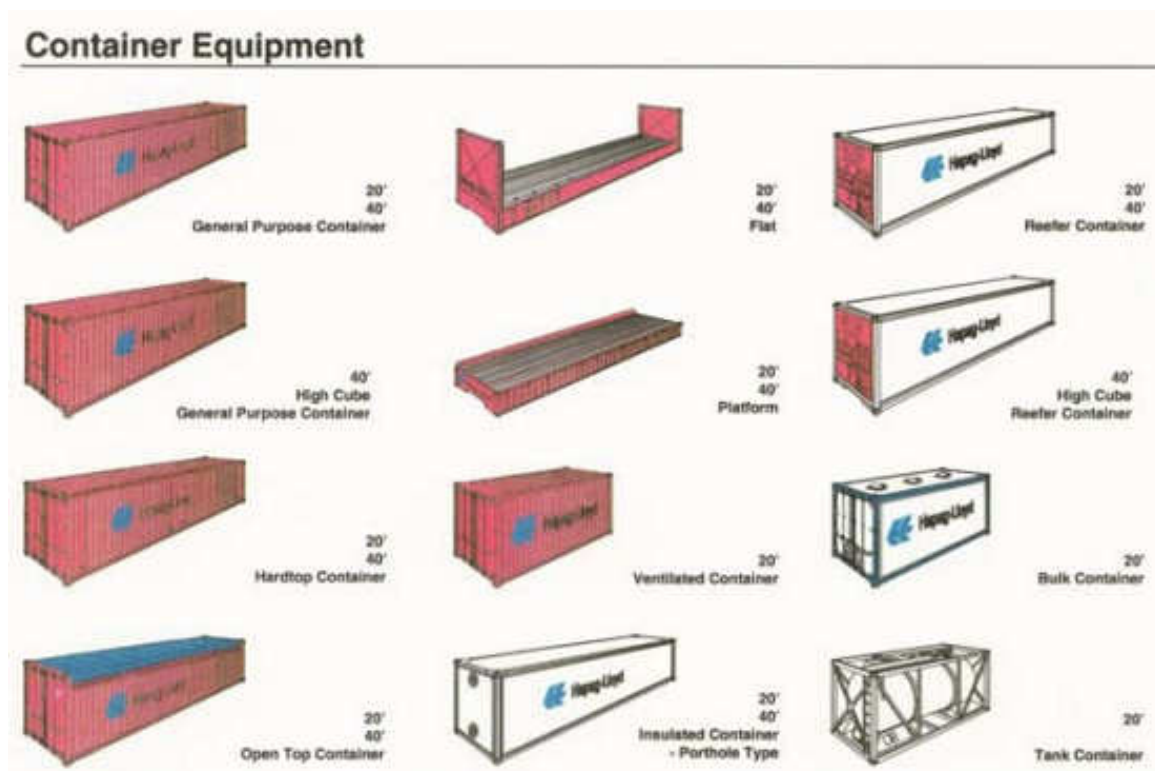


Abbildung 30: Container Equipment

Quelle: <http://www.tis-gdv.de/tis/tagungen/svt/svt03/06jungpoppe/inhalt.htm#anfang>

2.5.3.3 Spezialtransporte

Abbildung 31 und Abbildung 32 sollen zwei Spezialtransporte zeigen, die für dieses Projekt bereits durchgeführt worden sind. Dabei handelt es sich um leistungsstarke Zugmaschinen, die ein Spezial-Tiefladersystem ziehen. Diese variieren in Länge, Breite, Anzahl der Achsen, Höhe etc.



Abbildung 31: Spezialtransport mit Teleskoptiefladersystem



Abbildung 32: Standard 4-Achsen Tieflader

3 Kalkulationsbasis für die Optimierung der Lieferdimensionen

Die folgenden Kapitel sollen einen Überblick über die jeweilige Kalkulationsbasis der einzelnen Abteilungen und Bereiche geben. Das Hauptaugenmerk aller Abteilungen liegt auf der Site so wenig wie möglich schweißen zu müssen, da anschließend immer aufwendiger Korrosionsschutz aufgetragen werden muss.

3.1 Kostenaufstellung Engineering

Für das Projekt Hongsa hat das Engineering Team Leoben Unterstützung von seinen Schwesterbüros in Pune und Kalkutta (Indien) erhalten, um die enorme Menge an Zeichnungen fristgerecht abarbeiten zu können, mussten doch 8.500 to Stahlbau mit 8.200 to Komponenten zu Papier gebracht werden.

Durch die sehr günstigen Engineering Stunden in unseren BCC (Best Cost Country)-Büros kommt es zu einer deutlichen Herabsetzung der durchschnittlichen Stundenkosten. Die unterschiedlichen Durchschnittswerte für den Stundenlohn lassen sich auf unterschiedliche Verteilungen bei den Arbeitspaketen zwischen Leoben und den BCC-Büros erklären.

Aus den vorliegenden Aufzeichnungen ergibt sich für den Stacker eine ungefähre Durchschnittszeit von 37 Stunden pro Tonne Gesamtmaschinengewicht. Diese wird mit dem durchschnittlichen Stundenlohn von 30 USD multipliziert, um die Engineering- und Structural-Kosten zu erfassen.

Für den Reclaimer 30 Stunden pro Tonne und 37 USD. Der Spreader benötigt 22 Stunden pro Tonne bei einem Stundensatz von 30 USD.

Für das Conveyor System eine ungefähre Durchschnittszeit von 6 Stunden pro Tonne Gesamtgewicht bei einem durchschnittlichen Stundenlohn von 24 USD. Hier ist der Stunden pro Tonne-Wert deshalb so gering, weil die Struktur sich teilweise immer wiederholt und dadurch sehr große Tonnagen mit einer Zeichnungserstellung abgedeckt werden können.

3.2 Kostenaufstellung Purchasing/Fabrication

Der Einkauf beginnt mit den Anfragen an potentielle Lieferanten sobald das Basic Engineering abgeschlossen ist. Dieses beinhaltet natürlich noch nicht den genauen Detailierungsgrad, welcher notwendig wäre, um hier anzubieten, jedoch sind alle angefragten Firmen bereits in diesem Segment tätig gewesen, weshalb der Kilokostenpreis als Referenzbasis gilt.

Die Kilokostenmethode beruht hauptsächlich darauf, dass das Gewicht des Produktes die bestimmende Kosteneinflussgröße für die Herstellung ist. Es besteht also eine funktionale Beziehung zwischen Fertigungsgewicht und Fertigungskosten. Die als Basis herangezogenen Kilokosten sind ein Durchschnittswert aus bereits abgewickelten Aufträgen. (Plinke, 2002, S. 177)

Natürlich kann durch diese Kilokostenmethode eine enorme Fehlkalkulation entstehen, wie man anschließend unten in den Durchschnittswerten der Maschinen sehen wird. Dieses Risiko geht aber nicht nur der Lieferant mit Sandvik ein, sondern auch Sandvik mit seinen Kunden.

Auf Basis dieser Kilokostenmethode haben sich in den Verhandlungen mit den einzelnen Stahlbaulieferanten folgende Durchschnittspreise ergeben.

Stacker:	2,60 USD/kg
Reclaimer:	2,80 USD/kg
Spreader:	2,82 USD/kg
Conveyor System:	1,97 USD/kg

3.3 Kostenaufstellung Logistics/Transport

Bei diesem Projekt setzen sich die Transportkosten für die mobilen Maschinen aus den Seefrachtkosten und den weiterführenden Landtransportkosten zusammen. Bei dem Conveyor System fallen für 80 % der Gesamtstahlbautonnage nur Landtransporte an, für die restlichen 20 % gilt dasselbe wie für die mobilen Maschinen.

Die beiden Kostenarten haben unterschiedliche Kalkulationsgrundlagen. Während die Seefrachtkosten auf der Frachttonne und der Frachtrate beruhen, werden die Landtransporte nach Aufwand bzw. Größe und Gewicht des zu transportierenden Teiles verrechnet.

Bei Break Bulk Seefracht wird weltweit nach der sogenannten Frachttonne verrechnet. Diese Messgröße vereint bzw. vergleicht das Gewicht mit dem Volumen und die größere Größe ist die Basis der Frachttonne und somit der Verrechnung der Transportkosten.

Wenn ein Teil transportiert wird, der 1 Tonne wiegt, aber weniger als 1 m³ Volumen benötigt, muss trotzdem 1 Frachttonne bezahlt werden. Umgekehrt, wenn ein Teil transportiert wird, der 1 m³ Volumen hat, aber weniger als 1 Tonne wiegt, muss trotzdem 1 Frachttonne bezahlt werden.

Der erste Fall wäre natürlich besser, da dann wenigstens nur für das transportierte Gewicht gezahlt wird. Wie wir in den nachfolgenden Untersuchungen sehen werden, sind alle Teile, die transportiert werden, dem zweiten Fall zuzuordnen, somit werden mehr Frachttonnen benötigt als Gewichtstonnen vorliegen.

Das Verhältnis zwischen beiden Werten wird „messend-Wert“ genannt. Dieser drückt das Verhältnis von Frachttonne zum Eigengewicht des Bauteils aus und je höher er ist, desto schlechter für Sandvik bzw. desto mehr Luft wird unnütz bezahlt. Folgende Abbildung soll den Zusammenhang veranschaulichen.

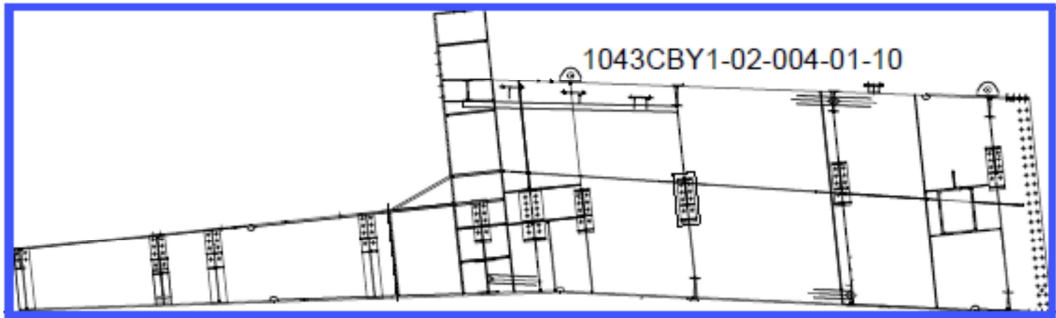


Abbildung 33: Frachtvolumen vs. Frachtgewicht

Obwohl die Stahlbaugeometrie sehr kompakt wirkt, ist doch im linken oberen Bereich sehr viel weißer Raum vorhanden. Auch dieser Raum bis zur blauen Linie muss beim Seetransport über die Frachttonne mitgezahlt werden. So kann man den Zusammenhang wie in Tabelle 1 dargestellt zusammenfassen. Zu beachten ist dabei: Die Logistikbranche gibt die Abmessungen in cm und nicht in mm an. Der Vergleich Volumen zu Masse erfolgt in Kubikmeter (m^3) und Tonnen (to). Das bedeutet, das gewonnene Volumen in cm^3 muss durch 10^6 dividiert werden, die angegebene Masse durch 10^3 .

Tabelle 1: Zusammenhang Frachttonne, Frachtgewicht

Abmessungen		
Länge	1050	cm
Breite	220	cm
Höhe	305	cm
Volumen	70,46	m^3
Gewicht	6220	kg
FRT	70,46	
messend	11,33	

Wie man in der Aufstellung erkennen kann, führt das große Luftvolumen zu einem messend-Faktor von 11,33! Das heißt, es wird das 11,33-fache der Massentonne als Frachttonne verrechnet.

3.4 Kostenaufstellung Erection

Wie auch beim Purchasing beginnt die Anfrageerstellung sobald das Basic Design abgeschlossen ist, da die Teile ab diesem Zeitpunkt in Größe und Gewicht 95 % Richtigkeit aufweisen. Die Maschine wird von den Montagefirmen hinsichtlich des Bedarfs von Spezialkränen und Spezialequipment genau untersucht. Denn die Sequenz ist meistens durch den allgemeinen Aufbau der Maschine bzw. durch die Konstruktion vorgegeben. Am Ende bleibt jedoch wieder ein Kilobasispreis als Kalkulationspreis über und die bereits beim Purchasing beschriebene Kilokostenmethode kommt zur Anwendung. Weiters muss auch festgehalten werden, dass, egal ob nun die originale Transportdimension oder die optimierte zum Tragen kommt, die Kosten für Sonderequipment identisch bleiben werden. Die verbleibenden Änderungen werden dann über das erhöhte Gewicht der Maschine durch die Kilokosten berücksichtigt.

4 Platzbelader/ Stacker

Der bei dem Projekt Hongsa eingesetzte Platzbelader ist mit den Funktionen „luffable“ und „sleuable“ ausgestattet. Die unten dargestellte Maschine hat ein Einsatzgewicht von 396 to, davon sind 160 to als Gegengewicht abzuziehen. Die verbleibenden 236 to teilen sich in 212 to Stahlbau und 24 to Komponenten, wie Antriebe, Elektrik und Förderbandausrüstung. Die Type PS200 entspricht einem Cantilvered Type Platzbelader, was so viel bedeutet, wie das Gegengewicht liegt an der hinteren Verlängerung des Discharge Booms. Weiters hat dieser Typ ein Tripper Car (Bandschleifenwagen), welcher das Material vom Yard Conveyor zur Center Chute des Stackers befördert und dort auf den Discharge Conveyor des Stackers abwirft.

Technische Daten:

Förderleistung:	4.800 to/h
Schüttgut:	Lignite (Braunkohle)
Bandbreite:	1.800 mm
Antriebsleistung:	250 kW Conveyor, 8x7,5 kW Long Travel Drives
Slewing angle:	+/-100°
Luffing:	+15/-12°
Gegengewicht:	160 to
Einsatzgewicht:	396 to

Auf den folgenden Seiten werden nun die Großteile vorgestellt, welche einen Sondertransport etc. erforderlich machen. Die im Detail beschriebenen Großteile zeigen den aktuellen Transportstatus, welcher später für den Vergleich mit dem neuen Vorschlag berücksichtigt wird.

General Arrangement

Abbildung 34 und Abbildung 35 dienen zur besseren Visualisierung des Stackers von bereits ausgeführten und in Betrieb befindlichen Projekten.



Abbildung 34: Ähnlicher Stacker in Eemshaven



Abbildung 35: Ähnlicher Stacker in Bourgas

In Abbildung 36 und Abbildung 37 sind nun die Hauptstahlbaukomponenten des Stackers benannt und eingezeichnet. Es folgt eine detaillierte Beschreibung dieser Teile und deren Anforderungen und Schwierigkeiten bei Transport und Montage.

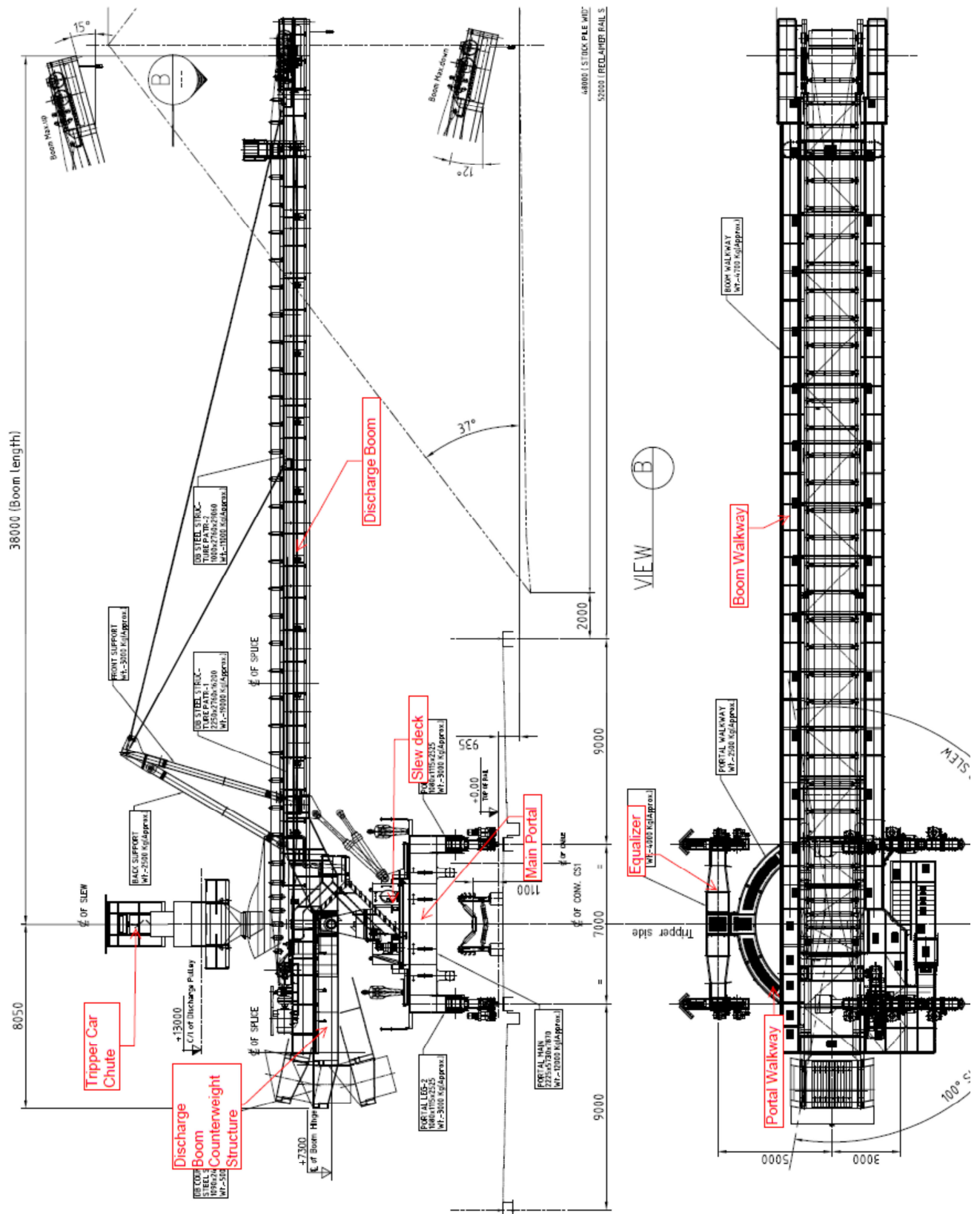


Abbildung 36: Platzbelader General Arrangement

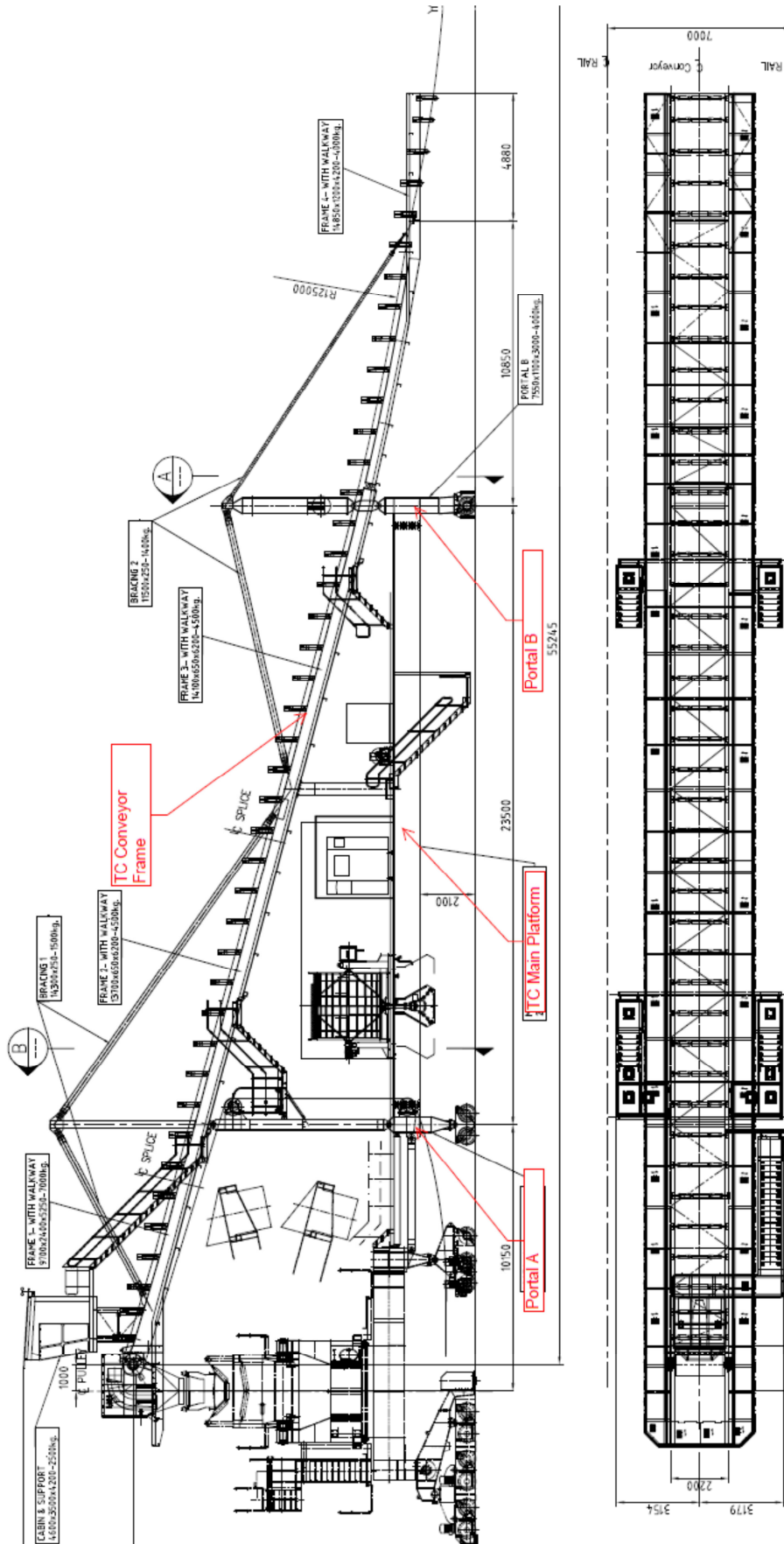


Abbildung 37: Platzbelader, Tripper Car General Arrangement

4.1 Vorstellung der Hauptbaugruppen

4.1.1 Long Travel Drive (Fahrwerk)

4.1.1.1 5-Wheel Bogie

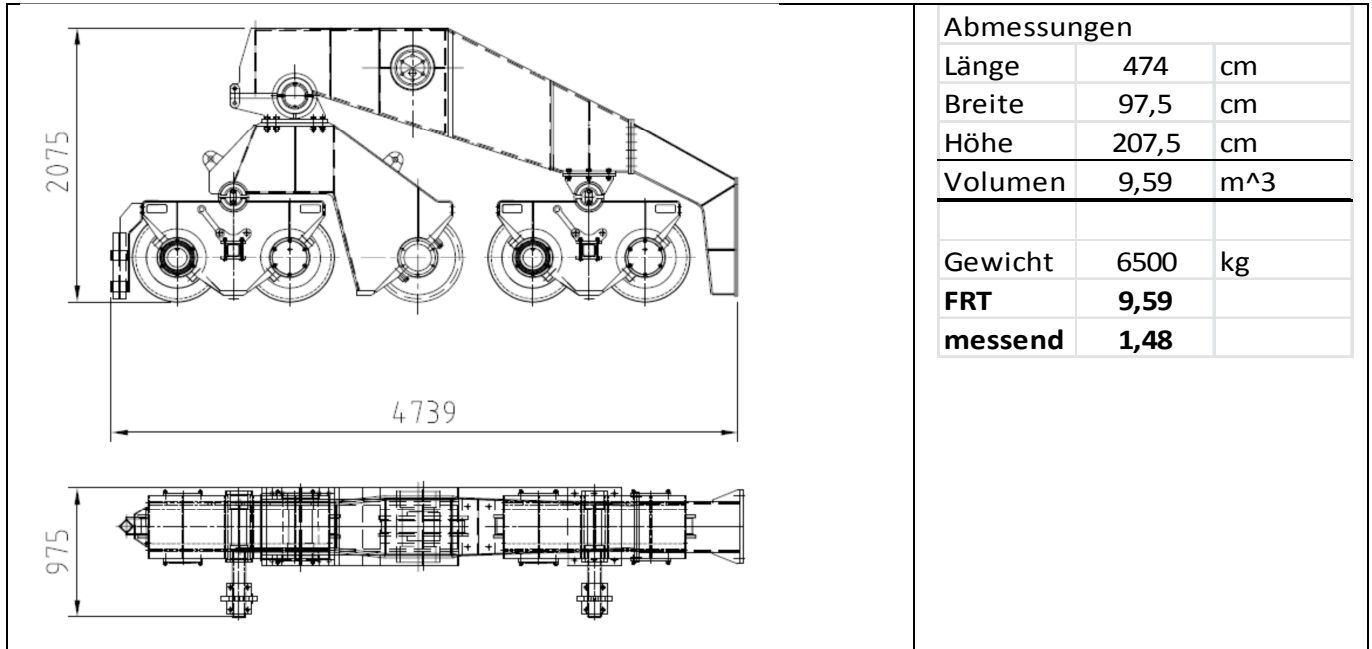


Abbildung 38: LTD- 5-Wheel Bogie

4.1.2 Portal Steel Structure

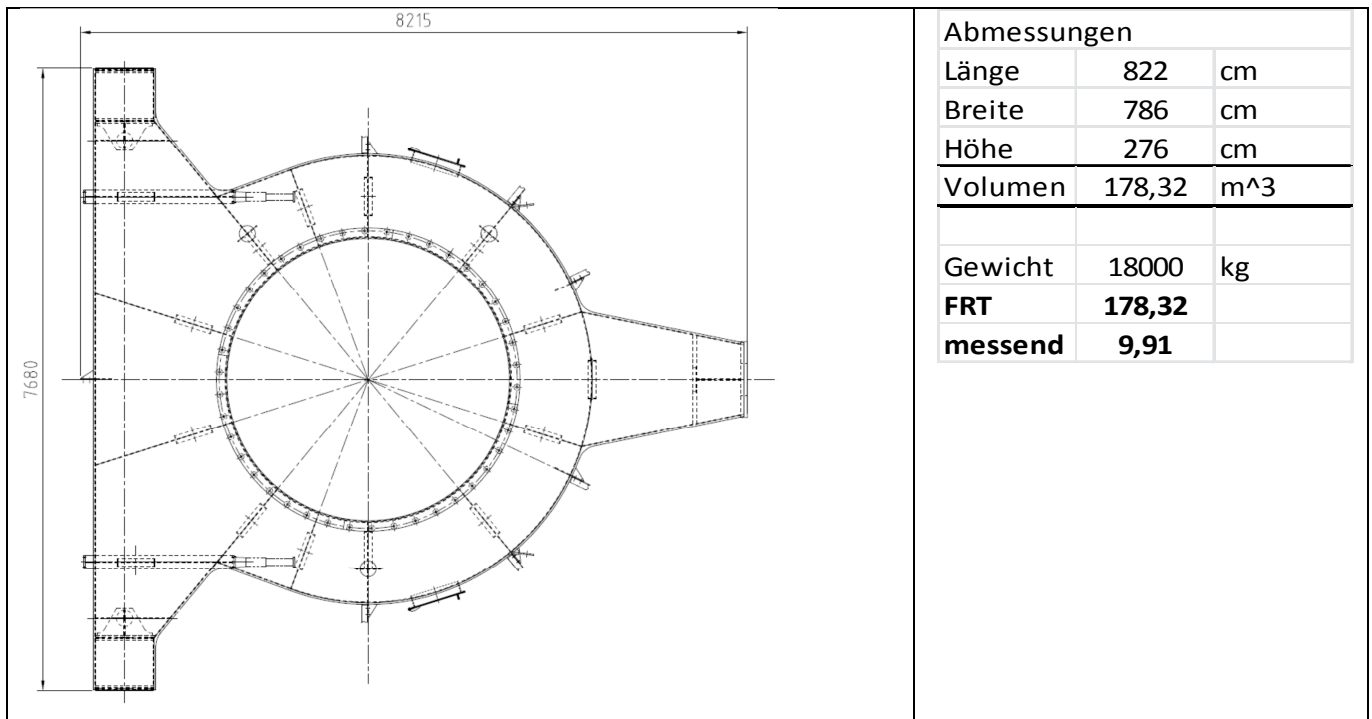


Abbildung 39: Portal Steel Structure

4.1.3 Slew Deck

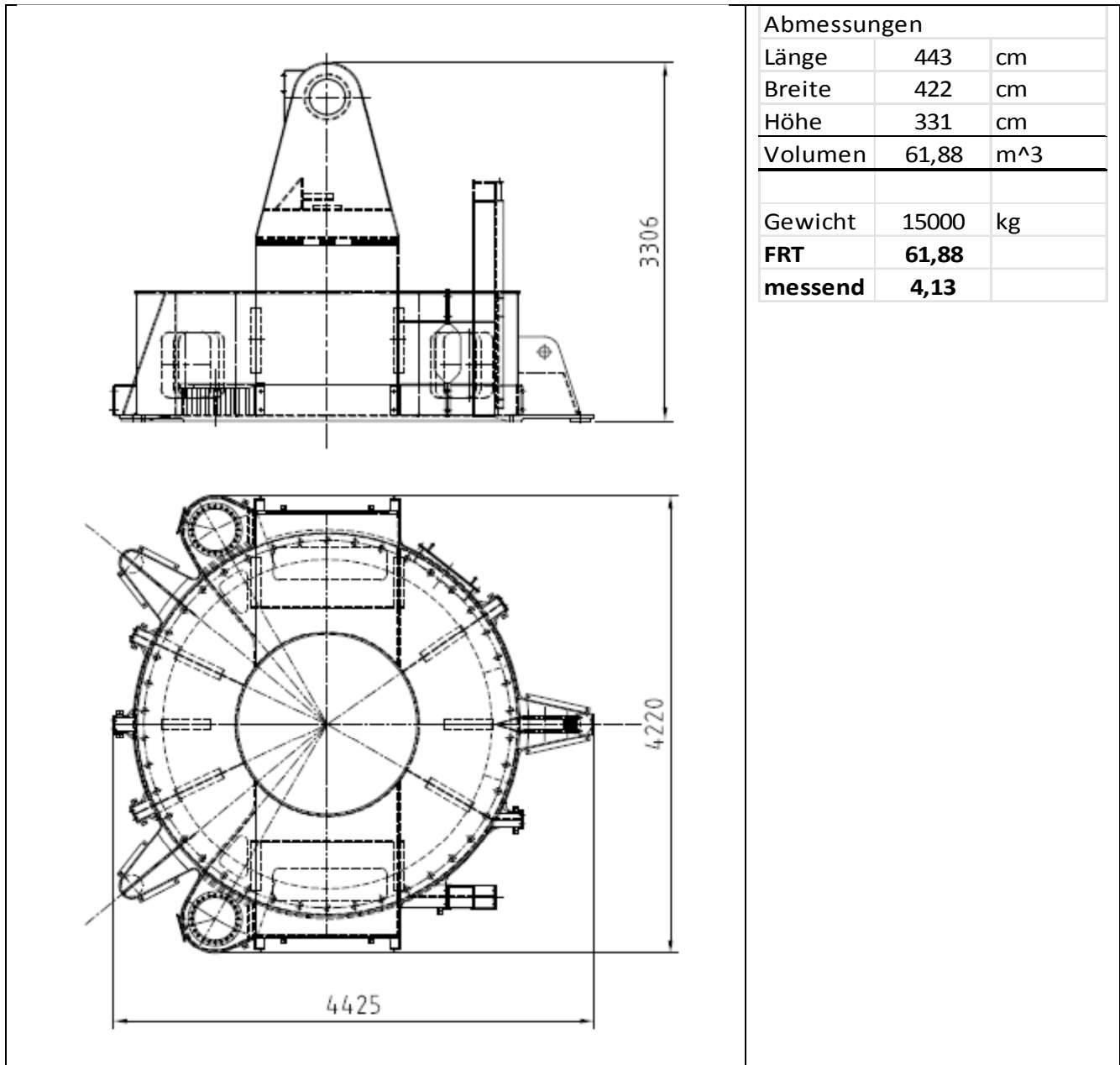
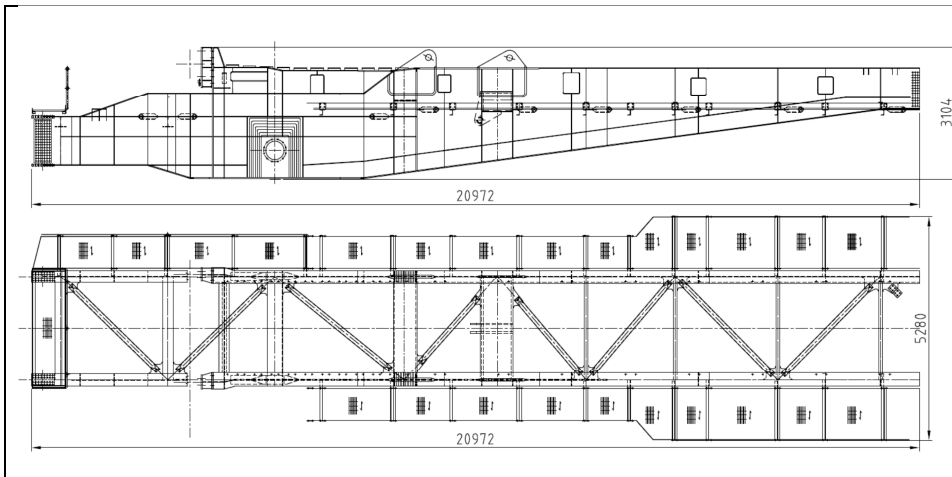


Abbildung 40: Slew Deck

4.1.4 Discharge Boom Part 1

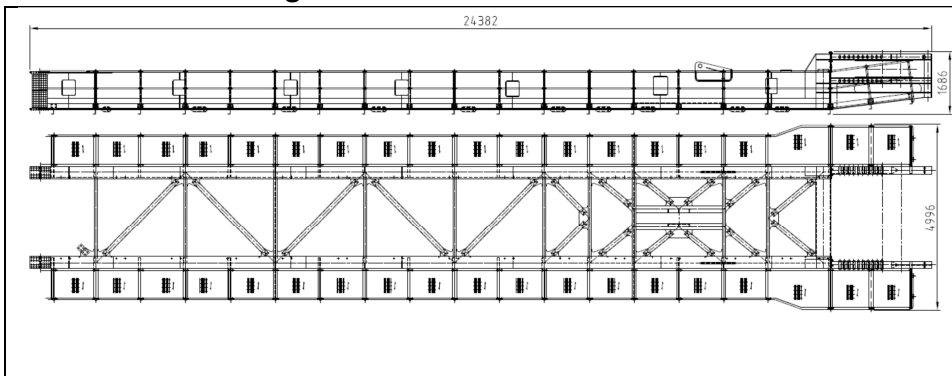


Abmessungen		
Länge	2100	cm
Breite	528	cm
Höhe	310	cm
Volumen	343,73	m ³

Gewicht	19000	kg
FRT	343,73	
messend	18,09	

Abbildung 41: Discharge Boom Part 1

4.1.5 Discharge Boom Part 2

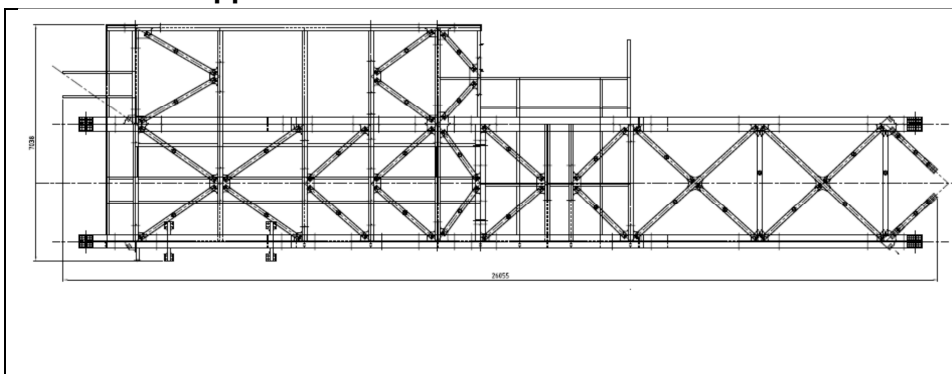


Abmessungen		
Länge	2450	cm
Breite	500	cm
Höhe	170	cm
Volumen	208,25	m ³

Gewicht	11000	kg
FRT	208,25	
messend	18,93	

Abbildung 42: Discharge Boom Part 2

4.1.6 Tripper Car Main Platform

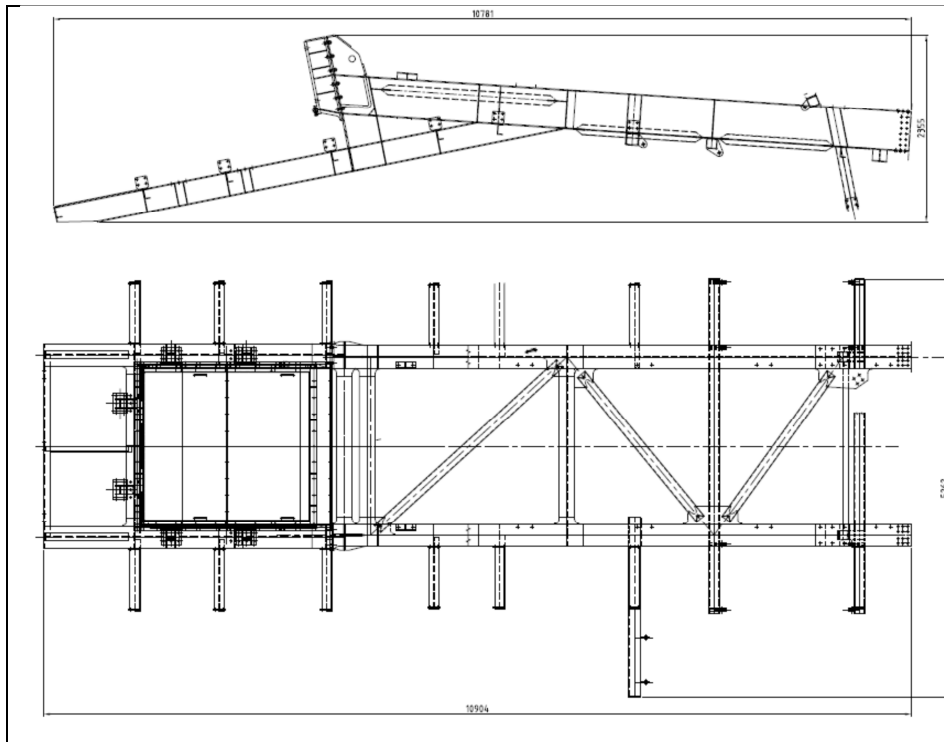


Abmessungen		
Länge	2600	cm
Breite	701	cm
Höhe	134	cm
Volumen	244,23	m ³

Gewicht	18000	kg
FRT	244,23	
messend	13,57	

Abbildung 43: Tripper Car Main Platform

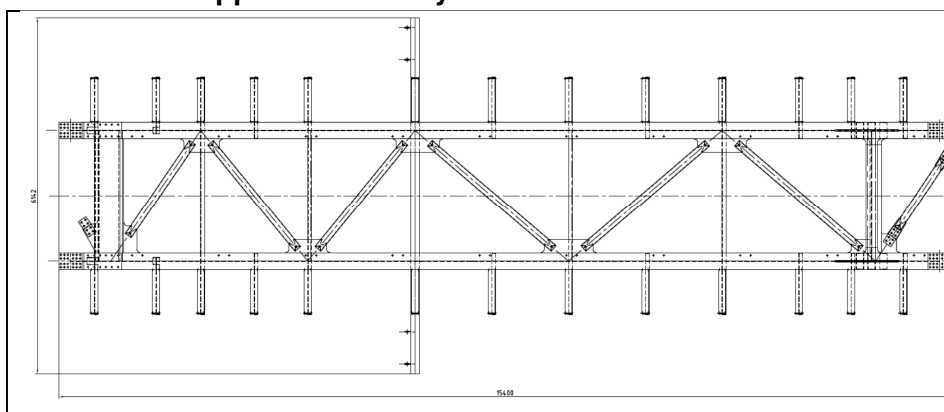
4.1.7 Tripper Car Conveyor Frame 1



Abmessungen		
Länge	1090	cm
Breite	526	cm
Höhe	235	cm
Volumen	134,73	m ³
<hr/>		
Gewicht	7000	kg
FRT	134,73	
messend	19,25	

Abbildung 44: Tripper Car Conveyor Frame 1

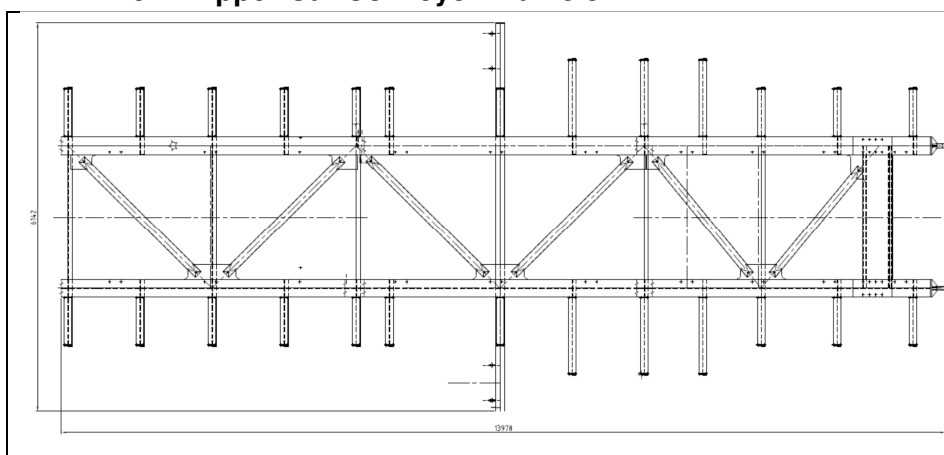
4.1.8 Tripper Car Conveyor Frame 2



Abmessungen		
Länge	1540	cm
Breite	614	cm
Höhe	115	cm
Volumen	108,74	m ³
<hr/>		
Gewicht	5000	kg
FRT	108,74	
messend	21,75	

Abbildung 45: Tripper Car Conveyor Frame 2

4.1.9 Tripper Car Conveyor Frame 3



Abmessungen		
Länge	1400	cm
Breite	614	cm
Höhe	82	cm
Volumen	70,49	m ³
<hr/>		
Gewicht	5000	kg
FRT	70,49	
messend	14,10	

Abbildung 46: Tripper Car Conveyor Frame 3

4.1.10 Tripper Car Conveyor Frame 4

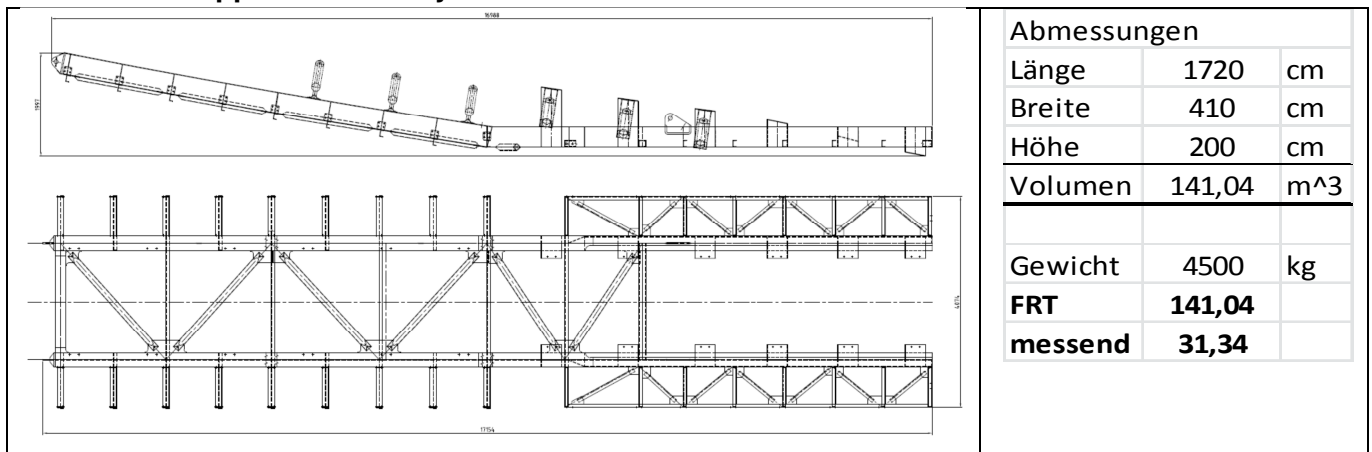


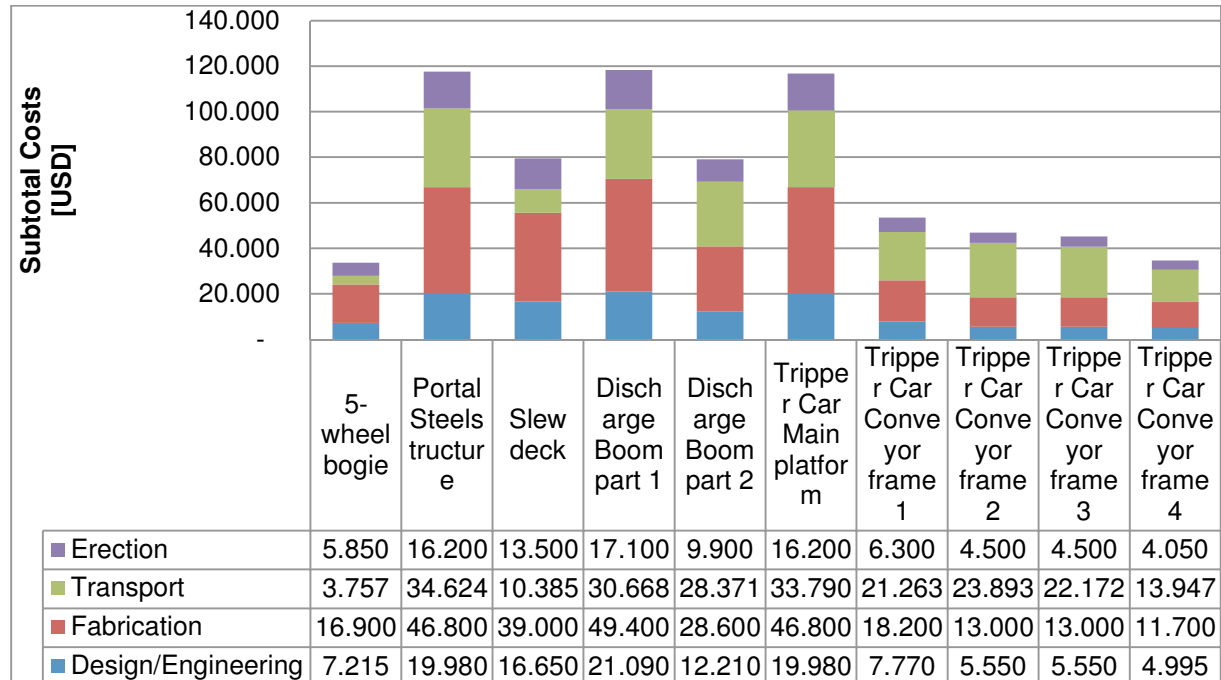
Abbildung 47: Tripper Car Conveyor Frame 4

Wie man bereits an dieser überblicksmäßigen Einführung in die Sondertransportgrößen sieht, lässt sich zumindest vom transporttechnischen Standpunkt eine Vielzahl an Verbesserungen ableiten.

In nachfolgender Tabelle werden die Kosten dieser Planung aufgeschlüsselt und bewertet. Danach werden auf Basis von Optimierungsvorschlägen die Kosten evaluiert, jedoch nur jene Vorschläge berücksichtigt, die statisch und transporttechnisch einwandfrei durchgeführt werden können.

In der folgenden Tabelle ist eine Kostenaufstellung der oben gezeigten Sondertransportteile mit dem Split in die vier Hauptbereiche Design/Engineering, Fabrication, Transport und Montage angeführt.

Tabelle 2: Kostenaufstellung Gesamt

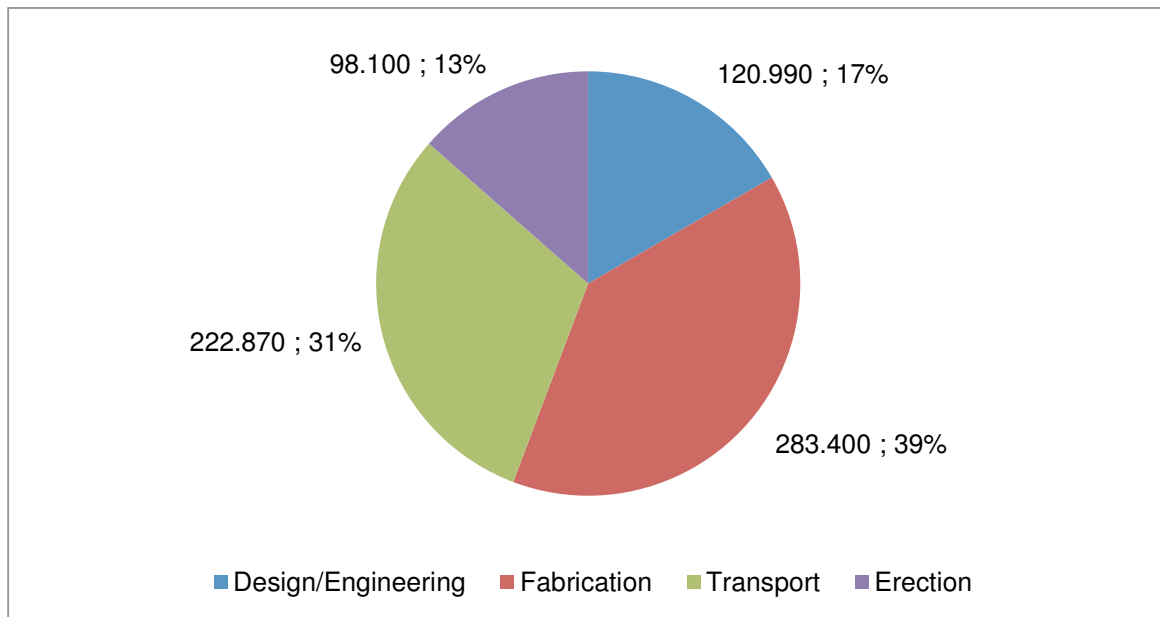


Folgende Annahmen wurden getroffen und werden auch den nachfolgenden Evaluierungen zu Grunde gelegt. Somit haben sie immer den gleich richtigen oder falschen Beitrag.

- Der Fertigungspreis für den Stahlbau beruht auf Kilobasis, was für diesen Bereich nicht unüblich ist
- Die Engineering Kosten beruhen auf einem Mittelwert zwischen europäischen Konstruktionsbüros und dem indischen Sandvik Standort in Pune
- Dem Seetransport liegt eine durchschnittliche Frachtrate zu Grunde. Die Landtransportkosten wurden dann Fall für Fall extra behandelt und auch hier berücksichtigt.
- Den Montagekosten liegt auch ein durchschnittlicher Kilobasispreis zu Grunde, der auch alle Krankkosten, Personalkosten etc. beinhaltet.

Wie man in Tabelle 3 erkennen kann, ist der Anteil der Transportkosten bei über 30 %, die Montagekosten sind bei diesen Lösungen jedoch nur bei knapp 14 %. Dieser große Unterschied deutet auf eine unausgewogene Aufteilung der Kosten hin. Die Fertigungskosten dominieren und könnten nur mehr über Gewichtseinsparungen bzw. billigeren Stahlbauzukauf gesenkt werden. Beides kann aus heutiger Sicht als unrealistisch eingestuft werden, da der hier erzielte Fertigungspreis schon unter dem derzeit durchschnittlichen Marktpreis liegt und die Maschinen schon am Auslegungslimit sind. Die Engineeringkosten könnte man nur durch vermehrten Einsatz von modularen Baukastensystemen bzw. vermehrter 3D CAD Programm-Nutzung reduzieren.

Tabelle 3: Tortendiagramm Gesamtkostenverteilung



Auf Basis dieser Ergebnisse des Ist-Zustandes werden wir bei der Evaluierung vor allem darauf achten, die Transportkosten zu reduzieren und die Montagekosten konstant zu halten, um dadurch die optimierten Kosten für das Bauteil finden zu können.

Es gilt noch fest zu halten, dass solange die Dimensionen, obwohl schon Übergröße, in einem vertretbaren Rahmen bleiben, die Transport- und Montagekosten ausgewogen sind. (siehe 5-Wheel Bogie und Slew Deck).

4.2 Untersuchte Optionen

Wie eingangs schon erwähnt, werden jedoch nur jene Optionen näher betrachtet, die statisch wie auch transporttechnisch einwandfrei durchführbar sind.

4.2.1 5-Wheel Bogie

Option 1 wäre die Zerlegung des 5-Wheel Bogies in einen 3- und einen 2-Wheel Bogie, wobei auch der Support dann separat transportiert werden muss.

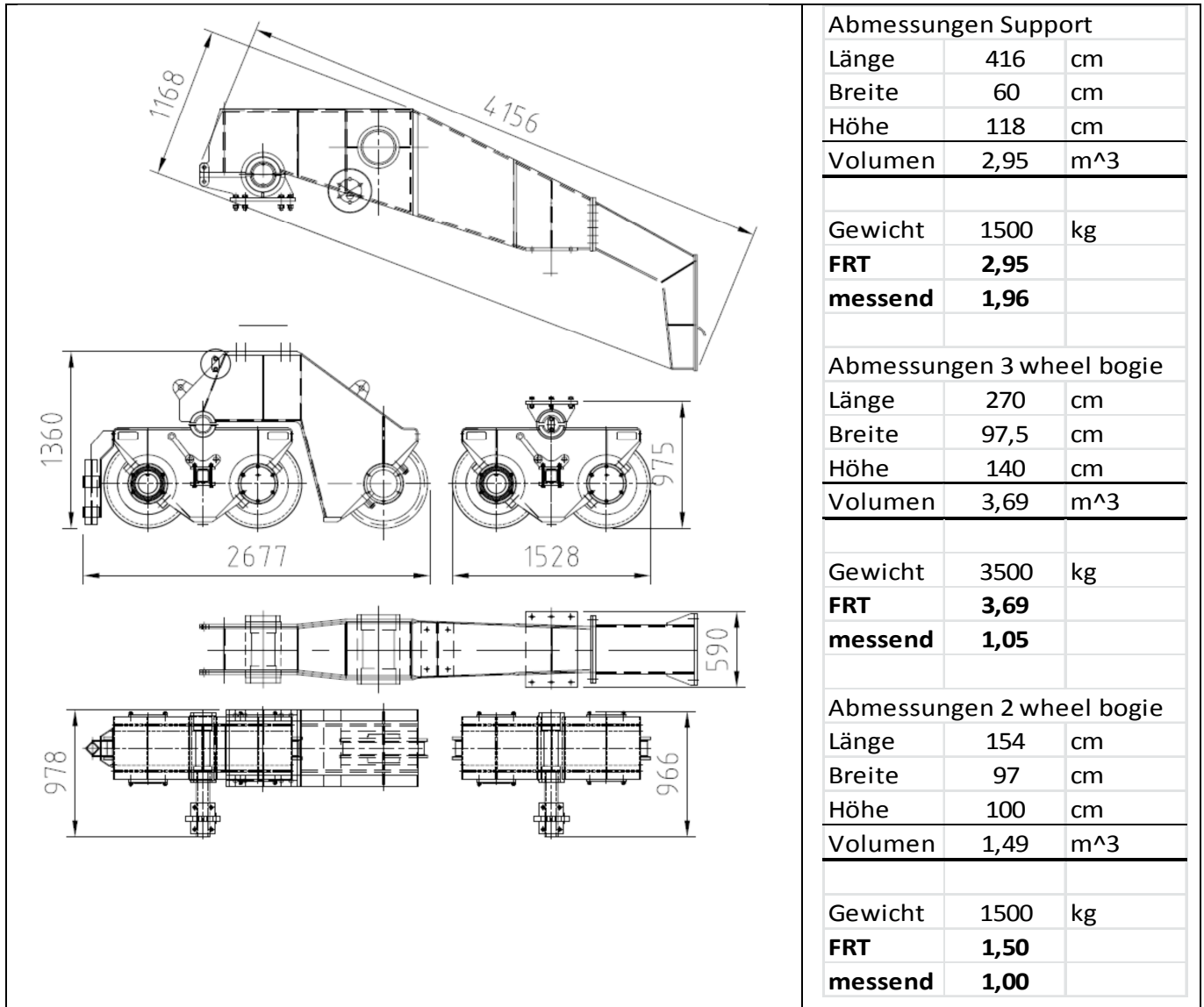
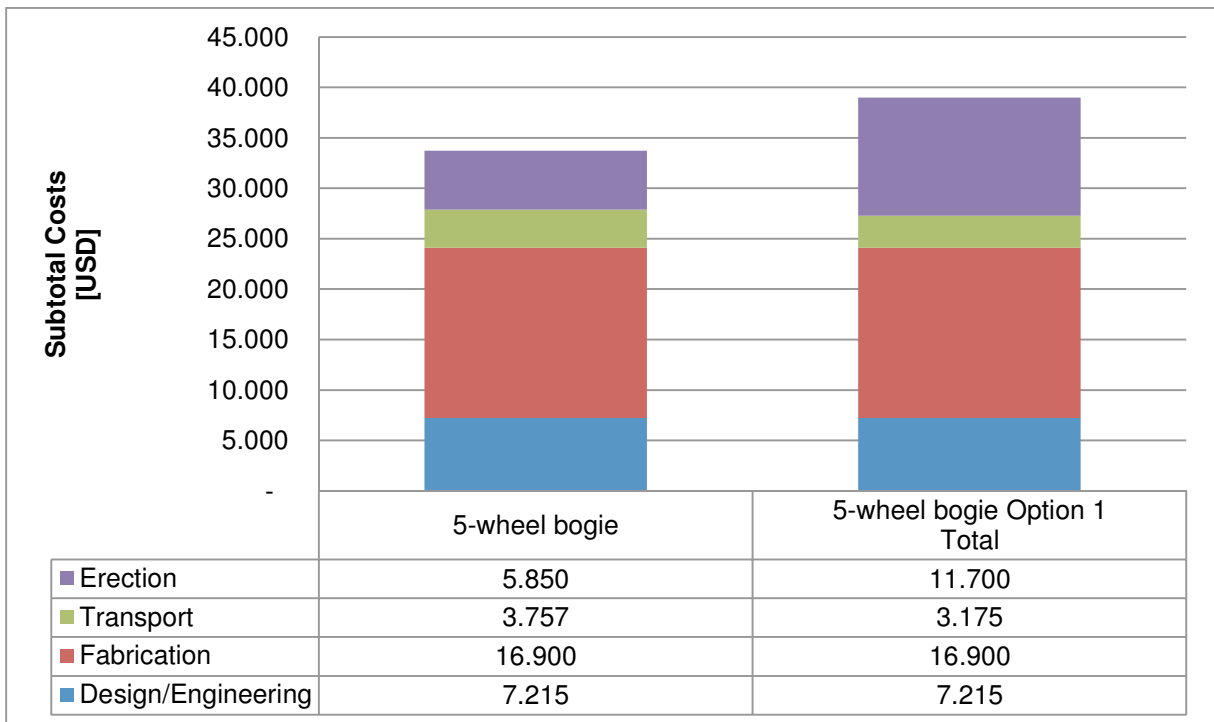


Abbildung 48: 5-Wheel Bogie Option 1

Bei diesem Konzept bleiben die Kosten für Engineering und Fabrication ident, da die Schwinde bereits so zerlegbar konstruiert ist. Da bei den Montagekosten ungefähr der doppelte Zeitaufwand angenommen werden kann, werden die Kosten um ca. 100 % steigen, weil dadurch auch die Montageteams wie Kräne etc für den doppelten Zeitraum belegt sind.

Tabelle 4: Kostengegenüberstellung 5-Wheel Bogie Option 1



Wie man aus dieser Gegenüberstellung der beiden Varianten erkennen kann, ist eine Änderung in diese Option keine vorteilhafte.

Option 2 wäre die Beibehaltung der Komplettlieferung, also des 5-Wheel Bogies, jedoch mit einer Umkonstruktion der Drehmomentenstütze an den Schwingen.

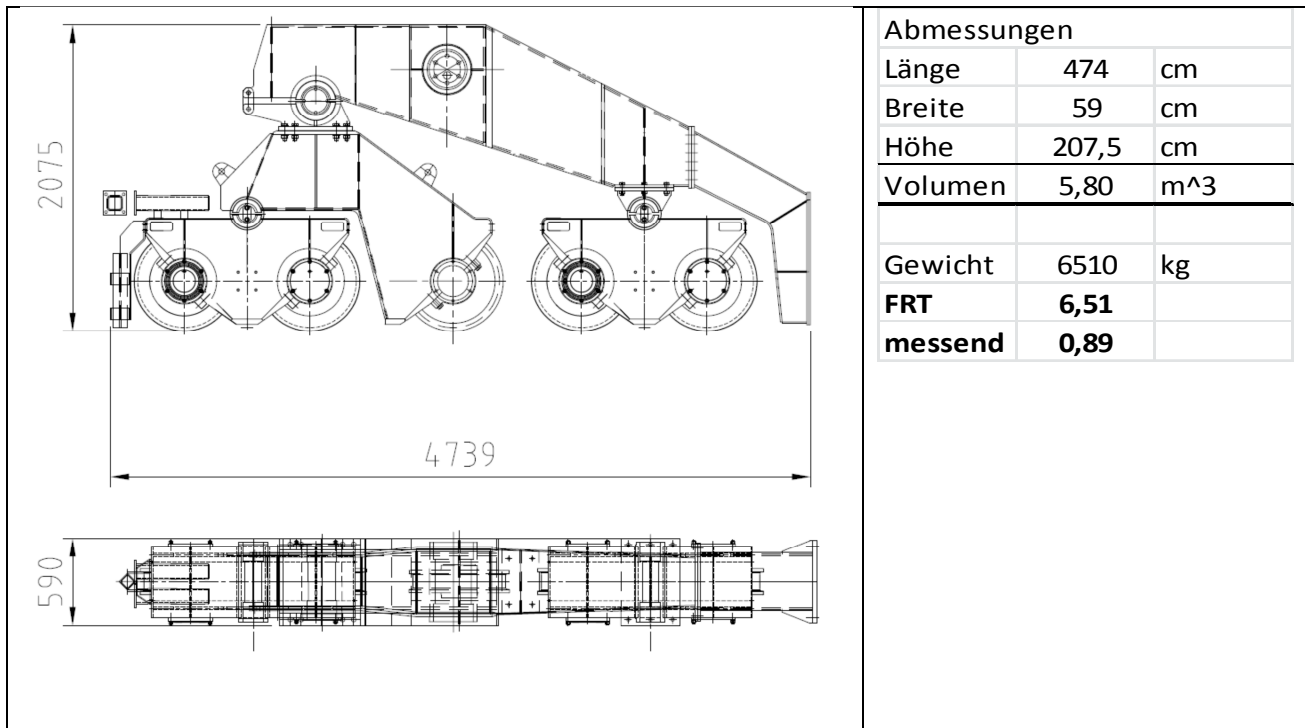
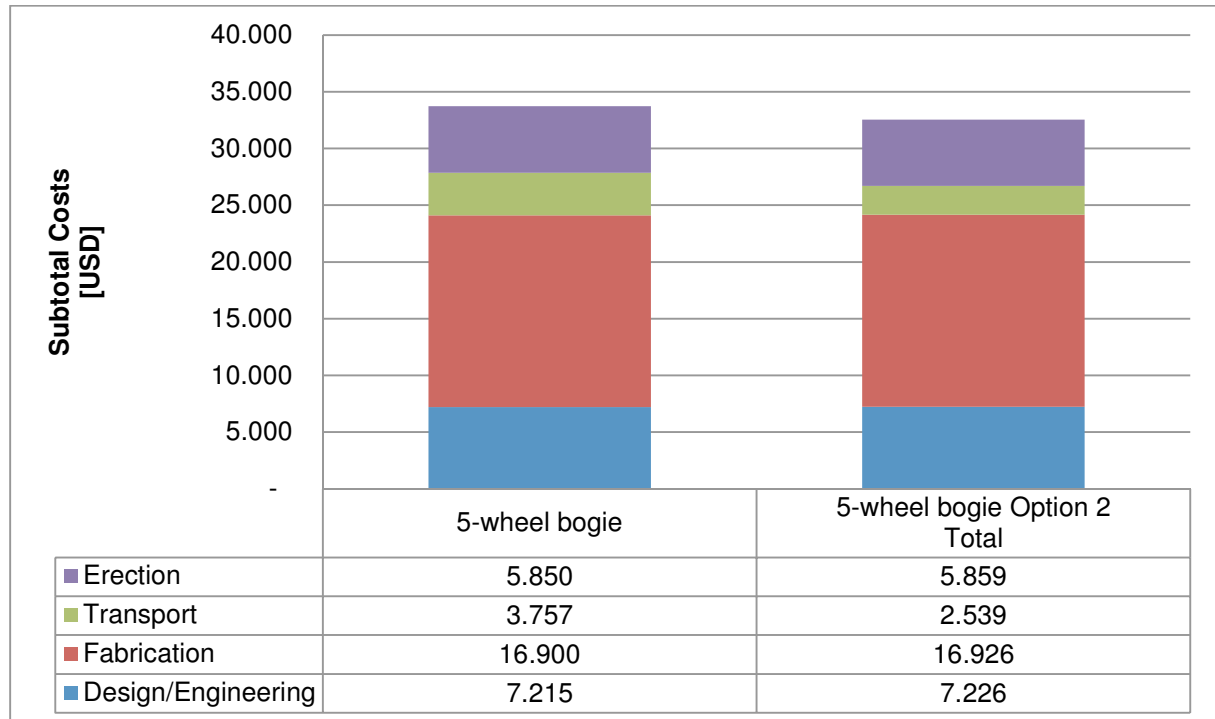


Abbildung 49: 5-Wheel Bogie Option 2

Bei diesem Konzept werden die Drehmomentenstützen über einen Schraubstoß an die Schwingen befestigt. Diese können direkt mit den Schwingen mitgeliefert werden, um einen Verlust bzw. Zeitaufwand bei der Suche zu verhindern.

Tabelle 5: Kostengegenüberstellung 5-Wheel Bogie Option 2



Wie man in dieser Aufstellung sehen kann, würde die Option 2 eine Einsparung von ca. 1.000 USD pro 5-Rad Schwinde bringen, da diese zwei Mal bei diesem Maschinentyp vorkommt. Außerdem sind auch 3-Wheel und 2-Wheel Bogies mit Drehmomentenstützen ausgerüstet und eine komplette Umsetzung würde daher ca. 5.000 USD bringen.

4.2.2 Portal

Beim Portal ergeben sich auf den ersten Blick mehrere Möglichkeiten, um die Transportgröße zu minimieren. Da jedoch die Auflagefläche für das Schwenklager mit hoher Toleranz maschinell bearbeitet wird, ist eine Teilung im Bereich des Lagers nur dann möglich, wenn die Fläche nach dem Schweißen auf der Baustelle wieder maschinell bearbeitet wird. Da diese Arbeiten Spezialequipment und erfahrene Montageleute benötigen, schlägt sich eine Bearbeitung mit ca. 50.000 USD in Laos zu Buche. Da die Transportkosten für dieses Teil 35.000 USD ausmachen, wird eine weitere Untersuchung nicht durchgeführt, da hier kein Einsparungspotential zu finden ist.

Eine andere Möglichkeit wäre die Beine des Portals separat zu liefern und auf der Baustelle an die bereits vom Fertigungswerk fertig bearbeitete Schwenklagerstruktur anzuschweißen. Da hier teils massiver Verzug durch die Schweißarbeiten auftritt und an diesen Beinen die Fahrwerke befestigt werden, müssen auch diese in einem engen Toleranzbereich liegen. Das Portal ist deshalb, wie eingangs schon gezeigt, als Gesamtes zu transportieren.

4.2.3 Slew Deck

Auch beim Slew Deck gilt ähnliches wie für das Portal. Da es an der Unterseite eine maschinell bearbeitete Fläche aufweist, die zur Aufnahme des Schwenklagers dient, wäre auch hier bei Zerteilung eine maschinelle Fertigung vor Ort auf der Baustelle notwendig. Da die Transportkosten bereits unter den Montagekosten liegen, ist die derzeit angewandte Lösung das Optimum, da auch hier ca. 60.000 USD Kosten für das Bearbeiten der Flächen berücksichtigt werden müssen.

4.2.4 Discharge Boom Part 1 (DB Part 1)

Wie man aus der eingangs dargestellten Zeichnung erkennen kann, ist die Hauptstruktur des DB Part 1 sehr kompakt, jedoch führen die angebauten Walkways zur erheblichen Verbreiterung der Struktur bzw. tragen auch zu einer Erhöhung des DB Part 1 bei.

