



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Bachelorarbeit

Vivien Hedrich

Entwicklung und Konstruktion eines Aufbaus für einen Spezialanhänger für den Transport einer Flugzeugseiten- schale des Airbus A321

*Fakultät Technik und Informatik
Department Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau*

*Faculty of Engineering and Computer Science
Department of Automotive and
Aeronautical Engineering*

Vivien Hedrich

**Entwicklung und Konstruktion eines Aufbaus
für einen Spezialanhänger für den Transport
einer Flugzeugseitenschale des Airbus A321**

Bachelorarbeit eingereicht im Rahmen der Bachelorprüfung

im Studiengang Fahrzeugtechnik
am Department Fahrzeugtechnik und Flugzeugbau
der Fakultät Technik und Informatik
der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

in Zusammenarbeit mit:
Firma Eggers Fahrzeugbau GmbH
Abteilung Entwicklung/ Konstruktion
Brunnenweg 3
28816 Stuhr

Erstprüfer: Prof. Peter Seyfried
Zweitprüfer: Dipl.-Ing. (FH) Bernd Peinemann

Zusammenfassung

Name des Studierenden

Vivien Hedrich

Thema der Bachelorthesis

Entwicklung und Konstruktion eines Aufbaus für einen Spezialanhänger für den Transport einer Flugzeugseitenschale des Airbus A321

Stichworte

Entwicklung, Konstruktion, Spezialanhänger, Aufbau, Transport, Verdeck, Ladungssicherung

Kurzzusammenfassung

Diese Arbeit umfasst die Entwicklung und Konstruktion eines Aufbaus für einen Spezialanhänger für den Transport einer Flugzeugseitenschale des Airbus A321. Dafür werden zunächst der Stand der Technik und technische Informationen erläutert und eine Anforderungsliste erstellt. Auf dieser Basis folgt eine Erstellung von Konzepten, eine Bewertung und die Entwicklung und Ausarbeitung einer Gesamtlösung. Schwerpunkt ist hierbei die Entwicklung und Konstruktion der Wandelemente, die Mechanik zum Verfahren des Daches und Öffnen beziehungsweise Schließen der linken Fahrzeugseite und von Elementen zur Ladungssicherung. Abschließend wurden Zeichnungsableitungen der fertigen Konstruktion für die Fertigung erstellt.

Name of Student

Vivien Hedrich

Title of the paper

Development and design of a special trailer body for the purpose of transporting a side shell of the Airbus A321

Keywords

Development, design, special trailer, body, transport, top, securing of cargo

Abstract

This thesis describes the development and design of a special trailer body for the transport of a side shell of the Airbus A321. The state of the technology and additional informations were used to create a list of requirements. Based on this there will be presented a series of concepts, an evaluation as well as the design of the definite solution. The main focus is set on the design of the wall elements, the mechanical system to move the roof and opening or closing the left side of the vehicle and elements for securing the cargo. At last, drawings of the finished design were created for production.

Vorwort

Die folgende Bachelorarbeit zum Thema „Entwicklung und Konstruktion eines Aufbaus für einen Spezialanhänger für den Transport einer Flugzeugseitenschale des Airbus A321“ wurde in Zusammenarbeit mit der Firma Eggers Fahrzeugbau GmbH erstellt.

Daher möchte ich mich an dieser Stelle bei meinen Betreuern Herrn Prof. Peter Seyfried von der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg und Herrn Dipl.-Ing. (FH) Bernd Peinemann von der Firma Eggers Fahrzeugbau GmbH für die fachliche Betreuung der Arbeit und die Hilfe bedanken, um diese Aufgabe zu erfüllen. Insbesondere Herrn Dipl.-Ing. (FH) Bernd Peinemann danke ich für die Möglichkeit und das Vertrauen, meine Bachelorabschlussarbeit in der Abteilung Konstruktion und Entwicklung anzufertigen. An der Stelle möchte ich mich auch bei den Kollegen Herrn Dipl.-Ing. (FH) Oliver Schwarz, Herrn Ansgar Telge, Herrn Andre Wall und Herrn Jörg Saffran aus der Konstruktionsabteilung und Herrn Heiko Stoever aus der Fertigung bedanken, die immer mit Rat zur Seite standen.

Ebenfalls gilt mein Dank meinen Mitstudenten und Freunden Robert Feldbinder, Celia Meier, Marco Mulsow, Ole Struck und Till Zipser für die Unterstützung bei der Korrektur.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	1
Inhaltsverzeichnis.....	2
Abkürzungsverzeichnis	4
Tabellenverzeichnis	8
Abbildungsverzeichnis.....	9
1 Einleitung	12
1.1 Motivation und Ziel der Arbeit.....	12
1.2 Firmenvorstellung	13
2 Grundlagen.....	14
2.1 Stand der Technik.....	14
2.1.1 Anhänger	14
2.1.2 Airbus A321	15
2.1.3 Definition des Koordinatensystems am Fahrzeug.....	16
2.1.4 Aufbauarten	16
2.1.5 Ladungssicherung.....	18
2.2 Technische Informationen	19
2.2.1 Beaufort-Skala	19
2.2.2 Windlast	20
3 Anforderungsliste	22
4 Konzeptphase.....	24
4.1 Erste Konzeptionierung.....	24
4.1.1 Zerlegung der Gesamtfunktion des Aufbaus in Teilfunktionen	24
4.1.2 Entwicklung von Lösungsmöglichkeiten der Teilfunktionen.....	24
4.1.3 Technische Bewertung der Lösungskonzepte.....	26
4.2 Weitergehende Konzeptionierung.....	28
4.2.1 Zerlegung der Gesamtfunktion des Aufbaus in Teilfunktionen	28
4.2.2 Entwicklung von Lösungsmöglichkeiten der Teilfunktionen.....	28
4.2.3 Technische Bewertung der Lösungskonzepte.....	30
5 Entwurfsphase.....	32
5.1 Auswahl der Lösungskonzepte.....	32
5.2 Dimensionierung des Gesamtentwurfs.....	33
5.2.1 Entwurf der Wandelemente	33

Inhaltsverzeichnis

5.2.2	Berücksichtigung der Windlast für den Gesamtentwurf.....	39
5.2.3	Entwurf für die Mechanik zum Verfahren des Daches und der linken Seitenplane	41
5.2.4	Entwurf zur Sicherung der Flugzeugseitenschale in y-Richtung	43
5.2.5	Entwurf zur Sicherung der Flugzeugseitenschale in x-Richtung.....	45
6	Ausarbeitungsphase	53
6.1	Konstruktion der Wandelemente.....	53
6.2	Konstruktion der Mechanik zum Verfahren des Daches und der linken Seitenplane	56
6.3	Konstruktion von Elementen zur Sicherung der Flugzeugseitenschale	63
6.3.1	Sicherung in y-Richtung.....	63
6.3.2	Sicherung in x-Richtung.....	66
6.3.3	Gewichtsbilanz	68
7	Zusammenfassung	69
8	Literaturverzeichnis	71
9	Anhang.....	73

Abkürzungsverzeichnis

a	Beschleunigung
A_R	Querschnittsfläche Rastbolzen
A_{QRr}	Querschnittsfläche des Quadratrohres
A_{RRr}	Querschnittsfläche des Rechteckrohres
A_W	Windangriffsfläche
b_{QRr}	Innere Breite des Quadratrohres
b_{RRr}	Innere Breite des Rechteckrohres
B_{QRr}	Äußere Breites des Quadratrohres
B_{RRr}	Äußere Breites des Rechteckrohres
b_W	Breite Windangriffsfläche
c_W	Strömungswiderstandskoeffizient
d_i	Innerer Durchmesser
d	Durchmesser
D_a	Äußerer Durchmesser
E	Elastizitätsmodul
F_{HK}	Handkraft
F_{krit}	Kritische Kraft
F_R	Reibkraft
F_S	Sicherungskraft
F_T	Trägheitskraft
F_{vorh}	Vorhandene Kraft
F_W	Windlast
g	Erdbeschleunigung

Abkürzungsverzeichnis

G_A	Gewichtskraft Anhänger
G_N	Nutzlast
h_W	Höhe Windangriffsfläche
h_{QRr}	Innere Höhe des Quadratrohres
h_{RRr}	Innere Höhe des Rechteckrohres
H_{QRr}	Äußere Höhe des Quadratrohres
H_{RRr}	Äußere Höhe des Rechteckrohres
i	Flächenträgheitsradius
I	Flächenmoment 2. Grades
I_{min}	Minimales Flächenmoment 2. Grades
λ	Schlankheitsgrad
λ_G	Grenzschlankheitsgrad
l	Länge
l_0	Knicklänge
l_{Kurbel}	Länge des Hebelarmes der Kurbel
l_{GW}	Länge der Gelenkwelle
l_W	Länge Windangriffsfläche
μ_R	Reibungskoeffizient
m_{Aufb}	Masse des Aufbaus
m_{FG}	Masse Fahrgestell
m_{FS}	Masse der Flugzeugseitenschale
m_{F+T}	Masse der Flugzeugseitenschale mit der Traverse
m_{Anh}	Masse des Spezialanhängers
M_A	Moment Anhänger
M_b	Biegemoment

Abkürzungsverzeichnis

M_{Kurbel}	Moment an der Handkurbel
M_W	Windmoment
n	Drehzahl
n_{krit}	Kritische Drehzahl
q_{ref}	Böengeschwindigkeitsdruck
q_W	Winddruck
ρ_L	Dichte der Luft
r	Radius
R_e	Streckgrenze
R_m	Zugfestigkeit
σ_b	Spannung infolge von Biegung
σ_d	Spannung infolge von Druck
σ_{krit}	Kritische Spannung
σ_{zul}	Zulässige Spannung
S_F	Sicherheitsfaktor
τ_{vorh}	Vorhandene Schubspannung
τ_{zul}	Zulässige Schubspannung
v_W	Windgeschwindigkeit
y_F	Abstand Anhängerschwerpunkt zur Federmitte
y_R	Abstand Anhängerschwerpunkt zum Rad außen
ω	Drehwinkelgeschwindigkeit
$\omega_{Abtrieb}$	Drehwinkelgeschwindigkeit der Getriebeabtriebswelle
ω_{Kurbel}	Drehwinkelgeschwindigkeit der Kurbel
W	Widerstandsmoment
W_{min}	Minimales Widerstandsmoment

Abkürzungsverzeichnis

z_W Abstand Radaufstandspunkt zum Windangriffspunkt

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zu berücksichtigende Trägheitskräfte im Fahrbetrieb	18
Tabelle 2: Beaufort-Skala (7)	19
Tabelle 3: Anforderungsliste	23
Tabelle 4: Zerlegung der Gesamtfunktion in Teilfunktionen (erste Konzeptionierung)	24
Tabelle 5: Morphologischer Kasten (erste Konzeptionierung)	25
Tabelle 6: Punktebewertungsskala der Lösungsmöglichkeiten	26
Tabelle 7: Technische Bewertung der Lösungskonzepte (erste Konzeptionierung)	27
Tabelle 8: Zerlegung der Gesamtfunktion in Teilfunktionen (weitere Konzeptionierung) ..	28
Tabelle 9: Morphologischer Kasten (weitergehende Konzeptionierung)	29
Tabelle 10: Technische Bewertung der Lösungskonzepte für weitere Konzeptionierung ..	31
Tabelle 11: Auswahl der Lösungskonzepte	32

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersicht der Anhängerbauarten (3)	14
Abbildung 2: Beispielabbildung des Airbus A321neo (1)	15
Abbildung 3: Koordinatensystem am Fahrzeug (4).....	16
Abbildung 4: Hamburger Verdeck (5)	17
Abbildung 5: Curtainsider Verdeck (4)	17
Abbildung 6: Schiebepanverdeck (4).....	17
Abbildung 7: Schiebebügelverdeck (4).....	17
Abbildung 8: Curtainsider Verdeck mit verfahrbarem Dachgurt (5).....	18
Abbildung 9: Strömungswiderstandskoeffizienten für verschiedene Geometrien (10).....	21
Abbildung 10: Entwurfszeichnung Aufbau (Draufsicht).....	33
Abbildung 11: Entwurfszeichnung Wandelement	34
Abbildung 12: Entwurfszeichnung Hakenelement.....	34
Abbildung 13: Fahrgestell des Spezialanhängers	34
Abbildung 14: Freischnitt Hakenelement bei Biegebelastung.....	35
Abbildung 15: Querschnitt Quadrat-/ Rechteckrohr	36
Abbildung 16: Freischnitt Hakenelement bei Druckbelastung	37
Abbildung 17: Wirkende Kräfte bei der Windlast	39
Abbildung 18: Entwurfszeichnung Sicherung in y-Richtung	43
Abbildung 19: Freischnitt Rohr y-Sicherung bei Biegebelastung.....	44
Abbildung 20: Entwurfszeichnung Sicherung in x-Richtung	45
Abbildung 21: Freischnitt Rohr x-Sicherung bei Biegebelastung.....	46
Abbildung 22: Freischnitt Schwenkarm bei Biegebelastung.....	48
Abbildung 23: Freischnitt Schwenkarm bei Druckbelastung	49

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 24: Belastungsfall Scherung beim Rastbolzen (15).....	51
Abbildung 25: Belastungsfall Biegung Rastbolzen (15).....	52
Abbildung 26: Stirn- und Heckwand des Aufbaus.....	53
Abbildung 27: Zwischenwand des Aufbaus.....	53
Abbildung 28: Seitliches Wandelement des Aufbaus	54
Abbildung 29: Zwischensäule der seitlichen Wandelemente	54
Abbildung 30: Hakenelement zur Aufnahme der Flugzeugseitenschale	54
Abbildung 31: Übersicht der Wandelemente auf dem Fahrgestell	55
Abbildung 32: Verkleidung der Wandelemente mit Seitenplane und Plywoodplatten	55
Abbildung 33: Befestigung Seitenplane und Sichtfenster.....	55
Abbildung 34: Querschnitt Dachgurt	56
Abbildung 35: Führung und Laufschiene des verfahrbaren Dachgurtes	56
Abbildung 36: Anbindung verfahrbarer Dachgurt an Laufwagen und Gewindestange.....	57
Abbildung 37: Laufwagen mit Dachspriegel.....	57
Abbildung 38: Rausfallsicherung verschiebbare Seitenplane im eingebauten Zustand.....	58
Abbildung 39: Rausfallsicherung der Seitenplane	58
Abbildung 40: Verbindung der Gewindestange mit Kegelradgetriebe.....	59
Abbildung 41: Kupplungsverbindung	59
Abbildung 42: Verbindung der beiden Gewindestangen mit Gelenkwellen	60
Abbildung 43: Verbindung der Kegelradgetriebe über Gelenkwelle	60
Abbildung 44: Anbindung der Kettenmechanik an den Dachspriegel	60
Abbildung 45: Lagerung der Gelenkwellen	60
Abbildung 46: Kettenspanner	61
Abbildung 47: Antriebsseite der Kettenmechanik	61

Abbildung 48: Antrieb der Mechanik durch Handkurbeln an der Stirnseite	61
Abbildung 49: Übersicht des Kraftflusses der Dachmechanik	62
Abbildung 50: Gesamtübersicht der Dachmechanik und des Verdeckes	63
Abbildung 51: Aufsteller und Gurthalter für die y-Sicherung	64
Abbildung 52: Eingehängte Flugzeugseitenschale gesichert in y-Richtung	64
Abbildung 53: Übersicht der Sicherung der Ladung in y-Richtung	65
Abbildung 54: Sicherung der Ladung in x-Richtung	66
Abbildung 55: x-Sicherung Rahmenelement vorne	67
Abbildung 56: x-Sicherung Rahmenelement hinten	67
Abbildung 57: Schwenkarm mit Rastbolzen	67
Abbildung 58: Mechanik der Sicherung in x-Richtung	68
Abbildung 59: Eingehängte Flugzeugseitenschale in x-Richtung gesichert	68
Abbildung 60: Spezialanhänger geöffnet	69
Abbildung 61: Spezialanhänger Dachgurt geschlossen.....	69
Abbildung 62: Spezialanhänger geschlossen	70

1 Einleitung

1.1 Motivation und Ziel der Arbeit

Für den werksinternen Transport einer Flugzeugseitenschale des Airbus A321 ist ein Spezialanhänger zu entwickeln und zu konstruieren. Besonders interessant ist, dass es für das Be- und Entladen des Anhängers einer Dach- und Seitenwandkonstruktion auf der linken Fahrzeugseite bedarf, die in einem kurzen Zeitraum verfahrbar sein muss und durch eine Person zu bedienen ist. Die Flugzeugseitenschale soll mit einem Deckenkran eingehängt werden und muss innerhalb des Laderaums in Fahrzeuglängs- und Querrichtung gesichert werden. Besonders zu erwähnen ist auch, dass der Anhänger so auszulegen ist, dass dieser bis zu einer Windstärke von 9 Beaufort betrieben werden kann. Um die Aufgabenstellung zu erfüllen, muss eine Anforderungsliste erarbeitet und genaue Randbedingungen definiert werden. Daraus ergeben sich für die Bachelorarbeit drei Schwerpunkte:

- 1.) Entwicklung und Konstruktion der Wandelemente an der Vorder- und Rückseite, sowie an der in Fahrzeugsrichtung rechten Seite des Anhängers
- 2.) Entwicklung und Konstruktion der Mechanik zum Verfahren des Daches in zwei Dimensionen (Längs- und Querrichtung) und das Öffnen beziehungsweise Schließen der linken Fahrzeugseite (Längsrichtung)
- 3.) Entwicklung und Konstruktion von Elementen zur Sicherung der Flugzeugseitenschale in Längs- und Querrichtung

Für die Auslegung, Entwicklung und Konstruktion dieser Schwerpunkte muss der Einfluss der zu erwartenden Windlast, bei einer Windstärke von 9 Beaufort, berücksichtigt werden. Für die Konzeptionierung des Aufbaus, muss dieser in Teilfunktionen zerlegt werden und Lösungsmöglichkeiten entwickelt werden, um die Gesamtfunktion zu erfüllen. Daraus wird sich ein Lösungskonzept ergeben, welches die Konstruktionsgrundlage darstellt. Abschließend sollen Zeichnungsableitungen und Stücklisten für die Fertigung des Aufbaus erstellt werden.

1.2 Firmenvorstellung

Diese Bachelorarbeit findet in Zusammenarbeit mit der Firma Eggers Fahrzeug GmbH statt, welche ansässig in Brinkum bei Bremen ist. Sie ist ein mittelständischer Familienbetrieb im Bereich Nutzfahrzeugbau. So kümmert sich Eggers um den Bau von Fahrzeugeinrichtungen, Sonderlösungen für spezielle Transporte, Kran-, Pritschen- und Kofferaufbauten für verschiedenste Fahrzeuge oder Anhänger und Sonderfahrzeuge. Durch die Umsetzung von individuellen Kundenwünschen herrscht eine hohe Produktvielfalt. Die Firma Eggers arbeitet dabei eng zusammen mit anderen Firmen und Lieferanten. Die Entwicklung, Konstruktion, Fertigung und Montage findet in Brinkum statt. Nach den Schweißarbeiten können montierte Baugruppen vor Ort gestrahlt, grundiert und lackiert werden. (1)

2 Grundlagen

2.1 Stand der Technik

2.1.1 Anhänger

Ein Anhänger ist ein Fahrzeug ohne eigenen Antrieb, das zur Beförderung von Gütern dient und an ein Kraftfahrzeug angekuppelt werden muss. Ausgenommen ist der Auflieger, bei dem diese Merkmale zwar auch zutreffen, aber ein erheblicher Teil seines Gewichts und seiner Last von dem Kraftfahrzeug abgestützt wird. (2)

Grundsätzlich wird bei Anhängern zwischen Gelenkdeichsel- und Zentralachsanhängern unterschieden (siehe Abbildung 1).

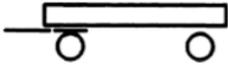
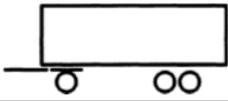
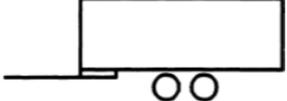
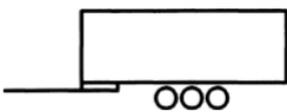
Gelenkdeichsel-anhänger		Plattformanhänger
		Plateau-Tiefladeanhänger
		Tiefladeanhänger mit einfacher Kröpfung
		Tiefbett-Tiefladeanhänger
Zentralachs-anhänger		Zentralachs-Plattformanhänger
		Zentralachs-Tiefbettanhänger

Abbildung 1: Übersicht der Anhängerbauarten (3)

Die verschiedenen Anhängerbauarten unterscheiden sich in der Lenkverbindung zum Kraftfahrzeug und in der Anordnung der Achsen. Bei Gelenkdeichselanhängern sind mindestens zwei Achsen vorhanden und mindestens eine Achse wird über einen Drehschemel gelenkt oder verfügt über eine Achsschenkellenkung. Die gelenkte Achse wird über eine vertikal bewegliche Deichsel mit dem Kraftfahrzeug verbunden. Zentralachsanhänger haben eine oder mehrere Achsen, die zentral angeordnet sind. Die Deichsel ist bei dieser Anhängerbauart starr mit dem Anhängerrahmen verbunden. (3)

Grundlagen

In dieser Bachelorarbeit ist die Grundlage für den zu entwickelnden Aufbau ein Gelenkdeichselanhänger mit zwei Achsen, die beide über eine Achsschenkelenkung verfügen und über eine abnehmbare Deichsel an beiden Enden mit einem Kraftfahrzeug verbunden werden kann. Da der Anhänger nur auf dem Werksgelände benutzt wird, muss er nicht den Vorgaben der Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung entsprechen.

2.1.2 Airbus A321

Der A321 ist ein Flugzeug des Herstellers Airbus für Kurz- und Mittelstrecken, welches in verschiedenen Versionen seit 1989 gebaut wird. Aktuell wird der A321 in der Version A321neo mit moderneren Triebwerken gefertigt. In der Variante A321neo ACF (Airbus Cabin-Flex) fasst das Flugzeug eine Kapazität von bis zu 244 Passagieren. Mit den Varianten A321neoLR (Long Range) und A321neoXLR (Extra Long Range) sind inzwischen größere Reichweiten möglich. (4)

In dem zu entwickelnden Aufbau des Spezialanhängers soll eine linke Seitenschale aus dem hinteren Bereich des Flugzeuges A321neoACF und A321neoXLR transportiert werden (siehe roter Kasten in Abbildung 2).



Abbildung 2: Beispielabbildung des Airbus A321neo (1)

2.1.3 Definition des Koordinatensystems am Fahrzeug

Um in der weiteren Arbeit Richtungen und Bewegungen klar zu definieren, wird ein dreidimensionales kartesisches Koordinatensystem am Fahrzeug festgelegt (siehe Abbildung 3). Dies beschreibt drei Koordinatenachsen in x-, y- und z-Richtung, in die jeweils eine translatorische Bewegung möglich ist. Dazu kommt jeweils noch eine rotatorische Bewegung um die drei Koordinatenachsen. (3)

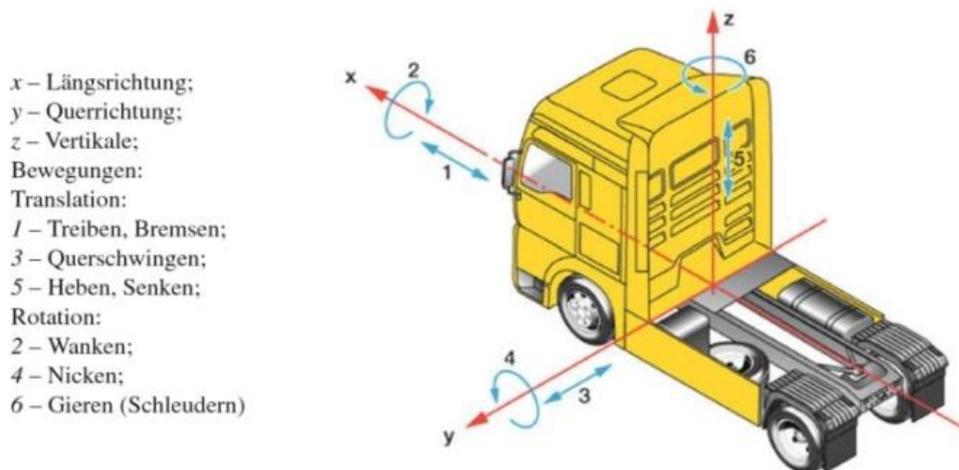


Abbildung 3: Koordinatensystem am Fahrzeug (4)

2.1.4 Aufbauarten

Bei Aufbauarten wird unterschieden zwischen Plattform-, Pritschen-, Koffer-, Kipp-, Tank- und Sonderaufbauten. Kipp- und Tankaufbauten haben für diese Bachelorarbeit keine weitere Relevanz. Plattformaufbauten haben eine offene Ebene oder eine in der Höhe abgestufte Ladefläche, auf der das Transportgut durch Verzurren gesichert wird. Bei Pritschenaufbauten wird die Ladefläche durch Bordwände, Rungen, Spiegelstützen oder mit fest verspannten Planen begrenzt. Kofferaufbauten bestehen aus komplett geschlossenen festen Wandelementen, die einen guten Witterungsschutz bieten. (3)

Pritschenaufbauten können für Güter, die nicht witterungsabhängig sind, offen sein. Andernfalls werden Planenaufbauten verwendet. Für diese Bachelorarbeit sind diese Aufbauarten von Bedeutung.

Bei Planenaufbauten wird unterschieden zwischen dem Hamburger Verdeck, dem Schiebepanverdeck, dem Schiebe- beziehungsweise Curtainsider Verdeck und dem Schiebebügelverdeck. Das Hamburger Verdeck besteht aus Bordwänden, Planengestellen und der Plane (siehe Abbildung 4).

Grundlagen



Abbildung 4: Hamburger Verdeck (5)



Abbildung 5: Curtainsider Verdeck (4)

Bei dem Curtainsider Verdeck (siehe Abbildung 5) kann, durch eine Verschiebe Seitenplane, eine Fahrzeugseite freigegeben werden. Dies kann für beide Fahrzeugseiten möglich sein. Somit ist eine schnellere Be- und Entladung möglich. Des Weiteren ist es bei dem Curtainsider Verdeck möglich, gesondert von den schiebbaren Seitenplanen, das Verdeck auf dem Dach zu verfahren. Bei einem Schiebepan Verdeck kann mit dem Verfahren der Seitenplane beziehungsweise beider Seitenplanen auch das Dach in x-Richtung geöffnet werden (siehe Abbildung 6). Damit ist auch eine Be- und Entladung von oben möglich. Bei einem Schiebebügelverdeck können beide Fahrzeugseiten und das Dach freigegeben werden, indem das Verdeck, mitsamt der Planengestelle in Bügelform, in x-Richtung zusammengeschoben wird. Dies hat aber als Nachteil, dass Raum zur Verfügung stehen muss, um das Verdeck zusammen zu schieben. Durch fehlende feste Wände muss mehr Aufwand bei der Ladungssicherung betrieben werden.



Abbildung 6: Schiebepanverdeck (4)



Abbildung 7: Schiebebügelverdeck (4)

Die Firma Eggers Fahrzeugbau hat 2016 eine weitere Sonderbauform des Curtainsider Verdeckes vorgestellt (siehe Abbildung 8). Diese soll die Vorteile eines Schiebebügelverdeckes und eines Curtainsider Verdeckes kombinieren, indem nicht nur die Seitenplane beziehungsweise Seitenplanen und das Verdeck verfahrbar sind, sondern auch ein verfahrbarer Dachgurt in y-Richtung. Die Bedienung erfolgt hierbei rein durch Handkraft über eine Stange. Mit dieser wird das Verdeck und der Dachgurt entriegelt und verfahren. Das zusammenschiebbare Verdeck kommt von der Firma Edscha Trailer Systems, die europäischer Marktführer und Erfinder des Schiebeverdeckes ist.



Abbildung 8: Curtainsider Verdeck mit verfahrbarem Dachgurt (5)

2.1.5 Ladungssicherung

Für die Ladungssicherung werden in der VDI 2700 Mindestanforderungen festgelegt. Die Ladung darf sich bei einwirkenden Trägheitskräften, die durch Beschleunigungen entstehen, nicht auf der Ladefläche bewegen. Die Trägheitskräfte definieren sich als:

$$F_T = a \cdot G_N \quad 2.1$$

Die Richtlinie legt Mindestwerte für die Trägheitskräfte fest, bis zu denen die Ladung gesichert werden muss.

Fahrzustand	Trägheitskraft F_T
Bremsvorgang	$0,8 \cdot G_N$
Kurvenfahrt	$0,5 \cdot G_N$
Anfahrvorgang	$0,5 \cdot G_N$

Tabelle 1: Zu berücksichtigende Trägheitskräfte im Fahrbetrieb

Die Ladungssicherung kann reib-, form-, kraftschlüssig oder in Kombinationen daraus erfolgen. Bei der reibschlüssigen Ladungssicherung entsteht, abhängig von dem Reibungskoeffizienten μ_R , zwischen der Ladung und der Ladefläche eine Reibkraft (siehe Formel 2.2).

$$F_R = \mu_R \cdot G_N \cdot g \quad 2.2$$

Die Kraft mit der gesichert werden muss, ergibt sich aus der Differenz von der Trägheitskraft und der Reibkraft (siehe Formel 2.3).

$$F_S = F_T - F_R \quad 2.3$$

Formschlüssige Ladungssicherung wird erreicht, in dem das Ladegut gegen Stirn-, Bordwände oder Anschläge auf dem Boden abgestützt wird. Bei kraftschlüssiger Ladesicherung wird die Ladung durch Zurrgurte, Zurrseile oder Zurrketten festgezurt. (3)

2.2 Technische Informationen

2.2.1 Beaufort-Skala

Die Beaufort-Skala ist das weitverbreitetste System, um Winde nach ihrer Geschwindigkeit zu klassifizieren und wurde von Sir Francis Beaufort im Jahre 1806 entwickelt. Die Skala beruht auf der Beobachtung von Wind- und Wetterphänomenen und ist unterteilt in Windstärken 0 bis Windstärke 12 (siehe Tabelle 2). (6)

Beaufort-grad	Bezeichnung	Mittlere Windgeschw. in 10m Höhe über freiem Gelände [m/s]	Beispiele für die Auswirkungen des Windes im Binnenland
0	Windstille	0 - 0,2	Rauch steigt senkrecht auf
1	leiser Zug	0,3 - 1,5	Windrichtung angezeigt durch den Zug des Rauches
2	leichte Brise	1,6 - 3,3	Wind im Gesicht spürbar, Blätter und Windfahnen bewegen sich
3	schwache Brise schwacher Wind	3,4 - 5,4	Wind bewegt dünne Zweige und streckt Wimpel
4	mäßige Brise mäßiger Wind	5,5 - 7,9	Wind bewegt Zweige und dünnere Äste, hebt Staub und loses Papier
5	frische Brise frischer Wind	8,0 - 10,7	kleine Laubbäume beginnen zu schwanken, Schaumkronen bilden sich auf Seen
6	starker Wind	10,8 - 13,8	starke Äste schwanken, Regenschirme sind nur schwer zu halten, Telegrafleitungen pfeifen im Wind
7	steifer Wind	13,9 - 17,1	fühlbare Hemmungen beim Gehen gegen den Wind, ganze Bäume bewegen sich
8	stürmischer Wind	17,2 - 20,7	Zweige brechen von Bäumen, erschwert erheblich das Gehen im Freien
9	Sturm	20,8 - 24,4	Äste brechen von Bäumen, kleinere Schäden an Häusern (Dachziegel oder Rauchhauben abgehoben)
10	schwerer Sturm	24,5 - 28,4	Wind bricht Bäume, größere Schäden an Häusern
11	orkanartiger Sturm	28,5 - 32,6	Wind entwurzelt Bäume, verbreitet Sturmschäden
12	Orkan	ab 32,7	schwere Verwüstungen

Tabelle 2: Beaufort-Skala (7)

2.2.2 Windlast

Die Windlast ist die Kraft, die durch den Wind auf ein Bauteil wirkt. In der Regel wirkt die Windlast als Flächenlast senkrecht zur Angriffsfläche. Wirkt eine Kraft auf eine Fläche entsteht Druck. In diesem Fall entspricht das dem sogenannten Winddruck.

Laut der DIN 1055-4:2005-03 für die Einwirkungen von Windlasten auf Tragwerke, wird zunächst der Böengeschwindigkeitsdruck bzw. Geschwindigkeitsdruck q_{ref} definiert: (8)

$$q_{ref} = \frac{1}{2} \cdot \rho_L \cdot v_W^2 \quad 2.4$$

Um den wirkenden Winddruck zu erhalten, muss der Böengeschwindigkeitsdruck mit dem Strömungswiderstandskoeffizient multipliziert werden. Somit ergibt sich:

$$q_W = q_{ref} \cdot c_W \quad 2.5$$

Der Strömungswiderstandskoeffizient c_W ist ein Beiwert beziehungsweise ein Maß für den Strömungswiderstand eines umströmten Körpers. Er ist ein dimensionsloser Wert der abhängig vom Staudruck, angeströmter Referenzfläche, Dichte, Geschwindigkeit des Fluides und der Geometrie des angeströmten Körpers ist. (9)

Grundlagen

Abhängig von der Geometrie ergeben sich folgende Strömungswiderstandskoeffizienten (siehe Abbildung 9):

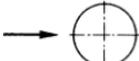
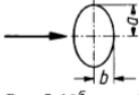
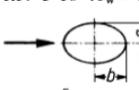
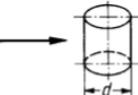
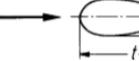
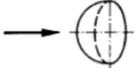
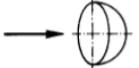
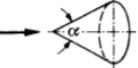
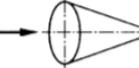
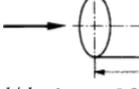
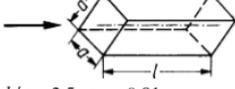
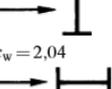
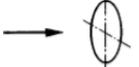
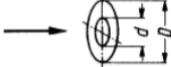
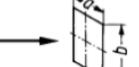
<p>Kugel</p>  <p> $10^3 < Re < 2 \cdot 10^5 : c_w = 0,47$ $Re = 4 \cdot 10^5 : 0,09$ $Re = 10^6 : 0,13$ </p>	<p>Rotationsellipsoid</p>  <p> $Re < 5 \cdot 10^5 : c_w = 0,6$ $Re > 5 \cdot 10^5 : c_w = 0,21$ </p>  <p> $Re > 10^5 : c_w = 0,05 \dots 0,1$ </p>	<p>Kreiszyylinder</p>  <p> $Re < 9 \cdot 10^4 : l/d = 1 : c_w = 0,63$ 2 0,68 5 0,74 10 0,82 40 0,98 ∞ 1,20 $Re > 5 \cdot 10^5 : \infty : 0,35$ </p>	<p>Profilstab</p>  <p> $Re > 10^5 : t/d = 2 : c_w = 0,2$ 3 0,1 5 0,06 10 0,083 20 0,094 </p>
<p>Halbkugel</p>  <p> ohne Boden: $c_w = 0,34$ mit Boden : 0,40 </p>	<p>Halbkugel</p>  <p> ohne Boden: $c_w = 1,33$ mit Boden : 1,17 </p>	<p>Kegel (ohne Boden)</p>  <p> $\alpha = 30^\circ : c_w = 0,34$ $60^\circ 0,51$ </p>	<p>Kegel (schlank)</p>  <p>$c_w = 0,58$</p>
<p>Kreiszyylinder</p>  <p> $l/d = 1 : c_w = 0,91$ 2 0,85 4 0,87 7 0,99 </p>	<p>Prisma</p>  <p>$l/a = 2,5 : c_w = 0,81$</p>	<p>Prisma</p>  <p> $\alpha = 90^\circ : l/a = 5 : c_w = 1,56$ ∞ 2,03 $\alpha = 45^\circ 5 0,92$ ∞ 1,54 </p>	<p>I-Profil-Stab</p>  <p> $c_w = 2,04$ $c_w = 0,86$ </p>
<p>Kreisplatte</p>  <p>$c_w = 1,11$</p>	<p>Kreisringplatte</p>  <p>$d/s = 0,5 : c_w = 1,22$</p>	<p>2 Kreisplatten hintereinander</p>  <p> $l/d = 1 : c_w = 0,93$ 1,5 0,78 2 1,04 3 1,52 </p>	<p>Rechteckplatte</p>  <p> $a/b = 1 : c_w = 1,10$ 2 1,15 4 1,19 10 1,29 18 1,40 ∞ 2,01 </p>

Abbildung 9: Strömungswiderstandskoeffizienten für verschiedene Geometrien (10)

Einen großen Einfluss bei der Windlastberechnung hat die Dichte der Luft. Diese ist abhängig von der Temperatur der Luft. So hat die Luft bei 40 °C eine Dichte von 1,112 kg/m³ und bei -25 °C eine Dichte von 1,422 kg/m³. Unter physikalischen Normbedingungen bei 0 °C hat die Luft eine Dichte von 1,292 kg/m³. In der Luftfahrt ist sie genormt bei 15 °C mit dem Wert von 1,225 kg/m³.

Aus dem Zusammenhang, dass Druck sich definiert durch eine Krafteinwirkung auf eine Fläche (siehe Formel 2.6) ergibt sich die Formel 2.7 für die Windlast.

$$q_W = \frac{F_W}{A_W} \quad 2.6$$

$$F_W = \frac{1}{2} \cdot \rho_L \cdot v_W^2 \cdot c_W \quad 2.7$$

3 Anforderungsliste

Die Anforderungsliste (siehe Tabelle 3) umfasst Forderungen (in der Tabelle mit F markiert) und Wünsche (in der Tabelle mit W markiert).

F	Die Konstruktion muss eine Flugzeugseitenschale eines A321 transportieren können.
F	Der Spezialanhänger muss einsetzbar sein bis zu einer Fahrgeschwindigkeit von 6 km/h und einer maximalen Windstärke von 9 Beaufort.
F	Die Flugzeugseitenschale muss verbunden mit einer Traverse an zwei Haken im Laderaum des Spezialanhängers aufgehängt werden.
F	Der Laderaum des Spezialanhängers muss beim Be- und Entladevorgang von der linken Fahrzeugseite und von oben geöffnet sein, da das Ein- und Aushängen der Flugzeugseitenschale per Hallenkran erfolgt.
W	Gesamtabmessungen des Spezialanhängers (L x B x H): ca. 15000 mm (16300 mm inklusive Deichsel) x 2500 mm x 5500 mm
F	Die Höhe der Konstruktion muss unter 6000 mm betragen, damit der Spezialanhänger durch die Hallentore passt.
F	Aufgrund der vorgeschriebenen Räder und deren Traglast, darf der Spezialanhänger ein Gesamtgewicht von 13 Tonnen nicht überschreiten.
F	Mindestraum der Flugzeugseitenschale (L x B x H): 11800 x 1900 x 3350 mm
F	Höhe der Flugzeugseitenschale mit der Traverse: 4000 mm
W	Die Flugzeugseitenschale soll mittig im Laderaum hängen und soll jeweils 500 mm Freiraum vorne und hinten zu den Wandelementen haben und 300 mm über der Plattformhöhe des Anhängers hängen.
W	Gesamtabmessungen des Laderaumes (L x B x H): ca. 12600 x 2000 x 4400
F	Die Ladung muss während des Transportes durch Witterungseinflüsse geschützt sein.
F	Die Konstruktion soll an der Stirn- und Heckseite und der rechten Fahrzeugseite aus drei feststehenden Wandelementen bestehen.
F	Die Ladung muss an der rechten Fahrzeugseite aufgehängt werden. Die Form des Hakens ist festgelegt, damit die Traverse mit der Flugzeugseitenschale korrekt eingehängt werden kann.
F	An der Stirn und Heckseite müssen Sichtfenster vorhanden sein, damit der Kranführer und außenstehenden Personen die Haken zum Einhängen der Flugzeugseitenschale sehen können.
W	Die Öffnung der linken Fahrzeugseite und des Daches soll durch eine einfache Handhabung und ohne großen Kraftaufwand erfolgen.
W	Die Öffnung der linken Fahrzeugseite und des Daches soll durch eine mechanische Lösung erfolgen. Es soll keine Hydraulik oder Elektrik dafür zum Einsatz kommen.
F	Die Öffnung der linken Fahrzeugseite und des Daches muss innerhalb von ein bis zwei Minuten durch eine Person erfolgen können.
F	Das Gesamtgewicht der Zuladung beträgt 970 kg und besteht aus einer 600 kg schweren Flugzeugseitenschale, die mit einer 370 kg schweren Traverse verbunden ist.
F	Die Flugzeugseitenschale muss in x-Richtung gesichert werden.
F	Da die Gefahr des Pendelns besteht, muss die Flugzeugseitenschale in y-Richtung gesichert werden.
F	Die Plattformhöhe des Aufliegers darf maximal 850 mm betragen.
F	Der Spezialanhänger muss in beide Fahrtrichtungen voll funktionsfähig sein.

Anforderungsliste

F	Es muss eine abnehmbare Deichsel vorhanden sein, die an beiden Seiten des Fahrzeugs angebracht werden kann
F	Der zu konstruierende Aufbau muss vom Anhängerfahrgestell demontierbar sein.
F	Während des Transportes ist bezüglich des Verkehrsweges eine maximale Steigung und Gefälle von 6 % zu berücksichtigen.
F	Auf der Ladefläche müssen Zurrösen zur Befestigung vorhanden sein.
F	Die Lenkung des Spezialanhängers muss durch Achsschenkellenkung beider Achsen mit einem Lenkwinkel von mindestens 43° erfolgen.
F	Die abnehmbare Deichsel muss mit einer mechanischen Absturzsicherung gemäß der Unfallverhütungsvorschrift ausgestattet sein.
F	Der Gabelkopf muss für eine bessere Kupplung am Zugfahrzeug höhenverstellbar sein.
F	Die Achsaufhängung muss mit Schwingungsdämpfern ausgeführt sein.
F	Als Bereifung sind vier Schwerlasträder mit Gummibeschichtung zu verwenden, die nicht kreidend sind. Der Raddurchmesser muss 530 mm betragen und die Radbreite 180 mm.
W	Die Beleuchtung des Fahrzeuges soll an die Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung angelehnt werden.
F	Es muss eine Feststellbremse bei zwei Rädern installiert sein.

Tabelle 3: Anforderungsliste

4 Konzeptphase

Für die Konzeptionierung des Aufbaus, muss die Konzeptphase in zwei Stufen unterteilt werden. Zu Beginn muss ein Konzept für die grundsätzliche Form des Aufbaus entwickelt werden. Dafür ist das Konzept des Daches und der Wandelemente entscheidend. Diese erste Konzeptionierung ist maßgebend für die weiterführende Konzeptionierung, die sich mit der Lösungsfindung für detailliertere Funktionen beschäftigt.

4.1 Erste Konzeptionierung

4.1.1 Zerlegung der Gesamtfunktion des Aufbaus in Teilfunktionen

Um mögliche Lösungsvarianten zu erfassen, wird zunächst die Gesamtfunktion des Aufbaus und die Teilfunktionen definiert (siehe Tabelle 4).

Gesamtfunktion	Transport einer Flugzeugseitenschale
Teilfunktion 1	Laderaum freigeben und wieder verschließen
Teilfunktion 2	Tragen der Dachkonstruktion und der aufgehängten Ladung

Tabelle 4: Zerlegung der Gesamtfunktion in Teilfunktionen (erste Konzeptionierung)

4.1.2 Entwicklung von Lösungsmöglichkeiten der Teilfunktionen

Zur Ermittlung einer guten Gesamtlösung, wird im Folgenden eine Übersichtsmatrix in Form eines morphologischen Kastens erstellt (siehe Tabelle 5). Dafür werden für die beiden oben aufgeführten Teilfunktionen jeweils vier Lösungsmöglichkeiten aufgeführt. Eine Kombination von zwei Lösungsmöglichkeiten der beiden Teilfunktionen gibt das erste Konzept vor.

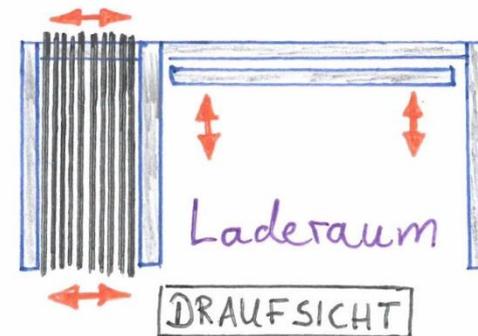
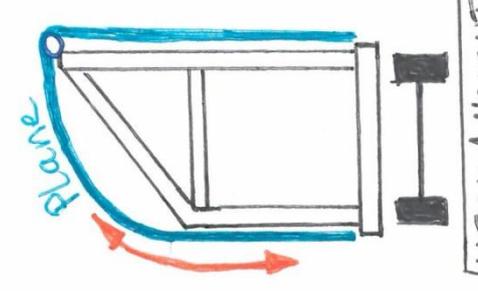
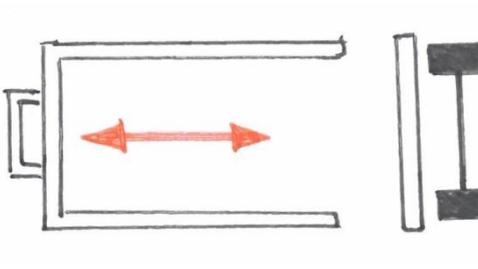
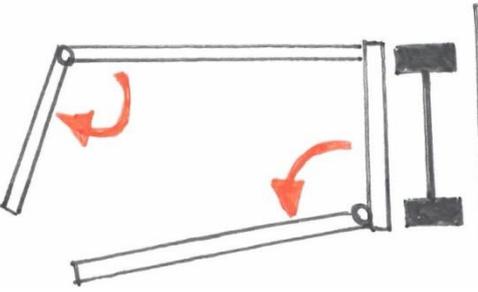
Lösungsmöglichkeiten	
Teilfunktionen	1
1	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;">  <p style="text-align: center;">Laderaum</p> <p style="text-align: center;">DRAUFSICHT</p> </div> <div style="width: 48%;"> <p>In Längsrichtung Schiebeverdeck auf dem Dach + an der linken Fahrzeugseite Schiebeplane + in Querrichtung verschiebbarer Dachgurt</p> </div> </div>
2	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;">  <p style="text-align: center;">HECKANSICHT</p> </div> <div style="width: 48%;"> <p>Zum Öffnen eine Plane Bogenförmig von fahrzeugseitig links unten bis rechts oben in einem großen Bogen aufrollen</p> </div> </div>
3	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;">  <p style="text-align: center;">HECKANSICHT</p> </div> <div style="width: 48%;"> <p>Eine mit dem Deckenkran komplett abnehmbare Dach und Seitenwandkonstruktion</p> </div> </div>
4	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;">  <p style="text-align: center;">HECKANSICHT</p> </div> <div style="width: 48%;"> <p>Linke Fahrzeugseite und Dach wegklappen</p> </div> </div>
2	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p>Stahlrohrkonstruktion</p> </div> <div style="width: 48%;"> <p>Aluminiumrohrkonstruktion</p> </div> </div>
2	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p>Kofferkonstruktion</p> </div> <div style="width: 48%;"> <p>Holzbalckenkonstruktion</p> </div> </div>

Tabelle 5: Morphologischer Kasten (erste Konzeptionierung)

4.1.3 Technische Bewertung der Lösungskonzepte

Um für die beiden Teilfunktionen die beste Kombination der Lösungskonzepte zu finden, wird eine Punktbewertung mit einer Gewichtung der technischen Anforderungen durchgeführt (siehe Tabelle 7). Die Technischen Anforderungen ergeben sich aus den wichtigsten Punkten der bereits aufgezeigten Anforderungsliste. Die Punktbewertungsskala für die Lösungsmöglichkeiten wird in fünf Stufen festgelegt (siehe Tabelle 6). Die Wertigkeit der technischen Anforderungen wird ebenfalls in fünf Stufen festgelegt. Fünf ist hierbei die höchste und eins die niedrigste Wertigkeit. Aus den Lösungsmöglichkeiten der Teilfunktionen werden Kombinationen gebildet und hinsichtlich der jeweiligen technischen Anforderungen mit der Punkteskala bewertet. Multipliziert mit dem Gewichtungsfaktor ergibt sich eine Summe, die mit der ideal möglichen Summe ins Verhältnis gesetzt wird. Daraus ergibt sich ein technischer Wert, der aussagt, wie nahe die Lösungskombination der idealen Kombination kommt.

