Vollholz-Biegen

Vom Baum zum Stuhl

GHE bavaria

Einführung (1)

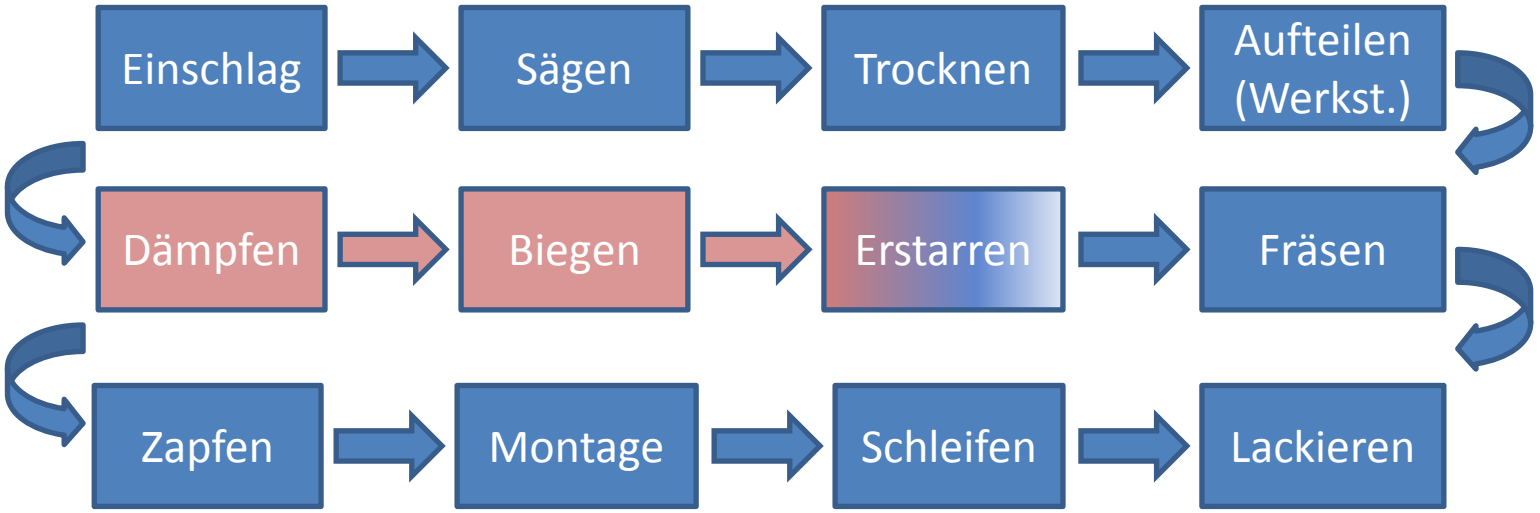
- Das Biegen von Vollholz wurde um 1840 von Michael Thonet aus Boppard in Wien zur Herstellung neuartiger Stühle entwickelt.
- Bei der nach ihm benannten „Thonet Method“ zum Holzbiegen wird ein Zugband an der Außenseite verwendet, das die Zugspannungen aufnimmt.
- 50 Jahre nach der Vorstellung des Thonet- Stuhls „No. 14“ (auch „Wiener Kaffeehaus-Stuhl“) von 1850, hatte Thonet bereits ca. 50 Mio. Stück dieses Modells produziert.
- Das Rückenteil des Nr. 14 wird zwar immer noch von Hand gebogen, die meisten anderen Teile können auch gut mit Maschinen gebogen werden.
- Bugholz ist abfallarm und erhöht die Materialausbeute,
- Durch die Verdichtung beim Biegen haben Bugholzteile bessere mechanische Eigenschaften (Elastizität. Haltbarkeit, Stabilität) als jede andere Technologie zur Herstellung von Holzformteilen (formverleimtes Schichtholz, gesägtes Vollholz, …).

Einführung (2)

- Eine Biegezelle besteht aus:
  - Plastifizierung (Dämpfkessel & Dampfgenerator)
  - Biegemaschine
  - Platz für gebogene Teile während der Erstarrungsphase
  - Alles darüber hinaus sind Standart- Anlagen, die in jeder Stühle-Fertigung vorhanden sind

Übersicht

- Typische Anwendungen für das Holzbiegen:
  - Stühle- Produktion
  - Rodel und Schlitten
- Außer Biegeanlage keine Zusatzeinrichtungen nötig: (Erweichen, Biegen, erste Abkühlphase)



Vorbereitung (1)

- Holzernte
  - Einschlag
  - Rücken

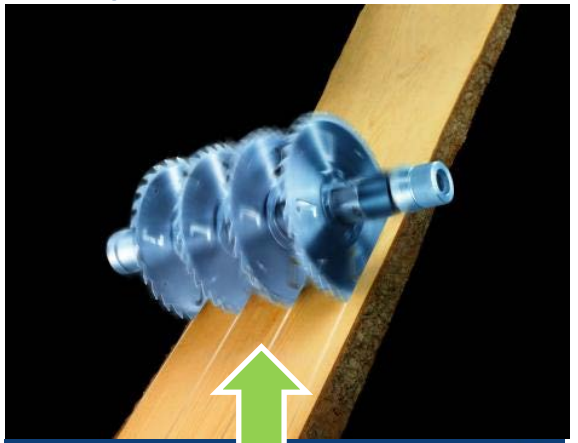
Vorbereitung (2)

