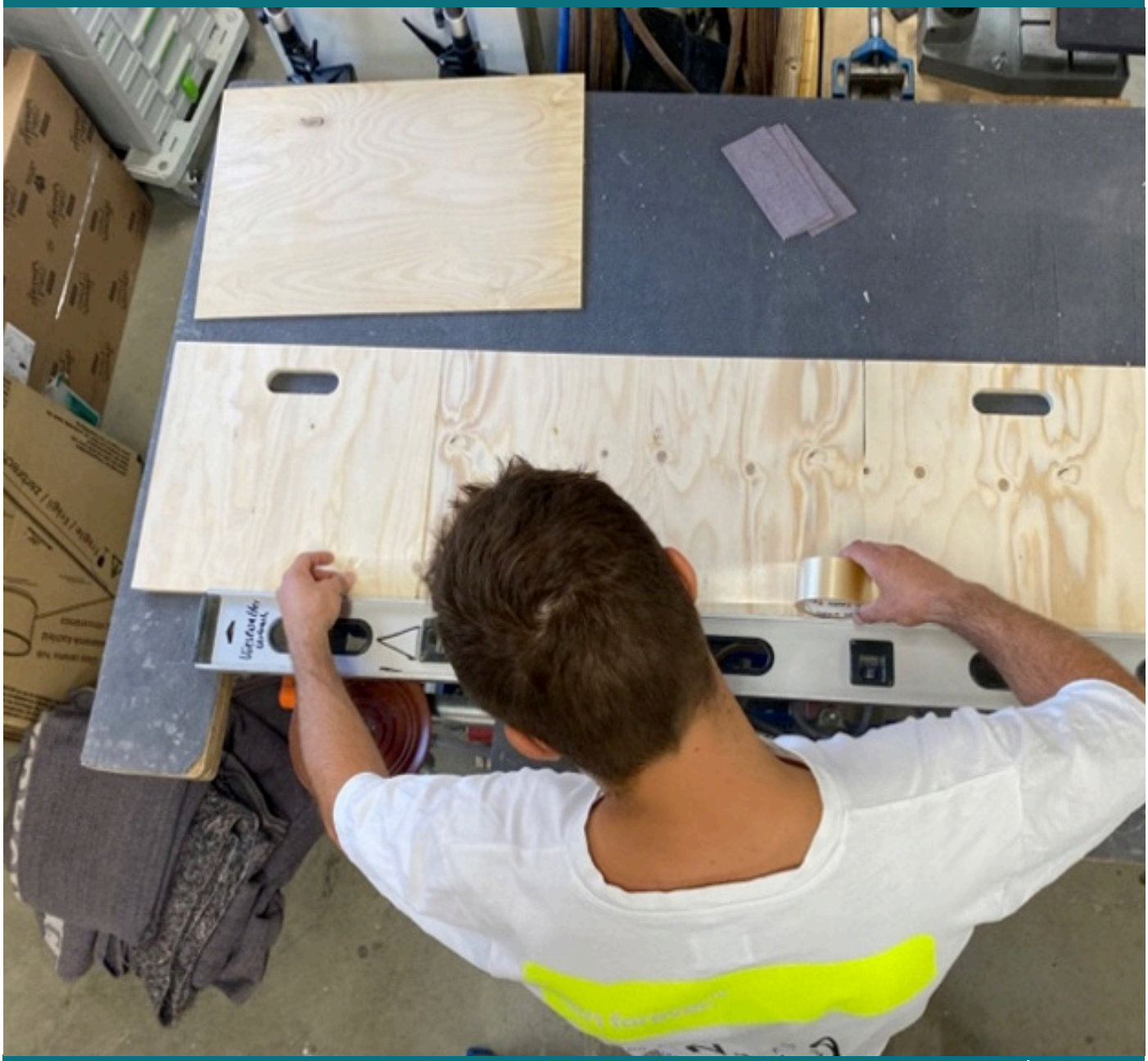
technik – education

2. Jahrgang

Fachzeitschrift für Unterrichtspraxis und Unterrichtsforschung im allgemeinbildenden Technikunterricht

2|2022



www.tec-edu.net

tedu

tedu technik – education

2. Jahrgang
2|2022

Fachzeitschrift für Unterrichtspraxis und Unterrichtsforschung im allgemeinbildenden Technikunterricht

https://tec-edu.net/tedu

HERAUSGEBER
Dr. Hannes Helmut Nepper
Dr. Armin Ruch, OStR
Dr. Dierk Suhr

Mail
herausgeber@tec-edu.net

Anschrift
Pädagogische Hochschule Schw. Gmünd
Institut für Bildung, Beruf und Technik
Abteilung Technik
Oberbettringer Straße 200
73525 Schwäbisch Gmünd
www.tec-edu.net

AUTOR*INNEN IN DIESEM HEFT

Auwärter, P.
Köngeter, J.
Rothe, M.
Wiemer, T.
Wohlfrom, K.
Wolf, F.

Namentlich gekennzeichnete Beiträge geben nicht unbedingt die Meinung der Herausgeber wieder.
Titelfoto: P. Auwärter

ISSN: 2748-2022

Inhalt

Grußwort der Herausgeber 2

Unterrichtsforschung
K. Wohlfrom
Unterrichtsvignetten in der technikdidaktischen Lehramtsausbildung 3

Unterrichtsforschung
T. Wiemer & M. Rothe
AR zur Unterstützung des selbstgesteuerten Lernens in der praktischen Techniklehrkräfteausbildung 15

Unterrichtsforschung
F. Wolf
Das Lerntagebuch im Technikunterricht 23

Unterrichtspraxis
J. Köngeter
Interessenserkundung Technik 37

Diskussionsbeitrag
tedu
Interview mit Dr. P. Rösner und S. Meier 46

Ankündigungen
Deutsche Gesellschaft für Technische Bildung
Call for Proposals 49

Unterrichtspraxis
P. Auwärter
Fertigung und Einsatz einer mobilen Kugelbahn 51

Fertigung und Einsatz einer mobilen Kugelbahn

The Rolling Stone

Patrick Auwärter

SCHLAGWORTE
Kugelbahn
Projektunterricht
Fertigungsplan

ABSTRACT
In diesem Artikel wird zunächst detailiert beschrieben und anhand von aussagekräftigen Bildern aufgezeigt, wie eine Kiste, die später als mobile Kugelbahn dient, gefertigt wird. Danach wird beleuchtet und exemplarisch aufgezeigt, wie die Kiste und die Murmelbahn als Projektunterricht eingesetzt wird.

Die ausführliche Bauanleitung der Murmelbahnkiste

Die fertige Kiste bietet Schüler*innen (S*S) die Möglichkeit, verschiedenste Murmelbahnen zu bauen. Zudem ist die Kiste zugleich Unterrichtsmaterial und Medium. Konzipiert ist dieses Unterrichtsmaterial für eine Gruppe von zwei bis fünf S*S. Abhängig von der Klassengröße, müssen dementsprechend viele Kisten gebaut werden.

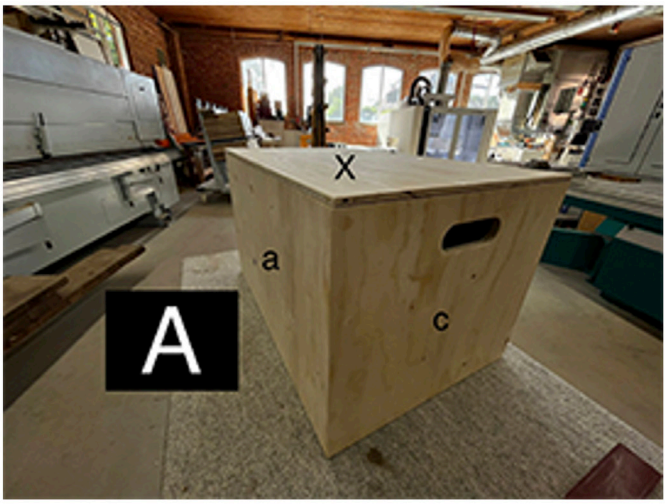


Abbildung 1: Die mobile Kugelbahnkiste

Damit unterschiedliche Lernniveaustufen von S*S zu jeder Zeit berücksichtigt werden, bietet die Murmelbahnkiste die Möglichkeit, einfachere Bahnen zu konstruieren. Es werden Elemente beigelegt, welche einfach verbunden und bespielt werden können. Wie komplex eine Murmelbahn am Ende des Projekts ist, ist zum einen abhängig von der Kreativität einzelner S*S und zum anderen davon, wie viele inhaltsbezogenen und prozessbezogene Kompetenzen von S*S aktiviert werden können. Können S*S Erlerntes anwenden und Ideen umsetzen, ist das Potential der Murmelbahnkiste groß. Die Kiste selbst kann Teil der Murmelbahn werden. Die folgende Bauanleitung dient dem Nachbau dieser Kiste (Abb. 2). Einzelne Elemente oder Teilfertigungsschritte sind mit großen Buchstaben (A, B, C), einzelne Bauteile mit kleinen Buchstaben (a, b, c) kenntlich gemacht.

