

Rohre aus Holz – eine nachhaltige Alternative

Formholzrohre für den Leitungsbau

Prof. Dr.-Ing. Peer Haller

Dipl.-Ing. Robert Putzger

Institut für Stahl- und Holzbau
Technische Universität Dresden

Herstellung von Pressholz

- Temperatur: 140 - 160°C
- Druck: 3 - 10 N / mm²
- Zeit: 1 min / mm
- Fichte



Etagenheizpresse



a)

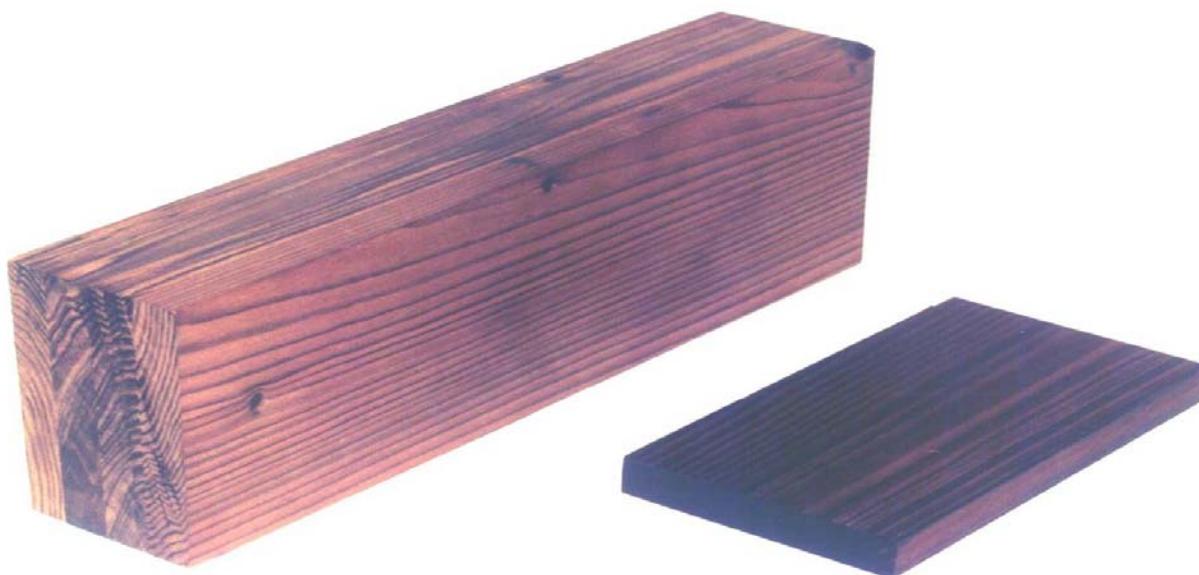


b)



c)

