

# TECHNIK STUNDE 201

## ARBEIT UND PRODUKTION



### Schmiegen – verschiedene Herstellungs- verfahren

mit 4 Arbeitsblättern

#### KLASSE

ab 8. Klasse

#### ZEIT

ca. 9 Unterrichtsstunden

#### MATERIALIEN

Sperrholz, Plexiglas, Schrauben, Flügelmuttern, Unterlegscheiben, Leim

#### WERKZEUGE

Sägen, Bohrer, Senker, Feile, Schleifpapier, Ziehklinge, CNC-Maschine

#### KOSTEN

ca. € 2–4 pro Schmiege

#### GRUNDLAGEN

Holzbearbeitung – TST 81, 82, 83  
Umgang mit dem Koordinatentisch  
KOSY – TST 14

**Unterrichtspraxis, AuP, 1, 3**

## VORÜBERLEGUNGEN

Eine Schmiege ist ein Werkzeug zum Messen, Anreißen und Übertragen von Winkeln. Mit der Schmiege können unbestimmte Winkel von einem Werkstück abgenommen und auf ein anderes übertragen werden.

Schmiegen bestehen aus einem geschlitzten Schenkel und einer darin verschraubten verstellbaren Zunge. Die Zunge lässt sich durch die Schraubverbindung in einem bestimmten Winkel mit einer Flügelmutter arretieren, um den eingestellten Winkel zu fixieren. Man kann die Schmiege aber auch mithilfe eines Winkelmessers auf (fast) jeden gewünschten Winkel einstellen.

Sie wird auch als Winkelschmiege, Stellschmiege, Stellmaß, Stellwinkel oder Schrägmaß bezeichnet und in vielen Handwerksberufen verwendet.

Als Thema für den Technikunterricht ist sie wegen ihrer Kompaktheit und den wenigen Einzelteilen einerseits, wegen der Präzisionsanforderung andererseits besonders geeignet.

Schmiegen sind aus Holz oder Metall im Handel. Eine besonders schöne Schmiege lässt sich jedoch auch aus farbigem Plexiglas herstellen.

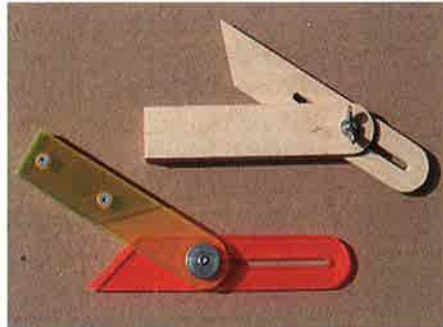


Abb. 1: Schmiegen aus Holz und Plexiglas

## LERNZIELE

Dieses Thema beinhaltet die Herstellung zweier Schmiegen in unterschiedlicher Vorgehensweise und aus unterschiedlichen Materialien.

Die Schüler bekommen eine Sperrholzleiste und fertigen nach Plan mit handwerklichen Tätigkeiten eine Schmiege.

Eine zweite Schmiege aus Plexiglas wird mithilfe des Koordinatentisches KOSY ausgefräst.

Ein Schwerpunkt dieser Einheit ist das Herausarbeiten der Unterschiede zwischen beiden Vorgehensweisen. In einem abschließenden Arbeitsblatt äußern sich die Schüler und notieren ihre Erfahrungen.

Jede Vorgehensweise beinhaltet eigene Ziele:

### Holzschmiege:

- Zeichnung lesen
- Übertragen der Maße auf die Sperrholzleiste
- Zuschnitt der Teile
- Bohren mit unterschiedlichen Durchmessern
- Senken
- Sägen des Langlochs
- Feilen der Rundungen
- Zusammenleimen der Teile
- Schleifen der Oberflächen und Kanten
- Montage der Schmiege



Abb. 2: Holzleiste als Grundmaterial

### Schmiege aus Plexiglas:

- Umgang mit CAD-Programm
- Zeichnung in CAD-Programm übertragen
- Bemaßen
- Abspeichern
- Zeichnung für den Fräsvorgang vorbereiten
- Material einspannen
- Fräsen
- Teile auseinandersägen
- Kanten schleifen
- Montage



Abb. 3: Farbenspiele mit Plexiglas

Vergleich der Vorgehensweise in Bezug auf:

- Planung
- Materialbeschaffenheit
- Werkzeugbedarf
- Maschineneinsatz
- Tätigkeiten
- Präzision
- Aussehen
- Zeitaufwand

Die Erfahrungen im Vergleich der konventionellen handwerklichen Herstellungsweise durch Einzelanfertigung mit der maschinellen Produktion werden hier hautnah erlebt. Vor Jahren waren handwerkliche Fertigungsmethoden Alltag, in der Zwischenzeit halten computergesteuerte Maschinen auch in den Handwerksbetrieben Einzug. Der Schreiner fertigt eine Türe mit einer CNC-Maschine aus einem

Stück, der Zimmermann sägt und fräst die Balken für eine Dachkonstruktion mithilfe einer Abbundanlage.

In der Industrie sind CNC-Anlagen schon seit vielen Jahren in Gebrauch. Diese werden dort auch noch ergänzt durch Roboter, die den Materialtransport und den Werkzeugwechsel vollautomatisch übernehmen.

Die Automation erreicht inzwischen alle Bereiche, die Schüler können mit diesem Thema die Vor- und Nachteile dieser Entwicklung leicht nachvollziehen.

