

## Allgemein bildende Schulen

Technisches Arbeiten im BNT-Unterricht  
Gemeinsamer Bildungsplan für die  
Sekundarstufe I  
Klassen 5 und 6

Unterrichtsentwicklung Lernen 4.0 Individuelle Förderung Kompetenzraster Kompetenzorientierung  
Service Dakora Publikationen Differenzierung Lernen Leseförderung Datenatlas Berufliche Schulen  
Qualitätsstandard Lernen Kommissionsarbeit Unterrichtsentwicklung LS Ländervergleich  
en Allgemein bildende Schulen Empirische Verfahren Lehrpläne Best Practice Unterrichtsmodul  
Webshop LS Publikationen Niveaustufen Datenauswertung Operatoren Qualitätsrahmen Empirische Verfahren  
Practice Selbstevaluation LS Individualisierung Lernstandserhebungen Handreichungen  
erver LS Qualitätssicherung Kompetenzraster Lernen Frühkindliche Bildung Bildungspläne  
ch Sprachförderung Individualisierung LS Dakora Lernen Datenatlas Elementarbereich  
nzierung Empirische Bildungsforschung Schulentwicklung Datenatlas Qualitätsentwicklung  
ves Lernen Unterrichtsmodule Fremdevaluation Individualisierung Qualitätsentwicklung  
n Berufliche Schulen Niveaustufen Selbstevaluation Qualitätsdokumentation Unterrichtsmaterialien

## Redaktionelle Bearbeitung

Redaktion	Dr. Bernd Borgenheimer, LS Stuttgart Roland Müller, LS Stuttgart
Autor/in	Dr. Bernd Borgenheimer, LS Stuttgart Roland Müller, LS Stuttgart
Layout	Dr. Bernd Borgenheimer, LS Stuttgart Monika Linz, LS Stuttgart
Mitarbeit	Katja Kröner, LS Stuttgart
Stand	Februar 2019
ISBN	978-3-944346-34-2

## Impressum

Herausgeber Landesinstitut für Schulentwicklung (LS)  
Heilbronner Straße 172, 70191 Stuttgart  
Telefon: 0711 6642-0  
Telefax : 0711 6642-1099  
E-Mail: [poststelle@ls.kv.bwl.de](mailto:poststelle@ls.kv.bwl.de)  
Internet: [www.ls-bw.de](http://www.ls-bw.de)

Druck und Vertrieb Landesinstitut für Schulentwicklung (LS)  
Heilbronner Straße 172, 70191 Stuttgart  
Telefon: 0711 6642-1204  
Internet: [www.ls-webshop.de](http://www.ls-webshop.de)

Urheberrecht Inhalte dieses Heftes dürfen für unterrichtliche Zwecke in den Schulen und Hochschulen des Landes Baden-Württemberg vervielfältigt werden. Jede darüber hinausgehende fotomechanische oder anderweitig technisch mögliche Reproduktion ist nur mit Genehmigung des Herausgebers möglich. Soweit die vorliegende Publikation Nachdrucke enthält, wurden dafür nach bestem Wissen und Gewissen Lizenzen eingeholt. Die Urheberrechte der Copyrightinhaber werden ausdrücklich anerkannt. Sollten dennoch in einzelnen Fällen Urheberrechte nicht berücksichtigt worden sein, wenden Sie sich bitte an den Herausgeber. Bei weiteren Vervielfältigungen müssen die Rechte der Urheber beachtet bzw. muss deren Genehmigung eingeholt werden.

© Landesinstitut für Schulentwicklung, Stuttgart 2019

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung – allgemeine didaktische Hinweise zum technischen Arbeiten .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Bildungsplanbezug .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Sicherheit beim technischen Arbeiten im BNT-Unterricht .....</b>	<b>9</b>
3.1	Allgemeine Informationen und Hinweise .....	9
3.2	Umgang mit Maschinen und Geräten .....	9
3.2.1	Beschäftigungsvoraussetzungen für Lehrkräfte beim Umgang mit Maschinen .....	9
3.2.2	Beschäftigungsverbot für Schülerinnen und Schüler .....	10
3.2.3	Grundvoraussetzung für den Schülerumgang mit Maschinen und Geräten .....	10
3.3	Holzstaub .....	12
3.3.1	Gefährdung durch Stäube bei der Holzbearbeitung .....	12
3.3.2	Reduzierung durch geeignete Arbeitsverfahren .....	13
3.3.3	Reduzierung durch Absaugen des Holzstaubes an Holzbearbeitungsmaschinen .....	13
3.3.4	Reduzierung durch räumliche Trennung von Technikraum und Materiallager .....	14
3.3.5	Reduzierung durch wirksame Raumlüftung .....	14
3.3.6	Reduzierung durch Reinigungsarbeiten mit Industriestaubsaugern .....	14
3.3.7	Reduzierung durch geeignetes Schülerverhalten .....	15
3.4	Sicherheitshinweise beim technischen Arbeiten im BNT-Unterricht .....	15
<b>4</b>	<b>Technikraum .....</b>	<b>17</b>
4.1	Ausstattung und Einrichtung des Technikraums .....	17
4.2	Unterricht im Technikraum .....	18
<b>5</b>	<b>Holz – ein natürlicher Werkstoff: Grundlegende Eigenschaften des Werkstoffs Holz .....</b>	<b>19</b>
5.1	Holzarten .....	19
5.2	Holzwerkstoffe .....	21
<b>6</b>	<b>Ein Werkstück planen .....</b>	<b>25</b>
6.1	Anforderungsliste .....	25
6.2	Zeichnung .....	25
6.3	Stückliste .....	25
6.4	Arbeitsplan .....	26
<b>7</b>	<b>Ein Werkstück herstellen: Erwerb grundlegender Fertigkeiten bei der Bearbeitung von Holz und Holzwerkstoffen .....</b>	<b>27</b>
7.1	Mögliche Beispiele zu: Ein Produkt entsteht .....	27
7.1.1	Tangram – ein Beispiel für gerade Schnitte mit der Laubsäge .....	27
7.1.2	Blumen, Blätter, Herz – Beispiele für geschweifte Schnitte mit der Laubsäge oder Dekupiersäge .....	30
7.1.3	Puzzle – Beispiele für gerade und geschweifte Schnitte mit der Laubsäge oder Dekupiersäge .....	32
7.1.4	Kreisel – ein Beispiel für die Fertigung von Kreisscheiben mit der Laubsäge oder Dekupiersäge .....	35
7.1.5	Turm von Hanoi – ein Beispiel für die Fertigung von Kreisscheiben mit der Laubsäge oder Dekupiersäge .....	36

7.1.6	Solitär – ein Beispiel für Bohrarbeiten mit der Bohrmaschine .....	39
7.1.7	Schreibtischablage – ein Beispiel für Bohrarbeiten mit der Bohrmaschine.....	42
7.2	Spulenzug – mögliches Beispiel zu: Ein bewegtes Objekt erfinden .....	44
<b>8</b>	<b>Ein Werkstück bewerten .....</b>	<b>47</b>
8.1	Kriterien .....	47
8.2	Bewertungsmethoden.....	47
<b>9</b>	<b>Bearbeitung von Holz – Informationen, Hinweise und Hilfen .....</b>	<b>49</b>
9.1	Messen und Anreißen .....	49
9.1.1	Längenmesszeuge .....	49
9.1.1.1	Gliedermaßstab .....	49
9.1.1.2	Stahlmaßstab .....	50
9.1.1.3	Rollbandmaß .....	50
9.1.1.4	Messschieber.....	50
9.1.2	Winkelmesszeuge .....	51
9.1.2.1	Anschlagwinkel .....	51
9.1.2.2	Gehrungswinkel.....	51
9.1.2.3	Schmiege .....	51
9.1.3	Anreißwerkzeuge .....	52
9.1.3.1	Bleistift .....	52
9.1.3.2	Spitzbohrer (Vorstecher) .....	52
9.1.3.3	Streichmaß.....	52
9.1.3.4	Zirkel .....	52
9.2	Sägen.....	53
9.2.1	Handsägen .....	53
9.2.1.1	Laubsäge .....	53
9.2.1.2	Feinsäge .....	54
9.2.1.3	Fuchsschwanz.....	54
9.2.1.4	Japansäge .....	55
9.2.1.5	Gehrungssäge .....	55
9.2.1.6	Kleine Bügelsäge.....	56
9.2.2	Elektrisch betriebene Sägen .....	57
9.2.2.1	Dekupiersäge.....	57
9.2.2.2	Stichsäge .....	57
9.3	Raspeln und Feilen .....	58
9.3.1	Aufbau von Raspeln und Feilen.....	58
9.3.2	Unterscheidungsmerkmale bei Feilen .....	59
9.3.3	Arbeiten mit Raspeln und Feilen .....	60
9.3.4	Sicherheitshinweise beim Arbeiten mit Raspeln und Feilen.....	62
9.4	Bohren.....	63
9.4.1	Bohrwerkzeuge .....	63
9.4.1.1	Vorstecher .....	63
9.4.1.2	Holzbohrer mit Zentrierspitze.....	63
9.4.1.3	Forstnerbohrer mit Zentrierspitze .....	63

9.4.1.4	Stufenbohrer.....	64
9.4.1.5	Lochsäge .....	64
9.4.2	Handwerkzeuge/Handbohrmaschinen .....	64
9.4.2.1	Nagelbohrer .....	64
9.4.2.2	Drillbohrer.....	65
9.4.2.3	Bohrwinde.....	65
9.4.2.4	Tellerhandbohrmaschine (zahnradgetriebene Handbohrmaschine) .....	65
9.4.2.5	Brustbohrmaschine .....	65
9.4.3	Elektrisch betriebene Bohrmaschinen .....	66
9.4.3.1	Elektrische Handbohrmaschine.....	66
9.4.3.2	Akku-Bohrmaschine .....	66
9.4.3.3	Tischbohrmaschine .....	67
9.5	Senken.....	68
9.5.1	Handsenker (Krauskopf).....	68
9.5.2	Senker (Kegelsenker).....	68
9.6	Schleifen.....	69
9.6.1	Schleifen von Hand.....	69
9.6.1.1	Schleifpapier.....	69
9.6.1.2	Schleifkork, Schleifklotz, Schleifbrett.....	69
9.6.2	Schleifen mit der Maschine .....	70
9.6.2.1	Schwingschleifer und Exzentrerschleifer.....	71
9.6.2.2	Tellerschleifmaschine.....	71
9.7	Sägen mit der Laubsäge .....	72
9.7.1	Aufbau von Laubsägen .....	72
9.7.2	Laubsägeblätter.....	73
9.7.3	Einspannen des Laubsägeblattes .....	74
9.7.4	Laubsägeetisch .....	76
9.7.5	Arbeiten mit Laubsägen .....	77
9.8	Sägen mit der Dekupiersäge .....	78
9.8.1	Aufbau von Dekupiersägen .....	78
9.8.2	Sägeblätter für Dekupiersägen .....	80
9.8.3	Arbeiten mit Dekupiersägen.....	81
9.8.4	Sicherheitshinweise beim Arbeiten mit Dekupiersägen .....	83
9.9	Herstellung einer Kreisschneidevorrichtung für die Dekupiersäge durch die Lehrkraft .....	84
9.10	Bohren mit der elektrischen Bohrmaschine.....	89
9.10.1	Bohren mit elektrischen Handbohrmaschinen .....	89
9.10.2	Bohren mit elektrischen Tischbohrmaschinen .....	89
9.10.2.1	Aufbau von Tischbohrmaschinen .....	90
9.10.2.2	Arbeiten mit Tischbohrmaschinen.....	91
9.10.2.3	Sicherheitshinweise beim Bohren mit elektrischen Bohrmaschinen.....	91
9.11	Bohrmaschinenführerschein.....	92
9.12	Herstellung eines Bohrbrettes für Tischbohrmaschinen durch die Lehrkraft.....	99
9.13	Fügen von Holz .....	101
9.13.1	Kleben .....	101

9.13.2	Nageln .....	101
9.13.3	Schrauben .....	102
<b>10</b>	<b>Musterbetriebsanweisungen .....</b>	<b>102</b>
<b>11</b>	<b>Vorlagen .....</b>	<b>105</b>
<b>12</b>	<b>Quellen .....</b>	<b>108</b>

In dieser Handreichung dargestellte Ausführungen sind unter Berücksichtigung der Sicherheitsbestimmungen bei Drucklegung beschrieben.

Bei der Umsetzung im Unterricht sind die jeweils aktuell gültigen Sicherheitsvorschriften zu beachten und einzuhalten.

## 1 Einleitung – allgemeine didaktische Hinweise zum technischen Arbeiten

Technik ist kein Produkt der Natur, sondern ein Ergebnis menschlichen Schaffens. Sie wird von Menschen entwickelt, konstruiert, hergestellt, verwendet und wieder aufgelöst. Technik manifestiert sich in Artefakten und Prozessen. Die genauere Bestimmung erfolgt durch den Handlungsbezug. Herstellung und Verwendung kennzeichnen das technische Handeln näher. In der Technik realisiert sich die Kreativität des Menschen in seiner besonderen Art und Weise. Wenn Artefakte zum Erreichen eines bestimmten Zwecks in einer bestimmten Art und Weise eingesetzt werden, wenn also Absicht und Gegenstand in einer Handlung zusammenkommen, wird von Technik gesprochen. Technik wird somit verstanden als „Begriff für alle Gegenstände und Verfahren, die zur Erfüllung individueller und gesellschaftlicher Bedürfnisse auf Grund schöpferischer Konstruktionen geschaffen werden, durch definierbare Funktionen bestimmten Zwecken dienen und eine weltgestaltende Wirkung haben.“ (Tuchel 1967, S. 24) Die Sachtechnik wird somit nicht wertneutral gesehen, sondern immer in Bezug zum Menschen. Der Mensch ist Hervorbringer, Nutzer, Betroffener und letztlich auch Verantwortlicher für die Technik.

Alle Lebensbereiche des Menschen, der private, öffentliche und berufliche Bereich, sind von Technik geprägt. Die Entwicklung des Menschen ist untrennbar mit der Entwicklung der Technik verbunden. Zum einen sichert die Technik die Existenz und den Lebensstandard des Menschen und ist ein Kulturbereich, der weltgestaltende Wirkung ausübt und einen hohen Stellenwert für die gesellschaftliche, kulturelle und ökonomische Entwicklung hat. Zum anderen hat sie aber auch gravierende gesellschaftliche und ökologische Probleme geschaffen. Um eine humane, nachhaltige und zukunftsfähige Technik mitdenken, mitgestalten und mitverantworten zu können, benötigt jeder Mensch essenzielle Kenntnisse von Technik und ihren Wirkungs- und Bedingungsbeziehungen. Dies geschieht durch die Vermittlung einer allgemeinen technischen Bildung.

Ein Unterricht über Technik soll die Schülerinnen und Schüler befähigen, technisch geprägte Alltagssituationen geistig zu durchdringen und in diesen verantwortlich und kompetent zu handeln. Im Fächerverbund Biologie, Naturphänomene und Technik (BNT) wird dies angebahnt und die Schülerinnen und Schüler darauf vorbereitet. Der Fächerverbund BNT knüpft an die im Sachunterricht der Grundschule erworbenen Kompetenzen an. Die handelnde Auseinandersetzung im Sachunterricht wird im Fächerverbund BNT fortgesetzt und die technische Handlungsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler weiterentwickelt und gestärkt. Dies erfolgt durch eine handlungsorientierte und problemorientierte Auseinandersetzung mit Zugangsthemen. Dabei kann der individuelle Lösungsweg wichtiger sein als die Qualität des Produkts. Eine ausgewogene Verbindung zwischen Theorie und Praxis ist hierfür unabdingbar. Eine korrekte Fachsprache unter Verwendung von Fachbegriffen ist im Unterricht anzubahnen. Ein Unterricht über Technik im Fächerverbund BNT bietet ebenso eine Entscheidungshilfe für das Wahlpflichtfach Technik sowie für das Profulfach Naturwissenschaft und Technik (NwT). Der Unterricht im Wahlpflichtfach sowie im Profulfach baut auf den erworbenen Kompetenzen im Fächerverbund BNT auf.

Der Unterricht im Fächerverbund BNT soll Mädchen und Jungen gleichermaßen gerecht werden. Dazu setzt er an den Interessen und Lebensbedingungen der Schülerinnen und Schüler an. Die Wahl geeigneter Zugangsthemen und entsprechender Organisationsformen können hierzu ebenso beitragen.

Im Unterricht kommt der Vermittlung von Arbeitssicherheit, Gesundheitsfürsorge sowie dem fachgerechten Umgang mit Werkzeugen und Maschinen entsprechend den geltenden Vorschriften eine grundlegende Bedeutung zu. Bei der Benutzung von Werkzeugen und Maschinen sind die relevanten Aussagen der betreffenden Unfallverhütungsvorschriften sowie die Vorgaben und Vorschriften des Ministeriums für Kultus, Jugend und Sport Baden-Württemberg einzuhalten. Ebenso ist auf einen ökologischen und ökonomischen Umgang mit Werkstoffen sowie der Einsatz umweltverträglicher Stoffe und Verfahren und auf die Vermeidung, Trennung, Sammlung und Entsorgung von Abfällen zu achten.



Ausgehend vom mehrperspektivischen Ansatz in der Technikdidaktik werden im Unterricht des Fächerverbundes BNT technikspezifische Denk- und Handlungsweisen eingeübt. Dies sind z. B. Planen und Entwickeln, Konstruieren und Verbessern, Untersuchen und Experimentieren, Herstellen und Fertigen, Beurteilen und Entscheiden sowie Darstellen und Beschreiben. Des Weiteren erwerben die Schülerinnen und Schüler Kenntnisse über wichtige technische Sachverhalte und können diese in allgemeine Strukturzusammenhänge einordnen. Außerdem lernen sie die Bedeutung der Technik für den Menschen und die Gesellschaft kennen sowie den Nutzen und die Qualität technischer Mittel und Verfahren kritisch zu beurteilen. Darüber hinaus bietet der Fächerverbund praxisbezogene Einblicke in die technische Berufswelt.

Die Auswahl von Zugangsthemen und Unterrichtsinhalten orientiert sich an der technischen Wirklichkeit als Erfahrungswelt der Schülerinnen und Schüler. Im Technikunterricht werden Themen und Inhalte aus dem Erfahrungshorizont der Schülerinnen und Schüler entnommen und durch didaktische Transformation in dessen Begreifenshorizont gestellt. Dabei werden keine Bereiche der technischen Wirklichkeit eliminiert. Gegenstand des Unterrichts ist das Ganze der Technik in exemplarischer Auswahl und pädagogischer Aufbereitung. Ein Unterricht über Technik muss sich auf Themen und Inhalte – gemäß Bildungsplan – konzentrieren, die essenziell, repräsentativ sind und das Wesentliche erschließen. Die Bestimmung von Zugangsthemen und Unterrichtsinhalten erfolgt anhand von soziotechnischen Problem- und Handlungsfeldern, in denen der Mensch mit den komplexen Erscheinungsformen der Technik konfrontiert wird und die für seine Lebensbewältigung, Lebensgestaltung und seine Lebensbedingungen eine große Bedeutung haben. In ihnen erscheint die Technik auf den Menschen bezogen und mit ihm verbunden. In der Technikdidaktik hat man sich auf folgende Problem- und Handlungsfelder verständigt: „Arbeit und Produktion“, „Bauen und Wohnen“, „Versorgung und Entsorgung“, „Transport und Verkehr“, „Information und Kommunikation“ sowie „Haushalt und Freizeit“. Diese Problem- und Handlungsfelder fungieren als Suchfelder nach wichtigen Themen und Inhalten. Die Problem- und Handlungsfelder stellen noch nicht die Ebene der Unterrichtsinhalte dar, sondern aus ihnen können technikspezifische Inhaltsbereiche und Fragestellungen abgeleitet werden, die dann zu konkreten Unterrichtsthemen führen. Die Bestimmung und Auswahl der Zugangsthemen und Unterrichtsinhalten ergibt sich somit aus einem vielschichtigen didaktischen Entscheidungsprozess.

Die Verwirklichung eines anspruchsvollen Unterrichts über Technik erfordert ein vielfältiges Methodenspektrum. Dieses umfasst Methoden, die eher die Sachdimension der Technik erschließen, z. B. Technisches Experiment, Konstruktionsaufgabe, Fertigungsaufgabe, Instandhaltungsaufgabe, Recyclingaufgabe, Lehrgang, Produktanalyse sowie Methoden, die eher die Humandimension der Technik erschließen wie Projekt, Fallaufgabe, Planspiel, Erkundung oder Technikstudie.

Neben den Methoden spielen die Medien eine bedeutende Rolle. Medien im Technikunterricht sind konkrete stoffliche Objekte, die durch Aneignung der Unterrichtsinhalte im jeweils angemessenen Darstellungs- und Repräsentationsmodus Sachverhalte veranschaulichen, vereinfachen, sinnlich wahrnehmbar machen und den Aufbau mentaler Modelle fördern. Das Medienspektrum reicht von Realsituationen und Realobjekten über Realmodelle bis hin zu bildhaften, sprachlichen und symbolhaften Darstellungen.

Ein Unterricht über Technik ist auf ein differenziertes Fachraumsystem mit einem für eine zukunftsfähige technische Bildung angemessen ausgestatteten, multifunktionalen Technikraum angewiesen (vgl. Bienhaus 2008, 2018; Sachs 1994, 2001; Schmayl 2010; Schmayl & Wilkening 1995; Tuchel 1967).

Der Schwerpunkt in dieser Handreichung zum technischen Arbeiten im BNT-Unterricht liegt auf der Bearbeitung von Holz und Holzwerkstoffen. Zunächst wird in Kapitel 2 der Bezug dieser Handreichung zum Bildungsplan dargestellt. Im Anschluss daran wird in Kapitel 3 auf die Sicherheit beim technischen Arbeiten im BNT-Unterricht eingegangen. Kapitel 4 gibt einen Überblick über Ausstattung und Einrichtung des Technikraumes sowie das Arbeiten darin. In Kapitel 5 werden einige Holzarten und Holzwerkstoffe vorgestellt. Danach werden im Kapitel 6 Hinweise im Hinblick auf die Planung von Werkstücken gegeben. Einige Werkstücke, wie sie beim technischen Arbeiten im BNT-Unterricht entstehen können, werden in Kapitel 7 mit Aufgaben/Problemstellungen, Zeichnungen, Stücklisten, Arbeitsplänen, praktischen Tipps und Hinweisen vorge-

stellt und erläutert. Kapitel 8 dieser Handreichung gibt einen Überblick über die Bewertung von Werkstücken. In Kapitel 9 werden Werkzeuge, Maschinen und Hilfsmittel zum Sägen, Feilen, Schleifen, Bohren und Senken vorgestellt und die jeweilige Handhabung erklärt. Eventuell müssen für das technische Arbeiten im BNT-Unterricht neue Werkzeuge und Maschinen angeschafft werden. Auch hier kann die Handreichung helfen, eine gute Wahl zu treffen. Neben den gängigen Holzbearbeitungsverfahren werden auch einfache Fügeverfahren wie sie beim technischen Arbeiten durchgeführt werden, wie z. B. Kleben (Leimen), Nageln und Schrauben, vorgestellt. In Kapitel 10 sind Musterbetriebsanweisungen für die Dekupiersäge und Tischbohrmaschine aufgeführt. Kapitel 11 enthält Kopiervorlagen, die im BNT-Unterricht eingesetzt werden können.

## 2 Bildungsplanbezug

Gemäß den Informationen auf den Internetseiten des Landesinstituts für Schulentwicklung beinhaltet der Bildungsplan im Fächerverbund BNT neben den Leitgedanken zum Kompetenzerwerb prozessbezogene Kompetenzen und Standards für inhaltsbezogene Kompetenzen auch Erläuterungen zu den Besonderheiten des Fächerverbundes, didaktische Hinweise sowie Anmerkungen zum Beitrag des Fächerverbundes zu den Leitperspektiven.

*„Ein vorrangiges Anliegen des Unterrichts in BNT ist es, die Schülerinnen und Schüler für naturwissenschaftliche und technische Fragestellungen zu begeistern. Dazu eignen sich die Freude an der Natur und der Vielfalt des Lebens, das Staunen über Naturphänomene und der Erfolg beim Herstellen eigener Produkte. Die direkte Naturerfahrung, die eigene Naturbeobachtung, das selbst durchgeführte Experiment und das selbst gelöste technische Problem stehen im Zentrum des Unterrichts. [...]*

*In der Technik steht zunächst der handlungsorientierte Erwerb grundlegender Fertigkeiten bei der Bearbeitung des Werkstoffs Holz im Vordergrund. In Folge rückt die altersgemäße Lösung eines technischen Problems in den Mittelpunkt. Dabei kann der individuelle Lösungsweg zum Produkt wichtiger sein als die fachgerechte Qualität des Ergebnisses selbst. [...] Der Einsatz vorgefertigter Bausätze ist nicht vorgesehen. [...]*

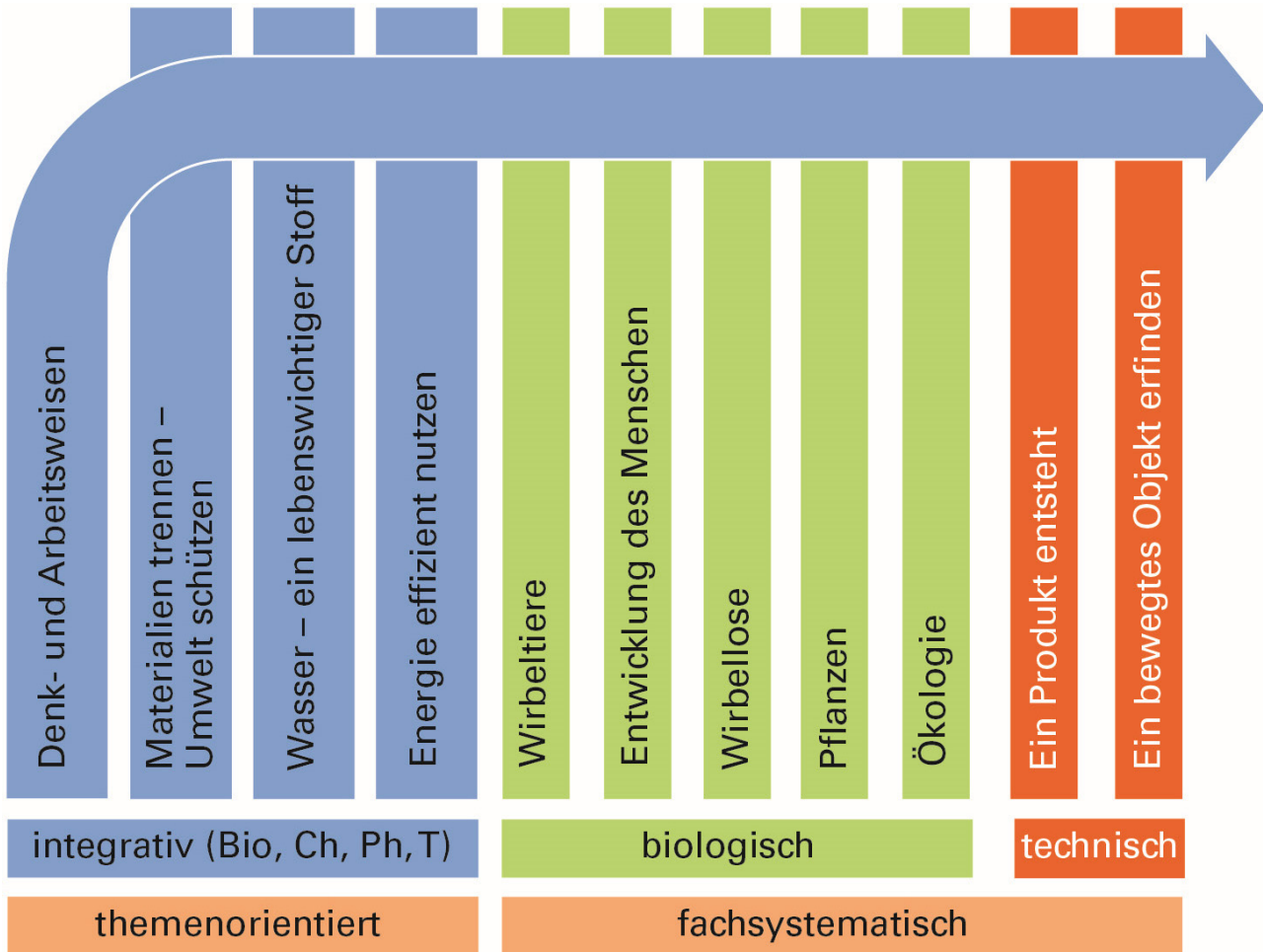
*Kenntnisse über das Gefahrenpotenzial von Stoffen tragen zum sicheren Umgang mit diesen sowohl im schulischen wie auch außerschulischen Bereich bei. In vielfältigen handlungsorientierten Tätigkeiten wird der sicherheitsbewusste Umgang mit Experimentiergeräten, Werkzeugen und Werkstoffen eingeübt und damit ein Beitrag zur Leitperspektive Prävention und Gesundheitsförderung geleistet.“*

(aus dem Bildungsplan 2016 Biologie, Naturphänomene und Technik (BNT) Sekundarstufe I)

Im Fächerverbund BNT erhalten Schülerinnen und Schüler Einblicke in Phänomene der Naturwissenschaften und Bereiche der Technik, die auf ihren Erfahrungen im Alltag und auf Präkonzepten aufbauen. Durch das Erlernen von Gesetzmäßigkeiten und das Begreifen von Zusammenhängen werden ihre Vorstellungen und Erfahrungen geordnet und erweitert.

Der altersbezogene natürliche Forscherdrang zur Erkundung naturwissenschaftlicher Fragestellungen und technischer Problemlösungen sowie die Begeisterung für eigenes Ausprobieren und Schaffen werden durch Schülerexperimente und durch die Herstellung eigener Produkte aufgegriffen und unterstützt (siehe: [www.lsbw/Lde/Startseite/Service/bnt](http://www.lsbw/Lde/Startseite/Service/bnt)).

Der Bildungsplan für den Fächerverbund BNT weist insgesamt elf inhaltsbezogene Kompetenzbereiche aus, vier integrative naturwissenschaftlich-technische Bereiche, fünf fachsystematische Bereiche der Biologie und zwei fachsystematische Bereiche der Technik. Den integrativen Bereichen kommt dabei eine überfachliche und propädeutische Bedeutung zu. Die biologischen und technischen Bereiche orientieren sich an der jeweiligen Fachsystematik.



Inhaltsbezogene Themenbereiche (© Landesinstitut für Schulentwicklung)

Da der Fokus dieser Handreichung auf dem technischen Arbeiten liegt, wurden die integrativen und fachsystematischen Themenbereiche der Naturwissenschaften in dieser Handreichung ausgeklammert.

Der Themenbereich der „Denk- und Arbeitsweisen der Naturwissenschaften und der Technik“ erstreckt sich über alle inhaltsbezogenen Themenbereiche und stellt somit eine Schnittstelle zwischen den inhalts- und den prozessbezogenen Kompetenzen dar. Beim technischen Arbeiten lernen die Schülerinnen und Schüler an konkreten Inhalten handlungsorientiert und in altersgemäßer Form verschiedene Denk- und Arbeitsweisen der Technik kennen und wenden ihre Fähigkeiten und Fertigkeiten zielorientiert an, um Lösungen für Problemstellungen zu entwickeln und zu realisieren (finaler Ansatz).

In den beiden inhaltsbezogenen Kompetenzbereichen der Technik „Ein Produkt entsteht“ und „Ein bewegtes Objekt erfinden“ stehen das technische Arbeiten und das Interesse an kreativen Lösungen technischer Problemstellungen im Vordergrund. So sollen die Schülerinnen und Schüler den Werkstoff Holz kennenlernen und daraus ein Produkt herstellen und ein bewegtes Objekt erfinden und diese im Technikraum mithilfe von Werkzeugen und Maschinen selber herstellen. Die Schülerinnen und Schüler müssen in das sichere Arbeiten mit Werkzeugen und Maschinen von der Lehrkraft eingewiesen werden und dann die Sicherheitsaspekte beim Technischen Arbeiten beachten.

In der folgenden Tabelle wird der Bezug der in dieser Handreichung vorgestellten möglichen Objekte, wie sie beim technischen Arbeiten im BNT-Unterricht entstehen können, zum Bildungsplan 2016 dargestellt. Dabei sind die prozessbezogenen Kompetenzen der Bereiche

- Erkenntnisgewinnung
- Kommunikation
- Bewertung
- Herstellung

sowie die inhaltsbezogenen Kompetenzen der Bereiche

- Denk- und Arbeitsweisen der Naturwissenschaften und der Technik
- Ein Produkt entsteht
- Ein bewegtes Objekt erfinden

aufgeführt. In der linken Spalte befinden sich die Kompetenzen, wobei aus Gründen der Übersichtlichkeit nur das mittlere Niveau (M) für die Sekundarstufe I aufgeführt ist.

**Prozessbezogene Kompetenzen**

**Erkenntnisgewinnung**

Kompetenz	Werkstücke
Die Schülerinnen und Schüler können	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• einfache Messungen durchführen.</li> </ul>	alle Werkstücke (siehe Kapitel 7)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• zu naturwissenschaftlichen Phänomenen und technischen Sachverhalten Fragen formulieren, Vermutungen aufstellen und experimentell überprüfen.</li> </ul>	alle Werkstücke (siehe Kapitel 7)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• einfache Ansätze zur Lösung eines naturwissenschaftlichen beziehungsweise technischen Problems entwickeln.</li> </ul>	Spulenfahrzeug (siehe Kapitel 7.2)

**Kommunikation**

Kompetenz	Werkstücke
Die Schülerinnen und Schüler können	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beim naturwissenschaftlichen und technischen Arbeiten im Team Verantwortung für Arbeitsprozesse übernehmen, ausdauernd zusammenarbeiten und dabei Ziele sowie Aufgaben sachbezogen diskutieren.</li> </ul>	alle Werkstücke (siehe Kapitel 7)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• zunehmend zwischen alltagssprachlicher und fachsprachlicher Beschreibung unterscheiden.</li> </ul>	alle Werkstücke (siehe Kapitel 7)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• einfache Skizzen und Zeichnungen lesen und erstellen.</li> </ul>	alle Werkstücke (siehe Kapitel 7)

## Bewertung

Kompetenzen	Werkstücke
Die Schülerinnen und Schüler können	
<ul style="list-style-type: none"> <li>naturwissenschaftliches und technisches Wissen zur Einschätzung von Risiken und Sicherheitsmaßnahmen nutzen.</li> </ul>	alle Werkstücke (siehe Kapitel 7)
<ul style="list-style-type: none"> <li>ökologisch und ökonomisch verantwortungsbewusst mit Material und Energie umgehen.</li> </ul>	alle Werkstücke (siehe Kapitel 7)
<ul style="list-style-type: none"> <li>ihr Vorgehen und das Ergebnis nach vorher festgelegten Kriterien bewerten und reflektieren.</li> </ul>	alle Werkstücke (siehe Kapitel 7)

## Herstellung

Kompetenz	Werkstücke
Die Schülerinnen und Schüler können	
<ul style="list-style-type: none"> <li>einfache Planungsunterlagen umsetzen.</li> </ul>	alle Werkstücke (siehe Kapitel 7)
<ul style="list-style-type: none"> <li>Werkzeuge und einfache Maschinen sicher und fachgerecht einsetzen.</li> </ul>	alle Werkstücke (siehe Kapitel 7)
<ul style="list-style-type: none"> <li>einfache technische Objekte planen.</li> </ul>	alle Werkstücke (siehe Kapitel 7)
<ul style="list-style-type: none"> <li>einfache technische Objekte fertigen und in Betrieb nehmen.</li> </ul>	alle Werkstücke (siehe Kapitel 7)
<ul style="list-style-type: none"> <li>Schwierigkeiten bei der Herstellung eines Produkts überwinden.</li> </ul>	alle Werkstücke (siehe Kapitel 7)

## Inhaltsbezogene Kompetenzen

### Denk- und Arbeitsweisen der Naturwissenschaften und der Technik

Kompetenz	Werkstücke
Die Schülerinnen und Schüler können	
<ul style="list-style-type: none"> <li>wichtige Arbeitsgeräte sicher nutzen und deren bestimmungsgemäßen Einsatz beschreiben (u. a. Gasbrenner, Thermometer, Lupe oder Stereolupe, Werkzeuge).</li> </ul>	alle Werkstücke (siehe Kapitel 7)
<ul style="list-style-type: none"> <li>zu einer vorher festgelegten Problemstellung ein technisches Produkt erstellen und die Herstellungsschritte erläutern (Planung, technische Skizze, Materialliste).</li> </ul>	Spulenfahrzeug (siehe Kapitel 7.2)
<ul style="list-style-type: none"> <li>ein selbst hergestelltes technisches Produkt bewerten und den Herstellungsprozess beschreiben (Funktionalität, Fertigungsqualität, Ästhetik, Ansätze zur Optimierung).</li> </ul>	alle Werkstücke (siehe Kapitel 7)

### Ein Produkt entsteht

Kompetenz	Werkstücke
Die Schülerinnen und Schüler können	
<ul style="list-style-type: none"> <li>grundlegende Eigenschaften des Werkstoffs Holz beschreiben.</li> </ul>	alle Werkstücke (siehe Kapitel 7)
<ul style="list-style-type: none"> <li>technische Zeichnungen und Stücklisten lesen.</li> </ul>	alle Werkstücke (siehe Kapitel 7)
<ul style="list-style-type: none"> <li>einen Arbeitsablaufplan mit Unterstützung erstellen und nutzen.</li> </ul>	alle Werkstücke (siehe Kapitel 7)
<ul style="list-style-type: none"> <li>Holzbearbeitungs- und Füge-techniken zur Herstellung eines Produkts nutzen (u. a. Sägen, Bohren, Schleifen, Leimen, Schrauben).</li> </ul>	alle Werkstücke (siehe Kapitel 7)
<ul style="list-style-type: none"> <li>Werkzeuge und Maschinen zur Holzbearbeitung sicher nutzen (u. a. Säge, Feile, Schleifpapier, Schraubendreher, Tischbohrmaschine).</li> </ul>	alle Werkstücke (siehe Kapitel 7)
<ul style="list-style-type: none"> <li>{die Tischbohrmaschine hinsichtlich wesentlicher Bestandteile untersuchen.}</li> </ul>	Kreisel (siehe Kapitel 7.1.4), Turm von Hanoi (siehe Kapitel 7.1.5), Solitär (siehe Kapitel 7.1.6), Schreibtischablage (siehe Kapitel 7.1.7), Spulenzug (siehe Kapitel 7.2)
<ul style="list-style-type: none"> <li>ein Werkstück hinsichtlich ausgewählter Kriterien bewerten.</li> </ul>	alle Werkstücke (siehe Kapitel 7)

### Ein bewegtes Objekt erfinden

Kompetenz	Werkstücke
Die Schülerinnen und Schüler können	
<ul style="list-style-type: none"> <li>anhand einer gemeinsam erstellten Kriterienliste eigene Ideen zur Lösung eines technischen Problems umsetzen.</li> </ul>	Spulenzug (siehe Kapitel 7.2)
<ul style="list-style-type: none"> <li>ihre technischen Lösungen im Hinblick auf die Erfüllung der vorgegebenen Problemstellung vergleichen.</li> </ul>	Spulenzug (siehe Kapitel 7.2)
<ul style="list-style-type: none"> <li>{eigene technische Lösungen optimieren.}</li> </ul>	Spulenzug (siehe Kapitel 7.2)
<ul style="list-style-type: none"> <li>Skizzen erstellen.</li> </ul>	Spulenzug (siehe Kapitel 7.2)
<ul style="list-style-type: none"> <li>{Kenntnisse über grundlegende Werkstoffeigenschaften bei der Planung anwenden.}</li> </ul>	Spulenzug (siehe Kapitel 7.2)
<ul style="list-style-type: none"> <li>{eine Stückliste erstellen.}</li> </ul>	Spulenzug (siehe Kapitel 7.2)
<ul style="list-style-type: none"> <li>ein mehrteiliges Objekt fachgerecht herstellen.</li> </ul>	Spulenzug (siehe Kapitel 7.2)
<ul style="list-style-type: none"> <li>{einen einfachen Antrieb nutzen (z. B. Gummiband, Elektromotor).}</li> </ul>	Spulenzug (siehe Kapitel 7.2)
<ul style="list-style-type: none"> <li>Funktion und Wirkungsweise des gefertigten Objekts beschreiben.</li> </ul>	Spulenzug (siehe Kapitel 7.2)
<ul style="list-style-type: none"> <li>ein Werkstück hinsichtlich der vereinbarten Kriterien bewerten (z. B. Funktion, Design, Ergonomie).</li> </ul>	Spulenzug (siehe Kapitel 7.2)

Steht in der Schule in den Klassen 5 und 6 in der Summe nur eine Wochenstunde für den Technikanteil im Fächer-verbund BNT zur Verfügung, so können die inhaltsbezogenen Themenbereiche „Ein Produkt entsteht“ und „Ein bewegtes Objekt erfinden“ kombiniert werden. Die mit geschweiften Klammern {} gekennzeichneten Teilkompetenzen sind nur an denjenigen Schulen verbindlich, in denen für den Technikanteil in den Klassen 5 und 6 in der Summe zwei Wochenstunden zur Verfügung stehen.

