

Unterrichtsentwurf: Fertigungsaufgabe zum Spiel Klask



Seminar: Technikunterricht Praxisumsetzung

Lehrender: Dr. Daniel Bienia

Student: Nils Buchenau (2626905)

Inhalt

1. Idee eines Themas.....	1
2. Sachanalyse	2
Bau von Hilfsvorrichtungen als Lernanlass der Fertigungsaufgabe	2
Weitere Lernanlässe der Fertigungsaufgabe	3
Weitere Aspekte der Fertigung:	4
2. Didaktische Analyse.....	4
3. Kompetenzaspekte	5
4. Bedingungsanalyse	6
Kostenplanung des Werkstücks als Teil der Bedingungsanalyse:	7
Bedingungen an Werkzeugen und Arbeitsmitteln	7
Aspekte der Erstellung der technischen Zeichnung	8
6. Methodenanalyse.....	8
7. Verlaufsplanung	9
Literaturangaben	10
Anhang:	10

1. Idee eines Themas

Im hier vorgestellten Unterrichtsentwurf soll das Spiel Klask gefertigt werden. Es handelt sich um eine Fertigungsaufgabe, die die folgenden Kompetenzbereiche abdeckt: 1. Technische Zeichnung interpretieren, 2. rationale Werkzeugauswahl, 3. rationale Werkzeughandhabung, 4. Qualitätsanspruch entwickeln und Qualität überprüfen, 5. Gestaltung von Arbeitsprozessen.

Ziel der Unterrichtsreihe ist es einen rationalen technischen Fertigungsprozess zu realisieren. Die Schüler*innen sollen einen Arbeitsprozess gestalten, der schnell und wiederholgenau ist. Hierfür werden Vorrichtungen gebaut, die den Arbeitsprozess erleichtern sollen. Zweite zentrale Lerngelegenheit des Werkstücks sind Aspekte der Verschraubung und der richtigen Verwendung eines Akkuschraubers (Einstellung des Drehmoments), sowie der fach- und sachgerechten Nutzung der eingesetzten Werkzeuge und Maschinen.

Die Feinplanung der Fertigung richtet sich an der Menge der zur Verfügung stehenden Bohrstände, der Klassengröße und den vorhandenen Werkzeugen aus. Die Unterrichtsreihe wird für eine leistungsstarke 9-10. Klasse geplant. Vor allem auf Grund der hohen Kosten des Werkstücks, die eine Kostenbeteiligung der Schüler*innen von 15-20€ erfordert, ist eine hohe Arbeitsbereitschaft und eine

hohes Maß an Qualität erforderlich. Soziale Aspekte des Unkostenbeitrags müssen berücksichtigt werden. Diese Bedingungen werden in der Bedingungsanalyse genauer aufgeschlüsselt.

2. Sachanalyse

Das Werkstück soll anhand einer technischen Zeichnung in Dreitafelprojektion gefertigt werden. Die Zeichnung ist maßstabsgerecht im Maßstab 1:4 (bei DIN A3), vollständig bemaßt und wurde mit der CAD-Software Fusion 360 erstellt. Die Zeichnung wird für alle SuS bereitgestellt (siehe Anhang).

Der Sachanalyse liegt ein Fertigungsplan zugrunde, der alle Arbeitsschritte im Detail beschreibt (siehe Anhang). Der Fertigungsplan umfasst die Planung der Unterrichtsreihe, die in Teilschritte runtergebrochen werden muss. Besonders die Auslastung des Bohrständers und des Tischschleifers ist wichtig für den reibungslosen Ablauf der Fertigung. Aus diesem Grund wurden diese Schritte farblich markiert und mögliche andere Fertigungsschritte zum Ausweichen in der Tabelle festgehalten.

Bau von Hilfsvorrichtungen als Lernanlass der Fertigungsaufgabe

Ein wichtiger Aspekt der rationalen Gestaltung des Arbeitsprozesses ist die Herstellung von Vorrichtungen. Es werden insbesondere Vorrichtungen für die Aspekte des Fertigungsprozesses hergestellt, die die meiste Zeit bei der eigenen Fertigung des Werkstückes in Anspruch genommen haben.

Die Vorrichtungen sind so gestaltet, dass sie von Schüler*innen nachgebaut werden können. Technische Zeichnungen, Videos und Bilder werden als Hilfsmittel bereitgestellt. Die Herstellung der Vorrichtungen wird in Gruppen aufgeteilt.

Hilfsvorrichtung 1:

Zunächst wird eine Hilfsvorrichtung zum endgültigen Verschrauben der Werkstücke hergestellt, welche das wiederholgenaue Verschrauben der Werkstücke ermöglicht. Durch die Verkeilung können die Bauteile des Werkstücks, bei der Verschraubung nicht nach oben oder unten wegrutschen oder durch den Druck der Verschrauben nach hinten gedrückt werden. Die Vorrichtung wurde aus einem Video des YouTubers Jonas Winkler (2023) entnommen und muss von den Schüler*innen an das Werkstück angepasst werden.



Abbildung 1: YouTuber Jonas Winkler mit der entsprechenden Vorrichtung

Als rechteckiger Teil der Vorrichtung wird dabei eine Multiplex-Platte verwendet, die genau 21mm dick ist. Dadurch sind die vorgebohrten Löcher der Seitenteile genau auf der Höhe der Mitte der Spielplatte.

Hilfsvorrichtung 2:

Die zweite Vorrichtung soll das Anzeichnen der Löcher für die Seitenteile erleichtern. Zur Erstellung dieser Schablone können verschiedene Techniken verwendet werden. Der Plan kann 1:1 ausgedruckt werden und mit verdünntem (Weiß- oder Glutin-) Leim, genau auf die Oberfläche der Vorrichtung geklebt werden. Danach können kleine Löcher an den entsprechenden Stellen gebohrt werden, um an diesen Stellen später mit einem Vorstecher die Löcher auf das Bauteil zu übertragen. Eine andere Möglichkeit wäre die Nutzung eine CNC-Fräse oder eines Lasercutters für die Erstellung der Schablone (Je nach Ausstattung der Schule).

Weitere Lernanlässe der Fertigungsaufgabe

Die Verschraubung

Beim Verschrauben ist insbesondere auf die Wahl der richtigen Schrauben, die Wahl der richtigen Bohrdurchmesser und die Wahl der richtigen Bohrtiefe des Senkers zu achten. Die Verschraubung wird in einem technischen Experiment zunächst getestet. Hierbei werden verschiedene Schraubendurchmesser, Schraubenlängen, Durchmesser zum Vorbohren und Bohrtiefen des Senkers ausprobiert und mit Gewichten beansprucht. Das Drehmoment beim Einschrauben wird ermittelt. Es wird genau überprüft, ob die Schrauben sich richtig senken, ob es Ausrisse gibt, was man bei einem durchgehenden Gewinde zu beachten hat, was bei einem Teilgewinde usw. Dieses Thema umfasst selbstverständlich eine eigene Sachanalyse.

