

**Berner Fachhochschule**

Hochschule für Architektur, Bau und Holz HSB  
Burgdorf, Biel

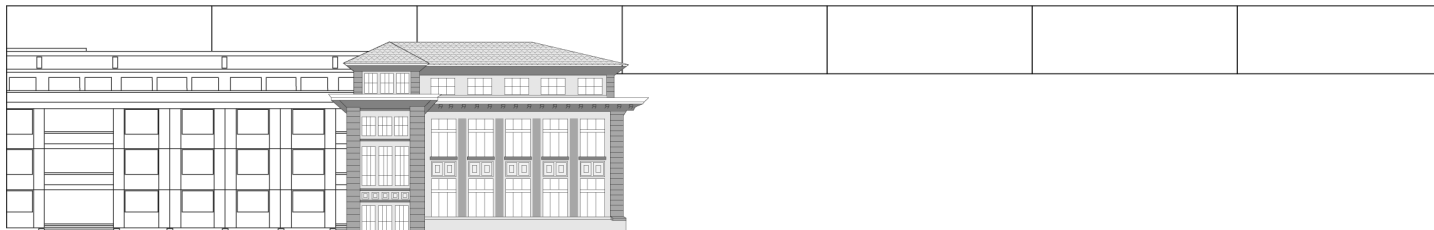
Abteilung F+E

# Forschungsbericht

## Schlussbericht

Holzbrückenbau

Bericht Nr.	2628-SB-01
Auftrag Nr.	2628. FHB
Klassifizierung	Öffentlich
Gegenstand	Gegenstand
Datum	26.05.2005



Auftraggeber	BUWAL Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft Michael Gautschi 3003 Bern
--------------	---

Adresse der Forschungsstelle	Hochschule für Architektur, Bau und Holz HSB Abteilung F+E, Holzbau und Bautechnik Solithurnstrasse 102, CH-2504 Biel Tel / Fax +41 (0)32 344 0 341 / 391
------------------------------	--

Verfasser	Isabel Engels
-----------	---------------

Abteilungsleiter	Marc-André Gonin
------------------	------------------

Einheitsleiter	Matthias Schmid
----------------	-----------------

Projektverantwortlicher	Dr. Jan Hamm
-------------------------	--------------

**www.hsb.bfh.ch**

HSB



## ABSTRACT

### Ausgangslage

Das Ergebnis einer telefonischen Umfrage zum Thema Holzbrückenbau bei Holzunternehmen, Ingenieurbüros und Bauherren zeigte, dass ein Aktionsbedarf in dem Bereich des Ingenieurholzbaus, dem Holzbrückenbau besteht.

### Zielsetzungen

Ein Ziel des Projektes "Holzbrückenbau" ist, den Marktanteil von Holz im Brückenbau über Aktionen im Rahmen von Öffentlichkeitsarbeit zu erhöhen. Dabei ist der notwendige Informations- und Forschungsbedarf abzuklären. Mit dem Aufbau eines Kontaktnetzes mit anderen, europäischen Instituten, die im Holzbrückenbau tätig sind, wird ein Informationsaustausch auf verschiedenen Ebenen angestrebt.

Ein weiteres Ziel ist Erkenntnisse über den zeitlichen Verlauf der Holzfeuchte in einer Fahrbahnplatte zu erhalten. Dabei soll überprüft werden, ob erhöhte Holzfeuchte während der Nutzung zu Pilzbefall führen kann, oder Zusatzspannungen zwischen den Materialien infolge differentieller Feuchteaufnahme auftreten können.

### Vorgehensweise

In vier Arbeitspaketen wurden folgende Arbeiten durchgeführt:

**AP 1 Öffentlichkeitsarbeit:** Erstellung und Vorbereitung von Dokumenten zu vorrangigen Problemstellungen, welche über eine Umfrage ermittelt werden.

### AP 2 Feuchtemessungen an Fahrbahnplatten

Messungen vor Ort sind an einer bestehenden Brücke durchzuführen.

**AP 3 Forschung und Entwicklung:** Definition des Forschungs- und Entwicklungsbedarfs im Bereich des Holzbrückenbaus.

**AP 4 Kommunikation:** Aufbau von Kontakten mit anderen Instituten.

Eine umfangreiche, schriftliche, jedoch nicht-repräsentative Umfrage soll einen Trend über die Bedürfnisse der unterschiedlichen Zielgruppen ergeben, die mit Holzbrücken in der aF+E und Weiterbildung in Berührung kommen. Sie klärt den Wunsch nach Planungshilfen ab und stellt die Grundlage zur Bearbeitung der 4 Arbeitspakete dar.