Weitere Informationen zum Fächerverbund BNT, zum Bildungsplan 2016 sowie zu allen Bildungsplänen für die Sekundarstufe I und Unterrichtshilfen sind abrufbar unter: [www.bildungsplaene-bw.de](http://www.bildungsplaene-bw.de).

### **3 Sicherheit beim technischen Arbeiten im BNT-Unterricht**

Wie bereits in der Handreichung „Experimentieren für den BNT-Unterricht – Sekundarstufe I Klasse 5 und 6“ dargestellt, müssen im BNT-Unterricht Sicherheitsvorschriften beachtet werden. Dies gilt für Arbeiten, die sowohl von Lehrkräften vorgenommen werden als auch für Arbeiten, die die Schülerinnen und Schüler durchführen. Im Folgenden werden allgemeine Hinweise und Hilfestellungen zum Umgang mit Werkstoffen sowie zum sicherheitsbewussten Umgang mit Werkzeugen und Maschinen gegeben, so dass Lehrkräfte darin unterstützt werden, die aktuell gültigen Sicherheitsvorschriften zu beachten und einzuhalten.

#### **3.1 Allgemeine Informationen und Hinweise**

Grundschülerinnen und Grundschüler lernen bereits im Sachunterricht beim Umgang mit Werkstoffen und Werkzeugen durch einfache Regeln ein grundlegendes Verhalten zum sicheren fachpraktischen Arbeiten. Werkzeuge werden in der Grundschule dem Alter der Schülerinnen und Schüler gemäß ausgewählt und eingesetzt. Maschinen, die an die elektrische Stromversorgung angeschlossen werden, werden von Schülerinnen und Schüler in der Grundschule nicht verwendet. Technikräume und Maschinenräume stehen in der Grundschule eher seltener zur Verfügung und dürfen, sofern vorhanden, nur von fachkundigen oder fachkundig unterwiesenen Lehrkräften genutzt werden. Für Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe I ist der Unterricht im Technikraum ggf. noch nicht selbstverständlich. Regeln über den Aufenthalt und das angemessene Verhalten in Technikräumen müssen thematisiert und eingeübt werden. Dies erfolgt u. a. in Form einer allgemeinen Sicherheitsunterweisung durch die fachkundige Lehrkraft. Eine sogenannte Technikraumordnung mit Regeln wird gut sichtbar im Technikraum ausgehängt. Auch der Umgang mit Werkstoffen, Werkzeugen und vor allem mit Maschinen ist für Schülerinnen und Schüler zu Beginn der Schulzeit in einer weiterführenden Schule nicht selbstverständlich und erfordert Übung und die Ausbildung weiterer motorischer Fähigkeiten. Schülerinnen und Schüler sind in den richtigen und sicheren Umgang mit Werkstoffen, Werkzeugen und Maschinen sowie der Verwendung von persönlicher Schutzausrüstung zu unterweisen. Die durchgeführten Unterweisungen sind in geeigneter Art und Weise von der Lehrkraft zu dokumentieren. Zudem ist der richtige und sichere Umgang mit Werkzeugen und Maschinen nach längerer Verwendungspause in einer für die Schülerinnen und Schüler geeigneten Form an passenden Stellen im Unterricht wieder aufzugreifen.

#### **3.2 Umgang mit Maschinen und Geräten**

Auf der Grundlage des „Gesetzes über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes bei Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz – ArbSchG)“, der „Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht (RiSU)“ sowie die Informationen und Broschüren der Unfallkassen „Sichere Schule – Technik“, „Holz – Ein Handbuch für Lehrkräfte“ sind die folgende Vorgaben zum Umgang mit Maschinen und Geräten zu beachten.

##### **3.2.1 Beschäftigungsvoraussetzungen für Lehrkräfte beim Umgang mit Maschinen**

- Nur fachkundige Lehrkräfte dürfen an Maschinen und Geräten jeglicher Art arbeiten.
- Fachkunde wird durch Ausbildung/Studium oder entsprechende Fortbildungen erlangt.
- Die Lehrkraft muss sich mit den an der Schule vorhandenen Maschinen und Geräten vertraut machen und die Inhalte der Bedienungsanleitungen bzw. Betriebsanweisungen kennen.
- Die Lehrkraft muss mit den Sicherheitsmaßnahmen vertraut sein und diese einhalten.

### 3.2.2 Beschäftigungsverbot für Schülerinnen und Schüler

Schülerinnen und Schüler dürfen in allgemein bildenden schulischen Einrichtungen folgende Maschinen und Geräte grundsätzlich nicht betreiben:

- Elektrische Sägemaschinen jeder Art (Ausnahmen: handgeführte Stichsäge und Dekupiersäge)
- Elektrische Hobelmaschinen jeder Art
- Elektrische Fräsmaschinen jeder Art (Ausnahme: Koordinatentischsystem mit Fräsertisch  $\varnothing \leq 3$  mm)
- Elektrische Hack- und Spaltmaschinen
- Stockscheren mit mechanischem Antrieb

### 3.2.3 Grundvoraussetzung für den Schülerumgang mit Maschinen und Geräten

- Die Schülerinnen und Schüler dürfen nur an für sie erlaubten Maschinen oder Geräten arbeiten.
- Die Schülerinnen und Schüler müssen eine sorgfältige Einweisung durch eine fachkundige Lehrkraft über Gefahren und Sicherheitsmaßnahmen erhalten. Diese ist regelmäßig zu wiederholen.
- Die einschlägigen Sicherheitsrichtlinien im Umgang mit Geräten und Maschinen müssen beachtet werden.
- Geräte und Maschinen müssen vor Inbetriebnahme durch eine Sicht- und Funktionsprüfung auf ihre Sicherheit überprüft werden.
- Alle sicherheitsrelevanten Elemente müssen an den Geräten und Maschinen angebracht sein.
- Das Gewicht und die abgegebene Leistung der von den Schülerinnen und Schülern bedienten Maschinen oder Geräte müssen auf deren körperliche Voraussetzungen und geistige Reife abgestimmt sein.
- Betriebsanweisungen für wichtige Grundarbeitsgänge sind in Maschinennähe auszuhängen.
- Ggf. sind persönliche Schutzmaßnahmen zu ergreifen.



Maschinen- und Geräteeinsatz im Unterricht der Jahrgangsstufen	5/6	7/8	ab 9
Abkantvorrichtung	A	TS	S
Bandschleifmaschine elektrisch – nur mit Staubabsaugung	---	TS	S
Akkubohrmaschine (Bohrschrauber)	A	TS	S
Dekupiersäge (elektrisch)	A	S	S
Emailbrennofen	A	A	A
Handbohrmaschine (elektrisch)	A	TS	S
Hart- und Weichlötgerät mit offener Flamme (Propangas)	---	A	A
Mechanische Hebelblechschere	---	A	TS
Heißklebepistole	A	TS	S
Heißluftgerät mit Gebläse	A	A	TS
Heizstrahler	A	A	TS
Kompressor	A	TS	S
Koordinatentischsystem	A	TS	S
LötKolben (elektrisch)	TS	S	S
Papier- und Materialschneidegerät	A	A	TS
Schweißgerät (Lichtbogenhandschweißen, Schutzgasschweißen)*	---	---	A
Schwing- oder Exzentrerschleifer (elektrisch) – nur mit Staubabsaugung	TS	S	S
Stichsäge und Oszillatorsäge (elektrisch)	A	TS	TS
Styropor-Heißdraht-Schneider	TS	S	S
Tellerschleifmaschine (elektrisch) – nur mit Staubabsaugung	A	TS	S
Tiefziehgerät	A	TS	S
Tisch- und Ständerbohrmaschine (elektrisch)	A	TS	S
Universaldrehmaschine, Drechselmaschine	---	---	A
Werkzeugschärf- und Abziehmaschine (elektrisch)	---	---	A
Winkelschleifer**	---	---	A

\* Jugendliche ab 15 Jahren dürfen mit Schweißgeräten umgehen, wenn dies zur Erreichung des Lernziels erforderlich und die Lehrkraft anwesend ist.

\*\* Es darf nur der „kleine“ Winkelschleifer mit Scheiben von max. 125 mm Durchmesser verwendet werden. Nur Schruppscheiben, keine Trennscheiben einsetzen. Auf möglichen Funkenflug ist zu achten.

### Hinweise zu den verwendeten Abkürzungen

--- **Einsatz nicht vorgesehen**

#### **A Unter Aufsicht**

Die Schülerin oder der Schüler arbeitet an der Maschine oder mit dem Gerät, die Lehrkraft steht unmittelbar daneben und beaufsichtigt den Vorgang.

#### **TS Teilselbstständig**

Die Schülerin oder der Schüler arbeitet selbstständig an der Maschine oder mit dem Gerät, befindet sich jedoch im Blickfeld der Lehrkraft.

#### **S Selbstständig**

Die Schülerin oder der Schüler arbeitet selbstständig an der Maschine oder mit dem Gerät, die Lehrkraft beaufsichtigt im Rahmen der Aufsichtspflicht.

### 3.3 Holzstaub

Beim Arbeiten mit Holzwerkstoffen entsteht in der Regel Holzstaub. Holzstäube können auf den Menschen eine gesundheitsschädigende Wirkung haben. Wissenschaftliche Untersuchungen, z. B. das „Untersuchungsprojekt Holzstaub im Unterricht“ des Bundesverbandes der Unfallkassen (siehe: „BUK-Report: Holzstaub im Unterricht. Ergebnisbericht der Meßergebnisse aus dem Projekt „Exposition von Schülerinnen und Schülern gegenüber Holzstaub im Unterricht an allgemeinbildenden öffentlichen Schulen““), haben jedoch gezeigt, dass ein sogenanntes „Dosis-Wirkungsprinzip“ vorliegt, d. h. je weniger Holzstaub eingeatmet wird, desto geringer ist das Krankheitsrisiko. Die Reduzierung von Holzstaub ist daher ein probates Mittel zur Prävention. Für das technische Arbeiten gibt es einfache Regeln, Verhaltens- und Vorsichtsmaßnahmen, um die Holzstaubbelastung im Unterricht zu verringern.

Weiterführende Angaben zur Gefährdung und Reduzierung von Holzstaub sind zu finden in der „Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht (RiSU)“ sowie in der Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) mit dazugehörigen technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS), insbesondere TRGS 553 „Holzstaub“, TRGS 900 „Arbeitsplatzgrenzwerte“, TRGS 905 „Verzeichnis krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe“ und TRGS 907 „Verzeichnis sensibilisierender Stoffe und von Tätigkeiten mit sensibilisierenden Stoffen“. Ebenso sind in den Regelwerken der Unfallkassen, z. B. „Unfallverhütungsvorschrift für Schulen“, „Unterricht in Schulen mit gefährlichen Stoffen“, „Holz – Ein Handbuch für Lehrkräfte“ und „Holzstaub im Unterricht allgemein bildender Schulen“ sowie der Berufsgenossenschaft Holz und Metall, z. B. „Holzstaub – Gesundheitsschutz“ Informationen zur Gefährdung und zum Umgang mit Holzstaub zu finden.

#### 3.3.1 Gefährdung durch Stäube bei der Holzbearbeitung

Eine Gefährdung durch Stäube bei der Holzbearbeitung besteht in drei Bereichen:

- Emission von Stäuben bei der Holzbearbeitung
- Emission von Stäuben durch nicht ausreichend filternde Entstauber
- Aufwirbeln abgelagerter Stäube insbesondere beim Reinigen

Als Folge von Staubablagerungen bzw. -einwirkungen können auftreten:

- Sturzgefahr durch geminderte Standsicherheit an den Arbeitsplätzen und Verkehrswegen
- Brand- und Explosionsgefahr
- Reizungen der Augen oder der Atemwege
- Allergische Erkrankungen der Atemwege und der Haut
- Krebserkrankungen im Bereich der Nasenschleimhäute

Auf Grund dieser Eigenschaften ist Holzstaub ein Gefahrstoff im Sinne der „Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV)“ (siehe auch „Unterricht in Schulen mit gefährlichen Stoffen“; „Stoffliste zur Regel „Unterricht in Schulen mit gefährlichen Stoffen““). Viele Hartholzstäube, z. B. Stäube von Buchen- und Eichenholz, können beim Einatmen Krebs erzeugen, die anderen Holzstäube geben wegen der krebserzeugenden Wirkung Anlass zur Besorgnis. Beim technischen Arbeiten bzw. im Technikunterricht werden weniger kritische Holzarten, wie z. B. Fichten-, Tannen- oder Kiefernholz, verwendet.

Die Holzstaubexposition der Schülerinnen und Schüler lässt sich durch geeignete Maßnahmen soweit reduzieren, dass Gesundheitsgefährdungen durch Holzstaub minimiert werden und der Grenzwert sicher eingehalten wird. Die Einhaltung des Grenzwertes für Holzstaub liegt vor, wenn die Schichtmittelwerte (Durchschnittswerte)

te) bei in der Regel täglich achtstündiger Exposition und bei Einhaltung einer durchschnittlichen Wochenarbeitszeit den Grenzwert von  $2 \text{ mg/m}^3$  nicht überschreiten und die Kurzzeitwerte von  $8 \text{ mg/m}^3$  bei einer Stunde pro Arbeitstag eingehalten werden (siehe: „BUK-Report: Holzstaub im Unterricht. Ergebnisbericht der Meßergebnisse aus dem Projekt „Exposition von Schülerinnen und Schülern gegenüber Holzstaub im Unterricht an allgemeinbildenden öffentlichen Schulen““). Im Folgenden werden nun geeignete Maßnahmen zur Reduzierung der Holzstaubexposition beim technischen Arbeiten bzw. im Technikunterricht dargestellt.

### 3.3.2 Reduzierung durch geeignete Arbeitsverfahren

Durch die Art der Holzbearbeitung kann die Emissionsrate des Holzstaubes zum Teil erheblich beeinflusst werden. Bei schleifenden Tätigkeiten ist der Holzstaubanfall häufig sehr viel höher als bei anderen spanenden Tätigkeiten wie z. B. Sägen, Hobeln, Raspeln oder Feilen. Zur Verringerung des Holzstaubes im Unterricht sind Schleifarbeiten auf den unbedingt notwendigen Umfang zu beschränken. Das lässt sich z. B. erreichen, indem man Werkstücke exakt sägt und überschüssiges Material durch Raspeln oder Feilen entfernt. Erst dann beginnt ggf. die Feinbehandlung der Oberfläche durch Schleifen. Grundsätzlich ist Schleifen kein Arbeitsverfahren zur Formgebung eines Werkstückes. Bei der Auswahl des Schleifpapiers zur Bearbeitung von z. B. Weichholz wird oftmals Schleifpapier mit zu feiner Körnung eingesetzt, mit der Folge, dass sich das Schleifpapier schnell zusetzt und dann von den Schülerinnen und Schülern ausgeschlagen bzw. ausgeklopft wird. Dies sollte grundsätzlich unterbleiben. Bei Weichholz (Fichte, Tanne, Kiefer) sollte Schleifpapier zunächst mit einer Körnung 80 und erst für die abschließende Bearbeitung mit einer Körnung 120/180 verwendet werden (Körnung: siehe Kapitel 9.6.1.1, S. 69).

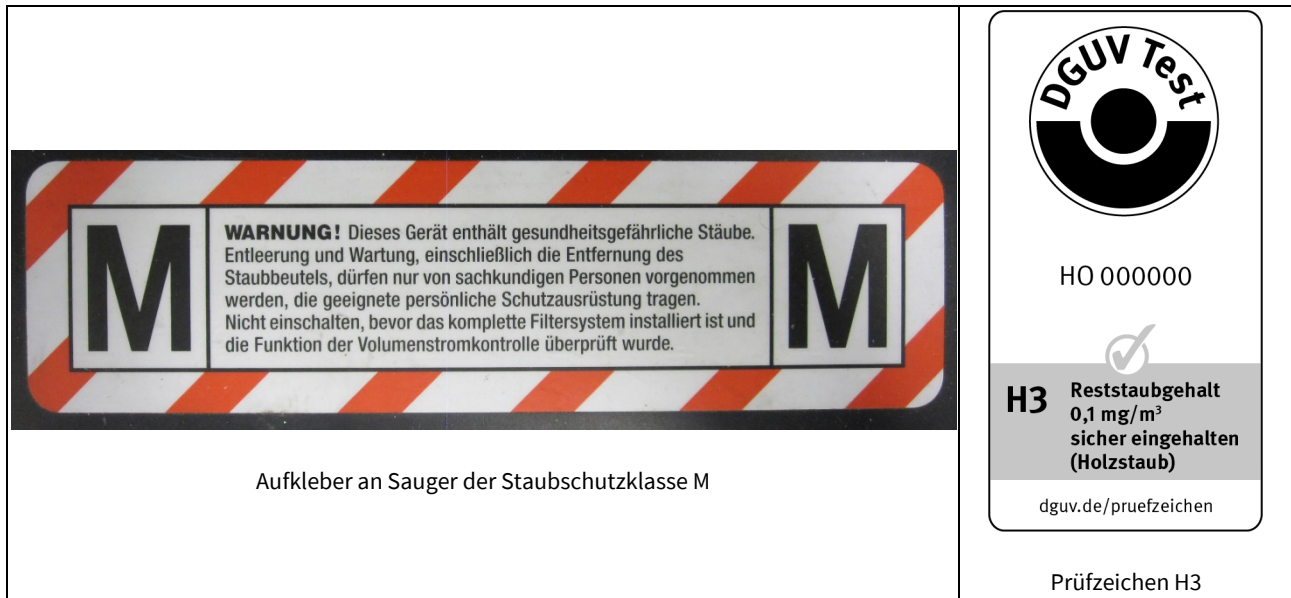
### 3.3.3 Reduzierung durch Absaugen des Holzstaubes an Holzbearbeitungsmaschinen

Das Absaugen der Holzstäube an der Entstehungsstelle ist die vorrangig anzustrebende Erfassungsmethode, insbesondere bei Standardholzbearbeitungsmaschinen und Handmaschinen.

Für elektrisch betriebene Handmaschinen existieren zwei Prinziplösungen der Erfassung und Abscheidung des Holzstaubes:

- Integrierte Eigenabsaugung
- Externe Absaugung

Bei der integrierten Eigenabsaugung werden die entstehenden Holzstäube in einen an der Handmaschine angebrachten Staubbeutel gesaugt. Die Einhaltung des Grenzwertes bei diesen integrierten Absaugeinrichtungen wird meist nicht gewährleistet. Wesentlich effektiver ist die externe Absaugung durch einen für Holzstaub geeigneten Industriestaubsauger der Staubklasse M oder mit Prüfzeichen H3 (Das DGUV-Prüfzeichen „H2 Reststaubgehalt  $0,2 \text{ mg/m}^3$  sicher eingehalten“ wird von der Prüfstelle Holz für holzstaubgeeignete Staubsauger nicht mehr vergeben, nur noch das Prüfzeichen H3.), damit lassen sich deutlich höhere Absaugleistungen erzielen. Für die Schule ist zu beachten, dass nur staubgeprüfte Industriestaubsauger der Staubschutzklasse M oder mit Prüfzeichen H3 angeschafft werden. Einige Sauger verfügen auch über eine Steckdose mit Einschaltautomatik. Durch die Einschaltautomatik kann das Ein- bzw. Ausschalten des Saugers vom angeschlossenen Gerät gesteuert werden. Wird die Maschine an dieser Steckdose angeschlossen, läuft der Sauger beim Einschalten der Maschine mit an und muss nicht extra dazu geschaltet werden. Das Einschalten des Saugers kann daher nicht vergessen werden.



### 3.3.4 Reduzierung durch räumliche Trennung von Technikraum und Materiallager

In Technikräumen werden sowohl oft unfertige Werkstücke als auch Holzvorräte für den Unterricht gelagert, auf denen sich oftmals Holzstaub absetzt. Werden die Werkstücke wieder ausgegeben oder Holzvorräte genutzt, wird der abgelagerte Holzstaub immer wieder aufgewirbelt. Durch das Aufwirbeln von abgelagertem Holzstaub kommt es dabei zu einer zusätzlichen, aber vermeidbaren Holzstaubexposition. Außerdem werden die Reinigungsarbeiten durch die oben genannte Lagerung erheblich erschwert. Es wird deshalb empfohlen, die Werkstücke und Holzvorräte geordnet in Regalen oder Schränken außerhalb des Technikraumes zu lagern.

### 3.3.5 Reduzierung durch wirksame Raumlüftung

Eine weitere Reduzierung der Holzstaubbelastung lässt sich durch gezieltes Lüften erreichen. Wichtig ist ein kurzes Lüften in regelmäßigen Abständen für wenige Minuten (so genannte Stoßlüftung). Ein weit geöffnetes Fenster bringt ca. 500 bis 1.000 m<sup>3</sup>/h Frischluft in den Technikraum. Das oftmals zu beobachtende wenig effektive „Kipplüften“ ist nicht ausreichend.

### 3.3.6 Reduzierung durch Reinigungsarbeiten mit Industriestaubsaugern

Bei den Reinigungsarbeiten mit dem Besen kommt es zu bedeutenden Holzstaubbelastungen im Technik- bzw. Maschinenraum. Die Technische Regel für Gefahrstoffe (TRGS) 553 „Holzstaub“ untersagt daher grundsätzlich das Reinigen der Räume, Arbeitsplätze sowie Kleidung durch Abblasen oder Fegen und fordert stattdessen staubarme Absaugverfahren. Deshalb sind die Arbeitsbereiche mit geeigneten Staubsaugern (z. B. Industriestaubsauger Staubklasse M oder mit Prüfzeichen H3) regelmäßig zu reinigen. Neben der Reinigungstätigkeit der Schülerinnen und Schüler mit Saugern am Unterrichtsende sollte eine Nassreinigung nach jeweils längstens drei Unterrichtstagen durch das Reinigungspersonal der Schule erfolgen.

### 3.3.7 Reduzierung durch geeignetes Schülerverhalten

Die Wirksamkeit vieler Schutzmaßnahmen wird durch das Verhalten der Schülerinnen und Schüler beeinflusst. Eine wichtige Voraussetzung dafür, dass die Schutzmaßnahmen von den Schülerinnen und Schülern akzeptiert und angewendet werden, ist das Wissen über staubarme Arbeitsverfahren. Es ist also notwendig, die Schülerinnen und Schüler darüber zu informieren und zu unterweisen. Durch eine geeignete individuelle Arbeitsweise kann eine unnötige Staubbelastung vermieden werden. Es gibt einfache organisatorische Maßnahmen und Verhaltensregeln, die die möglichen Gefährdungen minimieren, beispielsweise:

- Holz nicht in Gesichtsnähe bearbeiten.
- Holzstaub nicht beiseite blasen.
- Holz nur in Ausnahmen fein spanend bearbeiten, d. h. zunächst sägen, dann raspeln und feilen, danach erst schleifen. Das Schleifen ist auf das Notwendigste zu begrenzen.
- Schleifpapier nicht ausschlagen oder ausklopfen.
- Werkbänke und andere Einrichtungsgegenstände, auf denen sich Holzstäube abgelagert haben, nicht abfegen, sondern saugen.
- Reinigen des Technikraumes nur saugend mit einem Industriestaubsauger der Staubschutzklasse M oder mit Prüfzeichen H3.

### 3.4 Sicherheitshinweise beim technischen Arbeiten im BNT-Unterricht

Der sichere Umgang mit Werkzeugen, Maschinen, elektrischem Strom und Produkten mit Gefahrstoffkennzeichnung, die beim technischen Arbeiten bzw. im Technikunterricht zum Einsatz kommen wie Kleber, Öle, Farben, Lacke, oder gefährliche Stoffe, die im BNT-Unterricht entstehen können wie Holzstaub, wird durch rechtliche Vorschriften geregelt. Diese Vorschriften beschreiben verbindliche Grundmaßnahmen zum Schutz von Lehrkräften sowie Schülerinnen und Schülern. Ziel ist es, Risiken so gering wie möglich zu halten. Von den Lehrkräften werden mögliche Gefährdungen, z. B. durch Maschinen, fachkundig eingeschätzt und Gefährdungsbeurteilungen erstellt. Sofern beim technischen Arbeiten im BNT-Unterricht Produkte mit Gefahrstoffkennzeichnung (z. B. Klebstoffe, Farben, Lacke) zum Einsatz kommen, bedeutet dies, dass die Herstellerhinweise und insbesondere die Sicherheitsvorschriften beachtet werden müssen. Lehrkräfte beachten zudem die grundsätzliche Substitutionspflicht bei der Auswahl von eingesetzten Produkten. Auskunft über Gefährdungen und zu treffende Maßnahmen geben die Sicherheitsdatenblätter der Hersteller, entsprechende Betriebsanweisungen oder Bedienungsanleitungen können beim Hersteller angefordert werden oder sind über das Internet zu beziehen. Betriebsanweisungen und Anleitungen können bei Unterweisung der Schülerinnen und Schüler unterstützen und ausgehängt oder in geeigneter Weise zugänglich gemacht werden. Bei der Lagerung von lösemittelhaltigen Klebstoffen, Farben und Lacken sind die gesetzlichen Bestimmungen zu beachten (siehe TRGS 510 „Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern“). Informationen zu Tätigkeiten mit Gefahrstoffen im Technikunterricht sowie Hinweise zur Aufbewahrung entsprechender Produkte wurden auf dem Informationsportal der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung unter [www.sichere-schule.de/technik](http://www.sichere-schule.de/technik) veröffentlicht.

Neben den geltenden Bestimmungen wird im Folgenden eine Auswahl an **Hinweisen für Lehrkräfte** aufgeführt. Die Zusammenstellung ist beispielhaft und nicht als vollständig anzusehen.

- Für die elektrische Sicherheit in Technikräumen ist Voraussetzung, dass die elektrische Installation bestimmungsgemäß ausgeführt ist, sicher betrieben und nachweislich regelmäßig geprüft wird.
- Elektrische Geräte und Maschinen sind regelmäßig wiederkehrend mit Nachweis von einer Elektrofachkraft zu prüfen.
- Elektrische Geräte und Maschinen sollen nur verwendet werden, wenn sie eine Konformität mit den europäischen Richtlinien aufweisen.
- Bei Maschinen, die an die Stromversorgung angeschlossen werden, ist vor Aufnahme der Tätigkeit eine Sichtprüfung auf mögliche Schäden oder Mängel (z. B. defekte Kabelisolierung) und eine Funktionsprüfung durch die Lehrkraft vorzunehmen. Sicherheitsrelevante Elemente müssen angebracht sein.
- Beim Arbeiten im Technikraum sind eng anliegende Kleidung und festes, geeignetes Schuhwerk zu tragen. Schülerinnen und Schüler mit langen Haaren müssen diese durch Haargummi sichern oder mit einer geeigneten Kopfbedeckung (Mütze oder Haarnetz) abdecken. Schmuck, z. B. Ringe, Armbänder, Uhren, Halsketten, Halstücher, ... sind abzunehmen. Beim Bearbeiten von Werkstoffen, die zur Splitterbildung neigen, ist Schutzbrille zu tragen. Bei Arbeiten mit rotierenden Werkzeugen dürfen keine Handschuhe benutzt werden. Mäntel, Jacken und Schultaschen sind nicht auf Arbeitsplätze und in Verkehrswege zu legen.
- Schülerinnen und Schüler sind in den richtigen Umgang mit Werkstoffen, Werkzeugen und Maschinen einzuweisen. Mögliche Gefährdungen sind anzusprechen und richtige Verhaltensweisen (z. B. Verwendung von persönlicher Schutzausrüstung) einzuüben. Dies kann schriftlich oder in anderer geeigneter Form erfolgen.
- Kommen beim technischen Arbeiten nach erfolgter Substitutionsprüfung trotzdem Produkte mit Gefahrstoffkennzeichnung zum Einsatz oder gefährliche Stoffe entstehen, so wird im Rahmen der Sicherheitserziehung in geeigneter Weise Kennzeichnung, Gefährdung und Umgang mit den Schülerinnen und Schülern besprochen und eingeübt. Eine Unterweisung ist durch die fachkundige Lehrkraft durchzuführen.
- Je nach eingesetzter Menge oder Dauer der Arbeiten mit Klebstoffen sollte für eine ausreichende (Fenster-) Lüftung gesorgt werden. Bei der Lagerung von lösemittelhaltigen Klebstoffen, Farben und Lacken sind die gesetzlichen Bestimmungen zu beachten.
- Kommen beim technischen Arbeiten Produkte mit Gefahrstoffkennzeichnung zum Einsatz wie Farben, Lacke, Öle, Reiniger/Verdünner sind diese nach Angaben des Herstellers zu verwenden und an einem geeigneten Ort aufzubewahren. Nicht vollständig aufgebrauchte Gefahrstoffe sind gemäß den Herstellerangaben bzw. dem Entsorgungskonzept der Schule zu entsorgen.
- Bei der Verwendung von Farben und Lacken ist darauf zu achten, dass möglichst wasserlösliche Farben und Lacken, die nur einen sehr geringen Anteil organischer Lösemittel enthalten, verwendet werden.
- Bei der Verwendung von Leinöl ist darauf zu achten, dass in Leinöl getränkte Lappen sich von selbst entzünden können. Deshalb sind sie in speziellen Metallbehältern oder unter Wasser aufzubewahren.
- Bei der Verwendung handelsüblicher Klebstoffe sind bei der Verarbeitung die Herstellerhinweise zu beachten. Dabei sollten möglichst Klebstoffe auf Wasserbasis oder mit geringem Lösemittelanteil benutzt werden.

- Verunreinigte Haut nicht mit Lösemittel (z. B. Aceton), sondern mit hautschonenden Reinigungsmitteln reinigen. Hautschutz ist bereitzustellen.
- Bei der Bearbeitung von Holz ist das gesundheitliche Risiko durch Holzstaub in der Luft zu minimieren. Harthölzer (z. B. Buche, Eiche) dürfen nicht bearbeitet werden, da diese Stäube ein gesundheitliches Risiko darstellen.
- Nicht mehr verwendbare Hölzer und Holzwerkstoffe sind in dafür vorgesehenen Behältern zu sammeln und ordnungsgemäß zu entsorgen.

Weitere Informationen für den BNT-Unterricht sind im fächerspezifischen Angebot für BNT auf den Internetseiten zur Sicherheit im Unterricht des Landesinstituts für Schulentwicklung abrufbar unter: [www.lsbw.de/Lde/Startseite/Service/bnt](http://www.lsbw.de/Lde/Startseite/Service/bnt).

## 4 Technikraum

### 4.1 Ausstattung und Einrichtung des Technikraums

Der Technikraum soll variabel genutzt und der unterrichtlichen Vielfalt gerecht werden. Da der praktische Umgang mit Werkzeugen und Maschinen auch Gefahren birgt, müssen diese durch Einhaltung der Schutzbestimmungen schon bei der Einrichtung dieses Raumes minimiert werden. Darüber hinaus ist das planvolle Anbahnen eines generellen, auf technische Lebenssituationen bezogenen Sicherheitsverhaltens anzustreben, das sowohl die eigene als auch die Unversehrtheit anderer berücksichtigt. Dabei dient der Technikfachraum als geeignetes Lernumfeld, um die Sensibilisierung für technisch bedingte Gefahren zu erhöhen.

Angaben zur Ausstattung und Einrichtung des Technikraums sind in der „Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht (RiSU)“ zu finden. Obwohl diese Richtlinie in Baden-Württemberg vom Kultusministerium für die Schulen als nicht verbindlich erklärt wurde, kann diese als Arbeits- und Orientierungshilfe herangezogen werden. Ein Rechtsanspruch ist hieraus jedoch nicht abzuleiten. Die landesspezifischen Anforderungen von Baden-Württemberg sind zu beachten und miteinzubeziehen. Für die Gestaltung des Technikraumes sind auch die gesetzlichen Vorgaben und Informationen der Unfallkassen über den Bau und Einrichtungen von Schulen zu beachten, z. B. „Sichere Schule – Technik“, „Unfallverhütungsvorschrift Schulen“, „Holz – Ein Handbuch für Lehrkräfte“, „Unterricht in Schulen mit gefährlichen Stoffen“.

Der Technikraum muss mindestens zwei Fluchtmöglichkeiten bieten, z. B. sollen zwei günstig gelegene, voneinander unabhängige Ausgänge vorhanden sein. Ein Ausgang darf zu einem benachbarten Raum führen, wenn von diesem ein Rettungsweg unmittelbar erreichbar ist. Als zweiter Ausgang ist auch der Ausstieg aus einem entsprechend gekennzeichneten und gestalteten Fenster zulässig. Es ist eine künstliche Belüftung notwendig, wenn der Raum nur eine einseitige Fensterbelüftung aufweist und breiter als 8,40 m ist.

Der Universalraum muss mit einem rutschhemmenden Bodenbelag (Bewertungsgruppe R10) z. B. unversiegeltes Industrieparkett, Noppenbeläge o. ä. ausgestattet sein. Die Beleuchtungsstärke an den Arbeitsbereichen muss mindestens 500 Lux betragen und blendfrei sein. Stationäre Maschinen sind am Boden oder der Werkbank formschlüssig zu befestigen, wenn die Gefahren des Herabfallens, des Kippens durch deren ungünstigen Schwerpunkt oder bei der Bearbeitung von Werkstücken gegeben sind.

Der Universalraum ist mit mindestens einem zentralen Hauptschalter auszustatten, der gegen unbefugtes Einschalten zu sichern ist. Dieser Schalter darf die Beleuchtung nicht beeinflussen. Dieser Hauptschalter kann auch ein Not-Aus-Schalter mit Schlüsselschalter sein. Alle Maschinen- und Steckdosenstromkreise sind mit Not-Aus-Einrichtungen zu versehen. Diese sollen leicht, schnell und gefahrlos erreichbar sein. Die Wege zu

diesen Not-Aus-Schaltern dürfen nicht länger als 6 m sein. Die Not-Aus-Schalter können zweckmäßigerweise an den Ausgängen und in der Nähe des Lehrertisches angebracht werden. Eine eventuell vorhandene Gasversorgung ist ebenfalls durch den Not-Aus-Schalter abzusichern. Alle Steckdosen und festgeschlossenen Maschinen sind durch eine Fehlerstromschutzschaltung des Typs B  $\leq 30$  mA abzusichern. Der Fehlerschutzschalter (FI, RCD) ist alle sechs Monate auf seine Funktion zu prüfen. Die Anschlüsse für die stationären Maschinen sind gegen Beschädigung geschützt zu verlegen und dürfen keine Stolperfallen bilden. Die Zuleitungen für Schülersteckdosen sind so zu verlegen, dass keine Stolperfallen entstehen. Sie können von oben, in Kabeltunneln oder unter Flur verlegt werden. Bei einer Deckenmontage von sogenannten Steckdosenwürfeln (siehe Abbildung), können die Schülerwerkbänke, je nach Unterrichtssituation, frei angeordnet werden.



Im Technikraum muss ein Waschbecken mit Ablagemöglichkeit sowie Kalt- und Warmwasser, Seifenspender und Einmalhandtücher zur Verfügung stehen, damit die Schülerinnen und Schüler die Gelegenheit haben, sich nach Unterrichtsende die Hände zu waschen. Ebenso ist ausreichender Hautschutz bereitzustellen. Ein Verbandkasten C nach DIN 13157 mit Erste-Hilfe-Material muss jederzeit erreichbar und vollständig vorhanden sein (siehe hierzu die Regelwerke der Unfallkassen z. B. „Erste Hilfe in Schulen“, „Erste-Hilfe-Material“). Zur Brandbekämpfung müssen geeignete Feuerlöschgeräte zur Verfügung stehen. Anzahl und Typ der Feuerlöscher sind mit der für den Brandschutz zuständigen Stelle, z. B. Feuerwehr, festzulegen (siehe hierzu die Regelwerke der Unfallkassen z. B. „Feueralarm in der Schule“).

Bei der Anordnung von Arbeitsplätzen sind bestimmte Mindestabstände einzuhalten. Diese Abstände beeinflussen die Anzahl der Schülerinnen und Schüler, die in diesem Raum unterrichtet werden dürfen. Stehen die Arbeitstische hintereinander, so ist ein Abstand von  $> 0,85$  m zwischen den Tischen einzuhalten. Arbeiten die Schülerinnen und Schüler Rücken an Rücken, ist ein Mindestabstand von 1,5 m vorzusehen. Die Gangbreite zwischen den Tischreihen und zwischen den Schränken und den Schülertischen sollte mindestens 1 m betragen. Um die Bohrmaschine ist ein Radius von 1,5 m freizuhalten.

## 4.2 Unterricht im Technikraum

Der Technikraum ist ein Fachraum, daher dürfen dort nur fachkundige Lehrkräfte unterrichten. Fachkunde wird durch Ausbildung, Studium oder entsprechende Fortbildungen erlangt. Auch dürfen nur fachkundige Lehrkräfte an Maschinen und Geräten jeglicher Art arbeiten. Darüber hinaus können und dürfen nur fachkundige Lehrkräfte Schülerinnen und Schüler in die für Schülerinnen und Schüler erlaubten Maschinen und Geräte einweisen.

Die Schülerinnen und Schüler dürfen nur an für sie erlaubten Maschinen oder Geräten arbeiten (siehe Kapitel 3.2, S. 9 „Umgang mit Maschinen und Geräten“). Sie müssen eine sorgfältige Einweisung durch eine fachkundige Lehrkraft über Gefahren und Sicherheitsmaßnahmen erhalten. Diese ist regelmäßig zu wiederholen.

Beim Arbeiten bzw. beim Aufenthalt im Technikraum sind eng anliegende Kleidung und festes, geeignetes Schuhwerk zu tragen. Schülerinnen und Schüler mit langen Haaren müssen diese durch Haargummi sichern oder mit einer geeigneten Kopfbedeckung (Mütze oder Haarnetz) abdecken. Schmuck, z. B. Ringe, Armbänder, Uhren, Halsketten, Halstücher, ... sind abzunehmen. Beim Bearbeiten von Werkstoffen, die zur Splitterbildung neigen, ist eine Schutzbrille zu tragen. Bei Arbeiten mit rotierenden Werkzeugen dürfen keine Handschuhe benutzt werden. Mäntel, Jacken und Schultaschen sind nicht auf Arbeitsplätze und in Verkehrswege zu legen.

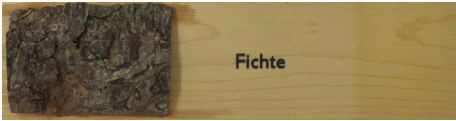







## 5 Holz – ein natürlicher Werkstoff: Grundlegende Eigenschaften des Werkstoffs Holz

Holz ist ein natürlicher, nachwachsender, vielseitig einsetzbarer Werkstoff. Ob als klassischer Werkstoff im Bauwesen und Handwerk oder zur Nutzung im Transportwesen mit Containern und Paletten bis hin zu vielen ganz alltäglichen Produkten wie Möbel, Spielzeug, Musikinstrumente, Papier und Pappkartons, wird der Rohstoff Holz verwendet.

### 5.1 Holzarten

Holzarten können allgemein in Nadelhölzer und Laubhölzer bzw. in Weichhölzer und Harthölzer eingeteilt werden. Die folgende Tabelle soll einen Überblick zu Merkmalen, Eigenschaften und Verwendung bekannter Holzarten geben.

Holzarten	Merkmale	Eigenschaften	Verwendung
<b>Fichte</b> 	Nadelholz, Weichholz, gelblich-weiße bis gelblich-braune Farbe, leicht seidiger Glanz, Splint- und Kernholz gleichfarbig, harzhaltig, Jahresringe gut sichtbar	Leicht und weich, schwindet wenig, elastisch, biegefest, leicht spaltbar	Bauholz, Innenausbau, Industrieholz (Zellstoff, Papier, Spanplatten), einfache Möbel
<b>Tanne</b> 	Nadelholz, Weichholz, weiß bis weißgraue Farbe, Splint- und Kernholz gleichfarbig, harzhaltig, Jahresringe gut sichtbar	Leicht und weich, schwindet wenig, elastisch	Bauholz, Innenausbau, Industrieholz (Zellstoff, Papier, Spanplatten), einfache Möbel
<b>Kiefer</b> 	Nadelholz, Weichholz, gelblich-weißer bis rötlich-weißer Splint, rötlich-gelber bis rötlich-brauner Kern, harzreich, Jahresringe gut sichtbar, dunkelt stark nach	Leicht und mäßig hart, schwindet wenig, elastisch	Fenster-, Türrahmen, Treppen, Möbelbau, Industrieholz (Zellstoff, Span- und Faserplatten)

Holzarten	Merkmale	Eigenschaften	Verwendung
<b>Erle</b> 	Laubholz, Weichholz, rötlich-gelbe bis gelbrote Farbe, Splint- und Kernholz gleichfarbig, dunkelt bräunlich nach	Leicht und weich, wenig elastisch, schwindet mäßig	Instrumentenbau, Möbelbau
<b>Esche</b> 	Laubholz, Hartholz, weißgraue bis weißgelbe Farbe, Splint- und Kernholz gleichfarbig, Jahresringe gut sichtbar	Hart und schwer, elastisch, zäh und biegsam, schwindet wenig	Werkzeugstiele, -griffe, Barrenholme, Schlitten, Wagenräder
<b>Buche</b> 	Laubholz, Hartholz, rötlich-weiße Farbe, Splint- und Kernholz gleichfarbig, Jahresringe gut sichtbar, breite Holzstrahlen, dunkelt gelbbraun nach	Hart und schwer, sehr zäh und wenig elastisch, schwindet stark	Treppen, Parkett, Spielzeug, Werkbänke, Furniere
<b>Eiche</b> 	Laubholz, Hartholz, gelblich-weißer Splint, hellbrauner bis gelblichbrauner Kern, Jahresringe gut sichtbar, breite Holzstrahlen, im Querschnitt sind die Poren des Frühholzes gut sichtbar, dunkelt stark nach	Hart und schwer, Kernholz elastisch und biegefest, schwindet wenig, frisches Holz riecht säuerlich (Gerbsäure)	Treppen, Parkett, Möbelbau

**Hinweis**

Bei der Verwendung von Hölzern im Unterricht ist darauf zu achten, dass Harthölzer, z. B. Buche, Eiche nicht bearbeitet werden, da diese Stäube ein gesundheitliches Risiko darstellen. Es werden weniger kritische Holzarten wie Fichten-, Tannen- oder Kiefernholz verwendet.

