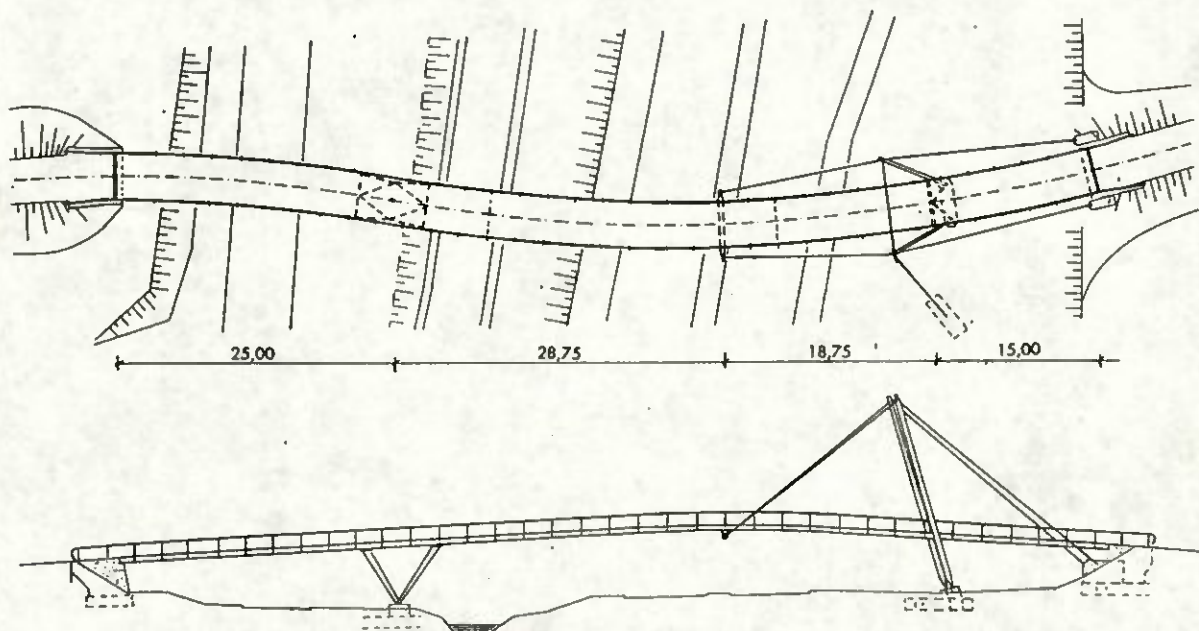


E-96/1c

Prof. Dr.-Ing. H. Kreuzinger  
Dipl.-Ing. B. Mohr

## Fußgängerbrücke in Ansbach - Dehnmessungen bei Blockverleimung



Projektförderung Sonderbauten:  
Forschungsvorhaben E-96/1

- Zwischenbericht -  
Dezember 1996

Dieses Forschungsvorhaben wird durchgeführt und gefördert von der Entwicklungsgemeinschaft Holz (EGH) in der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung (DGfH)

# 1 Allgemeines:

## 1.1 Ziel der Untersuchung

Verschiedene Konstruktionen im Holzbau bedienen sich einer Quervorspannung, um Zugbeanspruchungen senkrecht zur Faserrichtung aufnehmen zu können. Das sind beispielsweise quervorgespannte orthotrope Platten oder Krafteinleitungspunkte, bei denen Spaltzugkräfte entstehen.

Holz entzieht sich durch Relaxation einer aufgebrachten Verformung, so daß eine Quervorspannung mit der Zeit vermindert wird. Ebenso bewirken Quellen und Schwinden zusätzliche Verformungen des Holzbauteiles. Dies führt zu einer Erhöhung bzw. Verminderung der Vorspannung.

Die Änderung der Temperatur verursacht durch die unterschiedlichen Temperaturdehnungskoeffizienten von Holz und Stahl eine Veränderung der Vorspannung.

