



Knoten und Sterne: Ein kreatives Projektabenteurer

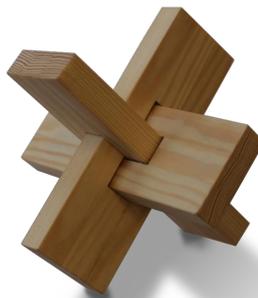
Dieses Projekt bietet Lehrpersonen eine praxisorientierte Möglichkeit, Lernende in die Welt der handwerklichen Tätigkeiten einzuführen und dabei ihre Feinmotorik zu stärken. Durch die Herstellung und das Zusammensetzen von Geduldsspielen wie dem Teufelsknoten und dem Holzstern werden nicht nur technische Fähigkeiten gefördert, sondern auch das räumliche Denken und die Problemlösungsfähigkeiten der Lernenden verbessert. Die Lernenden haben die Möglichkeit, in einem selbstbestimmten Lernprozess ihre Kompetenzen zu erweitern und ihre Selbstwirksamkeit zu stärken.

Die Projektidee

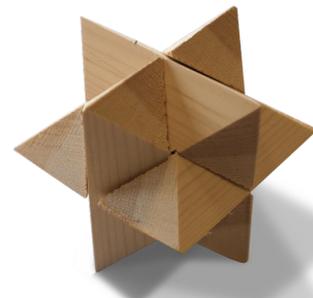
Das Projekt zielt darauf ab, alle Sinne anzusprechen und Denkprozesse zu fördern. Durch den Bau von Geduldsspielen aus Holz sollen ganzheitliche Erfahrungen ermöglicht werden.

Die Komplexität der Spiele wird bewusst niedrig gehalten: Der Teufelsknoten besteht aus drei Teilen, während der Holzstern aus sechs identischen Teilen gefertigt wird.

Das Projekt umfasst den gesamten Prozess, beginnend mit dem Anreißen des Rohmaterials bis hin zur Fertigstellung der Geduldsspiele.



Teufelsknoten



Holzstern

Zeitlicher Umfang

In der Praxis hat sich gezeigt, dass zur Durchführung des Projekts in etwa 3 h benötigt werden. Nicht eingerechnet ist dabei die Zeit, die für die Vorbereitung und das Aufräumen des Raumes benötigt wird.





Projektziele und Kompetenzerwerb

Soziale Kompetenzen stärken

Obwohl die Lernenden jeweils an ihrem eigenen Geduldspiel arbeiten, wird die soziale Kompetenz gestärkt, indem sie sich bei Bedarf gegenseitig unterstützen. Diese Zusammenarbeit fördert die Fähigkeit, effektiv zu kommunizieren und als Team zu agieren.

Feinmotorik und Koordination

Die Lernenden schulen ihre Feinmotorik und Koordination, insbesondere durch Tätigkeiten wie das Anreißen des Rohmaterials und den Bau der Geduldspiele. Diese Aktivitäten erfordern präzise Hand-Augen-Koordination und fördern die Geschicklichkeit.

Vorstellungsvermögen erweitern

Der Bau und das Zusammensetzen der Geduldspiele erweitern das Vorstellungsvermögen der Lernenden. Sie müssen sich sowohl die Konstruktion als auch die Funktionsweise der Spiele mental vorstellen können, was ihre räumliche Wahrnehmung und Kreativität stärkt.

Mathematische Konzepte praktisch anwenden

Obwohl der Strahlensatz nicht explizit thematisiert wird, wird er durch die Art der Anwendung im Projekt implizit erkennbar und nachvollziehbar. Dies verbessert das mathematische Verständnis und die Fähigkeit, theoretische Konzepte in praktischen Kontexten anzuwenden.

Selbstwirksamkeit stärken

Erfolgserebnisse im Projektverlauf tragen zur Stärkung der Selbstwirksamkeit bei. Die Lernenden erfahren, dass sie durch ihre eigenen Anstrengungen und Fähigkeiten in der Lage sind, Herausforderungen zu meistern und Ziele zu erreichen. Darüber hinaus wird ihre Selbstwirksamkeit gestärkt, indem sie die Freiheit haben, sich für eines der beiden Geduldsspiele zu entscheiden. Diese Entscheidung kann auf verschiedenen Kriterien basieren, wie zum Beispiel persönlichen Vorlieben für eines der Spiele oder der Einschätzung der jeweiligen Komplexität.