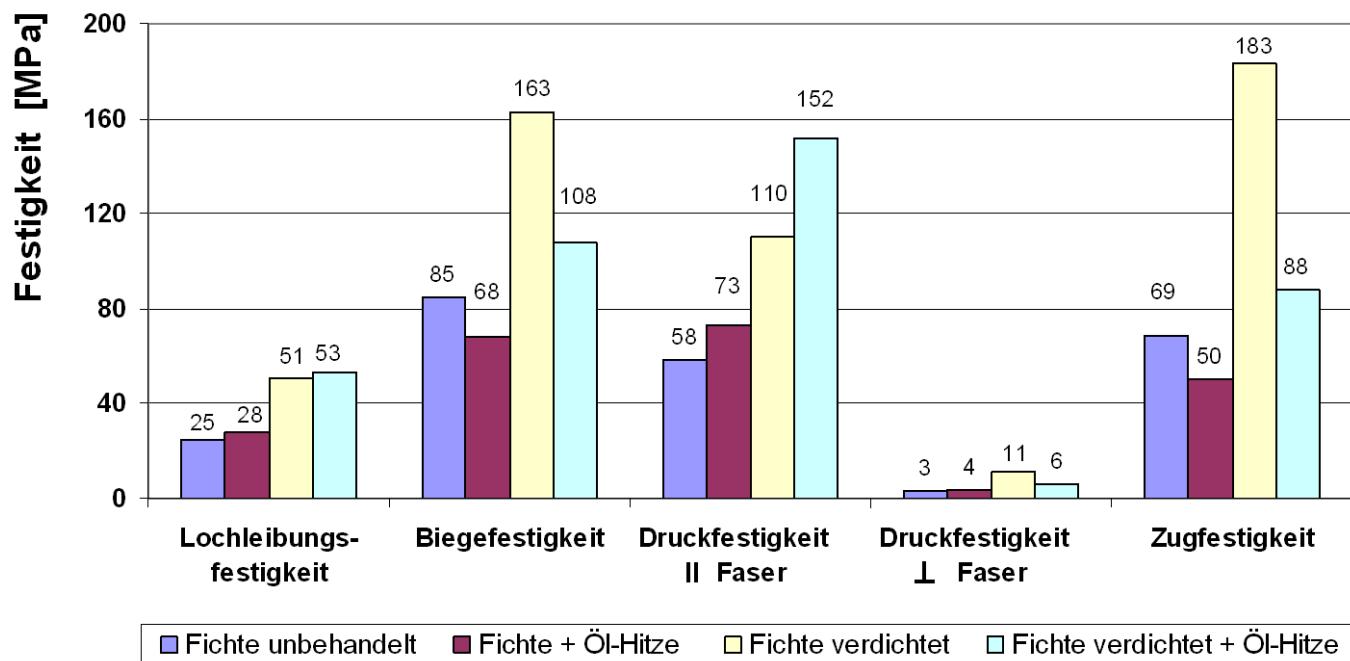
Öl-Hitze-Behandlung von Pressholz



a) verdichtet, ÖHB, geklebt

b) verdichtet, ÖHB

Festigkeit Fichtepressholz und OHT



Klassifizierung der Dauerhaftigkeit EN 350-1

EN 113

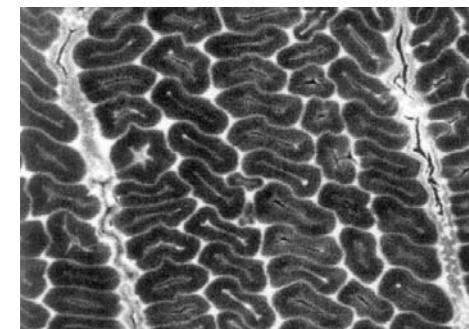
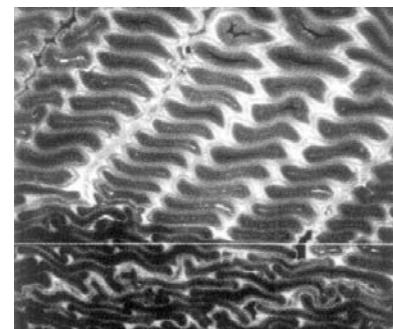
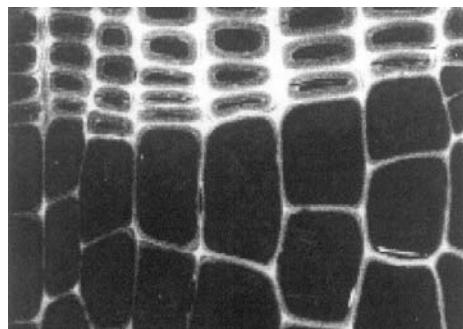
prEN 807

Fichte	5	4
Fichte OHT	2	1
Fichtepressholz	3	4
Fichtepressholz OHT	1	1

→ OHT Fichtepressholz ist **Klasse 1 - sehr dauerhaft!**

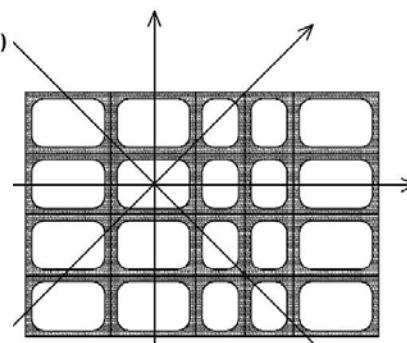
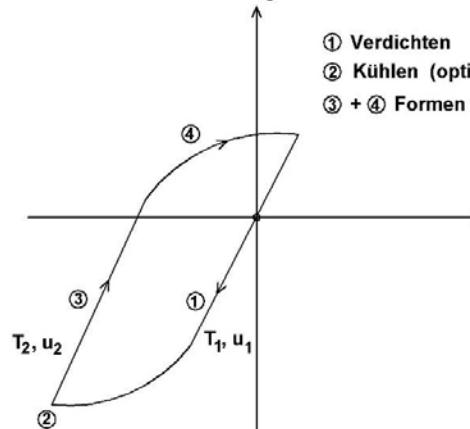
Holz als zellulärer Werkstoff