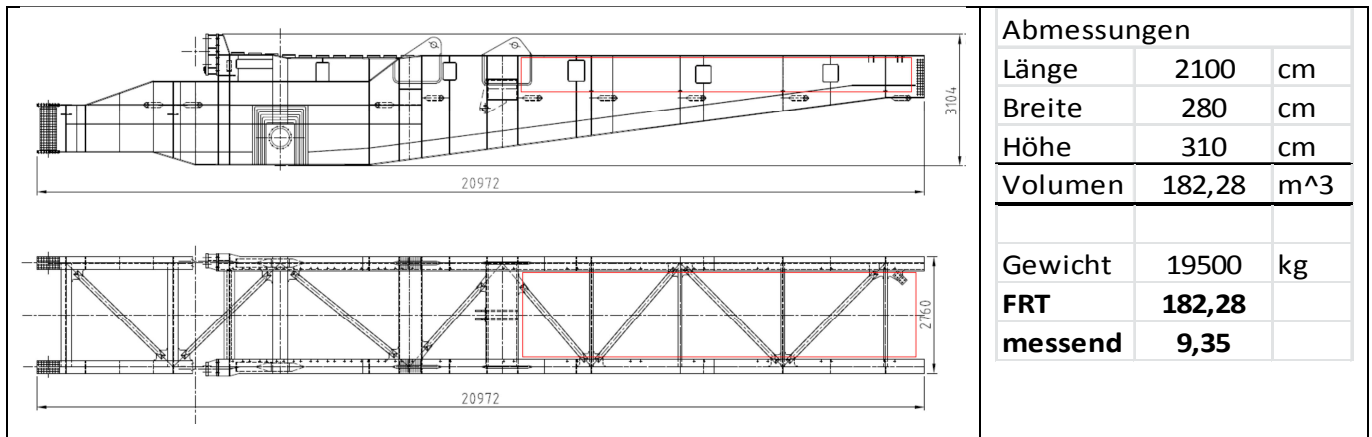


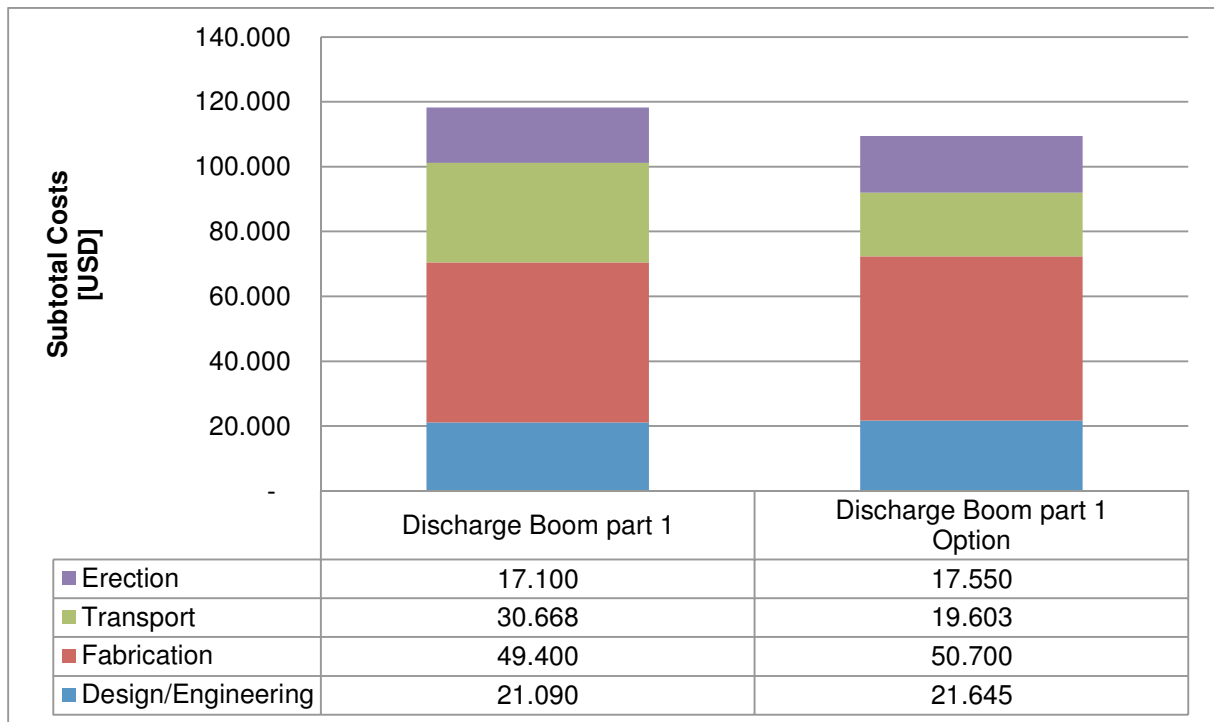
Abbildung 50: Discharge Boom Part 1 Option

Die gesamte Walkway Structure könnte man mit kollabierten Handrails in dem rot markierten Bereich auf Holzplatten für den Transport befestigen. Auf diese Änderung müsste aber schon in der Design/Engineering-Phase Rücksicht genommen werden, da dann ein Schraubstoß für die Befestigung gewählt werden sollte anstatt des zur Zeit berücksichtigten Schweißstoßes.

Natürlich geht mit diesen Änderungen im Engineering auch ein Mehrgewicht sowie eine Verlängerung der Montagezeit einher. Das Mehrgewicht resultiert aus zusätzlichen Stahlplatten für die Kopfstöße der Walkway Unterstützungsträger sowie aus den Befestigungsplatten am Hauptstahlbau des DB Part 1. Das Mehrgewicht würde sich mit max. 500 kg niederschlagen.

Wie man in nachfolgender Tabelle sehen kann, ist das Einsparungspotential im Transport sehr groß – es wird über ein Drittel der Kosten eingespart. Dies wird zwar durch die anderen Punkte wieder leicht aufgezehrt, dennoch bleibt eine Ersparnis von ca. 9.000 USD übrig.

Tabelle 6: Kostengegenüberstellung Discharge Boom Part 1



4.2.5 Discharge Boom Part 2 (DB Part 2)

Da dies der zweite Teil des gesamten Discharge Booms ist, gilt hier ähnliches wie bereits beim vorher betrachteten DB Part 1. Auch hier ist die Hauptstruktur sehr kompakt, wird aber durch die Walkways links und rechts der Struktur unnötig verbreitert. Daher wird das gleiche Konzept wie für den DB Part 1 vorgeschlagen und untersucht.

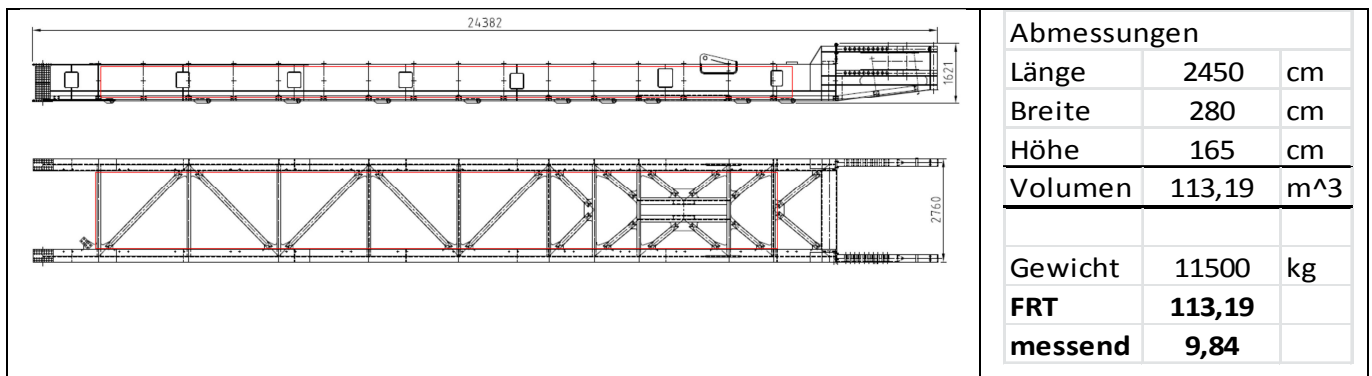
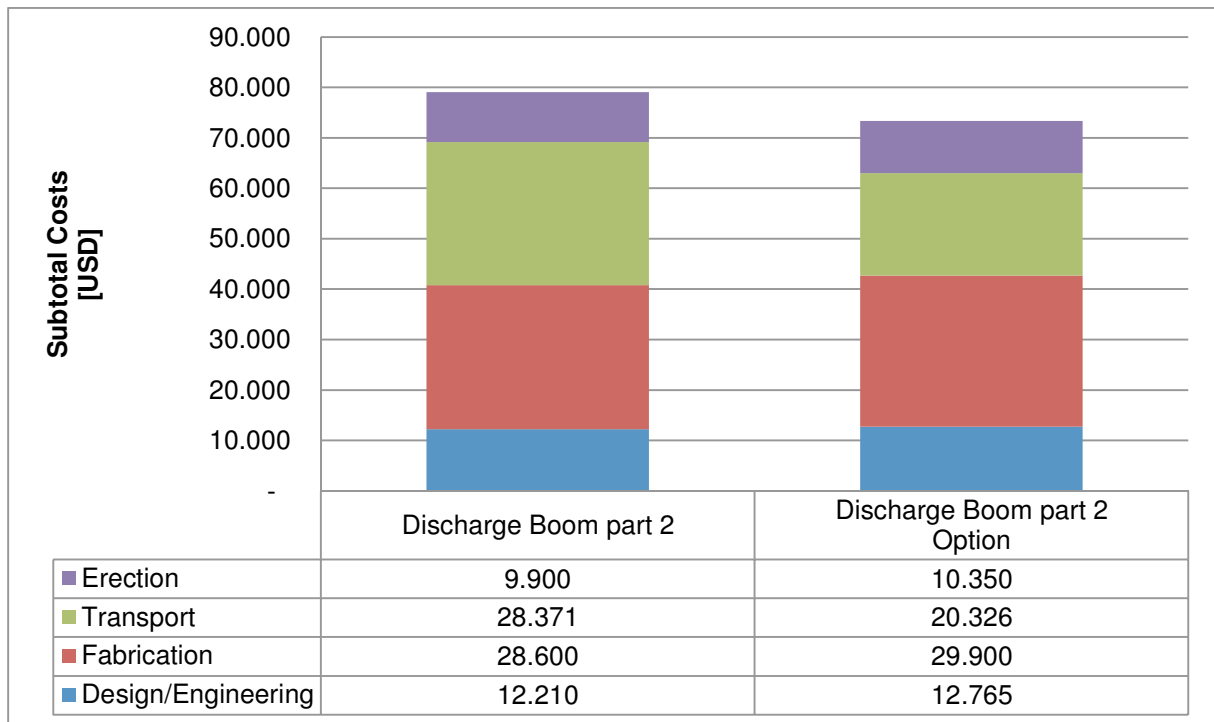


Abbildung 51: Discharge Boom Part 2 Option

Es ist anzunehmen, dass die Auswirkungen durch die Änderungen ident mit dem DB Part 1 sein werden.

Tabelle 7: Kostengegenüberstellung Discharge Boom Part 2



Hier wird ebenfalls sehr viel Einsparungspotential aus dem Transport gewonnen. Nach Abzug der Mehrkosten für Design/Engineering, Fertigung und Montage bleiben aber immer noch ca. 6.000 USD als Einsparungspotential übrig.

4.2.6 Tripper Car Main Platform

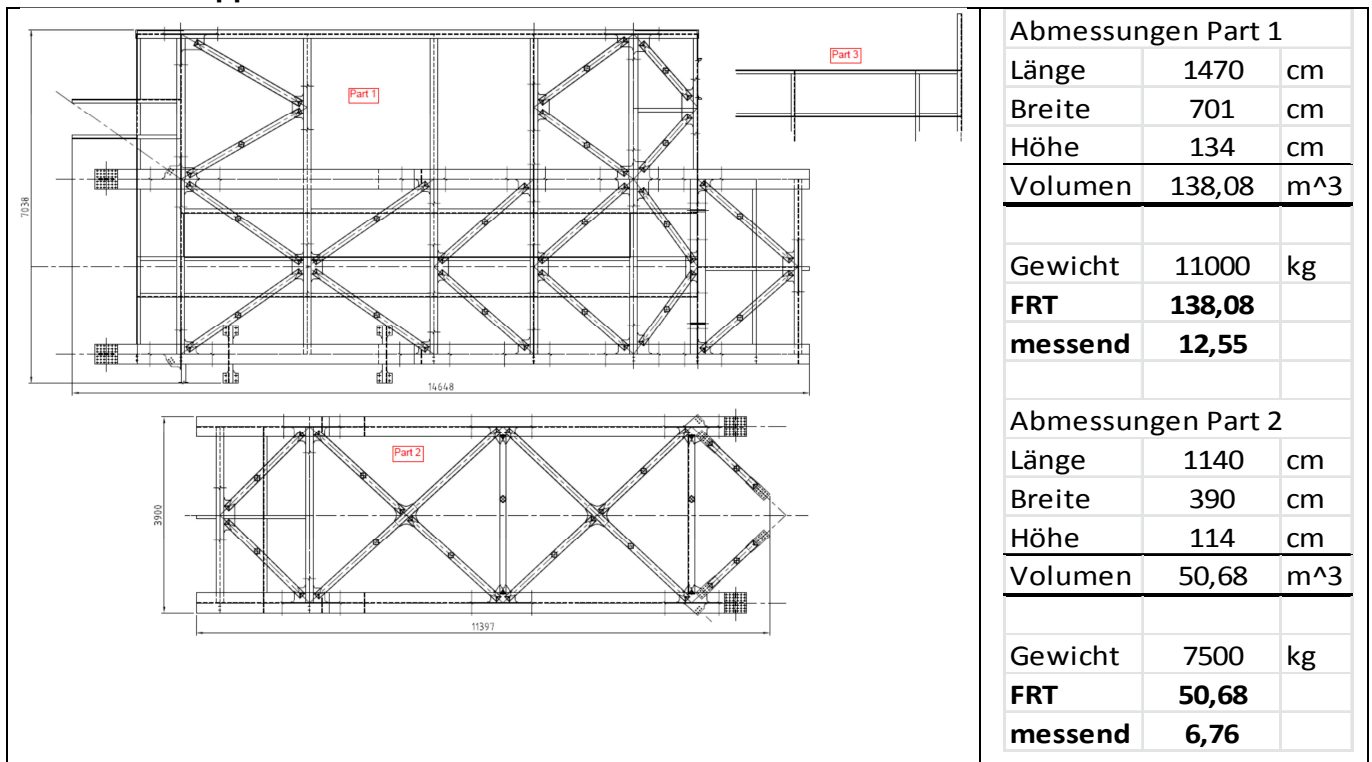
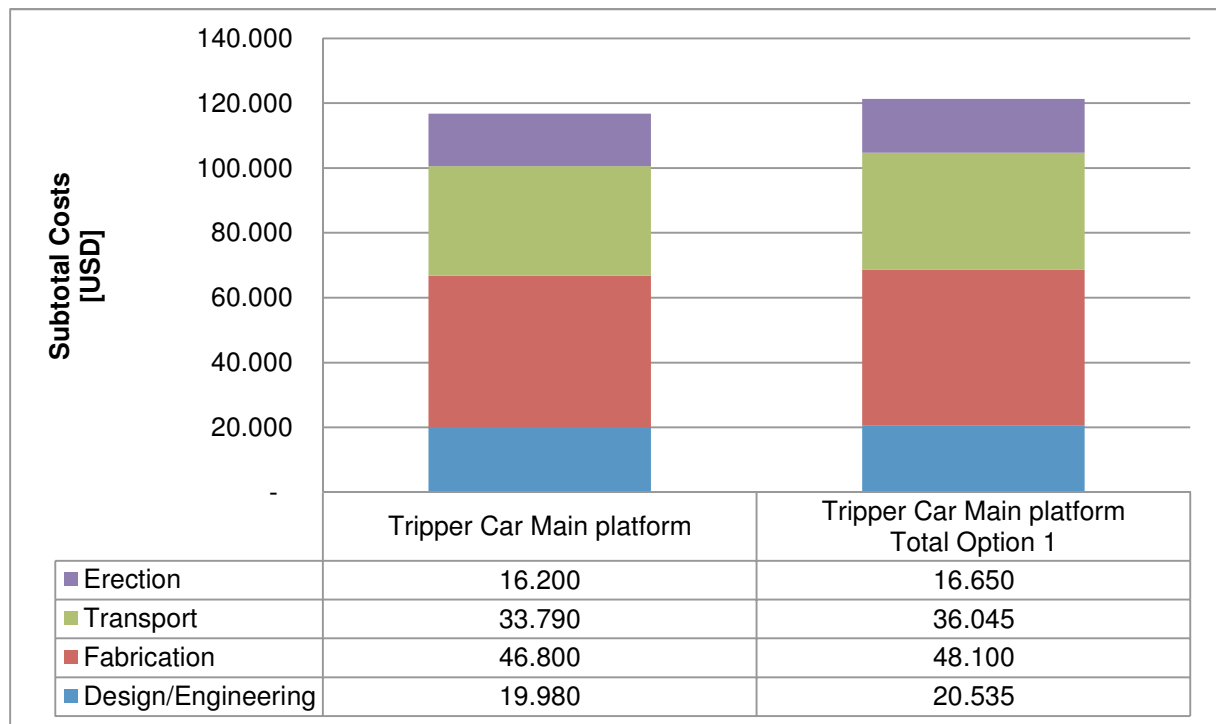


Abbildung 52: Tripper Car Main Platform Option 1

Ein Split der TC Main Platform gestaltet sich sehr schwierig, da viele Horizontalverbände vorkommen. Am einfachsten erscheint noch eine Verminderung der Länge machbar zu sein. Part 3, die Walkway Unterstützungskonstruktion, wird dabei über einen Schraubstoß an die Hauptstruktur befestigt, wird beim Transport aber am Part 1 befestigt, daher gibt es keine eigene Aufstellung. Wie man deutlich erkennen kann, gibt es durch die Splittung in zwei Teile nun ein kompaktes Teil (Part 2) und ein fast quadratische Teil (Part 1). Diese werden nun über einen Schraubstoß miteinander auf der Baustelle verbunden.

Tabelle 8: Kostengegenüberstellung Tripper Car Main Platform Option 1



Wie man in obiger Aufstellung erkennt, bringt die Teilung mit einem separaten Transport keinen Vorteil, da die Transportkosten des Part 1, am Land, aufgrund der extremen Überbreite, ident bleiben. Um den Vorteil der kleineren Transportgrößen nicht durch einen notwendigen zweiten Transport zu verschenken, wird auch der Part 2 auf den Part 1 gelegt.

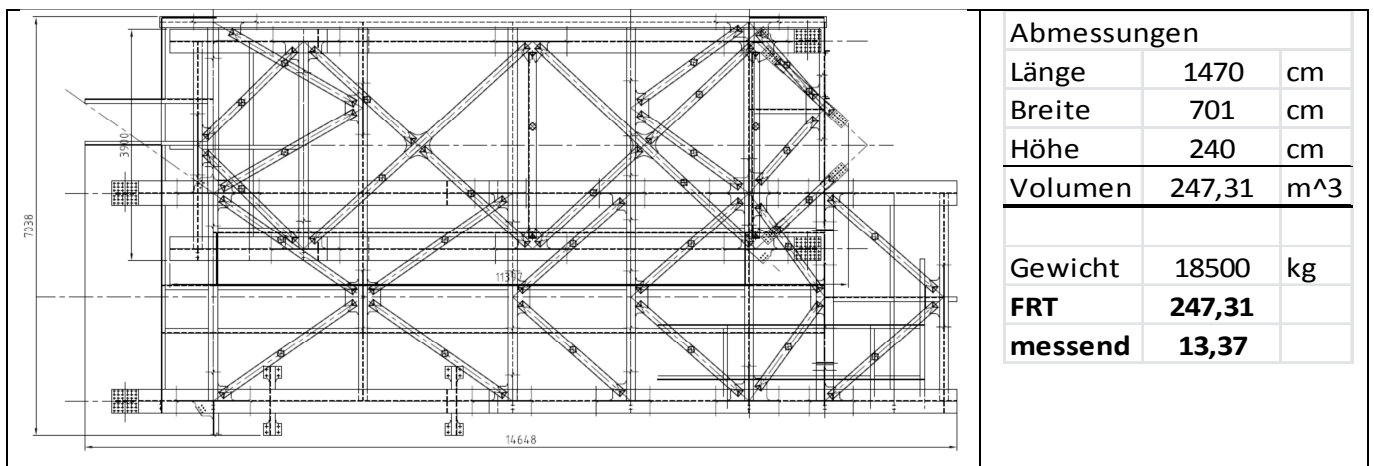
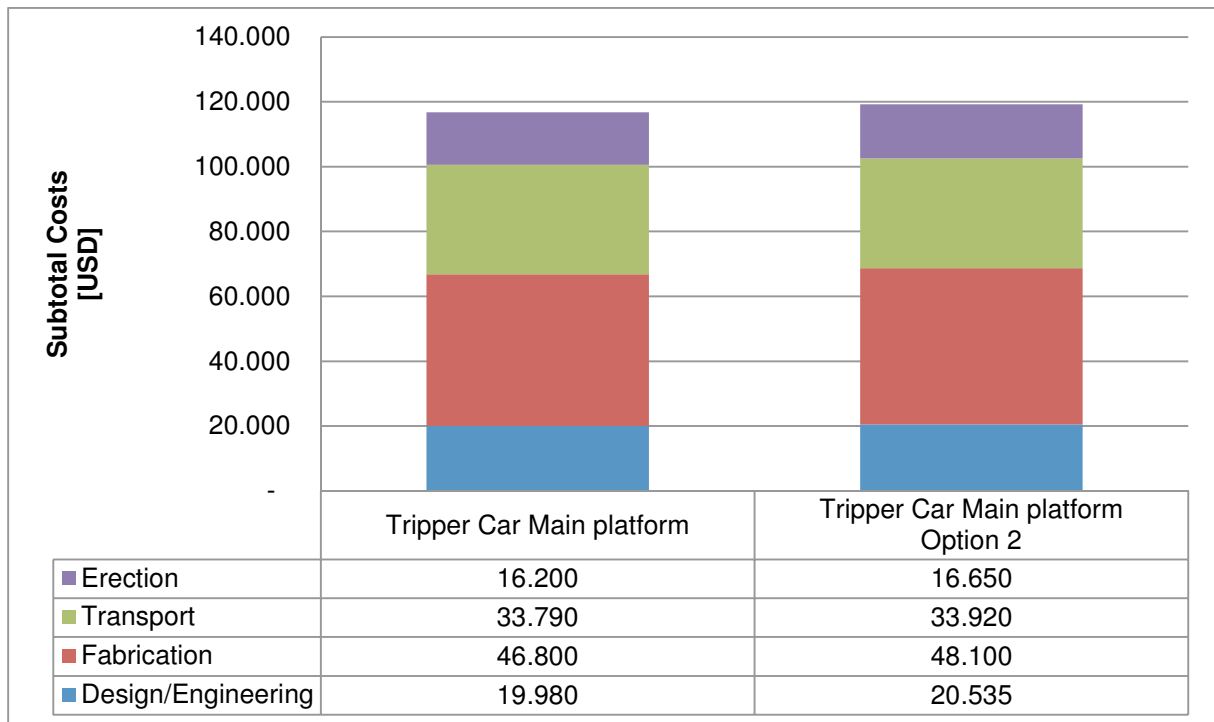


Abbildung 53: Tripper Car Main Platform Option 2

Tabelle 9: Kostengegenüberstellung Tripper Car Main Platform Option 2



Auch bei dieser Option sieht man, dass es zu keiner Reduktion der Kosten kommt, vielmehr zu einer Steigerung. Man könnte nun maximal den freien Raum neben dem Part 2, welcher auf dem Part 1 liegt, mit anderen Komponenten wie Stiegen, Geländer usw. beladen, um ein höheres Gewicht zu bekommen, damit sich die Änderung doch rentiert.

4.2.7 Tripper Car Conveyor Frame 1 (TC CF1)

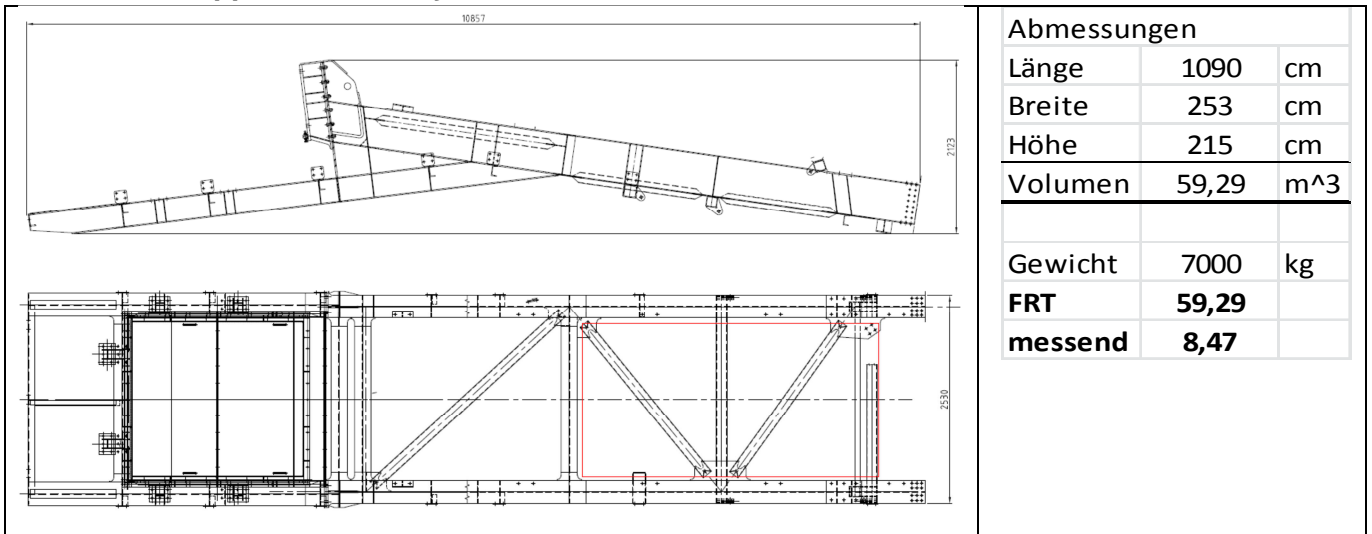
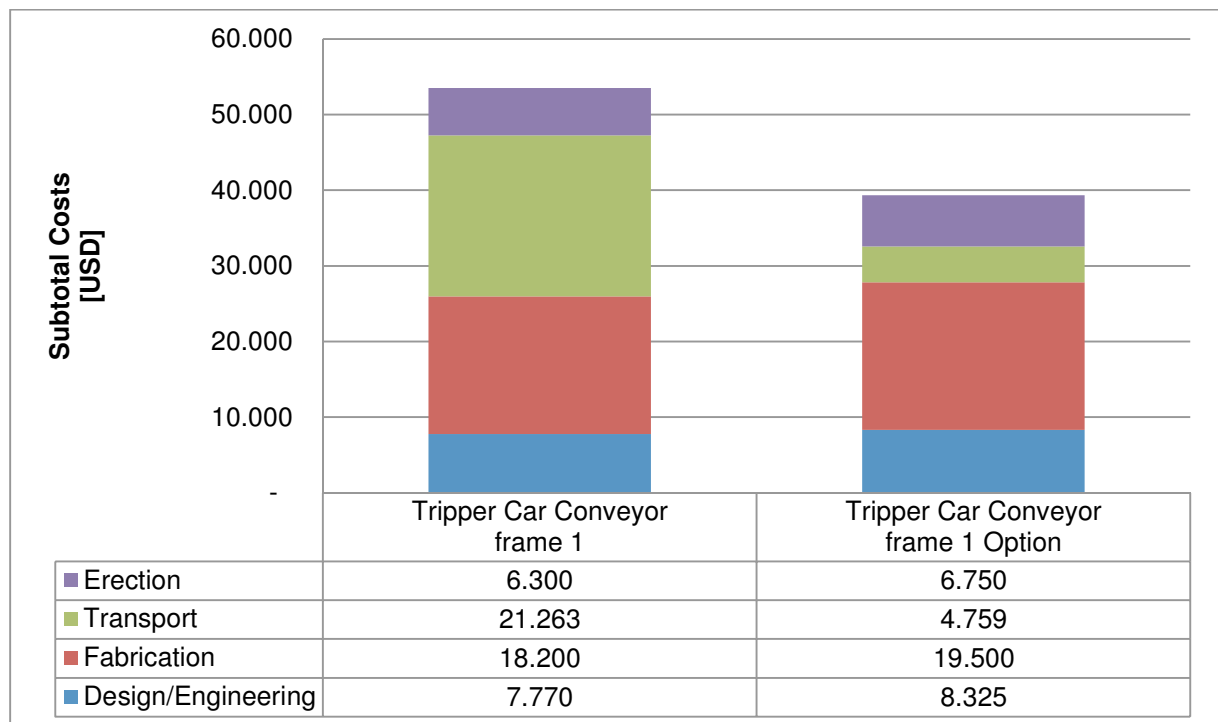


Abbildung 54: TC CF1

Beim TC CF1 werden, analog zu den Discharge Boom-Teilen, die seitlichen Unterstütkonstruktionen für den Walkway abgebaut. Der verbleibende Knick wird nicht durch einen Schraubstoß ersetzt, da es sich hierbei um eine Zone handelt, in welcher der größte Gurtzug über die Abwurftrömmel in die Struktur eingeleitet wird. Die nun über einen Schraubstoß an die Hauptstruktur angebundenen Walkway Unterstütkonstruksträger können wieder über Holzplatten im leeren Raum auf die Querverbände gelegt werden.

Tabelle 10: Kostengegenüberstellung TC CF1



Wie man aus obiger Aufstellung ersieht, werden erhebliche Einsparungen erzielt, welche ca. 14.000 USD erreichen. Dies vor allem durch die Einsparungen im Transport und hier nicht

nur im Seetransport, durch die geringeren Frachttonnen, sondern vor allem beim Landtransport, weil die Überbreite als Kostentreiber wegfällt.

Die weiteren Tripper Car Conveyor Frames werden nach den gleichen Gesichtspunkten analysiert und abgebildet.

4.2.8 Tripper Car Conveyor Frame 2 (TC CF2)

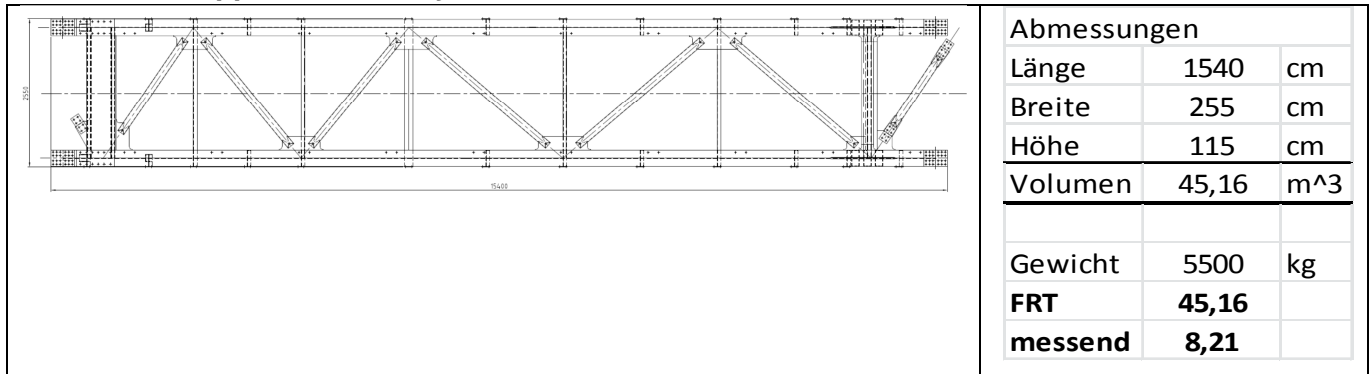
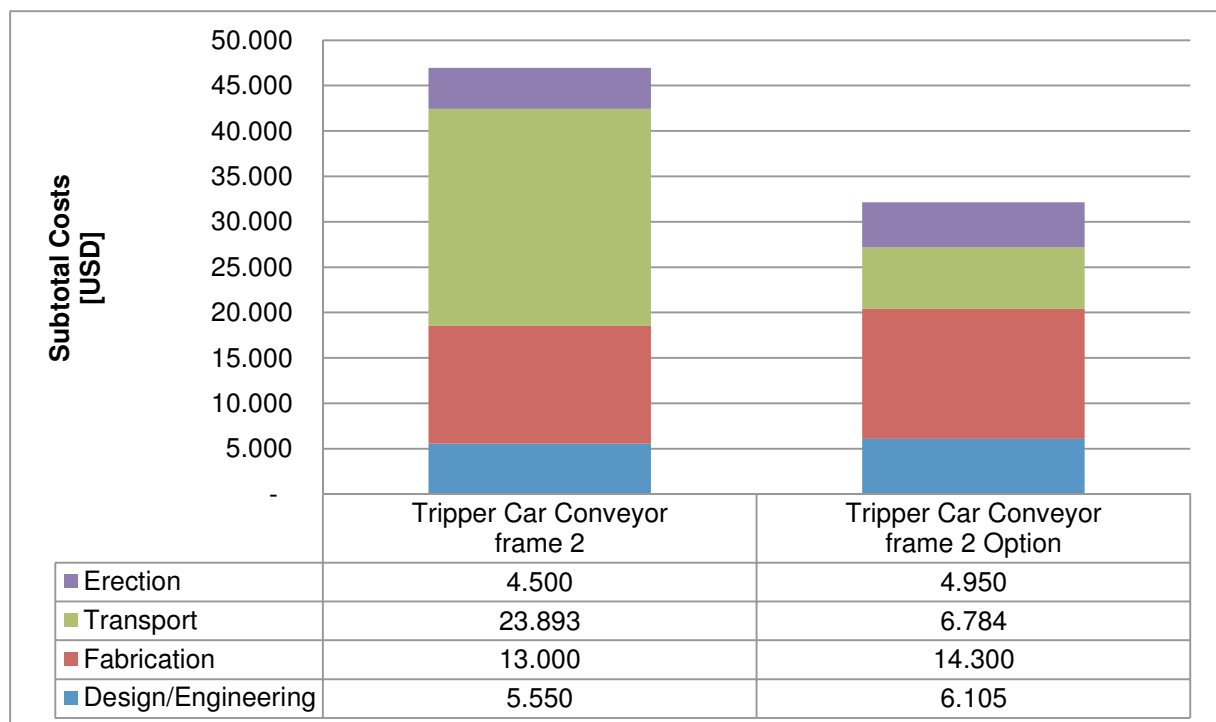


Abbildung 55: TC CF2

Tabelle 11: Kostengegenüberstellung TC CF2



Auch hier gilt Gleiches wie für den TC CF 1. Haupteinsparungspotential liegt im Transport und dort vor allem im Landtransport, weil auch hier die Überbreite wegfällt.

4.2.9 Tripper Car Conveyor Frame 3 (TC CF3)

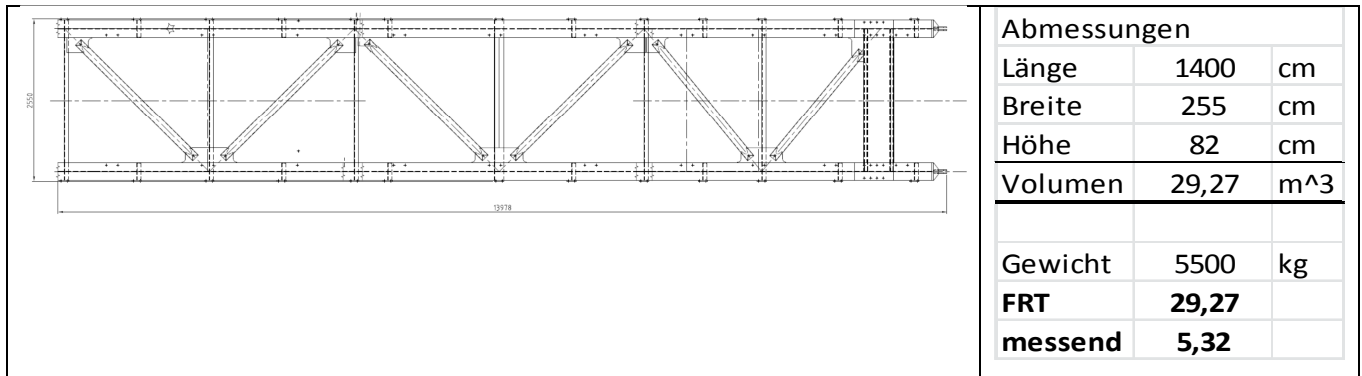
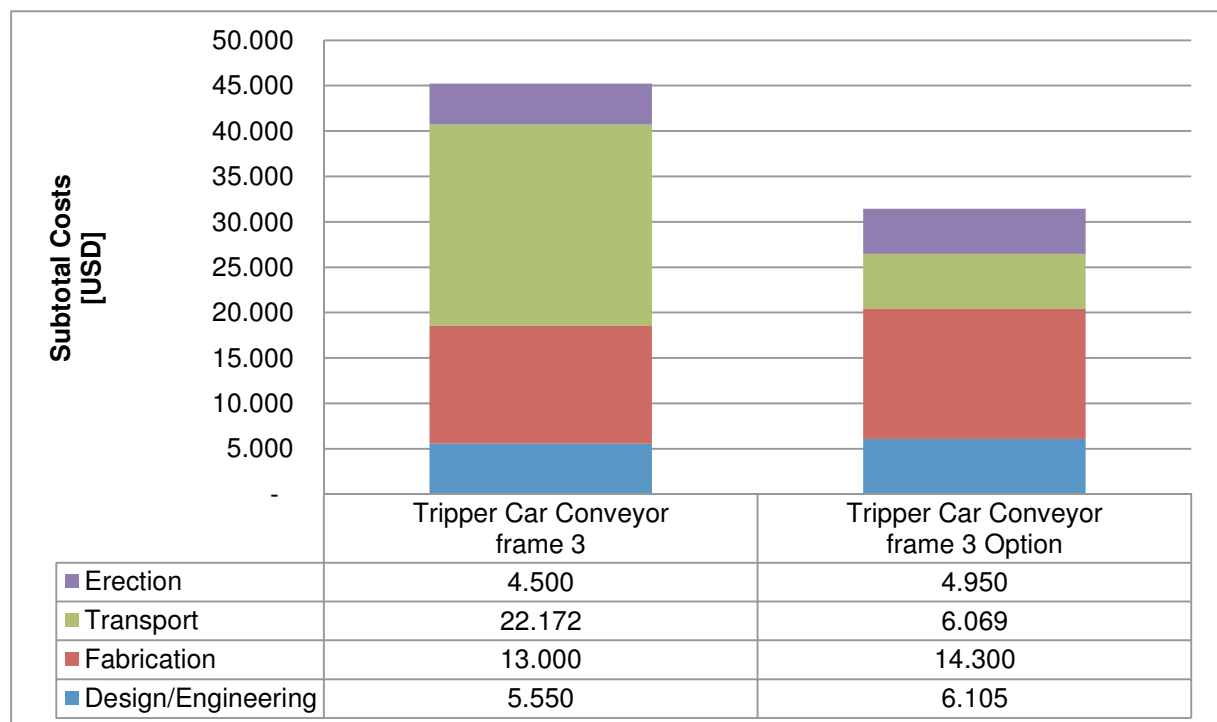


Abbildung 56: TC CF3

Tabelle 12: Kostengegenüberstellung TC CF3



Da der TC CF3 beinahe ident mit dem TC CF 2 ist, kann hier dasselbe Potential erzielt werden.

4.2.10 Tripper Car Conveyor frame 4 (TC CF4)

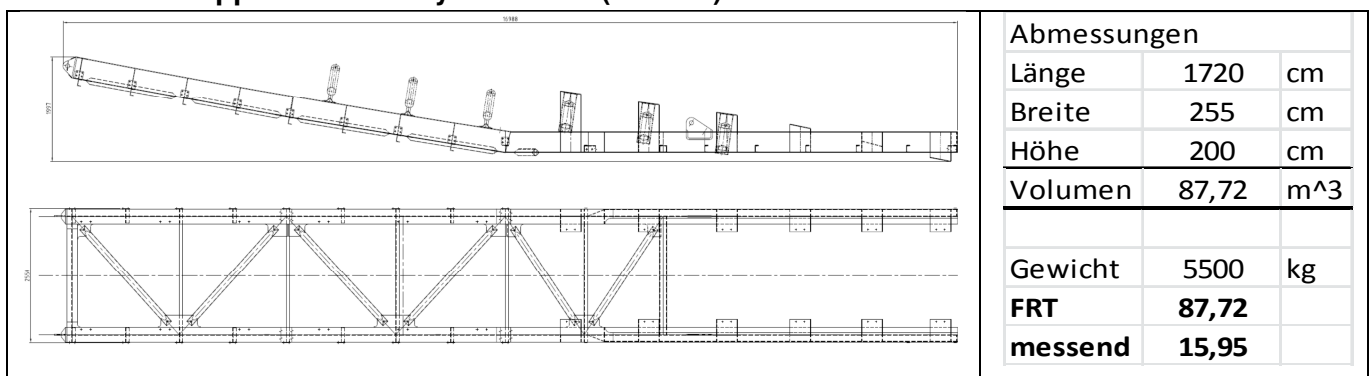
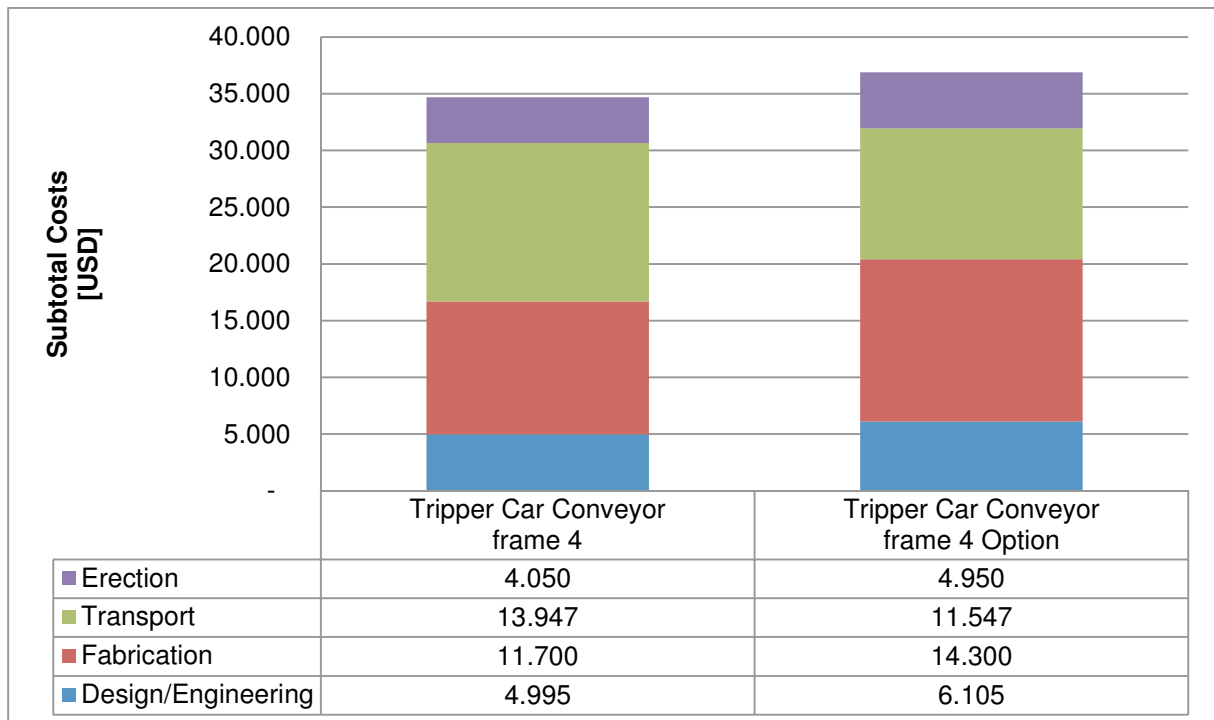


Abbildung 57: TC CF4

Tabelle 13: Kostengegenüberstellung TC CF4



Da hier die Änderung der Anschlüsse im hinteren Bereich des Tripper Cars aufwendiger ist, schlägt das Mehrgewicht mit einer Tonne nieder. Daher müsste auch eine Splittung dieses Teiles in Betracht gezogen werden.

Im Zuge dessen muss man jedoch die Überlegung anstellen, die Tripper Car Conveyor Frames anders aufzusplitten, um auch beim TC CF 1 weitere Einsparungen erzielen zu können. Auch bei dem TC CF 2 und 3 ist noch Potential vorhanden, da hier zwar im ersten Anlauf die Überbreite reduziert, aber die Überlänge beibehalten wurde.

4.3 Neue Aufteilung der Tripper Car Conveyor Frames

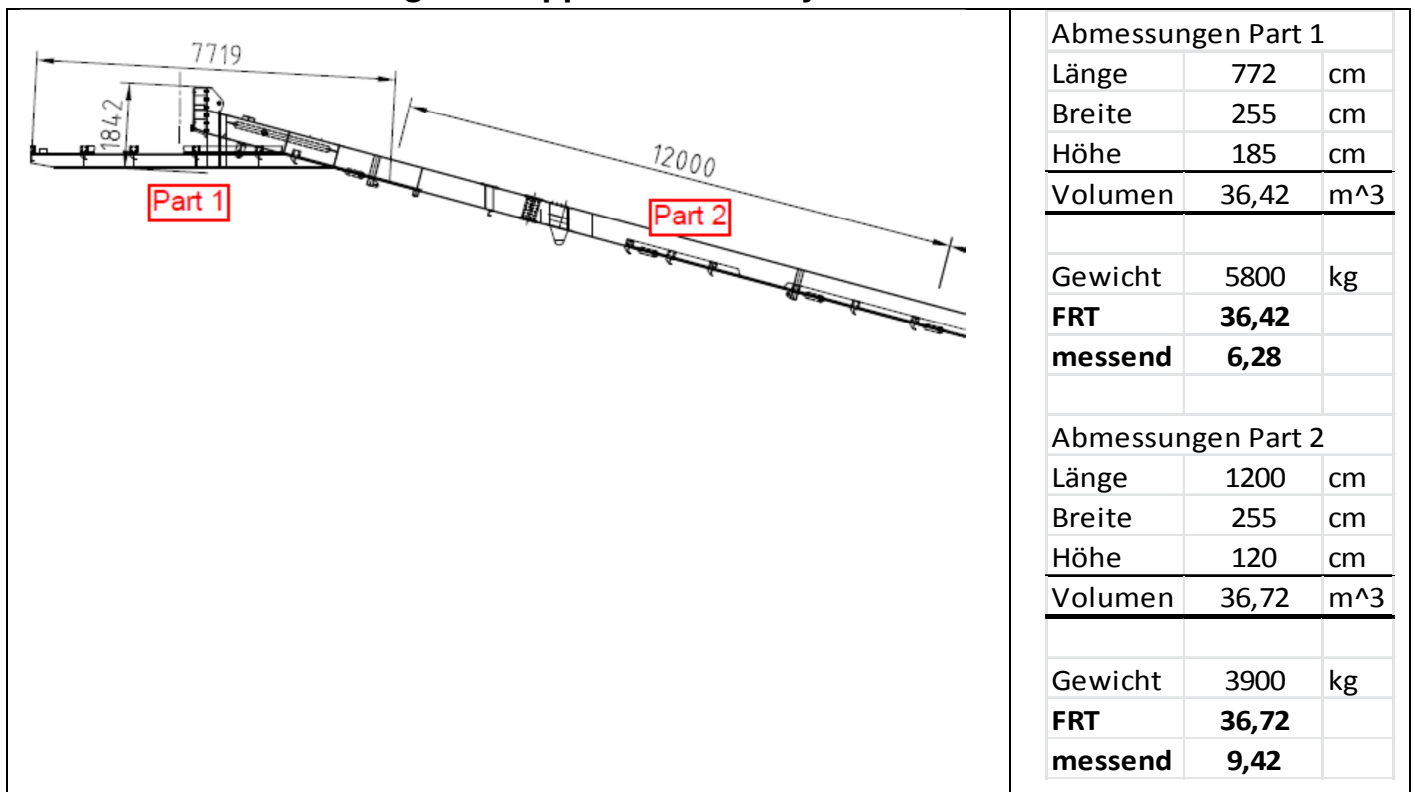
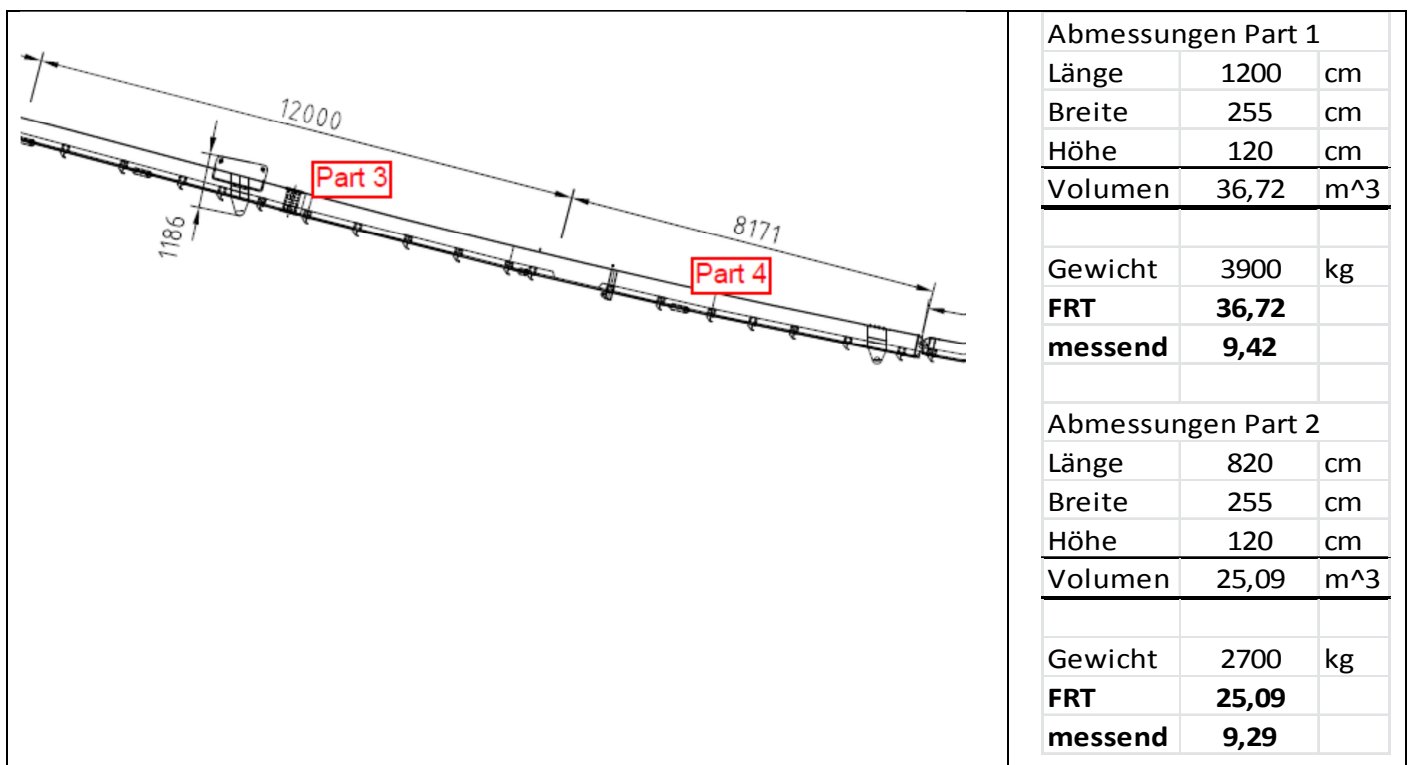


Abbildung 58: TC Conveyor Frame - Neue Teilung 1



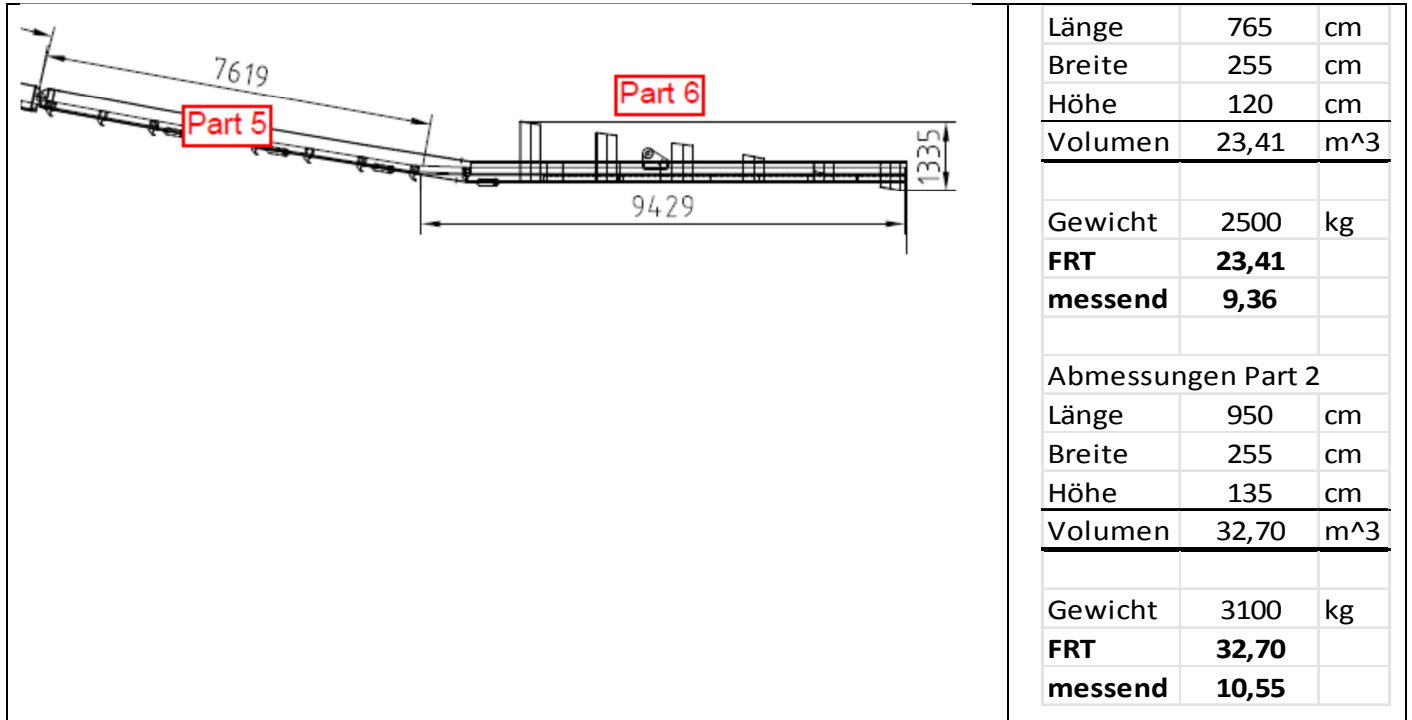
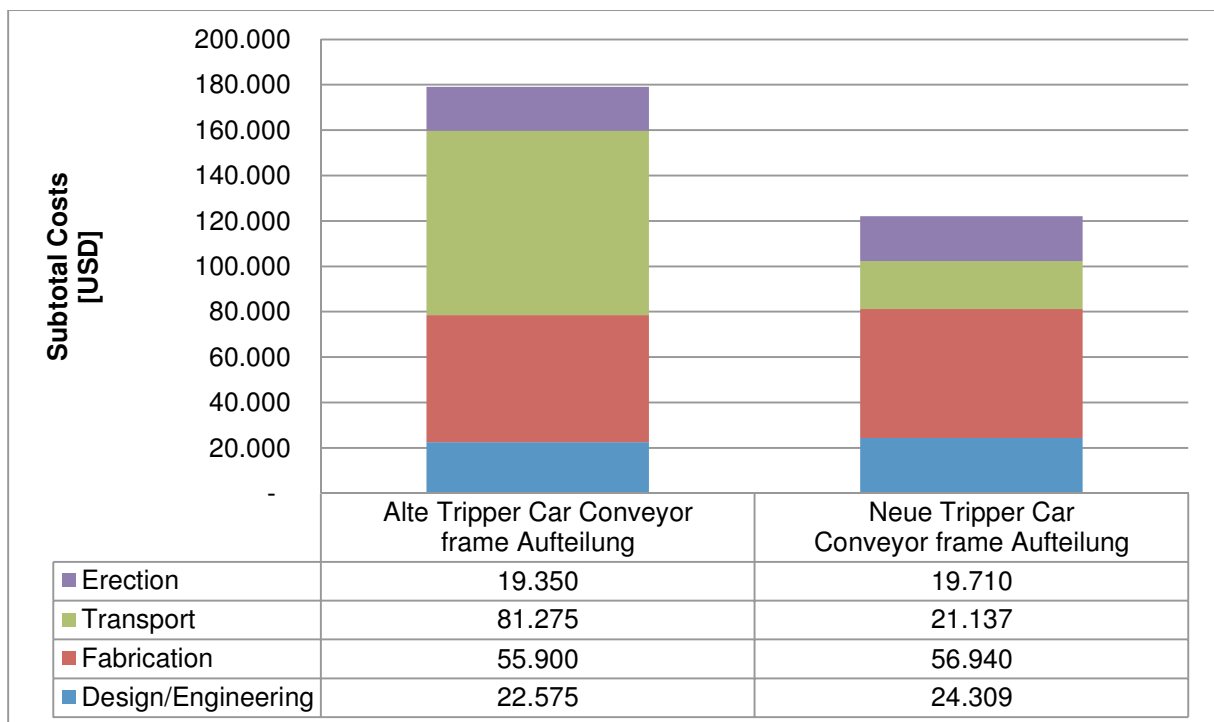


Abbildung 59: TC Conveyor Frame - Neue Teilung 2

Durch die neue Aufspaltung gelingt es auch die Überlängen zu vermeiden, wobei nur zwei zusätzliche Schraubstöße notwendig sind. Das daraus resultierende Mehrgewicht ist gering (unter 1 to), jedoch sind die Einsparungen beim Seetransport schon beachtlich, aber vor allem beim Landtransport entfaltet diese Lösung ihr volles Potential. Hier wird eine Einsparung von beinahe 57.000 USD erzielt.

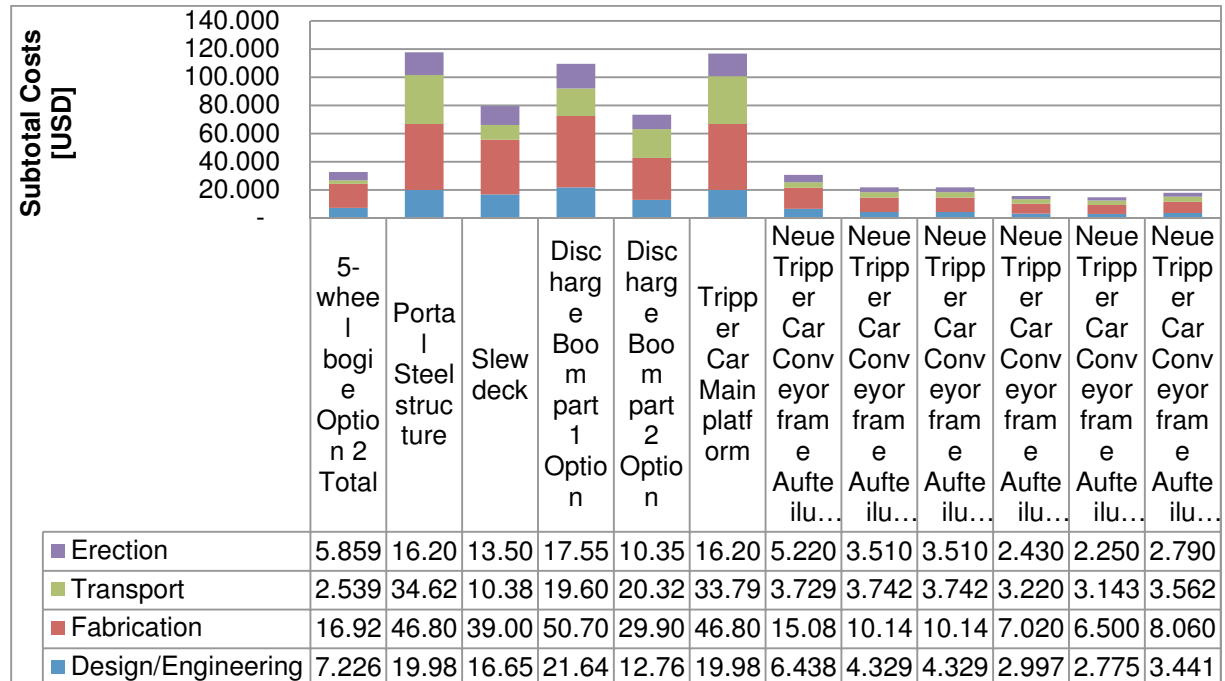
Tabelle 14: Kostengegenüberstellung TC Conveyor Aufteilung Neu



4.4 Kostenaufstellung der optimierten Sondertransportgrößen

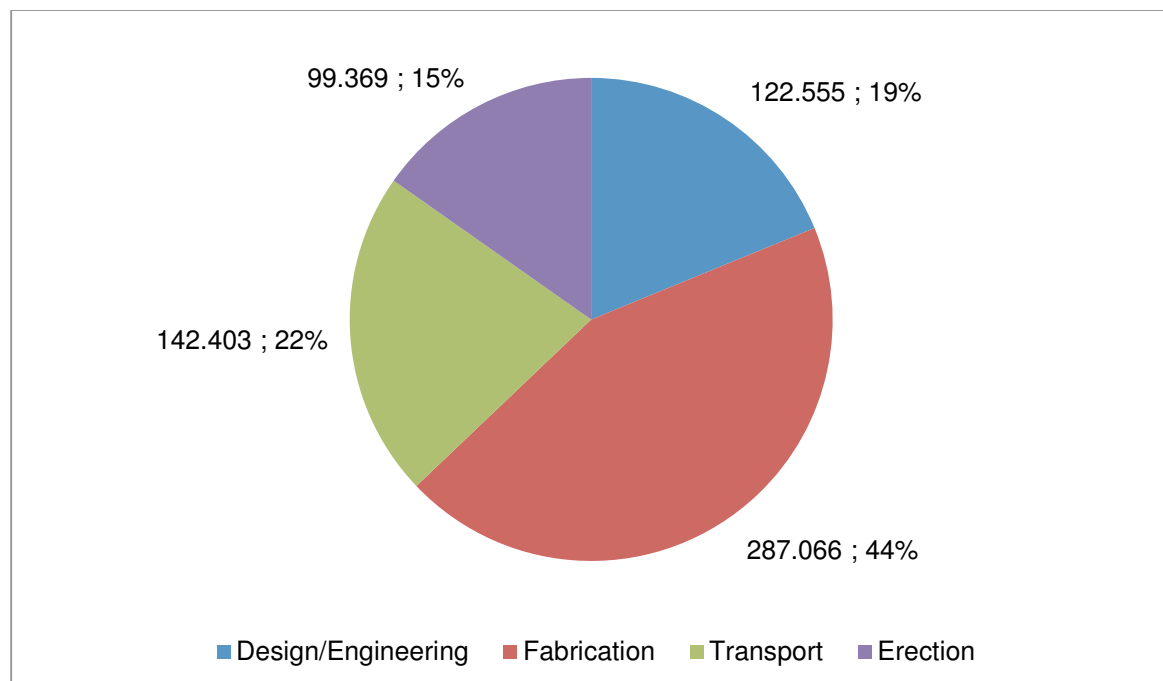
In Tabelle 15 sind nun die optimierten Lösungen berücksichtigt, jedoch auch jene, die im Original schon die optimierten Kosten hatten.

Tabelle 15: optimierte Gesamtkostenaufstellung



Aus dem unten dargestellten Tortendiagramm kann man nun die neue Verteilung erkennen. Bemerkenswert ist, dass der relative Anteil der Transportkosten von den anfangs über 31 % auf 22 % gesunken ist.

Tabelle 16: Tortendiagramm, optimierte Gesamtkostenverteilung



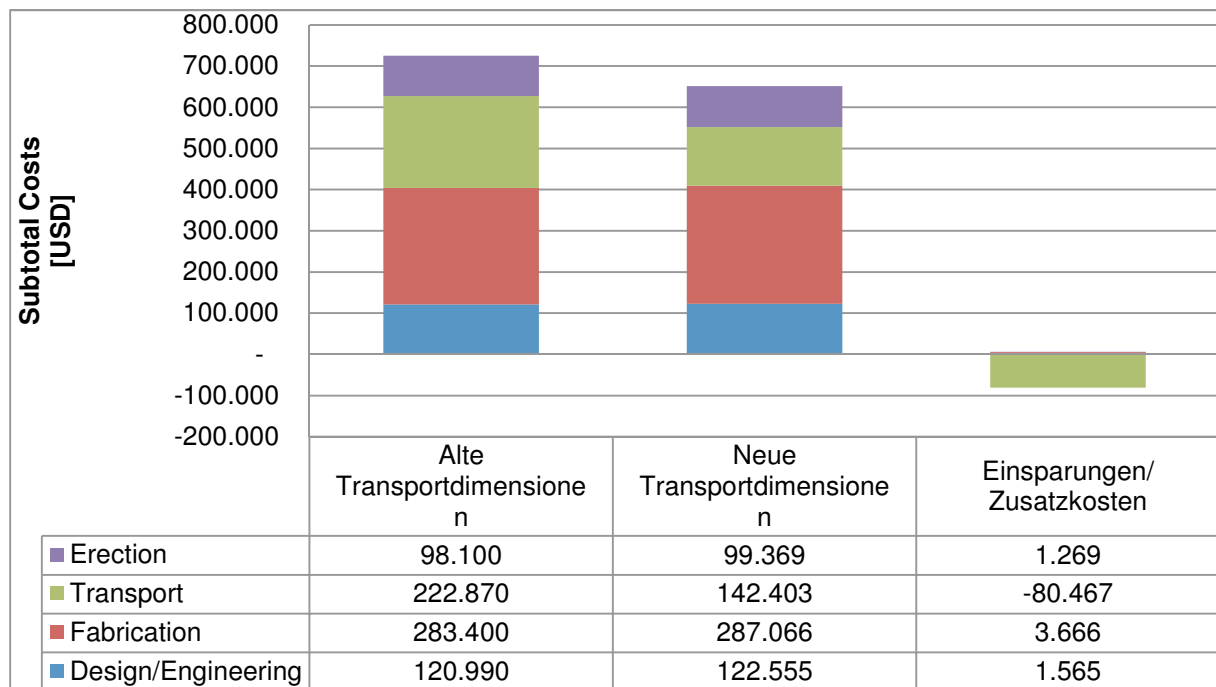
Die Montagekosten legen aufgrund des günstigen Umstandes, dass der Montage ein Kilobasispreis zu Grunde liegt, nur minimal zu.

Tabelle 17 zeigt die direkte Gegenüberstellung der alten und neuen Transportdimensionen. Durch die Änderungen wird eine Nettoersparnis von 74.000 USD erzielt. Da bei diesem Projekt zwei Maschinen im Einsatz sind, können dadurch 148.000 USD gewonnen werden.

Weiters muss noch erwähnt werden, dass aufgrund der schlechten Stapelbarkeit der Teile die Frachtrate für den Seetransport angehoben wurde. Daher wurden noch einmal 26.000 USD verschenkt, da man bei den neuen Lösungen davon ausgehen kann, dass der ursprünglich vereinbarte Preis hält. Das heißt, es ergeben sich für diese zwei Stacker Einsparungen von 174.000 USD.

4.5 Kosteneinsparung/Zusatzkosten

Tabelle 17: Kosteneinsparung/Zusatzkosten



5 Rücklader/Reclaimer

Bei dem im Projekt Hongsa eingesetzten Rücklader handelt es sich um einen Double Bucket Wheel / Double Bridge Type Reclaimer (PR300), was man in etwa mit Doppelschaufelrad-Doppelbrücken-Rücklader übersetzen kann. Die Doppelbrücke bedeutet, dass der Trolley, auf dem die Schaufelräder montiert sind, auf einer separaten Brücke befestigt ist, als der Conveyor, der in der sogenannten Conveyor Bridge eingebaut ist. Die Doppelschaufelrad-Funktion erlaubt eine harmonische Durchmischung des Stockpiles, denn wenn das eine Schaufelrad in der Mitte steht, ist das andere ganz außen am Ende der Halde und umgekehrt.

Die Kohle wird über die Schaufelräder rückgeladen und über den Conveyor an ein Ende der Maschine befördert, von wo sie über eine Schurre und einen Aufgabetisch auf das Yard Band geladen wird.

Die unten dargestellte Maschine hat ein Einsatzgewicht von ca. 396 to, die sich in 350 to Stahlbau und 46 to Komponenten wie Antriebe, Elektrik und Förderbandausrüstung teilen.

Technische Daten:

Förderleistung:	2.400 to/h
Schüttgut:	Lignite, Braunkohle
Bandbreite:	1.400 mm mit 3,5 m/s Bandgeschwindigkeit
Antriebsleistung:	55 kW Conveyor, 10x5,5 kW Long Travel Drives, 2x30 kW Carriage Drive, 2x110 kW Bucket Wheel Drive
Einsatzgewicht:	396 to

Auf den folgenden Seiten werden nun die Großteile vorgestellt, die einen Sondertransport erforderlich machen. Die im Detail beschriebenen Großteile spiegeln den aktuellen Transportstatus wider, der später für den Vergleich mit dem neuen Vorschlag berücksichtigt wird.

General Arrangement

Abbildung 60 und Abbildung 61 dienen zur besseren Visualisierung des Reclaimers von bereits ausgeführten und in Betrieb befindlichen Projekten.



Abbildung 60: Ähnlicher Reclaimer in Alcan



Abbildung 61: Ähnlicher Reclaimer in Australien

In Abbildung 62 und Abbildung 63 sind die Hauptstahlbaukomponenten des Reclaimers benannt und eingezeichnet. Es folgt eine detaillierte Beschreibung dieser Teile mit deren Anforderungen und Schwierigkeiten bei Transport und Montage.

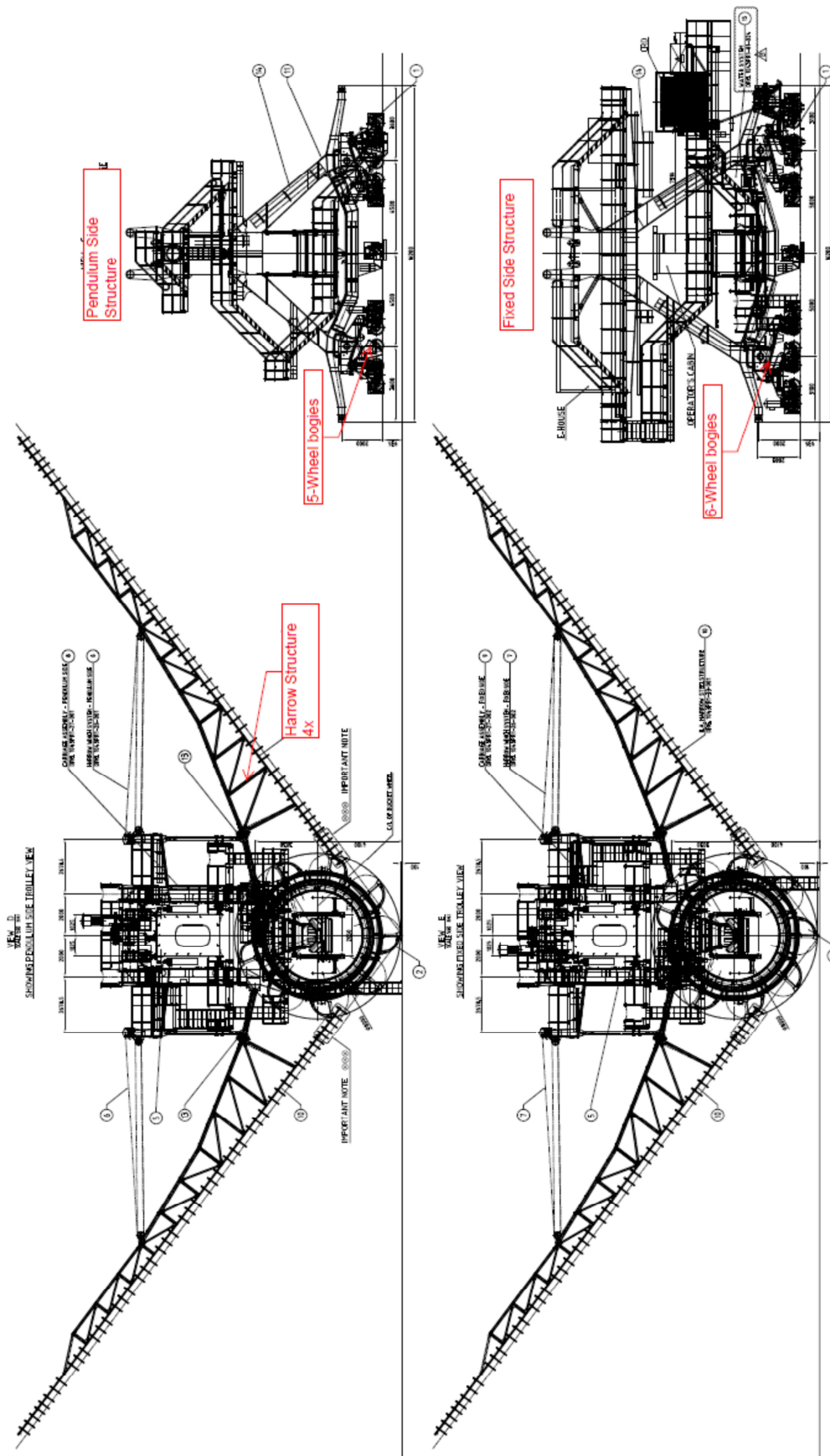


Abbildung 63: Brückenrücklader General Arrangement

5.1 Vorstellung der Hauptbaugruppen

5.1.1 Long Travel Drive (Fahrwerk)

5.1.1.1 6-Wheel Bogie

Der 6-Wheel Bogie kommt pro Maschine zwei Mal vor, weiters kommen zwei 5-Wheel Bogies zum Einsatz.