## UNTERRICHTSVERLAUF

### HOLZSCHMIEGE

#### Einstieg

Verschiedene Messwerkzeuge werden ausgelegt. Gliedermaßstab, Stahlmaßstab, Winkel, Gehungswinkel, Streichmaß, Zentrierwinkel und natürlich eine Schmiege, die ebenfalls zur Standardausstattung eines Technikraums gehört.

Die sach- und fachgerechte Nutzung der Messwerkzeuge wird besprochen und die richtige Anwendung erarbeitet. Die Vertiefung des Themas kann durch schriftliche Aufzeichnungen erfolgen.

Mit einem vorbereiteten Holzstück kann die Funktion der Schmiege demonstriert werden. Ein „unbestimmter“ Winkel wird an einem Werkstück abgenommen, um ihn an eine andere Stelle zu übertragen.

#### Umgang mit Zeichnungen

Eine solche Schmiege soll nun für den Hausgebrauch hergestellt werden. Ausgangsmaterial ist Sperrholz in einer Stärke von 3 mm. Ein zugesägter Sperrholzstreifen, 24 mm breit und 400 mm lang, wird zur Verfügung gestellt.

Maße und Konstruktion werden in einer zeichnerischen Darstellung vorgegeben, sodass die Schüler diese ablesen müssen. Das Zeichnunglesen ist eine wichtige Voraussetzung, um einen Gegenstand herstellen zu können.

Arbeitsblatt 2 zeigt die Einzelteile, jedoch ohne Bemessung. Damit die Schüler sich genau damit befassen, müssen sie jeweils von Pfeilspitze zu Pfeilspitze nachmessen. Die Maßzahl wird in mm (ohne Maßbezeichnung) auf die vorgesehenen Platzhalter geschrieben.

Die „dicken“ Platzhalter sind diejenigen, die für das Ablängen der Leiste von Bedeutung sind, die „dünnen“ Platzhalter sind für die weitere Bearbeitung wichtig. Man lässt die Schüler nach Möglichkeit diesen Unterschied selbst herausfinden. Die Maße für die Bohrungen sind angegeben, da diese Genauigkeit nicht abgelesen werden kann!

Ein Denkanstoß sollte noch gegeben werden: Addiert man die Gesamtlängen der Einzelteile, so kommt man auf 410 mm. Der Streifen ist jedoch nur 400 mm lang. Wie lässt sich dieses Problem lösen?

**Lösung:** Das Zwischenstück und die Zunge haben schräge Enden. Diese werden zusammen abgesägt und dadurch spart man insgesamt 24 mm Länge. Es bleibt also immer noch etwas Material übrig.

#### Bearbeitung

Die Längen auf den Sperrholzstreifen übertragen. Die Teile werden anschließend zugesägt. Wenn mit einer Feinsäge gearbeitet wird, können die Abfälle durch die Sägblattbreiten vernachlässigt werden.

Der nächste Schritt ist das Anreißen der Bohrpunkte. Ober- und Unterteil sowie die Endpunkte des Langlochs der Zunge werden mit 4 mm gebohrt. Die Bohrung des Unterteils wird gesenkt, sodass die Senkkopfschraube die notwendige Vertiefung hat.

**Achtung:** Die beiden im Arbeitsblatt 2 dargestellten 2,5-mm-Bohrungen in Ober-, Unterteil und Zwischenstück werden nur für die Plexiglasausführung gebraucht und deshalb für die Holzausführung nicht gebohrt. Dies gilt es vorweg zu klären.

Das Langloch wird mit der Dekupiersäge oder einer Laubsäge ausgesägt.



Abb. 4: Langloch aussägen

Die Rundungen aller drei Teile werden in einem Arbeitsgang gefeilt. Nach dem Anzeichnen des Halbrundbogens wird ein Rundholz oder die 4-mm-Schraube in die Bohrungen gesteckt, die Teile werden in die Hobelbank eingespannt und dann jeweils zum Scheitelpunkt hin gefeilt.



Abb. 5: Rundung feilen

Es sollte Wert auf eine exakte Rundung gelegt werden, da das gute Aussehen sehr stark davon abhängt.



Unter-, Oberteil und Zwischenstück miteinander verleimen. Anschließend die Oberflächen schleifen, die Kanten leicht brechen und die Schmiege mithilfe der Schraube, einer Unterlegscheibe und der Flügelmutter zusammenmontieren.

## Eigene Beurteilung

Nach Fertigstellung werden die Schmiegen der einzelnen Schüler miteinander verglichen. Die Schüler stellen sehr wohl fest, dass es Unterschiede gibt in der Maßgenauigkeit und im Aussehen. Auch ihr eigenes Produkt können sie hinsichtlich dieser Punkte sehr gut selbst einschätzen.

## PLEXIGLASSCHMIEGE

### Zeichnen und Datei erstellen

Auch für die Plexiglasausführung ist die genaue Zeichnung die Grundlage für das weitere Vorgehen. Die Zeichnung muss noch einmal mit dem Steuerprogramm für das Fräsen gezeichnet werden. Das ist eine gute Übung für die Schüler, sich mit CAD zu befassen. Die Vorlage (Arbeitsblatt 2) wird in gleicher Weise (Layer 9, Liniendicken) übernommen und abgespeichert. Die Bemaßung der Zeichnung ist nicht notwendig.