Wärme + Druck = Verdichtung >>>

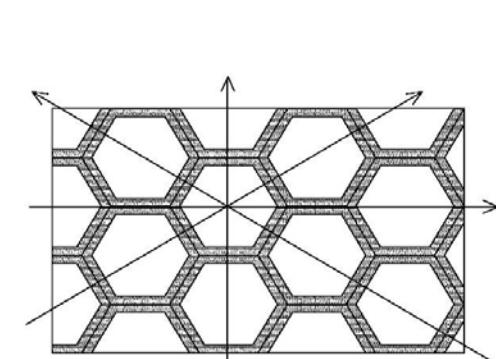


P. Navi, F. Girardet, 2000

<<< **Rückerinnerung = Wärme + Feuchtigkeit**



Rechteckig



Wabenartig





Herstellung von Formholzrohren



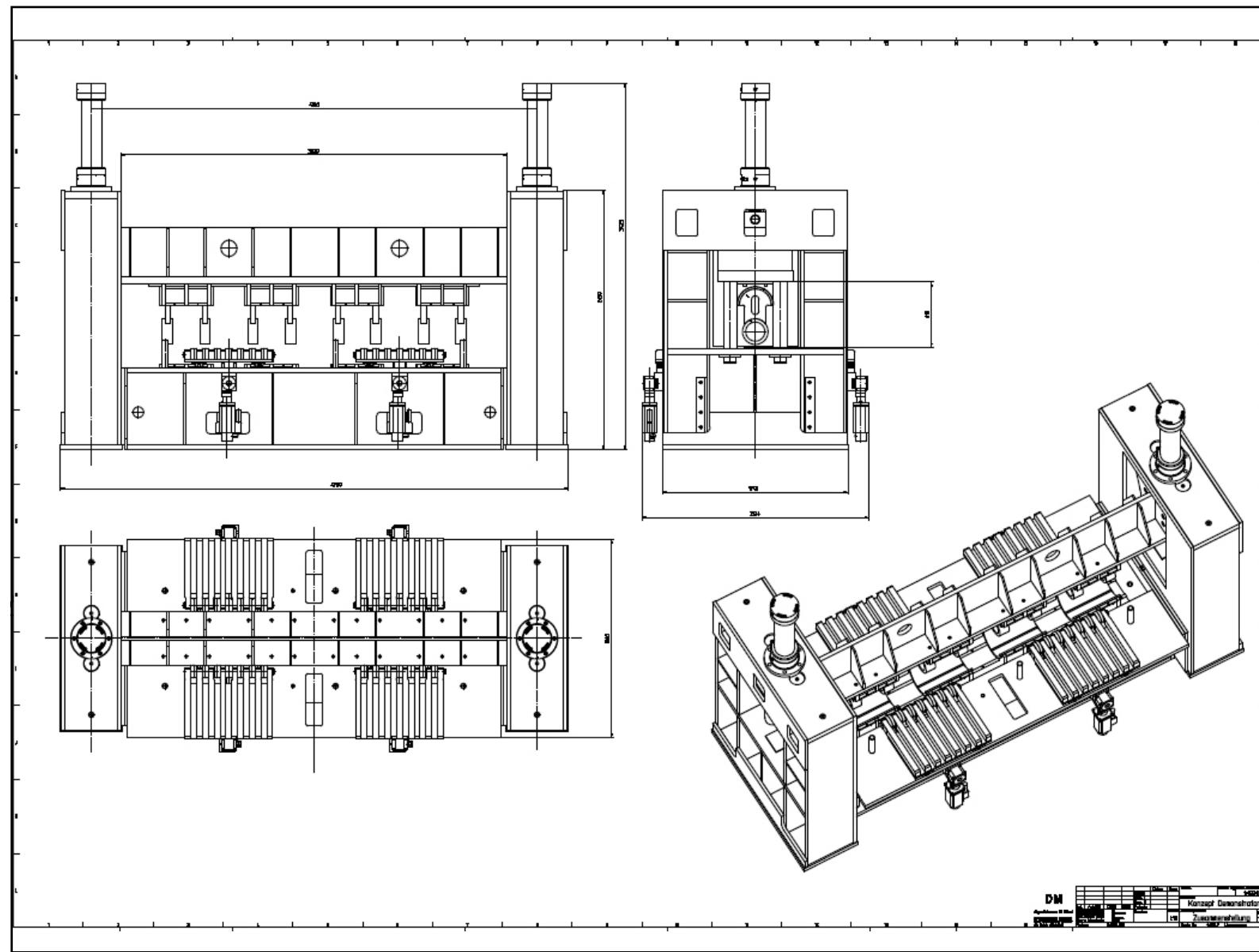
1. Beschicken



2. Schließen



3. Pressen







a) Formholzrohre vlnr CFK, natur, GFK



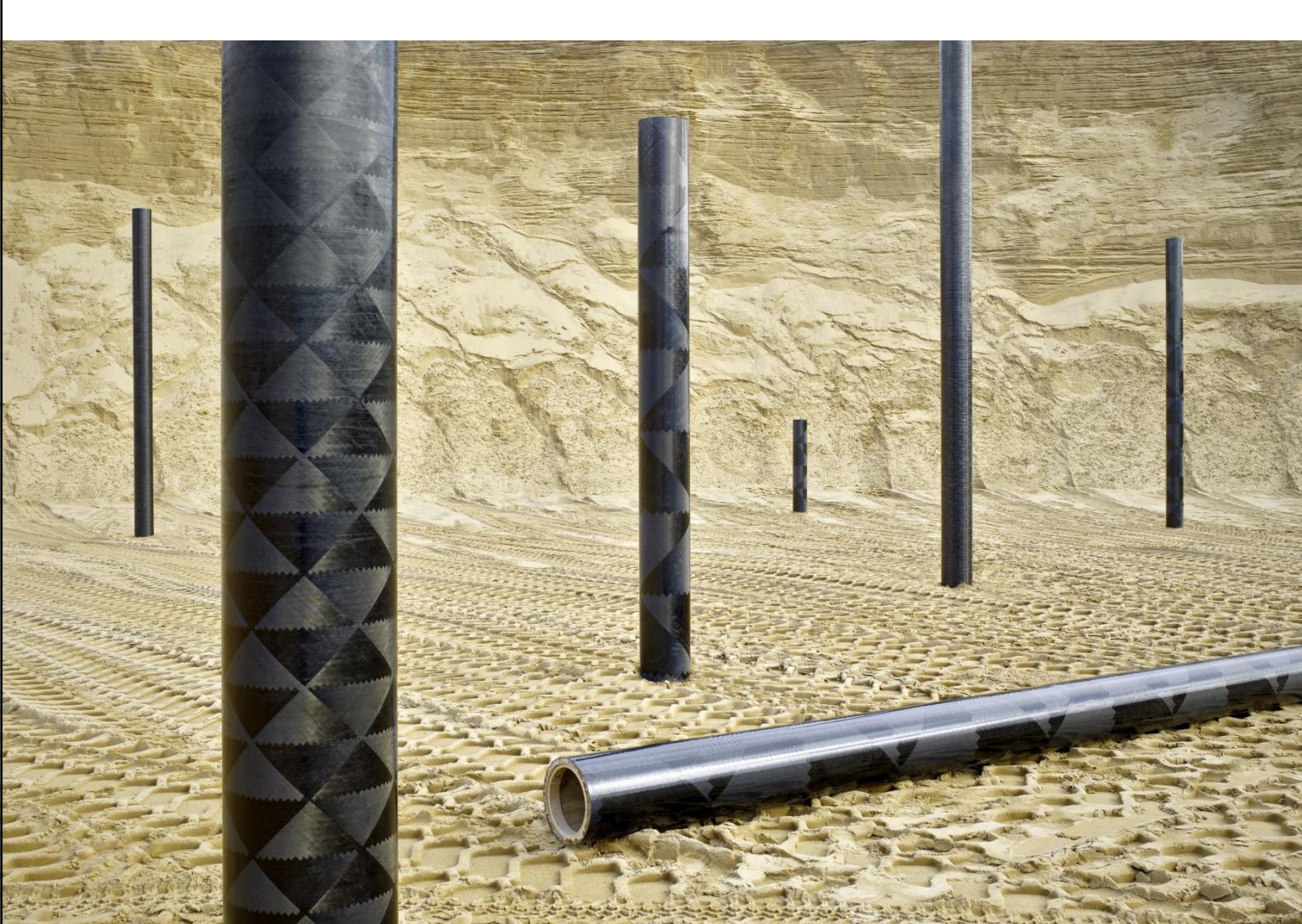
c) Edelstahlmantel



