

TECH & SCIENCE @ SCHOOL

Ein fachpraktisches Handbuch für Technik-Lehrkräfte

Mitwirkende

Amelie Riepert
Andreas Heitzmann
Ann-Kathrin Rieger
Benjamin Bächle
Chiara Gödicke
Christian Kunz
Christopher Haase
Daniel Beckenbauer
Deniz Icöz
Elias Wielath
Fabian Müller
Fabius Siedler
Felix Grampp
Felix Hüber
Felix Müller
Hanna Mayumi Littmann
Henry Haugstätter
Hümeyra Cosar
Jan Heydenreich
Jan Luppert
Jana Albert
Janina Langhans
Jannik Beermünder
Jessica Megerle
Jessica Scholz
Jonas Kraft

Jonathan Hötzel
Lars Vieth
Laura Drobeck
Lena Spatafora
Lena-Marie Block
Lorenz Seck
Louis Hölzl
Luca Blaszczyk
Lucas Kroker
Lucian Munz
Luis Knenlein
Luis Theilacker
Lukas Haußmann
Lukas Metzech
Madeleine Bühler
Marcel Hübner
Maren Aldinger
Marina Blaschke
Marvin Bort
Maximilian Fuchs
Maximilian Höfer
Melvin Proissl
Metehan Demirkaya
Moritz Ocker
Nilson Hartmann
Noe Dietrich

Oliver Reif
Oliver Widmaier
Pascal Mantler
Patrick Roth
Paul Krämer
Paul Lehmann
Robin Boß
Robin Schmid
Roman Wesner
Samuel Benz
Sandra Stähle
Sarah Baireuther
Saskia Forster
Selin Gündogdu
Sezai Kitis
Silas Bischoff
Simon Hofbauer
Simon Teufel
Sina Kohne
Stefan Genehr
Tamara Richter
Tim Kemmer
Tunahan Demirkaya
Wilhelm Beim
Yannick Haußmann

Initiatoren

Thomas Baumhagl (PH Ludwigsburg)
Dr. Hannes Helmut Nepper (PH Schwäbisch Gmünd)
Jochen Pfeifer (PH Schwäbisch Gmünd & Uhland-Realschule Aalen)
Uhland-Realschule Aalen

Gestaltung und Layout

Niclas Günther

Gefördert durch

TRAFO BW (Netzwerk transferorientierte Lehre in Baden-Württemberg)
Vector Stiftung



Inhaltsverzeichnis

Vorwort & Projektrahmen	6
Lerntheoretischer Hintergrund	8
Didaktische Hinweise zur Benutzung	12
Sicherheitshinweise für das fachpraktische Arbeiten	13
Offene Titanringe	20
Geschlossene Fingerringe	28
Offene und geschlossene Silberringe	38
Silberringe mit Schmuckstein	50
Teller dreheln	56
Kugelschreiber dreheln	62
Schachfiguren dreheln	68
Schachfiguren sägen	74
Schachfeld	82
Ledertasche	86
Pfannenwender schnitzen	92
Klassische Schnitztechnik	94
Kartoffelschältechnik	95
Zugmesser	95
Daumenführung	95
Aushöhlen	96
Einfacher Hocker	98
Zweistecken-Bogen	106
Bogen tillern	116

Pfeilfertigung	122
Seifenblasenautomat (Upcycling)	128
Seifenblasenautomat (Konstruktion)	138
Startrampe für Papierflieger	154
Mausefallenfahrzeug	166
Fahrzeug aus einer PET-Flasche	174
Der Flugball	178
Fahrradreifengürtel	184
Die Wurfmaschine	188
Das Getriebe	194
Lebensmittelechte Acrylgießmasse	200
Gravieren mit dem Lasercutter	208
CO ₂ -Ampel mit Lärmmesser (Arduino)	212
CO ₂ -Ampel mit Lärmmesser (Micro:Bit)	222
Linienfolger mit Arduino	238
Tip-Toi-Stift programmieren (für Lehrkräfte)	248
Spielfiguren in Scratch	260
Scratch Junior APP	272
Smart Home-Modell	282
Überblick über alle QR-Codes	286
Exemplarische Gefahrenbeurteilung	290
Gefährdungsbeurteilungen	298
Literaturempfehlungen	312

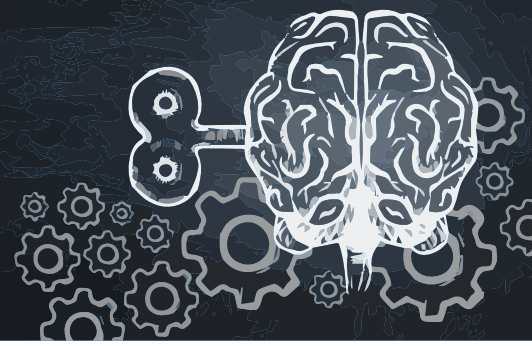
Vorwort & Projektrahmen

Kunstgegenstände & Schmuck herzustellen ist ein urmenschliches Bedürfnis. Aus diesem Kernbereich der Schmuckfertigung und des Drechselns sind die vorliegenden Projektideen entstanden. Die in dieser Handreichung vorgestellten Projektideen sind alle von Lehramtsstudierenden im Fach Technik an den Pädagogischen Hochschulen in Schwäbisch Gmünd und Ludwigsburg in offener und selbstgesteuerter Werkstattarbeit seit dem Sommersemester 2021 entstanden. Die Studierenden haben dabei ihre Idee stets fachpraktisch erprobt und fachdidaktisch in den vorliegenden Erklärfilmen und Schritt für Schritt-Anleitungen ausgearbeitet. Zur Benutzung finden sich im Kapitel „Didaktische Hinweise“ weitere Erläuterungen.

Der Projektrahmen umfasst das curricular verankerte, handwerklich bedeutsame Arbeiten mit den grundlegenden Werkstoffen Holz, Metall und Kunststoffen sowie den Bereich der Elektrotechnik und des Mikrocontrolling. Die Handreichung ist grob nach diesen Bereichen strukturiert. Die Umsetzung dieser Projektideen soll unterstützend

wirken, um individuelle handwerkliche Kompetenzen zu entdecken, erproben und vertiefen sowie technische Interessensbildung und vorberufliche Orientierung in Schulen fördern. Da die Arbeitssicherheit im Umgang mit Werkstoffen und Werkzeugen in der technischen Fertigung eine entscheidende Grundlage darstellt, wurden für die Projektideen entsprechende Gefährdungsbeurteilungen erstellt, die sich am Ende des Handbuchs in übersichtlicher Tabellenform befinden. Im Kapitel „Sicherheitshinweise für das fachpraktische Arbeiten“ befindet sich eine ausführliche Einführung in die Thematik.

Eine Schlüsselrolle für die Anfertigung der Werkstücke nimmt hierbei das Vorführen und Erklären (modellhaftes Vormachen) der notwendigen Fertigungsschritte durch Experten in Form von Erklärfilmen ein. Die zugrundeliegende didaktische Konzeption lehnt sich an die Kognitive Meisterlehre aus der gewerblich-technischen beruflich orientierten Bildung an (Collins et al., 1989). Dies wird im Kapitel „Lerntheoretischer Hintergrund“ weiter ausgeführt.



Das Projekt KunstHandWerk wurde durch eine Kooperation zwischen der PH Ludwigsburg und der PH Schwäbisch Gmünd in Zusammenarbeit mit der Gold- und Silberschmiede-Innung Stuttgart-Heilbronn-Reutlingen initiiert und von TRAFO - dem Netzwerk transferorientierter Lehre in Baden-Württemberg gefördert. Die Projektfortsetzung Tech&Science@School mit der Uhland-Realschule Aalen wurde durch die Vector Stiftung gefördert.

Wir bedanken uns bei TRAFO und der Vector Stiftung durch die Ermöglichung dieses Projekts und wünschen Ihnen viel Freude bei der fachpraktischen und fachdidaktischen Arbeit mit den vorliegenden Projektideen! Wir empfehlen stets die Projektideen selbst zu erproben bevor Sie diese mit Schülerinnen und Schülern (SuS) umsetzen.

Werkstattleiter und akademischer Mitarbeiter

Thomas Baumhagl

(PH Ludwigsburg)

Vertretungsprofessor

Dr. Hannes Helmut Nepper

(PH Schwäbisch Gmünd)

Techniklehrer an der Uhland-Realschule Aalen

und akademischer Mitarbeiter

Jochen Pfeifer

(PH Schwäbisch Gmünd)

Lerntheoretischer Hintergrund

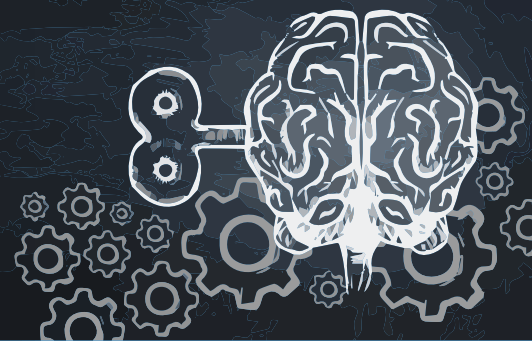
von Saskia Forster

Kurzbeschreibung

Die Kognitive Meisterlehre „cognitive apprenticeship“ ist ein Ansatz aus der konstruktivistischen Didaktik, welcher durch die Theorie situierter Kognition (situated cognition) begründet wird. Er geht auf Collins et al. (1989) zurück. Im Sinne von „Meister-Lehrlings“-Verhältnissen vollzieht sich Lernen dementsprechend in Anlehnung an die Ausbildung in traditionellen Handwerksbetrieben unter Einbeziehung der Schülerinnen und Schüler in eine Expertenkultur. Der Ansatz zielt, im Vergleich zu den primär handwerklichen Fähigkeiten in der traditionellen Handwerkslehre, vermehrt auf die Entwicklung von kognitiven sowie metakognitiven Kompetenzen durch die Externalisierung von Denkprozessen sowie Heuristiken während des Lösens von Problemen und Aufgaben ab (Nepper, 2019, S. 30). Zudem hat der Ansatz das Ziel aus der klassischen Abhängigkeitsbeziehung herauszutreten, um wechselseitiges (reziprokes) Lernen zu ermöglichen. Vor dem Hintergrund der situierter Kognition spielt entsprechend eine aktive und realitätsnahe Gestaltung der Lehr-Lernumgebungen sowie die soziale Verankerung des individuellen Lernens eine große Rolle.

Theorie situierter Kognition

Die situierte Perspektive setzt Lernprozesse immer mit einer konkreten Situation in Relation und steht damit im Kontrast zu rein kognitivistischen Theorien. Einige dieser Theorien, sowie oftmals auch die Handhabung in der Schulpraxis, trennen stets das Wissen und die Handlung voneinander - der zu vermittelnde Stoff besteht oftmals aus dekontextualisierten, abstrakten Konzepten. Zudem wird in der Schulpraxis oftmals individuell gearbeitet und die soziale Komponente außer Acht gelassen. Jedoch wies Resnick (1988) darauf hin, dass Menschen die meiste Zeit ihres Lebens nicht individuell, sondern kollaborativ lernen und arbeiten. Dem entgegengesetzt wird in der Schulpraxis Wissen häufig als ein autarker Teilbereich, welcher theoretisch unabhängig von den Situationen, in denen es gelernt und verwendet wird, angesehen. Jedoch birgt diese strenge Trennung von Wissen und Handlung die Gefahr der Entwicklung des „Trägen Wissens“ (innert knowledge), einer Divergenz zwischen Lern- und Anwendungssituationen (Nepper, 2019, S. 46). Diese führt dazu, dass viele Lernende zwar die Aufgaben ohne Probleme lösen können, aber die Strategien, die sie zum Lösen der Aufgabe einsetzten nicht verstehen und nicht in einem außerschulischen Kontext adäquat anwenden



können. Der Cognitive Apprenticeship ist eine mögliche Methode, dieser Divergenz entgegenzuwirken. Die Methode geht davon aus, dass auch abstrakte Themen praktisch vermittelt werden können. In Bezug auf die situierte Kognition ist dabei die Aktivität, in der Wissen entwickelt und eingesetzt wird, ein integraler Bestandteil dessen, was gelernt wird. Man könnte sagen, dass Situationen Wissen durch Aktivität mitproduzieren.

Lernumgebung

Die Lernumgebung des Cognitive Apprenticeship Ansatzes zeichnet sich dadurch aus, dass sie realen Anwendungsmöglichkeiten möglichst nahekommt und damit eine zu starke Didaktisierung der Inhalte - welche oftmals zur Verformung der Sache führen - verhindert. Damit bereichsspezifisches Wissen anwendbar vermittelt werden kann, sind realitätsnahe Problemstellungen in verschiedenen Kontexten notwendig. Hierbei ist der Experte im Vergleich zum Novizen vor allem durch die Kombination von explizitem und strategischem Wissen befähigt, die Aufgabe zu lösen (Collins et al, 1989, S. 477). Dabei geht man davon aus, dass Wissen in dieser Situation durch Zusammenarbeit von Experten (Lehrenden) und Novizen (Lernenden) auch ko-konstruiert wird (Nepper, 2019, S. 46). Collins et al (1989) unterscheidet vier Dimensionen, die eine Lernumgebung ausmachen: Inhalt, Methode, Reihenfolge und soziologische Faktoren.

Die inhaltliche Dimension unterscheidet fachspezifisches Wissen, heuristische Strategien, metakognitive Strategien und Lernstrategien. Die Lernenden setzen diese selbstständig ein, um entsprechend Fortschritte zu machen.

Bei der Reihenfolge ist es zunächst für die Lehrkraft wichtig, das Gesamtkonzept darzulegen, sodass die Lernenden ein Verständnis für die Bedeutung der einzelnen Arbeitsschritte bekommen. Weiterhin soll die Komplexität (increasing complexity) sowie Vielfalt der Aufgabe (increasing diversity) ansteigen, jedoch die Schülerinnen und Schüler nicht überfordern. Als weiterer Faktor wird die Förderung allgemeiner vor spezieller Fähigkeiten genannt (global before local skills). Die Berücksichtigung dieser Faktoren fördert nach Cohen, Stotland und Wolfe (1955) das Bedürfnis der Schülerinnen und Schüler sich in den jeweiligen Situationen sinnvoll zu strukturieren und die verschiedenen Problemstellungen in die eigene Erfahrungswelt zu transferieren (Nepper, 2019, S. 31).

Zudem sollen in dem Prozess soziologische Aspekte erfassen, dass Aufgaben und deren Lösung immer mit

der Realität und dem Alltag der Lernenden verbunden sind. Es soll eine Arbeitsgemeinschaft entstehen, bei der Lehrkräfte und Lernende in einer Interaktion stehen.

Unter der Dimension der Methoden des Cognitive Apprenticeship-Ansatzes werden sechs Lehr- und Lernphasen beschrieben. Alle Methoden sollen den Lernenden die Möglichkeit geben, Expertenstrategien zu entdecken, um eigene Lösungsstrategien zu entwickeln. Ziel ist es, die Unterstützung durch die Lehrkraft schrittweise zu reduzieren. Die einzelnen Phasen (Modelling, Coaching, Scaffolding/ Fading, Articulation, Reflection, Exploration) sollen folgend genauer beschrieben werden.

1. Modeling (modellhaftes Vormachen):

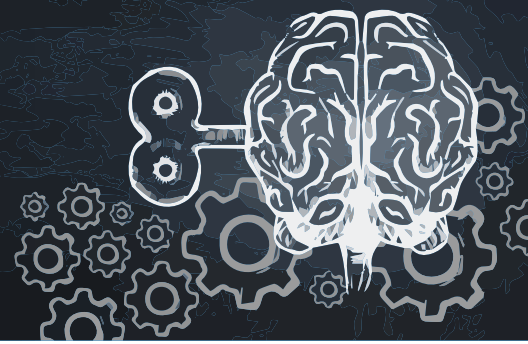
Die Lehrkraft (Experte) dient den Lernenden (Novizen) als Modell, in dem sie beim Lösen von Problemen und Aufgaben beobachtet wird. Dabei ist es erforderlich, dass die Lehrkraft die einzelnen Arbeitsschritte zeigt sowie diese verbalisiert und seine Handlungen schrittweise begründet. Die Lernenden (Novizen) bauen sich hierdurch ein inneres Bild/ Modell auf, das als Grundlage für ihre spätere Handlung dient.

2. Coaching (Anleiten):

Die Lehrkraft (Experte) berät, begleitet und leitet die Lernenden (Novizen) an. Sie gibt den Lernenden bei der Bearbeitung von Problemen und Aufgaben die für die spätere Lösung relevanten Rückmeldungen und Hilfestellungen. Zwischen den Lernenden und der Lehrkraft findet eine wechselseitige, situationsbezogene Kommunikation mit dem Ziel der Annäherung der Lernenden an das Expertenniveau statt. Dabei übernehmen die Lernenden neue Handlungsmuster und aktivieren ihr Vorwissen.

3. Scaffolding (differenziertes Unterstützen) und Fading (schrittweises Zurücknehmen):

Die Lehrkraft (Experte) nimmt die Unterstützung schrittweise zurück, um ein selbständiges Arbeiten der Lernenden zu ermöglichen. Zur Unterstützung bietet die Lehrkraft Hilfestellungen an (z.B. Vorführen von Teilsequenzen, Vorschläge, schriftliche Leitfäden). Als weiteres Lerngerüst (scaffold) dienen Materialien wie Anleitungen, Bilder, Checklisten usw. und mögliche Checklisten. Die Unterstützung wird im Laufe der Zeit schrittweise zurückgenommen. Die Lernenden (Novizen) lernen und trainieren nach individuellem Lernbedarf und entwickeln neue Handlungsmuster.



4. Articulation (Versprachlichung):

Die Lehrkraft (Experte) soll die Lernenden (Novizen) dazu bringen, die Aufgaben selbstständig durchzuführen und Denkprozesse zu verbalisieren oder zu verschriftlichen. Dadurch überprüfen die Lernenden ihr eigenes Verstehen (kognitiver Prozess) und erstellen ein vorläufiges Konstrukt. Sie können den Problemlöseprozess transparent machen.

5. Reflection (Reflexion):

Die Lehrkraft (Experte) lässt die Lernenden (Novizen) reflektieren und bietet ihnen Hilfe zur Strukturierung des Reflexionsprozesses an. Die Reflexion der Lernenden dient der Wiederholung des Arbeitsprozesses und dem Vergleich mit der Lehrkraft (dem Experten). Dadurch hinterfragen die Lernenden ihre eigenen Problemlösungs- und Handlungsmuster und überdenken die Aufgabenbewältigung.

6. Exploration (Erkunden):

Die Lernenden (Novizen) sollen sich selbstständig auf die Suche nach neuen Problemstellungen und Aufgaben machen und diese mit den erlernten Fähigkeiten lösen. Damit wenden sie das neu Gelernte in verschiedenen Situationen und Kontexten an (Transfer).

Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989): Situated cognition and the culture of learning. *Educational researcher*, 18(1), 32-42.

Collins, A., Brown, J. S., & Newman, S. E. (1989): Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing, and mathematics. In L. B. Resnick (Ed.), *Knowing, learning, and instruction: Essays in honor of Robert Glaser* (S. 453–494). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Nepper, H. H. (2019): *Die situierte Fehlersuche an elektronischen Schaltungen im Anschluss an den Cognitive Apprenticeship Ansatz* (Beiträge zur Technikdidaktik, Bd. 5). Berlin: Logos.

Resnick, L. (1988): Learning in school and out. *Educational Researcher*, 16(9), 13-20.

Didaktische Hinweise zur Benutzung

Bei fachpraktischen Arbeiten mit Lernenden sollte das Projekt bzw. Werkstück im Vorfeld immer von der Lehrperson selbst erprobt und gefertigt werden, um mögliche Schwierigkeiten zu erkennen und den konkreten Bedarf an Zeit, Material und Werkzeugen zu ermitteln.

Die vorliegende Ausarbeitung ermöglicht es anhand von Erklärfilmen und schriftlichen Anleitungen Projekte sicher und motivierend umzusetzen. Dabei ist es hilfreich und wichtig, dass die Lernenden während des Arbeitsprozesses dauerhaft Zugriff auf den Erklärfilm haben, um einzelne Passagen flexibel und mehrfach anschauen zu können. Das lässt sich über Tablets oder Smartphones umsetzen. Die Erklärfilme sind alle auf dem Youtube-Account der Abteilung Technik der PH Schwäbisch Gmünd hochgeladen, aber nicht aktiv gelistet. Das heißt, dass die Filme über den Link bzw. QR-Code abgerufen und geöffnet werden können. In der direkten Suche in Youtube findet man die Erklärfilme aber nicht.

Da die Suche nach einer bestimmten Stelle im Erklärfilm oft mühsam ist, bietet die Schritt für Schritt-Anleitung ein weiteres Hilfsgerüst zum möglichst eigenständigen Arbeiten. Die Anleitungen sind nach Arbeitsschritten chronologisch aufgebaut und können so linear nachvollzogen und umgesetzt werden. Dabei ist jeder Arbeitsschritt in Textform beschrieben und durch mindestens ein exemplarisches Foto aus dem Erklärfilm abgebildet. Um z.B. eine reine Bildanleitung zu erstellen, könnten aus dem Erklärfilm auch noch mehr Einzelbilder verwendet werden.

Um die Arbeitsschritte besser verinnerlichen zu können, ist es sinnvoll die durchgeführten Handlungen zu beschreiben und zu reflektieren (z.B. in schriftlicher Protokollform oder mündlicher Reflexion in Form eines Unterrichtsgespräches). Dies bildet die Basis für mögliche eigene Umsetzungsideen nach Anfertigung des ersten Werkstücks.

Die Gefährdungsbeurteilungen zu den einzelnen Anleitungen im Anhang geben einen Überblick über mögliche Gefahren und entsprechende Maßnahmen zum sicheren Arbeiten. Je nach Alter der Lernenden können hier Werkzeuge oder Arbeitsschritte flexibel angepasst werden. Die Vorgaben zur entsprechenden Art der Beaufsichtigung aus dem Maschinen- und Geräteeinsatz (vgl. Richtlinie für Sicherheit im Unterricht) sind zu beachten.

Wir wünschen viel Erfolg bei der Umsetzung und freuen uns jederzeit über Feedback!



Sicherheitshinweise für das fachpraktische Arbeiten

von Thomas Baumhagl

Um sicher und gesund arbeiten zu können, müssen Schülerinnen und Schüler über die Gefährdungen an ihrem Arbeitsplatz sowie ihre Pflichten bzgl. des Arbeitsschutzes informiert sein. Dazu gehört auch, dass die erforderlichen Maßnahmen und einschlägigen Regeln altersgemäß behandelt werden, einschließlich der Betriebsanweisungen für die entsprechenden Maschinen, Geräte oder andere technische Anlagen (DGUV, 102-601, S. 8).

Um sicherzustellen, dass die Lernenden diese Informationen erhalten, ist es wichtig, dass eine regelmäßige Sicherheitsunterweisung (i.d.R. halbjährlich) durch die Lehrperson erfolgt. Mit Verweis auf die Unfallkasse Nordrhein-Westfalen gilt grundsätzlich, dass Schülerinnen und Schüler vor jeder Arbeitsaufnahme auf Gefahren und Schutzmaßnahmen am Arbeitsplatz hingewiesen werden (UK NRW, 2008, S. 133).

Die Sicherheitsunterweisung muss verständlich und dem Kompetenz- und Entwicklungsstand der Lernenden entsprechend durchgeführt werden. Wenn eine sprachliche Verständigung nicht ausreichend möglich ist, sollten weitere geeignete Kommunikationsmittel wie Skizzen, Fotos oder Videos eingesetzt werden (DGUV, 102-601, S. 14).

Im Rahmen der Sicherheitsunterweisung soll/sollen (UK NRW, 2008, S. 131):

- Gefährdungen des Arbeitsplatzes und des Arbeitsverfahrens verdeutlicht werden, auch indem Unfall- und Störfallerfahrungen bekannt gemacht werden;
- Schülerinnen und Schüler über mögliche Schutzmaßnahmen unterrichtet werden, z. B. indem über sichere Arbeitsweisen gesprochen wird wie den ordnungsgemäßen Einsatz von Werkzeug, den richtigen Umgang mit Schutzvorrichtung und persönlicher Schutzausrüstung;

- richtiges Verhalten erläutert und eingeübt werden, falsche Gewohnheiten beseitigt werden;
- überlegt werden, wie bei Störungen und Unfällen zu handeln ist.

Betriebsanweisungen

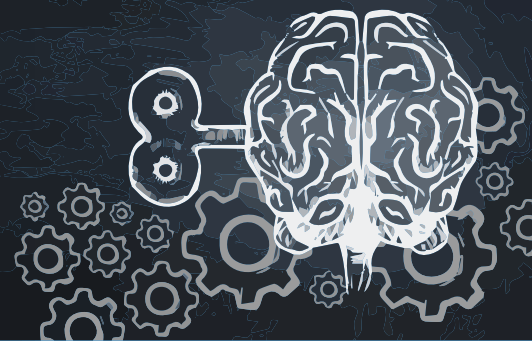
Bevor eine Maschine, Gerät oder eine andere technische Anlage in der Schulpraxis eingesetzt wird, ist es erforderlich, eine Betriebsanweisung zu erstellen. Diese soll auf die spezifischen Gefahren, Schutzmaßnahmen und Besonderheiten bei der Benutzung hinweisen, um eine sichere Verwendung durch die Lernenden zu gewährleisten. Wichtig ist, dass die Betriebsanweisung gut zugänglich ist. Eine Möglichkeit ist, dass sie in einem Ordner abgelegt wird, der im Fachraum aufbewahrt ist, in dem die Maschine, das Gerät oder die technische Anlage steht (DGUV, 102-601, S. 81). Für eine papierlose Bereitstellung ist auch das Anbringen eines QR-Codes denkbar, der zu einer entsprechenden PDF-Datei führt. Für den Gefahrstoff Holzstaub befindet sich eine exemplarische Betriebsanweisung im Anhang auf Seite 293.

Zum Begriff der „Betriebsanweisung“

Betriebsanweisungen unterscheiden sich von Betriebsanleitungen darin, dass Betriebsanleitungen lediglich Informationen des Herstellers für eine Maschine, ein Gerät oder technischen Anlage enthält. Betriebsanweisungen hingegen sind Anweisungen und Informationen, die vom Betreiber oder Verwender selbst erstellt werden. Das primäre Ziel besteht darin, Unfälle und Gesundheitsrisiken zu vermeiden und ein sicheres Arbeiten speziell auf die konkreten Arbeitsbedingungen und -anforderungen zu gewährleisten.

Betriebsanweisungen müssen objekt- und adressatenbezogen sein und so konkret schriftlich formuliert werden, dass sie in praktisches Verhalten bzw. Handeln umgesetzt werden können. Daher sollten sie möglichst verständlich formuliert werden. Zusätzliche bildliche Darstellungen können das Verständnis unterstützen. Mündliche Unterweisungen ergänzen diese sinnvoll.

Der Umfang einer Betriebsanweisung sollte für die Schulpraxis überschaubar sein, weshalb der Umfang einer DIN A4-Seite empfohlen wird. Betriebsanweisungen sollen grafisch einheitlich gestaltet werden. Es bietet sich



zusätzlich eine farbliche Unterscheidung für Betriebsanweisungen (blau), Gefahrstoffbeurteilungen (orange) und Persönliche Schutzausrüstung (grün) an. Im Internet findet man entsprechende Mustervorlagen für Betriebsanweisungen wie z.B. vom Arbeitsschutz Schulen in Niedersachsen, die an die konkreten Gegebenheiten angepasst werden müssen:

<https://www.arbeitsschutz-schulen-nds.de/verantwortung-organisation/betriebsanweisungen/musterbetriebsanweisungen-a-z>

Gefährdungsbeurteilungen

Eine Gefährdungsbeurteilung dient dazu, potenzielle Gefahren und Risiken zu erkennen und geeignete Maßnahmen zur Vermeidung von Unfällen und Gesundheitsbeeinträchtigungen zu ergreifen. Zum Anodisieren von Titan liegt eine vollständige exemplarische Gefährdungsbeurteilung vor (Anhang S.294). Zu allen anderen Projektideen sind jeweils in einer komprimierten Tabelle konkrete Gefährdungen und Maßnahmen zusammengestellt, die berücksichtigt werden sollten. Wenn andere Werkzeuge zur Umsetzung benutzt werden, sollte das entsprechend beachtet werden. (DGUV 100-001, S. 15)

Es sollte beachtet werden, dass Gefährdungen immer direkt an ihrer Quelle beseitigt oder minimiert werden müssen. Falls dies nicht vollständig möglich ist, müssen Schutzmaßnahmen nach dem Prinzip „Technik - Organisation - Persönliches“ (T-O-P) ergriffen werden. Eine umfassende Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung dient nicht nur als Nachweis, sondern auch als zuverlässige Übersicht der Sicherheits- und Gesundheitsmaßnahmen. (DGUV, 102-601, S. 7f).

Gefährdungsbeurteilungen können auf verschiedene Weisen erstellt werden, entweder in Bezug auf die Art der Tätigkeit, die beteiligten Personen oder die räumlichen Gegebenheiten. In Bildungseinrichtungen hat es sich bewährt, raumbezogene Gefährdungsbeurteilungen durchzuführen, bei denen die Gefährdungsbeurteilungen für alle elektrischen Maschinen in einem Raum zusammengefasst und in einem Ringbuchordner abgelegt werden. Dadurch haben alle Beteiligten bei Bedarf einen Zugriff auf alle erforderlichen Informationen. Eine Gefährdungsbeurteilung ist entsprechend der nachfolgenden Schritte strukturiert.

Prozessschritte der Gefährdungsbeurteilung:

1. Festlegen von Arbeitsbereichen und Tätigkeiten
2. Ermitteln der Gefährdungen
3. Bewerten der Gefährdungen
4. Festlegen konkreter Arbeitsschutzmaßnahmen
5. Durchführen der Maßnahmen
6. Überprüfen der Wirksamkeit der Maßnahmen

Mindestanforderungen (ASR V3, 2017, S.14)

Die Dokumentation muss mindestens Folgendes enthalten:

- » die jeweilige Bezeichnung der erfassten Arbeitsplätze, Arbeitsbereiche und Tätigkeiten sowie ggf. der zusammengefassten gleichartigen Arbeitsplätze oder Tätigkeiten
- » die jeweils festgestellten Gefährdungen
- » die Ergebnisse der Beurteilung der festgestellten Gefährdungen
- » die bezogen auf die festgestellten Gefährdungen jeweils festgelegten Maßnahmen
- » das Ergebnis der Wirksamkeitsüberprüfung

Gefährdungsbeurteilungen werden entsprechend der nachfolgenden Systematik von Gefährdungs- und Belastungsfaktoren einheitlich kategorisiert:

1. Mechanische Gefährdungen
2. Elektrische Gefährdungen
3. Gefahrstoffe
4. Biologische Arbeitsstoffe
5. Brand- und Explosionsgefährdungen
6. Thermische Gefährdungen
7. Gefährdung durch spezielle physikalische Einwirkungen
8. Gefährdungen durch Arbeitsumgebungsbedingungen
9. Physische Belastung/Arbeitsschwere



10. Psychische Belastung

11. Sonstige Gefährdungen

Die offizielle Übersicht der einzelnen Faktoren findet man z.B. unter: <https://t1p.de/jtfw1>

Die DGUV bzw. deren Einrichtungen der jeweiligen Bundesländer bieten eine Software (GefBU 3.0) bzw. eine entsprechende Onlineplattform an, über die Gefährdungsbeurteilungen erstellt werden können.

Tätigkeitsbezogene Gefährdungsbeurteilung von Gefahrstoffen

Wir kommen im Alltag oft mit Gefahrstoffen in Kontakt ohne uns dessen bewusst zu sein. Das sind z.B. Holzstaub, Öle, Lacke und Klebstoffe. Bei unsachgemäßer Behandlung können Reizungen der Haut und Atemwege oder auch Verbrennungen und Verätzungen auftreten. Hersteller müssen zu ihren Produkten Sicherheitsdatenblätter erstellen, wenn diese Gefährdungspotential aufweisen.

Erstellung einer tätigkeitsbezogenen Gefährdungsbeurteilung für Gefahrstoffe

„An Schulen erfolgen viele Tätigkeiten mit Gefahrstoffen im naturwissenschaftlichen und technischen Unterricht“ (DGUV, 113-118, S.8). Eine entscheidende Voraussetzung für den sicheren Umgang mit Gefahrstoffen ist die Durchführung einer tätigkeitsbezogenen Gefährdungsbeurteilung für Gefahrstoffe und deren Dokumentation nach § 6 GefStoffV sowie die Beachtung erforderlicher Schutzmaßnahmen nach § 7 GefStoffV vor der Aufnahme einer Tätigkeit mit Gefahrstoffen.

Für jede Tätigkeit und jedes Experiment muss die Gefährdungsbeurteilung vor der erstmaligen Aufnahme der Tätigkeit einmal zur Festlegung der notwendigen Schutzmaßnahmen durchgeführt werden. Die Gefährdungsbeurteilung ist von einer fachkundigen Person zu erstellen und zu dokumentieren.

- » Erstellte Gefährdungsbeurteilungen müssen bei der Ausführung der Tätigkeit/des Versuchs vorliegen und dokumentiert werden. Entweder in Form von eigenen, mitgeführten Unterlagen (versehen mit Unterschrift und Datum der Erstellung) oder durch Ablage in einem Ordner in der Schule (griffbereit zur Einsicht vor Aufnahme der Tätigkeit). In diesem Fall erfolgt die Dokumentation jedes Mal vor der Tätigkeit im Tagebuch durch Eintrag (z. B. Vermerk: Tätigkeit nach Gefährdungsbeurteilung-Nr. xxx durchgeführt.)

und Unterschrift.

- » Tätigkeiten und Experimente mit ähnlicher Gefährdung können zusammenfassend behandelt werden, müssen also nicht für jede einzelne Tätigkeiten bzw. jeden Einzelversuch separat beurteilt werden. (Zum Beispiel bei Vorliegen einer Gefährdungsbeurteilung für höher konzentrierte Gefahrstoffe und einer Tätigkeit mit geringerer Konzentration oder Stoffmenge)
- » Eine einmal durchgeführte Gefährdungsbeurteilung muss nur bei wesentlichen Änderungen (zum Beispiel geänderter Versuchsablauf oder veränderte Gefahrstoffeinstufungen) aktualisiert und erneut dokumentiert werden.
- » Für die Praxis bedeutet dies, dass die tätigkeitsbezogene Gefährdungsbeurteilung für den jeweiligen Versuch/das jeweilige Experiment von der durchführenden Person erstellt oder überprüft wird und, sofern keine wesentlichen Änderungen vorgenommen werden, über mehrere Jahre in verschiedenen Klassen verwendet werden kann.
- » Vorhandene Gefährdungsbeurteilungen (zum Beispiel von Kolleginnen/Kollegen oder Schulbuchverlagen) können nach Überprüfung durch eine fachkundige Person übernommen werden.

Mustervorlage zur tätigkeitsbezogenen Gefährdungsbeurteilung von Gefahrstoffen

Um Lehrpersonen die Durchführung der tätigkeitsbezogenen Gefährdungsbeurteilung zu erleichtern, hat die Arbeitsgruppe Sicherheit des Kultusministeriums Baden-Württemberg, des Landesinstituts für Schulentwicklung und der Unfallkasse Baden-Württemberg ein Musterformular entwickelt. Das Formular enthält sämtliche Schritte, die bei der Durchführung einer tätigkeitsbezogenen Gefährdungsbeurteilung beachtet werden müssen und stellt eine detaillierte Dokumentation dar.

Das Musterformular ist eine Möglichkeit zur Beurteilung der Arbeitsbedingungen beim Umgang mit Gefahrstoffen in Schulen (Gefährdungsbeurteilung nach § 6 GefStoffV).

Beim Ausdrucken des Musterformulars kann optional zwischen einer Lang- oder Kurzversion gewählt werden. In der Langversion werden die aufgeführten R- und S-Sätze mit Nummernangabe und Texterläuterung ausgedruckt. In der Kurzversion erfolgt lediglich die Nummernangabe. Zwischen den optionalen Druckversionen kann während der Bearbeitung des Formulars jederzeit hin und her gewechselt werden. Gedruckt wird die aktuell sichtbar eingestellte Version. Das Musterformular ist verfügbar unter: <https://t1p.de/aercc>



Für die eingesetzten Gefahrstoffe ist ein Gefahrstoffverzeichnis anzulegen, das über alle in der Schule vorhandenen Gefahrstoffe informiert und deren Standort angibt.

Im Anhang befindet sich eine exemplarische Beurteilung zur Arbeit mit Batteriesäure zum Anodisieren von Titan (38 %-ige Schwefelsäure).

Verwendete und weiterführende Literatur

DGUV Regel 102-601 *Branche Schule* - Verfügbar unter: <https://publikationen.dguv.de/widgets/pdf/download/article/3581>

DGUV Regel 113-118 *Unterricht in Schulen mit gefährlichen Stoffen* - Verfügbar unter: <https://publikationen.dguv.de/widgets/pdf/download/article/28>

DGUV Regel 100-001 *Grundsätze der Prävention* - Verfügbar unter: <https://publikationen.dguv.de/widgets/pdf/download/article/2942>

UK NRW (Hrsg.) (2008). *Sichere Schule. Technik*. Düsseldorf. (Quelle nicht mehr abrufbar)



Offene Titanringe

In diesem Kapitel wird erklärt, wie man einen offenen Ring aus Titan fertigt, um diesen anschließend zu anodisieren. Man kann aus Titan keinen geschlossenen Ring hartlöten, da dieses Material bei der erforderlichen Temperatur seine Festigkeit verliert.



von Robin Boß & Noe Dietrich



Sek. 1: ab Klasse 7

Gefahrenbeurteilung auf Seite 301



Die Schülerinnen & Schüler...

entwerfen einen offenen Fingerring und bearbeiten diesen sachgerecht
nutzen das Verfahren zur Anodisierung von Titan



Anodisieren mit Batteriesäure (Schwefelsäure (10%- oder 38%-ig))



Titanstreifen



Zwei Zangen ohne Hieb (ideal: halbrund)
Ringriegel, Schwabbelscheibe mit
Handbohrmaschine
Schleifschwamm, Ringgrößenmesser
Bunsenbrenner, Polierpaste, Dremel
(zum **Anodisieren**:)
Netzteil
Schwefelsäure (10%- oder 38%-tig)
Zwei Bananesteckerkabel mit vollisolier-
ten Krokodilklemmen
Titankathode



Kunststoffhammer
Bleischere, ggfs. Handhebelschere
und Metallsäge, Feilen
Winkel und Reißnadel
Schutzbacken und Schraubstock
(zum **Anodisieren**:)
Säurefester Behälter, Elektrode zum
Einhängen des Ringes
Chemikalienschutzhandschuhe
Wasserbehälter, Papiertücher
Haken und Klemmen

Lehrgang/Erklärvideo:

Wie kann ich einen offenen Ring anfertigen? Was ist Anodisieren?
Wie anodisiere ich Titan?

Inhalt der schriftlichen Anleitung:

Hilfe durch Schritt für Schritt-Anleitung

Hilfsgerüst durch unterstützende Materialien:

eigenständig einen offenen Titanring anfertigen und anodisieren

Versprachlichung/Vergleich der

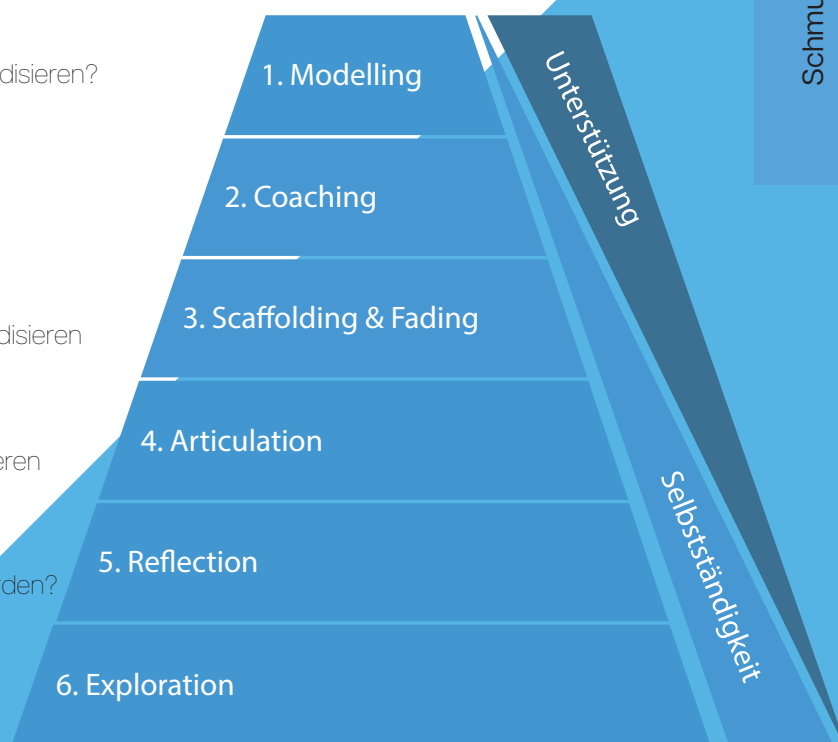
durchgeführten Arbeitsschritte: Arbeitsschritte notieren

Reflexion des Arbeitsprozesses:

Was kann bei Anodisieren und Fertigung verbessert werden?

Eigenständiges Entwerfen:

z.B. einen anodisierten offenen Armreif aus Titan



Differenzierungsmöglichkeiten

Ringgestaltung: Bei der Ringfertigung kann man der eigenen Kreativität freien Lauf lassen, dadurch kommt es schon zu unterschiedlich anspruchsvollen Ringen. Der schlichteste Ring ist nur geformt, poliert und anschließend anodisiert. Durch entsprechende Arbeitsschritte kann der Grad des (eigenen) Anspruchs variiert werden.

Ringfarbe: Die Ringfarbe ist abhängig von der eingestellten Spannung mit der anodisiert wird. In der Schule darf man nur mit einer Gleichspannung von max. 25V hantieren. (vgl. RiSU „Berührungsgefährliche Spannung“) Folgende Farben sind möglich: Gelb, Orange, Rot, Lila und Blau

Ermittlung der Ringgröße: Bei der Ermittlung kann die Schwierigkeit differenziert werden. Zum einen gibt es verschiedene Ringgrößenmesser bei denen man die eigene Ringgröße schlichtweg ablesen kann. Ohne Ringmaß kann auch eine Schnur oder ein Papierstreifen zur Bestimmung der Ringgröße verwendet werden. Hierfür wird der Finger mit der Schnur einmal umwickelt, der Schnittpunkt markiert und zum Schluss die Strecke zwischen beiden Markierungen gemessen.

1.) Auswahl der Werkzeuge

Vor Beginn der Ringfertigung werden die benötigten Werkzeuge bereitgelegt.

Wird in der Fertigung ein Ringmaß benutzt, benötigt man ein Lineal.

Das Setzen notwendiger Markierungen erfordert einen Winkel und eine Reißnadel.

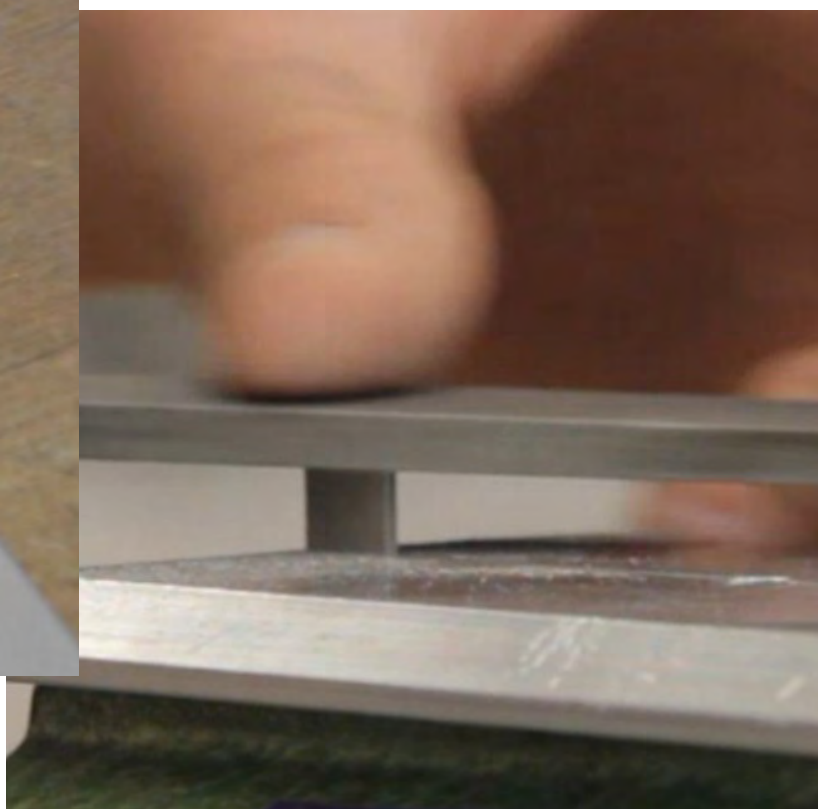
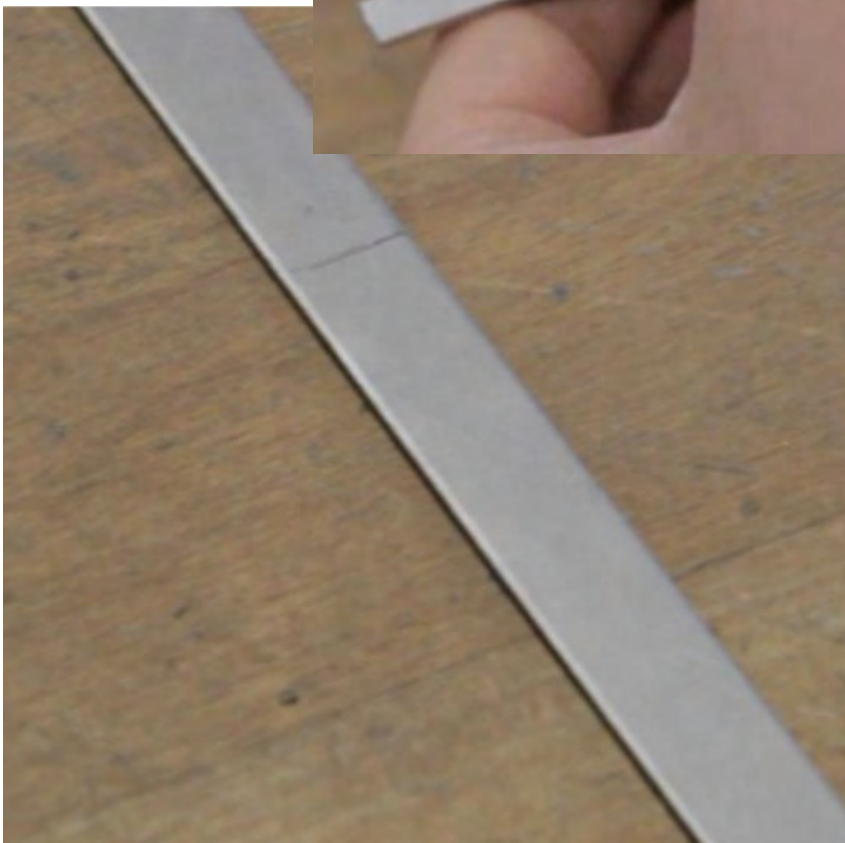
Fortgesetzt wird die weitere Bearbeitung mit einer Blechschere, Hebelblechschere oder Metallsäge sowie mindestens einer Feile und letztendlich Schutzbacken zum Einspannen des Blechs in einem Schraubstock.



2.) Ringgröße ermitteln

Damit der Ring am Ende gut am Finger sitzt, muss die passende Ringgröße ermittelt werden. Dafür wird ein Ringmaß verwendet. Dessen Kunststoffringe werden einzeln über den Finger gestülpt, um das gewünschte Maß zu finden. Dieser Schritt lässt sich auch durch andere Hilfsmittel wie einer Schnur, einem Faden oder etwas Draht umsetzen. Das Material wird um den Finger gelegt, um so den Umfang zu abzumessen, wenn man das Material anschließend gerade an das Messwerkzeug legt.

Anschließend wird die Größe mithilfe des Winkels auf das Material übertragen, um es dann passgenau mit der Handhebelschere, Blechschere oder Metallsäge ablängen zu können. Hier empfiehlt sich die Handhebelschere, da das Durchtrennen von Titan kraftaufwändig ist und andere Werkzeuge eine geringere Präzision versprechen. Entstandene scharfe Kanten werden nun durch Feilen korrigiert, hierbei lassen sich die Enden, wenn erwünscht, geschickt abrunden.



3.) Das Formen

Um den Ring in Form zu bringen, werden weitere Werkzeuge benötigt, ideal sind mindestens zwei Flachzangen mit halbrunder Seite ohne Hieb oder mit Kunststoffbacken, ein Ringriegel und ein Kunststoffhammer. Für angenehmere und erleichterte Arbeit empfiehlt sich eine Unterlage, bestehend aus einer Metall- und einer Stoffplatte sowie weiteren Zangen.

Geformt wird mit zwei gegeneinander arbeitenden Zangen, die Ringinnenseite wird über die runde Seite der Zange gebogen.



Um die Rundung zu verfeinern, wird der Ring nun über den Ringriegel gestülpt und unter leichtem Drehen mit dem Kunststoffhammer in Form geschlagen. Der Ring muss nach nach längerem Klopfen um 180 Grad gedreht auf den Ringriegel aufgesteckt werden und weiter getrieben werden, da der Ringriegel konisch zuläuft und der Ring ansonsten nicht rund werden würde. Lässt sich der Ring nicht ganz rund biegen, sollte man ihn ausglühen, da er sich anschließend wieder besser verformen lässt.

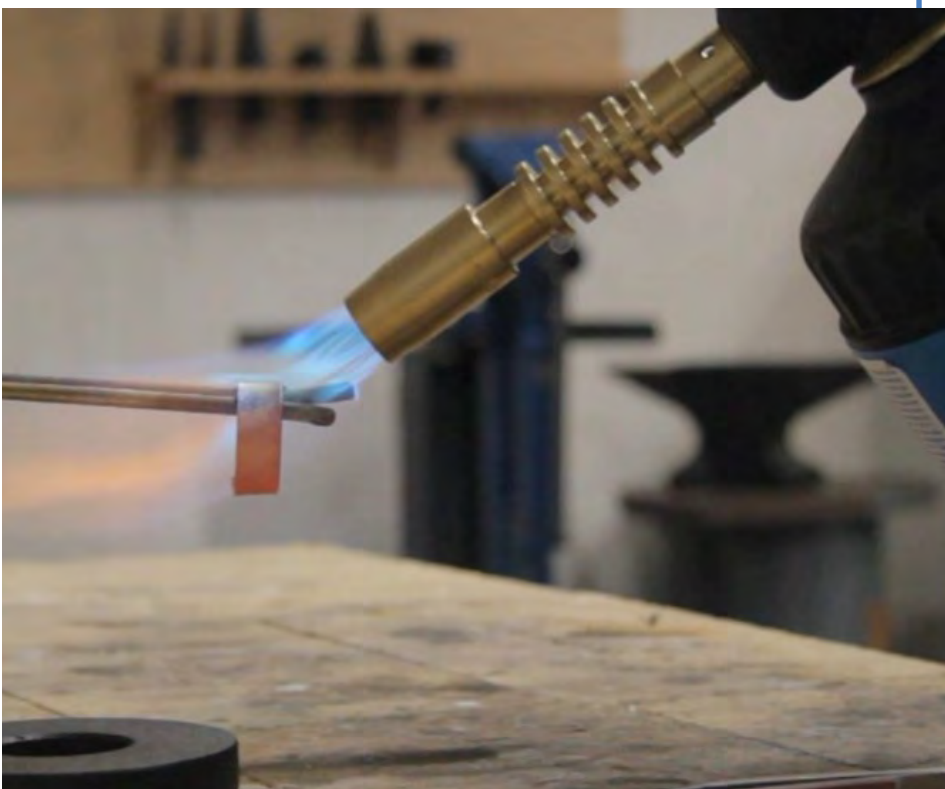


4.) Abschrecken und Polieren

Durch das starke Verformen lässt sich das Metall immer schlechter biegen.

Daher wird es mit einem Gasbrenner erhitzt, um die Formbarkeit des Titans wiederherzustellen, wird der Ring mit einem Bunsenbrenner erhitzt, wodurch sich die Atome entspannen und das Material ist wieder leichter biegsam. Dieser Vorgang beugt Rissen vor. Anschließend wird der Ring in einem Wasserbad abgekühlt. Für den gesamten Vorgang ist Schutzkleidung wichtig, bestehend aus Schutzbrille, Handschuhen und Kittel (oder Schürze), ebenso ist eine feuerfeste Arbeitsoberfläche notwendig.

Schlussendlich wird der Ring noch mit genügend Polierpaste an der Schwabbel Scheibe poliert, dabei sollte Gehörschutz getragen werden. Auch die Innenseite kann mithilfe eines Multitools mit Polieraufsatz bearbeitet werden. Falls der Ring beim Polieren zu heiß werden sollte, können hier ausnahmsweise eng anliegende Handschuhe verwendet werden.



3.) Anodisieren - Aufbau des Arbeitsplatzes

Für das Anodisieren muss zunächst der Arbeitsplatz vorbereitet werden. Man benötigt: ein Netzteil, das genügend Spannung bereitstellen kann; zwei Kabel (Plus und Minus); Klammern, die keine berührungsgefährlichen Stellen aufweisen (vollisolierte Krokodilsklemmen); ein Stück Titan als Kathode; einen stromleitenden Draht als Anode; das Werkstück; Chemikalienschutzhandschuhe; einen Wasserbehälter; einen Behälter für die Säure (am besten Glas); die Schwefelsäure (Batteriesäure); Papiertücher.

Der stromleitende Draht wird nun so gebogen, dass das Werkstück eingehängt werden kann. Und das Titanstück als Kathode so platziert, dass es sicher, mit dem Netzteil verbunden und mit genügend Abstand zum Werkstück im Behälter hängt. (siehe Bild)

Zusätzlich wird nun ein Fenster in der Nähe geöffnet, sodass die Luft im Raum zirkuliert und man nicht direkt die aufsteigenden Dämpfe der Schwefelsäure einatmet.

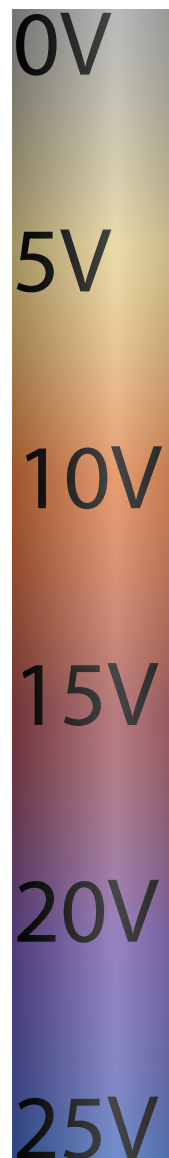
Wichtig: Schwefelsäure wird noch nicht in den Behälter gefüllt und das Netzteil bleibt aus.

(Außer Schwefelsäure ist schon im Behälter wie im Video.

Ist das der Fall: **direkt Chemikalienschutzhandschuhe und Schutzbrille anziehen**)

4.) Das Anodisieren

In der Schule darf nur mit berührungsungefährlicher Spannung gearbeitet werden. Deshalb kann nur ein Netzteil für das Anodisieren verwendet werden, dass auf 25V Gleichspannung begrenzt ist. Das ermöglicht das Farbspektrum, das in der Grafik rechts zu sehen ist. Vorbereitung: Netzteil wird eingeschaltet ohne dass die Anschlussklemmen angeschlossen sind und die gewünschte Spannung zunächst eingestellt werden kann. Anschließend wird das Netzteil wieder ausgeschaltet.



Durchführung:

- 1) Werkstück einhängen
- 2) Pluskabel mit dem Draht und dem Werkstück verbinden; Minuskabel mit der Titankathode
- 3) Chemikalienschutzhandschuhe und Schutzbrille anziehen, wenn noch nicht geschehen
- 4) Schwefelsäure einfüllen (bis das Werkstück vollständig in der Säure liegt) – oder die Lehrkraft hat bereits ein Glas mit genügend Schwefelsäure vorbereitet.



- 5) Netzteil einschalten und ca. 1 min warten. Der Vorgang ist abgeschlossen, wenn keine Wasserstoffbläschen mehr an der Kathode aufsteigen.

5.) Abschluss und Nachbereitung

Nach Ablauf der Zeit wird zuallererst das Netzteil ausgeschaltet.

Anschließend wird das Pluskabel vom Draht mit dem Werkstück gelöst. Der Draht samt Werkstück wird nun in den Wasserbehälter getaucht, um die Schwefelsäure im Wasser zu verdünnen und aufzulösen.

Zuletzt wird noch das Werkstück vom Draht gelöst und beides abgetrocknet.

Seid ihr mit eurer Farbe zufrieden?

Nein? – Dann könnt ihr das Werkstück nochmals von außen und innen polieren, um die farbige Oxidschicht zu entfernen und den Vorgang des Anodisierens wiederholen.

Ja? – Dann könnt ihr den Versuch abbauen

Abbau:

Netzteil ausstecken, Minuskabel von der Kathode entfernen

Titankathode ebenfalls im Wasserbehälter von der Schwefelsäure reinigen

Schwefelsäure wieder in einen sicher verschließbaren, als Gefahrenstoff markierten und nicht von der Säure angreifbaren Behälter geben. Diesen sicher im Chemikalienschrank lagern.

Behälter von Schwefelsäureresten unter fließendem Wasser reinigen

Zu guter Letzt alle Werkzeuge und alle Utensilien wieder aufräumen



Geschlossene Fingerringe

Historisch gesehen besaß der Ring schon immer einen großen symbolischen Stellenwert, was eine persönliche Anfertigung eines eigenen Ringes sehr interessant macht.



von Hanna Mayumi Littmann

Sek. 1: ab Klasse 7

GS und SoPäd: Offene Ringe

Gefährdungsbeurteilung auf Seite 301

Die Schülerinnen & Schüler...

- entwerfen einen Fingerring und bearbeiten diesen fachgerecht
- realisieren ein Verfahren zur Oberflächenbehandlung
- nutzen das Verfahren des Hartlötens

- den ersten Ring aus einem Metallrundstab anfertigen
- auf Breite geschnittene Blechstreifen aus dem Goldschmiedehandel erwerben

- Messing, Kupfer, Bronze, Edelstahl oder Silber
- Metallrundstäbe mit Durchmesser 0,5-2 mm
- Metallbleche mit Dicke 0,8-1mm

- 2 Zangen ohne Hieb (ideal: flachhalbrund)
- Ringriegel
- Gasbrenner, Hartlot & Flussmittel
- evtl. Treibhammer
- evtl. Schmirgellatte (kann selbst angefertigt werden)
- Werkzeuge und Hilfsmittel zur Oberflächenbehandlung
- Zitronensäure

- Sicherheitsausrüstung zum Hartlötens (Schutzbrille, Schürze, Handschuh)
- Seitenschneider
- evtl. Blechschere
- evtl. Sägebogen mit feinem Metalllaubsägeblatt
- Kleine Feile
- Kunststoffhammer

Lehrgang/Erklärvideo:

Wie kann man einen Ring anfertigen?

Individuelle Beratung und Tipps:

Hilfe durch Schritt für Schritt-Anleitung

Hilfsgerüst durch unterstützende Materialien:

Eigenständiges Arbeiten der SuS, z.B. eigener Ring

Versprachlichung/Vergleich der durchgeführten Arbeitsschritte:

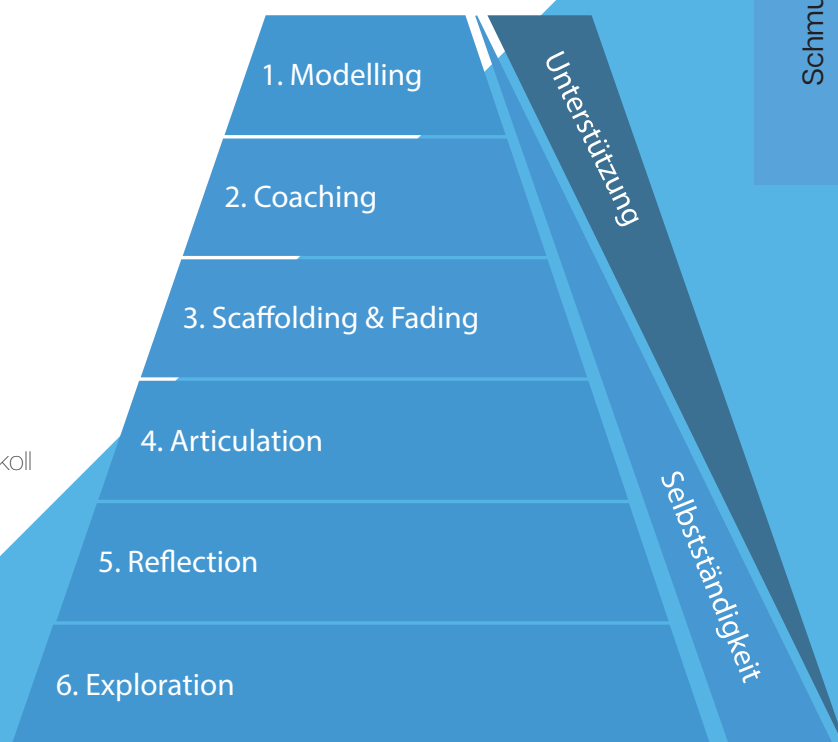
angefertigtes Protokoll

Reflexion des Arbeitsprozesses:

Was kann optimiert werden?

Eigenständiges Entwerfen:

z.B. ein Armreif.



Differenzierungsmöglichkeiten

Es sind viele Einzelschritte erforderlich, teilweise auch mit speziellen Werkzeugen (s.o.) oder neuen Arbeitsverfahren. Je nach Alter und Kenntnisstand lassen sich einfache bis anspruchsvolle Ringe herstellen.



Ermittlung der Ringgröße

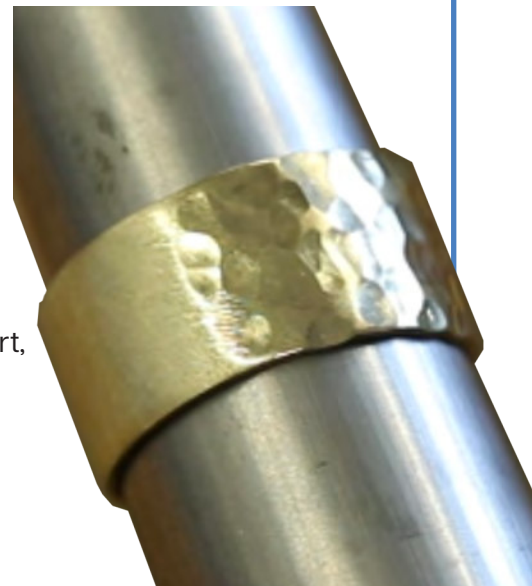
Die Ringgröße kann auch ohne ein Ringspiel z.B. mit einem Papierstreifen ermittelt werden, der auf die gewünschte Länge zugeschnitten wird. Bei dünnem Draht kann dieser auch einfach direkt um den gewünschten Finger als Schlaufe gewickelt und anschließend zugesägt werden.

Offener Ring:

Die einfachste Variante ist ein offener Ring mit freistehenden Enden, d.h. in diesem Fall ist kein Hartlöten zum Fügen eines geschlossenen Rings erforderlich. Ein Ring aus Draht lässt sich einfacher formen und anfertigen als ein Ring aus Blech, bei dem man mehr Kraft und Geschick benötigt. Das Zuschneiden exakt paralleler Blechstreifen ist sehr anspruchsvoll. Dies sollte am besten durch die Lehrkraft vorbereitet oder bereits fertige Streifen gekauft werden. Je nach Ringgröße kann ein geschlossener Ring z.B. auch aus Holz oder Acrylglas angefertigt werden, indem man einen passenden Forstnerbohrer für die Ringgröße wählt.

Die Gestaltung der Ringform:

Diese kann sehr unterschiedlich gestaltet werden, beispielsweise in gesägten Wellen und auch in Bezug auf die Oberflächenbearbeitung (poliert, mattiert, mit Hammerschlägen strukturiert). Es ist somit eine individuelle kreative und vielfältige Umsetzung möglich.



1.) Zuschneiden des Bleches

Bei Blechstreifen muss auf jeden Fall die Länge zugeschnitten werden, ggfs. auch die Breite. Mithilfe einer Blechschere kann man das Blech grob vorschneiden. Ein exakter Zuschnitt lässt sich mit einem Sägebogen und anschließendem Feilen präzise bewerkstelligen.



Vor dem Sägevorgang sollte geprüft werden, ob genug Spannung auf dem Sägeblatt ist und dieses auch richtig herum eingespannt ist. Da die Verzahnung des Sägebogens zum Griff zeigt, schneidet das Sägeblatt bei der Abwärtsbewegung. Weil die Zähne bei Metalllaubsägeblättern sehr klein sind, kann man dies überprüfen, indem man mit dem Daumen vorsichtig über die Zähne zum Griff hinstreicht. In die entgegengesetzte Richtung bleibt der Daumen hängen. Es wird in gleichmäßigen Bewegungen am besten auf einem Laubsägetischchen ohne Druck gearbeitet. Je nach Größe des Werkstücks kann man das Blech

z.B. mit einer Federzwinge auf dem Laubsägetischchen festspannen, um beide Hände frei zu haben.

Die Breite des Ringes sollte etwas breiter bemessen werden als gewünscht, da eine gewisse Toleranz für spätere Feilarbeiten vorhanden sein sollte. Bei der Bestimmung der Länge des Blechstreifens darf nicht vergessen werden, dass das Blech selbst eine Dicke besitzt, die für die Größe des Ringes mit entscheidend ist. Sollte man bei dickem Material nur die Länge des Umfangs der Ringgröße zuschneiden, würde der spätere Ring zu klein ausfallen. Es empfiehlt sich 1,5x die Dicke des Materials in der Länge bei Blechen dazuzurechnen.

2.) Ring biegen

Es gibt verschiedene Techniken, den Blechstreifen als Ring zu biegen und fügen. Wichtig ist, dass das Blech ausgeglüht ist. Zunächst müssen die Kanten, die später aufeinandertreffen, gefeilt werden. Um den Blechstreifen zu biegen, ist eine Zange ohne Hieb und mit einer flach-halbrunden oder flach-runden Form ideal. Da die eigentliche Oberflächenbehandlung noch folgt, können kleinere Kratzer im späteren Verlauf bereinigt werden.

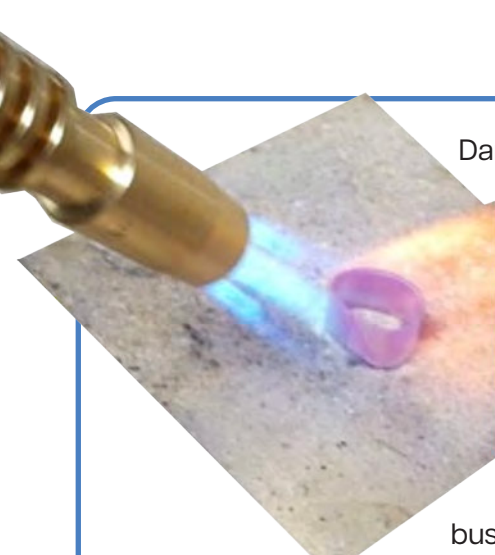
Zunächst wird der Blechstreifen zu einem "U" geformt. Dabei werden beide Enden nach Innen gebogen. Manchmal ist es hilfreich, mit zwei Zangen zu arbeiten. Mit einer wird gebogen, mit der anderen festgehalten. Nun werden die Kanten angenähert. Wichtig ist hierbei, zunächst die Kanten übereinander zu dehnen, damit sich diese überlappen. Manchmal hilft hier auch ein leichter Schlag mit dem Hammer. Nun kann man sie zurückziehen, sodass sie aufgrund der Eigenspannung durch die Formgebung fest aneinander anliegen. Das Ziel ist, dass die Kanten mit leichtem Druck sauber aufeinander liegen und sich dadurch "küssen".

Um sicher zu stellen, dass der Spalt gleichmäßig breit ist, kann man diesen nun so lange mit dem Sägebogen bearbeiten, bis das Sägeblatt ohne hängen zu bleiben durch den nun kaum mehr sichtbaren Spalt gleitet. Wenn Draht zu einer Ringschiene gebogen werden soll, ist es leichter mit dem Draht eine Schlaufe zu formen (gerne direkt über dem Finger, an dem der Ring später getragen werden soll) und die sich überlappenden Enden dieser Schlaufe abzusägen.

3.) Aus- und Zwischenglühen

Metalle werden bei der Bearbeitung schnell hart und spröde. Während Härte und Festigkeit steigen, nimmt die Dehnbarkeit ab. Die Struktur der Atome innerhalb des Metalls verändert sich. Dieser Prozess wird als Kalthärten bezeichnet.





Damit das Material geschmeidig bleibt, muss es ausgeglüht werden. Dieser Prozess kann beliebig oft durchgeführt werden, allerdings sollte bedacht werden, dass jedes Erhitzen des Werkstückes zu einer Schädigung führen kann.

Am einfachsten kann man das Werkstück mit einem Gasbrenner ausglühen. Dafür wird das Werkstück auf eine Lötunterlage gelegt und mit weicher, buschiger Flamme bestrichen.

Die Oberflächenfarbe verändert sich mit der Zeit in die für das jeweilige Metall bzw. Legierung typische Farbe und sobald das gesamte Werkstück in dieser Farbe leuchtet, versucht man genau diesen Zustand einige Zeit zu halten. Aufgrund der Hitze entspannt sich das Material und wird dadurch wieder geschmeidig.

Ring fixieren: Alternativ kann man auch einen Bindendraht um den Ring fixieren, sodass sich dieser beim Hartlöten nicht ausdehnen kann. Der Draht hinterlässt allerdings einige Rückstände auf der Ringoberfläche, die wieder abgetragen werden müssen. Durch das Ausglühen kann sich auf der Oberfläche des Werkstücks eine Oxidschicht bilden, die in einem Bad aus Zitronensäure entfernt wird. Erneutes Ausglühen wird auch als Zwischenglühen bezeichnet.

4.) Reinigen der Oberfläche

Durch Gießen, Ausglühen oder Löten wird das Metall erhitzt und dadurch kann sich an der Oberfläche eine Oxidschicht bilden. Diese behindert die Begutachtung des Werkstückes auf mögliche Risse. Während des Lötvorgangs oder auch beim Gießen wird oft Flussmittel verwendet, welches durch Erhitzen auf der Oberfläche des Werkstücks einen glasartigen Rückstand hinterlassen kann. Dieser Rückstand kann Stahlwerkzeuge wie Feilen oder Walzen beschädigen, weshalb dieser dringend vor der weiteren Bearbeitung zu entfernen ist.

Die Reinigungsdauer hängt von der Wahl des Beizmittels ab. Je nach Materialauswahl ist es auch möglich, das Werkstück in Wasser mit Essig oder Zitronensäure und Salz versetzt abzuweizen. Wir empfehlen aufgrund des Gefährdungspotentials durch chemische Beize Zitronensäure zu verwenden. Diese mit ein klein wenig Wasser verdünnen, sodass das Werkstück ganz

in der Flüssigkeit liegt. Ideal ist es, wenn das Werkstück über Nacht im Säurebad liegt. Je nach Verunreinigungsgrad können aber auch 15-30 Minuten in einem konzentrierten Zitronensäurebad ausreichen.



5.) Hartlöten

Der Spalt des gebogenen Ringes wird durch Hartlöten geschlossen. Die Arbeit mit dünnem Silberlot eines Drahtdurchmessers von 0,4 bis 0,7 mm hat sich in unserem Fall bewährt.

Während des Lötvorgangs ist darauf zu achten, die Ringschiene schonend und rasch zu erwärmen und den Lötspalt möglichst vollständig mit Lot zu füllen. Vor dem Hartlöten wird der Spalt mithilfe eines Pinsels mit Flussmittel versehen und erwärmt. Das Flussmittel hilft dem Lot richtig zu fließen. Es gibt Lot, das mit

Flussmittel ummantelt ist, was sich in der Praxis mit dem Gasbrenner aber nicht bewährt hat.

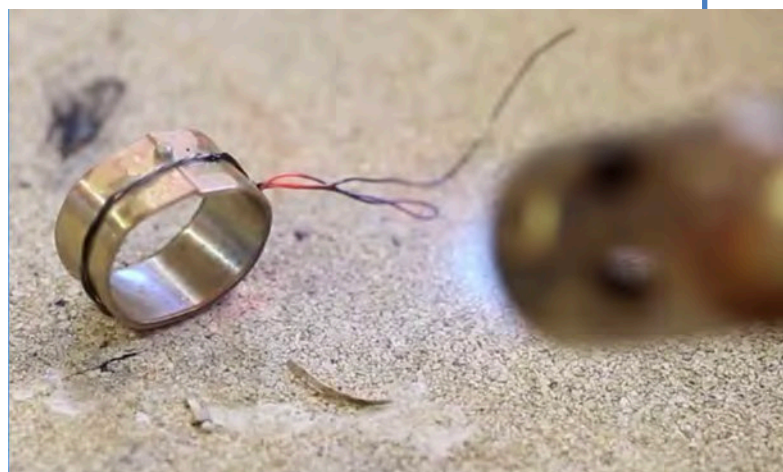
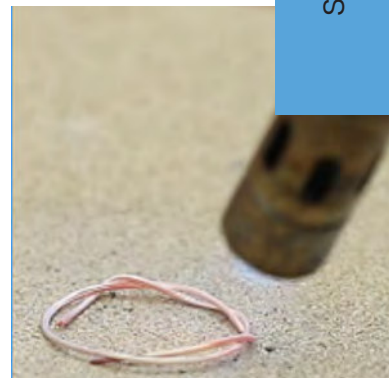
Wichtig ist, dass das Lot einen niedrigeren Schmelzpunkt als der Blechstreifen hat, da ansonsten das Material schmilzt bevor es gelötet werden kann. Da Messing eine Legierung ist, kann es nicht mit Messinglot

hartgelötet werden, da das Messing zu schmelzen beginnt, sobald das Lot flüssig wird. Wenn man präzise arbeitet, kann das Silberlot bei einem Messingring nicht auffallen. Im Baumarkt ist Kupferlot zum Hartlöten von Kupferrohrverbindungen erhältlich, das allerdings sehr dick ist. Kupferlot enthält Phosphor, sodass kein zusätzliches Flussmittel erforderlich ist.

Es kann sein, dass das Material durch das Biegen kalt-

gehärtet wurde und durch Erwärmung zur Entspannung des Metalls führt. Während dieses Entspannens kann der Spalt aufklaffen, was dazu führt, dass der Blechstreifen erneut gebogen werden muss, um den Spalt wieder schließen zu können. Dies kann man entweder durch einen kordierten Bindendraht verhindern, den man um den Ring wickelt oder durch direktes Ausglühen und ggfs. eines Nachbiegens des Ringrohlings. Sollte der Blechstreifen sehr dünn sein, kann man zur Vorsorge mithilfe einer Lötkeuzpinzette überschüssige Hitze ableiten.

Das Lotpaillon kann direkt auf den Spalt oder am Spalt an den Ring gelegt werden (Depotlöten). Durch die Kapillarkraft zieht das Lot in den Spalt ein. Das Werkstück sollte so lange mit der Flamme bestrichen werden, bis der Spalt vollständig mit Lot gefüllt ist. Für eventuelle Korrekturen oder falls sich ein Lotpaillon verschiebt, ist es hilfreich eine Pinzette oder einen Lotschieber mit isoliertem Griff zur Hand zu haben. Bei zu wenig Lot kann der Spalt nicht geschlossen werden, zu viel Lot sorgt für unnötige Arbeit, denn das überschüssige Material muss abgefeilt werden.



Ein gutes Werkstück erkennt man daran, dass keine Naht zu erkennen ist. Erst durch Erwärmen kann diese Stelle wiedergefunden werden. Sollte die Oberfläche des Blechstreifens absichtlich texturiert sein, legt man das Lotpaillon von innen an den zu lötenden Spalt, da das Lot ansonsten die Textur füllt.

Gefährdungsbeurteilung des Arbeitsschrittes

6.) Formen auf dem Ringriegel

Nachdem die nun geschlossene Ringschiene gebeizt, gesäubert und getrocknet ist, muss sie zunächst in Form gebracht werden. Hierfür wird die Ringschiene auf den Ringriegel gesteckt und mit einem Kunststoff-,



Holz- oder Rohlederhammer mit leichten Schlägen bearbeitet, bis sie rund ist. Dazu bietet es sich an, den Ringriegel in der einen Hand zu halten und diesen auf dem Bauch abzustützen. Der Ring sollte an der Unterseite mit einem Finger vor Verrutschen gesichert werden.

Um die Ringschiene rundherum zu bearbeiten, kann der Ringriegel nach jedem Schlag leicht gedreht werden. Der Kraftaufwand sollte gering bleiben, da der Ring durch das Formen gleichzeitig auch geweitet wird. Wichtig ist aufgrund des konischen Verlaufs des Ringriegels, dass der Ring während der Bearbeitung auch um 180° gedreht beidseitig bearbeitet wird. Da auch einzelne Hammerschläge sehr laut sein können, ist es sinnvoll einen Gehörschutz aufzusetzen, v.a. wenn mehrere Personen gleichzeitig arbeiten.

7.) Feilen

Grundsätzlich wird beim Feilen immer von grob zu fein gearbeitet. Mit der groben Schruppfeile (Hieb 1-2) wird begonnen und auch überschüssiges Lot entfernt.



Erst wenn alle Flächen bearbeitet wurden, kommt die Feinschlichtfeile (Hieb 3-4) zum Einsatz.

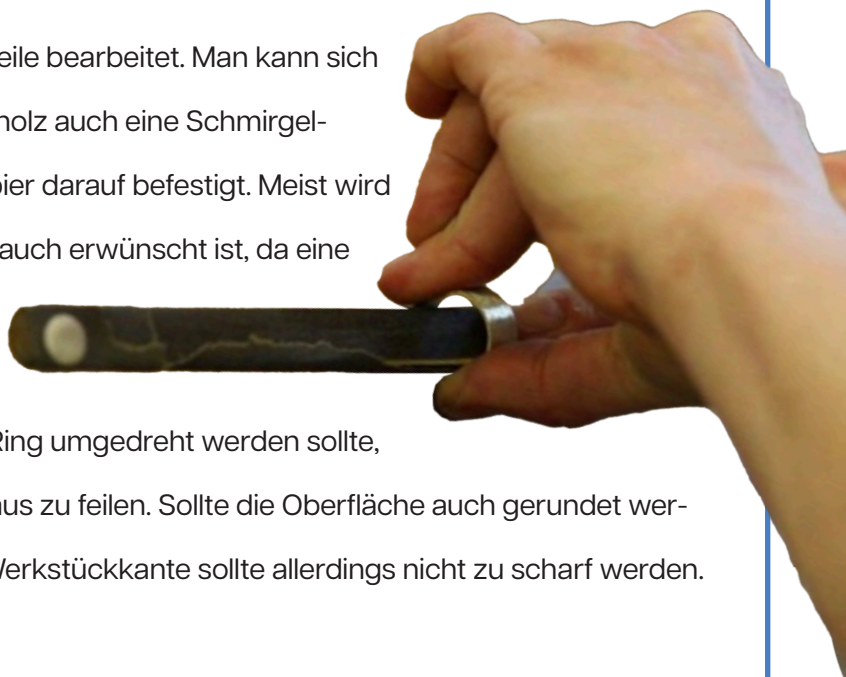
Grundsätzlich sind drei Bereiche der Ringschiene zu feilen: Die Kanten, die Innen- und die Oberfläche.

Um die Innenfläche feilen zu können, ist eine halbrunde Feilenform ideal. Sollte die Oberfläche aufgrund eventueller Vorarbeiten bereits bearbeitet sein (z.B. mit einem Treibhammer), braucht diese natürlich nicht mehr gefeilt. Die Kanten werden entweder mit der flachen Seite der Feile bearbeitet oder einfach auf Schleifpapier mit krei-

Für die Außenfläche wird am besten die flache Seite der Feile genutzt. Mit präzisen Schüben wird hier parallel zum Rand gearbeitet. Dabei ist die Wölbung des Ringes zu beachten. Am besten wird die Ringschiene nach jedem Hieb leicht gedreht, so wird gewährleistet, dass die gesamte Oberfläche gleichmäßig geglättet wird.

Die Innenseite wird mit der gerundeten Seite der Feile bearbeitet. Man kann sich alternativ aus einem ganzen oder halbierten Rundholz auch eine Schmirgel- bzw. Schleifplatte anfertigen, indem man Schleifpapier darauf befestigt. Meist wird dabei dennoch der Rand etwas mehr erfasst, was auch erwünscht ist, da eine

leichte Rundung an den Außenflächen der Innenseite des Ringes den Tragekomfort erhöht. Dabei



ist jedoch auf Symmetrie zu achten, weshalb der Ring umgedreht werden sollte,

um ihn auf dieselbe Weise von der anderen Seite aus zu feilen. Sollte die Oberfläche auch gerundet werden, ist wie bei der Innenfläche zu verfahren. Die Werkstückkante sollte allerdings nicht zu scharf werden.

Gefährdungsbeurteilung des Arbeitsschrittes

8.) Größenanpassung des Ringes

Der Ring soll während des Tragens weder einfach vom Finger fallen, noch soll er so festsitzen, dass man ihn kaum abbekommt. Deshalb ist die richtige Größe des Ringes unbedingt sorgfältig herzustellen. Es ist möglich den Ring mithilfe des Ringriegels zu vergrößern. Hierzu wird der Ring wie beim Rundformen auf den Ringriegel gesetzt und mit leichten Hammerschlägen bearbeitet. Sollte der Ring zu groß sein, muss er meist aufgesägt, kürzer gefeilt und neu verlötet werden.

9.) Oberflächengestaltung

Die Oberflächengestaltung ist einer der wichtigsten Punkt beim Fertigungsprozess eines Ringes. Erst durch diesen Arbeitsschritt wird der Charakter eines Schmuckstückes festgelegt, da das Finish darüber entscheidet, ob es getragen wird oder nicht. Selbst das hochwertigste Material, perfekt geschmiedet, wird ohne eine passende und dem Schmuckstück entsprechende Oberflächenbehandlung nicht zur Geltung kommen. Die hier gewählten Bearbeitungsmethoden werden vor allem wegen ihrer Langlebigkeit ausgewählt. Es werden dieser Stelle traditionelle Oberflächengestaltungsmöglichkeiten vorgestellt, die sich auch im Verlauf der Jahre ohne große Schwierigkeiten "erneuern" lassen oder keiner Erneuerung bedürfen. Kreativität, Experimentierfreudigkeit und ein gewisses Maß an Vorstellungskraft können für außergewöhnliche Schmuckstücke sorgen.

9.1) Polieren und Mattieren



Polieren und Mattieren sind die Oberflächengestaltungen, die sich am leichtesten erneuern lassen, und sich mit der Zeit in dieselbe Optik verwandeln: Eine hoch polierte Oberfläche wird mit der Zeit stumpfer, eine mattierte Oberfläche wird glänzend. Durch das Polieren wird die Oberfläche des Schmuckstückes so bearbeitet, dass es eine glatte Oberfläche aufweist und dadurch glänzt. Es handelt sich um eine mechanische Glättung der Oberfläche mit Hilfe von Poliermitteln.



Mindestens die Innenfläche des Ringes wird poliert. Diese kann mit einem Poliertuch behandelt werden. Hierzu kann es hilfreich sein das Tuch an einem Ende beispielsweise mit dem Schraubstock zu befestigen und mit der Hand stramm zu spannen. Das Tuch wird durch den Ring gezogen und die Ringinnenseite kann durch gezielte Bewegungen mit Politur aus einer Tube poliert werden.



Die Kanten des Ringes poliert man am besten, indem man das Poliertuch auf den Tisch legt und mit zwei Fingern spannt. Nun reibt man in kreisenden Bewegungen den Ring. Schneller geht das Polieren, wenn man eine Handbohrmaschine auf der Werkbank fixiert, eine Schwabbelscheibe einspannt, Polierpaste aufträgt und den Ring bei laufender Maschine gegen die Schwabbelscheibe presst. Beim maschinellen Polieren sind unbedingt die aufgeführten Sicherheitsmaßnahmen zu berücksichtigen.



Bei der Mattierung wird das Werkstück auch leicht poliert, um dann mit Hilfe von Schleifmitteln die gewünschte Textur zu erreichen. Bei der Mattierung spielt auch die Schleifrichtung eine Rolle, denn diese bleibt auf dem Werkstück sicht-

bar. Wenn mit kreisenden Bewegungen mattierte wird, sollte versucht werden, an jeder Stelle dieselbe Bewe-

gung beizubehalten. Einfacher ist eine Mattierrichtung parallel zum Rand. Dazu kann der Ring längs leicht weitergedreht werden. Die mattierte Oberfläche lässt sich am leichtesten von der Optik her auffrischen. Nur klare Kerben bleiben erhalten. Hierzu kann auch schon die raue Seite eines Küchenschwamms ausreichen.

9.2) Prägen und Hämmern

Das Blech wird auf Leder, Baumwollstoff oder Seidenpapier gelegt. Damit wird gewährleistet, dass das Metall keine Kratzer auf der Unterseite bekommt, außerdem dämpft es gleichzeitig die Hammerschläge. Der Treibhammer wird immer einmal kräftig, von oben, auf Ring geschlagen. Es ist besser nur einmal zuzuschlagen, da bei einem weiteren Schlag die Gefahr des Verrutschens besteht.



Außerdem könnte dadurch ein unschöner zweiter Abdruck, welcher leicht versetzt ist, entstehen.

Mit dem Hammer lassen sich verschiedene interessante Zufallsmuster erzeugen. Die Verfahren sind ähnlich, der Zeitaufwand variiert entsprechend

Zum Prägen empfiehlt es sich, diesen Schritt vor dem Schließen des Ringes durch Löten durchzuführen.

Man kann leichter positionieren und überhaupt besser auf die Punze schlagen, um das Metallblech zu prägen. Wenn man mit verschiedenen Hämmern allerdings zufällige Muster erzeugen möchte, ist es sinnvoller, erst zu löten und dann den geschlossenen Ring zu hämmern. Durch das Hämmern dehnt sich allerdings das Metall, was bei der Größenanpassung mit einkalkuliert werden muss. Hier sollte man den Ring erst nach dem Hämmern auf die richtige Größe bringen.

9.3) Innenformen aussägen

Mit dem Sägebogen lassen sich auch flexible Formen aus dem Ring heraus sägen.

Um den Ring dabei gut halten zu können, kann man diesen am besten an eine Kante des Laubsägetischchens pressen.





Offene und geschlossene Silberringe

Historisch gesehen besaß der Ring schon immer einen großen symbolischen Stellenwert, was eine persönliche Anfertigung eines eigenen Ringes sehr interessant macht.



von Jan Luppert & Hanna Mayumi Littmann

Sek. 1: ab Klasse 7

GS und SoPäd: Offene Ringe

Gefährdungsbeurteilung auf Seite 301



Die Schülerinnen & Schüler



- entwerfen einen Fingerring und bearbeiten diesen fachgerecht
- nutzen das Verfahren des Hartlötens von Silber mithilfe eines Brenners
- nutzen das Verfahren der Oberflächenbearbeitung (Mattierung)

Durch die geringen Materialkosten des Vierkantsilbers bietet es sich an vor der Einführung im Unterricht eigene Ringe herzustellen, um mögliche Beispiele, Muster oder auf Fehleranfälligkeiten hinweisen zu können.



• Vierkantmetallstab (Silber 935)
Hier verwendetes/empfohlenes Maß:
1,5 mm x 1,5 mm



- 2 Zangen ohne Hieb (ideal: flach-halbrund)
- Ringriegel
- Gasbrenner, Hartlot & Silberlot
- Treibhammer
- Werkzeuge und Hilfsmittel zur Oberflächenbehandlung



- Sicherheitsausrüstung zum Hartlöten (Schutzbrille, Leder-schürze, Schweißhandschuhe)
- Seitenschneider
- Sägebogen
- Kleine Feile
- Kunststoffhammer
- Schüssel mit Wasser
- Schüssel mit Zitronensäure

Lehrgang/Erklärvideo:

Wie kann man einen Ring anfertigen?

Individuelle Beratung und Tipps:

Hilfe durch Schritt für Schritt-Anleitung

Hilfsgerüst durch unterstützende Materialien:

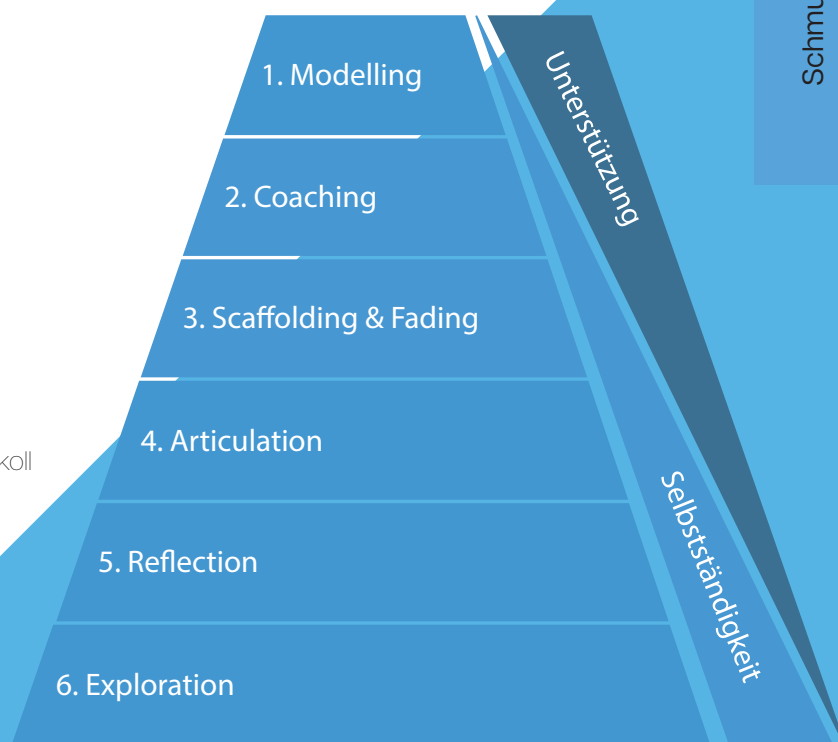
Eigenständiges Arbeiten der SuS, z.B. Arbeitsplan

Versprachlichung/Vergleich der durchgeführten Arbeitsschritte: angefertigtes Protokoll**Reflexion des Arbeitsprozesses:**

Was kann optimiert werden?

Eigenständiges Entwerfen:

z.B.: breiter Silberring mit Gravur



Differenzierungsmöglichkeiten

Zur schrittweisen Steigerung des Anspruchsniveaus, kann der erste Ring aus einem Metalldraht, der zweite Ring aus einem Metallblech und der finale Ring dann aus Silber gefertigt werden.

Je nach Erfahrung und Kenntnisstand der SuS kann zwischen einfachen offenen Ringen bis hin zu komplex strukturierten geschlossenen Ringen differenziert werden. Die SuS können individuell ihren Schwierigkeitsgrad des Ringes wählen und durch mehrmaliges Durchlaufen des Fertigungsprozesses sind nach einem kurzen Zeitraum auch komplexere Werkstücke möglich.

Weitere Differenzierungen

Ermittlung der Ringgröße:

Die Ringgröße kann auch ohne ein Ringmaß z.B. mit einem Stück Schnur ermittelt werden. Bei der offenen Variante des Ringes kann die Länge auch abgeschätzt werden. Dennoch bietet es sich an mit einem Maßband oder Ringmaß zu arbeiten. Vor allem bei einem geschlossenen Ring.

Offener Ring:

Um einen deutlich einfacheren Fertigungsweg zu wählen, wird auf das Hartlöten verzichtet. Das Resultat ist dann das Fertigen eines offenen Ringes. Das Zuschneiden exakt paralleler Vierkantenden kann sehr anspruchsvoll für SuS werden. Ebenso kann bei einem offenen Ring, wie er anfangs dargestellt wird, auf eine genaue Bemaßung verzichtet und intuitives Handeln gefördert werden. Trotzdem benötigt ein offener Ring weiterhin viel Geschick, weshalb auch hier die Fertigung nicht als einfach angesehen werden darf.

Geschlossener Ring:

Der geschlossene Ring stellt die komplexere Ringvariante dar, da hierbei der Schritt des Hartlötens, aber auch viel Präzision bei den Sägeschnitten nötig ist. Auch bei der Bemaßung ist erhöhte Vorsicht und Genauigkeit geboten.

Die Gestaltung der Ringform:

Direkt vorweg gilt zu erwähnen, dass durch die individuelle Gestaltung ein individuelles Werkstück erschaffen wird.

1.) Ablängen des Vierkantdrahtes

Der Vierkantdraht wird auf die gewünschte Länge abgemessen und anschließend mit einem Sägebogen zugesägt. Bei einer geschlossenen Ringfertigung bietet es sich an, das Metall sehr präzise abzulängen, um spätere Arbeitsschritte zu verkürzen bzw. zu vereinfachen.

Vor dem Sägevorgang sollte geprüft werden, ob genug Spannung auf dem Sägeblatt ist und dieses auch richtig herum eingespannt ist. Da die Verzahnung des Sägebogens zum Griff zeigt, schneidet das Sägeblatt bei der Abwärtsbewegung. Es wird in gleichmäßigen Bewegungen am Schraubstock bearbeitet. Der Schraubstock sollte mit Kunststoffbacken ausgestattet sein, sodass Druckstellen auf dem Vierkantdraht vermieden werden.



Bei der Bestimmung der Länge des Vierkantmetalls darf nicht vergessen werden, dass das Metall selbst eine Dicke besitzt, die die Größe des Ringes beeinflusst. Sollte man bei dickem Material nur die Länge des Umfangs der Ringgröße zuschneiden, würde der spätere Ring zu klein ausfallen. Es empfiehlt sich 1,5x die Dicke des Materials in der Länge dazuzurechnen. Auch wenn der Ring später auf dem Metallriegel getrieben werden soll, so sollte dies beim Ablängen auch mitberücksichtigt werden, da der Ring an Größe gewinnt, wenn man ihn „Flach treibt“.



2.) Ringenden bearbeiten / Feilen - Offener Ring

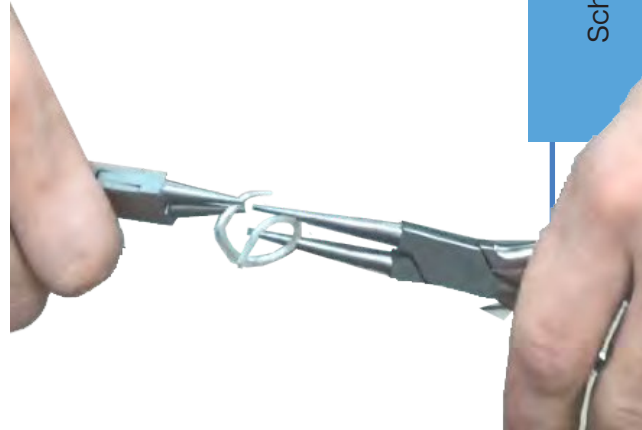


Soll der Ring offen bleiben, gibt es nun viele unterschiedliche Möglichkeiten die Enden des Rings zu feilen. Im Beispielring werden je eine Ecke Rund und die andere spitz zulaufend gefeilt. Hierfür wird der Ring wieder in den Schraubstock geklemmt. Erneut gilt es darauf zu achten, dass der Schraubstock mit Kunststoffbacken versehen ist, um Druckstellen auf dem Material zu vermeiden. Anschließend werden die Enden mit einer kleinen Feile in die gewünschte Form gebracht. Je nachdem welche Struktur der Ring haben soll bzw. wie viel Material abgetragen werden soll, wird hier mit den Feilen von Grob nach Fein gearbeitet.



3.) Ring biegen – offene & geschlossene Variante

Es gibt verschiedene Arten, das Vierkantmaterial als Ring zu biegen und fügen. Zunächst das Vorgehen für den geschlossenen Ring: Zuerst müssen die Kanten, die später aufeinandertreffen, gefeilt werden. Um den Vierkant zu biegen, ist eine Zange ohne Hieb und mit einer flach-halbrunden oder flach-runden Form ideal. Da die eigentliche Oberflächenbehandlung noch folgt, können kleinere Kratzer im späteren Verlauf bereinigt werden.



Zunächst wird das Vierkantmaterial zu einem "U" geformt. Dabei werden beide Enden nach innen gebogen. Manchmal ist es hilfreich mit zwei Zangen zu arbeiten. Mit einer wird gebogen, mit der anderen festgehalten. Nun werden die Kanten angenähert. Wichtig ist hierbei, zunächst die Kanten übereinander zu drücken, damit sich diese überlappen. Nun kann man sie zurückziehen, sodass sie aufgrund der Eigenspannung durch die Formgebung fest aneinander anliegen. Das Ziel ist, dass die Kanten mit leichtem Druck sauber aufeinander liegen und sich dadurch "küssen".



Um sicherzustellen, dass der Spalt gleichmäßig breit ist, kann man diesen nun so lange auf dem Schraubstock und einem Rundholz, welches in den Ring geschoben wird, mit einer Metallbügelsäge bearbeiten, bis das Sägeblatt ohne hängen zu bleiben durch den nun kaum mehr sichtbaren Spalt gleitet. Soll das Vierkant zu einem offenen Ring gebogen werden, so fällt lediglich der Punkt des Feilens/ Sägens der Enden weg. Der Ring wird kontinuierlich gebogen. Eine Zange hält den Ring, die andere biegt ihn, bis der Ring die gewünschte Form erreicht.



4.) Aus- und Zwischenglühen – offene & geschlossen

Auf den Prozess des Aus- und Zwischenglühens wird in diesem Arbeitsprozess verzichtet, da der Ring bis zum jetzigen Zeitpunkt keinen großen innerstrukturellen Kräften ausgesetzt war. Bei längerer Verformung wird das Metall spröde und hart, da der Abstand der Atome zueinander verändert wird. In komplexeren Ringfertigungen sollte dennoch auf das Aus- und Zwischenglühen nicht verzichtet werden. Dabei handelt es sich um einen Hitzeprozess, bei dem der Ring mit einem Gasbrenner erhitzt wird, bis er glüht. Dadurch entspannen sich die Atome. Anschließend wird er in einem Wasserbecken abgeschreckt und im Zitronensäurebad gereinigt.

5.) Hartlöten – geschlossener Ring

Der Spalt des gebogenen Ringes wird durch Hartlöten geschlossen. Die Arbeit mit dünnem Silberlot eines Drahtdurchmessers von 0,4 bis 0,7 mm hat sich in unserem Fall bewährt.

Während des Lötvorgangs ist darauf zu achten, die Ringschiene schonend und rasch zu erwärmen und den Lötspalt möglichst vollständig mit Lot zu füllen.

Vor dem Hartlöten wird der Spalt mithilfe eines Pinsels mit Flussmittel versehen und erwärmt. Das Flussmittel hilft dem Lot richtig zu fließen.

Wichtig ist, dass das Lot einen niedrigeren Schmelzpunkt als das Vierkant hat, da ansonsten das Material schmilzt, bevor es gelötet werden kann.

Das Silberlot kann direkt auf den Spalt oder am Spalt an den Ring gelegt werden (Depotlöten). Durch die Kapillarkraft zieht das Lot in den Spalt ein.

Das Werkstück sollte so lange mit der Flamme bestrichen werden, bis der Spalt vollständig mit Lot gefüllt ist. Für eventuelle Korrekturen oder falls sich das Silberlot verschiebt, ist es hilfreich eine Zange zur Hand zu haben. Bei zu wenig Lot kann der Spalt nicht geschlossen werden, zu viel Lot sorgt für unnötige Oberflächenbearbeitung, denn das überschüssige Material muss abgefeilt werden.



Ein gutes Werkstück erkennt man daran, dass keine Lötstelle oder Lötnaht zu erkennen ist. Erst durch Erwärmen kann diese Stelle wiedergefunden werden. Das Silberlot sollte die Länge/Dicke des Vierkants nicht überschreiten. Wird jene Länge/Dicke eingehalten so ist einem erfolgreichen Hartlötprozess nichts mehr entgegenzusetzen. Benutzt man zu viel Silberlot, so muss das überschüssige Lot nach dem Prozess des Lötens mühsam weggefeilt werden. Ist der Lötprozess abgeschlossen, wird der Ring mithilfe einer Zange zuerst in einer Schale mit Wasser abgeschreckt und abgekühlt. Anschließend wird der Ring in ein Behältnis mit Zitronensäure gelegt, um Schmutzbestände zu lösen.



6.) Formen auf dem Ringriegel – offen & geschlossen

Nachdem der Prozess des Hartlötens abgeschlossen und der Ring vollständig geschlossen ist, wird er anschließend in Form gebracht.

Hierfür wird der Vierkantring auf den Ringriegel gesteckt und mit einem Kunststoffhammer mit leichten Schlägen bearbeitet, bis er rund ist. Der Ringriegel wird in der Hand gehalten und auf dem Bauch abgestützt. Die Spitze des Ringriegels kann auf den Werkbank aufgelegt werden. Die Unterseite des Ringes wird mit einem Finger festgehalten, um den Ring vor dem Rutschen auf dem Riegel zu schützen. Ebenso kann man nun mit dem Finger den Ring nach jedem Schlag etwas drehen, um den Ring schließlich gleichmäßig zu formen. Ebenso wird der Ring beim Formen noch geweitet was ebenfalls beachtet werden sollte. Dies passiert aufgrund der Kraftwirkung des Hammers auf den Ring. Aufgrund des konischen Verlaufs des Ringriegels, sollte der Ring während der Bearbeitung um 180° gedreht werden. Es ist sinnvoll, in jenem Arbeitsprozess einen Gehörschutz zu tragen, da die einzelnen Hammerschläge sehr laut sein können, vor allem wenn mehrere SuS zeitgleich einen Ring formen.



7.) Oberflächenstruktur – geschlossener Ring

Um eine einzigartige Form mit dem Treibhammer auf der Oberfläche des Ringes zu schaffen, wird der Ring vorerst wieder auf den Ringriegel gesteckt. Dieser wird wie beim Formen am Bauch angelegt und der Ring mit einem Finger an der Unterseite festgehalten. Nun beginnt man mit leichten Hammerschlägen des Treibhammers den Ring zu bearbeiten. Dabei ist zu beachten, dass der Ring sich beim Vorgang des Treibens noch etwas weitet. Der Ring wird bei der Bearbeitung langsam gedreht. Wie beim Formen des Ringes ist es auch hier wichtig den Ring, aufgrund der konischen Form des Ringriegels um 180° zu drehen.



8.) Feilen – offen & geschlossen

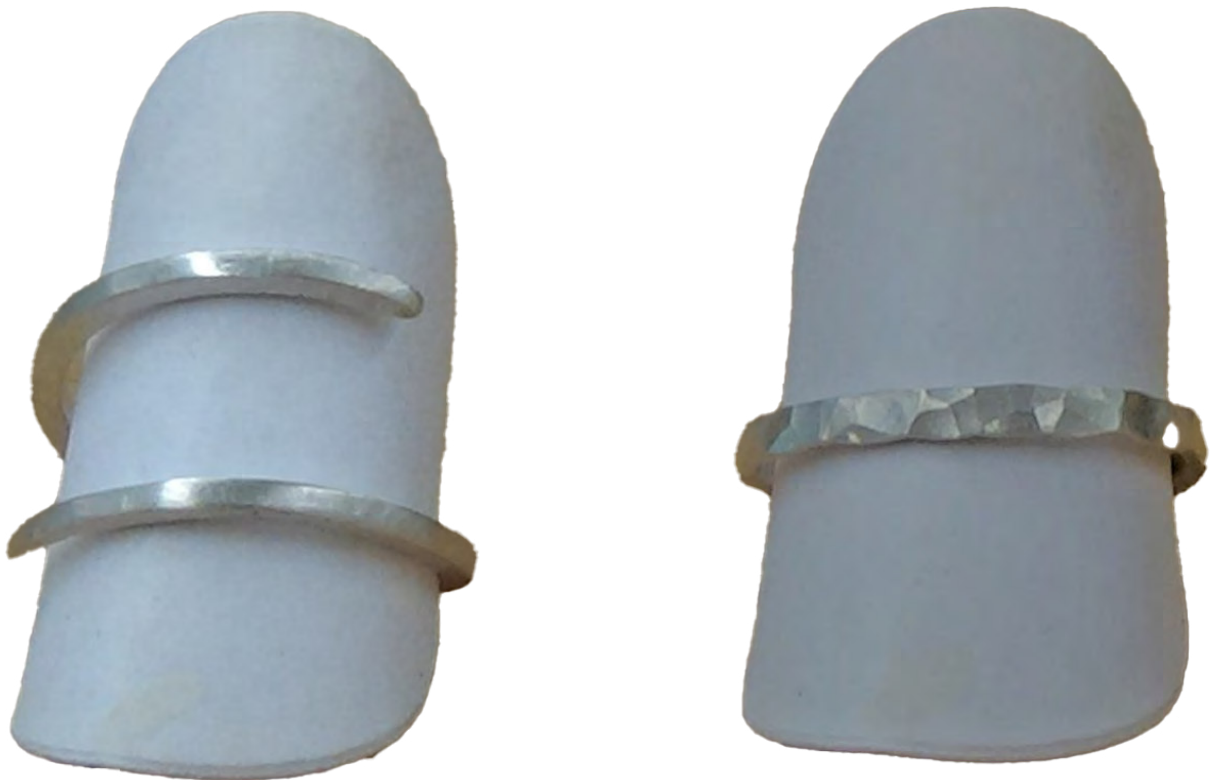
Grundsätzlich wird beim Feilen immer von grob zu fein gearbeitet. Wurde mit zu viel Silberlot gearbeitet, so muss zu einer groben Schruppfeile gegriffen werden. Sind jedoch nur leichte Stellen zu bearbeiten so kann zu Schleifschwämmen gegriffen werden. Diese ermöglichen eine leichte Oberflächenbearbeitung der Ringe. Auch hier wird je nach Bedarf und optischer Vorstellung von grob nach fein gearbeitet. Zu bearbeiten sind drei Bereiche. Die Kanten, die Innen- und Oberfläche. Um die Innenfläche feilen zu können, ist eine halb-runde Feilenform ideal. Aber auch hier kann zum Schleifschwamm gegriffen werden. Der Ring wird an die Kante des Schwamms gelegt und gedreht. Die Kanten werden auf dem Schleifschwamm mit kreisenden Bewegungen vorsichtig begradigt. Für die Außenfläche benutzen wir ebenfalls die Schleifschwämme. Der Schleifschwamm hat den Vorteil dem Ring ein leichtes mattes Aussehen zu verleihen. Ebenso kann zu einer Feile gegriffen werden, um eine gröbere Oberflächenstruktur zu erschaffen. Die Innenseite wird mit der gerundeten Seite der Feile bearbeitet. Man kann sich alternativ aus einem ganzen oder halbierten Rundholz auch eine Schmirgel- bzw. Schleiflatte anfertigen, indem man Schleifpapier darauf befestigt. Meist wird dabei dennoch der Rand etwas mehr erfasst, was auch erwünscht ist, da eine leichte Rundung an den Außenflächen der Innenseite des Ringes den Tragekomfort erhöht. Dabei ist jedoch auf Symmetrie zu achten, weshalb der Ring umgedreht werden sollte, um ihn auf dieselbe Weise von der anderen Seite aus zu feilen. Sollte die Oberfläche auch gerundet werden, ist wie bei der Innenfläche zu verfahren. Die Werkstückkante sollte allerdings nicht zu scharf werden.



9.) Oberflächengestaltung – Mattieren + Säuberung

Durch das Feilen des Rings mit Hilfe der Schleifschwämme wurde dem Ring schon ein mattes Finish zugeführt. Die Mattierung wird nach einiger Zeit glänzend, lässt sich aber schnell mit dem Schleifschwamm nacharbeiten. Um den Ring nun abzuschließen, wird jener erneut mit einem Schleifschwamm bearbeitet. Der Schleifschwamm befindet sich auf einem festen Untergrund. Der Ring wird anschließend gleichmäßig (immer in dieselbe Richtung) mit der Oberfläche und den Randseiten, über den Schleifschwamm geführt, bis die gewünschte Oberflächenoptik erreicht wurde. Der Ring wird nun erneut in eine Zitronenwasserlösung gelegt. Anschließend wird der Ring am Wasserhahn mit Seife abgewischt, um letzte Schmutzansammlungen zu entfernen. Nach der Trocknung des Rings mittels eines Tuches, ist die Fertigung abgeschlossen und der Ring kann getragen werden.

10.) Endprodukt







Silberringe mit Schmuckstein

In diesem Kapitel wird anhand einer Bauernfigur erklärt, wie Schachfiguren an der Drechselbank hergestellt werden können.



von Lena-Marie Bock & Ann-Kathrin Rieger



Sek 1: ab Klasse 7

GS und SoPäd: offene Ringe

Gefährdungsbeurteilung auf Seite 301



Die Schülerinnen & Schüler ...

- stellen einen Fingerring mit Schmuckstein her und bearbeiten diesen fach- und sachgerecht
- sägen, feilen, schleifen, fräsen, polieren und nutzen das Verfahren des Hartlötens



- Messing, Kupfer, Bronze, Edelstahl, Silber
- Metallrundstäbe und Metallbleche



- Ringmaß
- Treibhammer
- Zwei Flach-Rundzangen
- Ringriegel
- Gasbrenner
- Polierpaste
- Hartlot
- Schwabbelnscheibe
- Flussmittel
- Zitronensäure



- Stahlmaßstab
- Nassschleifpapier
- Anreißnadel
- Schutzbrille
- Schraubzwingen
- Schürze
- Sägebogen
- Handschuhe
- Feile

Lehrgang/Erklärvideo:

Vorführung und Erklärung

Inhalt der schriftlichen Anleitung:

Hilfe durch Schritt für Schritt-Anleitung

Hilfsgerüst durch unterstützende Materialien:

Eigenständige Bearbeitung

Versprachlichung/Vergleich der durchgeführten Arbeitsschritte:

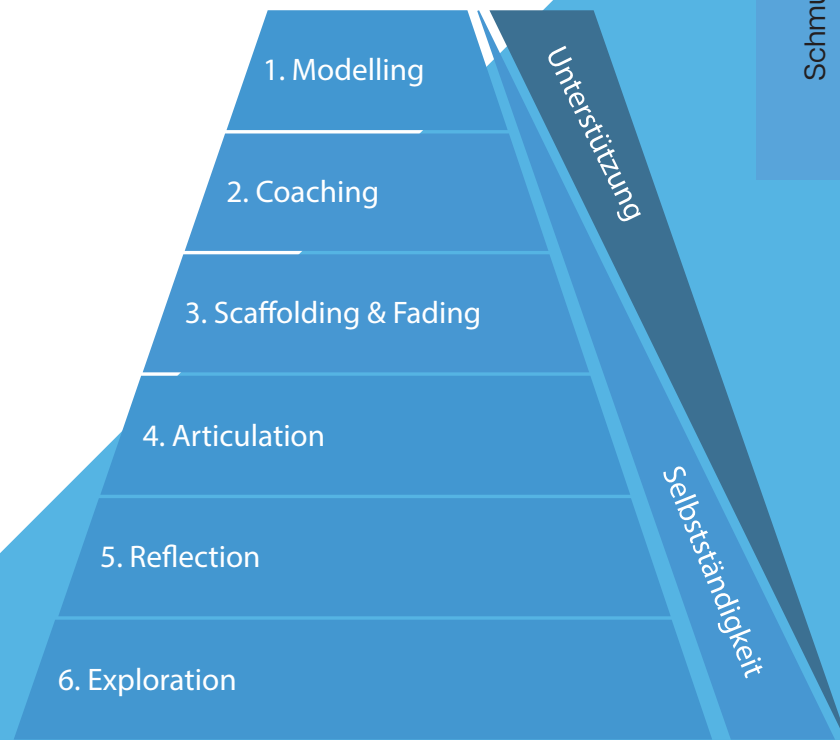
z.B. Anfertigen eines Protokolls

Reflexion des Arbeitsprozesses:

An welcher Stelle im Prozess sind Schwierigkeiten aufgetaucht? Was kann optimiert werden?

Eigenständiges Entwerfen:

z.B. ein Armband



Schmuck

Differenzierungsmöglichkeiten

Offener oder geschlossener Fingerring: Zur Vereinfachung kann das für Schüler*innen anspruchsvolle und gefährliche Hartlöten ausgelassen werden, wenn man keinen geschlossenen, sondern einen offenen Fingerring herstellt. Runder oder flacher Fingerring. Anstatt einem Blech kann der Ring auch aus einem Draht hergestellt werden. In diesem Fall muss nicht gesägt, gefeilt und geschliffen werden. Auch das Biegen ist mit einem Draht deutlich einfacher als mit einem Blech.

Schmalere oder breitere Fingerringe: Es ist möglich, die Breite des Metallblechs noch zuzuschneiden. Dabei muss man beachten, dass der Streifen parallel gesägt und gefeilt wird. Als eine Differenzierungsmöglichkeit kann auch ein Metallstreifen in der gewünschten Breite gekauft werden, wodurch dieser Bearbeitungsschritt wegfällt.

Mit Schmuckstein oder ohne Schmuckstein: Um einen Fingerring mit Schmucksteinen herzustellen, müssen zusätzlich Löcher gefräst und die Steine in die Löcher geklebt werden. Es können mehrere Steine oder auch nur wenige Steine in den Ring eingebracht werden. Es ist natürlich auch möglich, einen Ring ohne Schmuckstein herzustellen oder diese direkt auf die Ringoberfläche zu kleben.

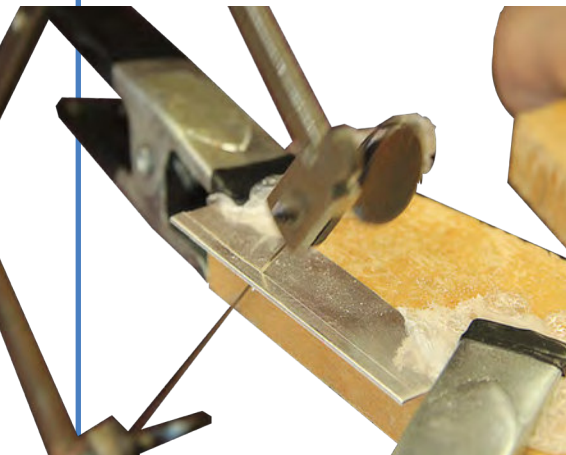


1.) Ermitteln der Ringgröße

Um nun die korrekte Ringgröße zu ermitteln, verwenden wir ein Ringmaß. Die verschieden großen Kunststoffringe können ganz einfach über den Finger gestülpt werden, solange bis die richtige Größe gefunden ist.

2.) Anreißen

Um nun das zuvor ermittelte Maß auf dem Silberblech auch übertragen zu können, verwenden wir eine Anreißnadel. Wir messen also nun die benötigte Länge und die gewünschte Breite und reißen dies mittels Anreißnadel auf dem Silberblech an.



3.) Sägen

Damit wir unser Silberblech sicherer bearbeiten können, spannen wir dieses auf einem Laubsägetisch mit Federzwingen ein. Aber wieso ein Laubsägetisch? – Weil wir unser Silberblech ohne diesen nicht kratzfrei bearbeiten und korrekt einspannen könnten, denn im Schraubstock sind diese beiden Punkte nicht gewährleistet. Mittels einem Sägebogen sägen wir nun unseren angerissenen Silberstreifen.



4.) Feilen

Da durch das Sägen des Metalls eine scharfe und unsaubere Kante entstanden ist, muss diese geglättet werden. Für diesen Vorgang verwenden wir eine feile Metallfeile. Damit lassen sich die Kanten sehr gut glätten. Eingespannt wird der nun sehr schmale Silberstreifen in den Schraubstock mit Schutzbacken und wird solange mit der Feile

bearbeitet, bis alle Kanten abgerundet sind. Achtung, auf gleichmäßiges Feilen des Metalls über die ganze Länge ist zu achten.



5.) Schleifen

Damit alle Kanten des Silberstreifens noch glatter und somit ungefährlicher für Schnittverletzungen werden, schleifen wir diese mit einem Nassschleifpapier mit der Körnung P1200.

6.) Anzeichnen und Fräsen der Löcher

Vor dem Anreißen der Löcher müssen zuerst die gewünschten Steinabstände festgelegt werden. Sind diese festgelegt, reißt man mittels der Anreißnadel an den gewünschten Stellen auf dem Silberblech die Positionen der Steine an.

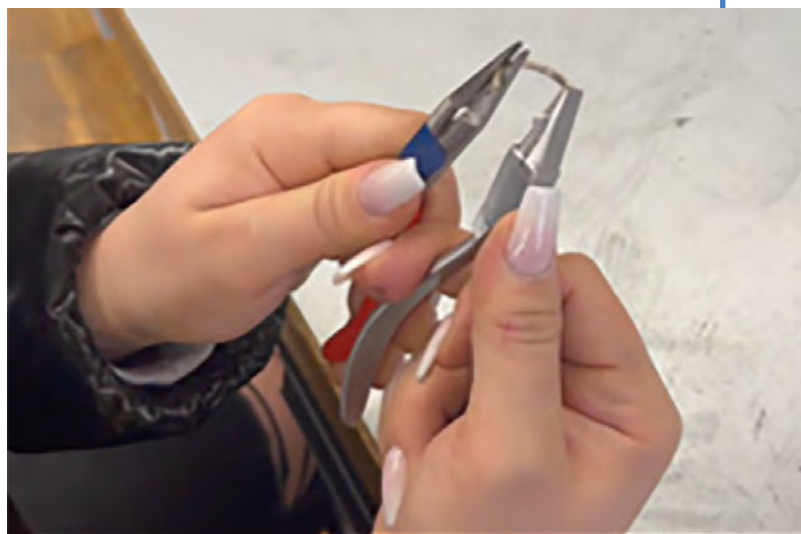
Für den nächsten Arbeitsschritt wird eine Schutzausrüstung, welche aus einem Gehörschutz und natürlich den allgemein geltenden Schutzmaßnahmen (zusammengebundene Haare, kein Schmuck, keine lockere Kleidung, etc.) besteht benötigt.

Für das Fräsen verwendeten wir einen Hängebohrmotor mit einem Fräsaufsatz, eingestellt auf die niedrigste Drehzahl. Eine niedrige Drehzahl ist deshalb besonders sinnvoll, da die bestmögliche Kontrolle erreicht und somit die Gefahr von Fehlbohrungen oder Abrutschen verringert wird. Ebenfalls sollte das Werkstück gegen Wegrutschen mit einer Schraubzwinge gesichert werden.



7.) Biegen

Um die typische Ringform zu erreichen, biegen wir unseren Silberstreifen mit einer Rundflachzange und einer Flachzange. Das Werkstück sollte mit Gefühl gebogen werden, damit spätere Verbesserungen minimiert werden können. Durch das abwechselnde Ansetzen der Zangen an verschiedenen Stellen des Silberstreifens, entsteht nach und nach die kreisförmige Form unseres zukünftigen Ringes. Um an den beiden Enden präziser Arbeiten zu können,



wechseln wir das Werkzeug zu zwei Rundzangen. Die beiden Enden des Silberstreifens sollten sich zuerst überlappen, damit diese später wieder zurückgezogen werden können und diese dann optimaler und mit einer gewissen Vorspannung aufeinander liegen und somit die bestmöglichen Voraussetzungen für das Hartlöten bieten.

Aber wichtig: Der Ring muss nur die grobe Ringform aufweisen und noch nicht perfekt rund sein.

8.) Hartlöten

An erster Stelle steht die Schutzausrüstung beim Hartlöten. Hierzu wird eine Schutzbrille, eine Schürze und Handschuhe benötigt.

Die nun aufeinander stehenden Enden des Silberringes werden von innen und von außen mit Flussmittel bestrichen. Das Auftragen erfolgt über eine Nadel, um den Hautkontakt zu vermeiden. Auf die Innenseite des noch offenen Ringes wird nun ein kleines Stück Silberlot angebracht, dies sollte möglichst genau über dem Spalt der zusammengebogenen Enden liegen. Bei diesem Arbeitsschritt ist viel Feingefühl notwendig, weshalb man auch mit der Pinzette gegebenenfalls mehrere Versuche benötigt, bis das Silberlot an der perfekten Position liegt.

Ist nun dies der Fall wird ein Gasbrenner mit blauer Flamme auf das Silberlot gehalten. Nach kurzer Zeit fängt das Silberlot an sich zu verflüssigen und aufgrund des Flussmittels fließt das flüssige Silberlot in den Spalt zwischen die beiden Enden des Ringes.

9.) Reinigen des Ringes

Um die Rückstände vom Prozess des Hartlöten zu entfernen, geben wir unseren nun geschlossenen Silberring in ein Zitronensäurebad. Hierfür wird Wasser im Wasserkocher mit Zitronensäure vermischt, der Ring hinzugegeben und aufgekocht. Nach dem Aufkochen wird der Ring entnommen und mit klarem Wasser abgespült. Silber neigt beim Aufkochen in Zitronensäure dazu rosa anzulaufen. Besser wäre das Reinigen in einem Ultraschallbad oder ein Auslassen dieses Arbeitsschrittes

10.) Formen

Um die endgültige Form des Ringes zu erreichen, formen wir diesen nun auf dem sogenannten Ringriegel. Die dickere Seite des Ringriegels wird locker auf den Unterbauch und die schmale Seite auf den Werk Tisch aufgelegt. Zur Minimierung der Geräuschentwicklung kann auf dem Werk Tisch eine kleine Teppichmatte unterlegt werden.

Der Ring wird auf den Ringriegel geschoben und von allen Seiten mit einem Kunststoffhammer bearbeitet. Damit der Ring aber wirklich eine perfekt runde Form annimmt, muss dieser zwischenzeitlich vom Ringriegel heruntergenommen, gedreht und mit der anderen Seite aufgesteckt werden und dann wieder von allen Seiten bearbeiten.

11.) Polieren

Für diesen Arbeitsschritt werden eine Atemschutzmaske, ein Gehörschutz, eine Schutzbrille, Polierpaste für Silber und eine Bohrmaschine mit einer Schwabbelscheibe benötigt. Nach Einschalten der Bohrmaschine wird die Polierpaste auf die Schwabbelscheibe aufgetragen und nun kann die Außenseite des Ringes poliert werden. Wichtig ist hierbei ohne Handschuhe zu arbeiten, da im Umgang mit rotierenden Maschinen es sonst zu Unfällen kommen könnten. Ebenfalls sollte einerseits auf die Position des Bearbeiters geachtet werden, dieser sollte immer seitlich und somit nicht innerhalb des Risikobereiches stehen und andererseits sollte der Ring in der unteren Hälfte der Schwabbelscheibe poliert werden, damit bei Abrutschen der Ring nur auf dem Boden umhergeschleudert wird und nicht in der Luft.

Für die Politur der Innenseite des Ringes wird ein Polieraufsatz auf den Hängebohrmotor geschraubt, Polierpaste aufgetragen und poliert.

12.) Einsetzen und Verkleben der Schmucksteine

Um nun die Schmucksteine einzusetzen ist viel Feinmotorik und Geduld gefragt. Die Steine müssen mittels einer Pinzette sehr präzise in die vorher gefrästen Löcher eingesetzt werden. Damit diese auch dauerhaft dort bleiben, haben wir einen Sekundenkleber verwendet.

Aber Achtung!: Sekundenkleber sind in der Schule nicht zulässig, weshalb hier auf einen anderen Klebstoff ausgewichen werden sollte wie beispielsweise ein klassischer Flüssigkleber oder ein Kleber speziell für Schmucksteine, welcher aber in der Schule zulässig ist. Natürlich ist jeder andere Kleber mit einer längeren Wartezeit beziehungsweise Trocknungszeit verbunden.





Teller dreheln

In diesem Kapitel wird erklärt, wie man einen Teller aus Holz drechselt. Der Teller ist ein technisches Artefakt, das täglich in vielfältigen Anwendungen genutzt wird und weltweit bekannt ist.



von Sarah Baireuther, Selin Gündogdu, Jessica Megerle & Tamara Richter

Sek. 1: ab Klasse 9/10



- Arbeiten an Drechselmaschinen ab Kl. 9 erlaubt.
- Eignet sich gut zur Umsetzung in AG's oder Kleingruppen.

Gefährdungsbeurteilung auf Seite 300

Die Schülerinnen & Schüler verbessern die ...



- Hand-Augen-Koordination und Oberflächenbearbeitung/-behandlung
- Holzverarbeitungskennntnisse
- Arbeit an rotierenden Maschinen
- Produktdesignkennntnisse

Es ist sinnvoll, zuerst ein kleineres Werkstück herzustellen, um das Verfahren kennenzulernen, sowie Rohmaterial vorgesägt zur Verfügung stellen. Um den Zeitaufwand und die möglichen Gefahren je nach Altersklasse einschätzen zu können, ist es zu empfehlen, vor Umsetzung im Unterricht ein eigenes Werkstück unter denselben Bedingungen anzufertigen.



- Laubholz z.B. Birnbaum
- Mind. 3cm Dicke
- Maximaler Durchmesser ist abhängig von der Drechselbank



- Drechselbank + Werkzeuge (Geeignetes 4-Backenspannfutter, Schrappröhre, Ellsworthröhre, Bedanstahl)
- Planscheibe
- Schleifgitter (empfehlenswert: P80, P180, P320, P400)
- Schleifpaste Holz grob/fein, Reibungspolitur Holz



- Schutzbrille und Visir
- Absaugung der Staubklasse M
- Zirkel
- Vorstecher
- Akkuschauber
- Schrauben
- Bleistift
- Besen (Rutschgefahr: zwischendurch immer wieder Boden säubern)

Lehrgang/Erklärvideo:

Wie drechselt man einen Teller an einer Drechselbank?

Individuelle Beratung und Tipps zum Tillern:

Hilfe durch Schritt für Schritt-Anleitung und Tipps im Video.

Hilfsgerüst durch unterstützende Materialien:

Erklärvideo kann bei der Fertigung als Unterstützung genutzt werden.

Versprachlichung/Vergleich der

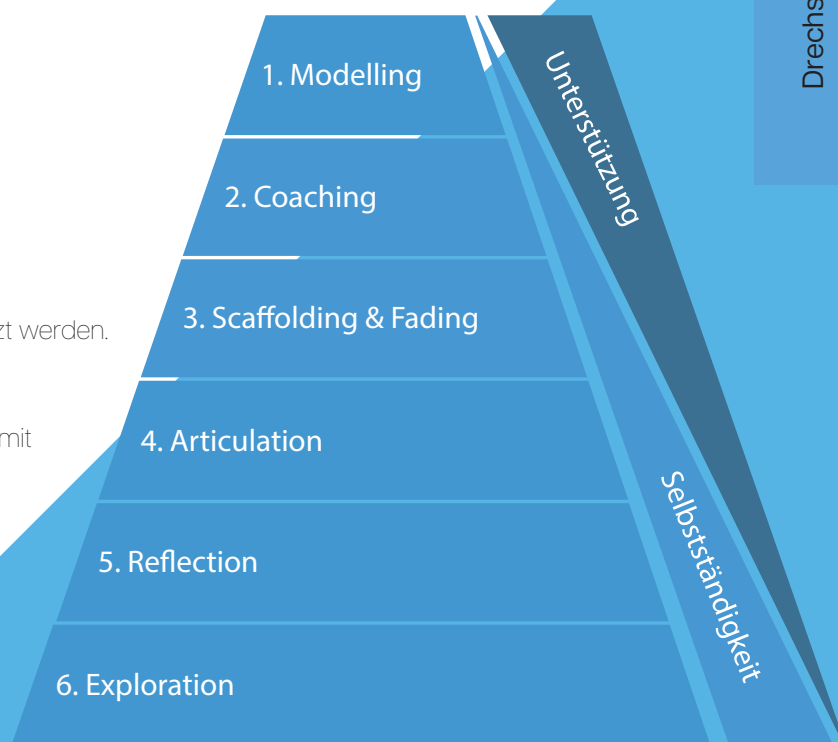
durchgeführten Arbeitsschritte: Mündliche Absprache mit Lehrkraft vor und nach jedem Arbeitsschritt

Reflexion des Arbeitsprozesses:

Bin ich mit der Form zufrieden? Was kann ich verändern?

