

Fakultät Maschinenbau

Ringelhan, Markus

Konstruktion eines elektromagnetischen Stanzsystems zur Perforierung
verschiedener Folien für den Inlinebetrieb bei der Folienextrusion

- Bachelorarbeit –

Hochschule Mittweida – University of Applied Sciences

Mittweida – 2010

Fakultät Maschinenbau

Ringelhan, Markus

Konstruktion eines elektromagnetischen Stanzsystems zur Perforierung
verschiedener Folien für den Inlinebetrieb bei der Folienextrusion

- eingereicht als Bachelorarbeit -

Hochschule Mittweida – University of Applied Sciences

Erstprüfer
Prof. Dr.-Ing. Frank Weidemann

Zweitprüfer
Dipl.-Ing. Rene Gonschorek

Mittweida – 2010

Bibliographische Beschreibung

Ringelhan, Markus:

Konstruktion eines elektromagnetischen Stanzsystems zur Perforierung verschiedener Folien für den Inlinebetrieb bei der Folienextrusion. - 2010 - 90 S.

Referat

Produzierende Unternehmen unterliegen einem ständigen Wettbewerb. Stetiger technischer Fortschritt, veränderte Markt- und Umweltbedingungen sowie sich ändernde Kundenbedürfnisse und eine erhöhte Service- und Qualitätsorientierung zwingen die Firmen sich weiter zu entwickeln um im Konkurrenzkampf zu bestehen. Für die Industriebranche ist die Basis dessen, das Schaffen eines optimalen Produktionsprozesses unter Berücksichtigung technischer, ökonomischer und ökologischer Gesichtspunkte, denn nur so kann auch ein optimales Produkt entstehen. Diese Forderungen machen das Überarbeiten bzw. Ersetzen einzelner oder aller in den Herstellungsprozess eingebundenen Produktionsanlagen von Zeit zu Zeit notwendig.

Am Beispiel der Firma FOLIEtec AG soll ein solcher Sachverhalt bearbeitet werden. Ein in den Produktionsablauf eingebundenes System muss optimiert werden. Neuanschaffungen bei den anderen in den Herstellungsprozess eingebundenen Maschinen gaben den Anstoß, eine vorhandene Magnetstanze, die der Folienperforation dient, zu ersetzen. Diese war mit den übrigen Anlagen, im Sinne des zeitlichen Aufwandes, nicht mehr ausreichend kompatibel und Kundenbedürfnisse konnten nicht mehr komplett bedient werden.

I. Inhaltsverzeichnis

I. Inhaltsverzeichnis	1
II. Abbildungsverzeichnis	3
III. Tabellenverzeichnis.....	5
IV. Abkürzungsverzeichnis.....	6
V. Begriffserläuterungen:.....	7
1. Einleitung	9
2. Firmenprofil.....	11
2.1. Firmengeschichte.....	11
2.2. Produktpalette	13
2.3. Kundenspektrum & Einblick in Unternehmenskennzahlen	17
3. Derzeitige Magnetstanze der FOLIEtec AG.....	20
3.1. Allgemeine Funktionsbeschreibung der Magnetstanze.....	20
3.2. Führungssystem.....	22
3.2.1. Beschreibung	22
3.2.2. Defizite.....	23
3.3. Stößel-Matrizen-System	24
3.3.1. Beschreibung	24
3.3.2. Defizite.....	26
4. Problemanalyse	27
5. Konstruktionsvorgaben	29
6. Neue Magnetstanze der FOLIEtec AG	30
6.1. Führungssystem.....	30
6.1.1. Konstruktionsbeschreibung.....	30
6.1.2. Konstruktionsnachweis	33
6.2. Stößel-Matrizen-System	39
6.2.1. Konstruktionsbeschreibung.....	39
6.2.2. Konstruktionsnachweis	49

7. Fazit 57

VI. Anhang 63

II. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Darstellung der verschiedenen Produkte der FOLIEtec AG	13
Abbildung 2: gewünschtes Stanzraster mit gleichen Durchmessern	16
Abbildung 3: gewünschtes Stanzraster mit 2 unterschiedlichen Durchmessern	16
Abbildung 4: Stanzraster von Ventilöffnungen durch Halblöcher	16
Abbildung 5: Darstellung des Kundenspektrums anhand einer Europakarte	17
Abbildung 6: Übersicht über die Produktionsmengen anhand der Monatsdurchschnitte von 2002 - 2010	18
Abbildung 7: Übersicht über die Umsätze der Jahre 2002 - 2010 anhand der Monatsdurchschnitte	19
Abbildung 8: Darstellung der vorhandenen Magnetstanze der FOLIEtec AG	20
Abbildung 9: prinzipieller Aufbau eines Hubmagneten.....	21
Abbildung 10: Darstellung der oberen beiden Führungsschienen der Magnetstanze inkl. Anbauten.....	22
Abbildung 11: Darstellung der unteren beiden Führungsschienen der Magnetstanze inkl. Anbauten.....	22
Abbildung 12: Darstellung des oberen Teils der Stößel-Matrizen-Systeme	24
Abbildung 13: Darstellung des unteren Teils des Stößel-Matrizen-Systems.....	25
Abbildung 14: derzeit mögliches Stanzraster der FOLIEtec AG.....	27
Abbildung 15: Konstruktionsansicht der geplanten Führungsschienen.....	30
Abbildung 16: Konstruktionsansicht der Vorder- und Rückseite einer Seitenplatte ...	31
Abbildung 17: Darstellung der geplanten Kranöse der Firma Hebezone GmbH	32
Abbildung 18: Glockenkurve für den Vergleich des Erregerintervalls mit der Eigenfrequenz der Profilschienen.....	35
Abbildung 19: Darstellung der Kranöse für die Konstruktion inkl. der verschiedenen möglichen Belastungen	38
Abbildung 20: konstruktive Darstellung des Bügels für den Hubmagneten.....	39
Abbildung 21: konstruktive Darstellung der Magnetaufnahme	40

Abbildung 22: Darstellung des Hochleistungs-Einfachhubmagneten	41
Abbildung 23: konstruktive Schnittansicht des Flansches	44
Abbildung 24: konstruktive Darstellung des Stößels inkl. der Teile aus denen er besteht am Bsp. der 6mm-Ausführung	45
Abbildung 25: konstruktive Schnittansicht der Matrize am Beispiel der 6mm-Ausführung	46
Abbildung 26: konstruktive Darstellung der Matrizenaufnahme	47
Abbildung 27: konstruktive Darstellung der unteren Grundkonstruktion	48

III. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht über die verschiedenen Ausführungen von Kranösen..... 37

Tabelle 2: Übersicht über die Durchstoßfestigkeiten verschiedener Folien..... 42

IV. Abkürzungsverzeichnis

PP	Polypropylen
PE	Polyethylen
PE-LD	Polyethylen niedriger Dichte (low density)
PE-MD	Polyethylen mittlerer Dichte (middle density)
PE-HD	Polyethylen hoher Dichte (high density)
PE-LLD	Polyethylen linearer niedriger Dichte (linear low density)
MC	Methyl-Cellulose

V. Begriffserläuterungen:

Coex-Folie

mehrlagig-aufgebaute Folie (3 Schichten)

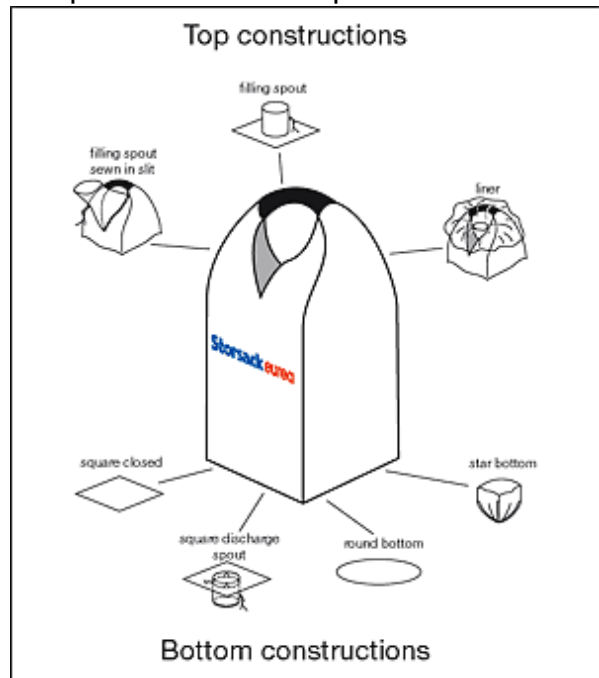
Liner

Große Foliensäcke als Einlagen für Gewebesäcke oder sonstige (z.B. Zementsäcke)

1-Punkt-Sack

Foliensack mit einer Öse zum Aufhängen (analog 2- und 4-Punkt-Säcke)

Beispiel Storsack Group:



Flaschenhals

Geschweißte Verengung der oberen Sacköffnung zur einfacheren Befüllung der Säcke

Haube

Abdeckhaube (z.B. Lagerung von Zementsäcken auf Europalette mit Haube vor Witterung geschützt)

Automatenfolie

Folie, die auf anderen Maschinen und Automaten weiterverarbeitet werden kann

Kaschierfolie	Folie für Kunststoffpuffer (Bsp. Fleischverpackung)
Tiefziehfolie	Endform wird durch Tiefziehen/Pressen der noch warmen Folie erreicht
Peeleffektfolie	Folie, die sich mit definierter Kraft von einer Schweißnaht abziehen lassen muss ohne zu zerreißen
EVA	Stoffzusatz bei der Folienherstellung für höhere Dehnbarkeit bei ebenso höherer Reißfestigkeit
HACCP-Zertifizierung	(„Hazard Analysis And Critical Control Points“) vorbeugendes Hygienesystem
Antifogfolie	Antibeslagfolie
Exxon, Borealis, Basell	Kunststoffgranulathersteller
Berstdruckfolie	Schlauch mit 10cm Durchmesser einseitig offen für die Befüllung mit Sprengstoff

1. Einleitung

„Die Kunststoff verarbeitende Industrie ist mit einem Jahresumsatz von etwa 46 Mrd. € und 285.000 Beschäftigten in über 2.900 Betrieben einer der bedeutendsten Wirtschaftszweige in Deutschland“¹.

Laut dem Gemeinschaftsausschuss Deutscher Verpackungshersteller, GADV, lag der Werkstoffanteil von Kunststoffen am Verpackungsmarkt im Jahr 2007 bei 43%, Papier bei 32%, Metalle bei 19% und Glas sogar nur bei 6%. Die Kunststoffindustrie zählt zu den Schlüsselindustrien in Deutschland und zeichnet sich besonders durch hohe Innovation aus. Für das Produzieren von speziellen Folien ist neben dem entsprechenden Know-how natürlich auch die dafür notwendige Technik von essentieller Bedeutung. So haben die zu produzierenden Folienprodukte verschiedenen Vorgaben zu entsprechen. Um die vom Kunden gewünschten Anforderungen an das Produkt zu erfüllen, wie z.B. verschiedene Arten der Perforierung, müssen die eingesetzten Produktionsanlagen aneinander und an den Stand der Technik angepasst werden. Genau an diesem Punkt soll die vorliegende Arbeit anknüpfen. Die FOLIEtec AG verwendet bei der Perforierung von Folien bis zum jetzigen Zeitpunkt eine eher den Ansprüchen nicht mehr gerecht werdende Technik. Die bisher verwendete Magnetstanze soll daher wegen sich ändernder Qualitätsansprüche als auch aus Produktivitätsgründen erneuert werden.

Der 1. Teil dieser Arbeit behandelt die Firmengeschichte und die damit verbundene Entwicklung der FOLIEtec AG. Desweiteren wird auf die breite Produktpalette Bezug genommen, die aufgrund der

¹ Zitat: Gesamtverband Kunststoffverarbeitende Industrie e.V.: <http://www.gkv.de/>, 29.03.2010

Marktsituation stetig erweitert wurde um fortwährend die Kundenbedürfnisse zu befriedigen. In diesem Zusammenhang wird ein Einblick in das Kundenspektrum der Unternehmung sowie in ausgewählte Unternehmenskennzahlen geboten.

Kapitel 3 befasst sich mit der bisher im Produktionsprozess angewendeten Magnetstanze der Firma. Zum einen wird eine generelle Funktionsbeschreibung vorgenommen und anschließend auf die erste von 2 Teilaufgaben, die Führungsschienen, Bezug genommen. Dabei wird zuerst eine Beschreibung dieser geliefert und im Anschluss die vorhandenen Defizite aufgezeigt.

Danach folgt die 2. Teilaufgabe, das Stößel-Matrizen-System. In diesem Kontext ist zu erwähnen, dass sowohl die alte als auch die neue Konstruktion über insgesamt zehn der genannten Systeme verfügt. Am Anfang dieser Teilaufgabe steht ebenfalls eine Beschreibung der vorhandenen Konstruktion. Im Anschluss werden deren Nachteile im Produktionsprozess erläutert.

Im Punkt 4 werden die Mängel, die sich aus den Teilaufgaben ergaben, zusammen getragen. Unter Berücksichtigung technischer und ökonomischer Aspekte wurden Verbesserungsvorschläge entwickelt. Mit Hilfe dieser Zielstellung sollen Konstruktionsvorgaben herausgearbeitet werden, die im nächsten Teil der Arbeit ihre Umsetzung finden. Im 5. Abschnitt dieser Arbeit, welcher den praktischen Teil darstellt, wird das Schema „Führungsschienen und Stößel-Matrizen-System“ beibehalten. Das neue Stanzsystem wird detailliert beschrieben und mit Hilfe von Konstruktionsnachweisen in Form von Berechnungen erklärt und gestützt.

Den Abschluss der Bachelorarbeit bildet ein Fazit, in welchem ein Resümee gezogen und ein Ausblick gegeben werden soll, der besonderen Schwerpunkt auf die Möglichkeit der Modifikation der Magnetstanze legt.

2. Firmenprofil

2.1. Firmengeschichte

Das Unternehmen FOLIEtec AG, damals noch Foliepack, wurde 1991 in Nordthüringen, gelegen zwischen Halle/Saale und Erfurt, gegründet und bestand in der Konstellation als GmbH seit dem 17. August 1993 bis 2001. Das Produktionsspektrum umfasste damals neben der Folienproduktion auch die Herstellung von PE-Wickelhülsen sowie die Aufarbeitung von sortenreinen PE-Abfällen zu klassifizierten Recyclaten. Allerdings wurde schon frühzeitig der Schwerpunkt auf die Folienproduktion gelegt. In Folge dessen sind die Produktionsanlagen für die Wickelhülsen sowie die Recyclingmaschinen im Jahre 1998 ausgelagert worden.

Seit 1996 verfolgt das Unternehmen konsequent den Weg vom klassischen Verpackungs- und Schrumpfhaubenhersteller zum Zulieferbetrieb für Folienveredler mit technisch anspruchsvollen Folienspezialitäten. Anfang 2001 erfolgte die Umbenennung von „Foliepack“ in „FOLIEtec“, um die technische Zielrichtung auch nach außen klar darzulegen. Im nächsten Schritt wurde im Januar 2002 die Umfirmierung zur Aktiengesellschaft vollzogen.

Auf modernen prozessgesteuerten Mono- und Coextrusionsanlagen konnte die Kapazität von ca. 8.000 Tonnen PE-Folie p.a. auf jetzt ca. 13.000 Tonnen PE-Folie p.a. gesteigert werden. Der Mehrschichtfolienanteil liegt mittlerweile bei über 70 %.²

Zur Unterstützung der Qualitätsarbeit setzt FOLIEtec neueste Technologien im Bereich Prozessdatenerfassung, Analyse und Dokumentation ein. Der höchstmögliche Qualitätsstandard bildet die Basis für

² Vgl. FOLIEtec AG: Unternehmensbroschüre 2009

Anwendungstechnik, Produktentwicklung, Rohstoffeinsatz, Produktionsparameter, Laborprüfungen und Verarbeitungshinweise.

Über den gesamten Produktionsprozess haben sich alle Mitarbeiter dem Qualitätsgedanken verpflichtet. Sämtliche Aufträge sind rückverfolgbar und reproduzierbar. Rezepturtreue ist höchstes Gebot.

In den Jahren 2007 bis 2009 wurden weitere Investitionen (5.300.000,00 €) getätigt. Diese umfassen einen neuen Dreischichtextruder (3,00 m Anlage mit einer max. Stundenextrusionsleistung von ca. 800 kg) sowie eine zweite Konfektionsanlage für die Konfektionierung von Flaschenhalslinern. Eine neue Versandhalle (1500 m²) mit einem modernen Hochregalsystem rundet diese Betriebserweiterung ab. Der damit geschaffene Standard ermöglichte die HACCP Zertifizierung, welche für die Produktion von Lebensmittelverpackungen Grundlage ist.³

³ Vgl. FOLIEtec AG: Unternehmensbroschüre 2009

2.2. Produktpalette

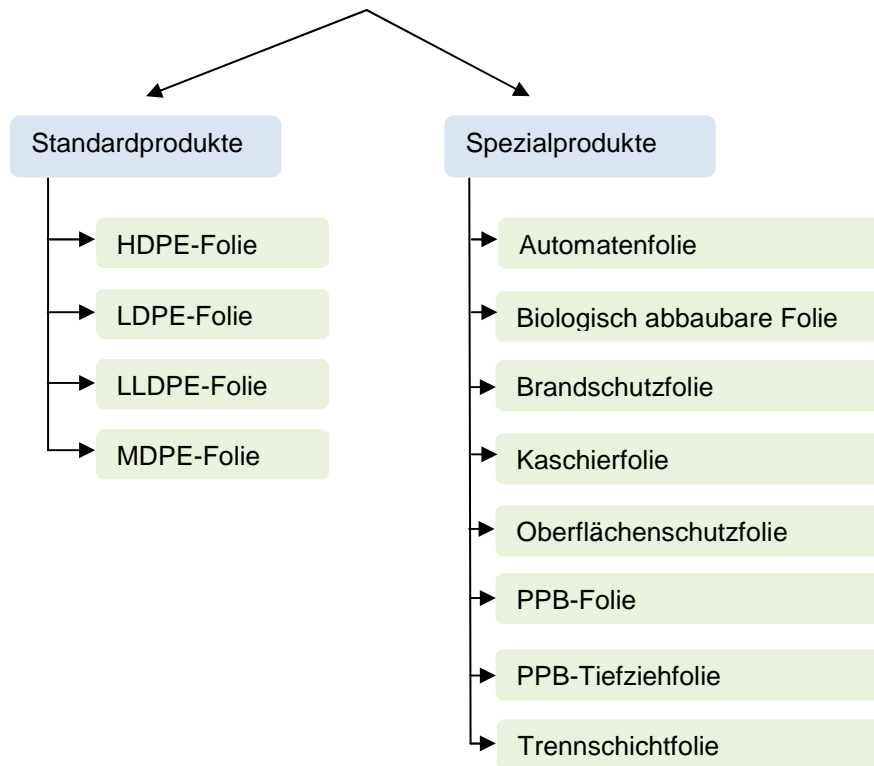


Abbildung 1: Darstellung der verschiedenen Produkte der FOLIEtec AG 4

Das Produktportfolio der FOLIEtec AG umfasst im allgemeinen die Herstellung umweltfreundlicher Polypropylenfolien (PP) und ebenso Polyethylenfolien (PE) mit niedriger Dichte (LD), mittlerer Dichte (MD), hoher Dichte (HD), linearer niedriger Dichte (LLD) und in Verbindung mit MC⁵

⁴ In Anlehnung an FOLIEtec AG, <http://www.folietec.com/wDeutsch/produkte/index.php?navid=4>

⁵ Vgl. FOLIEtec AG: <http://www.folietec.com/wDeutsch/produkte/index.php?navid=4>, abgerufen am 13. März 2010

Zur Produktion dieser Folien werden insgesamt 9 Blasfolienanlagen (5 Coex- und 4 Monoblasfolienanlagen) verwandt. Die maximale Liegebreite beträgt 3.000mm und mögliche Lieferformen sind:

- als Schlauchfolie
- als Seitenfaltschlauchfolie
- als Halbschlauchfolie
- als Flachfolie
- alle gängigen Beutelformate.

