



Schleswig-Holstein. Der echte Norden.

Ausbildungsveranstaltungen **Technik**

Mehrfachfertigungen und Vorrichtungen

Fertigungen

Fertigungsprozess: [Die] „Gesamtheit aller auf einen Arbeitsgegenstand bezogenen und aufeinanderfolgenden Arbeitsvorgänge zur schrittweisen Überführung von einem Anfangs- in einen Endzustand.“

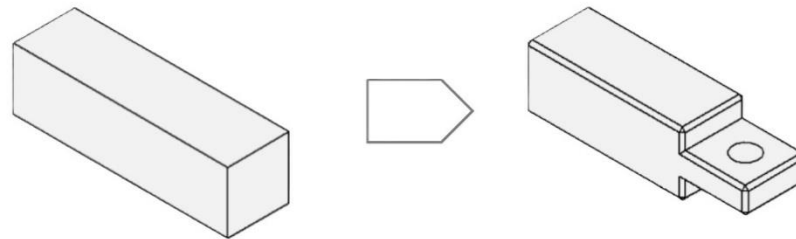
s. Awiszus et.al., 2012

Beispiele: Fertigung...

- einer Holzfigur



- eines Schlüsselanhängers



- einer Bernsteinkette



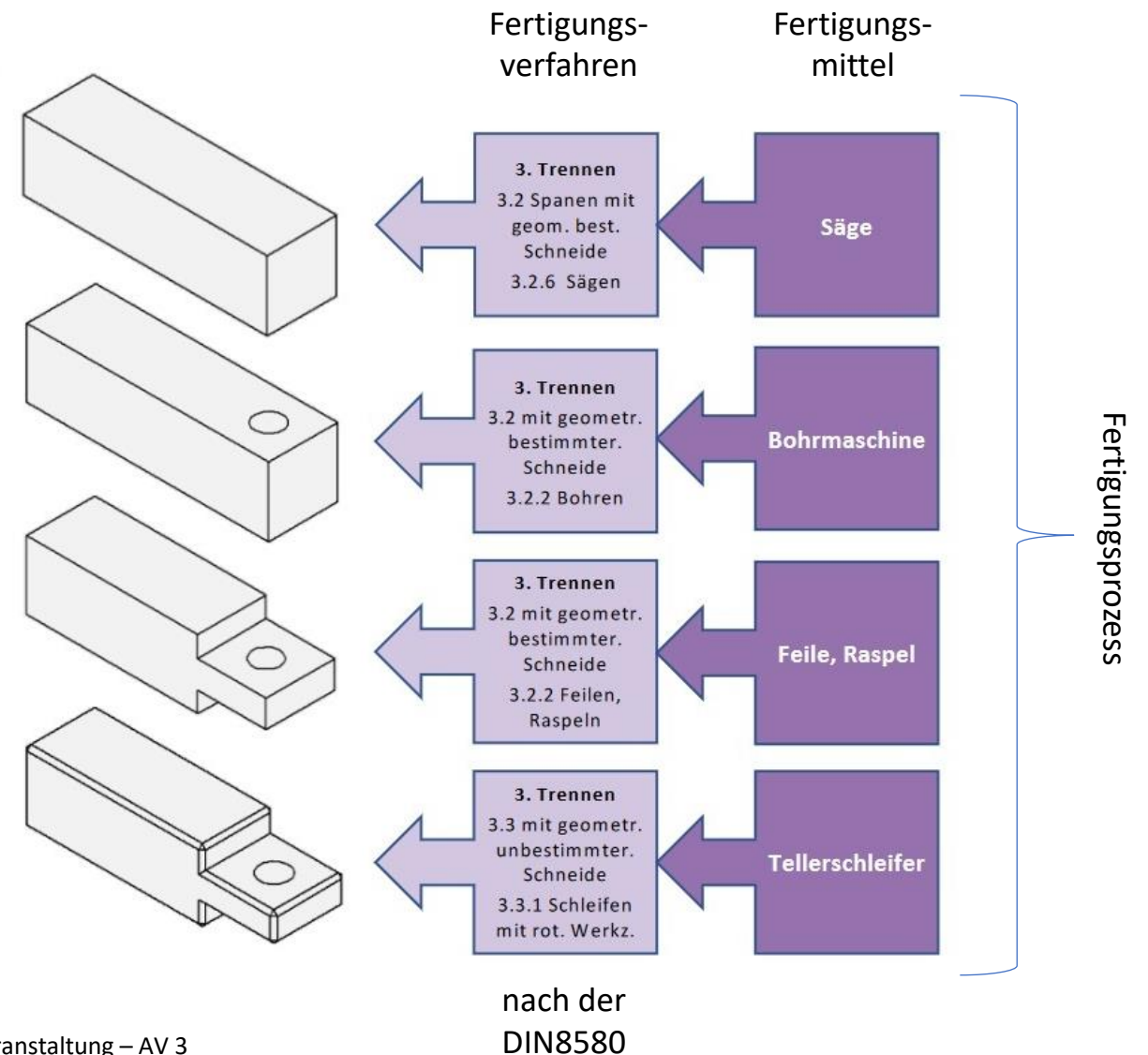
Fertigungen

Fertigungsverfahren: [Die] „Technische Anwendung naturwissenschaftlicher Effekte und Wirkprinzipien“

s. Awiszus et.al., 2012

Fertigungsmittel: [Alle] „Mittel zur Änderung von Form, Substanz oder Gefügezustand (Werkzeugmaschinen, Vorrichtungen, Werkzeuge, u.a.)“

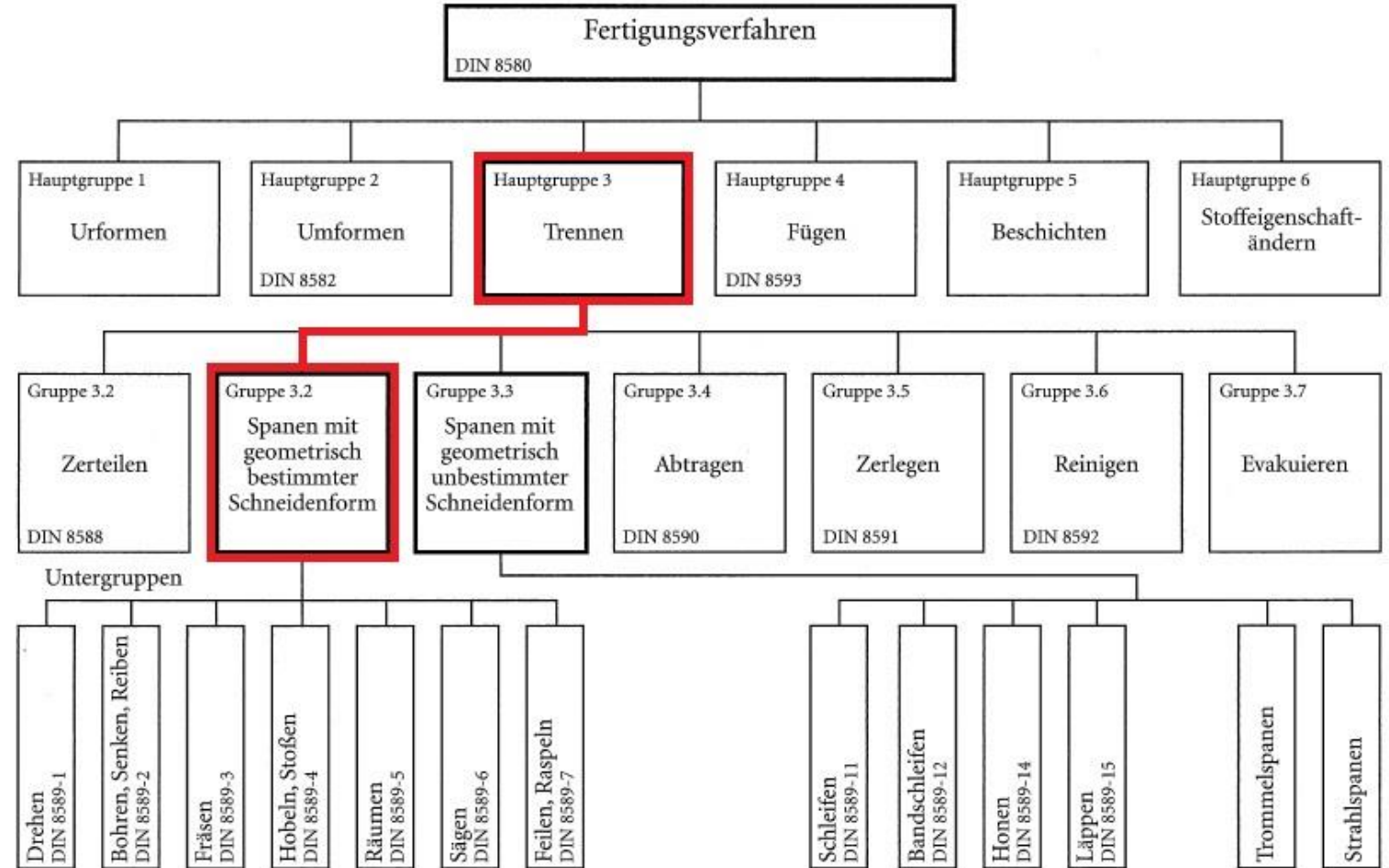
s. Awiszus et.al., 2012



Exkurs: DIN8580

Nach der **DIN 8580** werden die Fertigungsverfahren in sechs Hauptgruppen geordnet:

- Urformen
- Umformen
- Trennen
- Fügen
- Beschichten
- Stoffeigenschaften ändern