Eigenständiges Entwerfen:

Übertragen der Kenntnisse auf weitere Werkstücke:
z.B. Schale



Differenzierungsmöglichkeiten

Es sind viele Einzelschritte erforderlich, teilweise auch mit speziellen Werkzeugen (s.o.) oder neuen Arbeitsverfahren. Je nach Alter und Kenntnisstand lassen sich einfache bis anspruchsvolle Teller herstellen.

Tellergröße: Die Tellergröße variiert je nach Größe der Drechselbank. Jedoch eignen sich kleinere Teller für den Anfang besser, da die Schwungmasse in den äußeren Bereichen zunimmt. Dadurch muss für die Bearbeitung mehr Kraft aufgebracht werden.

Holzart: Je nach Holzart unterscheidet sich die Maserung und damit die Optik. Außerdem braucht man für die Bearbeitung weicher Hölzer weniger Kraft. Weiche Hölzer erfordern durch die härteren Spätjahresringe mehr Feingefühl in der Werkzeugführung. Deshalb ist eine gleichmäßige Oberfläche schwieriger herzustellen.

Tellertiefe: Bei der Tellertiefe kann variiert werden von flachen Tellern bis hin zu einer tiefen Schale. Die Handhabung der Werkzeuge gestaltet sich bei flacheren Tellern einfacher, da hier keine ausgeprägte Bogenbewegung ausgeführt werden muss.

1.) Vorbereitung des Rohlings

Zuerst wird auf dem vorgesägten Rohling der Außendurchmesser mit einem Zirkel festgelegt. Um das Zentrum deutlich zu markieren, wird mit einem Vorstecher einmal fest eingestochen.



Mithilfe des vorgestochenen Zentrums kann nun die Planscheibe zentriert werden. Falls vorhanden, kann die Zentrierspitze der Planscheibe auf das vorgestochene Loch gesetzt werden, wodurch das Verwutschen der Planscheibe verhindert wird. Somit ist eine exakte Zentrierung in der Mitte möglich. Ist keine Zentrierspitze vorhanden, muss die Planscheibe per Augenmaß positioniert werden. Anschließend wird die Planscheibe mit dem Akkuschauber und Schrauben fixiert.

Wenn keine Zentrierspitze vorhanden ist, ist es hilfreich dies zu zweit zu machen (einer hält die Planscheibe, der andere schraubt). Die Schrauben dürfen nicht zu lang sein, damit sie die Dicke des Tellers nicht durchdringen.

Der Rohling mit Planscheibe wird nun an die Drechselbank aufgeschraubt und von der anderen Seite mit der Zentrierspitze des Reitstocks fixiert.

2.) Werkstückaußendurchmesser

Auflage parallel und möglichst nahe an das Werkstück positionieren. Die Höhe der Auflage sollte so eingestellt werden, dass die Schneide der Schrupp-
pröhre auf Höhe der Werkstückmitte liegt. Nun wird die Drechselbank eingeschaltet und auf ca. 1500U/min eingestellt.



Nun muss der Rohling mithilfe der Schrupp-
pröhre auf den eingezeichneten Außendurchmesser abgetragen werden. Dazu setzt man die Schrupp-
pröhre mit der Schneide, mittig am Rohling an und arbeitet sich nach außen vor. Dadurch wird verhindert, dass die Kanten brechen oder man mit dem Werkzeug abrutscht.

3.) Äußere Form

Nachdem der Außendurchmesser auf Maß geschruppt wurde, wird die Unterseite des Tellers nach eigenem Belieben geformt. Dazu wird der Reitstock mit der Zentrierspitze auf die Seite geschoben. Die Zentrierspitze muss aufgrund der Verletzungsgefahr herausgenommen werden.

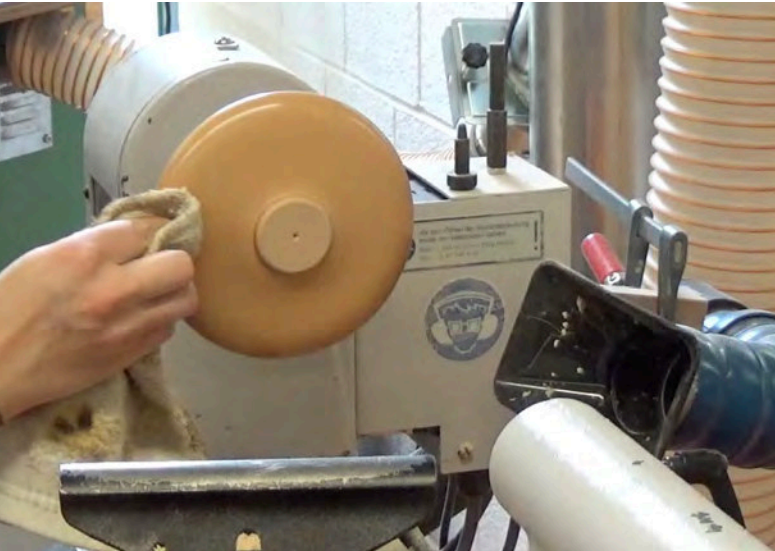
Damit der Teller für die Bearbeitung der Oberseite gespannt werden kann, muss ein Fuß im Spanndurchmesser gedreht werden. Dazu muss man den Innendurchmesser der Spannzange mithilfe eines Messschiebers ermitteln. Dieser wird mit dem Bleistift auf das Werkstück übertragen.

Damit man die äußere Form bearbeiten kann, wird die Auflage parallel zur Unterseite verschoben. Die Ellsworthröhre wird am angezeichneten Spanndurchmesser angesetzt. Von dort aus arbeitet man sich mit einer gleichmäßigen Bewegung zum Tellerrand vor. Der Fuß muss eine Tiefe von ca. 5mm erreichen, damit man später den Teller gut umspannen kann. Durch eine konische Form kann der Fuß noch besser im Spannfutter eingespannt werden. Dies kann man mit dem Bedanstahl anfertigen. Nun legt man die Rundung des Tellers fest. Dazu trägt man am Außenrand öfter Material ab. Um nahe am Werkstück zu bleiben, muss die Handauflage bei Bedarf verschoben werden. Wenn die gewünschte Form erreicht ist, wird mit dem Abstecher der Spanndurchmesser rechtwinklig oder mit dem Bedanstahl konisch nachbearbeitet. Die Auflage wird dann wieder parallel zur bearbeitenden Seite eingestellt. Der Spanndurchmesser muss eine gerade Fläche/im rechten Winkel zum Boden haben, damit später die Spannbacken gerade aufliegen.

Möchte man den Teller ohne Absatz des Spanndurchmessers herstellen, kann mit einem Forstnerbohrer auch ein ca. 5mm tiefes Loch gebohrt werden, indem das Werkstück später von innen gespannt werden kann (Diese Spannart wird als Rezzess bezeichnet). Dies empfiehlt sich nach dem Schruppen des Außendurchmessers, da der Teller dann schon zentriert wurde und die Zentrierspitze das Zentrum markiert hat, auf dem dann gebohrt werden kann.



4.) Oberflächenbehandlung der Außenseite



Nachdem die gewünschte äußere Form erreicht worden ist, kann man mit dem Schleifgitter nacharbeiten. Dazu wird die Handauflage zur Seite geschoben oder ganz abgenommen, um eine Verletzung beim Drechseln zu vermeiden. Anschließend bietet es sich an den Teller beginnend mit einem Schleifgitter der Körnung P80 zu schleifen, um grobe Fehler auszugleichen. Hier kann das Schleifgitter mehrfach gefaltet werden, da beim Schleifen Hitze entstehen kann.

Bei unebenen Oberflächen kann zudem das Schleifgitter um einen Korkklotz gewickelt werden, um für mehr Stabilität zu sorgen. Nun wird das Schleifgitter während der laufenden Maschine an das Werkstück gehalten und unebene Stellen ausgeglichen.

Anschließend wiederholt man den Vorgang am besten mit Schleifgittern der Körnungen P180, P320 und P400.

Hat der Teller die gewünschte Oberfläche und Form, kann man mit der Oberflächenbehandlung beginnen. Hier empfiehlt sich mit einer groben Schlefpaste zu beginnen. Dazu wird auf ein Tuch eine Fingerspitze voll Schleifpaste gegeben und anschließend bei stehender Maschine auf das Werkstück aufgetragen. Erst danach wird die Maschine eingeschaltet und die Paste mit dem Tuch verteilt. Ansonsten könnte die Schleifpaste wegspritzen. Für ein perfektes Ergebnis wiederholt man den Vorgang mit einer feinen Schleifpaste.

5.) Werkstück umspannen

Nun wird das Werkstück für die Bearbeitung der Innenseite eingespannt. Dazu nimmt man das Spanfutter und legt es auf die Erhöhung bzw. in die Aussparung der Tellerunterseite. Liegt das Spanfutter gerade auf dem Teller, wird dieses mit dem Spannschlüssel festgezogen. Dabei sollte man darauf achten, dass das Werkstück bündig und fest mit dem Spanfutter verbunden ist, damit beim Drechseln keine Unwucht entsteht. Anschließend wird das Spanfutter mit dem Teller auf die Drechselbank gedreht. Empfehlenswert ist es, die Maschine anschließend kurz einzuschalten, um sicherzustellen, dass das Werkstück hält und rund läuft.



6.) Innere Form aushöhlen



Nachdem die Außenseite des Tellers bearbeitet wurde, wird nun die Innenseite nach eigenem Belieben geformt. Dazu wird die Handauflage wieder so nah wie möglich an das Werkstück geschoben, ohne dieses zu berühren. Wer möchte kann sich zu Beginn mit dem Bleistift einen Tellerrand einzeichnen, der später stehen bleibt. Dafür einfach den Bleistift bei gewünschter Randdicke ansetzen und die Maschine einschalten.

Anschließend wird mit der Ellsworthröhre in der Mitte angesetzt und von dort nach außen zum Tellerrand hin gearbeitet. Um eine Wölbung zu erreichen, trägt man in der Mitte mehr Material ab als am Rand und dreht das Werkzeug nach außen hin leicht ein. Um nahe am Werkstück zu bleiben, muss die Handauflage bei Bedarf verschoben und mit der Rundung an der Wölbung angelegt werden.

7.) Oberflächenbehandlung der Innenseite

Wenn die gewünschte Form erreicht ist, kann wieder mit der Oberflächenbehandlung begonnen werden.

Dazu die Handablage beiseiteschieben oder abnehmen und die Schleifgitter zur Hand nehmen.

Anschließend ist der Teller mit einem Schleifgitter der Körnung P80 zu schleifen, um grobe Fehler auszugleichen. Nun wird das Schleifgitter während der laufenden Maschine an das Werkstück gehalten und unebene Stellen ausgeglichen.

Anschließend wiederholt man den Vorgang mit den Schleifgittern der Körnungen P180, P320 und P400. Hat der Teller die gewünschte Oberfläche und Form, kann man mit der Oberflächenbehandlung wie bereits in Schritt 4 beschrieben beginnen.

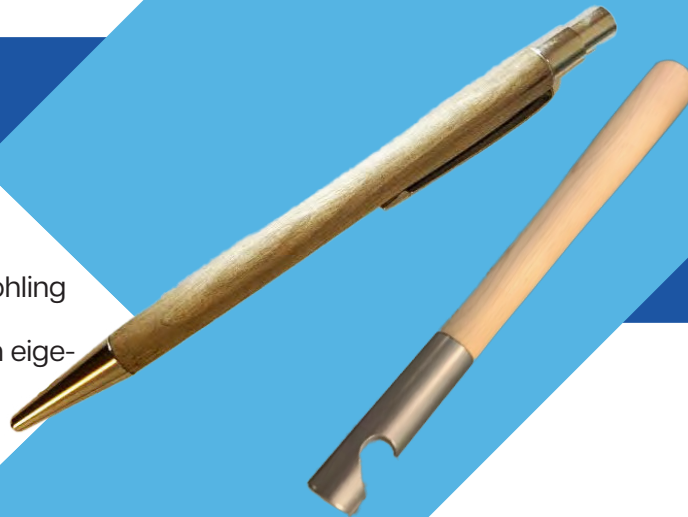
Nach Beendigung der Oberflächenbehandlung wird das Werkstück ausgespannt.





Kugelschreiber dreheln

In diesem Kapitel wird erklärt, wie ihr euch aus einem vorbereiteten Holzrohling mit eingeklebter Messinghülse euren eigenen Kugelschreiber herstellt.



von Maximilian Fuchs, Jonas Kraft & Roman Wesner



SEK 1: ab Klasse 6

Gefährdungsbeurteilung auf Seite 298

Neben dem Kugelschreiber kann auch ein Flaschenöffner hergestellt werden.



Die Schülerinnen & Schüler ...

- erlernen das Dreheln an der Unimat-Drehsselbank
- führen eine Oberflächenbehandlung von Holz durch.



- Achte auf die Hinweise im Erklärvideo
- Verwende ein Probestück, um dich mit der Maschine vertraut zu machen.



Unimat Drehsselbank:
Drehseleisen

Schrotstahl
Röhre
Schraubhülsen



- Styrodur
- Hölzer wie z.B.:
Lärche,
Kiefer, Esche,
Virginischer Wacholder



Inbusschlüssel
Kreuzschlitz-Schraubendreher
Kombizange
Mobiler Entstauber
der Holzstaubklasse M
Schraubzwingen

Lehrgang/Erklärvideo:

Sicheres Arbeiten mit der Unimat-Drehselbank

Inhalt der schriftlichen Anleitung:

Hilfe durch Schritt für Schritt-Anleitung

Hilfsgerüst durch unterstützende Materialien:

Eigenständiges Arbeiten, z.B. Arbeitsplan

Versprachlichung/Vergleich der

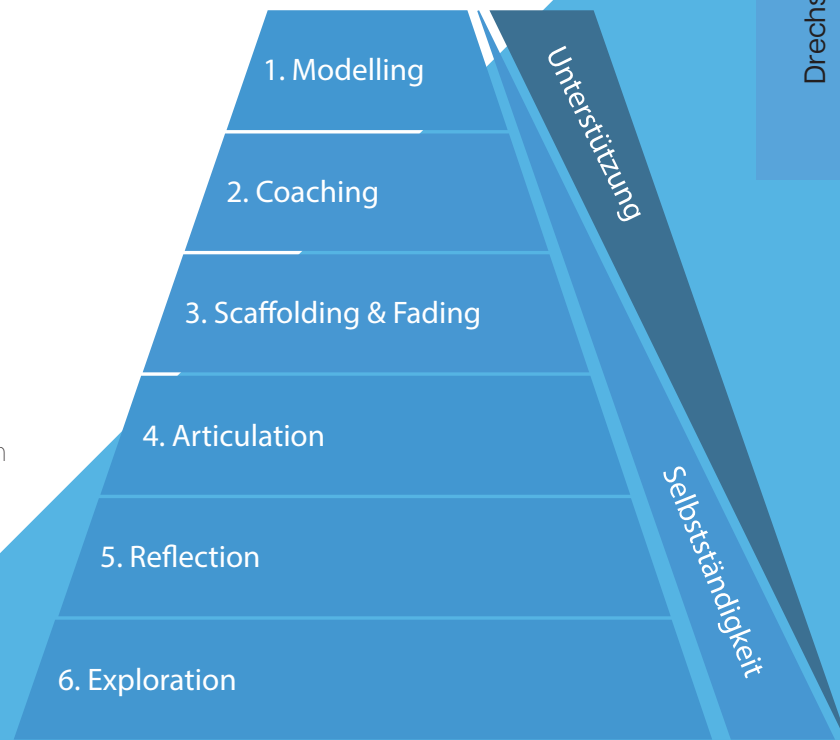
durchgeführten Arbeitsschritte: Arbeitsschritte notieren

Reflexion des Arbeitsprozesses:

Arbeitsschritte reflektieren

Eigenständiges Entwerfen:

z.B.: Flaschenöffner herstellen



Differenzierungsmöglichkeiten

Es sind viele Arbeitsschritte für die Herstellung des Kugelschreibers notwendig.

Deshalb gibt es unterschiedliche Varianten der Differenzierung

Gestaltung des Kugelschreibers:

Die Gestaltung des Kugelschreibers kann auf viele unterschiedliche Arten erfolgen. Hierbei sind unterschiedlichste Formen möglich. Ebenso können unterschiedliche Oberflächenarten hergestellt werden (z.B.: Rillen, raue Oberfläche usw.).

Unterschiedliche Materialien:

Für Schüler und Schülerinnen mit wenig Erfahrung bietet sich das arbeiten mit Styrodur an.

Dieses Material lässt sich sehr einfach und ohne großen Kraftaufwand bearbeiten.

1.) Vorbereitung

Zur Vorbereitung muss das gewünschte Holz auf die Maße 100x20x20 mm zugesägt werden. Danach kann das Loch mit einem speziellen Kugelschreiberbohrer gebohrt werden und die Messinghülse eingeklebt werden. Nachdem der PU-Kleber über Nacht getrocknet ist, müssen die Enden des Rohlings bündig auf die Messinghülse gedreht oder geschliffen werden.

Bevor mit dem Einspannen begonnen werden kann, müssen folgende Sicherheitsvorkehrungen befolgt werden:

Lege Armbänder, Schmuck und Uhren ab.

Pullover müssen ausgezogen werden, falls dieser Bänder hat, gleiches gilt für Jacken etc.

Lange Haare müssen zusammengebunden sein.

Eine Schutzbrille muss aufgesetzt werden.

Wenn nicht im Freien gedreht wird, muss der Holzstaub auf jeden Fall mit einem mobilen Entstauber der Schutzklasse M abgesaugt werden.

1. Bevor das Material in die Unimat eingespannt werden kann, müssen die Schraubhülsen in das Messingrohr eingeschraubt werden.
2. Die Schraubhülsen werden nun in die Maschine eingespannt.
3. Drehe nun das Dreibackenfutter zu und spanne es so fest wie möglich.. Nutze hierzu die zwei Metallrundstäbe.
4. Zum Befestigen des Reitstocks muss dieser an das Loch der Schraubhülse geführt werden. Drücke den Reitstock vorsichtig in Richtung Motor, während der Schraubklotz des Reitstocks mit dem Inbusschlüssel so fest wie möglich angezogen wird.
5. Zum Einstellen der Handauflage öffnet man mit dem Schraubenschlüssel die Sechskantschraube. Sobald diese Schraube gelöst ist kann die Handauflage verschoben werden. Die Handauflage sollte so eingestellt werden, dass sich dein Werkstück drehen kann, aber auch nicht zu weit von der Handauflage entfernt ist.
6. Zum Abschluss soll der Abstand zwischen Handauflage und dem Werkstück kontrolliert werden. Hierzu dreht man das Werkstück und achtet auf etwaige Berührungen.

2.) Drechseln eines Kugelschreibers

Da das Werkstück nun eingespannt ist, kann die Maschine an den Strom angeschlossen werden. Zur Sicherheit sollte man beim Starten der Unimat neben der Maschine stehen, falls etwas weggeschleudert wird!

Wenn sich das Werkstück sicher und gleichmäßig dreht, kann begonnen werden zu drechseln:

1. Das Drechseleisen (hier Drechselröhre) wird in einem leicht schrägen Winkel auf die Werkzeugauflage gelegt. Eine Hand hält die Röhre am Griff und die andere Hand führt das Werkzeug. Es ist darauf zu achten, dass das Werkzeug fest in der Hand sitzt!
2. Nun wird das Drechseleisen vorsichtig, mit einer gleichmäßigen Bewegung an dem Werkstück entlang geführt um Material zu entfernen. Hierbei gilt: je größer die Späne, desto mehr Material und umso besser ist der Schnittwinkel.
3. Je länger man das Werkstück bearbeitet, desto besser wird die Form des Kugelschreibers erkennbar. Es empfiehlt sich, zwischendurch mit einem Messschieber die Dicke des Werkstückes zu prüfen, um den gewünschten Durchmesser zu erreichen.



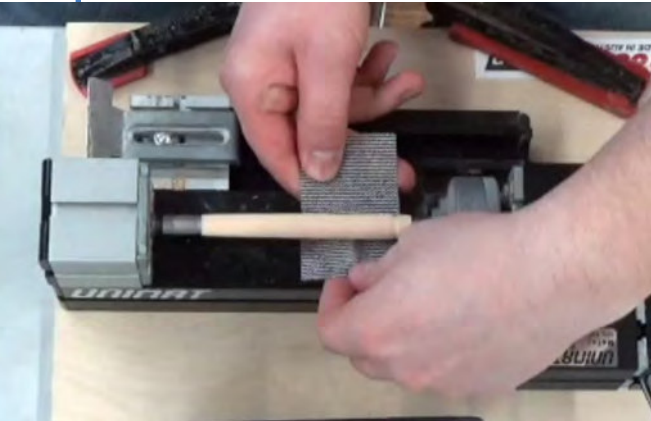
3.) Oberflächenbehandlung

Um die Oberfläche des Kugelschreibers zu behandeln, wird diese in drei verschiedenen Schritten auf die gewünschte Oberflächengüte angepasst. Die Behandlung erfolgt mit einem Schleifpapier (bis zur Körnung von P400), einer braunen Polierpaste zum Vorpolieren und einer weißen zum Feinpolieren und abschließend mit einer Reibungspolitur, die auch Wachs enthält, bei hoher Drehzahl.

3.1.) Bearbeitung mit Schleifpapier

Wie bei jedem Arbeitsschritt an der Drechselmaschine gilt auch hier zu überprüfen, dass das Werkstück fest und sicher eingespannt ist, um Verletzungen durch das rotierende Werkstück zu vermeiden.

1. Durch die Entwicklung von Holzstaub ist die Absaugvorrichtung vor dem Beginn einzuschalten. Es empfiehlt sich, falls möglich, ein Schleifgitter zu benutzen, da beim Schleifen sehr feiner Holzstaub entsteht.
2. Bei eingeschalteter Maschine wird nun gleichmäßig mit leichtem Druck vor und zurück bewegt.
3. Arbeitsschritt zwei wird nun mit verschiedenen Körnungen wiederholt (P80, P240 und P400)



3.2.) Behandlung mit grober und feiner Schleifpaste

Im zweiten Schritt wird die Oberfläche mit zwei Schleifpasten behandelt, um eine noch glattere Oberfläche zu ermöglichen. Hierbei gilt es auch eine Schutzbrille zu tragen. Wegen der Selbstentzündungsgefahr von ölhaltigen Stoffen ist bei der Benutzung von Tüchern darauf zu achten, dass diese in einem geschlossenen nicht brennbaren Behälter bis zur Entsorgung gelagert werden.

1. Es wird bei ausgeschalteter Maschine zuerst die braune grobe Schleifpaste auf dem Werkstück aufgetragen.
2. Beim Einschalten sollte nun darauf geachtet werden, dass man nicht direkt vor dem Werkstück steht, da eventuell Teile der Schleifpaste weggeschleudert werden könnten..
3. Es wird nun mit einem Papiertuch und leichtem Druck gleichmäßig vor und zurück über die Oberfläche gefahren bis die Rückstände der Paste verschwunden sind.
4. Die oben genannten Arbeitsschritte werden mit der feinen weißen Schleifpaste wiederholt.



4.) Montage des Kugelschreibers

Es wird nun die fertige Kugelschreiberhülse mit den anderen Bauteilen verschraubt. Die Spitze kann auf beiden Seiten aufgeschraubt werden. Je nachdem, auf welcher Seite der Kugelschreiber besser in der Hand liegt.





Schachfiguren dreheln

In diesem Kapitel wird anhand einer Bauernfigur erklärt, wie Schachfiguren an der Drechselbank hergestellt werden können.



von Simon Hofbauer & Pascal Mantler



Sek. 1: ab Klasse 9 unter direkter Aufsicht der Lehrperson, d.h. die Lehrperson muss an der Drechselbank stehen.

Gefährdungsbeurteilung auf Seite 298

Nicht bearbeitet werden darf das Holz der Buche und der Eiche (krebserregend!)



Die Schülerinnen & Schüler planen und fertigen einen Gegenstand, wählen geeignete Werkzeuge für die Arbeitsschritte aus, wählen eine geeignete Oberflächenbehandlung für ihre Produkte aus, setzen sich mit persönlicher Schutzausrüstung auseinander. Dabei soll im Speziellen auf die Werkzeugauswahl und auf potentielle Gefährdungen eingegangen werden.



Die Größe der Figuren muss an die Größe des Schachfeldes angepasst werden. Das Dreheln ist ein aufwendiges Verfahren. Gerade ungeübte Personen müssen genügend Zeit zum Ausprobieren und Üben einplanen. Es muss auch mit Bearbeitungsfehlern gerechnet werden. Eine konstruktive Aufarbeitung und Motivation im Prozess ist deshalb von Vorteil.



Rundhölzer oder Vierkantholz
Geeignete Holzarten für Lernende: einfaserige Harthölzer

z.B. Ahorn, Birnbaum-,
Nussbaum- oder Kirschholz

Schwieriger:
langfaserige Weichhölzer

z.B. Nadelhölzer



Schutzvisier

Verschiedene Drechseisen,
z.B. Schruppröhre, Ellsworthröhre, schmale Formröhre, Ovalmeißel und Abstecher

Abstecher



Messschieber
gespitzter Bleistift
Schleifpapier
(Körnungen 120 - 320)

Melkfett oder Öl zur
Oberflächenbehandlung

Körner
Zentrumsfinder (optional)

Lehrgang/Erklärvideo:

Wie kann eine Schachfigur durch Drechseln hergestellt werden?

Inhalt der schriftlichen Anleitung:

Hilfe durch Schritt für Schritt-Anleitung

Hilfsgerüst durch unterstützende Materialien:

SuS versuchen eigenständig mit einem Arbeitsplan eine Schachfigur zu fertigen

Versprachlichung/Vergleich der durchgeführten Arbeitsschritte:

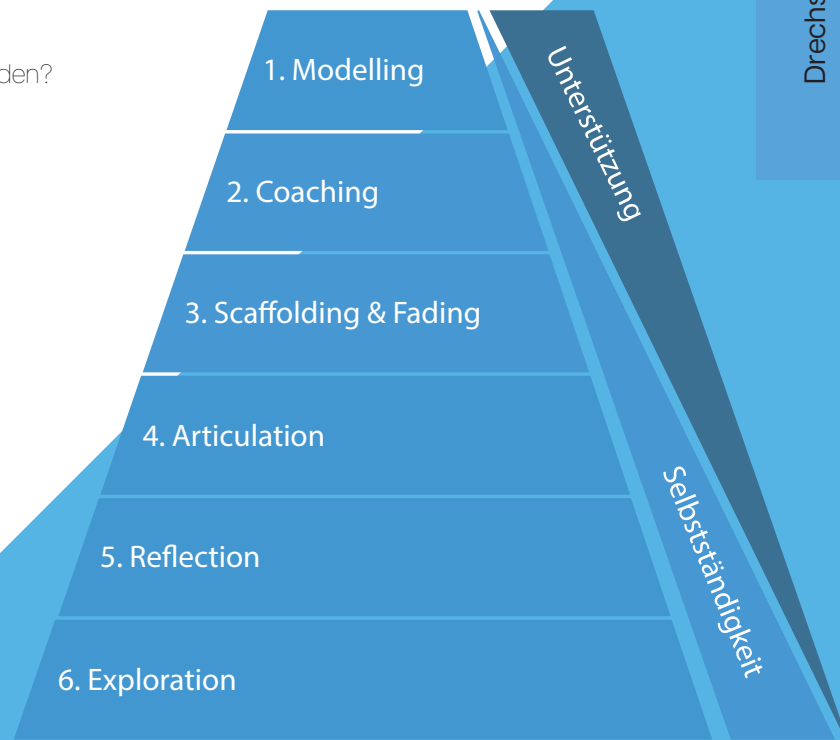
z.B. Anfertigen eines Protokolls

Reflexion des Arbeitsprozesses:

An welcher Stelle im Prozess sind Schwierigkeiten aufgetaucht? Was kann optimiert werden?

Eigenständiges Entwerfen:

übrige Schachfiguren



Differenzierungsmöglichkeiten

Das Herstellen eines Rundholzes aus einem Vierkantholz kann übersprungen werden, indem ein Rundholz mit dem gewünschten Durchmesser verwendet wird.

Die Form der einzelnen Figuren kann je nach Vorwissen, Geschicklichkeit und Kreativität variieren.

1.) Planung der Figuren

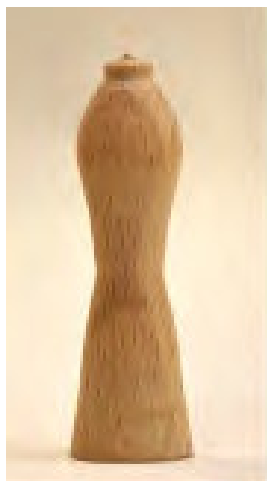
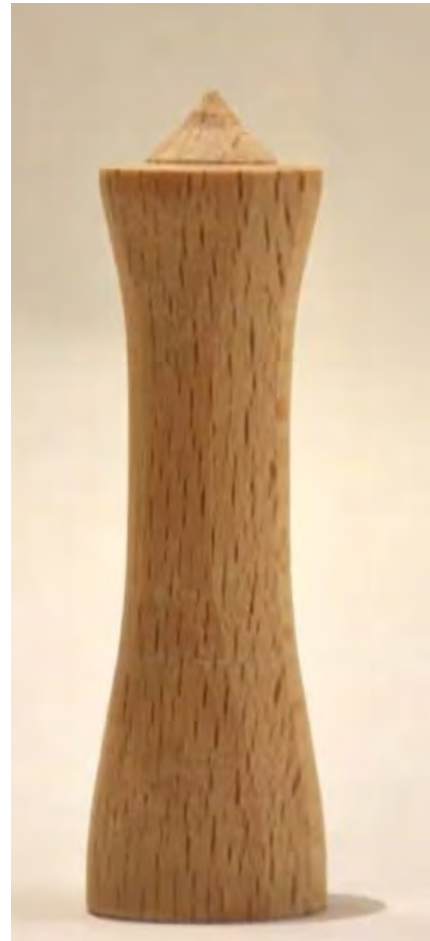
Die Planung der Figuren beginnt immer mit dem König.

Der König sollte etwa drei mal so hoch werden, wie er breit ist.

Es muss darauf geachtet werden, dass die Figur leichter umkippen kann, je höher sie ist.

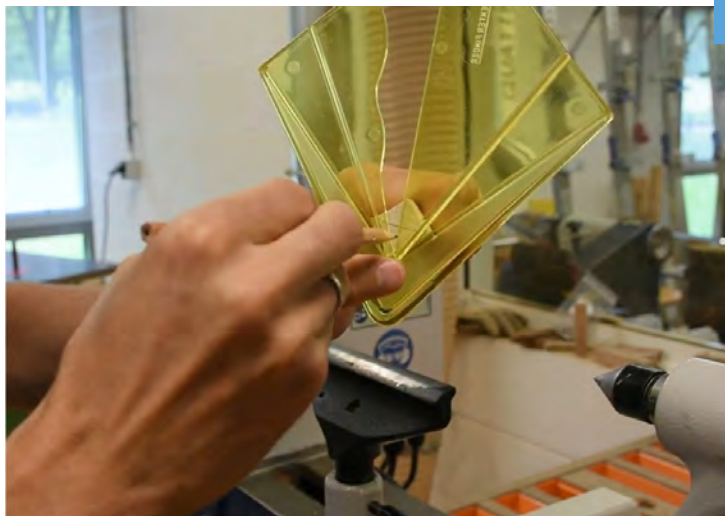
Darauf folgen der Größe nach die Dame, der Läufer, der Turm, der Springer und der Bauer.

Das Aussehen der Figuren kann frei gestaltet werden. Wichtig ist nur, dass man die Figuren gut auseinander halten kann. Die hier abgebildeten Vorlagen sind lediglich Vorschläge, von denen wir denken, dass sie gut erkennbar und trotzdem einfach herzustellen sind.



2.) Vierkantholz anzeichnen und einspannen

Sowohl bei einem Vierkantholz, als auch bei einem Rundstab musst du auf beiden Seiten die Mitte einzeichnen. Ein Zentrumsfinder hilft dir dabei, ist aber nicht unbedingt notwendig.



Anschließend stichst du beide Zentren mit dem Vorstecher vor. Das hilft dir beim Einspannen in die Drechselbank.



Die Mitte der Holzkantel setzt du auf die Zentrierspitze des Mitnehmers, fährst den Reitstock an die Kantel heran und fixierst diesen. Achte auch hier darauf, dass die Zentrierspitze die Mitte der Holzkantel trifft.

Du drehst nun das Handrad am Reitstock mit der mitlaufenden Körnerspitze so lange bis der Vierzack-Mitnehmer 2-3mm tief ins Holz greift. Stelle danach den Spannhebel der Zentrierspitze fest.



3.) Handablage einstellen und Holz runddreheln

Die Handablage soll sich etwas unterhalb der Spindelmitte befinden. Fahre sie möglichst nah an das Werkstück heran, aber drehe die Holzkantel unbedingt zuerst von Hand und teste ob ausreichend Abstand zur Handauflage besteht.



Zum Abrunden der Kante verwendest du am besten zu Beginn die Ellsworthröhre oder, wenn Du etwas mehr Erfahrung hast, auch die Schruppröhre und danach die Ellsworthröhre. Kontrolliere hin und wieder den Durchmesser des Rundholzes mithilfe eines Messschiebers.



4.) Umspannen und Anzeichnen

Verwendest du anstelle einer Holzkantel einen Rundstab, so entfällt dieser Schritt für dich.

Zur weiteren Bearbeitung wird das Werkstück in ein Spannfutter umgespannt.

Zeichne die Größe deiner Schachfigur und markante Stellen mit einem Bleistift an.



5.) Form drehsehn, Abstechn

Mit der Schalenröhre kannst du beginnen die gewünschte Form der Schachfigur zu drehsehn.

Für Details kannst du eine schmale Formröhre verwenden.



Mit einem Abstechner kannst du nun die rechte Seite der Figur abstechn.

Die Spitze arbeitet sich dabei von oben zur Werkstückmitte hin.

Die Fuge soll hierbei deutlich breiter als die Klinge sein, das verhindert das Überhitzen

6.) Schleifen, Oberflächenbehandlung

Mit Schleifpapier beginnst du nun deine Figur zu schleifen. Führe das Schleifpapier dafür von unten an deine Figur heran. Arbeite dich von einer niedrigen Körnung zu einer hohen Körnung vor, beispielsweise 80, 120, 240.

Benutze beim Schleifen unbedingt eine Absaugung!!!

Tipp: Falte dein Schleifpapier, da durch die Reibung Wärme entsteht.

Für die Oberflächenbehandlung kannst du beispielsweise Melkfett verwenden. Nimm dafür etwas auf ein Tuch, etwa erbsengroß, und massiere es in die Figur ein. Mit einem sauberen Tuch kannst du Überstände entfernen. Wenn du Öl verwenden möchtest, musst du das Tuch unbedingt an der frischen Luft trocknen lassen, da es sich ansonsten selbst entzünden könnte.



7.) Abstechn

Mit einem Abstechner kannst du die Figur abstechn.

Die Spitze arbeitet sich dabei von oben zur Werkstückmitte hin.

Die Fuge soll hierbei deutlich breiter als die Klinge sein, das verhindert das Überhitzen.





Schachfiguren sägen

In diesem Kapitel wird erklärt, wie man unter Einsatz von wenigen Handwerkzeugen einen vollständigen Satz einfache Schachfiguren herstellen kann.



von Lorenz Seck & Lucian Munz

Sek. 1: ab Klasse 7

GS und SoPäd: Damefiguren oder Oberflächenbehandlung von vorbereiteten Figuren

Gefährdungsbeurteilung auf Seite 298

Die Schülerinnen & Schüler...

- Planen, konstruieren und fertigen einen vollständigen Satz Schachfiguren
- Wählen und nutzen geeignete Materialien und Werkzeuge und nutzen diese selbstständig und sicher

- Je offensichtlicher sich die Figuren unterscheiden, desto einfacher ist das Spielen
- Die Breite der Figuren muss an die Maße der Spielfelder angepasst werden
- Die Höhe der Figuren muss an die Breite angepasst werden



Holz (Ahorn, Birke, Fichte)
(10-20 mm empfohlen)



Sägelade (empfohlen)
Dekupiersäge (optional)
Laubsäge



Säge (Handsägen)
Feilen (Dreikantfeile, Rundfeile)
Metalllineal
Bleistift
Schleifpapier (120er Körnung)

Lehrgang/Erklärvideo:

Einführung in das Schachspiel

Inhalt der schriftlichen Anleitung:

Hilfe durch Schritt für Schritt-Anleitung

Hilfsgerüst durch unterstützende Materialien:

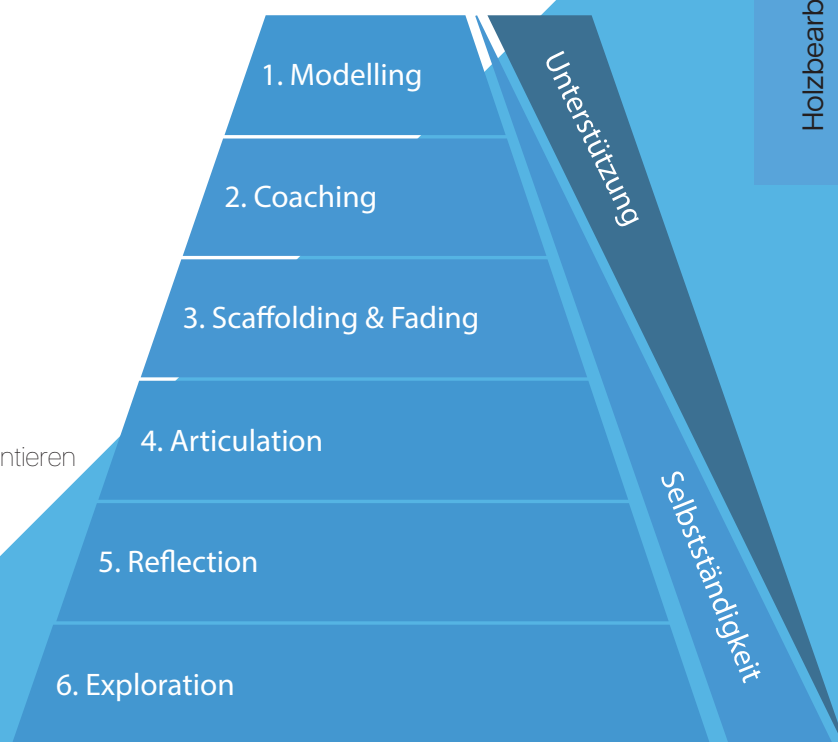
Eigenständiges Arbeiten, z.B. mit Arbeitsplan

Versprachlichung/Vergleich der**durchgeführten Arbeitsschritte:** Arbeitsschritte kommentieren**Reflexion des Arbeitsprozesses:**

Arbeitsschritte reflektieren

Eigenständiges Entwerfen:

z.B.: eigene Figurengestaltung



Differenzierungsmöglichkeiten

- Die Figuren können beliebig gestaltet werden, entsprechend auch vereinfacht oder aufwendiger. Hier kann sich kreativ ausgelebt werden.
- Es können auch einfachere Figuren für ein anderes Spiel hergestellt werden (Damespiel).
- Materialien können unterschiedlich vorbereitet sein.
- Eingrenzen oder Öffnen der möglichen zu verwendenden Materialien.
- Andere Fertigungsverfahren (z.B. additiv).

Je nach Einschätzung oder Lernziel kann man es auf die Fertigung reduzieren und die Vorlagen nutzen, oder man bezieht die Planung und Konstruktion mit ein. Auch als Beispiel für eine Serienfertigung kann das Werkstück herangezogen werden.

1.) Planung und Konstruktion der Figuren

Die Planung der Figuren beginnt immer mit dem König. Wir nehmen an, dass der König zwei bis dreimal so hoch werden soll, wie er breit ist (also bei einem vierkant Holz mit 2 cm Kantenlänge 4-6 cm). Hierbei muss man berücksichtigen, dass die Figuren, je höher sie werden, leichter umkippen können. Eine solche Figur würde beispielsweise auf ein Brett mit Feldern von 3-3,5cm Kantenlänge passen.

Darauf folgen der Größe nach die Dame, der Läufer, der Turm, der Springer und der Bauer.

In unserem Beispiel sind die Bauern als Würfel dargestellt (also 2cm hoch), dementsprechend könnte man bei einem 4cm hohen König die Dame 3,6cm, die Läufer 3,2cm, die Türme 2,8cm und die Springer 2,4cm hoch gestalten. Das sind aber nur Vorschläge. Hier kann man sich gestalterisch ausleben.

Nun kann man sich überlegen, wie man die Figuren gestalten möchte. Auch hierbei kann man sich frei ausleben. Man muss die Figuren lediglich gut auseinander halten können, auch wenn sie einmal verteilt auf dem Spielbrett stehen. Die hier gezeigten Vorlagen sind lediglich Vorschläge von denen wir denken, dass sie gut erkennbar und trotzdem einfach herzustellen sind.



2.) Der Bauer

Der Bauer ist die einfachste Figur und soll hier als Würfel dargestellt werden. Man nehme den quadratischen Holzstab mit 2cm Kantenlänge und markiere mit einem Bleistift und Stahllineal bei einer Länge von 2 cm. In einer Säge-
lade kann das Ganze dann mit einer geeigneten Säge
(wir haben eine Japansäge verwendet) sicher abgesägt
werden. Dieser Prozess wird dann sieben mal wiederholt.



Zwischendurch empfiehlt es sich die bereits hergestellten Figuren gegeneinander abzugleichen, um mögliche Fehler frühzeitig zu entdecken.

Abschließend bricht man noch die Kanten mit einem Schleifpapier und kann, wenn man das möchte, auch die Flächen abschleifen.

3.) Der Springer

Der Springer ist in unserem Beispiel 2,4cm hoch. Um das Arbeiten zu erleichtern, stellt man beide Springer her, während sie noch zusammen hängen. Man markiert also eine Länge von 4,8cm an dem Vierkantholz und sägt es in der Säge-
lade ab. Nun zeichnet man ein, wo die nötigen Schnitte sein sollen. Bei unserem Springer wäre das ein dreieckiger Ausschnitt auf der Vorderseite (Linien a;



schwarz), bestehend aus zwei Schnitten und ein schräger Schnitt auf der Rückseite (Linie b; rot). Für beide Schnitte kann man eine Japansäge verwenden, aber auch eine Dekupiersäge eignet sich, falls vorhanden. Wichtig ist, dass das Werkstück wenn möglich immer eingespannt wird, bevor man von Hand sägt. Da man hier im Zweifel ohne Säge-
lade arbeiten muss, empfiehlt es sich ein Stück Holz als Hilfe zum Ansetzen des Schnittes zu verwenden. Das erhöht die Wahrscheinlichkeit auf einen geraden, also zum Werkstück rechtwinkligen Schnitt, und verringert die Verletzungsgefahr beim Springen des Sägeblattes, da Abstand und ein schützendes Element zwischen die Säge und die Finger gebracht wird. Danach wird die Mitte des Holzes markiert und die beiden Springer mit einer Säge in einer Säge-
lade getrennt. Abschließend bricht man noch die Kanten mit einem Schleifpapier und kann, wenn man das möchte, auch die Flächen abschleifen.

4.) Der Turm

Der Turm ist in unserem Beispiel 2,8 cm hoch. Hier wird also eine Länge von 5,6 cm auf dem Vierkantholz markiert und mit einer Säge in einer Sägelade abgesägt. Nun zeichnet man die nötigen Markierungen ein. Diese sind jeweils auf der Ober- und Unterseite (die kleinsten Flächen unseres Stückes) ein Kreuz (Linien a; schwarz), welches die Flächen jeweils mittig trennt. Diese Markierungen auf der Ober- und Unterseite verbindet man nun auf allen vier großen Außenflächen (Linien b; rot).



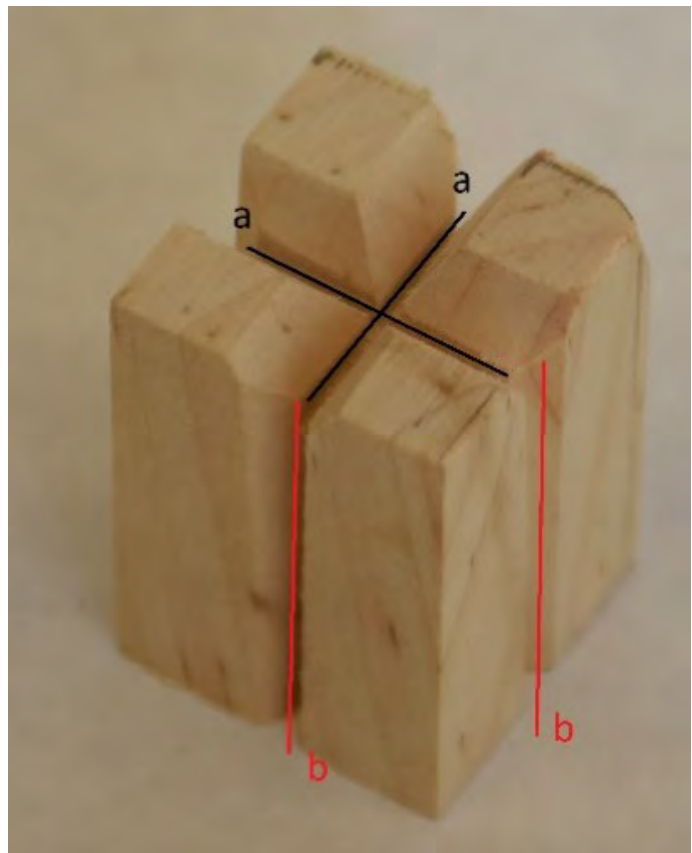
Alle Markierungen sollen nun mit der Feile auf die Wunschtiefe eingekerbt werden.

Wir haben die Erfahrung gemacht, dass es einfacher ist die Feile anzusetzen, wenn man die Markierungen vorher vorsichtig und leicht einsägt. Diese bleibt dann in der Führung durch den Schnitt, und das Ergebnis wird besser. Wenn man sich für das Sägen entscheidet, empfiehlt es sich, wie beim

Springer, ein Stück Holz zum Ansetzen der Säge zur Hilfe zu nehmen. Das verbessert das Ergebnis und schützt die Finger.

Wenn alle Kerben die gewünschte Tiefe haben, wird der Turm mittig markiert und getrennt.

Abschließend bricht man noch die Kanten mit einem Schleifpapier und kann, wenn man das möchte, auch die Flächen abschleifen.



5.) Der Läufer

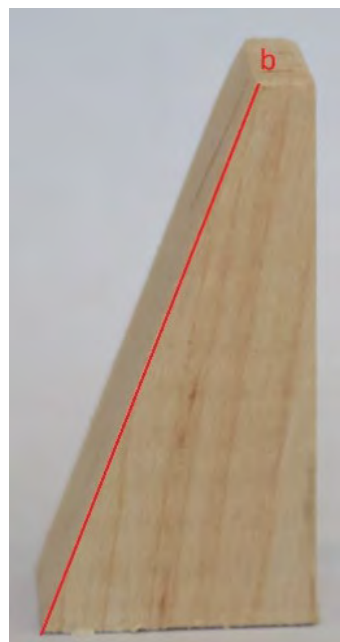
Der Läufer ist in unserem Beispiel 3,2cm hoch. Hier wird also eine Länge von 6,4cm auf dem Vierkantholz markiert und mit einer Säge in einer Sägelade abgesägt. Nun zeichnet man alle nötigen Markierungen ein. Diese sind eine lange schräge Linie, welche sich über die gesamte Figur zieht und auf eine oder beide Seiten eingezeichnet werden muss. Auf der Rückseite erfolgt die Markierung für den Läufer typischen schrägen Schnitt.

Hier ist das Einzeichnen auf der Rückseite wichtig, da die Vorderseite nach dem ersten Schnitt nicht mehr vorhanden ist.

Nun werden die beiden nötigen Schnitte durchgeführt. Wenn eure Sägelade eine geeignete Einstellung hat, oder eine Gehrungssäge vorhanden ist, könnt ihr diese für die großflächigen schrägen Schnitte verwenden. Ansonsten funktioniert es genauso mit einer Japansäge und einem Hilfsholz zur Führung des Sägeblattes. Das Ganze wiederholt man dann für die zweite Figur.

Wenn man zufrieden ist, trennt man die Figuren mittig.

Abschließend bricht man noch die Kanten mit einem Schleifpapier und kann, wenn man das möchte, auch die Flächen abschleifen.



6.) Die Dame

Der Dame ist in unserem Beispiel 3,6 cm hoch. Hier kann nun entweder direkt der König mit angebracht werden, oder man stellt die Figur alleinstehend her. Im ersten Fall würde man eine Länge von 7,6cm markieren und ablängen, im zweiten Fall 3,6 cm.

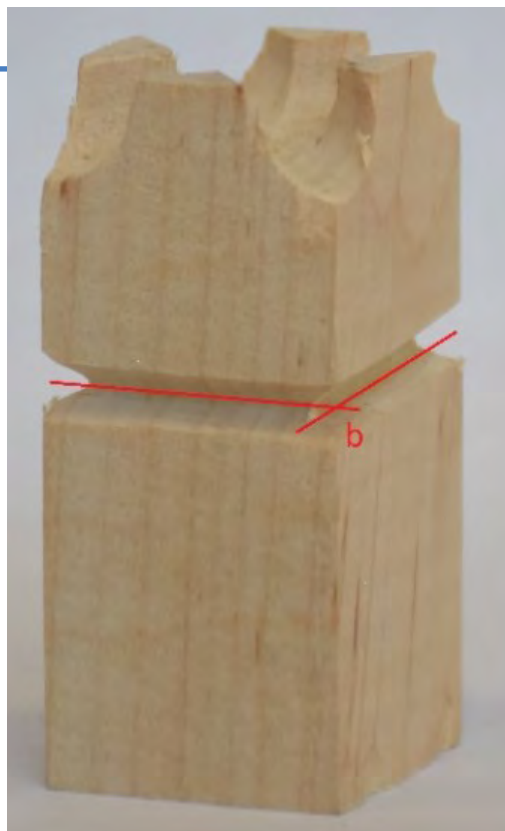
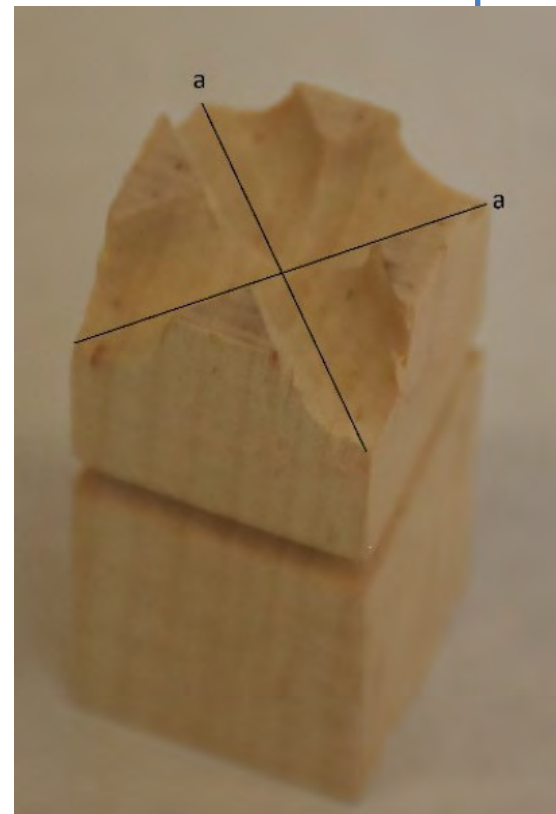
Folgend markiert man die nötigen Schnitte. Zuerst wäre das ein Kreuz auf der Oberseite (diesmal von Ecke zu Ecke, Linien a; schwarz). Als zweites folgt ein „Ring“ um die Figur (Linien b; rot). Hier kann man einen Anschlagwinkel zur Hilfe nehmen oder man misst von der Ober- oder Unterseite immer die selbe Länge auf die Flächen und verbindet die Linien. Das kann etwas Geduld erfordern, bis es gleichmäßig ist.

Die markierten Stellen können nun gefeilt werden, wobei wir auch hier, wie beim Turm empfehlen würden als Führung für die Feilen ein wenig einzusägen.

Das Kreuz auf der Oberseite wird mit einer Rundfeile gefeilt, der „Ring“ mit einer Dreikantfeile.

Falls man Dame und König zusammenhängend hergestellt hat, springt man nun zur Herstellung des Königs.

Abschließend bricht man noch die Kanten mit einem Schleifpapier und kann, wenn man das möchte, auch die Flächen abschleifen.



7.) Der König

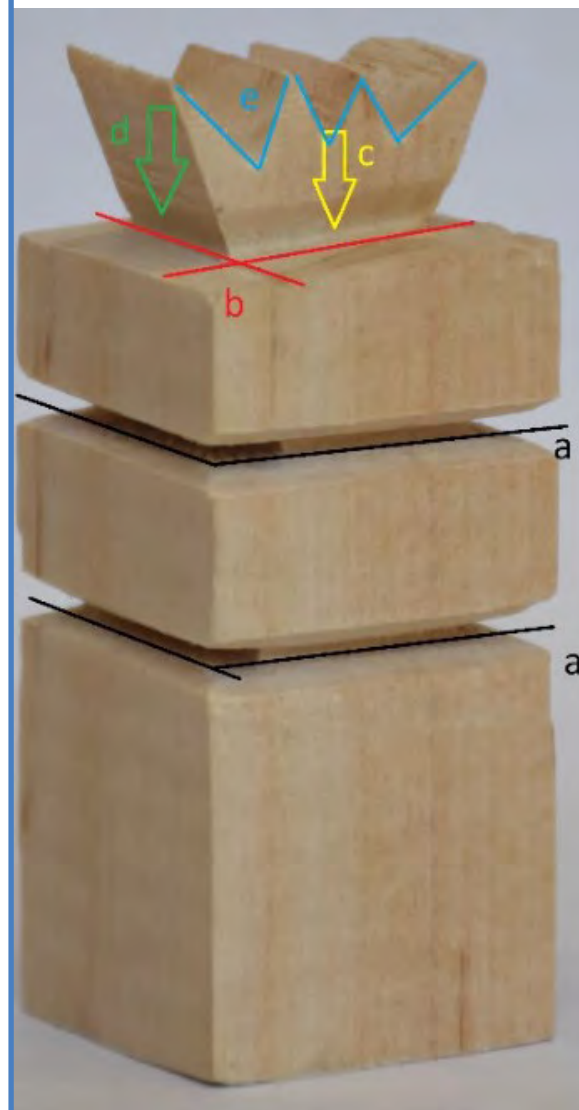
Der König ist in unserem Beispiel 4cm hoch. Entweder man springt von der Herstellung der Dame zum König oder man stellt ihn allein stehend her, wofür man dann ein 4 cm langes Stück Vierkantholz markiert und ablängt.

Hier werden nun drei „Ringe“, wie bei der Dame erklärt, eingezeichnet. Wichtig ist, dass der obere „Ring“ (Linien b; rot) ca. 1cm von der Oberkante entfernt ist (für die Krone). Dieser „Ring“ muss auf allen Seiten eingesägt werden (ca. 2-3 mm tief). Dann wird auf der Vorder- und Rückseite senkrecht von der Oberseite eingesägt (Linie c; gelb), dass sich die Schnitte treffen und die Stücke entfernt werden können. Auf der rechten und linken Seite werden nun Schnitte von der Oberseite gesetzt, die auch auf die seitlich gesetzten Schnitte treffen, diesmal aber nicht senkrecht, sondern schräg von außen nach innen, dass sich die Kronenform ergibt (Linie d; grün). Diese Schritte kann man mit einer Japansäge durchführen, es ist aber einfacher mit einer Dekupiersäge (oder einer Laubsäge, falls verfügbar).

Die Zacken der Krone (Linien 3; blau) können entweder direkt gefeilt (Vorsicht, wenig Material und somit wenig Stabilität) oder angesägt werden. Hierbei empfiehlt sich eine sehr feine Japansäge, eine Dekupiersäge oder eine Laubsäge.

Die markierten Stellen können nun gefeilt werden. Wie beim Turm empfehlen wir auch hier als Führung für die Feile die markierte Stelle einzusägen. Die „Ringe“ werden mit einer Dreikantfeile gefeilt. Falls man Dame und König zusammenhängend hergestellt hat, trennt man die beiden nun (nicht mittig).

Abschließend bricht man noch die Kanten mit einem Schleifpapier und kann, wenn man das möchte, auch die Flächen abschleifen.





Schachfeld

In diesem Kapitel wird erklärt, wie man ein Schachfeld aus Leder herstellt und wie man mit den dazu benötigten Werkzeugen sachgemäß umgeht.



von Sandra Stähle & Felix Müller

Sek. 1: ab Klasse 5

GS und SoPäd: Keine Arbeit mit dem LötKolben

Gefährdungsbeurteilung auf Seite 299

Die Schülerinnen & Schüler können ...

- ein technisches Artefakt planen, konstruieren, herstellen & nutzen
- mit verschiedenen Werkzeugen und Materialien arbeiten

- Reifliche Vorüberlegungen treffen
- Beize erst auf einem Probestück auftragen, um Wirkung der Farbe besser beurteilen zu können
- Figuren den Fähigkeiten und des verfügbaren Zeitrahmens entsprechend gestalten

Leder:
Echtes oder Kunstleder

Holz
Karton

Teppichbodenmesser/Schere

Flacher Winkel, (Stahl-)Lineal

Löt-/Brandmalkolben
Führungsschiene der Wahl

Schlagzahlen

Beize oder Wassermalfarben

Pinsel

Bleistift
zum Vorzeichnen der Felder

Spitzer

Feuchttuch
zum Säubern des LötKolbens

Lehrgang/Erklärvideo:

Wie fertigt man ein Schachfeld aus Leder?

Individuelle Beratung und Tipps zur Fertigung:

Schritt-für-Schritt-Anleitung

Hilfsgerüst durch unterstützende Materialien:

selbständige Fertigung mit Arbeitsplan

Versprachlichung/Vergleich der

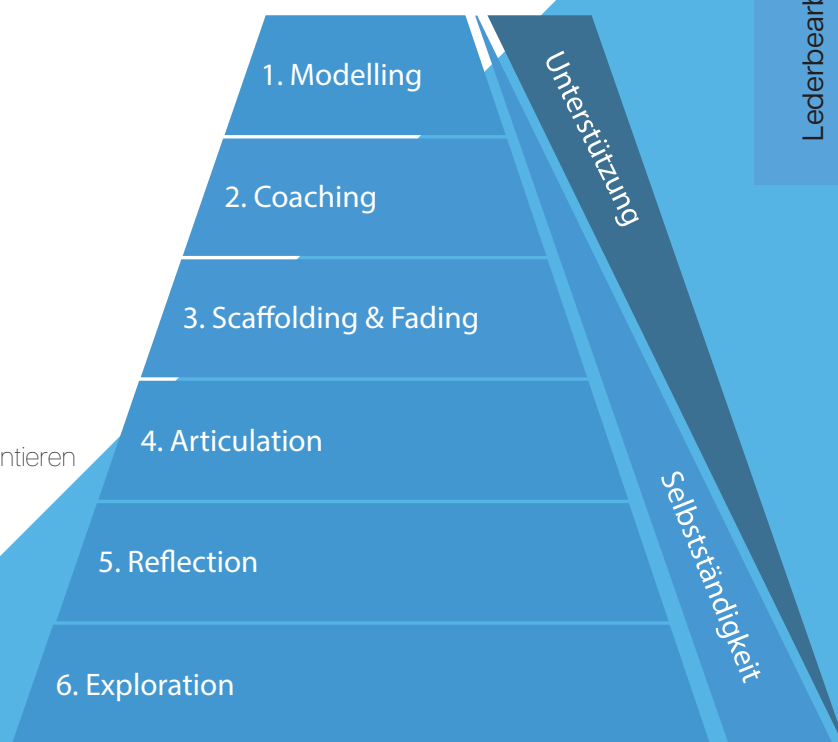
durchgeführten Arbeitsschritte: Arbeitsschritte kommentieren

Reflexion des Arbeitsprozesses:

Arbeitsschritte reflektieren

Eigenständiges Entwerfen:

Andere Spielfelder entwerfen



Differenzierungsmöglichkeiten

- Kunstleder statt echtem Leder verwenden (wenn der LötKolben nicht benutzt werden soll, kann man hier Stifte zum Anzeichnen der Felder verwenden)
- Statt Leder Holz oder Karton als Spielfeld verwenden
- Leder mit der Schere statt mit dem Teppichbodenmesser zuschneiden
- Felderfarbe nicht mit Beize, sondern mit anderen Farben behandeln
- Felder nicht "anmalen", sondern mit dem LötKolben in gewünschtem Stil branden

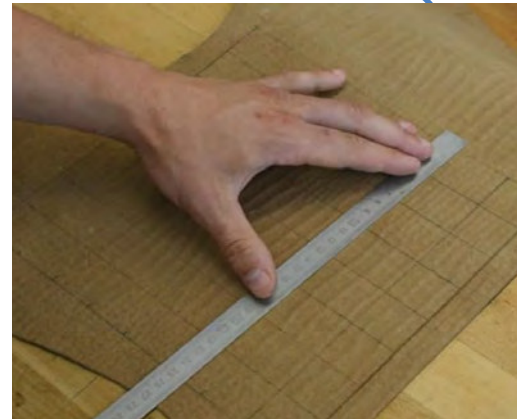
1.) Auswählen des Leders

- Hat man sich das Ziel und die dazugehörigen Arbeitsschritte überlegt, muss zuerst das entsprechende Leder ausgewählt werden
 - Kunstleder nur, wenn kein LötKolben verwendet wird
 - Echtes Leder in verschiedenen Mustern und Stärken erhältlich
- Werkzeuge bereitlegen
- Ist dies geschehen, kann man der gewünschten Spielfeldgröße mittels Winkel, (Stahl-)Lineal und Bleistift zuerst den Rahmen einzeichnen
- Der Bleistift muss auf dem Leder gut erkennbar sein
- Anschließend werden in gewünschtem Abstand die inneren Linien gezogen



2.) Vorzeichnen des Feldes

- Werkzeuge bereitlegen
- Den Rahmen der gewünschten Spielfeldgröße mittels Winkel, (Stahl-)Lineal und Bleistift einzeichnen
- Der Bleistift muss auf dem Leder gut erkennbar sein, ggf. mehrmals nachfahren
- In gewünschtem Abstand die inneren Linien ziehen



3.) Grobes Zuschneiden des Feldes

Mit dem Teppichbodenmesser kann, falls noch nicht geschehen, das Feld grob zugeschnitten werden, um im Anschluss eine einfachere Bearbeitung des Spielfeldes zu ermöglichen



Achtung: Hier muss möglicherweise eine Unterlage verwendet werden. Alternativ kann (bei geeignetem Leder) hier eine Schere verwendet werden.

4.) Linien einbrennen (Branding)

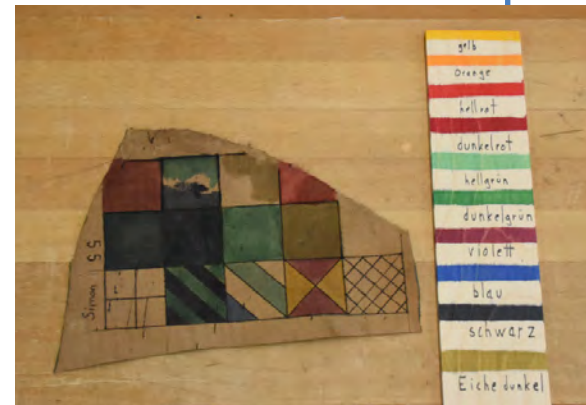
- Löt-/Brandmalkolben in Steckdose stecken, an geeignetem Ort ablegen und erhitzen lassen.
- Mit der heißen LötKolbenspitze und einer wenig bis gar nicht erhitzbaren Führungsschiene können nun die vorgezeichneten Linien nachgezogen werden.
- Langsame und gleichmäßige Bewegungen
- Die Spitze des LötKolbens nach ein paar Linien (mit einem feuchten Tuch oder Lappen) reinigen.



5.) Felder bemalen (Beizen)

- Zuerst wird aus mehreren Beize-Farben eine Auswahl getroffen.
- Zum Malen werden Pinsel benötigt, die keine Fasern hinterlassen.
=> ein Pinsel wird bereitgelegt.

Wichtig! Beim Malen mit der Beize immer in der Mitte des Feldes beginnen, da die Beize selbstständig verläuft und bei einem anderen Startpunkt über die eingebrannten Linien (Fließgrenzen) hinauslaufen könnte und so Felder gefärbt würden, die nicht gefärbt werden sollten.



6.) Schlagzahlen

- Um das Schachfeld fertigzustellen, sollen noch Schlagzahlen hinzugefügt werden.
- Dazu werden die Schlagzahlensets der Buchstaben und Zahlen benötigt.
- Die Schlagzahl wird an der gewünschten Stelle platziert.
=> Einmal kräftig mit dem Hammer auf die Schlagzahl schlagen.
(damit die Zahl besser ersichtlich wird, kann eine Stahlunterlage verwendet werden)
- (Zusätzliches Einbrennen der Zahlen/Buchstaben mit dem LötKolben, um diese optisch besser hervorzuheben).





Ledertasche



In diesem Kapitel wird erklärt, wie man mit Hilfe einfachster Werkzeuge aus dem schulischen Technikraum und einem Stück Leder eine kleine Tasche herstellen kann.

Wilhelm Beim & Luis Theilacker



Sek. 1: ab Klasse 7

Gefährdungsbeurteilung auf Seite 298



Die Schülerinnen & Schüler...

- lernen den Umgang mit verschiedensten technischen Werkzeugen
- lernen den neuen Werkstoff „Leder“ kennen
- lernen den Fertigungsprozess einer Ledertasche kennen



- Konzentriertes Arbeiten hilft dabei kleinere Fehler mit großem Arbeitsaufwand zu vermeiden oder Material zu verschwenden.
- Die Tasche ist ohne jegliche Verzierung gefertigt. Das lässt Spielraum für individuelle Gestaltung.



- Echtes Leder, ca. 2-3mm Dicke (im Begleitvideo Rinds-paltleder)
- Kunstleder strukturerhaltend
- Schlagnieten
- runde Lederriemen mit einer Stärke von ca. 2mm



- Lochzange



- Feuerzeug
- Cuttermesser/Teppichmesser
- Bleischere
- Schleifpapier 80-400 Körnung
- Maßstab & Maßband
- Winkel
- Hammer
- Klammern
- Kugelschreiber
- Metallunterlage
- Holzunterlage

Lehrgang/Erklärvideo

Wie kann man eine Ledertasche fertigen?

Individuelle Beratung und Tipps:

Hilfe durch Schritt für Schritt-Anleitung

Hilfsgerüst durch unterstützende Materialien:

SuS versuchen eine Ledertasche eigenständig anzufertigen

Versprachlichung/Vergleich der durchgeführten Arbeitsschritte:

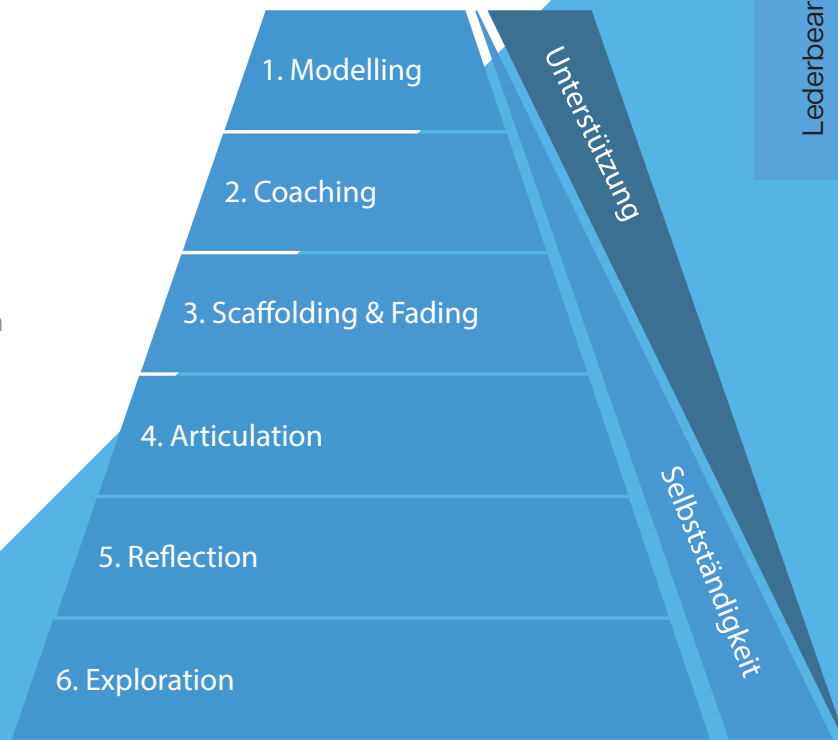
z.B. in Form eines Protokolls

Reflexion des Arbeitsprozesses:

Was kann optimiert werden? Wie kann ich die Tasche nach meinen Wünschen noch gestalten?

Eigenständiges Entwerfen:

Eine Tasche nach eigenen Ideen und Vorstellungen anfertigen



Differenzierungsmöglichkeiten

Mit Innentasche:

Die Tasche kann als Ergänzung noch mit einer Innentasche versehen werden. Dies muss aber vor dem Binden der Tasche entschieden werden, da sich dadurch die Reihenfolge beim Binden ändert.

Hierzu kann man den ausführlichen Erklärfilm von Dictum als Hilfestellung nehmen.

Vorbereiten der Innentasche: 13:25 – 13:56 & 19:18 – 20:36

Binden der Tasche mit Innentasche: 48:05 – 50:35

Arten des Taschenverschlusses:

Gürtelverschluss

Hierzu müssen zwei weitere kurze Lederbänder gefertigt werden. Die Breite orientiert sich dabei an den Gürtelschnallen, die verwendet werden sollen. Man befestigt die Lederbänder dann ähnlich wie bei den Magneten an den passenden Stellen und versieht das obere mit der Gürtelschnalle und stanzt in das untere passende Löcher zum Verschließen ein.

Verschluss nach Dictum

Dieser Verschluss wird rein aus Leder gefertigt und benötigt viel Präzision. Dieser kann mit Hilfe des ausführlichen Erklärfilms (57:49 – 67:18) gefertigt werden.

1.) Taschenteile aufzeichnen und ausschneiden

Dieser Schritt erfolgt mit Hilfe der Schablone von Dictum „Jagdtasche komplett aus Leder“

Hinterseite der Tasche

Die gitarrenförmige Schablone wird im Ganzen auf das Leder gelegt und mit einem Kugelschreiber die Ränder nachgefahren.

Danach wird der obere Teil, welcher am Ende die Tasche schließt, an der Schnittlinie abgeschnitten.

Dies ist dann die Schablone für die Vorderseite der Tasche.

Vorderseite der Tasche

Auch diese wird mit dem Kugelschreiber auf dem Leder nachgefahren.

Unterseite der Tasche

Als dritter und letzter Schritt in der Vorbereitung wird das Unterteil aufgezeichnet. Hierbei ist es wichtig, dass man beim zweiten Mal aufzeichnen das Ende bündig zum ersten Teil anlegt, da dies im Ganzen der Unterboden werden soll.

Nun wird alles z.B. mit Hilfe einer Bleischere ausgeschnitten.

Abschließend kann man nun auch noch die Kanten des ausgefranstes Leders säubern, indem man diese mit einem Feuerzeug wegbrennt und anschließend mit dem Finger durch darüberstreichen entfernt.



2.) Löcher stanzen

Man nimmt hier auch wieder die Schablone zu Hilfe. Dort sieht man die benötigten Löcher, die man auszustanzen hat.

Man legt die Schablone wieder passgenau auf die ausgeschnittenen Lederteile und klemmt sie mit kleinen Klemmen fest, um diese vor Verrutschen zu festigen.

Nun stantzt man mit Hilfe einer Lochzange die auf der Schablone aufgezeichneten Löcher aus.

Die Laschen, welche später zur Befestigung des Schulterriemens dienen, werden unter Benutzung

eines Cuttermessers vorsichtig ausgeschnitten. Dabei ist unbedingt darauf zu achten, dass die Finger nie in der Schnittlinie liegen.

Man sollte hier sehr genau arbeiten, da die Löcher später Grundlage zum Binden der Tasche sind.



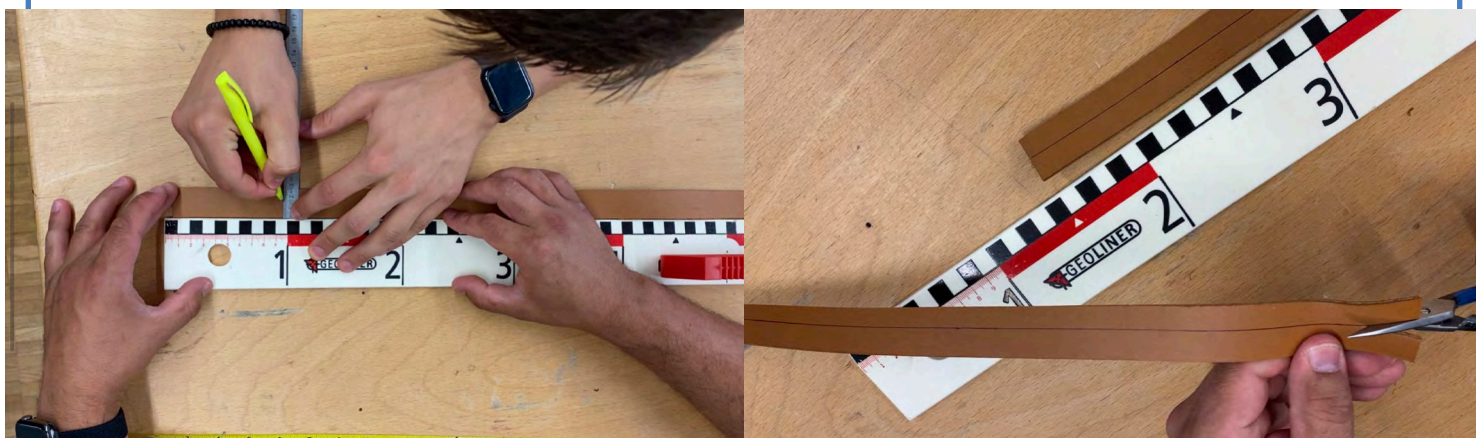
3.) Schulterriemen herstellen

Hierzu kann man entweder einen vorgefertigten Riemen mit einer Breite von 14mm und einer individuell angepassten Länge verwenden.

ODER

Aus dem großen Lederstück einen Schulterriemen herstellen. Dieser sollte im Gesamten eine Länge zwischen 160-200cm, je nach gewünschter Größe haben. Da dies mit einem einzelnen Stück Leder schwierig zu realisieren ist, teilt man die Länge auf zwei einzelne Riemen mit ca. 80-100cm auf.

Man markiert nun eine Breite von 18mm mit einem Kugelschreiber auf dem Leder und schneidet dies mit Hilfe einer Bleischere auf. Das wird für den zweiten Riemen noch einmal wiederholt.



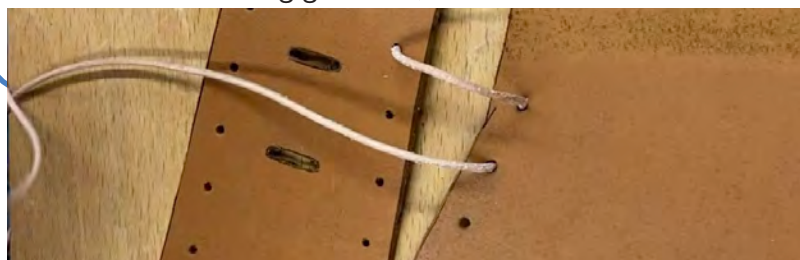
4.) Zusammenbinden der Tasche

Lege die Hinterseite der Tasche mit ihrer äußeren Seite auf den Tisch. Nun wird die Unterseite der Tasche mit ihrer inneren Seite auf die Hinterseite gelegt.

Man nimmt nun das Lederband und fädelt es durch das erste Loch der Unterseite. Wichtig hierbei ist, dass man von der äußeren Seite anfängt.

Als nächstes fädelt man das Lederband durch das erste Loch der „Hinterseite der Tasche“ und zwar als Erstes durch die innere Seite.

Nun bleibt man bei der „Hinterseite der Tasche“ und wiederholt den Prozess. Dies wird so lang gemacht, bis alle Löcher verbunden sind.



Nun wird der Schulterriemen in die Tasche gefädelt. Dafür sind die länglichen Löcher an der „Unterseite der Tasche“ vorgesehen.

Man fädelt den Riemen als Erstes von außen durch das erste Loch und fädelt es dann von innen durch das zweite Loch. Das macht man bis zum letzten Loch.



Nun müssen die zwei einzelnen Riemen noch zusammengefügt werden. Dies wird mit Hilfe von zwei Schlagnieten erledigt.

Man stanzt dazu an beiden Enden beider Riemen jeweils zwei Löcher im gleichen Abstand aus und steckt die beiden Nieten zusammen, bevor man sie auf einer harten Unterlage mit dem Hammer festklopft.



5.) Taschenverschluss festlegen und montieren

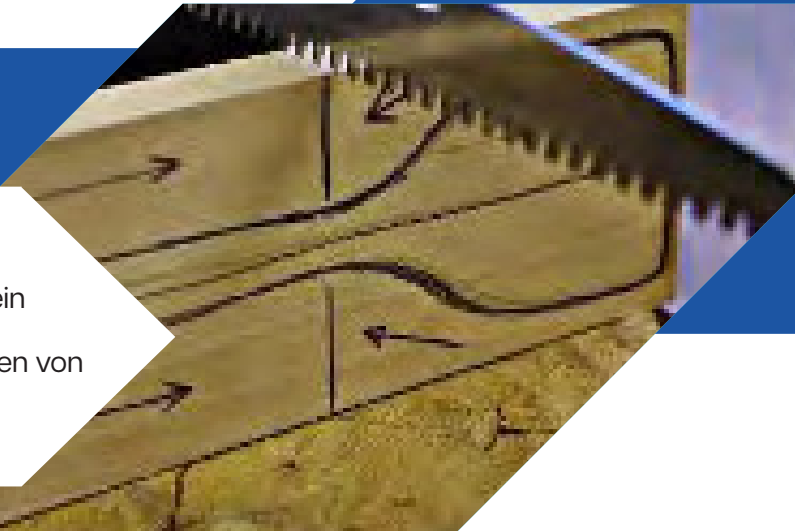
Der Verschluss der Tasche kann z.B. mit einem Magneten realisiert werden. Man bringt dazu einen Magneten an die Vorderseite der Tasche mit Zweikomponentenkleber an. Der zweite Magnet wird am „Deckel“ der Tasche auf die gleiche Weise angebracht. Man sollte die Magnete hier bis zum Austrocknen des Klebers mit zwei Klammern fixieren.





Pfannenwender schnitzen

Schnitzen und Oberfläche gestalten: Ein Pfannenwender ist ein Küchenwerkzeug, das zum Wenden von Gargut in der Pfanne benutzt wird



von Felix Hieber mit Madeleine Bühler, Luca Blasczyk & Fabian Müller

Sek. 1: ab Klasse 5

GS und SoPäd: Differenziert mit vorbereitetem Rohling

Gefährdungsbeurteilung auf Seite 301

Die Schülerinnen & Schüler...

- entwerfen einen Pfannenwender und bearbeiten diesen fachgerecht
- realisieren ein Verfahren zur Oberflächenbehandlung
- nutzen verschiedene Schnitztechniken

- Rohling vor Bearbeitung mindestens einen Tag in Wasser einlegen. Dies vereinfacht das Abtragen von größeren Materialmengen
- Werkstück vor Feinarbeiten trocknen, dies gibt eine glattere Oberfläche

Gewässertes Weichholz
z.B. Birke oder Linde.

- Beil
- Verschiedene Schnitzmesser
- Hohleisen oder Schnitzseisen

- Säge
- Schleifpapier
- Ofen

Lehrgang/Erklärvideo

Wie kann man einen Pfannenwender anfertigen?

Individuelle Beratung und Tipps:

Hilfe durch Schritt-für-Schritt-Anleitung

Hilfsgerüst durch unterstützende Materialien:

Eigenständige Arbeit durch Arbeitsplan

Versprachlichung/Vergleich der

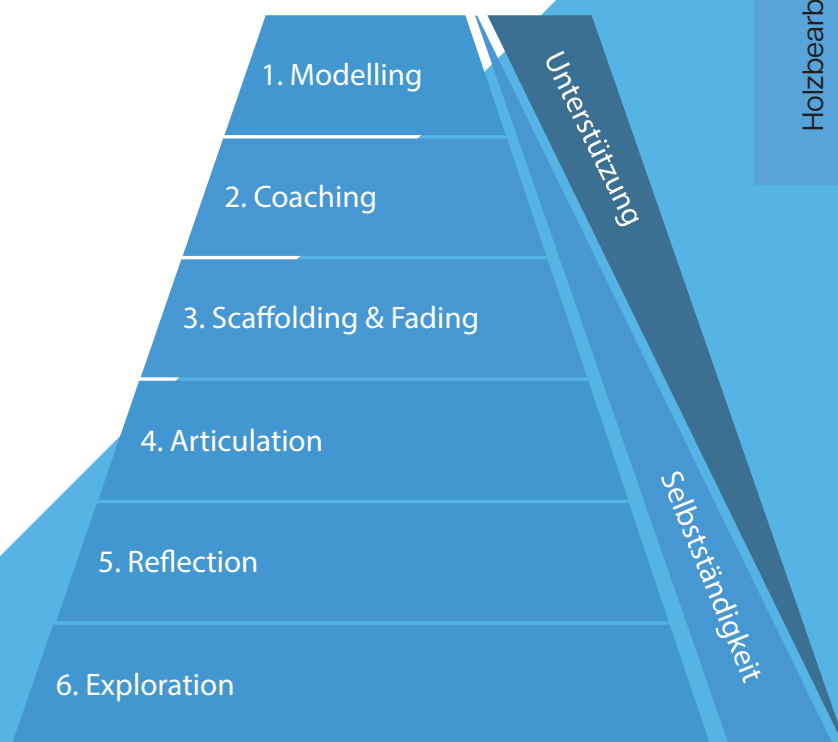
durchgeführten Arbeitsschritte: z.B. Portfolio

Reflexion des Arbeitsprozesses:

Was kann besser gemacht werden?

Eigenständiges Entwerfen:

Neues Werkstück wie z.B. Löffel



Differenzierungsmöglichkeiten

Viele Einzelschritte sind erforderlich, teilweise auch mit speziellen Werkzeugen (s. o.) oder neuen Arbeitsverfahren. Je nach Alter und Kenntnisstand lassen sich einfache bis anspruchsvolle Pfannenwender herstellen.

Rohling: Es wird empfohlen, den Rohling zu wässern, d. h. in Wasser zu legen (Eimer oder ähnliches Becken; ca. 1-2 Tage vor der Bearbeitung), um das Holz später leichter bearbeiten zu können. Je nach Kenntnisstand der Schüler und Schülerinnen ist es sinnvoll, verschiedene Rohlinge anzubieten. Wird der Rohling an einer Bandsäge von der Lehrkraft vorgesägt, muss dieser nicht mehr mit dem Beil bearbeitet werden. Gestaltung der Form: Es können unterschiedliche Formen gewählt werden. Je dünner der Querschnitt des Rohlings, desto einfacher ist später die Bearbeitung. Bei einem flachen Pfannenwender entfallen ebenfalls mehrere Arbeitsschritte, wie das Aushöhlen der Schaufel.

Tipp:

Vergleichsweise weiche Hölzer sind für Anfänger*innen gut geeignet, da sie sich relativ leicht in die gewünschte Form bringen lassen. Zusätzlich ist es vorteilhaft, wenn das Holz eine gleichmäßige Maserung und wenig oder gar keine Astlöcher hat.

1.) Werkstück anzeichnen/ Grobe Form des Werkstücks mit dem Beil bearbeiten

Zuerst werden die Grundrisse des Pfannenwenders auf das Stück Holz gezeichnet. Dies kann frei Hand oder mittels einer Schablone geschehen.

Anschließend wird die grobe Form des Werkstücks mit einem Beil bearbeitet.

Zur Arbeitserleichterung wird mit der Säge eine Kerbe in das Holz gesägt. Das Material kann nun von dem Werkstück abgespalten werden.



2.) Feinere Ausarbeitung des Werkstücks/ Schnitztechniken

Um nun das Werkstück präziser bearbeiten zu können, werden verschiedene Schnitztechniken benötigt, die im folgenden Abschnitt vorgestellt werden.

Klassische Schnitztechnik

Die bekannteste Schnitztechnik zuerst: Hierbei hält man das Werkzeug vom Körper weg und schnitzt entlang der Maserung des Werkzeugs. Wichtig ist hierbei zur Sicherheit das Werkstück zu stützen, z. B. auf dem Oberschenkel, um ein sicheres Führen des Messers zu gewährleisten.



Kartoffelschältechnik

Die Kartoffelschältechnik eignet sich gut für Kanten oder Stellen, an denen man nicht mit der Maserung des Holzes schnitzen kann.

Das Messer wird in die Handinnenfläche gelegt und durch Schließen der Hand wird Druck auf das Messer gegeben.

Durch den geringen Abtrag kann man genau arbeiten.



Zugmesser

Bei dieser Schnitztechnik wird das Werkstück gegen die Brust gedrückt. Beim Schnitzen wird das Messer zum Körper geführt.

Wichtig ist, das Messer so zu führen, dass der Handballen zwischen Körper und Messer geführt wird, um eine Verletzung beim Abrutschen zu vermeiden. Ein Brustschutz wird empfohlen, um das Werkstück möglichst fest an den eigenen Körper drücken zu können und Schnittverletzungen zu vermeiden.

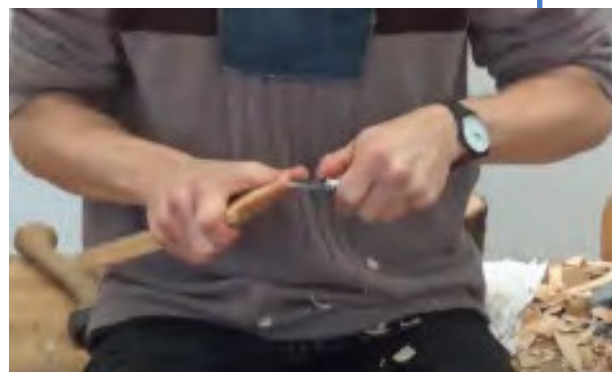


Daumenführung

Die Schnitztechnik ist variabel einsetzbar und somit für mehrere Stellen des Werkstücks geeignet. Sie ist auch für

Kurven und Rundungen, bei denen weniger Material abgenommen wird, geeignet. Die Schnitztechnik hinterlässt durch das wenige Abnehmen eine sehr glatte Oberfläche

und kann somit auch für die Endbearbeitung des Werkstücks eingesetzt werden. Die Kraft wird hierbei vom Daumen der anderen Hand auf das Messer übertragen. Der richtige Winkel zwischen Messer und Werkstück sollte beachtet werden, um eine flache Oberfläche zu erhalten.



Aushöhlen

Mit den Hohleisen werden Auskerbungen im Werkstück vorgenommen. Hierzu kann das Werkstück auf der Werkbank eingespannt werden, um sicher Material mit dem Hohleisen zu entnehmen. Man sollte darauf achten mit beiden Händen am Griff vom Körper weg zu schnitzen, um Schnittverletzungen zu vermeiden.



Mit einem Löffelmesser kann geschnitzt werden, ohne das Werkstück in die Werkbank einzuspannen. Ähnlich wie bei der Kartoffelschältechnik wird hier das Messer zu sich gezogen („Schaufelbewegung“ zum Daumen hin).



3.) Oberflächenbehandlung

Die Oberfläche eines geschnitzten Werkstücks ist sehr markant und macht die Wirkung des Werkstückes aus. Deshalb ist es ratsam, die Oberfläche des Werkstücks nicht vollständig zu überarbeiten. Es können jedoch Schnitzfehler ausgearbeitet werden. Dies kann mit Schleifpapier erfolgen (80er, 120er, 180er, 240er und evtl. noch 320er Körnung).

Des Weiteren ist zu empfehlen, das trockene Werkstück abschließend zu ölen. Hierzu eignen sich besonders Nussöle (da diese aushärten) wie Leinöl, Walnussöl, Tungöl oder andere naturbasierte Öle, die zur Oberflächenbehandlung von Holz geeignet sind.

Es besteht die optionale Möglichkeit, das Werkstück vor dem Ölen zu backen. Hierbei wird der Pfannenwender bei ca. 180°C Ober-/Unterhitze für 10-15 Minuten in den Backofen gegeben. Hierbei verändern sich die Härte (durch zusätzliche Trocknung) und die Farbe des Werkstückes. Anschließend wird das Werkstück geölt.

4. Schärfen der Werkzeuge

Da die Schärfe des Schnitzmessers maßgeblich zur Oberflächenqualität des Werkstückes beiträgt, ist es wichtig, die Werkzeuge in einem scharfen Zustand zu halten. Die Messer lassen sich mit normalen Nassschleifpapier oder Wasserschleifsteinen schleifen. Dies bietet sich vor allem in der Schule an, da die Kosten gering sind und die Verletzungswahrscheinlichkeit gegenüber herkömmlichen, elektrisch betriebenen Schleifmaschinen gering ist. Hierbei ist es wichtig, den richtigen Schleifwinkel des Messers zu erkennen und darauf zu achten, dass der Grat an der Schneide des Messers weggeschliffen wird.



Einfacher Hocker

In diesem Kapitel wird erklärt, wie man einen Sitzhocker herstellt.

Die Schülerinnen und Schüler können dabei typische Holzbearbeitungsverfahren für den Möbelbau anwenden.



von Felix Grampp, Andreas Heitzmann & Moritz Ocker



Sek. 1: ab Klasse 7

Gefährdungsbeurteilung auf Seite 303



Die Schülerinnen & Schüler...

- sammeln Erfahrungen mit dem Werkstoff Holz.
- stellen ein Möbelstück anhand einer Fertigungsanleitung her.
- nutzen unterschiedliche Holzbearbeitungsverfahren



Bereits besäumte Bretter für die Herstellung verwenden.

Je nach Kenntnisstand und Klassenstufe kann das Werkstück in Einzelarbeit oder in Kleingruppen realisiert werden.



- Besäumte Fichtenholzbretter (Sitzbrett und Seitenbretter)
- Vierkantholz (Querholm)
- Rundholz
- Holzdübel
- Holzleim
- 2 Holzschrauben
- Leinölfirnis



- Ständerbohrmaschine
- Langlochbohrmaschine / Handbohrmaschine
- Werkzeuge und Hilfsmittel zur Oberflächenbehandlung



- Fuchsschwanz / Japansäge
- Gliedermaßstab
- Bleistift
- Anschlagwinkel
- Holzfeile
- Schraubzwinge
- Schraubendreher / Akkubohrschrauber
- Holzbohrer
- Schleifpapier / Schleifkork

Lehrgang/Erklärvideo:

Wie kann man einen Sitzhocker anfertigen?

Individuelle Beratung und Tipps: Hilfe durch Schritt-für-Schritt Anleitungen zu den einzelnen Herstellungsverfahren und dem Umgang mit den Werkzeugen.

Hilfsgerüst durch unterstützende Materialien:

SuS fertigen eigenständig ihren Sitzhocker, bei Schwierigkeiten unterstützt die Lehrperson.

Versprachlichung/Vergleich der

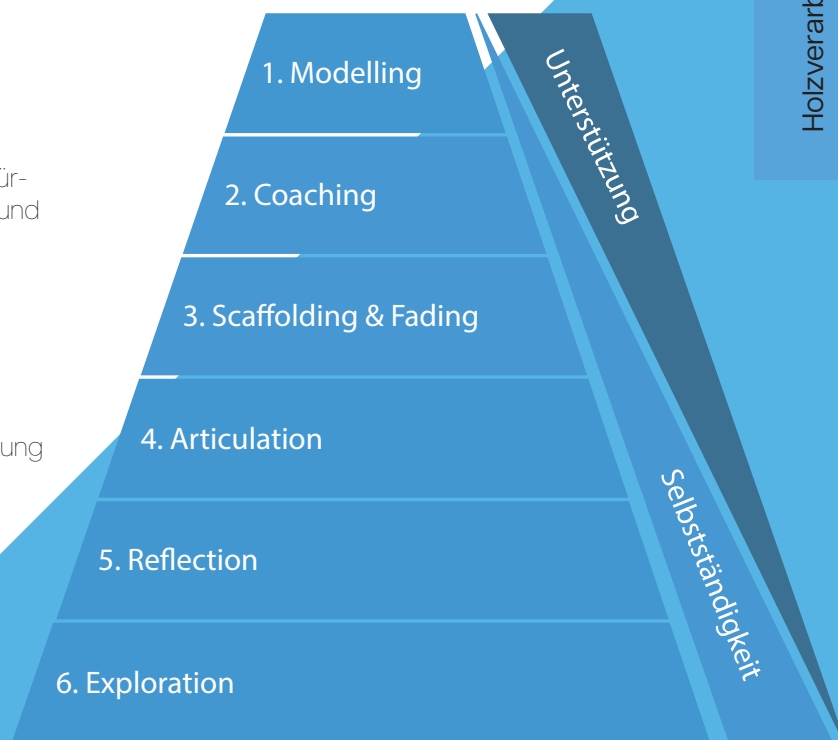
durchgeführten Arbeitsschritte: Evtl. durch eine Vorstellung der individuellen Besonderheiten und Vorgehensweisen.

Reflexion des Arbeitsprozesses:

Wo gab es Probleme? Was kann optimiert werden?

Eigenständiges Entwerfen:

eines neuen Werkstücks z.B. einen Couchtisch oder einen Liegestuhl.



Differenzierungsmöglichkeiten

Es sind viele Einzelschritte erforderlich, teilweise auch mit speziellen Werkzeugen oder komplexen Arbeitsverfahren. Je nach Alter und Kenntnisstand können die Schülerinnen und Schüler selbstständig oder unter Anleitung arbeiten.

Vorbereitung: Je nach Niveau können einzelne Bauteile für die Schülerinnen und Schüler vorbereitet werden, um den Fertigungsprozess zu vereinfachen und / oder zu beschleunigen.

Verbindungstechnik: Im Projekt wurden die meisten Verbindungen mit Dübeln realisiert, dies ist eine simple Form der Fügetechnik. Es kann aber auch auf andere Fügetechniken zurückgegriffen werden. Dazu gibt es unterschiedlichste Methoden, um die einzelnen Werkstücke zu verbinden (verschrauben, verzahnen etc.).

Die Gestaltung der Sitzbank: Diese kann sehr unterschiedlich gestaltet werden, beispielsweise in kurzer oder langer Ausführung. Auch die Oberflächenbehandlung kann unterschiedlich erfolgen, je nach Anwendung für den Innen- oder Außenbereich, farblich oder natürlich.

1.) Bretter zusägen

Für den Sitzhocker werden zunächst zwei gleich lange Seitenteile und ein kürzeres Teil für die Sitzoberfläche benötigt. In diesem Arbeitsschritt wird vorgestellt, wie die benötigten Bretter ausgemessen, zugesägt und abgerundet werden. Mit dem Gliedermaßstab wird zunächst die gewünschte Länge ausgemessen und mit dem Bleistift markiert. Nun wird der Anschlagwinkel an die vorhandene Kante angelegt, um die Schnittkante im rechten Winkel zu kennzeichnen. Ist die vorgesehene Schnittkante markiert, ist das Werkstück gegen Verrutschen zu sichern. Hierzu bieten sich Schraubzwingen an, welche mit einem Restholz unterlegt werden, um keine Abdrücke auf dem Werkstück zu erhalten. Für die Durchführung des Sägeschnitts muss auf einen sicheren Stand, eine gerade Handhaltung und ausreichend Abstand der ruhenden Hand zum Sägeblatt geachtet werden. Es wird mit leichtem Druck auf die Säge begonnen, dieser kann erhöht werden, sobald ein gerader Schnitt gewährleistet ist.



Vorhandene Grate werden nun mit der Feile gebrochen und unsaubere Stellen ausgebessert. Beim Feilen wird die Kraft immer auf Stoß eingesetzt, daher ist es auch hier möglich das Werkstück nochmals einzuspannen, um genügend Kraft auf die Feile auszuüben. Anschließend wird mit dem feineren Schleifpapier die Oberfläche geglättet. Ziel ist es, die Verletzungsgefahr durch scharfe Kanten zu minimieren und eine bessere Haptik und Optik zu erreichen.

2.) Dübelbohrungen am Sitzbrett ausführen

Es gibt unterschiedlichste Fügeverfahren, welche für die Eckverbindung angewendet werden können. Wir haben uns für das Dübeln und Verleimen entschieden, da diese Verbindungstechnik auch gut im Unterricht umgesetzt werden kann. Zunächst werden die benötigten Dübelpositionen mit dem Gliedermaßstab ausgemessen und mit dem Bleistift gekennzeichnet. Anschließend werden diese mit dem Vorstecher markiert, dazu wird der Vorstecher auf Position gebracht und mit einem leichten Schlag in das Material getrieben.

Für die Sacklochbohrung wird ein geeigneter Holzbohrer ausgewählt, die Größe ist abhängig vom Durchmesser der verwendeten Dübel. Dieser wird nun bis zum Anschlag in das Spannfutter der Ständerbohrmaschine eingespannt.

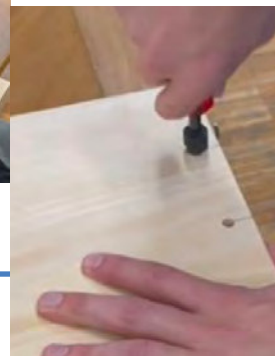
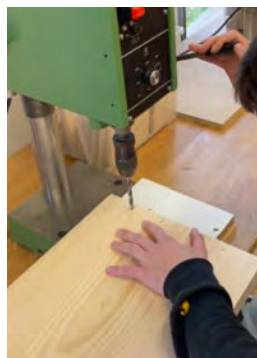
Im nächsten Schritt wird der Tiefenanschlag eingestellt, dieser sollte so gewählt werden, dass der Dübel mindestens bis zur Hälfte in das Material eindringt. Durch Verschieben des Werkstücks kann am

Werkstückrand überprüft werden, wie tief der Bohrer nun bis zum Anschlag eindringt. Für die Drehzahl sind die Drehzahltabellen für den Unterricht zu verwenden, diese sind abhängig vom Werkstoff und vom Durchmesser des Bohrers. Anschließend wird das Werkstück auf den Maschinentisch aufgelegt und gegen Mitdrehen gesichert. Da es sich um große Werkstücke handelt, ist das Sichern mit Schraubzwingen am sinnvollsten. Bevor die Bohrungen ausgeführt werden ist ein Probelauf notwendig, dabei ist auf Rundlauf des Bohrers zu achten.

Während dem Bohren sind zusätzlich noch einige Sicherheitsvorkehrungen zu beachten:

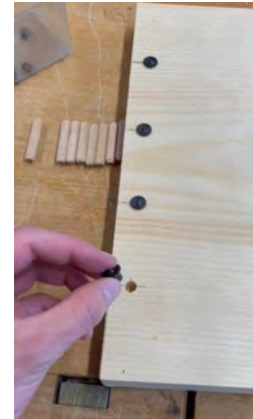
- Eng anliegende Kleidung tragen
- Lange Haare zusammenbinden oder eine Mütze tragen
- Schutzbrille tragen
- Risikobereich von 1,5 Meter Radius einhalten
- Nach Stillstand der Maschine Späne absaugen

Mit dem Handsenker werden die Grate an der Bohrung entfernt, um keine scharfen Kanten am Werkstück zu haben.

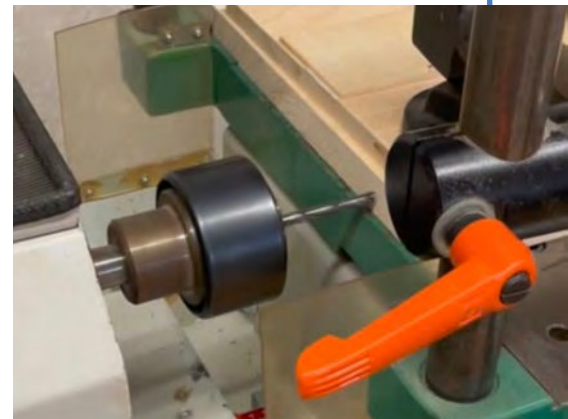


3.) Dübelbohrungen übertragen

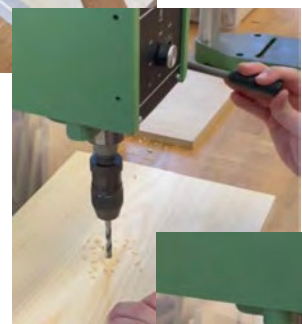
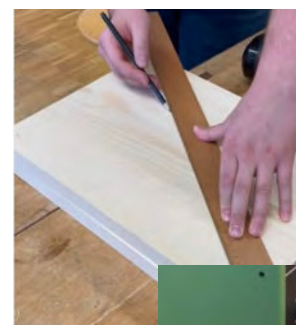
Für das Übertragen der Dübelbohrungen werden zunächst Markierspitzen für die ausgewählten Durchmesser ausgesucht und passgenau in die vorhandenen Bohrungen eingesetzt. Nun werden die Seitenbretter am Sitzbrett ausgerichtet, ein Anschlagwinkel kann bei der Positionierung hilfreich sein. Ist die spätere Position gefunden, wird durch Schlagen auf die Oberkante des Seitenbretts die Markierung übertragen. Hierbei ist sorgfältig zu arbeiten, da die Dübelbohrungen später exakt übereinandersitzen müssen.



An den nun vorhandenen Markierungen werden die gegenüberliegenden Sacklochbohrungen angebracht. Idealerweise werden die Bohrungen an der Langlochbohrmaschine ausgeführt. Dafür wird derselbe Bohrer verwendet und auch hier wieder der Tiefenanschlag eingestellt. Alternativ können die Bohrungen auch mit dem Akkubohrschrauber angefertigt werden. Für die Tiefeneinstellung kann Klebeband zur Markierung um den Bohrer gewickelt werden. Das Werkstück ist an der Werkbank gegen Mitdrehen zu sichern und bereits erwähnte Sicherheitsvorkehrungen zum Bohren müssen beachtet werden.



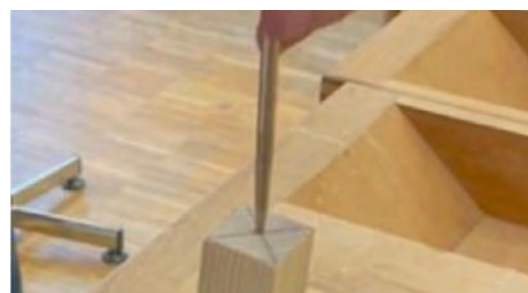
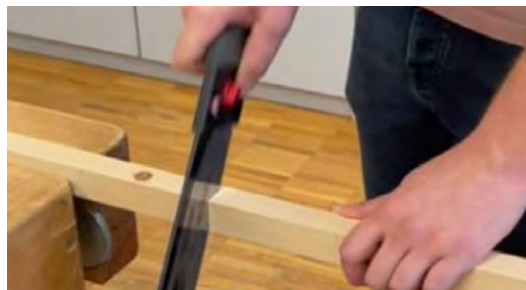
In diesem Arbeitsschritt werden zudem die Bohrungen an den Seiten teilen für den Querholm hergestellt. Dazu wird mithilfe eines Gliedermaßstabes die Position zentrisch gekennzeichnet. Am Schnittpunkt wird mit dem Vorstecher die Bohrung markiert. Um später die Schraubenköpfe zu verdecken, werden Sacklochbohrungen an der Ständerbohrmaschine hergestellt. Der Bohrer sollte dabei mindestens den Durchmesser der verwendeten Schraubenköpfe besitzen. Im nächsten Schritt werden die Durchgangsbohrungen mit dem Durchmesser des Außengewindes hergestellt. Auch bei diesen Bohrungen sind die bereits erwähnten Sicherheitsvorkehrungen zu beachten.



4.) Querholm herstellen

Für den Querholm haben wir uns für ein Vierkantholz entschieden. Dieses muss zuerst auf die gewünschte Länge zugesägt werden. Dazu wird mithilfe des Gliedermaßstabs die benötigte Länge ermittelt und mit einem Bleistift markiert. Das Vierkantholz wird nun gegen Verrutschen an der Werkbank eingespannt. Für den Zuschnitt kann nun beispielsweise die Japansäge verwendet werden. Für diesen Sägeschnitt sind die bereits erwähnten Anmerkungen und Sicherheitsvorschriften zum Sägen zu beachten. Ist der Sägeschnitt durchgeführt, kann der Querholm mit der Holzfeile und dem Schleifpapier entgratet und abgerundet werden.

Des Weiteren werden die Bohrungen an der Stirnholzseite zentrisch angezeichnet und mit dem Vorstecher markiert. Idealerweise werden diese Bohrungen an der Langlochbohrmaschine hergestellt, alternativ ist es auch möglich die Bohrungen mit dem Akkubohrschrauber an der Werkbank zu realisieren. Um das Spalten des Holms beim Verschrauben zu vermeiden, werden die Bohrungen im Durchmesser an den Kerndurchmesser der Schraube angepasst. Bei den Arbeiten sind die bereits erwähnten Sicherheitsvorkehrungen einzuhalten.

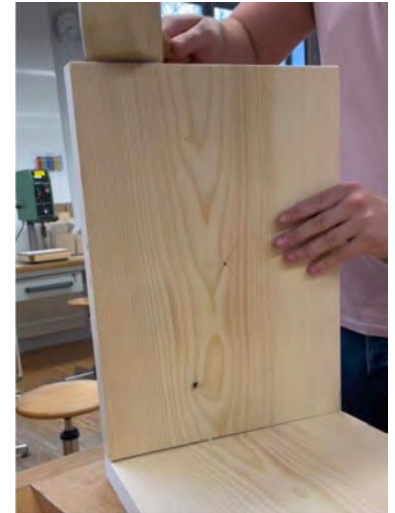


5.) Montieren



Die Montage beginnt mit dem Fügen der Sitzfläche und der Seitenteile. Hierzu müssen alle Teile staubfrei und trocken sein, vor allem die Dübellöcher sind daher vor dem Leimen auszusaugen. Da es vorkommen kann, dass der Holzleim schnell trocknet und die Dübel festsitzen, sind die Seitenteile nacheinander zu Fügen. Nun kann Holzleim in die Dübellöcher einer Seite der Sitzfläche gegeben werden. Die Dübel werden bis etwa zur Mitte eingebracht, ist der Dübel schwergängig, kann dieser vorsichtig mit einem Hammer eingeschlagen werden. Vor dem Fügen der beiden Bretter

werden in die gegenüberliegenden Dübellöcher, sowie auf der Verbindungsfläche ein schmaler Streifen Holzleim aufgetragen. Für das Zusammenfügen kann ein Gummihammer oder ein Holzhammer verwendet werden, um das Werkstück nicht zu beschädigen.



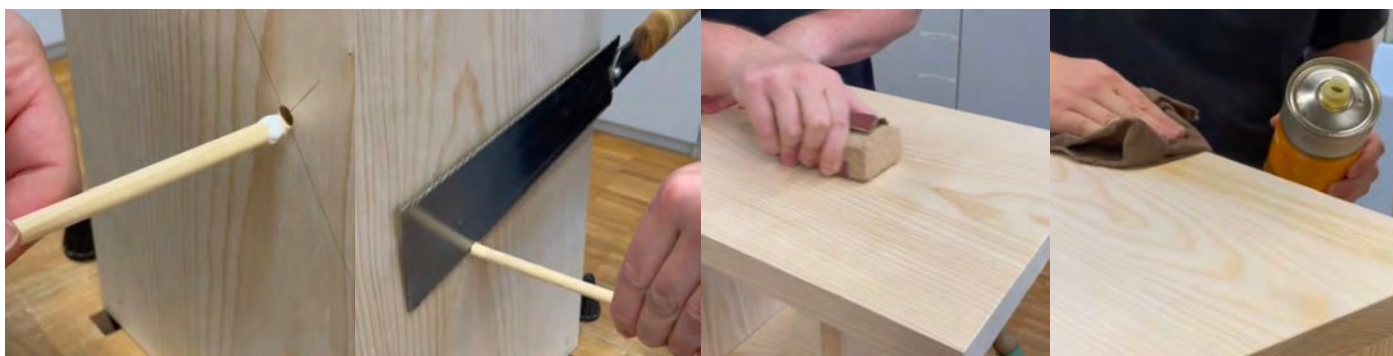
Im Anschluss wird der Querholm mithilfe eines Akkubohrschraubers von beiden Seiten verschraubt. Hierbei ist zu beachten, dass der Bit zur gewählten Schraube passt, ein passendes Drehmoment eingestellt ist und der Querholm parallel ausgerichtet ist. Danach werden Resthölzer zum Schutz der Oberfläche und Schraubzwingen zum Sichern der Leimverbindung angebracht. Überschüssiger Leim sollte sofort entfernt werden und mit einem feuchten Tuch nachgewischt werden. Das Werkstück wird zur Trocknung beiseitegestellt und so gelagert, dass es den Werkstattbetrieb nicht beeinflusst.



6.) Abschließende Arbeiten

Um die Schraubenköpfe an den Seitenteilen zu verdecken wird ein Rundholz mit dem Durchmesser der Bohrung eingeleimt. Auch an dieser Leimverbindung ist der überschüssige Leim sofort zu entfernen und mit einem feuchten Tuch nachzuwischen. Sind die Leimverbindungen ausgetrocknet, kann das Rundholz mit leichtem Überstand abgesägt werden, für den Schnitt kann zum Beispiel eine Japansäge verwendet werden. Anschließend wird das abstehende Rundholz mit Schleifpapier und Schleifkork zur umliegenden Fläche glatt verschliffen. Danach können auch die übrigen Flächen mit Schleifpapier geglättet und gesäubert werden. Sind noch kleine Kratzer im Werkstück vorhanden, wird gröberes Schleifpapier zum Vorschleifen verwendet und später mit feinem Schleifpapier nachgeschliffen. Für die größeren Flächen empfiehlt sich das Verwenden eines Schleifkorks, bei schwer zugänglichen Ecken kann das Schleifpapier einfach geknickt werden. Generell gilt, dass nur so viel geschliffen werden soll wie nötig, da der feine Holzstaub gesundheitsgefährlich ist. Sind alle Flächen glatt und alle Kanten entgratet, wird der Sitzhocker abgesaugt, um den Holzstaub zu entfernen.

Im letzten Arbeitsschritt wird die Oberfläche behandelt. Holz ist ein empfindlicher Werkstoff und ist für eine Langlebigkeit und eine bessere Pflege zu schützen. Für den Außenbereich ist das Holz wasserfest zu versiegeln, im Innenbereich ist das nicht nötig. Für den Innenbereich empfehlen sich die Öle oder Wachse. Wir haben den Sitzhocker mit Leinölfirnis behandelt. Wenn die Trocknungszeit keine Rolle spielt, sind natürliche Öle vorzuziehen. Leinölfirnis enthält Lösungsmittel und Trocknungsstoffe. Das Holzöl lässt sich verhältnismäßig leicht aufbringen und ist ein Naturprodukt, es bringt die Maserung des Holzes zur Geltung. Öle sind nicht sehr langlebig, daher sollte die Oberflächenbehandlung in regelmäßigen Abständen wiederholt werden. Für das Aufbringen muss die Oberfläche staubfrei trocken und sauber sein, mit einem Tuch kann das Öl gleichmäßig in das Holz eingearbeitet werden. Bei Flüssigkeiten ist Vorsicht geboten, diese können unschöne Flecken bringen, welche nur schwer zu entfernen sind. Die verwendeten Tücher müssen nach den Arbeiten in einem verschließbaren, brandgeschützten Gefäß bis zur Entsorgung gelagert werden, da diese leicht entzündlich sind.





Zweistecken-Bogen

In diesem Kapitel wird erklärt, wie man einen Zwei-Stecken-Bogen herstellt, der wie der Name schon andeutet, aus zwei Stöcken besteht, die zusammengefügt werden.



von Benjamin Bächle & Elias Wielath



Sek. 1: ab Klasse 9/10

Gefährdungsbeurteilung auf Seite 304



Die Schülerinnen & Schüler ...

- nutzen verschiedene Arten der Holzbearbeitung
- erproben von verschiedenen Füge-techniken



- trockenes und natürlich biegsames Holz verwenden (z.B. Haselnuss)
- verschiedene Füge-techniken ausprobieren



- Getrocknete, natürlich biegsame Holzsorte (Esche und Haselnuss-Holz (Ø nicht unter 4 cm), Stocklänge auf Kopfhöhe)
- passende Schrauben, Nägel, Holzdübel (Rundstab je nach Durchmesser (hier: 4 mm)) und Holzleim
- Schnur für die Bogensehne



- Mikroplane-Raspel (grob und fein)/ normale Holzfeile (alternativ)
- Schweifhobel (gerade und runde Klinge)
- Holzbohrer (je nach Durchmesser)
- Holzhammer (Schlaghammer)
- Schlüsselfeilen



- Schleifpapier (80/120er)
- Puksäge/ Japansäge
- Meterstab/Lineal
- Bleistift
- (Vorstecher)
- Bohrmaschine
- Schraubstock
- Messschieber

Lehrgang/Erklärvideo:

Wie kann man einen Zwei-Stecken-Bogen anfertigen?

Individuelle Beratung und Tipps zum Tillern:

Hilfe durch Schritt für Schritt-Anleitung

Hilfsgerüst durch unterstützende Materialien:

Fertiger Bogen zur Anschauung

Versprachlichung/Vergleich der

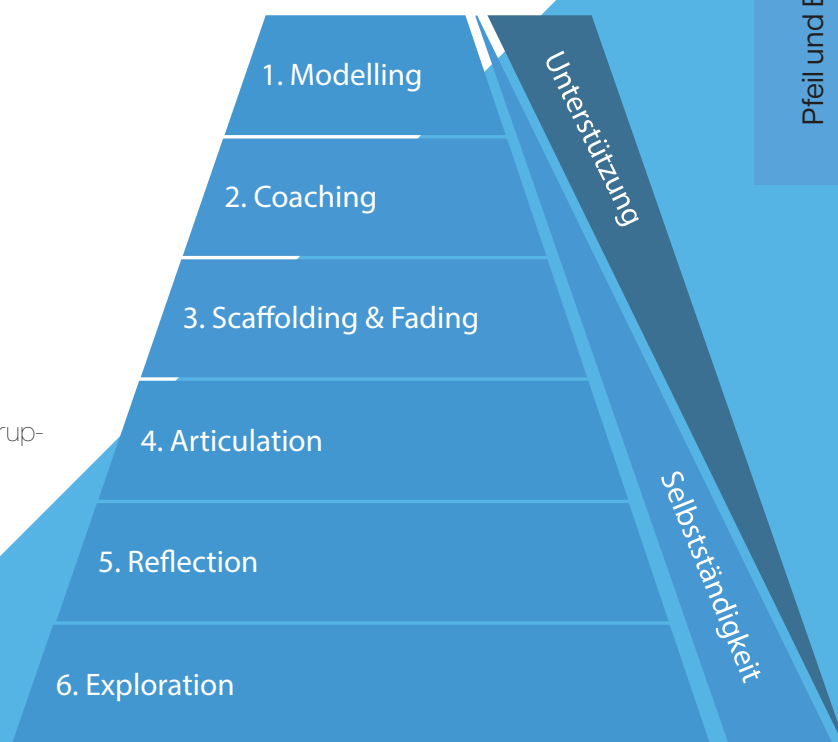
durchgeführten Arbeitsschritte: bspw. Protokoll oder Gruppen (mit jeweils anderen Fügeverfahren)

Reflexion des Arbeitsprozesses:

Was kann optimiert werden (welches Fügeverfahren hat am besten funktioniert)?

Eigenständiges Entwerfen:

Andere Materialien oder Bogenform wählen



Differenzierungsmöglichkeiten

Je nach Projektauslegung können verschiedene Bogenbauarten miteinander verglichen werden. Verwendung von verschiedensten Holzsorten, andere Fügetechniken (Schrauben, Nägel, Dübeln, Leimen, formschlüssig, etc.) und Formung (großer o. kleiner Bogen). Mit Hilfe eines Bogens können auch Versuche bezüglich Kräfte (speziell Zugkraft) gemacht/visualisiert werden (nötige Kraft, Belastungsgrenzen, etc.)

Beim Zwei-Stecken-Bogen bietet es sich an arbeitsteilig zu arbeiten (Partnerarbeit). An beiden Stöcken müssen dieselben Arbeitsschritte verrichtet werden.

Ein Zwei-Stecken-Bogen kann auch ein Übungs- bzw. Einstiegswerkstück zu einem etwas anspruchsvolleren Bogen darstellen (Übung mit den speziellen Werkzeugen wie Schweifhobel und Mikroplane-Raspel).



1.) Auswahl des Werkstoffes

Holzsorten wie Esche und Haselnuss eignen sich für den Bau eines Zwei-Stocken-Bogens (hier: Haselnussholz).

Die natürliche Form des Stocks sollte beim Bogenbau berücksichtigt und ausgenutzt werden. Das Mindestmaß der Gesamtlänge des Holzstocks sollte, je nach Körpergröße, ca. auf Kopfhöhe sein. Dabei sollte der Durchmesser 4 cm nicht unterschreiten. (vor Bearbeitungsbeginn) Der Holzstock sollte vor der Bearbeitung gut durchgetrocknet sein.

2.) Abmessen und Mitte einzeichnen

Ist die Auswahl der Holzart getroffen, geht es an das Maßnehmen des Holzstocks. Dazu nimmst du entweder ein langes Maßband oder einen Meterstab (am besten länger als die Stocklänge).

Falls der Stock länger als Kopfhöhe sein sollte, muss dieser noch auf die entsprechende Länge zugesägt werden.

Lege den Meterstab/das Maßband an einem der Stockenden an und gehe sicher, das 0 cm des Meterstabs und Stockende auf derselben Höhe sind.

Miss danach die Gesamtlänge des Stocks ab (überprüfe dabei nochmals ob du auf 0 stehst).

Halbiere nun die Gesamtlänge und markiere diese mit Hilfe eines Bleistifts.



3.) Holzstock zweiteilen



Spanne nun den Holzstock in den Schraubstock ein, sodass die markierte Mitte freiliegt. Achte darauf, dass du einen Holzschraubstock verwendest (typischerweise an der Werkbank), so dass nicht zu tiefe Rillen im Holz entstehen. Ist dieser nun fest und gerade eingespannt, kann mit dem Zweiteilen des Holzstocks begonnen werden.

Nehme dazu eine Puksäge und setze sie gerade auf die markierte Stelle auf. Je nach Sägeblattart wird auf Zug oder Druck gesägt (ziehen oder drücken). Eine zweite Person kann dabei das andere Stockende festhalten, sodass es beim Absägen nicht auf den Boden fällt oder Holzfasern ausfransen.

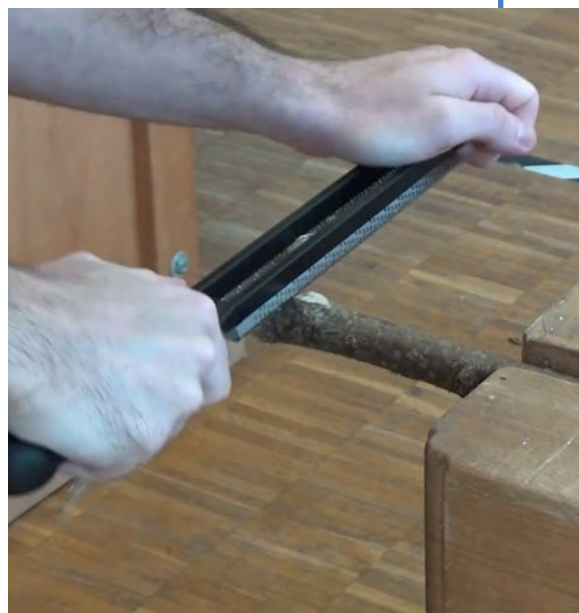
Am Ende dieses Schrittes solltest du zwei gleich lange Holzstöcke vor dir liegen haben.

4.) Astgabeln und Unebenheiten abfeilen

Hier kann gerne in Teamarbeit gearbeitet werden.

Spanne nun die beiden Holzstöcke in den Schraubstock ein. Da Holz ein natürliches Produkt ist, weist es Unebenheiten wie bspw. Astgabeln auf. Diese müssen noch vor dem Entrinden begradigt werden.

Dazu nimmst du die Mikroplane-Raspel oder eine andere Holzfeile zur Hand. Setze diese nun auf die unebenen Stellen und beginne mit dem Raspeln. Beim Raspeln sollten beide Hände verwendet werden (eine am Griff, eine auf der Oberseite der Raspel – zur optimalen Druckverteilung). Achte dabei nicht zu geradlinig zu arbeiten, sondern die natürliche Rundung des Stocks durch anwinkeln der Feile nachzuahmen. Wiederhole diesen Arbeitsschritt bis alle Unebenheiten der beiden Stöcke entfernt sind. Am Ende dieses Arbeitsschrittes solltest du zwei noch berindete Stöcke ohne Astansätze vor dir haben.



5.) Entrinden der Stöcke mit Schweifhobel

Hier kann gerne in Teamarbeit gearbeitet werden.

Da die beiden Holzstöcke im vorherigen Arbeitsschritt von Unebenheiten befreit worden sind, kann nun mit dem Schweifhobel weitergearbeitet werden. Der Schweifhobel wird zur Entrindung der Holzstöcke verwendet. Es gibt ihn mit gerader oder geschwungener Klinge.

Die Klingen des Schweifhobels sind sehr scharf, achte also darauf, dass du bei der Nutzung beide Hände an den Griffen hast. Achte weiter darauf, dass die Klinge nicht zu weit aus dem Ziehschlitten herausragt, da sonst das Verletzungspotenzial höher wird und zusätzlich zu viel Material abgetragen wird (stelle dies bei Bedarf mit dem Schraubenzieher nach).

Spanne die beiden Holzstöcke waagerecht im Schraubstock ein. Positioniere dich dabei direkt vor



dem Stockende (dabei solltest du dich hinsetzen). Setze den Schweifhobel auf den Holzstock auf, gebe dabei nicht zu viel Druck. Zieh mit einer gleichmäßigen Bewegung und Geschwindigkeit den Schweifhobel zu dir. Je länger die Späne desto besser. Nach der Entrindung einer Seite muss der Stock gedreht werden. Wiederhole die Arbeitsschritte bis beide Stöcke komplett entrindet sind.

Zum Entfernen der Späne in/ an der Klinge solltest du einen Vorstecher verwenden, da du dich sonst schneiden könntest. Achte dabei darauf, dass du die Klinge nicht beschädigst.

Teste für dich selbst aus, ob du lieber mit dem Schweifhobel mit geschwungener oder gerader Klinge arbeitest (die geschwungene Klinge neigt dazu zu verstopfen). Bei der geraden Klinge ist zu beachten, die natürliche Rundung des Stocks nicht zu zerstören.

Entferne danach die Holzspäne.

6.) Angleichung der Schwungarmenden

Hier kann gerne in Teamarbeit gearbeitet werden.



Messe nun die Durchmesser der beiden Stockenden ab (dort, wo geteilt wurde). Da Holzstöcke natürlich nach oben hin dünner werden, ist meistens einer der beiden Stöcke einseitig dünner als der andere. Dieser sollte als Durchmesser für beide Stöcke verwendet werden.

Nimm dazu den Messschieber und vergleiche die beiden Durchmesser miteinander.

Gleiche den dickeren Stock an den dünneren an. Dazu verwendest du wieder den Schweifhobel. Beachte dabei die in Arbeitsschritt 5 beschriebenen Dinge.

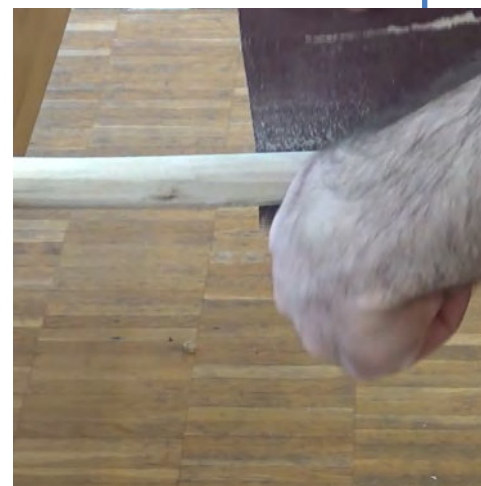
Am Ende dieses Arbeitsschrittes sollten beide Stöcke bzw. Schwungarme denselben Durchmesser haben.

7.) Abschleifen der Stöcke

Schleife nun die entrindeten Stöcke mit Schleifpapier ab. Nimm hierbei zuerst das grobe 80er Schleifpapier, mit dem du gröbere Unebenheiten entfernt bekommst. Achte darauf, dass du nicht zu viel Material wegnimmst.

Wechsle danach auf die feinere 120er Körnung. Teste immer wieder per Hand wie glatt der Stock ist. Achte beim Schleifen wieder darauf die natürliche Rundung des Holzstocks nachzuahmen

Begrenze diesen Schleifvorgang auf das nötigste, weil hier besonders feine Stäube entstehen. Öffne beim Schleifen immer das Fenster.



8.) Ausmessung und Anzeichnen zur Verjüngung



Nimm nun beide Holzstöcke und miss die jeweiligen Durchmesser. Dieser entscheidet wieviel Material pro Stock verjüngt werden muss, um eine optimale Verbindung zu schaffen. Verwende dazu wieder den Messschieber wie in Arbeitsschritt 6. Die Verjüngung liegt dabei jeweils an der Bogeninnenseite

Da Holz ein natürliches Produkt ist, wächst es im Normalfall nicht gerade und hat natürliche Biegungen. Vor der Verjüngung der Stöcke sollte dies beachtet werden, sodass die Biegung auf der Bogeninnenseite zum Bogenhalter zeigt.

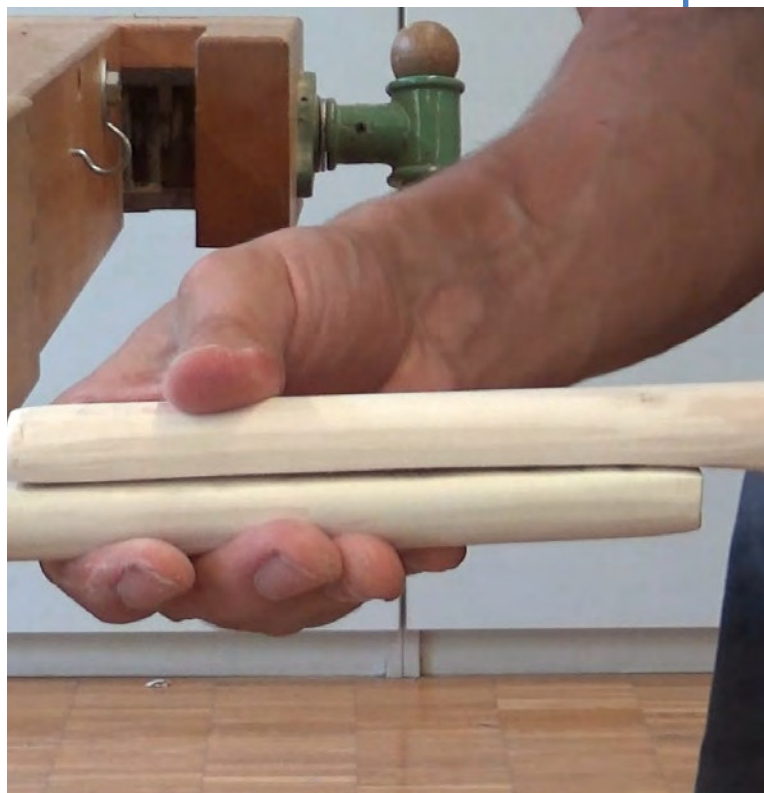
Wenn du diese beiden Aspekte beachtet hast, kannst du die nötige Verjüngung an den Stöcken einzeichnen (Bleistift). Nimm dabei bei beiden in etwa $\frac{1}{3}$ des Durchmessers auf der Bogeninnenseite ab. Die Verjüngung sollte eine Länge von ca. 15 cm haben (je weniger, desto schwächer die Verbindung), die gleichmäßig bis Stockende abnimmt.