## 5.2 Holzwerkstoffe

Holzwerkstoffe sind vorwiegend industriell unter Zugabe von Bindemitteln (z. B. Leime) und ggf. Zuschlagstoffen hergestellte Werkstoffe aus zerkleinertem Vollholz, wie Leisten, Furniere, Spänen, Fasern, die häufig in Form großer Platten produziert werden, wobei sich die Eigenschaften der Holzwerkstoffe gegenüber den Vollhölzern ändern und sich somit die Einsatzmöglichkeiten erhöhen.

### Leimholzplatten

Leimholzplatten bestehen aus Holzstäben, die an ihren Schmalseiten miteinander verleimt sind. Leimholzplatten werden z. B. im Regalbau verwendet.



### Furnierplatten (Sperrholz)

Furnierplatten bzw. Sperrholzplatten bestehen aus einer ungeraden Anzahl (drei oder fünf Schichten) gleich dicker, kreuzweise aufeinander geleimter Furniere. Durch die kreuzweise Anordnung der Furniere „sperrn“ sich die einzelnen Schichten gegenseitig und verhindern somit das Arbeiten des Holzes.



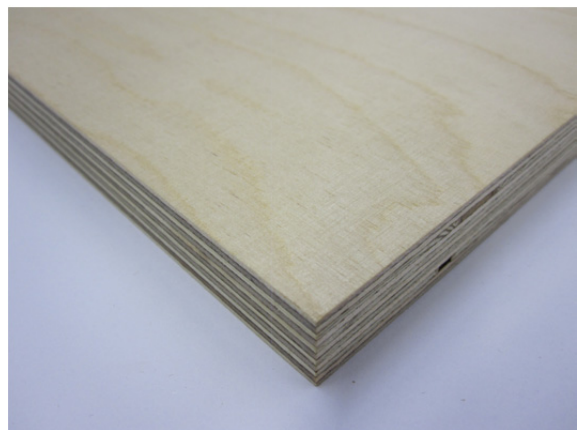
Furnierplatte (drei Schichten)



Furnierplatte (fünf Schichten)

**Multiplexplatten**

Multiplexplatten zählen zu den Sperrhölzern und bestehen aus mehr als fünf gleich dicken, kreuzweise aufeinander geleimten Furnieren.

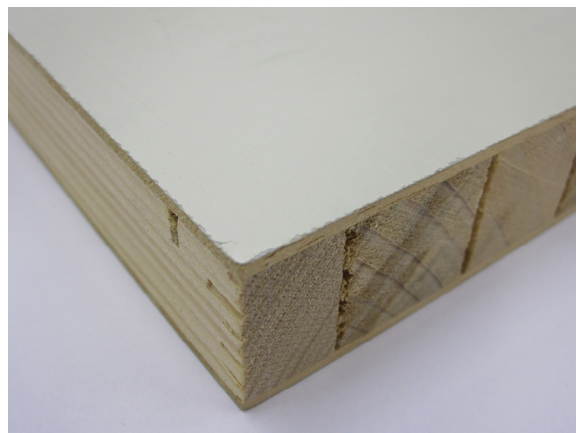


**Stabsperrhölzer (Tischlerplatten)**

Stabsperrhölzer, auch Tischlerplatten genannt, zählen ebenso zu den Sperrhölzern. Stabsperrholz besteht aus einer Mittellage von nebeneinanderliegenden Vollholz- bzw. Furnierholzleisten, die auf beiden Seiten durch quer zur Mittellage aufeinander geleimten Furnieren abgesperrt werden.



Stabsperrholz (unbeschichtet)



Stabsperrholz (beschichtet)

**Spanplatten**

Spanplatten bestehen aus zerspantem Holz (Holzspäne, Hobelspäne, Sägespäne) und ggf. holzartigen Faserstoffen (z. B. Hanf oder Flachs), die unter Zugabe von Bindemitteln gepresst werden. Sie sind roh, mit Kunststoffen oder Furnieren erhältlich.



Spanplatte (unbeschichtet)



Spanplatte (beschichtet)

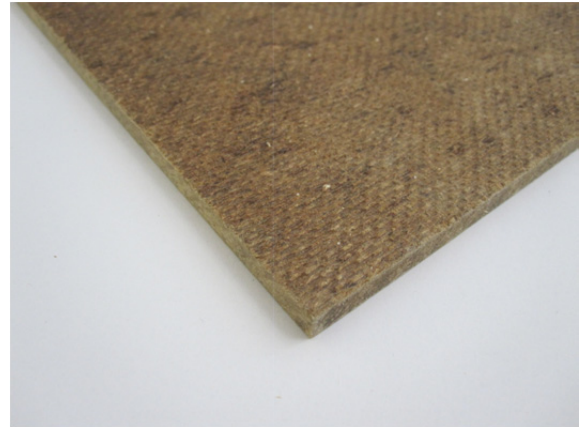
**Langspanplatten (OSB-Platten)**

Langspanplatten bzw. OSB-Platten sind Mehrschichtplatten, die aus langen, schlanken und ausgerichteten Spänen hergestellt werden. OSB-Platten werden meist als Bauplatten beim Rohbau und im Innenausbau als Wand- und Dachbeplankung sowie im Fußbodenbereich als Verlegeplatten verwendet.



### Holzfasерplatten

Holzfasерplatten bestehen aus Holzfasern, die unter Zugabe von Bindemitteln durch Pressen hergestellt werden. Man unterscheidet allgemein zwischen hochdichten Faserplatten (HDF), sogenannten Hartfasерplatten, mitteldichten Faserplatten (MDF) und Faserplatten geringer Dichte (LDF), sogenannte Weichfasерplatten oder leichte Holzfasерplatten. Hartfasерplatten (HDF) werden z. B. als Rückwand für Schränke oder Schubladenböden verwendet. Mitteldichte Faserplatten (MDF) werden z. B. bei Werkstücken verwendet, die deckend lackiert oder mit Folie kaschiert werden. Weichfasерplatten (LDF) werden z. B. für Pinnwände, zur Wand- und Deckenverkleidung oder als Dämmmaterial (Trittschalldämmung) verwendet.



Hochdichte Faserplatte (HDF)



Mitteldichte Faserplatte (MDF)



Faserplatte geringer Dichte (LDF)

### Hinweis

Bei der Verwendung von Holzwerkstoffen bzw. Holzzeugnissen ist darauf zu achten, dass ein möglichst geringer Anteil an Harthölzern (z. B. Buchen- und Eichenholz) enthalten ist, wenn bei der Bearbeitung dieser Holzwerkstoffe Holzstaub entsteht.

## 6 Ein Werkstück planen

Bevor ein Werkstück gefertigt werden kann, muss es richtig geplant werden. Hierzu muss man sich zunächst Gedanken darüber machen, welche Anforderungen das Werkstück erfüllen soll. Danach wird das Werkstück skizziert bzw. eine technische Zeichnung des Werkstücks angefertigt. Auf der Grundlage der Skizze bzw. der technischen Zeichnung wird dann eine Stückliste erstellt. Im Anschluss daran sind die einzelnen Arbeitsschritte, die bei der Fertigung des Werkstücks durchgeführt werden müssen, festzulegen und in eine sinnvolle Reihenfolge zu bringen.

### 6.1 Anforderungsliste

Eine Anforderungsliste führt alle wichtigen Eigenschaften und Funktionen auf, die das herzustellende Werkstück erfüllen soll. Die Anforderungsliste kann auch als Grundlage für die spätere Bewertung des Werkstücks herangezogen werden. Leitfragen, die zur Erstellung einer Anforderungsliste dienen können, sind:

- Wozu soll der Gegenstand verwendet werden?
- Welche Bedingungen soll der Gegenstand erfüllen?
- Aus welchen Bauteilen setzt sich der Gegenstand zusammen?
- Gibt es Bauteile, die eine hohe Präzision, Maßgenauigkeit aufweisen müssen?
- Welche Sicherheitsmaßnahmen sind zu berücksichtigen?
- ...

Bei industriell gefertigten Gegenständen besteht die Anforderungsliste aus mehreren Seiten, auf denen die Anforderungen bzw. Pflichten aufgelistet sind, die das Werkstück erfüllen muss. Diese Seiten sind meist in einem Heft zusammengefasst, deshalb wird solch ein Heft auch als Pflichtenheft bezeichnet.

### 6.2 Zeichnung

Skizzen bzw. technische Zeichnungen sind unabkömmlich bei der Planung eines Werkstücks, denn sie ermöglichen erst die Entscheidungsfindung und Arbeitsplanung. Die Ansprüche an Normorientierung und Sauberkeit orientieren sich an den Zielen. Damit ein Werkstück gefertigt werden kann, muss ein vorgefertigter Plan vorhanden sein oder eine bemaßte Skizze des Werkstücks bzw. eine technische Zeichnungen des Werkstücks angefertigt werden.

### 6.3 Stückliste

Stücklisten sind in der industriellen Fertigung unverzichtbar. Sie dienen als Beschaffungs-, Bestell- und Kalkulationsgrundlage. Vor allem bei einem technischen Gegenstand, der aus vielen Einzelteilen besteht, kann man sich die Einzelteile nicht alle einprägen. Hier ist es erforderlich, dass eine Stückliste erstellt wird.

Ein Stücklistenformular ist als Kopiervorlage in Kapitel 11, S. 105 abgebildet. Beispielhafte Stücklisten, wie sie von Schülerinnen und Schülern angefertigt werden können, sind in den möglichen Unterrichtsvorschlägen dargestellt.

## 6.4 Arbeitsplan

Vor der Herstellung eines Werkstücks sind die Arbeitsschritte, die bei der Herstellung durchgeführt werden, genau zu überlegen, denn der Einsatz von Werkzeugen, Maschinen und Arbeitsmitteln (z. B. Geräte, Hilfsmittel) sowie die Veränderung des Werkstücks durch die Bearbeitung erfordern eine abgestimmte Aneinanderreihung von Arbeitsschritten. Grundlage für die Erstellung eines Arbeitsplanes bildet eine Skizze bzw. eine technische Zeichnung des herzustellenden Werkstücks in Zusammenhang mit einer Stückliste, falls vorhanden bzw. diese erstellt wurde. In einem Arbeitsplan werden die Arbeitsschritte, die benötigten Maschinen, Werkzeuge und Arbeitsmittel, ggf. Hinweise sowie die einzelnen Schritte übersichtlich dargestellt.

Die Erstellung eines optimalen Arbeitsplanes mit den Schülerinnen und Schülern ist ein wichtiges aber auch ein schwieriges Vorhaben. Ziel ist es, die Vorteile eines Arbeitsplanes zu erkennen und schrittweise die Fähigkeiten, die zur Erstellung eines Arbeitsplanes notwendig sind, zu entwickeln. Ebenso ist eine kritische Auseinandersetzung mit der Arbeitsplanung ein wesentliches Ziel.

### Hinweise zum Umgang und zur Erstellung eines Arbeitsplanes

- Ein vorgegebener Arbeitsplan wird von den Schülerinnen und Schülern im Herstellungsprozess verwendet.
- Vorgegebene Arbeitsschritte werden von den Schülerinnen und Schülern in eine zeitlich logische Abfolge geordnet.
- Eine gewisse Anzahl von vorgegebenen Arbeitsschritten wird von den Schülerinnen und Schülern zu einem Arbeitsplan ergänzt.
- Ein Arbeitsplan wird von den Schülerinnen und Schülern ohne Vorgaben erstellt.

Ein Arbeitsplanformular ist als Kopiervorlage in Kapitel 11, S. 106 abgebildet. Beispielhafte Arbeitspläne, wie sie von Schülerinnen und Schülern angefertigt werden können, sind in den möglichen Unterrichtsvorschlägen dargestellt.



## 7 Ein Werkstück herstellen: Erwerb grundlegender Fertigkeiten bei der Bearbeitung von Holz und Holzwerkstoffen

Im Folgenden werden mögliche Werkstücke, wie sie beim technischen Arbeiten im BNT-Unterricht entstehen können, dargestellt. Ausgehend von Aufgaben bzw. Problemstellungen erwerben die Schülerinnen und Schüler grundlegende Fertigkeiten bei der Bearbeitung von Holz und Holzwerkstoffen. Den Schwerpunkt dieser Beispiele bilden Sägearbeiten mit der Laubsäge oder Dekupiersäge bzw. Bohrarbeiten mit der Bohrmaschine. Aufgaben bzw. Problemstellungen, Zeichnungen, Stücklisten, Arbeitspläne, Abbildungen, praktische Tipps und Hinweise ergänzen die Darstellungen.

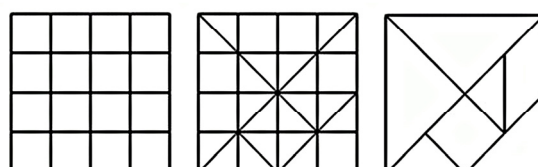
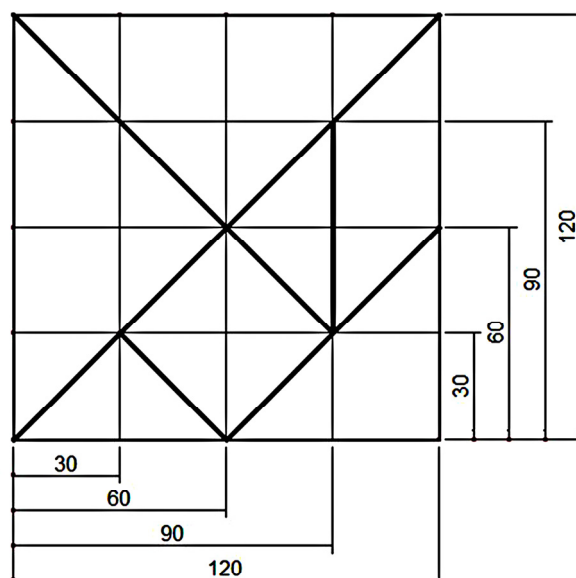
### 7.1 Mögliche Beispiele zu: Ein Produkt entsteht

Die Schülerinnen und Schüler stellen ausgehend von einer konkreten Aufgabe ein Produkt aus Holz her. Dabei lesen sie Zeichnungen und Stücklisten, nutzen Arbeitspläne, lernen grundlegende Werkstoffeigenschaften von Holz und Holzwerkstoffen kennen, wenden grundlegende Holzbearbeitungs- und Fügeverfahren an und bewerten anhand von vereinbarten Kriterien (siehe Kapitel 8) ihr hergestelltes Produkt.

#### 7.1.1 Tangram – ein Beispiel für gerade Schnitte mit der Laubsäge

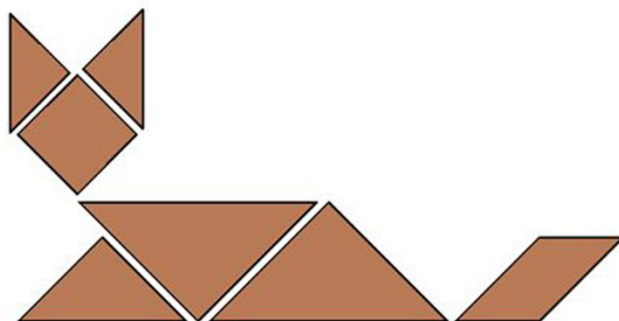
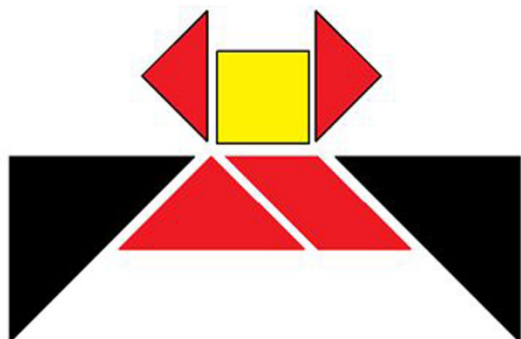
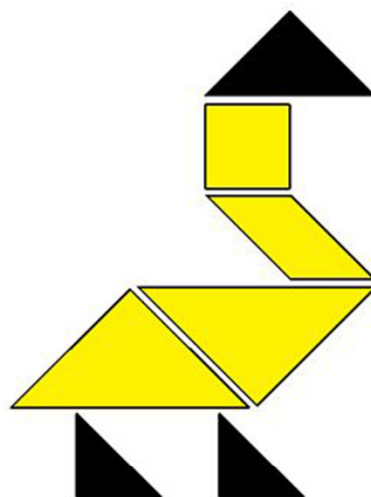
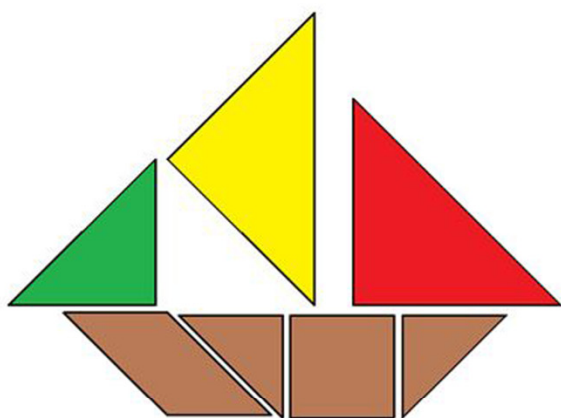
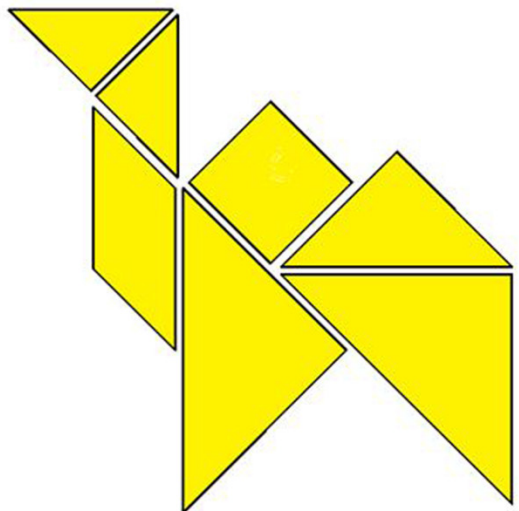
**Aufgabe** Stellt aus einem Sperrholzbrett (120 mm x 120 mm) ein Tangram mit der Laubsäge her. Bewertet anschließend anhand von Kriterien das Werkstück.

Das Tangram ist ein altes chinesisches Legespiel, das vermutlich zwischen dem achten und vierten Jahrhundert v. Chr. entstanden ist. Es gibt eine alte Legende über dieses Spiel: Ein alter Mann hat eine wertvolle Fliese fallen lassen, die in sieben Teile zerbrach. Während des Zusammensetzens kamen ihm fantasiereiche Bilder in den Sinn – Gegenstände, Tiere, Menschen. Das Tangram besteht aus 5 Dreiecken, einem Quadrat und einem Parallelogramm.



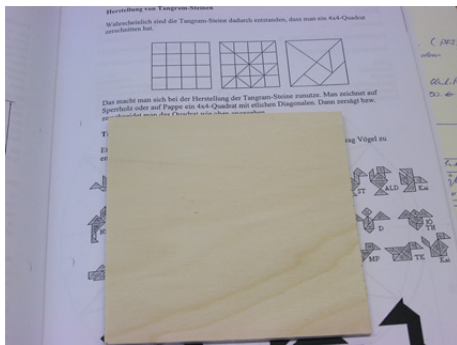
Aus den geometrischen Formen können unterschiedliche Figuren gelegt werden. Mit diesem Legespiel können die Schülerinnen und Schüler der Fantasie freien Lauf lassen und zum Beispiel solche Figuren legen.

**Legebeispiele für das Tangram**



Von der Lehrkraft ist ein Sperrholzbrett mit einer Kantenlänge von 120 mm x 120 mm zur Verfügung zu stellen. Die Materialstärke kann 4 mm bis 6 mm betragen.

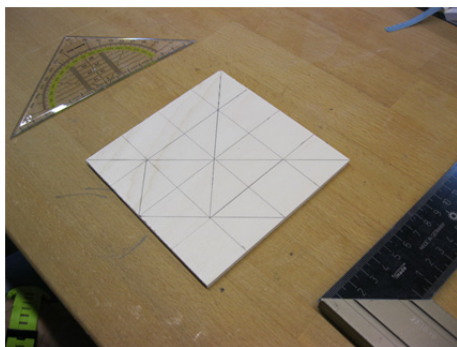
Arbeitsplan für Tangram			
Nr.	Arbeitsschritte	Maschinen, Werkzeuge, Arbeitsmittel	Hinweise
1	Aufzeichnen des Rasters in Längs- und Querrichtung	Anschlagwinkel, Bleistift	
2	Einteilen der sieben Geometrieteile	Lineal, Geodreieck	
3	Aussägen der Teile	Laubsäge, Laubsägeblatt, Laubsäge Tisch	
4	Bearbeiten der Kanten	Schleifbrett, Schleifpapier	



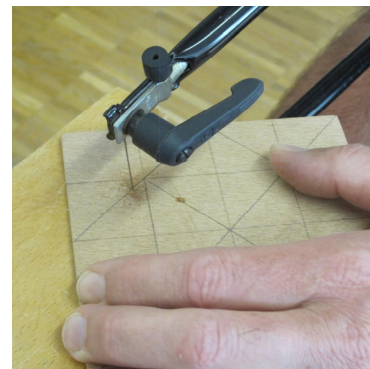
Grundplatte mit Plan



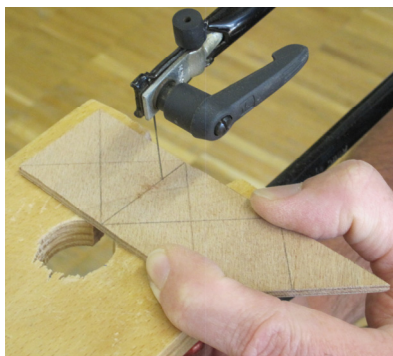
Übertragen des Planes auf die Grundplatte. Zuerst wird ein Gittermuster mithilfe des Anschlagwinkels gezeichnet



Vollständiges Übertragen des Planes auf die Grundplatte



Aussägen der Einzelteile mit der Laubsäge



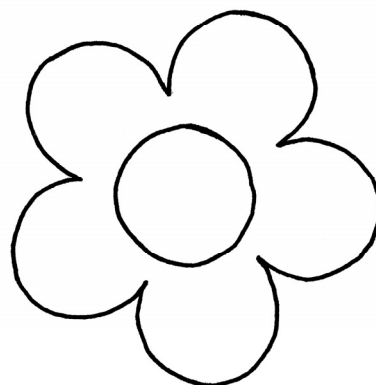
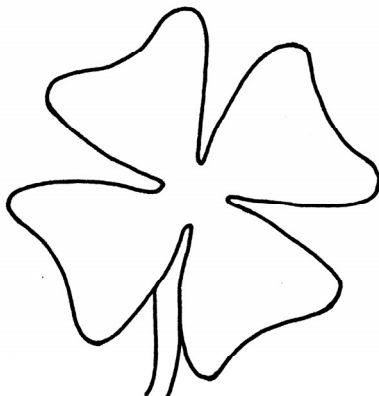
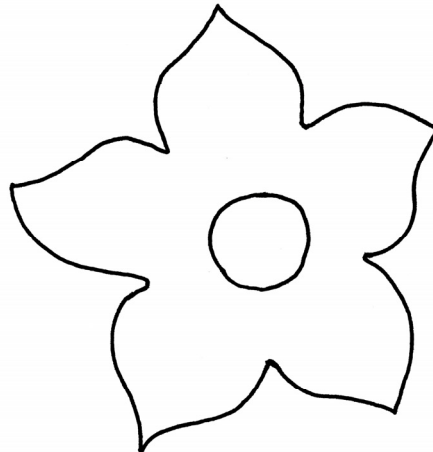
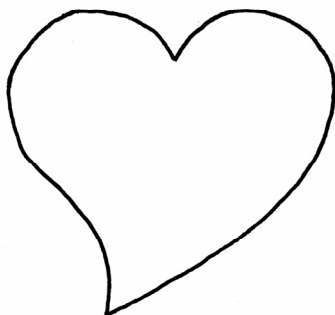
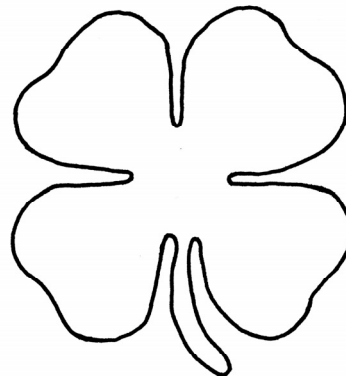
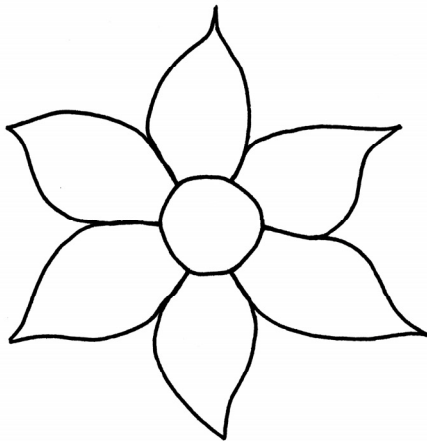
Aussägen der restlichen Teile

Das Aussägen der Teile kann auch mit der Dekupiersäge erfolgen (Der Niederhalter kann beim Aussägen mit der Dekupiersäge sehr gut eingesetzt werden.).

### 7.1.2 Blumen, Blätter, Herz – Beispiele für geschweifte Schnitte mit der Laubsäge oder Dekupiersäge

**Aufgabe** Stellt mit den vorgegebenen Materialien eine Blume, ein Blatt oder ein Herz mit der Laubsäge oder Dekupiersäge her. Bewertet anschließend anhand von Kriterien das Werkstück.

Die unten abgebildeten Vorlagen können ausgeschnitten und die Umrisse auf ein Sperrholzbrett übertragen werden. Auch ein Aufkleben der Vorlage auf ein Sperrholzbrett ist möglich. Als Kleber kann etwas Holzleim verwendet werden. Nach dem Aussägen wird das Papier abgezogen oder mit Schleifpapier abgeschliffen.

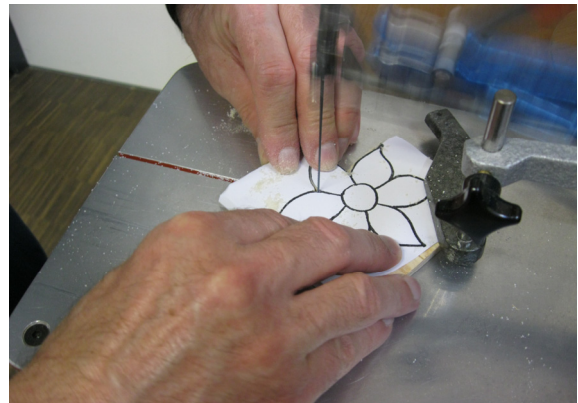


Von der Lehrkraft sind für die Schülerinnen und Schüler folgende Materialien zur Verfügung zu stellen:

- 1 Sperrholzbrett (Maße: je nach Größe der Vorlage; Materialstärke: 6 mm bis 10 mm)
- 1 Schaschlikstab
- Vorlagen: Blume, Blätter, Herz



Aussägen der aufgezeichneten Blumenvorlage an der Dekupiersäge



Aussägen einer aufgeklebten Vorlage an der Dekupiersäge



Bohren der Bohrung für den Schaschlikstab (Bohrdurchmesser je nach Durchmesser des Schaschlikstabes wählen. Zum Bohren das ausgesägte Teil im Maschinenschraubstock fest einspannen.)

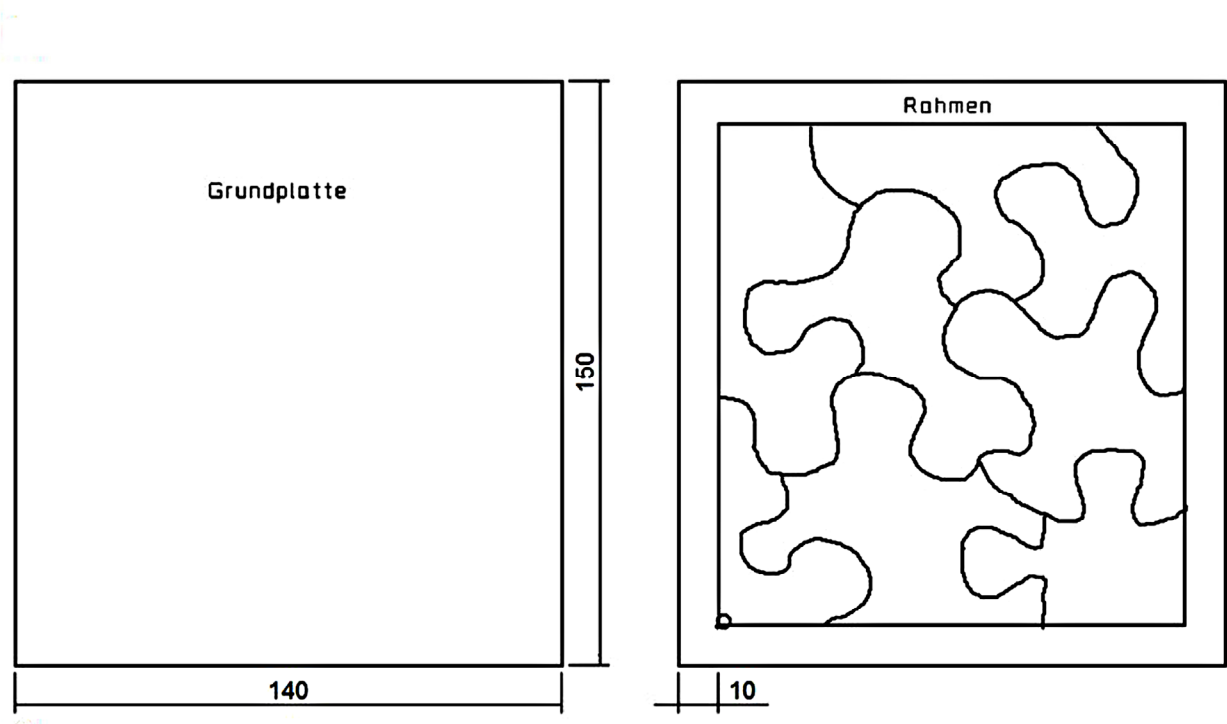
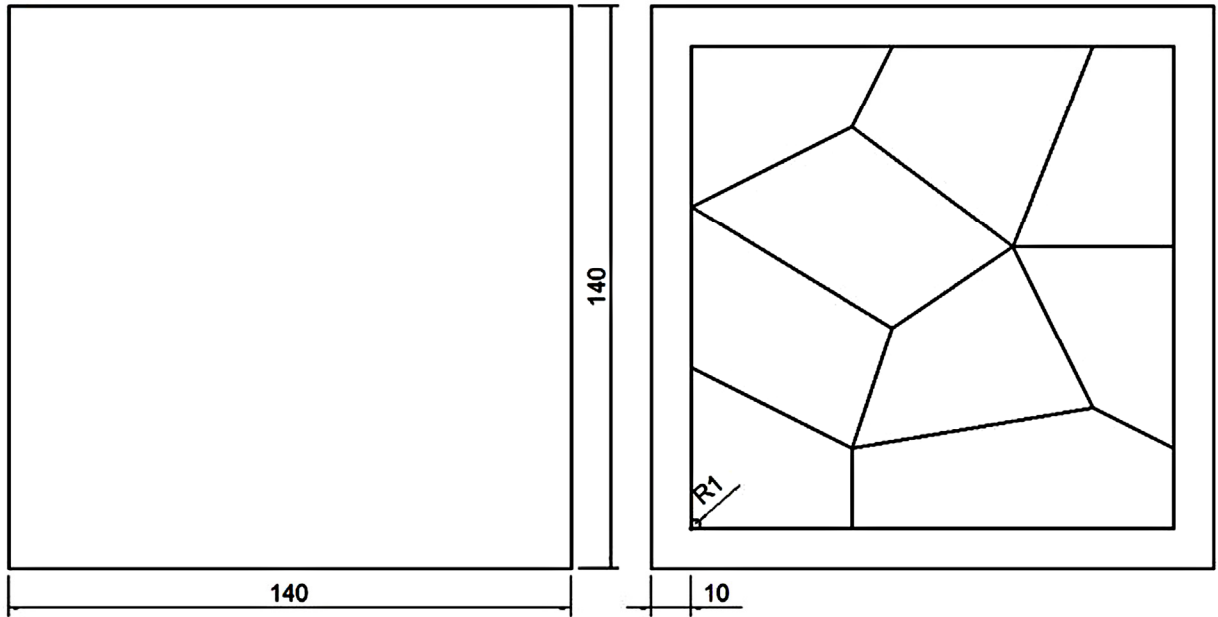


Fertiggestellte Holzblume

### 7.1.3 Puzzle – Beispiele für gerade und geschweifte Schnitte mit der Laubsäge oder Dekupiersäge

**Aufgabe** Stellt aus den vorgegebenen Materialien ein Puzzle (nach Vorlage) mit der Laubsäge oder Dekupiersäge her. Bewertet anschließend anhand von Kriterien das Werkstück.

Das Puzzle ist eine Möglichkeit für Sägearbeiten mit der Laubsäge oder Dekupiersäge für gerade und geschweifte Schnitte.



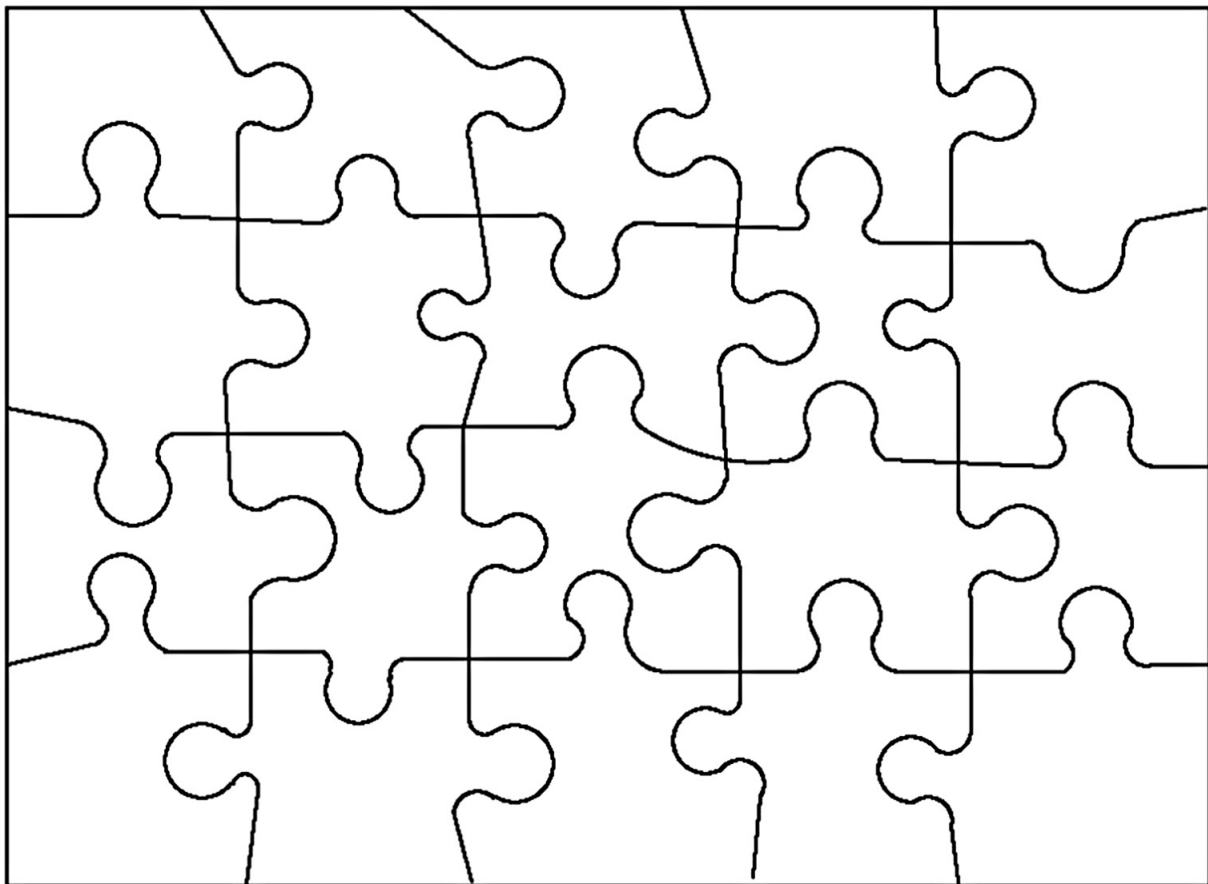
Von der Lehrkraft sind zwei Sperrholzbretter mit einer Kantenlänge von 140 mm x 140 mm oder von 140 mm x 150 mm zur Verfügung zu stellen. Die Materialstärke kann 4 mm betragen.

Arbeitsplan für Puzzle			
Nr.	Arbeitsschritte	Maschinen, Werkzeuge, Arbeitsmittel	Hinweise
1	Übertragen der Puzzleteile auf ein Sperrholzbrett	Bleistift, Pauspapier	eigene Kreation
2	Vorstechen der Bohrung für das Einfädeln des Sägeblattes	Vorstecher	
3	Bohren der Bohrung für das Einfädeln des Sägeblattes	Tischbohrmaschine, Holzbohrer Ø 2 mm	
4	Aussägen des Rahmens	Laubsäge/Dekupiersäge, Laubsägeblatt, Laubsägetisch	Niederhalter benutzen (Dekupiersäge)
5	Aussägen der Puzzleteile	Laubsäge/Dekupiersäge, Laubsägeblätter, Laubsägetisch	Niederhalter benutzen (Dekupiersäge)
6	Bearbeiten der Puzzleteile	Schleifbrett, Schleifpapier	
7	Aufleimen des Rahmens auf die Grundplatte	Holzleim, Leimzwingen	

### Weitere Puzzlebeispiele

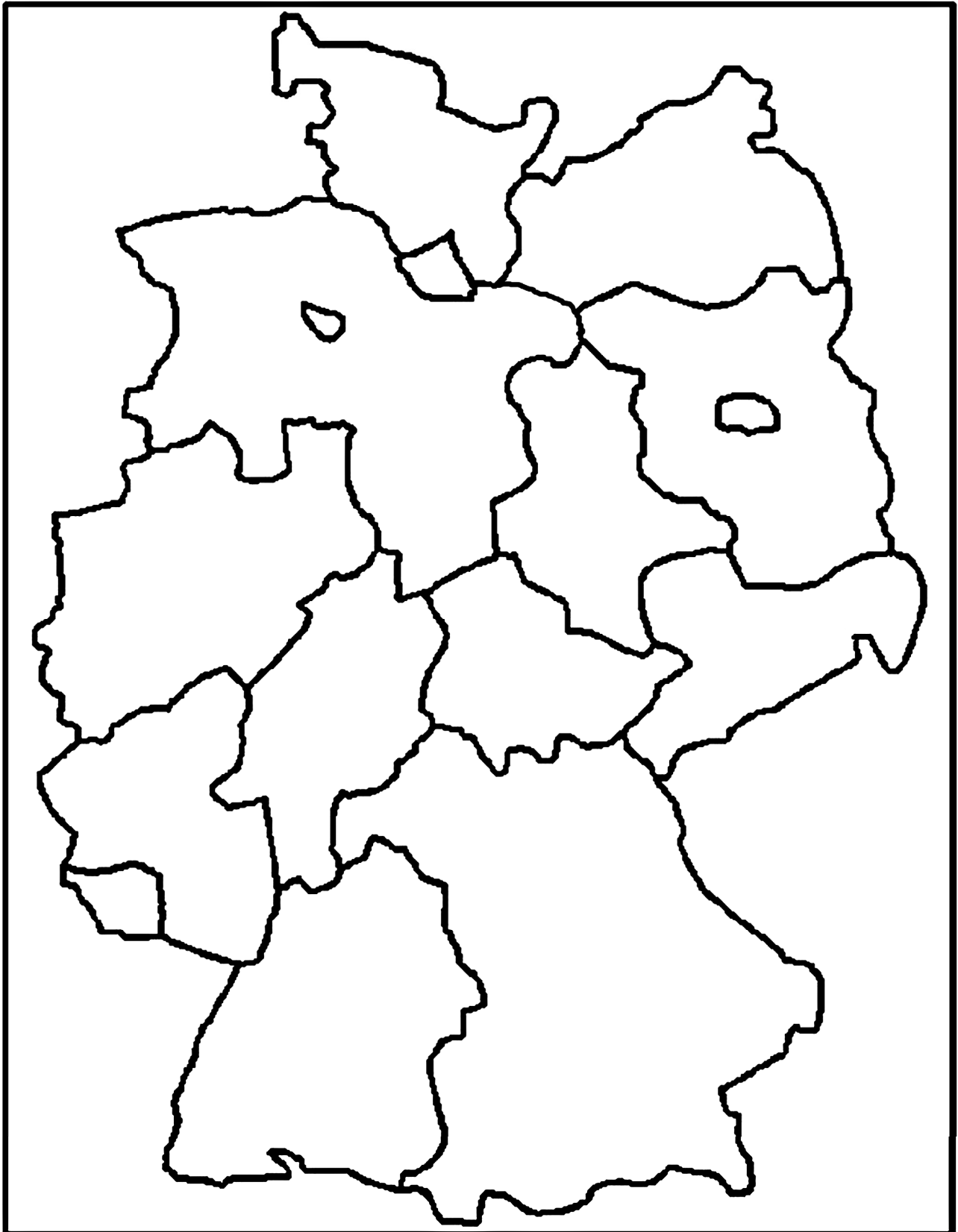
#### Puzzle aus einzelnen Puzzleteilen

Die Größe des Puzzles kann mithilfe der Skalierung am Kopierer abgeändert werden. Die Vorlage kann auf einem Sperrholzbrett mit etwas Leim aufgeklebt werden. Das Puzzle kann nach dem Aussägen bemalt oder mit einem Bild beklebt werden.