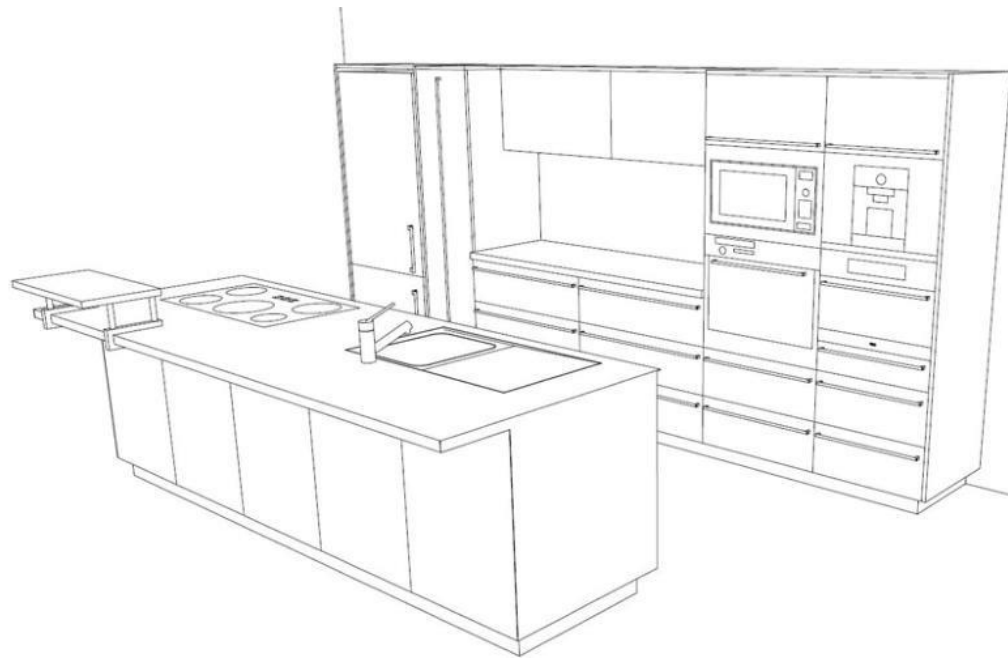


<http://www.matthiashertel.de/Technologien/technologien.html>, Stand: 18.09.2024, 16:45

Fertigungsarten

Die Fertigungsart beschreibt, wie Produkte produziert werden. Man unterscheidet zwischen **Einzelfertigungen** und **Mehrfachfertigungen** (Serienfertigung und Massenfertigung).

Beispiel einer Einzelfertigung:



Inhaltsbezogene Kompetenzen im Handlungsfeld:

Arbeit und Produktion

Im Rahmen technischer Problemlösungen setzen sich die Schülerinnen und Schüler mit Geräten sowie Maschinen der Arbeitswelt und der Produktion auseinander. Sie

verstehen einfache, grundsätzliche Funktionszusammenhänge. In diesem Handlungsfeld ist die Nutzung außerschulischer Lernorte (Industrie- und Handwerksbetriebe, Betriebe der Land- und Forstwirtschaft ...) eine wichtige Erweiterung des schulischen Bildungsangebots.

Zu den inhaltsbezogenen Kompetenzen dieses Bereichs zählen:

	Die Schülerinnen und Schüler ...
Verfahren	• vergleichen verschiedene Arbeitsbereiche. • vergleichen verschiedene Produktionsprozesse. • unterscheiden Einzel- und Serienfertigung.

s. Fachanforderungen Technik
Primarstufe/Grundschule (2021), S.15

Arbeit und Produktion	• Arbeits- und Fertigungsprozesse (Planung, Durchführung, Bewertung, Optimierung ...) in verschiedenen Bereichen des Handwerks bzw. der Industrie • Organisationsformen der Fertigung wie Einzel- und Serienfertigung (Spielzeuglokomotive, Modellfahrzeuge ...)
-----------------------	--

s. Fachanforderungen Technik
Primarstufe/Grundschule (2021), S.18

Vergleich der Fertigungsarten

Einzelfertigung	Serienfertigung	Massenfertigung
		
Einmalige Herstellung eines Produkts (meist auf Bestellung), z.B. Möbel, Brücken, ...	Begrenzte Herstellung unterschiedlicher Produkte auf gleichen oder verschiedenen Produktionsanlagen, z.B. Möbel, Autos, ...	Unbegrenzte Herstellung eines Produkts, z.B. Schrauben, Nägel, Getränke, Gummibärchen
Vorteile: - schnelle Anpassungen - Eingehen auf individuelle Bedürfnisse	Vorteile: - niedrige Stückkosten - Anwendungen von Universalmaschinen	Vorteile: - sehr niedrige Stückkosten
Nachteile: - hohe Stückkosten - oftmals nur ein Produkt gleichzeitig - kaum Vorrichtungen	Nachteile: - hoher Kapitalbedarf (Nachfrage) - keine kurzfristigen Anpassungen	Nachteile: - sehr hoher Kapitalbedarf - Anpassungen an veränderter Nachfrage sehr schwierig

Fertigungsorganisationen

Das Ablaufprinzip einer Fertigungsorganisation beschreibt die Art und Weise, wie die Produktfertigung organisiert ist.

Prinzip	Flexibel?	Flussgerecht?	Tauglichkeit für	Fertigungsart
Baustellenfertigung	Teilweise	[kein Fluss]	Ortsgebundene Objekte	Einzel-/ Kleinstserienfertigung
Werkstattfertigung	Ja (sehr)	Nein	Variantenreichtum, Auftragsschwankungen	Einzel-/ Kleinserienfertigung
Gruppenfertigung	Teilweise	Teilweise	Bauteilgruppen	Klein-/Mittel-/ Großserienfertigung
Linien-/ Reihenfertigung	Nein – hoher Investitionsbedarf	Ja (besonders Linien)	Sehr hohe Stückzahlen, wenig Diversifikation, geringe Auftragsschwankungen	Großserien-/ Massenfertigung

<https://www.der-wirtschaftsingenieur.de/index.php/fertigungsmittelanordnung/>, Stand: 18.09.2024, 17:45

Einzel- und Mehrfachfertigung in der Schule

Einzelfertigung: Häufiger bei Fertigungen

Schülerinnen und Schüler führen jeden Schritt des Fertigungsprozesses an ihrem Werkstück durch.

- viele unterschiedliche Kompetenzen werden erworben
- Arbeit ist abwechslungsreich
- das fertige Werkstück kann mitgenommen werden → keine „Reste“ im Technikraum

Serienfertigung: Seltener bei Fertigungen

Schülerinnen und Schüler führen (oft) nur einen Schritt des Fertigungsprozesses durch.

- alle erwerben unterschiedliche Kompetenzen
- Arbeit wird schnell monoton
- massenhaft Werkstücke im Technikraum

Einzel- und Mehrfachfertigung in der Schule

Fazit:

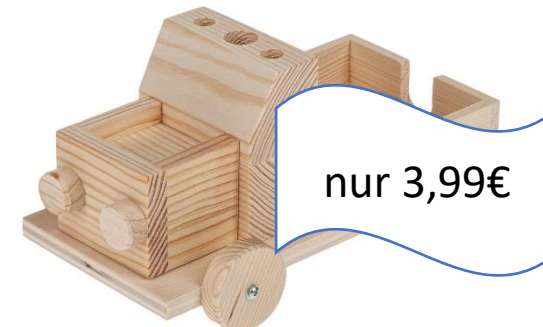
Einer Mehrfachfertigung sollte eine Einzelfertigung voran gestellt sein.

- alle durchlaufen jeden Schritt eines Fertigungsprozesses
- alle erkennen ihre Stärken und Schwächen/ finden ihre Lieblingsstation
- dient zur Erkenntnis für die Notwendigkeit von Serienfertigungen
- Ideen für Vorrichtungen können gesammelt werden

Die Serienfertigung sollte nicht mehrere Wochen dauern.

Es muss ein Endprodukt gefunden werden, für das es eine Nachfrage gibt!

(Das Produkt sollte nicht billiger sein, als die Rohstoffkosten.)



Unterrichtsidee #1 (von Stefan, GS am Schwentinepark)

Bernstein-Manufaktur Munkbrarup



Prozessbezogene Kompetenzen

Nutzen

Verstehen

Kommunizieren

Herstellen

Bewerten

Inhaltsbezogene Kompetenzen

Freizeit und
Haushalt

Arbeit und
Produktion

Information und
Kommunikation

Versorgung
und
Entsorgung

Bauen und
gebaute Umfeld

Transport und
Verkehr

Medienkompetenz

Suchen,
Verarbeiten und
Aufbewahren

Kommunizieren
und Kooperieren

Produzieren und
Präsentieren

Schützen und
sicher Agieren

Problemlösen
und Handeln

Analysieren
und
Reflektieren

Kurzbeschreibung

Die Schülerinnen und Schüler stellen in Einzel- und Serienfertigung Bernsteinschmuck her und vergleichen die jeweiligen Vor- und Nachteile der Fertigungsverfahren und -prozesse, die fortlaufend analysiert und optimiert werden. Durch das Marketing und den Verkauf des Bernsteinschmucks können auch ökonomische Aspekte thematisiert werden.