Bei meinem Werkstück habe ich mit einem 1,5mm Holzbohrer vorgebohrt und 3x40er Schrauben mit Senk-Kopf und Vollgewinde verwendet. Das anzuschraubende Werkstück habe ich in der Größe des Schaftdurchmessers vorgebohrt.

Umgang mit der Feinsäge

Einer der wichtigsten und schwierigsten Aspekte der Fertigung des Werkstücks, sind die langen Sägeschnitte der Seitenteile und die damit zusammenhängende Herrichtung des Arbeitsplatzes (Siehe Arbeitsplan).

Weitere Aspekte der Fertigung:

Herstellung der Spielfiguren:

Die Spielfiguren habe ich in Fusion 360 designed. Diese können theoretisch ausgedruckt werden. Wobei auf die Fertigungsaspekte des 3D-drucks natürlich Rücksicht genommen werden muss. Der Druck lässt sich stufenweise Drucken, sodass der Magnet in der Mitte eingeklebt werden kann.

Als Möglichkeit der Fertigung von Hand, habe ich zwei Prototypen angefertigt, die nur als Teststücke dienen sollen. Eine entsprechende technische Zeichnung habe ich angefertigt. (siehe Anhang) ...damit die Fertigung entsprechend präzise ist, muss mit einem Winkel gearbeitet werden, der die Mitte genau anzeichnet. In den meisten Schulen ist ein solcher Winkel vorhanden.

Sicherheitsaspekte:

Ein Besonderer Sicherheitsaspekt ist das Sägen mit der Lochsäge. Es ist entscheidend, dass die Säge auf niedrigster Drehzahl läuft. Um Hitzeentwicklung zu vermeiden, die Werkzeug bzw. Bauteil beschädigen können, ist darauf zu achten, dass Werkzeug zur Abkühlung immer wieder aus dem Werkstück herauszufahren. Das Werkstück ist beim Sägen einzuspannen. Insbesondere gelten die allgemeinen Sicherheitsregeln beim Bohren (vgl. KMK, 2019, S.105) und die Allgemeinen Schutzmaßnahmen im Umgang mit Maschinen (vgl. KMK, 2019, S.46).

Bei der Arbeit mit dem Streichmaß mit Klinge ist darauf zu achten, dass man sich nicht aus Versehen in den Daumen schneidet. Das Streichmaß ist aus diesem Grund immer mit der ganzen Hand zu führen bzw. vom Körper weg.

Beim Tellerschleifer ist es wichtig auf der Seite zu arbeiten, an der das Werkstück auf den Tisch gedrückt wird und nicht auf der gegenüberliegenden Seite, an der das Werkstück plötzlich nach oben wegrutschen kann, wodurch die Hand ans Schleifpapier geraten kann.

2. Didaktische Analyse

Das Werkstück ist äußerst komplex. Die Motivation und damit einhergehend ein hoher Anspruch an Qualität und Qualitätsbewusstsein ist daher von entscheidender Bedeutung. Die Unterrichtsreihe wurde auf Grund des Komplexitätsgrades für eine neunte bis zehnte Klasse konzipiert. Gedanklich denke ich dabei an meine zukünftige Arbeitsstelle, eine private Mädchenschule. Die Fertigung wird

durch Hilfsvorrichtungen erleichtert, da sich vor Allem das Anreißen im Prozess der Fertigung als besonders langwierig herausgestellt hat, ohne dass der Lernprozess besonders bedeutsam wäre.

Die Fertigung von Spielen und Spielzeug ist in den meisten Fällen in der Interessensreichweite der Schüler*innen anzusiedeln. Es ist davon auszugehen, dass das Spiel Klask insoweit Gegenwartsbedeutung für die SuS hat, da es ein ernsthaftes Spiel mit einem hohem Wiederspiel- und Wettbewerbsfaktor ist. Jährlich werden in Helsinki die Klask-Weltmeisterschaften ausgetragen (vgl. klaskgame.com, 2023). Im Vorfeld der Unterrichtsreihe wird ein Video von einem Finale der letzten Klask-Weltmeisterschaften gezeigt.

Es bietet sich an am Ende der Unterrichtsreihe ein Klask-Turnier zu veranstalten, um die handwerkliche Leistung der Schüler*innen zu würdigen und den Abschluss der Fertigungsaufgabe zu feiern.

Der Fertigungsaufgabe werden, so Schmayl (1995), gelegentlich Vorbehalte entgegengebracht, die „auf Befürchtungen zurückzuführen [sind], der Unterricht könne im Sinne anweisungsgebundener-rezeptiver Modellbauarbeit degenerieren und die Entfaltung schöpferischer Kräfte vernachlässigen“ (S.153). Demgegenüber soll insbesondere die auf eine Manufaktur ausgelegte Gestaltung des Arbeitsprozess und die damit hergehenden planerischen Schritte, eine Fertigungsaufgabe schaffen, die ein hohes Maß an intellektueller Fähigkeit voraussetzt.

Zukunftsbedeutung hat die Fertigung des Spiels in der Hinsichtlich der Lerngelegenheiten, die das Werkstück liefert. Werkzeughandhabung, das Lesen einer technischen Zeichnung, die rationale Auswahl des Werkzeugs, die Gestaltung von Arbeitsprozessen und die Qualitätsprüfung des Werkstücks im Laufe des Fertigungsprozesses, sind wichtige Fähigkeiten, die ein Technischer Laie in seinem Leben brauchen kann.

3. Kompetenzaspekte

Die Kompetenzbereiche dieser Fertigungsaufgabe richten sich nachfolgenden Bereichen:

1. Technische Zeichnung interpretieren, 2. rationale Werkzeugauswahl, 3. rationale Werkzeughandhabung, 4. Qualitätsanspruch entwickeln und Qualität überprüfen, 5. Gestaltung von Arbeitsprozessen.

Bei der Menge an Kompetenzen muss berücksichtigt werden, dass eine Unterrichtsreihe geplant wird, die ein gesamtes Halbjahr umfasst.

Rationale Werkzeughandhabung:

Die Schüler*innen nutzen für die Zuschnitte eine Feinsäge und die entsprechenden Hilfsvorrichtungen zum Sägen. Die Schüler*innen sägen gerade, ohne zu hohen Druck und spannen das Bauteil so ein, dass sie eine gesunde Arbeitshaltung einnehmen. Sie lassen ausreichend Übermaß beim Sägen.

