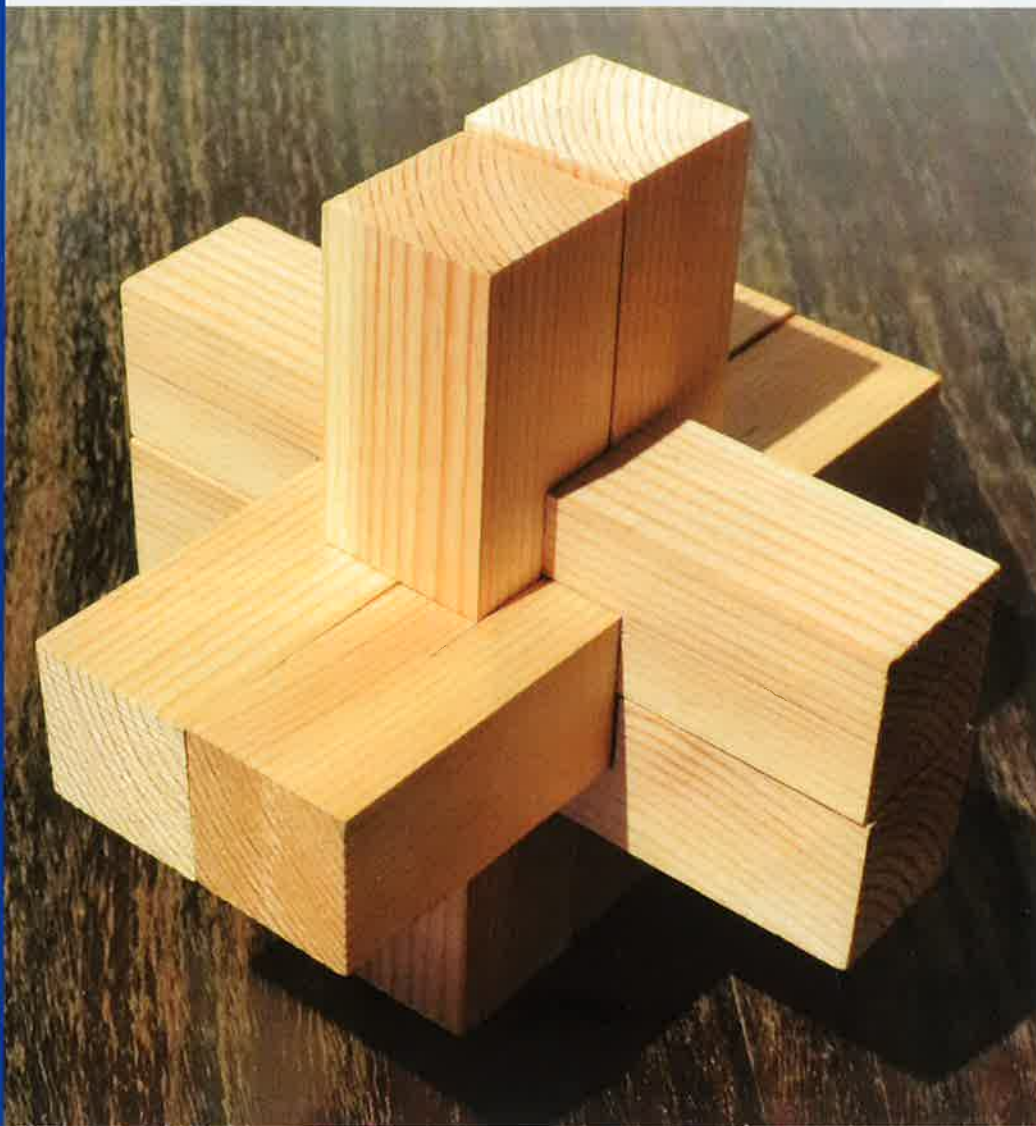


TECHNIK STUNDE 305

ARBEIT UND PRODUKTION



Produkt- dokumentation am Beispiel Holzknoten

mit 4 Arbeitsblättern

KLASSE

ab 7. Klasse

ZEIT

6–8 Unterrichtsstunden

MATERIALIEN

Kantholz (z. B. 25 x 25 x 1 000 mm),
Zeichenpapier, Bleistifte, Zeichen-
dreiecke, Lineal, Winkelmesser

WERKZEUGE

Feinsäge, Raspel, Flachfeile, Vier-
kantfeile, Stechbeitel, Holzklüpfel,
Schraubstock, Holzunterlage,
Anschlagwinkel, Stahlmaßstab, Blei-
stift, Messschieber, Schmirgelpapier

KOSTEN

ca. 1–2 € je Holzknoten

Unterrichtspraxis, AuP, 1, 7

VORÜBERLEGUNGEN

Der Mensch ist ständig an seiner Umwelt interessiert. So hält er unter anderem Ausschau nach Gegenständen, die interessant erscheinen, die ihm gefallen oder bestimmte Arbeiten erleichtern.

Man sieht etwas (siehe Abb. 1), begeistert sich dafür und will es möglichst sofort so oder ähnlich selbst haben – also erwerben. Ein Erwerb ist aber an verschiedene Faktoren gebunden. So muss beispielsweise der Gegenstand zum Kauf bereitstehen, das Geschäft muss geöffnet haben, der Preis muss vom interessierten Kunden bezahlt werden können und vieles mehr. Wenn das Produkt im angebotenen Zustand oder im davon abgeleiteten Zustand nicht verfügbar ist, gibt es in der Regel zwei Alternativen:

1. Ein Unternehmen wird gesucht, welches bereit und fähig ist, dieses Produkt zu einem angemessenen Preis zu fertigen.
2. Man besitzt handwerkliches Geschick und stellt das Produkt selbst her.