Die Kiste (A) besteht aus vier Seitenwänden (a, b, c, d), einer Bodenplatte (e) und einem Deckel (X). Die Kiste (A) hat die Maße 350 mm x 400 mm x 600 mm. Der Boden (e) wird in eine eingesägte Nut verleimt. Der Boden (e) hat die Maße: 4 mm x 385 mm x 585 mm und ist aus Sperrholz. An den kurzen Seitenwänden (c und d) der Kiste wird jeweils ein Haltegriff (B) angebracht, um die Kiste tragen zu können. Der Deckel (X) wird passgenau aufgesetzt und ist an der Innenseite mit Kork (g) laminiert. Innen ist die Kiste (A) in zwei Ebenen eingeteilt: Die obere Ebene (C) ist nicht arretiert und kann herausgenommen werden, die untere Ebene (D) ist in vier Fächer unterteilt. In der Kiste ist an einer der langen Seitenwände (a oder b) ein Falz (i) eingesetzt, auf welchen sich der Deckel (X) hochkant aufstellen lässt. Damit kann die Kiste (A) als Grundgestell für die Murmelbahn genutzt werden und bietet ein unterschiedliches Höhenniveau, welches für die Murmelbahn benötigt wird. Die Bauanleitung ist in sechs einzelne Arbeitsschritte unterteilt. Damit sich die Lehrperson besser orientieren kann, sind Bilder der Fertigung in diesen Teil eingearbeitet. Insgesamt werden sechs unterschiedliche Arbeitsschritte unterteilt:

1. Der Bau der vier Seitenwände,
2. die Fertigung der Bodenplatte inklusive Verleimung zur Kiste,
3. der Bau des passgenauen Deckels mit Korklaminat,
4. die innere Aufteilung der ersten Ebene,
5. die Fertigung der zweiten herausnehmbaren Ebene,
6. die Herstellung und Montage des Falzes an einer der langen Seiten im Kisteninneren.

Die Kosten für die mobile Murmelbahnkiste belaufen sich auf etwa 110 €. Für den Bau der Kiste benötigt man etwa

acht bis neun Stunden. Für alle Arbeitsschritte gelten die Sicherheitsbestimmungen für den Einsatz von Werkzeug und Maschinen im Unterricht! Gegebenenfalls können örtliche Sicherheitsbestimmungen das Ausführen der hier beschriebenen Arbeitsschritte verhindern.

Bauplan der Kiste (A)

Arbeitsvorbereitung

Die Lehrperson benötigt freien Zugang zu einer Werkstatt und folgende Werkzeuge:

- Kreissäge
- Kappsäge
- Ständerbohrmaschine
- Stichsäge
- Oberfräse
- Druckluftnagler
- Schleifklötze
- Holzleim
- diverse gängige Handwerkzeuge (Schraubendreher, Handsäge, Stechbeitel, Hammer, etc.)
- Zudem benötigt sie folgende Werk- und Verbundstoffe:1 qm Sperrholz (Stärke: 4 mm)
- 2 qm Sperrholz (Stärke: 15 mm)
- 1 Holzleiste (25 mm x 45 mm x 1000 mm)
- 1 Holzleiste (15 mm x 30 mm x 1000 mm)
- 10-20 Spanplattenschrauben 4 mm x 25 mm mit Torx
- Holzleim
- 1 qm Korkzuschnitt (Stärke: 10mm)

An der Kiste (A) und an allen anderen Bauteilen werden ausnahmslos alle Kanten mit einem Schleifklotz gebrochen. Daher wird das Brechen der Kanten im weiteren Verlauf der Arbeit nicht mehr explizit erwähnt. Es wird vorausgesetzt, dass die Lehrperson dieses selbstständig und gewissenhaft erledigt. Das Brechen der Kanten dient der Sicherheit durch den Schutz vor Splittern.

Die Seitenwände (a, b, c, d)

Diese werden aus Sperrholzplatten mit einer Stärke von 15 mm gefertigt. Der qm- Preis für das Sperrholz beläuft sich beim Schreiben des Artikels auf etwa 15-20 €/qm.

Damit die Kiste (A) verleimt werden kann, müssen alle Seitenwände (a, b, c, d) mit 45° Gehrung gesägt werden (Abb. 3). Diese Gehrung kommt an die Seitenwände mit der Seitenlänge 350 mm.

Eine Kiste (A) besteht aus vier Seitenwänden (a, b, c, d) (Abb. 4):

Seitenwände (a) und (b)

- 2St. 15 mm x 350 mm x 600 mm für die langen Seiten mit Gehrung (45° an den 350 mm Seiten)

Seitenwände (c) und (d)

- 2St. 15 mm x 350 mm x400 mm für die kurzen Seiten mit Gehrung (45° an den 350 mm Seiten).

Sind diese Seitenwände (a, b, c, d) gefertigt, folgt das Einsägen der Nut für die Bodenplatte (e) (Abb. 4).

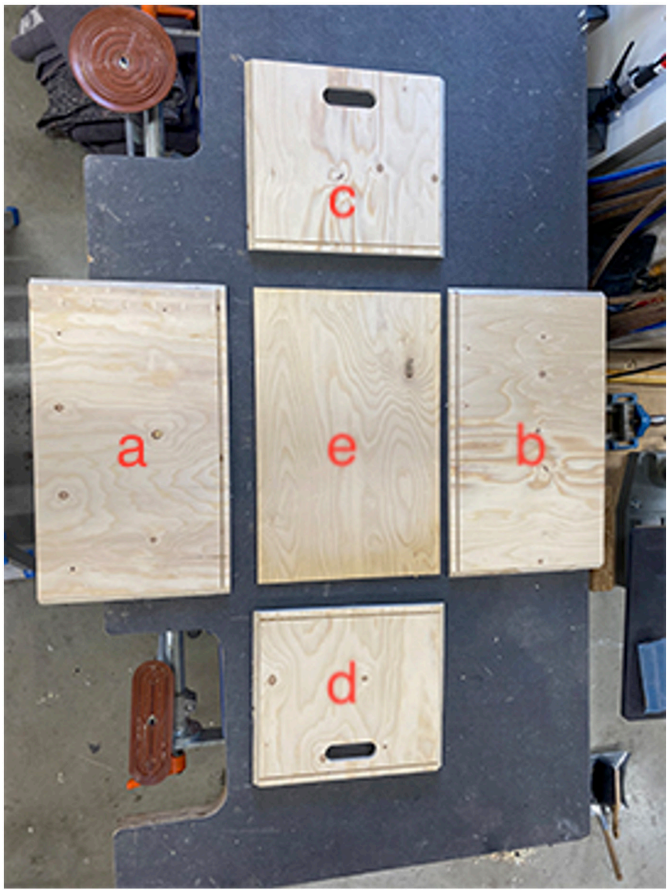


Abbildung 2: Explosionsbild mobile Kugelbahn

Abbildung 3: 45° – Schnitt an der Seitenwand

Abbildung 4: Die Nut für die Bodenplatte

Die Nut für die Bodenplatte (e)

Der Boden (e) wird eingeschoben und verleimt. Die Nut wird an allen vier Seitenwänden (a, b, c, d) an der Innenseite unten eingesägt. Hierzu wird an den Seitenwänden 15 mm von der Unterkante eine Linie angezeichnet. Diese Linie wird dann an der Tischkreissäge 5 mm breit und 7,5 mm tief eingesägt. Zusätzlich wird an einer der kurzen Seitenwänden (c oder d) eine Nut an der oberen Seite eingesägt (gleiche Maße wie unten; optionale Nut, unabhängig vom Boden). Dieser Arbeitsschritt kann bei Befähigung auch mit einer Oberfräse erfolgen.

Die Grifflöcher (B)

Für die Grifflöcher (B) (Abb. 5) werden an den zwei kurzen Seitenwänden (c) und (d) (15mm 350 mm x 400 mm) an der jeweiligen oberen Kante zunächst drei Löcher mit einem 35 mm Forstner Bohrer gebohrt (Abb. 6). Hierfür wird eine Linie parallel zur Oberkante (400 mm) angezeichnet. Der Abstand der Linie zur Oberkante beträgt 53 mm. Im rechten Winkel zu dieser Linie wird anschließend mit 200 mm Abstand zu den beiden Außenkanten (350 mm) – demnach in der Mitte – eine Linie gezeichnet. Es entsteht ein rechtwinkliges Kreuz, das von der Oberkante 53 mm und von der Seitenkante 200 mm entfernt ist. Von diesem Kreuz als Nullpunkt ausgehend, werden in die positive und negative X-Achse zwei weitere senkrechte Kreuze, parallel zur Oberkante (400 mm) angezeichnet. Der Abstand zum mittleren Kreuz beträgt 37,5 mm. Diese drei Punkte sind die Mittelpunkte für die Bohrungen. Daraufhin werden die drei Löcher gebohrt. Als nächster Schritt werden diese Löcher miteinander verbunden. Hierfür kann eine Handsäge, z.b. eine Laub- oder Dekupiersäge, oder eine Stichsäge verwendet werden. Sind die drei Löcher zu einem Langloch verbunden, werden überstehende Nasen mit einem Schleifklotz abgeschliffen. Im Anschluss wird mit einer Oberfräse das Griffloch (B) abgekantet. Hier kann auch auf Handwerkzeuge ausgewichen werden, wenn eine Oberfräse nicht vorhanden ist oder die notwendige Qualifikation fehlt.