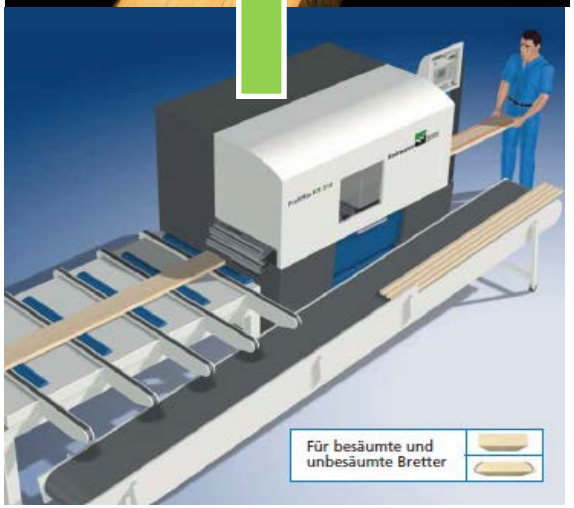
- Einschnitt (Sägewerk)

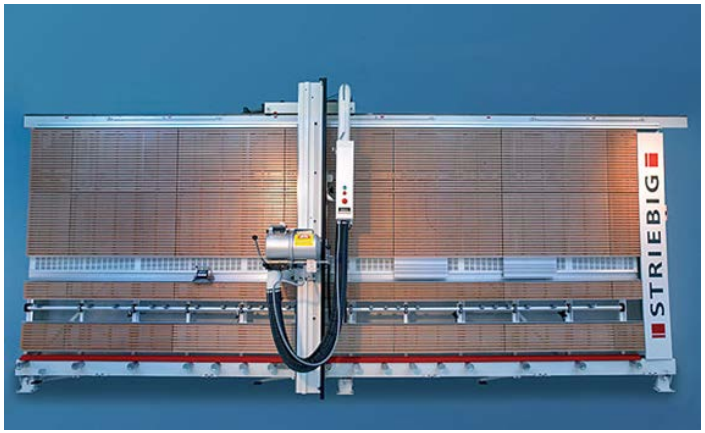
- Trocknung (Kammertrockner)
  - Möbelproduktion mc ≈ 12%
  - Holzbiegen mc ≈ 15 … 20%

Vorbereitung (3)

- Aufteilen (Vorbereiten der Werkstücke) für
  - Tischbeine
  - Tischrahmen
  - Stuhlbeine
  - Somstige Stuhlteile (Rahmen, Arm- & Rückenlehne,…)







Vorbereitung (4)

- Fräsen (“Hobeln”) (soweit nötig)

Vollholz- Biegen (1)

- Plastifizieren / Dämpfen

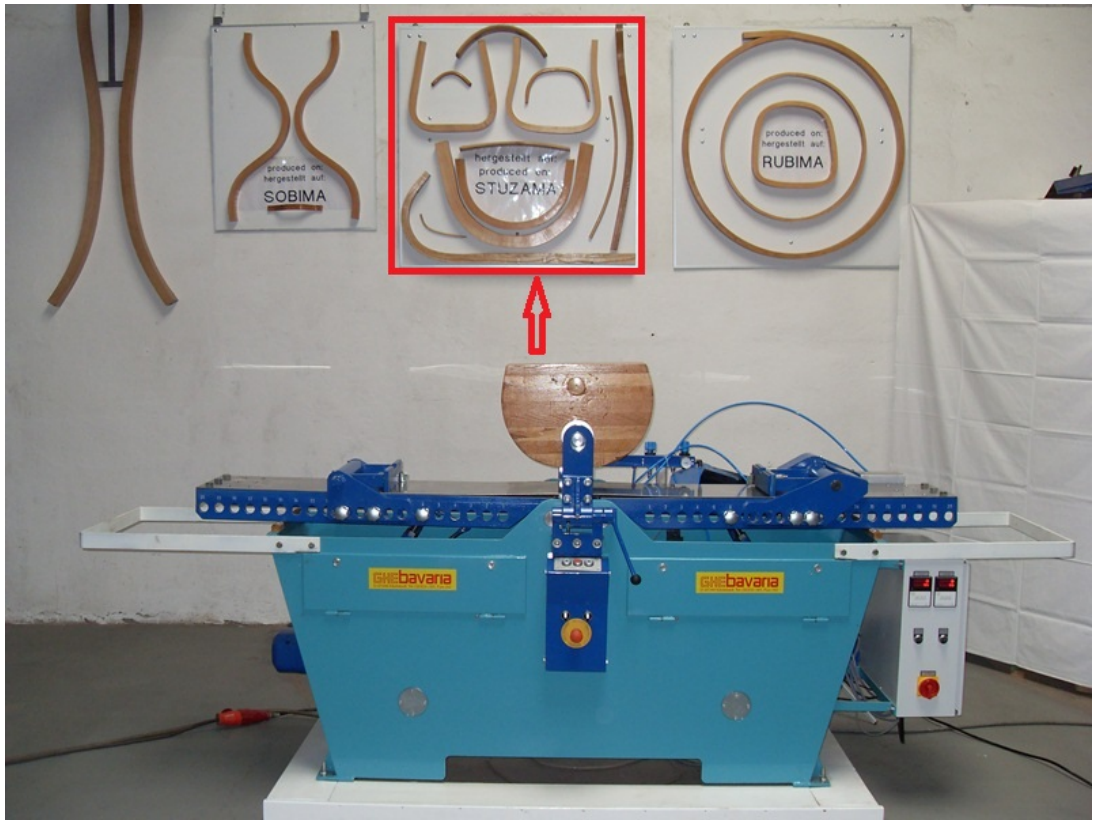
Dämpfer sind verfügbar in verschiedenen Größen entsprechend der benötigten Produktion, z.B.:

- Ø 600 mm
- Ø 800 mm
- L 1 000 … 2 000 mm
- Dampfgenerator 12 … 54 kW
- kompakte Einheit mit Dampfgenerator 12 kW & und Dampfkessel Ø 600 mm x 1200 mm

Dämpfzeit ca. 1 … 2 min pro mm Holzdicke

Vollholz- Biegen (2)

- Biegen



Verschiedene Biegemaschinen verfügbar, je nach Form und Werkstückdicke,

- für U- Formen (Stuzama) L 1200 … 2000 mm
- für O- Formen (Rubima) L 2000 … 3500 mm

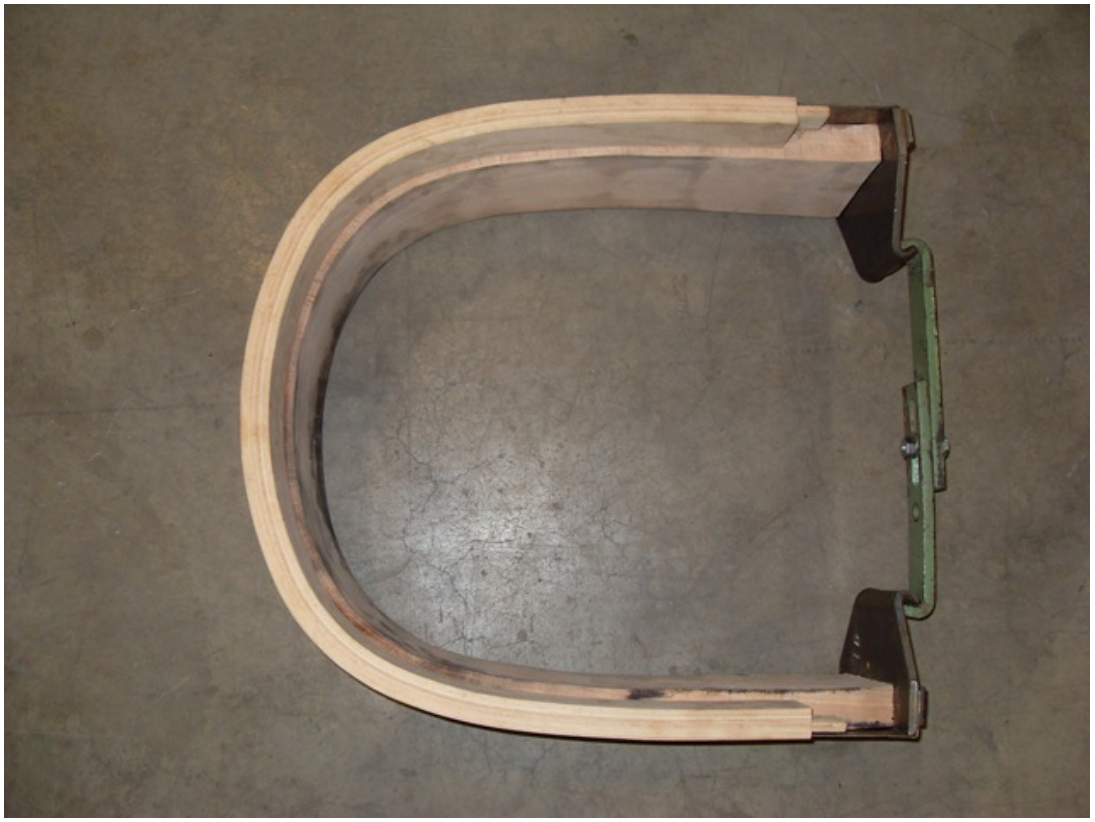
Biegen von Hand für kleine Losgrößen sinnvoll.