9.) Verjüngung der zu fügenden Seiten/Überprüfung der Formschlüssigkeit

Zur Verjüngung kannst du entweder die Mikroplane-Raspel oder den Schweifhobel mit gerader Klinge verwenden.

Spanne dabei die Holzstöcke wieder wie in Arbeitsschritt 4 und 5 in den Schraubstock ein und positioniere dich vor dem Stockende. Beachte dabei dieselben Dinge/ Arbeitsweisen wie in den genannten Arbeitsschritten. Bei der Verjüngung spielt die Rundung des Stocks keine Rolle mehr, dementsprechend kann auch gerade abgetragen werden. Setze dabei bei der 15 cm Markierung an und ziehe bis zum Stockende. Achte darauf in Richtung Stockende mehr Material abzunehmen.

Teste zwischendurch immer wieder wie gut die beiden Verjüngungen aufeinander passen. Bei einer optimalen Passung ist kein Lichtschlitz mehr zu sehen.



10.) Abmessen und Anzeichnen der Sehnenkerben



Die Sehnenkerben sollten mindestens ca. 2 cm vom Stockende entfernt angezeichnet werden. Nimm dazu wieder Bleistift und Lineal. Achte dabei darauf das hohe Ende der Sehnenkerbe auf der vom Bogenhalter wegzeigenden Seite einzuzichnen. Auf den jeweiligen Bogenaußenseiten sollte die Kerben grob im 45° Winkel verlaufen, diese beiden Linien treffen sich an einem Schnittpunkt auf der Bogeninnenseite (zum Bogenhalter zeigend). Je nach Sehnenbreite (der Schur) muss die Kerbe dicker bzw. dünner und dementsprechend tiefer sein.

11.) Kerben für Bogensehne einfeilen



Für das Einfeilen der Sehnenkerben benötigst du die Schlüsselfeilen, kleinere Versionen der normalen Holzfeilen. Feile nun auf deinen eingezeichneten Linien die Kerbe ein. Achte hier wieder darauf nicht zu gerade zu feilen (mehr rundlich als eckig). Testet dabei immer wieder, ob die Bogensehne in den Kerben Platz hat (Tiefe und Breite). Bessert bzw. schleift gegebenenfalls nach.

12.) Einzeichnen und Vorstechen der Bohrlöcher für Dübelung

Nachdem du dich für eine Fügetechnik entschieden hast, zeichnest du die Punkte für bspw. Bohrung oder Schrauben an. In unserem Fall wird 2-mal gedübelt. Diese (Löcher) sollten nicht näher als 3,5 cm an den jeweiligen Verjüngten Enden liegen, da das Holz sonst ausbrechen könnte. Miss diese aus und markieren die Löcher mit dem Bleistift und steche sie vor (mit Vorstecher).



Mit Anzahl der Dübel und generell mit den Fügeverfahren kann ein wenig experimentiert werden.



13.) Bohren der Dübellöcher

Wähle den für deine Dübel korrekten Bohrer aus (mit entsprechendem Durchmesser (hier: 4 mm)). Spanne ihn in das Spannfutter der Bohrmaschine ein. Achte dabei darauf, dass er beim Testlauf nicht eiert. Stelle die korrekte Drehzahl für das Material und den Bohrerdurchmesser ein (diese kannst du den Tabellen auf den Maschinen entnehmen (hier: ca. 1800 U/min)). Positioniere die angezeichneten und vorgestochenen Markierungen direkt unter dem Bohrer. Schalte den Bohrer an und bewege diesen mit gleichmäßigem Druck nach unten bis der Bohrer den Stock durchdrungen hat (gegebenenfalls den Bohrer beim Bohrvorgang immer wieder ein

Stück nach oben ziehen, um Material aus dem Bohrloch zu befördern). Wiederhole diesen Vorgang für das zweite Loch. Lege die beiden Stöcke übereinander und setze eine Markierspitze durch die gebohrten Löcher auf den noch ungebohrten Stock. Dadurch sollten die Positionen der Löcher exakt aufeinander passen. Wiederhole den Bohrvorgang für die letzten beiden Löcher.

14.) Abmessen und Zusägen der Dübel

Die Messung der verjüngten und vorgebohrten Stöcke (Gesamtbreite der zwei Stöcke) bestimmt die Dübellänge. Jetzt geht es an das Anzeichnen der benötigten Dübellänge (mit einberechneten Überstand zur Bearbeitung) mit dem Bleistift und Lineal auf den Holzstab.

Säge wieder wie in Arbeitsschritt 3 mit der Puksäge beide Dübel ab.



15.) Fügen des Zweistecken-Bogens (Leimen, Dübeln)

Spanne beide Stöcke in den Schraubstock ein, sodass die Bohrlöcher übereinander liegen. Gebe davor zwischen die beiden Stöcke etwas Holzleim. Gib etwas Leim auf den Holzdübel und in die Bohrlöcher.

Setze den Holzdübel auf das Bohrloch auf und versenke ihn mit dem Holzhammer durch beide Stöcke. Wiederhole den Vorgang für den zweiten Dübel. Spanne den nun zusammengefügte Bogen mit Druck auf die Fügestelle ein und lass den Leim für ca. 20 Minuten trocknen. Nachdem der Leim getrocknet ist, können die restlichen abstehenden Dübelenden mit einer Holzfeile oder grobem Schleifpapier abgeschliffen werden.



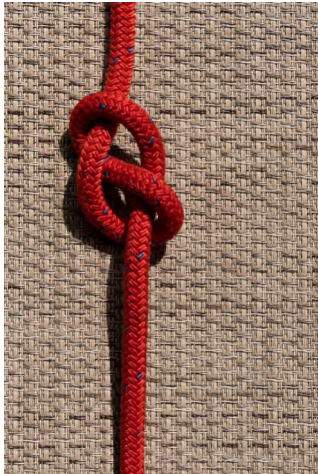


16.) Bogensehne spannen

Schneide dir eine Schnur auf Bogenlänge + 15 cm zu-
recht.

Knote nun als Sehnenöse einen Palstek oder Doppel-
ten 8er Knoten.

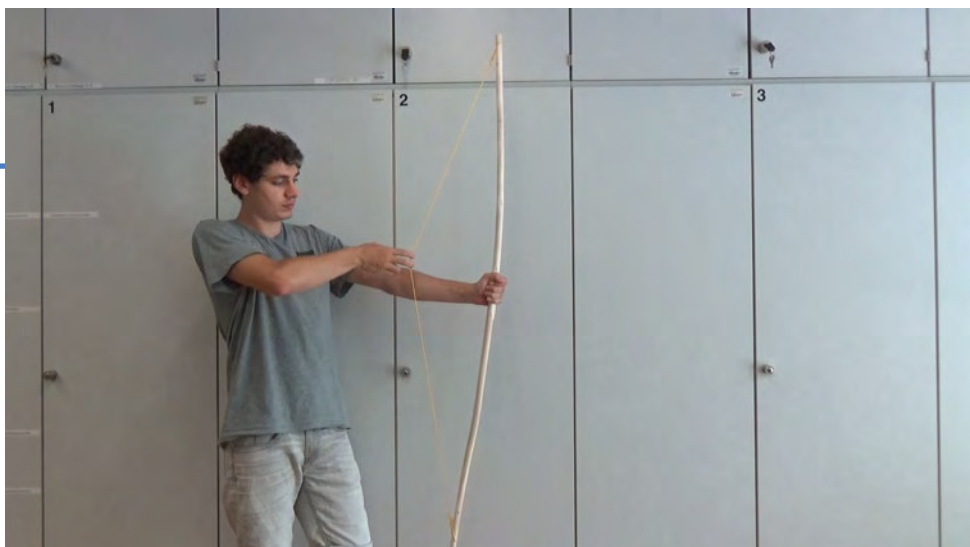
Achte darauf, dass die Bogensehne auf Spannung ist.



17.) Fehlerprüfung des Endprodukts

Nach Fertigstellung des Zwei-Stecken-Bogens gibt es nur noch eines zu tun – ihn ausprobieren!!

Hier ist vor allem der Zugtest wichtig, bei dem festgestellt wird, ob die Schwungarme gleichmäßig sind und grundlegender, ob der Bogen nicht beim ersten Ziehen zerbricht. Hierbei wird also auch die jeweilige Fügungsart auf die Probe gestellt und ist so gut geeignet, um verschiedene Fügungstechniken miteinander zu vergleichen.







Bogen tillern

In diesem Kapitel wird erklärt, wie ein Bogen richtig getillert wird.



von Melvin Proissl



Sek. 1: ab Klasse 7

Gefährdungsbeurteilung auf Seite 306



Die Schülerinnen & Schüler lernen in diesem Arbeitsschritt, wie man die Wurfarme aufeinander abstimmt, damit der Bogen sauber schießt.



Das Tillern ist ein aufwendiger, sowie wichtiger Arbeitsschritt im Bogenbau und sollte deshalb sorgfältig ausgeführt werden.

Definition „Tillern“: Sobald sich der Bogen nicht gleichmäßig biegt, müssen die Wurfarme aneinander angepasst werden. Diesen Vorgang bezeichnet man als „Tillern“.



Bogen in Rohform

Sehne

Tillerstock

Rundholz mit Bemaßung



Schweifhobel

Schnitz- oder Taschenmesser



Schraubstock

Schraubzwinge

Meterstab

Lehrgang/Erklärvideo:

Im Video wird gezeigt, wie man einen Bogen richtig tillert.

Individuelle Beratung und Tipps zum Tillern:

Hilfe durch Schritt für Schritt Anleitung und Tipps im Video.

Hilfsgerüst durch unterstützende Materialien:

Eigenständiges tillern des Bogens mit Hilfe der Anleitungen

Versprachlichung/Vergleich der

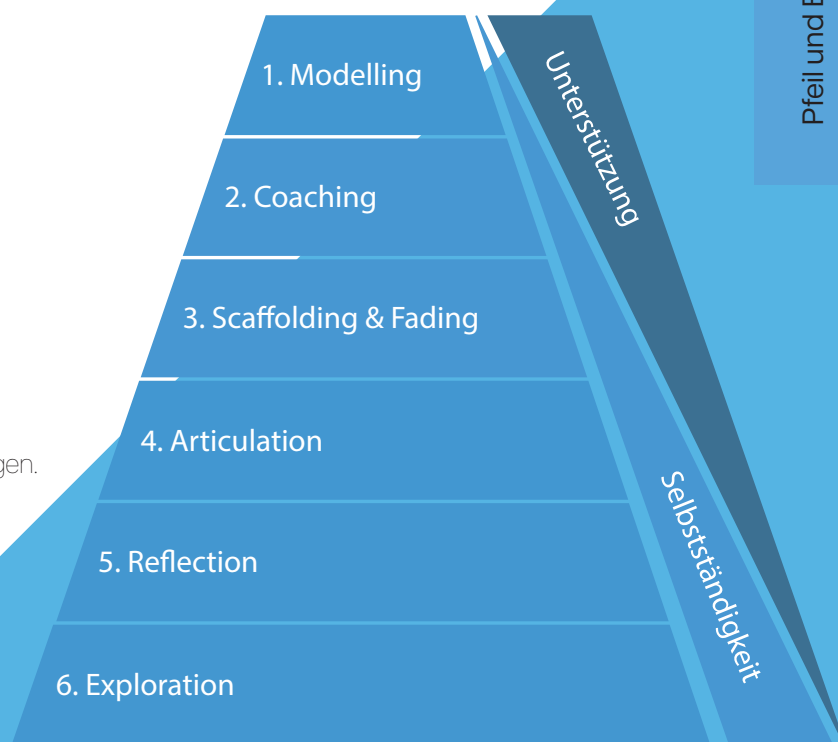
durchgeführten Arbeitsschritte: Könnte in Form einer selbsterstellten Arbeitsschrittliste oder einem Protokoll erfolgen.

Reflexion des Arbeitsprozesses:

Wie könnte das Tillern weiter optimiert werden?

Eigenständiges Entwerfen:

Eine neue Variante entwerfen (z.B. einen Recurve-Bogen)



Differenzierungsmöglichkeiten

Möchte man seinen Bogen tillern, gibt es zwei verschiedene Varianten. Bei beiden Varianten muss der Bogen immer wieder aufgespannt werden, damit die Wurfarme miteinander verglichen werden können.

- Bei Variante eins, wird das bemaßte Rundholz mithilfe der Schraubzwinge am Bogengriff fixiert. Infolge dessen wird die Sehne in das Rundholz eingespannt. Danach können die Wurfarme beurteilt werden.
- Bei der zweiten Variante können die Wurfarme mithilfe des Tillerstocks beurteilt werden. Mit ihm kann der Bogen aufgespannt werden, damit muss er nicht selbst gehalten werden, um die Wurfarme beurteilen zu können.

In der Wahl des Werkzeuges kann auch differenziert werden. Möchte man viel Material auf einmal abnehmen, bietet sich ein Zugmesser oder ein Schweifhobel an. Die sanftere Variante wäre mit dem Schnitzmesser Material abzuschaufen.

1.) Vorbereitung

Variante 1: Bemaßtes Rundholz | Variante 2: Tillerstock



Der Bogen sollte in Rohform vorliegen, er darf keine Rinde sowie Äste mehr besitzen.

Der Bogen sollte jeweils an den Stirnseiten eine Nut aufweisen, damit eine Sehne eingespannt werden kann.

Eine passende Sehne muss vorhanden sein.



2. Bogen spannen

Variante 1

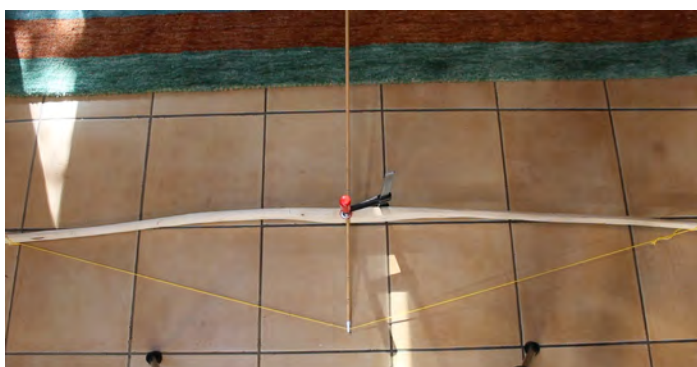
Die Wurfarme werden nun auf gleichmäßige Spannung überprüft.

Das bemaßte Rundholz wird mithilfe einer Schraubzwinge auf ein festgelegtes Maß z.B. 25cm am Bogengriff fixiert. Infolgedessen wird die Sehne in das Rundholz mit Pfeilnocke eingespannt. Nun werden im gespannten Zustand die Wurfarme (die beiden Teile von Griff bis Bogenspitze) auf Symmetrie überprüft. In diesem Schritt geht es nun darum, den steiferen, bzw. den weicheren Wurfarm ausfindig zu machen. Man möchte beim Tillern die Wurfarme aneinander angleichen, damit beide die gleiche Biegung aufweisen. Hat man den steiferen Wurfarm ausfindig gemacht, kann zum nächsten Schritt übergegangen werden.

Variante 2

Die Wurfarme werden nun auf gleichmäßige Spannung überprüft.

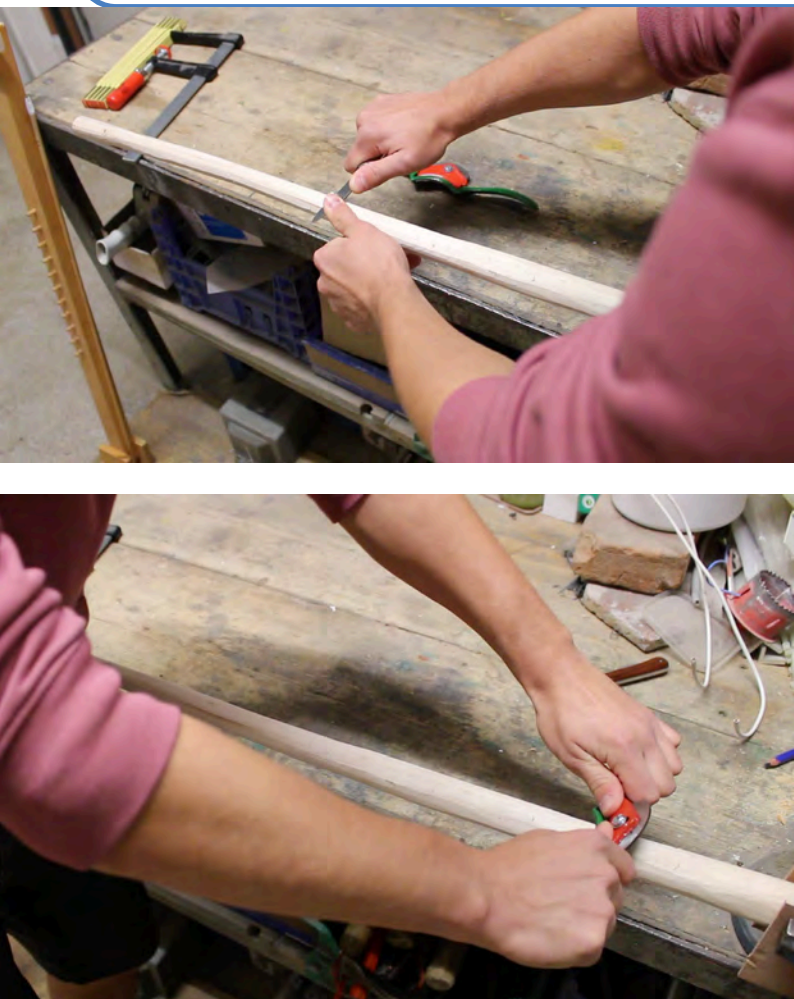
Bei dieser Variante wird der Bogen mithilfe eines Tillerstocks aufgespannt. Dies hat den Vorteil, dass man die Wurfarme ohne fremde Hilfe beurteilen kann. Der Tillerstock besteht aus einer Dachlatte, welche ca. 0,7m lang und 4cm breit sein sollte. An ihrer Stirnseite ist ein Halbkreis ausgehöhlt, damit der Bogengriff Platz darin findet. Zudem befinden sich mehrere Dübel im selben Abstand (z.B. 5cm) zueinander auf der Dachlatte, damit die Sehne gespannt werden kann. Nun erfolgt das Beurteilen der Wurfarme, wie in Variante eins. Der Tillerstock mit aufgespanntem Bogen kann auch vor eine Leinwand gestellt und mit dem Overheadprojektor und einer aufliegenden Folie mit Kästchen angestrahlt werden. Auch ein Fliesenboden bietet sich dazu gut an. Nachdem der zu bearbeitende Wurfarm gefunden ist, wird zum nächsten Schritt übergegangen.



3.) Materialabnahme

Materialabnahme am Bogenbauch:

Es wird immer nur am steiferen Wurfarm Material abgenommen. Sind beide Wurfarme symmetrisch, lässt sich der Bogen allerdings noch nicht über 30 cm spannen, muss an beiden Wurfarmen gleich viel Material abgenommen werden. Ansonsten wird immer der steifere Wurfarm an den weicheren Wurfarm angepasst. Die Materialabnahme erfolgt mit einem Schweifhobel oder Schnitzmesser. Material wird immer nur am Bogenbauch abgenommen. Man legt sich den zu bearbeitenden Wurfarm zurecht und beginnt mit einem Werkzeug seiner Wahl, bauchseitig vom Griff bis zur Bogenspitze oder nur an einzeln markierten Stellen mit der Materialabnahme. Es sollte nie viel Material auf einmal abgenommen werden. Die Gefahr, dass Fasern bei zu großer Materialabnahme zerstört werden könnten, ist zu groß. Am besten mit dem Schweifhobel oder mit dem Schnitzmesser arbeiten. Mit dem Schnitzmesser kann auch wie mit der Ziehklinge geschabt werden (sehr schonende Variante für den Bogen). Der Bogen muss nun immer wieder eingespannt bzw. mit der Hand aufgezogen werden, um die Wurfarme miteinander vergleichen zu können.



Tipp:

Wenn ein Wurfarm eine schwache Stelle aufweist und sich dort sehr stark biegt, kann dem entgegengewirkt werden, indem man bauchseitig davor und dahinter Material abträgt.

Für eine verbesserte Materialabnahme sollte der Bogen in einen Schraubstock eingespannt werden.

4.) Überprüfen und Wiederholen

Das Tillern ist ein langwieriger Prozess.

Ziel ist es, am Ende einen Bogen mit symmetrischen Wurfarmen zu haben, welcher bis auf ca. 40cm (hängt von der Bogenlänge ab) aufgespannt werden kann. Es ist ein langer Prozess, da nach jeder Materialabnahme der Bogen wieder aufgespannt werden muss, um erneut die Wurfarme miteinander zu vergleichen. Sobald die Wurfarme z.B. auf 25cm symmetrisch zueinander sind, kann die Spannung auf 30cm erhöht werden. Wie schon erwähnt, wenn beide Wurfarme symmetrisch zueinander sind, aber noch zu hart, muss an beiden gleich viel Material abgenommen werden.

Tipp:

Wo der Bogen auf dem Rücken einen Buckel macht, muss man auf der Innenseite mehr Holz wegnehmen.

Hat der Bogen auf dem Rücken eine Delle, muss man am Bauch mehr Material stehen lassen.

Der Bogen braucht auch ab und zu eine Pause. Das dauerhafte Biegen ist für einen frischen Bogen ziemlich anstrengend, weshalb man ihm gerne einen Tag Pause geben darf, bevor weiter getillert wird. Dafür sollte die Sehne gelöst werden.



Pfeilfertigung

In diesem Kapitel wird erklärt, wie man einen Pfeil fertigt.



von Robin Schmid



Sek. 1: ab Klasse 7

Gefährdungsbeurteilung auf Seite 305



Die Schülerinnen & Schüler können ...

- Produkte individuell auf ihre Körpergröße angepasst fertigen
- verschiedene Fertigungsverfahren nach Funktionalität, aber auch Sicherheit bewerten



Achtung: Mit einem Pfeil und Bogen kann man auch unabsichtlich einen Menschen verletzen oder sogar töten.

Deshalb: Bogen mit Pfeil nie in Richtung von Menschen aufspannen.



Pfeilschaft:
Zeder, Fichte oder Bambus

Pfeilrohling

- Pfeilspitze: Holz-, Metall-, Kunststoff-, oder Gummispitze
- Naturfedern oder Kunstfedern
- Holz oder Kunststoffnocke



- Spitzer
- Sekundenkleber/
sehr schmales
doppelseitiges Klebeband
- Federschablonen



- Säge
- Haushaltsschere

Lehrgang/Erklärvideo:

Im Video wird ein Pfeil vor den Augen der SuS angefertigt

Individuelle Beratung und Tipps:

zur Pfeilfertigung: Hilfe durch Schritt für Schritt Anleitung und Tipps im Video

Hilfsgerüst durch unterstützende Materialien:

SuS versuchen eigenständig mit Hilfe der Anleitung einen Pfeil anzufertigen

Versprachlichung/Vergleich der

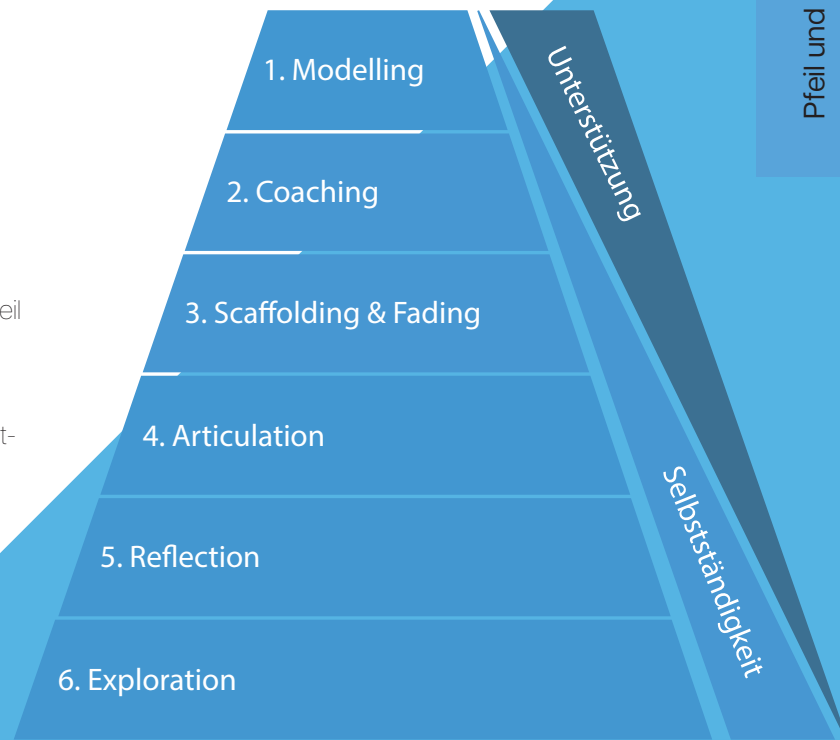
durchgeführten Arbeitsschritte: z.B. in Form einer selbst-erstellten Arbeitsschrittliste oder einem Protokoll

Reflexion des Arbeitsprozesses:

Was kann bei der Pfeilfertigung optimiert werden?

Eigenständiges Entwerfen:

z.B.: eine eigene Pfeilvariante



Differenzierungsmöglichkeiten

Bei der Pfeilfertigung hat man bei vielen einzelnen Schritten die Möglichkeit den Pfeil individuell zu gestalten. Man kann verschiedenste Hölzer verwenden, bei den Federfarben und -formen variieren und auch für die Pfeilspitzen gibt es viele verschiedene Möglichkeiten:

- einfach mit einem normalen Spitzer anspitzen,
- einen Saugnapf ankleben
- oder eine richtige Metallspitze aufschrauben.

Und auch die Länge des Pfeiles wird persönlich auf den Bogen bzw. auf den Schützen angepasst.

1.) Arbeitsschritt

Suchen Sie sich ein passendes Rundholz als Grundkörper für den Pfeil aus. Dieser sollte möglichst gerade sein, damit der Pfeil sich später auch zielgenau schießen lässt.

Bestenfalls benutzt man dazu einen Pfeilprüfer.

Man legt den Pfeilschaft auf den Pfeilprüfer und versetzt den Pfeil in Rotation, nun kann man feststellen ob eine Unwucht aufgrund einer Krümmung entsteht. Idealerweise läuft der Pfeil ganz ruhig auf den Rollen.

Alternativ kann man versuchen mit bloßem Auge, indem man parallel entlang des Pfeiles peilt bzw. fluchtet, ein möglichst gerades Rundholz zu finden.



2.) Arbeitsschritt

Ein gerader Pfeilschaft sollte nun noch auf die passende Länge gebracht werden.

Dazu hält man den Pfeilschaft senkrecht auf sein eigenes Brustbein, stellt sich aufrecht hin und streckt die Arme senkrecht, mit dem Schaft dazwischen vom Körper weg.

Nun rechnet man auf das Fingerspitzenende der Mittelfinger am Schaft nochmals 2 cm dazu, markiert die Stelle und längt den Pfeilschaft dort mit einer Säge ab. (Am Besten die Schaftseite mit der größeren Unwucht absägen)

So hat man seine Auszugslänge.



3.) Arbeitsschritt

Hat man einen passenden Pfeilschaft gefunden, fertigt man zuerst die Nocke an. Dazu gibt es verschiedene Möglichkeiten:

Die einfachste Variante ist es, mit einer Fuchsschwanz- oder Japansäge (dazu das Werkstück bei Möglichkeit unbedingt einspannen) oder einer Feile eine Kerbe in eine Kopfseite des Pfeilschaftes zu fertigen, in die später dann die Sehne gelegt werden kann.

Alternativ kann man auch eine künstliche Nocke anbringen. Diese kann man aus Kunststoff, Holz oder Metall im Fachhandel kaufen.

Zuerst muss man dazu die eine Kopfseite des Schaftes anspitzen, um dann folgend die Nocke einzukleben. Die Nocke sollte schlussendlich möglichst gerade auf dem Pfeilschaft sitzen, daher nochmals drehen und den Rundlauf prüfen.



Nach Möglichkeit
Pfeilschaft einspannen



4.) Arbeitsschritt

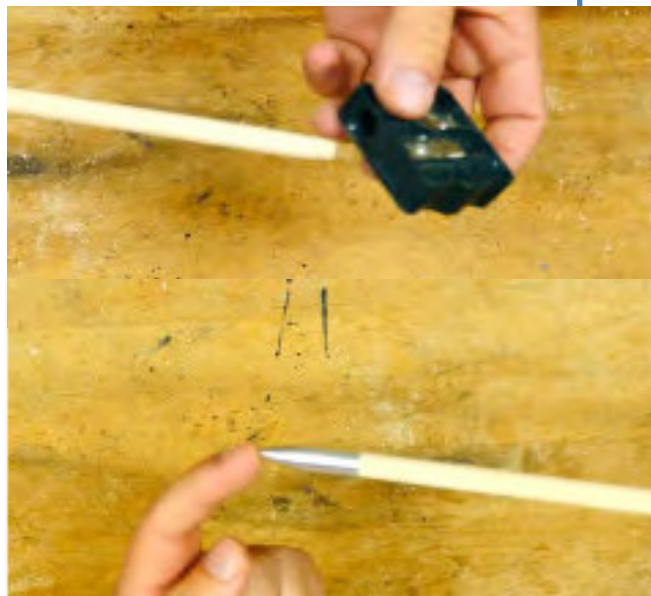
Nun kann man die andere Seite des Pfeilschaftes bearbeiten – die Spitze. Auch hierbei gibt es wieder viele verschiedene Möglichkeiten:

Die einfachste Variante ist es, die Spitze einfach stumpf zu lassen, oder nur mit Schleifpapier abzurunden.

Alternativ kann man die Pfeilspitze einfach mit einem handelsüblichen Stiftespitzer anspitzen.

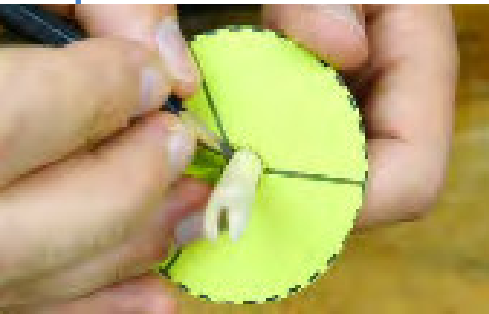
Die aufwendigere Variante wäre eine zusätzliche Spitze anzubringen. Diese gibt es in vielen verschiedenen Ausführungen: Aus Schaumstoff, mit Saugnapf oder eine richtig spitze Metallspitze.

Je nach der ausgesuchten Variante muss man die Spitze nur aufkleben oder zuvor noch das Schaftende anspitzen.



5.) Arbeitsschritt

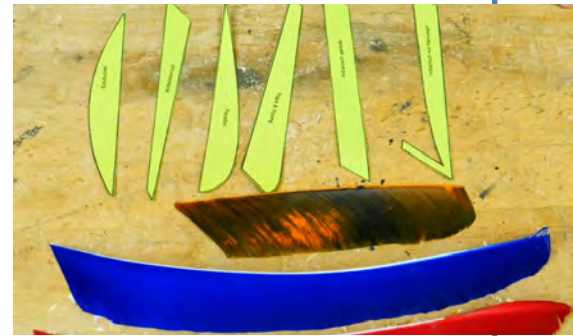
Damit der Pfeil möglichst gerade fliegt, bringt man an das Pfeilende Federn an. Diese stabilisieren den Pfeil in der Luft.



Zuerst steckt man dazu eine Schablone auf den Pfeil und zeichnet die Federn an (am Besten am Anfang und Ende der Feder). Durch die Schablone sind sie genau im 120° Winkel gleichmäßig zueinander angeordnet. Wichtig ist dabei, dass aus der Pfeilseite, die später an der Sehne anliegt, keine Feder absteht, sich also gegenüber die sogenannte Cockfeder (oftmals zur schnelleren Orientierung in einer anderen Farbe gehalten) befindet.

Nun kann man sich überlegen in welche Form man die Federn zuschneiden möchte, dazu rechts ein paar Vorschläge.

Je nach Feder ist dies mit einer Schere oder einem Cuttermesser einfach möglich. Wichtig ist allerdings, dass alle drei Federn die gleiche Form besitzen und in die gleiche Richtung gedreht sind.



Beim Aufkleben der Federn kann man sie je nach Belieben leicht verdreht oder auch ganz gerade aufbringen. Auch hier ist nur wichtig, dass alle drei Federn in gleicher Weise aufgeklebt werden.

Dazu kann man entweder einen Flüssigkleber verwenden, oder ein spezielles, extra schmales doppelseitiges Klebeband.

Wenn die Feder positioniert ist und der Kleber bzw. das Klebeband an der Feder aufgetragen wurde, muss die Feder fest an den Pfeilkörper angedrückt werden.



6.) Arbeitsschritt

Nun ist der Pfeil praktisch fertig, aber um die Oberfläche des Pfeils widerstandsfähiger gegenüber Verschmutzung zu machen, kann man den Pfeilkörper noch einölen.

Das Öl wird satt auf einen Lappen aufgetragen und dann gut auf dem Pfeilschaft verteilt und eingerieben. Insbesondere wenn man Salatöl verwendet, sollte man den Pfeil mindestens einen Tag lang trocknen lassen.

Dazu verwendet man am besten Leinöl, wobei alternativ zuhause auch auf Salatöl zurückgegriffen werden kann.

Der mit Öl getränkte Lappen sollte nach Gebrauch entweder an der frischen Luft oder in einem feuerfesten Behälter trocknen, und erst dann im Restmüll entsorgt werden. Ansonsten besteht Brandgefahr!





Seifenblasenautomat

Upcycling

Fertigung eines Seifenblasenautomaten mit handbetriebenen Kurbeltrieb. Ergänzt wird dieser zur Winderzeugung durch einen externen Windgenerator, wie z.B. Hand- oder Standventilator, Fön etc. Die Materialien bestehen größtenteils aus Abfallprodukten und (scheinbar) nutzlosen Stoffen. In dieser Variante wird kein Heißkleber verwendet, sodass Kinder alle Arbeitsschritte selbst durchführen können.



von Daniel Beckenbauer



Grundschule

Sonderpädagogik: Hauptstufe

Gefährdungsbeurteilung auf Seite 307f



Die Schülerinnen & Schüler...

- nutzen einfache Verfahren zur Holzbearbeitung.
- nutzen und lernen einfache Werkzeuge und Maschinen kennen.



Seifenblasenlauge (z.B. von Pustefix®) verwenden.



- 1 x Konservendose (ø 73 mm, 110 mm Länge)
- 1 x Schraubglasdeckel (ø ca. 80 mm)
- 4 x Wattestäbchen
- 4 x Erstgarantieöffnungsbänder (PET-Flaschen)
- 2 x Deckel (Milch-Tetra-Pak)
- 1 x Karton (ca. 350 x 100 mm)
- 1 x Rundstab (ø 6 mm, Länge: 250 mm)



- HSS-Bohrer ø 7 mm
- HSS-Bohrer ø 3 mm
- Holzhammer (Schlaghammer)
- Zirkel
- Kleine Rundfeile
- Akkubohrer
- Körner
- Alleskleber (z.B. von UHU)
- Alleskleber (z.B. Pattex: Wasserfest) (alle Kleber lösemittelfrei!)



- PUK-Säge
- Schleifpapier (Körnung: 80/120)
- Schlosserhammer
- Stahlmaßstab/Lineal
- Schraubzwinge(n), Schraubstock o.ä.
- Unterlage
- Filzstift (Edding o. ä.)
- Schere
- Holzleim
- Bleistift
- Klebeband

Lehrgang/Erklärvideo:

Wie kann man einen Upcycling-Seifenblasenautomaten fertigen?

Individuelle Beratung und Tipps zum Tillern:

Hilfe durch Schritt für Schritt-Anleitung

Hilfsgerüst durch unterstützende Materialien:

SuS versuchen eigenständig, einen Seifenblasenautomaten zu fertigen.

Versprachlichung/Vergleich der

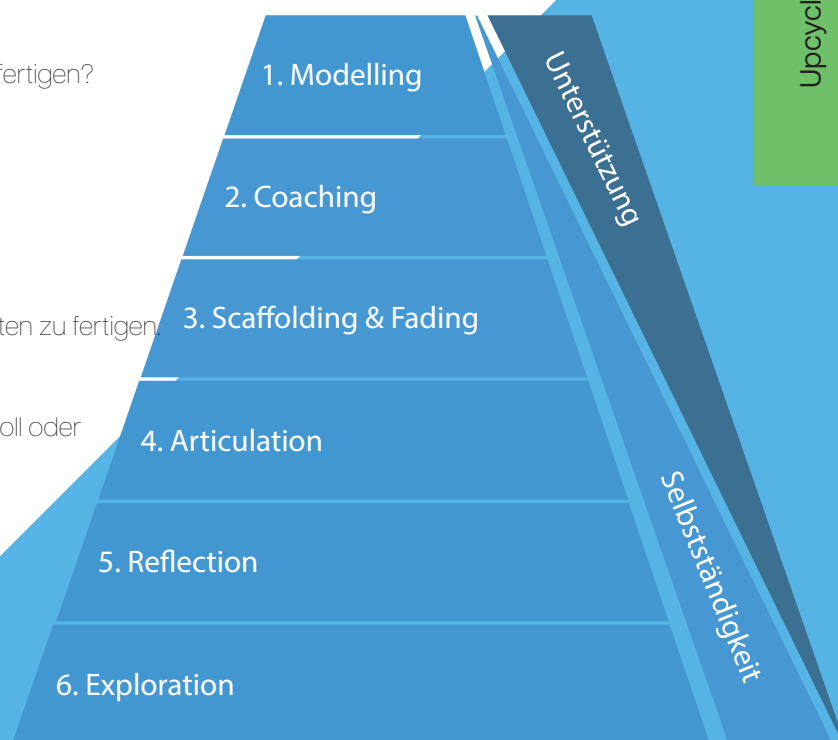
durchgeführten Arbeitsschritte: bspw. durch Protokoll oder Gespräch

Reflexion des Arbeitsprozesses:

Wie funktioniert der Seifenblasenautomat am besten?

Eigenständiges Entwerfen:

Entwerfen eines neuen Werkstücks, z.B. aus anderen, verwertbaren Materialien.



Differenzierungsmöglichkeiten

Je nach Fähigkeiten und Möglichkeiten können die Schülerinnen und Schüler (SuS) bei unterschiedlichen Fertigungsschritten einsteigen. Beispielhaft: Lehrperson kann Bohrungen mit dem Akkuschrauber oder Kerbungen für die Handkurbel vorbereiten. Ebenso kann eine ganzheitliche, eigenständige Fertigung des Seifenblasenautomaten realisiert werden.

Darüber hinaus ist der Seifenblasenautomat mithilfe des externen Windgenerators für SuS mit motorischen Einschränkungen (z.B. bei Spastik der oberen Extremitäten) durch Zuschaltung eines Netzschaltadapters (z.B. PowerLink) adaptierbar. Dieser ist in Verbindung mit einem beliebigen Taster eine Adaptionshilfe zum Ein- und Ausschalten eines elektrischen Gerätes (z.B. Föhn, Ventilator). Der Kurbeltrieb wird dann von anderen SuS oder der Lehrperson bedient. Das Verständnis von Ursache und Wirkung (durch Einschalten des Ventilators) ist eine basale Grundlage von technisch-naturwissenschaftlicher Kommunikation.

Zur Teens-Version mit Heißkleber:



Fuß aus Karton

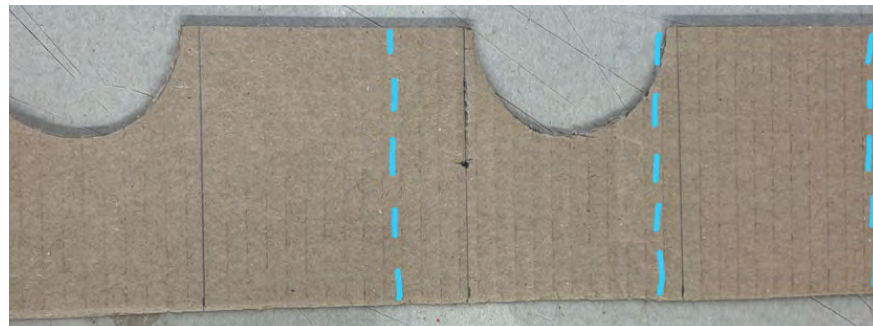
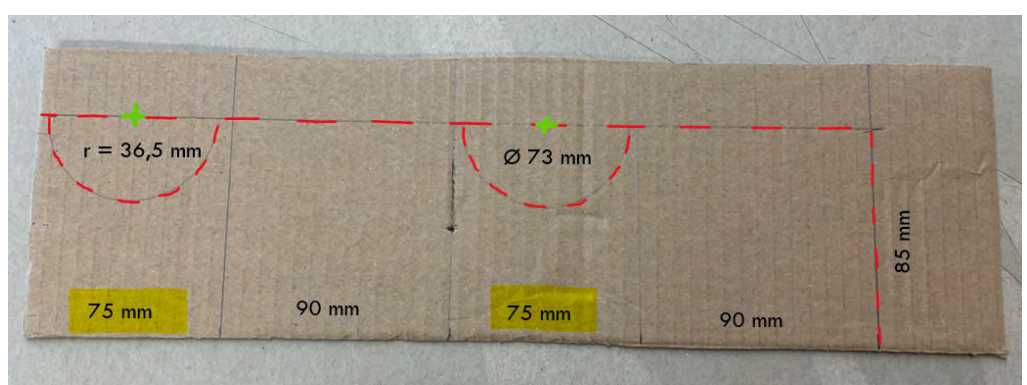
Im ersten Arbeitsschritt

werden die Maße 85x330 mm

auf den Karton mithilfe eines Stahlmaßstabs (oder Lineals) übertragen.

Das angezeichnete Rechteck wird dann in vier weitere Maße unterteilt: 75 - 90 - 75 - 90 mm. In den beiden 75 mm - Feldern wird nun jeweils an der oberen Kante die Mitte (3,75 mm) angezeichnet. An den beiden Punkten wird dann mit einem Zirkel der Durchmesser der Konservendose ($r = 36,5$ mm) im Halbkreis angezeichnet. Diese Aussparungen ergeben die Auflageflächen der Dose. Mit einer Schere wird nun das Rechteck und die beiden Halbkreise ausgeschnitten. Die in Bild 3 dargestellten Strichlinien dürfen nicht geschnitten werden, da diese die späteren Faltlinien darstellen!!!

Zunächst wird der Karton an den Linien der Bemaßung 75 - 90 - 75 - 90 mm mithilfe des Stahlmaßstabs (oder Lineals) im 90° Winkel nach innen gefaltet, sodass ein Quader entsteht. Mit etwas Klebeband wird der Quader abschließend verklebt.



Alternativ können mit Heißkleber zwei Punkte an der Verbindung der Kartonenenden aufgetragen und durch kurzes Halten miteinander verklebt werden. Ist der Heißkleber abgekühlt, wird abschließend die komplette Innen- und Außenseite verklebt, um eine ausreichende Stabilität zu erhalten. Dieser Schritt ist für die SEK 1 gedacht.

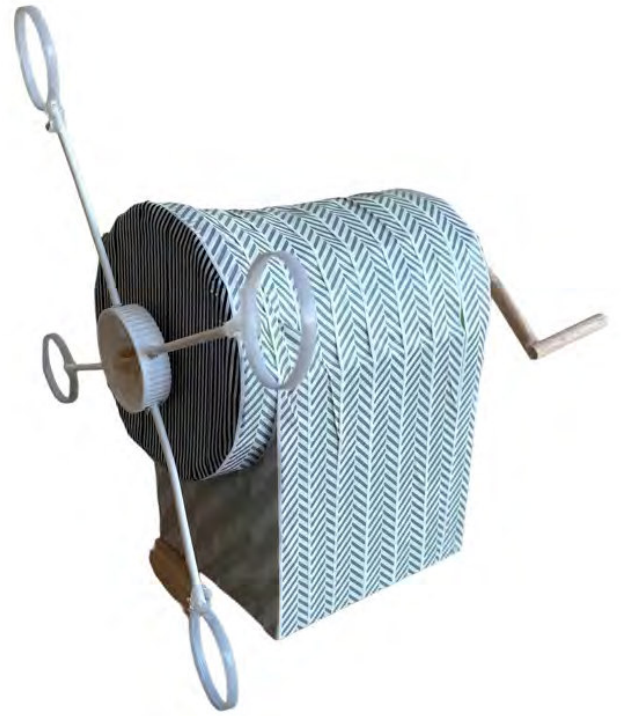
Herstellung des Körpers

Zuerst wird auf dem Boden der Dose der ungefähre Mittelpunkt mit einem Filzstift angezeichnet (Bohrpunkte). Dasselbe wird bei dem Deckel vorgenommen (Bild 1). Mit einem Körner und Schlosserhammer (Bild 3) lässt sich die Zentrierung „Vorstechen“, um beim Bohren ein Abrutschen des Bohrers zu vermeiden. Anschließend werden mit einem $\varnothing 7$ mm HSS-Bohrer und Akkubohrer die beiden Bohrlöcher gebohrt. Dabei gilt zu beachten, dass die beiden Werkstücke fest in ein Schraubstock, eine Schraubzwinde o. ä. eingespannt werden und eine geeignete Unterlage (Holzbrett) verwendet wird. Das untere Bild zeigt die beiden gebohrten Werkstücke. Die Bohrlöcher unbedingt mit einer kleinen Rundfeile entgraten!

Nun werden die Konservendose und der Schraubglasdeckel miteinander verklebt. Dazu wird auf der Innenseite des Deckels eine Schicht Alleskleber aufgetragen. Die Konservendose kann nun zentriert auf den Deckel gepresst werden. Damit die beiden Komponenten gut miteinander verbunden sind, wird der Körper mit Klebeband umwickelt.



Um den Hauptkörper (Einheit aus Dose und Deckel) des Seifenblasenautomaten fertigzustellen, muss dieser noch mit dem Standfuß verklebt werden. Dazu wird der Hauptkörper in den bereits fertiggestellten Standfuß leicht eingedrückt. Passt er gut auf die Auflageflächen, kann dieser mit Klebeband mit dem Standfuß verklebt werden (unten). Ebenso ist nach diesem Schritt das Gestalten möglich. Der Seifenblasenautomat in Bild rechts wurde bspw. mit Washi Tape verziert.



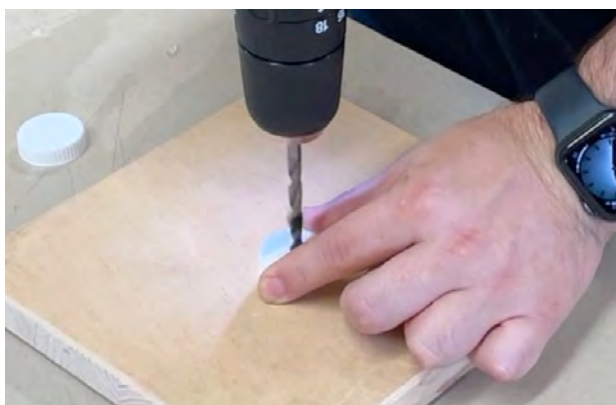
Um den Hauptkörper (Einheit aus Dose und Deckel) des Seifenblasenautomaten fertigzustellen, kann dieser auch mit Heißkleber mit dem Standfuß verklebt werden. Dazu wird der Hauptkörper in den bereits fertiggestellten Standfuß leicht eingedrückt. Passt dieser gut, wird an den Auflageflächen des Standfußes Heißkleber aufgetragen und der Hauptkörper wieder leicht in den Standfuß eingedrückt. Nachdem dieser etwas ausgekühlt ist, können ebenfalls die Seiten für einen festen Halt verklebt werden.



Blasringrad herstellen

Milchdeckel bohren (ø 7 mm)

In diesem Arbeitsschritt werden die beiden Milchdeckel mittig gebohrt (Bild 2), da diese später auf die Kurbel-Antriebswelle aufgeschoben werden müssen. Diese werden mit einem ø 7 mm HSS-Bohrer und Akku-bohrer gebohrt (Bild 1). Dabei gilt zu beachten, dass die beiden Werkstücke fest in der Hand mit ausreichend Abstand zum Bohrer fixiert werden und eine geeignete Unterlage (Holzbrett) verwendet wird. Damit der Milchdeckel beim Bohren nicht in den Fingern durchdreht, soll er von den SuS in einen Schraubstock, eine Schraub- oder Leimzwinde eingespannt und mit einer Hand, vorsichtig gehalten werden.



Anzeichnen der Bohrpunkte für die Blasringräder und Bohren des Milchdeckels



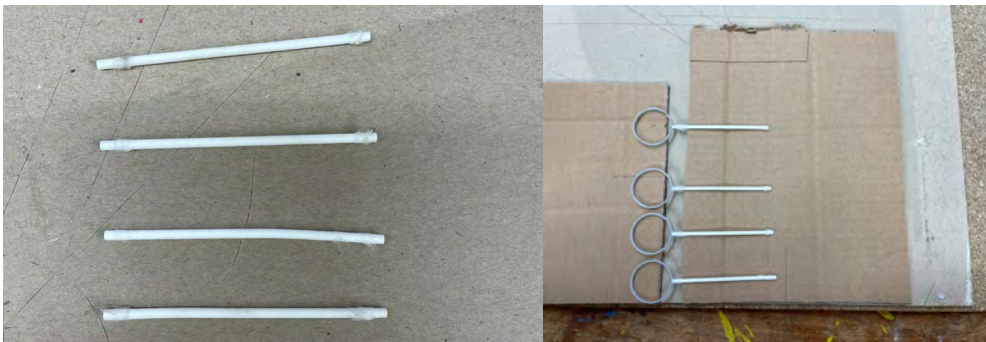
Nun werden vier Markierungen für die Blasringräder vorgenommen. Diese können zunächst von oben festgelegt und dann zur Außenseite (Mantel) hin übertragen werden (Bild 1). Der Milchdeckel wird dann leicht in den Schraubstock oder in eine Schraubzwinde eingespannt und anschließend an den äußeren Markierungen am Deckelring mit einem ø 3 mm HSS-Bohrer entsprechend gebohrt. Hierbei ist zu beachten, dass nur wenig Druck beim Bohren mit dem Akkubohrer auf den Deckel ausgeübt werden sollte, sodass dieser sich nicht verformt.



Vorbereitung der Wattestäbchen und Verkleben mit den Erstöffnungsgarantiebändern

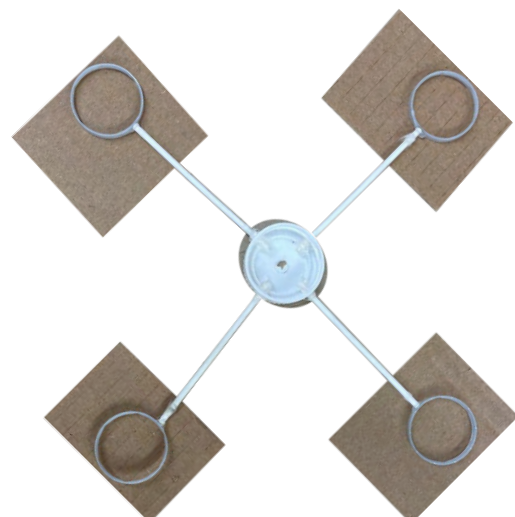
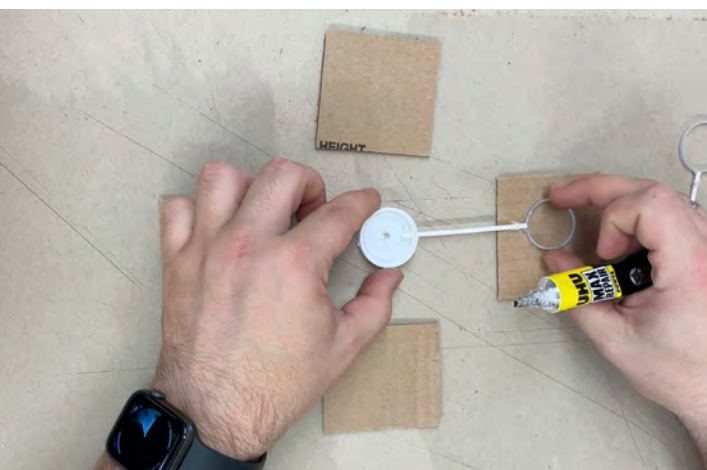
Die Watte an den Wattestäbchen wird abgezupft, sodass die Enden frei sind. Nun werden die Wattestäbchen mit den Erstöffnungsgarantiebändern verklebt. Hierzu ist es wichtig, dass ein möglichst wasserfester Alleskleber verwendet wird. Im Versuch scheiterte die Verwendung von Heißkleber. Nach nur wenigen Minuten in der Seifenblasenlauge lösten sich die Erstöffnungsgarantiebänder von den Wattestäbchen. Entsprechend ist die Verwendung von wasserfestem Alleskleber an dieser Stelle nachhaltiger.

Mit Kartonstücken können die Erstöffnungsgarantiebänder und Wattestäbchen unterlegt werden, sodass diese nicht an der Unterlage festkleben. Darüber hinaus gilt zu beachten, dass die Wattestäbchen jeweils orthogonal zum Erstöffnungsgarantieband ausgerichtet sind.



Verkleben der Blasringgestelle mit Milchdeckel

Abschließend werden die Blasringe mit dem Milchdeckel verklebt (Bild 1). Dazu werden diese mit etwas Alleskleber in die Bohrlöcher ($\varnothing 3 \text{ mm}$) am Milchdeckel gleichmäßig eingeführt. Danach können alle Blasringe ausgerichtet werden, sodass diese parallel zum Milchdeckel gestellt sind (Bild 2). Hier bietet es sich an, Kartonstücke unter die Blasringe zu legen. Sind alle Blasringe korrekt ausgerichtet, kann nochmals jeweils von innen und außen ein wenig Alleskleber auf die Verbindungen zwischen Wattestäbchen und Milchdeckel aufgetragen werden.



Kurbel-Antriebswelle mit Kurbel des Blasringrades

Rundstab: Anzeichnen, Sägen und Schleifen

Zunächst wird der Rundstab $\varnothing$ 6 mm auf drei Längen (240, 200 und 160 mm) angezeichnet und anschließend zugesägt, sodass drei Stücke mit den Maßen 160 mm und zweimal 40 mm entstehen. Die drei Stücke ergeben später die Kurbel. Nach dem Zusägen werden die einzelnen Stücke an den Enden geschliffen oder mit einem Spitzer etwas angespitzt, um die scharfen Kanten zu entgraten.



Kerbungen für Kurbel: Sägen und Schlagen

Nun werden insgesamt vier Markierungen an den Rundstab-Stücken vorgenommen: an einem Ende des 160 mm, an einem Ende eines 40 mm und beiden Enden des zweiten 40 mm Stückes. Diese werden bei der Hälfte des $\varnothing$ des Rundstabes, also bei 3 mm, waagrecht angezeichnet. An diesen Markierungen wird nun bis zur Hälfte eingesägt. In den Schraubstock eingespannt wird anschließend von der anderen (senkrechten) Seite im rechten Winkel mit einem Stecheisen (6 mm) vorsichtig eingeschlagen, sodass eine Kerbe entsteht. Alternativ lassen sich für eine Kerbe auch beide Seiten einsägen. Die beiden Kerbungen an einem der 40 mm Stücke müssen parallel sein.



Kurbel verleimen

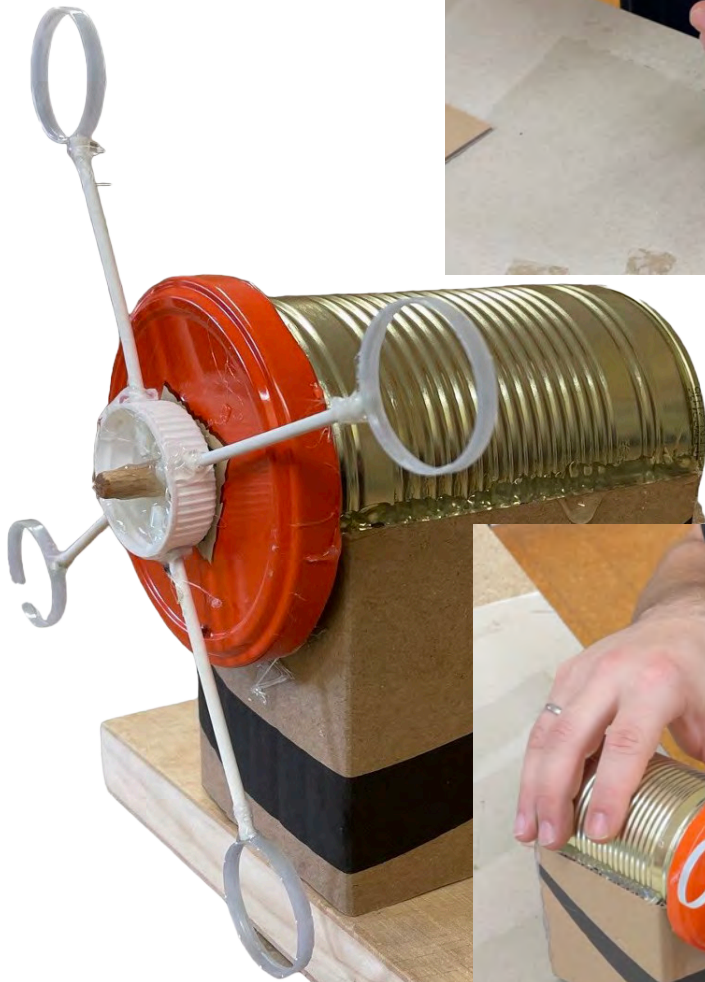
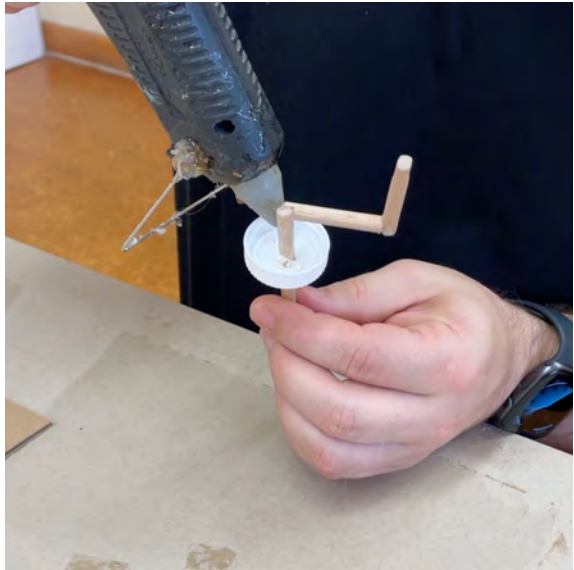
Die drei Rundstab-Stücke werden nun als Kurbel verleimt. Dazu wird ein Holzbrett (Reststück) auf die Kurbel gelegt und mit einer Schraubzwinge am Tisch fixiert, sodass genügend Anpressdruck (Holzleim/Holz) erzeugt wird. Dabei ist zu beachten, dass die Kurbel vor dem Festziehen der Schraubzwinge orthogonal ausgerichtet ist. Darüber hinaus sollte nur eine sehr geringe Menge Holzleim punktuell in die Kerbungen aufgetragen werden, um ein starkes Verlaufen des Leims zu verhindern. Der Leim sollte mindestens für 20 Minuten trocknen.



Kurbel-Antriebswelle mit Blasringrad verbinden

Im letzten Arbeitsschritt wird die Kurbel-Antriebswelle mit dem Blasringrad verklebt. Zunächst wird dabei der Milchdeckel auf die Kurbel-Antriebswelle geschoben und ein kleines Stück vor der Kurbel mit Heißkleber verklebt (Bild 1 und 2). Die Öffnung des Milchdeckels soll dabei in Richtung der Kurbel ausgerichtet sein. Die Kurbel-Antriebswelle kann nun durch den Hauptkörper eingeführt und darauf das Blasringrad vorsichtig geschoben werden (Bild 3). Hier sollte die Öffnung des Milchdeckels nach vorne zeigen, sodass abschließend mit etwas Heißkleber das Blasringrad mit der Kurbel-Antriebswelle verklebt werden kann (Bild 4).

Somit ist das Werkstück „Upcycling-Seifenblasenautomat“ fertiggestellt und einsatzbereit.





Seifenblasenautomat

Konstruktion

In diesem Kapitel wird erklärt, wie man einen Seifenblasenautomaten mit Handkurbel und elektrisch betriebenen Windrad fertigt.



von Daniel Beckenbauer



Sek. 1: ab Klasse 5/6

SoPäd: Berufsschulstufe

Gefährdungsbeurteilung auf Seite 308f



Die Schülerinnen & Schüler...

- nutzen verschiedene Verfahren zur Holzbearbeitung.
- nutzen einfache Verfahren der Elektrotechnik.



Seifenblasenlauge (z.B. von Pustefix®) verwenden.



- Holzplatte (15x140x200)
- Holzleiste (15x40x150)
- Kantholz (30x30x70)
- Rundstab: 400x6 + 180x15
- Motor $\varnothing$ 24mm (3-6V)
- Batteriefach (2xAA)
- Druckschalter
- Rotorblatt $\varnothing$ 120 mm
- Schaltdraht, rot/schwarz
- Schrumpfschlauch
- 2x Flachkopfschraube (2,2x8)
- 4x Kabelbinder (100 mm)
- 5x Kabelschelle $\varnothing$ 10-15 mm
- 4x Blasring, 4x Gummiring



- Lochsäge ($\varnothing$ 35 mm)
- Holzbohrer ($\varnothing$ 7 und 3 mm)
- Forstnerbohrer ($\varnothing$ 15 und 25 mm)
- Stechbeitel/-eisen (6 mm)
- Holzhammer (Schlaghammer)
- Seitenschneider



- Gehrungssäge
- Schleifpapier (120/80er)
- Puksäge
- Schlosserhammer
- Stahlmaßstab/Lineal
- Schraubendreher
- Vorstecher
- Schlosser- oder Schreinerwinkel
- Schraubzwinge(n)
- Fön
- Bleistift, Schere
- Ständerbohrmaschine
- Alleskleber, Holzleim

Lehrgang/Erklärvideo:

Wie kann man einen Upcycling-Seifenblasenautomaten fertigen?

Individuelle Beratung und Tipps zum Tillern:

Hilfe durch Schritt für Schritt-Anleitung

Hilfsgerüst durch unterstützende Materialien:

SuS versuchen eigenständig, einen Seifenblasenautomaten zu fertigen.

Versprachlichung/Vergleich der

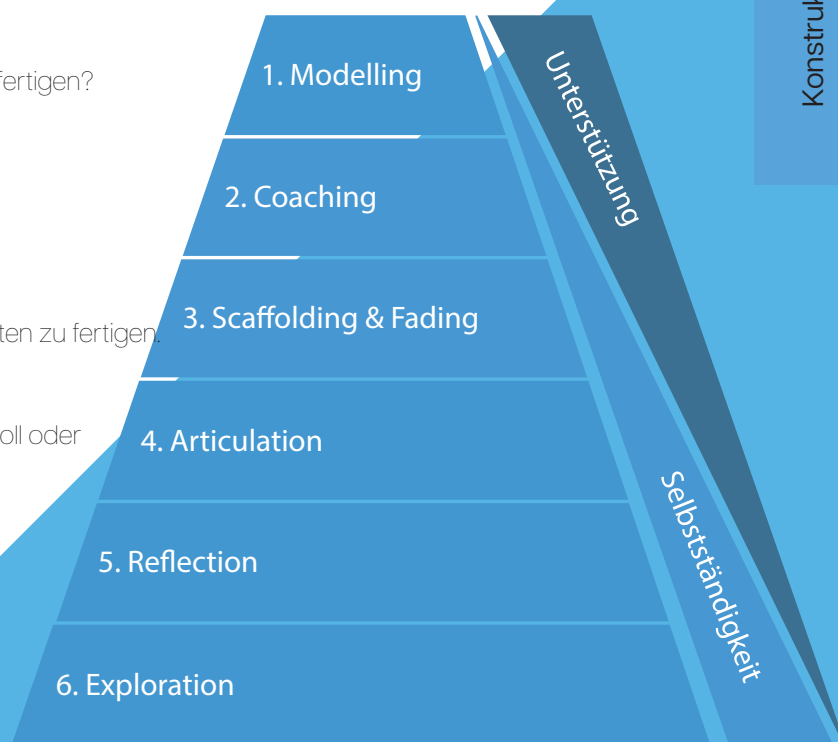
durchgeführten Arbeitsschritte: bspw. durch Protokoll oder Gespräch

Reflexion des Arbeitsprozesses:

Wie funktioniert der Seifenblasenautomat am besten?

Eigenständiges Entwerfen:

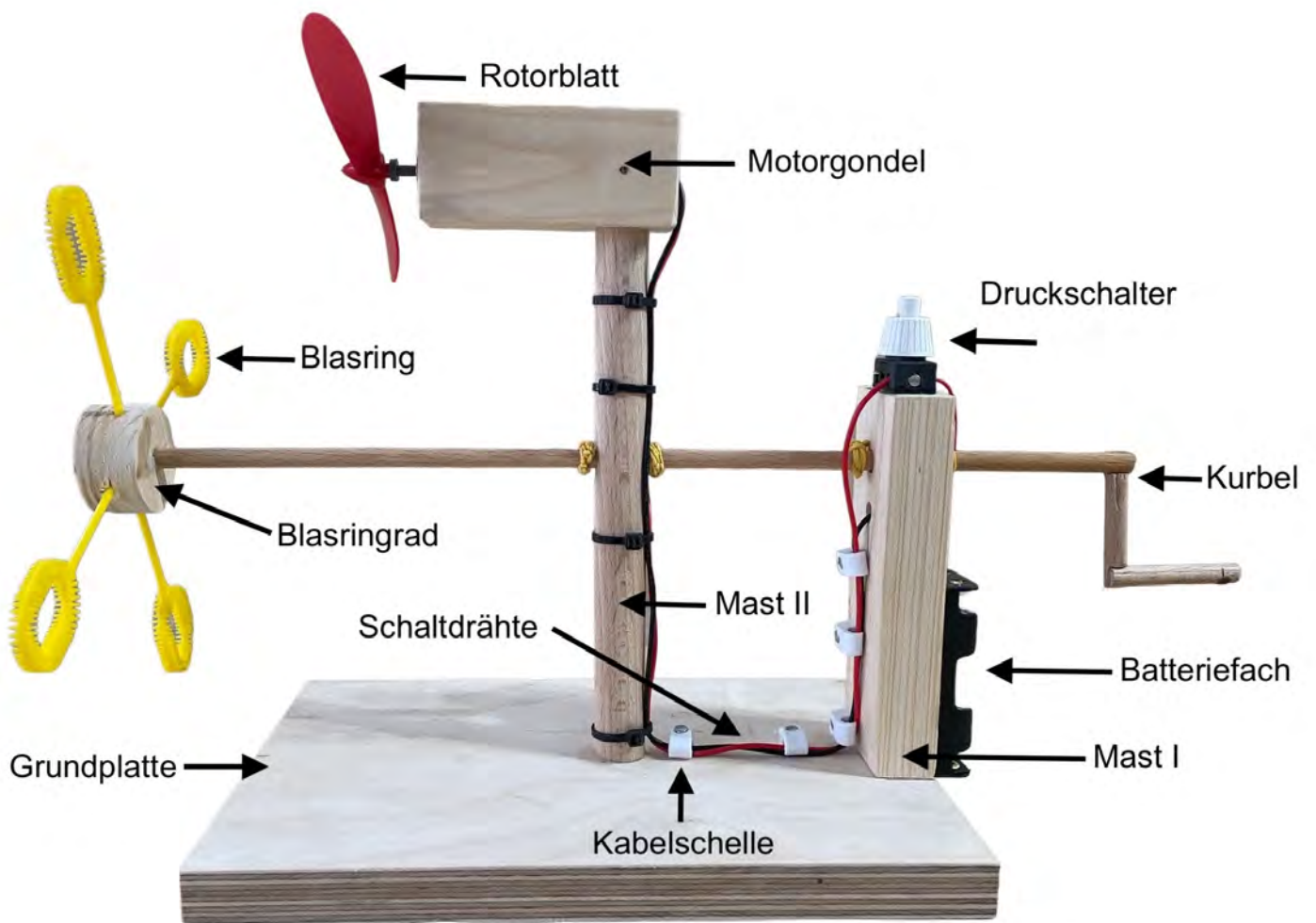
Entwerfen eines neuen Werkstücks, z.B. aus anderen, verwertbaren Materialien.



Differenzierungsmöglichkeiten

Je nach Fähigkeiten und Möglichkeiten können die Schülerinnen und Schüler (SuS) bei unterschiedlichen Fertigungsschritten einsteigen. Beispielhaft: Die Motorgondel ist sehr kompliziert in der Umsetzung. So kann diese von der Lehrperson vorgefertigt werden. Der Seifenblasenautomat kann sowohl als ganzheitliche Fertigungsaufgabe (Sek I) mit eigenständiger Umsetzung realisiert, als auch bspw. als Bausatz konzipiert werden. Beispielhaft: In der SoPäd werden Bausätze mit unterschiedlichen Differenzierungen von der Lehrperson vorbereitet, welche unterstützend mit den SuS gefertigt werden.

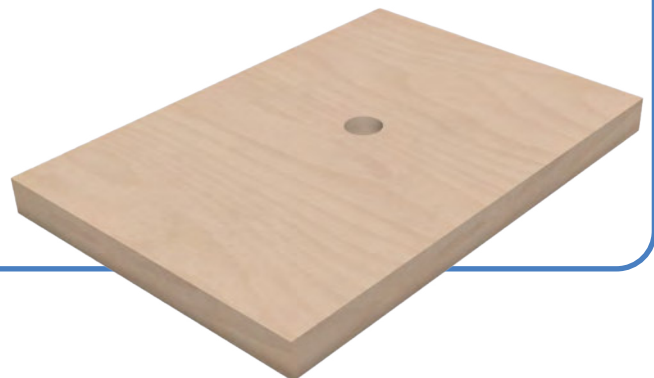
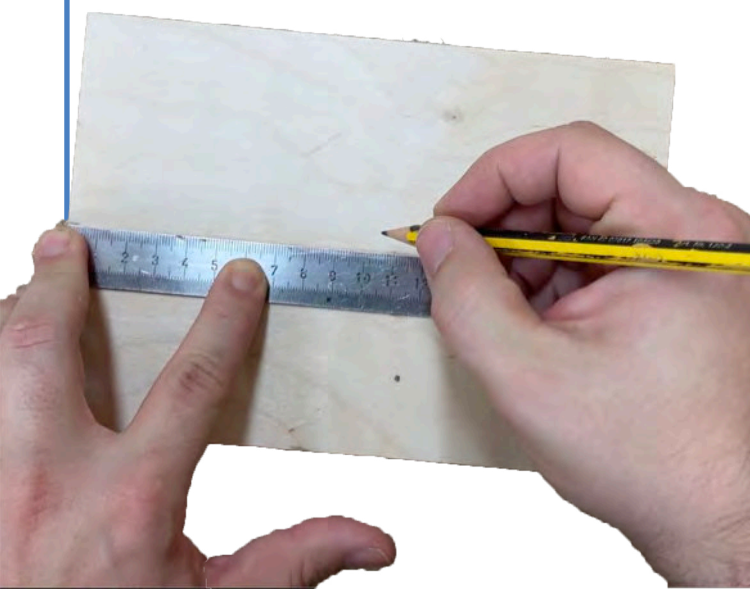
Darüber hinaus ist der Seifenblasenautomat mithilfe des Druckschalters für SuS mit motorischen Einschränkungen (z.B. bei Spastik der oberen Extremitäten) adaptierbar. Der Kurbeltrieb kann von anderen SuS oder der Lehrkraft bedient werden. Das Verständnis von Ursache und Wirkung (durch Ein- und Ausschalten des Windrades) ist eine basale Grundlage von technisch-naturwissenschaftlicher Kommunikation.



Grundplatte anzeichnen und bohren

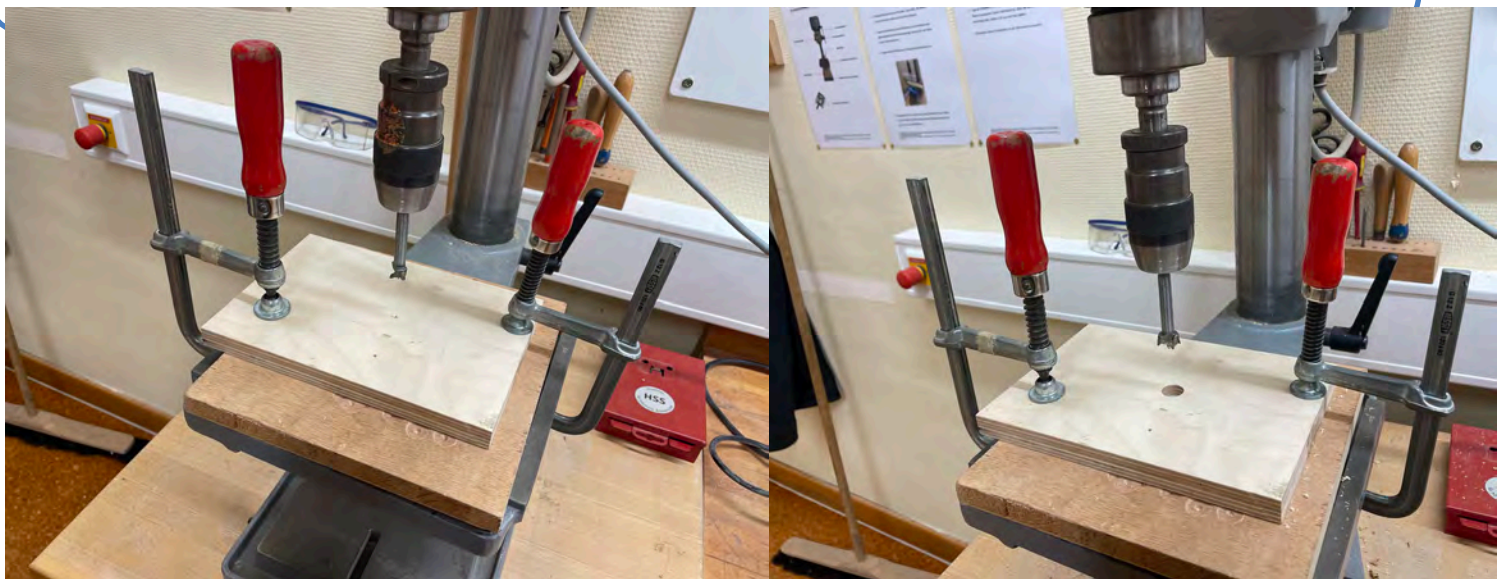
Anzeichnen des Bohrpunktes von Mast II und der Position für Mast I

Im ersten Arbeitsschritt wird auf der Grundplatte der Bohrpunkt für Mast II ($\varnothing 15 \text{ mm}$) und die Position für Mast I ($40 \times 15 \text{ mm}$) angezeichnet bzw. markiert. Die genauen Maße können der technischen Zeichnung* „Grundplatte“ (Bild 1) entnommen werden. Hier ist es wichtig, möglichst genau zu messen und geeignete Hilfsmittel (Stahlmaßstab und Schreinerwinkel) für die genaue Übertragung auf die Grundplatte (Bild 2) zu verwenden.



Grundplatte bohren

Nun wird die Bohrung für Mast II vorgenommen. Dabei sind die Sicherheitsbestimmungen für die Ständerbohrmaschine zu beachten. Die Grundplatte muss fest mit Schraubzwingen am Bohrtisch fixiert und mit einem Holzbrett unterlegt werden. Der Tiefenanschlag wird auf 10 mm eingestellt. Dies ist wichtig, da die beiden Masten später mit den Bohrlöchern für die Antriebswelle auf derselben Höhe stehen müssen (90 mm), um ein Verkanten zu verhindern. Neben der Zentrierspitze des Holzbohrers kann vor der Bohrung ein Vorstecher verwendet werden. Für den Forstnerbohrer ($\varnothing 15 \text{ mm}$) muss eine geeignete Drehzahl eingestellt werden. Die Grundplatte darf erst ausgespannt werden, wenn die Maschine stillsteht.



Grundplatte anzeichnen und sägen

Nun muss zunächst der Mast I auf die korrekten Maße angezeichnet und zugesägt werden. Dazu können die Maße aus der technischen Zeichnung „Grundplatte Seifenblasenautomat“ (Bild 1) entnommen werden. Die Holzleiste (15x40x150 mm) wird zunächst auf 110 mm angezeichnet und anschließend an der Gehrungssäge (Bild 2) zugesägt. Bei der Gehrungssäge ist es wichtig zu beachten, dass eine sichere Standposition eingenommen wird und die Gehrungssäge auf Stoß arbeitet. Das Werkstück sollte fest an der Gehrungssäge fixiert werden (z.B. mit Schraubzwingen). Das Reststück (40 mm) wird später in Arbeitsschritt 5.1 benötigt.

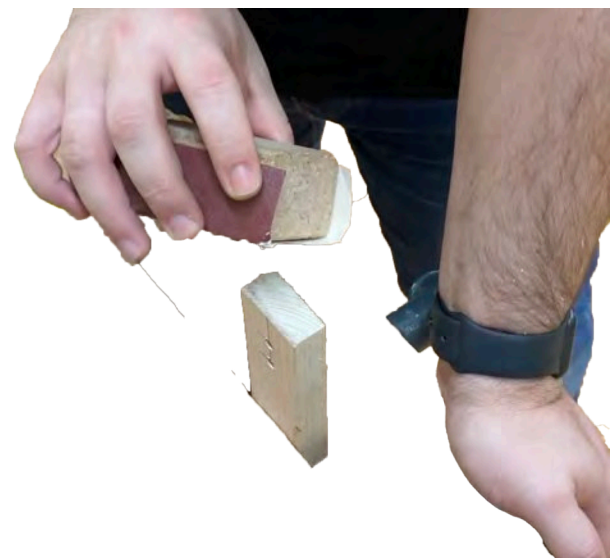
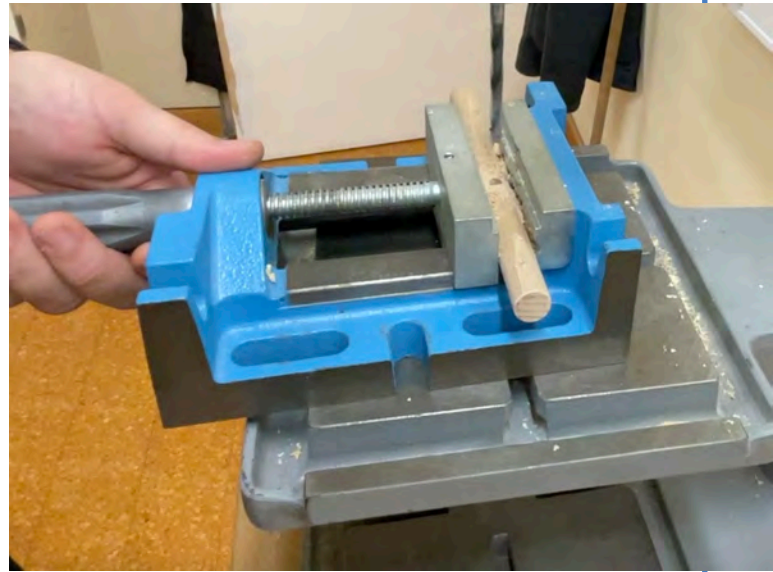


Mast 1 und 2 anzeichnen, sägen und schleifen

Bohrpunkte an Mast I und II: Anzeichnen, Bohren und Schleifen

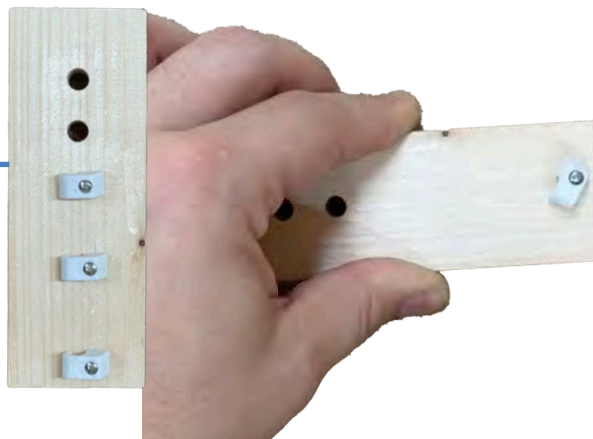
Die anzuzeichnenden Maße der Bohrpunkte von Mast I sind der technischen Zeichnung „Grundplatte Seifenblasen-automat“ zu entnehmen. An Mast II wird der Bohrpunkt bei 100 mm angezeichnet, da dieser in die Bohrung der Grundplatte mit 10 mm eingeführt wird, so haben Mast I und II im verleimten Zustand beide

Bohrungen auf der Höhe 90 mm. Die Bohrpunkte werden mit einem Holzbohrer $\varnothing 7\text{mm}$ gebohrt. Neben der Zentrierspitze des Holzbohrers kann vor der Bohrung ein Vorstecher verwendet werden*. Sowohl die Holzleiste als auch der Rundstab (Mast I) müssen fest mit Schraubzwingen am Bohrtisch fixiert und mit einem Holzbrett unterlegt oder fest in einen Maschenschraubstock (Empfehlung) eingespannt werden. Der Tiefenanschlag wird auf 16 mm eingestellt. Abschließend wird die Holzleiste mit einem Schleifklotz geschliffen, um die Kanten zu entgraten.



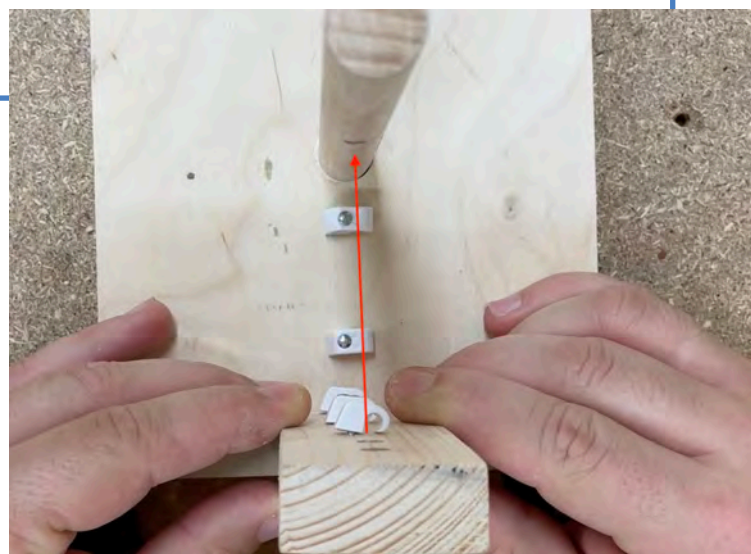
Kabelschellen anbringen

Nun können an Mast I drei Kabelschellen angebracht werden (Bild 1 und 2). Diese sollen von dem Bohrloch des Mast I in Richtung Mast II über die Grundplatte in einer geraden Flucht angebracht werden, sodass ein geradliniges Verlegen der Schaltdrähte später möglich ist. Aufgrund der kleinen Nägel ist es hilfreich, mit einem Vorstecher die Nagelpunkte zu fixieren, damit die Nägel nicht abrutschen. Darüber hinaus empfiehlt sich hierbei ein Hammer mit kleinem, schmalem Kopf und entsprechend kleiner Bahn zu verwenden.



Mast 1 und 2: Verleimen auf und mit der Grundplatte

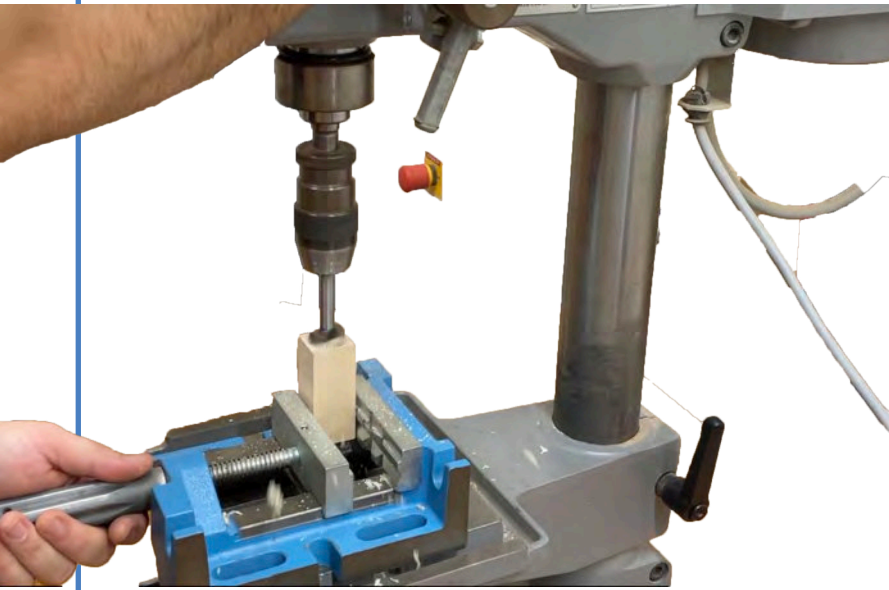
Nun wird zunächst Mast II auf der Grundplatte entsprechend in dem Bohrpunkt ($\varnothing 15 \text{ mm}$), verleimt. Dabei kann ein Holzhammer helfen, den Mast komplett in das Bohrloch zu klopfen, da dieser möglichst exakt 10 mm eingelassen werden muss. Anschließend werden auf der Grundplatte die restlichen Kabelschellen in Richtung des Mast II in gerader Flucht angebracht. Zuletzt kann der Mast I auf der Grundplatte an der markierten Stelle verleimt werden, indem dieser mit einer Schraubzwinge am Tisch fixiert wird. Wichtig hierbei ist, dass an Mast II das Bohrloch in einer Flucht mit dem von Mast I liegt.



Motorgondel anzeichnen, bohren, schleifen

Motorschacht (ø 25 mm): Anzeichnen und Bohren

Zunächst wird auf dem Kantholz (30x30x70 mm) das Bohrloch für den Motor auf der Oberseite angezeich-

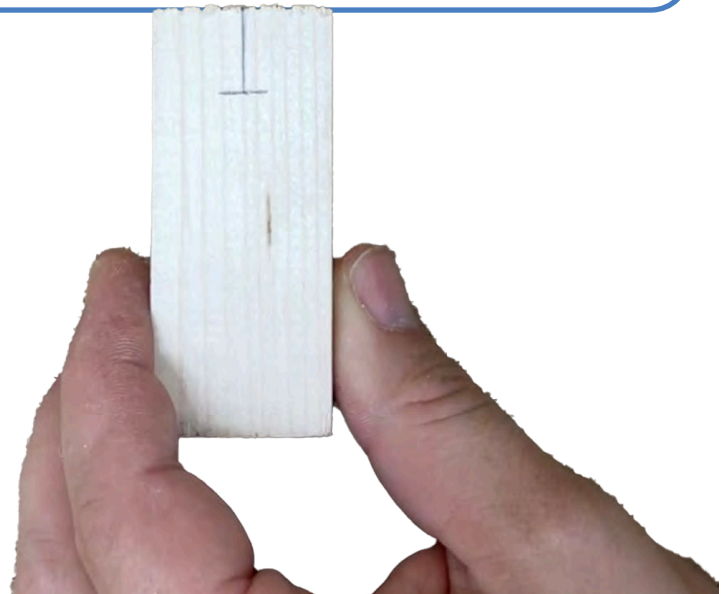
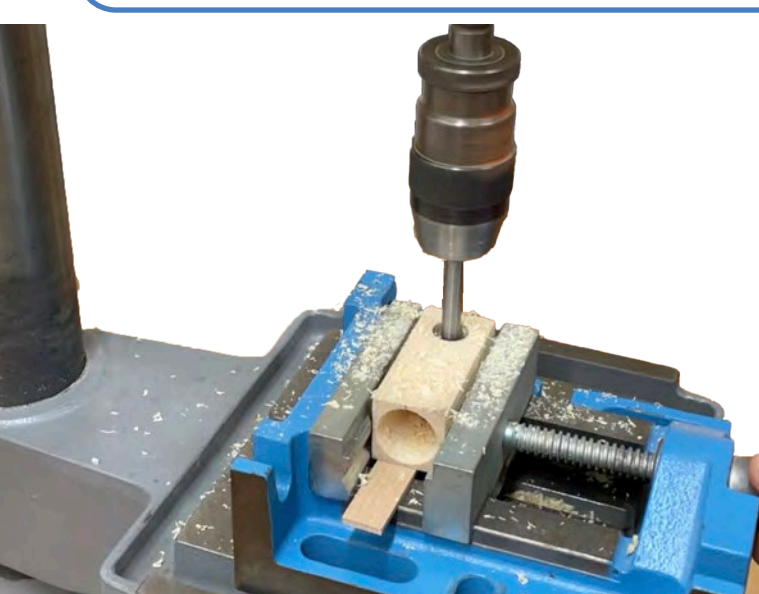


net und anschließend gebohrt. Die Maße können der technischen Zeichnung „Motorgondel“ entnommen werden. Das Werkstück muss fest in einem Maschinenschraubstock eingespannt werden. Die Drehzahl der Ständerbohrmaschine ist dem Forstnerbohrer ø 25 mm anzupassen. Der Tiefenanschlag wird auf 55 mm eingestellt, damit der Motor ausreichend Platz hat und das Werkstück später mit einem guten Halt auf dem Mast II verleimt werden kann, sodass dieser exakt auf 15 mm eingelassen wird. Dies ist nur möglich, wenn lediglich ein Teil-

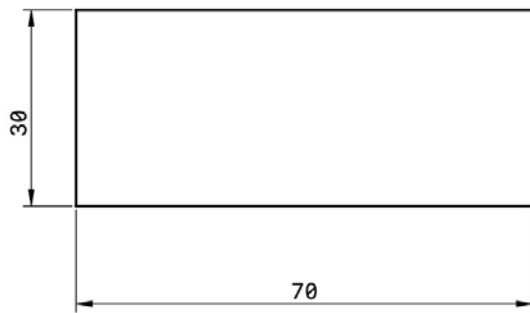
stück der ø 25 mm Bohrung im Schacht „freiliegt“.

Mastenschacht (ø 15 mm): Anzeichnen und Bohren

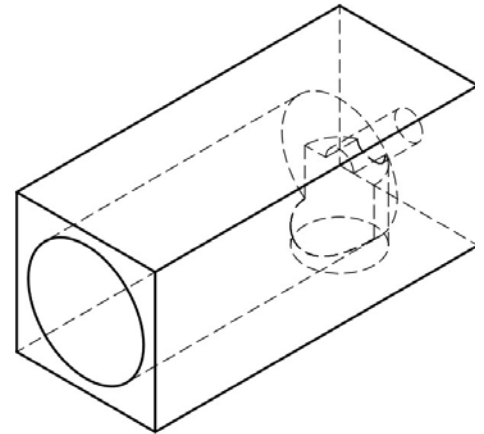
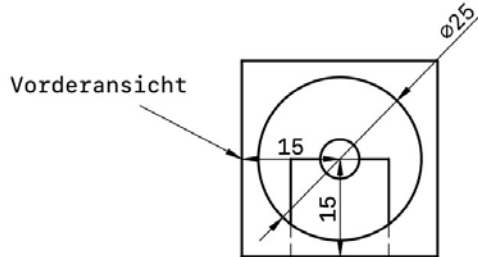
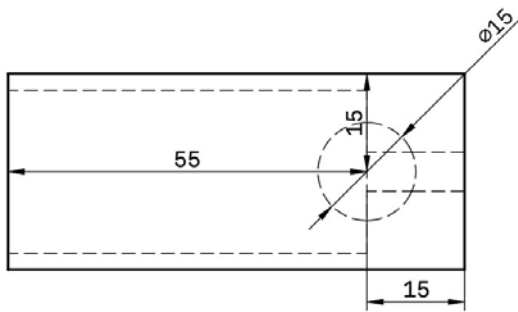
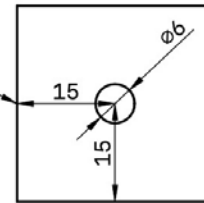
Nun kann der Bohrpunkt des Mastenschachtes angezeichnet (Bild 1) und anschließend gebohrt werden (Bild 2). Die korrekten Maße können der technischen Zeichnung „Motorgondel“ entnommen werden. Das Werkstück muss fest in einem Maschinenschraubstock eingespannt werden. Die Drehzahl der Ständerbohrmaschine ist dem Forstnerbohrer ø 15 mm anzupassen. Der Tiefenanschlag wird auf 15 mm eingestellt, um die Gondel später exakt mittig auf den Mast II aufsetzen und verleimen zu können.



Die Bemaßung ist nicht normkonform, da sie für den Einsatz in der SoPäd angepasst wurde.



Hinteransicht



TITEL

Motorgondel

ZULETZT AKTUALISIERT

11/04/22

EINHEITEN

mm

Kabelschacht ($\varnothing 7$ mm): Anzeichnen und Bohren

Der Kabelschacht wird nun mittig auf der Rückseite der Gondel angezeichnet (Bild 1) und anschließend gebohrt (Bild 2). Die korrekten Maße können der technischen Zeichnung „Motorgondel“ (Seite 11, Bild 1) entnommen werden. Das Werkstück muss fest in einem Maschinenschraubstock eingespannt werden. Die Drehzahl der Ständerbohrmaschine ist dem Holzbohrer $\varnothing 7$ mm anzupassen. Der Tiefenanschlag wird auf 35 mm eingestellt, um sicherzustellen, dass die Bohrung durch die Gondel geht und gleichzeitig bei einer Länge der Gondel von 70 mm keine darunterliegenden Teile des Schraubstockes angebohrt werden.



Motorgondel: Schleifen und Verleimen mit Mast II

Die Motorgondel wird nun geschliffen, sodass Markierungen nicht mehr sichtbar sind und ggf. scharfe Kanten entgratet werden. Die Motorgondel wird anschließend mit dem Mast II verleimt. Dabei ist zu beachten, dass der Holzleim nur dünn aufgetragen wird, sodass der Kabelschacht frei bleibt. Darüber hinaus ist zu beachten, dass die Gondel korrekt mit dem Motorschacht nach vorne (weg von Mast I zeigend) und waage- recht ausgerichtet ist. Der Leim sollte vor dem nächsten Schritt mindestens 20 Minuten trocknen.



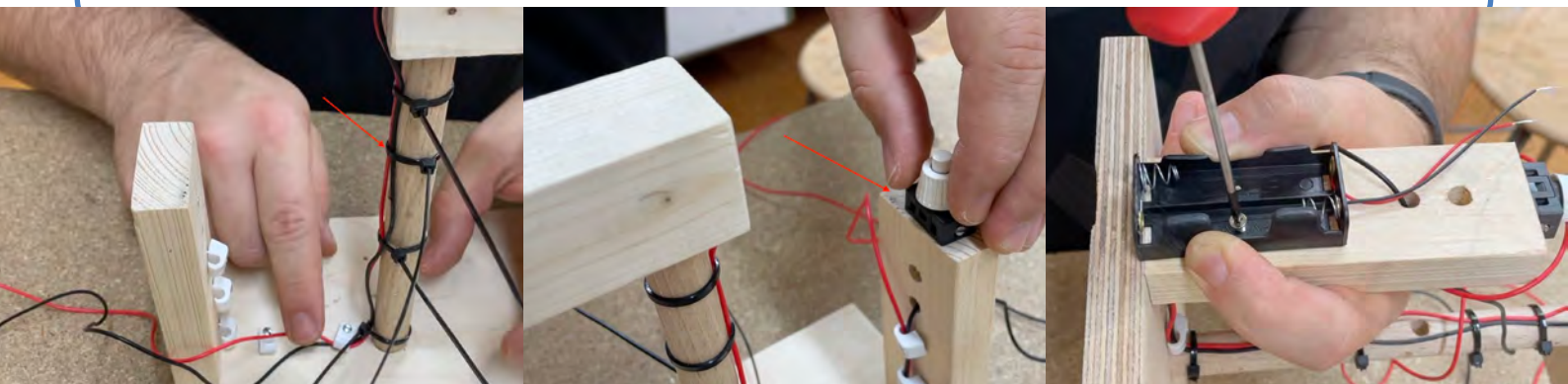
Elektromotor, Druckschalter, Batteriefach

Elektromotor: Anschluss der Schaltdrähte und Einlassen in die Motorgondel

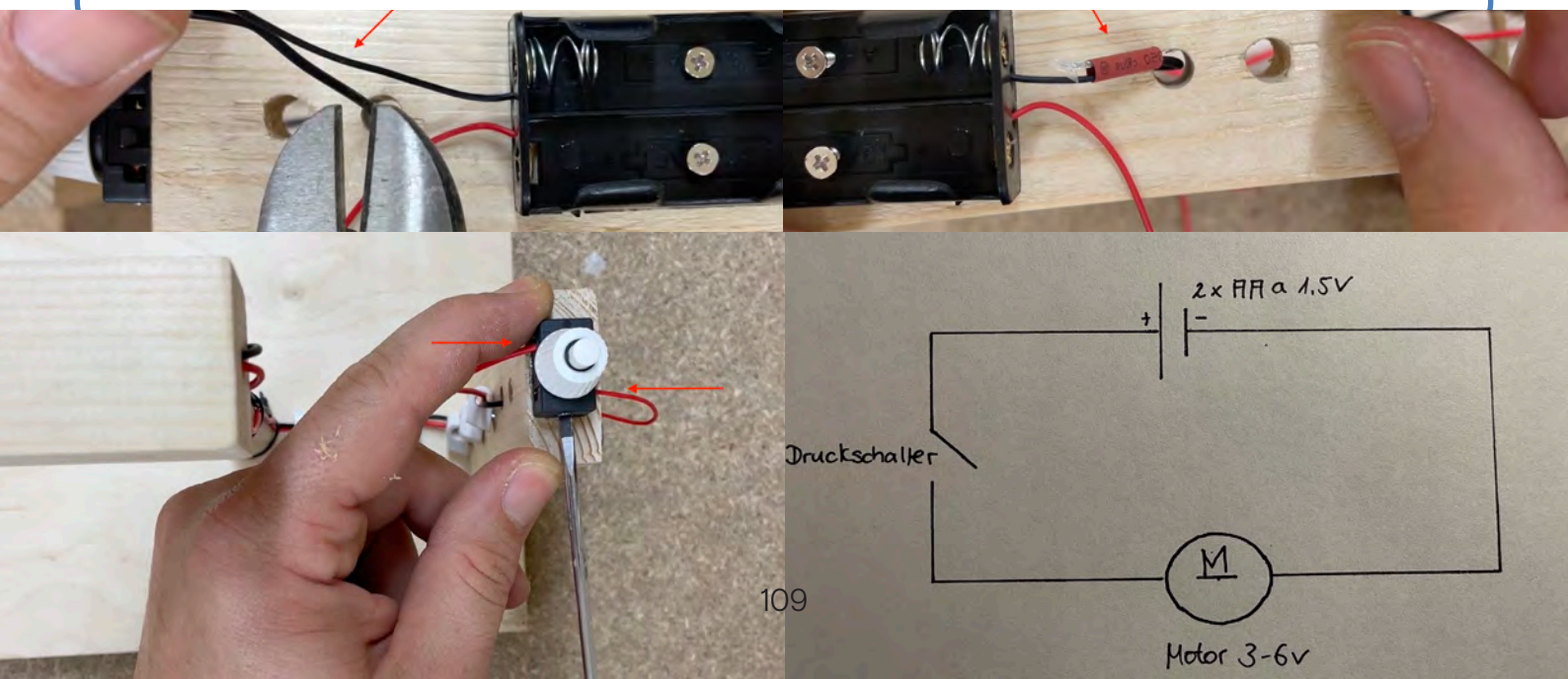
Zunächst werden die beiden Schaltdrähte in die Motorgondel eingeführt und anschließend mit dem Elektro- motor verdrahtet. Dazu werden zuerst die Kabel abisoliert und jeweils ein kurzes Stück Schrumpfschlauch aufgeschoben. Die Drähte werden mit den Anschlussösen (+ und -) verwirbelt und darüber werden die Schrumpfschläuche geschoben. Mithilfe eines Föns werden dann die Schrumpfschläuche „geschrumpft“, um die Anschlussstellen des Motors und des Schaltdrahtes gut zu isolieren. Wichtig hierbei ist, dass die Verbindungsstellen gut isoliert sind. Abschließend wird der Elektromotor in die Motorgondel mit Alleskleber eingeklebt. Dieser soll bündig mit dem Motorschacht abschließen.



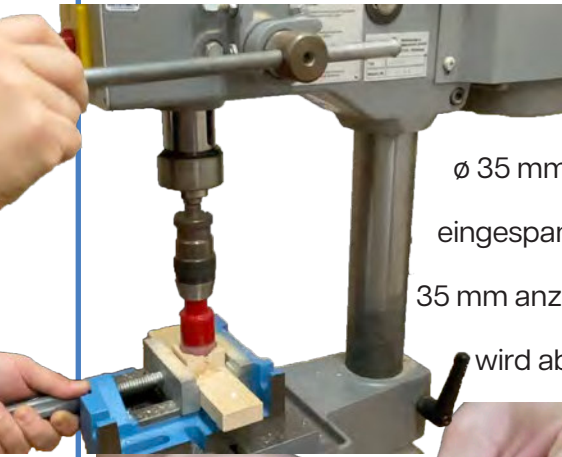
Hierbei ist es wichtig zu beachten, dass die Bohrung an Mast II frei bleibt. Der Druckschalter wird mit einem Alleskleber auf Mast I verklebt. Mit zwei Flachkopfschrauben wird das Batteriefach mit dem Mast I an der Außenseite verschraubt. Nachdem der Alleskleber getrocknet ist, können die Schaltdrähte durch die Kabelschellen geführt werden. Abschließend wird der schwarze Schaltdraht durch das untere Bohrloch (Mast I) nach außen in Richtung Batteriefach geführt.



Zuerst werden die Schaltdrähte (SD) auf die passende Länge abgezwickelt (Bild 1), sodass der rote SD vom Motor kommend zum Druckschalter reicht und der schwarze SD des Motors direkt mit dem schwarzen SD des Batteriefachs verbunden werden kann. Die schwarzen SD werden mit einem Schrumpfschlauch isoliert (siehe Schritt 4.1) (Bild 2). Die beiden roten Schaltdrähte werden mit dem Druckschalter verschraubt (Bild 3). Hier ist wichtig, dass die beiden roten SD nicht im selben Anschluss verschraubt werden, da der Druckschalter einpolig ist. Hier besteht Kurzschlussgefahr!!! In Bild 3 wird der korrekte Anschluss dargestellt. Hier: Der rote SD vom Motor kommend wird links innen und der rote SD vom Batteriefach rechts außen eingeführt.

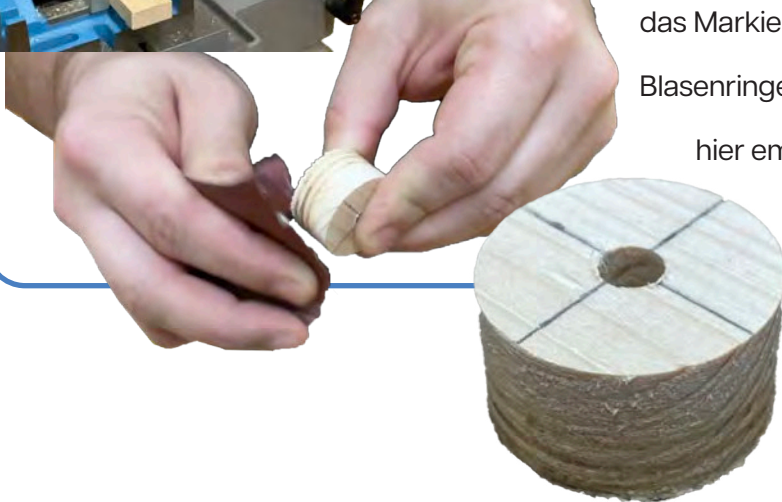


Blasringrad: Anzeichnen, Bohren, Schleifen



Zunächst wird das Restholzstück* (15x40x40 mm) (siehe Schritt 2.1) der Holzleiste mittig angezeichnet und anschließend mit der Lochsäge $\varnothing$ 35 mm gebohrt. Das Werkstück muss fest in einem Maschinenschraubstock eingespannt werden. Die Drehzahl der Ständerbohrmaschine ist der Lochsäge $\varnothing$ 35 mm anzupassen. Der Tiefenanschlag wird auf 16 mm eingestellt. Das Werkstück wird abschließend geschliffen, um die scharfen Kanten zu brechen. Durch

das Markierungskreuz können später die Bohrpunkte der Blasenringe genauer abgemessen werden, sodass es sich hier empfiehlt, dieses vorerst nicht durch Schleifen zu entfernen.



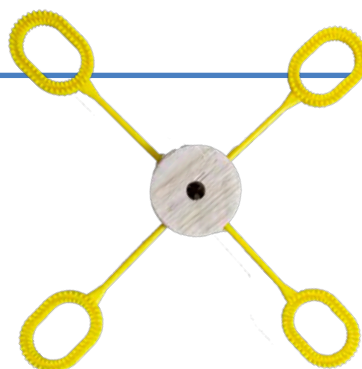
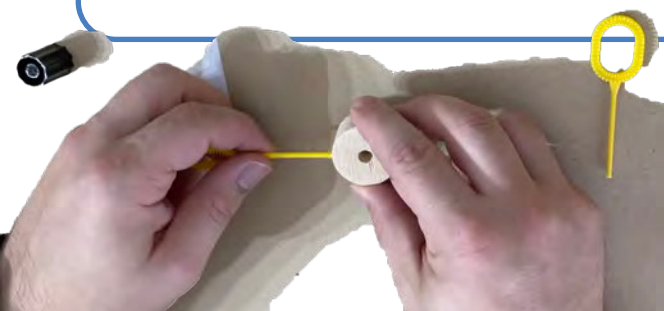
Bohrpunkte der Blasinge anzeichnen und bohren

Zunächst werden auf der Außenseite des Holzrades (Mantel) vier Bohrpunkte mittig bei 15 mm angezeichnet. Die Hilfslinien (Markierungskreuz) des Ausmessens können dabei helfen, möglichst gleiche Abstände im $\varnothing$ des Holzrades einzuhalten. Das Werkstück muss für die Bohrungen fest in einem Maschinenschraubstock eingespannt werden. Die Drehzahl der Ständerbohrmaschine ist dem Bohrer $\varnothing$ 3 mm anzupassen. Der Tiefenanschlag wird auf 10 mm eingestellt, sodass später alle Blasinge denselben Abstand (von innen nach außen) haben.



Blasringe: Ausrichten und Verkleben

Im letzten Arbeitsschritt des Blasringrades werden die Blasringe in das Holzrad eingeführt und mit Alleskleber verklebt. Wichtig hierbei ist, dass die Blasringe gleichmäßig und waagrecht ausgerichtet sind, um später eine optimale und gleichmäßige Aufnahme der Seifenblasenlauge zu garantieren. An dieser Stelle empfiehlt sich ein wasserdichter Klebstoff, um die Funktionstüchtigkeit bei Kontakt mit der Seifenblasenlauge bzw. Flüssigkeit sicherzustellen.



Antriebswelle des Blasringrades

Rundstab: Anzeichnen, Sägen und Schleifen

Zunächst wird der Rundstab $\varnothing 6$ mm auf drei Längen (380, 340 und 300 mm) angezeichnet und anschließend zugesägt. Die drei Stücke ergeben später die Kurbel. Nach dem Zusägen werden die einzelnen Stücke an den Enden geschliffen oder mit einem Spitzer etwas angespitzt, um die scharfen Kanten zu entgraten.



Kerbungen für Kurbel: Sägen und Schlagen

Nun werden insgesamt vier Markierungen an den Rundstab-Stücken vorgenommen: an einem Ende des 300 mm, an einem Ende eines 40 mm und an beiden Enden des zweiten 40 mm Stückes (Mittelstück der Kurbel). Diese werden bei der Hälfte des $\varnothing$ des Rundstabes, also bei 3 mm, waagrecht angezeichnet.



An diesen Markierungen wird nun bis zur Hälfte eingesägt. In den Schraubstock eingespannt wird anschließend von der anderen (senkrechten) Seite im rechten Winkel mit einem Stecheisen (6 mm) vorsichtig eingeschlagen, sodass eine Kerbe entsteht. Alternativ lassen sich für eine Kerbe auch beide Seiten einsägen. Die beiden Kerbungen an einem der 40 mm Stücke müssen parallel sein.



Kurbel verleimen

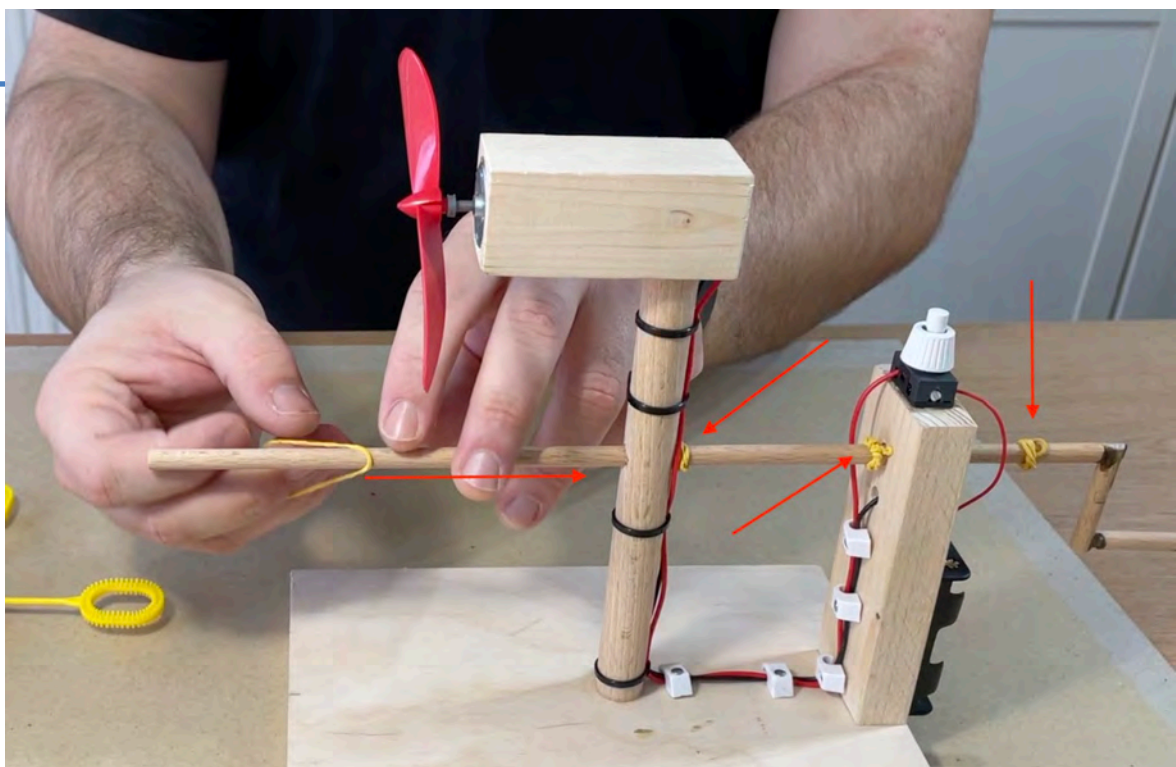
Die drei Rundstab-Stücke werden nun als Kurbel verleimt. Dazu wird ein Holzbrett (Reststück) auf die Kurbel gelegt und mit einer Schraubzwinge am Tisch fixiert, sodass genügend Anpressdruck (Holzleim/Holz) erzeugt wird. Dabei ist zu beachten, dass die Kurbel vor dem Festziehen der Schraubzwinge orthogonal ausgerichtet ist. Darüber hinaus sollte nur eine sehr geringe Menge Holzleim punktuell in die Kerbungen aufgetragen werden, um ein starkes Verlaufen des Leims zu verhindern. Der Leim sollte mindestens für 20 Minuten trocknen.



Kurbel mit Blasingrad verleimen

Im letzten Arbeitsschritt wird die Kurbel mit dem Blasingrad verleimt. Zunächst muss jeweils ein Haushaltsgummi vor Mast I, nach Mast I, vor Mast II und nach Mast II auf die Antriebswelle aufgewickelt werden. Diese helfen dabei, dass die Antriebswelle nicht verrutschen, aber jederzeit vor- und zurückjustiert werden kann. Ein Justieren ist aufgrund verschiedener Ausführungen der Seifenblasenlaugen-Wannen (Schüsseln) notwendig. Abschließend wird das Blasingrad auf das Ende der Kurbel-Antriebswelle mit etwas Holzleim aufgeschoben und bündig verleimt. Der Holzleim sollte mindestens für 20 Minuten trocknen.

Somit ist das Werkstück „Seifenblasenautomat“ fertiggestellt und einsatzbereit.

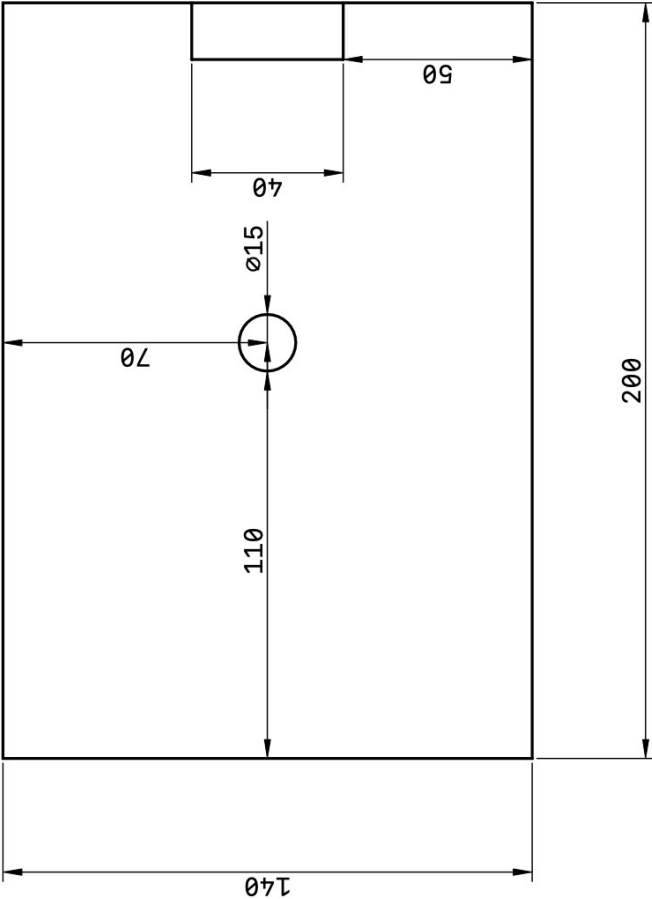


1 2 3 4 5 6

A



B



C

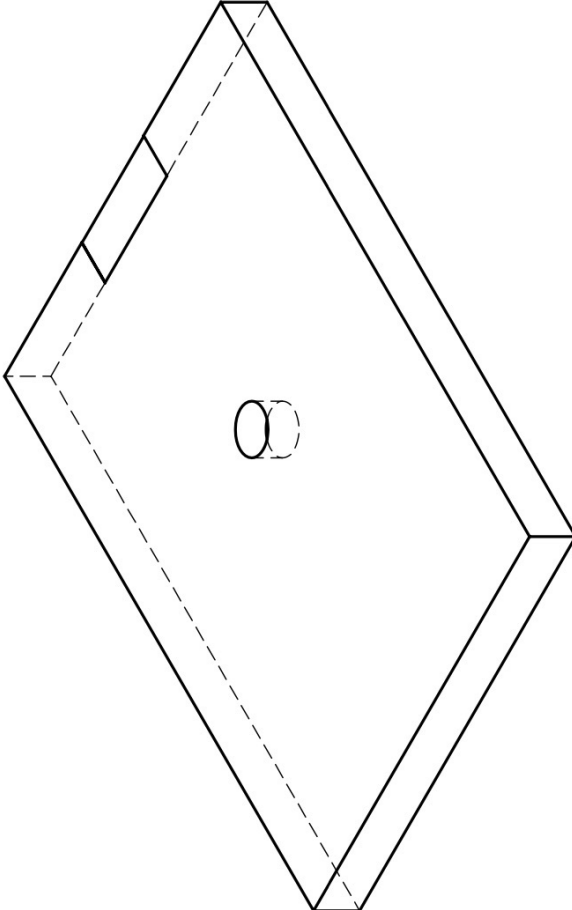
D

Die Bemaßung ist nicht normkonform,
da sie für den Einsatz in der SoPäd angepasst wurde.

A

B

C



TITEL

Grundplatte

ZULETZT AKTUALISIERT

11/04/22

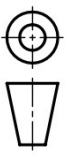
EINHEITEN

mm

BLATT

1 / 1

PROJEKTIONSMETHODE 1



GRÖSSE

A4

MASSSTAB

1:2

1

2

3

4

5

Konstruktion

A

B

C

D

1

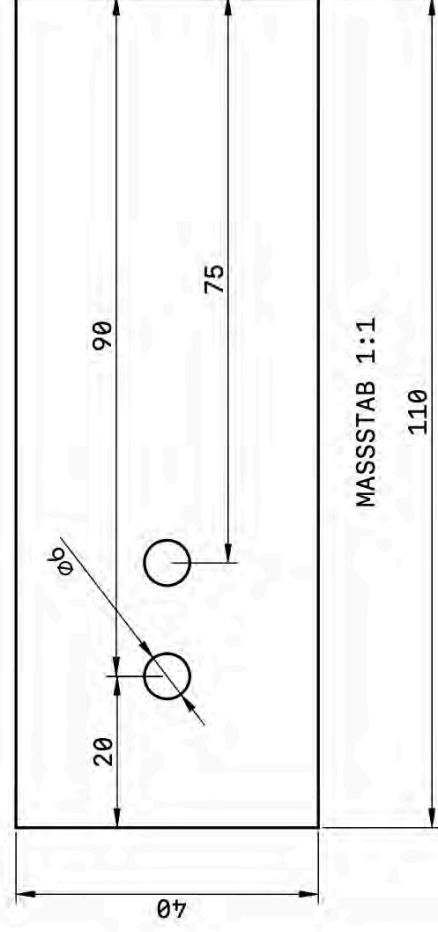
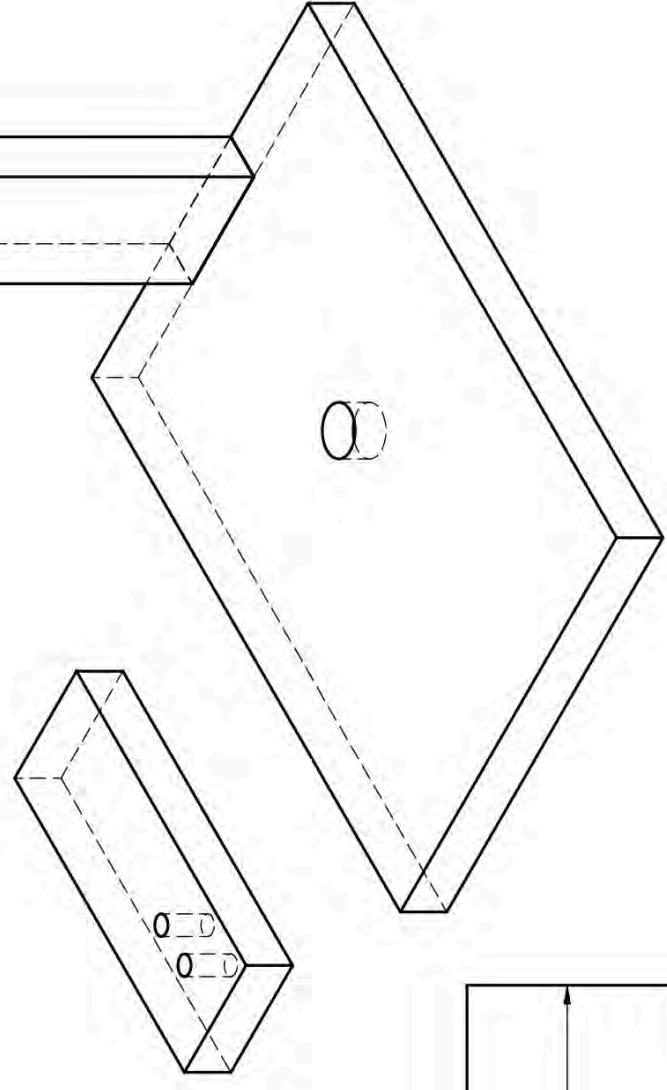
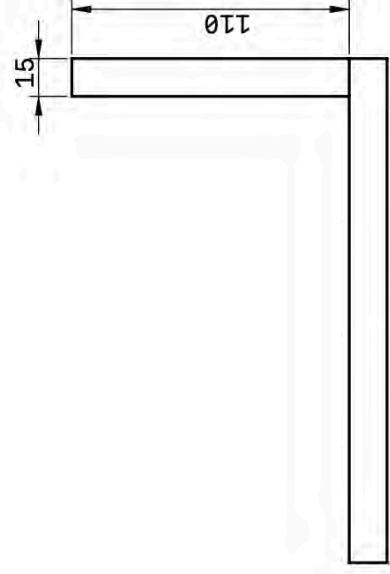
2

3

4

5

6



TITEL

Grundplatte Seifenblase...

ZULETZT AKTUALISIERT

11/05/22

EINHEITEN

mm

BLATT

1 / 1

PROJEKTIONSMETHODE 1



MASSTAB

1:2

GRÖSSE

A4

Die Bemaßung ist nicht normkonform, da sie für den Einsatz in der SoPäd angepasst wurde.

1

2

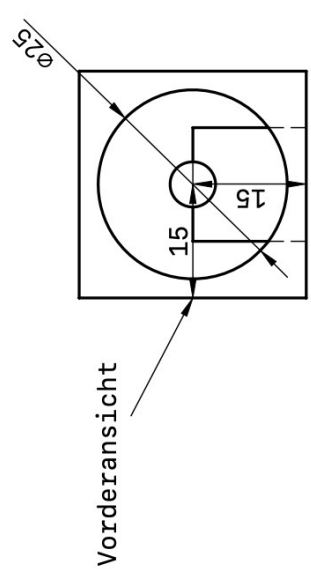
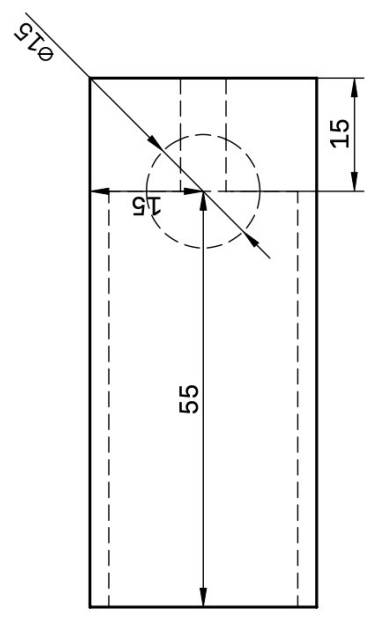
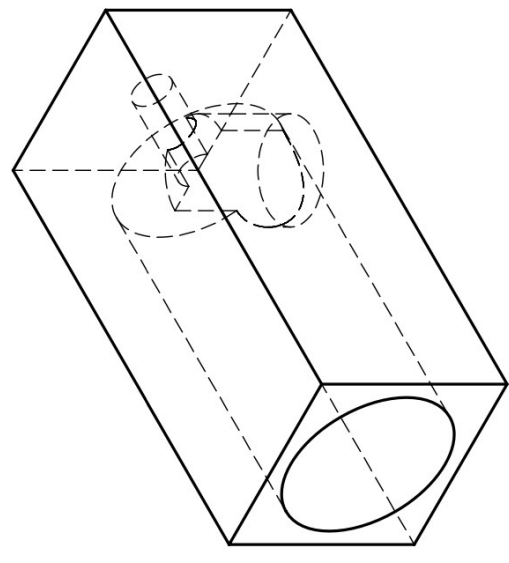
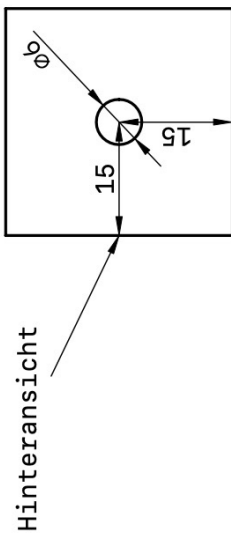
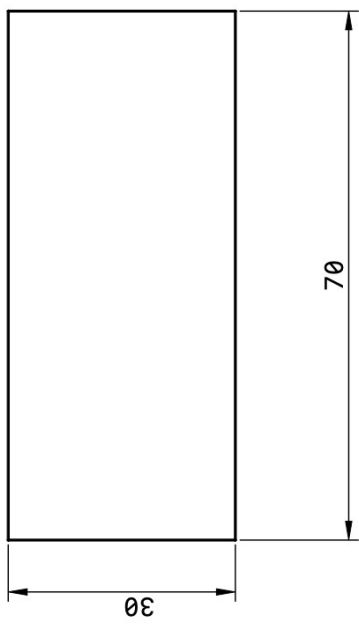
3

4

5

6

1 2 3 4 5 6



Vorderansicht



TITEL
Motorgondel

ZULETZT AKTUALISIERT
11/04/22

EINHEITEN
mm

MASSSTAB
1:1

PROJEKTIONSMETHODE 1

BLATT
1 / 1

GRÖSSE
A4

Die Bemaßung ist nicht normkonform,
da sie für den Einsatz in der SoPäd angepasst wurde.

1

2

3

4

5

6

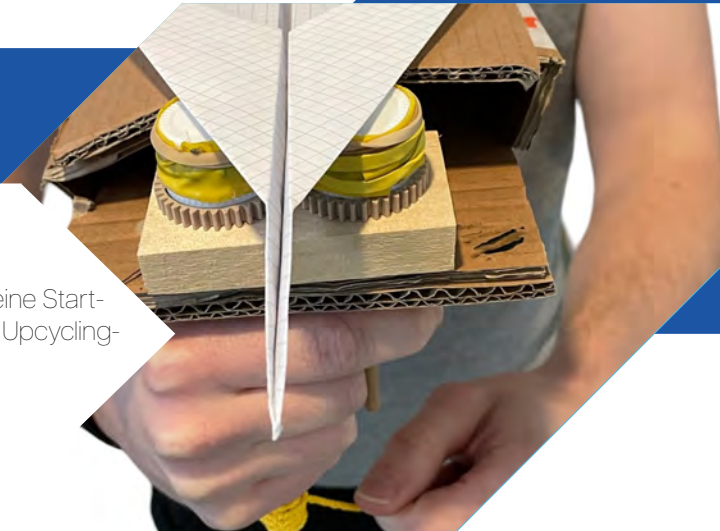
Konstruktion



Startrampe für Papierflieger

aus Karton

In diesem Kapitel wird erklärt, wie man eine Start-
rampe für Papierflieger aus größtenteils Upcycling-
Materialien herstellen kann.



von Christopher Haase, Daniel Beckenbauer & Lorenz Seck



Sek. 1: ab Klasse 7

Gefährdungsbeurteilung auf Seite 310



Die Schülerinnen & Schüler ...