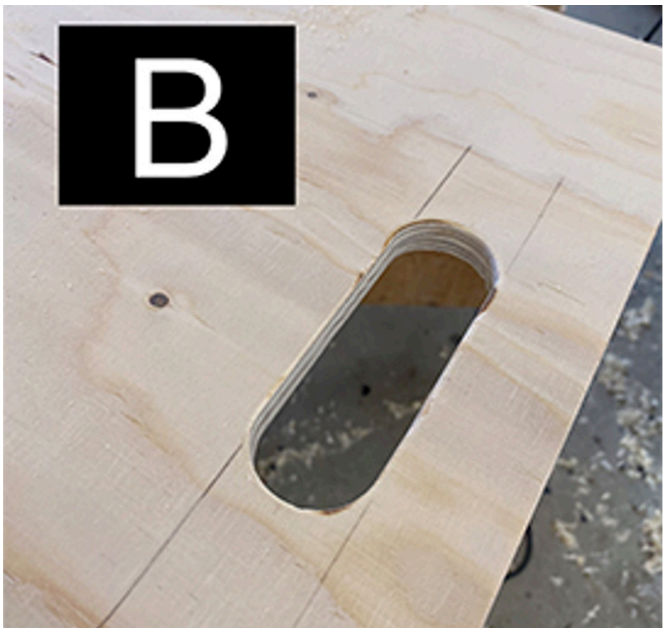


Abbildung 5: Ein Griffloch

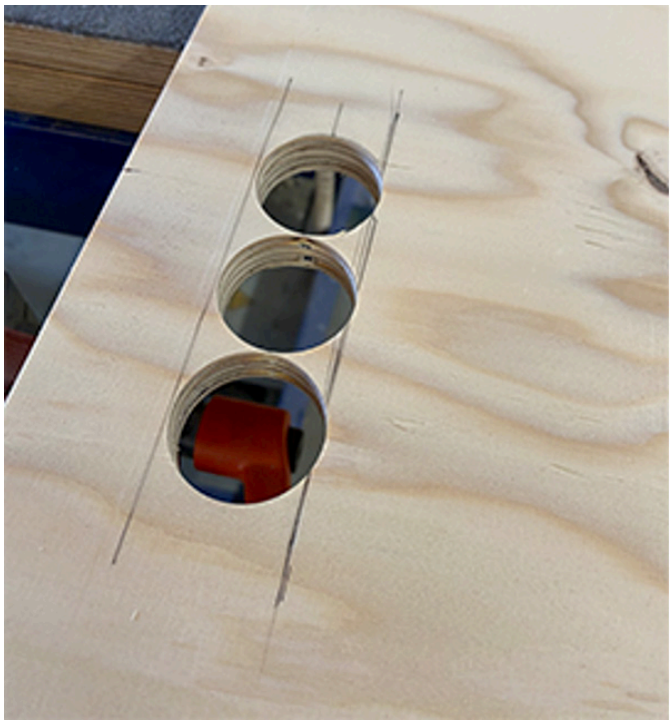


Abbildung 6: Bohrungen mit einem Forstnerbohrer

Der Boden (e)

Die Bodenplatte (e) besteht aus einer 4 mm starken Sperrholzplatte. Diese muss zunächst zugesägt und dann eingesetzt und verleimt werden. Der qm-Preis für das Material liegt beim Schreiben des Artikels bei etwa 8-12 €/qm. Die Bodenplatte (e) hat die Endmaße 4mm x 385 mm x 585 mm.

Die Bodenplatte (e) fertigen

Um die Bodenplatte (e) im nächsten Schritt passgenau einsetzen und verleimen zu können, muss diese in den Maßen 4 mm x 385 mm x 585 mm an der Tischkreissäge zugesägt werden.

Die Bodenplatte (e) einsetzen bzw. Kiste (A) verleimen

Damit die Kiste (A) formfest mit dem Boden (e) verleimt werden kann, müssen in einem ersten Schritt die Seitenwände (a, b ,c ,d) in folgender Reihenfolge platziert werden.

- kurze Seitenwand (c)
- lange Seitenwand (a)
- kurze Seitenwand (d)
- lange Seitenwand (b)

Alle Seitenwände werden mit der Außenseite nach oben abgelegt. Das heißt, dass die Nut an der unteren Kante nicht sichtbar ist. Im nächsten Schritt werden diese vier Seitenwände mit einem Klebeband straff verbunden (Abb. 9). Anschließend werden alle vier Seiten auf einmal umgedreht. Sichtbar ist jetzt die Innenseite der vier Seitenwände. Die Seitenwände liegen nun an der 45° Gehrung aneinander an, in der Reihenfolge (c), (a), (d) und (b) (Abb. 8). In die Gehrung, sowie in die gesägte Nut kommt nun Holzleim (Abb. 9). Im nächsten Schritt wird die Bodenplatte (e) in die Nut der Seitenwand (a) eingesetzt. Von links wird die Seitenwand (c) aufgeklappt und die Bodenwand eingepasst (Abb. 10). Daraufhin wird der verbundene Teil von Seitenwand (a), Seitenwand (c) und Bodenplatte (e) in Richtung Seitenwand (d) umgelegt und eingepasst. Danach wird die Seitenwand (b) in Richtung der anderen drei Seitenwände geklappt und die Hochzeit von Seitenwänden und Boden ist vollbracht. Zum Stabilisieren wird die Kiste rundherum mit Klebeband fixiert (Abb. 11).