Fig.: Stuzama II Vollholz-Biegemaschine und Werkstückspektrum

Zykluszeit ca. 30 … 60 s, je nach Geometrie und Werkstückdicke

Vollholz- Biegen (3)

- Stabilisieren



Für jeden Biegevorgang wird ein Zugband und eine Klammer benötigt (1 pro Biegezyklus).

Zugband und Klammer bleiben am Werkstück bis dieses abgekühlt ist. Dann werden Klammer und Band entnommen.

Fig.: Biegeteile: rohes Werkstück (unten), fertiger Stuhlrahmen (oben).

Abkühlzeit ca. 30 … 90 min, je nach Dicke und Anfangsfeuchte

Nachbearbeitung (1)

- Trocknen

Für die Holztrocknung nach dem Biegen wird keine besondere Einrichtung benötigt. Natürliche Trocknung ist genauso möglich (Dauer abhängig vom Klima) wie Kammer- oder Vakuumtrocknung (schnell). Max. Feuchte vor Weiterbearbeitung 12%.

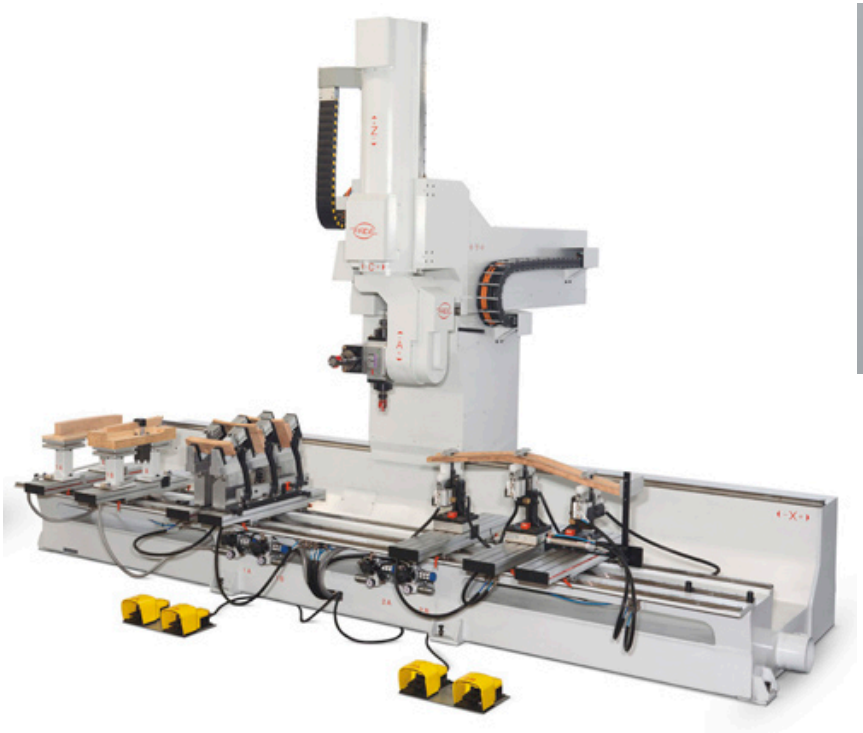
Nachbearbeitung (2)

- Formfräsen (manuell)

Zur Nachbearbeitung von Biegeteilen bietet die Industrie eine Vielzahl von manuellen, halbautomatischen und NC- gesteuerten Maschinen an. Nahezu alle für die Stuhlproduktion geeignetenMaschinen können verwendet werden (siehe Bsp.).

Nachbearbeitung (3)

- Formfräsen (automatisiert)



Ein typischer Ausrüster für die Stühlefertigung ist Pade, Italien.

Post Processing (4)

- Zapfen / Nuten

Nachbearbeitung (5)

- Endbearbeitung
  - Vibrator- Schleifen in der Stühlepro-duktion häufig
- Lackieren

- Unterschiedliche Anlagen für Stühlelackierung abhängig von Kapazitätsanforderungen:
  - Große Stückzahlen: Lackstraße
  - Kleine Stückzahlen: Handspritzstände

Typische Bugholzstühle (1)

- Typische Entwürfe:

Thonet Nr. (2)14. DER typischeBugholzstuhl ist der bekannteste und meist produzierte Stuhl der Welt.

Typische Bugholzstühle (2)

- Bugholz ist sehr unempfindlich gegen Bewitterung

- Bugholz-Stühle sind aus Hartholz (meist Buche).
- Teak und Hevea (“Gummibaum”) möglich, aber größere Radien erforderlich.
- Weichhölzer (Fichte, Kiefer, …) werden nicht verwendet.

