



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Bachelorarbeit

Maximilian Bonz

Konstruktion einer Vorrichtung zum Ein- und Austreiben eines Spannstiftes

*Fakultät Technik und Informatik
Department Maschinenbau und Produktion*

*Faculty of Engineering and Computer Science
Department of Mechanical Engineering and
Production Management*

Maximilian Bonz

**Konstruktion einer Vorrichtung zum
Ein- und Austreiben eines Spannstiftes**

Bachelorarbeit eingereicht im Rahmen der Bachelorprüfung

im Studiengang Maschinenbau/Entwicklung und Konstruktion
am Department Maschinenbau und Produktion
der Fakultät Technik und Informatik
der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

in Zusammenarbeit mit:

TRIMET Aluminium SE
Aluminiumstraße
D-21129 Hamburg

Erstprüfer: Prof. Dr.-Ing. habil. Frank Helmut Schäfer
Zweitprüfer: Dipl.-Ing. Marco Alken

Abgabedatum: 08.02.2017

Zusammenfassung

Maximilian Bonz

Thema der Bachelorarbeit

Konstruktion einer Vorrichtung zum Ein- und Austreiben eines Spannstiftes

Stichworte

Spannstift, Hydraulikzylinder, Ein- und Austreiben, Einpresskraft, Schraubentragfähigkeit, Lochleibung, Knickkraft, CAD, Schweißkonstruktion, methodisches Konstruieren, VDI-Richtlinie 2221

Kurzzusammenfassung

Durch Anwenden der VDI-Richtlinie 2221 - *Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte* wurde in dieser Bachelorarbeit eine Konstruktion entwickelt, die einen Spannstift ein- und austreiben soll. Die Anforderungen an die Konstruktion waren Vorgaben aus der Instandhaltungsabteilung, für die diese Konstruktion entwickelt wurde. Der Arbeitsvorgang sollte insbesondere sicherer werden. Wichtige Parameter, wie Einpresskraft, Tragfähigkeit von Schrauben und Knickkräfte sind hierfür berechnet worden. Ein großer Bestandteil der Arbeit war die Erstellung der CAD Dateien, die für die Fertigung der Konstruktion benötigt wurden.

Maximilian Bonz

Bachelor Thesis title

Construction of a device for insertion and removal of a spring-type straight pin

Keywords

spring-type straight pin, hydraulic ram, insertion and removal, press-in force, bearing strength of a screw, bearing of hole, critical compressive force, CAD, welding construction, methodology construct, VDI standard 2221

Abstract

In this Bachelor thesis a construction of a device for insertion and removal of a spring-type straight pin was developed by using the VDI standard 2221 – *systematic approach to the development and design of technical systems and products*. The requirements to the construction were specified by the department of maintenance as user of the device. The working process should become safer. Important parameters like press-in force, bearing strength of a screw and critical compressive force have been calculated. An important part of the thesis was the creation of the CAD files, which were required for the production of the construction.

Danksagung

Herrn Prof. Dr.-Ing. habil. Frank Helmut Schäfer danke ich, dass ich unter seiner Betreuung meine Bachelorarbeit anfertigen konnte. Die Gespräche mit ihm und sein stets hilfreiches Feedback haben mir geholfen, meine Arbeit ständig weiterzuentwickeln.

Ebenfalls danke ich Herrn Dipl.-Ing. Marco Alken, der mir die Anfertigung meiner Bachelorthesis ermöglicht hat. Er hat mir die Möglichkeit gegeben, das Thema bei der TRIMET Aluminium SE in Hamburg zu bearbeiten, und mich während der Erstellung mit konstruktiven Gesprächen unterstützt.

Ein großer Dank geht an Stefan Koop und Claudia O'Sullivan, die mir mit großer Geduld bei der Erstellung der Zeichnungen beratend zur Seite gestanden haben.

Herr Dr. Elmar Sturm hat mir sehr durch Korrekturlesen, aufschlussreiche Diskussionen sowie seine reiche Erfahrung im Betreuen von Abschlussarbeiten geholfen. Auch ihm gilt mein Dank.

Und schließlich bedanke ich mich bei allen Mitarbeitern der TRIMET, die mich bei meinen Versuchen, Begehungen der Anlage und der Aufnahme des Ist-Zustandes unterstützt haben. Sie waren stets offen, hilfsbereit und verständnisvoll, wenn ich mit Fragen an Sie herangetreten bin.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	II
Abbildungsverzeichnis.....	IV
Tabellenverzeichnis.....	V
Formelzeichenverzeichnis	VI
Abkürzungsverzeichnis	VI
1 Einleitung.....	1
1.1 TRIMET Aluminium SE.....	1
1.2 Das Primäraluminium	2
2 Grundlagen.....	4
2.1 Anodenherstellung	4
2.2 Anlagenbeschreibung Hülsenabziehpresse	7
2.3 Ist-Zustand Spannstiftwechsel	8
2.4 Motivation, Gründe.....	10
2.5 Der Spannstift	10
3 Methodisches Konstruieren	11
3.1 Richtlinien.....	11
3.2 Anforderungsliste.....	13
3.3 Black-Box-Darstellung	14
3.4 Funktionsanalyse.....	16
3.4.1 Funktionen	17
3.4.2 Teilfunktionen.....	17
3.4.3 Funktionsstruktur – Übersicht.....	18
3.5 Morphologischer Kasten	19
3.6 Bewertung der Lösungsvarianten	21
3.7 Ermittlung der Ein- bzw. Auspresskraft	24
3.7.1 Versuchsaufbau und -durchführung.....	24
3.7.2 Versuchsergebnisse und -auswertung	27
3.7.3 Auswahl des Hydraulikzylinders	29
3.8 Berechnungen	32
3.8.1 Tragfähigkeit bezüglich Abscherens.....	32
3.8.2 Tragfähigkeit bezüglich Lochleibung	34
3.8.3 Knickkraft	36
4 Entwerfen	38
4.1 Entwurfsphase.....	38
4.2 Stückliste.....	39
4.3 Die Konstruktion.....	43

4.4	Arbeitsanweisung.....	44
5	Zusammenfassung und Ausblick.....	47
	Literaturverzeichnis	48
	Anhang.....	i

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Luftbild des Hamburger TRIMET Werkes aus 2013 [2].....	1
Abbildung 2: Elektrolyseofen 172 am Standort Hamburg [4].....	2
Abbildung 3: Querschnitt durch einen Elektrolyseofen [5].....	3
Abbildung 4: Anode mit Sparkopf, Hamburger Format [6]	4
Abbildung 5: Anodenstange [6].....	5
Abbildung 6: Anode vor Einsatz [4].....	6
Abbildung 7: abgebrannte Anode [4]	6
Abbildung 8: Anodenzapfen mit Hülsen [4].....	7
Abbildung 9: Hülsenabziehpressen (Nordpresse) [4]	8
Abbildung 10: Zusammenbau der drei Bauteile [5]	9
Abbildung 11: Spannstift, leichte Ausführung [7].....	10
Abbildung 12: Spannstift, schwere Ausführung [8]	10
Abbildung 13: Generelles Vorgehen beim Entwickeln und Konstruieren nach VDI 2221 [10].....	12
Abbildung 14: Umsatz von Energie, Stoff und Signal mit eindeutigem funktionalem Zusammenhang, aber unbekannter Lösung [11].....	14
Abbildung 15: Black-Box-Darstellung	15
Abbildung 16: Funktionsstruktur – Übersicht	18
Abbildung 17: 50-t-Werkstattpresse [4]	24
Abbildung 18: Versuchsaufbau zur Ermittlung der Einpresskraft [6]	24
Abbildung 19: Einpresskraft im Bezug auf die Eintreiblänge	28
Abbildung 20: Auspresskraft im Bezug auf die Austreiblänge	28
Abbildung 21: Ausschnitt aus Datenblatt Kurzhubzylinder [13]	30
Abbildung 22: ENERPAC RCS-302 [4]	32
Abbildung 23: erste Entwurfsskizzen der Ein- und Austreibkonstruktion	38
Abbildung 24: 3D-CAD-Darstellung der Ein- und Austreibvorrichtung	39
Abbildung 25: Rahmen 1.1	40
Abbildung 26: Rahmen 1.2	40
Abbildung 27: Befestigungsblech.....	40
Abbildung 28: Abdrückblech.....	40
Abbildung 29: Stütze	40
Abbildung 30: Zylinderaufnahme.....	40
Abbildung 31: Anschlag	41
Abbildung 32: Sicherungsdeckel	41
Abbildung 33: Schanierbuchse	41
Abbildung 34: Bolzen	41
Abbildung 35: Abstützblech	41
Abbildung 36: Treibdorn 3	42
Abbildung 37: Distanzstück 3.....	42

Abbildung 38: gefertigte Konstruktion mit geschlossenem Sicherheitsdeckel [4].....43
 Abbildung 39: gefertigte Konstruktion mit offenem Sicherheitsdeckel [4]43
 Abbildung 40: Vorrichtung inklusive Hydraulikzylinder und lufthydraulischer Pumpe [4]
43

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ausschnitt der Anforderungsliste 13
 Tabelle 2: Ausschnitt aus dem morphologischen Kasten 19
 Tabelle 3: Lösungsvariante (LV) 1-3.....20
 Tabelle 4: Ausschnitt der Lösungsbewertung.....21
 Tabelle 5: Darstellung des Wertigkeitsverfahrens für die Vorrichtung zum Ein- und
 Austreiben eines Spannstiftes22
 Tabelle 6: Übersicht über die ermittelten Drücke und Kräfte von vier Versuchsreihen 27
 Tabelle 7: Durch Trendlinie ermittelte Maximalkraft29
 Tabelle 8: Funktionen der Trendlinien und dazugehörige Maximalkräfte29
 Tabelle 9: Übersicht Abscherkräfte von M20 und M24 Sechskantschrauben.....34
 Tabelle 10: Übersicht der zul. Kräfte für S235 und S35535
 Tabelle 11: Übersicht Eulersche Knickfälle [16]36
 Tabelle 12: 3D-CAD-Darstellung der Einzelbauteile.....41

Formelzeichenverzeichnis

Kurzzeichen	Bedeutung	Einheit
m	Masse	t, g
l, s	Länge	m
I	Stromstärke	A
W	Energie	Wh
T	Temperatur	°C, K
F	Kraft	N
g_i	Gewichtungsfaktor	-
P_i	Bewertung	-
A	Fläche	m^2
p	Druck	$\frac{N}{m^2}$

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
SE	Societas Europaea – Europäische Gesellschaft
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
ISO	International Organisation for Standardisation
DIN	Deutsches Institut für Normung
EN	Europäische Norm
Cr	Chrom
Mo	Molybdän
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
UVV	Unfallverhütungsvorschrift
LV	Lösungsvariante
CAD	computer-aided design

1 Einleitung

1.1 TRIMET Aluminium SE

Die Firma TRIMET Aluminium SE (kurz: TRIMET) ist der führende Aluminiumproduzent Deutschlands und beschäftigt rund 2900 Mitarbeiter an acht Standorten. Sie entwickeln, produzieren, recyceln, gießen und vertreiben moderne Leichtmetallprodukte aus Aluminium. Die TRIMET wurde 1985 als Metallhandelsgesellschaft mbH in Düsseldorf gegründet. Nach und nach wuchs das Unternehmen und erweiterte stetig seine Produktpalette. Am Standort in Hamburg-Altenwerder, der 2006 von TRIMET übernommen wurde, befinden sich eine Aluminiumhütte mit 270 Elektrolysezellen und eine Anodenfabrik. In der Anodenfabrik werden sowohl Anoden für die Aluminiumhütte in Hamburg selbst, als auch für die Hütte in Essen produziert. Diese werden dann per Lkw nach Essen befördert. Je eine weitere Aluminiumhütte der TRIMET steht in Voerde und Saint-Jean-de-Maurienne (Frankreich). An allen vier Standorten wird Primäraluminium durch Schmelzflusselektrolyse gewonnen. Dieses wird dann in den firmeneigenen und auch in fremden Gießereien zu Pressbarren, Masseln, Walzbarren, Aluminiumdraht oder direkt zu Gussteilen verarbeitet. An den Standorten Essen, Gelsenkirchen und Harzgerode wird zudem Aluminiumschrott recycelt und sogenanntes Sekundäraluminium produziert. Die TRIMET hat eine Jahresproduktion von 530.000 t Primär- und 245.000 t Sekundäraluminium. Diese teilen sich wie folgt auf folgende Produkte auf: [1]

- | | |
|------------------------------|------------------------|
| 1. 210.000 t Flüssialuminium | - 95.000 t Draht |
| 2. 220.000 t Masseln/Sows | - 90.000 t Pressbarren |
| 3. 115.000 t Walzbarren | - 45.000 t Gussteile |



Abbildung 1: Luftbild des Hamburger TRIMET Werkes aus 2013 [2]

1.2 Das Primäraluminium

Am Standort Hamburg wird Primäraluminium produziert. Dieses wird elektrolytisch aus einer Aluminiumoxidschmelze hergestellt. Ein Elektrolyseofen besteht im Wesentlichen aus Ofenwanne, Ofenoberbau, Kathode und Anode. Er misst etwa 5 m in der Breite, 4,80 m in der Höhe und 10 m in der Länge. Der negative Pol besteht aus den Kathoden, die den Boden der Elektrolysezelle bilden. Am Ofenoberbau hängen die Kohlenstoffanoden, die den positiven Pol darstellen. Über den Ofenoberbau sind sie am Stromschienennetz angeschlossen und können so den Strom durch die Elektrolysezelle leiten. Die Zellen werden mit Gleichspannung betrieben und sind in Reihe geschaltet. Grund hierfür ist der energieaufwändige Prozess der Schmelzflusselektrolyse. Es fließt ein Strom von 180 kA pro Ofenreihe. Für 1 kg Aluminium werden 14,3 kWh Strom benötigt. Bei einer täglichen Produktion von 1350 kg pro Ofen bedeutet dies, dass z.B. der Standort Hamburg mit 270 Elektrolyseöfen alleine für die Jahresproduktion Primäraluminium (133.000 t) knapp 1,9 GWh Strom benötigt. [2]



Abbildung 2: Elektrolyseofen 172 am Standort Hamburg [4]

Um den hohen Schmelzpunkt vom Aluminiumoxid (ca. 2050°C) herabzusetzen wird es beim Hall-Héroult-Prozess in flüssigem Kryolith aufgelöst. Der neue Schmelzpunkt liegt bei knapp 960°C. Das im Kryolith aufgelöste Aluminiumoxid wird durch den hohen Gleichstrom in seine Bestandteile – Aluminium und Sauerstoff – zerlegt. Dabei lagert sich das flüssige Aluminium am Ofengrund auf den Kathoden ab. Der an der Anode entstehende Sauerstoff reagiert mit dem Kohlenstoff zu Kohlenstoffdioxid und Kohlenstoffmonoxid, welches durch Abgasreinigungsanlagen abgesaugt wird. Die Anoden brennen mit der Zeit ab und werden regelmäßig ersetzt. Die Kathoden werden erst nach rund sechs Jahren, zusammen mit Ofenwanne und Ofenoberbau, erneuert.

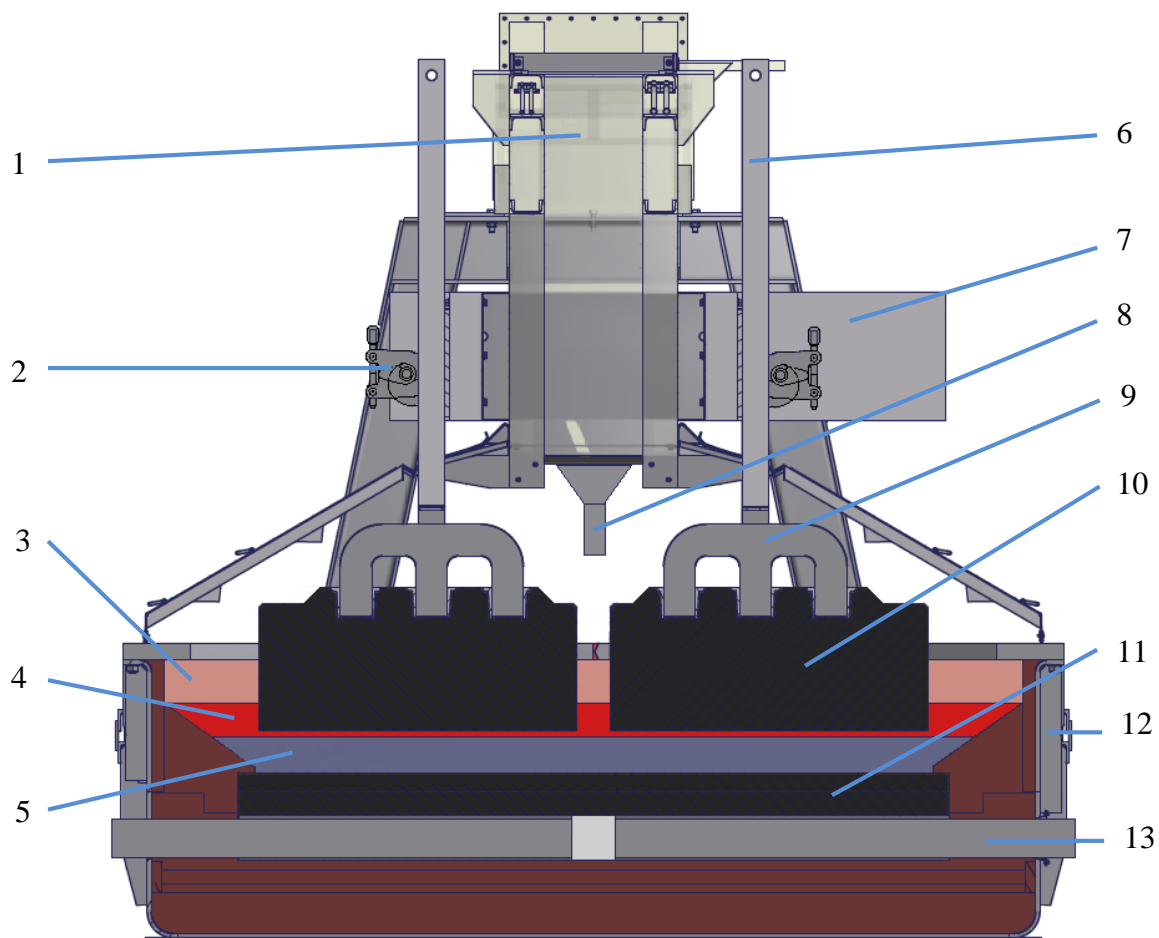


Abbildung 3: Querschnitt durch einen Elektrolyseofen [5]

Nr.	Bezeichnung
1	Ofenoberbau mit Aluminiumoxidbunker
2	Anodenschloss
3	Kruste
4	Kryolith-Aluminiumoxid-Bad
5	Aluminium
6	Anodenstange
7	Anodische Stromschiene
8	Krustenbrecher
9	Anodenjoch
10	Kohlenstoffanode
11	Kathode
12	Ofenwanne
13	Kathodeneisen

2 Grundlagen

Dieses Kapitel soll den Prozess der Anodenherstellung verdeutlichen, welche Schritte dabei notwendig sind, um eine einsatzbereite Anode zu produzieren und an welcher Stelle die Hülsenabziehpresse zum Einsatz kommt, an der die Vorrichtung zum Ein- und Ausstreifen eines Spannstiftes genutzt werden soll. Des Weiteren wird die aktuelle Arbeitsweise bei Austausch des Spannstiftes erläutert und die Gründe für eine Neukonstruktion für diesen Arbeitsgang dargelegt.

2.1 Anodenherstellung

Die für den Elektrolyseprozess benötigten Kohlenstoffanoden werden in der betriebseigenen Anodenfabrik produziert. Diese besteht aus den drei Hauptbereichen Grünanlage, Brennofen und Anodenanschlagerei. Mittels Schuten wird Petrolkoks, der Hauptrohstoff für die Anodenproduktion, im Hafen der TRIMET angeliefert. Ein Saugheber saugt das Material an. Über Förderbänder wird es in zwei 6000-t-Silos transportiert.

Von da aus gelangt es in die Grünanlage. Hier wird der Koks in drei Fraktionen (grob, mittel und fein) sortiert, aus denen dann in einem definierten Mischungsverhältnis der Trockenmix für die Anode gemischt wird. In einer Vorwärm Schnecke wird das Material auf ca. 145°C vorgewärmt. Vorgewärmt gelangt es in zwei hintereinanderliegende Kneten. Hier wird Pech bei etwa 145°C dazu gemischt. Das durchmischte und vorverdichtete Pech-Petrolkoks-Gemisch wird in eine Anodenform gefördert. Ein etwa 6 t schwerer Deckel wird auf die Form gesetzt. Durch Rütteln der gesamten Form und dem Gewicht des Deckels wird die Anode zu einem sogenannten Grünling geformt und verdichtet. Die Abformtemperatur der Anoden liegt bei 138°C.

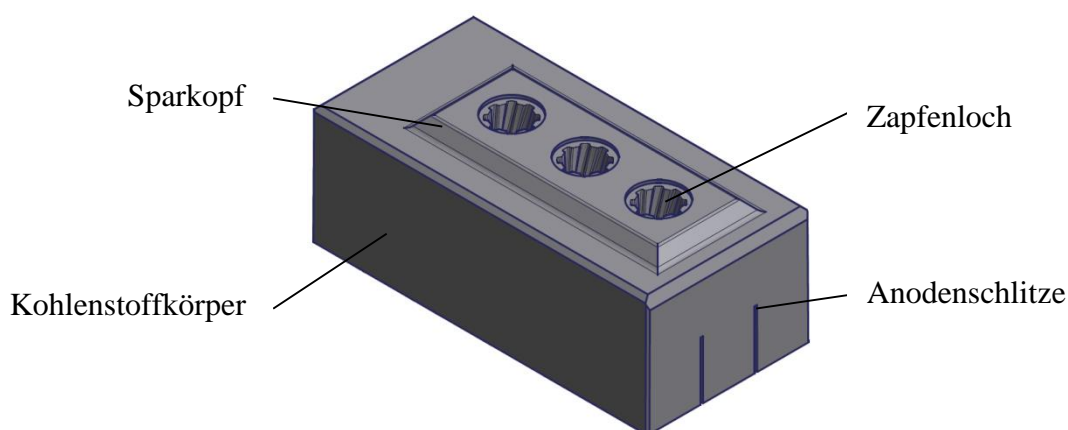


Abbildung 4: Anode mit Sparkopf, Hamburger Format [6]

Die noch warmen Anoden kommen für 10 Stunden in ein Kühlregallager, bevor sie von Staplern in den Brennofen gebracht werden. Im Brennofen durchlaufen die Grünlinge für je 26 Stunden unterschiedliche Feuerzonen, in denen sie für definierte Zeiträume bestimmte Temperaturen von bis zu 1230°C erfahren. Die Feuerzonen sind auf drei Arten unterteilt: Vorfeuer, Hauptfeuer und Nachfeuer. Im Vor- und Hauptfeuer werden die Grünlinge stetig auf die Maximaltemperatur von 1230°C erwärmt. Das Nachfeuer hält die Temperatur konstant. Abschließend kühlt die Anode wieder ab.

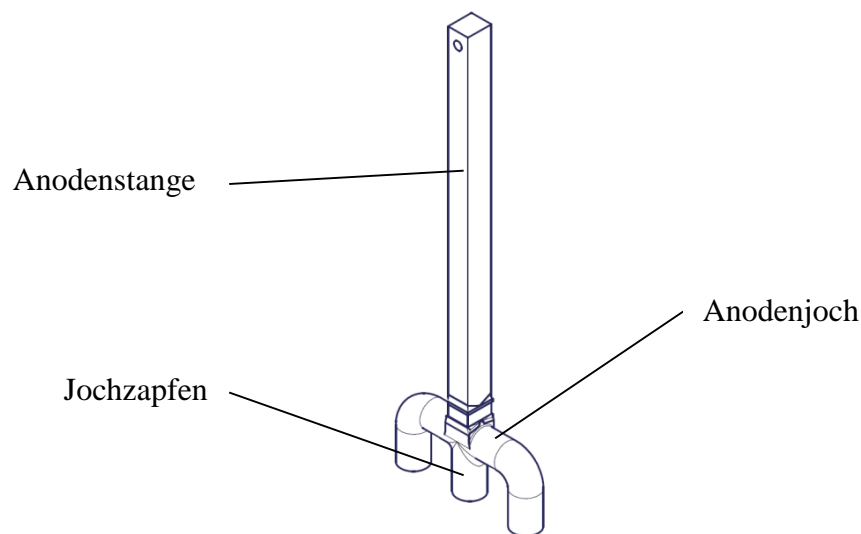


Abbildung 5: Anodenstange [6]

Ein weiteres Merkmal der Anode sind die Längsschlitze, die im ersten Arbeitsschritt in der Anodenanschlagerei von einer Kreissäge in die Anoden gesägt werden. Sie dienen einer besseren Ableitung entstehender Gase in der Elektrolysezelle. Von der Anodenschlitzsäge aus gelangt die gebrannte Anode auf ein Förderband auf dem zunächst die Löcher für die Jochzapfen vorgewärmt werden. An einem Schienensystem und von einer Förderkette gezogen, hängen die Anodenstangen. Das untere Ende der Anodenstange bildet das Anodenjoch. An diesem befinden sich drei Zapfen. Diese werden nun in die vorgesehenen Löcher in der Anode gesteckt und mit flüssigem Gusseisen wird der Zwischenraum vergossen. Bevor die Anode mit angeschlossener Stange (Abb. 6) in die Elektrolysezelle eingesetzt wird, wird auf die Anode eine Aluminiumschicht gesprüht. Diese ist notwendig, um Oberflächenluftbrand an der Anode zu vermeiden.



Abbildung 6: Anode vor Einsatz [4]



Abbildung 7: abgebrannte Anode [4]

Im Ofen hängt die Anode in der Regel 30 Tage bis sie abgebrannt ist und gewechselt werden muss. Die abgebrannte Anode (Abb. 7) wird durch mehrere Bearbeitungsschritte wieder zu einer neuen Anode mit angeschlagener Stange verarbeitet. Zunächst werden die Kohlenstoffreste, die nicht abgebrannt sind, abgestreift. Die abgestreiften Reste werden wieder in die Grünanlage befördert und dort in der Produktion neuer Anoden beigemischt. An den Jochzapfen hängen nun noch die Gusseisenhülsen. Damit auch die Anodenstange wiederverwendet werden kann, müssen die Hülsen abgezogen werden. Dies geschieht an der Hülsenabziehpresse.

2.2 Anlagenbeschreibung Hülsenabziehpresse

Die Hülsenabziehpresse ist eine Maschine, die eine wichtige Aufgabe für die Wiederaufbereitung der Anodenstangen erfüllt. An den drei Anodenjochzapfen befinden sich nach dem Abstreifen der Anodenreste die aus Gusseisen bestehenden Hülsen (Abb. 8). Diese müssen zwingend entfernt werden, damit die Anodenstange wieder mit einer neuen Anode verbunden werden kann.



Abbildung 8: Anodenjochzapfen mit Hülsen [4]

Zwei nahezu identische Hülsenabziehpressen, Nord- und Südpresse, befinden sich an der Station in der Anodenanschlagerei und bilden somit ein redundantes System. Sollte es zum Ausfall einer Presse kommen, kann sofort die andere einspringen und die Arbeit übernehmen. Dies ist sehr wichtig, da lange Stillstände zu Ausfallzeiten der gesamten Anodenversorgung führen könnten und im schlimmsten Fall die Produktion des Aluminiums in Gefahr ist. Die Nord- und Südpresse unterscheiden sich lediglich im Winkel der Abwurfrinne der abgezogenen Hülsen.

Die drei elementaren Bauteile der Hülsenabziehpresse sind:

- Abdrückzylinder mit 4.000 kN Presskraft,
- Niederhalteklammern,
- Stempel 42CrMo4 \varnothing 115 mm.

Die Anodenstange mit der Gusshülse fährt in die Maschine ein. Die Niederhalteklammern fahren einen Anodenjochzapfen an, um die Gusshülse von diesem abzuziehen. Der Zapfen wird dabei nicht durch die Niederhalterklammern eingeklemmt. Der Stempel ist mit dem Abdrückzylinder durch einen Spannstift ISO 8752 – 30 x 200 – St verbunden.

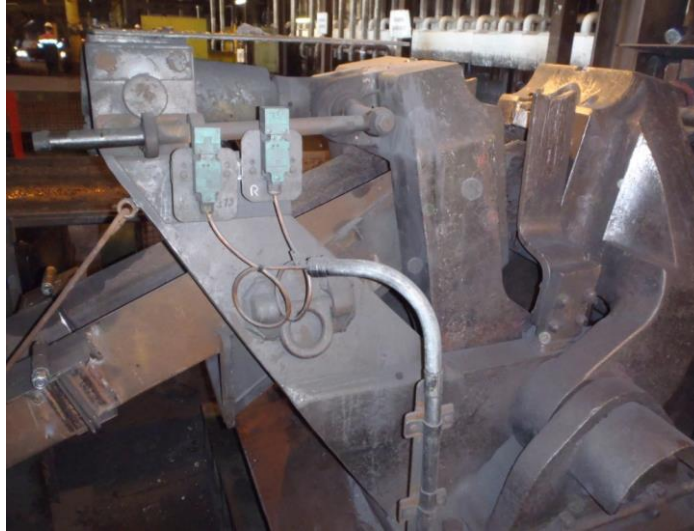


Abbildung 9: Hülsenabziehpresse (Nordpresse) [4]

Der Abdrückzylinder fährt nach oben aus und drückt den Stempel von unten gegen den Anodenjochzapfen. Dieser wird an den Niederhalterklammern vorbei geschoben, so dass die Hülse dadurch abgezogen wird. Am oberen Anschlag angekommen fährt der Abdrückzylinder wieder ein, die Gushülse fällt in die Abwurfrinne und die Hülsenabziehpresse fährt in die nächste Position, um auch von dem zweiten Zapfen die Hülse abziehen. Der Arbeitsschritt erfolgt danach ebenfalls für den dritten Zapfen.

2.3 Ist-Zustand Spannstiftwechsel

Der schon erwähnte Spannstift verbindet drei Bauteile miteinander: den Abdrückzylinder, den Stempel und einen Distanzring (Abb. 10). Da die Bohrung im Abdrückzylinder einen Durchmesser von 32 mm und der Spannstift im eingepressten Zustand von 30 mm hat, wird vermieden, dass über ihn die Druckkräfte des Abdrückzylinders übertragen werden. Diese werden ausschließlich über die Kontaktfläche (Abb. 10) des Stempels mit dem Abdrückzylinder übertragen. Beim Einfahren löst sich dieser Kontakt und der Spannstift sorgt dafür, dass auch der Stempel und Distanzring wieder in die Ausgangsposition zurückfahren.