Voraussetzungen und Ausstattung

Material für die Geduldspiele

Für jedes Geduldspiel wird ein Kantholz und ein Papier benötigt.

Die Größe des Papiers richtet sich nach der Länge des Kantholzes. In der Praxis empfiehlt es sich, ein DIN A3-Papier zu verwenden. Die Mindestlänge des Kantholzes sollte dabei 33 cm betragen und 40 cm nicht überschreiten. Neben diesen Anforderungen an das Kantholz gibt es je nach Geduldsspiel weitere Vorgaben:

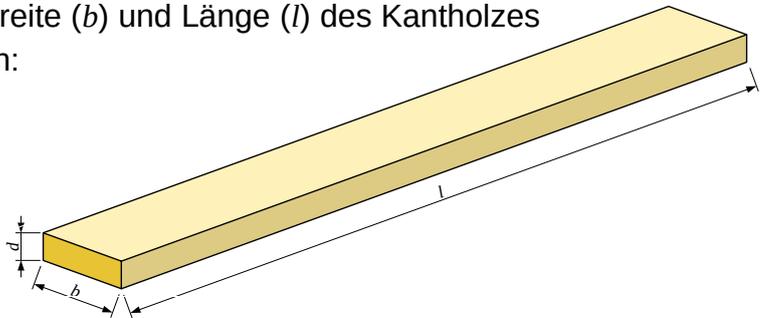


Teufelsknoten

Die Beziehung zwischen Dicke (d), Breite (b) und Länge (l) des Kantholzes muss folgenden Bedingungen erfüllen:

$$b > 3d$$

$$l > 9d$$



Beispiel:

$$d = 10 \text{ mm} \wedge b = 30 \text{ mm} \wedge l = 330 \text{ mm}$$

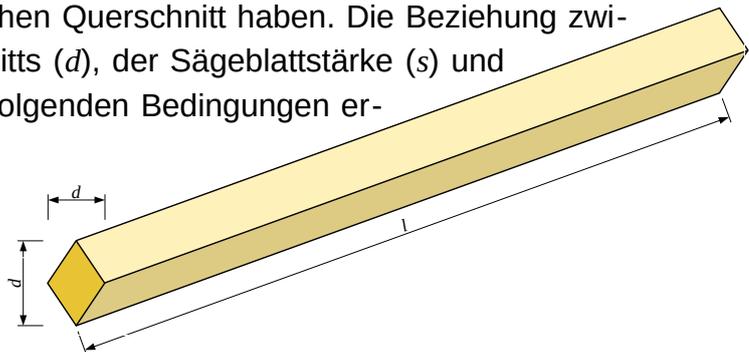
Holzstern

Das Kantholz muss einen quadratischen Querschnitt haben. Die Beziehung zwischen der Diagonalen des Querschnitts (d), der Sägeblattstärke (s) und der Länge (l) des Kantholzes muss folgenden Bedingungen erfüllen:

$$l = 12d + 5s$$

In der Praxis ist $5s = 5 \text{ mm}$ in der Regel eine gute Wahl, auch wenn das

Sägeblatt dünner als 1 mm ist (Japansäge). Diese Zugabe ist nötig, damit nach dem Zerteilen des Kantholz jeder Baustein die doppelte Länge der Diagonalen seines Querschnitts hat.



Beispiel:

$$d = 30 \text{ mm} \wedge l = 365 \text{ mm}$$





Projektabenteurer

Werkzeug

Das Projekt ist bewusst so gehalten, dass es mit einer minimalen Anzahl von einfachen und günstigen Werkzeugen umgesetzt werden kann.

- **Bleistift**

Zum Anreißen des Kantholzes wird ein Bleistift benötigt.



- **Säge**

Jeder Lernende benötigt eine Säge, gleich ob der Teufelsknoten oder der Holzstern hergestellt wird. Es können entweder einfache Bügelsägen zum Einsatz kommen oder Feinsägen verwendet werden.



- **(Hand-)**

Bohrmaschine

Für den Bau des Teufelsknotens wird eine (Hand-)Bohrmaschine oder ein Akuschrauber mit einem passenden Bohrer benötigt. Die Größe des Bohrers sollte 2 mm kleiner sein als die Dicke (d) des verwendeten Kantholzes. Da mit diesem Werkzeug die Durchlässe vorgebohrt werden, reicht ein einziges Gerät aus, das die Lernenden gemeinsam nutzen können.



