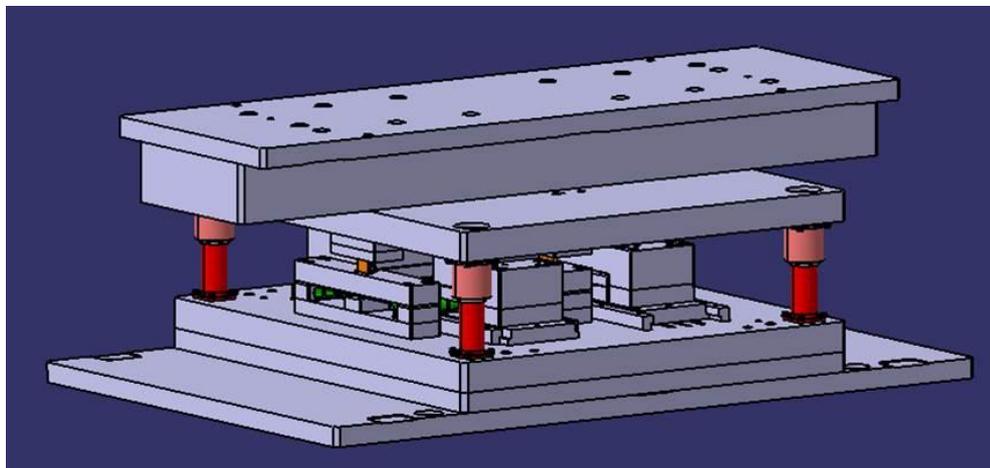




Projektarbeit 2015

für die Prüfung zur Staatlich geprüften Technikerin
Fachrichtung Maschinentechnik
an der Meisterschule für Handwerker in Kaiserslautern

Fertigungsoptimierung zur Herstellung von Brems- schienen für Stückgut-Durchlaufregal-Systeme



Vorgelegt von:	Nina Wirth
Abgabedatum:	17.04.2015
Betreuer im Unternehmen:	Herr Knecht
Betreuer der MHK:	Herr Emmes

Vorwort

Am 19.08.2013 begann ich an der Meisterschule für Handwerker in Kaiserslautern meine zweijährige schulische Weiterbildung zur Staatlich geprüften Technikerin mit der Fachrichtung Maschinentechnik in Vollzeitform.

Ein wichtiger Bestandteil der Weiterbildung ist das Lernmodul Projektarbeit, welches in Zusammenarbeit mit einem ausgewählten Unternehmen und der Meisterschule durchgeführt werden soll. Ziel der Projektarbeit ist es, ein Problem mit Hilfe von erworbenen Fähigkeiten und Kenntnissen systematisch zu analysieren, um zu einer optimalen Lösung zu gelangen. Durch eigenverantwortliches und selbstständiges Arbeiten wird somit auf das spätere Berufsleben vorbereitet.

Bei der Durchführung der Projektarbeit habe ich mich für die Zusammenarbeit mit dem Unternehmen Bito-Lagertechnik an dem Standort Meisenheim in der Abteilung Betriebsmittelkonstruktion entschieden. Das Unternehmen ist auf die Bereiche Lagereinrichtung und Kommissioniersysteme spezialisiert. Da ich dort bereits meine Ausbildung zur technischen Zeichnerin absolviert habe und weiterhin in der weiterbildungsfreien Zeit tätig bin, war das Unternehmen meine erste Wahl.

Um meine bereits erworbenen Fähigkeiten und Kenntnisse im Bereich Maschinentechnik und Konstruktion anzuwenden, habe ich mich für eine Technikerarbeit der methodischen Durchführung nach VDI 2221 / 2222 entschieden.

Anhand der Anlehnung an diese methodische Durchführung entschloss ich mich für das Projekt „Fertigungsoptimierung zur Herstellung von Bremsschienen für Stückgut-Durchlaufregal-Systeme“, welches auf den folgenden Seiten genau erläutert wird.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich recht herzlich bei den Personen bedanken, die mich während der Zeit der Anfertigung der Technikerarbeit motiviert und in verschiedenen Bereichen unterstützt haben.

Ein besonderer Dank gilt meinem Betreuer Herrn Emmes von der Meisterschule für Handwerker für seine ausgiebige Unterstützung und die vielen hilfreichen Tipps.

Einen weiteren Dank möchte ich meinem Betreuer Herrn Knecht von der Firma Bito-Lagertechnik aussprechen, der mir dieses interessante Thema für die Technikerarbeit ermöglicht hat und mir bei Fragen stets zur Seite stand.

Weiterhin danke ich meinen Arbeitskollegen Hr. Böttcher, Hr. Lorentz, Hr. Vonhof, Hr. Selzer, Hr. Wolfsgruber und Hr. Neumann für die konstruktive und fachliche Unterstützung während der Bearbeitungszeit.

Dank sagen möchte ich meinen Eltern für die Unterstützungen während dieser Zeit.

Zuletzt möchte ich mich bei all jenen bedanken, die namentlich nicht erwähnt wurden.

Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere an Eides statt durch meine eigenhändige Unterschrift, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe angefertigt habe. Die Arbeit war in gleicher oder ähnlicher Fassung noch nicht Bestandteil einer Schul-, Studien- oder Prüfungsleistung. Alle Stellen, die wörtlich oder dem Sinn nach auf Publikationen oder Vorträgen anderer Autoren beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Ich versichere außerdem, dass ich keine andere als die angegebene Literatur verwendet habe. Diese Versicherung bezieht sich auch auf alle in der Arbeit enthaltenen Zeichnungen, Skizzen, bildlichen Darstellungen und dergleichen.

Ort, Datum

Unterschrift

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	I
Danksagung	II
Eidesstattliche Erklärung	II
1. Das Unternehmen Bito-Lagertechnik	1
1.1 Das Produktportfolio	2
2. Projektbeschreibung	3
2.1 Ist-Zustand.....	3
2.2 Soll-Zustand.....	5
3. Das methodische Konstruieren	7
3.1 Grundlagen.....	7
3.2 Die 4-Phasen-Methode nach VDI 2221/2222	8
3.2.1 Analysephase	8
3.2.2 Konzeptphase.....	8
3.2.3 Entwurfsphase	8
3.2.4 Ausarbeitungsphase	8
4. Analysephase.....	9
4.1 Analyse des Ist-Zustandes.....	9
4.2 Randbedingungen	10
4.2.1 Coilauswahl.....	10
4.2.2 Auswahl der Werkzeugmaschine.....	11
4.2.3 Varianten der Sonderbauteile	13
4.2.4 Zusammenfassung der Randbedingungen	14
4.3 Anforderungsliste.....	15
4.4 Funktionsstruktur	17

5.	Konzeptphase	18
5.1	Brainstorming.....	18
5.2	Morphologischer Kasten	19
5.2.1	Säulenführungsgestell	21
5.2.2	Führungsarten des Säulengestells.....	22
5.2.3	Schneidstempelkontur	23
5.2.4	Schnittkraftreduzierung der Schneidstempel	24
5.2.5	Biegeeinheit	25
5.2.6	Federelemente.....	26
5.2.7	Gestaltung der Schneidplattendurchbrüche	27
5.3	Auswahl der Lösungsvarianten.....	28
6.	Entwurfsphase	29
6.1	Streifenbild.....	30
6.2	Berechnungen der Schneid- und Abstreifkraft	32
6.2.1	Schneidkraft.....	32
6.2.2	Abstreifkraft.....	34
6.3	Aufbau des Biegewerkzeuges	35
6.3.1	Baugruppe Abschneiden.....	35
6.3.2	Baugruppe Einschneiden, Lochen, Trennen.....	43
6.3.3	Baugruppe Biegen 1 + 2	47
6.4	Zusammenbau der Baugruppen	50
6.4.1	Werkzeugunterteil	50
6.4.2	Werkzeugoberteil	51
6.4.3	Zusammenbau Werkzeugober- und- unterteil.....	52
7.	Ausarbeitungsphase	53
7.1	Einzelteilzeichnung	53



7.2	Gesamtzeichnung	53
8.	Wirtschaftlichkeitsberechnung.....	54
8.1	Werkzeugkostenberechnung	54
8.2	Amortisation Entwicklungskosten	54
8.3	Herstellkostenvergleich Alt / Neu	55
9.	Soll-Ist-Vergleich der Anforderungsliste	56
10.	Fazit	58
11.	Abbildungsverzeichnis	59
12.	Tabellenverzeichnis	60
13.	Quellenangaben.....	61
13.1	Literatur.....	61
13.2	Internetadressen.....	61
14.	Anhang.....	62

1. Das Unternehmen Bito-Lagertechnik

Die Gründung des Unternehmens „Bito-Lagertechnik Bittmann GmbH“ reicht bis in das Jahr 1845 zurück, in welchem Leopold Bittmann die Firma gründete. Zu dieser Zeit wurden Schmuckwaren und Beschlagartikel für die Lederindustrie hergestellt. Im Jahr 1959 gelang dem heutigen Inhaber Fritz-August Bittmann der Einstieg in die Lagertechnik. 17 Jahre später, im Jahr 1976, gelang ihm der weitere Einstieg in die Kommissioniertechnik.

Das international operierende Industrieunternehmen Bito-Lagertechnik ist bis heute mit über 800 Mitarbeitern auf die Bereiche Lagereinrichtung und Kommissioniersysteme spezialisiert. An den Standorten Meisenheim (Abb. 1) und Lauterecken (Abb. 2) werden auf einer Betriebsfläche von 140.000 m² kundenorientierte und wegweisende Produkte von höchster Qualität gefertigt. Seit März 2007 werden für den indischen Markt Regalbauteile für Fachboden- und Palettenregale von Bito produziert. Bito unterhält weltweit 14 eigene Tochtergesellschaften.



Abbildung 1: Unternehmenssitz und Stahlproduktion Meisenheim



Abbildung 2: Kunststoffproduktion Lauterecken

1.1 Das Produktportfolio

Im Unternehmenssitz und der Stahlproduktion Meisenheim werden alle Bito-Regalsysteme vom Einzelregal bis zur mehrgeschossigen Regalanlage gefertigt.

Das Produktprogramm umfasst alle Arten von Regalen:

- **Regale und Regalsysteme:** Fachbodenregale, Großfachregale, Weitspannregale, Palettenregale, verfahrbare Regale, usw. (Abb. 3)
- **Lager- und Kommissioniersysteme:** Stückgut- und Paletten-Durchlaufregale, automatisierte Kommissionieranlagen, mehrgeschossige Regalanlagen, usw.



Abbildung 3: Fachboden- und Palettenregale in Kombination

Im Produktionswerk in Lauterecken werden auf leistungsfähigen und hochmodernen Spritzgießmaschinen Kunststoffbehälter hergestellt.

Das Produktprogramm umfasst folgende Kästen und Behälter:

Sichtlagerkästen (Abb. 4), Regalkästen, Kanbanbehälter, Großbehälter, Kleinladungsträger, Mehrwegbehälter (Abb. 5), Eurostapelbehälter, usw.



Abbildung 4: Sichtlagerkästen



Abbildung 5: Mehrwegbehälter

2. Projektbeschreibung

2.1 Ist-Zustand

Der Artikel Bremsschiene, welcher in Abbildung 6 dargestellt ist, wird über eine Serie von Rollen geklemmt und in ein Stückgut-Durchlaufregal-System eingebaut. Die Bremsschiene dient dazu, das Lagergut, welches auf den Rollen bewegt wird, abzubremesen.

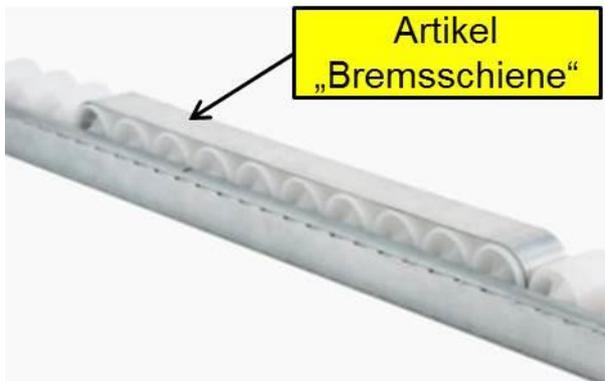


Abbildung 6: Artikel Bremsschiene über Rollen geklemmt

Die Bremsschiene wird zur Zeit in mehreren Arbeitsschritten hergestellt. Bei der Herstellung werden drei manuelle Arbeitsschritte benötigt, welche auf unterschiedlichen Maschinen durchgeführt werden. Diese Arbeitsschritte werden durch einen Mitarbeiter wie folgt ausgeführt:

1. Arbeitsschritt: Zuschnitt auf 320,50 mm ablängen

Der Zuschnitt wird auf einer Exzenterpresse aus einem Bandstahl (Coil) auf eine Länge von 320,50 mm abgelängt. Das Coil wird dabei von einer Haspel abgewickelt und durch die Exzenterpresse geführt.

2. Arbeitsschritt: 1. Seite mit dem Radius 12,5 mm biegen

Der zuvor abgelängte Zuschnitt wird mit einer Seite (Breite 20 mm) in ein Biegewerkzeug (Formwerkzeug) eingelegt, welches auf einer Exzenterpresse aufgebaut ist. Mit Hilfe des manuell ausgelösten Pressenhubs wird der Umformvorgang ausgeführt. Die erste Seite des Zuschnitts wird somit mit einem Radius von 12,5 mm gebogen (Abb. 7).



Abbildung 7: 1. Seite biegen

3. Arbeitsschritt: 2. Seite mit dem Radius 12,5 mm biegen

Das bearbeitete Teil wird aus dem Biegewerkzeug entnommen, um 180° gedreht und mit der 2. Seite (Breite 20 mm) wieder in das Biegewerkzeug eingelegt. Der Umformvorgang wird, wie oben beschrieben, erneut ausgeführt und das Teil nach Beendigung des Vorgangs entnommen (Abb. 8).

Nach der Entnahme des fertigen Teils wird dieses in einen Lagerbehälter abgelegt.



Abbildung 8: 2. Seite biegen, Fertigteil

2.2 Soll-Zustand

Aufgrund der hohen Stückkosten und langen Fertigungszyklen soll die Fertigung von Bremsschienen optimiert werden. Dabei sind folgende Gesichtspunkte zu beachten:

- **Reduzierung der Stückkosten um 15%**

Damit die Stückkosten des Bauteils reduziert werden können, soll das Fertigungsverfahren optimiert werden. Dieses Verfahren ist dabei konstruktiv auszuarbeiten. Für die Herstellung des Bauteils sollen eine Gesamtzeichnung sowie Einzelteilzeichnungen erstellt werden.

Auch eine mögliche Reduzierung von Materialkosten soll geprüft werden.

Durch die Optimierung des Fertigungsverfahrens soll der zurzeit hohe personelle Einsatz reduziert werden sowie die Zwischenlagerung von Zuschnitten entfallen.

- **Arbeiten direkt vom Coil**

Das Bauteil Bremsschiene soll direkt aus dem Bandstahl (Coil) gefertigt werden. Dies hat zur Folge, dass Zwischenlager von Halbfertigteilen vermieden werden.

- **Verringerung der Wiederbeschaffungszeit / kürzere Fertigungszeiten**

Um kürzere Fertigungszeiten anzustreben, ist es das Ziel, die Teile nicht mehr über manuelle Arbeitsgänge herzustellen. Anhand der Verkürzung der Fertigungszeiten und der direkten Verarbeitung des Bandstahls soll eine Verringerung der Wiederbeschaffungszeit möglich sein.

- **Verringerung der Lagerbestände**

Da die Möglichkeit besteht, die Teile in kürzeren Fertigungszeiten herzustellen, soll eine mögliche Reduzierung der Lagerbestände geprüft werden.

- **Nachbetrachtung / Kostenbetrachtung /Wirtschaftlichkeitsbetrachtung**

Nach Erstellung der Betriebsmittelkonstruktionen soll ein Abgleichen mit den im Vorfeld getroffenen Investitionskosten erfolgen.

- **Fertigungsvarianten Sonderbauteile**

Die Fertigungsvarianten der Sonderbauteile (Sonderlängen) sollen überprüft und wenn möglich in die Konstruktion mit einbezogen werden.

3. Das methodische Konstruieren

3.1 Grundlagen¹

Das methodische Konstruieren ist eine Methode der Lösungsfindung. Das Ziel besteht darin, mit Hilfe eines systematischen und zielgerichteten Vorgehens und einer an die Konstruktionsarbeit angepassten Arbeitsweise zu einer optimalen Lösung zu gelangen.

Bei der Konstruktionsarbeit werden prinzipiell folgende Arten von Konstruktionen unterschieden:

- **Neukonstruktion:** Entwicklung eines neuen Funktionsprinzips eines Produktes.
- **Anpassungskonstruktion:** Anpassung eines schon bekannten technischen Produktes bei gleichen Lösungsprinzipien und veränderter Aufgabenstellung.
- **Variantenkonstruktion:** Variieren der einzelnen Funktionsgrößen des Produktes. Das Lösungs- und Funktionsprinzip bleibt erhalten.

In Bezug auf die an mich gerichtete Konstruktionsaufgabe liegt nicht nur eine Neu-, sondern auch eine Anpassungskonstruktion vor. Es handelt sich um ein bekanntes technisches Produkt, dem Artikel „Bremsschiene“. Jedoch ist die Entwicklung eines neuen Funktionsprinzips erforderlich.

Im Maschinenbau sind etwa 25% aller eingehenden Aufträge Neu- und 55% Anpassungskonstruktionen.

In Anlehnung an die VDI-Richtlinie 2221 / 2222 entschloss ich mich, das Vorgehen für die Neu- und Anpassungskonstruktion in den vier Phasen des methodischen Konstruierens durchzuführen. Diese Hauptphasen gliedern sich wie folgt:

- 1. Analysephase
- 2. Konzeptphase
- 3. Entwurfsphase
- 4. Ausarbeitungsphase

¹ Ulrich Kurz; Hans Hintzen; Hans Laufenberg (2009): Konstruieren, Gestalten, Entwerfen, S. 1-56

3.2 Die 4-Phasen-Methode nach VDI 2221/2222

3.2.1 Analysephase

In dieser Phase werden zunächst alle Zusammenhänge, welche mit der Aufgabenstellung verknüpft sind, geklärt. Dies bedeutet, es werden zuerst Informationen bezüglich der Anforderungen, welche an das technische Produkt gestellt werden, bei dem Kunden und bei anderen Stellen beschafft. Diese Informationen werden in einer Checkliste zusammengetragen. Die gesammelten Daten werden mit Hilfe der Anforderungsliste geordnet. Anhand dieser Liste kann nun eine Funktionsstruktur mit einer Black-Box erstellt werden.

3.2.2 Konzeptphase

In dieser Phase werden verschiedene Lösungsmöglichkeiten, welche zur Findung einer optimalen Lösung dienen, gesucht und zusammengestellt. Hierbei ist es sehr wichtig, dass die kreativen Fähigkeiten aller geeigneten Mitarbeiter genutzt werden.

Um zu den unterschiedlichen Lösungsmöglichkeiten zu gelangen, werden verschiedene Methoden angewandt, z.B. Brainstorming, morphologischer Kasten.

3.2.3 Entwurfsphase

In der Entwurfsphase wird ein konstruktiver Gesamtentwurf (maßstäblich) erstellt. Auch Berechnungen sowie technische und wirtschaftliche Bewertungen werden mit einbezogen. Um Fehler zu vermeiden und eine optimale Lösung zu erhalten, sollte mit anderen Bereichen wie Geschäftsführung, Fertigung, usw. zusammengearbeitet werden.

3.2.4 Ausarbeitungsphase

In der letzten Phase, der Ausarbeitungsphase, wird der ausgewählte Gesamtentwurf ausgearbeitet. Es werden fertigungs- und normgerechte Einzelteilzeichnungen sowie eine Gesamtzeichnung erstellt.

4. Analysephase

In der Analysephase wird zunächst der Ist-Zustand des Artikels Bremsschiene nochmals genau überprüft. Ist dies geschehen, werden im Vorfeld ein paar Randbedingungen mit Hilfe des Ist- / Soll-Zustandes erfasst, welche den Grundstein des Projektes bilden. Sind die Randbedingungen festgelegt, wird die Anforderungsliste des zu konstruierenden Werkzeuges erstellt und eine Funktionsstruktur in Form einer Black-Box angefertigt.

4.1 Analyse des Ist-Zustandes

Anhand der ausführlichen Beschreibung des Ist- und Soll-Zustandes muss zunächst der Ist-Zustand genauer überprüft und betrachtet werden.

Die unter Punkt 2.1. (Ist-Zustand) beschriebenen Arbeitsschritte werden anhand der Lohnscheine (Arbeitspläne), die dem Mitarbeiter vor Beginn der Fertigung ausgehändigt werden, nochmals überprüft. Mit Hilfe dieser Lohnscheine (Anhang A) kann eine Aussage über die verwendete Maschine, den auszuführenden Arbeitsgang und die Coilabmaße getroffen werden. Aus den Lohnscheinen ist Folgendes zu entnehmen:

Der erste Arbeitsschritt wird auf einer Exzenterpresse „Edelhoff“, der zweite und dritte Arbeitsschritt auf einer Exzenterpresse „Ebu“ ausgeführt. Das dabei verwendete Coil hat eine Dicke von 1,30 mm, eine Breite von 20,0 mm, eine Streckgrenze von 140 - 300 mm² und befindet sich in einem verzinkten Zustand.

Um später eine genaue Aussage über die geeignete Werkzeugmaschine treffen zu können, ist eine Herstellkosten-Kalkulation des jetzigen Herstellprozesses notwendig. In Anhang B ist die Berechnung der Herstellkosten für den Artikel Bremsschiene zu finden. Die Summe der Herstellkosten beläuft sich dabei auf 0,603 € pro Stück.

4.2 Randbedingungen

Bevor die Anforderungsliste der Konstruktion des Werkzeuges ins Auge gefasst werden kann, müssen zu Beginn folgende wichtige Randbedingungen geklärt werden:

- Auswahl des Coils
- Auswahl der Werkzeugmaschine
- Varianten der Sonderbauteile

4.2.1 Coilauswahl

Der Artikel Bremsschiene wird, wie bereits erwähnt, aus dem Bandstahl 1,3 mm x 20 mm auf einer Exzenterpresse „Ebu“ auf einen Zuschnitt von 320,5 mm abgelängt. Nachfolgend wird erläutert, warum die Coilbreite und -dicke des Bandstahls überprüft werden.

4.2.1.1 Coilbreite

Die zur Zeit verwendete Coilbreite des Artikels Bremsschiene beträgt 20 mm. Diese Breite hat zur Folge, dass das Coil nur auf der Großpresse „Edelhoff“ gefahren werden kann. Auf den weiter infrage kommenden Großpressen sind nur Haspeln mit einer Coilbreite > 50 mm erlaubt (s. Tab. 1, S. 12). Bei ersten Überlegungen in Hinsicht auf die Konstruktion des Biegewerkzeuges sind einige Probleme aufgetreten. Wie auf der Teilezeichnung (Anhang C) des Artikels zu sehen ist, wird die Bremsschiene auf den beiden schmalen Seiten (20 mm) um 131° gebogen. Damit die zweite Biegung erfolgen kann, muss die gewünschte Länge zunächst von dem Coil abgetrennt werden. Dies bedeutet, das Teil müsste in einer Länge von 320,5 mm gleichzeitig von dem Coil getrennt und im nächsten Schritt gebogen werden. Da dies schwer umsetzbar ist und das Werkzeug zu komplex werden würde, muss nach einer optimalen Lösung des Problems gesucht werden.

Die Lösung wäre, die Coilbreite von 20 mm auf die Länge des Artikels zu vergrößern. Das bedeutet, die Coilbreite würde 320,5 mm betragen.

Nach Rücksprache mit meinem Betreuer Herrn Knecht wurde diese Alternativlösung mit der Umstellung der Coilbreite von 20 mm auf 320 mm gewählt.

4.2.1.2 Coildicke

Bei der momentan verwendeten Coildicke von 1,3 mm handelt es sich weder um eine Standarddicke der Firma Bito noch um eine Standarddicke der meisten Coil-Hersteller. Dies hat zur Folge, dass dieses Coil auf Maß zugeschnitten werden muss und somit mehr Kosten mit sich trägt als bei einer Standarddicke.

Durch Überprüfung der Grundmaterialien, die bei Bito verwendet werden, hat sich ergeben, dass die Materialdicke von 1,25 mm oft verwendet wird. Da die Dicke von 1,25 mm in der Toleranz des Artikels liegt und die Funktion des Bauteils nicht beeinträchtigt wird, soll durch Absprache mit meinem Betreuer Herrn Knecht das neue Coil eine Dicke von 1,25 mm betragen.

4.2.2 Auswahl der Werkzeugmaschine

Zu den bei der Firma Bito infrage kommenden Werkzeugmaschinen gehören folgende Großpressen:

- Hydraulische Doppelständerpresse Hydrap 6 + 7
- Exzenterpresse Edelhoff
- Servopressen Haulick & Roos 1 + 2

Um die geeignete Werkzeugmaschine auswählen zu können, müssen die Pressen genauer untersucht werden. Dabei ist es wichtig, die zulässigen Coilbreiten, welche auf den Werkzeugmaschinen gefahren werden dürfen, zu ermitteln. Ebenso bedeutend ist es, dass die Herstellkosten der einzelnen Maschinen ermittelt werden. Nur so kann eine Aussage über die effizienteste Maschine getroffen werden.

In der nachfolgenden Tabelle sind die Coilbreiten, welche maximal bzw. mindestens gefahren werden können sowie die Herstellkosten der Pressen, aufgelistet (Tab. 1).

Nr.	Werkzeugmaschinen	Coilbreiten (in mm)		Herstellkosten (in €)
		Min.	Max.	
1	Hydraulische Doppelständerpresse Hydrap 6 + 7	70	320	0,138
2	Exzenterpresse Edelhoff	20	240	0,248
3	Servopresse Haulick & Roos 1	50	500	0,125
4	Servopresse Haulick & Roos 2	70	420	0,125

Tabelle 1: Coilbreiten und Herstellkosten der Werkzeugmaschinen

Die Angaben der Coilbreiten min. und max. werden durch die Maschinendatenliste der Firma Bito (Anhang D) vorgegeben. Die Herstellkosten werden mit Hilfe einer Herstellkosten–Kalkulation (Anhang E) ermittelt.

Ergebnis:

Die Servopressen Haulick & Roos 1 + 2 erfüllen beide Anforderungen. Sie können beide eine Coilbreite von 320 mm fahren und sind in Bezug auf die anderen Pressen am preiswertesten. Da sich beide Maschinen nur hinsichtlich der erlaubten Coilbreiten unterscheiden und sonst dieselben Maschinendaten enthalten, kann eine der beiden Pressen je nach Verfügbarkeit ausgewählt werden.

4.2.3 Varianten der Sonderbauteile

Bei der Überprüfung des Ist-Zustandes wird festgestellt, dass neben der Herstellung der Standard-Bremsschienen auch Sonder-Bremsschienen für Sonderaufträge hergestellt werden. Bei diesen Sonder-Bremsschienen handelt es sich um Bremsschienen mit verschiedenen Längen. Mit Hilfe des Programms AXAPTA ist es möglich, die verschiedenen Sonder-Bremsschienen mit ihren Längen sowie die dazugehörigen Stückzahlen herauszufinden. Ab dem Jahr 2006 bis heute wurden ca. 50.500 Sonder-teile produziert. Da es sich um eine hohe Stückzahl der hergestellten Teile handelt, ist es wichtig, die verschiedenen Längen auch weiterhin produzieren zu können.

Um zu gewährleisten, dass die Sonderlängen bei Bedarf weiterhin hergestellt werden können, müssen alle Artikel genauer untersucht werden. In Tabelle 2 sind alle bisher hergestellten Sonderlängen und die dazugehörigen Stückzahlen ab dem Jahr 2006 bis heute aufgelistet. Es ist zu erkennen, dass in den letzten 10 Jahren sieben verschiedene Längen hergestellt wurden.

Nr.	Längen der gebogenen Bremsschiene (in mm)	Menge (in Stück)
1	52	20
2	79	8.856
3	108	2.072
4	136	18.581
5	164	11.064
6	192	660
7	219	5.448

Tabelle 2: Längen und Menge der gebogenen Sonder-Bremsschienen

Die rot markierten Zahlen weisen auf eine hohe Stückzahl hin. Bei den nicht markierten Zahlen wurden in den letzten Jahren kaum Sonderlängen gefertigt. Da bei der gebogenen Länge von 52 mm eine sehr geringe Stückzahl (20 Stück) vorliegt, wird nach Rücksprache mit meinem Betreuer diese Größe in der Konstruktion nicht berücksichtigt. Die restlichen Größen werden alle in die Konstruktion mit einbezogen.

4.2.4 Zusammenfassung der Randbedingungen

Zusammenfassend haben sich folgende Lösungen der untersuchten Randbedingungen (4.2.1. – 4.2.3.) ergeben (Tab. 3):

Randbedingungen	Lösungen
Auswahl der Coilbreite	320 mm
Auswahl der Coildicke	1,25 mm
Auswahl der Werkzeugmaschine	Servopressen Haulick & Roos 1 oder 2
Sonderbauteile	Gebogene Längen 79 mm, 108 mm, 136 mm, 164 mm, 192 mm, 219 mm

Tabelle 3: Zusammenfassung der festgelegten Randbedingungen

Durch die Auswahl der Coildicke von 1,25 mm und der Coilbreite von 320 mm hat das zu verwendende Coil die Abmaße 1,25 mm x 320 mm.

Bei der Auswahl der Werkzeugmaschinen hat sich ergeben, dass die Servopressen Haulick & Roos 1 + 2 die günstigsten Pressen sind.

In der Werkzeugkonstruktion werden alle Sonderbauteile (Sonderlängen) bis auf die gebogene Länge von 52 mm berücksichtigt.

4.3 Anforderungsliste

Die Anforderungsliste bezieht sich auf die Anforderungen, welche an das zu konstruierende Werkzeug gestellt werden und dient somit als Leitlinie für die Konstruktion des Werkzeuges.

Durch das Heranziehen der Konstruktionsrichtlinien für Werkzeuge der Firma Bito und nach Rücksprache mit meinem Betreuer Herrn Knecht wird die Anforderungsliste wie folgt erstellt (Tab. 4 + 5):

 ...oder wie lagerst Du?				Anforderungsliste Konstruktion eines Biegewerkzeuges für den Artikel Bremsschiene		Blatt 1/2, Seite 1/2
Änderung	Forderung	Empfehlung	Wunsch	Anforderungen	Verantw.	
05.03.15	X X X X X X X X			1. Werkzeugaufbau: -Werkzeuglänge: max. 2800 mm -Werkzeugbreite: max. 1000 mm -Werkzeugeinlaufhöhe über Pressentisch: 200 mm -Falscheinbau der Platten verhindern -Stempel durch Halteplatte (min. 32 mm) führen -Das Werkzeug ist mit Werkzeugdistanzierung und Hubbegrenzung auszurichten. -Im Säulengestell Anhängemöglichkeiten für Krantransporte und Demontage vorsehen -Spannmöglichkeiten, Abfallentsorgung durch Maschinentisch und Tischpositionierung beachten	Herr Knecht, Frau Wirth	
	X	X		2. Werkzeugausführung: -Werkzeug mit Kugel- oder Gleitführungen ausrüsten -Bei Vier- oder Zweisäulenführung eine Verdrehsicherung einbauen		

Tabelle 4: Anforderungsliste Teil 1

 ...oder wie lagerst Du?				Anforderungsliste Konstruktion eines Biegewerkzeuges für den Artikel Bremsschiene	Blatt 2/2, Seite 2/2
Änderung	Forderung	Empfehlung	Wunsch	Anforderungen	Verantw.
	X X			3. Schnittelemente im Werkzeugunterteil: -Schneidplatte darf 28 mm nicht unterschreiten -Schneidspalt umlaufend 10% der Blechdicke	Herr Knecht,
	X	X		4. Schnittelemente im Werkzeugoberteil: -Länge der Schneidstempel: 100 mm -Schneidstempel mit Zylinderkopfschrauben durch Kopfplatte verschrauben -Stärke der Druckplatte mind. 10 mm -Öltaschen zur Schmierung der Stempel in Führungsplatte vorsehen	Frau Wirth
	X X X			5. Werkstoffe: -Coil 320 mm x 1,25 mm -Halteplatten 1.1730 -Schneidstempel, Schneidplatten, Druckplatten 1.2379	
	X	X		6. Kräfte: -Abstreiferkraft beträgt 5% der Schnittkraft -Außermittige Belastung des Stößels vermeiden	
			X	7. Kosten: -Herstellkosten < 0,60 € / Stück	
			X	8. Termin: -Konstruktionsende: 16.04.2015	

Tabelle 5: Anforderungsliste Teil 2

4.4 Funktionsstruktur

Um mit der Konzeptphase beginnen zu können, muss zunächst eine Funktionsstruktur angefertigt werden. Mit Hilfe dieser Struktur (Abb. 9) wird die Gesamtfunktion des Biegewerkzeuges dargestellt.

Durch die Darstellung des In- und Outputs wird deutlich, welche Stoffumwandlung stattgefunden hat. Die Gesamtfunktion, welche in Teilfunktionen aufgegliedert ist, weist auf den Vorgang des Biegewerkzeuges hin. Auf die Gesamtfunktion wirken sowohl Umweltbeanspruchungen von außen als auch Umweltbelastungen nach außen.

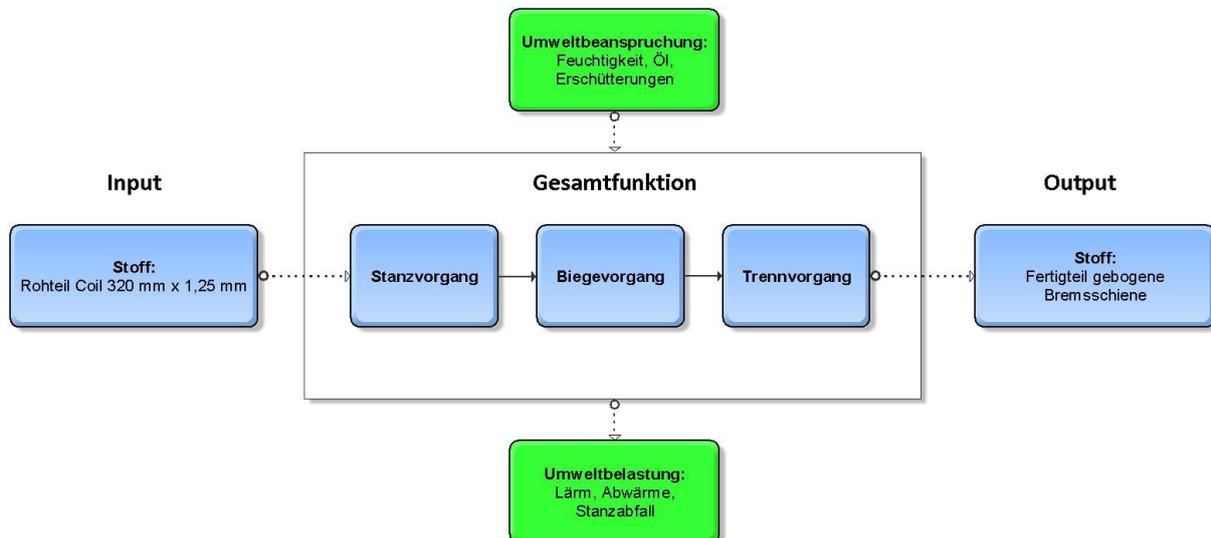


Abbildung 9: Funktionsstruktur als Black-Box-Darstellung

5. Konzeptphase

Anhand der in der Analysephase erstellten Anforderungsliste und Funktionsstruktur kann nun die Konstruktion des Biegewerkzeuges in Betracht gezogen werden. Um verschiedene Lösungsmöglichkeiten bezüglich des zu konstruierenden Werkzeuges zu finden, werden in dieser Phase die kreativen Fähigkeiten der Mitarbeiter mit einbezogen. Hierzu werden nachfolgend verschiedene Kreativitätsmethoden angewendet.

5.1 Brainstorming

Zu Beginn der Phase wird mit Mitarbeitern aus der Betriebsmittelkonstruktion und dem Werkzeugbau ein Brainstorming zu dem Thema „Konstruktion eines Biegewerkzeuges für den Artikel Bremsschiene“ durchgeführt. Ziel des Brainstormings ist es, die Ideen der Mitarbeiter zu dem ausgewählten Thema zu sammeln. In der nachfolgenden Abbildung 10 ist die Ideensammlung (Brainstorming) anhand einer Mindmap dargestellt.

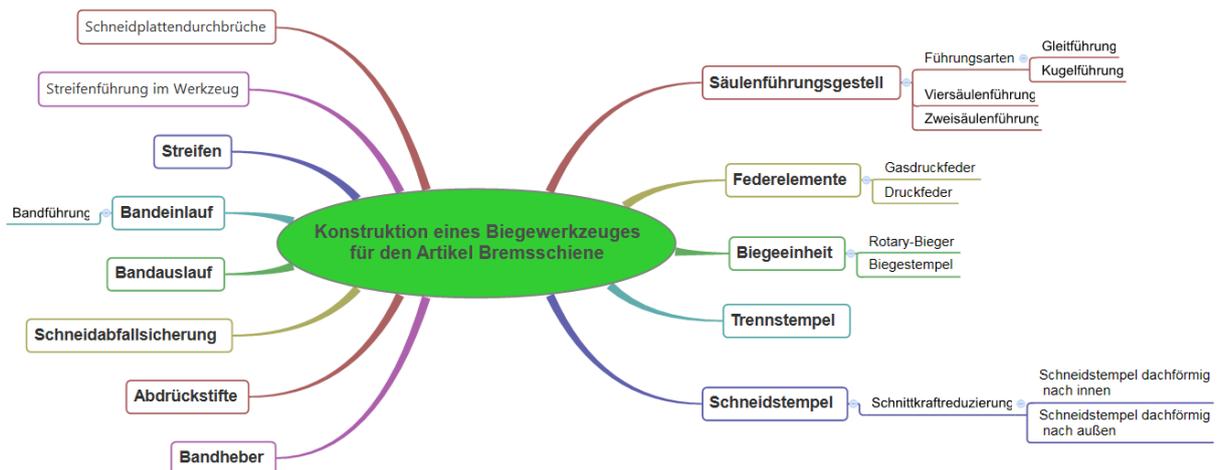


Abbildung 10: Brainstorming

5.2 Morphologischer Kasten

Anhand des durchgeführten Brainstormings werden mit Hilfe des morphologischen Kastens einige Werkzeugfunktionen, welche nachfolgend aufgelistet sind (Tab. 6 + 7), näher betrachtet. Es handelt sich hier um Werkzeugfunktionen, die in verschiedenen Varianten vorliegen.

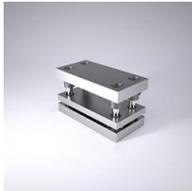
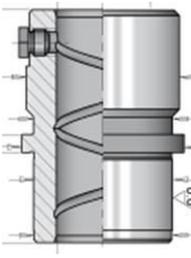
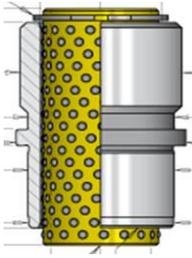
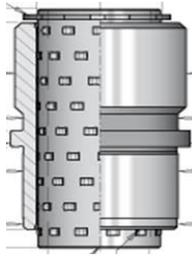
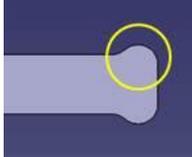
Nr.	Werkzeugfunktion	Lösungsvarianten		
		1	2	3
1	Säulenführungs- gestell	 zweiseitig	 vierseitig	
2	Führungsarten des Säulengestells	 Gleitführung	 Kugelführung	 Rollenführung
3	Schneidstempel- kontur	 Langloch	 Einstich	

Tabelle 6: Morphologischer Kasten Teil 1

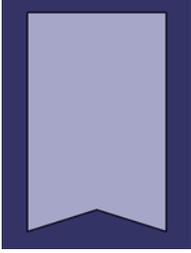
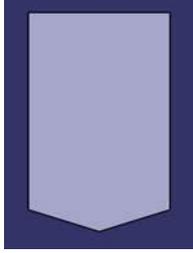
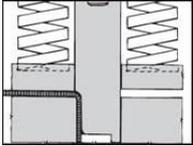
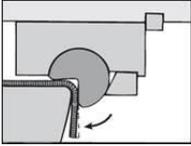
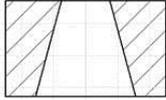
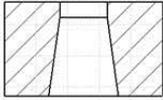
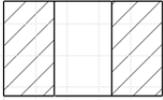
Nr.	Werkzeugfunktion	Lösungsvarianten		
		1	2	3
4	Schnittkraft-reduzierung der Schneidstempel	 Stempel eben	 Stempel dachförmig	 Stempel dachförmig erhaben
5	Biegeeinheit	 Biegestempel	 Ready Bender Bieger	
6	Federelemente	 Druckfeder	 Gasdruckfeder	
7	Gestaltung der Schneidplatten-durchbrüche	 Durchbruch mit Erweiterung (Freiwinkel)	 Durchbruch zylindrisch, danach Erweiterung	 Durchbruch ohne Erweiterung

Tabelle 7: Morphologischer Kasten Teil 2

Damit eine optimale Variante gefunden werden kann, müssen die Vor- und Nachteile der verschiedenen Lösungsvarianten der Werkzeugfunktionen gegenübergestellt werden. Anschließend wird die jeweils ausgewählte Variante begründet.

5.2.1 Säulenführungsgestell

Bei den Säulenführungsgestellen wird zwischen den Lösungsvarianten *zweiseitige* und *vierseitige* Säulenführung unterschieden (Tab. 8).

Säulenführungsgestell	 zweiseitig	 vierseitig	
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> -kostengünstiger -geeignet für schmale Werkzeuge 	<ul style="list-style-type: none"> -geeignet für große und genaue Werkzeuge -kleine bis große Arbeitsflächen -Vierpunktführung 	
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> -Kippgefahr -kleine Arbeitsfläche -Zweipunktführung 	<ul style="list-style-type: none"> -kostenintensiver 	

Tabelle 8: Vor- und Nachteile des „Säulenführungsgestells“

Die Herstellung des Artikels Bremsschiene erfordert eine relativ große Arbeitsfläche, die bei dem zweiseitigen Säulenführungsgestell nicht gegeben ist. Daher wird die Lösungsvariante der *vierseitigen Führung* gewählt.

5.2.2 Führungsarten des Säulengestells

Bei den Führungsarten des Säulengestells liegen die drei Lösungsmöglichkeiten *Gleit-, Kugel- und Rollenführung* vor (Tab. 9).

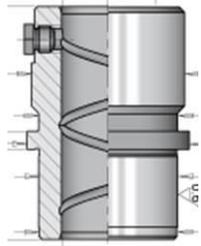
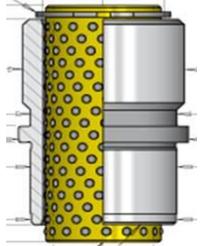
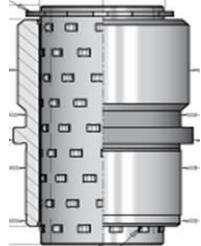
Führungsarten des Säulengestells	 Gleitführung	 Kugelführung	 Rollenführung
Vorteile	-Aufnahme von großen Seitenkräften -kostengünstiger -gute Notlaufeigenschaften	-wartungsarm -spielfreie Führung -wenig Erwärmung -für kurze u. schnelle Hubbewegungen -hohe Stabilität -einsetzbar bei Höchstgeschwindigkeiten	-höhere Belastbarkeit der Rollen gegenüber Kugeln -wartungsarm -spielfreie Führung
Nachteile	-schmutzempfindlich -für kleine Hubzahlen geeignet	-kostenintensiver -niedrigere Belastbarkeit der Kugeln gegenüber Rollen	-höhere Reibungsflächen als bei Kugelführung

Tabelle 9: Vor- und Nachteile der „Führungsarten des Säulengestells“

Die *Kugelführung* wird bevorzugt, da das Werkzeug auf kurze und schnelle Hubbewegungen ausgelegt ist und die Führung somit eine hohe Stabilität vorweist. Außerdem sind die Reibungsflächen niedriger als bei der Rollenführung.

5.2.3 Schneidstempelkontur

Bei den Schneidstempelkonturen kann zwischen zwei Lösungsvarianten, der *Stempel in Form des Langlochs* und der *Stempel in Form eines Einstichs*, gewählt werden (Tab. 10).