Die Schüler*innen arbeiten an der richtigen Seite des Tellerschleifers, achten auf die Rechtwinkligkeit des Winkelanschlags zur Schleifscheibe und tragen Ohrschützer.

Die Schüler*innen nutzen das Streichmaß zum Anreißen, reißen die Mitte eines Bauteils sachgerecht an und nutzen das Streichmaß ohne Gefahr zu laufen sich zu schneiden.

Kompetenzen zum Bohren mit dem Bohrständler werden Vorausgesetzt.

Experiment zur Verschraubung:

Die Schüler*innen sind in der Lage das Drehmoment eines Akkuschraubers einzustellen, ein Loch zu senken und den geeigneten Bohrer, mit geeigneter Breite, für die Bohrung der einzelnen Bohrvorgänge auszuwählen, so dass die Schraube nicht hervorsticht und das Holz nicht ausbricht. Die Verschraubung wird vorher in Experimenten getestet.

Gestaltung von Arbeitsprozessen:

Die Schüler*innen sind in der Lage den Arbeitsplan zu lesen und zu befolgen. Sie gestalten einen Arbeitsprozess, der den geeigneten Arbeitsgang auswählt (je nach Auslastung der Maschinen).

Technische Zeichnung interpretieren:

Die Schüler*innen sind in der Lage eine technische Zeichnung zu interpretieren und Maße daraus auf das Werkstück zu übertragen.

4. Bedingungsanalyse

Im Nachhinein muss ich sagen, dass ich davon ausgehe, dass ein so komplexes Werkstück die Möglichkeiten der Fertigung in der Schule übersteigt. Es wurde versucht, die Komplexität durch die Fertigung von Schablonen und Vorrichtungen zu reduzieren. Die Erstellung des Arbeitsplans würde ich den Schüler*innen abnehmen und Schritt für Schritt vorgehen. Die Konzeption und Planung der Fertigung wird vollständig von der Lehrkraft übernommen. Hinsichtlich des planerischen Aufwands muss die Lehrkraft auf ihre eigenen Ressourcen achten (Geld einsammeln, Platten zuschneiden, Rundstäbe, Bohrer, Lochsäge, Mittenfinder, Sägen schärfen etc.). Das Ausmaß des Planungsaufwands des Fertigungsablaufs, habe ich unterschätzt. Trotzdem halte ich es für sinnvoll die

Gelingensbedingungen des Unterrichts als Übung so detailreich zu durchdenken wie möglich, um für zukünftigen Unterricht besser planen zu können.

Ohne die Bedingungen der konkreten Klasse zu kennen ist es schwierig auf die konkreten Bedingungen der Lerngruppe einzugehen. Im Allgemeinen erfordert das Werkstück wie oben schon beschrieben ein hohes Maß an Konzentration, Motivation und kognitiver Leistung, dazu hohen finanziellen und materiellen Aufwand, der sich ebenfalls in einer hohen Qualität des Produktes widerspiegeln muss. Auf Grund dessen, dass in der zehnten Klasse die Schüler*innen viel Zeit für die Vorbereitung auf die Abschlussprüfungen brauchen, ist es wahrscheinlicher, einen Zeitraum in der neunten Klasse zu finden, in dem die Schüler*innen Zeit haben für ein entsprechendes Werkstück.

Kostenplanung des Werkstücks als Teil der Bedinungsanalyse:

Für die Planung des Werkstück ist zunächst die Finanzierung der Werkstoffe zu bedenken. Denkbar ist es einen Beitrag für die verwendeten Materialien einzusammeln. In der Kostenplanung des Werkstücks bin ich auf 20€ pro Werkstück gekommen.

Die Preise für zum Beispiel 12 Werkstücke setzt sich zusammen aus: 148€ für eine Siebdruckplatte, film/film (250x150x12; 3,75 m²; 39,50/m²), 134€ für eine Multiplexplatte Buche (250x150x12 = 3,75 m²; 35,70/m²), 18x12 = 216 Schrauben – 6,35€/200 Schrauben

Pro Werkstück macht das 0,15m² Siebdruckplatte = $0,15 * 39,50€ = 5,93€ + 10\% \text{ Verschnitt} = 6,5€$ pro Werkstück; aus einer Platte kriegt man höchstens 22 Spielfelder raus (bei 10% Verschnitt). – Ein genauer Schnittplan mit Woodworks ist hier anzufertigen.

Pro Werkstück sind es ungefähr 0,17m² an Multiplexplatte = $0,17 * 35,73 = 6,07€ + 20\% \text{ Verschnitt} = 7,20€$ pro Werkstück; aus einer Platte kriegt man Material für ungefähr 17 Werkstücke (bei 20% Verschnitt) raus.

Die Kosten für Schrauben sind gegenüber den anderen Kosten weitestgehend zu vernachlässigen und liegen bei ca. 50 Cent. Daraus folgt ein Gesamtpreis von etwa 14€. Schwankungen auf Grund des Holzpreises, des Angebotes sind natürlich unkalkulierbar. Daher rechne ich auch im Zusammenhang mit der Produktion der Spielfiguren mit einem höheren Materialaufwand.

Bedingungen an Werkzeugen und Arbeitsmitteln

Von den Werkzeugen und Arbeitsmitteln her sind die Bedingungen für den Unterricht vor Allem:

- Scharfe Feinsägen – ggf. nachschärfen und nachschränken
- Präzise Streichmaße
- Geladene Akkuschauber – mind. 2 Stück
- Schrauben müssen ggf. gekauft werden

- Rundstäbe (10, 4mm) müssen ggf. gekauft werden
- Eine Lochsäge in 73-75 mm muss ggf. gekauft werden und die Zeichnung angepasst
- Feilen müssen ggf. nachgehauen werden.
- Mind. 2-3 Standbohrmaschinen wären sinnvoll, da viele Arbeitsschritte an der Standbohrmaschine durchgeführt werden müssen.

Aspekte der Erstellung der technischen Zeichnung

Bei der Erstellung der Zeichnung ist auf die vorhandenen Werkzeuge Rücksicht zu nehmen. Die meisten Lochsagen-Sätze haben Lochsägen mit Maßen zwischen 73-75mm. Die Zeichnung ist entsprechend anzupassen! Eine Testbohrung mit dem Werkzeug ist wichtig um die Maßgenauigkeit der Lochsäge zu überprüfen. Die Maße wurden im Nachhinein an das gefertigte Werkstück angepasst und werden bei einer erneuten Fertigung zu verändern sein, was in Fusion 360 allerdings kein Problem darstellt.