- **Feile**

Zur Ausarbeitung der Durchlässe beim Teufelsknoten benötigt jeder Lernende eine Feile.





Projektabenteurer

Im Folgenden werden Werkzeuge aufgelistet, die nicht nötig aber unter Umständen hilfreich sind.

- **Raspel**

Um das Ausarbeiten der Durchlässe beim Teufelsknoten zu erleichtern können Raspeln zu Verfügung gestellt werden.



- **Schleifpapier**

Um Maßlinien (die beim Anreißen entstanden sind) zu entfernen, Oberflächen zu Glätten oder Kanten zu Brechen ist es sinnvoll Schleifpapier zur Verfügung zu stellen.

Sollte kein Werkraum mit Werkbänken zur Verfügung stehen, so werden die unten aufgelisteten Werkzeuge ebenfalls benötigt.

- **Zwingen**

Um das Werkstück am Tisch zu befestigen ist eine Zwinde (für jeden Lernenden) erforderlich. Dabei ist darauf zu achten, dass die Zwinde genug Kraft aufbringt (min. 4500N) um ein Verrutschen des Werkstücks zu verhindern und ein sicheres Arbeiten zu ermöglichen.

- **Unterlagen**

Um Tische beim Werken nicht zu Beschädigen sind Unterlagen nötig. Diese sollten in etwa 800 mm × 500 mm sein. Für die Unterlagen sind insbesondere folgende Materialien geeignet:

- MDF-Platte 3 mm (max. 9 mm)
- Spanplatte
- OSB-Platte

Räumlichkeiten

Idealerweise steht ein Werkraum mit Werkbänken zur Verfügung. Verfügen die Werkbänke zusätzlich noch über Spannbaken und Bankhaken, so ist die Ausstattung für das Projekt Perfekt.

Sollten die Werkbänke über keine Möglichkeit verfügen, die Werkstücke einzuspannen (Schraubstöcke sind nicht geeignet, da sie das Holz beschädigen) oder steht nur ein gewöhnliches Klassenzimmer mit Schultischen zur Verfügung, dann sind Zwingen nötig, um





die Werkstücke am Tisch zu befestigen. In gewöhnlichen Klassenzimmern kann durch die Verwendung von Unterlagen (siehe Abschnitt Werkzeug) eine Beschädigung der Möbel während der Arbeit verhindert werden.

Projektdurchführung

Phase 1: Auswahl des Geduldsspiele

Die zur Verfügung stehenden Geduldsspiele unterscheiden sich sowohl in ihrer Komplexität als auch im Herstellungsaufwand. Für den Teufelsknoten sind drei Teile herzustellen, während der Holzstern aus sechs Teilen besteht. Die Teile des Teufelsknotens sind dabei etwas komplexer als die des Holzsterns.

Zur Unterstützung der Entscheidungsfindung stehen sowohl ein fertiger Teufelsknoten als auch ein Holzstern zur Verfügung. Die Lernenden können diese Endprodukte betrachten, um sich ein besseres Bild von den Spielen zu machen, zwischen denen sie sich entscheiden sollen.

Sind beide Geduldsspiele zusammengebaut, bietet es sich an, dass die Lernenden durch genaues Betrachten herausfinden, aus wie vielen Teilen sie bestehen. Diese Beobachtung fördert das analytische Denken und gibt den Lernenden weitere Einblicke in die Komplexität der jeweiligen Spiele.

Die Lernenden sollen sich für eines der Geduldsspiele entscheiden. Diese Entscheidung kann auf verschiedenen Kriterien basieren, darunter die oben genannten Unterschiede in Komplexität und Aufwand. Weitere Entscheidungsgrundlagen sind persönliche Vorlieben, die Ästhetik der Spiele und die Herausforderung, der sich die Lernenden stellen möchten.

Indem die Lernenden selbst entscheiden, welches Geduldsspiel sie herstellen möchten, wird ihr Lernen zu einem gewissen Grad selbstbestimmt. Diese Selbstbestimmung fördert die Selbstwirksamkeit und wirkt sich positiv auf den Lernprozess aus.





Phase 2: Anreißen des Materials

Entsprechend der Wahl der Lernenden erhält jeder das passende Kantholz. Zusätzlich wird jedem ein Blatt Papier zur Verfügung gestellt. Mithilfe des Papiers und eines Bleistifts soll das Kantholz in drei (für den Teufelsknoten) oder sechs (für den Holzstern) Teile unterteilt werden. Dabei stoßen die Lernenden auf das Problem, dass sich die Kante eines Papiers einfach in zwei, vier, acht usw. Teile durch Falten unterteilen lässt, während andere Unterteilungen zunächst problematisch erscheinen.