Die Radien für die Bohrungen mit den Durchmessern 2,5 mm und 3 mm werden günstigerweise über die Tastatur eingegeben. Kreismittelpunkt setzen, Eingabefeld KR (kartesisch relativ) anklicken und folgende Werte eingeben: „1.25,0“ (Radius 1,25 mm) und „1.5,0“ (Radius 1,5 mm).

Nach der reinen Zeichenübung folgt nun die Vorbereitung für das Fräsen:

Die Teile sollen in einem Arbeitsgang mit wenig Fahrwegen und wenig Materialverbrauch gefräst werden. Wie muss man die Teile positionieren, dass dies optimal möglich ist?

Dazu werden die Einzelteile aus Arbeitsblatt 2 aus-geschnitten, um sie verschiedenartig verschieben und legen zu können. Die Schüler finden schließlich die Lösung, die den Vorgaben entspricht.

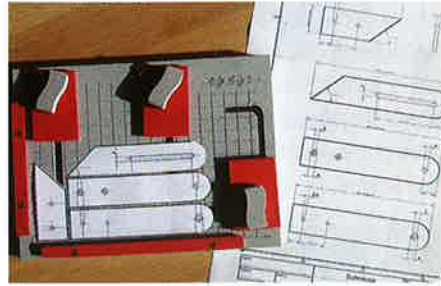


Abb. 6: Fräsdatei vorbereiten

Die Zeichnung wird nun entsprechend weiterbearbeitet und als Fräsdatei editiert:

1. Den Nullpunkt in die Zeichnung einfügen
2. Die Ausspannposition festlegen
3. Plattengröße (155 mm x 90 mm) mit Layer 9 einzeichnen
4. Teile drehen, verschieben
5. Abstand von 2 mm einhalten
6. Außenrand von ca. 5 mm beachten

Arbeitsblatt 3 zeigt die optimale Lösung, da die schrägen Linien ebenfalls nur einmal gefräst werden müssen. Diese Variante erfordert jedoch einen gewissen Mehraufwand und auch mehr Erfahrung im Umgang mit dem Programm. Die Zunge muss in diesem Fall nämlich noch gespiegelt werden.

In einem nächsten Schritt wird überlegt, welche Teile in welcher Reihenfolge gefräst werden.

Zuerst sind die Innenteile dran. Die Bohrungen, Stufenbohrungen und das Langloch werden mit Bahnkorrektur innen gefräst. Deshalb müssen diese Teile mit dem Befehl EIGENSCHAFT ÄNDERN in farbige Layer überführt werden. Layer 2 eignet sich deshalb besonders, weil dieser kontrastreicher ist als Layer 1.

Alle Ausfräsungen haben folgende Technologiedaten:

Technologie-Nummer		
Nummer:	Layer:	Frästteil:
Bearbeitungsdaten		
Bearbeitung:	Stufenbohrung	
Bahnkorrektur:	Automatisch	
Relais vorher:	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input checked="" type="checkbox"/> 6	
Relais nachher:	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input checked="" type="checkbox"/> 6	
Sicherheitsabstand:	5.00 [mm]	
<input type="checkbox"/> STOP für Handbedienung		
Bearbeitungsdatenbank...		Privatdaten bearbeiten
Vorschub (F):	120.00 [*0.1 mm/s]	
Werkzeughdurchmesser:	2.00 [mm]	
Gesamttiefe:	3.20 [mm]	
Teilstellung:	1.60 [mm]	
Tiefe 1. Stufe:	1.20 [mm]	

Abb. 7: Technologiedaten der Bohrungen

Bei der Stufenbohrung wird der größere Radius auf eine Tiefe von 1,5 mm gefräst, der Innenradius auf 3,2 mm.

Nun müssen Fräsbahnen für die Konturen im Layer 3 gezeichnet werden. Da die Teile bis zum Schluss in der Platte einen Halt haben müssen, werden Stege zwischen den Teilen stehen gelassen. Das Arbeitsblatt 3 zeigt eine mögliche Anordnung der Teile mit den Fräsbahnen und den vorgesehenen Stegen.

Die Technologiedaten zum Ausfräsen der Konturen:

Technologie-Nummer		
Nummer:	Layer:	Frästteil:
Bearbeitungsdaten		
Bearbeitung:	Einzelteil/Bahn	
Bahnkorrektur:	Keine	
Relais vorher:	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input checked="" type="checkbox"/> 6	
Relais nachher:	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input checked="" type="checkbox"/> 6	
Sicherheitsabstand:	5.00 [mm]	
<input type="checkbox"/> STOP für Handbedienung		
Bearbeitungsdatenbank...		Privatdaten bearbeiten
Vorschub (F):	120.00 [*0.1 mm/s]	
Werkzeughdurchmesser:	2.00 [mm]	
Gesamttiefe:	3.20 [mm]	
Teilstellung:	1.60 [mm]	

Abb. 8: Technologiedaten der Konturen

### Einspannen der Plexiglasplatte:

Die Plexiglasplatte hat eine Größe von 155 mm x 90 mm. In gleicher Größe wird eine dünne Zulage zugeschnitten und gemeinsam mit dem Plexiglas zugeschnitten und gemeinsam mit dem Plexiglas mit Exzentrisspannern auf den Y-Tisch aufgespannt. Eine elegantere Lösung ist es, eine Spannplatte („4-fix“) zu nutzen. Durch die Abschrägungen der Halteleisten und der Schieberleisten ist die Plexiglasplatte optimal auf dem Frästisch fixiert.