Ziel dieser Untersuchung ist es die Veränderung der Vorspannung in Abhängigkeit der Zeit (Relaxation des Holzes), der Feuchtigkeit (Schwinden und Quellen) und der Temperaturänderung zu messen. Daraus sollen Erkenntnisse gewonnen werden, die es ermöglichen, Vorspannungen für die gesamte Lebensdauer der Holzbauwerke einzubauen und ggf. Aufschlüsse für ein erforderliches Nachspannen zu erhalten.

## 1.2 Versuchsobjekt

Ein bestehendes Bauwerk - die 1996 erbaute Fußgängerbrücke in Ansbach - wird mit entsprechender Meßeinrichtung versehen, um diese Einflüsse zu beobachten.

Die Brücke besteht aus einem durchgehenden Träger aus blockverleimten Brettschichtholz. Der Brettschichtträger wird durch vier Querträger, von denen zwei auf V-förmigen Stützen aufliegen und der dritte über eine Abspannung gehalten wird, getragen. Der vierte Querträger ist mit den Pylonen verbunden (vgl. Bild 1). Im Bereich des Querträgers der Abspannung werden hohe Druckkräfte in den blockverleimten Brettschichtträger eingeleitet und es ist mit Spaltzugkräften zu rechnen. Um diese Spaltzugkräfte aufnehmen zu können, wird im Bereich des Hängers der Brettschichtholzträger vorgespannt. Eine weitere Vorspannung wird zum Beobachtungszwecke zwischen dem südlichen (linkem) Auflager und dem Querträger, der auf Stützen aufliegt, eingebracht. Jedes Spannglied wird mit einer Meßstelle (Meßstelle 1 und Meßstelle 2 in Bild 1) versehen

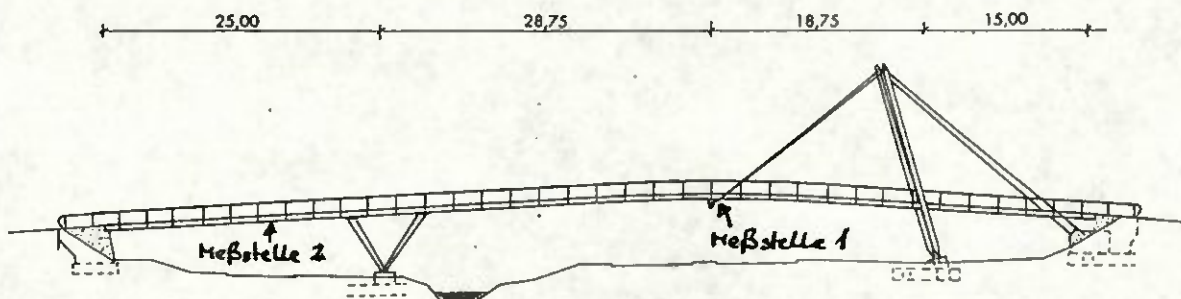


Bild 1: System der Brücke (In: bauen mit holz (1996) S. 863-869)

Die Vorspanneinrichtungen sollten an zwei Stellen eingebaut werden. Die zunächst verwendeten Spannglieder - DYWIDAG Spannanker der Güte 885/1080 (GEWI-Stäbe) Ø15 mm - haben einen zu steilen Gewindengang, so daß sie nicht mehr mit einem Drehmomentenschlüssel

angespannt werden konnten. Die planmäßige Vorspannkraft sollte 65 kN betragen. Die neuen Spannglieder mit metrischem Gewinde werden erst noch eingebaut.

Die Konstruktion des Vorspanneinrichtung beschreibt Bild 2:

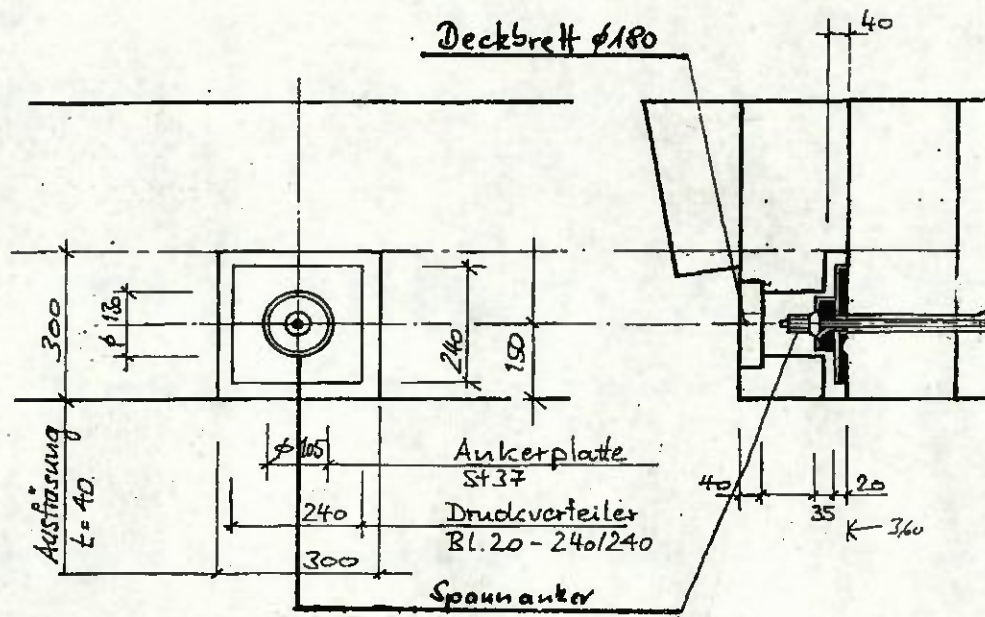


Bild 2: Konstruktion der Vorspannung

Zwei ca. 30/30 cm<sup>2</sup> große Aussparungen im Brettschichtholz (vgl. Bild 3) ermöglichen an jeder Meßstelle den direkten Zugang zum Spannglied und zu den Meßeinrichtungen von unten. Diese sind durch Sperrholzplatten abgedeckt und werden im Bedarfsfall geöffnet.

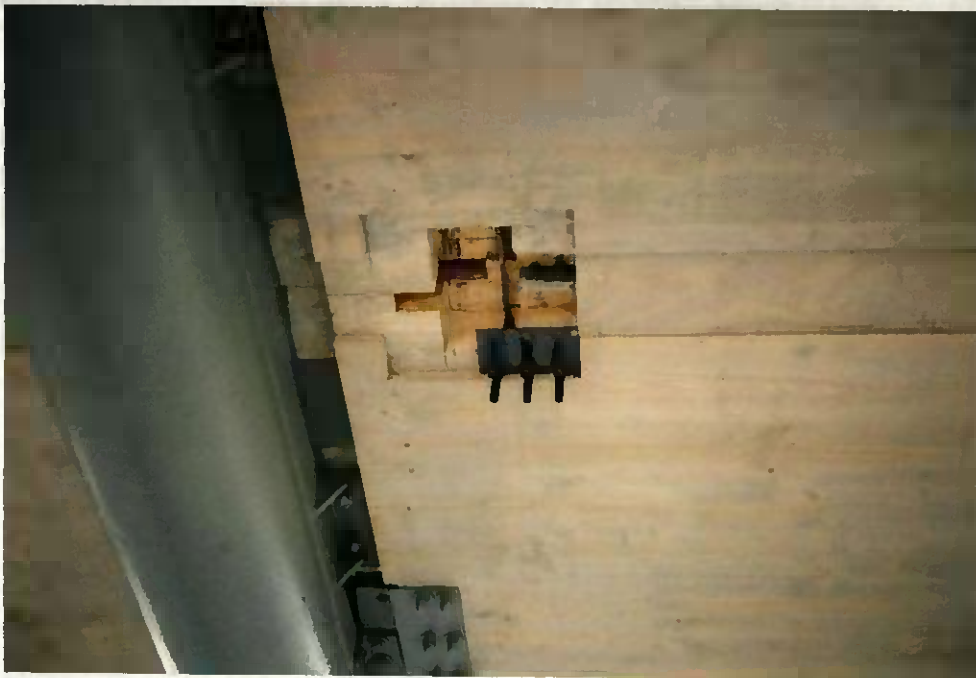


Bild 3: Meßstelle 1: Querträger an der Abspannung, Ansicht von unten mit Bohrschablone