b) GFK - bewehrt



d) Formholz-Textilbeton



Holz im Wasser- und Leitungsbau

1 Beispiele aus vorindustrieller Zeit

- 1.1 Pfahlgründungen
- 1.2 Wasserleitungen
- 1.3 Soleleitungen

2 Rohre aus Formholz

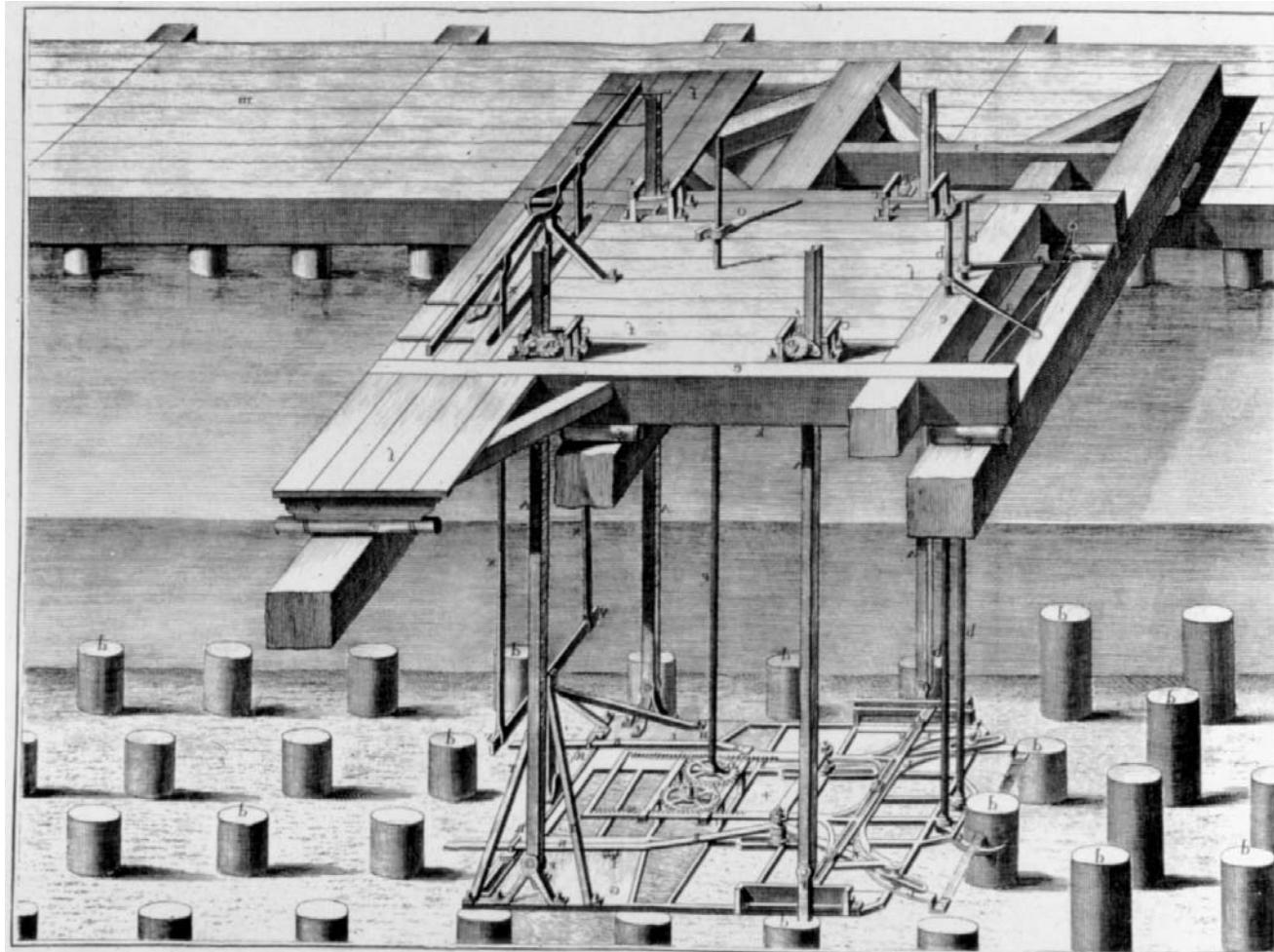
- 2.1 Knickfestigkeit
- 2.2 Druckfestigkeit
- 2.3 Dimensionsstabilität bei Feuchte
- 2.4 Chemische Beständigkeit (Sole)
- 2.5 Durchflussprüfung