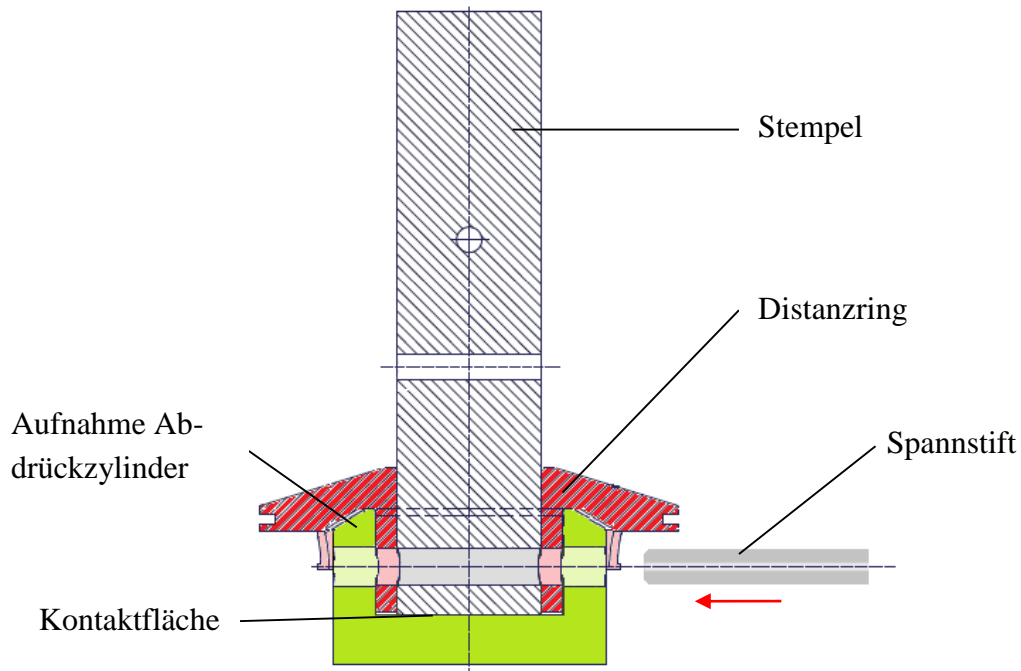


Abbildung 10: Zusammenbau der drei Bauteile [5]

Dieser Spannstift wird im Schadensfall einer der Bauteilkomponenten gewechselt. Die Baugruppe befindet sich zentral in der Hülsenabziehpressen, an einer schwer zugänglichen Stelle. Aktuell müssen zwei Mitarbeiter an dem Wechsel des Spannstiftes arbeiten. Dazu ist ein 1000 mm langer Treibdorn nötig, der von dem einen Mitarbeiter mit einer großen Rohrzange in Position gehalten werden muss, während der andere mit einem 15 kg schweren Vorschlaghammer auf das Ende des Treibdorns schlägt, um den Spannstift ein- oder auszutreiben. Dieser Arbeitsgang dauert etwa eine Stunde.

2.4 Motivation, Gründe

Die im Kapitel zuvor beschriebene Arbeit ist für die Mitarbeiter sowohl ergonomisch als auch aus Sicht der Arbeitssicherheit bedenklich. Die Arbeit ist einerseits in beengtem Arbeitsraum, andererseits in gebückter Haltung zu verrichten erschwerend kommt hinzu, dass dies dann auch noch mit schwerem Werkzeug manuell verrichtet werden muss.

Zudem gab es bei genau diesem Arbeitsvorgang im Frühjahr 2016 einen Arbeitsunfall. Ein Mitarbeiter rutschte beim Schlagen mit dem Hammerkopf ab und quetschte sich einen Finger. Jeder der Punkte für sich rechtfertigt die Verbesserung des Arbeitsvorganges. Außerdem ist es der Wunsch, dass diese Arbeit schneller absolviert werden kann, um so die Ausfallzeit der Hülsenabziehpresse zu verringern.

2.5 Der Spannstift

Der Spannstift, auch Spannhülse genannt, besteht aus Federstahl. Er wird eingesetzt, um zwei oder mehrere Maschinenelemente miteinander zu verbinden. Wie auf der Abbildung 11 und 12 zu erkennen ist, besitzt er einen über die gesamte Länge verlaufenden Schlitz. Dieser ermöglicht es beim Eintreiben in die entsprechende Bohrung, dass sich der Spannstift zusammendrückt und so viel Spannung erzeugt, so dass er fest in der Bohrung sitzt. Es gibt eine leichte Ausführung des Spannstiftes und eine schwere, mit doppelt so dicker Wandung. Zum leichteren Eintreiben sind bei der schweren Variante eine und bei der leichten Variante beide Seiten angefast.



Abbildung 11: Spannstift, leichte Ausführung [7]

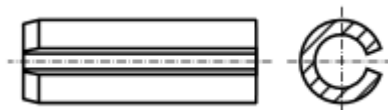


Abbildung 12: Spannstift, schwere Ausführung [8]

Nach *DIN EN ISO 8752 Spannstifte (-hülsen) – Geschlitzt, schwere Ausführung* wird der hier verbaute Spannstift folgendermaßen bezeichnet:

Spannstift ISO 8752 – 30 x 200 – St

Es handelt sich demnach um einen Spannstift, schwere Ausführung, aus gehärtetem Stahl der Länge 200 mm mit einem Durchmesser von 30 mm im eingebauten Zustand.

3 Methodisches Konstruieren

3.1 Richtlinien

Das Vorgehen beim Konstruktionsprozess in der vorliegenden Arbeit basiert grundlegend auf der VDI-Richtlinie 2221 - *Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte*. Dieser ist in vier Phasen unterteilt: Analysieren, Konzipieren, Entwerfen und Ausarbeiten.

Die einzelnen Tätigkeitsschritte innerhalb dieser Phasen stellen sich wie folgt dar:

Analysieren

- Erstellung einer Anforderungsliste
- Abstrahierung des zu entwickelnden Systems als Black-Box-Darstellung
- Funktionsanalyse, d.h. Gliederung des Gesamtsystems in unabhängigen Subsysteme

Konzipieren

- Bildung von Lösungsvarianten zu den Subsystemen mittels Ideenfindungsmethode
- Entwicklung eines Morphologischen Kastens zum Kombinieren der Einzelösungen
- Bewertung der Varianten mittels Nutzwertanalyse oder anderer Verfahren und Festlegung des endgültigen Konzepts

Entwerfen

- Entwickeln von Skizzen der endgültigen Lösung
- Überschlägige Berechnungen zur Festlegung der Bauteildimensionierung

Ausarbeiten

- Durchführung aller notwendigen Berechnungen
- Erstellung der technischen Dokumentation (Zeichnungssatz, Stücklisten, etc.) [9]

Abbildung 13 zeigt eine bildliche Darstellung des generellen Vorgehens beim Entwickeln und Konstruieren nach der VDI-Richtlinie 2221. Diese Abbildung verdeutlicht den sequentiellen Ablauf des Konstruktionsprozesses sehr gut und veranschaulicht, wie die oben genannten Phasen einzuordnen sind. [10]

In diesem Kapitel werden die Phasen Analysieren, Konzipieren und Entwerfen bearbeitet und die Arbeitsschritte dokumentiert.

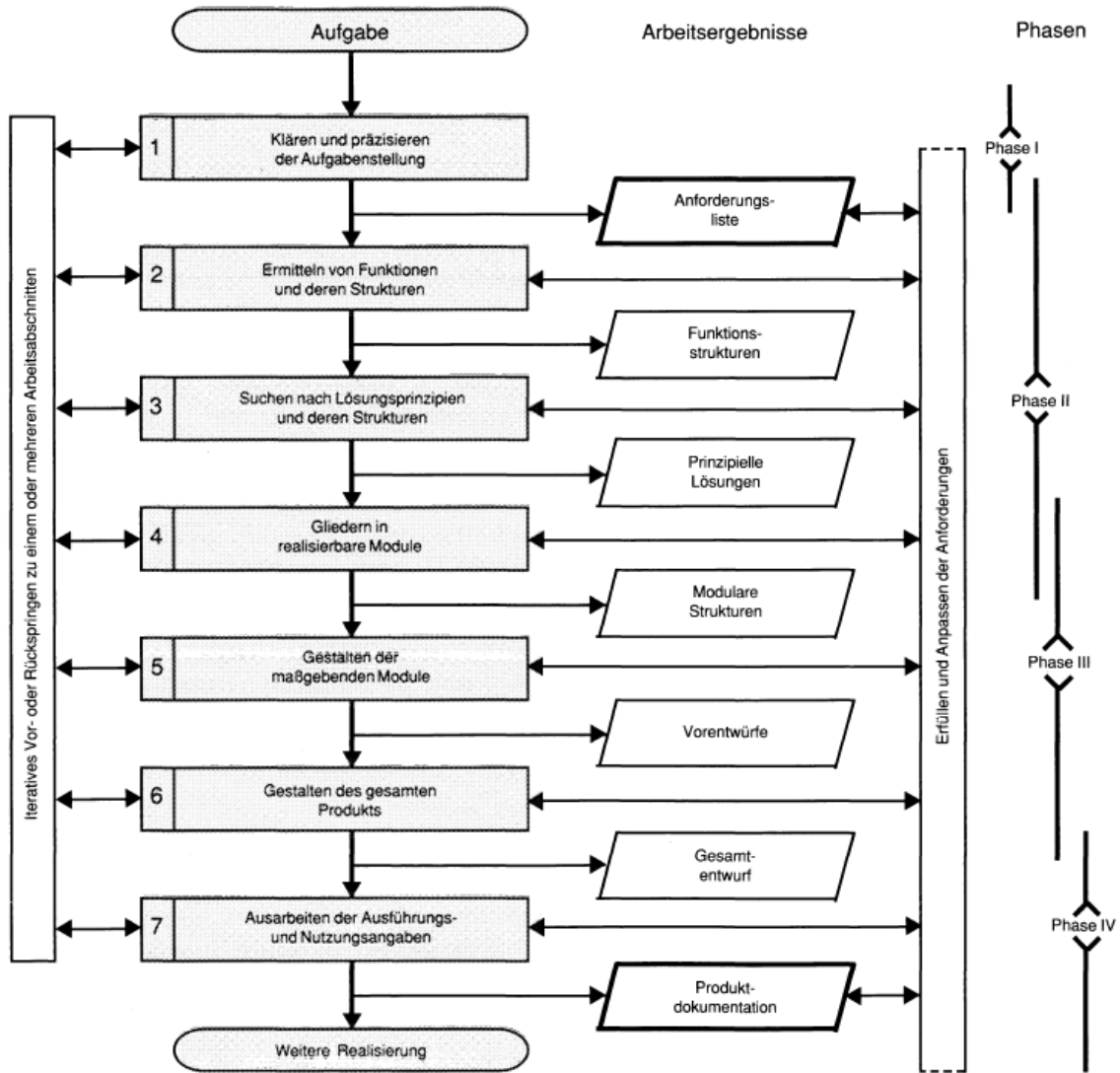


Abbildung 13: Generelles Vorgehen beim Entwickeln und Konstruieren nach VDI 2221 [10]

3.2 Anforderungsliste

Zu Beginn eines jeden Projekts müssen in einer Anforderungsliste (Tab. 1) sämtliche Rahmenbedingungen festgehalten werden. Die Anforderungen bilden die Grundlage für alle weiteren Arbeitsschritte im Konstruktionsprozess. Es ist notwendig, dass alle Anforderungen ihrer Bedeutung nach gewichtet werden. So ist zwischen Forderungen, die zwingend zu erfüllen sind, und Wünschen, die in unterschiedlichen Wertigkeiten von 1 (gering) bis 4 (sehr wichtig) bewertet werden, zu unterscheiden. Ein Nichterfüllen von Forderungen ist nicht zulässig. Wünsche hingegen sollten erfüllt werden, stellen aber kein Ausschlusskriterium dar. Für die Eintragung von Forderungen oder Wünschen muss zwingend ein Ersteller und das entsprechende Datum eingetragen werden, um die Verantwortlichkeit eindeutig zu regeln. Die Anforderungsliste kann durch z.B. neue Erkenntnisse jederzeit ergänzt werden. Hierfür wird das Erstellungsdatum der einzelnen Forderung angepasst und in der Spalte Bemerkungen kann eine Notiz vermerkt werden. Die komplette Anforderungsliste für diese Konstruktion befindet sich im Anhang.

Anforderungsliste					
		Projektbezeichnung: Konstruktion einer Vorrichtung zum Ein- und Austreiben eines Spannstiftes		Erstellt am:	06.11.2016
		Projektnummer: BA_1116_0217		Erstellt von:	Maximilian Bonz
				Seite:	1
		Klassifizierung der Wünsche: W1: gering; W2: mittel; W3: wichtig; W4: sehr wichtig; F: Forderung		Anzahl Blätter:	1
Lfd.	Änderung / Datum	F / W	Anforderungen	Verantwortlicher Mitarbeiter	Bemerkungen/ Änderungsgrund
1			Allgemein		
1.2	23.11.2016	F	Breite <350 mm	Bonz	Bauraumvermessung
1.3	23.11.2016	F	Tiefe <320 mm	Bonz	Bauraumvermessung
1.4	23.11.2016	F	Höhe <200 mm	Bonz	Bauraumvermessung
1.5	06.11.2016	F	transportabel	Bonz	
1.6	06.11.2016	F	Anbau an der Hülsenabziehpresse	Bonz	
1.7	19.11.2016	F	hydraulische Kraftübertragung	Bonz	Versuchsergebnis
1.8	19.11.2016	F	aufzubringende Stempelkraft F min. 100 kN	Bonz	Versuch gefahren
1.9	06.11.2016	F	Temperatur 0°C bis +50° C	Bonz	
1.10	06.11.2016	W4	Eigengewicht <25 kg	Bonz	
1.11	06.11.2016	W3	modulare Aufbauweise	Bonz	
1.12	06.11.2016	W3	geräuschreduziert	Bonz	

Tabelle 1: Ausschnitt der Anforderungsliste

3.3 Black-Box-Darstellung

Für eine Problemstellung mit unbekannter Lösung ist es zunächst erforderlich eine sogenannte Black-Box-Darstellung zu erstellen. Sie dient dazu, das zu entwickelnde System frei von bestehenden Varianten zu betrachten, um für das vorliegende Problem eine möglichst innovative Lösung zu finden. Für die Bezeichnung der Black Box kann die einfache Frage gestellt werden: Was soll das System können? Ist diese Frage geklärt müssen als nächste die Ein- und Ausgangsgrößen der Black Box ermittelt werden. Dies sind alle Faktoren, die von außen in das System gelangen. Hierfür werden drei Umsatzgrößen unterschieden:

ENERGIE: mechanische, thermische, elektrische, chemische, optische Energie

STOFF: Gas, Flüssigkeit, feste Körper, Staub, Rohrprodukt, Material

SIGNAL: Messgröße, Anzeige, Steuerimpuls, Daten, Informationen

Diese drei Umsatzgrößen werden durch folgende Kriterien definiert:

ART: Energieart = Strom, Pneumatik, usw.

Quantität: Anzahl, Volumen, Masse, Verbrauch, Leistung, usw.

Qualität: Güteklasse, Wirkungsgrad, Sollwert, Toleranz, Eigenschaft

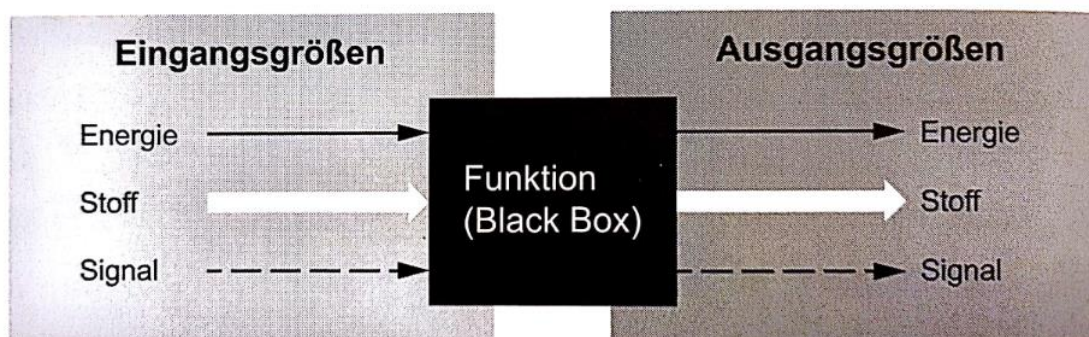


Abbildung 14: Umsatz von Energie, Stoff und Signal mit eindeutigem funktionalem Zusammenhang, aber unbekannter Lösung [11]

Nach „Entwickeln Konstruieren Berechnen – Bernhard Fleischer, Hans Theumert“ gilt es zusätzlich noch die Emissionen und Immissionen in die Black-Box-Darstellung mit aufzunehmen.

„Als *Emission* werden alle vom System ausgehenden denkbaren negativen Einflüsse auf die Umwelt verstanden und aufgelistet, die bei der konstruktiven Gestaltung berücksichtigt werden müssen, da sie eine Inbetriebnahme bzw. eine Betriebserlaubnis gefährden.“ [9]

„Als *Immission* werden alle denkbaren Umwelteinflüsse gekennzeichnet und aufgeführt, die auf das System einwirken können und die bei der konstruktiven Gestaltung berücksichtigt werden müssen.“ [9]

Für das vorliegende System „Ein- und Austreibvorrichtung für einen Spannstift“ ergibt sich somit folgende Black-Box-Darstellung in Abbildung 15.

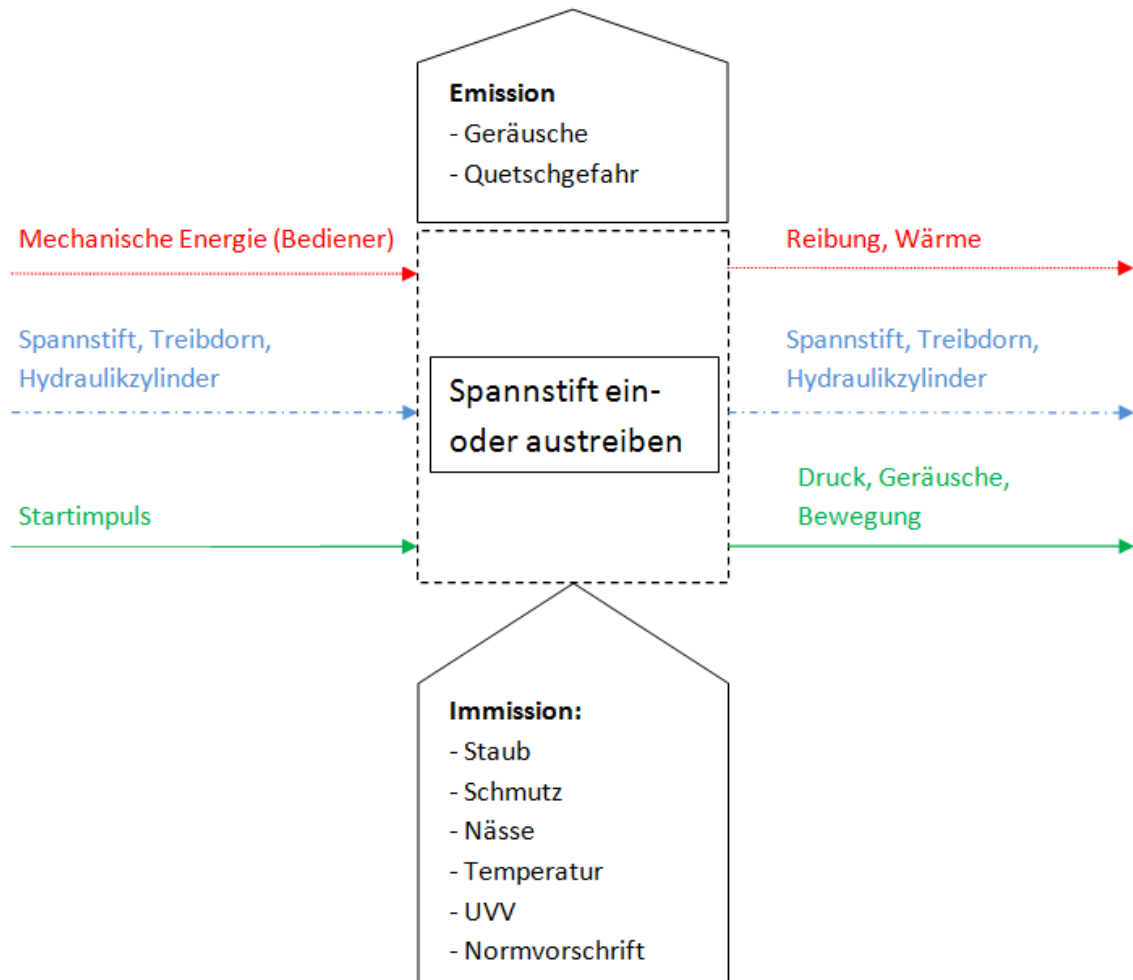


Abbildung 15: Black-Box-Darstellung

3.4 Funktionsanalyse

Die Funktionsanalyse bildet die Grundlage für die spätere Ideenfindung. Jedes zu entwickelnde System muss auf seine Einzelfunktionen analysiert werden. Der Begriff Funktion wird folgendermaßen definiert:

Unter Funktion ist der allgemeine und gewollte Zusammenhang zwischen Eingang und Ausgang eines Systems mit dem Ziel, eine Aufgabe zu erfüllen, zu verstehen. [11]

Insbesondere bei komplexen technischen Systemen ist es sinnvoll die Hauptfunktion eines Systems in Einzelfunktionen aufzugliedern. So kann man die Suche für eine Lösung des komplexen Gesamtproblems runterbrechen auf die Lösungsfindung für überschaubare Einzelprobleme. Anschließend werden diese Einzellösungen dann wieder zum Gesamtsystem zusammengeführt.

In diesem Kapitel werden deshalb entsprechend die Hauptfunktionen mit ihren Teilfunktionen aufgelistet und in einem Schaubild übersichtlich dargestellt. [9]

3.4.1 Funktionen

Hauptfunktion: **Spannstift ein- oder austreiben**

1. Funktionsebene:
- Rahmen
 - Führung Spannstift
 - Hydraulikzylinder Aufnahme
 - Anschlag Hydraulikzylinder
 - Nachstellmöglichkeit
 - Antrieb

3.4.2 Teilfunktionen

2. Funktionsebene: **Rahmen**
- Bindeglied zur Hülsenabziehpresse
 - Kraftableitung
 - Stabilität
- Führung Spannstift**
- Lagesicherung
 - Stabilisierung
- Hydraulikzylinder für Aufnahme**
- Lagesicherung
- Anschlag Hydraulikzylinder**
- Kraftaufnahme
 - Axiale Positionierung
- Nachstellmöglichkeit**
- Treibdorngröße
- Antrieb**
- Antriebsart Hydraulikzylinder

3.4.3 Funktionsstruktur – Übersicht

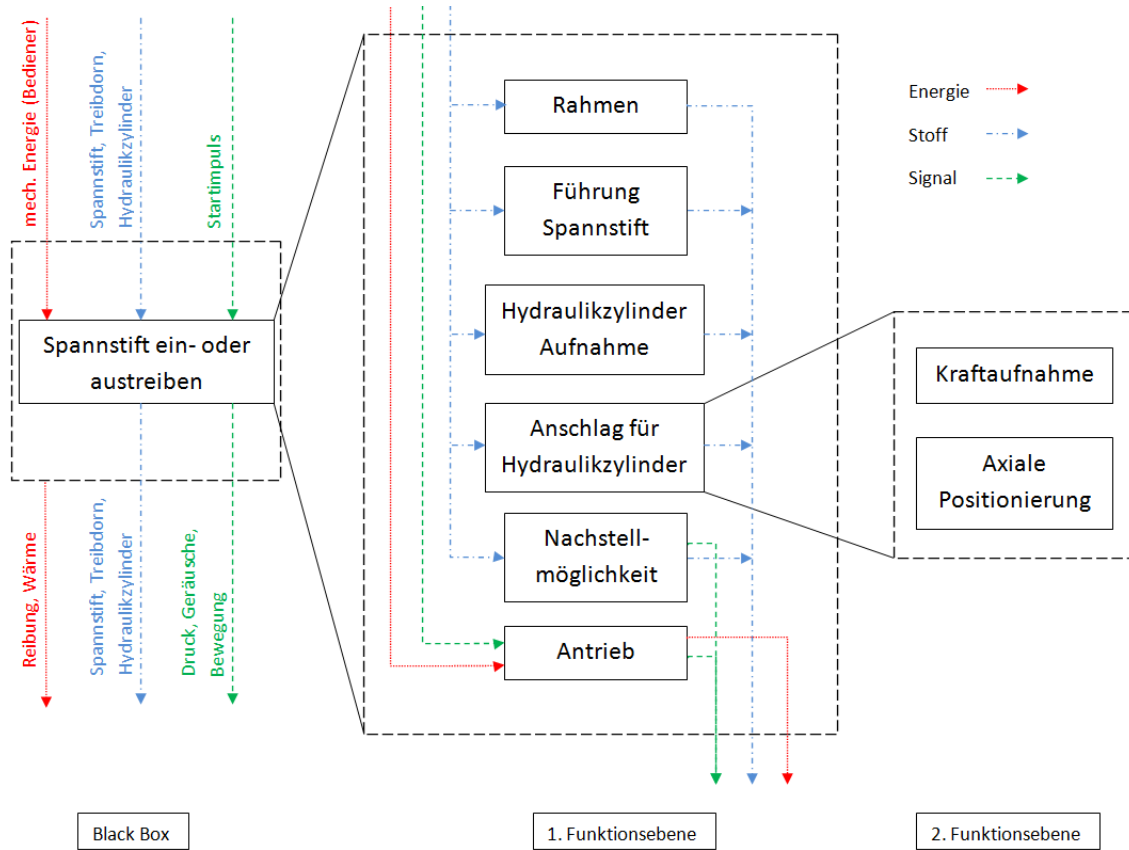


Abbildung 16: Funktionsstruktur – Übersicht

3.5 Morphologischer Kasten

Für die in Kapitel 3.4 ermittelten Teilfunktionen werden nun Vorschläge zur Umsetzung der Funktion gesammelt. Dies geschieht in Form eines morphologischen Kastens. Die Lösungsvorschläge können in bildlicher Form, als Skizze oder Foto, als geschriebenes Wort oder in Kombination aus beidem aufgelistet werden. Dabei ist die Auflistung in den Spalten willkürlich, so dass Teillösungen, die in derselben Spalte über- einanderstehen, nicht in direktem Zusammenhang sehen sind.

Ziel vom morphologischen Kasten ist es die Teillösungen auf unterschiedlichste Art zu kombinieren, so dass mehrere Lösungsvarianten für die Gesamtfunktion entstehen. In Tabelle 2 sind exemplarisch für die erste Funktion „Rahmen“ drei Lösungsvarianten dargestellt. Es ist keine Kombination verboten, allerdings beschränkt man sich nur auf sinnvolle Varianten. Der gesamte morphologische Kasten mit den kompletten Lösungs- varianten befindet sich im Anhang.

Funktionen		Gestaltung	Teillösungen				
1. Funktionsebene	2. Funktionsebene		1	2	3	4	5
Rahmen	Halterung an der Hülsenabziehpresse	Art	Stempel	Gestell	Abdrückzylinder	Fundament	Schiene
		Befestigung	Geschraubt	Geschweißt	Genietet	Gesteckt	Geschnürt
	Grundgerüst	Art					
		Material	Stahl	Aluminium	Kunststoff	Faserv.-werkst.	Keramik
	Kraftableitung	Befestigung	Geschraubt	Geschweißt	Genietet	Gesteckt	Geschnürt
		Art					
	Stabilität	Art	Materialstärke	Verstrebungen	Material		
		Material	Stahl	Aluminium	Kunststoff	Faserv.-werkst.	Keramik

Tabelle 2: Ausschnitt aus dem morphologischen Kasten

Die farbigen Linien kennzeichnen die Pfade von drei unterschiedlichen Lösungsvarianten. Diese drei Lösungsvarianten sind auf der folgenden Seite zur Übersicht im gesamten dargestellt. Während im morphologischen Kasten den farbigen Linien gefolgt werden muss, um die drei Lösungsvarianten zu unterscheiden kann in Tabelle 3 die entsprechende Lösungsvariante spaltenweise von oben nach unten abgelesen werden.


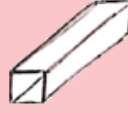
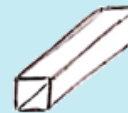





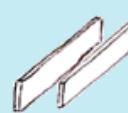
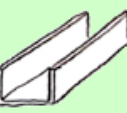










Funktionen		Gestaltung	Lösungsvarianten		
1. Funktionsebene	2. Funktionsebene		1	2	3
Rahmen	Halterung an der Hülsenabziehpresse	Art	Stempel	Abdrückzylinder	Gestell
		Befestigung	Geschraubt	Geschraubt	Gesteckt
	Grundgerüst	Art			
		Material	Stahl	Stahl	Aluminium
		Befestigung	Geschraubt	Geschweißt	Gestell
	Kraftableitung	Art			
		Stabilität	Art	Material	Verstrebungen
			Material	Stahl	Stahl
Führung Spannstift	Lagesicherung	Art			
		Material	Aluminium	Stahl	Aluminium
		Befestigung	Geschweißt	Geschweißt	Geschraubt
	Stabilisierung gegen Knicken	Art			
		Material	Stahl	Stahl	Aluminium
		Befestigung	Geschraubt	Gesteckt	Geschweißt
Hydraulikzylinder Aufnahme	Lagesicherung	Art			
		Material	Stahl	Stahl	Aluminium
		Befestigung	Geschraubt	Geschweißt	Gesteckt
Anschlag für Hydraulikzylinder	Kraftaufnahme, axiale Positionierung	Art			
		Material	Stahl	Stahl	Aluminium
		Befestigung	Geschraubt	Geschweißt	Gesteckt
Nachstellmöglichkeit	zur Hubwegrealisierung	Art	Position Hydraulikzylinder		
Antrieb	Hydraulikzylinder	Art	pneumatisch-hydraulisch	pneumatisch-hydraulisch	manuell-hydraulisch

Tabelle 3: Lösungsvariante (LV) 1-3

3.6 Bewertung der Lösungsvarianten

Für die vorliegende Aufgabenstellung sind auf Grundlage des morphologischen Kastens drei Lösungsvarianten ermittelt worden. Um herauszufinden, welche der drei umgesetzt wird, ist es notwendig eine Lösungsbewertung durchzuführen. Die Bewertung wird in vier voneinander getrennten Schritten durchgeführt. [12]

1. Überprüfung der Erfüllung aller Forderungen
2. Ermittlung der Bewertungskriterien
3. Gewichtung der Bewertungskriterien
4. Durchführen der Bewertung

Für den 1. Schritt werden alle drei Lösungsvarianten auf die Einhaltung der Forderungen aus der Anforderungsliste geprüft. Dies kann in tabellarischer Form durchgeführt werden.