Wenn der Nullpunkt eingestellt und die Positionierung der Teile wie im Arbeitsblatt 3 dargestellt ist (5 mm Abstand zum Rand), kann mit dem Fräsen begonnen werden.

Zwar haben alle Schüler eine Fräszeichnung angefertigt, dennoch wird es so sein, dass manche nicht brauchbar sind. Deshalb sollte man sich auf eine funktionierende Fräsdatei festlegen, mit der man alle Schmiegen ausfräst. Für die Zeit des Ausfräsen muss ein anderer Unterrichtsinhalt die Schüler beschäftigen. Nur einer sitzt am Koordinatentisch und kontrolliert die „Produktion“.

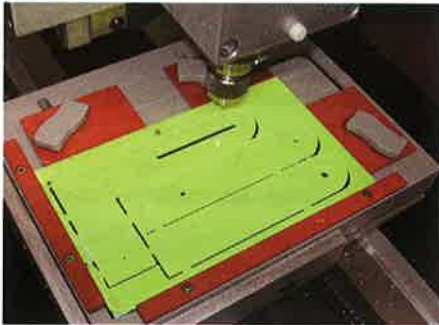


Abb. 9: Fräsvorgang

### Weitere Bearbeitung

Alle Schüler bekommen schließlich je eine ausgefräste Platte. Die Stege werden durchtrennt und die Einzelteile dadurch frei. Die Fräskanten werden abgeschliffen, sodass die Ansätze der Stege nicht mehr sichtbar sind. Die Kanten werden zusätzlich mit einer Ziehklänge leicht gefast.

Jeder Schüler hat nun einen Satz Einzelteile zur Fertigmontage einer Plexiglasschmiege. Es besteht die Möglichkeit, Einzelteile unter den Schülern auszutauschen, sodass eine mehrfarbige Schmiege montiert werden kann.

Im Gegensatz zur Sperrholzschiege müssen bei der Plexiglasschmiege Ober-, Unterteil und Zwischenstück miteinander verschraubt werden. In die beiden 2,5-mm-Bohrungen werden deshalb jeweils zwei 3-mm-Gewinde geschnitten.



Abb. 10: Gewindeschneiden

Mit Senkkopfschrauben M 3 x 8 werden die Teile zusammengeschraubt. Stehen keine Schrauben dieser Länge zur Verfügung, so lässt man dieses Maß von einer längeren Schraube absägen.

Die Zunge wird mit einer Senkkopfschraube M 4 x 20, einer Unterlegscheibe und einer Flügelmutter M 4 befestigt.



Abb. 11: Farbauswahl

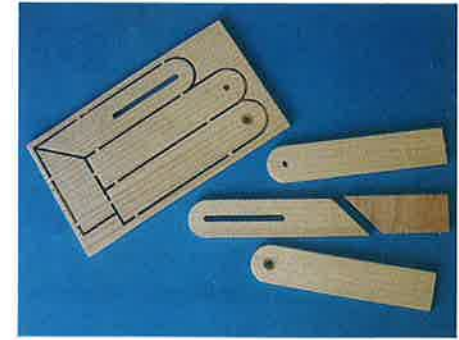


Abb. 12: Alternative: Sperrholz fräsen

### VERGLEICH

Legt man die handwerklich gefertigten und die maschinell gefertigten Schmiegen nebeneinander, so stechen gleich die Unterschiede zwischen den individuell gefertigten Holzschmiegen, die hier und da einmal eine kleine Ungenauigkeit aufweisen, und den einheitlich gefertigten Plexiglasschmiegen, die ganz exakt gefräst wurden, ins Auge. Diese Unterschiede haben mehrere Ursachen.

Mit den Schülern werden verschiedene Aspekte der unterschiedlichen Herstellung besprochen. Die Wortbeiträge werden gesammelt und ungeordnet notiert.

Um nicht nur darüber gesprochen zu haben, sondern den kognitiven Hintergrund dieser Unterrichtseinheit mit nach Hause nehmen zu können, bearbeiten die Schüler noch das Arbeitsblatt 4. Mit eigenen Worten werden die Unterschiede stichwortartig in die Felder eingetragen.

## AUSBLICK

Die Schmiege wurde für einen Unterrichtsschwerpunkt herangezogen, der nicht das Werkstück selbst in den Mittelpunkt stellt, sondern die Herstellungsweise. Dieser spezielle Vergleich hat eine historisch-kulturelle Dimension, da in exemplarischer Weise zwei unterschiedliche Abschnitte der modernen Welt erlebt werden.

Auch die Sperrholzschiebe ist ein Produkt der neueren Zeit. Das Material ist ein maschinell verarbeitetes Naturprodukt. Zum Zuschnitt der Streifen wird eine Kreissäge verwendet. Die elektrische Ständerbohrmaschine bohrt die notwendigen Löcher.

Demgegenüber steht das Kunststoffmaterial, ein Produkt aus Erdöl, das in verschiedenen Farben aus einem Guss hergestellt wird. Eine vom Computer gesteuerte Maschine fräst mit einem Werkzeug alle notwendigen Bohrungen und schließlich auch die Kontur aller Teile aus.