- nutzen verschiedene Verfahren der Holzbearbeitung



- Rundstab mit Innenbohrung
- Rundstab (dünn; bei Bedarf)
- Holzleiste (bei Bedarf vorgebohrt)
- 2 Zahnräder



- je 1x Rundstäbe: 200x16, 300x5
- Leiste: 90x40 (1x)
- Reißfeste Schnur (ca. 1000 mm)
- Reißfeste Schnur (ca. 1000 mm)
- Papier (DIN A4)
- 4 x Tetrapackdeckel
- Zahnräder
- Holzleim, Heißkleber, Isolierband
- 4 x Unterlegscheiben
- Karton
- Haushaltsgummis



- Heißklebepistole
- Bohrmaschine
- 16 mm Bohrer
- Vorstecher
(Alt.: Nagel/Schraube)
- Für Holz geeignete Säge
- Schleifpapier oder Feile
(zum Entgraten)



- Lineal (oder ähnliche Mess-
werkzeuge)
- Schere
- Teppichmesser
- Bleistift
- Schneid- und Klebeunter-
lage

Lehrgang/Erklärvideo:

Wie kann man eine Upcycling-Startrampe für Papierflieger fertigen?

Individuelle Beratung und Tipps zur Fertigung:

Hilfe durch Schritt-für-Schritt-Anleitung

Hilfsgerüst durch unterstützende Materialien:

SuS versuchen eigenständig, eine Startrampe für Papierflieger anzufertigen

Versprachlichung/Vergleich der

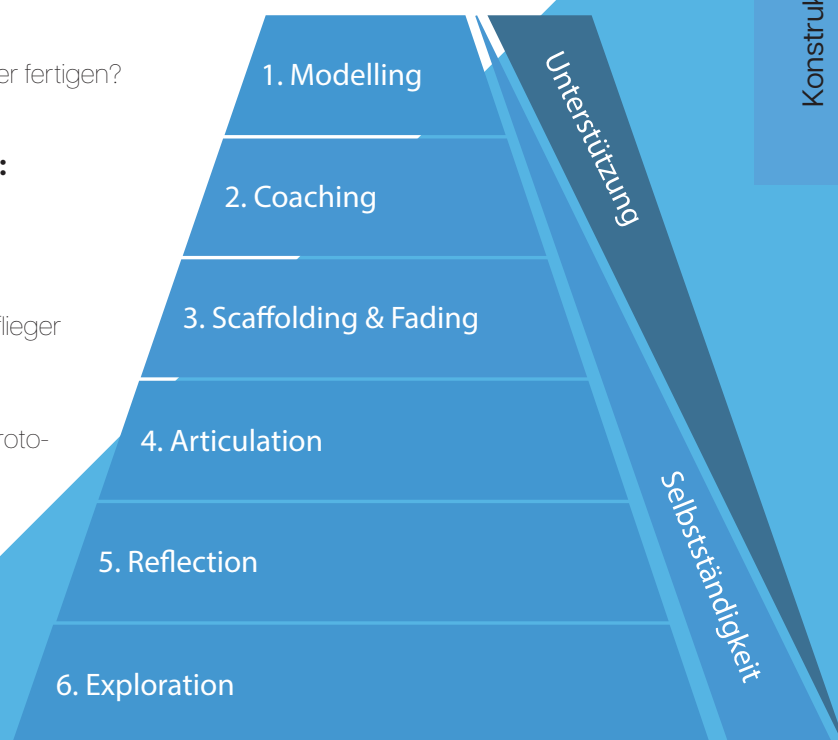
durchgeführten Arbeitsschritte: z.B. in Form eines Protokolls oder Gesprächs.

Reflexion des Arbeitsprozesses:

Wie funktioniert die Startrampe am besten?

Eigenständiges Entwerfen:

, z.B. aus anderen, verwertbaren Materialien.



Differenzierungsmöglichkeiten

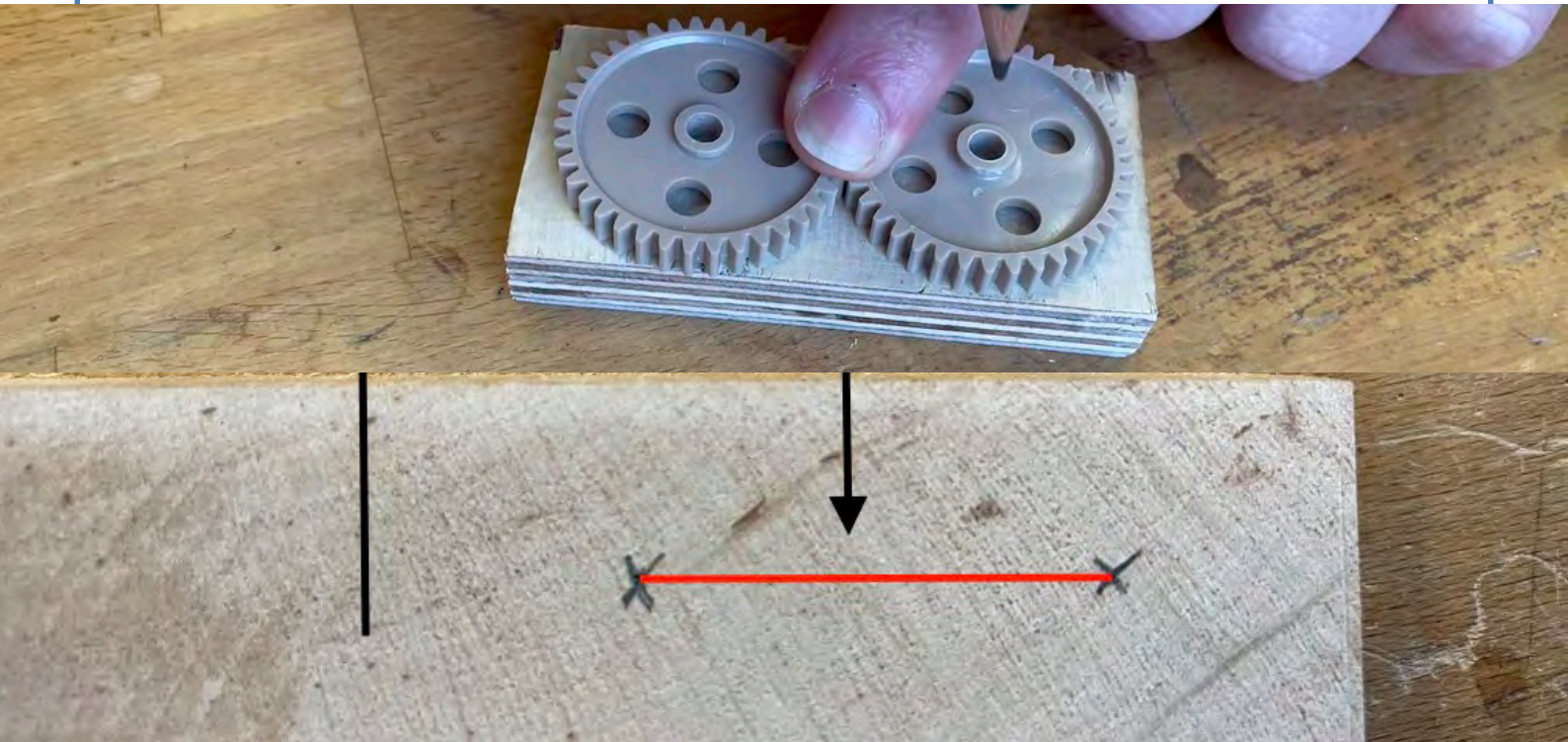
Je nach Fähigkeiten und Möglichkeiten können die Schülerinnen und Schüler bei dem Arbeitsschritt einsteigen, der mit ihren Mitteln zuhause bewältigbar ist. Beispielhaft: Wenn keine Möglichkeit besteht, eine 16 mm Bohrung durchzuführen, können die Schülerinnen und Schüler diesen Schritt überspringen und mit einem vorgebohrten Holzstück weiterarbeiten. Der Rundstab ($\varnothing$ 16 mm) mit der Innenbohrung sollte von der Lehrkraft vorbereitet werden.

1.) Die Bohrpunkte

Du brauchst für den ersten Arbeitsschritt ein Holzstück, welches mindestens so lang und breit ist, wie die Zahnräder, wenn sie aneinander liegen.

Am besten nehmt ihr ein Holzstück, welches deutlich länger ist, dann habt ihr, beim Bohren im nächsten Schritt, einen guten Griff.

Du musst hierbei beide Zahnräder aneinander legen, sodass sie formschlüssig ineinander liegen und dann das mittlere Loch auf das Holz übertragen.



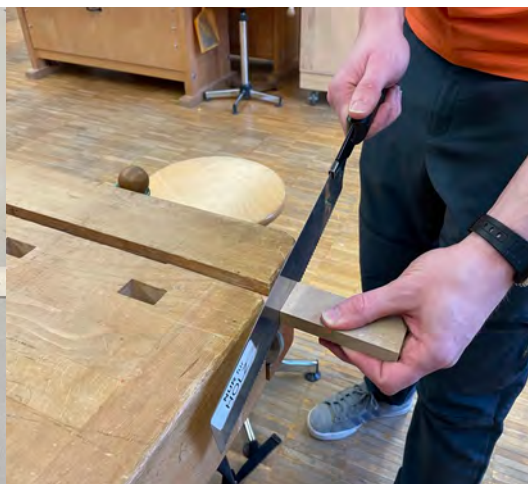
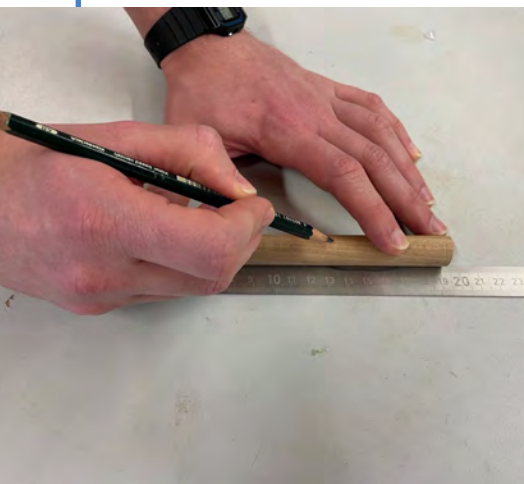
Im zweiten Schritt könnt ihr die vorher angezeichneten Löcher vorstechen, damit wird die Bohrung nachher genauer (besonders wenn ihr mit einer Handbohrmaschine arbeitet).

Anschließend bohrt ihr mit einem 16 mm Bohrer, an den Markierungen, durch das Holz.

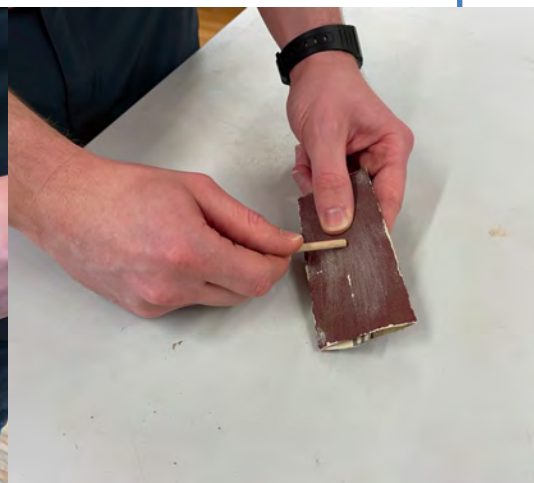


2.) Anzeichnen und Sägen

Ihr müsst nun den vorgebohrten Rundstab, den ihr bekommen habt, in die entsprechenden Längen trennen. Ihr benötigt ein Teil mit 70 mm Länge und eines mit 130 mm Länge. Legt den Rundstab hierfür neben ein geeignetes Lineal und übertrag mit einem Bleistift die Länge 70 mm auf euren Rundstab. Diesen spannt ihr nach Möglichkeit gut ein, setzt die Säge an der Markierung an (hierbei kann ein Stück Restholz hilfreich sein, um die Säge vor dem Verrutschen zu schützen und den Schnitt senkrecht zu machen) und trennt den Rundstab ab. Abschließend entgratet ihr die Schnittkanten mit einem Stück Schleifpapier.

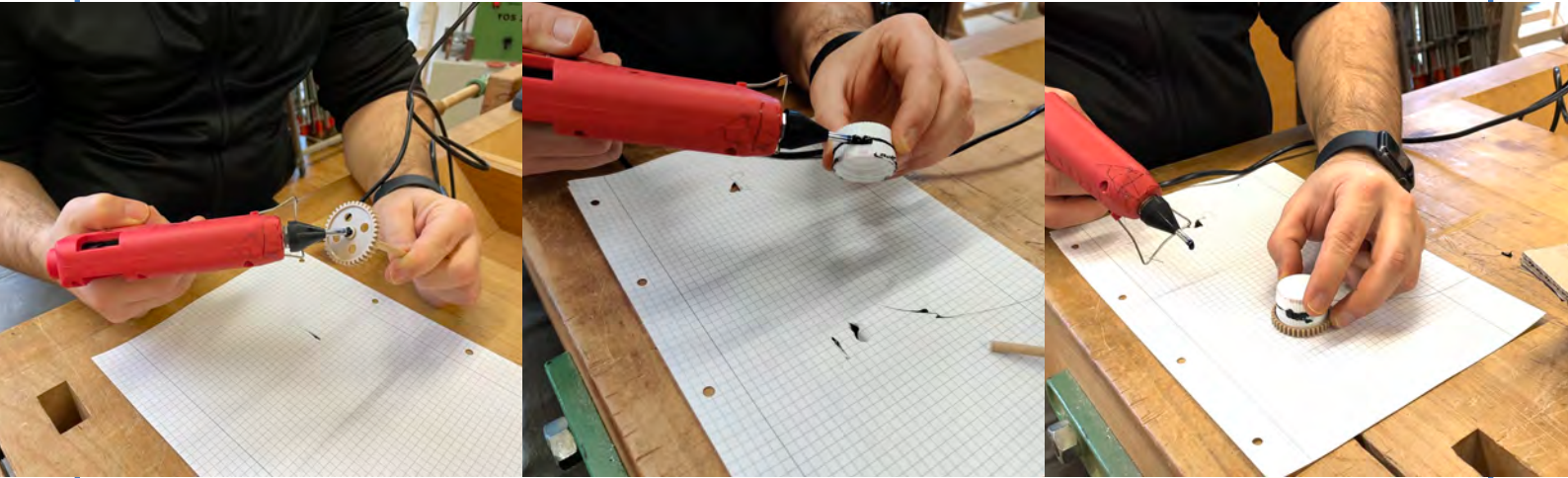


Hier führst du denselben Ablauf wie bei Schritt 3 durch, diesmal mit dem dünnen Rundstab. (Tipp: Hier empfiehlt es sich z.B. eine Puk-Säge, oder eine andere feine Säge zu verwenden, da der Rundstab schnell ausreißt.) Die Maße hierbei sind 100 mm für den kurzen und 200 mm für den langen Rundstab.



3.) Heißkleben

Nimm einen der dünnen Rundstäbe und schiebe ihn durch die mittlere Öffnung eines Zahnrads, sodass er oben ca. 2 mm heraus schaut. Fixiere ihn dann von oben mit Heißkleber (ein kleiner Klecks rundherum sollte reichen). Während das abkühlt, kannst du den Schritt mit dem zweiten Zahnrad und dem anderen Teil des Rundstabes wiederholen. Nun klebst du jeweils zwei Milchdeckel aufeinander (rundherum). Auch diesen Schritt wiederholst du. Abschließend klebst du die Milchdeckeltürmchen auf die Zahnräder. Achte dabei darauf, dass kein Heißkleber auf die Zähne der Zahnräder kommt.

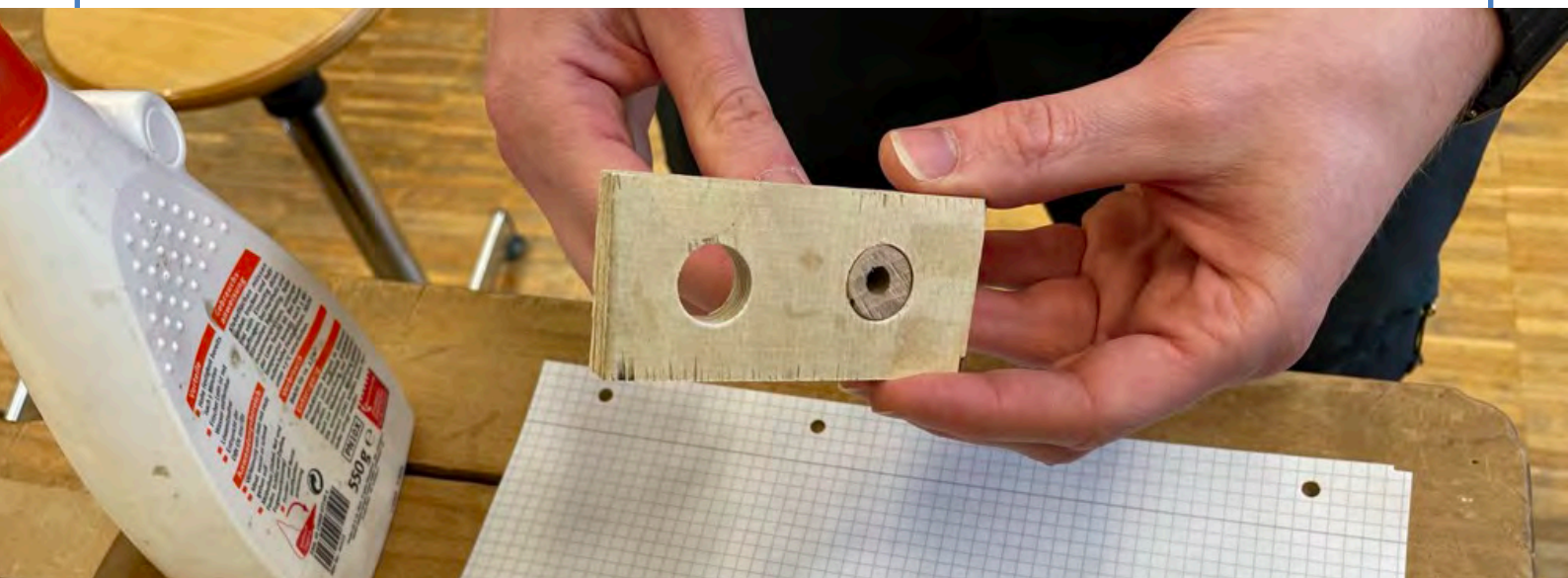


4.) Verleimen

Arbeitsschrittes. Nachfolgend der richtige:

Nimm deine gebohrte Holzleiste und bestreiche eine der großen Bohrlöcher innen mit etwas Leim. Führe dann den Rundstab ein, bis er mit der Oberseite bündig ist. (Tipp: Wenn es etwas schwer geht, kann es helfen den Rundstab währenddessen leicht zu drehen.)

Lass den Leim für mindestens 15 Minuten trocknen.



5.) Ausrichten und Verleimen

Nun führst du den zweiten Rundstab, unverleimt, in die zweite Bohrung ein und setzt die beiden zuvor gefertigten Zahnrad/Wellen-Bauteile in die Bohrungen der Rundstäbe. Wenn das Ganze, wie hier auf dem Bild zu sehen aussieht, solltest du unbedingt den noch nicht verleimten Rundstab vorsichtig drehen und wirst merken, dass sich dabei der Abstand zwischen den Zahnrädern leicht verändert. So kannst du nochmal fein einstellen, dass die Zähne gut ineinander greifen, aber noch genug Spiel im System herrscht, sodass es nicht hakt. Wenn du zufrieden bist, markierst du dir die Ausrichtung mit einem Bleistift und verfährst dann wie im vorigen Schritt.

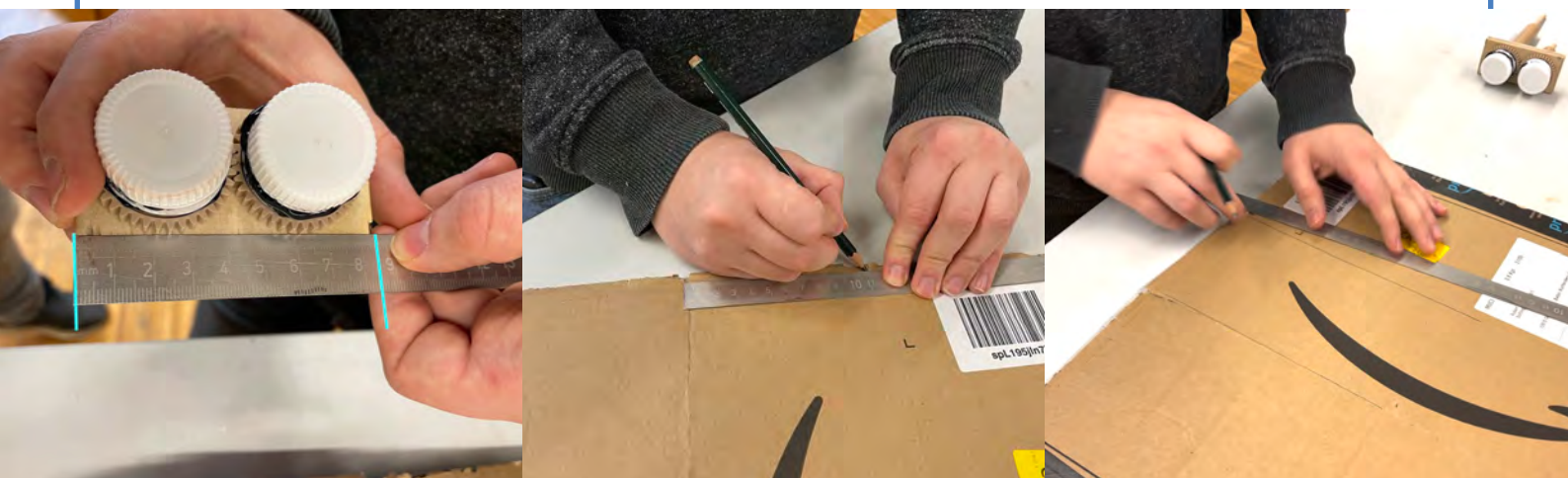


6.) Anzeichnen

Als nächsten Schritt machen wir uns an die Konstruktion der Startrampe. Hierfür braucht ihr einen relativ stabilen Karton (Der Karton sollte mindestens 2-3 mm dick sein).

Den Karton nehmt ihr so, dass die Lamellen im Karton in Längsrichtung zeigen (dann könnt ihr sie später einfach anschneiden und umfalten).

Nun übertragst ihr euer Maß der Länge von eurem Holzstück mittig auf den Karton. Hier wird später das Holzstück aufgeklebt und dient somit als Ausgangspunkt für eure Konstruktion. Markiert euch die Breite über die gesamte Länge des Kartons.



7.) Anzeichnen und Zuschneiden

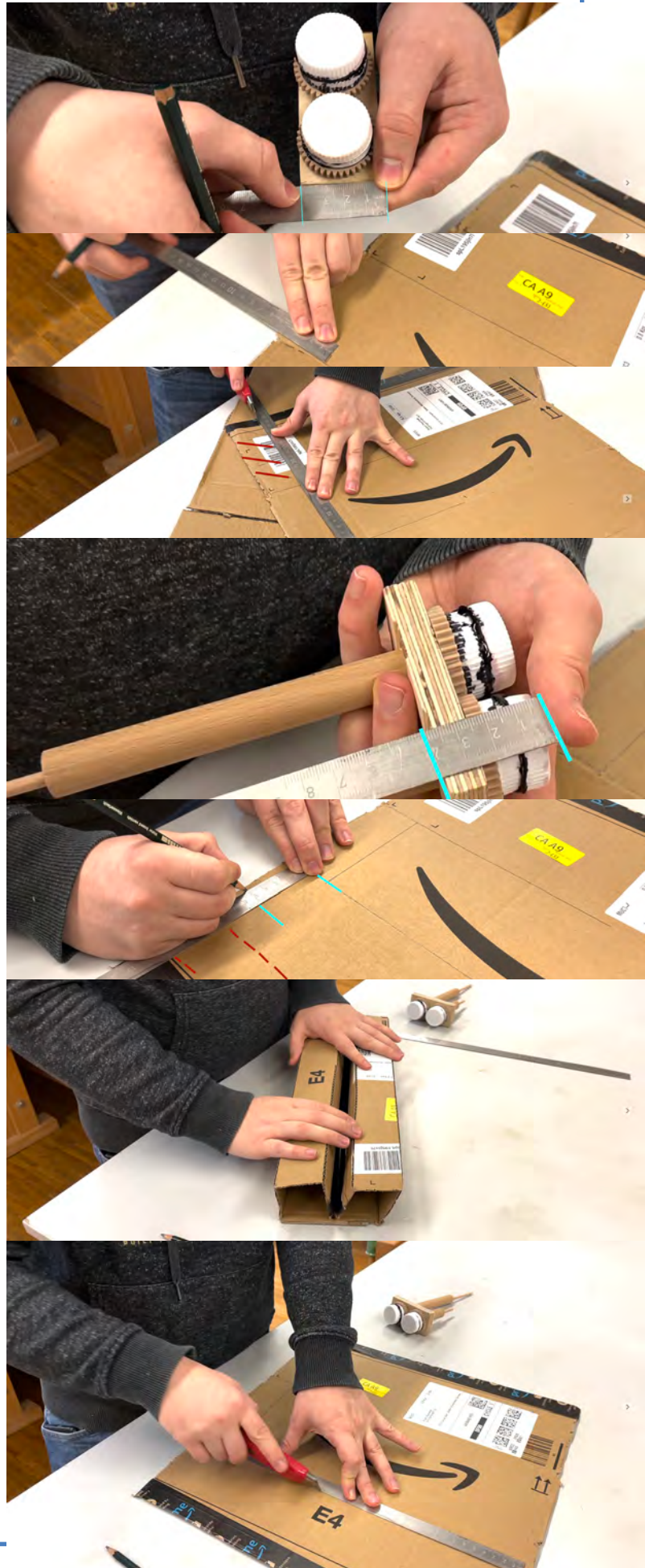
Nachdem ihr die Länge abgemessen habt, müsst ihr nun die Breite des Holzstückes (oder der Zahnräder wenn diese breiter sind) abmessen und ebenfalls auf euren Karton übertragen. Rechts und links von euerm Mittelteil, muss die Breite nun abgeschnitten werden (markierter Bereich: siehe Bild 3), entweder ihr nutzt hierfür eine Schere oder ein Teppichmesser.

Damit der Papierflieger nachher gut auf der Startrampe aufliegt, brauchen wir noch die Höhe unserer Konstruktion. Bei uns hat es sehr gut funktioniert die Höhe des Holzstückes mitsamt der Zahnrad-Milchdeckel Konstruktion abzumessen. Diese Höhe übertragen wir dann rechts und links auf unseren Karton und markieren diesen Bereich wieder über die ganze Länge.

Als nächstes macht ihr eine weitere Markierung rechts und links, welche etwas weniger als der Hälfte eures Mittelstückes, entspricht. Dies wird die Auflagefläche für die Flügel eures Papierfliegers. Als Beispiel haben wir euch schon mal unsere fertige Rampe eingefügt.

Wichtig: in diesem folgenden Schritt dürft ihr den Karton nicht durchschneiden!

Als nächstes schneiden wir den Karton an allen Längs-Markierungen leicht an, aber so, dass der Karton nicht durchgeschnitten wird. Dies ermöglicht es uns dann, den Karton sauber und gerade zu falten.



8.) Falten

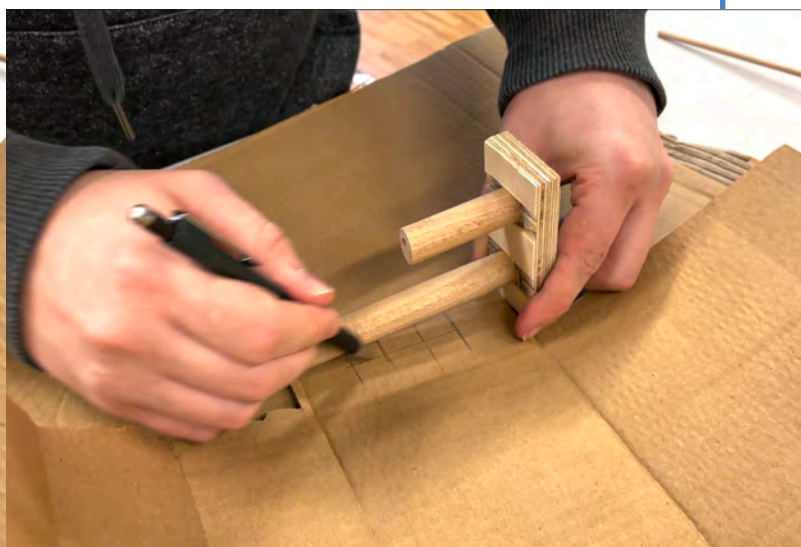
Als nächstes falten wir den Karton an unseren eingeschnittenen Kanten so um, dass ein Spalt entsteht (in den wir später den Papierflieger hinein legen können).

Falls eure Startbahn etwas schief ist, könnt ihr die äußeren Kartonkanten noch zurechtschneiden, bis ihr eine gerade Fläche habt.



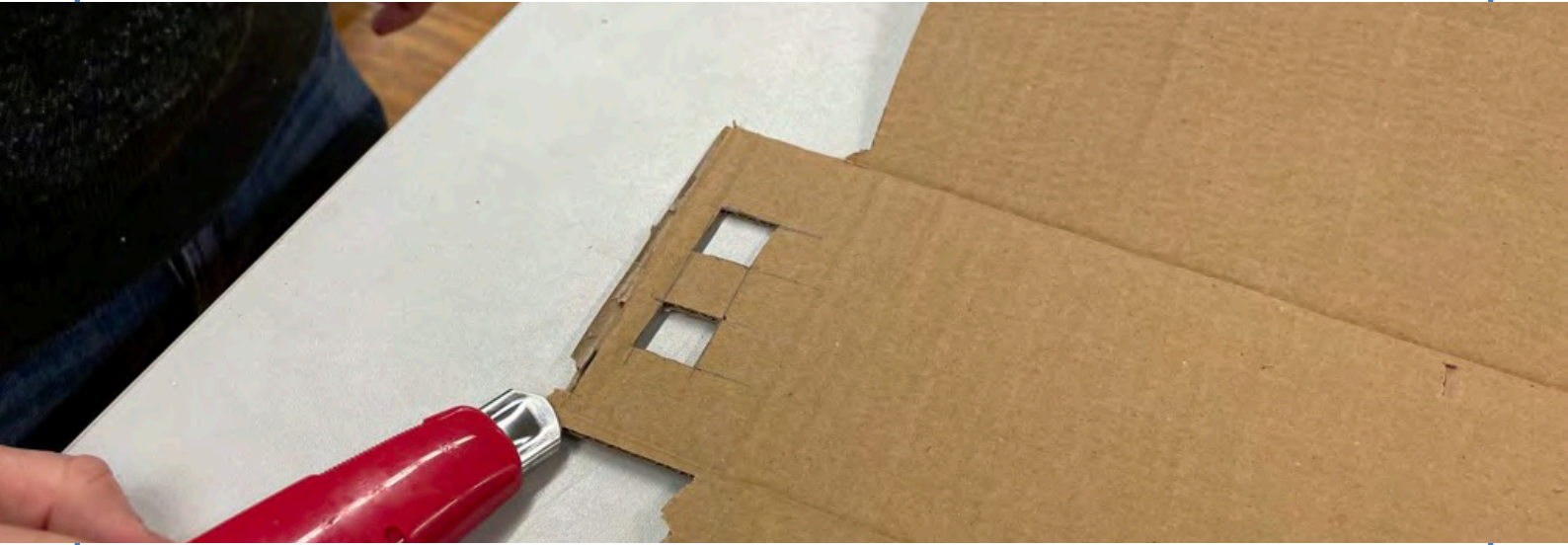
9.) Anzeichnen

Nachdem eure Startrampe nun die richtige Form hat, brauchen wir noch zwei Löcher für die Rundstäbe an unserer Holzkonstruktion. Hierfür könnt ihr einfach das Holzstück, wie auf den Bildern gezeigt, an den Karton anlegen und die Außenkanten der Rundhölzer übertragen. Hier seht ihr auch gleich ob ihr sauber gearbeitet habt.



10.) Zuschneiden

Die angezeichneten Löcher schneiden wir nun im nächsten Schritt aus. Wenn die Löcher etwas zu groß werden, ist das aber auch nicht schlimm.



11.) Verkleben

Im nächsten Schritt kleben wir die Startrampe nun zusammen. Wir haben Heißkleber verwendet, da dieser schnell trocknet und gut auf Karton hält. Ihr könnt aber auch flüssigen Bastelkleber verwenden, wenn ihr keinen Heißkleber habt.

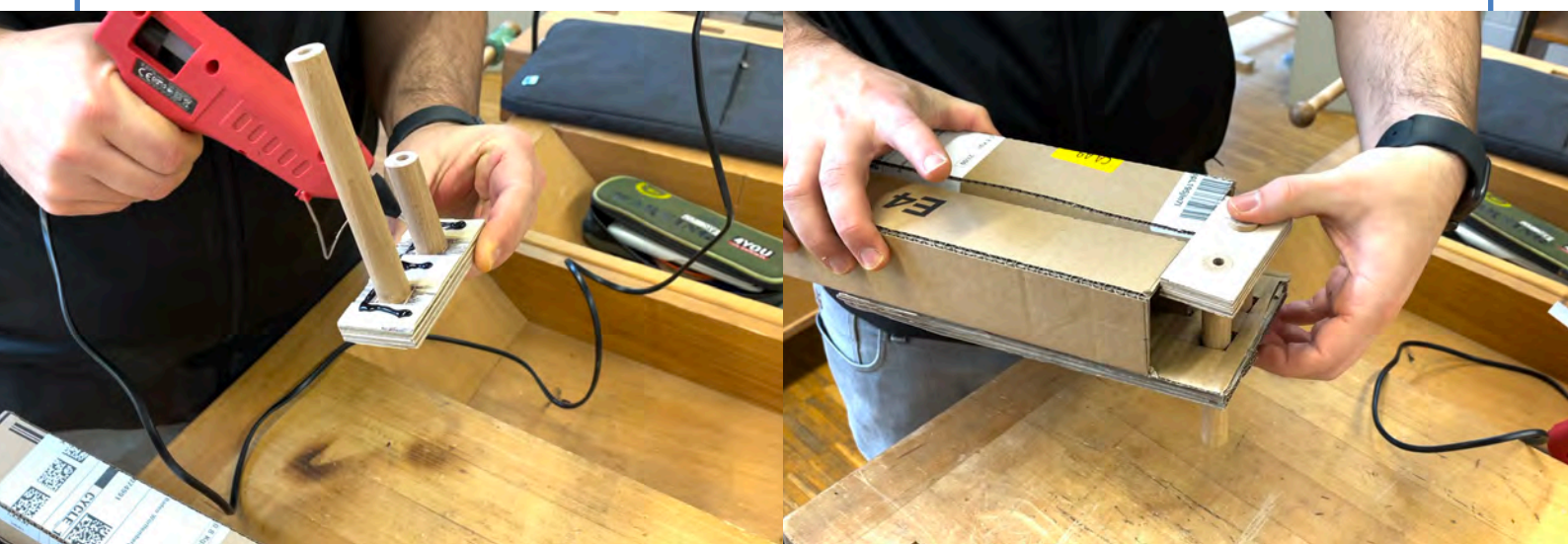


Im vorletzten Schritt der Konstruktion für die Startrampe, verstärken wir noch die Unterseite der Startrampe mit einem Karton, der die gleiche Breite wie die Startrampe hat. Wichtig hierbei ist, dass die Lamellen dieses Mal in die andere Richtung verlaufen als in der Startrampe. Wenn ihr außerdem einen stärkeren Karton habt, ist dies umso besser und macht die Konstruktion widerstandsfähiger. In diesen Karton schneidet ihr auf die gleiche Weise die Löcher für die Rundstäbe wie in eure Startrampe. Den Karton könnt ihr anschließend an die Unterseite der Startrampe mit Bastelkleber oder Heißkleber kleben.



12.) Hochzeit (Verbindung von Antrieb und Rampe)

Im letzten Schritt für die Startrampenkonstruktion ist es Zeit für die „Hochzeit“ von Startrampe und Griff. Diesen haben wir wieder mit Heißkleber an der Startrampe befestigt, aber auch hier geht wieder Bastelkleber oder Holzleim. Beachte hierbei die Ausrichtung! Für Rechtshänder ist es sinnvoll, das lange Stück links zu haben. Unsere Konstruktion (siehe Bilder) ist für Linkshänder gedacht.

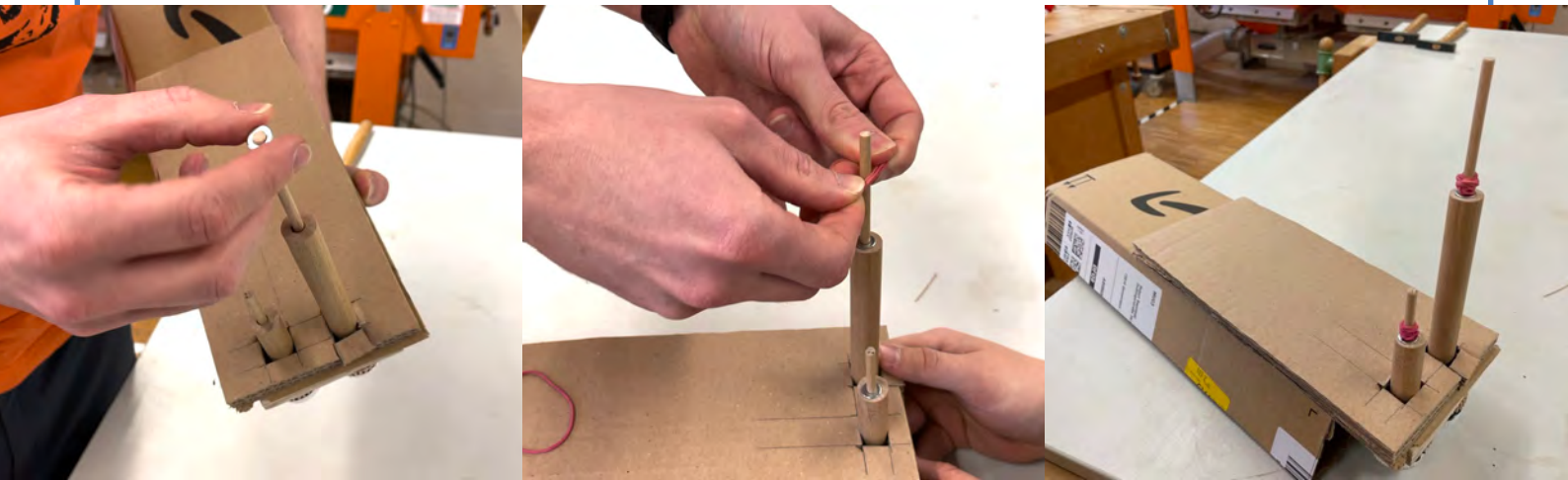


13.) Zusammensetzen

In diesem Schritt setzt ihr erst die Unterlegscheiben auf eure Zahnrad/Wellen- Bauteile (jeweils eine Unterlegscheibe auf ein Bauteil). Anschließend führt ihr diese in die Bohrungen der Rundstäbe ein (Beachte: Kurzes Bauteil in kurzen Rundstab, lang in lang.)



Nun setzt ihr auch auf der Unterseite die Unterlegscheiben ein und fixiert diese mit Gummibändern. Beim Auffädeln der Gummibänder kann es hilfreich sein, zu zweit zu arbeiten. Die zweite Person kann dann die Zahnrad/Wellen-Bauteile festhalten. Das erleichtert das Ganze enorm.



14.) Anbringen des Antriebs

Nun nehmt ihr eure reißfeste Schnur, knotet sie, wie im Bild zu sehen, um den langen dünnen Rundstab, schiebt ihn nach unten, bis er noch ca. 10 mm Abstand zum Gummiband hat und zieht den Knoten fest.

Danach fixiert ihr den Knoten mit einem Tropfen Heißkleber. Wenn dieser kalt ist, könnt ihr das kurze überstehende Ende der Schnur mit einer Schere abtrennen.

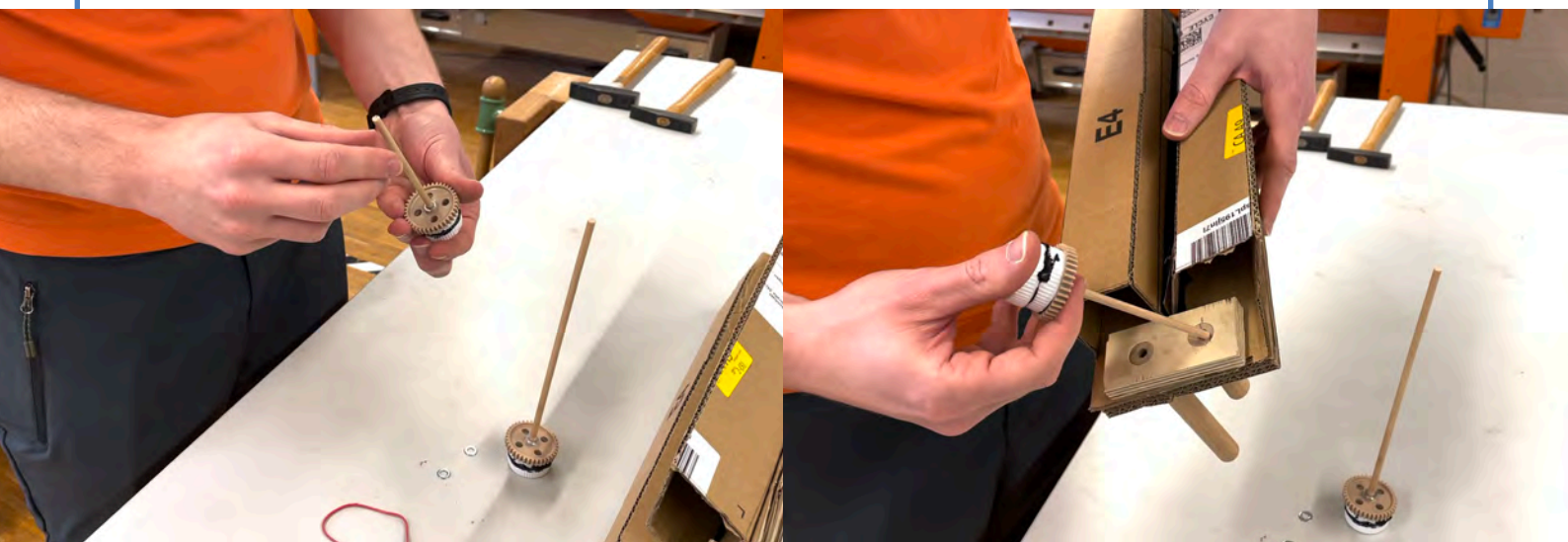


15.) Fertigstellen

Als letzten Schritt könnt ihr etwas breitere Gummibänder über die Milchdeckel ziehen. Das erhöht die Reibung zwischen den Milchdeckeln und dem Papierflieger und verringert den Abstand zwischen den Milchdeckeln, wodurch mehr Kraft übertragen werden kann.

Jetzt müsst ihr nur noch einen Papierflieger falten, die Schnur aufwickeln (Richtung beachten!), den Flieger einsetzen und los geht's.

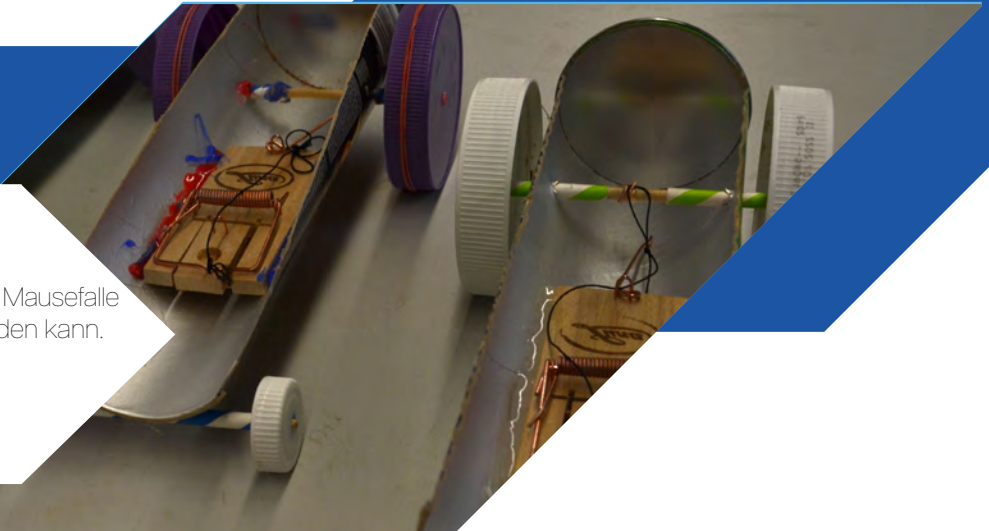
Viel Spaß! Tipp: Isolierband kann zusätzlich noch mehr Grip aufbauen.





Mausefallenfahrzeug

In dieser Anleitung wird erklärt, wie eine Mausefalle als Antrieb eines Fahrzeug genutzt werden kann.



von Amelie Riepert, Lukas & Yannick Haußmann, Patrick Roth & Robin Schmid



Sek. 1: ab Klasse 7

GS: Fahrzeug ohne Mausefalle

Gefährdungsbeurteilung auf Seite 310



Die Schülerinnen & Schüler erwerben...

- Eigenverantwortlichkeit bei der Arbeit in Projekten
- Grundlagen der Fahrzeugtechnik, Übersetzung und Kraftübertragung
- Problemlösefähigkeit



- 1x Chipsdose
- 2x Deckel (z.B. Nutella)
- 2x kleine Deckel (z.B. Milchtüte)
- 1x Strohhalm
- 2x Schaschlikspieße
- 1x Mausefalle
- Stück Draht (ca. 3 cm)
- Stück Schnur (ca. 10-20 cm)



- Schere
- Cutter
- Heißklebepistole
- Lineal
- Seitenschneider
- Vorstecher



Lehrgang/Erklärvideo:

Wie kann man ein Fahrzeug aus einer Mausefalle fertigen?

Individuelle Beratung und Tipps zur Fertigung:

Hilfe durch Schritt-für-Schritt-Anleitung

Hilfsgerüst durch unterstützende Materialien:

SuS versuchen eigenständig, ein Mausefallenfahrzeug anzufertigen

Versprachlichung/Vergleich der

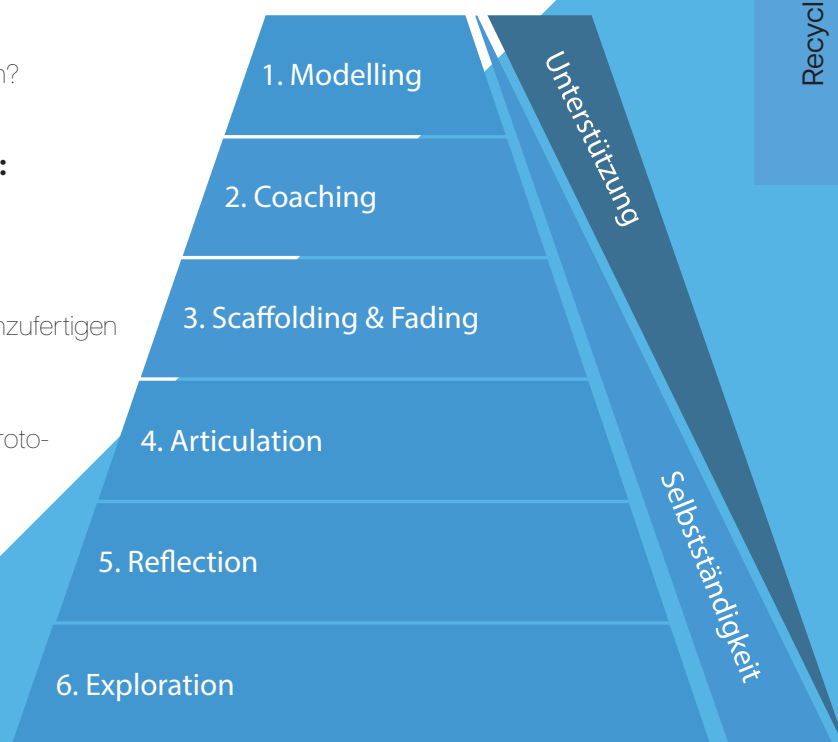
durchgeführten Arbeitsschritte: z.B. in Form eines Protokolls oder Gesprächs.

Reflexion des Arbeitsprozesses:

Wie fährt das Fahrzeug am weitesten?

Eigenständiges Entwerfen:

eines neuen Werkstücks, z.B. ein Dreirad.



Differenzierungsmöglichkeiten

Getriebe: Durch verschieden große Holzräder an der Hinterachse kann ein Getriebe realisiert werden.

Bereifung: Die Bereifung kann durch unterschiedliche Materialien erfolgen. Hier können statt Deckel beispielsweise auch CDs oder Holzräder verwendet werden. Durch Haushaltsgummis, die um die Hinterräder gespannt werden, kann zusätzliche Traktion erreicht werden.

Achsen: Auch bei den Achsen sind verschiedene Formen möglich, hier können etwa unterschiedlich dicke Schaschlik-Spieße verwendet werden.

Chassis: Besonders beim Fahrgestell aus einer Chipsdose können viele unterschiedliche Formen ausprobiert werden. Die Chipsdose kann unterschiedlich aufgeschnitten werden (siehe dazu die Fotos auf der letzten Seite). Auch ist es möglich, statt einer Chipsdose andere Haushaltsgegenstände zu verwenden. Hier sind der Kreativität keine Grenzen gesetzt.

Kreative Möglichkeiten: Zum Schluss kann das fertige Mausefallenfahrzeug individuell gestaltet werden. Die Chipsdose und die Räder können bemalt werden, Fahnen angebracht oder Spoiler montiert werden. Hier ist alles möglich, um das Mausefallenfahrzeug zu personalisieren.



Chassis bauen

Die Chipsdose nach Belieben aufschneiden. Die Öffnung sollte etwas breiter sein, als die verwendete Mausefalle. Die Länge der Öffnung sollte möglichst groß sein (etwa von der geplanten vorderen Kante der Mausefalle bis zur Hinterachse). Es kann aber auch, wie in den Bildern, die gesamte Dose aufgeschnitten werden.

Position der Achsen festlegen

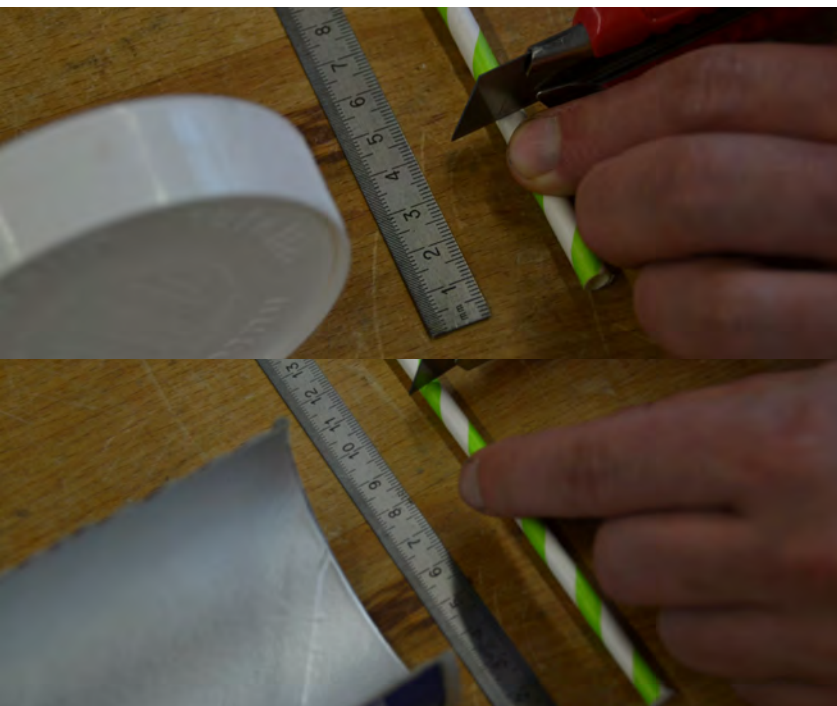
Die Vorderachse kann unter der Dose angebracht und angeklebt werden. Messt nun den Durchmesser der Hinterräder. Die Hinterachse sollte etwa die Hälfte dieses Wertes von der hinteren Kante der Dose entfernt sein. Im oberen Bild hat das Hinterrad einen Durchmesser von 8 cm, daher werden 4 cm abgemessen. Die Höhe der Achse sollte etwa ein Viertel des Durchmessers der Räder betragen. Zum Messen die Dose auf eine Unterlage legen und von dieser nach oben messen. Im Bild werden 2 cm angemessen.



Löcher der Hinterachse

Die Löcher für die Hinterachse können entweder mit einer Schere oder mit einem Vorstecher gestochen werden. Die Achsen werden durch Stückchen der Strohhalme gelagert. Zum Stechen der Löcher sollte immer eine Unterlage verwendet werden.





Hülsen ablängen

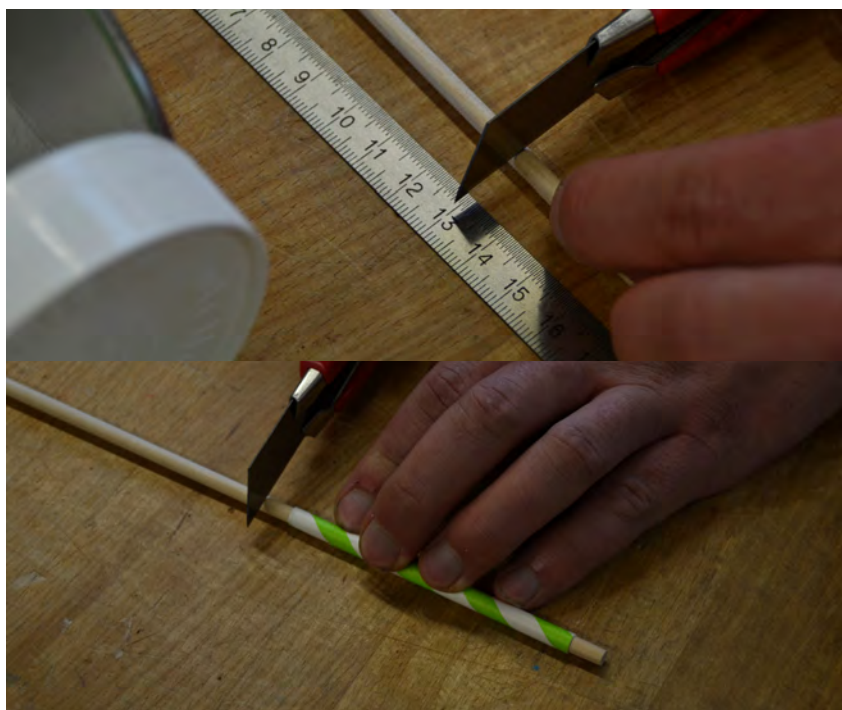
Die Lagerung der Vorderachse kann durch einen Strohhalm geschehen. Dieser sollte etwa einen Zentimeter länger sein als der Durchmesser der Dose.

Die Hinterachse wird durch zwei kleine Teile des Strohhalmes gelagert. Die Länge dieser Stücke sollte etwa die Breite der Räder und einen weiteren Zentimeter auf jeder Seite betragen (siehe Bild unten). Die drei entstandenen Hülsen werden zur Seite gelegt und später verwendet.

Achsen ablängen

Nun werden die Achsen auf die gewünschte Länge gekürzt. Der Abstand der Räder zur Chipsdose sollte möglichst gering gewählt werden.

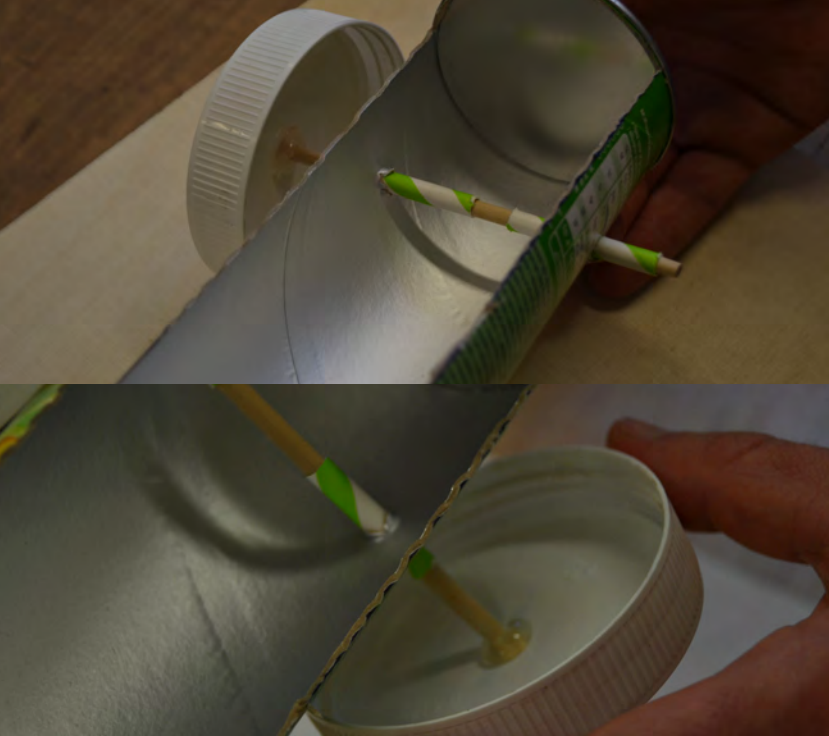
Die hintere Achse sollte also etwa der Breite der Dose, plus der Breite beider Räder und einem weiteren Zentimeter entsprechen (siehe Bild oben). Die Vorderachse sollte so lang werden, wie die vordere Hülse, die in Schritt 4 gefertigt wurde und einige Millimeter auf beiden Seiten herausragen.



Hinterräder anbringen

Nun wird in die großen Räder je ein Loch gestochen, um die Achse zu befestigen. Die Mitte der Räder kann mit einem Geodreieck ermittelt werden. Als nächstes kann eines der großen Räder an die Hinterachse geklebt werden. Dafür einen großen Fleck Heißkleber in den Deckel geben und die Achse in den Kleber und das Loch drücken.





Hinterachse anbringen

Dann das offene Ende der Hinterachse durch die Hülse schieben.

Achtung: Die Hülse dienen als Lager und dürfen sich nicht mit dem Heißkleber verkleben, da sie sich sonst mit den Rädern drehen.

Jetzt kann auch das zweite Rad angeklebt werden.

Vorderachse anbringen

Eines der Vorderräder kann nun mit dem Heißkleber an die Vorderachse geklebt werden (dafür muss kein Loch in das Rad gestochen werden). Dann wird die Achse durch die Hülse geschoben und das zweite Rad kann angeklebt werden. Dabei muss wieder darauf geachtet werden, dass die Hülse nicht angeklebt wird.

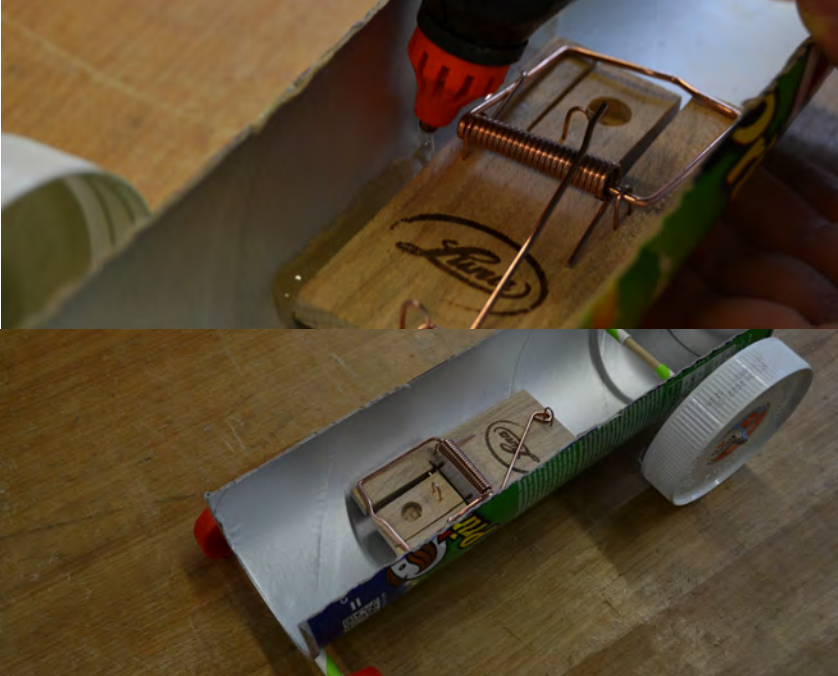
Nun kann die ganze Achse (mit Rädern und Hülse) auf den Tisch gelegt werden und Heißkleber in die Mitte der Hülse aufgebracht werden. Dann kann das Chassis auf den Kleber gedrückt werden.



Mausefalle festkleben

Die Karosserie des Fahrzeugs ist jetzt fertig.

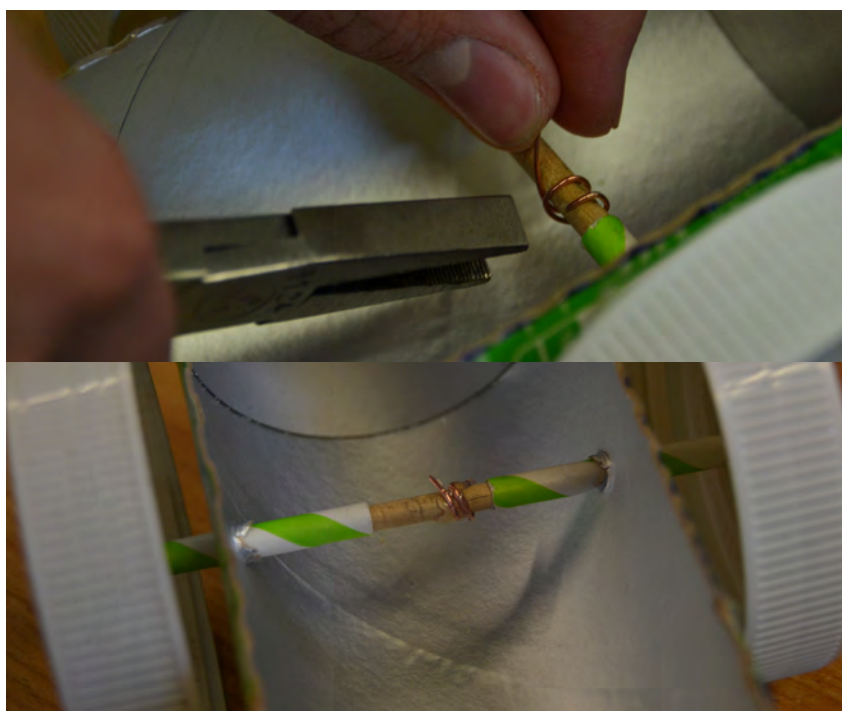
Jetzt kann mit der Fertigung des Antriebs begonnen werden. Die Mausefalle wird dazu etwa in die Mitte der aufgeschnittenen Dose gesetzt. Wenn die Position festgelegt wurde, kann die Mausefalle festgeklebt werden. Dazu auf jeder Seite Heißkleber auftragen.



Draht anbringen

An die Hinterachse wird im Folgenden ein Stück Draht angebracht. An diesem Draht wird später die Achse angetrieben.

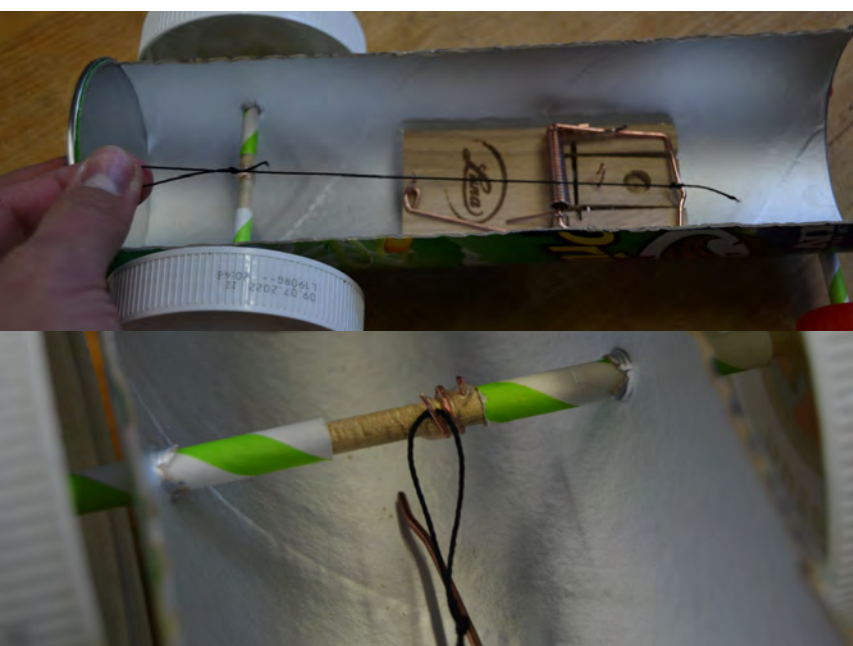
Eine Hälfte des Drahtes sollte zu einem kleinen Bogen geformt werden. Dann kann der Bogen an die Achse gedrückt werden und mit Heißkleber befestigt werden. Wenn der Draht befestigt ist, wird der Draht etwas gekürzt, so dass nur noch ein paar Millimeter senkrecht von der Hinterachse abstehen.



Schnur festbinden

Die Löcher für die Hinterachse können entweder mit einer Schere oder mit einem Vorstecher gestochen werden. Die Achsen werden durch Stückchen der Strohhalme gelagert.

Zum Stechen der Löcher sollte immer eine Unterlage verwendet werden.

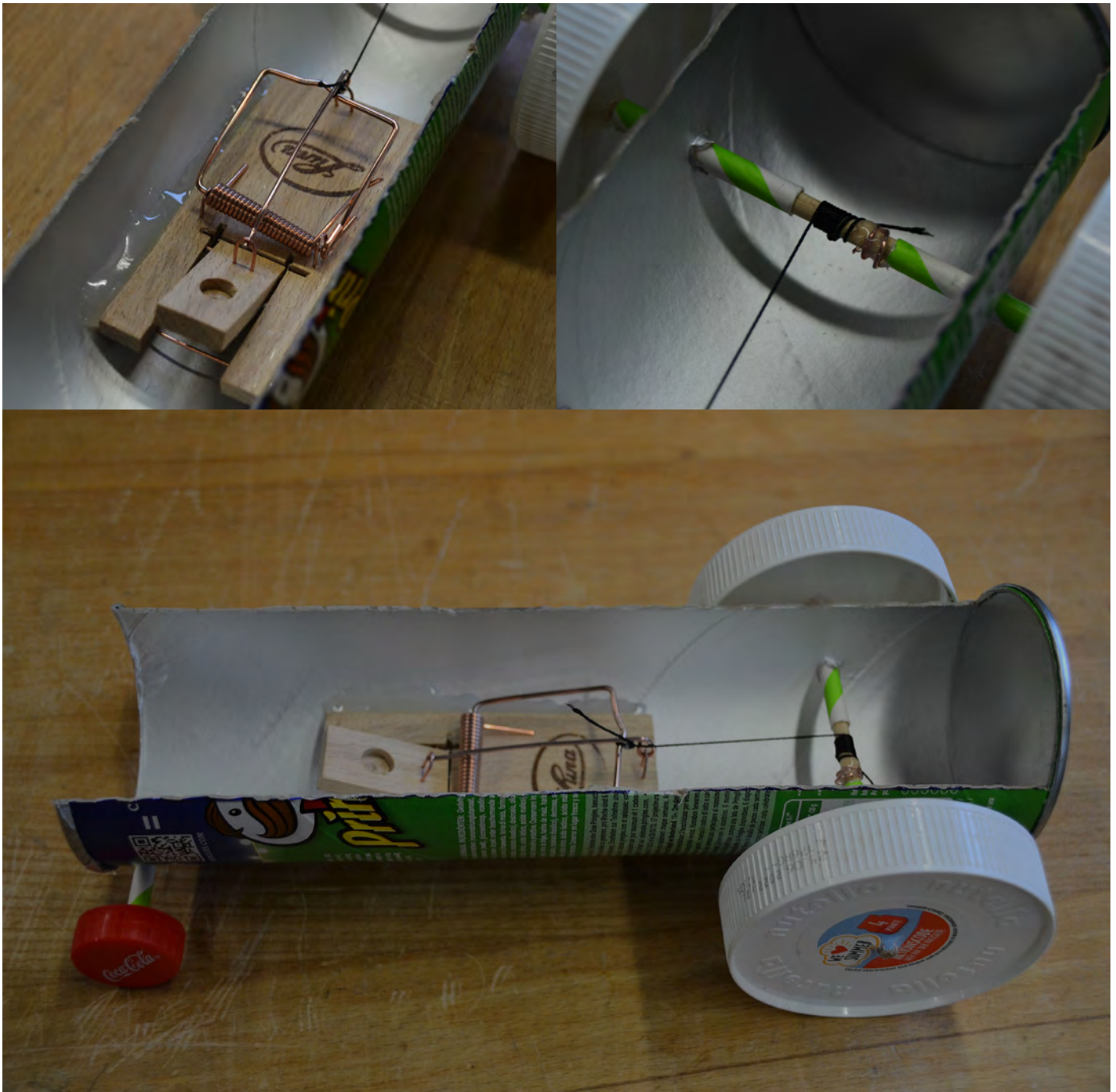


Das Fahrzeug spannen

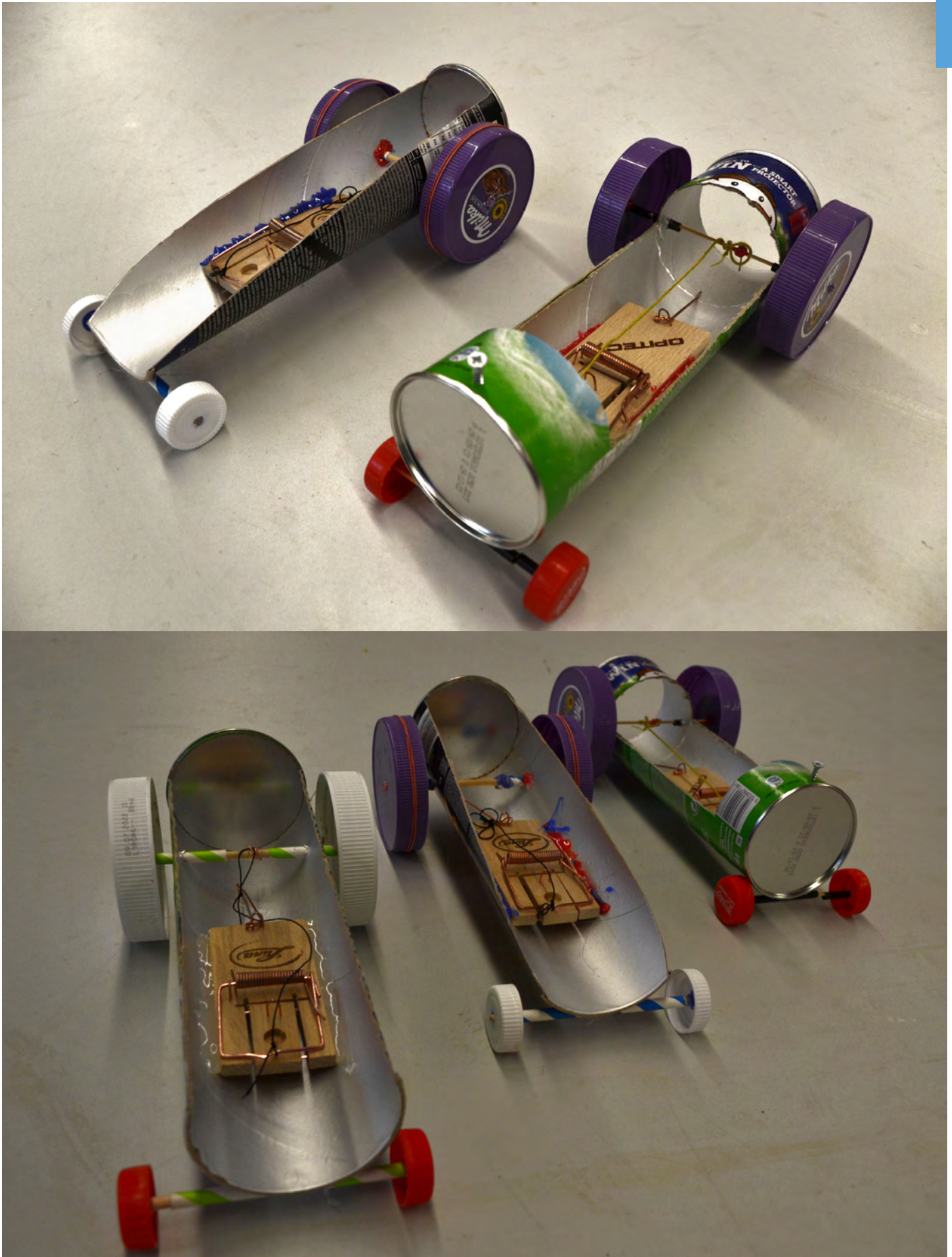
Zum Spannen des Fahrzeugs, den Bügel der Mausefalle nach hinten drücken und zeitgleich die Hinterräder nach hinten drehen, sodass die Schnur auf die Hinterachse aufgewickelt wird. Die Mausefalle mit dem Stift sichern und an den Startpunkt stellen. Zum Starten die Mausefalle auslösen.

Achtung: Zum Starten am besten einen weiteren Schaschlikspieß verwenden, um mit den Fingern nicht zu nah an die Mausefalle zu kommen.

Viel Spaß mit dem Mausefallenfahrzeug!



Es können ganz unterschiedliche Varianten des Mauseffallenfahrzeugs gefertigt werden (siehe dazu auch Differenzierungsmöglichkeiten). Hier sind einige Ideen zur Form des Mauseffallenfahrzeugs.





Fahrzeug aus einer PET-Flasche

In diesem Kapitel wird erklärt, wie man aus Haushaltsmaterialien ein Auto mit Gummizugantrieb anfertigt.



von Hümeyra Cosar, Jessica Scholz & Sezai Kitis



SEk 1: ab Klasse 5

Gefährdungsbeurteilung auf Seite 311



Förderung der Kreativität

Lernen von physikalischen Grundlagen



Mehrere Gummis erzeugen eine höhere Reichweite.



- 1x 0,5l PET-Flasche
- 4x Deckel
- 1x Schaschlik-Spieße
- 1x Gummi
- 1x Klebeband



- Schere
- Messer
- Vorstecher, alt.: Bohrer

Lehrgang/Erklärvideo:

Wie fertigt man ein PET-Fahrzeug?

Individuelle Beratung und Tipps zur Fertigung:

Schritt-für-Schritt-Anleitung

Hilfsgerüst durch unterstützende Materialien:

Versuch, eigenständig ein PET-Fahrzeug zu fertigen

Versprachlichung/Vergleich der

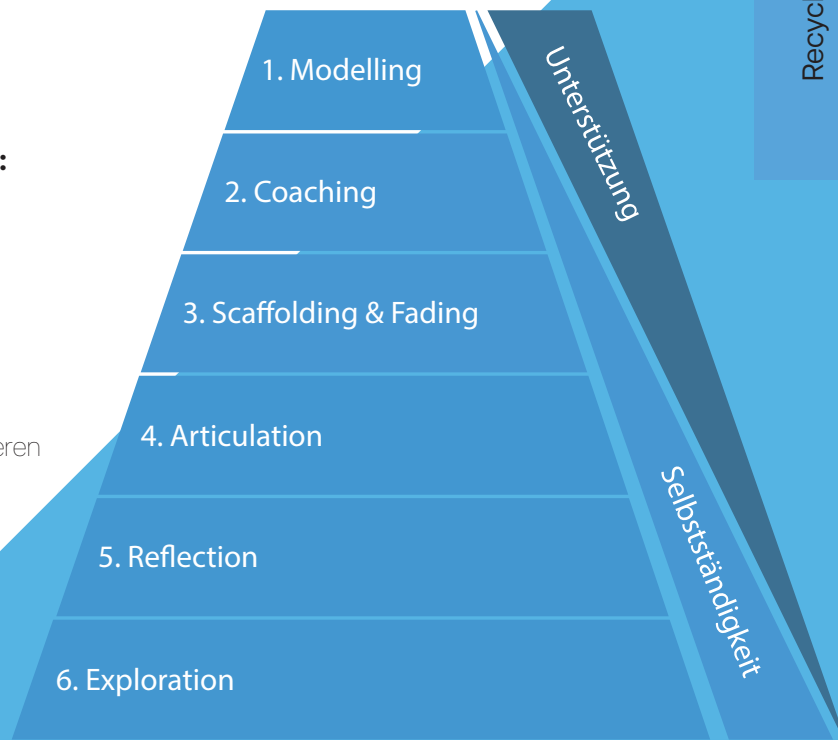
durchgeführten Arbeitsschritte: Arbeitsschritte notieren

Reflexion des Arbeitsprozesses:

Arbeitsschritte reflektieren

Eigenständiges Entwerfen:

Weitere Verbesserungsmöglichkeiten?



Recycling

Differenzierungsmöglichkeiten

Das Fahrzeug bietet viele Möglichkeiten zum Experimentieren mit unterschiedlichen Antriebskonzepten.

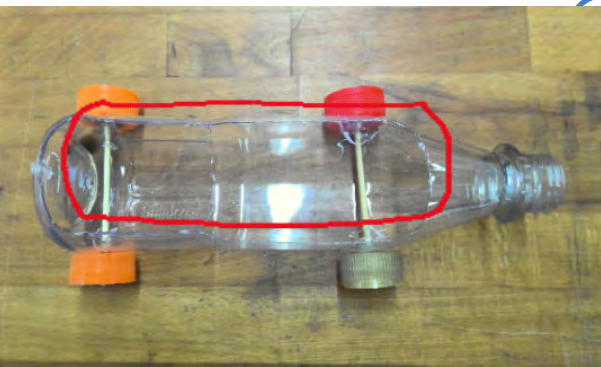
Ebenso kann der Grundkörper variiert werden (z.B. Milchtüte, Chipsdose, etc.).

Bearbeitung der Achsen

Flasche kurz vor Flaschenhals, auf beiden Seiten mit dem Vorstecher symmetrisch Lochen (s. Bild)

Hinterachse, auf beiden Seiten mit Vorstecher symmetrisch Lochen auf selber Höhe wie Vorderachse (s. Bild)

Löcher größer als Durchmesser Schaschlik-Spieß bohren, Spieß muss gut beweglich im ausgebohrten Loch sein



Ausschnitt an der Flasche

Mit der Schere eine ausreichende Aussparung an der Flasche vornehmen (rote Markierung), dass man später an die Achsen gut ran kommt. Der Ausschnitt erfolgt auf der gegenüberliegenden Seite der Achsen.

Räder anbringen

Räder vorbereiten:

Deckel mittig mit Vorstecher durchbohren, sodass Schaschlik-Spieß gerade so durchpasst.

Räder befestigen:

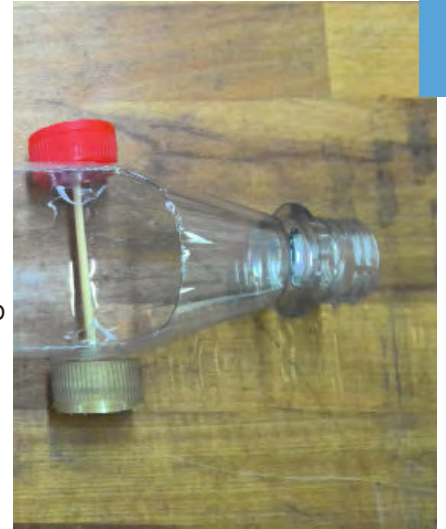
Schaschlik-Spieße durch Bohrungen an der Flasche führen, die Räder aufstecken und die Spieße kürzen.



Gummiantrieb anbringen



Mit dem Messer 2 Einschnitte am oberen Flaschenboden vornehmen (rote Markierung). Diese sollten ca. 1cm tief sein. Hierfür die Flasche (s. Bild) platzieren, mit der Hand oberhalb zwischen Flaschenmitte und Flaschenhals halten.



Das Gummiband wird am vorderen Schaschlik-Spieß befestigt, indem man es einmal ineinander wickelt (s. linkes Bild unten) und die Verbindung mit Klebeband am Schaschlik-Spieß überdeckt und befestigt. Das andere Ende des Gummibands wird in den bereits gefertigten Einschnitten am Flaschenboden eingehängt.

Durch ein „Aufziehen“ (Drehung) an der Vorderachse spannt man das Gummi und die wilde Fahrt kann beginnen.....



Gummi vor Fixierung mittels Klebeband an Achse



Gummi nach Fixierung



Der Flugball

Der Flugball beruht auf dem physikalischen Prinzip der Spannenergie. Verdeutlicht wird dies durch Gummis, welche eine Abschussvorrichtung auslösen. Durch diese können verschiedene Gegenstände wie z.B. ein Tischtennisball abgeschossen werden.



von Louis Hölzl, Paul Lehmann, Felix Müller & Melvin Proissl



Sek. 1: Klasse 5 bis 7



Die Schüler und Schülerinnen lernen...

- wie man eine Fertigungsaufgabe umsetzt
- was es mit der Spannenergie auf sich hat
- wie man Werkzeuge und Materialien sachgerecht benutzt



Anleitung genau durchlesen



- min. 2 Mehrwegflaschen (Hartplastik)
- min. 2 Gummiringe
- Faden
- Gaffa oder Washi Tape



- Puksäge



- Hammer und Nagel
- Schere
- Meterstab oder Maßband

Lehrgang/Erklärvideo:

Herstellung und Funktion des Werkstücks

Individuelle Beratung und Tipps zur Fertigung:

Schritt-für-Schritt-Anleitung

Hilfsgerüst: Tipps und Differenzierungsmöglichkeiten

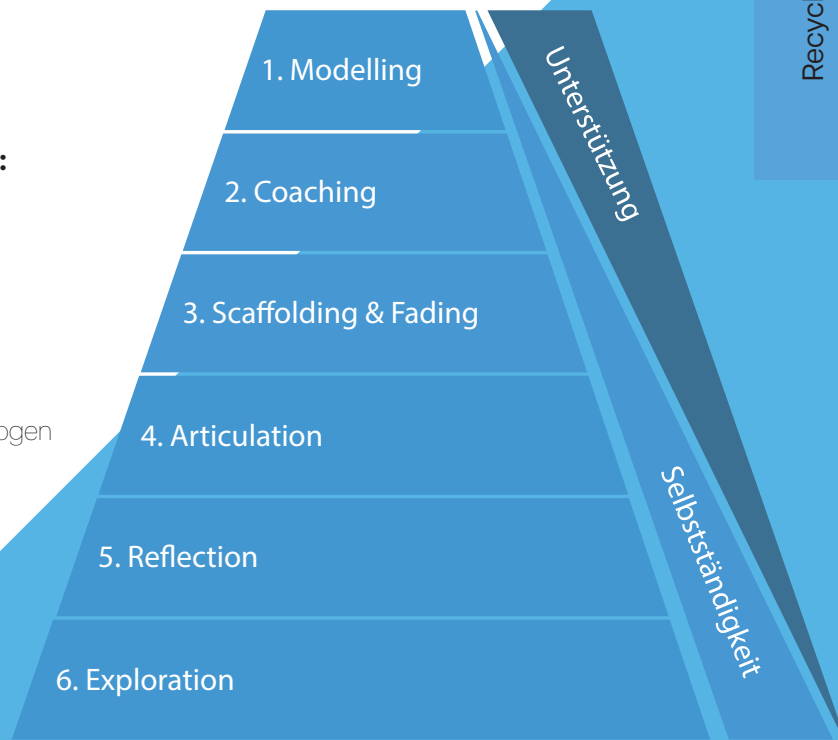
Versprachlichung: Dokumentation durch Protokollbogen

Reflexion des Arbeitsprozesses:

Wann fliegt der Ball am besten/weitesten?

Eigenständiges Entwerfen:

z.B. mit „Fallschirmspringer“



Recycling

Differenzierungsmöglichkeiten

Als Differenzierungsmöglichkeit kann man sich beim Schneiden der Hartplastikflaschen von einem Erwachsenen helfen lassen.

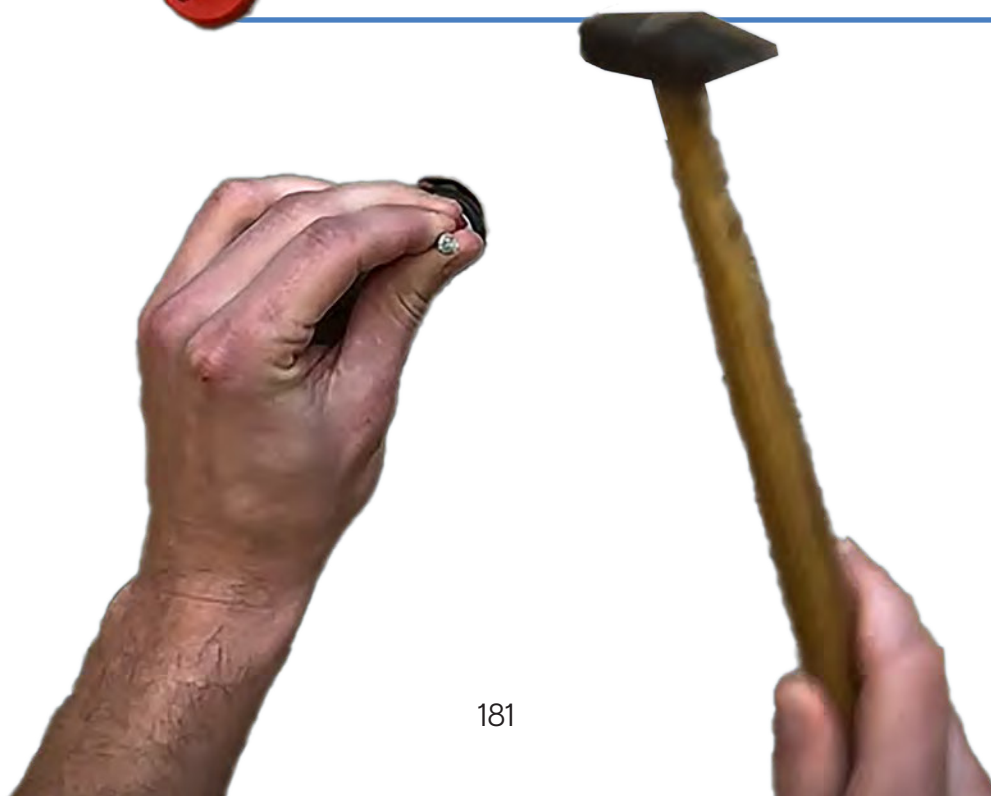
In der Abschussvorrichtung kann statt einem einfachen Tischtennisball auch ein Fallschirmspringer konstruiert und abgeschossen werden.

Weiterführend können andere Technische Experimente zur Spannenergie thematisiert werden.

Entferne den Deckel der 0,5 L Flasche. Nun werden mit der Puksäge zwei Schnitte senkrecht zum Flaschengewinde gesägt. Säge auch hier so, dass die Schnitte gegenüber liegen bzw. in gleichmäßigem Abstand zueinander stehen (90°-Winkel). Der Schnitt muss so breit und tief sein, dass er länger als der aufgeschraubte Deckel geht und jeweils ein Gummi einschließen kann.



Nun wird mit Hammer und Nagel auf einer geeigneten Unterlage jeweils ein Loch in die Deckel geschlagen. Um ein sauberes Ergebnis zu erzielen, muss zuvor möglicherweise der Dichtungsring entfernt werden.



Gummiringe anbringen, die Schnur befestigen

Zuerst werden die zwei Gummiringe an der 1 L Hartplastikflasche befestigt. Am abgeschnittenen Teil der 1 L Flasche befinden sich unsere vier Einkerbungen. Es wird nun jeweils ein

Gummiring in zwei nebeneinanderliegende Einkerbungen gelegt. Damit

unsere Gummiringe in den Einkerbungen liegen bleiben, benutzen wir unser Gaffa Tape und kleben den Rand unserer abgeschnittenen 1 L Flasche damit ab.

Danach wird die Schnur an dem Deckel der 0,5 L Flasche befestigt. An dieser Stelle schneiden wir die Schnur bei 30 cm ab.

Im folgenden Schritt fädeln wir die Schnur durch unseren Deckel und verknoten im Inneren des Deckels mehrmals das

Ende, damit die Schnur gut am

Deckel sitzt.

Nun legen wir die bereits befestigten Gummiringe in die vier

Einkerbungen der 0,5 L Flasche. Ein Gummiring

sollte wieder in zwei nebeneinanderliegende Einkerbungen gelegt werden.

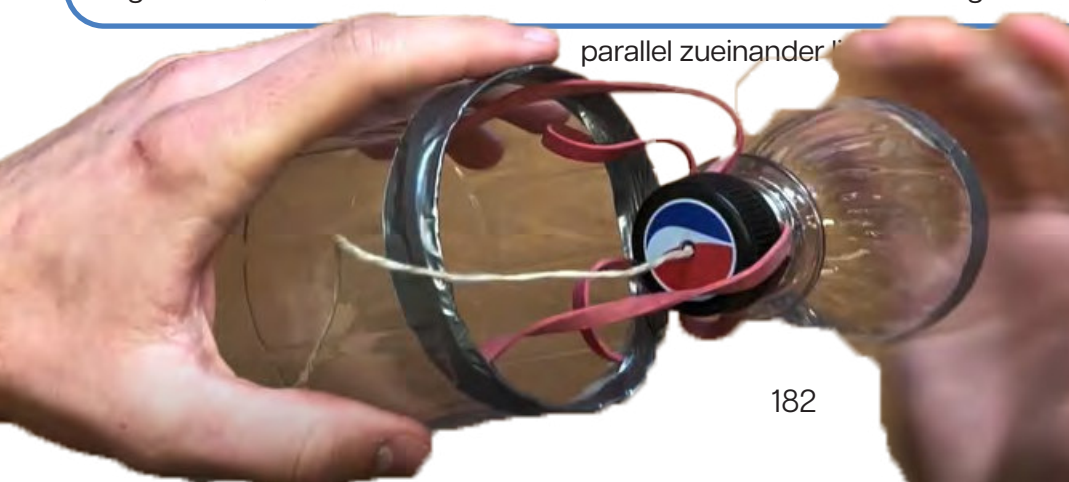
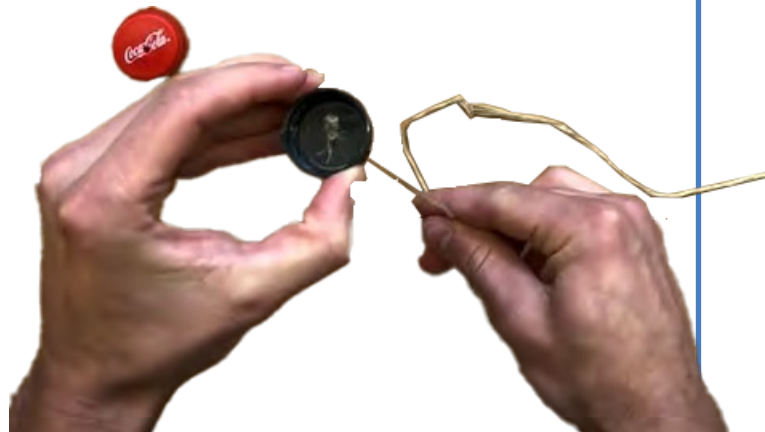
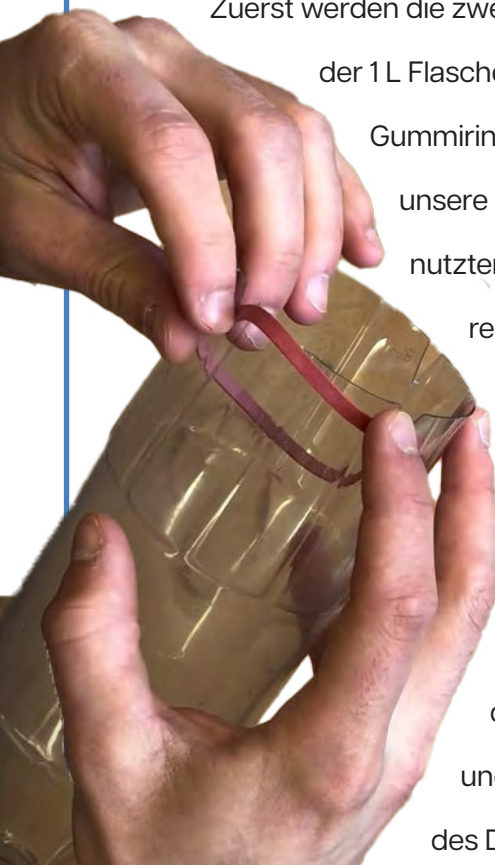
Sobald die beiden Gummiringe angebracht sind, könnt ihr den Deckel mit der bereits befestigten Schnur auf die 0,5 L Flasche drehen. Nun

legt ihr die 0,5 L Flasche in das Innere der 1 L Flasche. Die Gummiringe sollten

parallel zueinander

Tipp: Eure Einkerbungen am Gewinde der 0,5 L Flasche sollten so tief sein, dass der Deckel die Gummiringe nicht einquetscht.

Zum Schluss fädelt Ihr die Schnur durch die Flaschenöffnung der 1 L Flasche und deren Deckel. Verknotet wieder das Ende und schraubt den Deckel auf die 1 L Flasche.



Gummiringe anbringen, die Schnur befestigen

Für den Probe-Schuss wird ein Tischtennisball in die bearbeitete 0,5 L Flasche (Schussskorb), eingelegt. An einem Ort mit viel freiem Platz ist die Schnur mit dem Knoten am Ende bis zum Anschlag nach unten zu ziehen, während die andere Hand das Flugballwerkstück von außen fest umklammert. Das Werkstück wird dabei nach oben gerichtet, leicht vom Körper abneigend gehalten und anschließend durch Loslassen der Schnur abgeschossen.

Sicherheitshinweis: Dabei ist darauf zu achten, dass keine Menschen oder zerbrechliche Gegenstände in der Flugbahn stehen.

Versuche mit unterschiedlich schweren Gegenständen den Zusammenhang zwischen Gewicht des Gegenstandes und resultierender Schusshöhe zu zeigen.

Dazu werden die unterschiedlichen Projektile, wir verwenden einen Flummi, Tischtennisball und Walnuss, z.B. vor einer karierten Tafel senkrecht in die Höhe geschossen. Anhand der Quadrate kann dann die Schusshöhe ermittelt werden. Diese wird zum direkten Vergleich ins Experimentierprotokoll eingetragen.





Fahrradreifengürtel

Bei der Herstellung eines Fahrradreifengürtels geht es um die Durchführung einer Recyclingaufgabe. Die Schüler*innen sollen dabei einen Alltagsbezug für ressourcenschonendes Arbeiten erhalten und erlernen durch kreative Prozesse ihre Umwelt aktiv umzugestalten.



Marcel Hübner & Paul Lehmann

Sek. 1: Klassenstufe 5-10

GS und SoPäd: Aufgrund der teilweise schwer zu bearbeitenden Materialien ist hier eine Montage des Gürtels bzw. ein anderes Werkstück wie z.B. ein Armband oder Schlüsselanhänger zu empfehlen.

Gefährdungsbeurteilung auf Seite 306

Die Schülerinnen & Schüler können...

- Werkstoffe trennen und benennen.
- Werkstoffeigenschaften und Verschleiß erkennen.
- durch kritisches Denken ein Verantwortungsbewusstsein für Recycling entwickeln.
- durch Beobachtungsfähigkeit Material- und Bauteilkenntnisse erhalten.

Die Fahrradreifen sollten vor der Bearbeitung gründlich gereinigt werden! Die Fahrradreifen können in seltenen Fällen Hautreizungen hervorrufen! Der Kauf von Gürtelschnallen erbringt Zusatzkosten! Beim Trennen des Drahtes im Fahrradreifen ist Vorsicht geboten!

Es sollte genügend Flickzeug zur Verfügung stehen!



- Fahrradreifen
- Fahrradschlauch
- Gürtelschnalle
- Flickzeug



- Lochzange



- Maßband/ Meterstab
- Filzstift
- Schere

Lehrgang/Erklärvideo:

Wie kann man einen Gürtel anfertigen?

Individuelle Beratung und Tipps zur Fertigung:

Schüler:in versucht eigenständig Gürtel anzufertigen

Hilfsgerüst durch unterstützende Materialien:

Hilfe durch Schritt für Schritt-Anleitung mit Bildern

Versprachlichung/Vergleich der durchgeführten

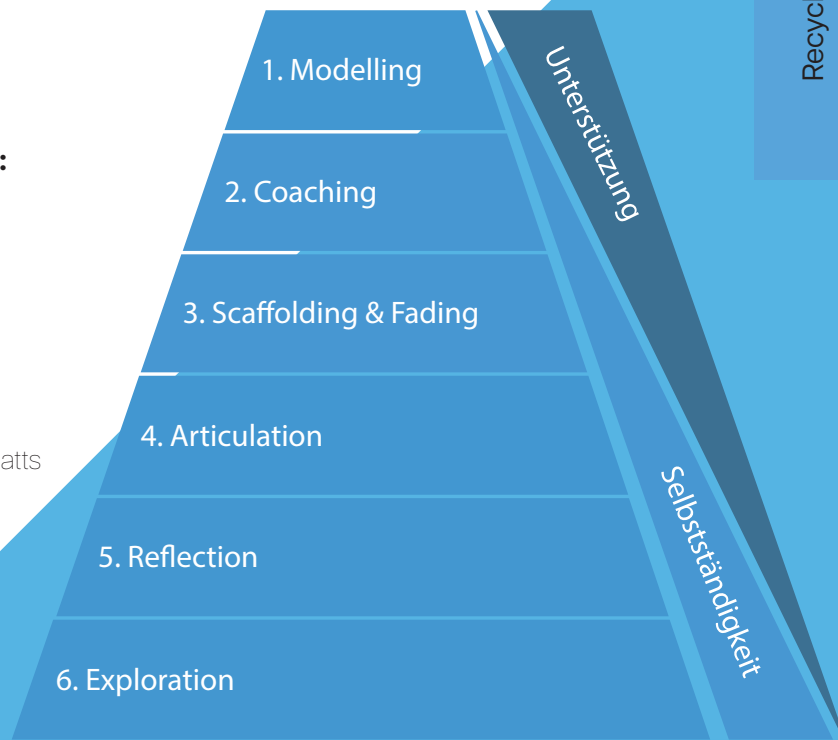
Arbeitsschritte: Bearbeiten eines passenden Arbeitsblatts

Reflexion des Arbeitsprozesses:

Was kann optimiert werden?

Eigenständiges Entwerfen:

neues Werkstück z.B. Armbänder o. Schlüsselanhänger



Recycling

Differenzierungsmöglichkeiten

- Gürtel geklebt oder mit Kabelbinder befestigt
- Reifen selbst zuschneiden und lochen oder lediglich Montage
- Gürtelschnalle aus ausgedientem Gürtel selbst beschaffen oder neue kaufen

1.) Reifenmantel



1. Materialien und Werkzeug bereitlegen (Fahrradreifenmantel, Schere, Lochzange, Meterstab/ Maßband, Filzstift, Fahrradflickset mit Schleifpapier und Gummiklebstoff).
2. Reinigen des Reifens.

3. Reifen trennen.
4. Gürtelmaß bestimmen und Ablängen. An Taille anlegen und Stelle markieren. Von markierter Stelle aus 15cm abmessen für zweite Markierung.



5. Schnalle wählen: Innenbreite der Gürtelschnalle messen.
6. Reifen auf Schnalleninnenbreite schneiden.
7. Loch für Dorn stanzen.
8. Schnalle anlegen.
9. Schnalle befestigen.



10. Gürtelende abrunden.
11. Gürtellöcher ausmessen und Stanzen.

Das erste und letzte Loch werden als Referenzpunkt 2,5 cm und 25 cm weit vom Ende platziert markiert und mit der Lochzange ebenfalls gestanzt. Bei Bedarf können zwischen den ersten beiden Löchern weitere angebracht werden.



2.) Gürtelriemen

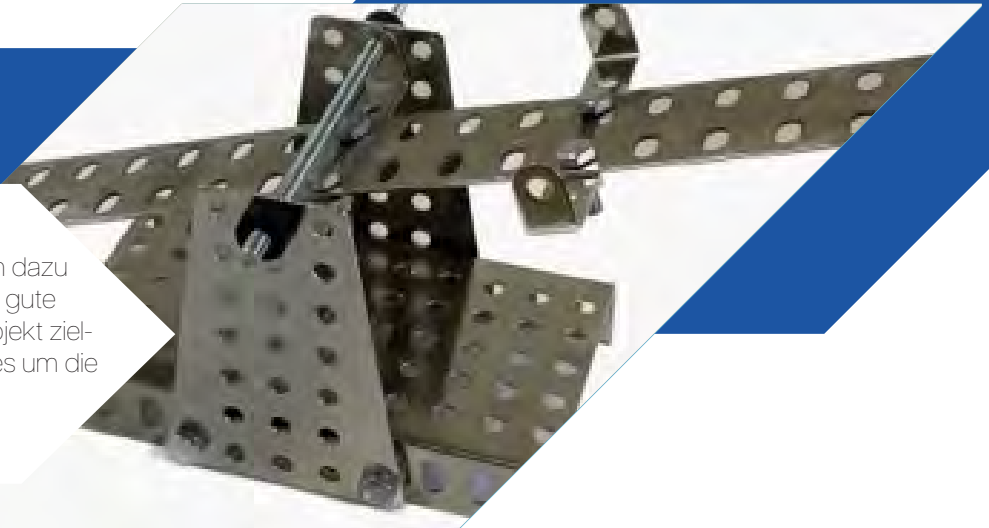
1. Schlauch ablängen. Dieser soll beim Anlegen des Gürtels das überstehende Ende an der Taille halten. Dafür wird ein kleines Stück (Länge=2xGürtelbreite) mit der Schere abgetrennt.
2. Riemen auf individuelle Breite schneiden.
3. Verkleben: Die zu klebenden Flächen werden mit dem Schleifpapier aufgeraut und mit dem Flickzeug zusammengeklebt. Anschließend wird der Kleber fixiert, sodass er trocknen kann ohne zu verrutschen.
4. Riemen auf Gürtel schieben.





Die Wurfmaschine

Werfen war gestern, heute benutzt man dazu eine Wurfmaschine. Sie macht nicht nur gute Laune sondern katapultiert dein Wurfobjekt zielgenau. In dieser Anleitung findest du alles um die Wurfmaschine zu konstruieren.



von Luca Blaszczyk, Felix Grampp, Andreas Heitzmann & Moritz Ocker



SEK 1: ab Klasse 7



Schülerinnen und Schüler lernen ...

- Technische Dokumente und Experimente auswerten
- Montage
- Beurteilen der Ergebnisse



- Lochbleche in den vorgegebenen Variationen
- Schrauben
- Muttern
- Federscheiben
- Unterlagscheiben
- Gewindestange
- Gummistopper



- Schraubenschlüssel

Lehrgang/Erklärvideo:

Grundlagen & Funktion des Modells

Individuelle Beratung und Tipps zur Fertigung:

Schritt-für-Schritt-Anleitung

Hilfsgerüst durch unterstützende Materialien:

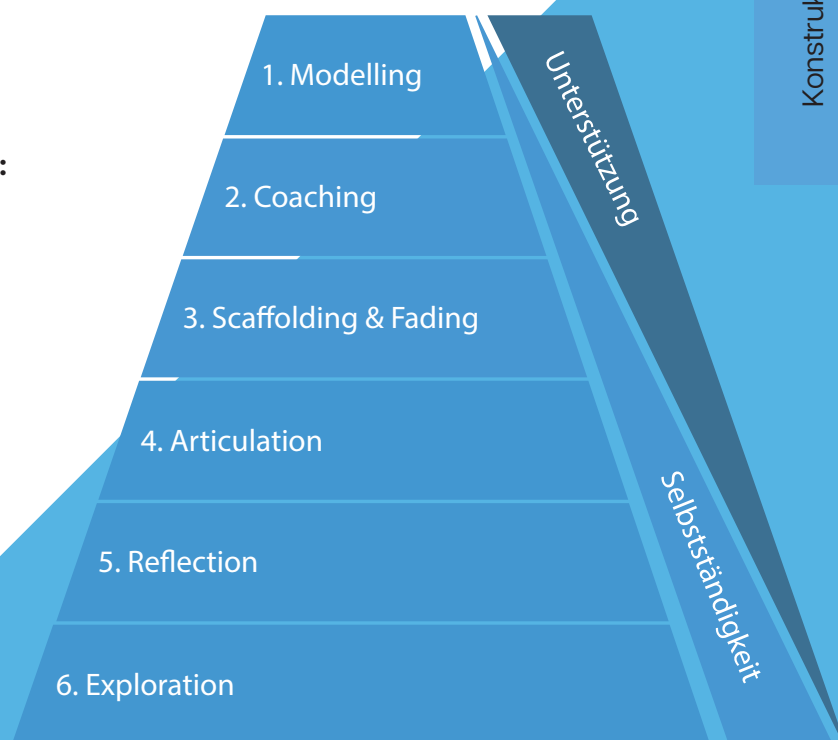
Bilder & Anforderungen an die Maschine

Versprachlichung/Vergleich der durchgeführten**Arbeitsschritte:** Dokumentation durch Protokollbogen**Reflexion des Arbeitsprozesses:**

Probleme der Wurfmachine?

Eigenständiges Entwerfen:

Entwicklung einer weiteren, besseren Wurfmachine



Differenzierungsmöglichkeiten

Deine Wurfmachine funktioniert? Dann versuche Sie zu optimieren oder umzubauen.

Bist du eher ein Konstrukteur?

Mache dir Gedanken ob du die Halterung der Achse auch anders lösen könntest, und teste deine neue Konstruktion. Vielleicht fliegt dein Wurfgeschoss sogar besser.

Bist du fasziniert vom Hebelgesetz?

Deine Erkenntnis, je länger der Hebelarm, desto weiter fliegt das Objekt reicht dir nicht aus? Dann baue die Wurfmachine zur Wippe um. Stelle dazu deine Hebelachse genau in die Mitte. Mithilfe von Münzen kannst du die Wippe versuchen auszugleichen. Teste wie sich die Wippe verhält wenn du die Position der Münzen auf der Wippe veränderst.

Stückliste Wurfmaschine

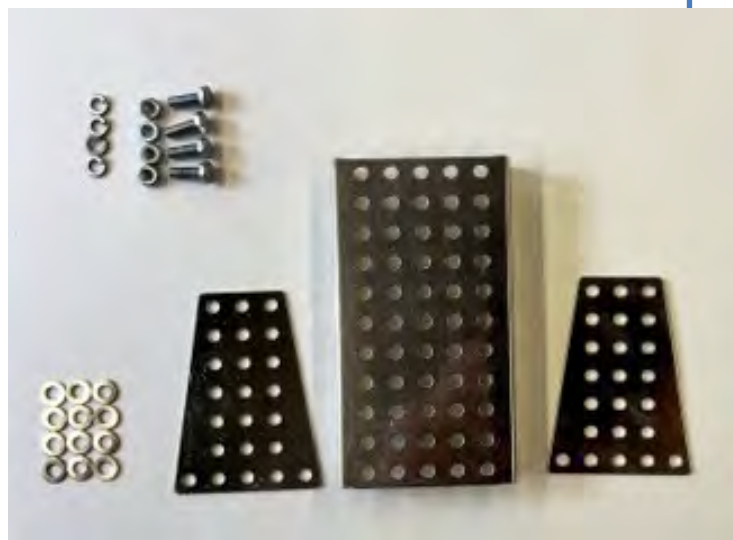
Bezeichnung	Anzahl	Maße
Grundplatte (Lochblech U-Form)	1	110 x 60 x 15mm
Seitenteile (Trapezlochblech)	2	70 x 30-50mm
Wurfarm (Lochblech lang)	1	324 x 28mm
Verbindungsteil (Lochblechstreifen lang)	2	64 x 10mm
Ballhalter (Lochblechstreifen kurz)	2	45 x 10mm
Wurfgeschoss (Tischtennisball)	1	-
Gewindestange	1	95mm, M4
Sechskantschraube	9	12mm, M4
Sechskantmuttern	9	M4
Federscheibe	9	Für M4
Unterlagscheibe	12	Für M4
Gummistopper	2	d10mm
Werkzeug		
Kombisechskantschlüssel	2	SW 7

Schritt 1

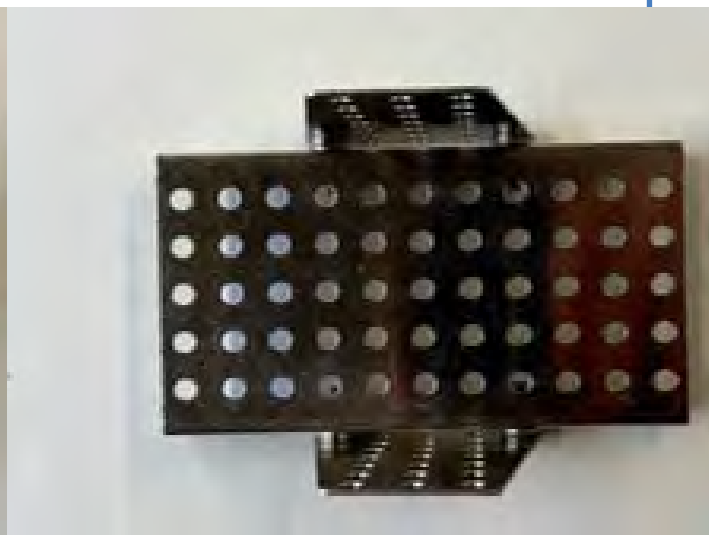
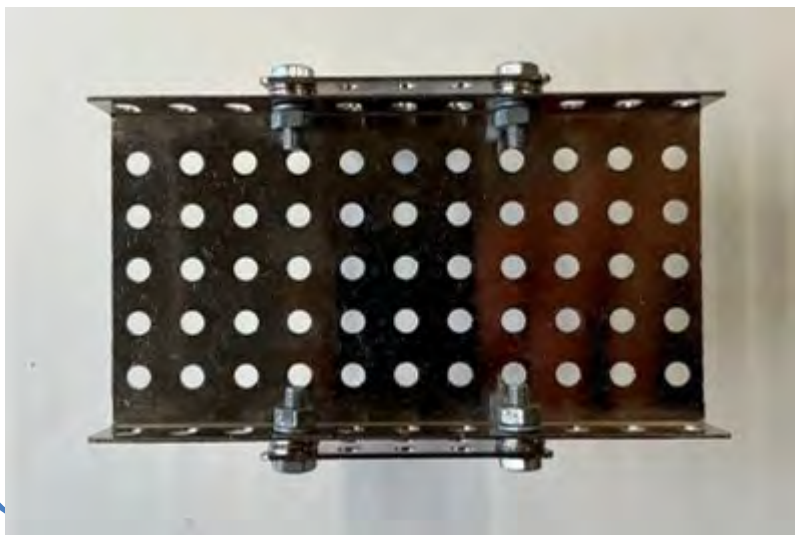
Bevor du mit dem Montieren beginnst, prüfe mithilfe der Stückliste, ob alle Bauteile vorhanden sind.

Sind alle benötigten Bauteile vorhanden, kann es losgehen. Im ersten Arbeitsschritt werden die Seitenteile an die Grundplatte befestigt. Für die Befestigung werden Schrauben, Muttern und Federscheiben eingesetzt. Um die Trapezbleche in die richtige Position zu bekommen werden zusätzlich Unterlegscheiben benötigt. Alle Materialien für den ersten Arbeitsschritt findest du auf dem Bild.

Nimm dir zunächst zwei Schrauben und führe diese durch die äußeren Bohrungen am Trapezblech. Anschließend kannst du auf die Gewindeseite jeweils drei



Unterlegscheiben auflegen. Nun wird die Grundplatte mittig eingesetzt, diese soll wie ein umgedrehtes U eingebaut werden. Mit der Federscheibe und den Muttern kann die Verbindung nun befestigt werden. Ziehe die Mutter zunächst mit der Hand fest. Nun werden alle Verbindungen mit den beiden Gabelschlüsseln nachgezogen, dafür setzt du einen Gabelschlüssel an den Schraubenkopf und den anderen auf die Mutter. Die Schrauben lassen sich durch eine Drehung am Schraubenkopf im Uhrzeigersinn festziehen.



Schritt 2

In diesem Abschnitt werden die Verbindungsteile an den Wurfarm befestigt. Die Befestigungsart mit Schrauben, Federscheiben und Muttern hast du im ersten Arbeitsschritt bereits kennengelernt. Diese Art der Befestigung wird bei allen weiteren Verbindung gleich bleiben.



Für diesen Arbeitsschritt benötigst du den Wurfarm, die beiden Verbindungsteile und jeweils vier Schrauben, Federscheiben und Muttern.



Anhand des Bildes kannst du die Position der Verbindungsteile erkennen. Achte darauf, dass der Wurfarm eine Zentrische Bohrung für den Ballhalter besitzt. Die Schrauben werden nun durch die Bohrungen am Wurfarm und an den Verbindungsteilen durchgeführt. Nun wird das ganze Bauteil gedreht und die Federscheiben aufgesetzt. Die Muttern werden auf das Gewinde aufgeschraubt und schließlich wird die Verbindung mit den Gabelschlüsseln fixiert.

Schritt 3

Um beim Katapultieren zu verhindern, dass das Wurfobjekt vom Wurfarm fällt, benötigt man eine Halterung.

In diesem Schritt wird gezeigt, wie der Ballhalter an den Wurfarm montiert wird.

Du benötigst deinen gerade vormontierten Wurfarm mit Verbindungsteilen, sowie die Ballhalter und entsprechendes Verbindungsmaterial.



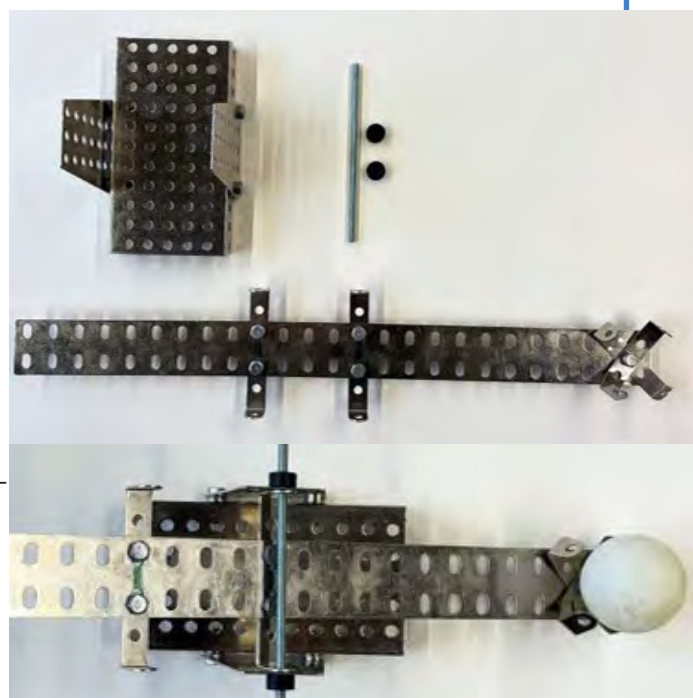
Die Schraube wird durch die mittige Bohrung der beiden Ballhalter und anschließend durch die mittige Bohrung am Wurfarm durchgeführt. Mit der Federscheibe und der Mutter wird die Verbindung handfest angezogen und im Anschluss mit den Gabelschlüsseln fixiert. Achte darauf, dass die beiden Ballhalter im rechten Winkel zueinander stehen.



Schritt 4

Im letzten Schritt erfolgt die Fertigmontage, dazu werden die beiden vormontierten Baugruppen mithilfe der Gewindestange und den zwei Gummistoppeln verbunden.

Je nach gewünschtem Hebel kannst du einen der beiden Verbindungsteile nutzen. Dazu fädelt man die Gewindestange durch die mittlere obere Bohrung am Trapezblech und anschließend durch die Bohrungen an den Verbindungsteilen. Schließlich muss die Gewindestange auf der gegenüberliegenden Bohrung durch das Trapezblech geschoben werden. Um ein Verrutschen der Gewindestange zu verhindern, werden auf beiden Seiten die Gummistopper aufgeschoben.



Du hast es geschafft!!! Das Wurfgeschoss kann in die Halterung gelegt werden.

Bei welcher Position fliegt der Ball weiter? (notiere deine Vermutung)



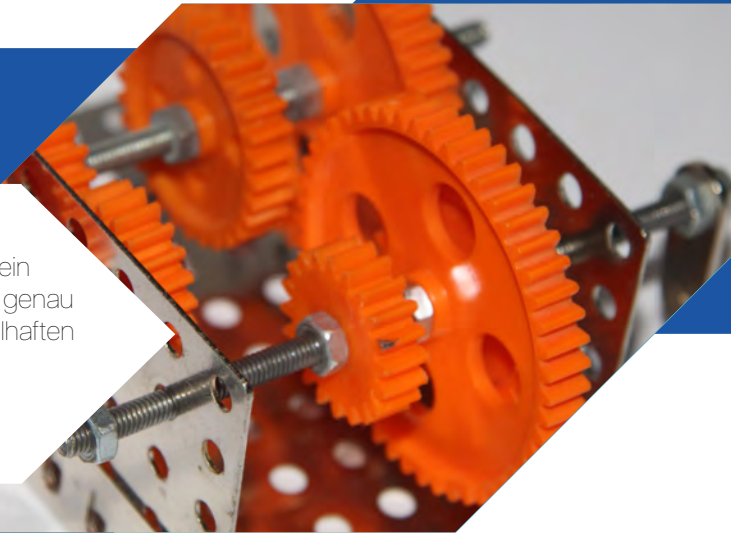
Halte beim Abschuss eine Hand an der Grundplatte, das diese nicht zu sehr verrutscht. Teste beide Positionen aus und vergleiche deine Ergebnisse.

Was könnte der Grund für deine Ergebnisse sein?



Das Getriebe

Ihr habt euch schon immer gefragt wie ein Getriebe funktioniert? Dann seid ihr hier genau richtig. Ihr erfahrt das an diesem beispielhaften Modell-Getriebe.



von Lena-Marie Block, Noe Dietrich & Maximilian Fuchs



SEK 1: ab Klasse 7



Schülerinnen und Schüler lernen ...

- Grundlegende Kenntnisse über den Aufbau eines Schaltgetriebes
- Wirkungsweise eines Getriebe



- Mögliche Materialbaukastensysteme wie z.B.:
- Fischertechnik Creative Box Mechanic
- Eitech Metallbaukasten
- Lego Technik



- Lineal
- Stift



- Schraubenschlüssel (hier in dem Beispiel wird ein Maulschlüssel mit der Größe 7, für eine M4 Schraube verwendet)
- Zange

Lehrgang/Erklärvideo:

Grundlagen & Funktion des Modells

Individuelle Beratung und Tipps zur Fertigung:

Schritt-für-Schritt-Anleitung

Hilfsgerüst durch unterstützende Materialien:

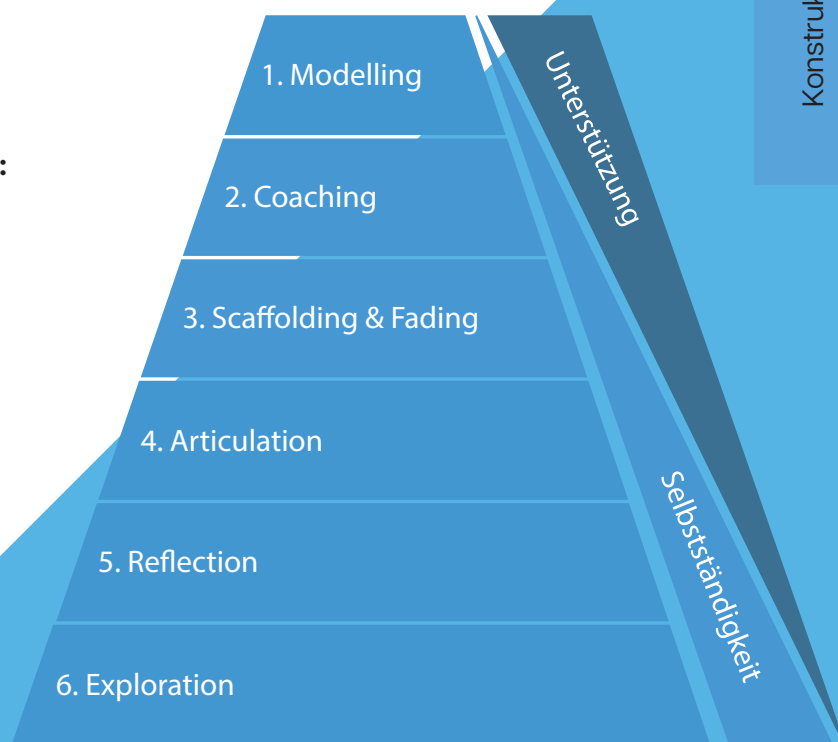
Bilder & Anforderungen an das Getriebe

Versprachlichung/Vergleich der durchgeführten**Arbeitsschritte:** Dokumentation durch Protokollbogen**Reflexion des Arbeitsprozesses:**

Probleme des Getriebemodells

Eigenständiges Entwerfen:

Entwicklung einer Kupplung, Hinzufügen weiterer Gänge



Differenzierungsmöglichkeiten

Die Differenzierung kann durch verschiedene Konstruktionsvarianten erfolgen

Konstruktion eines simplen, eingängigen Getriebes: Die Schüler und Schülerinnen sollen hierzu ein Getriebe

bestehend aus zwei Zahnrädern aufbauen um die grundlegenden Funktionen eines Getriebes zu verstehen

sowie die Mechanik zweier Zahnräder verstehen.

Konstruktion eines komplexen dreigängigen Getriebes, welches unterschiedliche Übersetzungsverhältnisse sowie einen Rückwärtsgang enthält: Hier soll ein Getriebe hergestellt werden, welches zum einen zwei

Vorwärtsgänge und je einen Rückwärtsgang enthält. Hierzu sollen die zwei Vorwärtsgänge eine unterschiedliche

Übersetzung aufweisen. Hierfür müssen die Schüler und Schülerinnen die Zahnräder so kombinieren, dass sie

sich unterschiedlich schnell drehen (Übersetzungsverhältnis=1). Beim Rückwärtsgang muss beachtet werden,

dass die Drehrichtung mittels eines weiteren Zahnrades umgekehrt wird.

Konstruktion eines komplexeren, dreigängigen Getriebes mit verschiedenen Übersetzungsverhältnissen

bzw. Drehrichtungen sowie einer einfachen Kupplung zur Unterbrechung der Kraftübertragung: Hierzu

sollen die Schüler und Schülerinnen neben der 2. Konstruktionsaufgabe eine Kupplung konstruieren, damit sie

nicht die Drehbewegung des Motors/Kurbel stoppen müssen um die Gänge wechseln zu können.

Schritt 1

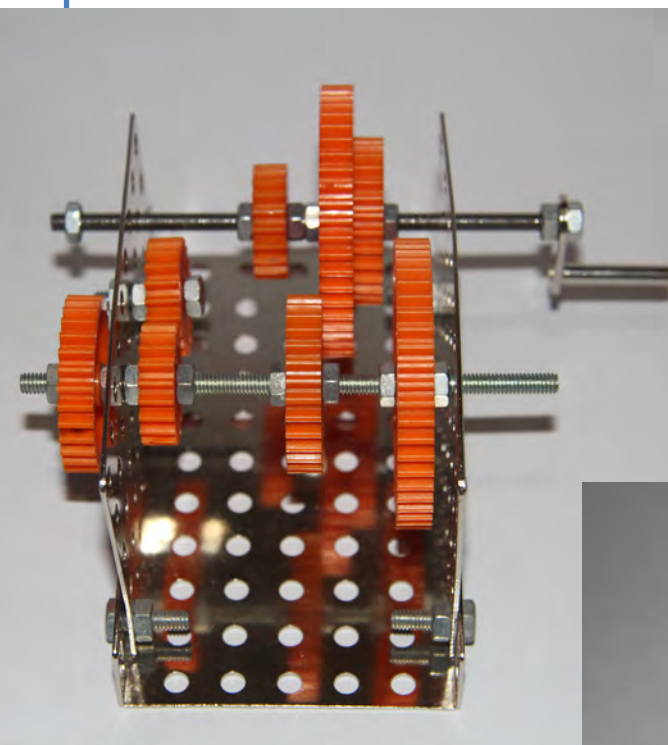
Zunächst wollen wir uns um die Gewindestangen kümmern. Im fertigen Modell sind im Inneren des Getriebes auf jeder Gewindestange 3 Zahnräder befestigt. Es gibt zwei verschiedene Seiten in unserem Getriebe: Die Antriebsseite mit der Kurbel und die Ausgangsseite, auch genannt Abtriebsseite, mit dem zusätzlichen Zahnrad außerhalb des Getriebes.

Antriebsseite (Input):

Für die Antriebsseite benötigt ihr

- 4 Muttern
- 1 großes Zahnrad
- 1 mittleres Zahnrad
- 1 kleines Zahnrad
- 1 Gewindestange mit min. 7cm Länge

Setzt ein Lineal an die Gewindestange an und setzt Markierungen an folgenden Punkten:



Die Striche an der Gewindestange markieren die Zonen, in denen die Zahnräder platziert werden sollen. Zwischen den ersten zwei Strichen liegt das kleine Zahnrad, zwischen den letzten beiden das große und das mittlere Zahnrad (siehe Bild). Wir empfehlen, von links nach rechts zu arbeiten und erst die Muttern an die richtige Position zu drehen, um anschließend die Zahnräder richtig fixieren zu können.