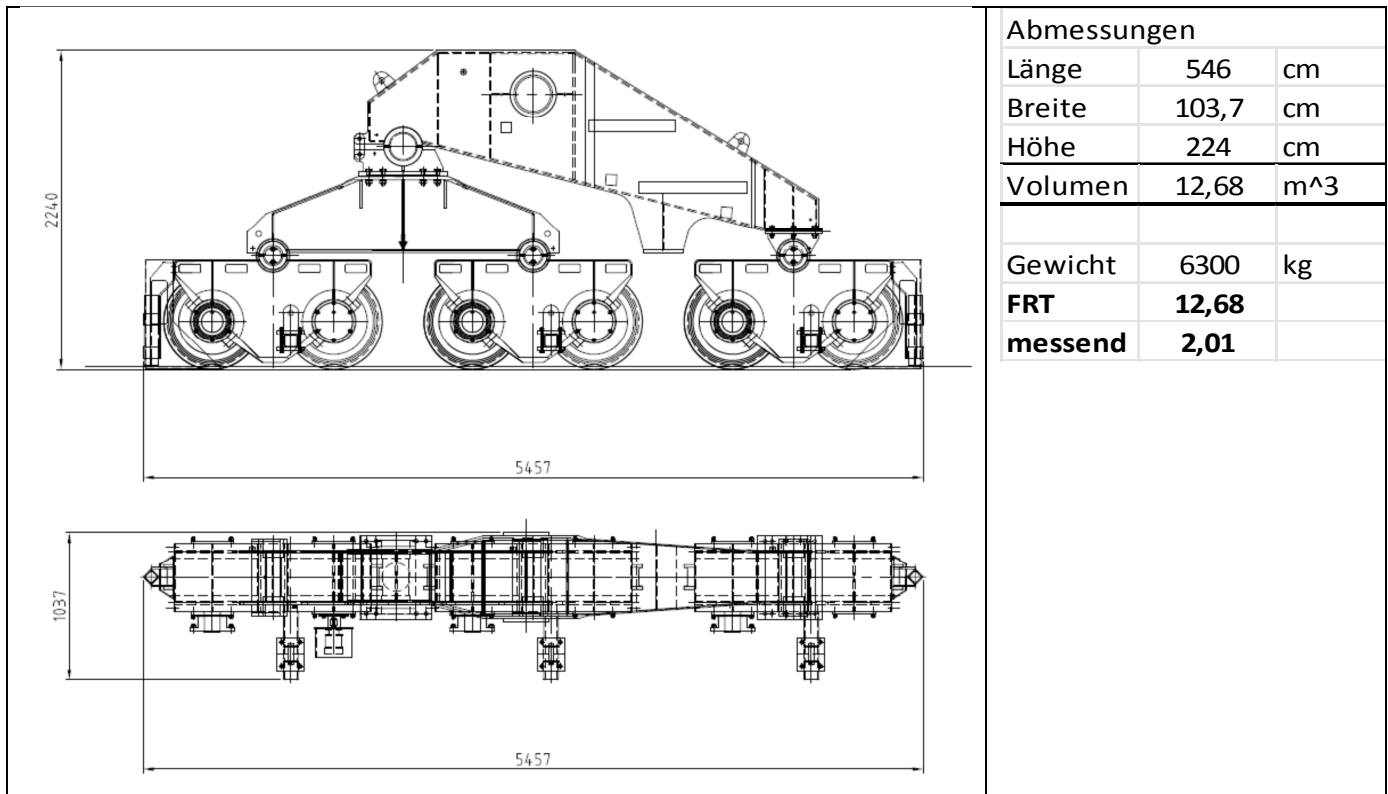


Abbildung 64: 6-Wheel Bogie

5.1.2 Main Bridge Pendulum Side

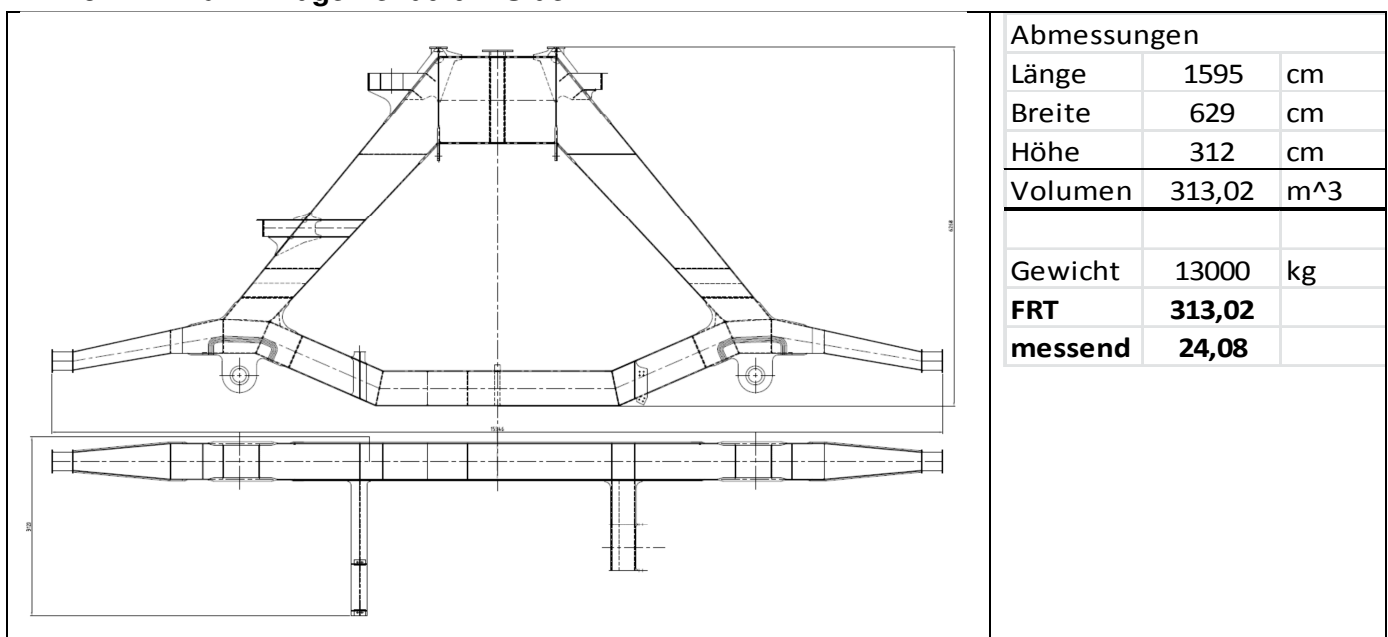
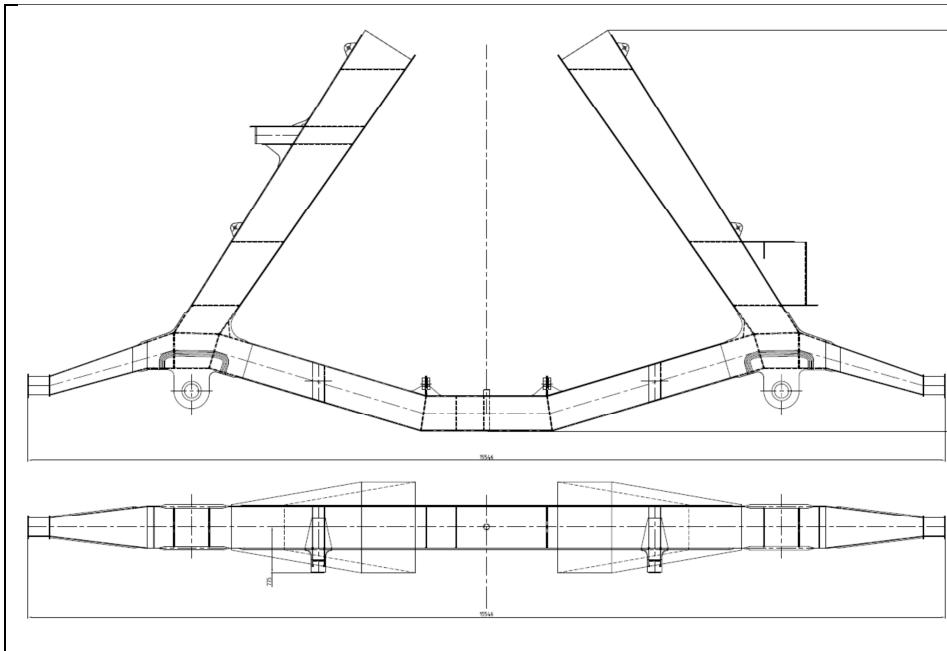


Abbildung 65: Main Bridge Pendulum Side

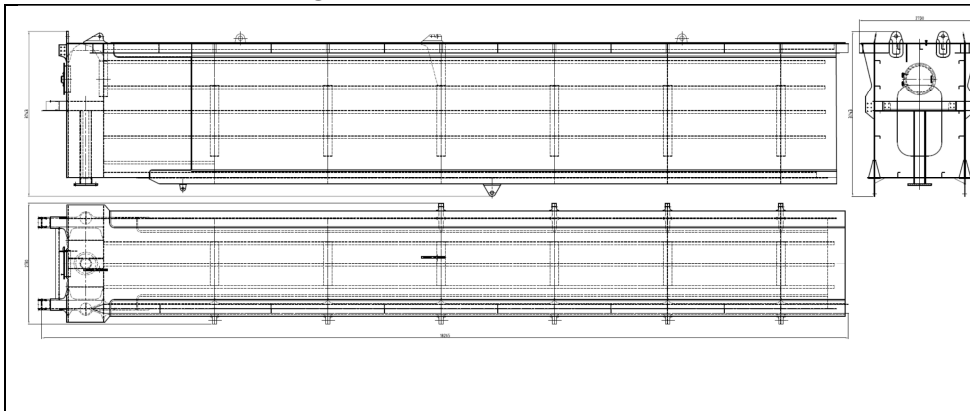
5.1.3 Main Bridge Fixed Side



Abmessungen		
Länge	1555	cm
Breite	681	cm
Höhe	155	cm
Volumen	164,14	m³
Gewicht	11000	kg
FRT	164,14	
messend	14,92	

Abbildung 66: Main Bridge Fixed Side

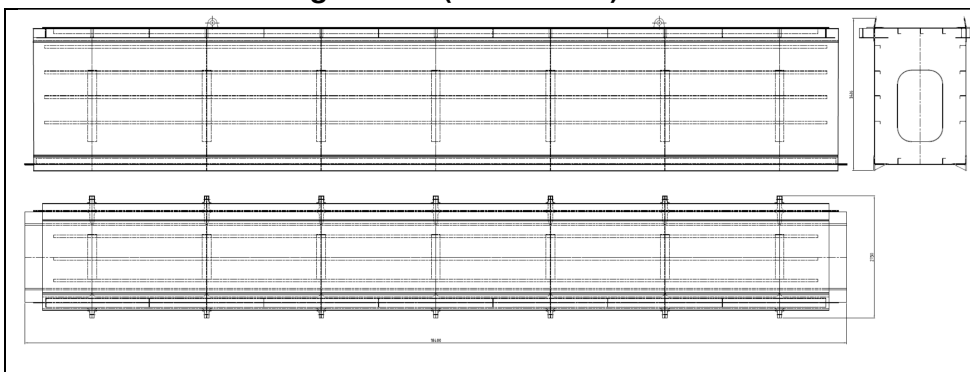
5.1.4 Main Bridge Part 1 (Pendulum Side)



Abmessungen		
Länge	1827	cm
Breite	273	cm
Höhe	374	cm
Volumen	186,54	m³
Gewicht	27000	kg
FRT	186,54	
messend	6,91	

Abbildung 67: Main Bridge Part 1

5.1.5 Main Bridge Part 2 (Middle Part)



Abmessungen		
Länge	1840	cm
Breite	273	cm
Höhe	371	cm
Volumen	186,36	m³
Gewicht	24500	kg
FRT	186,36	
messend	7,61	

Abbildung 68: Main Bridge Part 2

5.1.6 Main Bridge Part 3 (Fixed Side)

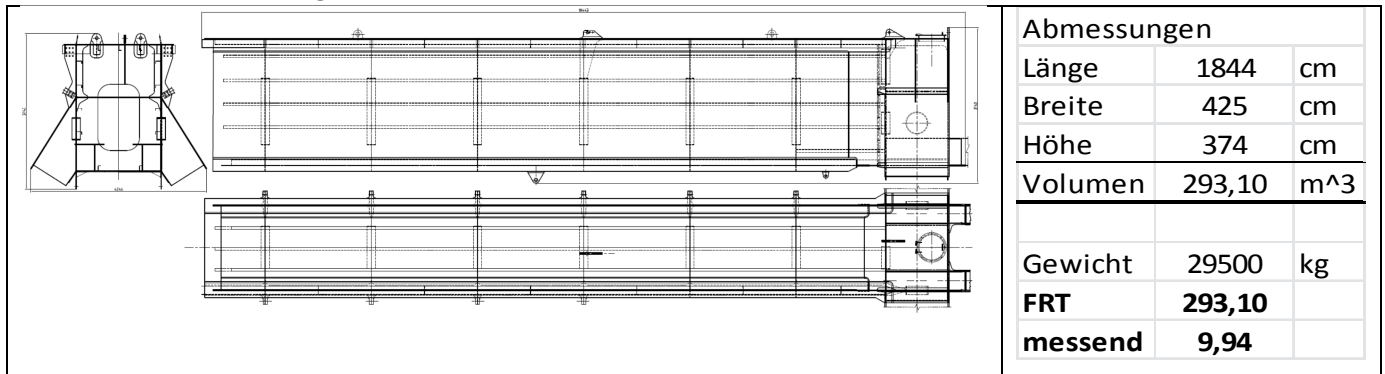


Abbildung 69: Main Bridge Part 3

5.1.7 Conveyor Bridge Part 1 (Pendulum Side)

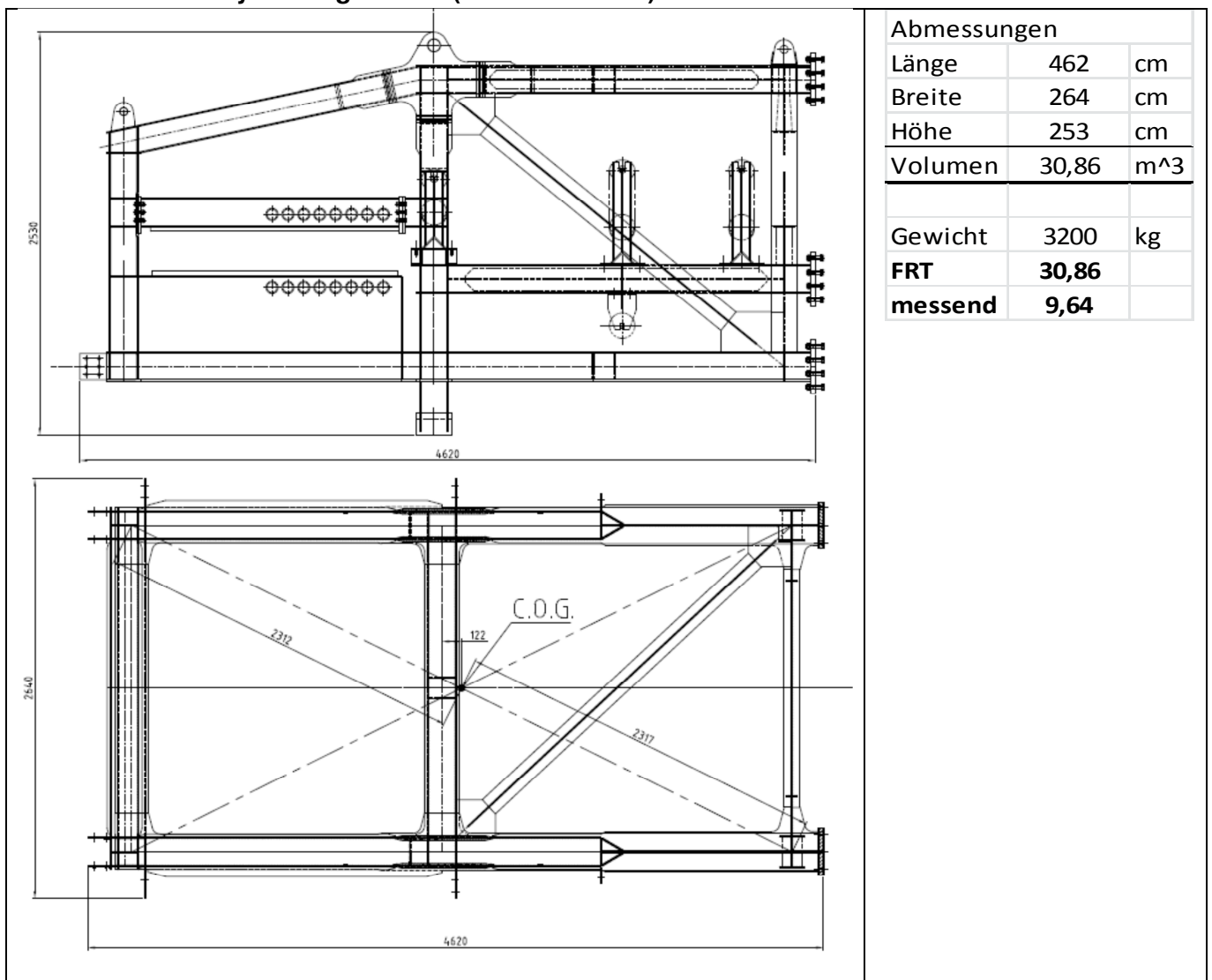


Abbildung 70: Conveyor Bridge Part 1 (Pendulum Side)

5.1.8 Conveyor Bridge Part 2

		Abmessungen		
		Länge	1917	cm
		Breite	245	cm
		Höhe	232	cm
Volumen		108,96	m ³	
Gewicht		8100	kg	
FRT		108,96		
messend		13,45		

Abbildung 71: Conveyor Bridge Part 2

5.1.9 Conveyor Bridge Part 3

Die Conveyor Bridge Part 3 wird zwei Mal zur Bildung der kompletten Förderbandbrücke benötigt. Dies wird in der entsprechenden Kostenaufschlüsselung berücksichtigt.

		Abmessungen		
		Länge	967	cm
		Breite	245	cm
		Höhe	232	cm
Volumen		54,96	m ³	
Gewicht		4250	kg	
FRT		54,96		
messend		12,93		

Abbildung 72: Conveyor Bridge Part 3

5.1.10 Conveyor Bridge Part 4

Wie Part 3 wird auch Part 4 zwei Mal benötigt, um den Ein- und Ausbau der Bucket Wheels zu erlauben. Dazu wird dieser Teil verschraubbar ausgeführt, um eine einfache Wartung zu erlauben.

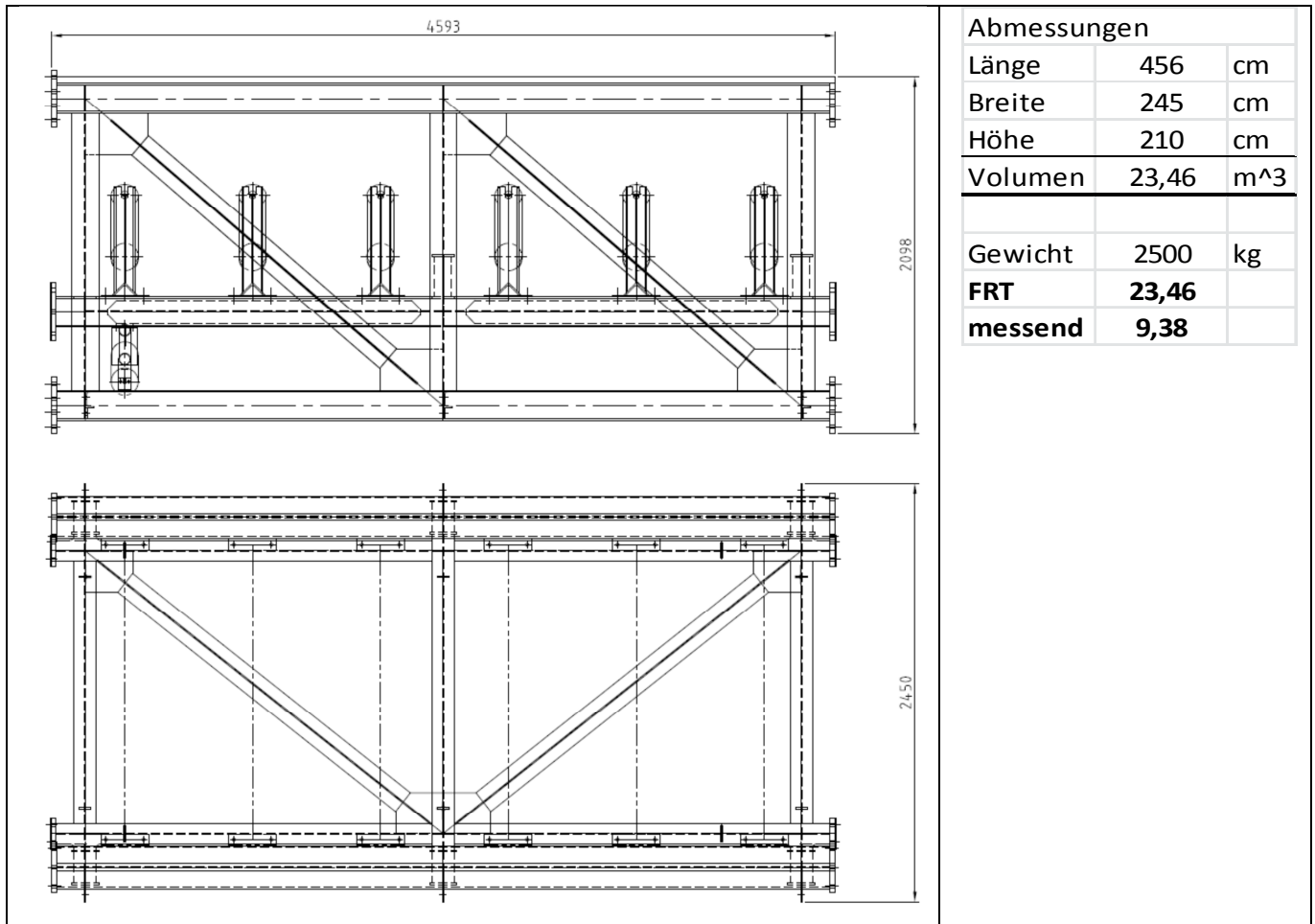


Abbildung 73: Conveyor Bridge Part 4

5.1.11 Conveyor Bridge Part 5 (Fixed Side)

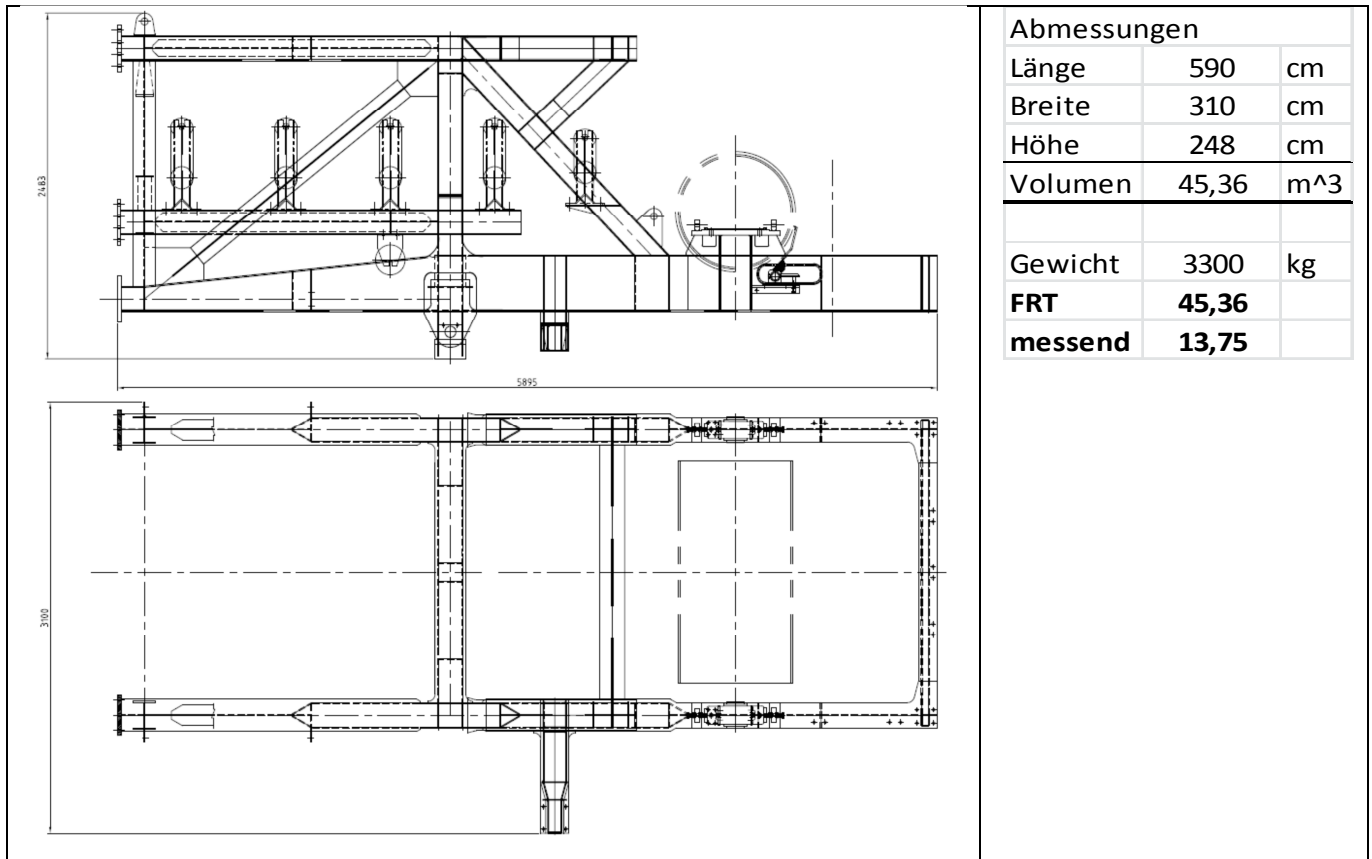


Abbildung 74: Conveyor Bridge Part 5 (Fixed Side)

5.1.12 Conveyor Drive Platform

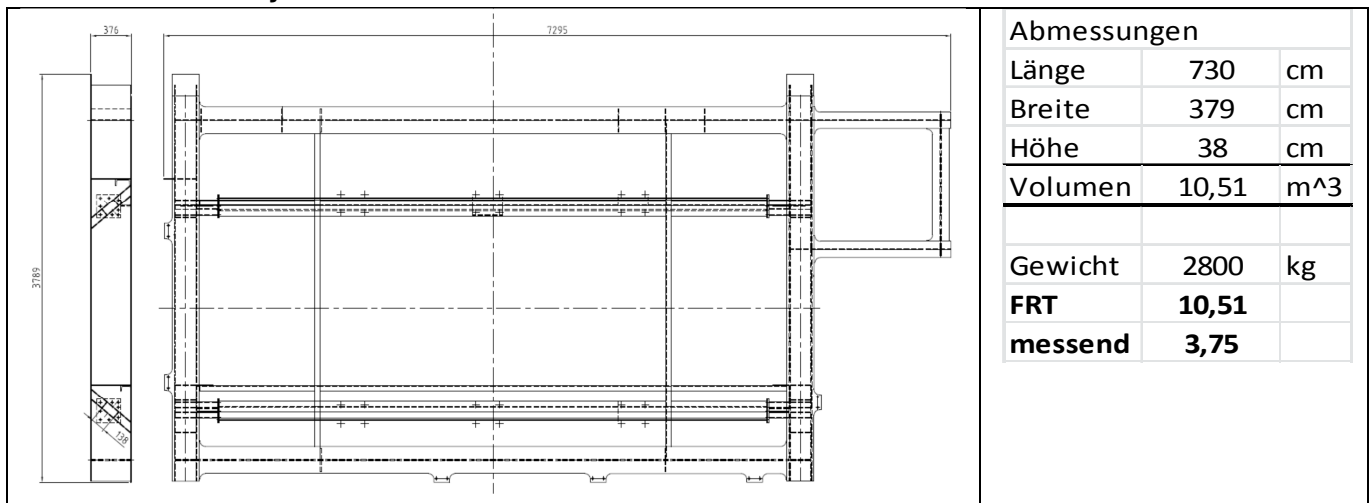


Abbildung 75: Conveyor Drive Platform

5.1.13 Carriage Top Part

Der Carriage Top Part kommt insgesamt zwei Mal auf der Maschine vor, daher wird in den Kostenberechnungen der Faktor 2 berücksichtigt.

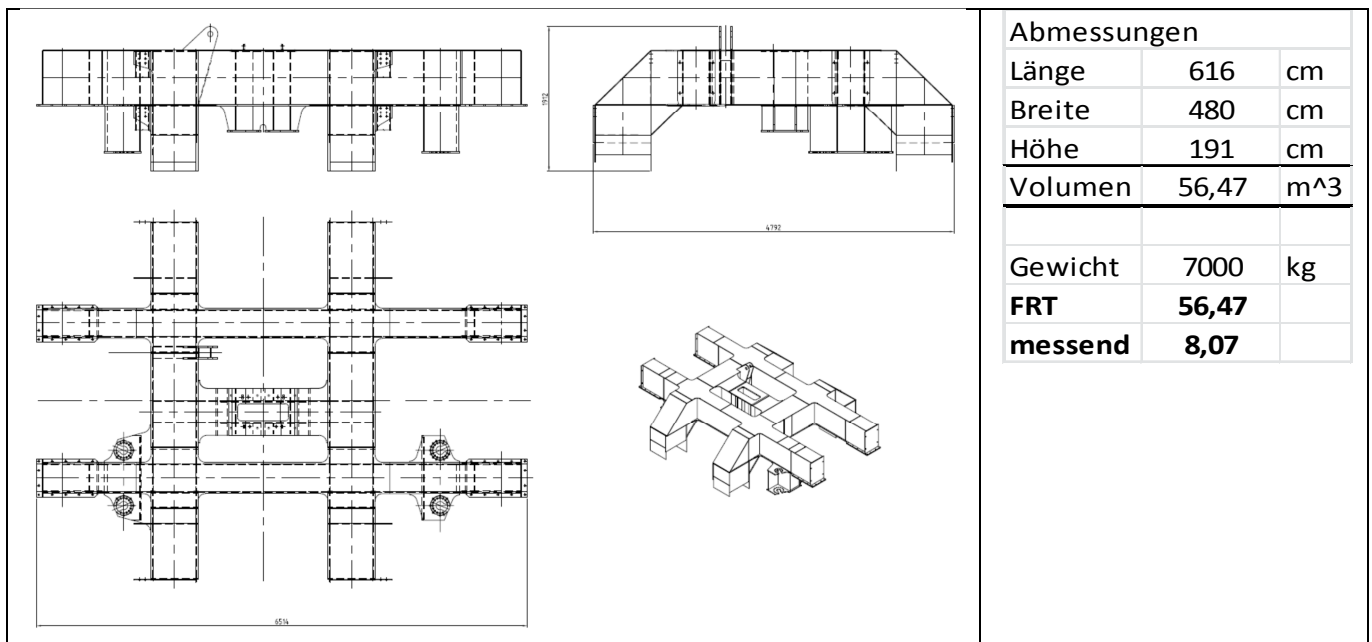


Abbildung 76: Carriage Top Part

5.1.14 Carriage Middle Part

Der Carriage Middle Part kommt insgesamt vier Mal auf der Maschine vor, je zwei Mal auf einem Top Carriage Part. Dies wird in der Kostenberechnung ebenfalls berücksichtigt.

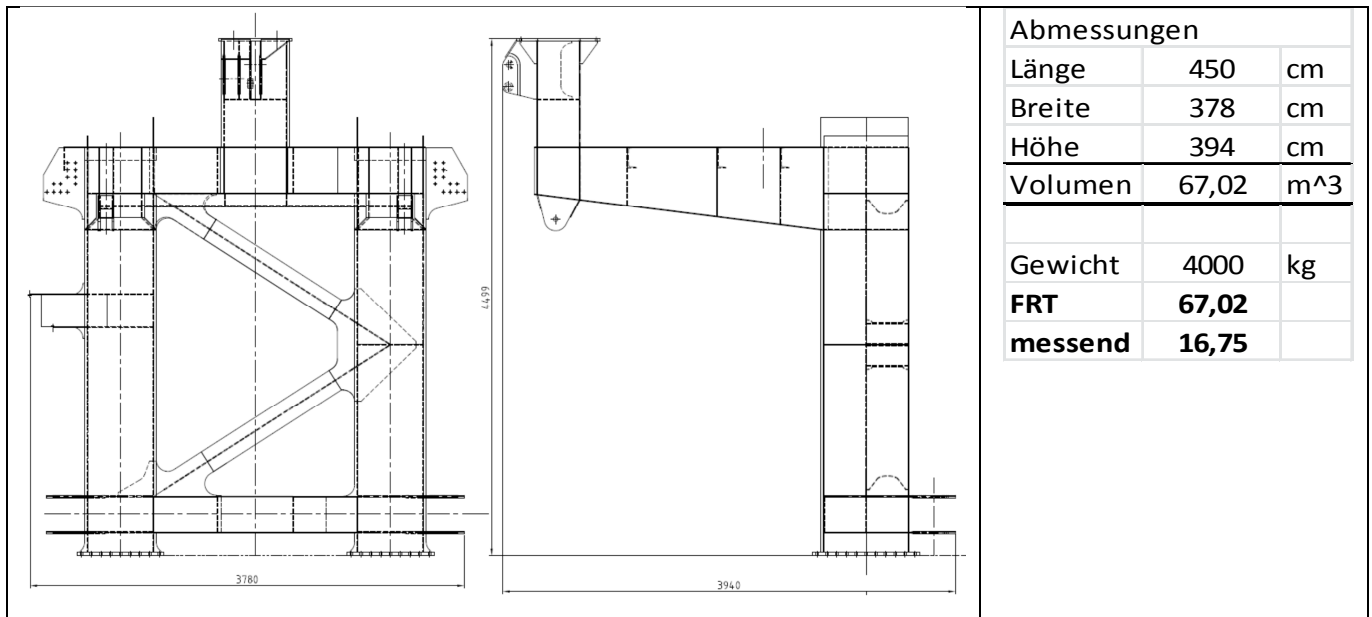


Abbildung 77: Carriage Middle Part

5.1.15 Carriage Bottom Part

Der Carriage Bottom Part kommt auf der Maschine zwei Mal vor, was in der Kostenberechnung entsprechend berücksichtigt wird.

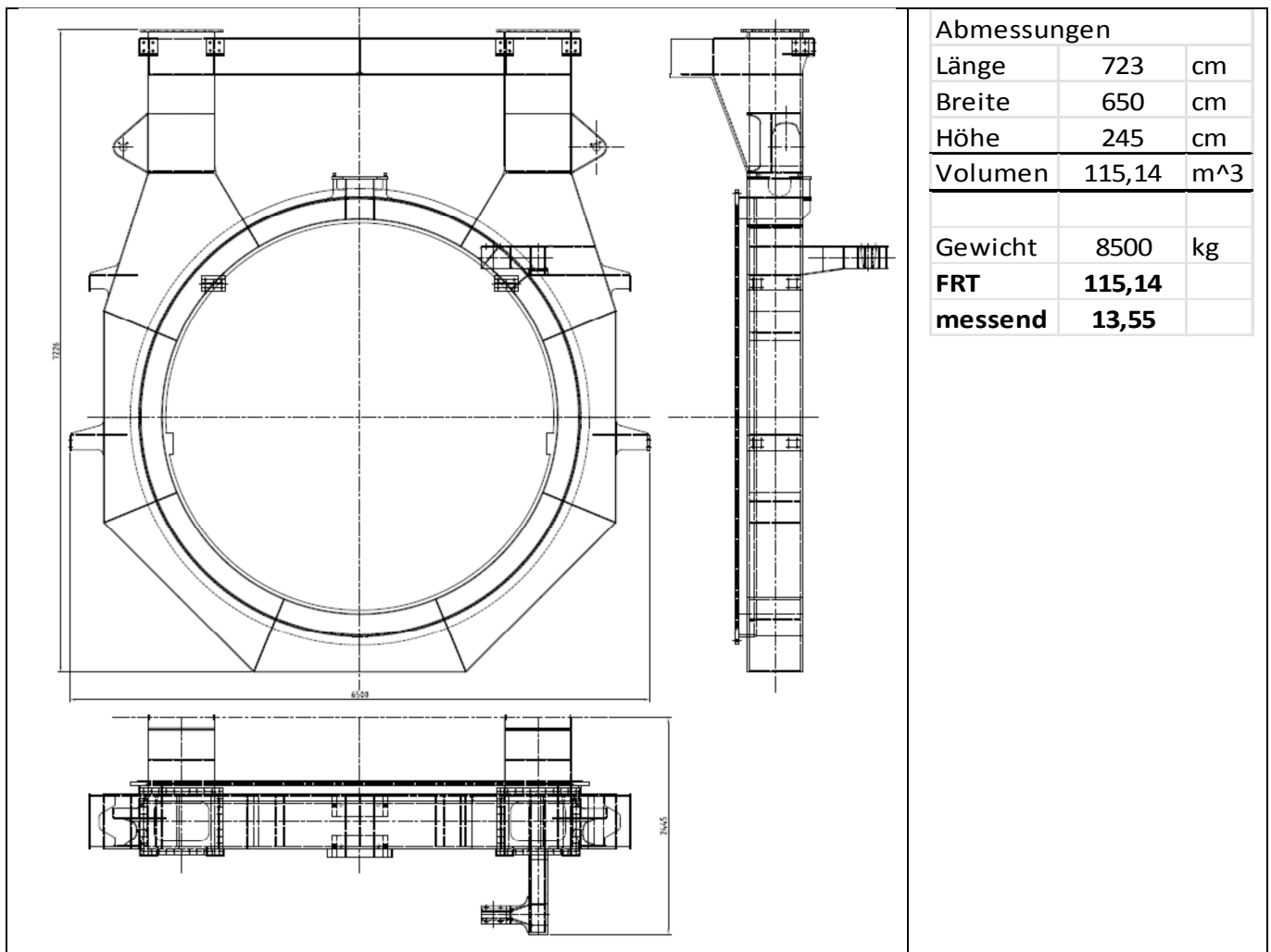


Abbildung 78: Carriage Bottom Part

5.1.16 Bucket Wheel Steel Structure

Die Bucket Wheel Steel Structure kommt auf der Maschine zwei Mal vor, was in der Kostenberechnung ebenfalls entsprechend berücksichtigt wird.

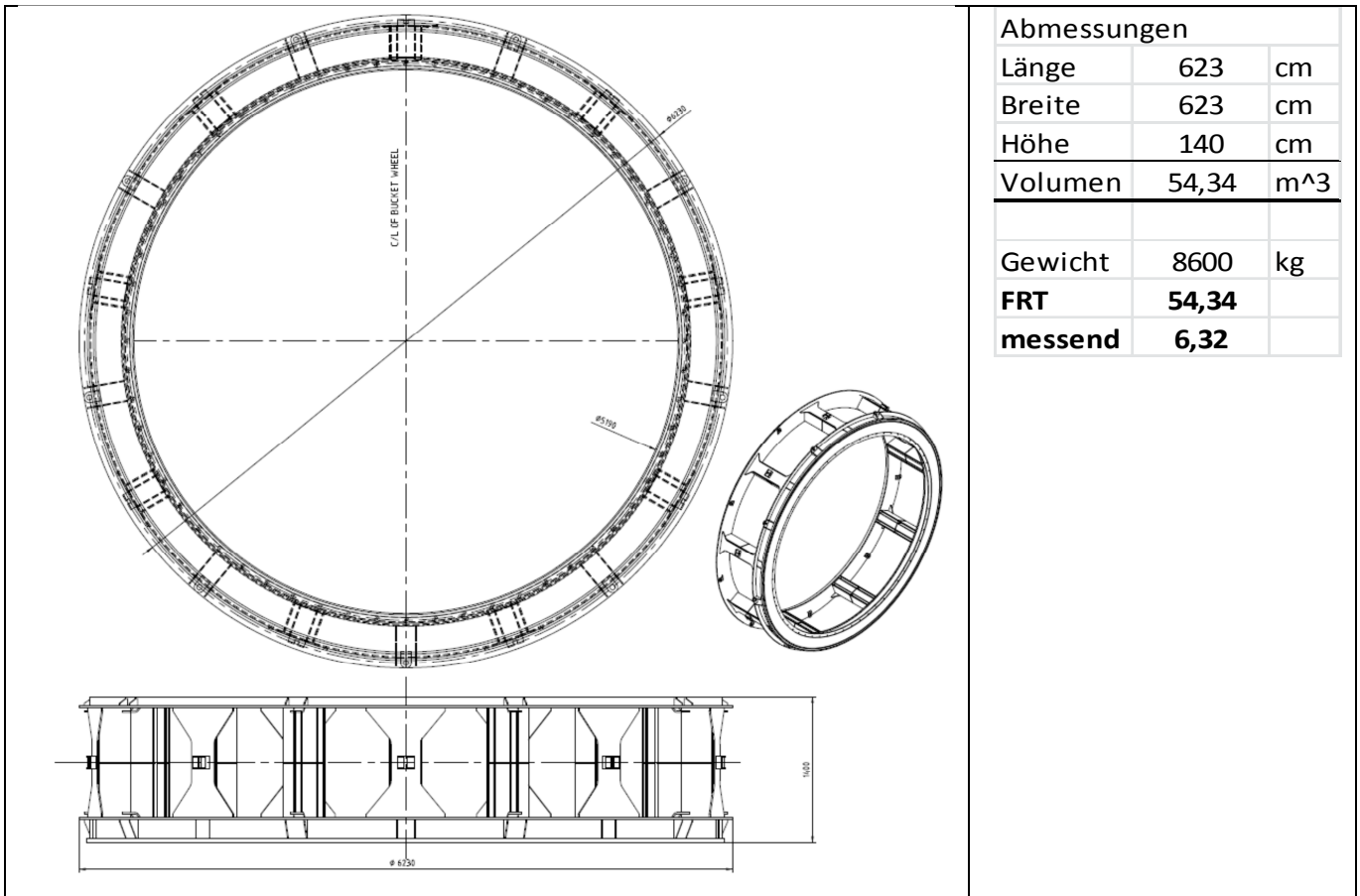


Abbildung 79: Bucket Wheel Steel Structure

5.1.17 Harrow Steel Structure

Die Harrow Steel Structure kommt insgesamt vier Mal auf der Maschine vor. Bei jedem Carriage auf beiden Seiten.

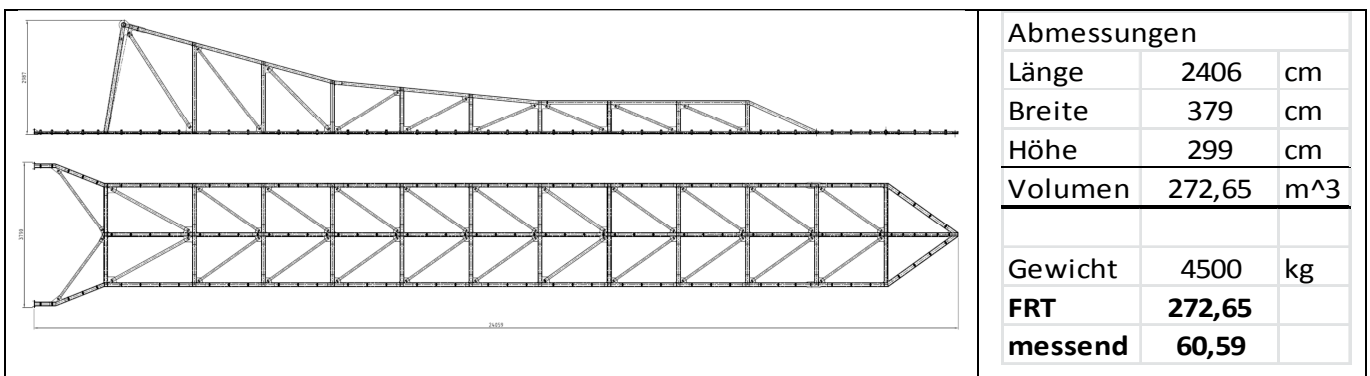


Abbildung 80: Harrow Steel Structure

5.1.18 Harrow Base Frame

Dieser kommt ebenso oft wie die Harrow Steel Structure auf der Maschine zum Einbau.

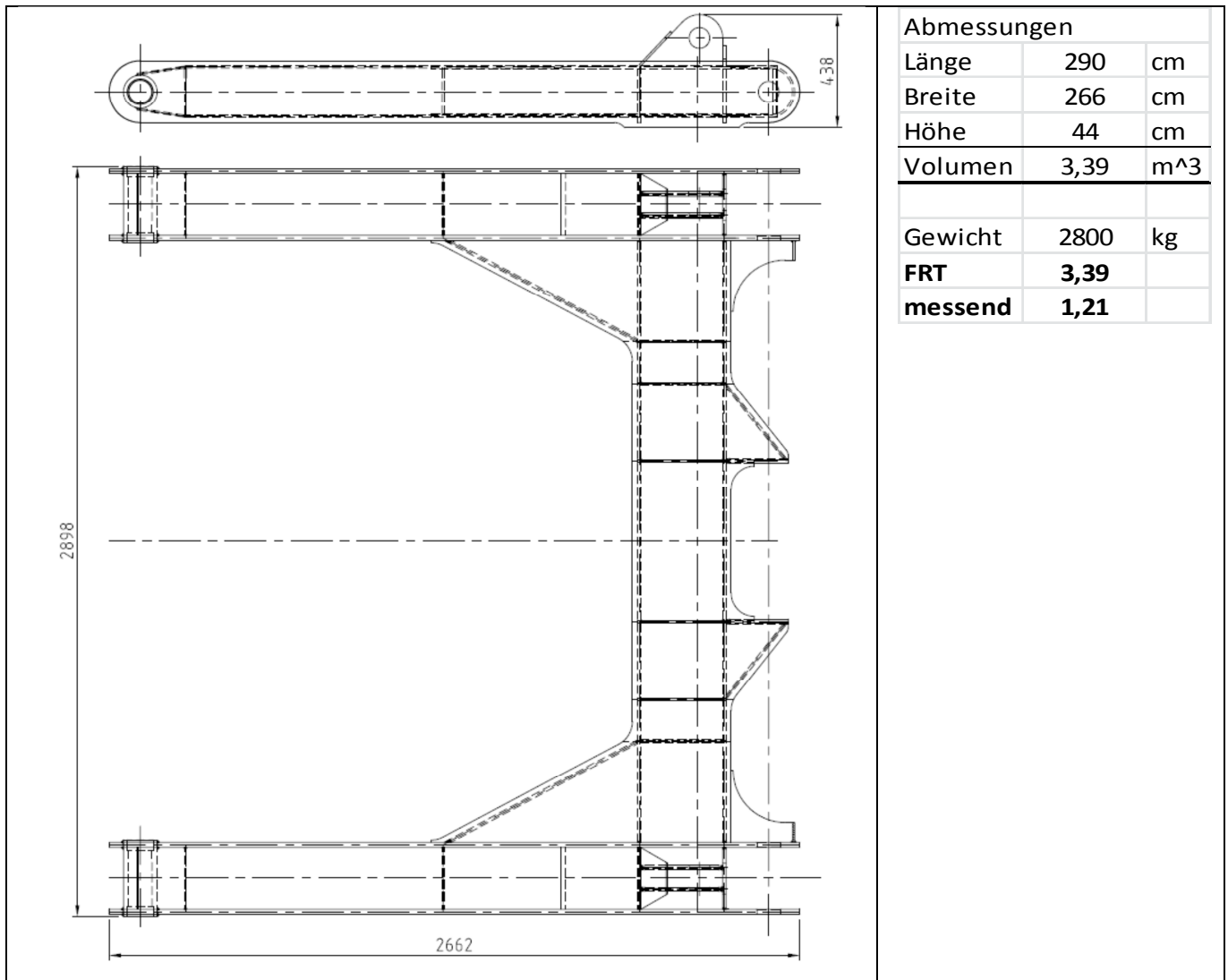


Abbildung 81: Harrow Base Frame

5.1.19 E-house and Transformer Platform

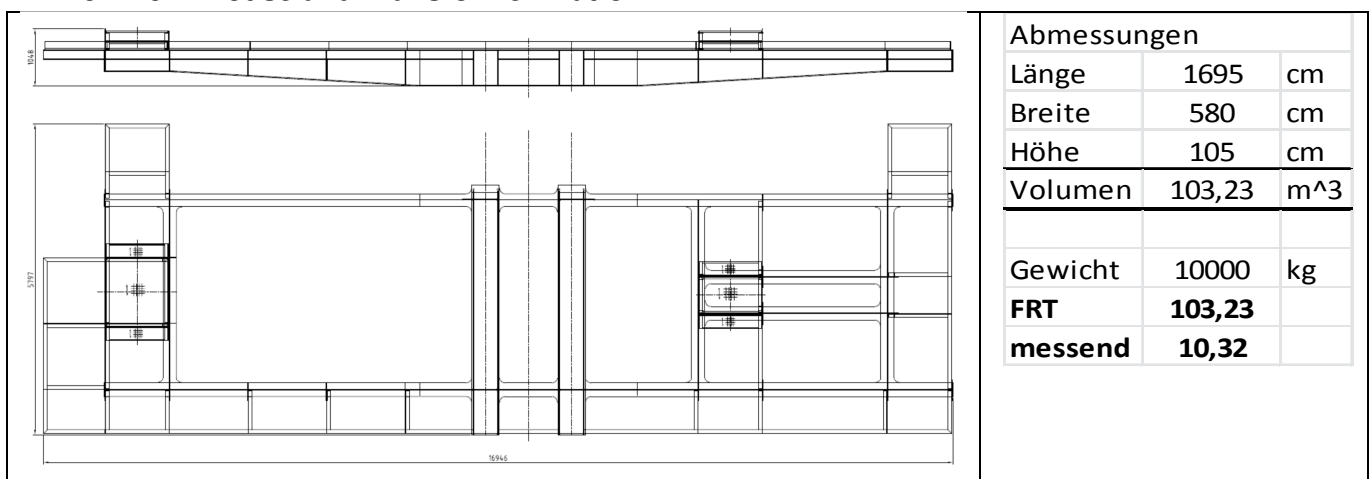


Abbildung 82: E-House and Transformer Platform

Wie man bereits an dieser überblicksmäßigen Einführung in die Sondertransportgrößen sieht, lässt sich zumindest vom transporttechnischen Standpunkt aus eine Vielzahl an Verbesserungen ableiten. In nachfolgender Tabelle werden die Kosten dieser Planung aufgeschlüsselt und bewertet. Danach werden auf Basis von Optimierungsvorschlägen die Kosten evaluiert, jedoch werden nur Vorschläge berücksichtigt, die statisch und transporttechnisch einwandfrei durchgeführt werden können.

Tabelle 18 und Tabelle 19 zeigen die Kostenaufstellung der oben vorgestellten Sondertransportteile mit dem Split in die vier Hauptbereiche Design/Engineering, Fabrication, Transport und Montage.

Tabelle 18: Kostenaufstellung Gesamt Teil 1

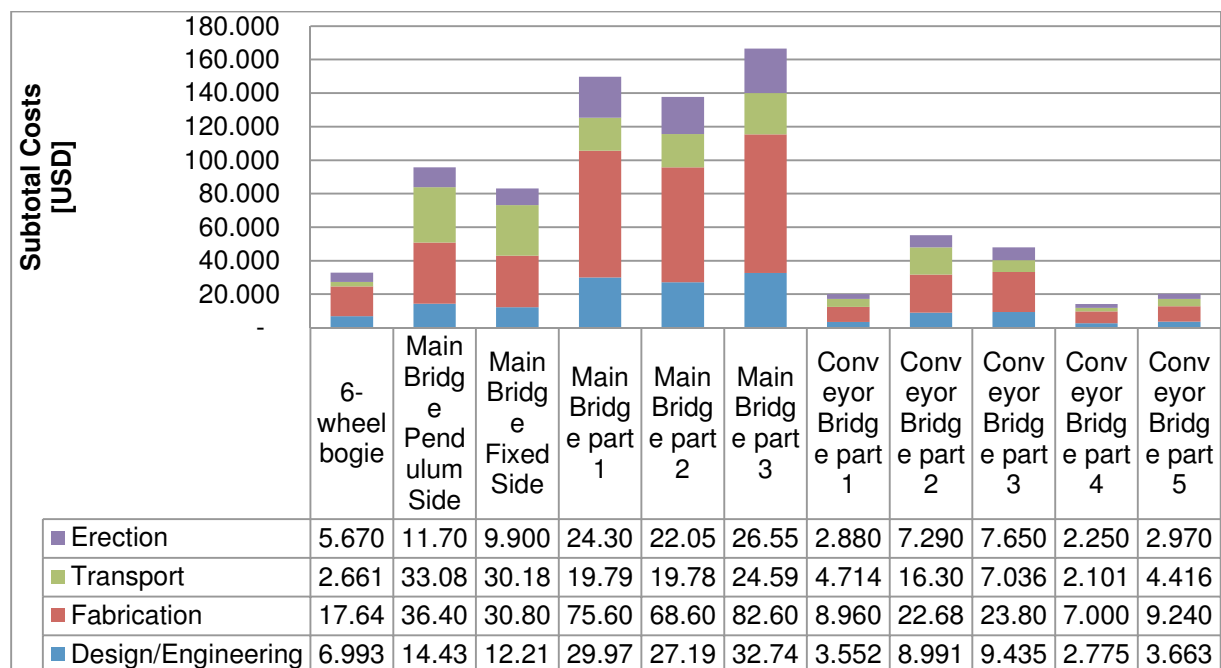
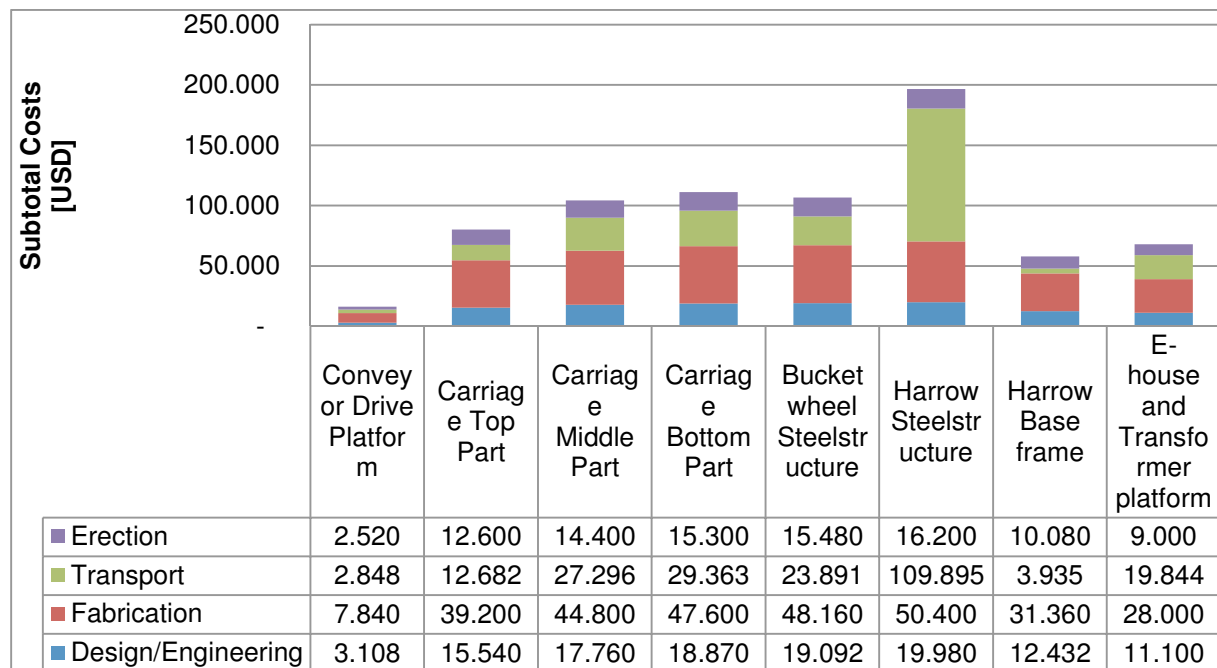


Tabelle 19: Kostenaufstellung Gesamt Teil 2



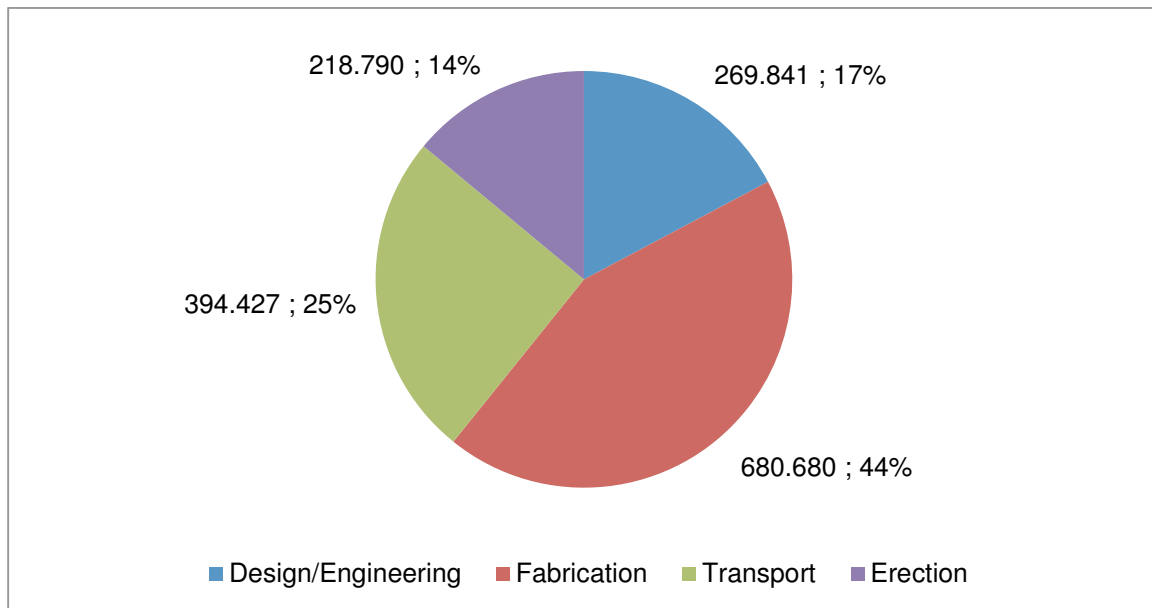
Folgende Annahmen wurden getroffen und werden auch den nachfolgenden Evaluierungen zu Grunde gelegt. Somit haben sie immer den gleich richtigen oder falschen Beitrag.

- Der Fertigungspreis für den Stahlbau beruht auf Kilobasis, was für diesen Bereich marktüblich ist.
- Die Engineering-Kosten beruhen auf einem Mittelwert zwischen europäischen Konstruktionsbüros und dem indischen Sandvik-Standort in Pune.
- Dem Seetransport liegt eine durchschnittliche Frachtrate zu Grunde. Die Landtransportkosten wurden dann Fall für Fall extra behandelt und auch hier berücksichtigt.
- Den Montagekosten liegt auch ein durchschnittlicher Kilobasispreis zu Grunde, der auch alle Krankkosten, Personalkosten etc. beinhaltet.

Wie man an Tabelle 20 ablesen kann, liegt der Anteil der Transportkosten bei 25 %, jedoch jener der Montagekosten bei diesen Lösungen nur bei knapp 14 %. Dieser große Unterschied deutet auf eine unausgewogene Aufteilung der Kosten hin. Die Fertigungskosten dominieren und könnten nur mehr über Gewichtseinsparungen bzw. einen billigeren Stahlbau-Zukauf gesenkt werden, was beides aus heutiger Sicht als unrealistisch eingestuft werden muss, da der hier erzielte Fertigungspreis schon unter dem derzeit durchschnittlichen Marktpreis liegt und die Maschinen schon am Auslegungslimit sind. Die Engineeringkosten könnte man nur durch vermehrten Einsatz von modularen Baukastensystemen bzw. vermehrter 3D CAD Programm-Nutzung reduzieren.

Man muss jedoch festhalten, dass, im Gegensatz zum Stacker, hier nur bei einigen Teilen wirklich Handlungsbedarf besteht, da einige Bauteile zwar Übergröße haben, diese jedoch in der Länge beschränkt sind, wodurch wieder andere Teile auch am Transport Platz haben und dadurch der Nachlauf nur anteilig zugerechnet werden darf bzw. muss.

Tabelle 20: Tortendiagramm Gesamtkosten



Auf Basis der Ergebnisse des Ist-Zustandes wird man bei der Evaluierung vor allem darauf achten, die Transportkosten zu reduzieren und die Montagekosten konstant zu halten, um dadurch die optimierten Kosten für das Bauteil finden zu können.

Es gilt noch festzuhalten, dass, solange die Dimensionen, obwohl schon Übergröße, in einem vertretbaren Rahmen bleiben, die Transport- und Montagekosten ausgewogen sind (siehe 6-Wheel Bogie und Main Bridge). Weiters werden hier auch bereits die beim Stacker getroffenen Verbesserungen bzw. Festlegungen übernommen, sodass gleiche Bauteile nicht nochmals evaluiert werden.

5.2 Untersuchte Optionen

Wie eingangs schon erwähnt, werden nur jene Optionen näher betrachtet, die statisch wie auch transporttechnisch einwandfrei durchführbar sind.

5.2.1 6-Wheel Bogie

Wie auch beim Stacker wäre eine Lösung mit schraubbaren Drehmomentenstützen ratsam, um die Breite in den Griff zu bekommen. Jedoch hat dies hier noch einen geringeren Einfluss als beim Stacker, da der Bogie länger baut und der verlorene Raum über den Bogies die bestimmende Größe ist. Beim 6-Wheel Bogie ist in der derzeitigen Lieferdimension also bereits das Optimum erreicht.

5.2.2 Main Bridge Pendulum Side

Bei der Main Bridge Pendulum Side ergibt sich nur die Möglichkeit die Supports für die Walkways separat zu liefern. Eine Teilung wäre auf der Baustelle extrem arbeitsintensiv und

zeitaufwändig. Die separat gelieferten Walkways führen zu einer deutlichen Reduktion der Höhe, was sich auch bei den um 75 % niedrigeren Frachttonnen und daher direkt im Seetransport auswirkt. Beim Landtransport wird dagegen kein Sparpotential erreicht, da die bestimmende Größe der Überbreite gleich bleibt.

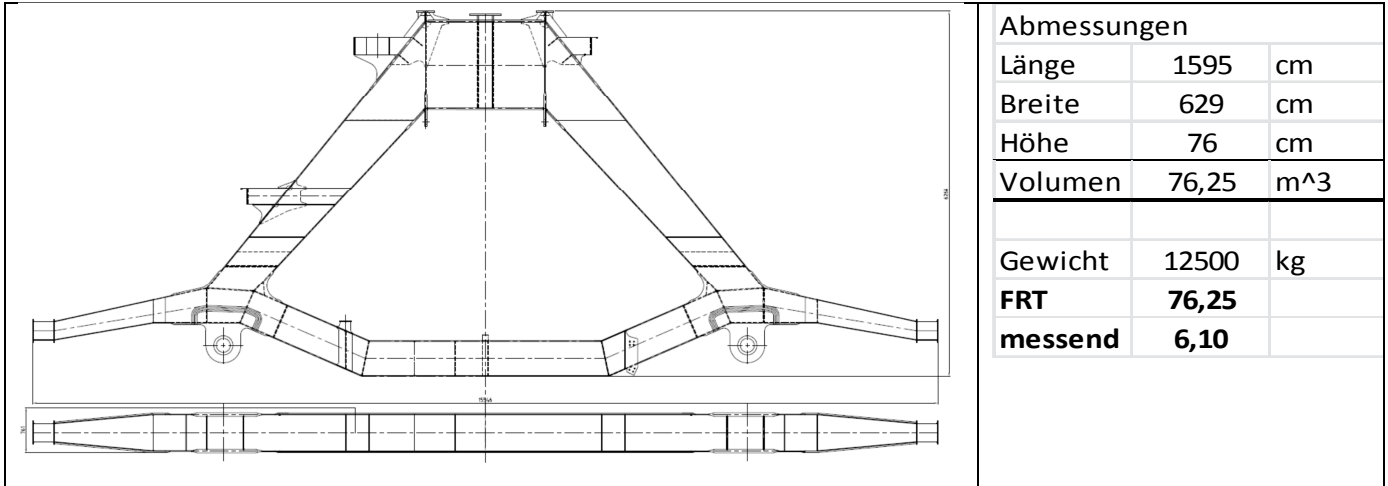
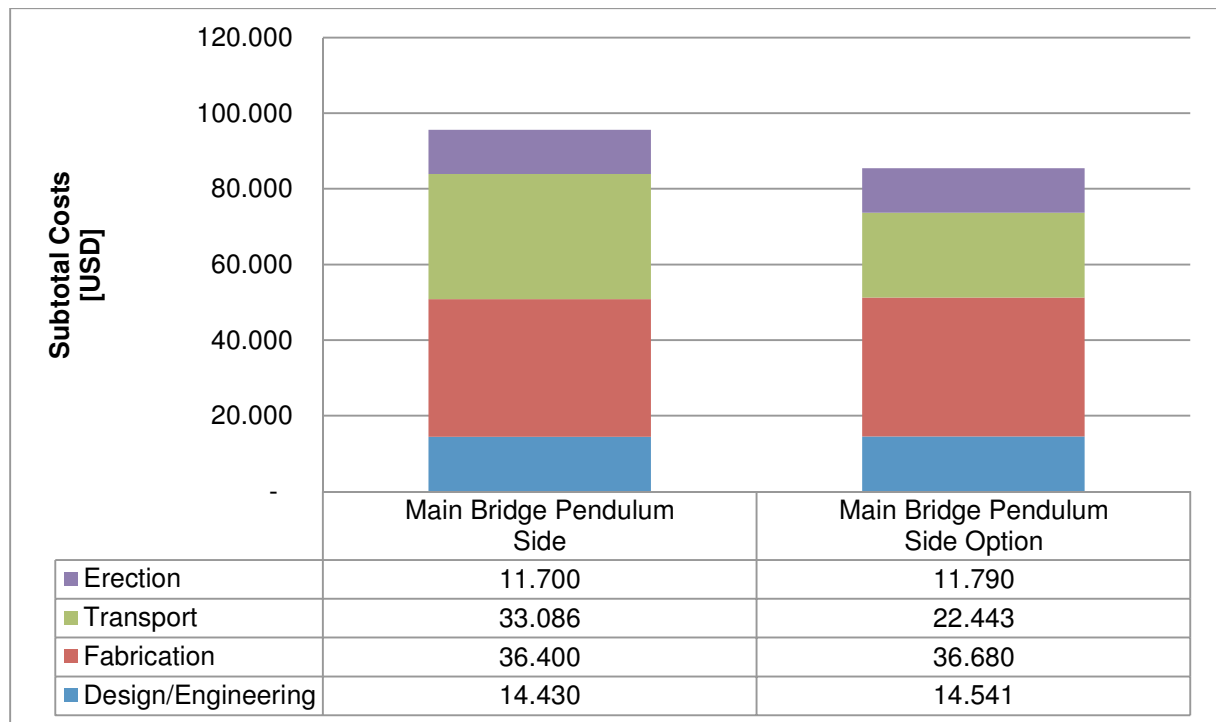


Abbildung 83: Main Bridge Pendulum Side Option

Tabelle 21: Kostengegenüberstellung Main Bridge Pendulum Side



Dennoch können knapp über 10.000 USD eingespart werden.

5.2.3 Main Bridge Fixed Side

Bei der Main Bridge Fixed Side gilt hinsichtlich der weiteren Zerteilung dasselbe wie für die Pendulum Side. Da hier auch keine sonstigen Anbauten notwendig sind, bleibt die Struktur wie ursprünglich geliefert bestehen. Eine weitere Zerteilung wäre nur ein Nullsummen-Spiel, wobei der Zeitverlust durch die Schweißarbeiten sowie auch das verlagerte Risiko auf die

Baustelle noch gar nicht berücksichtigt sind. Die Einsparungen von ca. 10.000 USD beim Transport würde jedoch wiederum für den erhöhten Montageaufwand verbraucht werden.

5.2.4 Main Bridge Part 1, 2, 3

Wie man aus den eingangs dargestellten Zeichnungen erkennen kann, ist die Struktur der Main Bridges sehr kompakt und mit 18 m Länge in einer vernünftigen Teilung. Weiters weisen die Teile mit einem messend von unter 10 hervorragende Werte auf. Die einzige Möglichkeit würde darin bestehen die Länge der Brücke in noch mehr Einzelteile zu splitten, dies hätte jedoch nur Nachteile, da die Montagekosten noch weiter steigen würden und die Ersparnis der Transportkosten dies nicht deckt. Weiters liegen bei diesen Teilen die Montagekosten bereits über den Transportkosten. Daher ist die Schlussfolgerung, diese Teile so zu belassen.

5.2.5 Conveyor Bridge Part 1, 2, 3, 4, 5

Bei der Conveyor Bridge muss man vor allem die technische Notwendigkeit mancher Teilungen berücksichtigen. Die Conveyor Bridge besteht aus insgesamt 7 Teilen, wobei die Teile 3 und Teil 2 miteinander verschweißt werden und die Teile 1 an 4, 4 an 3, bzw. 4 an 5 verschraubt werden.