Das Produkt kann originalgetreu nachgebaut (Nachbauaufgabe) oder entsprechend den individuellen Vorstellungen leicht verändert (Nacherfindungsaufgabe) werden. Unabhängig davon, welche dieser beiden Varianten zur Anwendung kommt, gilt es, alle Informationen des begehrenswerten Produktes möglichst zeitnah und vollständig zu erfassen. Dazu gehören z. B. das Dokumentieren des Produktes durch Fotos, Skizzen sowie spezieller Einzelteile, das Erfassen wesentlicher Maße, der Materialien und der Besonderheiten, wie auch das Notieren möglicher Hinweise für die Fertigung bis hin zur Nutzung und Pflege.

Die fachgerechte Dokumentation von Produkten als eine wesentliche Voraussetzung für die Fertigung (für den Nachbau) von gegenständlich vorgegebenen Produkten bildet den Schwerpunkt dieser Technikstunde. Um die Lernenden für den möglichst selbstständigen Erwerb von Regeln und Vorschriften zu einer DIN-gerechten Anfertigung von

Produktdokumentationen zu motivieren, gilt es, einen oder mehrere Produkte auszuwählen, die eine hohe Akzeptanz bei den Lernenden erzeugen, dem Leistungsniveau der Lernenden entsprechen, eine gute Verbindung von Theorie und praktischer Anwendung sichern sowie in unterschiedlichen Abstraktionsgraden (real-gegenständliche, räumliche und flächige Darstellung) vorhanden sind.

Diese Technikstunde hat zum Ziel, dass die Lernenden sich einfache Zeichenregeln aneignen, diese bei der Anfertigung von Einzelteilzeichnungen anwenden und deren fachgerechte Darstellung bei der Teilefertigung überprüfen. Bei der Produktauswahl galt es demzufolge, sich auf einfache Gegenstände zu konzentrieren, die sich relativ unkompliziert herstellen lassen. Gleichzeitig sollte aber auch schon die gegenseitige Abhängigkeit von Teilen bei zusammengesetzten Produkten mit ins Spiel gebracht werden. Damit eröffnen sich auch Möglichkeiten von Gruppenarbeit.

Da sich Knobelspiele großer Beliebtheit erfreuen, wurde im Internet nach Steckpuzzles als dreidimensionale Gebilde Ausschau gehalten. Eine Produktrecherche ergab, dass sich die Produktidee „Chinesischer Holzknoten“ oder „Zimmermannsknoten“, den chinesische Zimmerleute schon vor Jahrhunderten als feste Holzverbindung ohne Leim und Nägel ersannen (siehe Abb. 2–4), gut für die Thematik Produktdokumentation eignen könnte. Die Knoten gibt es in mehreren Varianten, bei denen die Knotenelemente unterschiedlich kompliziert gestaltet sind. Dadurch ergeben sich zugleich Möglichkeiten, sich an das unterschiedliche Leistungsniveau der Schüler im zeichentechnischen und im fertigungstechnischen Bereich anzupassen.

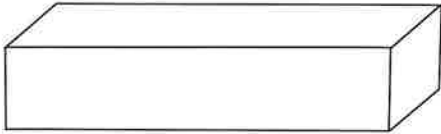
Ein selbst im Unterricht hergestellter Holzknoten ist sicher ein lohnendes Ziel für viele Lernende, denn dieser kann mit berechtigtem Stolz über das exakt gefertigte Steckpuzzle präsentiert werden.



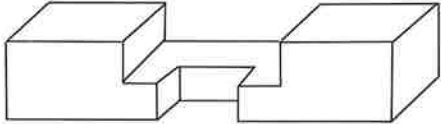
Abb. 1: Wasserflugzeug aus Holz

Um das Puzzle handlich zu gestalten, werden folgende Abmaße des Kantholzes für ein Knotenteil empfohlen: 20 x 20 x 80 mm oder 25 x 25 x 100 mm.

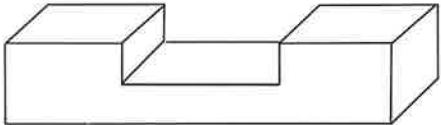
Form A: 1 x (1)



Form B: 2 x (3+4)



Form C: 1 x (2)



Form D: 2 x (5+6)

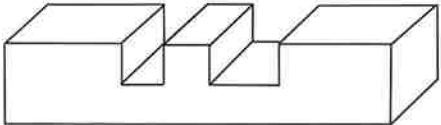


Abb. 2: Holzknoten – Variante 1

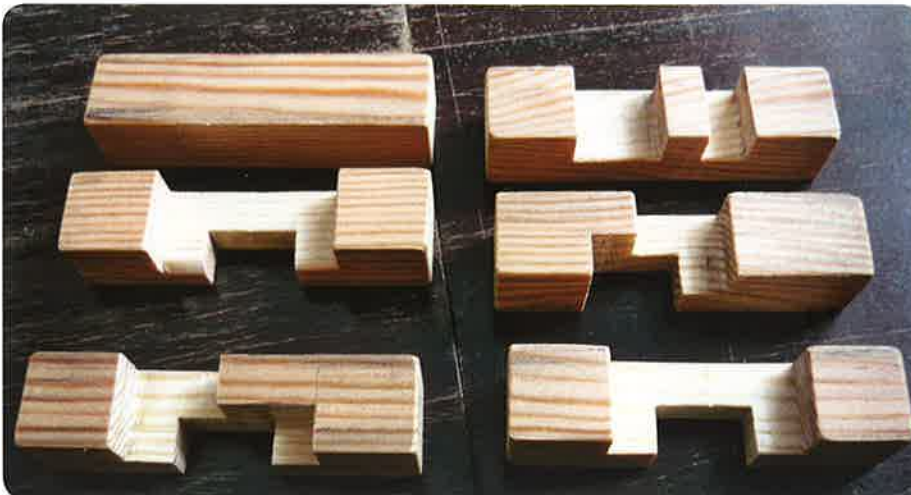


Abb. 3: Holzknoten – Variante 2

Bei der Holz Auswahl ist auf gute Spaltbarkeit und leichte Bearbeitung zu achten. Als Holzwerkstoff sind Fichte, Kiefer und Linde empfehlenswert.