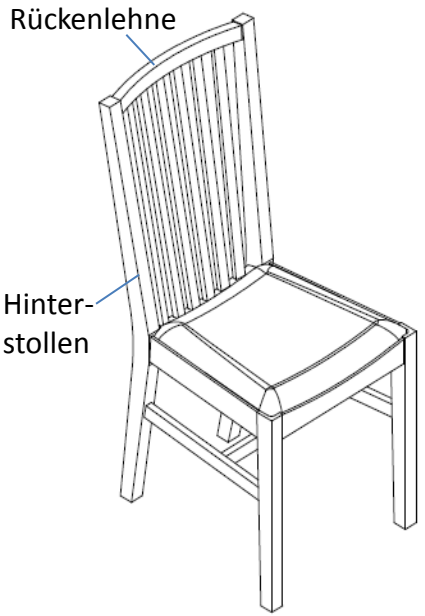
Weitere typische Anwendung

- Bugholz ist flexibel und stoß-unempfindlich

- Bugholz- Rodel und Schlitten werden meist aus Esche oder Buche gemacht

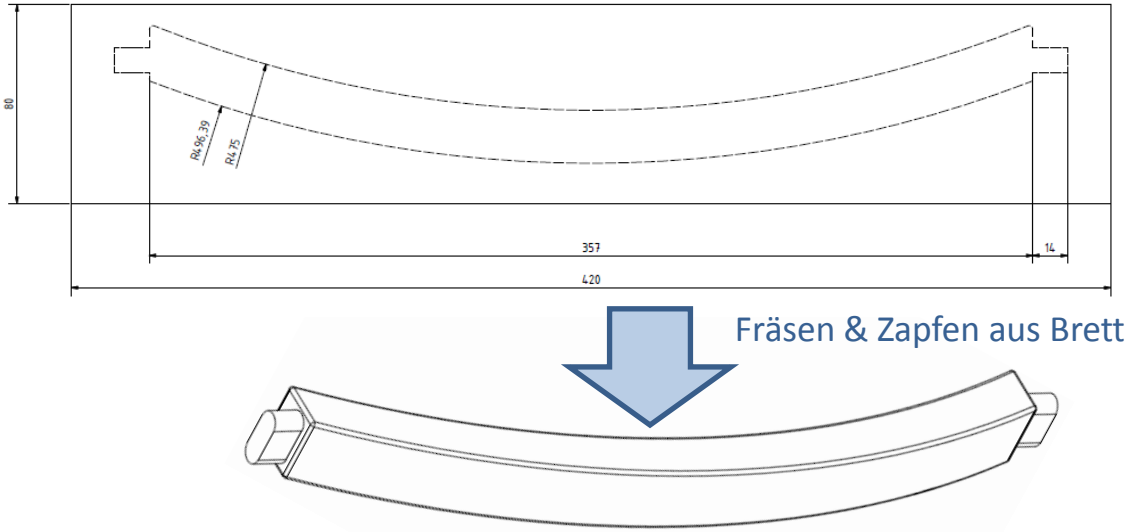
Biegen in der Praxis (1)

- Typischer Stuhl:



1. Ohne Biegen:

1.1 Rückenlehne



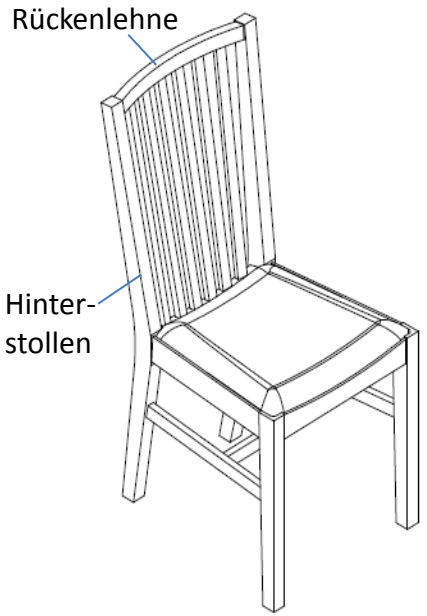
Werkstück-Ausnutzung: ca. 25%

Brett: 8 x 42 x 3,3 cm³ = 1.109 cm³

Teil: 2,3 x 38 x 3,1 cm³ = 271 cm³

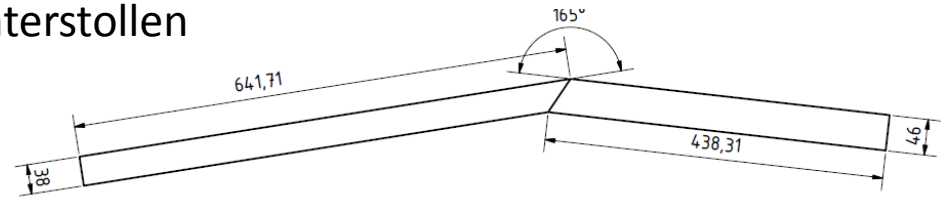
Biegen in der Praxis (2)