### Projektergebnisse

#### Planungshilfen

Es ist ein Planungslitfadent erstellt worden. Zudem ist auf Grund der Aussagen aus der Umfrage gemeinsam mit den Ingenieuren ein Datenblatt entwickelt worden, in welchem Angaben zu Holzbrücken gesammelt werden

können. Allerdings zeigt sich ein Defizit bei der Bereitschaft oder der Möglichkeit hierfür Daten zu Verfügung zu stellen.

### Entwurf einer Werbebroschüre

Der Entwurf einer Werbebroschüre für den Holzbrückenbau wurde in Zusammenarbeit mit Entscheidungsträgern und Ingenieuren ausgearbeitet.

### Weiterbildung

Neben dem Vortragsblock über Holzbrücken am Internationalen Holzbauforum wird eine Informationsveranstaltung in das Weiterbildungsprogramm der HSB Biel aufgenommen werden. Zielgruppe sind Planer und ausführende Unternehmen, die im Bereich Brückenbau tätig sind. In Form von Referaten, oder Referaten kombiniert mit Workshops, werden Themenblöcke wie statisch-konstruktive Ausbildung von Brückenkonstruktionen und Konstruktionsdetails, sowie das Bauen mit innovativen Baustoffen und Verbindungsmöglichkeiten behandelt.

### Feuchteprofil einer massiven Fahrbahnplatte aus Holz

An einer Brücke sind kontinuierliche Feuchtemessungen über 13 Monate am Fahrbahnquerschnitt durchgeführt worden. Es ist zu erkennen, dass bei funktionierender Fahrbahnabdichtung der Feuchtegehalt im BSH-Kern der Fahrbahnplatte nur geringen Holzfeuchteschwankungen von rund 3% unterworfen ist. Einzig an der Grenzfläche zum Umgebungsklima schwankt die Holzfeuchte stark, liegt dabei jedoch nie über der hinsichtlich Pilzbefall kritischen Holzfeuchte von 20%.

### Bedarf an Forschung und Entwicklung

Es zeigt sich eine grundlegende Bereitschaft der Befragten an Forschungsaktivitäten mitzuwirken. Die Fachgruppen der Ingenieure und der ausführenden Unternehmen stellen Materialkombinationen bezüglich Fahrbahnplatten, Auflagerdetails und Fahrbahnübergängen in den Vordergrund weiterer Forschungsaktivitäten. Dauerhaftigkeit und Holzschutz stehen ebenfalls weit oben in der Bedarfsliste der an der Umfrage beteiligten Personen. Im Verlauf der Bearbeitung des Projektes sind entsprechende Projektskizzen entwickelt worden.

### Aufbau eines Kontaktnetzes

Im Verlauf des Projektes wurden Kontakte zu anderen Forschungsinstituten aufgebaut. Die Kontakte werden über verschiedene Aktivitäten, speziell im Holzbrückenbau, gepflegt und zum Aufbau internationaler Projekte genutzt.  
Keywords: Holzbrücken, Feuchtemessungen, Umfrage, Öffentlichkeitsarbeit



## INHALTSÜBERSICHT

<b>1</b>	<b>AUSGANGSLAGE .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>ZIELSETZUNG .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>PROJEKT BETEILIGTE .....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>VORGEHENSWEISE .....</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>ÖFFENTLICHKEITSARBEIT .....</b>	<b>7</b>
<b>6</b>	<b>FEUCHTEMESSUNG AN FAHRBAHNPLATTEN .....</b>	<b>26</b>
<b>7</b>	<b>DEFINITION DES FORSCHUNGSBEDARFS.....</b>	<b>38</b>
<b>8</b>	<b>AUFBAU DES KONTAKTNETZES "HOLZBRÜCKEN" .....</b>	<b>42</b>
<b>9</b>	<b>SCHLUSSFOLGERUNGEN.....</b>	<b>44</b>
<b>10</b>	<b>BESTIMMUNGEN ZU DIESEM FORSCHUNGSBERICHT .....</b>	<b>46</b>
<b>11</b>	<b>VERZEICHNISSE .....</b>	<b>47</b>
	<b>ANHANG A: ÖFFENTLICHKEITSARBEIT.....</b>	<b>55</b>