VORAUSSETZUNGEN

Die Schüler sollten in der Lage sein, sich selbstständig zu bestimmten Lernbereichen zu informieren und das Gelernte bei der Darstellung einfacher Produkte anzuwenden. Das gemeinsame Arbeiten in der Gruppe einschließlich des Umgangs mit konstruktiver Kritik sollte geläufig sein.

Es ist darauf hinzuwirken, dass die Lernenden über Arbeitserfahrungen in der Handhabung von Feinsäge, Raspel, Flach- und Vierkantfeile, Stechbeitel, Holzklüpfel, Anschlagwinkel, Stahlmaßstab, Messschieber, Bleistift und Schmirgelpapier verfügen.

LERNZIELE

Die Schüler können:

- ein mehrteiliges Produkt auseinandernehmen und den Demontageprozess dokumentieren
- jedes Einzelteil ausmessen, sich dieses durch reales Drehen und Wenden räumlich vorstellen und dieses anschließend in drei Ansichten (rechtwinkliger Projektion DIN ISO 5456-2) eindeutig darstellen

- das Herstellen der Einzelteile in einer Fertigungsfolge festlegen
- die Einzelteile maßgenau herstellen
- die Einzelteile zum Produkt fügen
- Nacharbeiten zur Passfähigkeit aller Einzelteile vornehmen
- die Einzelteilzeichnungen durch Toleranzangaben aktualisieren
- mit dem Messschieber die exakten Abmaße ermitteln
- Aussparungen im Holz durch Sägen, Raspeln, Stemmen und Feilen passgenau ausführen.

UNTERRICHTSVERLAUF

Einstieg

Der Lehrer hat drei „Chinesische Knoten“ hergestellt und präsentiert diese der Klasse. Wer kennt diesen Knoten? Wer kann ihn lösen und wieder zusammenfügen?

Da vielen der Knoten nicht bekannt ist, teilen sich die Schüler in drei Gruppen und erhalten pro Gruppe jeweils einen solchen Holzknoten zum Kennenlernen.

Tip

Die einzelnen Knotenteile mit Fineliner durch Zahlen von 1 bis 6 kennzeichnen (siehe Abb. 4) und Demontagerihenfolge notieren! Die Kennzeichnung kann auch bereits vorher mit der computer-gesteuerten Fräse ausgeführt werden.

Der Knoten der Variante 1 besteht aus sechs Teilen mit vier verschiedenen Formen (A–D). Dabei haben zwei Teile die Form B und zwei Teile die Form D. Entsprechend der Nummerierung der Teile in Abb. 4 wurden den Formen A–D die Zahlen 1–6 in Abb. 2 zugeordnet. Die Demontage des Knotens gelang allen Gruppen, doch die Remontage dauerte einige Zeit. Manche Gruppen suchten sich Hilfe im Internet. Die Demontagefolge (siehe nächste Seite) sollte notiert werden.

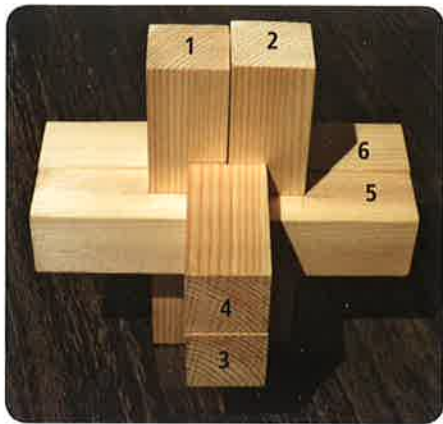


Abb. 4: Gekennzeichnete Knotenteile

Demontagerihenfolge für Holzknoten Variante 1

1. Knotenteil 1 herausziehen
2. Knotenteil 3 von den Knotenteilen 5 und 6 herunterziehen
3. Knotenteil 4 von den Knotenteilen 5 und 6 herunterziehen
4. Knotenteil 5 vom Knotenteil 2 abziehen
5. Knotenteil 6 vom Knotenteil 2 abziehen
6. Knotenteil 2 ablegen

Die Qualität der Demontage- und Remontageunterlagen kann durch einen kleinen Wettbewerb unter den Gruppen, bei dem die Knoten zerlegt und wieder zusammengebaut werden, erprobt werden. Die Schüler sind von dem Geschicklichkeitsspielzeug fasziniert und motiviert, selbst ein derartiges Werkstück herzustellen. Jede Gruppe erhält die Aufgabe, alle Teile ihres Knotens nachzubauen. Vor dem Herstellungsstart eröffnet die Lehrperson ein Forum zur Dokumentation von Teilen in technischen Zeichnungen und zum Aufstellen von Arbeitsplänen.