Abbildung 7: Verkleben der Seitenwände mit Klebeband

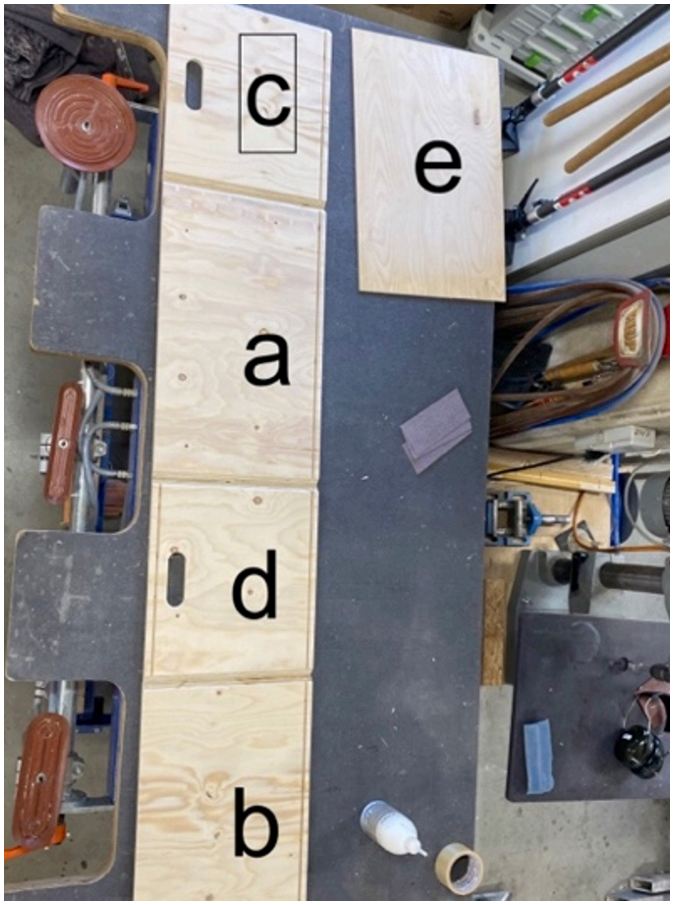


Abbildung 8: Reihenfolge für das Leimen

Abbildung 9: Das Verleimen der Seitenwände

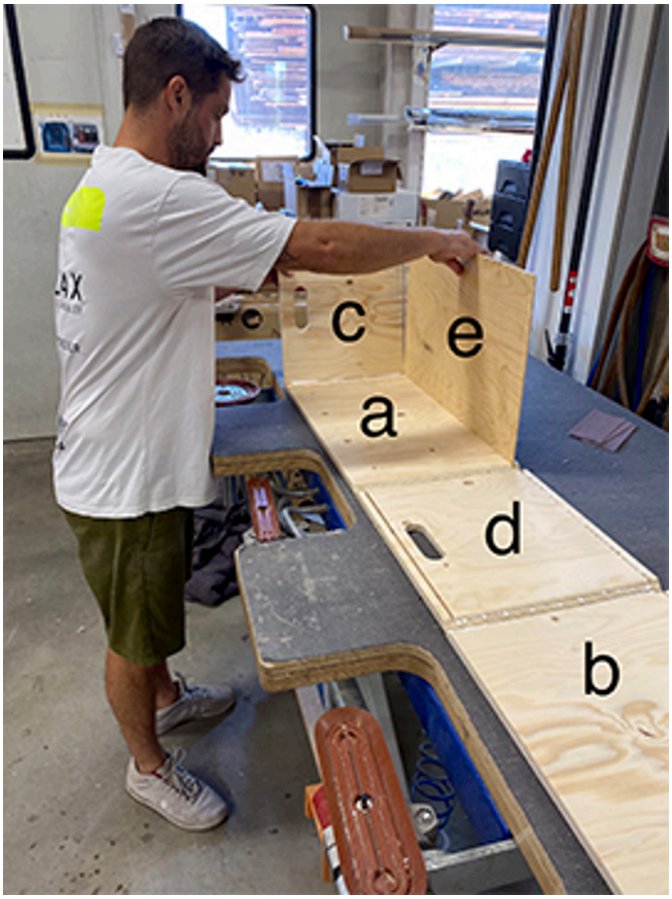


Abbildung 10: Hochzeit der Seitenwände und der Bodenplatte

Abbildung 11: Die Kiste (A) nach dem Leimen mit Klebeband fixiert

Der Deckel (X)

Der Deckel (X) wird aus der Platte (f) gefertigt. Er hat die Maße 15 mm x 400 mm x 600 mm und schließt sowohl formfest als auch passgenau. An der Unterseite des Deckels (X) wird die Korkplatte (g) laminiert.

Den Deckel (X) fertigen

Der Kork (g) wird mit Holzleim auf die Unterseite der Platte (f) geklebt und verpresst (vgl. Abb. 13). Sind diese zwei Werkstoffe verbunden, kann die Deckelplatte auf 15 mm x 400 mm x 600 mm zugesägt werden.

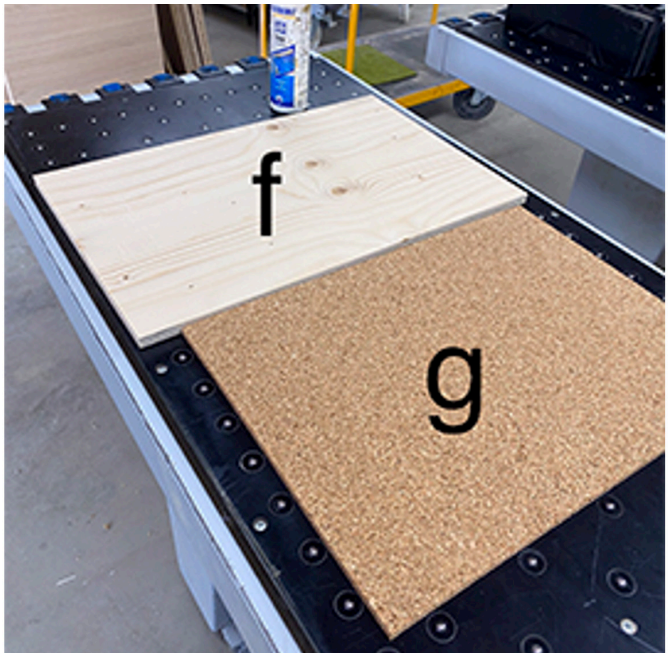


Abbildung 12: Der Deckel (X) vor dem Verleimen

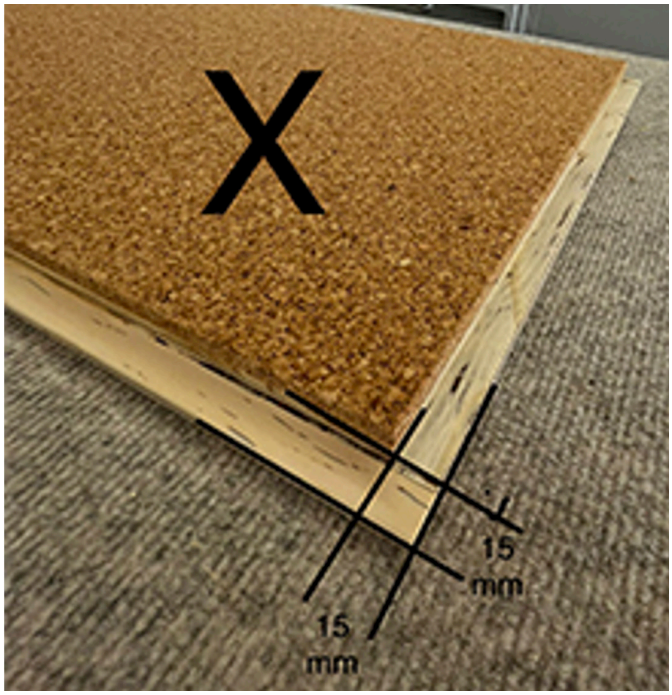


Abbildung 13: Passung 15 mm

Die Passung

Damit der Deckel (X) formfest die Kiste (A) schließt, muss an der Tischkreissäge eine Passung eingesägt werden. Hierzu wird an den Außenkanten des Deckels (X) auf der Innenseite, die mit Kork (g) laminiert ist, ein Falz von 15 mm x 15 mm eingesägt (vgl. Abb. 13). Der Deckel (X) schließt nun zuverlässig die Kiste.

Das Innere der Kiste (A)

Die Kiste (A) ist im Inneren in zwei Ebenen aufgeteilt, um die einzelnen Elemente für die mobile Murmelbahn darin aufzubewahren. Eine Auflistung der beigelegten Elemente folgt im weiteren Verlauf.

Die innere Aufteilung (D)

Die erste unterste Ebene (D) wird in vier Fächer aufgeteilt (vgl. Abb. 16). Hierfür wird das Sperrholz mit der Stärke von 15 mm verwendet. Aus diesem Sperrholz werden zwei Platten (x, y) mit den Maßen 150 mm x 200 mm gesägt. Eine dritte Platte (z) wird in den Maßen 150 mm x 570 mm zugeschnitten. Auf die Platte (z) werden im nächsten Schritt die Platten (x) und (y) verleimt und dann genagelt (optional kann auch geschraubt werden). Von den kurzen Außenkanten der Platte (z) werden jeweils 180 mm nach innen gemessen und mit einem Bleistift markiert. An dieser Stelle werden die Platten (x) und (y) angesetzt und zuerst verleimt, dann von außen genagelt (vgl. Abb. 15). Das fertige Element wird im nächsten Schritt in die Kiste (A) eingesetzt, verleimt und genagelt (vgl. Abb. 18). In diesem Fall wurde ein Druckluftnagler verwendet. Dieser kann natürlich durch andere Werkzeuge ersetzt werden.