Grad der Annäherung	Bewertung B
Sehr gut	4
Gut	3
Ausreichend	2
Gerade noch tragbar	1
unbefriedigend	0

Tabelle 6: Punktbewertungsskala der Lösungsmöglichkeiten

Aus der technischen Bewertung ergibt sich, dass die Kombination aus der ersten Lösungsmöglichkeit der ersten Teilfunktion und der ersten Lösungsmöglichkeit der zweiten Teilfunktion mit 82,5 % dem Ideal am nächsten kommt. Diese Kombination sieht in x-Richtung ein Schieberverdeck auf dem Dach mit einem in y-Richtung verschiebbarem Dachgurt vor. Auf der linken Fahrzeugseite wird eine Schiebepplane angebracht. Basis dafür bildet eine Rohrkonstruktion aus Stahl. Diese Rohrkonstruktion bietet eine hohe Festigkeit und kann somit die Windlast und aufgehängte Ladung aufnehmen. Die Stahlelemente können gut miteinander verschraubt oder verschweißt werden. Gleichzeitig ist die Konstruktion witterungsbeständig. Die Dachkonstruktion hat den Vorteil einer einfachen und schnellen Handhabung beim Öffnen und Schließen während des Ein- beziehungsweise Ausladevorganges der Flugzeugseitenschale.

Für die weitergehende Konzeptionierung wird daher die beschriebene beste Lösungskombination gewählt.

Konzeptphase

Technische Anforderung	Wertigkeit	Kombination									
		1.1 – 2.1		1.2 – 2.1		1.2 – 2.2		1.1 – 2.3		1.3 – 2.1	
		B	W·B	B	W·B	B	W·B	B	W·B	B	W·B
Einsetzbar bis zu einer Windstärke von 9 B.	5	4	20	0	0	0	0	3	15	4	20
Aufgehängte Ladung aufnehmen	4	4	16	4	16	2	8	1	4	4	16
Fertigungsaufwand	2	3	6	2	4	1	2	2	4	4	8
Widerstandsfähigkeit gegen Umwelteinflüsse	3	3	9	3	9	3	9	1	3	3	9
Einfache Handhabung bei Be- und Entladen	3	3	9	4	12	4	12	3	9	1	3
Schnelles Öffnen und Schließen	3	2	6	3	9	3	9	2	6	1	3
Summe			66		50		40		41		59
Technischer Wert in %			82,5		62,5		50,0		51,3		73,8
Technische Anforderung	Wertigkeit	Kombination									
		1.3 – 2.3		1.4 – 2.4		1.4 – 2.2		1.1 – 2.2		Ideal	
		B	W·B	B	W·B	B	W·B	B	W·B	B	W·B
Einsetzbar bis zu einer Windstärke von 9 B.	5	3	15	3	15	3	15	4	20	4	20
Aufgehängte Ladung aufnehmen	4	1	4	1	4	2	8	3	12	4	16
Fertigungsaufwand	2	4	8	1	2	1	2	2	4	4	8
Widerstandsfähigkeit gegen Umwelteinflüsse	3	1	3	3	9	3	9	3	9	4	12
Einfache Handhabung bei Be- und Entladen	3	1	3	1	3	1	3	3	9	4	12
Schnelles Öffnen und Schließen	3	1	3	2	6	2	6	3	9	4	12
Summe			36		39		43			63	80
Technischer Wert in %			45,0		48,8		53,8		78,8		100,0

Tabelle 7: Technische Bewertung der Lösungskonzepte (erste Konzeptionierung)

4.2 Weitergehende Konzeptionierung

4.2.1 Zerlegung der Gesamtfunktion des Aufbaus in Teilfunktionen

Nachdem feststeht, wie die erste Konzeptionierung aussieht, wird die Gesamtfunktion des Aufbaus in weitere Teilfunktionen zerlegt (siehe Tabelle 8).

Gesamtfunktion	Transport der Flugzeugseitenschale
<i>Teilfunktion 1</i>	<i>Verfahren des Daches in Längsrichtung</i>
<i>Teilfunktion 2</i>	<i>Verfahren des Dachgurtes in Querrichtung</i>
<i>Teilfunktion 3</i>	<i>Schutz der Ladung vor Witterungseinflüssen</i>
<i>Teilfunktion 4</i>	<i>Sicherung der Ladung in x-Richtung</i>
<i>Teilfunktion 5</i>	<i>Sicherung der Ladung in y-Richtung</i>

Tabelle 8: Zerlegung der Gesamtfunktion in Teilfunktionen (weitere Konzeptionierung)

4.2.2 Entwicklung von Lösungsmöglichkeiten der Teilfunktionen

Um die besten Lösungsmöglichkeiten für eine gute abschließende Gesamtlösung zu ermitteln, wird im Folgenden eine weitere Übersichtsmatrix in Form eines morphologischen Kastens erstellt (siehe Tabelle 9).

Teilfunktionen	Lösungsmöglichkeiten				
	1	2	3	4	5
1	Kraftübertragung über Kette (formschlüssig) bedient durch Handkraft an Kurbel	Reine Bedienung über Handkraft durch Verschieben des Daches mit einer Stange vom Boden aus	Kraftübertragung über Seil/ Riemen (reibschlüssig) bedient durch Handkraft an Kurbel	Kraftübertragung über Gewindespindel (formschlüssig) bedient durch Handkraft an Kurbel	Kraftübertragung über Zahnräder (formschlüssig) bedient durch Handkraft an Kurbel
2	Kraftübertragung über Gewindespindel (formschlüssig) bedient durch Handkraft an Kurbel	Reine Bedienung über Handkraft durch Verschieben des Daches mit einer Stange vom Boden aus	Kraftübertragung über Kette (formschlüssig) bedient durch Handkraft an Kurbel	Kraftübertragung über Seil/ Riemen (reibschlüssig) bedient durch Handkraft an Kurbel	Kraftübertragung über Zahnräder (formschlüssig) bedient durch Handkraft an Kurbel
3	Plane	Holzplatten	Acrylglas		
4	Klappbarer Anschlag mit Arretierung über Lochrasten (formschlüssig)	Klappbarer Anschlag mit Arretierung über Klemmung (reibschlüssig)	Festzurren über Zurrgurte (kraftschlüssig)	Herausziehbarer Anschlag mit Arretierung über Klemmung (reibschlüssig)	Feststehender Anschlag (formschlüssig)
5	Herausziehbarer Anschlag mit Arretierung über Klemmung (reibschlüssig) + Verzurren	Feststehender Anschlag (formschlüssig)	Festzurren über Zurrgurte (kraftschlüssig)	Klappbarer Anschlag mit Arretierung über Lochrasten (formschlüssig)	Klappbarer Anschlag mit Arretierung über Klemmung (reibschlüssig)

Tabelle 9: Morphologischer Kasten (weitergehende Konzeptionierung)

4.2.3 Technische Bewertung der Lösungskonzepte

Wie bei der ersten Konzeptionierung, wird auch bei der weitergehenden Konzeptionierung nach dem bereits beschriebenen Verfahren eine Bewertung der Lösungsmöglichkeiten vorgenommen (siehe Tabelle 10).

Mit 83 % ist die Kombination aus den Feldern 1.1, 2.1, 3.1, 4.1 und 5.1 aus dem Morphologischen Kasten am dichtesten an dem Ideal. Diese Kombination sieht eine Kraftübertragung für das Verfahren des Verdeckes in x-Richtung in Form einer Kettenführung vor, dessen Antrieb durch Handkraft über eine Handkurbel erfolgt. Für das Verfahren des Dachgurtes in y-Richtung ergibt sich eine Kraftübertragung über eine Gewindestange, die ebenfalls durch Handkraft über eine Handkurbel angetrieben wird. Die Vorteile dieser Dachmechanik sind eine einfache Bedienung und ein schnelles Öffnen und Schließen des Laderaumes. Um die Ladung vor Witterungseinflüssen zu schützen, ergibt sich aus der Bewertung eine Plane, mit der die Wandelemente verdeckt werden. Vorteil hierbei ist, dass die Planen kostengünstig und flexibel anzupassen sind. Des Weiteren trifft der Wind bei den hohen Windgeschwindigkeiten nicht auf eine starre Wand, sondern die Plane kann ein Stück weit nachgeben. Damit können eventuell kurze Windböen besser aufgenommen werden und eine bessere Standsicherheit des Anhängers gewährleistet werden. Die Sicherung der Ladung in x-Richtung erfolgt über einen klappbaren Anschlag mit einer Arretierung über Lochrasten. Durch die formschlüssige Ladungssicherung ist eine hohe Zuverlässigkeit gewährleistet. Ein Nachteil ist zwar, dass es keine stufenlose Verstellung gibt, dafür können aber höhere Kräfte aufgenommen werden. Für die Sicherung der Ladung in y-Richtung ergibt sich ein herausziehbarer Anschlag, der über eine Klemmverbindung arretiert wird. Zusätzlich soll die Ladung gegen den Anschlag gezurrt werden. Hier ist positiv zu erwähnen, dass eine stufenlose Verstellung möglich ist. Aufgrund der niedrigen Fahrgeschwindigkeit von 6 km/h kann die auftretende Beschleunigung in y-Richtung vernachlässigt werden und es muss weniger Kraft als in x-Richtung aufgenommen werden. Daher ist ein reibschlüssiger Anschlag ausreichend für das Konzept.

Konzeptphase

Technische Anforderung	Wertigkeit	Kombination									
		1.1 – 2.1 – 3.1 – 4.1 – 5.1		1.1 – 2.2 – 3.1 – 4.1 – 5.1		1.1 – 2.3 – 3.2 – 4.2 – 5.2		1.2 – 2.2 – 3.2 – 4.3 – 5.3		1.3 – 2.4 – 3.1 – 4.4 – 5.1	
		B	W·B								
Einsetzbar bis zu einer Windstärke von 9 B.	5	4	20	4	20	3	15	3	15	4	20
Fertigungsaufwand	2	2	4	3	6	1	2	4	8	2	4
Bedienungskomfort	4	4	16	2	8	4	16	0	0	3	12
Widerstandsfähigkeit gegen Umwelteinflüsse	3	3	9	3	9	3	9	3	9	3	9
Schnelles Öffnen und Schließen	4	3	12	4	16	4	16	3	12	3	12
Zuverlässige Ladungssicherung	4	3	12	3	12	3	12	3	12	2	8
Bauteilschonung	4	4	16	4	16	2	8	2	8	4	16
Einstellmöglichkeiten	3	4	12	4	12	2	6	4	12	4	12
Summe			73		71		70		56		65
Technischer Wert in %			83,0		80,7		79,5		63,6		73,9
Technische Anforderung	Wertigkeit	Kombination									
		1.3 – 2.4 – 3.1 – 4.4 – 5.1		1.4 – 2.4 – 3.3 – 4.2 – 5.5		1.5 – 2.5 – 3.3 – 4.5 – 5.4		1.2 – 2.5 – 3.1 – 4.1 – 5.4		Ideal	
		B	W·B								
Einsetzbar bis zu einer Windstärke von 9 B.	5	4	20	3	15	3	15	4	20	4	20
Fertigungsaufwand	2	3	6	2	4	1	2	3	6	4	8
Bedienungskomfort	4	2	8	2	8	2	8	2	8	4	16
Widerstandsfähigkeit gegen Umwelteinflüsse	3	3	9	3	9	4	12	3	9	4	12
Schnelles Öffnen und Schließen	4	2	8	1	4	2	8	2	8	4	16
Zuverlässige Ladungssicherung	4	3	12	2	8	4	16	4	16	4	16
Bauteilschonung	5	4	20	2	10	0	0	3	15	4	20
Einstellmöglichkeiten	3	4	12	4	12	1	3	3	9	4	12
Summe			63		48		61		67		88
Technischer Wert in %			71,6		54,5		69,3		76,1		100,0

Tabelle 10: Technische Bewertung der Lösungskonzepte für weitere Konzeptionierung

5 Entwurfsphase

5.1 Auswahl der Lösungskonzepte

Aus den entwickelten Lösungsmöglichkeiten für die einzelnen Teilfunktionen ergibt sich aus der technischen Bewertung folgendes Gesamtkonzept, um die Gesamtfunktion zu erfüllen (siehe Tabelle 11):

Teilfunktion	Lösungsprinzip
Laderaum freigeben und wieder verschließen	In Längsrichtung Schieberverdeck auf dem Dach + an der linken Fahrzeugseite Schiebep lane + in Querrichtung verschiebbarer Dachgurt
Tragen der Dachkonstruktion und der aufgehängten Ladung	Stahlrohrkonstruktion
Verfahren des Verdeckes in Längsrichtung	Kraftübertragung über Kette (formschlüssig) bedient durch Handkraft an Kurbel
Verfahren des Dachgurtes in Querrichtung	Kraftübertragung über Gewindestange (formschlüssig) bedient durch Handkraft an Kurbel
Schutz der Ladung vor Witterungseinflüssen	Plane
Sicherung der Ladung in x-Richtung	Klappbarer Anschlag mit Arretierung über Lochrasten (formschlüssige Ladungssicherung)
Sicherung der Ladung in y-Richtung	Herausziehbarer Anschlag mit Arretierung über Klemmung (reibschlüssig) und Verzurren

Tabelle 11: Auswahl der Lösungskonzepte

5.2 Dimensionierung des Gesamtentwurfs

5.2.1 Entwurf der Wandelemente

Für den Gesamtentwurf des Aufbaus muss zunächst die grundsätzliche Struktur der Rohrkonstruktion für den Aufbau festgelegt werden. Die Auswahl der Lösungskonzepte ergab, dass die Dachkonstruktion aus einem, in x-Richtung verfahrbaren, Schiebeverdeck mit einem, in y-Richtung verfahrbaren, Dachgurt bestehen soll. An der linken Fahrzeugseite soll eine Schiebeplane angebracht werden. Wird zum Be- oder Entladen das Verdeck und die Schiebeplane zusammengeschoben, muss es einen Bereich vor dem Laderaum geben, indem das zusammengeschobene Verdeck und die zusammengeschobene Plane untergebracht werden können. Der entstehende Raum wird nicht zur Beladung genutzt. Dieser Bereich wird in positive x-Richtung im vorderen Bereich des Anhängers festgelegt. Das zusammengeschobene Verdeckpaket hat eine Länge von ca. 2100 mm. (siehe Abbildung 10).

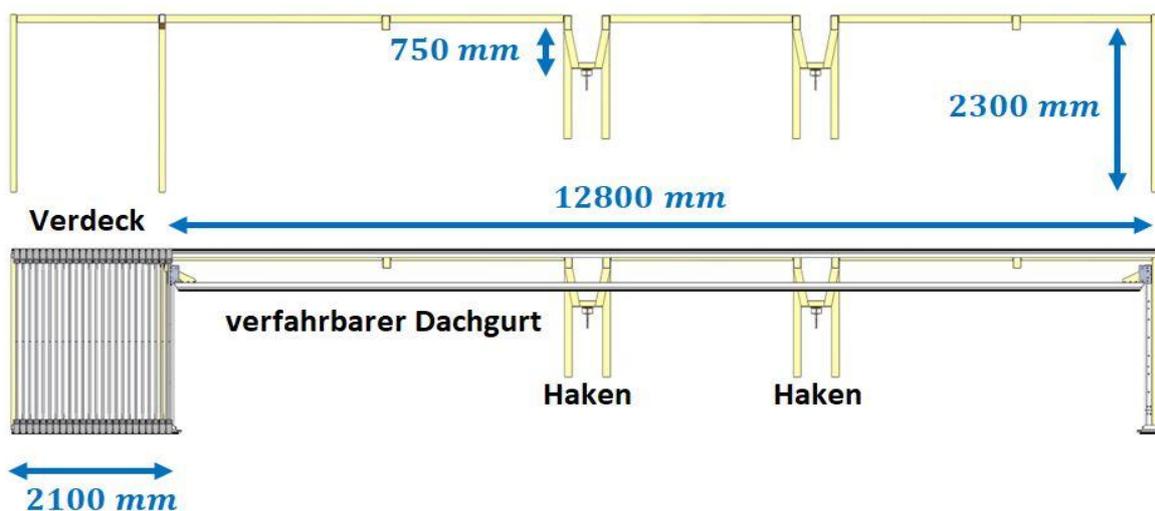


Abbildung 10: Entwurfszeichnung Aufbau (Draufsicht)

Die Flugzeugseitenschale nimmt in Längsrichtung einen Platz von 11800 mm ein. Werden die benötigten Freiräume von 500 mm vor und hinter der Ladung berücksichtigt, ergibt sich eine Länge des Laderaumes von 12800 mm. Mit der Stirn- und Heckwand wird eine theoretische Länge des Aufbaus von knapp 15000 mm erreicht. Somit wird die Anforderungsliste erfüllt. Die Ladung benötigt mindestens eine Höhe von 4000 mm. Da die Flugzeugseitenschale 300 mm über der Plattformhöhe hängen soll und nach oben hin ebenfalls ein Freiraum bleiben muss, ergibt sich eine Höhe der Rohrkonstruktion von etwa 4500 mm (siehe Abbildung 11).

Entwurfsphase

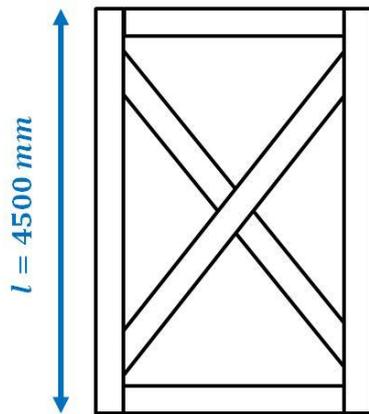


Abbildung 11: Entwurfszeichnung Wandelement

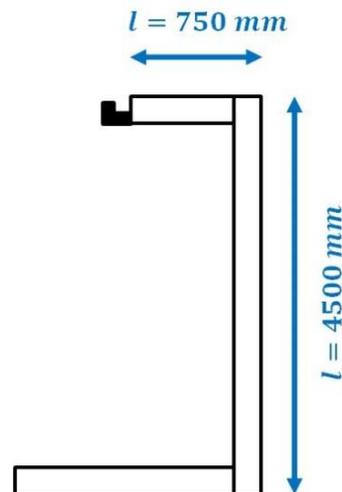


Abbildung 12: Entwurfszeichnung Hakenelement

Mit der Plattformhöhe von 850 mm und der Verdeckhöhe von etwa 150 mm werden die angestrebten 5500 mm Höhe des Spezialanhängers erreicht. Um die Flugzeugseitenschale mit der Traverse im Anhänger aufzuhängen, müssen Säulen in die Wandelemente der rechten Fahrzeugseite integriert werden, an denen die Haken angebracht werden können (siehe Abbildung 12). Die Säulen sind so zu positionieren, dass die Flugzeugseitenschale in x-Richtung mittig in dem Laderaum hängt.

Ausgehend von den abgeschätzten Abmessungen für den Stahlbau des Aufbaus wurde für das Volumenmodell des Aufbaus ein Volumenmodell für das Anhängerfahrgestell abgeleitet. Die Gesamtabmaße des Fahrgestells werden auf eine Länge von 15050 mm, eine Breite von 2550 mm und eine Höhe von 850 mm festgelegt. Dieses Fahrgestell wird in dieser Bachelorarbeit als Grundlage verwendet, auf der der Aufbau im Weiteren konstruiert wird.

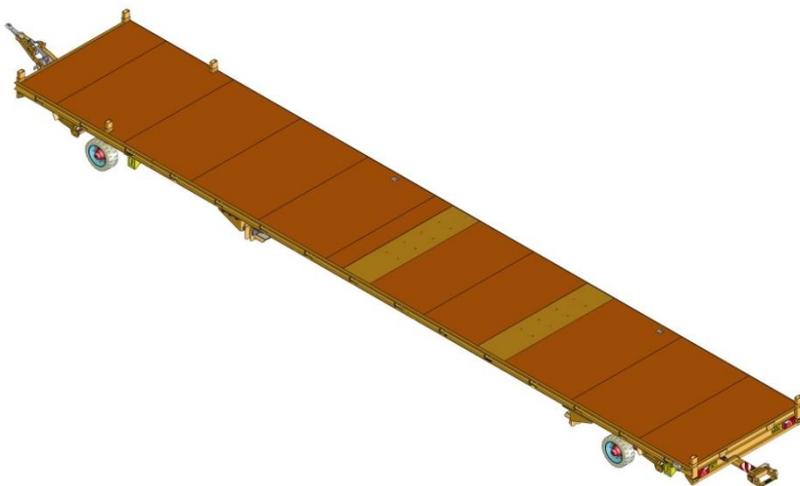


Abbildung 13: Fahrgestell des Spezialanhängers

Entwurfsphase

Da der Spezialanhänger keine Straßenzulassung haben wird, müssen die Komponenten des Aufbaus zum Werksgelände transportiert und dort aufgebaut werden. Zusammengeschweißte Baugruppen dürfen daher nur so groß sein, dass sie in einem straßenzugelassenen Fahrzeug mit 2550 mm Breite und 4000 mm Höhe untergebracht werden können. Dies hat zur Folge, dass es keine komplett verschweißte Rohrkonstruktion geben kann, sondern einzelne Wandelemente konstruiert werden müssen, die später verschraubt werden können. Damit die einzelnen Wandelemente nicht diagonal verladen werden müssen, sollte jedes Wandelement nicht breiter als 2550 mm sein. Somit ergibt sich für die Aufteilung der rechten Fahrzeugseite eine Anzahl von sechs Seitenwandelementen. Zusätzlich muss der Aufbau mit einer Stirn-, Zwischen- und Heckwand komplettiert werden.

Die Stirn- und Heckwand wird eine Rohrkonstruktion, in die zwei horizontale Profile geschweißt werden, sodass die Wände mit Sperrholzplatten verklebt werden können. Diese werden als Witterungsschutz benötigt, weil die Seitenplane von der rechten Fahrzeugseite nicht zusätzlich noch die Stirn- und Heckwand abdecken kann. Dazu sollen die Sperrholzplatten zusammen mit den Profilen die Konstruktion versteifen. Da wie bereits erwähnt ein Bereich im Aufbau existiert, der nur dazu genutzt wird, um das zusammen geschobene Verdeck unterzubringen, wird eine Zwischenwand benötigt. Diese wird ebenfalls als einfache Rohrkonstruktion aufgebaut mit einem Diagonalkreuz zur Versteifung (siehe Abbildung 11). Nach demselben Prinzip sind die Wandelemente der rechten Fahrzeugseite vorgesehen. Zwischen die Wandelemente kommen zwei Säulen in einer L-Form, an denen jeweils ein Haken angebracht wird (siehe Abbildung 12).

Um die Rohre für den Stahlbau der Wandelemente und der Hakensäule nicht zu schwach zu dimensionieren, wird der kritischste Bereich rechnerisch nachgewiesen. Dafür wird ein 200/100/4 Rechteckrohr aus S355 Stahl als Grundlage genommen und auf Biegung und Knicken geprüft.

Im ersten Schritt wird das Rohr unter dem Lastfall, dass die Flugzeugseitenschale mit der Traverse eingehängt ist, auf Biegung untersucht. Die Längenabmessungen sind angenommene Werte.

Gegeben:

$$m_{F+T} = 970 \text{ kg}$$

$$g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$l = 750 \text{ mm}$$

$$H_{RRr} = 200 \text{ mm}$$

$$h_{RRr} = 192 \text{ mm}$$

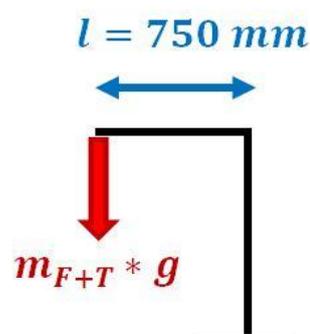


Abbildung 14: Freischnitt Hakenelement bei Biegebelastung

Entwurfsphase

$$B_{RRr} = 100 \text{ mm}$$

$$b_{RRr} = 92 \text{ mm}$$

$$R_e = 355 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$R_m = 470 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

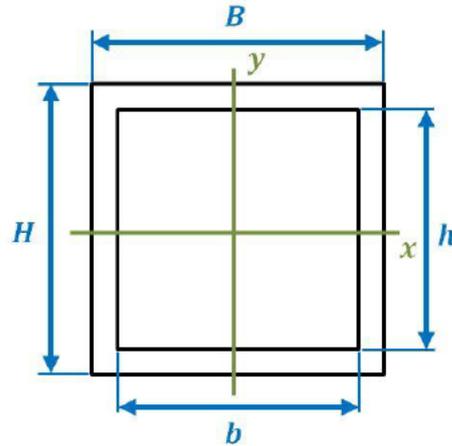


Abbildung 15: Querschnitt Quadrat-/ Rechteckrohr

Rechnung:

$$W_x = \frac{B_{RRr} \cdot H_{RRr}^3 - b_{RRr} \cdot h_{RRr}^3}{6 \cdot H_{RRr}} = 124,0 \text{ cm}^3 \quad 5.1$$

$$W_y = \frac{H_{RRr} \cdot B_{RRr}^3 - h_{RRr} \cdot b_{RRr}^3}{6 \cdot B_{RRr}} = 84,2 \text{ cm}^3 \quad 5.2$$

$$F_{vorh} = m_{F+T} \cdot g = 9,52 \text{ kN} \quad 5.3$$

$$M_b = F_{vorh} \cdot l = 7136,8 \text{ Nm} \quad 5.4$$

$$\sigma_{b \text{ vorh}} = \frac{M_b}{W_x} = 57,2 \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 57,6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad 5.5$$

$$\sigma_{b \text{ zul}} = 0,49 \cdot R_m = 230,3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad 5.6$$

$$F_{zul} = \frac{\sigma_{zul} \cdot W_x}{l} = 38,1 \text{ kN} \quad 5.7$$

$$S_F = \frac{F_{zul}}{F_{vorh}} = \frac{\sigma_{b \text{ zul}}}{\sigma_{b \text{ vorh}}} = 4,0 \quad 5.8$$

Die vorhandene Spannung liegt unter der zulässigen Spannung. Es ist eine Sicherheit von 4,0 vorhanden. Eine hohe Sicherheit ist in diesem Lastfall notwendig, da es beim Beladezustand zu höheren dynamischen Belastungen kommen kann. Des Weiteren gibt es keine Notwendigkeit des Leichtbaus. Für die spätere Betrachtung der Windlast ist ein höheres Gewicht förderlich. Dazu können bei den hohen Windgeschwindigkeiten ebenfalls dynamische Belastungen auftreten.

Entwurfsphase

Im nächsten Schritt wird, für das ausgewählte Rohr, eine Überprüfung auch Sicherheit gegen Knicken durchgeführt. Die Längenabmessungen sind wieder angenommene Werte.

Gegeben:

Elastizitätsmodul Stahl: $210000 \frac{N}{mm^2}$

$l = 4500 \text{ mm}$

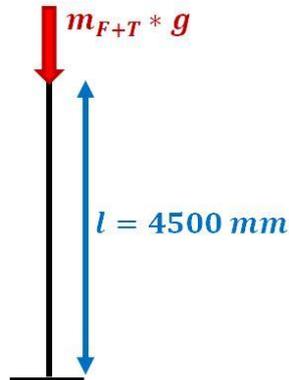


Abbildung 16: Freischnitt Hakenelement bei Druckbelastung

Rechnung:

$$A_{RRr} = B_{RRr} \cdot H_{RRr} - b_{RRr} \cdot h_{RRr} = 23,4 \text{ cm}^2 \quad 5.9$$

$$I_x = \frac{B_{RRr} \cdot H_{RRr}^3 - b_{RRr} \cdot h_{RRr}^3}{12} = 1240,3 \text{ cm}^4 \quad 5.10$$

$$I_y = \frac{H_{RRr} \cdot B_{RRr}^3 - h_{RRr} \cdot b_{RRr}^3}{12} = 420,8 \text{ cm}^4 \quad 5.11$$

Bei dem vorhandenen Lastfall handelt es sich um den ersten Eulerschen Knickfall. Daher gilt:

$$l_0 = 2 \cdot l = 9000 \text{ mm} \quad 5.12$$

Im nächsten Schritt muss überprüft werden, ob weiter nach Euler gerechnet werden darf. Dafür wird der Schlankheitsgrad (siehe Formel 5.14) berechnet:

$$i = \sqrt{\frac{I_{min}}{A_{RRr}}} = 42,4 \text{ mm} \quad 5.13$$

$$\lambda = \frac{l_0}{i} = 212,1 \quad 5.14$$

Der Schlankheitsgrad muss über dem Grenzschlankheitsgrad liegen, damit die Berechnung nach Euler zulässig ist. Dieser muss für einen S355 Stahl berechnet werden:

$$\lambda_G = \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{0,8 \cdot R_e}} = 85 \quad 5.15$$

Da $\lambda > \lambda_G$ gelten die Gleichungen von Euler für elastische Knickung. (13)

Entwurfsphase

$$F_{krit} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_{min}}{l_0^2} = 107,7 \text{ kN} \quad 5.16$$

$$\sigma_{krit} = \frac{\pi^2 \cdot E}{\lambda^2} = 46,1 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad 5.17$$

$$\sigma_d = \frac{F_{vorh}}{A_{RRr}} = 4,1 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad 5.18$$

$$S = \frac{\sigma_{krit}}{\sigma_d} = \frac{F_{krit}}{F_{vorh}} = 11,6 \quad 5.19$$

Die vorhandene Spannung liegt unter der zulässigen Spannung. Es ist eine Sicherheit von 11,6 vorhanden. Im Maschinenbau ist eine Sicherheit von fünf bis zehn üblich. Wie bereits erwähnt, wird eine hohe Sicherheit aufgrund der höheren dynamischen Belastungen zu der es kommen kann und der Windlast, die später betrachtet wird, angestrebt.

5.2.2 Berücksichtigung der Windlast für den Gesamtentwurf

Für die Dimensionierung der Konstruktion muss die Windlast berücksichtigt werden, welche bei Windstärke 9 Beaufort wirkt. Der Windangriffspunkt und die Abmaße der Windangriffsfläche werden vorab angenommen. Der Luftwiderstandsbeiwert ergibt sich aus Abbildung 9. Für eine rechteckige Windangriffsfläche mit dem errechneten Seitenverhältnis von 3,2 ergibt sich ein Wert von 1,15 bis 1,19. Um auf der sicheren Seite zu sein, wurde der schlechtere Wert angenommen. Für die weitere Betrachtung wird davon ausgegangen, dass der Schwerpunkt des Fahrzeuges in der Mitte liegt. Daraus ergibt sich der Abstand vom Schwerpunkt zur Außenkante des Rades (siehe Abbildung 17).

Gegeben:

$$v_W = 24,4 \frac{m}{s}$$

$$h_W = 4800 \text{ mm}$$

$$l_W = 15000 \text{ mm}$$

$$\rho_L = 1,442 \frac{kg}{m^3}$$

$$c_W = 1,19$$

$$g = 9,81 \frac{m}{s^2}$$

$$y_R = 1200 \text{ mm}$$

$$z_W = 3000 \text{ mm}$$

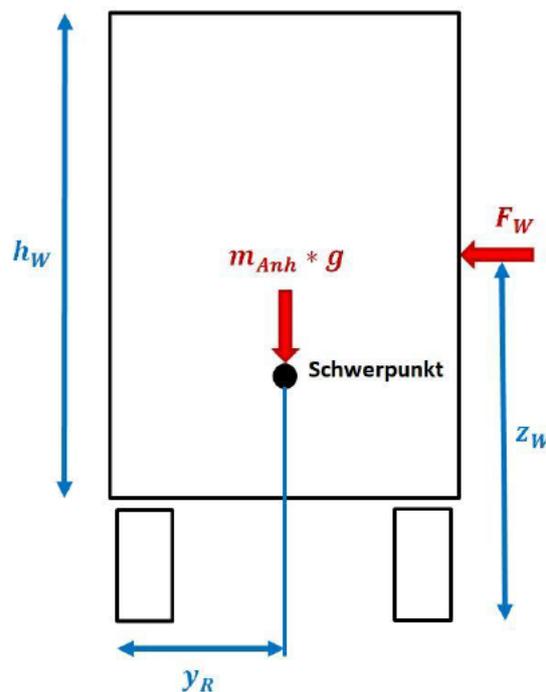


Abbildung 17: Wirkende Kräfte bei der Windlast

Rechnung:

$$A_W = h_W \cdot l_W = 72 \text{ m}^2 \quad 5.20$$

$$q_{ref} = \frac{1}{2} \cdot \rho_L \cdot v_W^2 = 423,3 \frac{N}{m^2} \quad 5.21$$

$$q_W = q_{ref} \cdot c_W = 503,7 \frac{N}{m^2} \quad 5.22$$

$$F_W = q_W \cdot A_W = 36,3 \text{ kN} \quad 5.23$$

Entwurfsphase

Auf die Fahrzeugseite wirkt eine Windlast von 36,3 kN. Diese wirkt als dynamische Belastung auf die Wandelemente und das Fahrgestell. Für die Dimensionierung wird dies berücksichtigt und höheren Sicherheitsfaktoren angestrebt.

Neben der Belastung auf die Wandstrukturen, muss noch untersucht werden, ob der Spezialanhänger bei einer Windstärke von 9 Beaufort nicht umkippt.

Hierfür muss folgende Bedingung gelten:

$$m_{Anh} \cdot g \cdot y_R \geq F_W \cdot z_W \quad 5.24$$

Aus dieser Bedingung kann nun eine benötigte Gesamtmasse des Anhängers ermittelt werden. Hierbei muss erwähnt werden, dass es sich um eine Ideale Annahme handelt, mit einem Schwerpunkt in der Fahrzeugmitte. Ist der Schwerpunkt außermittig, müssen Ballastgewichte am Anhänger angebracht werden.

$$M_W = F_W \cdot z_W = 108,8 \text{ kNm} \quad 5.25$$

$$m_{Anh} = \frac{M_W}{g \cdot y_R} = 9242,7 \text{ kg} \quad 5.26$$

Für den Spezialanhänger wird eine Gesamtmasse von mindestens 9242,7 kg benötigt, um eine Standsicherheit zu gewährleisten. Das verwendete Fahrgestell hat im ersten Entwurf eine Masse von etwa 4400 kg.

$$m_{Aufb} = m_{Anh} - m_{FG} \approx 4850 \text{ kg} \quad 5.27$$

Für den Aufbau ergibt sich daher eine Masse von etwa 4850 kg, die erreicht werden müsste. Daher muss im Allgemeinen für den Aufbau kein Leichtbau betrieben werden und der Stahlbau für die Wandelemente kann von der Dimensionierung mit mehr Sicherheiten ausgelegt werden.

5.2.3 Entwurf für die Mechanik zum Verfahren des Daches und der linken Seitenplane

Grundlage für das Dach ist ein Verdeck der Firma Edscha Trailer Systems. Dieses besteht aus Dachgurten auf der linken und rechten Fahrzeugseite und Spriegeln mit Laufwagen, die mit Kunststoffaufstellern in einem Abstand von 650 mm verbunden werden. Bei einer Verdecklänge von 15000 mm, wird eine Anzahl von 23 Spriegeln benötigt.

Für den Aufbau muss der fertige Dachgurt auf der linken Fahrzeugseite hinter der Zwischen- und vor der Heckwand in der xy-Ebene Diagonal aufgetrennt werden. Das Herausgetrennte Stück soll, verbunden mit den Laufwagen, über Laufschiene laufen, die jeweils auf der Zwischen- und Heckwand befestigt sind. Beim Öffnen des Laderaumes muss zunächst das Verdeck in x-Richtung verfahren werden. Dafür wird es eine Kette geben, die von der Zwischenwand zur Heckwand läuft. Damit die Flugzeugseitenschale nicht mit Öl oder anderen Schmiermitteln in Berührung kommt, kann eine schmierungsfreie Kette verwendet werden, die aus Kunststoff und Edelstahl Gliedern besteht. Die Kette wird mit Winkellaschen über eine Anbindung mit dem letzten Dachspriegel verbunden, welcher mit Laufwagen über den Dachgurt laufen kann. Der Antrieb der Kette erfolgt über eine Handkurbel an der Stirnwand, von welcher die Kraft über Gelenkwellen auf die Kette übertragen wird. Um das Verdeck in maximal einer Minute öffnen zu können, muss die Verbindung entsprechend übersetzt werden. Angestrebt sind 20 bis 30 Umdrehungen, die an der Handkurbel gemacht werden müssen. Die Kette sollte zwischen der Zwischen- und Heckwand über eine Länge von etwa 12000 mm geführt werden. Um das Verdeck vollständig über den Laderaum zu fahren und mit dem letzten Spriegel bis an das Ende der Heckwand zu gelangen, muss die Kette einen Fahrweg von etwa 12750 mm haben. Um genügend Kraft zu übertragen und um die angestrebte Übersetzung zu erreichen, wird eine Teilung der Kette von 19,05 mm gewählt und ein Antriebszahnrad mit 12 Zähnen. Auf dem Fahrweg der Kette ergibt sich eine Anzahl von 669 Teilungen auf 12750 mm Länge. Zum vollständigen Verfahren sind daher 56 Umdrehungen am Zahnrad nötig. Auf dem Kraftfluss von der Handkurbel zu dem Zahnrad sollen drei Gelenkwellen verwendet werden, die mit drei Winkelgetrieben verbunden werden. Bei einem Winkelgetrieben wird jeweils eine Übersetzung von 1:2 gewählt, mit der die Anzahl der nötigen Umdrehungen an der Handkurbel sich auf 28 reduziert, womit die Zielvorgabe erfüllt wird.

Ist das Verdeck in x-Richtung zusammengeschoben, muss im nächsten Schritt der Dachgurt in y-Richtung zur rechten Fahrzeugseite verfahren werden. Das Lösungskonzept sieht dafür eine Trapezgewindestange vor, die jeweils an der Zwischen- und Heckwand angebracht wird. Auf dieser Trapezgewindestange soll ein Schlitten mit einer Mutter laufen. Der Schlitten wird mit dem Dachgurt verbunden. Wie bei der Kette muss die Mechanik schmierungsfrei sein. Daher muss eine Kunststoffmutter verwendet werden. Der Antrieb der Trapezgewindestange soll, wie bei der Mechanik zum Verfahren des Verdeckes, ebenfalls über eine Hand-

Entwurfsphase

kurbel an der Stirnseite des Spezialanhängers erfolgen. Die Kraftübertragung erfolgt ebenfalls über Gelenkwellen, die mit Winkelgetrieben verbunden werden. Für die Trapezgewindestange wird ein Durchmesser von 28 mm mit einer Gewindesteigung von 5 mm gewählt, die eine Länge von etwa 2000 mm hat. Mit diesen Werten ergibt sich eine Anzahl von 400 Umdrehungen an der Trapezgewindestange, um den Dachgurt zu verfahren. Um von der Handkurbel bis zur vorderen Trapezgewindestange an der Zwischenwand zu gelangen, sind vier Gelenkwellen und fünf Winkelgetriebe notwendig. Wenn vier Winkelgetriebe mit einer Übersetzung von 1:2 gewählt werden, ergibt sich eine Anzahl von knapp 25 Umdrehungen an der Handkurbel, um den Dachgurt vollständig zu verfahren. Damit wird hier ebenfalls die Zielvorgabe erreicht. Um den Dachgurt vorne und hinten zu führen wird, wie erwähnt, an der Heckwand ebenfalls eine Trapezgewindestange angebracht. Von dem Winkelgetriebe an der vorderen Trapezgewindestange muss daher über weitere Gelenkwellen die Kraft zum Winkelgetriebe der hinteren Trapezgewindestange gebracht werden.

Sowohl für das Verfahren des Verdeckes als auch für das Verfahren des Dachgurtes, müssen die Kräfte und Momente betrachtet werden. Die Handkraft, die ein Mensch auf die Handkurbel aufbringen kann, wird mit 150 N angenommen. Als Hebelarm der Kurbel wird mit 100 mm gerechnet. Darauf lässt sich das Moment berechnen, welches in das erste Kegelradgetriebe eingeht.

$$M_{Kurbel} = F_{HK} \cdot l_{Kurbel} = 15,0 \text{ Nm} \quad 5.28$$

Im nächsten Schritt muss betrachtet werden, welches Moment aus dem Kegelradgetriebe hinausgeht (siehe Formel 5.30). Der Wirkungsgrad für Kegelradgetriebe beträgt 98 %. (11)

$$\omega = 2\pi \cdot n \quad 5.29$$

$$M_{Abtrieb} = M_{Kurbel} \cdot \frac{\omega_{Kurbel}}{\omega_{Abtrieb}} \cdot \eta_{KG} = 7,4 \text{ Nm} \quad 5.30$$

Mit jeder weiteren Übersetzung von 1:2 wird das Abtriebsmoment unter Berücksichtigung des Wirkungsgrades um mehr als 50 % kleiner. Für die Auslegung der Bauteile ist daher nur der oben gerechnete kritische Fall relevant. Für die Übersetzung von 1:2 und das zu erwartende Moment, ergibt sich ein Kegelradgetriebe mit einem Wellendurchmesser von 15 mm (siehe Anhang S.74). Eine passende Gelenkwelle für einen Innendurchmesser von 15 mm hätte einem Außendurchmesser von 32 mm. Bei der Mechanik zum Verfahren des Dachgurtes, beträgt die Drehzahl der Gelenkwelle vor dem Kegelradgetriebe zur jeweiligen Trapezgewindestange, ausgehend von 50 Umdrehungen pro Minute an der Handkurbel und einer Übersetzung von 1:16, 400 Umdrehungen pro Minute. Von der vorderen Trapezgewindestange bis zur hinteren muss eine Strecke von etwa 12000 mm mit den Gelenkwellen überbrückt werden. Teilt man die Strecke in vier gleich lange Gelenkwellen auf, haben sie eine Länge von 3000 mm. Näherungsweise lässt sich rechnerisch überprüfen, ob die Länge hin-

sichtlich der Biegung bei der Drehzahl kritisch ist beziehungsweise bis zu welcher kritischen Drehzahl die Gelenkwelle in dieser Konfiguration betrieben werden darf. (12)

$$n_{krit} = 1,21 \cdot 10^8 \cdot \frac{\sqrt{(D_a^2 + d_i^2)}}{l_{GW}^2} = 475 \frac{1}{min} \quad 5.31$$

Die kritische Drehzahl ist mit 475 1/min über der zu erwartenden Drehzahl von 400 1/min. Die Gelenkwellen in der gewählten Länge können, laut dem Hersteller Genoma, ein maximales Drehmoment von 87 Nm übertragen und sind somit ausreichend dimensioniert.

5.2.4 Entwurf zur Sicherung der Flugzeugseitenschale in y-Richtung

Der Entwurf für die Sicherung in y-Richtung sieht vor, dass die Flugzeugseitenschale beim Einhängen in den Anhänger zur rechten Fahrzeugseite hin an einen Anschlag gelegt wird. An die Hakensäulen werden zwei Rechteckrohre angeschweißt, in die der Anschlag reingeschoben wird. Über eine Klemmung mit Flügelschrauben soll eine stufenlose Einstellung realisiert werden. Liegt die Flugzeugseitenschale an dem Anschlag an, werden auf der linken Fahrzeugseite Aufsteller hochgeklappt. Auf den Hakensäulen wird ebenfalls jeweils ein vertikales Rohr befestigt, welches in y-Richtung mit dem Aufsteller fluchtet. Zwischen dem Aufsteller und dem vertikalen Rohr wird ein Spanngurt von unten gegen die Flugzeugseitenschale festgezurr (siehe Abbildung 18).

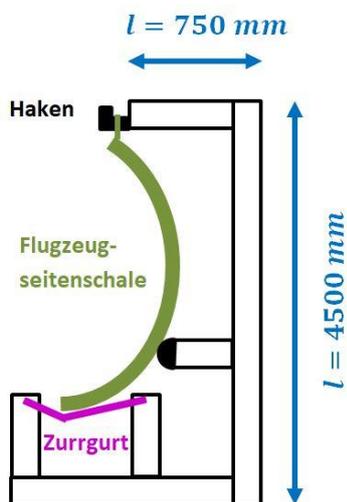


Abbildung 18: Entwurfszeichnung Sicherung in y-Richtung

Für die Dimensionierung der Aufsteller und des vertikalen Rohres wird mit dem kritischsten Fall gerechnet. Wird der Zurrgurt erst auf einer Seite angezogen, könnte in diesem Fall das komplette Gewicht der Flugzeugseitenschale und der Traverse auf einem Zurrgurt und die beiden Rohre wirken. Zur Vereinfachung wird angenommen, dass die Zugrichtung horizontal

Entwurfsphase

ist, welche auch der kritischste Fall wäre. Somit müssen die Rohre auf Biegung berechnet werden. Es wird ein Quadratrohr in der Dimension 60/4 aus S235 Stahl gewählt.