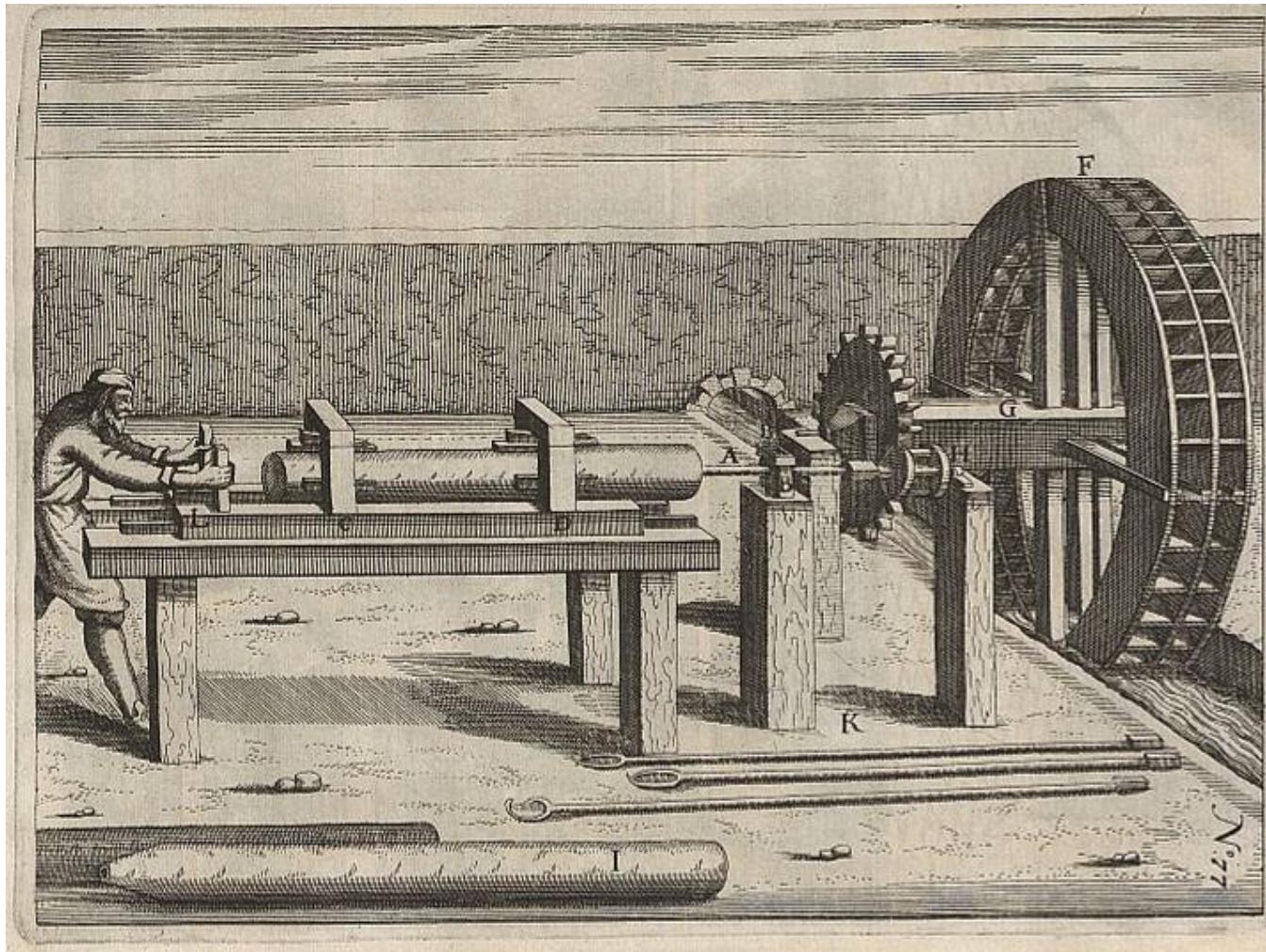
3 Formholzrohre und Umwelt

- 3.1 Umwelleistung im Vergleich

4 Ausblick



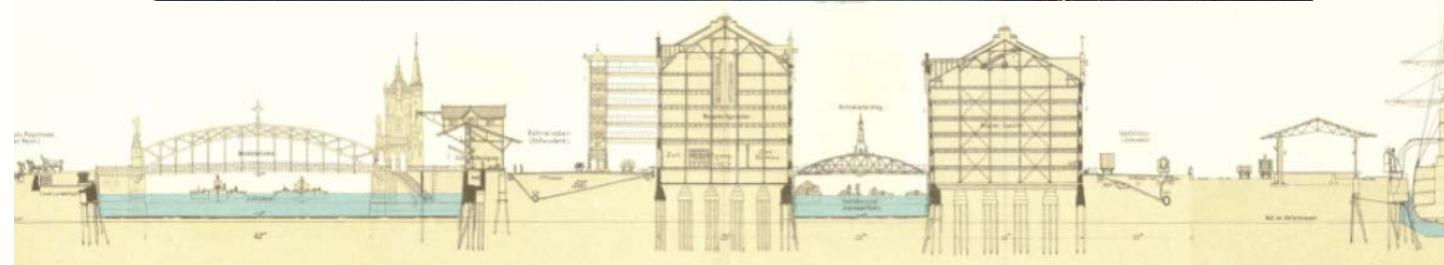
Holzpfahlgründung um 1750, L'Encyclopédie



