

# **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 / mm<sup>2</sup>
- Zeit: 1 min / mm
- Fichte



Etagenheizpresse



a)

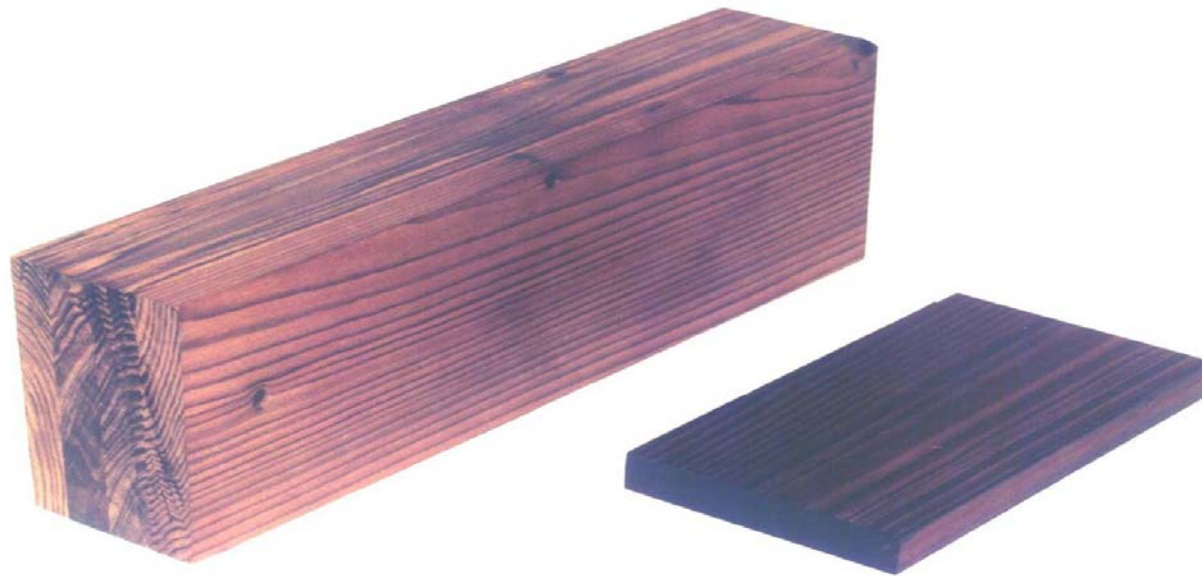


b)



c)