Lösungsbewertung				
Forderungen		Lösungsvarianten		
		LV 1	LV 2	LV 3
1	Breite <350 mm	✓	✓	✓
2	Tiefe <320 mm	✓	✓	✓
3	Höhe <200 mm	✓	✓	✓
	...			
26	UVV	✓	✓	✓
27	DIN	✓	✓	✓
28	Reinigung mit Wasser, Bremsenreiniger und Hochdruckreiniger	✓	✓	✓
ERGEBNIS		OK	OK	OK

Tabelle 4: Ausschnitt der Lösungsbewertung

Wie bereits in Kapitel 3.2 erwähnt werden Lösungsvarianten, die eine Forderung nicht erfüllen, nicht weiter betrachtet. Es ist zwingend erforderlich, dass die Forderungen aus der Anforderungsliste erfüllt werden. Die drei vorliegenden Lösungsvarianten erfüllen alle Kriterien und werden somit der weiteren Bewertung unterzogen.

Die Bewertungskriterien für das weitere Vorgehen basieren ausschließlich auf den Wünschen, die ebenfalls in der Anforderungsliste gelistet sind. Sie werden im 3. Schritt in die Gewichtungsmatrix eingetragen. Hier stehen sich die Wünsche in einer Kreuztabelle gegenüber und werden im direkten Vergleich nach ihrer Wichtigkeit bewertet. Ist Wunsch A wichtiger als Wunsch B, wird in der Zeile von Wunsch A und in der Spalte von Wunsch B ein „+“ eingetragen. In der Zeile von Wunsch B und in der Spalte von Wunsch A hingegen ein „-“. Wenn alle Wünsche in dieser Form gegeneinander gewichtet wurden, werden die Anzahl der „+“ für jeden Wunsch gezählt. Der Wunsch, der in der Summe die meisten „+“ erhält, hat bei der abschließenden Bewertung die höchste Gewichtung. Der Wunsch mit den wenigsten „+“ hat dementsprechend die geringste Bedeutung. Dies

ist auch am Gewichtungsfaktor g_i abzulesen. Er berechnet sich aus der Summe der „+“ des einzelnen Wunsches durch die Gesamtsumme aller „+“.

$$g_i = \frac{\text{„+“}}{\sum \text{„+“}} \quad (3.1)$$

Die Gewichtungsmatrix für die *Vorrichtung zum Ein- und Austreiben eines Spannstiftes* befindet sich im Anhang.

Als 4. und letzten Schritt werden die drei Lösungsvarianten dem Wertigkeitsverfahren unterzogen. Ziel ist es die optimale Lösung für die Konstruktion zu finden. Deshalb werden die einzelnen Lösungsvarianten auf Grundlage der zuvor festgelegten Bewertungskriterien bewertet. Die Bewertungsskala geht von 0 = unbefriedigend bis 4 = sehr gut. In der Tabelle des Wertigkeitsverfahrens wird diese Bewertung mit P_i abgekürzt. Zur Veranschaulichung des Vorgehens ist in Tabelle 5 das Wertigkeitsverfahren dargestellt.

0 = unbefriedigend 1 = noch tragbar 2 = ausreichend 3 = gut 4 = sehr gut		WERTIGKEITSVERFAHREN für die Vorrichtung zum Ein- und Austreiben eines Spannstiftes						
Lfd.	Bewertungskriterien	Gewichtungs- faktor g_i	Lösungs- variante 1		Lösungs- variante 2		Lösungs- variante 3	
			P_{i1}	$g_i \cdot P_{i1}$	P_{i2}	$g_i \cdot P_{i2}$	P_{i3}	$g_i \cdot P_{i3}$
1	Eigengewicht <25 kg	0,200	2	0,400	3	0,600	4	0,800
2	modulare Aufbauweise	0,133	4	0,533	4	0,533	4	0,533
3	geräuschreduziert	0,111	4	0,444	4	0,444	4	0,444
4	Wechsel in 30 min	0,089	3	0,267	4	0,356	2	0,178
5	Einführung 08.02.2017	0,067	3	0,200	3	0,200	3	0,200
6	selbsterklärend	0,044	4	0,178	4	0,178	4	0,178
7	geringer Aufwand bei der Wartung	0,178	3	0,533	4	0,711	3	0,533
8	gute Zugänglichkeit bei der Wartung	0,156	3	0,467	4	0,622	3	0,467
9	Firmeneigene Materialien	0,022	3	0,067	3	0,067	3	0,067
10	Farbe	0,000	4	0	4	0	4	0
Punktzahlen - Summe =			3,089		3,711		3,400	
Rangfolge =			3		1		2	
Wertigkeit Gesamtlösung =			0,772		0,928		0,850	

Tabelle 5: Darstellung des Wertigkeitsverfahrens für die Vorrichtung zum Ein- und Austreiben eines Spannstiftes

In der ersten Spalte hinter den Bewertungskriterien steht der Gewichtungsfaktor g_i , der zuvor in der Rangfolgenrechnung ermittelt wurde. Es werden für die drei Lösungsvarianten die zehn Bewertungskriterien mit den Bewertungen 0 bis 4 beurteilt. Der Gewichtungsfaktor und der Wert P_i werden miteinander multipliziert. Aus allen zehn Produkten wird jeweils eine Summe für die Lösungsvarianten 1, 2 und 3 gebildet. Die

Höchstpunktzahl für diesen Wert wäre 4. Das ist genau dann der Fall, wenn alle Bewertungskriterien für eine Lösungsvariante mit der Bestnote 4 bewertet würden. Damit festgestellt werden kann, zu wie viel Prozent die Lösungsvariante die Anforderungen erfüllt, muss die Summe von $g_i * P_i$ jeweils durch den Höchstwert 4 geteilt und mit 100 multipliziert werden.

$$\text{Wert der Erfüllung in \%} = \frac{\sum(g_i * P_i)}{4} * 100 \quad (3.2)$$

Für Fälle, bei denen kein Gewichtungsfaktor im Vergleich zu den anderen hervorsteht, kann die eindimensionale Bewertung nach Vorlesungsskript „Methodisches Konstruieren“ angewendet werden. Diese besagt, dass Lösungsvarianten mit einem Erfüllungsgrad von 0 - 60 % eine unbrauchbare Lösung, 70 – 85 % eine gute Lösung und 85 – 100 % eine optimale Lösung darstellen. [12]

Für den vorliegenden Fall ergibt sich folgendes Ergebnis:

Lösungsvariante 1 erfüllt die Anforderungen zu 77,2 % - gute Lösung

Lösungsvariante 2 erfüllt die Anforderungen zu 92,8 % - optimale Lösung

Lösungsvariante 3 erfüllt die Anforderungen zu 85,0 % - gute Lösung

Keine der gefundenen Lösungsvarianten stellen eine unbrauchbare Lösung dar. Theoretisch lassen sich alle Konstruktionen bedenkenlos umsetzen. Allerdings wird die Lösungsvariante mit der größten Übereinstimmung, Lösungsvariante 2, umgesetzt.

3.7 Ermittlung der Ein- bzw. Auspresskraft

3.7.1 Versuchsaufbau und -durchführung

Der gewählten Lösungsvariante ist zu entnehmen, dass das Ein- und Auspressen durch einen Hydraulikzylinder, der pneumatisch angetrieben wird, vollzogen werden soll. Für die Auswahl des richtigen Hydraulikzylinders gibt es vier wichtige Kriterien:

1. Presskraft
2. vorhandener Bauraum
3. Hublänge
4. Kosten

Zur Ermittlung der benötigten Einpresskraft für das Ein- und Austreiben des Spannstiftes wird an der 50-t-Pressen „VLP506P802“ (Abb. 17) in der Zentralwerkstatt der TRIMET ein Versuch durchgeführt. Diese Werkstattpresse kann mit dem eingebauten Hydraulikzylinder „RC-506“ eine Presskraft von maximal 498 kN erzeugen. Über das Manometer an der Lufthydraulischen Pumpe kann kontinuierlich der anliegende Druck abgelesen werden.



Abbildung 17: 50-t-Werkstattpresse [4]

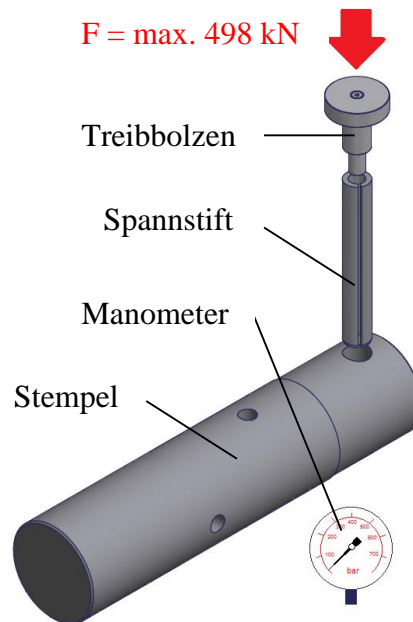


Abbildung 18: Versuchsaufbau zur Ermittlung der Einpresskraft [6]

Um möglichst realitätsnahe Versuchsergebnisse zu erzielen, werden die entsprechenden Bauteile der Hülsenabziehpresse genutzt (Abb. 18). Der Stempel wird in das Pressen-

unterteil eingelegt und fixiert. Spannstift und Treibbolzen werden positioniert und zwischen dem, im Pressenoberteil angebrachten, Hydraulikzylinder und der Bohrung im Stempel verspannt. Vier Versuchsreihen werden betrachtet. Zwei für das Ein- und zwei für das Austreiben. Je einmal werden der Spannstift und die Bohrung mit Kupferpaste geschmiert, die anderen beiden Male wird der Spannstift trocken ein- bzw. ausgetrieben. Während des Versuches wird alle 10 mm Ein- bzw. Austreiblänge s der anliegende Druck dokumentiert. Aus dem Datenblatt des Hydraulikzylinders ging die wirksame Kolbenfläche $71,2 \text{ cm}^2$ hervor. Über den abgelesenen Druck lässt sich durch die Formel (3.3) die maximal benötigte Kraft für die einzelnen Versuchsreihen berechnen. [13]

$$p = \frac{F}{A} \quad \rightarrow \quad F = p * A \quad (3.3)$$

Der Spannstift verspannt in der Hülsenabziehpresse den Stempel und den Distanzring miteinander. Zusammen ergibt sich eine Ein- bzw. Austreiblänge s von 147 mm.

$$s = \text{Bohrungslänge Stempel} + 2 * \text{Bohrungslänge Distanzring} \quad (3.4)$$

$$s = 113 \text{ mm} + 2 * 17 \text{ mm} = 147 \text{ mm}$$

Der Abdrückzylinder hat Bohrungen mit einem Durchmesser von 32 mm, so dass dieser zwar mit Stempel und Distanzring verbunden, aber nicht verspannt ist. Dementsprechend werden nicht die kompletten 200 mm des Spannstiftes verspannt und auf die Ein- bzw. Auspresskraft haben nur die verspannten 147 mm Einfluss.

Der Versuch konnte an der Werkstattpresse, auf Grund der Geometrie des Distanzrings, ausschließlich mit dem Stempel durchgeführt werden. Deshalb konnte der Versuch nur über eine Länge von 113 mm durchgeführt werden. Um die Drücke bis zu einer Länge von 147 mm und insbesondere den Maximaldruck bei 147 mm aufzunehmen, werden die, aus den Drücken resultierenden, Kräfte über die Länge in einem Diagramm aufgetragen. Durch dieses Diagramm ist es möglich, durch Extrapolation, die gesuchten Werte zu ermitteln.

Für den Versuch ist zu beachten, dass es durch folgende Eigenschaften zu Messfehlern kommen kann:

- Ablesegenauigkeit des Manometers
- Ablesegenauigkeit Ein- bzw. Austreiblänge
- Parallaxenfehler
- schiefes Ein- bzw. Austreiben
- Span ziehen in der Bohrung
- Extrapolation der Funktionen

All diese Fehlerquellen können im schlimmsten Fall dazu führen, dass die ermittelten Kräfte zu niedrig sind. Einige Fehler sind durch alternative Vorgehensweisen, andere durch die gewissenhafte Durchführung zu vermeiden. So kann das schiefe Ein- und Austreiben durch entsprechendes Ausrichten, sowie der Parallaxenfehler durch senkrechten Blickwinkel auf das Manometer und das Längenmaß vermieden werden. Eine Alternative für die Extrapolation der Daten durch Ablesen an der Trendlinie ist die rechnerische Ermittlung über die Funktion der Trendlinie, die EXCEL anzeigen kann. Die Skala des Manometers ist in 10 bar Schritten unterteilt. Die Größe der Skala lässt allerdings eine Abschätzung auf 1 bar genau zu. Die ermittelten Drücke sind somit nicht exakt, die notierten Werte reichen aber aus, um die gesuchten Größen zu bestimmen. Gleiches gilt für die Genauigkeit der Ein- und Austreiblänge.

3.7.2 Versuchsergebnisse und -auswertung

Im Folgenden sind die Ergebnisse der vier Versuche sowohl tabellarisch als auch im Diagramm dargestellt.

Trocken Eintreiben			Trocken Austreiben			Geschmiert Eintreiben			Geschmiert Austreiben		
Länge s in mm	Druck p in bar	Kraft F in N	Länge s in mm	Druck p in bar	Kraft F in N	Länge s in mm	Druck p in bar	Kraft F in N	Länge s in mm	Druck p in bar	Kraft F in N
10	38	27056	10	21	14952	10	32	22784	10	23	16376
20	35	24920	20	28	19936	20	30	21360	20	26	18512
30	40	28480	30	35	24920	30	35	24920	30	32	22784
40	48	34176	40	42	29904	40	40	28480	40	38	27056
50	56	39872	50	50	35600	50	46	32752	50	43	30616
60	61	43432	60	57	40584	60	53	37736	60	53	37736
70	68	48416	70	64	45568	70	60	42720	70	59	42008
80	73	51976	80	71	50552	80	67	47704	80	65	46280
90	80	56960	90	77	54824	90	73	51976	90	71	50552
100	86	61232	100	85	60520	100	80	56960	100	78	55536
110	91	64792	110	90	64080	110	85	60520	110	84	59808
113	94	66928	113	94	66928	113	87	61944	113	87	61944
120		0	120		0	120		0	120		0
130		0	130		0	130		0	130		0
140		0	140		0	140		0	140		0
147		0	147		0	147		0	147		0

Tabelle 6: Übersicht über die ermittelten Drücke und Kräfte von vier Versuchsreihen

Wie schon in Kapitel 3.7.1 beschrieben, wurde der Druck, den der Hydraulikzylinder aufbringt, alle 10 mm am Manometer abgelesen. In der 3. Spalte ist die Kraft angegeben, die aus der Berechnung 3.3 resultiert. Im Folgenden ist die Berechnung der Kraft beim trockenen Eintreiben und einer Eintreiblänge $s = 100 \text{ mm}$ exemplarisch dargestellt:

$$p = \frac{F}{A} \rightarrow F = p * A$$

$$F = 86 \text{ bar} * 71,2 \text{ cm}^2$$

$$F = 8,6 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} * 7120 \text{ mm}^2$$

$$F = 61232 \text{ N}$$

Neben dem Hinweis in Kapitel 3.7.1 ist auch der Tabelle 6 zu entnehmen, dass bei dem Versuch nur die Drücke bis zu einer Ein- bzw. Austreiblänge von 113 mm aufgenommen werden konnten. Insgesamt wird der Spannstift über eine Länge von 147 mm ein- oder ausgetrieben. Um auch für die Strecke von 113 mm bis 147 mm und vor allem die maximale Kraft zu ermitteln, kann durch die vier Grafen je eine Trendlinie gelegt werden.

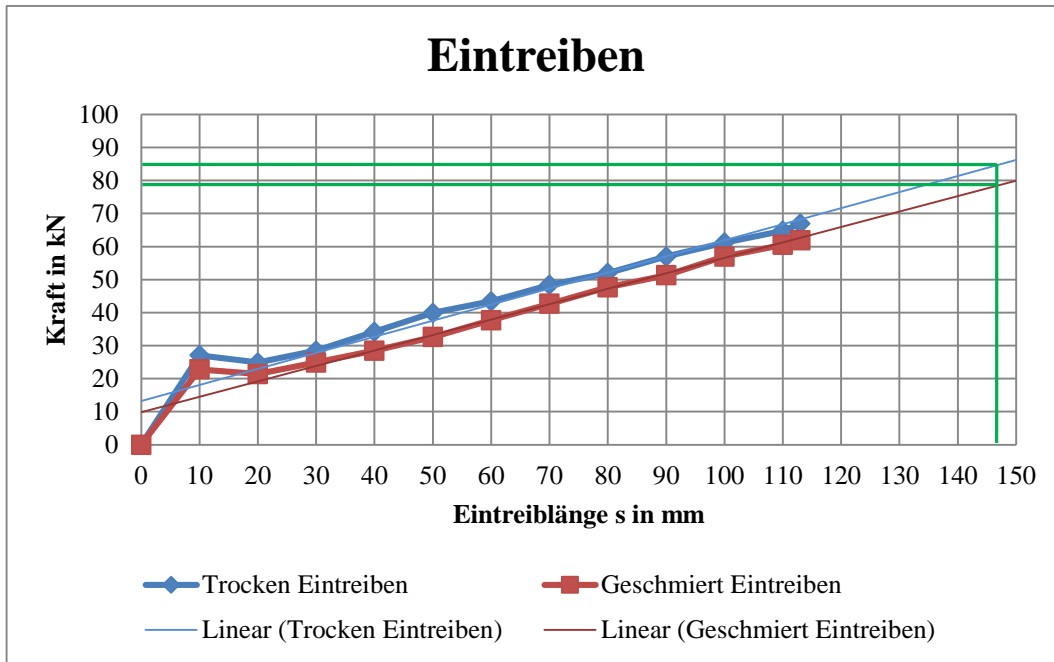


Abbildung 19: Einpresskraft im Bezug auf die Eintreiblänge

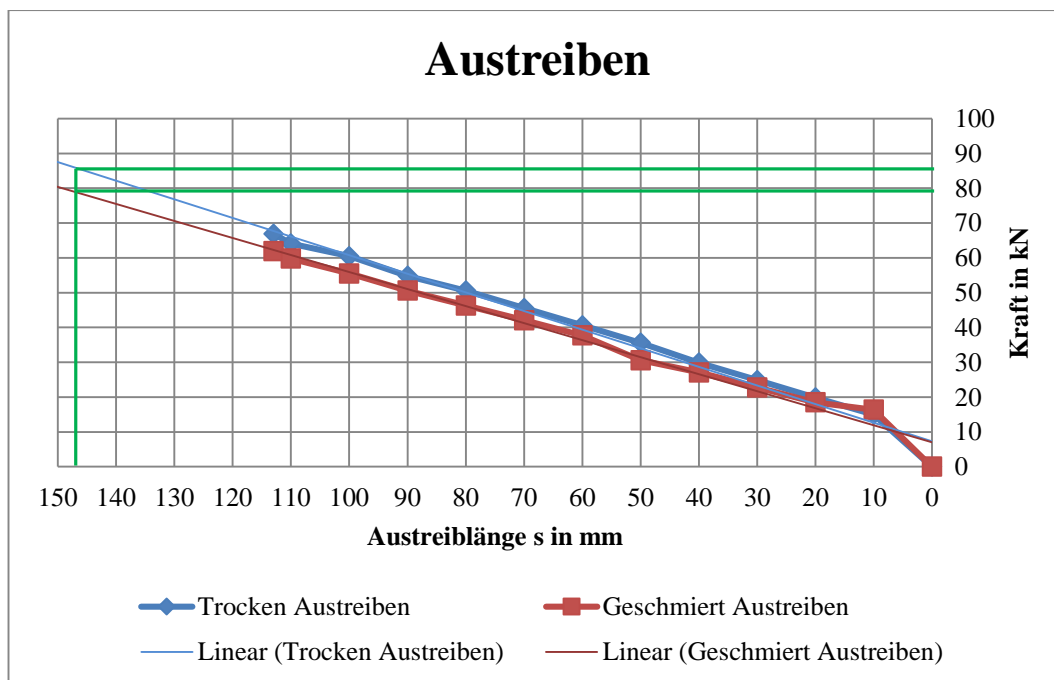


Abbildung 20: Auspresskraft im Bezug auf die Austreiblänge

Ab einer Eintreiblänge bzw. bis zu einer Austreiblänge von 20 mm kann der Kraftverlauf als linear angenommen werden. Der Bereich von 0 bis 20 mm muss aus dieser Betrachtung herausgenommen werden, da zu Beginn des Eintreibens zunächst eine etwas größere

Kraft benötigt wird, um den Spannstift auf den Durchmesser 30 mm zusammenzupressen. Beim Austreiben muss dieser Bereich auch aus der Betrachtung herausgelassen werden, da dort ein, wegen der Entlastung des Spannstiftes, schlagartiger Abfall der Kraft zu beobachten ist. Mit Hilfe der Trendlinien (lineare Extrapolation) lassen sich so die gesuchten Maximalkräfte ermitteln. Diese Werte bilden die Grundlage für das 1. Kriterium zur Auswahl des richtigen Hydraulikzylinders.

	maximale Kraft	
	trocken	geschmiert
Eintreiben	85000 N	78000 N
Austreiben	86000 N	79000 N

Tabelle 7: Durch Trendlinie ermittelte Maximalkraft

Der Alternativweg über die Funktionen der Trendlinien ergeben genauerer Werte. Excel gibt einem für die Funktionen ziemlich exakte Werte mit bis zu vier Nachkommastellen an. Hierbei muss berücksichtigt werden, dass sich die elementaren Fehler bereits vorher in der Ablesegenauigkeit der Werte ergeben haben, so dass die Genauigkeit der rechnerischen Lösung nicht groß ins Gewicht fällt.

Eintreiben trocken	Eintreiben geschmiert	Austreiben trocken	Austreiben geschmiert
$F(s) = 0,4869 s + 13,227$	$F(s) = 0,4671 s + 9,8408$	$F(s) = 0,5349 s + 7,3038$	$F(s) = 0,4893 s + 7,0054$
84801,3 N	78504,5 N	85934,1 N	78932,5 N

Tabelle 8: Funktionen der Trendlinien und dazugehörige Maximalkräfte

3.7.3 Auswahl des Hydraulikzylinders

Zur Auswahl stehen vier ähnliche Hydraulikzylinder der Firma ENERPAC. Hydraulikzylinder der Firma ENERPAC werden bereits erfolgreich und ohne Komplikationen bei TRIMET in Hamburg genutzt. Entsprechende Ersatzschläuche, Adapter oder Pumpen sind kurzfristig verfügbar. Zudem erfüllen sie die Anforderungen für die geplante Konstruktion, so dass hier keine Hydraulikzylinder anderer Hersteller zum Vergleich herangezogen wurden.

Das 2. Kriterium zur Auswahl des Hydraulikzylinders ist der vorhandene Bauraum. Der Spannstift, der erste Treibdorn und der Hydraulikzylinder dürfen zusammen nicht länger als 400 mm sein. Dieses Längsmaß ist durch eine Querverstrebung in der Maschine vorgegeben, die den Bauraum in Längsrichtung begrenzt. Der Spannstift misst 200 mm. Der erste Treibdorn hat eine Gesamtlänge von 64,5 mm. Der Hydraulikzylinder steht somit

nur noch eine Länge von 135,5 mm zur Verfügung. Deshalb kommen ausschließlich Kurzhub-Hydraulikzylinder in Betracht. Die im Schnitt ca. 2 kg leichteren Aluminiumzylinder, die handlicher gewesen wären, scheiden daher auf Grund ihrer Abmaße aus. Aus dem Praxisversuch konnten maximale Ein- bzw. Auspresskräfte von ca. 86 kN ermittelt werden. Es sind also Hydraulikzylinder mit einer Presskraft zu wählen, die diese 86 kN drücken können.

Da die ersten beiden Kriterien zwingend erfüllt werden müssen, ist für das 3. Kriterium, die Hublänge, ein Kompromiss einzugehen. Idealerweise wird der Spannstift in einem Hubvorgang ein- oder ausgepresst. Dies bedeutet, dass auch der Hydraulikzylinder einen Hub von 200 mm leisten muss. Alle Hydraulikzylinder der Firma ENERPAC, die diese Anforderung erfüllen, sind in der Bauhöhe zu groß. Auch Teleskophydraulikzylinder von der Firma LUKAS, die die Firma ENERPAC nicht im Produktportfolio aufweisen kann, erfüllen die Bauhöhen Anforderung nicht. Datenblätter der Teleskophydraulikzylinder befinden sich im Anhang. Die einzige Lösung die bleibt, ist das stufenweise Ein- bzw. Auspressen mit Hilfe von unterschiedlich langen Treibdornen und Distanzstücken.

Unter Berücksichtigung voranstehender Kriterien bleiben vier Hydraulikzylinder zur Auswahl:

Einfachwirkende Kurzhubzylinder, RCS-Serie

RCS-101, RCS-201, RCS-302, RCS-502

Zylinder- typ t (kN)	Hub (mm)	Modell- nummer	Bauhöhe ein- gefahren A (mm)
10 (101)	38	RCS-101	88
20 (201)	45	RCS-201	98
30 (295)	62	RCS-302	117
45 (435)	60	RCS-502	122

Abbildung 21: Ausschnitt aus Datenblatt Kurzhubzylinder [13]

Das vollständige Datenblatt ist im Anhang zu finden.

Die geforderte Ein- bzw. Auspresskraft und Bauhöhe bei eingefahrenem Stempel werden von allen vier zur Auswahl stehenden Hydraulikzylindern erfüllt. Der RCS-101 erfüllt das Kriterium der Presskraft nur gerade eben. Die ermittelte Presskraft wurde in der

Werkstatt unter optimalen Bedingungen ermittelt. Alle Bauteile waren unbenutzt. Zudem wurde der Versuch in einer sauberen Umgebung durchgeführt. In der Anlage herrschen keine optimalen Bedingungen, so dass damit zu rechnen ist, dass die Presskraft durchaus größer sein und die des RCS-101 überschreiten kann. Somit scheidet dieser Hydraulikzylinder aus.

Für die noch zur Auswahl stehenden drei Hydraulikzylinder ist somit die Hublänge das entscheidende Kriterium. Es ist sinnvoll eine möglichst große Hublänge zu wählen, damit die Anzahl des Nachstellens durch unterschiedlich lange Treibdorne und Distanzstücke möglichst geringgehalten wird. Hier hat der Hydraulikzylinder RCS-302 mit 62 mm den höchsten Wert.

Für das 4. Kriterium, die Kosten, liegen Angebote für die ursprünglich vier zur Auswahl stehenden Hydraulikzylinder vor. Die Angebote sind für Komplettssets eingeholt worden. Diese Sets bestehen aus einer Lufthydraulischen Pumpe, dem entsprechenden Hydraulikzylinder, Schlauch und Manometer. Die Komponenten sind optimal aufeinander abgestimmt und erfüllen die Anforderungen des vorliegenden Projektes. Für die vier Sets

gelten folgende Preise:

- RCS-101: EUR 1425,--
- RCS-201: EUR 1525,--
- RCS-302: EUR 1658,--
- RCS-502: EUR 1799,--

Aus dem 3. Kriterium kristallisierte sich der RCS-302 als optimaler Hydraulikzylinder heraus. Der Preis von EUR 1658 ist etwa 9 % höher als der Preis des RCS-201, jedoch ist die größere Hublänge des RCS-302 schwerer zu gewichten, so dass trotz des etwas höheren Anschaffungspreises die Wahl auf den RCS-302 (Abb. 22) fällt. Mit einer Presskraft von 295 kN (mehr als dreimal so groß wie gefordert) kann dieser Hydraulikzylinder auch etwaige Abweichungen, z.B. durch oben genannte Fehler bei der Versuchsdurchführung, der benötigten Presskraft kompensieren und das Ein- oder Austreiben bleibt durchführbar.



Abbildung 22: ENERPAC RCS-302 [4]

3.8 Berechnungen

3.8.1 Tragfähigkeit bezüglich Abscherens

Die gewählte Lösungsvariante gibt vor, dass die Kraftableitung über eine Schraubverbindung umgesetzt wird. Hierfür gibt es zwei Möglichkeiten. Am Abdrückzylinder befinden sich acht Durchgangsbohrungen mit dem Durchmesser 26 mm. Durch diese Bohrungen wird der Abdrückzylinder mit acht M24x200 Sechskantschrauben und Muttern an der Hülsenabziehpresse verschraubt. Als erste Alternative bietet sich an, zwei der Verbindungsschrauben zu lösen und die Ein- und Austreibvorrichtung über diese zu fixieren. Dafür ist es notwendig die Schraubenlänge anzupassen, damit die zusätzliche Materialstärke des Rahmens mit verschraubt werden kann. Die neue Länge beträgt somit 220 mm.

Zusätzlich befinden sich vier Gewindebohrungen M20 in der Grundplatte des Abdrückzylinders. Zwei dieser Gewindebohrungen werden im Betrieb benötigt, um die Höhenmessung zu befestigen. Die anderen beiden Gewindebohrungen werden nicht genutzt und stellen die zweite Alternative dar. Mit zwei M20 Sechskantschrauben kann der Rahmen am Abdrückzylinder festgeschraubt werden.

Da die Schraube direkt in den Abdrückzylinder geschraubt wird, ist es notwendig, die Mindesteinschraubtiefe zu berechnen. Für eine Sechskantschraube M20 der Festigkeitsklasse 8.8, die in Baustahl mit einer Zugfestigkeit $R_m = 400 - 600 \frac{N}{mm^2}$ geschraubt wird, gilt nach „Tabellenbuch Metall“: [14]

$$l_e = 1,2 * d \quad (3.5)$$

$$l_e = 1,2 * 20 \text{ mm}$$

$$l_e = 24 \text{ mm}$$

Die kürzeste M20 Sechskantschraube nach DIN EN ISO 4017 hat eine Länge von 40 mm. Es ist zusätzlich zu berücksichtigen, dass die Schraube durch ein Durchgangsloch

am Rahmen der Konstruktion gesteckt werden muss. Dementsprechend wird die Länge der Sechskantschraube auf 60 mm festgelegt.

Welche der beiden oder ob überhaupt eine der beiden Varianten für die Kraftableitung in Betrachtung gezogen werden kann, muss geprüft werden. Hierfür wird die Tragfähigkeit bezüglich des Abscherens der Schrauben ermittelt.