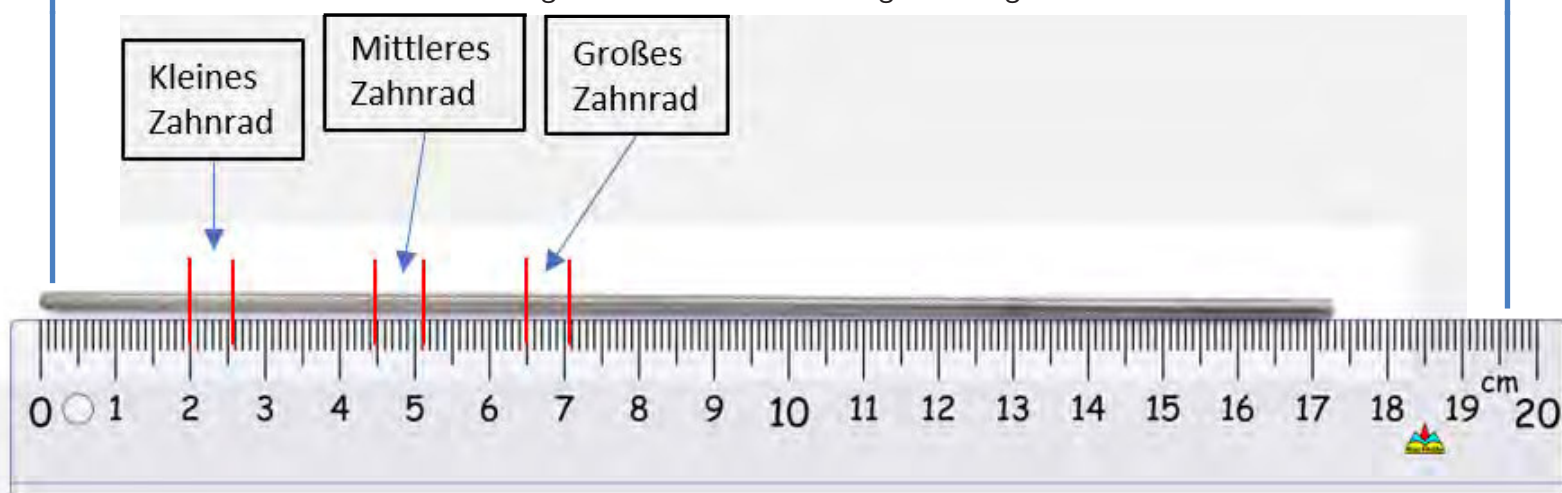
Schritt 2

Abtriebsseite (Output):

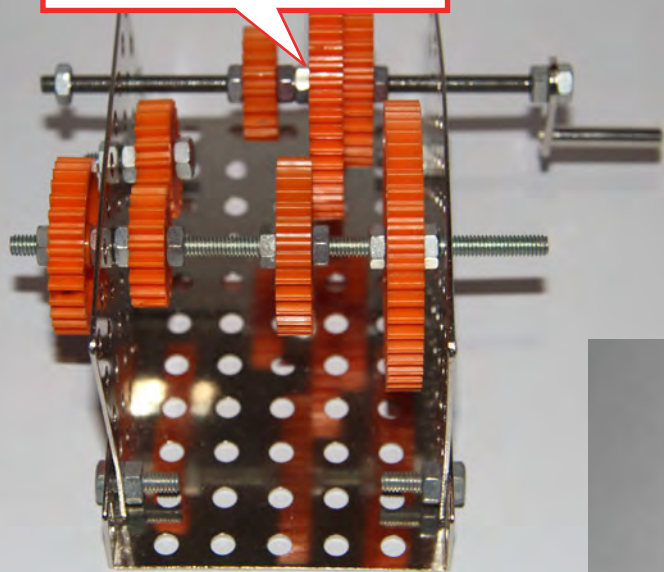
Für die Abtriebsseite benötigt ihr

- 6 Muttern
- 1 großes Zahnrad
- 1 mittleres Zahnrad
- 1 kleines Zahnrad
- 1 Gewindestange mit min. 7cm Länge

Setzt ein Lineal an die Gewindestange an und setzt Markierungen an folgenden Punkten:



Achtung: Hier werden zwei Muttern benötigt!!!



Die Striche an der Gewindestange markieren die Zonen, in denen die Zahnräder platziert werden sollen. Zwischen den ersten zwei Strichen liegt das kleine Zahnrad, zwischen den letzten beiden das große und das mittlere Zahnrad (siehe Bild). Wir empfehlen von links nach rechts zu arbeiten und erst die Muttern an die richtige Position zu drehen, um anschließend die Zahnräder richtig fixieren zu können.



Zwischenschritt

Für den Rückwärtsgang benötigen wir noch ein extra Element zwischen den beiden kleinen Zahn-
rädern der Gewindestangen. Dieses sorgt dafür, dass die Drehrichtung umgekehrt wird.

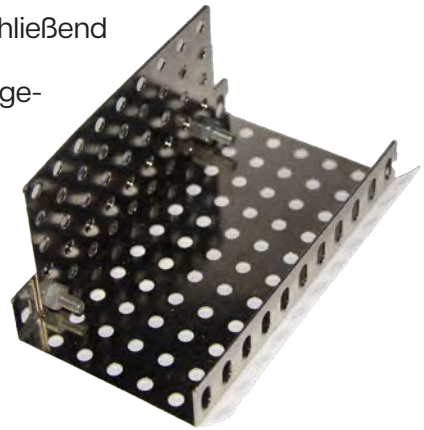
Dafür befestigen wir ein kleines Zahnrad am Ende einer kleinen Gewindestange (siehe Bild
rechts) und fixieren dieses Zahnrad mit zwei Muttern.



Schritt 3

Nun wollen wir unser „Gehäuse“ fertigen. Dafür befestigen wir eine Seitenplatte (90x50mm) an der
Bodenplatte (110x60mm) mit zwei Schrauben und zwei Muttern. Anschließend

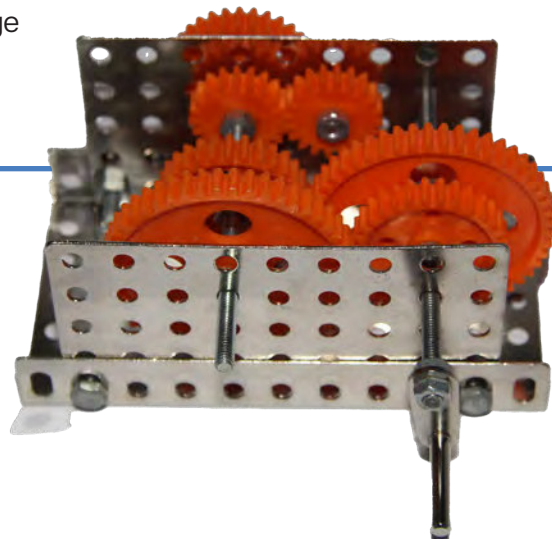
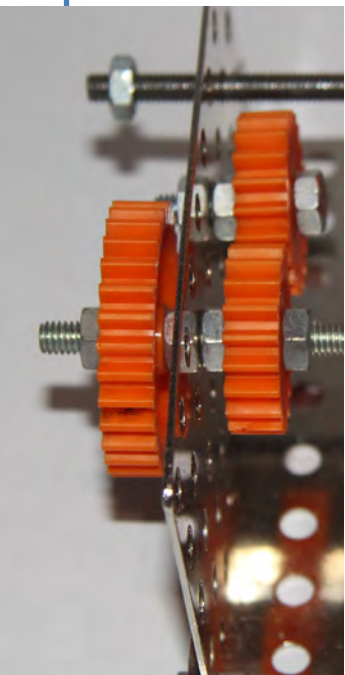
können wir unsere vorgefertigten Gewindestangen wie im Bild rechts ge-
zeigt durch die Öffnungen der Seitenplatte stecken. Die Gewindestan-
gen sollten daraufhin von der Außenseite der Seitenplatte mit Mut-
tern befestigt werden, sodass diese nicht verrutschen. Die Muttern
der unteren beiden Gewindestangen können bis an die Seitenplatte



geschraubt werden, aber nicht zu fest, da sich
sonst die Stange nicht mehr drehen lässt.

Die Mutter der oberen Gewindestange sollte ganz außen befestigt werden,
sodass diese Stange noch beweglich ist.

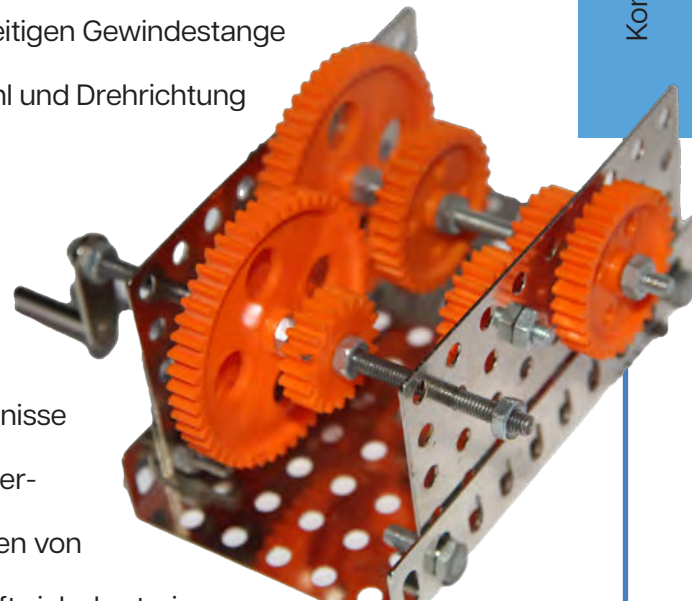
Danach kann die zweite Seitenplatte über die Stangen gesteckt werden
(siehe Bild unten). Diese sollte wieder mit zwei Schrauben und Muttern an
der Bodenplatte befestigt werden. Weiterhin kann nun auch eine Kurbel an
der antriebsseitigen Gewindestange befestigt werden. Diese Kurbel und die
ausgangsseitige Gewindestange
werden nun beide mit Muttern
fixiert.



Zwischenschritt

Zuletzt kann noch ein Zahnrad an einem Ende der ausgangsseitigen Gewindestange befestigt werden. So ist es leichter die Veränderung in Drehzahl und Drehrichtung festzustellen.

Fertig ist das Getriebe!



Schritt 4

Nun wollen wir uns die unterschiedlichen Übersetzungsverhältnisse (Formelzeichen: „i“) des Getriebes genauer anschauen. Das Übersetzungsverhältnis ist definiert als das Verhältnis der Drehzahlen von treibendem zu getriebenem Rad. Oder einfacher gesagt, wie oft sich das treibende Rad für eine Umdrehung des getriebenen Rads drehen muss.

Zum Berechnen des Übersetzungsverhältnisses benötigen wir die Zähnezahzahl des treibenden Zahnrades (das Zahnrad, welches auf der Achse der Kurbel sitzt) sowie die Zähnezahzahl des getriebenen Zahnrades.

Führt dies mit allen Zahnradpaarungen durch.

Die Formel für zwei Zahnräder lautet:

$$i = \frac{z_2}{z_1}$$

z_2 = Zähnezahzahl des getriebenen Zahnrades

z_1 = Zähnezahzahl des treibenden Zahnrades

z_1

$$i = \frac{z_2}{z_1}$$



z_2

Die Formel für drei Zahnräder lautet:

$$i = \frac{z_2}{z_1} * \frac{z_3}{z_2}$$

Was sagt nun das Übersetzungsverhältnis (i) aus ?

$i > 1$: „Übersetzung ins Langsame“ z.B.: 1. Gang im einem Auto

-> Drehzahl wird verkleinert, aber das übertragende Drehmoment wird vergrößert

$i = 0$: „Keine Veränderung“

-> Drehzahl bleibt gleich, sowie das Drehmoment auch

$i < 0$: „Übersetzung ins Schnelle“ z.B.: 5. Gang in einem Auto

-> Drehzahl wird größer, aber das übertragende Drehmoment wird kleiner



Lebensmittelechte Acrylgießmasse

In diesem Kapitel wird erklärt, wie Werkstücke aus Acryl-Gießmasse hergestellt werden können. Dazu werden geeignete Gegenstände mit Silikonabformmasse selbst angefertigt. Alternativ kann auch auf fertige Silikonformen oder Formen aus Materialien mit ähnlichen Eigenschaften zurückgegriffen werden, in welche dann die Acryl-Gießmasse zum Aushärten eingefüllt wird.



von Jannik Beermünder, Jonathan Hötzel & Tim Kemmer

Sek. 1: ab Klasse 6



GS und SoPäd: evtl. auf fertige Formen zurückgreifen oder geeignete Gegenstände zum Abformen zur Verfügung stellen. Auch eine Anpassung der Materialien zur Gießformherstellung ist denkbar.

Gefährdungsbeurteilung auf Seite 311

Die Schülerinnen & Schüler...



- wählen einen geeigneten Gegenstand nach vorgegebenen Kriterien selbständig aus.
- mischen die Komponenten im richtigen Verhältnis und zu einer homogenen Masse an.
- können mit übungsbedingten Misserfolgen umgehen (stärken ihre Frustrationstoleranz).

Nur beschichtetes Holz zur Formherstellung verwenden.

Silikonspray für Gegenstände nutzen und für die Formen, damit sich die Acryl-Gießmasse leichter auslösen lässt.



- Abformen/Eingießen/Einbetten: glatte Oberfläche, nicht saugfähig -> Kunststoffe, Metalle, Stein
- Formherstellung: Kunststoff (Verpackungsmaterialien), Knete, beschichtetes Holz, Wachs, Knete oder Folie zum Abdichten



- Waage
- Rührstäbe
- Kleine Gefäße zum Anrühren
- Heizplatte
- Silikonspray



- Zur Formherstellung aus Holz:
- Dekupiersäge
- Stahlmaßstab
- Schrauben und Schraubendreher

Lehrgang/Erklärvideo:

„Formen für Acryl-Gießmasse fertigen und ausgießen“

Individuelle Beratung und Tipps zur Fertigung:

Je nach Vorgehensweise der SuS Hinweise zum Vorgehen geben
Ergänzend zum Erklärvideo unabdingbarer Bestandteil der Fertigung

Hilfsgerüst: unter Anleitung eines Erklärvideos arbeiten; dieses kann pausiert und durch Anmerkungen der Lehrkraft ergänzt werden
Evtl. Erstellung eines ergänzenden Arbeitsplans

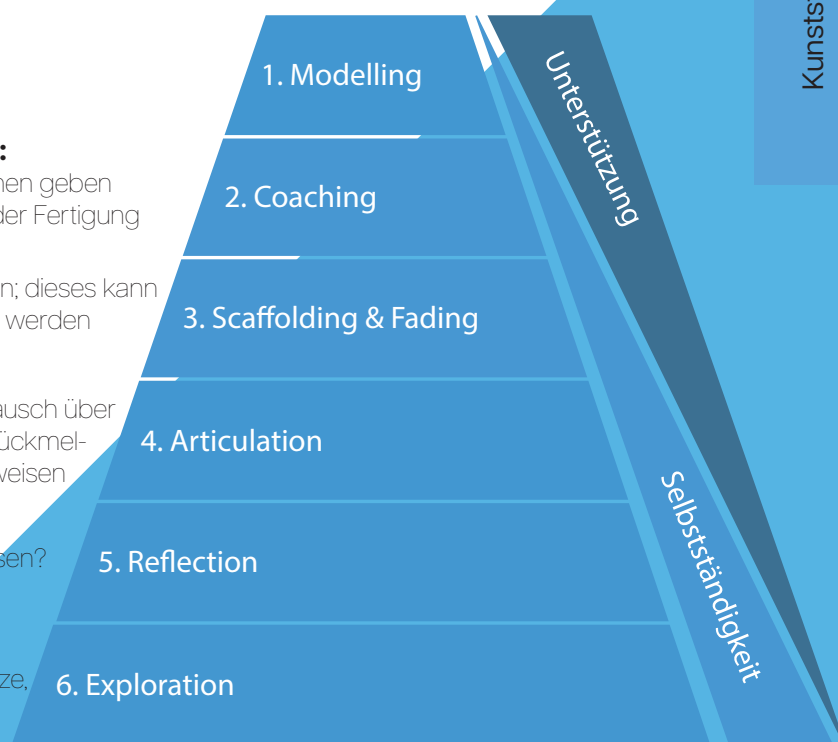
Versprachlichung: „Fertigungskonferenzen“ -> Austausch über Voranschreiten der Fertigung, Erteilung von Tipps und Rückmeldungen, Präsentation der unterschiedlichen Vorgehensweisen

Reflexion des Arbeitsprozesses:

Welches Vorgehen wäre rückblickend am besten gewesen?
Sind die SuS zufrieden mit dem, was sie erreicht haben?

Eigenständiges Entwerfen:

Einsatz anderer Abformmassen oder zulässiger Gießharze,
andere Formherstellung



Differenzierungsmöglichkeiten

Komplexität reduzieren:

- Vorgefertigte Silikonformen oder Material wie Knete
- Formteile aus Holz vorbereiten
- Mengen abwiegen (Silikon, Acryl, Farbstoffe)
- Lehrkraft erhitzt Silikon für alle SuS
- Geeignete Gegenstände werden zur Auswahl gestellt
- Alle Materialien bereits auf den Arbeitsplatz stellen

Komplexität steigern:

- Endprodukt vorstellen, Arbeitsschritte und benötigtes Material analysieren lassen
- Verhältnisse aus den Datenblättern raussuchen
- Luftblasen entfernen (eigene Methoden entwickeln)

Abformbaren Gegenstand auswählen

Als Erstes benötigen die SuS einen Gegenstand, der abgeformt werden kann, falls Silikonformen hergestellt werden sollen. Es kann eine Auswahl an Gegenständen durch die Lehrkraft getroffen werden, die SuS erhalten alle den gleichen Gegenstand oder sie werden ganz frei mit dieser Hausaufgabe betraut. Dafür sollten die Kriterien vorgegeben und aufgeschrieben werden.

Alternativ können vorgefertigte Silikonformen genutzt werden oder Gegenstände mit der Acryl-Gießmasse ausgegossen werden, welche sich aufgrund der nachfolgend beschriebenen Eigenschaften dazu eignen, sowie im Nachhinein beim Auslösen der getrockneten Acryl-Gießmasse kaputt gemacht werden können (bspw. Einwegbecher, Nussschalen, etc.).

Abformbare Gegenstände weisen folgende Eigenschaften auf:

nicht zu verschnörkelt, keine komplexen Formen

nicht zu flach -> ansonsten besteht Bruchgefahr

möglichst glatte Oberfläche

kein saugfähiges Material



Gießform herstellen

Zwischenschritt: Anzeichnen und Sägen

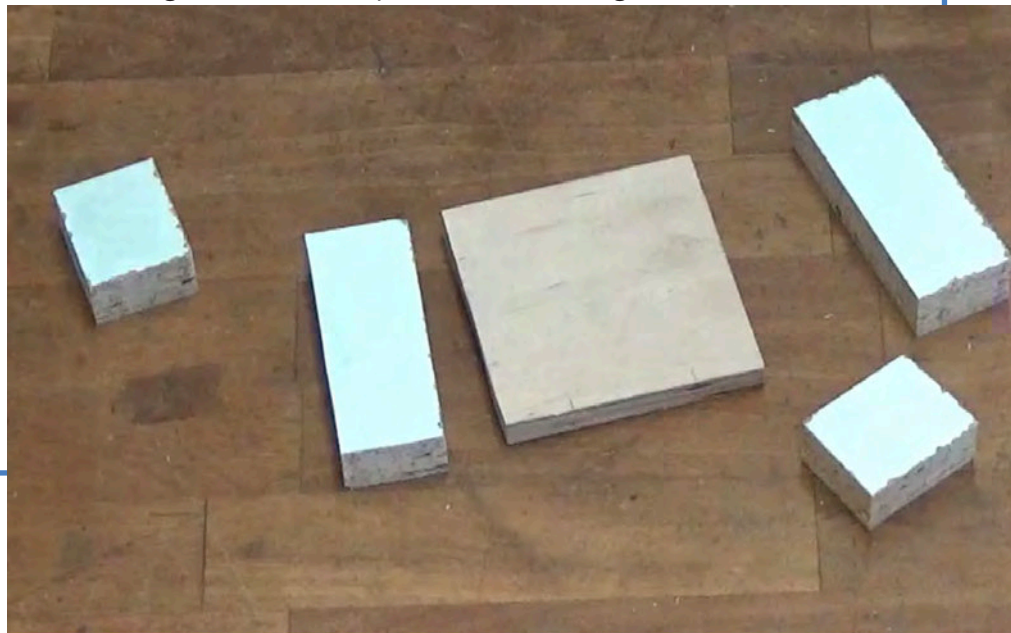
Werden Silikonformen hergestellt, so wird eine Gießform benötigt, in welche der Gegenstand eingelegt und mit Silikon übergossen werden kann. Die Form sollte möglichst dicht sein, damit kein flüssiges und heißes Silikon austreten kann. Außerdem muss die Oberfläche glatt sein und sollte nicht saugfähig sein, damit sich das Silikon leicht davon lösen lässt. Anforderungen an das Holz:

- Fläche groß genug, aber nicht unnötig groß (Wandstärke Silikon min. 6 mm)
- Holz beschichtet, damit sich Silikon nach Trocknung leicht lösen lässt
- Kein saugfähiges Holz/Material, evtl. vorgefertigte Formen wählen

Alternativ zu einer Gießform aus Holz kann je nach Altersstufe auch eine Gießform aus Knete gefertigt werden. Auch Einwegbecher oder Einwegteller können nützlich bei der Formherstellung sein. Bei diesem Arbeitsschritt kann freigestellt werden, welche Art der Formherstellung gewählt wird. Allerdings ist zur Anbahnung bestimmter Kompetenzen auch eine Vorgabe sinnvoll (bspw. Holzform zwingend,

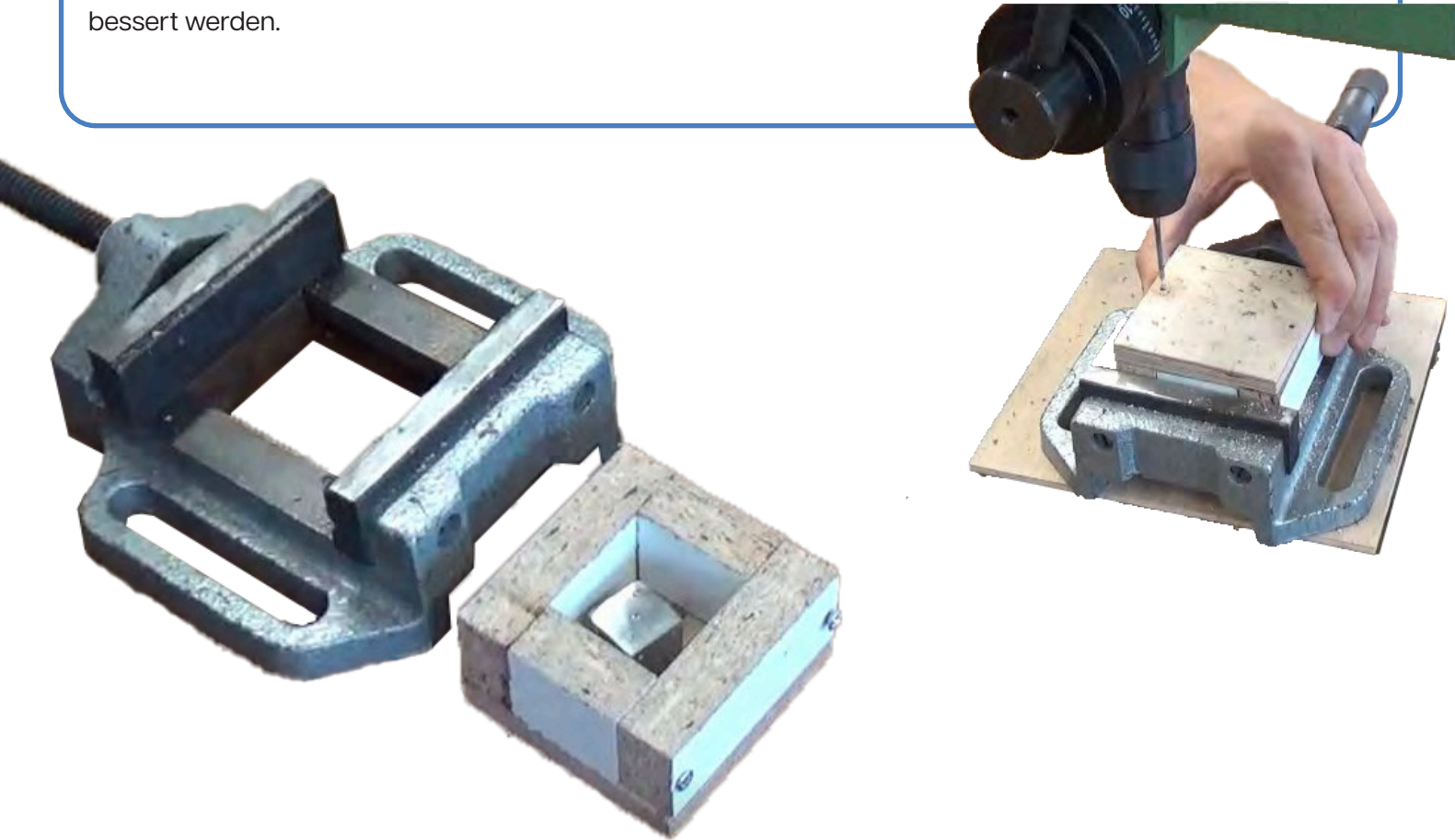
je nach Form des abzuformenden Gegenstandes soll eine begründete Wahl getroffen werden, usw.).

Der Maschineneinsatz erfolgt nach Kenntnisstand der SuS (im Erklärvideo wird die Form mittels einer Dekupiersäge zugesägt).



Zwischenschritt: Zusammenfügen inkl. Bohren

Bei der Holzform werden die Löcher entweder durch die Lehrkraft vorgebohrt oder durch die SuS. Dieser Arbeitsschritt ist aber besonders zu empfehlen, da jeder Riss, welcher ohne ein Vorbohren entstehen kann, zu einer Undichtigkeit führt, was zu einer Qualitätsminderung der Form führt. Vor der Arbeit an den Maschinen lohnt es sich, die gängigen Sicherheitshinweise zu wiederholen und den SuS die Wichtigkeit des Arbeitsschrittes zu erläutern. Entstandene Undichtigkeiten können mittels Folie, Wachs oder Knete ausgebessert werden.



Silikonformen fertigen

Zwischenschritt: Zusammenmischen



Um die Silikonform herzustellen, muss die Silikonmasse nach Herstellerangaben verarbeitet werden. Für gewöhnlich ist es dafür nötig, das Silikongranulat mit einem Liquid im richtigen Verhältnis zu erhitzen. Zuerst müssen beide Komponenten abgewogen werden (ACHTUNG: Gewichts- oder Volumenverhältnis!). Unserer Erfahrung nach, sind kleinere Abweichungen von wenigen Gramm i.d.R. tolerierbar, was gut zu wissen ist, al-

lerdings sollte dies den SuS nicht sofort mitgeteilt werden, damit sie sich beim Abwiegen trotzdem noch bemühen.

Zwischenschritt: Kochen/Erhitzen

Beim Erhitzen gilt es ebenso, die Herstellerangaben zu berücksichtigen. Allgemein ist aber wichtig, dass das Silikon langsam zum Schmelzen gebracht wird, da sich sonst schnell Luftblasen bilden, welche später die Qualität der Form mindern. Eine gleichmäßige Erwärmung ist erstrebenswert, um eine homogene Masse zu erhalten. Das Arbeiten mit einer Kochplatte hat sich bei uns bewährt.

Zwischenschritt: Gießen

Der abzuformende Gegenstand kann mit Silikonspray eingesprüht werden, wenn ein zu starkes Anhaften beim Trocknen zu befürchten ist. Bei besonders glatten, rissfreien Oberflächen kann dies außerdem

dazu dienen, den Gegenstand nach der Trocknung besser auslösen zu können. Nun wird

der abzuformende Gegenstand so in die Form gestellt, dass dickste Teil unten am Boden der Form aufliegt, wodurch eine Einfüllöffnung für die Acryl-Gießmasse entsteht. Der dickste Teil des Gegenstands sollte nach unten zeigen, damit sich Gegenstand im Endeffekt falschherum gut auslösen lässt, da die Silikonform dafür umgedreht wird. Der Gegenstand wird mit dem erhitzten Silikon ganz übergossen, damit der spätere Boden der Silikonform entsteht (was jetzt oben ist, ist später unten). Es sollte nicht zu schnell gegossen werden, damit die Form nicht überläuft. Wenn sich nach dem Gießen an der Oberfläche Luftblasen absetzen, können diese mit einem weichen Pinsel oder einem Zahnstocher oder einem anderen spitzen Gegenstand ausgestrichen/ausgestochen werden. Danach muss das Silikon aushärten, wobei es wieder die Herstellerangaben zu berücksichtigen gilt.

Zwischenschritt: Form auslösen

Nach der Trocknungszeit muss die gefertigte Silikonform aus der Gießform gelöst werden, wofür es je nach Herstellungsweise eines Schraubendrehers bedarf, einer Schere oder gar nichts, wenn die Knete sich bspw. mit den Fingern lösen lässt. Wichtig ist die Maxime, dass keine Gewalt angewendet werden darf, sonst kann es passieren, dass Teile der Form kaputt gehen, wie bspw. in unserem Erklärvideo. Dies kann meist verhindert werden. Danach gilt es, den abzuformenden Gegenstand durch die entstandene Öffnung aus dem Silikon zu lösen. Auch bei diesem Schritt darf keine Gewalt angewandt werden. Mit diesem Arbeitsschritt ist die Fertigung der Silikonform abgeschlossen.



Acrylmasse gießen

Zwischenschritt: Zusammenmischen

Um die Silikonform nutzen zu können, muss die Acryl-Gießmasse angemischt werden, damit sie in die Form gegossen werden kann. Dabei ist es wie beim Silikon wichtig, die Herstellerangaben zu beachten und die Acryl-Gießmasse danach herzustellen (ACHTUNG: Gewichts- oder Volumenverhältnis!). Erneut ist das Verhältnis wichtig, aber geringe Abweichungen sind tolerierbar, was den SuS nicht sofort gesagt werden wollte, damit sie sich beim Wiegen bemühen. Die Gießmasse besteht zumeist aus Acryl in flüssiger Form und einem Füllstoff wie bspw. Mineralpulver. Bei Bedarf kann die weißliche Masse noch mithilfe von Farbstoffen eingefärbt werden. Lohnenswert sind auch Experimente mit Lebensmittelfarbe. Nach dem Abwiegen müssen die Komponenten vermengt werden bis eine klumpenfreie homogene Masse entsteht. Es gilt, die relativ kurze Topfzeit (Verarbeitungszeit) der Acryl-Gießmasse zu beachten.



Zwischenschritt: Gießen

Die Silikonform kann mit Silikonspray eingesprüht werden, um eine längere Haltbarkeit der Form zu gewährleisten und ein leichteres Auslösen des gegossenen Acryl-Gießmasse-Objekts zu ermöglichen. Es kann in Etappen gegossen und zwischenzeitlich immer wieder umgerührt werden, damit sich die eher zähflüssige Masse in allen Ecken verteilt, allerdings sollte dies mit geringer Geschwindigkeit geschehen, da sonst Luftblasen eingeschlossen werden. Luftblasen steigen in der Masse nur schlecht auf, weshalb ein langsames Umrühren dies fördern kann, damit am Ende eine gute Oberflächenbeschaffenheit erreicht wird. Wie beim Silikon auch, gilt es langsam zu gießen, damit nichts von der Masse verschwendet wird. Es lohnt sich, neben der eigentlichen Form noch kleinere Formen bereitzustellen, die dann mit überschüssiger Masse ausgegossen werden können.

Wenn nicht genug Masse angerührt wurde, kann noch erneut Masse angerührt und nachgeschüttet werden. Die Masse hat eine Trocknungszeit von min. 24h, wobei auch hier die Herstellerangaben ausschlaggebend sind.



Objekt auslösen

Beim Auslösen des entstandenen Acryl-Gießmasse-Objekts gibt es nur noch wenig zu beachten. Da dieser Schritt besonders spannend für die SuS sein



dürfte, ist es aber wichtig, sie auf drei Dinge aufmerksam zu machen, damit nichts kaputt geht. Sie müssen erneut vorsichtig sein, dürfen also keine Gewalt anwenden und es können scharfe Kanten vorzugsweise an der Einfüllöffnung entstehen. Wenn dies nicht beachtet wird, kann es zu Verletzungen kommen oder bei Gewaltanwendung zum Bruch des Objekts. Diese entstandenen Kanten sollten schnellstmöglich mittels Schleifpapier oder einer Feile gebrochen werden. Es muss besonders darauf geachtet werden, dass das Objekt nicht durch einen zu festen Griff bricht oder ähnliches.



Gravieren mit dem Lasercutter

In diesem Kapitel wird erklärt, wie man eine individuelle Uhr, aus zwei Materialien, mit dem Lasercutter gestaltet und herstellt. Auf dem Weg zur Uhr werden zum Beispiel aus einem Bild Laserdateien erstellt, gezeigt wie ein Laser funktioniert und die Einzelteile bearbeitet und montiert. Eine Uhr ist ein zeitloses Messgerät welches als Designerstück an jedem Ort Platz findet.



von Maren Aldinger



Sek. 1: ab Klasse 9



Die Schülerinnen & Schüler...

- erstellen sich eine individuelle Map-Datei.
- entwerfen Laserdateien, beispielsweise basierend auf einer Bilddatei.
- fertigen Einzelteile mit einem Laser, bearbeiten und montieren diese.



An die (Größen-) Vorgaben halten und die Kreativität auf die Map-Datei, die Zahlen und die späteren Farben legen



- Pappel Sperrholz 290*290*3mm
- Schwarzes Acrylglas 290*290*3mm
- (3) Unterlegscheiben 8,4 VZ (M8)
- Uhrwerk-Set mit einer ca. 13mm langen Welle und mind. 10 cm langen Zeigern



- Mr Beam Laser inkl. Betriebsanleitung und Fokussierungshilfe
- Laptop (Mac) mit dem Programm Inkscape
- Eine Internetverbindung; Safari und Google Chrome
- weiße Acrylfarbe
- Küchenpapier



- Ggfs. Sicherheitsausrüstung zum Entnehmen des Acrylglases aus dem Laser: Handschuhe
- Schraubstock
- (Entgratungs-)Messer / Ziehklinge
- Schraubenschlüssel

Lehrgang/Erklärvideo:

Wie kann man eine Uhr mit Hilfe eines Lasercutters herstellen?

Individuelle Beratung und Tipps zur Fertigung:

Schritt-für-Schritt-Anleitung

Hilfsgerüst: SchülerIn versucht eigenständig, Laserdateien zu generieren und individuell zu gestalten, den Laserprozess zu verfolgen und die Uhr zu montieren.

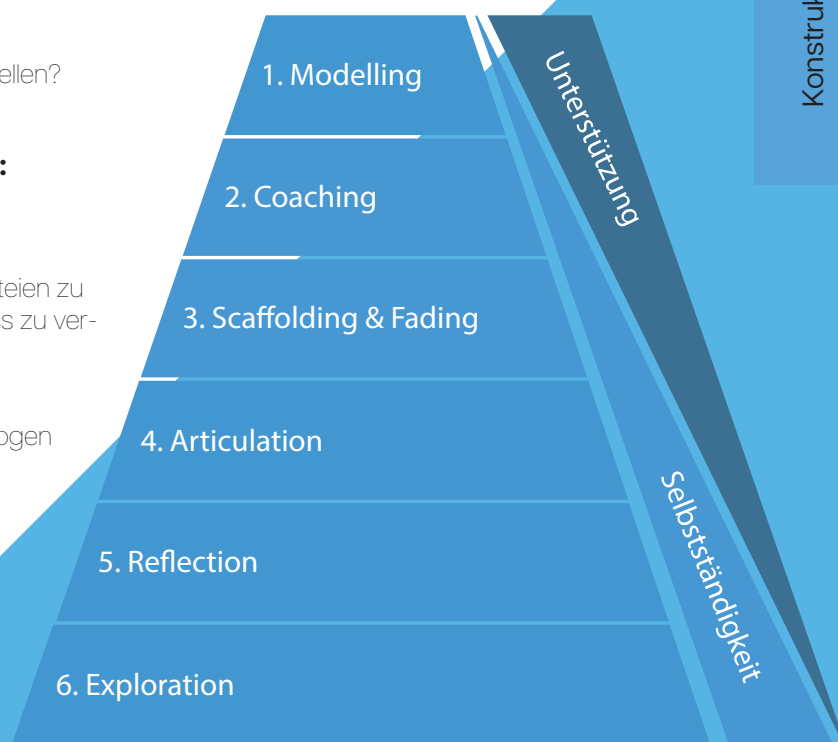
Versprachlichung: Dokumentation durch Protokollbogen

Reflexion des Arbeitsprozesses:

Was kann optimiert oder anders gestaltet werden?

Eigenständiges Entwerfen:

eines neuen Werkstücks mit Hilfe eines Lasercutters und dessen Dateien.



Differenzierungsmöglichkeiten

Bei der Gestaltung der Uhr sind der Kreativität keine Grenzen gesetzt. Je nach Kenntnisstand können die Laserdateien flexibel gestaltet werden, welche der Uhr eine komplett andere Form geben können. Bei geringerem Kenntnisstand liegt die Individualität auf der eigenen Map-Datei, der Auswahl der Materialienabfolge und im Nachgang bei der Farbauswahl der Gravur oder Lackierung.

Erstellung einer individuellen Map-Bilddatei: Die individuelle Map-Datei wird auf einer Webseite erstellt, kann aber auch aus Google Maps verwendet werden. Hier kann jede Art von Bilddatei verwendet werden. Idealerweise in schwarzweiß.

Entscheidung der Materialabfolge: Eine wichtige Rolle in der Entwicklung der Uhr spielt die Auswahl der Materialien. Das Ziffernblatt sowie in die Platte in der Mitte der Uhr (Map) kann aus verschiedenen Materialien (Sperrholz Pappel und Acrylglas) individuell gewählt werden. Der Unterschied liegt allein in der Laserdauer. (Reihenfolge: Pappelsperholz-Acrylglas: ca. 2h; Acrylglas-Pappelsperholz: ca. 4h)

Die Gestaltung des Ziffernblattes: Dies kann sehr unterschiedlich gestaltet werden, im Material, in der eigentlichen Form, in der Gestaltung der Zahlen und je nach Material auch in der späteren Bearbeitung (Farbe).

Die Gestaltung der Map-Platte: Wie oben genannt spielt die eigentliche Map-Bilddatei eine Rolle in der Gestaltung. Sie muss nicht zwingend eine Map-Datei sein, sondern kann auch eine andere Bilddatei sein. In der Nachbearbeitung kann diese auch in ihrer Farbe, abhängig vom gewählten Material bestimmt werden. Ob in der Gravur oder als flächig lackierte Farbe.

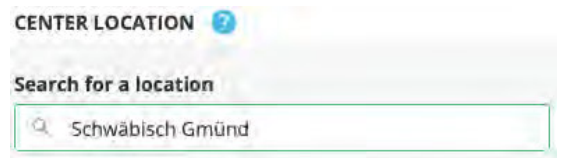
Vorbereitungen

Um eine individuelle Map-Bilddatei zu erstellen, muss ein Browser geöffnet werden wie beispielsweise Safari. Man gibt in die Suchleiste snazzymaps.com ein und klickt oben in der Mitte auf "Build a Map". Die angezeigten Schritte zur Seite müssen nun durchgegangen werden.



Aussuchen eines Map Designs

Man gibt in die Suchleiste „Epilog Laser“ ein und wählt beispielsweise das Design von Benjamin Sieber aus. Um dies zu speichern, klickt man unten auf "Apply Changes".



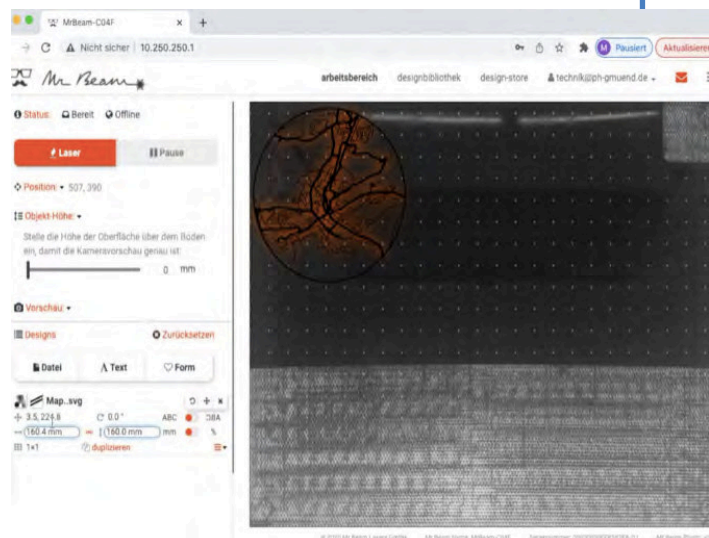
Größe und Ort

Bei der Größe belässt man die Breite bei 100, setzt aber die Höhe auf 800. Beim Ort kann eine beliebige Stadt eingegeben und das Zoomlevel beliebig verstellt werden, beispielsweise auf 13. Zum Speichern muss hier wieder auf "Apply Changes" geklickt werden.

Lasern

Datei öffnen und platzieren

Nun wird die Datei geöffnet, indem man auf diese doppelt klickt. Es öffnet sich die Datei automatisch auf der vorherigen Seite im Kamerafeld. Die Datei lässt sich nun auswählen und so verschieben, dass sie ca. 2cm, laut Angaben des Lasers, zum Rand des Materials belässt. Die Kamera ist nicht zu 100% genau. Links unten sind die Maße der Datei zu sehen, diese können manchmal minimal abweichen. Sie sollten wieder in Höhe und Breite auf 16 cm eingestellt werden.



Laserkopf fokussieren

Nun muss der Laserkopf fokussiert werden. Dies geschieht, indem auf eine beliebige Stelle im Kamerafenster geklickt wird und der Laserkopf nun an diesen Punkt fährt. Es wird die Fokussierungshilfe, die dem Mr Beam beigelegt ist, benötigt. Man öffnet die Halterung des Laserkopfes, indem am Rädchen links gedreht wird. Die Halterung lässt sich

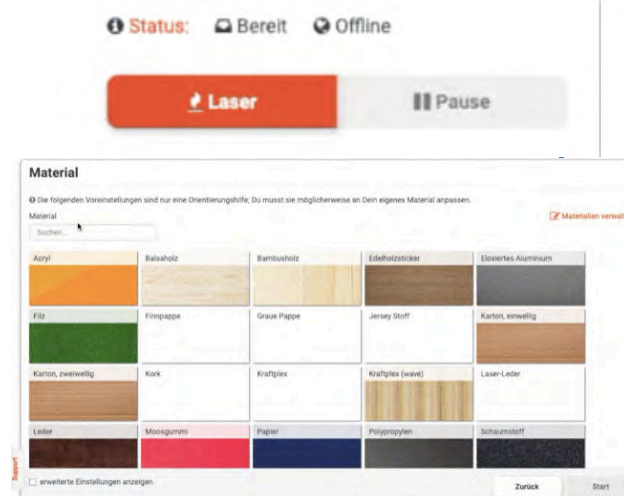


sehr leicht lösen und auch wieder festdrehen. Man steckt nun die Fokussierungshilfe zwischen Laserkopf und Material und befestigt den Laserkopf wieder. Dies Fokussierungshilfe muss sich nun mit einem leichten Widerstand herausziehen lassen.

Laserung starten

Nun kann oben auf den Laser-Button gedrückt werden. Nach dem Fokussierungshinweis erscheinen die Einstellungen der Laserung.

Je nach Auswahl des Materials muss dieses gewählt werden in Farbe, Dicke, Durchläufe und Intensität. Hier sei auf eine individuelle Einstellung hingewiesen, die davon abhängt, wie alt der Laserkopf ist und ob dieser erst gewartet wurde. Ein neuer Laserkopf führt zu einem super Ergebnis mit den Grundeinstellungen. Es empfiehlt sich immer ein Probestück vor jeder Laserung zu fertigen.



Einstellungen und Dauer für Acrylglas

Acryl

Farbe: Schwarz

Dicke: 3mm

Durchläufe: 6

Dauer von 1h - 1,25 Stunden je nach Laserkopf



Einstellungen und Dauer für Pappel-Sperrholz

Sperrholz Pappel

Farbe: Gelb

Dicke: 3mm

Intensitätsbereich der Gravur: 80 %

Durchläufe: 4

Dauer von 0,75-1 Stunden je nach Laserkopf



Unten findet man für beide ebenfalls den Hinweis, ob die Datei ein Schnitt oder eine Gravur ist.



CO₂-Ampel mit Lärmmesser

Arduino

In diesem Kapitel wird erklärt, wie in einem Gehäuse die Einzelteile montiert und programmiert werden, um eine CO₂- und Lärmampel zu erhalten. Ein Display zeigt Temperatur und Luftfeuchtigkeit an. Die CO₂-Ampel soll dazu beitragen, ein Infektionsgeschehen gering zu halten und die Lärmampel dient als Indikator für die Klasse, ob es zu laut ist.

von Samuel Benz



Sek. 1: ab Klasse 9

Sek. 1: ab Klasse 8 ohne Display



Die Schülerinnen & Schüler...

- verdrahten die CO₂- und Lärmampel fachgerecht
- entwerfen ein Programm, dass die Eingabe von CO₂-Messung und Schallmessung an den LED-Ringen ausgeben
- Können einen LDR als Hellschalter integrieren



- Die Transportkiste vor Einsatz überprüfen
- Variante mit Display und ohne selbst einmal durchführen
- Zu Beginn bei Bedarf Programmierübungen durchführen



- Pappelspertholz 3mm
- Kunststoff PLA
- Sechskant-Mutter DIN 934, M 2, Stahl, verzinkt
- Gewindeschraube DIN 84 metrische Schraube, Zylinderkopf, M2X10, Vollgewinde, Schlitz, Stahl, verzinkt



- Programmiergerät (Tablet/Laptop/PC)
- Programmierumgebung (mach.pglu.box)



- Schlitzschraubendreher
- Spitzzange (optional)

Lehrgang/Erklärvideo:

Installation und Programmierung

Individuelle Beratung und Tipps zur Fertigung:

Besprechung der Abläufe

Hilfsgerüst durch unterstützende Materialien:

Fertigung der CO2-Ampel

Versprachlichung

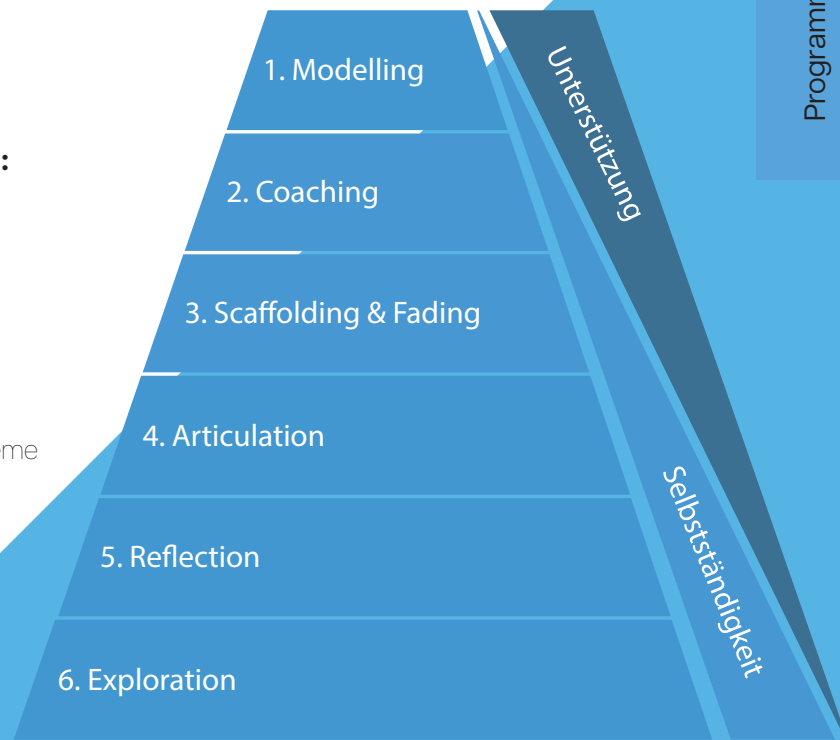
Vergleich der durchgeführten Arbeitsschritte und Probleme

Reflexion des Arbeitsprozesses:

Was kann optimiert werden? Gibt es Lernbedarf?

Eigenständiges Entwerfen:

Entwurf eigener Programme



Differenzierungsmöglichkeiten

Dieses Projekt bietet eine Vielzahl an Differenzierungsmöglichkeiten, da in jedem Schritt der Fertigung schon differenziert werden kann.

Aufbau und Bauteile: Beim Aufbau können verschiedene Leistungsstände schon berücksichtigt werden, indem zum Beispiel ein vormontiertes Gehäuse den schwächeren oder den stärkeren Schülerinnen und Schülern ein Display zum Programmieren ausgehändigt wird. Über das Display können dann verschiedene Werte angezeigt werden, wie etwa die Temperatur und Luftfeuchtigkeit oder der aktuell gemessene CO₂ – Wert im Klassenzimmer oder auch der Schallpegel und Helligkeitswert, den der LDR ausmisst. Dieses muss dann von den Schülerinnen und Schülern ebenfalls mit eingebaut und angeschlossen werden.

Programmierung: Die Programmierumgebung weist eine grafische Benutzeroberfläche auf, bei der mit Programmierblöcken das Programm erstellt werden kann. Hierbei kann die Lehrkraft, je nach Bedarf, Programmteile/abläufe schon vorgeben, sodass die Programmierung den Schülerinnen und Schülern leichter fällt. Es besteht auch die Möglichkeit, das Programm in C zu schreiben und somit eine komplexere Programmierung umzusetzen. Dies empfiehlt sich jedoch nur für diejenigen, denen es leicht fällt, grafisch zu programmieren. Auch dabei kann dann im Grad der Offenheit variiert werden, indem Programmteile vorgegeben werden.

Aufbau des Gehäuses und Montage der Anbauteile

Zunächst muss jeder Arbeitsgruppe das Material ausgehändigt werden, wie in der Materialliste in der Box aufgeführt ist. Anschließend werden die Frontplatte und die linke Seitenwand mit den Anbauteilen bestückt. Auf der Seitenwand ist eingraviert, an welche Stelle welches Anbauteil und Bauteil platziert werden muss. Es werden also die Aufhängung für den LDR, die Interface-Platine, den Pegelwandler, die Trennwand und die Halterung für den CO₂-Sensor mittels den M2-Schrauben und einem Schlitzschraubendreher befestigt. Die Anbauteile besitzen dazu eine Lasche mit einer M2 – Sechskantmutter, die die Schraube aufnimmt und eine vorübergehend feste Verbindung herstellt. Die Schrauben dürfen nicht zu fest angezogen werden, da sonst das Holz eingedrückt werden kann!

Nun wird an der Frontplatte die Displayhalterung, der Schallsensor und die LED-Ring-Fixierungen angebracht. Diese besitzen jeweils zwei Laschen, in die eine M2-Schraube eingeschraubt wird. Rechts oben (CO₂) der LED-Ring mit drei Anschlüssen und links unten (Lärm) der LED-Ring mit vier Anschlüssen. Der Schallsensor wird direkt an die Frontplatte geschraubt.

Achtung! Die LED-Ringe müssen vor der Montage der Fixierung eingesetzt werden, da diese nicht nachträglich angebracht werden können.

Verdrahtung der elektronischen Bauteile

Nun werden die elektronischen Bauteile verdrahtet. Es bietet sich an, die Jumperkabel im ausgebauten Zustand mit den Bauteilen und dem Mikrocontroller zu verbinden. Die Kabel sind an jedem Stecker mit dem Ziel beschriftet.

1. Die Interface – Platine wird mit dem Mikrocontroller verbunden. Diese werden an der Interface – Platine in der untersten Reihe je eins in VCC (5 Volt Anschluss) und eins in GND (Ground) eingesteckt und am Mikrocontroller an den GND PIN und an den 5V PIN angeschlossen.
2. An den LDR wird VCC und GND mit einem Jumperkabel angeschlossen und mit dem ersten PIN an VCC und GND verbunden. Das Signal (S) wird am Mikrocontroller an PIN A0 eingesteckt.
3. Beide Platinen werden nun in die vorgesehene Halterung gestellt.
4. Soll das Display später angeschlossen werden, bietet es sich an, die Jumperkabel an den Arduino vorsorglich zu verbinden. Dazu werden Jumperkabel an PIN 13; 11; 10; 8; 6 und GND angeschlossen und hinter die Trennwand gelegt. (Notiere dir, welcher PIN mit welcher Farbe belegt wurde)
5. Anschließen LED-Ring 1 - ist der untere und besitzt vier Anschlüsse. VIN und GND werden mit der Interface – Platine verbunden, an Data In wird ein Jumperkabel am PIN 9 des Mikrocontrollers angeschlossen und an Data OUT wird ein Jumperkabel an LED – Ring 2 Data IN angeschlossen.
6. LED – Ring 2 VIN und GND mit kurzem Jumperkabel an Interface – Platine anschließen.
7. Anschließen des Schallsensors. Stromversorgung an Interface – Platine VIN und GND, Signal PIN A1 am Mikrocontroller (Beschriftung auf Schallsensor beachten)
8. CO2 – Sensor anschließen. VIN und GND an Interface – Platine anschließen und SCL und SDA an SCL und SDA des Mikrocontrollers anschließen.

(optional) Display einbauen und anschließen

1. An den Pegelwandler die sechs Jumperkabel des Mikrocontrollers anschließen. Das braune von GND wird an GND auf Seite B angeschlossen. Die restlichen fünf werden an den Plätzen drei bis sieben auf Seite B angeschlossen.
2. VIN von Interface – Platine (w/w) rot 10cm an VIN Seite B am Pegelwandler anschließen.
3. Display nach Vorgabe der Abbildung an den Pegelwandler anschließen. Nutze dazu deine Notizen!
4. GND von Display an GND Interface – Platine mit (w/w) braun 10cm
5. Display mit Pegelwandler verbinden. VIN an VIN Seite A am Pegelwandler

Zusammenbau des Gehäuses

1. Das Gehäuse wird zusammengesteckt, indem zuerst die Seitenteile gesteckt werden.
2. Powerbank auf der Beschriftung platzieren und das Gehäuse auf die Grundplatte stecken. Dazu gleichmäßigen Druck ausüben, sodass alle Zapfen einfädeln.
3. Trennwand unten am Boden verschrauben. Dazu das Gehäuse leicht schräg halten und innen die Trennwand positionieren.
4. Den Deckel erst ganz zum Schluss aufstecken, da der Mikrocontroller zum Programmieren erreichbar sein muss!
5. LDR so ausrichten, dass der Kopf bündig mit dem Deckel abschließt.

Starten der Programmierumgebung

Die Lehrkraft startet die Teacher's Box, indem sie die braune Powerbank mit einem USB – Kabel verbindet.

Pro Box können acht Tablets verbunden werden.

1. Die Tablets müssen in das WLAN der Teacher's Box eingebunden werden (am besten schon vor Beginn der Stunde), dazu in die WLAN Einstellungen gehen und das Netzwerk „PGLU – Tech&Science@School X“ wählen. Das Passwort lautet „pglu12345“.
2. Auf dem Tablet kann dann im Browser die Programmierumgebung gestartet werden unter „mach.pglu.box“.
3. Weitere Informationen zur Verbindung mit der Teacher's Box unter: <https://pglu.ch/anleitung-teachers-box-verbinden/>

Schreiben des Programmes

In der Teacher's Box ist eine Vorlage hinterlegt, die das Grundgerüst für das Hauptprogramm bildet. Damit ist gewährleistet, dass alle Definitionen und Deklarationen vorhanden sind.

1. Vorlage auf das Tablet laden
2. Vorlage unter eigenem Namen als Kopie abspeichern. Wichtig, da sonst die Vorlage überschrieben wird!
3. An den Hauptloop den Block Blinkcode hinzufügen, um das Programm einer Gruppe zuordnen zu können.
4. Die Abfrage des CO₂ – und Schallwerts soll nur geschehen, wenn der LDR Tageslicht detektiert. Darum wird sie in eine „wiederhole solange“ Schleife gepackt. Die Schleife wird wiederholt, solange der Wert des LDR größer als 50% ist. Dieser Wert kann an die beliebige Helligkeitsstufe angepasst werden. Der LDR ist an PIN A0 angeschlossen und ist gleichzusetzen mit der Nummerierung 14.
5. Die erste wenn/sonst Abfrage beinhaltet die Abfrage des CO₂ – Sensors. Dabei wird der Befehl „airSensor.getCO₂“ zum Aufruf des CO₂-Werts genommen. Dieser muss in einen C-Code Block geschrieben werden. Ist dieser Wert kleiner gleich 1000, soll der LED Ring grün leuchten. Dazu im Reiter Pixel den Block für die LED Programmierung ins Programm ziehen. Für die CO₂-Anzeige, müssen die LEDs ab 17 Anzahl 16 angesprochen werden. Die Farben werden in ° angegeben. 120° ist grün, 30° orange und 0° rot. Die Helligkeit auf 50% dimmen, da sie sehr hell sind. Für die CO₂-Anzeige muss der Block aussehen, wie im nebenstehenden Bild (Farbe variiert). Zuletzt folgt die Zuweisung des Werts an den LED-Ring mit „Sende Zwischenspeicher an LED“
6. Die zweite wenn/sonst Abfrage fragt die Werte größer 1000 und kleiner gleich 2000 ab. In diesem Bereich sollen die LEDs orange leuchten.
7. Die letzte Abfrage ist eine wenn Abfrage und bezieht sich auf die Werte größer 2000. Dann soll der LED-Ring rot leuchten.
8. Im nächsten Programmabschnitt muss der Variable schall der Wert der Funktion Schall() zugeordnet werden.
9. Es folgt dieselbe Abfragestruktur, wie im ersten Teil des Programms. Lediglich ändert sich die Bedingung, da hier die Variable schall mit einem Spannungswert verglichen wird. Die Spannungswerte müssen angepasst werden, da sie abhängig von der Empfindlichkeit des Mikrofons sind.
10. Eine 10s Pause, lässt die Schleife pausieren
11. Abschließend muss programmiert werden, was passieren soll, wenn der LDR keine Helligkeit mehr detektiert. Dazu werden außerhalb der „wiederhole solange“ Schleife beide LED-Ringe ausgeschaltet.

Übertragen des Programmes

Um das Programm übertragen zu können, muss es gespeichert werden. Dazu auf „Programme“ klicken und mit „In Teacher’s Box sichern“ speichern. Anschließend kann es angeklickt werden und mit „An Platine senden“ übertragen werden. Ein grüner und ein blauer Punkt zeigen an, welches Programm aktuell bearbeitet wird (blau) und welches Programm in der Teacher’s Box übertragen wird (grün). Wenn ein Signalton ertönt und der grüne Punkt auf das eigene Programm springt, kann der Mikrocontroller an einem beliebigen USB-Port eingesteckt werden.

Hinweise zum Programm

1. Sollte beim bearbeiteten Programm ein roter Punkt leuchten, muss das Programm gespeichert werden, damit es übertragen werden kann.
2. Leuchtet ein Programm beim Speichern rot, so liegt ein Fehler in der Programmierung. Das können falsche Befehle im C Code sein. Programm durchschauen und nochmal versuchen.
3. Das abspeichern des Programms kann bis zu einer Minute dauern.

Programm in C

```
#include <FastLED.h>

#include <Wire.h>
#include „SparkFun_SCD30_Arduino_Library.h“
SCD30 airSensor;
const int sampleWindow = 50; // Sample window width in mS (50 mS = 20Hz)
unsigned int sample;

double Schall();

double schall = 0;
#define NUM_LEDS (constrain(int(32),1,288))
#define DATA_PIN 9
#define BRIGHTNESS constrain(map(50, 0, 100, 0, 255), 0, 255)
CRGB leds[NUM_LEDS];

void setup() {

    FastLED.addLeds<NEOPIXEL, DATA_PIN>(leds, NUM_LEDS);
    FastLED.setBrightness(BRIGHTNESS);

    Wire.begin();
    analogReference(EXTERNAL); // switch to external reference voltage
    if (airSensor.begin() == false) {
        fill_solid( &(leds[int(constrain(17, 1, NUM_LEDS) - 0.1))),
            (constrain(int(16), 1, (NUM_LEDS - constrain(17, 1, NUM_LEDS) + 1))),
            CHSV( 180 / 1.40625, 100 * 2.55, 100 * 2.55) );
        FastLED.show();
    } else {
        fill_solid( &(leds[int(constrain(17, 1, NUM_LEDS) - 0.1))),
            (constrain(int(8), 1, (NUM_LEDS - constrain(17, 1, NUM_LEDS) + 1))),
            CHSV( 120 / 1.40625, 100 * 2.55, 50 * 2.55) );
        FastLED.show();}
    delay(500);
    airSensor.setAltitudeCompensation(624);
    airSensor.setMeasurementInterval(6);
    airSensor.setTemperatureOffset(5);}
double Schall() {
    unsigned long startMillis= millis(); // Start of sample window
    unsigned int peakToPeak = 0; // peak-to-peak level
    unsigned int signalMax = 0;
    unsigned int signalMin = 1024;
    // collect data for 50 mS
    while (millis() - startMillis < sampleWindow)
    {
        sample = analogRead(1);
        if (sample < 1024) // toss out spurious readings
        {
            if (sample > signalMax)
            {
                signalMax = sample; // save just the max levels
            }
            else if (sample < signalMin)
            {
                signalMin = sample; // save just the min levels}}}
        peakToPeak = signalMax - signalMin; // max - min = peak-peak amplitude
        double schall = (peakToPeak * 5.0) / 1024; // convert to volts

    return schall;}
```

```

void loop() {
  while(((100 - (analogRead(14) / 10.23)) > 50)) {
    if (airSensor.getCO2() <= 1000) {
      fill_solid( &(leds[int(constrain(17, 1, NUM_LEDS) - 0.1)]),
        (constrain(int(16), 1, (NUM_LEDS - constrain(17, 1, NUM_LEDS) + 1))),
        CHSV( 120 / 1.40625, 100 * 2.55, 50 * 2.55) );
      FastLED.show();
    } else {
      if (airSensor.getCO2() > 1000 && airSensor.getCO2() <= 2000) {
        fill_solid( &(leds[int(constrain(17, 1, NUM_LEDS) - 0.1)]),
          (constrain(int(16), 1, (NUM_LEDS - constrain(17, 1, NUM_LEDS) + 1))),
          CHSV( 30 / 1.40625, 100 * 2.55, 50 * 2.55) );
        FastLED.show();
      } else {
        if (airSensor.getCO2() > 2000) {
          fill_solid( &(leds[int(constrain(17, 1, NUM_LEDS) - 0.1)]),
            (constrain(int(16), 1, (NUM_LEDS - constrain(17, 1, NUM_LEDS) + 1))),
            CHSV( 0 / 1.40625, 100 * 2.55, 50 * 2.55) );
          FastLED.show();
        }
      }
    }
  }
  schall = Schall();
  if (schall <= 1.2) {
    fill_solid( &(leds[int(constrain(1, 1, NUM_LEDS) - 0.1)]),
      (constrain(int(16), 1, (NUM_LEDS - constrain(1, 1, NUM_LEDS) + 1))),
      CHSV( 120 / 1.40625, 100 * 2.55, 50 * 2.55) );
    FastLED.show();
  } else {
    if (schall > 1.2 && schall <= 2.4) {
      fill_solid( &(leds[int(constrain(1, 1, NUM_LEDS) - 0.1)]),
        (constrain(int(16), 1, (NUM_LEDS - constrain(1, 1, NUM_LEDS) + 1))),
        CHSV( 30 / 1.40625, 100 * 2.55, 50 * 2.55) );
      FastLED.show();
    } else {
      if (schall > 2.4) {
        fill_solid( &(leds[int(constrain(1, 1, NUM_LEDS) - 0.1)]),
          (constrain(int(16), 1, (NUM_LEDS - constrain(1, 1, NUM_LEDS) + 1))),
          CHSV( 0 / 1.40625, 100 * 2.55, 50 * 2.55) );
        FastLED.show();
      }
    }
  }
  delay(10000);
}
fill_solid( &(leds[int(constrain(1, 1, NUM_LEDS) - 0.1)]),
  (constrain(int(32), 1, (NUM_LEDS - constrain(1, 1, NUM_LEDS) + 1))),
  CHSV( 180 / 1.40625, 100 * 2.55, 0 * 2.55) );
FastLED.show();
FastLED.clear();
FastLED.clear();
}

```

Programm als XML (Kopieren aus der PDF)

```
<xml xmlns="https://developers.google.com/blockly/xml"><variables><variable id="Pp@a76Nj"@P4_JpJuschal/></variables><block type="set_neo_pixel" x="24" y="44"><value name="NUM_LEDS"><block type="math_number" id="DjgMvqSBXIS"$g"><field name="NUM">32</field></block></value><value name="BRIGHTNESS"><block type="math_number" id="q9fKqjVqP3$X#VR2DVf"><field name="NUM">50</field></block></value></block><block type="code_declaration" id="UjPjCfJjUjCmPyIqfS" x="21" y="7"><field name="CODE_DECLARATION"><include &lt;Wreh&gt;&#amp;#10;#include _SparkFun_SCD30_Arduino_Library.h&#amp;#10;SCD30 airSensor;&#amp;#10;const int sampleWindow = 50; // Sample window width in mS (50 mS = 20Hz)&#amp;#10;unsigned int sample&#amp;#10;</field></block><block type="expert_setup" id="4yujHML+Yq5L_W" x="15" y="14"><statement name="CODE"><block type="code_input" id="7D%&$?">phx-zw(mm)</field name="CODE_INPUT">Wire.begin();&#amp;#10;analogReference(EXTERNAL); // switch to external reference voltage</field></block><block type="logic_if" id="YpSdQibF77#YkLd5r"><mutation xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml" else="T"><mutation><value name="FO"><block type="logic_compare" id="B2"-><field name="CODE_Z"-><field name="CODE_Z">0</field></field></block></value><value name="B"><block type="code_pin" id="Ft"-><field name="SHUNHk@M5"><field name="CODE_PIN">false</field></block></value></block></value></statement><value name="DOO"><block type="set_pixel_color" id="QauCjso8jZ"zE8n8F"><field name="MODE">MODE2</field><value name="FROM"><block type="math_number" id="BYBjL_4EGGjJ48PjOU"><field name="NUM">17</field></block></value><value name="TO"><block type="math_number" id="6+kD2Rj@VSL8"rL"><field name="NUM">16</field></block></value><value name="H"><block type="math_number" id="Imd-VBstZd"-><field name="NUM">180</field></block></value><value name="S"><block type="math_number" id="4Sc4nTX@8amjY06j0"><field name="NUM">100</field></block></value><value name="B"><block type="math_number" id="VDKGS4J-JjLj""Y1"><field name="NUM">100</field></block></value></block><block type="last_led" id="V-/@UMdNfGZjchGk"></block></next></block></statement><statement name="ELSE"><block type="set_pixel_color" id="X_y6S8jRZ@TzPur"><field name="MODE">MODE2</field><value name="FROM"><block type="math_number" id="gejvJWp$y|wnj|F"><field name="NUM">17</field></block></value><value name="TO"><block type="math_number" id="L-qD3j|2M_|@6"><field name="NUM">8</field></block></value><value name="H"><block type="math_number" id="1fn-1WBel/-aOVOMj"><field name="NUM">120</field></block></value><value name="S"><block type="math_number" id="XKBPc7Bx|yeg_LkN5"><field name="NUM">100</field></block></value><value name="B"><block type="math_number" id="Ru-TjNDQjVjOEC$>qx"><field name="NUM">50</field></block></value></block><block type="last_led" id="cmQcuYavY|3aUj4"></block></next></block></statement></block><block type="low_delay" id="0%cd9VMVB0292j"><value name="DELAY"><block type="math_number" id="b-$|K-7bDcJUSX"><field name="NUM">500</field></block></value></block><block type="code_input" id="J_LjNFj4LtjB3326k"><field name="CODE_INPUT">airSensor.setAltitudeCompensation(624)</field></block></block><block type="code_input" id="0s4j|Q0j$awg7zyxn"><field name="CODE_INPUT">airSensor.setMeasurementInterval(6)</field></block></block><block type="code_input" id="8MEo+-GPK7dE4Yb"><field name="CODE_INPUT">airSensor.setTemperatureOffset(5)</field></block></block></block></block></block></next></block></block></statement></block><block type="procedures_defreturn" id="VjVSTOTweVG@M$0Ou"><field name="NAME">Schal</field><statement name="STACK"><block type="code_input" id="TVj-5dG3(2a9jD-Z$"><field name="CODE_INPUT">&#amp;#10; unsigned long startMls= millis(); // Start of sample window&#amp;#10; unsigned int peakToPeak = 0; // peak-to-peak level&#amp;#10;&#amp;#10; unsigned int signalMax = 0;&#amp;#10; unsigned int signalMin = 1024;&#amp;#10;&#amp;#10; // collect data for 50 mS&#amp;#10; while (millis) - startMls) &lt; sampleWindow&#amp;#10; {&#amp;#10; sample = analogRead(i)&#amp;#10; if (sample &lt; 1024) // toss out spurious readings&#amp;#10; {&#amp;#10; if (sample &gt; signalMax)&#amp;#10; {&#amp;#10; signalMax = sample; // save just the max levels&#amp;#10; }&#amp;#10; else if (sample &lt; signalMin)&#amp;#10; {&#amp;#10; signalMin = sample; // save just the min levels&#amp;#10; }&#amp;#10; }&#amp;#10; }&#amp;#10; }&#amp;#10; peakToPeak = signalMax - signalMin; // max - min - peak-peak amplitude&#amp;#10; double schal = (peakToPeak * 5.0) / 1024; // convert to volts&#amp;#10;</field></block></block></statement><value name="RETURN"><block type="variables_get" id="K9"-><field name="VAR" id="Pp@a76Nj"@P4_JpJuschal/></block></value></block><block type="basic_main_loop" id="UTtG@CCTkQ$@Q$&lt;"><field name="CODE"><block type="flow_while" id="6cVXk6UljW@TjN"><value name="CONDITION"><block type="logic_compare" id="Sh|mj4JL67TjVqZ"><field name="OP">GT</field><value name="A"><block type="sensor_read_percentage" id="TNDJ-dNAO_LQj9Q"><value name="SENSOR"><block type="math_number" id="16dKj/5r_GH"><field name="NUM">14</field></block></value></block></value><value name="B"><block type="math_number" id="j$g|vj|pH0"><field name="NUM">50</field></block></value></block></value></statement><value name="DO"><block type="logic_if" id="9wd$Ndx77DN1"><field name="CODE"><mutation xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml" else="T"><mutation><value name="FO"><block type="logic_compare" id="T-@pcwOLj7@VOYj74"><field name="OP">LTE</field><value name="A"><block type="code_pin" id="VRCzUcBjBelmEC0jL"><field name="CODE_PIN">airSensor.getCO2</field></block></value><value name="B"><block type="math_number" id="M'Dn1jUE#Fr6"><field name="NUM">1000</field></block></value></block></value></statement><value name="DOO"><block type="set_pixel_color" id="Kw59Gj72450j76b-H"><field name="MODE">MODE2</field><value name="FROM"><block type="math_number" id="T8/(yBzOTdg_Jk2c"><field name="NUM">17</field></block></value><value name="TO"><block type="math_number" id="w_-W_k4Y977ubTjSgk"><field name="NUM">16</field></block></value><value name="H"><block type="math_number" id="uasW#rUsk3BH_Qj"><field name="NUM">120</field></block></value><value name="S"><block type="math_number" id="z+-cGzvak-U5-7h5m"><field name="NUM">100</field></block></value><value name="B"><block type="math_number" id="pv%|2Yj|7#kOPjJ"><field name="NUM">50</field></block></value></block><block type="last_led" id="EiH8eOkUjNjV-ot"></block></next></block></statement><statement name="ELSE"><block type="logic_if" id="s|QjB-jz7jG5shx"><mutation xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml" else="T"><mutation><value name="FO"><block type="logic_operation" id="Hqj-yu68oJa"><field name="OP">AND</field><value name="A"><block type="logic_compare" id="qWpDjZCjHWXevys"><field name="OP">GT</field><value name="A"><block type="code_pin" id="ZqQWjyJy|34hZj2D896"><field name="CODE_PIN">airSensor.getCO2</field></block></value><value name="B"><block type="math_number" id="st3-66xt-UTpKjyaxu"><field name="NUM">1000</field></block></value></block></value><value name="B"><block type="logic_compare" id="Uj|A|Em@Hw8w-zXc"><field name="OP">LTE</field><value name="A"><block type="code_pin" id="Dj25wQUH-Y6HnUgn"><field name="CODE_PIN">airSensor.getCO2</field></block></value><value name="B"><block type="math_number" id="4WV5GR-x$Yk@Pj_Vj"><field name="NUM">2000</field></block></value></block></value></statement><value name="DOO"><block type="set_pixel_color" id="Todj|MalQ8-Jfnab"></field name="MODE">MODE2</field><value name="FROM"><block type="math_number" id="MwWkPN|AKj|ndQjY"><field name="NUM">17</field></block></value><value name="TO"><block type="math_number" id="Tg"q"-s7w6NjVwy"><field name="NUM">16</field></block></value><value name="H"><block type="math_number" id="7amZnWb"><field name="NUM">30</field></block></value><value name="S"><block type="math_number" id="jRk|9j7m%-W-NLjV"><field name="NUM">100</field></block></value><value name="B"><block type="math_number" id="HvSB8jrgjZj|jY"><field name="NUM">50</field></block></value></block></value></statement><statement name="ELSE"><block type="logic_if" id="F-PBG0XmptjTjZpWb"><value name="FO"><block type="logic_compare" id="soy/GUHjWjNgYjRi"><field name="OP">GT</field><value name="A"><block type="code_pin" id="8WUj-VZ-MQg|a|7SA"><field name="CODE_PIN">airSensor.getCO2</field></block></value><value name="B"><block type="math_number" id="gggxbtB$#f%&X"><field name="NUM">2000</field></block></value></block></value></statement><value name="DOO"><block type="set_pixel_color" id="E5H"-ndj|7M|H4"><field name="MODE">MODE2</field><value name="FROM"><block type="math_number" id="ZQ2$>jyqMPEjUDNGj"><field name="NUM">17</field></block></value><value name="TO"><block type="math_number" id="cw8kptb-|L7RGed"><field name="NUM">16</field></block></value><value name="H"><block type="math_number" id="444L+1Qe35x8|tzm"><field name="NUM">0</field></block></value><value name="S"><block type="math_number" id="gUjC6BSRY-RYw"><field name="NUM">100</field></block></value><value name="B"><block type="math_number" id="Nk03eyC9@8wE-Y4F"><field name="NUM">50</field></block></value></block><block type="last_led" id="L5j|E5pKk+bZ-gZ"></block></next></block></statement></block></statement></block></statement></block></statement></block><block type="variables_set" id="KykYcpAc9@ntf-n0"><field name="VAR" id="Pp@a76Nj"@P4_JpJuschal/><value name="VALUE"><block type="procedures_callreturn" id="BnBvG0kVkvWXRGE5r"><mutation name="Schal"></mutation></block></value></block><block type="logic_if" id="jKt@Gk@Guc+Hca"><mutation xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml" else="T"><mutation><value name="FO"><block type="logic_compare" id="dz3LjUjVt|6LwV"><field name="OP">LTE</field><value name="A"><block type="variables_get" id="Jz|2VnVc|tONqy8"><field name="VAR" id="Pp@a76Nj"@P4_JpJuschal/></block></value><value name="B"><block type="math_number" id="gs|KjMjNjTjv@8Fz"><field name="NUM">12</field></block></value></block></value></statement><value name="DOO"><block type="set_pixel_color" id="9-u_150j9|Kw$sw"><field name="MODE">MODE2</field><value name="FROM"><block type="math_number" id="SEG+W09Xeg+phj7uC"><field name="NUM">1</field></block></value><value name="TO"><block type="math_number" id="PaP@-|dn|MAVwHn"><field name="NUM">16</field></block></value><value name="H"><block type="math_number" id="B"-rQhtAaHFgMu8"><field name="NUM">120</field></block></value><value name="S"><block type="math_number" id="mcoCG@r-TjSj|pA"><field name="NUM">100</field></block></value><value name="B"><block type="math_number" id="zbatUZy$HwL9URBj4"><field name="NUM">50</field></block></value></block><block type="last_led" id="zXN"eBnT"-13XFP2"></block></next></block></statement></statement><statement name="ELSE"><block type="logic_if" id="k5/K"-|zR-MQZ5uu3c"><mutation xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml" else="T"><mutation><value name="FO"><block type="logic_operation" id="8WpBNWj|FBZkZkT"><field name="OP">AND</field><value name="A"><block type="logic_compare" id="gNpdxW0j3d7ge|KV-D"><field name="OP">GT</field><value name="A"><block type="variables_get" id="qjlgjWk3K"NB-Yg"><field name="VAR" id="Pp@a76Nj"@P4_JpJuschal/></block></value><value name="B"><block type="math_number" id="jBBBj-qG67$QmgQMS49"><field name="NUM">12</field></block></value></block></value></statement><value name="DOO"><block type="set_pixel_color" id="4Qa68|UjO+&lt;field name="OP">LTE</field><value name="A"><block type="variables_get" id="jGwqZ6U6sn6$okk06"><field name="VAR" id="Pp@a76Nj"@P4_JpJuschal/></block></value><value name="B"><block type="math_number" id="PEWjLpBXuzd-jkMz"><field name="NUM">24</field></block></value></block></value></statement><value name="DOO"><block type="set_pixel_color" id="Ro7DfC9/7k#fPLh"><field name="MODE">MODE2</field><value name="FROM"><block type="math_number" id="un#y4k|pdh7hJyV/F"><field name="NUM">1</field></block></value><value name="TO"><block type="math_number" id="9WmZ7Sme#WjU_WREdf"><field name="NUM">16</field></block></value><value name="H"><block type="math_number" id="U7qghN|jE@-_%U"><field name="NUM">30</field></block></value><value name="S"><block type="math_number" id="8FJA%g|fW5BBnHL"><field name="NUM">100</field></block></value><value name="B"><block type="math_number" id="L3P|B|s8j3Fuq/R"><field name="NUM">50</field></block></value></block><block type="last_led" id="DibT1-$@nbEwWjR"></block></next></block></statement></statement><statement name="ELSE"><block type="logic_if" id="J|OR-9douwY"afWj"><value name="FO"><block type="logic_compare" id="Yp|j|4BdqX|t7o"><field name="OP">GT</field><value name="A"><block type="variables_get" id="JZSDjX"-mrgLu0Y"><field name="VAR" id="Pp@a76Nj"@P4_JpJuschal/></block></value><value name="B"><block type="math_number" id="j|O535|36-4-jB7jC"><field name="NUM">24</field></block></value></block></value></statement><value name="DOO"><block type="set_pixel_color" id="Hkpho-Uz|BEGC24dR"><field name="MODE">MODE2</field><value name="FROM"><block type="math_number" id="dOYRLjAMN"-Alpr"><field name="NUM">1</field></block></value><value name="TO"><block type="math_number" id="mxiHczj3$AEjQK84"><field name="NUM">16</field></block></value><value name="H"><block type="math_number" id="7jGubR/-e-tv8|Nxp"><field name="NUM">0</field></block></value><value name="S"><block type="math_number" id="j3u|Qoesd|OY6B"><field name="NUM">100</field></block></value><value name="B"><block type="math_number" id="jBj|O+c-d|SjVBtUad"><field name="NUM">50</field></block></value></block><block type="last_led" id="f9CXzkjQRMjUjG7j"></block></next></block></statement></block></statement></block></statement></block></statement></block><block type="low_delay" id="j|ma3jHEMp77GpDw"><value name="DELAY"><block type="math_number" id="Lkh4JUDjU6RUFQm7"><field name="NUM">10000</field></block></value></block></next></block></next></block></next></block></statement></block><block type="set_pixel_color" id="SO"q-Fo7pkbb_xAsDZ"><field name="MODE">MODE1</field><value name="FROM"><block type="math_number" id="M+-|ZjH%6ZV|S3nts"><field name="NUM">1</field></block></value><value name="TO"><block type="math_number" id="c@-vwe5W6M|dH0mk"><field name="NUM">32</field></block></value><value name="H"><block type="math_number" id="s$Hf|au5_7_9h6|SqjD"><field name="NUM">180</field></block></value><value name="S"><block type="math_number" id="Mq7hw5bjp7ZCjQj"><field name="NUM">100</field></block></value><value name="B"><block type="math_number" id="X_lqVatNLUeoc8qS"><field name="NUM">0</field></block></value></block><block type="last_led_clear" id="W_gCjUjRqp4Qyo-bjSF"></block></next></block></next></block></statement></block></xml>
```




CO₂-Ampel mit Lärmmesser

Micro:Bit

In diesem Kapitel wird erklärt, wie in einem Gehäuse die Einzelteile montiert und programmiert werden, um eine CO₂- und Lärm-ampel zu erhalten. Ein Display zeigt Temperatur und Luftfeuchtigkeit an. Die CO₂-Ampel soll dazu beitragen, ein Infektionsgeschehen gering zu halten und die Lärmampel dient als Indikator für die Klasse, ob es zu laut ist.

von Metehan & Tunahan Demirkaya



Sek. 1: ab Klasse 9

Sek. 1: ab Klasse 8 ohne Display



Die Schülerinnen & Schüler...

- verdrahten die CO₂- und Lärmampel fachgerecht
- entwerfen ein Programm, dass die Eingabe von CO₂-Messung und Schallmessung an den LED-Ringen ausgeben
- Können einen LDR als Hellschalter integrieren



- Die Transportkiste vor Einsatz überprüfen
- Variante mit Display und ohne selbst einmal durchführen
- Zu Beginn bei Bedarf Programmierübungen durchführen



- Pappelspertholz 3mm
- Kunststoff PLA
- Sechskant-Mutter DIN 934, M 2, Stahl, verzinkt
- Gewindeschraube DIN 84 metrische Schraube, Zylinderkopf, M2X10, Vollgewinde, Schlitz, Stahl, verzinkt



- Programmiergerät (Tablet/Laptop/PC)
- Programmierumgebung (mach.pglu.box)



- Schlitzschraubendreher
- Spitzzange (optional)

Lehrgang/Erklärvideo:

Installation und Programmierung

Individuelle Beratung und Tipps zur Fertigung:

Besprechung der Abläufe

Hilfsgerüst durch unterstützende Materialien:

Fertigung der CO₂-Ampel

Versprachlichung

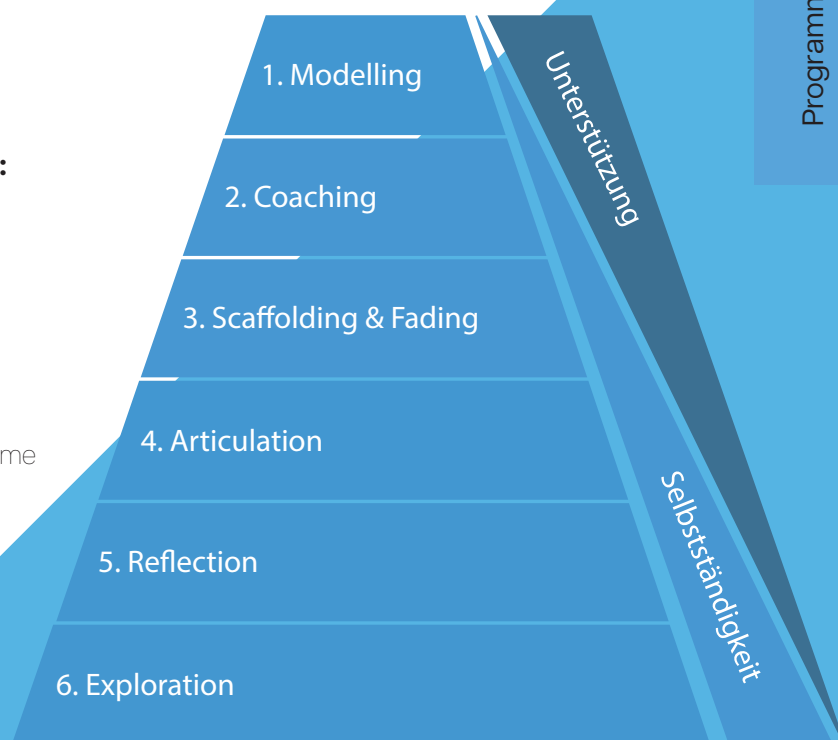
Vergleich der durchgeführten Arbeitsschritte und Probleme

Reflexion des Arbeitsprozesses:

Was kann optimiert werden? Gibt es Lernbedarf?

Eigenständiges Entwerfen:

Entwurf eigener Programme



Differenzierungsmöglichkeiten

Aufbau und Bauteile: Beim Aufbau können verschiedene Leistungsstände schon berücksichtigt werden, indem zum Beispiel ein vormontiertes Gehäuse den schwächeren oder den stärkeren Schülerinnen und Schülern ein Display zum Programmieren ausgehändigt wird. Über das Display können dann verschiedene Werte angezeigt werden, wie etwa die Temperatur und Luftfeuchtigkeit oder der aktuell gemessene CO₂-Wert im Klassenzimmer oder auch der Schallpegel und Helligkeitswert, den der LDR ausmisst. Dieses muss dann von den Schülerinnen und Schülern ebenfalls mit eingebaut und angeschlossen werden.

Programmierung: Die Programmierumgebung weist eine grafische Benutzeroberfläche auf, bei der mit Programmierblöcken das Programm erstellt werden kann. Hierbei kann die Lehrkraft, je nach Bedarf, Programmteile/abläufe schon vorgeben, sodass die Programmierung den Schülerinnen und Schülern leichter fällt. Es besteht auch die Möglichkeit, das Programm in C zu schreiben und somit eine komplexere Programmierung umzusetzen. Dies empfiehlt sich jedoch nur für diejenigen, denen es leicht fällt, grafisch zu programmieren. Auch dabei kann dann im Grad der Offenheit variiert werden, indem Programmteile vorgegeben werden.

Aufbau des Gehäuses und Montage der Anbauteile

Zunächst muss jeder Arbeitsgruppe das Material ausgehändigt werden, wie in der Materialliste in der Box aufgeführt ist. Anschließend werden die Frontplatte und die linke Seitenwand mit den Anbauteilen bestückt. Auf der Seitenwand ist eingraviert, an welche Stelle welches Anbauteil und Bauteil platziert werden muss. Es werden also die Aufhängung für den LDR, die Interface-Platine, den Pegelwandler, die Trennwand und die Halterung für den CO₂-Sensor mittels den M2-Schrauben und einem Schlitzschraubendreher befestigt. Die Anbauteile besitzen dazu eine Lasche mit einer M2 – Sechskantmutter, die die Schraube aufnimmt und eine vorübergehend feste Verbindung herstellt. Die Schrauben dürfen nicht zu fest angezogen werden, da sonst das Holz eingedrückt werden kann!

Nun wird an der Frontplatte die Displayhalterung, der Schallsensor und die LED-Ring-Fixierungen angebracht. Diese besitzen jeweils zwei Laschen, in die eine M2-Schraube eingeschraubt wird. Rechts oben (CO₂) der LED-Ring mit drei Anschlüssen und links unten (Lärm) der LED-Ring mit vier Anschlüssen. Der Schallsensor wird direkt an die Frontplatte geschraubt.

Achtung! Die LED-Ringe müssen vor der Montage der Fixierung eingesetzt werden, da diese nicht nachträglich angebracht werden können.



Verdrahtung der elektronischen Bauteile

Bauteile anschließen

Nun werden die elektronischen Bauteile verdrahtet. Es bietet sich an, die Jumperkabel im ausgebauten Zustand mit den Bauteilen und dem Mikrocontroller zu verbinden. Die einzelnen Bauteile werden nun mit den Jumperkabeln an den jeweiligen Stellen der Erweiterungsplatine angebracht.

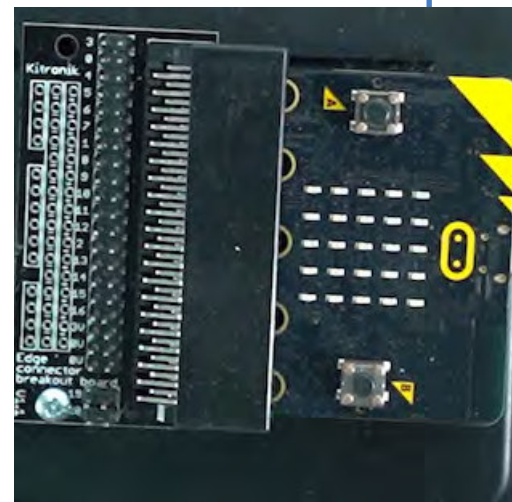
MicroBit anschließen

Folgend wird der MicroBit an die Erweiterungsplatine angeschlossen. Dadurch können weitere Sensoren und Bauteile mit dem MicroBit verbunden werden.

LEDs anschließen

Die LED-Ringe haben einige Pins, es werden aber nicht alle gebraucht. Auf die Steckplätze der LED-Ringe müssen Stifte gelötet werden, sodass man die LED-Ringe mit Jumperkabel an den MicroBit verbinden kann.

Die LED-Ringe werden, wie unten auf der Tabelle aufgeführt, mit dem MicroBit verbunden.

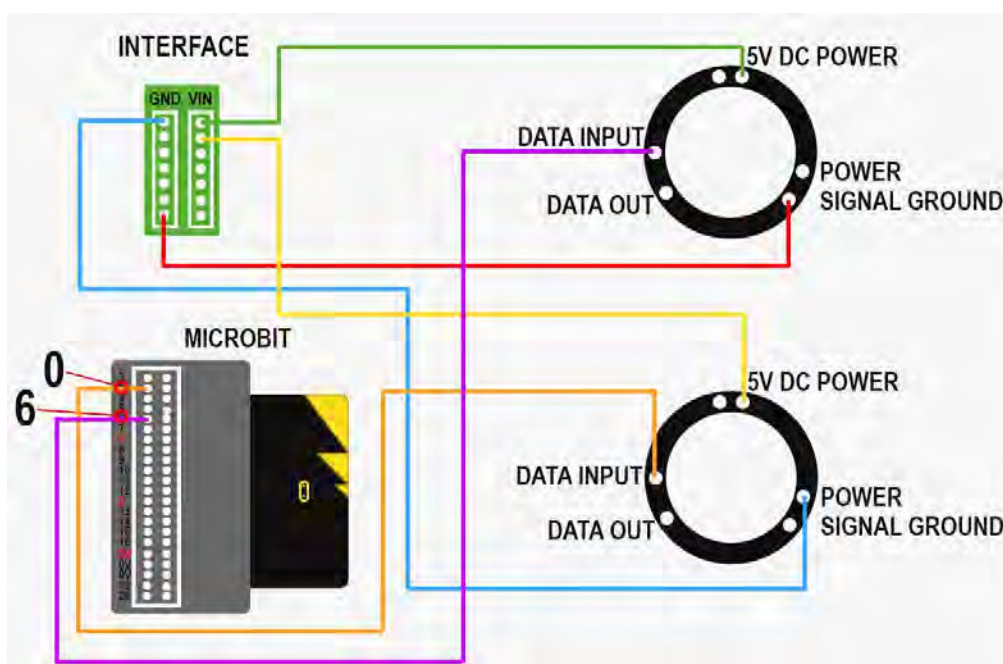


LED-Ring 1 anschließen

TFT	MICRO: BIT
GND	GND
VIN	5V POWER
0	DATA INPUT

LED-Ring 2 anschließen

TFT	MICRO: BIT
GND	GND
VIN	5V POWER
6	DATA INPUT



CO2-Sensor anschließen

Für den MicroBit brauchen wir einen speziellen CO2-Sensor, z.B. den Sparkfun GatorEnvironment Sensor, mit dem man außer dem CO2-Gehalt, auch

z.B. die Temperatur in °C oder in Grad Fahrenheit messen kann. Der Sparkfun Sensor hat zwei Seiten mit den exakt selben Pins, es muss nur eine Seite verlötet werden.

Wo die Pins angesteckt werden sollen, ist unten auf der Tabelle aufgeführt.

Schallsensor anschließen

MicroBit V1: Der Schallsensor aus der Materialliste hat drei Pins, zwei Pins

versorgen den Schallsensor mit Strom und der andere ist für den Signal zwischen MicroBit und Sensor. Somit wird + mit und mit Ground (GND) verbunden. Den Output des Schallsensors verbinden wir mit Pin des MicroBits.

Wo die Pins angesteckt werden sollen, ist unten auf der Tabelle aufgeführt

MicroBit V2: Die neuere Version des MicroBits hat einen Schallsensor integriert, somit muss kein zusätzlicher Sensor angeschlossen werden.

Display anschließen

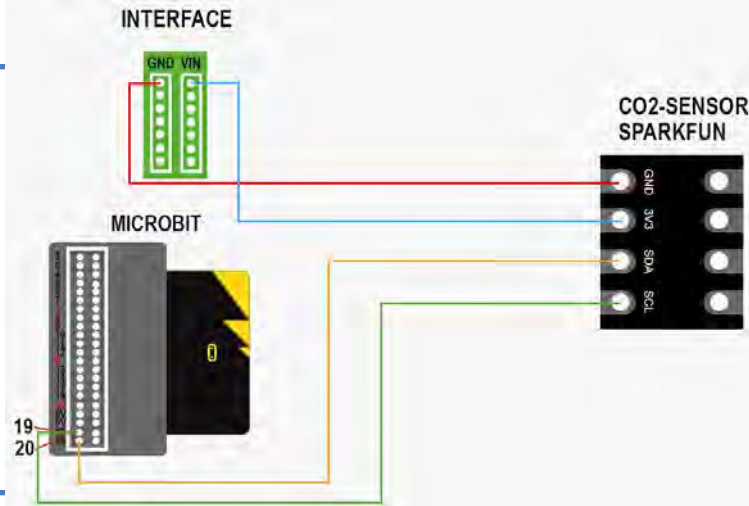
Das Display wird wie in der Tabelle angeführt mit dem MicroBit verbunden. Allerdings kommt VCC in VIN des Interfaces und Ground bei Ground des Interfaces.

LDR anschließen

Der LDR hat ebenfalls nur drei Pins, die auch gelötet werden müssen. Zwei Pins sind für den Strom und eins für das Signal zwischen MicroBit und LDR.

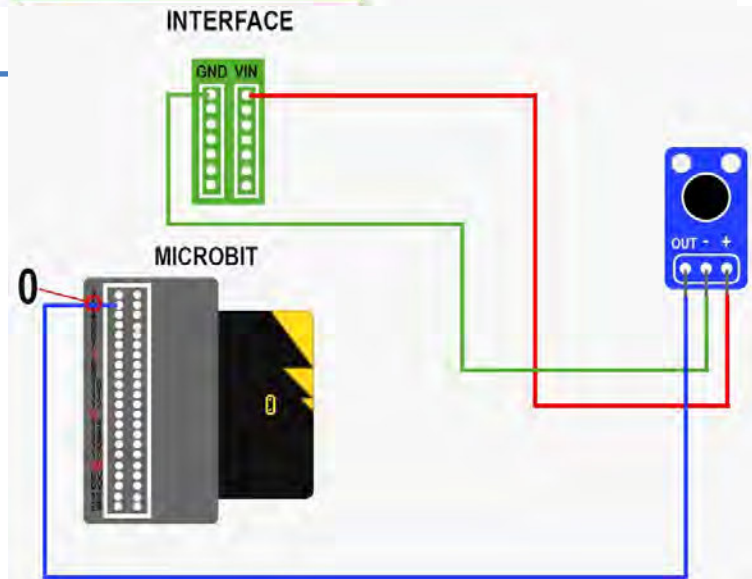
CO2-Sensor anschließen

TFT	MICRO: BIT
GND	GND
VIN	3V3
19	SCL
20	SDA

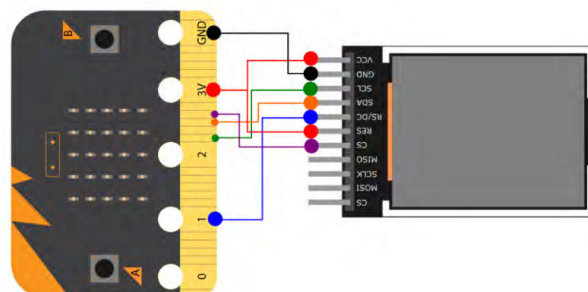


Schallsensor anschließen

Schallsensor	MICRO: BIT
+	VIN
-	GND
OUT	0

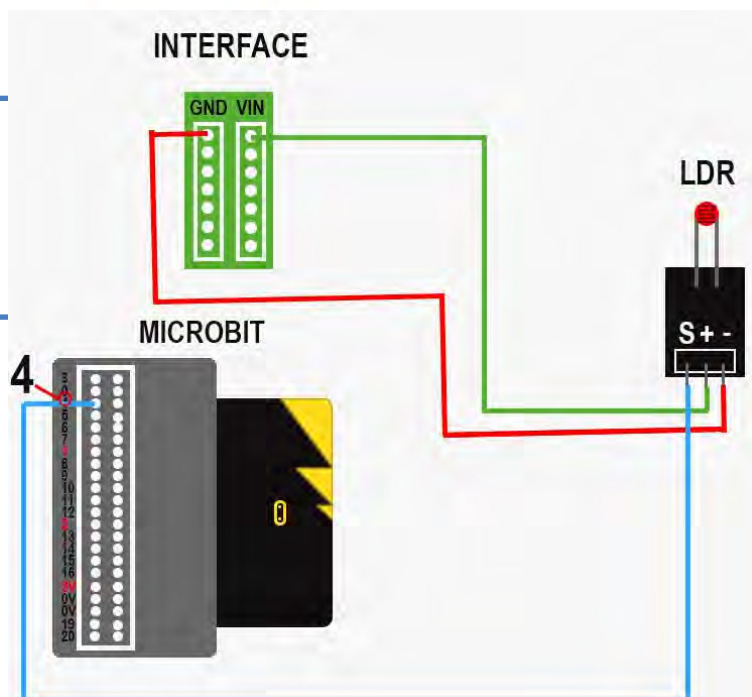


TFT	micro:bit
VCC	3 V
GND	GND
SCL	P13
SDA	P15
RS/DC	P1
RES	3V
CS	P16



LDR anschließen

LDR	MICRO: BIT
+	VIN
-	GND
S	4

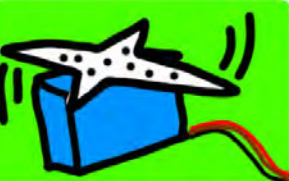


Programmieren

Beim Programmieren werden alle Bauteile mit dem Make Code Editor programmiert. Im Folgenden wird auf die Programmierung jedes Bauteils eingegangen und genau erklärt wie man diese programmiert

Erweiterungen hinzufügen

Um die Erweiterungen hinzuzufügen, muss man im Menü auf Erweiterungen klicken und in die Suchleiste die benötigten Erweiterungen hinzufügen, in unserem Fall „Neopixel“ für die LED-Ringe oder für den CO2-Sensor die „Gator Environment“ Erweiterung. Für das Display gibt man in die Suche „TFT“ ein und fügt diese Erweiterung hinzu. Wenn alles korrekt ausgeführt wurde, kann man in der Menüliste die hinzugefügten Punkte erkennen.



servo
A micro-servo library

Weitere Informationen



neopixel
AdaFruit NeoPixel driver

Weitere Informationen



BitBot
Microsoft MakeCode package for 4tronix BitBot robot

Weitere Informationen



maqueen
Affordable mini robot designed by DFRobot

Weitere Informationen



microturtle
A LOGO-like turtle library

Weitere Informationen



tinkercademy-tinker-kit
Tinkercademy package for the Tinker Kit

Weitere Informationen



Grove
A Microsoft MakeCode package for Seeed Studio Grove module

Weitere Informationen



cutebot
ELECTREACKS cutebot car

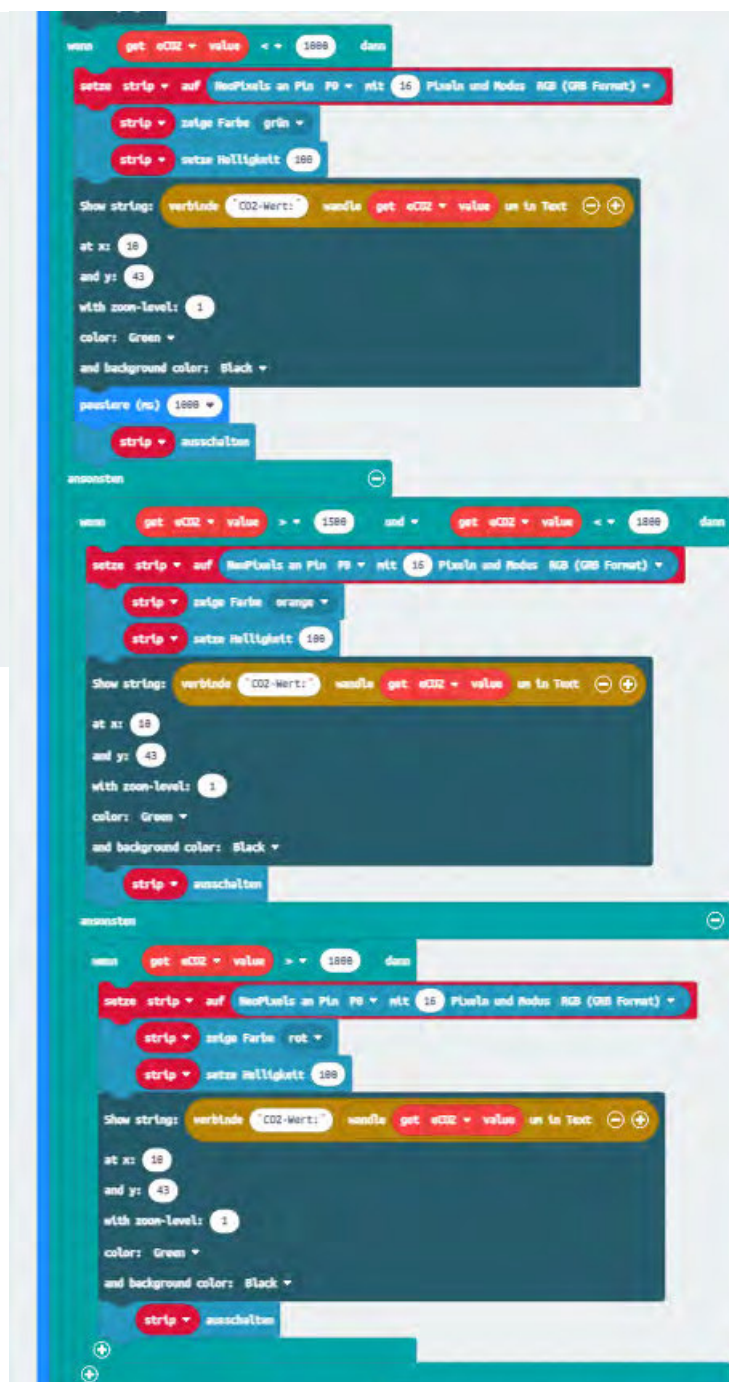
Weitere Informationen

- Funk
 - RB-TFT18-V2
- Schleifen
- Logik
- Variablen
- Mathematik
- GatorEnvironment
- NeoPixel
- Fortgeschritten
- Funktionen
- Arrays
- Text
- Spiel
- Bilder
- Pins
- Seriell
- Steuerung
- Erweiterungen

CO2-Sensor programmieren

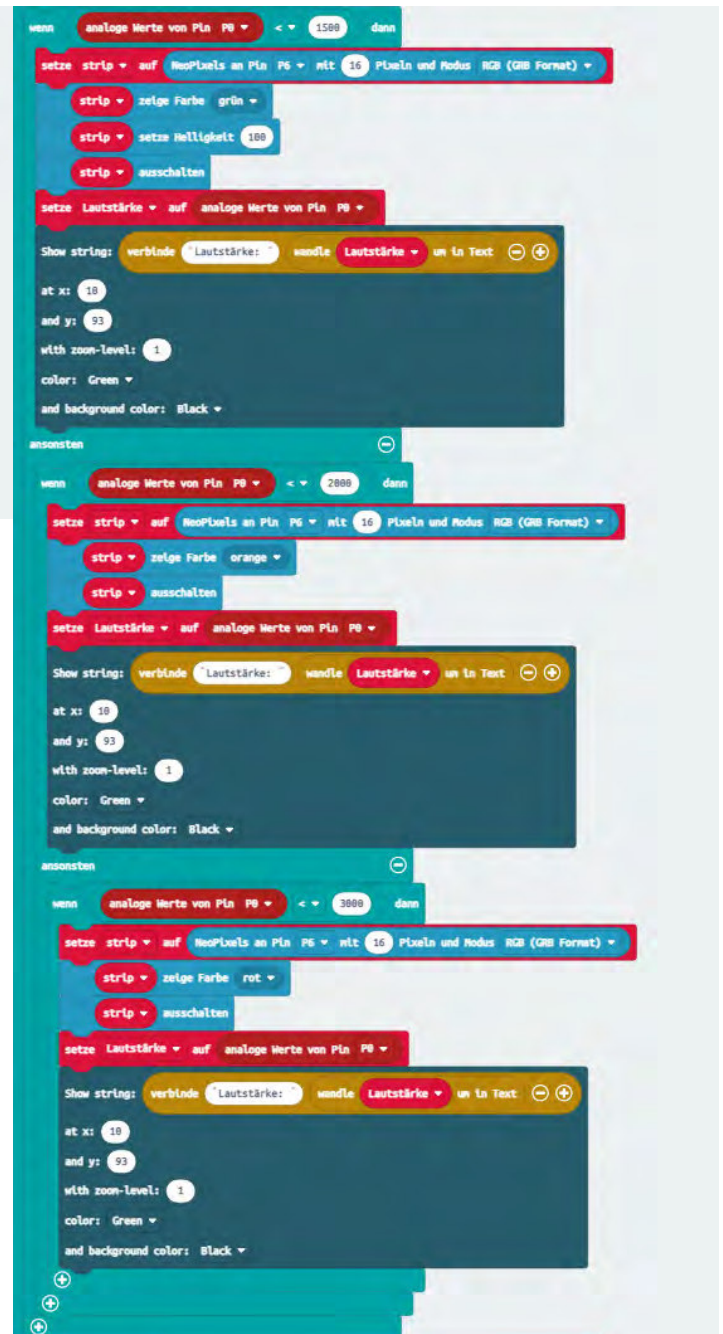
Für die Programmierung des CO2-Sensors benötigt man zuerst einmal eine „Wenn- Ansonsten Schleife.“ Unter dem „Ansonsten Teil“ kommt dann der ganze Programmierteil zum CO2-Sensor. Man braucht einen Block um den CO2-Wert abzufragen und vergleicht ihn mit einem Wert(hier 1000). Wenn dieser Wert erreicht wird, wird der Code in der Schleife ausgeführt.

In die Schleife kommen die Bausteine für die LED-Ringe und deinen Block, damit das Display den CO2-Wert anzeigt. Diesen Programmteil ist dafür da, dass der LED Ring ab einem bestimmten Wert grün leuchtet, wenn der CO2-Wert in Ordnung ist. Dasselbe wird nun auch dafür programmiert, wenn der CO2-Wert nicht in Ordnung ist. Dafür soll der LED-Ring orange und rot leuchten. Den fertigen Code nur auf der letzten Seite als Anhang einfügen .



Schallsensor programmieren

Die Programmierung des Schallsensors funktioniert ähnlich wie beim CO2-Sensor. Man braucht wieder eine „Wenn-Ansonsten Schleife“. Um den Wert des Schallsensors abzulesen, braucht man den Block für den analogen Wert vom PIN 0. Diesen muss man wieder mit einem bestimmten Wert(hier 1500) vergleichen. Diesmal kommt der erste Programmierteil unter den „Wenn-Teil“ der Schleife. Das ist der Teil, dass der LED-Ring die Farbe Grün zeigt. Die restlichen Programmierteile kommen unter den Ansonsten-Teil, welche die Farbe Orange und Rot zeigen sollen, wenn es zu laut wird. Man braucht wieder einen Block für die Displayanzeige des Schallwerts. Darüber benötigen wir einen weiteren Block für die Variable „Lautstärke“, der auf den PIN 0 gesetzt wird. So kann das Display den Wert des Schallsensors ablesen.



LDR programmieren

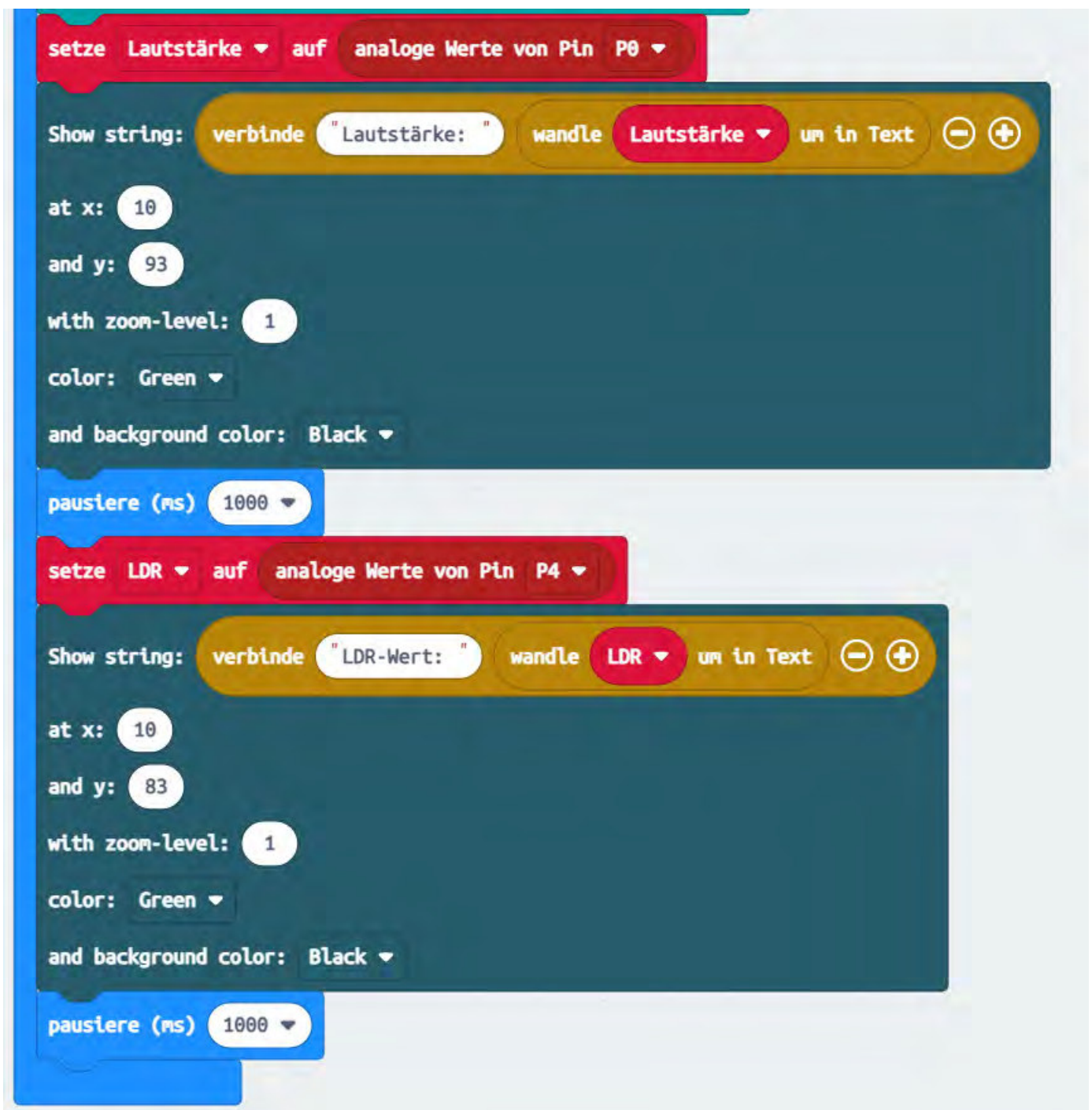
Der Lichtwiderstand (LDR) soll ab einem bestimmten Wert (800 wenn es dunkel wird), den Microbit beziehungsweise das Display ausschalten und die LED-Ringe sollen blau leuchten. Für die Programmierung brauchen wir wieder eine „Wenn-Ansonsten Schleife“. Der Programmierteil für den LDR kommt in den „Wenn-Teil“ der Schleife. Dabei brauchen wir wieder einen Block, um den analogen Wert von PIN 4 abzu- lesen. Diesen analogen Wert müssen wir mit einem bestimmten Wert (hier 800) vergleichen. Wenn dieser Wert überschritten wird, wird die Schleife ausgeführt und die LED-Ringe leuchten blau und das Display schaltet sich aus.



Display programmieren

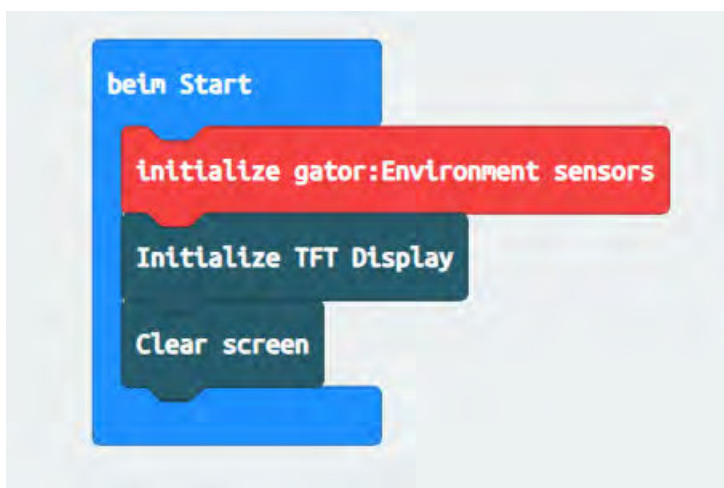
Für die Programmierung des Displays benötigt man den „show string“ Block, der hier im unteren Bild dunkelblau zu erkennen ist. Damit der Schallwert auf dem Display angezeigt werden kann, brauchen wir einmal diesen „show string“ Block und den Block um die Variable „Lautstärke“ auf den analogen Wert von PIN 0 zu setzen.

Dasselbe wie beim LDR. Bei den Programmierteilen zuvor haben wir diesen „show string“ Block ebenfalls verwendet, aber wir fügen ihn hier zum Schluss nochmals ein, damit die Werte konstant auf dem Display angezeigt werden.



Schleife beim Start programmieren

In die Schleife „beim Start“ fügen wir die Befehle „initialize gator:Environment sensors“, „Initialize TFT Display“ und „Clear screen“ hinzu. Diese Befehle sollen den CO2-Sensor und das Display aktivieren und bei jedem erneuten Starten das Display säubern beziehungsweise bereits vorhandene Informationen löschen.



dauerhaft

wenn analoge Werte von Pin P4 > 800 dann

Clear screen

Turn display off

setze strip auf NeoPixels an Pin P8 mit 16 Pixeln und Modus RGB (GRB Format)

strip zeige Farbe blau

setze strip auf NeoPixels an Pin P6 mit 16 Pixeln und Modus RGB (GRB Format)

strip zeige Farbe blau

ansonsten

Turn display on

wenn get eCO2 value < 1800 dann

setze strip auf NeoPixels an Pin P8 mit 16 Pixeln und Modus RGB (GRB Format)

strip zeige Farbe grün

strip setze Helligkeit 100

Show string: verbinde "CO2-Wert:" handle get eCO2 value um in Text

at x: 10

and y: 43

with zoom-level: 1

color: Green

and background color: Black

pausiere (ms) 1000

strip ausschalten

ansonsten

wenn get eCO2 value > 1500 und get eCO2 value < 1800 dann

setze strip auf NeoPixels an Pin P8 mit 16 Pixeln und Modus RGB (GRB Format)

strip zeige Farbe orange

strip setze Helligkeit 100

Show string: verbinde "CO2-Wert:" handle get eCO2 value um in Text

at x: 10

and y: 43

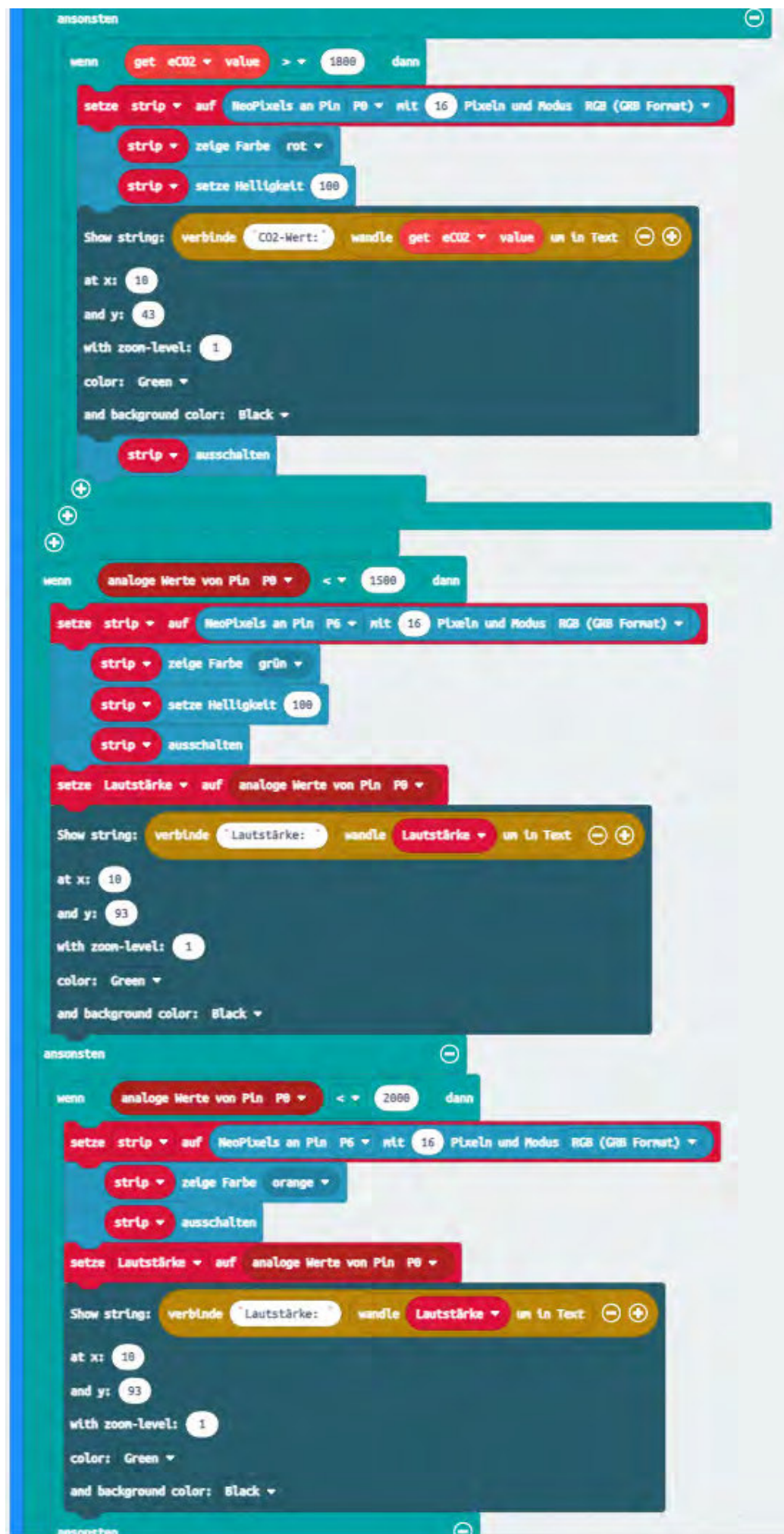
with zoom-level: 1

color: Green

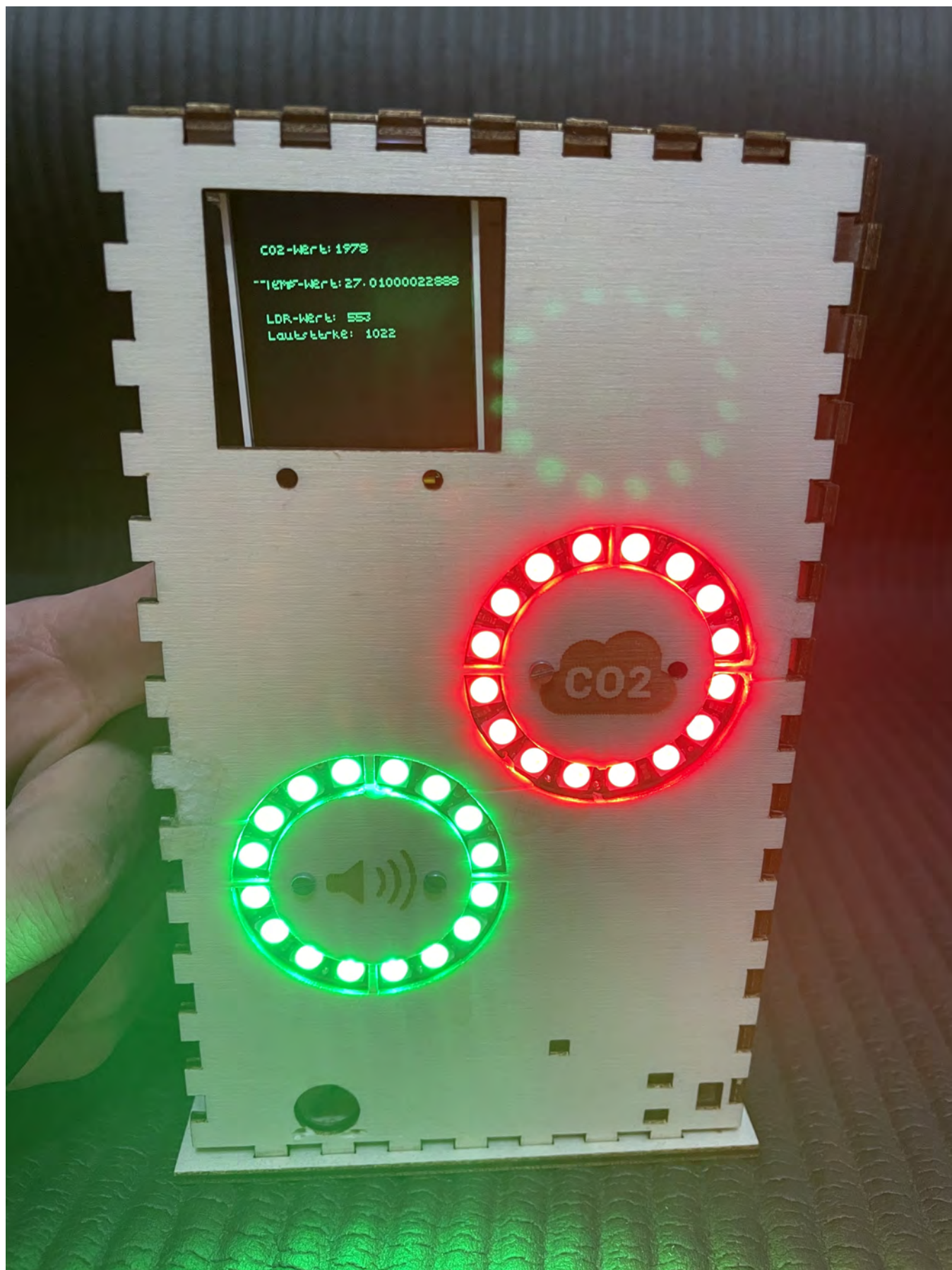
and background color: Black

strip ausschalten

ansonsten



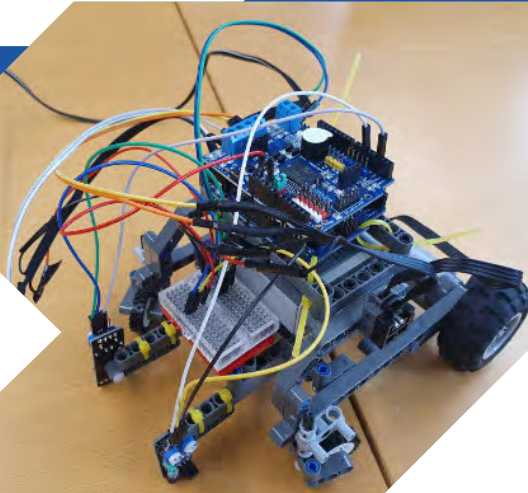






Linienfolger mit Arduino

In diesem Kapitel wird erklärt, wie aus LEGO Teilen und mit Hilfe eines Arduino Mikrocontrollers ein Roboter gefertigt werden kann, der in der Lage ist einer Linie zu folgen.



von Stefan Genehr & Henry Haugstätter



SEK 1: Klasse 10

Nicht für Grundschule und Sonderpädagogik geeignet



Die Schülerinnen und Schüler lernen ...

- konstruieren aus LEGO Technic-Teilen ein funktionierendes Fahrgestell
- lernen Grundlagen der Programmierung kennen



Empfehlung zur Orientierung:

Aumüller, S. (2019). LEGO Hacks. *Mit Arduino und LEGO eigene Bots bauen*. Heidelberg: dpunkt.verlag.



- 1 x Arduino Uno
- 2 x Arduino - IR-Hindernissensor
- 1 x Arduino Shield - Motorsteuerung, L298P
- 1 x Breadboard klein
- 1 x 8881 LEGO Power Functions Battery Box + Batterien
- 2 x 8883 LEGO Power Function M-Motor
- 6 x Jumperkabel positiv/negativ
- 12 x Jumperkabel positiv/positiv



- LötKolben
- Lötdraht
- USB-Kabel
- (A-Stecker/B-Stecker)



- Cutter o.ä.
- (zum Auftrennen von Kabeln)
- Abisolierzange
- Schraubendreher
- (Kreuz und Schlitz)
- in jeweils kleiner Ausführung

Lehrgang/Erklärvideo:

Wie kann man einen Roboter bauen, der einer Linie folgen kann?

Individuelle Beratung und Tipps zur Fertigung:

Hilfe durch eine Schritt für Schritt Anleitung sowie dem Buch LEGO Hacks

Hilfsgerüst durch unterstützende Materialien:

Schüler*innen versuchen eigenständig mit vorgegebenen Materialien den Roboter anzufertigen

Versprachlichung/Vergleich der durchgeführten Arbeitsschritte:

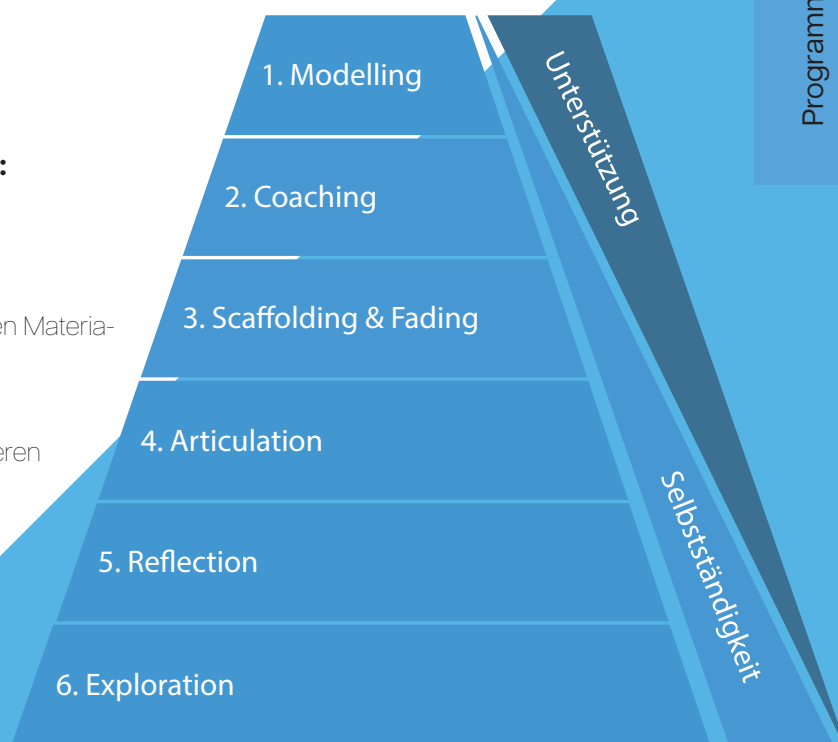
Arbeitsschritte notieren

Reflexion des Arbeitsprozesses:

Was kann optimiert werden?

Eigenständiges Entwerfen:

... eines neuen Fahrgestells / Roboterdesigns



Differenzierungsmöglichkeiten

- Veränderung des Fahrgestells (z.B. Eigenkonstruktion mit anderen Rädern)
- Modifikation des Grundrahmens
- Veränderung der Programmierung (weitere Funktionen: z.B. Einbau von blinkenden LEDs, Bauteilen mit optischen oder akustischen Ausgabemöglichkeiten)

Warnung:

Das Arbeiten mit 9 Volt stellt grundsätzlich keine gesundheitliche Gefährdung dar, dennoch können durch Unachtsamkeit Bauteile beschädigt werden.