6. Methodenanalyse

Methodisch ist der Unterrichtsentwurf entlang der Verlaufsstruktur einer Fertigungsaufgabe nach Schmayl (1995) geordnet. Die Zentrale Art der Verbindung ist eine Verschraubung. Um die richtige Art der Verschraubung zu analysieren, bietet sich ein technisches Experiment an.

Verlaufsstruktur der Fertigungsaufgabe:

1. Stellen eines Fertigungsauftrages und Klären des Auftrages:

Zunächst wird kurz der Fertigungsauftrag gestellt. Es wird geklärt

Was gefertigt wird:

„Wir fertigen in Lauf dieses Halbjahres, das Spiel Klaskl“ (Es wird ein kurzes Video von der Weltmeisterschaft gezeigt)

Wie es gefertigt wird:

„Ihr bekommt folgende Technische Zeichnung und diesen Arbeitsplan“

Warum und zu welchem Zweck das Spiel gefertigt wird - Lernversprechen:

„Wir werden an dem Werkstück folgende Dinge lernen: Wir lernen unter anderem, wie man Holz richtig Verschraubt, Wie man die Werkzeuge richtig handhabt und wie man aus einem Fertigungsplan, einen Gegenstand herstellt“

Schaffung eines Qualitätsanspruch

„Wir arbeiten an diesem Werkstück über ein gesamtes halbes Jahr hinweg. Ihr habt 20€ für die Materialien ausgegeben. Das Ergebnis muss eine entsprechende handwerkliche Qualität haben. Ich erwarte, dass auf den Zehntel-Millimeter genau gearbeitet wird.“

2. Konzipieren der Fertigung:

Bei der Konzeption der Fertigung wird darauf eingegangen, warum welche Werkzeuge genutzt werden. Es wird ein Arbeitsplan ausgeteilt, in dem Bestimmte Aspekte der Fertigung noch fehlen und ergänzt werden müssen. Der Arbeitsplan soll einen Überblick über die Fertigung geben. Die Einzelschritte werden von der Lehrkraft im Prozess der Fertigung vorgeführt und reflektiert.

3. Vorbereiten der Fertigung

Die Schüler*innen holen sich die Werkzeuge, die sie für in der Stunde für die Fertigung brauchen. Von Stunde zu Stunde braucht es eine andere Form der Vorbereitung.

4. Ausführen der Fertigung

Beim Ausführen der Fertigung ist darauf zu achten, dass die Schüler*innen Rückmeldung geben, wenn ein Arbeitsschritt abgeschlossen haben, damit der nächste Fertigungsschritt erklärt und vorbereitet werden kann. Schwierigkeiten bei der Fertigung werden angesprochen und mit der gesamten Klasse geklärt.

5. Auswerten der Fertigung

Am Ende der Unterrichtsreihe wird geklärt, was man verbessern müsste. Für die Rückmeldung kann ein geeignetes Feedback-tool verwendet werden.

7. Verlaufsplanung

Stellen und Klären des Fertigungsauftrages + Fertigung der Vorrichtungen in Gruppenarbeit (2 UE)

Technisches Experiment zum Verschrauben (2 UE)

Ausführen der Fertigung: Spielfeld (8 UE) – Es ist zu beachten, dass die im Arbeitsplan farblich markierten Bohrstationen je nach Fortschritt der Schüler*innen aufzubauen sind.

Ausführen der Fertigung: Spielfiguren (2 UE)

Auswerten der Fertigung und Planung eines Schul-Turniers (2 UE)

Literaturangaben

Klasgame.com: <https://www.klaskgame.com/blogs/news/the-klask-world-championships-are-back>

(Zugriff: 14.08.2023).

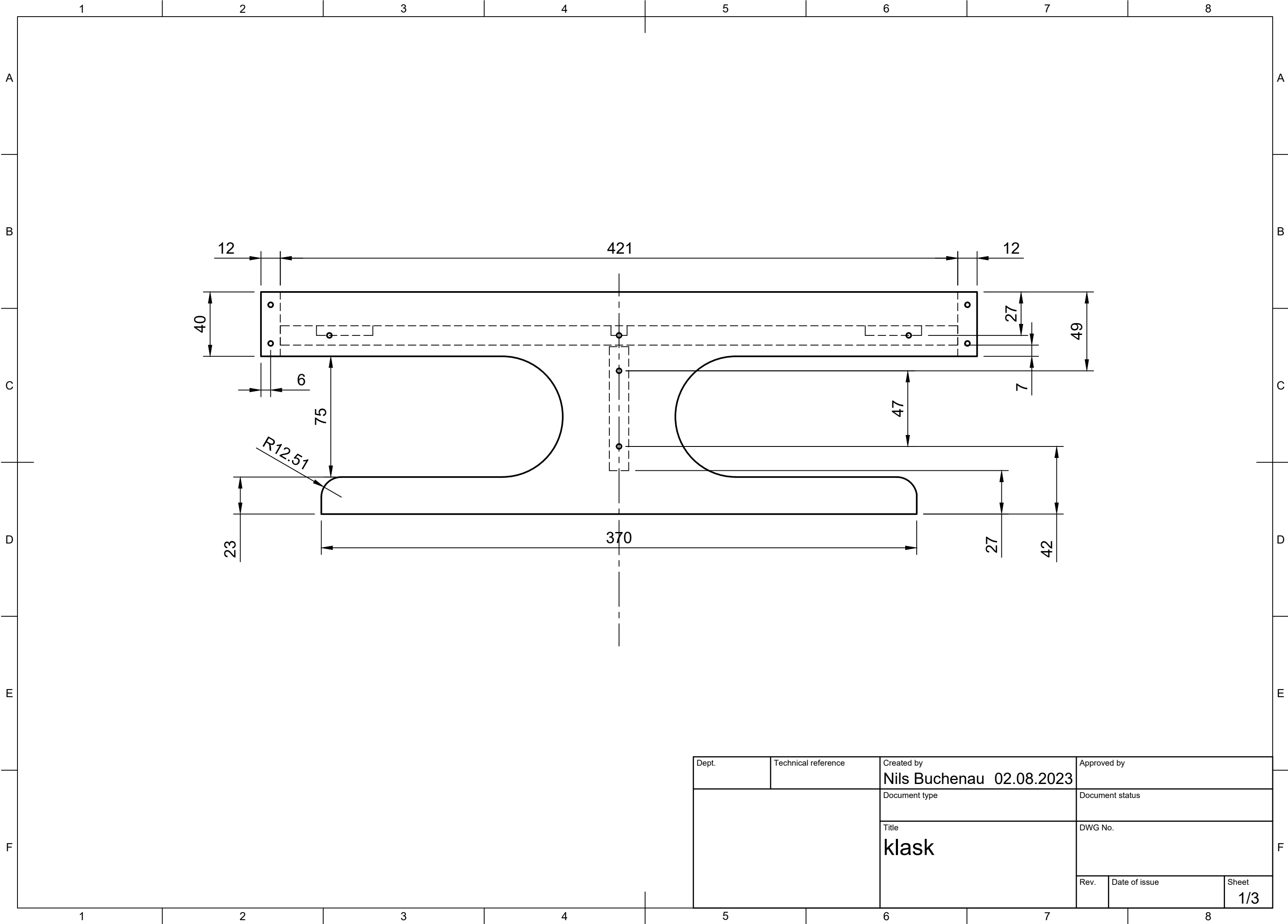
KMK (2019): Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht. (RiSU) Empfehlung der Kultusministerkonferenz.