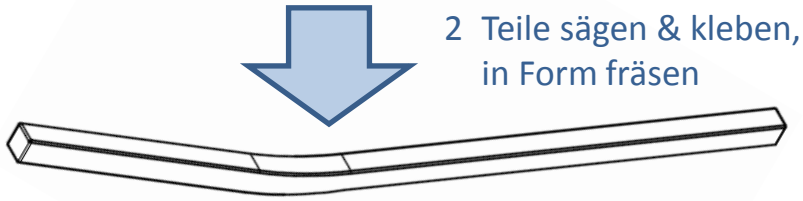
- Typischer Stuhl:



1. Ohne Biegen:

1.2 Hinterstollen





2 Teile sägen & kleben, in Form fräsen

Werkstück-Ausnutzung: 64%

oben: *3,4 x 64,2 x 3,8 cm³ = 830 cm³*

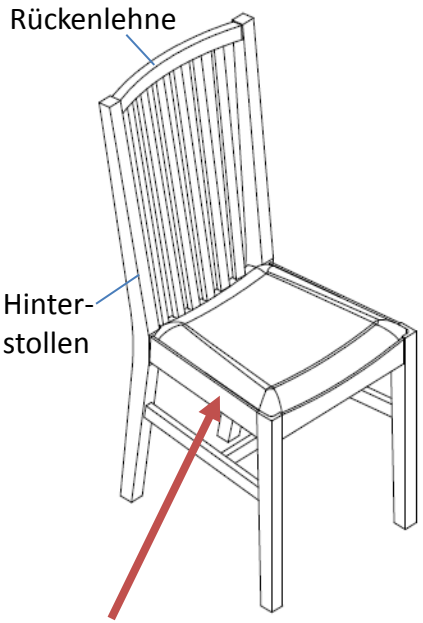
unten: *3,4 x 43,9 x 4,6 cm³ = 687 cm³*

total: *1.517 cm³*

Hinterstollen: 3,0 x 101,5 x 3,2 cm³= 975 cm³

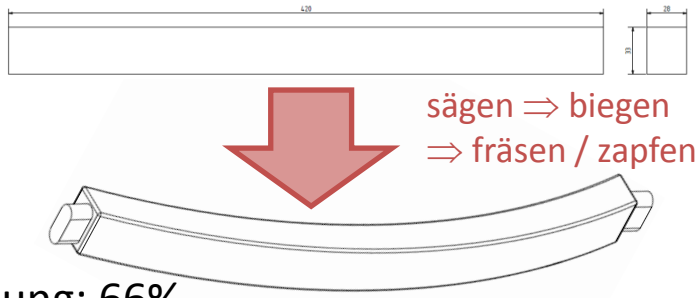
Biegen in der Praxis (3)

- Typischer Stuhl:



2. Biegen:

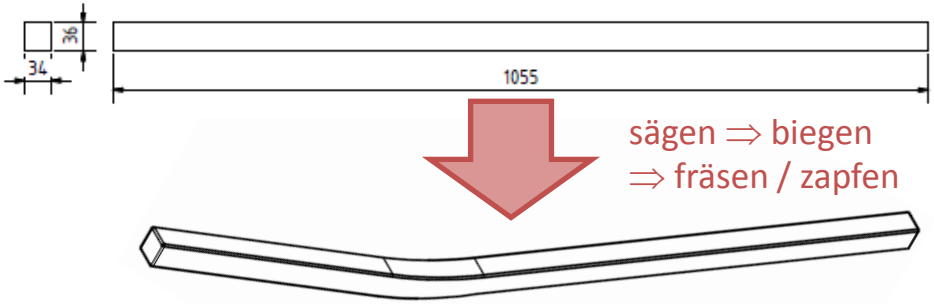
2.1 Hinterstollen



Werkstück-Ausnutzung: 66%

Rohholz *2,8 x 42 x 3,5 cm³ = 412 cm³*
Rückenlehne *2,3 x 38 x 3,1 cm³ = 271 cm³*

2.2 Back Leg



Werkstück-Ausnutzung: 76%

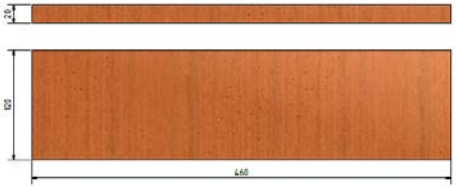
Rohholz *3,4 x 105,5 x 3,6 cm³ = 1.290 cm³*
Hinterstollen *3,0 x 101,5 x 3,2 cm³= 975 cm³*

Optimierungspotential durch *Biege-optimierte Entwürfe* (z.B. gebogener Sitzrahmen in U-Form und schlankere Querschnitte der Stuhlbeine) verbessern Ausnutzung und verkürzen Montagezeit.