Zur Auswahl stehen für die M24 und M20 Sechskantschrauben jeweils die Festigkeitsklassen 8.8, 10.9 und 12.9. Aus dem Versuch zur Einpresskraft ging hervor, dass eine maximale Einpresskraft von ca. 90 kN benötigt wird, um den Spannstift in die Bohrung einzutreiben. Durch den gewählten Hydraulikzylinder ENERPAC RCS 302 kann theoretisch eine Kraft von 295 kN auf die Schrauben wirken. Der Kraftangriffspunkt liegt mittig der beiden Schrauben, so dass sich die Kraft auf beide Schrauben gleich verteilt. Auf jede Schraube wirkt also eine Querkraft von 150 kN. Die Tragfähigkeit bezüglich Abscherens lässt sich nach „Roloff/Matek Maschinenelemente“ wie folgt berechnen: [15]

$$F_{vRd} = \beta * \alpha_v * A * \frac{R_{mS}}{\gamma_{M2}} \geq F_{vEd} \quad (3.6)$$

β – Abminderungsbeiwert $\beta = 1,0$

α_v – Beiwert: $\alpha_v = 0,6$; bei Festigkeitsklassen 4.8, 5.8, 6.8, 10.9 und Gewinde in der Trennfuge $\alpha_v = 0,5$

A – Schaftquerschnittsfläche, Spannungsquerschnitt A_s , wenn das Gewinde in der Trennfuge liegt

M20: 245 mm² **M24:** 353 mm²

R_{mS} – Zugfestigkeit des Schraubenwerkstoffes, Werte nach **TB 8-4**

8.8: 800 $\frac{N}{mm^2}$ **10.9:** 1000 $\frac{N}{mm^2}$ **12.9:** 1200 $\frac{N}{mm^2}$

γ_{M2} – Teilsicherheitsbeiwert; $\gamma_{M2} = 1,25$

F_{vRd} – Abscherkraft

F_{vEd} – von der Verbindung je Schraube und je Scherfuge bzw. je Bauteildicke übertragene Kraft (Bemessungswert der einwirkenden Kraft)

Für die Berechnung einer ISO 4017 – M20 x 60 – 8.8 ergibt sich folgendes:

$$F_{vRd} = 1,0 * 0,6 * 245 \text{ mm}^2 * \frac{800 \frac{N}{mm^2}}{1,25} \geq 150 \text{ 000 N}$$

$$F_{vRd} = 94080 \text{ N} \leq 150 \text{ 000 N}$$

Die Sechskantschraube M20 x 60 – 8.8 hält die maximal erreichbaren Kräfte nicht aus, weshalb weitere Berechnungen erforderlich sind.

Die Berechnungen für die M20 und M24 Sechskantschrauben der anderen Festigkeitsklassen verlaufen identisch, weshalb die Ergebnisse in Tabellenform dargestellt werden.

Schraube	F_{vRd} in N	30 t
M20 x 60 – 8.8	94080	Nein
M20 x 60 – 10.9	98000	Nein
M20 x 60 – 12.9	141120	Nein
M24 x 220 – 8.8	135552	Nein
M24 x 220 – 10.9	141200	Nein
M24 x 220 – 12.9	203328	Ja

Tabelle 9: Übersicht Abscherkräfte von M20 und M24 Sechskantschrauben

Die Tabelle 9 zeigt im Vergleich die Abscherkräfte von den M20 und M24 Sechskantschrauben der drei Festigkeitsklassen 8.8, 10.9 und 12.9. In der letzten Spalte ist festgehalten, ob zwei Schrauben der entsprechenden Festigkeitsklasse und Durchmesser die Presskraft, die der 30-t-Hydraulikzylinder aufbringen kann aushalten. Dies ist lediglich bei der Sechskantschraube M24 x 220 – 12.9 der Fall.

3.8.2 Tragfähigkeit bezüglich Lochleibung

Zusätzlich zur Tragfähigkeit bezüglich Abscherens muss noch die Tragfähigkeit bezüglich Lochleibung geprüft werden. Dies lässt sich „Roloff/Matek Maschinenelemente“ wie folgt berechnen: [15]

$$F_{bRd} = k_1 * \alpha_b * d * t * \frac{R_m}{\gamma_{M2}} \geq F_{vEd} \quad (3.7)$$

α_b, k_1 – Beiwerte nach **TB 8-17**, der jeweils kleinste Wert ist zu verwenden

d – Schaftdurchmesser bei Sechskantschrauben nach DIN 7990, Passschraubendurchmesser gleich Lochdurchmesser bei Sechskant-Passschrauben nach DIN 7968 und DIN 14399

R_m – Zugfestigkeit der Bauteilwerkstoffe, Werte nach **TB 6-5**

$$\text{S235: } 360 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad \text{S355: } 470 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

γ_{M2} – Teilsicherheitsbeiwert; $\gamma_{M2} = 1,25$

F_{bRd} – max. zul. Kraft

F_{vEd} – von der Verbindung je Schraube und je Scherfuge bzw. je Bauteildicke übertragene Kraft (Bemessungswert der einwirkenden Kraft)

Für die Berechnung einer ISO 4017 – M20 x 60 – 8.8 und einer Materialdicke von 20 mm ergibt sich folgendes:

$$F_{bRd} = k_1 * \alpha_b * d * t * \frac{R_m}{\gamma_{M2}} \geq F_{vEd}$$

$$F_{bRd} = \left(1,4 * \frac{p_2}{d} - 1,7\right) * \left(\frac{p_1}{3 * d} - \frac{1}{4}\right) * d * t * \frac{R_m}{\gamma_{M2}} \geq F_{vEd}$$

$$F_{bRd} = 1,4 * \frac{3,0 * d}{d} - 1,7 * \frac{2,2 * d}{3 * d} - \frac{1}{4} * 19,8 \text{ mm} * 20 \text{ mm} * \frac{360 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{1,25} \geq F_{vEd}$$

$$F_{bRd} = 137712 \text{ N} \geq F_{vEd}$$

WSF - t	Schraube	F_{bRd} in N	30 t
S235-20 mm	M20	137712	Nein
S235-15 mm	M24	134843	Nein
S355-20 mm	M20	179791	Ja
S355-15 mm	M24	162085	Ja

Tabelle 10: Übersicht der zul. Kräfte für S235 und S355

Für die gewählte Sechskantschraube und Materialdicke ist festzustellen, dass diese eine Kraft von 295 kN nicht aushalten würden. Auf Grund der vorhandenen Ergebnisse wird eine Befestigung mit zwei Sechskantschrauben M24 x 220 – 12.9 und einer Materialdicke (S355) von 15 mm gewählt.

3.8.3 Knickkraft

Für den Fall, dass sich der Spannstift nicht aus- oder eintreiben lässt, wird im Folgenden die kritische Knicklast für den Spannstift berechnet. Dieser Fall könnte eintreten, wenn sich der Stempel verdreht hat und die Bohrungen nicht mehr fluchten. Dann drückt der Hydraulikzylinder mit voller Kraft auf den Treibdorn und Spannstift. Sie dürfen unter dieser Last nicht wegnicken. Der Spannstift mit seinem Längsschlitz ist hierbei das schwächste Glied. Daher reicht die Berechnung hierfür aus.

Knickfälle	Fall 1	Fall 2	Fall 3	Fall 4
Knicklängenbeiwert	$\beta = 2$	$\beta = 1$	$\beta = \frac{1}{2} \sqrt{2} \approx 0,7$	$\beta = 0,5$
Knicklänge s $s = \beta \cdot L$	$s = 2 \cdot L$	$s = L$	$s \approx 0,7 \cdot L$	$s = 0,5 \cdot L$
kritische Knicklast	$F_{krit} = \frac{\pi^2}{4L^2} EI$	$F_{krit} = \frac{\pi^2}{L^2} EI$	$F_{krit} = \frac{2\pi^2}{L^2} EI$	$F_{krit} = \frac{4\pi^2}{L^2} EI$

Tabelle 11: Übersicht Eulersche Knickfälle [16]

Für die Berechnung wird der 2. Eulersche Knickfall betrachtet. Die Formel für die kritische Knicklast lautet in diesem Fall wie folgt:

$$F_{krit} = \frac{\pi^2}{L^2} * E * I \quad (3.8)$$

Die Knicklänge L entspricht der Länge des Spannstiftes $L = 200 \text{ mm}$.

Der Elastizitätsmodul des Spannstiftes, der aus Stahl gefertigt wird beträgt $E = 210\,000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$.

Die Querschnittsfläche des Spannstiftes ist ein offener Kreisring. Daher berechnet sich das axiale Flächenträgheitsmoment I wie folgt: [15]

$$I = \frac{2}{3} * \pi * R * t^3 \quad (3.9)$$

Hierbei ist R der Außenradius und t die Wanddicke des Spannstiftes.

$$R = \frac{D}{2} = \frac{30,9 \text{ mm}}{2} = 15,45 \text{ mm} \quad t = 6 \text{ mm}$$

Für die Berechnung ergibt sich so Folgendes:

$$F_{krit} = \frac{\pi^2}{L^2} * E * I$$

$$F_{krit} = \frac{\pi^2}{L^2} * E * \frac{2}{3} * \pi * R * t^3$$

$$F_{krit} = \frac{\pi^2}{(200 \text{ mm})^2} * 210\,000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} * \frac{2}{3} * \pi * 15,45 \text{ mm} * (6 \text{ mm})^3$$

$$F_{krit} = 362159,51 \text{ N}$$

Die berechnete kritische Knicklast von 362159,51 N ist höher als die Kraft, die der Hydraulikzylinder (295 kN) in der Lage ist zu leisten. Daher kann festgehalten werden, dass keine Gefahr des Knickens bei einem der Bauteile besteht und im Falle der Überlast das Sicherheitsventil in der Pumpe eingreift.

4 Entwerfen

In diesem Kapitel wird der Prozess der Zeichnungserstellung für die Ein- und Austreibvorrichtung dargestellt. Von den ersten Entwurfsskizzen bis zu der fertigen Zusammenbauzeichnung und den Einzelteilzeichnungen. Auf Grundlage der erstellten Zeichnungen wurden für die Rahmenkonstruktion Angebote von einem Schweißfachbetrieb und einer Metallbaufirma eingeholt. Die Rahmenkonstruktion wurde am 20.01.2017 bei der Firma *LüFa Metall- und Fassadenbau GmbH Handwerksbetrieb* in Auftrag gegeben.

4.1 Entwurfsphase

Die ersten Entwurfsskizzen bieten eine grobe Vorstellung, wie die endgültige Konstruktion in etwa aussehen soll. Elementare Bauteile wie das Abdrückblech, der Anschlag, die Befestigungsbleche oder der Treibdorn sind hier schon erfasst. In die Skizzen können zudem die ersten wichtigen Maße eingetragen werden.

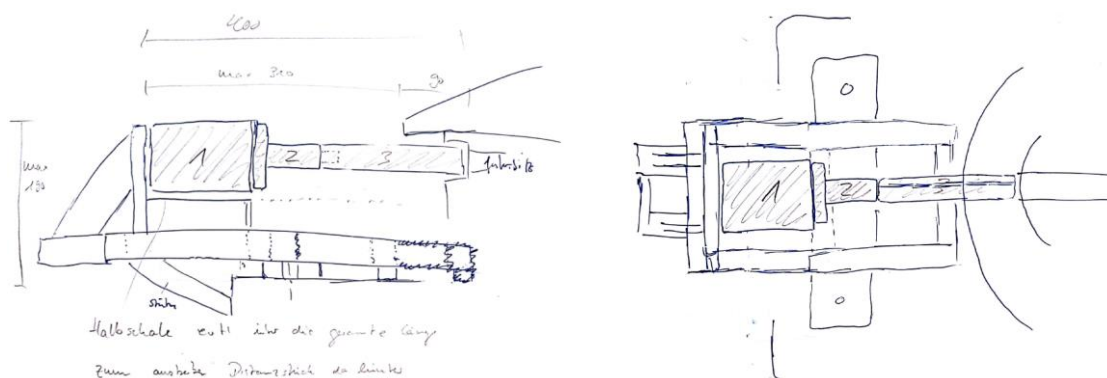


Abbildung 23: erste Entwurfsskizzen der Ein- und Austreibkonstruktion

Aus der Bauraumvermessung gehen die äußeren Abmaße der Konstruktion hervor. Diese Abmaße sind auch in der Anforderungsliste festgehalten. Ein weiteres wichtiges Dokument für die Zeichnungserstellung ist der morphologische Kasten mit der gewählten Lösungsvariante. Diese gibt vor, in welcher Art die einzelnen Bauteile zu entwerfen sind.

Zur Erstellung der Zeichnungen wurde die bei der TRIMET Hamburg vorhandene CAD Software *Autodesk Inventor Professional 2016* verwendet.

4.2 Stückliste

Dieses Kapitel gibt eine kurze Übersicht über die entworfene Rahmenkonstruktion mit ihren Einzelbauteilen. Die erstellten Zeichnungen sind im Anhang zu finden. Die Abbildung 24 zeigt die Ein- und Austreibvorrichtung. In dieser Darstellung ist der gewählte Hydraulikzylinder RCS-302 bereits mit dargestellt. Die CAD Daten für den Hydraulikzylinder wurden von der Herstellerfirma ENERPAC zur Verfügung gestellt.

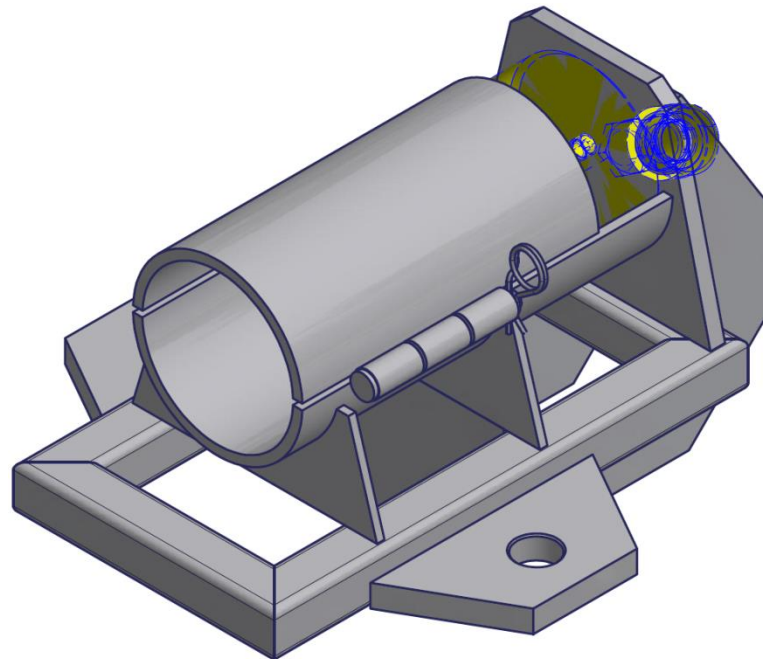


Abbildung 24: 3D-CAD-Darstellung der Ein- und Austreibvorrichtung

Auf der Abbildung 24 ist zudem ein Bauteil zu erkennen, das nicht aus der Lösungsvariante des morphologischen Kastens hervorgeht. Der Sicherheitsdeckel ist als zusätzliche Sicherheitseinrichtung erst im Laufe des Zeichenprozesses hinzugekommen. Er trägt zu der Forderung *3.5 Arbeitssicherheit erhöhen* bei. Im Folgenden sind alle Einzelbauteile dieser Baugruppe dargestellt, damit ein Überblick über die konstruierten Bauteile gewonnen werden kann. Hierbei ist zu beachten, dass die Abbildungen 25 – 37 nicht maßstabsgetreu dargestellt sind.

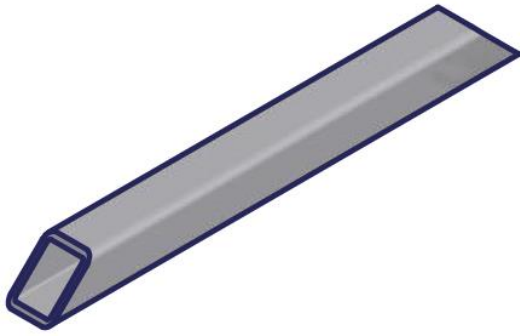


Abbildung 25: Rahmen 1.1

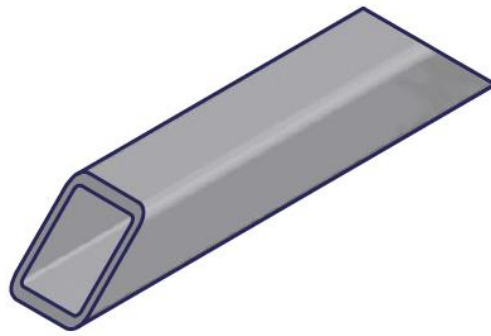


Abbildung 26: Rahmen 1.2

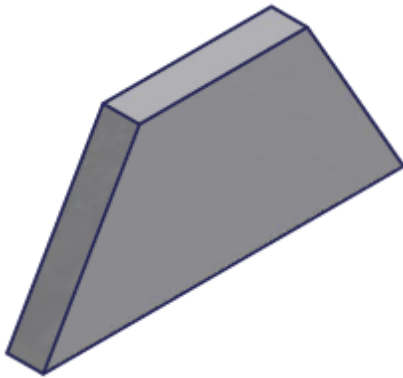


Abbildung 27: Befestigungsblech

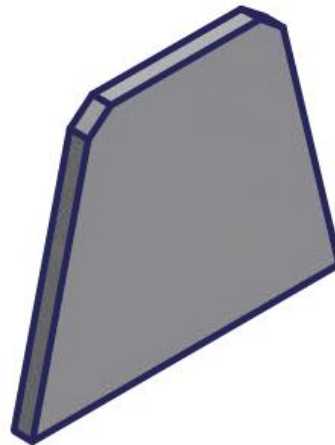


Abbildung 28: Abdrückblech

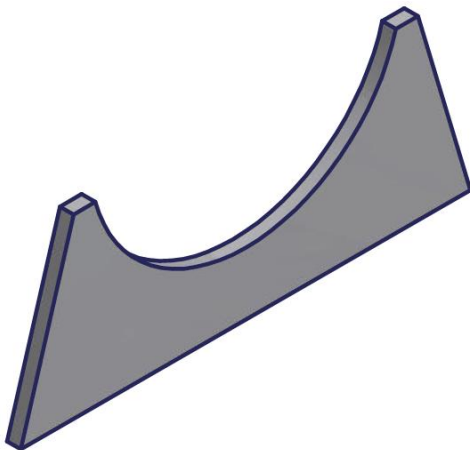


Abbildung 29: Stütze

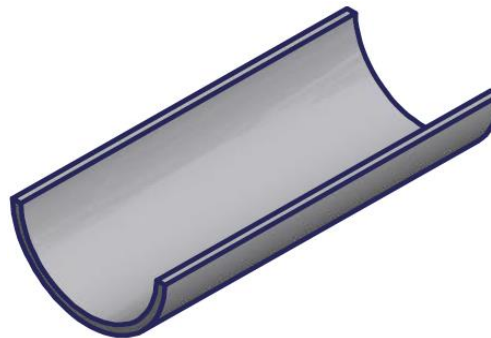


Abbildung 30: Zylinderaufnahme

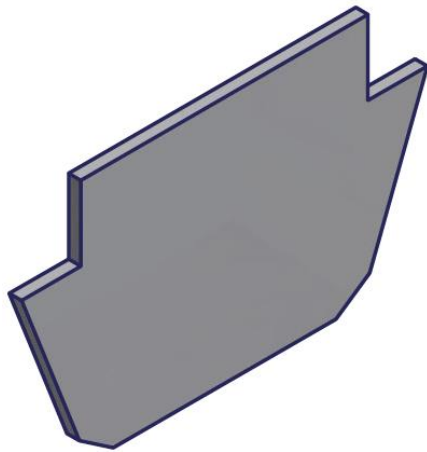


Abbildung 31: Anschlag

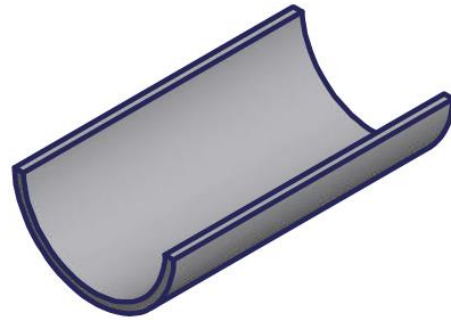


Abbildung 32: Sicherungsdeckel



Abbildung 33: Schanierbuchse

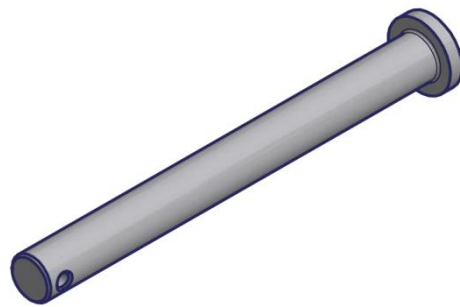


Abbildung 34: Bolzen

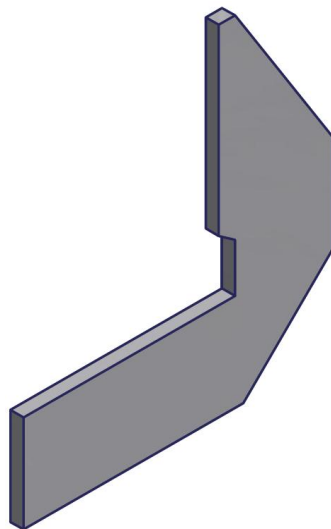


Abbildung 35: Abstützblech

Tabelle 12: 3D-CAD-Darstellung der Einzelbauteile

Zu der gesamten Konstruktion gehören zusätzlich noch drei Distanzstücke sowie fünf Treibdorne, die den Hub von 200 mm realisieren müssen. Die genaue Abfolge und Verwendung wird im folgenden Kapitel beschrieben. Die Distanzstücke und Treibdorne werden in der betriebseigenen Ausbildungswerkstatt gefertigt. Hierdurch ist ein kurzfristiger Ersatz für defektes Zubehör sichergestellt.

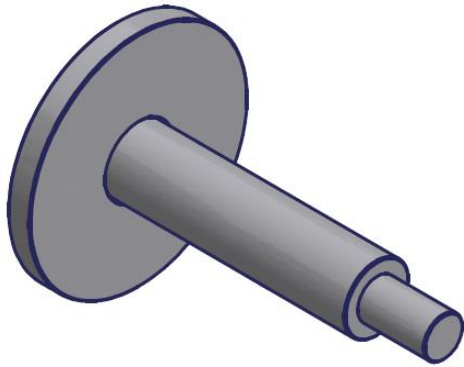


Abbildung 36: Treibdorn 3

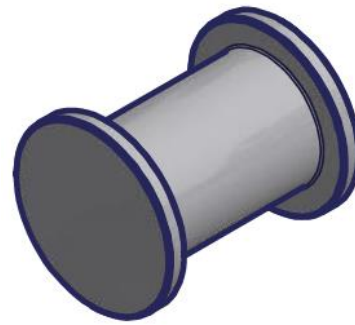


Abbildung 37: Distanzstück 3

4.3 Die Konstruktion

Am 31.01.2017 wurde die Konstruktion (Abb. 38, 39) geliefert. Aus zeitlichen Gründen konnte für diese Bachelorarbeit kein Versuch mehr durchgeführt werden. Dadurch kann die Planung dieser Vorrichtung nicht in der Praxis bestätigt werden, um sie als Ergebnis in der Thesis festzuhalten. Dieser Versuch wird von den Mitarbeitern aus der Instandhaltung, die später auch die Vorrichtung nutzen werden, vorgenommen.



Abbildung 38: gefertigte Konstruktion mit geschlossenem Sicherheitsdeckel [4]



Abbildung 39: gefertigte Konstruktion mit offenem Sicherheitsdeckel [4]

In Abbildung 40 ist die Vorrichtung inklusive eingelegtem Hydraulikzylinder und der lufthydraulischen Pumpe zu sehen.

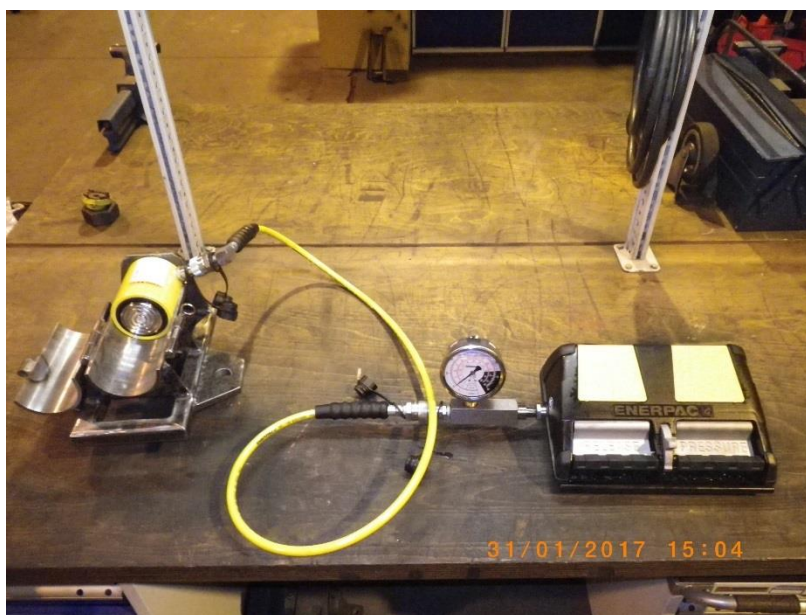


Abbildung 40: Vorrichtung inklusive Hydraulikzylinder und lufthydraulischer Pumpe [4]

4.4 Arbeitsanweisung

Aus den in den vorherigen Kapiteln beschriebenen Umständen resultiert ein genauer Arbeitsablauf für das Ein- und Austreiben. Damit insbesondere ein sicheres Arbeiten mit der vorliegenden Konstruktion erfolgen kann, ist es erforderlich, dass die in diesem Kapitel aufgeführten Arbeitsschritte befolgt werden.

Die Aufzählung der Arbeitsschritte erfolgt stichpunktartig. Diese Art der Arbeitsanweisung ist Standard bei der TRIMET am Standort Hamburg.

Vorgehen für das Austreiben:

1. Hydraulikzylinder, -schlauch, Manometer und Pumpe verbinden
2. die Bohrung, in der der Spannstift sitzt, ausrichten
3. die vorderen zwei M24x200 Sechskantschrauben am Abdruckzylinder lösen
4. mit zwei M24x220 Sechskantschrauben die Konstruktion an den Abdruckzylinder schrauben
5. Federstecker und Bolzen ziehen, Sicherungsdeckel öffnen
6. Treibdorn 3 in den Spannstift stecken, Hydraulikzylinder mit der Bodenplatte an das Abdrückblech in die Zylinderaufnahme und das Distanzstück 1 zwischen Treibdorn und Hydraulikzylinder legen
7. Sicherungsdeckel schließen und mit Bolzen und Federstecker sichern
8. Lufthydraulische Pumpe mit der Luftversorgung verbinden
9. unter ständiger Kontrolle des Drucks einen Zylinderhub durchführen
10. Hydraulikzylinder entlasten
11. A. Federstecker und Bolzen ziehen, Sicherungsdeckel öffnen
B. Treibdorn 3 und Distanzstück 1 entfernen
C. Treibdorn 4 in den Spannstift stecken
D. Sicherungsdeckel schließen und mit Bolzen und Federstecker sichern
E. unter ständiger Kontrolle des Drucks einen Zylinderhub durchführen
F. Hydraulikzylinder entlasten
12. A. Federstecker und Bolzen ziehen, Sicherungsdeckel öffnen
B. Distanzstück 1 zwischen Treibdorn 4 und Hydraulikzylinder legen
C. Sicherungsdeckel schließen und mit Bolzen und Federstecker sichern
D. unter ständiger Kontrolle des Drucks einen Zylinderhub durchführen
E. Hydraulikzylinder entlasten
13. A. Federstecker und Bolzen ziehen, Sicherungsdeckel öffnen
B. Distanzstück 1 entfernen
C. Distanzstück 2 zwischen Treibdorn 4 und Hydraulikzylinder legen
D. Sicherungsdeckel schließen und mit Bolzen und Federstecker sichern
E. unter ständiger Kontrolle des Drucks einen Zylinderhub durchführen
F. Hydraulikzylinder entlasten
14. A. Federstecker und Bolzen ziehen, Sicherungsdeckel öffnen

- B. Distanzstück 2 entfernen
 - C. Distanzstück 3 zwischen Treibdorn 4 und Hydraulikzylinder legen
 - D. Sicherungsdeckel schließen und mit Bolzen und Federstecker sichern
 - E. unter ständiger Kontrolle des Drucks einen Zylinderhub durchführen
 - F. Hydraulikzylinder entlasten
15. Federstecker und Bolzen ziehen, Sicherungsdeckel öffnen
 16. Distanzstück 3, Treibdorn 4 und Hydraulikzylinder entfernen
 17. Sicherungsdeckel schließen und mit Bolzen und Federstecker sichern
 18. Lösen der zwei M24x220 Sechskantschrauben

Vorgehen für das Eintreiben:

1. Hydraulikzylinder, -schlauch, Manometer und Pumpe verbinden
2. die Bohrung, in der der Spannstift sitzt, ausrichten
3. die vorderen zwei M24x200 Sechskantschrauben am Abdrückzylinder lösen
4. mit zwei M24x220 Sechskantschrauben die Konstruktion an den Abdrückzylinder schrauben
5. Federstecker und Bolzen ziehen, Sicherungsdeckel öffnen
6. Eintreibdorn mit zwei M5x16 Zylinderschrauben mit Innensechskant an dem Hydraulikzylinder festschrauben, Spannstift auf den Eintreibdorn stecken und Hydraulikzylinder mit der Bodenplatte an das Abdrückblech in die Zylinderaufnahme legen
7. Sicherungsdeckel schließen und mit Bolzen und Federstecker sichern
8. Lufthydraulische Pumpe mit der Luftversorgung verbinden
9. es ist drauf zu achten, dass der Spannstift mit der Bohrung fluchtet
10. unter ständiger Kontrolle des Drucks einen Zylinderhub durchführen
11. Hydraulikzylinder entlasten
12. A. Federstecker und Bolzen ziehen, Sicherungsdeckel öffnen
B. Eintreibdorn losschrauben und entfernen
C. Treibdorn 1 in den Spannstift stecken
D. Sicherungsdeckel schließen und mit Bolzen und Federstecker sichern
E. unter ständiger Kontrolle des Drucks einen Zylinderhub durchführen
F. Hydraulikzylinder entlasten
13. A. Federstecker und Bolzen ziehen, Sicherungsdeckel öffnen
B. Treibdorn 2 entfernen
C. Treibdorn 3 in den Spannstift stecken
D. Sicherungsdeckel schließen und mit Bolzen und Federstecker sichern
E. unter ständiger Kontrolle des Drucks einen Zylinderhub durchführen
F. Hydraulikzylinder entlasten
14. A. Federstecker und Bolzen ziehen, Sicherungsdeckel öffnen

- B. Distanzstück 1 zwischen Treibdorn 3 und Hydraulikzylinder legen
 - C. Sicherungsdeckel schließen und mit Bolzen und Federstecker sichern
 - D. unter ständiger Kontrolle des Drucks einen Zylinderhub durchführen
 - E. Hydraulikzylinder entlasten
15. Federstecker und Bolzen ziehen, Sicherungsdeckel öffnen
 16. Distanzstück 1, Treibdorn 3 und Hydraulikzylinder entfernen
 17. Sicherungsdeckel schließen und mit Bolzen und Federstecker sichern
 18. Lösen der zwei M24x220 Sechskantschrauben
 19. mit den zwei M24x200 Sechskantschrauben den Abdruckzylinder wieder mit der Hülsenabziehpresse verschrauben

5 Zusammenfassung und Ausblick

Ziel der vorliegenden Bachelorarbeit war die Entwicklung einer Vorrichtung, die das Ein- und Austreiben des Spannstiftes an der Hülsenabziehpresse für den Mitarbeiter in erster Linie sicherer und ergonomischer machen sollte.