Seit mehr als 10 Jahren ist ebenfalls die Herstellung von Linern für 1-Punkt-Säcke in verschiedenen, dem Verpackungsgut angepassten und für die Heißabfüllung geeigneten Qualitäten möglich. Pro Jahr können mit der derzeitigen Ausstattung 10 Millionen Liner mit einer maximalen Breite von 1950mm, einer maximalen Länge von 5000mm und einer Folienstärke von 40 μ bis 120 μ gefertigt und sowohl lose als auch abrissperforiert auf einer Rolle gelagert werden.

Mögliche Lieferformen für die Liner sind:

- mit oder ohne Flaschenhals (Halsbreiten von 200-750 mm und Halslängen 250-750mm.)
- mit oder ohne Entlüftung
- einfache oder doppelte Bodennaht

Zur Produktpalette gehören ebenfalls 2 + 4-Punkt-Säcke (Liner), sowie seit geraumer Zeit die Fertigung von biologisch abbaubaren Folien.

Neben der Herstellung von Verpackungsfolien, wie Schrumpffolien, Schrumpfhauben; Abdeckfolien/-hauben; Säcken; Beutel und Zugschnitten, wurde sich auch auf die Fabrikation von Automaten-, Tiefzieh-, Kaschierfolien (allgemein bzw. zur Metallisierung), sowie Spezialschrumpffolien, Folien mit Peeleffekt, Oberflächenschutzfolien, Ethylen-Venylacetat-Copolymer-Folien (EVA-Folien), Antifogfolien spezialisiert.⁶ Desweiteren werden Butter- und Margarinefolien, als auch Polypropylen-Spezialfolien für Dämmplatten in Fußbodenheizungen, Berstdruckfolien für den Dämmstoffbereich hergestellt.

Aufgrund der immer fortwährenden Entwicklung und steigenden Erfahrungen bei der Folienproduktion ist auch das firmeninterne Labor für entsprechende Prüfungen ausgestattet. Als Grundmaterialien kommen hauptsächlich westeuropäische Typwaren mit verschiedenen Schmelzindizes und Ausrüstungen zum Einsatz (z.B. Exxon, Borealis, Basell). Ca. 20% der produzierten Folien müssen mit einem Muster/ Raster gestanzt werden. Die Notwendigkeit liegt meist in der Entlüftung bei der Abfüllung der jeweiligen Ware bzw. in der Entlüftung von Heißware (Kondensationsverhinderung) begründet.⁷

Beispiele:

- Schuhhersteller
Entlüftung gegen Lufteinschluss beim Verpacken
- Kunststoffhersteller
Entlüftung gegen Kondensation (Verpackung von Heißware)
- Lebensmittelhersteller
Trägerfolie bei der Abpackung von Fleischwaren⁸

⁶ Vgl. FOLIEtec AG: Unternehmensbroschüre 2009

⁷ Vgl. FOLIEtec AG: Unternehmensbroschüre 2009

⁸ Gespräch mit Rene Gonschorek: Beispiele für Kunden und deren Anforderungen in Sachen Perforierung vom 14. März 2010

Je nach Verwendungszweck werden seitens der Kunden verschiedene Stanzraster gefordert:

- diagonal versetzte Löcher mit gleichen/ unterschiedlichen Durchmessern

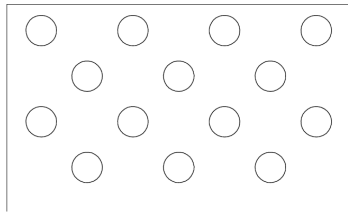


Abbildung 3: gewünschtes Stanzraster mit gleichen Durchmessern

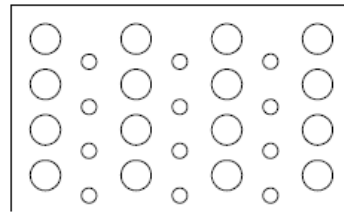


Abbildung 2: gewünschtes Stanzraster mit 2 unterschiedlichen Durchmessern

- Halblöcher als Ventilöffnungen

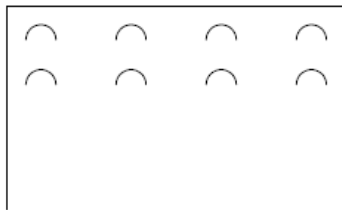


Abbildung 4: Stanzraster von Ventilöffnungen durch Halblöcher

2.3. Kundenspektrum & Einblick in Unternehmenskennzahlen

Die unten abgebildete Karte macht deutlich, dass die FOLIEtec AG seit der Gründung zu einem weltweit anerkannten Folienproduzenten geworden ist.

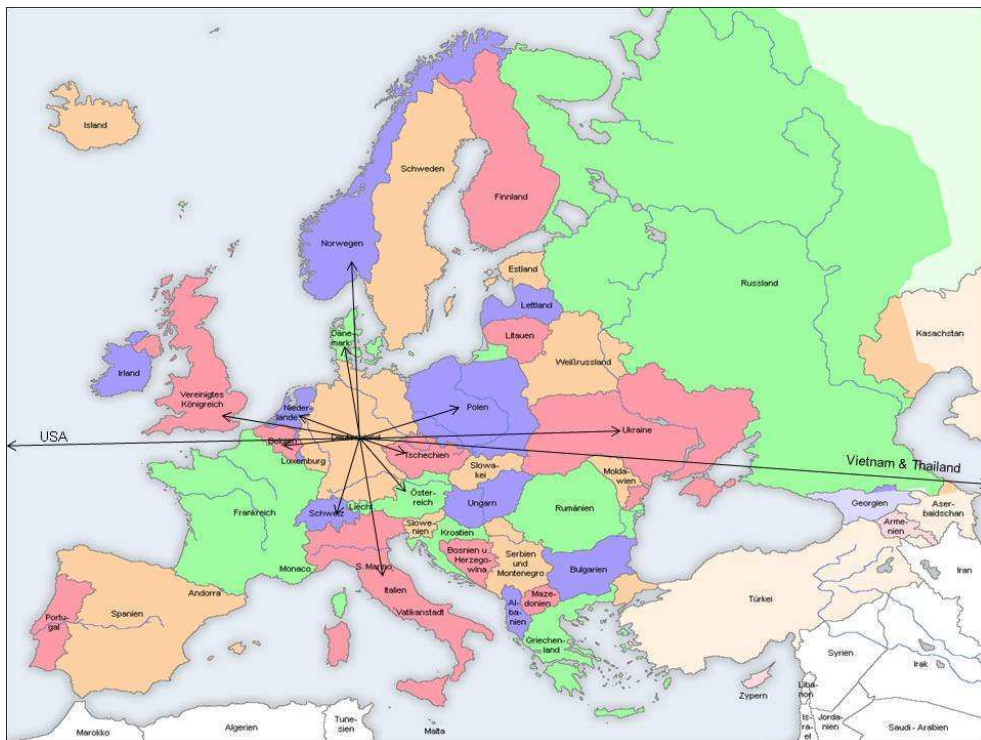


Abbildung 5: Darstellung des Kundenspektrums anhand einer Europakarte

FOLIEtec vertreibt seine hochwertigen Produkte nicht nur auf nationaler Ebene, sondern weltweit. Der Export innerhalb Europas beläuft sich neben Lieferungen in angrenzende Staaten wie Polen, Tschechien, Österreich, Schweiz, Belgien, Niederlande, Dänemark auch auf entfernter gelegene Regionen wie Norwegen, Ukraine, Italien und

Großbritannien. Zu weltweit belieferten Ländern zählen die USA, Vietnam und Thailand.⁹

Anhand des Kundenspektrums lässt sich erahnen, dass die FOLIEtec AG über eine beachtliche Produktionsmenge verfügt, um der Nachfrage des Marktes gerecht zu werden. Dies soll das folgende Diagramm verdeutlichen, welches die Produktionsmassen durchschnittlich pro Monat des jeweiligen Jahres in kg darstellt.

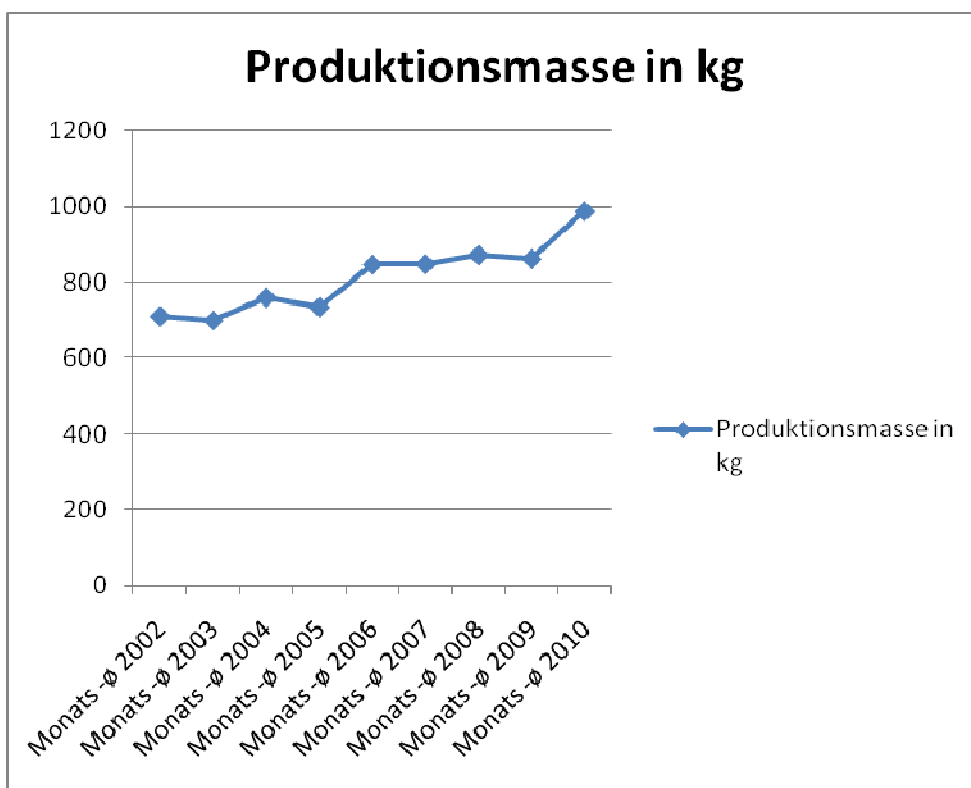


Abbildung 6: Übersicht über die Produktionsmengen anhand der Monatsdurchschnitte von 2002 - 2010

Seit 2002 hat sich der Monatsdurchschnitt von gut 700kg auf knapp 1000kg für das Jahr 2010 gesteigert, wobei zu erwähnen ist, dass für das Jahr 2010 lediglich der Monat Januar Berücksichtigung finden konnte.

⁹ Gespräch mit Rene Gonschorek: Kundenspektrum vom 09. Februar 2010

Ebenso wie die Produktionsmengen werden im folgenden Diagramm die durchschnittlichen Monatsumsätze für die Jahre 2002 bis einschließlich Januar 2010 verdeutlicht.

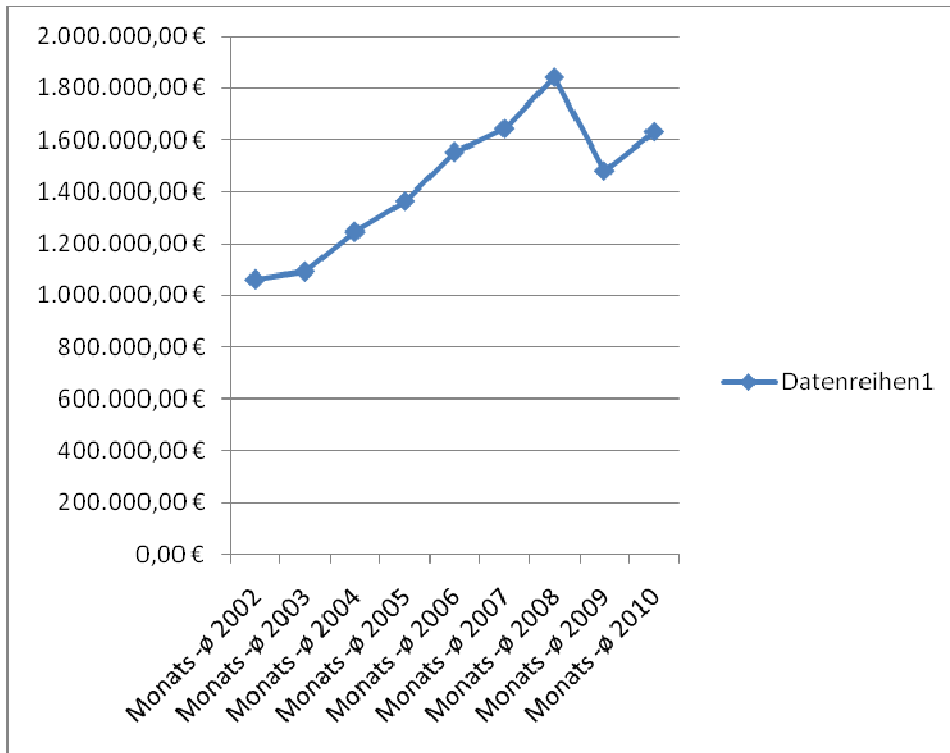


Abbildung 7: Übersicht über die Umsätze der Jahre 2002 - 2010 anhand der Monatsdurchschnitte

Seit der Umfirmierung in die FOLIEtec AG lässt sich eine deutliche Umsatzsteigerung verzeichnen. Lediglich im Jahr 2008, bedingt durch die gefallenen Rohstoffpreise, fallen die Zahlen um eine knappe halbe Million Euro pro Monat, da die Umsätze in direkter Abhängigkeit zu den Rohstoffpreisen stehen. Seit 2009 lässt sich wieder eine Steigerung erkennen.

3. Derzeitige Magnetstanze der FOLIEtec AG

3.1. Allgemeine Funktionsbeschreibung der Magnetstanze

Die Magnetstanze (siehe Abb.8) wird zur Lochung von Extrusionsfolien benötigt. Die Notwendigkeit liegt in der Art des Befüllprozesses, als auch in der verpackten Ware begründet. So werden z.B. die gestanzten Säcke mit Heißware wie Kunststoffgranulat befüllt. Damit bei der Lagerung dieser Säcke keine Kondensation auftritt, müssen Entlüftungslöcher in der Folie vorhanden sein.



Abbildung 8: Darstellung der vorhandenen Magnetstanze der FOLIEtec AG

Um eben diese Löcher in die Folie einzubringen, wird sie von einer Rolle abgewickelt und durch die Stanze gezogen (zwischen Stößel und Matrizen). Gegenüber der Stanze wird die Folie von einem Wickler wieder aufgerollt. Das Stanzen selbst erfolgt durch sogenannte Linearmagnete. Diese sind elektromagnetische Aktoren, welche mittels eines erzeugten Magnetfeldes eine Kraft auf einen beweglichen Tauchkern ausüben.

Daher ergibt sich auch der Name der Aktoren, indem durch die Kraft und die Art der Führung des Tauchkerns eine lineare Bewegung ermöglicht wird. Grundsätzlich besteht ein solcher Linearmagnet oder auch Hubmagnet (Vgl. Abb. 9) aus einem Gehäuse, einer Hohlspule, dem Tauchkernlager und dem lose verbauten Tauchkern selbst.¹⁰

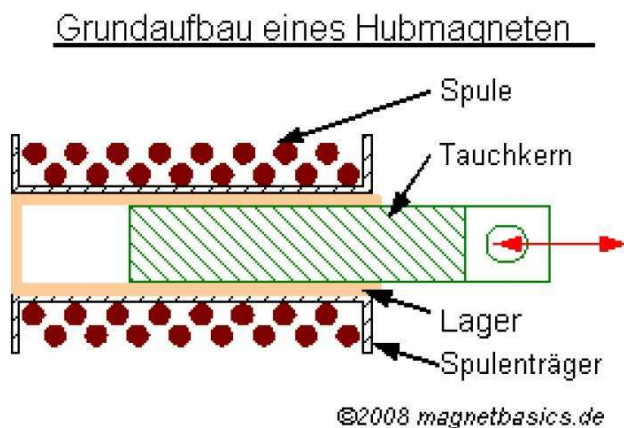


Abbildung 9: prinzipieller Aufbau eines Hubmagneten

Durch das Herausdrücken des Tauchkerns wird der Stößel nach unten gedrückt. Dieser presst die Folie auf die Matrize und stößt durch sie hindurch. Der Stanzling wird dann durch das in der Matrize befindliche Loch entfernt. Der Stößel wird anschließend wieder von einer Rückholfeder auf die sogenannte Nullstellung gebracht.

¹⁰Vgl. Tremba: <http://www.magnetbasics.de/hubmagnete/hubmagnet.htm> 2007

3.2. Führungssystem

3.2.1. Beschreibung

Die Arbeitsbreite der Magnetstanze von Dieck beträgt 2500mm. Das Schienensystem besteht aus 4 nichtrostenden Chromstahlrohren mit einem Außendurchmesser von 35mm und einem Innendurchmesser von 30mm, welche durch Verschrauben im Stanzenrahmen gehalten werden. Angeordnet sind diese auf zwei Ebenen mit je zwei der Rohre. Diese Aufteilung ist bei der Verwendung von Rundprofilen notwendig, um ein Verdrehen der Anbauteile zu verhindern und die senkrechte Position dieser zur Folie auch während des Prozesses konstant zu halten. Auf der oberen Ebene sind Stößelaufnahme, Flansch, Stößel und Hubmagnet montiert. Sie bilden das obere Stanzsystem, wie im Bild 10 zu erkennen ist.



Abbildung 10: Darstellung der oberen beiden Führungsschienen der Magnetstanze inkl. Anbauten



Abbildung 11: Darstellung der unteren beiden Führungsschienen der Magnetstanze inkl. Anbauten

Dem gegenüber werden auf der unteren Ebene Matrizenaufnahme und Matrize angebracht, was in Abbildung 11 dargestellt wird.

Um ein etwas leichteres Einstellen der Abstände der einzelnen Stanzsysteme zueinander zu ermöglichen, werden die 4 Achsen in regelmäßigen Abständen leicht gefettet.

3.2.2. Defizite

Die Arbeitsbreite von 2500mm liegt weit über der benötigten, welche sich durch die jeweilige Folienbreite ergibt. Desweiteren fördert diese extreme Länge auch das Aufschwingen der Stanze beim Betrieb.

Ein weiterer Kritikpunkt des Führungssystems ist der erhebliche Arbeitsaufwand für den Tausch von Teilen. Hierzu ist es notwendig, die Stanze einseitig auseinander zu nehmen, um das jeweilige Teil seitlich auf die Rohre aufzuschieben.

3.3. Stößel-Matrizen-System

3.3.1. Beschreibung

Insgesamt befinden sich auf den Achsen 10 solcher Systeme, bestehend aus den in Punkt 3.2. beschriebenen Ebenen-Systemen. Es können natürlich je nach Auftrag und Anforderung mehr oder auch weniger aufgesetzt, bzw. angesteuert werden. In dem oberen System (siehe Abb.12) bildet die Flanschaufnahme aus Aluminium die Basis. Diese wird, wie schon erwähnt, seitlich auf die Rohre aufgeschoben und an der gewünschten Position mittels 2er M10 Schrauben einseitig geklemmt.