In etwa fünf Minuten sind all diese Arbeitsgänge erledigt. In kürzester Zeit können viele gleiche Schmiegen in gleicher Präzision und gleicher Wiederholgenauigkeit hergestellt werden.

Die Plexiglasschiebe ist ein Gebrauchsgegenstand, der mit den heutigen Mitteln der Produktionstechnik hergestellt wurde. Diesen Transfer gilt es herauszuarbeiten. Die Massen an Produkten, die heutzutage auf den Markt kommen, können nur deshalb so billig sein, weil mithilfe von automatischen Maschinen in kurzer Zeit große Mengen produziert werden können.

Werden heutzutage beispielsweise Geräte zur Reparatur zurückgegeben, so lohnt sich diese meist nicht, weil die Zeit einer Demontage mit dem Austausch von Verschleißteilen und der daran

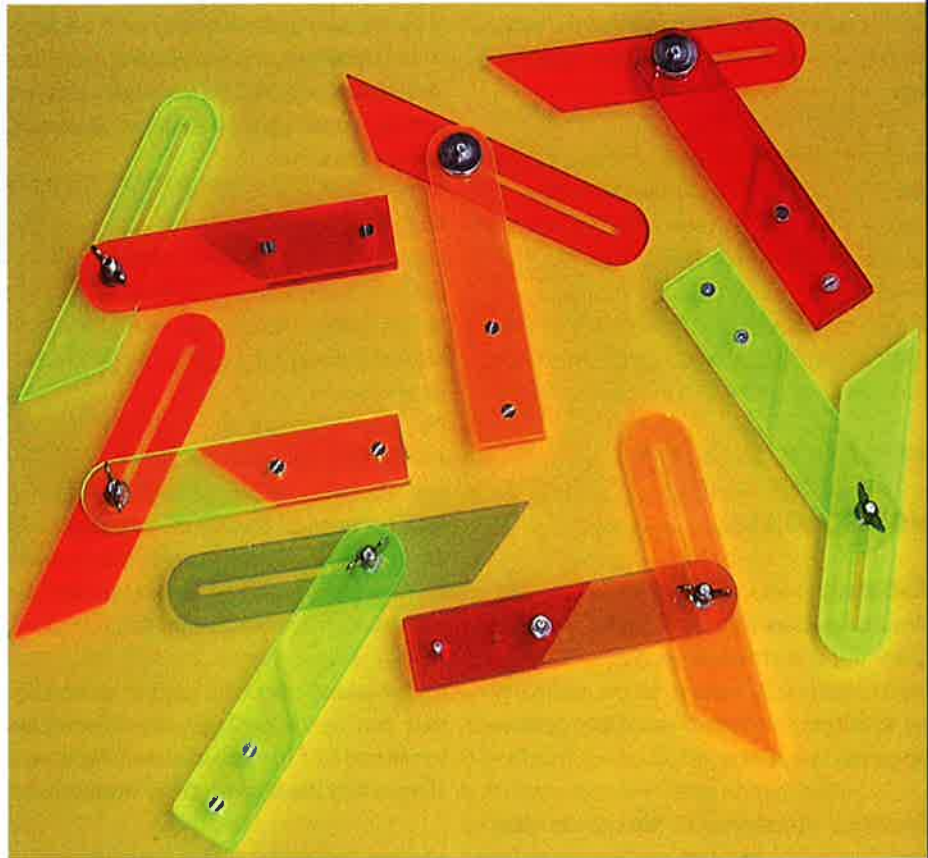
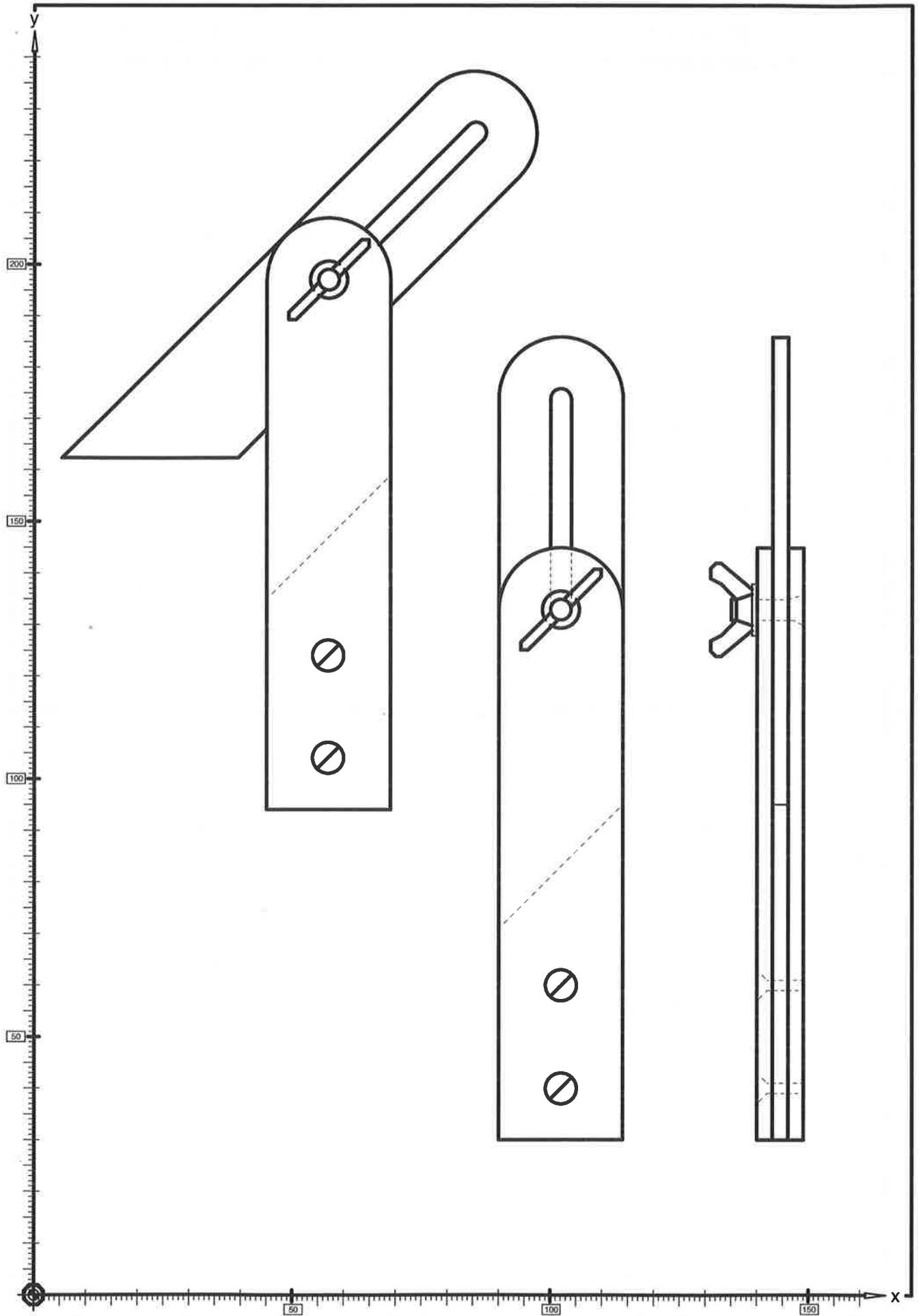