Die Konstruktion wurde unter Anwendung der Methodiken aus der VDI-Richtlinie 2221 entwickelt. Zunächst wurden die Anforderungen an die Vorrichtung in einer Anforderungsliste festgehalten. Durch eine Black-Box-Darstellung konnten sämtliche Ein- und Ausgangsgrößen sowie äußeren Einflüsse ermittelt werden. Die aus der Black Box hervorgegangene Hauptfunktion „Spannstift ein- oder austreiben“ war Ausgangspunkt für die Funktionsanalyse. In dieser wurden die Haupt- und Teilfunktionen der Vorrichtung aufgelistet. Sie war die Grundlage für die anschließende Ideenfindung.

Für die Umsetzung der Funktionen wurde ein morphologischer Kasten erstellt, in welchem mehrere Vorschläge für jede Funktion festgehalten sind. Es wurden aus dem morphologischen Kasten drei Lösungsvarianten, für die Verwirklichung der Vorrichtung, gewählt.

Diese drei Lösungsvarianten sind anschließend einer Bewertung unterzogen worden. Dies geschah anhand der Forderungen aus der Anforderungsliste. Die Wünsche aus der Anforderungsliste waren Grundlage für die Gewichtungsmatrix und das Wertigkeitsverfahren, aus denen die beste Lösungsvariante ermittelt wurde.

Einer der wichtigsten Punkte war die Ermittlung der Ein- bzw. Auspresskraft. Hierfür wurde ein Versuch in der Zentralwerkstatt gefahren. Die ermittelte Kraft war eines der Kriterien für die Bestimmung des richtigen Hydraulikzylinders. Neben dem Bauraum waren die Kosten und die Hublänge weitere Auswahlkriterien. Der Hydraulikzylinder war zusammen mit Hydraulikschlauch und lufthydraulischer Pumpe ein Zukaufteil.

Für die Dimensionen der Vorrichtung wurden zudem Berechnungen für die Tragfähigkeit der Befestigungsschrauben, der Lochleibung in den Befestigungsbohrungen und auch die Knickkraft des Spannstiftes vorgenommen. Mit der gewählten Lösungsvariante und den Ergebnissen aus den Berechnungen wurden abschließend die technischen Zeichnungen für die Vorrichtung, deren Einzelteile und den Zubehörteilen erstellt. Anhand der erstellten Zeichnungen wurde die Vorrichtung extern von einem Metallbauer hergestellt.

Abschließend ist für die Arbeit mit der Vorrichtung eine Arbeitsanweisung verfasst worden, damit der Arbeitsablauf sichergestellt ist und jeder Mitarbeiter anhand dieser die Vorrichtung bedienen kann.

Bis zum endgültigen Einsatz der Vorrichtung ist ein Praxistest aller Komponenten notwendig. Dieser wird von den zuständigen Mitarbeitern durchgeführt und bei positivem Verlauf wird die Vorrichtung zukünftig für diesen Arbeitsvorgang eingesetzt.

Literaturverzeichnis

- [1] TRIMET Aluminium SE, *Image-D Präsentation*, Hamburg, 03.2016.
- [2] TRIMET Aluminium SE, *Bilderarchiv*, Hamburg, 2013.
- [3] TRIMET Aluminium SE, „Jahresbericht, EL-Menü,“ Hamburg, 2015/2016.
- [4] M. Bonz, *eigene Aufnahme*, Hamburg, 2016/2017.
- [5] M. Bonz, *bearbeitete Zeichnung der TRIMET Aluminium SE*, Hamburg, 2016.
- [6] TRIMET Aluminium SE, *Zeichnungsarchiv*, Hamburg, 2016.
- [7] M. Krüger, „Wikipedia,“ 24. Februar 2009. [Online]. Available: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=6018939>. [Zugriff am 27. Dezember 2016].
- [8] M. Krüger, „Wikipedia,“ 24. Februar 2009. [Online]. Available: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=6035191>. [Zugriff am 27. Dezember 2016].
- [9] B. Fleischer und H. Theumert, *Entwickeln Konstruieren Berechnen*, 4. Auflage, Wiesbaden: Springer Vieweg, 2015.
- [10] Verein Deutscher Ingenieure - VDI, *VDI 2221 - Methodik zum Entwickeln und Konstruieren technischer Systeme und Produkte*, Düsseldorf: VDI-Verlag, Mai 1993.
- [11] G. Pahl, W. Beitz, J. Feldhusen und K.-H. Grote, *Pahl/Beitz Konstruktionslehre*, 8. Auflage, Berlin: Springer-Verlag, 2013.
- [12] Prof. Dr.-I. H. Hoder, *Methodisches Konstruieren*, 9. Auflage, Hamburg, 2013.
- [13] ENERPAC, *Datenblatt RSM, RCS-Serie, Kurzhubzylinder*, 2016.
- [14] U. Fischer, M. Heinzler, F. Näher, H. Paetzold, R. Gomeringer, R. Kilgus, S. Oesterle und A. Stephan, *Tabellenbuch Metall*, 44., neu bearbeitete Auflage, Haan-Gruiten: Verlag Europa Lehrmittel, 2008.
- [15] H. Wittel, D. Muhs, D. Jannasch und J. Voßiek, *Roloff/Matek Maschinenelemente*, 22. Auflage, Wiesbaden: Springer Vieweg, 2015.
- [16] „maschinenbau-wissen.de,“ 2005. [Online]. Available: <http://www.maschinenbau-wissen.de/skript3/mechanik/festigkeitslehre/134-knicken-euler>. [Zugriff am 02 01 2017].

- [17] Prof. Dr.-I. J. Wandinger, „<http://wandinger.userweb.mwn.de/>“, 10. März 2016. [Online]. Available: http://wandinger.userweb.mwn.de/TM2/v5_3.pdf. [Zugriff am 27. Dezember 2016].

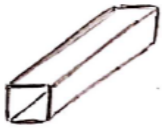

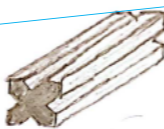

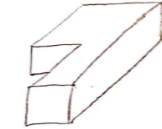
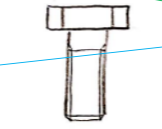
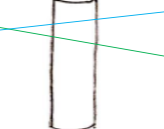
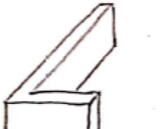
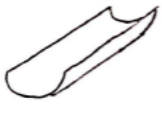

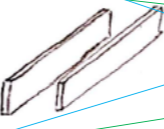
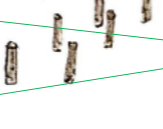

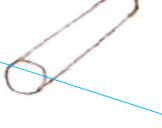
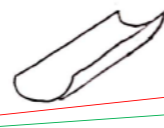
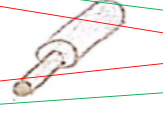
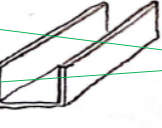

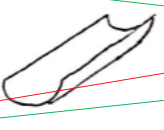
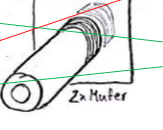

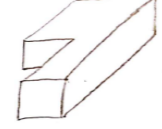



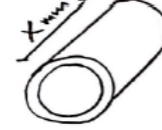
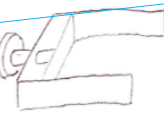
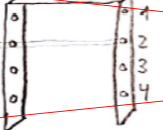
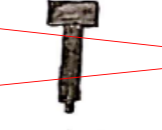
Anhang

Anhangsverzeichnis:

1. Anforderungsliste
2. Morphologischer Kasten
3. Lösungsbewertung
4. Rangfolgegewichtung
5. Wertigkeitsverfahren
6. Datenblatt LUKAS Teleskophydraulikzylinder
7. Datenblatt ENERPAC Hydraulikzylinder
8. technische Zeichnungen

			Anforderungsliste			
			Projektbezeichnung: Konstruktion einer Vorrichtung zum Ein- und Austreiben eines Spannstiftes		Erstellt am:	06.11.2016
			Projektnummer: BA_1116_0217		Erstellt von:	Maximilian Bonz
			Klassifizierung der Wünsche: W1: gering; W2: mittel; W3: wichtig; W4: sehr wichtig; F: Forderung		Seite:	1
					Anzahl Blätter:	1
Lfd.	Anderung / Datum	F / W	Anforderungen	Verantwortlicher Mitarbeiter	Bemerkungen/ Änderungsgrund	
1			Allgemein			
1.2	23.11.2016	F	Breite <350 mm	Bonz	Bauraumvermessung	
1.3	23.11.2016	F	Tiefe <320 mm	Bonz	Bauraumvermessung	
1.4	23.11.2016	F	Höhe <200 mm	Bonz	Bauraumvermessung	
1.5	06.11.2016	F	transportabel	Bonz		
1.6	06.11.2016	F	Anbau an der Hülsenabziehpresse	Bonz		
1.7	19.11.2016	F	hydraulische Kraftübertragung	Bonz	Versuchsergebnis	
1.8	19.11.2016	F	aufzubringende Stempelkraft F min. 100 kN	Bonz	Versuch gefahren	
1.9	06.11.2016	F	Temperatur 0°C bis +50° C	Bonz		
1.10	06.11.2016	W4	Eigengewicht <25 kg	Bonz		
1.11	06.11.2016	W3	modulare Aufbauweise	Bonz		
1.12	06.11.2016	W3	geräuschreduziert	Bonz		
2			Funktionen			
2.1	06.11.2016	F	Rahmen	Bonz		
2.1.1	06.11.2016	F	Stabilität	Bonz		
2.1.2	06.11.2016	F	Kraftableitung	Bonz		
2.2	06.11.2016	F	Zylinder	Bonz		
2.2.1	06.11.2016	F	Druckerzeugung	Bonz		
2.2.2	06.11.2016	F	Öl pumpen	Bonz		
2.3	06.11.2016	F	Führung Spannstift	Bonz		
2.3.1	06.11.2016	F	Lagesicherung	Bonz		
2.3.2	06.11.2016	F	Stabilisierung	Bonz		
2.4	19.11.2016	F	Zylinderaufnahme für Kurzhubzylinder der Firma ENERPAC	Bonz	Festlegung des Herstellers	
2.5	19.11.2016	F	Nachstellmöglichkeit für Hublänge	Bonz	Hubweg Zylinder reicht nicht aus	
2.6	06.11.2016	W3	Wechsel in 30 min	Bonz		
3			Sicherheitssystem			
3.1	06.11.2016	F	gleichmäßige Hubgeschwindigkeit	Bonz		
3.2	06.11.2016	F	kontrollierte Hubgeschwindigkeit	Bonz		
3.3	06.11.2016	F	von zwei Personen handhabbar	Bonz		
3.4	06.11.2016	F	ergonomischer	Bonz		
3.5	06.11.2016	F	Arbeitssicherheit erhöhen	Bonz		
4			Vorschriften			
4.1	06.11.2016	F	Umweltsicherheit	Bonz		
4.2	06.11.2016	F	UVV	Bonz		
4.3	06.11.2016	F	DIN	Bonz		
4.4	06.11.2016	W3	Einführung 08.02.2017	Bonz		
4.5	06.11.2016	W2	selbsterklärend	Bonz		
5			Wartung			
5.1	06.11.2016	F	Reinigung mit Wasser, Bremsenreiniger und Hochdruckreiniger	Bonz		
5.2	06.11.2016	W3	Aufwand gering	Bonz		
5.3	06.11.2016	W3	Zugänglichkeit	Bonz		
5.4	06.11.2016	W2	Firmeneigene Materialien	Bonz		
5.5	06.11.2016	W1	Farbe	Bonz		

Morphologischer Kasten

Funktionen		Gestaltung	Teillösungen				
1. Funktionsebene	2. Funktionsebene		1	2	3	4	5
Rahmen	Halterung an der Hülsenabziehpresse	Art	Stempel	Gestell	Abdrückzylinder	Fundament	Schiene
		Befestigung	Geschraubt	Geschweißt	Genietet	Gesteckt	Geschnürt
	Grundgerüst	Art					-
		Material	Stahl	Aluminium	Kunststoff	Faserv.-werkst.	Keramik
		Befestigung	Geschraubt	Geschweißt	Genietet	Gesteckt	Geschnürt
	Kraftableitung	Art					-
	Stabilität	Art	Materialstärke	Verstreben	Material	-	-
		Material	Stahl	Aluminium	Kunststoff	Faserv.-werkst.	Keramik
Führung Spannstift	Lagesicherung	Art					-
		Material	Stahl	Aluminium	Kunststoff	Faserv.-werkst.	Keramik
		Befestigung	Geschraubt	Geschweißt	Genietet	Gesteckt	Geschnürt
	Stabilisierung gegen Knicken	Art					
		Material	Stahl	Aluminium	Kunststoff	Faserv.-werkst.	Keramik
		Befestigung	Geschraubt	Geschweißt	Genietet	Gesteckt	Geschnürt
Hydraulikzylinder Aufnahme	Lagesicherung	Art		Griffaufnahmen			
		Material	Stahl	Aluminium	Kunststoff	Faserv.-werkst.	Keramik
		Befestigung	Geschraubt	Geschweißt	Genietet	Gesteckt	Geschnürt
Anschlag für Hydraulikzylinder	Kraftaufnahme, axiale Positionierung	Art					-
		Material	Stahl	Aluminium	Kunststoff	Faserv.-werkst.	Keramik
		Befestigung	Geschraubt	Geschweißt	Genietet	Gesteckt	Geschnürt
Nachstellmöglichkeit	zur Hubwegrealisierung	Art		Position Hydraulikzylinder			
Antrieb	Hydraulikzylinder	Art	pneumatisch-hydraulisch	elektrisch-hydraulisch	manuell-hydraulisch	Verbrennungsmotor-hydraulisch	-
			Lösungsvariante 1	Lösungsvariante 2	Lösungsvariante 3		

Lösungsbewertung				
Forderungen		Lösungsvarianten		
		LV 1	LV 2	LV 3
1	Breite <350 mm	✓	✓	✓
2	Tiefe <320 mm	✓	✓	✓
3	Höhe <200 mm	✓	✓	✓
4	transportabel	✓	✓	✓
5	Anbau an der Hülsenabziehpresse	✓	✓	✓
6	hydraulische Kraftübertragung	✓	✓	✓
7	aufzubringende Stempelkraft F min. 100 kN	✓	✓	✓
8	Temperatur 0°C bis +50° C	✓	✓	✓
9	Rahmen	✓	✓	✓
10	Stabilität	✓	✓	✓
11	Kraftableitung	✓	✓	✓
12	Zylinder	✓	✓	✓
13	Druckerzeugung	✓	✓	✓
14	Öl pumpen	✓	✓	✓
15	Führung Spannstift	✓	✓	✓
16	Lagesicherung	✓	✓	✓
17	Stabilisierung	✓	✓	✓
18	Zylinderaufnahme für Kurzhubzylinder der Firma ENERPAC	✓	✓	✓
19	Nachstellmöglichkeit für Hublänge	✓	✓	✓
20	gleichmäßige Hubgeschwindigkeit	✓	✓	✓
21	kontrollierte Hubgeschwindigkeit	✓	✓	✓
22	von zwei Personen handhabbar	✓	✓	✓
23	ergonomischer	✓	✓	✓
24	Arbeitssicherheit erhöhen	✓	✓	✓
25	Umweltsicherheit	✓	✓	✓
26	UVV	✓	✓	✓
27	DIN	✓	✓	✓
28	Reinigung mit Wasser, Bremsenreiniger und Hochdruckreiniger	✓	✓	✓
ERGEBNIS		OK	OK	OK

Rangfolgegewichtung														
Lfd.	Bewertungskriterien	Gewichtungsmatrix für die Vorrichtung zum Ein- und Austreiben eines Spannstiftes										Summe	Gewichtungs- faktor g_i	
		Bewertungskriterien												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1	Eigengewicht <25 kg		+	+	+	+	+	+	+	+	+	9	0,200	
2	modulare Aufbauweise	-		+	+	+	+	-	-	+	+	6	0,133	
3	geräuschreduziert	-	-		+	+	+	-	-	+	+	5	0,111	
4	Wechsel in 30 min	-	-	-		+	+	-	-	+	+	4	0,089	
5	Einführung 08.02.2017	-	-	-	-		+	-	-	+	+	3	0,067	
6	selbsterklärend	-	-	-	-	-		-	-	+	+	2	0,044	
7	geringer Aufwand bei der Wartung	-	+	+	+	+	+		+	+	+	8	0,178	
8	gute Zugänglichkeit bei der Wartung	-	+	+	+	+	+	-		+	+	7	0,156	
9	Firmeneigene Materialien	-	-	-	-	-	-	-	-		+	1	0,022	
10	Farbe	-	-	-	-	-	-	-	-	-		0	0,000	
											45	1,000		

0 = unbefriedigend 1 = noch tragbar 2 = ausreichend 3 = gut 4 = sehr gut	WERTIGKEITSVERFAHREN für die Vorrichtung zum Ein- und Austreiben eines Spannstiftes
--------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------

Lfd.	Bewertungskriterien	Gewichtungs- faktor gi	Lösungs- variante 1		Lösungs- variante 2		Lösungs- variante 3	
			Pi1	gi*Pi1	Pi2	gi*Pi2	Pi3	gi*Pi3
1	Eigengewicht <25 kg	0,200	2	0,400	3	0,600	4	0,800
2	modulare Aufbauweise	0,133	4	0,533	4	0,533	4	0,533
3	geräuschreduziert	0,111	4	0,444	4	0,444	4	0,444
4	Wechsel in 30 min	0,089	3	0,267	4	0,356	2	0,178
5	Einführung 08.02.2017	0,067	3	0,200	3	0,200	3	0,200
6	selbsterklärend	0,044	4	0,178	4	0,178	4	0,178
7	geringer Aufwand bei der Wartung	0,178	3	0,533	4	0,711	3	0,533
8	gute Zugänglichkeit bei der Wartung	0,156	3	0,467	4	0,622	3	0,467
9	Firmeneigene Materialien	0,022	3	0,067	3	0,067	3	0,067
10	Farbe	0,000	4	0	4	0	4	0
Punktzahlen - Summe =			3,089		3,711		3,400	
Rangfolge =			3		1		2	
Wertigkeit Gesamtlösung =			0,772		0,928		0,850	

Einfachwirkende Teleskopzylinder



10 - 160 t
184 - 450 mm

500 bar

[Dieses Produkt auf industrie.lukas.com betrachten](http://industrie.lukas.com)

Lange Hubwege sicher in einem Zug bewältigen.

Die LUKAS Teleskopzylinder kombinieren niedriges Gewicht mit dem optimalen Verhältnis von Bauhöhe zu maximalem Hub. Die kompakten Kollegen haben zwei oder sogar drei Kolben und heben damit Lasten in einem Zug bis zu 450 mm.

Fakten:

- Kolben-Einfahren unter Last (einfachwirkend)
- Geringes Gewicht dank Leichtbauweise
- Optionale Stufensätze steigern erreichbare Hubhöhen
- Serienmäßig mit Traggriffen und Kolbenschutzplatten

Vorteile

- Mit Schnellverschlusskupplung, an die das sichere Schnellstoppsystem angeschlossen werden kann
- Geringerer Verschleiß dank Abstreifring
- Voll belastbare Hubbegrenzung

Besonders sicher kuppeln und arbeiten!

Nur LUKAS bietet ein komplettes System für einen Betriebsdruck von 500 bar an. Warum? Weil wir an Ihre Sicherheit denken! Mit dem Schnellverschluss kuppeln Sie einfach schneller und sicherer.



Einfachwirkende Teleskopzylinder

Und der weltweit einzigartige Schnellstopp schützt Sie vor einem ungewollten Absinken der Last, während der niedrigere Maximaldruck die Lebensdauer aller Komponenten verlängert.

Schritt für Schritt mehr Hubhöhe.

Vergrößern Sie mit LUKAS Stufensätzen die erreichbare Hubhöhe von Teleskopzylindern. Zum Beispiel, wenn nur ein Zylinder mit kleiner Hubhöhe unter die Last passt.

Beim Heben werden schrittweise abwechselnd
Zylindervorsätze und Kolbenvorsätze hinzugefügt:

- 1) Nach Ausfahren des Kolbens ein Zylindervorsatz zum Abstützen der Last.
- 2) Nach Einfahren des Kolbens ein Kolbenvorsatz und so weiter.



Bei weiteren Fragen zu diesem Produkt kontaktieren Sie uns bitte direkt.

Telefon: + 49 9131 698 361

Telefax: + 49 9131 698 394

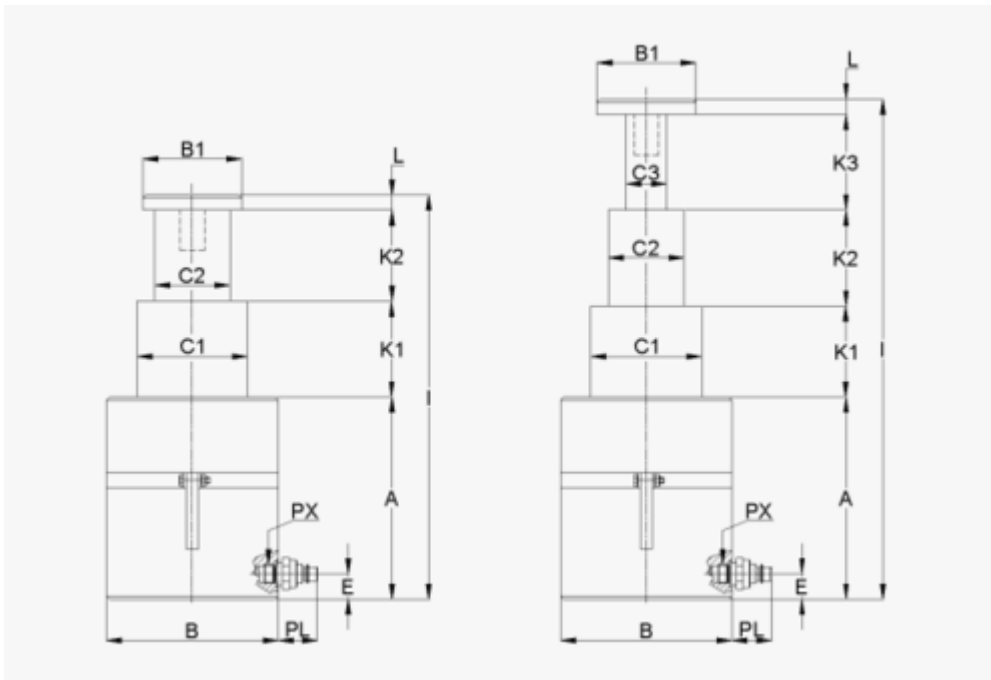
E-Mail: lukas.industrie@idexcorp.com

Oder finden Sie ihren nächstgelegenen Ansprechpartner unter:

industrie.lukas.com/Service/Ansprechpartner+finden.html

Einfachwirkende Teleskopzylinder

Technische Daten 500 Bar





Einfachwirkende Teleskopzylinder

Technische Daten 500 Bar

Typ (Typ)	Bestell-Nr.	Druckkraft Kolben 1 (kN)	Druckkraft Kolben 2 (kN)	Druckkraft Kolben 3 (kN)	Hub (mm)	Bauhöhe mit Kolbenschutzplatte (mm)	Kolbenfläche 1 (cm ²)	Kolbenfläche 2 (cm ²)	Kolbenfläche 3 (drücken) (cm ²)	Ölbedarf effektiv (l)	A (mm)	B (Ø mm)	B1 (Ø mm)	C1 (Ø mm)	C2 (Ø mm)	C3 (Ø mm)	E (mm)	I (mm)	K1 (mm)	K2 (mm)	K3 (mm)	L (mm)	PX	PL (mm)	Masse (kg)
HP 10/T 280E	84072/4680 N	614	284	98	278	215	122.7	56.8	19.7	1.8	200	170	98	110	75	40	25	492	90	95	95	15	M 18x1.5	75	14.4
HP 25/T 185E	84072/1580 N	614	284	--	184	215	122.7	56.8	--	1.65	200	170	98	110	75	--	25	399	95	90	--	15	M 18x1.5	75	14
HP 25/T 450E	84072/3780 N	614	284	--	450	380	122.7	50.3	--	3.85	365	170	98	110	63	--	38	827	220	227	--	15	M 18x1.5	75	24
HP 50/T 185E	84072/8280 N	1005	475	--	185	234	201.1	95	--	2.7	218	220	139	140	90	--	32	384	89	96	--	20	M 18x1.5	75	24
HP 50/T 400E	84072/8080 N	1005	475	--	399	400	201.1	95	--	5.9	380	220	139	140	90	--	38	799	195	205	--	20	M 18x1.5	75	41

Serienmäßig mit Traggriffen und Kolbenschutzplatten ausgestattet.



Mein starker Kollege

LUKAS - Inbegriff der Werkzeughydraulik.

Seit 1948 entwickelt und produziert LUKAS in Deutschland hochwertige Werkzeughydraulik für den industriellen Einsatz. Wo immer Sie Lasten bewegen müssen, stehen Ihnen mit unseren Produkten starke Kollegen zur Seite. Überzeugen Sie sich selbst von den Vorteilen, die Ihnen nur LUKAS bietet:

Qualität aus Deutschland

Die Produkte von LUKAS werden mit wenigen Ausnahmen von A bis Z in Deutschland entwickelt und gefertigt. Nur so können wir den hohen Qualitätsstandard sichern und die gesamte Produktionskette überwachen. Unser hochqualifiziertes Team produziert mit Liebe fürs Detail - und ist dem Kunden immer einen Schritt näher.



Das Original

LUKAS war 1948 die erste Marke, die hochwertige Werkzeughydraulik für den industriellen Einsatz anbot. Seit damals waren unsere Ingenieure der Entwicklung stets einen Schritt voraus, um die garantiert beste Qualität anbieten zu können.

Einzigartige Kundennähe

LUKAS bietet Ihnen als einziger Hersteller einen kundennahen Direktvertrieb. Sie werden von unserem erfahrenen Vertriebsteam optimal beraten, weil es Ihre Bedürfnisse versteht und Ihnen individuelle Lösungen anbieten kann.

▼ Von links nach rechts: RSM-1000, RSM-300, RSM-50, RCS-1002, RCS-302



Das maximale Kraft-/ -Höhenverhältnis



Druckstücke

Alle Zylinder der RCS-Serie haben Befestigungsbohrungen im Kolben zur Montage beweglicher Druckstücke. Näheres entnehmen Sie der entsprechenden Tabelle.

Seite: **23**



Hub der ersten Millimeter

Der LW-16 Hubkeil und die Maschinenhubgeräte der SOH-Reihe stellen die perfekte Wahl dar, um die ersten Millimeter anzuheben.

Seite: **166**

RSM-Serie, Flat-Jac® Zylinder

- Kompakte, flache Ausführung für den Einsatz dort, wo andere Zylinder zu groß sind
- Die Modelle RSM-750, 1000 und 1500 haben einen Tragegriff für leichte Handhabung
- Befestigungslöcher ermöglichen eine einfache Montage
- Ausführung mit Einbrennlack für erhöhten Korrosionsschutz
- Ausgestattet mit CR-400 Kupplungsmuffe mit Staubkappe (nur RSM-50 ist mit AR-400 Kupplungen ausgerüstet)
- Kolben aus hartverchromtem Qualitätsstahl
- Gerillte Kolbenenden machen Druckstücke überflüssig.

RCS-Serie, Kurzhubzylinder

- Leichtgewichtszylinder in kompakter Bauweise für den Einsatz bei geringem Freiraum
- Ausführung mit Einbrennlack für erhöhten Korrosionsschutz
- Kolbenabstreifring verhindert Eindringen von Schmutz und erhöht die Lebensdauer des Zylinders
- Ausgestattet mit CR-400 Kupplungsmuffe mit Staubkappe
- Gerilltes Kolbenende mit Innengewinden zum Befestigen eines beweglichen Druckstückes
- Nickelbeschichtete Stahlkolben.

▼ Nur ein paar Zentimeter reichen für einen RSM-Zylinder, um eine große Konstruktion anzuheben.

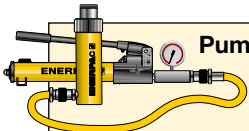


Zylinder-typ	Hub	Modell-nummer	Wirk-same Kolben-fläche	Öl-volumen
t (kN)	(mm)		(cm ²)	(cm ³)
5 (45)	6	RSM-50 ¹⁾	6,5	4
10 (101)	11	RSM-100	14,5	18
20 (201)	11	RSM-200	28,7	32
30 (295)	13	RSM-300	42,1	55
45 (435)	16	RSM-500	62,1	99
75 (718)	16	RSM-750	102,6	164
90 (887)	16	RSM-1000	126,7	203
150 (1386)	16	RSM-1500	198,1	317
10 (101)	38	RCS-101*	14,5	55
20 (201)	45	RCS-201*	28,7	129
30 (295)	62	RCS-302*	42,1	261
45 (435)	60	RCS-502*	62,1	373
90 (887)	57	RCS-1002*	126,7	722

¹⁾ nur RSM-50 ist mit AR-400 Kupplung ausgerüstet

* Als Set lieferbar. Beachten Sie den Hinweis auf der nächsten Seite.

Einfachwirkende Kurzhubzylinder



Pumpen- und Zylindersätze

Alle mit einem *
markierten Zylinder
sind zwecks einfacherer

Bestellung als Set (bestehend aus
Zylinder, Manometer, Kupplungen,
Schlauch und Pumpe) erhältlich.