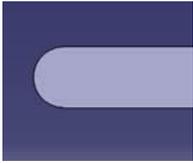
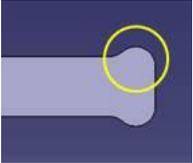
Schneidstempelkontur	 Langloch	 Einstich	
Vorteile	-einfache Herstellkontur -kostengünstiger	-Schnittgrat am Bauteil wird verhindert	
Nachteile	-Entstehung von Schnittgrat am Bauteil	-kostenintensiver -aufwendige Form -kleiner Einstich ist im Bauteil zu sehen	

Tabelle 10: Vor- und Nachteile der „Schneidstempelkontur“

Hier wird die Variante des *Einstichs* gewählt. Dadurch soll eventuell entstehender Schnittgrat (Verletzungsgefahr!) am zu bearbeitenden Bandstahl verhindert werden.

5.2.4 Schnittkraftreduzierung der Schneidstempel

Um die Schnittkraft der Schneidstempel zu reduzieren, kann zwischen den drei Lösungsmöglichkeiten, der *Stempel eben*, *dachförmig* oder *dachförmig erhaben*, gewählt werden (Tab. 11).

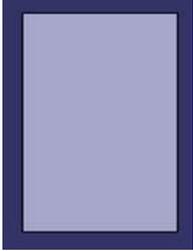
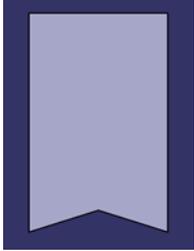
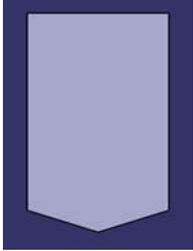
Schnittkraftreduzierung der Schneidstempel	 Stempel eben	 Stempel dachförmig	 Stempel dachförmig erhaben
Vorteile	-Abfall wird nicht verbogen -einfacher herzustellen	-Verminderung der Schneidkraft	-Verminderung der Schneidkraft
Nachteile	-keine Verminderung der Schneidkraft -Streifen kann sich verbiegen	-Abfall wird beim Lochen verbogen -aufwendige Form	-Abfall wird beim Lochen verbogen -aufwendige Form

Tabelle 11: Vor- und Nachteile der „Schnittkraftreduzierung der Schneidstempel“

Die Wahl fällt auf den *dachförmig erhabenen Stempel*, da diese Variante überwiegend bei den Stempeln der Firma Bito verwendet und als gut befunden wird.

5.2.5 Biegeeinheit

Bei der Biegeeinheit werden zwei Varianten, das *Biegen mit einem Biegestempel* und das *Biegen mit Hilfe eines „Ready Bender Biegers“*, in Erwägung gezogen (Tab. 12).

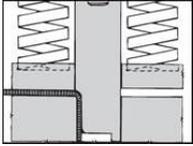
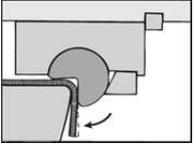
Biegeeinheit	 Biegestempel	 Ready Bender Bieger	
Vorteile	-kostengünstiger -weniger Platzbedarf -weniger anfällig	-toleranter bei Schwankungen der Materialdicke -Biegewinkel leichter nachjustierbar -erfordert weniger Kraft	
Nachteile	-Schleifspuren beim Aufwärts/Abwärtshub -Überbiegung mit höherem Aufwand möglich	-kostenintensiver -Überbiegung von 131° und großem Biegeradius nicht möglich	

Tabelle 12: Vor- und Nachteile der „Biegeeinheit“

Der „Ready Bender Bieger“ kommt nicht in Betracht, da eine Überbiegung von 131° bei der vorliegenden Biegeform in einem Schritt nicht möglich ist. Des Weiteren ist die Biegestation dieses Biegers zu groß, um die kleinste Sonderlänge biegen zu können.

5.2.6 Federelemente

Bei den Federelementen wird zwischen der *Druck-* und *Gasdruckfeder* unterschieden (Tab. 13).

Feder- elemente	 Druckfeder	 Gasdruckfeder	
Vorteile	-kostengünstiger -großer Federweg -kleine Kräfte, kleiner Platzbedarf	-sehr große Federkraft -hohe Lebensdauer -großer Federweg -große Kraft auf geringem Raum -befüllbar, reparierbar -variabler Druck möglich	
Nachteile	-mittlere Federkraft -Führung der Feder ist notwendig -höhere Kräfte, größerer Platzbedarf	-kostenintensiver	

Tabelle 13: Vor- und Nachteile der „Federelemente“

Hier wird die *Gasdruckfeder* ausgewählt, da sie mehr Kraft auf geringem Raum bietet. Durch diesen Einsatz kann eine Gasdruckfeder die Kraft mehrerer Druckfedern bringen. Außerdem ist sie reparierbar, platzsparend und weist eine hohe Lebensdauer vor.

5.2.7 Gestaltung der Schneidplattendurchbrüche

Bei der Gestaltung der Schneidplattendurchbrüche kann zwischen den drei Lösungsvarianten, *Durchbruch mit Erweiterung (Freiwinkel)*, *Durchbruch zylindrisch, danach Erweiterung* und *Durchbruch ohne Erweiterung*, gewählt werden (Tab. 14).

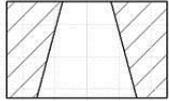
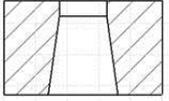
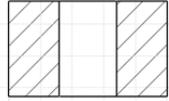
Gestaltung der Schneidplattendurchbrüche	 Durchbruch mit Erweiterung (Freiwinkel)	 Durchbruch zylindrisch, danach Erweiterung	 Durchbruch ohne Erweiterung
Vorteile	-einfacher herstellbar durch Drahterodieren	-hohe Fertigungstückzahl -gleichbleibender Durchbruch beim Nachschleifen	-hohe Maß- und Formgenauigkeit
Nachteile	-mittlere Fertigungstückzahl -Beim Nachschleifen wird der Durchbruch vergrößert.	-aufwendiger herstellbar durch Drahterodieren	-Abfallbutzen kann verkleben

Tabelle 14: Vor- und Nachteile der „Gestaltung der Schneidplattendurchbrüche“

Die Lösungsmöglichkeit *Durchbruch zylindrisch, danach Erweiterung* wird bevorzugt, da die Schneidplatten mehrmals nachgeschliffen werden. Dadurch erfolgt ein gleichbleibender Durchbruch. Außerdem hat sich diese Variante bei der Firma Bito bestens bewährt.

5.3 Auswahl der Lösungsvarianten

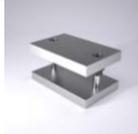
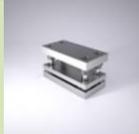
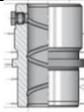
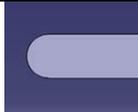
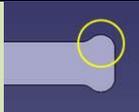
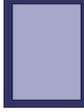
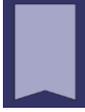
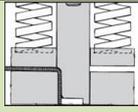
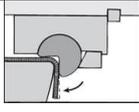
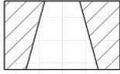
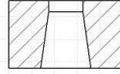
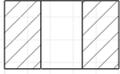
Nr.	Werkzeugfunktion	Lösungsvarianten		
		1	2	3
1	Säulenführungs- gestell	 zweiseitig	 vierseitig	
2	Führungsarten des Säulengestells	 Gleitführung	 Kugelführung	 Rollenführung
3	Schneidstempel- kontur	 Langloch	 Einstich	
4	Schnittkraft- reduzierung der Schneidstempel	 Stempel eben	 Stempel dachförmig	 Stempel dach- förmig erhaben
5	Biegeeinheit	 Biegestempel	 Ready Bender Bieger	
6	Federelemente	 Druckfeder	 Gasdruckfeder	
7	Gestaltung der Schneidplatten- durchbrüche	 Durchbruch mit Erweiterung (Freiwinkel)	 Durchbruch zylindrisch, danach Erweiterung	 Durchbruch ohne Erweiterung

Tabelle 15: Auswahl der Lösungsvarianten

6. Entwurfsphase

In dieser Phase liegt der Schwerpunkt bei der Konstruktion des Biegewerkzeuges. Hier fließen die in der Konzeptphase erarbeiteten Lösungsvarianten der verschiedenen Werkzeugfunktionen mit ein. Auch müssen die Anforderungen an die Konstruktion des Biegewerkzeuges berücksichtigt werden.

Das Werkzeug wird mit Hilfe des Programms Catia V5 R19 konstruiert.

Die Konstruktion des Biegewerkzeuges wird in den folgenden Punkten systematisch abgearbeitet:

1. Erstellung des Streifenbilds
2. Berechnungen der Schneid- und Abstreifkraft
3. Aufbau des Biegewerkzeuges
4. Baugruppe Abschneiden
5. Baugruppe Einschneiden, Lochen und Trennen
6. Baugruppe Biegen 1 + 2
7. Zusammenbau der Baugruppen

6.1 Streifenbild

Bevor mit der Konstruktion des Biegewerkzeuges begonnen werden kann, wird zunächst das Streifenbild für den herzustellenden Artikel Bremsschiene unter Berücksichtigung der Sonderlängen der Sonderbauteile erarbeitet. Mit Hilfe des Streifenbilds werden die einzelnen Fertigungsschritte vom Rohteil (Coil) bis hin zum Fertigteil der Bremsschiene dargestellt. In Abbildung 11 ist das erarbeitete Streifenbild für den Artikel zu sehen.

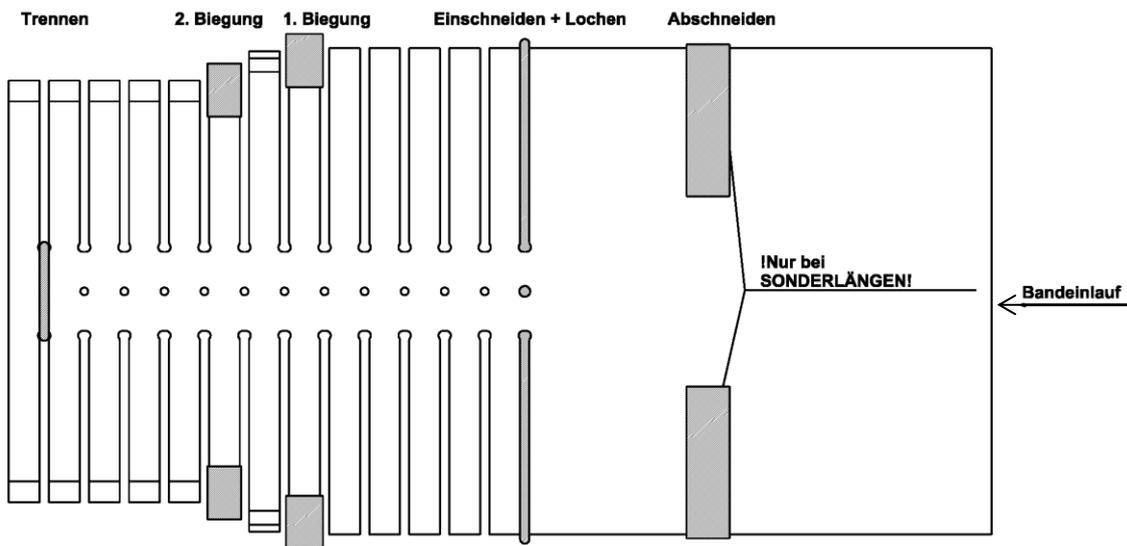


Abbildung 11: Streifenbild

Erläuterung der fünf Fertigungsschritte anhand des Streifenbilds

1. Schritt: Abschneiden (nur bei Sonderlängen !)

Hier wird das Coil auf die benötigte Zuschnittslänge der Sonderteile zugeschnitten. In der Werkzeugkonstruktion muss berücksichtigt werden, dass der Abschneidvorgang verschiebbar / verstellbar ist. Nur so können verschiedene Längen hergestellt werden.

⇒ **Dieser Vorgang darf nur bei Sonderbauteilen durchgeführt werden!!**

2. Schritt: Einschneiden + Lochen

Bei diesem Vorgang wird das Coil auf beiden Seiten eingeschnitten und gleichzeitig in der Mitte gelocht. Das beidseitige Einschneiden dient als Vorbereitung des Biegevorgangs. Das Lochen ist für den Einbau von Suchstiften notwendig.

3. Schritt: 1. Biegung (Abb. 12)

In diesem Schritt wird der zuvor eingeschnittene Bandstahl auf beiden Seiten gleichzeitig vorgebogen. Dieser Vorgang muss für die Sonderlängen verschiebbar sein.

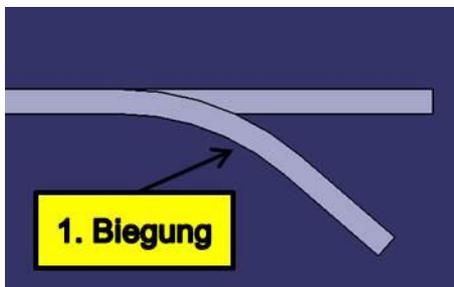


Abbildung 12: 1. Biegevorgang

4. Schritt: 2. Biegung (Abb. 13)

In diesem Schritt wird das vorgebogene Bandstahl fertig gebogen. Auch dieser Vorgang muss verschiebbar sein.



Abbildung 13: 2. Biegevorgang

5. Schritt: Trennen

In dem letzten Schritt, dem Trennvorgang, wird das halbfertige Teil von dem Bandstahl getrennt.

6.2 Berechnungen der Schneid- und Abstreifkraft

6.2.1 Schneidkraft

Bei den Schneidvorgängen *Abschneiden*, *Einschneiden*, *Lochen* und *Trennen* entstehen beim Ausschneiden des Schnittteils Kräfte, die man als Schneidkräfte bezeichnet. Mit Hilfe dieser Kräfte wird die Mindestgröße der Presse festgelegt. Die Schneidkraft wird wie folgt berechnet:

$$F = S \cdot \tau_{aB \max}$$

$$\tau_{aB \max} \approx 0,8 \cdot R_{m \max}$$

$$S = l_s \cdot s$$

F	Schneidkraft
S	Schnittfläche
$\tau_{aB \max}$	Maximale Scherfestigkeit
$R_{m \max}$	Maximale Zugfestigkeit
l_s	Länge der Schnittlinie
s	Blechdicke

Anhand der Blechbezeichnung des verwendeten Coils können die Werte für Zugfestigkeit und Blechdicke aus dem Tabellenbuch entnommen werden.

Gegeben:

Blech EN 10143-1,25 x 320 x 1500 – Stahl DIN EN 10346 - DX51D+Z100-M-A-C

$$\Rightarrow R_m = 270 \dots 500 \frac{N}{mm^2}; s = 1,25 \text{ mm}$$

Lösung:

$$\tau_{aB \max} \approx 0,8 \cdot 500 \frac{N}{mm^2} = 400 \frac{N}{mm^2}$$

$$S = l_s \cdot s = l_s \cdot 1,25 \text{ mm}$$

Die Längen der Schnittlinien (l_s) werden mit Hilfe des Programms Catia ermittelt und sind auf dem Streifenbild (Abb. 14) rot markiert.

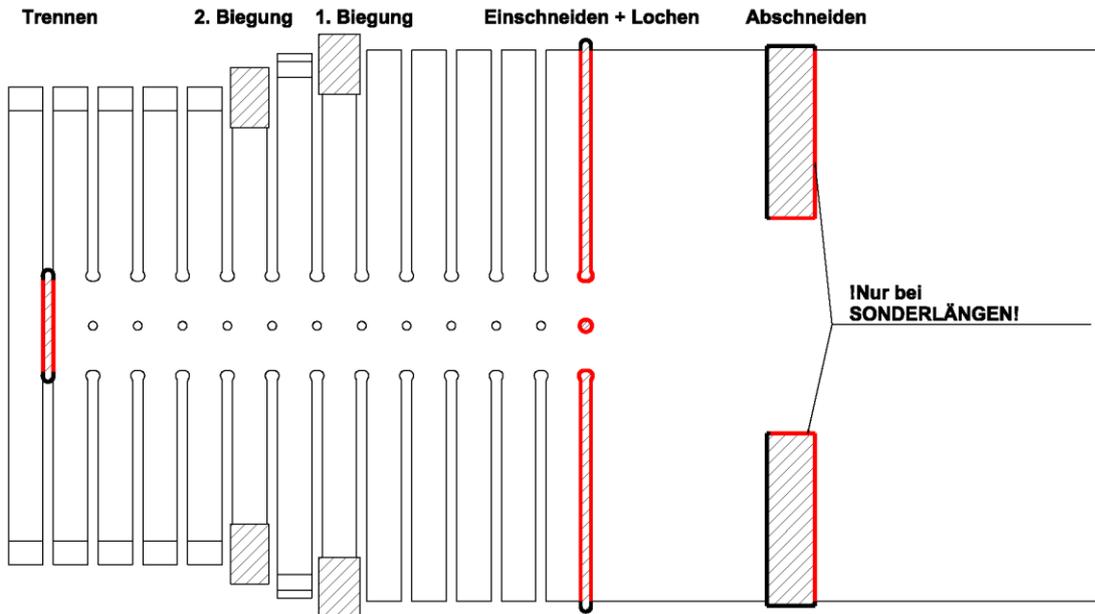


Abbildung 14: Streifenbild mit Markierung der Schnittlinien

Mit Hilfe der ermittelten Schnittlinien (l_s), der Blechdicke (s) und der errechneten maximalen Scherfestigkeit ($\tau_{aB \max}$) wird die Schneidkraft (Tabelle 16) berechnet. Bei der Berechnung wird auch die Schneidkraftreduzierung sowie die Anzahl der Schneidstempel mit einbezogen.

Schneidkraftberechnung					
Arbeitsschritte	Länge des Schnittteils l_s in mm	Schneidkraft F in N	Schneidkraftreduzierung um 20 %	Anzahl Stempel	Gesamt-schneidkraft F_{ges} in N
Abschneiden	123,50	61.750	49.400	2	98.800
Einschneiden	294,56	147.280	117.824	2	235.648
Lochen	15,71	7.855	-	1	7.855
Trennen	32,68	16.340	-	1	16.340
Summe:					358.643

Tabelle 16: Schneidkraftberechnung

Die maximale Gesamtkraft aller Schneidvorgänge beträgt 358,64 kN ($\approx 35,9$ t) und liegt somit unter der maximalen Presskraft der verwendeten Werkzeugmaschine von 400 t.

6.2.2 Abstreifkraft

Da das Coil nach dem Schneidvorgang von der Freifläche des Schneidstempels abgestreift wird, entstehen sogenannte Abstreifkräfte. Sie dienen der späteren Dimensionierung der Gasdruckfedern, welche diese Kräfte überwinden müssen.

Die Abstreifkraft (F_A) berechnet sich aus 5 % der Schneidkraft (F) ohne Berücksichtigung der Schnittkraftreduzierung:

$$F_A = F \cdot 0,05$$

Da beim Rückzug des Stempels beim Arbeitsschritt *Trennen* die Abstreifkraft nur auf einer Seite wirkt, hat sich die Länge des Schnittteils (l_s) und somit auch die Schneidkraft (F) halbiert. Die Kraft wird wie folgt (Tabelle 17) berechnet:

Abstreifkraftberechnung					
Arbeitsschritte	Länge des Schnittteils l_s in mm	Schneidkraft F in N	Abstreifkraft in N	Anzahl Stempel	Gesamt-abstreifkraft $F_{A \text{ ges}}$ in N
Abschneiden	123,50	61.750	3.088	2	6.175
Einschneiden	294,56	147.280	7.364	2	14.728
Lochen	15,71	7.855	393	1	393
Trennen	16,34	8.170	409	1	409
Summe:					21.705

Tabelle 17: Abstreifkraftberechnung

Die Gesamtabstreifkraft aller Arbeitsschritte beträgt demnach 21,7 kN (\cong 2,2 t).

6.3 Aufbau des Biegewerkzeuges

Mit Hilfe des erarbeiteten Streifenbilds werden nun erste Überlegungen hinsichtlich des Aufbaus des Biegewerkzeuges angestellt.

Das zu konstruierende Biegewerkzeug gliedert sich in die Baugruppen *Werkzeugober-* und *Werkzeugunterteil*. Das Unterteil wird auf den Pressentisch, das Oberteil an den Pressenstößel der ausgewählten Presse Haulick & Roos gespannt. Die Führung der Schneid- und Biegeelemente erfolgt über ein vierseitiges Säulenführungsgestell, welches mit Kugelführungen ausgestattet ist.

Der Aufbau des Biegewerkzeuges gliedert sich in folgende Baugruppen:

1. Abschneiden
2. Einschneiden, Lochen, Trennen
3. Biegen 1 + 2

6.3.1 Baugruppe Abschneiden

Die Baugruppe *Abschneiden* wird als eine in sich geschlossene Einheit konstruiert. Dies hat zur Folge, dass das Werkzeugunterteil mit dem Werkzeugoberteil verbunden werden muss.

Bei der Konstruktion der Baugruppe wird mit dem Unterteil begonnen.

Werkzeugunterteil

Das Werkzeugunterteil besteht aus den Bauelementen Schneidplatte, Distanzplatte und Distanzblock (Abb. 16, S. 38). Diese Elemente werden wie folgt konstruiert:

Schneidplatte (1)

Die Schneidplatte, in welche die Stempel beim Schneidvorgang um 5 mm tief eintauchen, enthält die Durchbrüche für die Schneidstempel der einzelnen Fertigungsschritte.

Die Schneidplattendurchbrüche werden von der Schneidkante des Stempels aus erweitert. Als Durchbruch wird, wie bereits festgelegt, die Variante *Durchbruch zylindrisch, danach Erweiterung* gewählt, damit sich der Abfallbutzen in der Schneidplatte nicht verklemmt.

Zwischen der Schneidkante und dem Schneidplattendurchbruch muss ein Spalt, der sogenannte Schneidspalt, liegen. Dieser beträgt umlaufend 10% der Blechdicke und berechnet sich wie folgt:

$$\text{Schneidspalt (u)} = \text{Blechdicke} \cdot 0,10$$

$$u = 1,25 \text{ mm} \cdot 0,10 = 0,125 \text{ mm}$$

Die Tiefe des zylindrisch verlaufenden Durchbruchs beträgt 5 mm, damit ein Nachschleifen der Schneidplatten möglich ist. Nach dem Durchbruch erfolgt eine Erweiterung von 1°. Der Schneidplattendurchbruch wird wie folgt konstruiert (Abb. 15):

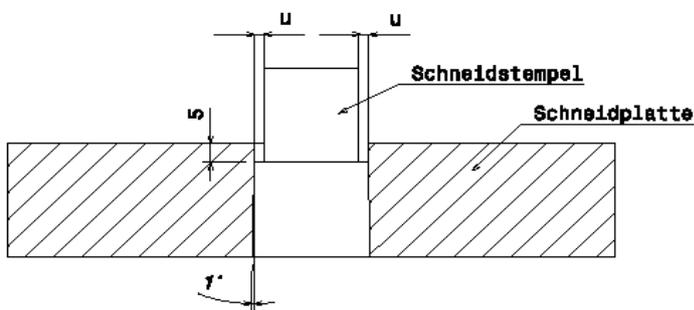


Abbildung 15: Durchbruch und Schneidspalt der Schneidplatte

Zum Verschrauben der Schneidplatte mit der Distanzplatte sind Zylindersenkungen erforderlich. Beim Fixieren der Platten werden Passbohrungen für Zylinderstifte benötigt. Diese werden so angeordnet, dass ein Falscheinbau der Platten verhindert wird.

Distanzplatte (2)

Die Distanzplatte dient zum Klemmen der kompletten Baueinheit *Abschneiden* mit der Grundplatte des Säulengestells. Sie wird mit der Schneidplatte verschraubt und verstiftet. Damit die Schnittteile leichter durchfallen, werden die Durchbrüche der Distanzplatte umlaufend 2 mm größer als die Maße des Schneidstempels konstruiert.

Die Platte weist die Form eines T auf, da auf die Auflageflächen Klemmplatten geklemmt werden. Auf der Unterseite der Platte sind vier Aussparungen für Passfedern vorgesehen, die darin verschraubt werden. Demzufolge wird die Grundplatte mit Nuten versehen, um die Passfedern führen zu können.

Distanzblock (3)

Der Distanzblock dient dazu, das Werkzeugoberteil mit dem Unterteil der Baugruppe zu verbinden. Der Block wird mit der Distanzplatte des Unterteils und der Führungsplatte des Oberteils verschraubt und verstiftet.

Das konstruierte Unterteil der Baugruppe sieht wie folgt aus (Abb. 16):

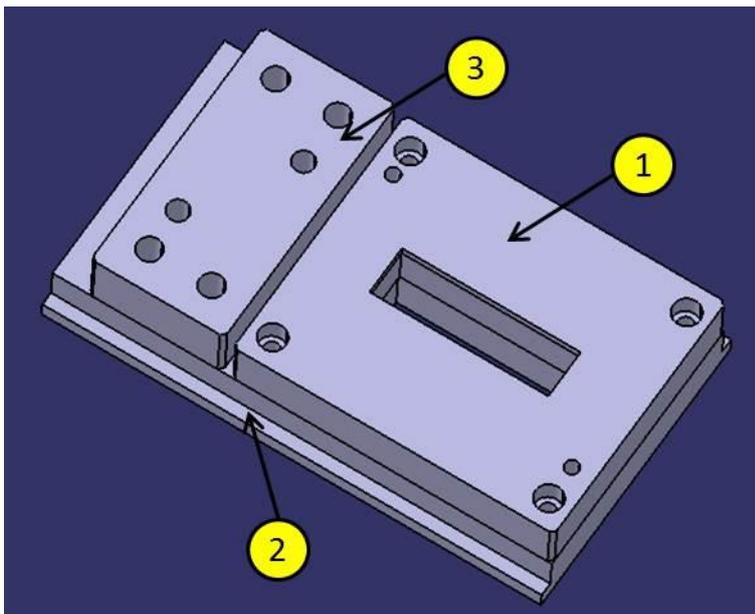


Abbildung 16: Baugruppe Abschneiden: Unterteil

1 = Schneidplatte; 2 = Distanzplatte; 3 = Distanzblock

Werkzeugoberteil

Das Werkzeugoberteil besteht aus den Bauelementen Abstreiferplatte, Führungsplatte, Abschneidstempel, Druckplatte Schieber, Druckplatte und Kopfplatte (s. Abb. 17, S. 39). Diese Elemente werden wie folgt konstruiert:

Abstreiferplatte (4)

Die Abstreiferplatte drückt während des Stanzvorgangs durch eingebaute Gasdruckfedern auf das zu verformende Blech. Sie verhindert nach dem Stanzvorgang, dass das Blech mit nach oben gezogen wird.

Die Abstreiferplatte erhält die gleiche Kontur wie die des Schneidstempels ohne Aufmaße, da der Stempel in dieser Platte genau geführt werden muss. Die Platte muss nach oben und unten beweglich sein und wird nur durch Schulterpassschrauben mit der Kopfplatte und Druckplatte zusammengehalten.

Führungsplatte (5)

Die Führungsplatte besitzt die Aufgabe, den Schneidstempel zu führen. Der Stempeldurchbruch erhält die gleichen Abmaße wie die des Stempels. Um den Stempel zu schmieren, werden sogenannte Öltaschen eingezeichnet.

Abschneidstempel (7)

Der Abschneidstempel besitzt die Form, welche im Streifenbild (Abb. 11, S. 30) zu sehen ist. Um die Schneidkraft des Stempels zu reduzieren, wird er *dachförmig erhaben* gezeichnet. Der Stempel wird mit der Druckplatte Schieber verschraubt.

Druckplatte Schieber (8)

Die Druckplatte Schieber ist mit dem Abschneidstempel befestigt und sitzt in einer Aussparung in der Druckplatte.

Schieber (9)

Der Schieber, welcher in der Kopfplatte eingebaut wird, ist über der Druckplatte Schieber eingebaut. An dem Schieber ist eine Stange befestigt, die sog. Schieberstange (10), welche als Griff dient. Bei der Fertigung von Standardteilen der Bremsschiene wird der Schieber ausgebaut.

Druckplatte (6)

In der Druckplatte wird der Abschneidstempel geführt und die Druckplatte Schieber eingebaut. Die Druckplatte wird mit der Kopfplatte verschraubt und verstiftet.

Kopfplatte (11)

Die Kopfplatte besitzt die gleichen Abmessungen wie die Druckplatte. In ihr ist eine Aussparung für einen Schieber konstruiert.

Das konstruierte Werkzeugoberteil sieht wie folgt aus (Abb. 17):

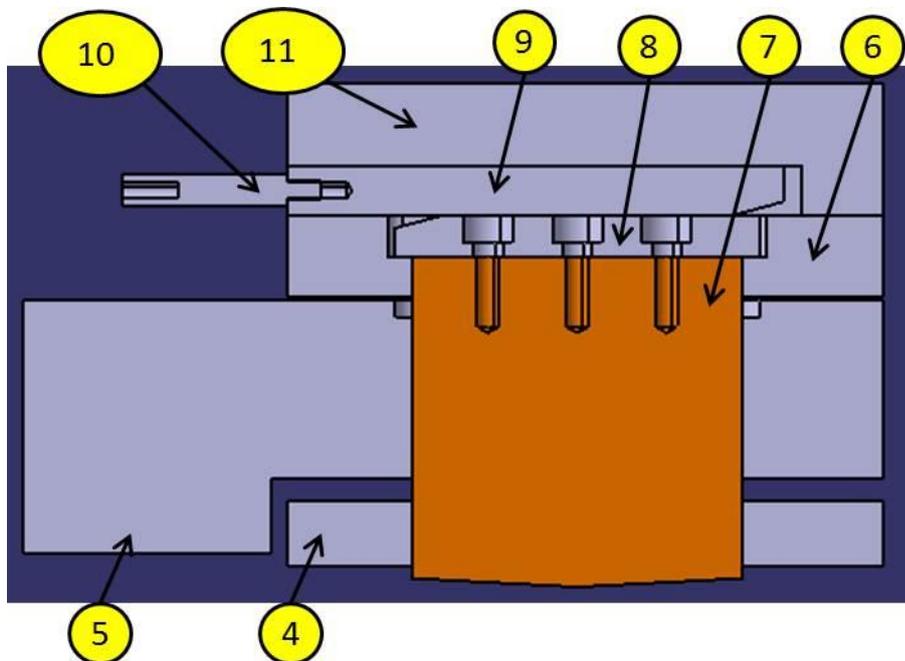


Abbildung 17: Baugruppe Abschneiden: Oberteil

4 = Abstreiferplatte; 5 = Führungsplatte; 6 = Druckplatte; 7 = Abschneidstempel;
8 = Druckplatte Schieber; 9 = Schieber; 10 = Schieberstange; 11 = Kopfplatte

Weitere Bauelemente des Werkzeugoberteils

Das Werkzeugoberteil enthält weitere Bauelemente, die nachfolgend kurz erläutert werden.

Führungssäulen

Die Führungssäulen ermöglichen eine genaue Führung von der Abstreiferplatte bis hin zur Kopfplatte. Die Säulen werden in die Abstreiferplatte eingepresst.

Führungsbuchsen

Damit die Führungssäulen optimal geführt werden, sind in der Führungsplatte und in der Halte/Kopfplatte Führungsbuchsen eingepresst.

Schulterpassschrauben

Die Schulterpassschrauben werden durch alle Platten geführt und in der Abstreiferplatte verschraubt. Beim Entlasten der Gasdruckfeder beim Rückhub des Werkzeuges wird die Kopfplatte zusammen mit der Druckplatte um den errechneten Hub nach oben gedrückt. Damit die Kopfplatte nicht nach oben entweichen kann, wird sie durch die Schulterpassschrauben um genau diesen Hub begrenzt.

Druckfedern

Die Druckfedern, welche durch die Schulterpassschrauben geführt werden, werden eingebaut, um beim Rückhub des Werkzeuges die Kopfplatte nach oben zu drücken.

Gasdruckfedern

Die Gasdruckfedern haben im Biegewerkzeug die Aufgabe, die Schneidstempel aus dem Coil herauszudrücken. Die Kraft, die dabei benötigt wird, richtet sich nach der Abstreifkraft des Abschneidstempels. Der Federweg wird wie folgt berechnet und veranschaulicht (Abb. 18):

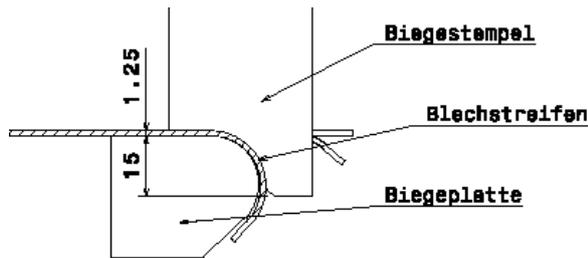


Abbildung 18: Veranschaulichung der Federwegberechnung

Federweg = Biegeweg des Biegestempels + Blechdicke + Rückzugstiefe des Stempels in der Abstreiferplatte

$$\text{Federweg } s = 15 \text{ mm} + 1,25 \text{ mm} + 1 \text{ mm} = 17,25 \text{ mm}$$

Mit Hilfe der berechneten Abstreifkraft und des Federwegs wird die passende Gasdruckfeder ausgewählt.

Druckplatte Gasdruckfeder

Die Druckplatte der Gasdruckfeder ist eine gehärtete Platte, auf welche die Feder bei jedem Hub drückt.

Das fertig konstruierte Werkzeugoberteil sieht wie folgt aus (Abb. 19):

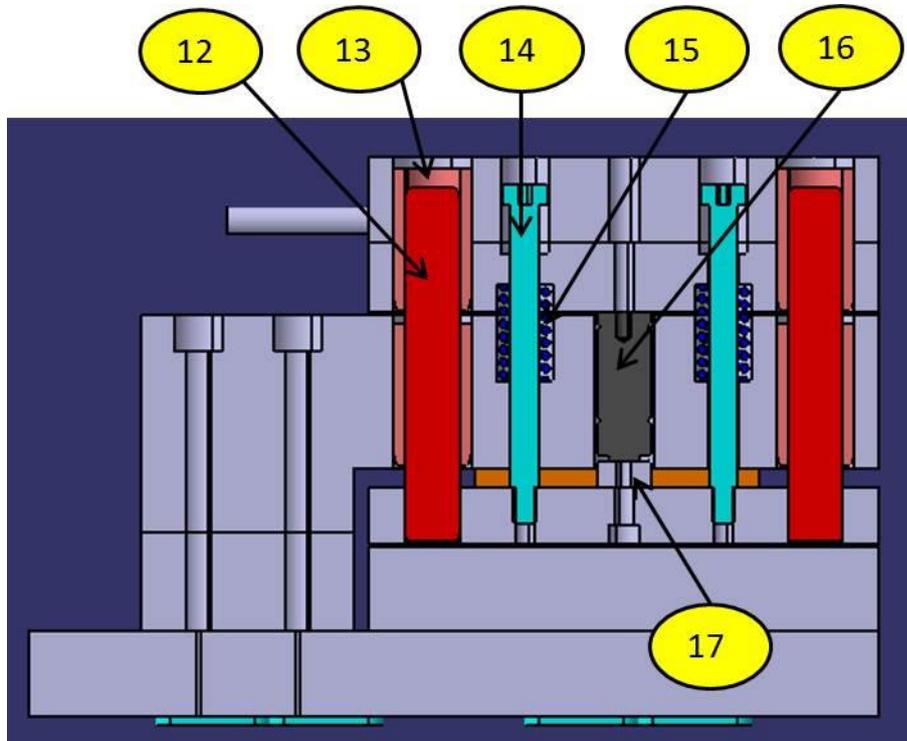


Abbildung 19: Baugruppe Abschneiden: Fertiges Oberteil

12 = Führungssäule; 13 = Führungsbuchse; 14 = Schulterpassschraube;
 15 = Druckfeder; 16 = Gasdruckfeder; 17 = Druckplatte Gasdruckfeder

Nachfolgend ist die konstruierte Baugruppe *Abschneiden* komplett mit Unter- und Oberteil dargestellt (Abb. 20). Sie wird zweimal hergestellt.

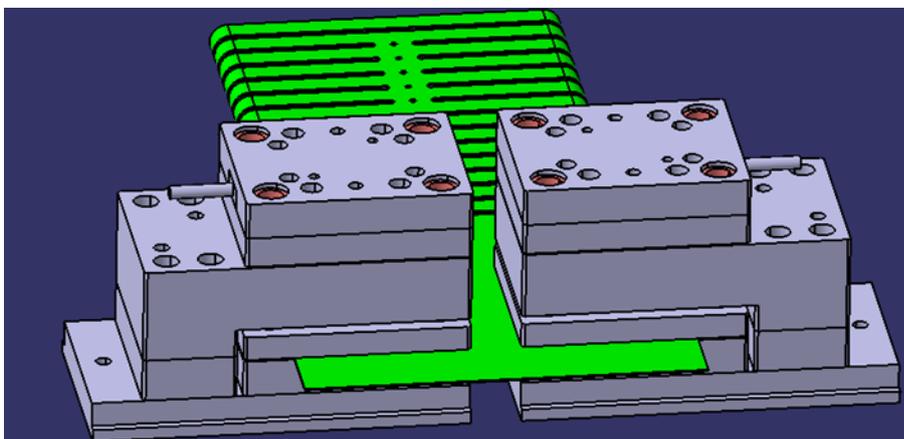


Abbildung 20: Baugruppe Abschneiden: Zusammenbau

6.3.2 Baugruppe Einschneiden, Lochen, Trennen

Diese Baugruppe wird als Plattenführung konstruiert. Die Stempel werden durch eine fest verbundene Führungsplatte, welche mit dem Werkzeugunterteil verbunden ist, in die Schneidplatte geführt.

Die Baugruppe besteht aus einem Werkzeugunter- und -oberteil. Das Unterteil wird mit der Grundplatte und das Oberteil mit der Kopfplatte des Säulengestells verschraubt und verstiftet.

Werkzeugunterteil

Das Werkzeugunterteil wird für die Arbeitsschritte Einschneiden + Lochen und Trennen mit den Bauelementen Führungsplatte, Zwischenleisten, Schneidplatte und Distanzplatte konstruiert.

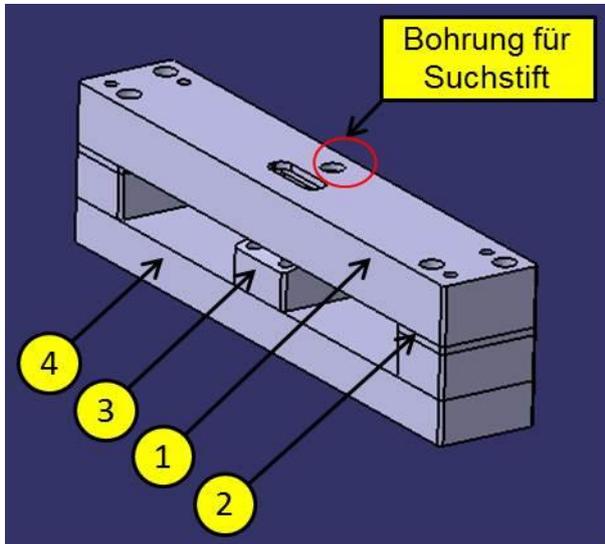
Die Durchbrüche für die Schneidelemente gestalten sich bei allen Platten wie in der Baugruppe Abschneiden beschrieben (s. S. 37). Auch werden Durchbrüche für Suchstifte, welche im Oberteil eingebaut werden, vorgesehen.

Die Führungsplatte, Zwischenleisten, Schneidplatte und Distanzplatte werden zusammen mit Zylinderschrauben in der Grundplatte des Säulengestells verschraubt und mit Zylinderstiften fixiert.

Die Zwischenleisten dienen dazu, die Führungsplatte mit der Schneidplatte zu verbinden. Sie werden so ausgelegt, dass das Coil ungehindert durchlaufen kann.

Das konstruierte Unterteil der Baugruppe sieht wie folgt aus (Abb. 21):

Arbeitsschritt *Trennen*



Arbeitsschritt *Einschneiden + Lochen*

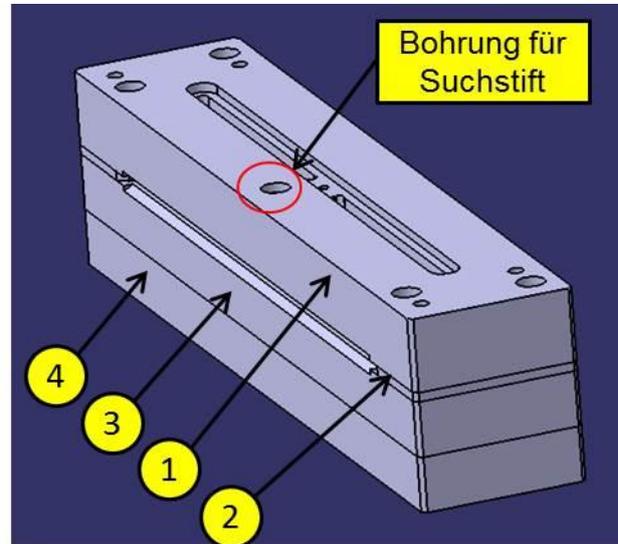


Abbildung 21: Baugruppe Einschneiden: Unterteil

1 = Führungsplatte; 2 = Zwischenleiste; 3 = Schneidplatte; 4 = Distanzplatte

Bei dem Arbeitsschritt Einschneiden + Lochen sind in der Schneid- und Distanzplatte mehrere Bandheber eingebaut. Diese abgefederten Heber drücken das Blech nach dem Rückhub des Stempels nach oben. Sie werden vor und nach dem Einschneid- und Lochvorgang eingebaut. Die konstruierten Bandheber sehen wie folgt aus (Abb. 22):

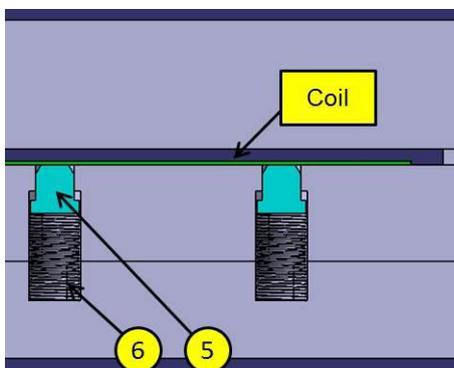


Abbildung 22: Baugruppe Einschneiden: Bandheber

5 = Bandheber; 6 = Druckfeder

Werkzeugoberteil

Das Oberteil wird aus den Bauelementen Halteplatte, Druckplatte, Zwischenplatte, Schneidelemente (Einschneid-, Loch- und Trennstempel) und Suchstift konstruiert:

In der Halteplatte werden die Einschneid- und Trennstempel genau eingepasst und durch die Druckplatte mit Zylinderschrauben befestigt. Der Lochstempel wird in die Halteplatte eingepasst und nicht verschraubt. Damit sich die Stempel nicht in die weiche Kopfplatte des Säulengestells eindrücken, wird eine Druckplatte zwischen Halte- und Zwischenplatte verbaut. Die Zwischenplatte wird nur benötigt, damit das Werkzeugoberteil die gleiche Höhe wie die Baugruppe Abschneiden aufweist. Die Halte- und Druckplatte werden zusammen mit der Kopfplatte verschraubt und verstiftet. Das konstruierte Oberteil sieht wie dargestellt aus (Abb. 23):

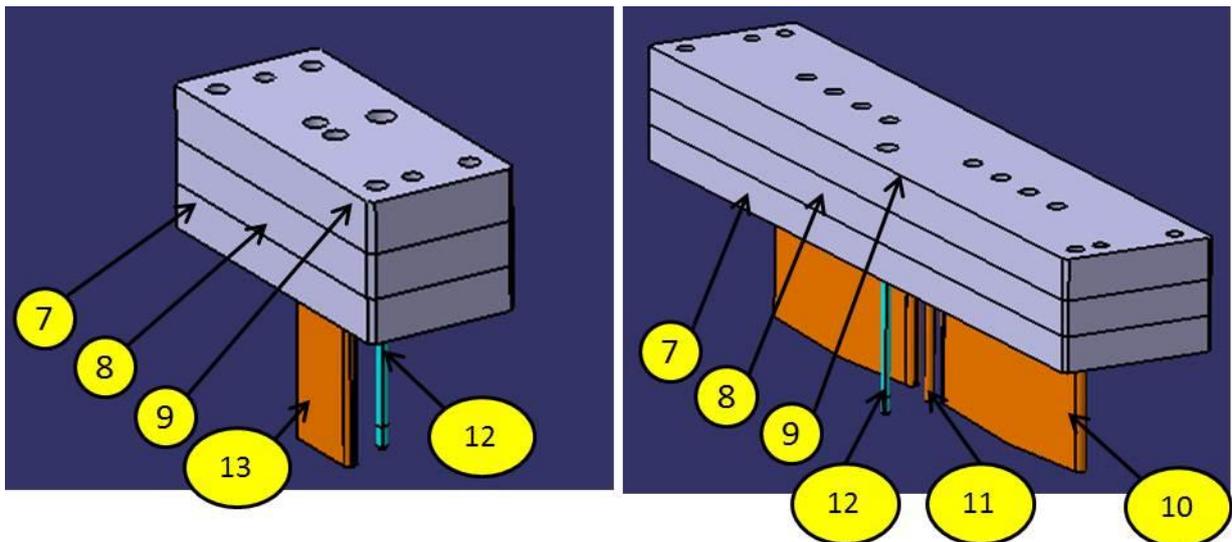


Abbildung 23: Baugruppe Einschneiden: Oberteil

7 = Halteplatte; 8 = Druckplatte; 9 = Zwischenplatte; 10 = Einschneidstempel; 11 = Lochstempel; 12 = Suchstift; 13 = Trennstempel

Wie bereits erwähnt, werden im Oberteil Suchstifte eingebaut. Durch diesen Einbau können Fehler durch ungenaues Vorschieben des Streifens vermindert werden. Die Stifte werden in der Halteplatte eingesenkt und durch eine Feder abgedrückt. Die Feder wird eingebaut, damit das Blech bei einem falschen Vorschub nicht gelocht wird.