Abb. 13: Gleiche Qualität, individuelle Vielfalt

anschließende Zusammenbau oft mehr Zeit kostet als eine Neuanschaffung. Auch diesen Zusammenhang kann man im Gespräch mit den Schülern herausarbeiten.

Dieses Thema hat den Schülern besonderen Spaß gemacht. Es hat ihnen die Augen geöffnet und sie haben über das Werkstück hinaus Erfahrungen gemacht, die exemplarisch für heutige Produktionsmethoden stehen. Dass die Plexiglasschiebe auch noch viel besser aussieht, ist augenfällig.

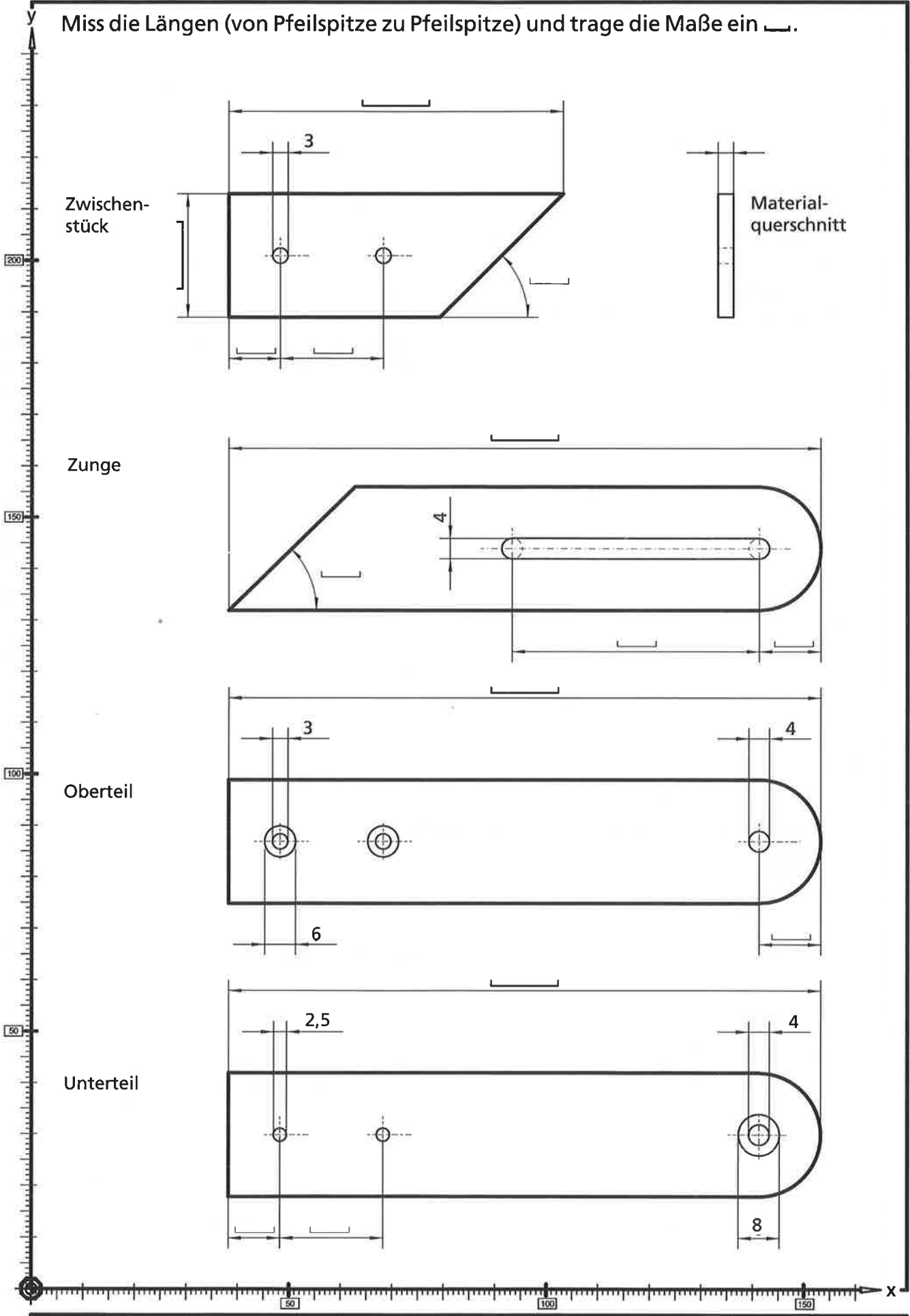
*Autor: Wilhelm Dold, St. Georgen,  
wdold1@t-online.de*