Gegeben:

$$m_{F+T} = 970 \text{ kg}$$

$$g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$l = 450 \text{ mm}$$

$$H_{QRr} = 60 \text{ mm}$$

$$h_{QRr} = 52 \text{ mm}$$

$$B_{QRr} = 60 \text{ mm}$$

$$b_{QRr} = 52 \text{ mm}$$

$$R_m = 470 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

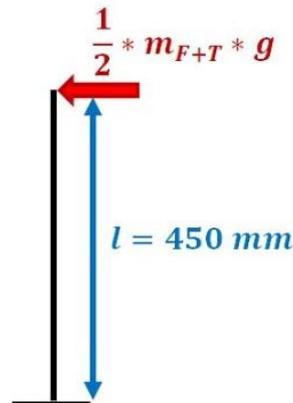


Abbildung 19: Freischnitt Rohr y-Sicherung bei Biegebelastung

Rechnung:

$$W_x = \frac{B_{QRr} \cdot H_{QRr}^3 - b_{QRr} \cdot h_{QRr}^3}{6 \cdot H_{QRr}} = 15,7 \text{ cm}^3 \quad 5.32$$

$$W_y = \frac{H_{QRr} \cdot B_{QRr}^3 - h_{QRr} \cdot b_{QRr}^3}{6 \cdot B_{QRr}} = 15,7 \text{ cm}^3 \quad 5.33$$

$$F_{vorh} = \frac{1}{2} \cdot m_{F+T} \cdot g = 4,8 \text{ kN} \quad 5.34$$

$$M_b = F_{Ladung} \cdot l = 2141,0 \text{ Nm} \quad 5.35$$

$$\sigma_{b \text{ vorh}} = \frac{M_b}{W} = 57,2 \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 136,4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad 5.36$$

$$\sigma_{b \text{ zul}} = 0,49 \cdot R_m = 230,3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad 5.37$$

$$F_{zul} = \frac{\sigma_{zul} \cdot W}{l} = 8,0 \text{ kN} \quad 5.38$$

$$S_F = \frac{F_{zul}}{F_{vorh}} = \frac{\sigma_{b \text{ zul}}}{\sigma_{b \text{ vorh}}} = 1,7 \quad 5.39$$

Entwurfsphase

Die vorhandene Spannung liegt unter der zulässigen Spannung. Es ist eine Sicherheit von 1,7 gegeben.

5.2.5 Entwurf zur Sicherung der Flugzeugseitenschale in x-Richtung

Für den Entwurf zur Sicherung der Flugzeugseitenschale ist ein schwenkbarer Anschlag mit Arretierung über Lochrasten und somit eine formschlüssige Ladungssicherung vorgesehen. Das Sicherungselement wird an die Zwischen- und Heckwand angebunden. Der Klappmechanismus soll die Distanz von der Zwischen- beziehungsweise Heckwand zu der Flugzeugseitenschale überbrücken (siehe Abbildung 20).

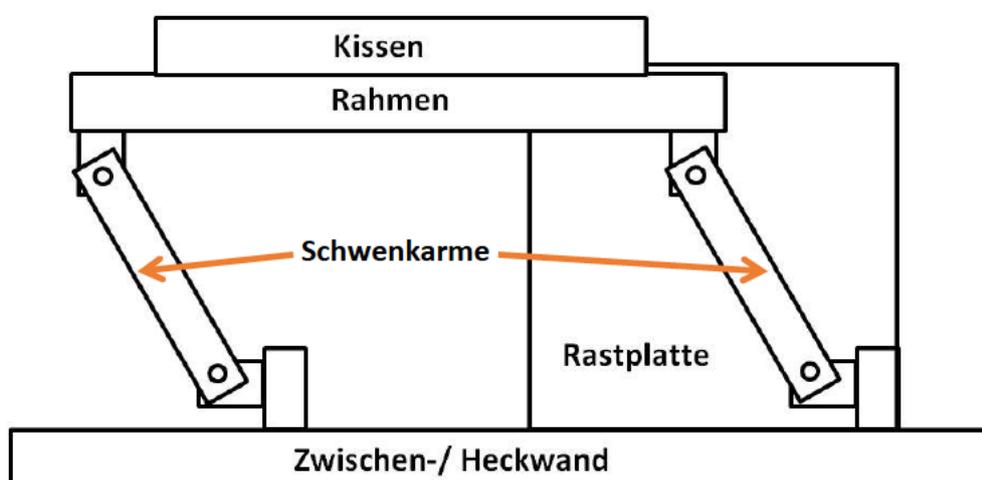


Abbildung 20: Entwurfszeichnung Sicherung in x-Richtung

Zwischenwandseitig kann etwa 1000 mm über der Plattformfläche an die Flugzeugseitenschale gegangen werden. Dasselbe gilt auch heckwandseitig beim Transport der Flugzeugseitenschale des A321neoACF. Da allerdings auch die Flugzeugseitenschale des A321neoXLR transportiert werden soll und diese im unteren Bereich einen Ausschnitt hat, muss bei dieser Flugzeugseitenschale in einer Höhe von etwa 2000 mm über der Plattformhöhe gesichert werden. Damit muss der hintere klappbare Anschlag für zwei unterschiedliche Höhen ausgelegt werden. Für die schwenkbaren Arme müssen zunächst an der Zwischen- und Heckwand jeweils zwei Rechteckrohre angebracht werden, an denen sich die Arme bei Belastung abstützen können. An den Rechteckrohren befinden sich jeweils zwei Anbindungspunkte, an die drehbar schwenkbare Quadratrohre angeschraubt werden. Diese vier Schwenkarme werden ebenfalls drehbar angebunden an eine Rahmenrohrkonstruktion geschraubt. Dieser Rahmen besteht jeweils aus zwei horizontalen und zwei vertikalen Rechteckrohren. Auf diesen Rohrrahmen wird eine Trägerplatte geschweißt, an welche ein elastisches Kissen geschraubt wird. Am unteren schwenkbaren Quadratrohr, welches von der linken Fahrzeugseite aus erreichbar ist, soll über ein weiteres vertikales Quadratrohr, verbunden mit einem

Entwurfsphase

Flachstahl, die Distanz zum Boden der Plattform überbrückt werden. An dem Flachstahl wird ein Rastbolzen angebracht. Dieser läuft daher in einem Kreisbogen um den Drehpunkt. Auf dem Plattformboden wird als Gegenstück für den Rastbolzen eine Platte angebracht, auf der ein Lochmuster ist, welches denselben Kreisbogen hat, auf dem auch der Rastbolzen läuft. An dem schwenkbaren Arm, an dem auch der Rastbolzen angebracht ist, soll zusätzlich ein Griff angebracht werden. Die Idee ist dann, dass nach dem Sichern der Flugzeugseitenschale in y-Richtung, von einer Person der schwenkbare Anschlag gegen die Flugzeugseitenschale gezogen wird, sodass das Kissen anliegt und dann die Konstruktion in das nächste Loch auf der Rasterplatte einrasten zu lassen.

Für die Dimensionierung des Anschlages müssen zwei kritische Stellen betrachtet werden. Einmal das Rechteckrohr, welches an die Zwischen- oder Heckwand angebracht wird und dann das schwenkbare Quadratrohr. Zunächst wird das Rechteckrohr an der Zwischenwand betrachtet, welches auf Biegung belastet wird. Dies ist der kritischere Fall, da die Rechteckrohre an der Zwischenwand nur im unteren Bereich verschweißt sind. Bei den Rechteckrohren an der Heckwand, kann aufgrund der längeren Rohre auch im oberen Bereich angebracht werden. Das Rechteckrohr wird in den Dimensionen 100/60/4 mit S355 Stahl angenommen und auf Biegung nachgerechnet. Das Gewicht der Traverse muss in der Rechnung nicht berücksichtigt werden, weil diese in x-Richtung an den Haken gesichert wird. Zu beachten ist noch, dass laut den Richtlinien für Ladungssicherung nur 80 % der Trägheitskraft aufgenommen werden muss und sich diese auf zwei Rechteckrohre verteilt. Die Längenabmessungen sind angenommene Werte.

Gegeben:

$$m_{FS} = 600 \text{ kg}$$

$$g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$l = 900 \text{ mm}$$

$$H_{RRr} = 100 \text{ mm}$$

$$h_{RRr} = 92 \text{ mm}$$

$$B_{RRr} = 60 \text{ mm}$$

$$b_{RRr} = 52 \text{ mm}$$

$$R_e = 355 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$R_m = 470 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

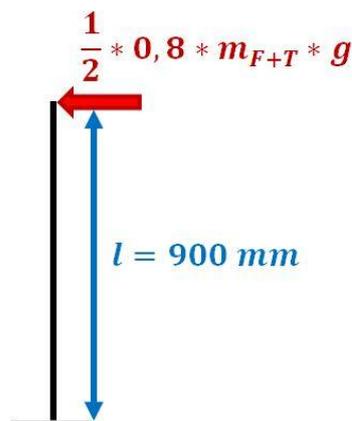


Abbildung 21: Freischnitt Rohr x-Sicherung bei Biegebelastung

Entwurfsphase

Rechnung:

$$W_x = \frac{B_{RRr} \cdot H_{RRr}^3 - b_{RRr} \cdot h_{RRr}^3}{6 \cdot H_{RRr}} = 32,5 \text{ cm}^3 \quad 5.40$$

$$W_y = \frac{H_{RRr} \cdot B_{RRr}^3 - h_{RRr} \cdot b_{RRr}^3}{6 \cdot B_{RRr}} = 24,1 \text{ cm}^3 \quad 5.41$$

$$F_{vorh} = \frac{1}{2} \cdot 0,8 \cdot m_{FS} \cdot g = 2,4 \text{ kN} \quad 5.42$$

$$M_b = F_{vorh} \cdot l = 2119,0 \text{ Nm} \quad 5.43$$

$$\sigma_{b \text{ vorh}} = \frac{M_b}{W_x} = 57,2 \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 108,1 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad 5.44$$

$$\sigma_{b \text{ zul}} = 0,49 \cdot R_m = 230,3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad 5.45$$

$$F_{zul} = \frac{\sigma_{b \text{ zul}} \cdot W_x}{l} = 5,0 \text{ kN} \quad 5.46$$

$$S_F = \frac{F_{zul}}{F_{vorh}} = \frac{\sigma_{b \text{ zul}}}{\sigma_{b \text{ vorh}}} = 2,1 \quad 5.47$$

Die vorhandene Spannung liegt unter der zulässigen Spannung. Es ist eine Sicherheit von 2,1 gegeben.

Entwurfsphase

Im nächsten Schritt muss das schwenkbare Quadratrohr betrachtet werden. Bei diesem gibt es zwei kritische Lastfälle. Einerseits wird es auf Biegung belastet, wenn der Schwenkarm in der Rastplatte arretiert ist und dann der Anschlag belastet wird. Andererseits muss das Rohr auf Sicherheit gegen Knicken berechnet werden. Dieser Fall wird relevant, wenn die Schwenkvorrichtung vollständig ausgeklappt ist. Das Quadratrohr wird in der Dimension 60/4 mit dem Material S235 angenommen.

Gegeben:

$$m_{FS} = 600 \text{ kg}$$

$$g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$l = 500 \text{ mm}$$

$$H_{QRr} = 60 \text{ mm}$$

$$h_{QRr} = 52 \text{ mm}$$

$$B_{QRr} = 60 \text{ mm}$$

$$b_{QRr} = 52 \text{ mm}$$

$$R_e = 235 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$R_m = 360 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

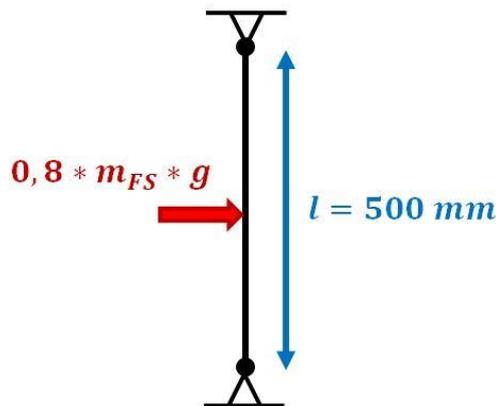


Abbildung 22: Freischnitt Schwenkarm bei Biegebelastung

Rechnung:

$$W_x = \frac{B_{QRr} \cdot -b_{QRr} \cdot h_{QRr}^3}{6 \cdot H_{QRr}} = 15,7 \text{ cm}^3 \quad 5.48$$

$$W_y = \frac{H_{QRr} \cdot B_{QRr}^3 - h_{QRr} \cdot b_{QRr}^3}{6 \cdot B_{QRr}} = 15,7 \text{ cm}^3 \quad 5.49$$

$$F_{vorh} = 0,8 \cdot m_{FS} \cdot g = 4,7 \text{ kN} \quad 5.50$$

$$M_b = F_{vorh} \cdot l = 588,6 \text{ Nm} \quad 5.51$$

$$\sigma_{b \text{ vorh}} = \frac{M_b}{W} = 57,2 \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 37,5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad 5.52$$

$$\sigma_{b \text{ zul}} = 0,49 \cdot R_m = 176,4 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad 5.53$$

Entwurfsphase

$$F_{zul} = \frac{\sigma_{zul} \cdot W}{l} = 22,2 \text{ kN} \quad 5.54$$

$$S_F = \frac{F_{zul}}{F_{vorh}} = \frac{\sigma_{b\ zul}}{\sigma_{b\ vorh}} = 4,7 \quad 5.55$$

Die zulässige Spannung wird mit einer Sicherheit von 4,7 eingehalten.

Es folgt ein Nachweis für die Sicherheit gegen Knicken:

Gegeben:

$$\text{Elastizitätsmodul Stahl: } 210000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$l = 500 \text{ mm}$$

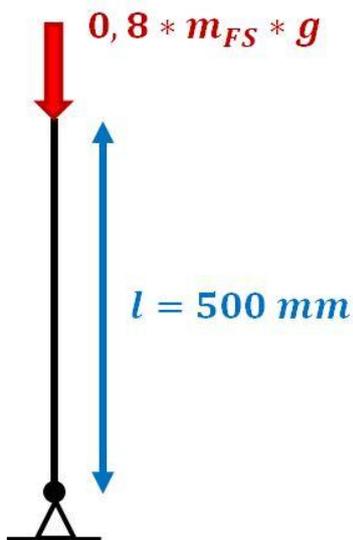


Abbildung 23: Freischnitt Schwenkarm bei Druckbelastung

Rechnung:

$$A_{RRr} = B_{RRr} \cdot H_{RRr} - b_{RRr} \cdot h_{RRr} = 9,0 \text{ cm}^2 \quad 5.56$$

$$I_x = \frac{B_{RRr} \cdot H_{RRr}^3 - b_{RRr} \cdot h_{RRr}^3}{12} = 47,1 \text{ cm}^4 \quad 5.57$$

$$I_y = \frac{H_{RRr} \cdot B_{RRr}^3 - h_{RRr} \cdot b_{RRr}^3}{12} = 47,1 \text{ cm}^4 \quad 5.58$$

Bei dem vorhandenen Lastfall handelt es sich um den zweiten Eulerschen Knickfall.

Entwurfsphase

Daher gilt:

$$l_0 = l = 500 \text{ mm} \quad 5.59$$

Im nächsten Schritt muss überprüft werden, ob weiter nach Euler für elastische Knickung gerechnet werden darf. Dafür wird der Schlankheitsgrad berechnet:

$$i = \sqrt{\frac{I_{min}}{A_{RRr}}} = 22,9 \text{ mm} \quad 5.60$$

$$\lambda = \frac{l_0}{i} = 21,8 \quad 5.61$$

Der Schlankheitsgrad muss über dem Grenzschlankheitsgrad liegen, damit die Berechnung nach Euler zulässig ist. Dieser muss für einen S235 Stahl berechnet werden

$$\lambda_G = \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{0,8 \cdot R_e}} = 105 \quad 5.62$$

Da $\lambda < \lambda_G$ gelten die Gleichungen von Tetmajer für unelastische Knickung. (13)

$$\sigma_{krit} = 310 - 1,14 \cdot \lambda = 285,1 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad 5.63$$

$$F_{krit} = \sigma_{krit} \cdot A_{RRr} = 255,5 \text{ kN} \quad 5.64$$

$$\sigma_d = \frac{F_{vorh}}{A_{RRr}} = 5,3 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad 5.65$$

$$S = \frac{\sigma_{krit}}{\sigma_d} = \frac{F_{krit}}{F_{vorh}} = 54,3 \quad 5.66$$

Die vorhandene Spannung liegt unter der zulässigen Spannung. Es ist eine Sicherheit von 54,3 vorhanden.

Entwurfsphase

Nachdem die kritischen Stellen der Rohrkonstruktion nachgewiesen wurden, muss der Rastbolzen dimensioniert werden. Dieser muss auf Scherung und Biegung nachgerechnet werden. Es wird ein Bolzen mit einem Durchmesser von 10 mm mit dem Material Edelstahl X 10 CrNiS 18 9 angenommen.

Im ersten Schritt wird der Rastbolzen auf Scherung berechnet. Dieser Fall tritt auf, wenn der Spalt zwischen der Rastplatte und dem Rastbolzen nahe null ist (siehe Abbildung 24).

Gegeben:

$$R_e = 580 \frac{N}{mm^2}$$

$$d = 10 \text{ mm}$$

$$r_1 = 500 \text{ mm}$$

$$r_2 = 250 \text{ mm}$$

$$m_{FS} = 600 \text{ kg}$$

$$g = 9,81 \frac{m}{s^2}$$

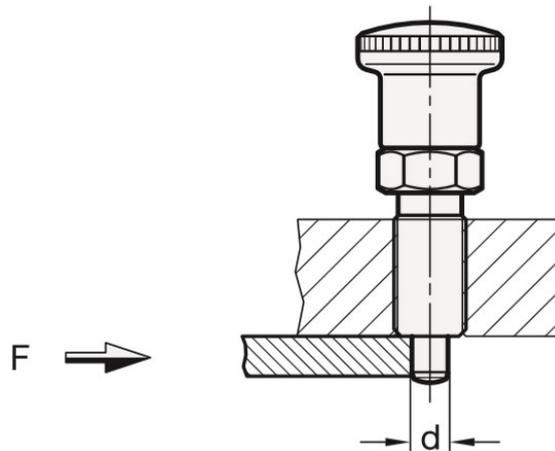


Abbildung 24: Belastungsfall Scherung beim Rastbolzen (15)

Rechnung:

$$F_1 = 0,8 \cdot m_{FS} \cdot g = 4,7 \text{ kN} \quad 5.67$$

$$M_1 = F_1 \cdot r_1 = 2354,4 \text{ Nm} \quad 5.68$$

$$F_{vorh} = \frac{M_1}{r_2} = 9,4 \text{ kN} \quad 5.69$$

$$\tau_{zul} = 0,8 \cdot R_e = 464,0 \frac{N}{mm^2} \quad 5.70$$

$$A_R = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 78,5 \text{ mm}^2 \quad 5.71$$

$$F_{zul} = \tau \cdot A_R = 36,4 \text{ kN} \quad 5.72$$

$$\tau_{vorh} = \frac{F_{vorh}}{A_R} = 119,9 \frac{N}{mm^2} \quad 5.73$$

$$S_F = \frac{F_{zul}}{F_{vorh}} = \frac{\tau_{zul}}{\tau_{vorh}} = 3,9 \quad 5.74$$

Entwurfsphase

Die vorhandene Schubspannung ist unter der zulässigen Schubspannung mit einer Sicherheit von 3,9.

Im nächsten Schritt muss der Rastbolzen auf Biegung nachgerechnet werden. Dies ist nötig, sobald ein Spalt zwischen der Rastplatte und dem Rastbolzen verbleibt (siehe Abbildung 25). Für die Berechnung wird ein Spalt von 2 mm angenommen.

Gegeben:

$$m_{FS} = 600 \text{ kg}$$

$$g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$l = 2 \text{ mm}$$

$$\sigma_{zul} = 580 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

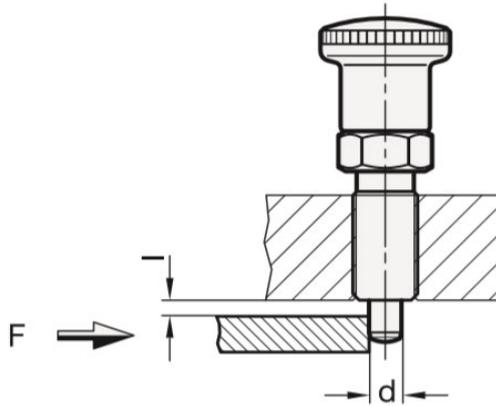


Abbildung 25: Belastungsfall Biegung Rastbolzen (15)

Rechnung:

$$W = \frac{\pi \cdot d^3}{32} = 98,2 \text{ mm}^3 \quad 5.75$$

$$F_{vorh} = m_{Ladung} \cdot g = 9,5 \text{ kN} \quad 5.76$$

$$M_b = F_{vorh} \cdot l = 18,8 \text{ Nm} \quad 5.77$$

$$\sigma_{b \text{ vorh}} = \frac{M_b}{W} = 191,9 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad 5.78$$

$$F_{zul} = \frac{\sigma_{zul} \cdot W}{l} = 28,5 \text{ kN} \quad 5.79$$

$$S_F = \frac{F_{zul}}{F_{vorh}} = \frac{\sigma_{zul}}{\sigma_{b \text{ vorh}}} = 3,0 \quad 5.80$$

Die vorhandene Spannung liegt unter der zulässigen Spannung. Es ist eine Sicherheit von 3,0 vorhanden. Laut dem Hersteller wird eine Sicherheit bei schwellender Belastung von 1,8 bis 2,4 empfohlen. Damit ist der Rastbolzen ausreichend dimensioniert.

6 Ausarbeitungsphase

6.1 Konstruktion der Wandelemente

Zunächst wird die Stirn- und Heckwand konstruiert (siehe Abbildung 26 und Anhang S.93-96). Dafür werden zwei vertikale und ein horizontales Rechteckrohr in den Dimensionen 120/80/4 auf Gehrung verschweißt. Komplettiert wird der Rahmen der Wände durch ein horizontales 180/80/5 Rechteckrohr. Als Material wird S355 Stahl gewählt. Die Öffnungen der Rohre müssen mit Blechen abgedeckt werden, weil die Baugruppe nach dem Schweißen gestrahlt und lackiert wird. Zur Versteifung und als Anlagefläche für die Sperrholzplatten (auch Plywoodplatten genannt) werden innen an den Rohren vertikal zwei Flachstähle und horizontal vier gekantete Hutprofile angeschweißt. So ergeben sich drei freie Felder, auf die am Ende die Plywoodplatten gelegt und verklebt werden können. Da, wie in der Entwicklungsphase bereits erwähnt, die Baugruppen von den Abmaßen her in einem straßenzugelassenen LKW transportierbar sein müssen, sind an den Wänden Laschen zur Verschraubung anzubringen (siehe rote Pfeile in Abbildung 26). Des Weiteren umfasst die Baugruppe jeweils auf beiden Fahrzeugseiten im oberen Bereich ein Halteblech für den Dachgurt und am unteren horizontalen Rechteckrohr Laschen für die Verschraubung mit dem Fahrgestell. Die beiden vertikalen Rechteckrohre sind nach unten hin offen und können auf entsprechende Gegenstücke auf das Fahrgestell geschoben werden, sodass die Wand auf die Anhängerplattform gestellt werden kann. Um die Stirn- oder Heckwand auf das Fahrgestell zu heben bedarf es noch zweier Lastböcke. Hier wurden Lastböcke verwendet, die bis zu 1,5 Tonnen belastet werden können.

Die Zwischenwand wird konstruktiv aus Rechteckrohren mit den gleichen Dimensionen wie bei der Stirn- und Heckwand gestaltet (siehe Anhang S.97). Statt der vertikalen Flachstähle und der horizontalen Hutprofile, wird die Zwischenwand mit diagonalen Quadratrohren in der Dimension 80/4 versteift (siehe Abbildung 27). Zur rechten Fahrzeugseite hin wurde ein Ausschnitt gesetzt, damit später Platz für die Kettenmechanik für



Abbildung 26: Stirn- und Heckwand des Aufbaus



Abbildung 27: Zwischenwand des Aufbaus

Ausarbeitungsphase

das Verfahren des Verdeckes ist. Wie bei der Stirn- und Heckwand, sind an der Zwischenwand Laschen angebracht zur Verschraubung mit den anderen Wandelementen.

Für die seitlichen Wandelemente werden sechs gleich aufgebaute Baugruppen konstruiert (siehe Anhang S.86 und S.90). Einzig die Längenabmessungen sind je nach Anordnung des Wandelementes unterschiedlich. Dies kommt zustande, weil die Hakenelemente zur Aufnahme der Flugzeugseitenschale so auf dem Anhänger positioniert werden müssen, dass die Flugzeugseitenschale mittig in dem Laderaum hängt. Die Baugruppe des seitlichen Wandelementes besteht aus einem Diagonalkreuz mit Quadratrohren in der Dimension 100/4 (siehe Abbildung 28 und Anhang S.89). Rohre dieser Dimension werden auch horizontal oben und unten an das Diagonalkreuz geschweißt. Für die Verschraubung mit den anderen Wandelementen, beziehungsweise den Zwischensäulen (siehe Abbildung 29) oder Hakenelementen (Abbildung 30), beinhaltet die Konstruktion wieder angeschweißte Laschen. Die Zwischensäulen an sich bestehen aus einem 200/100/4 Rechteckrohr mit vier Laschen zur Verschraubung (siehe Anhang S.90).

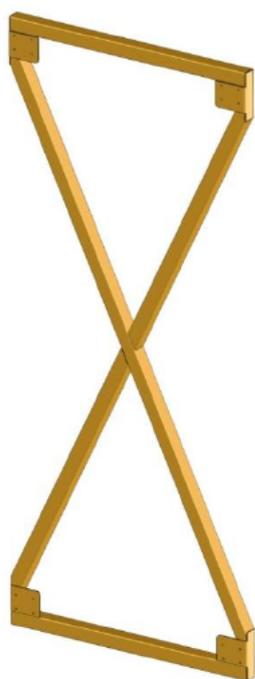


Abbildung 28: Seitliches Wandelement des Aufbaus



Abbildung 29: Zwischensäule der seitlichen Wandelemente

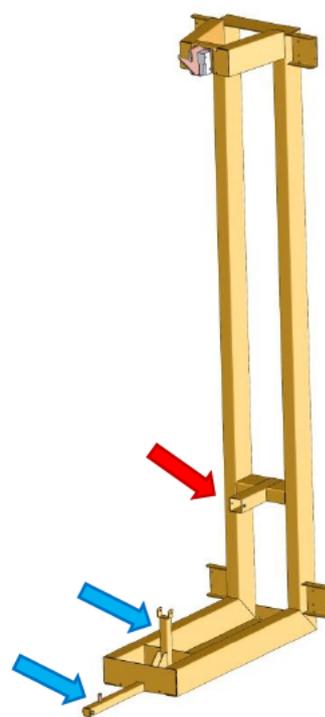


Abbildung 30: Hakenelement zur Aufnahme der Flugzeugseitenschale

Das Hakenelement besteht, vom Grundaufbau her, aus sechs Rechteckrohren mit der Dimension 200/100/4, die in L-Form verschweißt werden mit einem Ausleger zur Befestigung des Hakens (siehe Abbildung 30 und Anhang S.87). Der Haken wird, wie bereits erwähnt, vorgegeben. Die beiden L-Stücke werden mit einem 6 mm dicken Blech verbunden, welches die Anschraubfläche bildet, mit der das komplette Hakenelement auf einen Querträger vom Fahrgestell geschraubt wird. Zwischen den L-Stücken werden Rohre geschweißt, um später

Ausarbeitungsphase

den y-Anschlag zur Sicherung der Flugzeugseitenschale aufzunehmen (siehe roter Pfeil in Abbildung 30). Auf das Bodenblech werden jeweils ein horizontales und vertikales Quadratrohr in der Dimension 60/4 angebracht (siehe blaue Pfeile in Abbildung 30). Diese werden mit einzelnen Blechen zusätzlich versteift, um Kräfte in x und y-Richtung aufnehmen zu können. Dies wird im Späteren bei der Sicherung der Flugzeugseitenschale in y-Richtung detaillierter beschrieben.

Nachdem die einzelnen Baugruppen auskonstruiert sind, werden die einzelnen Elemente zu der obersten Baugruppe des Aufbaus hinzugefügt (siehe Anhang S.110). Es wird jeweils, eine Stirn-, Zwischen und Heckwand auf die Gegenstücke von dem Fahrgestell geschoben. Auf der rechten Fahrzeugseite werden die sechs seitlichen Wandelemente positioniert. An zwei Stellen dienen die Zwischensäule als Verbindung der seitlichen Elemente (siehe rote Pfeile in Abbildung 31). An zwei weiteren Positionen werden die seitlichen Wandelemente mit den zwei Hakenelementen verbunden (siehe blaue Pfeile in Abbildung 31).

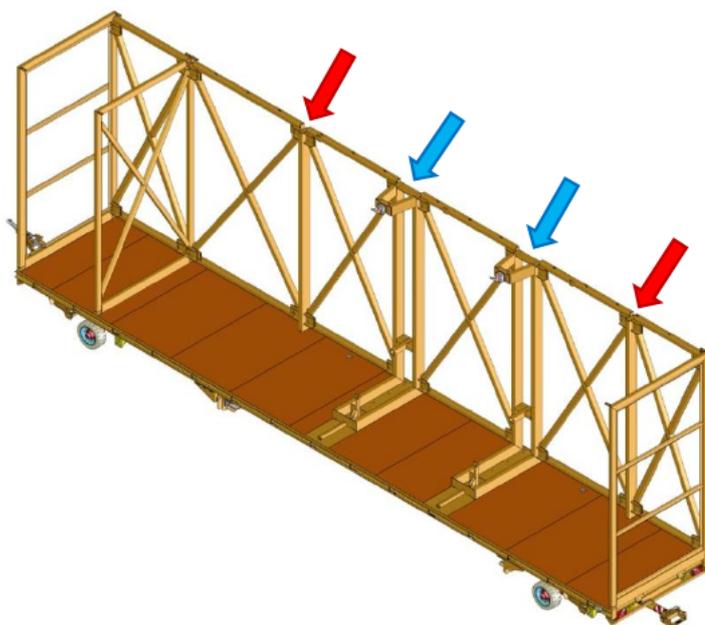


Abbildung 31: Übersicht der Wandelemente auf dem Fahrgestell

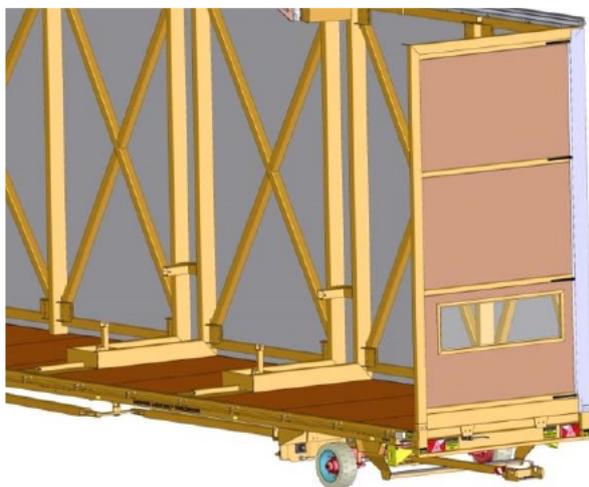


Abbildung 32: Verkleidung der Wandelemente mit Seitenplane und Plywoodplatten

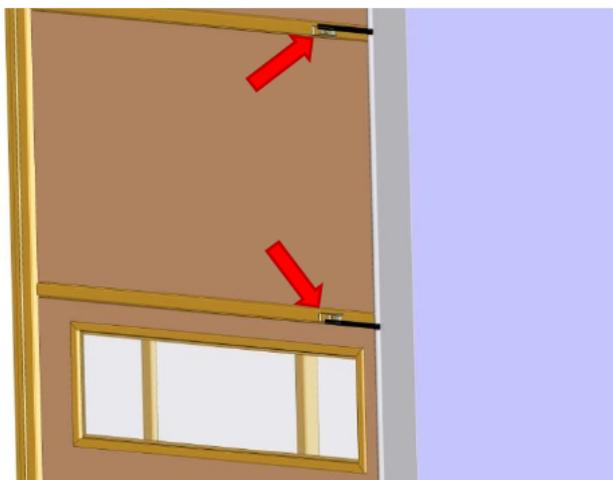


Abbildung 33: Befestigung Seitenplane und Sichtfenster

Ausarbeitungsphase

Für die rechte Fahrzeugseite wird die Stahlkonstruktion mit einer Plane abgedeckt (siehe Abbildung 32 und Anhang S.101). Diese Seitenplane wird oben im Dachgurt geführt und unten am Fahrgestell verzurrt. Des Weiteren werden an der Stirn- und Heckwand an den horizontalen Hutprofilen Spannratschen befestigt, mit denen die Plane in x-Richtung verzurrt wird (siehe rote Pfeile in Abbildung 33). Im Betrieb wird die Seitenplane der rechten Fahrzeugseite dauerhaft gespannt bleiben. Nur für den Notfall kann sie abgenommen werden. Wie in der Anforderungsliste beschrieben, sollen in der Stirn- und Heckwand Sichtfenster vorhanden sein. Dafür wird ein Rahmen aus verschweißten Blechprofilen zusammen mit einer Acrylglas Scheibe in die untere Plywoodplatte verklebt (siehe Abbildung 33).

6.2 Konstruktion der Mechanik zum Verfahren des Daches und der linken Seitenplane

Basis für das Verdeck und die verfahrbare Seitenplane ist ein etwa 100 mm hoher Dachgurt (siehe Abbildung 34). Eine Übersicht des Daches dem Anhang auf Seite 98 zu entnehmen.

Die Dachgurte werden auf beiden Fahrzeugseiten mit der Stirn-, Zwischen- und Heckwand verschraubt. Außen und oben sind die Führungsschienen für die Laufwagen des Edscha Verdeckes (siehe rote Pfeile in Abbildung 34).

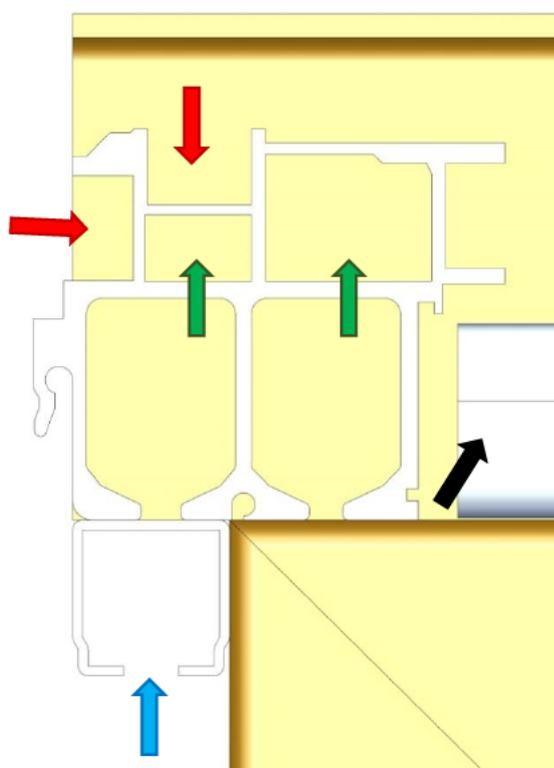


Abbildung 34: Querschnitt Dachgurt

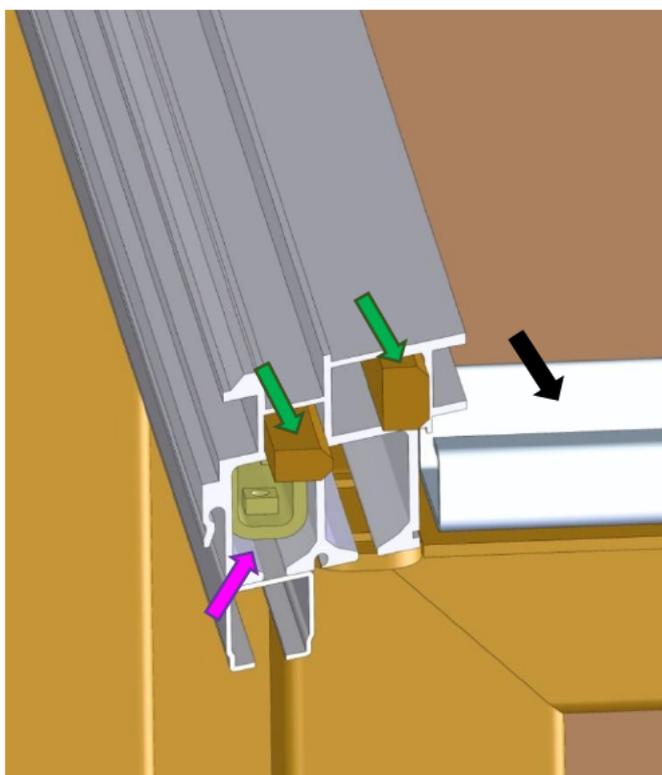


Abbildung 35: Führung und Laufschiene des verfahrbaren Dachgurtes

Ausarbeitungsphase

Die Laufwagen auf der linken und rechten Fahrzeugseiten des Edschaverdeckes sind durch Dachspriegel verbunden (siehe blauer Pfeil in Abbildung 37). Auf der linken Fahrzeugseite werden in die beiden mittleren Kammern Führungsprofile geschraubt (siehe grüne Pfeile in Abbildung 34 und Abbildung 35), die den verschiebbaren Dachgurt beim Schließen so zwischen den feststehenden Dachgurten führt, dass nach dem Schließen die Rollen der Laufwagen ohne einen Absatz zwischen den Dachgurten durch die Führung rollen können.

An der fahrzeugaußeren unteren Schiene des Dachgurtes wird eine zusätzliche Laufschiene angebracht (siehe blauer Pfeil in Abbildung 34). Dafür wird diese mit Gegenstücken in dem Dachgurt verschraubt (siehe violetter Pfeil in Abbildung 35). In der zusätzlichen Laufschiene wird die verfahrbare Seitenplane, verbunden mit Laufrollen, geführt. Der Grund für diese Laufschiene ist, dass diese im Gegensatz zum Standard Dachgurt ein besseres Rollverhalten der Laufrollen ermöglicht.

Der verschiebbare Dachgurt (siehe Anhang S.99) läuft verbunden mit Laufwagen auf Laufschiene, die auf der Zwischen- und Heckwand platziert werden (siehe schwarzer Pfeil in Abbildung 34 und Abbildung 35). Die Anbindung vom Dachgurt zum Laufwagen erfolgt über ein gekantetes Blech (siehe grüner Pfeil in Abbildung 36). Mit einem weiteren gekanteten Profil erfolgt die Anbindung des Laufwagens mit der Gewindestange. Dafür ist das Profil verschraubt mit einer Kunststoffmutter (siehe roter Pfeil in Abbildung 36). Dreht sich die Gewindestange, verfährt die Kunststoffmutter auf der Gewindestange und zieht den Laufwagen mit dem Dachgurt mit. Für die Konstruktion wird eine Kunststoffmutter gewählt, damit die Mechanik schmierungsfrei ist. Die beiden Gewindestangen sind mit Lagern an den Enden an der Zwischen- und Heckwand befestigt (siehe blauer Pfeil in Abbildung 36).

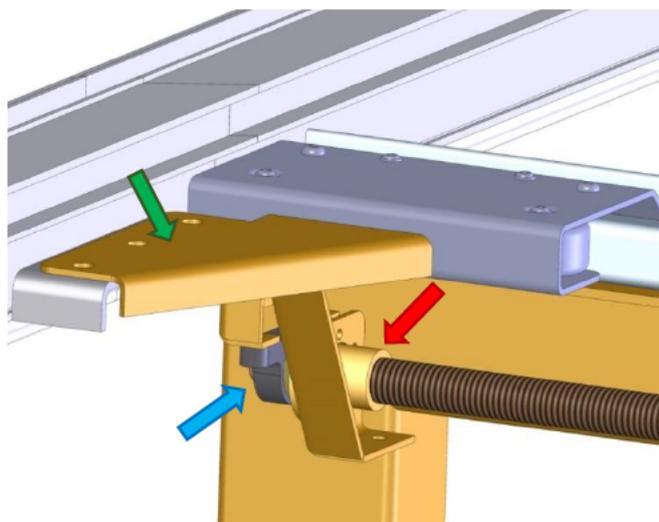


Abbildung 36: Anbindung verfahrbarer Dachgurt an Laufwagen und Gewindestange

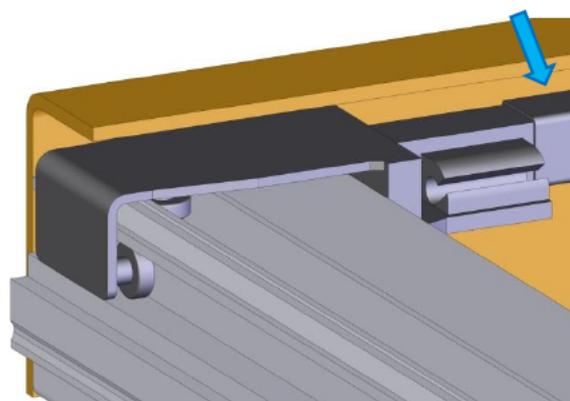


Abbildung 37: Laufwagen mit Dachspriegel

Ausarbeitungsphase

Bevor die weitere Mechanik zum Verfahren des Dachgurtes betrachtet wird, ist noch ein weiterer Punkt zu beachten. Die Seitenplane der linken Fahrzeugseite wird beim Be- und Entladevorgang zur Stirnseite hin zusammengeschoben. Wird der Dachgurt dann zur fahrgewinneren Seite gefahren, könnte die Seitenplane aus den nun offenen Laufschiene rausfallen. Dafür bedarf es einer Konstruktion einer Rausfallsicherung (siehe Anhang S.102). Die Idee ist, mit einem Sicherungsbolzen, der in die Laufschiene der Seitenplane gefahren wird, die Laufrollen der Seitenplane zu blockieren. Dafür wird ein gekantetes L-Profil an die Lasche der Dachgurtbefestigung angebracht (siehe roter Pfeil in Abbildung 39). An dieses L-Profil wird ein Edelstahlbolzen geschweißt, welcher den Drehpunkt für die Mechanik bildet. Auf den Edelstahlbolzen wird ein weiteres Profil, welches mit einem Rundrohr verbunden ist auf den Edelstahlbolzen geschoben und mit einem Sicherungsring gesichert (siehe blauer Pfeil in Abbildung 39). In dem Rundrohr befindet sich eine Bundbuchse, die als Lager fungiert. Die drehbare Umlenkung wird betätigt durch den Laufwagen des Dachgurtes, welcher zusätzlich zur Kunststoffmutteraufnahme durch ein weiteres Profil ergänzt wird (siehe blauer Pfeil in Abbildung 38). Dieses Profil drückt beim Schließen des Dachgurtes auf einen Elastomerpuffer. Über die Umlenkung wird der Sicherungsbolzen aus der Laufschiene der Seitenplane gezogen. Um die Hubbewegung des Sicherungsbolzens zu führen, wird ein Rundrohr am Dachgurt befestigt und eine Bohrung in der Laufschiene der Seitenplane gesetzt (siehe roter Pfeil in Abbildung 38). Damit der Sicherungsbolzen eine Hubbewegung ausführen kann, sind zwei Drehpunkte nötig mit denen der Sicherungsbolzen an das Profil befestigt wird. Dies wird durch zwei Gabelköpfe, verbunden mit einer 25 mm langen Gewindestange, realisiert. Wird der Dachgurt geöffnet, wird die Rausfallsicherung nicht mehr von dem Profil betätigt und die Umlenkung soll durch die Kraft einer Gasfeder (nicht im Volumenmodell zu sehen) den Sicherungsbolzen in die Laufschiene der Seitenplane schieben.

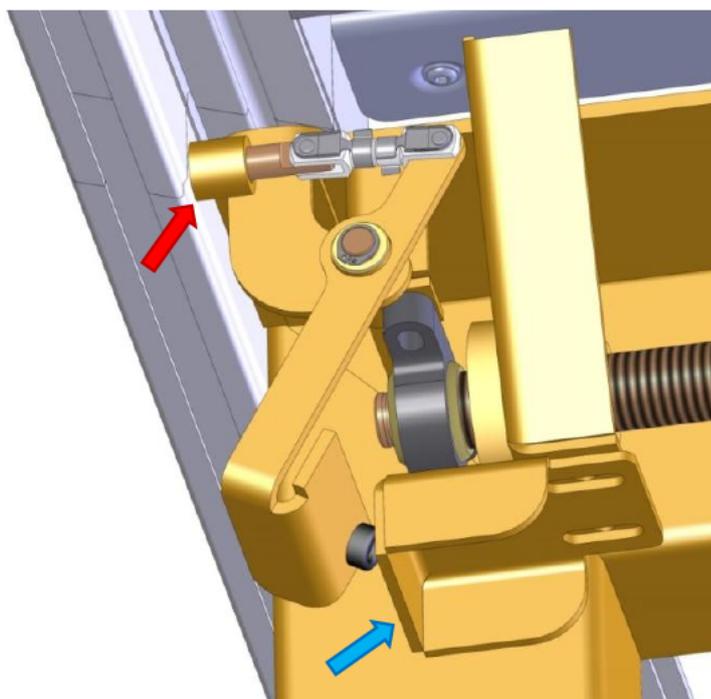


Abbildung 38: Rausfallsicherung verschiebbare Seitenplane im eingebauten Zustand

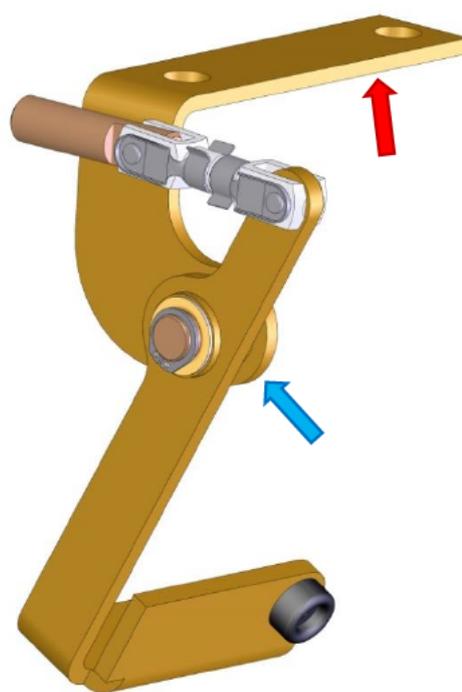


Abbildung 39: Rausfallsicherung der Seitenplane

Ausarbeitungsphase

Im Weiteren wird wieder die Mechanik zum Verfahren des Dachgurtes betrachtet. Dafür müssen die Gewindestangen an der Zwischen- und Heckwand angetrieben werden. Da, wie in der Entwicklungsphase erwähnt, mehrere Übersetzungen notwendig sind bis zur Handkurbel an der Stirnseite des Anhängers, wird die Gewindestange durch eine drehelastische Kupplungsnahe mit einem Winkelgetriebe verbunden (siehe Abbildung 40). Die Kupplungsnahe besteht aus zwei Grauguss Kupplungshälften mit einem elastischen Zahnkranz aus Polyurethan mit einer Shore Härte A von 92 (siehe Abbildung 41 und Anhang S.76). In die Elastische Kupplung werden Taper Spannbuchsen (siehe Anhang S.77) gesetzt für ein 15 mm Getriebewellendurchmesser und den 20 mm Zapfendurchmesser der Gewindestange. Für die Kraftübertragung werden Passfedern in den Dimensionen 5x5x25 und 6x6x25 gewählt.