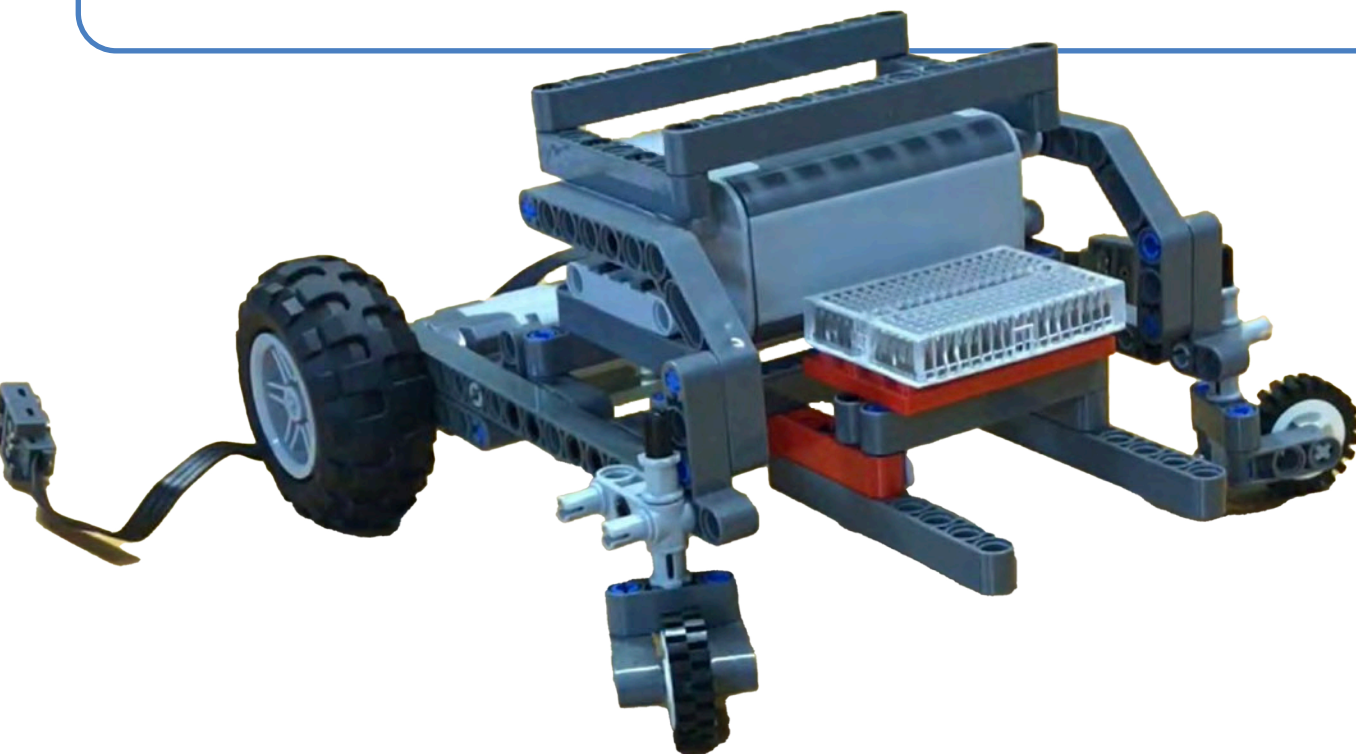
Von der Verwendung eines Netzteils im technischen Schulunterricht ist abzuraten.

Konstruieren eines Grundrahmens

Zunächst muss der Grundrahmen des Linienfolger-Roboters montiert werden. Eine Eigenkonstruktion ist zwar möglich, jedoch äußerst anspruchsvoll. An dieser Stelle möchten wir auf das Buch LEGO Hacks verweisen, welches eine Schritt-für-Schritt-Anleitung zum Bau eines Linienfolger-Roboters enthält. Insbesondere für den Bau des Fahrgestells bietet diese Anleitung eine gute Orientierung. Kleinere Modifikationen können später immer noch vorgenommen werden.

Zunächst ist mit dem Bau eines stabilen Grundrahmens zu beginnen. Dieser muss geeignet sein Antriebs- und Lenkräder, das Batteriefach sowie den Arduino aufzunehmen bzw. zu tragen. Der Grundrahmen sollte nicht zu groß ausfallen, da sich dies negativ auf die Wendigkeit des Roboters auswirkt. Des Weiteren sollte das Batteriefach, aus Gewichtsverteilungsgründen, im Kern des Roboters installiert werden.

Als nächstes sind die Antriebsräder in Verbindung mit den LEGO Power Function M-Motoren am hinteren Teil des Roboters anzubringen. Dafür empfehlen wir große Räder für die Antriebswelle und kleine wendige Vorderräder zum Lenken. Bei der Installation der Räder ist auf einen reibungslosen Lauf der Räder zu achten. Außerdem haben wir Reifen aus Gummi verwendet. Diese vermindern die Rutschgefahr und gewährleisten eine präzisere Lenkbarkeit.

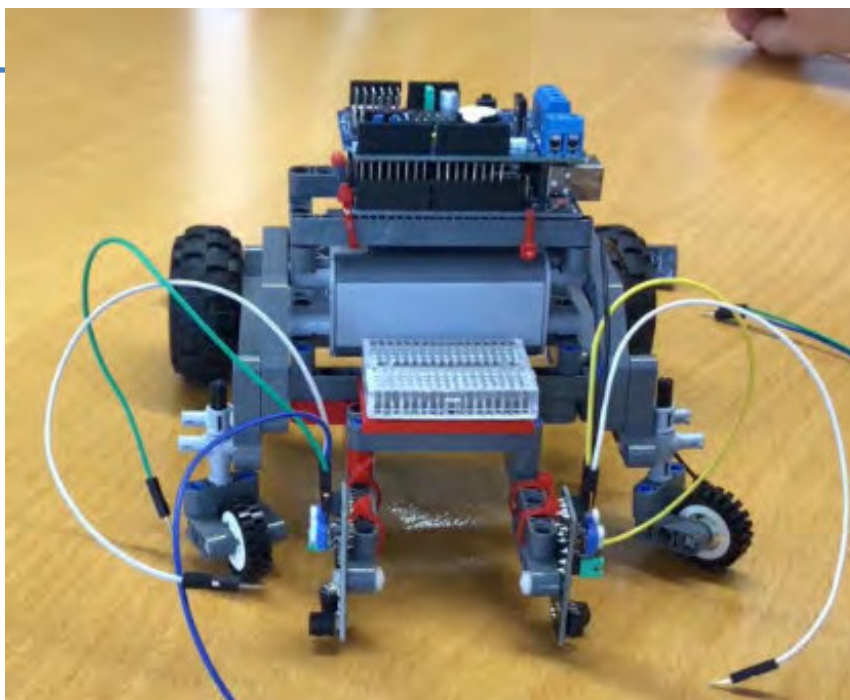


Anbringung des Mikrocontrollers, der Steckplatine (breadboard) sowie der Sensoren

Als Erstes klebt man das breadboard auf eine LEGO Platte, welche auf der dafür vorgesehenen Halterung anzubringen ist.

Der Infrarotsensor (IR-Sensor) muss relativ nahe zum Boden angebracht werden. Nur so kann er die Umgebung nach hellen und dunklen Kontrasten abtasten. Eine analoge Justierung und spätere Feineinstellung der Sensoren ist an den Schrauben des Sensors möglich. Für die Anbringung der Sensoren sind Kabelbinder sowie Kunststoffschrauben zu empfehlen. Beides kann an den entsprechenden Löchern der LEGO Technic Rahmenstücke angebracht werden. Bei der Verwendung von Kabelbindern ist darauf zu achten diese nicht sofort komplett fest zu ziehen sondern erst wenn die Bauteile sich in der richtigen Position befinden. Anschließend kann überstehendes Kabelbindermaterial abgeknipst/gekürzt werden. Dadurch fällt die spätere Verkabelung leichter. Fortgeschrittene können die Einstellungen der IR-Sensoren digital programmieren und automatisieren, sofern die IR-Sensoren diese Funktionen zulassen.

Vor der Anbringung des Arduino Unos am Roboter selbst muss er zuvor mit dem Motorshield verbunden werden. Dies ist erforderlich, da der Arduino Uno selbst keine programmierte Signale an den Motor weitergeben kann. Diese Funktion übernimmt das Motorshield. Die Pins des Motorshields werden in die entsprechenden Halterungen auf dem Arduino Uno gesteckt. Dabei ist ein vorsichtiges und gleichmäßiges Vorgehen erforderlich, da die Pins äußerst empfindlich sind. Anschließend können die gebohrten Löcher am Rand des Arduinos dazu verwendet werden, ihn mit Kabelbindern an den LEGO Technic Rahmenstücken anzubringen. Anschließend kann überstehendes Kabelbindermaterial wieder abgeknipst/gekürzt werden.



Verkabelung

Die korrekte Verkabelung ist extrem wichtig, sonst funktioniert die Programmierung später nicht. Aus diesem Grund ist es erforderlich einen Schaltplan anzufertigen (siehe Anhang). Außerdem ist bei der Auswahl der Jumperkabel auf die verschiedenen Anschlussenden zu achten (positiv und negativ).

Verkabelung Infrarotsensoren

Anstatt die Kabel für die Stromzufuhr der linken und rechten IR-Sensoren zu verlöten, empfehlen wir die Nutzung des breadboards. Dort können die Kabel hintereinander in Reihe gesteckt werden und ein drittes Kabel (mit zwei positiven Anschlussenden) kann dann zur Spannungsquelle geführt werden. Dieser Vorgang muss für beide Pole, Plus und Minus, vorgenommen werden. Bitte darauf achten, dass hier alle betroffenen Kabel sich in einer Reihe befinden.

Im Anschluss muss noch das Ausgangssignal der Sensoren mit dem Arduino verbunden werden. Das linke Signal wird verbunden mit Pin Nr. 5 auf dem Motorshield. Das rechte Signal wird verbunden mit dem Pin Nr. 2.

Die IR-Sensoren beziehen ihren Strom direkt über das Motorshield. Die Anschlüsse dafür heißen Gnd (ground) und 5 U (5 Volt Anschluss) (hier der 3. Pin).

Verkabelung der Motoren

Nun erfolgt die Verkabelung der LEGO Power Function M-Motoren mit der LEGO Power Functions Battery Box und dem Arduino Uno. Zur Vorbereitung sind zwei separate LEGO Power Functions Kabel mit einem Cutter zu öffnen, um die vier darin enthaltenen Kabel jeweils mit Jumperkabeln (positiv/positiv) zu verlöten. Außerdem muss noch solch ein weiteres LEGO Power Functions Kabel geöffnet werden, wobei bei diesem nur die äußeren Kabel/Leitungen mit Jumperkabeln verlötet werden müssen. Dieses Kabel ermöglicht, dass lediglich ein Kabel von der LEGO-Functions-Batteriebox zum Breadboard verlegt wird. Die Motoren, oder auch weitere optionale Verbraucher, können dann am Breadboard in Reihe dazu geschaltet werden. Dies reduziert den Kabelverbrauch und ermöglicht ein aufgeräumtes Erscheinungsbild.

Als zweiten Schritt muss eine Befestigung am Robotor für das Kabel des z.B. linken LEGO Power Function M-Motors gefunden werden. Danach steckt man eines der vorbereiteten Kabel mit Hilfe der LEGO Anschlüsse aneinander. Dann werden die mittleren der vier Kabel mit dem Motorshield verbunden. Diese geben die Signale für vorwärts und rückwärts. Dieser Vorgang muss für den anderen Motor wiederholt werden.

Die Spannungsversorgung erfolgt über die zwei äußeren der vier Kabel. Ein Kabel ist für die Masse (hier in

Programmierung

Der Programmcode ist entnehmbar aus dem Buch LEGO Hacks. Beim Abtippen des Codes ist darauf zu achten kein Zeichen oder Buchstaben zu vergessen, sonst funktioniert der Roboter nicht ordnungsgemäß. Den Code aus dem Buch haben wir für unseren Roboter angepasst (siehe unten und im Anhang).

Insbesondere ist darauf zu achten, dass die Zuweisung der Sensoren an die Pins des Motorshields passen. Dementsprechend muss natürlich auch die Verkabelung übereinstimmen. Genauere Infos zur Funktionsweise des Codes sind am Ende unseres Erklärvideos zu finden.

Unter „void loop“ ist das eigentlich Programm zu verstehen. Hier wird das Signal der Sensoren verarbeitet. Wenn beide Sensoren das gleiche Signal aufnehmen (heller Kontrast) fährt der Linienfolger geradeaus. Ändert sich die Kontrastaufnahme beispielsweise (rechter Sensor nimmt dunklen Kontrast wahr, da Linie eine Rechtskurve bildet), bremst der rechte Motor ab (low) während der andere Motor weiterläuft (high), so erfolgt eine Korrektur nach rechts.

Über „Werkzeuge“ > „port“ muss der richtige Arduino ausgewählt werden. Anschließend kann man über den button „upload“ das Programm mittels der USB-Schnittstelle auf den Arduino hochladen.

```

1  int sensor_rechts = 2; //rechter Sensor an Pin 2
2  int sensor_links = 4; //linker Sensor an Pin 4
3  int richtungA = 12; //Pin für die Richtung Motor A
4  int pwmA = 10; //Pin für die Geschwindigkeit Motor A
5  int bremseA = 9; //Pin 9 für die Bremse Motor A
6  int richtungB = 13; //Pin 13 für die Richtung Motor B
7  int pwmB = 11; //Pin 11 für die Geschwindigkeit Motor B
8  int bremseB = 8; //Pin 8 für die Bremse Motor b
9  int geschwindigkeit = 120; //Geschwindigkeit festlegen
10
11 void setup() {
12     pinMode(sensor_rechts, INPUT); //Sensor rechts als Input definieren
13     pinMode(sensor_links, INPUT); //Sensor links als Input definieren
14     pinMode(richtungA, OUTPUT); //Motor A Richtung als Output definieren
15     pinMode(richtungB, OUTPUT); //Motor B Richtung als Output definieren
16     pinMode(bremseA, OUTPUT); //Bremse A als Output definieren
17     pinMode(bremseB, OUTPUT); //Bremse B als Output definieren
18     analogWrite(pwmA, geschwindigkeit);
19     analogWrite(pwmB, geschwindigkeit);
20 }
21
22 void loop() {
23     if(!(digitalRead(sensor_links)) && !(digitalRead(sensor_rechts))) { //geradeaus fahren
24         digitalWrite(richtungA,HIGH);
25         digitalWrite(richtungB,HIGH);
26     }
27     if(digitalRead(sensor_links) && !(digitalRead(sensor_rechts))) { //nach links korrigieren
28         digitalWrite(richtungA,LOW);
29         digitalWrite(richtungB,HIGH);
30     }
31     if(!(digitalRead(sensor_links)) && digitalRead(sensor_rechts)) { //nach rechts korrigieren
32         digitalWrite(richtungA,HIGH);
33         digitalWrite(richtungB,LOW);
34     }
35 }

```


Bauteil	Elementennummer	Anzahl	Abbildung
kleines rundes Verbindungsstück	4121715	36	
kleines rundes Verbindungsstück mit einer kurzen Seite	4211050	9	
kleines Verbindungsstück (eine Seite eckig / kreuzschlitz)	4206482	14	
langes rundes Verbindungsstück	4514553	6	
langes rundes Verbindungsstück mit eckigem Ende	6015356	4	
Stange mit 3 Steckverbindungen	4210751	4	
Stange mit 5 Steckverbindungen	4210686	2	
Stange mit 7 Steckverbindungen	4495931	3	
Stange mit 9 Steckverbindungen	4210757	2	
Stange mit 11 Steckverbindungen	4210755	2	
Stange mit 13 Steckverbindungen	4522937	2	
Stange mit 15 Steckverbindungen	4542576	2	
Stange mit Winkel und 7 Steckverbindungen	4210753	2	
Stange mit Winkel und 5 Steckverbindungen (eine am Ende der längeren Seite ist eckig)	4210667	4	
Element mit 2 runden Steckverbindungen und einer quer ausgerichteten eckigen Steckverbindung	4210857	8	
LEGO Power Funktions Battery Box	8881	1	
LEGO Power Function M-Motor	8883	2	
Platte 2 x 6	4211542	1	
Platte 4 x 6	4211404	1	
Platte 6 x 10	303302	1	

1 rundes Verbindungsstück flankiert von zwei quer angeordneten eckigen Verbindungsstücken	32184	2	
Kreuzstange Achse 3M	451926	2	
Kreuzstange Achse 4M	370526	2	
Kreuzstange Achse 5M	4114740	2	
kleiner Reifen + kleine Felge	3482c01	2	
großer Reifen	4297209	2	
große Felge	4297210	2	
eckige Steckverbindungsmutter	4211807	6	
Stange mit großem flachem Winkel (eckige Steckverbindungen am Ende)	4210668	2	
LEGO® Power Functions – Verlängerungskabel	8886	3	



Tip-Toi-Stift programmieren

für Lehrkräfte

In diesem Kapitel wird erklärt, wie die Software tttool-1.10 heruntergeladen und entpackt wird. Anschließend wird die Programmierung für den tiptoi-Stift erklärt. Hierbei wird beschrieben, wie die Computerstimme genutzt oder die eigenen Audiodateien eingebunden werden können. Der Spielmodus wird anhand einer Aufgabe zur Zuordnung dargestellt.

von Oliver Reif



Empfohlen wird die Programmierung für Lehrkräfte, welche Materialien für Schülerinnen und Schüler erstellen möchten.



Die Lehrkräfte eignen sich Programmierwissen an und nutzen die Möglichkeiten, um Materialien für Schülerinnen und Schüler zu erstellen.

Die zentralen Kompetenzen werden je nach Vorwissen angesprochen und erweitert.



Bei der Umsetzung sollte immer auf die Einhaltung von Leerzeichen geachtet und jeder Schritt nacheinander durchgeführt werden.



- PC oder Laptop



- Windows Version ab Win7 (empfohlen)
- Browser (Microsoft Edge, Chrome, Firefox,...)
- tttool-1.10 (oder vergleichbare Version)
- Editor (bspw. intern von Windows)



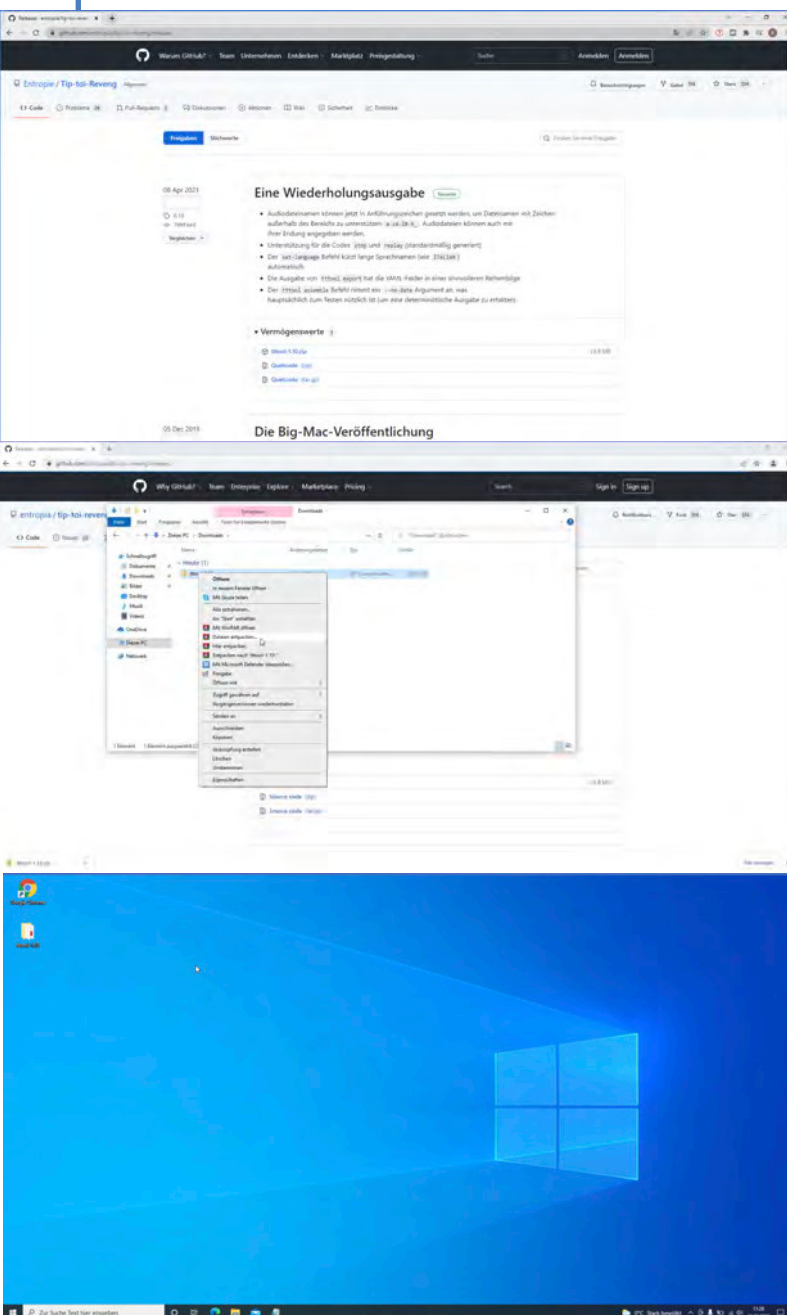
- Selbsterstellte Audiodatei (Im Bsp. Audiodatei.ogg)

Da es sich hier um eine Anleitung für Lehrkräfte handelt, gibt es hier keine Angaben zu den 6 Phasen.

Für Lehrkräfte bedarf es keiner großen Differenzierung. Je nach Kenntnisstand der Lehrkraft kann eine Umsetzung schneller oder langsam durchgeführt werden. Gearbeitet wird nach eigenem Tempo. Das Video bzw. die Anleitung kann mehrfach zu Rate gezogen werden.

Die Komplexität der Programmierung kann je nach Wissensstand der Lehrkraft mit steigender Anzahl an Feldern und OIDs erhöht werden. Mehrere Spielmodi oder Zuordnungen machen die Programmierung unübersichtlicher.

Download und Entpacken des Programms



Um das Programm herunterzuladen wird ein Browser benötigt. Standardmäßig ist Microsoft Edge seit der Version Windows 10 vorinstalliert. Dieser wird durch Doppelklick geöffnet. Anschließend wird folgender Link in die Adresszeile kopiert:

<https://github.com/entropia/tip-toi-reveng/releases>

und die Datei in den Downloadordner heruntergeladen.

Alternativ kann die aktuelle Version 1.10 des tttool auch direkt über den Link:

<https://github.com/entropia/tip-toi-reveng/releases/download/0.10/tttool-1.10.zip>

heruntergeladen werden.

Bei der heruntergeladenen Datei tttool-1.10.zip handelt es sich um ein komprimiertes ZIP-Format. Dieses muss entpackt werden. Hierzu stehen verschiedene Programme, wie bspw. WinRAR, zur Verfügung. Durch einen Rechtsklick mit der Maus auf die Datei im Downloadordner, kann hier der Punkt *Dateien entpacken...*

ausgewählt und mit einem linken Mausklick bestä-

tigt werden. Im Anschluss folgt ein Fenster, in dem der

Speicherort gewählt werden muss. Es wird der Desktop für das Entpacken gewählt und anschließend mit einem linken Mausklick auf OK bestätigt. Der entpackte Ordner befindet sich nun auf dem Desktop.

In ihm befindet sich das Programm tttool.exe. Dieses kann nicht über einen Doppelklick mit der linken Maustaste gestartet werden. Es handelt sich um ein Kommandozeilenprogramm. Wie dieses gestartet wird, erfolgt im nächsten Arbeitsschritt.

Kommandozeilenprogramm

Um das Programm `tttool.exe` aufzurufen wird die Eingabeaufforderung von Windows benötigt. Um diese zu starten wird mit der linken Maustaste auf die Schaltfläche *Start* in der Taskleiste getippt und

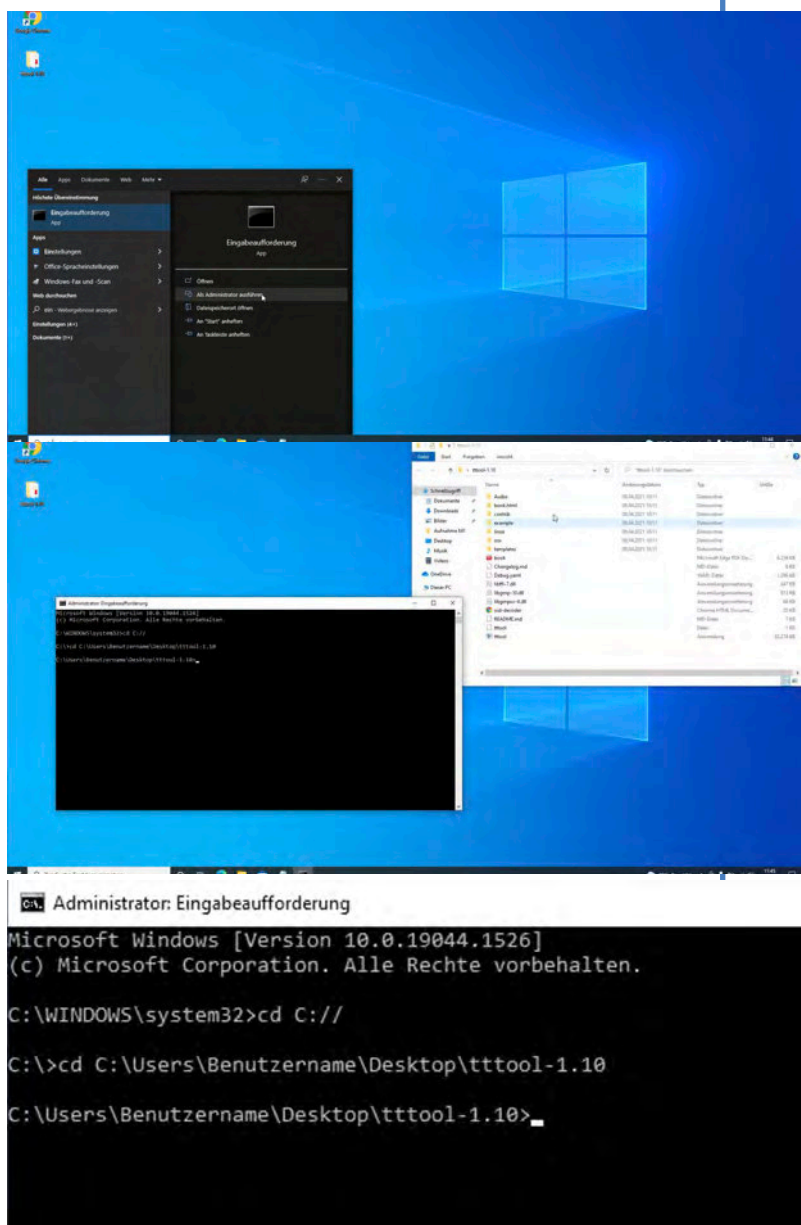
anschließend *Eingabeaufforderung* eingegeben. Die-se sollte wenn möglich mit Administratorrechten gestartet werden. Hierfür wird im geöffneten Fenster auf *Als Administrator ausführen* geklickt. Im Anschluss kann es sein, dass die Rechte bestätigen oder ggf. das Kennwort eingeben muss. Es öffnet sich ein schwarzes Fenster mit weißer Schrift. Um nun in den Ordner auf dem Desktop zu navigieren wird der Befehl `cd` benötigt. Hierdurch ist es möglich sich innerhalb der Eingabeaufforderung fortzubewegen. Als erstes wird `cd C://` eingegeben und mit drücken der Enter-Taste bestätigt (es kann auch `cd C:\` eingegeben werden).

Auf der folgenden Seite ist das Fenster der Eingabeaufforderung dargestellt. Die Eingabeaufforderung greift nun auf den Pfad `C:\` zu. Um den Pfad herauszufinden, in dem sich das `tttool` Programm befindet kann der Ordner auf dem Desktop mit einem Doppelklick der linken Maustaste geöffnet werden.

Im oberen Bereich des neuen Fensters befindet

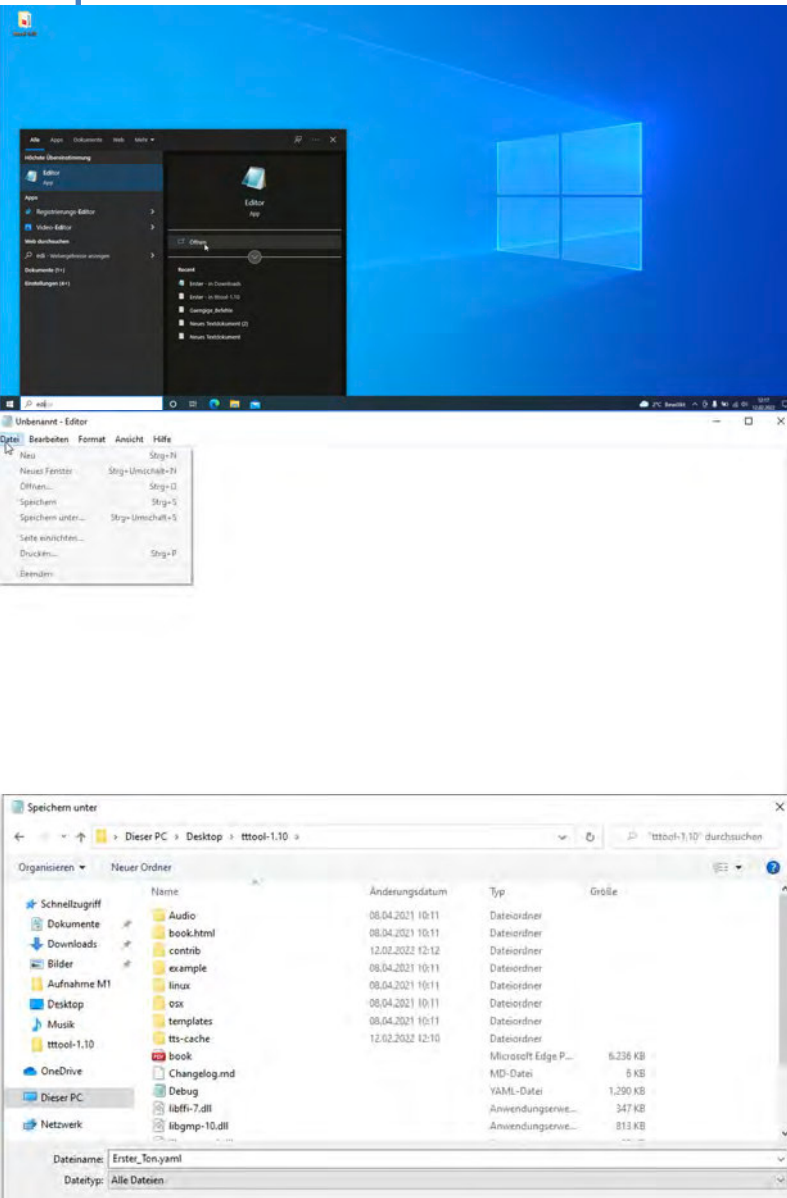
sich die Adresszeile (ähnlich wie im Browser am Anfang). Durch Antippen mit der linken Maustaste wird der vollständige Pfad bis zum Ordner, in dem sich das `tttool` befindet angezeigt. Dieser wird mit der rechten Maustaste angeklickt und kopiert. Im Fenster der Eingabeaufforderung wird nun weiter navigiert über `cd` und anschließendes eintippen oder einfügen des kopierten Pfades. Als Beispiel wird der Befehl `cd C:\Users\Benutzername\Desktop\tttool-1.10` eingegeben. Die Eingabeaufforderung greift nun auf

den Ordner auf dem Desktop zu, in dem sich das `tttool` befindet. Die weiteren Schritte, um Befehle innerhalb des Ordners aufzurufen folgen im nächsten Arbeitsschritt



Die ersten Audioausgaben programmieren

Das erste Programm dient als Einstieg. In ihm werden der allgemeine Aufbau des Programms, sowie einzelne Befehle verwendet, um ein schrittweisen programmieren zu gewährleisten. Außerdem wird eine Möglichkeit zum Testen der Programmierung dargestellt.



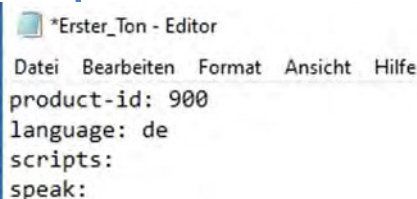
Eine lesbare Datei erstellen

Um ein Programm schreiben zu können, muss zuerst eine Datei erstellt werden, die das tttool später lesen kann. Dies erfolgt bspw. über den Windows internen Editor. Um diesen zu starten wird mit der linken Maustaste auf die Schaltfläche *Start* in der Taskleiste getippt und anschließend *Editor* eingegeben. Es öffnet sich ein weißes Fenster. Zu Beginn jeder Programmierung sollte die Datei im passenden Format abgespeichert werden. Aus diesem Grund wird im Editor mit der linken Maustaste auf *Datei* und anschließend auf *Speichern unter* geklickt. Es öffnet sich ein neues Fenster. In ihm wird der Pfad angezeigt, in dem die Datei gespeichert werden soll. Die Speicherung erfolgt in den Ordner, indem sich die Datei tttool.exe befindet. Bei der Speicherung muss darauf geachtet werden, dass die richtige Endung verwendet wird. Die Datei soll später im Format *.yaml* gespeichert werden. Hierzu wird der Dateiname

einggegeben und anschließend *.yaml*. Als Beispiel *Erster_Ton.yaml*. Vor dem endgültigen Speichern, sollte darauf geachtet werden, dass unter dem Feld des Dateinamens nicht *Textdatei (*.txt*)*, sondern *Alle Dateien (*.*)* ausgewählt wird. Wurde dies vergessen, so ist die spätere Datei nicht lesbar vom tttool. Mit dem anschließenden Klick auf *Speichern*, ist die Datei nun im Ordner tttool-1.10 auf dem Desktop. Mit einem Rechtsklick auf die Datei und über die Auswahl des Punktes *Eigenschaften*, kann sich das Dateiformat zur Kontrolle nochmals angezeigt werden.

Computerstimme programmieren

Innerhalb des Editors kann nun mit der Programmierung gestartet werden. Das Ziel ist, dass das entstandene Programm am Ende über das tttool geschriebene Texte vorlesen kann.



```

*Erster_Ton - Editor
Datei Bearbeiten Format Ansicht Hilfe
product-id: 900
language: de
scripts:
speak:
    
```

Zu Beginn jeder Programmierung wird eine Produkt-ID benötigt. Es empfiehlt sich möglichst hohe Zahlen z.B.

zwischen 800 - 900 zu wählen, um keine Probleme

mit Programmierungen von Ravensburger zu gewährleisten. Der Befehl in diesem Beispiel lautet entsprechend `product-id: 900`. Um eine Computerstimme abspielen zu können, benötigt das Programm die entsprechende Sprache. Diese wird in der nächsten Zeile über den Befehl `language: de` auf Deutsch gestellt. Die Programmierung der einzelnen Felder und späteren Aktionen erfolgen in der folgenden Zeile nach dem Befehl `scripts: .` Um dem Programm entsprechend der Funktion Text-To-Speech erklären zu können, wird noch den Befehl `speak:` benötigt. Somit wäre die erste Programmierungsumgebung geschaffen. Um dies umzusetzen sollte im Editor Folgendes stehen:



```

Erster_Ton - Editor
Datei Bearbeiten Format Ansicht Hilfe
product-id: 900
language: de
scripts:
  Feld01: P(computerstimme)
speak:
  computerstimme: "Sehr gut, du hast deine erste Audiodatei erstellt."
    
```

Innerhalb des Befehls `scripts` wird das erste Feld definiert. Dies geschieht im Beispiel durch die Eingabe von

einem um drei Leerzeichen eingerückten `Feld01:`

Der Aufruf einer Audiodatei erfolgt immer nach dem gleichen Prinzip und mit dem Befehl `P(Bezeichnung)`. Im Beispiel wird die Bezeichnung `computerstimme` gewählt. Der Aufruf erfolgt direkt im Anschluss an das definierte Feld. Damit das Programm weiß, was es ausgeben soll, beim Audiofeld `computerstimme`, erfolgt eine Auflistung unterhalb des Befehls `speak`. Es wird wieder um drei Leerzeichen eingerückt und hinterlegt, was das Programm später ausgeben soll. Dies erfolgt im Beispiel als `computerstimme: "Sehr gut, du hast deine erste Audiodatei erstellt."`. Die vollständige Programmierung sollte entsprechend der Abbildung rechts vorhanden sein.

Das Programm kann nun über `Datei` und `Speichern` gespeichert werden.

Programm testen

```
Administrator: Eingabeaufforderung - tttool play Erster_Ton.yaml
Microsoft Windows [Version 10.0.19044.1526]
(c) Microsoft Corporation. Alle Rechte vorbehalten.

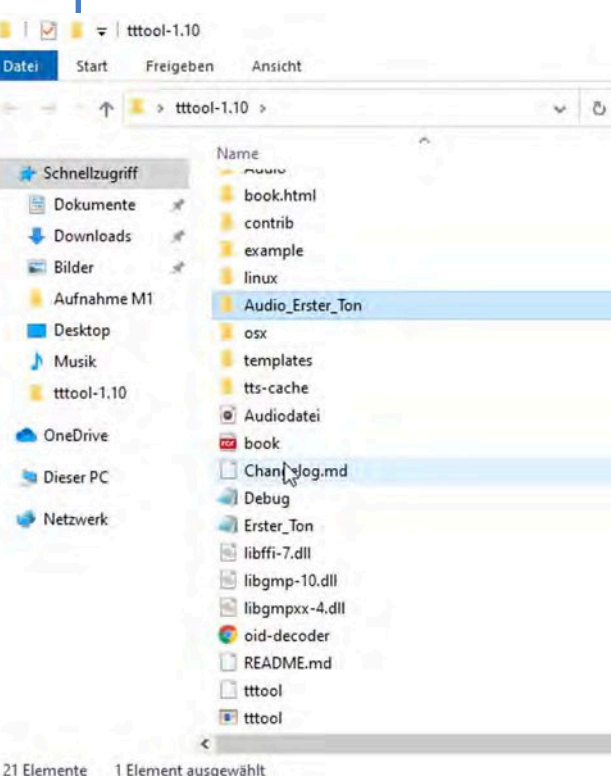
C:\WINDOWS\system32>cd C://

C:\>cd C:\Users\Benutzername\Desktop\tttool-1.10

C:\Users\Benutzername\Desktop\tttool-1.10>tttool play Erster_Ton.yaml
speaking "Sehr gut, du hast deine erste Audiodatei erstellt.".
initial state (not showing zero registers): $0=0
next OID touched? Feld01
executing: P(0)
playing audio sample 0
state now: $0=0
next OID touched?
```

Das tttool kann die erstellte Programmierung testen. Dies erfolgt über die Kommandozeile, welche in Arbeitsschritt 2 bereits aufgerufen wurde. Sollte das Programm geschlossen worden sein, so sollte dieses entsprechend der Anleitung wieder geöffnet und in den Programmordner des tttool navigiert werden. Der Aufruf des selbsterstellten Programms erfolgt

mit der Befehlszeile `tttool play Erster_Ton.yaml` und anschließendem Drücken der Enter-Taste. Sofern keine Fehler vorliegen, kann nun das Feld01 aufgerufen werden, welches die Audiodatei beinhalten soll. Hierfür wird Feld01 eingegeben und mit der Enter-Taste bestätigt. Der Computer gibt die Audiodatei mit einer Computerstimme wieder. Sollte keine Ausgabe erfolgen, so ist der Ton vielleicht ausgeschaltet.



eigene Audioaufnahmen abrufen

Um zusätzlich zur Computerstimme noch eine eigene Audiodatei abspielen zu können, wird die Programmierung entsprechend erweitert. Zuvor wird jedoch eine Audiodatei im passenden Format benötigt. Das tttool unterstützt die Formate wav, ogg, flac und mp3. Empfohlen wird das Format ogg, welches bisher immer funktioniert hat.

Die Audiodatei muss innerhalb des Ordners sein, in dem sich das tttool befindet. Da eine Vielzahl von Audiodateien hierbei schnell unübersichtlich werden, kann innerhalb dieses Ordners ein neuer Ordner über einen Rechtsklick der Maus unter dem Punkt neu ein Ordner ausgewählt werden. Dieser wird im Beispiel Audio_Erster_Ton benannt.

In diesem Ordner werden alle Audiodateien gespeichert, welche für das jeweilige Programm benötigt werden. In diesem Beispiel befindet sich die eigene Datei im Ordner mit der Bezeichnung Audiodatei.ogg.

Die Programmierung wird folgendermaßen erweitert: Nach der entsprechenden Produkt ID folgt in der nächsten Zeile der Befehl media path Audio_Erster_Ton/ s. Hierdurch werden die Audiodateien aus dem zuvor erstellten Ordner in das Programm importiert. Außerdem wird unter dem Feld 01 ein neues Feld an-

gelegt, welches als Feld 02 bezeichnet wird mit dem Befehl Feld 02. Es folgt wieder der Aufruf der abzuspielenden Datei. In unserem Fall mit der Bezeichnung Audiodatei als P(Audiodatei). Im Anschluss wird das Programm gespeichert. Es kann nun wieder

wie bei der generierten Computerstimme über das tttool abgerufen werden. Durch die Eingabe von Feld 02 und anschließendem Bestätigen wird die selbsterstellte Audiodatei abgespielt.

```
*Erster_Ton - Editor
Datei Bearbeiten Format Ansicht Hilfe
product-id: 900
media-path: Audio_Erster_Ton/%s
language: de
scripts:
  Feld01: P(computerstimme)
  Feld02: P(Audiodatei)
speak:
  computerstimme: "Sehr gut, du hast deine erste Audiodatei erstellt."
```

Zuordnen von Feldern

Über die Programmierung kann ebenfalls eine Art Spielmodus umgesetzt werden, welcher durch das Zuordnen von mehreren Feldern zueinander erklärt werden kann. Im Folgenden soll eine solche Zuordnung von mehreren Feldern dargestellt und programmiert werden. Es wird die Audioausgabe als Computerstimme genommen, da so eine Vergleichbarkeit bei entstehenden Programmierfehlern herrscht.

Eine Variable generieren

Es wird eine neue Datei mit dem Namen Zuordnen.yaml erstellt. Der Beginn der Programmierung ist die Eingabe von product id 950 sowie die Befehle language de scripts und speak. Der Befehl des Audioordners entfällt, da nur die Computerstimme benutzt wird. Als nächstes wird innerhalb des Befehls scripts das erste Feld Aufgabe erstellt. Eine Variable kann durch den Befehl init in einer neuen Zeile nach language de definiert werden.

Es folgt die erste Variable Zuordnen. Diese wird um den Ausdruck 1 ergänzt. Durch die Ergänzung wird die Variable Zuordnen als 1 definiert. Diese wird für die Programmierung des ersten Spielmodus benötigt.

Verschiedene Spielmodi können anhand aufsteigender Zahlen generiert werden. Für die ersten Schritte genügt jedoch vorerst eine.

```
*Zuordnen - Editor
Datei Bearbeiten Format Ansicht Hilfe
product-id: 950
language: de
init:
scripts:
  Aufgabe:
speak:
```

```
*Zuordnen - Editor
Datei Bearbeiten Format Ansicht Hilfe
product-id: 950
language: de
init: $Zuordnen := 1
scripts:
  Aufgabe:

speak:
```

Das erste Feld: Aufgabe

Der erste Spielmodus wird durch den Ausdruck der Aufgabe dargestellt. Um diesen später starten zu können, muss das Feld Aufgabe angetippt werden. Daher wird der Modus durch ergänzen nach der Aufgabe mit dem Befehl Zuordnen 1 definiert. Innerhalb dieses Modus ist die erste Aufgabe, dass das Wort „ dem Bild „ zugeordnet werden soll. Es erfolgt die Ausgabe der Computerstimme über den Befehl P(Aufgabe 1). Dafür wird unter dem Befehl speak die Zeile Aufgabe 1: “Ordne die Schrift dem Bild zu ergänzt.

Die Zuordnungsfelder erstellen

Da die Aufgabe eine Zuordnung von Schrift zu Bild ist, muss die Programmierung innerhalb von scripts um die Felder Schrift_Spule und Bild_Spule ergänzt werden. Es folgt jeweils die Abfrage, ob wir uns in unserem zuvor definierten Spielmodus befinden. Diese wird durch den jeweiligen Zusatz Zuordnen 1 abgefragt.

Neue Variablen

Ob das Feld der Schrift Spule schon einmal angetippt wurde, wird über die Einführung einer neuen Variablen ergänzt. Hierzu wird die Variable Spule_zuordnen 0 innerhalb des Befehls init definiert. Es folgt die Abfrage der neuen Variablen nach dem ersten Modus als Spule_zuordnen 0. Wurde das Feld noch nicht angetippt, so soll das Programm später das Feld Bild_Spule finden. Um dies zu gewährleisten wird die Programmierung um die Variable finden 0 in init und finden 1 innerhalb des Feldes Schrift_Spule ergänzt. Die Variable soll außerdem nach dem Aufruf des Aufgabenfeldes zur Sicherheit nochmals auf 0 definiert werden. Daher ist diese entsprechend vor dem Aufruf der Audiodatei zu ergänzen als finden := 0.



*Zuordnen - Editor

```
Datei Bearbeiten Format Ansicht Hilfe
product-id: 950
language: de
init: $Zuordnen := 1
scripts:
  Aufgabe:
    - $Zuordnen := 1 P(Aufgabe1)
speak:
  Aufgabe1: "Ordne die Schrift dem Bild zu."
```



*Zuordnen - Editor

```
Datei Bearbeiten Format Ansicht Hilfe
product-id: 950
language: de
init: $Zuordnen := 1
scripts:
  Aufgabe:
    - $Zuordnen := 1 P(Aufgabe1)
  Schrift_Spule:
    - $Zuordnen == 1?
  Bild_Spule:
    - $Zuordnen == 1?
speak:
  Aufgabe1: "Ordne die Schrift dem Bild zu."
```



*Zuordnen - Editor

```
Datei Bearbeiten Format Ansicht Hilfe
product-id: 950
language: de
init: $Zuordnen := 1 $Spule_zuordnen := 0 $finden := 0
scripts:
  Aufgabe:
    - $Zuordnen := 1 $finden := 0 P(Aufgabe1)
  Schrift_Spule:
    - $Zuordnen == 1? $Spule_zuordnen == 0? $finden := 1
  Bild_Spule:
    - $Zuordnen == 1?
speak:
  Aufgabe1: "Ordne die Schrift dem Bild zu."
```

Was geschieht beim Aufruf des Feldes Schrift_Spule?

Zur leichteren Umsetzung, wird nach der Definition von finden 1 innerhalb des Schrift_Spule Feldes, dieses um die Audiodatei P(Schrift_Spule_ausgewaehlt) ergänzt. Entsprechend muss innerhalb von speak vorgegeben werden, was nun gesagt werden soll. Dies erfolgt über den Befehl Schrift_Spule_ausgewaehlt: "Du

hast die Schrift der Spule ausgewählt. Achte immer darauf, dass das Programm innerhalb der Programmierung kein ä, ü etc verstehen kann.

Das passende Feld finden

Das Programm sucht nach der Abfrage des Feldes Schrift_Spule wo ein entsprechender Partner vorhanden ist. Dieser soll das Feld Bild_Spule sein. Entsprechend ist dies beim Feld Bild_Spule zu ergänzen. Es erfolgt eine Abfrage finden 1. Ist es das richtige Feld, so soll die Computerstimme dies bestätigen.

Dies geschieht über den anschließenden Befehl P(richtig), welcher unter speak als richtig: "Deine Antwort ist richtig" erweitert wird.

Das Feld wurde bereits zugeordnet

Wurde das Feld nun richtig zugeordnet, so soll eine weitere Zuordnung nicht mehr möglich sein. Dies wird erreicht, indem nach der richtigen Zuordnung und der Ausgabe der Audiosequenz die Variable Spule_zuordnen 1 hinzugefügt wird. Bei mehr als einer möglichen Antwort wird die Programmierung außerdem um die Zeile Zuordnen 1 P(falsch) innerhalb

des Feldes Bild_Spule erweitert. Entsprechend wird unter speak ergänzt um die Zeile falsch :: "Deine Antwort ist falsch. Innerhalb des Feldes Schrift_Spule muss nun noch aufgeführt werden, was passiert, wenn das Feld bereits ausgewählt worden ist.

```
Zuordnen - Editor
Datei Bearbeiten Format Ansicht Hilfe
product-id: 950
language: de
init: $Zuordnen := 1 $Spule_zuordnen := 0 $finden := 0
scripts:
  Aufgabe:
    - $Zuordnen := 1 $finden := 0 P(Aufgabe1)
  Schrift_Spule:
    - $Zuordnen == 1? $Spule_zuordnen == 0? $finden := 1 P(Schrift_Spule_ausgewaehlt)
  Bild_Spule:
    - $Zuordnen == 1?

speak:
  Aufgabe1: "Ordne die Schrift dem Bild zu."
  Schrift_Spule_ausgewaehlt: "Du hast die Schrift der Spule ausgewählt."
```

```
*Zuordnen - Editor
Datei Bearbeiten Format Ansicht Hilfe
product-id: 950
language: de
init: $Zuordnen := 1 $Spule_zuordnen := 0 $finden := 0
scripts:
  Aufgabe:
    - $Zuordnen := 1 $finden := 0 P(Aufgabe1)
  Schrift_Spule:
    - $Zuordnen == 1? $Spule_zuordnen == 0? $finden := 1 P(Schrift_Spule_ausgewaehlt)
  Bild_Spule:
    - $Zuordnen == 1? $finden == 1? P(richtig)

speak:
  Aufgabe1: "Ordne die Schrift dem Bild zu."
  Schrift_Spule_ausgewaehlt: "Du hast die Schrift der Spule ausgewählt."
  richtig: "Deine Antwort ist richtig."
```

```
*Zuordnen - Editor
Datei Bearbeiten Format Ansicht Hilfe
product-id: 950
language: de
init: $Zuordnen := 1 $Spule_zuordnen := 0 $finden := 0
scripts:
  Aufgabe:
    - $Zuordnen := 1 $finden := 0 P(Aufgabe1)
  Schrift_Spule:
    - $Zuordnen == 1? $Spule_zuordnen == 0? $finden := 1 P(Schrift_Spule_ausgewaehlt)
    - $Zuordnen == 1? $Spule_zuordnen == 1? P(bereits_zugeordnet)
  Bild_Spule:
    - $Zuordnen == 1? $finden == 1? P(richtig) $Spule_zuordnen := 1
    - $Zuordnen == 1? P(falsch)

speak:
  Aufgabe1: "Ordne die Schrift dem Bild zu."
  Schrift_Spule_ausgewaehlt: "Du hast die Schrift der Spule ausgewählt."
  richtig: "Deine Antwort ist richtig."
  falsch: "Deine Antwort ist falsch."
  bereits_zugeordnet: "Du hast dieses Feld bereits zugeordnet."
```


Hierzu wird die Programmierung um die Zeile Zuordnen 1 Spule_zuordnen 1 P(bereits_zugeordnet) ergänzt. Ist die Variable 1 so wird die Computerstimme ausgegeben, dass das Feld schon benutzt wurden ist. Unter speak muss die Zeile bereits_zugeordnet ::“Dieses Feld hast du bereits zugeordnet erweitert werden.

Rechnen innerhalb der Programmierung

```
*Zuordnen - Editor
Datei Bearbeiten Format Ansicht Hilfe
product-id: 950
language: de
init: $Zuordnen := 1 $Spule_zuordnen := 0 $finden := 0 $rechne := 0
scripts:
Aufgabe:
- $Zuordnen := 1 $finden := 0 P(Aufgabe1)
Schrift_Spule:
- $Zuordnen == 1? $Spule_zuordnen == 0? $finden := 1 P(Schrift_Spule_ausgewaehlt)
- $Zuordnen == 1? $Spule_zuordnen == 1? P(bereits_zugeordnet)
Bild_Spule:
- $Zuordnen == 1? $finden == 1? P(richtig) $Spule_zuordnen := 1 $rechne += 1
- $Zuordnen == 1? P(falsch)
speak:
Aufgabe1: "Ordne die Schrift dem Bild zu."
Schrift_Spule_ausgewaehlt: "Du hast die Schrift der Spule ausgewählt."
richtig: "Deine Antwort ist richtig."
falsch: "Deine Antwort ist falsch."
bereits_zugeordnet: "Du hast dieses Feld bereits zugeordnet."
```

```
*Zuordnen - Editor
Datei Bearbeiten Format Ansicht Hilfe
product-id: 950
language: de
init: $Zuordnen := 1 $Spule_zuordnen := 0 $finden := 0 $rechne := 0
scripts:
Aufgabe:
- $Zuordnen := 1 $finden := 0 P(Aufgabe1)
Schrift_Spule:
- $Zuordnen == 1? $Spule_zuordnen == 0? $finden := 1 P(Schrift_Spule_ausgewaehlt)
- $Zuordnen == 1? $Spule_zuordnen == 1? P(bereits_zugeordnet)
Bild_Spule:
- $Zuordnen == 1? $finden == 1? P(richtig) $Spule_zuordnen := 1 $rechne += 1 J(probe_rechnen)
- $Zuordnen == 1? P(falsch)
probe_rechnen:
- $rechne := 1? P(alles_stimmt)
speak:
Aufgabe1: "Ordne die Schrift dem Bild zu."
Schrift_Spule_ausgewaehlt: "Du hast die Schrift der Spule ausgewählt."
richtig: "Deine Antwort ist richtig."
falsch: "Deine Antwort ist falsch."
bereits_zugeordnet: "Du hast dieses Feld bereits zugeordnet."
alles_stimmt: "Du hast alles richtig zugeordnet."
```

Zur Bestimmung, wann die Aufgabe vollständig gelöst wurde, wird eine weitere Variable benötigt. Diese wird unter init als rechne 0 definiert. Hierdurch kann die Anzahl der richtigen Zuordnen definiert werden. Dies bedeutet für die erste Zeile des Feldes Bild_Spule eine Erweiterung um den Befehl \$rechne +=1.

Wenn das Feld richtig zugeordnet wurde, wird entsprechend addiert. Um zu wissen, dass in diesem Fall nach einer Zuordnung bereits Ende ist, wird eine entsprechende Aktion gefordert, was passiert, wenn das Ziel erreicht wurde. Es folgt ein Jumpbefehl J(probe_rechnen). Dieser wird nach dem Rechenbefehl im Feld Bild_Spule hinzugefügt. Der Jumpbefehl macht die Programmierung übersichtlicher. Um diesen zu nutzen, wird ein neues Feld mit

dem Namen probe_rechnen angelegt. Hierin folgt die Abfrage, wie oft schon addiert wurde mittels rechne 1. Wurde die Schrift bereits dem Bild zugeordnet, so soll das Programm die Rückmeldung geben, dass alle Aufgaben richtig gelöst wurden. Dies geschieht durch den Audiobefehl P(alles_stimmt) nach der Abfrage. Der Befehl speak ist um die Zeile alles_stimmt ::“Du hast alles richtig zugeordnet.“ zu erweitern.

Alles auf Anfang

Nachdem das Programm die Zuordnung abgeschlossen hat, soll diese jedoch wieder möglich sein. Dies wird erreicht, indem alle Variablen wieder auf 0 gesetzt werden.

Um dies zu bewerkstelligen erfolgt nach der Audioausgabe P(alles_stimmt) der Jumpbefehl J(setze_null). Das neue Feld wird als setze_null angelegt. Es erfolgt das Zurücksetzen aller benötigten Variablen mit rechne 0 finde 0 Spule_zuordnen 0. Nach Speichern der Datei, kann die Programmierung nun getestet werden.

```
*Zuordnen - Editor
Datei Bearbeiten Format Ansicht Hilfe
product-id: 950
language: de
init: $Zuordnen := 1 $Spule_zuordnen := 0 $finden := 0 $rechne := 0
scripts:
Aufgabe:
- $Zuordnen := 1 $finden := 0 P(Aufgabe1)
Schrift_Spule:
- $Zuordnen == 1? $Spule_zuordnen == 0? $finden := 1 P(Schrift_Spule_ausgewaehlt)
- $Zuordnen == 1? $Spule_zuordnen == 1? P(bereits_zugeordnet)
Bild_Spule:
- $Zuordnen == 1? $finden == 1? P(richtig) $Spule_zuordnen := 1 $rechne += 1 J(probe_rechnen)
- $Zuordnen == 1? P(falsch)
probe_rechnen:
- $rechne := 1? P(alles_stimmt) J(setze_null)
setze_null:
- $rechne := 0 $finden := 0 $Spule_zuordnen := 0
speak:
Aufgabe1: "Ordne die Schrift dem Bild zu."
Schrift_Spule_ausgewaehlt: "Du hast die Schrift der Spule ausgewählt."
richtig: "Deine Antwort ist richtig."
falsch: "Deine Antwort ist falsch."
bereits_zugeordnet: "Du hast dieses Feld bereits zugeordnet."
alles_stimmt: "Du hast alles richtig zugeordnet."
```

Mehrere Zuordnungen

Die bisherige Programmierung enthält nur eine Zuordnung. Im Folgenden sollen die Unterschiede bei der Programmierung von zwei oder mehr Zuordnungen erläutert werden. Hierfür wird die Spule durch eine Batterie ergänzt.

Es erfolgt die Ergänzung um die Felder Schrift_Batterie und Bild_Batterie. Diese unterscheiden sich von den Feldern Schrift_Spule und Bild_Spule kaum. Die Programmierung wird an der Stelle der Variablen Spule_zuordnen durch Batterie_zuordnen ersetzt und entsprechend unter init die neue Variable Batterie_zuordnen 0 gesetzt. Außerdem wird in den Feldern Schrift_Batterie und Bild_Batterie der Befehl durch finden 2 ersetzt, um die entsprechende Zuordnung zu gewährleisten. Die Audiodatei im Feld Schrift_Batterie wird in P(Schrift_Batterie_ausgewaehlt) umgewandelt. Es erfolgt unter speak entsprechend die Ergänzung Schrift_Batterie_ausgewaehlt: „Du hast die Schrift der Batterie ausgewählt. Innerhalb des Feldes probe_rechnen wird die Anzahl an Lösungen für die Beendigung der Aufgabe von 1 auf 2 gesetzt. Unter dem Feld setze_null wird die Variable Zuordnen_Batterie 0 ergänzt. Die neue Datei kann entsprechend gespeichert und getestet werden. Die vollständige Programmierung ist auf der folgenden Seite noch einmal groß dargestellt.

```
Zuordnen - Editor
Datei Bearbeiten Format Ansicht Hilfe
product-id: 950
language: de
init: $Zuordnen := 1 $Spule_zuordnen := 0 $finden := 0 $rechne := 0 $Batterie_zuordnen := 0
scripts:
  Aufgabe:
    - $Zuordnen := 1 $finden := 0 P(Aufgabe1)

  Schrift_Spule:
    - $Zuordnen == 1? $Spule_zuordnen == 0? $finden := 1 P(Schrift_Spule_ausgewaehlt)
    - $Zuordnen == 1? $Spule_zuordnen == 1? P(bereits_zugeordnet)
  Bild_Spule:
    - $Zuordnen == 1? $finden == 1? P(richtig) $Spule_zuordnen := 1 $rechne += 1 J(probe_rechnen)
    - $Zuordnen == 1? P(falsch)

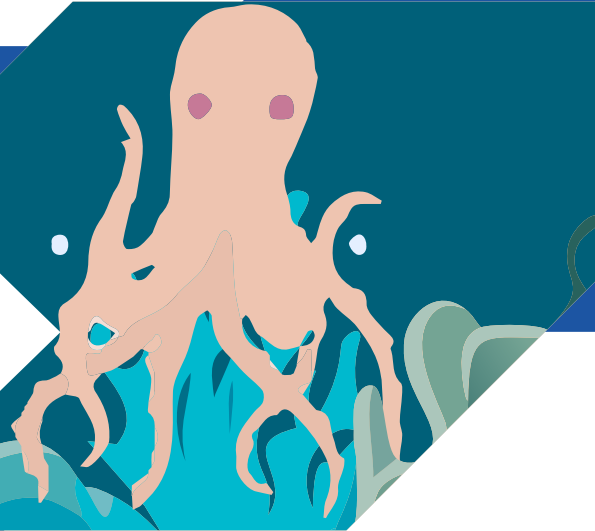
  Schrift_Batterie:
    - $Zuordnen == 1? $Batterie_zuordnen == 0? $finden := 2 P(Schrift_Batterie_ausgewaehlt)
    - $Zuordnen == 1? $Batterie_zuordnen == 1? P(bereits_zugeordnet)
  Bild_Batterie:
    - $Zuordnen == 1? $finden == 2? P(richtig) $Batterie_zuordnen := 1 $rechne += 1 J(probe_rechnen)
    - $Zuordnen == 1? P(falsch)

  probe_rechnen:
    - $rechne == 2? P(alles_stimmt) J(setze_null)
  setze_null:
    - $rechne := 0 $finde := 0 $Spule_zuordnen := 0 $Batterie_zuordnen := 0

  speak:
    Aufgabe1: "Ordne die Schrift dem Bild zu."
    Schrift_Spule_ausgewaehlt: "Du hast die Schrift der Spule ausgewählt."
    richtig: "Deine Antwort ist richtig."
    falsch: "Deine Antwort ist falsch."
    bereits_zugeordnet: "Du hast dieses Feld bereits zugeordnet."
    alles_stimmt: "Du hast alles richtig zugeordnet."
    Schrift_Batterie_ausgewaehlt: "Du hast die Schrift der Batterie ausgewählt"
```



Spielfiguren in Scratch



In diesem Kapitel wird erklärt, wie eine Unterwasserwelt systematisch programmiert wird. Der Hintergrund der Wasserwelt kann von den Programmierer*innen frei gewählt werden. Ein Tintenfisch ist der Hauptakteur dieses Spieles.

von Marina Blaschke & Sina Kohnke



Grundschule ab Klasse 4



Die Schüler & Schülerinnen ...

- erlernen die Handhabung verschiedener Schleifen und if-else-Bedingungen



- PC oder Laptop



- Programm Scratch



Lehrgang/Erklärvideo:

Programmierung des Tintenfisches

Individuelle Beratung und Tipps zur Fertigung:

Schritt für Schritt-Anleitung zur Programmierung eines Tieres

Hilfsgerüst durch unterstützende Materialien:

Darstellung der Blockbausteine

Versprachlichung/Vergleich der

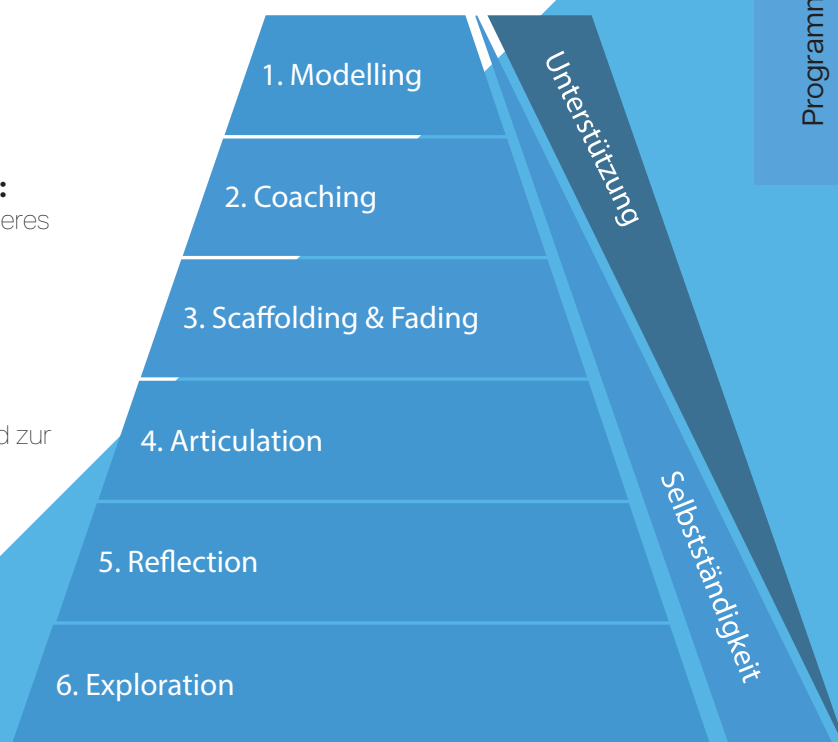
durchgeführten Arbeitsschritte: Welche Schritte sind zur Programmierung erforderlich?

Reflexion des Arbeitsprozesses:

Was kann optimiert werden?

Eigenständiges Entwerfen:

Programmierung weiterer Tiere



Differenzierungsmöglichkeiten

Hinweis: Die Einführung in Scratch sollte schon erfolgt sein. Den Kindern sollte das Bausteinprinzip des Programmes bekannt sein. Diese Anleitung dient nicht als Einführung.

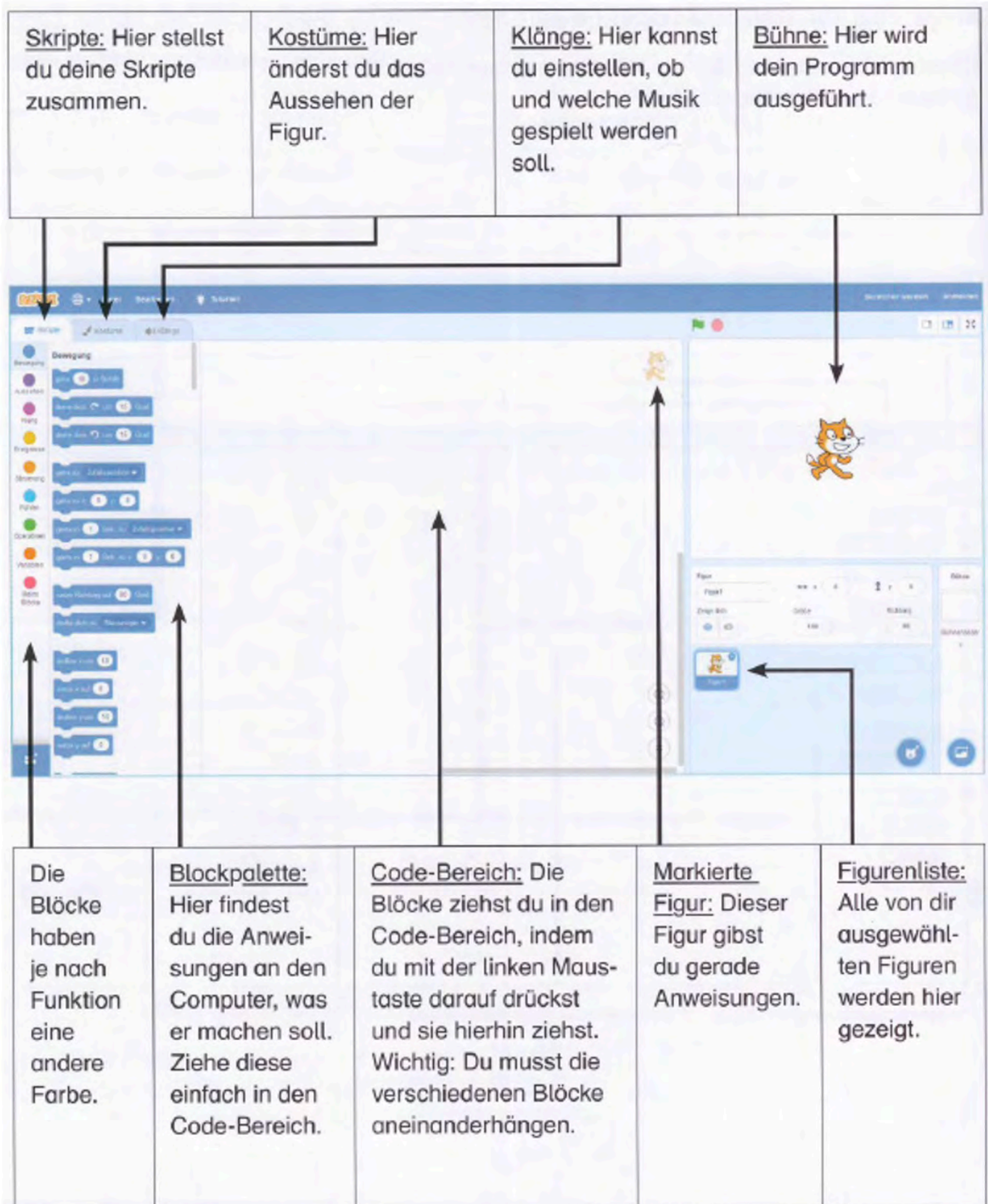
Für die Programmierung des Spiels Aquarium müssen mehrere Zeiteinheiten eingeplant werden.

Das Programm ist sowohl als Onlineversion oder als Offlineversion auf einem technischen Endgerät benutzbar.

Je nach Differenzierung können immer mehr Meeresbewohner zu dem Spiel hinzugezogen werden. Das Besondere daran ist, dass die integrierten Tiere bestimmte Fähigkeiten aufweisen. Diese können nach Schwierigkeitsgrad variieren.

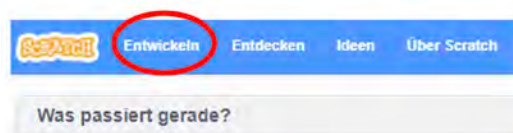
Programmieroberfläche Scratch

Um das Programm Aquarium zu schreiben, müssen aus der linken Seitenleiste gewünschte Programmblöcke ausgewählt werden. Diese werden dann in die Mitte des Skriptbereichs gezogen und miteinander verknüpft. Die verschiedenen Programmierbefehle sind nach Kategorien farblich sortiert.



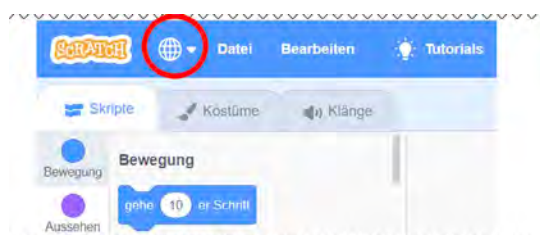
1.) Projektansicht

Um auf die Projektansicht zu gelangen, muss über den Navigationspunkt „Entwickeln“ ausgewählt werden.



2.) Sprache auswählen

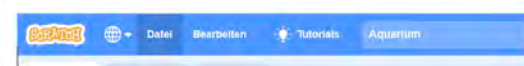
Über die Weltkugel kann auf die gewünschte Sprache gewechselt werden. Die Weltkugel befindet sich in der oberen Navigationsleiste.



3.) Projekt anlegen

Im Dateimenü kann das Spiel „Aquarium“ angelegt werden.

Der Projektname kann in der blauen Leiste angepasst werden.



4.) Voreinstellung löschen

Beim Start eines neuen Programmes muss die voreingestellte Figur (Scratch Katze) entfernt werden. Klicke dazu auf die Mülltonne.



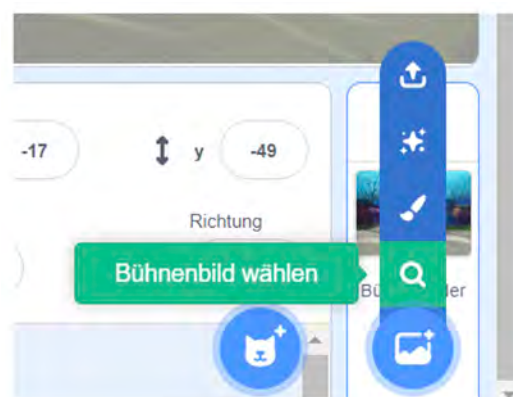
5.) Hintergrund wählen

Für das Spiel wird ein passender Hintergrund benötigt. Hierzu mit der Maus in der rechten Spalte Bühnenbilder auf das dargestellte Symbol gehen.

Anschließend mit der linken Maustaste auf die Lupe (Bühnenbild wählen) klicken. Es öffnet sich ein Fenster mit etlichen Bühnenbildern.

In der Wahl des Hintergrundes sind die Kinder frei, aufgrund der Thematik ist eine Unterwasserwelt jedoch zu empfehlen.

Hinweis: Eigene Bühnenbilder können hochgeladen werden.



6.) Hauptakteur Tintenfisch

Die erste Figur dieses Spieles ist ein Tintenfisch. Dieser wird über den abgebildeten Button (Figur wählen) hinzugefügt. In der Auswahl der Figuren den Octopus auswählen. Die Größe des Tintenfisches kann beliebig gewählt werden (z.B. 50).

7.) Steuerung Tintenfisch

Für die Steuerung des Tintenfisches muss darauf geachtet werden, dass der Tintenfisch im Code-Bereich oben rechts dargestellt ist.

Hinweis: Ist dies nicht der Fall, klicke auf das Bild des Tintenfisches in der Figurenleiste für die Aktivierung. Achte darauf, dass die blau umrandete Mülltonne des Tintenfisches nicht angewählt wird, ansonsten ist das Tier nicht mehr sichtbar.

Der Tintenfisch soll sich mithilfe der Tastatur bewegen können. Hierzu wird der Baustein „Wenn Taste ... gedrückt wird“ ausgewählt. Anschließend wird die Taste „w“ ausgewählt (Steuerung hoch).

Darunter wird der Baustein „ändere y um ...“ gewählt. Der Wert im Baustein kann beliebig angepasst werden. Im Programmbeispiel wurde der Wert „3“ verwendet.

Durch diese Kombination bewegt sich der Tintenfisch beim Drücken der w-Taste schrittweise nach oben.

Hinweis: Für eine schnellere Fortbewegung kann die Taste gedrückt gehalten werden.

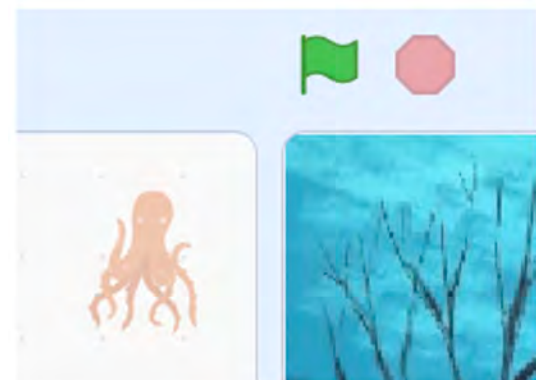
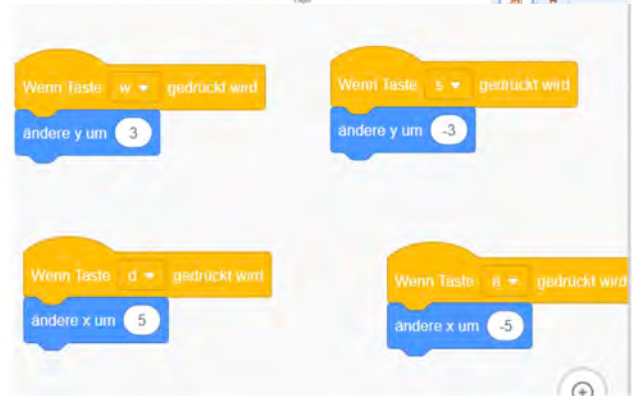
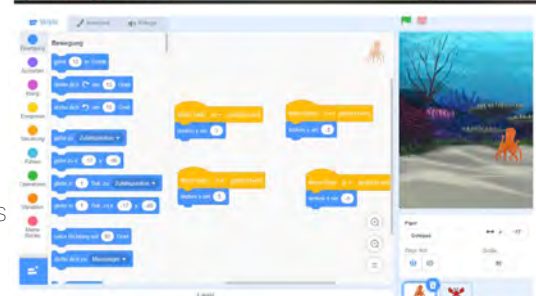
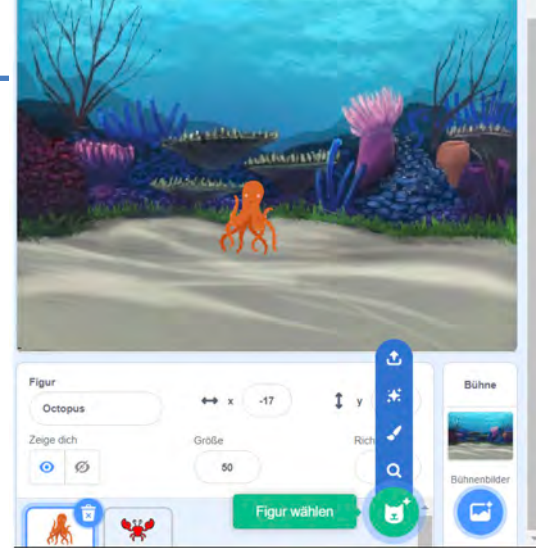
Analog dazu kann die Taste „s“ in Kombination mit einem negativen Wert unteren Baustein den Tintenfisch nach unten bewegen.

Für die horizontale Steuerung wird der gelbe Baustein mit „ändere x um ...“ kombiniert.

Bewegung links – a-Taste; Bewegung rechts – d-Taste

Für die Werte im blauen Baustein wird ein größerer Wert empfohlen, da das Setting (Hintergrund) im Querformat abgebildet ist.

Programm Start: Das Programm startet, wenn mit der Computermouse auf die grüne Fahne geklickt wird. Daraufhin zeigt sich der Tintenfisch.



8.) Figur Krabbe

Die Krabbe (Crab) wird wie die Figur des Tintenfisches hinzugefügt.

Die Größe der Krabbe kann beliebig angepasst werden (z.B. 50).

Damit die Krabbe im Bild erscheinen kann, muss sie über die Nachrichtenfunktion aufgerufen werden. Dazu wird der Kopfblock „Wenn ich Nachricht ... empfangen“ ausgewählt.

Die Nachricht an die „krabbe“ muss zuerst neu erstellt werden.

Wähle im Auswahlménü „Neue Nachricht“ und betitel dort die Nachricht „krabbe“.

Hinweis: Achte auf die Groß- und Kleinschreibung in der Nachricht!

Die Krabbe bewegt sich nur horizontal. Mit dem vorhandenen Code erscheint und verschwindet die Figur zu den angegebenen Koordinaten.

Hierzu wird der rechts abgebildete Code benötigt.

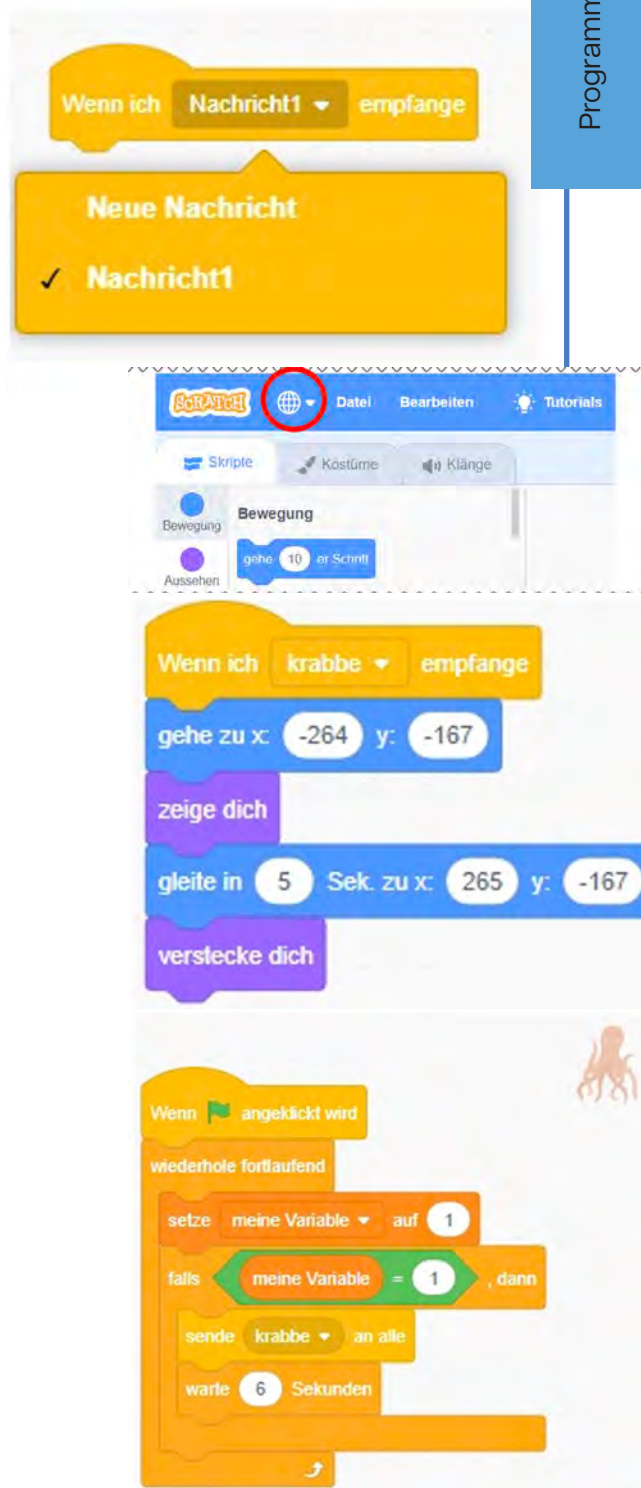
Code-Bereich Tintenfisch

Damit die Krabbe im Spiel erscheinen kann, muss im Code-Bereich des Tintenfisches auch die Nachricht „krabbe“ gesendet werden.

Hierzu wechsel in das Fenster Tintenfisch.

Folgender Code ist nötig:

Die Variable hilft dir, den Code später leichter anzupassen, wenn weitere Meeresbewohner dazu kommen.



6.) Figur Fisch

Der Fisch (Fish) wird wie die Figur des Tintenfisches hinzugefügt.

Die Größe des Fisches kann beliebig angepasst werden (z.B. 50).

Der Fisch schwimmt immer von links nach rechts durch das Bild, dreht am rechten Rand um und schwimmt wieder zurück. Im Unterschied zur Krabbe schwimmt der Fisch nicht gerade, sondern startet und endet in einer zufälligen Höhe.

Hierzu wird der rechts abgebildete Code benötigt.

Der Fisch hat bereits vier voreingestellte Kostüme. Durch den Baustein „wechsle zum nächsten Kostüm“ sieht der Fisch bei jedem Erscheinen anders aus.



Code-Bereich Tintenfisch

Damit auch der Fisch im Spiel erscheinen kann, muss der Code im Codebereich des Tintenfisches angepasst werden.

Die beiden umrandeten Segmente werden zu dem bereits bestehenden Code hinzugefügt.

Durch den Block „Zufallszahl von ... bis ...“ wird die Variable zufällig gesetzt und damit zufällig eines der beiden Tiere ausgewählt.



7.) Figur Schlange

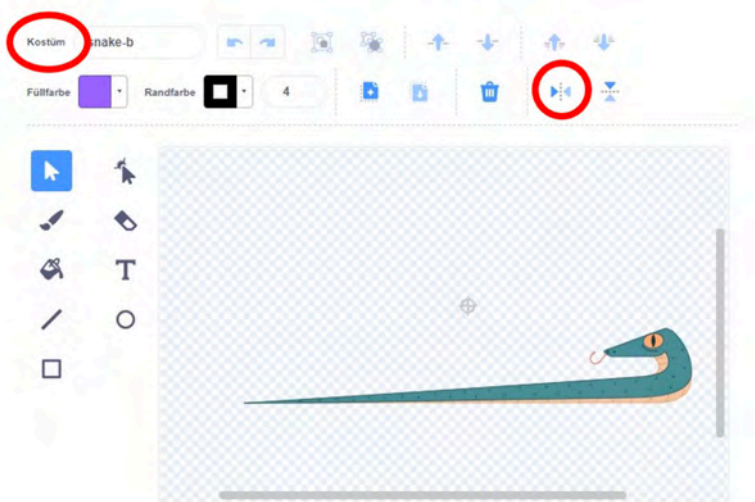
Der Schlange (Snake) wird wie die Figur des Tintenfisches hinzugefügt. Die Größe der Schlange kann beliebig angepasst werden (z.B. 40).

Die Schlange schlängelt von rechts nach links durch das Bild. Die Besonderheit bei der Schlange ist, sobald sie in Berührung mit dem Tintenfisch kommt, verändert sich ihre Form und schwimmt aus dem Bild.

Dazu ist der abgebildete Code nötig.

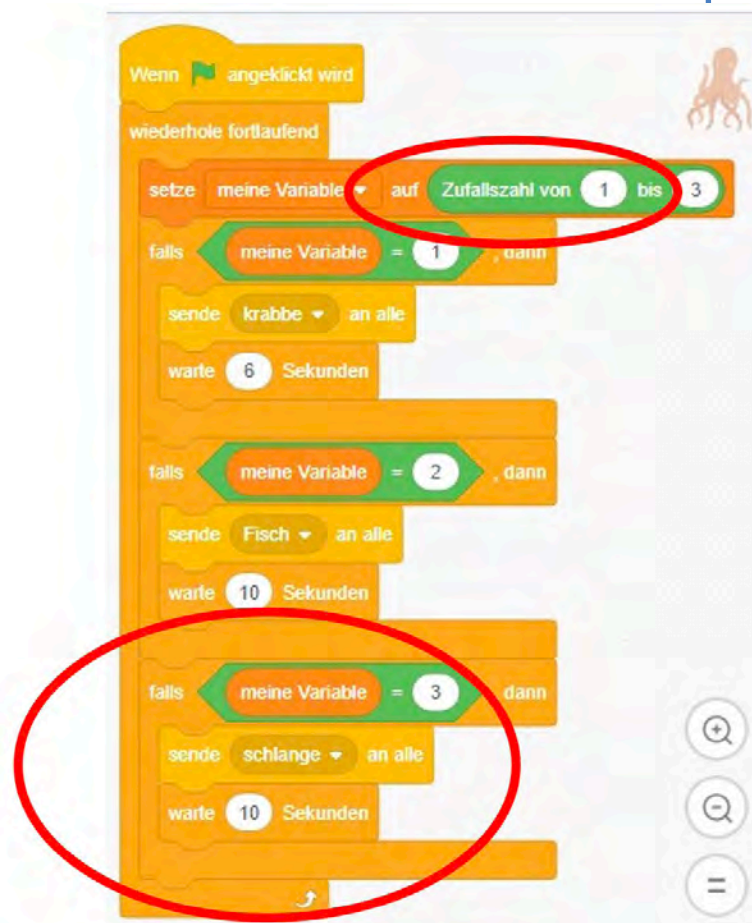
Die Schlange kann so programmiert werden, dass diese, wenn sie aus dem Bild schwimmt, in die richtige Richtung schaut. Hierfür muss das Kostüm gespiegelt werden.

Dazu wird das Kostüm Snake-b im Reiter Kostüme ausgewählt und mithilfe des markierten Buttons horizontal gespiegelt.



Code-Bereich Tintenfisch

Auch für die Schlange muss der Code im Code-Bereich des Tintenfisches folgendermaßen angepasst werden.



8.) Figur Haifisch

Der Haifisch (Shark) wird wie die Figur des Tintenfisches hinzugefügt.

Die Größe des Haifisches kann beliebig angepasst werden (z.B. 75).

Der Haifisch wird in diesem Spiel als Feind des Tintenfisches programmiert. Der Haifisch versucht den Tintenfisch zu fressen. Dabei erscheint der Haifisch zufällig im Bild und schwimmt auf den Tintenfisch zu.

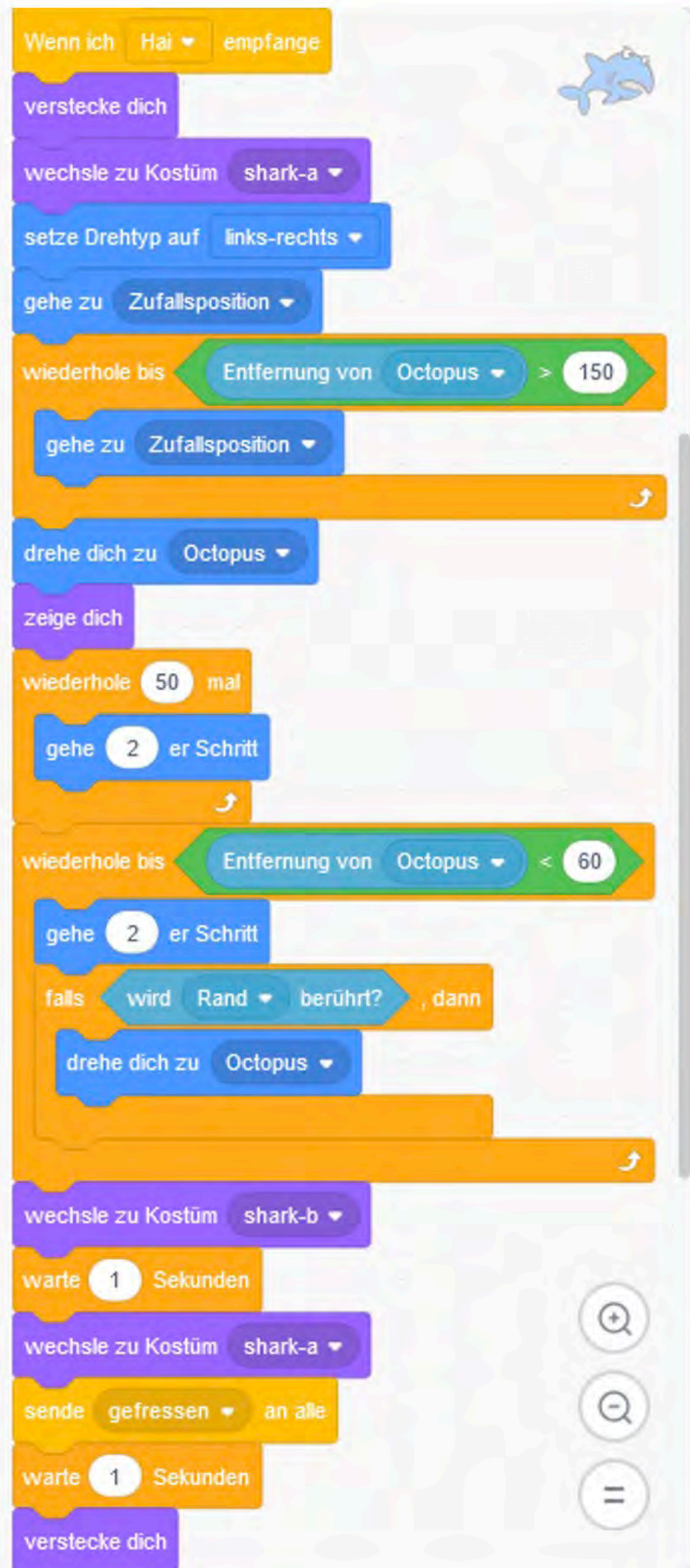
Jetzt gibt es zwei Optionen für den Tintenfisch, entweder er wird vom Haifisch gefressen und das Spiel ist vorbei oder der Tintenfisch weicht seinem Feind aus und beschießt ihn mit Tinte.

Code-Bereich Tintenfisch

Wird der Tintenfisch vom Haifisch berührt, wird die Nachricht gefressen versendet.

Damit der Tintenfisch darauf reagieren kann, wird der folgende Code im Code-Bereich Tintenfisch benötigt.

Hier wird dann zum Bühnenbild „Game Over“ gewechselt, dieses muss vorher noch erstellt werden.

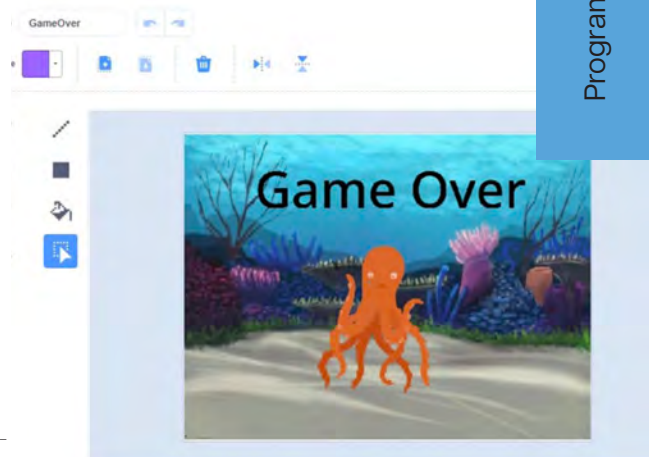


Neues Bühnenbild (Hintergrund)

Das neue Bühnenbild wird wieder über den Button „Bühnenbild“ wählen erstellt. Hier dürfen die Kinder selbst kreativ werden.

Im Beispiel wurde der ursprüngliche Hintergrund beibehalten und die Worte „Game Over“ und ein trauriges Bild des Tintenfisches eingeblendet.

Hinweis: Dieses kann in der Figur des Tintenfisches als Kostüm erstellt werden. Hierbei wird der Tintenfisch vom Anwender bearbeitet und anschließend ins Bühnenbild kopiert.



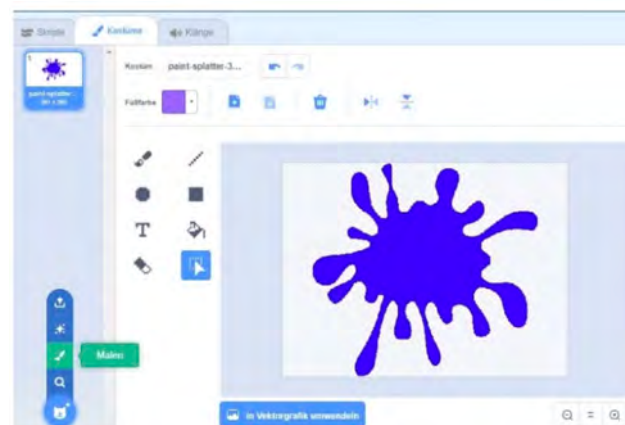
Der Tintenkleck

Der Tintenfisch verteidigt sich gegen seinen Angreifer mit Tintenklecksen.

Diese Kleckse müssen erst noch erstellt werden. Hierfür muss eine neue Figur „Tintenkleck“ erstellt werden. Dies erfolgt wie bisher, wenn man eine neue Figur erstellt. Der einzige Unterschied beläuft sich darauf, dass man dieses Mal den Reiter „Malen“ auswählen muss, weil dies nicht als vorgefertigtes Bild in der Auswahl vorhanden ist.

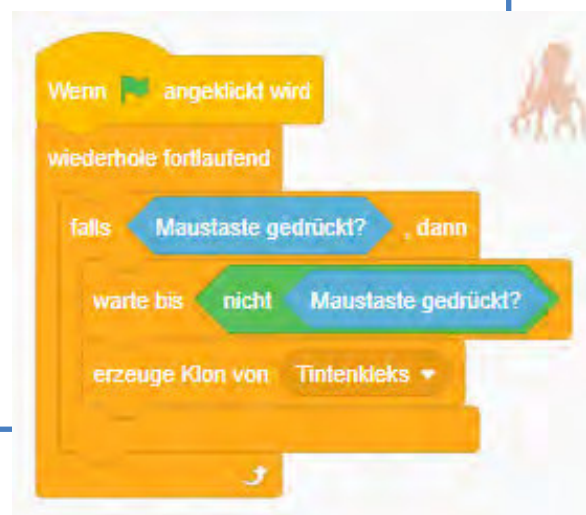
Die Kinder dürfen jetzt also wieder selbst kreativ werden und einen Tintenkleck erstellen.

Hinweis: Die Größe des Kleckses sollte anschließend je nach Zeichengröße auf die Größe des Tintenfisches angepasst werden.

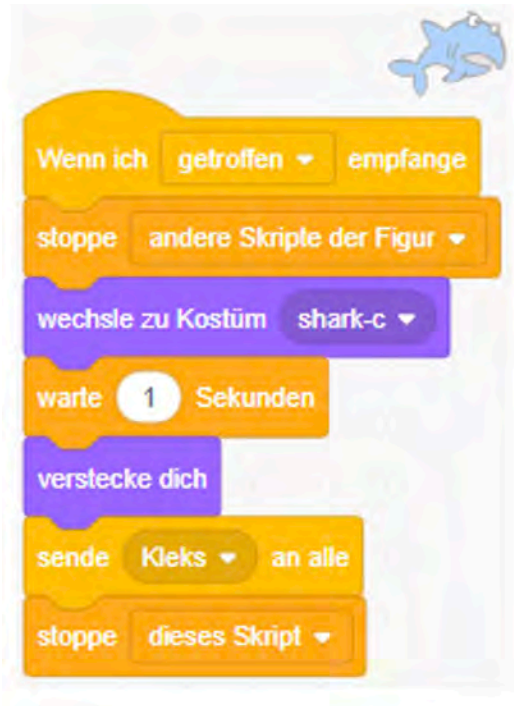


Der Programmcode für den Tintenkleck sieht folgendermaßen aus:

Für die Verteidigung mit Tintenklecksen wird folgender Code im Code-Bereich Tintenfisch benötigt:

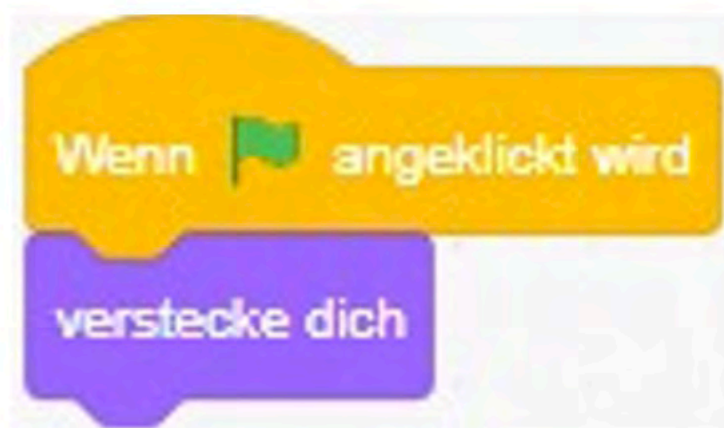


Wird der Haifisch von einem Tintenkleck getroffen, wechselt er sein Kostüm und verschwindet kurz darauf. Dafür wird im Code-Bereich des Haifisches der folgende Code benötigt:



Hinweis Programmfehler:

Wird das Spiel zwischendrin durch Betätigung des Stopp-Buttons unterbrochen, kann es sein, dass die Figuren beim Neustart des Spieles noch sichtbar sind. Deshalb sollte im Code-Bereich der einzelnen Figuren noch der folgende Code erstellt werden:



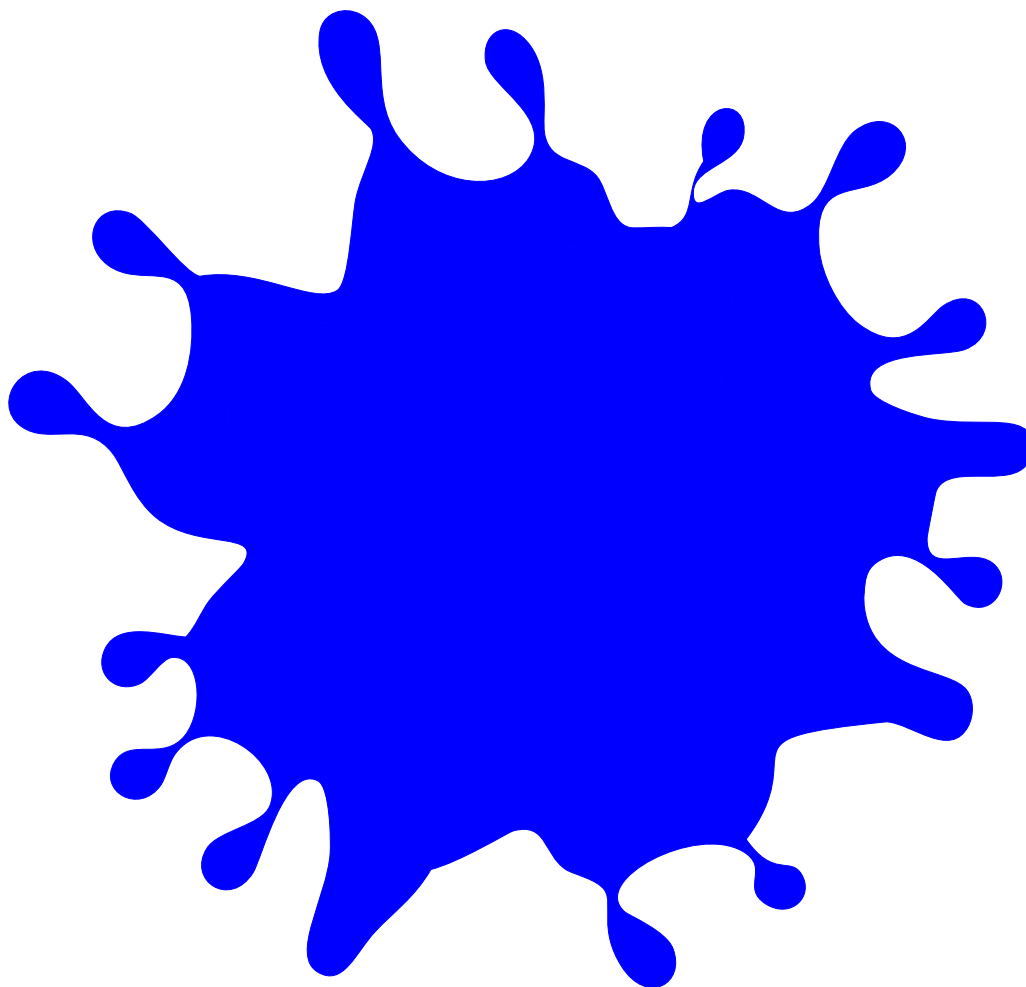
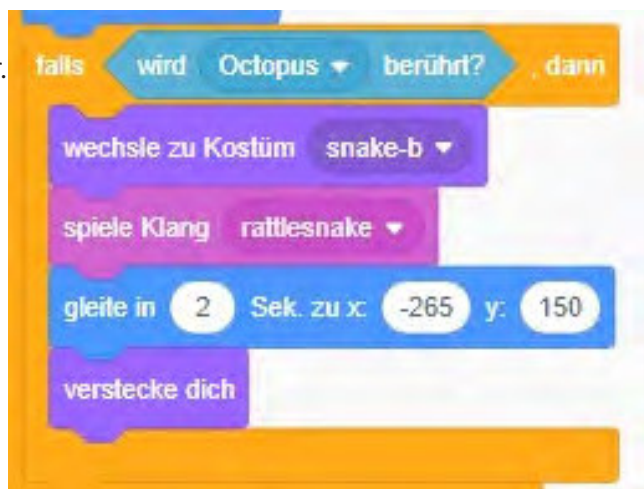
Klänge

Scratch bietet dem Programmier an, mithilfe bestimmter Klänge das geschriebene Programm auszugestalten. Hierbei können ganz einfach Klänge (Sounds) in die Programmblöcke eingebaut werden.

Der Baustein „spiele Klang ...“ wird abgespielt und geht nach der ausgewählten Zeit zum nächsten Block weiter.

Hinweis: Klänge benötigen viel Speicherplatz.

Neben den Klängen können auch die Hintergründe, aber auch die Kostüme der Meeresbewohner kreativ verändert werden.





Scratch Junior APP

In diesem Kapitel wird erklärt, wie man Scratch Junior benutzen kann. Gezeigt wird der Aufbau des Programmes, das Einfügen eigener Figuren und das einfache Programmieren einer Animation auf Grundschulniveau.



von Silas Bischoff, Laura Drobeck & Lars Vieth



GS: ab Klasse 3

SEK 1: bis Klasse 6



Die Schülerinnen & Schüler erlernen...

- Medienkompetenz
- Problemlösefähigkeit
- Sozialkompetenz



Sich im Vorfeld mit dem Programm beschäftigen

- Regeln im Umgang mit Tablets mit den Schüler*innen besprechen
- Auch ohne Internetzugang möglich



- Scratch Junior APP
- Tablet

Lehrgang/Erklärvideo:

Wie programmiert man eine Geschichte mit Scratch Junior?

Individuelle Beratung und Tipps zur Fertigung:

Besprechung von grundlegenden Bausteinen

Hilfsgerüst durch unterstützende Materialien:

Hilfekarten und Erklärvideo

Versprachlichung/Vergleich der durchgeführten Arbeitsschritte:

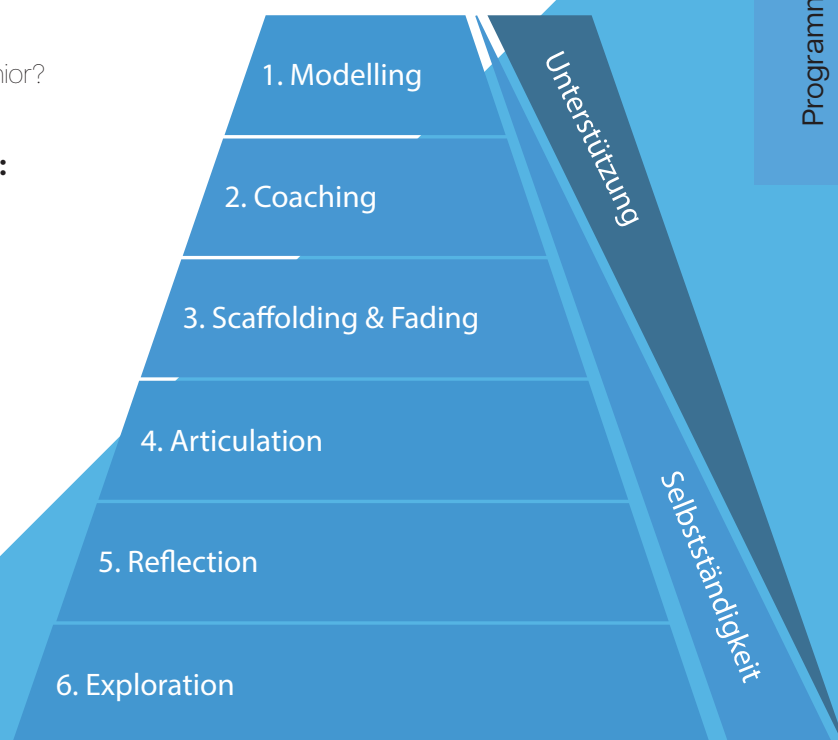
Partnerarbeit und Präsentation

Reflexion des Arbeitsprozesses:

Passende Animation? Weitere Möglichkeiten?

Eigenständiges Entwerfen:

SuS entwerfen eine eigene Animation



Differenzierungsmöglichkeiten

Verschiedene Möglichkeiten beim Programmieren: Die SchülerInnen können viele grundlegende Bausteine aneinanderreihen, um ihre Geschichte zu realisieren. Die grundlegenden Bausteine lernen sie im Erklärfilm kennen und können diesen zur Unterstützung heranziehen. Die Zahl der verwendeten und ausgewählten Bausteine kann dabei variieren.

Offene Aufgabe: Aufgrund der offenen Aufgabenstellung haben die SchülerInnen die Möglichkeit ihre selbst verfassten Geschichten auf unterschiedlichen Schwierigkeitsniveaus umzusetzen.

Tandemarbeit: Die gemeinsame Arbeit hilft den SchülerInnen sich gegenseitig bei Problemen zu unterstützen und voneinander zu lernen. Die Kommunikationsfähigkeit soll ebenfalls geschult werden.

In der App sind Hinweise und Erklärungen über die Funktion der Bausteine und Bedeutung der Symbole zu finden.

Die App kann in unterschiedlichen Sprachen verwendet werden.

Konfigurieren der App

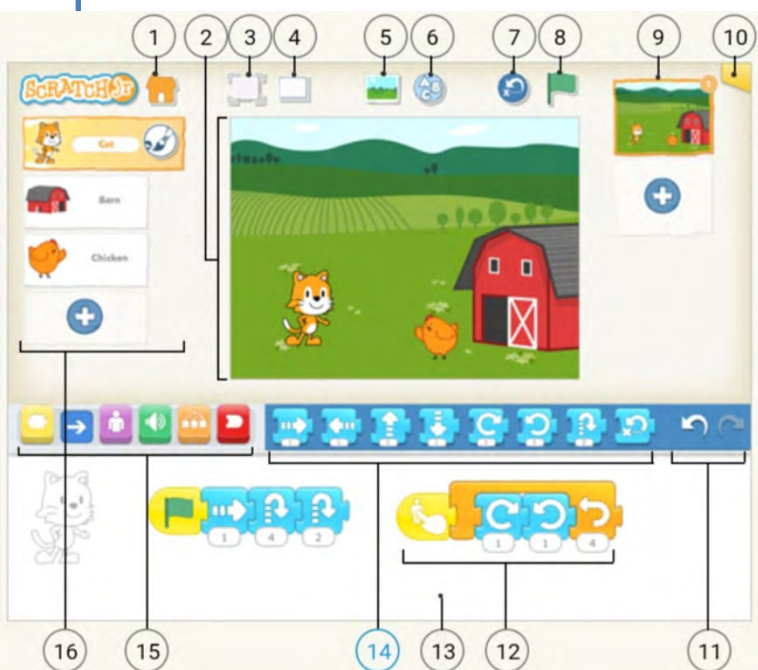
Scratch Jr. ist nur als App für Smartphones und Tablets verfügbar, daher müssen Schüler*innen die App auf einem Gerät herunterladen. Sie ist für Android und iOS verfügbar. Wenn die App heruntergeladen ist, kann sie geöffnet werden. Als Erstes wird eine Fehlermeldung aufkommen. Um eigene Bilder und Tonaufnahmen einzufügen, benötigt die App die Erlaubnis auf die Kamera und das Mikrofon zuzugreifen, daher auf OK gehen. Danach wählt man den Nutzungsort aus, in unserem Fall Schule. Danach öffnet sich der Home-Bildschirm. Hier kann entweder auf dem Fragezeichen ein Erklärfilm zu den Bausteinen angeschaut oder ein neues Projekt eröffnet werden.

Handhabung der App

Um neue Projekte zu erstellen kann in „Meine Projekte“ auf das Plus geklickt werden. Mithilfe der Schleife können andere Projekte vom Gerät geladen werden. Beim Fragezeichen sieht man nochmal den Erklärfilm und Beispielprojekte. Beim Symbol Einstellungen kann die Sprache verändert werden. Beim Buchsymbol sind Informationen über Scratch Jr. zu finden, aber auch Anleitungen über die Benutzeroberfläche, Maleditor und über die Blöcke zum Programmieren. Zudem sind dort die Datenschutzrichtlinien zu finden.

Wenn man auf das Plus klickt, öffnet sich das Fenster, in dem man nun alles programmieren und so einstellen kann, wie man möchte. Auf den kommenden Seiten werden die einzelnen Programmiermöglichkeiten vorgestellt.

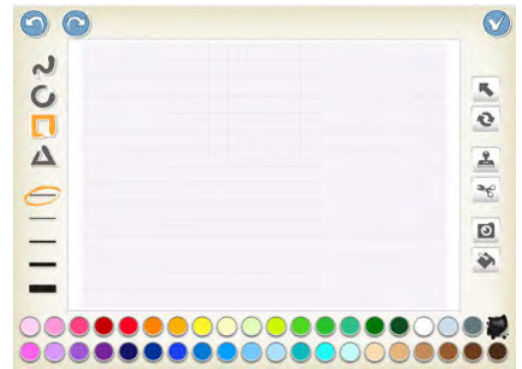
Übersicht aller Bedienelemente



1. Hier kommt man zurück zu „Meine Projekte“ und das aktuelle Projekt wird gespeichert.
2. Bühne: Hier ist der Handlungsbereich des Projektes. Es werden Figuren darin bewegt ... Um eine Figur zu löschen, muss sie angetippt, gehalten und auf dem roten X gelöscht werden.
3. Präsentationsmodus: Hier wird die Bühne zum Vollbild erweitert.
4. Raster: Hier kann auf der Bühne ein Raster eingestellt werden.
5. Hintergrund: Hier wird der Hintergrund geändert.
6. Text hinzufügen: Hier können Überschriften, Beschreibungen etc. auf der Bühne hinzugefügt werden.
7. Figuren zurücksetzen: Hier können alle Programmierschritte auf ihre Startpunkte zurückgesetzt werden. Für neue Startpunkte können die Figuren an neue Orte geschoben werden.
8. Grüne Flagge: Hier werden alle Programmskripte, die mit „Start durch grüne Flagge“ beginnen, starten.
9. Seiten: Hier werden die Seiten angezeigt und ausgewählt zum Bearbeiten. Auf dem Plus können neue Seiten erstellt werden. Dabei hat jede Seite seinen eigenen Hintergrund und ihre eigene Gruppe an Figuren. Seiten können gelöscht werden, wenn sie angetippt, gehalten und auf das rote X gegangen wird.
10. Projektinformation: Hier kann der Titel des Projektes geändert sowie angezeigt werden, wann es erstellt wurde. Hier kann das Projekt über das Internet geteilt werden.
11. Rückgängig machen und Wiederholen: Falls ein Fehler unterlaufen ist, kann es hier rückgängig gemacht oder auch die letzten Schritte wiederhergestellt werden.
12. Skript programmieren: Zusammengefügte Blöcke bewirken Bewegungen der Figuren. Zum Starten tippt man irgendwo auf das Skript. Um einen Block oder ein Skript zu löschen, wird es aus dem Programm-bereich gezogen. Um ein Skript / Block auf eine andere Figur zu übertragen, wird es auf die andere Figur gezogen.
13. Programmierbereich: Programmblöcke zu Skripts zusammenfügen, um Figuren zu bewegen.
14. Blockauswahl: Dies ist das Menü der Programmblöcke (später mehr dazu).
15. Blockkategorien: Hier wählt man die Kategorie den Programmblöcke (später mehr dazu).
16. Figuren: Hier werden die Figuren ausgewählt und verwaltet (später mehr dazu).

1.) Erstellen von Figuren

Um eine eigene Figur zu erstellen, muss man die alte (in diesem Fall die Katze) zuerst löschen oder eine vorgefertigte Figur aussuchen und bearbeiten.



Mit diesem Symbol kann man die Figur beliebig auf der Fläche verschieben.



Mit diesem Symbol kann man die Figur in jede Richtung drehen.



Mit diesem Symbol kann man seine Figur beliebig oft kopieren.



Mit diesem Symbol kann man seine Figur ausschneiden.



Mit diesem Symbol kann man seine Figur mit einem eigenen Foto, wie zum Beispiel seinem Gesicht, personalisieren.

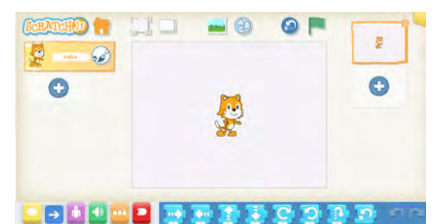


Mit diesem Symbol kann man die Farbe seiner Figur verändern sowie ihre Kleidung. Die verschiedenen Farben, die zur Auswahl stehen, findet man unterhalb der Figur.

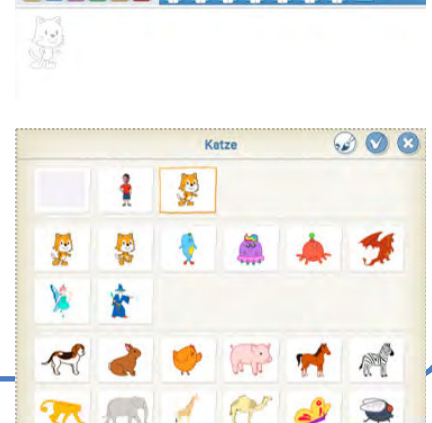
Wenn man auf das weiße Feld mit dem „Plus“ drückt, öffnet sich ein neues Fenster.



Jetzt kann man oben links die Figur bearbeiten, indem man auf das Pinsel Symbol drückt oder mit dem „Plus“ darunter eine weitere Figur hinzufügen



Wenn man eine weitere Figur hinzufügen möchte, kann man zwischen unterschiedlichen Figuren auswählen und diese auch mithilfe des Pinsel Symbols oben rechts bearbeiten oder mit dem Häkchen bestätigen



2.) Hintergrund auswählen

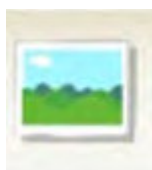
Mit diesen Symbolen kann man geometrische Formen und die Stärke des Stiftes auswählen. Dann kann man in den Vorder- oder Hintergrund zeichnen.



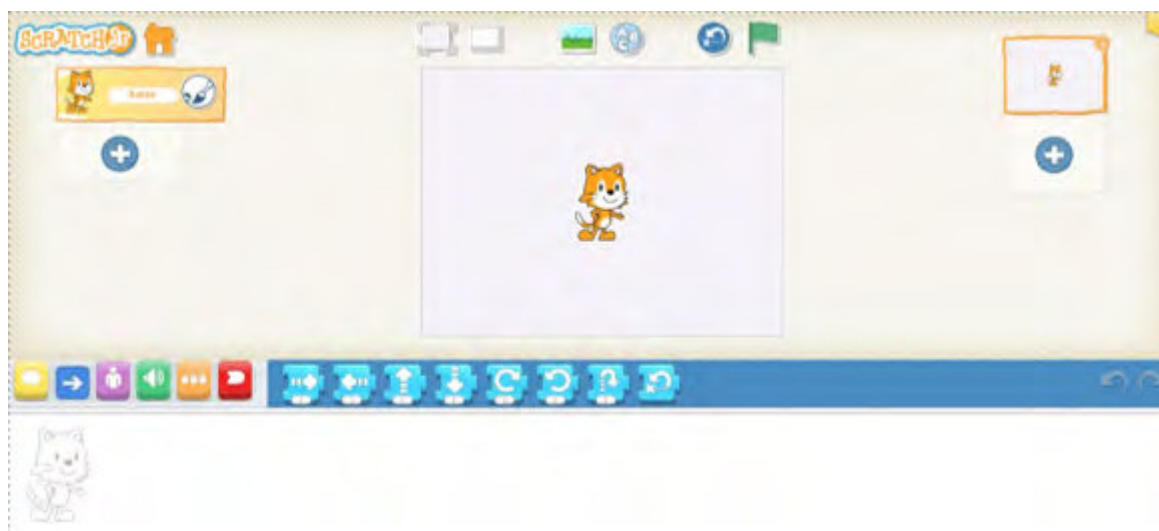
Mit den beiden Pfeilen links oben kann man seine bisherigen Arbeitsschritte zurücksetzen oder wiederherstellen.



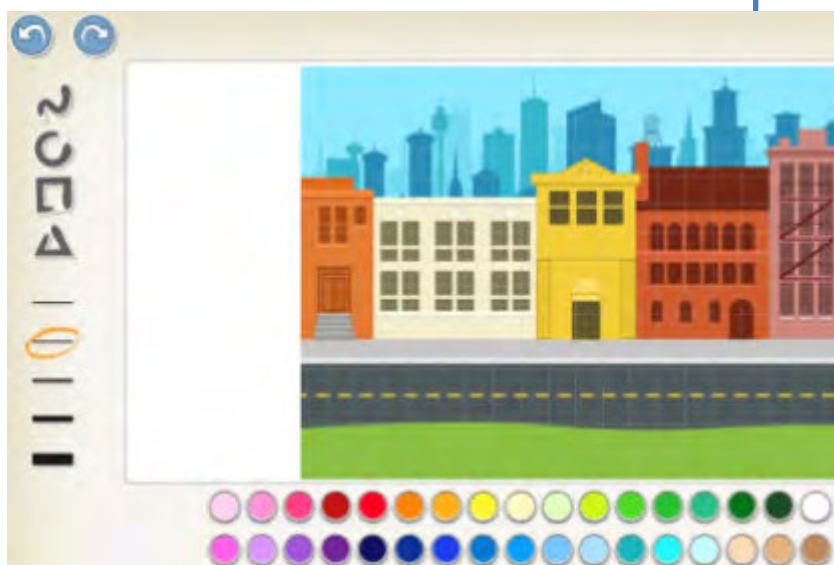
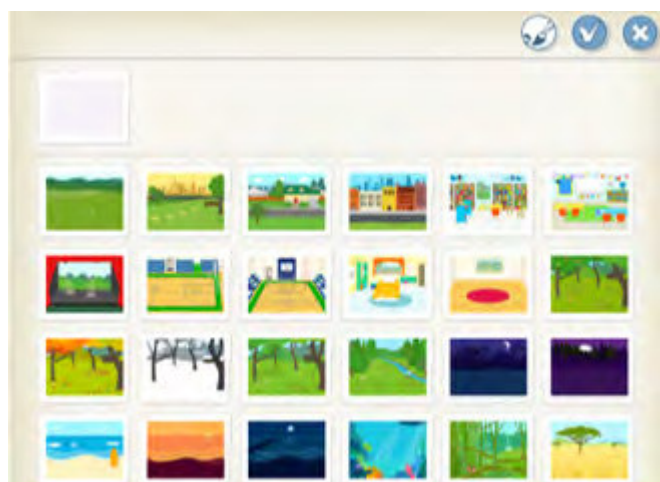
Wenn man mit dem Bearbeiten seiner Figur fertig ist, bestätigt man mit dem Häkchen rechts oben.



Um den Hintergrund zu bearbeiten, muss man auf das Bild mit der Landschaft mittig oben drücken.



Jetzt kann man einen passenden Hintergrund auswählen oder mit dem Pinsel-Symbol nach seinen Wünschen bearbeiten.



3.) Bewegungsabläufe programmieren

Mit den gelben Feldern kann man einen Code starten



Mit diesem Feld bestimmt man, dass der Code mit einem Drücken auf die grüne Fahne gestartet wird.



Dieses Feld bestimmt, dass der Code mit einem Drücken auf die Figur gestartet wird.



Dieses Feld bestimmt, dass der Code mit einer „Kollision“ mit einer anderen Figur gestartet wird.



Diese Felder bestimmen, dass der Code mit einer „Nachricht“ bzw. einem Signal gestartet wird. Das erste Feld meint in diesem Fall „Nachricht empfangen“ und startet einen zweiten Code, das zweite Feld meint „Nachricht senden“ und liefert somit das Signal, um den zweiten Code zu beginnen.

Die blauen Felder dienen der Bewegung einer Figur



Diese Felder bestimmen allesamt Bewegungen der Figur in die entsprechenden Pfeilrichtungen.



Diese Felder bestimmen Drehungen der Figur in die entsprechenden Pfeilrichtungen.



Dieses Feld lässt die Figur springen, bewegt sie also in einer dynamischen Bewegung „x“ (beliebig einstellbar, im Beispiel des Bildes sind es 2 Felder nach oben und wieder nach unten).



Dieses Feld lässt die Figur auf ihre Ausgangsposition zurückkehren.

Mit den lila Feldern kann man die Figur skalieren und verschwinden bzw. auftauchen lassen.



Dieses Feld lässt bei der Figur eine Sprechblase mit beliebigem Text erscheinen.



Diese Felder dienen zur Skalierung der Figur. Damit kann man sie größer oder kleiner skalieren.



Dieses Feld skaliert die Figur auf die voreingestellte Größe zurück.



Mit diesen Feldern kann man die Figur verschwinden oder wieder auftauchen lassen.

Mit den grünen Feldern kann man Töne hinzufügen.



Diese Felder dienen zum Einspielen von Tönen, mit dem ersten Feld kann man einen voreingestellten „Pop --“ Sound abspielen, mit dem zweiten Feld kann man über das Mikrofon des Tablets selbst Töne aufnehmen und einsetzen.

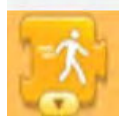
Mit den orangen Feldern können Dinge wie Zeitverzögerungen oder Wiederholungen hinzugefügt werden.



Dieses Feld fügt eine kurze Verzögerung hinzu. (Im Beispiel für 10 Zeiteinheiten, der Wert ist aber beliebig einstellbar).



Dieses Feld hält das Programm an.



Dieses Feld bestimmt die Geschwindigkeit eines Ablaufes.



Dieses Feld ist eine Schleife und bestimmt wie oft ein gewisser Ablauf, der dazwischen positioniert wird, wiederholt wird.

Mit den roten Feldern kann der Code abgeschlossen und wenn gewünscht wiederholt werden.



Dieses Feld beendet den Code.



Dieses Feld wiederholt den Code, nachdem er einmal komplett durchgelaufen ist.



Programmieren

Um ein Projekt zu programmieren, müssen die einzelnen Felder in den Programmierbereich hineingezogen und wie Puzzleteile aneinander geheftet werden.

Eine Animation könnte dann beispielweise so aussehen.

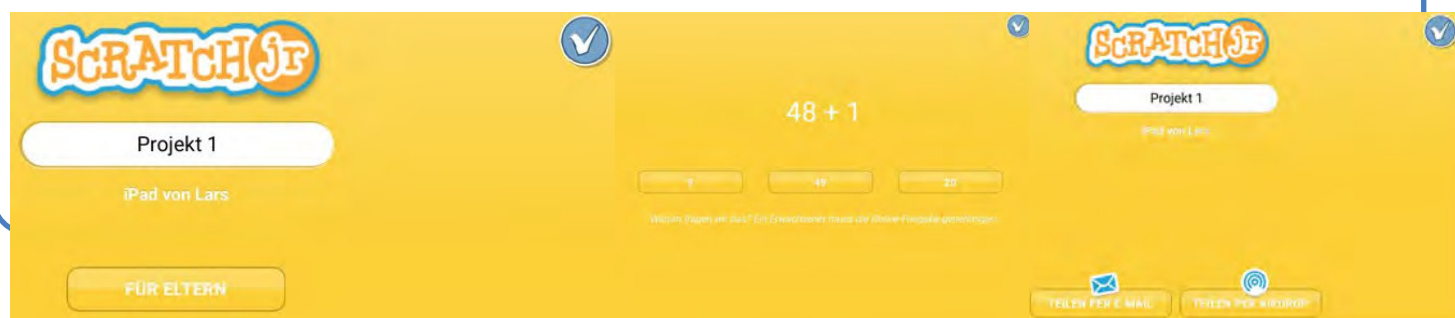


4.) Projekt speichern und teilen

Um ein Projekt auf andere Geräte zu übertragen, muss im Projekt auf das gelbe Eck oben rechts getippt werden. Hier kann der Name des Projektes geändert werden.

Wenn auf den Button „Für Eltern“ gedrückt wird, öffnet sich eine Mathematikaufgabe, wie rechts zu sehen. Diese muss beantwortet werden um Projekte zu verschicken.

Anschließend öffnet sich das Bild rechts. Bei Android kann dies nur mithilfe von E-Mails weitergegeben werden. Über einen Link kann das Projekt im neuen Gerät geöffnet werden. IOS kann mit Hilfe von Airdrop Projekte verschicken.





Smart Home-Modell

Aktoren und Sensoren im 3D-gedruckten Smart Home-Gehäuse? In dieser Anleitung wird erklärt, wie das programmiert werden kann! Fortsetzend auch mit Internetschnittstelle für das eigene mobile Endgerät.



von Louis Hölzl & Luis Knenlein



SEK 1: Klasse 9 (ohne Internetschnittstelle)

SEK 1: Klasse 10 (mit Internetschnittstelle)

Um den Zeitaufwand und die Schwierigkeiten bei Installation und der Programmierung besser einschätzen zu können, empfiehlt es sich, die Umsetzung einmal selbst durchzuführen. Vermutlich muss der endgültige Code vorgegeben werden und dient dann nur zum Verständnis, da er zu komplex für SchülerInnen ist, selbst zu programmieren.



- Verbinden die Sensoren und Aktoren mit dem Arduino Board
- Entwerfen eines Programms, dass die Parameter der Sensoren einliest und dann anhand dieser die Aktoren steuert

Achtung!
Da das Programm empfindlich auf Leerzeichen reagiert, sollten innerhalb der Befehle scripts oder speak am Anfang immer drei Leerzeichen verwendet werden. Das macht das ganze übersichtlicher und vermeidet spätere Fehler beim Testen des Programms.



- Zuerst Schritt für Schritt einzelne Bauteile ansteuern und das Verhalten kennenlernen
- Anschließend Sensoren und Aktoren miteinander verknüpfen



- 3D-Filament PLA/PETG



- Arduino Mega 2560 + OSOYOO-Erweiterung
- Programmiergerät (Laptop/PC)
- Programmierumgebung (Arduino IDE 2.0.2)



- 3D Drucker
- evtl. Lötkolben, Seidenschneider und Abisolierzange

Lehrgang/Erklärvideo:

Wie baut und programmiert man das SmartHome Modell mit Sensoren und Aktoren?