## 2 Meßeinrichtungen

### 2.1 Messung der Vorspannkraft

Die Vorspannkraft im Spannglied wird indirekt über die Dehnung des Spanngliedes gemessen. Die Längenmessung erfolgt mit einem Setzdehnungsmeßgerät, das an der TU München entwickelt wurde. Das Meßsystem ist aus Bild 4 zu entnehmen. Je Meßstelle und Spannglied werden 3x2 Meßmarken angeordnet. Die dreifache Anordnung der paarweisen Meßmarken gewährleistet eine größere Sicherheit und Genauigkeit der gesamten Dehnungsmessung. Die paarweise angeordneten Meßmarken, die mit Kerben zum exakten Justieren versehen sind, werden in einem Abstand von 200 mm auf das Spannglied geklebt. Der verwendete Spezialkleber für DMS-Aufklebungen gewährleistet eine starre Verbindung zwischen Meßmarke und Spannglied. Das Setzdehnungsmeßgerät, das vor jeder Messung am Nullstab kalibriert werden muß, zeigt jeweils die Längendifferenzen zwischen Nullstab und Spannglied an. Aus verschiedenen Messungen lassen sich die Dehnunterschiede bezogen auf die Meßlänge von 200 mm ermitteln. Obwohl die Ablesegenauigkeit der digitalen Anzeige 0,001 mm beträgt, ist mit einer Meßgenauigkeit des gesamten Systems von ca. 0,01 mm zu rechnen. Damit lassen sich Spannungsänderungen im Spannstahl von ca. 10 N/mm<sup>2</sup>, das sind ca. 4% der zulässigen Spannung für ST 52, erfassen.

Die Temperaturänderungen im Spannglied werden hier nicht mehr mitgemessen, da der Nullstab, der aus Stahl mit dem gleichen Temperaturdehnungskoeffizienten besteht, die gleiche Temperaturdehnung erfährt. Setzdehnungsmeßgerät und Nullstab sind dazu vor den Messungen der Umgebungstemperatur auszusetzen, damit sie diese annehmen können.