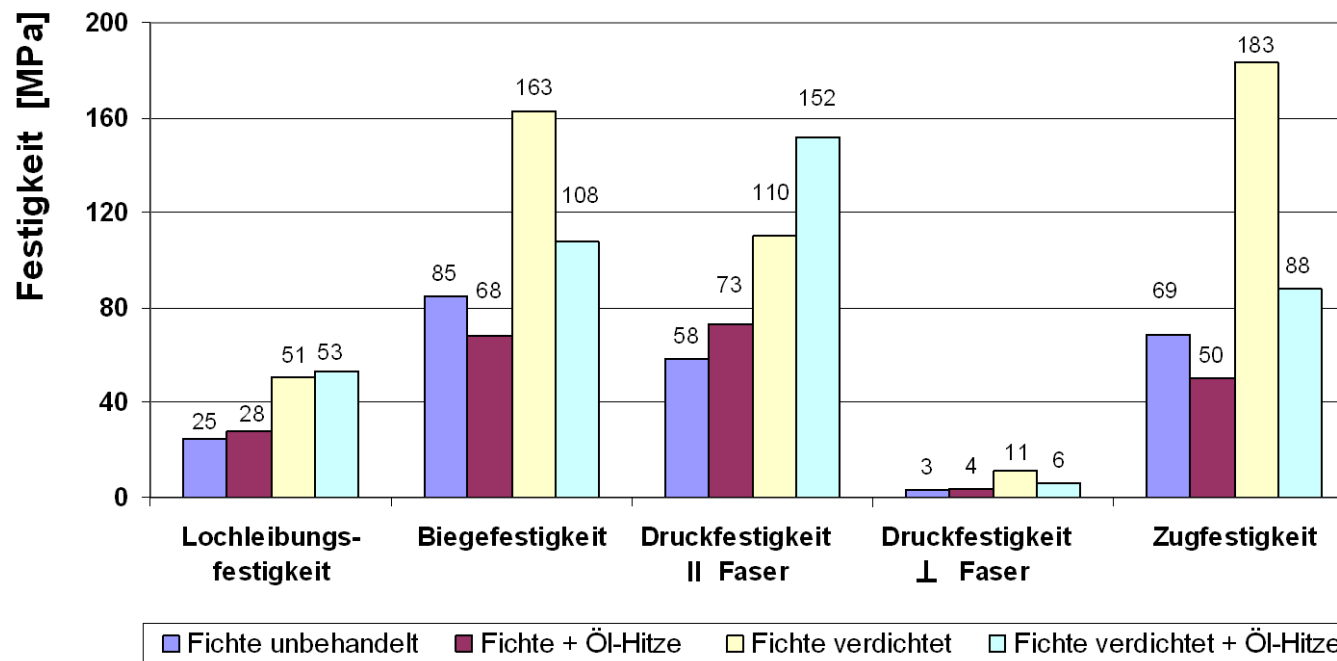
## Öl-Hitze-Behandlung von Pressholz



a) verdichtet, ÖHB, geklebt

b) verdichtet, ÖHB

# Festigkeit Fichtepressholz und OHT



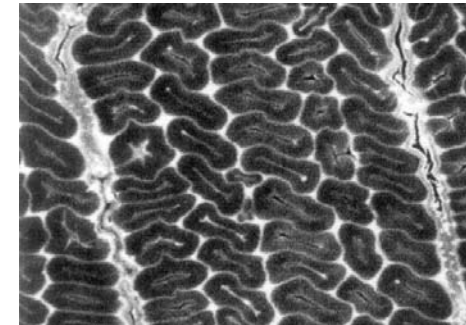
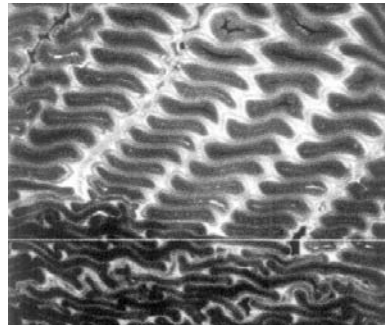
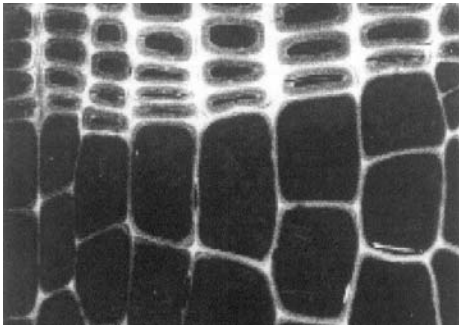
## Klassifizierung der Dauerhaftigkeit EN 350-1

	EN 113	prEN 807
Fichte	5	4
Fichte OHT	2	1
Fichte pressholz	3	4
Fichte pressholz OHT	1	1