Bearbeitungsreihenfolge

1. Informieren zum Darstellen und Bemaßen von Körpern in Ansichten

2. Ausmessen der Knotenteile
3. Anfertigung technischer Zeichnungen der Knotenteile
4. Kontrolle der technischen Zeichnungen in der Gruppe
5. Informieren über Fertigungsverfahren und das Aufstellen von Arbeitsplänen
6. Erstellung des Arbeitsplanes für die Knotenteile
7. Kontrolle der Arbeitspläne in der Gruppe
8. Aufstellung einer Bedarfsübersicht für die Gruppe
9. Informieren zum Arbeitsschutz
10. Fertigen der Knotenteile
11. Ausmessen der Knotenteile und Vergleich mit Angaben in der technischen Zeichnung (evtl. Nacharbeit)
12. Überprüfen der Passfähigkeit der Knotenteile
13. Nacharbeit der Knotenteile bei Passschwierigkeiten
14. Ausmessen der passfähigen Knotenteile und Eintragen der Maße in die Zeichnung
15. Aufstellen der (Re-)Montagefolge auf der Grundlage der Demontagefolge
16. Fügen der Knotenteile zum Knoten nach Montageplan

Produktdokumentation

Alle Schüler müssen von zwei Knotenteilen eine technische Zeichnung anfertigen. Dazu informieren sie sich im Lehrbuch oder in ausliegenden Informationsblättern zu den Regeln und empfohlenen Schrittfolgen der DIN-gerechten Darstellung von Einzelteilen in technischen Zeichnungen nach der rechtwinkligen Parallelprojektion (Projektionsmethode 1). An der Tafel werden die gewonnenen Informationen an einem einfachen Teil angewendet. Dabei wechseln sich die Schüler ab. Anschließend erstellt jeder Lernende möglichst selbstständig seine Einzelteilzeichnung auf den Arbeitsblättern. Zur exakten Bemaßung des Knotenteils müssen alle Maße ausgemessen werden (siehe Abb. 6). Stahlmaßstäbe und Messschieber

liegen dazu bereit. Sind alle Einzelteilzeichnungen angefertigt (siehe Arbeitsblätter 2–4) werden diese in der Gruppe immer paarweise ausgetauscht. Der Partner überprüft, ob er nach dieser Zeichnung das Teil fertigen könnte. Sind die Einzelteilzeichnungen aus Sicht der Schüler richtig, erfolgt durch den Lehrer eine Kontrollphase. Er klappt die Tafel um und präsentiert auf der Rückseite die Zeichnung des für die Aufgabe ausgewählten Knotenteils (Ansicht A mit Teilformen, Ansicht B und C nur Hüllform).

Durch die Schüler sind die Ansichten zu ergänzen und mit den erforderlichen Maßen zu versehen. Dabei ist zu sichern, dass die Paarungsteile auch gefügt werden können (siehe Maße in Klammern auf Arbeitsblatt 4).

Die Schüler erhalten Gelegenheit, ihre Zeichnungen zu prüfen und gegebenenfalls zu verändern. Abschließend wird an der Tafel noch die Zeichnung für das Teil 1 erstellt. Der Lehrer gibt den Schülern die Möglichkeit (mithilfe von Lösungsblättern oder dem OHP), ihre Zeichnungen zu überprüfen.

Fertigungsplanung

Bevor alle Lernenden ihre Arbeitspläne erstellen, gibt die Lehrperson Tipps zur Fertigung und demonstriert einiges:

- Es kommt bei allen Säge-, Stemm- und Feilarbeiten auf äußerste Genauigkeit an, damit alle Knotenteile ineinanderpassen.
- Genauigkeit beginnt beim Messen und Anzeichnen bzw. Anreißen.
- Die Kontur wird exakt mit Lineal und Anschlagwinkel angezeichnet.
- Die Eckpunkte (Kanten) werden durch kleine Bohrungen fixiert (siehe Abb. 7).
- Gesägt wird mit der Feinsäge, möglichst in der Sägeleide, um jeden Schnitt exakt in einem 90°-Winkel ausführen zu können. Das Sägeleide wird dabei mittels Keil fest eingespannt (siehe Abb. 8).

Durch Messen ist das Einhalten der vorgegebenen Maße je Bearbeitungsschritt zu prüfen. Nacharbeiten zur Maß- bzw. Formgarantie sind durch Feilen auszuführen.

Der Lehrer gibt allen Gruppen Arbeitsblätter zum Erstellen der Arbeitspläne für die einzelnen Knotenteile. Die Schüler benennen die Schwerpunkte der einzelnen Spalten und nehmen Ergänzungen vor. Dazu informieren sie sich im Lehrbuch oder ausliegenden Informationsblättern. Sind die Schüler einer Gruppe fertig, tauschen sie sich aus und einigen sich jeweils auf eine Bearbeitungsfolge.



Abb. 5: Zeichnungserstellung

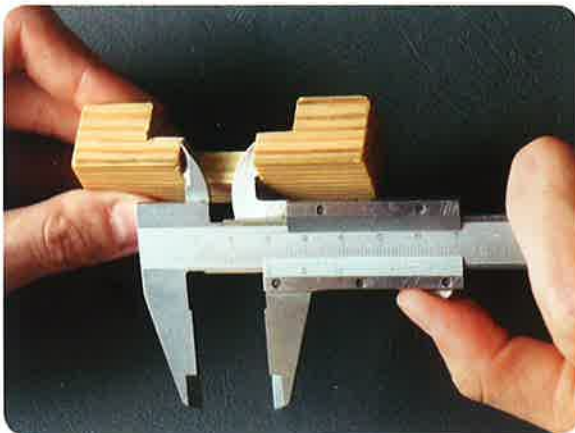


Abb. 6: Ausmessen des Knotenteils



Abb. 7: Innenkontureckpunkte

Auf dieser Basis entwickelt jede Gruppe eine Bedarfsübersicht, übergibt diese der Lehrperson und klärt restliche Fragen.