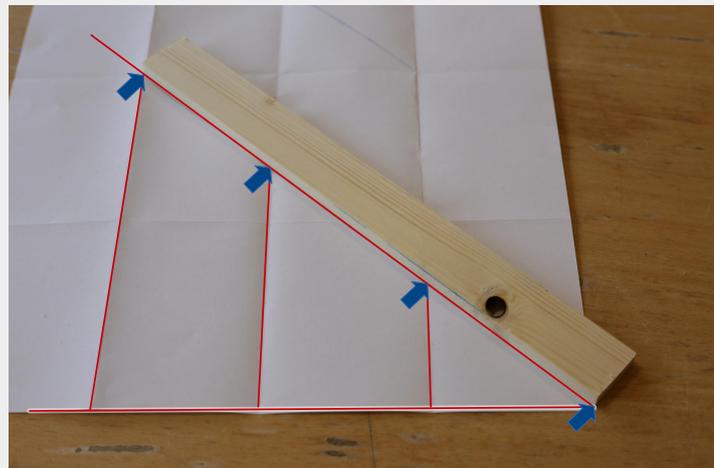
Für die Unterteilung in drei Teile könnte die Idee aufkommen, das Papier wie bei Briefen in zwei Schlaufen zu legen, die vorsichtig zusammengedrückt werden, bis das Blatt in drei Teile knickt. Ein allgemeineres Verfahren, das für jede

Anzahl an Unterteilungen funktioniert, basiert auf dem Strahlensatz (siehe Infokasten). Ist dieser nicht bekannt oder zu komplex für die Kognition der Lernenden, sollte die Lehrperson das Verfahren demonstrieren, ohne den Strahlensatz thematisieren zu müssen.

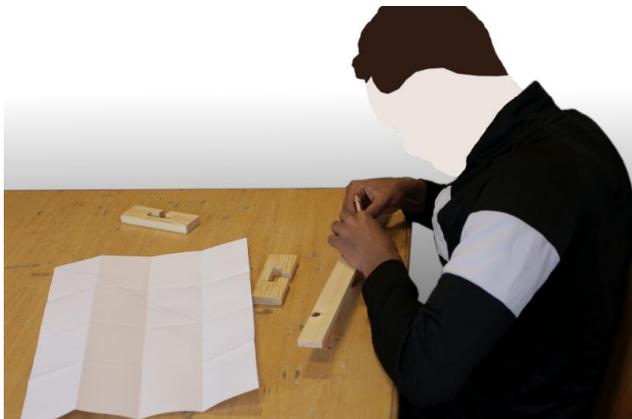
Einteilung mit dem Strahlensatz

Durch Falten wird die längere Seite des Blatt Papiers in vier gleich große Teile unterteilt.

Das Kantholz wird so auf das Blatt gelegt, dass die eine Ecke auf der Blatt Ecke liegt und die andere Ecke des Kantholz auf der dritten Falte.



Die anderen zwei Falten teilen das Kantholz in genau drei gleichgroße Teile auf.



Alle anderen Markierungen, wie die Durchlässe beim Teufelsknoten oder die Einkerbungen beim Holzstern, sollen durch Abschauen an fertigen Geduldsspielen erfolgen. Sind die Maße der Vorlagen anders als die der herzustellenden Geduldsspiele, ist eine einfache Übertragung der Maße nicht möglich. Dies stößt einen kognitiven Prozess an, bei dem die Lernenden überlegen, wie sich die Einteilungen auf das eigene Material