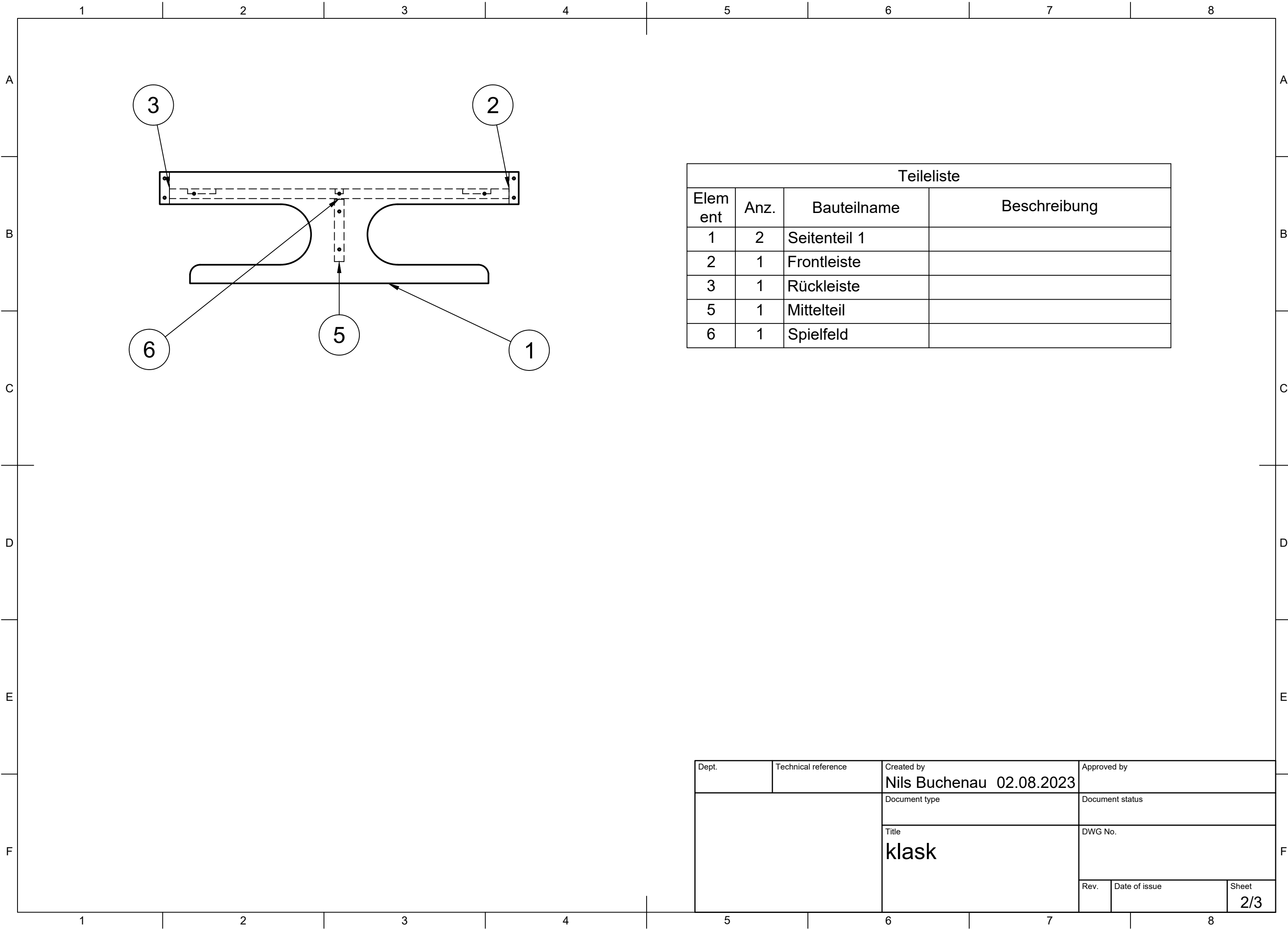
Schmayl, Winfried; Wilkening, Fritz (1995): Technikunterricht. Verlag Julius Kinkhardt.