Fertigung der Knotenteile

Die Gruppen erhalten ihre Materialien sowie Werkzeuge und beginnen mit der Fertigung ihres Holzknotens. Jedes Gruppenmitglied fertigt ein Knotenteil. Der Lehrer stellt die Forderung: Erkennt, was der auszuführende Fertigungsschritt beinhaltet. Misst nach jedem Fertigungsfortschritt und prüft, ob die gemessenen Werte mit den Vorgaben in der Einzelteilzeichnung übereinstimmen. Möglichst sollte ein weiterer Schüler messen und die Einhaltung der Qualität bestätigen.

Die Fertigung der Knotenteile organisiert jede Gruppe selbst und registriert diese möglichst in einem Qualitätskontrollsystem.

Das könnte in Form eines „Laufzettels“ (DIN-A6-Format) zu jedem Knotenteil erfolgen. Darauf ist je

Arbeitsschritt der Maßeintrag festzuhalten und vom Bearbeiter und dem Kontrolleur zu signieren. Stichprobenartig sollte auch der Lehrer einige Teile nachmessen.

So sägt jeder sein Rohteil mit einer Länge von 80 mm von der quadratischen Leiste (20x20 mm) in der Sägelade ab. Die Holzleiste wird dazu in der Sägelade mittels Keil verspannt. Nach dem exakten Anzeichnen der Aussparung werden an den Ecken der Innenkontur kleine Löcher gebohrt (siehe Abb. 7), um ein zu tiefes Sägen zu verhindern. Dann werden die Seitenflächen der Aussparung durch Sägen hergestellt. Das Holzteil wird dazu in der Sägelade verspannt und eine Holzleiste an der Schnittstelle eingelegt, um zu sichern, dass nicht zu tief gesägt wird. Mittels Stechbeitel und Holzklüpfel wird das entsprechende Holzstück herausgelöst. Es entsteht die gewünschte Aussparung.



Abb. 8: Sägen in der Sägelade

Das exakte, maßgenaue Herausarbeiten der Aussparungen fällt manchem Lernenden nicht leicht. Schnell wird an der falschen Stelle oder zu tief gesägt. Deshalb sollte der Lehrende die Möglichkeit einräumen, dass es für ein „Ausschussteil“ ein „Ersatzstück“ gibt.

Ergibt das anschließende Ausmessen, dass die Maße noch nicht erreicht sind, erfolgt die Form- und Maßkorrektur durch Feilen. Abschließend



werden alle Flächen nochmals ganz leicht mit Schmirgelpapier bearbeitet.

Der Erste, der mit seinem Knotenteil fertig ist, sägt das Teil 1 auf Länge, feilt beide Stirnflächen und versieht alle Kanten mit einer 45°-Fase.

Alle überprüfen die Übereinstimmung der Produkte mit der Produktdokumentation in Bezug auf das Form- und Maßbild. Gibt es Differenzen, ist zu klären, wie diese zu beheben sind. Meistens handelt es sich dabei um Nacharbeiten, die durch Feilen ausgeführt werden können.

Remontage

Nun treffen sich alle Gruppenmitglieder mit ihren Knotenteilen und jede Gruppe unternimmt den Versuch, alle sechs Knotenteile zu fügen.

Es kann passieren, dass nicht alle sechs Knotenteile miteinander passfähig sind. Nacharbeit ist notwendig. Bevor alle mit der Nacharbeit beginnen, indem eine Aussparung vergrößert wird, ruft der Lehrer zur Ursachenfindung auf! Diese könnte beispielsweise ergeben:

1. Die Zeichnungen werden kontrolliert. Ergebnis: Form- und Maßbild stimmen.
2. Knotenteile werden kontrolliert. Ergebnis: Form- und Maßbild stimmen.
3. Paarungsteile werden gefügt. Ergebnis: Knotenteil 1 passt nicht in Knotenteil 2.

Maße Knotenteil A = 20 x 20, Maße der Ausformung im Knotenteil B = 20 x 10. Das Nachmessen der Breite der Ausformung zur Aufnahme des Knotenteils A mit dem Messschieber ergibt 19,8.

Ursachenfeststellung: Breite der Ausformung zu gering.

Nacharbeit: Ausformung mindestens auf 20,1 mm (oder 21 mm) feilen.

Bei der Prüfung der Passfähigkeit stellt sich prinzipiell heraus, dass teilweise die Aussparungen

1 mm zu klein/schmal oder zu genau gefertigt wurden, sodass das Paarungsteil nicht oder nur ganz straff hineinpasst.

Fazit der anschließenden Diskussion zur Sicherung der Passfähigkeit: Da die Profilgröße der Knotenteile vorgegeben ist (a x b = 20 x 20 mm) müssen die Aussparungen größer gefertigt werden.

Aufträge

1. Maße in den Zeichnungen korrigieren
2. Nachbearbeitung der Knotenteile
3. Passfähigkeit prüfen

Die Gruppen korrigieren ihre Zeichnungen (siehe Arbeitsblatt 4, Maße in Klammer) kontrollieren die Maße ihrer Knotenteile und feilen die Paarungsteile passfähig. Anschließend gelingt der erfolgreiche Zusammenbau (siehe Abb. 9).



Abb. 9: Erfolgreicher Zusammenbau

ZUSAMMENFASSUNG

Die Lerngruppen erhalten die Aufgabe, wesentliche Erkenntnisse zusammenzufassen und jeweils auf einem Blatt zu notieren. Im Forum stellen sie diese an der Tafel vor. In der Forumdiskussion werden diese zusammengefasst oder präzisiert. Auch der Lehrer bringt sich ein, indem er z. B. die Problematik Fertigungsgenauigkeit und Passfähigkeit anspricht. Die Lehrperson räumt auch ein, dass

zur Thematik im Internet recherchiert werden kann. Zum Schluss werden wesentliche Aussagen in Merksätzen zusammengefasst.