→ OHT Fichte pressholz ist **Klasse 1 - sehr dauerhaft!**

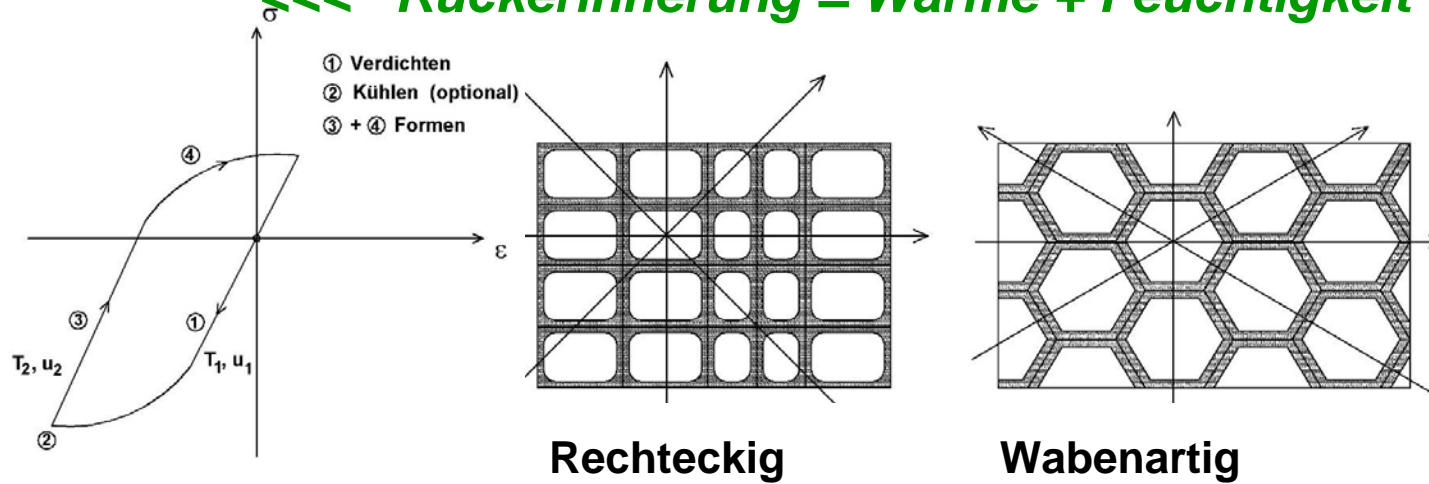
# Holz als zellulärer Werkstoff

**Wärme + Druck = Verdichtung >>>**



P. Navi, F. Girardet, 2000

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











# Herstellung von Formholzrohren



**1. Beschicken**



**2. Schließen**



**3. Pressen**









**a) Formholzrohre