### Deutschland-Puzzle

Die Vorlage kann auf einem Sperrholzbrett mit etwas Leim aufgeklebt werden. Nach dem Aussägen der einzelnen Bundesländer können diese unterschiedlich farbig bemalt werden.



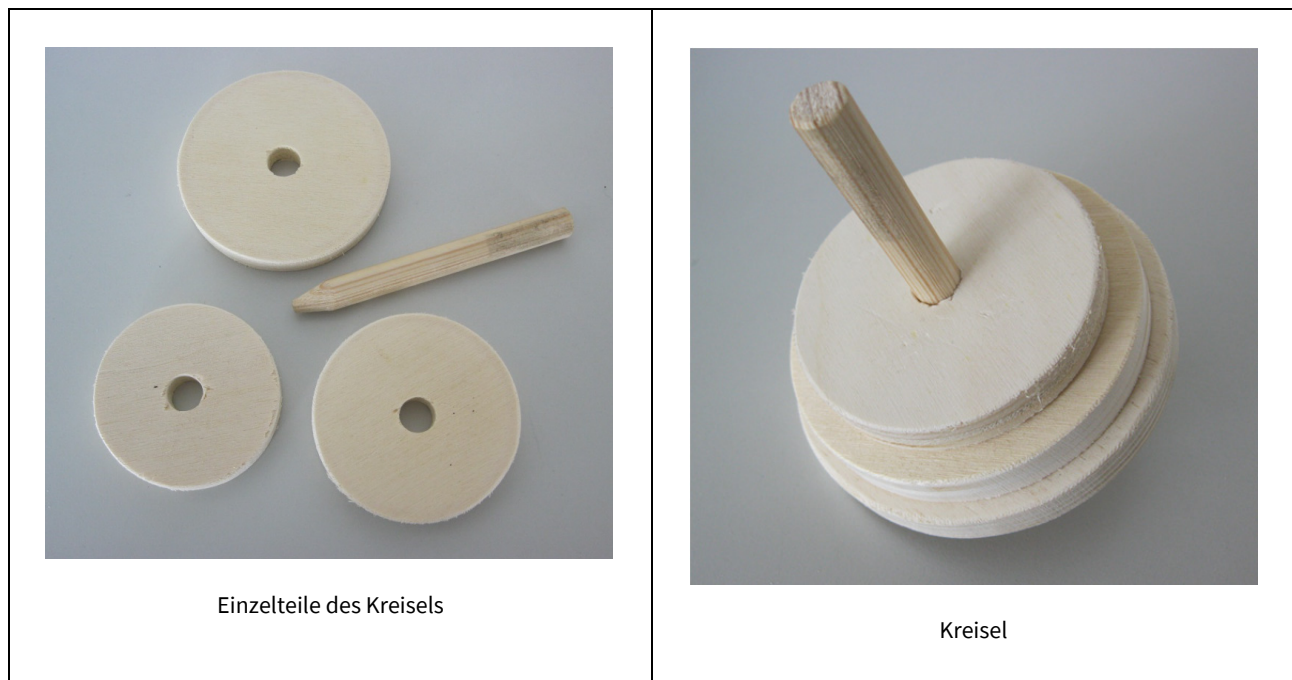


### 7.1.4 Kreisel – ein Beispiel für die Fertigung von Kreisscheiben mit der Laubsäge oder Dekupiersäge

**Aufgabe** Stellt aus den vorgegebenen Materialien einen Kreisel mit der Laubsäge oder Dekupiersäge her. Bewertet anschließend anhand von Kriterien das Werkstück.

Der Kreisel ist ein altes Kinderspielzeug. Er ist ein (starrer) Körper, der um eine Achse rotiert.  
Der Kreisel besteht aus folgenden Einzelteilen:

Stückliste für Kreisel				
Teil	Stück	Benennung	Werkstoff	Abmessung
1	1	Rundstab	Fichte/Kiefer	Ø 10x100
2	1	Kreisscheibe 1	Sperrholz	Ø 60x10
3	1	Kreisscheibe 2	Sperrholz	Ø 70x10
4	1	Kreisscheibe 3	Sperrholz	Ø 80x10



#### Hinweis

Zur Herstellung von Kreisscheiben mit der Dekupiersäge eignet sich die Kreisschneidevorrichtung (siehe Kapitel 9.9, S. 84). Runde Teile lassen sich zum Aufbohren oft nicht sicher befestigen. Die Bohrungen können aber auch schon im später benötigten Durchmesser in die quadratischen Sperrholzbretter (im Beispiel 10 mm) gebohrt werden. Geradkantige Teile lassen sich problemloser spannen. An der Kreissägevorrichtung ist dann an Stelle des Nagels ein Rundholz (Dübelstab) im passenden Durchmesser als Zentrierung zu verwenden.

Von der Lehrkraft sind für die Schülerinnen und Schüler folgende Materialien zur Verfügung zu stellen:

- 1 Sperrholzbrett (ausreichend für alle Scheiben) 250 mm x 90 mm x 10 mm
- 1 Rundstab, Durchmesser 10 mm

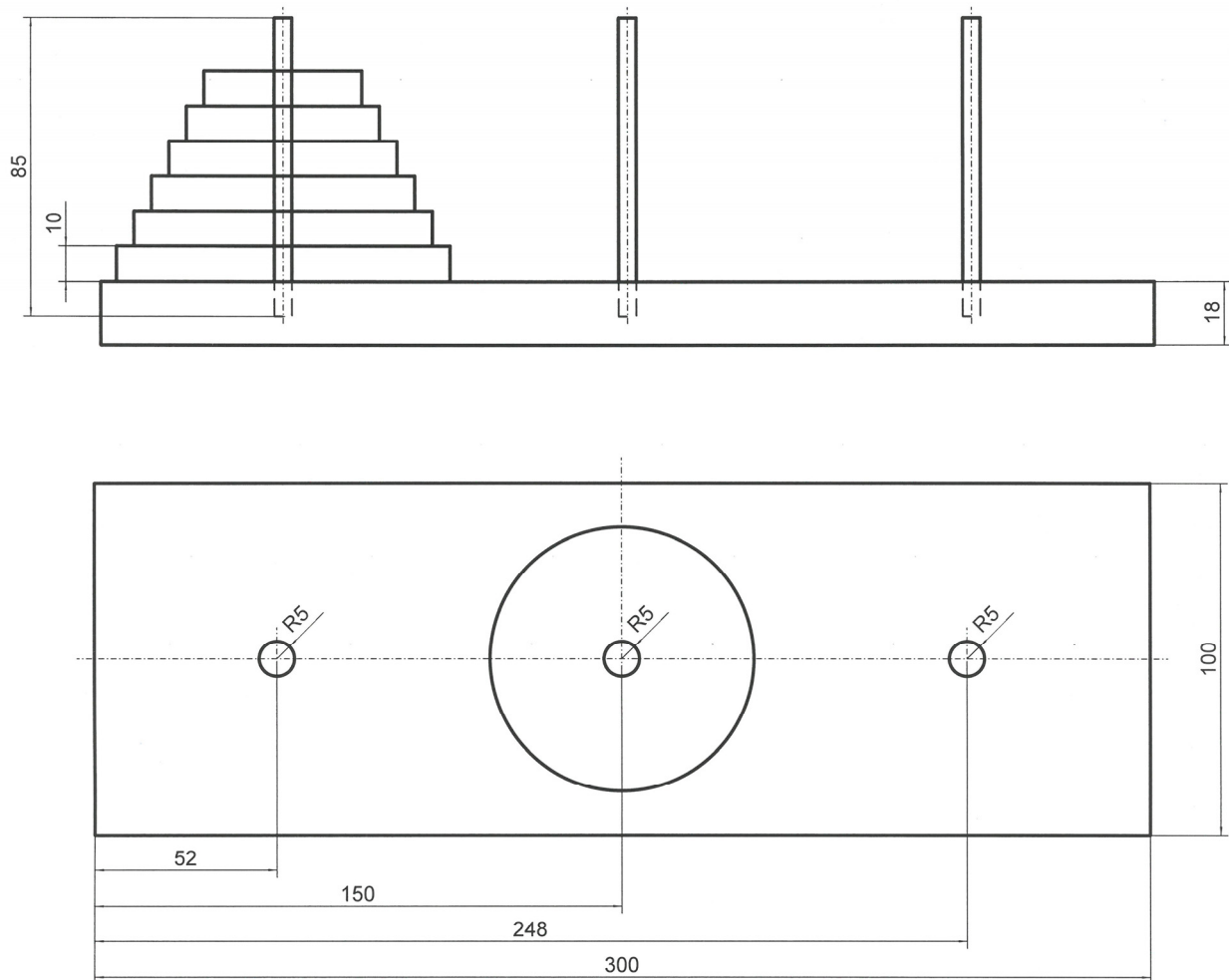
Arbeitsplan für Kreisel			
Nr.	Arbeitsschritte	Maschinen, Werkzeuge, Arbeitsmittel	Hinweise
1	Anreißen der Bohrungsmittelpunkte der Kreisscheiben	Bleistift, Lineal/Geodreieck	
2	Vorstechen der Bohrungsmittelpunkte	Vorstecher	
3	Bohren der Mittelpunkte der Kreisscheiben	Tischbohrmaschine, Holzbohrer/Spiralbohrer Ø 10 mm	
4	Ansenken der Bohrungsmittelpunkte	Tischbohrmaschine, Senker	
5	Zusägen der Kreisscheiben	Kreisschneidevorrichtung, Dekupiersäge/Laub-säge, Laubsägeblatt, Laubsägetisch	Niederhalter benutzen (Dekupiersäge)
6	Bearbeiten der Kreisscheiben	Feile/Schleifbrett, Schleifpapier, Tellerschleifmaschine	Kreisschleifvorrichtung benutzen (Tellerschleifmaschine)
7	Anreißen der Länge des Rundstabes	Bleistift, Stahllineal	
8	Ablängen des Rundstabes	Feinsäge/Japansäge, Schneidlade	
9	Bearbeiten des Rundstabes	Spitzer/Feile/Schleifpapier	
10	Aufstecken und Einleimen der Kreisscheiben auf den Rundstab	Holzleim	

### 7.1.5 Turm von Hanoi – ein Beispiel für die Fertigung von Kreisscheiben mit der Laubsäge oder Dekupiersäge

**Aufgabe** Stellt aus den vorgegebenen Materialien den Turm von Hanoi mit der Laubsäge oder Dekupiersäge her. Bewertet anschließend anhand von Kriterien das Werkstück.

Der Turm von Hanoi ist ein Knobel- und Geduldsspiel. Das Spiel wurde vermutlich im Jahre 1883 vom französischen Mathematiker François Édouard Anatole Lucas (1842-1891) erfunden, weshalb das Spiel auch manchmal als Lucas-Türme bezeichnet wird. Das Spiel besteht aus folgenden Einzelteilen:

Stückliste für Turm von Hanoi				
Teil	Stück	Benennung	Werkstoff	Abmessung
1	1	Grundbrett	Fichte	300x100x18
2	1	Kreisscheibe 1	Sperrholz	Ø 45x10
3	1	Kreisscheibe 2	Sperrholz	Ø 55x10
4	1	Kreisscheibe 3	Sperrholz	Ø 65x10
5	1	Kreisscheibe 4	Sperrholz	Ø 75x10
6	1	Kreisscheibe 5	Sperrholz	Ø 85x10
7	1	Kreisscheibe 6	Sperrholz	Ø 95x10
8	3	Rundstab	Fichte/Kiefer	Ø 10x85



Zeichnung: Turm von Hanoi

### Hinweis

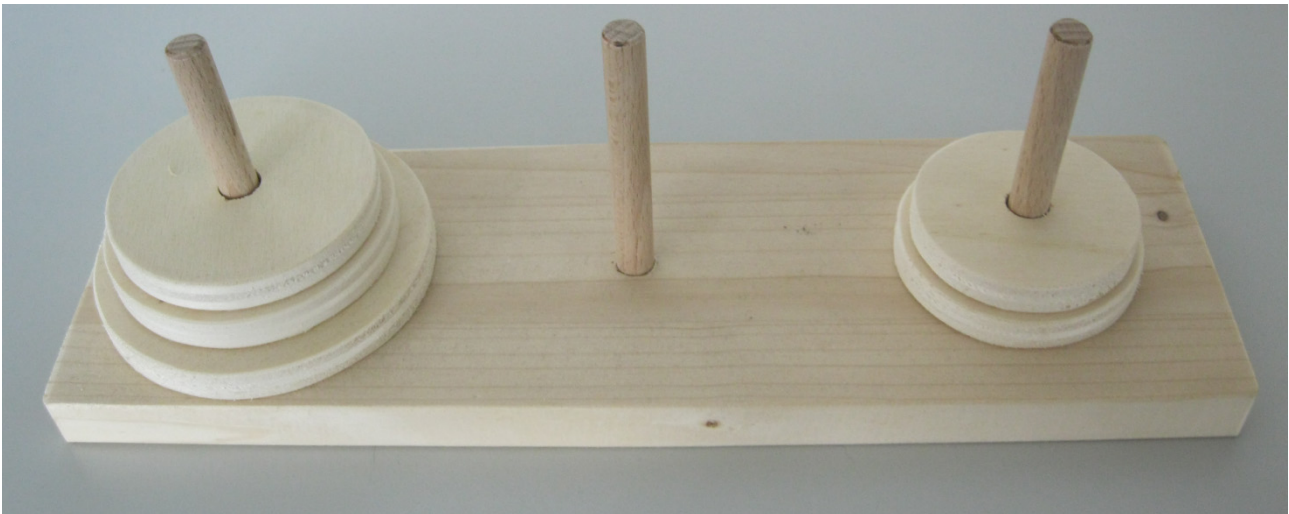
Zur Herstellung von Kreisscheiben mit der Dekupiersäge eignet sich die Kreisschneidevorrichtung (siehe Kapitel 9.9, S. 84). Runde Teile lassen sich zum Aufbohren oft nicht sicher befestigen. Die Bohrungen können aber auch schon im später benötigten Durchmesser in die quadratischen Sperrholzbretter (im Beispiel 10 mm) gebohrt werden. Geradkantige Teile lassen sich problemloser spannen. An der Kreissägevorrichtung ist dann an Stelle des Nagels ein Rundholz (Dübelstab) im passenden Durchmesser als Zentrierung zu verwenden.

Von der Lehrkraft sind für die Schülerinnen und Schüler folgende Materialien zur Verfügung zu stellen:

- 1 Massivholzbrett 300 mm x 100 mm x 18 mm
- 1 Sperrholzbrett (ausreichend für alle Scheiben) 500 mm x 100 mm x 10 mm
- 1 Rundstab 260 mm lang (ausreichend für alle Stäbe), Durchmesser 10 mm
- Leim

Arbeitsschritte, die von den Schülerinnen und Schülern durchzuführen sind:

- Zusägen der Kreisscheiben mithilfe der Dekupiersäge und Kreisschneidevorrichtung oder mithilfe der Laubsäge (Durchmesser der Scheiben: 95 mm, 85 mm, 75 mm, 65 mm, 55 mm, 45 mm)
- Aufbohren der Kreisscheiben auf Durchmesser 11 mm
- Ansenken der Kreisscheiben
- Ggf. Ablängen des Massivholzbrettes auf 300 mm
- Ablängen der Rundstäbe
- Bohren der Sacklöcher für die Rundstäbe
- Ansenken der Sacklöcher
- Abrunden der Rundstabenden mithilfe einer Feile bzw. Schleifpapier
- Einleimen der Rundhölzer



Turm von Hanoi

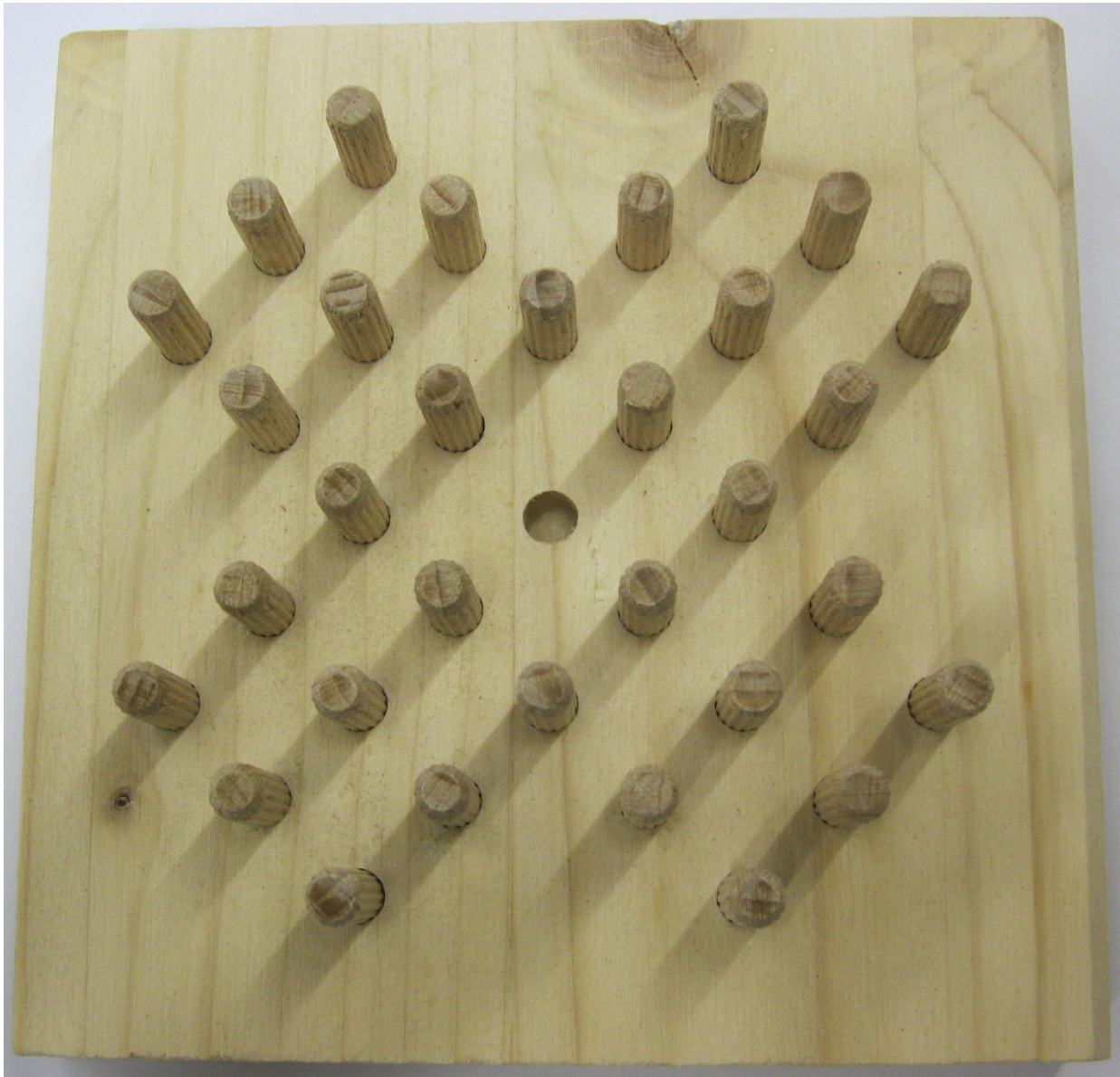
### **Spielregeln**

- Es darf immer nur eine Scheibe bewegt werden.
- Es darf immer nur eine kleinere auf eine größere Scheibe gelegt werden, nie umgekehrt.
- Mit möglichst wenigen Zügen, durch geschicktes Hin- und Herlegen der Scheiben, den Turm rechts aufbauen.

### 7.1.6 Solitär – ein Beispiel für Bohrarbeiten mit der Bohrmaschine

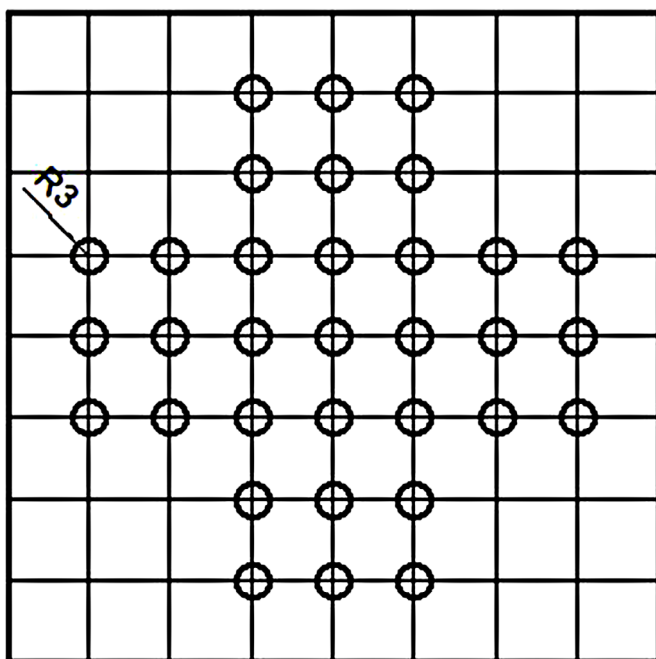
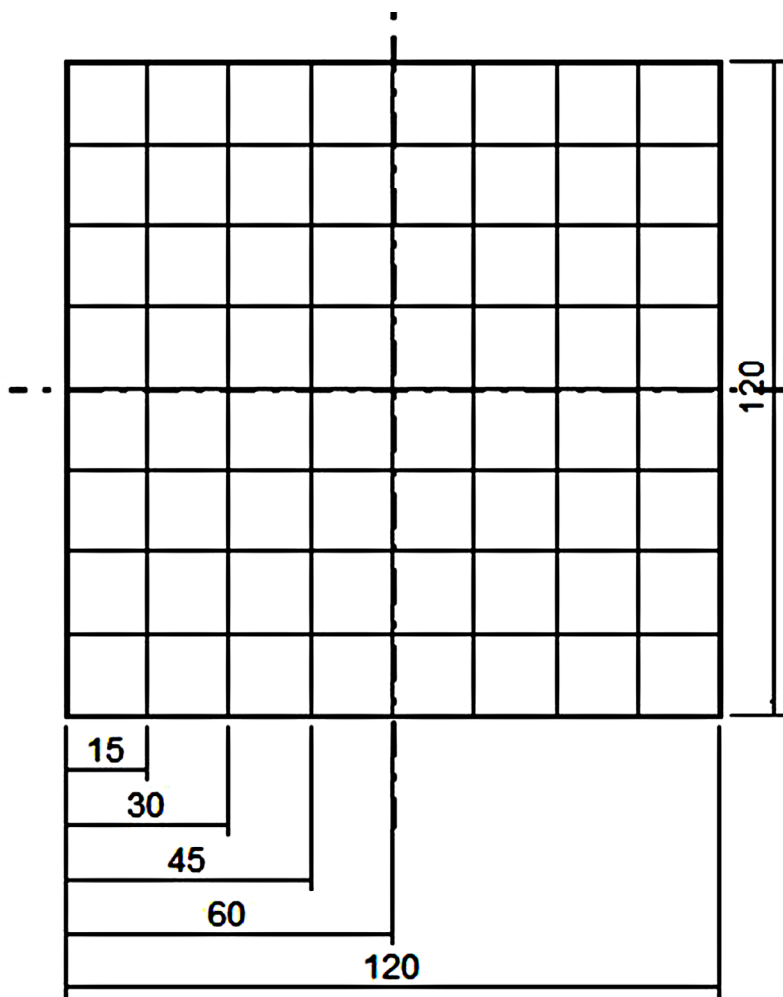
**Aufgabe** Stellt aus den vorgegebenen Materialien ein Solitärspiel her. Bewertet anschließend anhand von Kriterien das Werkstück.

Solitär ist ein Brettspiel für einen Spieler. Das Spielfeld ist kreuzförmig angelegt. Es besteht aus 33 Bohrungen, in denen 32 Stifte stecken.



Das Spiel besteht aus folgenden Einzelteilen:

Stückliste für Solitär				
Teil	Stück	Benennung	Werkstoff	Abmessung
1	1	Spielbrett	Fichte	120x120x18
2	32	Stift	Fichte/Kiefer/Buche	Ø 6x30



Von der Lehrkraft sind für die Schülerinnen und Schüler folgende Materialien zur Verfügung zu stellen:

- 1 Fichtenbrett 120 mm x 120 mm x 18 mm
- 1 Rundstab, Durchmesser 6 mm x 1100 mm lang (ausreichend für alle Stifte) oder 32 einzelne Holzdübelstifte, Durchmesser 6 mm x 30 mm

<b>Arbeitsplan für Solitär</b>			
<b>Nr.</b>	<b>Arbeitsschritte</b>	<b>Maschinen, Werkzeuge, Arbeitsmittel</b>	<b>Hinweise</b>
1	Übertragen der Hilfslinien	Bleistift, Stahllineal, Anschlagwinkel	
2	Vorstechen der Bohrungen	Vorstecher	
3	Bohren der Bohrungen	Tischbohrmaschine, Holzbohrer Ø 6 mm	Tiefenanschlag verwenden
4	Ansenken der Bohrungen	Tischbohrmaschine, Senker	Tiefenanschlag verwenden
5	Einstecken der Stifte	Dübelstab Ø 6 mm	

### **Spielidee und Ziel**

Wer springt am besten? Versuche, möglichst viele Holzstifte durch Überspringen aus dem Spiel zu nehmen.

### **Vorbereitung**

Stecke in die Bohrlöcher des Spielbretts je einen Stift (Dübelstab), nur das Loch in der Mitte bleibt frei.

### **Spielablauf**

Immer, wenn Du mit einem Stift über einen anderen gesprungen bist, darfst Du den übersprungenen Stift aus dem Spiel nehmen. Man darf immer nur über einen anderen Stift springen und das Loch, auf dem der Stift landet, muss leer sein. Es ist erlaubt, waagrecht und senkrecht zu springen, diagonal ist nicht zulässig. Jeder übersprungene Holzstift wird aus dem Spiel genommen.

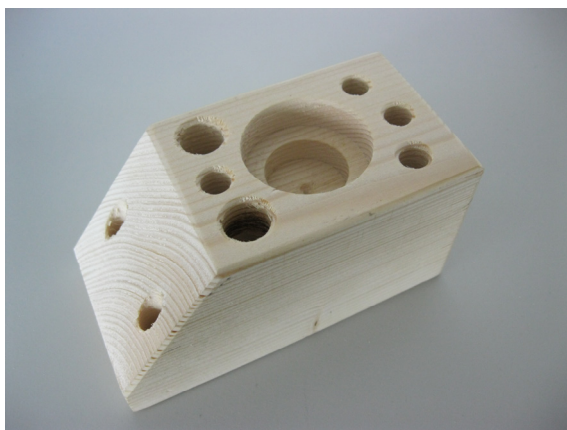
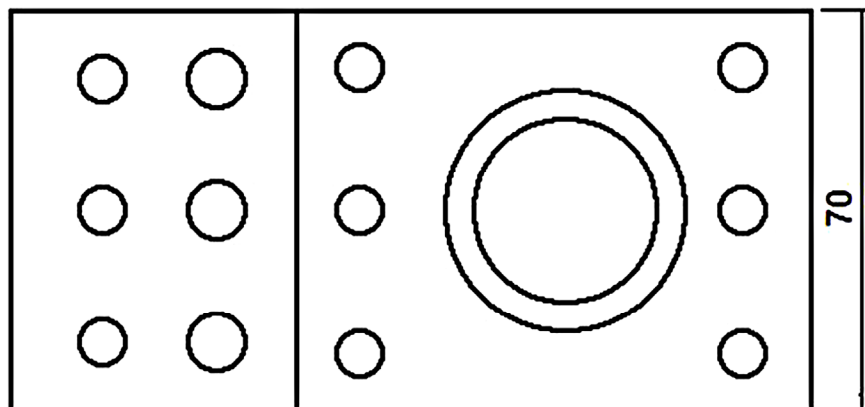
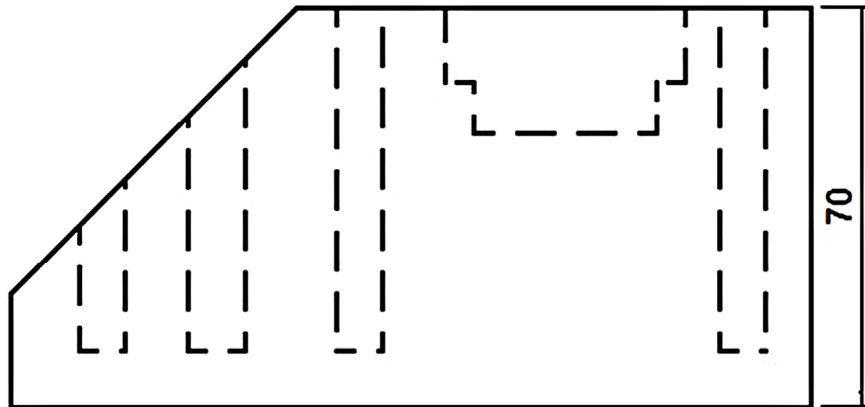
### **Spielende**

Sobald kein weiteres Überspringen mehr möglich ist, endet das Spiel und die verbleibenden Holzstifte zählen als Minuspunkte. Profis schaffen es sogar, dass am Ende nur ein einziger Holzstift in der Spielbrettmittte übrig bleibt.

### 7.1.7 Schreibtischablage – ein Beispiel für Bohrarbeiten mit der Bohrmaschine

**Aufgabe** Stellt aus dem zur Verfügung gestelltem Kantholz eine Schreibtischablage her. Bewertet anschließend anhand von Kriterien das Werkstück.

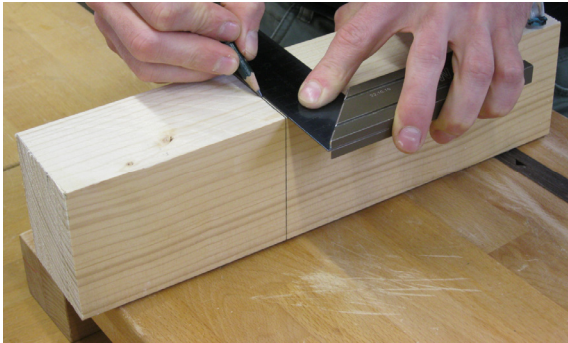
Die Größe der Schreibtischablage als auch die Bohrdurchmesser können von der Schülerin oder dem Schüler selber festgelegt werden. Es sollten aber unterschiedlich große Bohrdurchmesser verwendet werden. Wird die Schreibtischablage angeschrägt, wird dieser Arbeitsgang erst nach dem Bohren durchgeführt.





Von der Lehrkraft ist für die Schülerinnen und Schüler ein Kantholz mit der Kantenlänge 70 mm x 70 mm zur Verfügung zu stellen. Die Länge des Kantholzes kann von den Schülerinnen und Schülern selbst festgelegt werden.

Das Anreißen des Kantholzes für die Schreibtischablage erfolgt mit dem Anschlagwinkel und einem Bleistift.

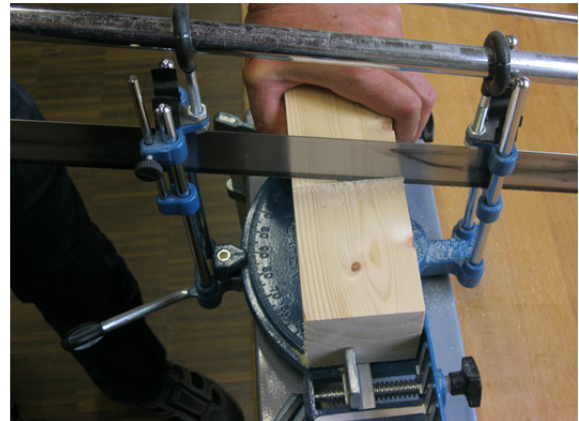
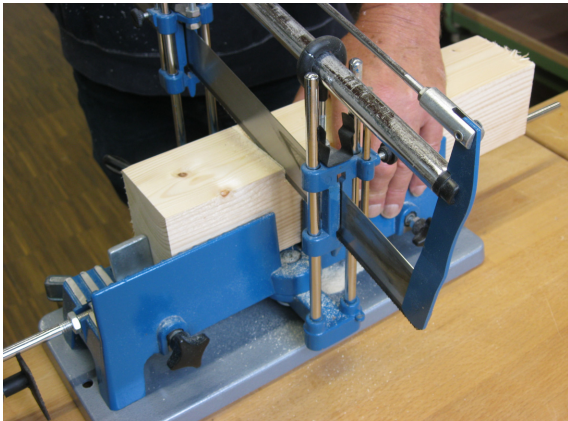


Anreißen mit Anschlagwinkel und Bleistift

Das Ablängen des Kantholzes für die Schreibtischablage kann mit der Gehrungssäge oder mit Hilfe eines Führungsholzes durchgeführt werden.

### **Ablängen des Kantholzes mit der Gehrungssäge**

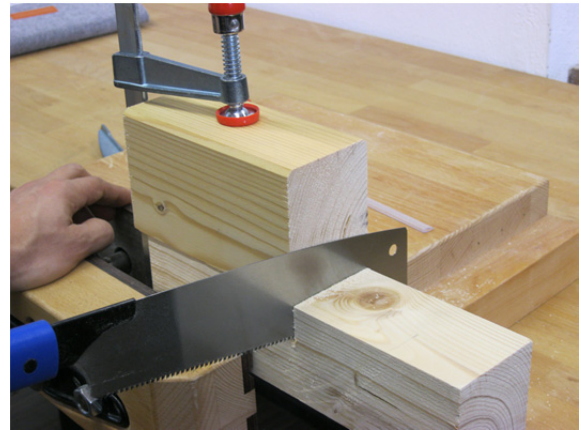
Zum Ablängen des Kantholzes mit der Gehrungssäge wird die Gehrungssäge am Werk Tisch befestigt. Das Kantholz wird in die Gehrungssäge eingelegt, eventuell verspannt und abgelängt.



Ablängen des Kantholzes mit der Gehrungssäge

### **Ablängen des Kantholzes mithilfe eines Führungsholzes**

Um ein rechtwinkliges Sägen zu erleichtern, hat sich der Einsatz eines Führungsholzes bewährt. Das Führungsholz wurde zuvor mit der Kreissägemaschine abgelängt und ist daher exakt rechtwinklig. Das zu sägende Kantholz wird in der Spannvorrichtung der Werkbank eingespannt. Das Führungsholz wird parallel auf dem Kantholz mit Schraubzwingen oder Leinzwingen befestigt. Die vordere Kante des Führungsholzes befindet sich genau an der Risslinie des Kantholzes. Die ausgewählte Säge, z. B. die Japansäge, wird nun leicht gegen das Führungsholz gedrückt und dabei bewegt.



Ablängen mithilfe eines Führungsholzes

## **7.2 Spulenfahrzeug – mögliches Beispiel zu: Ein bewegtes Objekt erfinden**

Die Schülerinnen und Schüler entwickeln ausgehend von einer konkreten Problemstellung anhand einer erstellten Kriterienliste ein bewegtes technisches Objekt und stellen dieses fachgerecht her. Dabei erstellen sie Skizzen, beschreiben die Funktion und Wirkweise des gefertigten Objekts, vergleichen ihre technischen Lösungen im Hinblick auf die Problemstellung und bewerten anhand von vereinbarten Kriterien ihr Objekt.

### **Spulenfahrzeug – ein Beispiel für die Fertigung von Kreisscheiben mit der Dekupiersäge**

Das Spulenfahrzeug ist ein mit einem Gummi angetriebenes zweirädriges Fahrzeug. Durch Ändern der Parameter wie Raddurchmesser, Gummiband, Gewicht, Länge des Schaschlikstabes, Durchmesser der Kugel, Reibungsverminderung usw. kann das Fahrzeug für bestimmte Einsatzzwecke optimiert werden.

#### **Problemstellung**

Baut ein Fahrzeug mit den vorgegebenen Materialien,

- das eine möglichst lange Wegstrecke zurücklegt,
- das auf einer bestimmten vorgegebenen Strecke möglichst schnell fährt,
- das auf einer schiefen Ebene möglichst weit kommt.

Bewertet anschließend anhand von Kriterien das Fahrzeug.

Stückliste für Spulenfahrzeug				
Teil	Stück	Benennung	Werkstoff	Abmessung
1	2	Rad	Sperrholz/Kunststoff	Ø 80x4
2	1	Achse	Kunststoffrohr	Ø 16x100
3	1	Kugel	Buche	Ø 20-25
4	1	Schaschlikstab		
5	1	Gummiband		

### Hinweis

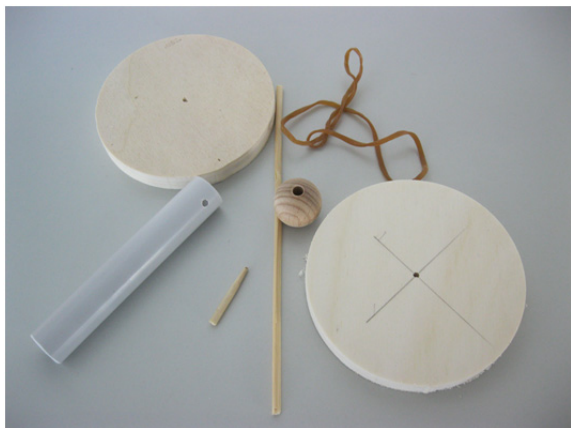
Zur Herstellung von Kreisscheiben mit der Dekupiersäge eignet sich die Kreisschneidevorrichtung (siehe Kapitel 9.9, S. 84).

Von der Lehrkraft sind für die Schülerinnen und Schüler folgende Materialien zur Verfügung zu stellen:

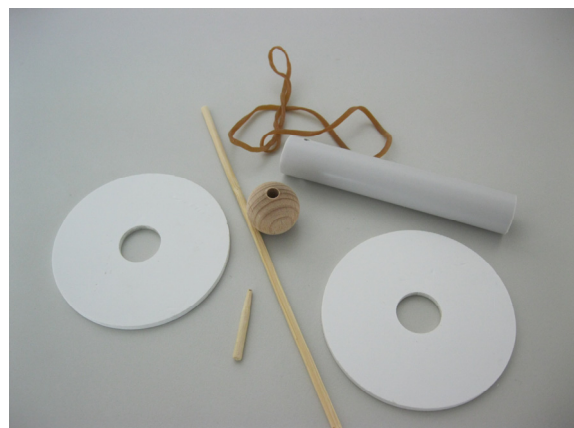
- 1 Sperrholzbrett/Kunststoffplatte (ausreichend für beide Räder) 180 mm x 90 mm x 4 mm
- 1 Kunststoffrohr, Durchmesser 16 mm
- 1 Kugel, Durchmesser 20 mm bis 25 mm
- 1 Schaschlikstab
- 1 Gummiband

Folgende Arbeitsschritte sind von den Schülerinnen und Schülern durchzuführen:

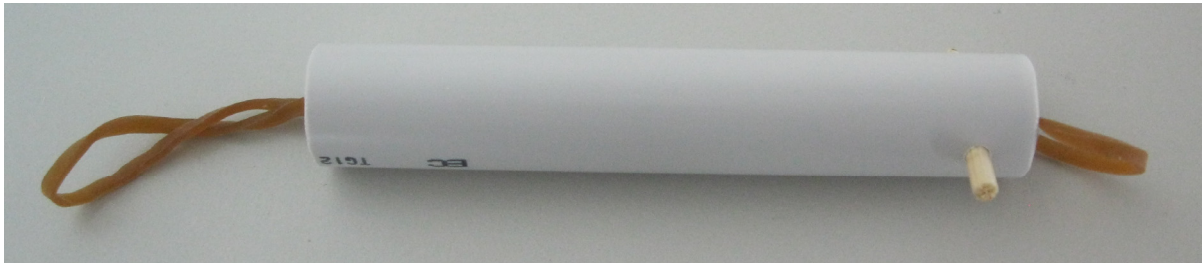
- Zusägen zweier gleich großer Kreisscheiben
- Ablängen des Kunststoffrohres auf ca. 100 mm mit Hilfe der kleinen Bügelsäge
- Aufbohren der Kreisscheiben. Das Aufbohren der Kreisscheiben auf den Außendurchmesser des Kunststoffrohres kann mit Hilfe eines Stufenbohrers, eines Forstnerbohrers, eines Holzbohrers oder eines Spiralbohrers erfolgen. (Die Kreisscheiben sollen fest auf dem Kunststoffrohr sitzen.)
- Bohren einer Bohrung quer durch das Kunststoffrohr mit Durchmesser des Schaschlikstabes (Schaschlikstab soll fest in der Bohrung sitzen.)