Die Bernstein-Manufaktur

Bausteine/ Unterrichtsinhalte

- Baustein 1: Einführung in das Material Bernstein – Wir nutzen das Internet, um uns über Bernsteine, ihre Eigenschaften und ihre Bearbeitung zu informieren
- Baustein 2: Einzelfertigung einer Bernsteinkette durch die Anwendung spanabtragender Fertigungsverfahren Schleifen und Polieren – Wir fertigen eine Bernsteinkette mithilfe von Schleifpapier und Zahnpasta
- Baustein 3: Vergleich Einzel- und Serienfertigung – Wie arbeiten große Manufakturen? Wir organisieren uns als Betrieb und verteilen Aufgaben
- Baustein 4: Wir stellen unseren Bernsteinschmuck im Schaukasten aus und designen Flyer und Poster für den Verkauf

Baustein 1 – Einführung in das Material Bernstein

Lederband durch das
Loch fädeln

mit grobem
Schleifpapier schleifen

mit Zahnpasta
polieren

Allgemeines über Bernstein



vorsichtig das
Loch bohren

mit feinem Nass-
Schleifpapier schleifen

auf Echtheit
überprüfen

Baustein 2 – Einzelfertigung einer Bernsteinkette

Idee für
einen AB in
Klasse 1/2

Löcher werden vorher von der LK gebohrt →

Ich fertige eine Bernsteinkette		
1	☐ Auf Echtheit überprüfen	
	Mein Bernstein schwimmt im Salzwasser.	sieht unter UV-Licht gelblich oder hellgrün aus.
	 ☐	 ☐
2	☒ Vorsichtig das Loch bohren	
3	☐ Mit grobem Schleifpapier schleifen	
4	☐ Mit feinem (Nass-)Schleifpapier schleifen	
5	☐ Mit Zahnpasta polieren	
6	☐ Band durch das Loch fädeln	



Baustein 2 – Einzelfertigung einer Bernsteinkette



Equipment:

- Dremel-Multifunktionswerkzeug
(z.B. Dremel 3000, oft im Angebot für <50€)
- Dremel Schraubstock
(z.B. Dremel 2500 Multi Vise, oft im Angebot für <30 €)
- $\varnothing$ 1,6mm Bohrer für ein 1mm Band
(z.B. Bosch Professional HHS Metallbohrer;
10er Pack für <10€)
- Schutzbrille
- Gehörschutz



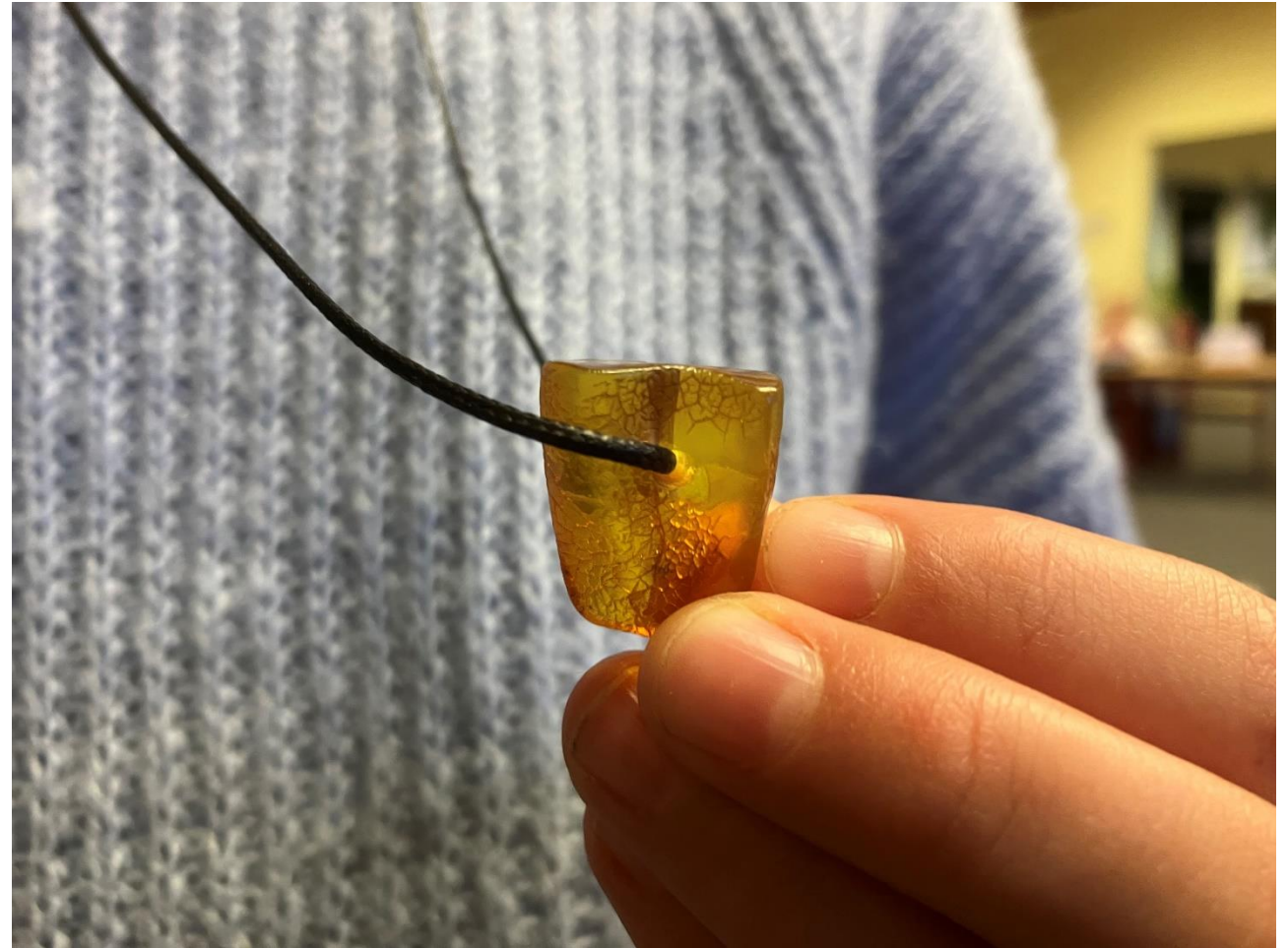
Baustein 2 – Einzelfertigung einer Bernsteinkette

Jedes Kind soll für die anschließende Serienfertigung die Schritte

- grob schleifen,
- fein schleifen,
- polieren und
- auffädeln

durchgeführt haben.

Dabei können die Schülerinnen und Schüler auf Optimierungen achten und ihre Lieblingsstation finden.



Baustein 3 – Durchführung einer Serienfertigung



Jede Stunde werden 2 Kinder zum „Chef“ der Bernsteinmanufaktur ernannt.

Die Aufgaben:

- die anderen „Jobs“ bestmöglich unter den anderen zu verteilen
- darauf achten, dass der Produktionsfluss nicht stoppt
- nebenbei für die Qualitätskontrolle sorgen
- Lehrkraft nimmt den Job des Bohrers ein und wird Teil des Teams



Baustein 3 – Durchführung einer Serienfertigung

Im Laufe der Unterrichtseinheit können noch weitere Produkte und somit Jobs ergänzt werden.

→ z.B. DIY-Sets für Bernsteinketten mit den Jobs „Verpacker“ und „Schreiber“ für die Anleitungen.

Anleitung: deine eigene Bernsteinkette	
1 ☐	Mit grobem Schleifpapier schleifen bis die Witterungskruste entfernt ist und der Bernstein die gewünschte Form hat. 
2 ☐	Mit feinem (Nass-)Schleifpapier schleifen bis die Oberfläche des Bernsteins schön glatt ist und die Kanten nicht mehr scharf sind. 
3 ☐	Mit Zahnpasta und einem weichen Tuch den Bernstein gründlich polieren bis er im Licht strahlt. 
4 ☐	Zum Schluss das Band vorsichtig durch das Loch fädeln und gut zuknoten, damit der Bernstein nicht von der Kette fällt. Tipp: Ein Doppelknoten hält besser! 

Text stammt von zwei Viertklässlerinnen

Layout aus dem Digi-Unterricht der vierten Klassen

Baustein 4 – Flyer und Poster für den Verkauf



Baustein 4 – Flyer und Poster für den Verkauf



Die Bernstein-Manufaktur

Einmalige Kosten

Ausgaben	
Dremel 3000	44,99€
Dremel Bohrfutter	9,02€
Dremel Multi Schraubstock	29,89€
Aufbewahrungsboxen 4x 12,5L	29,90€
HSS-Bohrer Set, 1,6mm Durchmesser	5,99€
Nass- und Trockenschleifpapier mit unterschiedlichen Körnungen	38,97€
Schnur 1mm Durchmesser, 500m Länge	41,97€
Verpackungsmaterial, 300 Stück	29,67€
Zahnpasta	10,00€
Baltischen Rohbernstein 1kg	273,23€
Gesamtkosten:	513,63€

Einnahmen	
Munkbrarup Winter 2022	480,00€
Munkbrarup Sommer 2023	151,00€
Schwentinental Winter 2023	222,00€
Schwentinental Sommer 2024	249,00€
Gesamteinnahmen:	1102,00€ + nicht Verkauftes