Die Suchstifte werden so eingebaut, dass sie in die vorgestanzten Löcher greifen. Nach dem Rückhub müssen sie über dem Streifen liegen. Der Einbau der Suchstifte sieht wie folgt aus (Abb. 24):

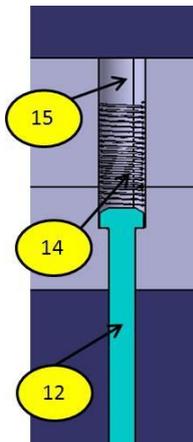


Abbildung 24: Baugruppe Einschneiden: Suchstift

12 = Suchstift; 14 = Druckfeder; 15 = Gewindestift (nicht bildlich dargestellt)

Nachfolgend sind das Werkzeugober- und -unterteil der Arbeitsschritte *Einschneiden + Lochen* und *Trennen* zusammengebaut konstruiert (Abb. 25):

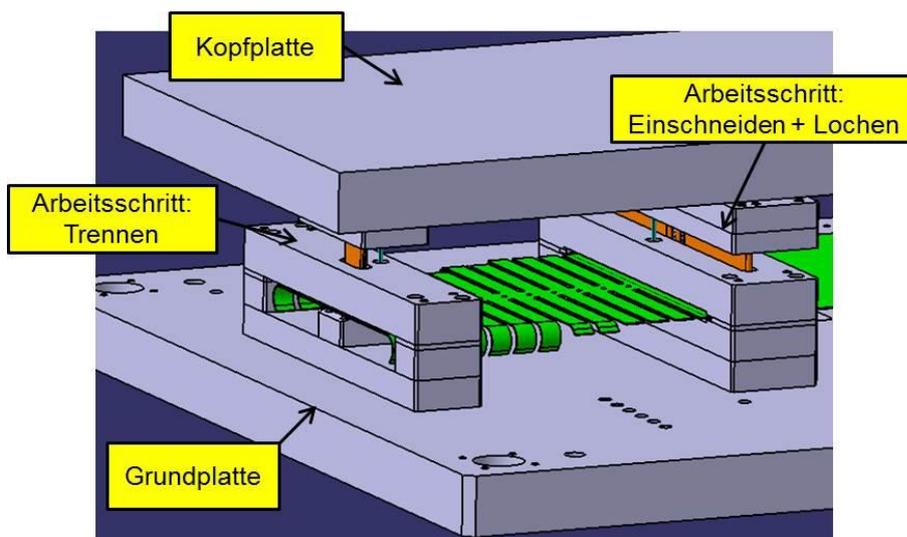


Abbildung 25: Baugruppe Einschneiden: Zusammenbau

6.3.3 Baugruppe Biegen 1 + 2

In der Baugruppe *Biegen 1 + 2* werden die Arbeitsschritte 3 (1. Biegung, S. 31) und 4 (2. Biegung) wie nachfolgend beschrieben konstruiert:

Der Plattenaufbau gestaltet sich wie bei der Baugruppe *Abschneiden*. Auch diese Baugruppe muss verschiebbar sein. Die Platten unterscheiden sich hinsichtlich der äußeren Abmaße und der Anordnung der Bohrungen. Anstelle des Schneidstempels werden hier zwei Biegestempel konstruiert, welche auf eine Biegeplatte drücken. Demzufolge gibt es keine Durchbrüche in der Distanzplatte und eine Schneidplatte wird nicht benötigt.

Um das maßgenaue Biegeteil zu erhalten, müssen bei den jeweiligen Biegeplatten und -stempeln die Rückfederung des Coils berücksichtigt und um den Rückfederungswinkel überbogen werden. Vor dem Konstruieren der Bauelemente muss der Biegewinkel vor der Rückfederung und der Radius am zu konstruierenden Werkzeug wie folgt berechnet werden (Abb. 26):

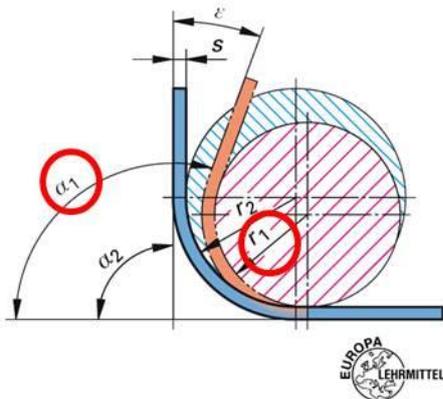


Abbildung 26: Radien und Winkel beim Biegevorgang

Gesucht: r_1 , α_1

Gegeben:

$s = 1,25 \text{ mm}$, $r_2 = 12,5 \text{ mm}$,

$k_R = 0,96$ (Wert aus Tabellenbuch ermittelt)

Berechnungsformel:

$$\alpha_1 = \frac{\alpha_2}{k_R}$$

$$r_1 = k_R \cdot (r_2 + 0,5 \cdot s) - 0,5 \cdot s$$

α_1 = Winkel am Biegewerkzeug

α_2 = Biegewinkel

s = Blechdicke

r_1 = Radius am Biegewerkzeug

r_2 = Biegeradius am Werkstück

k_R = Rückfederungsfaktor

Lösung:

1. Biegung:

$$\alpha_1 = \frac{\alpha_2}{k_R} = \frac{41^\circ}{0,96} \approx 43^\circ$$

$$r_1 = k_R \cdot (r_2 + 0,5 \cdot s) - 0,5 \cdot s = 0,96 \cdot (12,5 \text{ mm} + 0,5 \cdot 1,25 \text{ mm}) - 0,5 \cdot 1,25 \text{ mm}$$

$$r_1 \approx 12 \text{ mm}$$

Die Biegeplatte und der Biegestempel werden für die 1. Biegung wie folgt (Abb. 27) konstruiert:

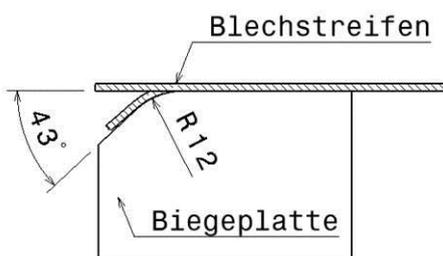


Abbildung 27: 1. Biegung: Konstruktion der Biegeplatte

2. Biegung:

$$\alpha_1 = \frac{\alpha_2}{k_R} = \frac{90^\circ}{0,96} = 93,8^\circ$$

$$r_1 = k_R \cdot (r_2 + 0,5 \cdot s) - 0,5 \cdot s = 0,96 \cdot (12,5 \text{ mm} + 0,5 \cdot 1,25 \text{ mm}) - 0,5 \cdot 1,25 \text{ mm}$$

$$r_1 \approx 12 \text{ mm}$$

Die Biegeplatte und der Biegestempel werden für die 2. Biegung wie folgt (Abb. 28) konstruiert:

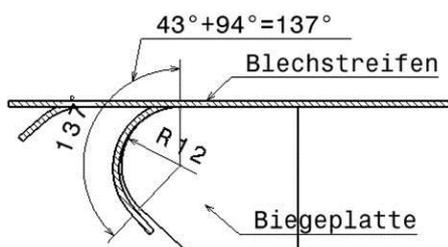


Abbildung 28: 2. Biegung: Konstruktion der Biegeplatte

Die Biegestempel der 1. und 2. Biegung werden an die Kontur der Biegeplatte angepasst.

Nachfolgend ist die konstruierte Baugruppe *Biegen 1 + 2* komplett mit Unter- und Oberteil dargestellt (Abb. 29/30). Sie wird zweimal hergestellt.

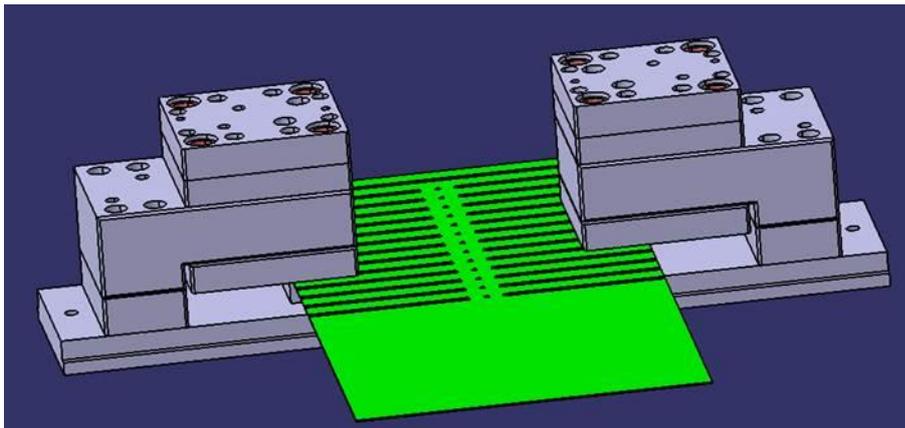


Abbildung 29: Baugruppe Biegen 1 + 2: Zusammenbau von vorne

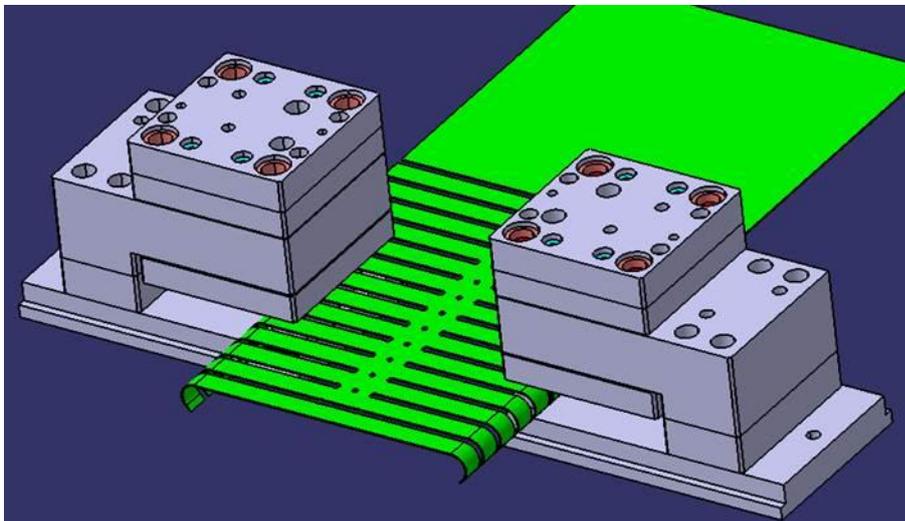


Abbildung 30: Baugruppe Biegen 1 + 2: Zusammenbau von hinten

6.4 Zusammenbau der Baugruppen

Nachdem die Baugruppen erstellt sind, werden diese auf dem Werkzeugunterteil (Grundplatte) und dem Werkzeugoberteil (Kopfplatte) verbaut.

6.4.1 Werkzeugunterteil

Die Baugruppe *Abschneiden* und *Biegen 1 + 2* sowie die Unterteile der Baugruppe *Einschneiden, Lochen, Trennen* werden anhand des Streifenbilds auf die Grundplatte des Säulengestells positioniert. Im Unterteil werden die noch fehlenden Bauelemente Grundplatte, Distanzplatte, Aufspannplatte, Klemmleiste, Führungssäule konstruiert:

Die Grundplatte, in welcher die Führungssäulen eingepresst sind, wird mit der Distanz- und Aufspannplatte verschraubt und verstiftet. Die Distanzplatte wird benötigt, um eine Einlaufhöhe des Coils von 200 mm zu erreichen. Die Aufspannplatte wird mit hydraulischen Spannern an dem Pressentisch befestigt.

Das vollständig konstruierte Werkzeugunterteil des Biegewerkzeuges wird nachfolgend veranschaulicht (Abb. 31):

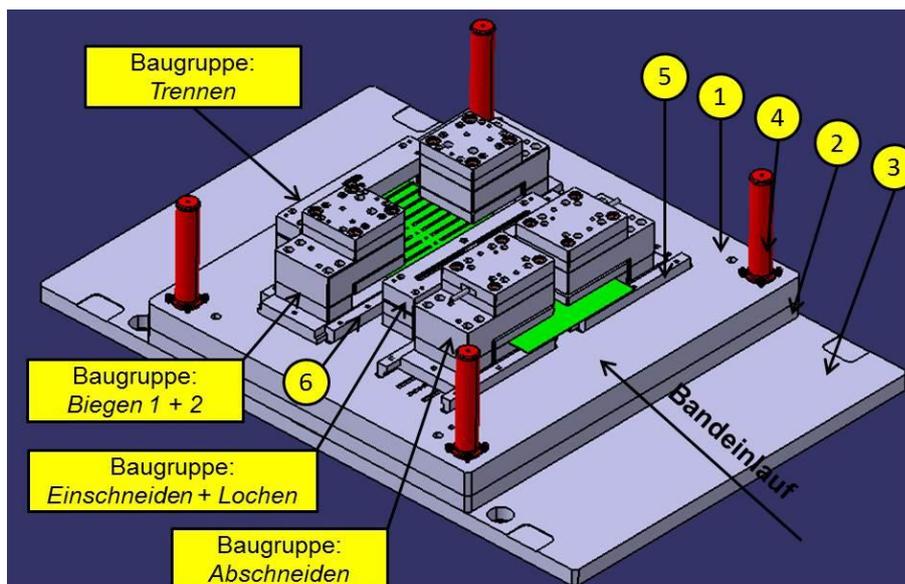


Abbildung 31: Werkzeugunterteil der Baugruppen

1 = Grundplatte; 2 = Distanzplatte; 3 = Aufspannplatte; 4 = Führungssäule;
 5 = Klemmleiste Abschneiden; 6 = Klemmleiste Biegen

Alle Platten erhalten erweiterte Durchbrüche der Schneidstempel. Die Klemmleisten, welche in der Grundplatte geführt und verschraubt werden, klemmen die Baugruppen *Abschneiden* und *Biegen*.

6.4.2 Werkzeugoberteil

In dem Werkzeugoberteil werden die Oberteile der Baugruppe *Einschneiden*, *Lochen*, *Trennen* mit Hilfe des Streifenbilds an die Kopfplatte des Säulengestells positioniert. Im Oberteil werden die noch fehlenden Bauelemente Kopfplatte, Distanzplatte und Anschraubplatte sowie die Normalien Kugelführungsbuchse und Kugelhäufung wie folgt konstruiert:

Die Platten der Baugruppe *Einschneiden*, *Lochen*, *Trennen* werden mit der Kopfplatte des Säulengestells und die Kopfplatte wiederum mit der Distanzplatte und Anschraubplatte verschraubt und verstiftet. Die Distanzplatte wird benötigt, um die Werkzeugeinbauhöhe für die Großpresse zu erreichen. Die Anschraubplatte wird mit hydraulischen Spannern an dem Pressenstößel befestigt.

Das vollständig konstruierte Werkzeugoberteil des Biegewerkzeuges wird nachfolgend veranschaulicht (Abb. 32):

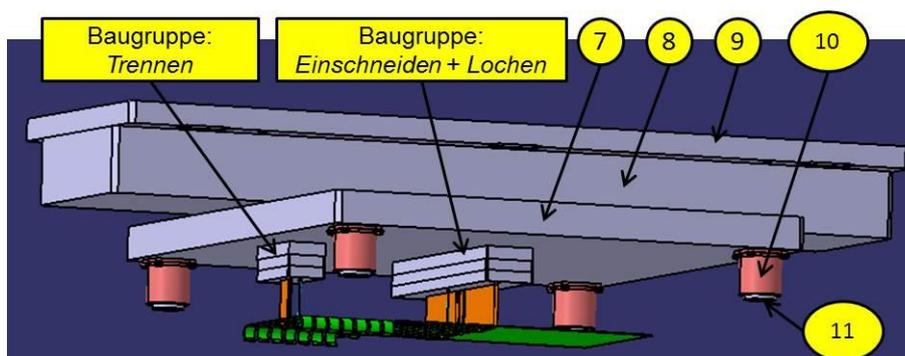


Abbildung 32: Werkzeugoberteil der Baugruppen

7 = Kopfplatte, 8 = Distanzplatte; 9 = Anschraubplatte; 10 = Kugelführungsbuchse;
11 = Kugelhäufung

6.4.3 Zusammenbau Werkzeugober- und- unterteil

In der nachfolgenden Abbildung ist das komplette Biegewerkzeug mit Werkzeugober- und Werkzeugunterteil im stanzenen Vorgang dargestellt (Abb. 33):

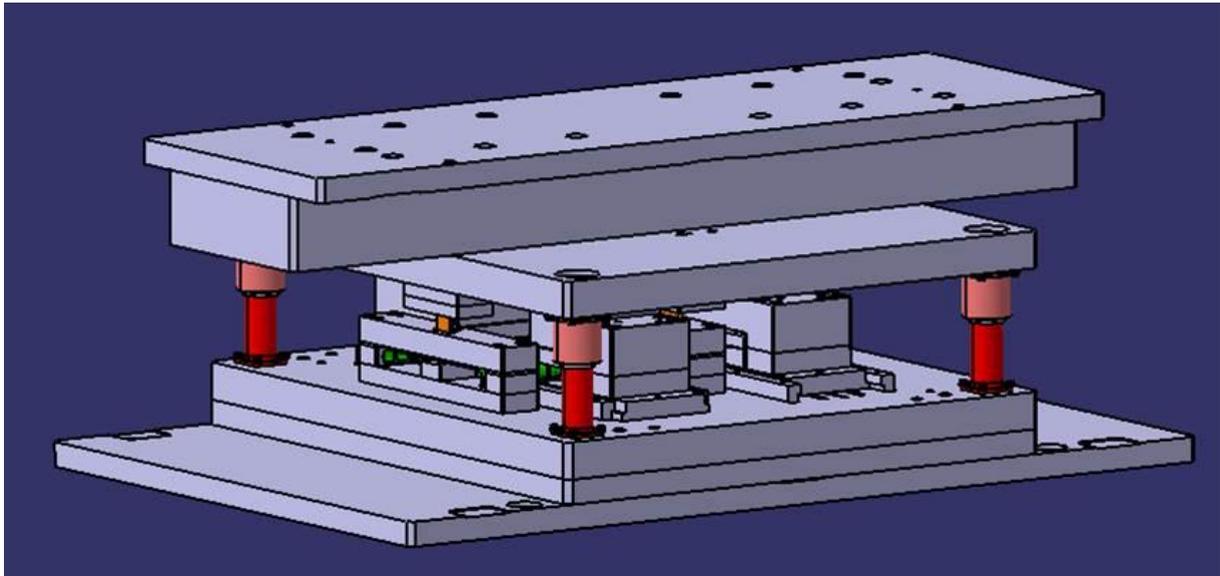


Abbildung 33: Biegewerkzeug komplett

7. Ausarbeitungsphase

In der Ausarbeitungsphase werden von den in der Entwurfsphase erstellten CAD-Daten norm- und fertigungsgerechte Zeichnungen erstellt, damit das Biegewerkzeug gefertigt werden kann. Die Einzelteil- und Gesamtzeichnungen werden im Anhang F aufgeführt.

Damit in jeder Zeichnung der gleiche Zeichnungsrahmen dargestellt ist, wird vor der Konstruktion der Teile ein einheitlicher Zeichnungsrahmen erstellt. Das vorbereitete Schriftfeld wird in jeder Zeichnung eingefügt. Es müssen nur Maßstab, Datum, Bezeichnung des Teils und die Zeichnungsnummer für jedes Teil angegeben werden. Die Zeichnungsnummer wird in Anlehnung an die der Firma Bito wie folgt beschrieben (Abb. 34):

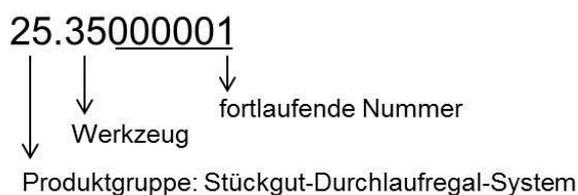


Abbildung 34: Zeichnungsnummer

7.1 Einzelteilzeichnung

In jeder Einzelteilzeichnung werden mindestens zwei Ansichten und eine Isometrie-Ansicht dargestellt. In der Zeichnung werden immer die Positionsnummer (Pos.) und der Werkstoff angegeben. Werden mehrere Teile des abgebildeten Teils hergestellt, wird dies unter der Positionsnummer kenntlich gemacht.

7.2 Gesamtzeichnung

Am Ende der Ausarbeitungsphase wird eine Gesamtzeichnung aller drei Baugruppen angefertigt. Mit Hilfe der erstellten Einzelteilzeichnungen wird die Stückliste bei jeder Gesamtzeichnung erstellt. In der Liste sind Angaben zu Positionsnummer, Anzahl, Einheit, Werkstoff, Abmaße und ggf. Bestell-Nummern (bei Normteilen) angegeben.

8. Wirtschaftlichkeitsberechnung

In diesem Kapitel werden die Herstellkosten des Artikels Bremsschiene des neuen Fertigungsprozesses berechnet und anschließend mit den Kosten des alten Fertigungsprozesses verglichen. Zunächst müssen erst die Werkzeug- und die Entwicklungskosten der Amortisation berechnet werden.

8.1 Werkzeugkostenberechnung

Die Gesamtkosten des Biegewerkzeuges setzen sich aus den Kosten Werkzeugkonstruktion, Fertigung des Werkzeuges, Material und Normteile zusammen und werden wie folgt berechnet:

Werkzeugkonstruktion:	$140 \text{ h} \cdot 50 \text{ €/h} = 7.000 \text{ €}$
Fertigung des Werkzeuges:	$150 \text{ h} \cdot 50 \text{ €/h} = 7.500 \text{ €}$
Material:	$= 1.800 \text{ €}$
Normteile:	$= 1.200 \text{ €}$
<u>Erodierarbeit:</u>	<u>$= 4.000 \text{ €}$</u>
<u>Gesamtbetrag:</u>	<u>$= 21.500 \text{ €}$</u>

Die Gesamtkosten des Biegewerkzeuges belaufen sich auf ca. 21.500 €.

8.2 Amortisation Entwicklungskosten

Die Amortisationsrechnung gibt an, ab welchem Jahr sich die Investitionen des herzustellenden Biegewerkzeuges Bremsschiene lohnen. Von der Firma Bito wird eine Amortisationsdauer von 7 Jahren vorgegeben, in welcher sich die Investition lohnen muss. Zu der Berechnung der Entwicklungskosten fließen die Amortisationsdauer, Werkzeugkosten und Anzahl der herzustellenden Bremsschienen pro Jahr mit ein. Die Entwicklungskosten werden wie folgt berechnet:

$$\text{Amortisation} = \frac{\text{Werkzeugkosten}}{\text{Stückzahl der Bremsschienen pro Jahr}} = \frac{21.500 \text{ €}}{14.000 \frac{\text{Stück}}{\text{p. Jahr}}} \approx 1,54$$

$$\text{Entwicklungskosten} = \frac{\text{Amortisation}}{7 \text{ Jahre}} = \frac{1,54 \text{ €}}{7} = 0,22 \text{ €}$$

Die Entwicklungskosten belaufen sich auf 0,22 €.

8.3 Herstellkostenvergleich Alt / Neu

Die Herstellkosten der Bremsschiene werden mit Hilfe einer Herstellkostenkalkulationstabelle der Firma Bito berechnet. Sie berechnen sich aus den Kosten des Materials, den Bearbeitungskosten an der Großpresse und der Amortisation Entwicklungskosten. Der Herstellkostenvergleich des alten Fertigungsprozesses mit dem neuen ist in Anhang G dargestellt. Der Vergleich hat Folgendes ergeben (Tab. 18):

Kosten pro Stück	Neuer Fertigungsprozess	Alter Fertigungsprozess
Materialkosten	0,051 €	0,052 €
Bearbeitungskosten	0,088 €	0,549 €
Amortisation	0,220 €	-
Entwicklungskosten		
Summe Herstellkosten	0,359 €	0,601 €
Bruttoverkaufspreis	1,01 €	1,68 €

Tabelle 18: Herstellkostenvergleich neuer / alter Fertigungsprozess

Es erfolgt somit eine Ersparnis der Herstellkosten von:

$$\text{Herstellkostenersparnis} = 0,601 \text{ €} - 0,359 \text{ €} = 0,242 \text{ €}$$

$$\text{Herstellkostenersparnis (\%)} = \frac{100 \% \cdot 0,242 \text{ €}}{0,601 \text{ €}} \approx 40,3 \%$$

Die Herstellkosten des neuen Fertigungsprozesses werden um 40% gesenkt.

9. Soll-Ist-Vergleich der Anforderungsliste

Mit Hilfe der Anforderungsliste wird nun ein Soll-Ist-Vergleich durchgeführt, um die Umsetzung der gestellten Anforderungen zu überprüfen.

				Anforderungsliste Konstruktion eines Biegewerkzeuges für den Artikel Bremsschiene	Blatt 1/2, Seite 1/2
Änderung	Forderung	Empfehlung	Wunsch	Anforderungen	Verantw.
05.03.15	✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ✓ ✓	✓		1. Werkzeugaufbau: -Werkzeuglänge: max. 2800 mm -Werkzeugbreite: max. 1000 mm -Werkzeugeinlaufhöhe über Pressentisch: 200 mm -Falscheinbau der Platten verhindern -Stempel durch Halteplatte (min. 32 mm) führen -Das Werkzeug ist mit Werkzeugdistanzierung und Hubbegrenzung auszurichten. -Im Säulengestell Anhängemöglichkeiten für Krantransporte und Demontage vorsehen -Spannmöglichkeiten, Abfallentsorgung durch Maschinentisch und Tischpositionierung beachten 2. Werkzeugausführung: -Werkzeug mit Kugel- oder Gleitführungen ausrüsten -Bei Vier- oder Zweisäulenführung eine Verdrehsicherung einbauen	Herr Knecht, Frau Wirth

Tabelle 19: Soll-Ist-Vergleich der Anforderungsliste Teil1

				Anforderungsliste Konstruktion eines Biegewerkzeuges für den Artikel Bremsschiene	Blatt 2/2, Seite 2/2
Änderung	Forderung	Empfehlung	Wunsch	Anforderungen	Verantw.
	✓ ✓			3. Schnittelelemente im Werkzeugunterteil: -Schneidplatte darf 28 mm nicht unterschreiten -Schneidspalt umlaufend 10% der Blechdicke	Herr Knecht,
	✓ ✓	✓ ✓		4. Schnittelelemente im Werkzeugoberteil: -Länge der Schneidstempel: 100 mm -Schneidstempel mit Zylinderkopfschrauben durch Kopfplatte verschrauben -Stärke der Druckplatte mind. 10 mm -Öltaschen zur Schmierung der Stempel in Führungsplatte vorsehen	Frau Wirth
	✓ ✓ ✓			5. Werkstoffe: -Coil 320 mm x 1,25 mm -Halteplatten 1.1730 -Schneidstempel, Schneidplatten, Druckplatten 1.2379	
	✓	✓		6. Kräfte: -Abstreiferkraft beträgt 5% der Schnittkraft -Außermittige Belastung des Stößels vermeiden	
			✓	7. Kosten: -Herstellkosten < 0,60 € / Stück	
			✓	8. Termin: -Konstruktionsende: 15.04.2015	

Tabelle 20: Soll-Ist-Vergleich der Anforderungsliste Teil2

10. Fazit

Das Ziel der vorliegenden Technikerarbeit war es, die Fertigung des Artikels Bremsschiene für ein Stückgut-Durchlaufregal-System zu optimieren. Durch die Optimierung des Fertigungsverfahrens, welches zuvor in drei manuellen Arbeitsgängen ablief, sollten die Stückkosten reduziert, das Verfahren konstruktiv ausgearbeitet, der Artikel direkt vom Bandstahl gefertigt und Sonderbauteile der Bremsschiene mit einbezogen werden.

Um ein systematisches Vorgehen der Konstruktionsarbeit zu erreichen, wurde die 4-Phasen-Methode nach der VDI-Richtlinie 2221 / 2222 durchgeführt und anschließend eine Wirtschaftlichkeitsberechnung des alten und neuen Fertigungsprozesses angestellt.

Die Konstruktion des Biegewerkzeuges hat sich zu Beginn etwas schwierig gestaltet. Der Grund lag bei den verschiedenen Sonderbauteilen der Bremsschiene. Da in den letzten Jahren ca. 50.000 Stück hergestellt wurden, mussten sechs verschiedene Längen in der Konstruktion berücksichtigt werden. Damit auch diese hergestellt werden können, kam der Gedanke, vor den eigentlichen Fertigungsschritten für das Standardteil einen Arbeitsschritt einzubauen, der das Coil auf die bestimmten Längen der Sonderteile zuschneidet. Dies wurde realisiert, indem eine Baugruppe konstruiert wurde, welche verschiebbar ist und nur mit Klemmleisten befestigt wird. Auch die nächsten Arbeitsschritte wurden so konstruiert, dass die Sonderteile berücksichtigt werden.

Der Artikel Bremsschiene kann durch das neu konstruierte Werkzeug direkt aus dem Coil gefertigt werden. Somit werden die Fertigungszeiten verringert und die Zwischenlager von Halbfertigteilen entfallen.

Bei der Nachbetrachtung der Herstellkosten des neuen und alten Fertigungsprozesses hat sich ergeben, dass durch die Konstruktion des Biegewerkzeuges die Stückkosten um 40 % reduziert werden.

Abschließend kann man sagen, dass sich die Werkzeugkonstruktion für den Artikel Bremsschiene gelohnt hat und das Ziel der Herstellungsoptimierung in vollem Umfang erreicht wurde.

11. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Unternehmenssitz und Stahlproduktion Meisenheim	1
Abbildung 2: Kunststoffproduktion Lauterecken	1
Abbildung 3: Fachboden- und Palettenregale in Kombination	2
Abbildung 4: Sichtlagerkästen	2
Abbildung 5: Mehrwegbehälter	2
Abbildung 6: Artikel Bremsschiene über Rollen geklemmt	3
Abbildung 7: 1. Seite biegen	4
Abbildung 8: 2. Seite biegen, Fertigteil	4
Abbildung 9: Funktionsstruktur als Black-Box-Darstellung	17
Abbildung 10: Brainstorming	18
Abbildung 11: Streifenbild	30
Abbildung 12: 1. Biegevorgang	31
Abbildung 13: 2. Biegevorgang	31
Abbildung 14: Streifenbild mit Markierung der Schnittlinien	33
Abbildung 15: Durchbruch und Schneidspalt der Schneidplatte	36
Abbildung 16: Baugruppe Abschneiden: Unterteil	37
Abbildung 17: Baugruppe Abschneiden: Oberteil	39
Abbildung 18: Veranschaulichung der Federwegberechnung	41
Abbildung 19: Baugruppe Abschneiden: Fertiges Oberteil	42
Abbildung 20: Baugruppe Abschneiden: Zusammenbau	42
Abbildung 21: Baugruppe Einschneiden: Unterteil	44
Abbildung 22: Baugruppe Einschneiden: Bandheber	44
Abbildung 23: Baugruppe Einschneiden: Oberteil	45
Abbildung 24: Baugruppe Einschneiden: Suchstift	46
Abbildung 25: Baugruppe Einschneiden: Zusammenbau	46
Abbildung 26: Radien und Winkel beim Biegevorgang	47
Abbildung 27: 1. Biegung: Konstruktion der Biegeplatte	48
Abbildung 28: 2. Biegung: Konstruktion der Biegeplatte	48
Abbildung 29: Baugruppe Biegen 1 + 2: Zusammenbau von vorne	49
Abbildung 30: Baugruppe Biegen 1 + 2: Zusammenbau von hinten	49

Abbildung 31: Werkzeugunterteil der Baugruppen	50
Abbildung 32: Werkzeugoberteil der Baugruppen	51
Abbildung 33: Biegewerkzeug komplett.....	52
Abbildung 34: Zeichnungsnummer	53

12. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Coilbreiten und Herstellkosten der Werkzeugmaschinen.....	12
Tabelle 2: Längen und Menge der gebogenen Sonder-Bremsschienen.....	13
Tabelle 3: Zusammenfassung der festgelegten Randbedingungen.....	14
Tabelle 4: Anforderungsliste Teil 1	15
Tabelle 5: Anforderungsliste Teil 2	16
Tabelle 6: Morphologischer Kasten Teil 1	19
Tabelle 7: Morphologischer Kasten Teil 2	20
Tabelle 8: Vor- und Nachteile des „Säulenführungsgestells“	21
Tabelle 9: Vor- und Nachteile der „Führungsarten des Säulengestells“	22
Tabelle 10: Vor- und Nachteile der „Schneidstempelkontur“	23
Tabelle 11: Vor- und Nachteile der „Schnittkraftreduzierung der Schneidstempel“	24
Tabelle 12: Vor- und Nachteile der „Biegeeinheit“	25
Tabelle 13: Vor- und Nachteile der „Federelemente“	26
Tabelle 14: Vor- und Nachteile der „Gestaltung der Schneidplattendurchbrüche“	27
Tabelle 15: Auswahl der Lösungsvarianten	28
Tabelle 16: Schneidkraftberechnung	33
Tabelle 17: Abstreifkraftberechnung.....	34
Tabelle 18: Herstellkostenvergleich neuer / alter Fertigungsprozess	55
Tabelle 19: Soll-Ist-Vergleich der Anforderungsliste Teil1	56
Tabelle 20: Soll-Ist-Vergleich der Anforderungsliste Teil2	57

13. Quellenangaben

13.1 Literatur

1. Ulrich Kurz; Hans Hintzen; Hans Laufenberg (2009): Konstruieren, Gestalten, Entwerfen, 4. Auflage.
2. Eberhard Keller; Roland Kilgus; Wolfgang Klein, Ralf Winkow (2001): Der Werkzeugbau (Metalltechnik), 13. Auflage.
3. Ulrich Fischer; Max Heinzler; Friedrich Näher, Heinz Paetzold (2011): Tabellenbuch Metall, 45. Auflage.
4. Josef Dillinger; Hans-Dieter Dobler; Werner Doll; Walter Escherich; Werner Günter; Max Heinzler; Dr. Eckhard Ignatowitz; Stefan Oesterle; Ludwig Reißler; Andreas Stephan; Reinhard Vetter (2007): Fachkunde Metall, 55. Auflage.
5. Wilfried Hesser (2007): Technisches Zeichnen, 31. Auflage.
6. J. Dillinger, F. Näher, W. Escherich, P. Schädlich, U. Fischer, B. Schellmann, R. Gomeringer, C. Scholer, R. Kilgus, H. Tyroller (2008): Rechenbuch Metall, 30. Auflage
7. Heinrich Krahn, Dieter Eh, Nelli Kaufmann, Harald Vogel (2009): 100 Konstruktionsbeispiele Werkzeugbau, 1. Auflage

13.2 Internetadressen

1. www.fibro.de
2. www.meusburger.com
3. www.dadco.de
4. <http://www.stanzwerkzeug24.de/index.html> (Abfragedatum 07.04.15)
5. <https://books.google.de/books?id=732tBgAAQBAJ&pg=PA20&lpg=PA20&dq=niederhalter+stanzwerkzeug&source=bl&ots=1nsmt88Yp2&sig=AcKjvsOazyQWuVB Dhcau3NU8Hc&hl=de&sa=X&ei=7xskVY3TM8fJPeWigKgD&ved=0CF4Q6AEwDQ#v=onepage&q=niederhalter%20stanzwerkzeug&f=false>
(Abrufdatum 05.04.15)

14. Anhang

A: Lohnscheine

B: Herstellkosten-Kalkulation

C: Teilezeichnung Artikel Bremsschiene

D: Maschinendatenliste

E: Herstellkosten-Kalkulation der Werkzeugmaschinen

F: Teile- und Gesamtzeichnungen

G: Herstellkostenvergleich Alt / Neu



Anhang A

Lohnschein 1

Prod.Auftrag PA4775094



KOPIE

Lohnschein LS4726284		AuftragsNr	PosNr	BA	Kundenname		Liefername			
TeileNr. 7293		Artikelname -Bremsschiene 277.6x20.0x1.3 v			Menge 2000	KW 5/015	Liefertermin			
Bearbeiter	Telefon	DispoGrp 8720FERM	Druckdatum 12.03.2015	Zeichnungsnummer 2500.90701	Gewicht Teil 0,065	Fr. Start 28.01.2015	Sp. Ende 29.01.2015			
Pos 10	Arbeitsgang 101	abblängen				KundenNr	ST Kennz			
auf Maß 320,5mm, nach Zeichnung						Rüstzeit [MIN]	Kostenstelle			
						Stückzeit [MIN]	428			
						Auftragszeit [MIN]	Arbeitsplatz			
						238,48	176			
						Maschine	M4.001			
						Maschine: Exzenterpresse Edelhoff				
TeileNr.	Artikelname		Lagerort	L. Platz	Ges.menge	Einh.	Pro	Stück		
3198	-Coil 1.30x 20.0/140-300 verz		M41		133,416	kg	1	0,0654		

1. Arbeitsschritt

Maschine:
Exzenterpresse Edelhoff

Verwendetes Coil

Lohnschein 2

Prod.Auftrag PA4775094



KOPIE

Lohnschein LS4726285		AuftragsNr	PosNr	BA	Kundenname		Liefername			
TeileNr. 7293		Artikelname -Bremsschiene 277.6x20.0x1.3 v			Menge 2000	KW 5/015	Liefertermin			
Bearbeiter	Telefon	DispoGrp 8720FERM	Druckdatum 12.03.2015	Zeichnungsnummer 2500.90701	Gewicht Teil 0,065	Fr. Start 29.01.2015	Sp. Ende 03.02.2015			
Pos 20	Arbeitsgang 311	biegen				KundenNr	ST Kennz			
auf Umschlag, Schnittgrat nach innen liegend, nach Zeichnung						Rüstzeit [MIN]	Kostenstelle			
						Stückzeit [MIN]	411			
						Auftragszeit [MIN]	Arbeitsplatz			
						557,11	50			
						Maschine	M4.010			
						Maschine: Exzenterpresse Ebu				
TeileNr.	Artikelname		Lagerort	L. Platz	Ges.menge	Einh.	Pro	Stück		
3198	-Coil 1.30x 20.0/140-300 verz		M41		133,416	kg	1	0,0654		

2. & 3. Arbeitsschritt

Maschine:
Exzenterpresse Ebu

Verwendetes Coil

Anhang B

BITO-Lagertechnik

Kalkulation-Eigenfertigung

Artikelcode / Artikelbezeichnung		Datum	für Jahr	Kalk.Basis	Einheit
7293 / Bremsschiene 277,6 x 20,0 x 1,3 v		16.02.15			
Herstellkosten-Kalkulation Metall					
Code 500					
Vollkosten					
MATERIAL	Einh.	Menge	EUR/Einh.	EUR	EUR
1,3 x 20	kg	0,065	0,80	0,0517	
Materialgemeinkosten (ohne = "n" eingeben)	n?		4%	0,0021	
Fremdbearbeitung:	g				
Zuschlag auf Fremdbearb.(ohne="n" eingeben)	St				
	n?		4%		
Summe:					0,054
BEARBEITUNGSKOSTEN / KST eingeben	KST	Min.	EUR/h	EUR	EUR
Ablängen des Zuschnitts	LK	0,120	16,34	0,0327	
428	MSS	0,120	47,58	0,0952	
Edelhoff Exzenterpresse	FGK	0,120	57,19	0,1144	
Summe:					0,2422
Biegen beider Seiten R = 12,5 mm	LK	0,280	14,80	0,0681	
435	MSS	0,280			
EBU Ex-Pressse 75 to	FGK	0,280	51,10	0,2385	
Summe:					0,3066
	LK				
	MSS				
	FGK				
Summe:					
	LK				
	MSS				
	FGK				
Summe:					
Summe Herstellkosten					0,6026
pro Stück					