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>AUSGANGSLAGE .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>ZIELSETZUNG .....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>PROJEKTBETEILIGTE .....</b>	<b>5</b>
	3.1 Projektträger und Projektpartner .....	5
	3.2 Projektbearbeitung .....	5
<b>4</b>	<b>VORGEHENSWEISE .....</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>ÖFFENTLICHKEITSARBEIT .....</b>	<b>7</b>
	5.1 Öffentlichkeitsarbeit im Holzbrückenbau.....	8
	5.1.1 Ziel.....	8
	5.1.2 Zielgruppe.....	8
	5.1.3 Strategie .....	8
	5.1.4 Instrumente.....	8
	5.1.5 Massnahmen .....	8
	5.2 Systematische Untersuchung.....	8
	5.2.1 Grundlage .....	9
	5.2.2 Durchführung der Untersuchung .....	9
	5.2.3 Datenauswertung .....	10
	5.3 Ergebnisse der Untersuchung .....	12
	5.3.1 Erstellung eines anwendungsfreundlichen Leitfadens für den Holzbrückenbau ..	15
	5.3.2 Entwurf einer Werbebroschüre für den Holzbrückenbau .....	18
	5.3.3 Aufbau einer Holzbrücken-Datenbank.....	19
	5.3.4 Erarbeitung eines Konzeptes für Weiterbildungsveranstaltungen .....	22
	5.4 Fazit des Arbeitspakets 1: "Öffentlichkeitsarbeit" .....	25
<b>6</b>	<b>FEUCHTEMESSUNG AN FAHRBAHNPLATTEN .....</b>	<b>26</b>
	6.1 Ausgangslage .....	26
	6.2 Zielsetzung der Feuchtemessungen .....	26
	6.3 Durchführung der Messungen.....	26
	6.3.1 Projektbeschreibung der Brücke .....	26
	6.3.2 Datenerfassung.....	27
	6.4 Messergebnisse .....	29
	6.4.1 Umgebungsklima .....	30
	6.4.2 Ausgleichsfeuchten der Fahrbahnplatte.....	31
	6.4.3 Anpassung der Holzgleichsfeuchte.....	35
	6.4.4 Feuchtedifferenzen über den gesamten Querschnitt .....	36
	6.5 Fazit .....	37
<b>7</b>	<b>DEFINITION DES FORSCHUNGSBEDARFS.....</b>	<b>38</b>
	7.1 Ausgangslage und Zielsetzung.....	38
	7.2 Definition des Forschungsbedarfs .....	38
	7.3 Fazit: Schwerpunkte weiterer Forschungsvorhaben .....	40
<b>8</b>	<b>AUFBAU DES KONTAKTNETZES "HOLZBRÜCKEN" .....</b>	<b>42</b>
	8.1 Ausgangslage und Zielsetzung.....	42
	8.2 Vorgehensweise.....	42
	8.3 Ergebnis.....	43
<b>9</b>	<b>SCHLUSSFOLGERUNGEN.....</b>	<b>44</b>

<b>10</b>	<b>BESTIMMUNGEN ZU DIESEM FORSCHUNGSBERICHT .....</b>	<b>46</b>
<b>11</b>	<b>VERZEICHNISSE .....</b>	<b>47</b>
11.1	Tabellenverzeichnis.....	47
11.2	Abbildungsverzeichnis .....	48
11.3	Diagrammverzeichnis.....	48
11.4	Literaturverzeichnis .....	50
	<b>ANHANG A: ÖFFENTLICHKEITSARBEIT.....</b>	<b>55</b>
A.1	Fragebogen HSB / Holzbrückenstudie 2005 .....	55
A.2	Datenauswertung der Umfrage .....	57
A.2.1	Fragen einzeln ausgewertet.....	57
A.2.2	Kreuztabellierung der Fragen.....	66
A.3	Leitfaden .....	76
A.4	Entwurf der Werbebroschüre .....	81
A.5	Liste Holzbrücken der Schweiz .....	84
A.6	Weiterbildungsveranstaltungen 2006 .....	87

## 1 Ausgangslage

Eines der grossen Aushängeschilder des Holzbaus liegt im Ingenieurholzbau und dort im Brückenbau. Zwar liegt der grössere Marktanteil für Holz unbestritten im Hausbau, doch durch hervorragende Ingenieurbauwerke aus Holz kann direkt Einfluss auf alle anderen Bereiche des Holzbaus genommen werden.

