

Modulararbeit im Seminar „Arbeit und Technik“

Fertigungsplan eines Wagens für einen
Rechenzug zum Einsatz im
Mathematikunterricht



Victoria Hüttner

Didaktische Überlegungen und Motivation:

Eines der häufigsten Probleme im Anfangsunterricht der Mathematik ist das fehlende Operationsverständnis (vgl. Scherer & Moser Opitz, 2010, S. 13f.). Für die Grundrechenarten Addition und Subtraktion sind die Grundvorstellungen *Hinzufügen* und *Vereinigen* (Addition) und *Abziehen*, *Vergleichen* und *Ergänzen* (Subtraktion) von zentraler Bedeutung (vgl. Hasemann & Gasteiger, 2014, S. 120f.). Der Rechenzug kann alle Grundvorstellungen der Addition und Subtraktion ansprechen, etwa das Hinzufügen durch das „einsteigen“ von „Passagieren“ (Spielfiguren) oder das Vergleichen der unterschiedlichen Passagieranzahlen in den einzelnen Wagen. Das Operationsverständnis kann somit gefördert werden, auch weil es sich um konkretes und praxisnahes Material handelt, mit welchem Kinder gut lernen können (vgl. Götze et al., 2020, S. 60), da Zugfahren in der Lebenswirklichkeit der Kinder eine Rolle spielt. Der Rechenzug eignet sich sowohl für die Einführung als auch für die Festigung der Rechenoperationen.

Darüber hinaus besteht bei dem Werkstück durch die Funktionsfähigkeit und Anlehnung an einen Zug auch das Potential zum Spielzeug. Spiele motivieren Kinder im Lernprozess (vgl. Heinz, 2018, S. 7). Da gerade im Mathematikunterricht häufig Angst vorherrscht (vgl. Barth & Müller, 2013, S. 5), kann das Spielpotential genutzt werden, um diese abzubauen und einen spielerischen Zugang zur Mathematik zu schaffen.

Hinweise zum Einsatz im Unterricht:

Die einzelnen, von den Kindern gefertigten, Zugwagen lassen sich miteinander verbinden. Dadurch kann der Zahlenraum bis 100 oder – je nach Klassengröße – bis 300 erweitert werden. Dies ermöglicht einen Einsatz über die 1. und 2. Klassenstufe hinaus.

Neben der Förderung des Operationsverständnisses bieten sich noch zahlreiche andere Einsatzmöglichkeiten, wie etwa die Einführung der Zählprinzipien, Bündelung, das Teil-Ganze-Konzept oder *Zahlen schnell erkennen* (siehe Rahmenlehrplan Berlin Brandenburg, Teil C Mathematik, 2023, ab S. 26).

Vorbereitung:

Die Kinder sollen vorab mit den Regeln zum Arbeiten in der (Holz-)werkstatt vertraut sein. Die unterrichtende Lehrkraft soll über die nötigen Kompetenzen verfügen, den sicheren Umgang in der Werkstatt sicherzustellen, etwa durch einen Werkstattschein und das Wissen um Gefahrenquellen und Hilfsmaßnahmen. Für Anregungen und nötiges Grundwissen sei folgende Literatur empfohlen: *Gefährdungsbeurteilung und Erste Hilfe: Eine Lehrhandreichung zur Arbeit in Schulwerkstätten unter besonderer Berücksichtigung der Holzwerktechnik* von Caroline Kohl (2022). Fehlt es in der Schule an entsprechendem Werkzeug und Maschinen, können die Schritte 1-4 und 7-8 kostengünstig in einem Baumarkt erledigt werden lassen.

Für einen Wagen werden folgende Materialien benötigt:

- 2 Holzbretter a 97mm x 30 mm x 5mm
- 1 Holzbrett 70mm x 30mm x 5mm
- 2 Holzbretter a 30mm x 30mm x 13,5mm
- 2 Holzbretter a 70mm x 15mm x 5mm
- 4 Rundholzscheiben Ø 20mm x 5mm
- 2 Rundholzleisten a Ø 6mm x 50mm
- 1 Ringschraube 12mm x 4mm
- 1 Schraubhaken 8mm x 5mm
- 1 Filzeinlage 70mm x 30mm x 10mm
- 10 Spielfiguren 24mm x 12mm

Kosten pro Kind (bei 20 SuS)¹: 2,70 €

Benötigte Werkzeuge und Hilfsmittel:

- Feinsäge
- Spiralbohrer Ø 6mm und Ø 7mm
- Rundfeile
- Schleifpapier (Körnung >150)
- Gehrungslade
- Schraubzwinde
- Schraubstock zum Bohren
- Maßstab/Lineal
- Holzleim
- Bleistift
- Filzstift
- Schere oder Rollschneider
- Zange
- Tieflochmarker
- Optional: Farbe und Pinsel

Benötigte Maschinen:

- Standbohrmaschine

Hinweis zum Material: Bei den zu fertigenden Seitenteilen in Schritt 2 ist es zwingend erforderlich, dass die Rechteckleisten **mind. 2mm breiter**

sind als die Länge vom Anfang des Gewindes bis zum Haken/zur Öse der Ringschrauben bzw. Schraubhaken! Es besteht sonst Verletzungsgefahr durch rausstehende Spitzen (siehe Abb. 1).

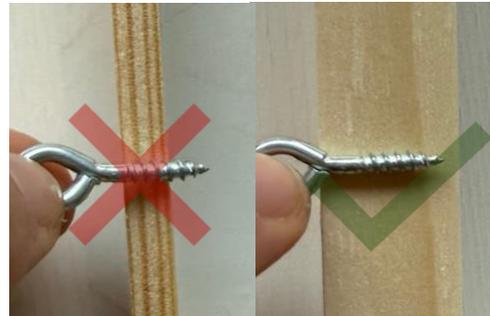


Abbildung 1: links: nicht korrekte Maße der Holzleiste (Gewinde ist länger als das Holz breit ist), rechts: korrekte Maße der Holzleiste, keine Verletzungsgefahr



Abbildung 2: Übersicht der benötigten Holzleisten mit Nummerierung für die Fertigungsanleitung

Fertigungsanleitung für Lehrkräfte zur Anleitung der Schülerinnen und Schüler:

1. Schritt: Zusägen der Grundfläche

Von Leiste 2 sollen 70mm abgemessen werden und anschließend mit der Feinsäge abgetrennt werden. Dazu soll eine Gehrungslade verwendet werden (siehe Abb. 3).

¹ Eine ausführliche Auflistung der Materialien mit einer Beispielrechnung finden Sie im Anhang

2. Schritt: Zusägen der Seitenflächen

Analog zu Schritt 1 sollen zweimal je 97mm von Leiste 2 abgemessen und mit der Feinsäge abgetrennt werden.



Abbildung 3: Abgemessene Holzleiste in der Gehrungslade

Für die vordere und hintere Seitenfläche sollen von Leiste 1(!) zweimal je 30mm abgemessen und mit der Feinsäge abgetrennt werden.

3. Schritt: Zusägen der Radbefestigung

Für die Befestigung der Räder sollen von Leiste 3 nun zweimal je 70mm abgemessen und mit der Feinsäge abgetrennt werden.

Am Ende von Schritt 3 sollten jetzt insgesamt 7 Holzbretter vorliegen (siehe Abb. 4).



Abbildung 4: Angefertigte Holzbretter, die nach Schritt 3 vorliegen sollten

Zwischenschritt: Schleifen

Bevor die Holzstücke weiter verarbeitet werden, sollen sie mit einem feinen Schleifpapier bearbeitet werden, damit entstandene Splitter und scharfe Kanten gebrochen werden und keine Verletzungsgefahr mehr darstellen.

Hinweis zur Anleitung für die SuS: Weisen Sie Ihre Schüler*innen darauf hin, dass sie beim Schleifen mit der Faserrichtung des Holzes schleifen, um weiteres Splintern zu verhindern.



4. Schritt: Bohren der Radbefestigung

Um später die „Radlager“ durch die Seitenteile für die Radbefestigung schieben zu können, müssen dieses nun gebohrt werden. Dazu sollen links und rechts von beiden, durch Schritt 3 entstandenen, Leisten jeweils 10mm abgemessen und markiert werden. Auf der vertikalen Achse der Markierung soll dann die Mitte markiert werden. Die so entstandenen Kreuze stellen die Markierungen für die Bohrung dar. Die Bohrung wird mit einem \varnothing 7mm Spiralbohrer an der Standbohrmaschine durchgeführt. Anschließend können die Bohrlöcher vorsichtig (!) mit einer Rundfeile abgefeilt werden.