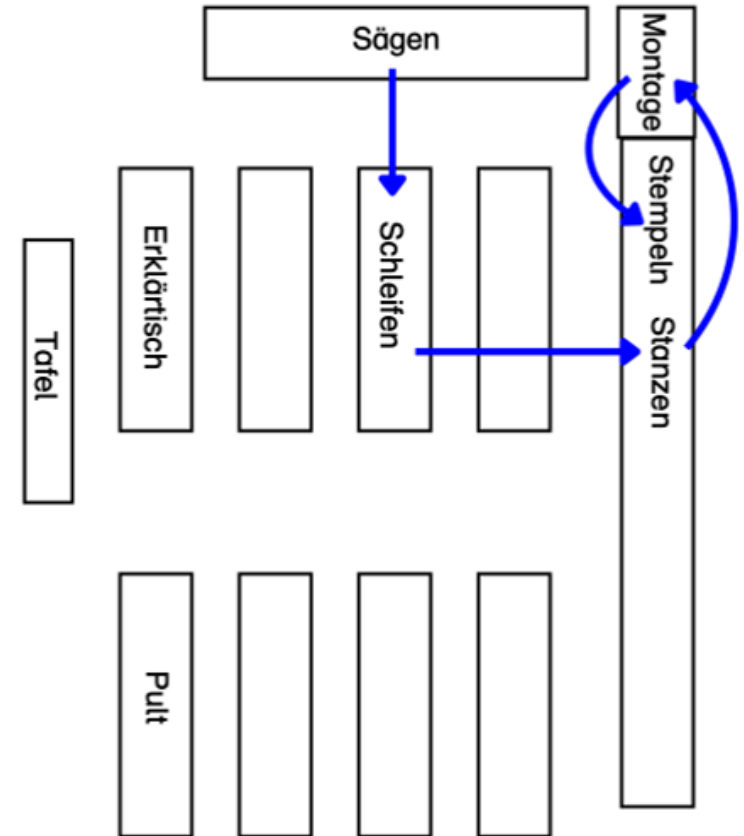
Kosten pro DIY-Bernsteinkette:

Bernstein (2g) :	0,55€
50cm Band:	0,04€
1x Verpackung:	0,10€
Schleifpapierfetzen:	0,05€ (geschätzt)
Anleitung:	0,05€ (geschätzt)
Verschleiß Bohrer	0,01€ (geschätzt)

max. 0,80€

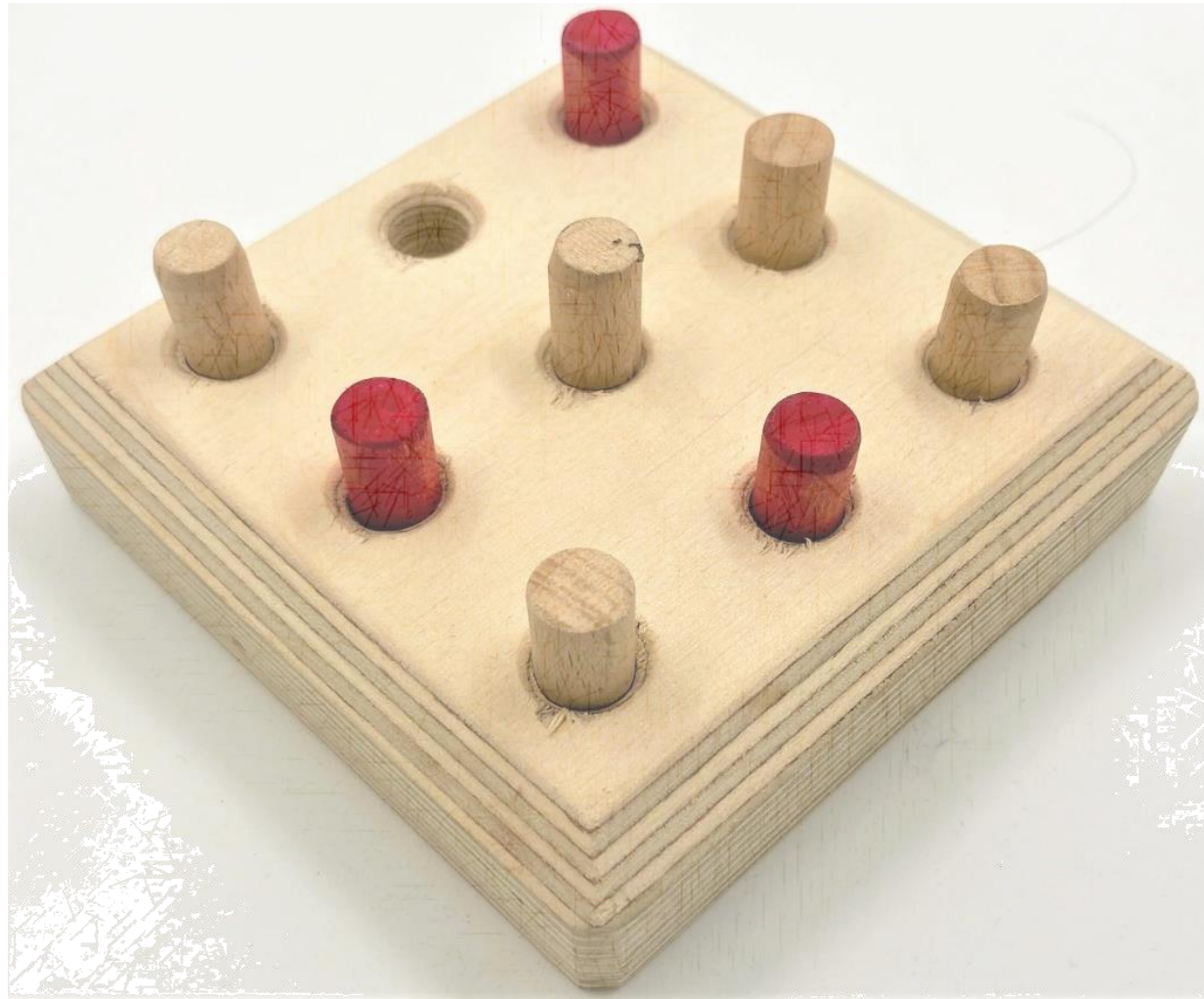
Unterrichtsidee #2 (von Tom Zietz, Schule am Heidenberger Teich)

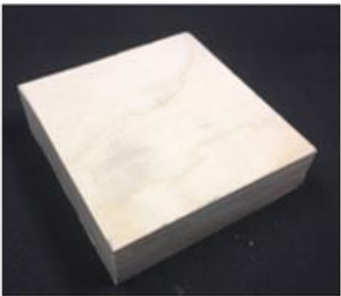
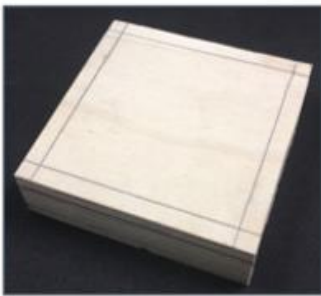
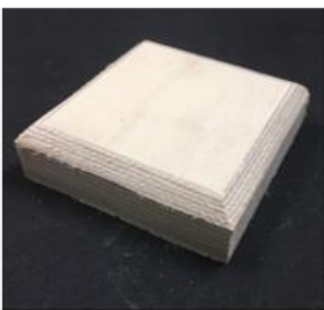
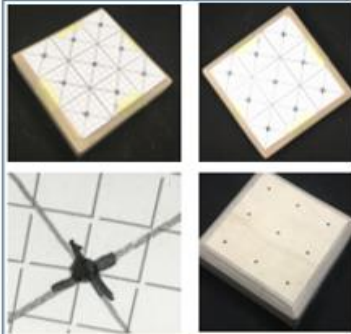
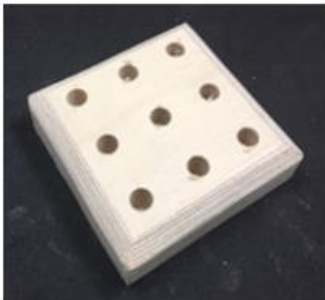
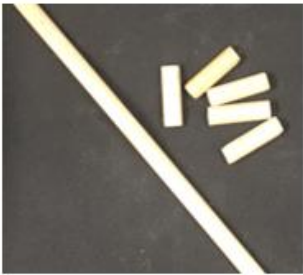






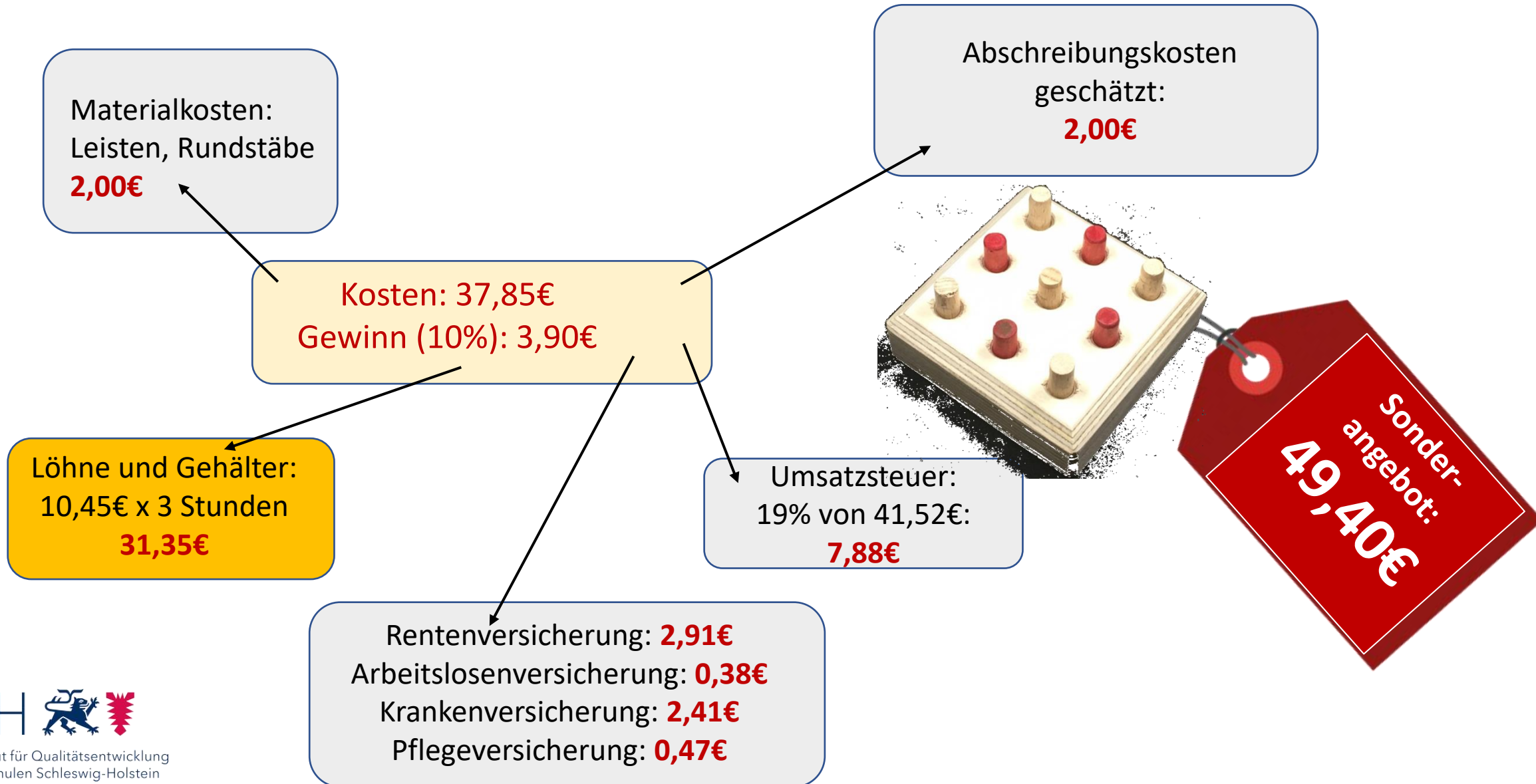
Unterrichtsidee #3 (von Dirk, Anne-Frank-Schule Bargteheide)