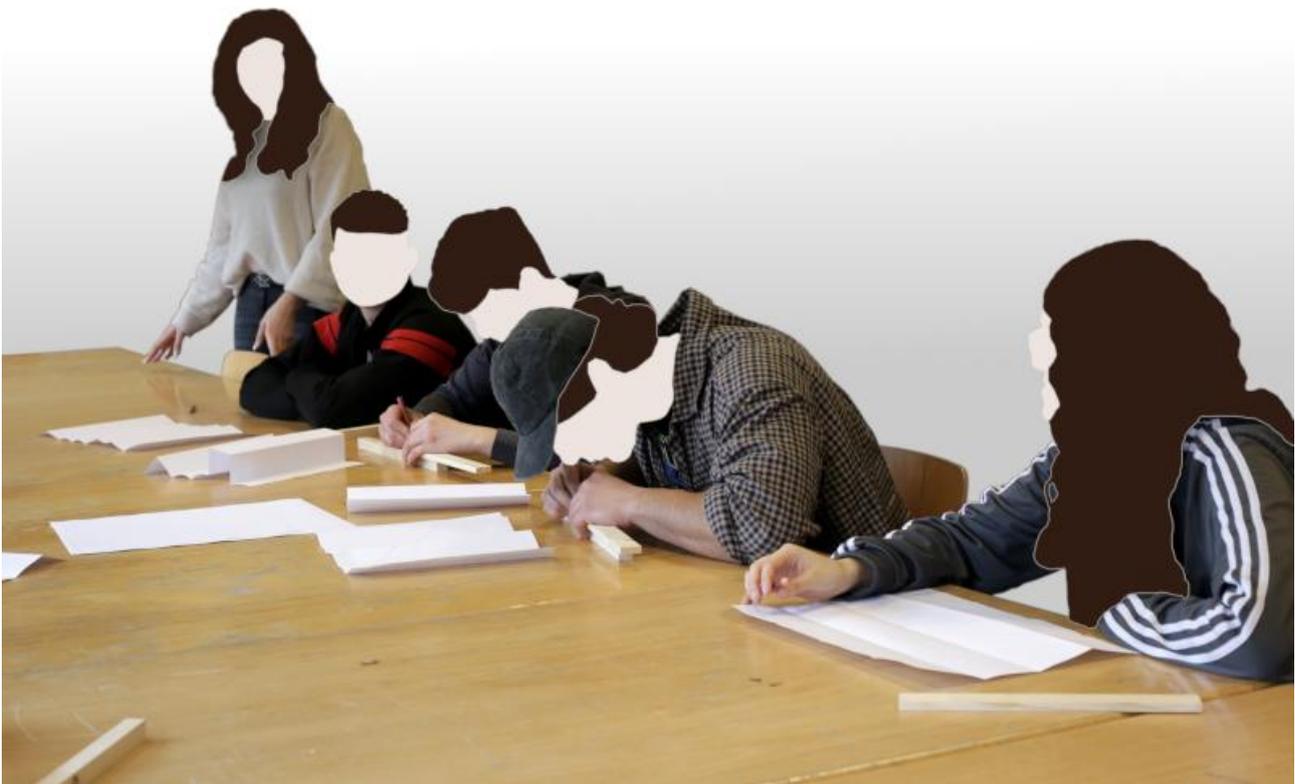
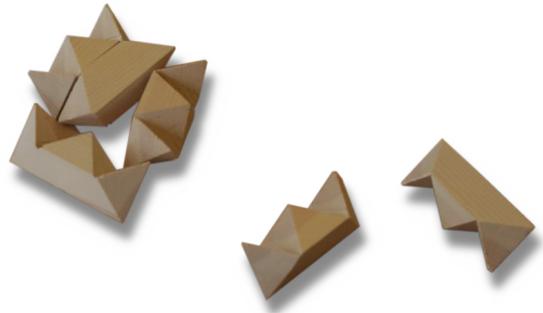




Projektabenteuer

übertragen lassen und welche Bedingungen dabei berücksichtigt werden müssen.

Bei auftretenden Schwierigkeiten unterstützt die Lehrperson die Lernenden konstruktiv. In der Praxis zeigt sich, dass sich die Lernenden auch gegenseitig unterstützen. Dabei wird sichtbar, welche Gedankengänge verfolgt werden, wo Denkprobleme auftreten und wie Gedankengänge erklärt werden.



Phase 3: Durchführung der praktischen Arbeiten

Entweder geht es nun in den Werkraum, oder das Klassenzimmer muss spätestens jetzt zum Werken vorbereitet werden. Gegebenenfalls ist eine Erklärung der Funktionsweise und des Gebrauchs der Werkzeuge erforderlich. Beim Arbeiten mit den Werkzeugen ist auf einen sorgsamen Umgang zu achten, um das Verletzungsrisiko zu minimieren.