vlnr CFK, natur, GFK**



**b) GFK - bewehrt**

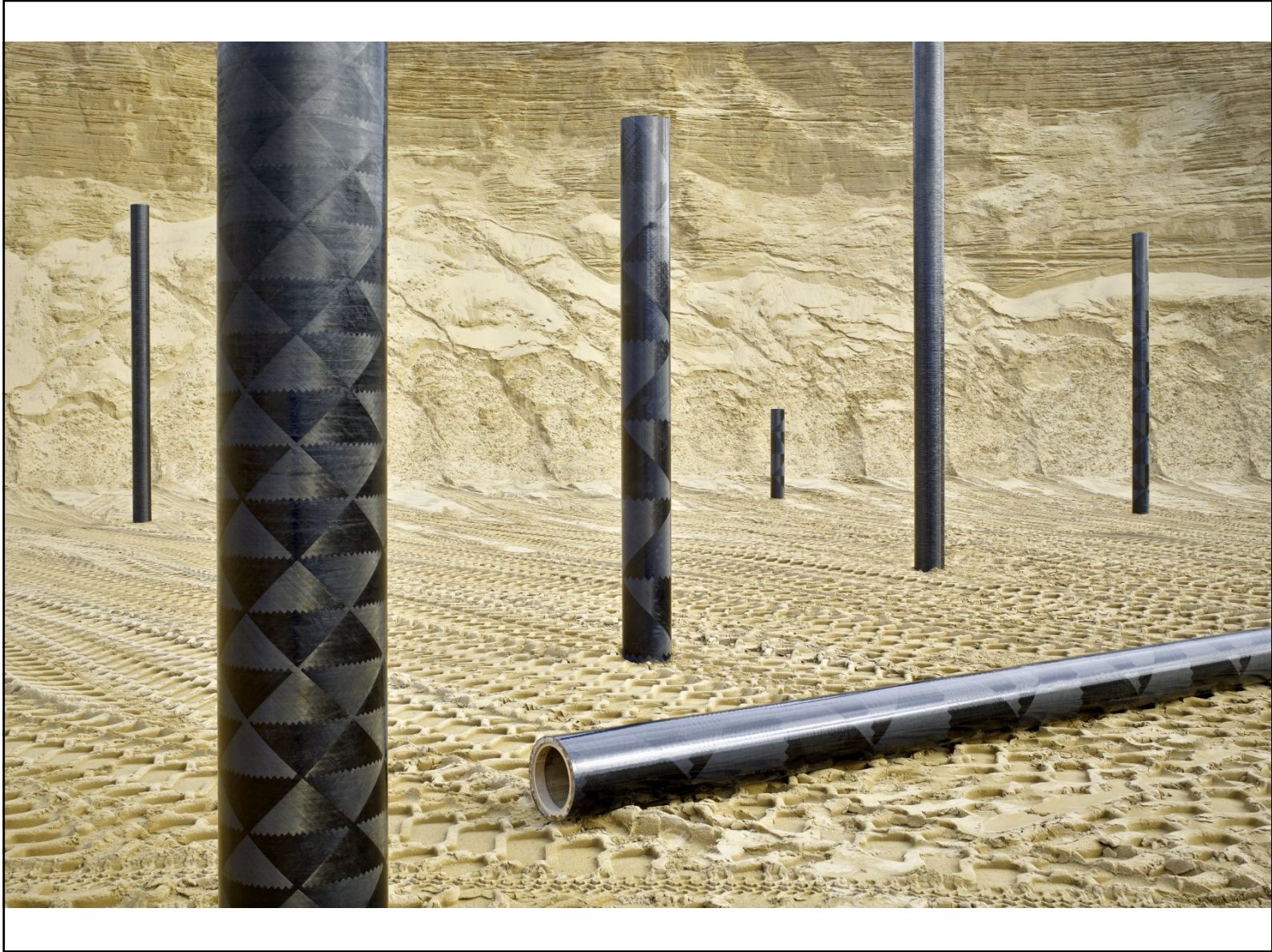


**c) Edelstahlmantel**



**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

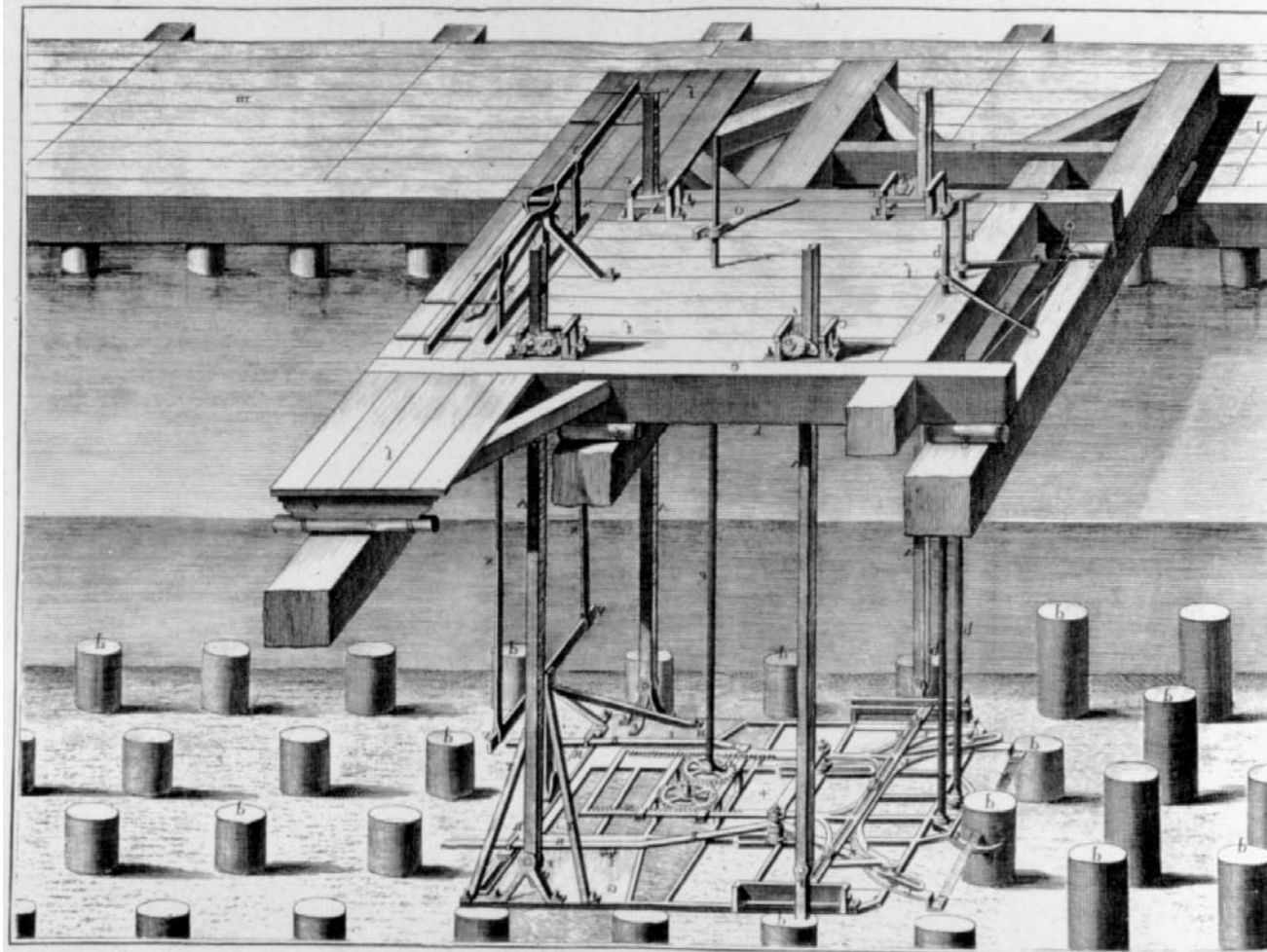
## **3 Formholzrohre und Umwelt**

- 3.1 Umweltleistung im Vergleich

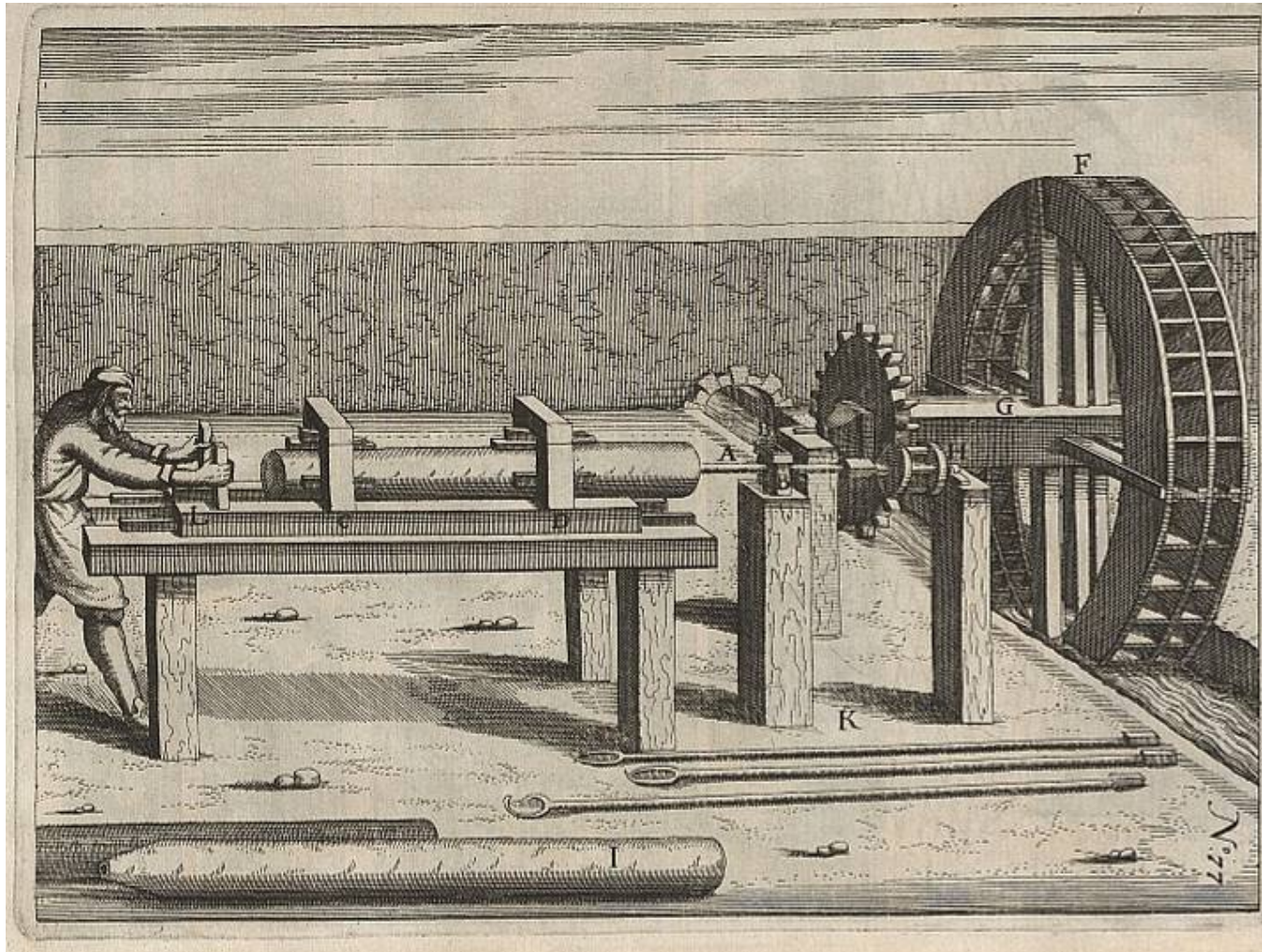
## **4 Ausblick**





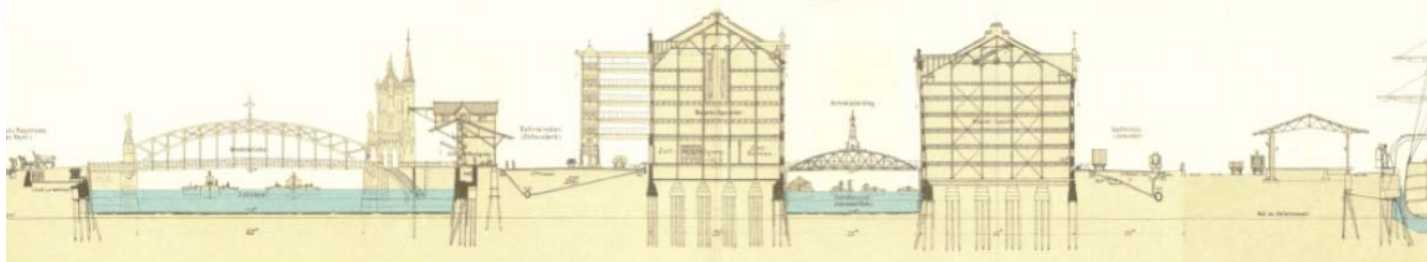


Holzpfohlgründung um 1750, L'Encyclopédie



**Bohrmühle mit Wasserrad, 1661, Quelle: Deutsche Fotothek**





**Speicherstadt Hamburg 1873 - Pfahlgründung im Schnitt**





Holzdaubenrohr, Seattle, USA  
Von 1930 bis 1991 im Einsatz



Holzdaubenrohr um 1900,

Unterirdische Leitung  
Toyko 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:**