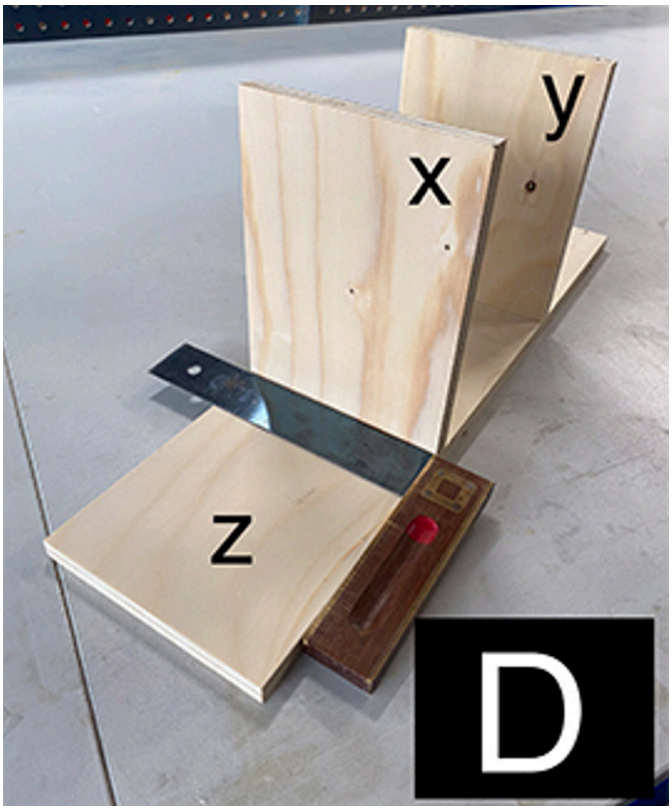


Abbildung 14: Fächer

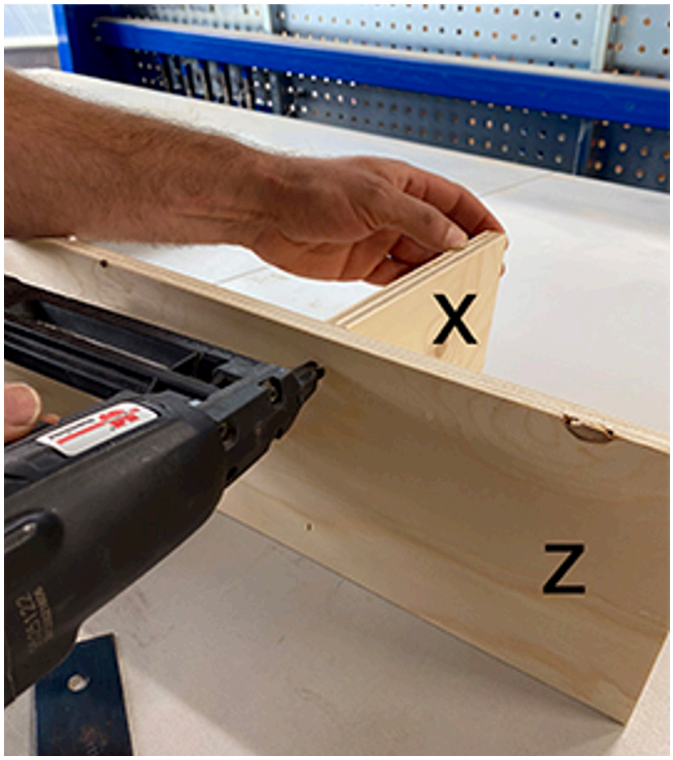


Abbildung 15: Das Fügen der Fächer durch Nageln

Abbildung 16: Das Einsetzen der ersten Ebene

Die zweite herausnehmbare Ebene (C)

Diese Ebene (C) ist herausnehmbar und kann gegebenenfalls als Bauplatte für die mobile Murmelbahn mitverwendet werden. Die Ebenen (c) hat einen Rahmen und ist in zwei Fächer aufgeteilt (vgl. Abb. 17). In diesen Fächern werden weitere Bauelemente aufbewahrt. Optional können in die Bodenplatte (p) Löcher gebohrt werden, durch welche eine Murmel rollen kann.

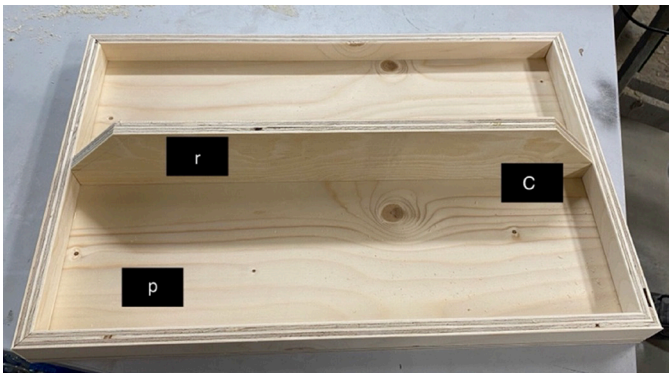


Abbildung 17: Die zweite, herausnehmbare Ebene

Bodenplatte (p) der Ebene (C)

Für die Ebene (C) wird im ersten Schritt eine Bodenplatte (p) in den Maßen 15 mm x 365 mm x 565 mm zugesägt. Auf die Bodenplatte (p) werden rundum Leisten angebracht, damit ein Rahmen entsteht (vgl. Abb. 20). Hierfür werden zwei kurze und zwei lange Leisten mit 45° Gehrung gefertigt. Die Fertigung erfolgt mit einer Kappsäge. Die Kappsäge kann je nach Verfügbarkeit auch durch andere Maschinen ersetzt werden.

- zwei kurze Leisten 15 mm x 30 mm x 365 mm mit 45° Gehrung an den 30 mm Kanten
- zwei lange Leisten 15 mm x 30 mm x 565 mm mit 45° Gehrung an den 30 mm Kanten

Alle vier Leisten werden dann an den äußeren Kanten auf die Bodenplatte (p) aufgesetzt, miteinander verleimt und von unten genagelt, ggf. verschraubt.

Abbildung 18: Die Bodenplatte (p) mit Rahmen

Platte (r) mit Griffloch

Um die Ebene (C) herausnehmen zu können, wird eine weitere Platte (r) gefertigt und mittig auf die Bodenplatte (p) montiert. Hierfür wird aus dem 15 mm starken Sperrholz die Platte (r) in den Maßen 90 mm x 535 mm zugesägt. Damit man die Ebene (C) herausnehmen kann, muss in die Platte (r) ein Greifloch gebohrt werden. Das Loch hat einen Durchmesser von 35 mm und wird mit einem Forstner-Bohrer gebohrt. Hierfür wird die Platte (r) wie folgt vorbereitet: An der langen Seite (535 mm) wird die Hälfte vertikal mit einem Bleistift angezeichnet. Dieser vertikale Strich liegt bei 267,5 mm. Im nächsten Schritt wird von der oberen Längskante im Abstand von 43 mm ein weiterer horizontaler Strich im rechten Winkel zum ersten Strich angezeichnet. Das entstandene rechtwinklige Kreuz ist der Mittelpunkt für die Bohrung mit dem 35 mm Forstner-Bohrer. Ist das Grifffloch gebohrt, wird die Kante des Lochs mit einer Oberfräse gebrochen. Wie oben, kann hier auch auf andere Werkzeuge zurückgegriffen werden.

Von der Mittellinie ausgehend werden in beide Richtungen 210 mm abgemessen und der Punkt (E) angezeichnet. Danach wird von der langen Unterkante (535 mm) ausgehend der Punkt (F) im Abstand von 30 mm angezeichnet. Der Punkt (E) wird durch eine Hypotenuse mit dem Punkt (F) verbunden. Entlang der Hypotenuse wird mit der Kappsäge (oder einer anderen Säge) ein Schnitt gemacht. Dieser Schritt wird an beiden oberen Ecken der Platte (r) vorgenommen. Es entsteht ein Trapez. Die Platte (r) ist soweit fertig und kann auf die Mitte der Bodenplatte (p) montiert werden (vgl. Abb. 21). Die entstandenen Fächer haben die Maße 160 mm x 535 mm.

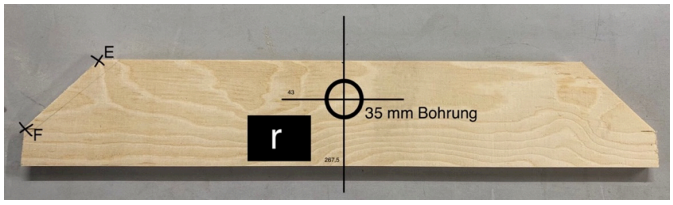


Abbildung 19: Platte (r) in Trapezform

Die Falzleiste (i)

Damit S*S die Kiste selbst als Teil der Murmelbahn nutzen können, bietet es sich an, durch die Kiste ein gewisses Höhenniveau zu erreichen. Daher ist im Inneren der Kiste eine Falzleiste (i) verbaut (vgl. Abb. 20), in die sich der Deckel (f) vertikal hineinstecken lässt. Somit kann Höhe gewonnen werden, um den Startpunkt der Murmelbahn möglichst hoch zu legen (vgl. Abb. 23).

Den Falz (i) fertigen

Für den Falz nutzt man die 25 mm x 45 mm Leisten. Diese werden mit der Kreis- oder Kappsäge auf 570 mm gesägt. An einer Tischkreissäge sägt man den Falz mit 9 mm x 15 mm längs in das Material ein.

Die Falzleiste (i) in die Kiste (A) einsetzen

Zunächst bohrt man fünf Löcher im gleichmäßigen Abstand von 130 mm in die Falzleiste. Das erste Loch wird 25 mm

Abbildung 20: Die Falzleiste (i)

Abbildung 21: Der Deckel (x) ist in die Falzleiste (i) eingesteckt

von der Außenkante (45 mm) mittig gebohrt. Alle weiteren Löcher im Abstand von 130 mm, ebenfalls mittig (12,5 mm). Die Falzleiste wird 20 mm unterhalb der Oberkante in die Kiste (A) montiert. Dabei zeigt der Falz zur Wand und nach oben. (vgl. Abb. 22).

Abbildung 22: Die montierte Falzleiste (i)

The rolling stone – alles kann nichts muss

Die Kiste ist nun fertig und kann mit weiteren Bauelementen bestückt werden. Aus diesen Elementen kann eine mobile Murmelbahn gebaut werden. Es können beliebig viele Bauelemente genutzt werden. S*S können weitere, beliebige Bauteile benutzen um die mobile Murmelbahn zu bauen. Der Kreativität sind dabei keine Grenzen gesetzt. Die einzelnen Bauelemente in der Murmelbahnkiste sind von der Lehrperson zu besorgen.