Abbildung 12: Darstellung des oberen Teils der Stößel-Matrizen-Systeme

Auf der Oberseite der Flanschaufnahme wird der Linearmagnet montiert. Dem gegenüber, auf der Unterseite, wird der Flansch mit 3 M5 Schrauben im Winkel von 120° zueinander fixiert. Im Flansch selbst befindet sich eine Öffnung, durch welche der Stößel in geregelten Abständen geschmiert werden muss, um somit die Reibung des Stößels zu minimieren und den Verschleiß an ihm gering zu halten.

Damit natürlich kein Schmiermittel auf die Folie gelangt, ist der Flansch nach unten hin mit einem Dichtring ausgestattet. Der Stößel selbst bewegt sich in einer Messingführung innerhalb des Flansches.

Im unteren System ist das untere Aufnahmeprofil aus Stahl die Basis. Auch diese wird, gleich der Flanschaufnahme, seitlich auf die Rohre geschoben und mit einer M12 Schraube einseitig auf ein Rohr geklemmt.

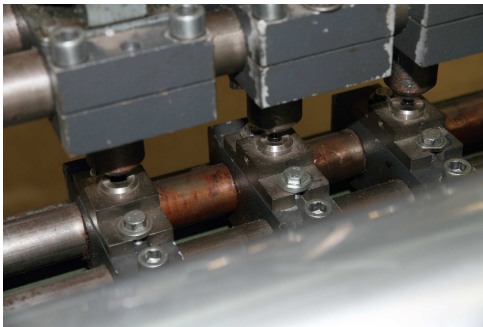


Abbildung 13: Darstellung des unteren Teils des Stößel-Matrizen-Systems

Mittig in diesem Profil befindet sich ein Loch, welches dem Ausstoß der Stanzlinge dient. Auf diesem Teil wird die Matrizenaufnahme mit 2 M8 Schrauben fixiert. Die Matrize selbst, bestehend aus rostfreiem Chromstahl, wird in die Matrizenaufnahme gesteckt und mittels einem M5 Gewindestift festgehalten.

3.3.2. Defizite

Zum ersten ist keinerlei Dämpfung angebracht, was verschiedene Nachteile mit sich bringt. So hat man eine sehr hohe Stößelabnutzung. Dies führt dazu, dass diese häufig ausgetauscht werden müssen und außerdem ist durch diese hohe Abnutzung auch kein 100%iges Stanzen gewährleistet.

Zum zweiten stellt auch die aufwendige Verstellung der Systeme einen Nachteil dar. Letztlich erfolgt auch das Ölen des Stößels konstruktionsbedingt recht ungleichmäßig, was ebenso zu der Abnutzung beiträgt.

4. Problemanalyse

Aufgrund des Alters der Magnetstanze und der fortgeschrittenen Technik ist die maximale **Taktfrequenz von 8 Schlägen pro Sekunde zu gering**. Dieser Fakt bringt eine verminderte Produktionsleistung mit sich, da die Extruder beim Inlinebetrieb nicht zu 100% ausgelastet werden können. Somit wird die Stanze auch vermehrt **separat und nicht mehr im Inlinebetrieb verwendet**. Dies bedeutet aber auch, dass ein Arbeitsgang mehr gemacht werden muss, was insgesamt auch mehr Zeit bedeutet. Zusätzlich dazu ist für den Stanzvorgang noch ein Wickler mehr belegt, welcher beim ausschließlichen Inlinebetrieb anderweitig eingesetzt werden könnte. Als Drittes ist festzuhalten, dass die **Hubmagnete nicht unabhängig voneinander angesteuert** werden können.

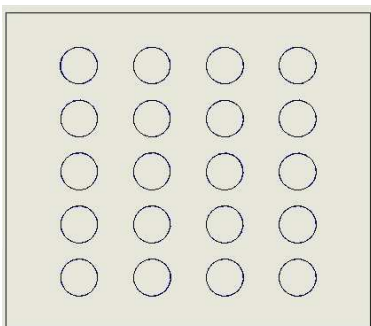


Abbildung 14: derzeit mögliches Stanzraster der FOLIEtec AG

Daher ist **lediglich ein Stanzraster** (Abb. 14) möglich. Diese Tatsache macht FOLIEtec unflexibel um auf Kundenwünsche einzugehen. Alternative individuelle Stanzmuster wären von Vorteil.

Ein weiteres nicht außer acht zu lassendes Problem ist die **hohe Stößelabnutzung**. Daraus resultieren natürlich auch weitere Nachteile, wie einerseits ein mit der Zeit immer **ungenauer werdendes Stanzbild** und andererseits auch **erhöhte Ersatzteilkosten**, da natürlich die Stößel ausgetauscht werden müssen, wenn der Abnutzungsgrad zu hoch wird.

Das **Aufschwingen der Stanze** während des Betriebs ist selbstverständlich für die Qualität der Arbeit als auch für die Lebensdauer der Materialien nachteilig.

Die **fehlende Möglichkeit, die Stanzlinge aufzufangen**, bringt zum einen erheblichen Reinigungsaufwand mit sich, zum anderen aber auch verlorenes Produktionsgut, welches prinzipiell einer Verwertungsanlage wieder zugeführt werden könnte.

Schließlich ist auch **der erhebliche Zeitaufwand für das Verstellen der Stößel-Matrizen-Systeme**, bzw. für den Austausch von Teilen zu beachten, da eine weitgehende Demontage der Stanze nötig wird um solche Maßnahmen vorzunehmen.

5. Konstruktionsvorgaben

Grundlegend soll die Konstruktion einfach, funktionell, aber ausreichend dimensioniert werden, um den Belastungen während des Arbeitsplatzwechsels stand zu halten, da dieser die größten Belastungen für die Bauteile darstellt.

Um dem Aufschwingen der Stanze entgegen zu wirken, ist die Auslegung der Schienenprofile zu beachten. Weiterhin ist die Abnutzung der Stößel durch weitere Dämpfungsfaktoren zu verringern.

Desweiteren ist die Arbeitsbreite den Anforderungen, d.h. der maximalen Folienbreite anzupassen.

Bei der Wahl des Stanzmechanismus ist auf eine höhere Arbeits-/Taktfrequenz zu achten, damit die Stanze auch an allen Blasfolienanlagen im Inlinebetrieb eingesetzt werden kann.

Ebenso soll das Verstellen der Stößel-Matrizen-Systeme, sowie das Austauschen von Teilen vereinfacht werden. Der Anschluss einer Absaugeinrichtung ist vorzusehen, um somit die anfallenden Stanzlinge aufzufangen und diese mittels einer Wiederverwertungsanlage dem Produktionsablauf wieder zuzuführen, was das Prädikat der umweltfreundlichen Produktion mit sich bringt.

6. Neue Magnetstanze der FOLIEtec AG

6.1. Führungssystem

6.1.1. Konstruktionsbeschreibung

Nach reiflicher Überlegung, welche Art der Führung für den Zweck der Folienlochung die bessere Wahl wäre, fiel die Entscheidung auf leichte Schienenprofile der Serie 40 der Firma mk-Technology-Group.

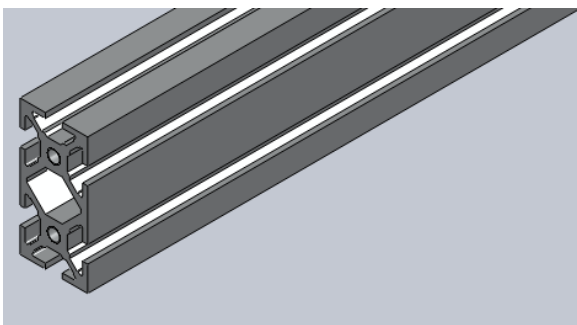


Abbildung 15: Konstruktionsansicht der geplanten Führungsschienen

Diese Serie der mk-Profiltechnik (bestehend aus AlMgSi 0,5 F25) ist 40mm breit und 80mm hoch. Stirnseitig sind sie mit 2 M8-Gewindebohrungen versehen, um sie an die Seitenplatten zu schrauben. Ausschlaggebend für die Entscheidung war letztlich das wesentlich geringere Gewicht, als z.B. bei den Rohren der alten Stanze, sowie die Möglichkeit, mittels kleinem Aufwand Zusatzteile schnell zu montieren, ohne umständlich viel auseinander nehmen zu müssen. Dies geschieht mit seitlich eingeschobenen Schraubblättern.

Desweiteren nutzten die Erfahrungen aus dem Formula Student Team des Technikum Mittweida Motorsport, wo ähnliche Profilschienen schon als Schweißlehre Verwendung fanden und die Flexibilität sehr überzeugte. Neben den benötigten ausgetragenen Profilen an der Oberseite der Schienen sind weitere solcher Profile an den Seiten und an der Unterseite zu finden, was das nachträgliche Anbauen von Zusatzteilen wie z.B. die Laufrad-Steuerung zur Geschwindigkeits- bzw. Längenerfassung erleichtern. Das Verstellen der einzelnen Stößel-Matrizen-Systeme ist gegenüber dem alten Gerät ebenso erleichtert.

Anhand der vorangegangenen Konstruktionsvorgaben sind die Schienenprofile mit einer Arbeitsbreite von 1600mm anzunehmen, was bedeutet, dass sie letztlich 1660mm lang sind. Die zusätzlichen 60mm sind für die beidseitige Montage der Seitenplatten nötig. Das Anschrauben der Schienen an die Seitenplatten erfolgt mit M8x55 Schrauben, welche in den Seitenplatten versenkt sind.

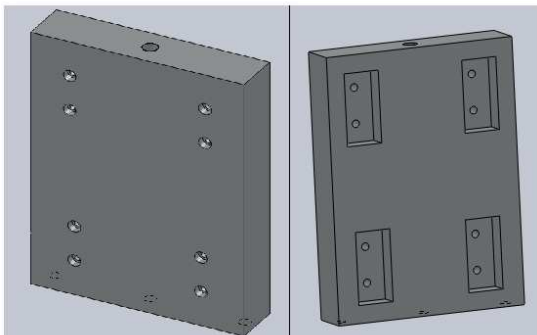


Abbildung 16: Konstruktionsansicht der Vorder- und Rückseite einer Seitenplatte

Diese Platten selbst, bestehend aus 7075er Aluminiumlegierung, sind 220mm breit, 296mm hoch und haben eine Materialstärke von 50mm. Auf der Innenseite sind 4 rechteckige Austragungen für die 4 Profilschienen vorgesehen. Die oberen 2 sind 40,5mm breit, 80,5mm hoch, befinden sich 20mm von der Ober- und der jeweiligen Seiten-

kannte entfernt. Die unteren 2 Austragungen sind ebenso groß, wie die oberen, allerdings befinden sich diese 24,55mm von den Seitenkanten und 20mm von der unteren Außenkante entfernt. Auf der Unterseite der Seitenplatten befinden sich 3 M12 Bohrungen für die Montage auf einem Rollengestell im Abstand von 97,7mm zueinander.

Auf der Oberseite befindet sich mittig eine M16-Gewindebohrung, in welche die Kranöse einzuschrauben ist. Diese galvanisierten und hochbelastbaren Anschlagmittel der Firma Hebezone GmbH dienen dem Anhängen an einen Kran, um die Magnetstanze auf eine zweite Ebene in der Produktion der FOLIEtec AG zu heben.



Abbildung 17: Darstellung der geplanten Kranöse der Firma Hebezone GmbH

Hier ist dringend zu beachten, dass die Ösen möglichst genau parallel zu den Führungsschienen montiert werden, da sich sonst die Tragfähigkeit verändern würde, bzw. bei orthogonaler Montage zu den Profilschienen keine Tragfähigkeit gewährleistet wäre.

Desweiteren sind zum Anhängen an den Kran Ketten oder Bänder mit einer Mindestlänge von 1200mm zu verwenden, um somit einen Minimalwinkel von 45° zwischen Kette und Stanze ein zuhalten. Jeglicher Winkel der kleiner als 45° ist, würde ebenso die Tragfähigkeit der Kranösen beeinträchtigen.

6.1.2. Konstruktionsnachweis

Berechnung der Eigenfrequenz:

gegeben:

$$b = 40\text{mm} \hat{=} 0,04\text{m}$$

$$h = 80\text{mm} \hat{=} 0,08\text{m}$$

$$l = 1616\text{mm} \hat{=} 1,616\text{m}$$

$$\rho = 0,0027 \frac{\text{g}}{\text{mm}^3} \hat{=} 2700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$E = 69000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \hat{=} 6,9 \cdot 10^{10} \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$I = \frac{h \cdot b^3}{12}$$

$$I = \frac{0,08\text{m} \cdot (0,04\text{m})^3}{12}$$

$$I = \frac{5,12 \cdot 10^{-6} \text{m}^4}{12}$$

$$I = 4,267 \cdot 10^{-7} \text{m}^4$$

$$A = b \cdot h$$

$$A = 0,04\text{m} \cdot 0,08\text{m}$$

$$A = 0,0032\text{m}^2$$

$$\omega_i = \lambda_i \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I}{\rho \cdot A \cdot l^4}} \quad 11$$

für $i = 1$:

$$\omega_1 = 22,4 \cdot \sqrt{\frac{6,9 \cdot 10^{10} \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 4,267 \cdot 10^{-7} \text{m}^4}{2700 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,0032 \text{m}^2 \cdot (1,616\text{m})^4}}$$

¹¹ Vgl. Dresig/ Holzweißig 2009, 337

$$\omega_1 = 22,4 * \sqrt{\frac{29442,3 \text{ Nm}^2}{58,92 \text{ kgm}^2}}$$

$$\omega_1 = 22,4 * \sqrt{499,7 \frac{\text{N}}{\text{kgm}}}$$

$$\omega_1 = 22,4 * 22,35 \frac{1}{\text{s}^2} = 22,4 * 22,35 \text{ Hz}$$

$$\underline{\omega_1 = 500,72 \text{ Hz}}$$

$$f_1 = \frac{\omega_1}{2 * \pi}$$

$$f_1 = \frac{500,72 \text{ Hz}}{2 * \pi}$$

$$\underline{f_1 = 79,7 \text{ Hz}}$$

Erregungsintervall:

$$f_{\text{Emin}} \leq f_0 \leq f_{\text{Emax}}$$

$$f_{\text{Emin}} = \frac{f_0}{\sqrt{2}}$$

$$f_{\text{Emin}} = \frac{20 \text{ Hz}}{\sqrt{2}}$$

$$\underline{f_{\text{Emin}} = 14,14 \text{ Hz}}$$

$$f_{\text{Emax}} = f_0 * \sqrt{2}$$

$$f_{\text{Emax}} = 20 \text{ Hz} * \sqrt{2}$$

$$\underline{f_{\text{Emax}} = 28,28 \text{ Hz}}$$

Abschließend werden die Werte f_1 , f_{Emin} und f_{Emax} verglichen. Hierbei fällt schnell auf, dass die errechnete Eigenfrequenz f_1 weit über dem Erregungsintervall $[f_{\text{Emin}}; f_{\text{Emax}}]$ liegt, wie auch die untere Abbildung zeigt.

Dies bedeutet, dass die hier lediglich überschlägige Rechnung ausreichend ist, um nachzuweisen, dass es mit einer Erreger- / Arbeitsfrequenz von 20Hz nicht zur Resonanz der Stanze während des Betriebes kommen wird.

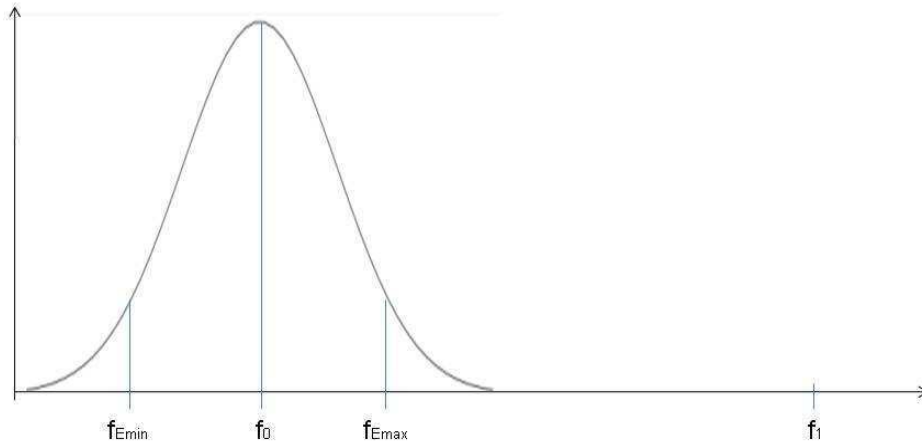


Abbildung 18: Glockenkurve für den Vergleich des Erregerintervalls mit der Eigenfrequenz der Profilschienen

➤ Definition der enthaltenen Variablen:

- A ... gibt die Fläche des Schienenprofils (hier überschlagsmäßig als Rechteck betrachtet) an
SI-Einheit [A] = m²
- l ... gibt die Länge der einzelnen Schienen an
SI-Einheit [l] = m
- ρ ... bezeichnet die Dichte des Materials aus dem die Schienen bestehen
SI-Einheit [ρ] = $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

- E ... ist ein Materialkennwert aus der Werkstofftechnik, der den Zusammenhang zwischen Spannung und Dehnung bei der Verformung eines festen Körpers bei linear elastischem Verhalten beschreibt¹²

$$\text{SI-Einheit [E]} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

- I ... Flächenträgheitsmoment, auch als Flächenmoment 2ten Grades bezeichnet, ist ein Maß für die Steifigkeit eines ebenen Querschnitts gegen Biegung und Torsion¹³

$$\text{SI-Einheit [I]} = \text{m}^4$$

- b ... bezeichnet die Breite des Schienenquerschnittes

$$\text{SI-Einheit [b]} = \text{m}$$

- h ... bezeichnet die Höhe des Schienenquerschnittes

$$\text{SI-Einheit [h]} = \text{m}$$

-

- f_0 ... bezeichnet die Erregerfrequenz, resultierend aus der vorgegebenen Arbeitsfrequenz

$$\text{SI-Einheit [f}_E\text{]} = \text{Hz}$$

- f_{min} ... unterer Grenzwert des Resonanzintervalls

$$\text{SI-Einheit [f}_{E\text{min}}\text{]} = \text{Hz}$$

- f_{max} ... oberer Grenzwert des Resonanzintervalls

$$\text{SI-Einheit [f}_{E\text{max}}\text{]} = \text{Hz}$$

- f_1 ... Eigenfrequenz der Schienenprofile

$$\text{SI-Einheit [f}_1\text{]} = \text{Hz}$$

- ω_i ... Eigenkreisfrequenz der Schienenprofile ($i=1,2,3,\dots$)

¹²Internetlexikon Wikipedia : <http://de.wikipedia.org/wiki/Elastizit%C3%A4tsmodul>, abgerufen am 24. März 2010

¹³ Internetlexikon Wikipedia: <http://de.wikipedia.org/wiki/Fl%C3%A4chentr%C3%A4gheitsmoment>, abgerufen am 24. März 2010

Berechnung der Kranösen:

gegeben:

$$m_{\text{Stanze}} = 750\text{kg}$$

Da 2 Kranösen verwendet werden sollen, ist die Masse der Stanze für die Rechnung zu halbieren.

Es sollen Ösen der Firma Hebezone GmbH Verwendung finden. Die Auswahl der richtigen Ösen erfolgt nach der benötigten Tragfähigkeit, welche der Tabelle zu entnehmen ist.