Individuelle Beratung und Tipps zur Fertigung:

Erklärung und Besprechung der Abläufe und des Aufbaus

Hilfsgerüst durch unterstützende Materialien:

Endgültigen Code vorgeben, um die Internetschnittstelle auszuprobieren und zu verstehen

Versprachlichung/Vergleich der durchgeführten Arbeitsschritte:

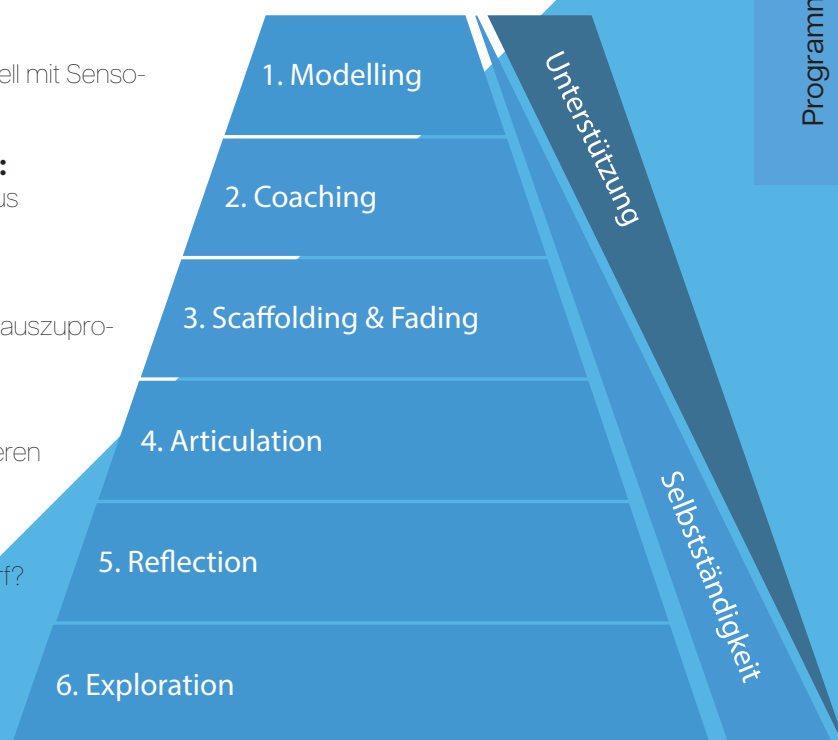
Arbeitsschritte notieren

Reflexion des Arbeitsprozesses:

Verbesserungen? Vereinfachungen? weiterer Lernbedarf?

Eigenständiges Entwerfen:

SuS entwerfen ein eigenes kleines Programm



Differenzierungsmöglichkeiten

Das Projekt SmartHome bietet eine Vielzahl an Differenzierungsmöglichkeiten, da in jedem Schritt der Fertigung schon differenziert werden kann.

Aufbau und Bauteile: Die Sensoren und Aktoren, welche über den Arduino angesteuert werden, können entweder in ein Gehäuse eingesetzt oder nur auf eine Steckplatine platziert werden. Das Gehäuse kann entweder mittels eines 3D-Druckers gefertigt oder differenziert auch nur aus Holz oder Karton gebaut werden.

Programmierung: Die Programmierung Arduino IDE 2.0.2 setzt gewisse Grundkenntnisse voraus, wie z.B. ein Programmcode aufgebaut ist und wie dieser vom Microcontroller ausgeführt wird. Hier kann auch das grafische Programmierprogramm S4A (Scratch for Arduino) verwendet werden. Hierbei ist es aber nicht möglich, die Parameter, welche der Arduino über die Sensoren einließt, zu verarbeiten und die Aktoren anhand dieser unterschiedlichen Verhaltensweisen auszugeben. Es ist nur das einfache Steuern und Regeln von einzelnen Aktoren möglich. Die Arduino-Programmierung bietet viel mehr Funktionen zur Regelung und Steuerung, welche aber auch von den Schülerinnen und Schülern verstanden werden muss. Deshalb ist es wichtig, Schritt für Schritt vorzugehen und einzeln die Aktoren und dann die Sensoren zu programmieren.

1.) Vorbereitung

1. Arduino Software downloaden: Hierzu die offizielle Arduino Webseite öffnen und neuste Software (Arduino IDE 2.0.2) herunterladen (Link: <https://www.arduino.cc/en/software>).
2. Arduino Software installieren: Die heruntergeladene Arduino Datei starten und sich durch die Installation durchklicken.
3. Arduino Programm starten: Den Arduino mit dem mitgelieferten USB Kabel am Laptop oder PC anschließen und anschließend die Datei speichern. Dann noch den richtigen Arduino im Programm auswählen.
4. Pakete installieren: Aufrufen der OSOYOO Webseite um alle Pakete zu installieren, sodass unsere Sensoren richtig funktionieren (Link: <https://osoyoo.com/2019/10/18/osoyoo-smart-home-iot-learning-kit-with-mega2560-introduction/>).

2.) LED einschalten

Wir starten mit der Programmierung unsers ersten Programms und schreiben in die erste Zeile:

```
1|   int RoteLED = 2;
```

RoteLED ist unser Name, um nachher die einzelnen Bauteile ansteuern zu können. Die Zahl 2 ist der Steckplatz auf der Erweiterungsplatine auf unserem Arduino Mega Board. Über diesen wird die LED mit Strom versorgt und angesteuert.

```
3|   void setup ()
4|   {
5|       pinMode(RoteLED, OUTPUT);
6|   }
```

Durch das Schreiben von pinMode definieren wir unsere LED. Hierzu verwenden wir unseren Namen RoteLED und das dies ein OUTPUT ist, damit der Arduino ein Signal ausgibt.

```
8|   void loop ()
9|   {
10|       digitalWrite(RoteLED, HIGH);
11|   }
```

Mit dem Befehl digitalWrite und dem Parameter HIGH schaltet der Arduino die LED an.

Durch das Ausführen unseres ersten Programmcodes sehen wir, dass sich die LED einschaltet.

```
1  int RoteLED = 2;
2
3  void setup ()
4  {
5      pinMode(RoteLED,OUTPUT);
6  }
7
8  void loop ()
9  {
10     digitalWrite(RoteLED, HIGH);
11 }
```

3.) LED mit Taster einschalten

Einfügen in Zeile 2 die Definition RoterButton welcher am Steckplatz 3 eingesteckt wird.

```
int RoterButton = 3
```

4.) Helligkeitssensor

Da sich die Variable Helligkeit ständig ändert, wird der Helligkeitssensor in loop implementiert.

Hinzufügen einer IF - Anweisung. Dies bedeutet: Wenn (if) die Helligkeit größer gleich 600 ist die rote LED an.

Wenn nicht (else) ist die rote LED aus.

```
1  int RoteLED = 2;
2
3  int Helligkeit;
4  void setup ()
5  {
6      pinMode(RoteLED,OUTPUT);
7  }
8
9  void loop ()
10 {
11     Helligkeit = analogRead(A0);
12     if(Helligkeit >= 600)
13     {
14         digitalWrite(RoteLED, HIGH);
15     }
16     else
17     {
18         digitalWrite(RoteLED, LOW);
19     }
20 }
```

5.) Feueralarm

```
1  int RoteLED = 2;
2  int Buzzer = 7;
3
4  int FeuerVal;
5
6  void setup ()
7  {
8      pinMode(RoteLED,OUTPUT);
9      pinMode(Buzzer,OUTPUT);
10 }
11
12 void loop ()
13 {
14     FeuerVal = digitalRead(A1);
15     if(FeuerVal == 0)
16     {
17         tone(Buzzer, 100);
18         digitalWrite(RoteLED, HIGH);
19         delay(100);
20         noTone(Buzzer);
21         digitalWrite(RoteLED, LOW);
22         delay(50);
23     }
24 }
25
```

6.) Endprodukt

Wir haben in SolidWorks ein 3D Modell von unserem SmartHome Gehäuse erstellt und dieses dann mit einem 3D Drucker geruckt. Das ganze Gehäuse besteht aus zwei Teilen zum einem das Gebäude, in dem die Sensoren und Aktoren verbaut werden und einem Deckel, welches als Dach dient und abgenommen werden kann.

Da der Code, der alle verschiedenen Programme beinhaltet, diverse Sensoren und Aktoren ansteuert und verknüpft, sehr komplex ist, gehen wir nur auf die prinzipielle Funktionsweise und Logik ein. Die verschiedenen Sensoren, die wir verbaut haben, senden ihren Wert an das Arduino Mega Board. Da der Arduino mit dem Internet verbunden ist, sendet dieser die Werte weiter an den Blynk Server, welcher wiederum über eine Webseite oder durch die Blynk App erreichbar ist. Hier kann man dann die ohne große Zeitverzögerung in Echtzeit aktuellen Werte einsehen und zum Beispiel auch die LED an- und ausschalten.

Überblick über alle QR-Codes

Schmuck



Einfache Ringe aus Aludraht anfertigen (nur Erklärfilm)

https://www.youtube.com/watch?v=dFjD1VvbO_w
von Lena Spatafora



Offener & geschlossener Fingerring aus Silber

<https://youtu.be/icsv-pa82IA>
von Jan Luppert & Hanna Mayumi Littmann



Wie fertige ich einen offenen Ring aus Titan?

<https://www.youtube.com/watch?v=-Z7Yhin8CsU>
von Robin Boß & Noe Dietrich



Welche Farben bekommt Titan beim Anodisieren?

<https://www.youtube.com/watch?v=z8GfR3mRf6Y>
von Nilson Hartmann & Jan Heydenreich



Wie fertige ich einen Ring mit Schmucksteinen?

<https://youtu.be/OcsslanERcw>
von Lena-Marie Block & Ann-Kathrin Rieger

Drechseln



Grundlagen des Drechselns

<https://youtu.be/fzpz2urhC4U>
von Paul Krämer



Wie fertige ich einen Kreisel an? (nur Erklärfilm)

<https://youtu.be/V03m2P1h4x4>
von Patrick Roth & Yannick Haußmann



Wie drechsle ich einfache Schachfiguren?

<https://youtu.be/78KH5XV0NLO>
von Simon Hofbauer & Pascal Mantler



Wie drechsle ich einen Kugelschreiber mit der Mini-Drechselmaschine Unimat?

<https://youtu.be/BPchWQ-xuw4>
von Maximilian Fuchs, Jonas Kraft & Roman Wesner



Wie drechsle ich einen Teller?

<https://www.youtube.com/watch?v=eH3y5wVrTCo>
von Sarah Baireuther, Selin Gündogdu, Jessica Megerle & Tamara Richter

Holzbearbeitung



Wie säge ich einfache Schachfiguren?

<https://youtu.be/YT-IWOwA56M>
von Lorenz Seck & Lucian Munz



Wie fertige ich einen einfachen Hocker aus Holz an?

<https://youtu.be/-DGtk4bidTc>
von Felix Grampp, Andreas Heitzmann & Moritz Ocker

Schnitztechniken



Arbeiten mit dem Beil
<https://youtu.be/jMCxorAhmNO>



Klassisches Schnitzen
<https://youtu.be/vo7WpuG87dQ>



Daumentechnik
<https://youtu.be/yqxxweU5Nbl>



Kartoffelschältechnik
<https://youtu.be/BloQgVfVVS8>



Zugmessertechnik
<https://youtu.be/pjPa75cOhH0>



Aushöhlen
<https://youtu.be/L08bgtqDYCg>

Leder



Wie fertige ich Lederarmbänder an? (nur Erklärfilm)
https://youtu.be/9hh_hzYXtug
 von Saskia Forster



Wie fertige ich eine Ledertasche an?
<https://youtu.be/XlqAt1agM6A>
 von Wilhelm Beim & Luis Theilacker



Wie fertige ich ein Schachfeld aus Leder?
https://youtu.be/Q_TzuVEXdRY
 von Sandra Stähle & Felix Müller

Pfeil und Bogen



Wie fertige ich einen Holzbogen an?
<https://youtu.be/4JWmmgEcJSM>
 von Deniz Icöz



Wie fertige ich Pfeile an?
<https://youtu.be/xnzkVOBRIAg>
 von Robin Schmid



Was ist das Tillern des Bogens?
<https://youtu.be/MR2hBPqH8EU>
 von Melvin Proissl



Wie fertige ich einen Zweistecken-Bogen an?
<https://www.youtube.com/watch?v=ui1dB-9VpFs>
 Benjamin Bächle & Elias Wielath

Weitere Werkstoffe



Wie fertige ich ein Handy-Stativ aus Aluminium? (nur Erklärfilm)

<https://www.youtube.com/watch?v=4fyGBmQ4pl4>

von Lukas Metzech & Fabius Siedler



Wie gieße ich Formen, Figuren und Schmuck?

<https://www.youtube.com/watch?v=Cn3VMyqBNBY>

von Jannik Beermünder, Jonathan Hötzel & Tim Kemmer



Wie fertige ich eine Wanduhr mit dem Lasercutter?

https://www.youtube.com/watch?v=tzOcxLdM_rw

von Maren Aldinger

Upcycling



Wie fertige ich ein Fahrzeug aus einer Mausefalle?

<https://www.youtube.com/watch?v=6swgafQgU6c>

von Amelie Riepert, Lukas & Yannick Haußmann, Patrick Roth & Robin Schmid



Wie fertige ich einen Gürtel aus einem alten Fahrradreifen?

<https://www.youtube.com/watch?v=zS6hx0TD-hs>

von Marcel Hübner & Paul Lehmann



Wie fertige ich eine Startrampe für Papierflieger aus Karton?

<https://www.youtube.com/watch?v=Mz9AxdVqnQY>

von Christopher Haase, Daniel Beckenbauer & Lorenz Seck



Wie fertige ich ein Fahrzeug aus einer PET-Flasche?

<https://www.youtube.com/watch?v=TnJz3obOmzQ>

von Hümeysra Cosar, Jessica Scholz & Sezai Kitis



Wie fertige ich einen Upcycling-Seifenblasenautomaten? (für Kids)

<https://youtu.be/9eGM6QmG2yk>

von Daniel Beckenbauer



Wie fertige ich einen Upcycling-Seifenblasenautomaten? (für Teens)

<https://www.youtube.com/watch?v=9eGM6QmG2yk>

von Daniel Beckenbauer

Spielgeräte



Der Flugball: Wie hoch fliegt eine Spielfigur?

<https://youtu.be/2iqEmjByqUk>

von Louis Hölzl, Paul Lehmann, Felix Müller & Melvin Proissl



Die Wurfmaschine: Wie weit fliegt ein Tischtennisball?

<https://youtu.be/j5ZDh9doHXI>

von Luca Blaszczyk, Felix Grampp, Andreas Heitzmann & Moritz Ocker



Das Getriebe: Wie funktioniert eigentlich der Rückwärtsgang?

<https://youtu.be/Q6PnaO49W3I>

von Lena-Marie Block, Noe Dietrich & Maximilian Fuchs



Wie konstruiere ich einen Seifenblasenautomaten? (Für Teens)

<https://youtu.be/Cbr2IT4UwL4>

von Daniel Beckenbauer

Microcontroller



Was ist ein Mikrocontroller? Erklärt am Calliope mini

<https://youtu.be/NpQYm6THwt0>

von Oliver Widmaier



Wie stelle ich eine CO2-Ampel mit Lärmmesser mit dem Arduino her?

<https://youtu.be/NXmb5M4JjI0>

Von Samuel Benz



Wie stelle ich eine CO2-Ampel mit Lärmmesser mit dem Micro:Bit her?

<https://youtu.be/y4lbFNK9SVU>

Metehan & Tunahan Demirkaya



Wie fertige ich einen Linienfolger?

<https://youtu.be/1G-V7YgUIME>

von Stefan Genehr & Henry Haugstätter

Programmieren



Wie benutze ich die App Scratch Junior?

<https://www.youtube.com/watch?v=JcK0eGi8Y94>

von Silas Bischoff, Laura Drobeck & Lars Vieth



Wie programmiere ich Spielfiguren in Scratch?

<https://youtu.be/ROHFGw2lill>

von Marina Blaschke & Sina Kohne



Wie programmiere ich Lego Mindstorms NXT?

https://youtu.be/hd_wgxL6CNc

von Janina Langhans, Lucas Kroker & Christian Kunz



Wie programmiere ich ein Roboterwettrennen?

<https://www.youtube.com/watch?v=0cuUHqEoHoM>

von Jana Albert, Marvin Bort, Chiara Gödicke, Maximilian Höfer & Simon Teufel



Wie programmiere ich ein Smart Home-Modell?

<https://www.youtube.com/watch?v=43MLNHSKsmA>

von Louis Hölzl & Luis Knenlein



Wie programmiere ich einen Tiptoi-Stift?

<https://www.youtube.com/watch?v=dp5SHvA8D8g>

von Oliver Reif



Wie erstelle ich einen Tiptoi-Spielfeld?

<https://www.youtube.com/watch?v=9udxIBLBwol>

von Oliver Reif

Exemplarische Gefahrenbeurteilung

Tätigkeitsbezogene Gefährdungsbeurteilung und Dokumentation nach § 6 GefStoffV

Muster-Gefährdungsbeurteilung

Bitte beachten:

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

Schule/Dienststelle: PH Ludwigsburg

Unterrichtsfach/Fachbereich: Technik

Versuch/Experiment: Anodisieren von Titan

Benötigte Materialien (Geräte/Stoffe): Batteriesäure (38%ige Schwefelsäure)
alternativ: 10%ige Schwefelsäure

Schulstufe? ☐ Primarstufe ☒ Sek I ☐ Sek II

Wer führt die Tätigkeit durch? ☒ Lehrkraft ☒ Schülerinnen/Schüler

Tätigkeitsbeschränkungen? (Vgl. DGUV Regel 113-019, bisher GUV-SR 2004) [\[PDF-Link\]](#)

- ☐ + Schüler- und Lehrerexperimente sind mit diesen Stoffen ohne Einschränkungen erlaubt
- ☐ - Generelles Tätigkeitsverbot an Schulen
- ☐ o L Tätigkeitsbeschränkungen (besondere Ersatzstoffprüfung) für Lehrer
- ☐ - S Tätigkeitsverbot für Schüler
- ☒ - S 4. Klasse Tätigkeitsverbot für Schüler bis einschließlich Jahrgangsstufe 4
- ☐ - S 9. Klasse Tätigkeitsverbot für Schüler bis einschließlich Jahrgangsstufe 9
- ☐ - w Tätigkeitsverbot für gebärfähige Frauen, werdende und stillende Mütter
- ☐ ESP Besondere Ersatzstoffprüfung (Stoffe mit KMR, T+, T, E und C mit R 35) erforderlich

**Versuchsbeschreibung/
Vorgehensweise:** Offener Titanring wird zur Anodisierung in
Elektrolysebad mit Schwefelsäure gegeben.
Vorgang innerhalb weniger Sekunden beendet.

**Tätigkeit/Experiment mit Gefahrstoffen oder Tätigkeit/Experiment,
bei der/dem Gefahrstoffe entstehen oder freigesetzt werden können?** ☒ Ja ☐ Nein

Tätigkeitsbezogene Gefährdungsbeurteilung und Dokumentation nach § 6 GefStoffV

Gefahrstoffe (Edukte, Produkte, Zwischen-, Nebenprodukte):

Gefahrstoff Schwefelsäure

AGW-Wert in mg/m³
wenn vorhanden in ml/m³

Kennzeichnung



C

R-Sätze	35	Verursacht schwere Verätzungen
S-Sätze	26	Bei Berührung mit den Augen sofort gründlich mit Wasser abspülen und Arzt konsultieren
	30	Niemals Wasser hinzugießen
	45	Bei Unfall oder Unwohlsein sofort Arzt zuziehen (wenn möglich dieses Etikett vorzeigen)

Die Möglichkeiten einer Substitution sind geprüft?

☒ Ja

Ergebnis der Substitutionsprüfung:

Batteriesäure (38%ige Schwefelsäure) oder 10%ige Schwefelsäure möglich. Alternativ durch Erhitzen mit dem Bunsenbrenner.

Begründung bei Verzicht auf eine technisch mögliche Substitution:

Anodisierung ist nur mit Schwefelsäure möglich. Bei Erhitzen mit dem Bunsenbrenner sind nur zufällige Farbverläufe möglich.

Bestehen Gefahren durch Einatmen?

☒ Ja

Beurteilung der Gefährdung:

☐ Nein

Reizung der Atemwege möglich. Es wird nur eine geringe Menge benötigt, sodass bei guter Lüftung & unter dem Abzug keine Gefahr

Bestehen Gefahren durch Hautkontakt?

☒ Ja

Beurteilung der Gefährdung:

☐ Nein

Durch geringe Konzentration sind nur geringe Verätzungen der Haut möglich. Mit säurefesten Handschuhen und Schutzkittel arbeiten

Besteht eine Brand- und/oder Explosionsgefahr?

☒ Ja

Beurteilung der Gefährdung:

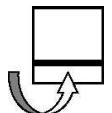
☐ Nein

Da an Kathode geringe Mengen Wasserstoff entstehen, besteht eine sehr geringe Explosionsgefahr. Arbeit unter Abzug & offenem Fenster

Tätigkeitsbezogene Gefährdungsbeurteilung und Dokumentation nach § 6 GefStoffV

Gefahrstoffe (Edukte, Produkte, Zwischen-, Nebenprodukte):

Ergebnis/Maßnahmen

GUV-SR 2003 [PDF-Link]						
☐	☒	☒	☒	☐	☒	☒

Weitere Maßnahmen:

Datum, Unterschrift

Betriebsanweisung Holzstaub gem. GefStoffV § 14

Raum 7.004 & 7.005

Gefahren für Mensch und Umwelt



- Holzstäube können zusammen mit einer Zündquelle und dem vorhandenen Luftsauerstoff Brände und Explosionen auslösen.
- Holzstäube, besonders solche von tropischen Holzern, können nach Sensibilisierung z.B. Nasenlaufen, Niesanfälle, Anschwellen der Nasenschleimhaut, Behinderung der Nasenatmung, Hustenreiz mit spastischer Bronchitis bis hin zum allergischen Bronchialasthma mit Luftnot hervorrufen.
- Außerdem können Reaktionen der Haut, z.B. Juckreiz, Rötung, Bläschen oder Knötchen bis hin zum allergischen Kontaktekzem, auftreten. Beim ersten Anzeichen ist unverzüglich ärztlicher Rat (möglichst beim Betriebsarzt) einzuholen.
- Hartholzstäube, wie z.B. Eichen- und Buchenholzstaub sind als krebserzeugend eingestuft (Nasenschleimhautkrebs). Das krebserzeugende Prinzip ist noch unbekannt.



Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln



- Die staubemittierenden Bearbeitungsmaschinen müssen mit wirksamen Absaugeinrichtungen betrieben werden; dies gilt auch für Handmaschinen und Handschleifarbeitsplätze. Ist dies nicht möglich, muss Atemschutz (z.B. Filtergeräte mit Partikelfilter nach DIN EN 143-P2 oder filtrierende Halbmasken nach DIN EN 149-FFP2) benutzt werden. Gleiches gilt für das Wechseln von Filterelementen und Sammeleinrichtungen.
- Stauberfassungselemente sind sorgfältig einzustellen. Die Schieber in den Anschlussleitungen der nicht benutzten Maschinen müssen geschlossen sein.
- Maschinen, Werkstücke und Arbeitsbereiche sind regelmäßig mit geprüften Entstaubern oder Industriestaubsaugern der Klasse M zu reinigen.
- Abblasen oder trockenes Kehren ist verboten!
Kleidung nicht mit Druckluft abblasen!



Verhalten bei Störungen und im Gefahrenfall



- Bei Störungen an Arbeitsmitteln Arbeiten einstellen und Störung melden.
- Störungen nur im Stillstand beseitigen. Netzstecker dazu ausstecken.
- Störungen an Filteranlagen sind unter Benutzung von Atemschutzgeräten zu beheben.
- Externer Notruf: 00112
- Interner Notruf: 200 (Pforte)
- Erste Hilfe leisten.
- Ersthelfer heranziehen (siehe Notfallaushang).
- Unfall melden: 200 (Pforte)
- Durchgeführte Erste Hilfe-Leistungen immer im Verbandsbuch eintragen.
- Im Brandfall sind die Feuerlöschrichtungen zu benutzen
- Glimmbrände in Staubablagerungen nicht durch scharfen Löschmittelstrahl aufwirbeln – Staubexplosionsgefahr!

Sachgerechte Entsorgung

- Holzstaub und Holzspäne sammeln in mobilen Entstaubern oder Absauganlage

Gefährdungsbeurteilung - Deckblatt

Organisationseinheit: Abteilung Technik

Anschrift:
PLZ, Ort:

Ersteller:

Hartmann, Nilson; Heydenreich, Jan & Baumhagl,
Thomas

Vorgesetzte(r) /
Führungskraft:

Datum:

12.12.2023

Unterschrift

Vorgesetzte(r) /
Führungskraft:

Bezeichnung der

Gefährdungsbeurteilung:

Gefährdungsbeurteilung Titanring Anodisieren

Art der Gefährdungs-
beurteilung:

Zugeordnete Dokumente:

Faktorenliste

	Mechanische Gefährdungen	☐ 1.1 ungeschützt bewegte Maschinenteile ☐ 1.2 Teile mit gefährlichen Oberflächen ☐ 1.3 bewegte Transportmittel, bewegte Arbeitsmittel ☐ 1.4 unkontrolliert bewegte Teile ☒ 2.1 Elektrischer Schlag ☐ 2.2 Lichtbögen ☒ 3.1 Hautkontakt mit Gefahrstoffen ☒ 3.2 Einatmen von Gefahrstoffen ☐ 3.3 Verschlucken von Gefahrstoffen ☐ 4.1 Infektionsgefahr durch pathogene Mikroorganismen ☐ 4.2 sensibilisierende und toxische Wirkungen von Mikroorganismen ☐ 5.1 brennbare Feststoffe, Flüssigkeiten, Gase ☒ 5.2 explosionsfähige Atmosphäre ☐ 6.1 heiße Medien / Oberflächen ☐ 6.2 kalte Medien / Oberflächen ☐ 7.1 Lärm ☐ 7.2 Ultraschall, Infraschall ☐ 7.3 Ganzkörpervibrationen ☐ 7.4 Hand-Arm-Vibrationen ☐ 7.5 optische Strahlung ☐ 8.1 Klima ☐ 8.2 Beleuchtung, Licht ☐ 8.3 Ersticken, Ertrinken ☐ 9.1 schwere dynamische Arbeit ☐ 9.2 einseitige dynamische Arbeit ☐ 9.3 Haltearbeit ☐ 10.1 ungenügend gestaltete Arbeitsaufgabe ☐ 10.2 ungenügend gestaltete Arbeitsorganisation ☐ 10.3 ungenügend gestaltete soziale Bedingungen ☐ 11.1 durch Menschen ☐ 11.2 durch Tiere	☐ 1.5 Sturz, Ausrutschen, Stolpern, Umknicken ☐ 1.6 Absturz ☐ 1.7 weitere Gefährdungen ☐ 2.3 elektrostatische Aufladungen ☐ 2.4 weitere Gefährdungen ☐ 3.4 physikal.-chemische Gefährdungen ☐ 3.5 weitere Gefährdungen ☐ 4.3 weitere Gefährdungen ☐ 5.3 Explosivstoffe ☐ 5.4 weitere Gefährdungen ☐ 6.3 weitere Gefährdungen ☐ 7.6 ionisierende Strahlung ☐ 7.7 elektromagnetische Felder ☐ 7.8 Unter- oder Überdruck ☐ 7.9 weitere Gefährdungen ☐ 8.4 Flucht- und Verkehrswege, Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung ☐ 8.5 Arbeitsplatzgestaltung, Pausen-, Sanitärräume ☐ 8.6 weitere Gefährdungen ☐ 9.4 Kombination aus statischer und dynamischer Arbeit ☐ 9.5 weitere Gefährdungen ☐ 10.4 ungenügend gestaltete Arbeitsplatz- und Arbeitsumgebungs-Bedingungen ☐ 10.5 neue Arbeitsformen ☐ 10.6 weitere Gefährdungen ☐ 11.3 durch Pflanzen und pflanzliche Produkte ☐ 11.4 weitere Gefährdungen
	Elektrische Gefährdungen		
	Gefahrstoffe		
	Biologische Arbeitsstoffe		
	Brände und Explosionen		
	Thermische Gefährdungen		
	Spezielle physikalische Einwirkungen		
	Arbeitsumgebungsbedingungen		
	Physische Belastung / Arbeitsschwere		
	Psychische Faktoren		
	Sonstige Gefährdungen		

Gefährdungen und Maßnahmen

Nr.	Gefährdungsfaktor	Konkrete Gefährdung im Betrieb	Risiko	Maßnahme (technisch, organisatorisch, persönlich)	Realisierung		Wirksamkeitskontrolle wie / wann
					bis / am	Verantwortlich	
2.1	Elektrischer Schlag	Berühren unter Spannung stehenden Elektronen oder Anschlussklemmen		M1 - Arbeitsmittel / -stoffe / -verfahren / -umgebung: Netzteil mit maximal 25V Gleichspannung	-----	Lehrperson	----- Lehrperson
				M1 - Arbeitsmittel / -stoffe / -verfahren / -umgebung: vollisierte Experimentierkabel	-----	Lehrperson	----- Lehrperson
				M2 - Prüfungen: Netzteil und unter Spannung stehende Teile des Versuches müssen mit einem Prüfsiegel versehen sein	-----	Lehrperson	----- Lehrperson
				M3 - Arbeitsorganisation: Netzteil muss ausgeschalten sein, wenn am Versuchsaufbau gearbeitet wird	-----	Lehrperson	----- Lehrperson
				M5 - Persönliche Schutzausrüstung (PSA): Chemikalienschutzhandschuhe, die bei Berührung keinen Strom leiten	-----	Lehrperson	----- Lehrperson
3.1	Hautkontakt mit Gefahrstoffen	Hautkontakt mit Schwefelsäure (10%)		M3 - Arbeitsorganisation: Nur die nötige Menge Schwefelsäure in den Behälter füllen	-----	Lehrperson	----- Lehrperson
				M3 - Arbeitsorganisation: Behälter mit Schwefelsäure muss sicher stehen	-----	Lehrperson	----- Lehrperson
				M5 - Persönliche Schutzausrüstung (PSA): Tragen von Chemikalienschutzhandschuhen	-----	Lehrperson	----- Lehrperson
				M5 - Persönliche Schutzausrüstung (PSA): Keine freien Hautstellen an den Armen	-----	Lehrperson	----- Lehrperson
				M5 - Persönliche Schutzausrüstung (PSA): Schutzbrille gegen Spritzen	-----	Lehrperson	----- Lehrperson
3.2	Einatmen von Gefahrstoffen	Einatmen von Wasserstoff, der an der Kathode entsteht		M1 - Arbeitsmittel / -stoffe / -verfahren / -umgebung: Fenster zur Frischluftzufuhr	-----	Lehrperson	----- Lehrperson

Gefährdungen und Maßnahmen								Seite 4 von 4	
Nr.	Gefährdungsfaktor	Konkrete Gefährdung im Betrieb	Risiko	Maßnahme (technisch, organisatorisch, persönlich)	Realisierung bis / am	Verantwortlich	Wirksamkeitskontrolle wie / wann	durch wen	
5.2	explosionsfähige Atmosphäre	Gefahr durch Knallgasentstehung aufgrund des Wasserstoffs an der Kathode		M5 - Persönliche Schutzausrüstung (PSA): Chemikalienschutzhandschuhe gegen Spritzen	-----	Lehrperson	-----	Lehrperson	
				M5 - Persönliche Schutzausrüstung (PSA): Schutzbrille gegen Spritzen	-----	Lehrperson	-----	Lehrperson	
				M5 - Persönliche Schutzausrüstung (PSA): Keine freien Hautflächen an den Armen	-----	Lehrperson	-----	Lehrperson	

Gefährdungsbeurteilungen

Ledertasche anfertigen			
Gefährdungsfaktor	Konkrete Gefährdung	Risiko	Maßnahmen (technisch, organisatorisch, persönlich)
Mechanische Gefährdung: <i>Cuttermesser & Schere</i>	Bewegte Arbeitsmittel: <i>Schnittverletzung</i>	Gering	Klinge nicht zu weit ausfahren; Finger & Körperteile nicht in Schnittlinie halten
Mechanische Gefährdung: <i>Schlagnieten</i>	Bewegte Arbeitsmittel: <i>Prellung der Finger durch Hammerschlag</i>	Gering	Hände und Finger in sicherem Abstand zur Schlagniete halten
Thermische Gefährdungen	Heiße Medien / Oberflächen: Brandverletzung durch Feuerzeug	Gering	Werkstück einspannen; Finger außerhalb der Flamme halten
Gefahrstoffe: <i>Zwei-Komponentenkleber</i>	Hautkontakt mit Gefahrstoffen	Gering	Handschuhe verwenden, Hände nach Benutzung waschen

Schachfiguren sägen			
Gefährdungsfaktor	Konkrete Gefährdung	Risiko	Maßnahmen (technisch, organisatorisch, persönlich)
Mechanische Gefährdung: <i>Handsäge</i>	Bewegte Arbeitsmittel: <i>Schnittverletzung</i>	Gering	Verwendung einer Sägeleide; Einspannen des Werkstücks; langsames Ansägen
	Bewegte Arbeitsmittel: <i>Abrutschen</i>	Gering	Kraft kurz vor Ende des Sägevorgangs reduzieren
Gefahrstoffe: <i>Holzstaub</i>	Einatmen von Gefahrstoffen	Gering	Wenig schleifen; Nach Bearbeitung absaugen

Schachfiguren dreheln			
Gefährdungsfaktor	Konkrete Gefährdung	Risiko	Maßnahmen (technisch, organisatorisch, persönlich)
Mechanische Gefährdung	Unkontrolliert	Gering	Werkstück vor dem Einspannen
	bewegte Teile: <i>Holzsplitter und Späne</i>		auf Risse prüfen; Schutzbrille oder Schutzvisier tragen
	Bewegte Arbeitsmittel: Einzugsgefahr	Mittel	Keine Handschuhe, kein Schmuck, enganliegende Kleidung, Haare zusammenbinden
	Bewegte Arbeitsmittel: <i>Werkstück bleibt an Handauflage hängen</i>	Gering	Vor Bearbeitung immer Abstand zur Handauflage prüfen
	Bewegte Arbeitsmittel: <i>Werkzeug berührt Spannfutter</i>	Gering	genügend Abstand zum Spannfutter halten
Gefahrstoffe: <i>Holzstaub</i>	Einatmen von Gefahrstoffen	Mittel	Nur mit Absaugung arbeiten (Filterklasse M)

Schachfeld			
Gefährdungsfaktor	Konkrete Gefährdung	Risiko	Maßnahmen (technisch, organisatorisch, persönlich)
Mechanische Gefährdung: <i>Cuttermesser</i>	Bewegte Arbeitsmittel: <i>Schnittverletzung</i>	Gering	Klinge nicht zu weit ausfahren; Finger & Körperteile nicht in Schnittlinie halten; alternativ Schere benutzen
Mechanische Gefährdung: Schlagzahlen	Bewegte Arbeitsmittel: <i>Abrutschen mit dem Hammer und Prellen der Finger</i>	Gering	Keine Schlagzahlen verwenden, Stempel und Hammer sicher halten und nicht zu viel Kraft ausüben
Thermische Gefährdung: <i>Brandmalkolben</i>	Heiße Oberflächen/Medien	Mittel	Lötkolben nur am Griff brühren und auf vorgesehenem Ständer ablegen

Gefahrstoffe: <i>Rauch</i>	Einatmen von Gefahrstoffen: <i>Rauch des Brnadmalkolbens</i>	Gering	Fenster öffnen
Gefahrstoffe: <i>Wasserlösliche Beize</i>	Hautkontakt mit Gefahrstoffen	Gering	Handschuhe tragen; ungefährliche wasserlösliche Beizefarbe löst sich nach mehreren Tagen von der Haut

Teller dreheln			
Gefährdungsfaktor	Konkrete Gefährdung	Risiko	Maßnahmen (technisch, organisatorisch, persönlich)
Mechanische Gefährdung	Unkontrolliert bewegte Teile: <i>Holzsplitter und Späne</i>	Gering	Werkstück vor dem Einspannen auf Risse prüfen; Schutzbrille oder Schutzvisier tragen
	Bewegte Arbeitsmittel: Einzugsgefahr	Mittel	Keine Handschuhe, kein Schmuck, enganliegende Kleidung, Haare zusammenbinden
	Bewegte Arbeitsmittel: <i>Werkstück bleibt an Handauflage hängen</i>	Gering	Vor Bearbeitung immer Abstand zur Handauflage prüfen
	Bewegte Arbeitsmittel: <i>Werkzeug berührt Spannfutter</i>	Gering	genügend Abstand zum Spannfutter halten
	Bewegte Arbeitsmittel: <i>Werkzeug verkantet</i>	Gering	Korrekte und sichere Werkzeugführung
Gefahrstoffe: <i>Holzstaub</i>	Einatmen von Gefahrstoffen	Mittel	Nur mit Absaugung arbeiten (Filterklasse M)

Pfannenwender schnitzen			
Gefährdungsfaktor	Konkrete Gefährdung	Risiko	Maßnahmen (technisch, organisatorisch, persönlich)
Mechanische Gefährdung: <i>Beil</i>	Bewegte Arbeitsmittel: <i>Schnittverletzung</i>	Gering	Richtige Handführung anwenden; Schnittschutzhandschuhe verwenden; Beil nicht benutzen und stattdessen Werkstück grob zusägen
Mechanische Gefährdung: <i>Schnitzmesser</i>	Bewegte Arbeitsmittel: <i>Schnittverletzung</i>	Mittel	Richtige Handführung anwenden; Schnittschutzhandschuhe verwenden; Brustschutz bei Zugmesser-Schnitt verwenden
Brände und Explosion: <i>Oberflächenbehandlung</i>	Brennbare Feststoffe, Flüssigkeiten, Gase: <i>Benutzung von Ölen oder Wachsen</i>	Gering	Fachgerechte Lagerung und Entsorgung von Öllappen
Thermische Gefährdung: <i>Backen der fertigen Werkstücke</i>	Heiße Oberflächen/Medien	Gering	Verwendung von Wärmeschutzhandschuhen

Offene und geschlossene Fingerringe			
Gefährdungsfaktor	Konkrete Gefährdung	Risiko	Maßnahmen (technisch, organisatorisch, persönlich)
Mechanische Gefährdungen: <i>Gesägte Bleche & Rundstäbe</i>	Teile mit gefährlichen Oberflächen	Gering	Blech bzw. Draht ggf. entgraten
Mechanische Gefährdungen: <i>Handsäge</i>	Bewegte Arbeitsmittel: Abrutschen	Gering	ggf. Verwendung eines Laubsägetischchens mit Federzwinde oder kleiner Schraubzwinde zum sicheren Fixieren des Werkstücks
Mechanische Gefährdungen: <i>Feile</i>	Bewegte Arbeitsmittel: Abrutschen	Gering	Werkstück fest einspannen; Werkzeug beidhändig führen; gleichmäßigen Druck bei Stoßbewegung ausüben

Mechanische Gefährdungen: <i>Polieren</i>	unkontrolliert bewegte Teile	Mittel	Beim maschinellen Polieren mit dem Körper parallel zur Schwabbelscheibe außerhalb des Risikobereichs stehen. Werkstück an unteres Viertel in Drehrichtung links der Schwabbelscheibe halten, damit das Werkstück bei Entgleiten in Richtung Boden geschleudert wird
Arbeitsumgebungsbedingungen: <i>Arbeit mit dem Lötbrenner</i>	Ersticken, Ertrinken	Gering	Bei der Arbeit mit Gas Fenster kippen/öffnen, mit Frischluft arbeiten
Brände und Explosionen: <i>Arbeit mit dem Lötbrenner</i>	brennbare Feststoffe, Flüssigkeiten, Gase	Gering	Wenn vorhanden: mit Abzug arbeiten; feuerfeste Lötunterlage verwenden; Ventil des Gasbrenners bzw. der Zuleitung sofort nach Benutzung zudrehen
Thermische Gefährdungen: <i>Ausglühen & Hartlöten</i>	Heiße Medien/Oberflächen: Verbrennungen an Fingern oder Haut	Mittel	Schweißhandschuhe oder andere Handschuhe aus dickem Rohleder oder Fingerlinge tragen; erwärmtes Werkstück mit Pinzette greifen & abschrecken
Gefahrstoffe: <i>Zitronensäure & Flussmittel</i>	Hautkontakt mit Gefahrstoffen	Gering	Direkten Fingerkontakt mit Zitronensäure und Flussmittel vermeiden; Säurefeste Schutzhandschuhe verwenden; Lederschürze tragen
	physikalisch,-chemische Gefährdungen: <i>Verätzungen an den Augen</i>	Gering	Schutzbrille verwenden
Gefahrstoffe: <i>Schleifstaub</i>	Einatmen von Gefahrstoffen: <i>Arbeiten mit dem Multitool</i>	Gering	Tragen einer Atemschutzmaske beim Fräsen & Schleifen
Spezielle physikalische Einwirkungen	Lärm: <i>Polieren, Treiben und Fräsen mit dem Multitool</i>	Mittel	Gehörschutz tragen
Gefahrstoffe: <i>Klebstoffe</i>	Hautkontakt mit Gefahrstoffen	Gering	Handschuhe verwenden, Hände nach Benutzung waschen

Einfacher Hocker			
Gefährdungsfaktor	Konkrete Gefährdung	Risiko	Maßnahmen (technisch, organisatorisch, persönlich)
Mechanische Gefährdung: <i>Bohren</i>	Ungeschützt bewegte Maschinenteile: <i>Bohrfutter</i>	Gering	Enganliegende Kleidung tragen; lange Haare zusammenbinden oder eine Mütze tragen; Handschnuck ablegen; keine Pullover mit Bändern tragen
	unkontrolliert bewegte Teile	Gering	- Schutzbrille tragen - Werkstück einspannen
Mechanische Gefährdung: <i>Handsäge</i>	Bewegte Arbeitsmittel: <i>Schnittverletzung</i>	Gering	Einspannen des Werkstücks; langsames Ansägen; Finger & Körperteile nicht in Sägelinie halten
	Bewegte Arbeitsmittel: <i>Abrutschen</i>	Gering	Kraft kurz vor Ende des Sägevorgangs reduzieren
Gefahrstoffe: <i>Holzstaub</i>	Einatmen von Gefahrstoffen	Gering	Holzstaub absaugen und nicht kehren!
Gefahrstoffe: <i>Holzleim</i>	Hautkontakt mit Gefahrstoffen	Gering	Lösungsmittelfreien Leim verwenden; Direkten Hautkontakt vermeiden; nach Benutzung Hände waschen
Brände und Explosion	Brennbare Feststoffe, Flüssigkeiten, Gase: <i>Oberflächenbehandlung mit Ölen oder Wachsen</i>	Gering	Fachgerechte Lagerung und Entsorgung von Öllappen

Zweistecken-Bogen			
Gefährdungsfaktor	Konkrete Gefährdung	Risiko	Maßnahmen (technisch, organisatorisch, persönlich)
Mechanische Gefährdung: <i>Bohren</i>	Ungeschützt bewegte Maschinenteile: <i>Bohrfutter</i>	Gering	Lange Haare zusammenbinden oder eine Mütze tragen; Handschmuck ablegen; keine Pullover mit Bändern tragen
	unkontrolliert bewegte Teile	Gering	- Schutzbrille tragen Werkstück einspannen
Mechanische Gefährdung: <i>Schweifhobel</i>	Bewegte Arbeitsmittel: <i>Abrutschen</i>	Gering	Einspannen des Werkstücks; Werkzeug immer beidhändig führen; Finger & Körperteile nicht in Schnittlinie halten; Kraft zum Ende des Wurfarms hin reduzieren
Mechanische Gefährdung: <i>Handsäge</i>	Bewegte Arbeitsmittel: <i>Schnittverletzung</i>	Gering	Einspannen des Werkstücks; langsames Ansägen; Finger & Körperteile nicht in Sägelinie halten
	Bewegte Arbeitsmittel: <i>Abrutschen</i>	Gering	Kraft kurz vor Ende des Sägevorgangs reduzieren
Mechanische Gefährdung: <i>Microplane-Raspel</i>	Bewegte Arbeitsmittel: <i>Schnittverletzungen durch Abrutschen</i>	Gering	Werkstück einspannen und Raspel immer beidhändig führen
Mechanische Gefährdung: <i>Vorstecher</i>	Bewegte Arbeitsmittel: <i>Stichverletzungen durch Abrutschen</i>	Gering	Werkstück einspannen; Finger & Körperteile nicht in Stichlinie halten
Gefahrstoffe: <i>Holzleim</i>	Hautkontakt mit Gefahrstoffen	Gering	lösungsmittelfreien Leim verwenden; Hautkontakt vermeiden; nach Benutzung Hände waschen
Gefahrstoffe: Holzstaub	Einatmen von Gefahrstoffen: Holzstaub	gering	Fenster öffnen, feinspannende Verfahren auf ein Minimum reduzieren

Pfeilfertigung			
Gefährdungsfaktor	Konkrete Gefährdung	Risiko	Maßnahmen (technisch, organisatorisch, persönlich)
Mechanische Gefährdung: <i>Pfeilspitzen</i>	Teile mit gefährlichen Oberflächen	Mittel	Ungefährliche Pfeilspitze verwenden
Mechanische Gefährdung: <i>Handsäge & Cuttermesser</i>	Bewegte Arbeitsmittel: <i>Schnittverletzung</i>	Gering	Einspannen des Werkstücks; Klinge nicht zu weit ausfahren; Finger & Körperteile nicht in Säge- bzw. Schnittlinie halten
	Bewegte Arbeitsmittel: <i>Abrutschen</i>	Gering	Kraft kurz vor Ende des Sägevorgangs reduzieren
Gefahrstoffe: <i>Klebstoff</i>	Hautkontakt mit Gefahrstoffen	Gering	Lösungsmittelfreien Klebstoff verwenden, Hautkontakt vermeiden; nach Benutzung Hände waschen
Brände und Explosion	Brennbare Feststoffe, Flüssigkeiten, Gase: <i>Oberflächenbehandlung mit Ölen oder Wachsen</i>	Gering	Fachgerechte Lagerung und Entsorgung von Öllappen

Tillern des Bogens			
Gefährdungsfaktor	Konkrete Gefährdung	Risiko	Maßnahmen (technisch, organisatorisch, persönlich)
Mechanische Gefährdung: <i>Bruch des gespannten Bogens</i>	Unkontrolliert bewegte Teile	Gering	Bogen schrittweise bearbeiten und auf größere Auszugslänge spannen
Mechanische Gefährdung: <i>Schweifhobel</i>	Bewegte Arbeitsmittel: <i>Abrutschen</i>	Gering	Einspannen des Werkstücks; Werkzeug immer beidhändig führen; Finger & Körperteile nicht in Schnittlinie halten; Kraft zum Ende des Wurfarms hin reduzieren
Mechanische Gefährdung: <i>Bogensehne</i>	Bewegte Arbeitsmittel: <i>Hautreizung durch Bogensehne</i>	Gering	Kleidung mit langen Ärmeln oder Unterarmschutz tragen oder Körperhaltung anpassen

Fahrradreifengürtel			
Gefährdungsfaktor	Konkrete Gefährdung	Risiko	Maßnahmen (technisch, organisatorisch, persönlich)
Mechanische Gefährdung: <i>Drähte im Fahrradreifen</i>	Teile mit gefährlichen Oberflächen: Stichverletzung an Drähten	Gering	Ggf. Abstehende Drähte im zerschnittenen Fahrradreifen entgraten
Mechanische Gefährdung: <i>Schere</i>	Teile mit gefährlichen Oberflächen	Gering	Finger nicht im Schnittbereich der Schere halten
Gefahrstoffe: <i>Vulkanisierender Klebstoff</i>	Hautkontakt mit Gefahrstoffen	Gering	Handschuhe und Schutzbrille tragen; Hände nach Benutzung waschen

Seifenblasenautomat Teens Upcycling			
Gefährdungsfaktor	Konkrete Gefährdung	Risiko	Maßnahmen (technisch, organisatorisch, persönlich)
Mechanische Gefährdung: <i>Schere</i>	Teile mit gefährlichen Oberflächen	Gering	Finger nicht im Schnittbereich der Schere halten
Mechanische Gefährdung: <i>Handsäge</i>	Bewegte Arbeitsmittel: <i>Schnittverletzung</i>	Gering	Einspannen des Werkstücks; langsames Ansägen; Finger & Körperteile nicht in Sägelinie halten
Mechanische Gefährdung: <i>Bohren</i>	Ungeschützt bewegte Maschinenteile: <i>Bohrfutter</i>	Gering	Enganliegende Kleidung tragen; Lange Haare zusammenbinden oder eine Mütze tragen; Handschmuck ablegen; keine Pullover mit Bändern tragen
	unkontrolliert bewegte Teile	Gering	Schutzbrille tragen; Werkstück einspannen
Thermische Gefährdungen: <i>Heißklebepistole</i>	Heiße Oberflächen / Medien: <i>Heißkleber</i>	Gering	Heißklebepistole nur am Griff anfassen; Warten bis der Kleber flüssig ist und langsam kleben; Finger außerhalb der Klebelinie; Kleber aushärten und abkühlen lassen
Gefahrstoffe: <i>Klebstoff</i>	Hautkontakt mit Gefahrstoffen	Gering	Lösungsmittelfreien Klebstoff verwenden, Hautkontakt vermeiden; nach Benutzung Hände waschen

Seifenblasenautomat Kids Upcycling			
Gefährdungsfaktor	Konkrete Gefährdung	Risiko	Maßnahmen (technisch, organisatorisch, persönlich)
Mechanische Gefährdung: <i>Schere</i>	Teile mit gefährlichen Oberflächen	Gering	Finger nicht im Schnittbereich der Schere halten
Mechanische Gefährdung: <i>Bohren</i>	Ungeschützt bewegte Maschinenteile: <i>Bohrfutter</i>	Gering	Enganliegende Kleidung tragen; Lange Haare zusammenbinden oder eine Mütze tragen; Handschmuck ablegen; keine Pullover mit Bändern tragen
	unkontrolliert bewegte Teile	Gering	Schutzbrille tragen; Werkstück einspannen
Mechanische Gefährdung: <i>Handsäge</i>	Bewegte Arbeitsmittel: <i>Schnittverletzung</i>	Gering	Einspannen des Werkstücks; langsames Ansägen; Finger & Körperteile nicht in Sägelinie halten
	Bewegte Arbeitsmittel: <i>Abrutschen</i>	Gering	Kraft kurz vor Ende des Sägevorgangs reduzieren
Gefahrstoffe: <i>Klebstoff</i>	Hautkontakt mit Gefahrstoffen	Gering	Lösungsmittelfreien Klebstoff verwenden, Hautkontakt vermeiden; nach Benutzung Hände waschen

Seifenblasenautomat Teens Konstruktion			
Gefährdungsfaktor	Konkrete Gefährdung	Risiko	Maßnahmen (technisch, organisatorisch, persönlich)
Mechanische Gefährdung: <i>Handsäge</i>	Bewegte Arbeitsmittel: <i>Schnittverletzung</i>	Gering	Einspannen des Werkstücks; langsames Ansägen; Finger & Körperteile nicht in Sägelinie halten
Mechanische Gefährdung: <i>Bohren</i>	Ungeschützt bewegte Maschinenteile: <i>Bohrfutter</i>	Gering	Enganliegende Kleidung tragen; Lange Haare zusammenbinden oder eine Mütze tragen; Handschmuck ablegen; keine Pullover mit Bändern tragen

	unkontrolliert bewegte Teile	Gering	Schutzbrille tragen; Werkstück einspannen
Thermische Gefährdungen: <i>Fön</i>	Heiße Medien / Oberflächen: <i>Erhitzen der Schrumpfschläuche</i>	Mittel	Zange oder hitzebeständige Handschuhe verwenden
Gefahrstoffe: <i>Holzleim</i>	Hautkontakt mit Gefahrstoffen	Gering	Lösungsmittelfreien Leim verwenden; Direkten Hautkontakt vermeiden; nach Benutzung Hände waschen
Elektrische Gefährdung: <i>Elektrische Leitungen</i>	Elektrischer Schlag	Gering	Niedrigspannungsbereich; Isolierung mit Schrumpfschlauch oder Isolierband ordentlich ausführen

Mausefallenfahrzeug			
Gefährdungsfaktor	Konkrete Gefährdung	Risiko	Maßnahmen (technisch, organisatorisch, persönlich)
Mechanische Gefährdung: <i>Cuttermesser & Schere</i>	Bewegte Arbeitsmittel: <i>Schnittverletzung</i>	Mittel	Klinge nicht zu weit ausfahren; Nicht zu viel Kraft aufwenden; Finger & Körperteile nicht in Schnittlinie halten; Verwendung eines Seitenschneiders
Mechanische Gefährdung: <i>Vorstecher</i>	Bewegte Arbeitsmittel: <i>Stichverletzung</i>	Gering	Löcher immer auf einer Unterlage stechen; Finger & Körperteile nicht in Stichlinie halten
Thermische Gefährdungen: <i>Heißklebepistole</i>	Heiße Oberflächen / Medien: <i>Heißkleber</i>	Gering	Heißklebepistole nur am Griff anfassen; Warten bis der Kleber flüssig ist und langsam kleben; Finger außerhalb der Klebelinie; Kleber aushärten und abkühlen lassen

Startrampe für Papierflieger			
Gefährdungsfaktor	Konkrete Gefährdung	Risiko	Maßnahmen (technisch, organisatorisch, persönlich)
Mechanische Gefährdung: <i>Bohren</i>	Ungeschützt bewegte Maschinenteile: <i>Bohrfutter</i>	Gering	Enganliegende Kleidung tragen; Lange Haare zusammenbinden oder eine Mütze tragen; Handschnuck ablegen; keine Pullover mit Bändern tragen
	unkontrolliert bewegte Teile	Gering	Schutzbrille tragen; Werkstück einspannen
Mechanische Gefährdung: <i>Handsäge & Cuttermesser</i>	Bewegte Arbeitsmittel: <i>Schnittverletzung</i>	Gering	Einspannen des Werkstücks; Klinge nicht zu weit ausfahren; Finger & Körperteile nicht in Säge- bzw. Schnittlinie halten
	Bewegte Arbeitsmittel: <i>Abrutschen</i>	Gering	Kraft kurz vor Ende des Sägevorgangs reduzieren
Thermische Gefährdungen: <i>Heißklebepistole</i>	Heiße Oberflächen / Medien: <i>Heißkleber</i>	Gering	Heißklebepistole nur am Griff anfassen; Warten bis der Kleber flüssig ist und langsam kleben;
			Finger außerhalb der Klebelinie; Kleber aushärten und abkühlen lassen
Gefahrstoffe: <i>Holzleim</i>	Hautkontakt mit Gefahrstoffen	Gering	lösungsmittelfreien Leim verwenden; Hautkontakt vermeiden; nach Benutzung Hände waschen

Fahrzeug aus PET-Flasche (Pfand auf Rädern)

Gefährdungsfaktor	Konkrete Gefährdung	Risiko	Maßnahmen (technisch, organisatorisch, persönlich)
Mechanische Gefährdung: <i>Cuttermesser & Schere</i>	Bewegte Arbeitsmittel: <i>Schnittverletzung</i>	Mittel	Fixierung des Werkstücks; Zuerst mit dem Messer einen Schlitz schneiden; diesen mit der Schere größer schneiden; Nicht zu viel Kraft aufwenden; Finger & Körperteile nicht in Schnittlinie halten

Lebensmittelechte Acrylgießmasse

Gefährdungsfaktor	Konkrete Gefährdung	Risiko	Maßnahmen (technisch, organisatorisch, persönlich)
Mechanische Gefährdung: <i>Sägen</i>	Bewegte Arbeitsmittel: <i>Schnittverletzung</i>	Gering	Einspannen des Werkstücks; langsames Ansägen; Finger & Körperteile nicht in Sägelinie halten
Mechanische Gefährdung: <i>Bohren</i>	Ungeschützt bewegte Maschinenteile: <i>Bohrfutter</i>	Gering	Enganliegende Kleidung tragen; Lange Haare zusammenbinden oder eine Mütze tragen; Handschmuck ablegen; keine Pullover mit Bündeln tragen
	unkontrolliert bewegte Teile: <i>Spritzer der Gießmasse</i>	Gering	Schutzbrille verwenden
Thermische Gefährdungen	Heiße Medien/Oberfläche: <i>Gießmasse</i>	Gering	Ggf. Schutzhandschuhe beim Gießen tragen

Literaturempfehlungen

- DGUV Regel 102-601 *Branche Schule*
Verfügbar unter: <https://publikationen.dguv.de/widgets/pdf/download/article/3581>
- DGUV Information 202-040. (Hrsg.) (2006). *Holz. Ein Handbuch für Lehrkräfte*. GUV-SI 8041. Berlin.
- DGUV Information 202-037 (Hrsg.) (2011). *Metall. Ein Handbuch für Lehrkräfte*. GUV-SI 8038. Berlin.
- DGUV Information 202-038 (Hrsg.) (2021). *Kunststoff. Ein Handbuch für Lehrkräfte*. GUV-SI 8039. Berlin.
- DGUV Regel 113-118 *Unterricht in Schulen mit gefährlichen Stoffen*
Verfügbar unter: <https://publikationen.dguv.de/widgets/pdf/download/article/28>
- Akiyama, L. (2017). *Katapult und Flitzebogen: verrückte Gummiband-Projekte für junge Tüftler*. Bern: Haupt.
- Hein, W. (2011). *Mein Pfeil und Bogenbuch*. Ludwigshafen : Hörnig.
- Hinrichsen, H. (2020). *Die kreative Lederwerkstatt*. Stuttgart : Verlag Freies Geistesleben.
- Kind – Wissen - Zukunft e.V. (Hrsg.) (2019). *Calliope Mini. Ein Handbuch für Grundschulen*. Hannover.
- Egholm, F. (2015). *Das große Buch vom Schnitzen*. Stuttgart : Verlag Freies Geistesleben.
- Stuber, T. u.a. (2022). *Technik und Design*. Lernheft. 2. Aufl. Bern: hep.
- Walter, R. & Schmidt, M. (2004). *Schmuck gestalten*. Zürich: Lehrmittelverlag des Kantons Zürich.





Weitere Umsetzungsideen

TECH & SCIENCE @ SCHOOL

Ein fachpraktisches Handbuch für Technik-Lehrkräfte

Wintersemester 2023/24

Mitwirkende

Alexander Klauda
Benedikt Zahner
Christopher Haase
Daniel Beckenbauer
Dominic Borkmann
Estelle Schwarz
Lea Galgenmüller
Marius Müller
Sebastian Heidenreich
Tim Arbter

Initiatoren

Thomas Baumhagl (PH Ludwigsburg)
Dr. Hannes Helmut Nepper (PH Schwäbisch Gmünd)
Jochen Pfeifer (PH Schwäbisch Gmünd & Uhland-Realschule Aalen)
Uhland-Realschule Aalen

Gestaltung und Layout

Niclas Günther

Gefördert durch

TRAFO BW (Netzwerk transferorientierte Lehre in Baden-Württemberg)
Vector Stiftung

Inhaltsverzeichnis

Sicherheit beim Schnitzen1



<https://www.youtube.com/watch?v=X4Kua9cmBXM>

Werkstücke mit der Dekupiersäge anfertigen8



<https://www.youtube.com/watch?v=W0Ev2UGMOtY>

Elektrische Rennbahn reparieren16



<https://youtu.be/0Q-gfFXd2ok>

Ringe dreheln22



<https://youtu.be/U6vZSFjSScA>

Seifenblasenautomat mit Arduino-Steuerung32



<https://youtu.be/t1VJm6poB4g>



Sicherheit beim Schnitzen

In diesem Kapitel wird erklärt, was beim Schnitzen zu beachten ist, um möglichst sicher und verletzungsfrei zu arbeiten. Dazu werden sowohl die Messerführung als auch die persönliche Schutzausrüstung betrachtet.



von Sebastian Heidenreich



Sek. 1: ab Klasse 6
GS und SoPäd: nicht zu empfehlen für Grundschule aufgrund der Verletzungsgefahr durch Messer. Im SoPäd- Bereich, je nach Beeinträchtigung und Einschätzung der Lehrperson.



- Lernen die Hand-Auge Koordination
- Können Schnitzmesser sicher handhaben und sind in der Lage, Holz mit einem Schnitzmesser fachgerecht zu bearbeiten. Sie achten dabei sowohl auf die Messerführung als auch auf die Faserrichtung des Holzes.
- Wissen, welche Schutzausrüstung benötigt wird und warum diese zu tragen ist.
- ..Mit einfachen Versuchswerkstücken beginnen (Herz/Kugel)
- Holz schon in die Grobform vorsägen, sodass die Bearbeitung leichter fällt.



Erst versuchen, leichte Formen zu schnitzen, bevor man sich an komplexere Formen wagt.
Messer ordentlich und fachgerecht schärfen, dass ein glatter Schnitt entsteht.



Holz, idealerweise Ahorn.
Birke ist auch möglich,
ebenso wie Linde.
Diese schimmelt aber
schnell durch das Wässern.



Schnitzmesser,
Löffelschnitzmesser
(Hohlmesser für
Fortgeschrittene),
Schnittschutzhandschuhe,
Lederschürze



Festes
Schuhwerk

Lehrgang/Erklärvideo:

Welche Sicherheitsmaßnahmen sind beim Schnitzen zu beachten?

Individuelle Beratung und Tipps:

Tipps bei der Messerführung, Beachtung der Messerhaltung und der Sicherheitsausrüstung

Hilfsgerst durch unterstützende Materialien:

Schriftliche Anleitung benutzen; ggfs. Bildanleitung erstellen

Versprachlichung/Vergleich der durchgeführten Arbeitsschritte:

Präsentation ausgewählter Schnitztechniken mit persönlicher Schutzausrüstung in Kleingruppen

Reflexion des Arbeitsprozesses:

Beurteilen, ob es ohne Schutzausrüstung zu Verletzungen gekommen wäre (Sicherheitserziehung).

Eigenständiges Entwerfen:

Schnitzen eines komplexeren Objektes wie ein Tier

1. Modellierung

2. Coaching

3. Scaffolding & Fading

4. Articulation

5. Reflection

6. Exploration

Unterstützung

Selbstständigkeit

Differenzierungsmöglichkeiten

Schnitzen einfacherer oder komplexerer Figuren.
Es besteht Gestaltungsspielraum in der Komplexität. So kann mit einfachen Formen wie Herzen oder Kugeln zu Tieren oder anderen komplexeren Objekten übergegangen werden. Zudem lassen sich diese in der Größe variieren.

Arbeitsschritt Wässern des Holzes:



Bevor man mit dem Schnitzen beginnen kann, sollte man das Holz, welches man bearbeiten möchte, zuvor wässern. Durch diesen Arbeitsschritt kann das Holz im Wasser aufquellen, und lässt sich dann leichter bearbeiten. Um eine ausreichende Quellung zu erreichen, ist es notwendig, dass das Holz, je nach Größe, für mindestens zwei Tage im Wasser liegt und von diesem vollständig bedeckt wird. Größere Hölzer sollten entsprechend länger im Wasser liegen.

Um zu gewährleisten, dass unser Holz komplett von Wasser bedeckt wird und ein Aufquellen überall im Holz gewährleistet ist, beschweren wir unser Holzstück mit einem entsprechend schweren Gegenstand.

In unserem Fall hat eine einfache, gefüllte Glasflasche vollkommen ausgereicht, bei größeren Hölzern sind selbstverständlich größere Gewichte zu wählen.

Nach der Quellzeit im Wasser ist das Holz oft sehr rutschig und gleitet schnell aus der Hand. Deshalb bietet es sich an, das Holz vor der Bearbeitung mit einem Papier- oder Fasertuch abzutrocknen. Die Eigenschaften des Holzes, die beim Quellen erreicht wurden, bleiben trotzdem erhalten.

Bedeutung der persönlichen Schutzausrüstung:



Um sicher schnitzen zu können, ist es essentiell, dass wir unseren Körper vor der scharfen Klinge des Messers schützen. Gerade unser Oberkörper ist in einer gefährlichen Position, da man mit dem Messer leicht abrutschen kann und der Oberkörper viel Fläche für Verletzungen bietet. Deshalb ist es, zum Schutz der Gesundheit, wichtig, eine Lederschürze zu tragen, welche Schnitte und Stiche abfangen kann.

Auch unsere Hände sind einer Gefährdung durch das Messer ausgesetzt, da sie sich in unmittelbarer Nähe des Messers befinden. Aus diesem Grund empfiehlt es sich schnitt- und stichhemmende Handschuhe zu tragen. Besonders wichtig ist hierbei auf die Eignung der Handschuhe zu achten, welche durch entsprechende Prüfsiegel attestiert wird. Des Weiteren muss darauf geachtet werden, dass Handschuhe in der richtigen Größe getragen werden. Zu große oder zu kleine Handschuhe sind beim Schnitzvorgang eher hinderlich als hilfreich.

Beim Schnitzmesser ist zudem darauf zu achten, dass dieses immer in der dazugehörigen Kunststoffscheide gelagert und transportiert wird. Nur so kann eine Gefährdung durch die scharfe Klinge ausgeschlossen werden. Das Schnitzmesser wird nur zum Arbeiten aus der Scheide herausgenommen. Vor oder nach der Arbeit befindet sich das Messer sicher verwahrt in der Scheide.

Messerführung und -haltung:



Das Schnitzmesser wird beim Schnitzen in der Führhand gehalten. Das ist beim Rechtshänder die rechte, beim Linkshänder die linke Hand. Das Werkstück selbst befindet sich in der anderen Hand. Der Zeigefinger der Führhand wird dann hinten an der Klinge angelegt, um genügend Druck auf diese ausüben zu können, der Daumen wird unten am Werkstück angelegt, um dieses vor dem Verrutschen zu sichern. Das Messer kann nun mit ausreichend Druck durch das Werkstück gezogen werden. Dabei ist darauf zu achten, dass die Kraft aus den Fingern kommt. Die Position der Hand ändert sich beim Schnitzen nicht grundlegend. Auch sollte das Messer nicht direkt auf den Daumen geführt werden, sondern immer vor dem Daumen abgebremst oder daran vorbei geführt werden.

Das Messer selbst darf beim Schnitzen weder in einem zu steilen, noch in einem zu flachen Winkel zum Holz stehen. Ist der Winkel zu steil, würde das Messer tief in das Holz getrieben werden, bis die Kraft nicht mehr ausreicht das Messer zu bewegen oder der Schnitt unkontrolliert wird. Ist der Winkel zu flach, rutscht das Messer einfach über das Holz hinweg. Idealerweise hält man, je nach Schnitt, einen Winkel von etwa 45° zum Holz ein.

Die Faserrichtung des Holzes:



Das Holz ist durch die Holzfasern an unterschiedlichen Stellen unterschiedlich zu bearbeiten.

Schneidet man mit der Faser, sollte darauf geachtet werden, dass die Schnitte nicht zu tief gesetzt werden und bereits ein Stoppschnitt am geplanten Ende des Schnittes gesetzt wurde. Durch das Bearbeiten des Holzes in der Faserrichtung kann es passieren, dass sich die Faser über die komplette Länge des Werkstückes löst, auch an Stellen, wo das Werkstück nicht bearbeitet werden sollte. Deshalb gilt es diesem Problem vorzubeugen. Dafür lassen sich mit der Faser sehr leicht große Stücke vom Werkstück abtragen.

Quer zur Faserrichtung ist es etwas schwieriger zu schnitzen und es wird etwas mehr Kraft benötigt, um die Schnitte auszuführen. Dafür kann es quer zur Faserrichtung nicht passieren, dass das Holz so einreißt wie wenn in der Faserrichtung gearbeitet wird.

Auch sind die Schnitte, welche quer zur Faserrichtung ausgeführt werden, oftmals wesentlich präziser und feiner auszuführen.

Man sollte sich deshalb vor jedem Schnitt genau überlegen, wie sich das Holz verhalten könnte, um ein detailreiches und sauber verarbeitetes Werkstück zu erhalten.

Arbeitsschritt „Anwenden des Erlernten“:



Um das neu erworbene Wissen zu vertiefen, ist es sinnvoll, dieses direkt anzuwenden.

Jetzt besteht die Möglichkeit selbstständig unter Aufsicht mit dem Schnitzen zu beginnen – und zwar sicher. Durch das häufige Tragen der persönlichen Schutzausrüstung und dem Anwenden der Regeln zum sicheren Schnitzen werden sowohl die Regeln, als auch der Gebrauch der Schutzausrüstung zur Routine. Werden dabei die einzelnen Elemente beachtet, welche in der schriftlichen Anleitung und im zugehörigen Video aufgeführt wurden, tritt diese Gewöhnung an die neuen Bedingungen schnell ein. Mit der Gewöhnung geht ein Gefühl der echten Sicherheit einher, was einem die Bearbeitung des Holzes erleichtert und Freude bereitet.

So verhält es sich auch mit dem Schnitzen selbst. Nicht jeder Schnitt sitzt beim ersten Mal perfekt und nicht jede Technik wird sofort fehlerfrei beherrscht, aber durch die Routine kann man beim Schnitzen schnell Fortschritte machen und zu komplexeren Figuren wechseln, wenn man das möchte.



Werkstück Anfertigung mit der Dekupiersäge

In diesem Kapitel wird erklärt, wie man mit der Dekupiersäge ein Werkstück anfertigt. Wie beispielsweise ein Puzzle oder Kleeblatt.



von Lea Galgenmüller



Sek 1: ab Klasse 5

- eignet sich gut zur kreativen Bearbeitung von Werkstoffen



Sicherheitsbewusstsein
Präzises sägen
Werkstoffkunde
Feinmotorik
Kreativität
Präzision
Durchhaltevermögen



Es ist sinnvoll, zuerst nicht allzu filigrane Muster zu sägen und mit weicherem Holz zu starten. Zum Beispiel kann man gut mit Sperrholz anfangen und wie in meinem Beispiel ein Puzzle gestalten. Wenn man fortgeschritten ist und etwas mehr Erfahrung hat, kann man auch Vollholz und viele einzelne Ausschnitte sägen.



Sperrholz, circa 6mm Dicke
-> nicht zu dünn und nicht zu dick

Vollholz, eher 5-7 mm dick -
>nicht dicker als 1cm



Vorlage des Musters

Dekupiersäge (Sägeblatt)

Schleifpapier (Körnungen
von grob P(80) bis fein P(400)



Bleistift und Lineal

Schraubzwingen

Staubsauger Kl. M

Akkuschrauber oder

Tischbohrmaschine

Lehrgang/Erklärvideo:

Werkstück-Anfertigung mit der Dekupiersäge

Individuelle Beratung und Tipps:

Hilfe durch Schritt für Schritt-Anleitung

Hilfsgerüst durch unterstützende Materialien:

Checklisten, Bildanleitung, Hilfekarten

Versprachlichung/Vergleich der durchgeführten Arbeitsschritte:

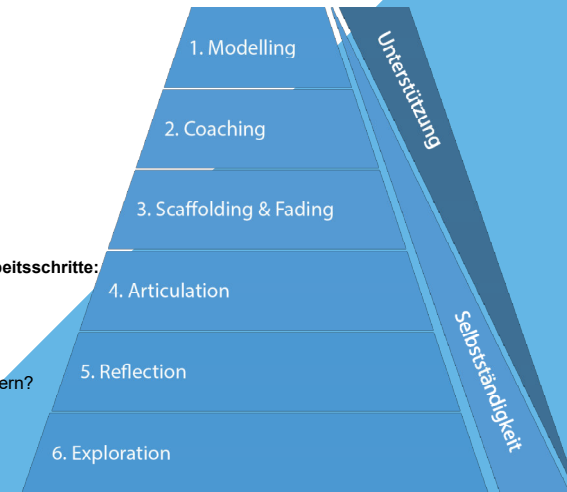
z.B. mit Lehrkraft vor und nach jedem Arbeitsschritt

Reflexion des Arbeitsprozesses:

Bin ich mit der Form zufrieden? Was kann ich verändern?

Eigenständiges Entwerfen:

Übertragen der Kenntnisse auf weitere Werkstücke:
Zum Beispiel Kleeblatt



Differenzierungsmöglichkeiten

Je nach Alter und Kenntnisstand lassen sich einfache bis anspruchsvolle Werkstücke aus verschiedenem Holz entwerfen. Hier sind einige Differenzierungsmöglichkeiten:

-Bearbeitung von Hand mit der Laubsäge

-Materialauswahl
Sperrholz oder Vollholz

-Schwierigkeitsgrade
Einsteigerprojekte -> einfache Formen
Fortgeschrittene Projekte -> komplexeres Design

-Vorlagen und Muster
unterschiedliche Vorlagen und Muster, welche die SuS verwenden können.
SuS können von vorgefertigten Muster profitieren, während andere die Möglichkeit haben eigene Muster zu erstellen

Unterstützung bei Planung

-zusätzliche Unterstützung mithilfe von Checklisten, Anleitungen,...

Arbeitsschritt 1:

Skizzieren der Vorlage auf das Werkstück



Sorgfältiges Zeichnen:
Verwende einen spitzen Bleistift, um die Linien der Vorlage klar und deutlich auf das Holz zu zeichnen. Achte darauf, die Linien genau zu verfolgen und alle Details und Konturen sorgfältig zu erfassen.

Druckvermeidung:
Vermeide übermäßigen Druck beim Zeichnen der Vorlage auf das Holz, da dies je nach Werkstoff zu unerwünschten Vertiefungen führen kann, die später schwer zu entfernen sind.

Kontrollierte Bewegungen:
Führe ruhige und kontrollierte Bewegungen aus, um ein gleichmäßiges und präzises Übertragen der Vorlagenlinien zu gewährleisten. Arbeite langsam und genau, um Fehler zu minimieren.

Korrektur von Fehlern:
Falls du einen Fehler machst oder eine Linie falsch zeichnest, kannst du diese mit einem Radiergummi oder durch leichtes Abschleifen mit Schleifpapier korrigieren, bevor du mit dem Sägen beginnst.

Wichtig zu beachten!

Zeichne deine Vorlage nicht mitten in ein Holz, sondern immer an den Rand. Dann hast du nicht so viel von dem Holz verschwendet!

Indem du diese Tipps befolgst und sorgfältig vorgehst, kannst du sicherstellen, dass deine Vorlage präzise auf das Holz übertragen wird und du ein hochwertiges Ergebnis mit deiner Dekupiersäge erzielst.

Arbeitsschritt 2 (optional):

Loch bohren für Innenschnitte



Einspannen des Sägeblatts:

Das Loch dient dazu, das Sägeblatt durch das Werkstück zu führen, sodass es an der Oberseite der Dekupiersäge befestigt werden kann.

Kurvige Schnitte:

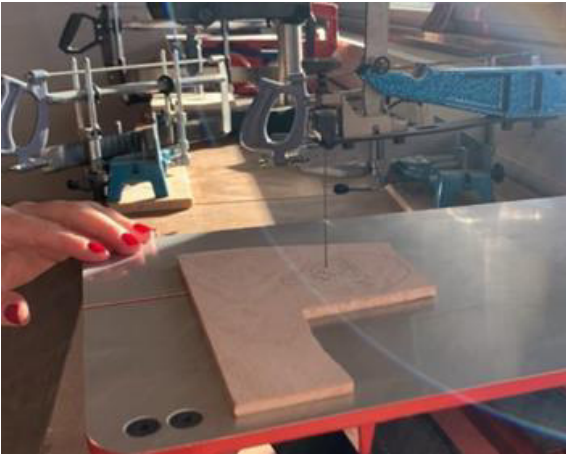
Laub- und Dekupiersägen sind bekannt für ihre Fähigkeit, kurvige und komplexe Schnitte auszuführen. Das Loch ermöglicht es dem Sägeblatt, in jede gewünschte Richtung zu schwenken, ohne dabei das Werkstück zu beschädigen oder zu blockieren.

Innenschnitte:

Wenn du im Inneren eines Werkstücks sägen musst, ist das Loch unerlässlich. Es erlaubt dem Sägeblatt, durch das Werkstück zu gelangen, sodass du beginnen kannst, auch innerhalb des Materials zu sägen, ohne von außen beginnen zu müssen.

Arbeitsschritt 3:

Sägeblatt einspannen



Das Einspannen des Sägeblatts in eine Dekupiersäge ist notwendig, damit das Sägeblatt sicher und stabil befestigt ist, während du damit arbeitest. Ein ordnungsgemäß eingespanntes Sägeblatt ermöglicht präzise Schnitte und reduziert das Risiko von Verletzungen oder Beschädigungen.

Vorbereitung der Säge:

Stelle sicher, dass die Dekupiersäge ausgeschaltet und vom Stromnetz getrennt ist, um Unfälle zu vermeiden.

Sägeblatt an Spannhaltern befestigen:

Das Laubsägeblatt muss oben und unten an einen Spannhalter befestigt werden, damit es in die Maschine eingespannt werden kann.

Zum Einsetzen Spannschraube oder Spannhebel lösen:

Je nach Modell deiner Dekupiersäge musst du hinten am Ende der Maschine am Hebelarm eine Spannschraube oder einen Spannhebel lösen, damit Du das Sägeblatt mit dem Spannhaltern in den Hebelarm einsetzen kannst. Achte beim Einsetzen darauf, dass die Zähne des Sägeblatts in Richtung des Tisches zeigen.

Spannen des Sägeblatts:

Ziehe die Spannschraube oder den Spannhebel fest, um das Sägeblatt sicher zu fixieren. Achte darauf, dass das Sägeblatt gerade und straff gespannt ist, um ein Verklemmen oder Verdrehen während des Betriebs zu vermeiden.

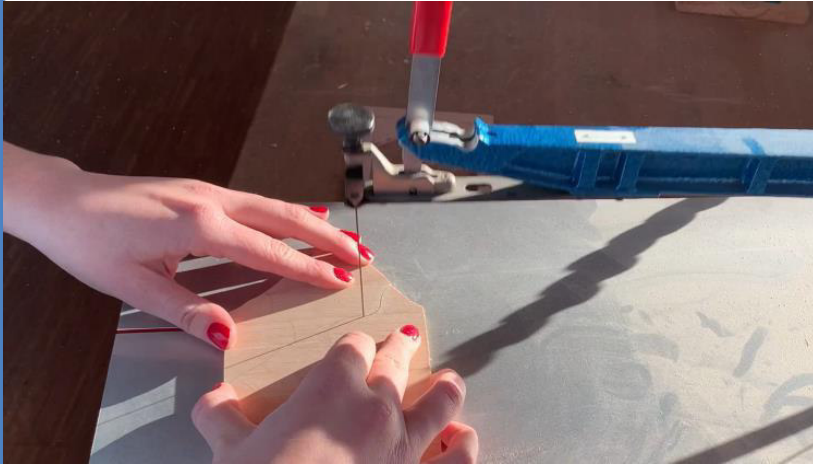
Spannung überprüfen:

Teste die Spannung des Sägeblatts, indem du leicht daran ziehst. Das Sägeblatt sollte sich leicht biegen lassen, aber dennoch fest gespannt sein. Eine korrekte Spannung gewährleistet eine effiziente und präzise Schnittleistung. Achte auf den Ton, wenn du daran leicht zupfst.

Nachdem das Sägeblatt eingespannt ist, kannst du die Dekupiersäge einschalten und mit deinem Projekt beginnen. Achte darauf, alle Sicherheitsvorkehrungen zu beachten und die Arbeitsumgebung sauber zu halten!

Arbeitsschritt 4:

Sägen mit der Dekupiersäge



Beim Sägen mit einer Dekupiersäge gibt es mehrere wichtige Punkte, auf die du achten solltest, um sicher und effektiv zu arbeiten. Hier sind einige davon:

Schnittführung:

Führe das Werkstück langsam und gleichmäßig durch die Säge. Nicht zu viel Druck auf das Sägeblatt ausüben! Halte das Werkstück fest und achte darauf, die vorgezeichneten Linien genau zu verfolgen.

Kurvige Schnitte:

Dekupiersägen sind besonders gut für das Schneiden von kurvigen Formen und komplexen Mustern geeignet. Übe geduldig und verwende kleine, präzise Bewegungen, um die gewünschte Form zu erreichen.

Stelle sicher, dass die Dekupiersäge sicher und stabil fixiert ist, um ein Verrutschen oder Kippen während des Sägevorgangs zu verhindern. Verwenden Sie bei Bedarf Schraubzwingen oder andere Befestigungsvorrichtungen.

Überwache die Schnittlinie: Achte darauf, die Schnittlinie kontinuierlich zu überwachen, um sicherzustellen, dass du auf Kurs bleibst und präzise Schnitte ausführst.

Sicherheitshinweise beachten: Halte deine Hände und Finger von der Nähe des Sägeblatts fern, um Verletzungen zu vermeiden! Gebe immer genügend Druck auf dein Werkstück, dass es nicht hin und herflattert!

Arbeitsumgebung sauber halten:

Entferne regelmäßig Holzspäne und Staub durch Absaugen von der Arbeitsfläche, um eine klare Sicht auf das Werkstück zu gewährleisten und Unfälle zu vermeiden.

Arbeitsschritt 5: Schleifen des Werkstücks



Beim Schleifen von Holz gibt es einige wichtige Punkte zu beachten, um optimale Ergebnisse zu erzielen:

Staub:

Arbeite in einem gut belüfteten Bereich, um das Einatmen von Holzstaub zu minimieren. Halte die Arbeitsfläche sauber und sauge regelmäßig den entstandenen Staub ab, um eine klare Sicht auf das Werkstück zu gewährleisten.

Körnung des Schleifmittels wählen:

Beginne mit grobem Schleifpapier (z. B. Körnung 80 oder 120), um Unebenheiten und grobe Oberflächen zu entfernen, und wechsele dann zu feinerem Schleifpapier (z. B. Körnung 180, 240 oder höher) für ein glatteres Ergebnis. Vermeide zu grobe Körnungen, da sie Kratzer hinterlassen können, die schwer zu entfernen sind. Du kannst auch nach dem groben Schleifen dein Holz leicht befeuchten und wieder trocknen lassen, dann kommen die Fasern des Holzes hoch, du schleifst es wieder ab und dann wird das Ergebnis noch schöner.

Schleifrichtung:

Schleife immer in Richtung der Maserung des Holzes, um ein gleichmäßiges und ansprechendes Ergebnis zu erzielen. Das Schleifen gegen die Maserung kann zu unregelmäßigen Oberflächen und unschönen Kratzern führen.

Gleichmäßiger Druck:

Übe gleichmäßigen Druck auf das Schleifmittel aus, um eine gleichmäßige Abtragung des Holzes zu gewährleisten. Vermeide übermäßigen Druck, da dies zu ungleichmäßigen Oberflächen und Vertiefungen führen kann.

Überprüfe regelmäßig:

Überprüfe regelmäßig die Oberfläche des Werkstücks, um sicherzustellen, dass du alle Unebenheiten und groben Stellen entfernst. Schleife bei Bedarf nach, bis du mit dem Ergebnis zufrieden bist.

Abschließende Feinarbeit:

Nach dem groben Schleifen kannst du feineres Schleifpapier verwenden, um die Oberfläche weiter zu glätten und ein noch gleichmäßigeres Ergebnis zu erzielen. Dies kann dazu beitragen, ein professionelles Endergebnis zu erzielen.

Indem du diese Tipps beachtest und sorgfältig arbeitest, kannst du sicherstellen, dass du ein sauberes, glattes und gleichmäßiges Ergebnis auf deinem Holzwerkstück erzielst.

Arbeitsschritt 6: Oberflächenbehandlung



Die Oberflächenbehandlung von Holz umfasst eine Vielzahl von Techniken und Materialien, die angewendet werden, um die natürliche Schönheit des Holzes zu betonen, es zu schützen und seine Haltbarkeit zu erhöhen. Hier sind einige der gängigsten Arten von Oberflächenbehandlungen für Holz:

Lacke:

Lacke werden verwendet, um eine dauerhafte und widerstandsfähige Oberfläche auf dem Holz zu erzeugen. Sie sind in verschiedenen Glanzgraden erhältlich, von matt bis hochglänzend, und bieten einen effektiven Schutz vor Feuchtigkeit, Verschleiß und Kratzern. Lacke auf Acrylbasis sind ideal und ungefährlich für die Schule.

Öle:

Holzöle werden verwendet, um das Holz zu schützen und seine natürliche Schönheit zu betonen. Sie dringen tief in die Poren des Holzes ein und können entweder transparent oder leicht getönt sein. Öle verleihen dem Holz ein weiches und natürliches Ergebnis und betonen seine Textur und Maserung.

Wachse:

Wachse werden verwendet, um eine glatte und glänzende Oberfläche auf dem Holz zu erzeugen. Sie können als Paste aufgetragen werden und bieten einen effektiven Schutz vor Feuchtigkeit und Verschleiß. Wachse verleihen dem Holz ein warmes und natürliches Aussehen.

Die Behandlung von Holzoberflächen mit Öl ist eine beliebte Methode, um das Holz zu schützen, seine natürliche Schönheit zu betonen und eine angenehme Oberfläche zu schaffen. Hier ist eine Schritt-für-Schritt-Anleitung zur Behandlung von Holz mit Öl:

Vorbereitung des Holzes:

Stelle sicher, dass die Holzoberfläche sauber, trocken und frei von Staub, Schmutz und anderen Verunreinigungen ist.

Arbeitsschritt 6: Oberflächenbehandlung

Auftragen des Öls:

Trage das Öl sparsam auf die Holzoberfläche auf, indem du einen sauberen Pinsel, ein Tuch oder eine Rolle verwendest. Arbeite das Öl in das Holz ein und stelle sicher, dass alle Bereiche gleichmäßig bedeckt sind. Lasse das Öl einige Minuten lang einziehen, damit das Holz es aufnehmen kann.

Überschüssiges Öl entfernen:

Nachdem das Öl einige Minuten eingezogen ist, entferne das überschüssige Öl mit einem sauberen Tuch oder einem Schwamm. Wische das Holz gründlich ab, um sicherzustellen, dass keine Ölrückstände zurückbleiben.

Trocknen lassen:

Lasse das Holz vollständig trocknen, bevor du es verwendest. Je nach Art des verwendeten Öls kann von einem bis zu mehreren Tagen dauern. Stelle sicher, dass das Holz während des Trocknungsprozesses an einem gut belüfteten Ort steht.

Durch die Behandlung von Holz mit Öl kannst Du eine attraktive Oberfläche schaffen, die das natürliche Aussehen und die Textur des Holzes betont, während es gleichzeitig vor Feuchtigkeit, Verschleiß und Verfärbungen geschützt wird.

ACHTUNG!

Das Liegenlassen von mit Öl getränkten Tüchern kann gefährlich sein, da es zu Selbstentzündung führen kann. Dies kann zu einem Brand führen.

Um das Risiko einer Selbstentzündung von mit Öl getränkten Tüchern zu minimieren, stelle sicher, dass du die Tücher im Freien trocknen lässt oder bis zur Entsorgung luftdicht verschließt.

Viel Spaß mit deinem Werkstück! 😊

Gefährdungsfaktor	Konkrete Gefährdung im Betrieb	Risiko	Maßnahme (technisch, organisatorisch, persönlich)
Mechanische Gefährdung	Unkontrollierte bewegte teile ; Holzsplitter/ Holzstücke welche wegfliegen	gering	Korrekte Schnittrichtung Korrekte Schnitttechnik
Gefahrstoffe: Holzstaub	Einatmen von Gefahrstoffen	gering (bei kleinen Werkstücken)	Mit Absaugung arbeiten
Brände und Explosionen	Weitere Gefährdungen: Öltücher nicht richtig verstaut	gering	Öltücher luftdicht verschließen und wegräumen



Reperatur einer elektrischen Rennbahn

In diesem Kapitel wird erklärt, wie an einer elektrischen Bahn Reparaturen durchgeführt werden können.

Mit Hilfe von bereitgestellten Werkzeugen und Hilfsmitteln, können die Schülerinnen und Schüler an die Thematik herangeführt werden.



von Marius Müller und Benedikt Zahner



Sekundarstufe 1, Klasse 8/9

- Schülerinnen und Schüler erlernen fachspezifische Arbeitsmethoden und Fertigungstechniken, v.a. Fehlersuche und Problemlösung



Folgende Kompetenzen werden gefördert:

- Benennung und Funktionen der Bauteile
- Können Bauteile auf Durchgang prüfen und Spannung messen
- Feinmotorik
- Verständnis für Elektronik und Elektrotechnik



Am Anfang sollte erst auf äußerliche Schäden geschaut werden, denn meist ist es ein defektes oder verschlissenes Bauteil im Vergleich zu einem funktionierenden Werkstück.

Als Lehrkraft kann man bewusste Fehler / Defekte präparieren, um die Fehlersuche zu fördern.



Es sollten passende Ersatzteile für die defekten Bauteile beschafft werden.

Achtung: Die Bauteile (v.a. Reifen) passen nicht für alle Anbieter!



- Lötkolben mit Lötstation
- Bleifreies Lötzinn
- Entlötpumpe
- Multimeter
- Abisolierzange
- Netzgerät
- Schleifschwamm oder -papier



Schraubendreher
Zange

Lehrgang/Erklärvideo:

Fehlersuche bei einer elektrischen Spielzeugbahn

Individuelle Beratung und Tipps:

Erklärvideo und schriftliche Anleitung

Hilfsgerüst durch unterstützende Materialien:

Schriftliche Anleitung, bereitgelegtes Werkzeug, Hilfekarten

Versprachlichung/Vergleich der durchgeführten Arbeitsschritte:

Nach jedem Arbeitsschritt mit der Lehrkraft absprechen

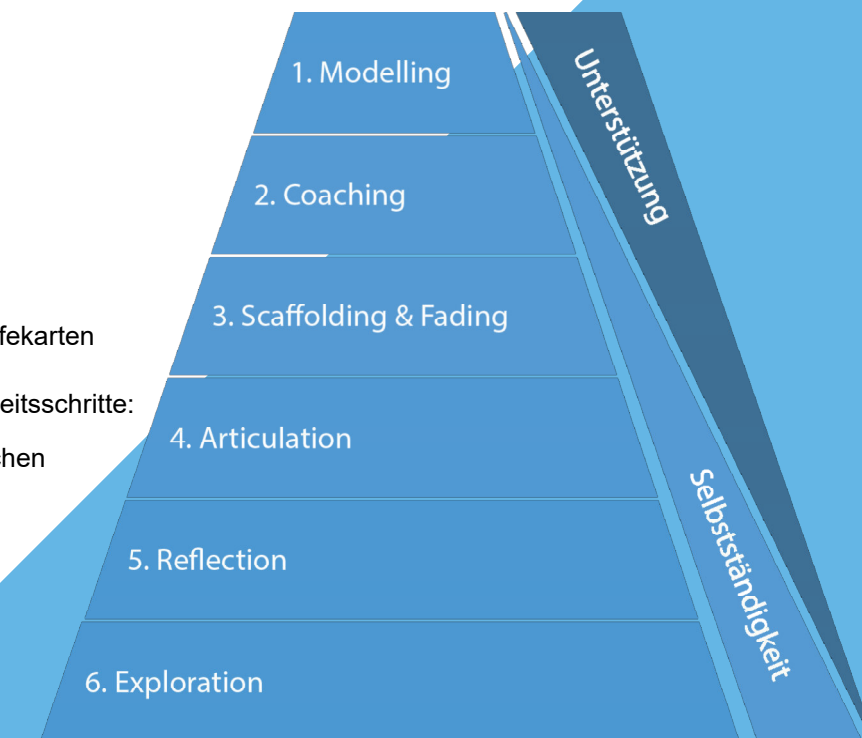
Reflexion des Arbeitsprozesses:

Funktionstest des Autos / Bahn

Eigenständiges Entwerfen:

Aufbau eines Autos aufzeichnen und die Fehler / den Defekt markieren

z.B. Fehlersuche an ferngesteuertem Spielzeug



Differenzierungsmöglichkeiten

Durch ein Erklärvideo können die Schülerinnen und Schüler die einzelnen Arbeitsschritte besser nachvollziehen.

Eine schriftliche Anleitung hilft bei der Umsetzung, vor allem wenn die Schülerinnen und Schüler nicht mehr weiter wissen oder weiter kommen.

Bereitgelegtes, passendes Werkzeug ermöglicht die Anpassung der Möglichkeiten, was repariert werden kann und dass dieses Werkzeug Einfluss auf den Erfolg der Reparatur hinweist.

Die elektrischen Autos können vorab von der Lehrkraft verändert werden, damit vorab sicher gestellt werden kann, was fehlt und wie es repariert werden kann.

Die Lehrkraft kann auch gezielte Tipps geben bzw. Hilfekarten vorbereiten.

Das Bilden von Gruppen erleichtert die Suche nach den defekten Teilen, da die Aufgaben aufgeteilt werden können und mehr Wissen und Können geteilt werden. Gegenseitige Unterstützung steht dabei im Vordergrund.

Anstatt eine Reparatur durchzuführen, kann auch eine Demontage angesetzt werden. Hier werden die elektrischen Autos demontiert und in ihre Einzelteile zerlegt. Dadurch können die einzelnen Bauteile beschrieben und erläutert werden.

1. Sichtprüfung (außen):



Bevor wir mit der Reparatur beginnen, wird zuerst ermittelt, wo die Fehler sind. Dazu wird die Karosserie auf Schäden untersucht, wie Risse, Brüche, etc.

Da gängige Probleme die Reifen und die Kontaktschleifen sind, werden diese auf Verschleiß überprüft und bei Bedarf ausgetauscht. Die Kontaktschleifen können entweder herausgezogen werden oder müssen gelötet werden. Die Reifen können einfach abgezogen und genauso neue übergezogen werden.

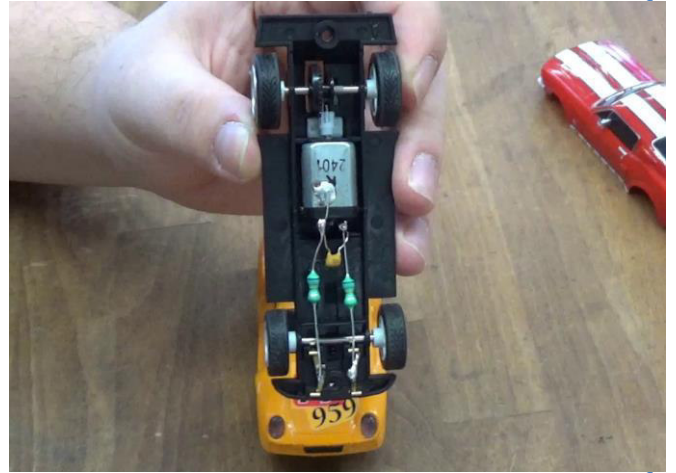
2. Demontage:

Wenn außen keine Mängel sichtbar sind, muss das Auto demontiert werden. In den meisten Fällen gibt es am Unterboden Verschraubungen, die mit einem Schraubendreher gelöst werden können. Teilweise ist es auch über ein Stecksystem gelöst. Dann kann ohne weiteres Werkzeug die Karosserie vom Unterboden gelöst werden.



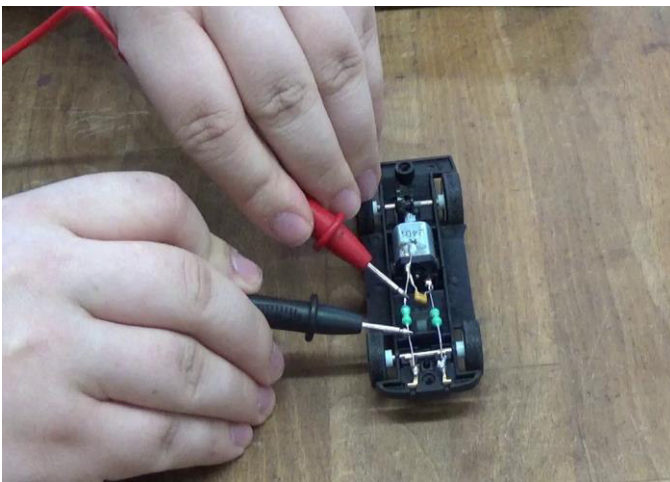
3. Sichtprüfung (innen):

Nun wird innen ebenfalls eine Sichtprüfung durchgeführt. Hier wird vor allem auf die Bauteile und die Lötkontakte geachtet. Sind schwarze Stellen oder Korrosion zu sehen,



kann dies ein Anzeichen dafür sein, dass der Fehler dort zu finden ist. Des Weiteren ist auf gebrochene oder lose Leitungen zu achten, sowie verbogene oder verschobene Achsen und abgenutzte Zahnräder.

4. Funktionen überprüfen:



Hat man einen Verdacht, wo der Fehler liegen könnte, so muss das Bauteil auf seine Funktion überprüft werden. Bei den mechanischen Bauteilen achtet man darauf, ob sich die Achsen drehen,

die Zahnräder ineinander greifen und die Reifen nicht durchdrehen.

Bei den elektrischen Bauteilen wird das entsprechende Bauteil auf Durchgang geprüft (Widerstandsmessung). Dazu verwendet man ein Multimeter.

V

Um den Widerstand zu messen, dreht man die Spitze auf den kleinsten Wert im Widerstandsbereich und steckt je ein Kabel mit Messspitzen in die COM-Buchse und eins in die Buchse mit dem Widerstandssymbol. Nun setzt man die Mess-



spitzen vor und hinter dem Bauteil an. Wichtig dabei ist, dass der Widerstand nur im spannungsfreien Zustand gemessen werden darf. Sollte kein erwartbarer Widerstand gemessen werden (z.B. Overload), dann muss dieses Bauteil durch ein neues ersetzt werden.

5. Löten:



Elektrische Bauteile sind i.d.R. verlötet und müssen zuvor entlötet werden. Es empfiehlt sich mit einer Lötstation zu arbeiten, um den LötKolben gefahrlos absetzen zu können. Bevor der LötKolben

verwendet werden kann, muss er aufheizen, um auf Temperatur zu kommen. Achtung! Der LötKolben wird zum Löten mit bleifreiem LötZinn auf 400°C erhitzt und somit sehr heiß. Es besteht Verbrennungsgefahr!

Den LötSchwamm nass machen, damit die Lötspitze gereinigt werden kann. Sobald der LötKolben warm genug ist, wird die Lötstelle vorsichtig erwärmt. Dabei muss man darauf achten nicht zu lange auf der Lötstelle zu bleiben. Wenn das LötZinn flüssig wird, kann man es mit einer EntlötPumpe entfernen.

Wenn ein neues Bauteil verlötet wird, dann erhitzt man die Lötstelle vorher, sodass man nur noch das Lötzinn hinhalten muss. Während man lötet sollte man gut lüften, wegen den Dämpfen, die beim Löten entstehen.

6. Leiterbahn der Rennbahn abschleifen:

Mit der Zeit kann es vorkommen, dass die Leiterbahn der Rennbahn korrodiert und so den Strom zum Auto nur schlecht oder gar nicht leitet. Z.B. Mit einem feuchten Schleifschwamm kann die Leiterbahn abgeschliffen werden, wodurch die Oxidschicht entfernt wird.

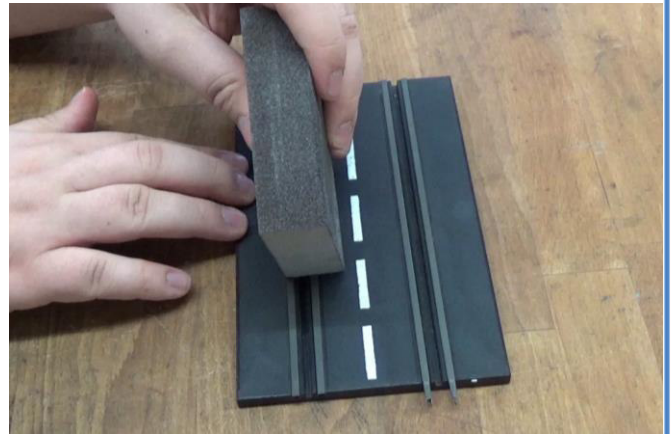


Tabelle zur Gefährdungsbeurteilung

Gefährdungsfaktor	Betrieb	Risiko	Maßnahme (technisch, organisatorisch, persönlich)
Heiße Medien / Oberfläche	Verbrennungen am Lötkolben	mittel	Lötkolbenständer benutzen, nach Gebrauch zur Seite stellen,
Gefahrstoffe	Einatmen von Lötdämpfen, Kontakt mit verbleitem Lötzinn	gering	nur bleifreies Lötzinn verwenden, Gut durchlüftete Räumlichkeiten oder Lötrauchabsaugung benutzen, nicht zu nah beim Löten herangehen, mit dem Lötzinn sparsam umgehen

Ringe dreheln



In diesem Kapitel wird erklärt, wie man Ringe aus Holz drechselt. Erklärt werden die einzelnen Arbeitsschritte sowie die Gefährdungen. Es sind auch didaktische Hinweise enthalten.

von Tim Arbter, Dominic Borkmann, Alexander Klauda & Estelle Schwarz



Schulart & Klasse: Sekundarstufe 1 und Sonderpädagogik ab Klasse 9

- eignet sich als Arbeit für SuS mit Drechselerfahrung
- kann auch als Projektarbeit eingesetzt werden



Zentrale Kompetenzen:

- sicheres Arbeiten mit Werkzeugen und Maschinen
- Arbeitsschritte einhalten und ggf. selbst planen
- fachgerechtes handwerkliches Arbeiten mit Holz
- fertigen eines eigenen und individuellen Produkts



- Beim Drechseln langsam und vorsichtig arbeiten, da Ringe leicht brechen oder reißen.
- Tendenziell früher auf das Schleifgitter umsteigen, da bei zu viel Materialabnahme der Holzring nicht mehr bündig mit Ringhülle aus Edelstahl ist.



Empfohlene Werkstoffe:

- Weichhölzer, welche in der Schule erlaubt sind (Kiefer, Lärche, Linde)
- Ringaufsätze und Umrandungen aus Edelstahl aus Online-Shops im Internet

Erforderliche spezifische Werkzeuge:

- Drechselbank mit Mandrel (Ringaufsatz zum Drechseln)
- Schruppröhre, Abstecher, Schaber
- Schleifgitter, Schleifpaste

Erforderliche allgemeine Werkzeuge:

- Forstnerbohrer
- Leim oder Sekundenkleber (Sekundenkleber nur Lehrkraft!)
- Schutzbrille, Absaugung
- ggf. Vorstecher vor Bohren

Lehrgang/Erklärvideo:

- Vollständige Abfolge der Arbeitsschritte für einen Ring sind sichtbar.

Individuelle Beratung und Tipps:

- Unterstützung bei Schwierigkeiten durch Personal und Erklärfilm

Hilfsgerüst durch unterstützende Materialien:

- Schriftliche Anleitung und Bildanleitung

Versprachlichung/Vergleich der durchgeführten Arbeitsschritte:

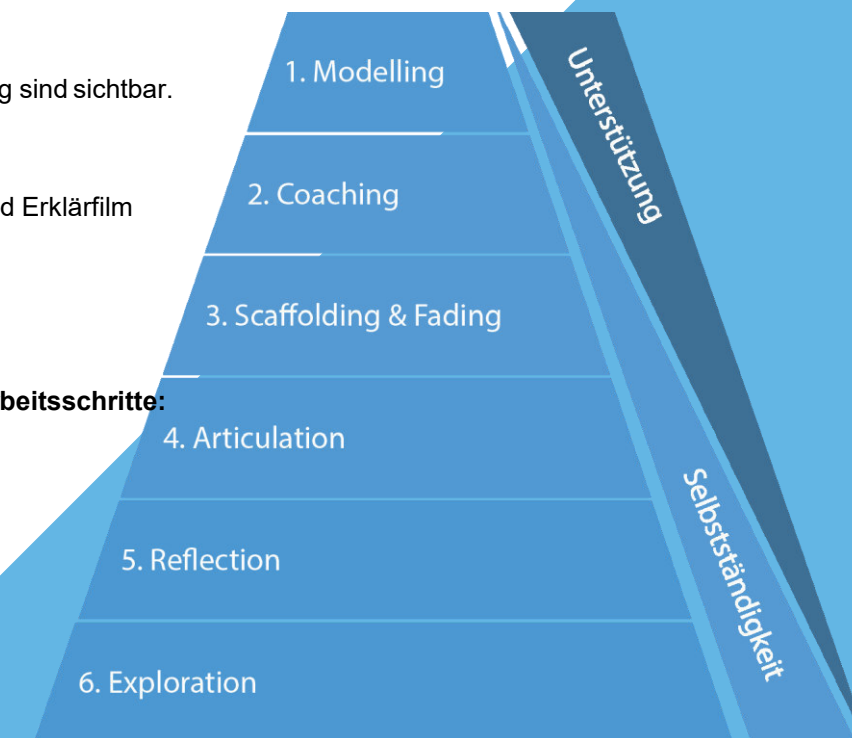
- Arbeitsprozess vorstellen, verschriftlichen, verfilmen

Reflexion des Arbeitsprozesses:

- Schwierigkeiten festhalten, Vergleich mit anderen

Eigenständiges Entwerfen:

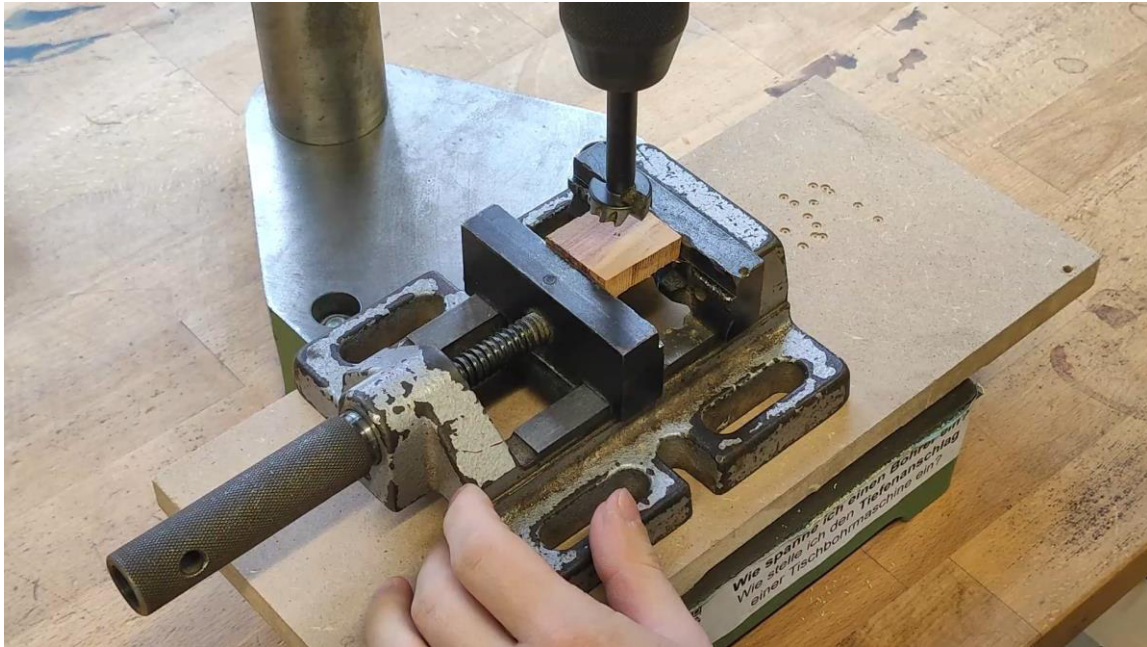
- Eigenen Ring fertigen aus neuem Material oder neue Formen und mit Mustern



Differenzierungsmöglichkeiten

- Differenzierung durch Erklärvideos, Anleitungen, Bilder etc.
- Vorführen und nachmachen
- Differenzierung durch Material (verschiedene Hölzer zur Verfügung stellen)
- In der Sopäd verschiedene Vorrichtungen zur Vereinfachung anbieten
- Differenzierung durch Personal (individuelle und gezielte Unterstützung)
- Lehrkraft kann Teilschritte übernehmen (speziell in Sopäd evtl. relevant)
- Die Breite des Ringes frei entscheiden lassen (schmale Ringe tendenziell schwerer, da sie leichter brechen/reißen)

Arbeitsschritt 1: Loch bohren



Als erster Arbeitsschritt muss ein Loch in das Werkstück gebohrt werden. Beim Bohren sind auf einige Sicherheitshinweise zu achten. Es muss eng anliegende Kleidung getragen werden. Längere Haare sind dabei als Zopf zusammenzunehmen. Schmuck und Handschuhe müssen während der Arbeit abgelegt werden. Während des Bohrens muss eine Schutzbrille getragen werden. Erst dann kann mit der Arbeit begonnen werden.

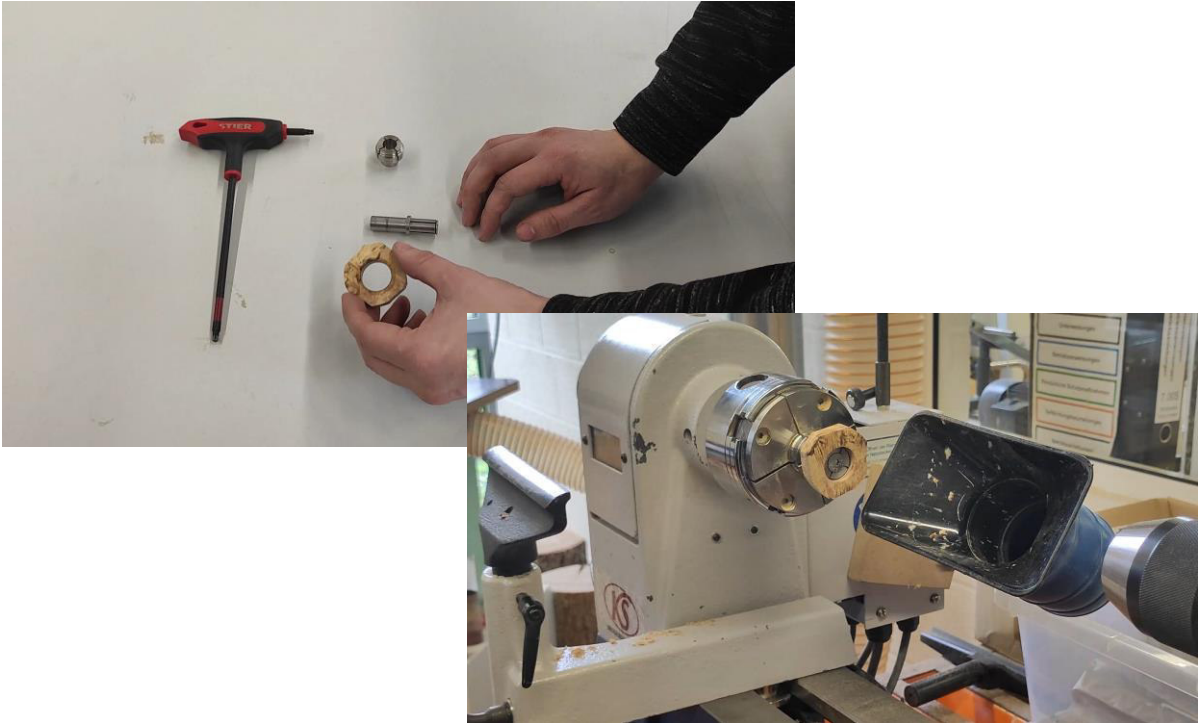
Der Durchmesser muss der Tabelle (entsprechend der Ringgröße) entnommen werden. Danach ist der entsprechende Bohrer auszuwählen und in das Bohrfutter einzuspannen. Der Maschinenschraubstock wird so positioniert, dass er beim Bohren nicht beschädigt wird. Es muss zusätzlich überprüft werden, ob die Bewegung des Bohrers ausreicht, um das komplette Werkstück durchbohren zu können. Danach wird das Werkstück fest in den Schraubstock eingespannt. Die Drehzahl muss, entsprechend der Tabelle, anhand der Größe des Forstnerbohrers eingestellt werden. In diesem Fall sind es meistens sehr niedrige Drehzahlbereiche. Beim Bohren ist darauf zu achten, dass der Bohrer nicht zu heiß wird und die Späne nach außen abtransportiert werden. Nachdem der Bohrer steht, kann das Werkstück herausgenommen und von unerwünschten Spänen oder Staub befreit werden.

Arbeitsschritt 2: Innenring einsetzen/leimen



Beim zweiten Arbeitsschritt muss der Innenring in die Bohrung des Werkstücks eingeklebt werden. Es ist darauf zu achten, dass in der Schule dafür nur Leim eingesetzt werden kann. Alternativen wie Sekundenkleber sind nicht erlaubt. Es wird damit begonnen Leim auf die Innenfläche der Bohrung aufzutragen. Danach wird der Leim auf der gesamten Fläche gleichmäßig verteilt. Das Verteilen kann einfach mit dem Finger durchgeführt werden, es ist aber auch möglich einen kleinen Zahnstocher oder Schaschlikstäbchen zu verwenden. Auch das Tragen von Einmalhandschuhen bietet sich an. Danach wird der Innenring in die Bohrung hineingedrückt, bis er bündig zur Oberfläche in der Bohrung sitzt. Der überflüssig herausquellende Leim wird mit einem Tuch abgeputzt. Der Leim braucht jetzt ungefähr einen Tag Zeit zum Trocknen bis mit dem nächsten Arbeitsschritt weitergemacht werden kann. Diese Trocknungszeit ist abhängig von der Art des Leims. Je nach Leim können andere Trocknungszeiten zutreffen.

Arbeitsschritt 3: Werkstück einspannen



Bei diesem Arbeitsschritt muss der verklebte Ringrohling zuerst auf die Ringaufnahme der Mandrel fixiert werden, um sie anschließend in das Backenfutter der Drechselbank einspannen zu können. Dazu wird der Ringrohling mit der Seite, auf der der Metallinnenring bündig mit der flachen Seite eingeklebt ist, auf die entsprechende Stufe der Ringaufnahme gedrückt. Der Spanndorn wird dann mit der Schraube voraus von unten in die Spannnuss geschoben. Anschließend wird die Schraube angezogen.

Jetzt kann die Mandrel in das Backenfutter der Drechselbank eingespannt werden. Damit sich das Werkstück nicht löst und während dem Bearbeiten weggeschleudert wird, muss alles sehr fest angezogen werden. Es kann gegebenenfalls jetzt nochmal nachgezogen werden. Danach wird die Handauflage ungefähr mit 1 cm Abstand zum Werkstück eingestellt und festgeschraubt. Bei den einzelnen Schritten des Drechsels eignen sich Drehzahlen um die 1000 Umdrehungen.

Arbeitsschritt 4: Werkstück schrappen



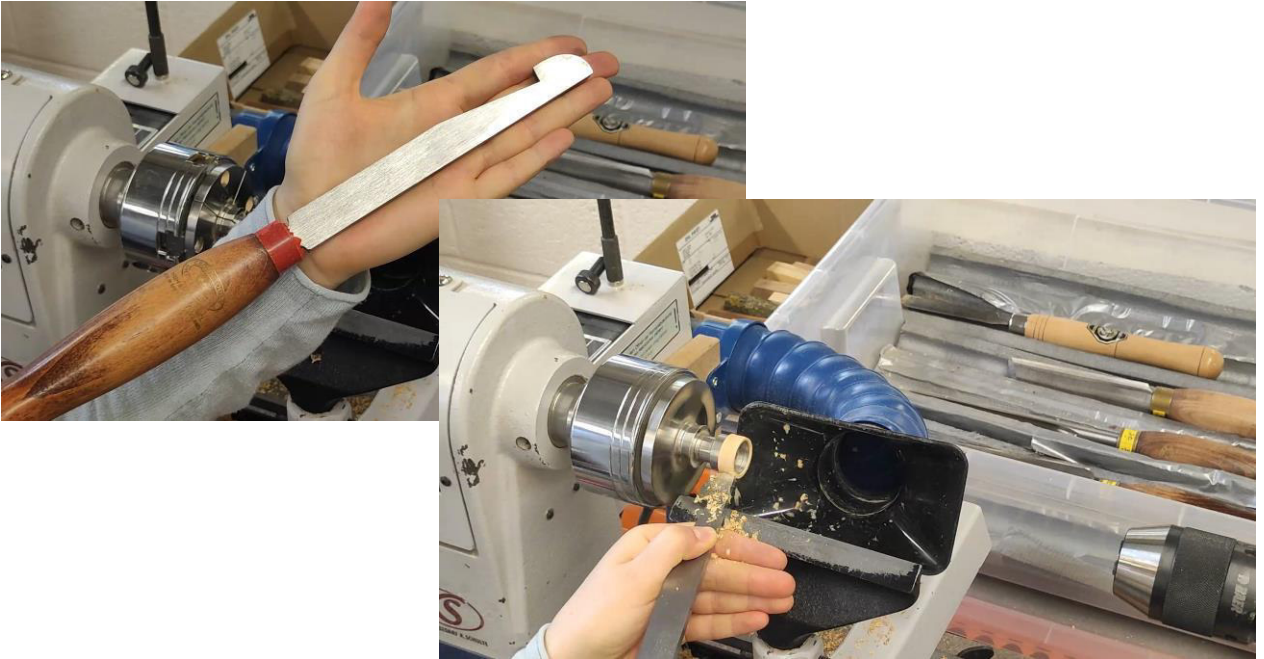
Beim Schrappen des Werkstücks wird die Schrapprohre genutzt. Dabei handelt es sich um das rinnenförmige Drechselwerkzeug. Die Schrapprohre wird dann auf der Handauflage abgelegt und im leicht stumpfen Winkel an das Werkstück herangeführt. Dann wird durch gleichmäßiges Hin und Herbewegen der Schrapprohre das Werkstück rund gedrechselt überflüssige Material abgeschruppt. Um die Staubbelastung zu reduzieren müssen die abgenommenen Späne abgesaugt werden. Es ist darauf zu achten, dass an rotierenden Maschinen auf diverse Sicherheitshinweise zu achten ist. Diese sind bereits im Arbeitsschritt eins (oben) beschrieben und müssen auch bei diesem Arbeitsschritt und allen weiteren beachtet werden. Am Anfang klopft das Werkstück noch leicht, da es noch nicht rund ist. Hierbei sollte vorsichtig weitergearbeitet werden, bis die Oberfläche abgerundet ist. Bei zu starkem Druck ist es möglich, dass der Holzring abplatzt.

Arbeitsschritt 5: Werkstück abstechen



Beim Abstechen des Werkstücks wird das Material abgenommen, welches über den Metallinnenring seitlich heraussteht. Dazu wird der Abstechstahl genutzt. Der Abstecher ist das Drechselmesser, welches flach nach vorne zuläuft und eine dreieckige Spitze besitzt. Auch dieses Drechselmesser wird auf der Handauflage abgestützt, leicht von oben an das Werkstück angesetzt und nach hinten durchgedrückt. Es empfiehlt sich von außen kleine Streifen abzunehmen, um nicht versehentlich zu viel von dem Werkstück abzulängen. Es wird abgelängt bis ungefähr ein bis zwei mm vor dem Metallinnenring. Der Rest kann später mit feinerem Werkzeug oder durch Schleifen noch genauer bearbeitet werden.

Arbeitsschritt 6: Werkstück schlichten



Beim Schlichten wird der Schaber verwendet, da nun weniger Material abgenommen werden soll. Wie im Bild zu sehen ist eine Absaugung notwendig und eine Schutzbrille.

Beim Schlichten wird der Schaber, wie bei der Schruppröhre, zur Seite bewegt (anders, wie beim Abstechen). Idealerweise wird erstmal nur wenig Druck gegeben, damit der Ring nicht aufreißt oder bricht.

Wenn zu viel Holz vom Ring abgetragen wird, dann ist der Ring später nicht mehr mit der Edelstahlhülle bündig. Daher sollte die Ringhülle ab und zu bei stehender Maschine zum Vergleichen an den Holzring an der Maschine gehalten werden.

Während diesem Arbeitsschritt sollte auch der Ring auf dem Mandrel ein oder zweimal gedreht und neu eingespannt werden, damit er nicht auf einer Seite dicker oder dünner ist.

Zu empfehlen ist, dass der Ring nicht auf die bündige Dicke zur Ringhülle geschlichtet wird, da beim anfolgenden Schleifen auch noch Material abgetragen wird.

Arbeitsschritt 7: Werkstück schleifen



Beim Schleifen wird auch mit Absaugung und Schutzbrille gearbeitet, da Material abgetragen wird. Die Hände sind nun in der Nähe des drehenden Spannfutters. Auch wenn der Ring nicht mehr scharfkantig ist, ist darauf zu achten, dass die Hände nicht unkontrolliert an die rotierenden Teile gelangen.

Zu empfehlen ist erst ein grobes Schleifgitter oder Schleifpapier (z. B. 180er Körnung). Hier wird auch noch recht viel Material entnommen. Daher bietet es sich an, die Ringhülle, bei stehender Maschine, in geringen Abständen an das Holzstück zu halten, um die Bündigkeit zu überprüfen.

Nach dem groben Schleifpapier kommt das feinere Schleifpapier (z. B. 400er Körnung). Damit auch jede Stelle des Holzrings geschliffen wird, sollte das Schleifpapier etwas bewegt werden.

Wie fein oder grob die Oberfläche des Ringes sein soll, darf individuell entschieden werden.

Arbeitsschritt 8: Oberflächenbehandlung



Bei der Oberflächenbehandlung hat man verschiedene Möglichkeiten, um Behandlungen vorzunehmen, zum Beispiel mit Schleifpasten, Öle, Lacke etc.

Empfehlenswert sind Schleifpasten und Öl. Dabei fängt man mit der groben Schleifpaste an, indem man eine sehr dünne Schicht auf ein Tuch aufträgt und damit bei laufender Maschine den Ring poliert. Anschließend wird der Vorgang mit der feinen Schleifpaste wiederholt. Danach werden ein bis zwei Tropfen Öl auf ein Tuch getropft und auf den Ring aufgetragen.

Arbeitsschritt 9: Außenringe einsetzen



Beim letzten Schritt werden jetzt noch die Außenringe eingesetzt. Dabei benötigt man als zusätzliches Werkzeug einen Schonhammer.

Der Holzring wird auf die Arbeitsplatte gelegt. Dann nimmt man einen Außenring und setzt diesen waagrecht oben ein. Mit gezielten Schlägen des Schonhammers wird der Außenring in den Mittelring eingepasst, bis er bündig anliegt und kein Spalt mehr zu sehen ist.

Der Vorgang wird mit der gegenüberliegenden Seite wiederholt.

Danach sollen die Ringe formschlüssig miteinander verbunden sein.

Werkstück: Seifenblasenautomat mit Arduino-Steuerung

Überblick

In diesem Kapitel wird erklärt, wie man einen Seifenblasenautomaten fertigt, der über einen Arduino-Mikrocontroller in Kombination mit einem Drehzahlregler automatisch betrieben wird.

Empfehlung

Sekundarstufe I: Klasse 8/9/10



Zentrale Kompetenzen



Tipps



Die Schülerinnen & Schüler...

- nutzen verschiedene Verfahren zur Holzbearbeitung.
- nutzen einfache Verfahren der Elektrotechnik.
- erfahren einen elementaren Einblick in den Aufbau einer Programmiersprache
- Seifenblasenlauge und Blasinge (z.B. von Pustefix®) verwenden.
- Seifenblasenringrad (ø 200mm) z.B. von EUROLITE erhältlich



Lehrgang / Erklärvideo:

Wie kann man einen Seifenblasenautomaten in Kombination mit einem Mikrocontroller fertigen?

Individuelle Beratung und Tipps zur Fertigung:

Hilfe durch Schritt-für-Schritt Anleitung.

Hilfsgerüst durch weitere unterstützende Materialien (z.B. fertiges Werkstück zur Anschauung):

SuS versuchen eigenständig, einen Seifenblasenautomaten zu fertigen und die Programmierung anzupassen.

Versprachlichung und Vergleich der durchgeführten Arbeitsschritte z.B. in Form eines Protokolls.

Reflexion des Arbeitsprozesses der Fertigung: Wie kann der Seifenblasenautomat optimiert oder an verschiedene Bedingungen angepasst werden?

Eigenständiges Entwerfen eines neuen Werkstücks, z.B. aus anderen Materialien oder nach einem anderen Funktionsprinzip, mit weiteren Bauteilen.

1. MODELLING



2. COACHING



3. SCAFFOLDING/ FADING



4. ARTICULATION



5. REFLECTION



6. EXPLORATION



Unterstützung durch die Lehrkraft

Selbstständigkeit des Lernenden

Geeignete Werkstoffe & Materialien 	• Holzplatte (200x200x15mm) • Holzquadrate 4x (30x30x15mm) • Kantholz (150x50x50mm) • Arduino-Mikrocontroller UNO R3 • Arduino Motortreiber-Shield Rev3 • PWM-Motor-Drehzahlsteller • RGB LED Ring 12-bit, 5V (Außen-ø 38mm, innen-ø 27mm) • DC-Motor ø 24mm (3-6V) • DC-Getriebemotor ø 10mm: 30-60 U/min (6V), Welle mit M3 Gewinde, Länge Gewinde 55mm • Batteriefach (4xAAA) • Batteriehalter 9V Blockbatterie - Hohlstecker	• Verteilerdose/Gehäuse (158x90x60mm) • Rotorblatt ø 120mm • 3x Schalt draht, rot (400mm) • 3x Schalt draht, schwarz (400mm) • 1x Schalt draht, blau (400mm) • 4x Schrumpfschlauch (2,5x20mm) • 2x Flachkopfschraube (2,2x8mm) • 2x Flachkopfschraube (4x12mm) • 2x Flachkopfschraube • 2x M3-Mutter • 1x M3-Unterlagscheibe • 4x Kabelbinder • 3x Jumper-Kabel (rot/schwarz/blau) • 4x Blasring* z.B. von Pustefix® • 1x Fugenkreuz* (30x30x5mm) • Alleskleber (z.B. von UHU) • Holzleim
Erforderliche spezifische Werkzeuge 	• Forstnerbohrer (ø 40 und 25mm) • Holzbohrer (ø 10 und 7mm) • HSS-Bohrer (ø 10, 7 und 3mm) • Seitenschneider • Löt kolben/Lötstation • Löt zinn	• Dritte Hand (Löthilfe) • Lötunterlage • Alleskleber wasserfest* (z.B. von Pattex) • Abisolierzange • Senker
Erforderliche allgemeine Werkzeuge 	• Leim- oder Schraubzwin ge(n) • Schleifpapier • Akkuschauber • Stahlmaßstab/Lineal/Streichmaß • Schraubendreher • Vorstecher • Schlosser- oder Schreinerwinkel	• Fön/Heißluftfön • Hitzebeständige Handschuhe • Bleistift • Ständer-/Tischbohrmaschine • Maschinenschraubstock • ggf. kleine Rundfeile

Differenzierungsmöglichkeiten

Je nach Fähigkeiten und verfügbaren Ressourcen können die Schülerinnen und Schüler (SuS) bei unterschiedlichen Fertigungsschritten einsteigen. Der Seifenblasenautomat kann sowohl als ganzheitliche Fertigungsaufgabe mit eigenständiger Umsetzung realisiert als auch, beispielsweise, als Bausatz für den Einsatz im Unterricht konzipiert werden, wobei dann der Fokus auf die Behandlung einer Programmiersprache gelegt werden kann. Darüber hinaus ist der Seifenblasenautomat mithilfe des Arduino-Mikrocontrollers und in Kombination mit dem Motor-Drehzahlregler an verschiedene Bedingungen, wie zum Beispiel die Seifenblasenlauge, anpassbar. So kann die Windstärke über den Drehzahlregler eingestellt und die Drehgeschwindigkeit des Seifenblasenringrads über den Programmcode mittels Arduino IDE individualisiert werden. Des Weiteren können für den RGB-LED-Ring unterschiedliche Farbanimationen programmiert und Erweiterungen, wie zum Beispiel zusätzliche Komponenten (OLED-Displays etc.), integriert werden.