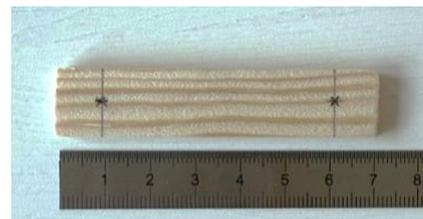


Abbildung 5: Markierung der Bohrlöcher für die Radbefestigung



Abbildung 6: Radbefestigungen am Ende von Schritt 4 mit Bohrlöchern

5. Schritt: Versehen der Vorder- und Hinterfläche mit Haken und Öse

Durch die Vorder- und Hinterfläche (30mm x 30mm x 13,5mm) sollen jeweils durch beide Diagonalen dünne Bleistiftlinien gezogen werden.

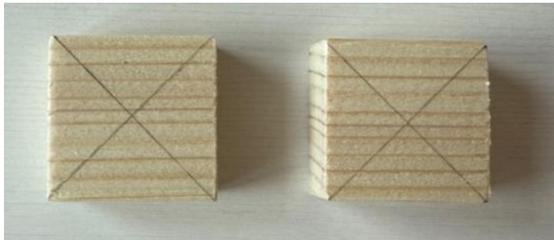


Abbildung 7: Markierte Diagonalen auf der Vorder- und Hinterfläche

Das entstandene Kreuz soll mit einem Tieflochmarker oder der Spitze der Schraubhaken markiert werden, sodass die Bleistiftlinien wieder wegradiert werden können, da diese Seite nachher sichtbar ist. In die Markierung soll nun pro Wagen je 1 Haken und 1 Öse gedreht werden. Es kann eine Zange zur Hilfe genommen werden (siehe Abb. 8).

Hinweis: Achten Sie als Lehrkraft in diesem Schritt darauf, dass das Holzstück auf der Arbeitsfläche liegt und die Kinder es beim Eindrehen nicht in der Luft halten. Es besteht sonst stärker die Gefahr, dass die Kinder abrutschen und sich die Spitze in die Hand bohren.



Abbildung 8: Eindrehen des Schraubhakens mit einer Zange

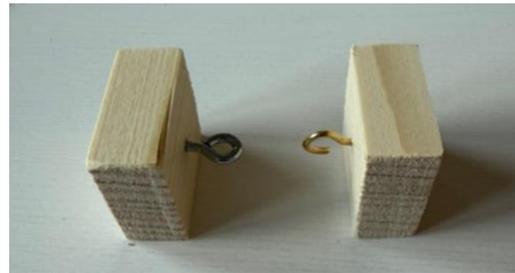


Abbildung 9: Werkstückteil am Ende von Schritt 5

6. Schritt: Zusammenleimen des Wagens

Damit der Leim genug Zeit hat zum antrocknen, bevor das Werkstück weiter bearbeitet wird, sollen nun die Seiten- und Grundflächen aneinander geleimt werden. Es ist ratsam zuerst die in Schritt 5 präparierten Vorder- und Hinterseiten an die Grundfläche zu leimen. **Wichtig:** Achten Sie darauf, dass die Öse bzw. der Haken nach außen zeigen, denn hier sollen die Wagen später miteinander verbunden werden (siehe Abb. 10).

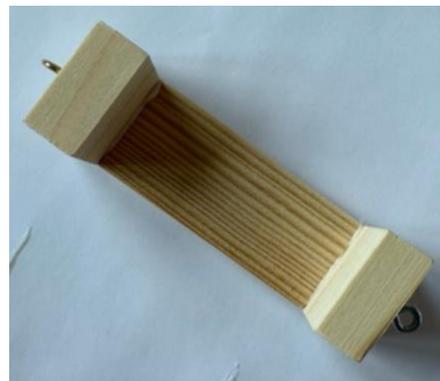


Abbildung 10: Befestigung der Vorder- und Hinterfläche an der Grundfläche

Anschließend sollen die beiden anderen Seitenleisten (97mm x 30mm x 5mm) angeleimt werden, sodass nun alles vorsichtig zusammengedrückt werden kann. Mit einer Schraubzwinge kann zusätzlich vorsichtig (!) Druck an den Seitenflächen ausgeübt werden (siehe Abb. 11).