Anhang D

Fa. BITO-Lagertechnik, Abt. BMK

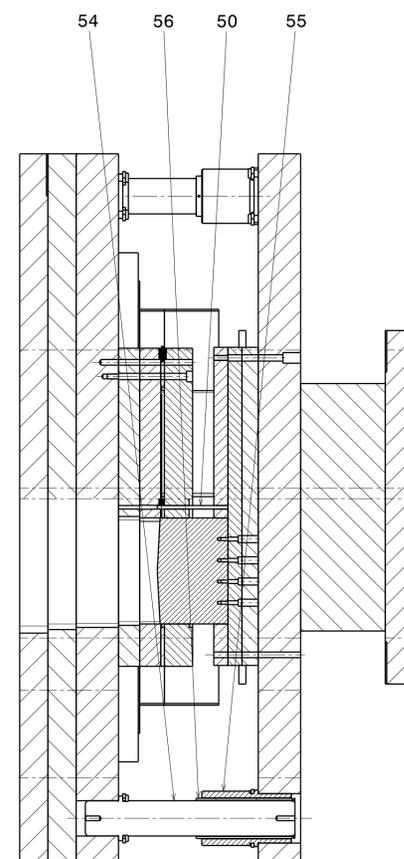
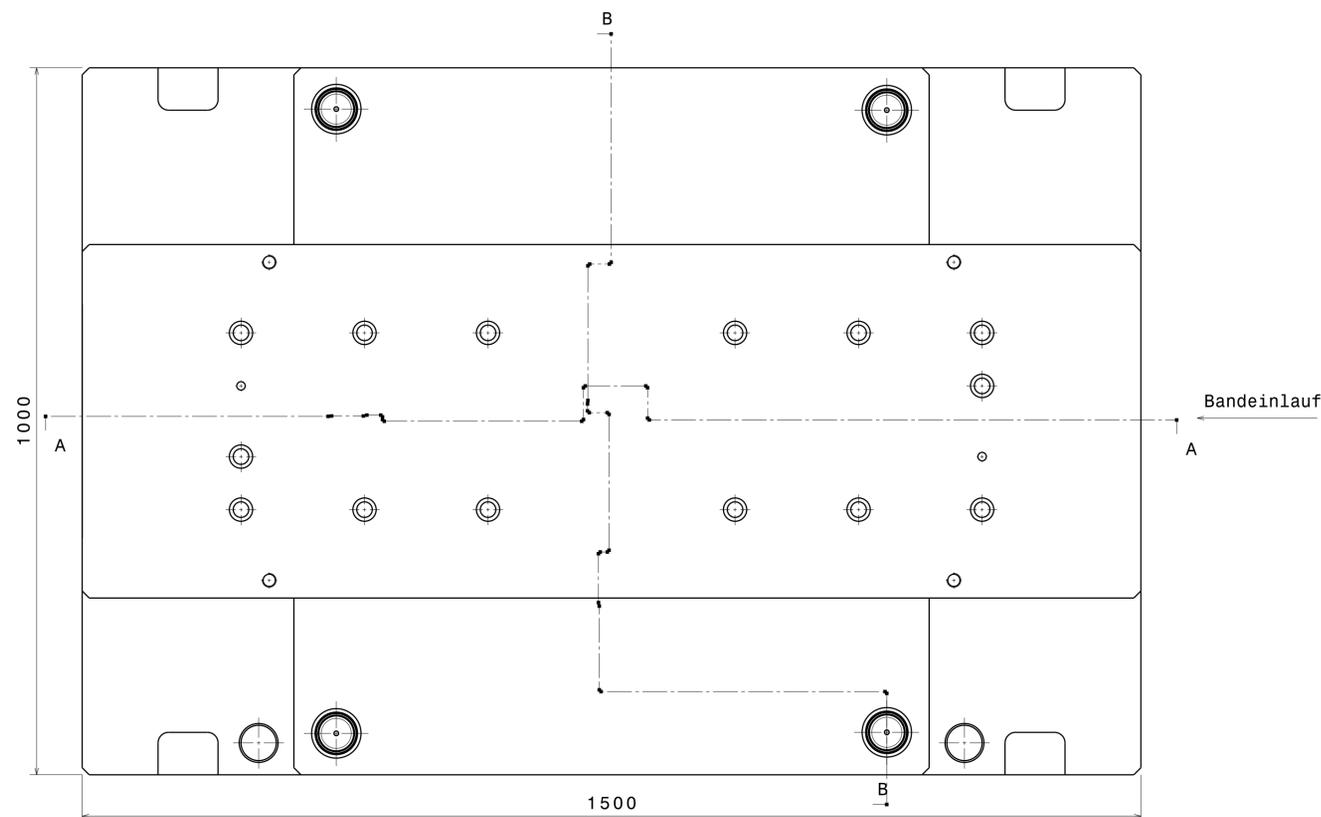
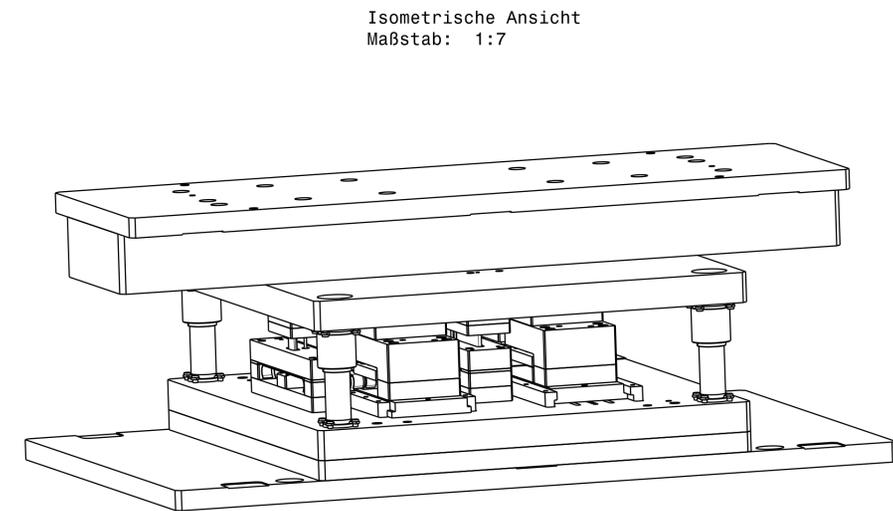
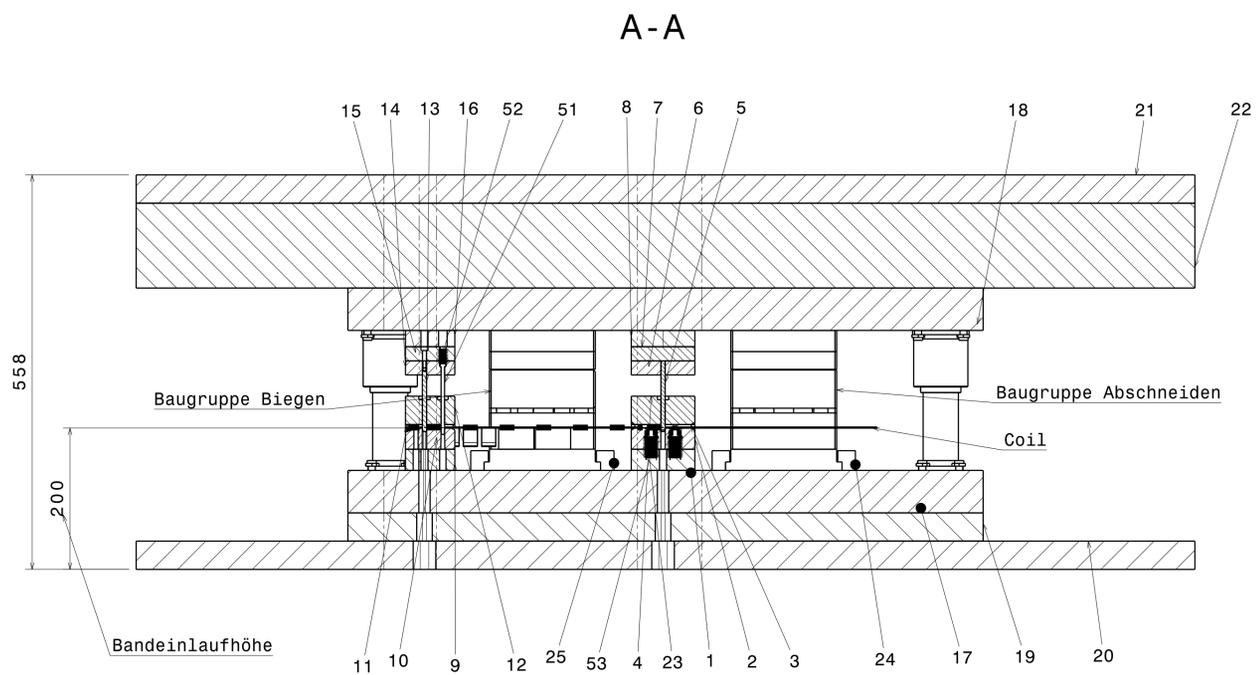
Maschinendaten Großpressen					
	Halle 4			Halle 2	
Maschinenbezeichnung :	Hydraulische Doppelständer-presse HPDb 200	Hydraulische Doppelständer-presse HPDb 200	Exzenterpresse DARR 1/160/1030	RVD 4000-2800	RVD 4000-2800
Hersteller :	Fa. Hydrap Plüderhausen	Fa. Hydrap, Plüderhausen	Edelhoff, Wuppertal	Haulick & Roos, Pforzheim	Haulick & Roos, Pforzheim
Baujahr:	Hydrap 006	Hydrap 007	1991	2013	2013
Maschinennummer BITO	4.006	4.007	4.001	2.001	2.002
Presskraft	2000kN	2000kN	1600kN	4000kN	4000kN
Entfernung Stößel und Tisch in UT	200mm	200mm	350mm	siehe Diagramm	siehe Diagramm
Entfernung Stößel und Tisch in OT	400mm	400mm	480mm	abhängig von Hub	abhängig von Hub
Stößelagen-Verstellung			100mm	150mm	150mm
Stößellänge	1400mm	1400mm	850mm	2800mm	2800mm
Stößelbreite	750mm	750mm	900mm	1240mm	1240mm
Pressentisch Länge	1400mm	1400mm	1010mm	2750mm	2750mm
Pressentisch Breite	750mm	750mm	1060mm	1240mm	1240mm
Dicke Pressentisch	160mm	160mm		200mm	200mm
Max. Werkzeuglänge				2800mm	2800mm
Max. Werkzeugbreite				1000	1000
Breite der T-Nut	22mm	22mm	22mm	28mm	28mm
Nut nach DIN 650	ja	ja	ja	ja	ja
Höhe Pressentisch über Flur	920mm	920mm	950mm	1100mm	1100mm
Werkzeugeinlaufhöhe über Pressentisch	125mm	125mm	160mm	200mm	200mm
Werkzeugspannung	manuell	manuell	manuell	Hydraulische Spanner	Hydraulische Spanner
Tischeinsätze	98000.4002243-06	98000.4002243-06			
Tischplatte	98000.4002243-05	98000.4002243-05	98000.4002657-01		
Durchlaufrichtung	rechts nach links	rechts nach links	links nach rechts	rechts nach links	rechts nach links
Antriebsleistung	75kW	75kW	22kW	220kW	220kW
Maschinengewicht	28 to.	28 to.		75to.	75to.
Bandanlagen					
	Halle 4			Halle 2	
Hersteller :	Fa. ARKU, Baden Baden	Fa. ARKU, Baden Baden	Fa. ARKU, Baden Baden	Fa. ARKU, Baden Baden	Fa. ARKU, Baden Baden
Baujahr:				2013	1999/2013
Haspel :				Doppelhaspel	Einfachhaspel
Coilgewicht max.	5000 kg	4000 kg		8000kg	5000 kg
Coilinnendurchmesser	508mm	508mm		508mm	508mm
Coilaußendurchmesser max.	2000mm	1850mm		800 - 2000mm	2000mm
Coilbreite min.	70mm	70mm		50mm	70mm
Coilbreite max.	320mm	320mm		500mm	420mm
Hydraulische Coilspreizung	ja	ja		ja	ja

Anhang E

BITO-Lagertechnik

Kalkulation-Eigenfertigung

Artikelcode / Artikelbezeichnung		Datum	für Jahr	Kalk.Basis	Einheit
Bremsschiene		Herstellkosten-Kalkulation Metall			
		Code 500			
		Vollkosten			
MATERIAL	Einh.	Menge	EUR/Einh.	EUR	EUR
320 x 1,25	kg	0,060	0,60	0,0360	
Materialgemeinkosten (ohne = "n" eingeben)	n?		4%	0,0014	
Fremdbearbeitung:	g				
Zuschlag auf Fremdbearb.(ohne="n" eingeben)	St				
	n?		4%		
		Summe:			0,037
BEARBEITUNGSKOSTEN / KST eingeben	KST	Min.	EUR/h	EUR	EUR
20 Hub / min.	LK	0,050	16,34	0,0136	
428	MSS	0,050	47,58	0,0397	
Edelhoff Exzenterpresse	FGK	0,050	57,19	0,0477	
		Summe Herstellkosten:			0,1384
	LK				
	MSS				
	FGK				
		Summe:			
10 Hub / min.	LK	0,100	17,48	0,0291	
422	MSS	0,100	47,38	0,0790	
Hydrap Pressen I, II u. III	FGK	0,100	61,18	0,1020	
		Summe Herstellkosten:			0,2475
	LK				
	MSS				
	FGK				
		Summe:			
40 Hub / min.	LK	0,025	17,48	0,0073	
517	MSS	0,025	132,18	0,0551	
Haulick & Roos Pressenlinie 009	FGK	0,025	61,18	0,0255	
		Summe Herstellkosten:			0,1253



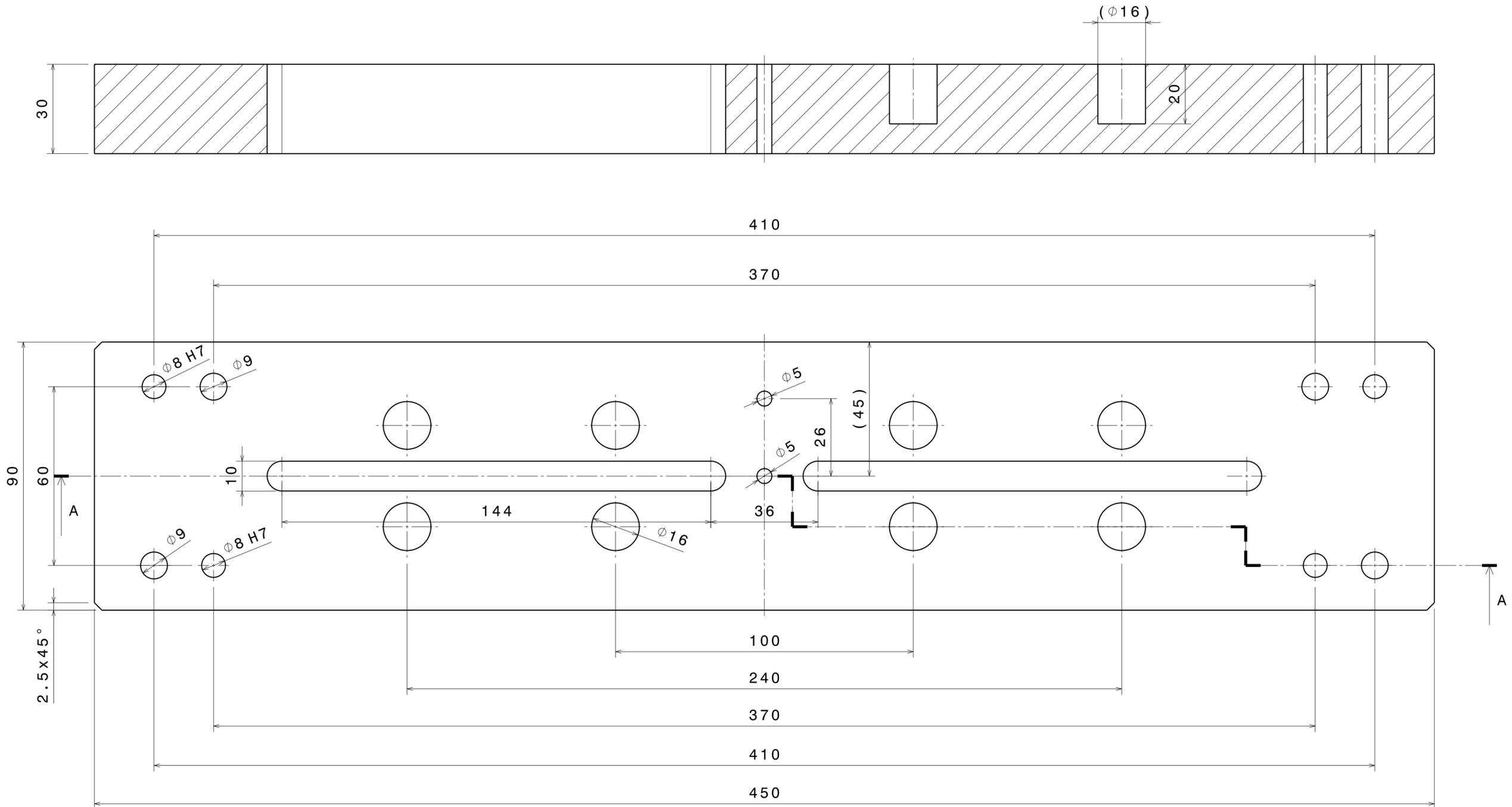
56	4	Stck	Kugelnkäfig	2067.10.50.140	Fa. Fibro
55	4	Stck	Führungsbuchse	2052.70.020.028 .050	Fa. Fibro
54	4	Stck	Führungssäule	202.29.020.125	Fa. Fibro
53	8	Stck	Druckfeder	D-254	Fa. Gutekunst
52	2	Stck	Druckfeder	D-361	Fa. Gutekunst
51	2	Stck	Suchstift	220.3.0500.112	Fa. Fibro
50	1	Stck	Lochstempel $\varnothing 5 \times 100$	223.3.0500.100	Fa. Fibro
25	4	Stck	Klemmleiste 2		Fa. Fibro
24	4	Stck	Klemmleiste 1		Fa. Fibro
23	8	Stck	Bandheber	Fa. Bito	1.2379/56 HRC
22	1	Stck	Anschraubplatte	1500x500x40	1.1730
21	1	Stck	Distanzplatte	1500x350x120	3.4365
20	1	Stck	Aufspannplatte	1500x1000x40	1.1730
19	1	Stck	Zwischenplatte	1000x900x40	1.1730
18	1	Stck	Kopfplatte	1000x900x60	S355J0
17	1	Stck	Grundplatte	1000x900x60	S355J0
16	1	Stck	Zwischenplatte 3	150x70x23	1.1730
15	1	Stck	Druckplatte 3	150x70x25	1.2379/56 HRC
14	1	Stck	Halteplatte 3	150x70x20	1.1730
13	1	Stck	Trennstempel	20x100x6	1.2379/58 HRC
12	4	Stck	Führungsplatte 3	400x70x40	355J0
11	2	Stck	Zwischenleiste 3	70x50x5	S235JR
10	1	Stck	Schneidplatte 3	70x55x30	1.2379/58 HRC
9	1	Stck	Distanzplatte 3	400x70x30	1.1730
8	1	Stck	Zwischenplatte 2	450x90x23	1.1730
7	1	Stck	Druckplatte 2	450x90x25	1.2379/56 HRC
6	1	Stck	Halteplatte 2	450x90x20	1.1730
5	2	Stck	Einschneidstempel	150x100x6	1.2379/58 HRC
4	1	Stck	Führungsplatte 2	450x90x40	355J0
3	2	Stck	Zwischeneiste 2	90x55x5	S235JR
2	1	Stck	Schneidplatte 2	450x90x30	1.2379/58 HRC
1	1	Stck	Distanzplatte 2	450x90x30	1.1730
Pos	Anz	Einh	Benennung	Norm- Kurzbezeichnung	Material

Hub:	17,25 mm
Schneidspalt	0,125 mm
Maschine	Servopresse Haulick & Roos

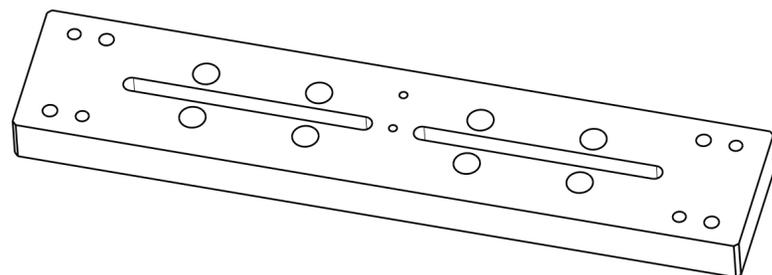
BITO ...oder wie legiert Du?	Stichtag nach Oberkor 29 55590 Messenheits	Allgemein- Toleranzen DIN ISO 2768	Maße in mm	Werkzeug
	Datum	Name	Benennung:	
	Bearb.	Nina Wirth	Biegewkz. Bremsschiene	
	Gepr.		Gesamtzeichnung Biegewkz.	
	Norm		Zeichnungsnummer:	
			25.35000021	Blatt 1 1 Bl.
Zust.	Änderung	Datum	Name	

Pos. 1

A-A



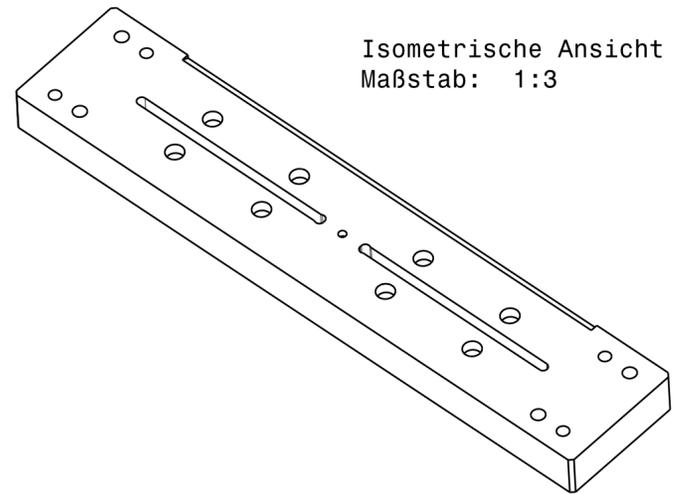
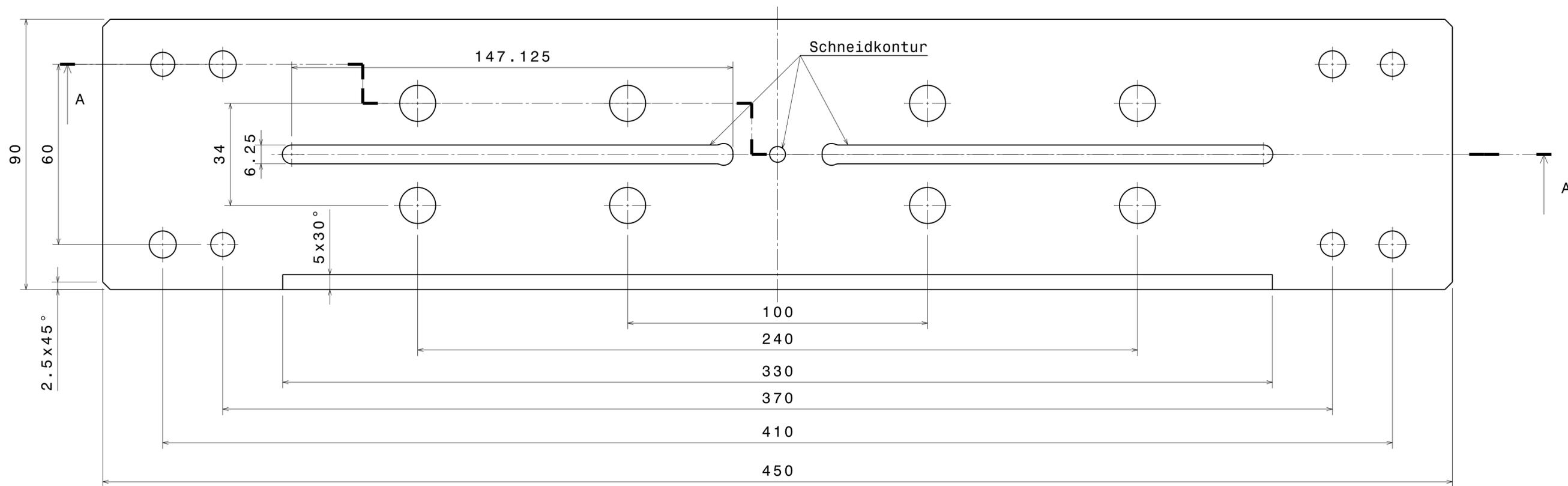
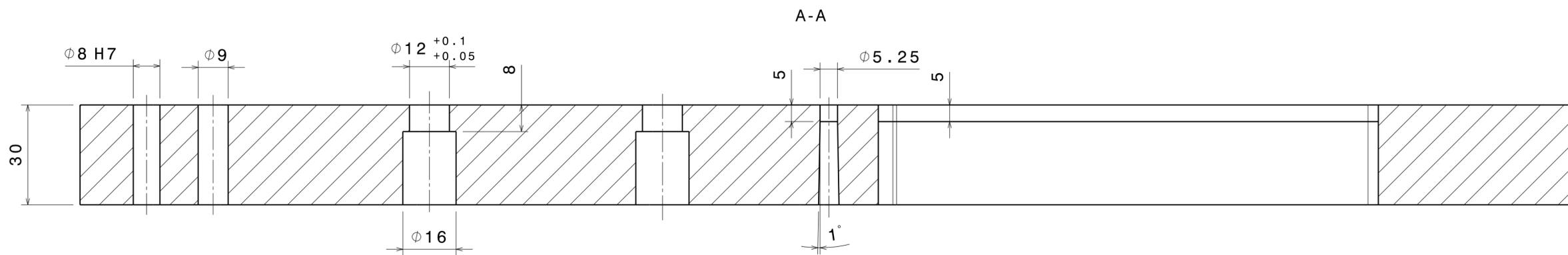
Isometrische Ansicht
Maßstab: 1:3



Werkstoff: 1.1730

Position der Passbohrung: $\pm 0,01$
Position der Gewinde, Bohrungen und Senkungen: $\pm 0,1$
Position der Kontur: $+0,02$

BITO ...oder wie lagert Du?		Bittmann GmbH Obertor 29 55590 Meisenheim	Allgemein-Toleranzen DIN ISO 2768	Maße in mm	Maßstab: 1:1	Format: A2
Datum	Name	Benennung:				
Bearb. 09.04.15	Nina Wirth	Biegewkzg. Bremsschiene				
Gepr.		Distanzplatte 2				
Norm		Zeichnungsnummer:				
		25.3500027				
		Meisterschule für Handwerker 67657 Kaiserslautern			Blatt 1	1 Bl.
Zust.	Änderung	Datum	Name			



Isometrische Ansicht
Maßstab: 1:3

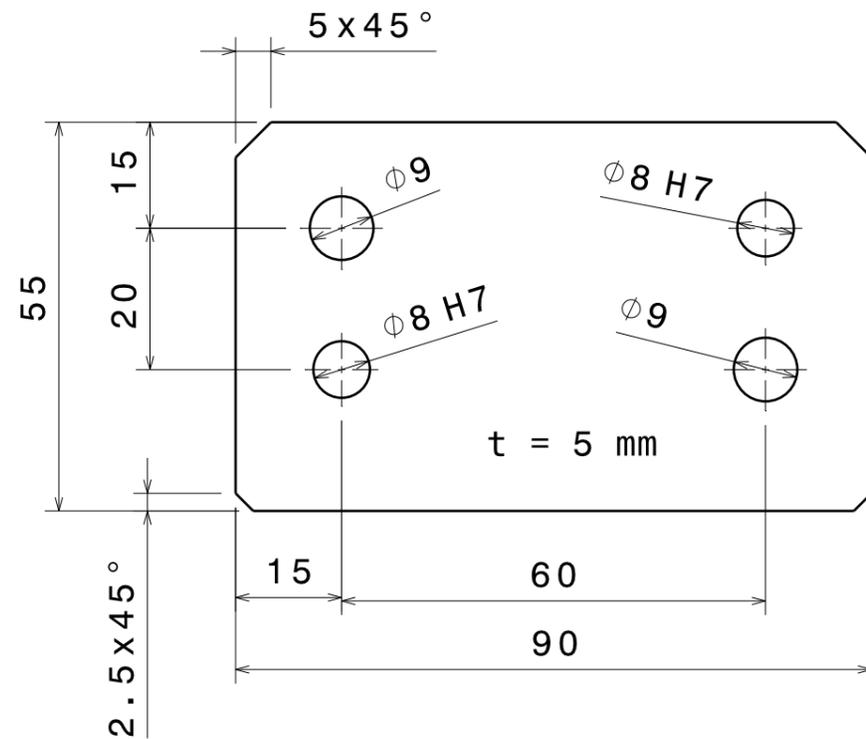
Werkstoff: 1.2379 / 58 HRC

Position der Passbohrung: $\pm 0,01$
 Position der Senkungen: $\pm 0,1$
 Position der Kontur: $+0,02$

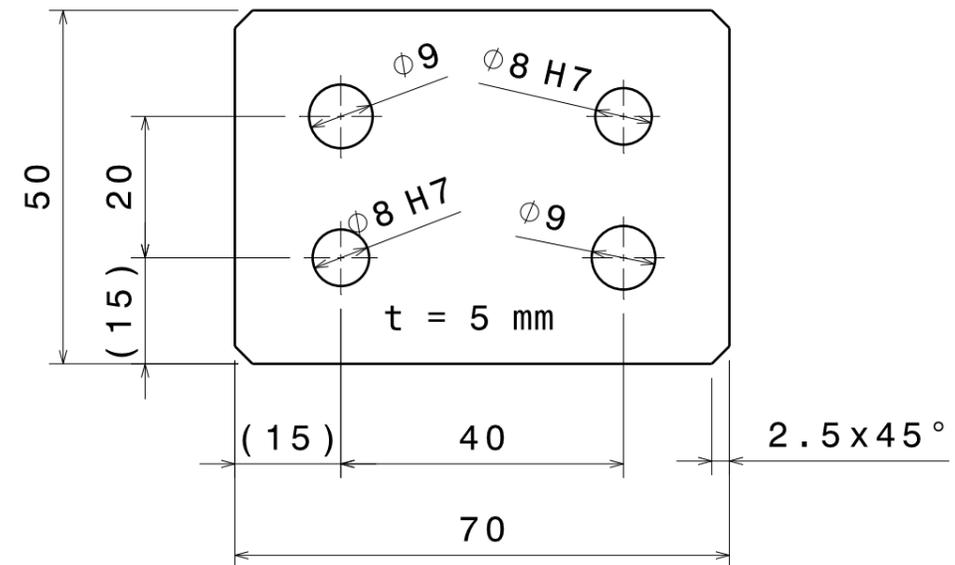
Schneidkonturen sind zu erodieren
 Schneidkanten 5 mm zylindrisch dann 1° konisch
 Konturen mit 0,125 mm Schneidspalt gezeichnet

BITO ...oder wie legerst Du? Bittmann GmbH Obertor 29 55590 Meisenheim		Allgemein-Toleranzen DIN ISO 2768 Maße in mm	Maßstab: 1:1	Format: A2
Datum	Name	Benennung:		
Bearb. 10.04.15	Nina Wirth	Biegewkz. Bremsschiene		
Gepr.		Schneidplatte 2		
Norm		Zeichnungsnummer:		
		25.3500025		
		Meisterschule für Handwerker 67657 Kaiserslautern		Blatt 1 1 Bl.
Zust.	Änderung	Datum	Name	

Pos. 3 Zwischenleiste Einschneiden
1x herstellen / 1x gespiegelt



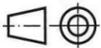
Pos. 11 Zwischenleiste Trennen
1x herstellen / 1x gespiegelt



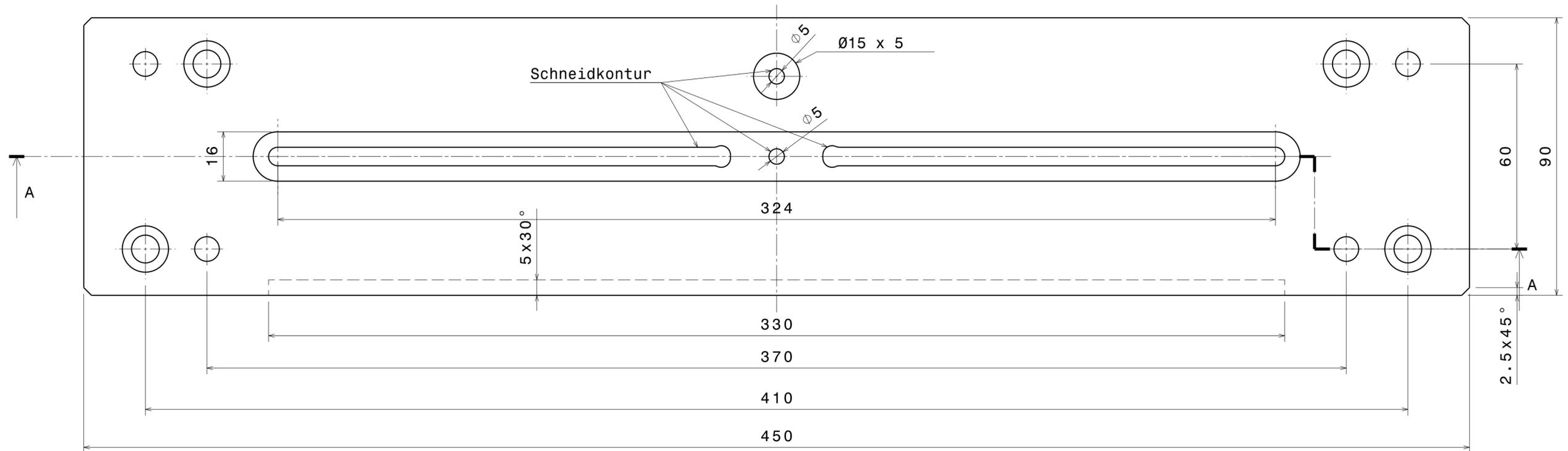
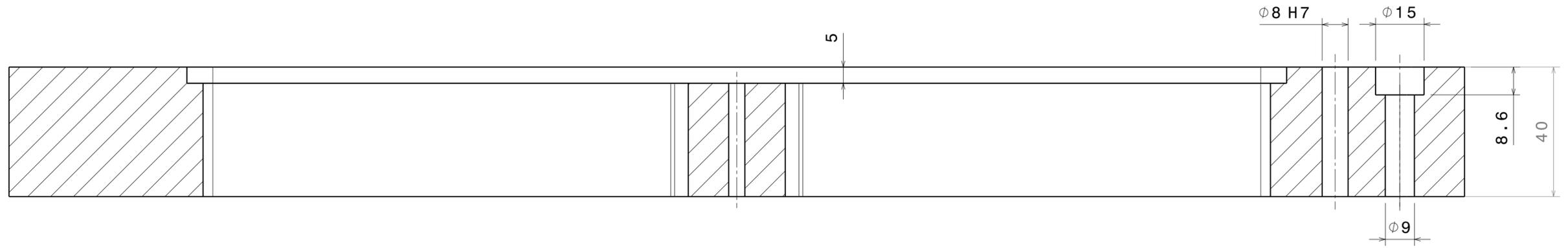
Werkstoff: S235 JR

Position der Passbohrungen: $\pm 0,01$

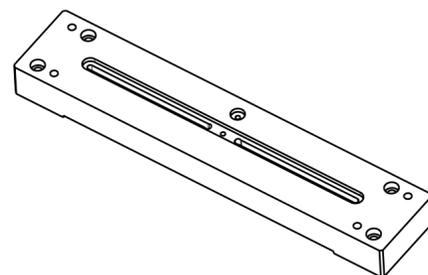
Position der Bohrungen: $\pm 0,1$

 Bittmann GmbH Obertor 29 55590 Meisenheim ...oder wie lagerst Du?	Allgemein- Toleranzen DINISO 2768 Maße in mm		Maßstab: 1:1	Format: A3
			Werkzeug	
	Datum	Name	Benennung:	
	Bearb. 10.04.15	Nina Wirth	Biegewkz. Bremsschiene Zwischenleiste Trennen, Einschneiden	
	Gepr.			
	Norm			
			 Meisterschule für Handwerker 67657 Kaiserslautern	Zeichnungsnummer: 25.35000022
Zust.	Änderung	Datum	Name	Blatt 1 1 Bl.

A-A



Isometrische Ansicht
Maßstab: 1:5



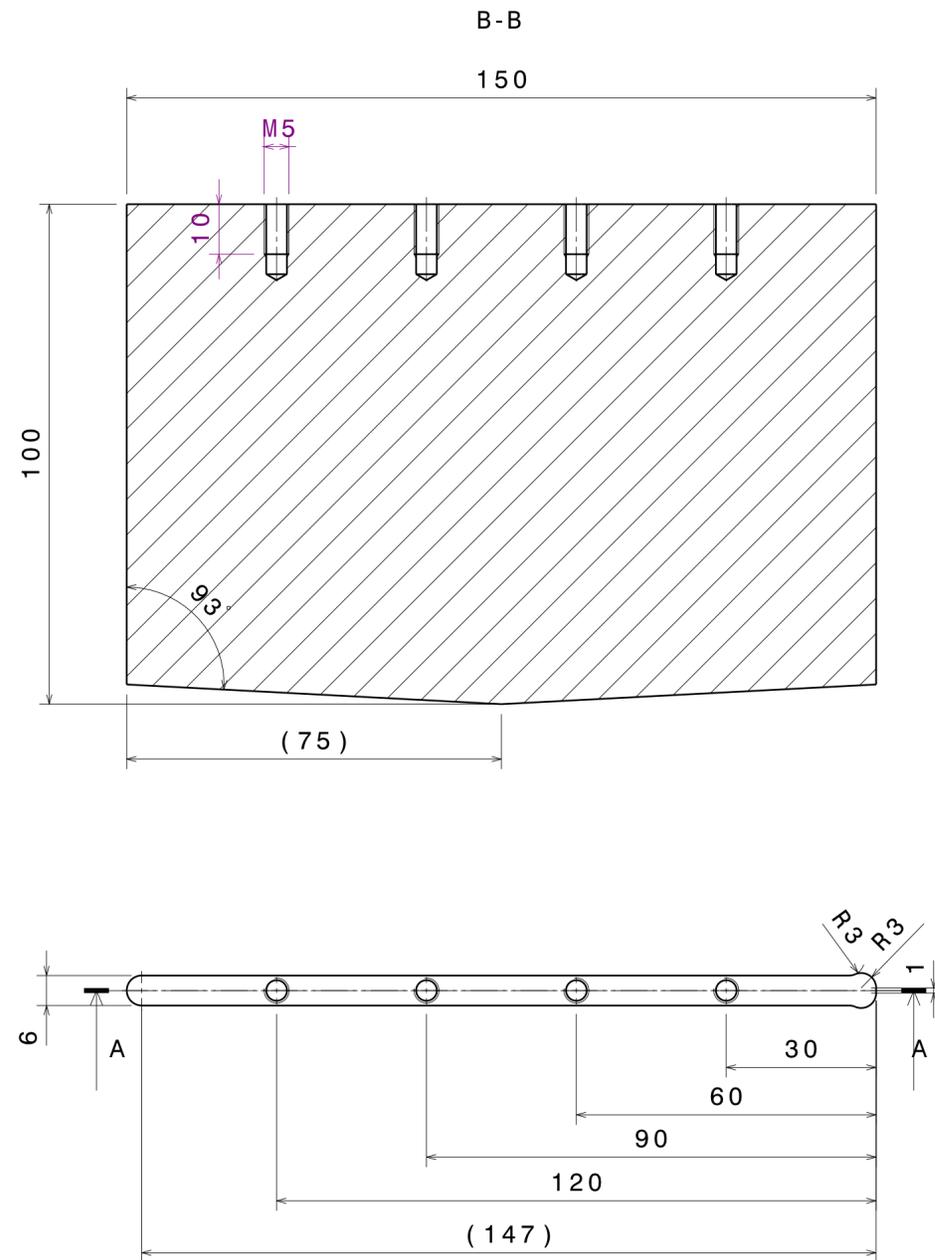
Werkstoff: S355J0

Position der Passbohrung: $\pm 0,01$
Position der Gewinde, Bohrungen und Senkungen: $\pm 0,1$
Position der Kontur: $+0,02$

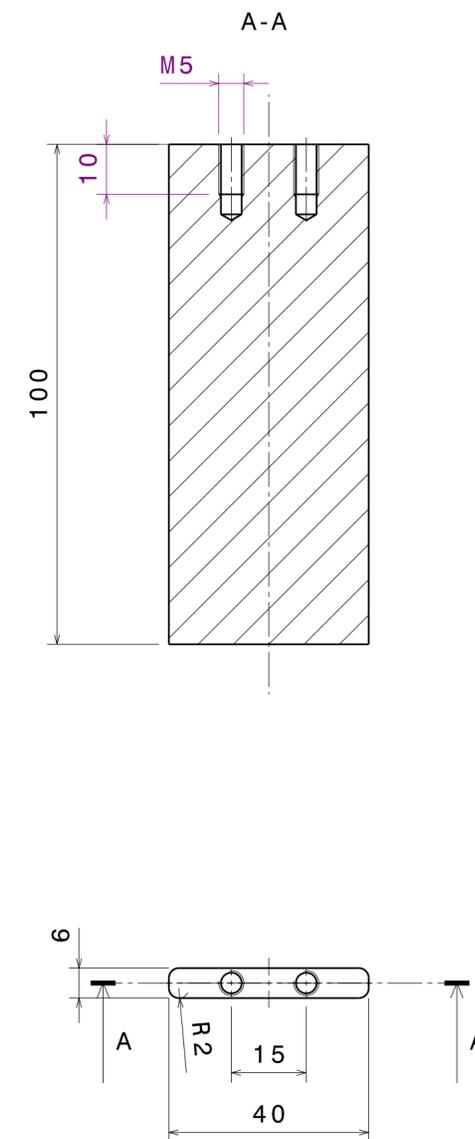
Schneidkonturen sind zu erodieren

		Bittmann GmbH Obertor 29 55590 Weisenheim	Allgemein-Toleranzen DIN ISO 2768	Maßstab: 1:1 Format: A2
...oder wie legerst Du?		Datum 09.04.15	Name Nina Wirth	Werkzeug Benennung: Biegewkzg. Bremsschiene Führungsplatte 2
Zust Änderung Datum Name		Zeichnungsnummer: 25.3500028	Meisterschule für Handwerker 67657 Kaiserslautern	Blatt 1 1 Bl.