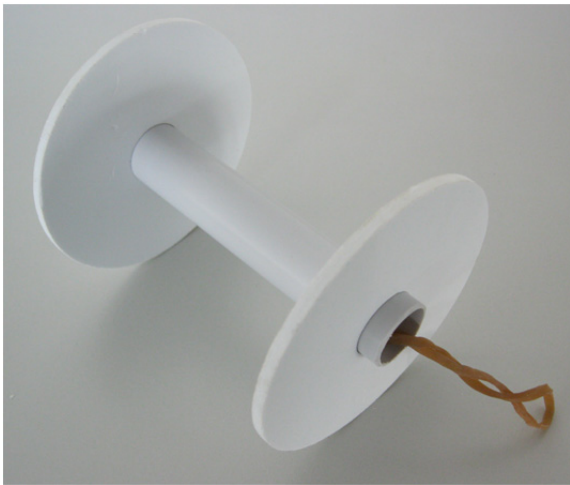
Benötigte Materialien für den Bau eines Spulenfahrzeugs, die Räder sind schon zugeschnitten.



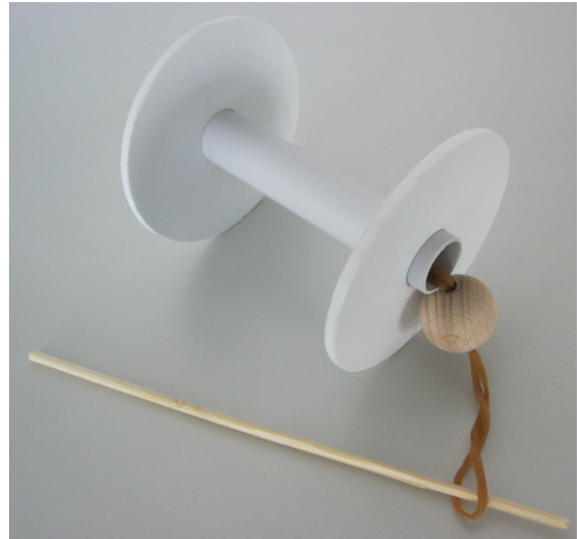
Die Kunststoffräder sind in der Mitte schon auf den Durchmesser des Kunststoffrohres aufgebohrt.



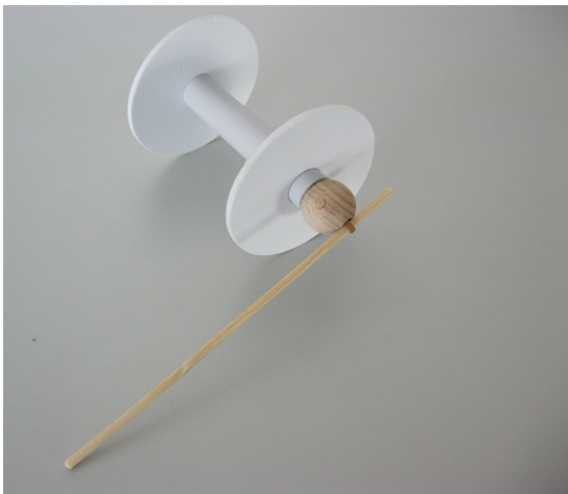
Kunststoffrohr mit Querbohrung und eingesetztem Teil eines Schaschlikstabes, das Gummiband wird durch das Kunststoffrohr geführt und durch den Spieß festgehalten.



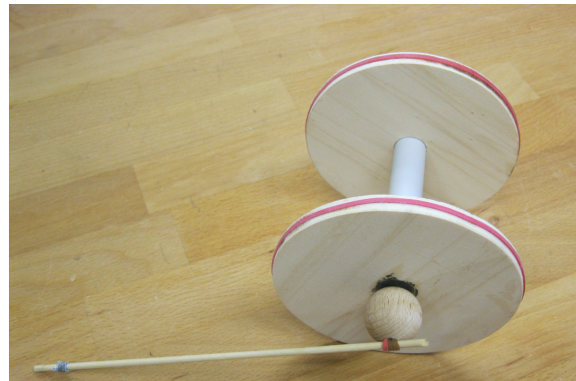
Die beiden Räder werden auf das Kunststoffrohr aufgesteckt.



Das Antriebsgummiband wird durch die Bohrung in der Holzkugel geschoben und der Schaschlikstab durch den Gummi.



Nun kann durch Drehen des Stabes das Gummiband aufgezogen werden.



Eventuell kann der Grip durch das Auflegen eines Gummibandes erhöht werden.

Einer Fahrt des Spulenfahrzeuges steht nun nichts mehr im Wege.

## 8 Ein Werkstück bewerten

Nach der Fertigung des Werkstücks wird das fertige Werkstück bewertet. Wenn man ein Werkstück bewerten will, muss man sich Gedanken machen, nach welchen Gesichtspunkten, d. h. nach welchen Kriterien man das Werkstück bewertet. Diese Kriterien können entweder vor der Herstellung oder nach der Herstellung des Werkstücks festgelegt werden.

### Hinweise zur Vorgehensweise bei der Festlegung der Kriterien:

Werden die Kriterien vor der Herstellung des Werkstücks festgelegt und auf ein Plakat geschrieben, das dann im Technikraum aufgehängt wird, weiß jede Schülerin und jeder Schüler, worauf es bei der Fertigung des Gegenstandes ankommt. Nach dem Fertigungsverfahren können dann noch weitere Kriterien in die Kriterienliste aufgenommen werden, die man für die endgültige Bewertung heranziehen will. Ebenso können Kriterien von der Liste wieder gestrichen werden, denn durch die während des Fertigungsverfahrens gemachten Erfahrungen, können sich die Kriterien zur Bewertung des Gegenstandes noch verschieben.

Werden die Kriterien für die Bewertung erst am Ende der Fertigung festgelegt, wissen die Schülerinnen und Schüler während des Fertigungsprozesses nicht, worauf sie besonders achten müssen.

### 8.1 Kriterien

Man unterscheidet zwischen zwei Arten von Kriterien. Zum einen objektive Kriterien, zum anderen subjektive Kriterien.

#### Objektive Kriterien

Objektive Kriterien wie Maßgenauigkeit führen bei einer Bewertung unabhängig von der prüfenden Person beim selben Gegenstand immer zum gleichen Ergebnis.

#### Subjektive Kriterien

Subjektive Kriterien wie Oberflächenbeschaffenheit führen bei einer Bewertung desselben Gegenstands je nach prüfender Person meist zu einem unterschiedlichen Ergebnis.

### 8.2 Bewertungsmethoden

Bei den Methoden zur Bewertung von Werkstücken unterscheidet man zwischen der Dualbewertung und der Punktbewertung.

#### Dualbewertung

<p>Die einfachste Bewertungsmethode ist die Dualbewertung. Es wird nur bewertet, ob die Forderung, die durch das Kriterium aufgestellt wurde, erfüllt ist oder nicht. Es gibt bei dieser Methode nur zwei (zwei = dual, deshalb Dualbewertung) Wertigkeiten.</p>	<p><b>Beispiele für die Wertigkeiten</b>  gut – schlecht  1 – 0  ja – nein</p>
--	--

### Punktbewertung

<p>Bei der Punktbewertung wird jedem Kriterium eine Punktzahl zugeordnet. Erfüllt der Gegenstand die Forderung voll und ganz, so vergibt man hierfür z. B. 5 Punkte. Erfüllt der Gegenstand die Forderung überhaupt nicht, so vergibt man 0 Punkte. Wird sie teilweise erfüllt, können 1 bis 4 Punkte vergeben werden. Bei der Bewertung eines Maßes kann man jedoch nur die Punktzahl 5 oder 0 geben. 5 Punkte werden vergeben, wenn das Maß sich noch innerhalb der vorher festgelegten Toleranz befindet, 0 Punkte werden vergeben, wenn das Maß sich nicht mehr in der vorgegebenen Toleranz befindet.</p>	<p><b>Beispiele für die Stufung</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>0 Punkte – ungenügend</li><li>1 Punkt – mangelhaft</li><li>2 Punkte – genügend</li><li>3 Punkte – befriedigend</li><li>4 Punkte – gut</li><li>5 Punkte – sehr gut</li></ul>
--	---

Für die endgültige Bewertung des Werkstücks eignet sich am besten ein Bewertungsbogen, in dem die Kriterien nach Kategorien aufgelistet sind und die Bewertung als Punktzahl eingetragen wird. Ein Bewertungsbogenformular ist als Kopiervorlage in Kapitel 11, S. 107 abgebildet.

Einen möglichst objektiven Eindruck über die persönliche Leistung erhält man dadurch, dass verschiedene Personen nach den vorher vereinbarten Kriterien die gleiche Leistung bewerten. Die Bewertung kann jeweils durch die Lehrkraft, durch Mitschülerinnen und Mitschüler sowie durch eine Selbstbewertung erfolgen. Kommt das Bewertungsergebnis so zustande, ist es leichter zu akzeptieren.

## 9 Bearbeitung von Holz – Informationen, Hinweise und Hilfen

Die folgenden Darstellungen sollen Informationen und Hilfen für Lehrkräfte zur Bearbeitung und zum Fügen des Werkstoffs Holz, zur richtigen Bezeichnung und Auswahl von Werkzeugen und Maschinen sowie Hinweise zum sicherheitsbewussten Umgang mit Werkzeugen und Maschinen geben. Die Ausführungen zu den Werkzeugen, Maschinen und Hilfsmitteln sind beispielhaft und stellen keine vollständige Werkzeug-, Maschinen-, Hilfsmittelliste oder eine Anschaffungsliste dar. Es werden gängige Bearbeitungs- und Fügeverfahren, Werkzeuge, Maschinen und Hilfsmittel aufgeführt, die beim technischen Arbeiten im BNT-Unterricht zum Einsatz kommen können.

### 9.1 Messen und Anreißen

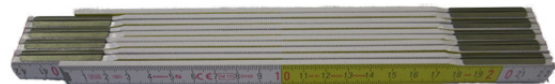
Meist wird ein Werkstück nach einem vorgefertigten Plan, einer selbst erstellten Skizze oder einer technischen Zeichnung gefertigt. Diese enthalten Angaben zur Form, den Abmessungen und zum Material. Das Werkstück wird für die Bearbeitung nach Plan, Skizze oder Zeichnung angerissen. Das Anreißen erfolgt mit Hilfe von Mess- und Anreißwerkzeugen. Anreißen bezeichnet das Übertragen von Maßen und Formen auf das Werkstück.

#### 9.1.1 Längenmesszeuge

Zum Anreißen und zur Längenmessung dienen Längenmesszeuge wie Gliedermaßstab, Stahlmaßstab, Rollbandmaß, Messschieber. Der Messschieber spielt in der Bearbeitung von Holz und Holzwerkstoffen eine eher untergeordnete Rolle.

##### 9.1.1.1 Gliedermaßstab

Der Gliedermaßstab (Meterstab) besteht meist aus mehreren kurzen Holz- oder Kunststoffgliedern, die durch federnde Drehgelenke miteinander verbunden sind. Die einzelnen Glieder können zusammengefaltet und auseinandergeklappt werden. Seine Messgenauigkeit ist auf einen Millimeter beschränkt. Auseinandergeklappt hat der Gliedermaßstab meist eine Gesamtlänge von einem oder zwei Metern.






<p><b>9.1.1.2 Stahlmaßstab</b></p> <p>Der Stahlmaßstab (Stahllineal) besteht meist aus rostfreiem Federbandstahl. Die Skalen und Ziffern sind eingraviert oder eingeätzt. Der Stahlmaßstab ist in unterschiedlichen Längen (100 mm bis 500 mm) erhältlich. Bis zu dieser Länge ist er dem Gliedermaßstab vorzuziehen, da mit ihm genauer gemessen werden kann. Er besitzt keine Drehstellen wie der Gliedermaßstab und durch seine geringe Stärke ist ein genaueres Ablesen besser möglich. Seine Messgenauigkeit beträgt 0,5 mm.</p>	
<p><b>9.1.1.3 Rollbandmaß</b></p> <p>Das Rollbandmaß besteht meist aus gehärtetem, leicht gewölbtem Federstahl, der aufgerollt in einer Kapsel untergebracht ist. Oft ist am Anfang des Rollbandes ein kleiner Metallwinkel angebracht, der am Werkstück eingehängt wird und somit das Ablesen von Maßen erleichtert. Rollbandmaße eignen sich zum Messen und Anreißen von geraden Längen und zum Messen und Anreißen von geschweiften (= gebogenen) Teilen. Seine Messgenauigkeit ist auf einen Millimeter beschränkt. Rollbandmaße können auch aus beschichtetem Leinen sein. Gängige Bandmaßlängen sind 3 m, 5 m, 20 m, 30 m und 50 m.</p>	
<p><b>9.1.1.4 Messschieber</b></p> <p>Der Messschieber hat einen beweglichen und einen festen Messschenkel. Mit dem Messschieber können Außen-, Innen- und Tiefenmessungen durchgeführt werden. Der bewegliche Messschenkel ist mit einer Teilung, dem sogenannten Nonius versehen, mit dem auf Zehntelmillimeter genau gemessen werden kann.</p>	







## 9.1.2 Winkelmesszeuge

Zum Anreißen und Prüfen von Winkeln dienen Winkelmesszeuge wie Anschlagwinkel, Gehrungswinkel, Schmiege.

<p><b>9.1.2.1 Anschlagwinkel</b></p> <p>Der Anschlagwinkel besteht aus dem Anschlag und der Zunge, die zueinander einen Winkel von <math>90^\circ</math> bilden. Der Anschlag und die Zunge können aus Holz oder Metall sein.</p>	
<p><b>9.1.2.2 Gehrungswinkel</b></p> <p>Beim Gehrungswinkel bildet der Anschlag mit der Zunge einen Winkel von <math>45^\circ</math>.</p>	
<p><b>9.1.2.3 Schmiege</b></p> <p>Die Schmiege hat eine bewegliche Zunge, die sich feststellen lässt. Somit lassen sich beliebige Winkel abnehmen, übertragen und anreißen.</p>	

**9.1.3 Anreißwerkzeuge**

Das Übertragen von Maßen und Formen auf das Werkstück erfolgt in der Regel mit dem Bleistift. Ebenso kann das Übertragen mittels Spitzbohrer (Vorstecher), Streichmaß und Zirkel erfolgen.

<p><b>9.1.3.1 Bleistift</b></p> <p>Das Anreißer erfolgt mit einem gespitzten, harten Bleistift. Kugel- und Faserschreiber sollten nicht verwendet werden, da ihre Farbe in das Holz eindringt und meist, auch durch Schleifen, nur noch schwer beseitigt werden kann.</p>	
<p><b>9.1.3.2 Spitzbohrer (Vorstecher)</b></p> <p>Das Anreißer mit dem Spitzbohrer (Vorstecher) ermöglicht einen scharfen Riss. Durch das Anreißer mit dem Spitzbohrer wird aber die Holzoberfläche verletzt und teilweise ist der Riss schlecht sichtbar. Ein gespitzter, harter Bleistift ist dem Spitzbohrer vorzuziehen. Um Verletzungen während des Transports zu vermeiden, sollte die Spitze des Spitzbohrers mit einem Kork abgedeckt werden (siehe Kapitel 9.4.1.1, S. 63).</p>	
<p><b>9.1.3.3 Streichmaß</b></p> <p>Das Streichmaß wird meist zum Anreißer von Rissen verwendet, die parallel zur Bezugskante verlaufen. Das Streichmaß besteht aus einem Anschlag, zwei beweglichen Zungen, auf denen jeweils eine Skala und ein Anreißerstift angebracht sind und den beiden Feststellschrauben am Anschlag. Beim Anreißer ist der Anschlag des Streichmaßes fest an die Bezugskante des Werkstücks zu drücken und in Zugrichtung etwas schräg zu halten und mit leichtem Druck zu führen.</p>	
<p><b>9.1.3.4 Zirkel</b></p> <p>Zum Anreißer von Bögen, Kreisen, Ellipsen und zum Einteilen von Strecken wird der Zirkel verwendet.</p>	

## 9.2 Sägen

Sägen können in Bügel oder Gestelle gespannt oder ungespannt mit einem Heft (= Griff) versehen sein. Die richtige Auswahl der Säge hängt vom Arbeitsvorhaben ab.

### 9.2.1 Handsägen

#### 9.2.1.1 Laubsäge

Die Laubsäge eignet sich besonders für Schweifschnitte (= Bögen), zum Sägen von Rundungen und für das Sägen von Ausschnitten. Je nach Wahl des Sägeblattes können mit der Laubsäge Sperrholz, dünne Massivholzbrettchen, Bleche und Kunststoffplatten gesägt werden. Es werden im Handel Laubsägeblätter mit unterschiedlicher Zahnung angeboten. Je höher die angegebene Zahl auf der Verpackung, umso gröber ist die Zahnung: Für Holz grobe Zahnung – für Metall feine Zahnung.

Die Laubsäge arbeitet auf Zug, daher müssen die Sägeblätter so eingespannt werden, dass die Zähne nach unten, also zum Griff der Laubsäge zeigen. Das Sägeblatt muss straff eingespannt werden. Einfache Bögen werden dazu etwas zusammengedrückt, neuere Laubsägebogen sind mit einer Spannvorrichtung ausgestattet. Zum Anziehen der Befestigungsschraube für das Sägeblatt ist ein Laubsägespannschlüssel zu verwenden. Klemmhebel erleichtern das Einspannen des Laubsägeblattes.

Der Einsatz eines Laubsägetisches erleichtert das Sägen erheblich. Schon um den Werk Tisch zu schonen, sollte immer ein Laubsägetisch verwendet werden. Soll ein Innenschnitt ausgeführt werden, ist zuerst eine Bohrung notwendig. Das Sägeblatt wird durch die Bohrung gesteckt und erst dann eingespannt (siehe auch Kapitel 9.7, S. 72 „Sägen mit der Laubsäge“).



Laubsäge



Laubsägespannschlüssel



Laubsägetisch mit Zwinde

**9.2.1.2 Feinsäge**

Feine und gerade Schnitte lassen sich besonders gut mit der Feinsäge ausführen. Die Feinsäge arbeitet auf Stoß, sie wird beim Sägen vom Körper weggedrückt. Feinsägen werden in gerader und auch in gekröpfter Form angeboten. Sollen rechtwinklige Schnitte oder Schnitte im Winkel von 45° ausgeführt werden, ist eine Schneidlade sehr hilfreich.

Das Sägeblatt der Feinsäge ist geschränkt, d. h. die Zähne sind abwechselnd leicht nach links und rechts gebogen. Die Schränkung schafft Platz für das Sägeblatt und verhindert dadurch ein Festklemmen, außerdem werden die Späne besser aus dem Sägeschnitt befördert. Dem Sägen von größeren Holzteilen sind durch den am oberen Teil der Säge durchlaufenden Verstärkungsteil Grenzen gesetzt.



Feinsäge gerade



Feinsäge gekröpft



Feinsäge gerade mit Schneidlade

**9.2.1.3 Fuchsschwanz**

Der Fuchsschwanz wird zum Trennen von Platten und Ablängen (= Absägen) von Kanthölzern, bei denen eine größere Schnitttiefe notwendig ist, verwendet. Die Zähne sind in der Regel gröber als bei Feinsägen. Die Säge arbeitet auf Stoß.



#### 9.2.1.4 Japansäge

Herkömmliche Sägen, wie z. B. die Feinsäge und der Fuchsschwanz, werden geschoben, sie arbeiten auf Stoß. Dies erfordert eine relativ starke Blattdicke, um eine ausreichende Stabilität zu gewährleisten. Japanische Sägen werden jedoch gezogen. Das Sägeblatt kann daher sehr dünn ausgeführt werden, da es nur unter Zugspannung steht und sich daher nicht verbiegen kann. Die Schnittfuge wird dadurch wesentlich feiner und die erforderliche Schnittkraft ist entsprechend geringer. Zum mühelosen Arbeiten tragen auch Spezialverzahnungen bei, die saubere Schnitte gewährleisten. Die Griffe der Sägen sind relativ lang, um die Führung zu verbessern und bei größeren Querschnitten beidhändiges Arbeiten zu ermöglichen. Die Sägeblätter sind austauschbar. Japansägen werden in unterschiedlichen Ausführungen angeboten.

Beim Sägen darf nur beim Zurückziehen etwas Druck ausgeübt werden; die Zahnung „beißt“ sich von selbst im Holz fest. Das Vorschieben der Säge sollte druckfrei erfolgen. Je geringer der Kraftaufwand ist, desto besser wird in der Regel das Schnittergebnis. Das Verkanten und Stauchen des Sägeblattes sollte vermieden werden, da das Sägeblatt durch seine geringe Stärke sehr empfindlich ist.



Japansäge



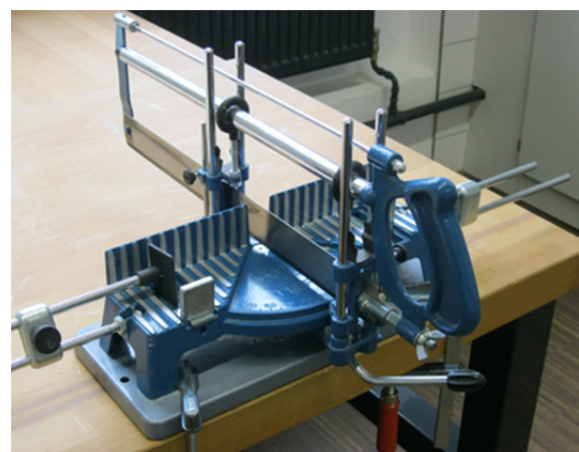
Haifischsäge



Doppelsäge

#### 9.2.1.5 Gehrungssäge

Feststellbare Gehrungssägen sind recht nützlich, um beim Sägen Winkel exakt einhalten zu können. Durch die exakte Führung der Säge können Bretter, Kanthölzer und Latten unter verschiedenen Winkeln abgelängt werden. Da das Gestell zusätzlich eine Säulenführung für die Säge besitzt, werden auch tiefe Schnitte rechtwinklig. Der Winkel ist durch Drehen der Säge schnell verstellbar. Eine Gehrungssäge wird zum Sägen von Winkeln zwischen 45° und 90° verwendet. Das Sägeblatt kann ausgetauscht werden. Es werden Sägeblätter speziell für Holz aber auch für Metall angeboten. Gehrungsverbindungen sind in der Regel sichtbar und werden beispielsweise bei der Herstellung von Bilderrahmen und Möbeln benötigt. Ein Längenanschlag ermöglicht den Zuschnitt gleichlanger Teile (siehe auch Kapitel 7.1.7, S. 43).



### 9.2.1.6 Kleine Bügelsäge

Dünne Leisten und Rundstäbe können mit der kleinen Bügelsäge (Eigenname: Puksäge) abgelängt werden. In den Bügel können Sägeblätter unterschiedlicher Zahnung für die Bearbeitung verschiedener Materialien eingespannt werden. Sie ist daher für die Bearbeitung von Holz als auch von Metallen und Kunststoffen geeignet.

Das Sägeblatt wird so eingespannt, dass die Zähne zum Griff zeigen. Wird Holz bearbeitet, so arbeitet die kleine Bügelsäge (Puksäge) auf Zug. Die Säge ist klein und handlich und daher für jüngere Schülerinnen und Schüler leicht handhabbar.



kleine Bügelsäge mit verstellbarem Griff



kleine Bügelsäge mit festem, abgewinkeltem Griff



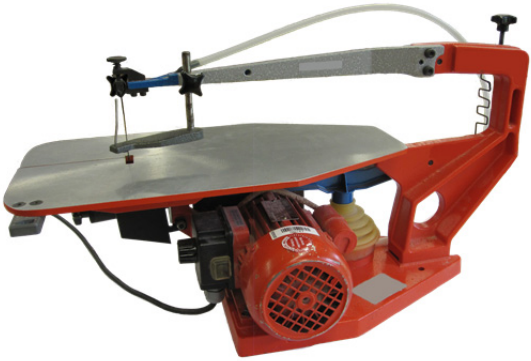

kleine Bügelsäge mit Kunststoffgriff



Sägeblatt für die kleine Bügelsäge

## 9.2.2 Elektrisch betriebene Sägen

Beim Sägen mit elektrisch betriebenen Sägen ist auf eine zweckmäßige und sichere Kleidung und festes, geeignetes Schuhwerk zu achten. Die Kleidung sollte eng anliegende Ärmel aufweisen. Ketten, Ringe, Schals u. ä. sind bei der Arbeit hinderlich, bergen Unfallgefahren und sind deshalb abzulegen. Bei ortsveränderlichen Maschinen ist außerdem darauf zu achten, dass durch die Zuleitungskabel keine Stolperfallen entstehen.

<p><b>9.2.2.1 Dekupiersäge</b></p> <p>Die Dekupiersäge ist im Grunde eine elektrisch betriebene Laubsäge. Sie ermöglicht einfache und saubere Schnitte in Holz, Kunststoffen und Buntmetallen. Die Dekupiersäge darf von Schülerinnen und Schülern der Klassenstufen 5/6 nach vorheriger Einweisung und unter Aufsicht der daneben stehenden Lehrkraft eingesetzt werden. Schülerinnen und Schüler ab der Klassenstufe 7 dürfen mit der Dekupiersäge selbstständig arbeiten.</p> <p>Beim Kauf ist auf gute Qualität zu achten. Billigprodukte sind oft nicht für Dauerbetrieb ausgelegt. In die Aufnahmeverrichtung für die Sägeblätter sollten auch handelsübliche Laubsägeblätter eingespannt werden können. An der Säge sollte sich ein Anschluss für die Staubabsaugung befinden. Die Dekupiersäge muss sicher auf einem Arbeitstisch montiert werden, da sie sonst durch ihre Vibration im Betrieb „wandert“. Schülerinnen und Schüler erkennen sehr schnell die Arbeitserleichterung und wollen daher oft nicht mehr mit der Laubsäge arbeiten (siehe auch Kapitel 9.8, S. 78 „Sägen mit der Dekupiersäge“).</p>	
<p><b>9.2.2.2 Stichsäge</b></p> <p>Die elektrische Stichsäge wird für grobe Zuschnitte, größere Schweifschnitte, Rundungen und für Ausschnitte in Holzwerkstoffen verwendet. Die Stichsäge darf von Schülerinnen und Schülern der Klassenstufen 5/6 unter Aufsicht der daneben stehenden Lehrkraft eingesetzt werden. Die Drehzahl der Stichsäge und der Pendelhub (Pendelstichsäge) sollten einstellbar sein. Ein Anschluss für die Staubabsaugung sollte ebenfalls vorhanden sein. Die Stichsägeblätter werden in unterschiedlicher Ausführung von grob (für Holz) bis fein (für Metall) und für unterschiedliche Materialien angeboten.</p>	 <p>Sägeblatt (grob, mittel, fein)</p>

### 9.3 Raspeln und Feilen

Nach dem Sägen weist das Werkstück oft Unebenheiten auf, so dass die Form nachgearbeitet oder das Werkstück noch auf das genaue Maß gebracht werden muss. Solche Arbeiten werden mit einer Raspel oder Feile erledigt. Mit Raspel und Feile können gesägte Kanten, Rundungen und Schweifungen nachbearbeitet und dadurch in ihrer Qualität verbessert werden.

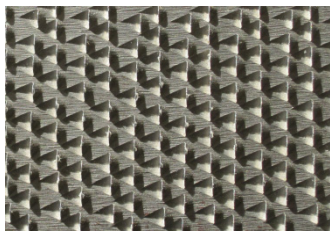
#### 9.3.1 Aufbau von Raspeln und Feilen

Bei Raspeln und Feilen unterscheidet man zwischen:



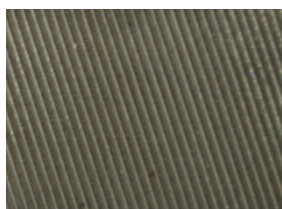
Aufbau: Feilenblatt, Angel, Heft

Zum Abtragen von groben Unebenheiten oder wenn viel Material abgetragen werden soll, verwendet man bei Holzwerkstoffen eine Raspel. Die in das Blatt eingehauenen, versetzt stehenden einzelnen Zähne werden als „Raspel- oder Pockenrieb“ bezeichnet.

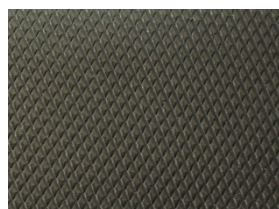


Raspel-/Pockenrieb

Nach dem Raspeln und für feinere Arbeiten wird eine Feile verwendet. Die Arbeitsfläche einer Feile besteht aus einer Vielzahl kleiner Schneiden, dazwischen liegen Einkerbungen, die als „Hieb“ bezeichnet werden. Sie sind durch Hauen mit dem Meißel einer Feilenhaumaschine entstanden. Es gibt einhiebige für weiche Materialien wie Holz und doppelhiebige Feilen für härtere Materialien. Bei doppelhiebigen Feilen liegen Unterhieb und Oberhieb unter verschiedenen Winkeln kreuzweise übereinander.



Einhieb



Doppelhieb (Kreuzhieb)



Feile

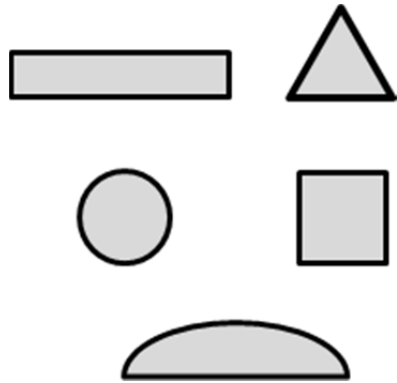
Raspel



<p>Hölzerne Hefte (= Griffe) müssen splitterfrei sein und fest sitzen. Gespaltene Hefte sind sofort auszutauschen. Es empfiehlt sich, Kunststoffhefte zu verwenden, da diese nicht splintern oder spalten.</p>	 <p style="text-align: center;">Holzheft</p> <p style="text-align: center;">Kunststoffheft</p>
--	--

### 9.3.2 Unterscheidungsmerkmale bei Feilen

Feilen unterscheidet man nach Anzahl der Hiebe und somit nach der Spangröße, die mit der Feile abgetragen werden kann, nach der Querschnittsform und nach der Feilengröße.

<p>Nach dem Hieb</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schruppfeile (grob, Hieb 0)</li> <li>• Schlichtfeile (mittel, Hieb 1-3)</li> <li>• Feinschlichtfeile (fein, Hieb 4-6)</li> </ul>	
<p>Nach der Querschnittsform</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flachfeilen (Querschnittsfläche Rechteck)</li> <li>• Dreikantfeilen (Querschnittsfläche Dreieck)</li> <li>• Rundfeilen (Querschnittsfläche Kreis)</li> <li>• Vierkantfeilen (Querschnittsfläche Quadrat)</li> <li>• Halbrundfeilen (Querschnittsfläche Kreisabschnitt)</li> </ul>	 <p style="text-align: center;">Feilenquerschnitte</p>

<p>Nach der Größe</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Handfeilen</li><li>• Schlüsselfeilen</li><li>• Nadelfeilen</li></ul>	 <p>Schlüsselfeilen</p>
--	---

Für den Unterricht sollten Handfeilen mit unterschiedlichem Hieb als Flach-, Rund- und Halbrundfeile angeschafft werden. Für kleine Werkstücke können auch die meist in einem Satz angebotenen Schlüsselfeilen beschafft werden.

<p><b>9.3.3 Arbeiten mit Raspeln und Feilen</b></p> <p><b>Vorbereitung der Arbeit</b></p> <p>Zum Raspeln und Feilen wird das Werkstück eingespannt. Stehen Holzwerkbanken mit Spannvorrichtung zur Verfügung, sollten diese verwendet werden. Das Werkstück kann auch in einem Schraubstock eingespannt werden.</p>	 <p>Werkbank mit Spannvorrichtung</p>  <p>Schraubstock</p>
---	--

Damit das Werkstück beim Bearbeiten nicht zerkratzt wird, sind Aluminium- oder Kunststoffschutzbacken zu verwenden.

Das Werkstück wird so eingespannt, dass die zu bearbeitende Kante parallel zu den Schutzbacken bzw. der Spannvorrichtung verläuft. Der Schraubstock sollte so hoch angebracht sein, dass die Spannbacken bei gerader Körperhaltung knapp unter dem Ellenbogen des angewinkelten Armes liegen.

Schülerinnen und Schüler unterschiedlicher Größe benutzen im Unterricht denselben Schraubstock, daher sind höhenverstellbare Schraubstöcke besser geeignet.



Schutzbacken für Schraubstock

### Durchführung und Handhabung

Die Feile wird mit der rechten Hand geführt, während der linke Handballen auf der Feile liegt. Dadurch kann der Druck gleichmäßig auf der Feile verteilt werden. Linkshänder halten die Feile entsprechend. Mit der Feile arbeitet man auf Stoß, d. h. nur in der Vorwärtsbewegung wird Druck auf die Feile ausgeübt. Das Zurückziehen der Feile geschieht ohne Druck. Beim Feilen sollte versucht werden, die ganze Länge der Feile auszunützen.



### 9.3.4 Sicherheitshinweise beim Arbeiten mit Raspeln und Feilen

Folgende Sicherheitshinweise sind beim Arbeiten mit Raspeln und Feilen zu beachten:

- Raspeln und Feilen nie ohne Heft (= Griff) oder mit beschädigtem Heft benutzen (Verletzungsgefahr an der spitzen Angel)
- Heft vor Benutzung auf festen Sitz prüfen (Feilenblatt könnte sonst herausrutschen)
- Lose Hefte mit dem Holzhammer fest schlagen oder das Heft auf einem festen Untergrund fest stoßen
- Das Werkstück vor der Bearbeitung stets einspannen
- Die Raspel und Feile mit beiden Händen führen
- Bei der Bearbeitung das Heft nicht gegen das Werkstück stoßen (Lockerung des Heftes)
- Aufbewahrung der Raspel und Feilen in Werkzeugblöcken (Übersicht auf Vollständigkeit und Schutz vor Beschädigung)
- Raspeln und Feilen auf dem Werk Tisch nicht übereinander ablegen, um die Werkzeugschneiden nicht zu beschädigen
- Raspeln und Feilen immer wieder während des Arbeitsvorganges und am Arbeitsende mit der Feilenbürste reinigen



Werkzeugblock zum Aufbewahren





Feilenbürste

## 9.4 Bohren


Zum Bohren von Bohrungen in Holz werden je nach gewünschter Größe, Beschaffenheit und Genauigkeit der Bohrung entsprechende Bohrwerkzeuge und Bohrmaschinen eingesetzt.

### 9.4.1 Bohrwerkzeuge

<p><b>9.4.1.1 Vorstecher</b></p> <p>Vor dem Bohren ist die Mittelpunktmarkierung der Bohrung mit Hilfe des Vorstechers vorzustechen. Dadurch wird ein „Verlaufen“ des Bohrers vermieden. Um Verletzungen während des Transports zu vermeiden, sollte die Spitze des Vorstechers mit einem Kork abgedeckt werden.</p>	
<p><b>9.4.1.2 Holzbohrer mit Zentrierspitze</b></p> <p>Der Holzbohrer ist, wie schon der Name besagt, nur zum Bohren von Holz geeignet. Die Zentrierspitze verhindert ein „Verlaufen“ des Bohrers. Holzbohrer werden von 3 mm Durchmesser bis 20 mm Durchmesser in 1 mm bzw. bei größeren Durchmessern in 2 mm Abständen angeboten. Es lassen sich damit Sacklöcher bohren und Durchgangsbohrungen durchführen.</p>	
<p><b>9.4.1.3 Forstnerbohrer mit Zentrierspitze</b></p> <p>Der Forstnerbohrer ist für das Bohren in Holzwerkstoffen und Kunststoff geeignet. Im Handel werden Forstnerbohrer von einem Durchmesser von 10 mm bis 50 mm angeboten. Die Abstufungen betragen 2 mm bzw. 5 mm. Es lassen sich damit Sacklöcher bohren und Durchgangsbohrungen durchführen. Bei großen Bohrdurchmessern ist eine niedrige Drehzahl an der Bohrmaschine zu wählen. Außerdem ist darauf zu achten, dass das Werkstück fest eingespannt ist.</p>	

<p><b>9.4.1.4 Stufenbohrer</b></p> <p>Stufenbohrer sind Bohrer, bei denen sich der Bohrdurchmesser zur Bohrerspitze hin stufenweise verjüngt. Mit Stufenbohrern wird bis zum gewünschten Durchmesser gebohrt, die nächst größere Stufe kann dann zum Entgraten bzw. Ansenken des Bohrlochs verwendet werden.</p>	
<p><b>9.4.1.5 Lochsäge</b></p> <p>Mit der Lochsäge können relativ große Durchgangslöcher gebohrt (25 mm bis 80 mm) oder aber auch Scheiben z. B. für Räder ausgesägt werden. Zur Herstellung von Sacklöchern ist die Lochsäge nicht geeignet. Häufig wird die Lochsäge mit mehreren Sägeblättern angeboten. Das ausgewählte Sägeblatt ist besonders sorgfältig in die dafür vorgesehenen Aussparungen des Lochsägentellers einzusetzen. Sie wird bei ihrem Einsatz relativ stark beansprucht, deshalb sollte beim Kauf auf eine gute Qualität geachtet werden.</p> <p>Es ist besonders auf die Befestigung zwischen Zentrierbohrer und Teller zu achten. Der Schaft des Zentrierbohrers sollte achteckig sein, um ein Durchdrehen im Bohrfutter zu verhindern. Die Materialstärke der Sägeblätter darf nicht zu dünn dimensioniert sein. Auch sollten die Zähne eher fein als zu grob sein. Die auftretenden Drehmomente beim Bohren sind beachtlich, so dass das Werkstück unbedingt fest eingespannt werden muss.</p>	

**9.4.2 Handwerkzeuge/Handbohrmaschinen**

<p><b>9.4.2.1 Nagelbohrer</b></p> <p>Mit dem Nagelbohrer sind kleine Bohrungen ohne großen Anspruch an die Genauigkeit herstellbar.</p>	
---	--

<p><b>9.4.2.2 Drillbohrer</b></p> <p>Der Drillbohrer ist eine weitere Art der manuell betriebenen Bohrgeräte. Man bohrt durch einfaches Auf- und Abbewegen eines Drillstückes, in dem das Gegenstück der gedrillten Antriebswelle eingelegt ist. Für den Drillbohrer sind nur spezielle Bohrer zu verwenden, die sich wiederum nur für feine Arbeiten in dünnem Material einsetzen lassen.</p>	
<p><b>9.4.2.3 Bohrwinde</b></p> <p>Mit der Bohrwinde werden nur sehr niedrige Drehzahlen erreicht. Es können aber beachtliche Drehmomente aufgebracht werden. Dadurch können auch Bohrer mit großem Durchmesser (bis ca. 30 mm) eingesetzt werden.</p>	
<p><b>9.4.2.4 Tellerhandbohrmaschine (zahnradgetriebene Handbohrmaschine)</b></p> <p>Mit der Tellerhandbohrmaschine (zahnradgetriebenen Handbohrmaschine) lassen sich verhältnismäßig hohe Drehzahlen erreichen. Wegen des geringen Drehmomentes sind jedoch nur Bohrer bis zu einem Durchmesser von etwa 6 mm einsetzbar.</p>	
<p><b>9.4.2.5 Brustbohrmaschine</b></p> <p>Bei der Brustbohrmaschine liegt das Gewicht des Oberkörpers des Bohrenden auf der Querauflage, dadurch werden die Hände zum Drehen des Antriebsrades und zum Festhalten der Bohrmaschine frei. Die Brustbohrmaschine gibt es auch in der Ausführung als 2-Gang-Handbohrmaschine (siehe Abbildung), bei der durch Umsetzen der Kurbel sich das Übersetzungsverhältnis ändern lässt.</p>	

### 9.4.3 Elektrisch betriebene Bohrmaschinen

Beim Bohren mit elektrisch betriebenen Bohrmaschinen ist auf eine zweckmäßige und sichere Kleidung und festes, geeignetes Schuhwerk zu achten. Die Kleidung sollte eng anliegende Ärmel aufweisen. Ketten, Ringe, Schals u. ä. sind bei der Arbeit hinderlich, bergen Unfallgefahren und sind deshalb abzulegen. Schülerinnen und Schüler mit langen Haaren müssen diese durch Haargummi sichern oder mit einer geeigneten Kopfbedeckung (Mütze oder Haarnetz) abdecken. Bei ortsveränderlichen Maschinen mit Zuleitungskabel ist außerdem darauf zu achten, dass durch die Zuleitungskabel keine Stolperfallen entstehen.