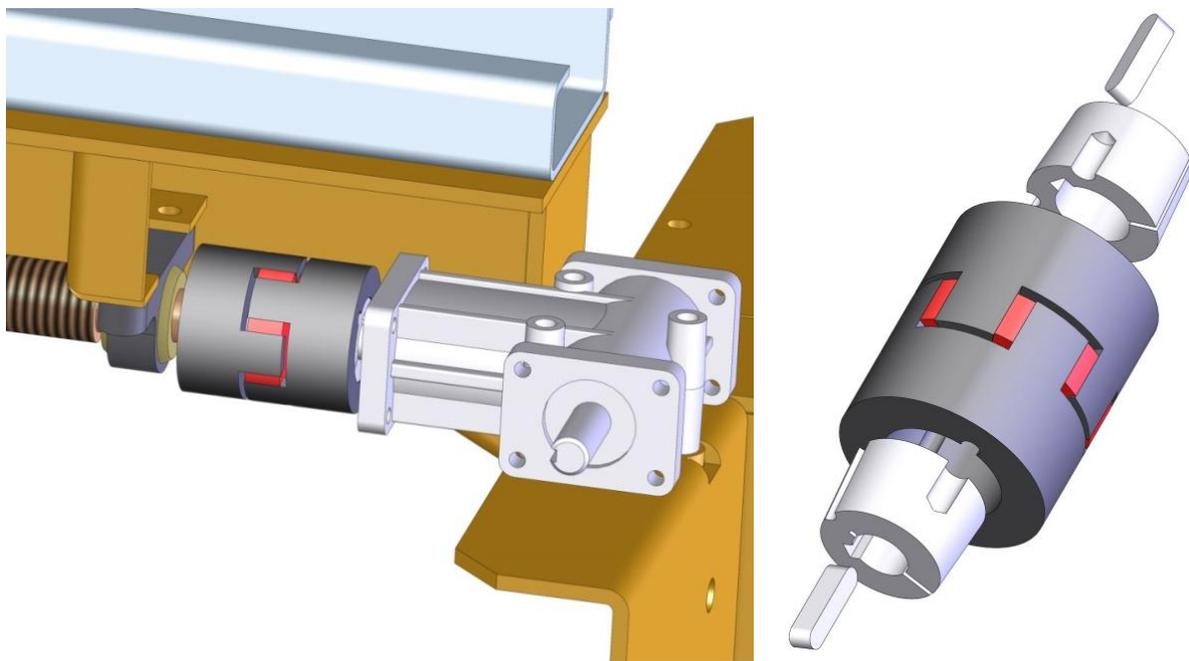


Abbildung 40: Verbindung der Gewindestange mit Kegelradgetriebe Abbildung 41: Kupplungsverbindung

Auf dem Kraftfluss zur Handkurbel müssen die Winkelgetriebe, wie im Entwurf beschrieben, in mehreren Übersetzungsstufen mit ausziehbaren Gelenkwellen verbunden werden (siehe Abbildung 43). Die beiden Winkelgetriebe der Gewindestangen an der Zwischen- und Heckwand werden durch vier 3100 mm lange Gelenkwellen, deren Lager an den seitlichen Wandelementen befestigt werden, verbunden (siehe Abbildung 42 und Anhang S.103).

Für die Konstruktion der Wandlagerung werden zwei Kunststoff Stehlager für 20 mm Wellendurchmesser verwendet (siehe Abbildung 45 und Anhang S.78). Als Verbindung der beiden Lager wird eine Welle konstruiert mit zwei Absätzen. So können die Stehlager auf die Welle geschoben werden und mit Sicherungsringen gesichert werden. Auf die Zapfen kann mit zwei Passfedern, in der Dimension 5x5x10, die Antriebswellen geschoben werden. Die Antriebswellen werden auf den Zapfen mit einer Verschraubung in Querrichtung verklemt.

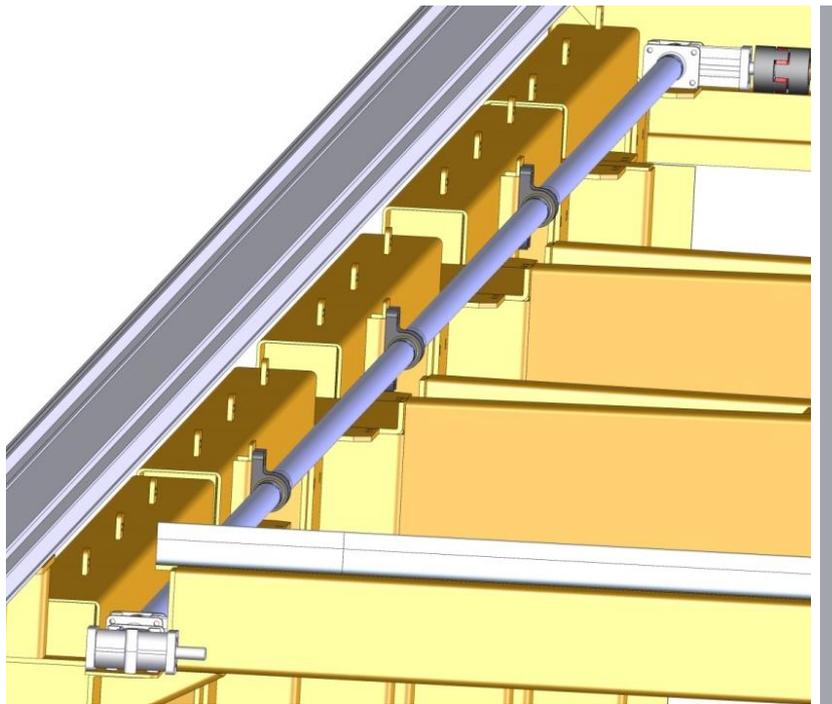


Abbildung 42: Verbindung der beiden Gewindestangen mit Gelenkwellen

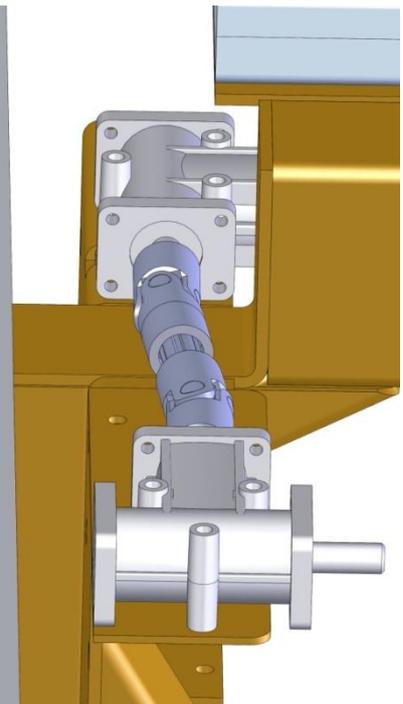


Abbildung 43: Verbindung der Kegelradgetriebe über Gelenkwelle

Der Antrieb zum Verfahren des Dachgurtes geht von der Handkurbel (siehe Anhang S.82) an der Stirnseite aus (siehe Abbildung 48). Hierbei wird die Handkurbel mit einem 100 mm Hebel mit einer Welle verbunden. Die Welle wird durch die Kupplungsverbindung (siehe Abbildung 41) mit dem Winkelgetriebe verbunden. Die Welle mit einem Durchmesser von 15 mm wird durch zwei Kunststoff Flanschlager (siehe Anhang S.78) gelagert.

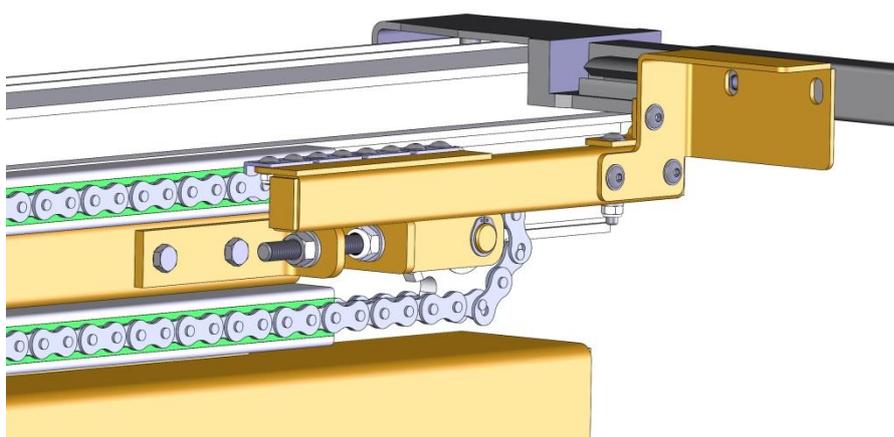


Abbildung 44: Anbindung der Kettenmechanik an den Dachspiegel

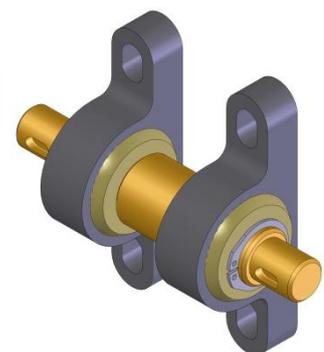


Abbildung 45: Lagerung der Gelenkwellen

Zum Verfahren des Verdeckes in x-Richtung wird, wie im Entwurf beschrieben, eine Kettenmechanik verwendet (siehe Anhang S.104). Dafür wird die Kette in 12000 mm langen Führungsschienen (siehe Anhang S.81), verbunden durch gekantete Bleche, auf die seitlichen Wandelemente gesetzt (siehe Abbildung 44). Um die Kette auf mehr als 12000 mm spannen zu können, bedarf es einer Spannkonstruktion (siehe Abbildung 46). Dafür wird ein Winkel

Ausarbeitungsphase

an dem Halter der Führungsschienen befestigt (siehe roter Pfeil in Abbildung 46). Daran stützt sich ein verschweißtes U-Profil, in dem das Zahnrad auf einer Welle mit einem Durchmesser von 16 mm läuft, verbunden mit einer M10x90 Schraube, ab. Kettenantriebsseitig läuft ein Zahnrad auf einer Welle, die mit einer Antriebswelle verbunden wird (siehe Abbildung 47). Der Antrieb für die Kettenmechanik geht, wie beim Verfahren des Dachgurtes, von einer Handkurbel an der Stirnseite des Anhängers aus. Die Übersetzung erfolgt, wie im Entwurf beschrieben, über Winkelgetriebe.

Da der Kettentrieb schmierungsfrei funktionieren soll, wird eine Kette verwendet mit Innengliedern aus Polycarbonat und Außengliedern aus Edelstahl (siehe Anhang S.79). Die Teilung der Kettenglieder beträgt 19,05 mm. In der Kette werden vier Winkellaschen (siehe Anhang S.80) integriert. Um die Längsbewegung der Kette an das Verdeck zu koppeln, werden die Winkellaschen mit einer Anbindung mit dem letzten Dachspriegel verbunden (siehe Abbildung 44 und Anhang S.100).

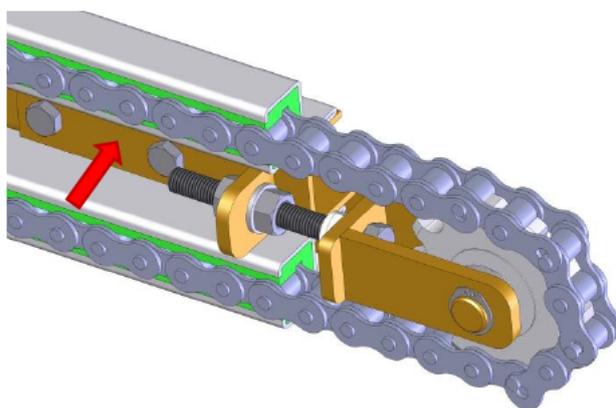


Abbildung 46: Kettenspanner

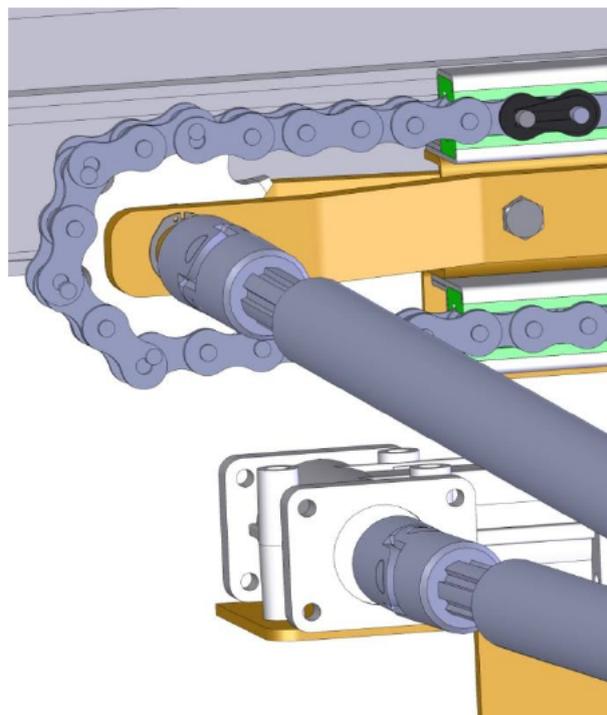


Abbildung 47: Antriebsseite der Kettenmechanik

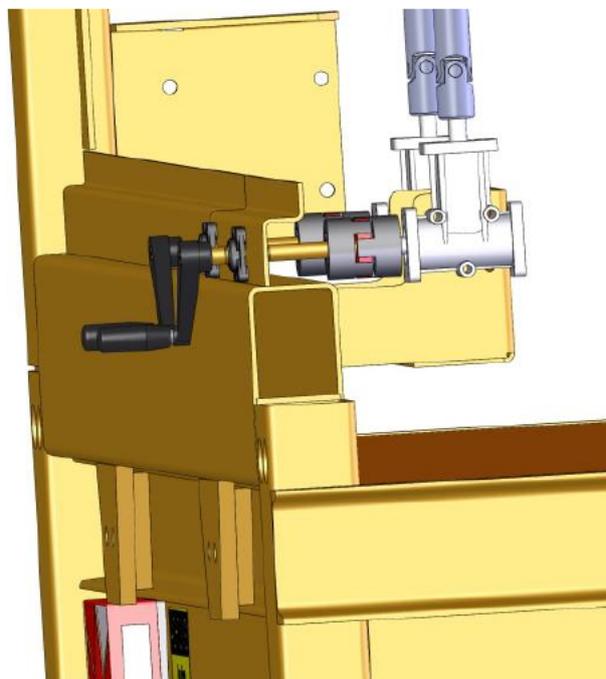


Abbildung 48: Antrieb der Mechanik durch Handkurbeln an der Stirnseite

Die Anbindung erfolgt durch ein Rechteckrohr in der Dimension 30/20/2 und gekanteten Blechen und wird direkt mit dem Dachspriegel verschraubt.

Ausarbeitungsphase

Ab der Zwischenwand werden die Antriebswellen der beiden Antriebe zum Verfahren des Dachgurtes und des Verdeckes nahezu parallel bis zu den beiden Handkurbeln geführt. (siehe Abbildung 49).

Abschließend werden für die Dachkonstruktion die restlichen Dachspiegel ergänzt, die untereinander mit Kunststoffaufstellern für die Plane verbunden werden (siehe Abbildung 50). Auf der Stirn- und Heckwand werden noch ein L-Profil als Abdeckung angebracht, unter die der erste und letzte Dachspiegel gefahren werden, damit kein Wasser durch das Dach gelangen kann. Auf die Dachspiegel wird über die gesamte Länge des Spezialanhängers eine Plane befestigt (im Volumenmodell nicht dargestellt), die beim Öffnungsvorgang mit den Spiegeln zusammengeschoben wird.



Abbildung 49: Übersicht des Kraftflusses der Dachmechanik

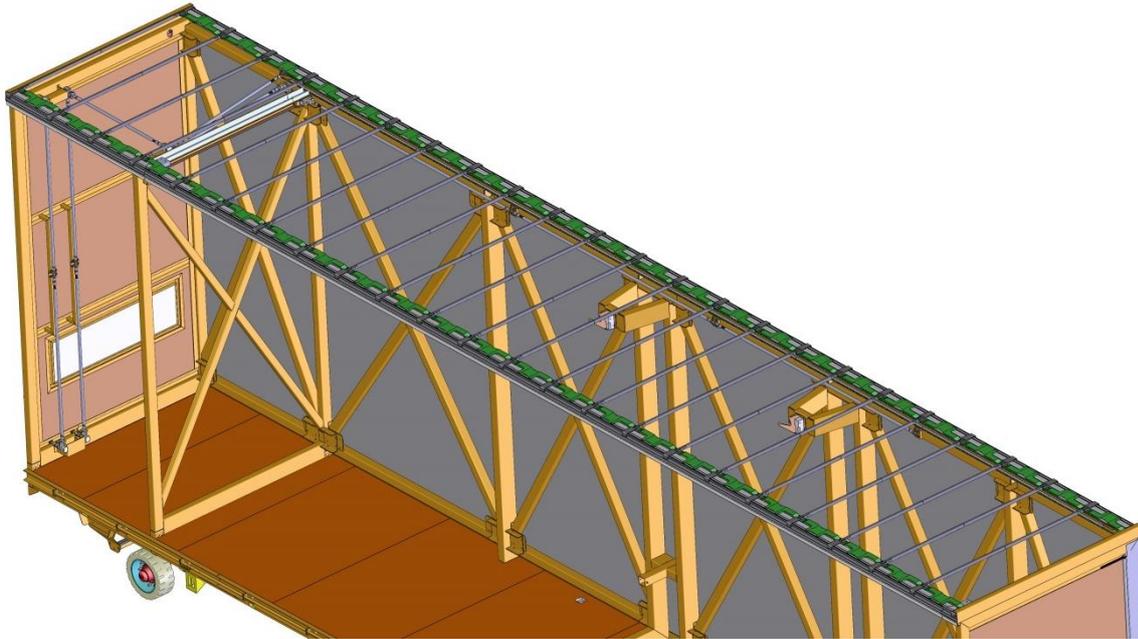


Abbildung 50: Gesamtübersicht der Dachmechanik und des Verdeckes

6.3 Konstruktion von Elementen zur Sicherung der Flugzeugseitenschale

6.3.1 Sicherung in y-Richtung

Für die Sicherung der Flugzeugseitenschale in y-Richtung wird die Konstruktion, wie im Entwurf beschrieben, umgesetzt (siehe Anhang S.86). Dafür werden zunächst auf dem Haken-element drei Quadratrohre in der Dimension 60/4 platziert (siehe Abbildung 51). Ein Quadratrohr wird horizontal auf dem Boden des Haken-elementes verschweißt und ein Quadratrohr vertikal an das Ende gestellt. Bleche versteifen die Rohre zueinander. An dem Ende zur linken Fahrzeugseite hin, wird der Aufsteller positioniert (siehe roter Pfeil in Abbildung 51 und Anhang S.91). Dieser wird drehbar mit einer Bundbuchse gelagert an das horizontale Rohr befestigt. Hier werden ebenfalls Versteifungsbleche angebracht. Auf die beiden vertikalen Rohre werden Halter zur Befestigung des Zurrgurtes gesetzt. Der Zurrgurt wird am feststehenden vertikalen Rohr mit einer Schraube befestigt. An dem Aufsteller wird eine Spannratsche angebracht, durch die der Zurrgurt eingefädelt wird. Bei dem Aufsteller läuft der Zurrgurt über ein Edelstahlrohr, welches mit zwei Bundbuchsen gelagert an dem Gurthalter verschraubt wird (siehe blauer Pfeil in Abbildung 51). Der Aufsteller kann mit einem Rastbolzen (siehe Anhang S.83) an dem horizontalen Rohr befestigt werden (siehe violett farbender Pfeil in Abbildung 51).

Ausarbeitungsphase

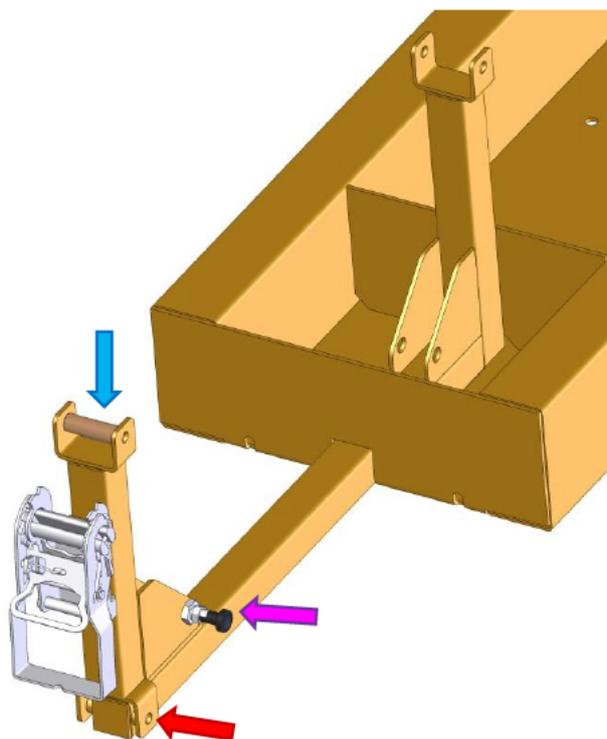


Abbildung 51: Aufsteller und Gurthalter für die y-Sicherung

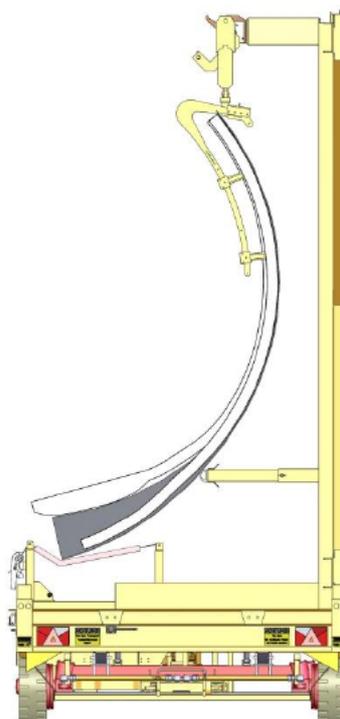


Abbildung 52: Eingehängte Flugzeugseitenschale gesichert in y-Richtung

Neben der Konstruktion zum Verzurren der Ladung, ist ein Anschlag, wie im Entwurf beschrieben, anzubringen (siehe Abbildung 53 und Anhang S.92). Dafür werden zwei 3000 mm lange gekantete Hutprofile mit zwei Quadratrohren in der Dimension 90/4 befestigt. Die Hutprofile mit den beiden Rohren werden in zwei Quadratrohre mit der Dimension 100/4 geschoben, die an den Hakenelementen befestigt sind. In die beiden Rohre der Hakenelemente wird eine Bohrung gesetzt und jeweils eine Mutter aufgeschweißt. So kann mit einer Flügelschraube der Anschlag an der gewünschten Position arretiert werden (siehe blaue Pfeile in Abbildung 53).

Für die Ladungssicherung muss der Bauteilschutz beachtet werden. Da die Oberfläche der Flugzeugseitenschale sehr empfindlich ist und beim Anlegen nicht beschädigt werden darf, werden auf das Hutprofil des Anschlages Prallschutzelemente von der Firma SVB-Spezialversand für Yacht- und Bootszubehör GmbH angebracht (siehe roter Pfeil in Abbildung 53 und Anhang S.85). Bei diesem Prallschutz bestehend aus Polyvinylchlorid, handelt es sich um ein Fenderprofil, welches eigentlich für Bootsstege benutzt wird. Es ist weiß und hinterlässt somit keine Spuren auf der Flugzeugseitenschale. Die Rohre der Zwischen- und Heckwand auf der linken Fahrzeugseite werden ebenfalls mit diesem Prallschutz bestückt, damit die Flugzeugseitenschale beim Einladevorgang im Falle einer Pendelbewegung geschützt wird.

Ausarbeitungsphase

Da die Zurrgurte nach dem Verzurren an der Kante der Flugzeugseitenschale anliegen, wird eine Auflage der Firma SpanSet secutex Sicherheitstechnik GmbH über die Zurrgurte gespannt (siehe violett farbende Pfeile in Abbildung 53). Die Secutexauflage besteht aus Polyurethan.

Vor dem Einhängen der Flugzeugseitenschale werden die Zurrgurte entspannt und die Aufsteller auf die Ladefläche geklappt. Beim Einladevorgang wird die Flugzeugseitenschale an den Anschlag gelehnt. Nach dem Einhängen der Flugzeugseitenschale werden die Aufsteller senkrecht zur Ladefläche gestellt, bis der Rastbolzen einrastet. Abschließend werden die Zurrgurte handfest mit den Spannratschen angezogen (siehe Abbildung 52).

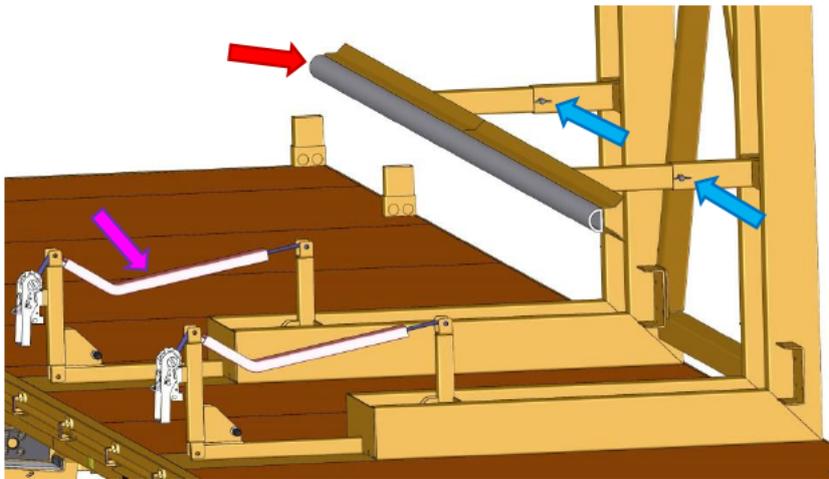


Abbildung 53: Übersicht der Sicherung der Ladung in y-Richtung

6.3.2 Sicherung in x-Richtung

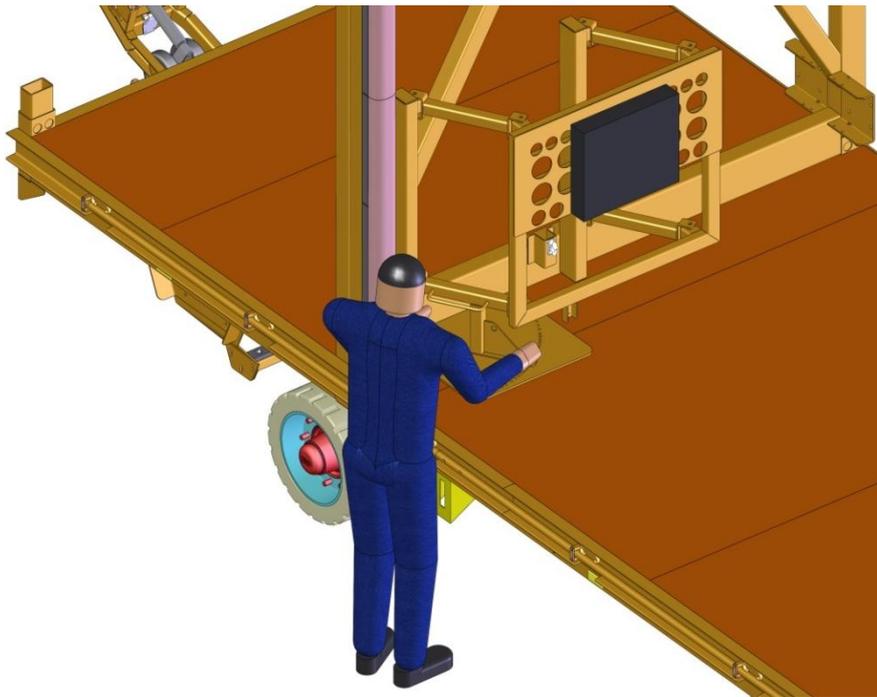


Abbildung 54: Sicherung der Ladung in x-Richtung

Für die Sicherung der Flugzeugseitenschale in x-Richtung, werden schwenkbare Anschläge konstruiert (siehe Abbildung 54 und Anhang S.106-109). Wie im Entwurf beschrieben, werden für die Aufnahme der Anschläge jeweils zwei Rechteckrohre in der Dimension 100/60/4 an die Stirn- und Heckwand gestellt. Für den vorderen Anschlag müssen diese Rohre 1130 mm und für den hinteren Anschlag 2050 mm lang sein. Der hintere Anschlag muss, wie im Entwurf bereits erwähnt, für die Flugzeugseitenschale des A321 XLR in einem höheren Bereich angebracht werden. An die beiden Aufnahmerohre werden vier Drehpunkte angebracht mit Lagerung durch Bundbuchsen. An die Drehpunkte werden vier schwenkbare Quadratrohre in der Dimension 50/4 angebracht. An diese Schwenkarme wird eine Rahmenkonstruktion geschraubt. Diese Rahmenkonstruktion besteht beim vorderen Sicherungselement aus zwei horizontal und zwei vertikal angeordneten Rechteckrohren in der Dimension 60/40/3 (siehe Abbildung 55). Bei der hinteren Rahmenkonstruktion werden diese Rohre länger für einen größeren Rahmen (siehe Abbildung 56). Zur Versteifung werden bei dem hinteren Rahmenelement ein zusätzliches horizontales und vertikales Rechteckrohr hinzugefügt. Wie bei den Aufnahmerohren, werden an beiden Rahmenkonstruktionen jeweils vier Drehpunkte angebracht mit einer Lagerung durch Bundbuchsen, damit die Rahmen mit den Schwenkarmen verbunden werden können. Bei der vorderen Rahmenkonstruktion wird im nächsten Schritt eine Trägerplatte installiert, auf welcher später ein elastisches Kissen geschraubt wird. Die Konstruktion für den hinteren Anschlag beinhaltet eine zusätzliche Trägerplatte, damit je nach Art der Flugzeugseitenschale oben oder unten das elastische Kissen montiert werden kann (siehe blaue Pfeile in Abbildung 56).

Ausarbeitungsphase

Um das Gewicht der schwenkbaren Anschläge zu reduzieren, werden die Trägerplatten mit größeren Bohrungen versehen.

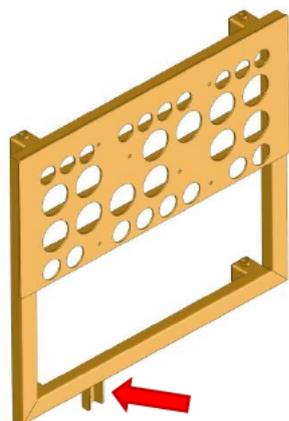


Abbildung 55: x-Sicherung Rahmenelement vorne

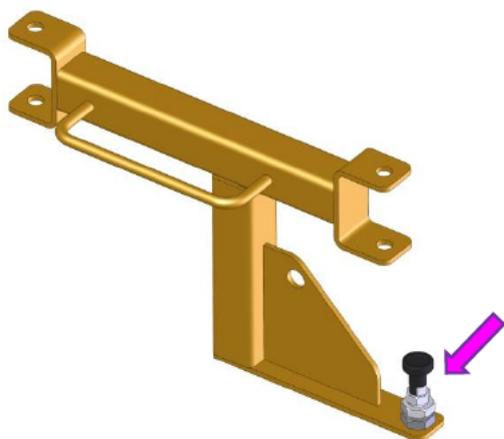


Abbildung 57: Schwenkarm mit Rastbolzen

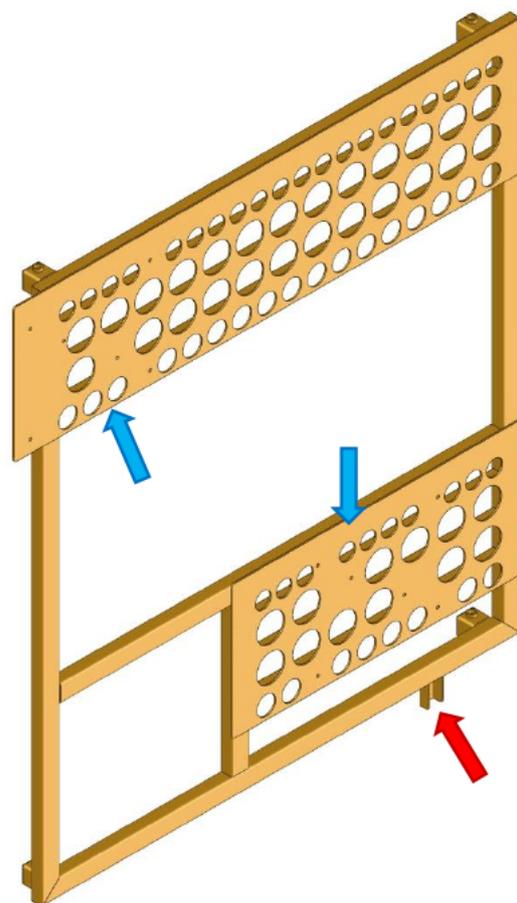


Abbildung 56: x-Sicherung Rahmenelement hinten

Da auf die Platte bei Belastung des Anschlages ein Biegemoment aufgebracht wird, werden auf der Rückseite der Rahmenkonstruktion Flachstähle auf die Platte zwischen den Rohren gestellt (siehe Abbildung 58). Um ein Aufschwenken der Anschläge beim Be- und Entladen des Anhängers zu vermeiden, wird an die Rahmen jeweils ein gekantetes Profil gesetzt wo ein Türfeststeller Platz findet (siehe roter Pfeil in Abbildung 55 bis Abbildung 59). Das Gegenstück des Türfeststellers wird an einem Hutprofil montiert, das jeweils an der Zwischen- und Heckwand befestigt wird.

Nachdem die Konstruktion sich nun gegen die Flugzeugseitenschale schwenken lässt, muss im nächsten Schritt betrachtet werden, wie der Anschlag arretiert wird. Die Bedienung des Anschlages erfolgt vom Fußboden aus durch eine Person (siehe Abbildung 54). Dafür wird jeweils am unteren Schwenkarm, der zu linken Fahrzeugseite näher ist, ein Handgriff aus Rundstahl geschweißt (siehe Abbildung 57 und Anhang S.105). Damit kann die Person den Anschlag zu sich an die Flugzeugseitenschale ziehen. Für die Arretierung des Anschlages wird, wie im Entwurf beschrieben, ein Rastbolzen (siehe Anhang S.83) mit einer Lochrastplatte vorgesehen. Dafür wird zunächst eine 8 mm dicke Platte unter den Aufnahmerohren

Ausarbeitungsphase

angebracht, die ein Rastlochmuster hat. Die Bohrungen des Rastlochmusters befinden sich auf einem Kreisbogen, dessen Mittelpunkt mit dem Drehpunkt des Schwenkarmes übereinstimmt. An dem Schwenkarm wird ein vertikales Quadratrohr angebracht, an dessen Ende ein Flachstahl geschweißt wird, auf dem der Rastbolzen angeschraubt wird (siehe violett farbender Pfeil in Abbildung 57). Zusätzlich wird eine Versteifung auf den Flachstahl gebracht. Für das Verschwenken des Anschlages muss der Rastbolzen nach oben gezogen und 90° verdreht werden. So kommt dieser nicht in Berührung mit der Rastplatte. Ist der Anschlag an die Flugzeugseitenschale herangezogen, wird der Rastbolzen wieder um 90° verdreht, sodass dieser einschnappen möchte. Da das Kissen elastisch ist, kann der Anschlag in das nächste Rastloch bewegt werden. Die Vorgehensweise ist sowohl bei dem vorderen als auch bei dem hinteren Anschlag gleich. Die Flugzeugseitenschale ist nun in x-Richtung gesichert (siehe Abbildung 59).

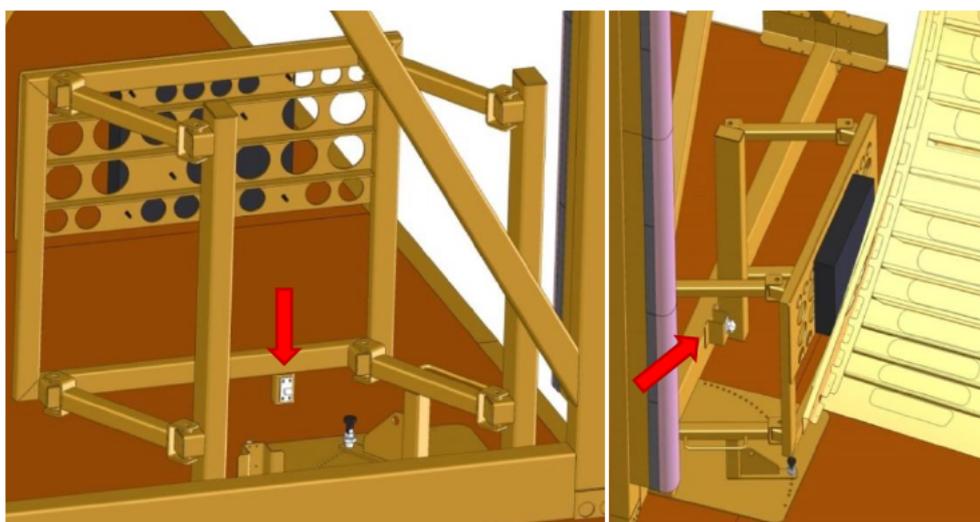


Abbildung 58: Mechanik der Sicherung in x-Richtung

Abbildung 59: Eingehängte Flugzeugseitenschale in x-Richtung gesichert

6.3.3 Gewichtsbilanz

Aus der CAD Datei ergibt sich eine Gesamtmasse des Anhängers von etwa 9000 kg. Abzüglich des Fahrgestellgewichtes von etwa 4400 kg verbleiben als Aufbaugewicht 4600 kg. Angestrebt waren laut Kapitel 5.2.2 ein Aufbaugewicht von mindestens 4850 kg. Der Anhänger müsste daher mit mindestens 250 kg zusätzlich ballastiert werden, um der Windlast bei einer Windstärke von 9 Beaufort zu bestehen. Allerdings muss beachtet werden, dass die Annahme der Windlastberechnung in 5.2.2 war, dass der Schwerpunkt des Anhängers in der Mitte ist. Aufgrund des niedrigsten Gewichtes ist der kritische Fahrzustand, bezüglich der Windlast, der Betrieb ohne Ladung. Das CAD Programm errechnet einen Schwerpunkt, der sich etwa 150 mm außermittig befindet. Um den Schwerpunkt möglichst in die Mitte zu bekommen, ergibt sich nach einigen Versuchen eine Ballastierung des Anhängers von etwa 1100 kg. Für den Spezialanhänger ergibt sich somit ein Leergewicht von etwa 10100 kg. Somit ist ausreichend Sicherheit gegeben für den Fahrbetrieb bei einer Windstärke von 9 Beaufort.

7 Zusammenfassung



Abbildung 60: Spezialanhänger geöffnet



Abbildung 61: Spezialanhänger Dachgurt geschlossen

Diese Arbeit umfasst die Entwicklung und Konstruktion eines Aufbaus für einen Spezialanhänger für den Transport einer Flugzeugseitenschale des Airbus A321. Dafür werden zunächst der Stand der Technik und technische Informationen erläutert und eine Anforderungsliste erstellt. Auf dieser Basis folgt eine Erstellung von Konzepten, eine Bewertung, Entwicklung und Ausarbeitung einer Gesamtlösung. Schwerpunkt ist hierbei die Entwicklung und Konstruktion der Wandelemente, die Mechanik zum Verfahren des Daches und der linken Fahrzeugseite und von Elementen zur Ladungssicherung. Abschließend folgt eine Erstellung von Zeichnungsableitungen der Konstruktion für die Fertigung.

Die Erarbeitung der Anforderungsliste ergab, dass für die Entwicklung primär zu berücksichtigen ist, dass der Spezialanhänger einsetzbar sein muss bis zu einer Windstärke von 9 Beaufort. Die Wandelemente des Anhängers müssen nicht nur die zu erwartende Windlast aufnehmen können, sondern auch die aufgehängte Flugzeugseitenschale und Dachstruktur tragen. Dafür wird eine Stahlrohrkonstruktion gewählt, welche die Stirn-, Zwischen und Heckwand und Seitenwände bilden. Die Stirn- und Heckwand werden mit Plywoodplatten und die Fahrzeugseiten mit Planen bedeckt. Eine weitere wichtige Anforderung ist, dass der Laderaum innerhalb von kurzer Zeit freigeben werden muss. Für das Be- und Entladen muss der Laderaum von oben und der linken Fahrzeugseite zugänglich sein. Als Lösung ergibt sich aus der Konzeptphase ein Verdeck, welches in Längsrichtung verfahrbar ist. Um die Flugzeugseitenschale von schräg oben einhängen zu können, beinhaltet das erarbeitete Konzept einen in Querrichtung verschiebbaren Dachgurt (Abbildung 60 und Abbildung 61). Für die geforderte schnelle und komfortable Bedienung durch eine Person, erfolgt der Antrieb der Mechanik zum Verfahren des Verdeckes und des Dachgurtes über Handkurbeln an der Stirnseite des Anhängers. Der Kraftfluss geht über Gelenkwellen bei der Verdeckmechanik auf eine Kettenführung und bei der Dachgurtmechanik auf Gewindestangen. Damit die Kettenführung und die Gewindestangen das Verdeck und Dachgurt in kurzer Zeit verfahren können,

Zusammenfassung

wird mit mehreren Übersetzungsstufen gearbeitet. Für das Verfahren der Seitenplane auf der linken Fahrzeugseite wird eine Schiebep lane vorgesehen.

Wichtig für den Transport der Flugzeugseitenschale ist die ausreichende Ladungssicherung. Gefordert wird eine Sicherung der Flugzeugseitenschale und der Traverse in Querrichtung und die Sicherung der Flugzeugseitenschale in Längsrichtung. Aus der Konzeptionierung ergibt sich für die Sicherung in Querrichtung ein herausziehbarer Anschlag mit einer reibschlüssigen Klemmung und ein Verzurren der Flugzeugseitenschale vom Boden aus. Für die Sicherung der Flugzeugseitenschale in Längsrichtung wird als Lösung ein schwenkbarer Anschlag umgesetzt, der an der Zwischen- und Heckwand abgebracht wird. Die Arretierung erfolgt über ein Rastlochmuster und einem Rastbolzen. Die Bedienung der Sicherungselemente erfolgt durch eine Person vom Fußboden aus. Die Anforderungen der zuverlässigen Ladungssicherung werden damit erfüllt.

Da das benötigte Gesamtgewicht des Anhängers, um bei Windstärke 9 Beaufort betrieben zu werden, am Ende nicht erreicht wird und der Schwerpunkt außermittig liegt, muss der Anhänger nachträglich ballastiert werden.

Die fertige Gesamtkonstruktion (Abbildung 62) erfüllt alle Anforderungen und wird nach den erstellten Zeichnungsableitungen gefertigt.

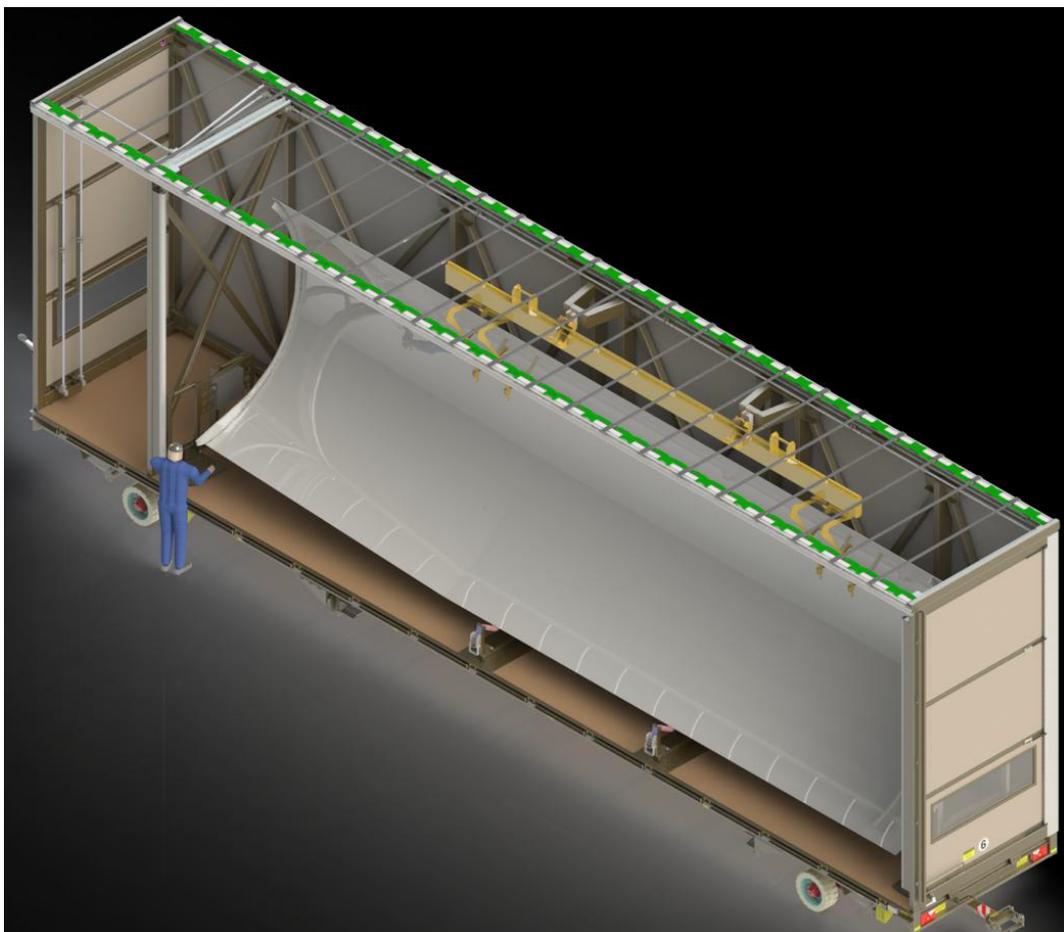


Abbildung 62: Spezialanhänger geschlossen

8 Literaturverzeichnis

1. **Eggers Fahrzeugbau GmbH.** eggers-fahrzeugbau. [Online] 2020. [Zitat vom: 3. Januar 2020.] <https://www.eggers-fahrzeugbau.com>.
2. **Bundesanzeiger Verlag.** Bundesgesetzblatt Teil II 2015 Nr. 3. [Online] 3. Februar 2015. [Zitat vom: 3. Januar 2020.] https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBI&jumpTo=bgbl215s0069.pdf#__bgbl__%2F%2F*%5B%40attr_id%3D%27bgbl215s0069.pdf%27%5D__1578047127307.
3. **Hoepke, Erich.** *Nutzfahrzeugtechnik: Grundlagen- Systeme- Komponenten.* s.l. : Springer Vieweg, 2016. 978-3658095369.
4. **Airbus.** airbus.com. [Online] 2020. [Zitat vom: 3. Januar 2020.] <https://www.airbus.com/aircraft/passenger-aircraft/a320-family/a321neo.html#details>.
5. **Norebbo Stock Illustration and Design.** norebbo.com. [Online] Februar 2020. [Zitat vom: 26. Februar 2020.] <https://www.norebbo.com/2017/09/airbus-a321-neo-blank-illustration-templates/>.
6. **Eggers Fahrzeugbau GmbH.** Eigentum der Firma Eggers Fahrzeugbau GmbH. Brinkum : s.n., 2016.
7. **Roth, Günther.** *Meteorologie.* Stuttgart : Eugen Ulmer, 2016. ISBN: 978-3-8252-4603-7.
8. **Deutscher Wetterdienst.** dwd.de. [Online] 2020. [Zitat vom: 3. Januar 2020.] <https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html?nn=103346&lv2=100310&lv3=100390>.
9. **Deutsches Institut für Normung e.V.** DIN 1055-4:2005-03: Einwirkungen auf Tragwerke - Teil 4: Windlasten. 2005.
10. **Böswirth, Bschorer.** *Technische Strömungslehre.* s.l. : Vieweg + TeubnerVerlag, 2012. ISBN 978-3-8348-1718-1.
11. **Dubbel.** *Taschenbuch für Maschinenbau.* s.l. : Springer Verlag, 1990. ISBN 978-3540523819.
12. **Böge.** *Handbuch Maschinenbau.* s.l. : Springer Vieweg, 2017. ISBN: 978-3-8348-9898-2.
13. **Wittel, Jannasch, Voßiek, Spura.** *Roloff/ Matek Maschinenelemente.* s.l. : Springer Vieweg, 2015. ISBN: 978-3-658-09081-4.