Um genauere Kenntnisse über die verschiedenen Gründe für den geringen Anteil von Holz im Brückenbau zu bekommen, wurde von Seiten der F+E der Hochschule für Architektur, Bau und Holz (HSB) Anfang '02 eine telefonische Umfrage zum Thema Holzbrückenbau durchgeführt. Bei der Umfrage wurden fünf Holzunternehmen, sechs Ingenieurbüros und ein Tiefbauamt telefonisch kontaktiert um Anforderungen, Probleme sowie Vorurteile im Bereich des Holzbrückenbaus zu erkennen. Die Stichprobe war statistisch nicht repräsentativ. Allerdings könnten sehr wohl Tendenzen aufgezeigt werden. Holzbrücken gelten als nicht dauerhaft, der Verkehrsbelastung nicht gewachsen und im Unterhalt als zu teuer.

Die Auswertung dieser Expertenbefragung zeigt ebenfalls den Bedarf von Öffentlichkeitsarbeit auf. Mit einem passenden Konzept, zugeschnitten auf eine ausgewählte Zielgruppe, kann dem Holzbrückenbau ein grösserer Markt erschlossen werden. Es wurde festgestellt, dass zur Zeit relativ viel Informationsmaterial betreffend Holzbrückenbau vorhanden, jedoch verstreut und häufig nur für Fachpersonen greifbar ist. Diese und weitere noch zu definierende Informationslücken den Holzbrückenbau betreffend müssen erfasst und bearbeitet werden. Damit kann sich der Holzbrückenbau den verdienten Marktanteil sichern. Die Einzelgespräche mit Experten haben gezeigt, dass Feuchteuntersuchungen an massiven Fahrbahnplatten aus Holz gewünscht werden, um entscheidende Fragen bezüglich Quell- und Schwindverhalten sowie der Entwicklung der Spannungen in und zwischen den Materialschichten zu erfassen.

## 2 Zielsetzung

Das wirtschaftliche Ziel des Projektes "Holzbrückenbau" ist, den Marktanteil von Holz im Brückenbau zu erhöhen. Dies soll im Rahmen von Massnahmen im Bereich der Öffentlichkeitsarbeit erfolgen. Im konkreten Fall, soll das Vertrauen gegenüber dem Werkstoff Holz im Brückenbau gestärkt werden. Dabei ist in erster Linie der notwendige Informations- und Forschungsbedarf abzuklären. Mit dem Aufbau eines Kontaktnetzes mit anderen, europäischen Instituten, die im Holzbrückenbau tätig sind, ist ein Informationsaustausch auf verschiedenen Ebenen anzustreben. Ein weiteres Ziel ist die Kenntnisse über den zeitlichen Verlauf der Holzfeuchte in einer Fahrbahnplatte zu erhalten. Dabei soll überprüft werden, ob erhöhte Holzfeuchten während der Nutzung zu Pilzbefall führen kann, oder Zusatzspannungen zwischen den Materialien infolge differentieller Feuchteaufnahme auftreten können. In situ Messungen werden an einem vor wenigen Jahren erstellten Objekt durchgeführt. Schlüsse bezüglich der Dauerhaftigkeit von Holzfahrbahnen sind zu ziehen.



### 3 Projektbeteiligte

Als Projektpartner haben Industriepartner wie Holzbauunternehmer als auch Entscheidungsträger und Ingenieure im Brückenbau zusammengearbeitet. Diese Zusammenarbeit hat zu einem konstruktiven Austausch beigetragen.

#### 3.1 Projektträger und Projektpartner

Walter Bieler	Walter Bieler AG
Roland Brunner	Lignum-HWK
Renaud Caron	Département des ponts et chaussées, Fribourg
Jean-Marc Ducret	Ducret - Orges SA
Alessandro Fabris	Ingenieurbüro Marchand & Partner
Markus Jordi	Moor Hauser & Partner
Silvio Pizio	Silvio Pizio GmbH
Jean-Frédéric Python	Bruderer & Magnin AG
René Robellaz	Planungs- und Baudirektion, Bern
Fred Stalder	Tiefbauamt Kt. Bern
Jacques Vial	Charpentes Vial SA

#### 3.2 Projektbearbeitung

##### Hochschule für Architektur, Bau und Holz, Burgdorf, Biel

Dr. Jan Hamm, Projektverantwortung, Abteilung F+E / Holzbau und Bautechnik

Isabel Engels, Projektleitung, Projektleiterin Abt. F+E an der HSB, Biel

## **4 Vorgehensweise**

Um die gesetzten Ziele des Projektes zu erreichen wird das Vorhaben in vier Arbeitspakete unterteilt:

### **Arbeitspaket 1: Öffentlichkeitsarbeit im Holzbrückenbau**

Zu vorgängig evaluierten Themenbereichen wird eine systematische Umfrage durchgeführt. Diese umfasst unter anderem die vorrangigen Themen: Weiterbildung, Forschung und Entwicklung und Informationsinstrumente. Die Umfrage wird an verschiedenen, öffentlichen Anlässen vorgestellt und anschliessend über Internet verbreitet. Es wird versucht die wesentlichen Berufssparten zu erreichen, die mit dem Brückenbau zu tun haben. Gewisse "Wunschpartner" werden direkt angeschrieben und auf die Umfrage hingewiesen. Die Ergebnisse werden statistisch ausgewertet.

### **Arbeitspaket 2: Feuchtemessung an Fahrbahnplatten**

Damit die Problematik der Dauerhaftigkeit von Holzbrücken besser erfasst werden kann, können gezielt Messungen an kritischen Bauteilen durchgeführt werden. Erfahrungsgemäss sind die Brücken- oder Fahrbahnplatten besonders dem Verschleiss ausgesetzt, und sind dem Feuchteinfluss stark ausgesetzt. Das Klima und die Holzfeuchte in der Fahrbahnplatte wird in verschiedenen Tiefen kontinuierlich gemessen. Diese Vorgehensweise erlaubt das Feuchteprofil in der Platte mit dessen Variation über die Zeit zu erfassen.

Mit den Sonden im oberen Bereich der Fahrbahnplatte kann die Funktionsfähigkeit der Fahrbahnabdichtung geprüft werden. Dies soll künftig zur Schadensvermeidung und Sicherung der Tragfähigkeit von Fahrbahnplatten aus Holz dienen.

### **Arbeitspaket 3: Abklärung des Forschungsbedarfs**

Zur Abklärung des Forschungsbedarfs und zur Bestätigung der durch die Projektpartner festgelegten Stossrichtung wurde eine Umfrage bei Bauherren, Architekten, Planern und ausführenden Unternehmen als erforderlich erachtet. Die in Arbeitspaket 1 vorgestellte Methode gilt auch hier. Spezifische Fragen sollen erlauben die wichtigsten Forschungsthemen zu ermitteln.

Die Verknüpfung der Ergebnisse aus der vorliegenden telefonischen und geplanten schriftlichen Umfrage erlaubt wesentliche Forschungsthemen zu definieren. Daraus können Forschungsschwerpunkten der Einheit Holzbau und Bautechnik der F+E der HSB bestätigt und erste Forschungsideen generiert werden.

### **Arbeitspaket 4: Aufbau des Kontaktnetzes "Holzbrücken"**

In den umliegenden Ländern wie Deutschland, Österreich, Frankreich und den skandinavischen Ländern bestehen weitreichende Erfahrungen im Holzbrückenbau. Ziel ist es, ausländische Institute mit dem Schwerpunkt Holzbrückenbau zu kontaktieren um einen Erfahrungsaustausch zu ermöglichen. Als Plattform für den Aufbau eines Kontaktnetzes bieten sich öffentliche Veranstaltungen wie beispielsweise das Internationale Holzbauforum (IHF) in Garmisch an, das jeweils im Dezember stattfindet. Über Vorträge und persönlichen Gespräche werden interessierte Partner ermittelt. Die Plattform in Garmisch ist besonders günstig, da bei dieser Gelegenheit Architekten, Investoren, Tragwerksplaner und vor allem Holzfachleute zusammentreffen.