Übersicht der Bauelemente, welche in die Kiste gelegt werden sollen:

- 1 Beutel Glasmurmeln
- 1 x Holzwinkel 20 mm x 20 mm x 560 mm
- 1 x Holzwinkel 20 mm x 20 mm x 300 mm
- 1 x Holzwinkel 20 mm x 20 mm x 140 mm
- Vorgefertigte Murmelbahnen, gefräst aus Buchenholz 25 mm x 31 mm; 5 mm tief eingefräst, an den Enden im 7° Winkel abgesägt.
- 4 x 560 mm lang
- 2 x 450 mm lang
- 2 x 300 mm lang
- 2 x 250 mm lang
- 2 x 135 mm lang
- 1x Aluminium-Rohr 30 mm x 235 mm
- 1x Aluminium-Rohr 30 mm x 560 mm
- 1 x Aluminiumwinkel 20 mm x 20 mm x 560 mm
- 1 x Aluminiumwinkel 20 mm x 20 mm x 400 mm
- 10 m Aluminium Draht 4 mm, 365g
- 1 Wickeldraht 0,65 mm
- 2 Zugfedern 5 mm x 150 mm mit Ösen an den Enden
- 6 Schraubklemmen
- 4 Federklemmen
- Edelstahl-Trichter 125 mm x 85 mm, Auslauf 35 mm
- 2 Metalldosen, etwa 100 mm x 120 mm
- 1x Schlauch 25 mm x 2000 mm
- 4 x 32 mm x 550 mm Kunststoff-Rohre, 6 x 90° Winkel-Rohre und 2 x 30° Winkel-Rohre
- 200 Dominosteine
- 100 Kabelbinder 140 mm x 3,6 mm
- 50g Gummiringe
- Klebeband

- 10 m x 6 mm Schnur
- 10 m Paketschnur
- 1 Packung Bierdeckel
- 4 x Karton-Kantenschutz ca. 500mm
- 20 Stoffsäcke, die mit Reis oder Sand gefüllt werden können als Unterlage, Gewichte etc.

Gestaltung des handlungsorientierten Unterrichts als Projekt – Ein didaktisches Modell

Wie Projektunterricht mit der mobilen Murmelbahn ablaufen kann, wird im folgenden Unterrichtsmodell veranschaulicht.

Der Einstieg in das Thema Murmelbahn – erste Doppelstunde

Schülerinnen und Schüler (im Folgenden S*S) finden sich in Gruppen zusammen. Die Kisten sorgen für Neugierde unter den S*S. Im Idealfall hat die Lehrkraft eine eigene Kiste. Im nächsten Schritt können S*S die Kisten öffnen und begutachten. Sind Erfolge absehbar, haben S*S Verantwortung oder können kreativ etwas kreieren und ausprobieren, ist die Motivation durch diese äußeren Sachverhalte groß (vgl. www.cornelsen.de, 2022).

Ist die Kiste erkundet, stellt die Lehrkraft das Thema Projektarbeit vor. Hierbei können auch erste Lernziele vorgestellt werden. Die Transparenz der Ziele sorgt dafür, dass S*S einen Bezug zur eigenen Lebenswelt herstellen können. Dieser Bezug zur eigenen Lebenswelt dient der Motivation. Erkennen S*S, dass sie das erlernte Wissen auch in anderen Fächern oder außerhalb der Schule gebrauchen können, ist dies schon Grund genug, die Aufmerksamkeit völlig auf das Projekt zu richten.

Die Projektvorstellung ist für eine Doppelstunde konzipiert. In dieser Doppelstunde beschränken sich die Lernhandlungen auf die Organisation in Gruppen, die Erkundung der Kiste und den Wissenserwerb durch die Lehrperson. Die Organisation in Gruppen verlangt von S*S, dass sie sich miteinander beschäftigen und sozial interagieren müssen. Das lässt auf einen sozialen und kommunikativen Kompetenzerwerb schließen, denn S*S sprechen sich ab und tauschen erste Ideen aus. Lernende versuchen dabei argumentativ, die Anderen von ihren Ideen zu überzeugen. Beim Erkunden der Kiste werden Vorkenntnisse aktiviert. Viele der beigelegten Bauelemente sind den S*S bekannt; entweder von Zuhause, aus dem Fach Technik oder einem anderen Schulfach.

Möchten S*S diese Elemente schon verbauen oder bearbeiten, setzt dies eine Methodenkompetenz voraus, denn sie müssen wissen, mit welcher Fertigungsmethode man das Werkstück bearbeiten kann. Durch den frontalen Unterrichtsteil der Doppelstunde, in welchem die Definition von Projektarbeit und die damit verbundenen Ziele vorgestellt und gelehrt werden, wird Fachwissen vermittelt. Dieses Fachwissen trägt zum Aufbau der Fachkompetenzen der S*S bei.

Zum Abschluss der Stunde gibt die Lehrkraft einen Ausblick, wie die nächsten Doppelstunden verlaufen werden. Die Aussicht auf selbstbestimmtes Arbeiten in den nächsten Stunden hält im besten Fall die Motivation bis zur nächsten Doppelstunde hoch genug, dass man direkt einsteigen kann, ohne erneut alle S*S motivieren zu müssen. Generell wird von diesem Projekt erwartet, dass die fächerübergreifenden Kompetenzen aus Handlungskompetenzen, sozialen Kompetenzen und Selbstkompetenzen zusammengesetzt werden und sich weiter festigen.

Das inhaltsbezogene Fachwissen kommt aus den Fächern Technik, Physik und Deutsch. Durch das Arbeiten an den Murmelbahnen werden technische Kompetenzen verbessert und ausgebaut, da sich S*S immer mehr in der Anwendung von Werkzeugen üben. S*S lernen mit neuen Werkzeugen zu arbeiten, lernen neue Werkstoffe kennen und erhalten dadurch einen tieferen Einblick in das Fach Technik.

Die Murmel kommt später nur ins Rollen, da physikalische Axiome gelten. Kräfte wie Reibung, Fliehkraft, Geschwindigkeit und Energie werden mit der mobilen Murmelbahn greifbar und gut veranschaulicht. Zudem werden mechanische Korrelationen ersichtlich. Das Themengebiet Schwerkraft wird zwangsweise mit aufgegriffen und vermittelt somit Bildungsinhalte der Physik (vgl. Gatt, 2017).

Die schriftliche Dokumentation setzt Deutschkenntnisse voraus und bedingt das Schreiben. Die Kreativität der Projektteilnehmenden wird enorm angesprochen. Dies kennt man sonst aus den Inhalten des Fachs der Bildenden Kunst.

Zwei Sozialformen bestimmen den Unterricht, Frontalunterricht durch L*L und Gruppenarbeit der S*S.

Das fortlaufende Projekt

In den zweiten bis siebten Doppelstunden werden bei den S*S fachliche und fachübergreifende Kompetenzen ausbilden. Hierbei ist der Wissens- und Kompetenzerwerb am größten, da S*S sich die Inhalte selbstständig erarbeiten. Der mehrperspektivische Ansatz wird dadurch erfüllt, dass S*S fachübergreifende Kompetenzen ausbilden und im Technikunterricht beispielsweise viel über die Mechanik und physikalische Kräfte lernen. Technische Fähig- und Fertigkeiten werden durch den verstärkten Einsatz von Werkzeugen verbessert. Einzelne S*S lernen routiniert mit bekannten Werkzeugen umzugehen und verbessern ihre fachlichen Kompetenzen. Verschiedene Lernprozesse, welche zum Erwerb von Kompetenzen beitragen, wie bspw. entdeckendes oder selbstbestimmtes Lernen, werden initiiert, (Wasmann, 2014).

Lernende können selbstbestimmt handeln, sie experimentieren, lernen sich zu organisieren und reflektieren ihre Handlungen. Die Grobziele des Unterrichtsmodells sind eben diese Lernprozesse und der daraus resultierende Kompetenzaufbau. Die Feinziele dieses Projektunterrichts sind der Ausbau von Fertig- und Fähigkeiten einzelner S*S. Sie lernen professionell mit Werkzeugen zu arbeiten, können den Projektverlauf dokumentieren und beschränken sich dabei auf die wichtigsten Informationen.

Die Dokumentation dient zum einen der Qualitätssicherung des Projekts und zum anderen bietet es die Möglichkeit, den Kompetenzerwerb festzuhalten - nur so kann ein Lernfortschritt erkannt werden.

Durch das ständige Überprüfen und Optimieren des Projekts sind alle S*S immer dazu veranlasst, sich mit dem Projekt und dessen Idee auseinanderzusetzen.