1. Länge (100mm) anreißen 	2. Sägen 	3. Obere Phasen anreißen 	4. Raspeln und Feilen 	5. Bohrungen anreißen 	6. Bohren 
Zeit: 6 min	Zeit: 8 min	Zeit: 10 min	Zeit: 20 min	Zeit: 17 min	Zeit: 18 min
7. Bohrungen senken 	8. Schleifen 	9. Spielsteine sägen 	10. Spielsteine schleifen und teilweise einfärben 	11. Ölen 	
Zeit: 5 min	Zeit: 16 min	Zeit: 15 min	Zeit: 15 min	Zeit: 10 min	

Arbeitszeit:
 140 min
 Vor- und Nachbereitung:
 40 min
 Gesamt:
ca. 3 Stunden

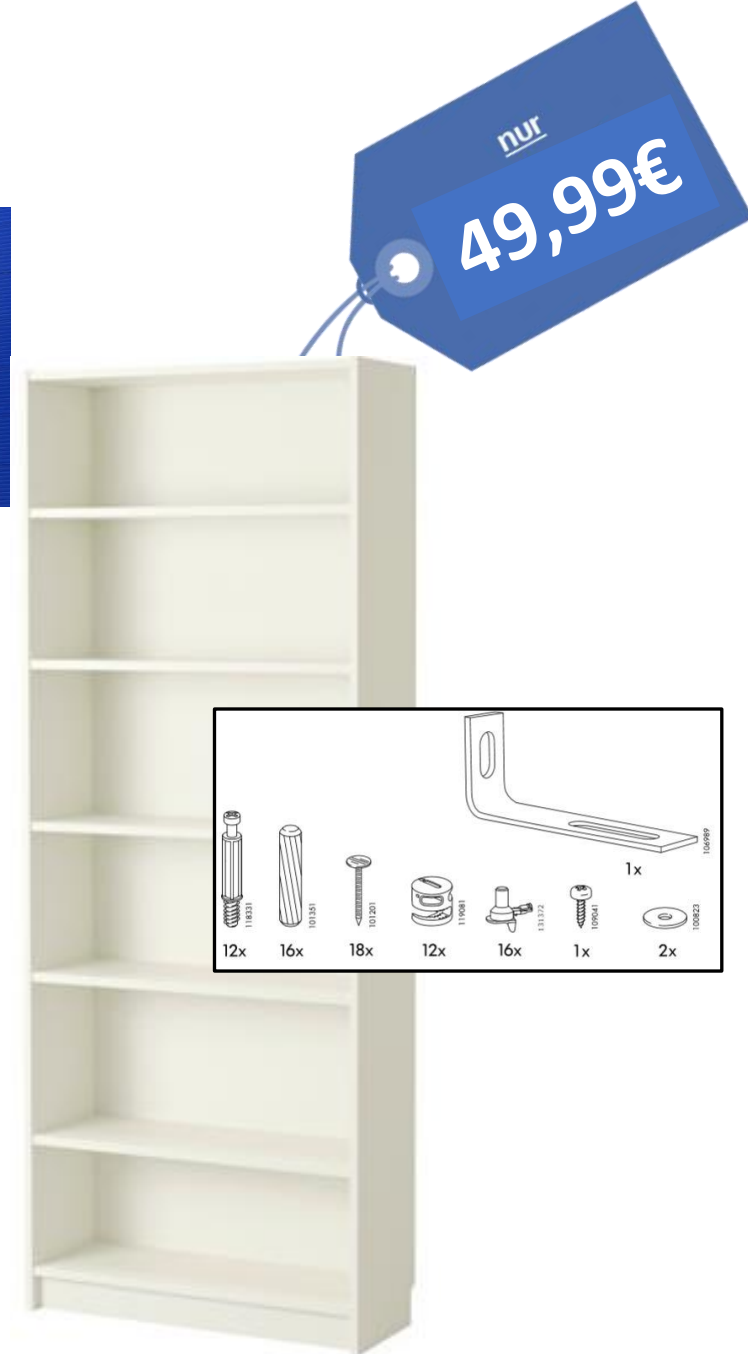
Wir bestimmen die Kosten für das Produkt



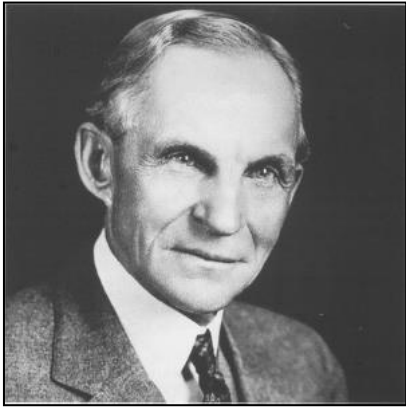


BILLY Bücherregal

Breite: 29 cm
Höhe: 13 cm
Länge: 206 cm
Gewicht: 36kg



Historischer Kontext

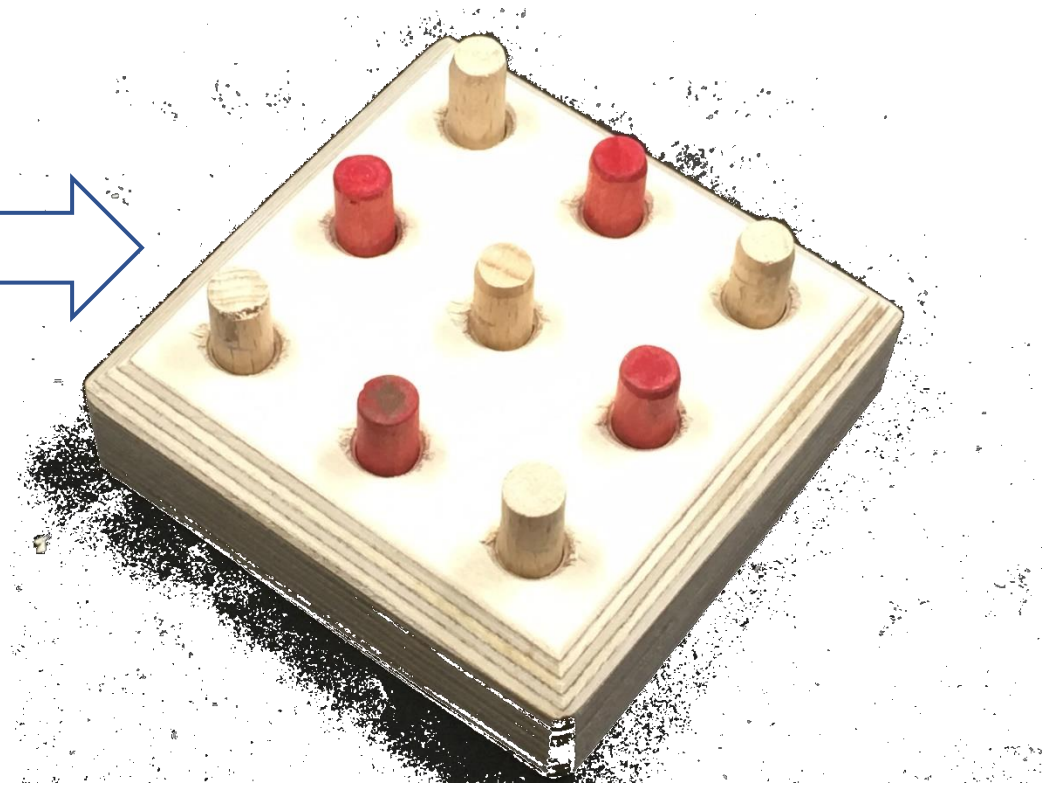


Henry Ford-1925 – Fließbandfertigung von Automobilen:

„Die früher von nur einem Arbeiter verrichtete Zusammensetzung des Motors zerfällt heute in 48 Einzelverrichtungen und die betreffenden Arbeiter leisten das Dreifache von dem, was früher geleistet wurde...“