Tabelle 1: Übersicht über die verschiedenen Ausführungen von Kranösen

Tragfähigkeit in kg	Gewinde A	Abmessungen in mm						Gewicht in kg	Preis in €
		B	C	D	E	G	H		
200	M6	13	28,7	19,1	49	13,5	4,9	0,03	11,70
400	M8	13	35,1	22,4	56	15	6,4	0,05	13,20
640	M10	17	41,1	25,4	64	17,5	7,9	0,08	15,00
1000	M12	20,5	49,5	30,2	78	23,1	9,7	0,18	19,00
1800	M16	27	60,5	35,1	97,5	28,7	12,7	0,40	20,70
2500	M20	30	70	38,1	11	35,1	16	0,90	52,80
4000	M24	36	95,5	51	143	46	22,4	0,95	66,50
6000	M30	45	114	53,5	174	58	25,4	1,60	123,80
8500	M36	54	140	76	212	70	31,8	2,70	152,80

Bei der Wahl der richtigen Öse ist weiterhin zu beachten, dass je nach Art der Krafteinleitung, d. h. je nach Winkel in dem die Ketten hängen werden, die Tragfähigkeiten der jeweiligen Kranösen variieren.

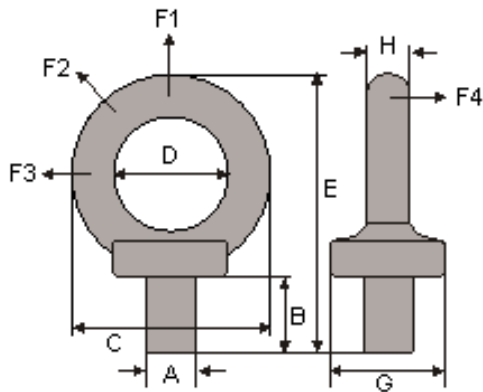


Abbildung 19: Darstellung der Kranöse für die Konstruktion inkl. der verschiedenen möglichen Belastungen

100% der Tragfähigkeit werden durch senkrechte Krafteinleitung (Richtung F_1) erreicht. Demgegenüber beträgt die Tragfähigkeit beim Angreifen der Kraft unter einem Winkel von bis zu 45° aus der Vertikalen (Richtung F_2) lediglich noch 30%, bei 90° zur Vertikalen (Richtung F_3) noch 25%. Seitliche Belastungen (Richtung F_4) sind nicht zulässig¹⁴.

¹⁴ Hebezone GmbH: http://www.hebezone.de/content/proddat/500/542_rsh.shtml, abgerufen am 05. März 2010

6.2. Stößel-Matrizen-System

6.2.1. Konstruktionsbeschreibung

Bügel für Hubbegrenzung:

Der Bügel für die Hubbegrenzung, bestehend aus unlegiertem Baustahl (S235), ist 68mm breit, 50mm hoch und 20mm stark. Mittig ist ein Rundprofil mit 28mm Durchmesser 35mm tief ausgetragen um den Hochleistungs-Einfachhubmagneten zu zentrieren.

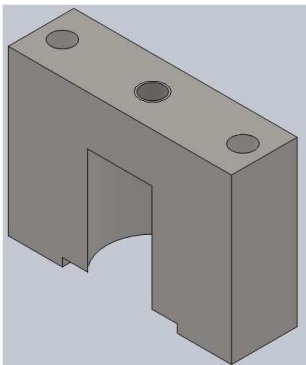


Abbildung 20: konstruktive Darstellung des Bügels für den Hubmagneten

Ausgehend von der Oberseite sind 2 Durchgangslöcher mit dem Durchmesser von 7mm in einem Abstand von 6,5mm zu den Seitenkanten auf der Mittelachse eingebracht und dienen dem Anschrauben des Bügels auf der Magnetaufnahme. Mittig zentriert befindet sich eine M8-Gewindebohrung, durch welche der Hubmagnet in vertikaler Richtung arretiert werden soll.

Magnetaufnahme:

Die Magnetaufnahme besteht aus 40mm starkem Aluminium und hat an der Oberseite 2 Laschen, welche dem Fixieren auf den Profilschienen dienen. Hierfür sind pro Lasche jeweils ein Durchgangsloch mit einem Durchmesser von 9mm und einem Abstand zur Seitenkante von 19.5mm auf der Mittelachse eingebracht.

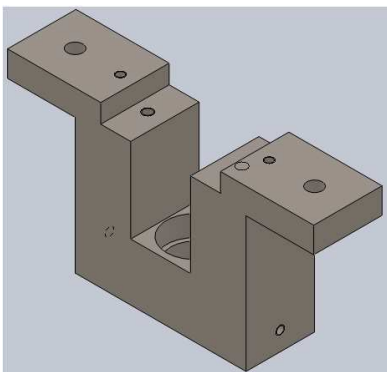


Abbildung 21: konstruktive Darstellung der Magnetaufnahme

Mit einem Abstand von 46mm zu den Seitenkanten sind jeweils eine M5-Gewindebohrung mit einer Gewindetiefe von 8mm und einer Gesamtbohrungstiefe von 80,9mm vorgesehen, welche das Ölen des Stößels ermöglichen sollen. Letztlich werden diese Kanäle mit sogenannten Klappölen verschlossen. Die Laschen gehen auf einen Maximalwert von 179mm auseinander. Der Grundkörper ist nach unten hin, anschließend an die Laschen, 99,9mm breit. Auf der Oberseite befindet sich eine 70mm breite und 11mm tiefe Austragung, in welche der Bügel zur Hubbegrenzung eingesetzt und mittels der 2 M6-Gewindebohrungen (15mm Gewindetiefe) verschraubt werden soll. Mittig in der Magnetaufnahme befindet sich eine weitere Austragung, in welche der Einfachhubmagnet eingebracht werden soll. Diese ist 35mm breit und bietet somit dem Magneten den entsprechenden

seitlichen Halt. Darunter ist eine runde Austragung zu finden, welche für den Flansch vorgesehen ist. Diese hat, ausgehend von der Unterseite, einen Durchmesser von 28mm und wird dann auf 33mm verbreitert. In horizontaler Ausrichtung sind weitere M5-Bohrungen eingebracht, welche dem Zweck des Ölens des Stößels dienen. Diese Bohrungen werden nach außen mit M5-Gewindestiften verschlossen. Sie befinden sich 11mm über der Unterkante der Magnetaufnahme.

Hochleistungs-Einfachhubmagnet:

Der Hochleistungs-Einfachhubmagnet ist ein bewährtes Prinzip vor allem für kleinstes Einbauvolumen bei großem Kraftbedarf.



Abbildung 22: Darstellung des Hochleistungs-Einfachhubmagneten

Im herkömmlichen Sinn sind sie für Verriegelungsaufgaben, z.B. Hochspannungsschnellschalter, Parksysteme, Türverriegelungen gedacht, jedoch auch weiter darüber hinaus einsetzbar.¹⁵ Bestes Beispiel dafür bietet hier die alte Magnetstanze der FOLIEtec AG. Es gibt mehrere Anbieter solcher Magnete, allerdings ist wohl einer der

¹⁵ Kendrion Magnettechnik GmbH: http://www.kendrion-electromagnetic.com/Magnete/Hochleistungs-Einfachhubmagnet_44030136.jsf?lang=de, abgerufen am 03. März 2010

bekanntesten „Kendrion-Electromagnetic“. Um sich den richtigen Magneten aus einer Reihe von verschiedenen solcher auszuwählen, ist es notwendig, die Kraft zu kennen, mit welcher er arbeitet. Um diese Auswahl zu treffen, dient die folgende Tabelle der Durchschlagfestigkeiten der Folien.

Tabelle 2: Übersicht über die Durchstoßfestigkeiten verschiedener Folien

Dicke	Material	Festigkeit		Dehnung		Dart Drop
µm		l in N/mm ²	q in N/mm ²	l in %	q in %	in g
60	PE Reg	22	25	380	750	160-190
60	PE M6	28	27	550	700	340
60	PE MC	42	38	780	1000	550
60	PE HD weiß	44	40	800	820	300
70	PE Reg weiß	29	28	500-700	900	280-330
75	PE Reg	25	27	625	950	290-350
75	PE Reg weiß	25	27	625	750-900	290-350
75	PE Hydro weiß	42	38	950	1000	600
80	PE Reg	27	25	600-800	800-900	300-380
80	PE Reg weiß	28	27	700-800	900-1000	350-370
95	PE weiß ag	30	32	880	980	370-470
95	PE M1 1770	29	28	850	950	360-450
100	PE	30	31	920	1100	450
130	PE	30	31	820	950	600
60	PP weiß A	43	30	700-800	940	320
65	PP weiß A	40	34	800	900	380
65	PP yara weiß	42	33	800	800-900	550-570
85	PP	40	42	800-930	750-950	640-880

Der aufgeführte „Dart-Drop-Wert“ ist der ausschlaggebende Parameter für die Bestimmung der notwendigen Kraft des Einfachhubmagneten.

Er gibt an, welches Gewicht eine Folie aushalten muss ohne zu reißen. Anhand der Dicken lässt sich die stärkste Folie mit 130µm herausfiltern. Der dazugehörige Dart-Drop-Wert beträgt 600g. Somit ist anzunehmen, dass der Magnet mindestens eine Kraft von 7N aufzubringen hat, um ein sauberes Stanzen der Folie zu gewährleisten. Nach Abgleich des Angebotes an Hochleistungs-Einfachhubmagneten von Kendrion-Electromagnetic fiel die Wahl auf den Magneten der Bezeichnung 44030136, welcher eine Kraft von 9,2N ausübt. Die Entscheidung für diesen Magneten wurde getroffen, da er mit den 9,2N eine „Mehrkraft“ von 2,2N liefert, was eine gewisse Sicherheit des Stanzens beinhaltet. Somit ist es sogar möglich, auch noch stärkere Folien mit diesem Magneten zu stanzen. Sollte zukünftig jedoch mehr Kraft von Nöten sein, kann selbst ein Magnet mit gleichen Einbaumaßen, allerdings höherer Kraft, einfach neu montiert werden, ohne an der Grundkonstruktion der Magnetaufnahme etwas zu verändern. Der ausgewählte Einfachhubmagnet besitzt einen quadratischen Grundkörper der Abmaße 35x35mm und einer Einbauhöhe von 53mm. Er liefert einen maximalen Hub von 20mm, welcher aber durch eine optionale Mutter verstellt werden kann. Er ist mit IP 40 geschützt, was den Schutz vor dem Eindringen von Fremdkörpern mit einem Durchmesser größer 1mm widerspiegelt.

Flansch:

Der Flansch, bestehend aus Baustahl (S235), ist insgesamt 60mm lang und hat über 12mm einen Außendurchmesser von 33mm.

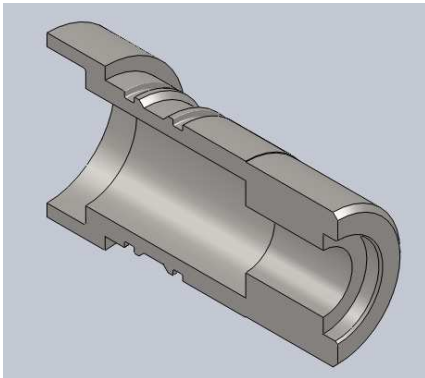


Abbildung 23: konstruktive Schnittansicht des Flansches

Es schließt der Rest des Flansches mit einem Außendurchmesser von 28mm an. Innen beträgt der Durchmesser 28mm und verjüngt sich nach 8mm auf 21mm. Eine weitere Verjüngung des Innendurchmessers auf 12mm folgt in einem Abstand von weiteren 33mm. Am unteren Ende des Flansches ist eine Austragung mit einem Durchmesser von 18mm eingebracht, in die ein Dichtring eingesetzt werden soll. Auf der Außenseite befindet sich eine Fräskontur, mit 3 Bohrungen ($\varnothing 2\text{mm}$) im Abstand von 120° zueinander, welche einen Kanal für die Ölung des Stößels darstellt. Darüber und darunter sind ebenso Fräskonturen vorgesehen, in die ein O-Ring gelegt werden soll, der verhindert, dass Öl an die Seiten des Flansches kommen kann.

Stößel:

Der Stößel besteht im eigentlichen Sinn aus zwei Teilen. Das erste Teil stellt den Grundkörper dar, welcher aus nichtrostendem Chromstahl besteht. Er hat auf der Oberseite einen Außendurchmesser von 19mm über einen Weg von 3mm. Danach verjüngt er sich auf einen Außendurchmesser von 12mm. Die Gesamtlänge des Stößels beträgt 41,5mm. Der Innendurchmesser beträgt über die gesamte Länge 10mm.

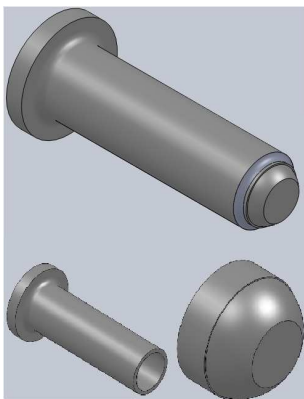


Abbildung 24: konstruktive Darstellung des Stößels inkl. der Teile aus denen er besteht am Bsp. der 6mm-Ausführung

Das zweite Teil besteht ebenso aus nichtrostendem Chromstahl und hat einen Außendurchmesser von 10mm. Dieses Teil ist in drei Ausführungen vorgesehen, zum Stanzen von Löchern mit drei unterschiedlichen Durchmessern. Die Ausführungen belaufen sich auf 6mm, 8mm und 10mm. Beide Teile werden miteinander verlötet. Die Gesamtlänge des Stößels beträgt nach der Zusammensetzung der beiden Teile 45mm und das für alle Ausführungen. Auf der Oberseite des Stößels ist ein Stößelaufsatz aus Nylon geplant. Dieser wird lediglich von oben in den Stößel gesteckt. Er dient als Schnittstelle zwischen Stößel und Hubmagnet und soll gewährleisten, dass der Stößel optimal belastet wird.

Dichtring:

Der schon im Abschnitt der Flanschbeschreibung vorgesehene Dichtring besteht aus einer gebundenen Aramidfaserplatte der Firma Billi Dichtungstechnik GmbH¹⁶. Er hat einen Außendurchmesser von 18mm, einen Innendurchmesser von 12mm und eine Materialstärke von 3mm und verhindert das Austreten von Öl aus der Stößelführung.

Matrize:

Die Matrize ist aus nichtrostendem Chromstahl gefertigt. Das Rundprofil, aus Vollmaterial, hat einen Außendurchmesser von 18mm und ist 19mm lang.

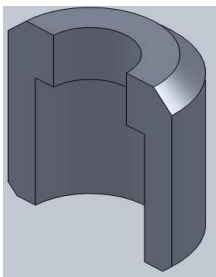


Abbildung 25: konstruktive Schnittansicht der Matrize am Beispiel der 6mm-Ausführung

Mittig sind ein Durchgangsloch mit einem Durchmesser von 8mm, eine Austragung von der Unterseite mit einem Durchmesser von 12mm und einer Tiefe von 13,5mm vorgesehen. Diese Austragungen dienen dem Ausstoß der Stanzlinge während des Betriebs.

¹⁶ Billi Dichtungstechnik GmbH: <http://daten.billi-seals.de/pdf/pt.pdf>, abgerufen am 04. März 2010

Matrizenaufnahme:

Die Matrizenaufnahme besteht aus einem Rechteckprofil des Materials S235. Dieses Profil ist 14mm stark, 55mm lang und 30mm breit. Mittig ist eine Bohrung mit dem Durchmesser 18mm und einer Tiefe von 9mm vorgesehen. Dies dient der Aufnahme der Matrize. Um diese auch zu fixieren, ist in der Front des Bauteils eine M5-Gewindebohrung eingebracht, in die ein M5-Gewindestift eingeschraubt werden soll, der die Matrize festklemmt.

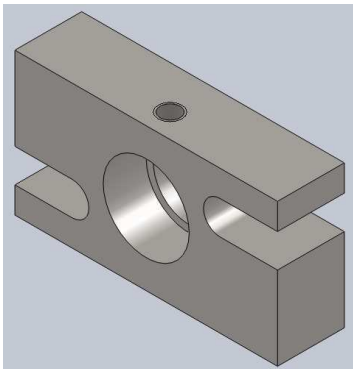


Abbildung 26: konstruktive Darstellung der Matrizenaufnahme

Um natürlich auch hier die Stanzlinge nicht zu sammeln, sondern letztlich mittels einer Absauganlage zu entfernen, ist unterhalb der Bohrung eine weitere Bohrung mit einem Durchmesser von 15mm vorgesehen. Montiert wird die Matrizenaufnahme auf die untere Grundkonstruktion des Stößel-Matrizen-Systems mit zwei M6 Schrauben, die durch axial versetzte und einseitig offene Langlöcher greifen.

Untere Grundkonstruktion:

Die untere Grundkonstruktion besteht im allgemeinen aus drei Teilen. Zum ersten der Unterbau, welcher ähnlich der Magnetaufnahme gestaltet ist. Das bedeutet, dass auch hier wieder zwei Laschen vorgesehen sind, die dem Anschrauben auf den Profilschienen dient. Hierzu sind pro Seite jeweils ein 8mm Loch vorgesehen, welches sich von der Seitenkante im Abstand von 20mm befindet.

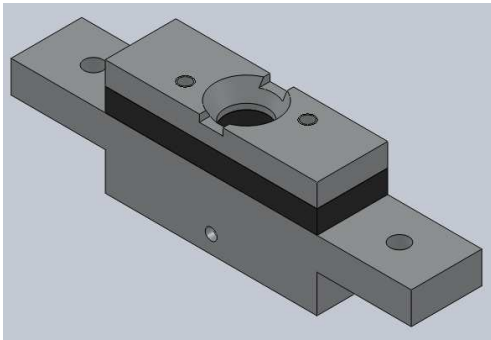


Abbildung 27: konstruktive Darstellung der unteren Grundkonstruktion

Desweiteren ist mittig ein 18mm Durchgangsloch vorhanden, welches wiederum dem Stanzlingausstoß dienen soll. Dieses Durchgangsloch hat von der Unterseite aus betrachtet einen Durchmesser von 24,1mm, um ein Absaugrohr aufzunehmen. Dieses wird dann auch wie bei der Matrizenaufnahme durch einen vorgesehenen M5-Gewindestift fixiert. Maximale Breite des Unterteils sind 170mm, ein Teil wird sich später zwischen den Schienenprofilen befinden, somit ist dieser Teil lediglich 89,9mm breit. Das Bauteil ist 29,5mm hoch, 30mm stark und besteht aus einer 7075er Aluminiumlegierung. Auf dieses unterste von drei Teilen wird ein Gummi-Metall-Puffer geklebt, welches ebenso 30mm stark, 90mm breit und 9,75mm hoch ist. Das mittig eingebrachte 18mm Durchgangsloch wird konzentrisch auf dem Durchgangsloch des Unterteils ausgerichtet. Als drittes Teil wird

auf das Gummi-Metall-Puffer ein Rechteckprofil aus 7075er Aluminium aufgeklebt. Dieses hat die gleichen äußeren Abmaße. Auch hier ist mittig eine Austragung vorgesehen, um die Absaugung der Stanzlinge zu ermöglichen. Hierbei wurde sich an der Konstruktion der alten Magnetstanze orientiert. Damit die Absaugung keinen zu hohen Unterdruck innerhalb der Teile hervorrufen kann, sind kleine Öffnungen an den Seiten des Teils vorgesehen. Auf der Oberseite des Teils sind Gewindebohrungen zum Anschrauben der Matrizenaufnahme vorgesehen.