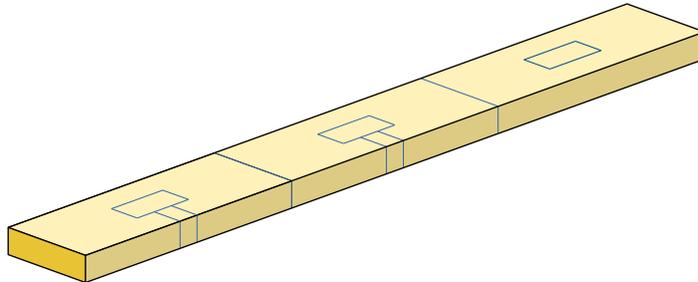




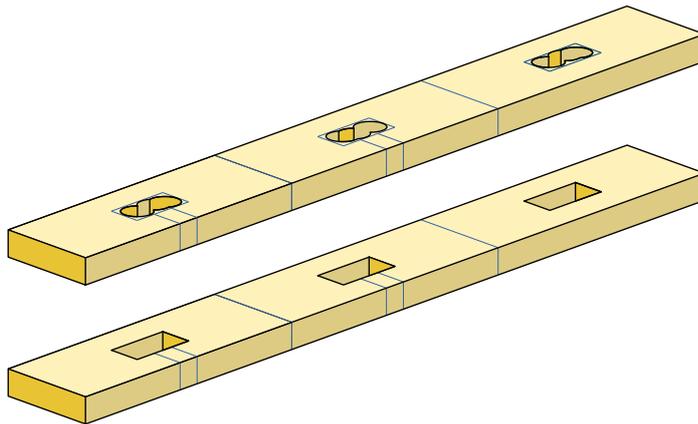
Projektabenteurer

Um ein einfaches und sicheres Arbeiten zu ermöglichen und die Erfolgchancen zu erhöhen, sollte bei der Herstellung der Geduldsspiele folgendermaßen vorgegangen werden:

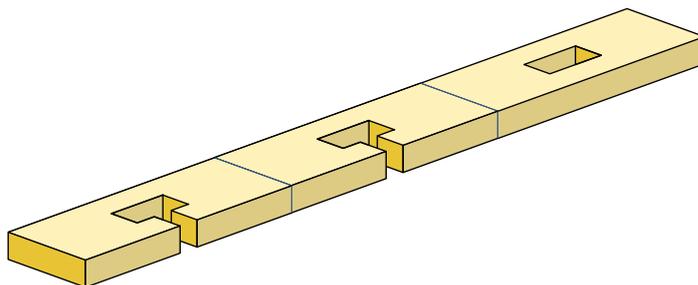
Teufelsknoten:



Schritt 1: Zunächst die drei Durchlässe ausführen. Dazu die Durchlässe grob mit dem Bohrer vorarbeiten und anschließend mit Raspel und Feile bis an die Maßlinien arbeiten.



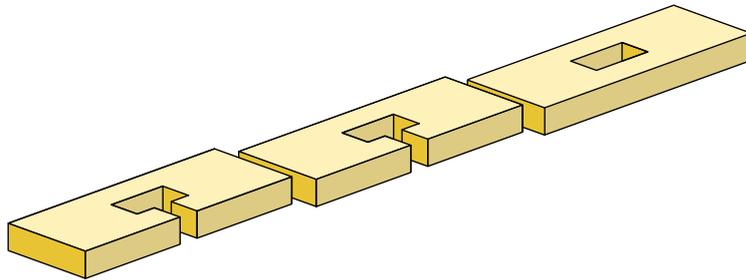
Schritt 2: An zwei Teilen mit der Säge die Schlitzte zu den Durchlässen herstellen.



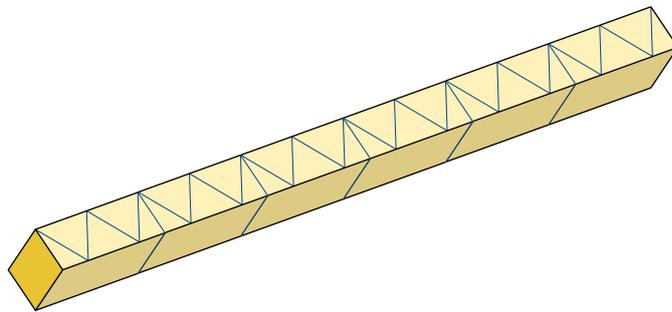


Projektabenteurer

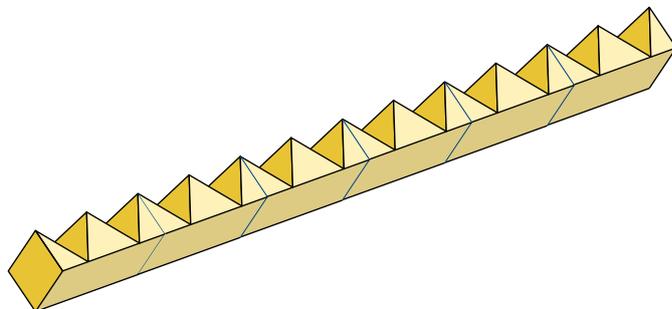
Schritt 3: Die Teile mit der Säge voneinander trennen.