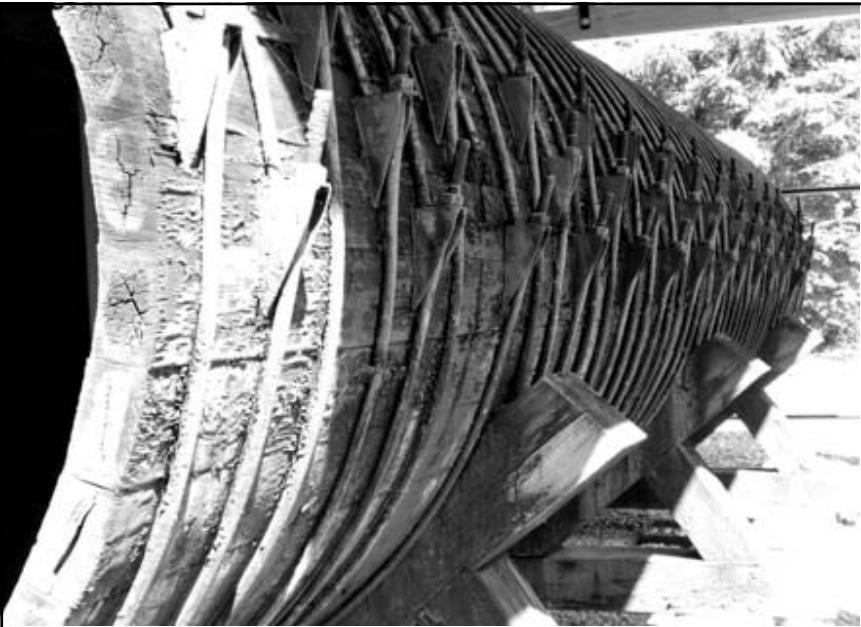
Bohrmühle mit Wasserrad, 1661, Quelle: Deutsche Fotothek



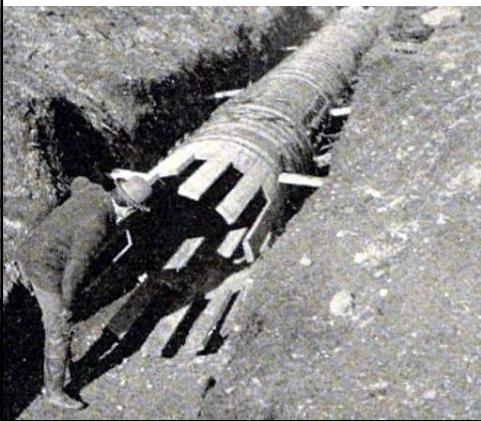
1873 P. Z. - HAMBURG, LAGERHÄUSER.



Speicherstadt Hamburg 1873 - Pfahlgründung im Schnitt



Holzdaubenrohr, Seattle, USA
Von 1930 bis 1991 im Einsatz



Holzdaubenrohr um 1900,

Unterirdische Leitung
Tokyo Metropolitan
Bureau of Waterworks



Historische Soleleitungen - Beispiele



Bad Reichenhall - Traunstein:

- Baujahr 1617
- Länge 31 km, Höhenunterschied 240 m
- über 8000 Rohre aus Tannenstämmen à 4 m Länge

Berchtesgaden - Bad Reichenhall:

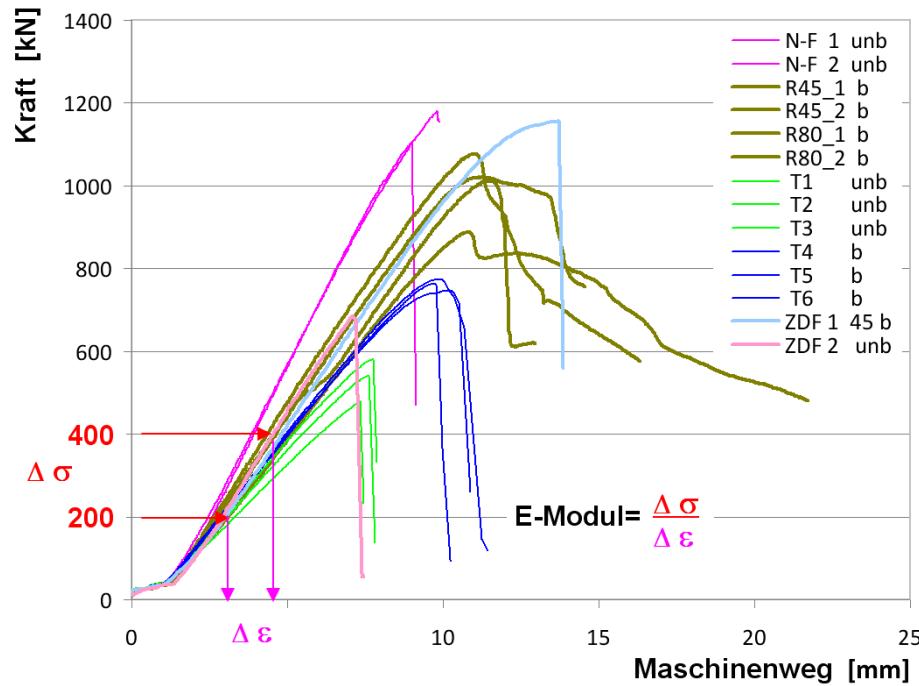
- Baujahr 1817
- Länge 25 km, Höhenunterschied 350 m

Hallstatt - Gosaumühle :

- Baujahr 1880
- Alter ca. 80 bis 120 Jahre



**Versuchsaufbau, CFK-bewehrtes Formholzrohr,
Länge 3800 mm**





a) unbewehrt



b) Bruch (QZ)



c) Bruch (LD)