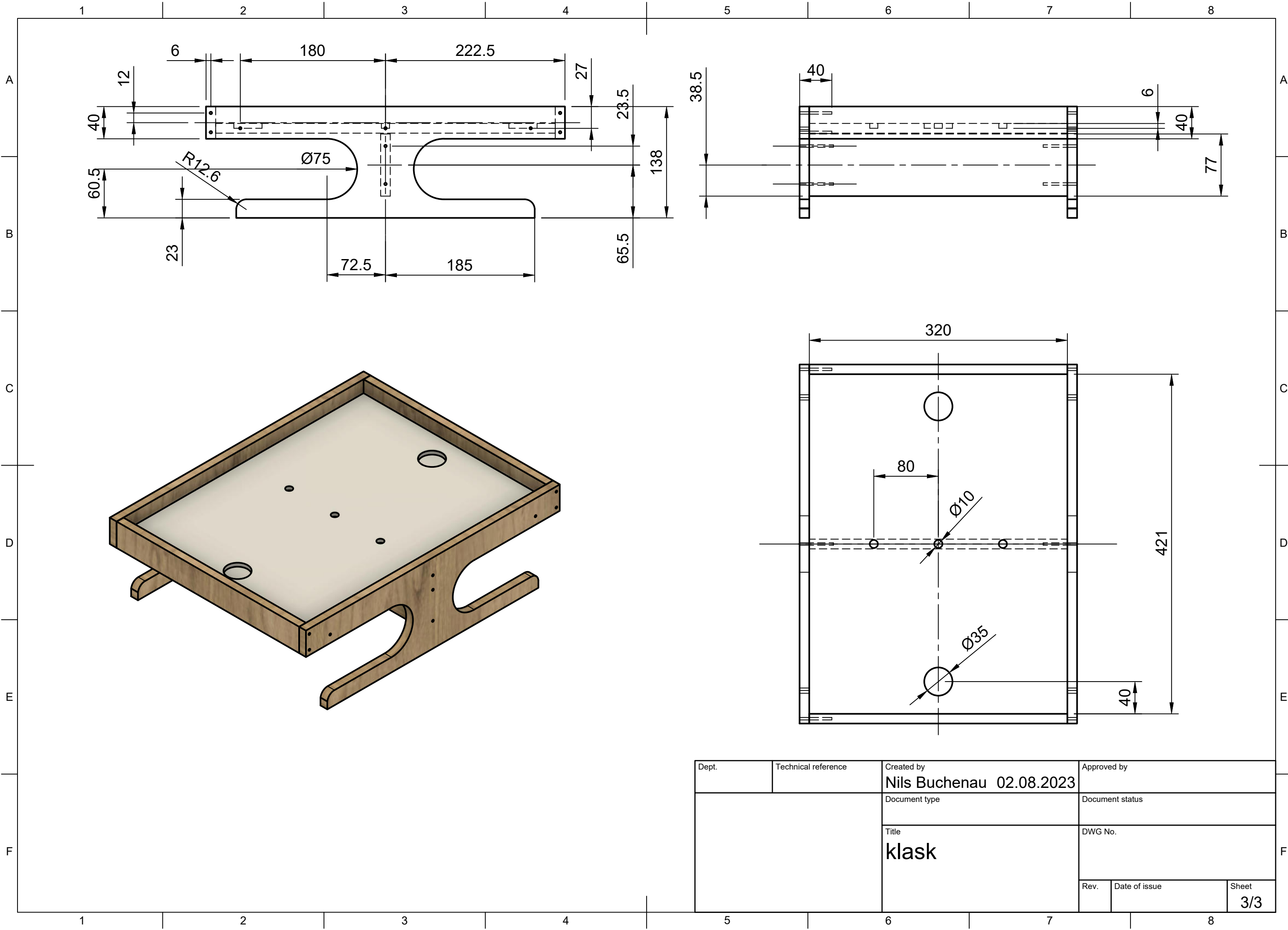
Winkler, Jonas (2023): <https://www.youtube.com/watch?v=Ax19f1Z3IoM> (Zugriff: 27.09.2023)

Anhang:

- Technische Zeichnung (Klask)
- Technische Zeichnung (Spielfiguren)
- Arbeitsplan
- Bilder zum Arbeitsplanwi







Dept.	Technical reference	Created by Nils Buchenau 02.08.2023	Approved by	
		Document type	Document status	
		Title klask	DWG No.	
			Rev.	Date of issue
			Sheet 3/3	

Arbeitsplan						
Lfd. Nr.	Element	Beschreibung	Werkzeug, Hilfsmittel, Material	Arbeitsgänge	Alternativer Arbeitsgang	Zeitraum (inkl. Erklärung)
0	1-5	Maßgenauigkeit prüfen	<ul style="list-style-type: none"> - Stahlwinkel - Stahlmaßstab 	<p>Bevor mit der Arbeit begonnen werden kann, muss die Genauigkeit des von der Lehrkraft zugesägten Ausgangsmaterials auf Maßgenauigkeit und Rechtwinkligkeit überprüft werden.</p> <p>Während des Arbeitens immer wieder prüfen, ob ein Bohrständer frei ist. Gerade während vor längeren Arbeitsphasen.</p>	X	5min.
1	1-4	Länge anzeichnen	<ul style="list-style-type: none"> - Spitzer Bleistift – am Besten Druckbleistift mit Feder (0.5 – HB) oder Anreißstift - Stahlmaßstab/Maßband - Stahlwinkel mit Anschlag - Technische Zeichnung 	<p>Vorne + Hinten ist mit Übermaß zu arbeiten, bei Bauteil 1 = 1cm; bei Bauteil 2-3 = 2mm.</p> <p>Zunächst wird das Maß mit einem kleinen Punkt markiert und dann mit dem Winkel angerissen.</p> <p>Anzeichnen – Sägen – Anzeichnen!</p>	X	10min.
2	1-4	Auf Länge Zuschneiden	<ul style="list-style-type: none"> - Feinsäge - Sägeführung (Siehe Abbildung 1) - Schraubzwingen 	<p>Werkstücke nacheinander einspannen und sägen. Immer ein Schnitt pro Werkstück, dann neu anzeichnen (Schritt 1)!</p> <p><i>Zustand der Feinsägen überprüfen! Eventuelle nachschärfen! Sind die Feinsägen gerade? Kröpfung sinnvoll!</i></p>	X	30min.
3	2 + 3	Auf Endmaß schleifen	<ul style="list-style-type: none"> - Tellerschleifer - Winkelanschlag für den Tellerschleifer 	Gleiche Bauteile übereinander kleben (Siehe Abbildung 2). Auf beiden Seiten auf das genaue Maß runterschleifen. Im Zweifel zwischendurch nachmessen. Das Bauteil muss absolut	4 (Falls Tellerschleifer belegt)	10min.

				<p>Maßgenau sein (Toleranz +0.2mm). Eine Schablone könnte hier helfen, an die die Bauteile rangehalten werden kann, um deren Genauigkeit zu bestimmen.</p> <p>Anmerkungen zum Tellerschleifer: Auf Rechtwinkligkeit des Winkelanschlags im Bezug zum Tellerschleifer ist zu achten! Nur auf der Seite des Tellerschleifers arbeiten, an der das Bauteil auf den Tisch gedrückt wird!</p>		
4	1	Bohrungen mit der Bohrschablone übertragen. (zwei bis drei Bohrschablonen sind sinnvoll)	<ul style="list-style-type: none"> - Bohrschablone - Vorstecher 	Die Bohrpositionen werden aus der Bohrschablone übertragen. Darauf achten, dass die Bohrschablone mittig aufliegt (Vorher mitte anreißen, aber da übermaß vorhanden ist, kommt es auf den Millimeter nicht an).	Alle Übrigen Bohrvorgänge (Außer 5-6), 3, sobald Tellerschleifer nicht mehr belegt	10min.
4.2	1	Übrige Maße übertragen	<ul style="list-style-type: none"> - Streichmaß - Stahlbandmaß - Druckbleistift - 1 Euro-Münze 	<p>Die Maße werden je nach Maß mit dem Streichmaß oder mit dem Stahlbandmaß auf dem Werkstück angerissen. Der Riss wird mit dem Bleistift nachgefahren (beim Streichmaß).</p> <p>Die angegebenen Rundungen werden mit einer 1 Euromünze übertragen. Der Durchmesser einer 1 Euromünze liegt bei: 23,25; also etwa R-12.</p>		15min.
5	1	Löcher bohren	<ul style="list-style-type: none"> - Standbohrmaschine - 3mm Holzbohrer - Schraubzwinge - Holz als Unterlage - Holzbohrer für die Lochsägen-Führung (8mm/10mm ??) 	SuS müssen mit der Handhabung der Standbohrmaschine absolut vertraut (ggf. Lehrgang: Tiefenanschlag einstellen, Drehmoment einstellen, Sicherheitsbedingungen).	7 (dauert lange)	20min.