<p><b>9.4.3.1 Elektrische Handbohrmaschine</b></p> <p>Die elektrische Handbohrmaschine darf im Unterricht ab den Klassenstufen 5/6 nach vorheriger Einweisung und unter Aufsicht der daneben stehenden Lehrkraft eingesetzt werden. Die Bohrmaschine darf nicht allzu schwer und damit unhandlich sein. Das Gewicht und die abgegebene Leistung der Handbohrmaschine müssen auf die körperlichen Voraussetzungen der Schülerinnen und Schüler abgestimmt sein. Die elektrische Handbohrmaschine sollte eine elektronische Drehzahlregelung sowie einen Rechts- und Linkslauf aufweisen (siehe auch Kapitel 9.10.1, S. 89 „Bohren mit elektrischen Handbohrmaschinen“).</p>	
<p><b>9.4.3.2 Akku-Bohrmaschine</b></p> <p>Durch den Einsatz von Akku-Bohrmaschinen entstehen keine „Stolperfallen“ durch das Anschlusskabel. Ein Ersatzakku sollte immer aufgeladen bereitstehen. Die Einsatzbeschränkung für die Schülerinnen und Schüler ist dieselbe wie bei der elektrischen Handbohrmaschine (siehe auch Kapitel 9.10.1, S. 89 „Bohren mit elektrischen Handbohrmaschinen“).</p>	



### 9.4.3.3 Tischbohrmaschine

Die Tischbohrmaschine gehört in jeden Technikraum, da bei nahezu jedem Werkstück Bohrungen durchzuführen sind. Die Tischbohrmaschine darf von Schülerinnen und Schülern der Klassenstufen 5/6 unter Aufsicht der daneben stehenden Lehrkraft eingesetzt werden. Es sollten aber keine Handbohrmaschinen mit Heimwerkerbohrständern verwendet werden, da diese nicht die notwendige Stabilität aufweisen. Handbohrmaschinen verfügen auch nicht über eine Nullspannungsschaltung und sind schon von daher nicht für den Einsatz in der Schule geeignet.

Die Drehzahl muss veränderbar und auf das jeweilig zu bohrende Material sowie den Bohrdurchmesser angepasst werden können. Es werden Bohrmaschinen mit Stufengetrieben, stufenlosen Getrieben und mit elektronischer Drehzahlregelung angeboten. Die letztere Variante ist von Schülerinnen und Schülern am einfachsten zu handhaben. Bei Antrieben über Keilriemen darf die Drehzahl nur durch die Lehrkraft verändert werden.

Der Arbeitstisch bzw. das gesamte Antriebsteil ist bei Tischbohrmaschinen in der Regel verstellbar. Bei Modellen, deren Arbeitstisch verschiebbar ist, werden besonders kleinere Schülerinnen und Schüler dadurch gefährdet, dass der Bohrvorgang für sie oft in Augenhöhe stattfindet. Ist der Antriebsteil verstellbar, bleibt der Arbeitsbereich auf demselben Höhenniveau. Zu empfehlen ist die Ausstattung der Bohrmaschine mit einem Schnellspannbohrfutter (siehe Abbildung S. 96), da so die Unfallgefahr durch einen steckengebliebenen Bohrfutterschlüssel vermieden wird. Werden elektrische Bohrmaschinen im Unterricht eingesetzt, muss ein leicht zugänglicher Not-Aus-Taster vorhanden sein. Die Tischbohrmaschine ist formschlüssig (verschraubt) am Aufstellungsort zu befestigen. Um die Bohrmaschine sollte ein Sicherheitsbereich mit einem Radius von 1,5 m markiert werden. Zu jeder Ständerbohrmaschine gehört ein stabiler Maschinenschraubstock (siehe auch Kapitel 9.10.2, S. 89 „Bohren mit elektrischen Tischbohrmaschinen“).



Maschinenschraubstock



Bohrständer



Tischbohrmaschine mit verstellbarem Arbeitstisch



Tischbohrmaschine mit verstellbarem Antriebsteil

## 9.5 Senken

Nach dem Bohren werden Bohrungen (Sacklöcher und Durchgangsbohrungen) entgratet bzw. angesenkt, wobei Durchgangsbohrungen von beiden Seiten angesenkt werden. Das Senken wird zum einen zum Entgraten von Bohrlochkanten, zum anderen zur Verbreiterung des Eintrittsbereichs einer Bohrung durchgeführt, damit Schraubenköpfe vollständig im Bohrloch einsenken und somit einer Verletzungsgefahr vorgebeugt wird.

<p><b>9.5.1 Handsenker (Krauskopf)</b></p> <p>Handsenker dienen zum schnellen Entgraten bzw. Versäubern von Bohrlochkanten oder zum schnellen Versenken von Schraubenköpfen.</p>	
<p><b>9.5.2 Senker (Kegelsenker)</b></p> <p>Senker, auch Kegelsenker genannt, werden in das Bohrfutter der Bohrmaschine eingespannt und das Senken mit der Bohrmaschine ausgeführt. Für das Senken wird eine niedrige Drehzahl gewählt.</p> <p>Kegelsenker zeichnen sich durch eine Schneidenspitze in Kegelform aus. Sie sind in unterschiedlichen Durchmessern und Ausführungen erhältlich. In der Regel hat der Kegelsenker eine ungerade Anzahl an Schneiden (z. B. ein-, drei-, fünfschneidiger Senker) oder eine Bohrung im Kegel (sogenannter Querlochsенker), um eine größere Laufruhe beim Senken zu gewährleisten. Der Spitzenwinkel des Kegels beträgt <math>60^\circ</math> (zum Entgraten von Bohrungen) oder <math>90^\circ</math> (für Senkschrauben).</p>	 <p>dreischneidiger <math>90^\circ</math>-Senker</p>  <p>Querlochsенker</p>

Bei größeren Bohrdurchmessern, die mit dem Handsenker oder Kegelsenker nicht mehr entgratet bzw. versäubert werden können, erfolgt das Entgraten mit dem Schleifpapier.

## 9.6 Schleifen

Zur Fein- und Endbearbeitung von Werkstücken wird nach dem Feilen die Oberfläche des Werkstücks durch Schleifen bearbeitet.

### 9.6.1 Schleifen von Hand

<p><b>9.6.1.1 Schleifpapier</b></p> <p>Für Schleifarbeiten von Hand verwendet man Schleifpapier. Glas- oder Sandpapier wird überwiegend für Holzschleifarbeiten, die Schleifleine wird für Schleifarbeiten an Metallwerkstoffen verwendet. Die Körnung des Schleifpapiers wird durch Zahlen angegeben. Diese Zahlen geben die Anzahl der Schleifkörner pro <math>\text{cm}^2</math> an. Bei einem Schleifpapier mit der Körnung 80 haben ca. 80 relativ große Schleifkörner auf diesem <math>1 \text{ cm}^2</math> Platz. Je höher die auf der Rückseite des Schleifpapiers aufgedruckte Kennziffer, umso feiner ist das Schleifpapier. Grobes Schleifpapier (Körnung 40-60) wird für gröbere Arbeiten verwendet. Zum Vorschleifen verwendet man Schleifpapier mit der Körnung 80 bis 120. Für feinere Schliffe vor und nach dem Grundieren wird Schleifpapier mit einer Körnung von 150 eingesetzt. Für den Feinschliff vor dem letzten Auftragen der Oberflächenbehandlung und beim Schleifen von Kunststoffen wird ein Schleifpapier mit einer Körnung von 220 bis 240 verwendet.</p>	
<p><b>9.6.1.2 Schleifkork, Schleifklotz, Schleifbrett</b></p> <p>Flächen werden mit dem Schleifpapier und mithilfe eines Schleifkorkens oder Schleifklotzes geschliffen. Jüngere Schülerinnen und Schüler erzielen oft bessere Arbeitsergebnisse, wenn sie zum Schleifen ein Schleifbrett verwenden. Dazu wird das Schleifpapier auf einem ebenen Brett befestigt (das Schleifpapier wird z. B. an den Enden festgenagelt oder mit einem Holzbrettchen und Schraubzwingen festgeklemmt). Nun wird nicht das Schleifpapier, sondern das Werkstück auf dem Schleifpapier bewegt. Schleifen ohne Hilfsmittel, also das Schleifen nur von Hand, sollte auf Kleinteile und gekrümmte Werkstücke beschränkt sein.</p>	 <p>Schleifkork</p> <p>Schleifklotz</p> <p>Schleifklotz</p>

Damit keine Schleifspuren und Kratzer auf dem Holzwerkstück entstehen, wird grundsätzlich immer in Faserichtung des Holzes geschliffen. Um das Gefährdungsrisiko durch Schleifstäube zu minimieren, ist darauf zu achten, dass das Schleifen auf den absolut notwendigen Umfang begrenzt wird (siehe hierzu Kapitel 3.3, S. 12 „Holzstaub“). Daher sollte das Werkstück möglichst genau zugesägt werden, so dass nur noch die Schleifarbeiten für die Oberflächenverbesserung anstehen. Das Gefährdungspotenzial ist beim Schleifen von Harthölzern (z. B. Buche, Eiche) eindeutig höher, deshalb dürfen im Technikunterricht nur Weichhölzer (z. B. Fichte, Tanne u. ä.) verwendet werden (siehe Kapitel 3.3.1, S. 12 „Gefährdung durch Stäube bei der Holzbearbeitung“).

Schleifstäube und Schleifspäne sollten sofort nach der Entstehung abgesaugt werden. Sie dürfen nicht weggestoßen oder weggefegt werden, sondern sind mit Hilfe eines Industriestaubsaugers der Staubschutzklasse M oder mit Prüfzeichen H3 abzusaugen. Auch Ablagerungen von Schleifstäuben auf den Werkbänken und auf dem Boden dürfen nur aufgesaugt werden (siehe Kapitel 3.3.3, S. 13 „Reduzierung durch Absaugen des Holzstaubes an Holzbearbeitungsmaschinen“, Kapitel 3.3.6, S. 14 „Reduzierung durch Reinigungsarbeiten mit Industriestaubsaugern“ und Kapitel 3.3.7, S. 15 „Reduzierung durch geeignetes Schülerverhalten“).



Schleifbrett



Schleifbrett

### 9.6.2 Schleifen mit der Maschine

Es darf nur an Maschinen mit einwandfreier Staubabsaugung gearbeitet werden. Auch hier ist ein Staubsauger der Staubschutzklasse M oder mit Prüfzeichen H3 zu verwenden (siehe Kapitel 3.3.3, S. 13 „Reduzierung durch Absaugen des Holzstaubes an Holzbearbeitungsmaschinen“). Beim Schleifen mit Maschinen ist auf eine zweckmäßige, sichere Kleidung und auf festes, geeignetes Schuhwerk zu achten. Die Kleidung sollte eng anliegende Ärmel aufweisen. Ketten, Ringe, Schals u. ä. sind bei der Arbeit hinderlich, bergen Unfallgefahren und sind deshalb abzulegen. Bei ortsveränderlichen Maschinen ist außerdem darauf zu achten, dass durch die Zuleitungskabel keine Stolperfallen entstehen.

### 9.6.2.1 Schwingschleifer und Exzentrerschleifer

Diese beiden Schleifmaschinen werden zum Schleifen größerer Flächen verwendet. Wird mit einem Schleifpapier grober bzw. mittlerer Körnung vorgeschliffen, sollte, um Schleifspuren zu beseitigen, mit einer feinen Körnung nachgeschliffen werden.

Vor dem Schleifen ist das Werkstück auf einem ebenen Untergrund aufzulegen und in geeigneter Weise festzuspannen. Die Schleifmaschine ist mit beiden Händen festzuhalten und ohne großen Druck über das Werkstück zu bewegen. Vor dem Abstellen der Maschine muss man sie „Auslaufen“ lassen. Auch hier sollte man das Schleifen auf das unverzichtbare Mindestmaß beschränken. Die entstehenden Schleifstäube sind durch den Anschluss eines Entstaubers bzw. durch eine integrierte Absaugung aufzufangen. Die Schülerinnen und Schüler der Klassenstufen 5/6 dürfen teilselbstständig, ab den Klassenstufen 7/8 selbstständig, mit diesen Maschinen arbeiten.



Schwingschleifer

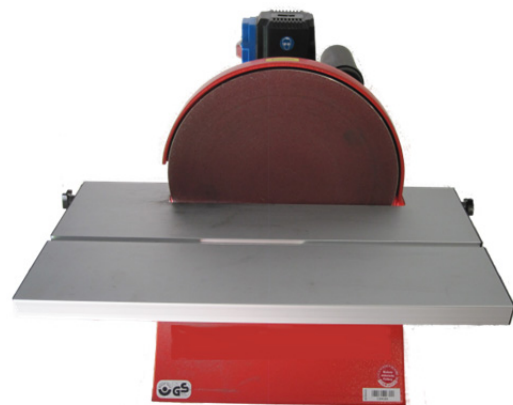


Exzentrerschleifer

### 9.6.2.2 Tellerschleifmaschine

An der Tellerschleifmaschine kann die Stirnseite von Holzwerkstücken gut geschliffen werden. Auch Rundungen lassen sich exakt schleifen. Mit Hilfe eines Winkelschlages können Leisten rechtwinklig oder auf Gehrung exakt geschliffen werden. Das Schleifen soll das Sägen nicht ersetzen, sondern es werden nur Sägeschnitte nachgearbeitet. Ist mehr Material abzutragen, muss nachgesägt werden.

Es dürfen nur Werkstücke geschliffen werden, die groß genug sind, um sie sicher halten zu können. Das Werkstück sollte immer zuerst auf dem Tisch aufgelegt und dann mit leichtem Druck gegen die Schleifscheibe geführt werden. Es darf nur auf der Schleiftellerseite geschliffen werden, die nach unten, d. h. gegen den Auflagentisch, läuft. Ansonsten wird das Werkstück von der Schleifscheibe nach oben gerissen. Die Schülerinnen und Schüler der Klassenstufen 5/6 dürfen unter Aufsicht der daneben stehenden Lehrkraft, ab den Klassenstufe 7/8 teilselbstständig und ab den Klassenstufen 9/10 selbstständig an dieser Maschine arbeiten.



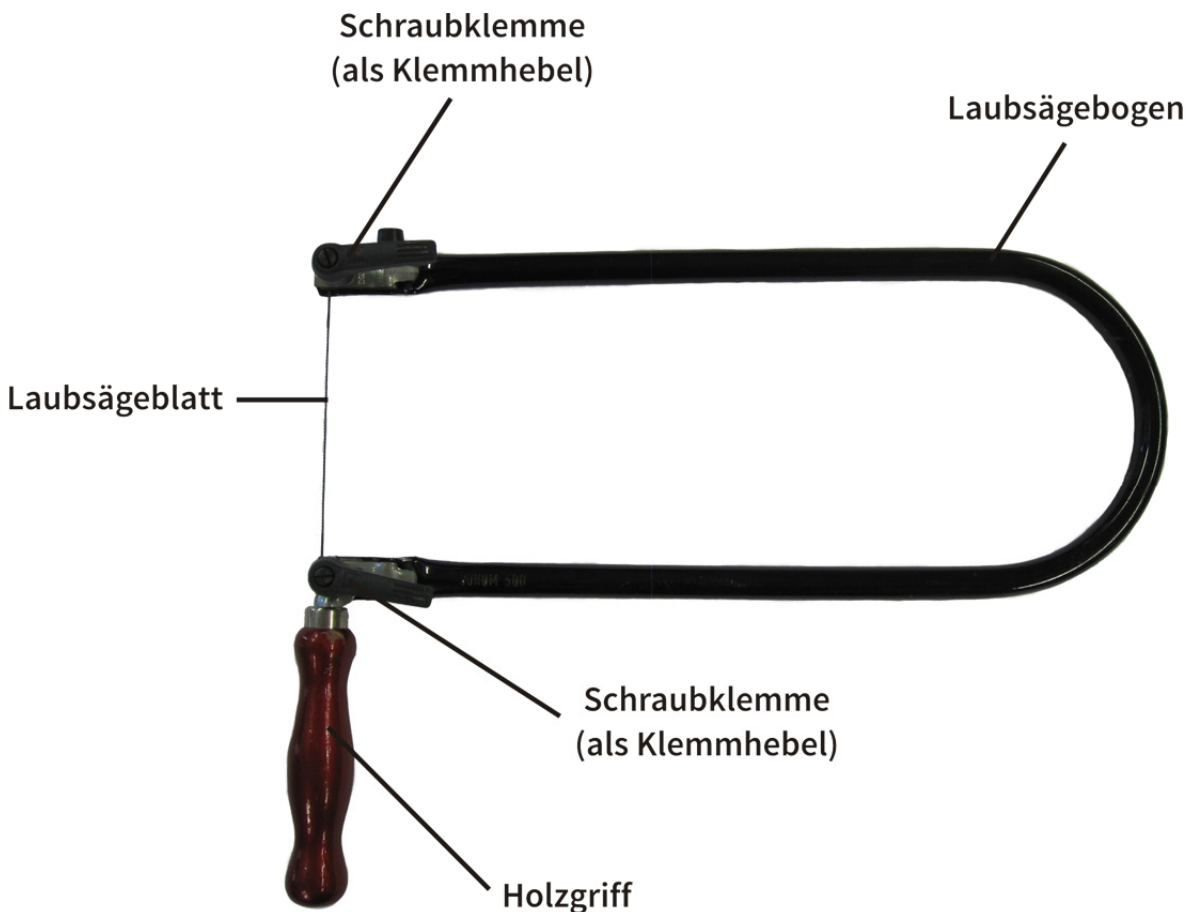
## 9.7 Sägen mit der Laubsäge

Bei der Laubsäge handelt es sich um eine italienische Erfindung aus dem Jahr 1562, die zum Ausschneiden von Intarsien verwendet wurde. Diese Intarsien waren häufig in Laubform gehalten, wodurch der Name „Laubsäge“ zu erklären ist.

### 9.7.1 Aufbau von Laubsägen

Die Laubsäge setzt sich aus dem Laubsägebogen, dem Griff und den beiden Schraubklemmen zusammen. Der Laubsägebogen besteht aus einem U-förmigen Stahlrohr. Der Holzgriff ist ergonomisch geformt und sollte gut in der Hand liegen. An den beiden Enden des Bügels befindet sich je eine Schraubklemme. Zwischen den Schraubklemmen lässt sich ein Laubsägeblatt einspannen und fixieren.

Die Laubsäge gibt es im Handel in verschiedenen Größen/Ausladungen. Die Ausladung der Säge ist die Größe, wie weit man z. B. bis zur Mitte einer Sperrholzplatte gelangt, ohne dass der äußere Bogen einen dabei behindert. Für die Schule kann eine Laubsäge mit einer Ausladung zwischen 200 mm oder 300 mm eingesetzt werden.



Die Laubsäge eignet sich zur Herstellung von geraden und geschweiften (= gebogenen) Schnitten, zum Sägen von Rundungen und für das Sägen von Ausschnitten. Soll ein Innenschnitt ausgeführt werden, ist zuerst eine Bohrung notwendig. Das Sägeblatt wird durch die Bohrung gesteckt und erst dann eingespannt.

Ist die Laubsäge mit Flügelmuttern zum Festspannen des Sägeblattes ausgestattet, ist ein Laubsägespannschlüssel zu verwenden. Zangen sollten nicht zum Anziehen der Flügelmutter verwendet werden, dadurch beschädigt man häufig die Flügel der Flügelmutter. Klemmhebel erleichtern das Anziehen des Spannfutters. Vorhandene Flügelmutter können auch nachträglich durch Klemmhebel ersetzt werden.



Laubsägespannschlüssel



Laubsäge mit Flügelmutter



Laubsäge mit Klemmhebel

### 9.7.2 Laubsägeblätter

Je nach Wahl des Sägeblattes können mit der Laubsäge Sperrholz, Massivholzbrettchen, Kunststoffplatten und dünne Bleche gesägt werden. Es werden im Handel Laubsägeblätter mit unterschiedlicher Zahnung angeboten. Je höher die angegebene Zahl auf der Verpackung, umso gröber ist die Zahnung. Für Holz werden in der Regel Sägeblätter mit einer etwas gröberen Zahnung, für Kunststoffe und Metall Sägeblätter mit feiner Zahnung verwendet. Die Gesamtlänge normaler Laubsägeblätter liegt bei 130 mm.

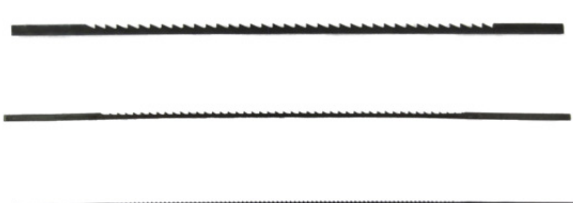
Nummer	Stärke mm	Breite mm	Zähne pro cm
2/0	0,20	0,65	11
1	0,24	0,78	9
3	0,30	0,92	7,5
5	0,34	1,08	6,5
7	0,38	1,25	6
9	0,42	1,4	5,2
12	0,48	1,65	4,5


Auch Sägeblätter für bestimmte Werkstoffe und spezieller Zahngeometrie (z. B. Sägeblätter mit Doppelzähnen, Sägeblätter mit Gegenzähnen, Spirallaubsägeblätter/Rundsägeblätter) werden im Handel angeboten.

Für filigrane Laubsägearbeiten mit vielen Rundungen bieten sich Rundsägeblätter an. Das Rundsägeblatt wird aus einem geraden Sägeblatt hergestellt und bei der Herstellung verdreht/verdrillt. So befinden sich in allen Richtungen Zähne – das Sägeblatt ist rundumverzahnt.


Das Rundsägeblatt kann mit wenig Kraftaufwand präzise Rundungen sägen und einfach in alle Richtungen geführt werden. Hierbei sollte aber auf eine genaue Führung der Säge geachtet werden. Schnell „schwimmt“ das Sägeblatt in eine andere Richtung. Für gerade Schnitte sollte aber ein gerades Laubsägeblatt eingesetzt werden, diese sägen bei geraden Schnitten genauer.




Laubsägeblätter unterschiedlicher Stärke


Feinschnittsägeblatt

Doppelzahnsägeblatt

Gegenzahnsägeblatt


  


Rundzahnsägeblatt

**9.7.3 Einspannen des Laubsägeblattes**

Die Laubsäge arbeitet auf Zug. Der Schnitt im Werkstück erfolgt dann bei der Abwärtsbewegung der Laubsäge, daher müssen die Sägeblätter so eingespannt werden, dass die Zähne nach unten, also zum Griff der Laubsäge zeigen.



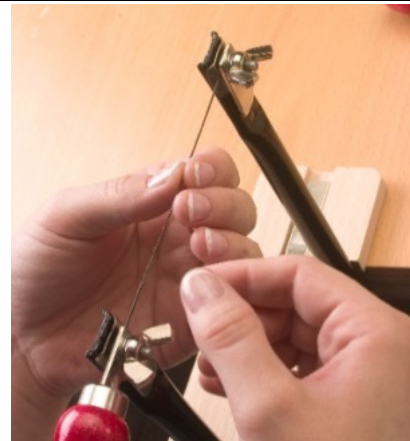
Einspannen des Sägeblattes



Das Laubsägeblatt wird auf der Seite gegenüber des Griffs festgespannt, je nach Laubsägebogen mit einer Klemmschraube oder Flügelmutter. Um dem Laubsägeblatt die nötige Spannung zu geben, wird der Laubsägebogen etwas zusammengedrückt und dann das andere Ende des Laubsägeblattes eingespannt. Um dieses Zusammendrücken zu erleichtern, kann eine Seite des Bogens z. B. an der Tischkante abgestützt werden. Der Laubsägebogen wird in die richtige Position gebracht und anschließend mit der freien Hand die Klemmschraube angezogen. Die U-Form des Bogens wirkt als Feder und hält nach dem Einspannen das Sägeblatt auf Spannung. Sehr häufig benötigen Schülerinnen und Schüler dabei die Hilfe der Lehrkraft.

Mit etwas Erfahrung kann man das Sägeblatt nach dem Einspannen mit dem Finger „anzupfen“ und auf den Ton achten. Ein wenig gespanntes Sägeblatt erzeugt einen tiefen, dumpfen Ton oder klirrt. Bei korrekter Spannung hört man einen hellen, klaren und hohen Ton. Das Laubsägeblatt sollte nach dem Einspannen nicht an der Schraubklemme überstehen. Der überstehende Teil des Sägeblattes kann zu Verletzungen führen.

Um das Spannen des Sägeblattes zu erleichtern, werden Laubsägebogen mit einer Spannvorrichtung angeboten. Der Griff des Laubsägebogens ist beweglich und wird vor dem Einlegen des Sägeblattes weggeklappt. Die Spannvorrichtung verschiebt sich nach innen. Nach dem Befestigen des Sägeblattes wird der Griff in seine Ausgangslage zurück geklappt und dadurch das Sägeblatt automatisch gespannt. Besitzt die Laubsäge auch noch Klemmhebel, können Schülerinnen und Schüler die Laubsäge problemlos und ohne zusätzliche Werkzeuge selber spannen. Eine Überspannung des Laubsägebogens ist nahezu ausgeschlossen.



Einspannen und Anzupfen des Sägeblattes



Laubsägebogen mit Spannvorrichtung über Griff und Klemmhebel



Laubsägebogen: Griff weggeklappt



Laubsägebogen: Griff in Ausgangslage

### 9.7.4 Laubsägetisch

Der Einsatz eines Laubsägetisches erleichtert das Sägen mit der Laubsäge erheblich. Die V-förmige Öffnung schafft mehr Bewegungsfreiheit und erleichtert das Sägen. Schon um den Werk Tisch zu schonen, sollte immer ein Laubsägetisch verwendet werden.

Es werden preisgünstige Laubsägetische, die an der Werkbank mit einer Zwinde befestigt werden, vom Fachhandel angeboten. Es gibt Laubsägetische mit austauschbaren Einsätzen. Diese Einsätze können bei Beschädigung durch Ansägen leicht gewechselt werden. Bei anderen Laubsägetischen ist auch die Arbeitshöhe verstellbar. Arbeiten Schülerinnen oder Schüler unterschiedlicher Größe mit der Laubsäge, erleichtert die verstellbare Arbeitshöhe des Laubsägetisches das Sägen erheblich.

An einigen Laubsägetischen ist seitlich ein Langloch ausgespart, hier kann die Laubsäge zum Spannen eingeschoben werden. Der Schlitz ist von der Länge so gestaltet, dass der Laubsägebogen beim Einschieben zusammengedrückt wird und das Sägeblatt dann bequem, ohne Kraftaufwand, eingelegt und die Flügelmutter bzw. die Klemmhebel angezogen werden können. Nach dem Herausziehen des Sägebogens spannt sich das Sägeblatt selbstständig. In das Langloch eingebaute Rollen erleichtern das Einschieben des Sägebogens.



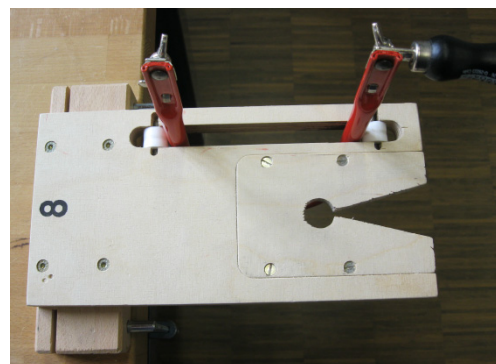
Sägen mit dem Laubsägetisch



Laubsägetisch mit Zwinde



Laubsägetisch mit austauschbarem Einsatz und Langloch mit Rollen zum Spannen der Laubsäge



Laubsägetisch mit Langloch als Spannvorrichtung

### 9.7.5 Arbeiten mit Laubsägen

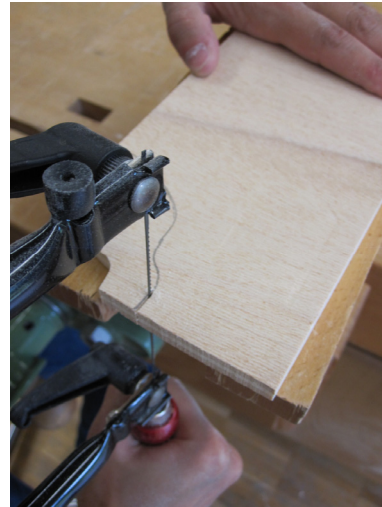
Das Werkstück liegt stets auf dem Laubsägetisch auf. Die Sägelinie befindet sich in der Mitte der V-förmigen Öffnung. So vibriert das Holz beim Sägen möglichst wenig. Die Laubsäge wird so gehalten, dass das Sägeblatt senkrecht nach unten zeigt. Der Bügel der Säge befindet sich oberhalb des Armes. Der Griff wird mit der ganzen Hand umschlossen. Um die Laubsäge bei der Arbeit zu stabilisieren, wird der Bügel der Säge an der Außenseite des Oberarmes angelegt. Die Schülerin oder der Schüler sollte eine aufrechte Sitzposition einnehmen.

Das Werkstück wird mit der anderen Hand gehalten und beim Sägen in die gewünschte Schnittrichtung gedreht. Beim eigentlichen Sägevorgang ist das Sägeblatt nun locker und in gleichmäßigen Zügen auf- und abzuführen. Dabei ist zu beachten, dass das Sägeblatt immer senkrecht steht.

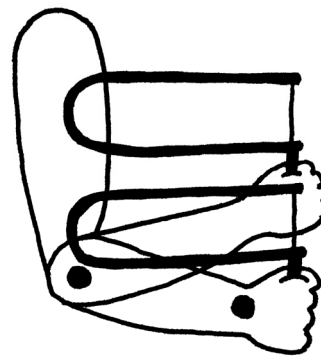
Bei zu viel Druck oder falscher Haltung verkantet sich das Sägeblatt und reißt leicht. Beim Sägen bewegt sich nur der Unterarm, nicht die Schulter.

Die Laubsäge bietet die Möglichkeit, auch runde Formen sowie Ecken sauber mit einem geraden Sägeblatt auszusägen. Bei der Arbeit ist allerdings darauf zu achten, dass bei einem Drehen des Werkstücks auch immer der Sägevorgang, also die Auf- und Abwärtsbewegung, fortgeführt werden muss. Wird der Sägevorgang unterbrochen und das Werkstück gedreht, so reißt das Sägeblatt.

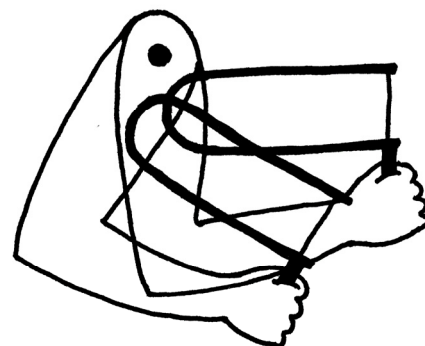
Ist ein gewünschter Sägeschnitt nicht von außen zu erreichen, muss ein Loch in das Werkstück gebohrt werden und das Laubsägeblatt dort eingefädelt werden. In diesem Falle wird das Sägeblatt zuerst an der Griffseite in den Laubsägebogen eingespannt. Danach wird das Sägeblatt durch die Bohrung im Werkstück geschoben, der Sägebogen gespannt und anschließend auf der anderen Seite des Sägebogens festgeklemmt.



Handhaltung beim Sägen



Richtig: Bewegung aus dem Unterarm



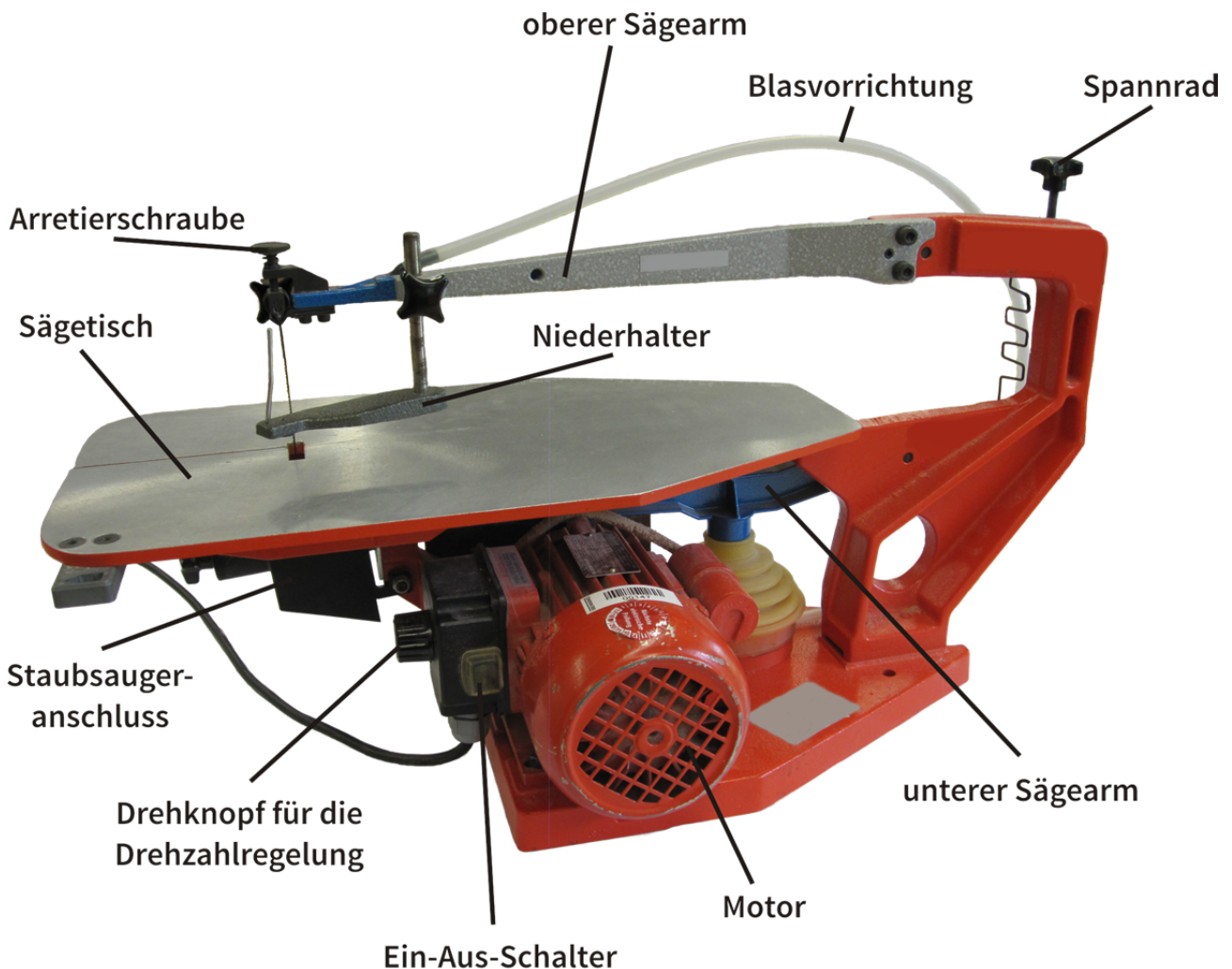
Falsch: Bewegung aus dem Oberarm

## 9.8 Sägen mit der Dekupiersäge

Eine Dekupiersäge oder Feinschnittsäge ist die elektrisch betriebene Variante der Laubsäge. Das Wort Dekupier stammt aus dem französischen „découper“ und bedeutet so viel wie ausschneiden oder zerschneiden. Dies ist eine alte, im Bereich der Technik nicht mehr gebräuchliche Bezeichnung, für das Zurechtschneiden von Werkstücken. Die Dekupiersäge ermöglicht gerade und geschweifte Schnitte in Holz, Holzwerkstoffen und Kunststoffen. Auch Nichteisenmetalle können mit der Dekupiersäge bearbeitet werden. Schülerinnen und Schüler erkennen sehr schnell die Arbeitserleichterung und wollen nach Einführung der Dekupiersäge häufig nicht mehr mit der Laubsäge arbeiten. Die Dekupiersäge darf von Schülerinnen und Schülern der Klassenstufen 5/6 unter Aufsicht der daneben stehenden Lehrkraft eingesetzt werden. Schülerinnen und Schüler ab der Klassenstufe 7 dürfen mit der Dekupiersäge selbstständig arbeiten.

### 9.8.1 Aufbau von Dekupiersägen

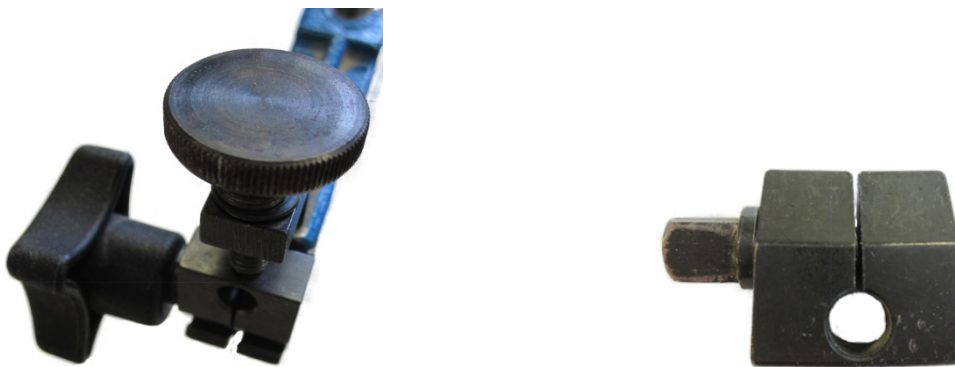
Die Dekupiersäge besteht meist aus einem Säge Tisch, dem oberen und unteren Sägearm, dem Spannrad und der Sägeblattspanneinrichtung zum Spannen des Sägeblattes, dem Niederhalter, dem Staubsaugeranschluss, dem Motor, dem Ein-Aus-Schalter, dem Drehknopf für die Drehzahlregelung, dem Schalter für die Hubzahlregelung (nicht in der Abbildung sichtbar) und der Blasvorrichtung (Luftdüse).



Aufbau und Bauteile einer Dekupiersäge

Beim Kauf einer Dekupiersäge sollten einige Aspekte beachtet werden. Eine Dekupiersäge verursacht Vibrationen. Ein größeres Gewicht der Maschine ist in diesem Fall von Vorteil und bringt weniger Vibrationen auf den Säge Tisch bzw. das Werkstück. Auch die Sägearme sollten stabil sein und über gute Gleitlager verfügen. Weitere Ausstattungsmerkmale einer guten Dekupiersäge sind ein schwenkbarer Arbeitstisch, ein Staubsaugeranschluss, ein Schnellspanner für das Sägeblatt, eine Hubzahlregelung und logisch angeordnete und leichtgängige Bedienelemente.

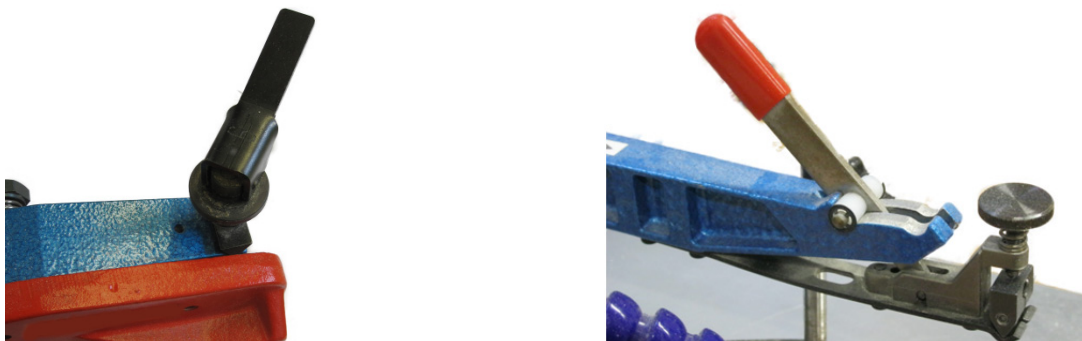
Sehr günstige Dekupiersägen sind oft nicht für einen Dauerbetrieb ausgelegt. In die Aufnahmevorrichtung einiger Dekupiersägen können nur spezielle Sägeblätter eingesetzt werden. Diese Sägeblätter verfügen an den Enden über Querstege, die dem Sägeblatt zusätzliche Stabilität verleihen und den Sägeblattwechsel vereinfachen (siehe Kapitel 9.8.2, S. 80 „Sägeblätter für Dekupiersägen“). Diese speziellen Sägeblätter haben aber auch ihren Preis. In andere Dekupiersägen lassen sich zusätzlich auch handelsübliche Laubsägeblätter einspannen. Dazu sind spezielle Klemmsteine notwendig, in denen das Laubsägeblatt festgeklemmt wird. Schon aus Kostengründen sollten diese Laubsägeblätter auch verwendet werden können.



Unterschiedliche Aufnahmemöglichkeiten (Klemmsteine) für Laubsägeblätter

Der Arbeitstisch von Dekupiersägen ist entweder rechteckig oder rund. Eine Kreisschneideeinrichtung zum Sägen von Kreisen an der Dekupiersäge (siehe Kapitel 9.9, S. 84 „Kreisschneidevorrichtung“) kann nur bei einem rechteckigen Arbeitstisch eingesetzt werden. Auch verfügen einige Dekupiersägen über eine elektronische Drehzahleinstellung. Diese wird im Einsatz in der Schule jedoch in der Regel nicht gebraucht. Nur bei sehr dünnem Material und eventuell beim Bearbeiten von Kunststoffen bringt diese Drehzahlregelung Vorteile.