Daher müssen folgende Teilungen als installations- bzw. wartungsnotwendig angesehen werden: Part 1, Part 4 und Part 5.

Man kann nur die Lage der Schweißstelle zwischen dem Teil 2 und 2-mal den Teilen 3 beeinflussen. Der Part 3 ist bereits in der Größenordnung einer Standardlieferdimension, jedoch könnte, über die Verschiebung des Schweißstoßes um ein Feld, der Part 3 die zulässige Länge von 12 m komplett ausnutzen und beim Part 2 werden ca. 4,5 m Länge reduziert, was einen billigeren Landtransport mit sich bringt. Die Seetransportkosten bleiben ident, da auch die Frachtonnen als Gesamtes ident bleiben.

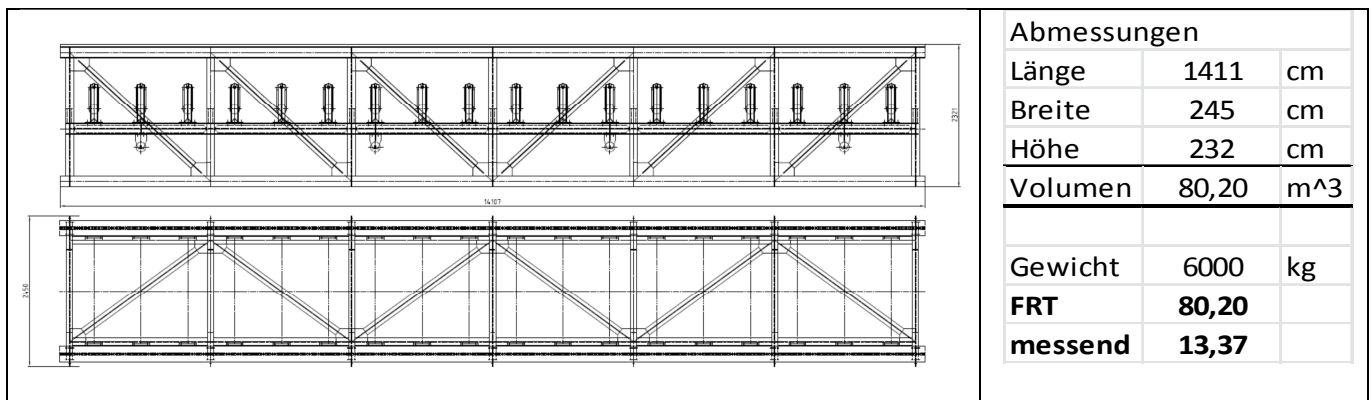
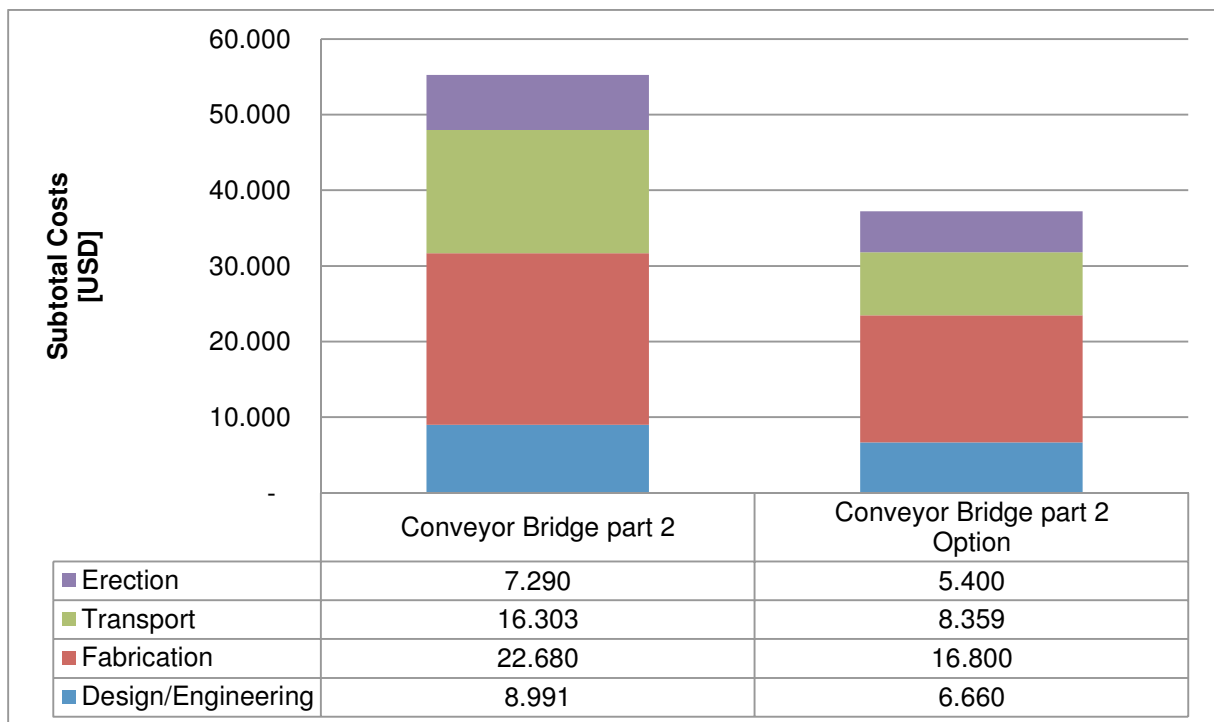


Abbildung 84: Conveyor Bridge Part 2 Option

Tabelle 22 zeigt die Kostengegenüberstellung der vorhandenen mit der optimierten Lösung.

Tabelle 22: Kostengegenüberstellung Conveyor Bridge 2



Wie man sehr deutlich sehen kann, gehen die Transportkosten um 50 % zurück, ebenso die Fabrication-Kosten aufgrund des verringerten Gewichtes.

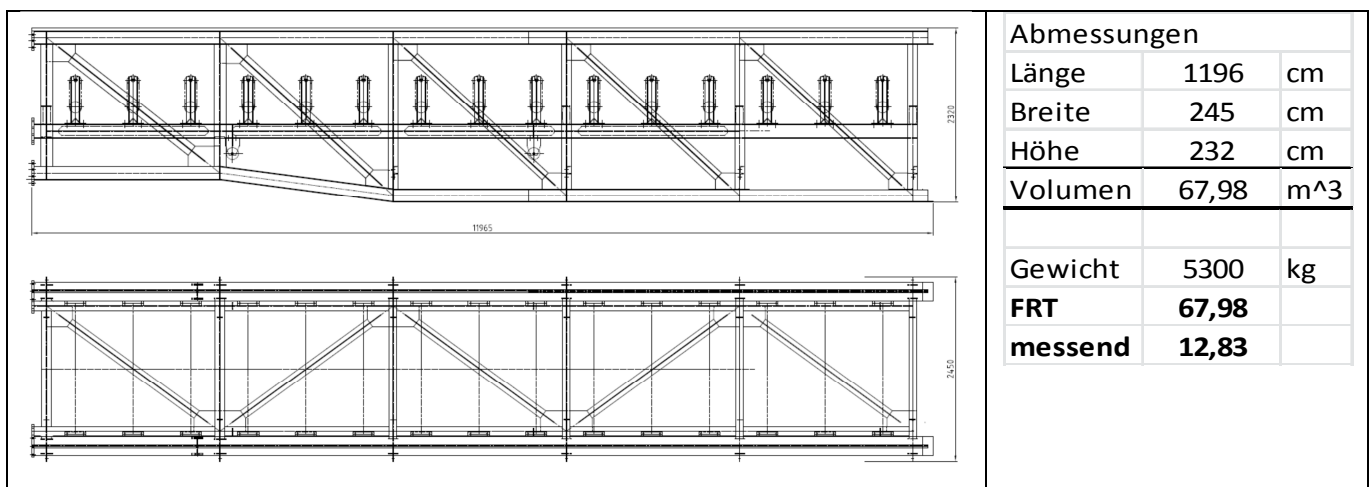
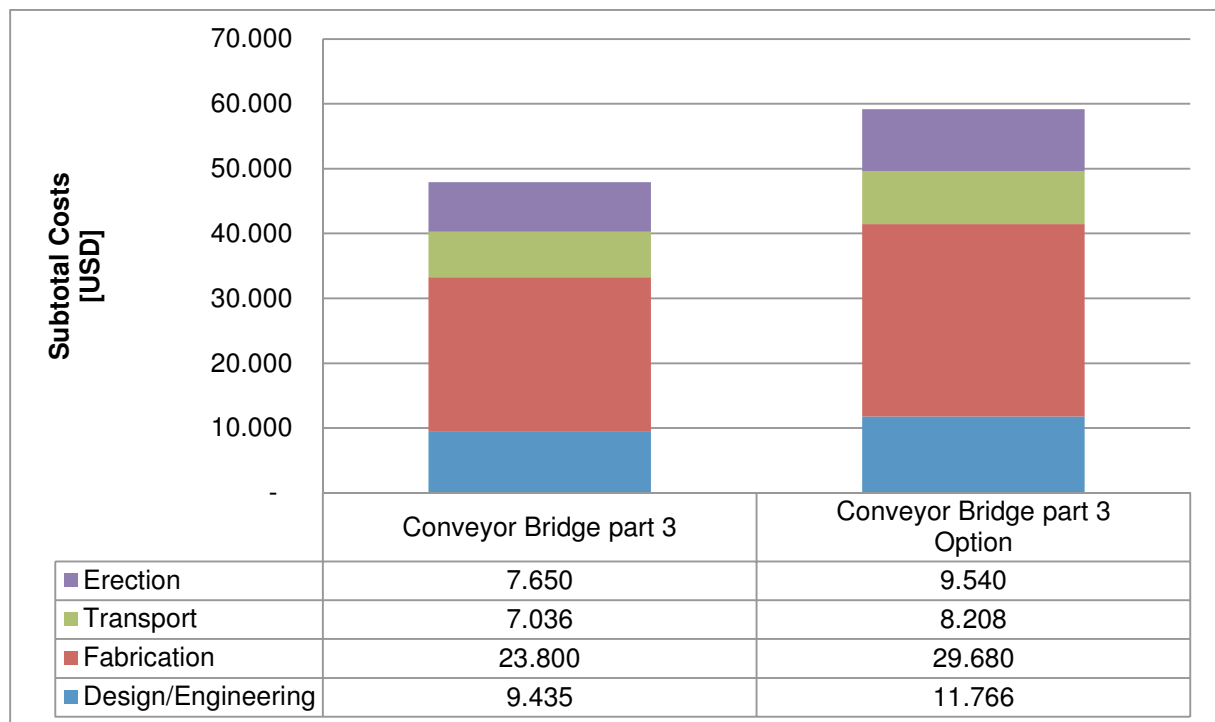


Abbildung 85: Conveyor Bridge Part 3 Option

Tabelle 23: Kostengegenüberstellung Conveyor Bridge Part 3



Was beim Part 2 durch die veränderte Lage des Schweißstoßes an Gewicht reduziert wurde, muss hier natürlich dazukommen, deshalb die gestiegenen Fabrication-Kosten. Wie man sieht, nimmt der Transport nur leicht zu, alle anderen Kosten sind nur solche, die von einem zum anderen Teil verschoben werden.

Man spart sich beim Part 2 rund 18.000 USD, wobei beim Part 3 Mehrkosten von 11.200 USD entstehen. Dennoch bleibt eine Ersparnis von 6.800 USD übrig.

5.2.6 Conveyor Drive Platform

Bei der Plattform wird, aufgrund der geringen Kosten, kein Einsparungspotential erkannt, daher verbleibt diese Größe so wie eingangs dargestellt.

5.2.7 Carriage Parts

Die Carriage Parts sind ein gutes Beispiel dafür, dass die ursprüngliche Konstruktion bereits zerteilt werden musste, um diese überhaupt transportfähig zu machen. Daher wird bei dem Top Part sowie auch dem Middle Part kein weiteres Optimierungspotential gesehen, da es vor allem beim Middle Part zu zeitaufwändigen Baustellenschweißungen kommen würde. Man könnte nur den auskragenden Arm über einen Schweißstoß an die Struktur anbinden, da dies jedoch dann zwei Mal pro Middle Part gemacht werden müsste, kämen pro Maschine insgesamt 8 zusätzliche Schweißstöße dazu. Die daraus resultierenden Mehrkosten würden durch die Minderkosten beim Transport nicht gedeckt sein, da von diesen Teilen immer zwei Stück pro Landtransport transportiert werden können, und sich daher die Kosten für den Landtransport halbieren und sich das Einsparungspotential damit verringert.

Beim Carriage Bottom Part kommt, wie auch beim Stacker Slew Deck, die Genauigkeit des Bauteiles dazu. Der Carriage Bottom Part wird maschinell bearbeitet, um eine genaue und kreisrunde Auflagefläche für das Slew Bearing des Bucket Wheels zu haben.

5.2.8 Bucket Wheel

Hier gilt gleiches wie für den Carriage Bottom Part. Da hier der Außenring des Slew Bearings fixiert wird, ist auch dieser maschinell bearbeitet und eine Teilung würde erhebliche Mehrkosten bei der Montage sowie auch Zeitverlust auf der Baustelle bedeuten. Dies ist das äquivalente Problem wie für die Teile des Stackers, die das Slew Bearing aufnehmen.

5.2.9 Harrow Steel Structure

Wie man aus der Tabelle 19 deutlich ersehen kann, ist der Harrow die bestimmende Größe, vor allem auch dadurch, dass er auf dieser Maschinenkonfiguration vier Mal benötigt wird.

Beim Harrow wollen wir uns zwei Optionen anschauen. Die erste und einfachste ist eine Teilung in der Länge, damit die Überlänge auf Standarddimensionen zurückgeht.

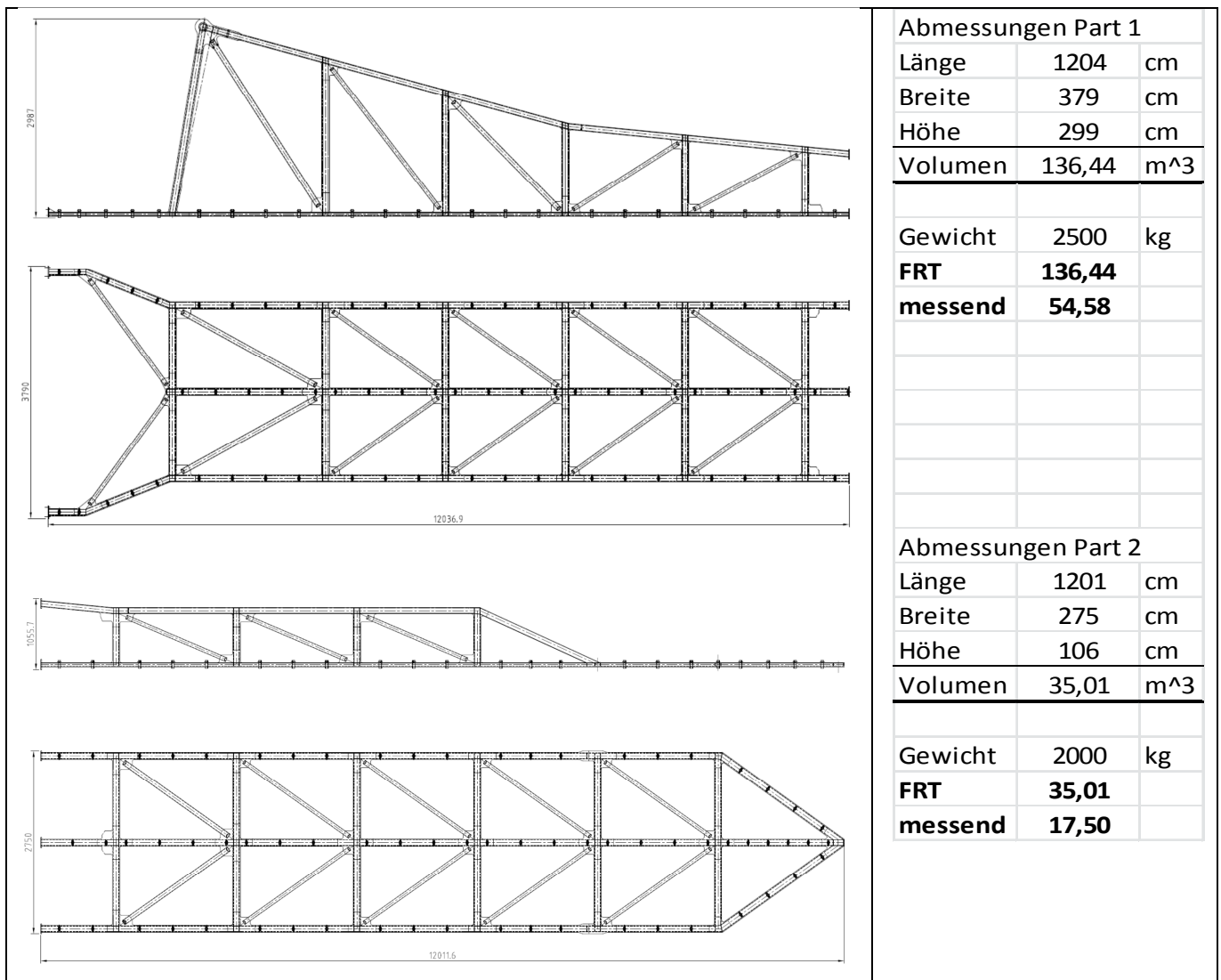
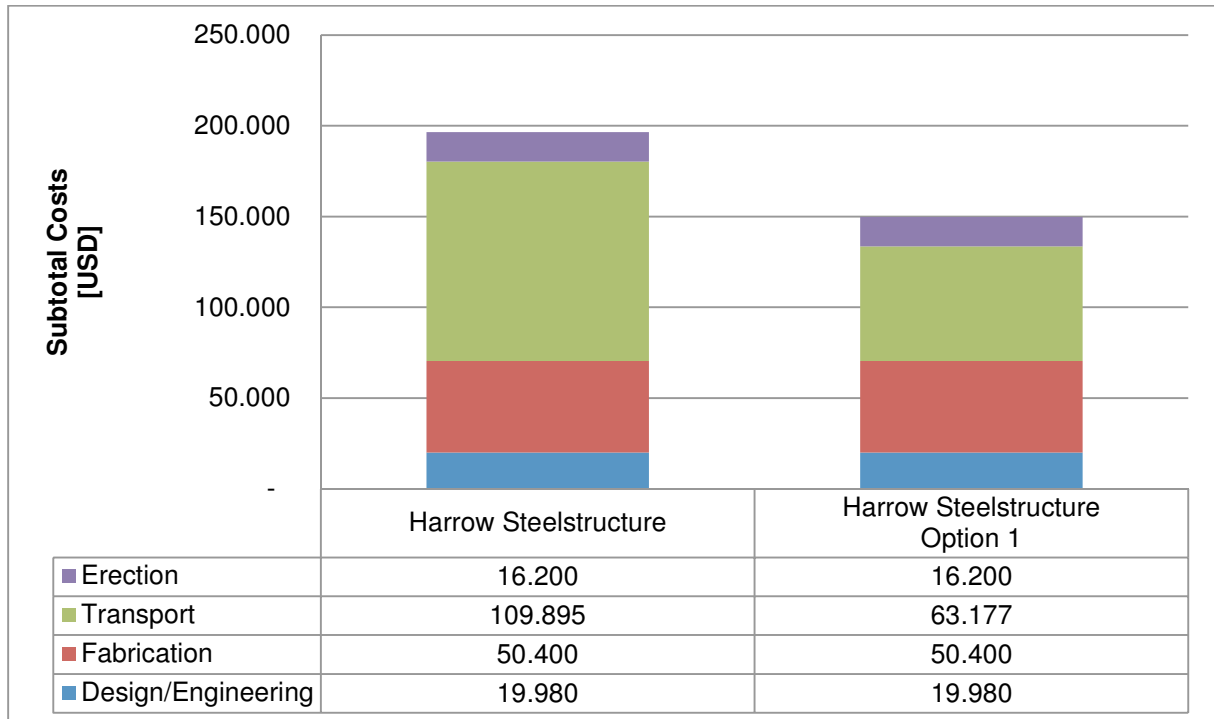


Abbildung 86: Harrow Steel Structure Option 1

Wie man folgender Gegenüberstellung entnehmen kann, ist die Ersparnis beim Transport enorm. Alle anderen Kosten bleiben von der Änderung unberührt, da kein Mehrgewicht erwartet wird.

Tabelle 24: Kostengegenüberstellung Harrow Steel Structure Option 1



Die Einsparung würde pro Maschine ca. 46.000 USD betragen.

Als zweite Option wäre eine weitere Zerteilung möglich. Diese weiterführende Zerteilung belässt dabei die bereits getroffene längliche Teilung, geht nun aber dazu über, nicht das Fachwerk komplett zu liefern, sondern die Seitenteile als verschweißte Konstruktion, jedoch die gesamten horizontalen Träger sowie auch die horizontalen Verbände als lose über einen Schraubstoß anzubindende Einzelteile.

Wie man aus unteren Bildern erkennt, werden alle Seitenwände des Part 1 nun gemeinsam transportiert sowie auch die des Part 2 mit den Einzelteilen. Dies führt zur Reduktion von 8 auf 2 Landtransporte.

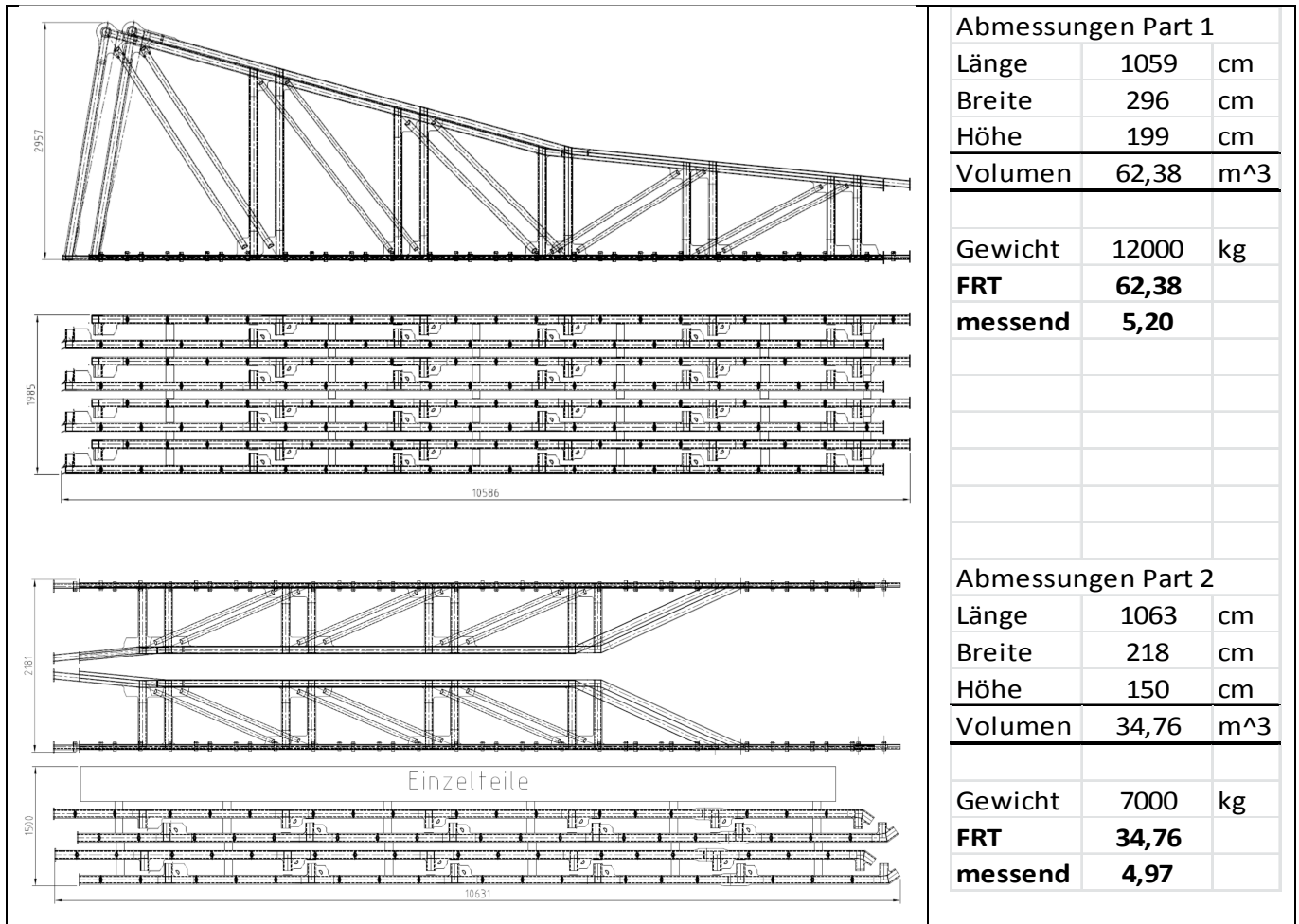
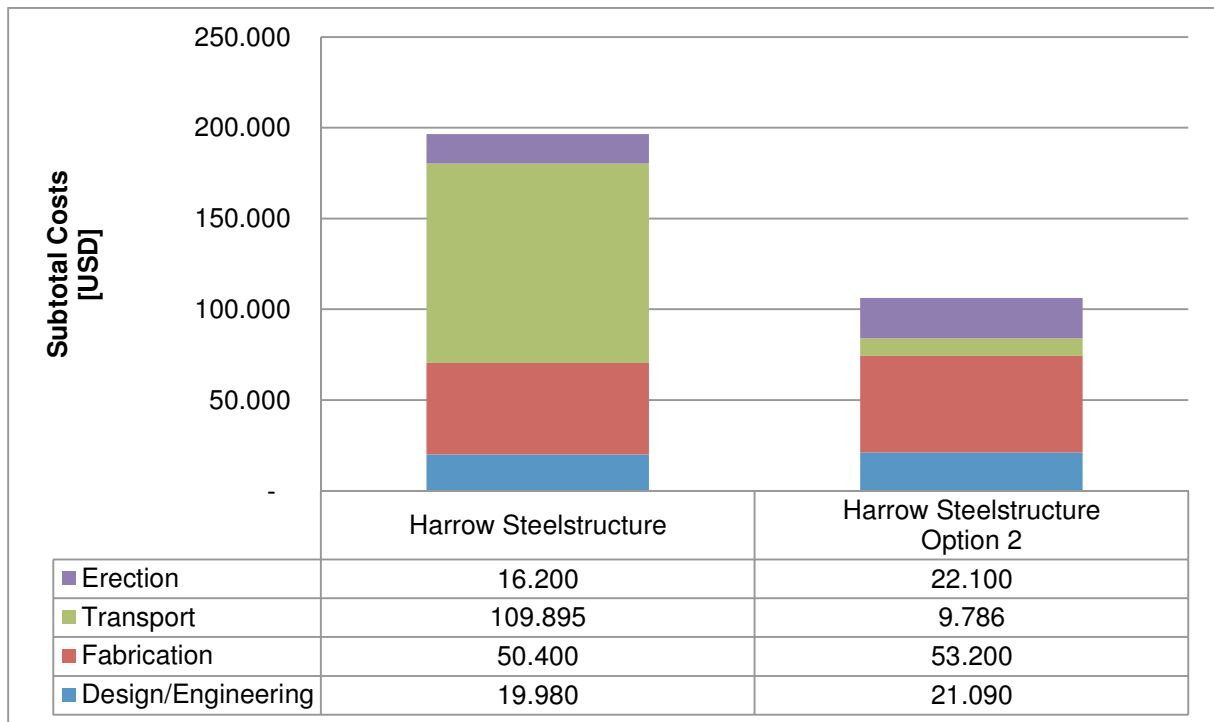


Abbildung 87: Harrow Steel Structure Option 2

Wie man aus Tabelle 25 ablesen kann, führt dies zu einer weiteren Reduktion der Transportkosten. Hier wird bewusst bei den Erection-Kosten ein Zusatzaufschlag einkalkuliert, weil es zu einem erheblichen Mehraufwand bei der Montage kommt. Es handelt sich dabei aber um eine einfache Tätigkeit, weil die Seitenteile noch immer verschweißt angeliefert werden.

Die erhebliche Reduktion kommt dabei zu je ca. 50 % von den Seetransportkosten, da enormer Stauraum gespart wird (vergleiche ca. 1.100 FRT zu jetzt 100 FRT), bzw. den Landtransportkosten, da die Anzahl der Transporte auf 2 minimiert wird und auch die Lieferdimensionen sich Standarddimensionen annähern.

Tabelle 25: Kostengegenüberstellung Harrow Steel Structure Option 2



Da bei Option 2 mehr als 90.000 USD Ersparnis pro Maschine übrig bleiben, sollte in Zukunft ganz klar diese Option vorrangig berücksichtigt werden.

5.2.10 Harrow Base Frame

Aufgrund der geänderten Lieferdimensionen für den Harrow könnte der Base Frame auf einem der beiden Trucks mitgeliefert werden, wodurch die Landtransportkosten eingespart werden können.

5.2.11 E-House and Transformer Platform

Bei dieser Plattform gilt gleiches wie für alle Plattformen. Es erfolgt eine separate Lieferung der Walkway Strukturen, weil damit die Überbreite erheblich reduziert wird. Eine weitere Zerteilung macht aufgrund der massiven Ausbildung der Hauptträger keinen Sinn. Hier wird später das E-Haus und der Transformator befestigt, damit sollte die Plattform ihre Steifigkeit aus der geschweißten Konstruktion behalten.

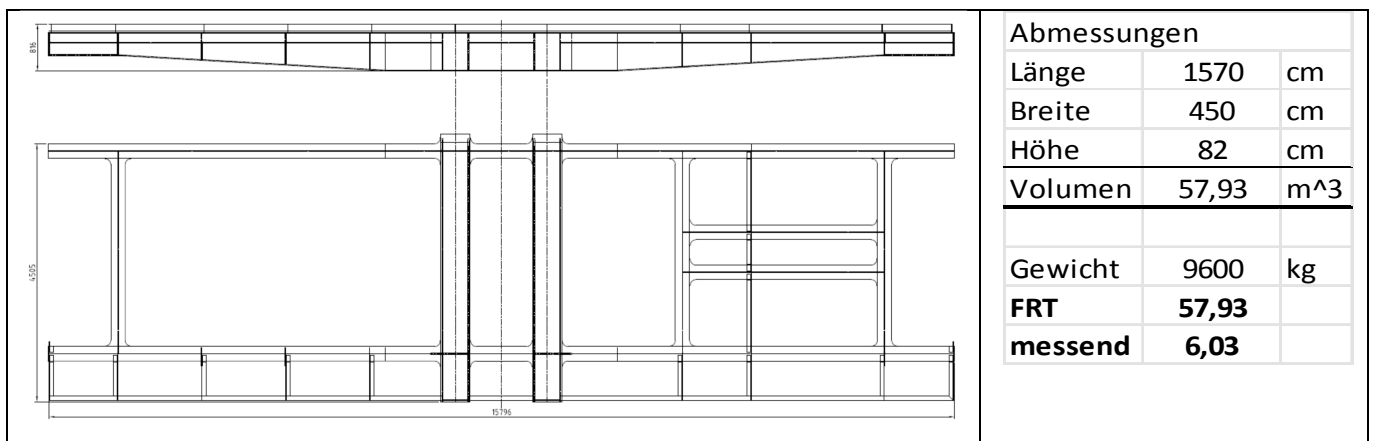
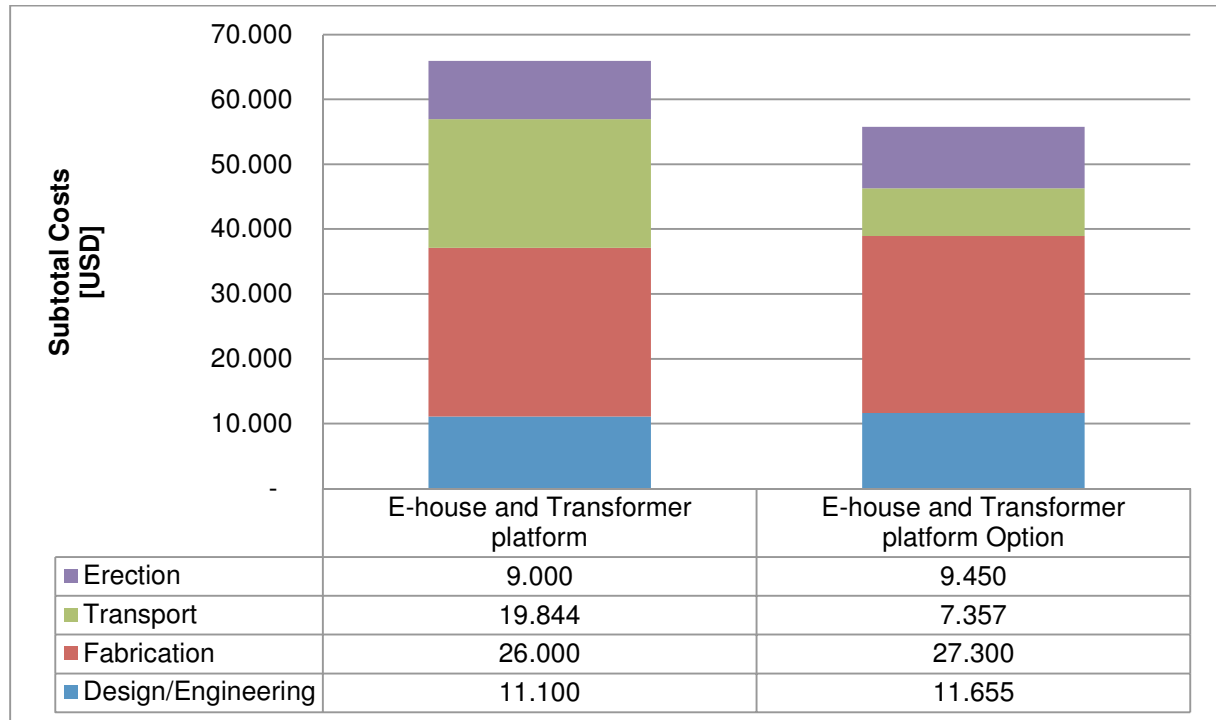


Abbildung 88: E-House and Transformer Platform Option

Wie man der Kostengegenüberstellung entnehmen kann, gehen die Transportkosten um 50 % zurück. Insgesamt ergibt sich eine Ersparnis von knapp 10.000 USD.

Tabelle 26: Kostengegenüberstellung E-House and Transformer Platform



5.3 Kostenaufstellung der optimierten Sondertransportgrößen

In den Tabelle 27 und Tabelle 28 sind nun die optimierten Lösungen berücksichtigt, einschließlich jener, die schon im Original die optimierten Kosten aufweisen.

Tabelle 27: Kostenaufstellung optimiert Gesamt Teil 1

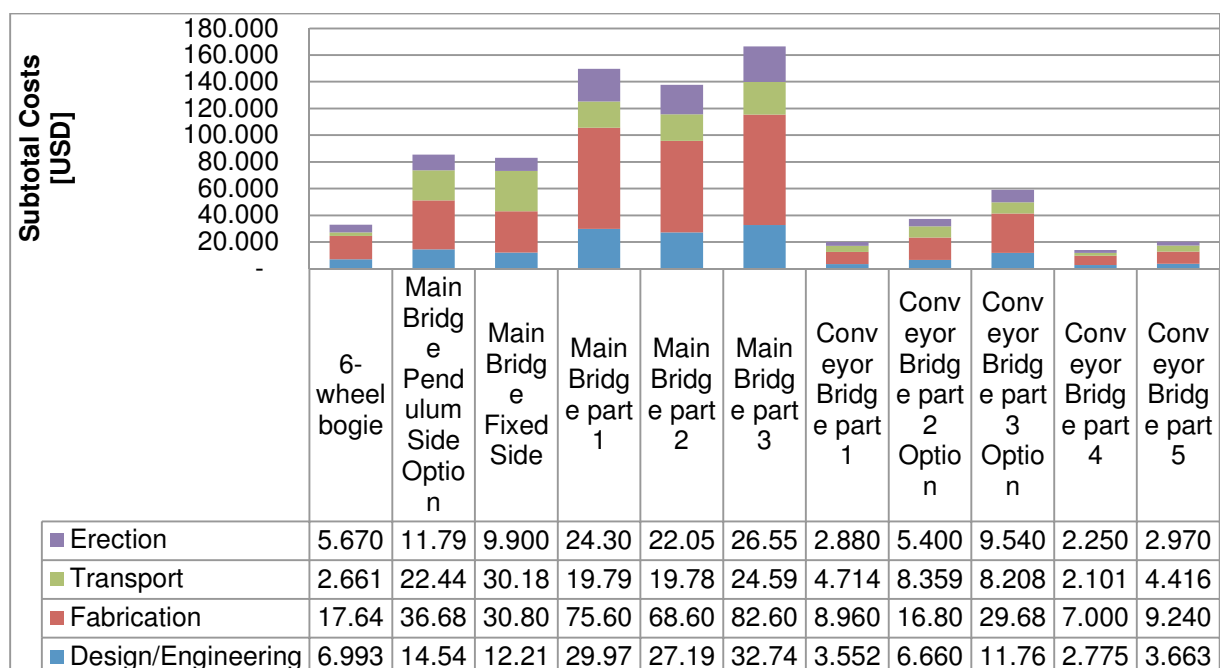
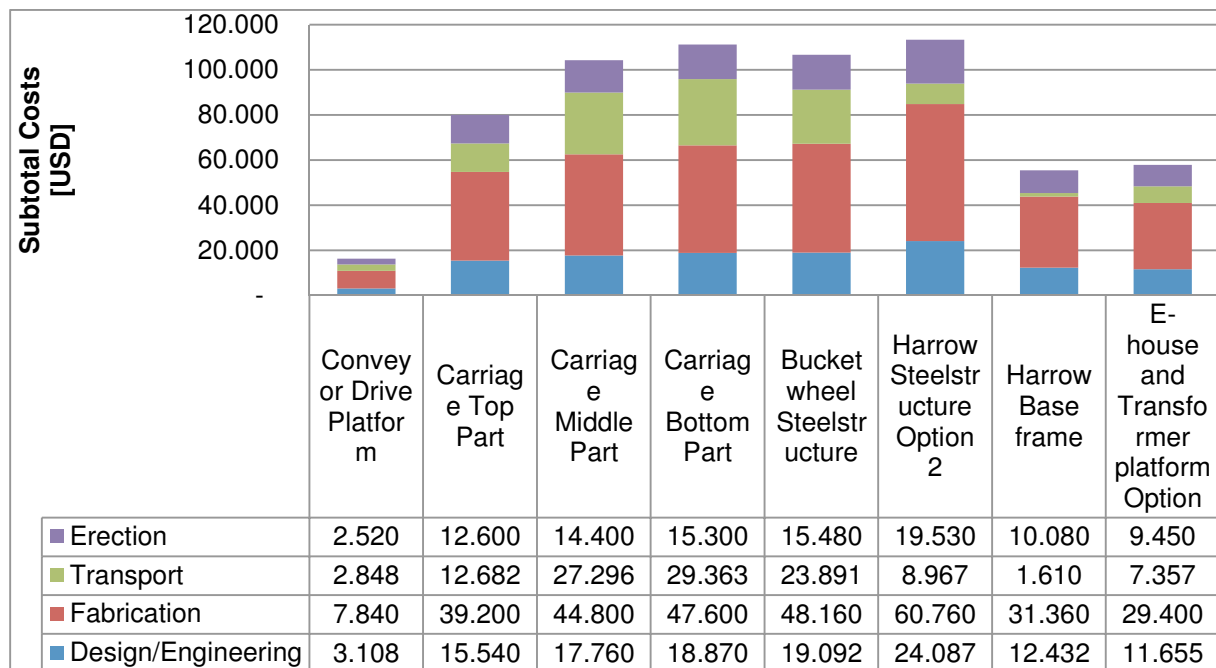


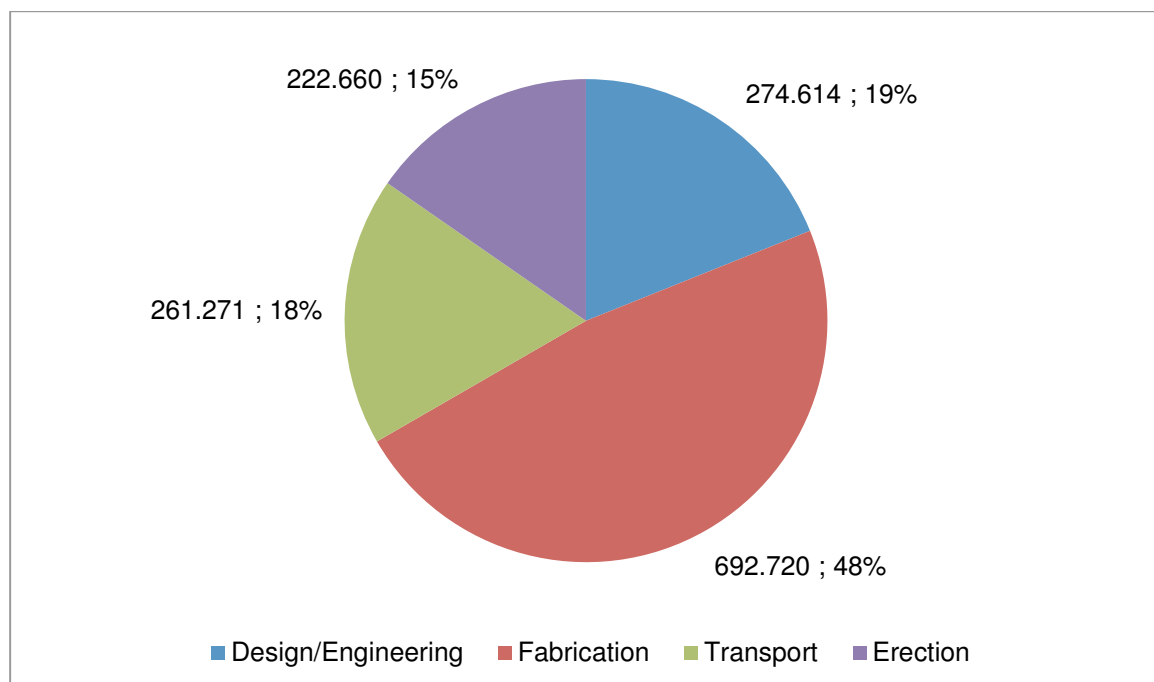
Tabelle 28: Kostenaufstellung optimiert Gesamt Teil 2



Wie man deutlich aus den Diagrammen erkennen kann, sind die Transportkosten an die Erection-Kosten herangeführt worden. Die teuersten Bauteile beruhen zu einem erheblichen Teil auf den Fertigungskosten bzw. den Design/Engineering-Kosten.

Aus Tabelle 29 kann man nun die neue Verteilung erkennen. Bemerkenswert ist, dass der relative Anteil der Transportkosten von anfangs 25 % auf 18 % gesunken ist.

Tabelle 29: Tortendiagramm, Kostenaufteilung optimiert

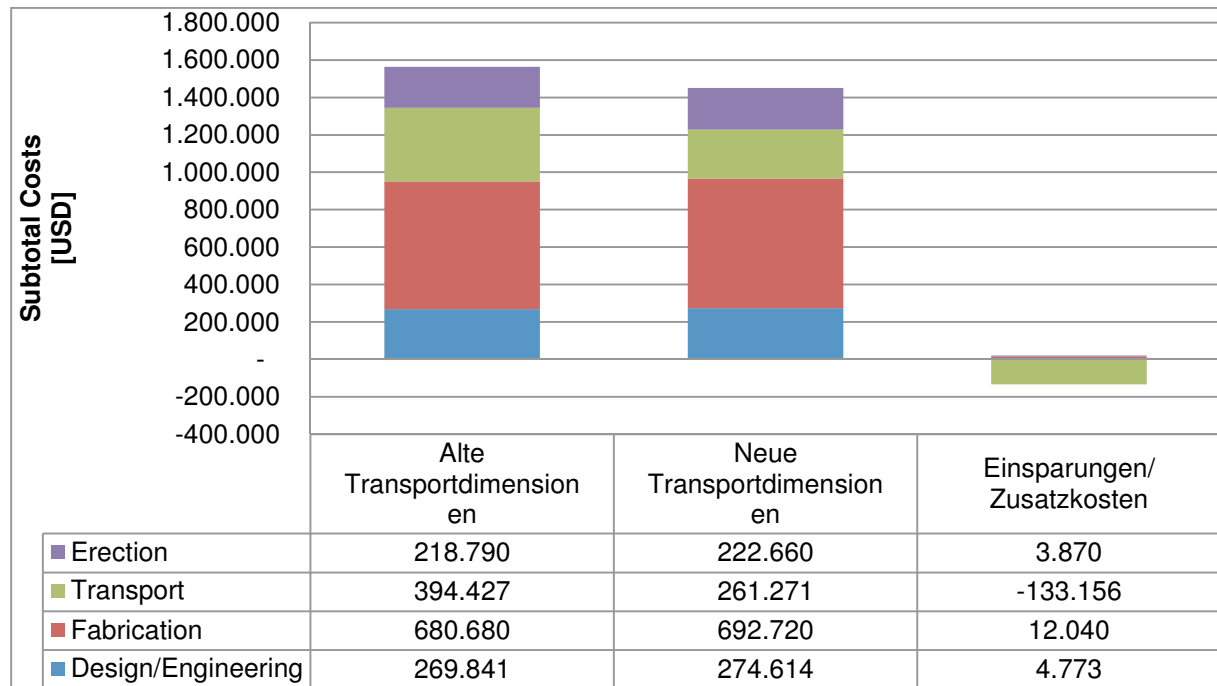


Die Montagekosten legen aufgrund des günstigen Umstandes, dass der Montage ein Kilobasispreis zu Grunde liegt, nur minimal zu.

5.4 Kosteneinsparung/Zusatzkosten

Tabelle 30 zeigt die direkte Gegenüberstellung der alten und neuen Transportdimensionen. Durch die Änderungen wird eine Nettoersparnis von 112.000 USD erzielt. Da bei diesem Projekt drei dieser Maschinen im Einsatz sind, können daraus 336.000 USD gewonnen werden. Es ergeben sich für diese drei Reclaimer Einsparungen von 336.000 USD.

Tabelle 30: Kosteneinsparung/Zusatzkosten



6 Absetzer/Spreader

Beim Projekt Hongsa wird ein raupengebundener Spreader mit Receiving Bridge eingesetzt, der den Abraum über ein schienengebundenes Tripper Car auf die Maschine transportiert bekommt. Die Crawler müssen dabei eine große Fläche abdecken, damit die Maschine nicht einsinkt.

Die unten dargestellte Maschine hat ein Einsatzgewicht von ca. 1.132 to, davon sind 120 to als Gegengewicht abzuziehen. Die verbleibenden 1.022 to teilen sich in 800 to Stahlbau und 222 to Komponenten wie Antriebe, Elektrik, Förderbandausrüstung auf. Die Type PA200 besteht als Merkmal aus einem Pylon Aufbau, an dem der Discharge Boom gehoben oder gesenkt wird. Weiters hat dieser Typ ein Tripper Car (Bandschleifenwagen), welcher das Material vom Dump Conveyor zur Chute des Receiving Booms befördert und dort auf den Receiving Conveyor des Spreader abwirft. Die Länge des Receiving wie auch des Discharge Booms ist 50 m, das bedeutet die Maschine hat einen ungefähren Aktionsradius von 100 m.

Technische Daten:

Förderleistung:	18.000 to/h entspricht ca. 12.950 m ³ /h
Schüttgut:	Abraum
Bandbreite:	2.600 mm bei 5,0 m/s Bandgeschwindigkeit
Antriebsleistung:	4x450 kW Conveyor, 22x1,1 kW Long Travel Drives, 2x160 kW Crawler Drives
Crawler Abstand:	10 m bei 8 m/min Verfahrensgeschwindigkeit
Slewing Angle:	+/-140°
Luffing:	+10,5/-7,5°
Gegengewicht:	120 to
Einsatzgewicht:	1.132 to

Auf den folgenden Seiten werden nun die Großteile vorgestellt, die einen Sondertransport erforderlich machen. Die im Detail beschriebenen Großteile zeigen den aktuellen Transportstatus, der später für den Vergleich mit dem neuen Vorschlag berücksichtigt wird. An dieser Stelle muss man aber bereits darauf hinweisen, dass schon alleine aufgrund der immensen Größe dieser Maschine andere Voraussetzungen für die Evaluierung gelten werden. Vergleicht man alleine die Tonnagen der vorher beschriebenen Maschinen, ist hier ein Faktor 3-5 zu finden.

General Arrangement

Zur besseren Visualisierung des Spreader finden sich nachfolgend zwei Bilder von bereits ausgeführten und in Betrieb befindlichen Projekten. Die Verschubraupe auf dem ersten Bild, sowie auch die Person auf dem zweiten Bild sollen die Größenverhältnisse zeigen.



Abbildung 89: Ähnlicher Spreader in China (Huolinhe)



Abbildung 90: Ähnlicher Spreader in China (Huolinhe)



Abbildung 91: Ähnlicher Spreader in Thailand (Mae Moh V)

In den Abbildung 92 und Abbildung 93 sind nun die Hauptstahlbaukomponenten des Spreader benannt und eingezeichnet. Als nächster Punkt folgt eine detaillierte Beschreibung dieser Hauptkomponenten mit ihren Anforderungen und Schwierigkeiten bei Transport und Montage.

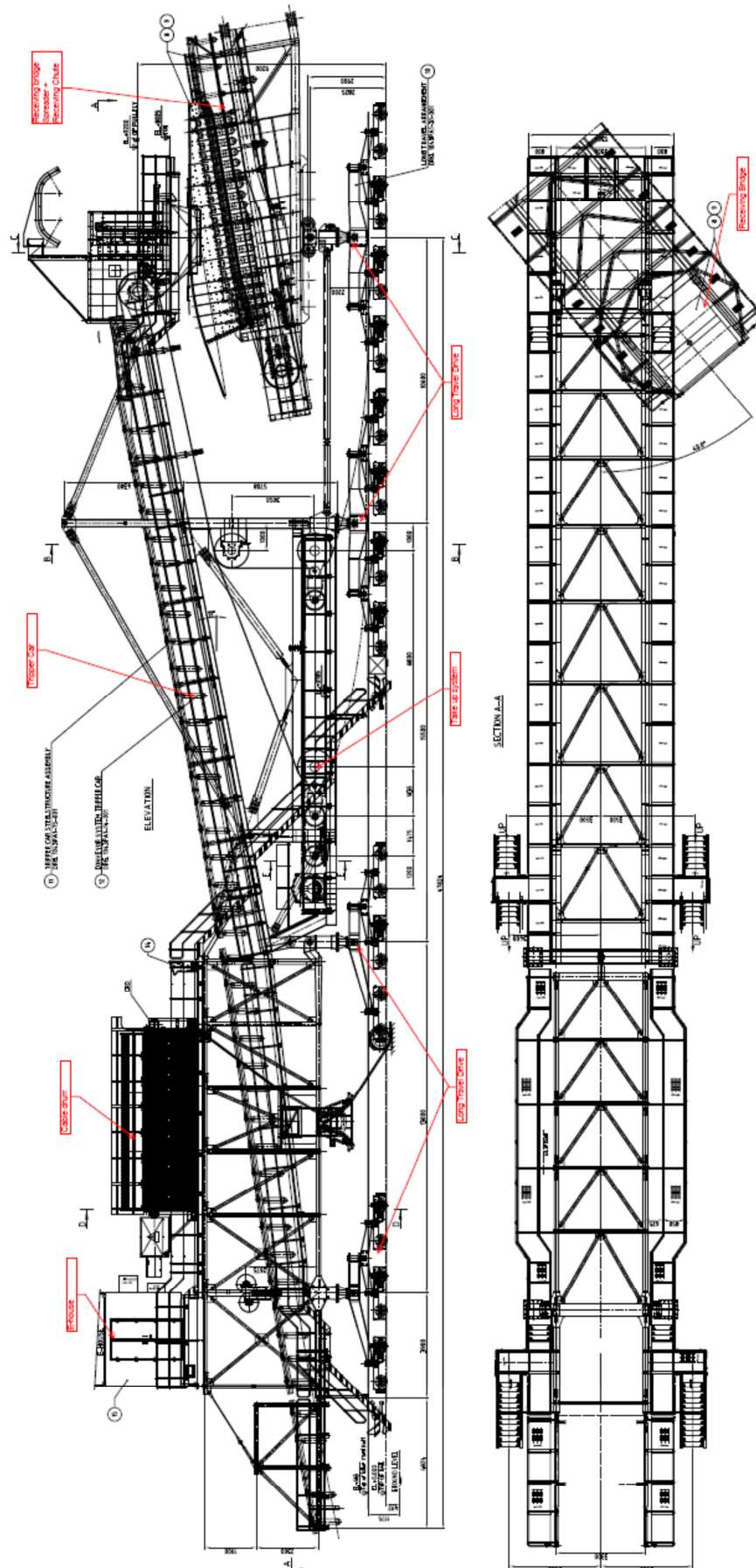


Abbildung 93: Spreader, Tripper Car General Arrangement

6.1 Vorstellung der Hauptbaugruppen

6.1.1 Crawler und Long Travel Drive (Fahrwerke)

6.1.1.1 Crawler

Der Crawler kommt natürlich zwei Mal vor, dies wird entsprechend in der Kostenkalkulation berücksichtigt.

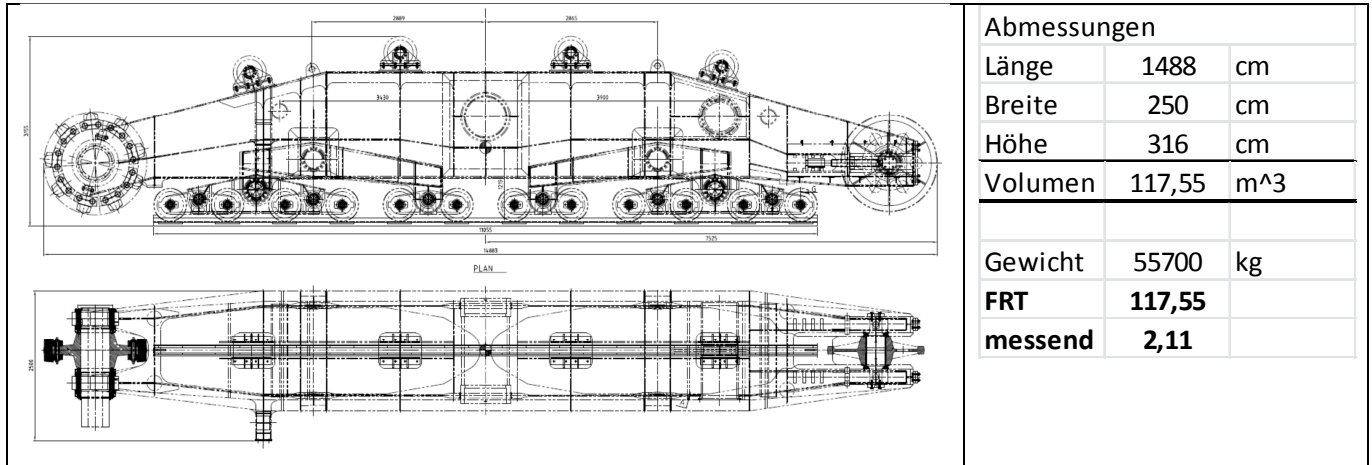


Abbildung 94: Crawler

6.1.1.2 Long Travel Drives

Die Long Travel Drives kommen je Type vier Mal vor, dies wird ebenso in der Kostenkalkulation berücksichtigt.

6-Wheel Bogie:

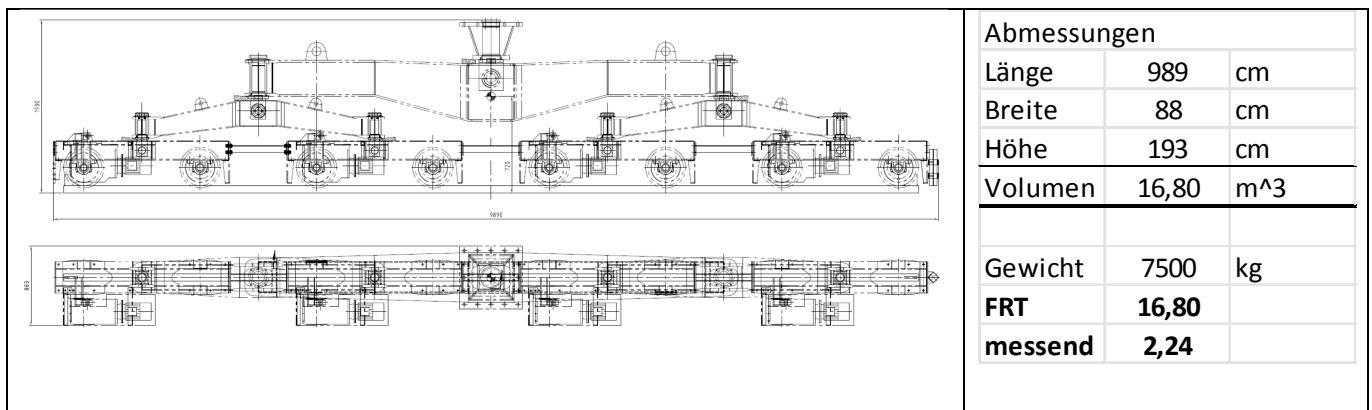


Abbildung 95: 6-Wheel Bogie

5-Wheel Bogie:

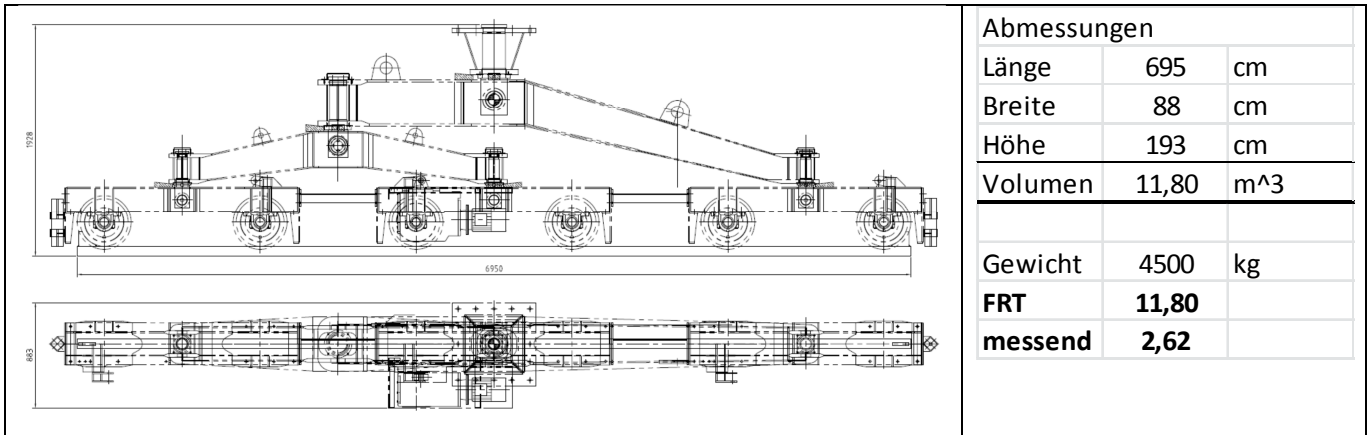


Abbildung 96: 5-Wheel Bogie

6.1.2 Portal Steel Structure

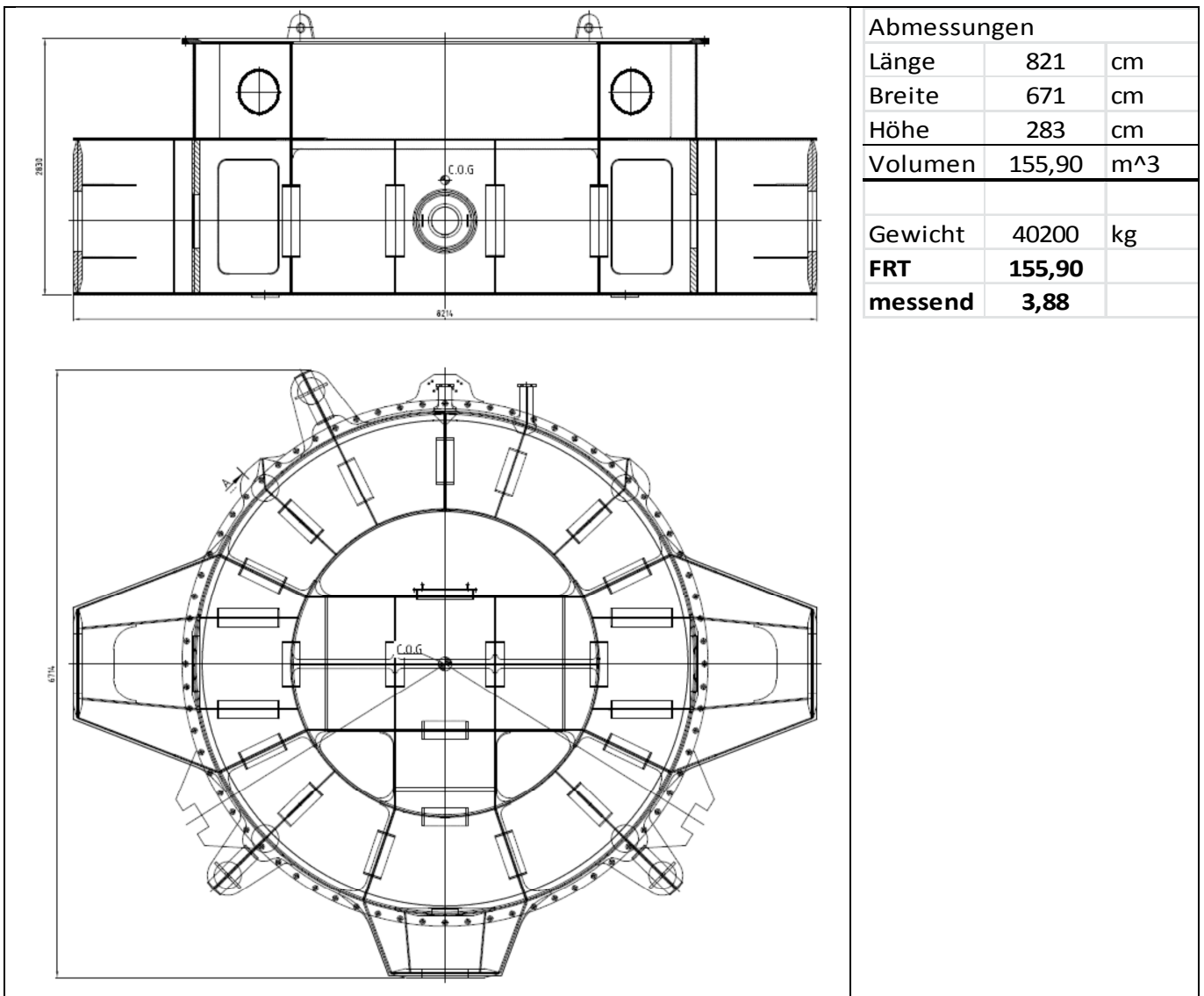
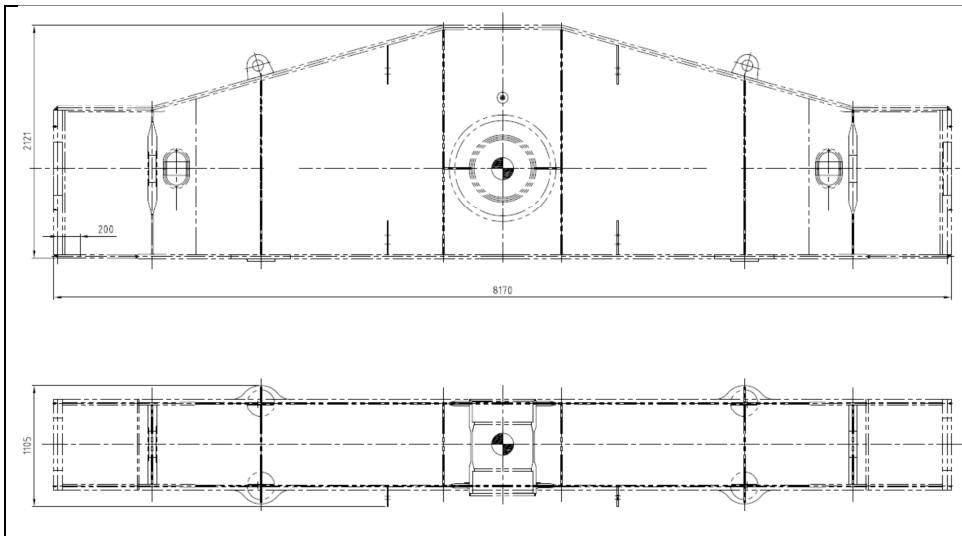


Abbildung 97: Portal Steel Structure

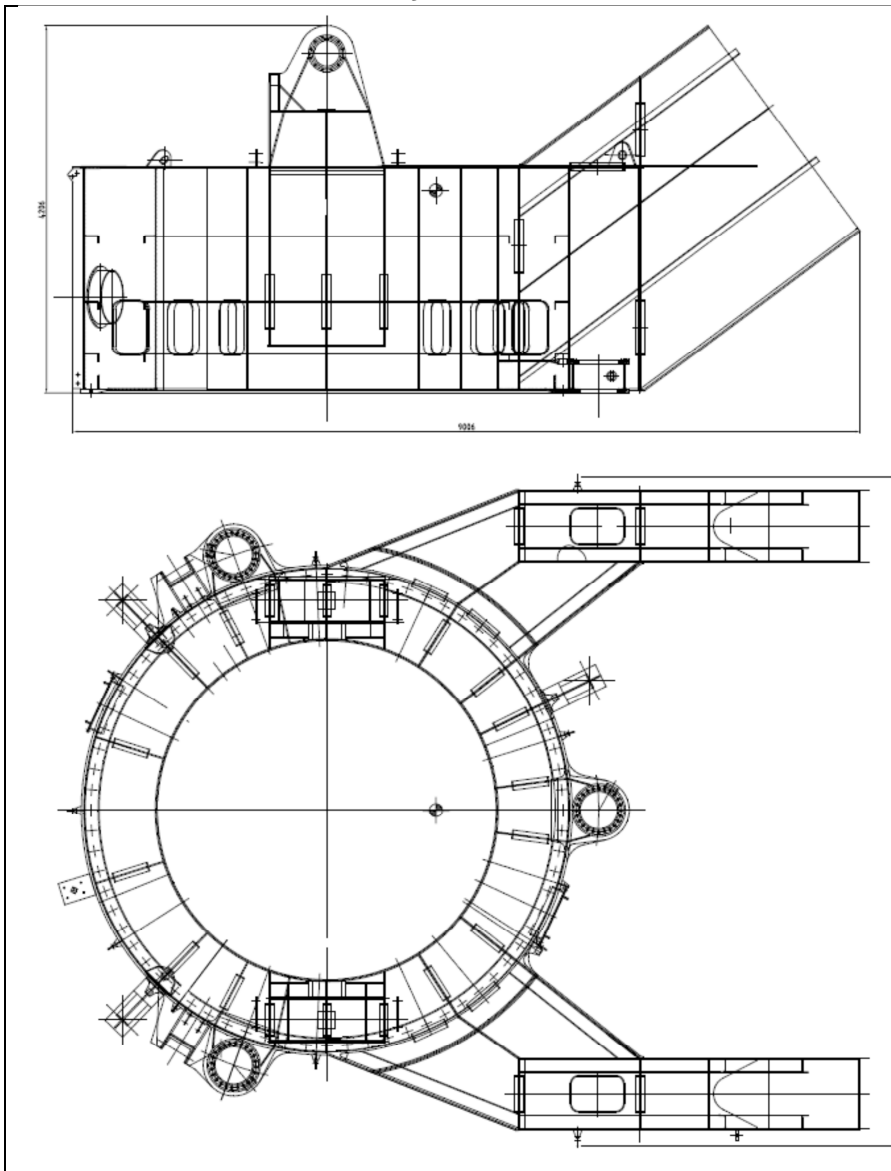
6.1.3 Equalizer Beam



Abmessungen		
Länge	817	cm
Breite	111	cm
Höhe	212	cm
Volumen	19,23	m³
Gewicht	11000	kg
FRT	19,23	
messend	1,75	

Abbildung 98: Equalizer Beam

6.1.4 Slew Deck and Pylon Lower Part



Abmessungen		
Länge	900	cm
Breite	765	cm
Höhe	421	cm
Volumen	289,86	m³
Gewicht	46500	kg
FRT	289,86	
messend	6,23	