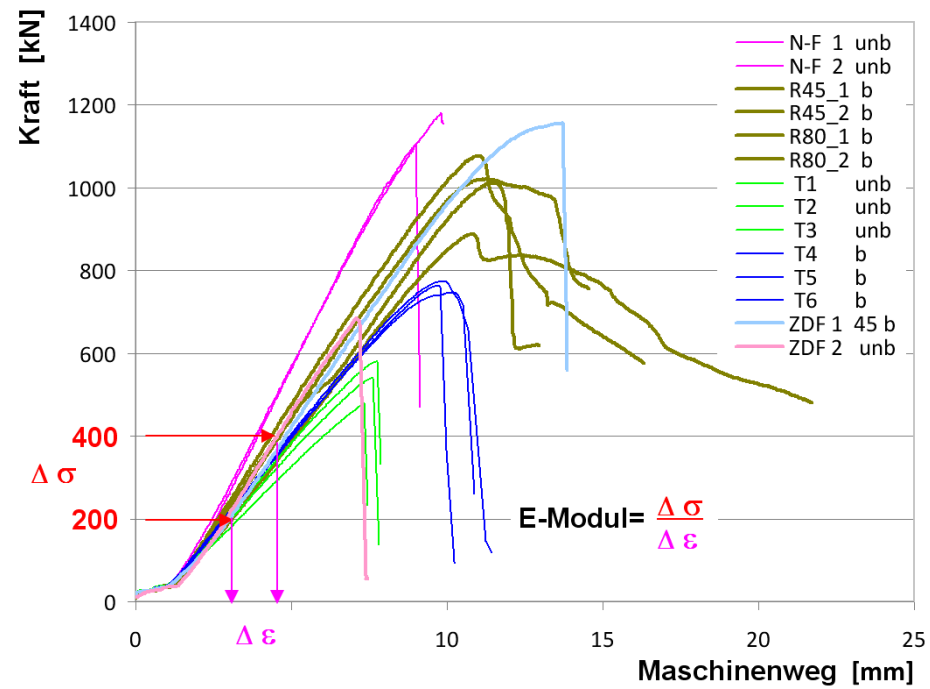
- Baujahr 1817
- Länge 25 km, Höhenunterschied 350 m

## **Hallstatt - Gosaumühle :**

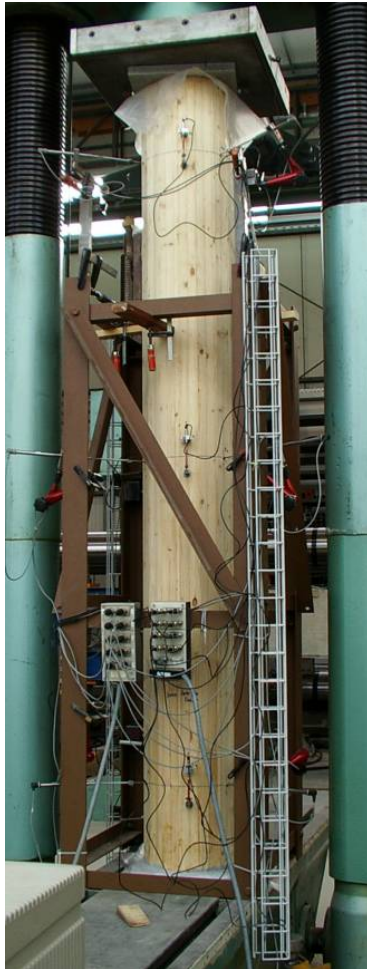
- Baujahr 1880
- Alter ca. 80 bis 120 Jahre



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







**a) unbewehrt**



**b) Bruch (QZ)**



**c) Bruch (LD)**



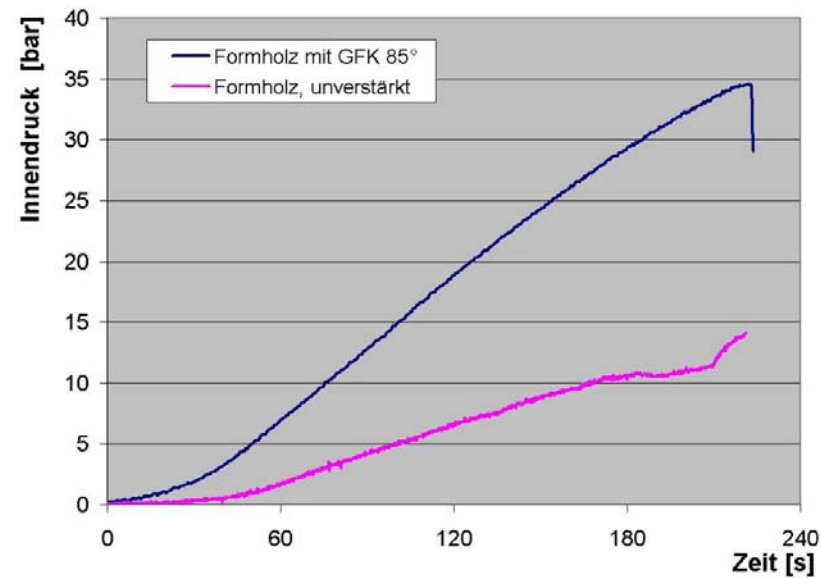
**d) GFK - bewehrt**

# GFK - Formholzrohr im Druckprüfstand



GFK-bewehrtes Formholzrohr (D = 30 cm)