Merksätze

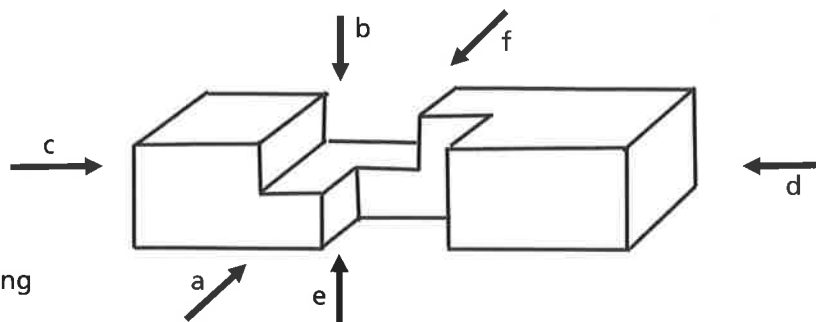
1. Eine vollständige Darstellung und Benennung von Einzelteilen ist die Grundlage der Arbeitsplanung.
2. Bei Projektionsmethode 1 ist als Vorderansicht stets die aussagekräftigste Ansicht des Teiles zu wählen. Die Draufsicht liegt unterhalb und die Seitenansicht von links liegt rechts.
3. Vor der Zeichnungserstellung sind die Anzahl der nötigen Ansichten festzulegen, die Auswahl der Vorderansicht zu treffen, der Platzbedarf der Ansichten zu erfassen und der Maßstab zu wählen.
4. Das Lesen von technischen Zeichnungen erleichtert sowohl die Arbeitsplanung als auch die Fertigung.
5. Genaues Messen und Anreißen erleichtert die Produktherstellung, verhindert Nacharbeit und spart durch Vermeidung von Ausschuss Werkstoff.
6. Eine Maßabweichung (Maßtoleranz) ist einzuplanen, da es nicht möglich ist, ein Maß ganz genau herzustellen.
7. Die Toleranz gewährleistet, dass alle Einzelteile ohne Nacharbeit zusammenpassen.

Schnelle Schüler können ein Knotenteil oder gar einen ganzen Holzknoten in räumlicher Projektion darstellen.

**Autor: Dr. Jörg Biber, Dresden
Erik Wolf, Dresden**

Knotenteil / axonometrische Projektion (räumliche Darstellung)

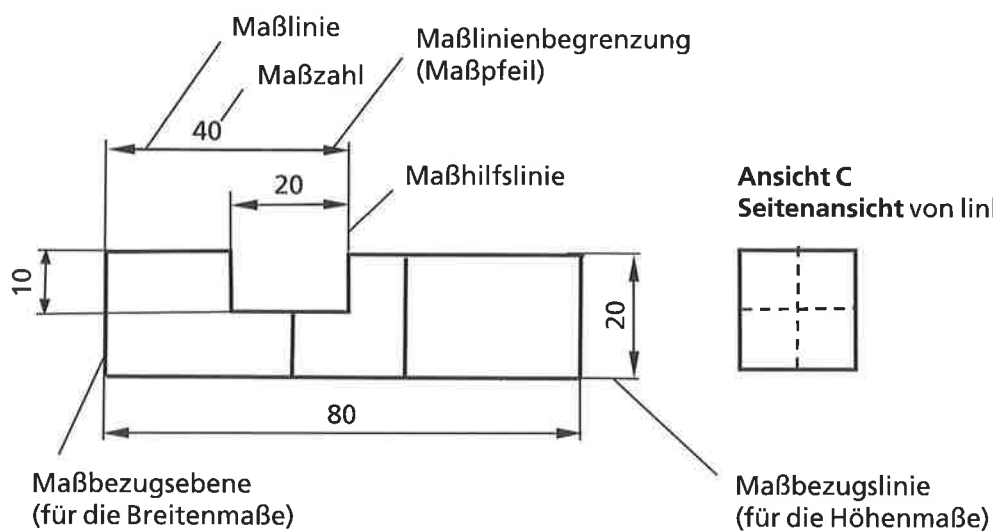
speziell Kavalierperspektive
(Breite : Höhe : Tiefe = 1 : 1 : 1)



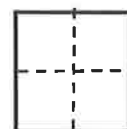
Ansichtsausrichtung
Ansicht A
Vorderansicht