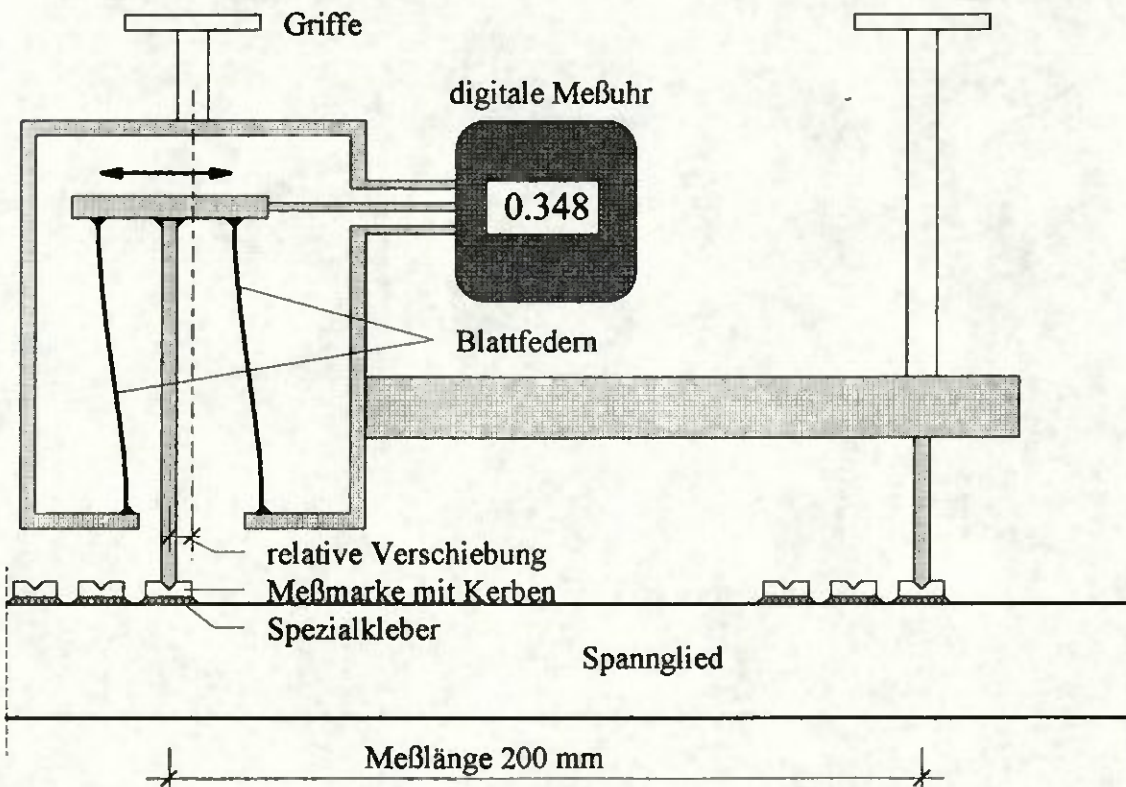


Bild 4: Schematische Darstellung des Dehnmeßsystems

Bei der Besichtigung der Brücke am 10.12.96 wurden die Meßmarken zwar eingebaut. Die Dehnungsänderungen konnten jedoch nicht gemessen werden, da die Spannglieder nicht angespannt werden konnten.

## 2.2 Feuchtemessung

Die Feuchtemessung erfolgt mittels elektrischer Widerstandsmessung. Dazu wurden je Meßstelle je zwei Elektroden in die Tiefen von ca. 45 cm, 30 cm 15 cm und 7 cm gesetzt (vgl. Bild 5). Die Elektroden wurden im Bereich der Dehnungsmessung angebracht. Sie werden ebenfalls durch die Sperrholzplatte abgedeckt. Der Elektrodenabstand beträgt jeweils 8 cm. Mit einer Bohrschablone, die ein seitliches Verlaufen des Bohrers durch eine Führung minimiert, wurden für die tiefen Meßstellen (45 cm, 30 cm, und 15 cm) Löcher  $\text{Ø}20$  mm in die planmäßige Tiefe gebohrt. Für das Einsetzen der Elektroden Spitze wurde das vorhandene Bohrloch zusätzlich mit einem Spezialbohrer um ein kleines, mittig angebrachtes Bohrloch  $\text{Ø}3$  mm um 30 mm verlängert.