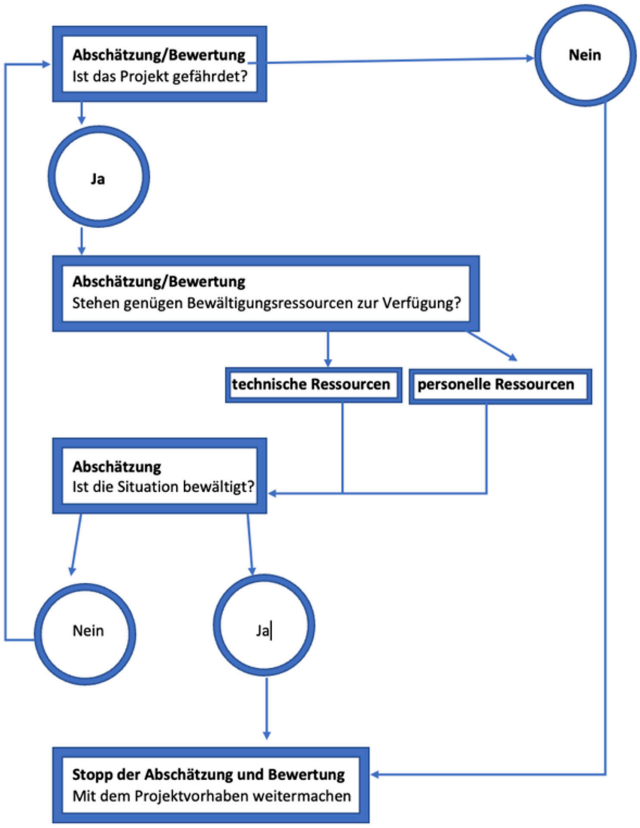


Abbildung 23: Infografik zur Projektarbeit

Die Infografik (vgl. Abb. 23) kann S*S dabei helfen, das Projektvorhaben zu kontrollieren und zu optimieren. Die aktive Teilnahme wird dadurch gewährleistet, dass S*S sich ständig fragen müssen, ob das Projekt so umgesetzt werden kann oder ob die mobile Murmelbahn optimiert werden muss. Wichtig ist, dass mit der mobilen Murmelbahn verschiedene Niveaustufen der Lernenden berücksichtigt werden. Es muss möglich sein, dass manche S*S nur aus vorgefertigten Teilen eine mobile Murmelbahn bauen können.

Das Potential der mobilen Murmelbahnkiste ermöglicht aber, dass sehr komplexe mobile Murmelbahnen entstehen können und Lernende über den gedachten Rahmen hinaus Bauelemente hinzufügen und dadurch weitere, übergreifende Kompetenzen erwerben können.

S*S lernen Kräfte der Physik kennen und können diese anderen S*S erklären und exemplarische Beispiele geben. S*S lernen ihr Wissen auf den Alltag zu transferieren und erkennen den Mehrwert von fächerübergreifenden Kompetenzerwerb durch die Projektarbeit. Die Lehrperson sollte im Vorfeld diese verschiedenen Ziele festgelegt haben, damit eine Entwicklung von S*S ersichtlich ist und die individuelle Bewertung und Rückmeldung von S*S möglich wird. Sind diese Ziele in der letzten Doppelstunde zu großen Teilen erreicht und können S*S auf das Projekt und die neuen Kompetenzen zurückblicken, beginnt die Reflexionsphase. Diese Phase kann schon früher eingeleitet werden, sollten die Gruppen früher mit den Projekten fertig sein.

Projektreflexion und Bewertung

Hierbei können S*S ihren eigenen Fortschritt durch die Dokumentation ihrer Lernerfolge erkennen. Sie sehen, wie sich einzelne Kompetenzen ausgebildet haben und können einen Ausblick geben, wie diese Kompetenzen weiterhin genutzt werden können. Auch Fertigkeiten können benannt und überprüft werden. Es findet eine Sicherung der erworbenen Kompetenzen und Erkenntnisse statt, indem S*S diese in eigenen Worten fassen können. In dieser Phase zeigt sich, ob Projektvorhaben realisiert werden konnten oder ob sie gescheitert sind. Dabei sind die Gründe des Scheiterns aufzuarbeiten, damit den S*S bewusst wird, was dazu geführt haben kann, bspw. ob die Zielsetzung außerhalb ihrer Fähigkeiten lag und absehbar war, dass hier Ziele zu hoch gesteckt wurden.

Grundsätzlich hätte solch ein Vorgang von der Lehrkraft schon im Vorfeld unterbunden werden müssen. Die Lehrkraft hat den Überblick und kennt die Fertig- und Fähigkeiten einzelner S*S. Die Rückmeldung an die S*S und die individuelle Bewertung erfolgt so schnell wie möglich, damit S*S den Bezug zu ihrer Handlung oder Leistung noch herstellen können. Erfolgt die Rückmeldung zu einem späteren Zeitpunkt, kann es passieren, dass S*S diese Rückmeldung nicht mehr mit ihrer Interaktion in den einzelnen Phasen des Projekts verknüpfen können.

Leistungen müssen dabei am persönlichen Prozess der S*S gemessen und beurteilt werden. Ob das Projekt erfolgreich umgesetzt worden ist, ist nur ein sekundäres Beurteilungskriterium. Rückmeldungen an S*S müssen sich auf die prozesshafte Leistung beziehen. Rückmeldungen zur Persönlichkeit sollte man nur im Zusammenhang mit sozialen Kompetenzen geben, da hier der Bezug zum Kompetenzerwerb hergestellt werden kann und sich S*S nicht minderwertig fühlen. Der individuelle Kompetenzerwerb ist für alle S*S zu bewerten und kann im Nachgang in Einzelgesprächen stattfinden.

Die Lehrkraft nutzt diese Doppelstunde, um S*S nachhaltig zu motivieren, ständig an ihren Handlungskompetenzen zu arbeiten und diese weiter auszubilden. Erst in dieser Phase zeigt sich, welche Handlungskompetenzen wirklich ausgebildet wurden. Am Ende kann ein Feedback von S*S eingeholt werden, um das Projekt aus ihrer Sicht zu reflektieren. Die Lehrperson kann den Projektunterricht dadurch weiter entwickeln, Ziele konkretisieren und optimieren. Konstruktive Kritik von S*S ist lobenswert und trägt zur Qualitätsverbesserung des Projektunterrichts bei.

Verordnung im Bildungsplan des Landes Baden-Württemberg

Dieses Projekt soll durch initiierte Lernprozesse fächerübergreifende Kompetenzen vermitteln. Durch die aktive und praktische Mitarbeit, werden von den S*S inhaltsbezogene Handlungskompetenzen erworben. Der fachspezifische Input kommt entweder von der Lehrkraft, oder wird von den S*S selbst recherchiert. Inhaltsbezogene Kom-

petenzen werden dann durch systematisches Arbeiten an einer konkreten Problemstellung vermittelt. Die Problemstellung gibt vor, dass S*S aus der Murmelbahnkiste eine mobile Murmelbahn konstruieren, planen und bauen sollen. Dieses Handeln soll dokumentiert und bewertet werden. Dabei lernen die S*S neue Werkzeuge und Werkstoffe kennen. Sie können zudem eigene Werkstoffe mitverbauen, immer unter dem Gesichtspunkt, dass S*S wissen, wie nachhaltig diese Rohstoffe sind und wie diese entsorgt werden können. Die SuS vergleichen ihre mobilen Murmelbahnen und erläutern in der späteren Präsentation ihr systematisches Vorgehen. Während des ganzen Projekts müssen S*S immer wieder miteinander kommunizieren und das Projekt und die Prozesse neu bewerten. Erkenntnisse werden aus Experimenten und Analysen schlussgefolgert. Diese prozessbezogenen und inhaltsbezogenen Kompetenzen sind im baden-württembergischen Bildungsplan unter Punkt zwei und drei zu finden (vgl. www.bildungsplaene-bw.de, 2022).

Die Richtziele des Unterrichtmodells

Dieses Unterrichtsmodell ist so konzipiert, dass S*S durch das Bauen einer mobilen Murmelbahn in Kontakt mit den Leitperspektiven des baden-württembergischen Bildungsplans kommen. Diese Leitperspektiven sind die Grundlage für die Richtziele des Unterrichtsmodells. S*S lernen Entscheidungen zu treffen, die nachhaltigen Einfluss auf die Umwelt haben. So können Lernende selbst entscheiden wieviel nachhaltige Rohstoffe für die Murmelbahn verwendet werden. Die Murmelbahn soll zum Ende des Projektunterrichts demontiert werden können und die einzelnen Bauelemente werden, wenn möglich, wieder in die Kiste gelegt. Das Richtziel Bildung für nachhaltige Entwicklung ist dadurch mit aufgegriffen (vgl. www.bildungsplaene-bw.de, 2022).

Die Organisation in Gruppen und die Absprachen in diesen Gruppen setzt voraus, dass S*S sozial interagieren können. Entscheidungen werden demokratisch getroffen und es werden verschiedene Meinungen angehört und begutachtet. Dies trägt dazu bei, dass S*S Vielfalt tolerieren und Akzeptanz lernen.

Die Projektteilnehmenden schaffen einen Bezug zu ihrer Lebenswelt, wenn sie für den Bau der mobilen Murmelbahn Alltagsgegenstände verplanen und verbauen. Eigene Interessen werden mit eingebracht. S*S lernen die Interessen anderer S*S kennen und können so neue Interessensgebiete erschließen. Das alles kann zur beruflichen Orientierung beitragen, denn der rege Austausch innerhalb der Gruppen bringt viele Blickwinkel mit sich, da alle S*S ihre eigene Vorstellung vom Projekt mit den anderen teilen.