				<p>Für die Lochsägen ist eine Bohrung als Führung anzusetzen, die dem Durchmesser des Zentrier-Bohrers der Lochsäge entspricht. Es ist darauf zu achten, dass die zu bohrenden Bauteile mit der später sichtbaren Seite nach oben liegen, damit möglichst wenig Ausrisse durch die Lochsäge entstehen. - Bei den anderen Löchern ist dies nicht notwendig, weil der Bohrer mit einer deutlich höheren Drehzahl arbeitet, die Bohrungen sehr viel kleiner sind und eventuelle kleinere Ausrisse durch den Senkbohrer ausge bessert werden.</p> <p>Als Bohrer ist ein Bohrer zu verwenden, der dem Schaftmaß der verwendeten Schrauben entspricht (hier: 3x40er Schrauben mit Senk-Kopf)</p> <p>Beim Bohren ist darauf zu achten, dass der Bohrtiefenanschlag entsprechend eingestellt ist und dass das Bauteil auf einer geeigneten Unterlage liegt. Es sind entsprechend Standbohrmaschinen für diesen Arbeitsschritt eingestellt und ausgewiesen.</p>		
5.2		Lochsäge sägen	- Lochsäge (Abbildung 4)	<p>Lochsäge auf Schärfe überprüfen.</p> <p>Bei der Lochsäge ist darauf zu achten, dass diese nicht zu heiß läuft. Mit niedrigster Drehzahl arbeiten und immer wieder aus dem Bauteil rausgehen, damit sich die Säge abkühlen kann, bevor Dampf aufsteigt oder dunkler Sägestaub entsteht. Das Werkstück ist auf dem Bohrtisch zu fixieren, damit es sich</p>		15min.

				nicht beim Sägen verdrehen kann und die Reibung minimiert wird.		
6	1	Löcher senken	<ul style="list-style-type: none"> - Standbohrmaschine - Senkbohrer 	In diesem Arbeitsschritt werden die Bohrungen auf der Sichtseite gesenkt. Zuvor wird die entsprechende Tiefe der Senkbohrung durch Versuch ermittelt und am Tiefenanschlag eingestellt.	3, 7	10min.
7	1	Die vier Langen Schnitte und die vier kurzen Schnitte auf beiden Bauteilen 1 anbringen	<ul style="list-style-type: none"> - Streichmaß + Bleistift - Sägeführung (siehe Abbildung 3) - Sägeschutz für das Bauteil am Ende des Sägeschnitts (siehe Abbildung 3) - Feinsäge - Schraubzwingen (Zulagen verwenden, um Bauteil nicht zu beschädigen) 	<p>0.5mm – 1mm über dem Maß anreißen, um Ungenauigkeiten später abfeilen zu können.</p> <p>Auf gesunde Arbeitshaltung achten (Links-/Rechtshänder), Kröpfung beachten, einspannen mit Sägeführung und Sägeschutz für das Bauteil.</p> <p>Da die Säge über ein Rücken verfügt, wird das Bauteil gedreht, um einen genaueren und längeren Sägeschnitt zu ermöglichen. Der eventuelle Rest wird zum Beispiel mit der Längsschnittverzahnung einer Ryoba-Japansäge von der Lehrkraft abgesägt, da diese über keinen Rücken verfügt.</p> <p>Bei den kurzen Schnitten wieder mit 0.5 – 1mm Übermaß arbeiten und abfeilen.</p>	3, 5 + 6 oder Alle übrigen Bohrvorgänge	45min.
8	1	„Lange Schnitte“ planfeilen	<ul style="list-style-type: none"> - 1er Feile (Schruppfeile) - Vorderzange/Bankzange der Werkbank - Bankschlüssel 	Abfeilen des Übermaßes der langen Sägeschnitte	Alle übrigen Bohrvorgänge	20min.
9	1	Rundungen anfeilen	(wie Schritt 8)	Rundungen ggf. noch anzeichnen (Schritt 4.2)	10, 11	10min.
10	1-4	Geeignete Kanten brechen!	<ul style="list-style-type: none"> - Schleifpapier mit 120er Körnung 	Geeignete Kanten zum Kantenbrechen müssen mit Lehrkraft besprochen werden.	9, 10	10min.

11	5	Bohrungen für die Rundstäbe anzeichnen	<ul style="list-style-type: none"> - Bleistift - Stahlmaßband - Stahlwinkel - Spitzzirkel 	<p>Wichtig: Kein Streichmaß, sondern Stahlmaßband verwenden! Linie muss exakt mittig sein.</p> <p>Mit dem Spitzzirkel die beiden Bohrungen aus der Mitte überschlagen.</p>	9, 10; Alle übrigen Bohrvorgänge	10min.
12	5	3 durchgehende Bohrungen in der Mitte anbringen	<ul style="list-style-type: none"> - Standbohrmaschine - 10mm Bohrer (Abbildung 7) 	Mit Anschlag arbeiten, damit alle Bohrungen exakt auf einer Linie liegen. Vorrichtung darf nicht verändert werden!		5min.
13	5	2 Sacklochbohrungen für die Tore	<ul style="list-style-type: none"> - Standbohrmaschine - Forstner-Bohrer 	<p>Bauteil festspannen (Achtung!: Zulagen verwenden, um Oberfläche nicht zu beschädigen). – Tiefenanschlag beachten! Bohrungen nicht zu tief, damit der Bohrer nicht durchschlägt (ggf. Testbohrung)</p>		5min.
14	5	10mm Rundstäbe einleimen	<ul style="list-style-type: none"> - 10mm Rundstab, Feinsäge - Weißleim - Unterlage - Schraubzwingen 	<p>Die Rundstäbe werden mit Übermaß ab gelängt und ein geleimt.</p> <p>Achtung! Reststück der Siebdruckplatte als Unterlage für die Verleimung verwenden, damit der Leim nach oben rausquellen kann, ohne, dass die Unterlage selbst Festleimt.</p>	Beim Warten Arbeitsschritt wechseln	10min.
14.2	5	Rundstab ablängen	<ul style="list-style-type: none"> - Japansäge 	Schraubzwinen entfernen. Mit der Japansäge den Rundstab möglichst plan abschneiden		5min.
14.3	5	Eventuell Mit dem Multifunktionswerkzeug nacharbeiten	<ul style="list-style-type: none"> - Multifunktionswerkzeug 	Vorsichtig eventuelle überstände nacharbeiten.		10min.
15	2 + 3	Bohrungen zur Schraubenführung anzeichnen	<ul style="list-style-type: none"> - Streichmaß - Bleistift 	Die Bauteil Mitte anzeichnen, indem man das Streichmaß ungefähr auf die Mitte einstellt und dann solange von rechts und links anreißt und das Streichmaß minimal verstellt, bis beide Linien genau übereinander liegen.	Alle Übrigen Bohrvorgänge	10min.