Abbildung 99: Slew Deck and Pylon Lower Part

6.1.5 Pylon Middle Part

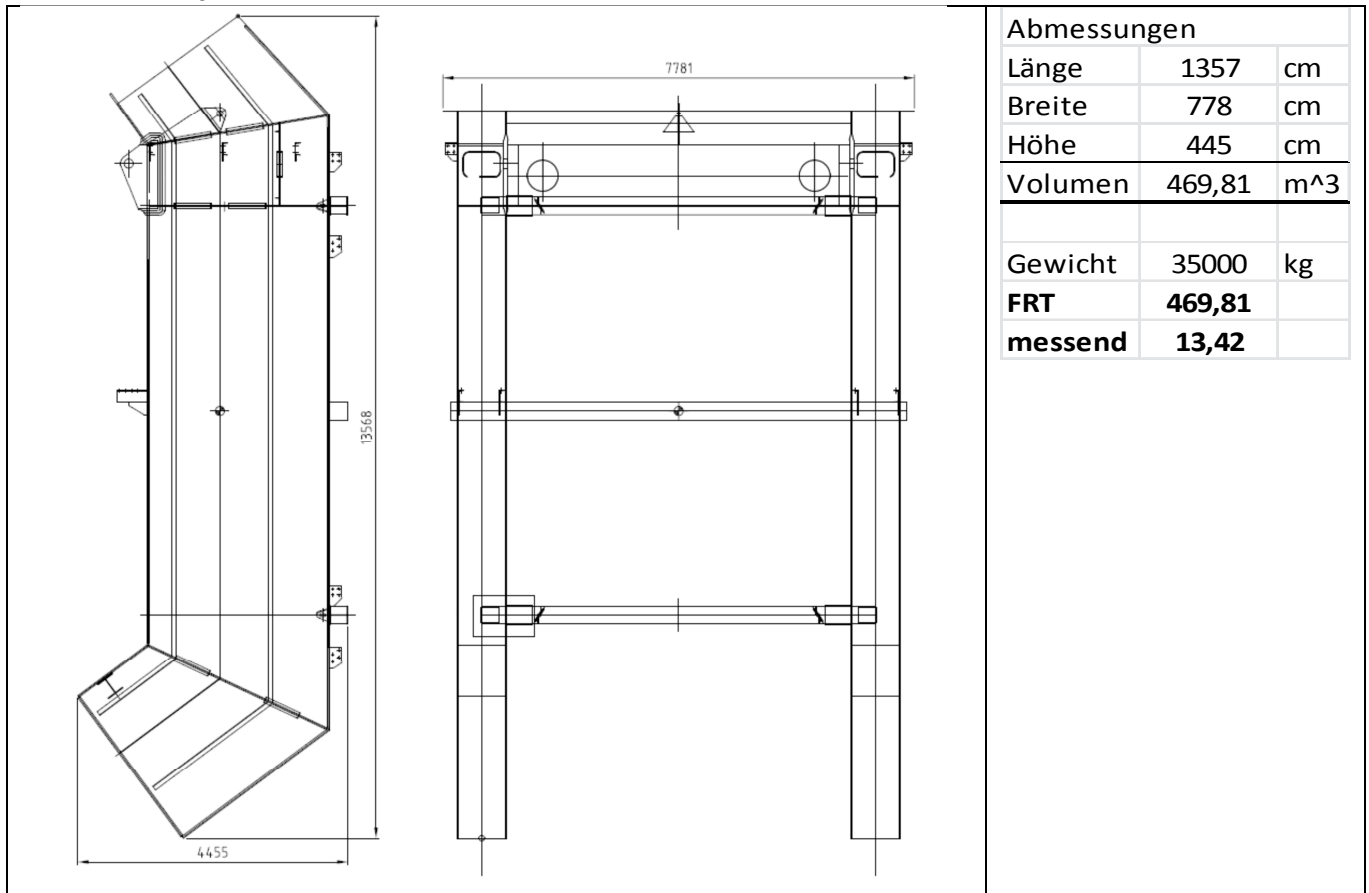


Abbildung 100: Pylon Middle Part

6.1.6 Pylon Top Part

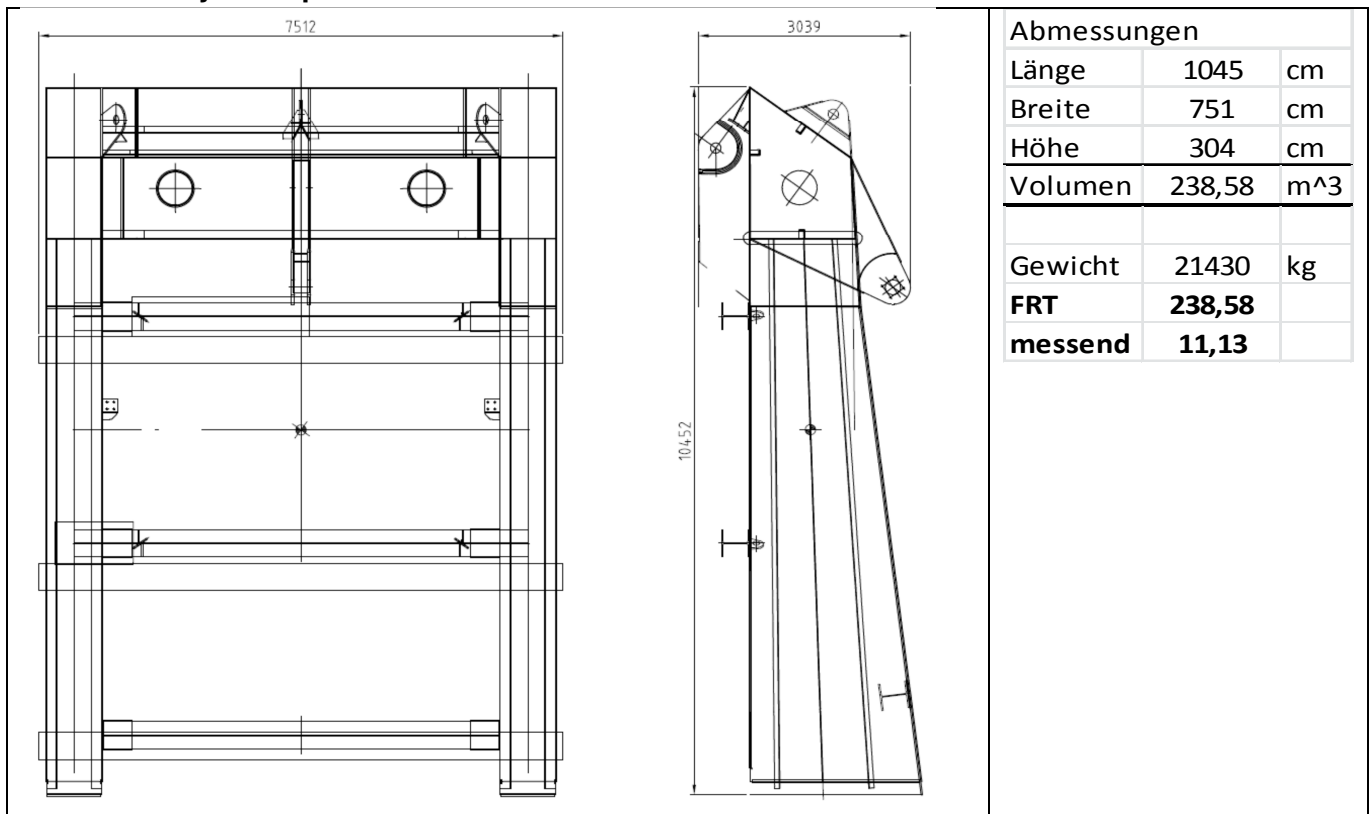


Abbildung 101: Pylon Top Part

6.1.7 Receiving Bridge Tail

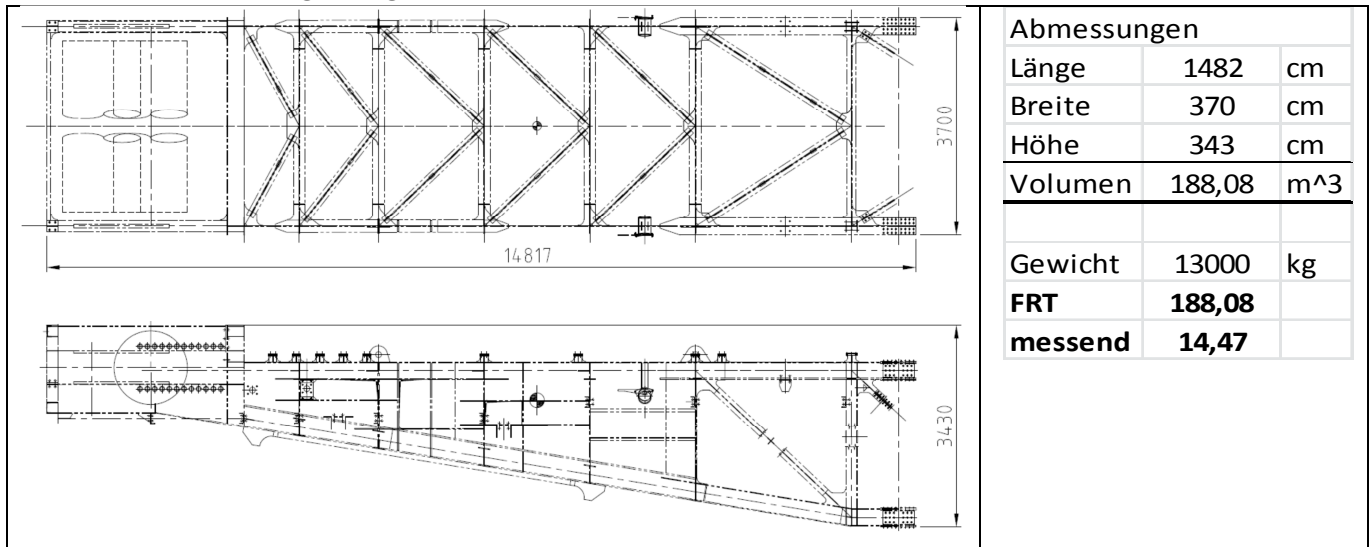


Abbildung 102: Receiving Bridge Tail

6.1.8 Receiving Bridge Part 1

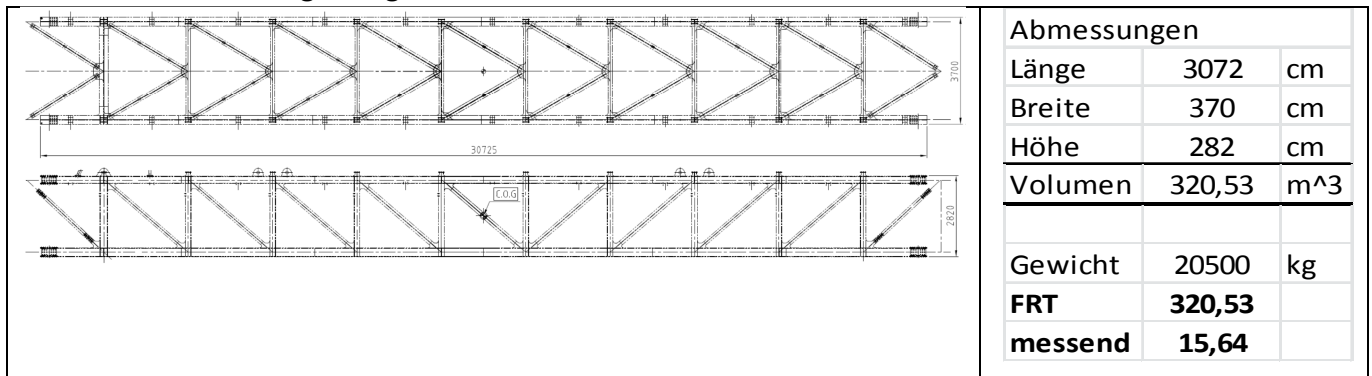


Abbildung 103: Receiving Bridge Part 1

6.1.9 Receiving Bridge Part 2

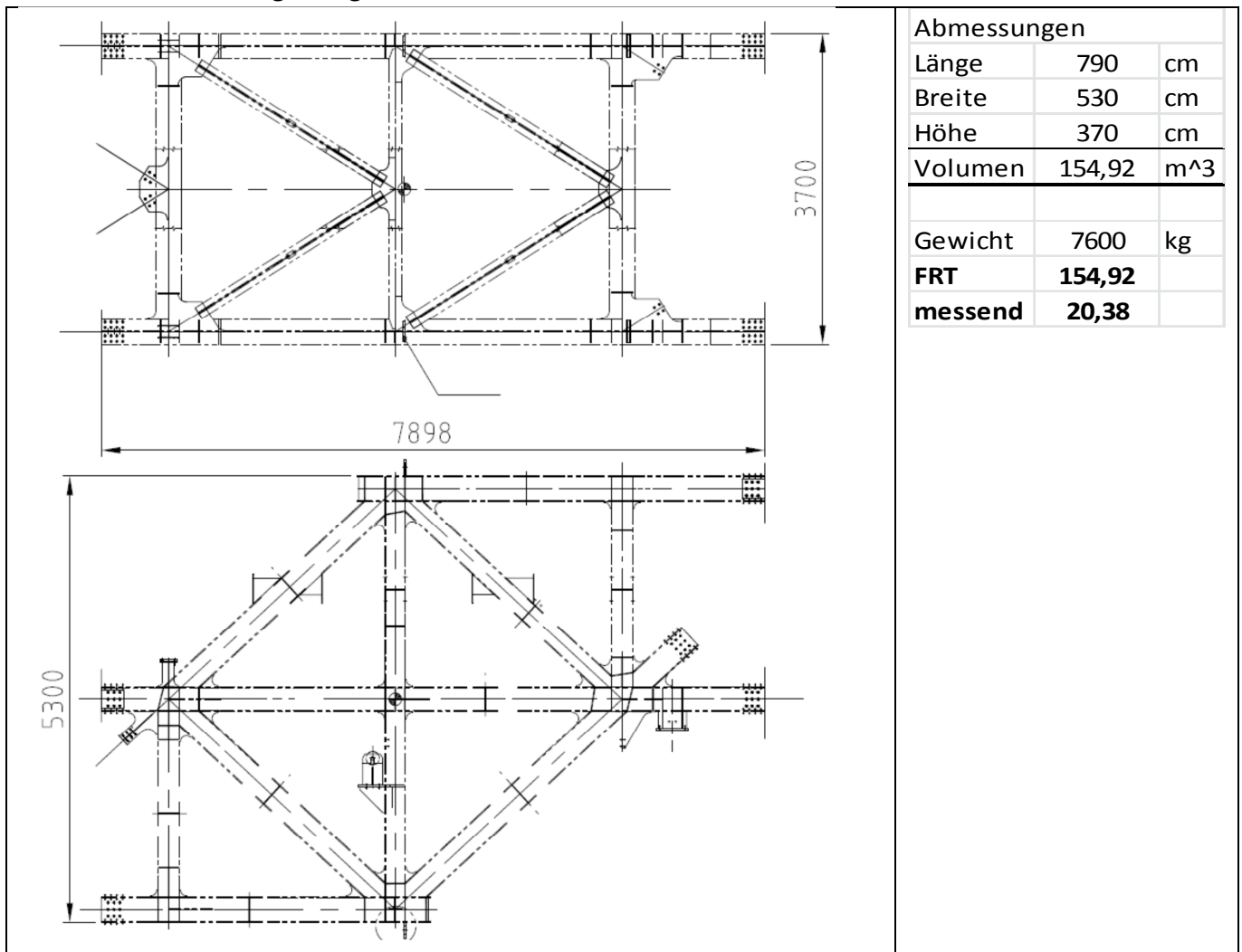


Abbildung 104: Receiving Bridge Part 2

6.1.10 Receiving Bridge Head

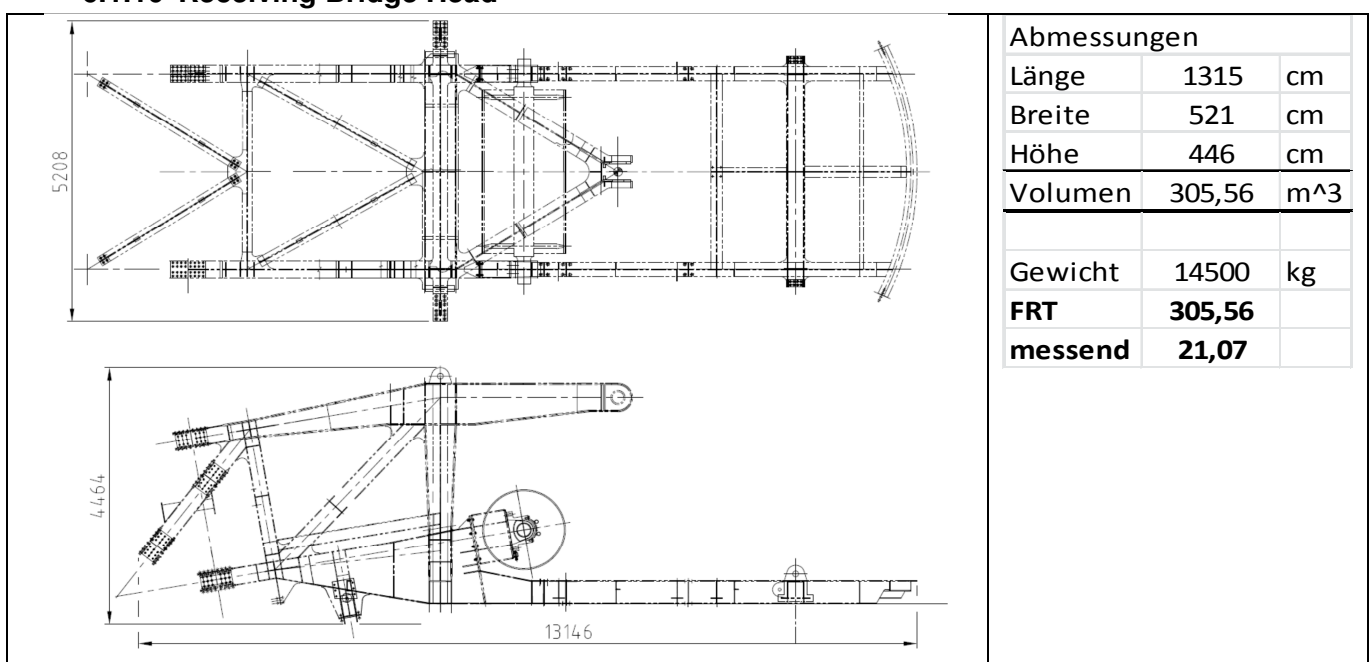
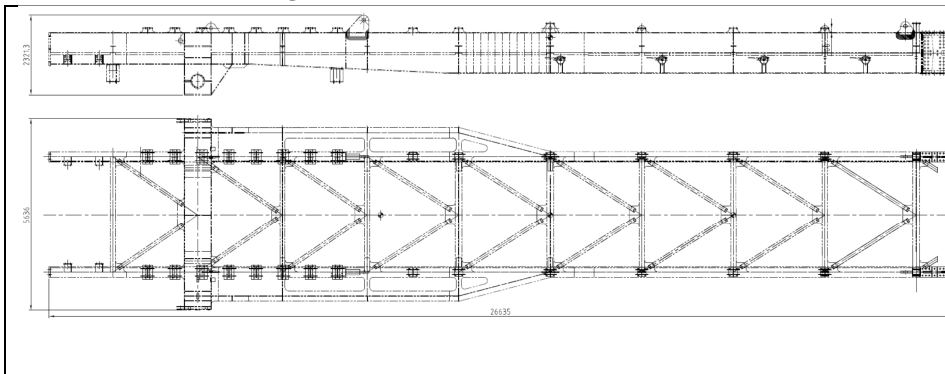


Abbildung 105: Receiving Bridge Head

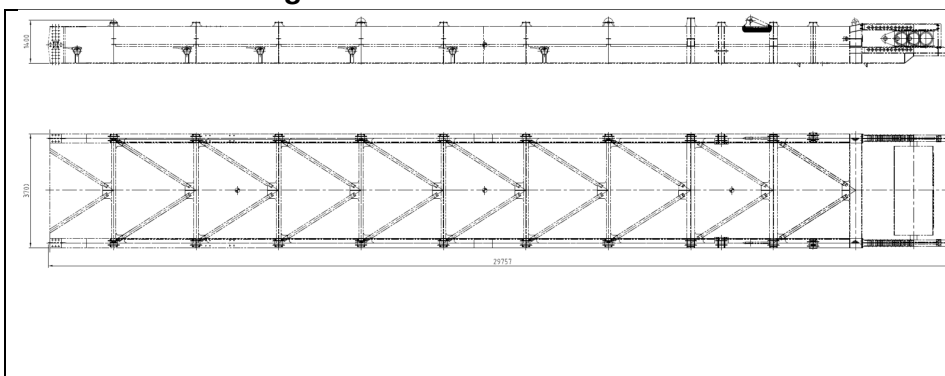
6.1.11 Discharge Boom Part 1



Abmessungen		
Länge	2635	cm
Breite	564	cm
Höhe	232	cm
Volumen	344,78	m ³
<hr/>		
Gewicht	22720	kg
FRT	344,78	
messend	15,18	

Abbildung 106: Discharge Boom Part 1

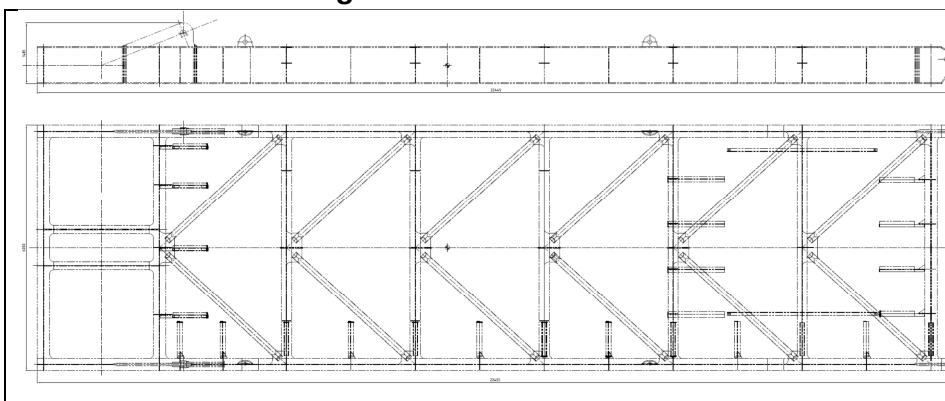
6.1.12 Discharge Boom Part 2



Abmessungen		
Länge	2976	cm
Breite	370	cm
Höhe	140	cm
Volumen	154,16	m ³
<hr/>		
Gewicht	13000	kg
FRT	154,16	
messend	11,86	

Abbildung 107: Discharge Boom Part 2

6.1.13 Counterweight Boom



Abmessungen		
Länge	2241	cm
Breite	600	cm
Höhe	149	cm
Volumen	200,35	m ³
<hr/>		
Gewicht	21000	kg
FRT	200,35	
messend	9,54	

Abbildung 108: Counterweight Boom

6.1.14 Tripper Car Front Part 1

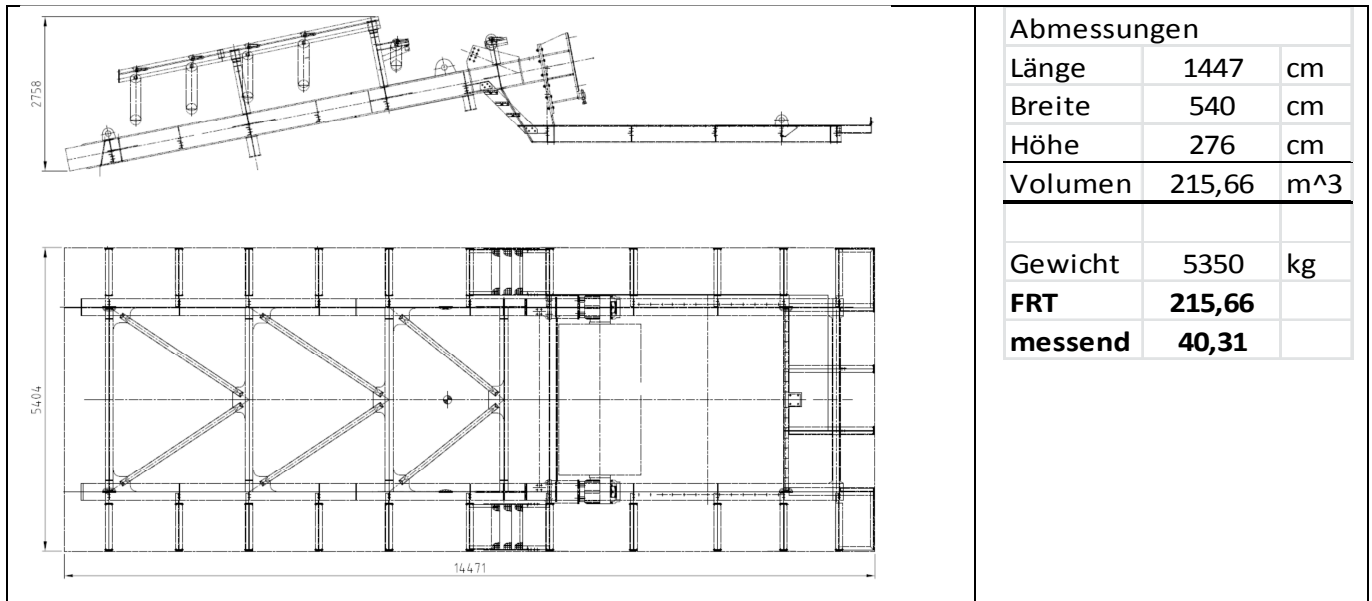


Abbildung 109: Tripper Car Front Part 1

6.1.15 Tripper Car Front Part 2

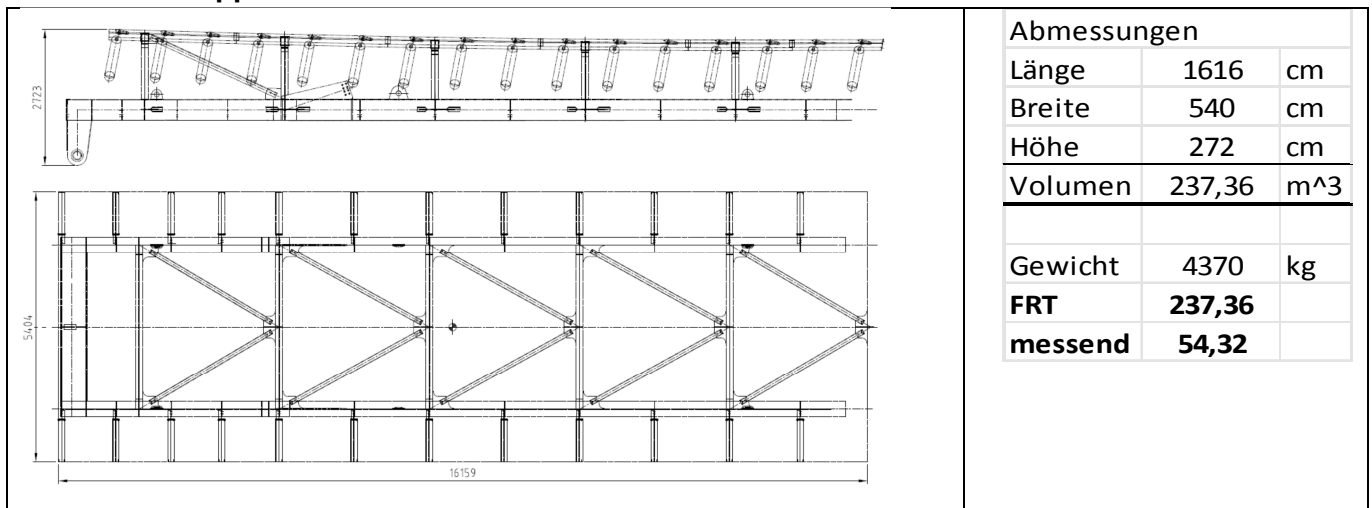


Abbildung 110: Tripper Car Front Part

6.1.16 Tripper Car Rear Part 1

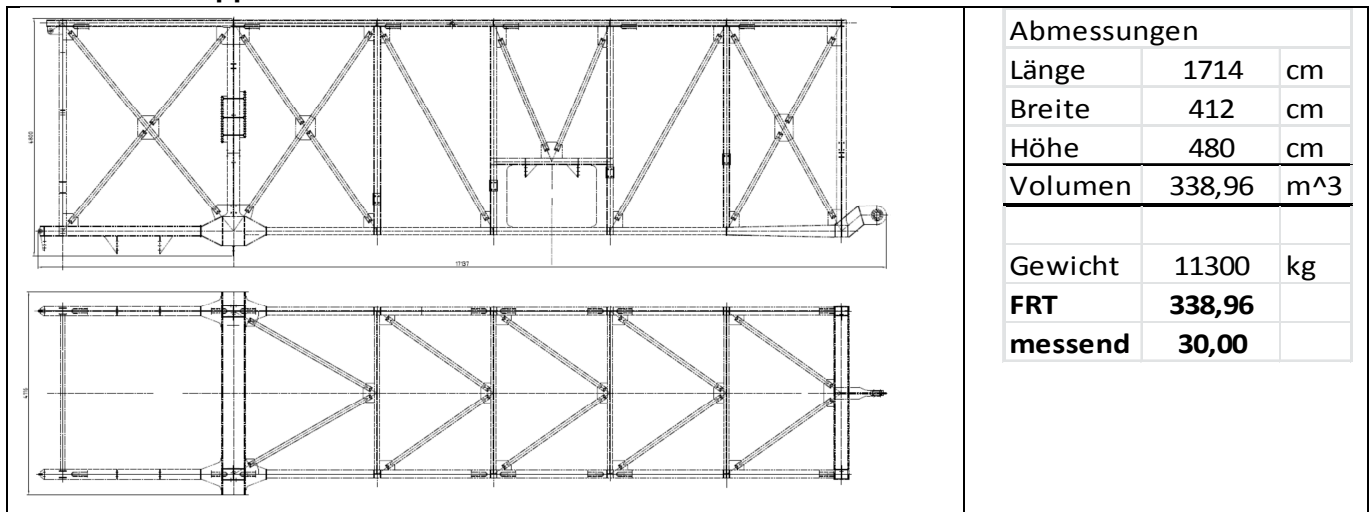


Abbildung 111: Tripper Car Rear Part 1

6.1.17 Tripper Car Rear Part 2

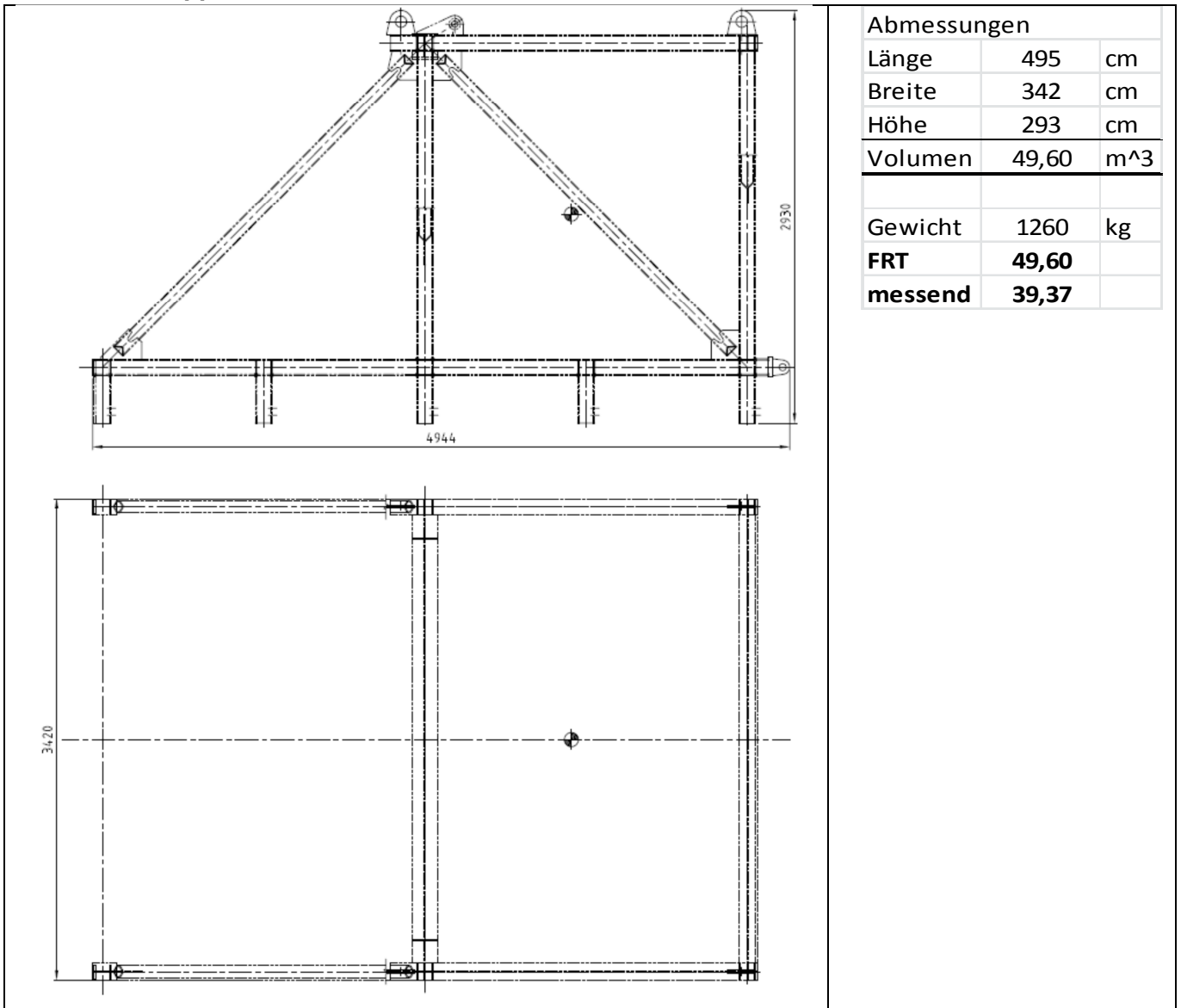
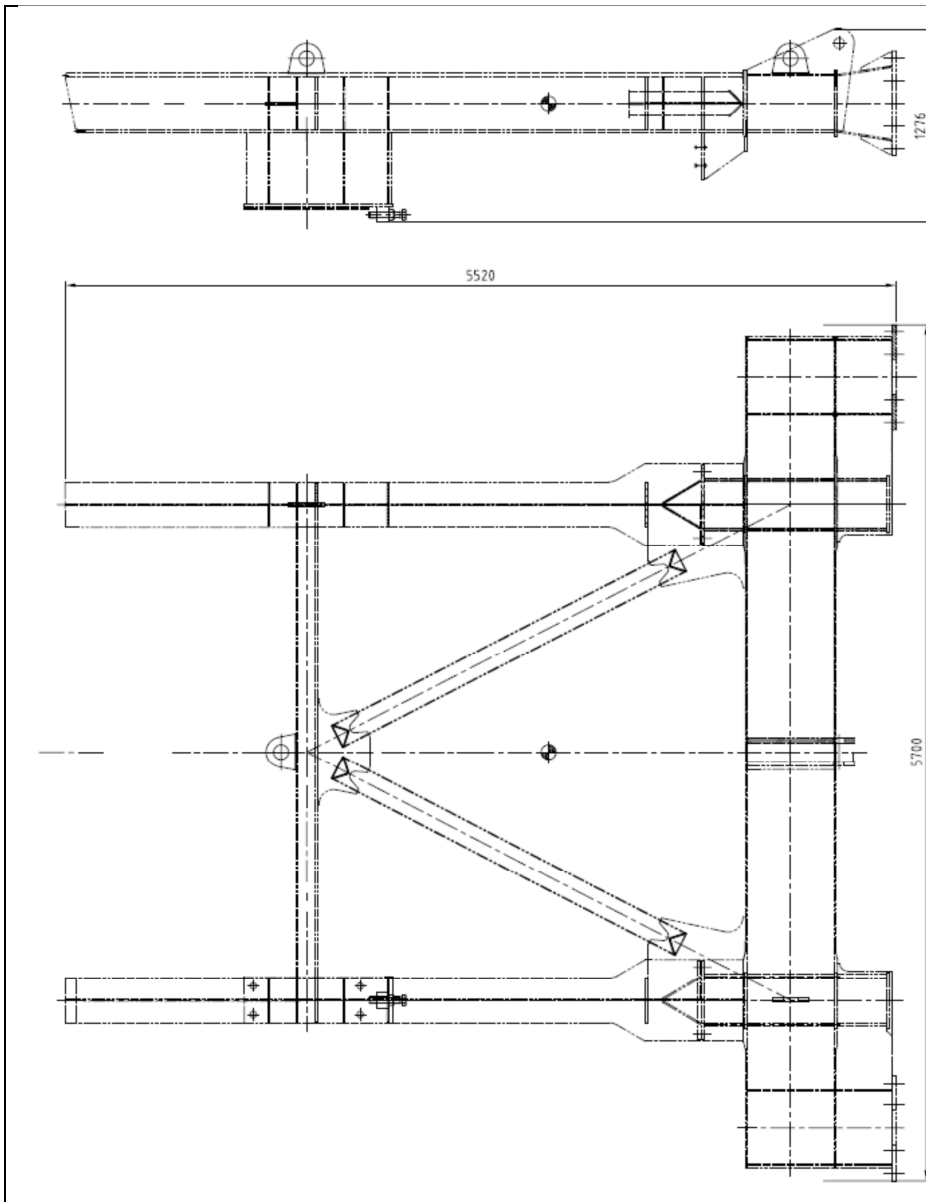


Abbildung 112: Tripper Car Rear Part 2

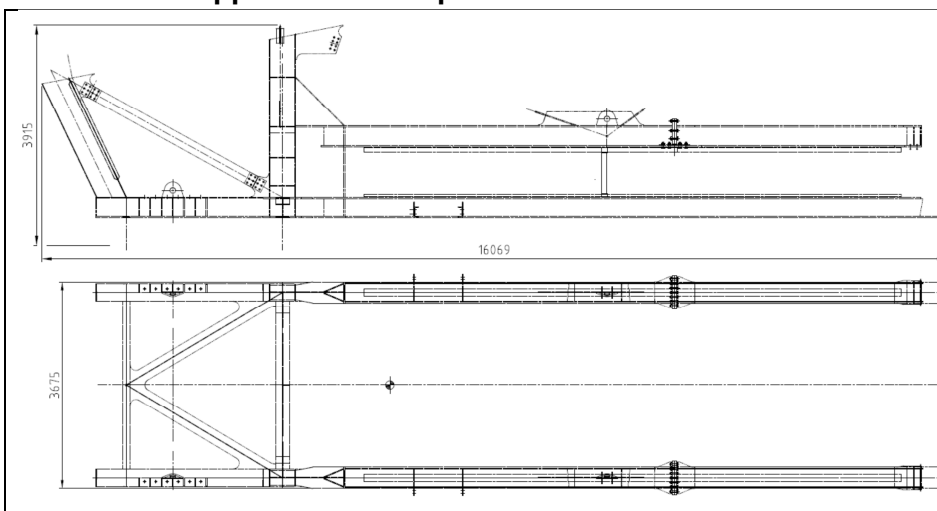
6.1.18 Tripper Car Front Support Column



Abmessungen		
Länge	552	cm
Breite	570	cm
Höhe	127	cm
Volumen	39,96	m ³
Gewicht	4450	kg
FRT	39,96	
messend	8,98	

Abbildung 113: Tripper Car front Support Column

6.1.19 Tripper Car Take-up Station



Abmessungen		
Länge	1607	cm
Breite	368	cm
Höhe	392	cm
Volumen	231,82	m ³
Gewicht	19000	kg
FRT	231,82	
messend	12,20	

Abbildung 114: Tripper Car Take-up Station

Wie man bereits an dieser überblicksmäßigen Einführung in die Sondertransportgrößen sieht, lässt sich zumindest vom transporttechnischen Standpunkt aus eine Vielzahl an Verbesserungen ableiten. Jedoch müssen hier speziell die technischen Notwendigkeiten berücksichtigt werden und auch der enorme Zeitaufwand, den eine Änderung mit sich bringt, da fast alle Teile verschweißt werden müssten. Weiters sind hier auch die kombinierbaren Größen der Lieferdimensionen zu berücksichtigen, wie zum Beispiel wenn die Standardbreite 3.600 mm beträgt, kann das Teil auch bis zu 15.000 mm lang sein, ohne dass dadurch Zusatzkosten beim Landtransport verursacht würden. Die Kosten für den Seetransport würden natürlich steigen, weil die Frachttonne steigt.

In nachfolgender Tabelle sind die Kosten dieser Planung aufgeschlüsselt und bewertet. Danach werden auf Basis von Optimierungsvorschlägen die Kosten evaluiert, jedoch werden nur Vorschläge berücksichtigt, die statisch und transporttechnisch einwandfrei durchgeführt werden können.

Unten die Kostenaufstellung der oben gezeigten Sondertransportteile mit dem Split in die 4 Hauptbereiche Design/Engineering, Fabrication, Transport und Montage.

Tabelle 31: Kostenaufstellung Gesamt Teil 1

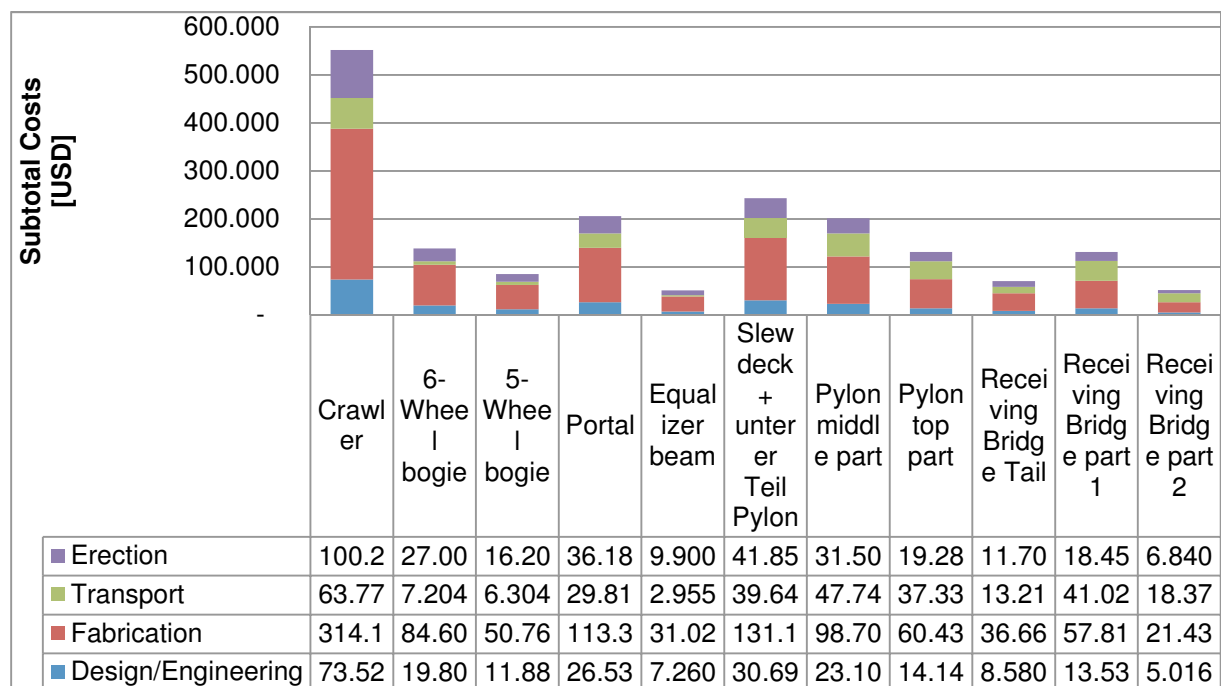
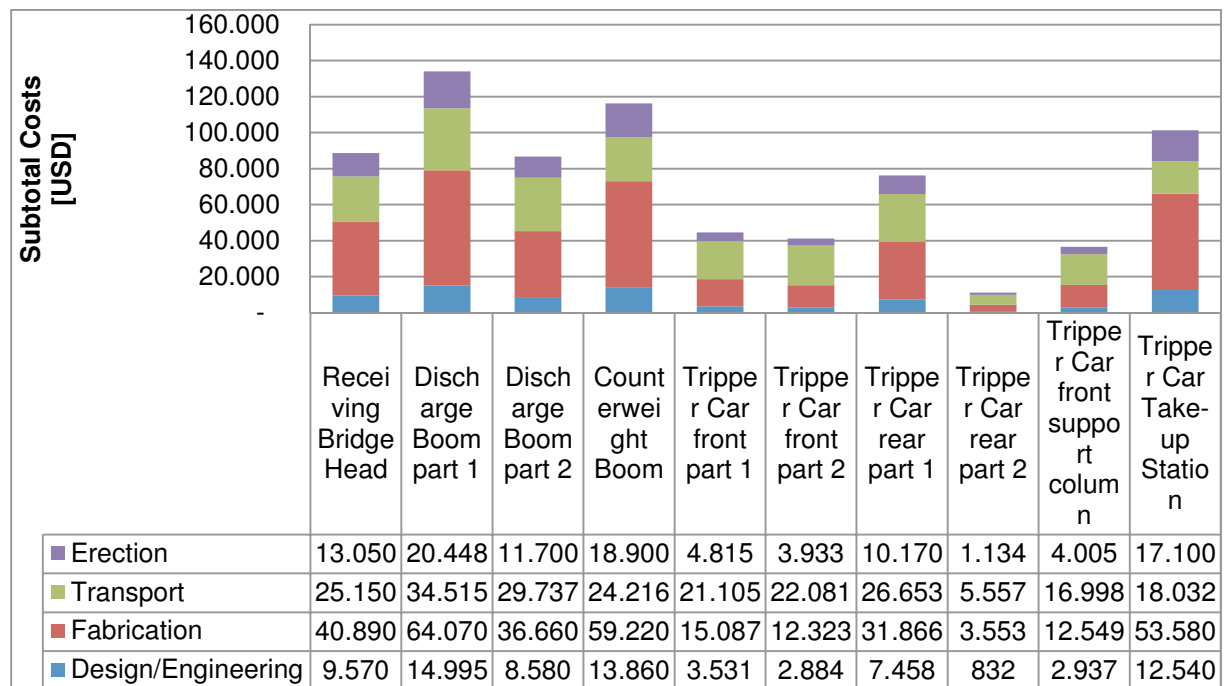


Tabelle 32: Kostenaufstellung Gesamt Teil 2

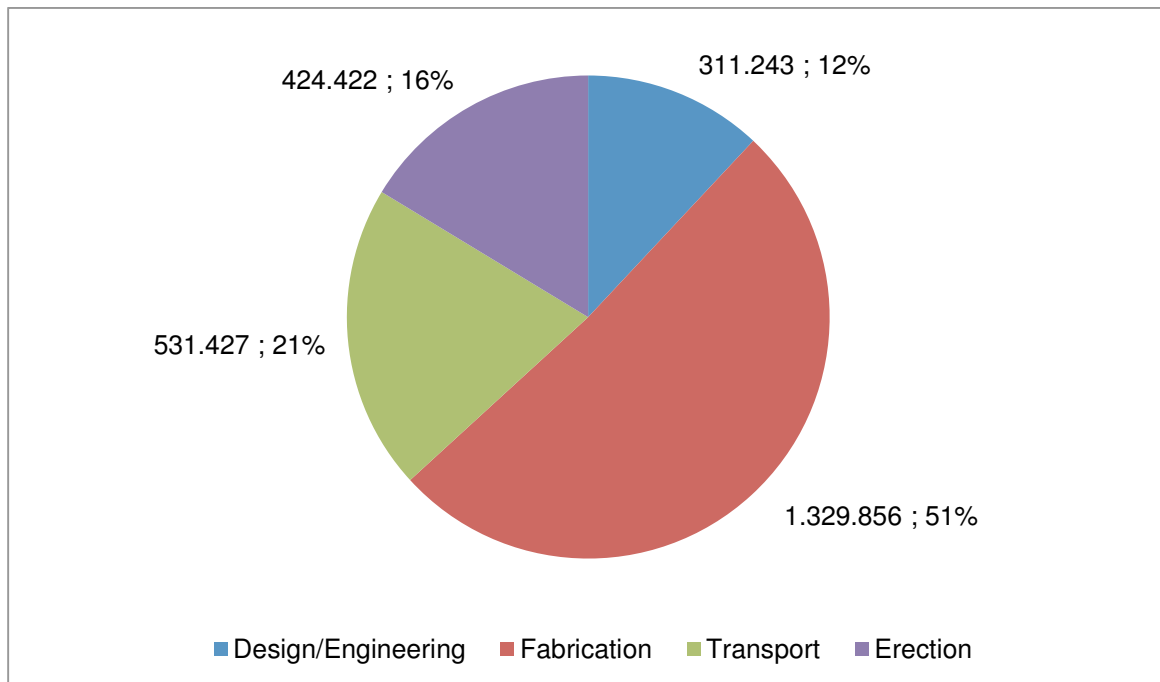


Folgende Annahmen wurden getroffen und werden auch den nachfolgenden Evaluierungen zu Grunde gelegt. Somit haben sie immer den gleich richtigen oder falschen Beitrag.

- Der Fertigungspreis für den Stahlbau beruht auf Kilobasis, was für diesen Bereich nicht unüblich ist.
- Die Engineering-Kosten beruhen auf einem Mittelwert zwischen europäischen Konstruktionsbüros und dem indischen Sandvik-Standort in Pune
- Dem Seetransport liegt eine durchschnittliche Frachtrate zu Grunde. Die Landtransportkosten wurden dann Fall für Fall extra behandelt und auch hier berücksichtigt.
- Den Montagekosten liegt auch ein durchschnittlicher Kilobasispreis zu Grunde, der auch alle Krankkosten, Personalkosten etc. beinhaltet.

Wie man am unten dargestellten Chart ablesen kann, liegt der Anteil der Transportkosten bei über 21 %, jedoch jener der Montagekosten bei diesen Lösungen nur bei knapp 15 %. Im Vergleich zu den anderen Maschinentypen wird der Abstand zwischen Transport und Erection, je größer und schwerer eine Maschine ist, umso kleiner. Die Fertigungskosten dominieren und könnten nur mehr über Gewichtseinsparungen bzw. billigeren Stahlbauzukauf gesenkt werden, was beides aus heutiger Sicht als unrealistisch eingestuft werden muss, da der hier erzielte Fertigungspreis schon unter dem derzeit durchschnittlichen Marktpreis liegt und die Maschinen schon am Auslegungslimit sind. Die Engineeringkosten könnte man nur durch vermehrten Einsatz von modularen Baukastensystemen bzw. vermehrter 3D CAD Programm-Nutzung reduzieren.

Tabelle 33: Tortendiagramm Gesamtkostenverteilung



Auf Basis der Ergebnisse des Ist-Zustandes wird man bei der Evaluierung vor allem darauf achten die Transportkosten zu reduzieren und die Montagekosten konstant zu halten, um dadurch die optimierten Kosten für das Bauteil finden zu können.

Es gilt noch festzuhalten, dass, solange die Dimensionen, obwohl schon Übergröße, in einem vertretbaren Rahmen bleiben, die Transport- und Montagekosten ausgewogen sind (siehe Portal). Weiters gilt es zu beachten, dass bei diesen Übergrößen auch die Gewichte extrem steigen und es daher wirtschaftlicher sein kann, die übergroßen Lieferdimensionen zu transportieren.

6.2 Untersuchte Optionen

Wie eingangs schon erwähnt, werden nur jene Optionen näher betrachtet, die statisch wie auch transporttechnisch einwandfrei durchführbar sind. Weiters wird auf den bereits gewonnenen Erfahrungen aus den vorherigen Kapiteln aufgebaut.

6.2.1 Crawler

Für den Crawler besteht die Notwendigkeit insgesamt über 1.000 to Maschinengewicht sicher in den Boden zu leiten, daher ist dieser mit 55 to auch das massivste Bauteil. Hier bestimmt das enorme Gewicht die Landtransportrate, da der Crawler an sich sehr kompakt baut. Siehe den messend Faktor von 2,1.

6.2.2 6-Wheel Bogie, 5-Wheel Bogie

Wie bereits beim Reclaimer sind auch hier keine Einsparungen mehr zu erwarten. Siehe auch die messend Faktoren von unter 3.

6.2.3 Portal & Equalizer Beam

Beim Portal ergeben sich auf den ersten Blick mehrere Möglichkeiten, um die Transportgröße zu minimieren.

Da jedoch die Auflagefläche für das Schwenklager mit hoher Toleranz maschinell bearbeitet wird, ist eine Teilung im Bereich des Lagers nur dann möglich, wenn die Fläche nach dem Schweißen auf der Baustelle wieder maschinell bearbeitet wird. Da diese Arbeiten Spezialequipment und erfahrene Montageleute benötigen, schlägt sich eine Bearbeitung mit ca. 50.000 USD in Laos zu Buche. Da die Transportkosten für dieses Teil 30.000 USD ausmachen, wird keine weitere Untersuchung durchgeführt, weil es hier kein Einsparungspotential gibt.

Eine andere Möglichkeit wäre, die Beine des Portals separat zu liefern und auf der Baustelle an die bereits vom Fertigungswerk fertig bearbeitete Schwenklagerstruktur anzuschweißen. Da hier teils massiver Verzug durch die Schweißarbeiten auftritt und an diesen Beinen die Fahrwerke befestigt werden, müssen auch diese in einem engen Toleranzbereich liegen. Das Portal ist deshalb - wie eingangs schon gezeigt - als Gesamtes zu transportieren.

Der Equalizer ist wie oben gezeigt zu transportieren, weil er aus technisch-wirtschaftlicher Sicht bereits die optimale Lieferdimension hat und die optimalen Kosten erreicht.

6.2.4 Slew Deck

Auch beim Slew Deck gilt ähnliches wie für das Portal. Da es an der Unterseite eine maschinell bearbeitete Fläche aufweist, die zur Aufnahme des Schwenklagers dient, wäre auch hier bei einer Zerteilung die maschinelle Fertigung vor Ort auf der Baustelle notwendig. Da hier die Transportkosten bereits unter den Montagekosten liegen, ist die derzeit angewandte Lösung das Optimum, weil auch hier von ca. 85.000 USD Kosten für das Bearbeiten der Flächen ausgegangen werden muss.

6.2.5 Pylon Middle Part

Ein erster Blick auf die Zeichnung des Pylon Middle Parts zeigt sehr rasch, dass die Konstruktion an sich an beiden Seiten sehr kompakt baut, jedoch die horizontale Verbindung zwischen den beiden Seiten das Bauteil erst zu dieser extremen Überbreite bringt. Daher wird eine geteilte Lösung evaluiert.

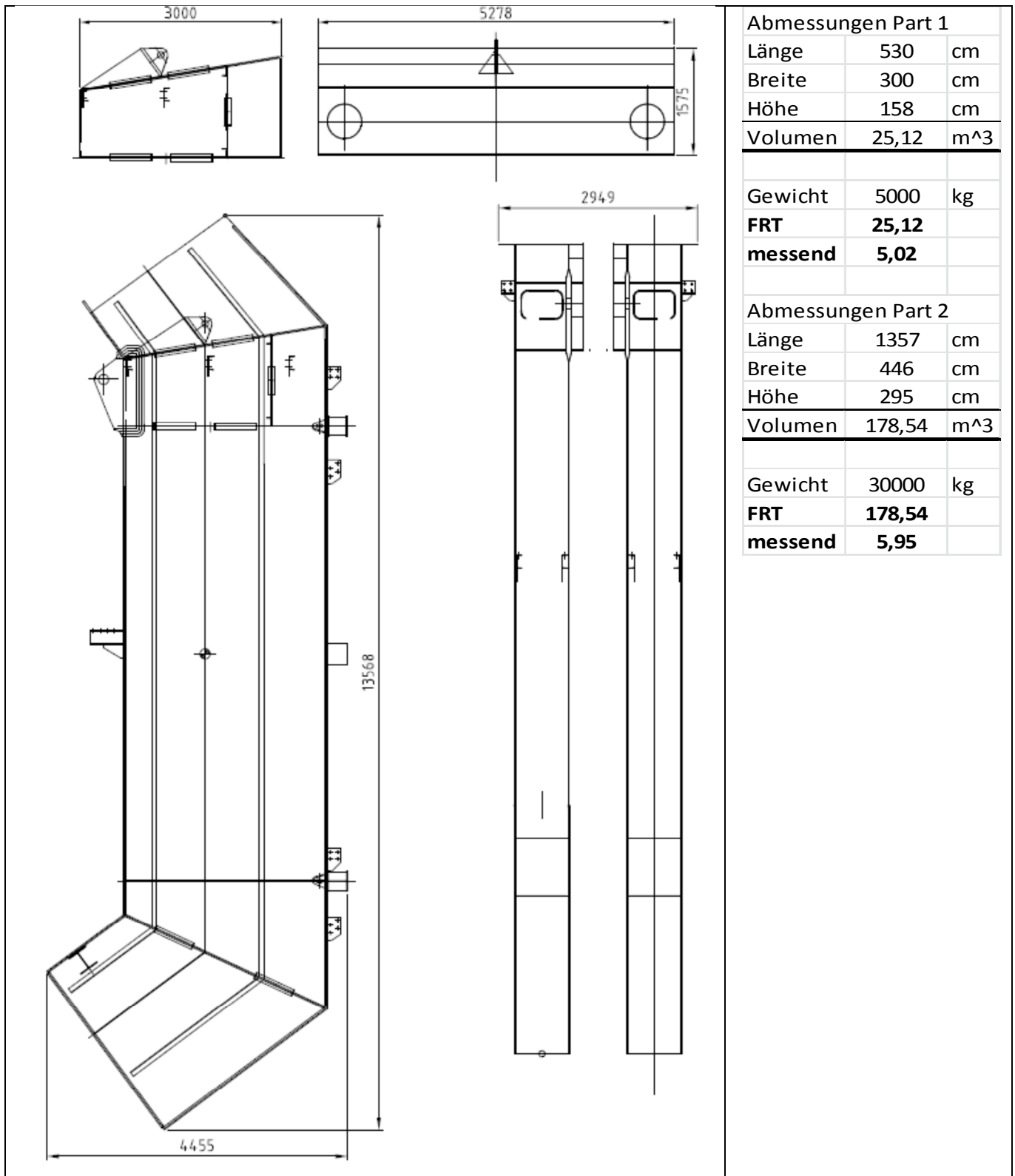
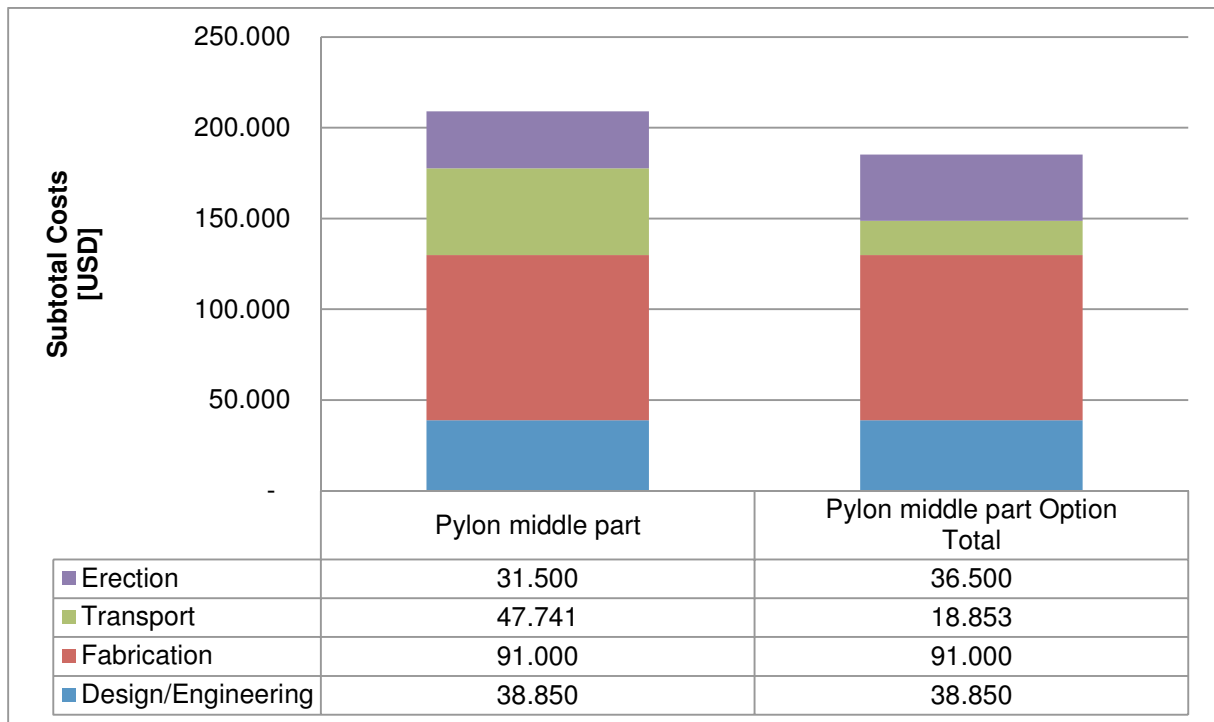


Abbildung 115: Pylon Middle Part Option

Tabelle 34: Kostengegenüberstellung Pylon Middle Part



Wie man an der Aufstellung sehen kann, ist die vorgeschlagene Lösung deutlich billiger, obwohl auch hier wieder bewusst höhere Montagekosten eingerechnet wurden. Dennoch können bis zu 24.000 USD gespart werden.

6.2.6 Pylon Top Part

Für den Pylon Top Part gilt dasselbe wie für den Pylon Middle Part. Der Hauptverursacher der enormen Transportkosten ist die Überbreite, die durch den horizontalen Verbindungsträger zustande kommt. Auch hier wird nun derselbe Vorschlag umgesetzt.

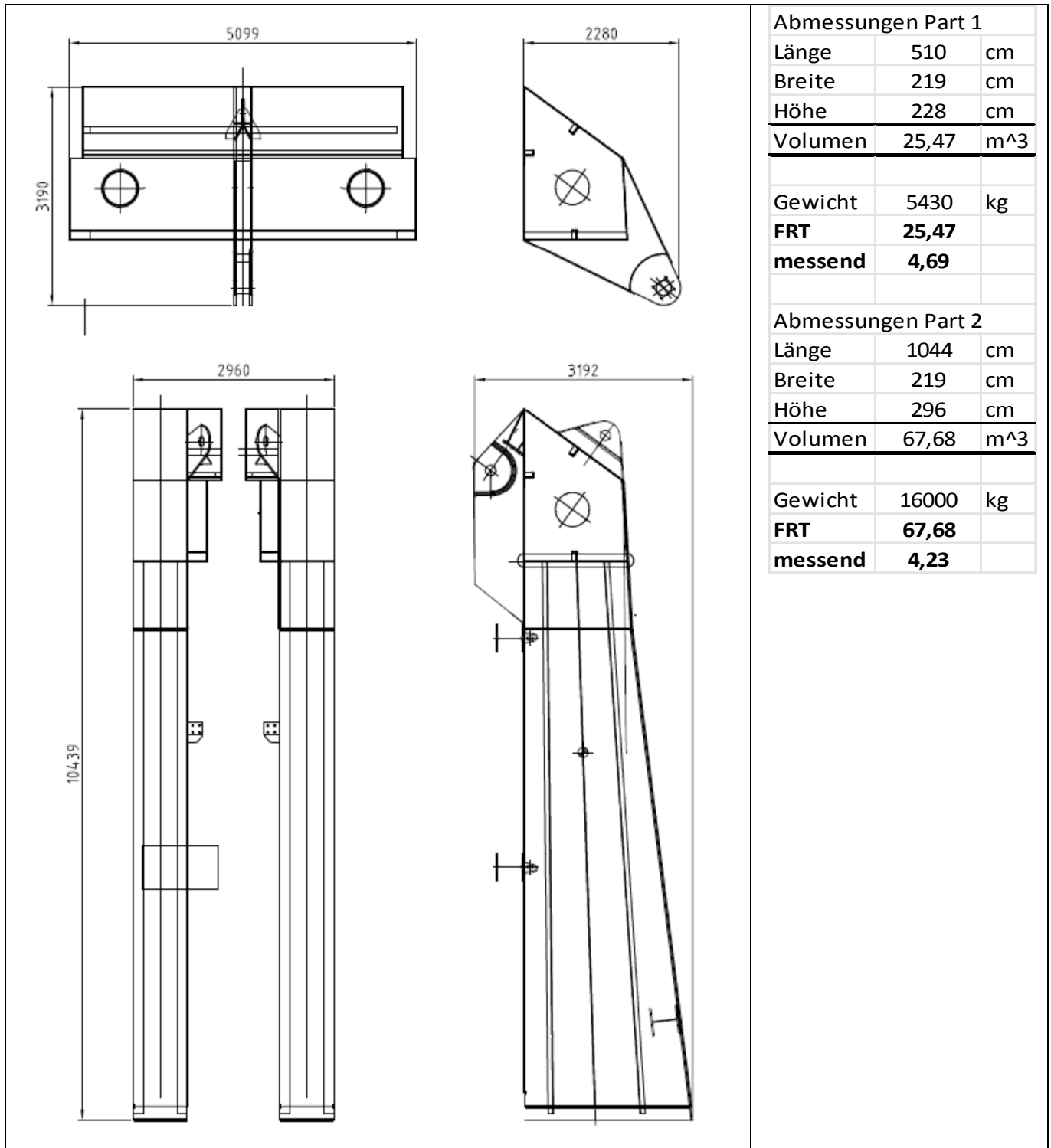
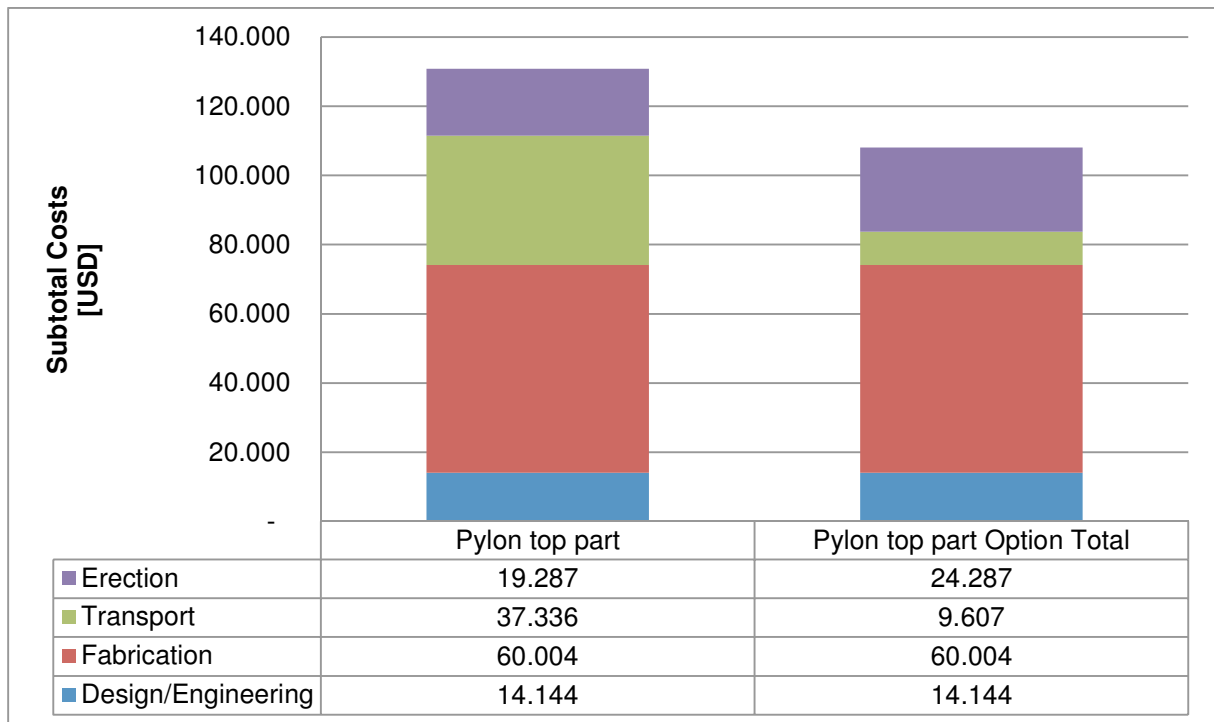


Abbildung 116: Pylon Top Part Option

Tabelle 35: Kostengegenüberstellung Pylon Top Part



Hier kann ebenso großes Einsparungspotential aus dem Transport gewonnen werden. Obwohl ein Montagezusatz mitberücksichtigt wird, ergibt sich dennoch eine Kostenersparnis von 23.000 USD.

6.2.7 Receiving Bridge Tail, Part 2, Head

Bei diesen Bauteilen wird aufgrund der Komplexität eines weiteren Splittes bzw. der Einleitung von den Gurtzugkräften kein weiteres Optimierungspotential mehr gefunden.

6.2.8 Receiving Bridge Part 1

Ein Split der Receiving Bridge Part 1 in zwei Teile reduziert zwar nicht die Seetransportkosten, da die FRT ident bleiben, jedoch können bei den Landtransporten Kosten eingespart werden.

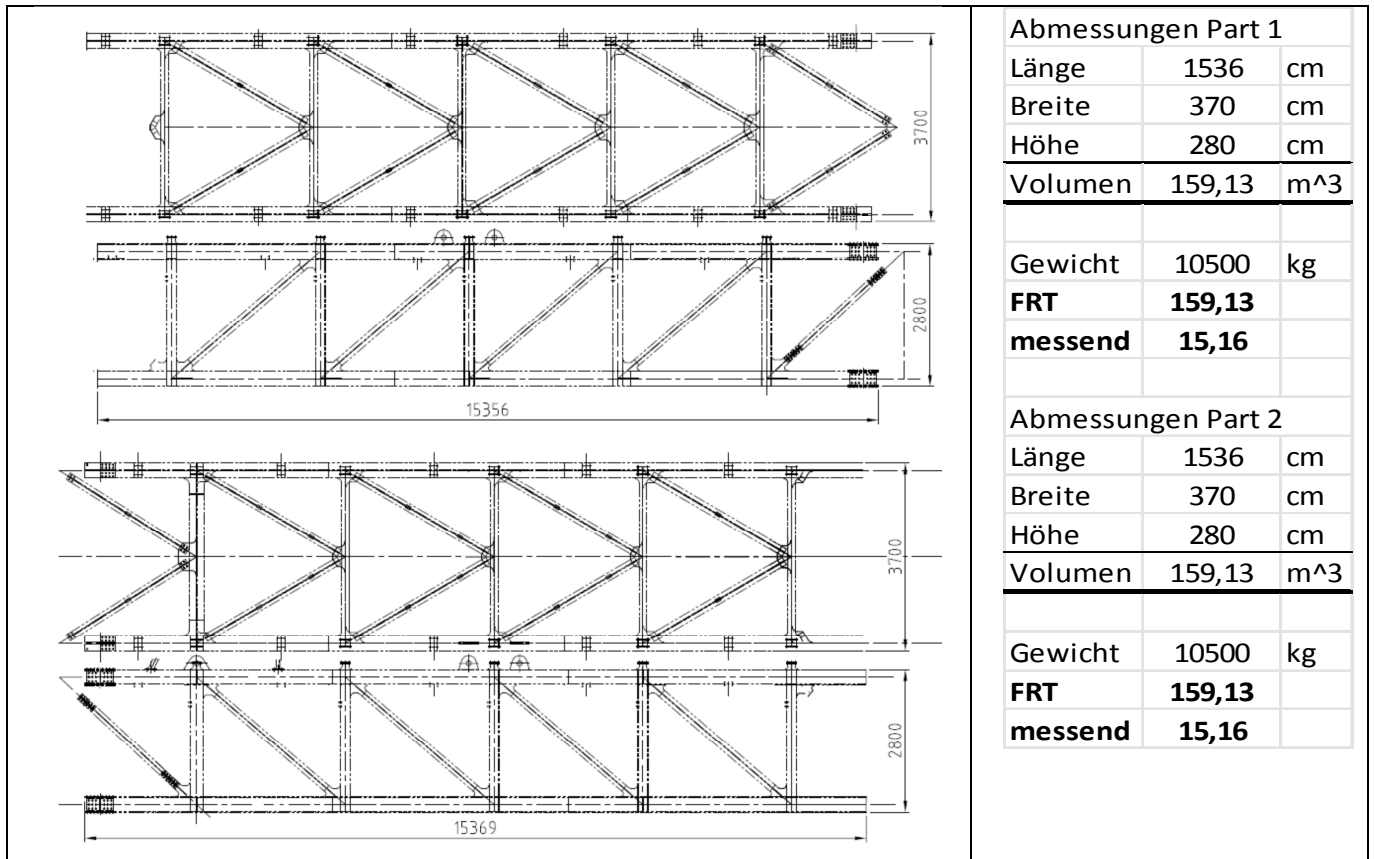
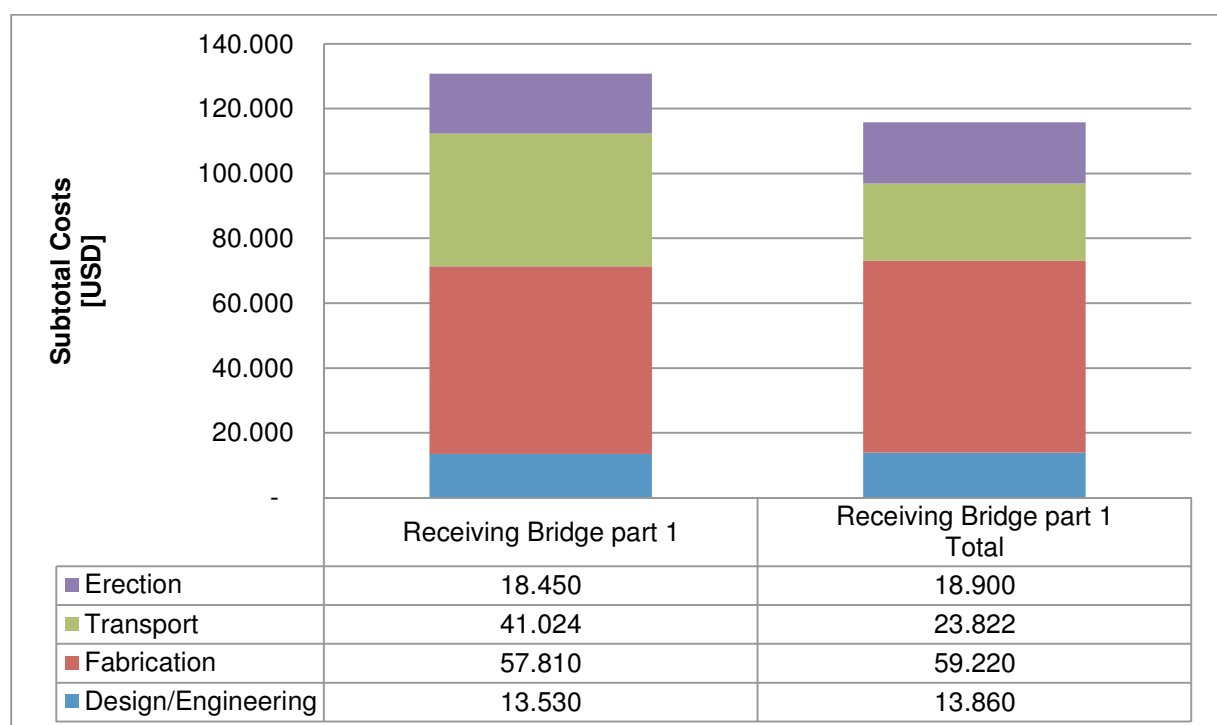


Abbildung 117: Receiving Bridge Part 1 Option

Tabelle 36: Kostengegenüberstellung Receiving Bridge Part 1



Obwohl sich der zusätzliche Schraubstoß mit einem kleinen Mehrgewicht niederschlägt, können ca. 15.000 USD eingespart werden.