6.2.2. Konstruktionsnachweis

Berechnung der Rückstellfeder:

gegeben:

$$k_1 = 0,17$$

$$F = 9,2\text{N}$$

$$G = 81500 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$L_0 = 30\text{mm}$$

$$D_1 = 13,2\text{mm}$$

➤ Berechnung des Drahtdurchmessers:

d wird vorgewählt nach RoMa TB 10-2:

$$d = 0,85\text{mm}$$

$$D_2 = D_i + 2d \text{ (aus Muhs/ Wittel/ Jannasch et al. 2006, 118)}$$

$$D_2 = 0,85\text{mm} + 2 \cdot 0,85\text{mm}$$

$$\underline{D_2 = 14,9\text{mm}}$$

- nun genaue Berechnung des Drahtdurchmessers:

$$d \approx k_1 * \sqrt[3]{F * D_2} \text{ (aus Muhs/ Wittel/ Jannasch et al. 2006, 118)}$$

$$d \approx 0,17 * \sqrt[3]{9,2\text{N} * 14,9\text{mm}}$$

$$d \approx 0,17 * \sqrt[3]{137,08\text{Nmm}}$$

$$\underline{d \approx 0,9\text{mm}}$$

- Berechnung Anzahl der wirksamen Windungen:

$$n' = \frac{G}{8} * \frac{d^4}{D^3 * R} \text{ (aus Muhs/ Wittel/ Jannasch et al. 2006, 118)}$$

$$R = \frac{\Delta F}{\Delta s}$$

$$R = \frac{F}{s_2 - s_1}; s_2 = 20,87\text{mm}, s_1 = 7,25\text{mm}$$

$$R = \frac{9,2\text{N}}{13,62\text{mm}}$$

$$R = 0,67 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$$

$$n' = \frac{81500 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}{8} * \frac{(0,9\text{mm})^4}{(14,1\text{mm})^3 * 0,67 \frac{\text{N}}{\text{mm}}}$$

$$n' = 10187,5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} * 3,49 * 10^{-4} \frac{\text{mm}^4}{\text{N}}$$

$$\underline{n' = 3,5}$$

- Berechnung der Gesamtwindungen:

$$n_t = n' + 2 \text{ (aus Muhs/ Wittel/ Jannasch et al. 2006, 119)}$$

$$n_t = 3,5 + 2$$

$$\underline{n_t = 5,5}$$

- Berechnung der Summe der Mindestabstände der einzelnen Windungen:

- a) bei statischer Beanspruchung für kaltgeformte Federstähle:

$$S_a = \left[0,0015 * \frac{D^2}{d} + 0,1 * d \right] * n' \text{ (aus Muhs/ Wittel/ Jannasch et al. 2006,119)}$$

al. 2006,119)

$$S_a = \left[0,0015 * \frac{(14,1\text{mm})^2}{0,9\text{mm}} + 0,1 * 0,9\text{mm} \right] * 3,5$$

$$S_a = 0,42\text{mm} * 3,5$$

$$\underline{S_a = 1,47\text{mm}}$$

- b) bei dynamischer Beanspruchung:

$$S_a' = 1,5 * S_a \text{ (aus Muhs/ Wittel/ Jannasch et al. 2006,119)}$$

$$S_a' = 1,5 * 1,47\text{mm}$$

$$\underline{S_a' = 2,21\text{mm}}$$

- Berechnung der Blocklänge:

$$L_c \leq n_t * d_{\text{max}} \text{ (aus Muhs/ Wittel/ Jannasch et al. 2006,119)}$$

$$L_c \leq 5,5 * 0,9\text{mm}$$

$$\underline{L_c \leq 4,95\text{mm}}$$

- Berechnung der kleinsten zulässigen Federlänge:+

$$L_n = L_c + S_a \text{ (aus Muhs/ Wittel/ Jannasch et al. 2006, 120)}$$

$$L_n = 4,95\text{mm} + 1,47\text{mm}$$

$$\underline{L_n = 6,42\text{mm}}$$

- Berechnung des Federweges, welcher der Blockkraft zugeordnet ist:

$$s_c = L_0 - L_c$$

$$s_c = 30\text{mm} - 4,95\text{mm}$$

$$\underline{s_c = 25,05\text{mm}}$$

- Berechnung der Blockkraft:

$$F_c = R * s_c$$

$$F_c = 0,67 \frac{\text{N}}{\text{mm}} * 25,05\text{mm}$$

$$\underline{F_c = 16,78\text{N}}$$

- Schubspannungsnachweis:

- a) statisch:

$$\tau_{o/u} = \frac{F_c * D}{16 * I_p} \leq \tau_{zul} \text{ (aus Muhs/ Wittel/ Jannasch et al. 2006, 120)}$$

$$\tau_{o/u} = \frac{16,78\text{N} * 14,4\text{mm}}{16 * (0,9\text{mm})^3}$$

$$\tau_{o/u} = \frac{64,86\text{Nmm}}{0,14\text{mm}^3}$$

$$\tau_{o/u} = 463,28 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\tau_{zul} = 0,5 * R_m$$

$$\tau_{zul} = 0,5 * 2000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\tau_{zul} = 1000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\underline{\tau_{o/u} \leq \tau_{zul}}$$

b) dynamisch:

$$\tau_{k0,u} = k * \tau_{0/u} \leq \tau_{k0} \text{ (aus Muhs/ Wittel/ Jannasch et al. 2006, 120)}$$

$$k = \frac{w + 0,5}{w - 0,75}$$

$$w = \frac{D}{d} \text{ (aus Muhs/ Wittel/ Jannasch et al. 2006, 120)}$$

$$w = \frac{14,1 \text{ mm}}{0,9 \text{ mm}}$$

$$w = 15,66$$

$$k = \frac{15,66 + 0,5}{15,66 - 0,75} \text{ (aus Muhs/ Wittel/ Jannasch et al. 2006, 120)}$$

$$k = 1,084$$

$$\tau_{k0,u} = 1,084 * 463,28 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$\tau_{k0,u} = 502,19 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$\tau_{k0} \approx 900 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$\tau_{k0,u} \leq \tau_{k0}$$

➤ Schubspannungsnachweis bei Blocklänge:

$$\tau_c = F_c * \frac{D}{16 * d^3} \leq \tau_{czul} \text{ (aus Muhs/ Wittel/ Jannasch et al. 2006, 120)}$$

$$2006, 120)$$

$$\tau_c = 16,78 \text{ N} * \frac{14,1 \text{ mm}}{16 * (0,9 \text{ mm})^3}$$

$$\tau_c = 16,78 \text{ N} * 49,25 \text{ mm}^{-2}$$

$$\tau_c = 826,46 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$\tau_{czul} = R_m * 0,56$$

$$\tau_{czul} = 2000 \frac{N}{\text{mm}^2} * 0,56$$

$$\tau_{czul} = 1120 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

$$F_c \leq F_{czul}$$

➤ Definition der enthaltenen Variablen:

- d ... Durchmesser des Federdrahtes
SI-Einheit [d] = mm
- D ... mittlerer Durchmesser der Feder
SI-Einheit [D] = mm
- D₁ ... innerer Durchmesser der Feder
SI-Einheit [D₁] = mm
- D₂ ... äußerer Durchmesser der Feder
SI-Einheit [D₂] = mm
- F ... Kraft die auf die Feder ausgeübt wird. Hier ist für F die Kraft des Hochleistungs-Einfachhubmagneten einzusetzen
SI-Einheit [F] = N
- F_c ... Kraft die nötig ist, um die Feder auf Blocklänge zusammen zu drücken, das heißt, die Kraft, die nötig ist, um die Windungen aneinander zu legen
SI-Einheit [F_c] = N
- G ... Schubmodul (auch Gleitmodul (G-Modul), Schermodul oder Torsionsmodul) ist eine Materialkonstante, die Auskunft über die lineare elastische Verformung eines Bauteils infolge einer Scherkraft oder Schubspannung gibt. Das physikalische Zeichen des Schubmoduls ist „G“. Die SI-Einheit ist N/m² (Pascal), es ist also die Einheit einer Spannung¹⁷.

$$\text{SI-Einheit [G]} = \frac{N}{\text{mm}^2}$$

¹⁷ Internetlexikon Wikipedia: <http://de.wikipedia.org/wiki/Schubmodul>, abgerufen am 05. März 2010

- k ... Beiwert zur Berücksichtigung der Spannungserhöhung infolge der Drahtkrümmung¹⁸
- k_1 ... Beiwert zur angenäherten Vorwahl des Drahtdurchmessers d ¹⁹
- L_c ... Blocklänge der Feder (alle Windungen liegen aneinander)²⁰
SI-Einheit [L_c] = mm
- L_0 ... Länge der unbelasteten Feder²¹
SI-Einheit [L_0] = mm
- L_n ... kleinste zulässige Federlänge²²
SI-Einheit [L_n] = mm
- n' ... Anzahl der federnden Windungen²³
- n_t ... Anzahl der Gesamtwindungen²⁴
- R ... Federrate; verbindet die Auslenkung einer Feder mit der daraus resultierenden Kraft
SI-Einheit [R] = $\frac{N}{mm}$
- R_m ... Zugfestigkeit
- SI-Einheit [R_m] = $\frac{N}{mm^2}$
- s ... Federweg²⁵
SI-Einheit [s] = mm
- s_c ... Federweg der der Blockkraft F_c zugeordnet ist²⁶
SI-Einheit [s_c] = mm

¹⁸ Muhs/ Wittel/ Jannasch et al. 2006, 116

¹⁹ Muhs/ Wittel/ Jannasch et al. 2006, 116

²⁰ Muhs/ Wittel/ Jannasch et al. 2006, 116

²¹ Muhs/ Wittel/ Jannasch et al. 2006, 116

²² Muhs/ Wittel/ Jannasch et al. 2006, 117

²³ Muhs/ Wittel/ Jannasch et al. 2006, 116

²⁴ Muhs/ Wittel/ Jannasch et al. 2006, 116

²⁵ Muhs/ Wittel/ Jannasch et al. 2006, 117

²⁶ Muhs/ Wittel/ Jannasch et al. 2006, 117

- S_a, S_a' ... Summe der Mindestabstände zwischen den einzelnen federnden Windungen²⁷
SI-Einheit [S_a, S_a'] = mm
- $\tau_{o/u}$... Schubspannung (statisch)
SI-Einheit [$\tau_{o/u}$] = $\frac{N}{mm^2}$
- τ_{zul} ... zulässige Schubspannung (statisch); entnommen RoMa TB10-11a
SI-Einheit [τ_{zul}] = $\frac{N}{mm^2}$
- $\tau_{ko,u}$... Schubspannung (dynamisch)
SI-Einheit [$\tau_{ko,u}$] = $\frac{N}{mm^2}$
- τ_{ko} ... zulässige Schubspannung (dynamisch); entnommen RoMa TB10-13 bis TB10-16
SI-Einheit [τ_{ko}] = $\frac{N}{mm^2}$
- τ_c ... Schubspannung bei Blocklänge
SI-Einheit [τ_c] = $\frac{N}{mm^2}$
- τ_{czul} ... zulässige Schubspannung bei Blocklänge; entnommen RoMa TB10-11b, c
SI-Einheit [τ_{czul}] = $\frac{N}{mm^2}$
- w ... Wickelverhältnis

²⁷ Muhs/ Wittel/ Jannasch et al. 2006, 117

7. Fazit

In dieser Arbeit wurde die Bedeutung der Magnetstanze für den Fertigungsprozess von verschiedenen Folienprodukten der FOLIEtec AG analysiert, die bisher eingebundene Stanzkonstruktion wurde beschrieben und deren Defizite aus technischer sowie ökonomischer Sicht in Bezug auf die fortschreitende technische Entwicklung beurteilt. Anhand der vorhandenen Mängel konnten Verbesserungsvorschläge entwickelt werden, die als Zielvorgabe für die neue Konstruktion dienten.

Im ersten Teil der Arbeit wurde die FOLIEtec AG vorgestellt, Firmengeschichte, Produktpalette, sowie Kundenspektrum und Unternehmenskennzahlen wurden genannt. Dabei stellte sich heraus, dass das Unternehmen eine beachtliche Entwicklung verzeichnet, die Firma verfügt über einen weltweiten Kundenkreis und über mehr als 10 verschiedene Folienarten.

Der 3. Gliederungspunkt befasste sich mit der vorhandenen Magnetstanze des Unternehmens. Eine allgemeine Beschreibung der Funktionsweise und des Aufbaus einer elektromagnetischen Stanze bildete die Basis für ein Grundverständnis des Sachverhalts. Anschließend folgte eine Vorstellung der alten Stanze, welche aus Gründen der Übersichtlichkeit in die Teile 1 „Führungsschienen“ und 2 „Stößel-Matrizen-System“ gegliedert wurde. Daraus ließen sich detailliert Defizite ableiten, die die Grundlage für die Neukonstruktion bildeten.

Im 4. Abschnitt wurden alle Mängel in ihrer Gesamtheit zusammengetragen und resultierend daraus Vorgaben für die Neuauflage der

Magnetstanze entwickelt. Es hat sich herausgestellt, dass die schwerwiegendsten Nachteile die zu geringe Arbeitsgeschwindigkeit und das ungenaue Stanzbild sind. Zudem konnten mit der alten Magnetstanze nicht alle Kundenwünsche berücksichtigt werden, da aufgrund der nur eingeschränkten Variabilität der Stanzraster Grenzen gesetzt waren.

Nachdem in den vorangegangenen Punkten 3 und 4 Grundlagenwissen über Wirkprinzip und die Defizite erläutert worden sind, behandelte der 5. Abschnitt die Neukonstruktion des Gerätes. Auch hier wurde in zwei Teilaufgaben gegliedert und zuerst die Führungsschienen betrachtet. Am Anfang stand die Entscheidung für die Art der Führung. Fortführend wurden sowohl die Profilschienen als auch Seitenplatten und Kranösen detailliert beschrieben. Um einen Beweis für die Einhaltung der Konstruktionsvorgaben zu liefern, sind anschließend die nötigen Berechnungen aufgeführt worden.

Der zweite Teil befasste sich mit ausführlichen Beschreibungen der einzelnen Bauteile der Stößel-Matrizen-Systeme. Auch hier wurden die nötigen Berechnungen aufgeführt.

Letztlich ist festzuhalten, dass die Neukonstruktion der Magnetstanze neben den überarbeiteten Komponenten auch weitere Vorteile bietet. So ist zum einen die Erweiterung des Geräts durch zusätzliche Features, wie z.B. eine Laufrad-Steuerung zur Geschwindigkeits- bzw. Längenerfassung erleichtert worden. Diese Möglichkeit resultiert aus der Entscheidung für die Aluminium-Profilschienen. Zum zweiten ist das Stanzen stärkerer Folien, durch die Wahl eines mehr als ausreichend starken Hochleistungs-Einfachhubmagneten, möglich. Hier besteht aber auch die Möglichkeit, diesen Magneten gegen einen stärkeren auszutauschen (falls erforderlich) ohne andere Bauteile

neu anfertigen zu müssen, da dieser in verschiedenen Ausführungen, aber mit gleichen Einbaumaßen, bestellt werden kann.

Literaturverzeichnis

Bücher

- Dresig, Hans/ Holzweißig, Franz: Maschinendynamik. 9. Auflage, Berlin Heidelberg 2009
- Muhs, D./ Wittel, H./ Jannasch, D./ Voßiek, J.: Roloff/Matek Maschinenelemente. Lehrbuch. 17. Auflage, Wiesbaden 2005
- Muhs, D./ Wittel, H./ Jannasch, D./ Becker, M./ Voßiek, J.: Roloff/Matek Maschinenelemente Formelsammlung. 8. Auflage, Wiesbaden 2006
- Muhs, D./ Wittel, H./ Jannasch, D./ Voßiek, J.: Roloff/Matek Maschinenelemente. Tabellen. 17. Auflage, Wiesbaden 2005
- Erbrecht, R./ König, H./ Martin, K./ Pfeil, W./ Wörstenfeld, W.: Das große Tafelwerk. Formelsammlung für die Sekundarstufen 1 und 2. 1. Auflage, Berlin 2003
- Paland, E.-G./ Universität Hannover: Technisches Taschenbuch. 1. Auflage veränderter Nachdruck, Herzogenaurach 2002
- Hoischen, H./Hesser, W.: Technisches Zeichnen. Grundlagen, Normen, Beispiele. 30. Auflage, Berlin 2005
- Gupta, H. B. P./ Woebchen, W.: Kunststofflexikon. 9. Auflage, 1998
- Foliepack Kunststoffwerk GmbH: kleine Folien Fibel.

Internetquellen

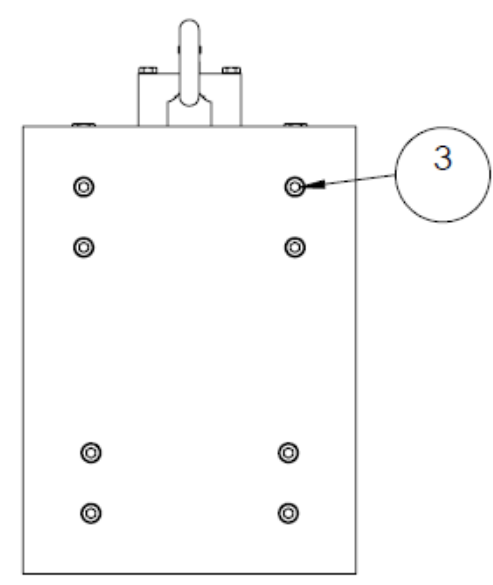
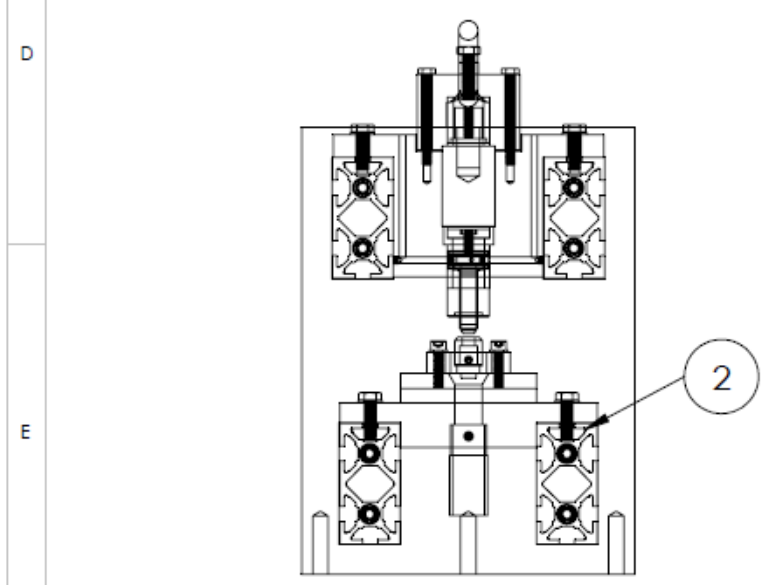
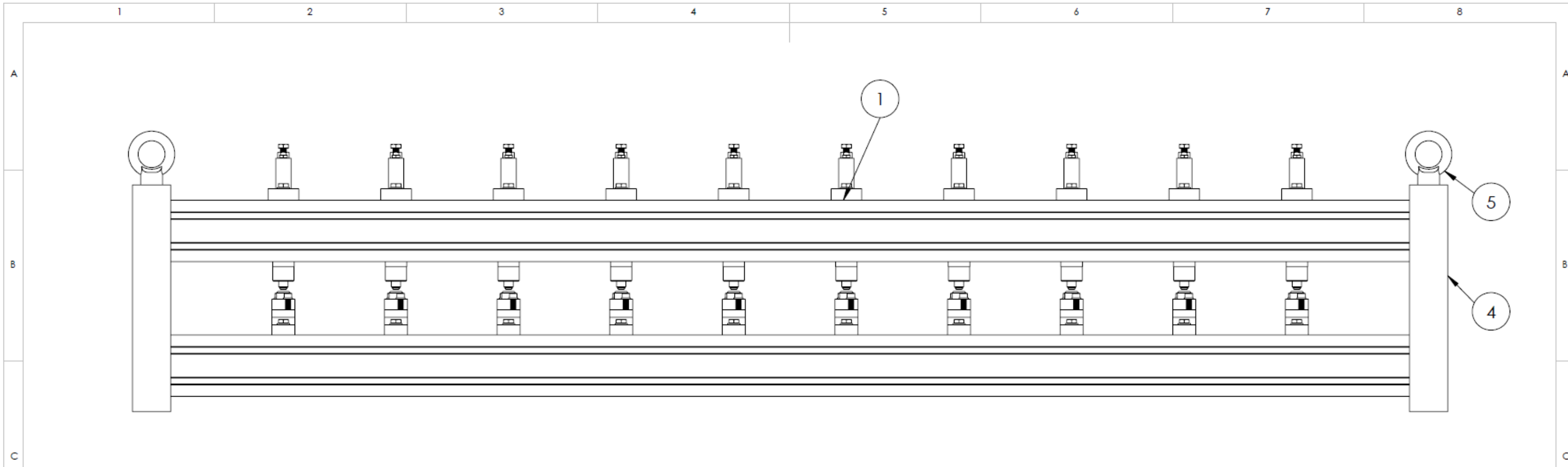
- Folietec AG:
<http://www.folietec.com/wDeutsch/produkte/index.php?navid=4>, 11. März 2010