## Druckfestigkeit bewehrt - unbewehrt





# Prüfstand - Formholz zur Leitung von Sole

## Prüfstand:

- geschlossener Kreislauf
- Leitung von Salzlösungen von 30 bis 300 g/l
- Temperatur bis 90°C
- Rohrrinnendruck 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

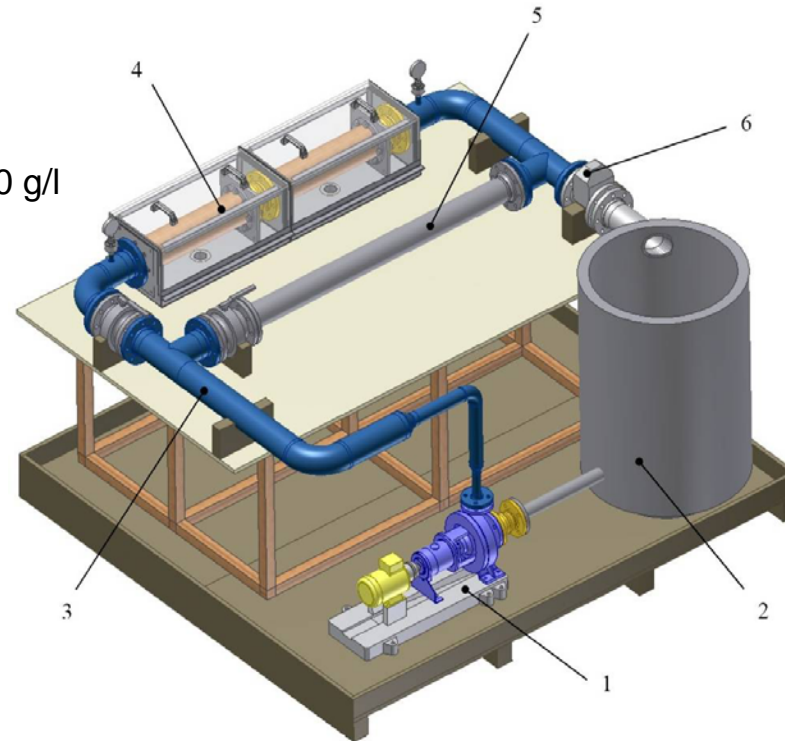


Foto: TU-Chemnitz, Institut für Allgemeinen Maschinenbau und Kunststofftechnik, 2010

# Prüfstand - Formholz zur Leitung von Sole

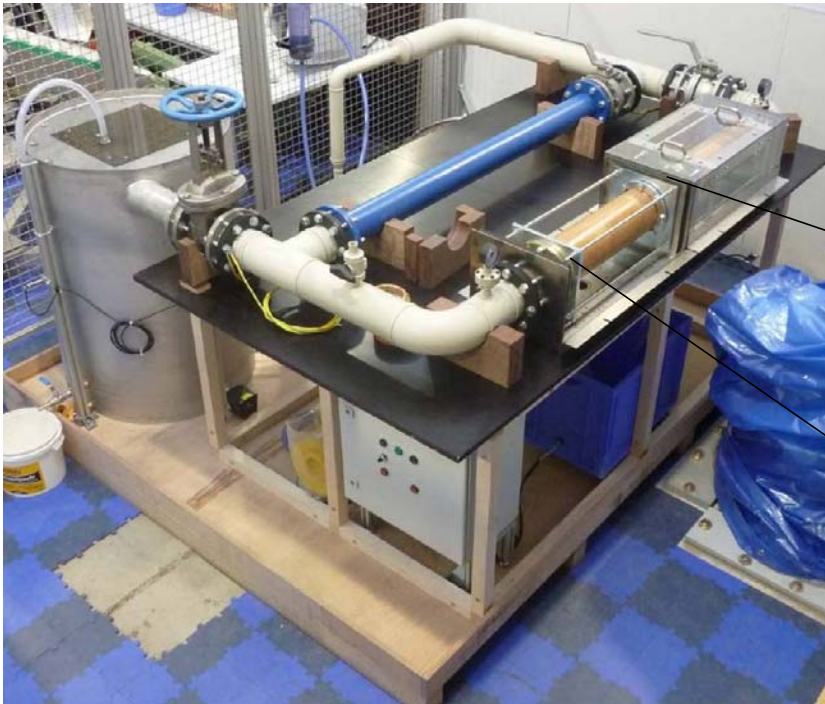
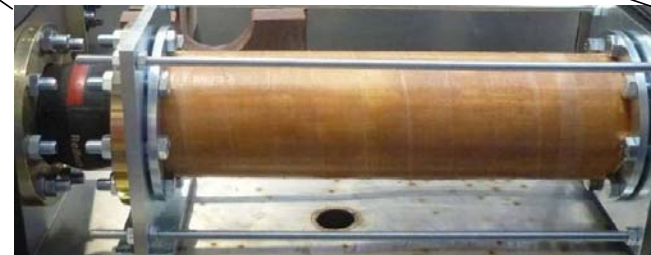