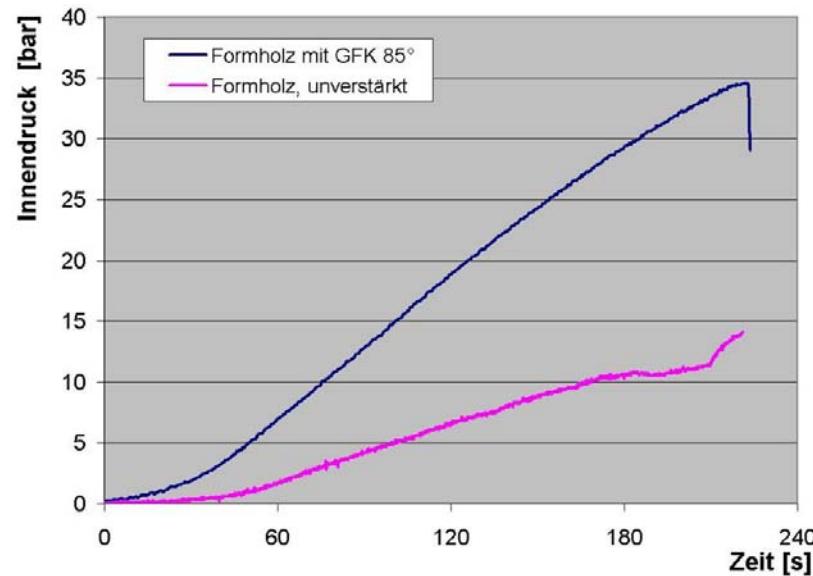


d) GFK - bewehrt

GFK - Formholzrohr im Druckprüfstand



Druckfestigkeit bewehrt - unbewehrt



GFK-bewehrtes Formholzrohr (D = 30 cm)

Prüfstand - Formholz zur Leitung von Sole

Prüfstand:

- geschlossener Kreislauf
- Leitung von Salzlösungen von 30 bis 300 g/l
- Temperatur bis 90°C
- Rohrinnendruck bis 6 bar
- Rohraußenseite: freie Bewitterung;
- hohe Dichtheitsanforderungen

Legende:

- 1 Pumpe, geeignet für aggressive Medien
- 2 Vorratsbehälter, beheizbar
- 3 Rohrkomponenten aus Kunststoff
- 4 Probekörper, Formholzrohre
(austausch- und in Länge einkürzbar)
- 5 Stahlrohrleitung zum Vergleich
- 6 Keilschieber zum Druckaufbau

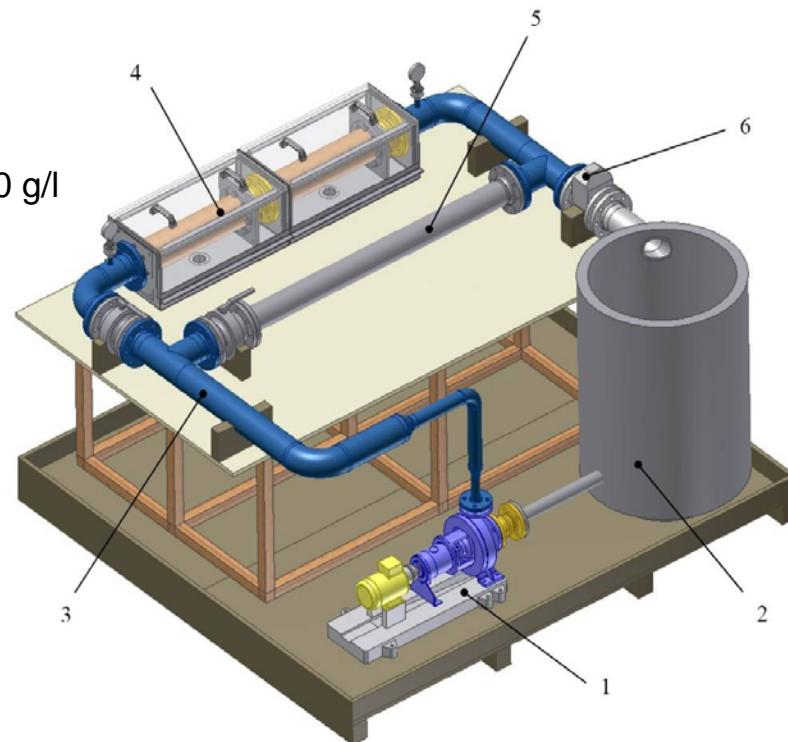


Foto: TU-Chemnitz, Institut für Allgemeinen Maschinenbau und Kunststofftechnik, 2010