- Internetlexikon:
http://de.wikipedia.org/wiki/Hazard_Analysis_and_Critical_Control_Points, 12. März 2010
- Pets Nature GmbH: <http://www.pronature.de/haccp.html>, 12. März 2010
- Maschinenbau Kitz GmbH: <http://www.mk-group.com/produkte-loesungen/produktkataloge/kataloge-online-ansehen/profiltechnik-online-katalog.html#/74/>, 19. März 2010
- Hebezone GmbH:
http://www.hebezone.de/content/proddat/500/542_rsh.shtml, 19. März 2010
- Rudolf Tremba:
<http://www.magnetbasics.de/hubmagnete/hubmagnet.htm>, 21. März 2010
- Mädler GmbH:
<http://www.maedler.de/de/Catalog/P/1643/1626/2183/602.aspx>, 17. März 2010
- Kendrion Magnettechnik GmbH: http://www.kendrion-electromagnetic.com/Magnete/Hochleistungs-Einfachhubmagnet_44030136.jsf?lang=de, 17. März 2010
- Billi Dichtungstechnik GmbH <http://daten.billi-seals.de/pdf/pt.pdf>, 24. März 2010
- Storsackgroup: http://www.storsack.com/1_2_loop.html, 18. März. 2010

Persönliche Kontakte:

- Dipl.-Ing. Rene Gonschorek (Leiter Qualitätssicherheit): Beschreibung des Themeninhaltes. 20. Januar 2010
- Dipl.-Ing. Rene Gonschorek (Leiter Qualitätssicherheit): Gliederungsvorschlag. 27. Januar 2010
- Dipl.-Ing. Rene Gonschorek (Leiter Qualitätssicherheit): Beschreibung der Magnetstanze. 09. Februar 2010
- Dipl.-Ing. Rene Gonschorek (Leiter Qualitätssicherheit): Vorgaben für Neukonstruktion. 25. Februar 2010
- Prof. Dr.-Ing. Frank Weidermann (Dekan Fachbereich Maschinenbau/ Feinwerktechnik): Berechnung der Modelle. 11. März 2010
- Prof. Dr.-Ing. Frank Weidermann (Dekan Fachbereich Maschinenbau/ Feinwerktechnik): Berechnung der Modelle. 20. März 2010
- Dipl.-Ing. Phillip Handschumacher (Vorstand für Bereich Technik und Produktion): Abnahme der Konstruktionszeichnungen

VI. Anhang

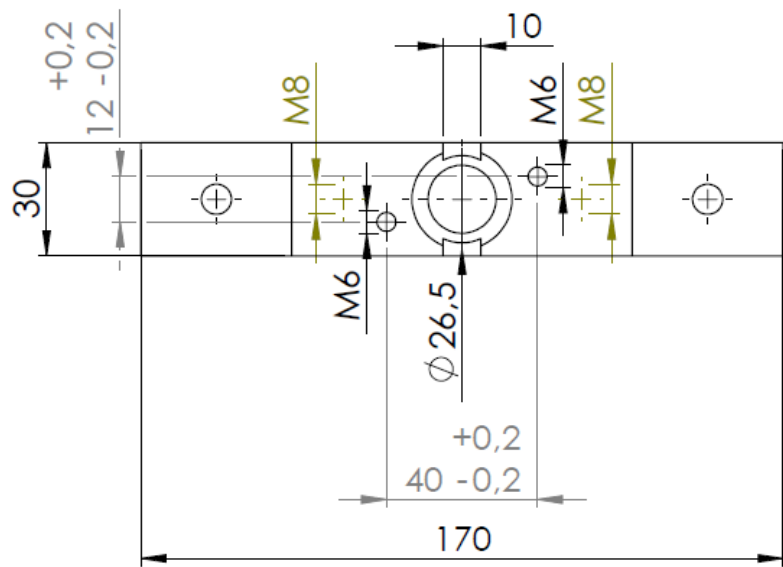
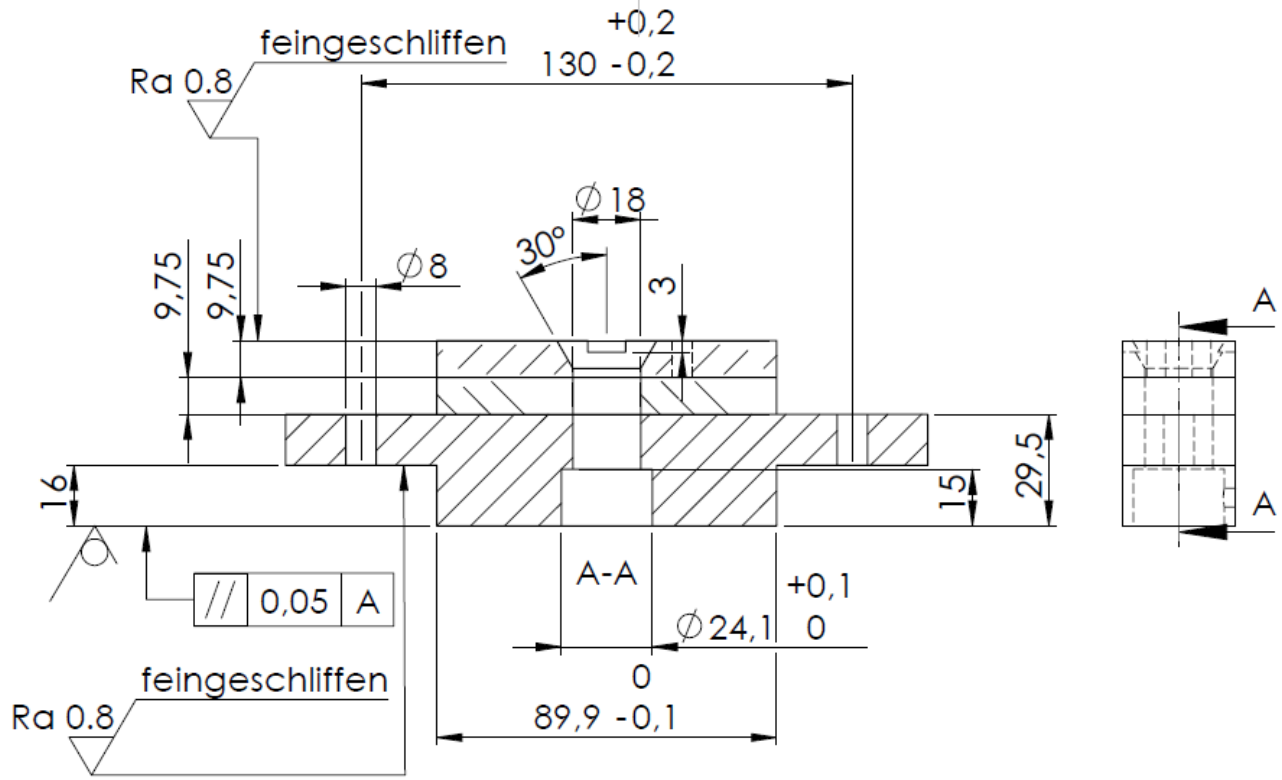


POS-NR.	BENENNUNG	BESCHREIBUNG	MENGE
1	Schiene		4
2	Schraubklotz		40
3	DIN 912 M8 x 55 --- 55S		16
4	Seitenplatten	0210.300.000.005	2
5	Kranöse		2

Verwendungsbereich		[zul. Abw.]		[Oberfläche]		Maßstab: 1:5		[Gewicht]			
						Werkstoff:					
						Rohteilnummer:					
						Modell-Nr					
						Benennung:		Stücklistenzeichnung 2			
						Zeichnungsnummer:				0210.300.000.002	
						Blatt				1	
Zust.		Änderung		Datum		Name		[Erst. f.]			
								[Erst. d.]			

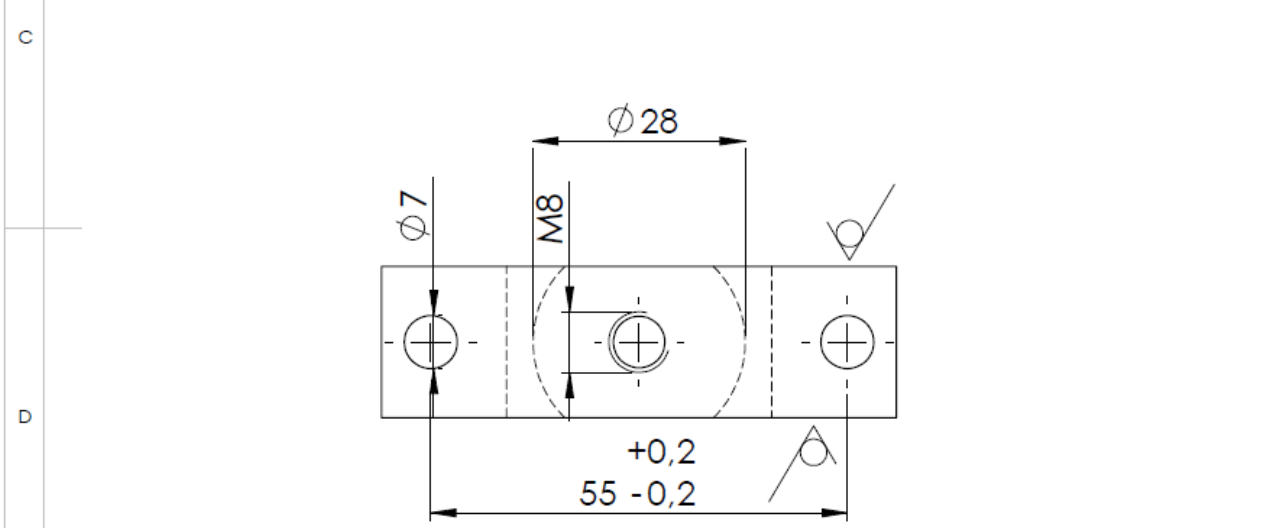
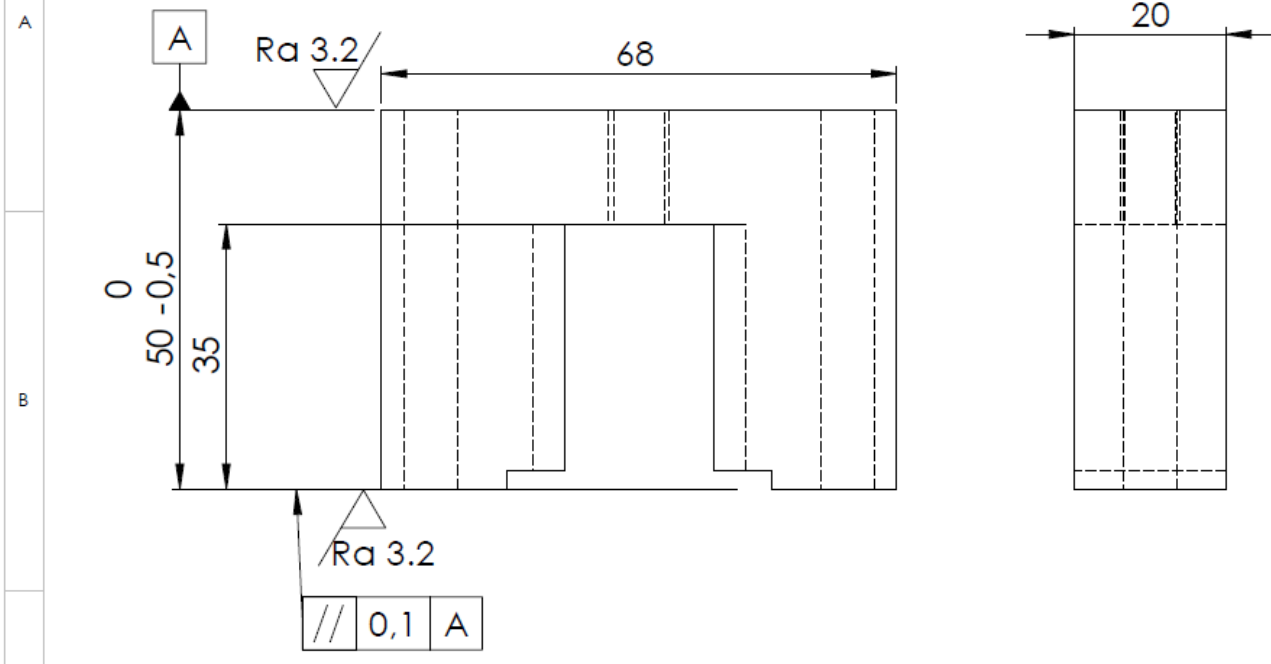


A
B
C
D
E
F



Verwendungsbereich		(zul. Abw.)		(Oberfläche)		Maßstab: 1:2		(Gewicht)	
						Werkstoff (1) S235 (2) Gummi Metall Puffer			
						Rohteilnummer:			
						Modell-Nr			
				Datum		Name		Benennung:	
				Bearb. 08.03.2010		M. Ringelhan		Matrizenaufnahme gr	
				Gepr.					
				Norm					
								Zeichnungsnummer:	
								0210.300.024.001	
								Blatt	
								1	
Zust.	Änderung	Datum	Name	(Urspr.)	(Erst. f.)			(Erst. d.)	



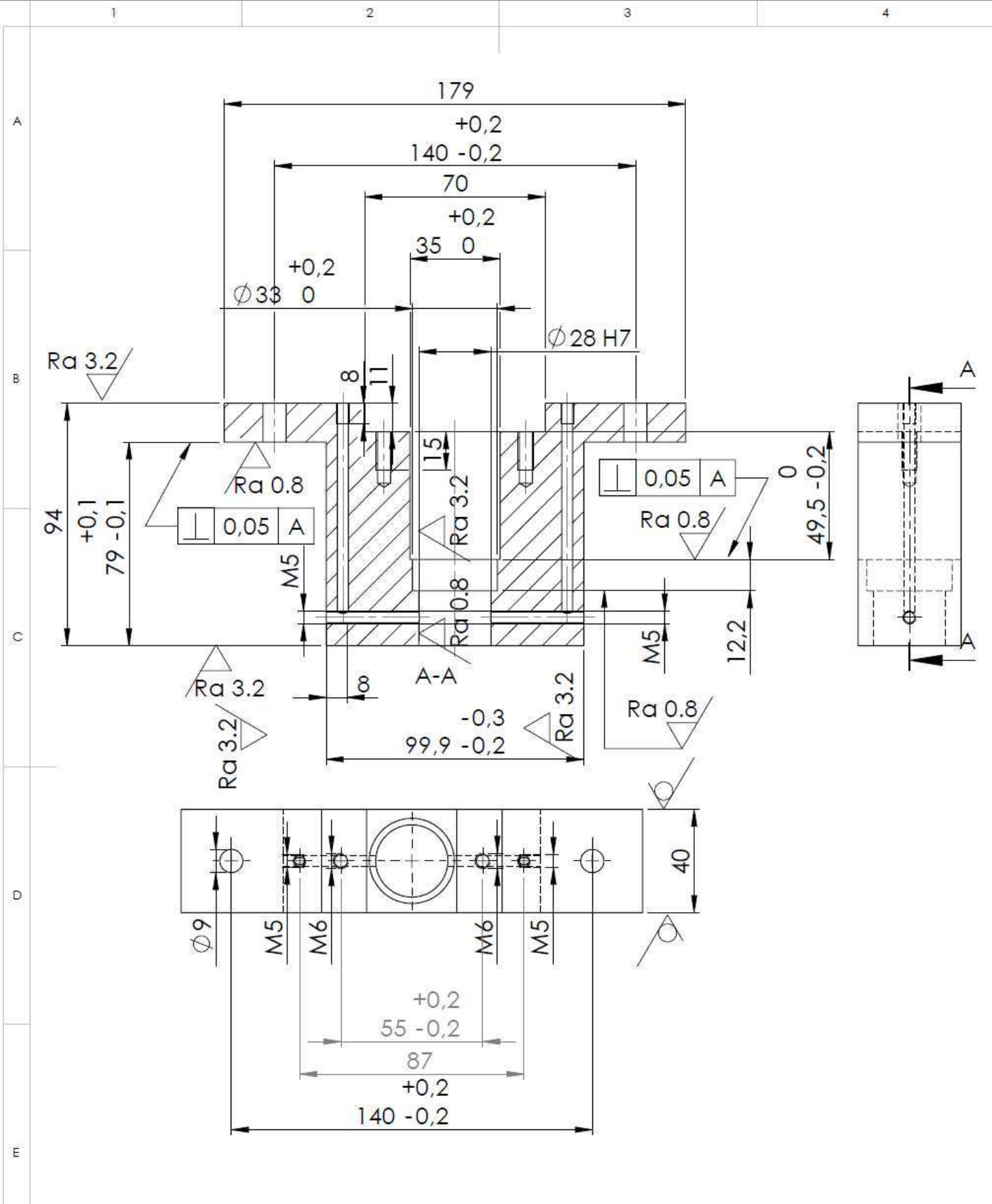


alle scharfen Kanten entgratet
brüniert

Ra 12.5 (Ra 3.2)

Verwendungsbereich		[zul. Abw.]		[Oberfläche]		Maßstab: 1:1		(Gewicht)	
						Werkstoff S235		Rohteilnummer:	
						Modell-Nr			
				Datum		Name		Benennung:	
				Bearb. 08.03.2010		M. Ringelhan		Bügel Hubbegrenzung	
				Gepr.					
				Norm					
								Zeichnungsnummer: 0210.300.024.003	
								Blatt 1	
Zust.	Änderung	Datum	Name	(Urspr.)	(Erst. f.)			(Erst. d.)	





Verwendungsbereich		(zul. Abw.)		(Oberfläche)		Maßstab: 1:2		(Gewicht)	
						Werkstoff: Al			
						Rohteilnummer:			
						Modell-Nr			
				Datum		Name		Benennung:	
				Bearb. 08.03.2010		M. Ringelhan		Magnetaufnahme	
				Gepr.					
				Norm					
								Zeichnungsnummer:	
								0210.300.024.004	
								Blatt	
								1	
Zust.	Änderung	Datum	Name	(Urspr.)	(Erst. f.)			(Erst. d.)	