Seite: **58**

RSM RCS Serie



Druckkraft:

5 - 150 t

Hub:

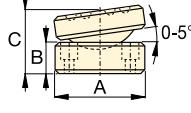
6 - 62 mm

Max. Betriebsdruck:

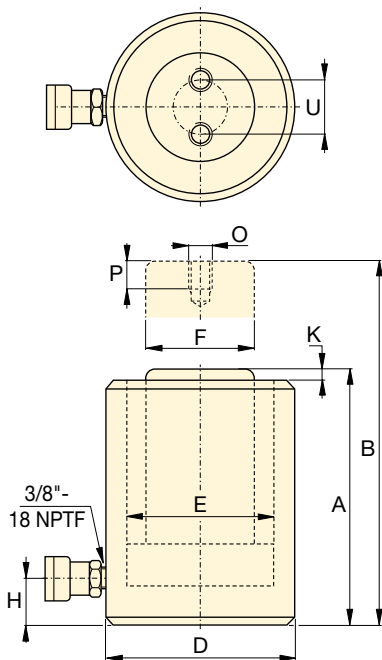
700 bar

Abmessungen aufzuschraubender Druckstücke (Zubehör) (mm)

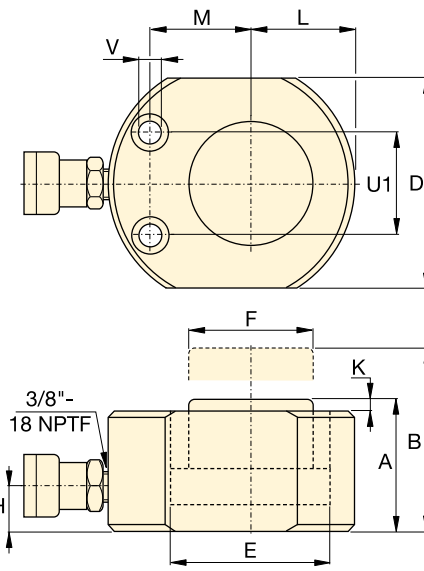
Für Zylindermodell	Modellnummer	A	B	C*
RCS-101	CAT-11	35	11	21
RCS-201, -302, -502	CAT-51	50	15	29
RCS-1002	CAT-101	71	17	35



* Die Abmessung 'C' = Länge des Druckstücks über dem Kolben. Montageschrauben werden mitgeliefert.




RCS-Serie

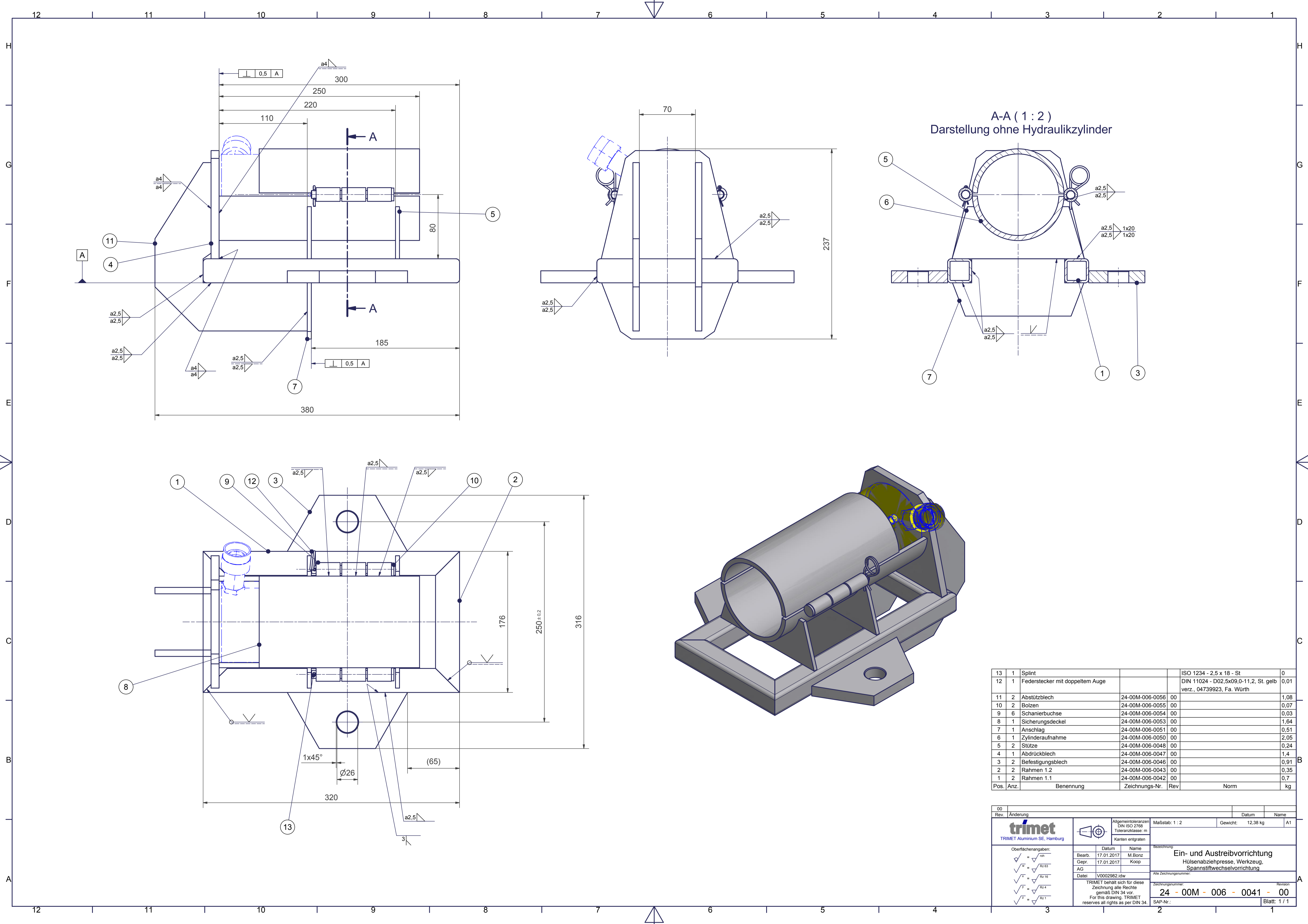


RSM-Serie

Abmessungen der Befestigungsbohrungen in RSM-Zylindern (mm)

Modellnummer	Lochabstand U1	Gewinde V	Gegenbohrung Ø	Gegenbohrung Tiefe
RSM-50	28,5	5,5	9,1	4,3
RSM-100	36,6	7,1	10,7	7,9
RSM-200	49,3	10,0	15,1	9,9
RSM-300	52,3	10,0	15,9	11,2
RSM-500	66,5	11,0	19,0	12,7
RSM-750	76,2	13,5	20,6	14,2
RSM-1000	76,2	13,5	20,6	14,2
RSM-1500	117,3	13,5	20,6	14,2

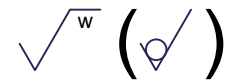
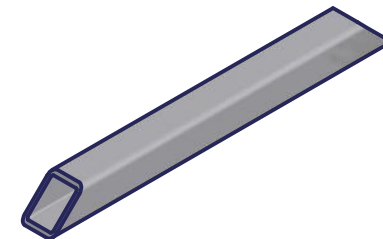
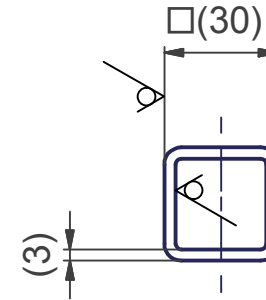
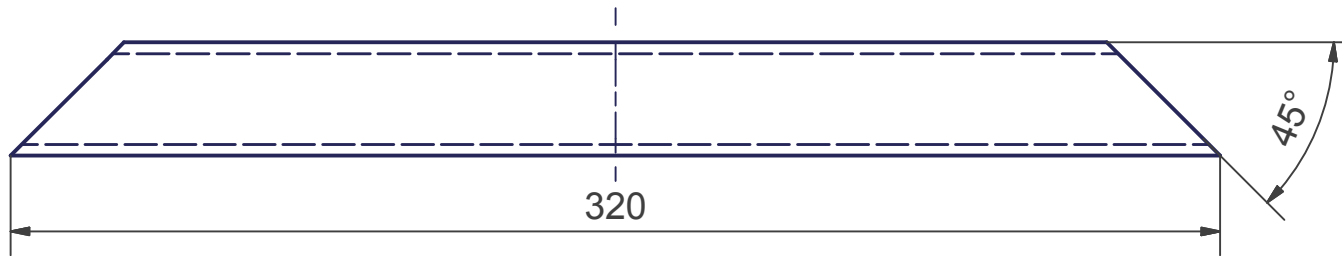
Bauhöhe ein- gefahren A (mm)	Bauhöhe aus- gefahren B (mm)	Zylinder Außen-Ø D (mm)	Innen-Ø E (mm)	Kolben- stangen- Ø F (mm)	Ölan- schluß- Höhe H (mm)	Kolben- überstand eingefahren K (mm)	Kolben- mitte bis Außen-Ø L (mm)	Kolben- mitte bis Bohrung M (mm)	Kolben- gewinde Ø (mm)	Kolben- gewinde- tiefe P (mm)	Loch- kreis- Ø U (mm)	 (kg)	Modell- nummer
32	38	58 x 41	28,7	25,4	16	1	20	22	-	-	-	1,0	RSM-50 ¹⁾
43	54	82 x 55	42,9	38,1	19	1	27	34	-	-	-	1,4	RSM-100
51	62	101 x 76	60,5	50,8	19	1	39	39	-	-	-	3,1	RSM-200
58	71	117 x 95	73,2	63,4	19	2	47	44	-	-	-	4,5	RSM-300
66	82	140 x 114	88,9	69,8	19	2	57	53	-	-	-	6,8	RSM-500
79	95	165 x 139	114,3	82,6	19	2	69	66	-	-	-	11,3	RSM-750
85	101	178 x 153	127,0	92,2	19	2	76	74	-	-	-	14,5	RSM-1000
100	116	215 x 190	158,8	114,3	23	2	95	82	-	-	-	26,3	RSM-1500
88	126	69	42,9	38,1	17	5	-	-	M4	8	26	2,7	RCS-101*
98	143	92	60,5	50,8	17	3	-	-	M5	8	40	5,0	RCS-201*
117	179	101	73,2	66,5	19	3	-	-	M5	8	40	6,8	RCS-302*
122	182	124	88,9	69,8	23	2	-	-	M5	8	40	10,0	RCS-502*
141	198	165	127,0	92,2	31	1	-	-	M8	10	55	20,7	RCS-1002*



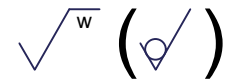
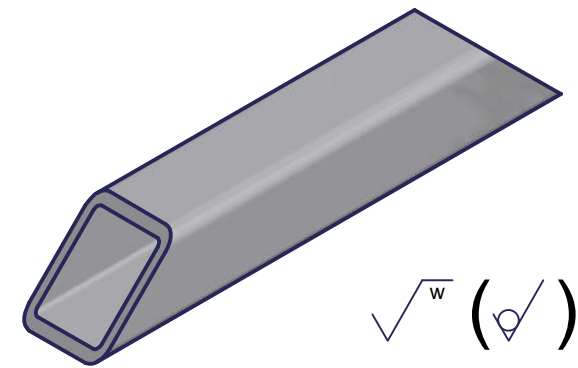
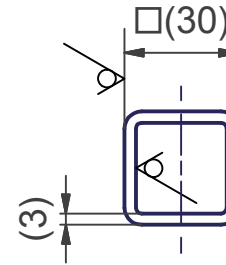
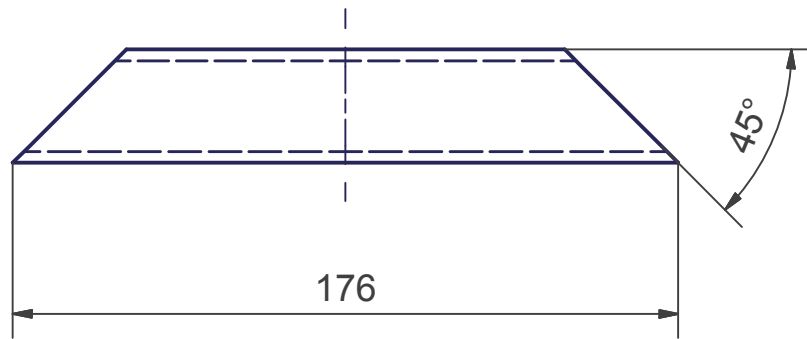
A-A (1 : 2)
Darstellung ohne Hydraulikzylinder

Pos.	Anz.	Benennung	Zeichnungs-Nr.	Rev	Norm	kg
13	1	Splint			ISO 1234 - 2.5 x 18 - St	0
12	1	Federstecker mit doppeltem Auge			DIN 11024 - D02,5x09,0-11,2, St. gelb verz., 04739923, Fa. Würth	0,01
11	2	Abstützblech	24-00M-006-0056	00		1,08
10	2	Bolzen	24-00M-006-0055	00		0,07
9	6	Schanierbuchse	24-00M-006-0054	00		0,03
8	1	Sicherungsdeckel	24-00M-006-0053	00		1,64
7	1	Anschlag	24-00M-006-0051	00		0,51
6	1	Zylinderaufnahme	24-00M-006-0050	00		2,05
5	2	Stütze	24-00M-006-0048	00		0,24
4	1	Abdrückblech	24-00M-006-0047	00		1,4
3	2	Befestigungsblech	24-00M-006-0046	00		0,91
2	2	Rahmen 1.2	24-00M-006-0043	00		0,35
1	2	Rahmen 1.1	24-00M-006-0042	00		0,7
Pos. Anz.		Benennung	Zeichnungs-Nr.	Rev	Norm	kg

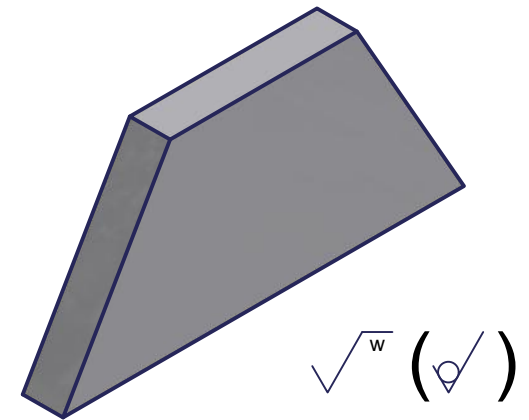
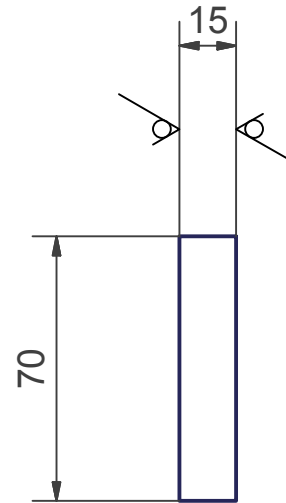
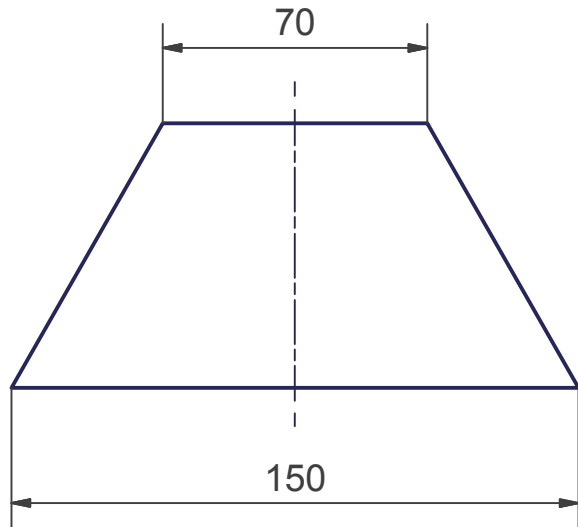
Rev.	Änderung	Datum	Name	Maßstab:	Gewicht:	Blatt:
00				1 : 2	12,38 kg	A1
 TRIMET Aluminium SE, Hamburg		Allgmeintoleranzen DIN ISO 2768 Toleranzklasse: m Kanten entgraten		Beschriftung: Ein- und Austreibvorrichtung Hülsenabziehpresse, Werkzeug, Spannstiftwechselvorrichtung		
Oberflächensangaben: ✓/Ra = Ra ✓/Rz = Rz ✓/Rt = Rt ✓/Rz 0,3 = Rz 0,3 ✓/Rz 0,5 = Rz 0,5 ✓/Rz 0,8 = Rz 0,8 ✓/Rz 1 = Rz 1		Bearb.: 17.01.2017 M.Bonz Gepr.: 17.01.2017 Koop AG Datei: V0002982.idw		Zeichnungsnummer: 24 - 00M - 006 - 0041 - 00 SAP-Nr.: Blatt: 1 / 1		
TRIMET behält sich für diese Zeichnung alle Rechte gemäß DIN 34 vor. For this drawing, TRIMET reserves all rights as per DIN 34.						















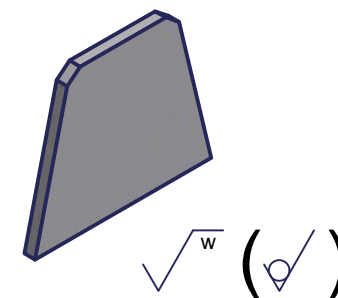
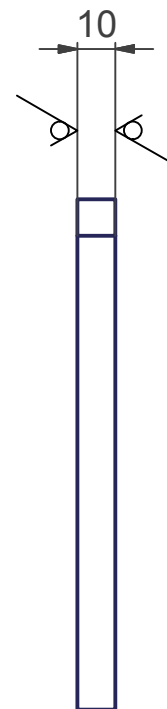
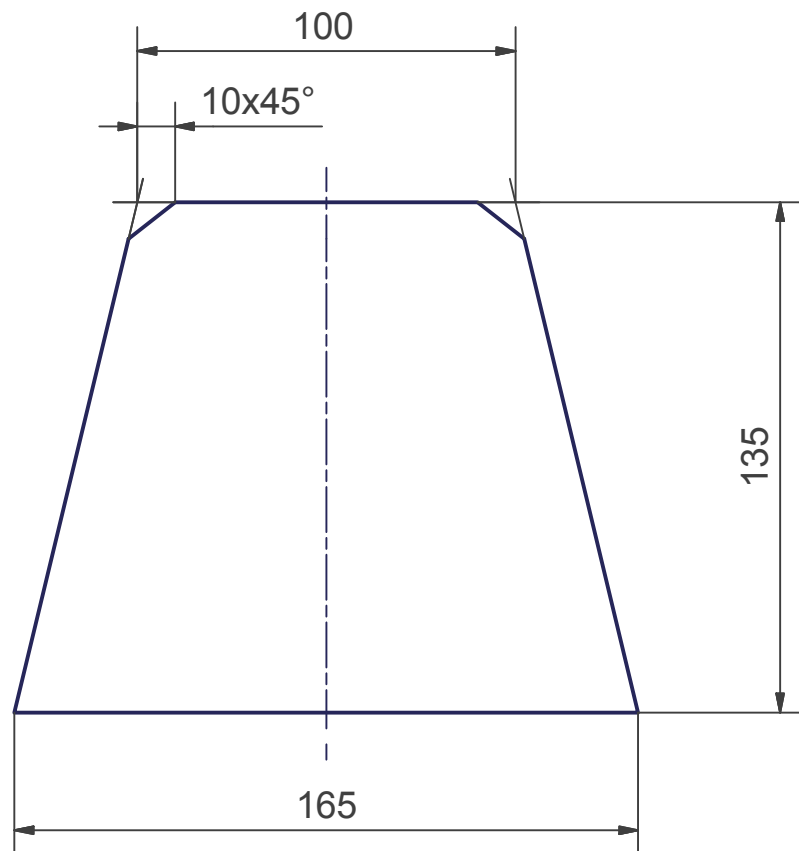
00																										
Rev.	Änderung						Datum		Name																	
 TRIMET Aluminium SE, Hamburg				Allgemeintoleranzen DIN ISO 2768 Toleranzklasse: m		Maßstab: 1 : 2		Gewicht: 0,70 kg																		
				Kanten entgraten		Rohteil Bez.: Vierkantröhr Norm: EN 10210-2 - 4kt30 x 30 x 3 - 325 Material: 1.0037 - S235JR (St.37-2)		A4																		
Oberflächenangaben: = roh = Rz 63 = Rz 16 = Rz 4 = Rz 1		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Datum</th> <th>Name</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bearb.</td> <td>03.01.2017</td> <td>M.Bonz</td> </tr> <tr> <td>Gepr.</td> <td>17.01.2017</td> <td>Koop</td> </tr> <tr> <td>AG</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Datei</td> <td colspan="2">V0002966.idw</td> </tr> </tbody> </table>			Datum	Name	Bearb.	03.01.2017	M.Bonz	Gepr.	17.01.2017	Koop	AG			Datei	V0002966.idw		Bezeichnung: <h3>Rahmen 1.1</h3> Hülsenabziehpresse, Werkzeug, Spannstiftwechsellvorrichtung		Alte Zeichnungsnummer:		Zeichnungsnummer:		Revision	
	Datum	Name																								
Bearb.	03.01.2017	M.Bonz																								
Gepr.	17.01.2017	Koop																								
AG																										
Datei	V0002966.idw																									
		TRIMET behält sich für diese Zeichnung alle Rechte gemäß DIN 34 vor. For this drawing. TRIMET reserves all rights as per DIN 34.		24 - 00M - 006 - 0042 - 00		SAP-Nr.:		Blatt: 1 / 1																		



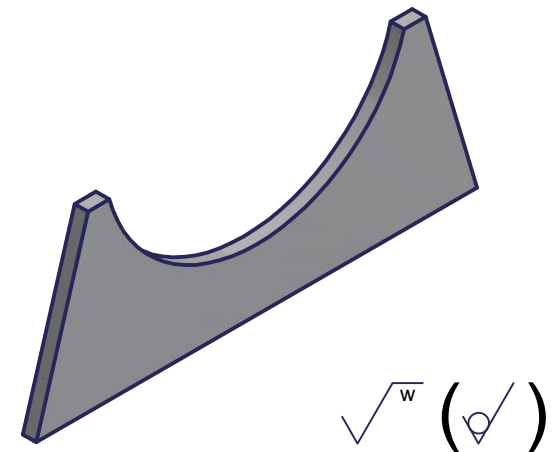
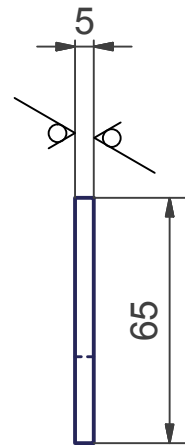
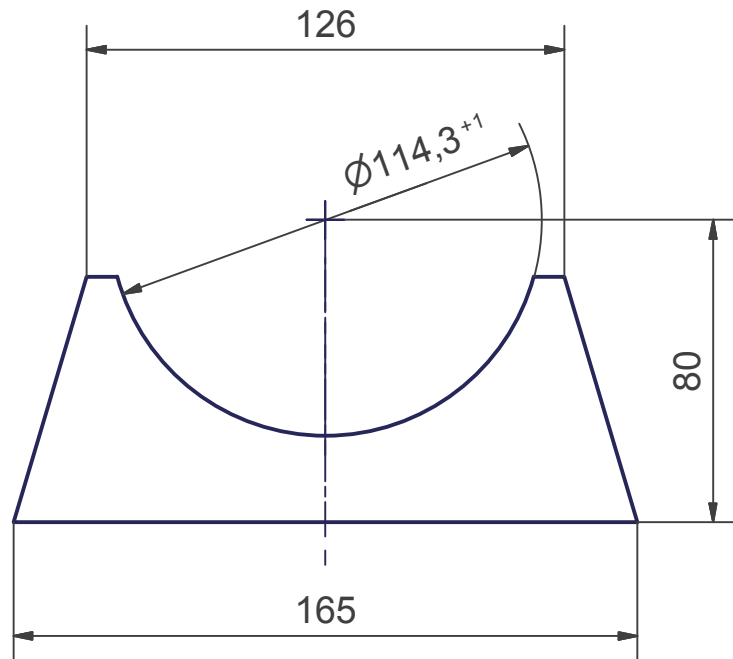
00				Datum	Name	
Rev.	Änderung			Datum	Name	
 TRIMET Aluminium SE, Hamburg			Allgemeintoleranzen DIN ISO 2768 Toleranzklasse: m	Maßstab: 1 : 2	Gewicht: 0,35 kg	
			Kanten entgraten	Rohteil Bez.: Vierkantröhr Norm: EN 10210-2 - 4kt30 x 30 x 3 - 180 Material: 1.0037 - S235JR (St.37-2)		
Oberflächenangaben: = roh = Rz 63 = Rz 16 = Rz 4 = Rz 1		Datum	Name	Bezeichnung: <h3>Rahmen 1.2</h3> Hülsenabziehpresse, Werkzeug, Spannstiftwechsellvorrichtung		
		Bearb.	03.01.2017			M.Bonz
		Gepr.	17.01.2017			Koop
		AG				
		Datei	V0002970.idw	Alte Zeichnungsnummer:		
		TRIMET behält sich für diese Zeichnung alle Rechte gemäß DIN 34 vor. For this drawing. TRIMET reserves all rights as per DIN 34.		Zeichnungsnummer: <h2>24 - 00M - 006 - 0043 - 00</h2>		
		SAP-Nr.:			Revision 00	
					Blatt: 1 / 1	



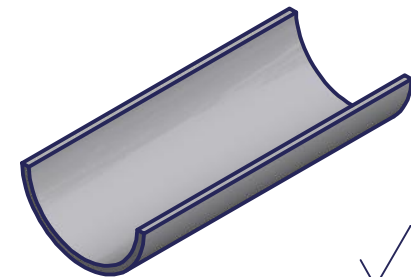
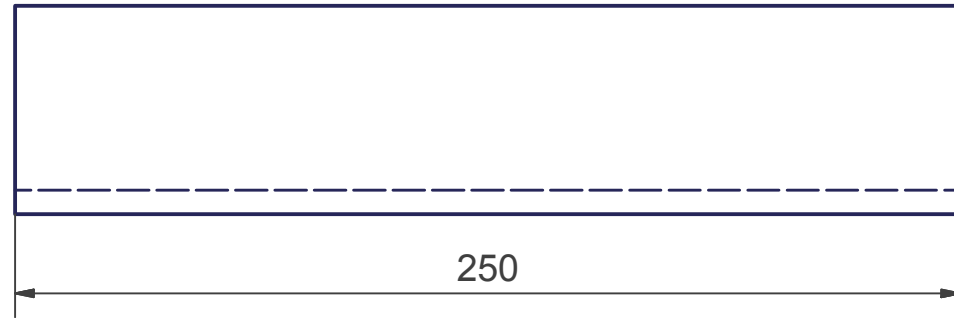
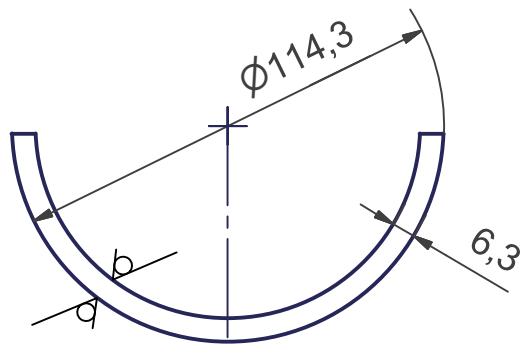
00																								
Rev.	Änderung			Datum		Name																		
 TRIMET Aluminium SE, Hamburg				Allgmeintoleranzen DIN ISO 2768 Toleranzklasse: m		Maßstab: 1 : 2		Gewicht: 0,91 kg	A4															
Oberflächenangaben:  =  roh  w =  Rz 63  x =  Rz 16  y =  Rz 4  z =  Rz 1		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Datum</th> <th>Name</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bearb.</td> <td>10.01.2017</td> <td>M.Bonz</td> </tr> <tr> <td>Gepr.</td> <td>17.01.2017</td> <td>Koop</td> </tr> <tr> <td>AG</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Datei</td> <td colspan="2">V0002977.idw</td> </tr> </tbody> </table>			Datum	Name	Bearb.	10.01.2017	M.Bonz	Gepr.	17.01.2017	Koop	AG			Datei	V0002977.idw		Kanten entgraten		Rohteil Bez.: Blech Norm: DIN EN 10058 - Fl. 70 x 15 x 150 Material: 1.0577 - S355J2 (DIN EN 10025-2)		Bezeichnung: Befestigungsblech Hülsenabziehpresse, Werkzeug, Spannstiftwechsellvorrichtung	
	Datum	Name																						
Bearb.	10.01.2017	M.Bonz																						
Gepr.	17.01.2017	Koop																						
AG																								
Datei	V0002977.idw																							
TRIMET behält sich für diese Zeichnung alle Rechte gemäß DIN 34 vor. For this drawing. TRIMET reserves all rights as per DIN 34.		Alte Zeichnungsnummer:		Zeichnungsnummer: 24 - 00M - 006 - 0046 - 00		Revision		Blatt: 1 / 1																
		SAP-Nr.:																						















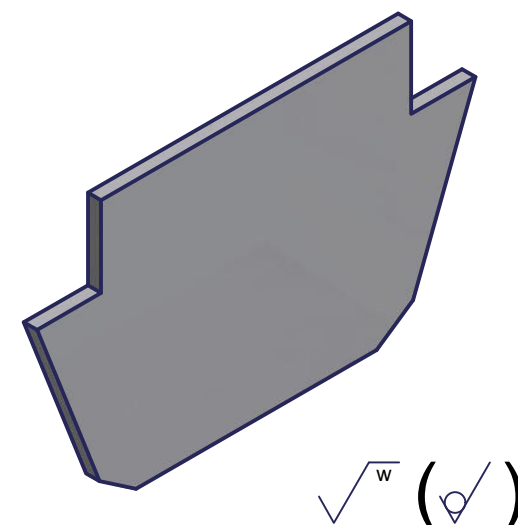
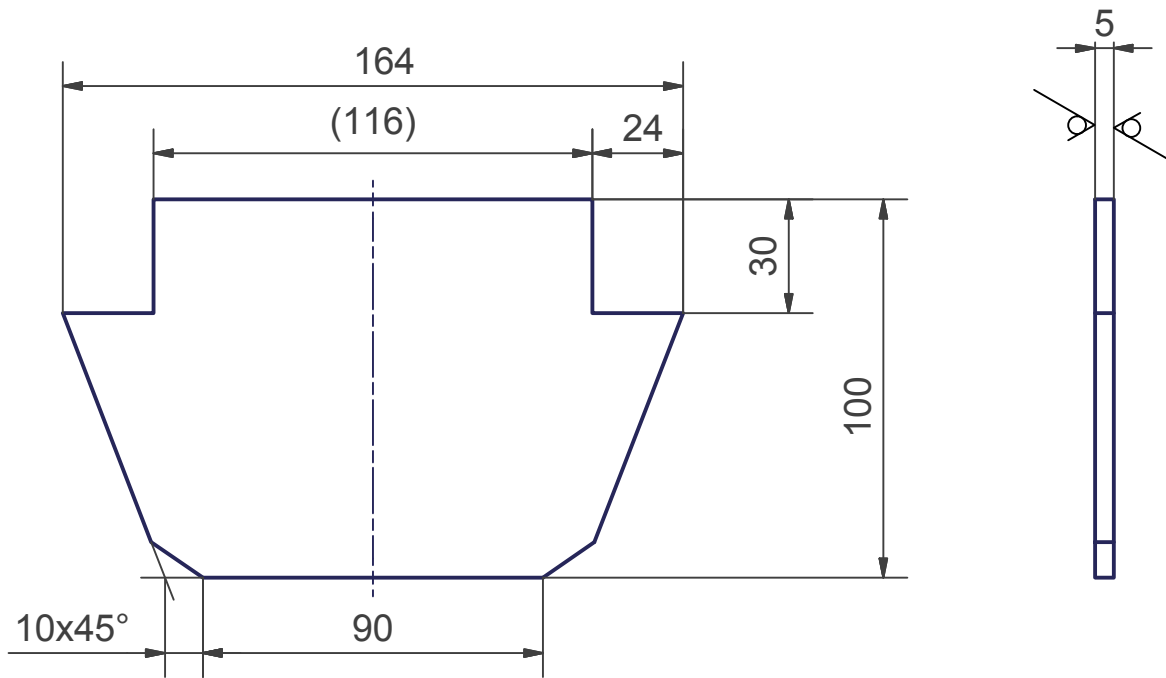
00																								
Rev.	Änderung			Datum				Name																
 TRIMET Aluminium SE, Hamburg				Allgemeintoleranzen DIN ISO 2768 Toleranzklasse: m		Maßstab: 1 : 2		Gewicht: 1,40 kg	A4															
		Kanten entgraten		Rohteil Bez.: Blech Norm: DIN EN 10029 - Bl.10x140x170 Material: 1.0577 - S355J2 (DIN EN 10025-2)		Bezeichnung: <h3>Abdrückblech</h3> Hülsenabziehpresse, Werkzeug, Spannstiftwechsellvorrichtung																		
Oberflächenangaben: = roh = Rz 63 = Rz 16 = Rz 4 = Rz 1		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Datum</th> <th>Name</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bearb.</td> <td>11.01.2017</td> <td>M.Bonz</td> </tr> <tr> <td>Gepr.</td> <td>17.01.2017</td> <td>Koop</td> </tr> <tr> <td>AG</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Datei</td> <td colspan="2">V0003297.idw</td> </tr> </tbody> </table>			Datum	Name	Bearb.	11.01.2017	M.Bonz	Gepr.	17.01.2017	Koop	AG			Datei	V0003297.idw		Alte Zeichnungsnummer: Zeichnungsnummer: <h2>24 - 00M - 006 - 0047 - 00</h2>		Revision 00		SAP-Nr.: Blatt: 1 / 1	
	Datum	Name																						
Bearb.	11.01.2017	M.Bonz																						
Gepr.	17.01.2017	Koop																						
AG																								
Datei	V0003297.idw																							
		TRIMET behält sich für diese Zeichnung alle Rechte gemäß DIN 34 vor. For this drawing. TRIMET reserves all rights as per DIN 34.																						