14. **Schweizer, Anton.** schweizer-fn.de. [Online] 11. Januar 2020. [Zitat vom: 21. Januar 2020.] <https://www.schweizer-fn.de/antrieb/gelenkwelle/gelenkwelle.php>.
15. **Otto Ganter GmbH & Co. KG.** ganternorm.com. [Online] Februar 2020. [Zitat vom: 26. Februar 2020.] https://live-katalog.ganternorm.com/pdf/ganter/DE/rastbolzen_festigkeit.pdf?dispositiontype=attachm ent.
16. **Maedler.** maedler.de. [Online] 24. Februar 2020. [Zitat vom: 24. Februar 2020.] http://smarthost.maedler.de/files/Katalog42_DE.zip.
17. **Murtfeldt Kunststoffe GmbH & Co. KG.** murtfeldt.de. [Online] 24. Februar 2020. [Zitat vom: 24. Februar 2020.] https://www.murtfeldt.de/fileadmin/downloads/hauptkatalog/Murtfeldt_Hauptkatalog.pdf.
18. **Otto Ganter GmbH & Co. KG.** ganternorm.com. [Online] 24. Februar 2020. [Zitat vom: 24. Februar 2020.] https://www.ganternorm.com/uploads/tx_rldownloadlist/katalog_17.1.pdf.
19. **Hansa Tec Hebe- und Zurrtechnik GmbH.** hansatec.de. [Online] 24. Februar 2020. [Zitat vom: 24. Februar 2020.] <https://www.hansatec.de/Katalog/SIP-20-HansaTec.pdf>.
20. **SVB-Spezialversand für Yacht- und Bootszubehör GmbH.** svb.de. [Online] 25. Februar 2020. [Zitat vom: 25. Februar 2020.] https://www.svb.de/katalog/de/s_24.pdf.

9 Anhang

Technische Datenblätter.....	74 – 85
Kegelradgetriebe Maedler.....	74
Elastische Kupplung Maedler.....	76
Taper-Spannbuchsen für elastische Kupplung Maedler.....	77
Stehlager Maedler.....	78
Flanschlager Maedler.....	78
Kette Maedler.....	79
Winkellaschen für Kette Maedler.....	80
Kettenführung Murtfeldt.....	81
Handkurbel Ganter Norm.....	82
Rastbolzen Ganter Norm.....	83
Secutex Gurtauflage Hansatec.....	84
Prallschutz Fenderprofil SVB.....	85
Zeichnungsableitungen.....	86–110
Wand Laderaum.....	86
Säule Kranhaken.....	87
Wandelement mitte.....	88
Seitenwand kurz.....	89
Zwischensäule.....	90
Aufsteller.....	91
Anlageelement.....	92
Stirnwand komplett.....	93
Stirnwand Stahlbau.....	94
Heckwand komplett.....	95
Heckwand Stahlbau.....	96
Zwischenwand.....	97
Dach komplett.....	98
Dachbaum verschiebbar komplett.....	99
Anbindung Dach komplett.....	100
Seitenplane komplett.....	101
Rausfallsicherung Seitenplane.....	102
Gelenkwelle komplett.....	103
Kettenführung.....	104
Schwenkarm 2 Vorne.....	105
X-Anschlag Vorne.....	106
X-Anschlags-element Vorne.....	107
X-Anschlag Hinten.....	108
X-Anschlags-element Hinten.....	109
Transportwagen ACF SSL.....	110

Kegelradgetriebe Maedler (16)

Kegelradgetriebe DZA

Allgemeines: 4 Baugrößen und zwei Ausführungen.
 Übersetzungen wahlweise 1 : 1 oder 2 : 1. Einbaulage beliebig.
 Übersetzung ins Schnelle bis max. 750 min⁻¹ zulässig.

Gehäuse: Starkwandiger, ungeteilter Alu-Gusskörper, gegen Ölaustritt und Staubeinwirkung vollkommen gekapselt.

Verzahnung: Gleason Coniflex-Kegelräder, oberflächengehärtet.

Wellen/Lagerung: An- und Abtriebswellen sind geschliffen und wälzgelagert. Ab Größe 2 mit Passfedernut.

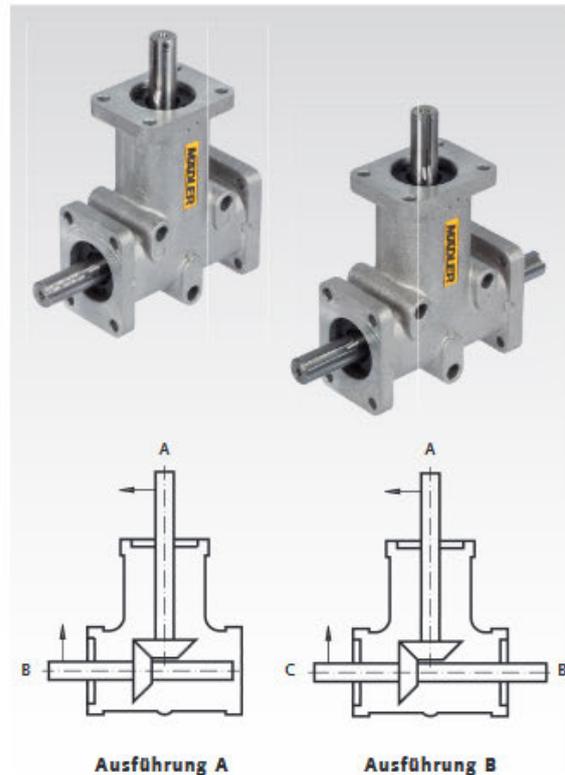
Schmierung/Wartung: Lebensdauer-Ölfüllung, Viskosität ISO VG 150. Die Getriebe sind wartungsfrei.

Winkelspiel: 15 bis 30 Winkelminuten.

zul. Betriebstemperatur: -18°C bis +80°C.

Bestellangaben: z.B.: Artikel-Nr., Typ, Übersetzung, Baugröße, Ausführung

Artikel-Nr.	Über- setzung	Bau- größe	Aus- führung	Wellen-Ø mm	Gewicht kg
410 010 00	1 : 1	1	A	8	0,30
410 020 00	1 : 1	1	B	8	0,31
410 012 00	1 : 1	2	A	15	1,25
410 022 00	1 : 1	2	B	15	1,31
410 014 00	1 : 1	3	A	20	3,75
410 024 00	1 : 1	3	B	20	3,89
410 016 00	1 : 1	4	A	25	6,20
410 026 00	1 : 1	4	B	25	6,52
410 010 02	2 : 1	1	A	8	0,30
410 020 02	2 : 1	1	B	8	0,31
410 012 02	2 : 1	2	A	15	1,25
410 022 02	2 : 1	2	B	15	1,31
410 014 02	2 : 1	3	A	20	3,75
410 024 02	2 : 1	3	B	20	3,89
410 016 02	2 : 1	4	A	25	6,20
410 026 02	2 : 1	4	B	25	6,52



Leistungsdaten

Abtriebs- drehzahl* min ⁻¹	Über- setzung i	Größe 1		Größe 2		Größe 3		Größe 4	
		Eingangs- leistung kW	Abtriebs- drehmoment** Nm	Eingangs- leistung kW	Abtriebs- drehmoment** Nm	Eingangs- leistung kW	Abtriebs- drehmoment** Nm	Eingangs- leistung kW	Abtriebs- drehmoment** Nm
50	1 : 1	0,02	3,5	0,05	10,0	0,18	35,0	0,31	60
100	1 : 1	0,03	3,0	0,10	9,5	0,34	32,0	0,61	58
200	1 : 1	0,06	2,8	0,20	9,5	0,64	30,5	1,17	56
400	1 : 1	0,11	2,6	0,38	9,0	1,22	29,0	2,18	52
700	1 : 1	0,18	2,5	0,65	8,8	2,09	28,5	3,37	46
1400	1 : 1	0,35	2,4	1,29	8,8	3,99	27,2	6,45	44
2000***	1 : 1	0,31	1,5	1,15	5,5	3,77	18,0	7,33	35
3000***	1 : 1	0,38	1,2	1,26	4,0	4,71	15,0	7,54	24
50	2 : 1	0,02	3,0	0,04	8,0	0,14	26,0	0,26	50
100	2 : 1	0,03	2,5	0,07	7,0	0,25	24,0	0,46	44
200	2 : 1	0,05	2,2	0,14	6,8	0,46	22,0	0,90	43
400	2 : 1	0,09	2,1	0,29	6,8	0,88	21,0	1,72	41
700	2 : 1	0,15	2,0	0,50	6,8	1,47	20,0	3,00	40,9
1400	2 : 1	0,18	1,2	0,66	4,5	2,35	16,0	3,67	25

* Die Getriebe sind so ausgelegt, dass die Lebensdauer bei voller Belastung und bei einer Eingangs-drehzahl von 1400 min⁻¹ 10.000 Stunden beträgt.

** Nur für Ausführung A. Bei Ausführung B ist der Wert pro Wellenende zu halbieren.

*** Drehzahlen über 1400 min⁻¹ verkürzen die Lebensdauer und sind nur kurzzeitig zulässig. Bei Überschreiten der zul. Betriebstemperatur ist Ölaustritt möglich.

Wellenanordnung und Drehzahlen

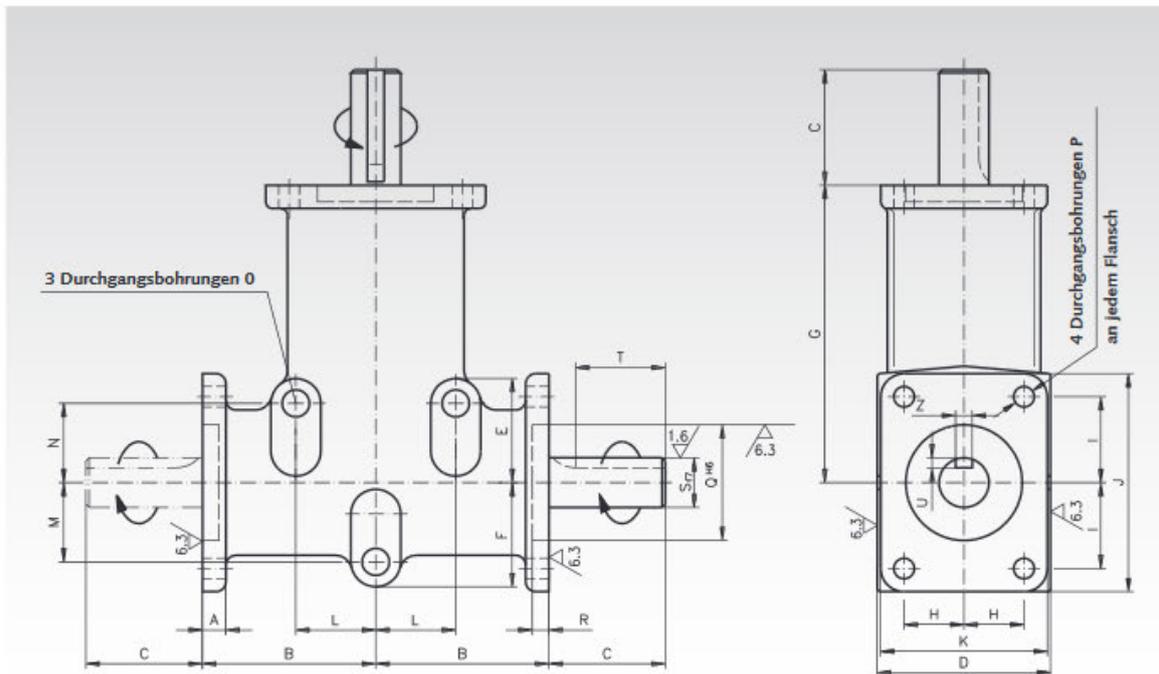
Bei Übersetzung 1:1 beträgt die max. Drehzahl 1.400 min⁻¹.

Bei Übersetzung 2:1 kann wahlweise ins Langsame oder ins Schnelle übersetzt werden.

Übersetzung ins Langsame: Eingang über Welle A mit max. 1.400 min⁻¹ (Abtriebsdrehzahl max. 700 min⁻¹).

Übersetzung ins Schnelle: Eingang über Welle B/C mit max. 750 min⁻¹ (Abtriebsdrehzahl max. 1.500 min⁻¹).

Maßtabelle Kegelradgetriebe DZA



Größe	Wellen-Ø mm	Anzahl d. Abtriebswellen	Übersetzung	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T*	U	Z	Gewicht kg
Maße in mm																										
1	8	1	1:1	6	34	15	34	21	21	60	11	15	40	32	16	16	16	5,2	4,2	22	2	8	-	-	-	0,30
1	8	2	1:1	6	34	15	34	21	21	60	11	15	40	32	16	16	16	5,2	4,2	22	2	8	-	-	-	0,31
1	8	1	2:1	6	34	15	34	21	21	60	11	15	40	32	16	16	16	5,2	4,2	22	2	8	-	-	-	0,30
1	8	2	2:1	6	34	15	34	21	21	60	11	15	40	32	16	16	16	5,2	4,2	22	2	8	-	-	-	0,31
2	15	1	1:1	10	52	35	52	31,5	31,5	90	18	26	66	50	24	24	24	8,2	6,2	35	3	15	27	3	5	1,25
2	15	2	1:1	10	52	35	52	31,5	31,5	90	18	26	66	50	24	24	24	8,2	6,2	35	3	15	27	3	5	1,31
2	15	1	2:1	10	52	35	52	31,5	31,5	90	18	26	66	50	24	24	24	8,2	6,2	35	3	15	27	3	5	1,25
2	15	2	2:1	10	52	35	52	31,5	31,5	90	18	26	66	50	24	24	24	8,2	6,2	35	3	15	27	3	5	1,31
3	20	1	1:1	8,5	75	50	76	47	47	140	27	38	97	74	38	38	38	9,0	8,5	52	2,5	20	40	3,5	6	3,75
3	20	2	1:1	8,5	75	50	76	47	47	140	27	38	97	74	38	38	38	9,0	8,5	52	2,5	20	40	3,5	6	3,89
3	20	1	2:1	8,5	75	50	76	47	47	140	27	38	97	74	38	38	38	9,0	8,5	52	2,5	20	40	3,5	6	3,75
3	20	2	2:1	8,5	75	50	76	47	47	140	27	38	97	74	38	38	38	9,0	8,5	52	2,5	20	40	3,5	6	3,89
4	25	1	1:1	13	80	70	100	81	57,5	150	38	38	99	98	45	45	70	10,3	10,3	62	3,5	25	60	4	8	6,20
4	25	2	1:1	13	80	70	100	81	57,5	150	38	38	99	98	45	45	70	10,3	10,3	62	3,5	25	60	4	8	6,52
4	25	1	2:1	13	80	70	100	81	57,5	150	38	38	99	98	45	45	70	10,3	10,3	62	3,5	25	60	4	8	6,20
4	25	2	2:1	13	80	70	100	81	57,5	150	38	38	99	98	45	45	70	10,3	10,3	62	3,5	25	60	4	8	6,52

* Größe 1 ohne Passfedernut.

Zulässige Radial- und Axialbelastungen

Größe	F _R ** N	F _A *** N
1	60	20
2	140	50
3	300	80
4	400	160

** zul. Radialkraft bei F_A=0.
 *** zul. Axialkraft bei F_R=0.

Betriebsfaktoren

Betriebsstunden je Tag	3	8	12	24
gleichmäßige Belastung	0,7	0,9	1	1,3
leichte Stoßbelastung	0,9	1	1,3	1,8
schwere Stoßbelastung	1,3	1,6	1,8	2,3

Betriebstemperatur -18° bis + 80°C.

Größe	1	2	3	4
Ölfüllung (Angabe in dm³)	0,02	0,06	0,18	0,30



Elastische Kupplung Maedler (16)

Elastische Kupplungen RNT für Taper-Spannbuchsen

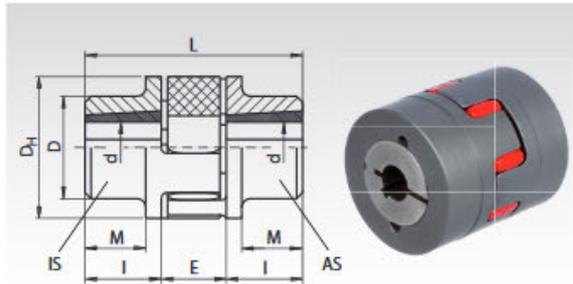
Werkstoff: Kupplungsnapen: Grauguss GG25 (GJL 250).
Zahnkranz: Polyurethan, Shorehärte 92°A oder 98°A.

Zwei Kupplungsnapen mit einem Zahnkranz und zwei Taper-Spannbuchsen ergeben zusammen eine einbaufertige elastische Kupplung. **Alle Einzelteile müssen einzeln bestellt werden.** Dadurch können die Zugänglichkeit (Montage von innen oder außen) und unterschiedliche Bohrungsdurchmesser ausgewählt werden. Temperaturbereich: -20°C bis +80°C.

Ausführung IS: Befestigung der Buchse von innen.

Ausführung AS: Befestigung der Buchse von außen.

Bestellangaben: z.B.: Art.-Nr. 605 201 01, Kupplungsnahe RNT, Ausführung IS
605 201 02, Kupplungsnahe RNT, Ausführung AS
605 092 24, Zahnkranz 92° Shore Baugröße 24
sowie 2 passende Spannbuchsen Nr. 1008 2x Art. 622 501...



Kupplungsnapen für Kupplung RNT

Artikel-Nr. Kupplungs- nahe	Naben- Ausführung	Bau- größe	Nenn-Drehmoment		D _H mm	D mm	L mm	I mm	M mm	E mm	Bohrung d min. mm	Bohrung d max. mm	Buchse Nr.	Drehzahl max. bei V=40 m/s min ⁻¹	Gewicht kg
			92 Sh Nm	98 Sh Nm											
605 201 01	IS	24	35	60	55	55	64	23	-	18	9	25	1008	14000	0,4
605 201 02	AS	24	35	60	55	55	64	23	-	18	9	25	1008	14000	0,4
605 202 01	IS	28	95	160	65	65	66	23	-	20	9	28	1108	11800	0,6
605 202 02	AS	28	95	160	65	65	66	23	-	20	9	28	1108	11800	0,6
605 203 01	IS	38	190	325	80	78	70	23	15	24	9	28	1108	9500	0,9
605 203 02	AS	38	190	325	80	78	70	23	15	24	9	28	1108	9500	0,9
605 204 01	IS	42	265	450	95	94	78	26	16	26	12	42	1610	8000	1,5
605 204 02	AS	42	265	450	95	94	78	26	16	26	12	42	1610	8000	1,5
605 205 01	IS	48	310	525	105	104	106	39	28	28	12	42	1615	7100	2,6
605 205 02	AS	48	310	525	105	104	106	39	28	28	12	42	1615	7100	2,6
605 206 01	IS	55	410	685	120	118	96	33	20	30	12	50	2012	6300	2,8
605 206 02	AS	55	410	685	120	118	96	33	20	30	12	50	2012	6300	2,8
605 207 01	IS	65	625	940	135	115	101	33	19	35	12	50	2012	5600	3,5
605 207 02	AS	65	625	940	135	115	101	33	19	35	12	50	2012	5600	3,5
605 208 01	IS	75	1280	1920	160	135	144	46	36	40	15	65	2517	4750	6,9
605 208 02	AS	75	1280	1920	160	135	144	46	36	40	15	65	2517	4750	6,9
605 209 01	IS	90	2400	3600	200	160	149	52	33	45	20	75	3020	3750	9,6
605 209 02	AS	90	2400	3600	200	160	149	52	33	45	20	75	3020	3750	9,6

Zahnkränze für Kupplung RNT (Seite 372)

Bau- größe	Ø mm	Artikel-Nr. 92° Shore A gelb	Drehmoment			Artikel-Nr. 98° Shore A rot	Drehmoment			Gewicht kg
			Nenn Nm	max. Nm	Wechsel Nm		Nenn Nm	max. Nm	Wechsel Nm	
24	55	605 092 24	35	70	9,1	605 098 24	60	120	16	0,02
28	65	605 092 28	95	190	25	605 098 28	160	320	42	0,03
38	80	605 092 38	190	380	49	605 098 38	325	650	85	0,06
42	95	605 092 42	265	530	69	605 098 42	450	900	117	0,07
48	105	605 092 48	310	620	81	605 098 48	525	1050	137	0,10
55	120	605 092 55	410	820	107	605 098 55	685	1370	178	0,12
65	135	605 092 65	625	1250	163	605 098 65*	940	1880	244	0,21
75	160	605 092 75	1280	2560	333	605 098 75*	1920	3840	499	0,34
90	200	605 092 90	2400	4800	624	605 098 90*	3600	7200	936	0,70

* Ab Baugröße 65 Shorehärte 95° A.

Hinweis: Zahnkränze mit Shore-Härte 64°D sind für Taper-Kupplungen nicht empfohlen.



**Taper -
Spannbuchsen
Seite 340**



**Beschreibung und
Montageanleitung
Seite 867**



Taper-Spannbuchsen für elastische Kupplung Maedler (16)

Taper-Spannbuchsen

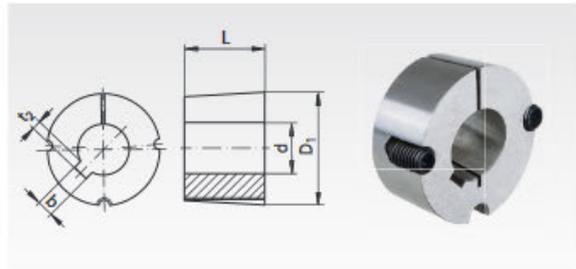
Werkstoff: GG25.

Bohrungen ISO E8. Metrische Bohrungen mit Passfedernut nach DIN 6885/1. Zöllige Bohrungen mit Passfedernut nach britischem Standard (BS). Lieferung einschließlich Schrauben. Gewinde BSW. Konus und vordere Planfläche geschliffen.

Wellentoleranz +0,05/-0,125 mm. Verwendbar mit oder ohne Passfeder, je nach erforderlichem Drehmoment.

Weitere Buchsengrößen und Bohrungen kurzfristig lieferbar.

Montageanleitung siehe Seite 867.



Bestellangaben: z.B.: Art.-Nr. 622 501 09, Taper-Spannbuchse 1008, Bohrung 9 mm

Artikel-Nr.	Spannbuchse Nr.	Bohrung d mm	Nut b mm	t ₂ mm	L mm	D ₁ mm	Gewicht kg
622 501 09	1008	9	3	1,4	22,3	35,2	0,175
622 501 10	1008	10	3	1,4	22,3	35,2	0,160
622 501 11	1008	11	4	1,8	22,3	35,2	0,140
622 501 12	1008	12	4	1,8	22,3	35,2	0,120
622 501 1270	1008	1/2"	1/8"	1/16"	22,3	35,2	0,120
622 501 14	1008	14	5	2,3	22,3	35,2	0,118
622 501 15	1008	15	5	2,3	22,3	35,2	0,116
622 501 16	1008	16	5	2,3	22,3	35,2	0,112
622 501 18	1008	18	6	2,8	22,3	35,2	0,100
622 501 19	1008	19	6	2,8	22,3	35,2	0,098
622 501 1905	1008	3/4"	3/16"	3/32"	22,3	35,2	0,098
622 501 20	1008	20	6	2,8	22,3	35,2	0,094
622 501 22	1008	22	6	2,8	22,3	35,2	0,080
622 501 24	1008	24	8	1,3 ¹⁾	22,3	35,2	0,070
622 501 25	1008	25	8	1,3 ¹⁾	22,3	35,2	0,068
622 502 09	1108	9	3	1,4	22,3	38,4	0,195
622 502 10	1108	10	3	1,4	22,3	38,4	0,180
622 502 11	1108	11	4	1,8	22,3	38,4	0,165
622 502 12	1108	12	4	1,8	22,3	38,4	0,154
622 502 1270	1108	1/2"	1/8"	1/16"	22,3	38,4	0,154
622 502 14	1108	14	5	2,3	22,3	38,4	0,148
622 502 15	1108	15	5	2,3	22,3	38,4	0,145
622 502 16	1108	16	5	2,3	22,3	38,4	0,140
622 502 17	1108	17	5	2,3	22,3	38,4	0,136
622 502 18	1108	18	6	2,8	22,3	38,4	0,132
622 502 19	1108	19	6	2,8	22,3	38,4	0,126
622 502 1905	1108	3/4"	3/16"	3/32"	22,3	38,4	0,126
622 502 20	1108	20	6	2,8	22,3	38,4	0,122
622 502 22	1108	22	6	2,8	22,3	38,4	0,112
622 502 2222	1108	7/8"	1/4"	1/8"	22,3	38,4	0,112
622 502 24	1108	24	8	3,3	22,3	38,4	0,096
622 502 25	1108	25	8	3,3	22,3	38,4	0,092
622 502 2540	1108	1"	1/4"	1/8"	22,3	38,4	0,092
622 502 28	1108	28	8	1,3 ¹⁾	22,3	38,4	0,088
622 503 10	1210	10	3	1,4	25,4	47,5	0,282
622 503 11	1210	11	4	1,8	25,4	47,5	0,280
622 503 12	1210	12	4	1,8	25,4	47,5	0,278
622 503 1270	1210	1/2"	1/8"	1/16"	25,4	47,5	0,278
622 503 14	1210	14	5	2,3	25,4	47,5	0,274
622 503 15	1210	15	5	2,3	25,4	47,5	0,267
622 503 16	1210	16	5	2,3	25,4	47,5	0,262
622 503 17	1210	17	5	2,3	25,4	47,5	0,257
622 503 18	1210	18	6	2,8	25,4	47,5	0,250
622 503 19	1210	19	6	2,8	25,4	47,5	0,244
622 503 1905	1210	3/4"	3/16"	3/32"	25,4	47,5	0,244
622 503 20	1210	20	6	2,8	25,4	47,5	0,240
622 503 22	1210	22	6	2,8	25,4	47,5	0,224
622 503 24	1210	24	8	3,3	25,4	47,5	0,208
622 503 25	1210	25	8	3,3	25,4	47,5	0,198
622 503 2540	1210	1"	1/4"	1/8"	25,4	47,5	0,198
622 503 28	1210	28	8	3,3	25,4	47,5	0,184
622 503 30	1210	30	8	3,3	25,4	47,5	0,168
622 503 3175	1210	1 1/4"	5/16"	1/8"	25,4	47,5	0,168
622 503 32	1210	32	10	3,3	25,4	47,5	0,160

¹⁾ Mit flacher Nut.

Umrechnung Zoll / Millimeter

Zoll	1/16	3/32	1/8	5/32	3/16	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	3/4	7/8	1	1 1/8	1 1/4	1 3/8	1 1/2	1 5/8	2
mm	1,588	2,381	3,175	3,969	4,763	6,35	7,938	9,525	11,113	12,7	19,05	22,225	25,4	28,575	31,75	34,925	38,1	41,275	50,8

Artikel-Nr.	Spannbuchse Nr.	Bohrung d mm	Nut b mm	t ₂ mm	L mm	D ₁ mm	Gewicht kg
622 513 14	1215	14	5	2,3	38,1	47,5	0,380
622 513 16	1215	16	5	2,3	38,1	47,5	0,370
622 513 18	1215	18	6	2,8	38,1	47,5	0,350
622 513 19	1215	19	6	2,8	38,1	47,5	0,340
622 513 20	1215	20	6	2,8	38,1	47,5	0,335
622 513 22	1215	22	6	2,8	38,1	47,5	0,320
622 513 24	1215	24	8	3,3	38,1	47,5	0,290
622 513 25	1215	25	8	3,3	38,1	47,5	0,285
622 513 28	1215	28	8	3,3	38,1	47,5	0,260
622 513 30	1215	30	8	3,3	38,1	47,5	0,230
622 513 32	1215	32	10	3,3	38,1	47,5	0,200
622 504 12	1610	12	4	1,8	25,4	57	0,416
622 504 1270	1610	1/2"	1/8"	1/16"	25,4	57	0,416
622 504 14	1610	14	5	2,3	25,4	57	0,412
622 504 15	1610	15	5	2,3	25,4	57	0,408
622 504 16	1610	16	5	2,3	25,4	57	0,402
622 504 17	1610	17	5	2,3	25,4	57	0,397
622 504 18	1610	18	6	2,8	25,4	57	0,390
622 504 19	1610	19	6	2,8	25,4	57	0,380
622 504 1905	1610	3/4"	3/16"	3/32"	25,4	57	0,380
622 504 20	1610	20	6	2,8	25,4	57	0,373
622 504 22	1610	22	6	2,8	25,4	57	0,366
622 504 2222	1610	7/8"	1/4"	1/8"	25,4	57	0,366
622 504 24	1610	24	8	3,3	25,4	57	0,356
622 504 25	1610	25	8	3,3	25,4	57	0,348
622 504 2540	1610	1"	1/4"	1/8"	25,4	57	0,348
622 504 28	1610	28	8	3,3	25,4	57	0,324
622 504 2857	1610	1 1/8"	5/16"	1/8"	25,4	57	0,324
622 504 30	1610	30	8	3,3	25,4	57	0,304
622 504 32	1610	32	10	3,3	25,4	57	0,280
622 504 35	1610	35	10	3,3	25,4	57	0,264
622 504 38	1610	38	10	3,3	25,4	57	0,240
622 504 40	1610	40	12	3,3	25,4	57	0,210
622 504 42	1610	42	12	3,3	25,4	57	0,200
622 508 12	1615	12	4	1,8	38,1	57	0,590
622 508 14	1615	14	5	2,3	38,1	57	0,580
622 508 15	1615	15	5	2,3	38,1	57	0,576
622 508 16	1615	16	5	2,3	38,1	57	0,570
622 508 18	1615	18	6	2,8	38,1	57	0,561
622 508 19	1615	19	6	2,8	38,1	57	0,557
622 508 1905	1615	3/4"	3/16"	3/32"	38,1	57	0,557
622 508 20	1615	20	6	2,8	38,1	57	0,552
622 508 22	1615	22	6	2,8	38,1	57	0,540
622 508 24	1615	24	8	3,3	38,1	57	0,520
622 508 25	1615	25	8	3,3	38,1	57	0,510
622 508 2540	1615	1"	1/4"	1/8"	38,1	57	0,510
622 508 28	1615	28	8	3,3	38,1	57	0,470
622 508 30	1615	30	8	3,3	38,1	57	0,446
622 508 32	1615	32	10	3,3	38,1	57	0,414
622 508 35	1615	35	10	3,3	38,1	57	0,380
622 508 38	1615	38	10	3,3	38,1	57	0,346
622 508 40	1615	40	12	3,3	38,1	57	0,340
622 508 42	1615	42	12	2,2 ¹⁾	38,1	57	0,260

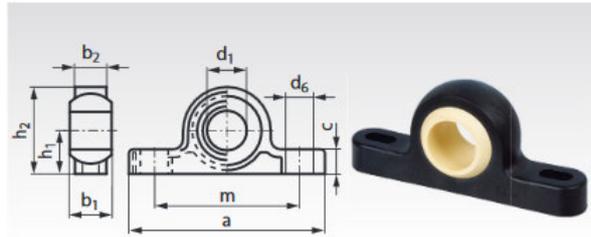
Stehlager Maedler (16)

Kunststoff-Stehlager igubal® KSTM, Anschlussmaße in Anlehnung an DIN 12240-4 (DIN 648) Maßreihe K

Werkstoff Innenring: iglidur® W300, gelblich.
Werkstoff Außenteil: igumid G, schwarz.



- Wartungsfreier Trockenlauf, leise und schwingungsdämpfend.
 - Hohe Dauerfestigkeit bei sehr geringem Gewicht.
 - Korrosionsbeständig. Gute Chemikalienbeständigkeit.
 - Elektrisch und thermisch isolierend.
 - Die Welle muss in der Innenring-Bohrung rotieren. Bei Wellen aus Metall ist eine Gleitgeschwindigkeit bis 30 m/min. möglich. Der Innenring darf nur Fluchtungsfehler ausgleichen.
- Temperaturbereich -30° bis +80°C.



Bestellangaben: z.B.: Art.-Nr. 620 550 05, Stehlager igubal KSTM, 5mm

Artikel-Nr. KSTM	d ₁ E ¹⁰ mm	h ₁ mm	h ₂ mm	b ₁ mm	b ₂ mm	a mm	m mm	c mm	d ₆ mm	Tragzahl* radial statisch N	Tragzahl axial statisch N	Kipp- winkel α Grad	Gewicht g
620 550 05	5	7	14	8	6	34	26,3	4,0	3,3 x 4,6	350	300	30	1,7
620 550 06	6	10	18	9	7	43	34,5	5,5	4,5 x 6,0	550	300	29	2,9
620 550 08	8	10	20	12	9	47	35,5	6,0	4,5 x 7,0	650	400	25	4,6
620 550 10	10	14	26	14	10,5	62	48,5	7,5	5,5 x 8,0	750	500	25	8,6
620 550 12	12	14	28	16	12	65	49,5	8,5	5,5 x 9,0	1100	600	25	11,8
620 550 16	16	18	36	21	15	86	65,4	10,5	6,6 x 12	1500	1000	23	23,7
620 550 20	20	22	44	25	18	98	73	13	9,0 x 14	2350	1300	23	40,0
620 550 25	25	27	54	31	22	124	94	16	9,0 x 17	3300	1600	22	75,3
620 550 30	30	32	64	37	25	139	105	17	11 x 20	4050	2100	22	116,8

* Bei kurzzeitiger Belastung können die Werte verdoppelt werden.

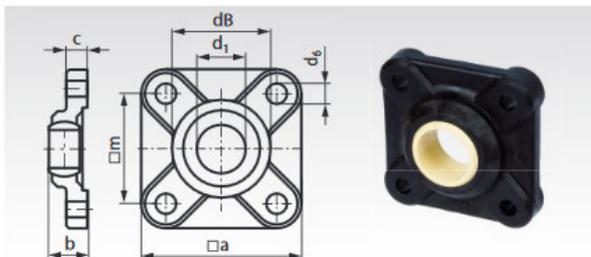
Flanschlager Maedler (16)

Kunststoff-Flanschlager igubal® EFSM, mit 4 Befestigungsbohrungen

Werkstoff Innenring: iglidur® W300, gelblich.
Werkstoff Außenteil: igumid G, schwarz.



- Wartungsfreier Trockenlauf, leise und schwingungsdämpfend.
 - Hohe Dauerfestigkeit bei sehr geringem Gewicht.
 - Korrosionsbeständig. Gute Chemikalienbeständigkeit.
 - Elektrisch und thermisch isolierend.
 - Die Welle muss in der Innenring-Bohrung rotieren. Bei Wellen aus Metall ist eine Gleitgeschwindigkeit bis 30 m/min. möglich. Der Innenring darf nur Fluchtungsfehler ausgleichen.
- Temperaturbereich -30° bis +80°C.



Bestellangaben: z.B.: Art.-Nr. 621 550 04, Flanschlager igubal EFSM, 4mm

Artikel-Nr. EFSM	d ₁ E ¹⁰ mm	b mm	dB mm	a mm	m ^{±0,1} mm	c ^{±0,1} mm	d ₆ mm	Tragzahl* radial statisch N	Tragzahl* axial statisch N	Kipp- winkel α Grad	Gewicht g
621 550 04	4	8,5	14	25	17	4,5	3,2	500	100	28	2,6
621 550 05	5	8,5	14	25	17	4,5	3,2	500	150	29	2,7
621 550 06	6	8,5	14	25	17	4,5	3,2	500	150	25	2,8
621 550 08	8	10,5	18	33	22	5,5	4,3	700	225	25	5,9
621 550 10	10	12	21,9	38	26	6,5	5,3	1000	350	25	9,1
621 550 12	12	13	25	40	28	7	5,3	1250	425	21	11
621 550 15	15	15,5	30	49	34	8,5	6,4	1500	550	20	20,2
621 550 16	16	16,5	32	52	36	9	6,4	1600	675	27	23,3
621 550 17	17	18	35	54	38	10	6,4	1700	800	21	27,9
621 550 20	20	20	40	65	45	11	8,4	2000	1000	19	45
621 550 25	25	25	48,5	74	52	14	8,4	2800	1200	15	76
621 550 30	30	26	54,5	85	60	15	10,5	3000	1400	14	101

* Bei kurzzeitiger Belastung können die Werte verdoppelt werden.

Kette Maedler (16)

Ketten KE und KE-Eco ähnlich DIN ISO 606 (ex DIN 8187), Kunststoff mit Edelstahl

Werkstoff und Ausführung:

Typ KE: Innenglieder aus speziellem Polycarbonat mit hoher chemischer Beständigkeit, für Lebensmitteltechnik und Laborbereich. Außenglieder aus Edelstahl 1.4301.

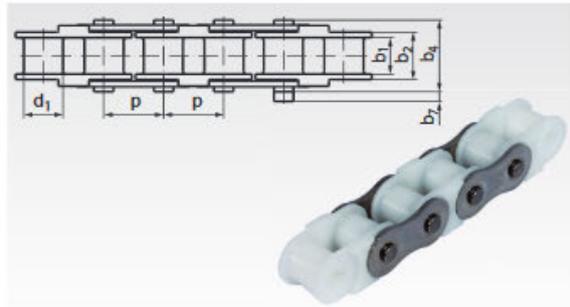
Typ KE-Eco: Ähnlich Typ KE, jedoch Innenglieder aus handelsüblichem Polycarbonat ohne besondere chemische Beständigkeit.

Hauptabmessungen nach DIN ISO 606 (ex DIN 8187).

- Besonders leicht und geräuscharm.
- Sehr sauber durch geschlossene Oberflächen am Innenglied.
- Hohe Korrosionsbeständigkeit.
- Hohe Lebensdauer völlig ohne Schmierung.
- Bruchkraft wesentlich höher als bei reinen Kunststoffketten.
- Temperaturbereich -10° bis +80°C. V_{max} 70m/min.

Lieferlängen mit ungerader Gliederzahl, mit Innenglied endend. Verschlussglieder müssen separat bestellt werden.

Bestellangaben: z.B.: Artikel-Nr. 101 550 00, Kette KE 06 B-1



DIN ISO	Artikel-Nr. Typ KE	Artikel-Nr. Typ KE-Eco	Teilung x innere Breite		Innere Breite b ₂ mm	Rollen-Ø d ₁ mm	Bolzen Ø mm	über Niet b ₄ mm	Überstand b _{7, 2)} mm	Rechnerische Belastung max. 3)	Gewicht kg/m	
			mm	Zoll								
06 B-1 ¹⁾	101 550 00 ¹⁾	101 560 00 ¹⁾	9,525	x 5,72	3/8 x 7/32	8,53	6,35	3,28	13,5	3,3	200	0,23
08 B-1	105 550 00	105 560 00	12,7	x 7,75	1/2 x 5/16	11,30	8,51	4,45	17,0	3,9	430	0,40
10 B-1	106 550 00	106 560 00	15,875	x 9,65	5/8 x 3/8	13,28	10,16	5,08	19,6	4,1	520	0,51
12 B-1	107 550 00	107 560 00	19,05	x 11,68	3/4 x 7/16	15,62	12,07	5,72	22,7	4,6	700	0,67
16 B-1	-	108 560 00	25,4	x 17,02	1" x 17,02mm	25,45	15,88	8,28	35,4	5,4	930	1,39

¹⁾ Mit geraden Laschen.

²⁾ Maximal-Wert am Verschlussglied.

³⁾ Siehe untenstehende Berechnungsfaktoren.

Bitte beachten: Verpackungseinheit 5 m. Falls Sonderlängen gewünscht werden, ist die Länge und die Gliederzahl (ungerade Zahl!) anzugeben. Verschlussglieder sind immer separat zu bestellen.

Verschlussglieder für Ketten KE und KE-Eco

Werkstoff: Edelstahl 1.4301.

Bestellangaben: z.B.: Artikel-Nr. 101 990 03, Verschluss Nr. 11/E, 06 B-1, rostfrei



Nr. 11/E: Steckglied mit Federverschluss

DIN ISO-Nr.	Artikel-Nr. Steckglied Nr. 11/E	Gewicht g
06 B-1	101 990 03	4
08 B-1	105 990 03	7
10 B-1	106 990 03	13
12 B-1	107 990 03	14
16 B-1	108 990 03	65

Berechnungsfaktoren für Kette KE und KE-Eco

Die auftretende Belastung ist mit den nachfolgenden Faktoren zu belegen. Das Ergebnis darf nicht größer als die zul. rechnerische Belastung in der obenstehenden Tabelle sein.

- 1. Stoßbelastung:** Übliche Faktoren, siehe Seite 36
- 2. Zähnezahzahl des Ritzels:**
 - 9 - 14 Zähne: Faktor 1,16
 - 15 - 23 Zähne: Faktor 1,12
 - 24 - 37 Zähne: Faktor 1,08
 - 38 - 59 Zähne: Faktor 1,04
 - ab 60 Zähne: Faktor 1,00
- 3. Kettengeschwindigkeit:**
 - 0 bis 15m/min: Faktor 1,0
 - 16 bis 30m/min: Faktor 1,2
 - 31 bis 50m/min: Faktor 1,4
 - 51 bis 70m/min: Faktor 1,6

Beständigkeit der Kette Typ KE

Beständig gegen:

Aceton, Alkohol, Ammoniakwasser, Apfelsäure (50%), Benzin, Benzol, Buttersäure, Essigsäure, Formaldehyd, Glycerin, Kalilauge, Kaliumnitrat, Milchsäure (10%), Natriumchlorid, Natriumhydrogencarbonat, Öle (pflanzlich / mineral), Paraffin, Petroleum, Säfte, Schwefelwasserstoff (trocken), Weinsäure (10%), Zuckerlösung und anderes.

Getestet bei 20° C, ohne Gewähr wegen eventueller weiterer Einflüsse.

Nicht beständig gegen:

Chlorgas, Chromsäure, Jod, Phosphorsäure, Karbolsäure, Salpetersäure, Salzsäure, Sauerstoffperoxid, Schwefelsäure, Schwefelwasserstoff (nass), Stearinsäure und anderes.



Winkellaschen für Kette Maedler (16)

Rollenketten mit breiten Winkellaschen DIN ISO 606 (ex DIN 8187-2), K2, 2 x p

Werkstoffe: Spezielle Ketten-Stähle.

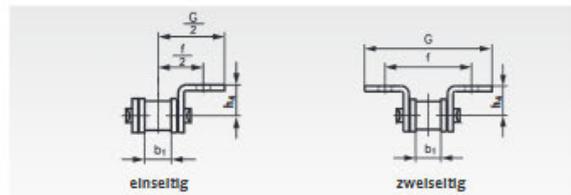
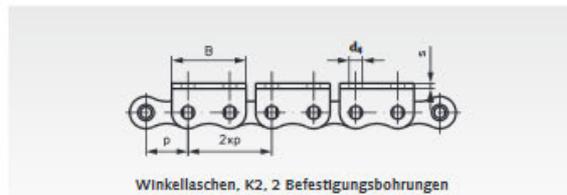
Laschenanordnung 2 x p
(Befestigungslasche an jedem Außenglied),
wahlweise einseitig oder zweiseitig.

Andere Laschenanordnungen sind kurzfristig lieferbar.
Abweichende Laschenmaße sowie Spezialketten auf Anfrage.
Verschlussglieder K2 müssen separat bestellt werden
(siehe unten).

Bestellangaben: z.B.: Art.-Nr. 101 000 21, Winkellaschen-Rollenkette 06 B-1-K2,
einseitig am Außenglied im Abstand 2xp



K2 = breite Form, 2 Befestigungsbohrungen



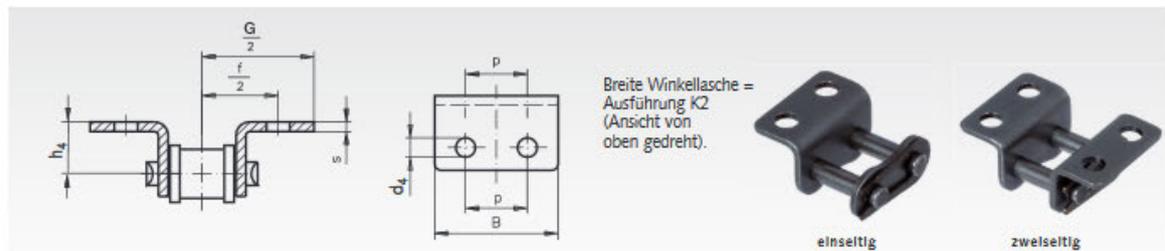
DIN ISO Nr.	Artikel-Nr. einseitig 2 x p	Artikel-Nr. zweiseitig 2 x p	Teilung x innere Breite p x b ₁ Zoll	Teilung p mm	Innere Breite b ₁ min. mm	h ₄ mm	d ₄ mm	f/2 mm	G/2* mm	B* mm	s min* mm	Gewicht*	
												einseitig kg/m	zweiseitig kg/m
06 B-1**	101 000 21	101 000 22	3/8 x 7/32"	9,525	5,72	6,5	3,5	9,5	13,7	17,7	1,2	0,51	0,61
08 B-1	105 000 21	105 000 22	1/2 x 5/16"	12,7	7,75	8,9	4,5	12,7	17,6	23,2	1,6	0,84	0,99
10 B-1	106 000 21	106 000 22	5/8 x 3/8"	15,875	9,65	10,3	5,5	15,9	22,5	29,5	1,7	1,13	1,30
12 B-1	107 000 21	107 000 22	3/4 x 7/16"	19,05	11,68	13,5	6,6	19,05	26,5	33,8	1,8	1,40	1,64
16 B-1	108 000 21	108 000 22	1" x 17,02mm	25,4	17,02	15,9	6,6	25,4	36,3	46,2	2,8	3,26	3,82

* Die gekennzeichneten Maße sind nicht Bestandteil der DIN und können geringfügig abweichen.
Befestigungslaschen mit Maßen nach Werksnorm sind auf Anfrage weiterhin lieferbar.