Die Dekupiersäge sollte über eine Schnellspanneinrichtung verfügen, damit das einmal vorgespannte Sägeblatt leicht wieder entspannt und gespannt werden kann.



Unterschiedliche Schnellspanneinrichtungen

Dekupiersägen verfügen oft über eine Blasvorrichtung, um anfallende Späne oder Staub vom Sägeschnitt zu entfernen und die Sicht auf das Werkstück frei zu halten. Eine bessere Möglichkeit ist ein Absauganschluss. Hier kann über einen Adapter ein Staubsauger angeschlossen und der Staub direkt abgesaugt werden, anstatt ihn nur wegzublasen. Daher sollte sich an der Dekupiersäge ein Anschluss für die Staubabsaugung befinden. An diesen wird ein Industriestaubsauger der Staubschutzklasse M oder mit Prüfzeichen H3 angeschlossen (siehe hierzu Kapitel 3.3.3, S. 13 „Reduzierung durch Absaugen des Holzstaubes an Holzbearbeitungsmaschinen“).

### 9.8.2 Sägeblätter für Dekupiersägen

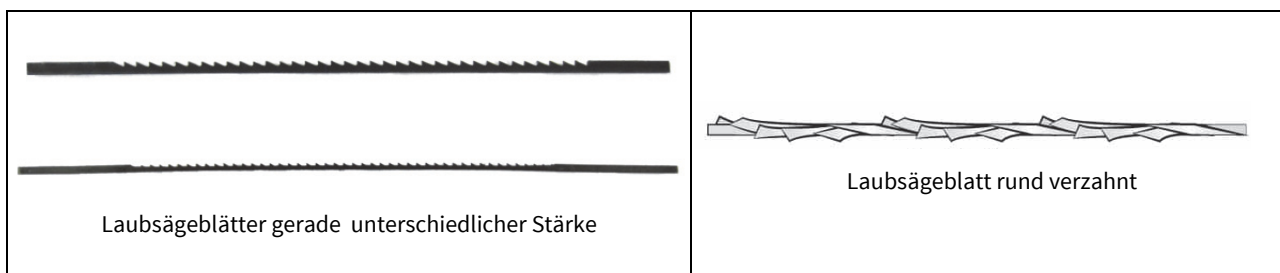
In Dekupiersägen können spezielle Sägeblätter für die Dekupiersäge eingesetzt werden, die an den Enden über Querstege verfügen, dem Sägeblatt somit zusätzliche Stabilität verleihen und den Sägeblattwechsel vereinfachen.



Dekupiersägeblatt mit Quersteg

Ebenso können auch handelsübliche Laubsägeblätter, die mit Hilfe von Klemmsteinen (siehe Kapitel 9.8.1, S. 78 „Aufbau von Dekupiersägen“), zwischen denen das Laubsägeblatt festgeklemmt wird, in Dekupiersägen eingespannt werden. Laubsägeblätter werden in unterschiedlicher Stärke und Zahnung angeboten: z. B. Stärke 1 – fein bis Stärke 12 – grob. Mit zunehmender Stärke nimmt die Zähnezahzahl ab und die Schrittbreite wächst. Die Gesamtlänge von normalen Laubsägeblättern beträgt 130 mm. Generell kann zwischen folgenden Formen von Laubsägeblättern (siehe auch Kapitel 9.7.2, S. 73 „Laubsägeblätter“) unterschieden werden:

- gerade Laubsägeblätter
- rund verzahnte Laubsägeblätter



Rundsägeblätter sind perfekt für das Schneiden enger Radien geeignet, auch feine Details und Konturen können einfacher herausgearbeitet werden. Wird eine Kreisschneidehilfe verwendet, sollten rundverzahnte Sägeblätter verwendet werden. Die Schwierigkeit bei der Verwendung von rund verzahnten Sägeblättern besteht allerdings darin, die Sägelinie beizubehalten. Mit anderen Worten, diese Rundumverzahnung führt auch dazu, dass das Sägeblatt bei etwaigen geraden Strecken versehentlich seitlich ausbrechen kann und wellige Schnitte verursacht. Diese Gefahr besteht bei geraden Laubsägeblättern nicht, deshalb sind diese für ein schnelleres, möglichst gerades Sägen geeignet. Dafür sind mit diesen jedoch Detailarbeiten schwerer durchzuführen. Runde Dekupiersägeblätter sind im Grunde genommen auch nur gerade Varianten, welche ineinander mehrfach gedreht sind. Durch dieses starke „Verdrillen“ hat es letztlich an allen Seiten und in alle Richtungen Sägezähne – man spricht von Rundumverzahnung.

Ein Ausreißen des zu bearbeitenden Werkstücks kann mit einem Laubsägeblatt mit Gegenzahn effektiv verhindert werden. Die Gefahr hierfür besteht bei weichen Hölzern wie z. B. Pappel in großem Maße. Gegenzähne in der Mitte des Laubsägeblatts kommen bei der Aufwärtsbewegung der Säge zum Tragen und verhindern ein Ausreißen der einzelnen Holzfasern.

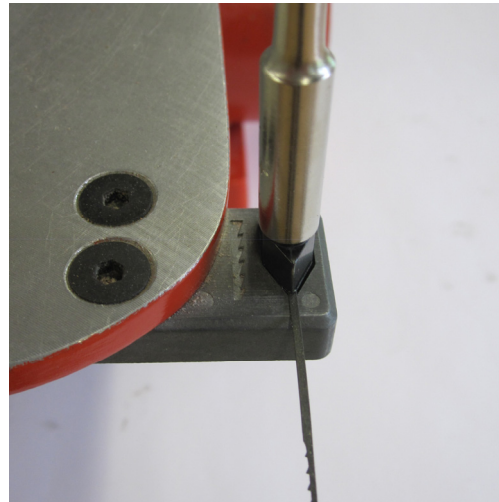


Sägeblatt mit Gegenzähnen

### 9.8.3 Arbeiten mit Dekupiersägen

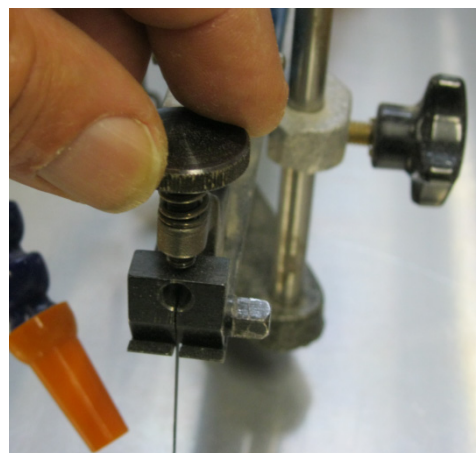
Zunächst ist das zum vorgesehenen Schnitt passende Sägeblatt auszuwählen. Sägeblätter mit Querstegen können sofort in die untere und danach in die obere Halterung des Schwingarms eingesetzt werden. Dabei ist zu beachten, dass die Zahnung des Sägeblattes nach unten zum Säge Tisch zeigt.

Laubsägeblätter müssen in der Regel mittig in die Aufnahme für das Sägeblatt eingeführt und festgeklemmt werden. Einige Dekupiersägen haben für diesen Klemmstein spezielle Aufnahmemöglichkeiten. An beiden Enden des Sägeblattes wird ein Klemmstein befestigt. Nun wird der Klemmstein in die untere Aufnahmemöglichkeit eingeführt. Jetzt kann der andere Klemmstein in die obere Aufnahmemöglichkeit des Schwingarmes eingesetzt werden. Dazu ist der Schwingarm leicht nach unten zu drücken. Eventuell müssen davor das Spannrad und auch die Arretierschraube noch etwas gelöst werden. Dabei ist darauf zu achten, dass die Zähne des Sägeblattes nach unten zeigen, da ja in der Abwärtsbewegung zum Säge Tisch hin gesägt wird.



Aufnahme der Klemmsteine

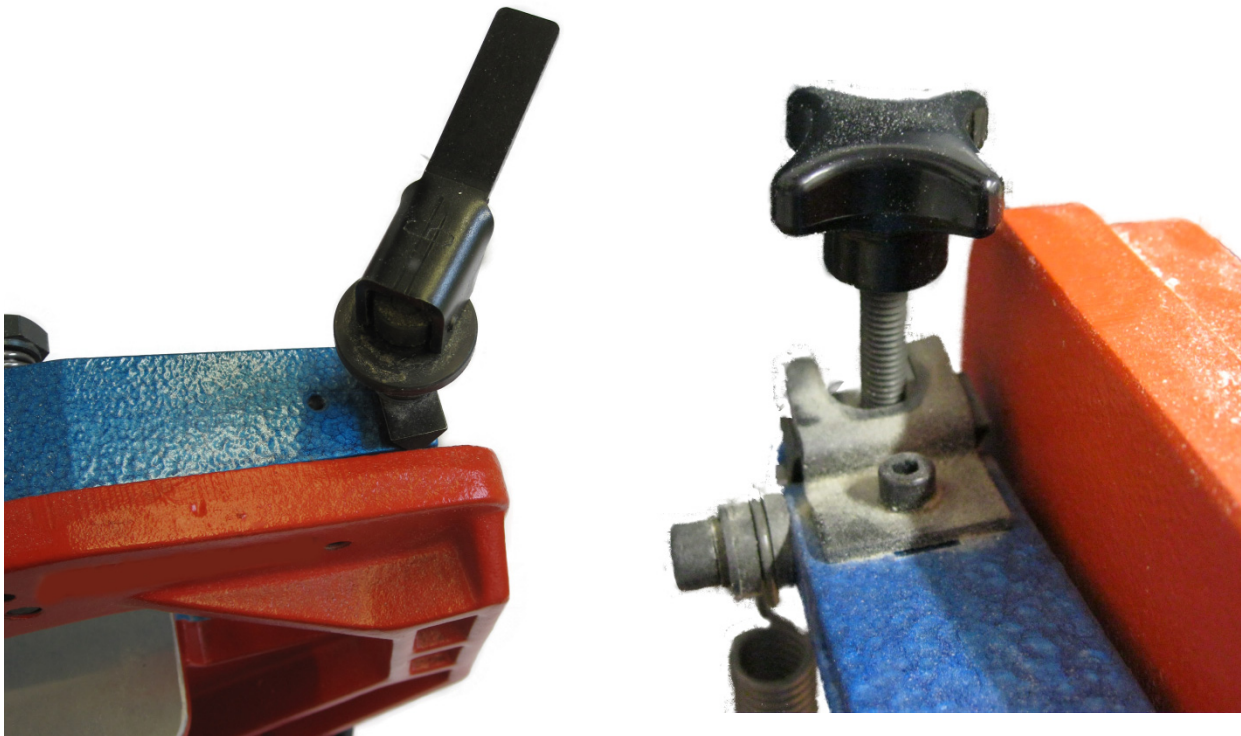
Die Arretierschraube an der oberen Aufnahmemöglichkeit wird nun angezogen, aber der Klemmstein sollte noch etwas zu bewegen sein. Dadurch kann sich das Sägeblatt beim Sägen noch etwas bewegen und bricht dadurch nicht so schnell. Der Abstand zwischen der Klemme und der Schraube sollte ca. 1 mm betragen.



Arretierschraube an der oberen Aufnahmemöglichkeit

Nach dem Einlegen des Sägeblattes sollte es korrekt gespannt werden. Mit etwas Erfahrung kann das Sägeblatt mit dem Finger „angezupft“ und auf den Ton geachtet werden. Ein zu wenig gespanntes Sägeblatt erzeugt einen tiefen und dumpfen Ton oder es klirrt. Bei korrekter Spannung hört man einen hellen, klaren und hohen Ton. Hier zeigt allerdings auch die Erfahrung, ob man richtig liegt. Zu straff gespannte Sägeblätter brechen beim Arbeiten schnell. Hier können allerdings auch weitere Ursachen, wie zu starker Druck auf das Werkstück beim Sägen oder schlechte Qualität des Laubsägeblattes verantwortlich sein.

Zum Spannen ist das Spannrade in Richtung „Spannen“ zu drehen bis die optimale Spannung des Sägeblattes erreicht ist. Durch „Anzupfen“ des Sägeblattes kann das Blatt nach Gehör gespannt werden. Die Schnellspanneinrichtung steht dabei auf „Spannen“. Das Sägeblatt arbeitet auf Zug, d. h. es muss immer gut gespannt sein.

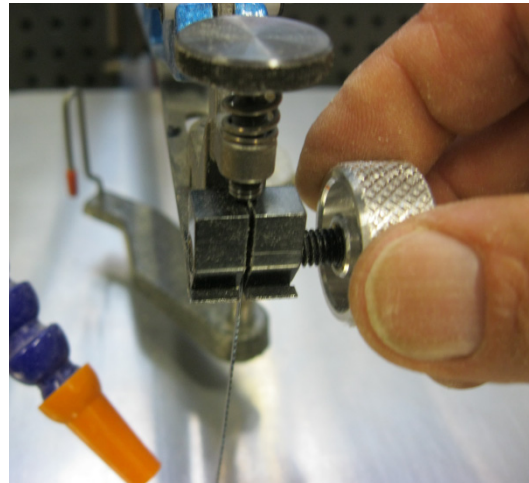


Unterschiedliche Spannräder

Nach dem Sägen ist das Sägeblatt mithilfe der Schnellspannvorrichtung wieder zu entspannen. Dadurch bleibt die Federkraft der Spannfeder erhalten und das Sägeblatt hält länger. Wird die Dekupiersäge erneut eingesetzt, muss lediglich die Schnellspannvorrichtung wieder in die Position „Spannen“ geschoben werden.



Um mit der Maschine einen Innenschnitt in einem Werkstück durchzuführen, muss das Werkstück eine Bohrung aufweisen, durch die das Sägeblatt in das Werkstück eingeführt werden kann. Das Sägeblatt wird nur auf einer Seite mit einem Klemmstein versehen. Das Sägeblatt wird von unten durch die Tischeinlage der Dekupiersäge sowie durch die Bohrung am Werkstück geführt und in der unteren Aufnahme eingeklemmt. Damit das Sägeblatt oben mit einem Klemmstein versehen werden kann, bieten einige Hersteller sogenannte Sonderklemmen für Innenschnitte an. Dazu wird die Sonderklemme in den oberen Schwingarm eingehängt und mit der Arretierschraube blockiert. Das Sägeblatt wird danach von vorn in die Sonderklemme eingeführt und mit der Rändelschraube festgeklemmt (siehe Abbildung); dabei sollte das Sägeblatt nicht verbogen werden. Anschließend muss das Sägeblatt, wie bereits erwähnt, gespannt werden. Vor dem Einschalten der Dekupiersäge ist das Werkstück so auszurichten, dass es nicht vom Sägeblatt berührt wird und eventuell herumgeschleudert werden kann.



#### 9.8.4 Sicherheitshinweise beim Arbeiten mit Dekupiersägen

Auch die Dekupiersäge birgt Gefahrenpotential. Der pendelnde Arm der Säge kann heftige Schläge austeilen. Das Sägeblatt kann an den Händen schmerzhaft und schlecht heilende Risse verursachen. Die Dekupiersäge kann sich durch die Vibration auf dem Arbeitstisch bewegen und nach unten stürzen. Eine besondere Verletzungsgefahr für die Augen stellen die beim Bruch des Sägeblatts wegspringenden Sägeblattsplinter dar. Der entstehende Feinstaub kann Atmungsorgane belasten.

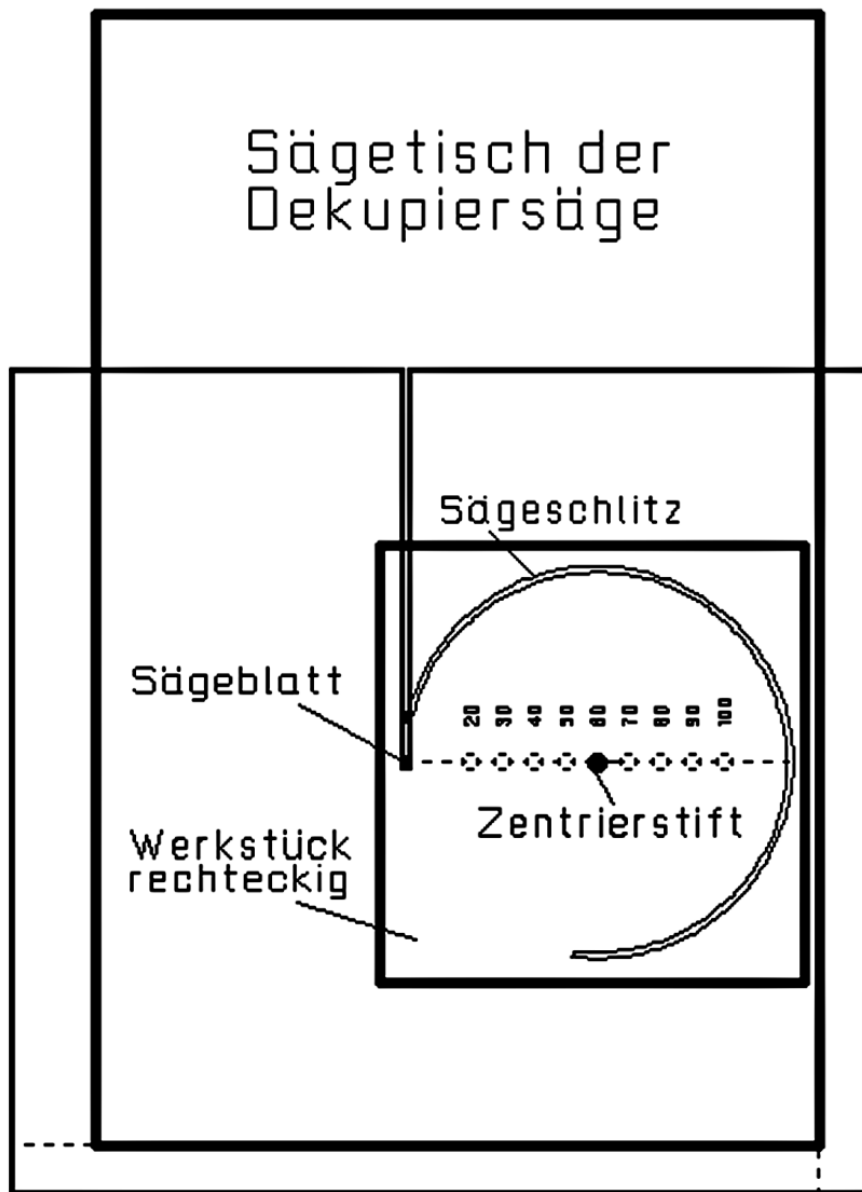
Folgende Sicherheitshinweise sind beim Arbeiten mit der Dekupiersäge zu beachten:

- Die Dekupiersäge muss sicher auf einem Arbeitstisch fest montiert (kraftschlüssig verschraubt) werden, da sie sonst durch ihre Vibration im Betrieb „wandert“.
- Beim Sägen mit der Dekupiersäge ist eine Schutzbrille zu tragen. Ein brechendes Sägeblatt kann zu Augenverletzungen führen.
- Das Werkstück ist stets fest mit beiden Händen über den Auflagetisch der Säge zu führen.
- Wenn vorhanden, sollte der Niederhalter eingesetzt werden.
- Es sollten beim Sägen keine Handschuhe getragen werden.
- Es ist für Staubabsaugung beim Sägen zu sorgen (Sauger Staubschutzklasse M oder Prüfzeichen H3).
- Die Dekupiersägen nie im eingeschalteten Zustand unbeaufsichtigt lassen.
- Das Sägeblatt ist nach dem Arbeiten wieder zu entspannen.

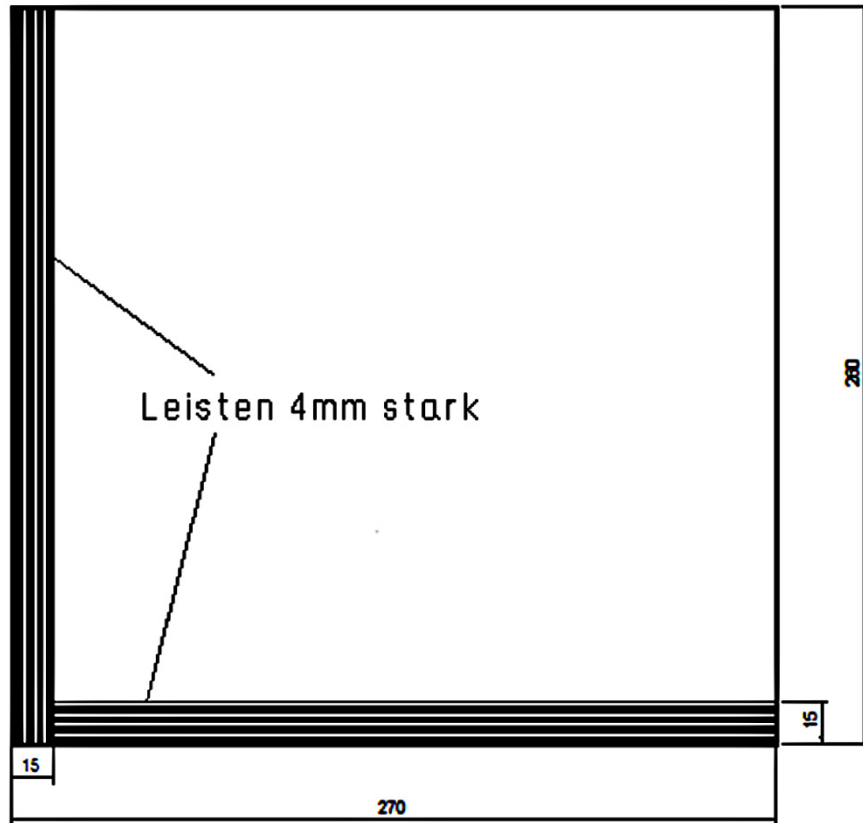
### 9.9 Herstellung einer Kreisschneidevorrichtung für die Dekupiersäge durch die Lehrkraft

Mit einer von der Lehrkraft selbst hergestellten Kreisschneidevorrichtung lassen sich Kreisscheiben mit der Dekupiersäge von den Schülerinnen und Schülern einfach und exakt herstellen.

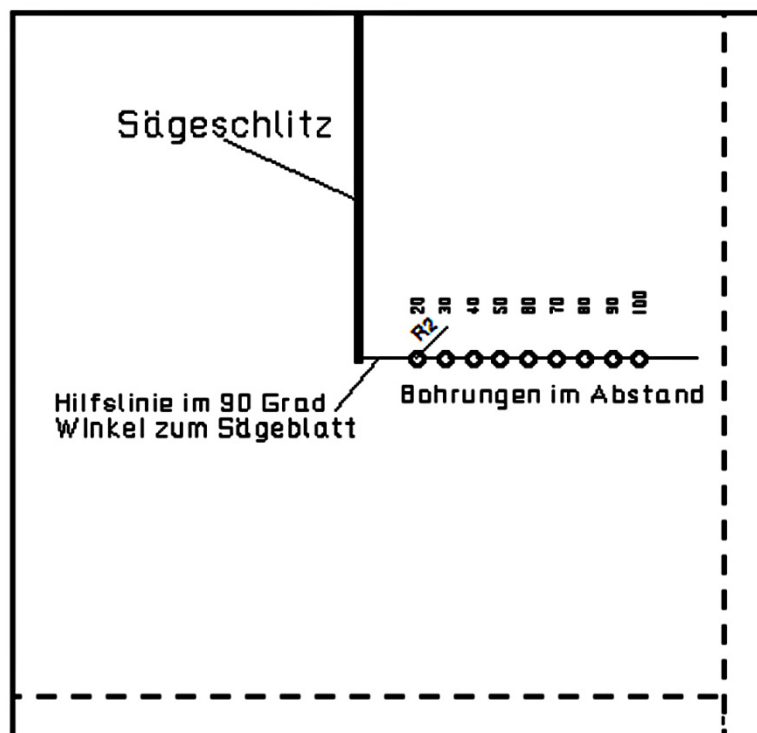
Stückliste für Kreisschneidevorrichtung				
Teil	Stück	Benennung	Werkstoff	Abmessung
1	1	Grundbrett	Sperrholz	ca. 270x270x4
2	1	Holzleiste	Massivholz/Sperrholz	260x15x4
3	1	Holzleiste	Massivholz/Sperrholz	255x15x4
4		kleine Nägel		



Kreisschneidevorrichtung für die Dekupiersäge

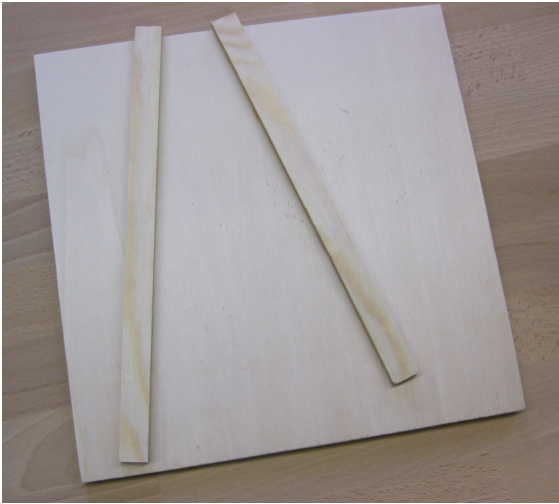


Kreisschneidevorrichtung von unten



Kreisschneidevorrichtung von oben

Die beiden Holzleisten werden vorne und links bündig an das Grundbrett geleimt und eventuell auch noch genagelt.



Grundbrett mit Leisten



Grundbrett mit montierten Leisten

In die Dekupiersäge ist ein Rundsägeblatt einzusetzen (siehe auch Kapitel 9.8.2, S. 80 „Sägeblätter für Dekupiersägen“).



Rundsägeblatt

Die Kreisschneidehilfe wird um 180° gewendet auf den Sägertisch der Dekupiersäge gelegt. Die beiden Holzleisten sind nun unten. Die jetzt rechte Holzleiste der Kreisschneidevorrichtung liegt an der rechten Kante des Sägertisches. Die Kreisschneidevorrichtung wird nun nach vorne Richtung Sägeblatt geschoben. Es ist darauf zu achten, dass die Holzleiste genau entlang der rechten Kante des Dekupiersägertisches geführt wird.

Hat die vordere Holzleiste den Sägertisch erreicht, wird die Kreisschneidevorrichtung wieder zurückgezogen.

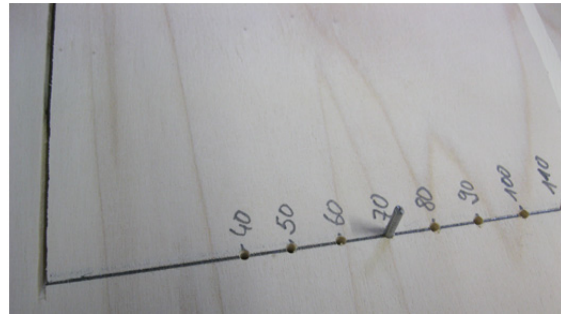


Kreisschneidevorrichtung nach dem ersten Schnitt mit Hilfslinie und Bohreinteilung

In der Kreisschneidevorrichtung ist nun ein Sägeschlitz in der Breite des Sägeblattes entstanden.

Mithilfe eines Anschlagwinkels wird fast am Ende (ca. 0,5 mm vor dem Sägeschlitzende) des Sägeschlitzes im rechten Winkel eine Hilfslinie gezeichnet.

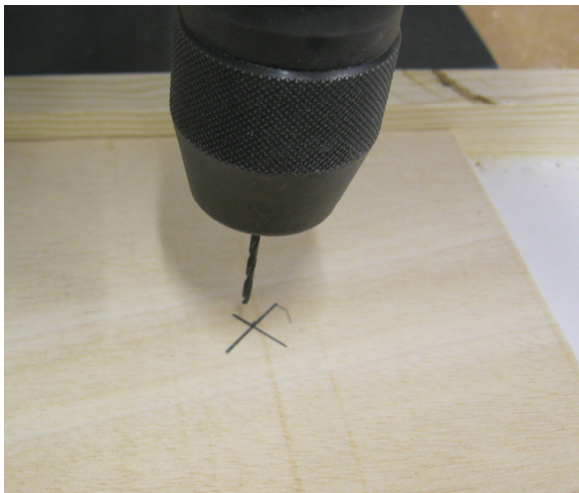
Auf dieser Linie können nun Markierungen für die Bohrungen eingezeichnet werden. Diese entsprechen dem Radius der später herzustellenden Kreisscheiben.



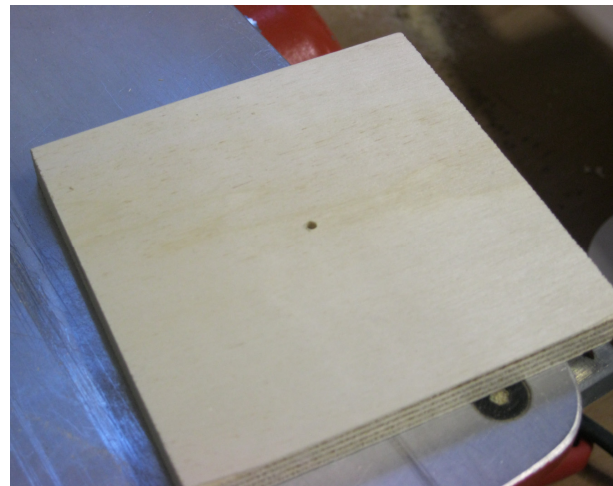
Kreisschneidevorrichtung mit Bohrungen und Stift

Wird nur eine Kreisscheibe mit einem festen Radius benötigt, genügt eine Bohrung im richtigen Abstand (Sägeschlitz-Bohrung). Werden Scheiben mit unterschiedlichen Durchmessern benötigt, auch im Hinblick auf kommende Werkstücke, ist es sinnvoll, mehrere Bohrungen mit einem Abstand von etwa 5 mm oder 10 mm vorzusehen. Der Zentrierstift kann dann, je nach gewünschtem Durchmesser, leicht versetzt werden. In die gewählte Bohrung (entspricht dem Radius der Kreisscheibe) wird nun ein Stift, dies kann ein Nagel oder ein Holzstab mit dem Durchmesser der Bohrung sein, eingesetzt. Dieser Stift sollte fest und ohne Spiel in der Bohrung sitzen. Der Stift sollte oben ca. 10 mm aus der Kreissägehilfe heraussehen.

Mithilfe der Kreisschneidevorrichtung können sowohl Kreisscheiben aus Holzwerkstoffen als auch aus Kunststoff hergestellt werden. Im anschließenden Beispiel wurde eine Kreisscheibe aus Sperrholz hergestellt. In das Holzbrett, aus dem eine runde Scheibe entstehen soll, wird mittig eine Bohrung mit Durchmesser des Stifts ausgeführt. Das Holzbrett wird nun auf den Stift gesetzt und eingedrückt. Das Holzbrett liegt nun bündig auf der Kreisschneidehilfe.



Bohren des Holzbrettes

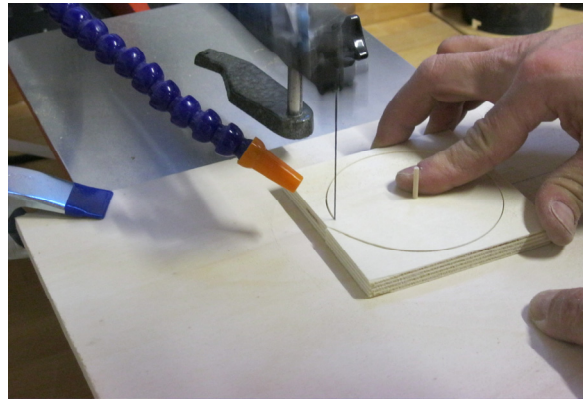


Holzbrett mit Bohrung

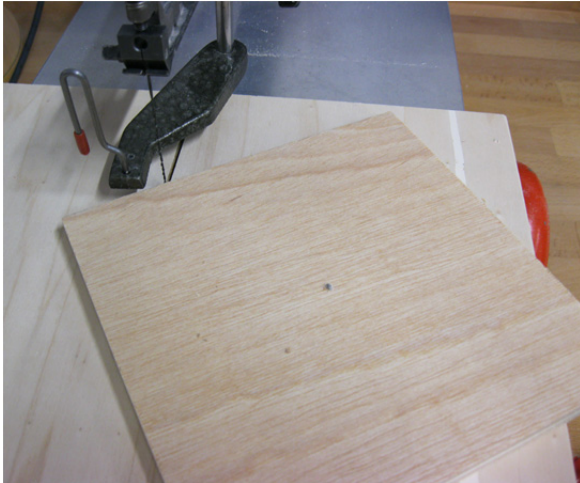
Die rechte Holzleiste an der Kreisschneidevorrichtung wird entlang der rechten Kante der Dekupiersäge, zusammen mit dem Holzbrett, der Dekupiersäge zugeführt, bis die hintere Holzleiste am Tisch der Dekupiersäge anschlägt. Die Kreissägevorrichtung ist nun festzuhalten bzw. mit einer Federklemme an der Dekupiersäge festzuklemmen. Nun kann der Sägevorgang für die Kreisscheibe beginnen, indem das Holzbrett langsam gedreht wird



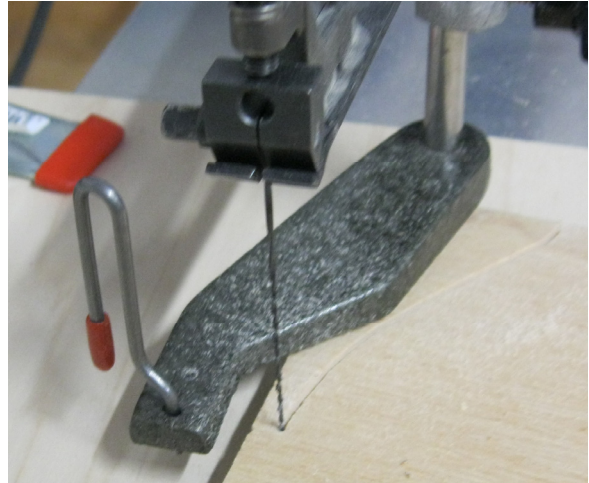
Federklemme



Kreisschneidevorrichtung wird durch eine Federklemme gehalten.



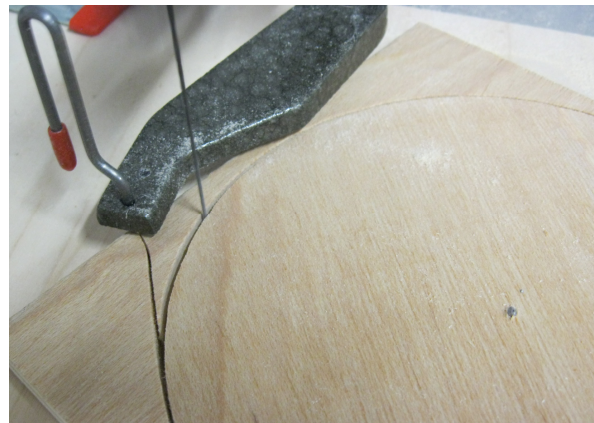
Sägeblatt kurz vor dem Erreichen des Holzbrettchens



Sägeblatt ist in das Holzbrettchen eingedrungen

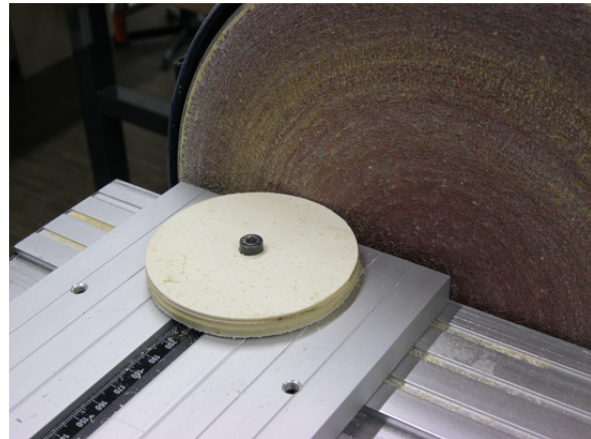


Kreisschnitt kurz vor dem Ende



Kreisscheibe vollständig ausgesägt

Nach dem Aussägen der Kreisscheibe kann diese noch, wenn vorhanden, an der Tellerschleifmaschine, auch mithilfe einer Kreisschleifvorrichtung, geschliffen werden.



Schleifen der Kreisscheibe an der Tellerschleifmaschine

## 9.10 Bohren mit der elektrischen Bohrmaschine

Beim Umgang mit elektrischen Bohrmaschinen muss besonders sorgsam und umsichtig gearbeitet werden, um Verletzungen zu vermeiden.

### 9.10.1 Bohren mit elektrischen Handbohrmaschinen

Schülerinnen und Schüler der Klassenstufen 5/6 dürfen nach vorheriger Einweisung unter Aufsicht der daneben stehenden Lehrkraft elektrische Handbohrmaschinen einsetzen. Schülerinnen und Schüler der Klassenstufen 7/8 dürfen mit diesen Maschinen teilselbstständig arbeiten, ab den Klassenstufen 9/10 selbstständig.

Zum Bohren muss das Werkstück fest eingespannt werden. Ein Problem bei Bohrungen mit Handführung ist die rechtwinklige Führung des Bohrgerätes bzw. des Bohrers im Bezug zum Werkstück. Es bedarf einiger Übung um den Bohrer korrekt zu führen. Meist vergrößert sich der Bohrdurchmesser infolge von Korrekturen. Werden Korrekturen zu spät (Bohrer ist schon tief im Werkstück) und mit Gewalt vorgenommen, kann der Bohrer brechen. Um genaue Bohrdurchmesser zu erhalten, sollte mit einem kleineren Bohrer vorgebohrt werden und in einem zweiten Arbeitsgang mit einem Bohrer mit Solldurchmesser nachgebohrt werden.

Unfälle können in dem Moment eintreten, in dem der Bohrer durch das Werkstück austritt, die aufgewendete Vorschubkraft geht plötzlich ins Leere. Handverletzungen können auch dann auftreten, wenn die Schülerin oder der Schüler „fühlen“ will, ob der Bohrer bald austritt. Handbohrmaschinen sollten nur dann eingesetzt werden, wenn die vorgesehene Bohrung nicht mit der Tischbohrmaschine durchgeführt werden kann.

### 9.10.2 Bohren mit elektrischen Tischbohrmaschinen

Das Arbeiten an der Tischbohrmaschine ist im Moment durch die „Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht (RiSU)“, die als Arbeits- und Orientierungshilfe herangezogen werden kann, sowie den „Einsatzbeschränkungen bei Maschinen“ in Abstimmung zwischen dem Landesinstitut für Schulentwicklung und der Unfallkasse Baden-Württemberg wie folgt geregelt (siehe hierzu auch Kapitel 3.2, S. 9 „Umgang mit Maschinen und Geräten“):

Schülerinnen und Schüler der Klassenstufen 5/6 dürfen nach vorheriger gründlicher Einweisung unter Aufsicht der daneben stehenden Lehrkraft die Tischbohrmaschine bedienen. Teilselbstständig dürfen Schülerinnen und Schüler der Klassenstufen 7/8 arbeiten, das heißt die Schülerin oder der Schüler arbeitet selbstständig an der Maschine, befindet sich jedoch im Blickfeld der Lehrkraft. Ab den Klassenstufen 9/10 dürfen die Schülerinnen und Schüler selbstständig arbeiten, wobei sie die Lehrkraft im Rahmen der Dienstpflicht beaufsichtigt.

Beim Arbeiten an der Tischbohrmaschine hat sich in der Klassenstufe 5/6 der so genannte „Bohrmaschinenführerschein“ bewährt. Um diesen zu erlangen, muss die Schülerin oder der Schüler in einer theoretischen als auch in einer praktischen Prüfung Kenntnisse über Sicherheitsvorschriften und die sichere Handhabung der Tischbohrmaschine nachweisen.

Die Schülerin oder der Schüler erwirbt die Berechtigung für das Arbeiten zunächst nur für den Werkstoff Holz. Der Bohrmaschinenführerschein kann so angelegt werden, dass die Berechtigung für die Werkstoffe Kunststoff und Metall zu einem späteren Zeitpunkt (ggf. Klassenstufe 7/8) erworben und auf dem Bohrmaschinenführerschein nachgetragen werden kann.

### 9.10.2.1 Aufbau von Tischbohrmaschinen

Mit der Tischbohrmaschine können Bohrungen sehr exakt gebohrt werden. Der Aufbau von elektrischen Tischbohrmaschinen sind je nach Hersteller und Bauart unterschiedlich. Beispielhaft wird der Aufbau an der Tischbohrmaschine mit verstellbarem Antriebsteil dargestellt. Die unten dargestellte Tischbohrmaschine besteht aus: Ein-Aus-Schalter, Gehäuse mit Antriebsmotor, Drehknopf zur elektronischen Drehzahleinstellung, Bohrhebel, Bohrspindel, Bohrfutter, Tiefenanschlag, Bohrsäule, Maschinenfuß mit Bohrtisch, Feststellknebel zur Höhenverstellung der Bohrmaschine (nicht in der Abbildung sichtbar).