00																										
Rev.	Änderung						Datum		Name																	
 TRIMET Aluminium SE, Hamburg				Allgemeintoleranzen DIN ISO 2768 Toleranzklasse: m		Maßstab: 1 : 2		Gewicht: 0,24 kg																		
				Kanten entgraten		Rohteil Bez.: Blech		A4																		
						Norm: DIN EN 10029 - Bl. 5 x 70 x 170																				
						Material: 1.0037 - S235JR (St.37-2)																				
Oberflächenangaben: = roh = Rz 63 = Rz 16 = Rz 4 = Rz 1		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Datum</th> <th>Name</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bearb.</td> <td>10.01.2017</td> <td>M.Bonz</td> </tr> <tr> <td>Gepr.</td> <td>17.01.2017</td> <td>Koop</td> </tr> <tr> <td>AG</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Datei</td> <td colspan="2">V0002978.idw</td> </tr> </tbody> </table>			Datum	Name	Bearb.	10.01.2017	M.Bonz	Gepr.	17.01.2017	Koop	AG			Datei	V0002978.idw		Bezeichnung: <h3>Stütze</h3> Hülsenabziehpresse, Werkzeug, Spannstiftwechsellvorrichtung		Alte Zeichnungsnummer:		Zeichnungsnummer:		Revision	
	Datum	Name																								
Bearb.	10.01.2017	M.Bonz																								
Gepr.	17.01.2017	Koop																								
AG																										
Datei	V0002978.idw																									
		TRIMET behält sich für diese Zeichnung alle Rechte gemäß DIN 34 vor. For this drawing. TRIMET reserves all rights as per DIN 34.		24 - 00M - 006 - 0048 - 00		SAP-Nr.:		Blatt: 1 / 1																		

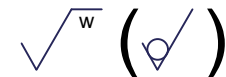
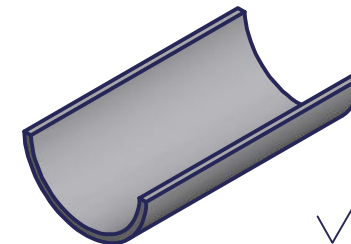
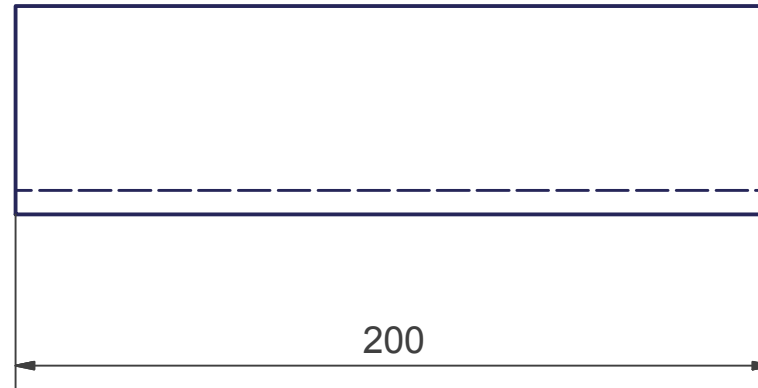
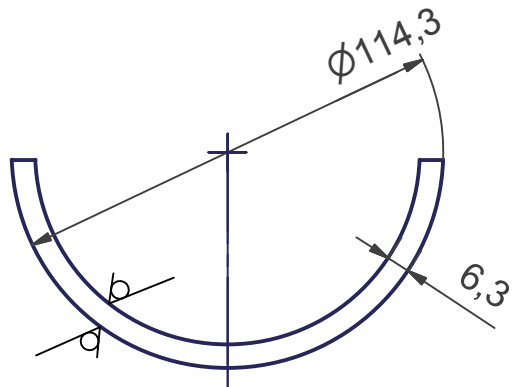




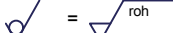
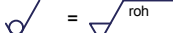
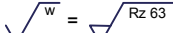
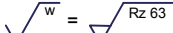
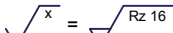
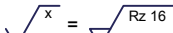
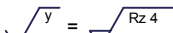
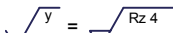
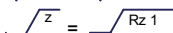
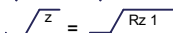
00																				
Rev.	Änderung						Datum		Name											
 TRIMET Aluminium SE, Hamburg				Allgemeintoleranzen DIN ISO 2768 Toleranzklasse: m		Maßstab: 1 : 2		Gewicht: 2,05 kg												
				Kanten entgraten		Rohteil Bez.: Rohr		A4												
						Norm: DIN EN 10220 - R114,3 x 6,3 x 255														
						Material: 1.0037 - S235JR (St.37-2)														
Oberflächenangaben:  =  roh  w =  Rz 63  x =  Rz 16  y =  Rz 4  z =  Rz 1		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Datum</th> <th>Name</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bearb.</td> <td>10.01.2017</td> <td>M.Bonz</td> </tr> <tr> <td>Gepr.</td> <td>17.01.2017</td> <td>Koop</td> </tr> <tr> <td>AG</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Datei</td> <td colspan="2">V0002979.idw</td> </tr> </tbody> </table>			Datum	Name	Bearb.	10.01.2017	M.Bonz	Gepr.	17.01.2017	Koop	AG			Datei	V0002979.idw		Bezeichnung: <h3>Zylinderaufnahme</h3> Hülsenabziehpresse, Werkzeug, Spannstiftwechsellvorrichtung	
	Datum	Name																		
Bearb.	10.01.2017	M.Bonz																		
Gepr.	17.01.2017	Koop																		
AG																				
Datei	V0002979.idw																			
		TRIMET behält sich für diese Zeichnung alle Rechte gemäß DIN 34 vor. For this drawing. TRIMET reserves all rights as per DIN 34.		Alte Zeichnungsnummer:		Zeichnungsnummer: <h2>24 - 00M - 006 - 0050 - 00</h2>		Revision												
				SAP-Nr.:		Blatt: 1 / 1														

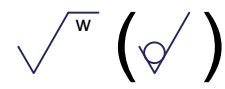
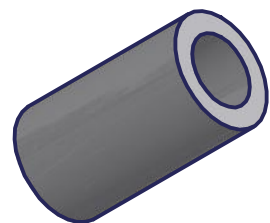
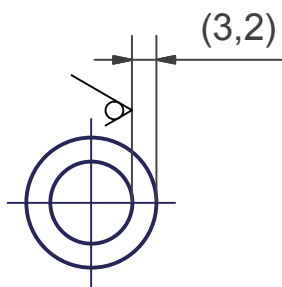
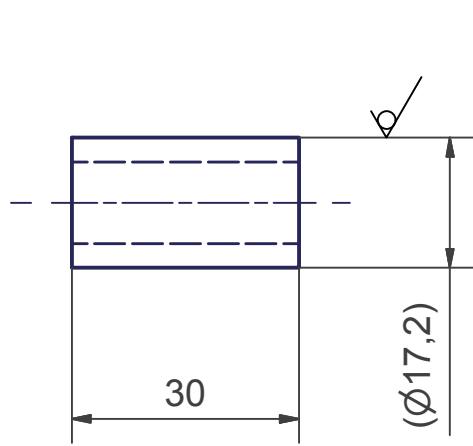


\sqrt{w} (✓)

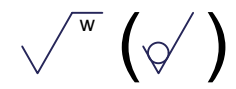
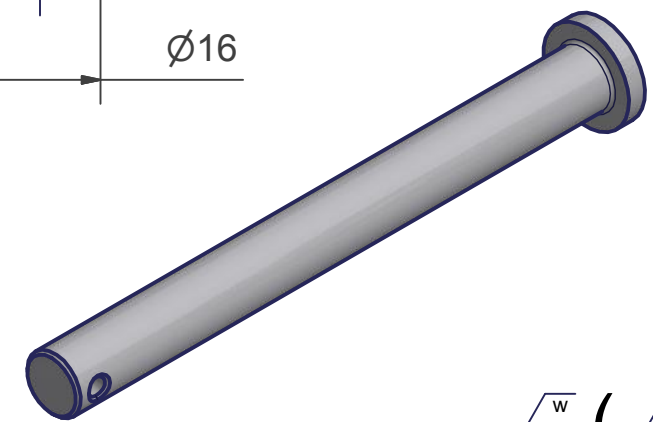
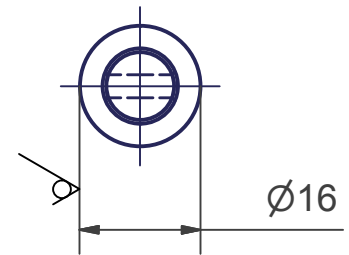
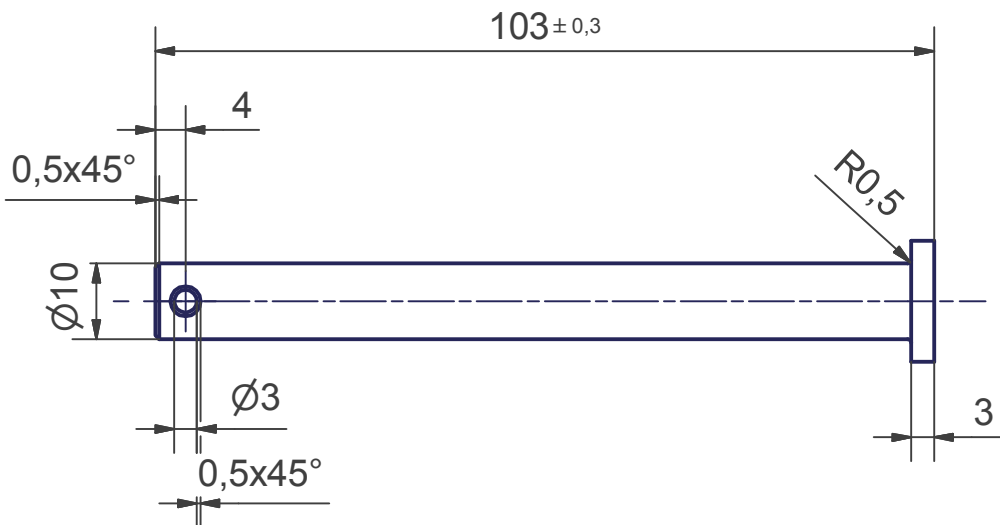
00																								
Rev.	Änderung					Datum		Name																
 TRIMET Aluminium SE, Hamburg		 Allgmeintoleranzen DIN ISO 2768 Toleranzklasse: m Kanten entgraten		Maßstab: 1 : 2 Gewicht: 0,51 kg A4		Rohteil Bez.: Blech Norm: DIN EN 10029 - Bl. 5 x 105 x 168 Material: 1.0037 - S235JR (St.37-2)																		
Oberflächenangaben: \checkmark = roh \sqrt{w} = Rz 63 \sqrt{x} = Rz 16 \sqrt{y} = Rz 4 \sqrt{z} = Rz 1		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Datum</th> <th>Name</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bearb.</td> <td>11.01.2017</td> <td>M.Bonz</td> </tr> <tr> <td>Gepr.</td> <td>17.01.2017</td> <td>Koop</td> </tr> <tr> <td>AG</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Datei</td> <td colspan="2">V0002980.idw</td> </tr> </tbody> </table>			Datum	Name	Bearb.	11.01.2017	M.Bonz	Gepr.	17.01.2017	Koop	AG			Datei	V0002980.idw		Bezeichnung: <h3>Anschlag</h3> Hülsenabziehpresse, Werkzeug, Spannstiftwechsellvorrichtung		Alte Zeichnungsnummer: Zeichnungsnummer: <h2>24 - 00M - 006 - 0051 - 00</h2> Revision:			
	Datum	Name																						
Bearb.	11.01.2017	M.Bonz																						
Gepr.	17.01.2017	Koop																						
AG																								
Datei	V0002980.idw																							
TRIMET behält sich für diese Zeichnung alle Rechte gemäß DIN 34 vor. For this drawing. TRIMET reserves all rights as per DIN 34.		SAP-Nr.:		Blatt: 1 / 1																				



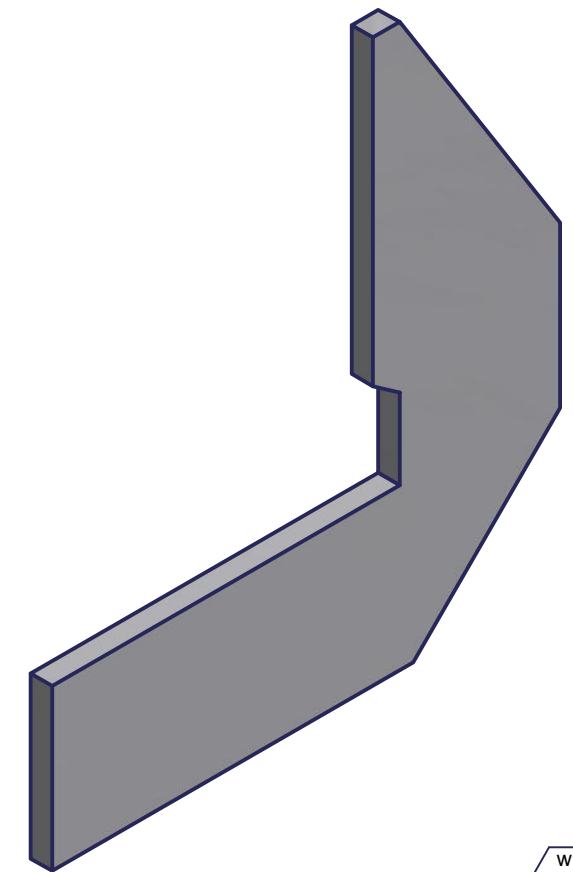
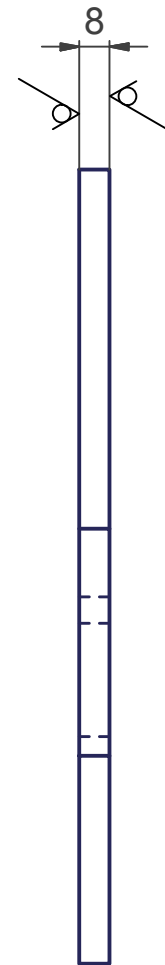
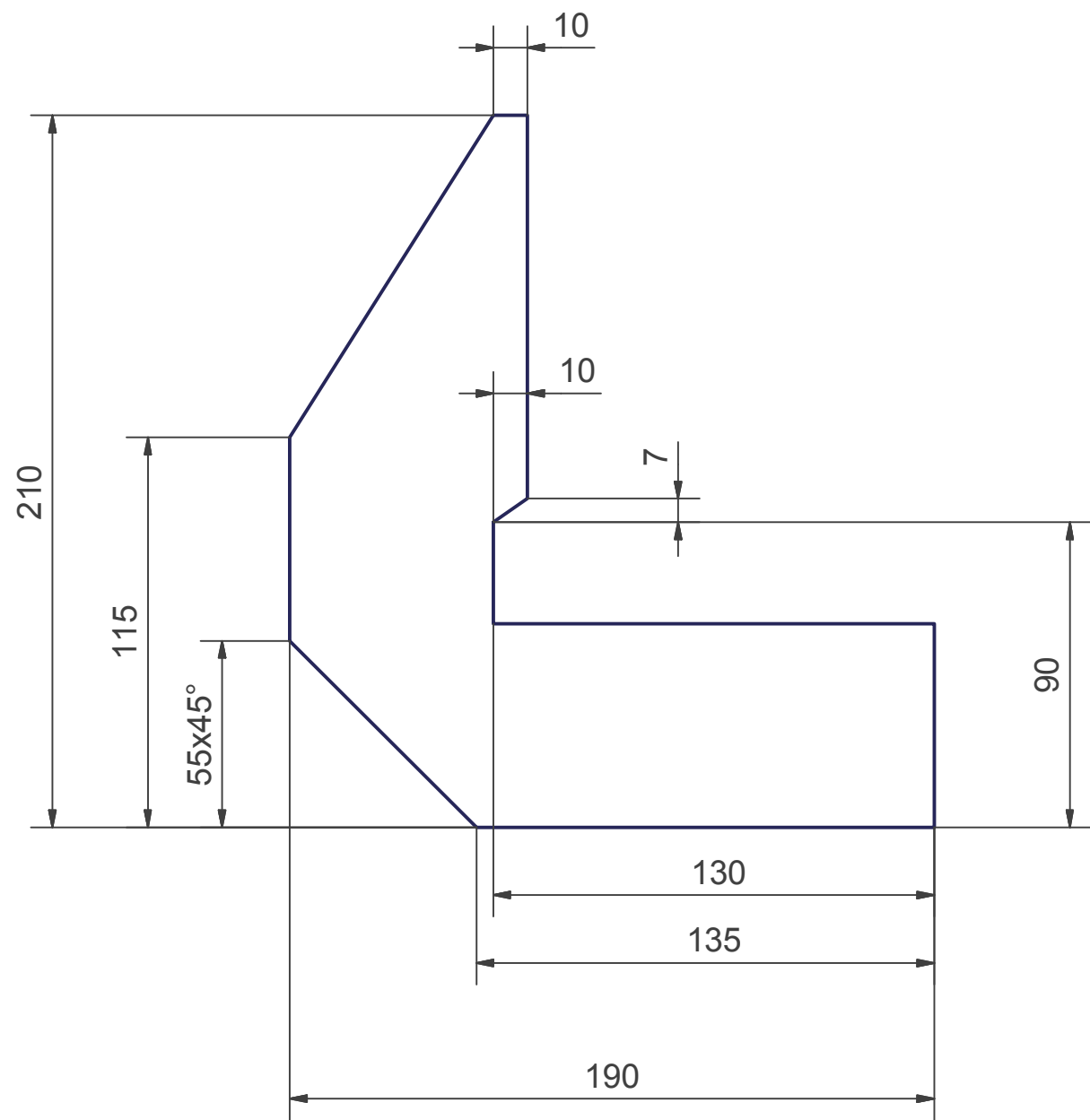
00				Datum	Name	
Rev.	Änderung			Datum	Name	
 TRIMET Aluminium SE, Hamburg			Allgemeintoleranzen DIN ISO 2768 Toleranzklasse: m	Maßstab: 1 : 2	Gewicht: 1,64 kg	A4
			Kanten entgraten	Rohteil Bez.: Rohr Norm: DIN EN 10220 - R114,3 x 6,3 x 205 Material: 1.0037 - S235JR (St.37-2)		
Oberflächenangaben:  =  roh  w =  Rz 63  x =  Rz 16  y =  Rz 4  z =  Rz 1		Datum	Name	Bezeichnung: Sicherungsdeckel Hülsenabziehpresse, Werkzeug, Spannstiftwechsellvorrichtung		
		Bearb.	11.01.2017			M.Bonz
		Gepr.	17.01.2017			Koop
		AG				
Datei	V0003566.idw				Alte Zeichnungsnummer:	
TRIMET behält sich für diese Zeichnung alle Rechte gemäß DIN 34 vor. For this drawing. TRIMET reserves all rights as per DIN 34.			Zeichnungsnummer:		Revision	
			24 - 00M - 006 - 0053 - 00			
			SAP-Nr.:		Blatt: 1 / 1	



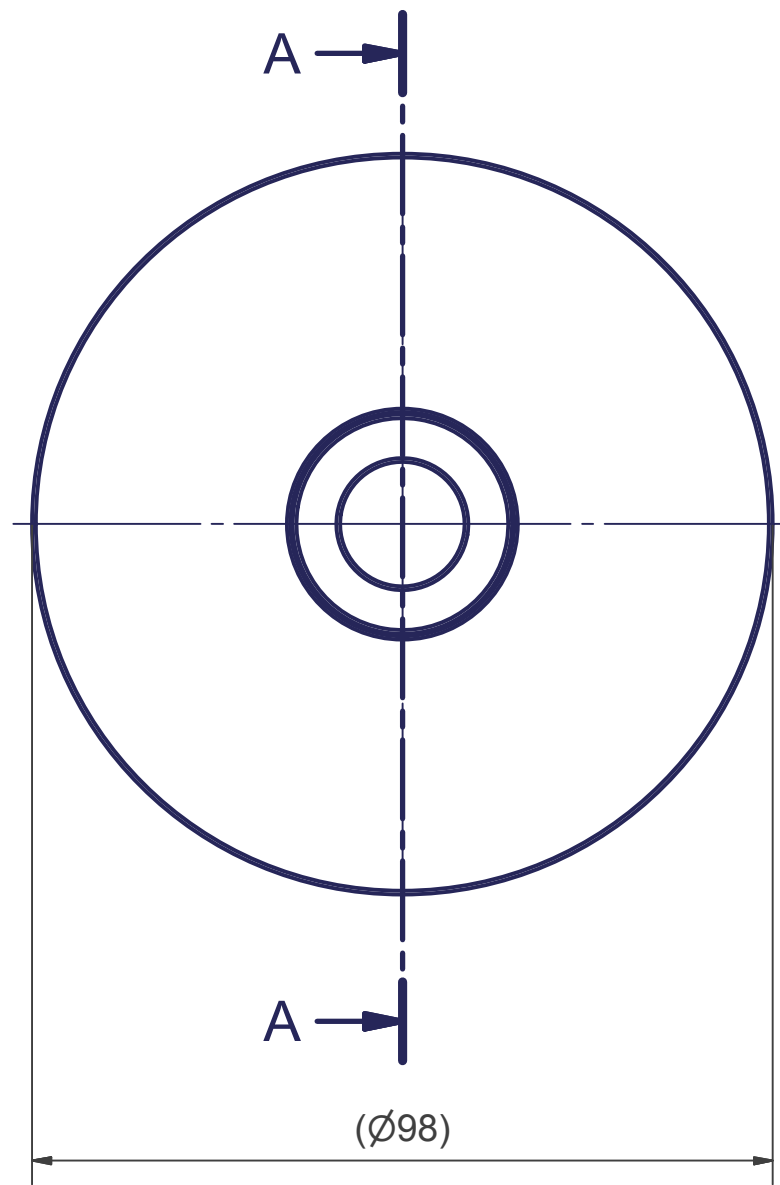
00				Datum	Name
Rev.	Änderung			Datum	Name
 TRIMET Aluminium SE, Hamburg			Allgemeintoleranzen DIN ISO 2768 Toleranzklasse: m	Maßstab: 1 : 1	Gewicht: 0,03 kg
			Kanten entgraten	Rohteil Bez.: Rohr Norm: DIN EN 10220 - R17,2 x 3,2 x 35 Material: 1.0037 - S235JR (St.37-2)	
Oberflächenangaben: 		Datum		Name	
		Bearb.	11.01.2017	M.Bonz	
		Gepr.	17.01.2017	Koop	
		AG			
		Datei	V0003567.idw		
		TRIMET behält sich für diese Zeichnung alle Rechte gemäß DIN 34 vor. For this drawing. TRIMET reserves all rights as per DIN 34.			
		Bezeichnung:			Revision
		Schanierbuchse Hülsenabziehpresse, Werkzeug, Spannstiftwechsellvorrichtung			
		Alte Zeichnungsnummer:			
		Zeichnungsnummer:			24 - 00M - 006 - 0054 - 00
		SAP-Nr.:			Blatt: 1 / 1



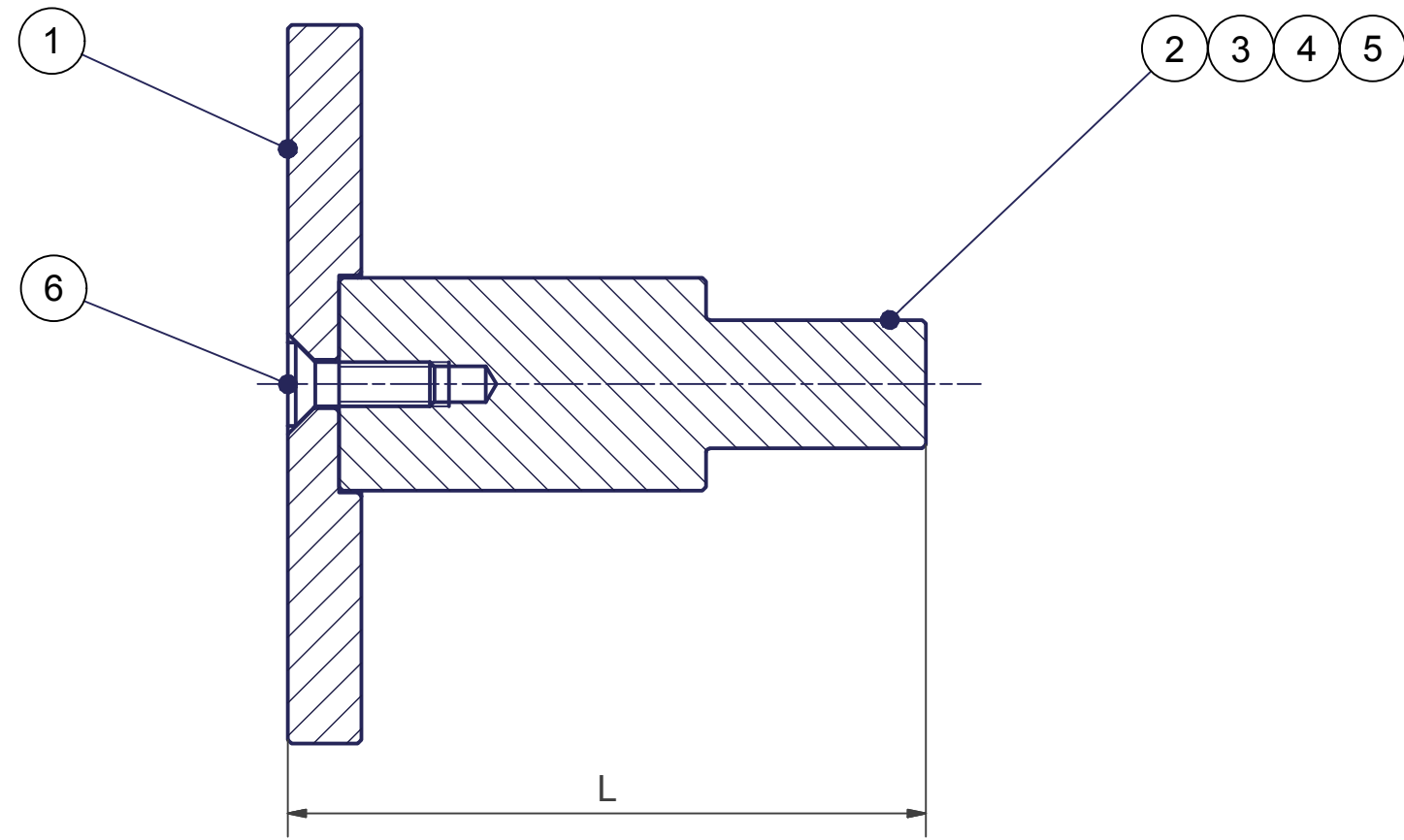
00																										
Rev.	Änderung					Datum		Name																		
 TRIMET Aluminium SE, Hamburg				Allgmeintoleranzen DIN ISO 2768 Toleranzklasse: m		Maßstab: 1 : 1		Gewicht: 0,07 kg																		
				Kanten entgraten		Rohteil Bez.: Rundstahl		A4																		
						Norm: DIN EN 10060 - Rd16 x 110																				
						Material: 1.0037 - S235JR (St.37-2)																				
Oberflächenangaben: = roh = Rz 63 = Rz 16 = Rz 4 = Rz 1		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Datum</th> <th>Name</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bearb.</td> <td>11.01.2017</td> <td>M.Bonz</td> </tr> <tr> <td>Gepr.</td> <td>17.01.2017</td> <td>Koop</td> </tr> <tr> <td>AG</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Datei</td> <td colspan="2">V0003568.idw</td> </tr> </tbody> </table>			Datum	Name	Bearb.	11.01.2017	M.Bonz	Gepr.	17.01.2017	Koop	AG			Datei	V0003568.idw		Bezeichnung: <h3>Bolzen</h3> Hülsenabziehpresse, Werkzeug, Spannstiftwechsellvorrichtung		Alte Zeichnungsnummer:		Zeichnungsnummer:		Revision	
	Datum	Name																								
Bearb.	11.01.2017	M.Bonz																								
Gepr.	17.01.2017	Koop																								
AG																										
Datei	V0003568.idw																									
		TRIMET behält sich für diese Zeichnung alle Rechte gemäß DIN 34 vor. For this drawing. TRIMET reserves all rights as per DIN 34.		24 - 00M - 006 - 0055 - 00		SAP-Nr.:		Blatt: 1 / 1																		