Pos. 5
2x herstellen



Pos. 13

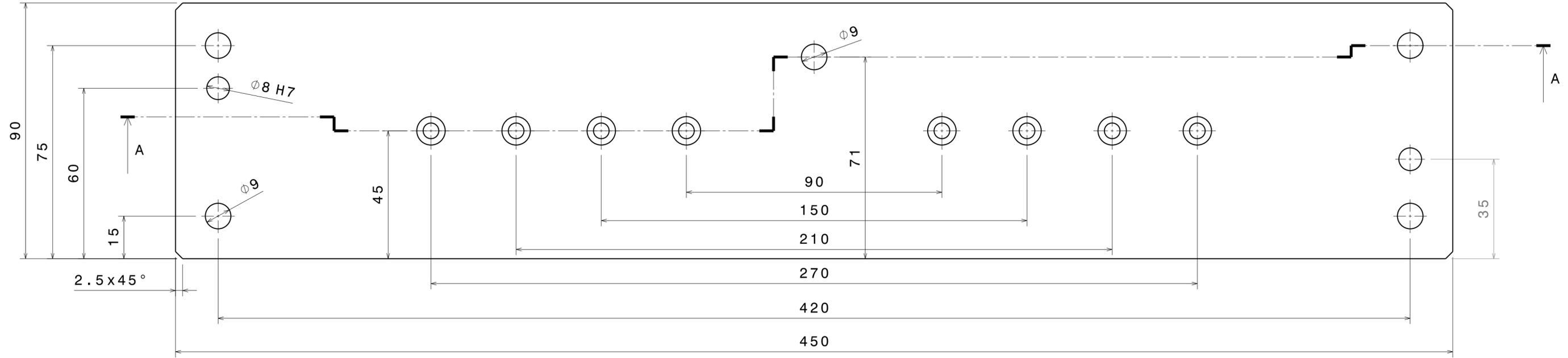
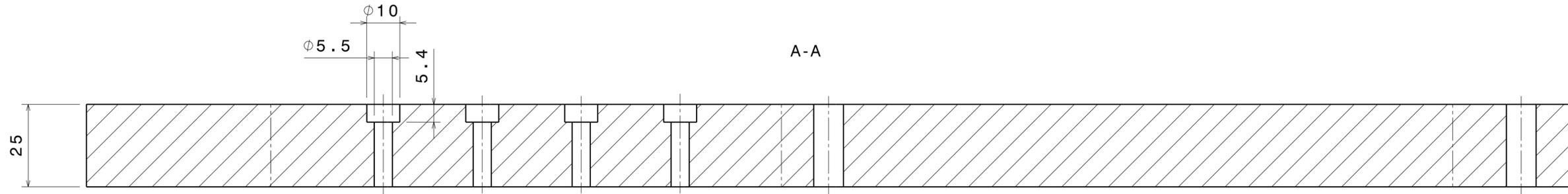


Werkstoff: 1.2379 / 58 HRC

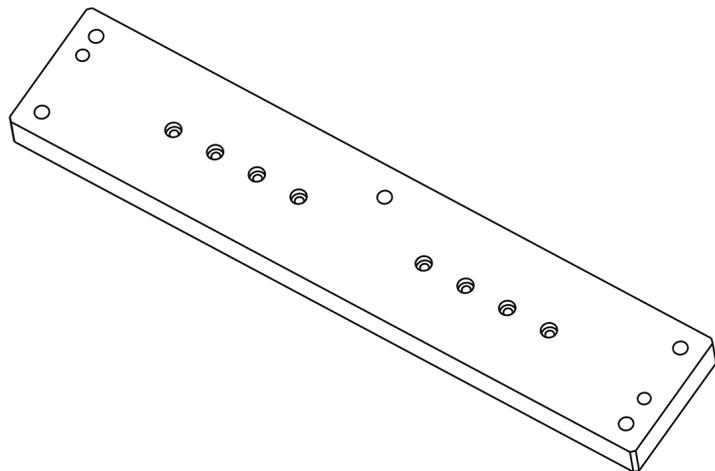
Position der Gewinde: $\pm 0,1$
Position der Kontur: $-0,02$

BITO ...oder wie legerst Du?		Bittmann GmbH Obertor 29 55590 Meisenheim	Allgemein-Toleranzen DIN ISO 2768	Maße in mm	Maßstab: 1:1	Format: A2
Datum		Name	Benennung:			
Bearb. 10.04.15		Nina Wirth	Biegewkzg. Bremsschiene			
Gepr.			Schneidelemente			
Norm			Zeichnungsnummer:			
			25.35000026			
			Blatt			
			1 Bl.			
Zust.	Änderung	Datum	Name			

Pos. 7



Isometrische Ansicht
M 1:3

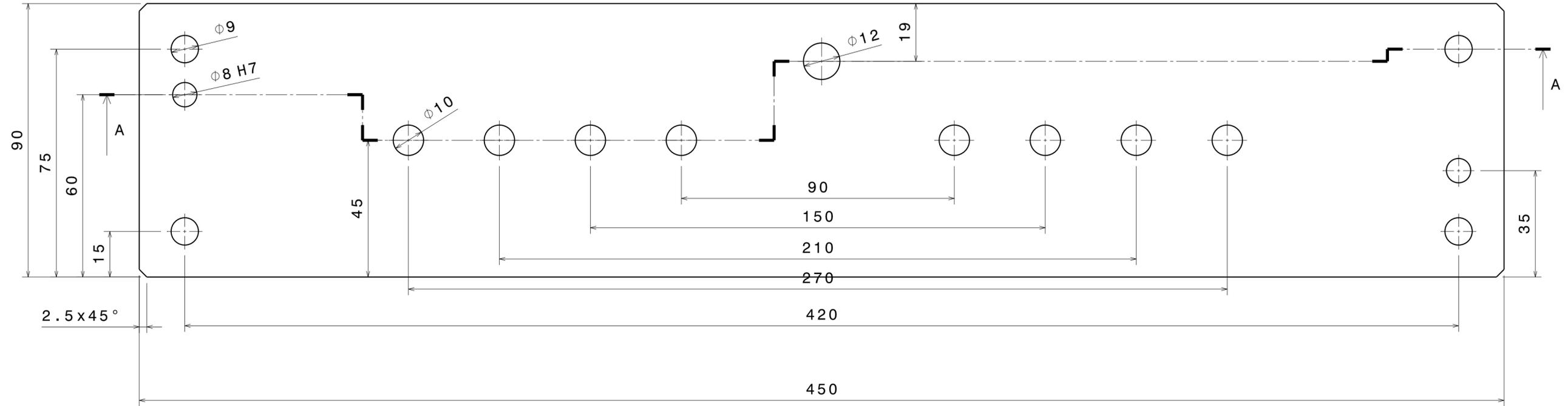
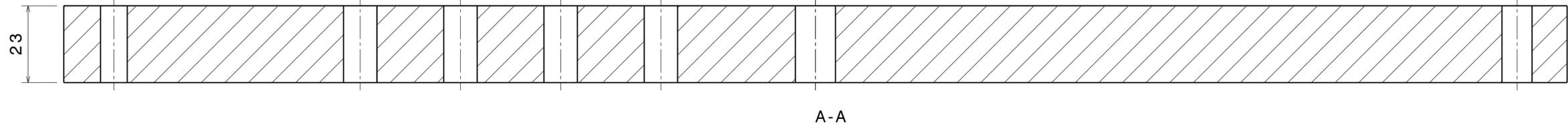


Werkstoff: 1.2379 / 56 HRC

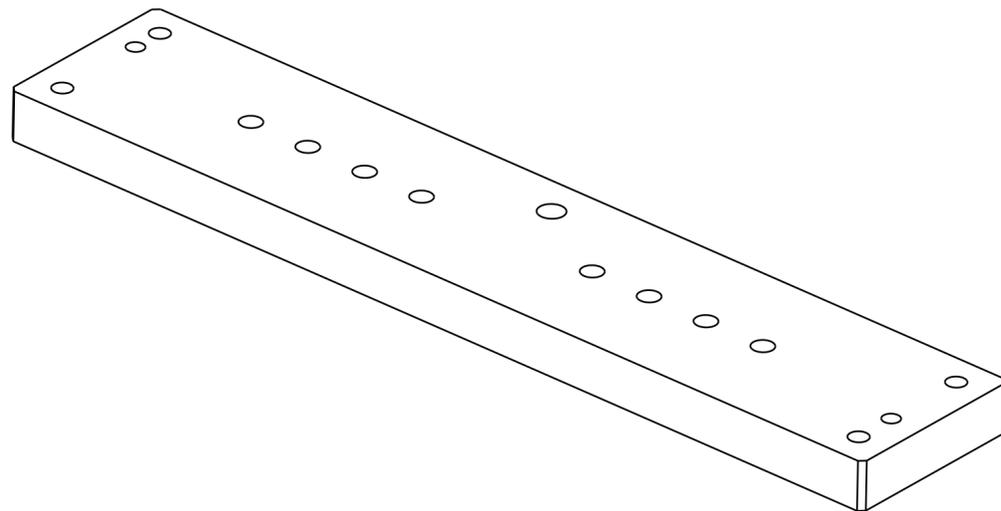
Position der Passbohrung: $\pm 0,01$

Position der Gewinde, Bohrungen und Senkungen: $\pm 0,1$

BITO ...oder wie legerst Du?		Bittmann GmbH Obertor 29 55590 Meisenheim	Allgemein-Toleranzen DIN ISO 2768	Maße in mm	Maßstab: 1:1	Format: A2
Datum		Name		Benennung:		
Bearb.		10.04.15		Nina Wirth		Biegewkzg. Bremsschiene Druckplatte 2
Gepr.		Norm				
Zust.		Änderung		Datum		Name
				Meisterschule für Handwerker 67657 Kaiserslautern		Blatt 1 1 Bl.
				Zeichnungsnummer:		25.35000032



Isometrische Ansicht
Maßstab: 1:2



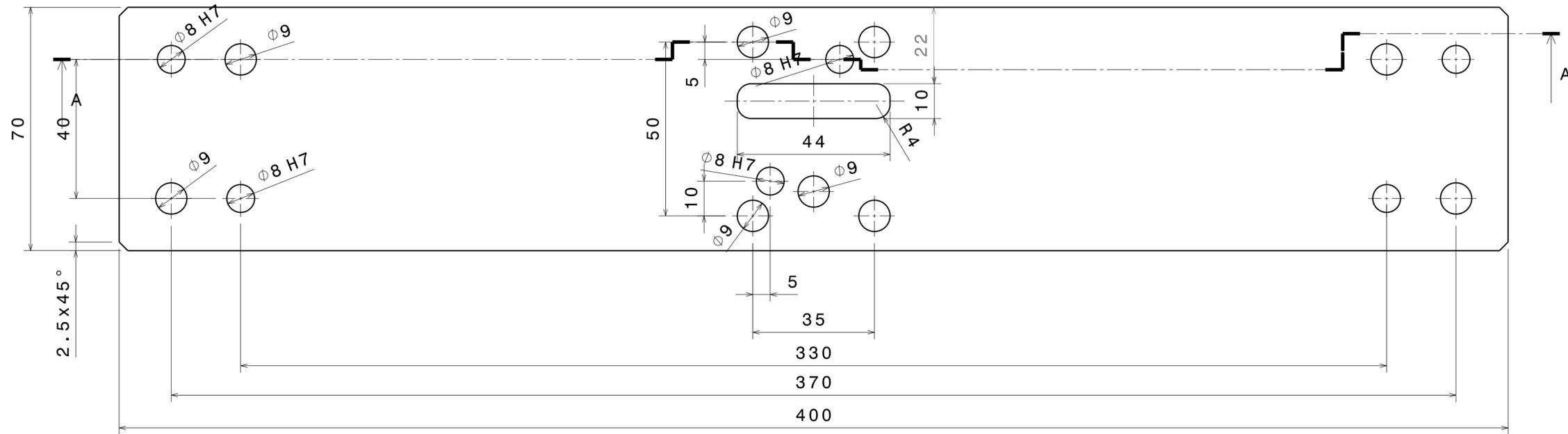
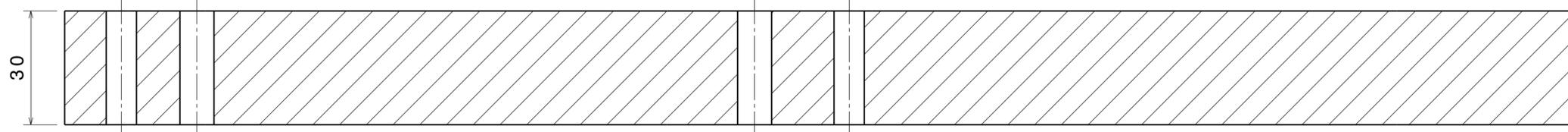
Werkstoff: 1.1730

Position der Passbohrungen: $\pm 0,01$

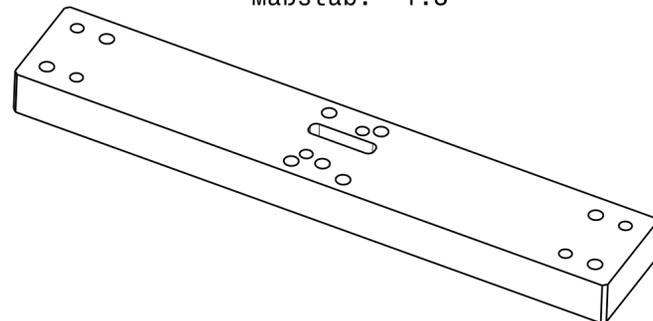
Position der Bohrungen: $\pm 0,1$

BITO Bittmann GmbH Obertor 29 55590 Meisenheim <small>...oder wie legerst Du?</small>		Allgemein-Toleranzen DIN ISO 2768 Maße in mm		Maßstab: 1:1	Format: A2
	Datum	Name	Benennung:		
	Bearb. 16.04.15	Nina Wirth	Biegewkzg. Bremsschiene		
	Gepr.		Zwischenplatte 2		
	Norm		Zeichnungsnummer:		
			25.35000035		Blatt 1
					1 Bl.
Zust.	Änderung	Datum	Name		

A-A



Isometrische Ansicht
Maßstab: 1:3

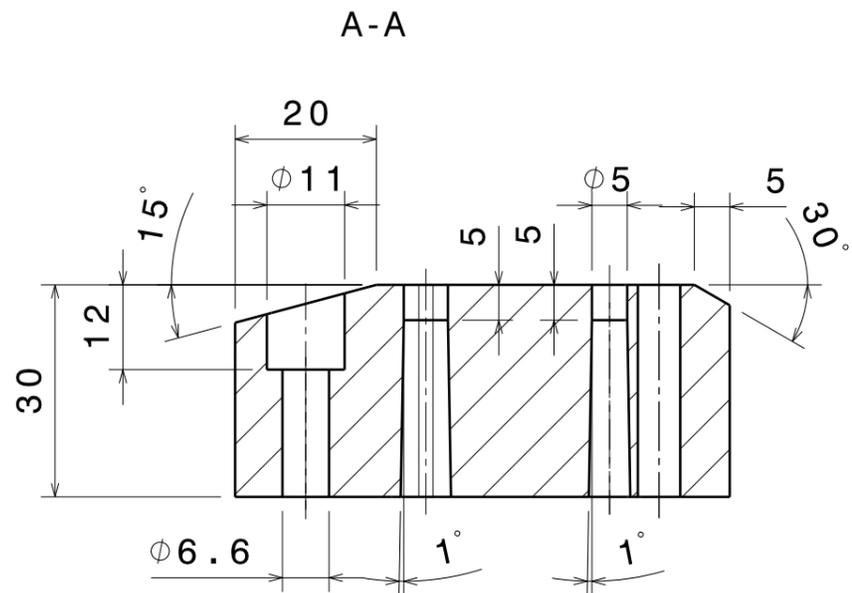


Werkstoff: 1.1730

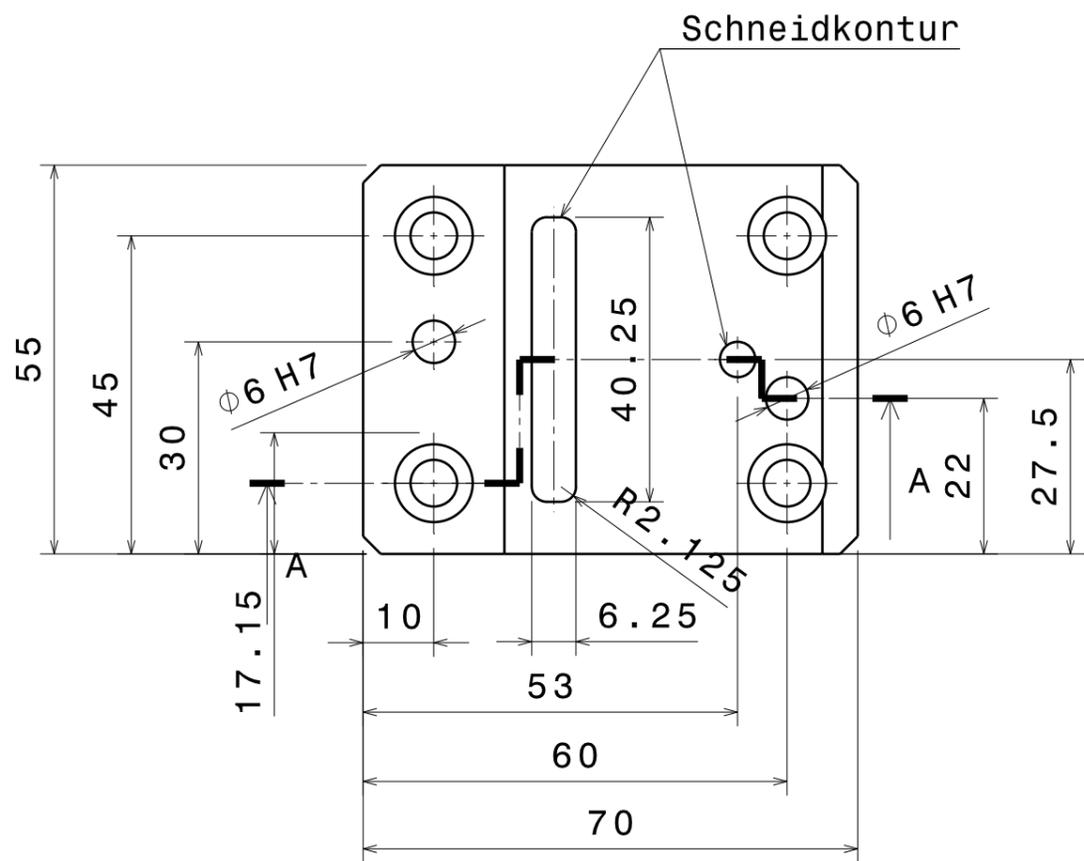
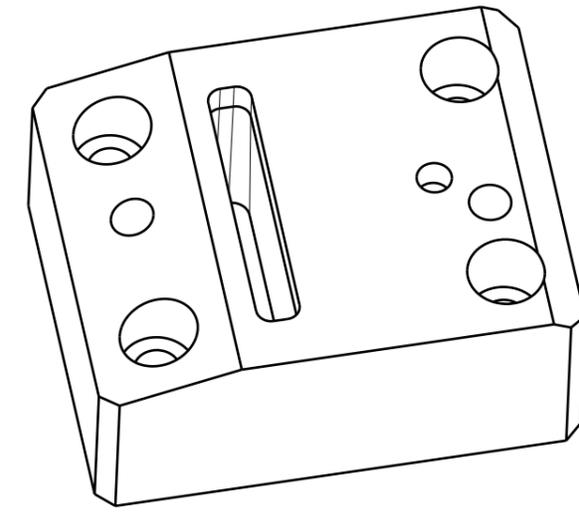
Position der Passbohrung: ±0,01
Position der Gewinde, Bohrungen und Senkungen: ±0,1
Position der Kontur: +0,02

BITO ...oder wie legerst Du? Bittmann GmbH Obertor 29 55590 Meisenheim		Allgemein-Toleranzen DIN ISO 2768		Maßstab: 1:1		Format: A2	
		Datum		Name		Benennung:	
		10.04.15		Nina Wirth		Biegewkzg. Bremsschiene	
		Gepr.				Distanzplatte 3	
		Norm				Zeichnungsnummer:	
						25.35000033	
				Meisterschule für Handwerker 67657 Kaiserslautern		Blatt 1 1 Bl.	
Zust	Änderung	Datum	Name				

Pos. 10



Isometrische Ansicht
Maßstab: 1:1



Werkstoff: 1.2379 / 58 HRC

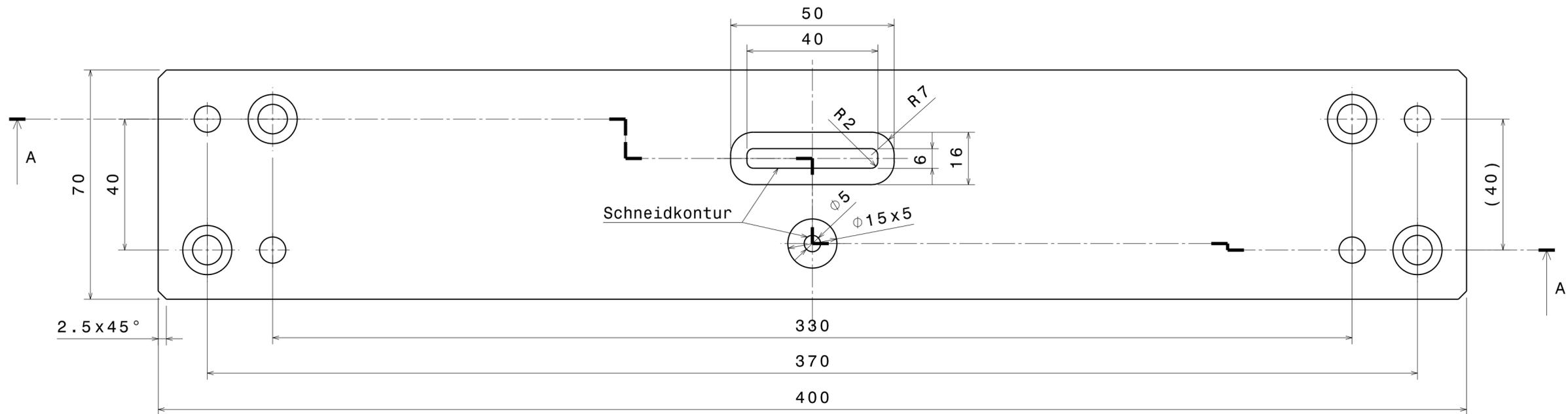
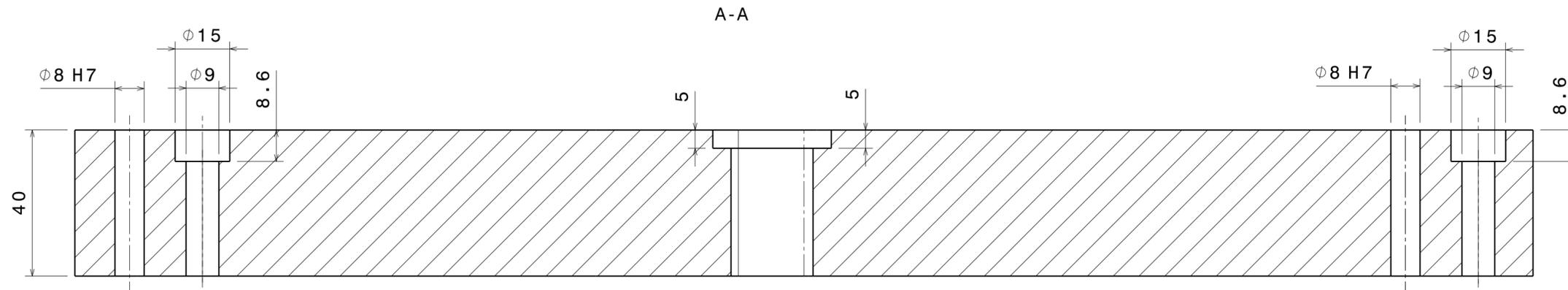
Position der Passbohrung: $\pm 0,01$

Position der Senkungen: $\pm 0,1$

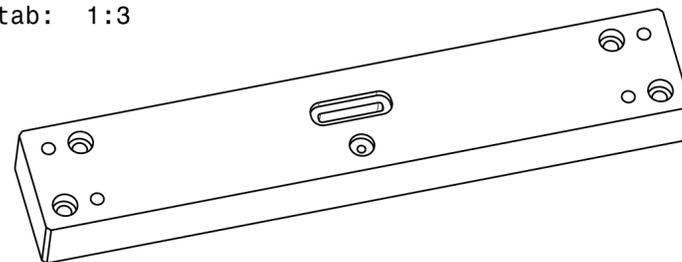
Position der Kontur: $+0,02$

Schneidkonturen sind zu erodieren
Schneidkanten 5 mm zylindrisch dann 1° konisch
Konturen mit 0,125 mm Schneidspalt gezeichnet

 Bittmann GmbH Obertor 29 55590 Meisenheim	Allgemein- Toleranzen DINISO 2768	 Maße in mm	Maßstab: 1:1	Format: A3	
			Werkzeug		
Datum Name			Benennung:		
Bearb. 10.04.15 Gepr. Nina Wirth			Biegewkzg. Bremsschiene Schneidplatte 3		
Norm			Zeichnungsnummer: 25.35000024		
 Meisterschule für Handwerker 67657 Kaiserslautern			Blatt 1 1 Bl.		
Zust.	Änderung	Datum	Name		



Isometrische Ansicht
Maßstab: 1:3



Werkstoff: S355J0

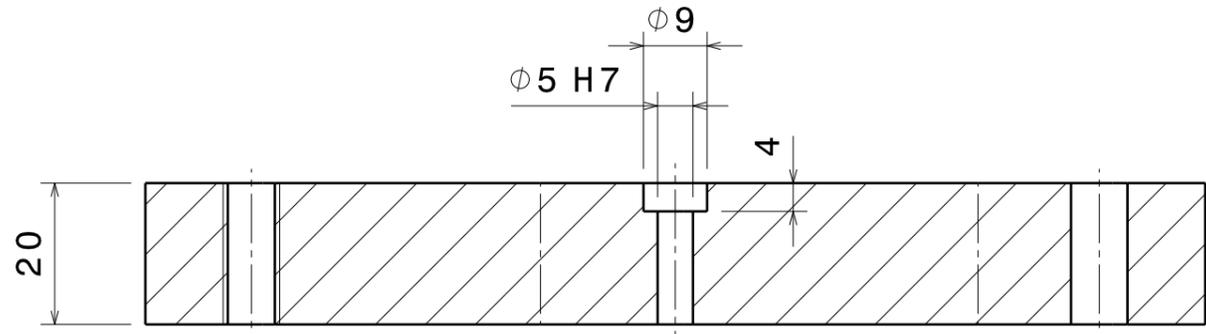
Position der Passbohrung: $\pm 0,01$
Position der Gewinde, Bohrungen und Senkungen: $\pm 0,1$
Position der Kontur: $+0,02$

Schneidkonturen sind zu erodieren

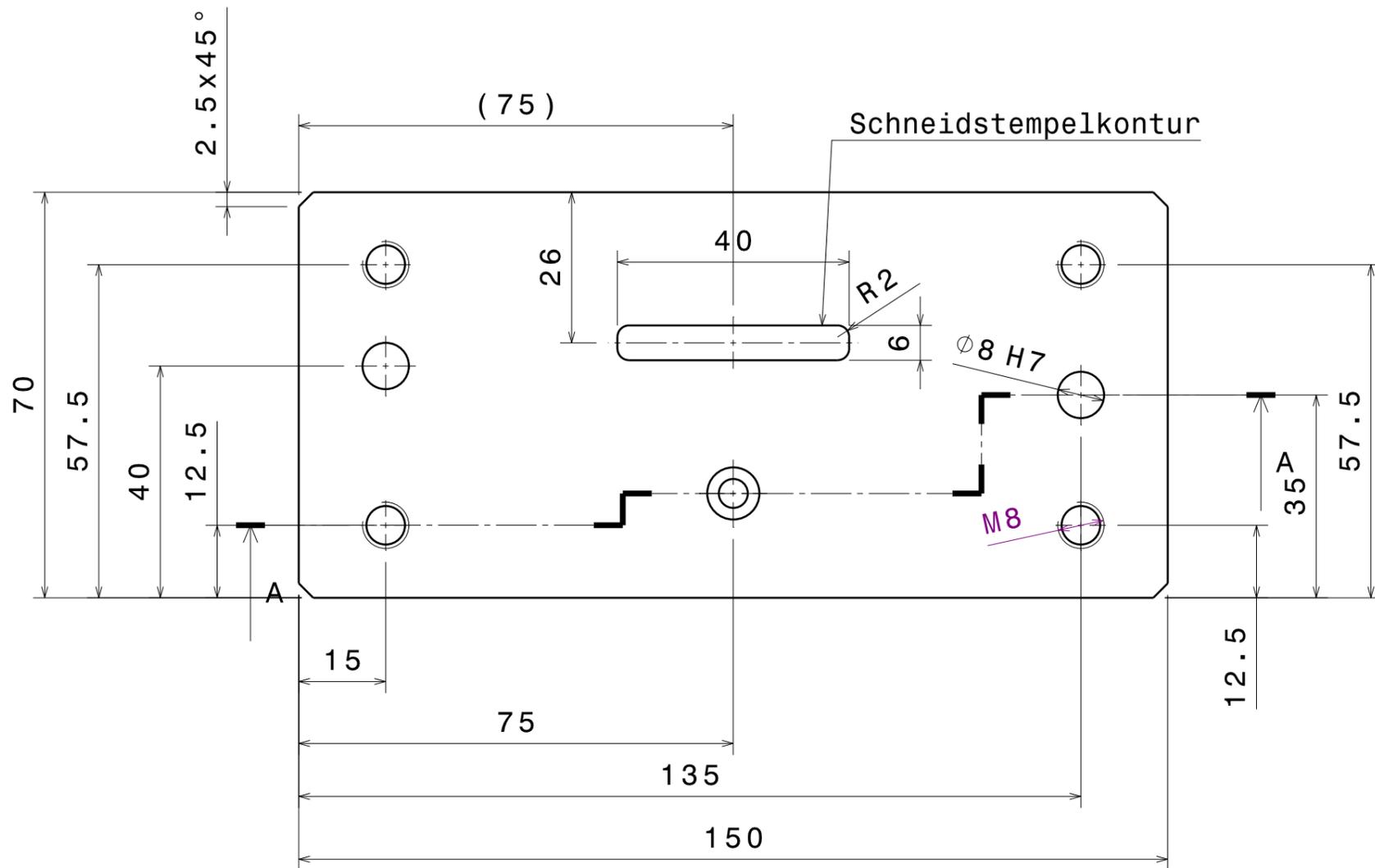
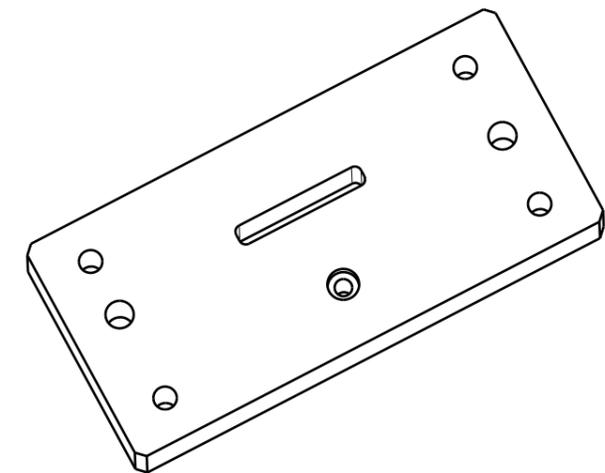
BITO ...oder wie legerst Du?		Bittmann GmbH Obertor 29 55590 Meisenheim	Allgemein-Toleranzen DIN ISO 2768	Maße in mm	Maßstab: 1:1	Format: A2
Datum		Name	Benennung:		Blatt	
10.04.15		Nina Wirth	Biegewkzg. Bremsschiene		1	
Gepr.			Führungsplatte 3		1 Bl.	
Norm			Zeichnungsnummer:		Blatt	
			25.35000030		1	
			Meisterschule für Handwerker 67657 Kaiserslautern		Blatt	
Zust	Änderung	Datum	Name			1 Bl.

Pos. 14

A-A



Isometrische Ansicht
Maßstab: 1:2



Werkstoff: 1.1730

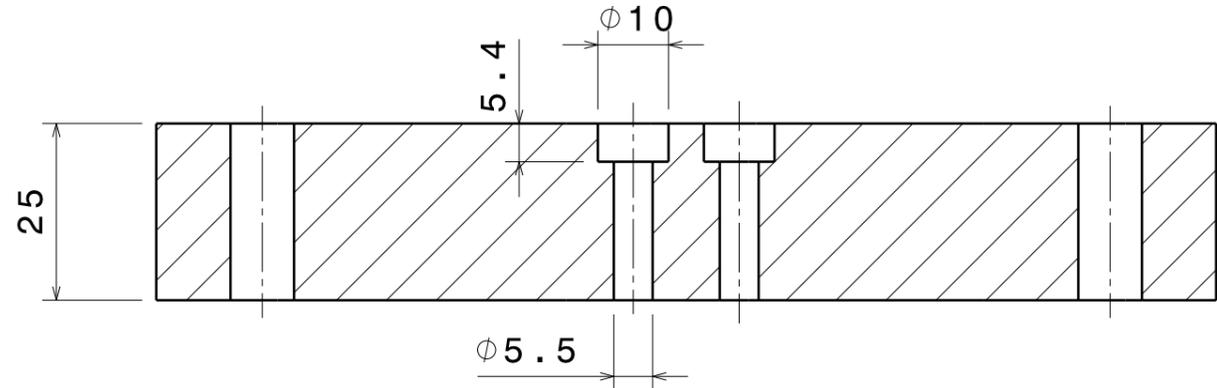
Position der Passbohrung: $\pm 0,01$
 Position der Gewinde, Bohrungen und Senkungen: $\pm 0,1$
 Position der Kontur: $+0,02$

Schneidkonturen sind zu erodieren

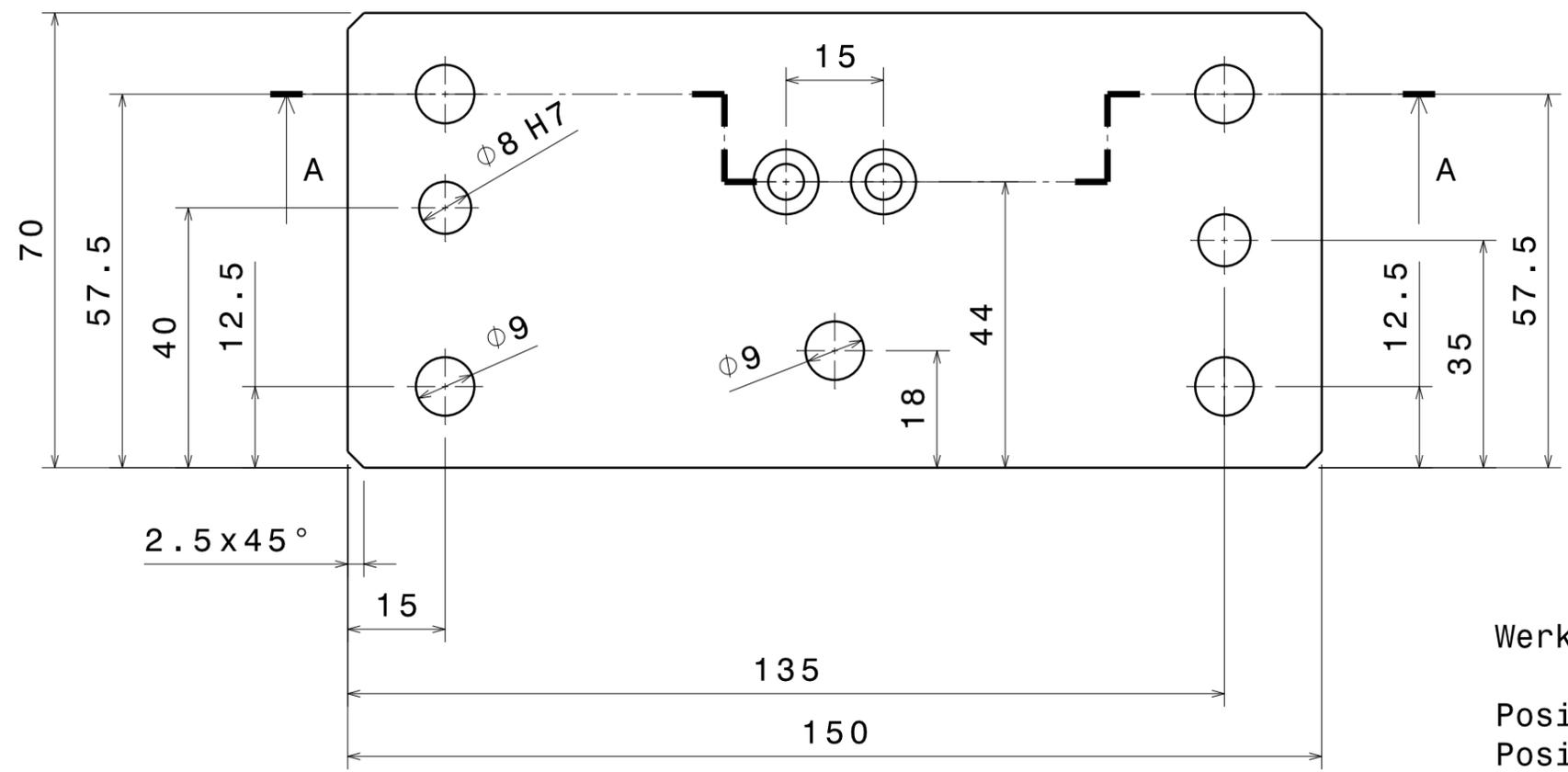
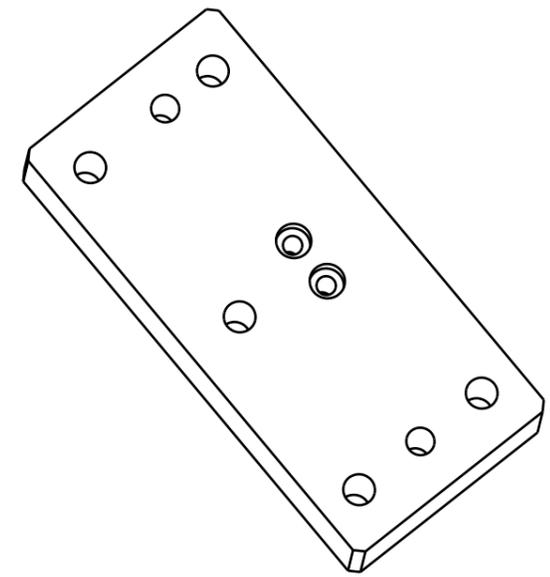
Bittmann GmbH Obertor 29 55590 Meisenheim ...oder wie lagerst Du?	Allgemein-Toleranzen DIN ISO 2768 Maße in mm	Maßstab: 1:1 Format: A3	Werkzeug
Datum Name	Bearb. 10.04.15 Name Nina Wirth	Zeichnungsnummer: 25.35000031	
Gepr.	Norm	Meisterschule für Handwerker 67657 Kaiserslautern	Blatt 1 1 Bl.
Zust.	Änderung	Datum	Name

Pos. 15

A-A



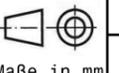
Isometrische Ansicht
Maßstab: 1:2



Werkstoff: 1.2379 / 56 HRC

Position der Passbohrung: ±0,01

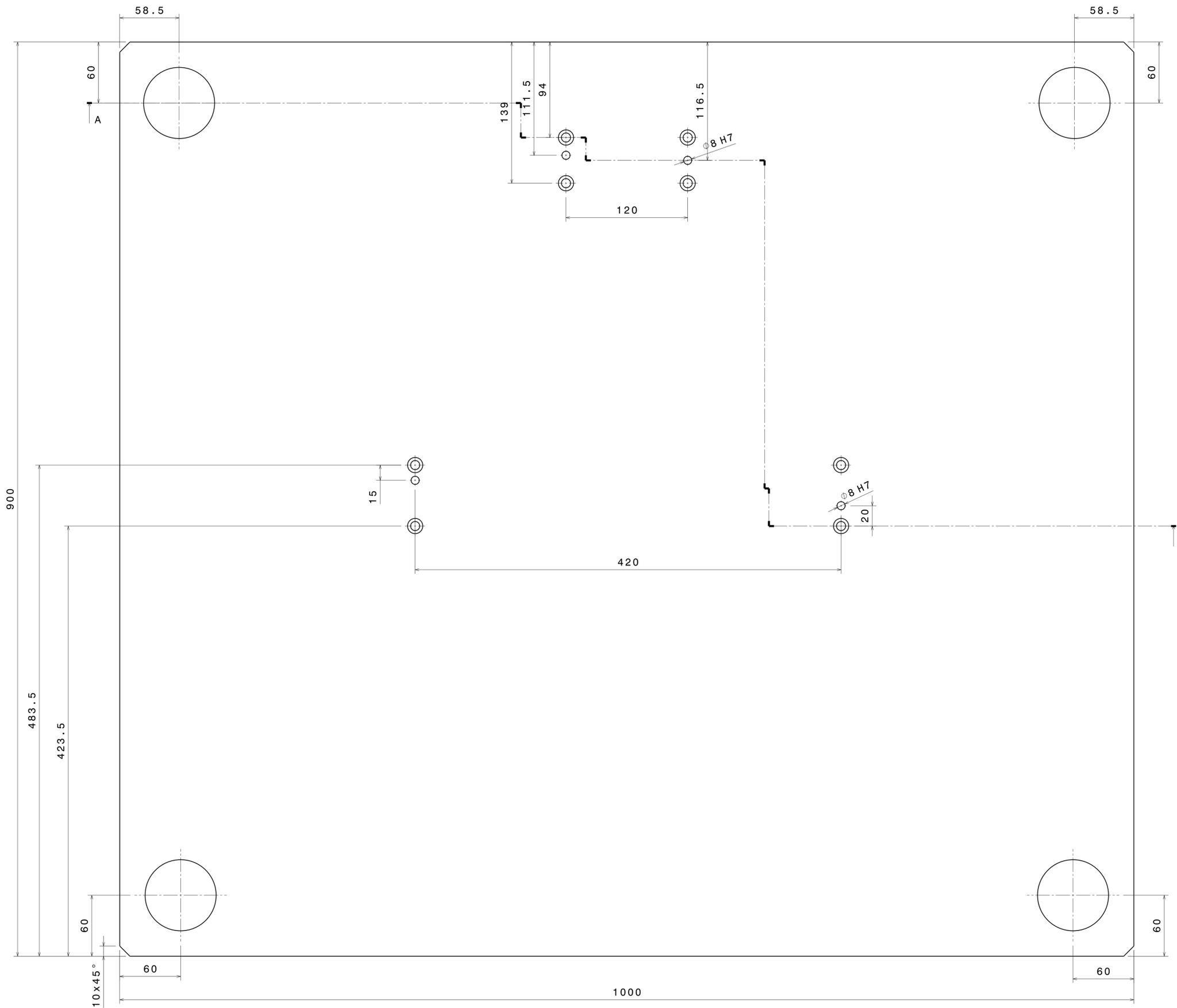
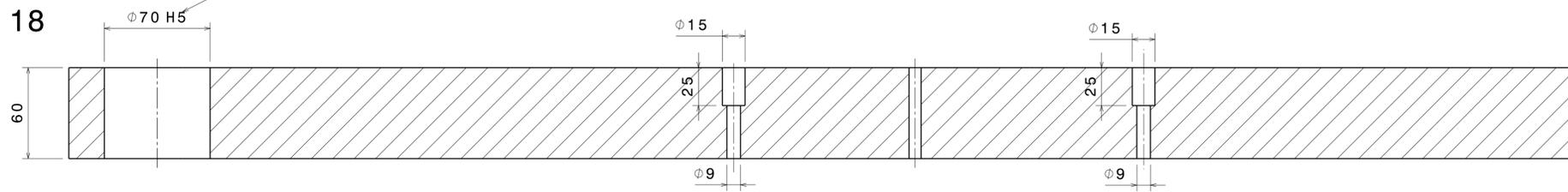
Position der Gewinde, Bohrungen und Senkungen: ±0,1

 Bittmann GmbH Obertor 29 55590 Meisenheim	Allgemein-Toleranzen DIN ISO 2768	 Maße in mm	Maßstab: 1:1	Format: A3
			Werkzeug	
	Datum	Name	Benennung:	
	Bearb. 10.04.15	Nina Wirth	Biegewkz. Bremsschiene Druckplatte 3	
	Gepr.			
	Norm			
			 Meisterschule für Handwerker 67657 Kaiserslautern	Zeichnungsnummer: 25.35000034
Zust.	Änderung	Datum	Name	Blatt 1 1 Bl.