Fazit

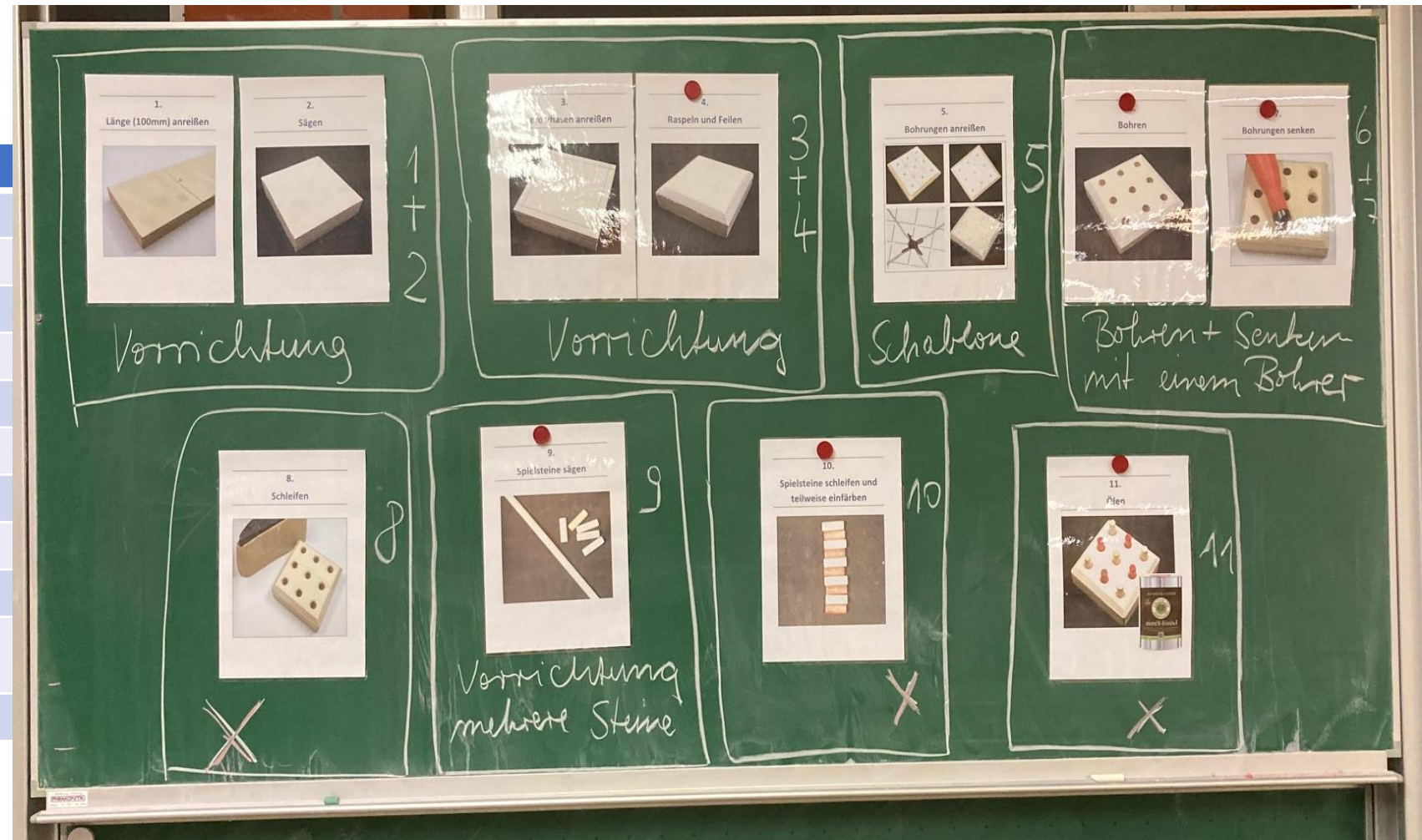


- Wir müssen den Preis reduzieren.
- Wir müssen die Arbeitszeit verkürzen.
- Wir müssen das Produkt arbeitsteilig herstellen.
- Wir müssen Arbeitsschritte einsparen.

Arbeitsauflaufplan

Nr	Arbeitsschritt	t/min	Plätze
1	Länge (100mm) anreißen	6	1
2	Sägen	8	1
3	Obere Phasen anreißen	10	2
4	Raspeln und feilen	20	4
5	Bohrungen anreißen	17	3
6	Bohren	18	3
7	Bohrungen senken	5	1
8	Schleifen	16	3
9	Spielsteine sägen	15	3
10	Spielsteine schleifen und einfärben	15	3
11	Ölen	10	2

26 Arbeitsplätze?

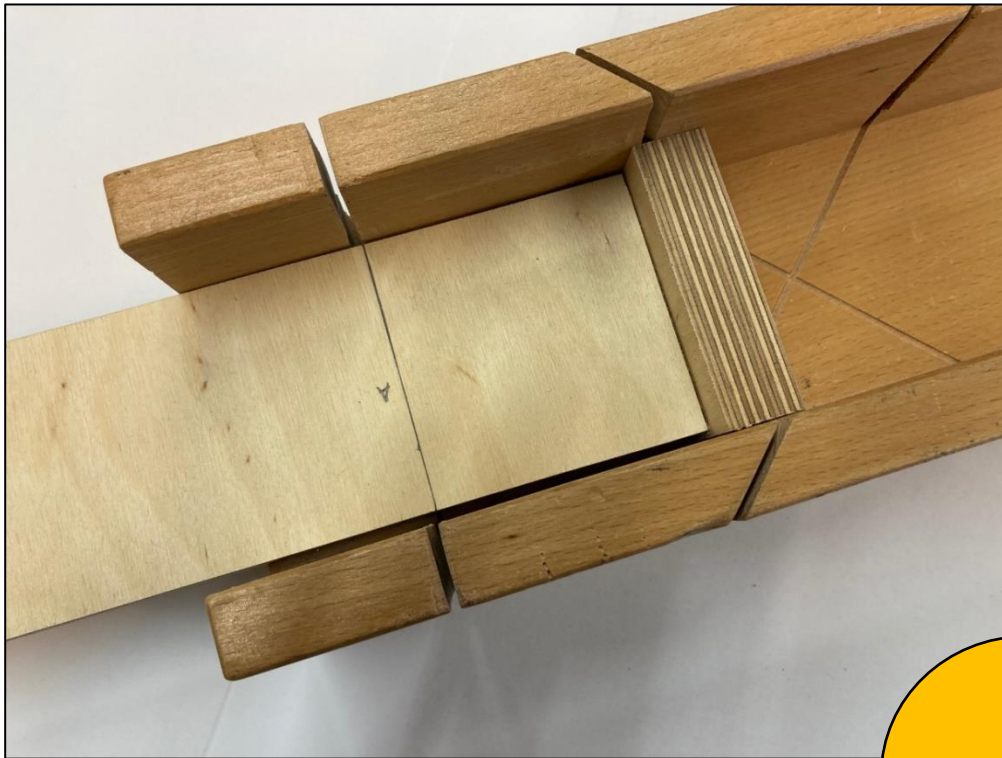


Vorrichtungen planen und herstellen

- Messen und Anreißen rationalisieren
- Mehrere Einzelteile gleichzeitig fertigen
- Bearbeitungsfehler minimieren
- Sicherheit erhöhen
- Differenzierungsmöglichkeiten