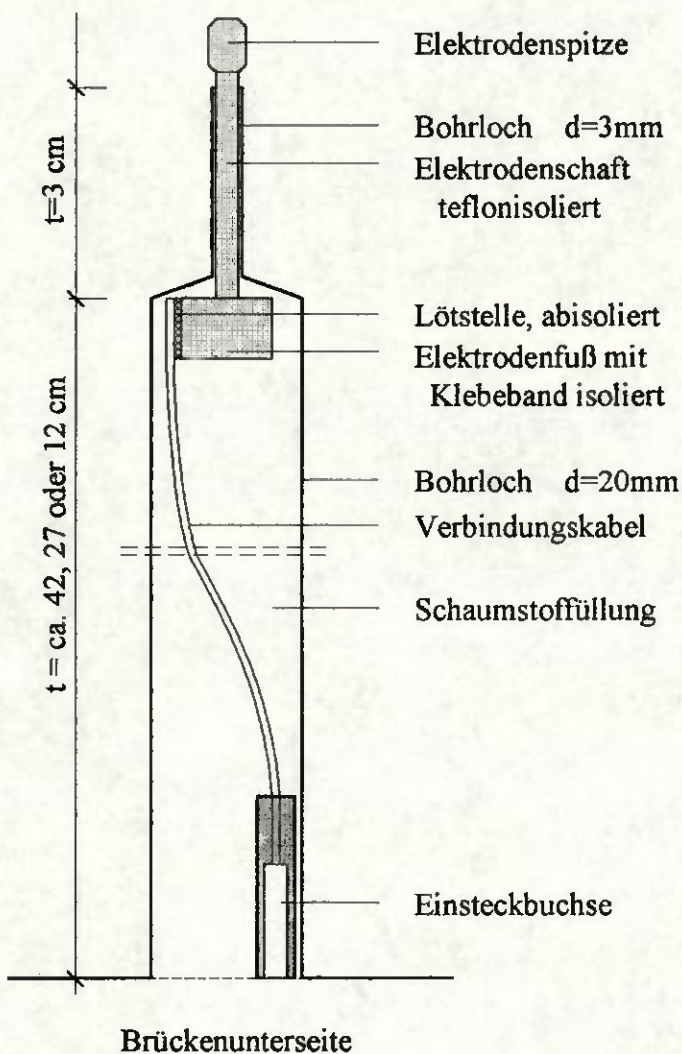


Bild 5: Eingebaute Elektroden

Die Elektroden bestehen aus vorgefertigten Elektroden aus Edelstahl (Fa. Gann, Stuttgart; Elektroden 40 mm lang mit Teflon-Isolation, Art-Nr. 41.7209), an denen seitlich Kabel mit Einsteckbuchsen angelötet worden sind. Die Anlötlungen und Elektrodenfüße sind mit Klebeband isoliert worden, so daß die Meßebeene eindeutig im Bereich der unisolierten Elektroden Spitze liegt.

Die Elektroden wurden in das große Bohrloch eingeführt und in das kleine Bohrloch eingedrückt. Die Elektroden wurden dann noch zum Anschlag eingeschlagen, um einen guten Kontakt zum Holz zu gewährleisten, der für die Messung des elektrischen Widerstandes erforderlich ist. Die unterschiedlichen Tiefen sind durch unterschiedliche Farben der Einsteckbuchsen gekennzeichnet.

Die Bohrlöcher wurden anschließend mit Schaumstoff so verfüllt, daß unten nur noch die Einsteckbuchsen der Kabel sichtbar sind.

Die Elektroden für die Meßtiefe 7 cm sind handelsüblich und mußten nach dem Vorbohren nur eingeschlagen werden.

Die Feuchtemessungen am 10.12.96 ergaben folgende Meßwerte:

		Feuchtigkeit [%] 10.12.96 *1
Meßstelle 1 (Hänger)	45 cm (blau)	18,4
	30 cm (rot)	ca. 13,8
	15 cm (gelb)	ca. 12,8
	7 cm (grün)	ca. 14,1
Meßstelle 2 (Süden)	45 cm (blau)	13,2
	30 cm (rot)	11,4
	15 cm (gelb)	11,4
	7 cm (grün)	12,4

Anm.: \*1: Aufgrund der niedrigen Außentemperaturen konnten die digital angezeigten Werte nicht eindeutig abgelesen werden.

Ein signifikanter Einfluß der Meßtiefe auf die Feuchtigkeitsgehalte konnte nicht festgestellt werden. Die durchschnittliche Feuchtigkeit beträgt 13%. Die festgestellten Feuchtigkeitswerte sind nicht außergewöhnlich.

### 2.3 Messung der Temperatur

Die Messung der Außentemperatur erfolgt mit einem handelsüblichen Thermometer. Auf die Messung der Bauteilinnentemperaturen wird verzichtet. Die Temperaturdehnungen des Stahl wird durch die Meßeinrichtung kompensiert. Die Messung der Holztemperatur im Bauteilinnern ist für Dauerversuche mit zahlreichen Schwierigkeiten und Problemen behaftet. Über die Messung der Außentemperatur kann die Innentemperatur genügend genau abgeschätzt werden, um Aussagen auf die Änderung der Vorspannkraft durch die Temperaturänderungen zu machen.

Am 10.12.96 wurde eine Außentemperatur von  $-3^{\circ}\text{C}$  festgestellt.

## 3 Zusammenfassung

Die Meßeinrichtung wurde soweit wie möglich installiert. Weil das Spannglied neu eingebaut werden muß, konnten keine Meßmarken für die Dehnungsmessung eingebaut werden. Die Vorspannkraft konnte daher nicht gemessen werden. Die gemessenen Holzfeuchtigkeiten um 13% sind nicht außergewöhnlich.