

Nachbau des Wagens von Bell

Einige Überlegungen zum Biegen der Felgen

Detlef Bach

siehe auch:

Detlef Bach: Fragen zur Herstellungstechnik keltischer Biegefelgen.
In: „Holz-Kultur, Von der Urzeit bis in die Zukunft“, wissenschaftlicher Begleitband zur Sonderausstellung 4.2.2007 bis 28.5.2007, Landesmuseum für Natur und Mensch, Oldenburg 2007, S.264 – 271

Der im Maßstab 1:1 gefertigte Nachbau beruht auf der Rekonstruktion des vierrädrigen Wagens aus der Fürstenbestattung von Bell (Hunsrück) aus dem 6. Jh. v. Chr., wie sie im Landesmuseum Bonn ausgestellt ist (Joachim 1987). Unser Nachbau ist derzeit in den Räumen der VG Kastellaun zu sehen.

Als herstellungstechnologische Besonderheit dieser Wagen gelten die **aus einem Stück** gebogenen hölzernen Felgen.

Obwohl es nicht Aufgabe war, den Wagen oder die Felgen mit vorgeschichtlichen Hilfsmitteln zu bauen, kamen im Verlauf der Arbeiten unweigerlich Fragen auf, wie die auftretenden Probleme von den keltischen Handwerkern gelöst werden konnten.

Einige grundlegende Erfahrungen zum Biegen der Felgen sollen hier kurz erläutert werden.

Es waren eine ganze Reihe von Versuchen nötig, bis endlich klar wurde, wie diese vier Felgen herzustellen sind. Die Industrie bietet heute natürlich längst Einzelanfertigungen an. Sie kann aber nicht weiter als 270° biegen und nur maximale Längen von 220 cm.

Hier ging es aber um ein „Überbiegen“ der 360°-Marke, bei einem Umfang der Räder von über drei Metern.

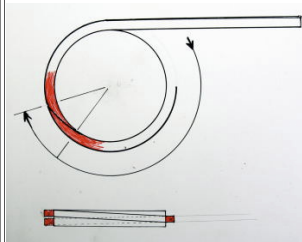
Literatur: H.E.Joachim, 1987, Der Wagen von Bell, Rhein-Hunsrück-Kreis. Monographien RGZM Bd. 12, S.135 - 143



Problem Nr.1 Die Schablone

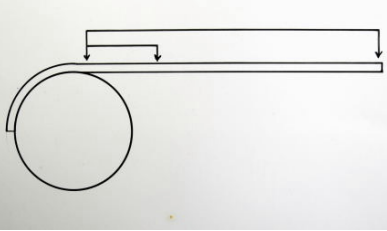
Biege einen Eschespan von 80 mm Höhe um einen Radius von 40 cm um ca. 420°.

Aufgrund der Überlappung der Enden beim Biegen über 360° mußte eine kontinuierliche Steigung in Spiralförmigkeit um mindestens die Felgenbreite vorgesehen werden. Die Schablone mußte also eine doppelte Höhe haben. Eine exakte Freihandführung der Steigung war nicht möglich.

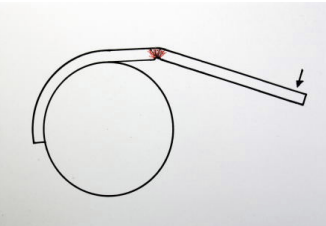


Problem Nr. 2 Die benötigten Kräfte

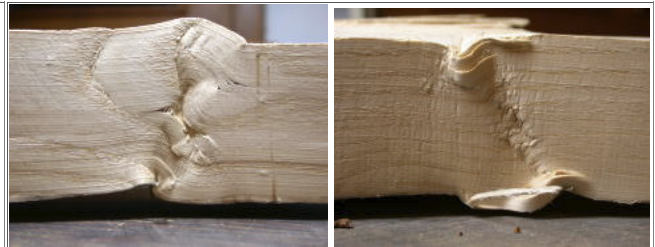
Menschliche Kräfte, am langen Hebel reichen zwar aus, um ein erweichtes Holz zu biegen, aber der Hebel wird stetig kürzer und kühlt rasant aus, sobald die Arbeit beginnt. Die angelegten Kräfte müssen also größer werden.



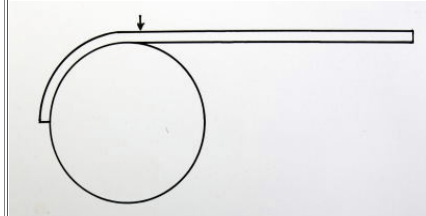
Ein weiteres Problem mit dem langem Hebel ist die Eigenschaft des Holzes, jeweils am schwächsten Punkt nachzugeben. Hierdurch entstehen irreversible Knicke.



Erste Versuche am "langen Hebel"



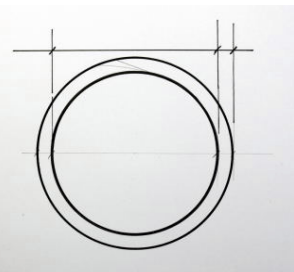
Zur Vermeidung der Knickbildung ist es also nötig, möglichst nah am Scheitelpunkt zu drücken. Dies erfordert aber Kräfte von mehr als 2000kg. Schraubzwingen bester Qualität drücken aber maximal 1000 kg.