S*S lernen durch die Dokumentation des Projekts verschiedene Medien wie Video- oder Fotographie sowie Internetrecherche zu betreiben. Die Projektpräsentation wird durch den Einsatz verschiedenster Medien interessanter. Dokumentation und Präsentation können zur Medienbildung von SuS beitragen.

Unterrichtsskizzen für den Projektunterricht

Projektzeit: 12 Stunden (6 Doppelstunden)

Der Bau einer mobilen Murmelbahn als Projektunterricht soll fächerübergreifende Kompetenzen fördern. S*S sollen dadurch mit Alltagssituationen besser zurecht kommen und gut für ein Leben in einer modernen, technischen Welt vorbereiten.

Zielsetzung:

- S*S lernen Werkstoffe und deren Eigenschaften kennen
- S*S lernen Systeme und Prozesse kennen und können diese vorrausschauend planen
- S*S lernen neue Werkstoffe und Fertigungsarten kennen
- S*S können Sicherheitsregeln anwenden
- S*S beurteilen den eigenen Kompetenzerwerb und erkennen Fortschritte und Defizite
- S*S lernen physikalische Kräfte der Gravitation kennen und können damit experimentieren
- S*S vertiefen prozessbezogene und inhaltsbezogene Kompetenzen

Erwartete prozessbezogene Kompetenzen:

- S*S können eigenes Handeln reflektieren
- S*S können Fähig- und Fertigkeiten erkennen und ggf. eine Grundlage für eine spätere Berufswahl schaffen
- S*S optimieren Prozesse und Arbeitsschritte, können diese planen und bewerten
- S*S können eigene Dokumente interpretieren und Prognosen machen
- S*S können Sicherheitsregeln beachten
- S*S können Vorwissen mit neuen Anwendungsmöglichkeiten verknüpfen
- S*S können Schlüsse aus eigenem Handeln ziehen
- S*S können ökologische und ökonomische Entscheidungen treffen

Erwartete inhaltsbezogene Kompetenzen (in G, M, E unterschieden):

- S*S können Werkstoffe benennen und beschreiben
- S*S können eigene Arbeitspläne nutzen und erstellen, auch selbstständig
- S*S können verschiedene Fertigungsprozesse benennen, beschreiben und bewerten
- S*S können Werkzeuge benennen, Wirkungsprinzipien beschreiben und unter Befolgung der Sicherheitsbestimmungen nutzen
- S*S können physikalische Kräfte benennen, eigene Beispiele anführen und erlerntes Wissen auf den Alltag transferieren.

Geplante Unterrichtsskizze einer Doppelstunde (90 Min.) zur Einführung in das Thema „Projektunterricht mit der mobile Murmelbahn“

Situation/ Phase/ Zeit	Lehrhandlungen/ Lernumgebung	Erwartete Lernhandlung/ Lernprozesse	Didaktischer Kommentar	Material/ Medien/ Sozialform
Begrüßung (2min)	Gegenseitige Begrüßung			Plenum
Einstimmung/ Motivation/ Aktivierung des Vorwissens (10min)	Fragen: Wer kennt eine XXL Murmelbahn? Wer weiß welche Kräfte wirken? Wer hat schon mal selbst etwas gebaut? Wer weiß was ein Projekt ist?	Vorwissen prüfen → - Haben SuS an fächerübergreifenden Projekten gearbeitet? - Welche Art von Murmelbahnen sind bekannt - Welche Kenntnisse aus der Physik sind vorhanden - Welche Fertig- und Fähigkeiten sind vorhanden?	Durch den Alltagsbezug und den exemplarischen Bezug das Interesse und die Motivation der SuS wecken. SuS die Chance geben über eigene Projekte zu erzählen.	Plenum frontal und Diskussion
Vorstellung und Vorführung der mobilen Murmelbahnkiste. (30min)	Lehrkraft stellt die Kiste vor und erklärt was daraus gebaut werden kann. Einzelne Bauelemente können schon vorgeführt und bespielt werden.	- SuS erkennen die Faszination einer Murmelbahn. - SuS machen sich Gedanken wie sie selbst eine Murmelbahn bauen würden - Kommunikative Kompetenzen - Soziale Kompetenzen	SuS hören zu und begutachten die Kiste.	Plenum frontal und Diskussion. Mobile Murmelbahnkiste
Transparenz der Lernziele durch Projektarbeit. (20min)	Die Projektarbeit wird vorgestellt und Beispiele genannt, wie ein übergreifender Kompetenzerwerb damit verbunden sein kann.	- S*S formulieren erste Lernziele - Kooperatives Lernen	- Veranschaulichung - Selbstständigkeit - Selbsttätigkeit - Kooperative Denkprozesse	Plenum, Gruppen, frontal
Aufteilung der Projektgruppen. Erste Planung (20min)	Gruppenoptionen werden aufgezeigt und kommuniziert. Die initiative Findungs- und Ideenphase des Projekts wird angestoßen	- S*S teilen sich selbstständig in Gruppen ein - S*S kennen Stärken und Schwächen - Machen sich erste Gedanken - Selbstbestimmtes Lernen	- Selbstreguliertes Lernen - Strukturierung des Vorgehens - Klarheit und Transparenz - Visualisierung der Lernergebnisse - Erkenntnisgewinnung und Ziele festhalten	Plenum Tafelbild: Verschiedene Gruppen
Sicherung und Ausblick (8min)	Lehrperson gibt einen Ausblick über den Verlauf der kommenden Stunden	- S*S sind durch den Ausblick motiviert für die nächste Stunde	-Klarheit und Transparenz	frontal

Geplante Unterrichtsskizze einer Doppelstunde (90 Min.)

Gruppen befinden sich in der Phase der Projektdurchführung, der Dokumentation und Überprüfung und Optimierung (Phasen 2, 3 & 4) – Phasen laufen synchron.

Situation/ Phase/ Zeit	Lehrhandlungen/ Lernumgebung	Erwartete Lernhandlung/ Lernprozesse	Didaktischer Kommentar	Material/ Medien/ Sozialform
Begrüßung (2min)	Gegenseitige Begrüßung			Plenum
Einstimmung/ Motivation/ Was bisher geschah. Kleine Vorführungen (10min)	- S*S reflektieren Ergebnisse der ersten Zeit - S*S führen erste Ideen vor - tauschen sich über dVerlauf aus - holen sich Hilfe von der Lehrkraft	- Kooperatives Lernen - Stärkung sozialer Kompetenzen	Durch den Alltagsbezug und den exemplarischen Bezug das Interesse und die Motivation der S*S wecken. S*S die Chance geben, über eigene Projekte zu erzählen.	Plenum frontal und Diskussion
Umsetzung des Projektvorhabens. Praktischer Teil	- S*S arbeiten selbstständig in ihren Gruppen - S*S nutzen Werkzeuge und experimentieren	- S*S vergleichen, moderieren, argumentieren, fällen Urteile - Hohe Eigenaktivität - Lehrperson nur beratend	Die Lehrkraft dokumentiert die Lernvorschritte einzelner S*S. Wichtig ist individuelle Fähig- und Fertigkeiten genau festzuhalten. S*S müssen die Möglichkeit haben Fragen zu stellen und benötigen ggf. Hilfe bei Arbeitsschritten oder Planungen	Gruppenarbeit
Sicherung und Ausblick (8min)	S*S geben einen Ausblick über den Verlauf der kommenden Stunden	S*S sind motiviert, an ihrem Projekt weiter arbeiten zu können.	- Klarheit und Transparenz - Motivation	frontal

Literaturverzeichnis

Gatt, A. (2017): Roller Coaster. Marble Run. Construction Manual. Reihnbreitbach. Ullmann Medien GmbH

Wasmann, A. (2014): Projektdidaktik für den naturwissenschaftlichen Unterricht. Schneider Verlag Hohengehren. Baltmannsweiler

https://www.bildungsplaene-bw.de/,Lde/LS/1/+Leitgedanken+zum+Kompetenzerwerb zuletzt abgerufen am 28.07.2022

https://www.cornelsen.de/magazin/beitraege/motivationstipps-fuer-den-unterricht zuletzt abgerufen am 28.07.2022

Autorinneninformation

Patrick Auwärter

studiert an der PH Schwäbisch Gmünd Lehramt für die Sekundarstufe 1 (M. Ed.) mit den Fächern Sport und Technik. Er ist Experte auf dem Gebiet der Murmelbahnen. In seiner Bachelorarbeit hat er unter anderem diese Kiste konzipiert, gebaut und eine Bauanleitung geschrieben. Geplant ist, die mobile Murmelbahn in die Schule zu bringen. In seiner anstehenden Masterarbeit möchte er detaillierte Unterrichtsskizzen erstellen und Projektunterricht mit der Kiste evaluieren. Mit seinem Geschäftspartner Rouven Siegel und ihrer gemeinsamen Firma Panda Tree Holzideen hat er die längste Murmelbahn Thüringens konzipiert und gefertigt.

tedu

2|2022