00										
Rev.	Änderung			Datum		Name				
 TRIMET Aluminium SE, Hamburg		 Allgemeintoleranzen DIN ISO 2768 Toleranzklasse: m Kanten entgraten	Maßstab: 1 : 2 Gewicht: 1,08 kg A3	Rohteil Bez.: Blech Norm: DIN EN ISO 10029 - Bl. 8 x 200 x 220 Material: 1.0577 - S355J2 (DIN EN 10025-2)		Bezeichnung: Abstützblech Hülsenabziehpresse, Werkzeug, Spannstiftwechsellvorrichtung		Alte Zeichnungsnummer: Zeichnungsnummer: 24 - 00M - 006 - 0056 - 00 Revision		
Oberflächenangaben: $\sqrt{\text{roh}}$ \sqrt{w} = $\sqrt{Rz 63}$ \sqrt{x} = $\sqrt{Rz 16}$ \sqrt{y} = $\sqrt{Rz 4}$ \sqrt{z} = $\sqrt{Rz 1}$		Datum Name	TRIMET behält sich für diese Zeichnung alle Rechte gemäß DIN 34 vor. For this drawing. TRIMET reserves all rights as per DIN 34.		Datei: V0003630.idw		SAP-Nr.:		Blatt: 1 / 1	



A-A (1:1)



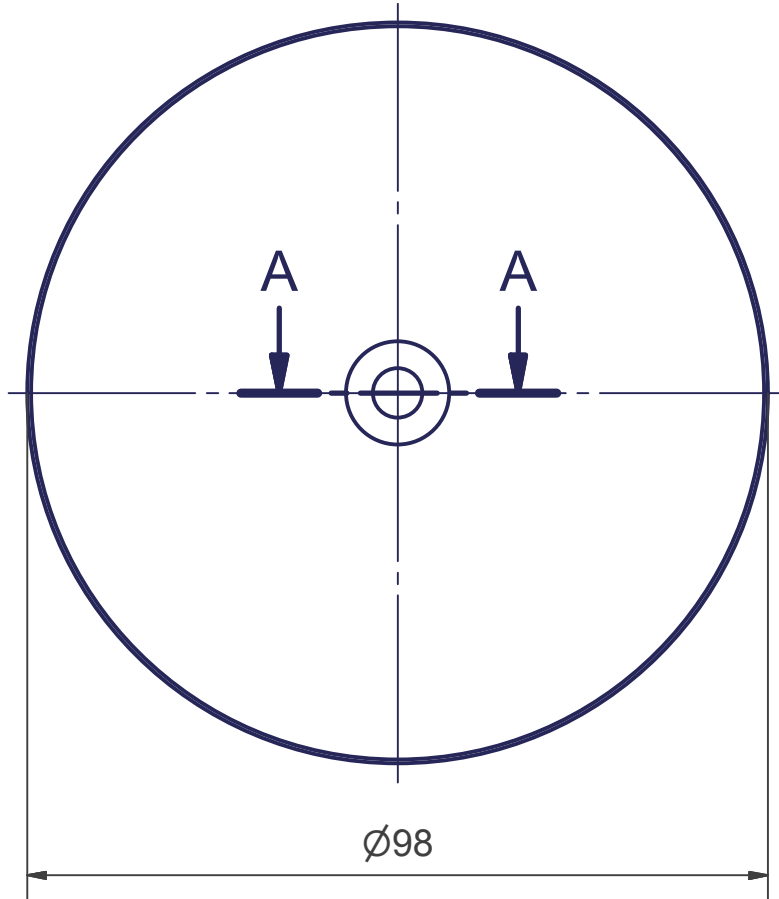
Pos	Anz	Benennung	Norm	Material	kg
6	4	Innensechskantschraube mit Senkkopf	ISO 10642 - M6 x 20 - 8.8		0,01
5	1	Treibdorn 4	DIN EN 10060 - Rd30 x 280	1.0037 - S235JR (St.37-2)	1,32
4	1	Treibdorn 3	DIN EN 10060 - Rd30 x 205	1.0037 - S235JR (St.37-2)	0,94
3	1	Treibdorn 2	DIN EN 10060 - Rd30 x 145	1.0037 - S235JR (St.37-2)	0,62
2	1	Treibdorn 1	DIN EN 10060 - Rd30 x 85	1.0037 - S235JR (St.37-2)	0,31
1	4	Druckplatte	DIN EN 10060 - Rd100 x 15	1.0037 - S235JR (St.37-2)	0,57

Treibdornlänge			
L1	L2	L3	L4
87	147	207	282
Pos. 2	Pos. 3	Pos. 4	Pos. 5

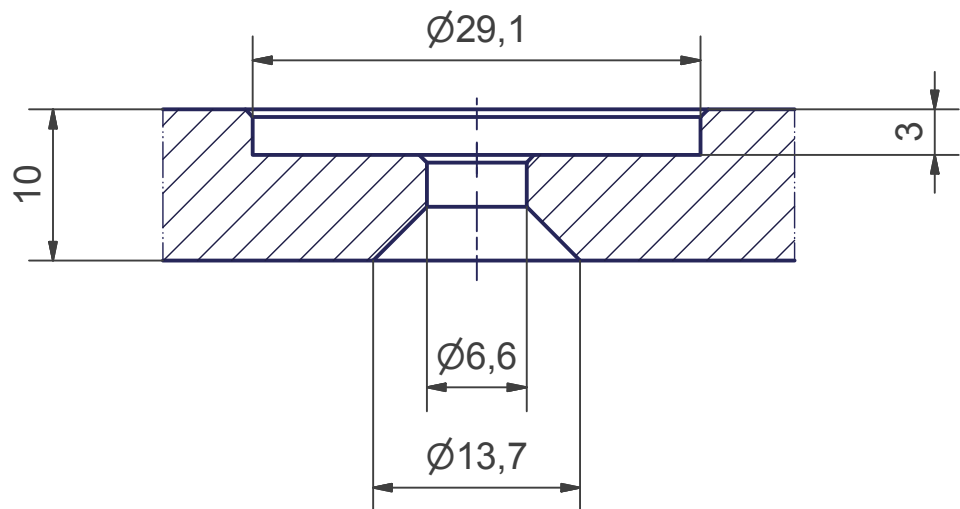
00	Rev.	Änderung	Datum	Name										
 TRIMET Aluminium SE, Hamburg		 Allgemeintoleranzen DIN ISO 2768 Toleranzklasse: m Kanten entgraten	Maßstab: 1 : 1	A3										
Oberflächenangaben: = $\sqrt{\text{roh}}$ = $\sqrt{\text{Rz 63}}$ = $\sqrt{\text{Rz 16}}$ = $\sqrt{\text{Rz 4}}$ = $\sqrt{\text{Rz 1}}$		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Datum</th> <th>Name</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bearb. 20.01.2017</td> <td>M.Bonz</td> </tr> <tr> <td>Gepr. 20.01.2017</td> <td>Koop</td> </tr> <tr> <td>AG</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Datei</td> <td>V0003739.idw</td> </tr> </tbody> </table>	Datum	Name	Bearb. 20.01.2017	M.Bonz	Gepr. 20.01.2017	Koop	AG		Datei	V0003739.idw	Bezeichnung: Treibdorn ZSB Hülsenabziehpresse, Werkzeug, Spannstiftwechsellvorrichtung	
Datum	Name													
Bearb. 20.01.2017	M.Bonz													
Gepr. 20.01.2017	Koop													
AG														
Datei	V0003739.idw													
TRIMET behält sich für diese Zeichnung alle Rechte gemäß DIN 34 vor. For this drawing. TRIMET reserves all rights as per DIN 34.		Alte Zeichnungsnummer: Zeichnungsnummer: 24 - 00M - 006 - 0061 - 00												
		SAP-Nr.: Blatt: 1 / 2												

Pos. 1 (1:1)

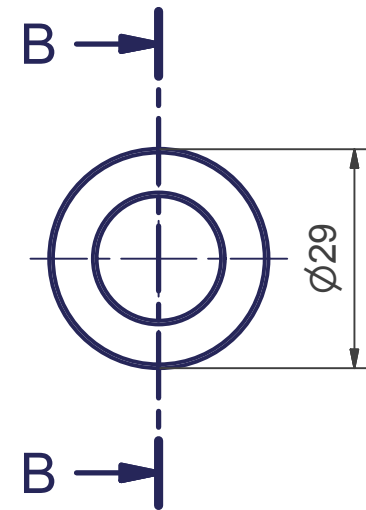
4 Stück



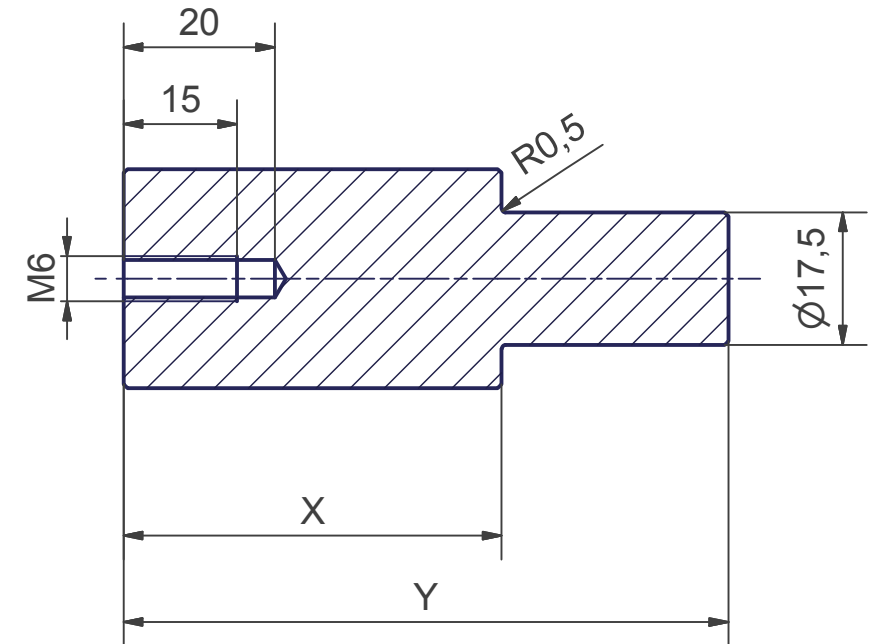
A-A (2:1)



Pos. 2 (1:1)



B-B (1:1)



Treibdornlänge				
Maß	Pos. 2	Pos. 3	Pos. 4	Pos. 5
X	50	110	170	245
Y	80	140	200	275

alle unbemaßten Fasen 0,5 x 45°

trimet
TRIMET Aluminium SE, Hamburg



Allgemeintoleranzen
DIN ISO 2768
Toleranzklasse: m
Kanten entgraten

Maßstab: 1:1

A3

Oberflächenangaben:

- ✓ = roh
- ✓^w = Rz 63
- ✓^x = Rz 16
- ✓^y = Rz 4
- ✓^z = Rz 1

	Datum	Name
Bearb.	20.01.2017	M.Bonz
Gepr.	20.01.2017	Koop
AG		
Datei	V0003739.idw	

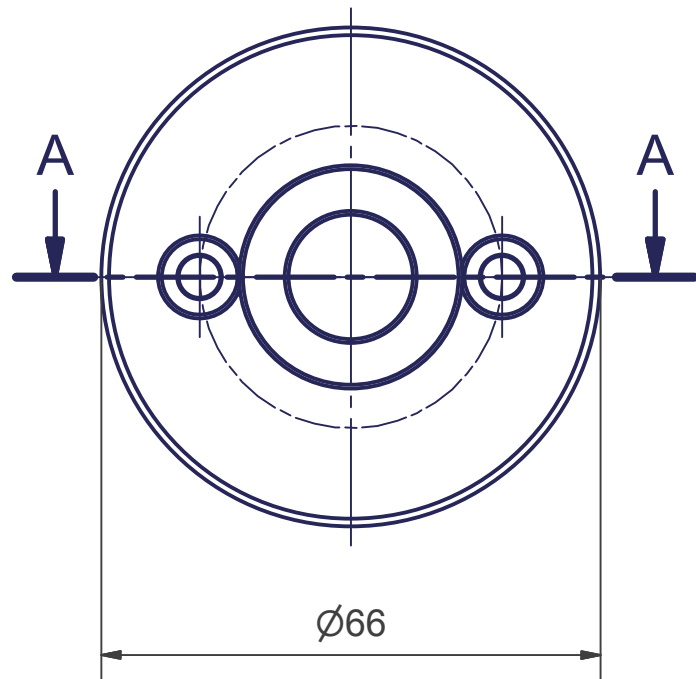
TRIMET behält sich für diese Zeichnung alle Rechte gemäß DIN 34 vor.
For this drawing. TRIMET reserves all rights as per DIN 34.

Bezeichnung:
Treibdorn ZSB
Hülsenabziehpresse, Werkzeug,
Spannstiftwechsellvorrichtung

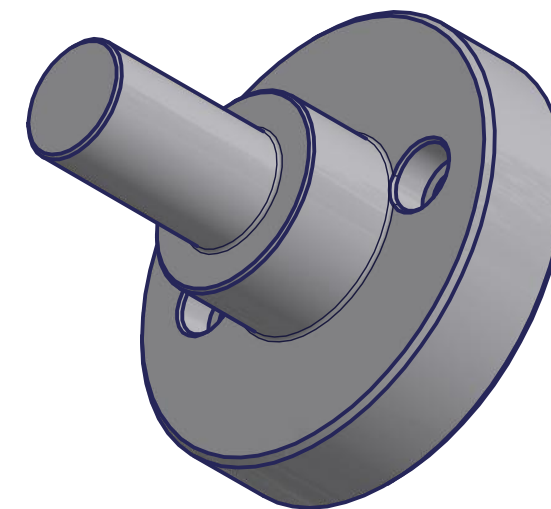
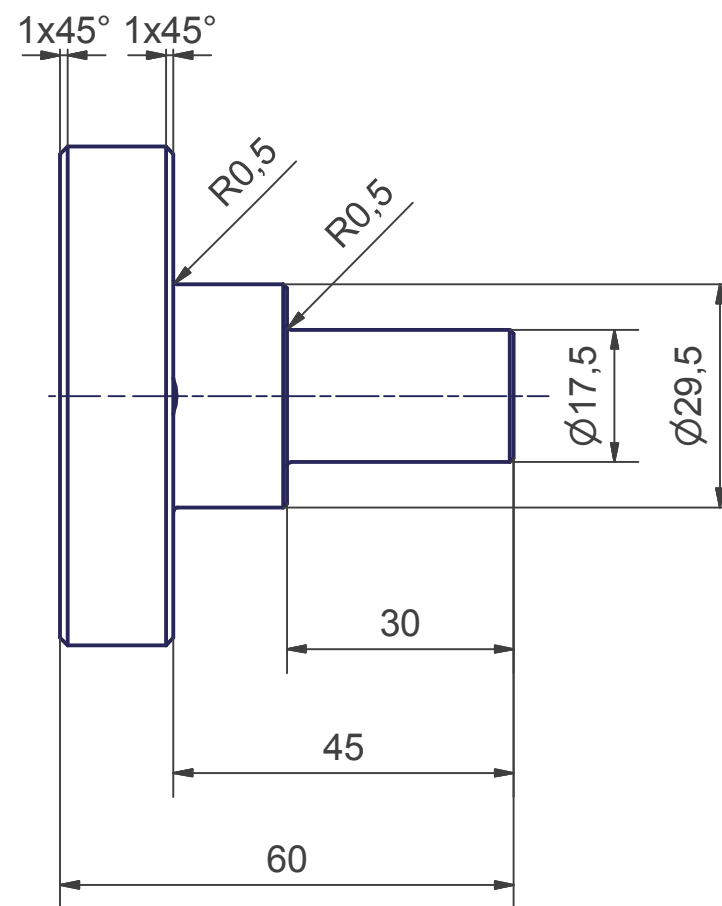
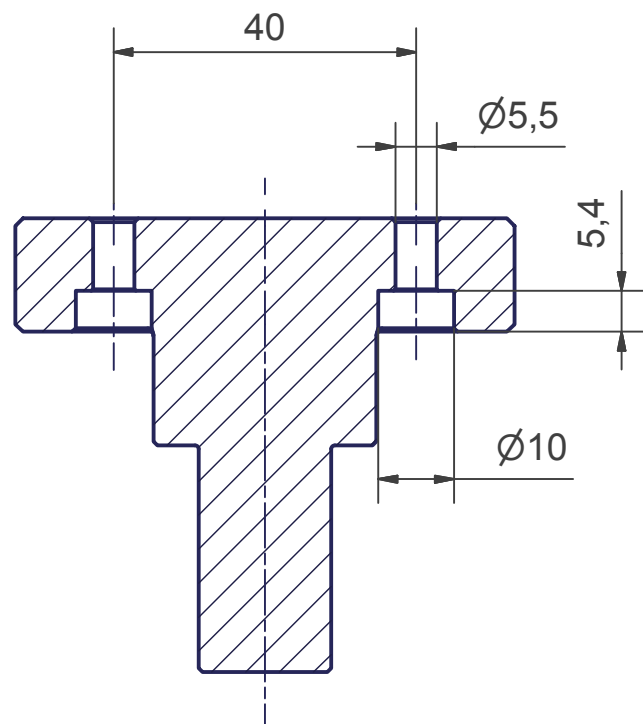
Alte Zeichnungsnummer:

Zeichnungsnummer: **24 - 00M - 006 - 0061 - 00** Revision

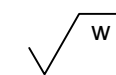
SAP-Nr.: Blatt: 2 / 2



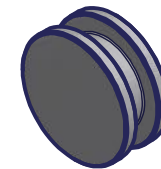
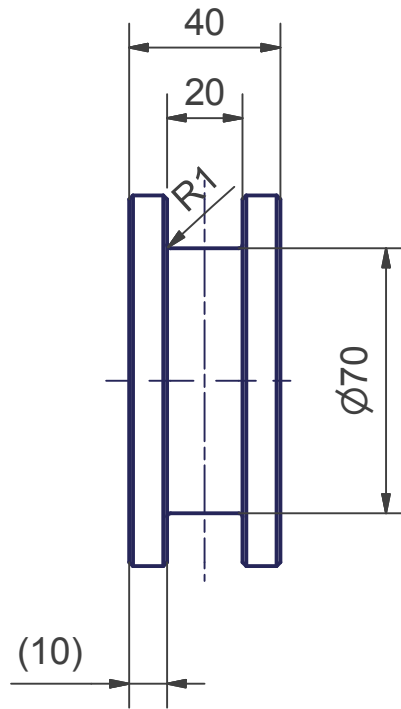
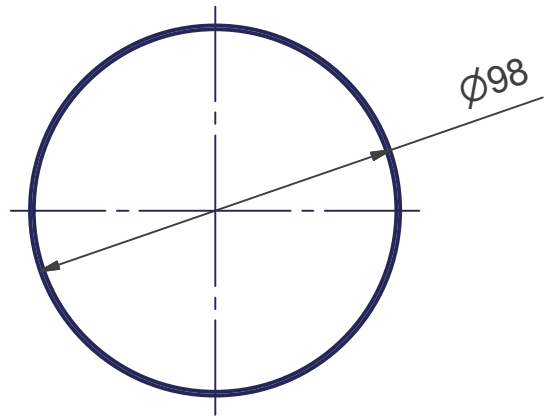
A-A (1:1)



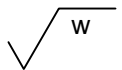
alle nicht bemaßten Fasen 0,5x45°



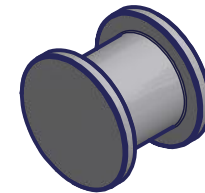
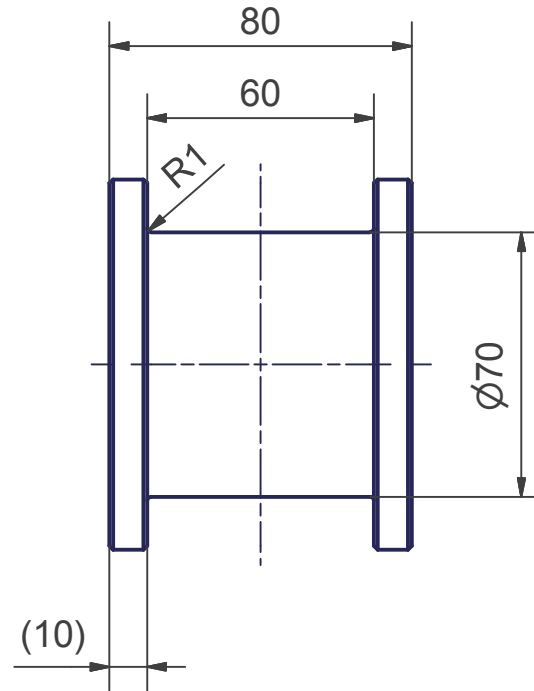
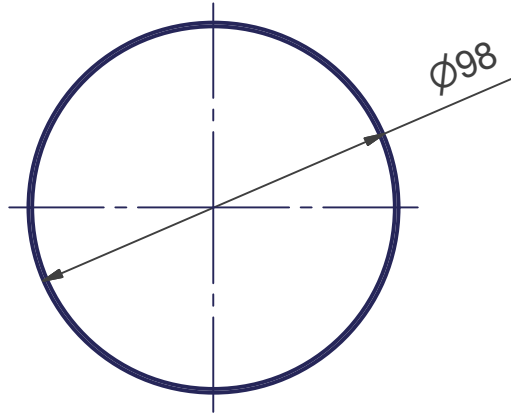
00									
Rev.	Änderung			Datum	Name				
 TRIMET Aluminium SE, Hamburg			Allgmeintoleranzen DIN ISO 2768 Toleranzklasse: m Kanten entgraten	Maßstab: 1 : 1 Gewicht: 0,53 kg A3	Rohteil Bez.: Rundstahl Norm: DIN EN 10060 - Rd70 x 65 Material: 1.0037 - S235JR (St.37-2)				
Oberflächenangaben: ✓ = $\sqrt{\text{roh}}$ \sqrt{w} = $\sqrt{\text{Rz 63}}$ \sqrt{x} = $\sqrt{\text{Rz 16}}$ \sqrt{y} = $\sqrt{\text{Rz 4}}$ \sqrt{z} = $\sqrt{\text{Rz 1}}$		Datum Name	Bezeichnung: Eintreibdorn Hülsenabziehpresse, Werkzeug, Spannstiftwechsellvorrichtung						
		Bearb. 20.01.2017 M.Bonz Gepr. 20.01.2017 Koop AG Datei V0003642.idw	Alte Zeichnungsnummer:		Zeichnungsnummer: 24 - 00M - 006 - 0060 - 00			Revision	
		TRIMET behält sich für diese Zeichnung alle Rechte gemäß DIN 34 vor. For this drawing. TRIMET reserves all rights as per DIN 34.			SAP-Nr.:			Blatt: 1 / 1	



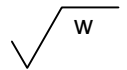
alle nicht bemaßten Fasen 1x45°



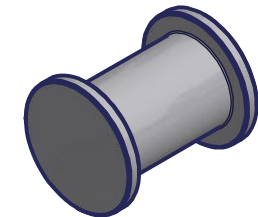
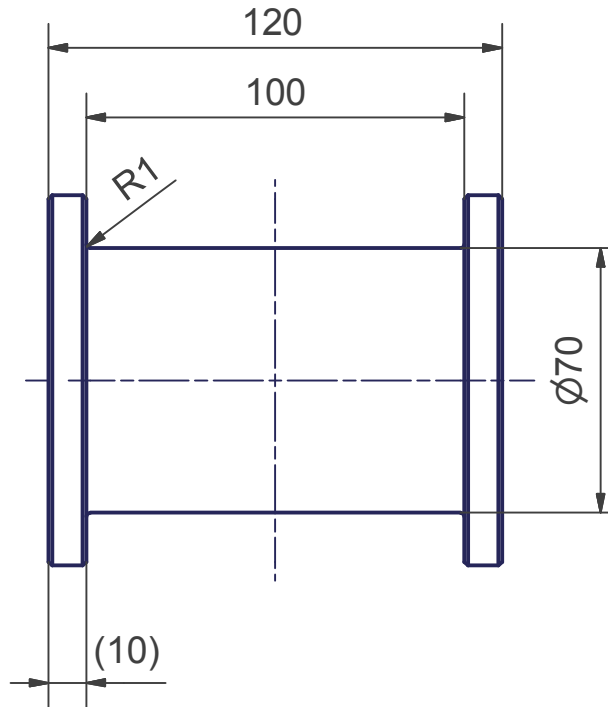
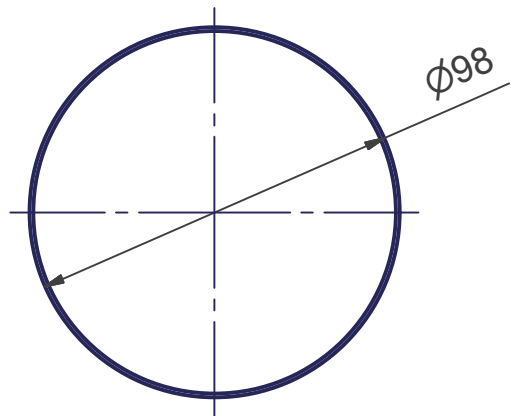
00				Datum	Name																
Rev.	Änderung				Datum	Name															
 TRIMET Aluminium SE, Hamburg			Allgmeintoleranzen DIN ISO 2768 Toleranzklasse: m	Maßstab: 1 : 2	Gewicht: 1,79 kg	A4															
Oberflächenangaben: = roh = Rz 63 = Rz 16 = Rz 4 = Rz 1		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Datum</th> <th>Name</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bearb.</td> <td>20.01.2017</td> <td>M.Bonz</td> </tr> <tr> <td>Gepr.</td> <td>20.01.2017</td> <td>Koop</td> </tr> <tr> <td>AG</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Datei</td> <td colspan="2">V0003730.idw</td> </tr> </tbody> </table>		Datum	Name	Bearb.	20.01.2017	M.Bonz	Gepr.	20.01.2017	Koop	AG			Datei	V0003730.idw		Kanten entgraten	Rohteil Bez.: Rundstahl Norm: DIN EN 10060 - Rd100 x 45 Material: 1.0037 - S235JR (St.37-2)	Bezeichnung: <h3 style="text-align: center;">Distanzstück 1</h3> <p style="text-align: center;">Hülsenabziehpresse, Werkzeug, Spannstiftwechsellvorrichtung</p>	
	Datum	Name																			
Bearb.	20.01.2017	M.Bonz																			
Gepr.	20.01.2017	Koop																			
AG																					
Datei	V0003730.idw																				
		TRIMET behält sich für diese Zeichnung alle Rechte gemäß DIN 34 vor. For this drawing. TRIMET reserves all rights as per DIN 34.		Alte Zeichnungsnummer:	Zeichnungsnummer: <h2 style="text-align: center;">24 - 00M - 006 - 0059 - 00</h2>	Revision															
		SAP-Nr.:			Blatt: 1 / 1																



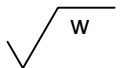
alle nicht bemaßten Fasen 1x45°



00				Datum	Name															
Rev.	Änderung			Datum	Name															
 TRIMET Aluminium SE, Hamburg				Maßstab: 1 : 2 Gewicht: 3,00 kg A4	Rohteil Bez.: Rundsaht Norm: DIN EN 10060 - Rd100 x 85 Material: 1.0037 - S235JR (St.37-2)															
Allgemeintoleranzen DIN ISO 2768 Toleranzklasse: m Kanten entgraten		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Datum</th> <th>Name</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bearb.</td> <td>20.01.2017</td> <td>M.Bonz</td> </tr> <tr> <td>Gepr.</td> <td>20.01.2017</td> <td>Koop</td> </tr> <tr> <td>AG</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Datei</td> <td colspan="2">V0003729.idw</td> </tr> </tbody> </table>			Datum	Name	Bearb.	20.01.2017	M.Bonz	Gepr.	20.01.2017	Koop	AG			Datei	V0003729.idw		Bezeichnung: <h3 style="text-align: center;">Distanzstück 2</h3> Hülsenabziehpresse, Werkzeug, Spannstiftwechsellvorrichtung	
	Datum	Name																		
Bearb.	20.01.2017	M.Bonz																		
Gepr.	20.01.2017	Koop																		
AG																				
Datei	V0003729.idw																			
Oberflächenangaben: = roh = Rz 63 = Rz 16 = Rz 4 = Rz 1		TRIMET behält sich für diese Zeichnung alle Rechte gemäß DIN 34 vor. For this drawing. TRIMET reserves all rights as per DIN 34.		Alte Zeichnungsnummer: Zeichnungsnummer: 24 - 00M - 006 - 0058 - 00 Revision																
				SAP-Nr.:	Blatt: 1 / 1															



alle nicht bemaßten Fasen 1x45°



00				Datum	Name															
Rev.	Änderung			Datum	Name															
 TRIMET Aluminium SE, Hamburg			Allgemeintoleranzen DIN ISO 2768 Toleranzklasse: m Kanten entgraten	Maßstab: 1 : 2 Rohteil Bez.: Rundstahl Norm: DIN EN 10060 - Rd100 x 125 Material: 1.0037 - S235JR (St.37-2)	Gewicht: 4,21 kg A4															
Oberflächenangaben: = roh = Rz 63 = Rz 16 = Rz 4 = Rz 1		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Datum</th> <th>Name</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bearb.</td> <td>20.01.2017</td> <td>M.Bonz</td> </tr> <tr> <td>Gepr.</td> <td>20.01.2017</td> <td>Koop</td> </tr> <tr> <td>AG</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Datei</td> <td colspan="2">V0003728.idw</td> </tr> </tbody> </table>		Datum	Name	Bearb.	20.01.2017	M.Bonz	Gepr.	20.01.2017	Koop	AG			Datei	V0003728.idw		Bezeichnung: <h3 style="text-align: center;">Distanzstück 3</h3> Hülsenabziehpresse, Werkzeug, Spannstiftwechsellvorrichtung		
	Datum	Name																		
Bearb.	20.01.2017	M.Bonz																		
Gepr.	20.01.2017	Koop																		
AG																				
Datei	V0003728.idw																			
TRIMET behält sich für diese Zeichnung alle Rechte gemäß DIN 34 vor. For this drawing. TRIMET reserves all rights as per DIN 34.		Alte Zeichnungsnummer: Zeichnungsnummer: <h2 style="text-align: center;">24 - 00M - 006 - 0057 - 00</h2>			Revision 00															
SAP-Nr.:				Blatt: 1 / 1																