## 5 Öffentlichkeitsarbeit

### Definition der Öffentlichkeitsarbeit

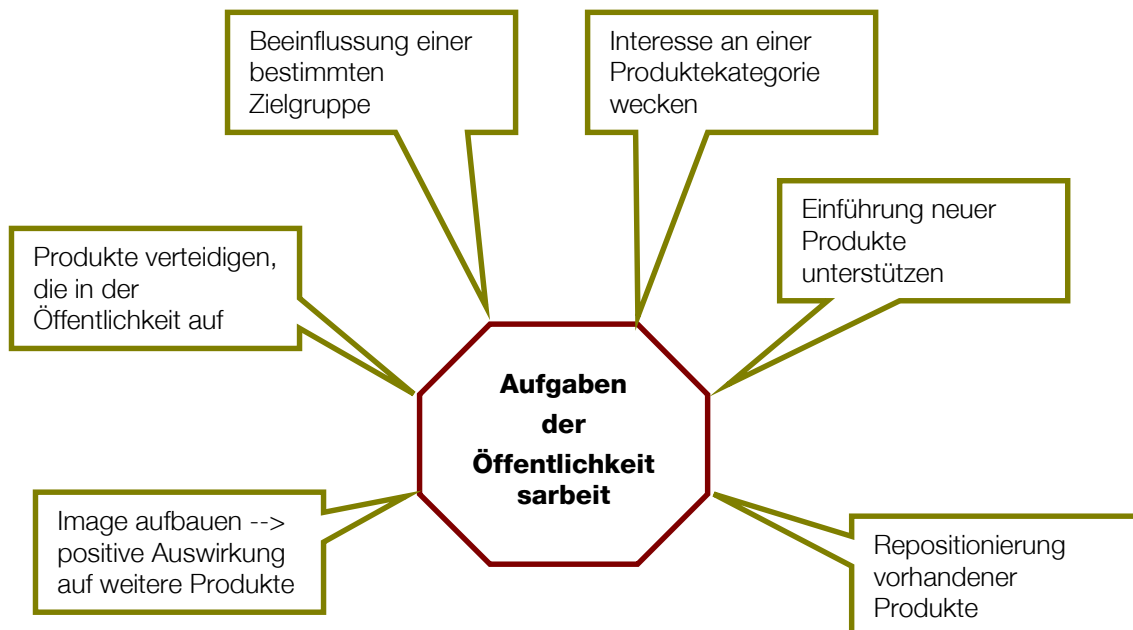
Als Öffentlichkeitsarbeit (englisch Public Relations, PR) wird die geplante Kommunikation zwischen einer Organisation und ihren Kunden bezeichnet. Während Marketing und Werbung meist direkt auf Absatz- und Geschäftserfolge ausgerichtet sind, hat die Öffentlichkeitsarbeit in der Regel einen langfristigeren Auftrag, und zwar den, ein positives Umfeld für das Unternehmen zu schaffen.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist das Prinzip der mitwirkungsorientierten Öffentlichkeitsarbeit. Das bedeutet, dass nur richtig informiert werden kann, wenn bekannt ist, welche Informationen gefragt sind. Deshalb müssen für eine effektive Öffentlichkeitsarbeit eine Bestandsaufnahme sowie eine Situationsanalyse mit folgenden Punkten durchgeführt werden:

- Ziele der Öffentlichkeitsarbeit definieren
- Bezugsgruppen zuordnen
- Botschaften erarbeiten und formulieren
- Strategie festlegen, Instrumente auswählen
- Massnahmen planen

Ein weiteres Prinzip der Öffentlichkeitsarbeit ist die rückhaltlose Öffentlichkeitsarbeit. Diese besagt, dass Glaubwürdigkeit nur mit vollständiger Information zu erreichen ist. Informationen, die möglicherweise negativ aufgenommen werden können, müssen erwähnt und nicht beschönigt werden. Dem Kunden ist bewusst, dass jede Sache eine positive und negative Seite hat. Die negative Seite herunterzuspielen, würde die Glaubwürdigkeit der positiven Seiten mindern. Diesem Grundsatz muss hauptsächlich in Kapitel 5.3.2 (Entwurf der Werbebroschüre) entsprochen werden.

Die Öffentlichkeitsarbeit leistet gezielt Beiträge zu den verschiedenen Aufgaben:



Ein Teil dieser Aufgaben wird bezogen auf den Holzbrückenbau im Arbeitspaket "Öffentlichkeitsarbeit" wahrgenommen.

Weiter stehen der Öffentlichkeitsarbeit verschiedene Instrumente zu Verfügung. Dazu gehören unter anderem Vorträge, Seminare, Veröffentlichungen und die Pflege von Beziehungen. Diese Massnahmen können in der Kommunikation als gestalterische Elemente eingesetzt werden, je nachdem, welche Aspekte und Zielgruppen im Vordergrund stehen. Im folgenden Abschnitt wird erläutert, wie die Öffentlichkeitsarbeit im Rahmen des Projekts Holzbrückenbau umgesetzt wird.

## **5.1 Öffentlichkeitsarbeit im Holzbrückenbau**

### **5.1.1 Ziel**

Als umfassendes Ziel der Öffentlichkeitsarbeit wird wechselseitiges Verstehen sowie der Aufbau von Vertrauen zur Schaffung eines positiven Umfelds für den Holzbrückenbau definiert. Die Vorurteile gegenüber Holz als möglichen Baustoff im Brückenbau sollen weitgehend abgebaut und die Akzeptanz erweitert werden. Das konkrete Ziel ist, Entscheidungsträger und Bauherren dazu zu bringen, Holz als einen möglichen Baustoff im Brückenbau in Erwägung zu ziehen.