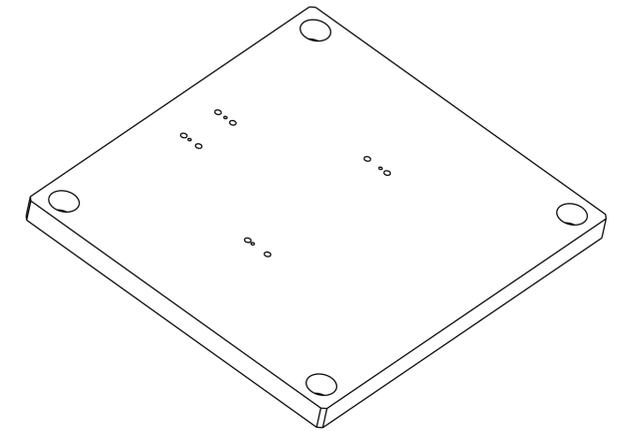
Pos. 18

Säulenbohrung

A-A



Isometrische Ansicht
Maßstab: 1:8



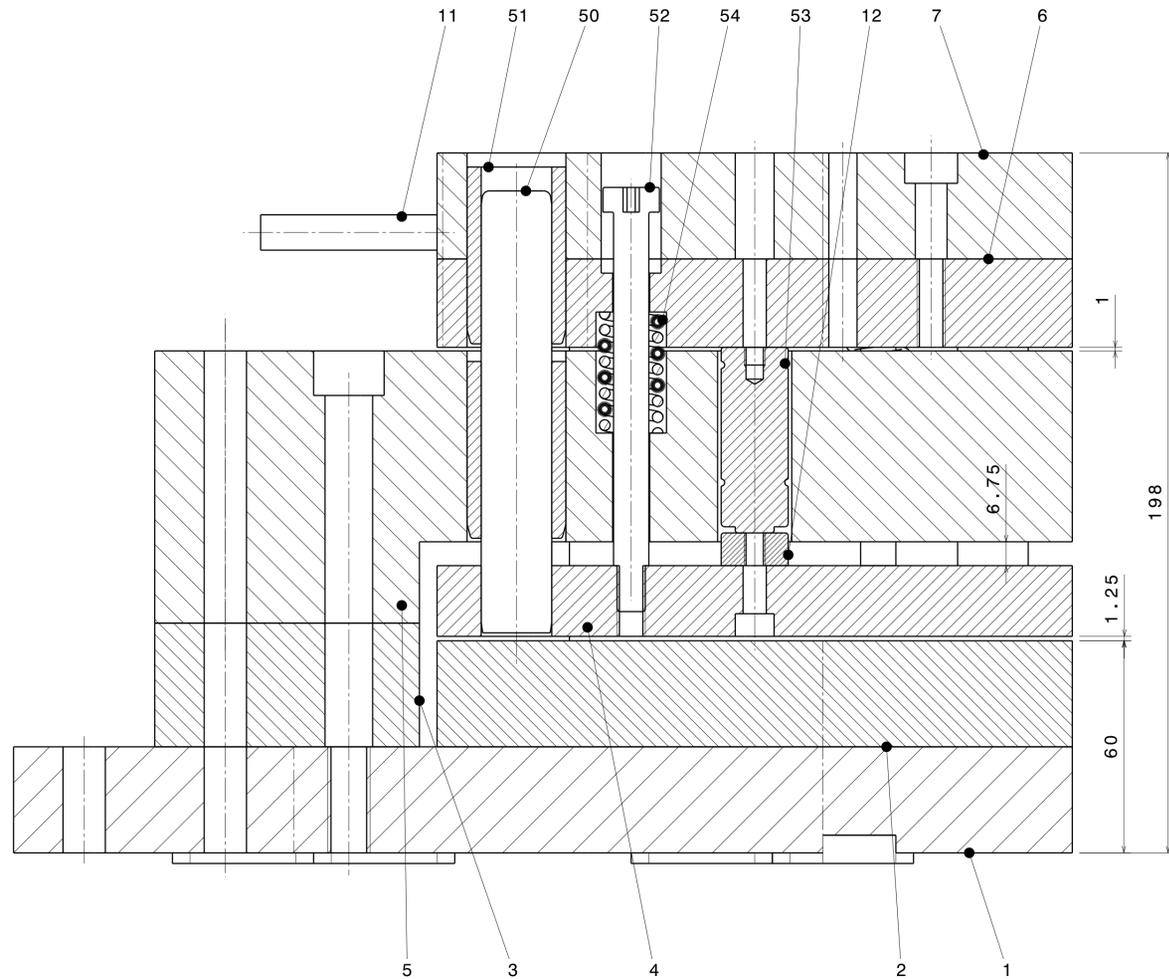
Werkstoff: S355J0

Position der Passbohrung: $\pm 0,01$
 Position der Gewinde, Bohrungen und Senkungen: $\pm 0,1$
 Position der Kontur: $+0,02$

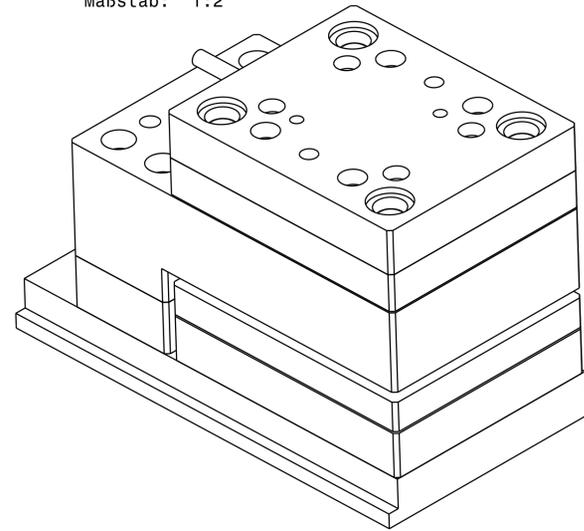
BITO ...oder wie legiert Du?		Sitzmann GmbH Oberdorfer Str. 55590 Meisenheim		Allgemein- Toleranzen DIN ISO 2768		Maße in mm		Maßstab: 1:2		Format: A1	
				Datum		Name		Benennung:			
				Bearb. 15.04.15		Nina Wirth		Biegewkz. Bremsschiene			
				Gepr.				Kopfplatte			
				Norm				Zeichnungsnummer:		Blatt	
						Musterschule für Handwerker		25.35000037		1	
						67657 Kaiserslautern				1 Bl.	
Zust.	Änderung	Datum	Name								

2 x herstellen

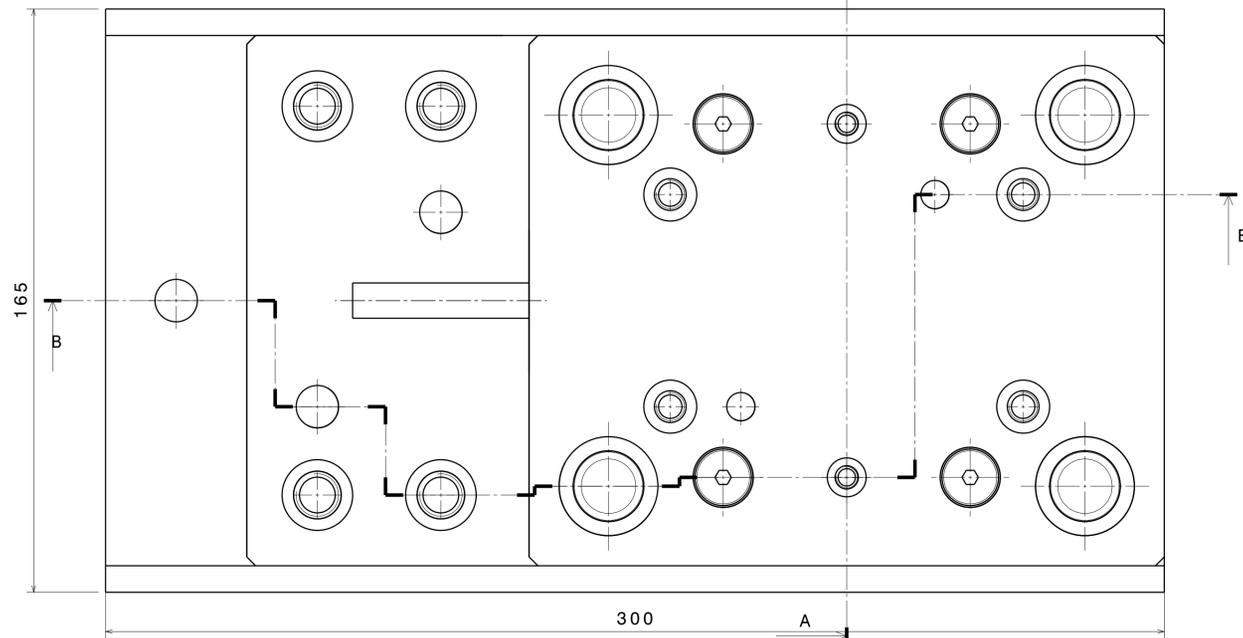
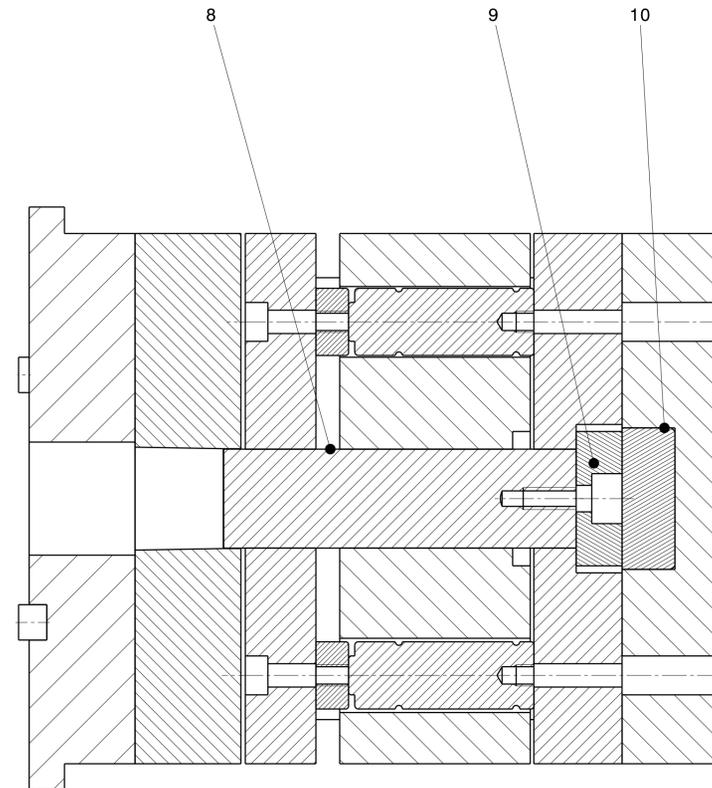
A-A



Isometrische Ansicht
Maßstab: 1:2

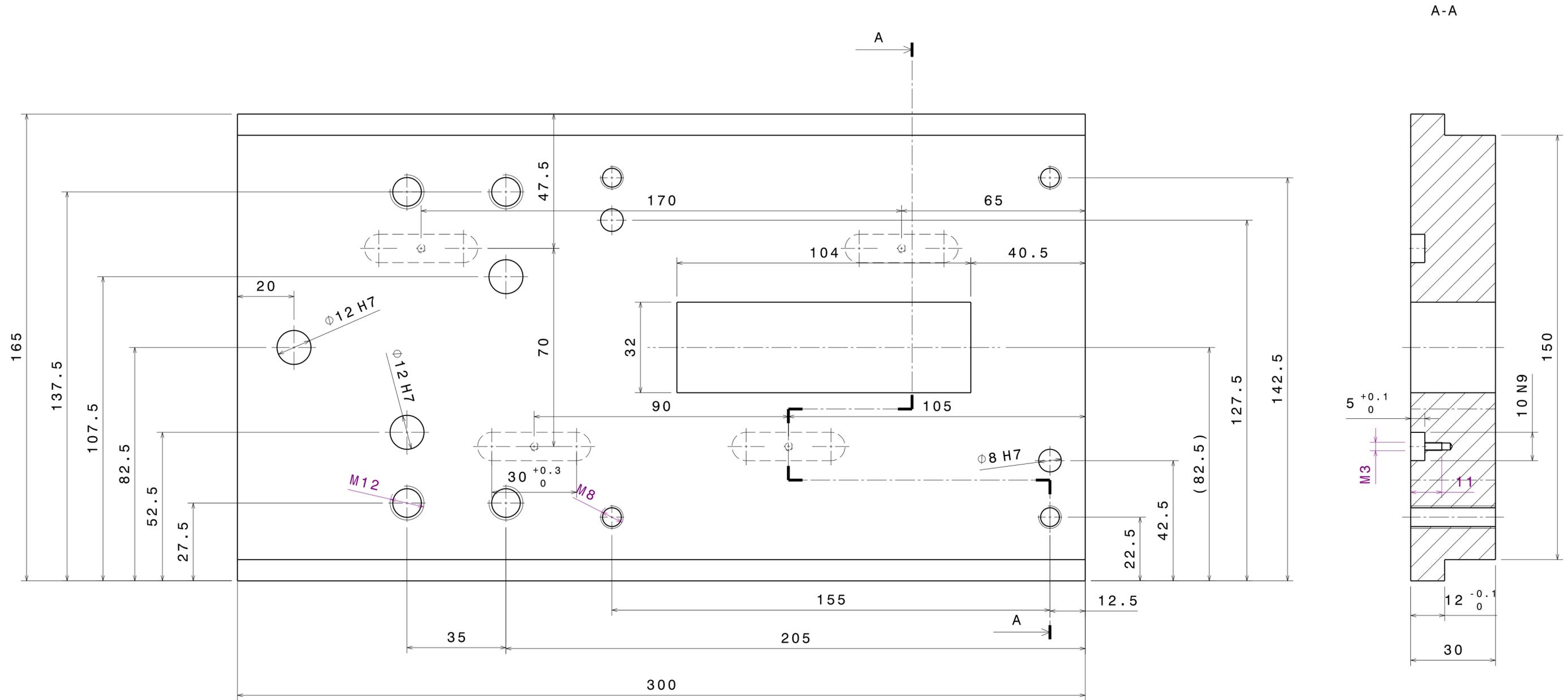


B-B

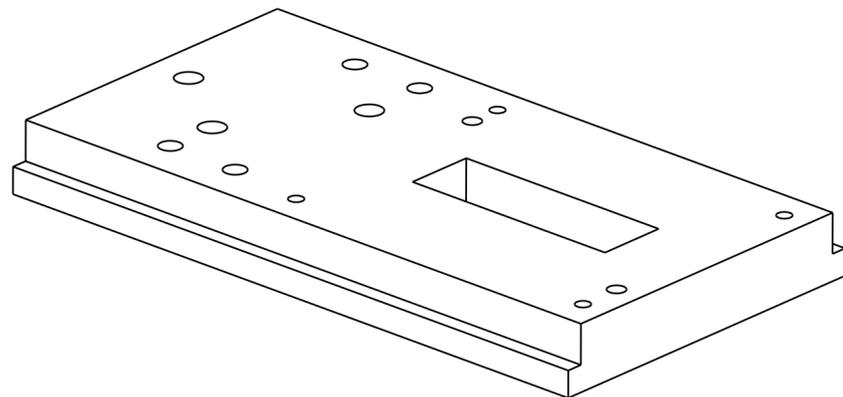


Pos	Anz	Einh	Benennung	Norm-Kurzbezeichnung	Material
55	4	Stck	Passfeder Form C	DIN 6885-C-10x8x40	Fa. Mädler
54	4	Stck	Druckfeder	D-361	Fa. Gutekunst
53	2	Stck	Gasdruckfeder	U.0175.019.TO.180	Fa. Dadco
52	4	Stck	Schulterpassschraube	E 1240_10x100	Fa. Meusburger
51	4	Stck	Führungsbuchse	2052.70.020.028.050	Fa. Fibro
50	4	Stck	Führungssäule	202.29.020.125	Fa. Fibro
12	2	Stck	Druckplatte Gasdruckfeder	∅19x9,25	1.2379/56 HRC
11	1	Stck	Schieberstange	∅10x60	S235 JR
10	1	Stck	Schieber	150x40x15	1.2379/56 HRC
9	1	Stck	Druckplatte Schieber	110x38x13	1.2379/56 HRC
8	1	Stck	Abschneidstempel	100x28x100	1.2379/58 HRC
7	1	Stck	Kopfplatte	180x150x30	S355J0
6	1	Stck	Druckplatte	180x150x25	1.2379/56 HRC
5	1	Stck	Führungsplatte	260x150x77	S355J0
4	1	Stck	Abstreiferplatte	180x150x20	1.2379/56 HRC
3	1	Stck	Distanzblock	75x150x35	1.1730
2	1	Stck	Schneidplatte	180x150x30	1.2379/58 HRC
1	1	Stck	Distanzplatte	300x165x30	1.1730

BITO ...oder wie legiert Du?		Büro: 68800 Oberdorf 29 55590 Messenheis		Allgemein-Toleranzen DIN ISO 2768		Maße in mm		Maßstab: 1:1		Format: A1	
Datum		Name		Benennung:		Benennung:		Benennung:		Blatt	
14.04.15		Nina Wirth		Biegewkz. Bremsschiene		Baugruppe Abschneiden		25.3500011		1	
Gepr.		Norm		Zeichnungsnummer:		25.3500011		1		1 Bl.	
Zust.		Änderung		Datum		Name					



Isometrische Ansicht
Maßstab: 1:2



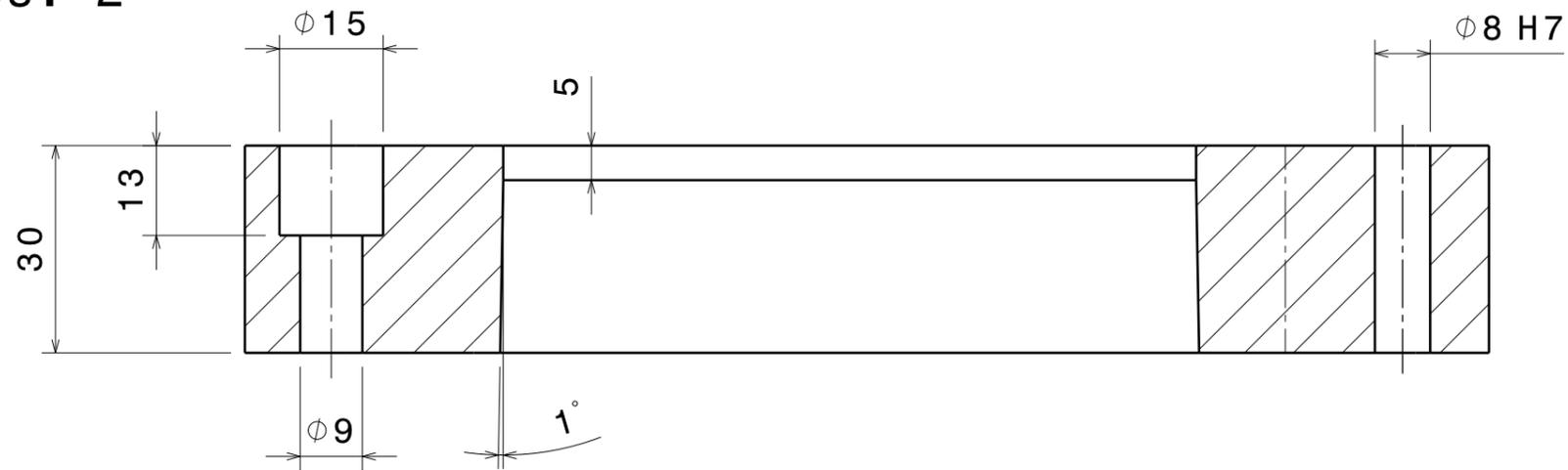
Werkstoff: 1.1730

Position der Passbohrung: $\pm 0,01$
 Position der Gewinde, Bohrungen und Senkungen: $\pm 0,1$
 Position der Kontur: $+0,02$

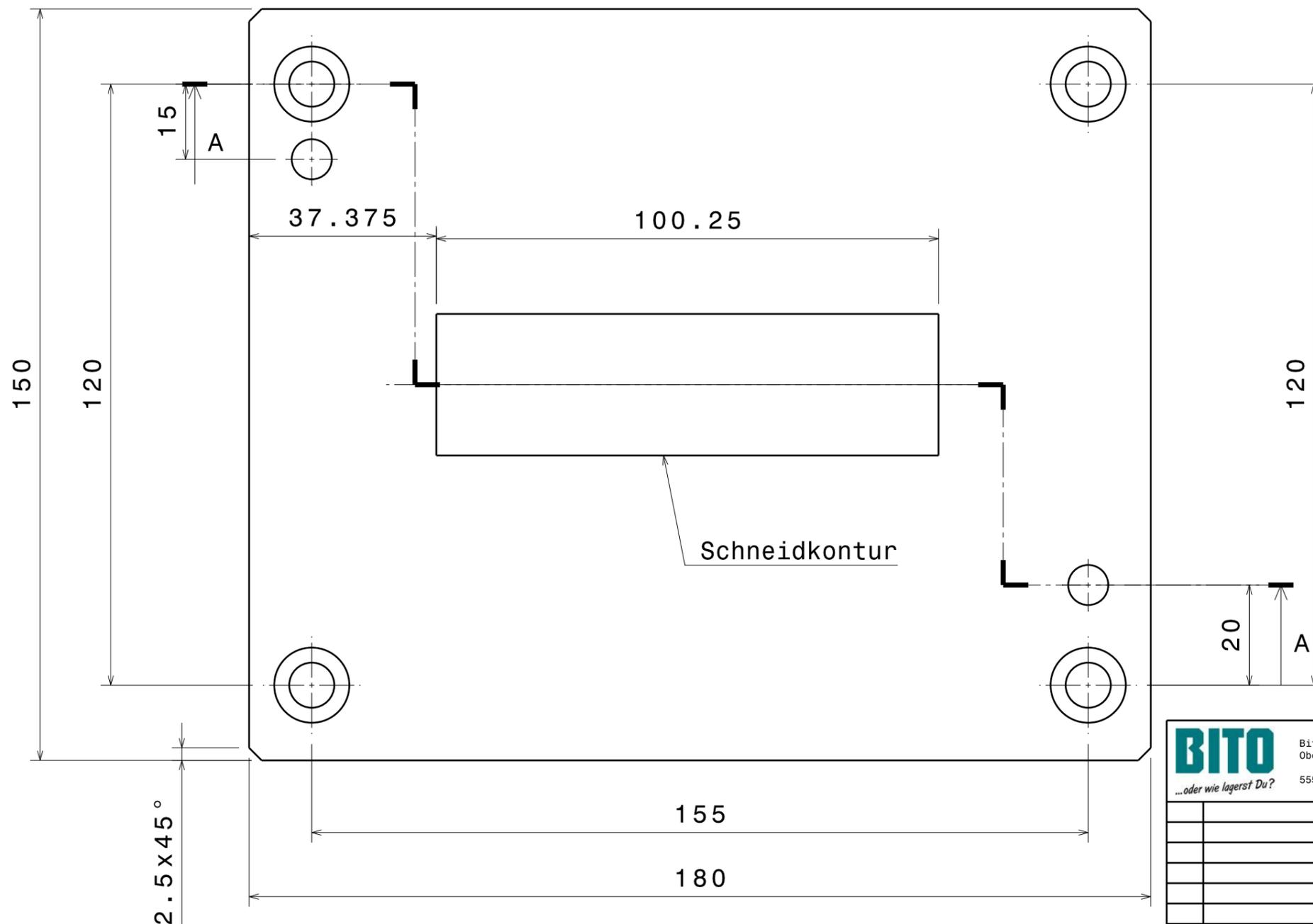
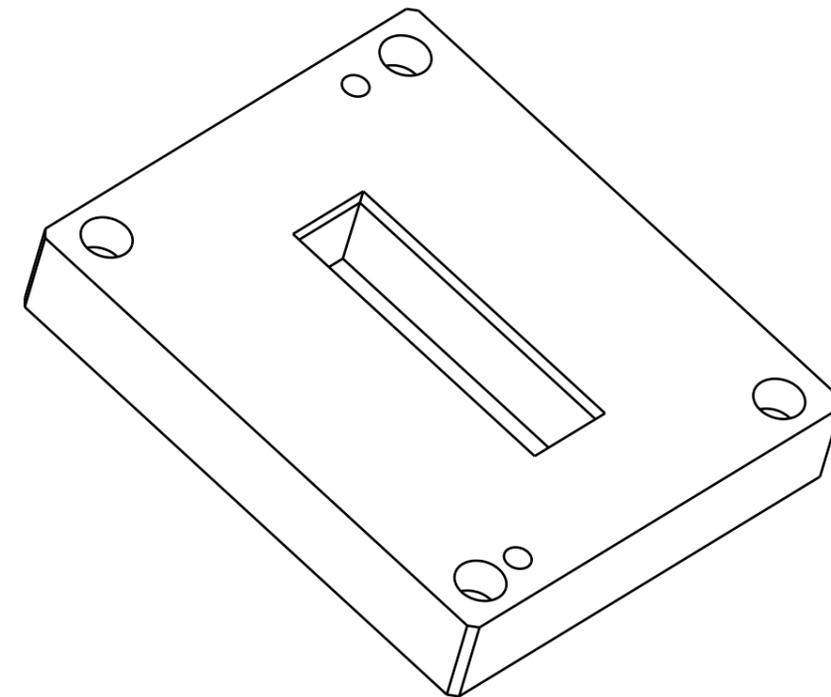
BITO ...oder wie legerst Du?		Bittmann GmbH Oberdorfer 29 55590 Weisenheim		Allgemein-Toleranzen DIN ISO 2768		Maßstab: 1:1		Format: A2	
				Datum 10.04.15		Name Nina Wirth		Benennung: Biegewkzg. Bremsschiene Distanzplatte Abschneiden	
				Gepr.				Zeichnungsnummer: 25.35000001	
				Norm				Blatt 1	
				Meisterschule für Handwerker 67657 Kaiserslautern				1 Bl.	
Zust.	Änderung	Datum	Name						

Pos. 2

A-A



Isometrische Ansicht
Maßstab: 1:2



Werkstoff: 1.2379 / 58 HRC

Position der Passbohrung: $\pm 0,01$

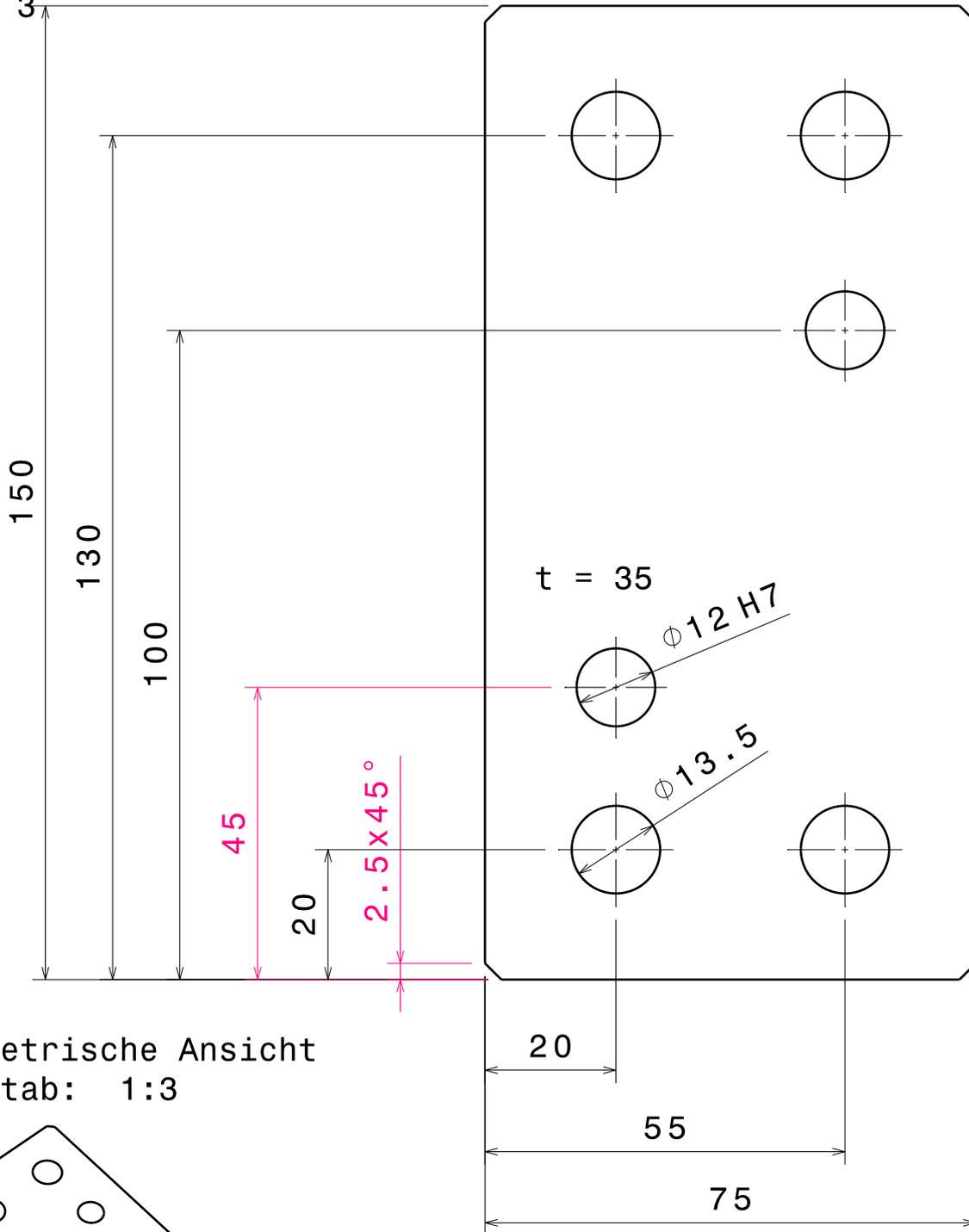
Position der Senkungen: $\pm 0,1$

Position der Kontur: $+0,02$

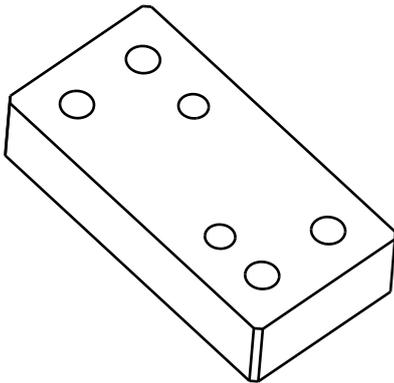
Schneidkonturen sind zu erodieren
Schneidkanten 5 mm zylindrisch dann 1° konisch
Konturen mit 0,125 mm Schneidspalt gezeichnet

 Bittmann GmbH Obertor 29 55590 Meisenheim ...oder wie lagerst Du?	Allgemein-Toleranzen DIN ISO 2768		 Maße in mm	Maßstab: 1:1	Format: A3															
	<table border="1"> <tr> <th>Zust.</th> <th>Änderung</th> <th>Datum</th> <th>Name</th> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>			Zust.	Änderung	Datum	Name					<table border="1"> <tr> <th>Datum</th> <th>Name</th> </tr> <tr> <td>Bearb. 10.04.15</td> <td>Nina Wirth</td> </tr> <tr> <td>Gepr.</td> <td> </td> </tr> <tr> <td>Norm</td> <td> </td> </tr> </table>	Datum	Name	Bearb. 10.04.15	Nina Wirth	Gepr.		Norm	
Zust.	Änderung	Datum	Name																	
Datum	Name																			
Bearb. 10.04.15	Nina Wirth																			
Gepr.																				
Norm																				
				Biegewkz. Bremsschiene Schneidplatte Abschneiden																
				Zeichnungsnummer: 25.35000002	Blatt 1 1 Bl.															
				Meisterschule für Handwerker 67657 Kaiserslautern																

Pos. 3



Isometrische Ansicht
Maßstab: 1:3



Werkstoff: 1.1730

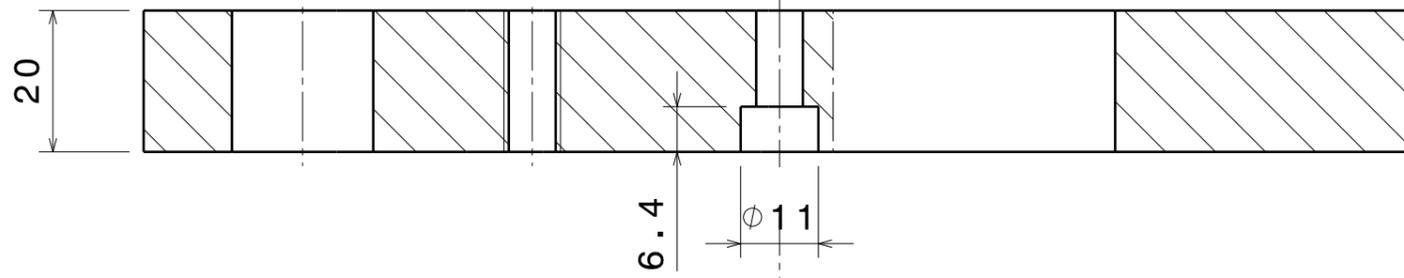
Position der Passbohrung: $\pm 0,01$
 Position der Bohrungen: $\pm 0,1$
 Position der Kontur: $+0,02$

		Bittmann GmbH Obertor 29 55590 Meisenheim		Allgemein-Toleranzen DINISO 2768		Maße in mm		Maßstab: 1:1		Format: A4	
				Datum		Name		Werkzeug			
				Bearb. 10.04.15		Nina Wirth		Benennung:			
				Gepr.				Biegewkzg. Bremsschiene Distanzblock Abschneiden			
				Norm				Zeichnungsnummer:			
								25.35000003			
								Blatt			
								1			
								1 Bl.			
Zust	Änderung	Datum	Name								

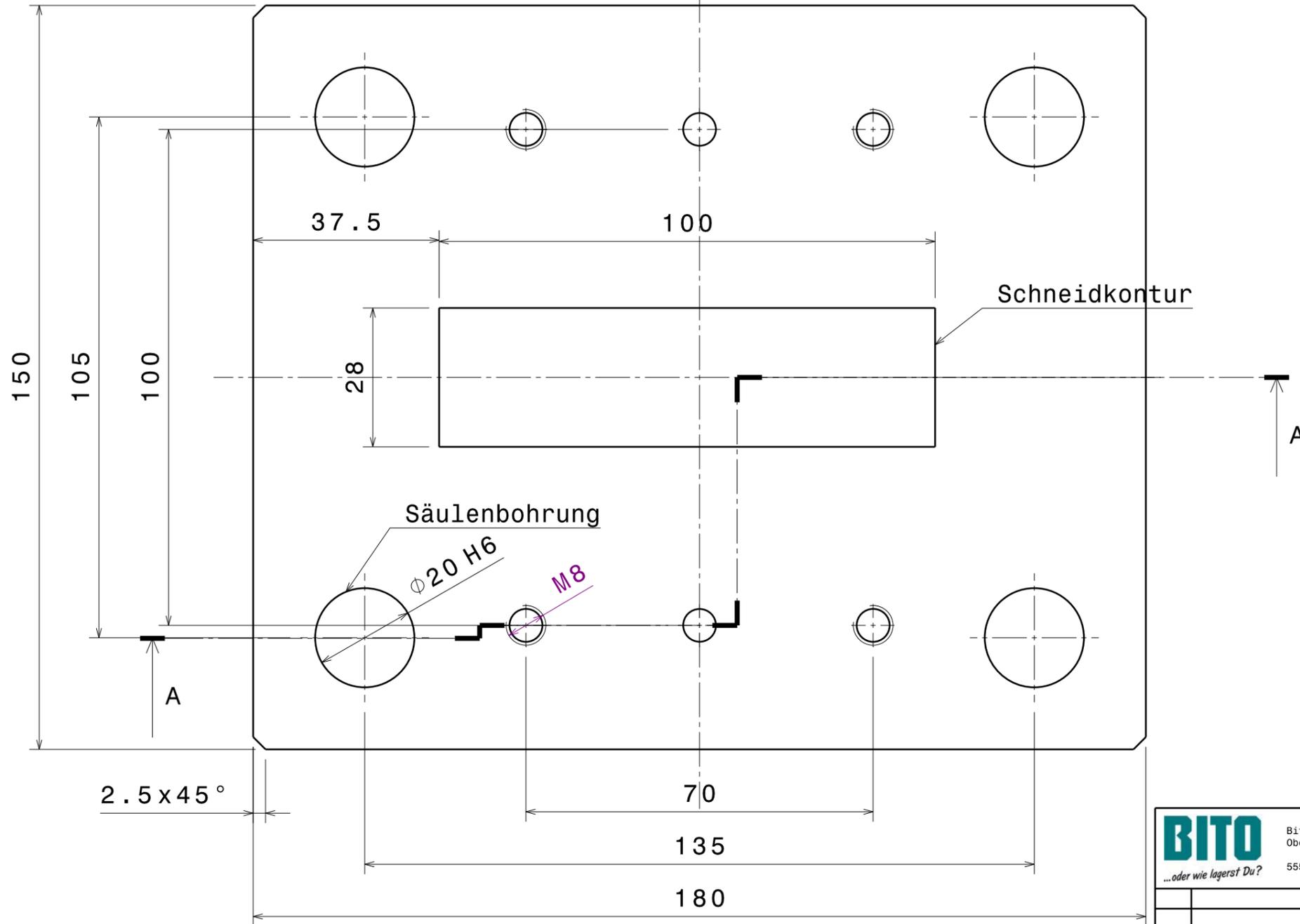
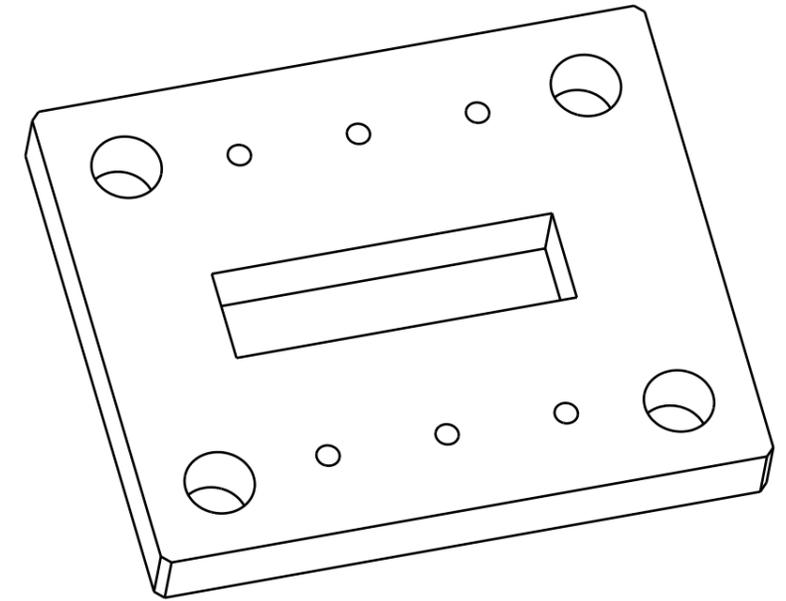
Pos. 4

A-A

∅ 6.6



Isometrische Ansicht
Maßstab: 1:2



Werkstoff: 1.2379 / 56 HRC

Position der Passbohrung: ±0,01

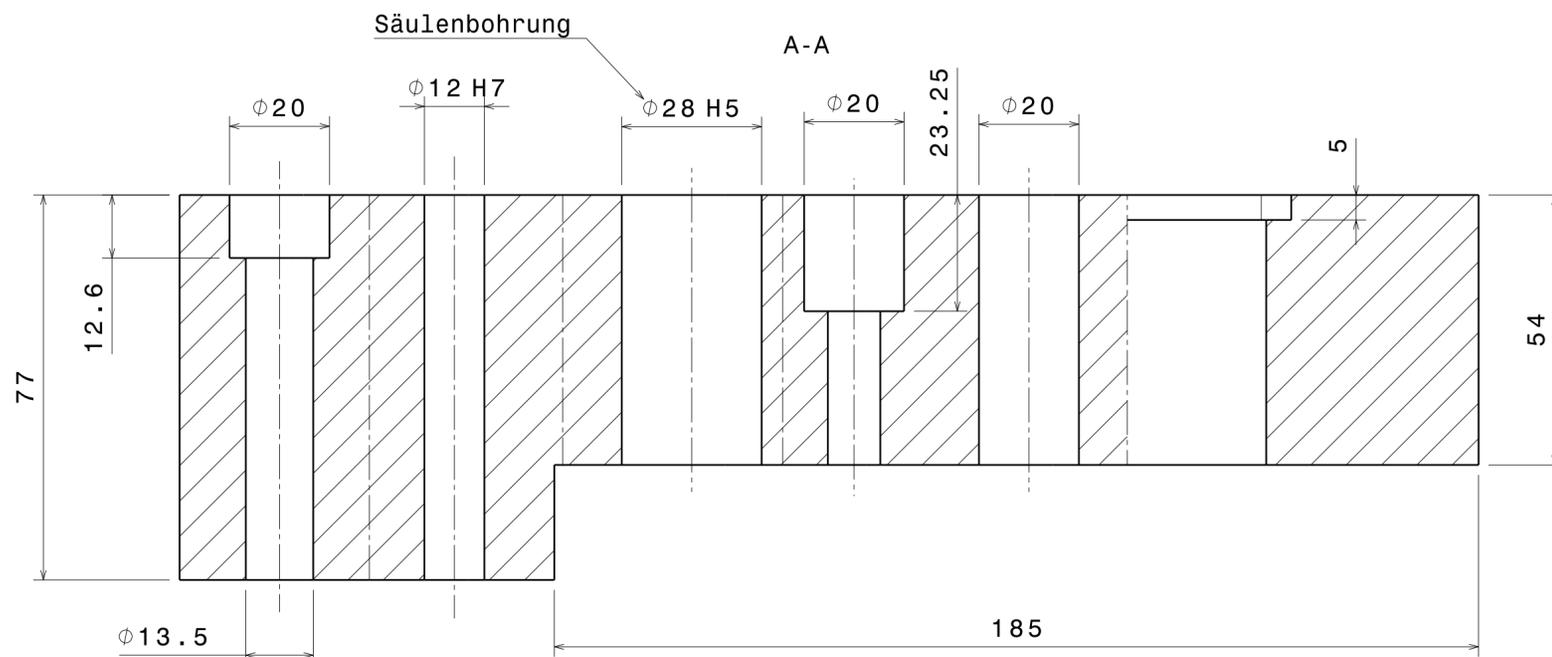
Position der Senkungen: ±0,1

Position der Kontur: +0,02

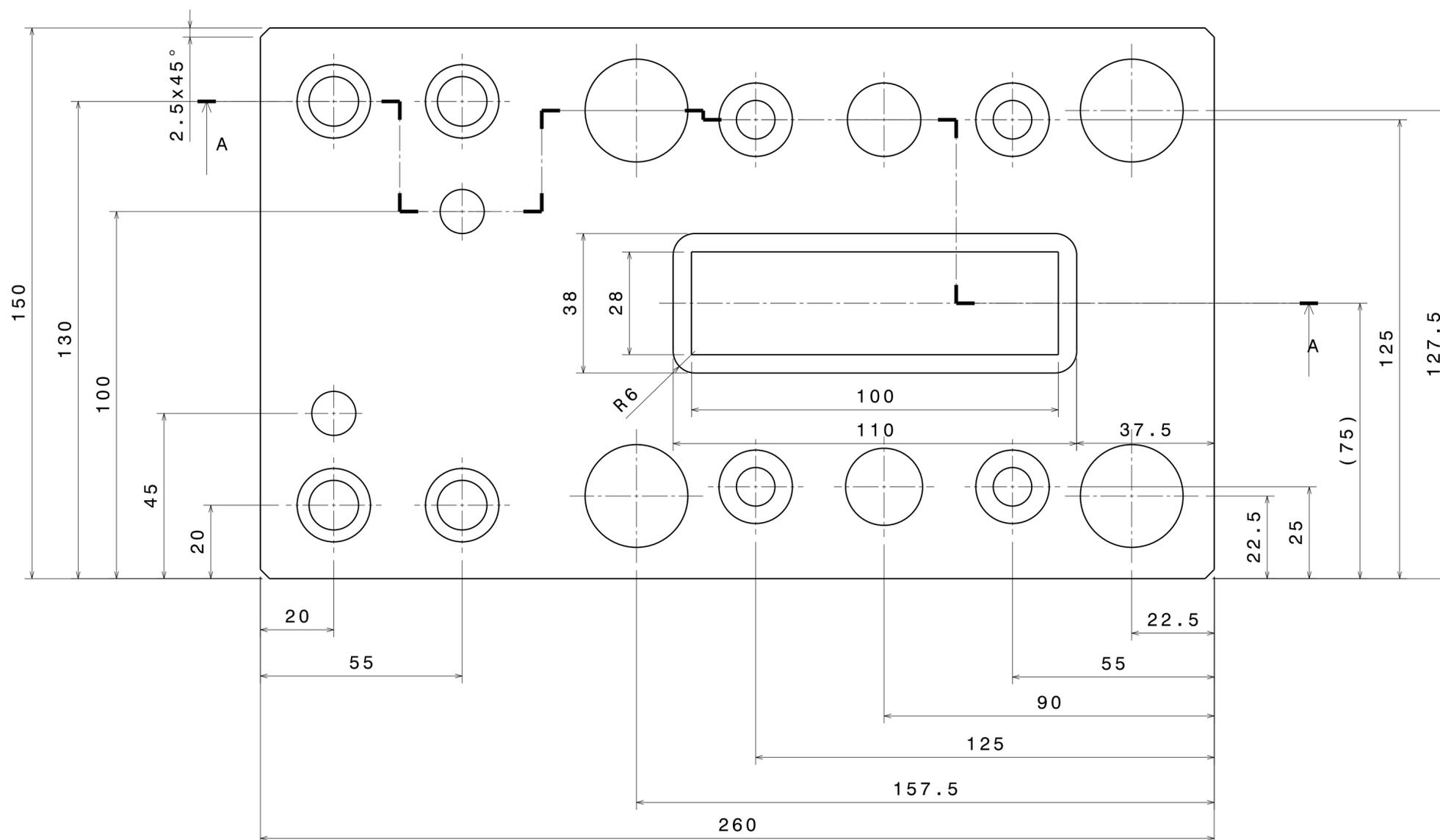
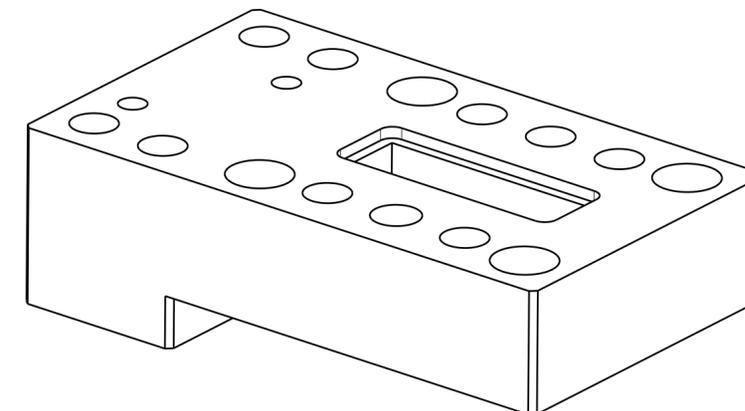
Schneidkonturen sind zu erodieren

 Bittmann GmbH Obertor 29 55590 Meisenheim ...oder wie lagerst Du?	Allgemein- Toleranzen DIN ISO 2768 Maße in mm	 Maße in mm	Maßstab: 1:1	Format: A3
			Werkzeug	
Benennung: Biegewkzg. Bremsschiene Abstreiferplatte Abschneiden			Zeichnungsnummer: 25.35000004	
Meisterschule für Handwerker 67657 Kaiserslautern			Blatt 1 1 Bl.	
Zust.	Änderung	Datum	Name	

Pos. 5



Isometrische Ansicht
Maßstab: 1:2

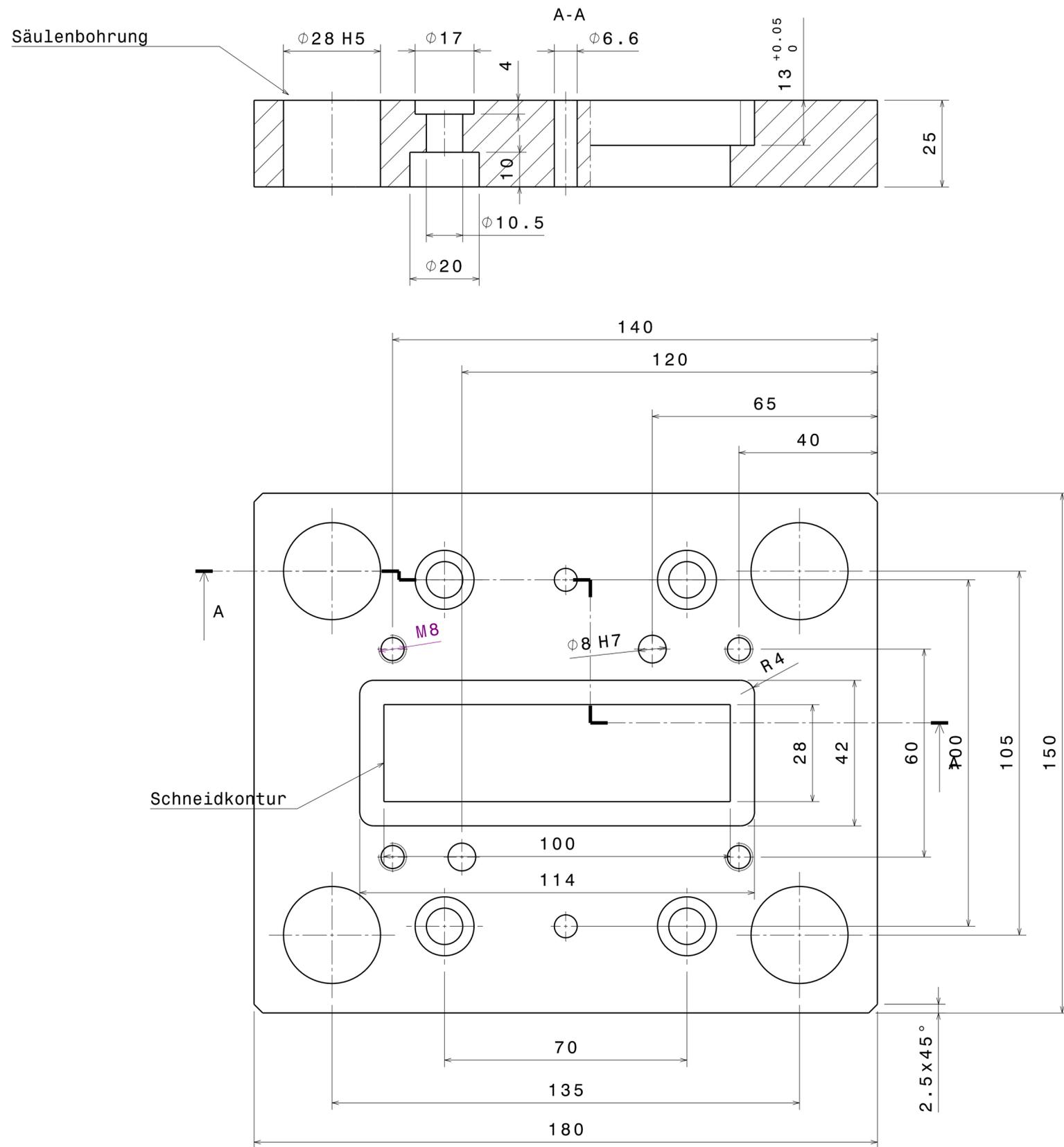


Werkstoff: S355J0

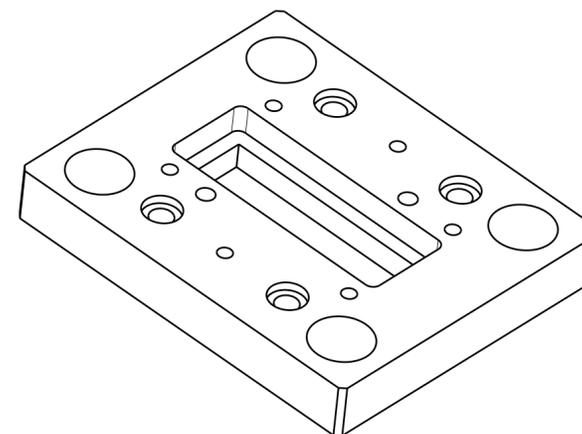
Position der Passbohrung: ±0,01
Position der Gewinde, Bohrungen und Senkungen: ±0,1
Position der Kontur: +0,02

Schneidkonturen sind zu erodieren

BITO ...oder wie lagert Du?		Bittmann GmbH Obertor 29 55590 Weisenheim	Allgemein-Toleranzen DIN ISO 2768	Maße in mm	Maßstab: 1:1	Format: A2
			Datum	Name	Benennung:	
			Bearb. 10.04.15	Nina Wirth	Biegewkzg. Bremsschiene	
			Gepr.		Führungsplatte Abschneiden	
			Norm		Zeichnungsnummer:	
					25.3500005	
			Meisterschule für Handwerker 67657 Kaiserslautern		Blatt	1
Zust.	Änderung	Datum	Name			1 Bl.