Name: _____		Schmiege Ansichten	Maßstab: <b>1:1</b>
Klasse: _____	Datum: _____		Blatt-Nr.: _____

# Technikstunde 201: Arbeitsblatt 2

Miss die Längen (von Pfeilspitze zu Pfeilspitze) und trage die Maße ein.



Name: _____		<b>Schmiege</b>	Maßstab: <b>1:1</b>
Klasse: _____	Datum: _____		Blatt-Nr.: _____
<b>Einzelteile/Maße eintragen</b>			



# Technikstunde 201: Arbeitsblatt 3

— dünne Linien = Fräsbahn

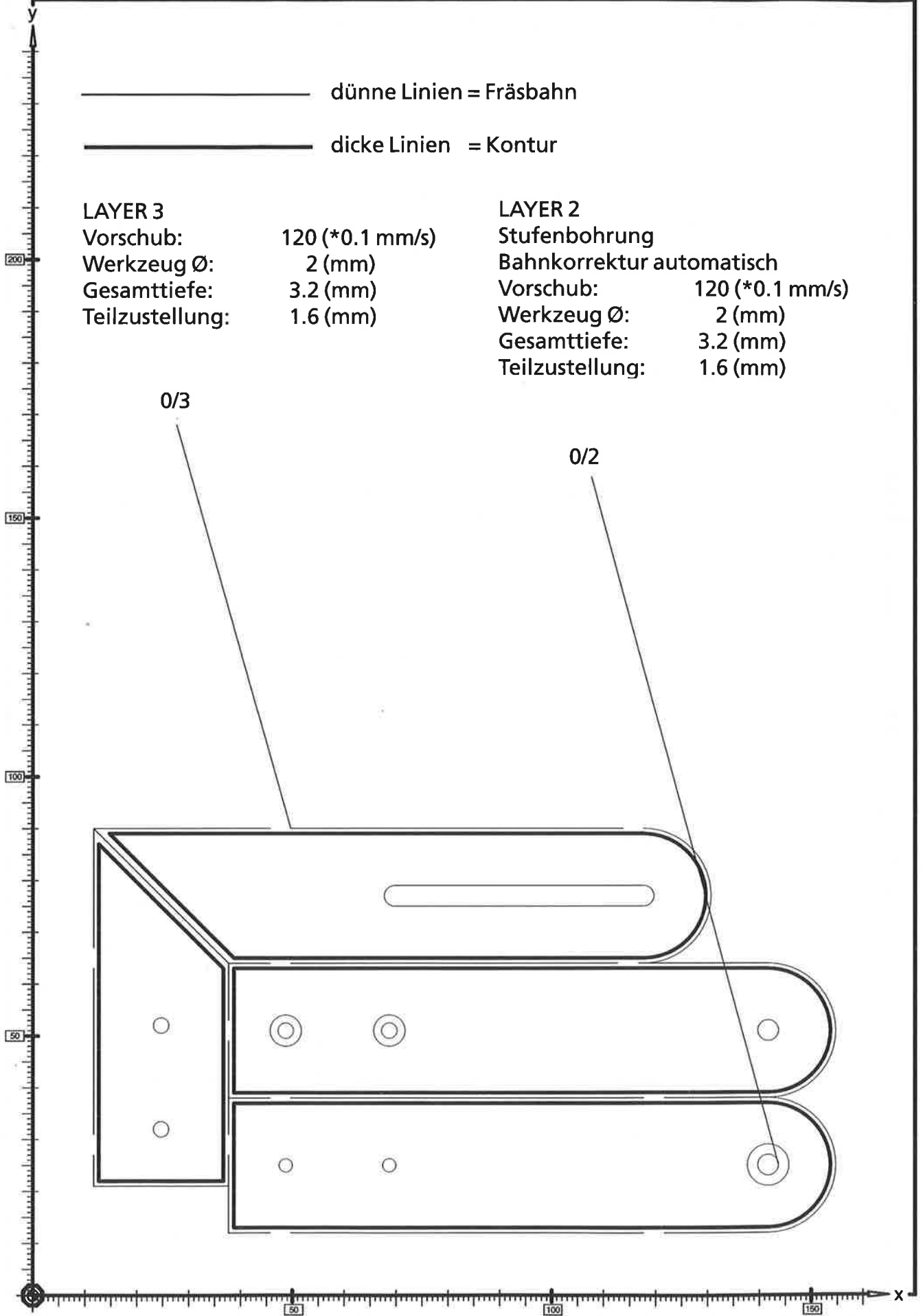
— dicke Linien = Kontur

### LAYER 3

Vorschub: 120 (\*0.1 mm/s)  
 Werkzeug Ø: 2 (mm)  
 Gesamttiefe: 3.2 (mm)  
 Teilzustellung: 1.6 (mm)