** Diese Größe ist nicht in der DIN enthalten.

Bitte beachten: Verpackungseinheit 5 m.
Falls Sonderlängen gewünscht werden, ist die Länge
und die Gliederzahl (ungerade Zahl!) anzugeben.
Verschlussglieder sind immer separat zu bestellen.

Federverschlussglieder K2 mit breiten Winkellaschen nach DIN ISO 606 (ex DIN 8187-2)



Werkstoffe: Spezielle Ketten-Stähle.

Bestellangaben: z.B.: Art.-Nr. 101 003 21, Verschlussglied K2, einseitig

K2 = breite Form, 2 Befestigungsbohrungen

DIN ISO	Artikel-Nr. einseitig	Artikel-Nr. zweiseitig	p mm	h ₄ mm	d ₄ mm	f/2 mm	G/2* mm	B* mm	s min.* mm	Gewicht* einseitig g	Gewicht* zweiseitig g
06 B-1**	101 003 21	101 003 22	9,525	6,5	3,5	9,5	13,7	17,7	1,2	6,2	6,2
08 B-1	105 003 21	105 003 22	12,7	8,9	4,5	12,7	17,6	23,2	1,6	13,7	18,4
10 B-1	106 003 21	106 003 22	15,875	10,3	5,5	15,9	22,5	29,5	1,7	21	29
12 B-1	107 003 21	107 003 22	19,05	13,5	6,6	19,05	26,5	33,8	1,8	29	40
16 B-1	108 003 21	108 003 22	25,4	15,9	6,6	25,4	36,3	46,2	2,8	88	116

* Die gekennzeichneten Maße sind nicht Bestandteil der DIN und können geringfügig abweichen.

** Diese Größe ist nicht in der DIN enthalten.

ROSTFREI Rostfreie Ausführung Seite 55

Kettenführung Murtfeldt (17)

TYP CKG 14 H

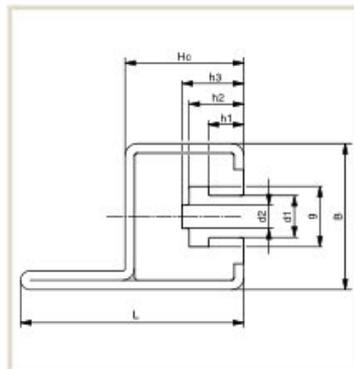


Ketten-Nr. DIN 8187	Kettenabmessung in Zoll	C-Profil-Typ	B	Hc	L	d1	d2	g	h1	h2	h3	Artikelnummer
-	3/8" x 5/32"	C14H	31	25	47	6,6	4	9,4	3,6	7,0	8,0	221 410 001 351 020 014
06B-1	3/8" x 7/32"	C14H	31	25	47	6,6	4	9,4	5,5	8,9	10,0	221 410 002 351 020 014
083-1	1/2" x 3/16"	C14H	31	25	47	8,0	5	10,8	4,5	8,0	9,5	221 410 003 351 020 014
085-1	1/2" x 1/4"	C14H	31	25	47	8,0	5	11,8	6,2	9,8	11,3	221 410 020 351 020 014
g=12,8mm	1/2" x 1/4"	C14H	31	25	47	8,8	5	12,8	6,2	10,2	11,7	221 410 021 351 020 014
08B-1	1/2" x 5/16"	C14H	31	25	47	8,9	5	12,8	7,4	11,5	13,0	221 410 004 351 020 014
-	5/8" x 1/4"	C14H	31	25	47	10,6	6	15,4	6,2	10,2	11,6	221 410 022 351 020 014
10B-1	5/8" x 3/8"	C14H	31	25	47	10,6	6	15,4	9,3	13,5	14,9	221 410 005 351 020 014
12B-1	3/4" x 7/16"	C14H	31	25	47	12,4	7	17,0	11,3	15,9	17,5	221 410 006 351 020 014

Maßangaben in mm - Separate ASA/JIS-Produktbroschüre erhältlich.

KETTENFÜHRUNGEN FÜR ROLLENKETTEN

KETTEN-, RIEMEN- UND GLEITFÜHRUNGEN

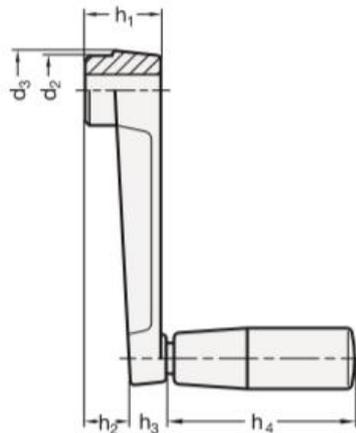
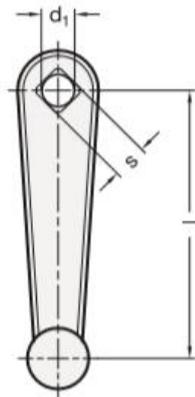


Handkurbel Ganter Norm (18)

GN 471
Aluminium

GN 471.1
Zink-Druckguss

Handkurbeln



Länge l	d ₁ H7 Bohrung		s H11 Vierkant		d ₂	d ₃	h ₁	h ₂	h ₃	h ₄ ≈	Ø Zylindergriff GN 598
	GN 471	GN 471.1	GN 471	GN 471.1							
50	-	B 8	-	V 8	16	18	18	10	10	28,5	14
64	-	B 10	-	V 10	19	22	20	11	12	42,5	18
80	B 10	B 10	V 10	V 10	23	26	24	14	14	52,5	21
100	B 12	B 12	V 12	V 12	27	30	28	17	15	67,5	23
125	B 14	-	V 14	-	32	35	34	22	18	82,5	26
160	B 17	-	V 17	-	35	39	38	26	18	82,5	26

Ausführung

- Kurbelkörper
 - **GN 471:** Aluminium
 - **GN 471.1:** Zink-Druckguss
 - kunststoffbeschichtet schwarz, strukturmatt
 - Plansseite der Nabe bearbeitet
- Drehbare Zylindergriffe GN 598
 - Kunststoff, Thermoplast schwarz, matt
 - Achsteil Stahl verzinkt, blau passiviert
- Querbohrungen GN 110 → Seite 1808
- Vierkant DIN 79 → Seite 1810
- ISO-Passungen → Seite 1873
- RoHS

Hinweis

- siehe auch...
- Handkurbeln GN 570 (Kunststoff, mit Bohrung) → Seite 284
 - Handkurbeln GN 570.1 (Kunststoff, mit Vierkant) → Seite 284

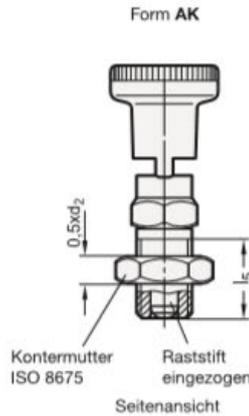
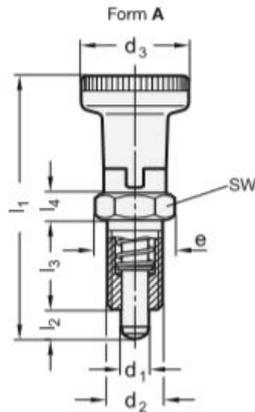
Bestellbeispiel (Aluminium)	1 Länge l
	2 d ₁ (s)
GN 471-80-B10	

Bestellbeispiel (Zink-Druckguss)	1 Länge l
	2 s (d ₁)
GN 471.1-50-V8	

Rastbolzen (18)

GN 617.1
Stahl / Edelstahl

Rastbolzen
mit Rastsperr



- 2 Form**
- A** mit Kunststoff-Knopf, ohne Kontermutter
 - AK** mit Kunststoff-Knopf mit Kontermutter
 - AN** mit Edelstahl-Knopf, ohne Kontermutter
 - AKN** mit Edelstahl-Knopf, mit Kontermutter



d ₁ Stift Bohrung H7	d ₂	d ₃	e	l ₁ ≈	l ₂	l ₃	l ₄	l ₅ min.	SW	Federdruck in N ≈			
										Stahl Anfang	Stahl Ende	Edelstahl Anfang	Edelstahl Ende
5	M 10 x 1	21	13,8	51	5	17	5	15	12	7	17	6	15
6	M 12 x 1,5	25	16,2	61	6	20	6	17	14	9	24	8	21
8	M 16 x 1,5	31	21,9	75,5	7	26	8	23	19	11	30	9	26
10	M 20 x 1,5	31	25,4	91	10	33	10	30	22	19	45	17	40

Ausführung

- Stahl
brüniert
- Raststift gehärtet
- Edelstahl
- nichtrostend, 1.4305
- Raststift chemisch vernickelt
- Knopf Form A / AK
- Kunststoff (Polyamid PA)
- schwarz, matt
- nicht demontierbar
- Knopf Form AN / AKN
- Edelstahl nichtrostend, 1.4305
- nicht demontierbar
- Belastbarkeitshinweise → Seite 1856
- ISO-Passungen → Seite 1873
- Kunststoff-Eigenschaften → Seite 1876
- Edelstahl-Eigenschaften → Seite 1883
- RoHS



Hinweis

Rastbolzen GN 617.1 mit Rastsperr werden eingesetzt, wenn der Raststift zeitweise nicht vorstehen soll. Hierzu wird der Knopf nach dem Einziehen des Stiftes um 90° gedreht. Durch eine Rastkerbe wird der Knopf in dieser Position gehalten.

siehe auch...

- Zusammenstellung der Rastbolzen-Bauarten → Seite 794 ff.
- Haltestücke GN 412.1 → Seite 854
- Positionierbuchsen GN 412.2 / GN 412.4 → Seite 852
- Distanzringe GN 609.5 (zur Begrenzung der Einschraublänge) → Seite 850
- Flache Sechskantmuttern GN 909 / GN 909.5 → Seite 851

Bestellbeispiel (Stahl, mit Kunststoff-Knopf)	1	d ₁
GN617.1-6-A	2	Form

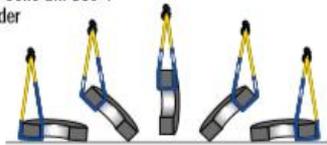
Bestellbeispiel (Edelstahl, mit Kunststoff-Knopf)	1	d ₁
GN617.1-8-AK-NI	2	Form
	3	Werkstoff

Bestellbeispiel (Edelstahl, mit Edelstahl-Knopf)	1	d ₁
GN617.1-8-AKN-NI	2	Form
	3	Werkstoff

Secutex Gurtauflage Hansatec (19)

secutex-Schutzschläuche Flexibler Schutz beim Heben

Beim Wenden von Coils sind secutex-Schutzschläuche unverzichtbar
Vorteil: Das Hebeband kann beim Wenden durch den Schutzschlauch gleiten. Schutzschlauch und Last dagegen bleiben in festem Kontakt.
Faustregel 1: Wenden des Coils um 90°: Schutzschlauch max. 2/3 der reinen Bandlänge zwischen den Schlaufen.
Faustregel 2: Wenden des Coils um 180°: Schutzschlauchlänge 1/2 der reinen Bandlänge zwischen den Schlaufen.



Schutzschläuche



SF-1 keine Bewegung an der Kante
 SF-2 keine Bewegung an der Kante
 Clip-SC keine Bewegung an der Kante
 veloxClip keine Bewegung an der Kante
 secuwave keine Bewegung an der Kante

•	•	•	•	
•	•	•	•	
•	•	•	•	•
•	•	•	•	•
•	•	•	•	•

i Rundslingen mit Schutzschlauch SF-1, SF-2 und Clip-SC
 Rundslingen lassen sich mit Schutzschläuchen kombinieren: bis 150 Tonnen bei Lasten mit max. gebrochener Maschinenkante.



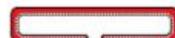
secutex-SF-1
 Schutzschlauch einseitig beschichtet, mind. 5 mm Beschichtungsdicke
 Problemlos scharfkantige Lasten heben. Der beschichtete Schutzschlauch wird einfach über das Hebeband gezogen.



secutex-SF-2
 Schutzschlauch zweiseitig beschichtet, mind. 5 mm Beschichtungsdicke
 Die zweiseitige secutex-Beschichtung des SF-2 Schutzschlauches schützt das Hebeband rundum. Er bietet deshalb doppelte Sicherheit.



secutex-Clip-SC
 Der praktische Clipschlauch SC, mind. 5 mm Beschichtungsdicke
 Der secutex Clip-SC ist durch den rückseitigen Montageschlitz blitzschnell montiert. Der Clip-SC bietet einfaches Handling, kurze Rüstzeiten und geringen Materialeinsatz!



secutex-veloxClip
 Der neue secutex veloxClip wird mit einer Schlitzstruktur auf der Rückseite gefertigt. Sie macht ihn sehr flexibel in der Biegerichtung. In Längsrichtung behält der Schutzschlauch seine bewährten Eigenschaften und bleibt steif.



secutex-secuwave
 Vergrößert den Umlenkradius an scharfen Kanten. Die scharfe Kante hat keinen Kontakt zum Schutzschlauch. Mindestbeschichtungsdicke 5 mm + Welle. Hohe Flexibilität dank Welle, Clipschlauenausführung. Weitere Infos finden Sie auf Seite 55.



Oberflächenschliff
 Gute Haftung an feuchten und öligen Oberflächen.



Sonderausstattung
 Stahlplättcheneinlage gegen Eindringen scharfer Kanten ins tragende Gewebe. Hohe Flexibilität.



Prallschutz Fenderprofil SVB (20)

SVB

TESSILMARE

PVC-Stegfender

Nie wieder Kratzer am Boot. Stegfender schützen Ihr Boot vor Beschädigung und sorgen für eine gute, geräuschlose Stoßdämpfung beim An- und Ablegen. Einfach in der Montage: Handelsübliche Zink- oder Alu-Leiste 30x5 mm in das Fenderprofil einlegen und mit dem Steg verschrauben.



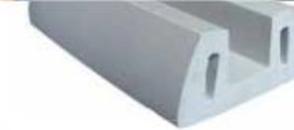
2 Größen



Stegfender rund

Die PVC-Fender überzeugen mit guter Stoß- und hoher Abriebfestigkeit. Erhältlich in 2 Größen: B 60 x H 37 mm oder B 90 x H 56 mm. In den Farben Schwarz oder Grau. Rollenware, Preise per Meter.

Nr.	Bezeichnung	€
44 151	PVC Stegfender rund / B 60 x H 37 mm / grau / EUR/m	18,95
44 152	PVC Stegfender rund / B 60 x H 37 mm / schwarz / EUR/m	18,95
44 153	PVC Stegfender rund / B 90 x H 56 mm / grau / EUR/m	39,95
44 154	PVC Stegfender rund / B 90 x H 56 mm / schwarz / EUR/m	39,95



Montagebeispiel



Stegfender eckig

Schnelle Befestigung mit handelsüblicher Zink- oder Alu-Leiste 30 x 5 mm - einfach in das Fenderprofil einlegen und mit dem Steg verschrauben. B 72 x H 37 mm. Preis per Meter.

Nr.	Bezeichnung	€
44024	PVC Stegfender eckig / grau / EUR/m	24,95



biegsamer Winkel

Stegfender

Ideale Fender für Anlege- und Schwimmstege. Kunststoff weiß. Befestigung mit 8 Schrauben. Die Fender sind in gerader oder gewinkelter Ausführung, für das Abpolstern von Ecken, lieferbar. Abmessungen: 48,5 x 12 x 7,2 cm.

Nr. 13823	Stegfender, gerade	€ 26,95
Nr. 13824	Stegfender, gewinkelt	€ 25,95



NUR

€ 35,95

Stegfender

Ideale Fender für Anlege- und Schwimmstege. Kunststoff weiß / schwarz. Befestigung mit 8 Schrauben. Die Fender sind in gerader oder gewinkelter Ausführung, für das Abpolstern von Ecken, lieferbar. Maße: 100 x 12 x 7 cm.

Nr.	Bezeichnung	€
17539	Stegfender gerade / weiß	35,95
17540	Stegfender gerade / schwarz	35,95
17541	Stegfender gewinkelt / für Ecke / weiß	35,95
17542	Stegfender gewinkelt / für Ecke / schwarz	35,95



gerade Montage



Eckmontage

Rollender Stegfender

Stabiler Stegfender, der das Anlegen am Steg erleichtert, weil er bei Kontakt mit der Bordwand mit der Bootsbewegung mitrollt. Hergestellt aus abrieb- und UV-festem PVC - konstruiert für extreme Belastung. Farbe: weiß oder blau. Erhältlich mit Eckbefestigung oder gerader Befestigungsplatte.

Nr.	Bezeichnung	€
17543	Eckmontage / weiß	109,95
17544	Gerade Montage / weiß	109,95
21419	Eckmontage / blau	109,95
21420	Gerade Montage / blau	109,95



Tauhalter HandsUp

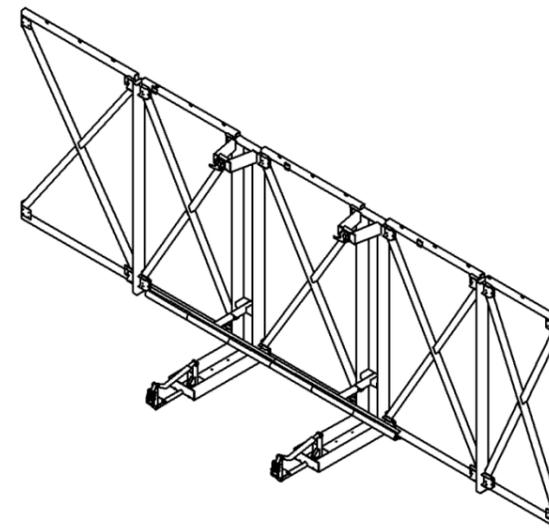
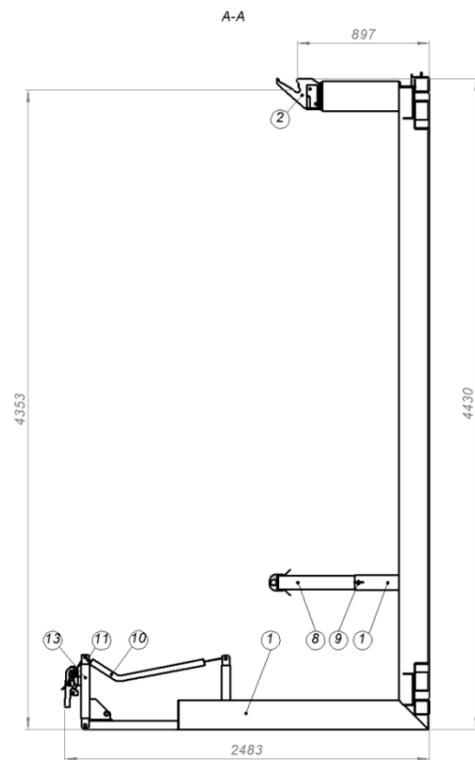
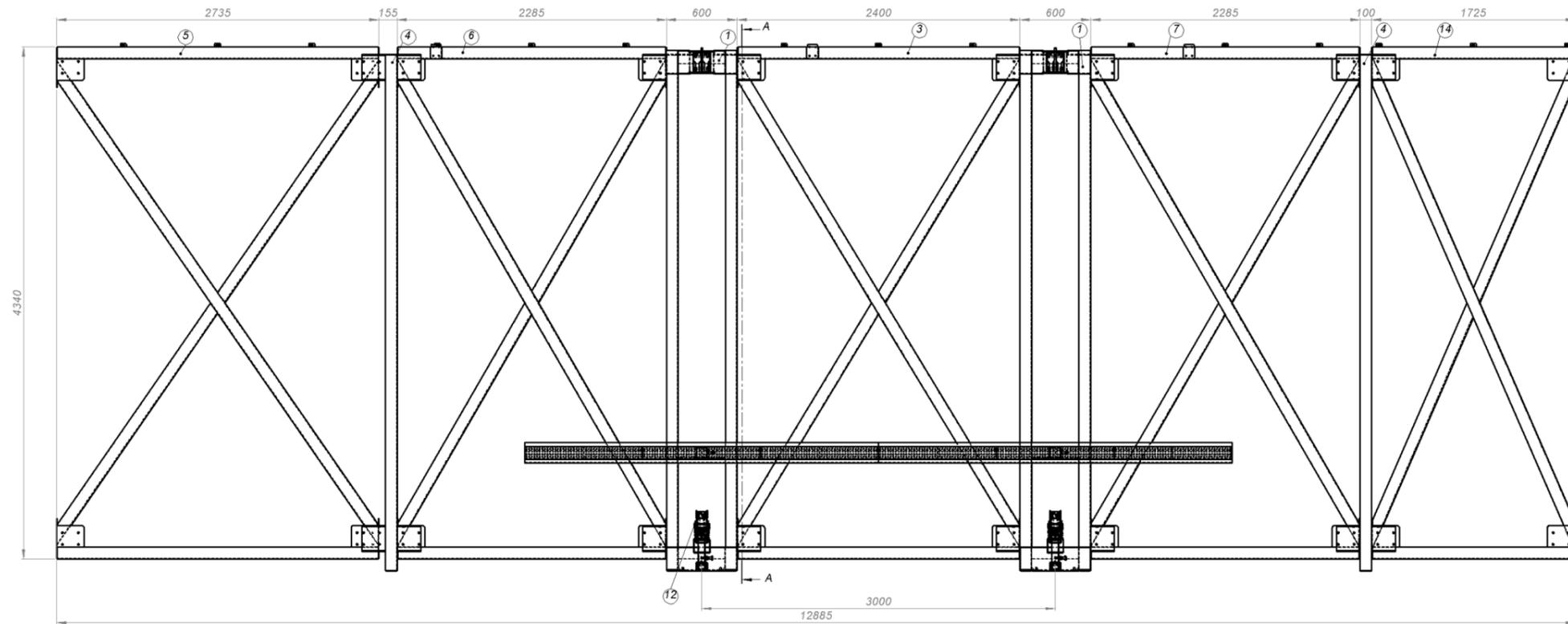
Dieser äußerst praktische tauhalter wurde speziell für Bootshaken, Stege und Poller entworfen, um das Tau immer trocken und in griffbereiter Nähe zu halten. Mit flexibler, verstärkter Glasfaserstange mit verzinkter Befestigungsplatte in einer Gesamtlänge von 1 m.

Nr.	Bezeichnung	€
20859	HandsUp / lang	49,95

Tauhalter RopeUp

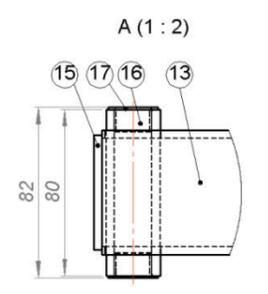
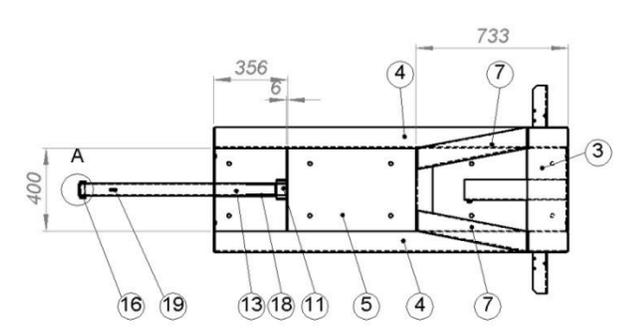
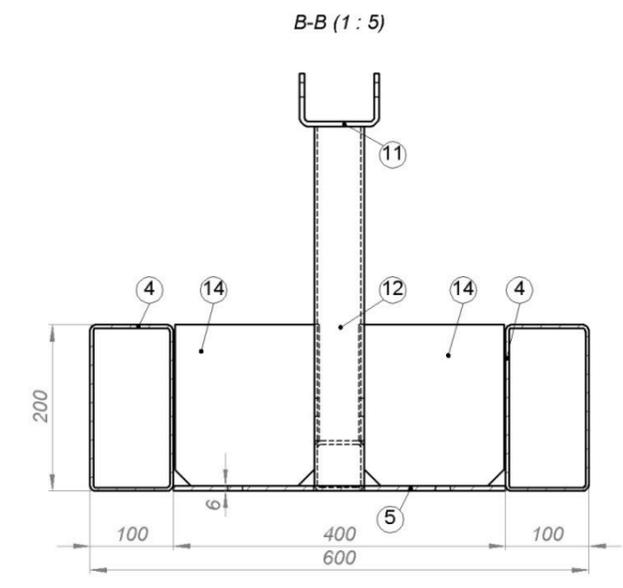
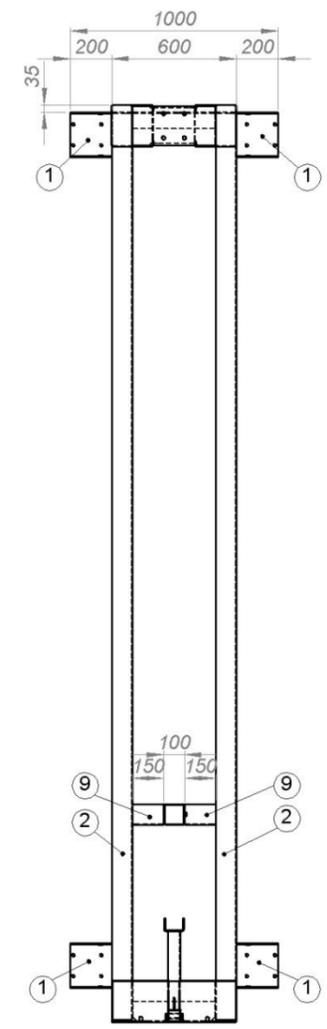
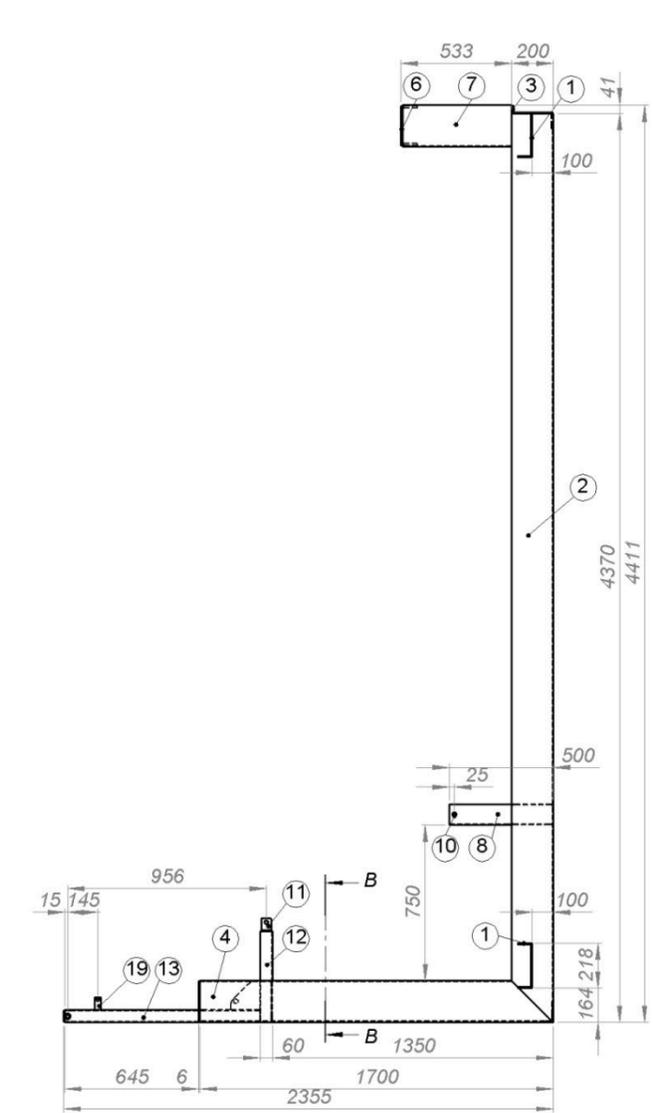
Kleiner Helfer: Magnetischer Tauhalter für Tauwerk Ø 10-18 mm. Maximale Tragkraft: 8 kg. Kann an allen Metallteilen befestigt werden und hält das Tau so über dem Wasser. Beim Zurückkehren in die Box kann der Tauhalter dank des Ringes ganz einfach gegriffen werden. Lieferung paarweise.

Nr.	Bezeichnung	€
20861	Tauhalter RopeUp	29,95



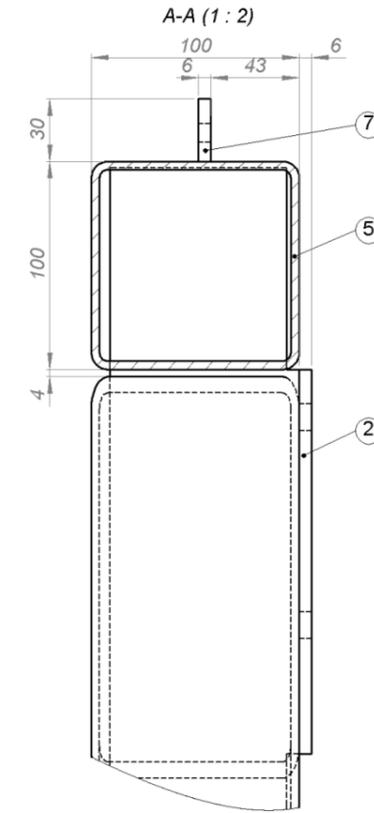
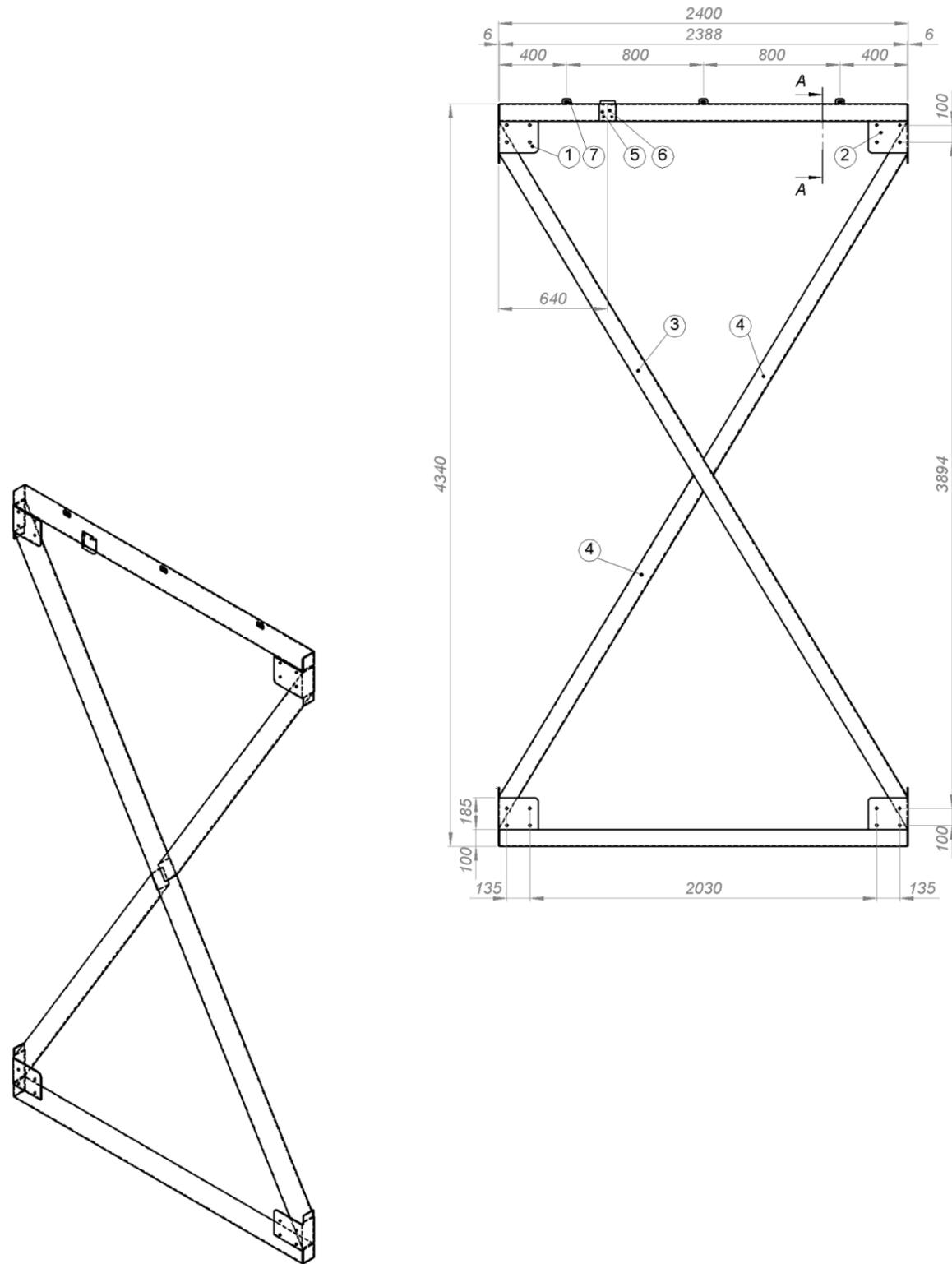
Pos.	Menge	Einheit	Benennung	Bezeichnung	Werkstoff	Bemerkung	Gewicht [kg]
1	2	Stk	Säule Kranbaken			1963-09-01	845,3
2	2	Stk	Haken komplett			1962-09-02	14,5
3	1	Stk	Wandelement mitte			1962-09-03	177,5
4	2	Stk	Durchensäule			1962-09-04	166,3
5	1	Stk	Wandelement V			1962-09-13	160,1
6	1	Stk	Wandelement MV			1962-09-06	173,2
7	1	Stk	Wandelement MH			1962-09-07	173,2
8	1	Stk	Anlageelement			1962-09-08	264,4
9	2	Stk	Flügelverschraubung	M12x40	8.8 verz	DIN 316	0,2
10	2	Stk	Securawa Schutzschlauch	SWS.000.1 ø80		HANSATEC	3,1
11	2	Stk	Gurt			HANSATEC	0,4
12	2	Stk	Stolle kpl			1962-09-09	0,3
13	2	Stk	Aufsteller			1962-09-10	16,0
14	1	Stk	Wandelement H			1962-09-12	153,4

Schutznormen nach ISO 15018 beachten		Norm	Maßstab	1:20 (A1)	Gewicht ca.	1991,89kg
Beschreibung		Masse ohne Toleranzangabe Soll 814.00 13620 - c ISO 2762 - 6	Werkstoff			
Dat.	Änderung	Datum	Name	Datum	Name	Benennung
A	Zusatzteile erweitert	19.12.2019	Sch	12.02.2020	Hed	Wand Laderaum
				12.02.2020	Fre	
EGGERS		Brunnerweg 3 · 28816 Stuhr Tel: +49 421 69699-0 · Fax: +49 421 69699-1 www.eggert-lehrzeugaue.com elg@eggert-lehrzeugaue.com		Zeichnung- / Sach-Nr.		Blatt 1
				1953-09		1
				Ers z:		Ers o:



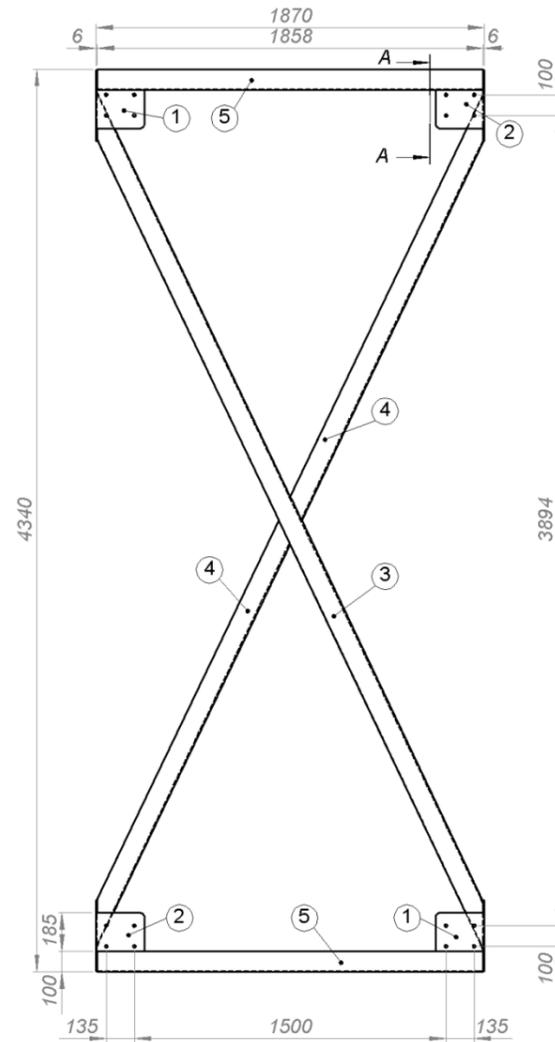
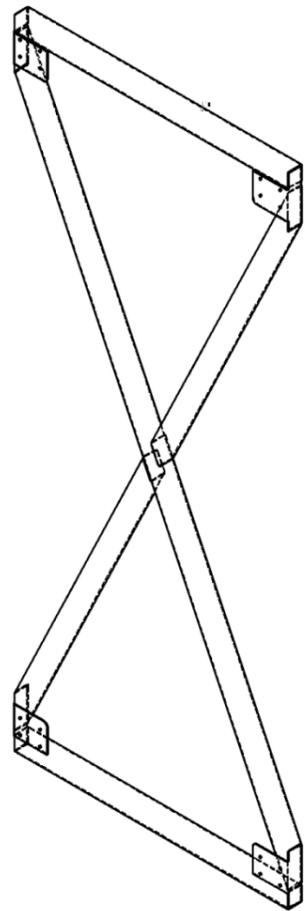
Pos.	Menge	Einheit	Benennung	Bezeichnung	Werkstoff	Bemerkung	Gewicht [kg]
1	4	Stck	Lasche	B-U 218/70/6x200	S355MC	1952-09-01-01	12,6
2	2	Stck	Rohr vertikal	RRr 200/100/4x4370	S355J0H		154,2
3	1	Stck	Deckel 1	BI 6x293x595	S355MC	1952-09-01-03	7,1
4	2	Stck	Rohr horizontal	RRr 200/100/4x1700	S355J0H		57,8
5	1	Stck	Flanschblech Fußboden	BI 6x595x1980	S355MC	1952-09-01-05	38,0
6	1	Stck	Flanschblech Haken	BI 10x316x400	S355MC	1952-09-01-06	8,1
7	2	Stck	Anbindung Haken	RRr 200/100/4x552	S355J0H		19,2
8	1	Stck	Hülse	QRr 100/4x500	S355J0H		5,9
9	2	Stck	Anbindung Hülse	RRr 200/100/4x150	S355J0H		5,4
10	1	Stck	Sechskantmutter	M12	8 verz	ISO 4032	0,0
11	1	Stck	Gurthalter	B-U 96/64/6x50	S355MC	1952-09-01-10	0,5
12	1	Stck	Anbindung Gurthalter	QRr 60/4x432	S355J0H		2,9
13	1	Stck	Anbindung Klappelement	QRr 60/4x941	S355J0H		6,3
14	2	Stck	Aussteifung 1	BI 6x168x194	S355MC		3,0
15	1	Stck	Deckel 2	BI 4x55x55	S355MC		0,1
16	1	Stck	Hülse	Rr 26/4,5x80	S235JRH		0,2
17	2	Stck	Bundbuchse	EGF 16120-E40-B		INA	0,0
18	2	Stck	Aussteifung 2	BI 6x140x140	S355MC	1952-09-01-14	1,3
19	1	Stck	Rastblech	BI 8x30x60	X5CrNi18 10	1952-09-01-17	0,1

Schutzvermerk nach ISO 15015 beachten		Norm	Maßstab	1:20 (A2)	Gewicht ca.	322,67kg	
Beschichtung Lackiert nach EGLN03		Maße ohne Toleranzangabe DIN-EN-ISO 13920 - c ISO 2768 - m		Werkstoff			
Zust.	Änderung	Datum	Name	Datum	Name	Benennung	
				Bearb.	31.01.2020	Hed	
				Gepr.	31.01.2020	Pei	
				Brunnenweg 3 · 28816 Stuhr Tel. +49 42189909-0 · Fax. -15 www.eggerts-fahrzeugbau.com efa@eggerts-fahrzeugbau.com		Zeichnung- / Sach-Nr.: 1953-09-01	Blatt 1
				Ers.f.:	Ers.d.:		

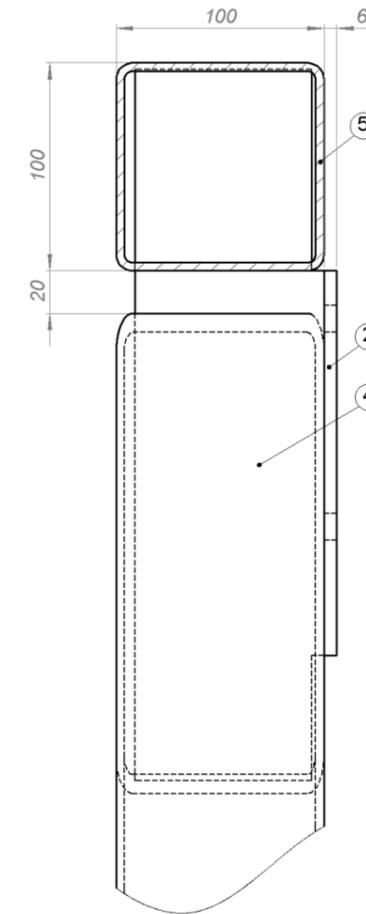


Pos.	Menge	Einheit	Benennung	Bezeichnung	Werkstoff	Bemerkung	Gewicht [kg]
1	2	Stck	Anbindung oben	BI 6x24x320	S355MC	1952-09-01	6.8
2	2	Stck	Anbindung unten	BI 6x24x320	S355MC	1952-09-01 gesp	6.8
3	1	Stck	Rohr 1	QRr 100/4x4772	S355J0H		54.2
4	2	Stck	Rohr 2	QRr 100/4x2356	S355J0H		52.9
5	2	Stck	Rohr 3	QRr 100/4x2388	S355J0H		56.2
6	1	Stck	Halter Zwischenlager	B-LJ 100/22/4x120	S355MC	1952-09-03-04	0.5
7	3	Stck	Flansch Kettenführung	BI 6x30x50	S355MC	1952-09-03-05	0.2

Schutzvermerk nach ISO 16016 beachten		Norm	Maßstab	1:20 (A2)	Gewicht ca.	177.53kg	
Beschichtung		Maße ohne Toleranzangabe DIN-EN-ISO 13920 - c ISO 2768 - m		Werkstoff			
Zust.	Änderung	Datum	Name	Datum	Name	Benennung	
				Bearb. 30.01.2020	Hed	Wandelement mitte	
				Gepr. 30.01.2020	Pei		
				Brunnenweg 3 · 28816 Stuhr Tel. +49 421/89909-0 · Fax. -15 www.eggert-fahrzeugbau.com efa@eggert-fahrzeugbau.com		Zeichnung- / Sach-Nr.: 1952-09-03	Blatt 1 1
				Ers.f.:		Ers.d.:	

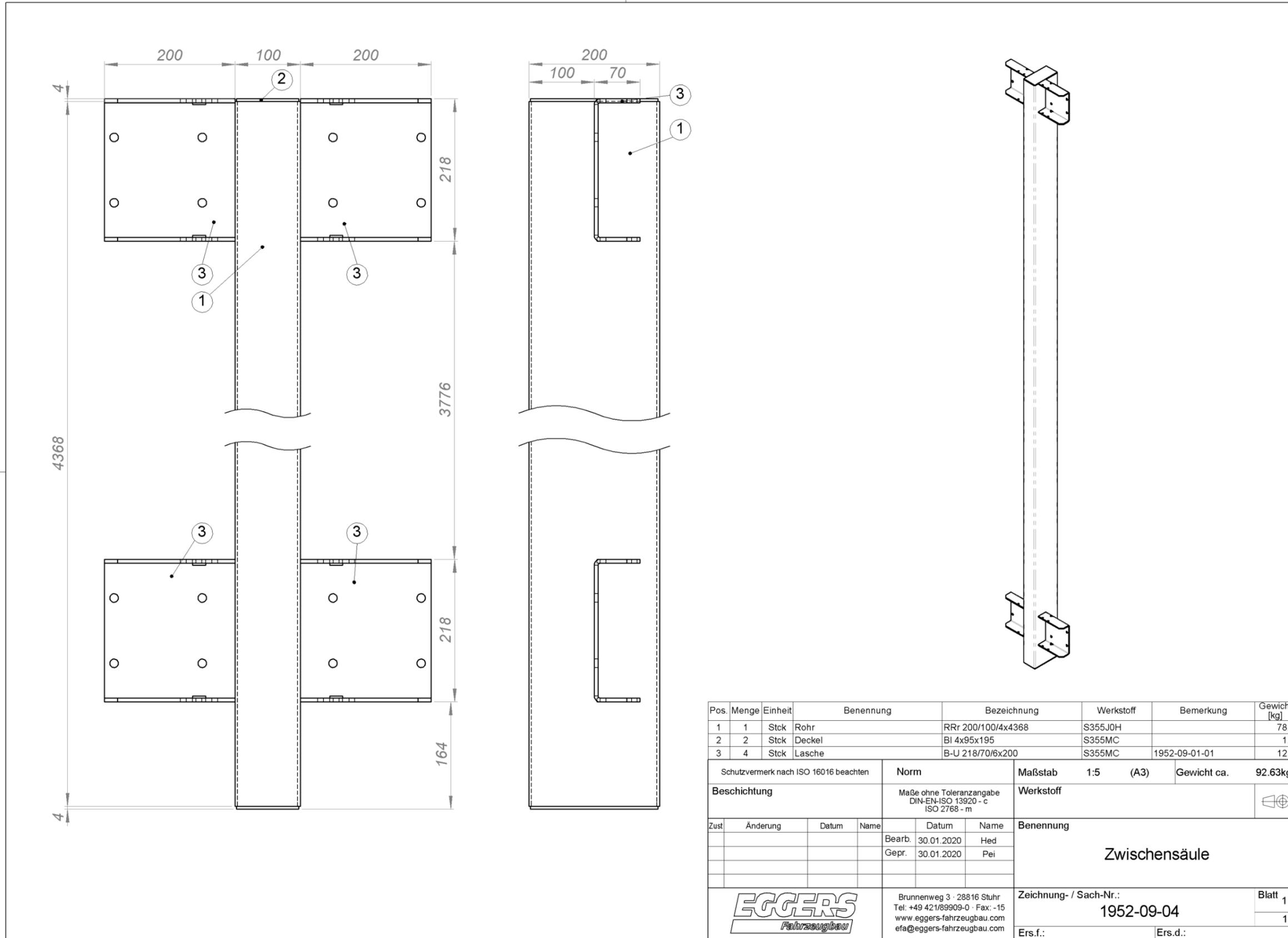


A-A (1:2)