Isometrische Ansicht
Maßstab: 1:2

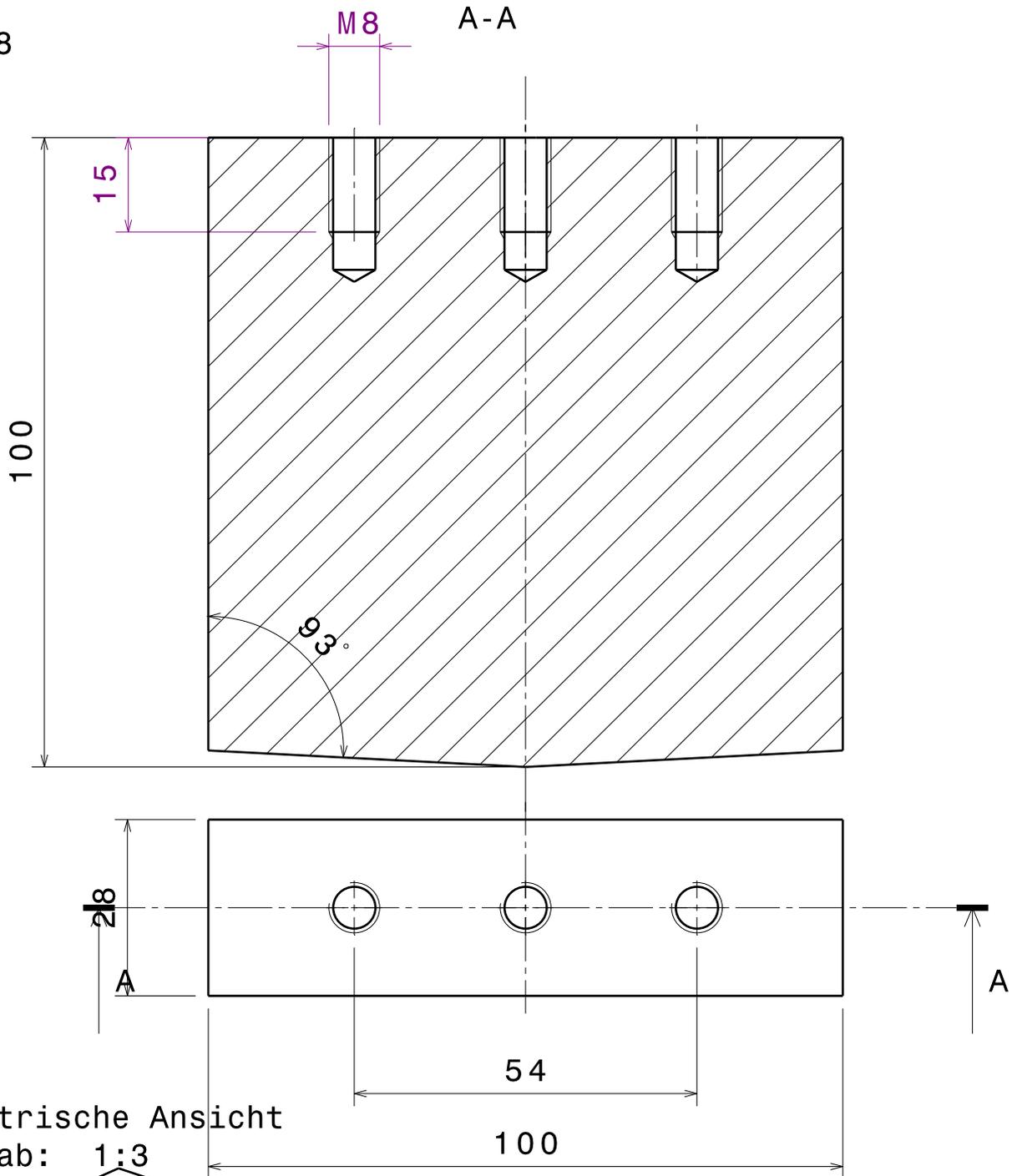


Werkstoff: 1.2379 / 56 HRC

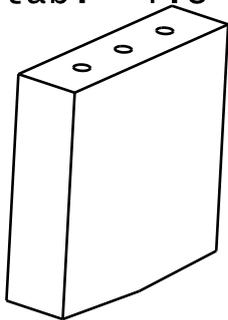
Position der Passbohrung: ±0,01
Position der Gewinde, Bohrungen und Senkungen: ±0,1
Position der Kontur: +0,02

BITO ...oder wie legierst Du?		Bittmann GmbH Obertor 29 55590 Meisenheim	Allgemein-Toleranzen DIN ISO 2768	Maße in mm	Maßstab: 1:1	Format: A2
Datum Name		Datum Name		Benennung:		
Bearb. Gepr. Norm		10.04.15 Nina Wirth		Biegewkzg. Bremsschiene Druckplatte Abschneiden		
Zeichnungsnummer:		Meisterschule für Handwerker 67657 Kaiserslautern		Blatt 1 1 Bl.		
25.35000006		Zust. Änderung Datum Name		Blatt 1 1 Bl.		

Pos. 8



Isometrische Ansicht
Maßstab: 1:3



Werkstoff: 1.2379 / 58 HRC

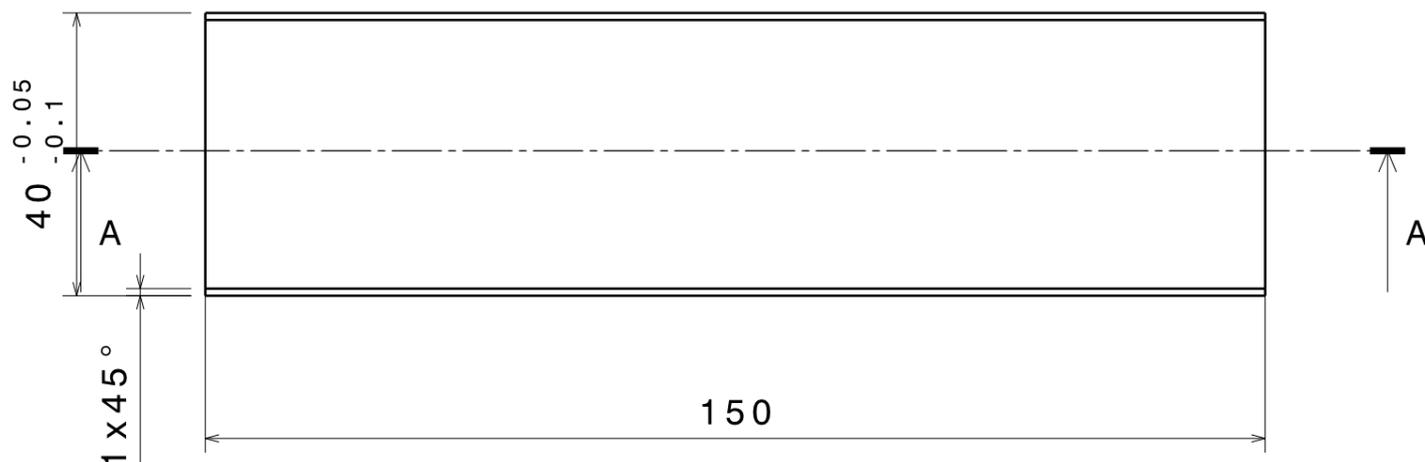
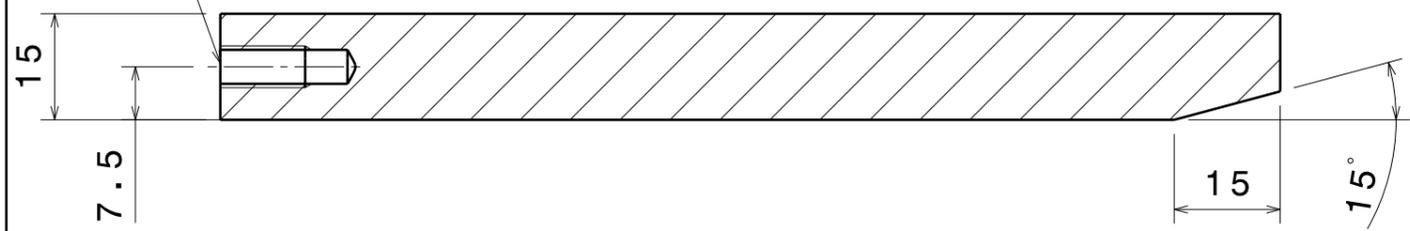
Position der Gewinde: $\pm 0,1$

Position der Kontur: $-0,02$

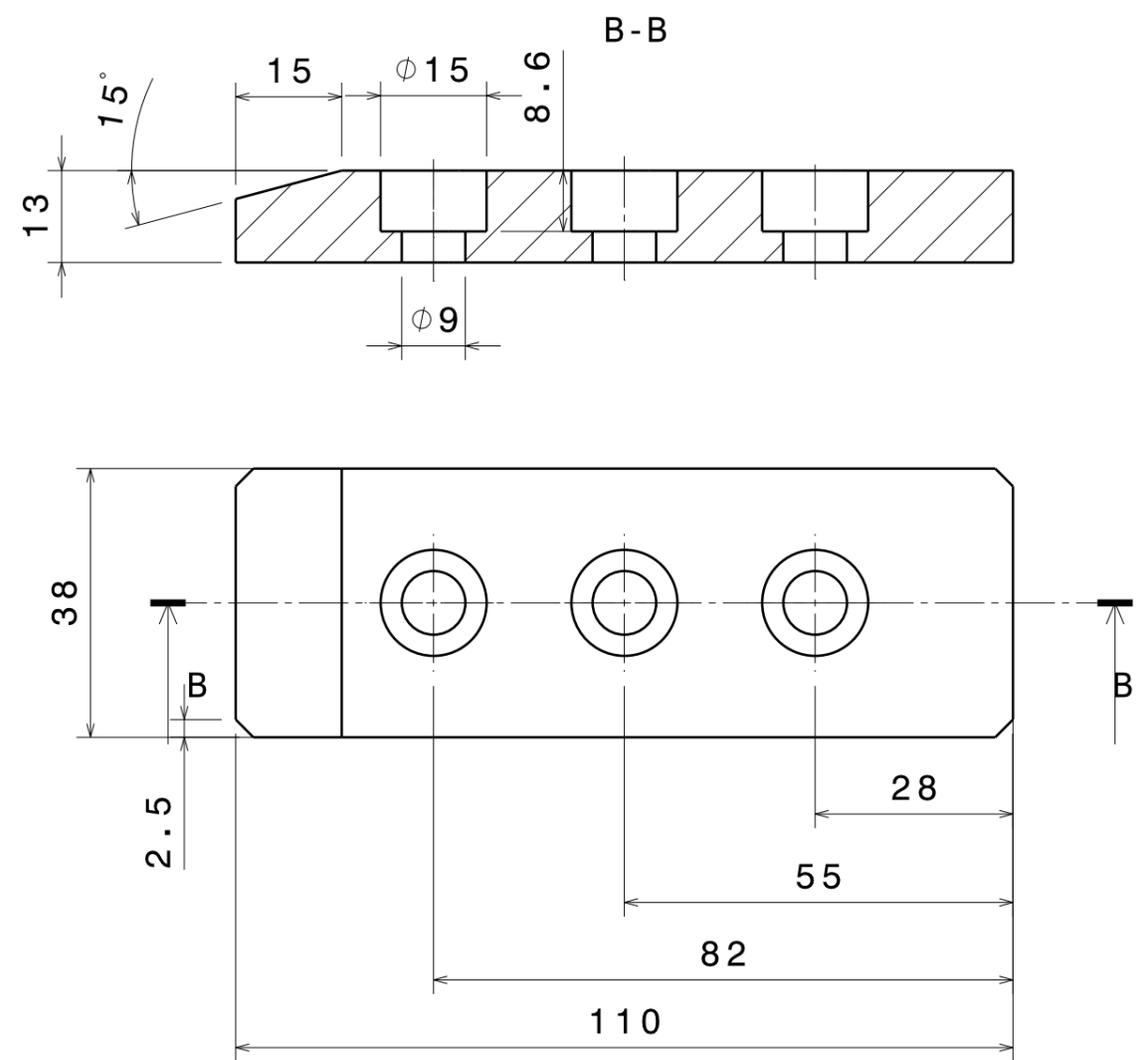
		Bittmann GmbH Obertor 29 55590 Meisenheim		Allgemein-Toleranzen DINISO 2768		Maße in mm		Maßstab: 1:1		Format: A4			
								Werkzeug					
								Benennung: Biegewkzg. Bremsschiene Abschneidstempel					
								Zeichnungsnummer: 25.35000008					
								Meisterschule für Handwerker 67657 Kaiserslautern		Blatt 1		1 Bl.	
Zust	Änderung	Datum	Name										

Pos. 10

M8 x 12

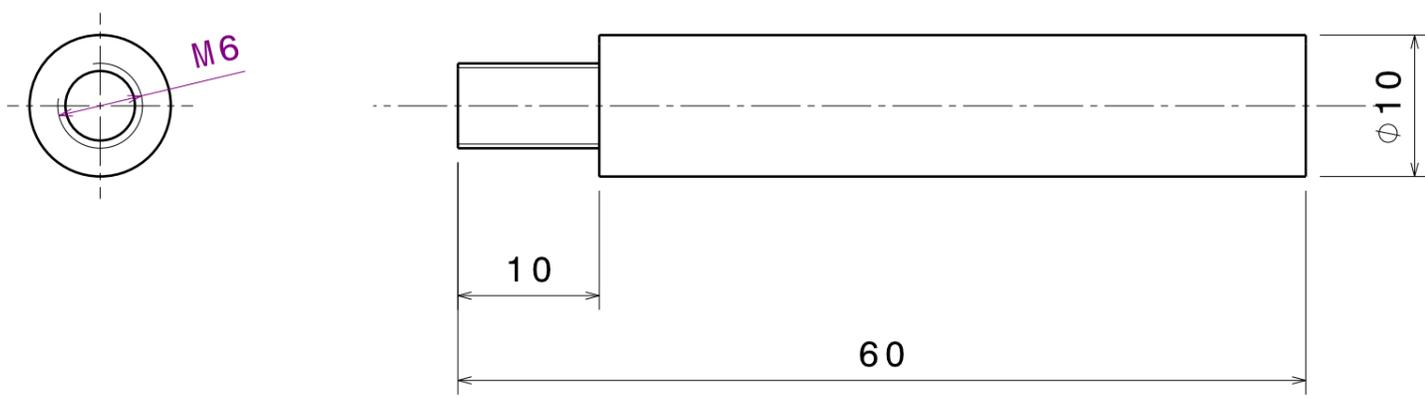


Pos. 9



Pos. 11
Maßstab: 2:1

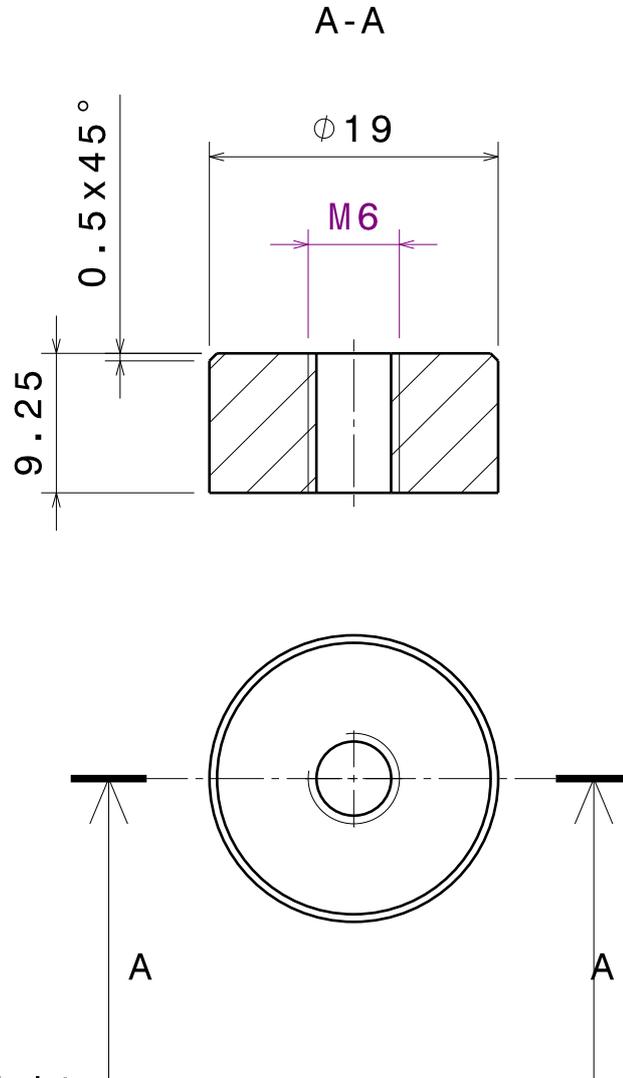
Werkstoff: S235 JR



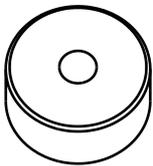
Werkstoff: 1.2379 / 56 HRC
Position der Passbohrung: ±0,01
Position der Gewinde, Bohrungen und Senkungen: ±0,1
Position der Kontur: +0,02

 Bittmann GmbH Obertor 29 55590 Meisenheim ...oder wie lagerst Du?	Allgemein-Toleranzen DINISO 2768 Maße in mm	 Maße in mm	Maßstab: 1:1	Format: A3												
			Werkzeug													
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Datum</th> <th>Name</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bearb.</td> <td>10.04.15</td> <td>Nina Wirth</td> </tr> <tr> <td>Gepr.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Norm</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Datum	Name	Bearb.	10.04.15	Nina Wirth	Gepr.			Norm			Benennung:	
	Datum	Name														
Bearb.	10.04.15	Nina Wirth														
Gepr.																
Norm																
			Biegewkzg. Bremsschiene													
			Schieberelemente													
			Zeichnungsnummer:													
			25.35000009													
			Blatt 1													
			1 Bl.													
Zust.	Änderung	Datum	Name													

Pos. 12 (Baugruppe Abschneiden)
 Pos. 11 (Baugruppe Biegen)
 jeweils 2x herstellen

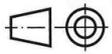


Isometrische Ansicht
 Maßstab: 1:1



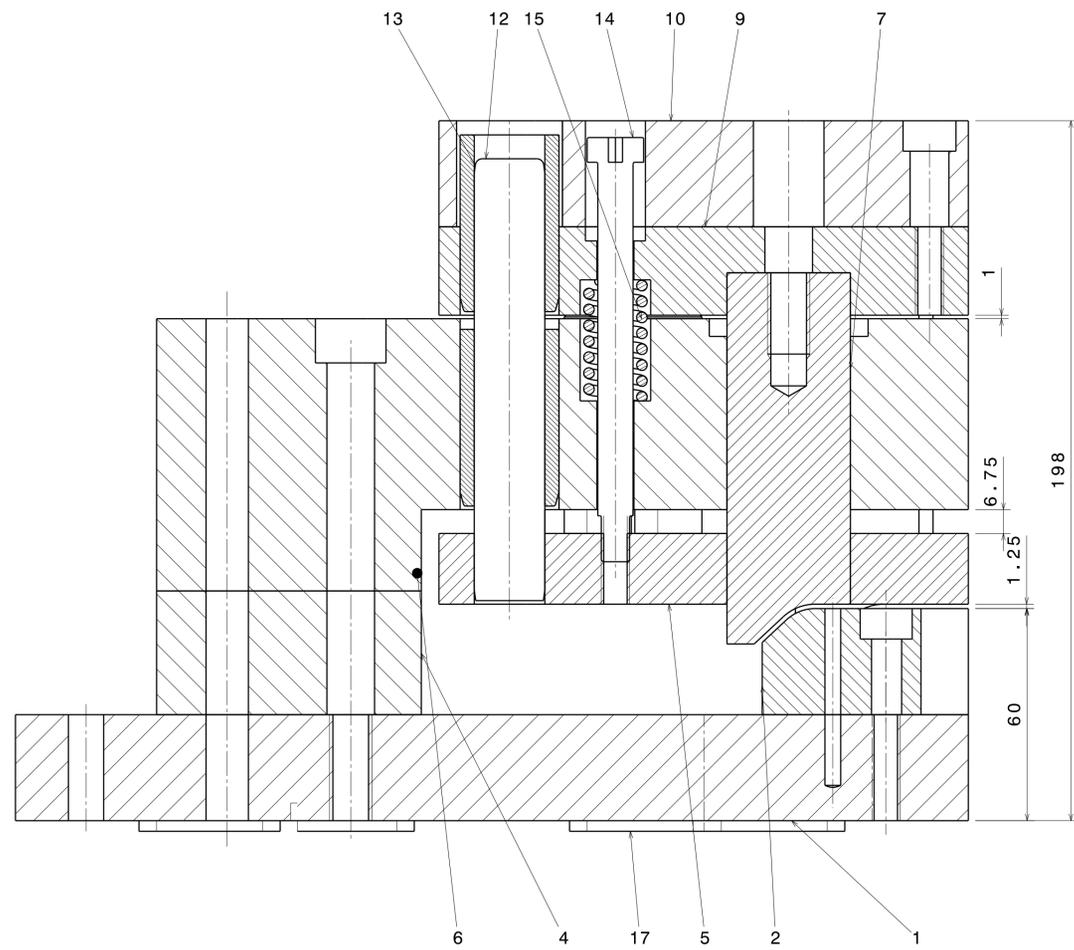
Werkstoff: 1.2379 / 56 HRC

Position der Passbohrung: $\pm 0,01$
 Position der Gewinde: $\pm 0,1$

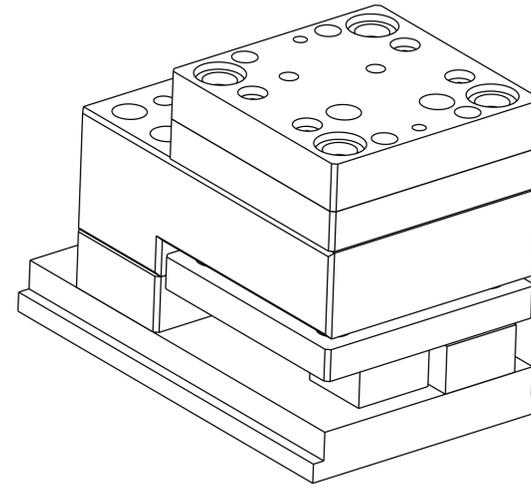
 Bittmann GmbH Obertor 29 55590 Meisenheim		Allgemein-Toleranzen DINISO 2768		 Maße in mm		Maßstab: 2:1		Format: A4		
						Werkzeug				
						Benennung:				
						Biegewkzg. Bremsschiene Druckplatte Gasdruckfeder				
						Zeichnungsnummer:			Blatt	
						25.35000010			1	
									1 Bl.	
Zust		Änderung		Datum		Name				

1x herstellen /
1x gespiegelt

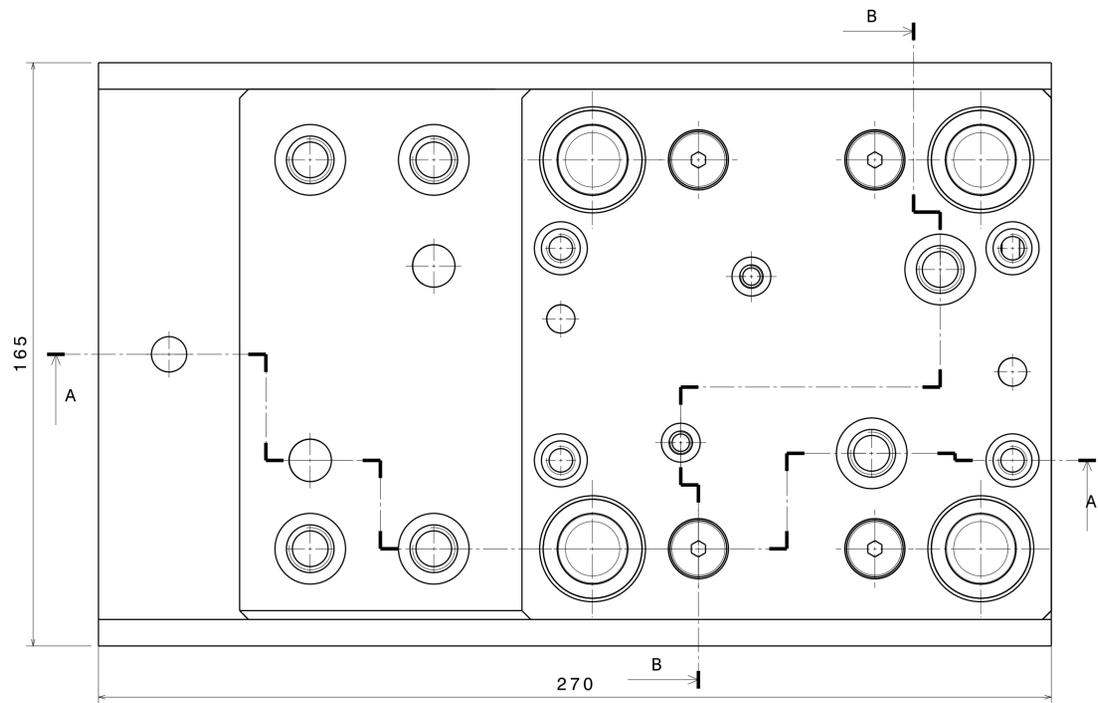
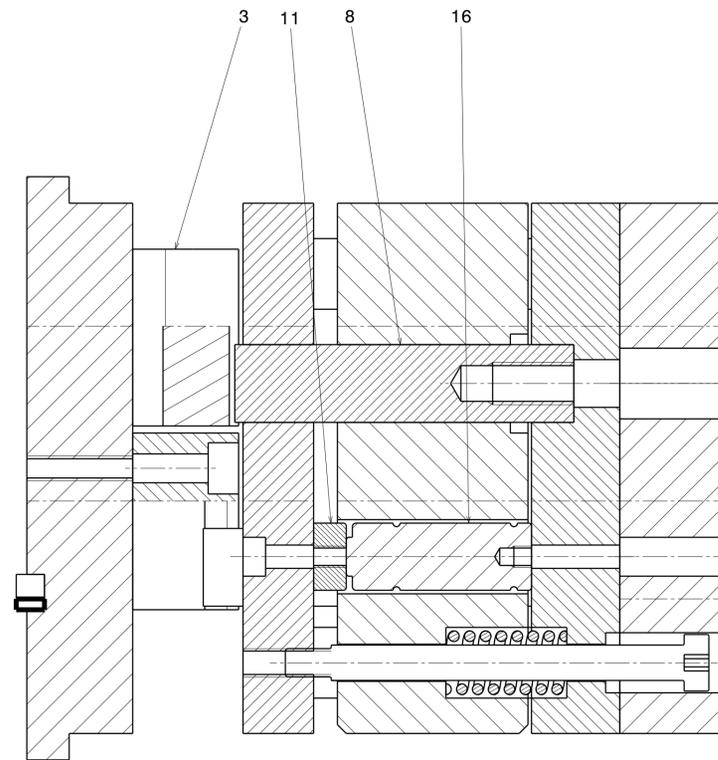
A-A



Isometrische Ansicht
Maßstab: 1:2



B-B

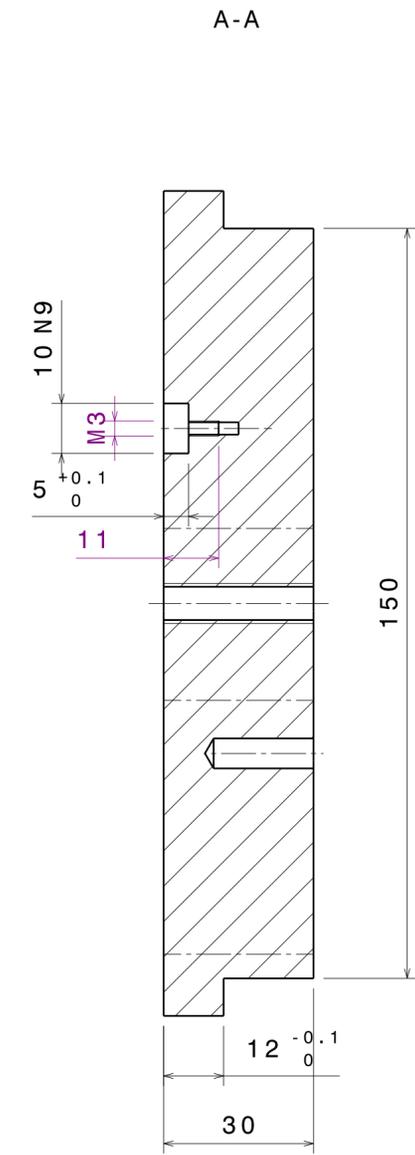
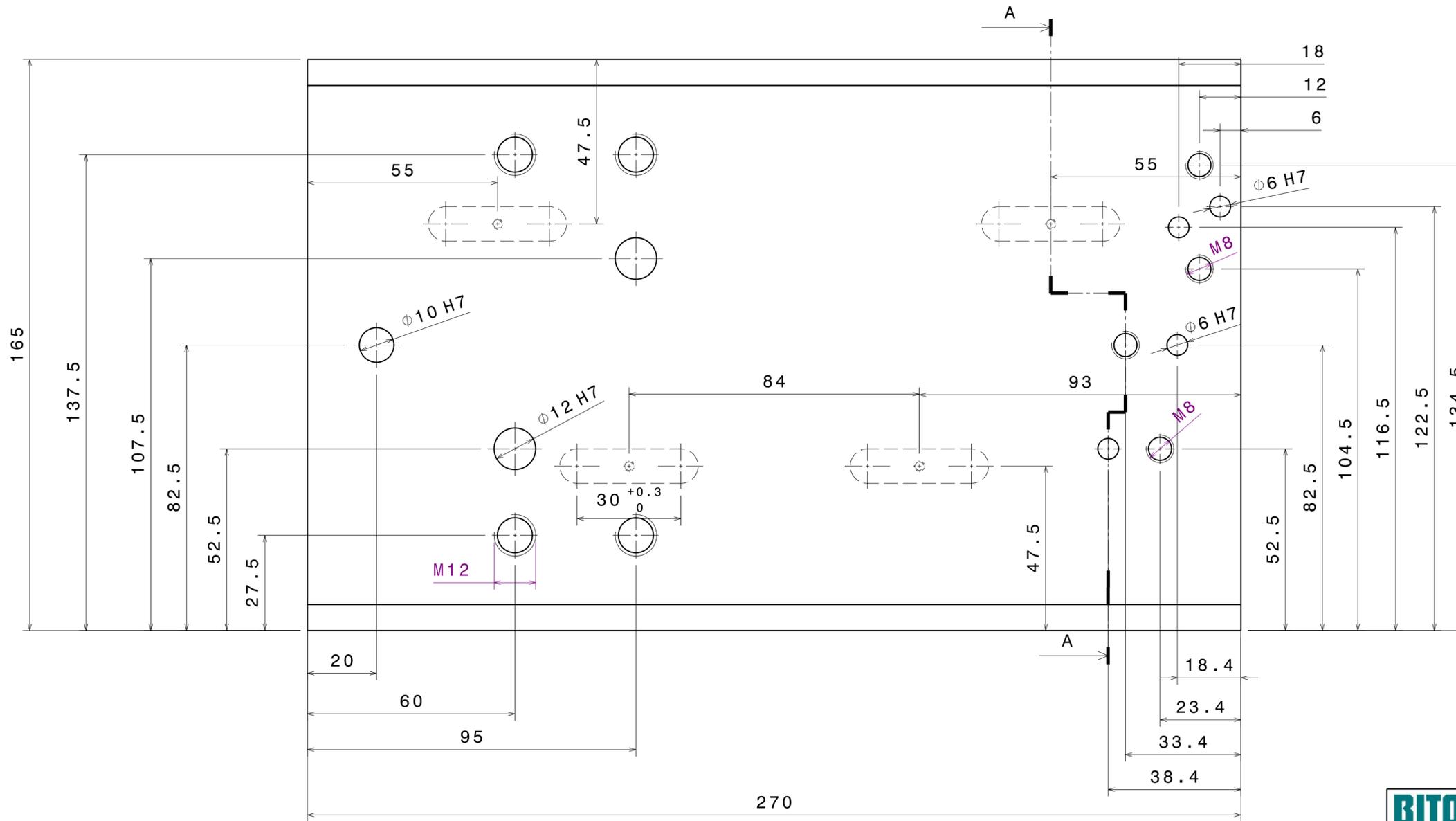
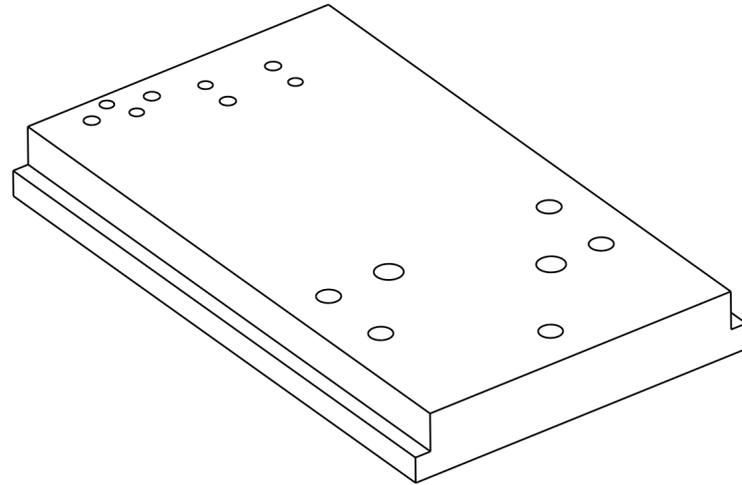


Pos	Anz	Einh	Benennung	Norm-Kurzbezeichnung	Material
55	4	Stck	Passfeder Form C	DIN 6885-C-10x8x40	Fa. Mädler
54	4	Stck	Druckfeder	D-361	Fa. Gutekunst
53	2	Stck	Gasdruckfeder	U.0175.019.TO.180	Fa. Dadco
52	4	Stck	Schulterpassschraube	E 1240_10x100	Fa. Meusburger
51	4	Stck	Führungsbuchse	2052.70.020.028.050	Fa. Fibro
50	4	Stck	Führungssäule	202.29.020.125	Fa. Fibro
11	1	Stck	Druckplatte Gasdruckfeder	∅19x9,25	1.2379/56 HRC
10	1	Stck	Kopfplatte	150x150x30	S355J0
9	1	Stck	Druckplatte	150x150x25	1.2379/56 HRC
8	1	Stck	Biegestempel 2	35x22x110	1.2379/58 HRC
7	1	Stck	Biegestempel 1	35x22x105	1.2379/58 HRC
6	1	Stck	Führungsplatte	230x150x77	S355J0
5	1	Stck	Abstreiferplatte	150x150x20	1.2379/56 HRC
4	1	Stck	Distanzblock	150x75x35	1.1730
3	1	Stck	Biegeplatte 2	36x50x30	1.2379/58 HRC
2	1	Stck	Biegeplatte 1	45x50x30	1.2379/58 HRC
1	1	Stck	Distanzplatte	270x165x30	1.1730
Pos	Anz	Einh	Benennung	Norm-Kurzbezeichnung	Material

BITO ...oder wie legiert Du?		Stichtag: 08/09 Oberfl.: 25 55590 Messescheit		Allgemein-Toleranzen DIN ISO 2768 Maße in mm		Maßstab: 1:1 Format: A1	
Datum		Name		Benennung:		Maßstab: 1:1	
10.04.15		Nina Wirth		Biegegwkg. Bremschiene		Baugruppe Biegen	
Gepr.:		Norm:		Zeichnungsnummer:		Blatt 1	
				25.3500012		1 Bl.	
Zust.		Änderung		Datum		Name	

Pos. 1

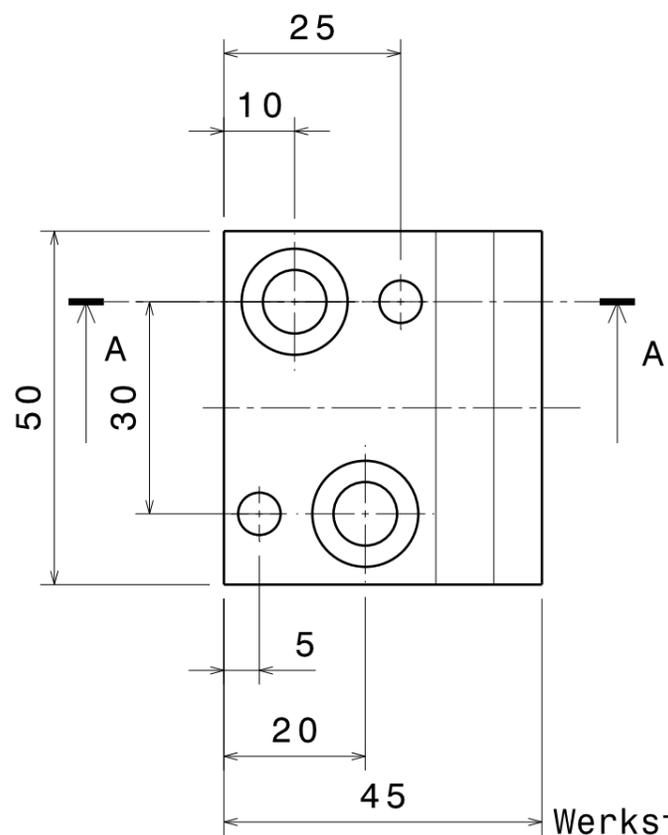
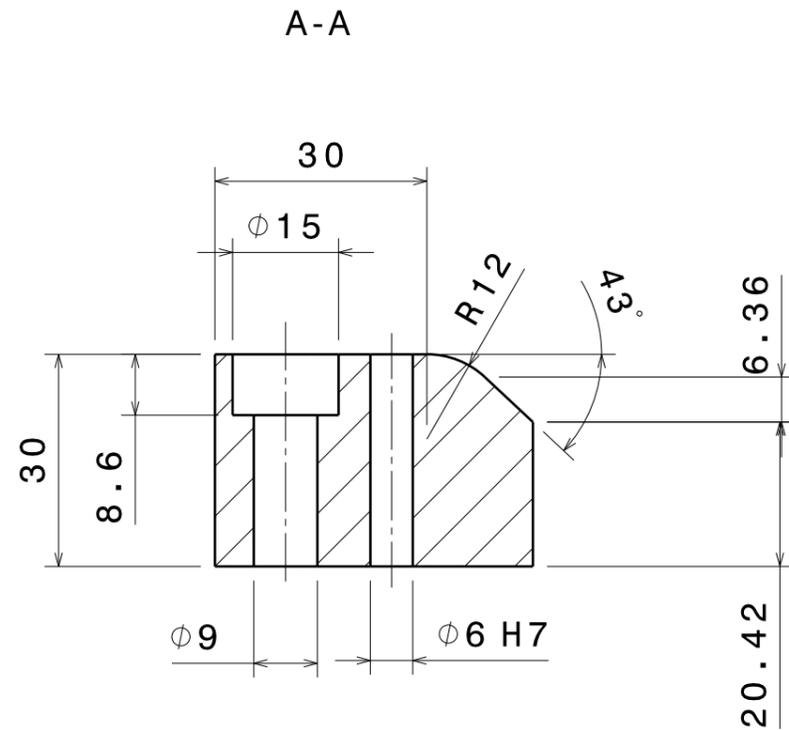
Isometrische Ansicht
Maßstab: 1:2



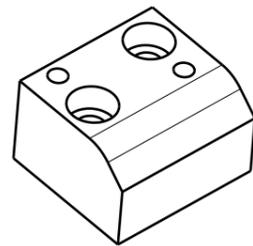
Werkstoff: 1.1730
 Position der Passbohrung: $\pm 0,01$
 Position der Gewinde, Bohrungen und Senkungen: $\pm 0,1$
 Position der Kontur: $+0,02$

BITO Bittmann GmbH Obertor 29 55590 Meisenheim <small>...oder wie legerst Du?</small>		Allgemein-Toleranzen DIN ISO 2768 Maße in mm		Maßstab: 1:1 Format: A2	
Zust		Änderung		Datum	
Name		Datum		Name	
		Bearb. 10.04.15		Nina Wirth	
		Gepr.			
		Norm			
		Meisterschule für Handwerker 67657 Kaiserslautern		Benennung: Biegewkzg. Bremsschiene Distanzplatte Biegen	
		Zeichnungsnummer: 25.3500013		Blatt 1 1 Bl.	