QR-Code zum Erklärfilm

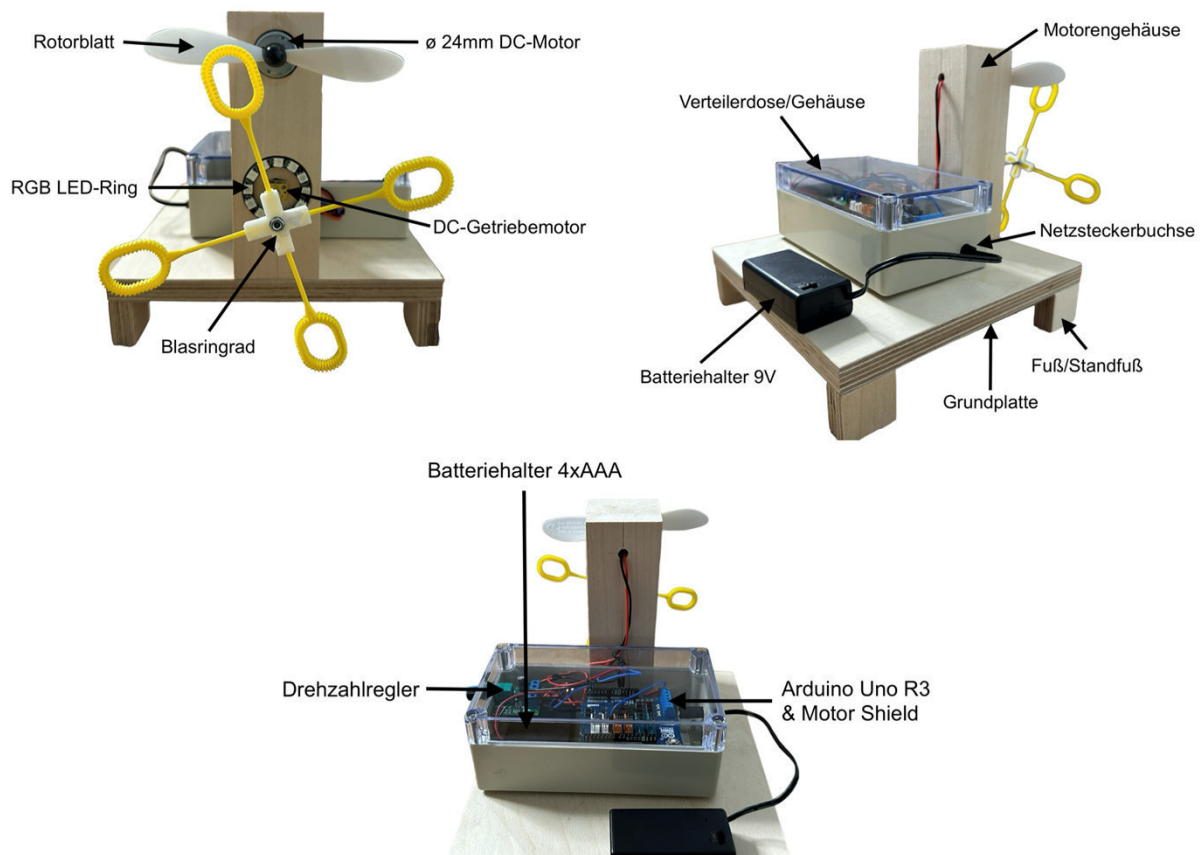


* Nur notwendig, wenn das Seifenblasenringrad selbst gefertigt wird. Alternativ kann auch ein fertiges Seifenblasenringrad z.B. von EUROLITE verwendet oder ein 3D-Druck realisiert werden.

Erforderliche Arbeitsschritte

1.1 - 1.2 Motorengehäuse:	Vorbereiten & Bohren
2.1 - 2.2 Grundplatte:	Vorbereiten & Verleimen
3.1 - 3.5 Motoren & LED-Ring:	Verkabelung, Löten & Installation
4.1 - 4.4 Gehäuse:	Vorbereiten, Bohren & Installation
5.1 - 5.2 Blasringrad (Optional)*:	Vorbereiten, Bohren, Verkleben
6.1 - 6.4 Arduino-Board:	Vorbereiten & Anschluss
7.1 - 7.4 Programmierung:	Installation & Code
8.1 - 8.3 Inbetriebnahme:	Abschluss

Übersicht und Bezeichnung der zentralen Bauteile



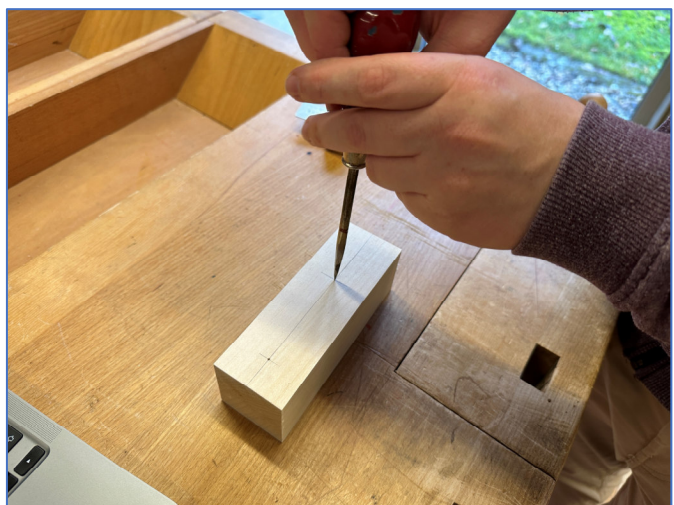
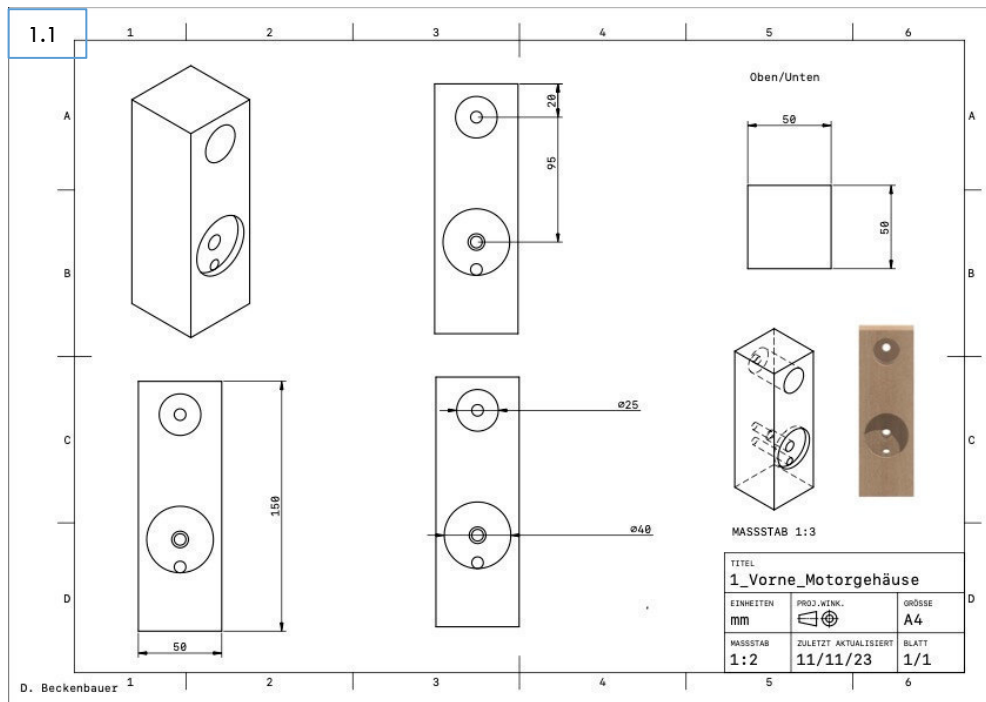
* Dieser Arbeitsschritt ist nur dann notwendig, wenn das Seifenblasenringrad selbst gefertigt wird. Alternativ kann auch ein fertiges Seifenblasenringrad z.B. von EUROLITE verwendet oder ein 3D-Druck realisiert werden.

Erforderliche Arbeitsschritte

1. Arbeitsschritt „Motoregehäuse“

1.1 Anzeichnen & Bohren der Vorderseite (1/2)

Zunächst wird für das Motoregehäuse das 50x50x150mm große Kantholz benötigt. Die Maße aus der Technischen Zeichnung (TZ) "1_Vorne_Motorgehäuse_" (Bild 1.1) sind genau auf das Kantholz zu übertragen. Sobald die Maße präzise übernommen wurden, können die Bohrungen erfolgen. Die genaue Übertragung ist essenziell, um eine Kollision des Rotorblattes ($\varnothing 130\text{mm}$) mit der Getriebewelle des Getriebemotors während des späteren Betriebs zu vermeiden.



* Alle technischen Zeichnungen befinden sich in voller Auflösung im Anhang dieser Handreichung (Seite 35ff.).

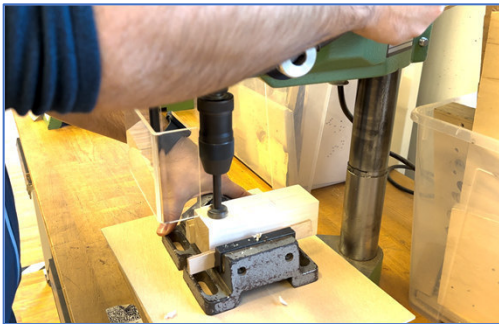
Erforderliche Arbeitsschritte

1. Arbeitsschritt „Motorengehäuse“

1.1 Anzeichnen & Bohren der Vorderseite (2/2)

Bei den folgenden Bohrarbeiten sind die Sicherheitsvorschriften der Ständerbohrmaschine zu beachten. Vor dem Bohren kann zusätzlich zur Zentrierspitze des Holzbohrers ein Vorstecher verwendet werden, um eine höhere Genauigkeit zu erreichen. Das Werkstück ist fest in einen Maschinenschraubstock einzuspannen. Für die verschiedenen Bohrergrößen sind die passenden Drehzahlen an der Tisch- oder Ständerbohrmaschine einzustellen. Das Werkstück darf erst nach Stillstand der Maschine ausgespannt werden.* Ebenso ist beim Ausspannen zu beachten, dass eine Holzunterlage verwendet wird, um Beschädigungen am Bohrer zu vermeiden, falls dieser aus der Hand entgleiten sollte.* Beim Bohren ist zudem zu beachten, dass die Tiefenanschläge für die jeweiligen Bohrpunkte der Vorderseite unterschiedlich angepasst werden müssen:

- Motor 1: Bohrung $\varnothing$ 25 mm – Tiefenanschlag: 45 mm** (Forstnerbohrer)
- Motor 2: Bohrung $\varnothing$ 10 mm – Tiefenanschlag: 30 mm**
- LED-Ring: Bohrung $\varnothing$ 40 mm – Tiefenanschlag: 5 mm** (Forstnerbohrer)



Gefährdungsbeurteilung des Arbeitsschrittes

Gefährdungsfaktor	Konkrete Gefährdung im Betrieb	Risiko	Maßnahme (technisch, organisatorisch, persönlich)
Mechanische Gefährdungen	Ungeschützt bewegte Maschinenteile (Bohrmaschine)	gering	Lange Haare zum Zopf zusammenbinden, Schmuck und Uhren vor der Bearbeitung ablegen, enganliegende Kleidung tragen, ggf. Schutzbrille tragen
Spezielle physikalische Einwirkung	Lärm	gering	ggf. Gehörschutz tragen
Gefahrstoffe	Einatmen von Gefahrstoffen (Holzstaub)	gering	ggf. angefallenen Holzstaub mit Staubsauger (Staubschutzklasse M) absaugen, keinesfalls kehren

 * Diese Hinweise gelten für alle weiteren Bohrarbeiten in dieser Handreichung

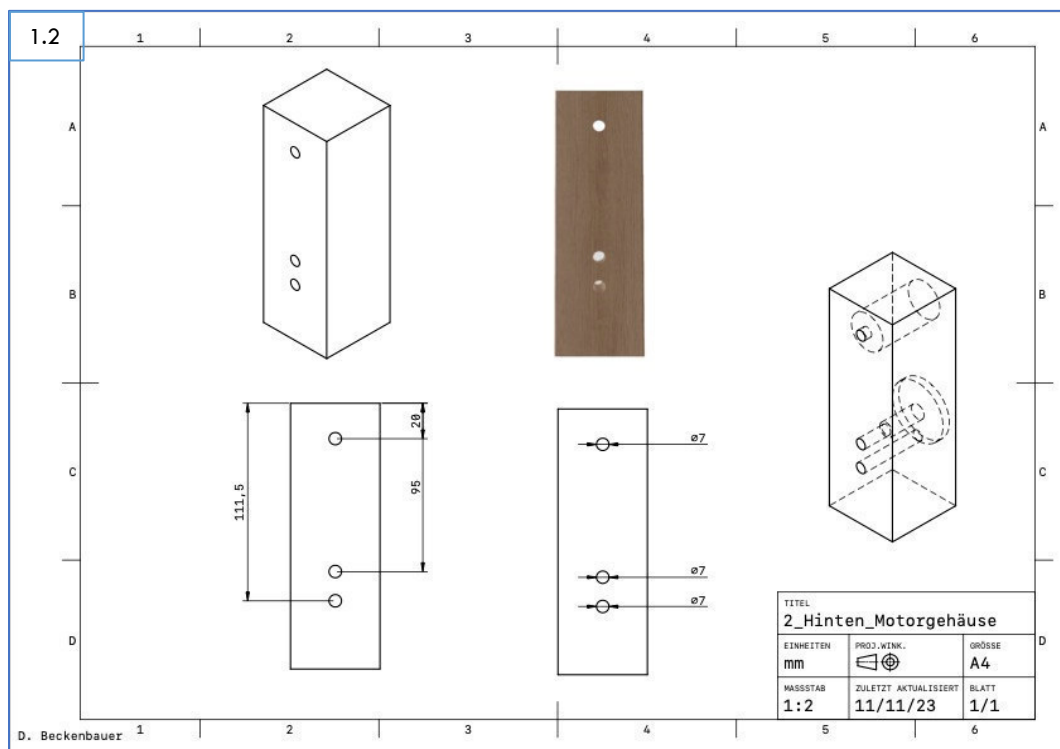
** Abhängig von der Länge der verwendeten Motoren bzw. dem Durchmesser des LED-Rings. Abweichungen von der Materialliste sind möglich

Erforderliche Arbeitsschritte

1. Arbeitsschritt „Motorengehäuse“

1.2 Anzeichnen & Bohren der Rückseite (1/2)

An der Rückseite des Motorengehäuses sind drei weitere Bohrungen vorzunehmen. Auch hier ist es wichtig, dass die Maße aus der TZ „2_Hinten_Motorengehäuse“ (Bild 1.2) präzise übertragen werden, um die Zentrierung mit den vorderen Bohrlöchern zu gewährleisten, die später als Kabelschächte für die Motoren und den LED-Ring dienen.



*  Alle technischen Zeichnungen befinden sich in voller Auflösung im Anhang dieser Handreichung (Seite).

Erforderliche Arbeitsschritte

1. Arbeitsschritt „Motorengehäuse“

1.2 Anzeichnen & Bohren der Rückseite (2/2)

Alle drei Bohrungen an der Rückseite des Motorengehäuses erfolgen mit einem $\varnothing 7\text{mm}$ Holz- oder HSS-Bohrer. Der Tiefenanschlag ist auf 45mm einzustellen, um eine ausreichende Bohrtiefe zu erreichen und Beschädigungen des Maschinenschraubstocks oder anderer Bauteile zu vermeiden. Das Werkstück ist vor dem Bohren fest einzuspannen und erst nach Stillstand der Maschine wieder auszuspannen. Die Drehzahl der Ständer- oder Tischbohrmaschine muss an den $\varnothing 7\text{mm}$ Bohrer angepasst werden.

Nachdem alle Bohrungen durchgeführt wurden, können die Bohrlöcher, wenn nötig, mit einem Schleifpapier oder einer Rundfeile entgratet werden (Vorder- und Rückseite des Motorengehäuses).



Gefährdungsbeurteilung des Arbeitsschrittes

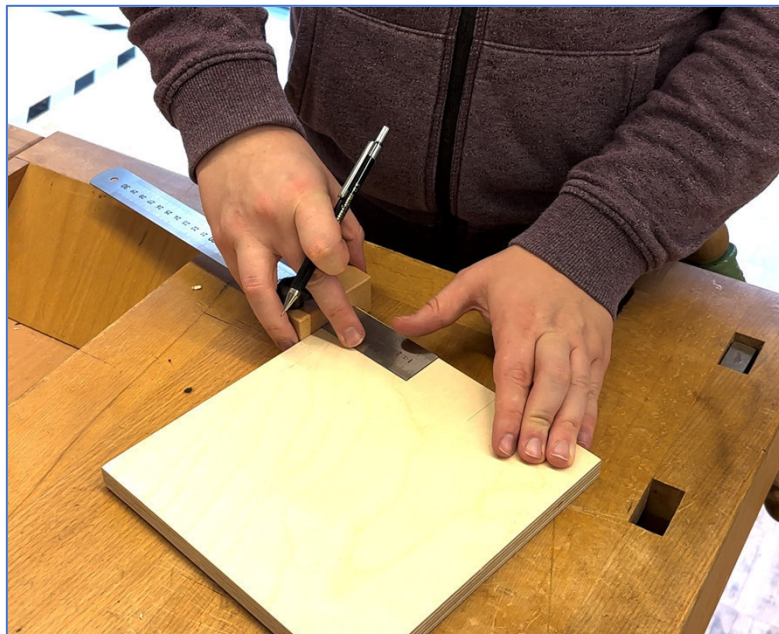
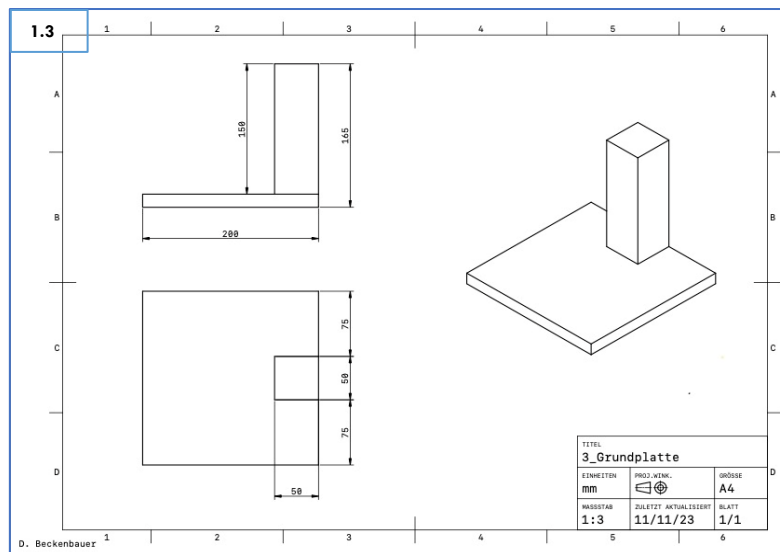
Gefährdungsfaktor	Konkrete Gefährdung im Betrieb	Risiko	Maßnahme (technisch, organisatorisch, persönlich)
Mechanische Gefährdungen	Ungeschützt bewegte Maschinenteile (Bohrmaschine)	gering	Lange Haare zum Zopf zusammenbinden, Schmuck und Uhren vor der Bearbeitung ablegen, enganliegende Kleidung tragen, ggf. Schutzbrille tragen
Spezielle physikalische Einwirkung	Lärm	gering	ggf. Gehörschutz tragen
Gefahrstoffe	Einatmen von Gefahrstoffen (Holzstaub)	gering	ggf. angefallenen Holzstaub mit Staubsauger (Staubschutzklasse M) absaugen, keinesfalls kehren

Erforderliche Arbeitsschritte

2. Arbeitsschritt „Grundplatte“

2.1 Anzeichnen der Position des Motoregehäuses

In diesem Arbeitsschritt wird zunächst die Position des Motoregehäuses auf der Grundplatte markiert. Die entsprechenden Maße sind der TZ „Grundplatte“ (Bild 1.3) zu entnehmen. Eine präzise Maßübertragung ist essentiell, um sicherzustellen, dass das Motoregehäuse korrekt, zentriert und kantenbündig auf der Grundplatte sitzt. Dies ist für die Funktionsfähigkeit der späteren Konstruktion ausschlaggebend.



i Alle technischen Zeichnungen befinden sich in voller Auflösung im Anhang dieser Handreichung (Seite)
*Je nach verwendetem Holzleim kann die Trockenzeit variieren

Erforderliche Arbeitsschritte

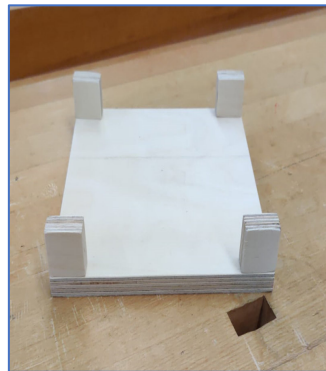
2. Arbeitsschritt „Grundplatte“

2.2 Verleimen der Füße & des Motorengehäuses (1/2)

Die Ausrichtung der Füße hängt vom Durchmesser des gewählten Seifenblasenringrades ab:

Die Standfüße können so angepasst werden, dass sie eine Erhöhung der Grundplatte um 15mm (Bild oben links) oder 30mm ermöglichen (Bild oben rechts). Bei einem Seifenblasenringrad mit einem Durchmesser von $\varnothing 160\text{mm}$ reicht es aus, die Füße in horizontaler Ausrichtung zu verleimen, um eine Erhöhung von 15mm zu erreichen. Bei einem Durchmesser von $\varnothing 200\text{mm}$ des Seifenblasenringrads ist hingegen eine Erhöhung von 30mm erforderlich. In diesem Fall müssen die Standfüße vertikal mit der Grundplatte verleimt werden. In beiden Fällen wird so sichergestellt, dass das Seifenblasenringrad während des Betriebs im Seifenlaugenbehälter frei drehen kann.

Wenn die korrekte bzw. erforderliche Höhe der Standfüße feststeht, werden die Standfüße in der entsprechenden Position an die Grundplatte angebracht. Hierfür werden die vier Holzquadrate an den äußeren Kanten der Unterseite mit der Grundplatte verleimt und mit Leim- oder Schraubzwingen für mindestens 20 Minuten fixiert.



Gefährdungsbeurteilung des Arbeitsschrittes

Gefährdungsfaktor	Konkrete Gefährdung im Betrieb	Risiko	Maßnahme (technisch, organisatorisch, persönlich)
Gefahrstoffe	Hautkontakt mit Gefahrstoffen	gering	Wasserlöslichen, ungiftigen Leim verwenden, nicht auf die Haut bekommen, direkt und gründlich Hände waschen

Erforderliche Arbeitsschritte

2. Arbeitsschritt „Grundplatte“

2.2 Ausrichten & Verleimen des Motorengehäuses (2/2)

Nun kann das Motorengehäuse auf der in Schritt 2.1 (S. 8) markierten Position mit der Grundplatte verleimt und mit einer Schraubzwinge fixiert werden. Der Holzleim sollte für mindestens 20 Minuten* trocknen, bevor der nächste Arbeitsschritt erfolgt. Bei der Ausrichtung ist zu beachten, dass die Öffnungen der Motorschächte korrekt in Richtung der Kante zeigen. Eine spätere Korrektur ist nach dem Austrocknen des Holzleims nicht mehr möglich.



Gefährdungsbeurteilung des Arbeitsschrittes

Gefährdungsfaktor	Konkrete Gefährdung im Betrieb	Risiko	Maßnahme (technisch, organisatorisch, persönlich)
Gefahrstoffe	Hautkontakt mit Gefahrstoffen	gering	Wasserlöslichen, ungiftigen Leim verwenden, nicht auf die Haut bekommen, direkt und gründlich Hände waschen

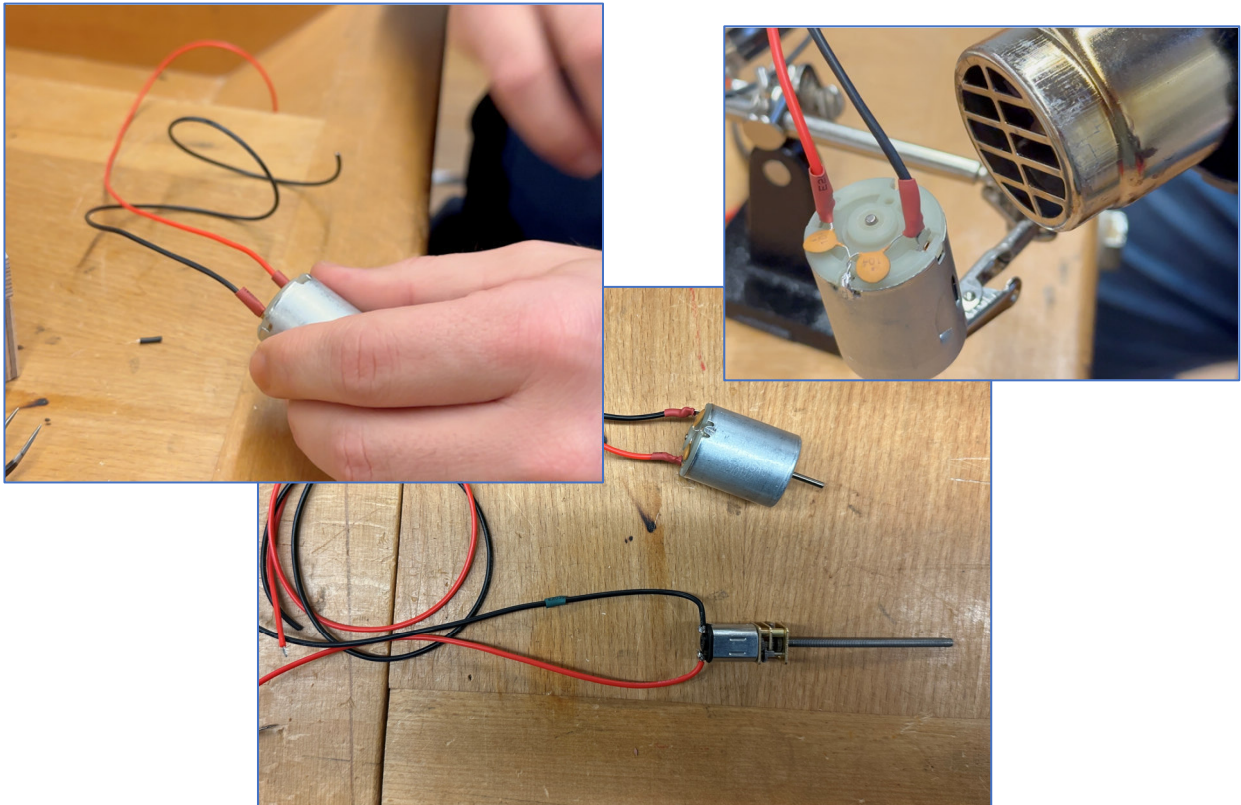
*Je nach verwendetem Holzleim kann die Trockenzeit variieren

Erforderliche Arbeitsschritte

3. Arbeitsschritt „Motoren & LED-Ring“

3.1 Verkabelung der Motoren

In diesem Schritt erfolgt die Verkabelung beider Motoren. Zuerst sind je zwei **schwarze** und **rote** Schaltdrähte (SD) an jeweils einem Ende abzuisolieren. Danach werden Schrumpfschläuche über die SD geschoben. Anschließend sind die SD in die entsprechenden Ösen (**roter SD: +Pol** und **schwarzer SD: -Pol**) an den Motoranschlüssen einzuführen und diese zu verdrehen. Zum Abschluss werden die Schrumpfschläuche über die offenen Kontaktstellen der SD und Ösen geschoben, um diese zu isolieren. Sie werden dann kurzzeitig mit einem Heißluftföhn oder einem normalen Föhn erhitzt, bis sie fest sitzen und somit die Anschlüsse korrekt isoliert sind. Aufgrund der starken Hitzeentwicklung im Luftstrom des Föns ist es ratsam, hitzebeständige Handschuhe oder eine Zange zu verwenden, um Verbrennungen zu verhindern.



Gefährdungsbeurteilung des Arbeitsschrittes

Gefährdungsfaktor	Konkrete Gefährdung im Betrieb	Risiko	Maßnahme (technisch, organisatorisch, persönlich)
Thermische Gefährdungen	heiße Medien/Oberflächen	mittel	Zange oder hitzebeständige Handschuhe verwenden
Elektrische Gefährdungen	Elektrischer Schlag bei nicht gut isolierten, offenen Anschlussstellen	gering	Isolierung mit Schrumpfschlauch oder Isolierband ordentlich ausführen

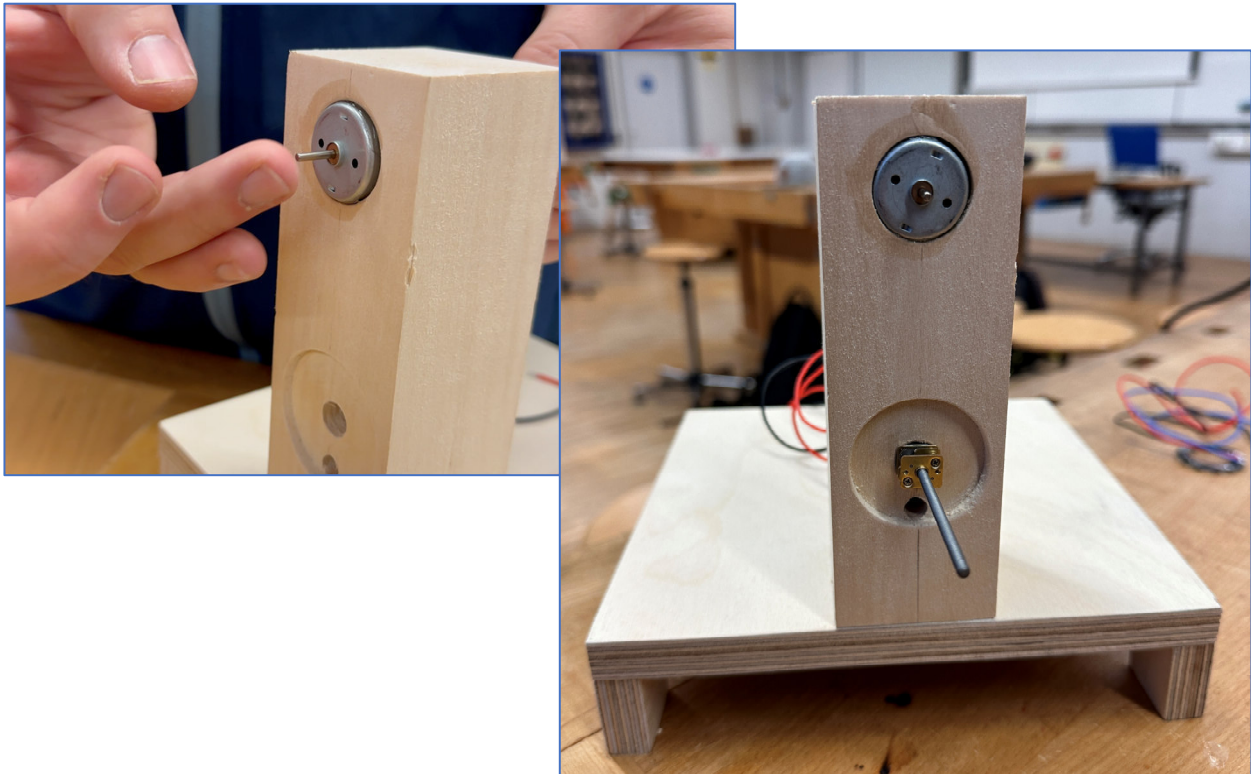
Erforderliche Arbeitsschritte

3. Arbeitsschritt „Motoren & LED-Ring“

3.2 Installieren der Motoren

Nun werden die SD durch die jeweiligen Kabelschächte zur Rückseite des Motorengehäuses geführt. Wenn nun alle Schaltdrähte verlegt sind, können die beiden Motoren im Motorengehäuse fixiert werden. Dazu wird eine geringe Menge Alleskleber auf die Außenseite der Motoren aufgetragen und diese vorsichtig in den jeweils vorgesehenen Motorschacht eingesetzt. Es ist wichtig, darauf zu achten, dass der Kleber vollständig aushärtet, bevor der Seifenblasenautomat in Betrieb genommen wird. Dies gewährleistet, dass die Motoren fest und sicher im Gehäuse sitzen. Die Trocknungszeit des Klebers hängt von dessen Zusammensetzung ab und sollte gemäß den Herstellerangaben eingehalten werden.

Zudem gilt es während des Verklebens und der Trocknungsphase zu beachten, dass keine Klebstoffreste in die Motoren (z.B. Lüftungsschlitze) oder auf die Schaltdrähte gelangen, da dies deren Funktion beeinträchtigen könnte. Zudem sollte das Holzgehäuse vor dem Auftragen des Klebers sauber und trocken sein, um eine optimale Haftung zu gewährleisten.



Gefährdungsbeurteilung des Arbeitsschrittes

Gefährdungsfaktor	Konkrete Gefährdung im Betrieb	Risiko	Maßnahme (technisch, organisatorisch, persönlich)
Gefahrstoffe	Hautkontakt mit Gefahrstoffen	gering	ungiftigen, lösungsmittelfreien Klebstoff verwenden, nicht auf die Haut und in die Augen bekommen, direkt und gründlich Hände waschen

Erforderliche Arbeitsschritte

3. Arbeitsschritt „Motoren & LED-Ring“

3.3 Verlöten des LED-Rings

In diesem Schritt müssen drei SD (**schwarz** für **GND**, **rot** für **VCC** und **blau** für **IN***) an den LED-Ring angelötet werden.

Dafür ist es zunächst notwendig, die Enden der Drähte abzuisolieren (ca. 5mm Isolierung entfernen, sodass der blanke Draht freiliegt). Im Anschluss daran, werden die Drahtenden leicht verdreht, sodass keine Drahtadern abstehen.

Vor dem Löten empfiehlt es sich, den LED-Ring vorsichtig mit einer Krokodilklemme in einer Löthilfe (z.B. "Dritte Hand") zu fixieren. Dies verhindert Beschädigungen und erleichtert den Lötvorgang.

Die ideale Temperatur des Lötkolbens liegt zwischen 300 und 350°C**. Ohne Löterfahrung sollten vorab Übungen durchgeführt werden. Des Weiteren ist es wichtig zu beachten, bleifreies Lötzinn zu verwenden.

Beim Löten der Kabel sollten die abisolierten Drahtenden sauber verzinkt sein. Dazu berührt man mit der Spitze des Lötkolbens das Ende eines Drahtes und hält den Lötzinn an den Draht, sodass er schmilzt und den Draht gleichmäßig bedeckt. Dies wird für alle drei Drahtenden wiederholt.

Die drei Kontakte am LED-Ring müssen ebenfalls verzinkt werden. Es ist wichtig, die Lötzeit hierbei kurz zu halten, um Schäden am Bauteil zu vermeiden. Beim Anlöten der SD müssen sowohl jeweils der SD als auch die jeweilige Anschlusskontaktfäche am LED-Ring gleichzeitig erhitzt werden.

Die Drähte sollten mit einer Lötpinzette gehalten werden, da sie sich schnell erhitzen. Darüber hinaus kann man die Drähte mithilfe der Lötpinzette genauer fixieren.

Für das Anlöten der SD ist es ebenso zu beachten, dass die SD nach innen, d.h. in Richtung des Innendurchmessers gelegt bzw. angelötet werden müssen (Bild oben links, S. 14). Dies ist deshalb wichtig, sodass im weiteren Verlauf die SD sauber in die Kabelschächte des Motorengehäuses gelegt werden können und diese nicht das Einlassen des LED-Rings in die vorgesehene Öffnung ($\varnothing$ 40mm) behindern.

Nach dem Anlöten ist es ratsam, die Verbindungen auf Kurzschlüsse oder kalte Lötstellen zu überprüfen und bei Bedarf nachzubessern.

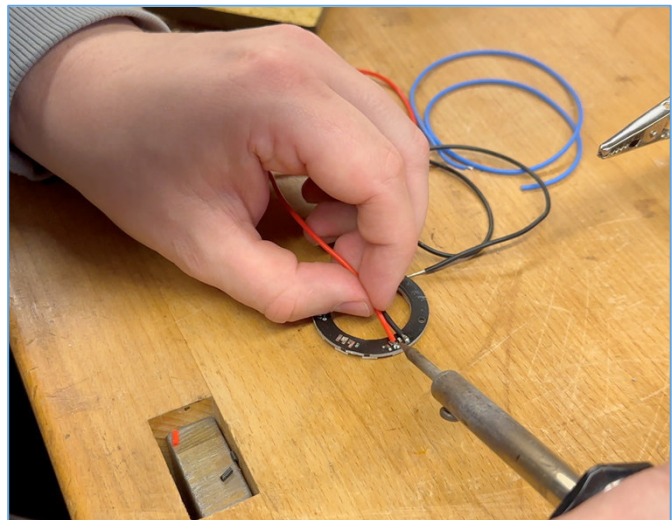
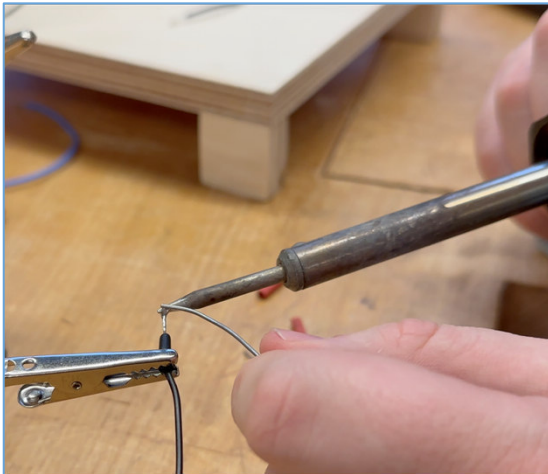
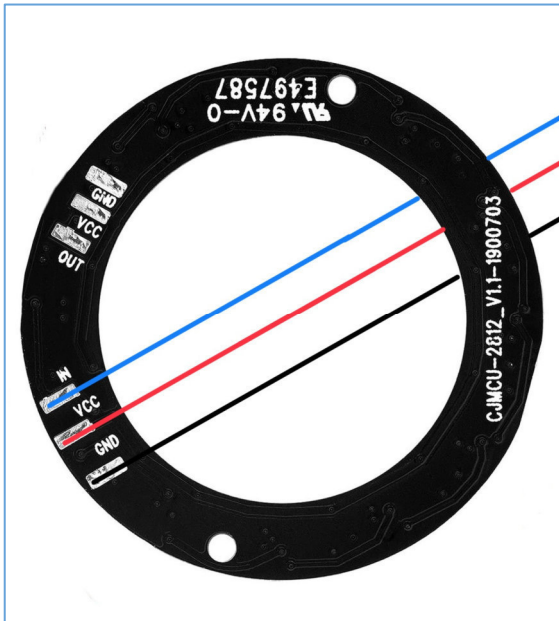
Um sicherzustellen, dass die jeweilige Verbindungen gut gelungen sind, wird überprüft, ob das Lötzinn gleichmäßig um die jeweilige Verbindungsstelle geflossen ist und eine glänzende Oberfläche aufweist. Eine gute Lötstelle sollte keine Klumpen oder kalten Lötstellen aufweisen.

Isolation der Verbindungsstelle: Sofern die offenen Lötstellen am LED-Ring zu nah aneinander liegen und somit Kurzschlussgefahr besteht, können diese auch mit etwas Isolierband isoliert werden.

Die Folgeseite (S. 14) ist der zu diesem Arbeitsschritt zugehörnde bebilderte Teil und beinhaltet die dazugehörige Gefährdungsbeurteilung.

*GND = Ground/Masse "-", VCC = Voltage at the Common Collector/positive Versorgungsspannung "+", IN = Input/Eingang

**Die optimale Temperatur hängt von der Zusammensetzung des Lötzinns ab. Bleifreies Lötzinn erfordert oft eine höhere Temperatur. Im Zweifel immer Herstellerangaben beachten.



Gefährdungsbeurteilung des Arbeitsschrittes

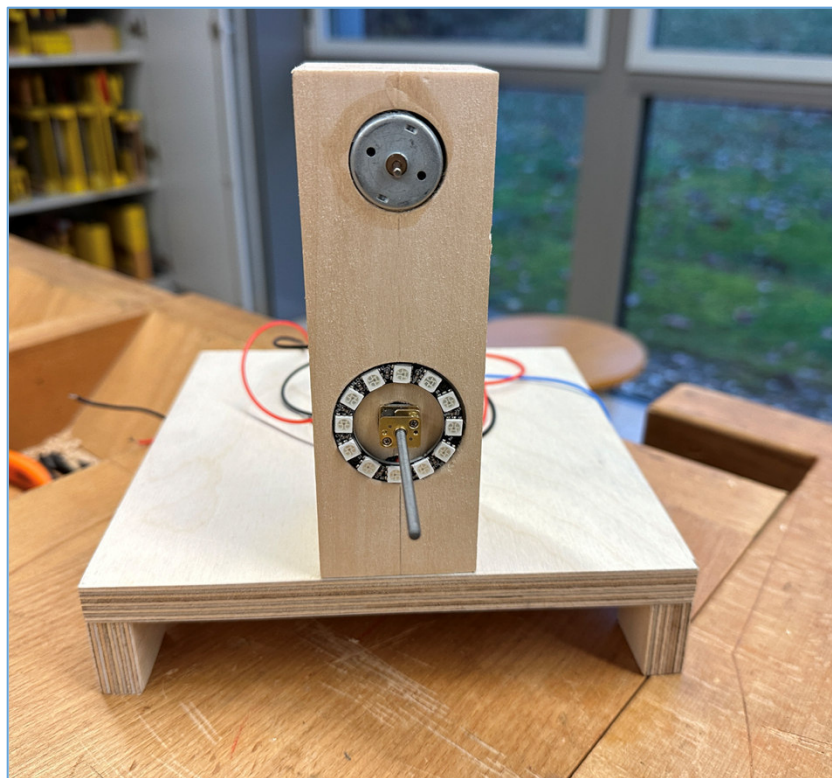
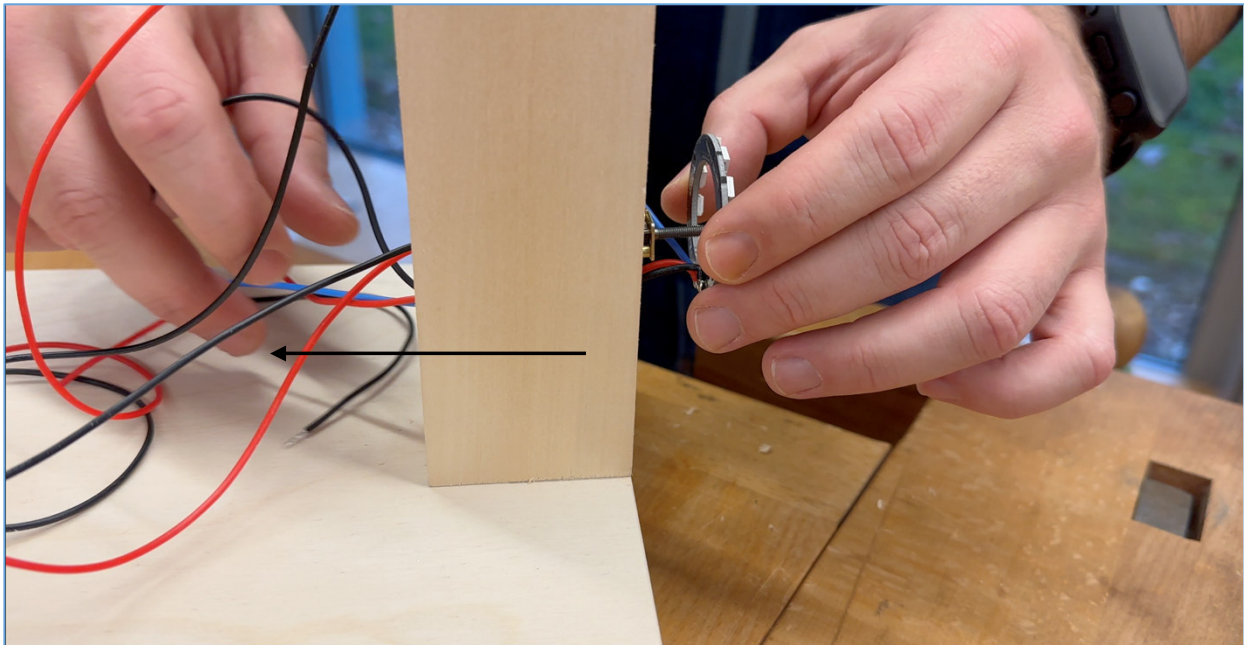
Gefährdungsfaktor	Konkrete Gefährdung im Betrieb	Risiko	Maßnahme (technisch, organisatorisch, persönlich)
Thermische Gefährdungen	heiße Medien/Oberflächen	mittel	Den Lötkolben nur am Griff anfassen, Zange oder hitzebeständige Handschuhe verwenden (Heißluftfön)
Gefahrstoffe	Einatmen von Gefahrstoffen (Lötdampf)	gering	Vermeidung des Einatmens von Lötdämpfen, Abstand halten und bei offenem Fenster bzw. guter Lüftung arbeiten, nur bleifreie Lote dürfen verwendet werden
Elektrische Gefährdungen	Elektrischer Schlag bei nicht gut isolierten, offenen Anschlussstellen	gering	auf die Lage des Lötkolbenkabels achten, sauberes Löten, ggf. Isolierung an offenen Kontaktstellen vornehmen
Brände und Explosionen	Weitere Gefährdungen	gering	Lötkolben immer am Lötständer ablegen, Verwendung einer feuerfesten Lötunterlage

Erforderliche Arbeitsschritte

3. Arbeitsschritt „Motoren & LED-Ring“

3.4 Installieren des LED-Rings

In diesem Schritt wird der LED-Ring vorsichtig in die vorgesehene Öffnung des Motorengehäuses eingelassen, indem die drei Kabel zunächst durch den Kabelschacht nach hinten eingeführt werden, bis der LED-Ring fest in der Öffnung sitzt. Abschließend kann dieser, wenn nötig, mit einer Flachkopfschraube in der dafür vorgesehenen Öffnung am Ring mit dem Motorengehäuse fest fixiert werden.



Erforderliche Arbeitsschritte

3. Arbeitsschritt „Motoren & LED-Ring“

3.5 Verlöten der Jumper-Kabel mit dem LED-Ring (1/2)

In diesem Schritt werden die Jumper-Kabel (**rot**, **schwarz** und **blau**) an die gleichfarbigen SD, die zuvor an den LED-Ring angelötet wurden, verlötet. Dabei sind alle Hinweise zum Löten aus Arbeitsschritt 3.3 zu beachten. Zuerst werden die Schaltdrähte des LED-Rings gegebenenfalls gekürzt und die Enden abisoliert. Dann werden die Drahtenden leicht verdrillt, um sie zu stabilisieren.

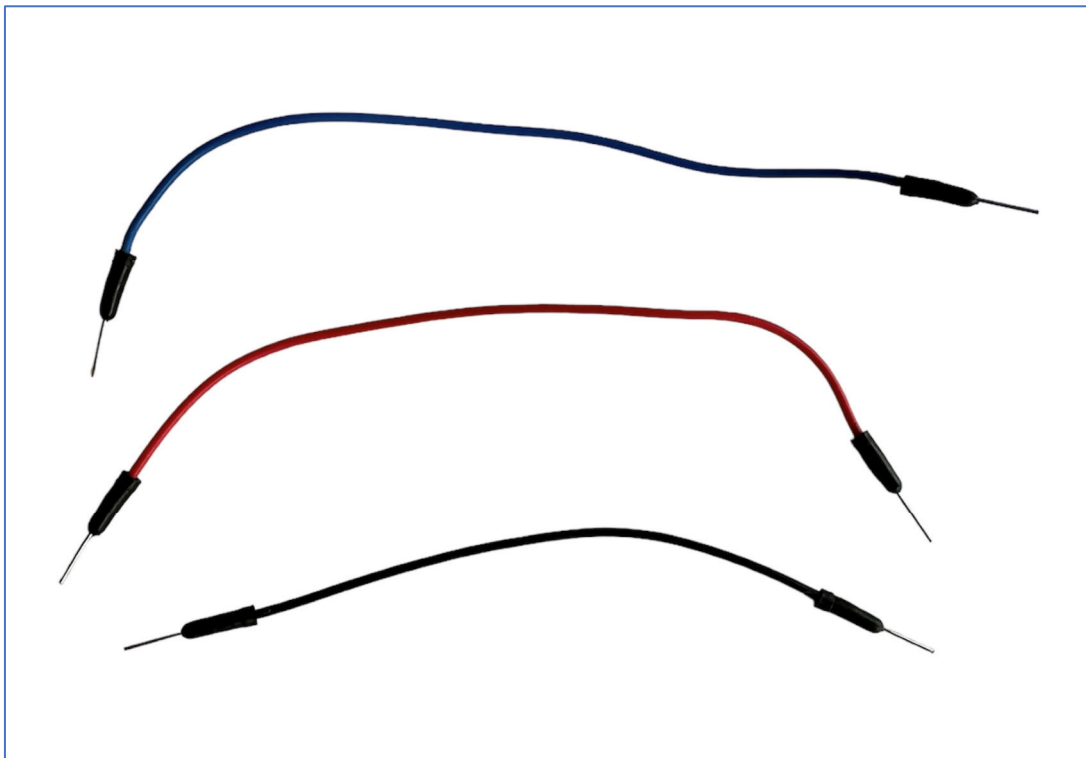
Löten der Kabel: Die abisolierten Drahtenden werden sauber verzinkt (sowohl SD als auch Jumper-Kabel-Enden). Dazu berührt man mit der Spitze des Lötkolbens das Ende eines Drahtes und hält den Lötzinn an den Draht, sodass er schmilzt und den Draht gleichmäßig bedeckt. Dies wird für alle sechs Drahtenden wiederholt.

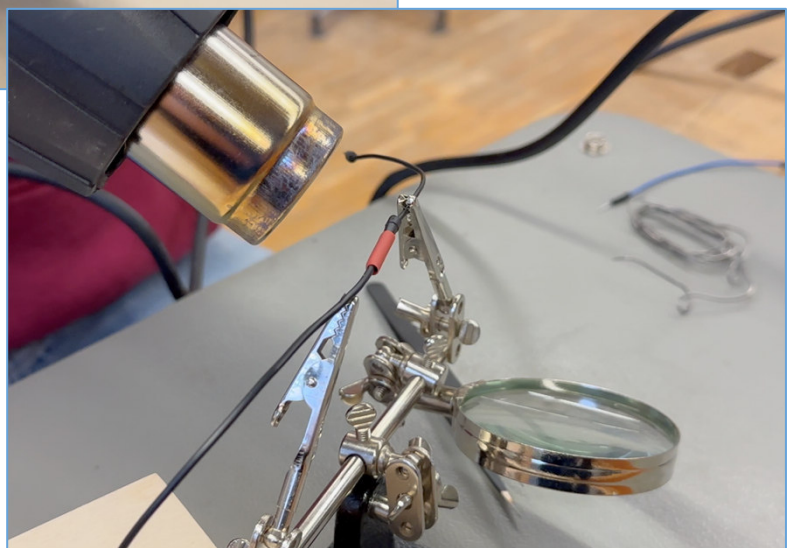
Verbinden der Drähte: Die verzinnten Enden der Drähte werden so zusammengehalten, dass sie sich überlappen. Eine Löthilfe oder Lötpinzette kann hier nützlich sein (Bild oben links, S. 17). Dann erhitzt man beide verzinnten Enden gleichzeitig mit der Spitze des Lötkolbens und trägt zusätzliches Lötzinn an die Verbindungsstellen auf.

Um sicherzustellen, dass die jeweilige Verbindungen gut gelungen sind, wird überprüft, ob das Lötzinn gleichmäßig um die jeweilige Verbindungsstelle geflossen ist und eine glänzende Oberfläche aufweist. Eine gute Lötstelle sollte keine Klumpen oder kalten Lötstellen aufweisen.

Isolation der Verbindungsstelle: Nach dem Abkühlen der Lötstellen werden diese mit einem Schrumpfschlauch (vgl. Schritt 3.1, S.11) oder Isolierband isoliert, um Kurzschlüsse zu verhindern.

Die Folgeseite (S. 17) ist der zu diesem Arbeitsschritt zugehörige bebilderte Teil und beinhaltet die dazugehörige Gefährdungsbeurteilung.





Gefährdungsbeurteilung des Arbeitsschrittes

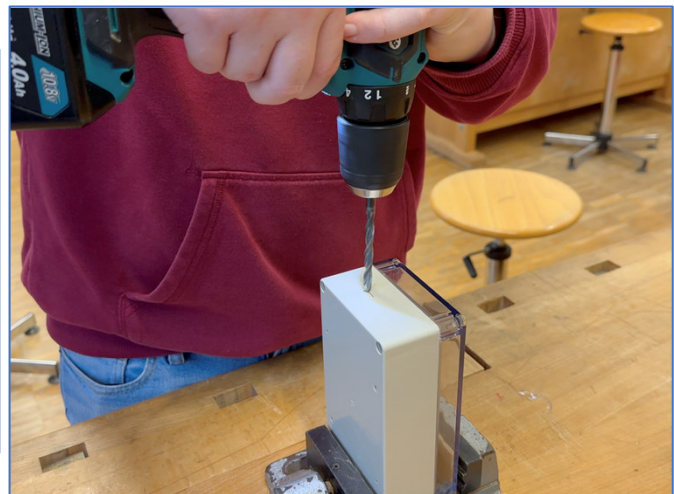
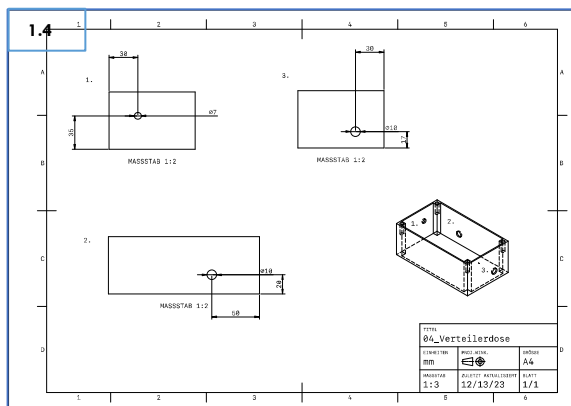
Gefährdungsfaktor	Konkrete Gefährdung im Betrieb	Risiko	Maßnahme (technisch, organisatorisch, persönlich)
Thermische Gefährdungen	heiße Medien/Oberflächen	mittel	Den LötKolben nur am Griff anfassen, Zange oder hitzebeständige Handschuhe verwenden (Heißluftfön)
Gefahrstoffe	Einatmen von Gefahrstoffen (Lötdampf)	gering	Vermeidung des Einatmens von Lötdämpfen, Abstand halten und bei offenem Fenster bzw. guter Lüftung arbeiten, nur bleifreie Lote dürfen verwendet werden
Elektrische Gefährdungen	Elektrischer Schlag bei nicht gut isolierten, offenen Anschlussstellen	gering	auf die Lage des LötKolbenkabels achten, sauberes Löten, ggf. Isolierung an offenen Kontaktstellen vornehmen
Brände und Explosionen	Weitere Gefährdungen	gering	LötKolben immer am Lötständer ablegen, Verwendung einer feuerfesten Lötunterlage

Erforderliche Arbeitsschritte

4. Arbeitsschritt „Verteilerdose/Gehäuse“

4.1 Anzeichnen & Bohren

In diesem Arbeitsschritt wird die Verteilerdose vorbereitet. Zuerst wählt man eine geeignete Stelle an einer der Außenseiten aus, um den Drehzahlregler des Motors zu befestigen. Im vorliegenden Beispiel wurde der Regler an einer Breitseite des Gehäuses angebracht. Zuerst ist der Bohrpunkt mit einem Permanentmarker zu markieren. Anschließend wird mit einem $\varnothing 7$ mm HSS-Bohrer das Loch für den Drehzahlregler gebohrt, in das er eingeführt und mit einer Mutter abschließend fixiert wird. Hierbei sollte, wenn möglich, das Batteriefach später unterhalb des Drehzahlreglers Platz finden, wodurch die Höhe des Drehzahlreglers mitbedacht werden muss. Weiterhin ist eine Öffnung für die Netzsteckerbuchse des Arduinos notwendig. Hierfür wird das Arduino-Board auf der gegenüberliegenden Seite des Drehzahlreglers installiert, wozu eine $\varnothing 10$ mm Bohrung notwendig ist. Die Positionen der Bohrpunkte können aus der technischen Zeichnung „04_Verteilerdose“ (Bild 1.4) entnommen werden, sofern eine identische Verteilerdose verwendet wird. Abschließend wird noch ein Loch für die Kabel der elektronischen Komponenten im Motorengehäuse (Motor 1, Motor 2 und LED-Ring) mit einem $\varnothing 10$ mm HSS-Bohrer gebohrt. Beim Bohren ist darauf zu achten, dass die Verteilerdose bei allen Bohrungen fest in einem Maschinenschraubstock eingespannt wird und die Bohrlöcher zuvor mit einem Körner markiert werden, da die HSS-Bohrer auf der glatten Kunststoffoberfläche leicht verrutschen können. Dies verhindert neben möglichen Verletzungen durch Abrutschen auch ungenaue Bohrungen. Nach dem Bohren können die Bohrlöcher bei Bedarf entgratet werden.



Gefährdungsbeurteilung des Arbeitsschrittes

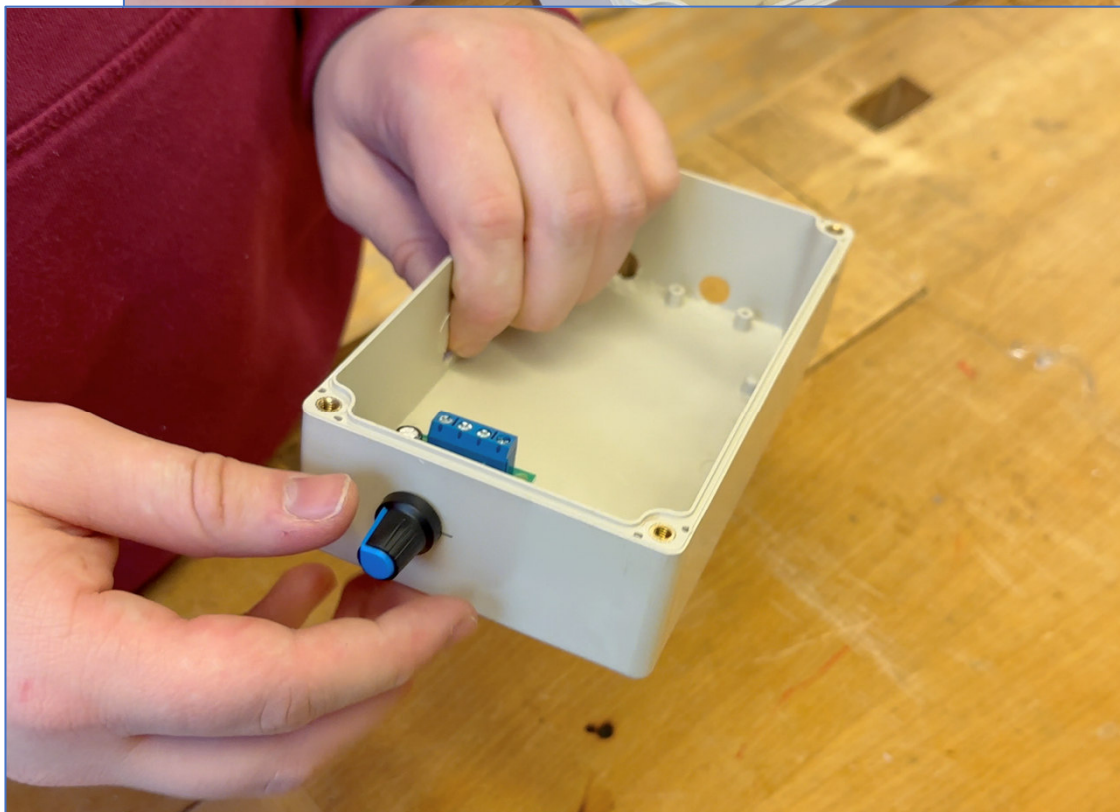
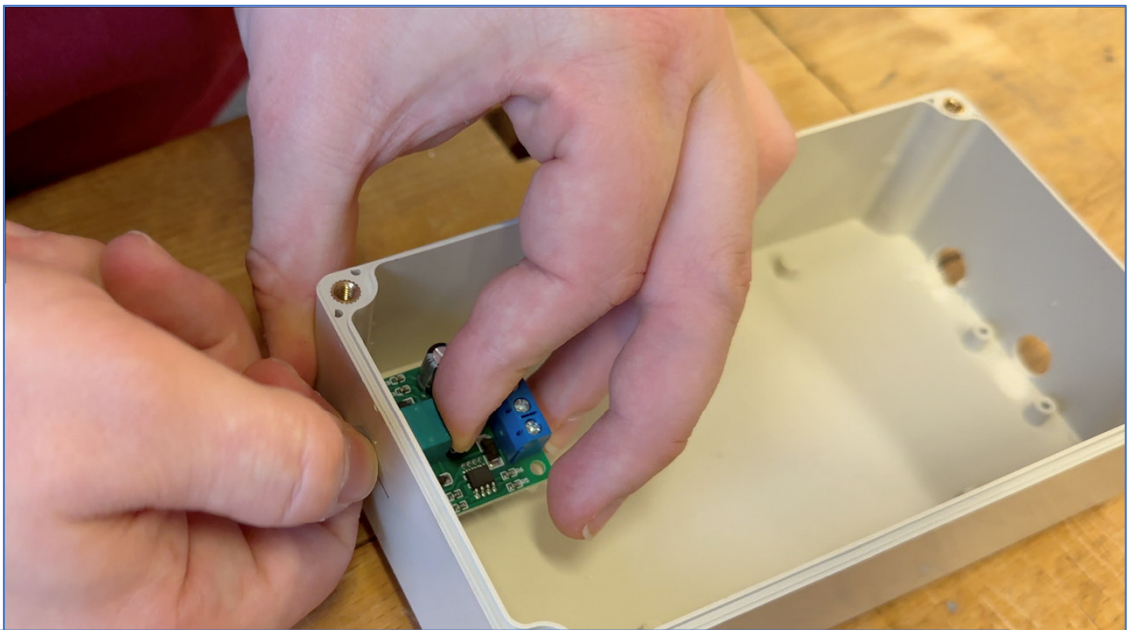
Gefährdungsfaktor	Konkrete Gefährdung im Betrieb	Risiko	Maßnahme (technisch, organisatorisch, persönlich)
Mechanische Gefährdungen	Ungeschützt bewegte Maschinenteile	gering	Lange Haare zum Zopf zusammenbinden, Schmuck und Uhren vor der Bearbeitung ablegen, enganliegende Kleidung tragen, ggf. Schutzbrille tragen
Mechanische Gefährdungen	Bewegte Arbeitsmittel	mittel	Werkstück fest in einen Schraubstock einspannen und gegen Abrutschen des Bohrers Körner verwenden

Erforderliche Arbeitsschritte

4. Arbeitsschritt „Verteilerdose/Gehäuse“

4.2 Installieren des DC-Drehzahlreglers

Nachdem die Bohrungen erfolgt sind, kann der DC-Drehzahlregler an der vorgesehenen Stelle montiert werden. Zuvor müssen die Mutter und die Drehkappe entfernt werden. Zuerst muss eine Unterlagscheibe auf den Regler aufgeschoben werden, dann wird dieser von innen nach außen (Gehäuse) durch die Bohrung geschoben und von außen mit der dazugehörigen Mutter fixiert, sodass der Drehzahlregler fest mit dem Gehäuse verbunden ist. Abschließend wird die Drehkappe wieder auf den Drehzahlregler gesteckt.

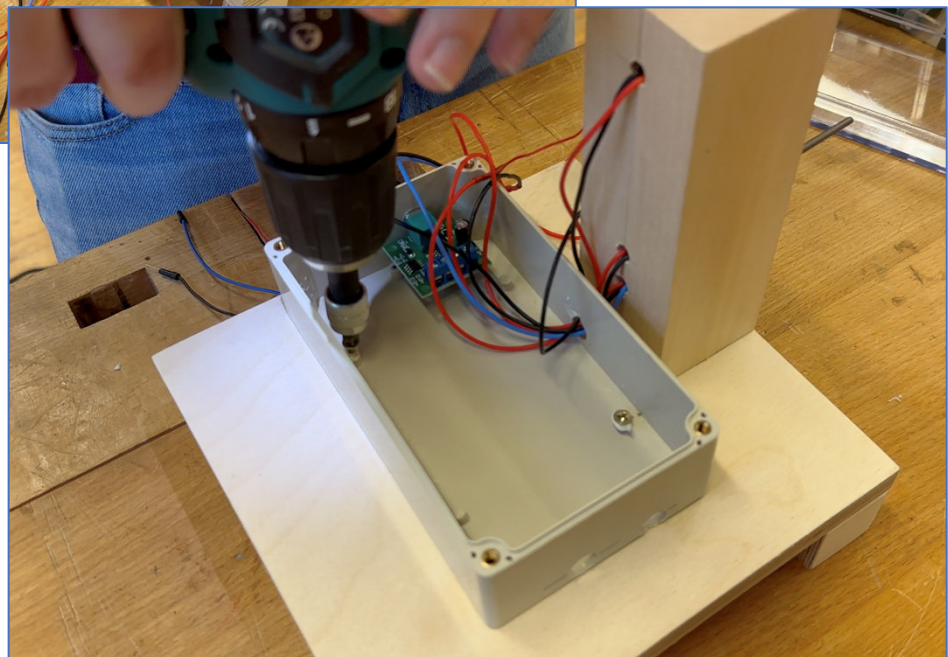
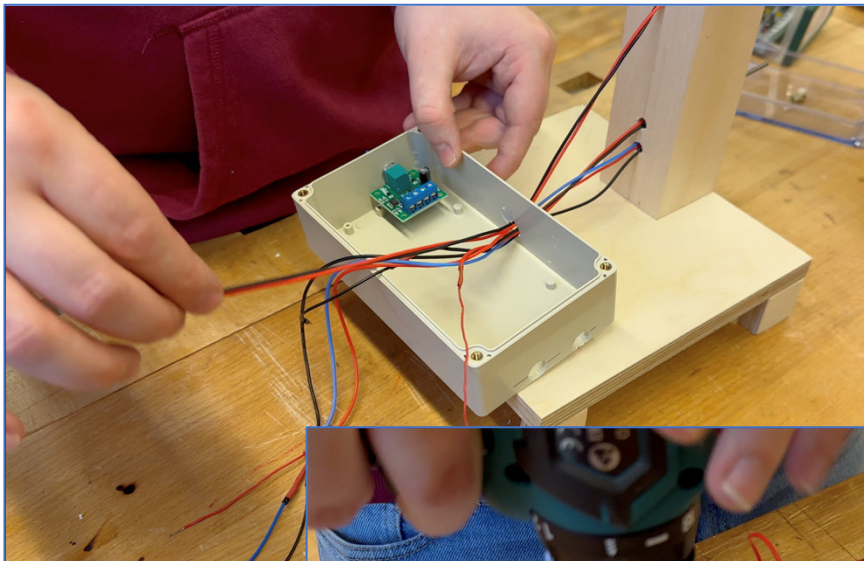


Erforderliche Arbeitsschritte

4. Arbeitsschritt „Verteilerdose/Gehäuse“

4.3 Fixieren des Gehäuses auf der Grundplatte

Nun wird die Verteilerdose auf der Grundplatte fixiert. Zuerst werden die aus dem Motorengehäuse kommenden Schaltdrähte durch die Öffnung geführt. Anschließend wird die Verteilerdose mit zwei Flachkopfschrauben und einem Akkuschrauber oder Schraubendreher, etwas in Richtung des Drehzahlreglers versetzt, auf der Grundplatte festgeschraubt.



Gefährdungsbeurteilung des Arbeitsschrittes

Gefährdungsfaktor	Konkrete Gefährdung im Betrieb	Risiko	Maßnahme (technisch, organisatorisch, persönlich)
Mechanische Gefährdungen	Ungeschützt bewegte Maschinenteile	gering	Lange Haare zum Zopf zusammenbinden, Schmuck und Uhren vor der Bearbeitung ablegen, enganliegende Kleidung tragen

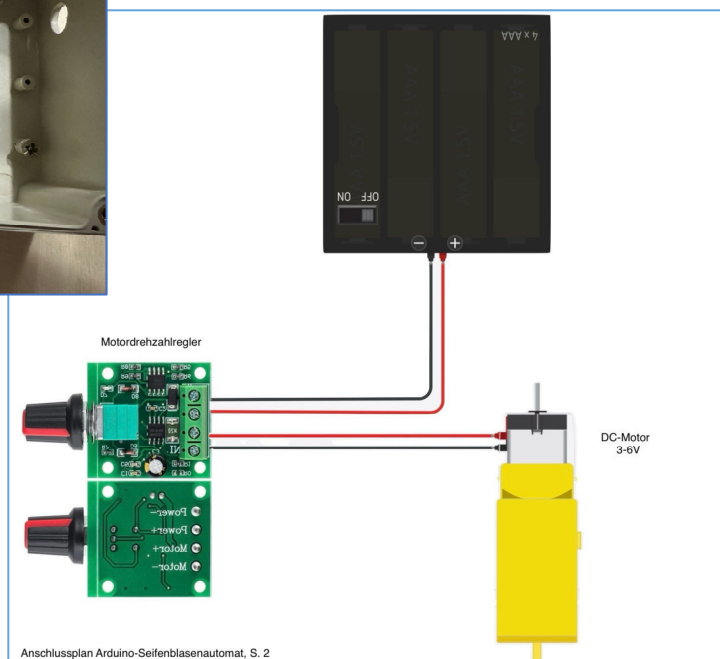
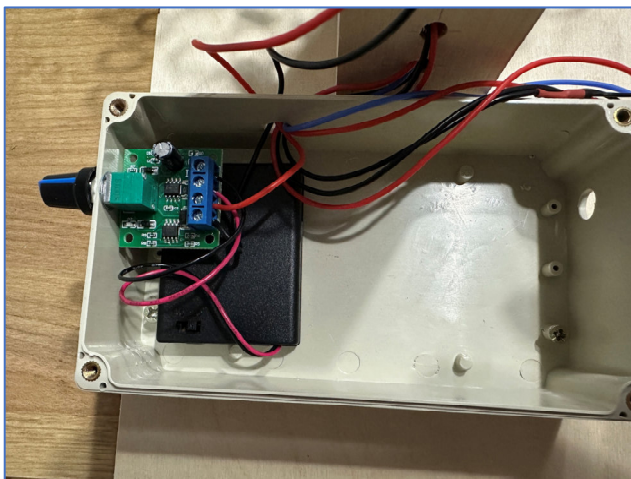
Erforderliche Arbeitsschritte

4. Arbeitsschritt „Verteilerdose/Gehäuse“

4.4 Anschließen des DC-Drehzahlreglers

Zunächst verbindet man die Schaltdrähte (**rot** und **schwarz**) des $\varnothing$ 24mm Motors mit dem Drehzahlregler. Falls notwendig, werden die Schaltdrähte gekürzt, um unnötigen Platzverbrauch in der Verteilerdose zu vermeiden. Dann werden die Enden der Schaltdrähte abisoliert und an die Anschlüsse des Drehzahlreglers „M +“ (**rot**) und „M -“ (**schwarz**) angeschlossen. Die Schaltdrähte werden so eingeführt, dass keine Kurzschlussstellen entstehen können, und zuletzt die Schrauben festgezogen. Durch leichtes Ziehen kann überprüft werden, ob die Kabel fest sitzen.

Nun verbindet man die SD des Batteriefachs (4xAAA) mit den beiden anderen Anschlüssen des Motor-Drehzahlreglers. Die SD werden entsprechend an die Anschlüsse „P +“ (**rot**) und „P -“ (**schwarz**) angeschlossen und verschraubt. Nach der Überprüfung der Kabel, wie in den vorherigen Schritten beschrieben, wird das Batteriefach unter den Drehzahlregler seitlich in die Verteilerdose gelegt.



Gefährdungsbeurteilung des Arbeitsschrittes

Gefährdungsfaktor	Konkrete Gefährdung im Betrieb	Risiko	Maßnahme (technisch, organisatorisch, persönlich)
Elektrische Gefährdung	Elektrischer Schlag bei nicht gut isolierten, offenen Anschlussstellen, Kurzschlussgefahr bei nicht korrekter Einhaltung der Anschlüsse	gering	Isolierung überprüfen und korrekte Anschluss-Reihenfolge einhalten

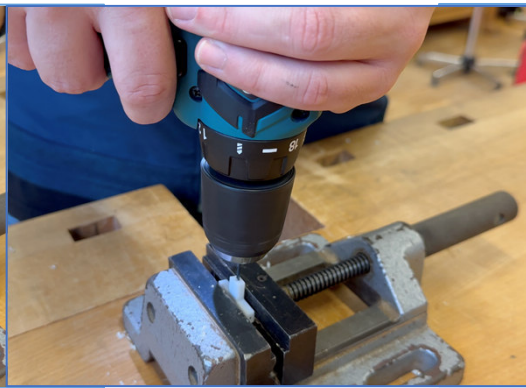
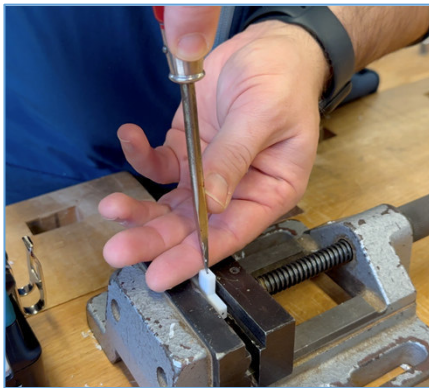
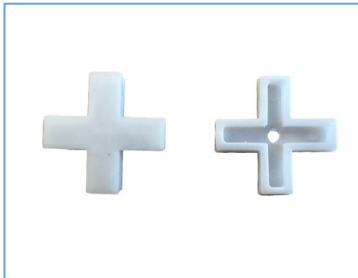
Erforderliche Arbeitsschritte

5. Arbeitsschritt „Blasringrad (Optional)“

5.1 Anzeichnen & Bohren

Falls kein fertiges Seifenblasenringrad verwendet wird, kann dieses einfach selbst hergestellt werden. Benötigt werden ein Fugenkreuz, vier Blasringe, eine Schere/ein Seitenschneider, eine Unterlage, wasserfester Alleskleber, ein Maschinenschraubstock, Schraubzwingen, ein Vorstecher und ein Akkuschauber mit einem 3-mm-HSS-Bohrer.

Zunächst werden die Bohrpunkte am Fugenkreuz markiert. Insgesamt sind fünf Bohrungen nötig: Neben einer Bohrung im Zentrum, durch die später das Blasringrad auf die Getriebewelle aufgeschoben wird, sind vier Bohrungen an den Armen/Balken des Kreuzes an der Außenseite notwendig, in die später die Blasringe eingeführt werden sollen. Entsprechend sind diese Bohrpunkte anzuzeichnen und mit einem Vorstecher vorzustechen. Dann werden die Öffnungen für die Blasringe gebohrt. Hierfür wird das Fugenkreuz horizontal im Maschinenschraubstock eingespannt und vorsichtig gebohrt. Die zentrierte Bohrung kann so vorgenommen werden, dass das Kreuz zwischen zwei Schraubzwingen auf einer Unterlage eingespannt wird oder das Kreuz beispielsweise mit einer Schraubzwinge an einem der Arme/Balken leicht fixiert wird.



Gefährdungsbeurteilung des Arbeitsschrittes

Gefährdungsfaktor	Konkrete Gefährdung im Betrieb	Risiko	Maßnahme (technisch, organisatorisch, persönlich)
Mechanische Gefährdung	Ungeschützt bewegte Maschinenteile	gering	Lange Haare zum Zopf zusammenbinden, Schmuck und Uhren vor der Bearbeitung ablegen, enganliegende Kleidung tragen, Werkstück gut fixieren, Holzunterlage verwenden, Bohrloch vorstechen

*Die mittige Bohrung erfolgt erst nach der Trocknung des Klebers, um zu vermeiden, dass der flüssige Kleber die Öffnung füllt und das Fugenkreuz an der Unterlage festklebt

Erforderliche Arbeitsschritte

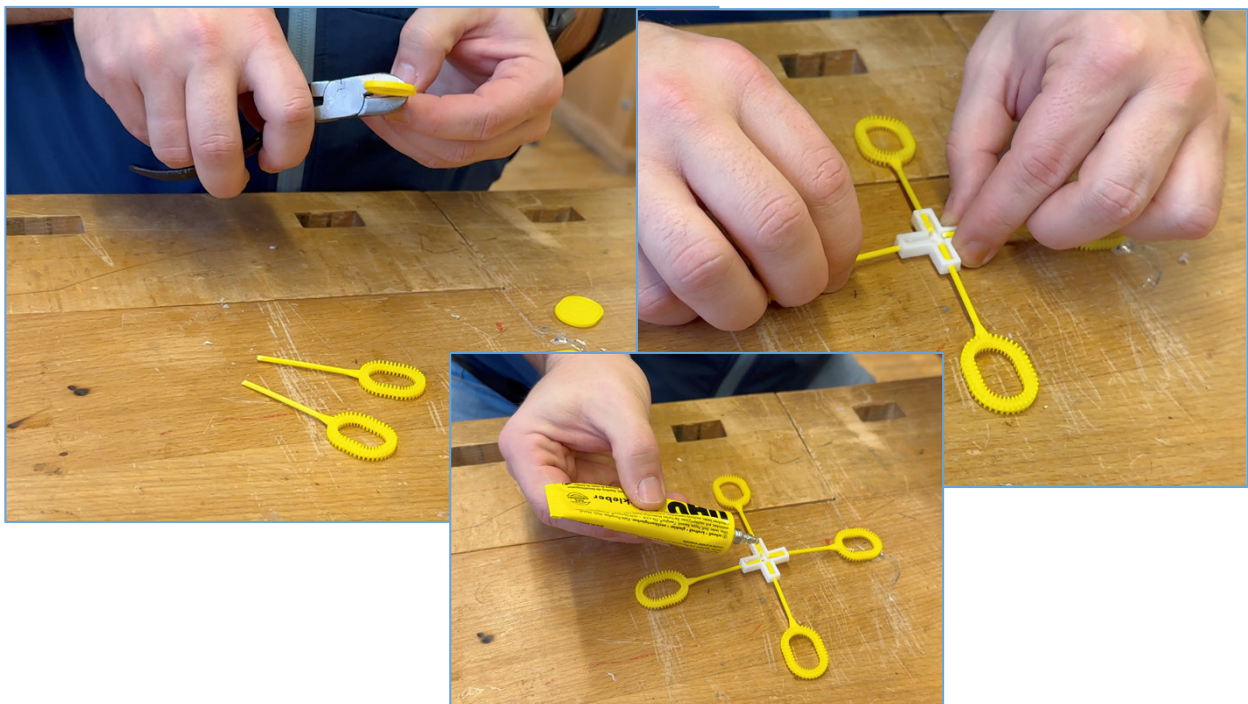
5. Arbeitsschritt „Blasingrad (Optional)“

5.2 Vorbereiten & Verkleben der Blasinge

Verbinden der Blasinge mit dem Fugenkreuz:

Zuerst wird eine Unterlage benötigt, auf der das Fugenkreuz gelegt wird. Dann müssen die vier Blasinge mit einem Seitenschneider gleichmäßig abgelängt werden. Ist dies erfolgt, werden die vier Blasinge gleichmäßig durch die Bohrungen an den Balken des Kreuzes eingeführt, sodass sie gleich lang sind und die Mitte des Kreuzes freibleibt (Öffnung für die Getriebewelle).

Anschließend wird etwas wasserfester Alleskleber vorsichtig auf die Stäbe der Blasinge aufgetragen, damit diese nach dem Trocknen fest mit dem Fugenkreuz verbunden sind. Während des Trocknens sollte das Fugenkreuz nicht bewegt werden.



Gefährdungsbeurteilung des Arbeitsschrittes

Gefährdungsfaktor	Konkrete Gefährdung im Betrieb	Risiko	Maßnahme (technisch, organisatorisch, persönlich)
Gefahrstoffe	Allergische Reaktionen/Haut- und Augenreizungen, Verschlucken von Gefahrstoffen (wasserf. Alleskleber)	gering	ungiftigen, lösungsmittelfreien Klebstoff verwenden, nicht auf die Haut und in die Augen bekommen, direkt und gründlich Hände waschen

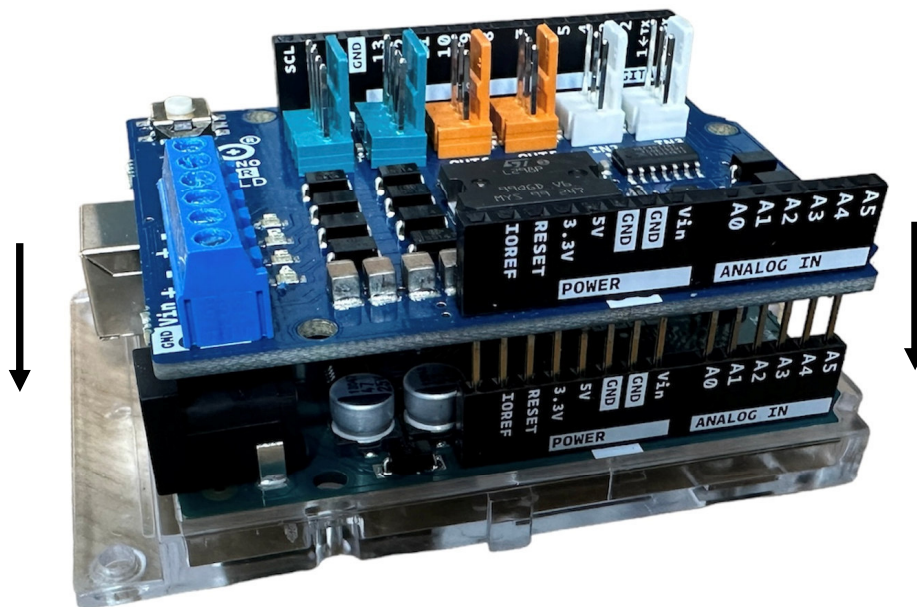
*Die mittige Bohrung kann auch erst nach dem Verkleben der Blasinge erfolgen, um zu vermeiden, dass der flüssige Kleber die Öffnung füllt und das Fugenkreuz an der Unterlage festklebt.

Erforderliche Arbeitsschritte

6. Arbeitsschritt „Arduino-Board“

6.1 Verbinden des Arduino Uno R3 & des Motor Shields

In den folgenden Schritten wird die Installation und der Anschluss der Komponenten am Arduino-Board vorgenommen. Im ersten Schritt wird das Arduino Uno-Board mit dem Motor Shield verbunden, indem das Motor Shield auf den Arduino Uno aufgesteckt wird, wobei die Stiftleisten des Shields in die entsprechenden Buchsen auf dem Arduino passen. Hier muss beachtet werden, dass die Stiftleisten leicht biegsam sind, weshalb das Aufstecken vorsichtig erfolgen muss. Die Beschreibungen der Buchsen stimmen auf beiden Platinen überein.

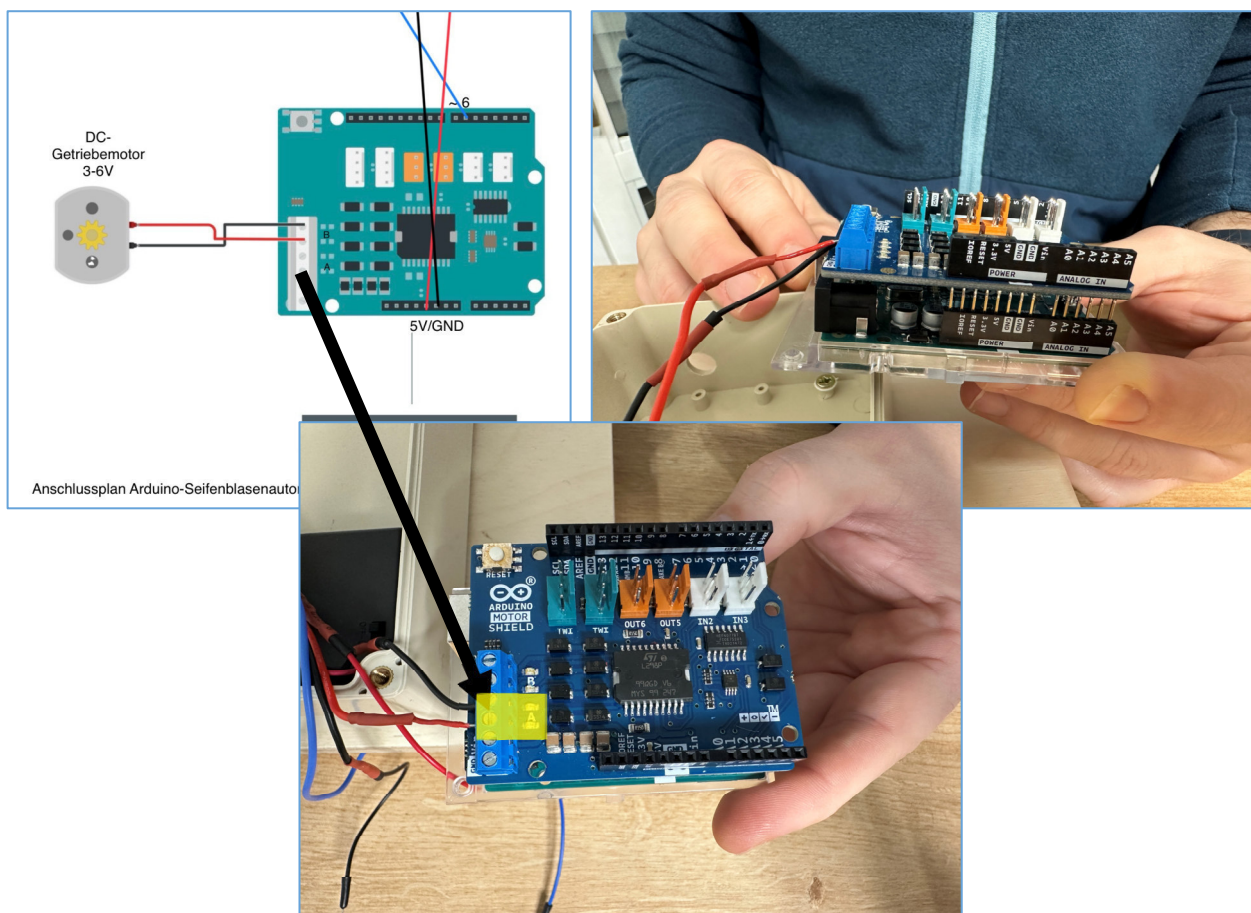


Erforderliche Arbeitsschritte

6. Arbeitsschritt „Arduino-Board“

6.2 Anschließen des Getriebemotors

Nun wird der Getriebemotor an das Motor Shield des Arduinos angeschlossen, indem die beiden Schaltdrähte des Getriebemotors mit den entsprechenden Buchsen verbunden werden. Es ist darauf zu achten, dass der Steckplatz „A“ auf dem Motor Shield verwendet wird, da er im Code weiter konfiguriert ist. Die passenden Bezeichnungen der Pole („+“ und „-“) des jeweiligen Steckplatzes können auf dem Motor Shield eingesehen werden. Weiterhin ist sicherzustellen, dass die Drahtenden korrekt verdrillt und sauber in die Steckplätze eingeführt sowie fest verschraubt werden. Abschließend ist zu überprüfen, dass keine einzelnen Drahtadern abstehen und die Isolierung der Schaltdrähte bündig mit den Buchsen abschließt, um spätere Kurzschlüsse zu vermeiden. Durch leichtes Ziehen an den Kabeln lässt sich zudem feststellen, ob sie fest sitzen.



Gefährdungsbeurteilung des Arbeitsschrittes

Gefährdungsfaktor	Konkrete Gefährdung im Betrieb	Risiko	Maßnahme (technisch, organisatorisch, persönlich)
Elektrische Gefährdung	Elektrischer Schlag bei nicht gut isolierten, offenen Anschlussstellen, Kurzschlussgefahr bei nicht korrekter Einhaltung der Anschlüsse	gering	Isolierung überprüfen und korrekte Anschluss-Reihenfolge einhalten

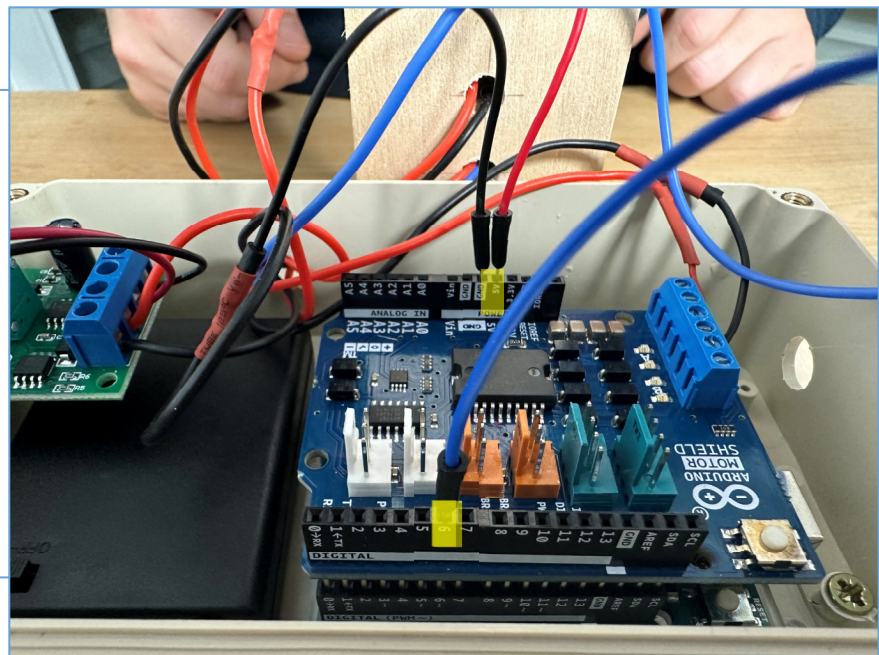
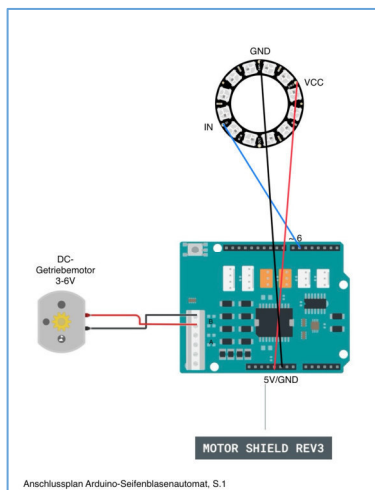
Erforderliche Arbeitsschritte

6. Arbeitsschritt „Arduino-Board“

6.3 Anschließen des LED-Rings

Der RGB LED-Ring wird über die PIN-Steckplätze des Motor Shields verbunden, indem die drei angelöteten Jumper-Kabel in folgende Steckplätze auf dem Motortreiber-Shield eingesteckt werden:

- Der **GND** (Ground) Draht des LED-Rings wird mit einem GND-Pin auf dem Motor Shield verbunden.
- Der **VCC** (Spannungsversorgung) Draht des LED-Rings wird an den 5V-Pin auf dem Motor Shield angeschlossen.
- Der **IN** (Signal-Eingang) Draht des LED-Rings wird an den Signalpin **6** auf dem Motor Shield angeschlossen, der die Signale vom Arduino Uno zum LED-Ring überträgt. Pin 6 deshalb, da dieser im folgenden Code für den LED-Ring konfiguriert ist.



Gefährdungsbeurteilung des Arbeitsschrittes

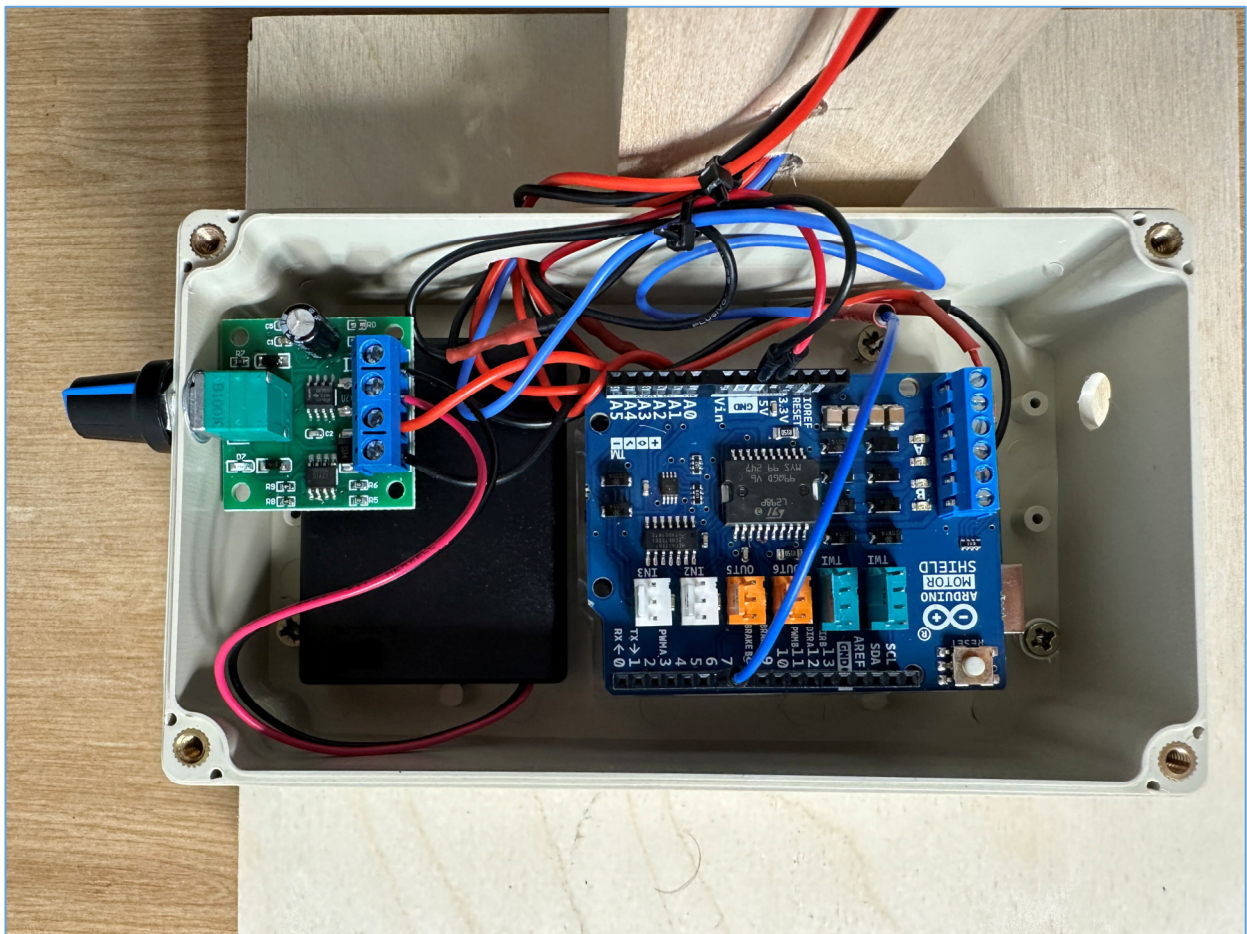
Gefährdungsfaktor	Konkrete Gefährdung im Betrieb	Risiko	Maßnahme (technisch, organisatorisch, persönlich)
Elektrische Gefährdungen	Elektrischer Schlag bei nicht gut isolierten, offenen Anschlussstellen, Kurzschlussgefahr bei nicht korrekter Einhaltung der Anschlüsse	gering	Isolierung überprüfen und korrekte Anschluss-Reihenfolge einhalten

Erforderliche Arbeitsschritte

6. Arbeitsschritt „Arduino-Board“

6.4 Abschließen der Installation der Verteilerdose

Abschließend können die SD in der Verteilerdose separiert werden, indem sie mit Kabelbindern sauber zusammengebunden werden. So liegen sie ordentlich in der Verteilerdose, ohne weitere Störungen oder potenzielle Kurzschlussstellen zu verursachen. Zuletzt ist es wichtig, optisch zu prüfen, dass alle Verbindungen sauber abisoliert sind und keine offenen Schaltdrahtenden oder andere metallische Oberflächen in Kontakt mit offenen Stellen der Arduino-Platine kommen können. Dies könnte zu Kurzschlüssen oder Beschädigungen am Arduino-Board oder am Motortreiber-Shield führen. Ebenso können in diesem Schritt bereits die Batterien (4xAAA) in den entsprechenden Batteriehälter eingelegt werden.



Gefährdungsbeurteilung des Arbeitsschrittes

Gefährdungsfaktor	Konkrete Gefährdung im Betrieb	Risiko	Maßnahme (technisch, organisatorisch, persönlich)
Elektrische Gefährdungen	Elektrischer Schlag bei nicht gut isolierten, offenen Anschlussstellen, Kurzschlussgefahr bei nicht korrekter Einhaltung der Anschlüsse	gering	Isolierung überprüfen und korrekte Anschluss-Reihenfolge einhalten

Erforderliche Arbeitsschritte

7. Arbeitsschritt „Programmierung“

7.1 Installation der Arduino IDE - Software

Nun werden im Weiteren die nötige Software installiert und der Code auf den Arduino hochgeladen. Die Arduino IDE ist die Schlüsselsoftware für das Programmieren des Arduino-Boards. Sie ist auf der offiziellen Website von Arduino verfügbar (<https://www.arduino.cc>) und muss für das entsprechende Betriebssystem heruntergeladen und installiert werden. Die Installation hängt vom Betriebssystem ab und wird deshalb nicht im Weiteren beschrieben. Infos und Schritt-für-Schritt-Anleitungen dazu werden ebenfalls auf der Website von Arduino zur Verfügung gestellt

The screenshot shows the Arduino.cc website. At the top, there's a navigation bar with links like PROFESSIONAL, EDUCATION, STORE, and a search bar. Below this, there's a section for 'Arduino Web Editor' with a 'CODE ONLINE' button. The main content area is titled 'Downloads' and features a large card for 'Arduino IDE 2.2.1'. This card includes a description of the new release, a link to the documentation, and a 'Nightly Builds' section. To the right of the main card is a 'DOWNLOAD OPTIONS' sidebar. This sidebar lists download links for Windows (64-bit), Linux (64-bit), and macOS (64-bit). An arrow points from the text 'Betriebssystem auswählen' to the 'Linux' option in this sidebar.

Betriebssystem auswählen

Erforderliche Arbeitsschritte

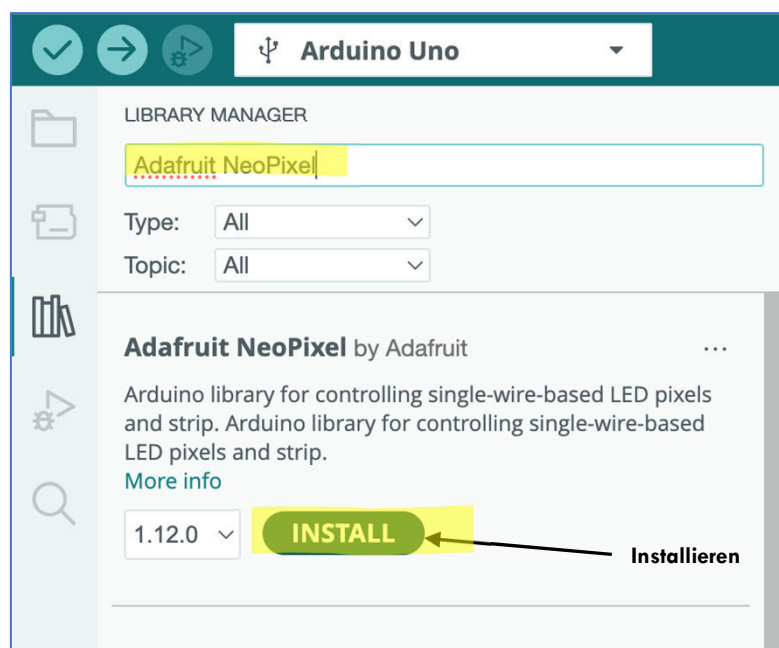
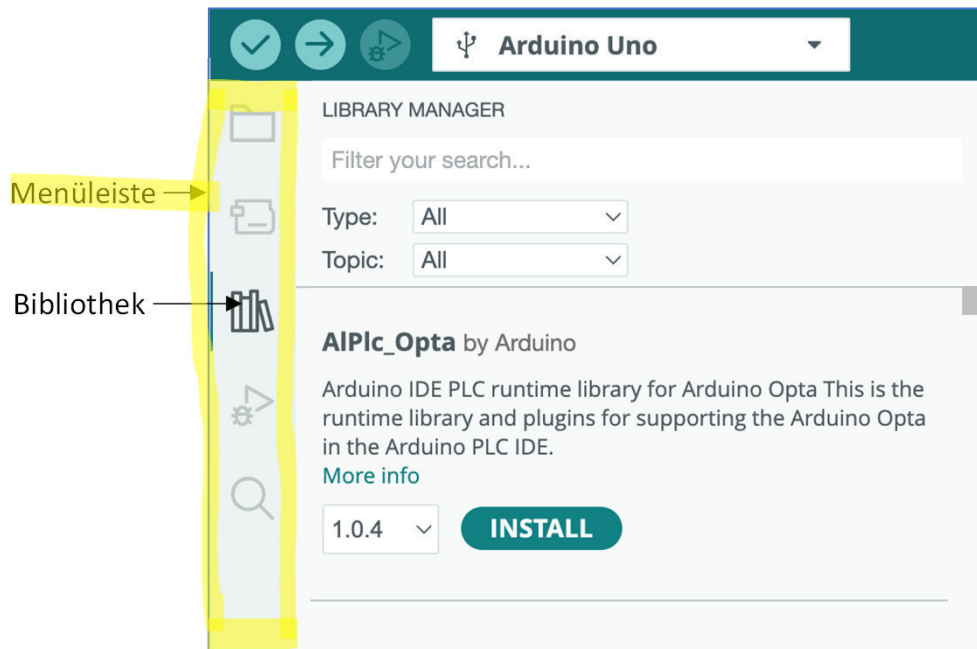
7. Arbeitsschritt „Programmierung“

7.2 Installation benötigter Bibliotheken

Nach der Installation öffnet sich die Benutzeroberfläche der Arduino IDE, die einen Texteditor für das Schreiben von Codes, ein Menü für verschiedene Funktionen und eine Symbolleiste mit wichtigen Werkzeugen enthält.

Für den bereitgestellten Code sind spezielle Bibliotheken erforderlich, wie `Servo.h` und `Adafruit_NeoPixel.h`. Diese lassen sich über den Bibliotheksmanager in der Arduino IDE installieren, indem man nach dem Bibliotheksnamen sucht und die entsprechende Bibliothek installiert.

Die Bibliothek „`Servo.h`“ muss ggf. nicht installiert werden, da diese zu den Standard-Bibliotheken zur Motorsteuerung zählt. Jedoch sollte der Installationsstatus dennoch überprüft werden.

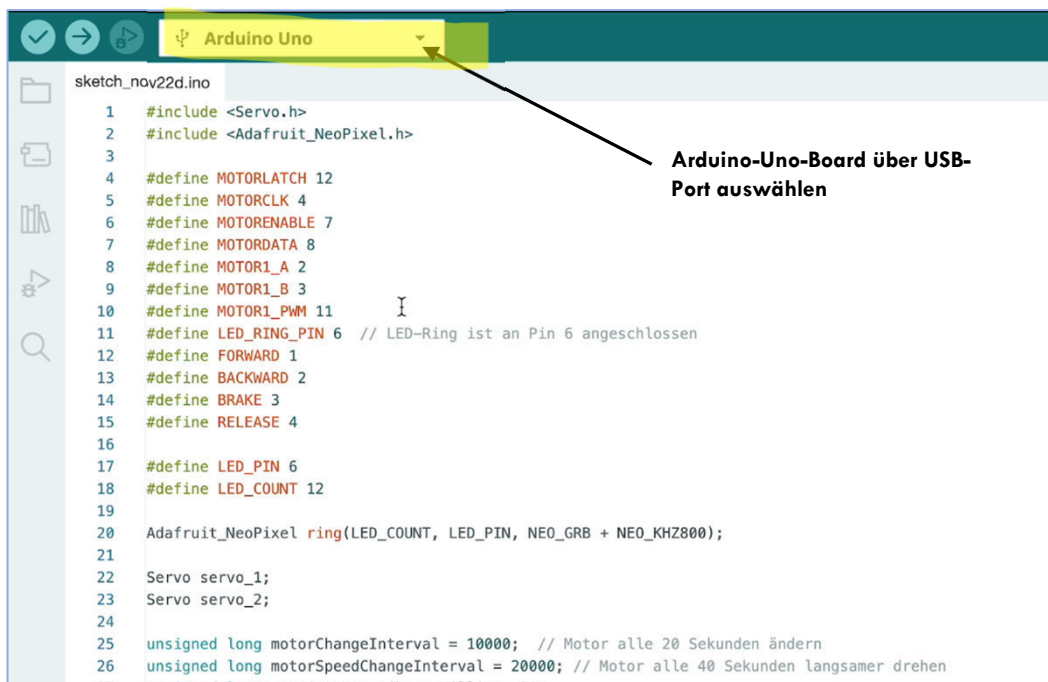
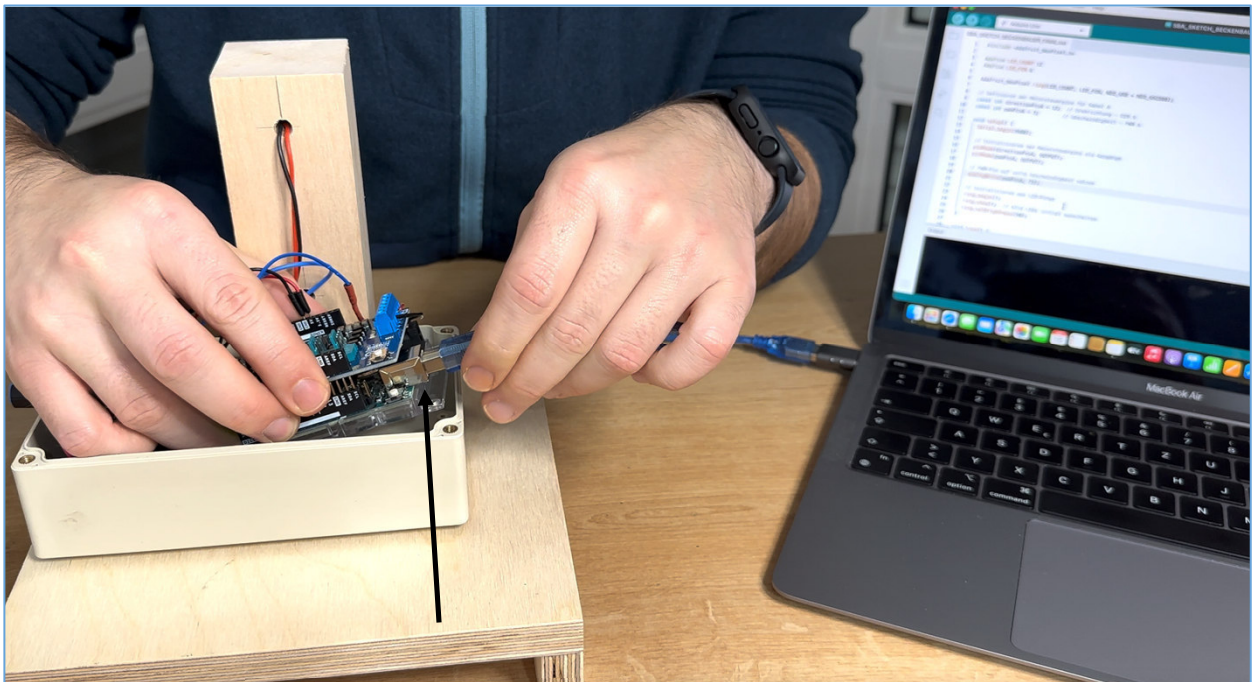


Erforderliche Arbeitsschritte

7. Arbeitsschritt „Programmierung“

7.3 Verbinden des Arduino-Boards mit einem PC

Bevor der Code kopiert wird, muss das Arduino-Board mit einem PC verbunden werden. Zur Verbindung des Arduino-Boards mit der IDE verbindet man das Board per USB mit dem Computer, wählt den entsprechenden Port (z.B. „COM3“ oder „...usbmodem“) und das Board-Modell (hier „Arduino Uno“) unter dem Menüpunkt „Tools“ aus.



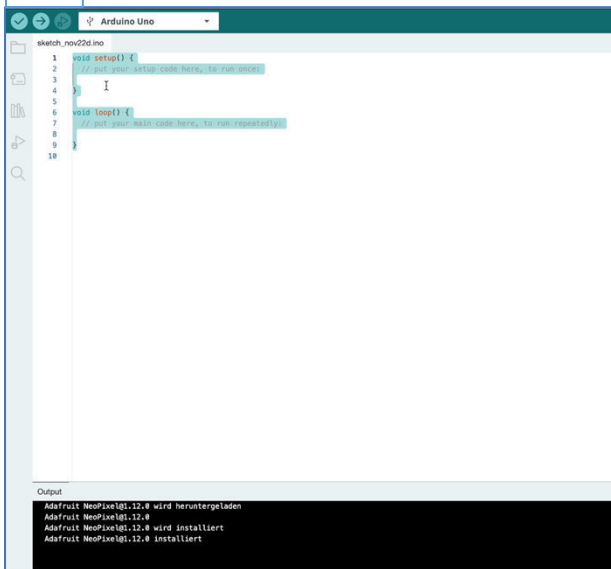
Erforderliche Arbeitsschritte

7. Arbeitsschritt „Programmierung“

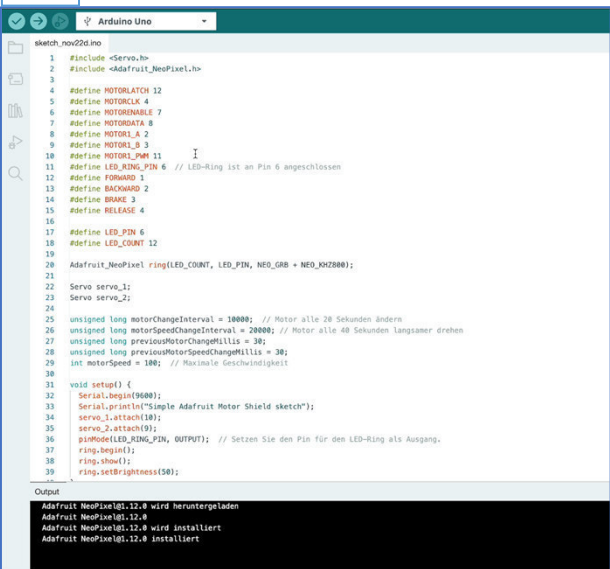
7.4 Einfügen & Upload des Programmcodes (1/2)

Nun kann der bereitgestellte Code (Anhang) in den Editor der Arduino IDE kopiert werden (siehe Bild 1). Es ist sicherzustellen, dass das korrekte Board ausgewählt wurde (siehe Bild 3), entsprechend dem Port „Arduino Uno - usbmodem ...“. Unter Windows kann die Bezeichnung variieren, möglicherweise als „Port3“ oder „COM3“. Bei der Verwendung von Windows sollten auch weitere Einstellungen beachtet werden, die auf der Arduino-Website ausführlich beschrieben sind. Nach dem Einfügen des Codes und der erneuten Überprüfung des korrekten Ports kann der Upload mit der entsprechenden Schaltfläche auf das Arduino-Board gestartet werden (siehe Bild 4). Der Programmcodes ist am Ende dieser Handreichung zum Herauskopieren angehängt. Es ist darauf zu achten, dass beim Kopieren des Codes keine zusätzlichen Leerzeichen oder Ähnliches übertragen werden, da dies zu Fehlern beim Hochladen führen kann. Sobald der Code hochgeladen wurde, sollten alle mit dem Arduino-Board verbundenen Komponenten starten (LED-Ring und Motor).

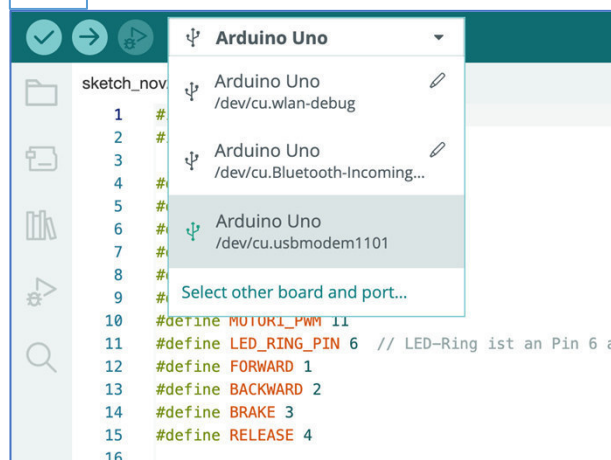
1.



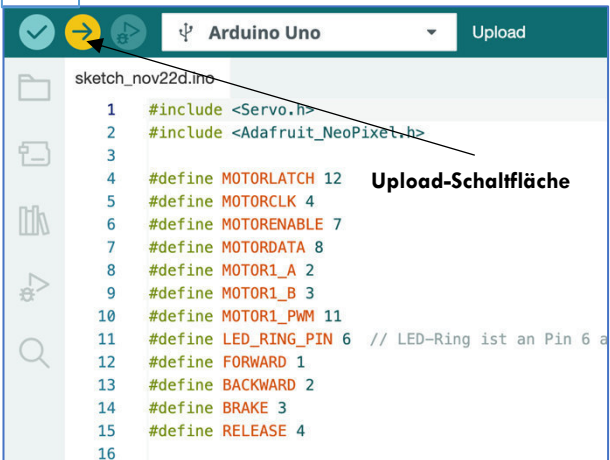
2.



3.



4.



Erforderliche Arbeitsschritte

7. Arbeitsschritt „Programmierung“

7.4 Programmierung: Einfügen & Upload des Programmcodes (2/2)

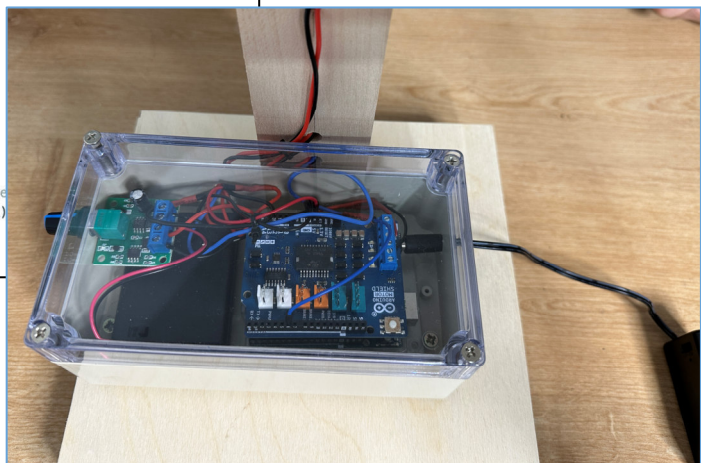
Der Code steuert einen Getriebemotor und einen LED-Ring. Er umfasst das Einbinden von Bibliotheken, die Definition von Konstanten und Variablen, die **setup()**- und **loop()**-Funktionen sowie spezifische Funktionen für die Motor- und LED-Steuerung.

Anpassung der Motorgeschwindigkeit: Die Motorgeschwindigkeit wird über die Variable **motorSpeed** gesteuert, die Werte von 0 (stillstehend) bis 255 (maximale Geschwindigkeit) annehmen kann. Durch Ändern des Wertes in der Variable **motorSpeed** lässt sich die Geschwindigkeit anpassen. Hier wurde der Wert „75“ gewählt, um zu verhindern, dass die Seifenlauge im Behälter durch eine zu hohe Motordrehzahl zu stark aufschäumt und überläuft. Weiterhin bedarf es einiger Experimente, da das Verhalten auch von der Spannungsquelle abhängt; möglicherweise dreht der Motor bei diesem Wert nicht, wenn das Board per USB angeschlossen ist, wohl aber bei Anschluss einer 9-Volt-Blockbatterie.

Funktionen für Motor- und LED-Steuerung: Der Code enthält spezielle Funktionen, wie **motor()**, **changeMotorDirection()**, **colorWipe()** und **theaterChase()**. Die Anpassung der Parameter in diesen Funktionen ermöglicht die Kontrolle des Verhaltens von Motor und LEDs.

Zum Abschluss kann das USB-Kabel vom Arduino-Board getrennt werden. Dann wird der Netzstecker von außen in das Gehäuse eingeführt, mit dem Arduino verbunden und zum Schluss der Deckel fest verschraubt.

```
1  #include <Adafruit_NeoPixel.h>
2
3  #define LED_COUNT 12
4  #define LED_PIN 6
5
6  Adafruit_NeoPixel ring(LED_COUNT, LED_PIN, NEO_GRB + NEO_KHZ800);
7
8  // Definieren der Motorsteuerpins für Kanal A
9  const int directionPinA = 12; // Drehrichtung - DIR A
10 const int pwmPinA = 3; // Geschwindigkeit - PWM A
11
12 void setup() {
13   Serial.begin(9600);
14
15   // Initialisieren der Motorsteuerpins als Ausgänge
16   pinMode(directionPinA, OUTPUT);
17   pinMode(pwmPinA, OUTPUT);
18
19   // PWM-Pin auf volle Geschwindigkeit setzen
20   analogWrite(pwmPinA, 75); // (Geschwindigkeit; Wert zwischen 0 und 255)
21
22   // Initialisieren des LED-Rings
23   ring.begin();
24   ring.show(); // Alle LEDs initial ausschalten
25   ring.setBrightness(50);
26 }
27
28 void loop() {
29   // Motorsteuerung
30   static unsigned long lastMotorChange = 0;
31   if (millis() - lastMotorChange >= 20000) { // Alle 20 Sekunden
32     digitalWrite(directionPinA, !digitalRead(directionPinA));
33     lastMotorChange = millis();
34   }
35 }
```



Erforderliche Arbeitsschritte

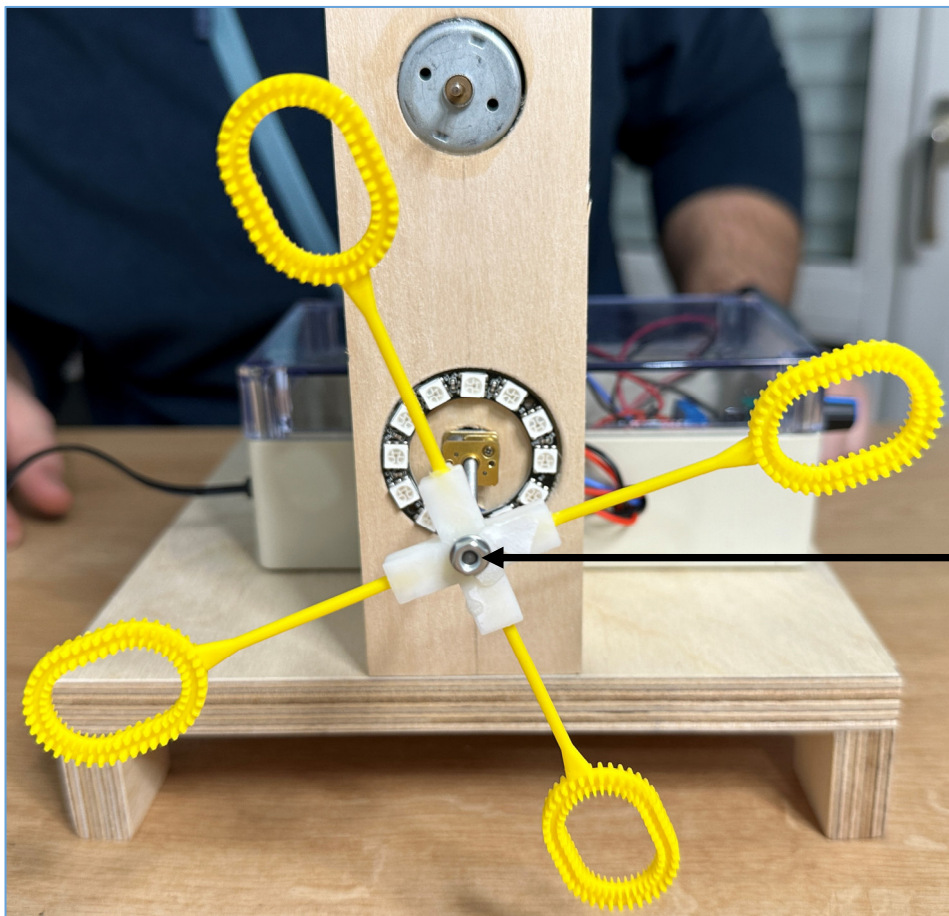
8. Arbeitsschritt „Inbetriebnahme“

8.1 Installieren des Blasringrades

In diesem Schritt wird das Blasringrad auf die Welle des Getriebemotors montiert. Die Art der Montage hängt von den Eigenschaften des jeweiligen Seifenblasenringrades ab. Bei einem selbst hergestellten Seifenblasenringrad gemäß Arbeitsschritt 5.1 - 5.2 erfolgt die Montage wie folgt:

Zuerst wird eine M3-Gewindemutter auf die Gewindewelle aufgeschraubt. Anschließend wird das Seifenblasenringrad auf die Welle geschoben, sodass sich die Mutter in der hinteren Einkerbung des Kreuzes fixiert. Dann wird das Seifenblasenringrad mit einer Unterlagscheibe und einer weiteren Mutter in der gewünschten Position fixiert, indem die beiden Muttern leicht gegeneinander festgezogen werden. Hierbei ist darauf zu achten, dass das Seifenblasenringrad möglichst gerade auf der Welle ausgerichtet ist, bevor es final fixiert wird.

Andere Seifenblasenringe könnten gegebenenfalls andere Befestigungsarten oder -systeme erfordern.



Erforderliche Arbeitsschritte

8. Arbeitsschritt „Inbetriebnahme“

8.2 Spannungsversorgung

Da der Arduino während der Verbindung mit dem PC einige Funktionen bereits ausgeführt hat, ist es wichtig, eine konstante und vom PC unabhängige Stromversorgung zu gewährleisten. Hierfür wurde eine 9V-Blockbatteriebox über den 3,5mm Hohlstecker an den Arduino angeschlossen. Das Ein- und Ausschalten des Arduino-Boards erfolgt, nach einlegen einer passenden Batterie, über den Schalter an der 9V-Blockbatteriebox. Die 9V-Blockbatteriebox kann, sofern gewünscht an einer Position nach Wahl bspw. auch mit einem wasserfesten Alleskleber an der Außenseite der Verteilerdose fixiert werden.

Der Motor, der das Rotorblatt und somit den Windstrom antreibt, lässt sich über den Motor-Drehzahlregler steuern als auch Ein- und Ausschalten. Beide Motoren sind mit unterschiedlichen Spannungsquellen versorgt. Diese Entscheidung basiert auf der Erkenntnis, dass eine Kombination beider Motoren im Test nicht ausreichend Spannung für den $\varnothing$ 24mm Motor über das Arduino-Board bzw. das Motortreiber-Shield bereitstellen konnte. Zudem erwiesen sich die Geschwindigkeitseinstellungen über den Programmcode als zu ungenau. Ein externer Motor-Drehzahlregler bietet hier eine zuverlässigere und genauere Steuerung, was besonders wichtig ist, um auf verschiedene Seifenblasenlaugen und andere Einflussfaktoren reagieren zu können. So kann die Intensität der Windstärke genau eingestellt werden.

Darüber hinaus können die Geschwindigkeiten des Getriebemotors (siehe Arbeitsschritt 7.4), neben der Problematik des Überschaüms, ebenfalls an die Beschaffenheit der Seifenblasenlauge angepasst werden. Bei geringerer Laugendichte ist eine niedrigere Geschwindigkeit notwendig, um eine ausreichende Oberflächenspannung in den Seifenblasenringen zu erzeugen.

8.3 Betrieb

Für den Betrieb gilt es zu beachten, dass das Werkstück nur im Freien in Betrieb genommen werden sollte, da durch die erzeugten Seifenblasen Rutschgefahr bestehen kann.

Somit ist das Werkstück „Arduino-Seifenblasenautomat“ fertiggestellt und einsatzbereit.

Exkurs: Eine mögliche Namensentstehung für das Werkstück könnte folgendermaßen aussehen:

„ArduWood-IllumiSphere - Seifenblasenautomat“

→ Eine Mischung aus "Arduino" und "Wood", ergänzt durch "Illumi" für Beleuchtung und "Sphere" für die runden Seifenblasen.

Tabelle zur Gefährdungsbeurteilung

Gefährdungsfaktor	Konkrete Gefährdung im Betrieb	Risiko	Maßnahme (technisch, organisatorisch, persönlich)
Teile mit gefährlichen Oberflächen	scharfe Kanten und raue Oberflächen können Verletzungen verursachen, wie Schnittverletzungen oder Spreiße	mittel	Kontrolle des Rohlings, dass keine scharfen Kanten, keine Astlöcher und Risse vorhanden sind
ungeschützt bewegte Maschinenteile	Einzug von weiter Kleidung und Haaren durch die Rotation	mittel	enganliegende Kleidung, ohne Bänder, Haare zusammenbinden, Dutt, keinen Schmuck, keine Handschuhe
	Werkzeugaufgabe berührt Spannfutter	gering	vor Anschalten genau prüfen, dass sie sich nicht berühren
	Werkzeug verkanntet, kann in den Spalt zwischen Werkzeugaufgabe und Werkstück gezogen werden.	mittel	kontrollieren, dass der Spalt angepasst und nicht zu groß oder zu klein ist
Bewegte Arbeitsmittel	kommt mit dem Werkzeug an die Spannbacken	mittel	Abstand kontrollieren, vorsichtiges Arbeiten in Nähe der Spannbacken
	Hautabschürfungen können entstehen, wenn man an die rotierende	mittel	darauf achten, dass die Hände nicht in den Gefahrenbereich kommen,

	Maschine oder das Bauteil kommt		nicht in laufende oder ausdrehende Teile fassen
unkontrolliert bewegte Teile	Späne, Splitter, Bauteile können sich lösen und unkontrolliert weggeschleudert werden	mittel	Absaugeinrichtung, Schutzbrille
	Werkstück, das nicht gut fixiert ist, kann weggeschleudert werden.	mittel	sichere Befestigung des Werkstücks prüfen, den Rundlauf kontrollieren
weitere Gefahren	Maschine gut befestigen, sonst kann sie sich durch die Vibrationen verschieben	mittel	sichere Befestigung der Drechselbank prüfen, gut fixieren
Sturz, Ausrutschen, Stolpern, Umknicken	stolpern oder ausrutschen im Arbeitsbereich der Drechselmaschine	gering	die Kabel so verlegen, dass sie keine Stolpergefahr darstellen, Arbeitsbereich sauber halten, damit keine Rutschgefahr durch Verschmutzung entsteht
Hautkontakt mit Gefahrstoffen	Schleifpaste und Öle können allergische Reaktionen verursachen	gering	darauf achten, dass Materialien mit wenigen Allergenen verwendet werden
Einatmen von Gefahrstoffen	durch Holzstaub können Allergien und Atemwegserkrankungen hervorgerufen werden	mittel	mit einer Absauganlage, einem Absaugmobil Klasse M arbeiten oder eine Atemschutzmaske tragen
heiße Medien / Oberflächen	wenn man die Schleifgitter direkt mit	mittel	richtiges Halten des Schleifgitters,

	der Hand an das Werkstück drückt, dabei kann sich Wärme entwickeln, welche zu Verbrennungen führen kann		darauf achten, dass Körperteile nicht mit rotierenden oder erwärmten Teilen in Berührung kommen
Lärm	je nach Arbeitsdauer Lärmbelastung durch Absaugung und Werkzeuge	gering	Gehörschutz gegebenenfalls verwenden