Prüfstand - Formholz zur Leitung von Sole



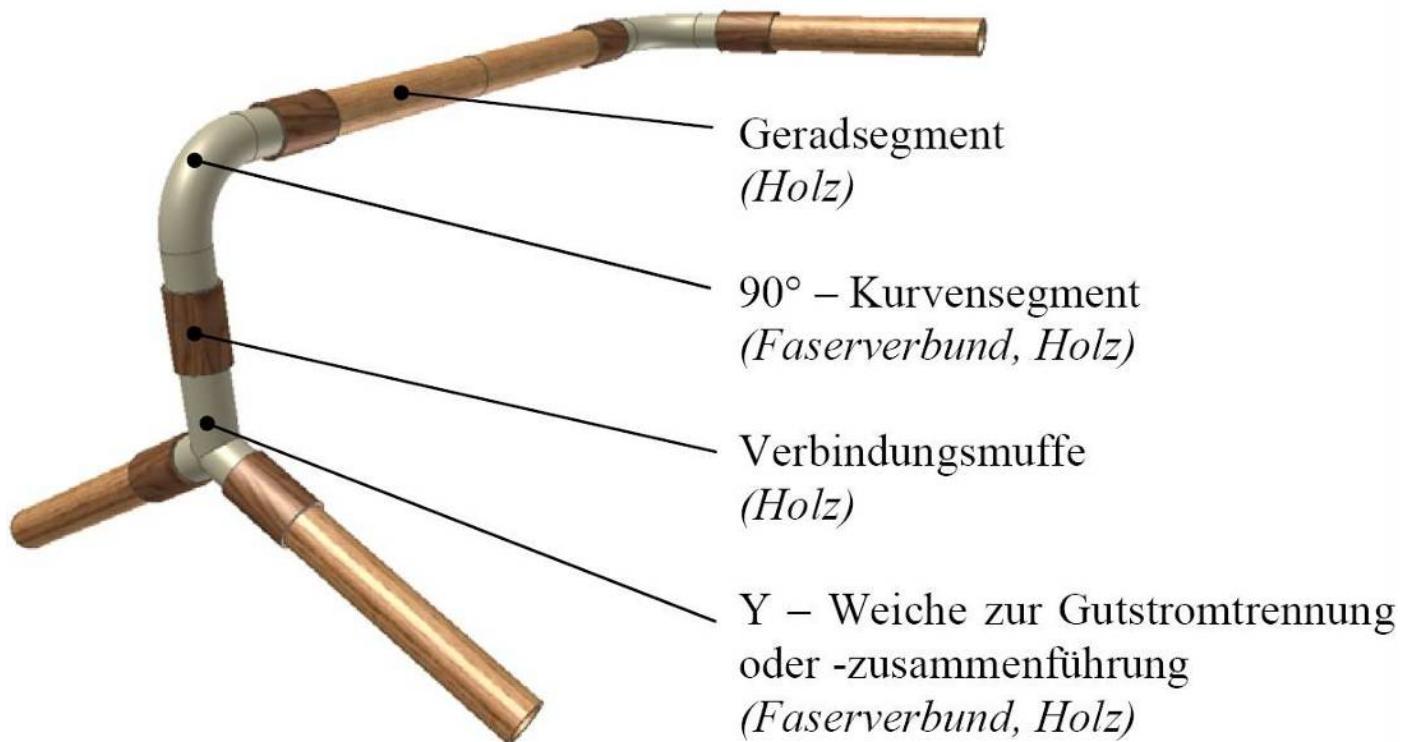
Foto: TU-Chemnitz, Institut für Allgemeinen Maschinenbau und Kunststofftechnik, 2010

Formholzrohr mit GFK-Wicklung:

Durchmesser: 15 cm

Wandstärke: 2 cm

Formholzrohre im Leitungssystem



Vergleich Umweltleistungen

Performance	Unit	Building material		
		Timber (fibre reinforced)	Steel	RC hollow core
weight	kg	28.2	29.75	154.5
energy	MJ	140.7	723	328.8
climate change	kg CO ₂ equiv.	0.40	32.2	32.5
acidification	kg SO ₂ equiv.	0.19	0.12	0.13

C. Manthey, E. Günther, A. Heiduschke, P. Haller et al. 2009



Preise und Auszeichnungen (Auswahl)

2005

Schweighoferpreis (300.000 Euro), Schweighofer-Stiftung, Urban Wood Master,
Kategorie Ausbildung

2006

Wilhelm-Klauditz-Preis (10.000 Euro),
Verein für Internationale Holzfragen, WKI Braunschweig, Formholzprofile

2007

Collano – Innovationspreis (50.000 SFr),
Formholzprofile und Schalen mit textiler Bewehrung

2008

NoAE Innovationspreis,
Formholzschenale für das Automobil, Automobilsalon Würzburg, Kategorie Leichtbau

2010

KU Preis Innovationspreis für Klima und Umwelt (125.000 Euro), Bundesministerium für
Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und der Bund der Deutschen Industrie,
Kategorie Umweltfreundlichen Technologien

Formholzrohr - Vorteile

PRAXIS

- geringes Gewicht
- leichte Handhabung
- Formholz ermöglicht große und kleine Durchmesser
- hohe Formstabilität gegenüber Feuchte bei Bewehrung (ca. 2 %)
- leicht industriell herstellbar

FESTIGKEIT

- hohe spezifische Festigkeit und Steifigkeit
- Bewehrung erhöht Festigkeit, Dauerhaftigkeit und Zähigkeit

BETRIEB

- hohe Standzeit bis über 100 Jahre
- unterirdische Verlegung erhöht Haltbarkeit
- wenig Reibungsverluste, da Holzrohre einen Gleitfilm bilden

CHEMISCHE BESTÄNDIGKEIT

- resistent gegen Säure, Laugen und andere aggressive Stoffe

UMWELT

- recyclebar
- umweltfreundlich
- weltweite Verfügbarkeit
- nachwachsender Rohstoff



Vielen Dank für die Förderung durch:

PRO INNO II

„Förderung der Erhöhung der INNOvationskompetenz
mittelständischer Unternehmen“



In Zusammenarbeit mit:

Institut für Fördertechnik und Kunststoffe

Prof. Dr.-Ing. Klaus Nendel (Leiter)
Dipl.-Ing. Ronny Eckardt (wiss. Mitarb.)
Dipl.-Ing. Sven Eichhorn (wiss. Mitarb.)

KD Stahl- und Maschinenbau GmbH

Dipl.-Ing. Michael Duwe (Geschäftsführer)
Dipl.-Ing. Karsten Wullstein (FuE)

Deutsche Holzveredelung GmbH & Co. KG

Dipl.-Ing. Marc Schmeing (Geschäftsführer)

DEUSA





Vielen Dank