So geht es also nicht! :-)

Problem Nr. 3 Dehnungsrisse

Erweichtes Holz ist um ca. 30% in der Länge stauchbar. Die Dehnbarkeit liegt aber unter 1%. Der Innenumfang ist in unserem Fall ca. **50 cm kleiner**, als der äußere Umfang. Dies entspricht einer Stauchung des inneren Umfangs von über 15 %.



Formel:

$$D_i \times 3,14 = 80 \times 3,14 = 251 \text{ cm}$$

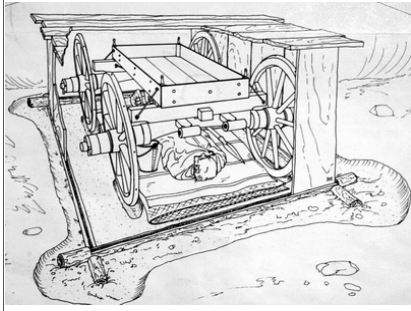
$$D_a \times 3,14 = 96 \times 3,14 = 301 \text{ cm}$$

Die eisernen Radreife sind zentraler Bestandteil des archäologischen Befundes. Sie könnten den antiken Handwerkern durchaus schon während der Fertigung der Räder als Biegehilfen gedient haben.



Gegenüber einer Längendehnung zeigt Holz keinerlei Toleranz, wie eine Reihe von Fehlversuchen belegt.

Hier hilft ein massives Spannband aus Stahl, um jede Dehnung zu unterbinden



Zeichnung aus: H.E.Joachim, 1987, Der Wagen von Bell



Problem Nr. 4 Die Erweichung des Holzes

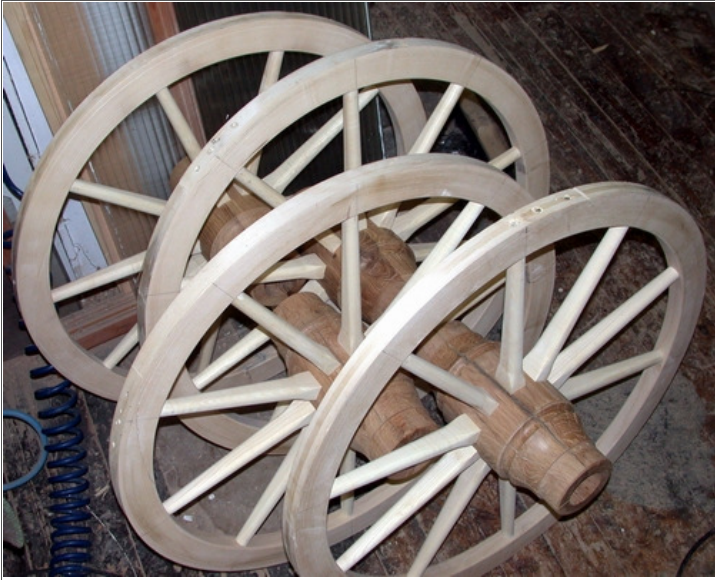
Holz läßt sich nur dann dauerhaft deformieren, wenn es zuvor eingehend durch Dämpfen erwärmt und befeuchtet wurde. Es läßt sich aber auch dann **nur stauchend** verformen. Durch den Einfluß hoher Temperaturen und Wasser werden bestimmte verzahnte Strukturen (Fibrillen) im Holz gelöst. Nach der Abkühlung und Trocknung verzahnen diese „Klettverschlüsse“ wieder in der neuen Position. Deshalb behält gebogenes Holz seine neue Form weitgehend bei. Für die Erweichung des vier Meter langen Felgenstabes mit dem Querschnitt von 80 x 45 mm ist eine eingehende Dämpfung nötig. Danach muß alles sehr schnell gehen, denn das Holz kühlt rasend schnell aus.



Problem Nr. 5 Die Auswahl des Holzes

Je frischer das Holz ist, um so besser sollte es sich biegen lassen. Der Zuschnitt des Holzes erfolgte bei unseren Versuchen aus Mittelbrettern mit stehenden Jahrringen an der Kreissäge. Es wurden also Schnittkanten erzeugt die nicht vollständig parallel zum Faserverlauf lagen. Die Fasern, die aus der Kante „herausliefen“ neigten verstärkt zum Abspleißen. Ich nehme an, daß die antiken Handwerker gespaltene Hölzer verwendeten.





Vielen Dank für die Mitarbeit

Uwe Andres
Markus Ax
Reiner Bach
Christian Baudner
Alphons Charpentier
Susanne Greiff
Gerhard Grieger
Christian Kielburger
Jonathan Lazarovitz
Karl-Heinz Michler
Waldemar Muskalla
Alfred Stiliz
Dieter Trierweiler

Mit freundlicher Unterstützung von:

Verbandsgemeinde Kastellaun, Bürgermeister Frey
Röm.-Germ. Zentralmuseum Mainz, M. Wittköpper
Kollegen des Landesmuseums Bonn, Holger Becker
Finanzierung: Leader+ Programm der Europäischen Union



Detlef Bach, Winterbach 2005