6.2.9 Discharge Boom Part 1

Beim Discharge Boom Part 1 würde sich eine Optimierung der Transportgröße nur bei der Seefracht positiv auswirken, weil eine Teilung zwei Landtransporte benötigen würde und diese teurer sind als einer, obwohl die Überlänge vermieden werden könnte. Da aber die Überbreite bestehen bleibt, macht dies keinen Sinn, weil mit der Überbreite von 5.600 mm, Überlängen bis zu 24.000 mm problemlos gefahren werden können. Unser Bauteil ist noch länger und fällt daher in eine noch höhere Kategorie, aber dennoch würde die Seefrachersparnis nicht ausreichen, um die Mehrkosten des Landtransportes bzw. der Montagemehrkosten auszugleichen.

6.2.10 Discharge Boom Part 2

Beim Discharge Boom Part 2 sieht die Sache wiederum völlig anders aus, weil die derzeit bestimmende Größe die Überlänge ist. Auch betreffend der Überbreite ist dieser Bauteil über die gesamte Länge ident breit, somit ergibt sich ein idealer Split in der Mitte des Discharge Booms.

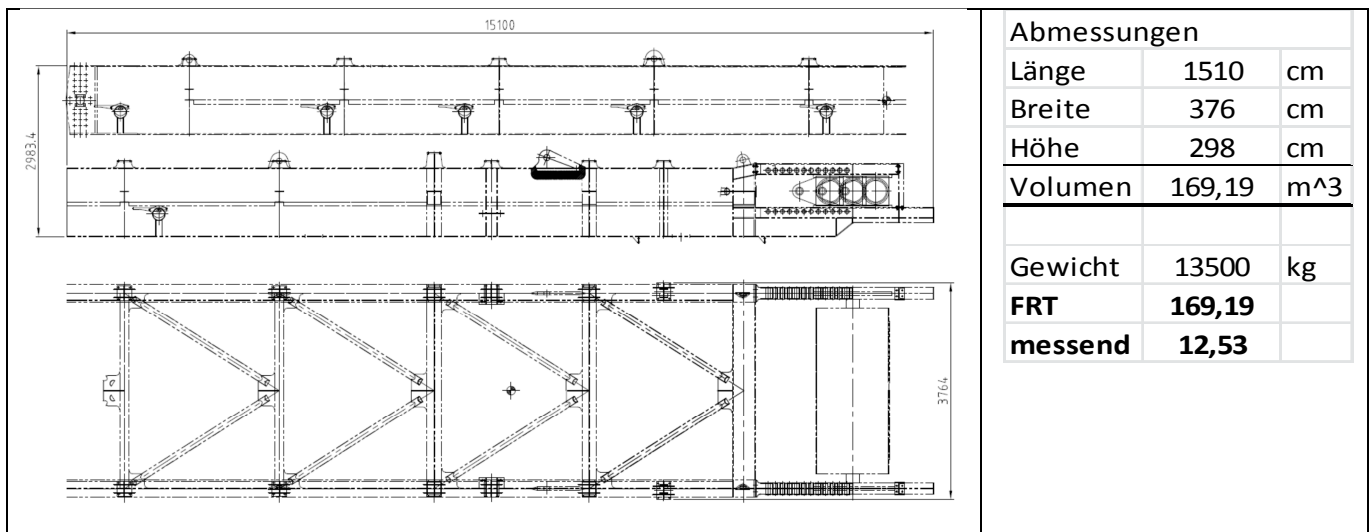
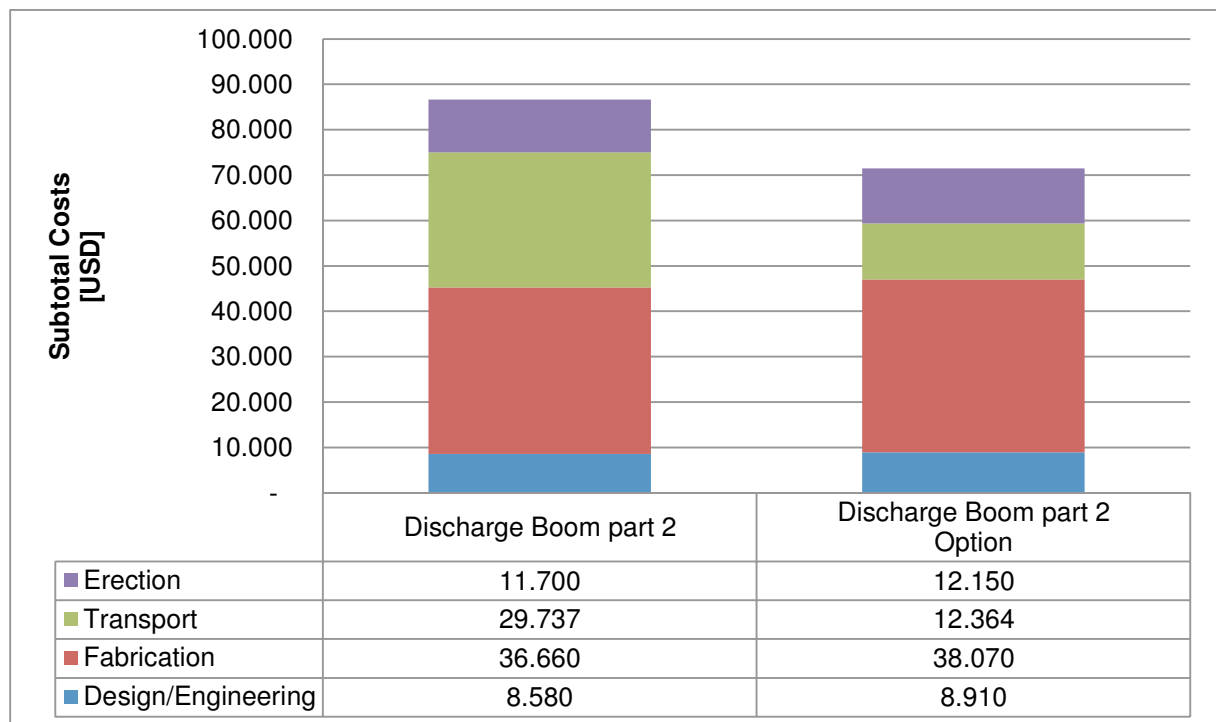


Abbildung 118: Discharge Boom Part 2

Wie man aus der Gegenüberstellung erkennt, wird bei den Transportkosten bis zu 60 % eingespart. Dabei kommen die gesamten Einsparungen nur aus den Landtransportkosten, da die Seefrachtkosten, aufgrund einer leicht höheren Frachttonnage, sogar minimal steigen.

Tabelle 37: Kostengegenüberstellung Discharge Boom Part 2



6.2.11 Counterweight Boom

Aufgrund der Stabilitätsanforderungen an dieses Bauteil, es trägt immerhin 90 to Gegengewicht und ein 13 to schweres E-House, wird kein Optimierungspotential erkannt, das zu signifikanten Einsparungen führen könnte. Daher wird die Lieferdimension, wie eingangs dargestellt, als optimal angesehen.

6.2.12 Tripper Car Front Part 1

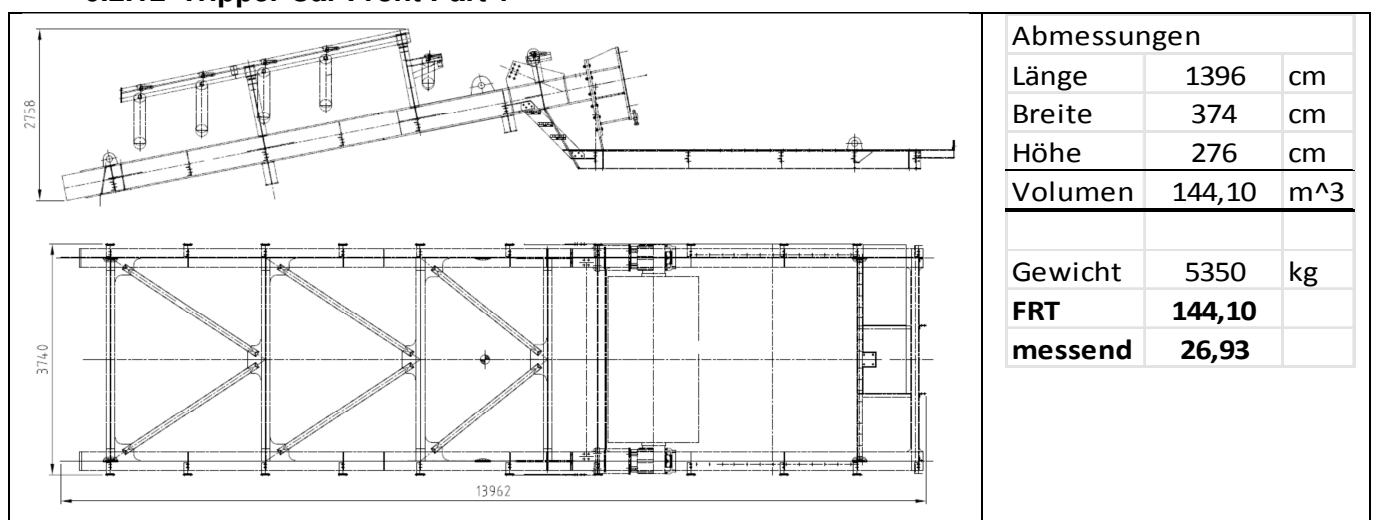
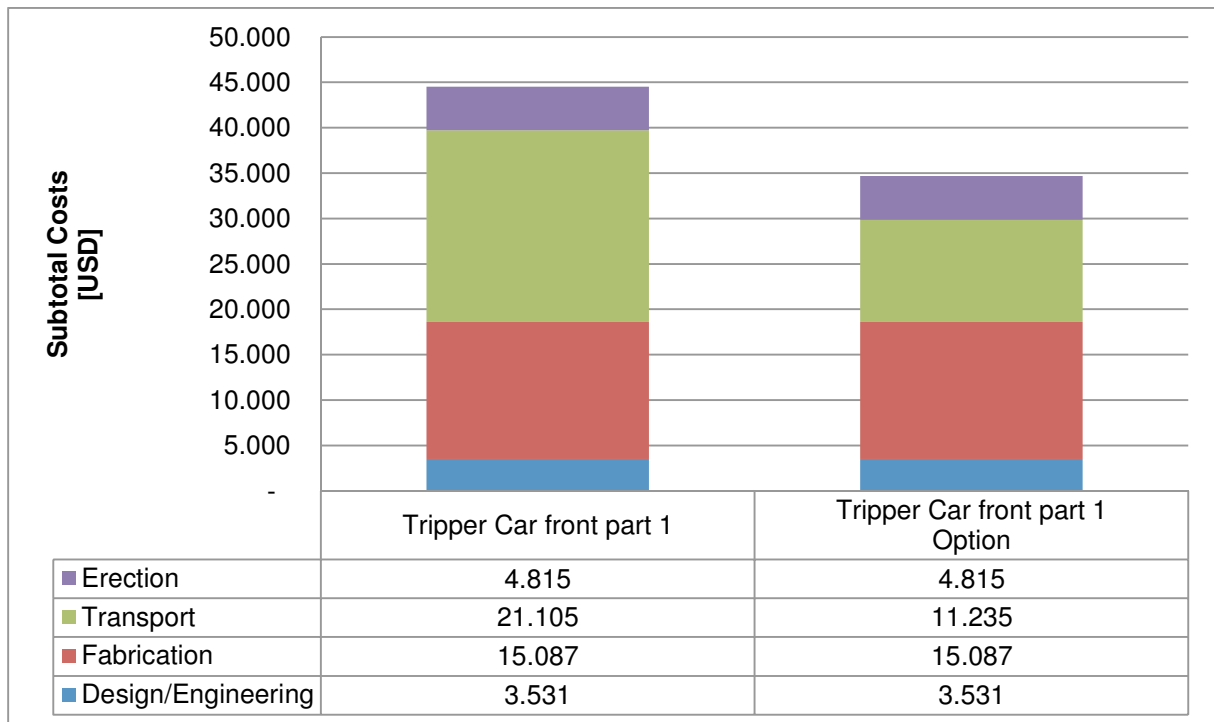


Abbildung 119: Tripper Car Front Part 1

Tabelle 38: Kostengegenüberstellung Tripper Car Front Part 1



Aufgrund des Wegfalles der bereits als Schraubstoß ausgeführten Walkway-Supports verringert sich die Überbreite enorm, was einerseits zu einer um 35 % verringerten Frachttonnage führt, andererseits auch den Landtransport billiger macht. Diese Supports kann man per Holzpalette mit dem Hauptteil mitführen. Die Einsparung beläuft sich auf ca. 10.000 USD.

6.2.13 Tripper Car Front Part 2

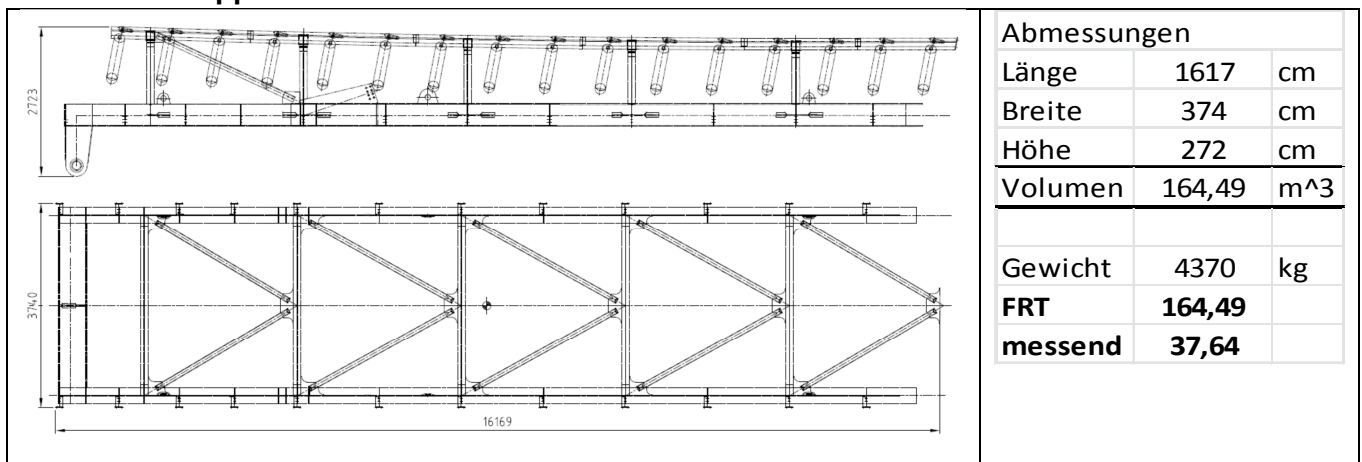
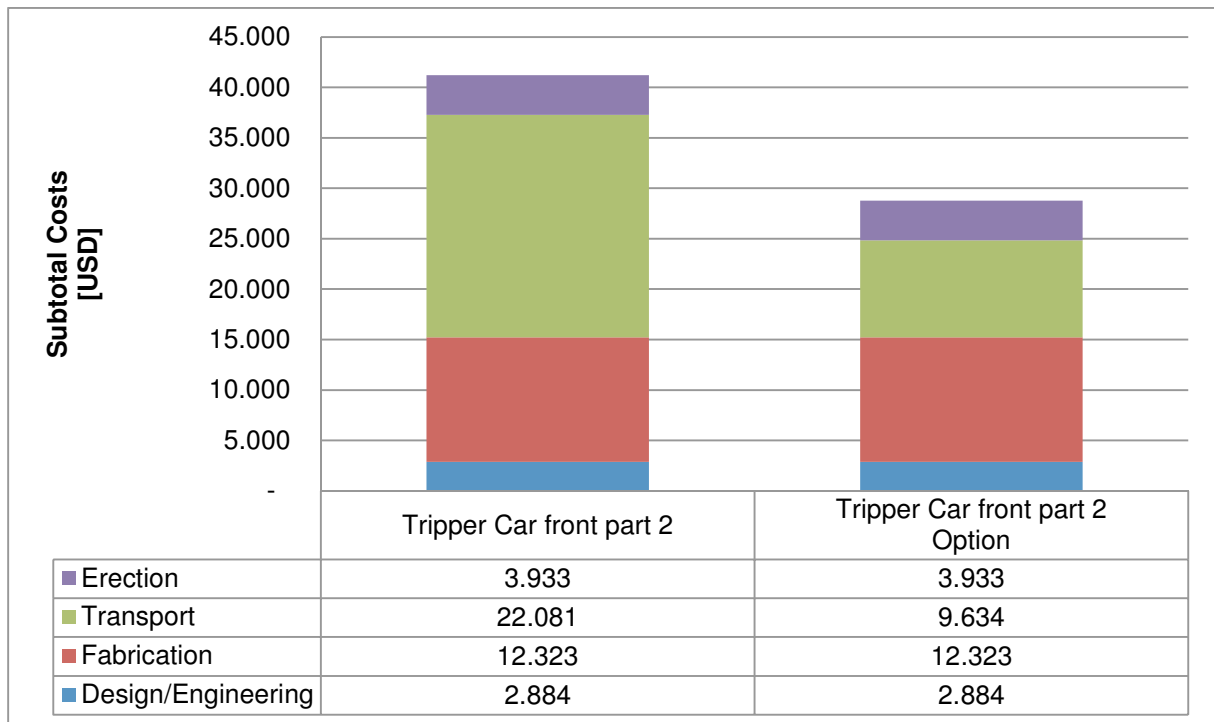


Abbildung 120: Tripper Car Front Part 2

Hier ist gleiches zutreffend wie für das TC Front Part 1. Die Walkway Supports werden lose auf dem Hauptteil mitgeliefert, was zu einer Reduktion der Überbreite führt.

Tabelle 39: Kostengegenüberstellung Tripper Car Front Part 2



Hier kommt das große Einsparungspotential vor allem aus dem Seetransport, bei dem sich ca. 12.500 USD einsparen lassen.

6.2.14 Tripper Car Rear Part 1

Eine Zerteilung des Tripper Car Rear Part würde nur dann Sinn machen, wenn die komplette Struktur in Einzelteilen geliefert würde, wobei dann Schraubstöße vorkommen sollten. Dennoch wird die Struktur so belassen, weil Kabeltrommel sowie auch E-House darauf positioniert sind.

6.2.15 Tripper Car Rear Part 2

Hier würde eine Splittung Sinn machen, indem man die Querträger über einen Schraubstoß anbindet, da dies nur mehr zur Aufnahme der hinteren Girlanden dient.

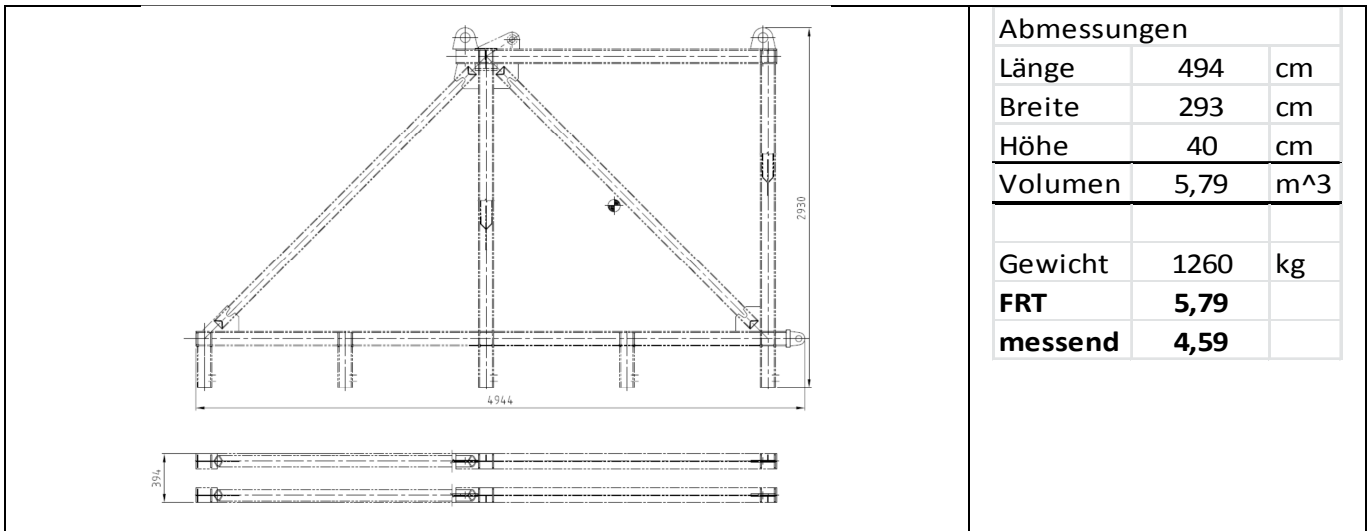
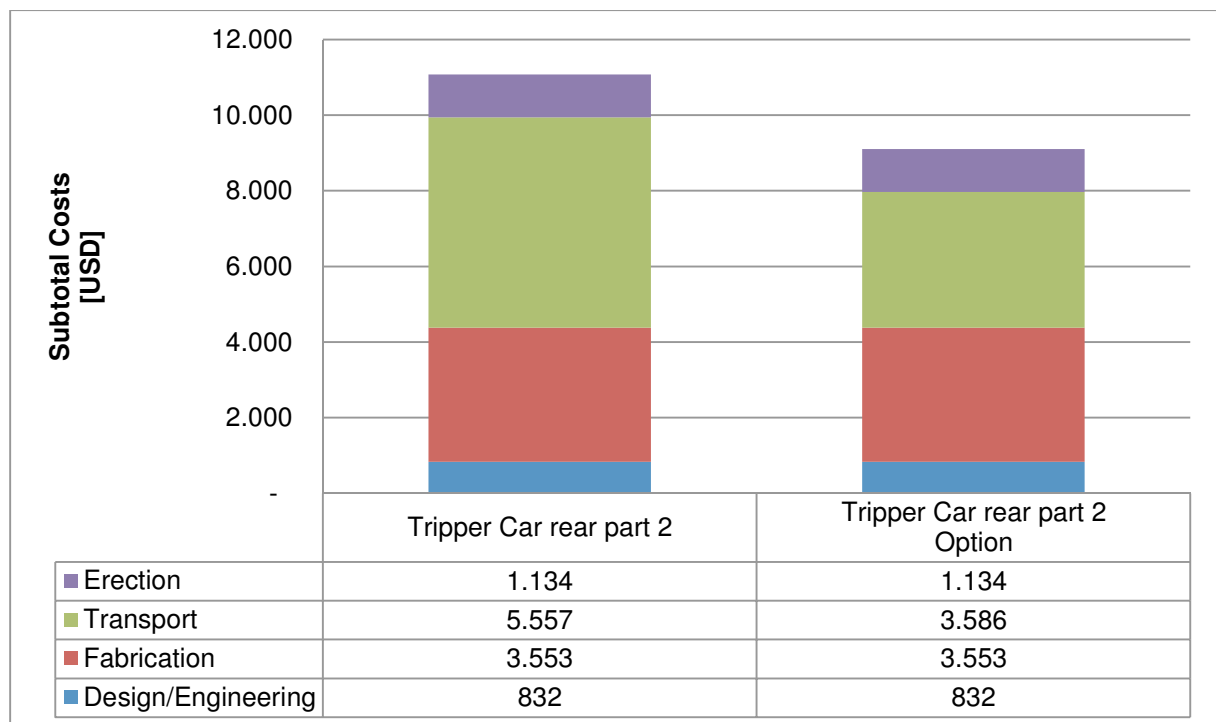


Abbildung 121: Tripper Car Rear Part 2

Tabelle 40: Kostengegenüberstellung Tripper Car Rear Part 2



Da die ganze Konstruktion nur ein minimales Gewicht hat bzw. von Beginn an zwar eine Übergröße hat, diese aber nicht extrem ist, kann hier nur beim Seetransport ein Vorteil erreicht werden. Die Einsparung von ca. 2.000 USD ist aber minimal.

6.2.16 Tripper Car Support Column, Tripper Car Take-up Station

Bei beiden wird aufgrund der enormen Kräfteinleitungen sowie der jetzt schon komplexen Schweißanbindungen kein Potential für eine Optimierung gesehen, weil beide für ihre Größe mit einem messend Faktor von 9 bzw. 12,5 gute Werte aufweisen.

6.3 Kostenaufstellung der optimierten Sondertransportgrößen

In der unten dargestellten Tabelle sind nun die optimierten Lösungen berücksichtigt, jedoch auch jene, die schon im Original die optimierten Kosten hatten.

Tabelle 41: optimierte Gesamtkostenaufstellung Teil 1

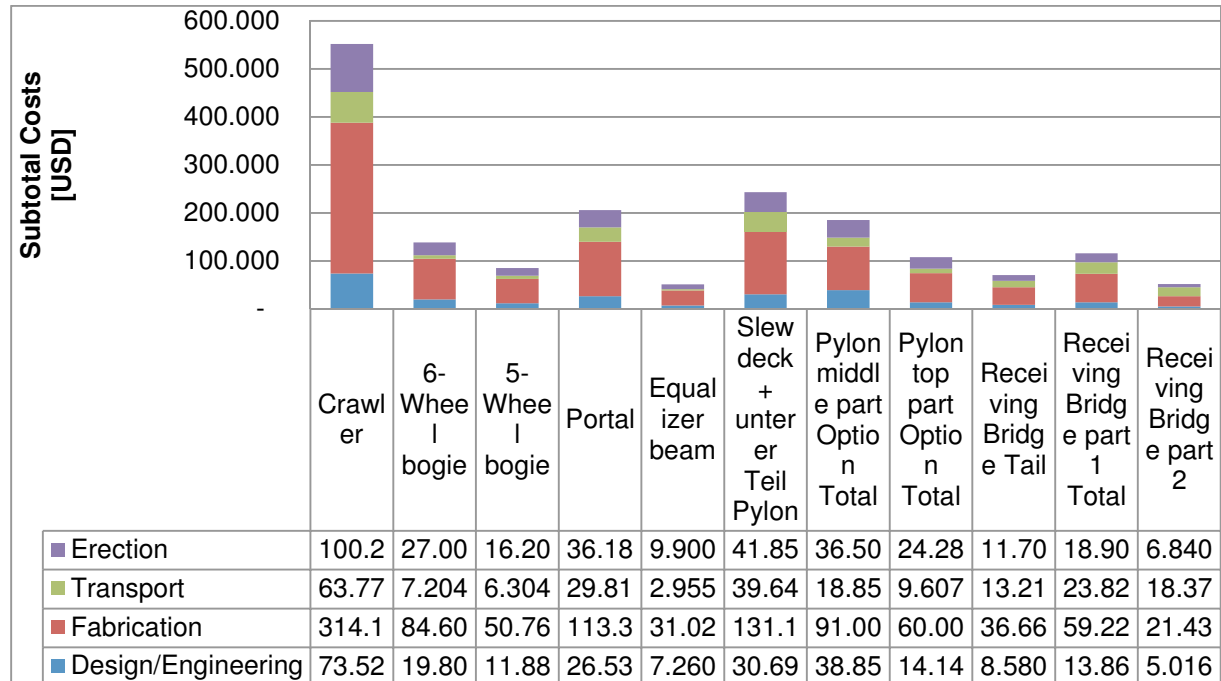
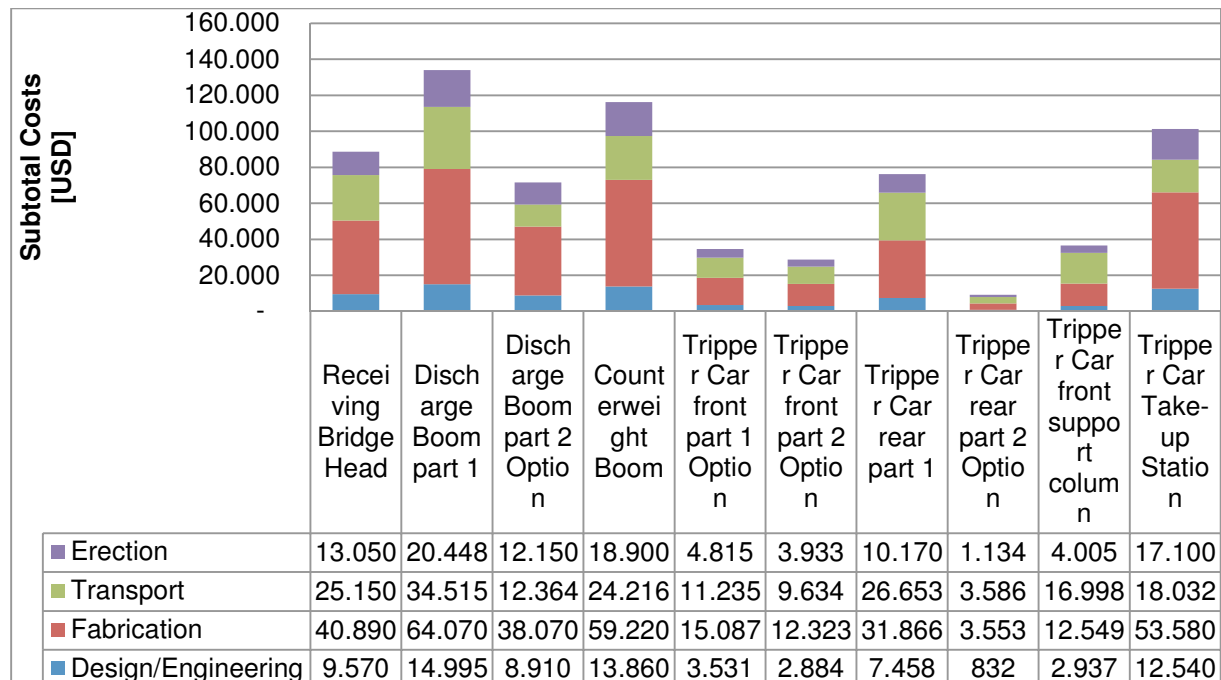
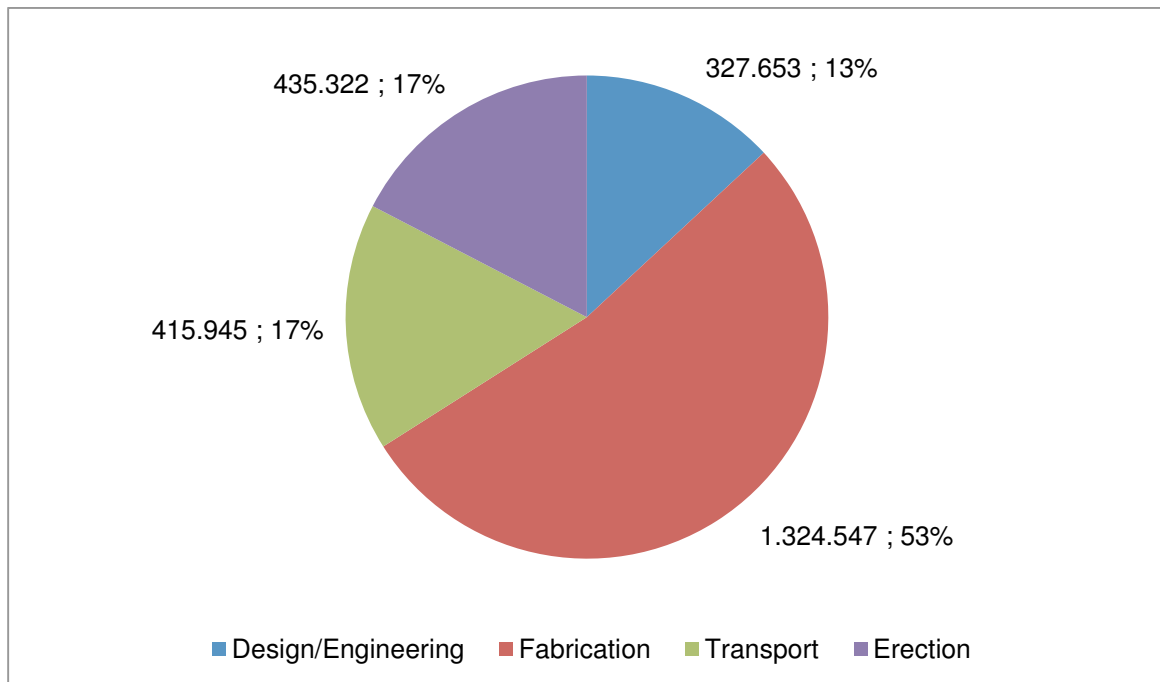


Tabelle 42: optimierte Gesamtkostenaufstellung Teil 2



Aus dem unten dargestellten Tortendiagramm kann man nun deutlich die neue Verteilung erkennen. Bemerkenswert ist, dass der relative Anteil der Transportkosten von den anfangs über 21 % auf 17 % gesunken ist. Weiters ist der Ausgleich der Kosten zwischen Transport und Erection gelungen.

Tabelle 43: Tortendiagramm, optimierte Gesamtkostenverteilung

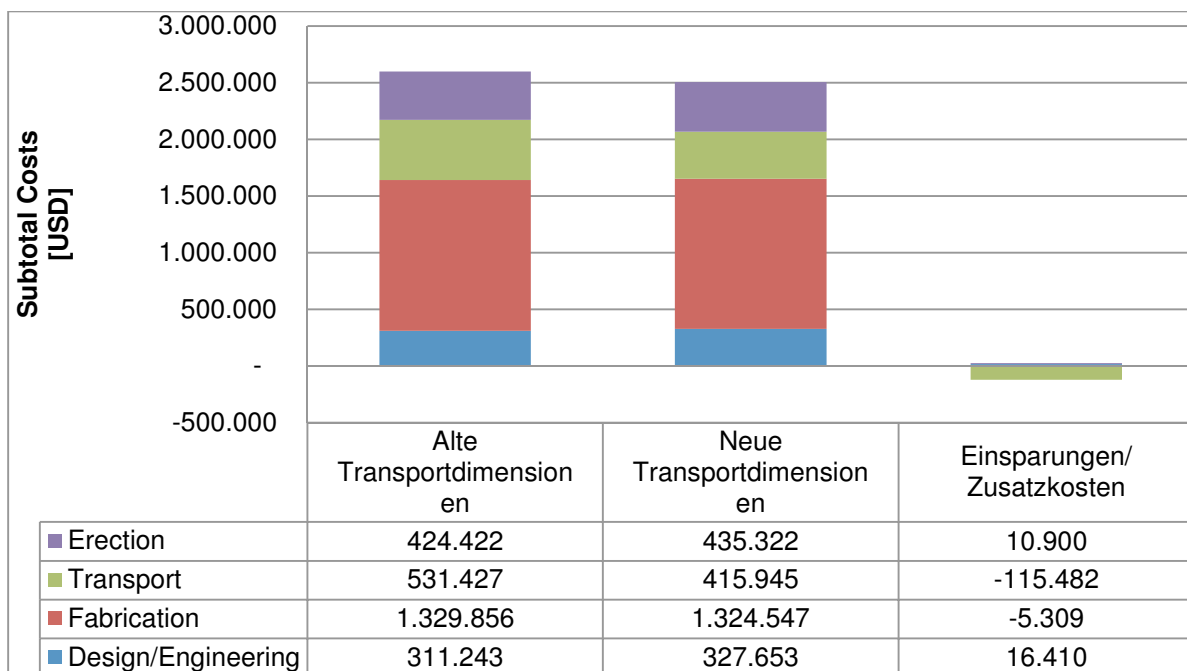


Die Montagekosten legen aufgrund des günstigen Umstandes, dass der Montage ein Kilobasispreis zu Grunde liegt, nur minimal zu.

Unten die direkte Gegenüberstellung der alten und neuen Transportdimensionen. Man erzielt durch die Änderungen eine Nettoersparnis von 93.000 USD.

6.4 Kosteneinsparung/Zusatzkosten

Tabelle 44: Kosteneinsparung/Zusatzkosten



7 Förderbandsystem/Conveyor System

Beim Projekt Hongsa werden insgesamt 15 Conveyor für das Coal Handling benötigt und 7 Conveyor für die Waste Line. Diese haben unterschiedliche Rahmenbedingungen und daher unterschiedliche Designs. Hier werden nun die 3 Typen hinsichtlich ihrer Sondertransportdimensionen evaluiert und Massenteile hinsichtlich ihrer Transportierbarkeit untersucht.

Das gesamte Förderbandsystem hat ca. 13.000 to Gesamtgewicht, wobei ca. 6.200 to Stahlbau und 6.300 to Komponenten wie Antriebe, Elektrik, Trommel und Rollen verbaut werden.

Es werden Conveyor der Typen PC200, welche In-Plant Conveyor sind, PC300, die semi-rückbare Conveyor sind und PC400, die rückbare Conveyor sind, verbaut.

Technische Daten:

Förderleistung:	18.000 to/h Waste Line und 2.400-4.800 to/h Coal Line
Schüttgut:	Abraum (Waste Line), Lignite (Coal Line)
Bandbreite:	1.200 mm-2.400 mm
Antriebsleistung:	von 1 Trommelantrieben mit 160 kW bis zu 3 Trommelantrieben mit 8.750 kW
Bandlängen:	von 202 m bis 2.800 m
Fördergeschwindigkeit:	3,5 bis 5,2 m/s

Auf den folgenden Seiten werden nun die Großteile vorgestellt, die einen Sondertransport erforderlich machen. Die im Detail beschriebenen Großteile zeigen den aktuellen Transportstatus, der später für den Vergleich mit dem neuen Vorschlag berücksichtigt wird. An dieser Stelle soll bereits darauf hingewiesen werden, dass schon alleine aufgrund der immensen Größe dieser Maschine andere Voraussetzungen für die Evaluierung gelten.

Darüber hinaus muss berücksichtigt werden, dass die Conveyor unterschiedliche Fertigungsländer haben. Die Waste Line wird bis auf die Standard Belt Frames in China gefertigt, daher gilt es, auch die Frachttonnen zu evaluieren. Die Coal Line wie auch die Standard Belt Frames der Waste Line werden dagegen in Thailand gefertigt und daher muss nur auf den Landtransport Rücksicht genommen werden.

General Arrangement

Zur besseren Visualisierung folgen nun drei Bilder von bereits ausgeführten und in Betrieb befindlichen Projekten.



Abbildung 122: Ähnliche Anlage in Thailand (Mae Moh V)



Abbildung 123: Ähnliche Anlage in Thailand (Mae Moh V)



Abbildung 124: Ähnliche Anlage in Thailand (Mae Moh V)

In den Abbildungen 125 bis 128 sind nun die Hauptstahlbaukomponenten der zwei verschiedenen Typen benannt und eingezeichnet. Beim semi-rückbaren Typ muss später noch zwischen den Größen der Coal Line und der Waste Line unterschieden werden. Als nächster Punkt folgt eine detaillierte Beschreibung der Hauptkomponenten mit ihren Anforderungen und Schwierigkeiten bei Transport und Montage.

Die ersten beiden Bilder zeigen einen semi-rückbaren Conveyor vom Conveyor System. Auch die semi-rückbaren Waste Line Conveyors haben dasselbe Layout.

Die weiteren zwei Visualisierungen zeigen einen fixen Conveyor.

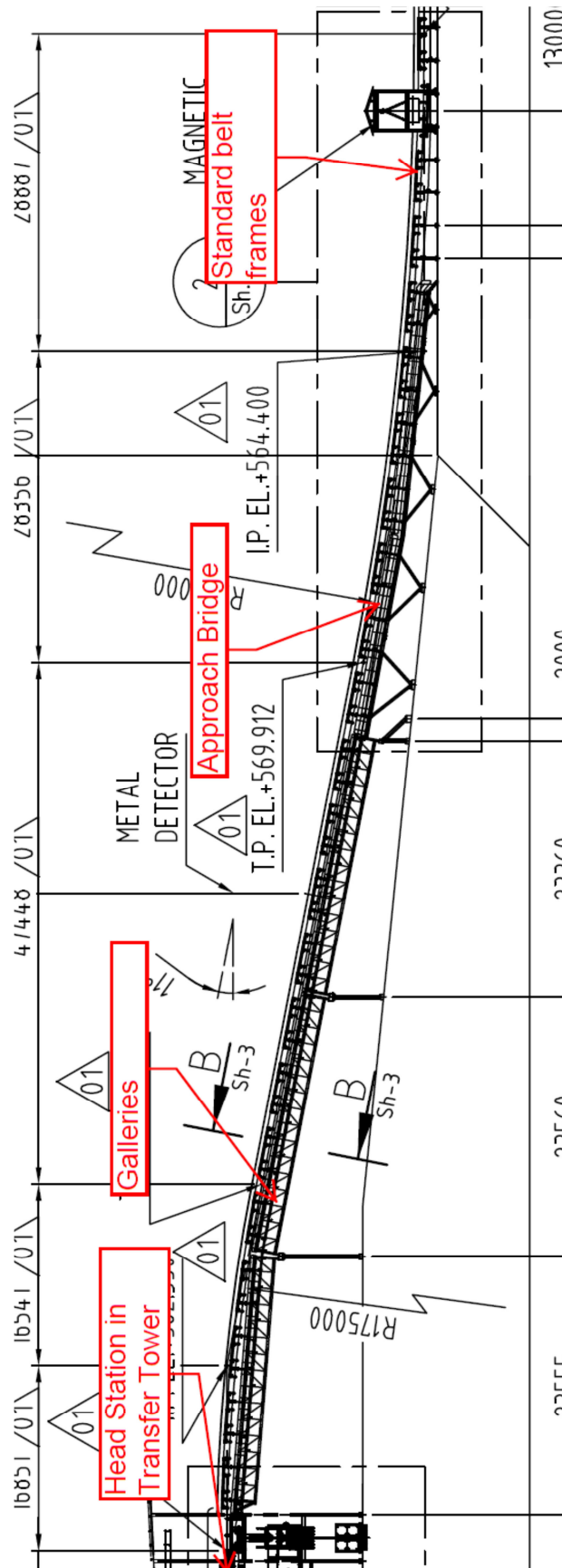


Abbildung 127: Conveyor System General Arrangement, stationär, Head Part

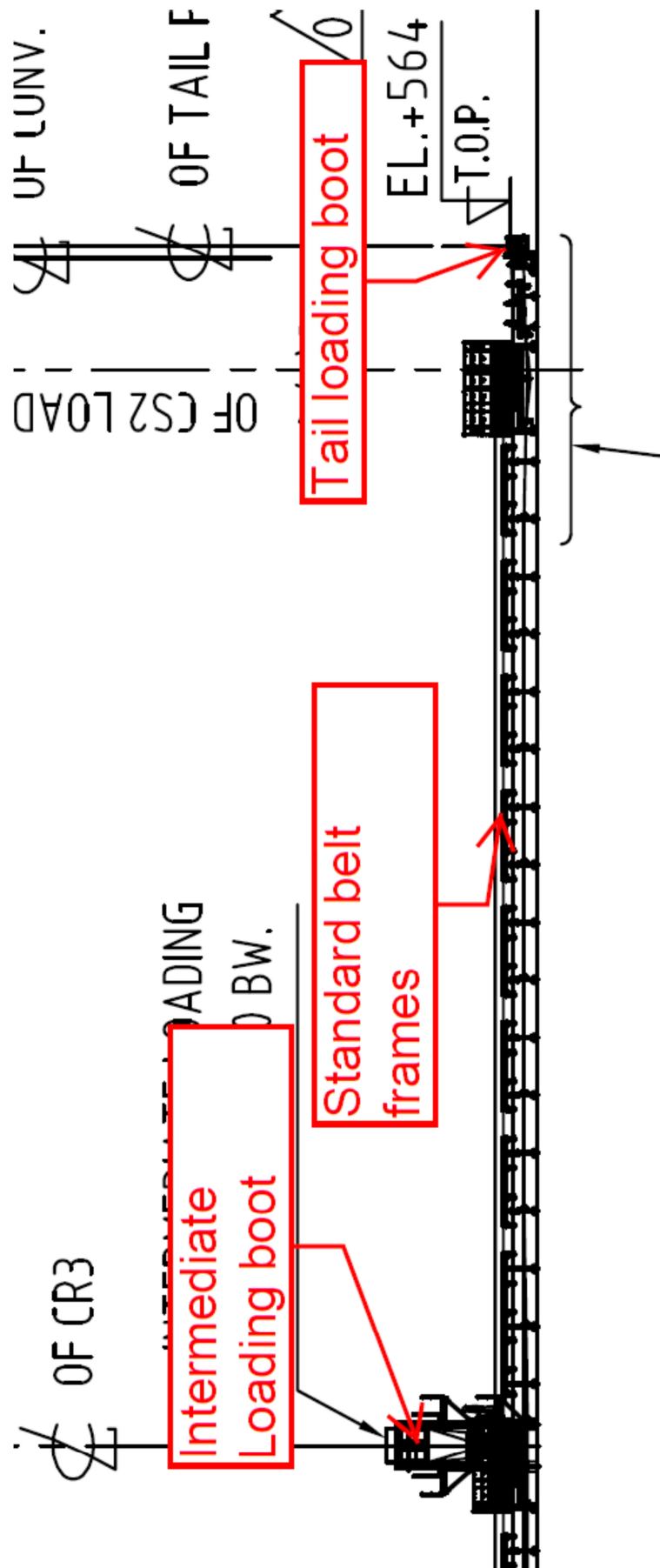


Abbildung 128: Conveyor System General Arrangement, stationär, Tail Part

7.1 Vorstellung der Hauptbaugruppen stationärer Conveyor Coal Line

7.1.1 Coal Line Head Station

Wie man unten sehen kann, ist die Transportdimension unter der von Standardbedingungen und bedarf somit keiner weiteren Zerteilung. Diese Rahmenkonstruktion kommt im Projekt sechs Mal zur Anwendung.

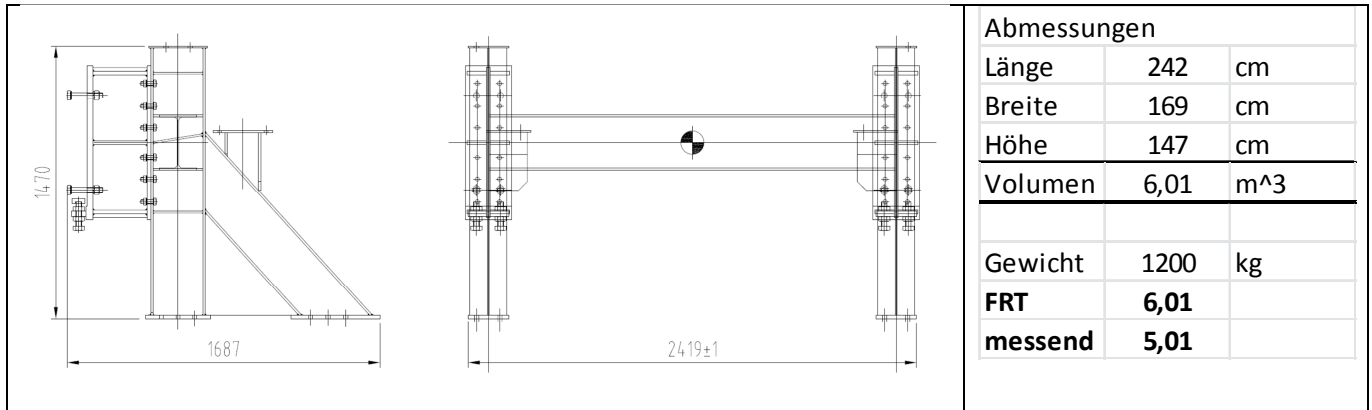


Abbildung 129: Head Station fix

7.1.2 Coal Line Tail Station

Die Tail Station der fixen Conveyor hat das identische A- oder Y-Rahmen Layout. Daher ist auch bei dieser keine weitere Zerteilung mehr notwendig. Die Rahmenkonstruktion kommt bei der Tail Station insgesamt 9 Mal zum Einsatz.

7.1.3 Coal Line Approach Bridge Type 1

Es wird zwischen dem Type 1, der bereits die V-Abstützungsrahmen fix verschweißt hat und dem Type 2, der diese über einen Schraubstoß angebunden hat, unterschieden.

Untere Zeichnung zeigt die fertige Transportzeichnung mit Tiefladersystem. Obwohl die Approach Bridges der Coal Line alle die Breite einhalten, wird durch die fertig geschweißte Struktur die Standardhöhe sowie auch die Standardlänge überschritten. Kommt in der Anlage insgesamt 11 Mal zum Einsatz.

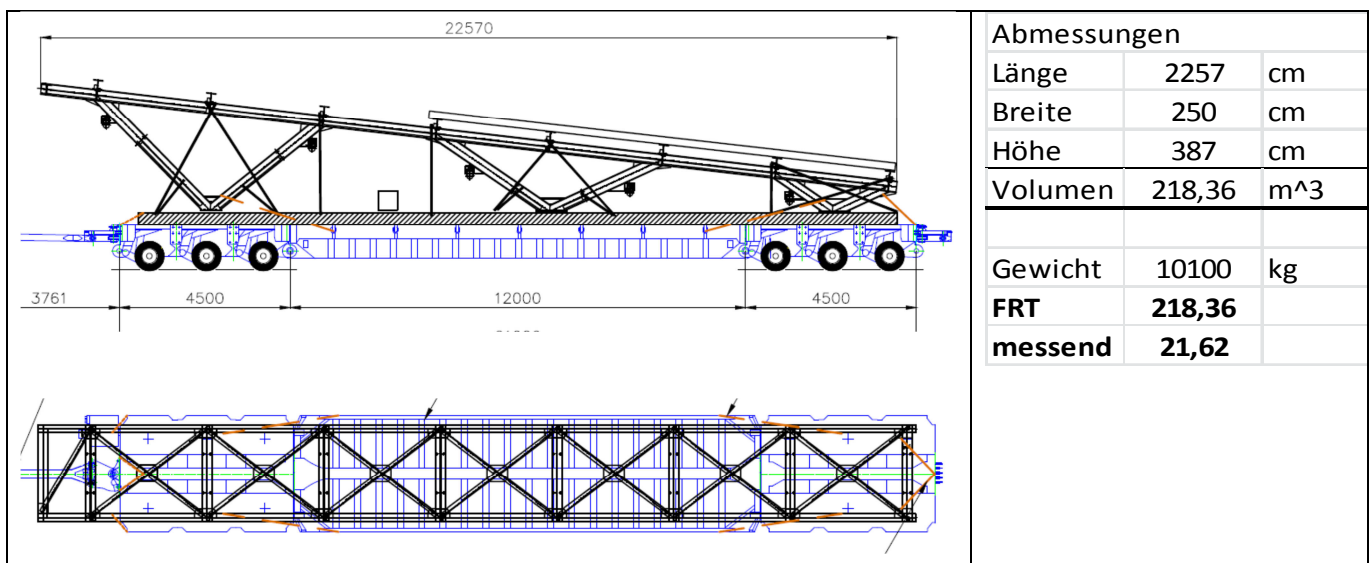


Abbildung 130: Approach Bridge Type 1

7.1.4 Coal Line Approach Bridge Type 2

Type 2 ist im Gegensatz zu Type 1, über einen Schraubstoß mit den V-Unterstützungsstrukturen verbunden. Hintergrund ist, dass die Bridge ansonsten zu hoch geworden wäre und so nicht hätte transportiert werden können. Kommt ebenfalls 9 Mal zum Einsatz.

7.1.4.1 Approach Bridge

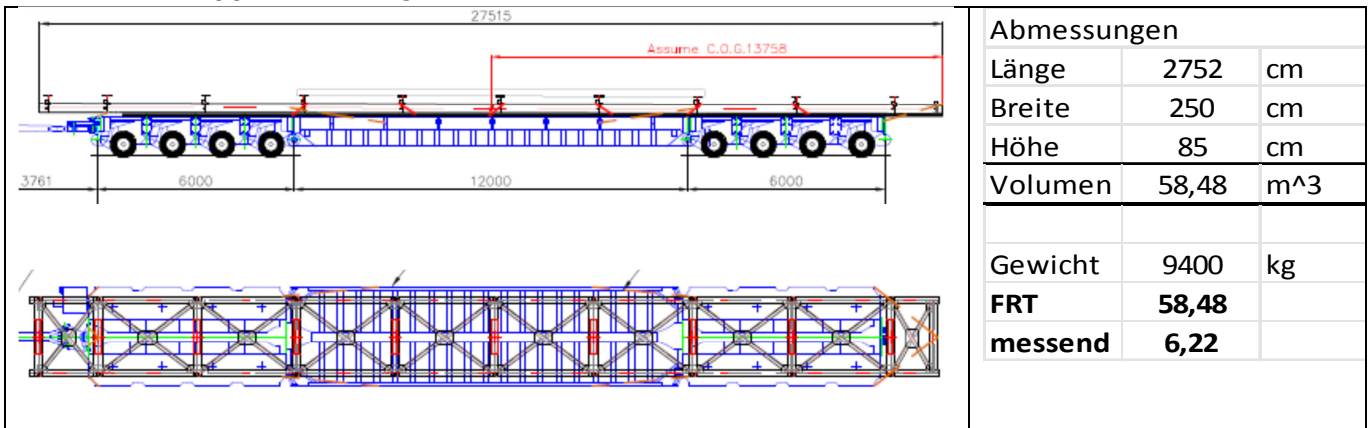


Abbildung 131: Approach Bridge Type 2

7.1.4.2 V-Unterstützungsrahmen

Hier werden die 3 Unterstüztungsrahmen der obigen Type 2 separat transportiert. Dieser Transport muss ebenso 9 Mal durchgeführt werden, um die korrespondierende Anzahl der V-Unterstützungsrahmen zu den 9 oben gezeigten Brücken verfügbar zu haben.

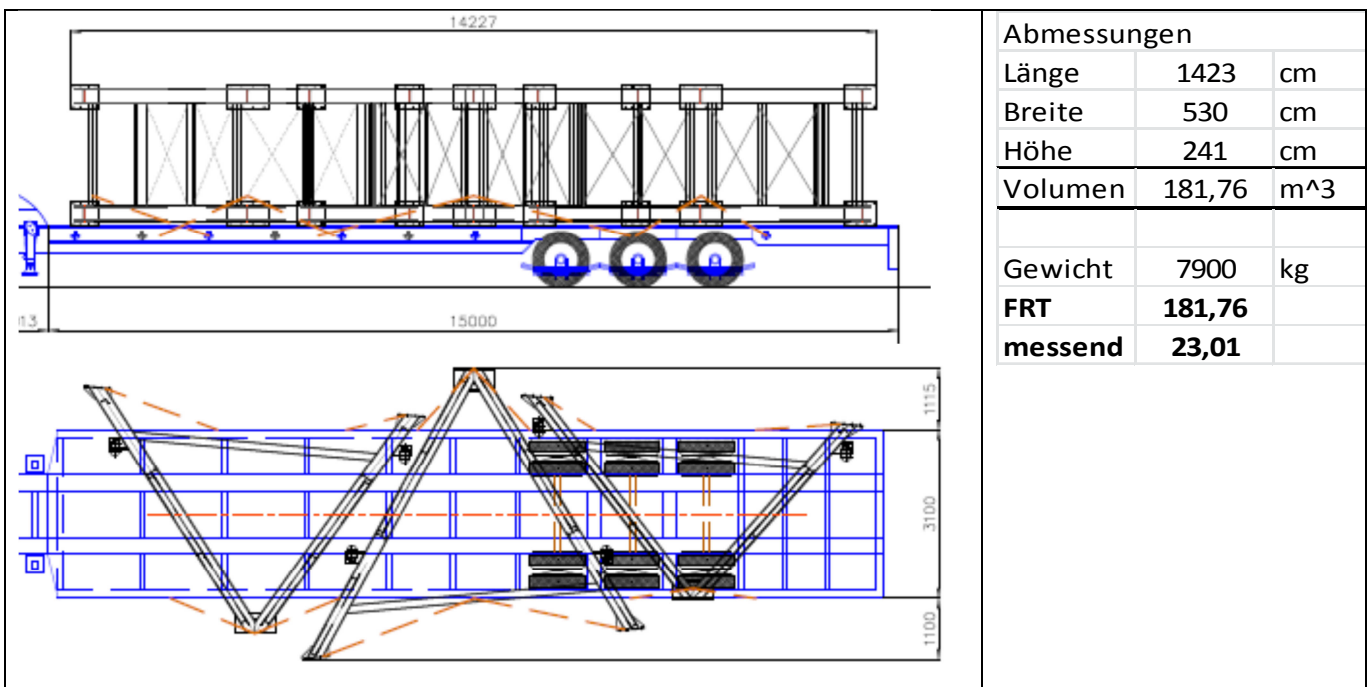


Abbildung 132: V-Unterstützungsrahmen

7.1.5 Coal Line Galerien

Die Galerien werden schon in der Länge auf 12 m zerteilt ausgeliefert. Weiters werden auch die Walkway-Support Träger bereits lose im freien Raum des Fachwerkes mitgeliefert. Auf

der Site werden sie dann zu einer 24 m Galerie zusammengebaut. Die Konstruktion kommt als 24 m Galerie insgesamt 20 Mal zum Einsatz, also müssen insgesamt 40 Transporte der 12 m Sektionen erfolgen.

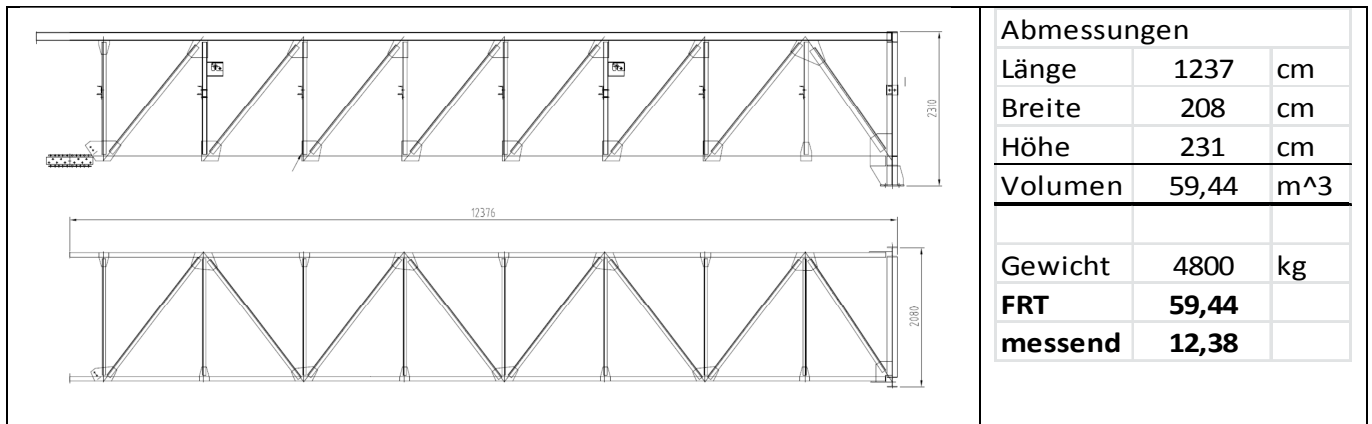


Abbildung 133: Galleries

7.2 Vorstellung der Hauptbaugruppen semi-rückbarer Conveyor Coal Line

7.2.1 Coal Line Head Drive Station

Die semi-rückbaren Head Drive Stations bestehen aus zwei Pontoons, der mittleren und der vorderen Hauptstruktur, an der die Trommel montiert wird und die Übergabe des Materials auf das nächste Band erfolgt. Dieser Type der Head Station kommt in der Anlage insgesamt 4 Mal zum Einsatz.

7.2.1.1 Pontoons

Die Pontoons dienen dazu, der Station eine Auflagefläche auf dem Boden zu gewährleisten, wobei diese so groß sein muss, dass der zulässige Bodendruck nicht überschritten wird. Jede Station hat mindestens zwei davon.

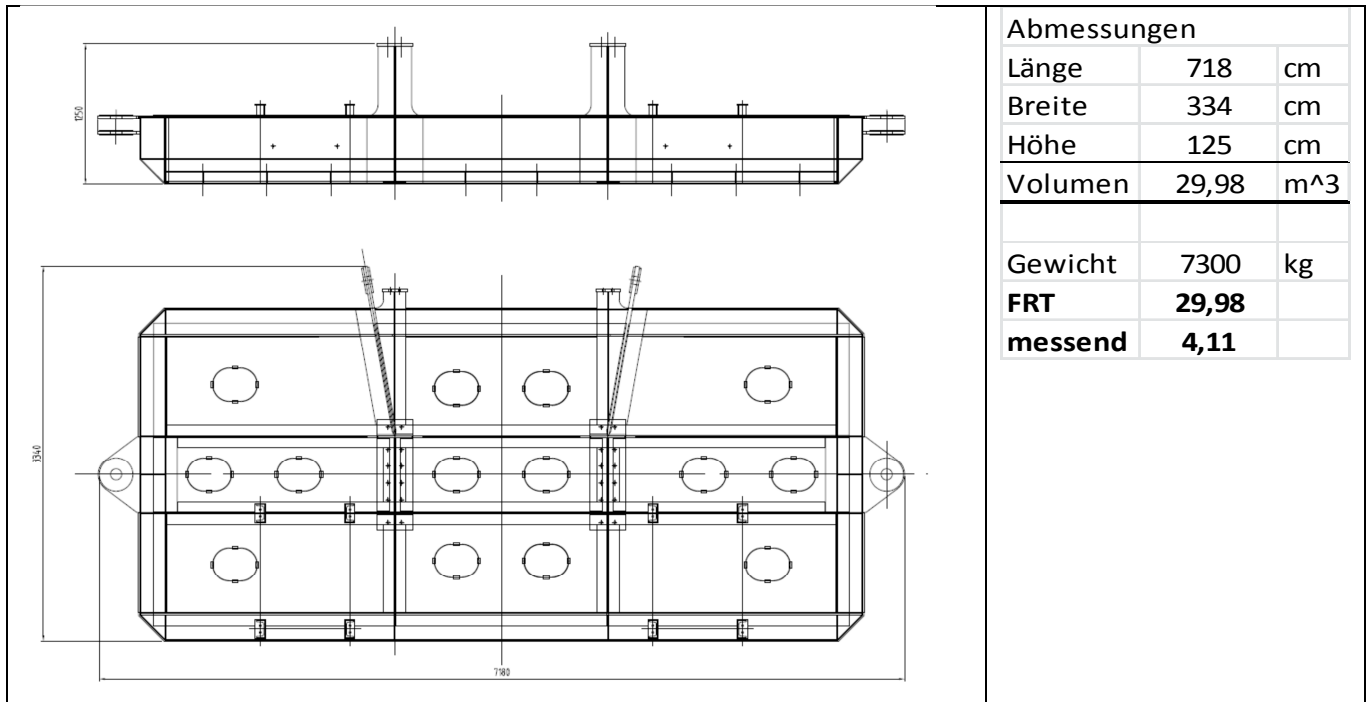


Abbildung 134: Pontoon

7.2.1.2 Main Part

Auch die Hauptstrukturen der Coal Line sind unter der Standardbreite. Hier dominiert die Überhöhe und eine leichte Überlänge.

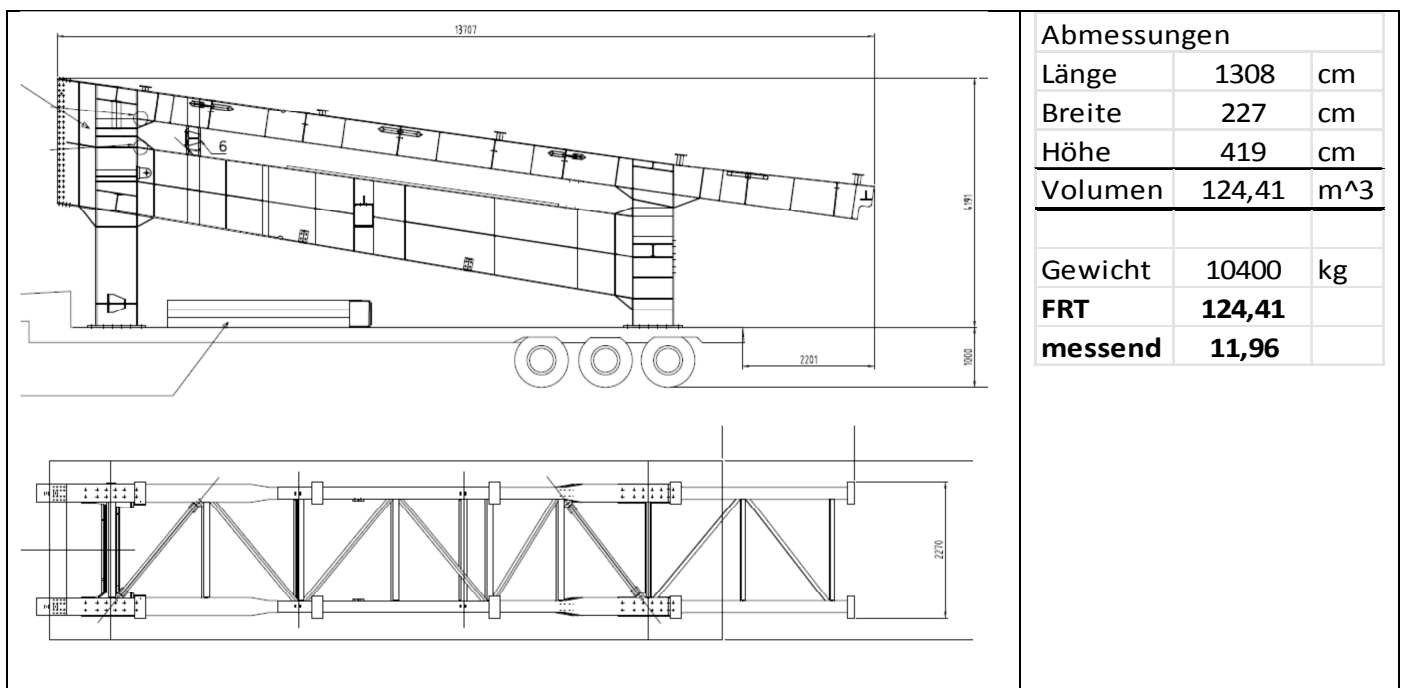


Abbildung 135: Coal Line Head Station Main Part

7.2.1.3 Front Part

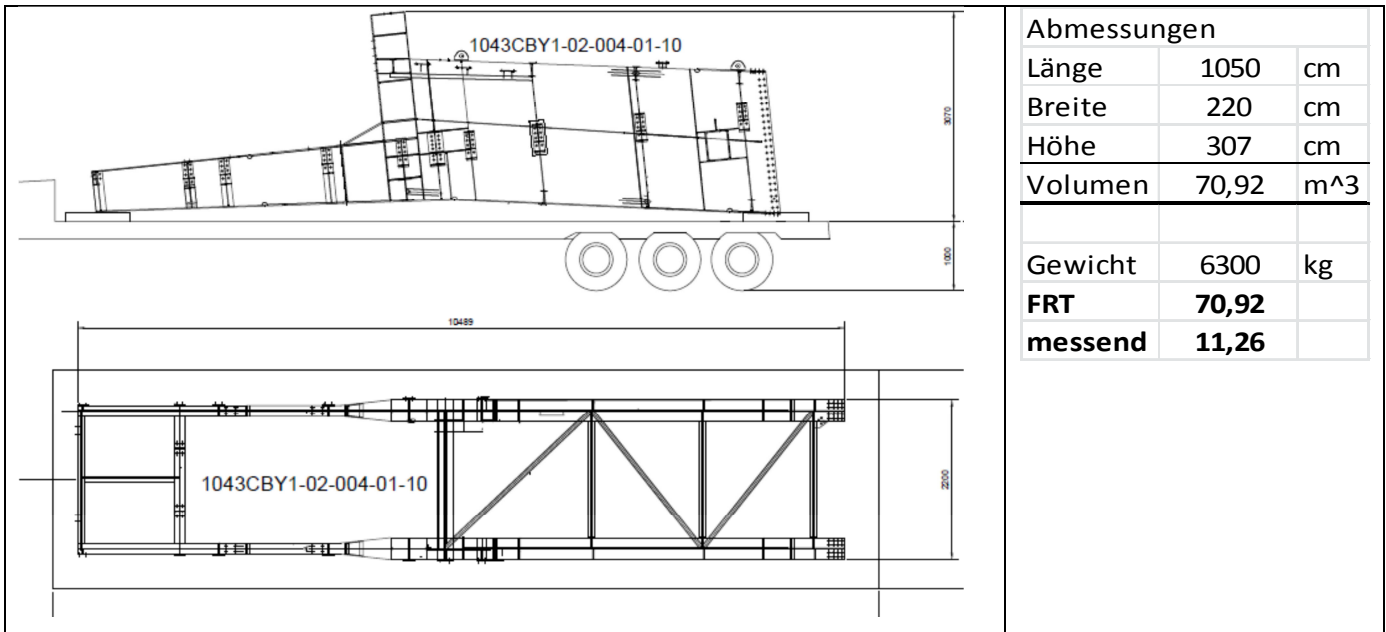


Abbildung 136: Coal Line Head Station Front Part

7.2.2 Coal Line Tail Station

Die Tail Station ist gleichfalls auf einem Pontoon aufgebaut. Weiters wird darauf auch der Hopper befestigt. Obwohl bereits ein Schraubstoß zwischen Pontoon und der aufbauenden Struktur vorgesehen ist, macht es Sinn diese zusammen zu transportieren, da die Überbreite durch das Pontoon bestimmt wird. Die Tail Station Pontoon kommt in der Anlage insgesamt 6 Mal zum Einsatz.