Pos. 2



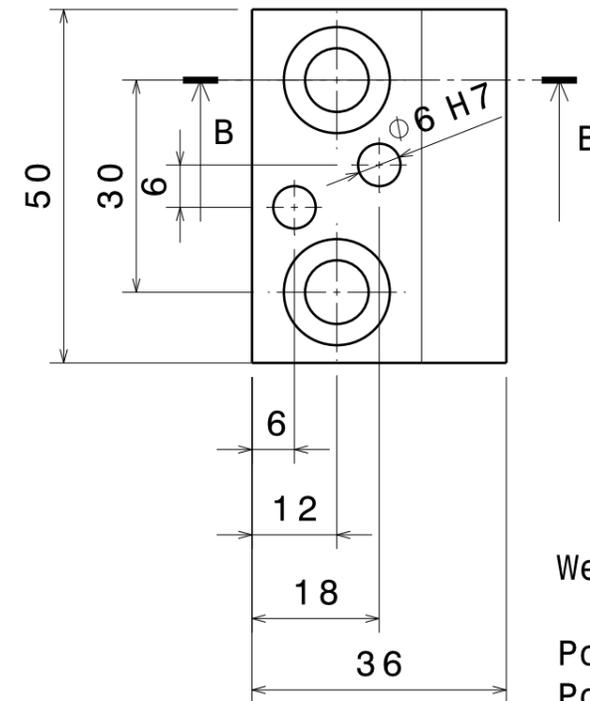
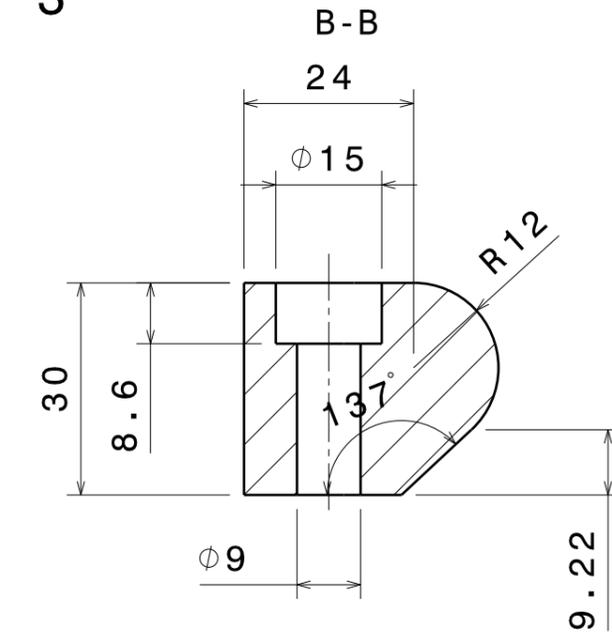
Isometrische Ansicht
Maßstab: 1:2



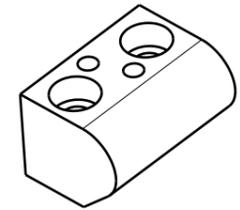
Werkstoff: 1.2379 / 58 HRC

Position der Passbohrung: $\pm 0,01$
Position der Senkungen: $\pm 0,1$
Position der Kontur: $+0,02$

Pos. 3



Isometrische Ansicht
Maßstab: 1:2

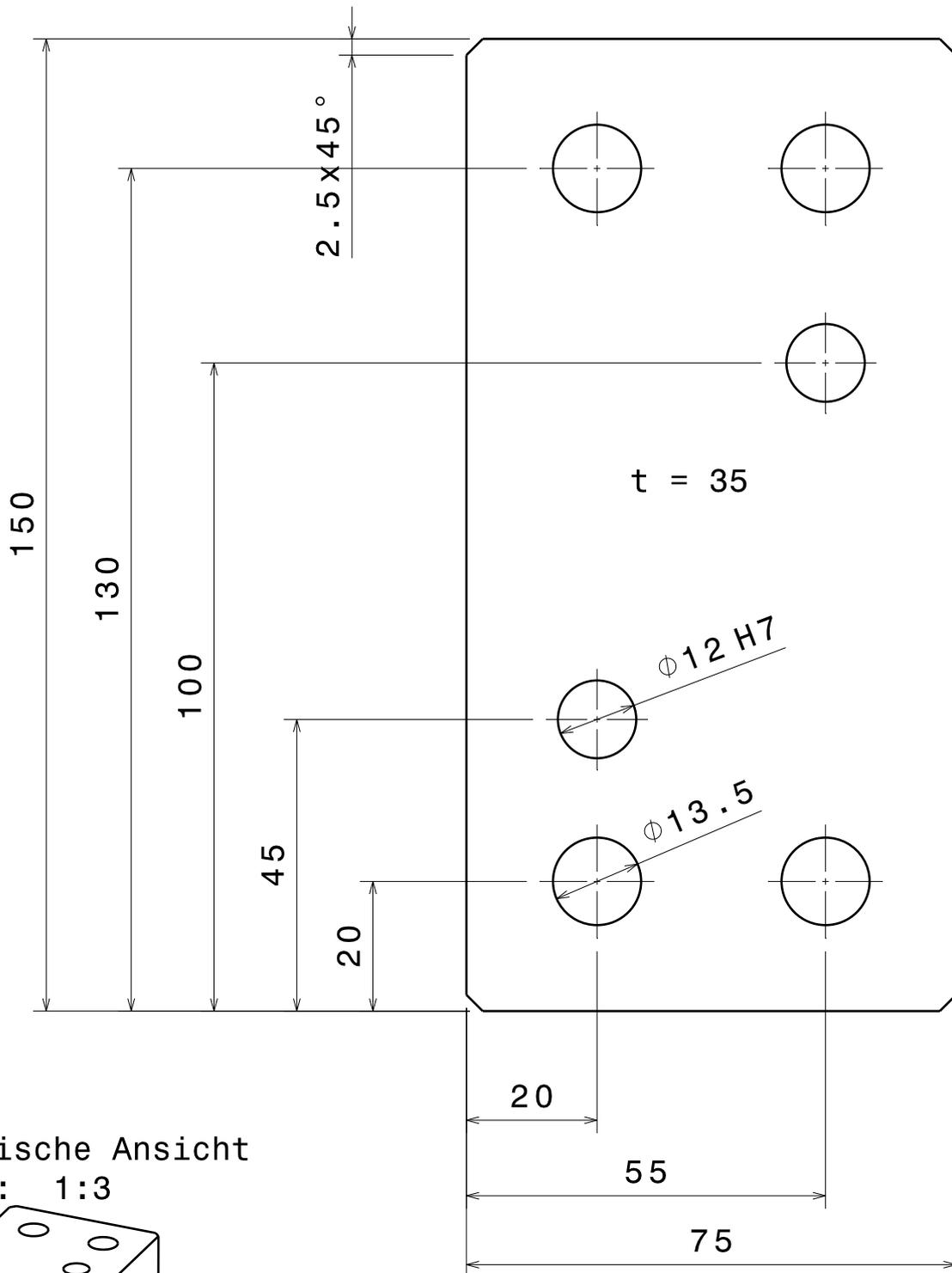


Werkstoff: 1.2379 / 58 HRC

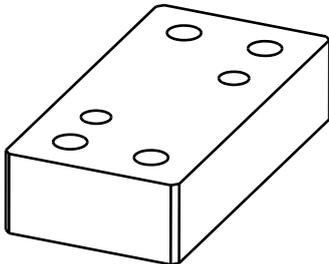
Position der Passbohrung: $\pm 0,01$
Position der Senkungen: $\pm 0,1$
Position der Kontur: $+0,02$

 Bittmann GmbH Obertor 29 55590 Meisenheim ...oder wie lagerst Du?	Allgemein- Toleranzen DIN ISO 2768 Maße in mm	 Maßstab: 1:1 Format: A3	Werkzeug	
			Benennung:	
	Datum	Name	Biegewkzg. Bremsschiene Biegeplatte 1,2	
	Bearb. 10.04.15	Nina Wirth		
	Gepr.			
	Norm		Zeichnungsnummer:	
			25.350000014	
			Blatt 1	
			1 Bl.	
Zust.	Änderung	Datum	Name	

Pos. 4



Isometrische Ansicht
Maßstab: 1:3



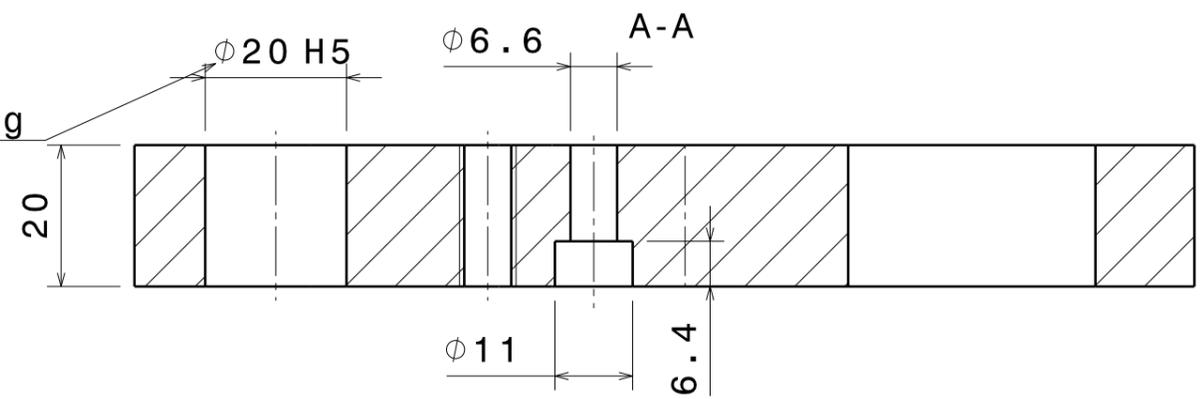
Werkstoff: 1.1730

Position der Passbohrung: $\pm 0,01$
Position der Bohrungen: $\pm 0,1$
Position der Kontur: $+0,02$

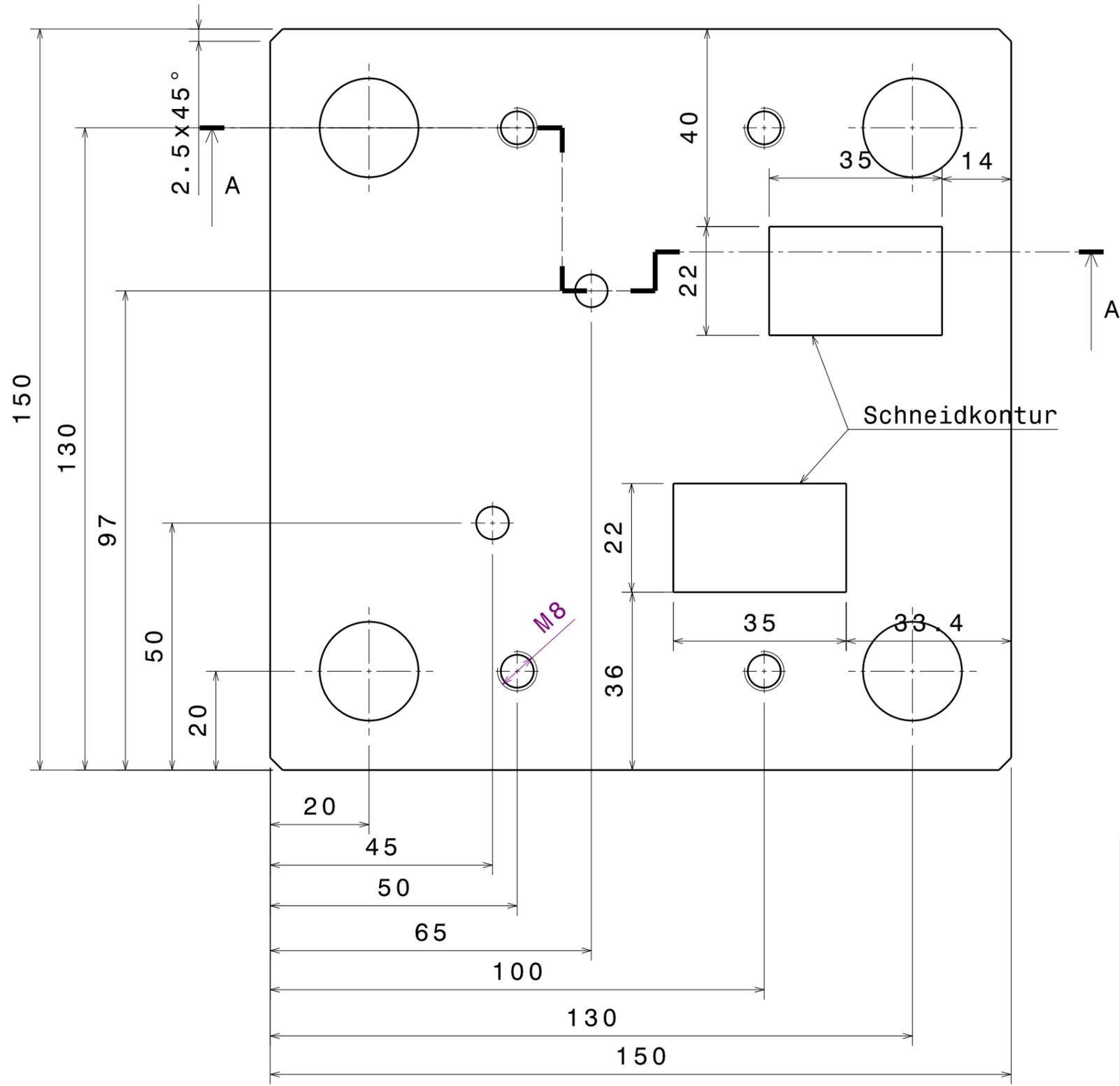
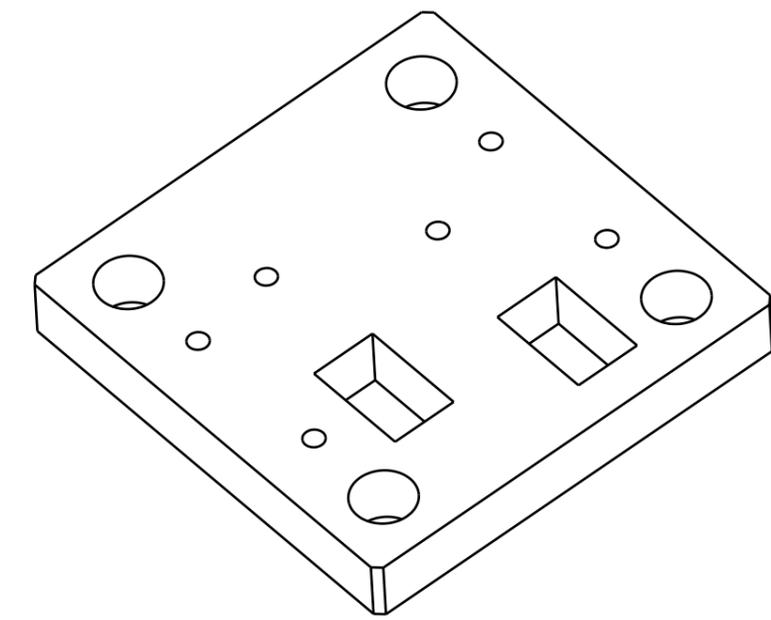
BITO ...oder wie lagerst Du?		Bittmann GmbH Obertor 29 55590 Meisenheim		Allgemein-Toleranzen DINISO 2768		Maßstab: 1:1		Format: A4	
				Datum		Name		Werkzeug	
				Bearb. 10.04.15		Nina Wirth		Benennung:	
				Gepr.				Biegekwz. Bremsschiene	
				Norm				Distanzblock	
				Meisterschule für Handwerker 67657 Kaiserslautern		Zeichnungsnummer:		Blatt	
						25.35000015		1	
								1 Bl.	
Zust	Änderung	Datum	Name						

Pos. 5

Säulenbohrung



Isometrische Ansicht
Maßstab: 1:2



Werkstoff: 1.2379 / 56 HRC

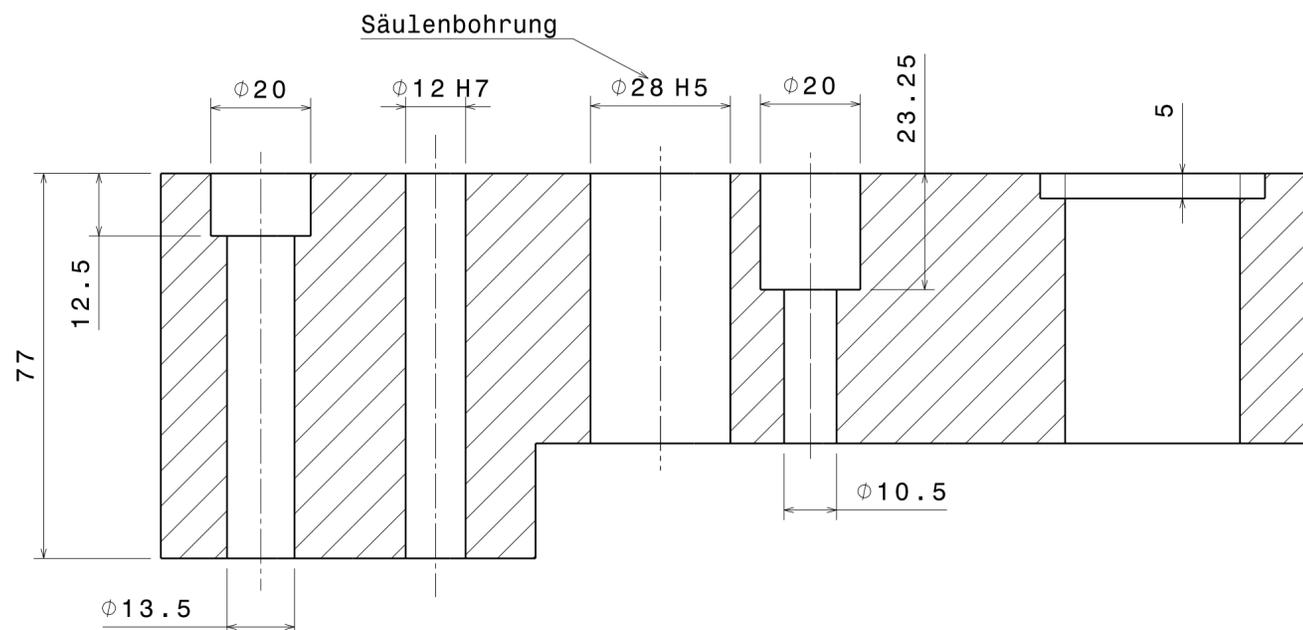
Position der Passbohrung: $\pm 0,01$
 Position der Senkungen: $\pm 0,1$
 Position der Kontur: $+0,02$

Schneidkonturen sind zu erodieren

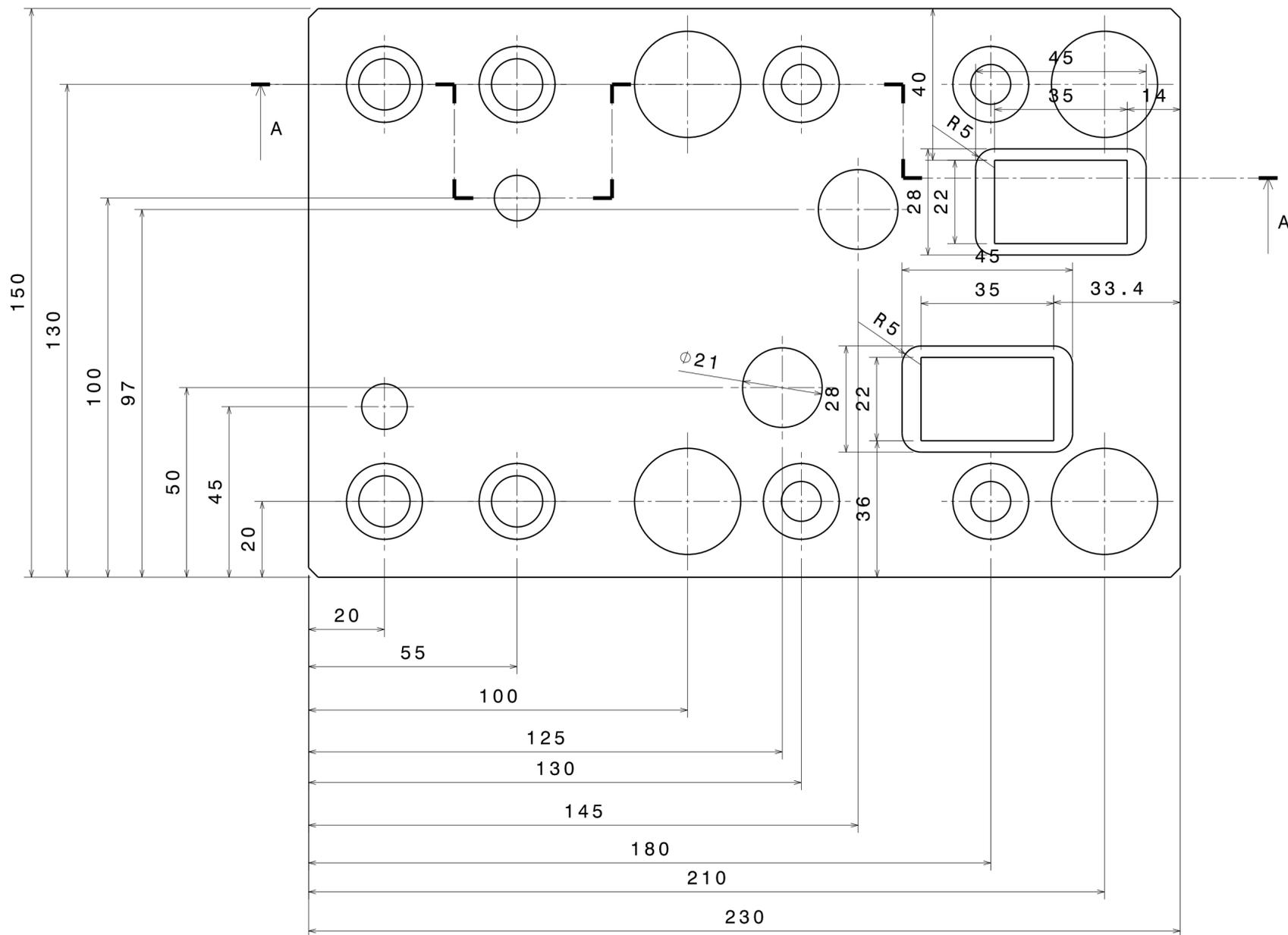
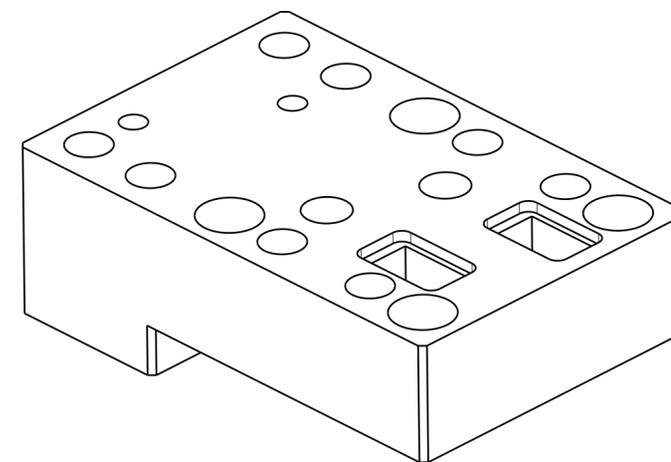
Bittmann GmbH Obertor 29 55590 Meisenheim ...oder wie lagerst Du?	Allgemein-Toleranzen DIN ISO 2768	Maße in mm	Maßstab: 1:1	Format: A3
			Werkzeug	
Benennung: Biegewkz. Bremsschiene Abstreiferplatte Biegen			Zeichnungsnummer: 25.35000016	
Datum: 10.04.15 Name: Nina Wirth Gepr.: Norm:			Blatt 1 1 Bl.	
Zust.	Änderung	Datum	Name	

Pos. 6

A-A



Isometrische Ansicht
Maßstab: 1:2



Werkstoff: S355J0

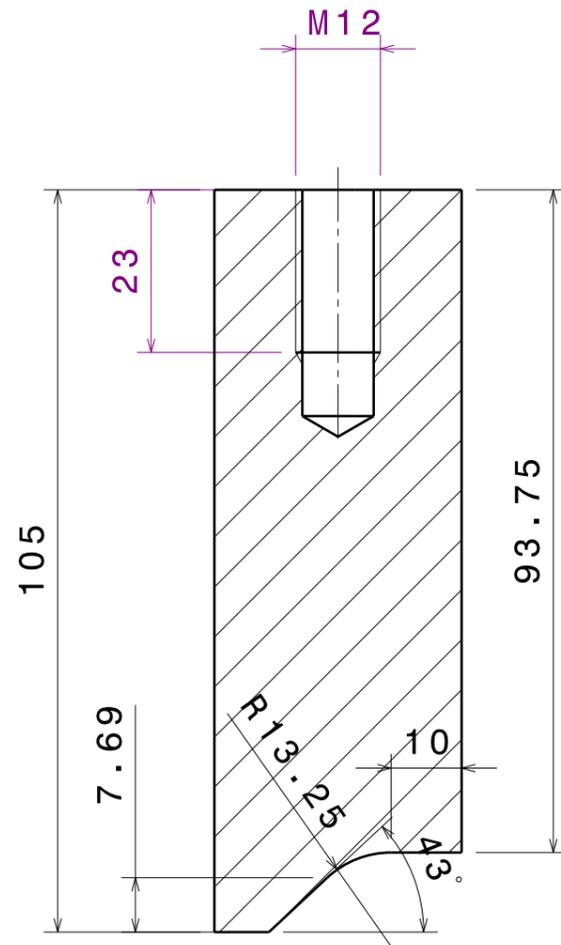
Position der Passbohrung: $\pm 0,01$
 Position der Gewinde, Bohrungen und Senkungen: $\pm 0,1$
 Position der Kontur: $+0,02$

Schneidkonturen sind zu erodieren

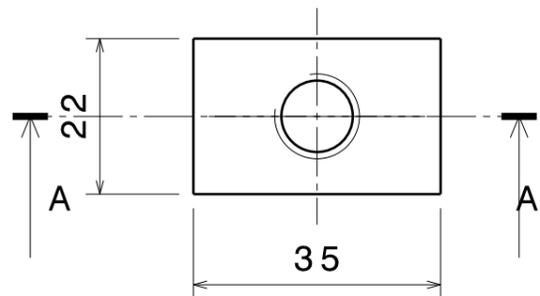
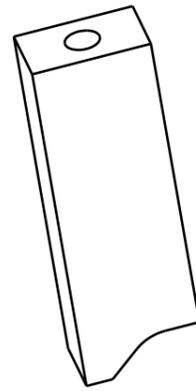
BITO ...oder wie legerst Du?		Bittmann GmbH Obertor 29 55590 Meisenheim		Allgemein-Toleranzen DIN ISO 2768		Maßstab: 1:1		Format: A2	
				Datum 10.04.15		Name Nina Wirth		Benennung: Biegewkzg. Bremsschiene Führungsplatte Biegen	
				Gepr.				Zeichnungsnummer: 25.35000017	
				Norm				Blatt 1 1 Bl.	
				Meisterschule für Handwerker 67657 Kaiserslautern					
Zust.	Änderung	Datum	Name						

Pos. 7

A-A

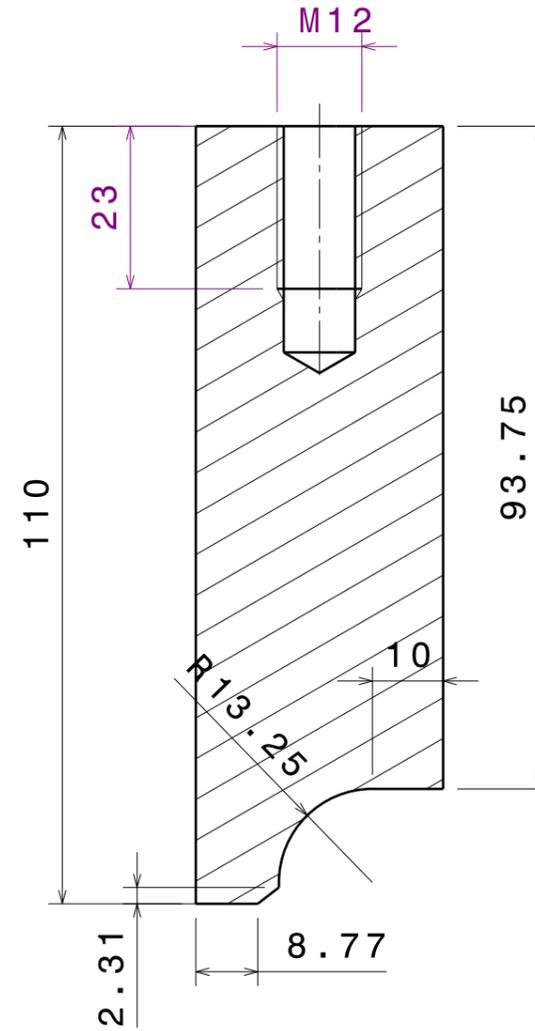


Isometrische Ansicht
Maßstab: 1:2

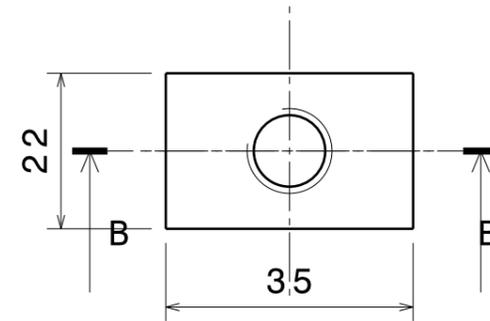


Pos. 8

B-B



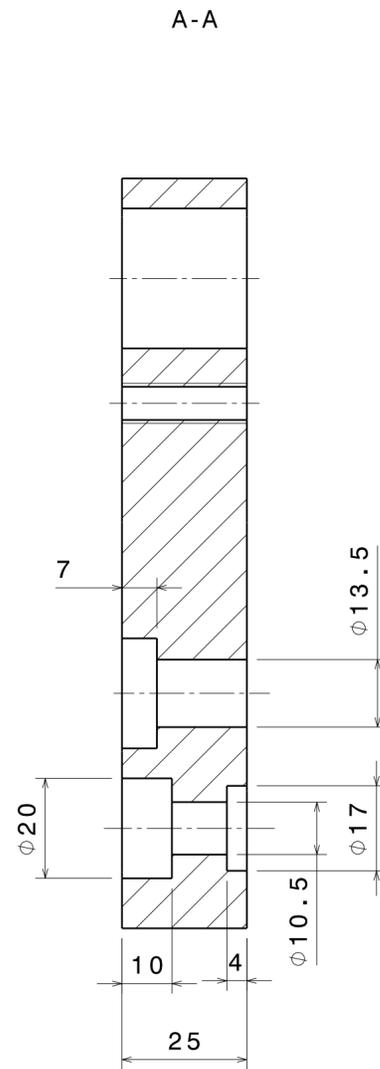
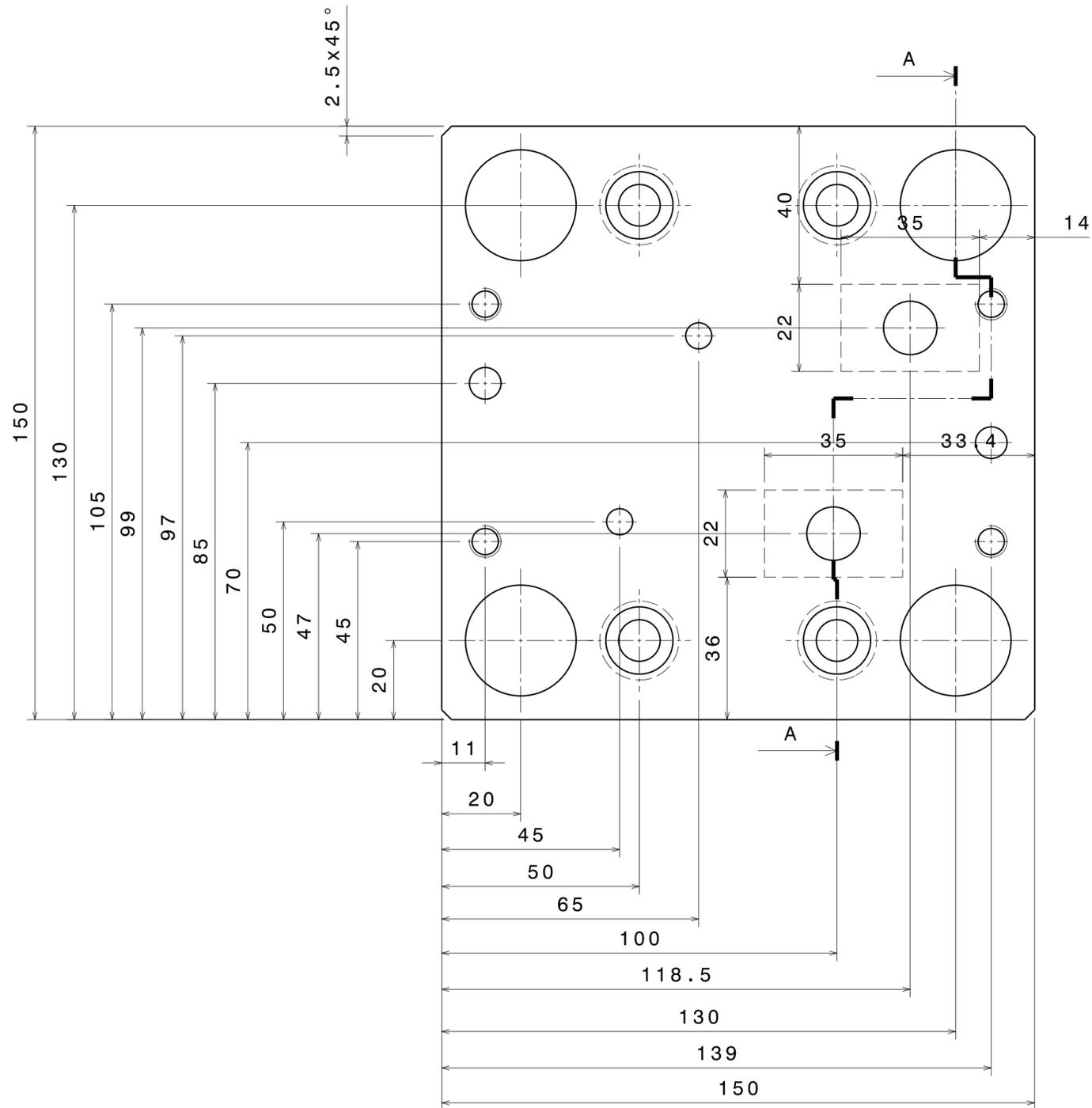
Isometrische Ansicht
Maßstab: 1:2



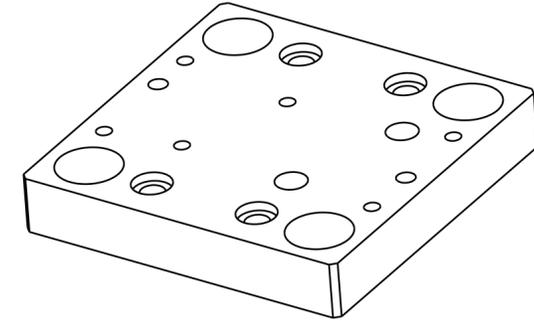
Werkstoff: 1.2379 / 58 HRC

Position der Gewinde: $\pm 0,1$
Position der Kontur: $-0,02$

 Bittmann GmbH Obertor 29 55590 Meisenheim ...oder wie lagerst Du?	Allgemein- Toleranzen DIN ISO 2768 Maße in mm	 Maßstab: 1:1 Format: A3	Werkzeug																																																					
			Benennung: Biegewkz. Bremsschiene Biegestempel 1,2																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Zust.</th> <th>Änderung</th> <th>Datum</th> <th>Name</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>		Zust.	Änderung	Datum	Name																																									<table border="1"> <thead> <tr> <th>Datum</th> <th>Name</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Bearb. 10.04.15</td> <td>Nina Wirth</td> </tr> <tr> <td>Gepr.</td> <td> </td> </tr> <tr> <td>Norm</td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	Datum	Name	Bearb. 10.04.15	Nina Wirth	Gepr.		Norm		Zeichnungsnummer: 25.35000018	Blatt 1 1 Bl.
Zust.	Änderung	Datum	Name																																																					
Datum	Name																																																							
Bearb. 10.04.15	Nina Wirth																																																							
Gepr.																																																								
Norm																																																								
 Meisterschule für Handwerker 67657 Kaiserslautern		Zeichnungsnummer: 25.35000018																																																						



Isometrische Ansicht
Maßstab: 1:2



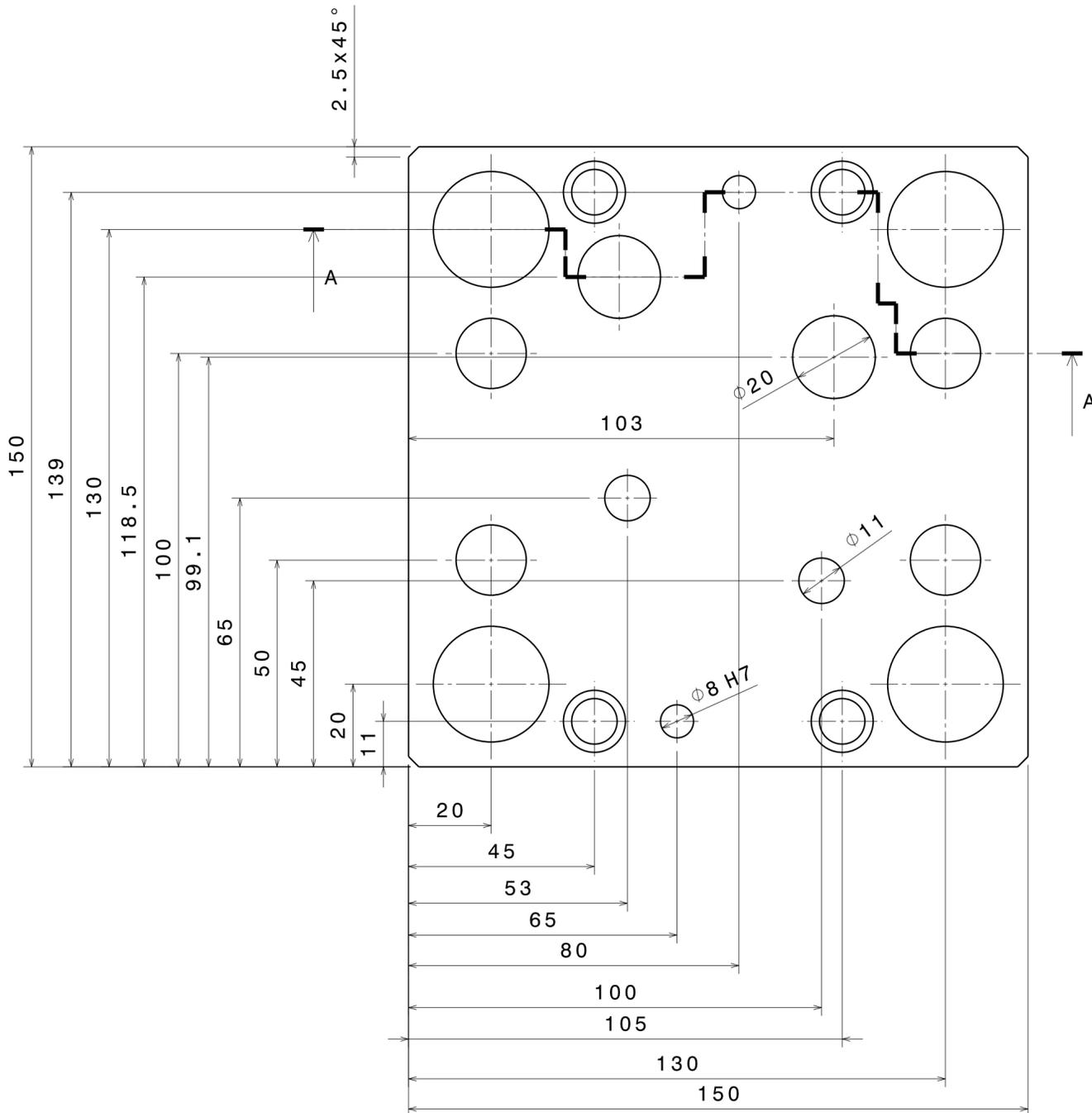
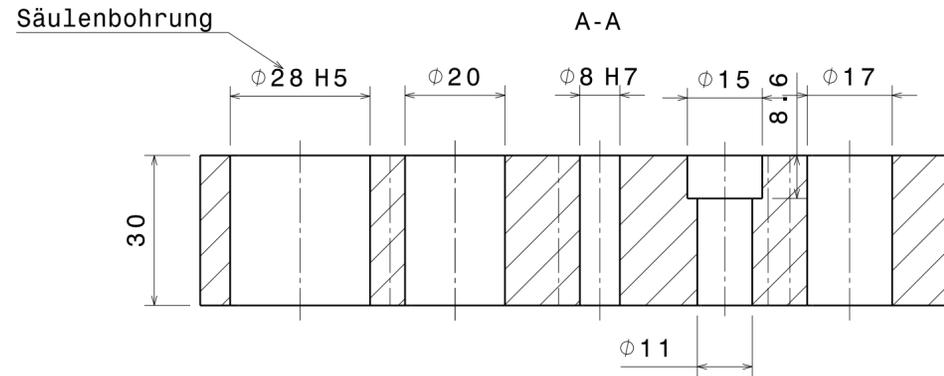
Werkstoff: 1.2379 / 56 HRC

Position der Passbohrung: $\pm 0,01$

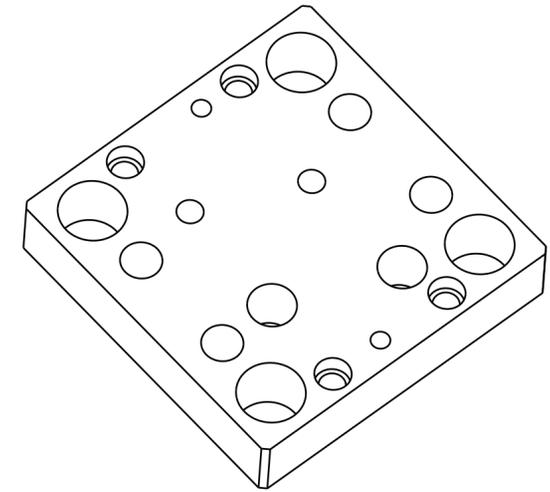
Position der Gewinde, Bohrungen und Senkungen: $\pm 0,1$

Position der Kontur: $+0,02$

BITO ...oder wie legerst Du?		Bittmann GmbH Obertor 29 55590 Meisenheim	Allgemein-Toleranzen DIN ISO 2768	Maße in mm	Maßstab: 1:1	Format: A2
Zust		Änderung	Datum	Name	Benennung:	
			Bearb. 10.04.15	Nina Wirth	Biegewkz. Bremsschiene	
			Gepr.		Druckplatte Biegen	
			Norm		Zeichnungsnummer:	
					25.35000019	
					Blatt 1	
					1 Bl.	



Isometrische Ansicht
Maßstab: 1:2



Werkstoff: S355J0

Position der Passbohrung: $\pm 0,01$
 Position der Gewinde, Bohrungen und Senkungen: $\pm 0,1$
 Position der Kontur: $+0,02$

BITO ...oder wie legerst Du?		Bittmann GmbH Obertor 29 55590 Meisenheim	Allgemein-Toleranzen DIN ISO 2768	Maße in mm	Maßstab: 1:1	Format: A2
			Datum	Name	Benennung:	
			Bearb. 10.04.15	Nina Wirth	Biegewkzg. Bremschiene	
			Gepr.		Kopfplatte Biegen	
			Norm		Zeichnungsnummer:	
					25.35000020	
			Meisterschule für Handwerker 67657 Kaiserslautern		Blatt 1 1 Bl.	
Zust.	Änderung	Datum	Name			

Anhang G

Kalkulation der Herstellkosten ALT-NEU

Artikelcode / Artikelbezeichnung		Datum	für Jahr	Kalk.Basis	Einheit
Bremsschiene		15.04.15			
Herstellkosten-Kalkulation Metall					
Code 500					
Vollkosten					
MATERIAL	Einh.	Menge	EUR/Einh.	EUR	EUR
1,25 x 320	kg	0,082	0,60	0,0492	
Summe:					0,051
BEARBEITUNGSKOSTEN / KST eingeben	KST	Min.	EUR/h	EUR	EUR
40 Hub / min.	LK	0,025	17,48	0,0073	
517	MSS	0,025	132,18	0,0551	
Haulick & Roos Pressenlinie 009	FGK	0,025	61,18	0,0255	
Summe:					0,0879
Zuschlag 100% LK Kunststoff					
BEARBEITUNGSKOSTENZUSCHLÄGE		Menge	EUR/Einh.	EUR	EUR
Amortisation Entwicklungskosten		1,000	0,220	0,2200	
Werkzeugkosten					
21.500€/14000Stück p. Jahr/7Jahre					
Summe:					0,2200
Summe Herstellkosten				pro Stück	0,3590
F.Art. SDS Variant		Gr:	328	VK - VOLLKOSTEN Code 500	
Ermittlung des Verkaufspreises			%	EUR	
Verw. + Vertr. GK			23,0	0,08	
Versand			4,3	0,02	
Selbstkosten				0,46	
Werbung			6,2	0,03	
SEK Vertrieb			8,1	0,04	
Warenwert netto (WWne)				0,53	
FRACHT			9,3	0,05	
Nettoverkaufspreis (NVKP)				0,58	
Gewinnzuschlag			10,0	0,06	
Zwischensumme inkl Gewinnzuschlag				0,64	
Rabatt / Projektpreiszuschlag			58,2	0,37	
Bruttoverkaufspreis (BVKP)				1,01	