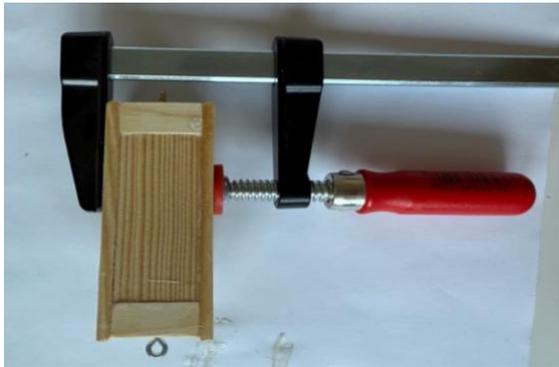


Abbildung 11: Korrekte Befestigung der Schraubzwinge

Zuletzt werden noch die Radbefestigungen angeleimt und das Werkstück vorsichtig zur Seite gelegt.



Abbildung 12: Werkstück am Ende von Schritt 6

7. Schritt: Zusägen der Räder und Radlager

Während der Leim trocknet, sollen die Räder und Radlager zugesägt werden. Dazu sollen aus Leiste 5 viermal je 5mm abgemessen und mit der Feinsäge abgetrennt werden.

Für die Radlager sollen von Leiste 4 zweimal je 50mm abgemessen und mit der Feinsäge abgetrennt werden.

Vor dem weiteren Bearbeiten sollen auch hier wieder vorsichtig Splitter und Kanten abgeschliffen werden.



Abbildung 13: Zugesägte Räder und Radlager am Ende von Schritt 7

8. Schritt: Bohren der Räder

Die aus Schritt 7 entstandenen Räder sollen nun gebohrt werden. Dazu soll die Mitte der Räder markiert werden. Es ist ratsam mit dem Lineal eine Markierung zu machen, wo der Durchmesser 20mm misst. Im rechten Winkel dazu sollte eine zweite Markierung erfolgen, ebenfalls bei einem Durchmesser von 20mm. An der Stelle, wo sich die Linien kreuzen ist die Markierung für die Bohrung entstanden (siehe Abb. 14).

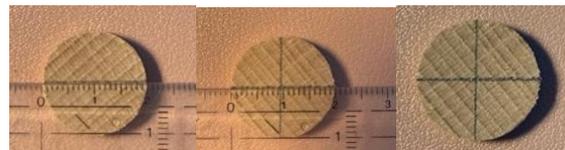


Abbildung 14: Markierung der Bohrlöcher Schritt für Schritt von links nach rechts

Mit einem \varnothing 6mm Spiralbohrer wird viermal je 1 Loch in 1 Rad gebohrt. Für die Bohrung der Räder soll in jedem Fall ein Schraubstock (siehe Abb. 15) verwendet werden. Durch die kleine Fläche zum Festhalten besteht sonst die Gefahr, dass sich die Räder mit dem Bohrer drehen und die Kinder mit ihren Fingern abrutschen und sich verletzen.



Abbildung 15: Korrektes Einspannen des Rads in den Schraubstock zum Bohren



Abbildung 16: Gebohrte Räder am Ende von Schritt 8

Hinweis: Die entstandenen Löcher sollten in diesem Schritt nicht mit einer Rundfeile bearbeitet werden, da die Räder sonst nicht mehr auf den Radlagern halten. Splitter können mit Schleifpapier vorsichtig seitlich abgetragen werden.



Der Leim sollte nun so weit getrocknet sein, dass sich das Werkstück weiter verarbeiten lässt. Alternativ können die Schritte 9 und 10 aber auch gut am nächsten Schultag bzw. der nächsten Werkstunde durchgeführt werden.

9. Schritt: Zusammensetzen des Fahrwerks mit dem Wagen

Nun wird der Wagen endgültig zusammengesetzt. Dazu wird zur Vorbereitung je 1 Rad auf 1 Radlager gesteckt (siehe Abb. 17), sodass am Ende 2 Radlager mit je 1 Rad zur Verfügung stehen.



Abbildung 17: Aufstecken des Rads auf das Radlager

Das Radlager soll sich mit ein wenig Druck in das Rad stecken lassen und ist dort dann fest verankert. Bei Bedarf können die Radlager jedoch auch mit etwas Leim angeleimt werden.

Die Radlager werden anschließend durch die Löcher der unteren Seitenleisten gesteckt, sodass ein kleiner Teil des Radlagers am anderen Ende des Wagens hervorsteht (siehe Abb. 18).



Abbildung 18: Durchstecken der Radlager durch die unteren Seitenleisten

Auf die hervorstehenden Radlager werden nun die restlichen beiden Räder gesteckt (siehe Abb. 19).