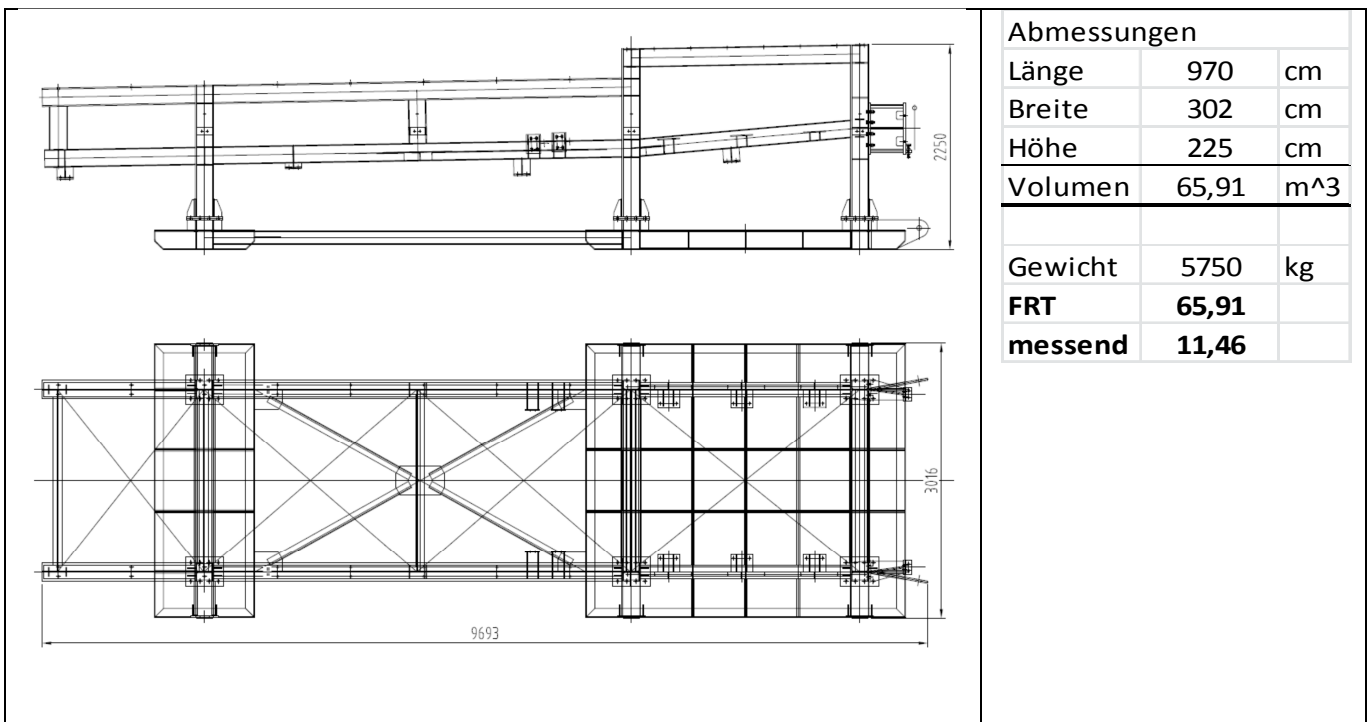
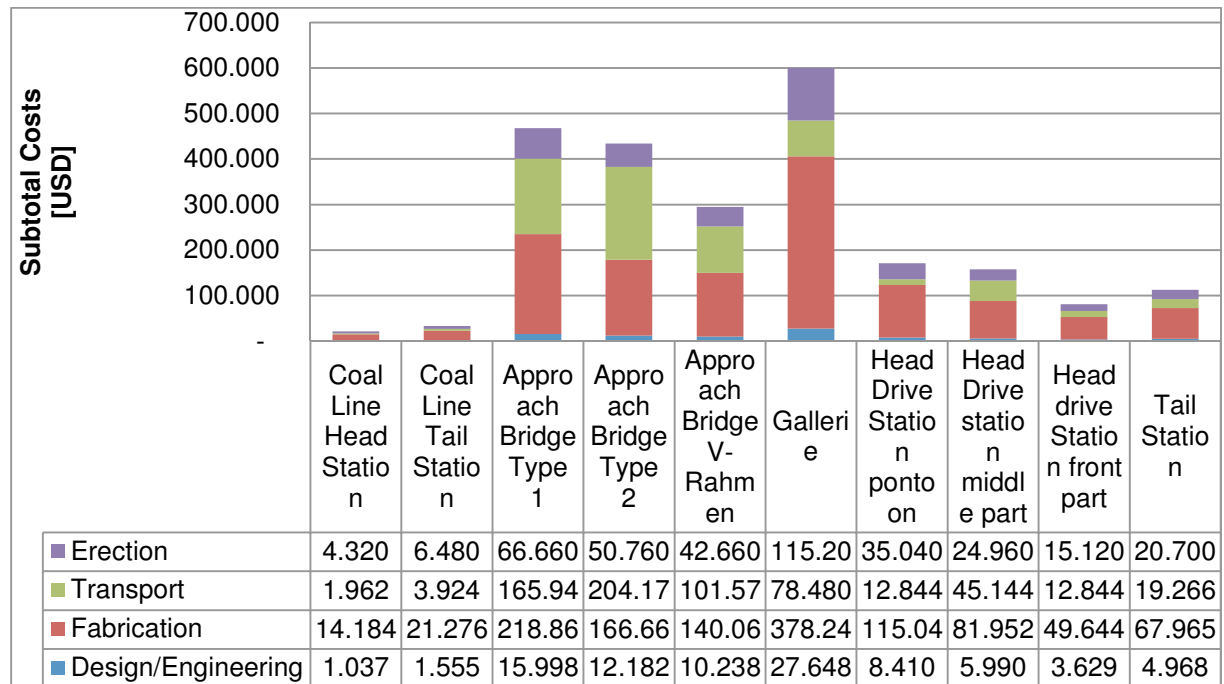


Abbildung 137: Tail Loading Boot

7.2.3 Coal Line Approach Bridge

Auch die semi-rückbaren Bänder haben Approach Bridges, welche benötigt werden, um den Bandverlauf kurz vor der Übergabe von dem normalen Niveau der Standard Belt Frames auf das Niveau der Head Drive Station anzuheben. Im Gegensatz zu den fixen Bändern sind diese ebenfalls auf Pontoons verlagert, jedoch sind sie schraubbar an die V-Unterstützungsrahmen befestigt und werden separat transportiert. Alle anderen Eigenschaften sowie Transportteilungen bleiben jedoch, wie bei den fixen, ident.

Tabelle 45: Gesamtkostenaufstellung Coal Line



7.3 Vorstellung der Hauptbaugruppen semi-rückbarer Conveyor Waste Line

Die semi-rückbaren Conveyor der Waste Line weisen das idente Layout der semi-rückbaren Conveyor der Coal Line auf, nur eben größer, breiter und massiver. Weiters muss hier berücksichtigt werden, dass die Teile aus China nach Laos transportiert werden und daher die Frachttonne und daraus folgend die Seefrachtkosten wieder einen größeren Einfluss auf die Gesamtkosten haben.

7.3.1 Waste Line Head Drive Station

Die semi-rückbaren Head Drive Stations bestehen aus zwei Pontoons, der mittleren, vorderen und hinteren Hauptstruktur, an der dann die Trommel montiert wird und die Übergabe des Materials auf das nächste Band erfolgt.

Die Head Drive Station wird mit diesem Layout insgesamt 6 Mal bei dem Projekt verbaut. Hier eine isometrische Ansicht der Station ohne Pontoons. Das Systemmaß der Struktur beträgt 3.300 mm, daher sind die Außenkanten mit 3.600 mm bei allen Teilen gleich.

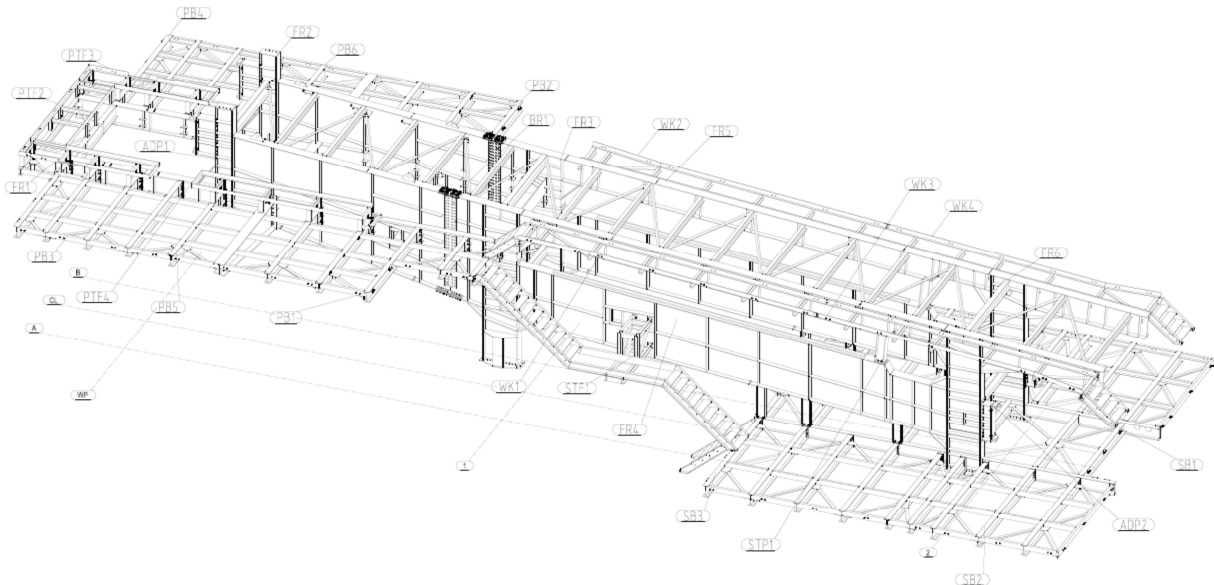


Abbildung 138: Iso-Ansicht Waste Line Head Station

7.3.1.1 pontoons

Die pontoons haben denselben Zweck wie bei der Coal Line, sind aber entsprechend größer und massiver ausgebildet. Die pontoons kommen 2 Mal pro Head Drive Station vor.

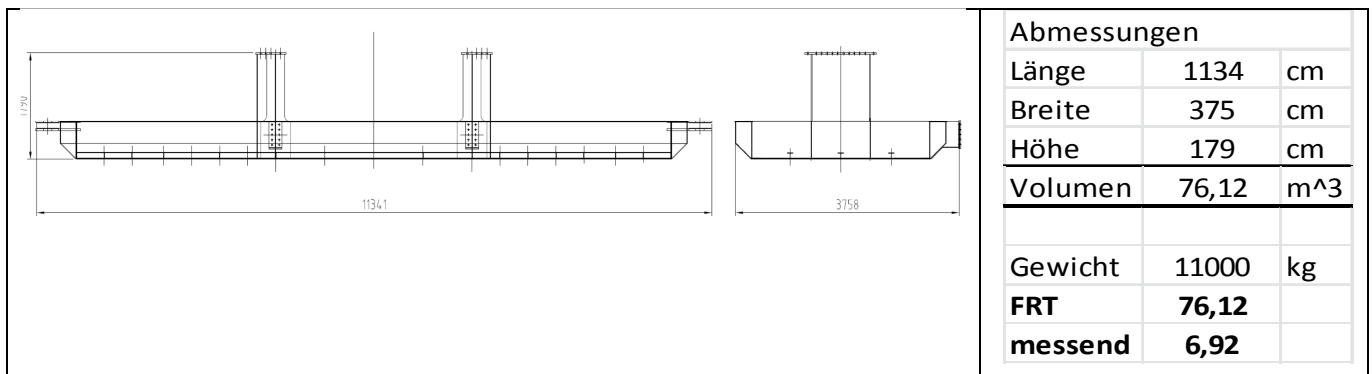


Abbildung 139: pontoons

7.3.1.2 Mittlere Hauptstruktur

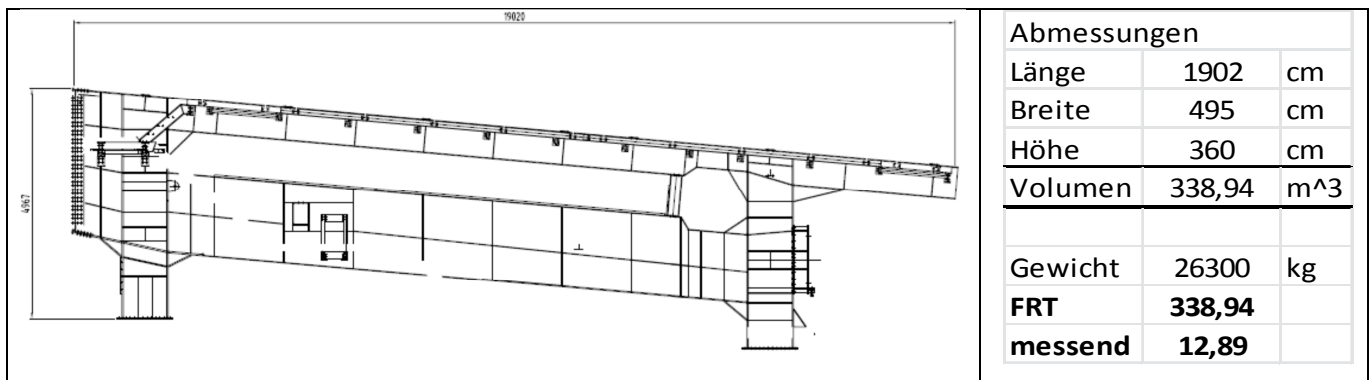


Abbildung 140: Mittlere Hauptstruktur

7.3.1.3 Vordere Hauptstruktur

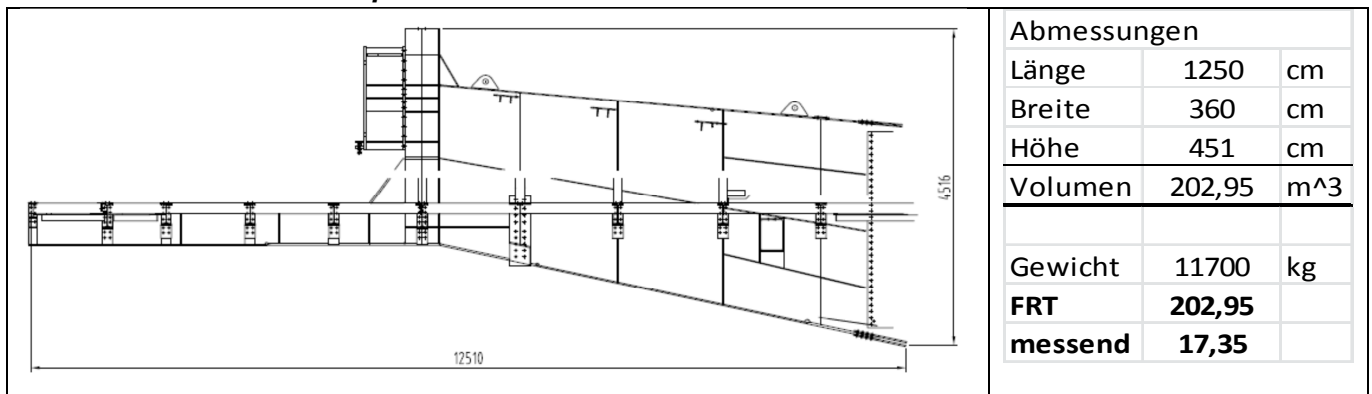


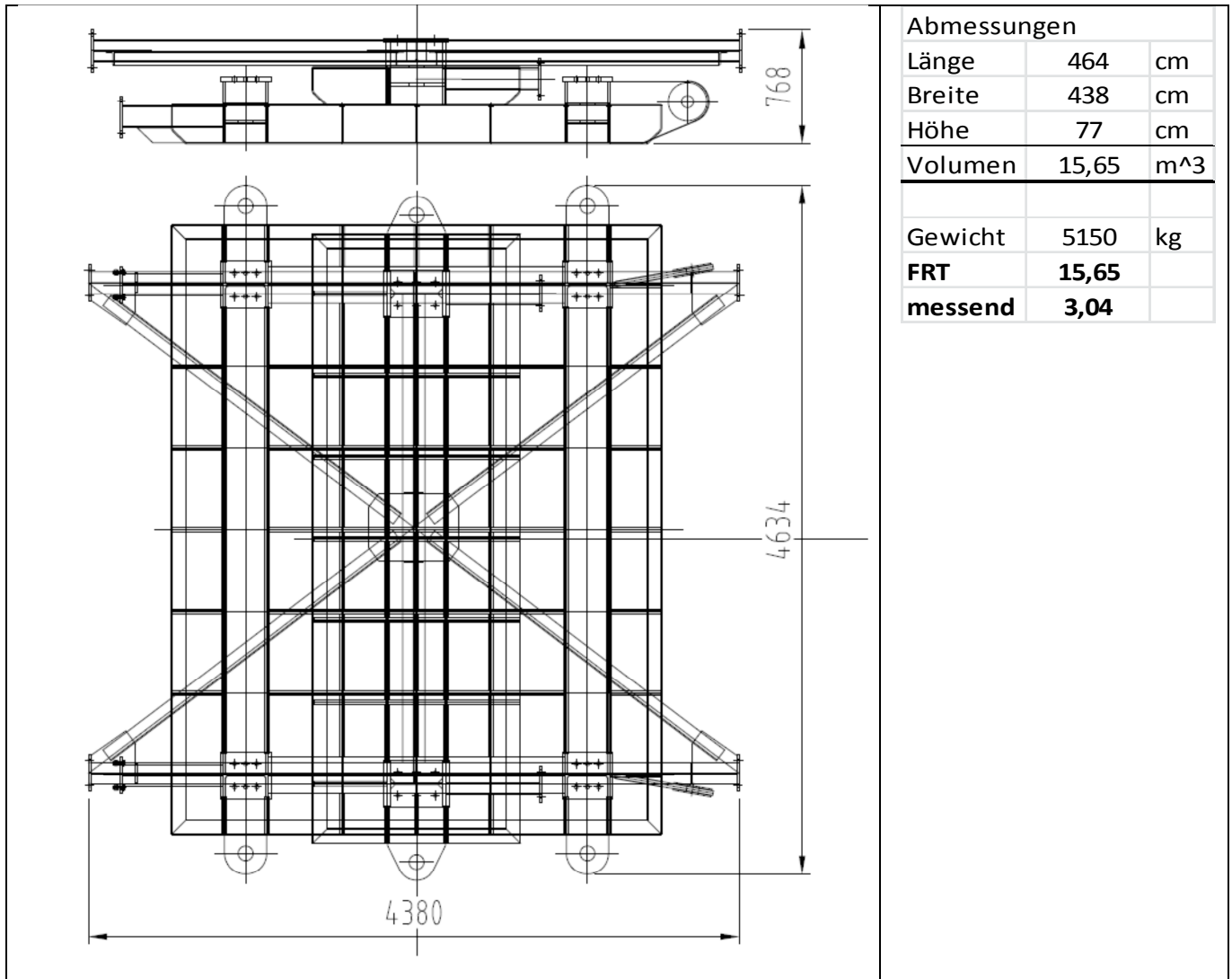
Abbildung 141: Vordere Hauptstruktur

7.3.2 Waste Line Tail Station

Die Tail Station hat denselben Aufbau wie die Coal Line Tail Station, jedoch wird hier die Struktur separat geliefert. Diese Tail Station wird bei dem Projekt sieben Mal verbaut, daher kommt diese Lieferkonfiguration sieben Mal zur Anwendung.

7.3.2.1 Tail Station Pontoon

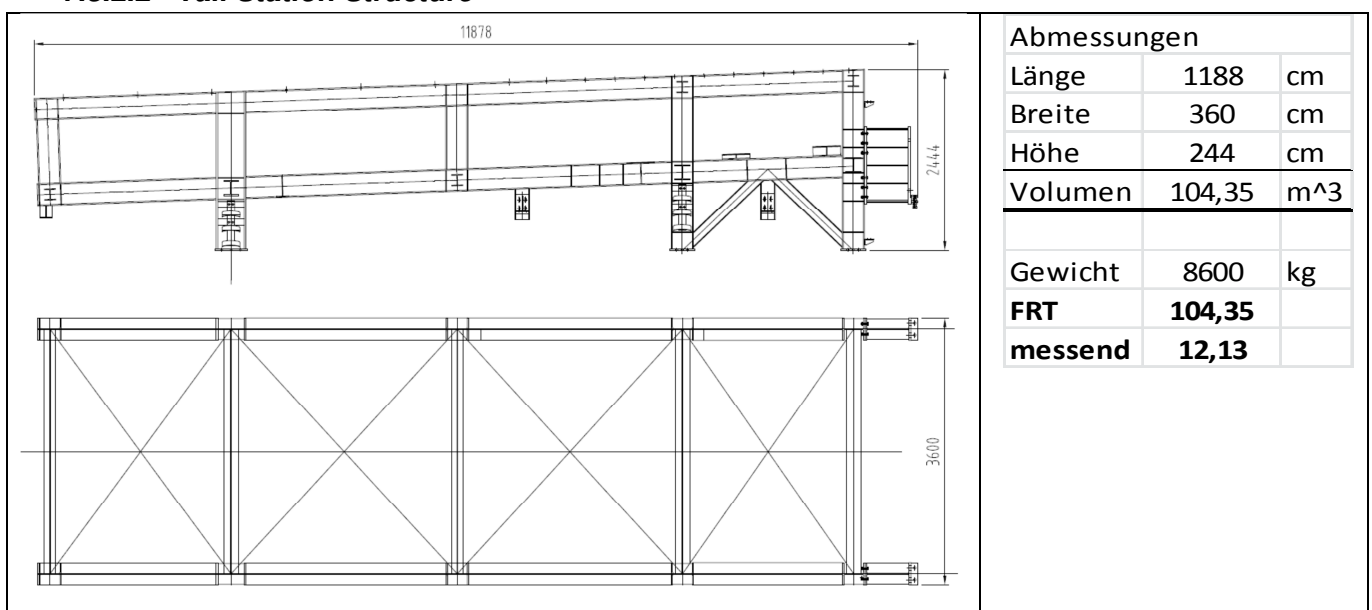
Aufgrund der geringen Länge und Höhe können drei bis vier Stück je Standard-Auflieger transportiert werden, daher können die Landtransportkosten entsprechend gesplittet werden.



Abmessungen		
Länge	464	cm
Breite	438	cm
Höhe	77	cm
Volumen	15,65	m ³
<hr/>		
Gewicht	5150	kg
FRT	15,65	
messend	3,04	

Abbildung 142: Tail Station Pontoon

7.3.2.2 Tail Station Structure



Abmessungen		
Länge	1188	cm
Breite	360	cm
Höhe	244	cm
Volumen	104,35	m ³
<hr/>		
Gewicht	8600	kg
FRT	104,35	
messend	12,13	

Abbildung 143: Tail Station Structure

7.3.3 Waste Line Approach Bridge

Die Waste Line Approach Bridge wird aufgrund ihrer Dimensionen bereits geteilt geliefert. Die Länge ist schon auf 12 m reduziert, die V-Unterstützungsrahmen sind beim Querträger ebenso mit einem Schraubstoß geteilt, daher lässt sich diese Bridge in einem sehr kompakten Paket liefern. Die Approach Bridge wird 6 Mal benötigt, daher werden die zwei unten dargestellten Lieferkonfigurationen ebenfalls 6 Mal benötigt.

7.3.3.1 Approach Bridge

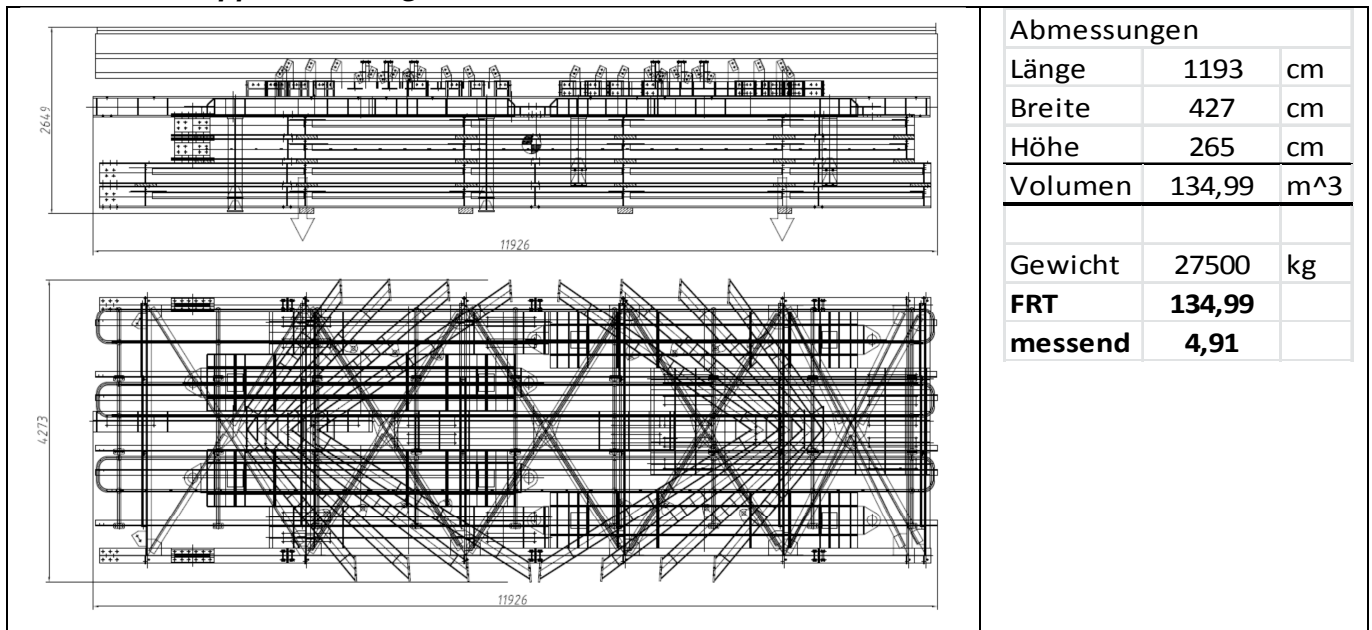


Abbildung 144: Approach Bridge

7.3.3.2 Approach Bridge Pontoon

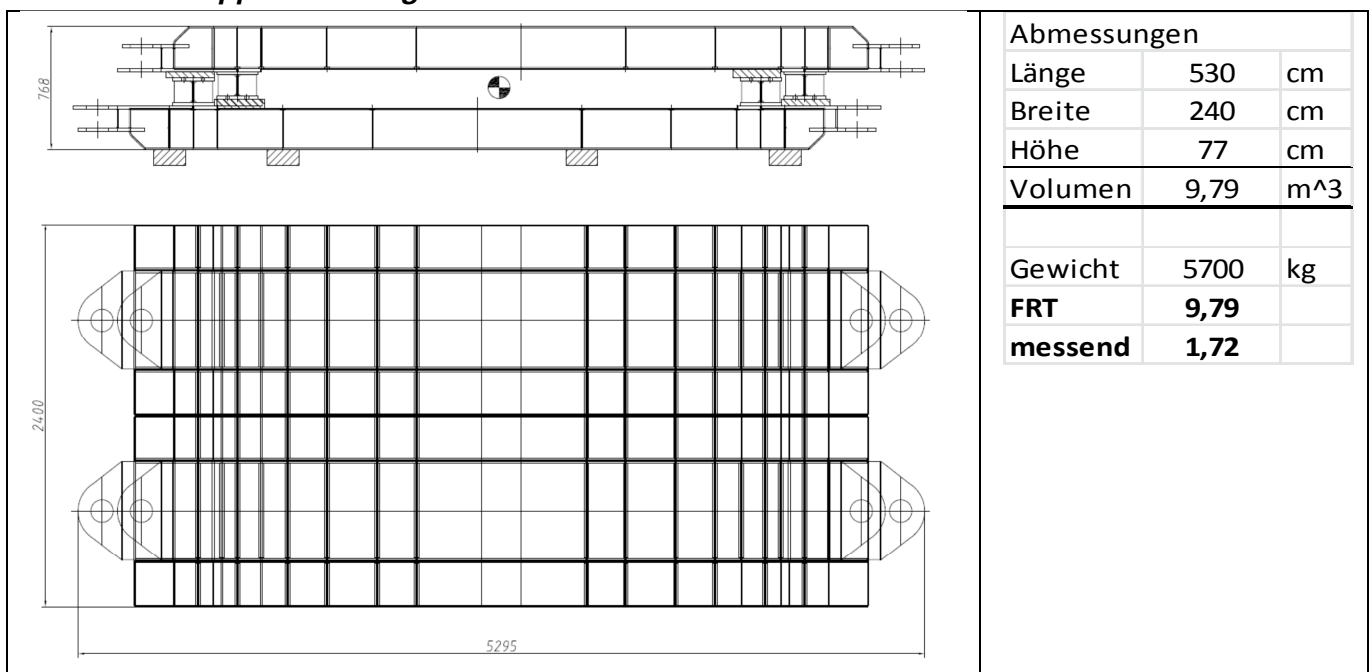


Abbildung 145: Approach Bridge Pontoon

7.3.4 Waste Line River Bridge

Bei einem Waste Line Conveyor muss ein Fluss überquert werden. Für diese Überquerung ist eine 90 m lange Brücke notwendig, die in 3 Segmenten eingehoben wird. Der mittlere Teil ist 45 m lang, an den die 2 baugleichen Teile mit 22,5 m anschließen.

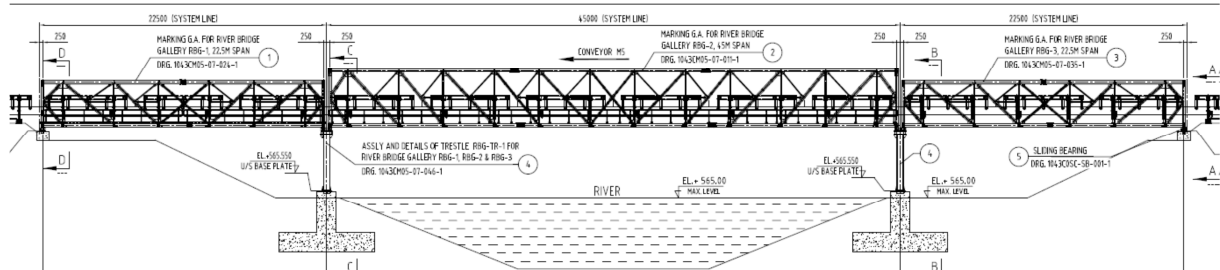


Abbildung 146: River Bridge

Diese Brücke wurde als Fachwerksbrücke konstruiert und hat folgenden Querschnitt.

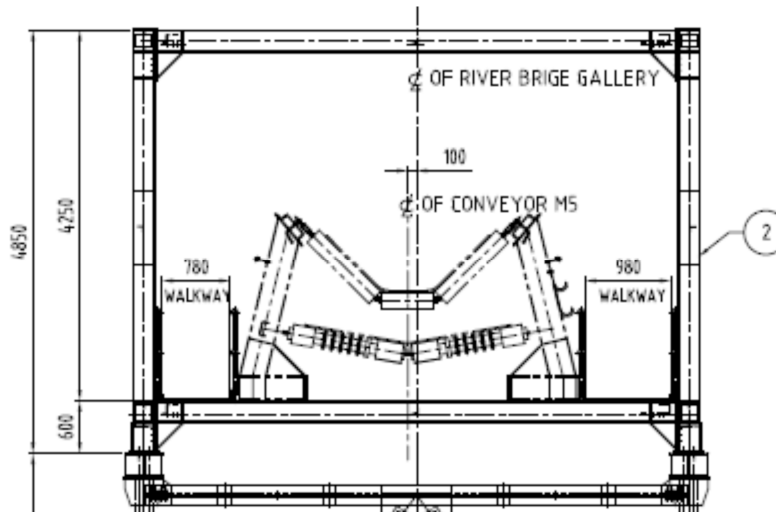


Abbildung 147: River Bridge Querschnitt

Aufgrund der zuvor angeführten Längen sowie auch der Breite von 6.600 mm und der Höhe von 4.850 mm, wurde die Brücke in der Länge entsprechend geteilt, die 45 m-Sektion in 3 Stücke, die 22,5 m-Sektionen in je 2 Stücke. Weiters wurde die Brücke aufgrund des enormen Volumens nicht als fertiges Fachwerk ausgeliefert, sondern es sind nur die Seitenteile verschweißt geliefert worden, die horizontalen Querträger sowie auch Verbände am Ober- und Untergurt des Fachwerkes wurden schraubbar ausgebildet.

7.3.4.1 River Bridge 45 m-Sektion-Transport

Die 45 m-Sektion wird in 2 Paketen mit dem unten dargestellten Layout geliefert. Die Walkway Support und Handrails können obenauf mittransportiert werden.

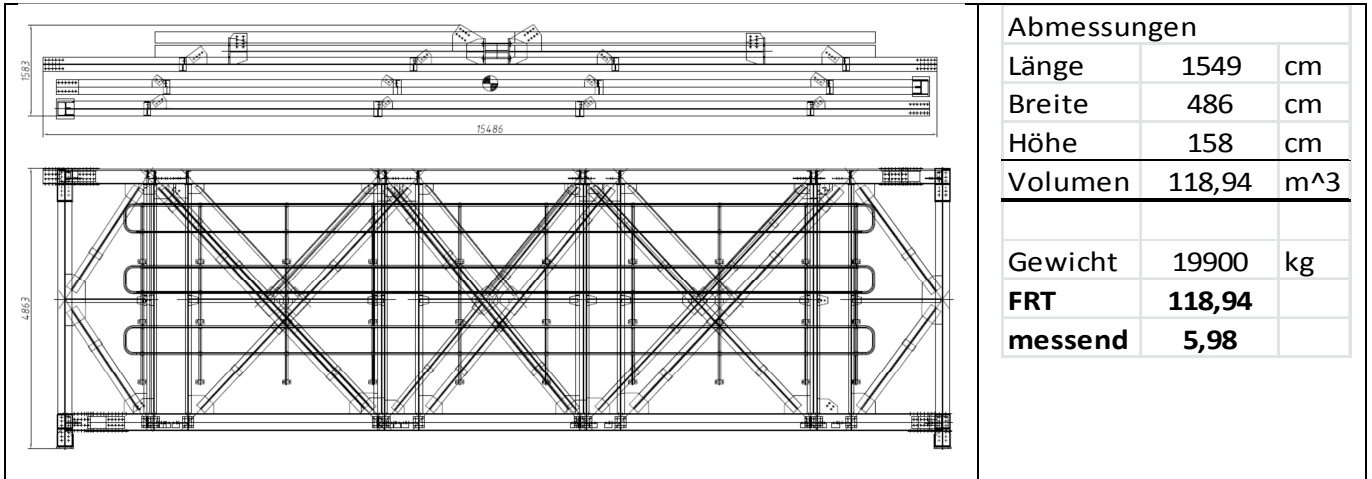


Abbildung 148: River Bridge 45 m Sektion Transport

7.3.4.2 River Bridge 22,5 m-Sektion-Transport

Die beiden 22,5 m-Sektionen werden zusammen in 2 Paketen mit dem unten dargestellten Layout geliefert.

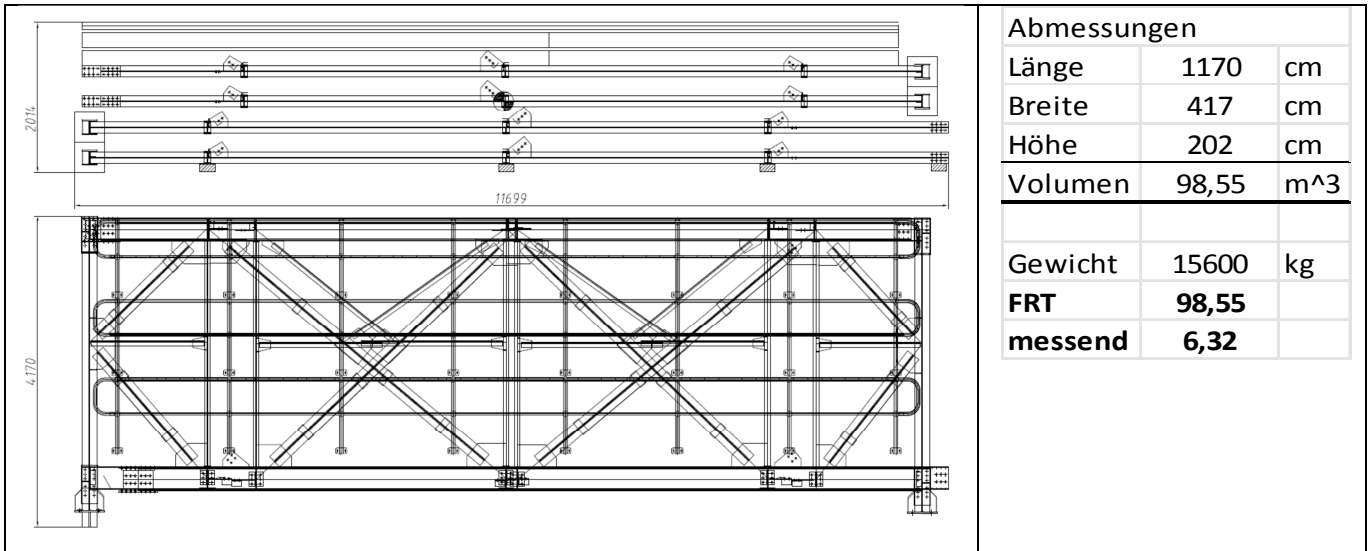


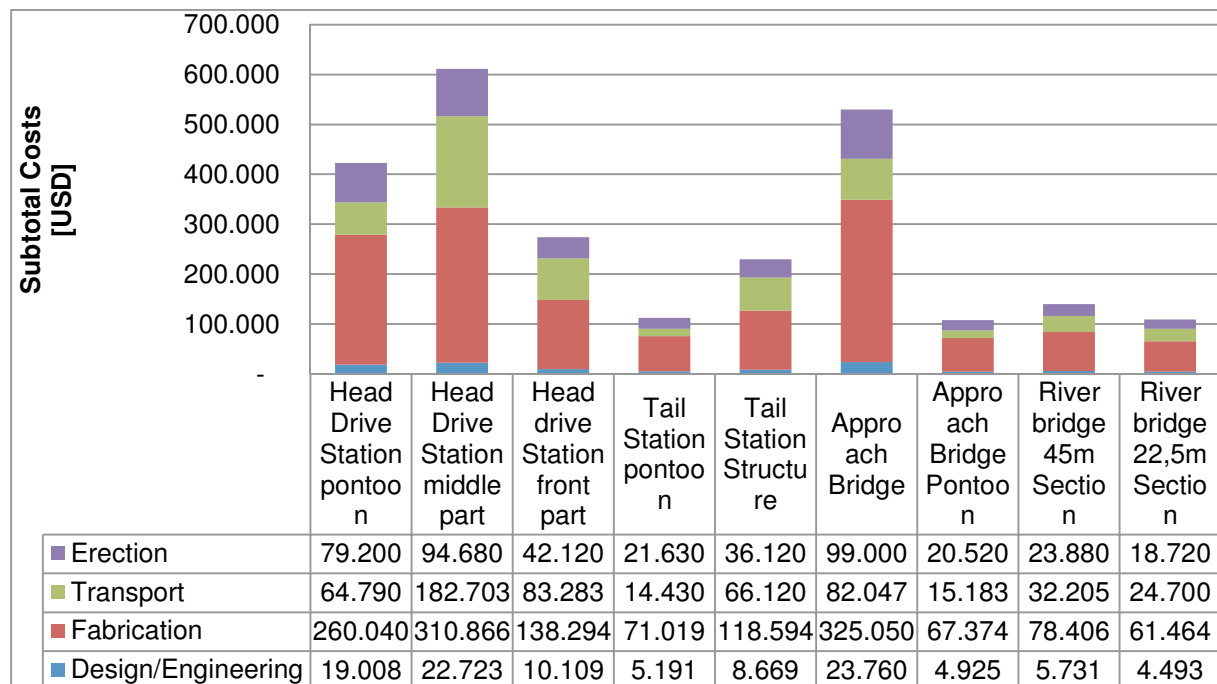
Abbildung 149: River Bridge 22,5 m Sektion Transport

Wie man bereits an dieser überblicksmäßigen Einführung in die Sondertransportgrößen sieht, lässt sich nicht mehr all zu viel weiter zerteilen, da bereits eine gute Einteilung der Lieferdimensionen stattgefunden hat. Wir wollen uns dennoch im speziellen bei den Approach Bridges der Coal Line Optimierungen ansehen, die in dieselbe Richtung wie für die Waste Line führen.

In nachfolgender Tabelle werden nun die Kosten dieser Planung aufgeschlüsselt und bewertet. Danach wird man auf Basis von Optimierungsvorschlägen die Kosten evaluieren, jedoch werden nur Vorschläge berücksichtigt, die statisch und transporttechnisch einwandfrei durchgeführt werden können.

Kostenaufstellung der oben gezeigten Sondertransportteile mit dem Split in die vier Hauptbereiche Design/Engineering, Fabrication, Transport und Montage.

Tabelle 46: Kostenaufstellung Gesamt Waste Line



Folgende Annahmen wurden getroffen und werden auch den nachfolgenden Evaluierungen zu Grunde gelegt. Somit haben sie immer den gleich richtigen oder falschen Beitrag.

- Der Fertigungspreis für den Stahlbau beruht auf Kilobasis, was für diesen Bereich nicht unüblich ist.
- Die Engineering-Kosten beruhen auf einem Mittelwert zwischen europäischen Konstruktionsbüros und dem indischen Sandvik-Standort in Pune.
- Dem Seetransport liegt eine durchschnittliche Frachtrate zu Grunde. Die Landtransportkosten wurden dann Fall für Fall extra behandelt und auch hier berücksichtigt.
- Den Montagekosten liegt auch ein durchschnittlicher Kilobasispreis zu Grunde, der auch alle Krankkosten, Personalkosten etc. beinhaltet.

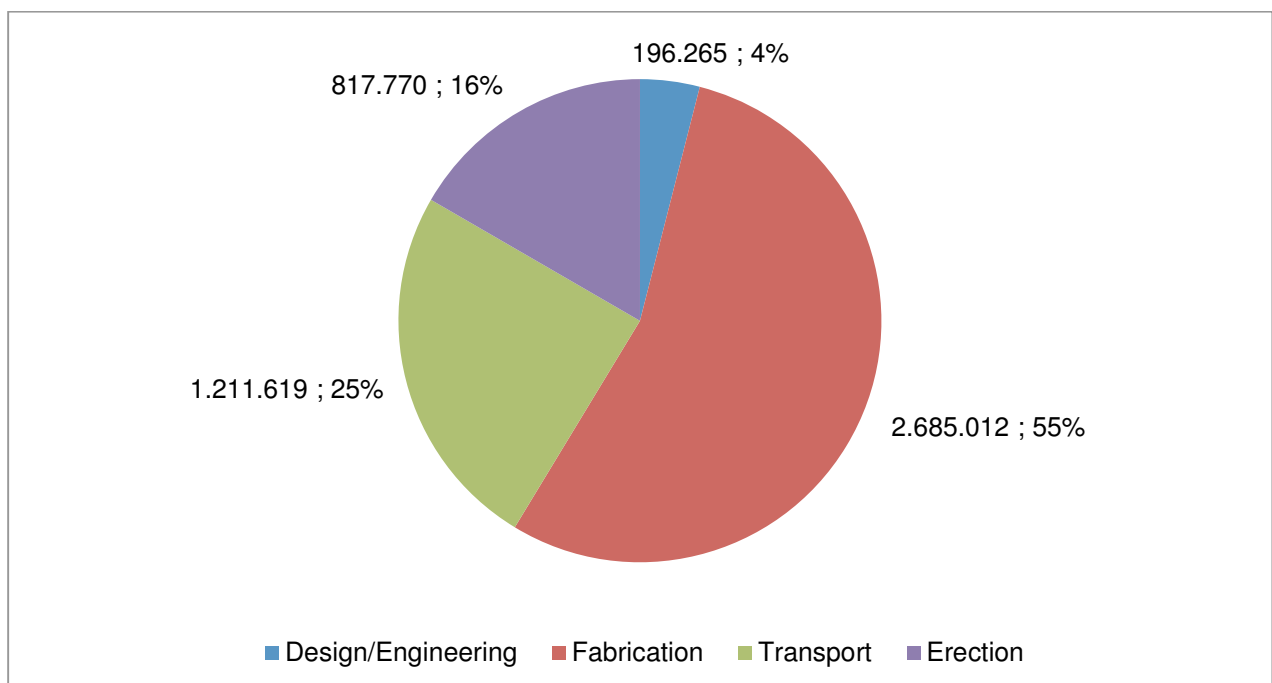
Wie man aus Tabelle 47 ablesen kann, liegt der Anteil der Transportkosten bei über 25 %, jedoch die Montagekosten bei diesen Lösungen nur bei knapp 16 %. Die Fertigungskosten dominieren und könnten nur mehr über Gewichtseinsparungen bzw. billigeren Stahlbauzukauf gesenkt werden, was beides aus heutiger Sicht als unrealistisch eingestuft werden muss, weil einerseits der hier erzielte Fertigungspreis schon unter dem derzeit durchschnittlichen Marktpreis ist und andererseits die Conveyor schon am Auslegungslimit sind. Die Engineeringkosten könnte man nur durch vermehrten Einsatz von modularen Baukastensystemen bzw. vermehrter 3D CAD Programm-Nutzung reduzieren.

Auf Basis der Ergebnisse des Ist-Zustandes wird man bei der Evaluierung vor allem darauf achten, die Transportkosten zu reduzieren und die Montagekosten konstant zu halten, um dadurch die optimierten Kosten für das Bauteil finden zu können.

Es gilt noch festzuhalten, dass, solange die Dimensionen, obwohl schon Übergröße, in einem vertretbaren Rahmen bleiben, die Transport- und Montagekosten ausgewogen sind (siehe Approach Bridge Waste Line). Weiters gilt es zu beachten, dass bei diesen Übergrößen auch die Gewichte extrem steigen und es daher wirtschaftlicher sein kann, die übergroßen Lieferdimensionen zu transportieren.

In den folgenden Ausführungen sollen nun die Massenfertigungs- und damit auch Massentransportgüter untersucht werden. Hier geht es in erster Linie nicht um die Vermeidung von Frachttonnen oder unnötigen Anbauten, sondern darum, den Standardtransport so gut wie möglich auszunutzen. Diese werden hier separat betrachtet, da die Optimierungen schon nach den ersten stattgefundenen Transporten eingeführt wurden.

Tabelle 47: Tortendiagramm Gesamtkostenverteilung Coal Line und Waste Line



7.4 Untersuchte Optionen

Wie eingangs schon erwähnt, werden nur jene Optionen näher betrachtet, die statisch wie auch transporttechnisch einwandfrei durchführbar sind. Weiters wird auf den bereits gewonnenen Erfahrungen aus den vorherigen Kapiteln aufgebaut.

Wie bei den Vorstellungen der einzelnen Komponenten teilweise beschrieben, sind die Coal Line Abmessungen meistens im Standardbereich. Daher werden nur die Teile der Approach Bridges betrachtet, da nur dort die Transportkosten extrem über den Erection Kosten liegen.

7.4.1 Coal Line Approach Bridges Type 1

Da hier Überlänge und Überhöhe die bestimmenden Faktoren der Transportkosten sind, ist eine Zerteilung in Länge auf jeden Fall vorteilhaft, was die Transportkosten angeht. Da die Überhöhe nicht reduziert werden kann, sollten die V-Rahmen über einen Schraubstoß an die Brücke angebunden werden. Da jedoch die ersten V-Rahmen so klein sind, ist eine Schraubstoßanbindung nicht möglich. Daher wird nur der vordere Teil schraubbar gemacht und diese Teile auf der fertig geschweißten Brücke mittransportiert. Die Breite sowie das Gewicht der transportierten Einheit bleiben gleich.

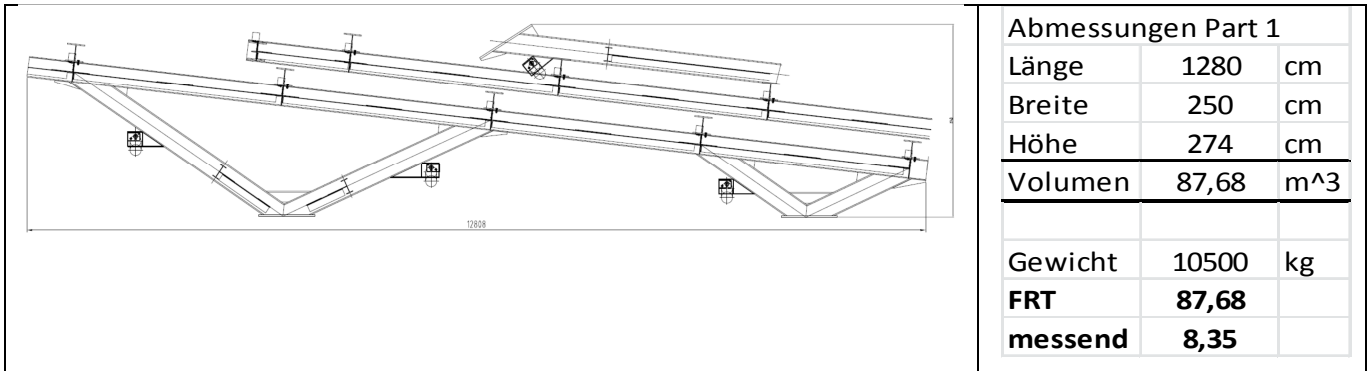
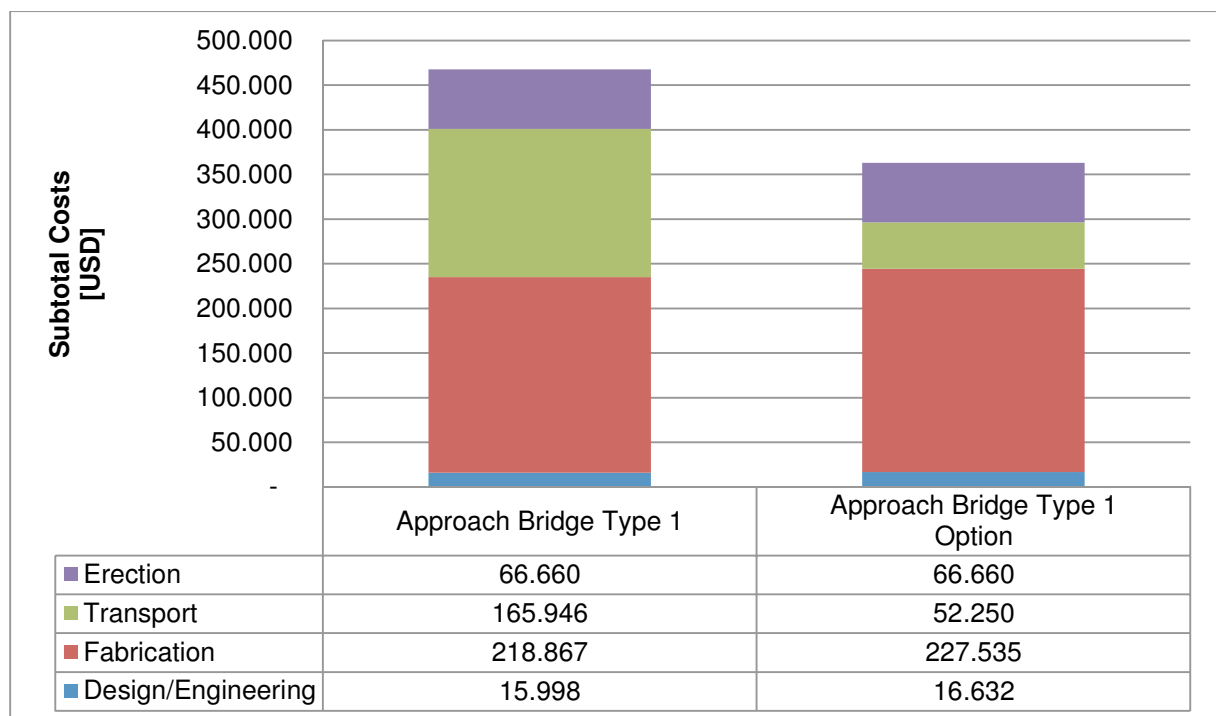


Abbildung 150: Approach Bridge Type 1 optimiert

Tabelle 48: Kostengegenüberstellung Approach Bridge Type 1



Wie man aus der Aufstellung erkennen kann, ist die vorgeschlagene Lösung deutlich billiger, obwohl sich die Ersparnis hier nur bei den Landtransportkosten zu Buche schlägt. Es lassen sich damit 104.000 USD einsparen. Bei dieser großen Zahl muss man aber bedenken, dass sie bereits alle 11 vorkommenden Bridges beinhaltet.

7.4.2 Coal Line Approach Bridges Type 2

Da hier die Überlänge der bestimmende Faktor der Transportkosten ist, ist eine Zerteilung in Länge auf jeden Fall vorteilhaft, was die Transportkosten angeht. Durch die Stapelbarkeit der beiden Brückenteile würde auch kein zusätzlicher Transport anfallen. Bei den V-Rahmen wird eine Zerteilung dahingehend betrachtet, dass am Ansatz noch ein V übrig bleibt, die Verlängerungen aber als Schraubstoß angebunden werden.

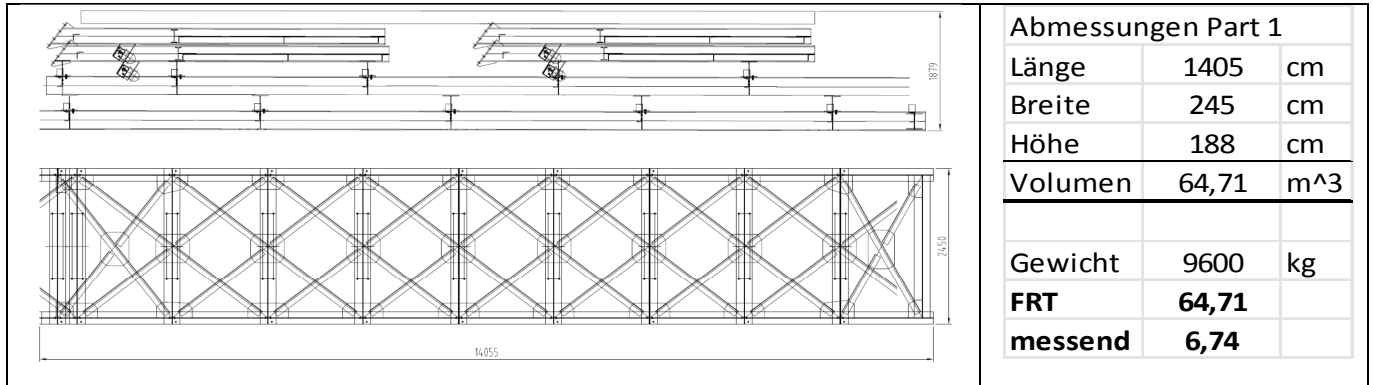
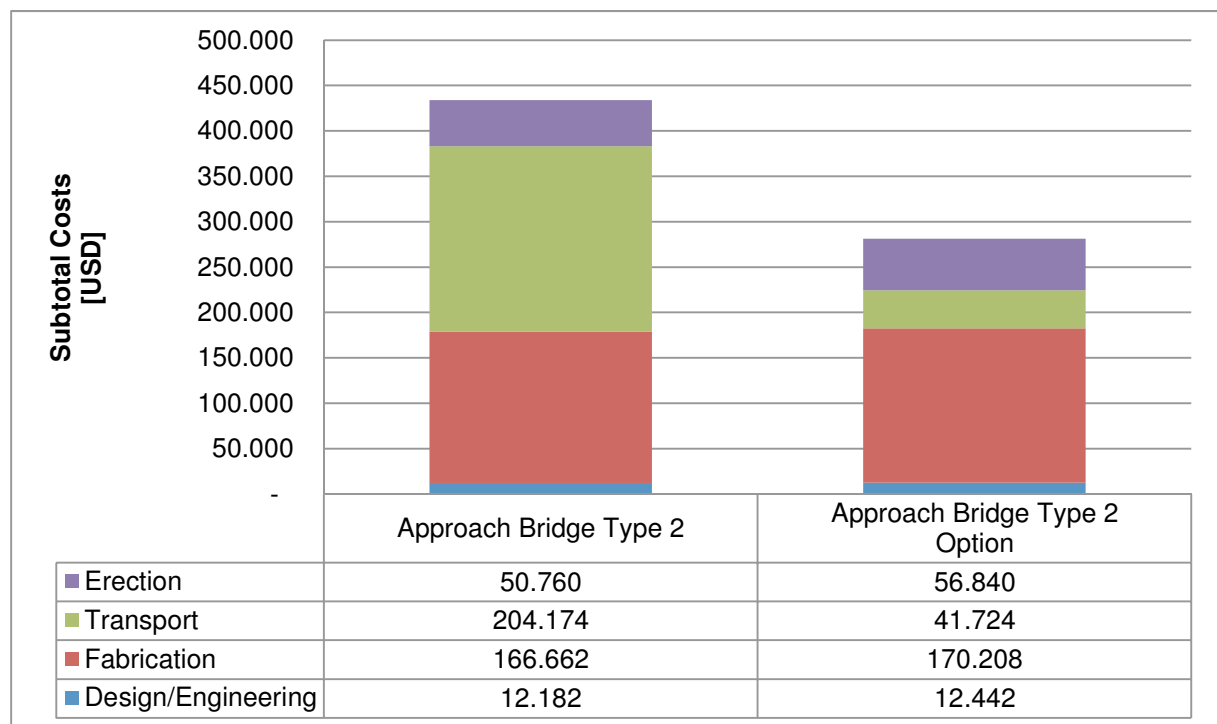


Abbildung 151: Approach Bridge Type 2 optimiert

Tabelle 49: Kostengegenüberstellung Approach Bridge Type 2



Die Abbildung veranschaulicht, dass auch diese Teilung in der Länge enorme Kosteneinsparungen bringt. Die Ersparnis erreicht in etwa 150.000 USD. Weiters kommt hinzu, dass auch die Spezialtransporte für die V-frames entfallen und damit noch einmal 102.000 USD einzusparen sind.

7.4.3 Coal Line Head Drive Station

Aufgrund der immensen Steifenbleche etc. wird eine weitere Zersplittung der Head Frame Parts als nicht sinnvoll erachtet, weil diese immer über Schweißstöße ausgeführt werden müssten.

7.4.4 Waste Line Head Drive Stations

Aufgrund der großen und schweren Strukturen sowie der Komplexität etwaiger zusätzlicher Schweißstöße, werden bei den Waste Line Head Drive Stations keine Optimierungsmöglichkeiten gesehen.

7.4.5 Waste Line Tail Station Pontoon

Bei den Pontoons wird, da schon in drei Teile zerteilt, keine weitere Optimierung mehr gesehen.

7.4.6 Waste Line Tail Station Structure

Bei der Structure könnte man die Querverstrebungen und die horizontalen Verbände als Schraubstoß ausführen und dadurch den großen Hohlraum vermeiden. Diese Einzelteile könnten mit den Hauptteilen mitgeliefert werden. Weiters würde sich die Möglichkeit ergeben, zwei dieser Strukturen mit einem Standardauflieger zu transportieren.

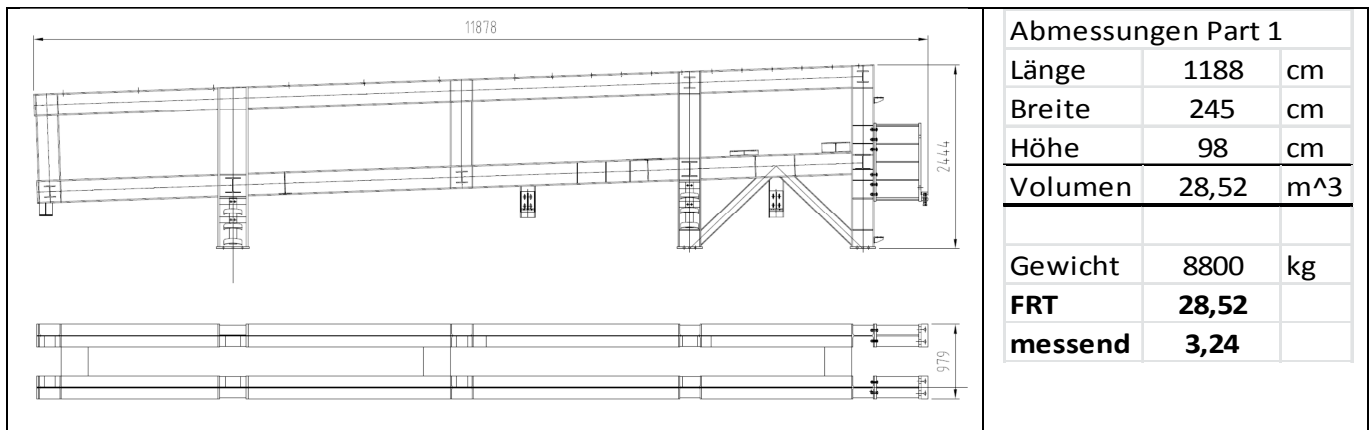


Abbildung 152: Tail Station Structure optimiert

Daraus würde sich ein Einsparungspotential von 47.000 USD für alle 7 verbauten Stationen ergeben.

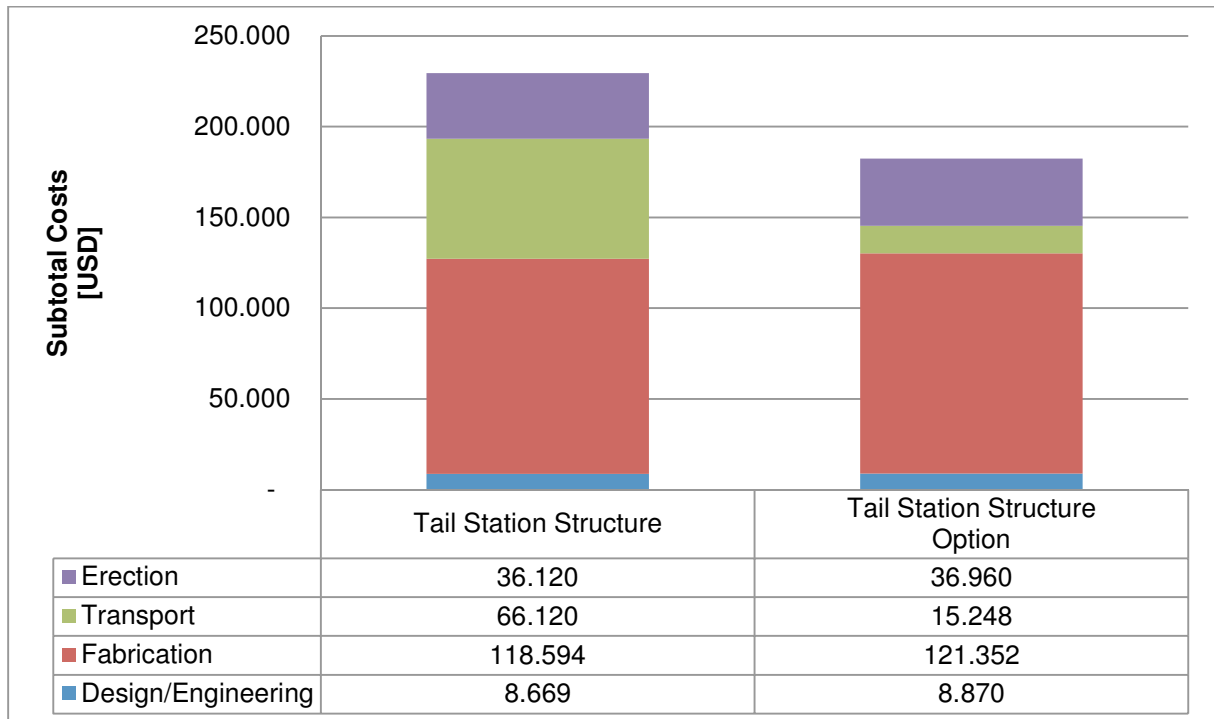
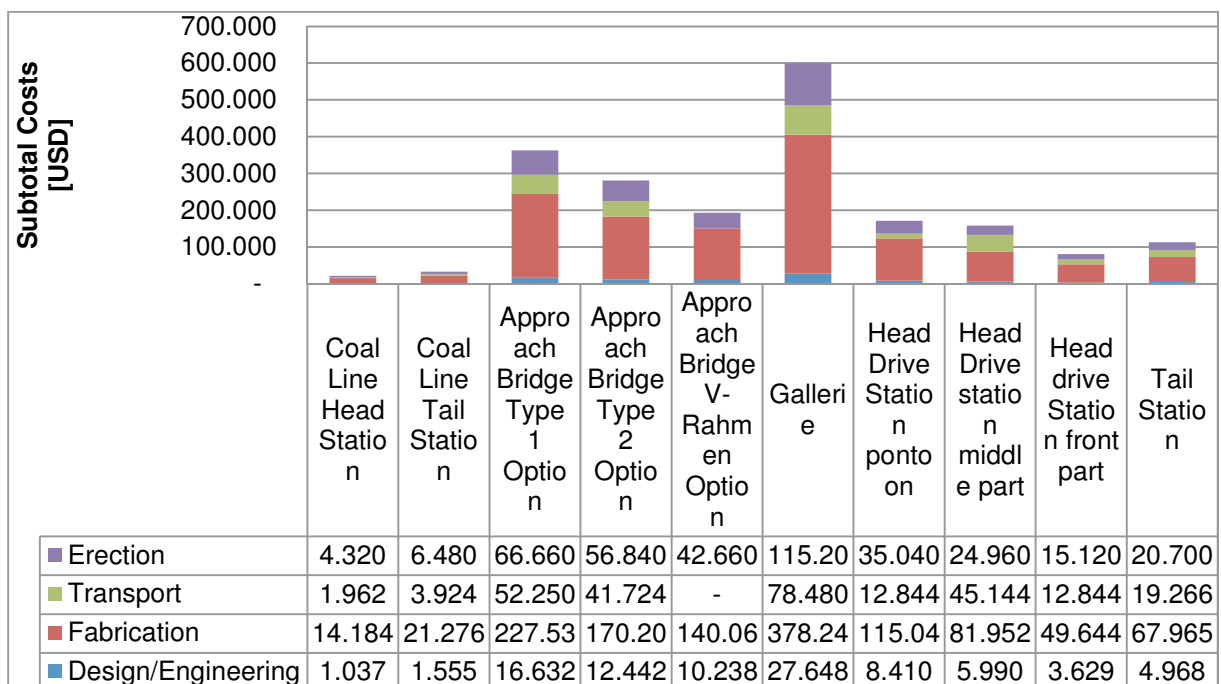


Abbildung 153: Kostengegenüberstellung Tail Station Structure

7.5 Kostenaufstellung der optimierten Sondertransportgrößen

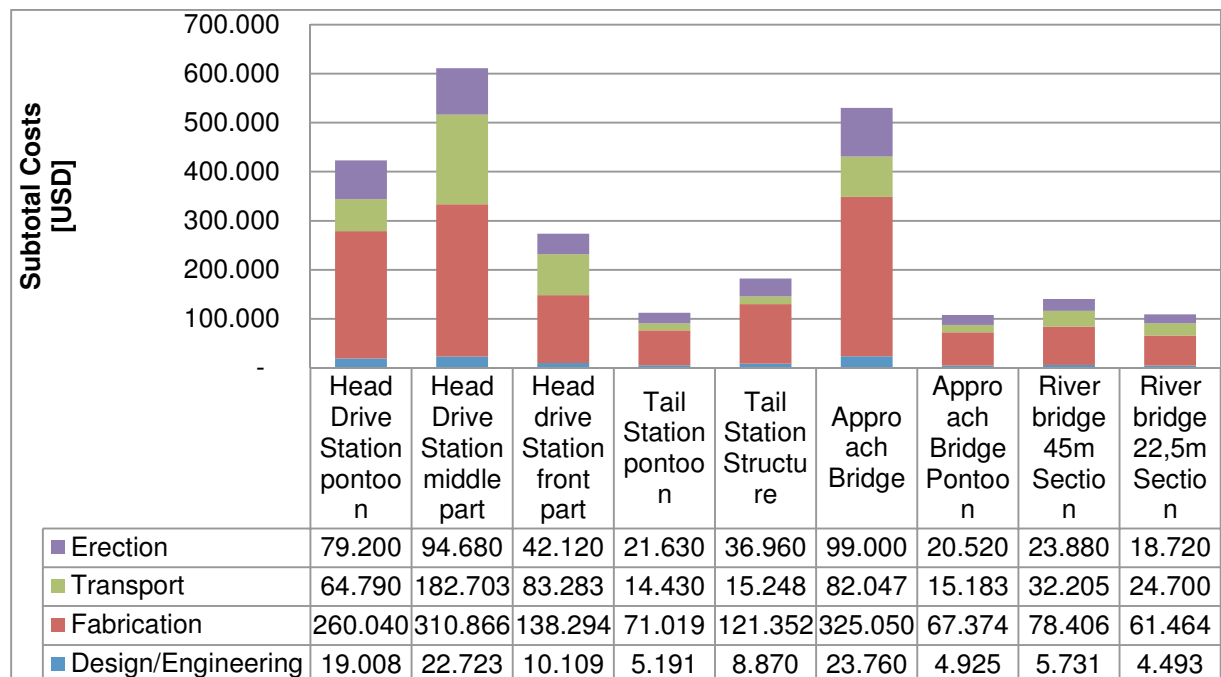
In der unten dargestellten Tabelle sind nun die optimierten Lösungen berücksichtigt, jedoch auch jene, die bereits im Original die optimierten Kosten hatten.