### LAYER 2

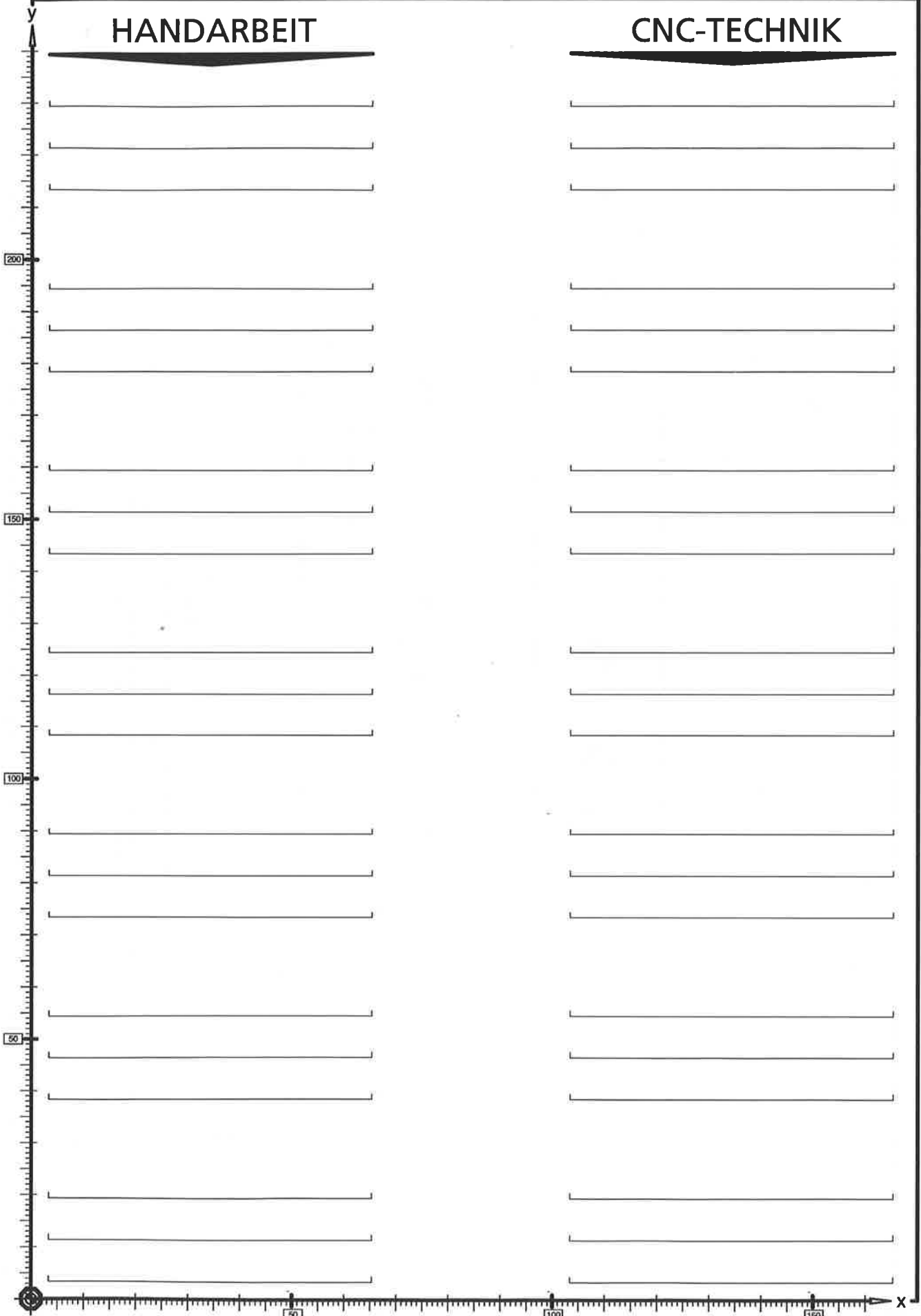
Stufenbohrung  
 Bahnkorrektur automatisch  
 Vorschub: 120 (\*0.1 mm/s)  
 Werkzeug Ø: 2 (mm)  
 Gesamttiefe: 3.2 (mm)  
 Teilzustellung: 1.6 (mm)



Name: _____		<b>Schmiege</b>		Maßstab: <b>1:1</b>
Klasse: _____	Datum: _____	<b>Fräsbahnen/Technologiedaten</b>		Blatt-Nr.: _____

# HANDARBEIT

# CNC-TECHNIK



Name: _____		<b>Schmiede</b>	Maßstab: <b>1:1</b>
Klasse: _____	Datum: _____		Vergleich zweier Herstellungsarten