Biegen in der Praxis (4)

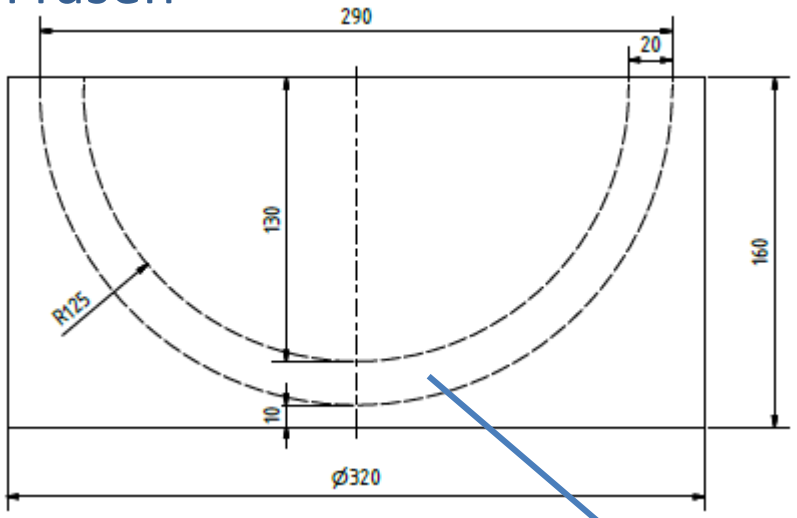
- Schüssel, Ø 290 x 145 mm
  - Biegen

Beispiel aus
Walnuß
Ahorn



Verwendetes Material:
5 Bretter: 46 x 12 x 2 cm³ = 5.520 cm³
Ausnutzung ca. 41,6 %