### **5.1.2 Zielgruppe**

Zu den möglichen Kunden, und damit zu den Zielgruppen, zählen Ingenieure, Architekten, Entscheidungsträger und Bauherren. Soll nur eine bestimmte Zielgruppe beeinflusst werden, ist es sinnvoll diejenige zu wählen, bei der die grösstmögliche Wirkung zu erwarten ist. Gemeinsam mit den Projektpartnern wurde die Zielgruppe der Entscheidungsträger und Bauherren als prioritär definiert.

### **5.1.3 Strategie**

Die Strategie zur Erreichung des Ziels wird im Zuge der Auswertung der durchgeführten Umfrage identifiziert. Die Umfrage umfasst die im Vorfeld mit Experten evaluierten Themenbereiche Weiterbildung, Forschung und Entwicklung, Informationsinstrumente und Entscheidungskriterien. Aus der telefonischen Umfrage und der umfangreichen schriftlichen Umfrage wird die Strategie für eine effektive Öffentlichkeitsarbeit entwickelt (Kapitel 5.2.3). Aus diesem Grund wird in einem ersten Schritt eine statistisch aussagekräftige schriftliche Umfrage durchgeführt.

### **5.1.4 Instrumente**

Als geeignetes Instrument für die Erreichung der Ziele wird auf Grund der vorab durchgeführten telefonischen Umfrage die externe Öffentlichkeitsarbeit gesehen. Hierzu zählen die Presse- und Medienarbeit, die in Form einer Werbebroschüre (Kapitel 5.3.2) den Schwerpunkt bildet. Zusätzlich ist die Organisation von Weiterbildungsveranstaltungen (Kapitel 5.3.4) geplant, die auf die Bedürfnisse von Ingenieuren und ausführenden Unternehmen ausgerichtet ist.

### **5.1.5 Massnahmen**

Die Massnahmen sind gekoppelt an die Instrumente, an die Aufgaben sowie die Bedürfnisse der Zielgruppen. Als Fazit aus der Umfrage lassen sich Massnahmen planen, die folgenden Aufgaben erfüllen sollen:

- Beeinflussung der Entscheidungsträger und Bauherren,
- Interesse an Holzbrücken wecken,
- Unterstützung der Einführung des Werkstoffs Holz im Brückenbau,
- Aufbau des Images von Holzbrücken mit einer positiven Auswirkung auf weitere Ingenieurholzbauten,
- Analyse und Dokumentation von Brückenbauten aus Holz, die in der Öffentlichkeit auf Kritik stossen

Diese Aufgaben werden mehrheitlich mittels dem Entwurf der Werbebroschüre bearbeitet, welche vor allem Entscheidungsträger und Bauherren ansprechen soll.

Um auch die Zielgruppe der Ingenieure anzusprechen sind untenstehend Massnahmen aufgelistet, die im Kapitel 5.3 ausführlich diskutiert werden.

- Erstellen eines anwendungsfreundlichen Leitfadens für den Holzbrückenbau
- Erstellung einer Holzbrückendatenbank
- Erarbeitung eines Konzeptes für Weiterbildungsveranstaltungen

## **5.2 Systematische Untersuchung**

Um die Strategie der Öffentlichkeitsarbeit (siehe dazu auch Kapitel 5.1.3) festlegen zu können wird eine systematische Untersuchung in Form einer Umfrage zu den Themenbereichen Weiterbildung, Forschung und Entwicklung, Informationsinstrumente und Entscheidungskriterien bezüglich des Brückenbaus durchgeführt.

### **5.2.1 Grundlage**

#### **Ausgangslage**

Vorgängig dem Antrag des vorliegenden Projektes wurde eine statistisch nicht relevante, jedoch eine Tendenzen aufzeigende telefonische Umfrage unter Brückenbauern, Tragwerksplanern und Entscheidungsträgern durchgeführt. Vergleicht man deren Ergebnisse zwischen den Planern, Entscheidungsträgern und Brückenbauern, stellen sich klar unterschiedliche Bedürfnisse der drei Gruppen heraus.