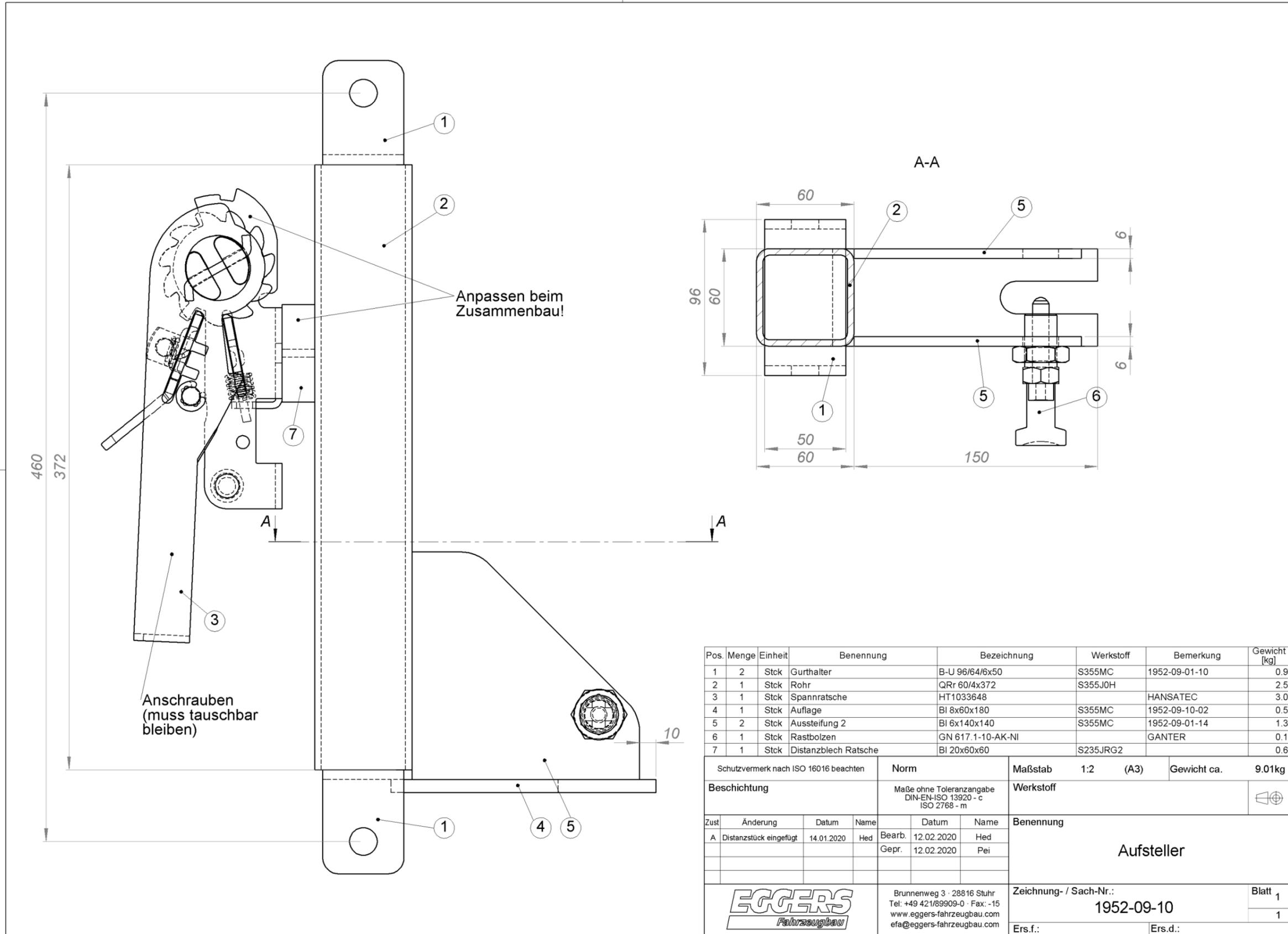
Pos.	Menge	Einheit	Benennung	Bezeichnung	Werkstoff	Bemerkung	Gewicht [kg]
1	2	Stck	Anbindung oben	Bl 6x242x320	S355MC	1952-08-01	6.8
2	2	Stck	Anbindung unten	Bl 6x242x320	S355MC	1952-08-01 gesp	6.8
3	1	Stck	Rohr 1	QRr 100/4x4522	S355J0H		50.7
4	2	Stck	Rohr 2	QRr 100/4x2226	S355J0H		49.0
5	2	Stck	Rohr 3	QRr 100/4x1858	S355J0H		43.7

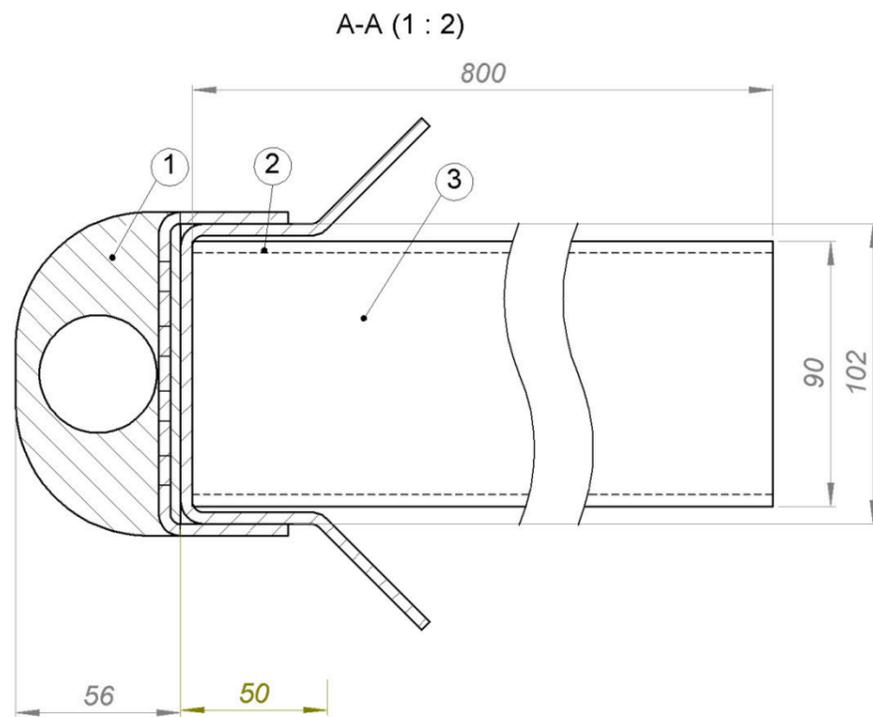
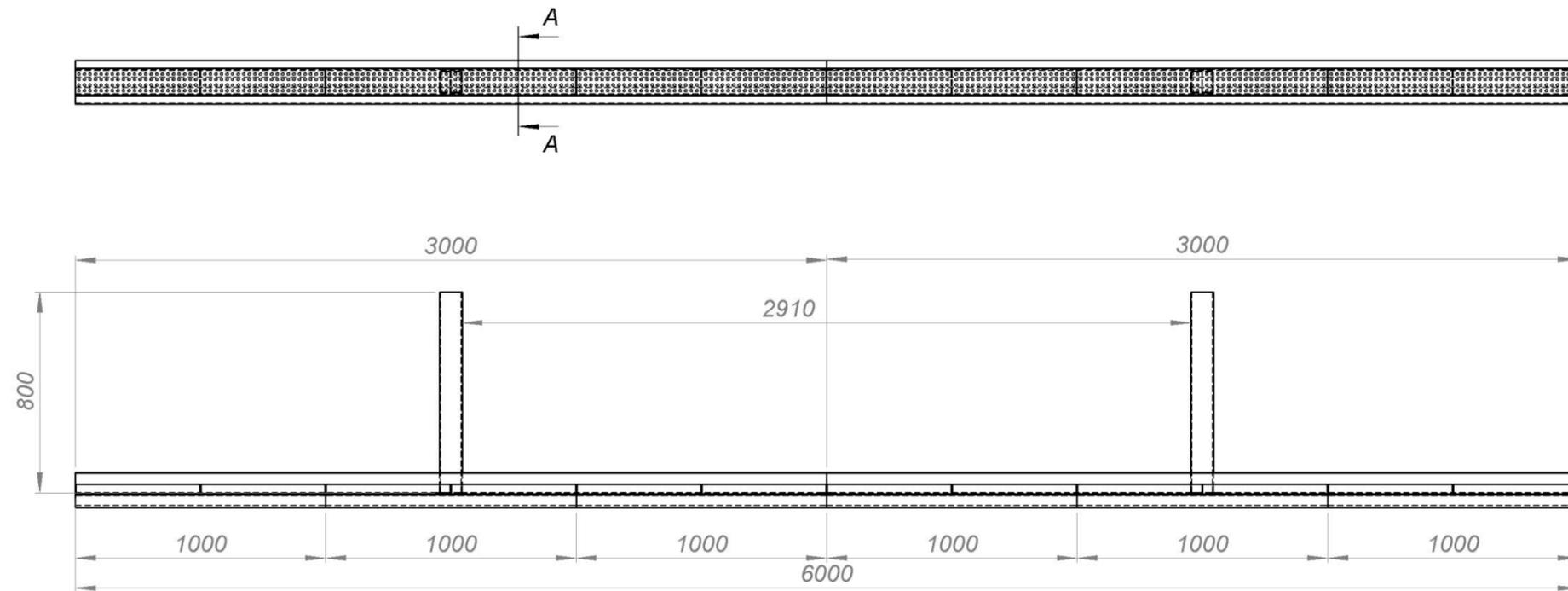
Schutzvermerk nach ISO 16016 beachten		Norm	Maßstab	1:20 (A2)	Gewicht ca.	157.08kg	
Beschichtung		Maße ohne Toleranzangabe DIN-EN-ISO 13920 - c ISO 2768 - m		Werkstoff			
Zust.	Änderung	Datum	Name	Datum	Name	Benennung	
				Bearb. 06.02.2020	Hed	Seitenwand kurz	
				Gepr. 06.02.2020	Pel		
				Brunnenweg 3 · 28816 Stuhr Tel +49 421/89909-0 · Fax -15 www.eggerts-fahrzeugbau.com efa@eggerts-fahrzeugbau.com		Zeichnung- / Sach-Nr.: 1952-08	Blatt 1 1
				Ers.f.:		Ers.d.:	



Pos.	Menge	Einheit	Benennung	Bezeichnung	Werkstoff	Bemerkung	Gewicht [kg]
1	1	Stck	Rohr	RRr 200/100/4x4368	S355J0H		78.9
2	2	Stck	Deckel	Bl 4x95x195	S355MC		1.2
3	4	Stck	Lasche	B-U 218/70/6x200	S355MC	1952-09-01-01	12.6

Schutzvermerk nach ISO 16016 beachten			Norm		Maßstab 1:5 (A3)		Gewicht ca. 92.63kg	
Beschichtung			Maße ohne Toleranzangabe DIN-EN-ISO 13920 - c ISO 2768 - m			Werkstoff		
Zust.	Änderung	Datum	Name	Datum	Name	Benennung Zwischensäule		
				Bearb. 30.01.2020	Hed			
				Gepr. 30.01.2020	Pei			
				Brunnenweg 3 · 28816 Stuhr Tel: +49 421/89909-0 · Fax: -15 www.eggers-fahrzeugbau.com efa@eggers-fahrzeugbau.com		Zeichnung- / Sach-Nr.: 1952-09-04		Blatt 1 1
Ers.f.:				Ers.d.:				





Pos.	Menge	Einheit	Benennung	Bezeichnung	Werkstoff	Bemerkung	Gewicht [kg]
1	12	Stk	Prallschutz	SAS B.0102		HANSATEC	183.6
2	2	Stk	Aufnahmeprofil	Pr 4x3000	S355MC	1952-09-08-01	54.0
3	2	Stk	Schubstück	QRr 90/4x800	S355J0H		16.8

Schutzvermerk nach ISO 16016 beachten Norm Maßstab 1:20 (A3) Gewicht ca. 254.37kg

Beschichtung Maße ohne Toleranzangabe DIN-EN-ISO 13920 - c ISO 2768 - m Werkstoff

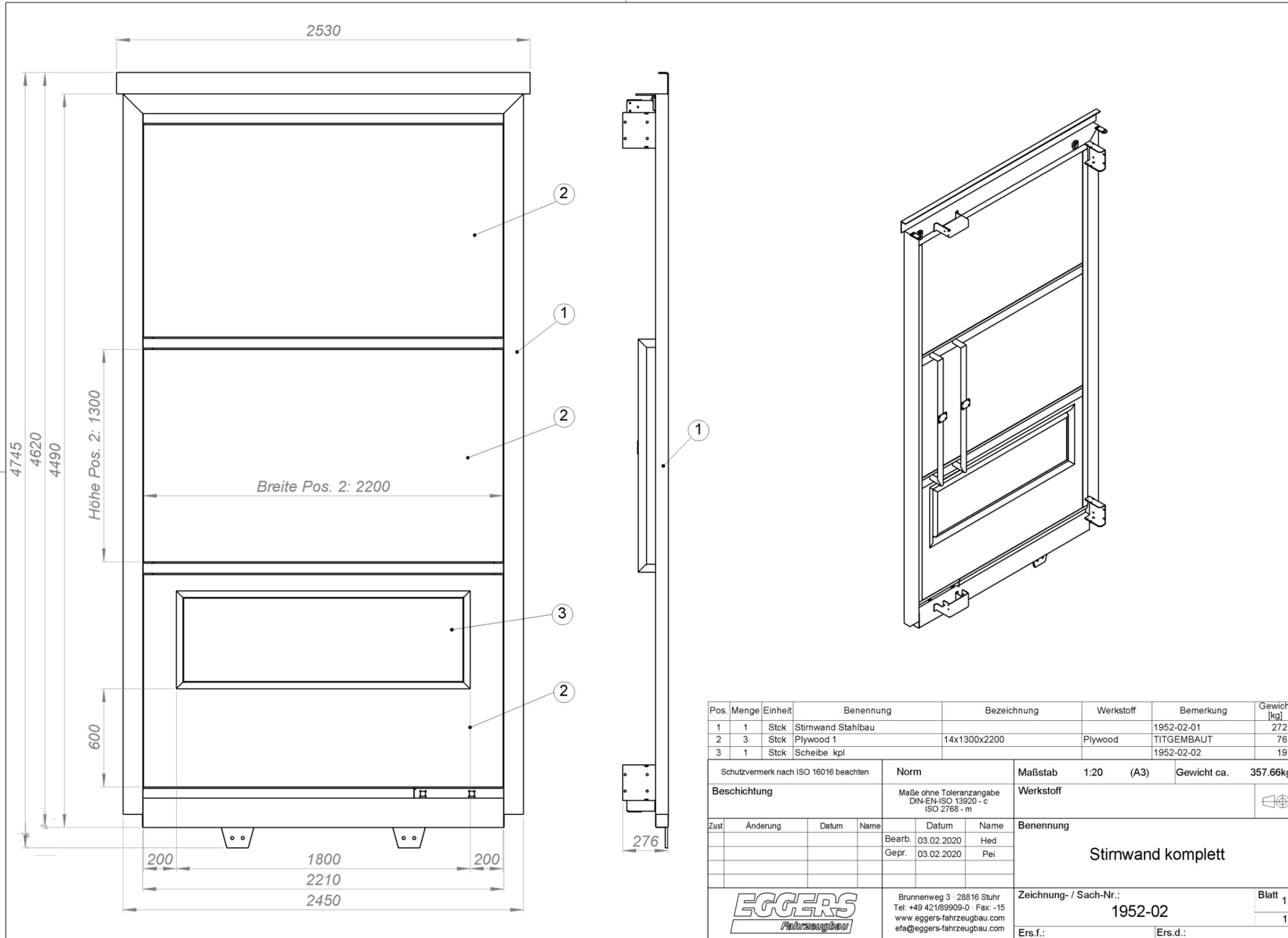
Zust.	Änderung	Datum	Name	Datum	Name	Benennung
				12.02.2020	Hed	Anlageelement
				12.02.2020	Pei	

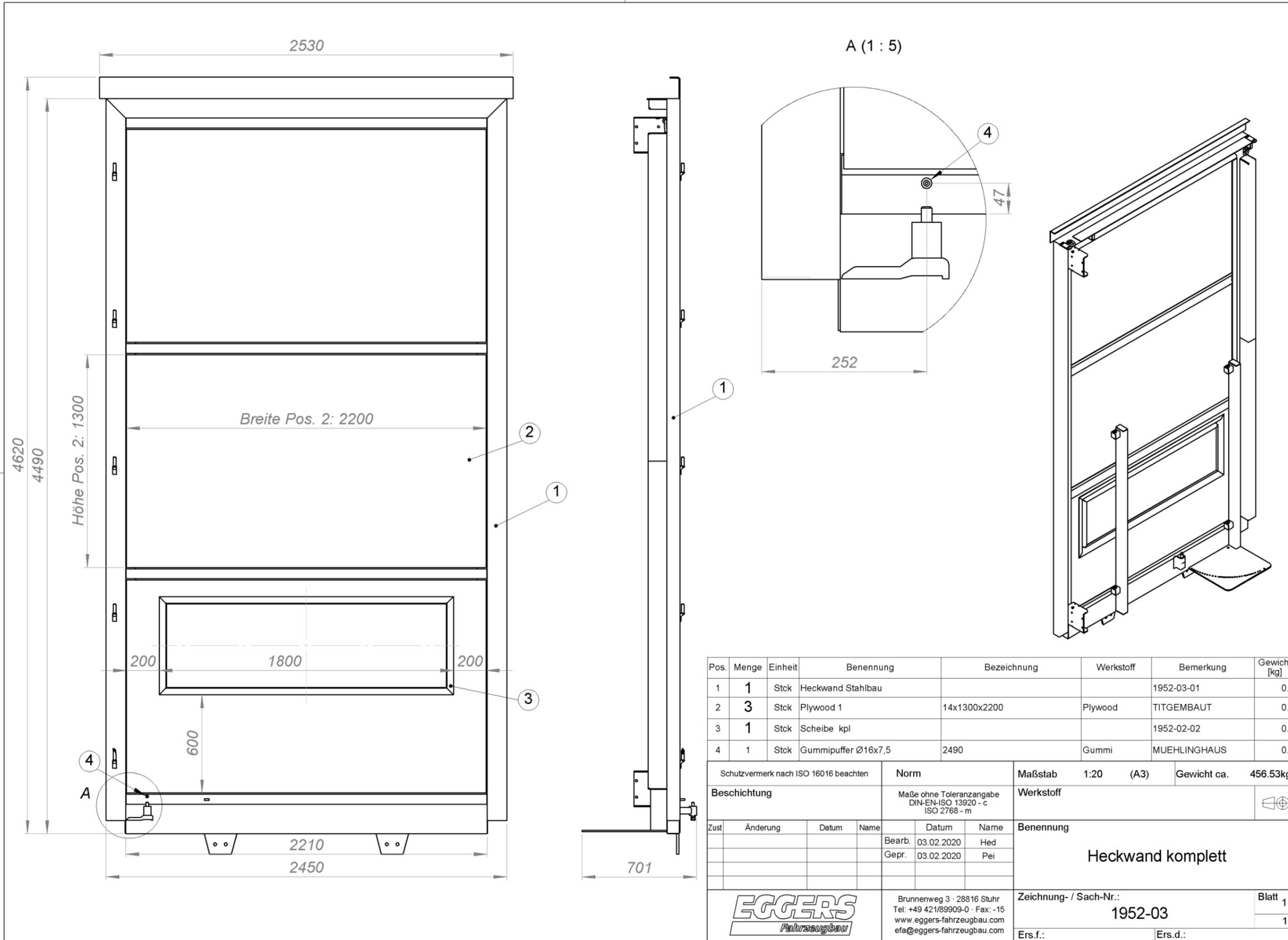


Brunnenweg 3 · 28816 Stuhr
Tel: +49 421/89909-0 · Fax: -15
www.eggers-fahrzeugbau.com
efa@eggers-fahrzeugbau.com

Zeichnung- / Sach-Nr.: 1952-09-08 Blatt 1

Ers.f.: Ers.d.:





Pos.	Menge	Einheit	Benennung	Bezeichnung	Werkstoff	Bemerkung	Gewicht [kg]
1	1	Stck	Heckwand Stahlbau			1952-03-01	0.0
2	3	Stck	Plywood 1	14x1300x2200	Plywood	TITGEMBAUT	0.0
3	1	Stck	Scheibe kpl			1952-02-02	0.0
4	1	Stck	Gummipuffer Ø16x7,5	2490	Gummi	MUEHLINGHAUS	0.0

Schutzvermerk nach ISO 16016 beachten		Norm		Maßstab	1:20 (A3)	Gewicht ca.	456.53kg
Beschichtung		Maße ohne Toleranzangabe DIN-EN-ISO 13920 - c ISO 2768 - m		Werkstoff			

Zust.	Änderung	Datum	Name	Datum	Name	Benennung
				Bearb. 03.02.2020	Hed	Heckwand komplett
				Gepr. 03.02.2020	Pei	

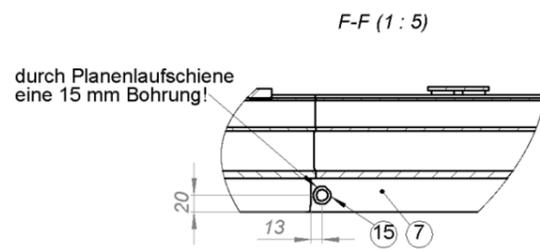
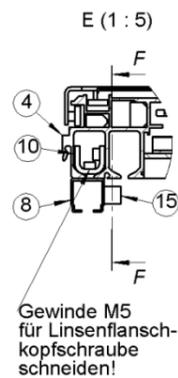
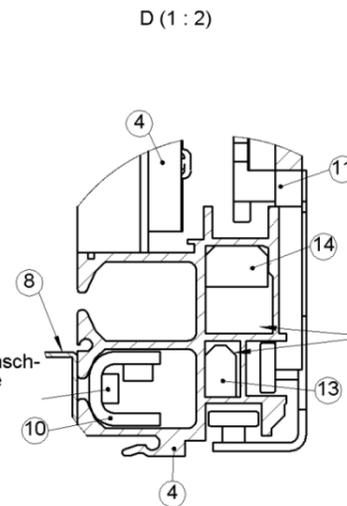
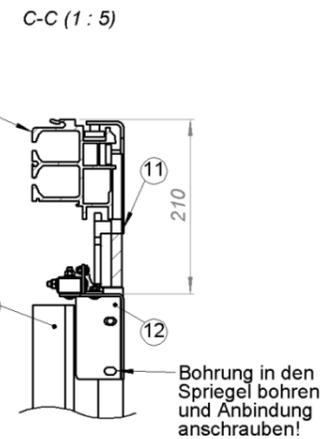
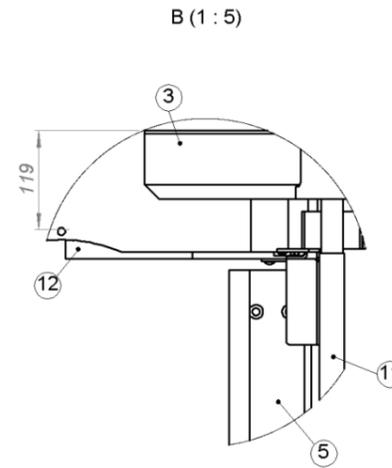
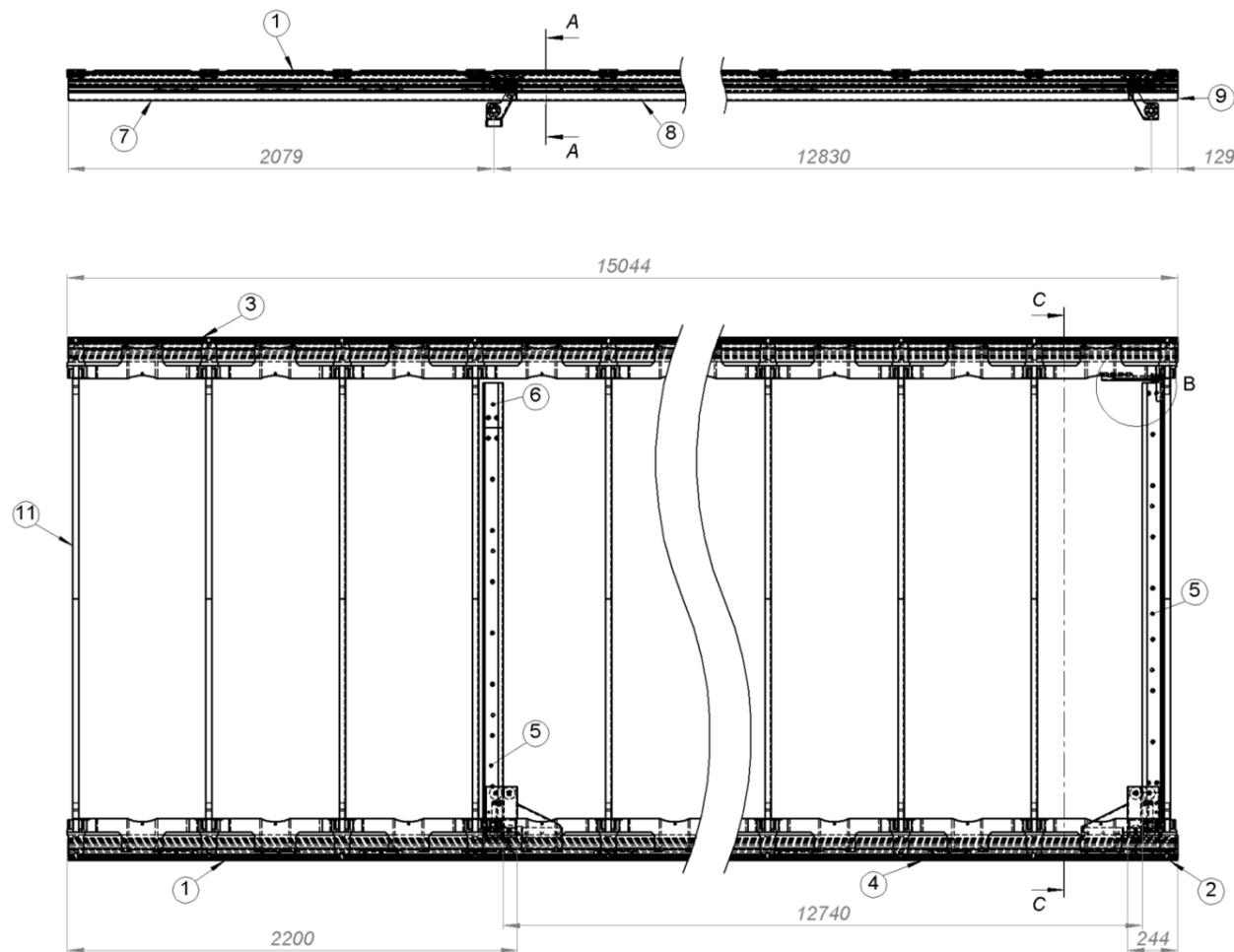
EGGERS Fahrzeugbau

Brunnenweg 3 · 28816 Stuhr
Tel: +49 421/89909-0 · Fax: -15
www.eggers-fahrzeugbau.com
efa@eggers-fahrzeugbau.com

Zeichnung- / Sach-Nr.: **1952-03**

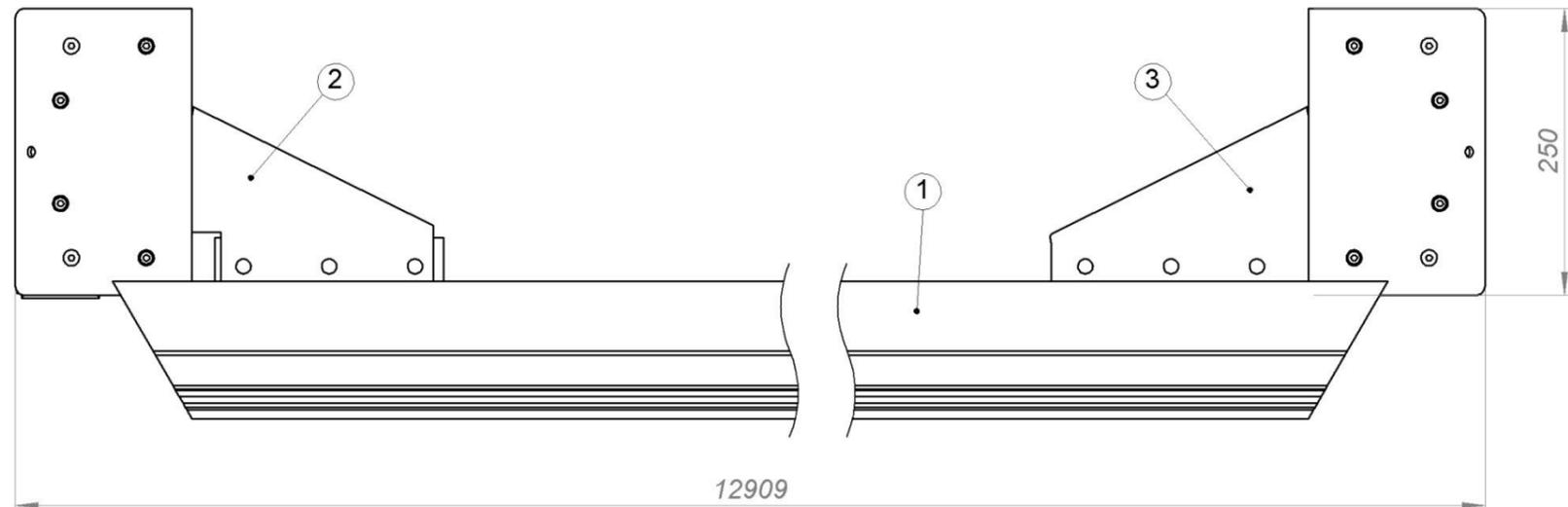
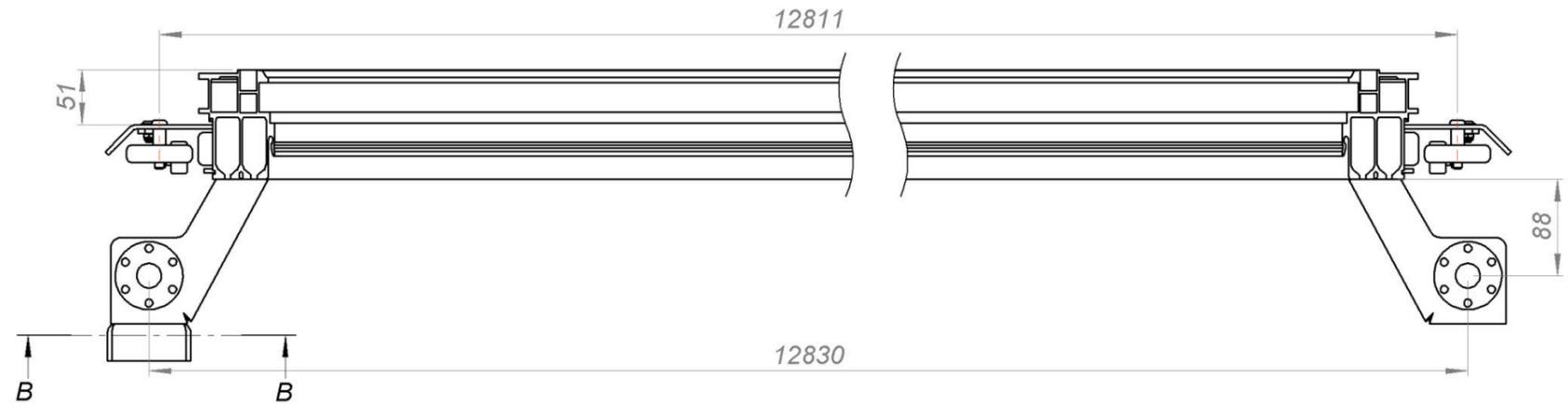
Ers.f.: _____ Ers.d.: _____

Blatt **1**
1

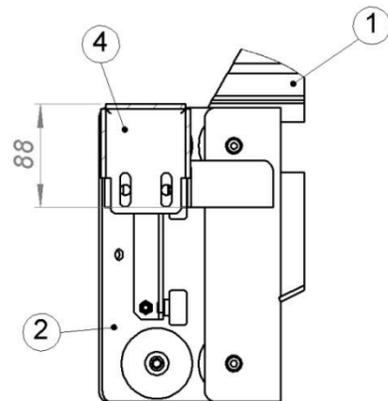


Pos.	Menge	Einheit	Benennung	Bezeichnung	Werkstoff	Bemerkung	Gewicht [kg]
1	1	Stck	Dachgurtprofil VL	Universal Classic x2194		SCHARWAECH	14.6
2	1	Stck	Dachgurtprofil HL	Universal Classic x244		SCHARWAECH	1.4
3	1	Stck	Dachgurtprofil R	Universal Classic x15038		SCHARWAECH	101.6
4	1	Stck	Dachbaum verschiebbar kpl			1952-05-01	94.5
5	2	Stck	Laufschiene	38 056 130 x2000		HOFMEISTER	26.0
6	2	Stck	Laufschiene Dachbaum	38 056 130 x219		HOFMEISTER	2.8
7	1	Stck	Planenlaufschiene V	024100-6 x2188		WAMPFLER	0.7
8	1	Stck	Planenlaufschiene M	024100-6 x12658		WAMPFLER	4.2
9	1	Stck	Planenlaufschiene H	024100-6 x238		WAMPFLER	0.1
10	22	Stck	Klemmprofil 5-Loch	40 38 029 740			18.0
11	24	Stck	Standardspiegel mit Rollenwagen	40 69 000 770		SCHARWAECH	105.6
12	1	Stck	Anbindung Dach komplett			1952-05-17	1.0
13	2	Stck	Dachgurt Arretierung	FI 25/15x180	X5CrNi18 10	1623-20	1.0
14	2	Stck	Dachgurt Arretierung 2	FI 30/20x180	X5CrNi18 10	1515-17	1.6
15	1	Stck	Rohr Führung	Rr 21,34x20	S235JRH		0.0
16	46	Stck	Gelenk 650	40 69 001 650		SCHARWAECH	8.3

Schutzvermerk nach ISO 16016 beachten		Norm	Maßstab	1:20 (A2)	Gewicht ca.	381.16kg	
Beschichtung		Maße ohne Toleranzangabe DIN-EN-ISO 13920 - c ISO 2768 - m		Werkstoff			
Zust.	Änderung	Datum	Name	Datum	Name	Benennung	
				Bearb. 05.02.2020	Hed	Dach komplett	
				Gepr. 05.02.2020	Pei		
EGGERS Fahrzeugbau				Brunnenweg 3 · 28816 Stuhr Tel. +49 421/89909-0 · Fax. -15 www.eggers-fahrzeugbau.com efa@eggers-fahrzeugbau.com		Zeichnung- / Sach-Nr.: 1952-05	Blatt 1 1
				Ers.f.:		Ers.d.:	



B-B



Pos.	Menge	Einheit	Benennung	Bezeichnung	Werkstoff	Bemerkung	Gewicht [kg]
1	1	Stck	Dachgurt verschiebbar			1952-05-01-01	86.0
2	1	Stck	Laufwagen H kpl			1952-05-01-02 gesp	4.0
3	1	Stck	Laufwagen V kpl			1952-05-01-02	4.2
4	1	Stck	Winkel Ausfallsicherung	Pr 34/93/4x93	S355MC	1952-05-01-04	0.3

Schutzvermerk nach ISO 16016 beachten Norm Maßstab 1:5 (A3) Gewicht ca. 94.51kg

Beschichtung Maße ohne Toleranzangabe DIN-EN-ISO 13920 - c ISO 2768 - m Werkstoff

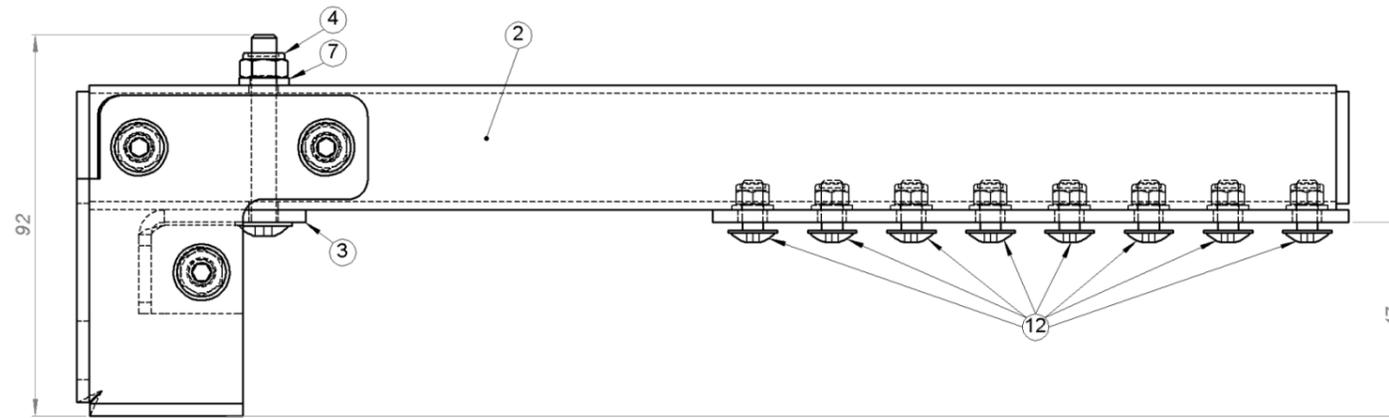
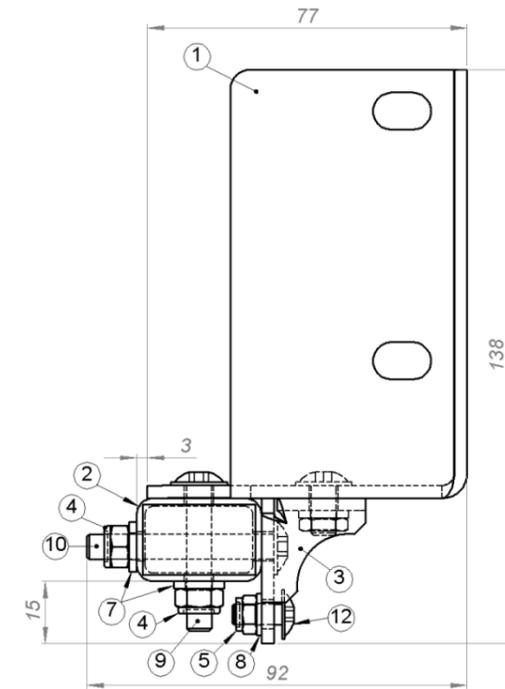
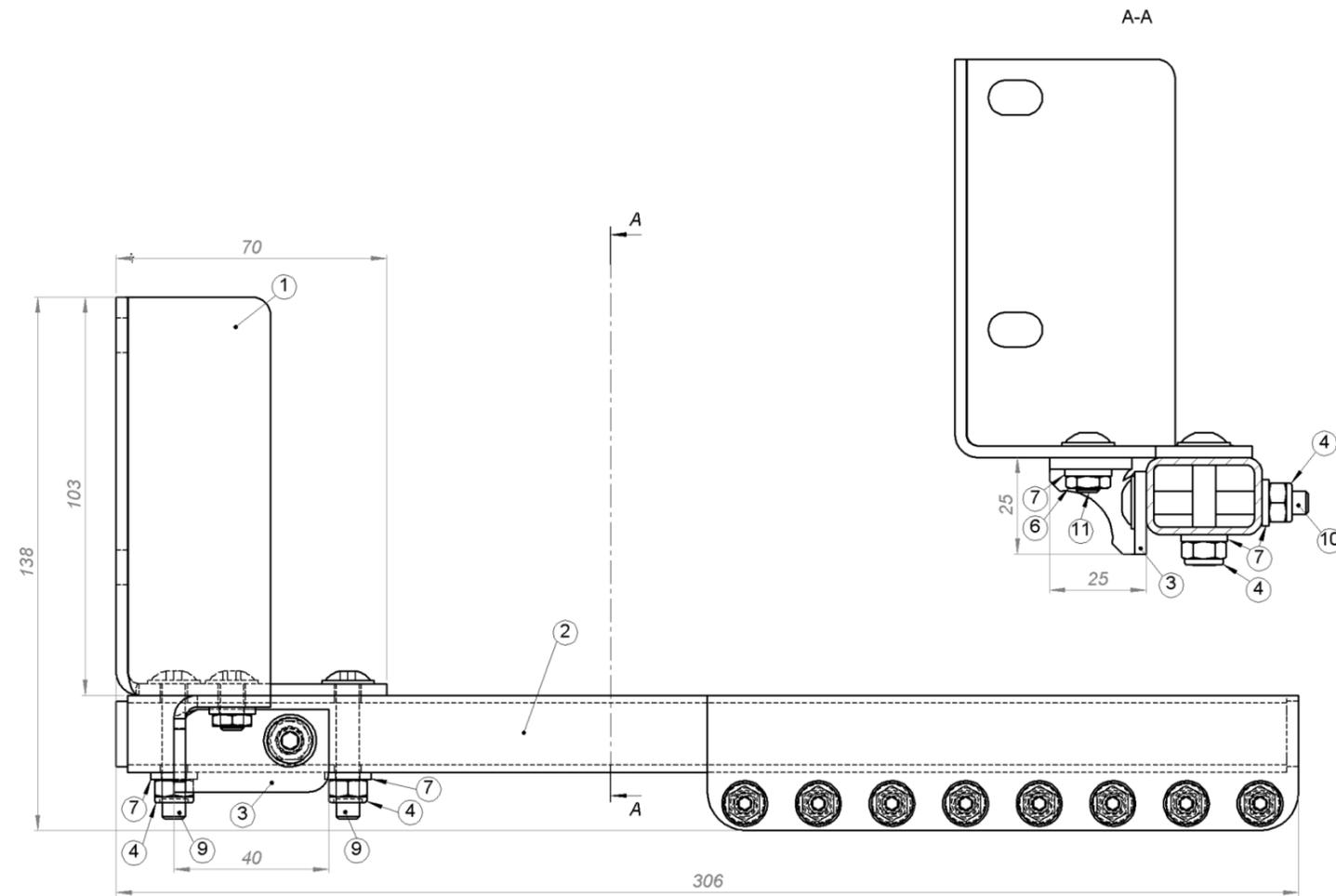
Zust.	Änderung	Datum	Name	Datum	Name	Benennung
				Bearb. 05.02.2020	Hed	Dachbaum verschiebbar kpl
				Gepr. 05.02.2020	Pei	



Brunnenweg 3 · 28816 Stuhr
Tel: +49 421/89909-0 · Fax: -15
www.eggers-fahrzeugbau.com
efa@eggers-fahrzeugbau.com

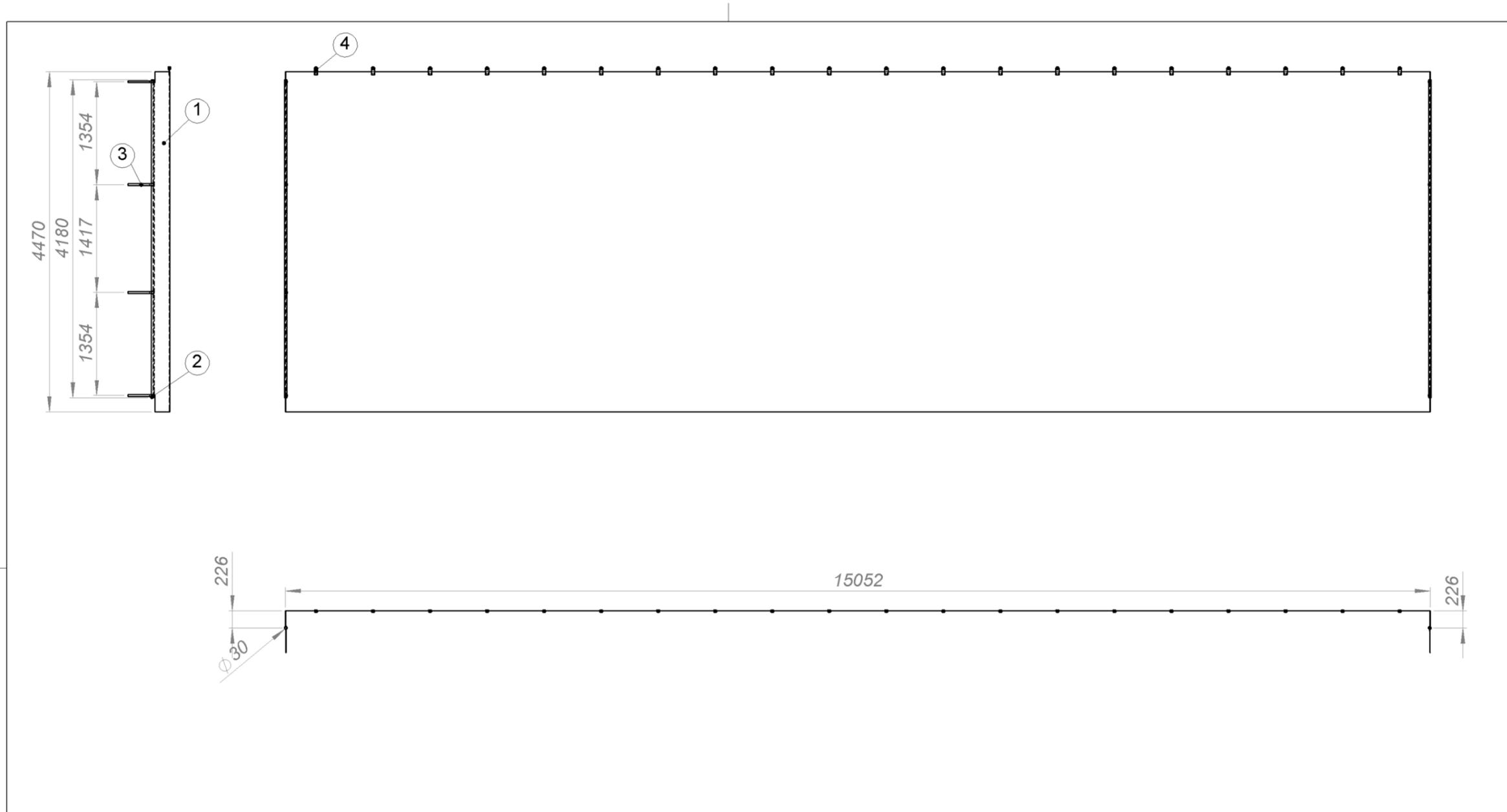
Zeichnung- / Sach-Nr.: 1952-05-01 Blatt 1