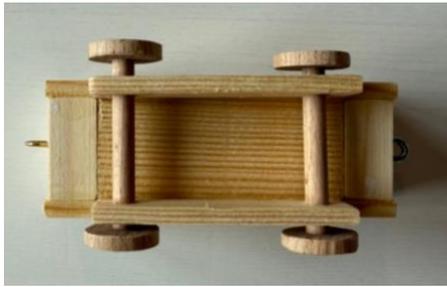


Abbildung 19: Werkstück am Ende von Schritt 9

10. Schritt: Zuschneiden des Filzes

Damit die Spielfiguren im Unterricht besser zu sehen sind, wird der Wagen noch mit einer Filzeinlage versehen. Dazu wird der Filz auf die Maße 70mm x 30mm zugeschnitten und anschließend in den Wagen gelegt.



Abbildung 20: Wagen am Ende von Schritt 10

Mit Schritt 11 ist der letzte Schritt getan und der Wagen ist fertiggestellt! Bis zu 10 Spielfiguren haben in einem Wagen Platz (siehe Abb. 21). Mit Haken und Öse an Vorder- und Hinterfläche können die Wagen miteinander verbunden werden.



Abbildung 21: Fertiggestellter Wagen zum Einsatz im Unterricht



Abbildung 22: Verbinden der Wagenelemente mit Haken und Öse

Optional: Anmalen der Spielfiguren

Die Spielfiguren können nach Fertigstellung des Wagens mit Acrylfarben angemalt werden. Es empfiehlt sich maximal 2 Farben zu wählen, die im Verhältnis 1:1 vorliegen, damit ein sinnvolles Bündeln gewährleistet ist und die Farben zur Unterstützung dienen und nicht zusätzlich überfordern. An dieser Stelle seien die Farben blau und rot empfohlen, da diese im Mathematikunterricht häufig verwendet werden, wie beispielsweise beim Einsatz von Rechen-/Wendeplättchen.

Alternativ können die Spielfiguren auch direkt in rot und blau gekauft werden, die Kosten pro Kind sind dann jedoch etwas höher. Bei den Spielfiguren kann auch mit schon vorhandenem Material gearbeitet werden, die Maße für den Wagen müssen dann entsprechend angepasst werden, sodass 10 Figuren im Inneren Platz haben.



Abbildung 23: Fertiggestellter Wagen mit roten und blauen Spielfiguren

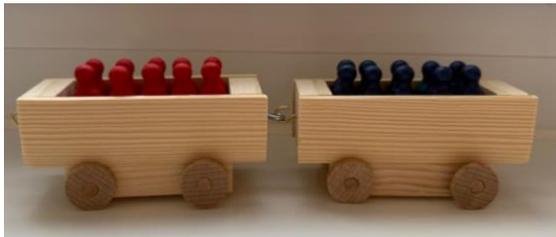


Abbildung 24: Bündelung der Figuren in 10er Bündel

Hinweis: Auf das Anmalen der Wagen soll verzichtet werden, sofern sie im Mathematikunterricht zum Einsatz kommen. Eine Bemalung lenkt hier ab und ist daher nicht zielführend. Hat der Rechenzug jedoch irgendwann ausgedient kann in einem weiteren Projekt noch eine kreative Bemalung durchgeführt werden.

Technische Skizzen

Die technischen Skizzen (Abb. 25, 26) sollen den Aufbau des Wagens verdeutlichen. Die Symmetrieachsen sind dabei ohne die Schraubhaken und Ringschrauben zu verstehen. Diese sind lediglich zur Vollständigkeit mit eingezeichnet.

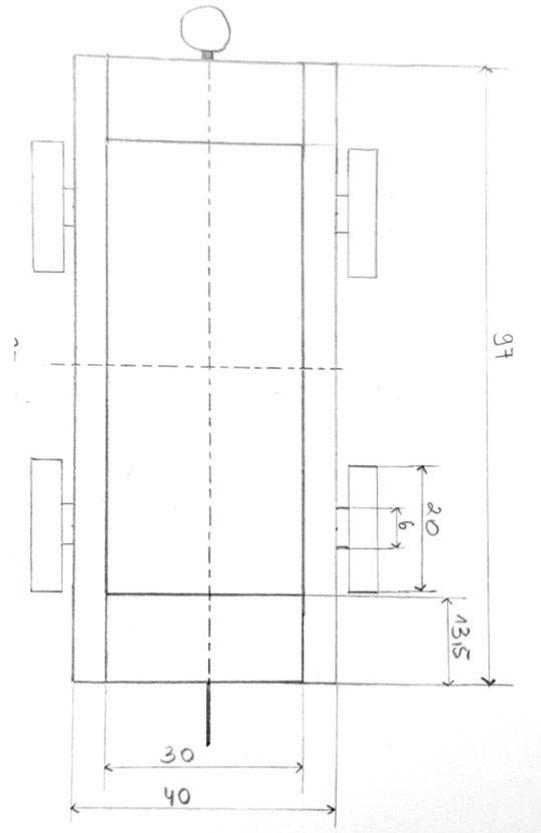


Abbildung 25: Skizze Wagen (Draufsicht)