Foto: TU-Chemnitz, Institut für Allgemeinen Maschinenbau und Kunststofftechnik, 2010

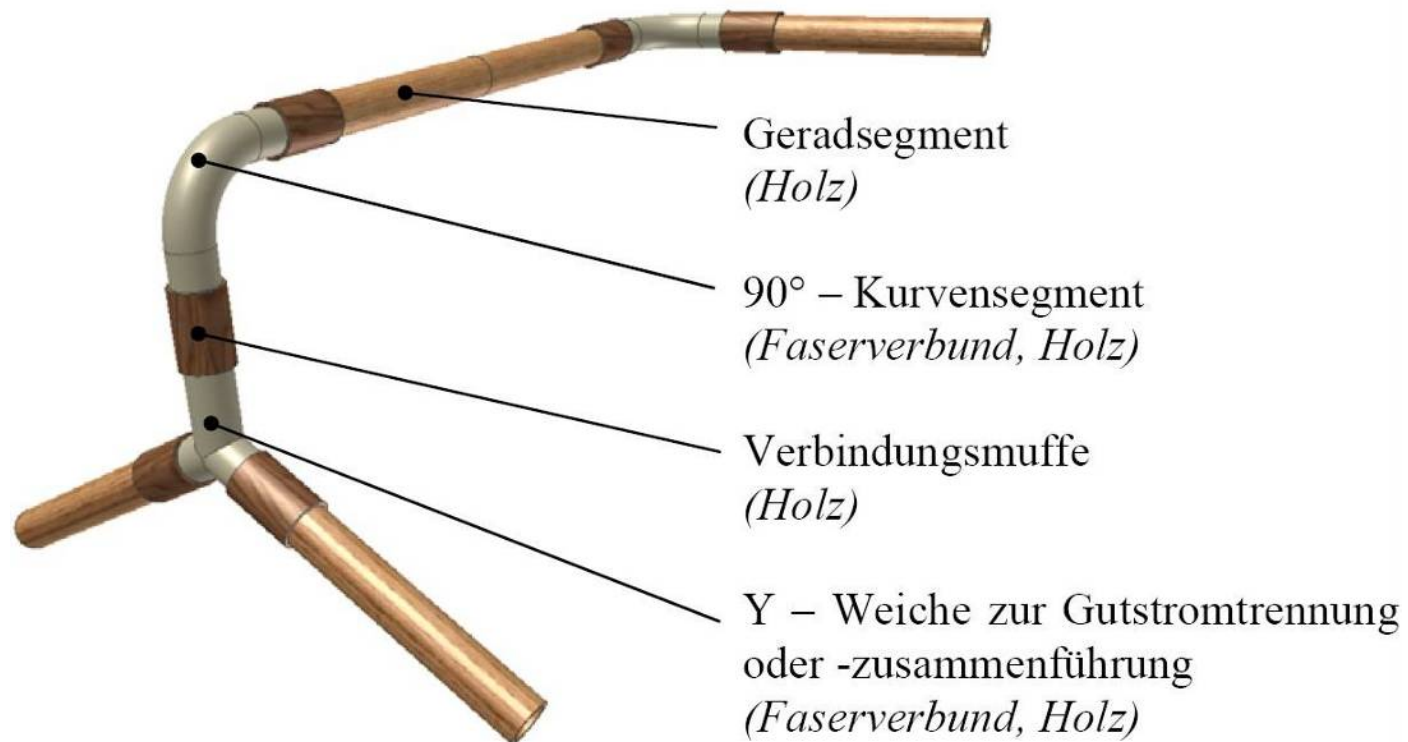


**Formholzrohr mit GFRK-Wicklung:**

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 <sub>2</sub> equiv.	0.40	32.2	32.5
acidification	kg SO <sub>2</sub> 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,  
Formholzschalen 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**