Ers.f.: Ers.d.:



Pos.	Menge	Einheit	Benennung	Bezeichnung	Werkstoff	Bemerkung	Gewicht [kg]
1	1	Stck	Blech Anbindung Dach	Pr 77/70/3x103	S355MC	1952-05-02-02	0.3
2	1	Stck	Anbindung Kette			1952-05-02-01	0.6
3	1	Stck	Blech Aussteifung	Pr 25/25/3x40	S355MC	1952-05-02-03	0.0
4	3	Stck	Skf-Mutter selbsts. flach	M6	8 verz	ISO 10511	0.0
5	8	Stck	Skf-Mutter selbsts. flach	M5	8 verz	ISO 10511	0.0
6	1	Stck	Sechskantmutter flach	M 6	8 verz	ISO 4035	0.0
7	4	Stck	Scheibe	A6.4	St verz	ISO 7089	0.0
8	8	Stck	Scheibe	A5.3	St verz	ISO 7089	0.0
9	2	Stck	Linienkopfschraube mit Flansch	M6x35	10.9 verz	WUERTH	0.0
10	1	Stck	Linienkopfschraube mit Flansch	M6x45	8.8 verz	WUERTH	0.0
11	1	Stck	Linienkopfschraube mit Flansch	M6x12	10.9 verz	WUERTH	0.0
12	8	Stck	Linienkopfschraube mit Flansch	M5x12	10.9 verz	WUERTH	0.0

Maße ohne Toleranzangabe nach DIN-EN-ISO 13920 - c / ISO 2768 - m			Norm		Maßstab	1:1 (A2)	Gewicht ca.	0.96kg
Alle Schweiß- und Schraubverbindungen nach Arbeitsanweisungen EGAW ausführen			Beschichtung		Werkstoff			
Zust.	Änderung	Datum	Name	Datum	Name	Benennung		
				Bearb. 05.02.2020	Hed	Anbindung Dach komplett		
				Gepr. 05.02.2020	Pei			
EGGERS Fahrzeugbau			Brunnenweg 3 · 28816 Stuhr Tel. +49 421/89909-0 · Fax. -15 www.eggerts-fahrzeugbau.com efa@eggerts-fahrzeugbau.com		Zeichnung- / Sach-Nr.: 1952-05-02			Blatt 1
					Schutzvermerk nach ISO 16016 beachten			1



Pos.	Menge	Einheit	Benennung	Bezeichnung	Werkstoff	Bemerkung	Gewicht [kg]
1	1	Stck	Plane rechts			NEUBAUER	48.3
2	2	Stck	Spannprofil	Rr 30/3x4180	AlMgSi0,5 F22		5.9
3	8	Stck	Gurt			NEUBAUER	0.2
4	20	Stck	Planenroller	83006		H&M	0.0

Schutzvermerk nach ISO 16016 beachten Norm Maßstab 1:50 (A3) Gewicht ca. 54.38kg

Beschichtung Maße ohne Toleranzangabe DIN-EN-ISO 13920 - c ISO 2768 - m Werkstoff

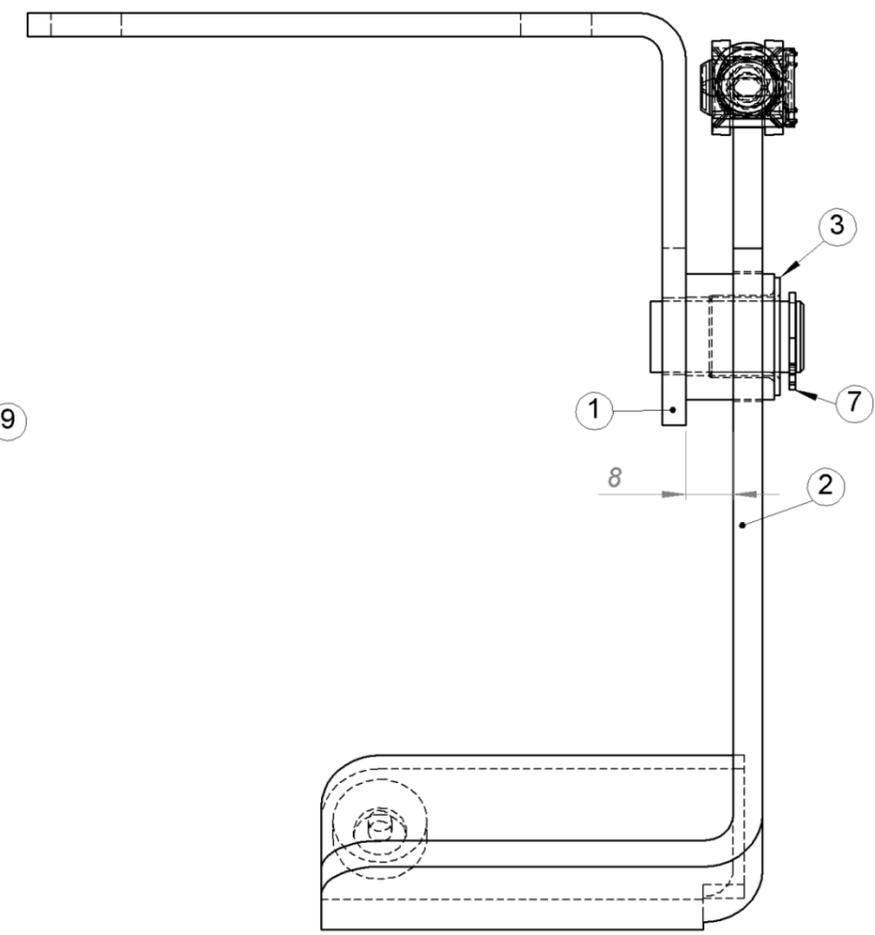
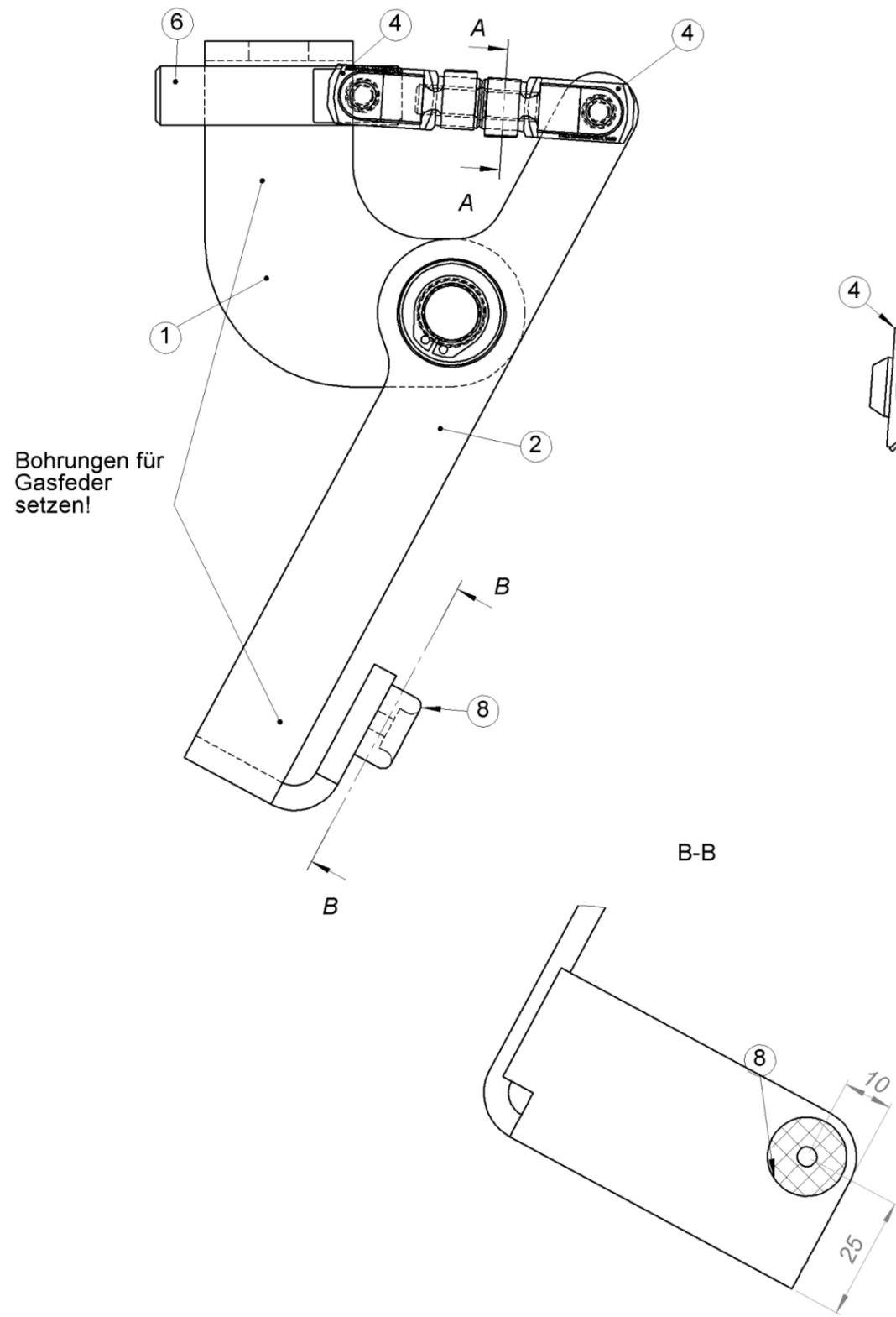
Zust.	Änderung	Datum	Name	Datum	Name	Benennung
				06.02.2020	Hed	Seitenplane kpl
				06.02.2020	Pei	



Brunnenweg 3 · 28816 Stuhr
Tel: +49 421/89909-0 · Fax: -15
www.eggers-fahrzeugbau.com
efa@eggers-fahrzeugbau.com

Zeichnung- / Sach-Nr.: 1952-06 Blatt 1

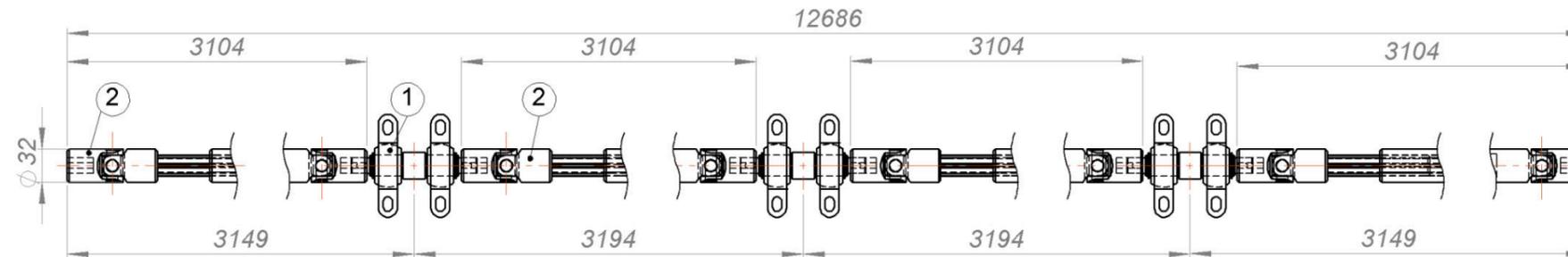
Ers.f.: Ers.d.: 1



Pos.	Sicherung eingefahren/Menge	Einheit	Benennung	Bezeichnung	Werkstoff	Bemerkung	Gewicht [kg]
1	1	Stck	Halter Sicherung			1952-37-01	0.2
2	1	Stck	Umlenkung			1952-37-02	0.3
3	1	Stck	Bundbuchse	EGF12120-E40-B		INA	0.0
4	2	Stck	Gabelkopf	100200060012013		DIN 71752	0.0
5	1	Stck	Gewindestange	M6x25	S355MC	1952-37-04	0.0
6	1	Stck	Bolzen Rausfallsicherung	Rd 12x50	X5CrNi18 10	1952-37-03	0.0
7	1	Stck	Wellensicherungsring	12x1		DIN 471	0.0
8	1	Stck	Gummipuffer Ø16x7,5	2490	Gummi	MUEHLINGHAUS	0.0
9	2	Stck	Federklappbolzen	6x12		DIN ISO 8140	0.0

Maße ohne Toleranzangabe nach DIN-EN-ISO 13920 - c / ISO 2768 - m			Norm		Maßstab	1:1 (A3)	Gewicht ca.	0.58kg
Allg. Schweiß- und Schraubverbindungen nach Arbeitsanweisungen EGAW ausführen			Beschichtung		Werkstoff			
Zust.	Änderung	Datum	Name	Bearb.	Datum	Name	Benennung	
				Gepr.	11.02.2020	Hed	Rausfallsicherung Seitenplane	
					11.02.2020	Pei		
			Brunnenweg 3 · 28816 Stuhr Tel: +49 421/89909-0 · Fax: -15 www.eggers-fahrzeugbau.com efa@eggers-fahrzeugbau.com		Zeichnung- / Sach-Nr.: 1952-37			Blatt 1
								1

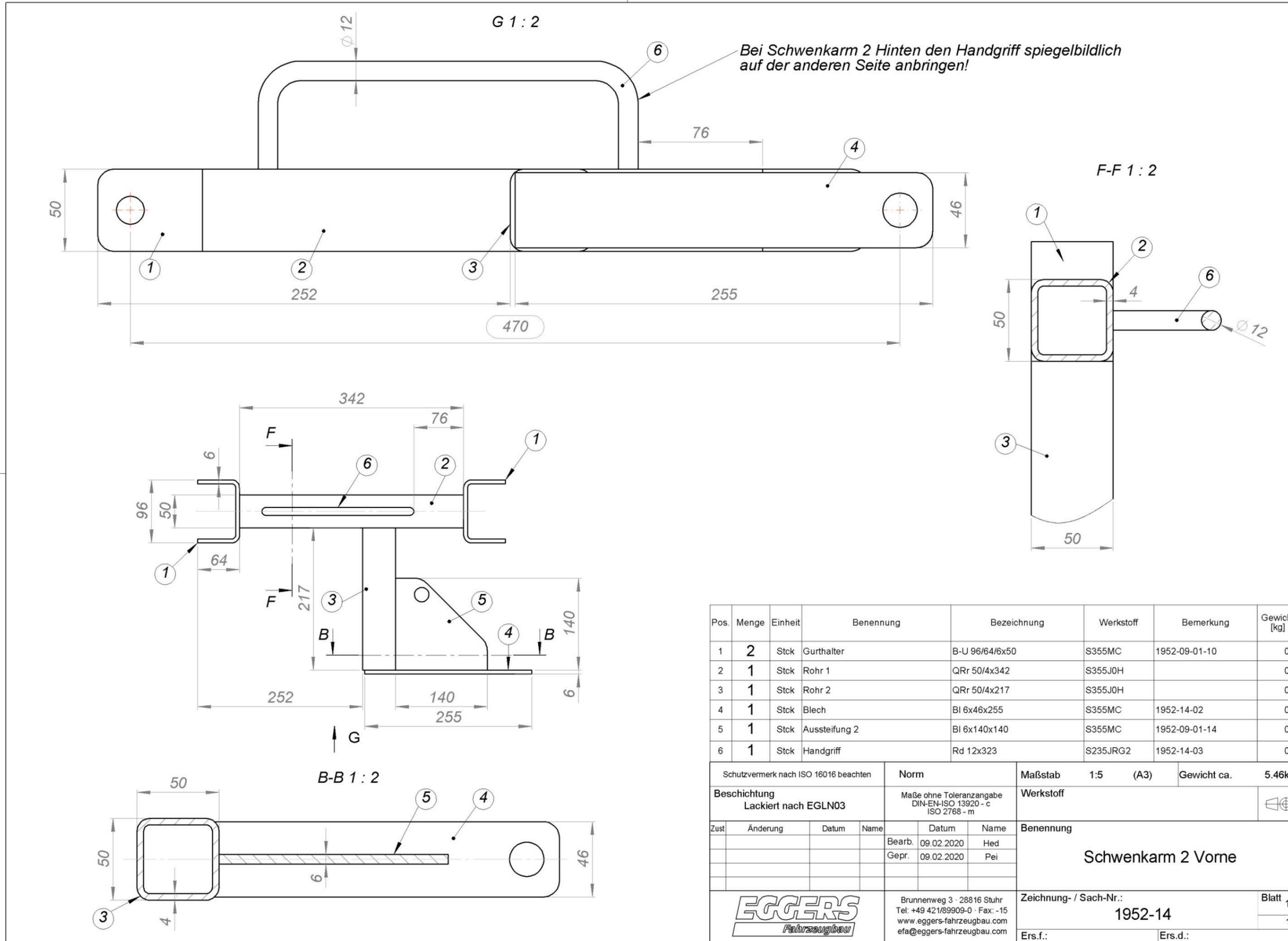
Schutzvermerk nach ISO 16016 beachten



Sicherung der Gelenkwellen mit Querbohrung

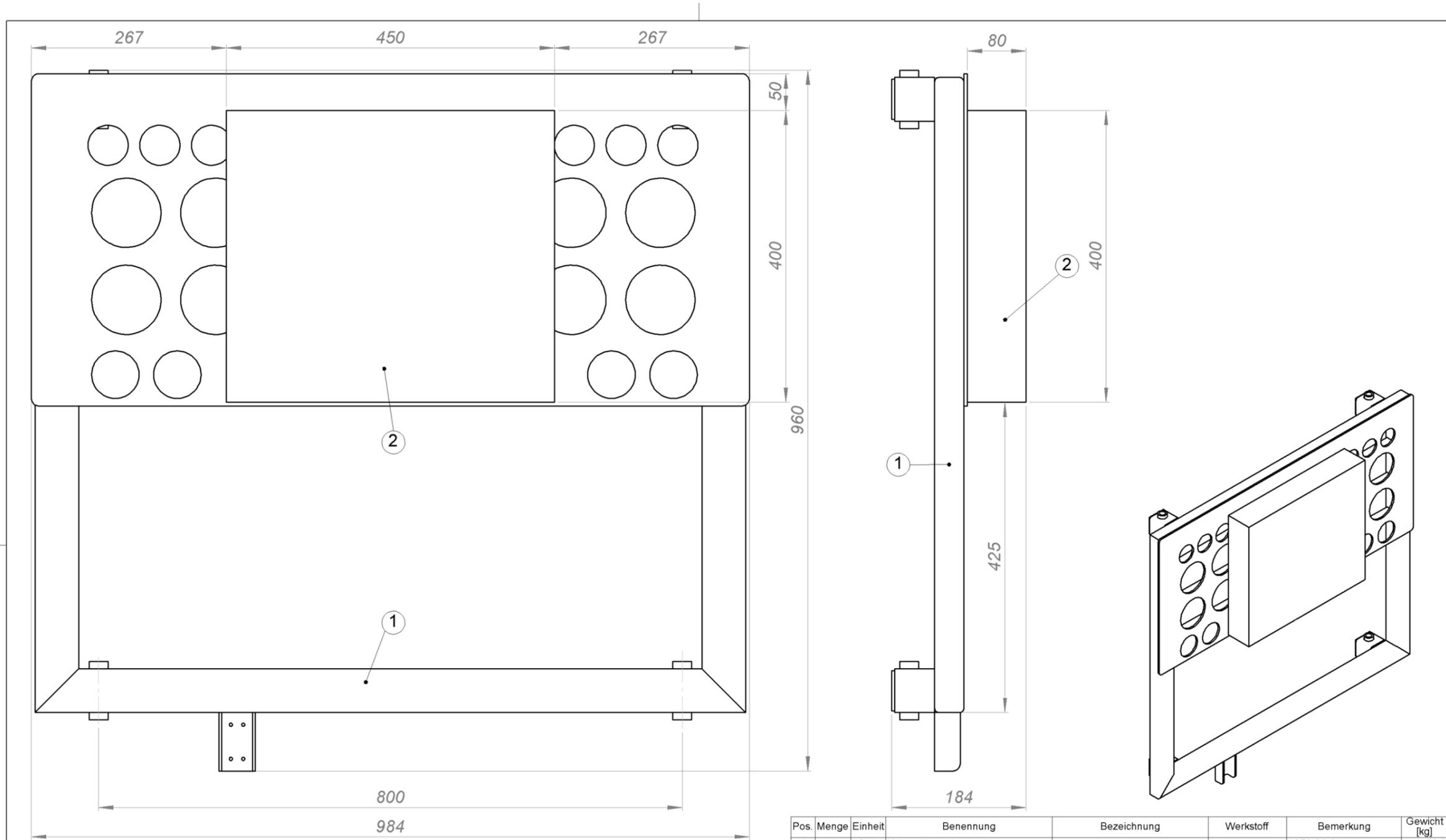
Pos.	Menge	Einheit	Benennung	Bezeichnung	Werkstoff	Bemerkung	Gewicht [kg]
1	3	Stck	Lagereinheit			1952-10-01	1.1
2	4	Stck	Gelenkwelle	AN15x32-G.3050-3150.M4.M4		GENOMA	32.7
3	6	Stck	Passfeder	5x5 x10		DIN 6885	0.0

Schutzvermerk nach ISO 16016 beachten			Norm		Maßstab	1:5 (A3)	Gewicht ca.	33.84kg
Beschichtung			Maße ohne Toleranzangabe DIN-EN-ISO 13920 - c ISO 2768 - m		Werkstoff			
Zust.	Änderung	Datum	Name	Datum	Name	Benennung		
				Bearb. 06.02.2020	Hed	Gelenkwelle kpl		
				Gepr. 06.02.2020	Pei			
			Brunnenweg 3 · 28816 Stuhr Tel: +49 421/89909-0 · Fax: -15 www.eggers-fahrzeugbau.com efa@eggers-fahrzeugbau.com		Zeichnung- / Sach-Nr.: 1952-10			Blatt 1
					Ers.f.:			Ers.d.:

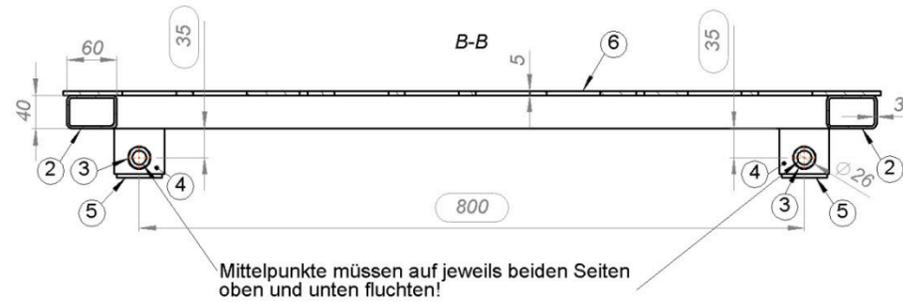
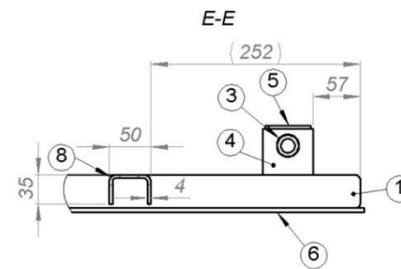
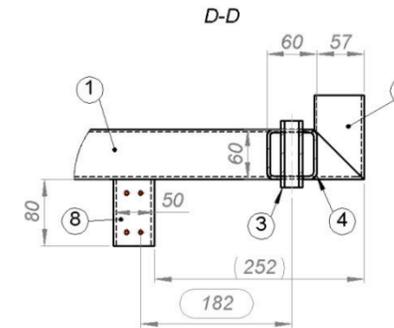
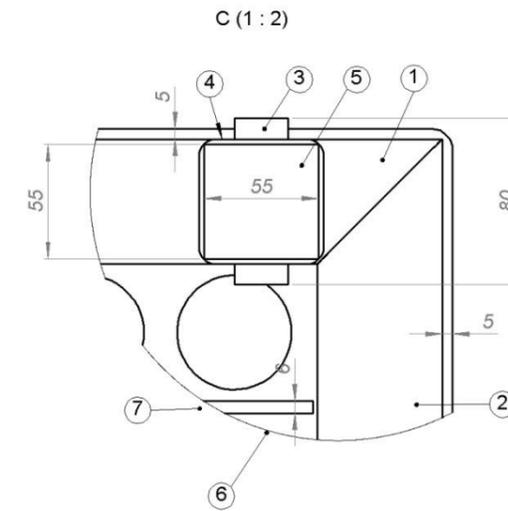
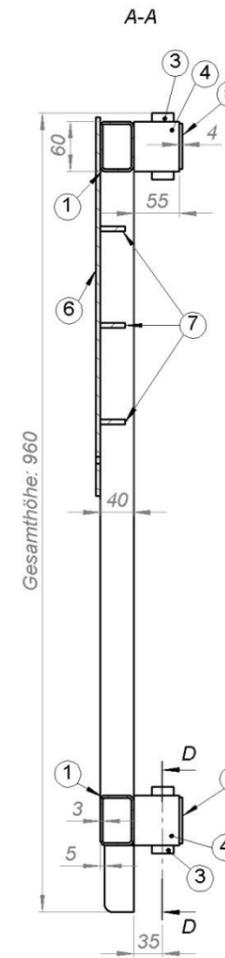
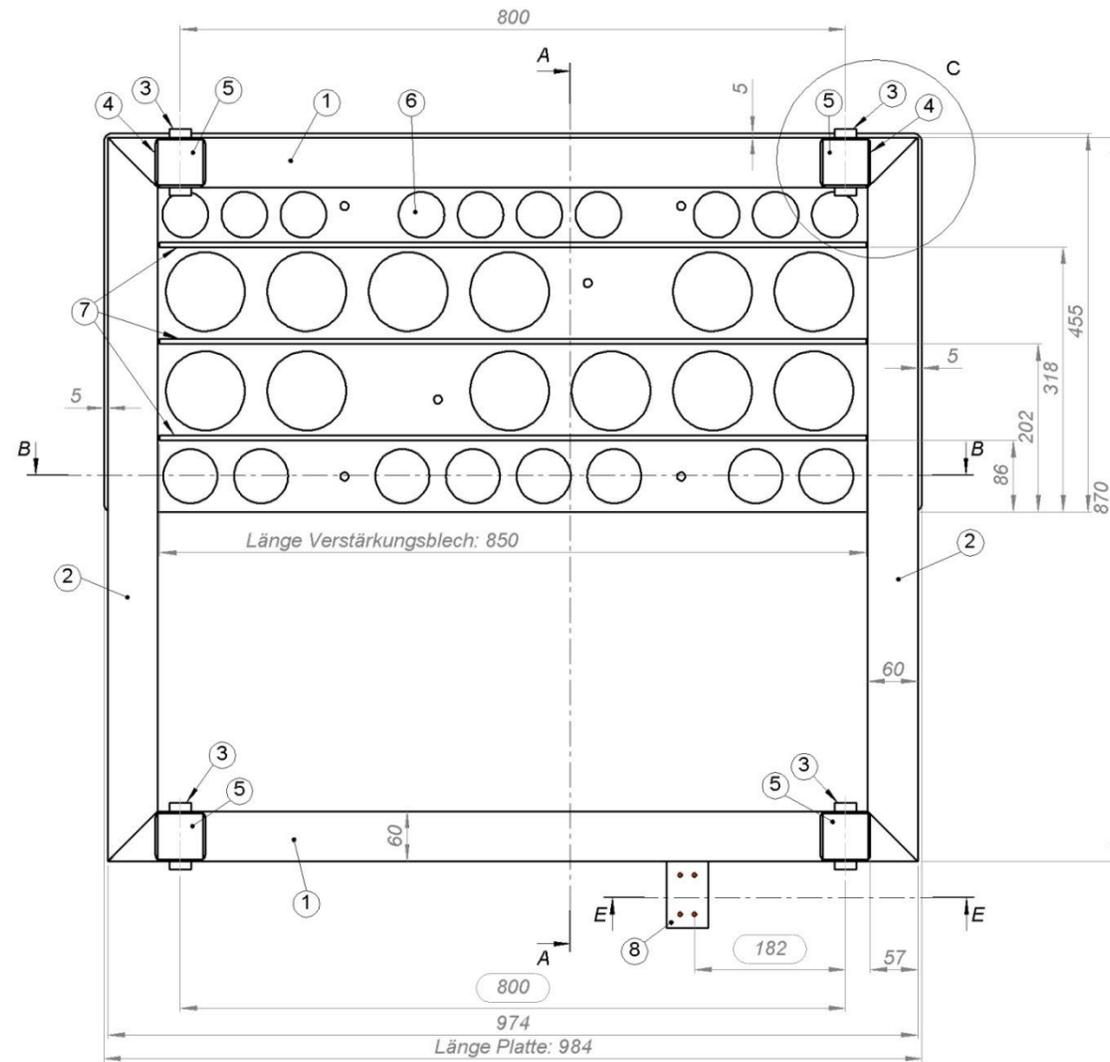


Pos.	Menge	Einheit	Benennung	Bezeichnung	Werkstoff	Bemerkung	Gewicht [kg]
1	2	Stck	Gurthalter	B-U 96/64/6x50	S355MC	1952-09-01-10	0.0
2	1	Stck	Rohr 1	QRr 50/4x342	S355J0H		0.0
3	1	Stck	Rohr 2	QRr 50/4x217	S355J0H		0.0
4	1	Stck	Blech	Bl 6x46x255	S355MC	1952-14-02	0.0
5	1	Stck	Aussteifung 2	Bl 6x140x140	S355MC	1952-09-01-14	0.0
6	1	Stck	Handgriff	Rd 12x323	S235JRG2	1952-14-03	0.0

Schutzvermerk nach ISO 16016 beachten		Norm		Maßstab 1:5 (A3)		Gewicht ca. 5.46kg	
Beschichtung Lackiert nach EGLN03		Maße ohne Toleranzangabe DIN-EN-ISO 13920 - c ISO 2768 - m		Werkstoff		☐ ⊕	
Zust.	Änderung	Datum	Name	Datum	Name	Benennung	
				Bearb. 09.02.2020	Hed	Schwenkarm 2 Vorne	
				Gepr. 09.02.2020	Pei		
				Brunnenweg 3 · 28816 Stuhr Tel: +49 421/89909-0 · Fax: -15 www.eggers-fahrzeugbau.com efa@eggers-fahrzeugbau.com		Zeichnung- / Sach-Nr.: 1952-14	
Ers.f.:						Ers.d.:	
						Blatt 1	
						1	

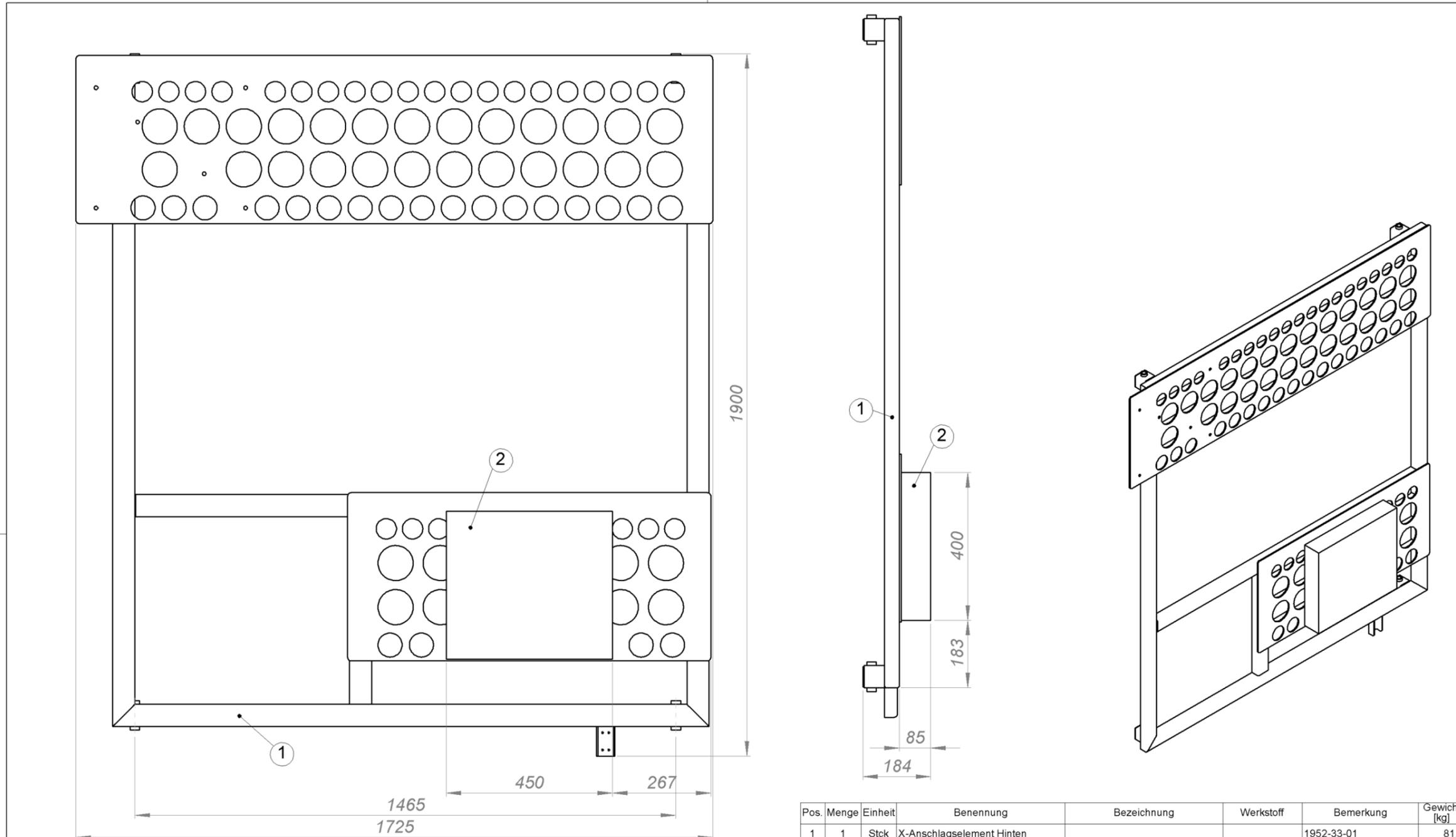


Pos.	Menge	Einheit	Benennung	Bezeichnung	Werkstoff	Bemerkung	Gewicht [kg]
1	1	Stck	X-Anschlagselement Vorne			1952-32-01	33.3
2	1	Stck	Auflagekissen	T5 6119		1553-09-02	14.4
Schutzvermerk nach ISO 16016 beachten			Norm	Maßstab	1:5 (A3)	Gewicht ca.	47.71kg
Beschichtung			Maße ohne Toleranzangabe DIN-EN-ISO 13920 - c ISO 2768 - m	Werkstoff		☐ ⊕	
Zust.	Änderung	Datum	Name	Datum	Name	Benennung	
				Bearb. 09.02.2020	Hed	X-Anschlag Vorne	
				Gepr. 09.02.2020	Pei		
EGGERS Fahrzeugbau			Brunnenweg 3 · 28816 Stuhr Tel: +49 421/89909-0 · Fax: -15 www.eggers-fahrzeugbau.com efa@eggers-fahrzeugbau.com	Zeichnung- / Sach-Nr.: 1952-32		Blatt 1 1	
Ers.f.:						Ers.d.:	

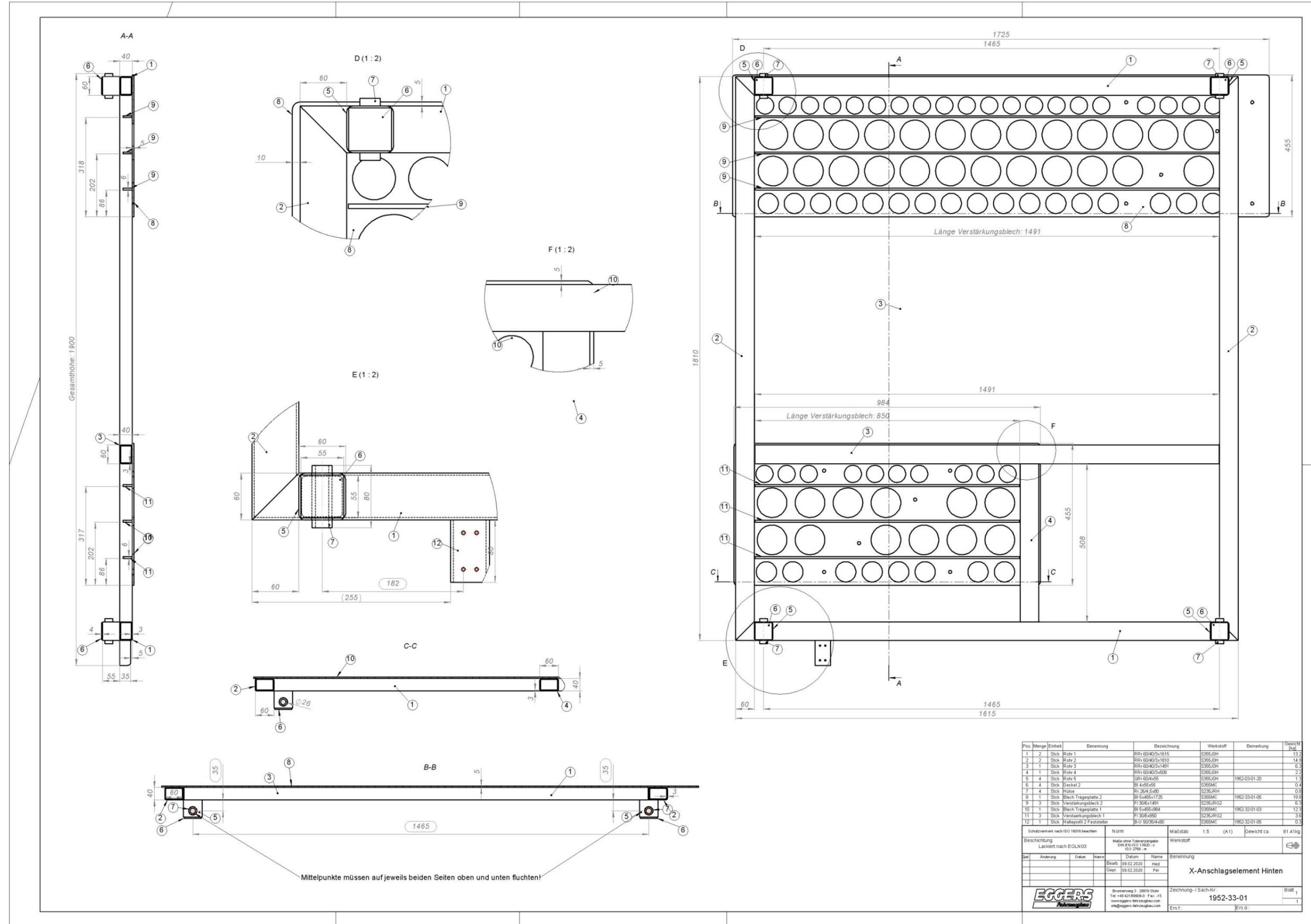


Pos.	Menge	Einheit	Benennung	Bezeichnung	Werkstoff	Bemerkung	Gewicht [kg]
1	2	Stck	Rohr 1	RRr 60/40/3x974	S355J0H	1952-32-01-01	7.8
2	2	Stck	Rohr 2	RRr 60/40/3x870	S355J0H	1952-32-01-02	6.9
3	4	Stck	Hülse	Rr 26/4,5x80	S235JRH		0.8
4	4	Stck	Rohr 5	QRr 60/4x55	S355J0H	1952-03-01-20	1.3
5	4	Stck	Deckel 2	Bl 4x55x55	S355MC		0.4
6	1	Stck	Blech Trägerplatte 1	Bl 5x455x984	S355MC	1952-32-01-03	12.3
7	3	Stck	Verstärkungsblech 1	Fl 30/6x850	S235JRG2		3.6
8	1	Stck	Halteprofil 2 Feststeller	B-LJ 50/35/4x80	S355MC	1952-32-01-05	0.3

Schutzvermerk nach ISO 16016 beachten		Norm	Maßstab	1.5 (A2)	Gewicht ca.	33.31kg
Beschichtung Lackiert nach EGLN03		Maße ohne Toleranzangabe DIN-EN-ISO 13920 - c ISO 2768 - m	Werkstoff			
Zust.	Änderung	Datum	Name	Datum	Name	Benennung
				Bearb. 09.02.2020	Hed	X-Anschlagselement Vorne
				Gepr. 09.02.2020	Pel	
EGGERS		Brunnenweg 3 · 28816 Stuhr Tel +49 421/89909-0 · Fax +15 www.eggerts-fahrzeugbau.com efa@eggerts-fahrzeugbau.com		Zeichnung- / Sach-Nr.: 1952-32-01		Blatt 1
				Ers.f.:		Ers.d.:



Pos.	Menge	Einheit	Benennung	Bezeichnung	Werkstoff	Bemerkung	Gewicht [kg]
1	1	Stck	X-Anschlagelement Hinten			1952-33-01	81.4
2	1	Stck	Auflagekissen	T5 6119		1553-09-02	14.4
Schutzvermerk nach ISO 16016 beachten			Norm	Maßstab	1:10 (A3)	Gewicht ca.	95.82kg
Beschichtung			Maße ohne Toleranzangabe DIN-EN-ISO 13920 - c ISO 2768 - m		Werkstoff	☐ ⊕	
Zust.	Änderung	Datum	Name	Datum	Name	Benennung	
				Bearb. 09.02.2020	Hed	X-Anschlag Hinten	
				Gepr. 09.02.2020	Pei		
EGGERS Fahrzeugbau			Brunnenweg 3 · 28816 Stuhr Tel: +49 421/89909-0 · Fax: -15 www.eggers-fahrzeugbau.com efa@eggers-fahrzeugbau.com		Zeichnung- / Sach-Nr.: 1952-33		Blatt 1 1
			Ers.f.:		Ers.d.:		



Pos	Menge	Einheit	Benennung	Bezeichnung	Werkstoff	Bemerkung	Gewicht [kg]
1	2	Stk	Rohr 1	RRR 60/40/3x1615	S355J0H		13,2
2	2	Stk	Rohr 2	RRR 60/40/3x1810	S355J0H		14,8
3	1	Stk	Rohr 3	RRR 60/40/3x1491	S355J0H		6,3
4	1	Stk	Rohr 4	RRR 60/40/3x608	S355J0H		2,2
5	4	Stk	Rohr 5	RRR 60/4x55	S355J0H	1962-03-01-20	1,3
6	4	Stk	Druckel 2	B 4 65x65	S355MC		0,4
7	4	Stk	Halte	Rv 26/4 5x80	S235JRH1		0,8
8	1	Stk	Blech Trägerplatte 2	B 5x455x1725	S355MC	1962-33-01-06	19,8
9	3	Stk	Verstärkungsblech 2	F1 306x1491	S235JRG2		6,3
10	1	Stk	Blech Trägerplatte 1	B 5x455x984	S355MC	1962-32-01-03	12,3
11	3	Stk	Verstärkungsblech 1	F1 306x650	S235JRG2		3,6
12	1	Stk	Halbprofil 2 Feststeller	B-U 60/26/4x80	S355MC	1962-32-01-06	0,3

Schutzmerk nach ISO 15018 beachten		Norm	Maßstab	1:5 (A1)	Gewicht ca.	81,41kg
Beschriftung Lackiert nach EGLND3		Mäße ohne Toleranzangabe Sih 611:02 1360 - c ISO 2768 - M	Werkstoff			
Dat	Änderung	Datum	Name	Datum	Name	Benennung
	Bearb.	09.02.2020	Hed			X-Anschlagselement Hinten
	Gepr.	09.02.2020	Pei			
EGGERS Führungsgeräte		Brunnenweg 3 · 28816 Stuhr Tel: +49 421 69909-0 · Fax: -15 www.eggers-lehrzeugbau.com ehg@eggers-lehrzeugbau.com		Zeichnung- / Sach-Nr. 1952-33-01		Blatt 1
				Ers z.	Ers d.	



Erklärung zur selbstständigen Bearbeitung einer Abschlussarbeit

Gemäß der Allgemeinen Prüfungs- und Studienordnung ist zusammen mit der Abschlussarbeit eine schriftliche Erklärung abzugeben, in der der Studierende bestätigt, dass die Abschlussarbeit „– bei einer Gruppenarbeit die entsprechend gekennzeichneten Teile der Arbeit [(§ 18 Abs. 1 APSO-TI-BM bzw. § 21 Abs. 1 APSO-INGI)] – ohne fremde Hilfe selbständig verfasst und nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt wurden. Wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Werken entnommene Stellen sind unter Angabe der Quellen kenntlich zu machen.“

Quelle: § 16 Abs. 5 APSO-TI-BM bzw. § 15 Abs. 6 APSO-INGI

Dieses Blatt, mit der folgenden Erklärung, ist nach Fertigstellung der Abschlussarbeit durch den Studierenden auszufüllen und jeweils mit Originalunterschrift als letztes Blatt in das Prüfungsexemplar der Abschlussarbeit einzubinden.

Eine unrichtig abgegebene Erklärung kann -auch nachträglich- zur Ungültigkeit des Studienabschlusses führen.

Erklärung zur selbstständigen Bearbeitung der Arbeit

Hiermit versichere ich,

Name: Hedrich

Vorname: Vivien

dass ich die vorliegende Bachelorarbeit bzw. bei einer Gruppenarbeit die entsprechend gekennzeichneten Teile der Arbeit mit dem Thema:

Entwicklung und Konstruktion eines Aufbaus für einen Spezialanhänger für den Transport einer Flugzeugseitenschale des Airbus A321

ohne fremde Hilfe selbständig verfasst und nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Werken entnommene Stellen sind unter Angabe der Quellen kenntlich gemacht.

- die folgende Aussage ist bei Gruppenarbeiten auszufüllen und entfällt bei Einzelarbeiten -

Die Kennzeichnung der von mir erstellten und verantworteten Teile der -bitte auswählen- ist erfolgt durch:

Brinkum

27.02.2020

Ort

Datum

Unterschrift im Original