Tabelle 50: optimierte Gesamtkostenaufstellung Coal Line



Es können somit bei der Coal Line Kosten in der Höhe von fast 360.000 USD eingespart werden.

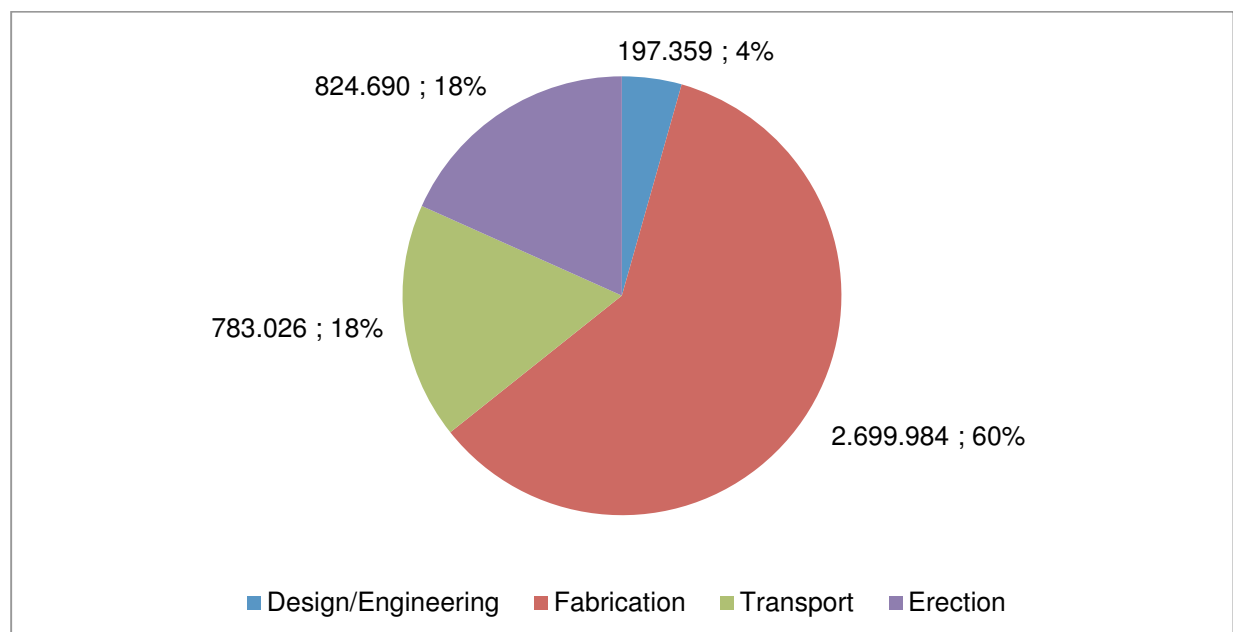
Tabelle 51: optimierte Gesamtkostenaufstellung Waste Line



Bei der Waste Line lassen sich ca. 47.000 USD einsparen.

Aus dem unten dargestellten Tortendiagramm kann man nun deutlich die neue Verteilung erkennen. Bemerkenswert ist, dass der relative Anteil der Transportkosten von den Anfangs über 25 % auf 18 % gesunken ist. Weiters liegen sie nun sogar unter den Erection Kosten.

Tabelle 52: Tortendiagramm, optimierte Gesamtkostenverteilung

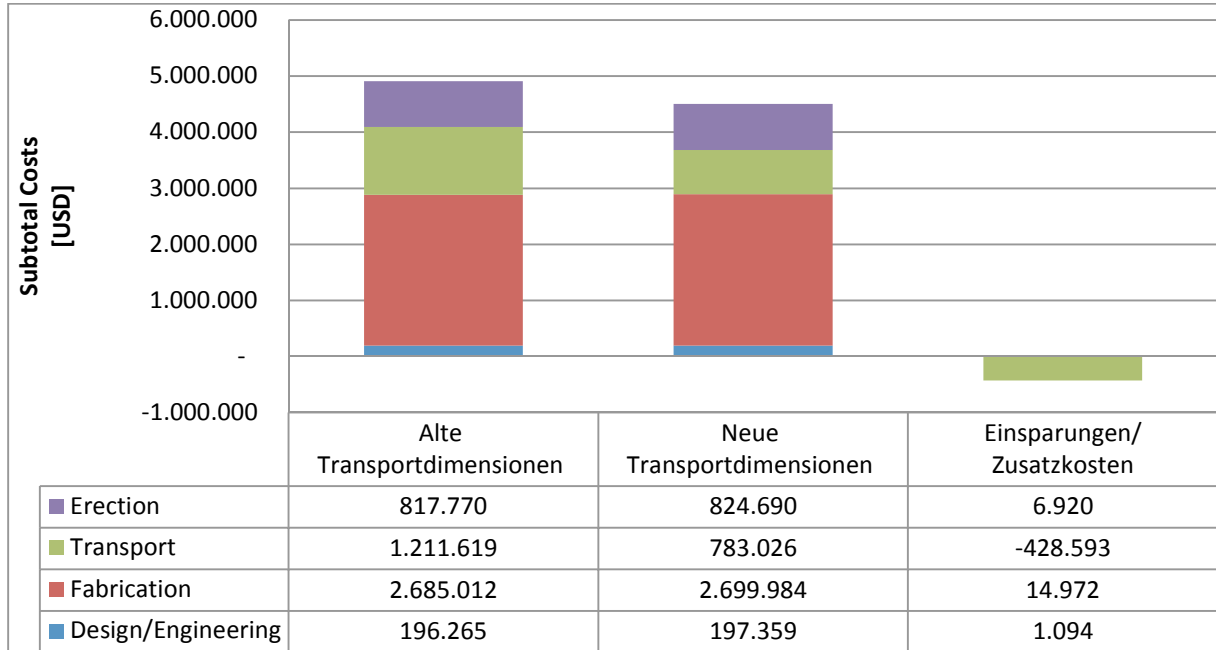


Die Montagekosten legen aufgrund des günstigen Umstandes, dass der Montage ein Kilobasispreis zu Grunde liegt, nur minimal zu.

Unten die direkte Gegenüberstellung der alten und neuen Transportdimensionen. Man kann durch die Änderungen eine Nettoersparnis von 405.000 USD erzielen.

7.6 Kosteneinsparung/Zusatzkosten

Tabelle 53: Kosteneinsparung/Zusatzkosten Coal Line und Waste Line



7.7 Massenfertigungsteile

Wie schon in der Einleitung erwähnt, werden insgesamt 22 km Conveyor System aufgebaut. Dabei entfallen ca. 45 % des Gesamtstahlbaugewichtes auf die Standard Belt Frames, die es natürlich in allen vorkommenden Bandbreiten geben muss. Im folgenden Teil soll das meistgebaute Modul evaluiert werden, das ist jenes mit der Bandbreite 1.200 mm, dann das größte Modul mit der Bandbreite 2.400 mm und das anteilig schwerste Modul nämlich dass des rückbaren Conveyors am Dump.

7.7.1 Standard Belt Frame 1.200

Der Standard Belt Frame wird insgesamt 830 mal benötigt, daraus folgt, dass die Posts (vertikale Stützen) insgesamt 3.320 mal gefertigt und auch transportiert werden müssen. Der Standard Belt Frame ist auf Betonschwellen verlagert, die dem Frame wieder die notwendige Unterstützung gegen das Versinken in der Mine geben.

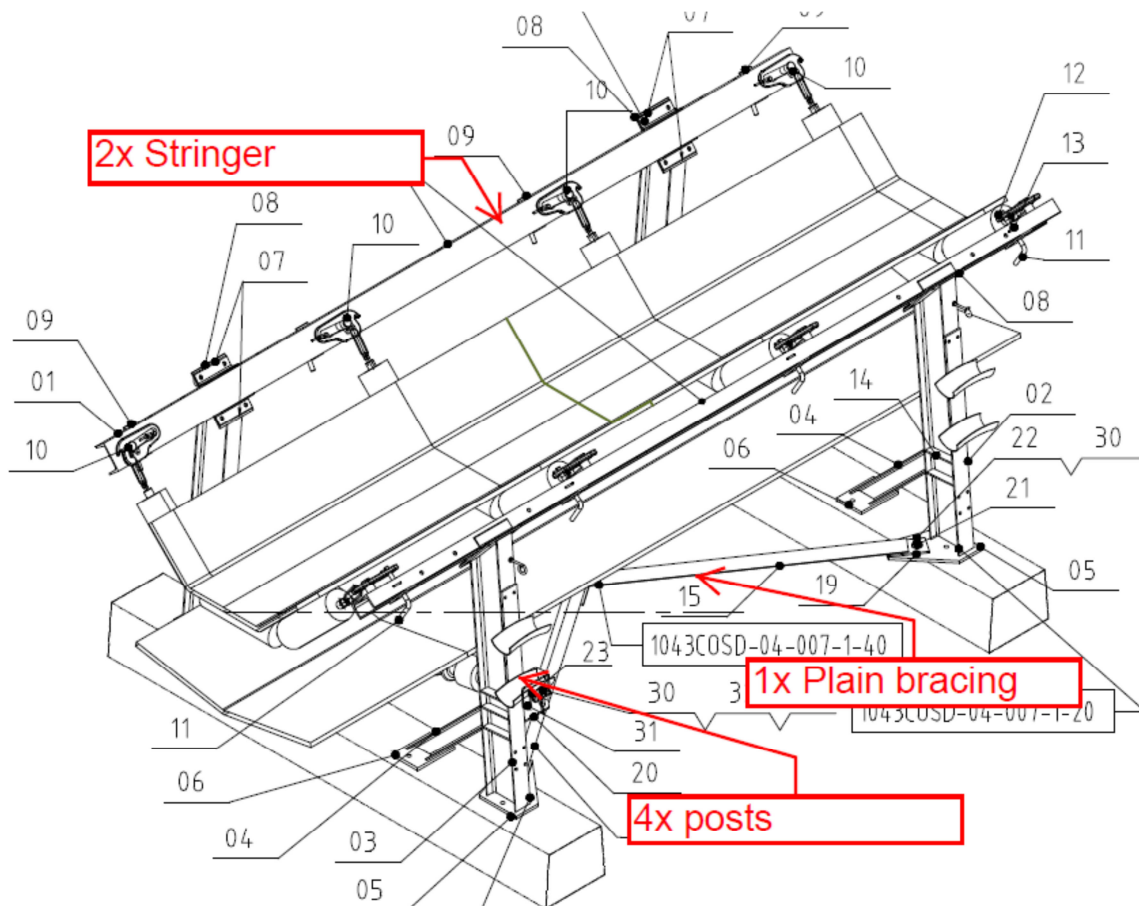


Abbildung 154: 1200mm Standard Belt Frame

7.7.2 Standard Belt Frame 1200 Post Transport

Abbildung 125 zeigt, wie die Transporte durchgeführt wurden.

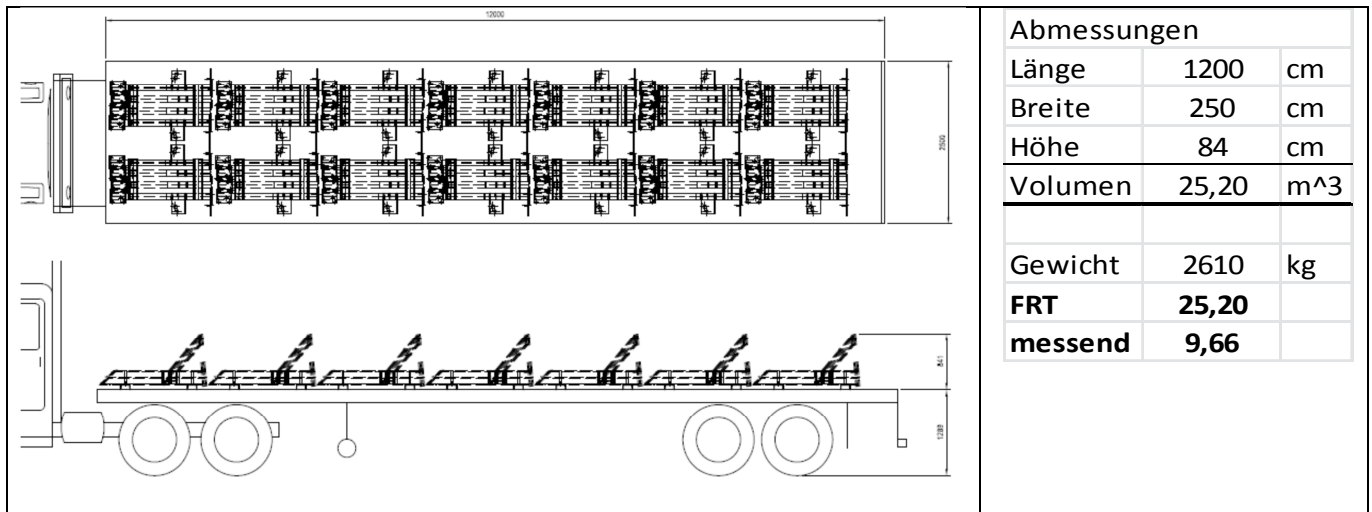


Abbildung 155: Standard Belt Frame 1.200, Post Transport

Wie man sieht, wurden nur 56 Posts pro Truck befördert.

7.7.3 Standard Belt Frame 1.200 Stringer Transport

Aufgrund der sehr simplen Konstruktion lassen sich die Stringer gut zusammenpacken. Es wurden pro Truck 200 Stringers transportiert.

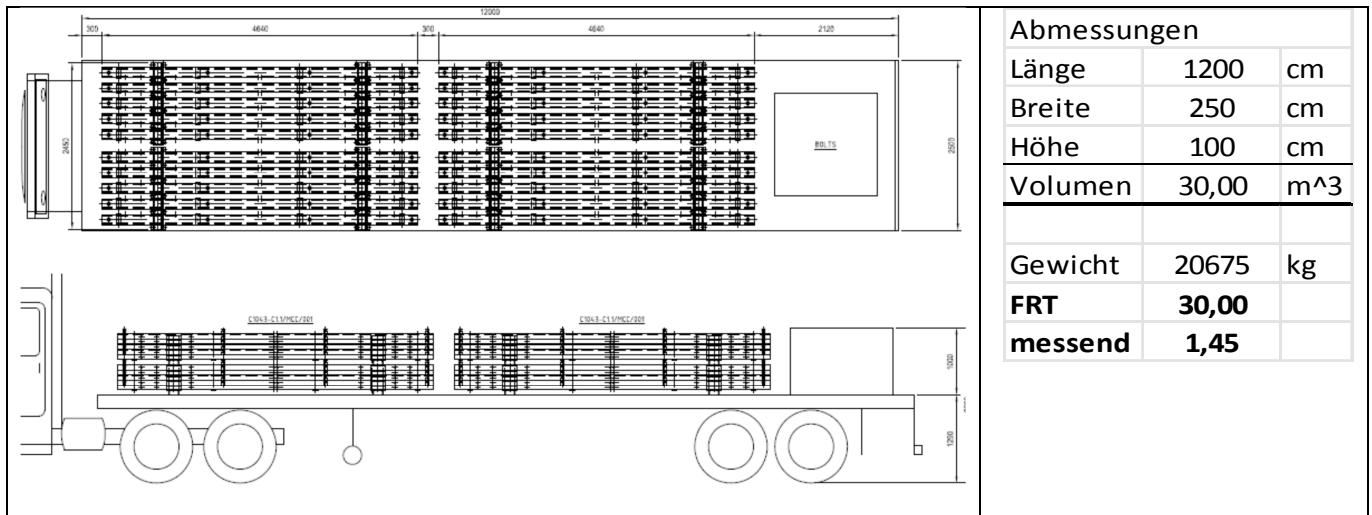


Abbildung 156: Standard Belt Frame 1.200, Stringer Transport

7.7.4 Standard Belt Frame 1.200 Plain Bracing Transport

Die Plain Bracings sind zu einem X verschweißte L-Profile, die dem Belt Frame die notwendige Stabilität geben sollen. Es wurden pro Truck 80 Plain Bracing versendet.

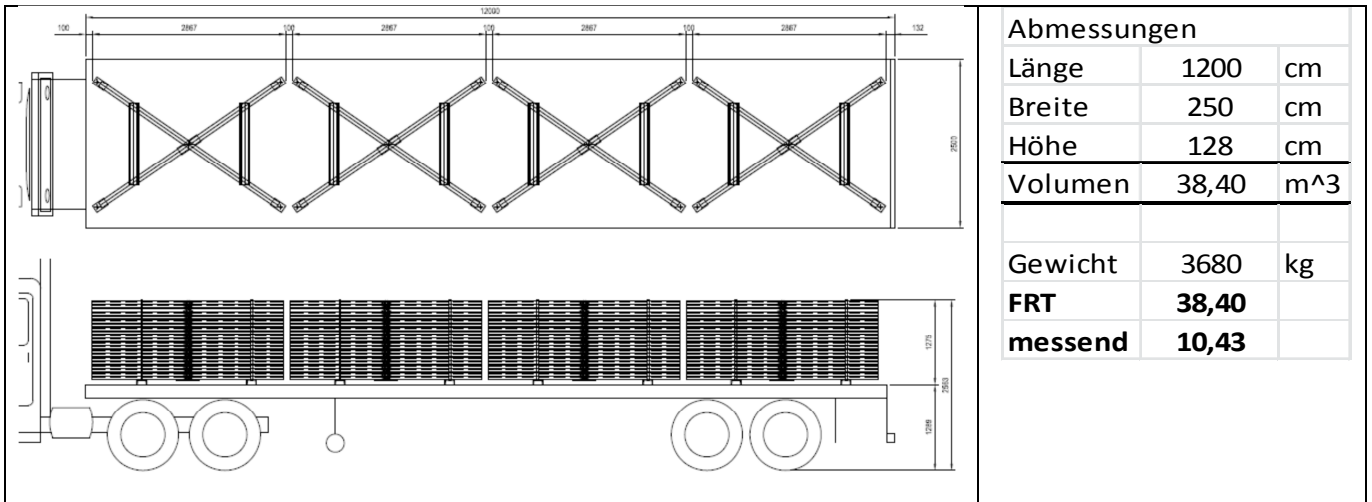


Abbildung 157: Standard Belt Frame 1.200, Plain Bracing

7.7.5 Standard Belt Frame 2.400

Der 2.400 mm Belt Frame hat das gleiche Prinzip wie der 1.200 mm Belt Frame.

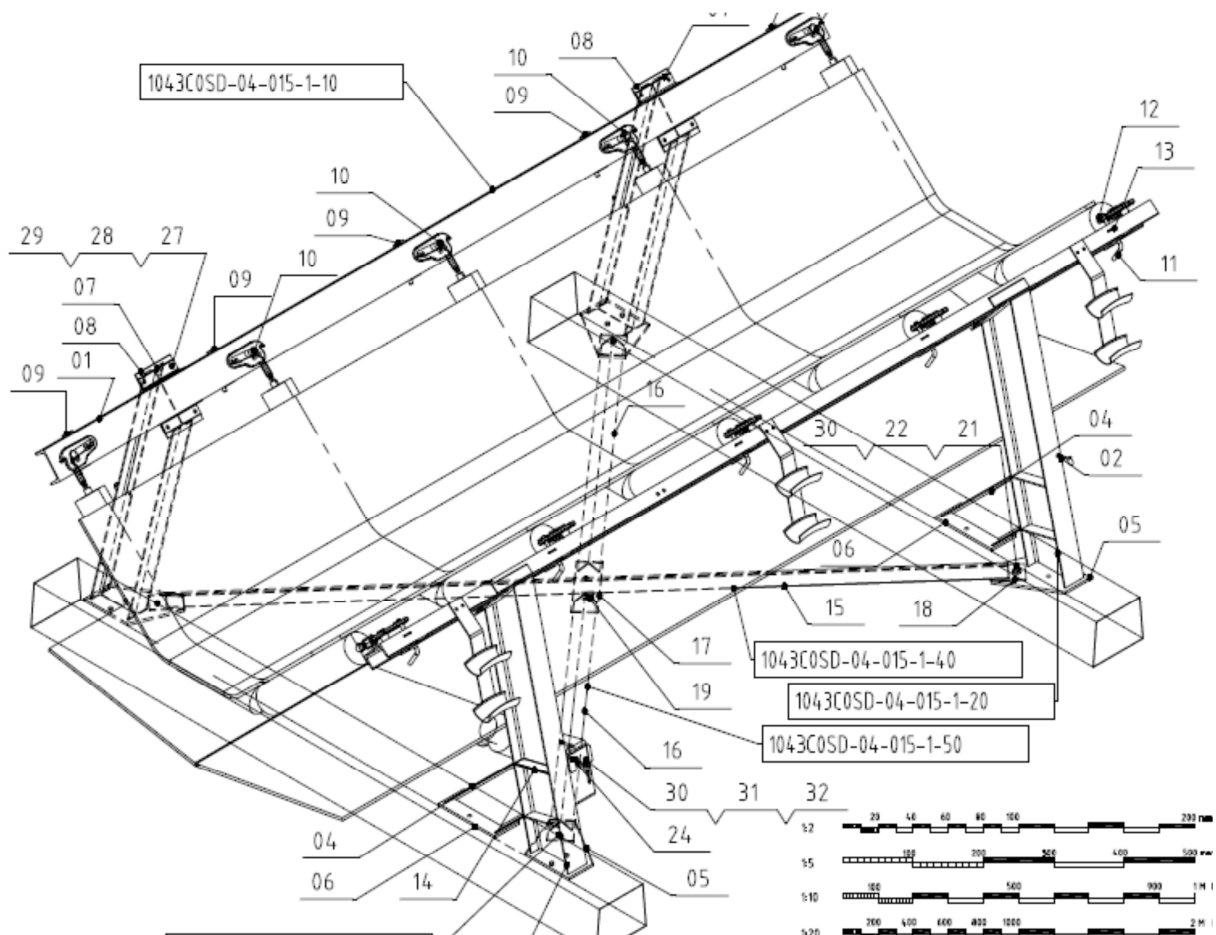


Abbildung 158: Standard Belt Frame 2400mm

Von diesem werden insgesamt 530 Stück gebaut. Die Transportkonzepte sind komplett ident mit jenen der Bandbreite 1.200vmm.

7.7.6 Standard Belt Frame 2.400 rückbar

Im Gegensatz zu den anderen Belt Frames ist dieser auf Stahlschwellen aufgebaut. Da hier die gesamte Kraftableitung erfolgt, sind diese Anschlüsse als Schweißstoß auszuführen. Das führt dann zu 6 m langen und 2,5 m hohen Rahmenkonstruktionen, die nicht einfach gestapelt werden können.

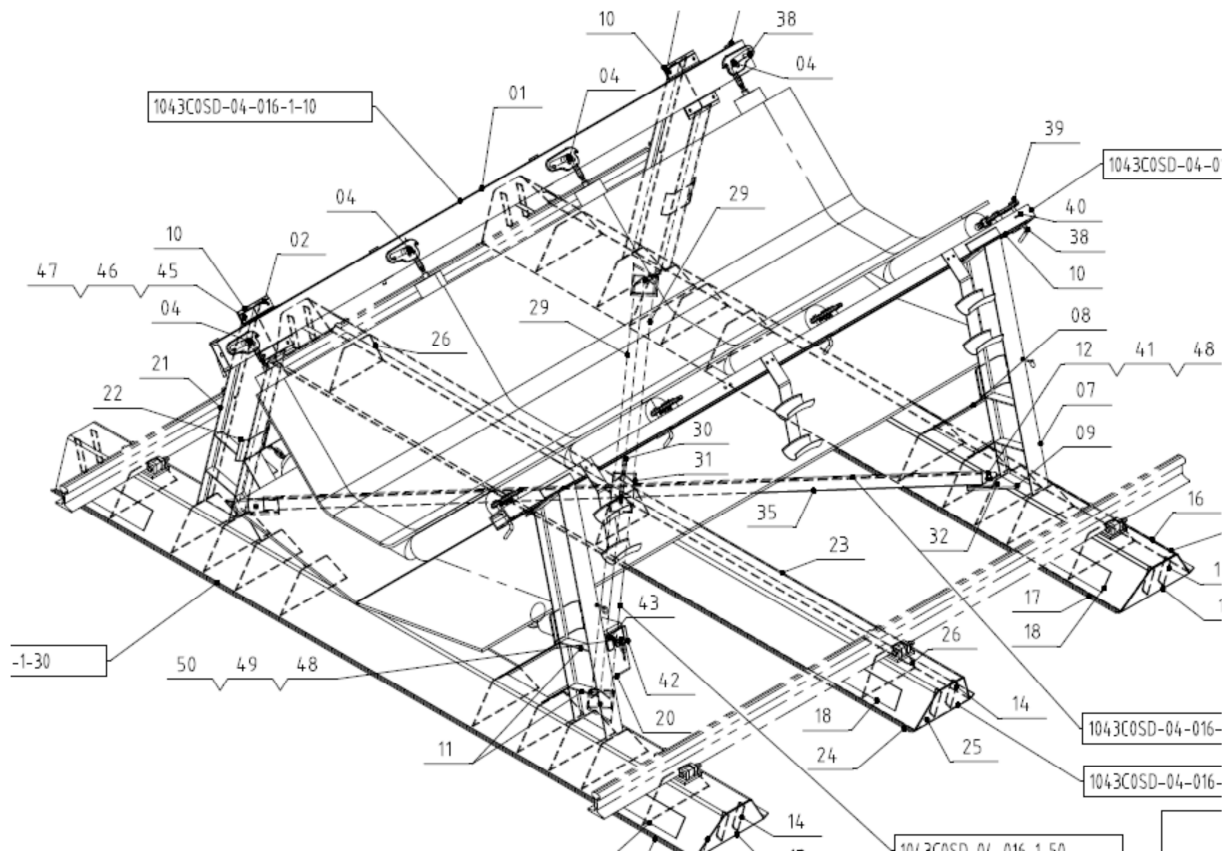


Abbildung 159: Standard Belt Frame 2.400 mm mit Stahlschwellen

Von diesem werden insgesamt 404 Stück gebaut. Die Gesamttonnage nur für diesen Belt Frame beträgt 1.050 to.

7.8 Optimierung Massenfertigungsteile

Wie bereits erwähnt, geht es bei diesen Teilen nicht um eine Reduktion der Lieferdimensionen, sondern darum, den Standard Auflieger so effizient wie möglich auszunutzen. Daher wurde für die Posts folgende Transportkonstruktion gebaut, die zwischen Fertigungsstätte und Baustelle hin und her pendelt. Dieser Transportrahmen kann in einem Stück auf- und abgeladen werden.

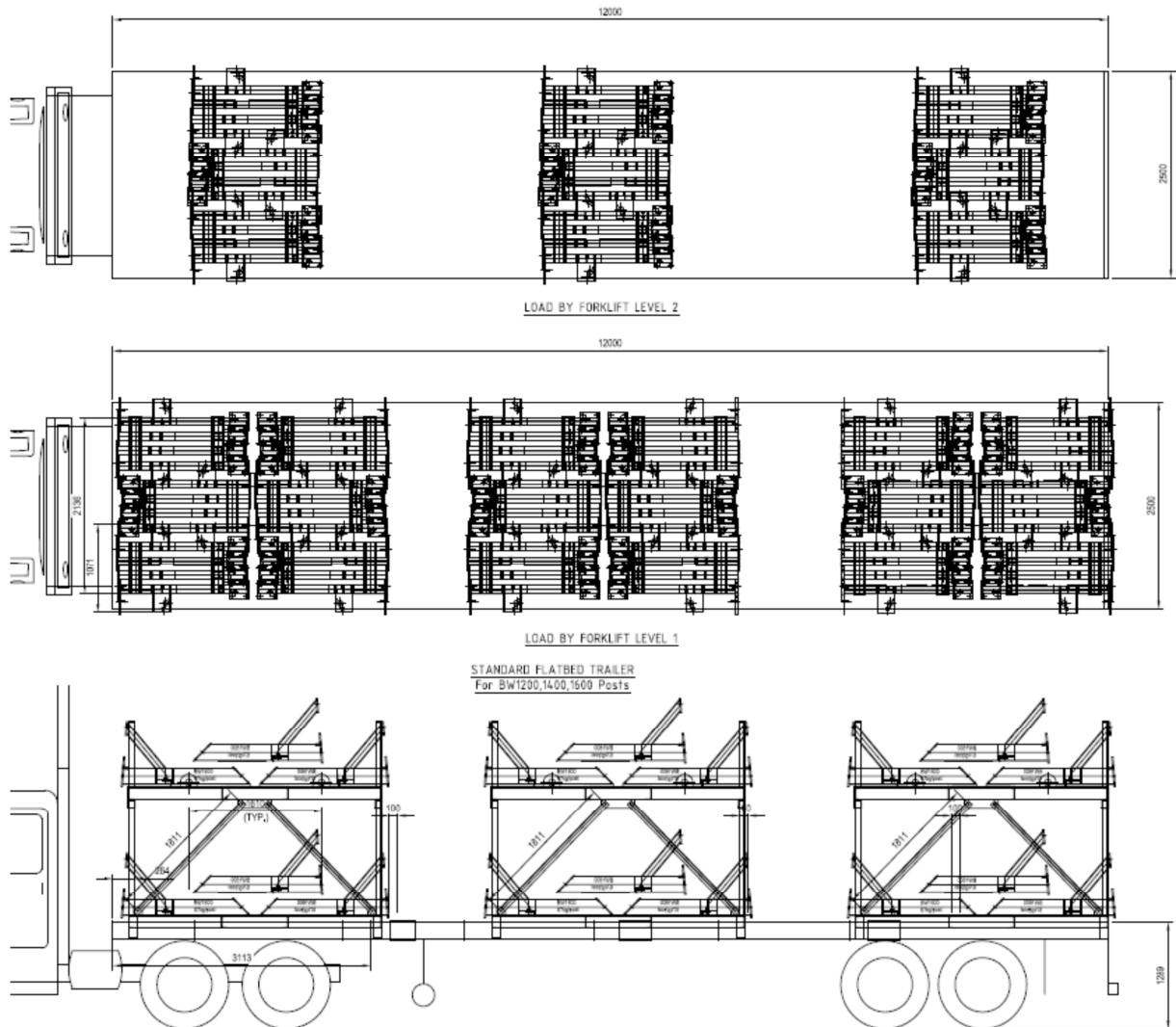


Abbildung 160: Optimiertes Transportkonzept Standard Belt Frames

Dadurch konnte untenstehende Optimierung der Transporte durchgeführt werden, was zu einer erheblichen Reduktion der Transporte führte.

Tabelle 54: Optimiertes Transportkonzept Standard Belt Frames

Bandbreite [mm]	Anzahl Bedarf [pcs]	Gewicht pro Post [kg]	Altes Transportkonzept			Optimiertes Transportkonzept		
			Anzahl pro Ladung [pcs]	Gewicht pro Ladung [kg]	benötigte Transporte [pcs]	Anzahl pro Ladung [pcs]	Gewicht pro Ladung [kg]	benötigte Transporte [pcs]
1200	3320	64	56	3584	59	216	13824	15
1400	1548	67	56	3752	28	216	14472	7
1600	1504	67	56	3752	27	216	14472	7
1800	296	115	48	5520	6	144	16560	2
2400	2120	124	48	5952	44	144	17856	15
Summe Transporte					164			46
Differenz							-118	

Durch diese Differenz der Transportanzahl lassen sich 231.500 USD einsparen.

Bei dem Transport der Stringer wie auch der Plain Bracings wurden nur leichte Änderungen durchgeführt, wie zum Beispiel dass die Plain Bracings auf die Stringer aufgelegt wurden. Dadurch wurde auch die Standardhöhe und das Standardladegewicht vollkommen ausgenutzt. Damit konnten noch einmal 20 Transporte eingespart werden, was sich mit einer Einsparung von 39.400 USD positiv auswirkt. Abbildung 161 zeigt dieses Transportkonzept.



Abbildung 161: Optimiertes Transportkonzept Standard Belt Frames

7.8.1 Standard Belt Frame 2.400 rückbar

Bei diesen Standard Frames ging es einerseits darum, so viel und effizient wie möglich auf einen Standard Auflieger zu bekommen, andererseits war aber die Forderung, immer komplette Sets, also zwei Sleeper mit Posts, einen alleinigen Sleeper, die zwei Stringer und das Plain Bracing zu liefern. Mit unten gezeigter optimierter Lösung ist das sehr gut gelungen und es können somit vier komplette Sets transportiert werden. Daraus folgt, dass für die benötigte Menge insgesamt 101 Transporte in dieser Konfiguration durchgeführt werden müssen. Abbildung 162 zeigt dieses Konzeptes.



Abbildung 162: Standard Belt Frame Transport 2.400 mm rückbar

8 Zusammenfassung

Wie man aus den einzelnen Kapiteln der Lieferdimensionen-Optimierung der Maschine/Förderbänder ersehen kann, sind erhebliche Einsparungspotentiale zu erreichen. Natürlich ist das nicht bei jedem Bauteil das Ende der Fahnenstange bzw. der Weisheit letzter Schluss, aber dennoch zeigt sich, dass in Zukunft verstärkt laufende Untersuchungen der Lieferdimensionen durchgeführt werden sollten. Als größter und wahrscheinlich einfachster Punkt hat sich herauskristallisiert, dass die Walkways Definity nicht angebaut geliefert werden sollten.

Weiters sollte in Zukunft vermehrt darauf geachtet werden, dass, wenn Überschreitungen aus technischer oder transporttechnischer Sicht nicht verhindert werden können, das gesamte Potential eines Sondertransportes ausgenutzt wird. Das heißt, wenn möglich, bei einer Überbreite auch die darin inbegriffene Länge komplett auszunutzen.

8.1 Aufstellung Gesamtkosten

Es wurden insgesamt 2780 to evaluiert. Dabei teilen sich die Kosten pro Maschine und Kostenart wie folgt auf:

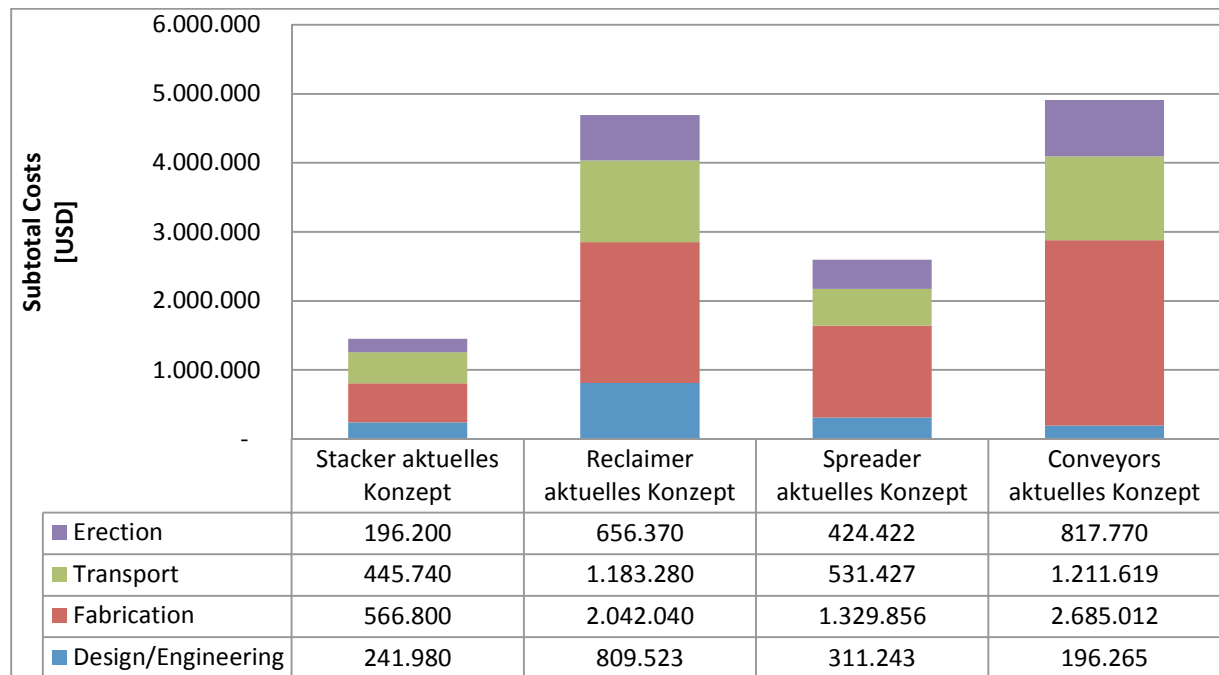


Abbildung 163: Gesamtkosten

Das Tortendiagramm der Gesamttonnage zeigt ein Spiegelbild der vorhergezeigten. Die Transportkosten sind um einiges höher als die Erection-Kosten.

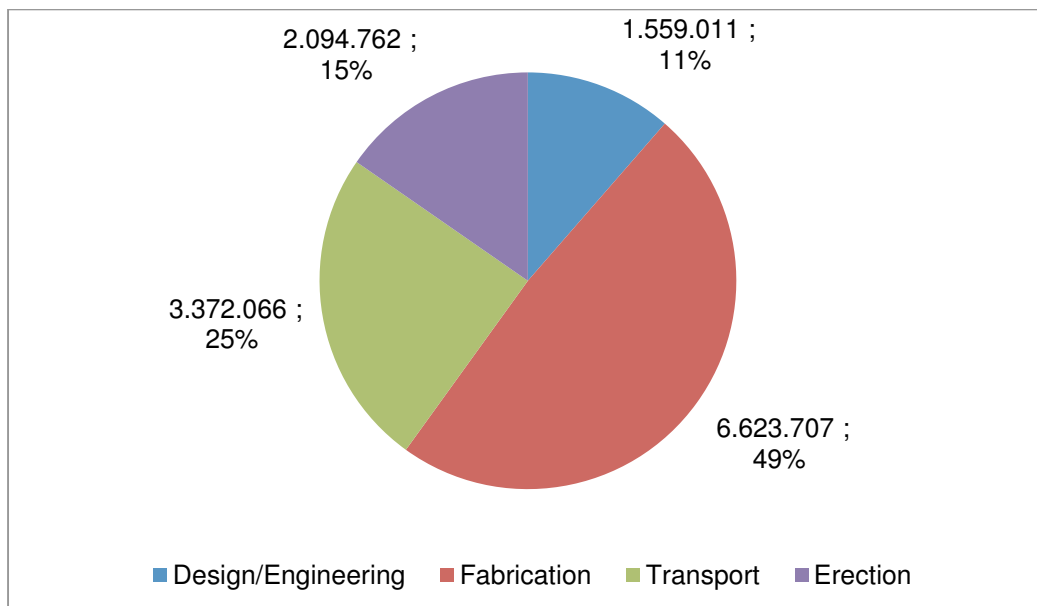


Abbildung 164: Tortendiagramm Gesamtkosten

8.2 Aufstellung evaluierter Tonnage

Hier nun die Gesamtaufstellung der evaluierten Ergebnisse. Das Gewicht steigt aufgrund der zusätzlich benötigten Schraubstöße auf 2810 to.

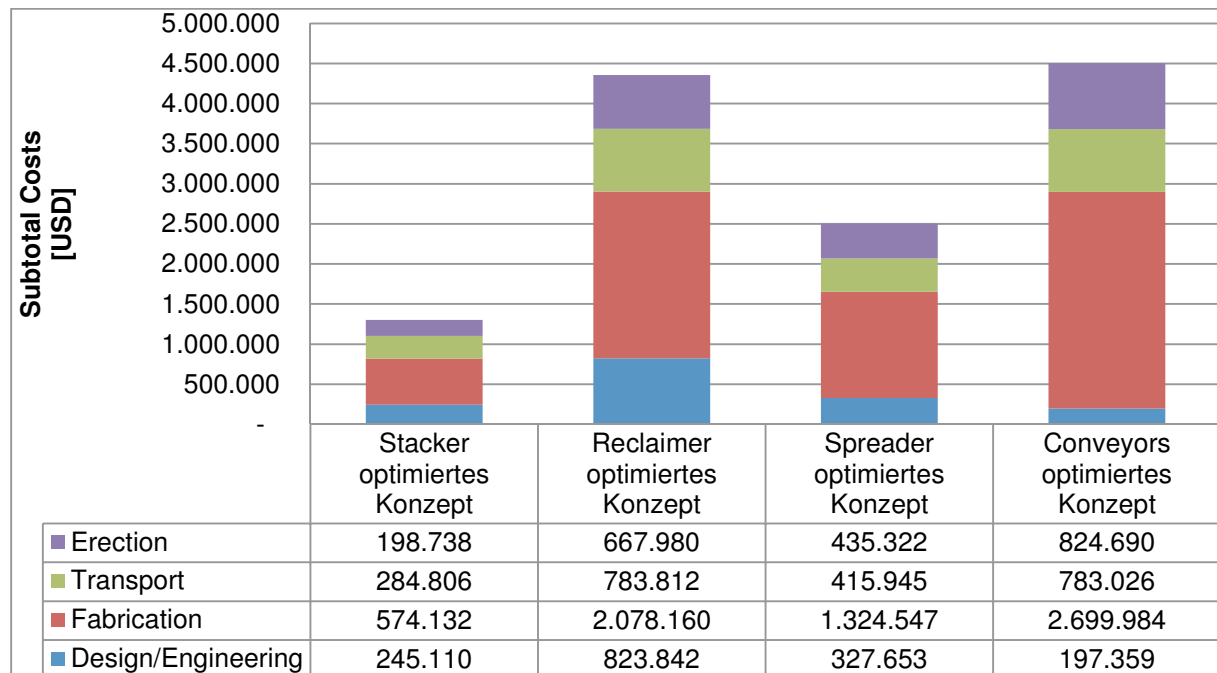


Abbildung 165: Gesamtkosten evaluiert

Hier sieht man an den kleiner werdenden grünen Balken, der zeigt, dass die Transportkosten deutlich zurückgehen. Das veranschaulicht das Tortendiagramm noch besser.

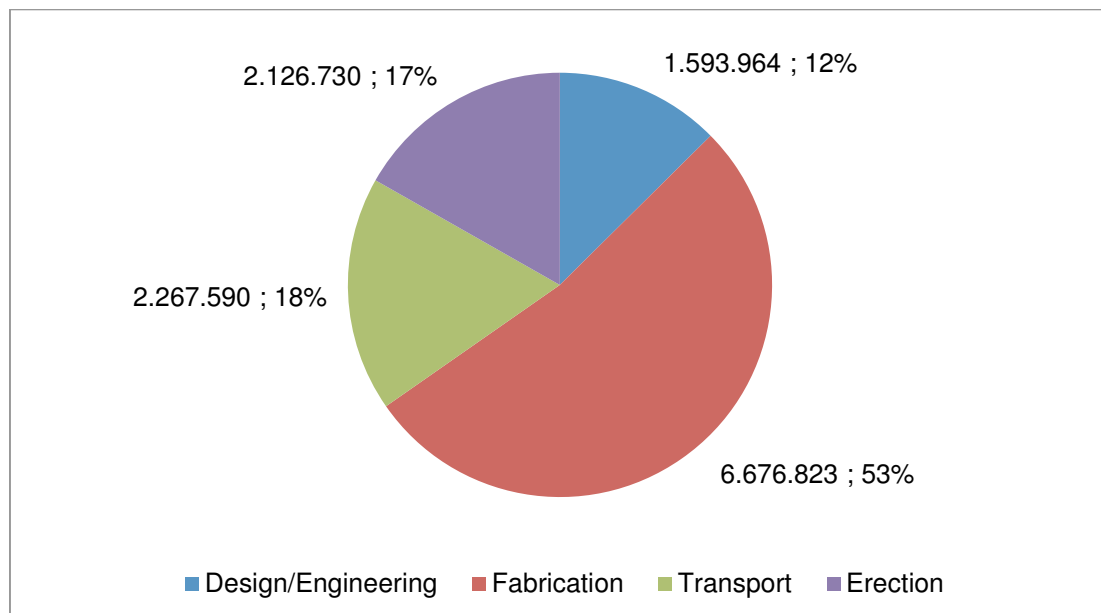


Abbildung 166: Tortendiagramm Gesamtkosten evaluiert

Es wurde fast ein Ausgleich zwischen Transport- und Erection-Kosten erreicht.

8.3 Gegenüberstellung Frachttonnen/messend Faktor

Die Frachttonnen sind je Maschinentype wie folgt gesunken.

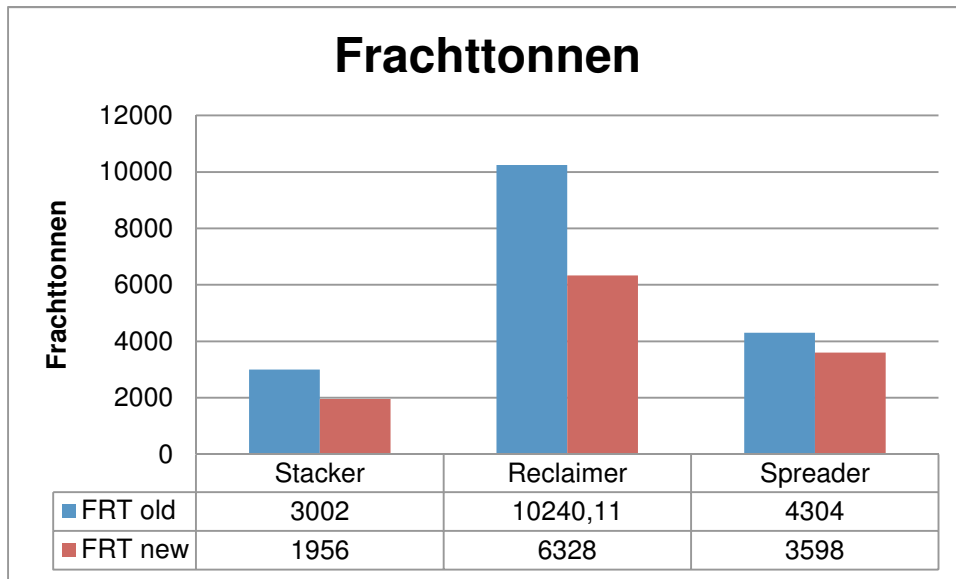


Abbildung 167: Frachttonnen Gegenüberstellung

Und auch der messend Faktor hat deutlich abgenommen. Dieser reflektiert nur den Durchschnitt, aber dennoch ist er eine Hauptkennzahl für die Abschätzung von Frachttonnen.

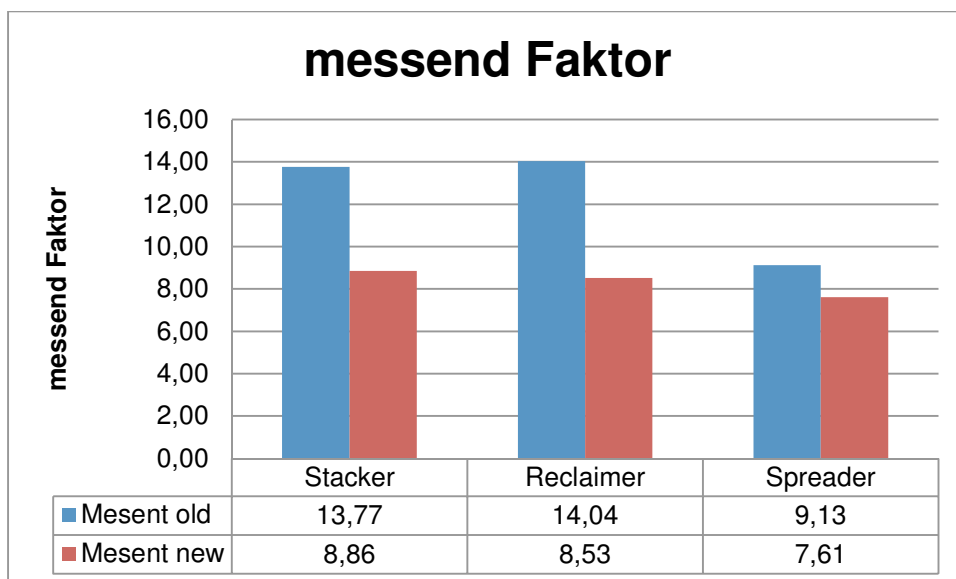


Abbildung 168: messend Faktor Gegenüberstellung

8.4 Gesamteinsparungen

Abbildung 169 soll nun das Potential der Optimierung zeigen. Es wurden bei den Evaluierungen fast 1 Mio USD eingespart.

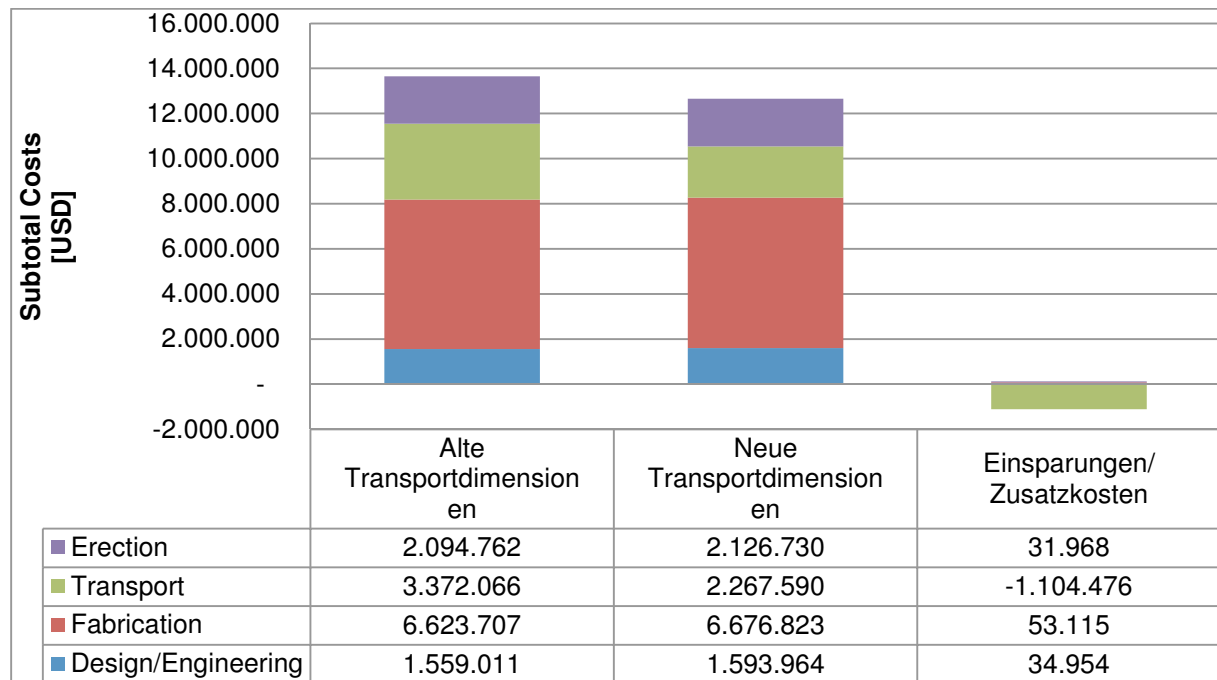


Abbildung 169: Einsparungen Gesamt

Wenn man nun noch die bereits durch Optimierung eingesparten Beträge dazu addiert, die aus den Massenfertigungsteilen kommen, dann kommt man auf eine Ersparnis von

1.270.000 USD

9 Schlussfolgerung

Das Motto „The bigger, the better“ kann definitiv nicht immer bestätigt werden. Manchmal macht ein Split in kleinere Lieferdimensionen absolut Sinn und manchmal ist die Lieferdimension bereits das Optimum. Definitiv sollten Anbauten, die das Volumen unnötig erhöhen, technisch nicht notwendig sind und kein großes Zusatzgewicht in die Liefergröße bringen, vermieden werden (z.B.: Walkway).

Weiters kann man pauschal festhalten, dass umso schwerer das Bauteil ist, umso größer seine Abmessungen sein dürfen, um trotzdem noch aus technisch-wirtschaftlicher Sicht das Optimum herauszuholen.

In Zukunft sollten bei Projekten zumindest die Abmessungen sowie Gewichte des zu liefernden Bauteils im angehängten Kalkulationsblatt eingetragen werden, um wenigstens auch bei den Konstrukteuren ein Gefühl für die Kosten zu erzeugen.

10 Abkürzungsverzeichnis

BCC	Best Cost Country
GmbH& Co KG	Gesellschaft mit beschränkter Haftung & Compagnie Kommanditgesellschaft
ICC	International Chamber of Commerce
bzw.	beziehungsweise
etc.	et cetra
ca.	zirka
FRT	Frachttonne
TC CF	Tripper Car Conveyor Frame

11 Übersetzungsverzeichnis

Englisch	Deutsch
Belt Frames	Bandgerüst
Blending	Durchmischung
Bogie	Fahrwerk
Break Bulk Ship	Stückgutfrachter
Bucket Wheel Steel Structure	Schaufelrad-Stahlbau
Carriage Top	Oberer Schlitten
Center Chute	Zentralschurre
Coal Line	Kohle Linie
Conveyor	Förderband
Conveyor Bridge	Förderbandbrücke
Conveyor System	Förderbandsystem
Counterweight Boom	Gegengewichtsausleger
Crawler	Raupe
Crusher	Brecher
Discharge Boom	Abwurfsausleger
Discharge Pulley	Abwurfstrommel
Dump Yard	Abraumhalde
Engineering	Konstruktion
Equalizer Beam	Ausgleichsträger
Erection	Montage
Fabrication	Fertigung
Handrail	Handlauf
Hopper	Trichter
Luffable / Luffing	Heb-/Senkbar
Slewable	Schwenkbar
Materials Handling	Förderwesen
Offering	Angebot
Open Pit Mine	Tagebau

Pendulum Side	Losseite
Pile	Halde
Plain Bracing	Horizontalverband
Pontoon	Ponton
Purchasing	Einkauf
Receiving Boom	Aufnahmeausleger
Reclaimer	Rücklader
Site	Baustelle
Sleeper	Schwelle
Slew Bearing	Schwenklager
Slewing Angle	Schwenkwinkel
Spreader	Absetzer
Stacker	Platzbelader
Stockpile	Lagerhalde
Stockyard	Lagerplatz
Structural	Statik
Take-up Station	Spannstation
Tripper Car	Bandschleifenwagen
Trolley	Spannwagen
Vessel	Schiff
Walkway	Laufsteg
Waste Line	Abraumlinie

12 Literaturverzeichnis

Dötsch, A. (2009). Gewinnungsmaschinen.

Kurth, F. (1979). *Tagebaugroßgeräte und Universalbagger*. Berlin: VEB Verlag Technik.

Plinke. (2002). *Industrielle Kostenrechnung*. Berlin: Springer.

Wöhlbier. (1977). *Stacking_Blending_Reclaiming*. Claustahl, Germany: Trans Tech Publications.

13 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: 3D-Grafik Abbaugelände	11
Abbildung 2: Plant Layout.....	12
Abbildung 3: Open Pit Mine, Soft Rock Mining System.....	13
Abbildung 4: Open Pit Mine, Soft Rock Mining System.....	14
Abbildung 5: Open Pit Mining Systems (Darstellung Sandvik).....	15
Abbildung 6: Open Pit Mine: Hard Rock Mining System, Ansicht auf die semi-mobilen Brecheranlagen.....	15

Abbildung 7: Layout Abraumförderung	16
Abbildung 8: Open Pit Mine, Spreader am Dump	17
Abbildung 9: Coal Handling Conveyor System	18
Abbildung 10: Stacking Methods (Darstellung Sandvik).....	19
Abbildung 11: Reclaiming Efficiency (Darstellung Sandvik)	19
Abbildung 12: Single Pile Anordnung Stacker-Reclaimer	20
Abbildung 13: Förderbandrahmen fix.....	20
Abbildung 14: Förderbandrahmen semi-rückbar.....	21
Abbildung 15: verschiebbare Rahmen und Tripper Car	22
Abbildung 16: Rohrverlegemaschine, mit Spezialequipment	22
Abbildung 17: mobiles Ankerungssystem	23
Abbildung 18: Firmenlogo Sandvik	24
Abbildung 19: Vereinfachtes Ablaufschema (eigene Darstellung).....	26
Abbildung 20: Projektteam (eigene Darstellung).....	26
Abbildung 21: Kostenbeeinflussung niedrigste Transportkosten.....	27
Abbildung 22: Kostenbeeinflussung niedrigste Montagekosten	28
Abbildung 23: Hauptbeeinflussungskosten (eigene Darstellung)	28
Abbildung 24: Incoterms 2010	30
Abbildung 25: Heavy Lift Schiff.....	31
Abbildung 26: Break Bulk Ship	31
Abbildung 27: Containerschiff.....	32
Abbildung 28: Standard Auflieger	32
Abbildung 29: Standard Auflieger	33
Abbildung 30: Container Equipment	33
Abbildung 31: Spezialtransport mit Teleskoptiefladersystem	34
Abbildung 32: Standard 4-Achsen Tieflader	34
Abbildung 33: Frachtvolumen vs. Frachtgewicht.....	37
Abbildung 34: Ähnlicher Stacker in Eemshaven	39
Abbildung 35: Ähnlicher Stacker in Bourgas.....	39
Abbildung 36: Platzbelader General Arrangement.....	40
Abbildung 37: Platzbelader, Tripper Car General Arrangement.....	41
Abbildung 38: LTD- 5-Wheel Bogie	42
Abbildung 39: Portal Steel Structure.....	42
Abbildung 40: Slew Deck.....	43
Abbildung 41: Discharge Boom Part 1	44
Abbildung 42: Discharge Boom Part 2.....	44
Abbildung 43: Tripper Car Main Platform.....	44

Abbildung 44: Tripper Car Conveyor Frame 1	45
Abbildung 45: Tripper Car Conveyor Frame 2	45
Abbildung 46: Tripper Car Conveyor Frame 3	45
Abbildung 47: Tripper Car Conveyor Frame 4	46
Abbildung 48: 5-Wheel Bogie Option 1	49
Abbildung 49: 5-Wheel Bogie Option 2.....	50
Abbildung 50: Discharge Boom Part 1 Option	52
Abbildung 51: Discharge Boom Part 2 Option	53
Abbildung 52: Tripper Car Main Platform Option 1	54
Abbildung 53: Tripper Car Main Platform Option 2	55
Abbildung 54: TC CF1	57
Abbildung 55: TC CF2.....	58
Abbildung 56: TC CF3.....	59
Abbildung 57: TC CF4.....	59
Abbildung 58: TC Conveyor Frame - Neue Teilung 1	61
Abbildung 59: TC Conveyor Frame - Neue Teilung 2	62
Abbildung 60: Ähnlicher Reclaimer in Alcan	66
Abbildung 61: Ähnlicher Reclaimer in Australien	66
Abbildung 62: Brückenrücklader General Arrangement.....	67
Abbildung 63: Brückenrücklader General Arrangement.....	68
Abbildung 64: 6-Wheel Bogie	69
Abbildung 65: Main Bridge Pendulum Side.....	69
Abbildung 66: Main Bridge Fixed Side.....	70
Abbildung 67: Main Bridge Part 1	70
Abbildung 68: Main Bridge Part 2	70
Abbildung 69: Main Bridge Part 3	71
Abbildung 70: Conveyor Bridge Part 1 (Pendulum Side)	71
Abbildung 71: Conveyor Bridge Part 2.....	72
Abbildung 72: Conveyor Bridge Part 3.....	72
Abbildung 73: Conveyor Bridge Part 4.....	73
Abbildung 74: Conveyor Bridge Part 5 (Fixed Side).....	74
Abbildung 75: Conveyor Drive Platform.....	74
Abbildung 76: Carriage Top Part	75
Abbildung 77: Carriage Middle Part.....	75
Abbildung 78: Carriage Bottom Part	76
Abbildung 79: Bucket Wheel Steel Structure	77
Abbildung 80: Harrow Steel Structure.....	77

Abbildung 81: Harrow Base Frame.....	78
Abbildung 82: E-House and Transformer Platform	78
Abbildung 83: Main Bridge Pendulum Side Option	82
Abbildung 84: Conveyor Bridge Part 2 Option	83
Abbildung 85: Conveyor Bridge Part 3 Option	84
Abbildung 86: Harrow Steel Structure Option 1	86
Abbildung 87: Harrow Steel Structure Option 2	88
Abbildung 88: E-House and Transformer Platform Option	90
Abbildung 89: Ähnlicher Spreader in China (Huolinhe)	94
Abbildung 90: Ähnlicher Spreader in China (Huolinhe)	94
Abbildung 91: Ähnlicher Spreader in Thailand (Mae Moh V).....	95
Abbildung 92: Spreader General Arrangement.....	96
Abbildung 93: Spreader, Tripper Car General Arrangement	97
Abbildung 94: Crawler	98
Abbildung 95: 6-Wheel Bogie	98
Abbildung 96: 5-Wheel Bogie	99
Abbildung 97: Portal Steel Structure.....	99
Abbildung 98: Equalizer Beam	100
Abbildung 99: Slew Deck and Pylon Lower Part.....	100
Abbildung 100: Pylon Middle Part.....	101
Abbildung 101: Pylon Top Part.....	101
Abbildung 102: Receiving Bridge Tail	102
Abbildung 103: Receiving Bridge Part 1	102
Abbildung 104: Receiving Bridge Part 2	103
Abbildung 105: Receiving Bridge Head	103
Abbildung 106: Discharge Boom Part 1	104
Abbildung 107: Discharge Boom Part 2.....	104
Abbildung 108: Counterweight Boom	104
Abbildung 109: Tripper Car Front Part 1	105
Abbildung 110: Tripper Car Front Part.....	105
Abbildung 111: Tripper Car Rear Part 1	105
Abbildung 112: Tripper Car Rear Part 2	106
Abbildung 113: Tripper Car front Support Column	107
Abbildung 114: Tripper Car Take-up Station.....	107
Abbildung 115: Pylon Middle Part Option	112
Abbildung 116: Pylon Top Part Option.....	114
Abbildung 117:Receiving Bridge Part 1 Option.....	116

Abbildung 118: Discharge Boom Part 2.....	117
Abbildung 119: Tripper Car Front Part 1	118
Abbildung 120: Tripper Car Front Part 2.....	119
Abbildung 121: Tripper Car Rear Part 2	121
Abbildung 122: Ähnliche Anlage in Thailand (Mae Moh V)	125
Abbildung 123: Ähnliche Anlage in Thailand (Mae Moh V)	125
Abbildung 124: Ähnliche Anlage in Thailand (Mae Moh V)	126
Abbildung 125: Conveyor System General Arrangement, semi-rückbar Head Part	127
Abbildung 126: Conveyor System General Arrangement, semi-rückbar Tail Part	128
Abbildung 127: Conveyor System General Arrangement, stationär, Head Part	129
Abbildung 128: Conveyor System General Arrangement, stationär, Tail Part	130
Abbildung 129: Head Station fix	131
Abbildung 130: Approach Bridge Type 1	131
Abbildung 131: Approach Bridge Type 2	132
Abbildung 132: V-Unterstützungsrahmen	132
Abbildung 133: Galleries	133
Abbildung 134: Pontoon	134
Abbildung 135: Coal Line Head Station Main Part	134
Abbildung 136: Coal Line Head Station Front Part	135
Abbildung 137: Tail Loading Boot.....	135
Abbildung 138: Iso-Ansicht Waste Line Head Station.....	137
Abbildung 139: pontoons	137
Abbildung 140: Mittlere Hauptstruktur.....	137
Abbildung 141: Vordere Hauptstruktur.....	138
Abbildung 142: Tail Station Pontoon.....	139
Abbildung 143: Tail Station Structure	139
Abbildung 144: Approach Bridge	140
Abbildung 145: Approach Bridge Pontoon.....	140
Abbildung 146: River Bridge.....	141
Abbildung 147: River Bridge Querschnitt.....	141
Abbildung 148: River Bridge 45 m Sektion Transport	142
Abbildung 149: River Bridge 22,5 m Sektion Transport	142
Abbildung 150: Approach Bridge Type 1 optimiert.....	145
Abbildung 151: Approach Bridge Type 2 optimiert.....	146
Abbildung 152: Tail Station Structure optimiert.....	147
Abbildung 153: Kostengegenüberstellung Tail Station Structure	148
Abbildung 154: 1200mm Standard Belt Frame	151

Abbildung 155: Standard Belt Frame 1.200, Post Transport.....	152
Abbildung 156: Standard Belt Frame 1.200, Stringer Transport.....	152
Abbildung 157: Standard Belt Frame 1.200, Plain Bracing	153
Abbildung 158: Standard Belt Frame 2400mm	153
Abbildung 159: Standard Belt Frame 2.400 mm mit Stahlschwellen	154
Abbildung 160: Optimiertes Transportkonzept Standard Belt Frames.....	155
Abbildung 161: Optimiertes Transportkonzept Standard Belt Frames.....	156
Abbildung 162: Standard Belt Frame Transport 2.400 mm rückbar	157
Abbildung 163: Gesamtkosten.....	158
Abbildung 164: Tortendiagramm Gesamtkosten.....	158
Abbildung 165: Gesamtkosten evaluiert	159
Abbildung 166: Tortendiagramm Gesamtkosten evaluiert	159
Abbildung 167: Frachttonnen Gegenüberstellung.....	160
Abbildung 168: messend Faktor Gegenüberstellung	160
Abbildung 169: Einsparungen Gesamt	161
Abbildung 170: Anhang I Assembly part cost evaluation file	170

14 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zusammenhang Frachttonne, Frachtgewicht	37
Tabelle 2: Kostenaufstellung Gesamt	47
Tabelle 3: Tortendiagramm Gesamtkostenverteilung	48
Tabelle 4: Kostengegenüberstellung 5-Wheel Bogie Option 1	50
Tabelle 5: Kostengegenüberstellung 5-Wheel Bogie Option 2	51
Tabelle 6: Kostengegenüberstellung Discharge Boom Part 1	53
Tabelle 7: Kostengegenüberstellung Discharge Boom Part 2	54
Tabelle 8: Kostengegenüberstellung Tripper Car Main Platform Option 1	55
Tabelle 9: Kostengegenüberstellung Tripper Car Main Platform Option 2.....	56
Tabelle 10: Kostengegenüberstellung TC CF1	57
Tabelle 11: Kostengegenüberstellung TC CF2	58
Tabelle 12: Kostengegenüberstellung TC CF3	59
Tabelle 13: Kostengegenüberstellung TC CF4	60
Tabelle 14: Kostengegenüberstellung TC Conveyor Aufteilung Neu.....	62
Tabelle 15: optimierte Gesamtkostenaufstellung	63
Tabelle 16: Tortendiagramm, optimierte Gesamtkostenverteilung	63
Tabelle 17: Kosteneinsparung/Zusatzkosten	64
Tabelle 18: Kostenaufstellung Gesamt Teil 1	79

Tabelle 19: Kostenaufstellung Gesamt Teil 2	80
Tabelle 20: Tortendiagramm Gesamtkosten.....	81
Tabelle 21: Kostengegenüberstellung Main Bridge Pendulum Side.....	82
Tabelle 22: Kostengegenüberstellung Conveyor Bridge 2	84
Tabelle 23: Kostengegenüberstellung Conveyor Bridge Part 3.....	85
Tabelle 24: Kostengegenüberstellung Harrow Steel Structure Option 1	87
Tabelle 25: Kostengegenüberstellung Harrow Steel Structure Option 2	89
Tabelle 26: Kostengegenüberstellung E-House and Transformer Platform.....	90
Tabelle 27: Kostenaufstellung optimiert Gesamt Teil 1	90
Tabelle 28: Kostenaufstellung optimiert Gesamt Teil 2.....	91
Tabelle 29: Tortendiagramm, Kostenaufteilung optimiert.....	91
Tabelle 30: Kosteneinsparung/Zusatzkosten	92
Tabelle 31: Kostenaufstellung Gesamt Teil 1	108
Tabelle 32: Kostenaufstellung Gesamt Teil 2	109
Tabelle 33: Tortendiagramm Gesamtkostenverteilung.....	110
Tabelle 34: Kostengegenüberstellung Pylon Middle Part.....	113
Tabelle 35: Kostengegenüberstellung Pylon Top Part	115
Tabelle 36: Kostengegenüberstellung Receiving Bridge Part 1	116
Tabelle 37: Kostengegenüberstellung Discharge Boom Part 2.....	118
Tabelle 38: Kostengegenüberstellung Tripper Car Front Part 1	119
Tabelle 39: Kostengegenüberstellung Tripper Car Front Part 2.....	120
Tabelle 40: Kostengegenüberstellung Tripper Car Rear Part 2.....	121
Tabelle 41: optimierte Gesamtkostenaufstellung Teil 1.....	122
Tabelle 42: optimierte Gesamtkostenaufstellung Teil 2.....	122
Tabelle 43: Tortendiagramm, optimierte Gesamtkostenverteilung	123
Tabelle 44: Kosteneinsparung/Zusatzkosten	123
Tabelle 45: Gesamtkostenaufstellung Coal Line.....	136
Tabelle 46: Kostenaufstellung Gesamt Waste Line	143
Tabelle 47: Tortendiagramm Gesamtkostenverteilung Coal Line und Waste Line	144
Tabelle 48: Kostengegenüberstellung Approach Bridge Type 1	145
Tabelle 49: Kostengegenüberstellung Approach Bridge Type 2	146
Tabelle 50: optimierte Gesamtkostenaufstellung Coal Line	148
Tabelle 51: optimierte Gesamtkostenaufstellung Waste Line.....	149
Tabelle 52: Tortendiagramm, optimierte Gesamtkostenverteilung	149
Tabelle 53: Kosteneinsparung/Zusatzkosten Coal Line und Waste Line.....	150
Tabelle 54: Optimiertes Transportkonzept Standard Belt Frames.....	155

15 Anhang


Assembly part cost evaluation						
Created by:	Leodolter			Date:	Mai. 14	
Status:	RFM			Currency:	USD	
Part:	Stacker Discharge Boom part 1					
Calculation base						
Costs per engineering hour			hours per ton			
30			37			
Fabrication costs per kg			sea freight rate per FRT			
2,6			45			
Erection costs per kg	Length	Width	Height	kg	USD	
0,9	Dimensions up to (Bigger value counts)					
	1.220	250	260	22.000	2.090	
Land transport rates solution 1*	1.200	350	300	22.000	3.325	
15.200	1.500	450	350	26.000	4.750	
	1.800	500	400	30.000	7.600	
Land transport rates solution 2*	2.100	550	450	35.000	11.400	
11.400	2.400	600	450	40.000	15.200	
	2.700	650	450	45.000	19.000	
* select from table beside	3.000	700	450	50.000	22.800	
	3.100	770	450	50.000	26.600	
Input values						
Solution 1			Solution 2			
length	[cm]	2.100	2.100			
width	[cm]	528	280			
height	[cm]	310	310			
Volume	[m^3]	343,728	182,28			
weight	[kg]	19.000	19.500			
FRT	[-]	343,728	182,28			
messend	[-]	18,09	9,35			
Output values						
Costs engineering	21.090		21.645			
Costs fabrication	49.400		50.700			
Costs Transport	30.668		19.603			
Costs Erection	17.100		17.550			
Extraordinary costs						
Subtotal costs	118.258		109.498			
Recommended solution			Solution 2			

Abbildung 170: Anhang I Assembly part cost evaluation file