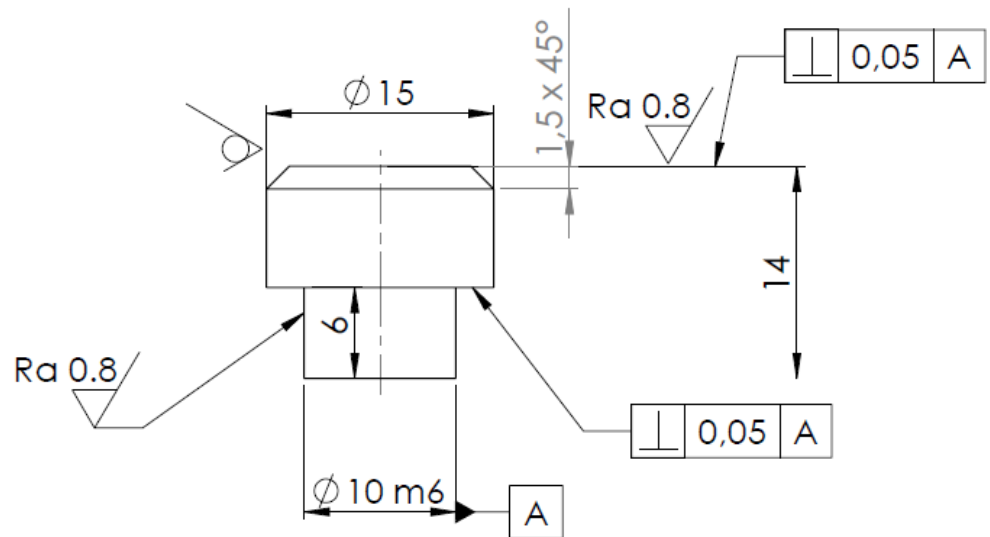
A

B

C

D

E



Ra 3.2 / (Ra 0.8 / ✓)

Verwendungsbereich		(zul. Abw.)		(Oberfläche)		Maßstab: 2:1		(Gewicht)	
						Werkstoff: Nylon			
						Rohteilnummer:			
						Modell-Nr			
				Datum		Name		Benennung:	
				Bearb. 05.03.2010		M. Ringelhan		Stößelaufsatz	
				Gepr.					
				Norm					
								Zeichnungsnummer:	
								0210.300.024.006	
								Blatt	
								1	
Zust.	Änderung	Datum	Name	(Uspr.)	(Erst. f.)			(Erst. d.)	



A

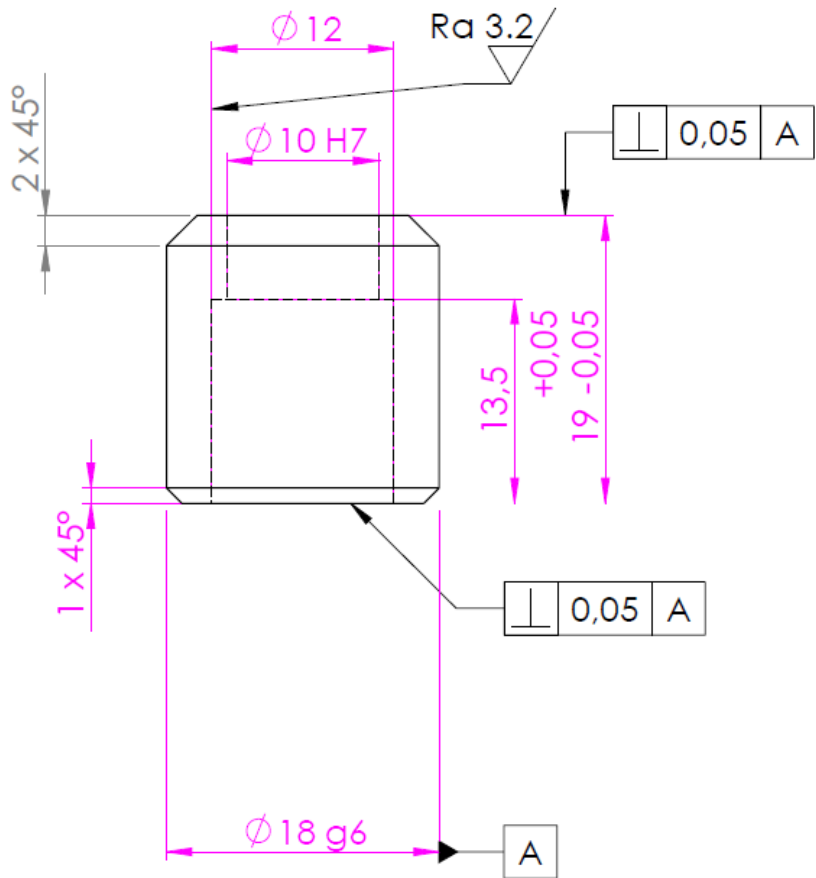
B

C

D

E

F



durchgehärtet: 60 HRC +/- 1

Ra 0.8 / (Ra 3.2 /)

Verwendungsbereich	(zul. Abw.)	(Oberfläche)	Maßstab: 2:1	(Gewicht)
			Werkstoff X 210 Cr 12	
			Rohteilnummer:	
			Modell-Nr	

			Datum	Name	Benennung: Matrize d=10
		Bearb.	05.03.2010	M.Ringelhan	
		Gepr.			
		Norm			

					Zeichnungsnummer:	0210.310.002.001	Blatt
							1

Zust.	Änderung	Datum	Name	(Urspr.)	(Erst. f.)	(Erst. d.)
-------	----------	-------	------	----------	------------	------------

A

B

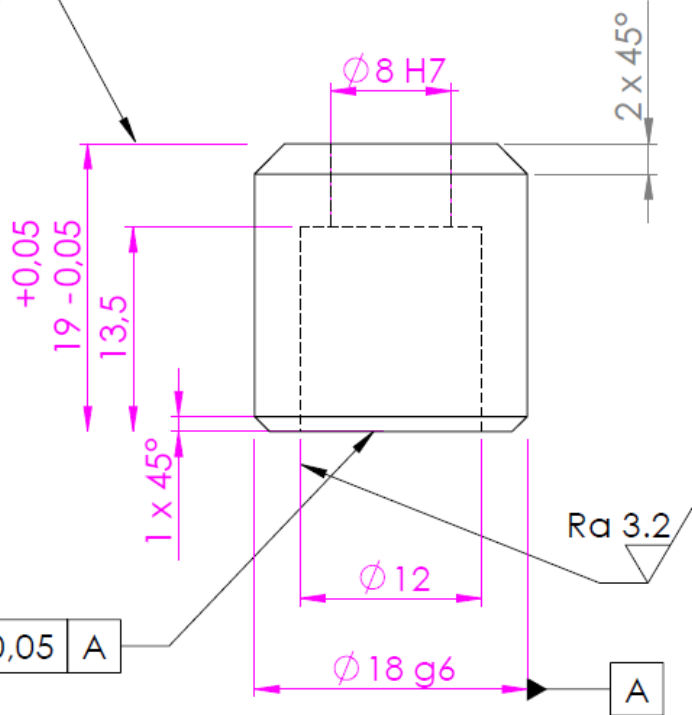
C

D

E

F

⊥ 0,05 A



⊥ 0,05 A

2 x 45°

1 x 45°

Ra 3.2


A

durchgehärtet: 60 HRC +/- 1

Ra 0.8 / (Ra 3.2 /)

Verwendungsbereich	(zul. Abw.)	(Oberfläche)	Maßstab: 2:1	(Gewicht)
			Werkstoff X 210 Cr 12	
			Rohteilnummer:	
			Modell-Nr	

			Datum	Name	Benennung: Matrize d=8
		Bearb.	05.03.2010	M. Ringelhan	
		Gepr.			
		Norm			

					Zeichnungsnummer:	Blatt 1
					0210.310.002.002	
Zust.	Änderung	Datum	Name (Urspr.)	(Erst. f.)	(Erst. d.)	

A

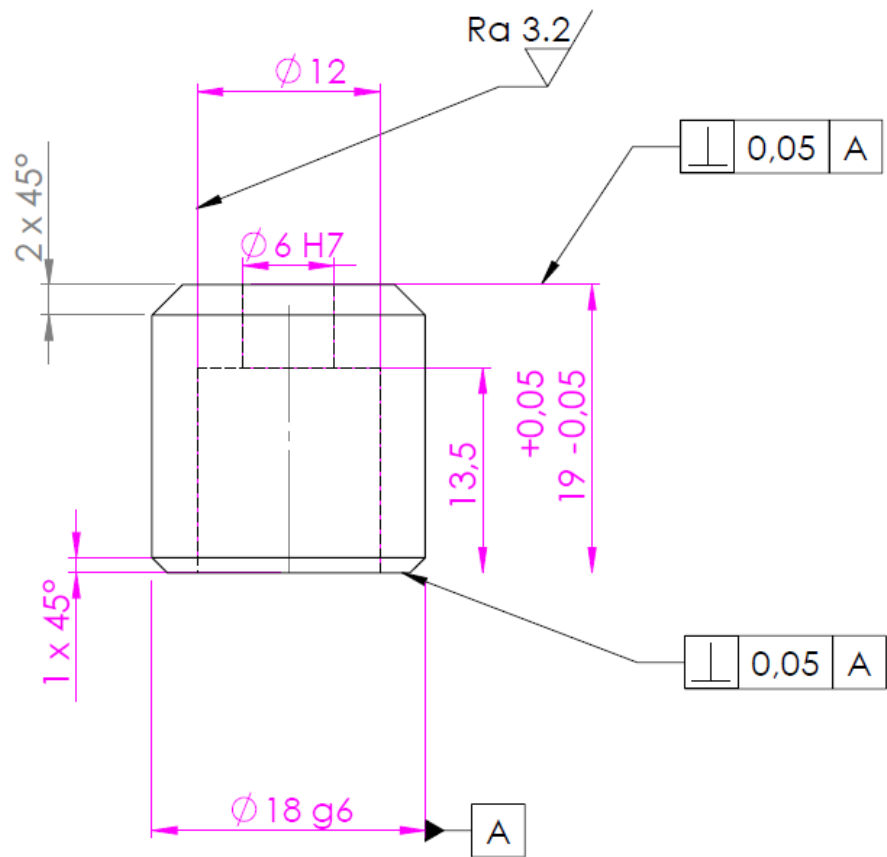
B

C

D

E

F



durchgehärtet: 60 HRC +/- 1

$Ra 0.8$ / $(Ra 3.2)$

Verwendungsbereich		(zul. Abw.)		(Oberfläche)		Maßstab: 2:1		(Gewicht)	
						Werkstoff X 210 Cr 12			
						Rohteilnummer:			
						Modell-Nr			
				Datum		Name		Benennung:	
				Bearb. 05.03.2010		M. Ringelhan		Matrize d=6	
				Gepr.					
				Norm					
								Zeichnungsnummer:	
								0210.310.002.003	
								Blatt	
								1	
Zust.	Änderung	Datum	Name	(Uspr.)	(Erst. f.)		(Erst. d.)		



A

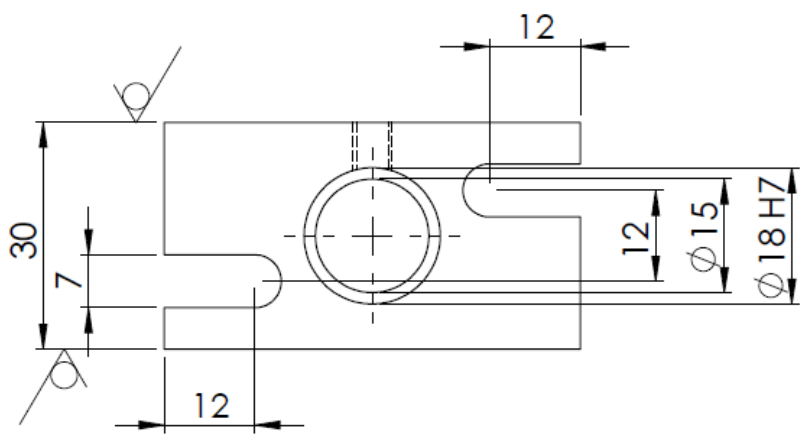
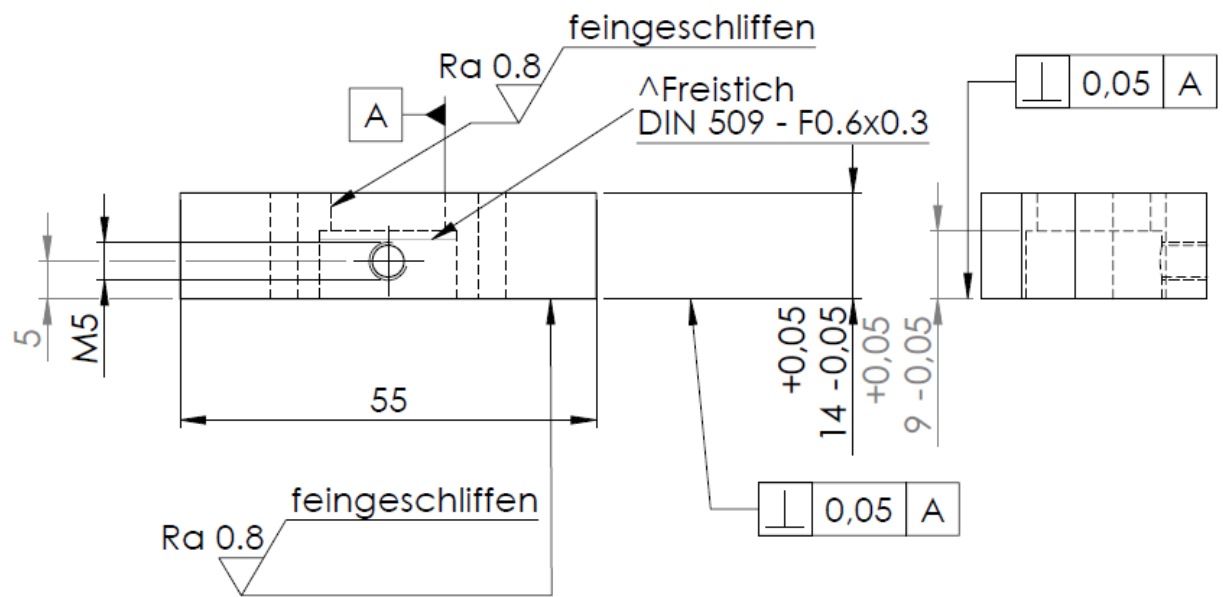
B

C

D

E

F



alle scharfen Kanten entgratet und
brüniert

Ra 3.2 / (Ra 0.8 / feingeschliffen)

Verwendungsbereich		(zul. Abw.)		(Oberfläche)		Maßstab: 1:1		(Gewicht)	
						Werkstoff S 235			
						Rohteilnummer:			
						Modell-Nr			
				Datum		Name		Benennung:	
				Bearb. 05.03.2010		M. Ringelhan		Matrizenaufnahme	
				Gepr.					
				Norm					
								Zeichnungsnummer:	
								0210.315.040.001	
								Blatt	
								1	
Zust.	Änderung	Datum	Name	(Urspr.)	(Erst. f.)			(Erst. d.)	



A

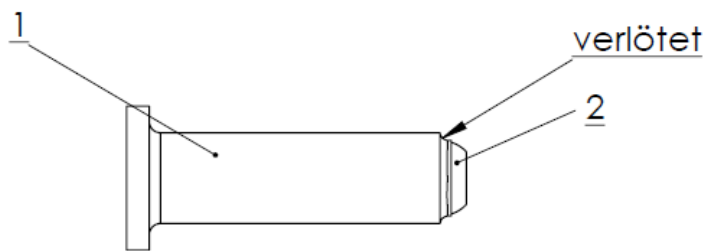
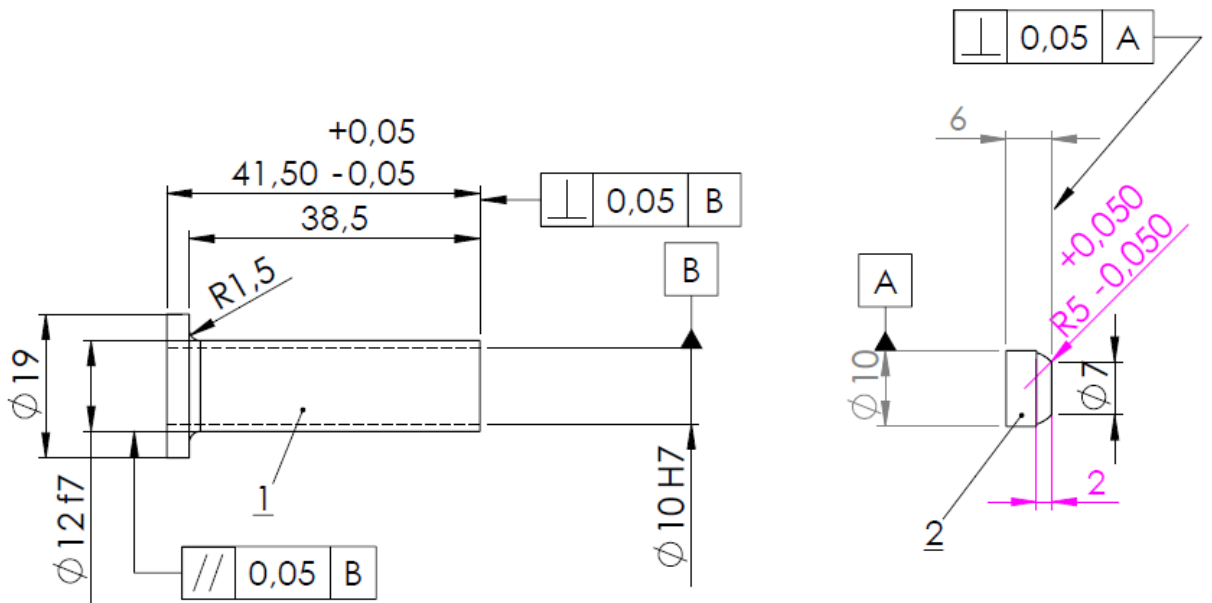
B

C

D

E

F

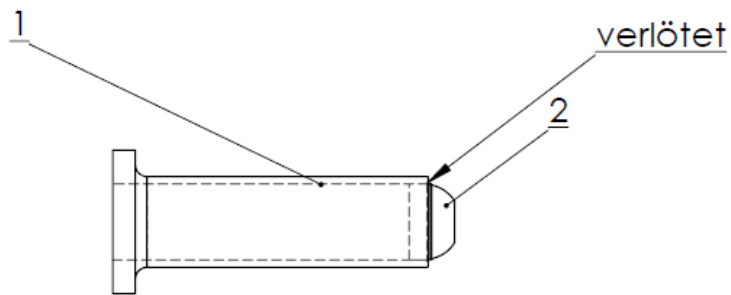
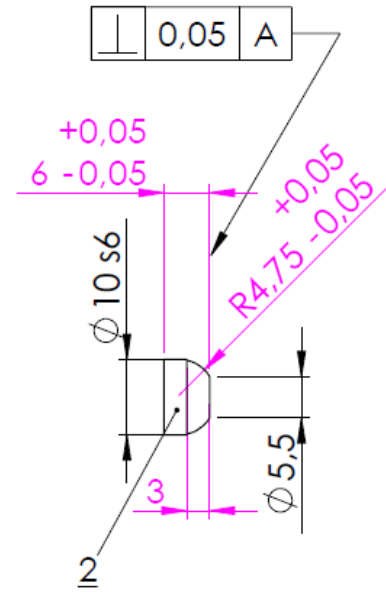
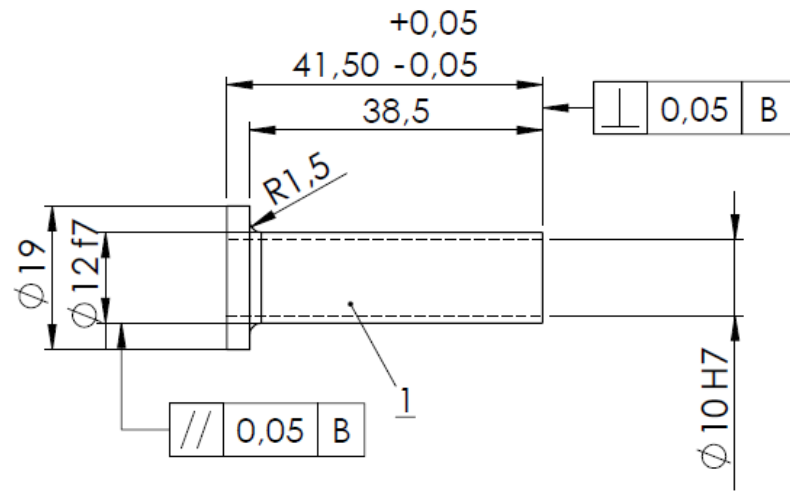


Teil 2:
durchgehärtet: HRC 63⁺ 1
Lötnaht sauber verputzt

Ra 0.8 feingeschliffen (Ra 3.2 /)

Verwendungsbereich		(zul. Abw.)		(Oberfläche)		Maßstab: 1:1		(Gewicht)	
						Werkstoff (1) X 210 Cr 12 (2) HSS			
						Rohteilnummer:			
						Modell-Nr			
				Datum		Name		Benennung:	
				Bearb. 05.03.2010		M. Ringelhan		Stempel d=8	
				Gepr.					
				Norm					
								Zeichnungsnummer:	
								0210.320.001.003	
								Blatt	
								1	
Zust.	Änderung	Datum	Name	(Urspr.)	(Erst. f.)			(Erst. d.)	