Aufbau und Bauteile der Tischbohrmaschine



### 9.10.2.2 Arbeiten mit Tischbohrmaschinen

#### Vorbereitung der Arbeit

- Gewünschten Bohrer auswählen und seine Schärfe prüfen (siehe Kapitel 9.4.1, S. 63 „Bohrwerkzeuge“)
- Bohrer in das Bohrfutter einspannen und auf Rundlauf prüfen
- Passende Drehzahl anhand einer Drehzahltablette einstellen (je härter das Material und je größer der Bohrdurchmesser, umso geringer die Drehzahl)
- Werkstück sichern. Bei kleinen Teilen ist ein Maschinenschraubstock zu verwenden
- Maschinentisch bzw. Antriebsteil auf richtige Höhe einstellen. Der Bohrer sollte in Ruhestellung etwa einen Fingerbreit über dem Werkstück stehen. Je weiter die Arbeitsspindel ausgefahren wird, desto ungenauer wird der Rundlauf des Bohrers
- Tiefeneinsteller beim Bohren eines Sackloches einstellen (Bohrer durchdringt das Werkstück nicht ganz)
- Bei Durchgangsbohrungen hölzerne Unterlage verwenden, damit nicht in den Bohrtisch gebohrt wird

#### Durchführung und Handhabung

- Bohrmaschine einschalten
- Werkstück vorsichtig anbohren
- Mit gleichmäßigem Druck (Vorschub) bohren
- Bohrer ab und an lüften
- Gegen Ende einer Durchgangsbohrung sehr vorsichtig bohren, damit das Bohrloch nicht ausreißt
- Bohrer nicht ruckartig aus dem Bohrloch herausführen
- Bohrmaschine ausschalten und warten, bis die Maschine steht

### 9.10.2.3 Sicherheitshinweise beim Bohren mit elektrischen Bohrmaschinen

- Vor Beginn der Arbeiten sind Tücher, Schals, Schmuck, Ringe, Armbanduhren u. ä. abzulegen.
- Es ist darauf zu achten, dass die Bekleidung, besonders die Ärmel, eng anliegen.
- Bei langen Haaren darf nur mit einer Mütze oder einem Haarnetz gearbeitet werden.
- Beim Bohren dürfen keine Handschuhe getragen werden.
- Bohrer sind bis zum Anschlag ins Bohrfutter zu schieben und gerade und fest einzuspannen.
- Der Bohrfutterschlüssel ist bei einem Schlüssel-Bohrfutter abzuziehen (Schnellspannfutter bevorzugen (siehe Abbildung S. 96)).
- Der Bohrer ist auf Rundlauf zu prüfen, der Bohrer darf nicht schlagen.
- Das Werkstück ist auf dem Bohrtisch aufzulegen und gegen Mitdrehen zu sichern.
- Kleine Werkstücke sind im Maschinenschraubstock festzuspannen.

- Beim Bohren von sprödem Material (Metallen und Kunststoffen z. B. Acrylglas) ist eine Schutzbrille zu tragen.
- Bohrspäne werden bei Stillstand der Maschine abgesaugt.
- Innerhalb eines Radius von 1,5 m um die Bohrmaschine ist der Gefahrenbereich. Hier dürfen sich nur die Schülerin oder der Schüler, der die Bohrmaschine bedient, und die Lehrkraft aufhalten.
- An allen Maschinen und Geräten ist eine gründliche Einweisung erforderlich. Eine solche Einweisung umfasst auch die entsprechenden Hinweise auf die Gefahren und die Unfallverhütungsvorschriften (siehe Beispiel Bohren).
- Lehrkräfte benötigen den sogenannten „Kleinen Schulmaschinenschein“ damit sie selber mit Maschinen arbeiten dürfen. Nur Lehrkräfte, die im Besitz des „Kleinen Schulmaschinenscheins“ sind, dürfen Schülerinnen und Schülern in die Handhabung von Maschinen einweisen.

### 9.11 Bohrmaschinenführerschein

Die im Folgenden vorgestellten Ausführungen zum „Bohrmaschinenführerschein“ können als Orientierungs- und Arbeitshilfe für die praktische und theoretische Unterweisung der Schülerinnen und Schüler durch fachkundige Lehrkräfte im Hinblick auf Handhabung, Gefahren und Sicherheitsmaßnahmen beim Bohren mit der Tischbohrmaschine herangezogen werden. Zu beachten und mit einzubeziehen sind spezifische Besonderheiten je nach Art der Tischbohrmaschine sowie die herstellereigenen Hinweise und Bedienungsanleitungen.

Vor dem Arbeiten mit der Tischbohrmaschine sind von der Lehrkraft folgende Punkte zu überprüfen:

- Die Tischbohrmaschine ist formschlüssig am Tisch verschraubt.
- Eine allgemeine Sichtprüfung auf Schäden oder Mängel (z. B. defekte Kabelisolierung) ist durchgeführt.
- Lose Teile an der Bohrmaschine sind befestigt.
- Alle vom Hersteller vorgesehenen Sicherheitseinrichtungen an der Bohrmaschine sind vorhanden und in Ordnung.
- Die Funktion des Not-Aus-Tasters und des Schnell-Aus-Tasters ist gewährleistet.
- Die Funktion des Fehlerstromschutzschalters (FI, RCD) ist gewährleistet (Die Funktion des Fehlerstromschutzschalters muss sowieso jedes halbe Jahr geprüft werden.).
- Die Bohrmaschine ist mit Nullspannungseinrichtung versehen (Die Bohrmaschine darf nach der Betätigung des Not-Aus-Tasters und wieder Freigabe nicht selbständig anlaufen.).
- Die Höhenverstellung des Arbeitstisches bzw. der Antriebseinheit ist leichtgängig und funktionsfähig (Feststellschrauben vorhanden, Kurbel mit Zahnstange/Gewinde für Arbeitstisch bzw. Antriebseinheit nicht ausgeschlagen, Gasdruckfeder bei Antriebseinheit richtig eingestellt).
- Der Sicherheitsabstand um die Bohrmaschine ist markiert (Radius 1,5 m).
- Der Bohrvorgang findet nicht auf Augenhöhe der Schülerin bzw. des Schülers statt (Tischbohrmaschinen mit verstellbarem Antriebsteil sind zum Bohren vorzuziehen. Bei Tischbohrmaschinen mit verstellbarem Arbeitstisch ist eventuell der Arbeitstisch abzusenken.).

- Es sind keine Podeste vorhanden, um darauf zu stehen.
- Die Tiefenanschlageinrichtung ist in Ordnung (notwendiges Werkzeug vorhanden, die Arretierung hält).
- Die Drehzahlanzeige bei elektronischer Drehzahlregelung ist ablesbar (digital oder über Skala am Drehknopf).

Bei der theoretischen und praktischen Unterweisung der Schülerinnen und Schüler zum sicherheitsbewussten Arbeiten mit der Tischbohrmaschine sind folgende Unterweisungsinhalte zu berücksichtigen:

### Theoretische Unterweisung

Inhalt	Kommentar
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bauteile und ihre Funktion an der Bohrmaschine</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motor</li> <li>• Ein-Aus-Schalter und Schnell-Aus-Taster</li> <li>• Bohrfutter</li> <li>• Arbeitstisch</li> <li>• Vorschubhebel</li> <li>• Tiefenanschlag</li> <li>• Getriebe/Riemenscheiben</li> <li>• Elektronische Drehzahleinstellung</li> </ul> <p>Sind im Technikraum mehrere Tischbohrmaschinen unterschiedlicher Bauart vorhanden, so sind die Besonderheiten und Abweichungen anzusprechen. Eine Zuordnung nach Maschinengruppen ist nicht zwingend notwendig. Es sollten nur noch Bohrmaschinen mit Schnellspannfutter verwendet werden, eventuell noch vorhandene Spannfutter mit Bohrschüssel sind zu ersetzen.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Not-Aus-Taster im Technikraum</li> </ul>	<p>Ein an der Bohrmaschine befindlicher Schlagschalter sollte nicht als Not-Aus-Taster, sondern als Schnell-Aus-Taster bezeichnet werden. Not-Aus-Taster schalten sämtliche Steckdosen und Maschinen aus; Schnell-Aus-Taster nur das jeweilige Gerät.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Befestigungsmöglichkeiten für das Werkstück</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maschinenschraubstock</li> <li>• Anschlagsschiene</li> <li>• Kniehebelspanner</li> <li>• Anschlagbrettchen</li> </ul> <p>Für Werkstücke, die nicht im Maschinenschraubstock befestigt werden können, sollten Holzbretter mit Nägeln verwendet werden.</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Persönliche Schutzausrüstung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schmuck und Ringe, Tücher, Schals, etc. ablegen</li> <li>• Keine Handschuhe tragen</li> <li>• Enganliegende Kleidung tragen</li> <li>• Geschlossene Schuhe tragen</li> <li>• Bei langen Haaren: Mütze oder Haarnetz tragen</li> <li>• Schutzbrille tragen (bei Bohrungen in Metall und Kunststoffen)</li> </ul> <p>Es ist zu empfehlen, dass beim Arbeiten mit der Bohrmaschine immer eine Schutzbrille getragen wird.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bohrer für das Bohren in Holzwerkstoffen</li> </ul>	<p>Es sollten unterschiedliche Bohrer vorgestellt werden, z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Holzbohrer mit Zentrierspitze</li> <li>• Forstnerbohrer</li> <li>• HSS Spiralbohrer</li> <li>• Stufenbohrer</li> <li>• Steinbohrer</li> </ul> <p>Für das Arbeiten in Holz sollten nur Holzbohrer und Forstnerbohrer eingesetzt werden. Lediglich zum Aufbohren von zu kleinen Bohrungen können Spiralbohrer verwendet werden.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verhalten bei sich mitdrehenden Werkstücken</li> </ul>	<p>Nicht nach dem Werkstück greifen, sondern die Bohrmaschine abschalten</p>

**Praktische Unterweisung**

Inhalt	Kommentar
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bohrung anreißen</li> </ul>	<p>Anreißen mit Anschlagwinkel und Bleistift</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bohrung vorstechen</li> </ul>	<p>Vorstechen des Bohrungsmittelpunktes mit dem Vorstecher (Handhabung, sicherer Transport)</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bohrer typ auswählen und Bohrdurchmesser bestimmen</li> </ul>	<p>Richtiger Bohrer für die zu bohrende Bohrung auswählen: Holzbohrer mit Zentrierspitze, Forstnerbohrer</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bohrer in das Bohrfutter einspannen</li> </ul>	<p>Wenn vorhanden, Bohrfutterschlüssel abziehen</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>Bohrer auf Rundlauf prüfen</li> </ul>	Verbogene Bohrer sind zu entsorgen.
<ul style="list-style-type: none"> <li>Werkstück sicher befestigen</li> </ul>	Maschinenschraubstock, ... verwenden
<ul style="list-style-type: none"> <li>Bohrtisch/Antriebseinheit so einstellen, dass der Bohrer fingerbreit über dem Material steht</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Passende Drehzahl aus Tabelle in Bezug auf Bohrdurchmesser wählen</li> </ul>	Faustregel: Je größer der Bohrdurchmesser, umso kleiner die Drehzahl. Bei elektronischer Drehzahlregelung kann die Schülerin/der Schüler die Drehzahl selbst einstellen. Bei Maschinen mit Keilriemen ist die Drehzahländerung von der Lehrkraft durchzuführen.
<ul style="list-style-type: none"> <li>Durchgangsbohrung durchführen</li> </ul>	Holzbrett als Unterlage verwenden
<ul style="list-style-type: none"> <li>Tiefenanschlag für Sacklöcher einstellen</li> </ul>	Tiefe über die Skala bzw. Tiefenanschlag einstellen oder seitlich am Werkstück abschätzen
<ul style="list-style-type: none"> <li>Sackloch bohren</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Stufenbohrung durchführen</li> </ul>	Richtige Reihenfolge beachten
<ul style="list-style-type: none"> <li>Bohrlöcher mit Senker nachbearbeiten</li> </ul>	Drehzahl sehr niedrig einstellen
<ul style="list-style-type: none"> <li>Abschalten der Bohrmaschine und Abwarten bis die Maschine steht</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Reinigen des Bohrtisches mithilfe eines Sicherheitssaugers</li> </ul>	Im Technikraum darf nicht mehr gefegt werden. Es müssen Sauger der Staubschutzklasse M oder Prüfzeichen H3 verwendet werden.



Maschinenschraubstock



Bohrfutter mit Bohrfutterschlüssel



Schnellspannfutter

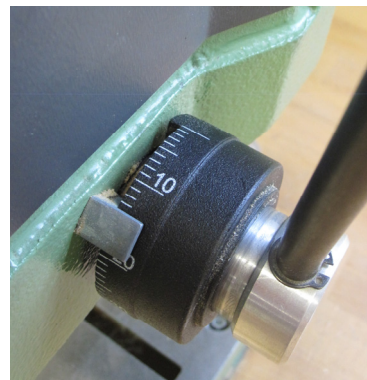
Am Ende der Unterweisung und des Einübens des sicherheitsbewussten Bohrens erfolgt die **Bohrmaschinenführerscheinprüfung**. Die Bohrmaschinenführerscheinprüfung besteht aus einem theoretischen sowie einem praktischem Teil.

Für den **theoretischen Teil** sollte eine schematische Darstellung einer Bohrmaschine beschriftet werden (wenn möglich ein Bild von der im Technikraum vorhandenen Bohrmaschine). Des Weiteren muss die Schülerin bzw. der Schüler geeignete Fragen zur persönlichen Schutzausrüstung, zur Auswahl des Bohrers sowie zu vorbereitenden Arbeiten und Ablauf eines Bohrvorgangs bearbeiten und beantworten können.

Im **praktischen Teil** spannt die Schülerin oder der Schüler Bohrer (unterschiedlicher Durchmesser) in das Spannfutter ein und führt Durchgangsbohrungen, Sacklochbohrungen sowie Stufenbohrungen durch. Die Schülerin oder der Schüler stellt den Bohrtisch sowie die Bohrtiefe selbstständig ein und sorgt für eine sichere Befestigung des Werkstückes.

### Bohren der Bohrungen Vorbereitung der Arbeit

- Bohrung anreißen
- Bohrung vorstechen
- Bohrertyp auswählen
- Bohrdurchmesser bestimmen
- Bohrer einspannen
- Bohrer auf Rundlauf prüfen
- Passende Drehzahl einstellen
- Werkstück befestigen
- Bohrtisch/Antriebseinheit auf richtige Höhe einstellen
- Tiefenanschlag einstellen (siehe Abbildungen)



### Durchführung und Handhabung

- Bohrmaschine einschalten
- Bohrhebel langsam senken (vorsichtig anbohren)
- Mit gleichmäßigem Druck (Vorschub) bohren
- Bohrer immer wieder lüften (Bohrhebel nach oben bewegen)
- Bei Durchgangsbohrung gegen Ende sehr vorsichtig bohren, damit das Bohrloch nicht ausreißt
- Bohrhebel in Ausgangsposition bringen, dabei Bohrer nicht ruckartig aus dem Bohrloch herausführen
- Bohrmaschine ausschalten

### Nachbereitung

- Motor auslaufen lassen
- Werkstück ausspannen
- Bohrer ausspannen
- Späne absaugen

### Ansenken der Bohrungen

- Passenden Senker auswählen (siehe Abbildungen)
- Senker einspannen
- Passende Drehzahl einstellen
- Werkstück befestigen
- Bohrtisch/Antriebseinheit auf richtige Höhe einstellen
- Tiefenanschlag einstellen
- Bohrmaschine einschalten
- Bohrung ansenken
- Bohrmaschine ausschalten
- nachbereitende Arbeiten (siehe Nachbereitung Bohren)



Schülerinnen und Schülern, die erfolgreich den theoretischen wie auch den praktischen Teil absolviert haben, kann ein „Bohrmaschinenführerschein“ (siehe S. 98 „Vorschlag für einen Bohrmaschinenführerschein“) ausgestellt werden.

**Vorschlag für einen Bohrmaschinenführerschein:**

# Bohrmaschinenführerschein

für

\_\_\_\_\_ (Name)

\_\_\_\_\_ (Klasse)

**Mit diesem Führerschein werden folgende Qualifikationen bestätigt:**

**Vor- und nachbereitende Arbeiten**

- ( ) Kenntnisse über den Aufbau der Bohrmaschine
- ( ) Bohrmaschine in Betrieb nehmen
- ( ) Sicherheitsbewusster Einsatz/Umgang mit der Bohrmaschine
- ( ) Bohrer einsetzen
- ( ) Drehzahl wählen und einstellen
- ( ) Bohrtiefe einstellen
- ( ) Werkstück sachgerecht einspannen
- ( ) Werkstück gegen Mitreißen sichern
- ( ) .....
- ( ) .....

**Fachgerechtes Arbeiten mit der Bohrmaschine**

- ( ) Richtiges Ansetzen des Bohrers
- ( ) Vorschub richtig wählen
- ( ) Bohrer „lüften“
- ( ) Bohrungen senken mit richtiger Drehzahl
- ( ) .....

\_\_\_\_\_ (Datum)

\_\_\_\_\_ (Unterschrift der Lehrkraft)



## 9.12 Herstellung eines Bohrbrettes für Tischbohrmaschinen durch die Lehrkraft

Werkstücke, die gebohrt werden sollen, müssen von den Schülerinnen und Schülern sicher festgehalten werden können. Kleinere Teile werden in der Regel im Maschinenschraubstock festgespannt. Immer wieder gibt es aber Werkstücke, die wegen ihrer Form oder weil sie beim Einspannen verformt werden, nicht im Maschinenschraubstock gebohrt werden können.

Hier kann als Hilfsmittel beim Bohren das sogenannte Bohrbrett, das von der Lehrkraft hergestellt wird und den Schülerinnen und Schülern beim Bohren zur Verfügung gestellt wird, gute Dienste erweisen. Auf einem Grundbrett werden Leisten an zwei angrenzende Seiten geschraubt. Das Werkstück wird an die beiden Leisten angelegt, dadurch wird ein Mitdrehen des Werkstückes beim Bohren verhindert. Das Grundbrett kann aus einer OSB-Platte oder einer Spanplatte hergestellt werden.

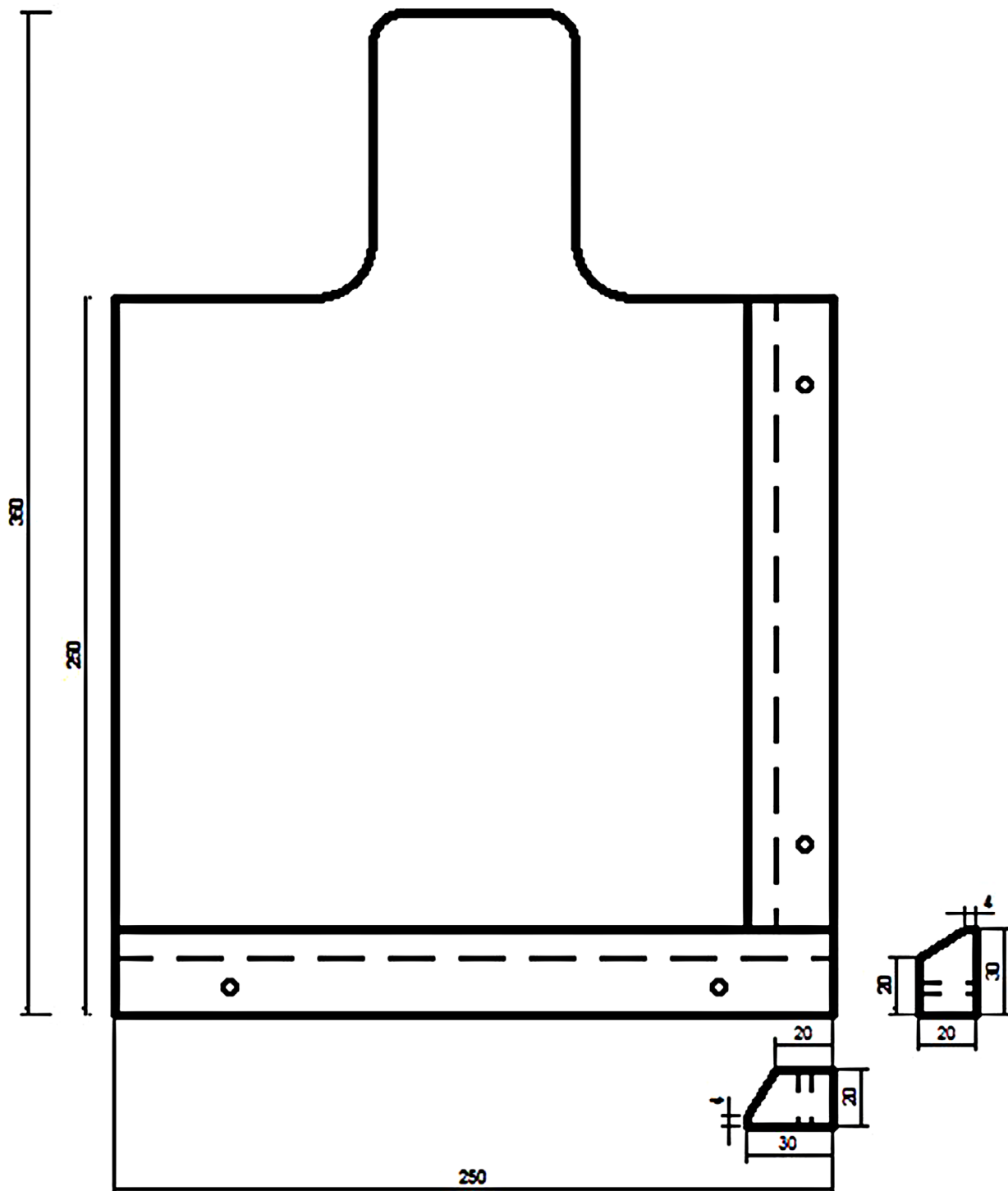
Sind beide Leisten trapezförmig geformt, kann das Werkstück unter die beiden schrägen Seiten der beiden Leisten geschoben werden. Dadurch wird zusätzlich das Hochziehen des Werkstückes beim Bohren verhindert. Als Werkstoff für die Leisten haben sich Leisten aus Multiplex-Platten gut bewährt. Die Leisten können aber auch aus einem anderen Material z. B. Acrylglas hergestellt werden. Die trapezförmigen Leisten sollten von einer erfahrenen Kollegin oder einem erfahrenen Kollegen an der Kreissäge zugesägt werden. Nach einer Vielzahl von Bohrungen werden Bohrspuren auf dem Grundbrett entstehen. Dann sollte das Bohrbrett durch ein neues Brett ersetzt werden. Die beiden Leisten können wiederverwendet werden.

Jüngere Schülerinnen und Schüler können das Bohrbrett, wenn es mit einem Griff versehen wird, auch mit kleineren Händen besser festhalten. Die angegebenen Maße in der Zeichnung sind Circumaße.



Bohrbrett im Einsatz

# Bohrbrett



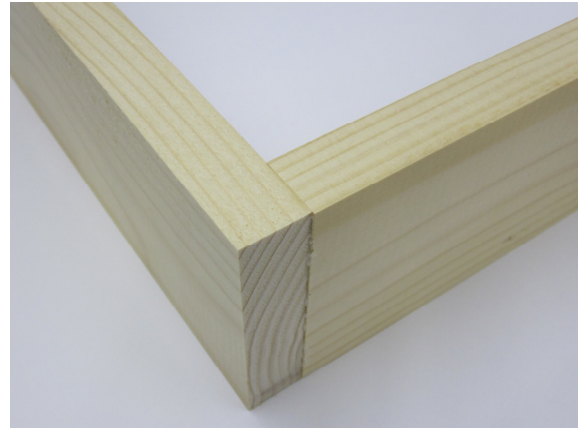
Zeichnung des Bohr Brettes

## 9.13 Fügen von Holz

Gegenstände aus Holz oder Holzwerkstoffen, die aus Einzelteilen bestehen, müssen miteinander verbunden werden. Dies kann z. B. durch Kleben (Leimen), Nageln oder Schrauben erfolgen.

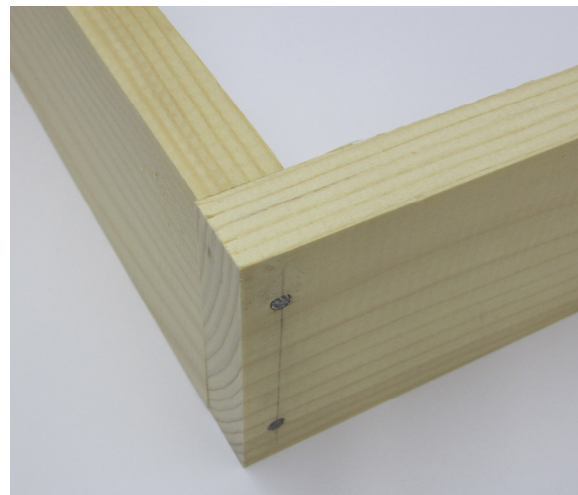
### 9.13.1 Kleben

Klebe- bzw. Leimverbindungen sind nicht lösbare Verbindungen. Um Holz und Holzwerkstoffe zu verbinden, verwendet man in der Regel Weißleim. Bei der Verwendung von Klebstoffen sind die Angaben und Hinweise der Hersteller zu beachten. Klebstoffe sind dünn und gleichmäßig auf die staub-, fettfreien und trockenen Klebestellen aufzutragen. Danach sind die zu verbindenden Teile zu pressen (z. B. mit Schraubzwingen). Nach Ende der Abbindezeit des Klebstoffes ist die Endfestigkeit der Verbindung erreicht.



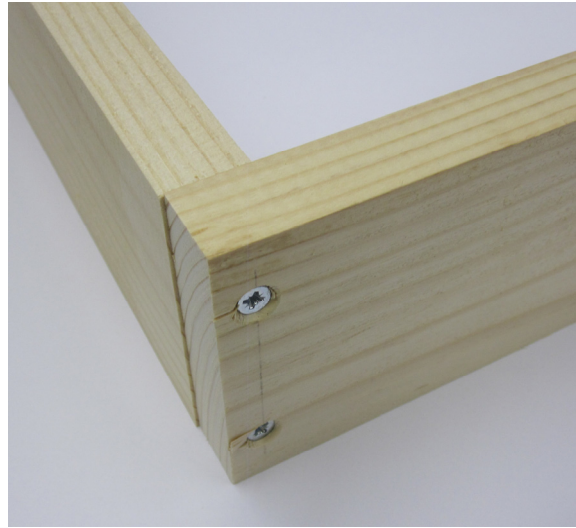
### 9.13.2 Nageln

Nagelverbindungen sind schnell und einfach herzustellende Verbindungen, jedoch selten lebenslange Verbindungen. Nägel gibt es in verschiedenen Längen und Kopfformen wie Halbrund-, Flach-, Stauch-, Senkkopf. Beim Nageln den Hammer am Stielende halten und ggf. die Nagelspitze des Nagels vor dem Einschlagen durch leichte Hammerschläge stauchen, damit das Holz nicht so leicht gespaltet wird.



### 9.13.3 Schrauben

Schraubverbindungen sind stabiler als Nagelverbindungen, da sich die Schraube mit ihrem Gewinde in das Holz eindreht. Bei Bedarf lässt sich die Schraubverbindung auch wieder lösen. Schrauben sind in der Regel aus Metall, z. B. Eisen, Eisen verzinkt, Messing und in unterschiedlichen Größen und Formen wie Senkkopf-, Linsenkopf-, Halbrundkopfschrauben, erhältlich. Schraubverbindungen sind vorzubohren, weil sonst das Holz gesprengt wird (es reißt). Bei kleineren Schrauben genügt das Vorbohren mit dem Spitz- oder Nagelbohrer. Bohrungen für Schraubverbindungen sind ebenfalls anzusenken. Für das Eindrehen der Schraube ist die passende Schraubendreherklinge auszuwählen um die Schraube fest anziehen zu können und den Schraubenkopf oder die Schraubendreherklinge nicht zu beschädigen.



Ergänzende und weiterführende Informationen zum Fügen von Holz sind in den einschlägigen Schulbüchern für das technische Arbeiten bzw. den Technikunterricht zu finden.

## 10 Musterbetriebsanweisungen

Um die Erstellung von Betriebsanweisungen zu erleichtern, hat das Landesinstitut für Schulentwicklung beispielhafte Betriebsanweisungen entwickelt.

Es wird darauf hingewiesen, dass für die Vollständigkeit und Richtigkeit einer Musterbetriebsanweisung keine Haftung übernommen wird. Jede Nutzerin/jeder Nutzer muss die aufgeführten Inhalte eigenverantwortlich fachkundig prüfen und an die tatsächlichen Gegebenheiten anpassen. Dies wird durch Unterschrift bestätigt.

Weitere Betriebsanweisungen sind auf den Seiten des Landesinstituts für Schulentwicklung zu finden unter: [www.ls-bw.de/Lde/Startseite/Service/bnt](http://www.ls-bw.de/Lde/Startseite/Service/bnt).

# Betriebsanweisung

## für das Arbeiten an der Dekupiersäge

### Gefahren für Mensch und Umwelt



- Gefahr durch sich bewegende Maschine.
- Gefahr durch pendelnden Sägearm.
- Gefahr durch Bruch des Sägeblattes.
- Gefahr von Schnittverletzungen am Sägeblatt.
- Gefahr durch das zu bearbeitende Werkstück (Hochziehen des Werkstücks, Bruch, Splitter, ...).
- Gefahr durch Holzstaub.

### Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln



- Schutzeinrichtungen weder entfernen noch manipulieren.
- Keine Handschuhe tragen.
- Schutzbrille tragen.
- Maschine sicher auf dem Arbeitstisch montieren (kraftschlüssig verschraubt).
- Bei Verwendung von Laubsägeblättern, Laubsägeblatt in die Klemmsteine einführen und festklemmen.
- Sägeblatt korrekt in die untere und obere Aufnahmehalterung einlegen und darauf achten, dass die Sägezähne zum Tisch (nach unten) zeigen.
- Arretierschraube an der oberen Aufnahmehalterung anziehen, dabei auf richtigen Abstand zwischen Klemmstein und Arretierschraube achten.
- Sägeblatt mit dem Spannrade richtig spannen.
- Werkstück mit beiden Händen über den Säge Tisch führen und Niederhalter einsetzen.
- Geringer Druck auf das Werkstück beim Sägen ausüben.
- Sägespäne nach dem Sägen absaugen.

### Verhalten bei Störungen und im Gefahrenfall



- Bei Bruch des Sägeblattes Maschine sofort ausschalten oder Not-Aus betätigen.
- Spannungsfreigabe nach Not-Aus nur durch die Lehrkraft.
- Bei Verletzungen Lehrkraft (ggf. Ersthelferin/Ersthelfer) informieren.
- Eintrag in das Verbandbuch vornehmen oder Unfallmeldung schreiben.
- Bei Schäden an der Maschine, Maschine ausschalten und Lehrkraft informieren.
- **Notruf: 112**

### Instandhaltung

- Mängel an der Maschine sind umgehend der Lehrkraft zu melden.
- Instandsetzung nur durch beauftragte und unterwiesene Personen.
- Jährlicher E-Check durch Elektrofachkraft.

Schule: \_\_\_\_\_

Raum: \_\_\_\_\_

Freigabe: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_

# Betriebsanweisung

## für das Arbeiten an der Tischbohrmaschine

(für Tischbohrmaschinen mit Drehzahlbereichen und elektronischer Drehzahlregelung,  
Höhenverstellung über Antriebseinheit)

### Gefahren für Mensch und Umwelt



- Gefahr des Erfassens der Haare, Kleidung, Schmuck usw. durch Antrieb, Spindel, Werkzeug oder Werkstück.
- Gefahr durch wegfliegende Späne, wegfliegende Teile, drehendes Werkzeug oder herumschleuderndes Werkstück.
- Gefahr von Schnittverletzungen, Stichverletzungen usw. an Werkzeug, Werkstück, Spänen.

### Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln



- Schutzeinrichtungen weder entfernen noch manipulieren.
- Eng anliegende Kleidung tragen.
- Schals, Ketten, Kordel, Hand-, und Armschmuck ablegen.
- Haare durch Mütze, Haarnetz sichern.
- Keine Handschuhe tragen.
- Bohrer passend zum bohrenden Material (Holz, Metall, Kunststoff) auswählen.
- Bohrer bis zum Anschlag in das Bohrfutter setzen und festspannen.
- Bohrer auf Rundlauf prüfen (Bohrer darf nicht „eiern“).
- Drehzahl einstellen (Drehzahlregler), passend zum Bohrerdurchmesser und dem zu bohrenden Material.
- Werkstück gegen Mitdrehen sichern, kleine Werkstücke mit Maschinenschraubstock festspannen.
- Maschinentisch auf richtige Höhe einstellen, Bohrer steht fingerbreit über dem Werkstück (Arretierung lösen – Antriebseinheit verschieben – Arretierung festziehen).
- Tiefenanschlag beim Bohren von Sacklöchern einstellen.
- Beim Bohren von sprödem Material (Metalle, Kunststoffe) Schutzbrille tragen.
- Bohrspäne nach dem Bohrvorgang absaugen.
- Sicherheitsbereich (Radius 1,5 m) um die Bohrmaschine beachten.

### Verhalten bei Störungen und im Gefahrenfall



- Bei Bruch oder Festsetzen des Bohrers sowie bei herumschleudernden Teilen Maschine sofort ausschalten oder Not-Aus betätigen.
- Spannungsfreigabe nach Not-Aus nur durch die Lehrkraft.
- Bei Verletzungen Lehrkraft (ggf. Ersthelferin/Ersthelfer) informieren.
- Eintrag in das Verbandbuch vornehmen oder Unfallmeldung schreiben.
- Bei Schäden an der Maschine, Maschine ausschalten und Lehrkraft informieren.
- **Notruf: 112**

### Instandhaltung

- Mängel an der Maschine sind umgehend der Lehrkraft zu melden.
- Instandsetzung nur durch beauftragte und unterwiesene Personen.
- Jährlicher E-Check durch Elektrofachkraft.

Schule: \_\_\_\_\_

Raum: \_\_\_\_\_

Freigabe: \_\_\_\_\_

Datum: \_\_\_\_\_









---

## 12 Quellen

### **Fachdidaktik/Fachwissenschaft**

Bienhaus, W. (2018). Das Fachraumsystem des allgemeinbildenden Technikunterrichts. Hinweise zur Planung – Anlage – Einrichtung – Ausrüstung. Konstanz: Christiani.

Bienhaus, W. (2008). Technikdidaktik – der mehrperspektivische Ansatz. Abrufbar unter: [www.technikunterricht.dgtb.de/fileadmin/user\\_upload/Materialien/Didaktik/mpTU\\_Homepage.pdf](http://www.technikunterricht.dgtb.de/fileadmin/user_upload/Materialien/Didaktik/mpTU_Homepage.pdf) [24.10.2018].

Eckhard, M., Ehrmann, W., Hammerl, D., Krämer, G., Nestle, H. & Nutsch, T. et al. (2010). Holztechnik Fachkunde. Haan-Gruiten: Europa-Lehrmittel.

Sachs, B. (1994). Technische Bildung für alle. Positionen und Informationen zum Technikunterricht an allgemeinbildenden Schulen. Düsseldorf: VDI.

Sachs, B. (2001). Technikunterricht: Bedingungen und Perspektiven. tu – Zeitschrift für Technik im Unterricht, 100, 5-12.

Schmayl, W. (2010). Didaktik allgemeinbildenden Technikunterrichts. Baltmannsweiler: Schneider.

Schmayl, W. & Wilkening, F. (1995). Technikunterricht. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

Tuchel, K. (1967). Herausforderung der Technik. Bremen: Schünemann.

### **Bildungsplan**

Ministerium für Kultus, Jugend und Sport (Hrsg.) (2016). Gemeinsamer Bildungsplan der Sekundarstufe I. Bildungsplan 2016. Biologie, Naturphänomene und Technik (BNT). Abrufbar unter: [www.bildungsplaene-bw.de/site/bildungsplan/get/documents/lbw/export-pdf/depot-pdf/ALLG/BP2016BW\\_ALLG\\_SEK1\\_BNT.pdf](http://www.bildungsplaene-bw.de/site/bildungsplan/get/documents/lbw/export-pdf/depot-pdf/ALLG/BP2016BW_ALLG_SEK1_BNT.pdf) [24.10.2018].

### **Landesinstitut für Schulentwicklung: Sicherheit im Unterricht**

Landesinstitut für Schulentwicklung. Biologie, Naturphänomen, Technik (BNT). Abrufbar unter: [lsbw.de/Lde/Startseite/Service/bnt](http://lsbw.de/Lde/Startseite/Service/bnt) [24.10.2018].

Landesinstitut für Schulentwicklung (Hrsg.) (2018). Experimentieren für den BNT-Unterricht – Sekundarstufe I Klasse 5 und 6. Handreichung NW – 5, Stuttgart.

### **Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz/Richtlinien/Vorschriften/Informationen/Untersuchungen**

Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (KMK) (Hrsg.) (2013). „Richtlinie zur Sicherheit im Unterricht (RiSU) – Empfehlung der Kultusministerkonferenz“ (Beschluss der KMK vom 09.09.1994 i. d. F. vom 27.02.2013).

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) (Hrsg.). „Sichere Schule – Technik“. Abrufbar unter: [www.sichere-schule.de/technik](http://www.sichere-schule.de/technik) [24.10.2018].

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) (Hrsg.) (Mai 2001). DGUV Vorschrift 81 „Schulen“ (bisher: GUV-V S1).

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) (Hrsg.) (Juli 2004). DGUV Vorschrift 1 „Grundsätze der Prävention“ (bisher: GUV-V A1).

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV) (Hrsg.) (August 2010). DGUV-Regel 113-018 „Unterricht in Schulen mit gefährlichen Stoffen“ (bisher: BG/GUV-SR 2003).

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV) (Hrsg.) (November 2010). DGUV Regel 113-019 „Stoffliste zur Regel „Unterricht in Schulen mit gefährlichen Stoffen““ (bisher: BG/GUV-SR 2004).

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV) (Oktober 1998 – aktualisierte Fassung Januar 2006). DGUV Information 202-040 „Holz – Ein Handbuch für Lehrkräfte“ (bisher GUV-SI 8041).

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV) (Hrsg.) (September 2012). DGUV Information 202-039 „Sicher experimentieren mit elektrischer Energie in Schulen“ (bisher: BG/GUV-SI 8040).

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV) (Oktober 2017). DGUV Information 202-051 „Feueralarm in der Schule. Hinweise für Alarmpläne, den Feueralarm und die Unterweisung der Schülerinnen und Schüler“.

Bundesverband der Unfallkassen (Hrsg.) (Januar 1999). „BUK-Report: Holzstaub im Unterricht. Ergebnisbericht der Meßergebnisse aus dem Projekt „Exposition von Schülerinnen und Schülern gegenüber Holzstaub im Unterricht an allgemeinbildenden öffentlichen Schulen““.

Bundesverband der Unfallkassen (Hrsg.) (Mai 2003). GUV Informationen – Sicherheit im Unterricht „Holzstaub im Unterricht allgemein bildender Schulen“ (GUV- SI 8041-2).

Berufsgenossenschaft Holz und Metall (Hrsg.). (Juli 2009). BG-Information „Holzstaub – Gesundheitsschutz“ (BGI 739-1).

## **Gesetze und Verordnungen**

Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz – ArbSchG) (August 1997).

Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) (März 2017).

## **Technische Regeln**

Technische Regel für Gefahrstoffe (TRGS). TRGS 510 (Januar 2013) „Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern“.

Technische Regel für Gefahrstoffe (TRGS). TRGS 553 (August 2008) „Holzstaub“.

Technische Regel für Gefahrstoffe (TRGS). TRGS 900 (Januar 2006) „Arbeitsplatzgrenzwerte“.

Technische Regel für Gefahrstoffe (TRGS). TRGS 905 (März 2014) „Verzeichnis krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe“.

---

Technische Regel für Gefahrstoffe (TRGS). TRGS 907 (November 2011) „Verzeichnis sensibilisierender Stoffe und von Tätigkeiten mit sensibilisierenden Stoffen“.

### **Bildnachweis**

Inhaltsbezogene Themenbereiche, S. 5: Landesinstitut für Schulentwicklung.

Prüfzeichen H3, S. 14: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e. V. (DGUV).

Tischbohrmaschine mit verstellbarem Arbeitstisch, S. 67: Arnz Flott GmbH Werkzeugmaschinen.

Feinschnittsägeblatt, Doppelzahnsägeblatt, Gegenzahnsägeblatt, Rundzahnsägeblatt, S. 74; Laubsägeblatt rund verzahnt, S. 80; Sägeblatt mit Gegenzähnen, S. 81; Rundsägeblatt, S. 86: Pixelpassion abrufbar unter: [www.dekupiersaege-tests.de/ratgeber/dekupiersaegeblaetter#](http://www.dekupiersaege-tests.de/ratgeber/dekupiersaegeblaetter#) [21.11.2018].

Piktogramme nach EN ISO 7010 (W001 Allgemeines Warnzeichen, W018 Warnung vor automatischem Anlauf, P028 Benutzen von Handschuhen verboten, M004 Augenschutz benutzen, E003 Erste Hilfe, E004 Notruftelefon, GHS 08 Gefahr oder Achtung Systemische Gesundheitsgefährdungen), S. 103 / S. 104: DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

Alle anderen Bilder wurden von den Autoren erstellt.







ISBN 978-3-944346-34-2