1	Länge anreißen	6 min	Sägevorrichtung	1
2	Sägen	8 min		

Arbeitszeit alt:
14 min
Arbeitszeit neu:
5 min
Einsparung:
9 min

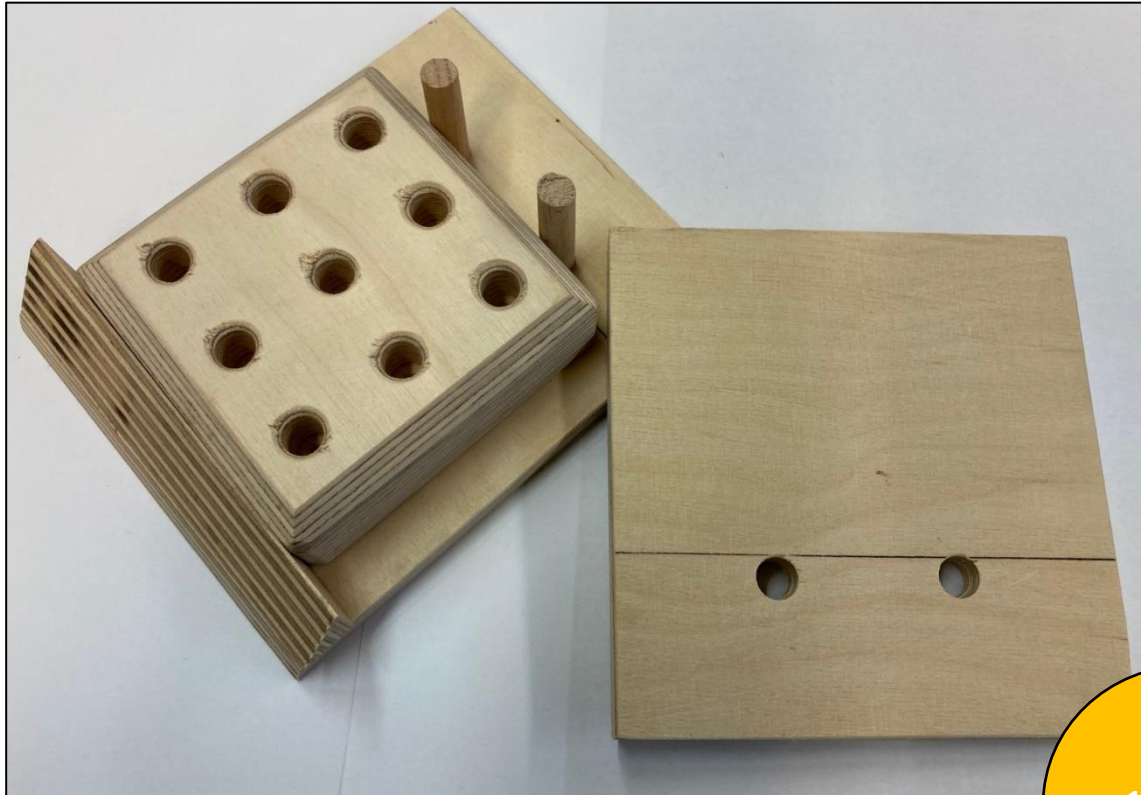


5 min

3	Obere Phasen anreißen	10 min	Schablone herstellen
4	Raspeln und Feilen	20 min	

2

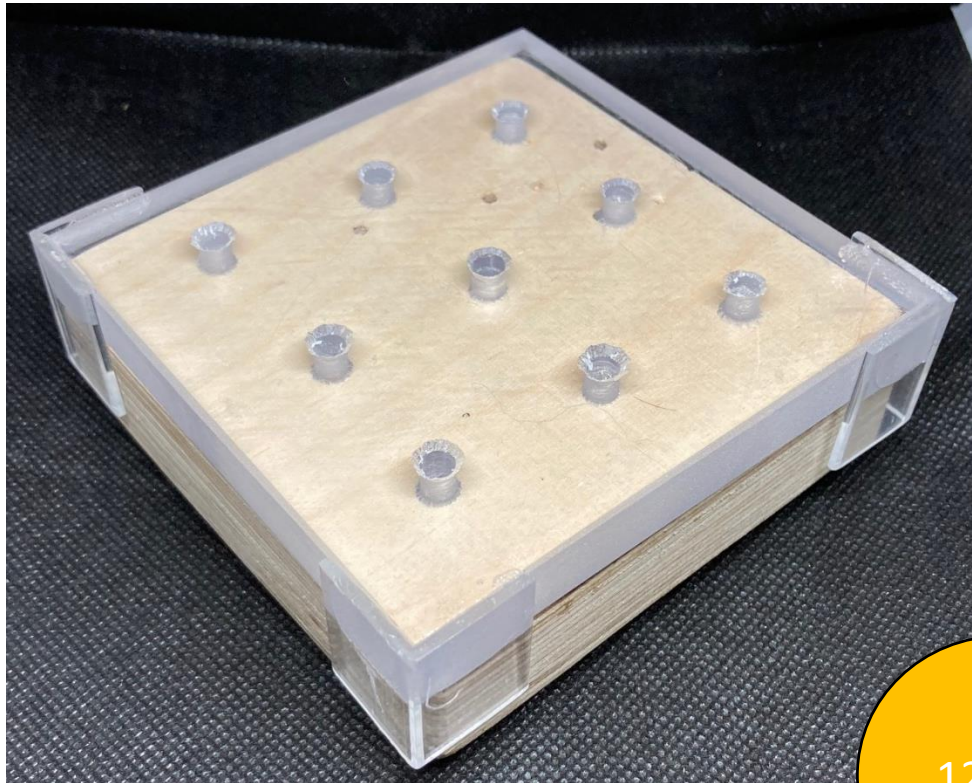
Arbeitszeit alt:
30 min
Arbeitszeit neu:
12 min
Einsparung:
18 min