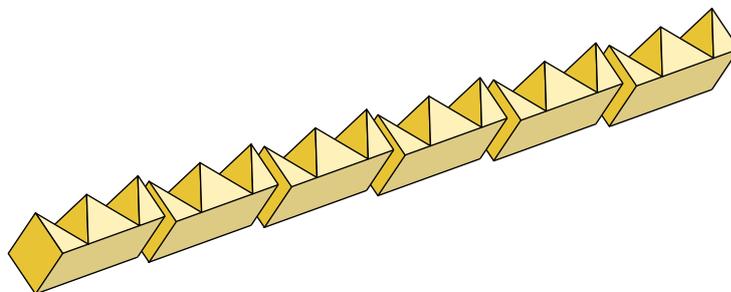
Holzstern:



Schritt 1: Alle Einkerbungen mit der Säge anfertigen.



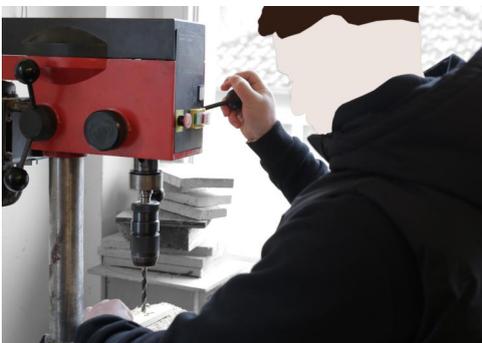
Schritt 2: Die einzelnen Teile mit der Säge voneinander trennen.





Projektabenteurer

Mit Schleifpapier können Maßlinien entfernt, Oberflächen geglättet und Kanten gebrochen werden, um ein schönes Ergebnis zu erzielen.



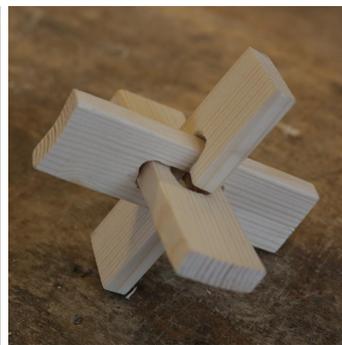
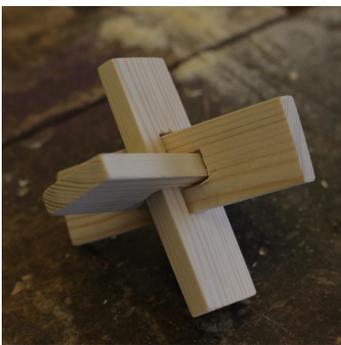
Dieses Werk ist lizenziert unter einer [Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).
2025 Henrik Horstmann



Projektabenteuer

Phase 4: Zusammenbau

Das Zusammensetzen der Geduldsspiele stellt eine komplexe Herausforderung dar, die das Vorstellungsvermögen und das räumliche Denken der Lernenden erfordert. Dieser Schritt kann sich als der Teil des Projekts mit der größten Herausforderung erweisen. Die Lehrpersonen sollten die Lernenden ermutigen, verschiedene Lösungsansätze auszuprobieren und bei Bedarf unterstützend eingreifen.



Abschlussbetrachtung

Der erfolgreiche Abschluss des Projekts zeigt, wie wirkungsvoll handlungsorientiertes Lernen sein kann. Die Lernenden haben nicht nur ihre Feinmotorik verbessert, sondern auch ihr räumliches Denken und ihre Problemlösungsfähigkeiten erweitert. Für Lehrpersonen bietet dieses Projekt eine wertvolle Gelegenheit, die Lernenden in einem dynamischen und kooperativen Umfeld zu unterstützen und zu beobachten, wie sie Herausforderungen meistern. Das Projekt fördert nicht nur individuelle Fähigkeiten, sondern stärkt auch das Gemeinschaftsgefühl innerhalb der Lerngruppe.