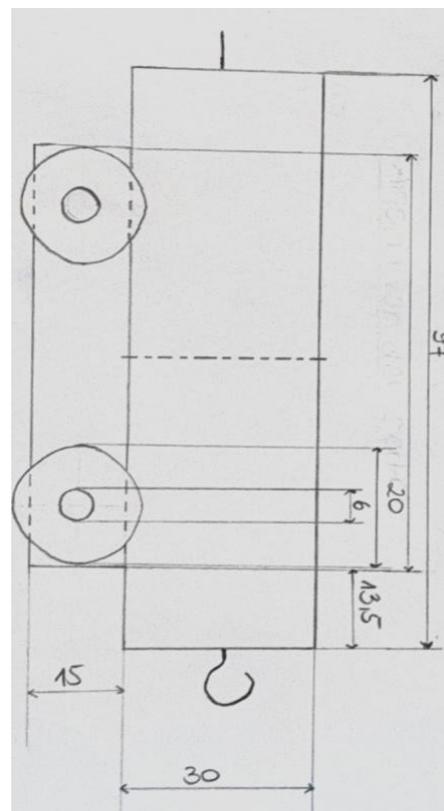


Abbildung 26: Skizze Wagen (Seitenansicht)

Literatur

Barth, K. & Müller, S. (2013). *Mathe aktiv und anschaulich vermitteln: neue Zugänge zu allen Lehrplanthemen der Sekundarstufe I*. Mülheim an der Ruhr: Verlag an der Ruhr.

Götze, D., Selter, C. & Zannetin, E. (2023). *Das KIRA-Buch: Kinder rechnen anders: Verstehen und Fördern im Mathematikunterricht* (3. Auflage.). Hannover: Klett | Kallmeyer.

Hasemann, K. & Gasteiger, H. (2014). *Anfangsunterricht Mathematik*. (F. Padberg, Hrsg.). Berlin, Heidelberg: Springer.

Heinz, F. (2018). *Mathematische Lernspiele Als Diagnostisches Instrument: Spiele Im Heterogenen Mathematikunterricht der Grundschule Zur Erfassung Von Lernhürden* (Perspektiven der Mathematikdidaktik Ser). Wiesbaden: Spektrum Akademischer Verlag.

Kohl, C. (2022). *Gefährdungsbeurteilung und Erste Hilfe: Eine Lehrhandreichung zur Arbeit in Schulwerkstätten unter besonderer Berücksichtigung der Holztechnik. Potsdamer Beiträge zur Innovation des Sachunterrichts*. Universitätsverlag Potsdam.

Scherer, P. & Moser Opitz, E. (2010). *Fördern im Mathematikunterricht der Primarstufe* (Mathematik Primarstufe und Sekundarstufe I + II). (F. Padberg, Hrsg.). Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.

Ministerium für Bildung, Jugend und Sport des Landes Brandenburg (2023). *Rahmenlehrplan Teil C Mathematik, Jahrgangsstufen 1-10*.

Anhang

1. Berechnung der Materialkosten für 20 Schüler*innen:

2x Rechteckleiste, Kiefer roh (900mm x 30mm x 13,5 mm)	ca. 7 €
6x Rechteckleiste, Kiefer roh (900mm x 30mm x 5mm)	ca. 12 €
4x Rechteckleiste, Kiefer roh (900mm x 15mm x 5mm)	ca. 6 €
2x Rundstab, Buche roh (Ø 6mm, L: 1000mm)	ca. 3 €
1x Rundstab, Buche roh (Ø 20mm, L: 1000mm)	ca. 4 €
20x Ringschraube (12mm x 4mm)	ca. 1 €
20x Schraubhaken (8mm x 5mm)	ca. 1 €
200x Spielfiguren (24mm x 12mm)	ca. 15 €
2x Prickelfilz (200mm x 150mm x 9mm)	ca. 5 €
<hr/>	
	= 54 €

→ 54 €: 20 = 2,70€ pro Kind