18 min

5	Bohrungen anreißen	17 min	Bohrschablonen	3
---	--------------------	--------	----------------	---

Arbeitszeit alt:
17 min
Arbeitszeit neu:
5 min
Einsparung:
12 min

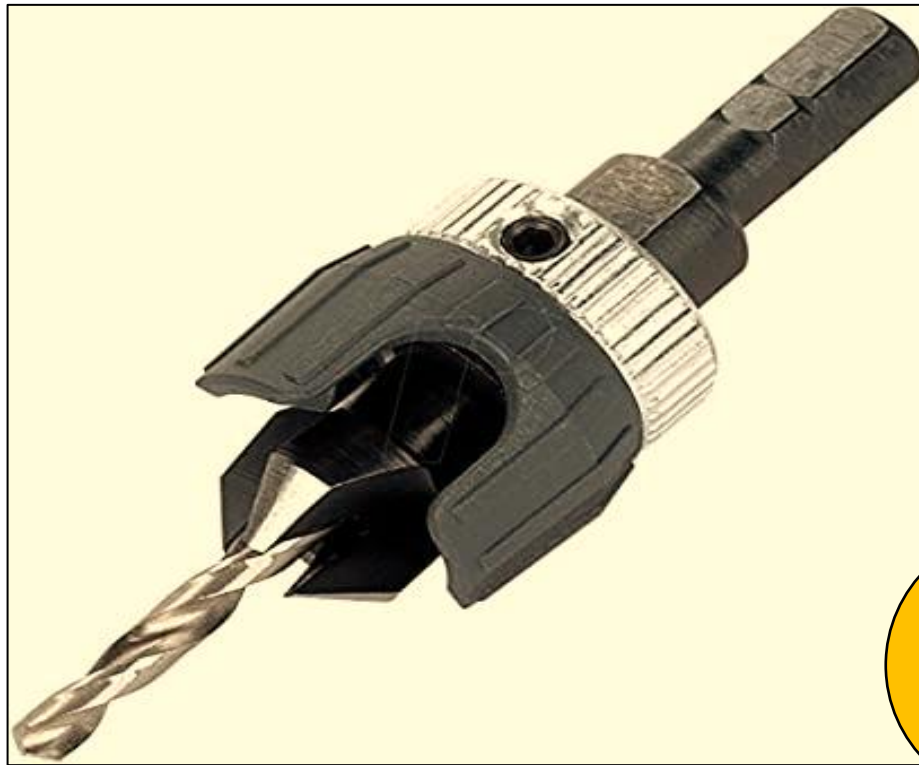


12 min

6	Bohren	18 min	Bohren und Senken in einem Arbeitsschritt
7	Bohrungen senken	5 min	

4

Arbeitszeit alt:
23 min
Arbeitszeit neu:
16 min
Einsparung:
7 min

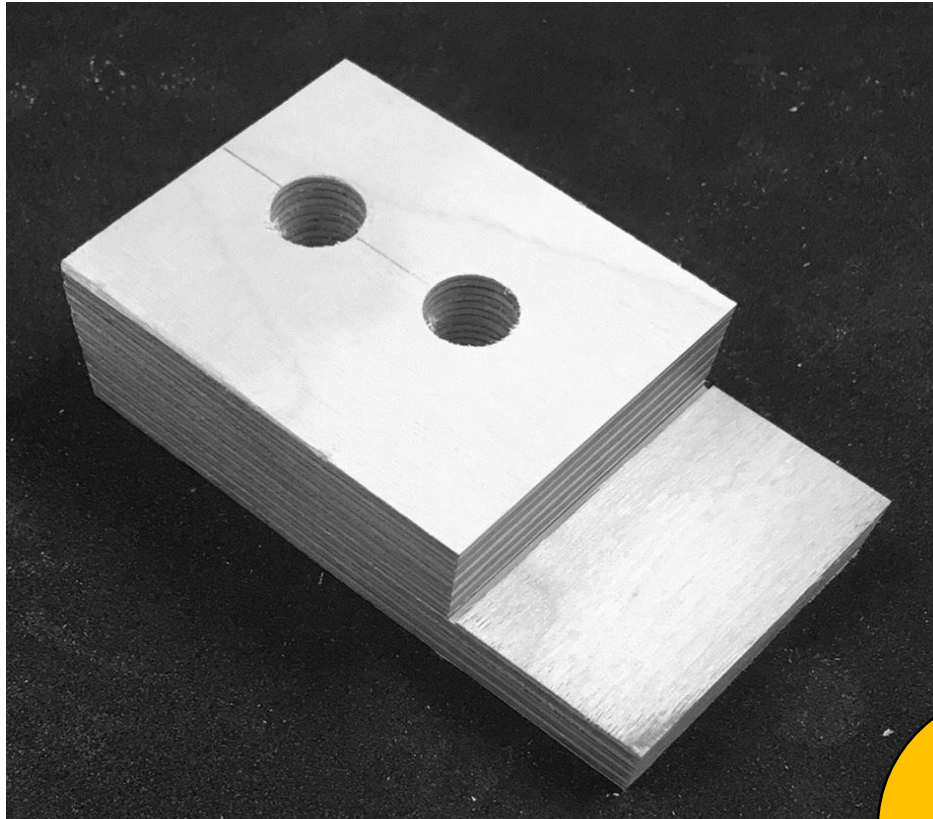


16 min



9	Spielsteine sägen	15 min	Sägevorrichtung	5
---	-------------------	--------	-----------------	---

Arbeitszeit alt:
15 min
Arbeitszeit neu:
5 min
Einsparung:
10 min



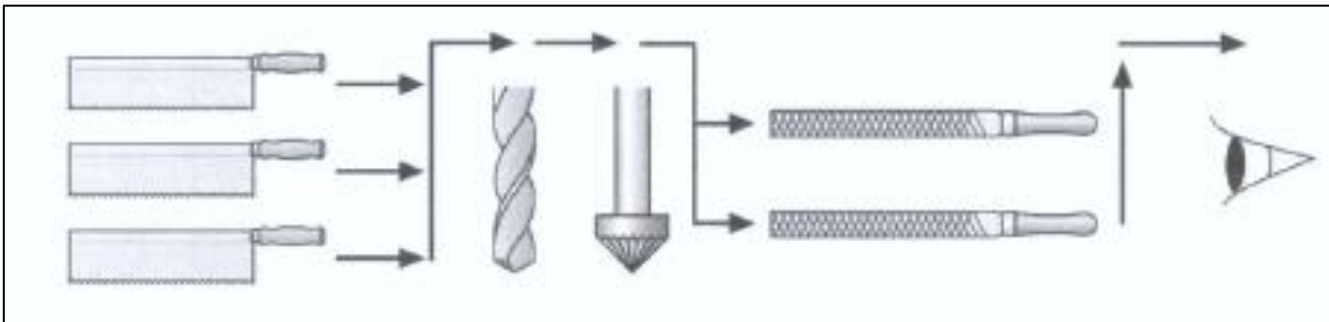
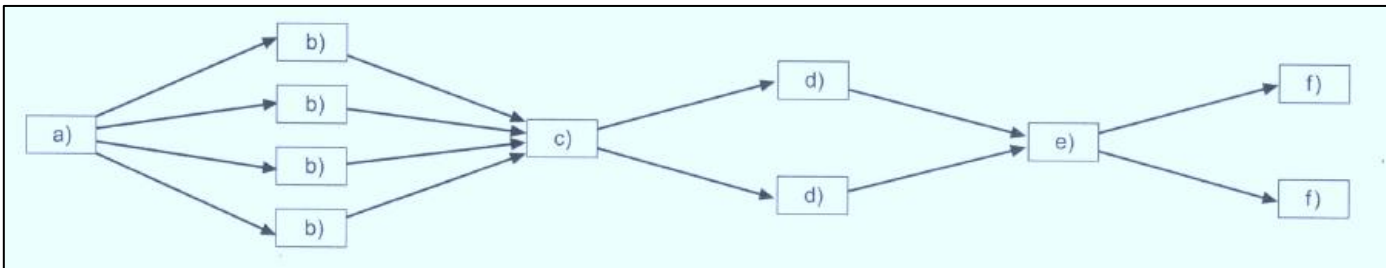
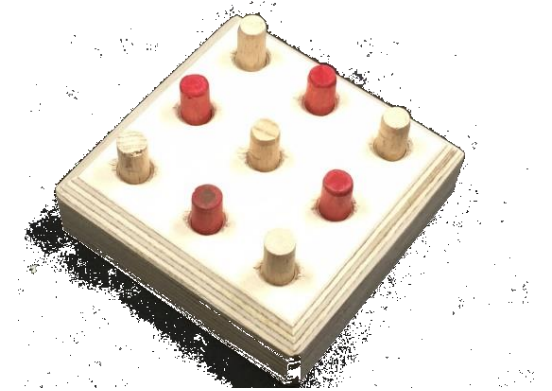
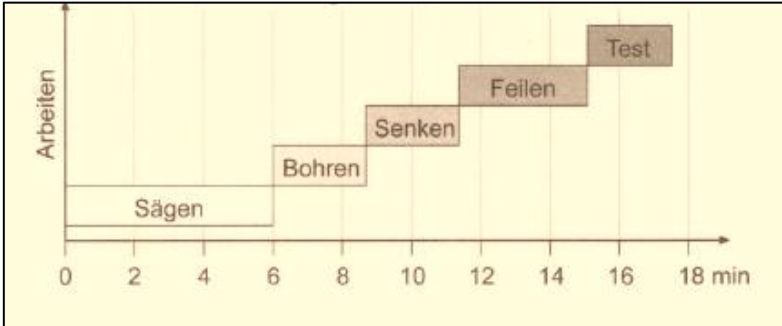
10 min

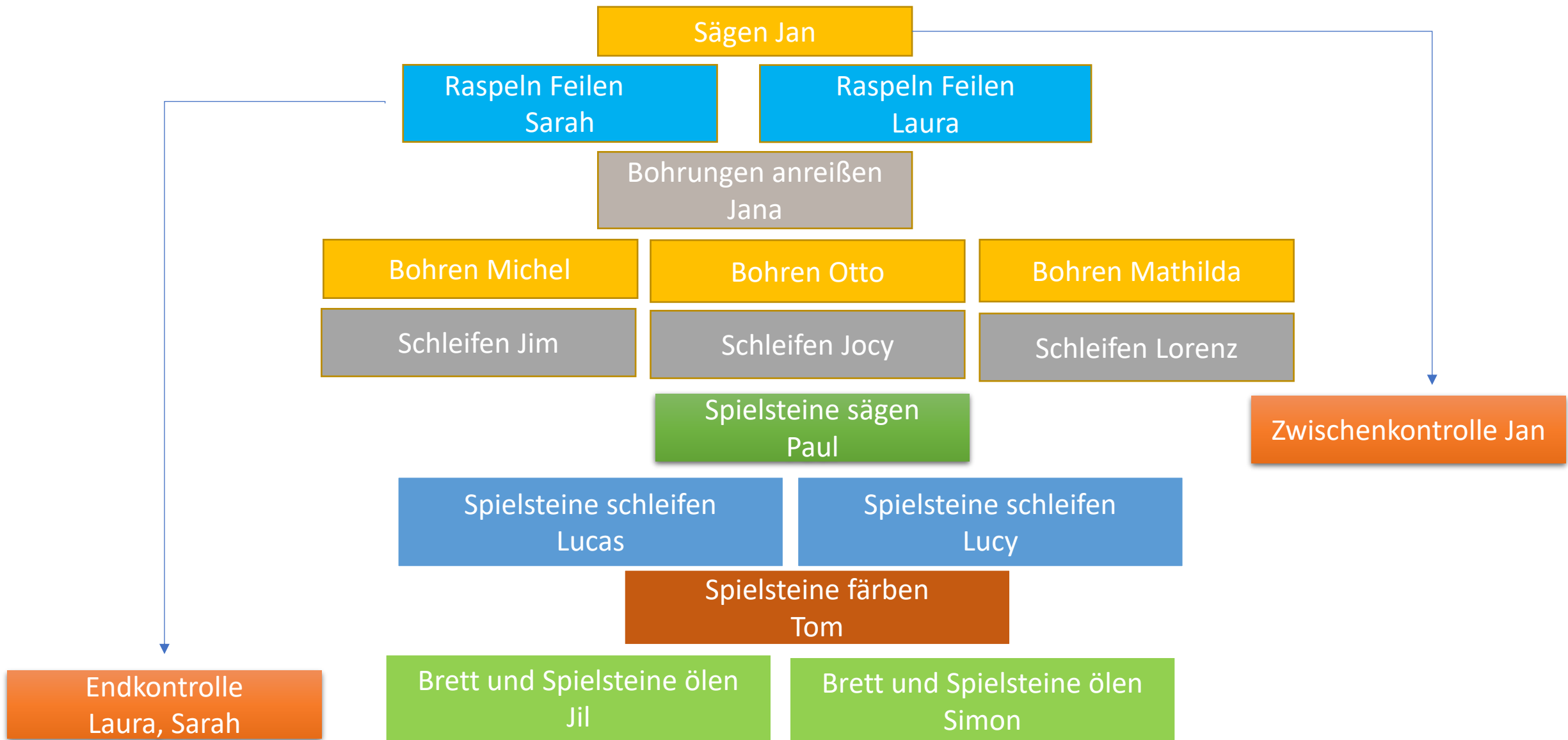
Nr.	Arbeitsschritt	Zeit	Maßnahme	Zeit neu - Arbeitsplätze
1	Länge anreißen	6 min	Sägevorrichtung 1	5 min - 1
2	Sägen	8 min		
3	Obere Phasen anreißen	10 min	Schablone herstellen 2	12 min - 2
4	Raspeln und Feilen	20 min		
5	Bohrungen anreißen	17 min	Bohrschablonen 3	5 min - 1
6	Bohren	18 min	Bohren und Senken in einem Arbeitsschritt 4	16 min - 3
7	Bohrungen senken	5 min		
8	Schleifen	16 min		16 min - 3
9	Spielsteine sägen	15 min	Sägevorrichtung 5	5 min - 1
10	Spielsteine schleifen und einfärben	15 min		15 min - 3
11	Ölen	10 min		10 min - 2

16 Arbeitsplätze

Arbeitszeit alt:
140 min
 Arbeitszeit neu:
84 min
 Einsparung:
ca. 1 Stunde pro Spiel

Dokumentation (zeitlicher) Abläufe

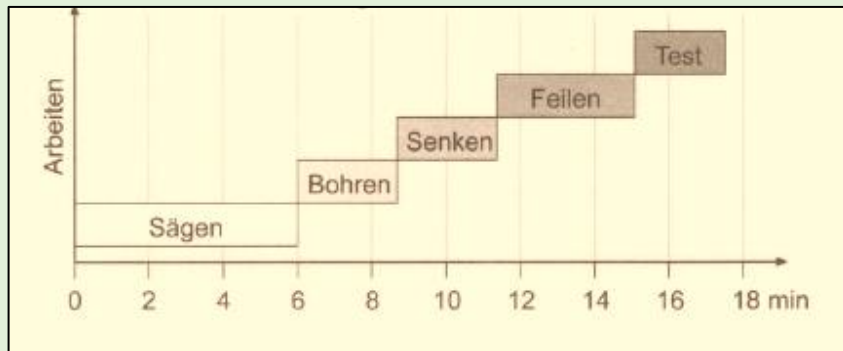




Probelauf und Evaluation

Ökonomische Aspekte

- Materialfluss
- Auslastung der Arbeitszeit
- Qualität der einzelnen Arbeiten
- Laufwege
- Transportwege



Weitere Optimierung möglich?

Soziale Aspekte

- Soziales Miteinander
- Charakter der Arbeit
- Verantwortung
- ...