Knotenteil / Darstellung in Ansichten

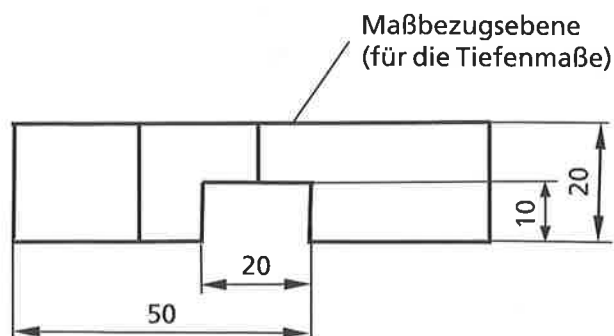
Ansicht A
Vorderansicht



Ansicht C
Seitenansicht von links



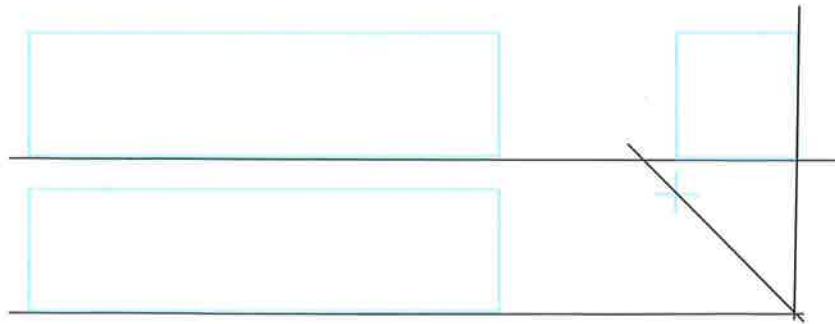
Ansicht B
Draufsicht



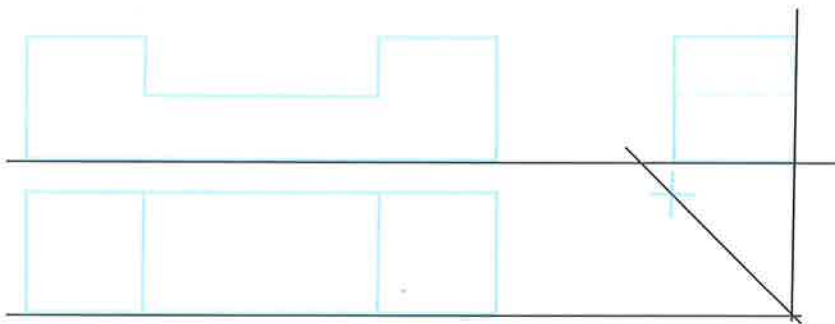
Name: _____		Darstellung in Ansichten	Maßstab: _____
Klasse: _____	Datum: _____		Blatt-Nr.: _____
		Holznoten	

Technikstunde 305: Arbeitsblatt 2

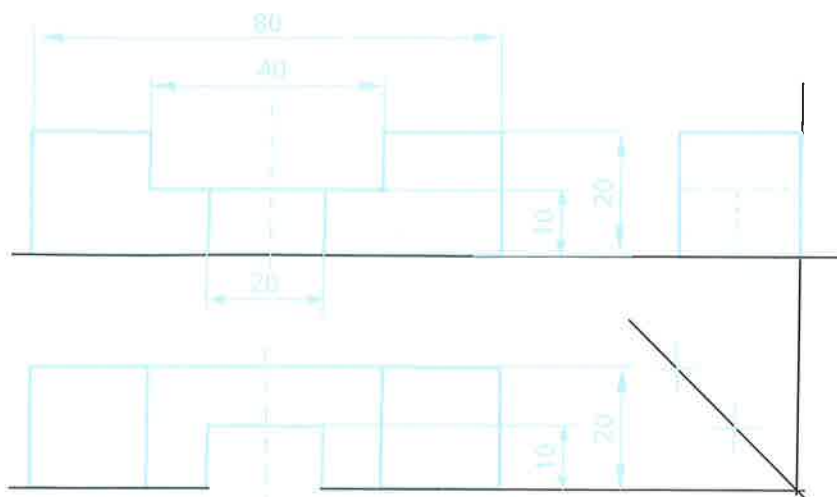
Zeichne die Grundform (Hüllform) des Knotenteils 3 in den Ansichten A, B und C.



Zeichne in die Grundform der Ansichten A, B und C das erste auszuformende Formelement (1. Ausnehmung) des Knotenteils 3. Hebe alle sichtbaren Kanten hervor.



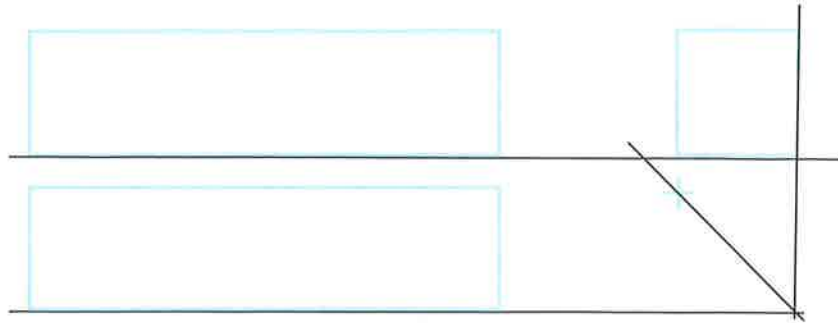
Zeichne und bemaße das Knotenteil 3 in den Ansichten A, B und C.



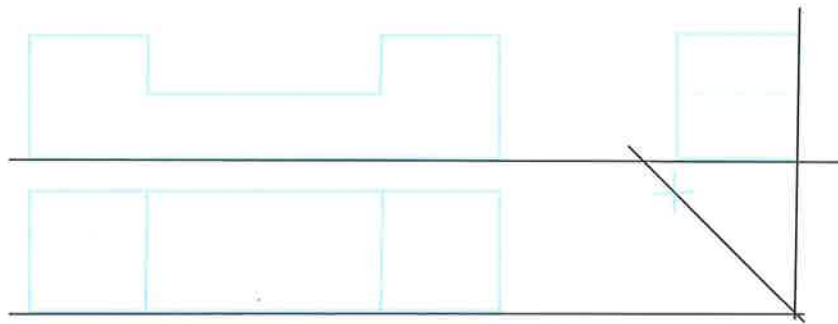
Name: _____		Ansichten Knotenteil 3 (Form B)	Maßstab: _____
Klasse: _____	Datum: _____		Blatt-Nr.: _____
Holzknotten			