16	2, 3, 5	Bohrungen zur Schraubenführung bohren	<ul style="list-style-type: none"> - Standbohrmaschine - Schraubstock - Nutensteine 1.5mm Holzbohrer 	<p>Der Bohrer wird so ausgewählt, dass er etwas unter dem Schaftmaß der verwendeten Schraube liegt. Hier wurde ein 1.6mm Metallbohrer verwendet. Ein 1.5mm Holzbohrer wäre zu bevorzugen.</p> <p>Der Schraubstock des der Standbohrmaschine muss so mit Bankhaken fixiert werden, dass der Bohrer genau in der Bauteilmitte liegt und das Werkstück nur im Schraubstock verschoben werden muss. (siehe Abbildung 6)</p> <p>Bohrtiefe: 40mm – 12mm = 28mm einstellen!</p>		10min.
17	1	Bohrungen für die Spielstands-Anzeige auf einer Seite anzeichnen	<ul style="list-style-type: none"> - Spitzzirkel - Streichmaß - Vorstecher 	<p>Zuerst wird die Mitte mit dem Streichmaß angerissen, dann die 6 Bohrungen von der Bauteilmitte aus mit dem Zirkel angerissen (3.3cm Abstand). Nun wird die Mitte der Bohrlöcher vorgestochen, damit der Bohrer genau die Mitte findet (Vor Allem bei Metallbohrer) – Achtung: Sehr genau anstechen und anreißen!</p>	Alle Übrigen Bohr-Vorgänge	10min.
18	1	Bohrungen für die Spielstandsanzeigen bohren	<ul style="list-style-type: none"> - Standbohrmaschine - Schraubstock - Nutensteine, Muttern und Gewindebolzen - 4.5mm Holzbohrer 	<p>Schraubstock so einspannen, dass der Bohrer genau in der Bauteilmitte liegt, damit alle Bohrungen auf einer Linie liegen (Abbildung 5).</p> <p>Bohrtiefe einstellen und alle Bohrungen anbringen.</p> <p>Achtung das Bauteil muss eventuell gedreht werden, um es noch sicher in den Schraubstock einspannen zu können.</p>		15min.

19	1	Spielstandanzeige ablängen	<ul style="list-style-type: none"> - Dekupiersäge - 4mm Rundstab - Tellerschleifer 	Den Stab an der Dekupiersäge mit Übermaß abschneiden. Die Enden am Tellerschleifer vorsichtig auf Endmaß schneiden.		5min.
20	1-5	Alle Bauteile miteinander Verschrauben	<ul style="list-style-type: none"> - 18 Schrauben (3x40 mit Senk-Kopf) - Akkuschauber mit Drehmomenteinstellung - Passender Bitaufsatz (hier: 10er Torx) - Hilfsvorrichtung zum Verschrauben 	<p>Alle Werkstücke werden in die entsprechende Vorrichtung eingespannt. Die Platte liegt dadurch schon auf der richtigen Höhe um sie einschrauben zu können. Die Werkstücke können sich durch die Verkeilung nicht Verdrehen oder nach unten bzw. oben ausweichen.</p> <p>Die Drehmomenteinstellung muss so gewählt werden, dass die Schrauben absolut plan abschließen und nicht zu tief eindringen, aber auch nicht überstehen.</p>		20min.
21	1-5	Übermaß Absägen und abfeilen	<ul style="list-style-type: none"> - Feinsäge - 1er Feile (Schrupffeile) 	Das Übermaß von Bauteil 1 wird erst mit 1mm Übermaß abgesägt und dann abgefeilt. Danach wird die Kante gebrochen.		10min.
22	5	Halbkreise als Markierungen einritzen	<ul style="list-style-type: none"> - Spitzzirkel 			5min.
23		Spielfiguren fertigen	-			340min. = ca. 8 UE

Benötigte Werkzeuge	Benötigte Arbeitsmaterialien	Benötigte Maschinen
Stahlbandmaß	Technische Zeichnung	Akkuschauber
Streichmaß	Arbeitsplan	Standbohrmaschine mit Schraubstock
Druckbleistift 0.5	Rundstäbe (4mm, 10mm)	Tellerschleifer mit Winkelanschlag
Feinsäge	Weißleim	
Spitzzirkel	Forstnerbohrer	
1er Feile	Schleifpapier (120 er Körnung)	

Stahlwinkel	Holzbohrer (4.5mm, 10mm, 3mm, 1.5mm)	
Vorstecher	18 Schrauben (3x40 mit Senk-Kopf)	
	Senker	
	Mupltiplex - 12mm	
	Siebdruckplatte (film/film) – 12mm	



Abbildung 1: Sägeführung

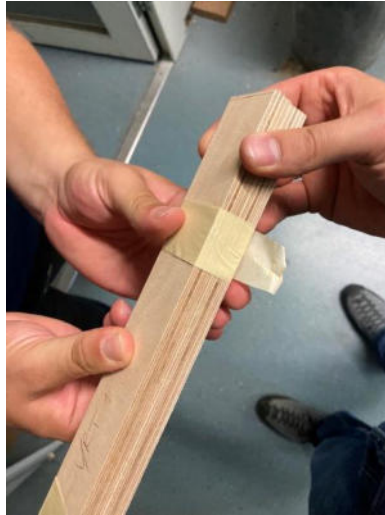


Abbildung 2:
Zusammenkleben zum
Abschleifen



Abbildung 3: Sägeführung
Längsschnitt



Abbildung 4: Lochsäge



Abbildung 5: Löcher für die
Spielstand-Markierungen



Abbildung 6:
Schraubenführung bohren



Abbildung 7:
Schraubenführung bohren