Teil 2:
 durchgehärtet: HRC 63⁺ 1
 Löttnaht sauber verputzt

Ra 0.8 feingeschliffen (Ra 3.2)

Verwendungsbereich		[zul. Abw.]		(Oberfläche)		Maßstab: 1:1		(Gewicht)	
						Werkstoff (1) X 210 Cr 12 (2) HSS			
						Rohteilnummer:			
						Modell-Nr			
				Datum		Name		Benennung: Stempel d=6	
				Bearb. 05.03.2010		M. Ringelhan			
				Gepr.					
				Norm					
						Zeichnungsnummer:		Blatt	
						0210.320.001.004		1	
Zust.	Änderung	Datum	Name	(Urspr.)	(Erst. f.)			(Erst. d.)	

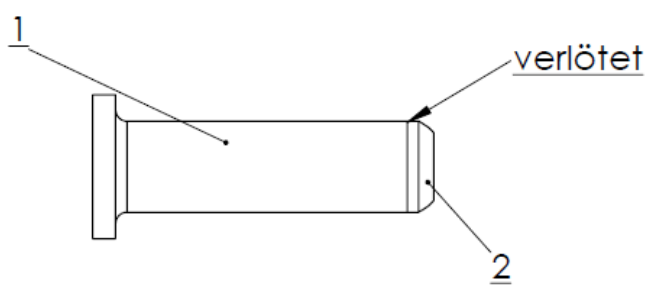
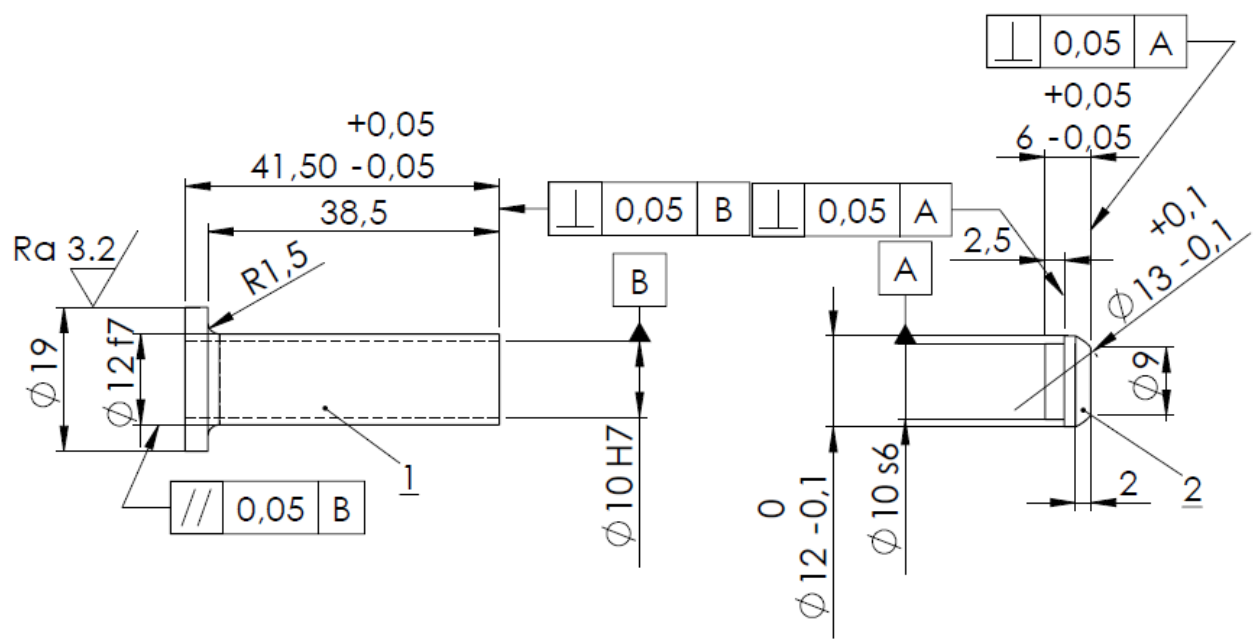


A

B

C

D



Teil 2:
 durchgehärtet: HRC 63⁺ 1
 Löttnaht sauber verputzt

Ra 0.8 ∇ feingeschliffen (Ra 3.2 ∇)

Verwendungsbereich		(zul. Abw.)		(Oberfläche)		Maßstab: 1:1		(Gewicht)	
						Werkstoff (1) X 210 Cr 12 (2) HSS			
						Rohteilnummer:			
						Modell-Nr			
				Datum		Name		Benennung:	
				Bearb. 05.03.2010		M. Ringelhan		Stempel d=10	
				Gepr.					
				Norm					
								Zeichnungsnummer:	
								0210.320.001.005	
								Blatt	
								1	
Zust.	Änderung	Datum	Name	(Urspr.)	(Erst. f.)			(Erst. d.)	



1

2

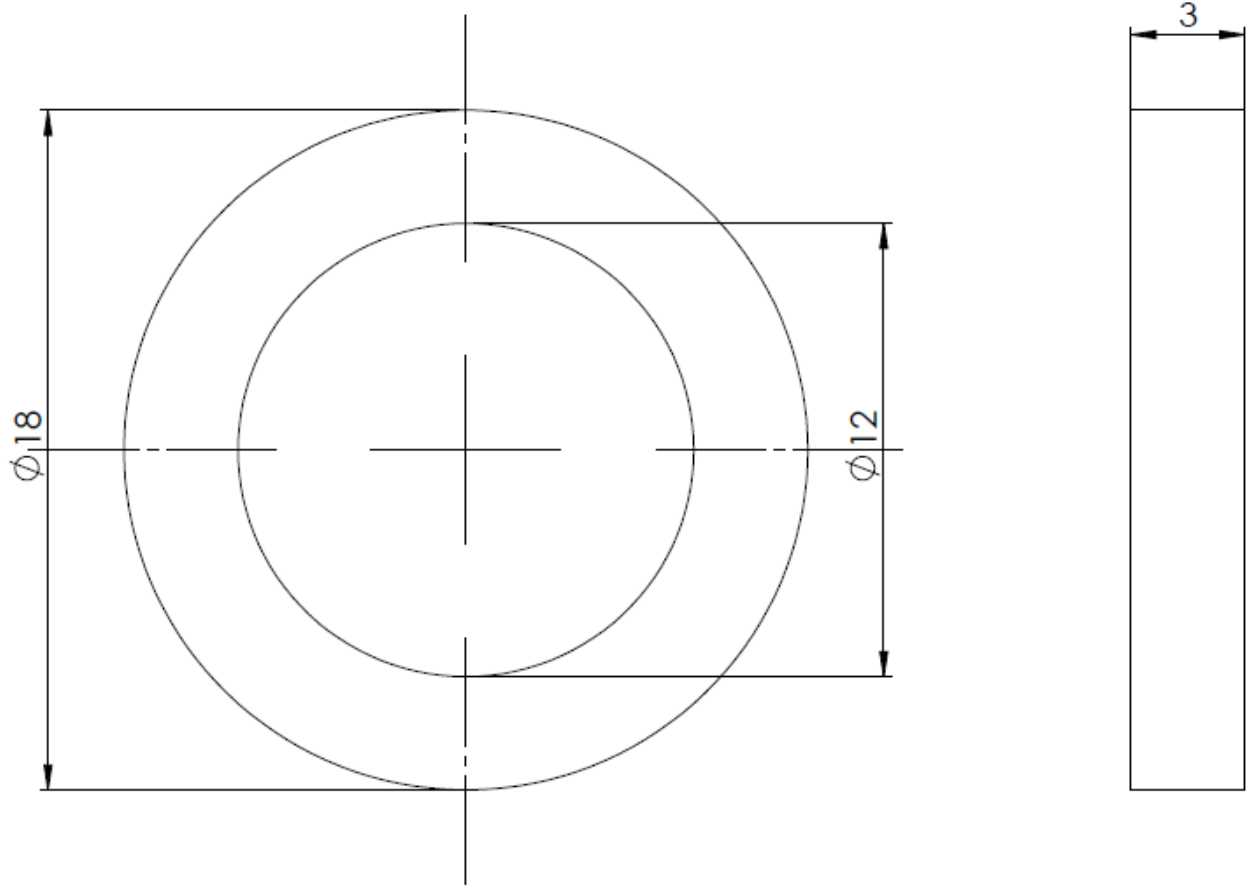
3

4

A

B

C



D

E

Verwendungsbereich		(zul. Abw.)		(Oberfläche)		Maßstab: 5:1		(Gewicht)	
						Werkstoff			
						Rohteilnummer:			
						Modell-Nr			
				Datum		Name		Benennung: Dichtring	
				Bearb. 25.03.2010		M. Ringelhan			
				Gepr.					
				Norm					
								Zeichnungsnummer: 0210.330.000.001	
								Blatt 1	
Zust.		Änderung		Datum		Name (Urspr.)		(Erst. f.) (Erst. d.)	

F



A

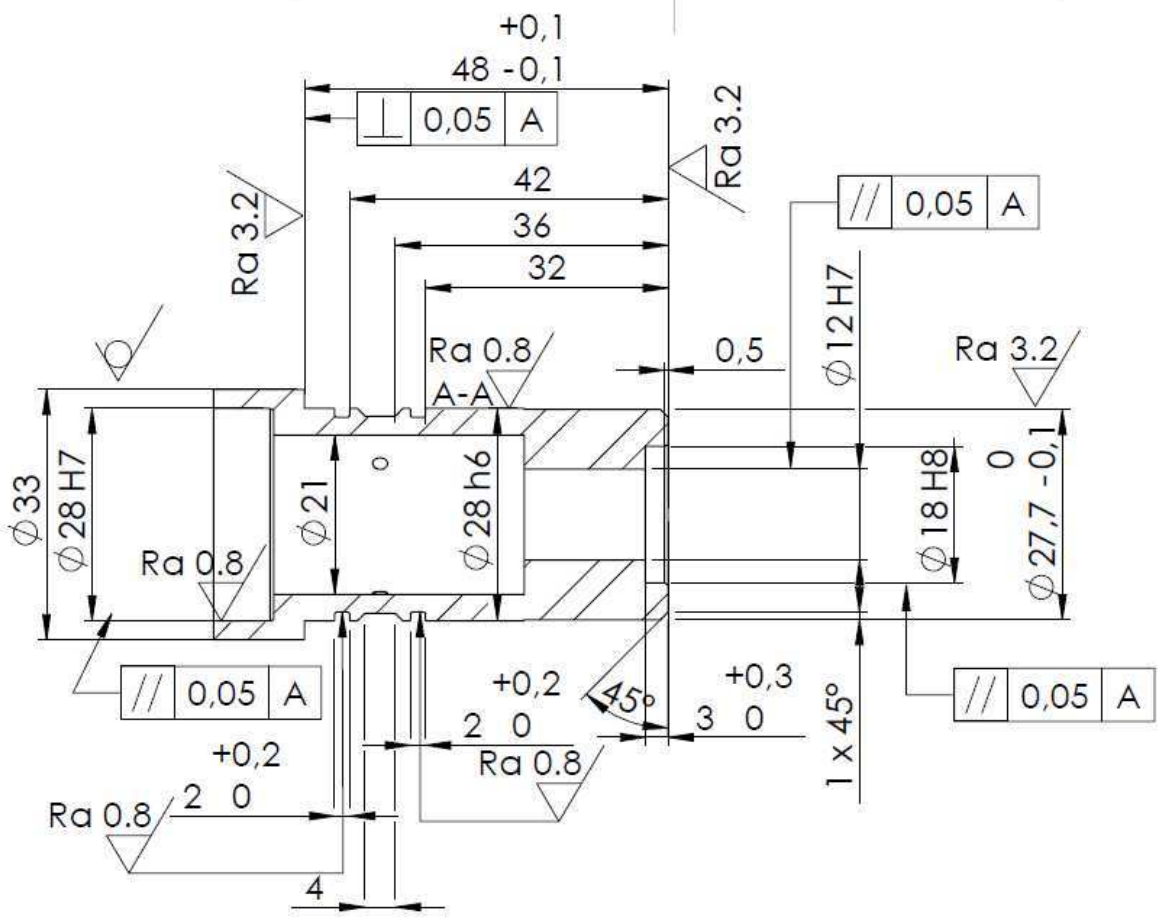
B

C

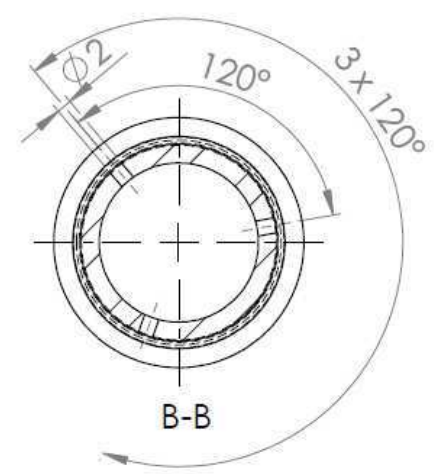
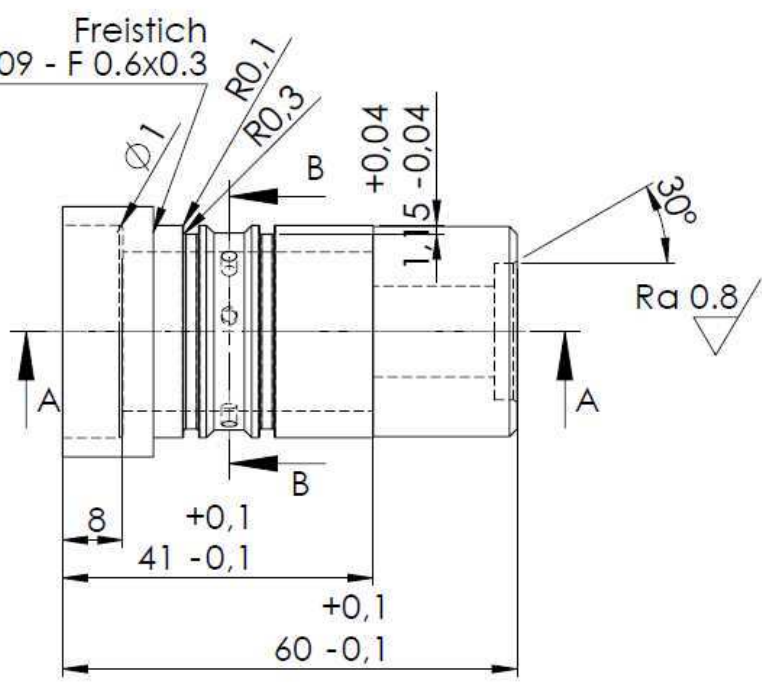
D

E

F



Freistich
Din 509 - F 0.6x0.3



Ra 12.5 / (Ra 3.2 / Ra 0.8 /)

alle scharfen Kanten entgratet

Verwendungsbereich:		(zul. Abw.)		(Oberfläche)		Maßstab: 1:1		(Gewicht)	
						Werkstoff Ms			
						Rohteilnummer:			
						Modell-Nr			
				Benennung:		Flansch			
		Datum		Name					
		Bearb.		08.03.2010					
				Gepr.					
				Norm					
						Zeichnungsnummer:		Blatt	
						0210.330.000.003		1	
						(Erst. f.)		(Erst. d.)	
Zust.		Änderung		Datum		Name		(Uspr.)	



A

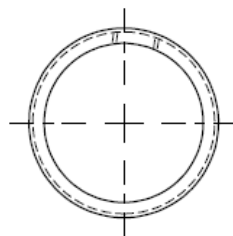
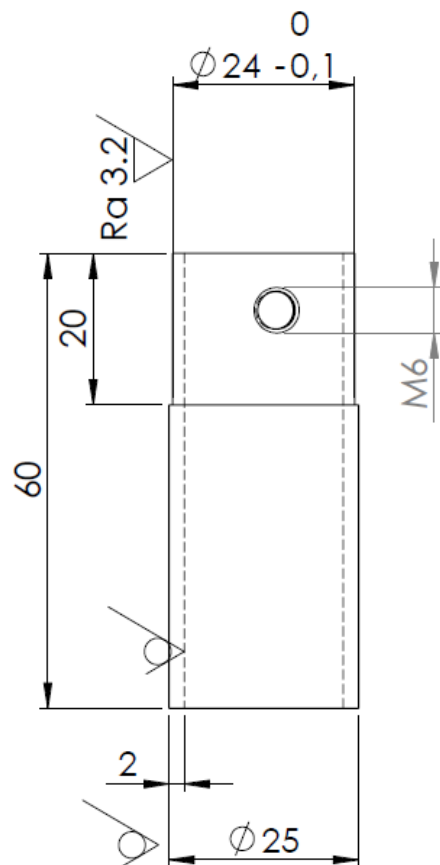
B

C

D

E

F



alle scharfen Kanten entgratet und brüniert

Ra 12.5 / (Ra 3.2 /)

Verwendungsbereich		(zul. Abw.)		(Oberfläche)		Maßstab: 1:1		(Gewicht)	
						Werkstoff: S 235			
						Rohteilnummer:			
						Modell-Nr			
				Datum		Name		Benennung: Absaugrohr	
				Bearb. 05.03.2010		M. Ringelhan			
				Gepr.					
				Norm					
								Zeichnungsnummer: 0210.399.000.003	
								Blatt 1	
Zust.	Änderung	Datum	Name	(Uspr.)	(Erst. f.)	(Erst. d.)			



Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit ohne fremde Hilfe selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Teile, die wörtlich oder sinngemäß einer Veröffentlichung entstammen, sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde noch nicht veröffentlicht oder einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Ort, Datum

Markus Ringelhan