Fräsen



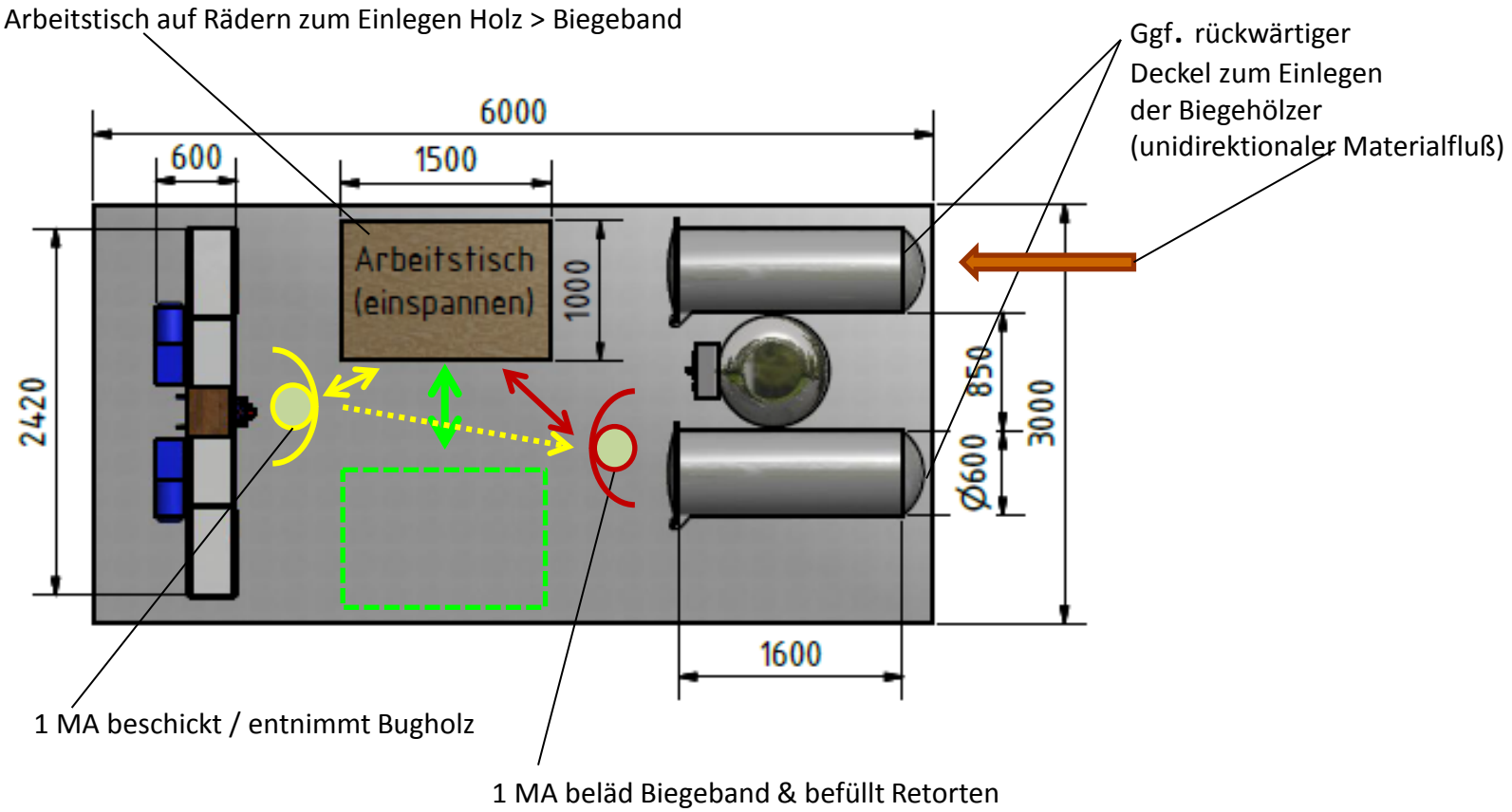
Volumen ≈ 2.300 cm³

Verwendetes Material:
1 Block Ø 32 x 16 = 12.868 cm³
Ausnutzung ca. 18 %

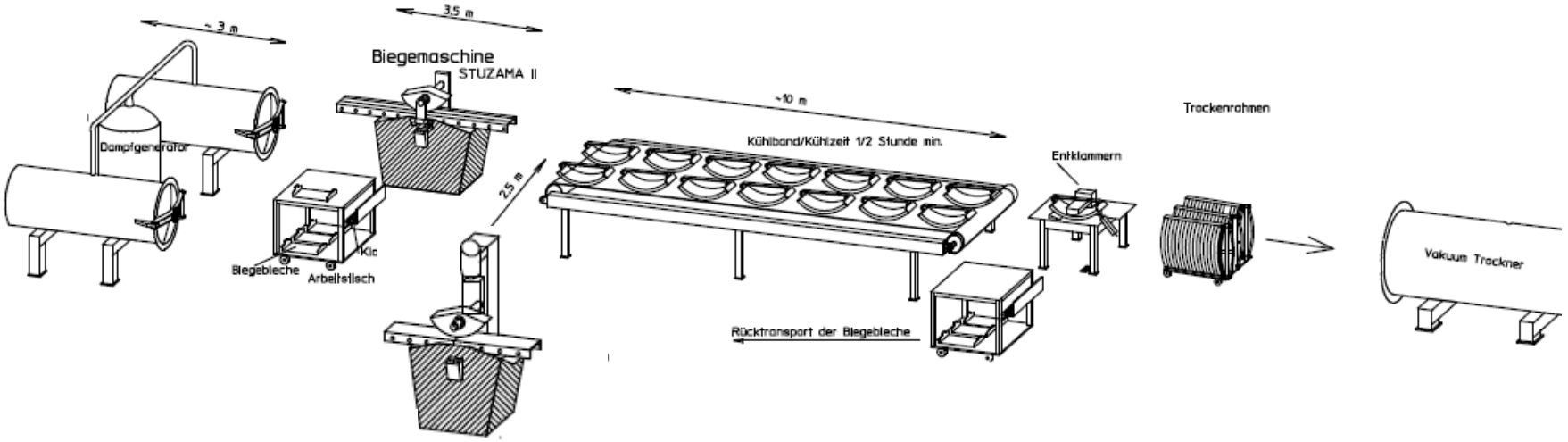
Kapazitätsplanung

- Abmessungen Kantholz (lbh), z.B.: 1200 x **60** x 30 mm³
- Max. Arbeitsbreite, z.B. Stuzama II: 300 mm
  - Es können 5 Kanthölzer gemeinsam gebogen werden
- Zykluszeit / Biegen ca. 20 … 60 s (Maschinentyp, Winkel)
- Auslegung Plastifizierung:
  - Dämpfzeit ca. 1 … 2 min / mm (Ausgangsfeuchte?)
  - Z.B. bei 30 mm: Dämpfzeit ca. 30 … 60 min
  - Anzahl Retorten $\geq$ Dämpfzeit / Verarbeitungszeit
- **Feinplanung Biegeanlage durch Hersteller**

Flexible Fertigungszelle



Biegeanlage



Biegeanlage für Serienproduktion, ausgestattet mit:

- Dampfretorten mit beidseitigen Türen für unidirektionalen Materialfluß
- Mobile Arbeitstische mit Ablagen für Klammern und Biegeblechen
- 2 Biegemaschinen Stuzama VP & II, incl. 1 einer Gegenbiegeeinrichtung
- Stabilisierungsband
- Entklammer- Station
- Trocknungswagen

Zusammenfassung: Vorteile Holzbiegen

- Produktion:
  - ✓ Ausnutzung $\geq$ 66% $\Rightarrow$ wenig Abfall, geringere Materialkosten
  - ✓ Schneller Prozeß $\Rightarrow$ hohe Leistung
  - ✓ Universelle Biegeeinrichtungen
- Konstruktion:
  - ✓ Leichte Anmutung aber hohe Belastbarkeit
  - ✓ Schlanke Entwürfe bevorzugt
- Eigenschaften:
  - ✓ Dauerhafte Produkte hoher Qualität
  - ✓ Splitterfreier Bruch (Biegezone)

Vielen Dank

Videos unter:
http://www.youtube.com/user/GHEbavaria

Kontakt:
Dr.- Ing. Otto Eggert
GHEbavaria Maschinen GmbH
Sudetendeutsche Str. 38
80937 München
+49 (0)89- 3128 7677
otto.eggert@ghebavaria.de
www.ghebavaria.de