Technikstunde 305: Arbeitsblatt 3

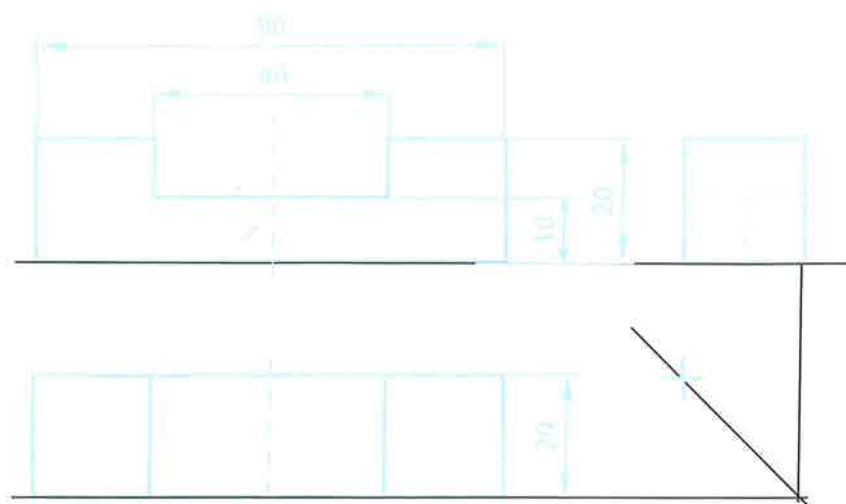
Zeichne die Grundform (Hüllform) des Knotenteils 2 in den Ansichten A, B und C.



Zeichne in die Grundform der Ansichten A, B und C das erste auszuformende Formelement (1. Ausnehmung) des Knotenteils 2. Hebe alle sichtbaren Kanten hervor.



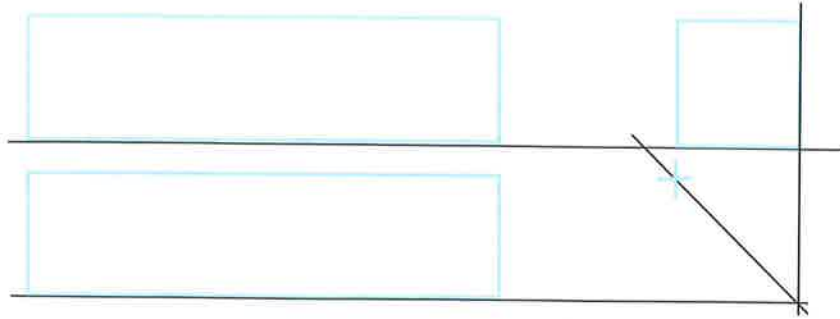
Zeichne und bemaße das Knotenteil 2 in den Ansichten A, B und C.



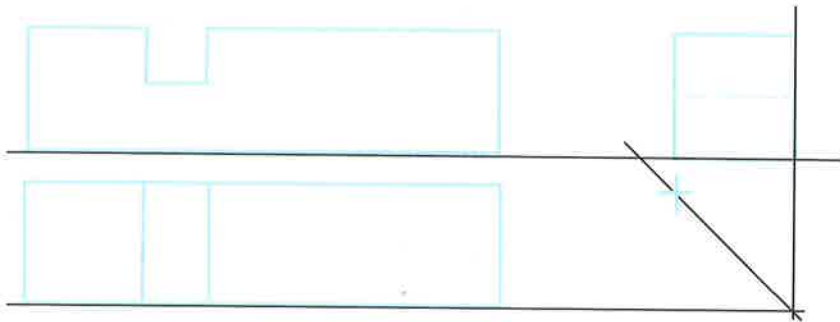
Name: _____		Ansichten Knotenteil 2 (Form C)	Maßstab: _____
Klasse: _____	Datum: _____		Blatt-Nr.: _____
Holznoten			

Technikstunde 305: Arbeitsblatt 4

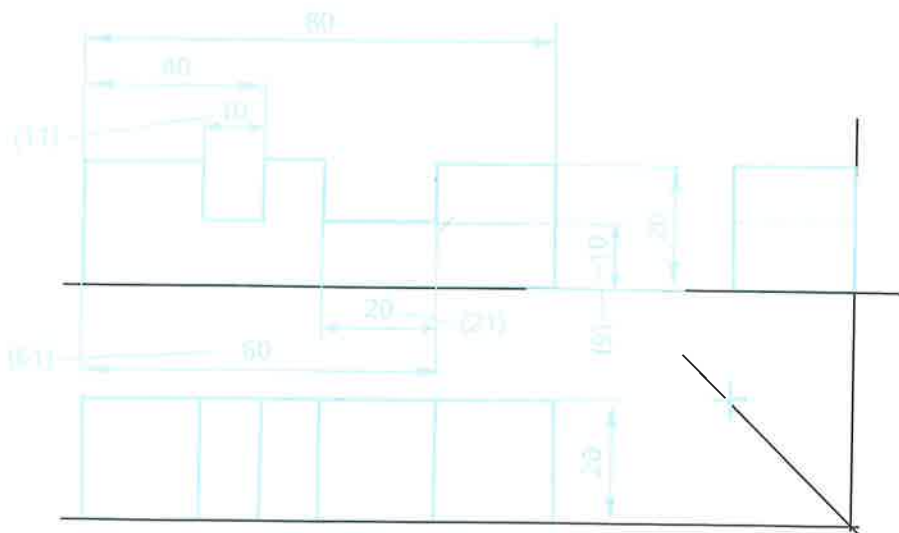
Zeichne die Grundform (Hüllform) des Knotenteils 5 in den Ansichten A, B und C.



Zeichne in die Grundform der Ansichten A, B und C das erste auszuformende Formelement (1. Ausnehmung) des Knotenteils 5. Hebe alle sichtbaren Kanten hervor.



Zeichne und bemaße das Knotenteil 5 in den Ansichten A, B und C.



Name: _____		Ansichten Knotenteil 5 (Form D)	Maßstab: _____
Klasse: _____	Datum: _____		Blatt-Nr.: _____
Holznoten			