#### Umfrage unter den im Brückenbau tätigen Unternehmen ( 5 Interviewpartner)

Die Unternehmungen haben positive Erfahrungen mit Gemeinden als Bauherren gemacht. Bei den planenden Ingenieuren zeigt sich aus Sicht der Unternehmungen, dass sie auf Grund einer wenig intensiveren Ausbildung im Holzbau dem Werkstoff skeptischer gegenüber stehen. Technische Probleme werden vom Unternehmern vorwiegend in der Abdichtung sowie im Fahrbahnübergang gesehen.

#### Umfrage unter den im Brückenbau tätigen Tragwerksplaner ( 6 Interviewpartner)

Bei den angefragten Ingenieurbüros wird das Wissen der Entscheidungsträger im Bezug auf den Werkstoff Holz als Entscheidungskriterium für den Bauherren genannt. Eine Aufklärung der Entscheidungsträger über die Möglichkeiten des Holzbrückenbaus könnte zu einer positiveren Einstellung diesem gegenüber führen.

Die Ingenieure vermissen unterstützende Unterlagen für die Planung, was einen geringeren Planungsaufwand und damit grössere Chancen für den Brückenbau mit Holz bedeuten würde.

#### Umfrage unter Bauherren / Entscheidungsträger für den Brückenbau ( 1 Interviewpartner)

Die holzfreundlichen Entscheidungsträger kritisierten, dass die beauftragten Ingenieurbüros zu wenig über den Baustoff Holz wissen und die benötigten Unterlagen nicht zur Verfügung haben. Die Entscheidungsträger, welche dem Baustoff eher misstrauisch gegenüber stehen, sind nicht ausreichend über den Werkstoff informiert.

Da diese Untersuchung wie schon erwähnt keine statistische Aussagekraft besitzt wurde eine weitere, umfangreichere schriftliche Umfrage durchgeführt. Daraus können dann gezielt Massnahmen abgeleitet werden, welche die Entwicklung eines positiven Images des Holzbrückenbaus unterstützen.

#### **Zielsetzung**

Das Ziel der Umfrage ist, eine Basis zur Entwicklung der Strategie der Öffentlichkeitsarbeit zur Verfügung stellen zu können. Daraus muss die Definition der Bezugsgruppen in Verknüpfung mit den unterschiedlichen Massnahmen der Öffentlichkeitsarbeit erkennbar sein.

### **5.2.2 Durchführung der Untersuchung**

Gemeinsam mit Experten im Holzbrückenbau und den Grundlagen der telefonischen Umfrage wurden bezüglich der Themenbereiche Weiterbildung, Forschung und Entwicklung, Informationsinstrumente und Entscheidungskriterien Fragen zusammengestellt. Diese wurden entsprechend der Stimmigkeit des Gesamtkonzeptes und der Zielerreichung der Untersuchung formuliert und zu einem Fragebogen zusammengestellt. Es bestehen unterschiedliche Antwortmöglichkeiten. Ein Teil der Fragen ist zum ankreuzen vorgegebener Antworten, um hier eine Vergleichbarkeit bei der Auswertung zu erzielen. Ergänzt werden sie durch offene Fragen, die individuell beantwortet werden können. Dies ist vor allem zur Ausarbeitung des Forschungsbedarfs notwendig, da so neue Ideen Raum haben.

Der Umfang der Umfrage darf einen gewissen Aufwand nicht übersteigen, ansonsten ist geringe Rücklaufquote zu erwarten. Eine doppelte DIN A4 Seite, die in ca. 10 Minuten zu beantworten ist, wurde für geeignet befunden. Die Umfrage ist von Experten im Bereich Holzbrückenbau und von Marketingspezialisten auf Inhalt, Form und statistische Auswertbarkeit hin geprüft worden.

Zur Distribution der Umfrage stehen verschiedene Kanäle zu Verfügung, welche verschiedene Vor- und Nachteile aufweisen. Die telefonische Umfrage ist sehr zeitintensiv und durch Nachfragen können die Antworten subjektiv beeinflusst werden. Dieser Weg wurde in der Voruntersuchung gewählt, da hier nur eine grobe Abklärung des Marktes erfolgen sollte. Eine weitere Möglichkeit ist der Versand per Post. Diese Variante ist kostenintensiv auf Grund der Versandkosten und es ist ein geringer Rücklauf zu erwarten.

Für diese Umfrage wurde das Internet zur Bereitstellung des Fragebogens gewählt. Der Fragebogen kann herunter geladen, ausgefüllt und als Fax zurückgesandt werden. Der Fragebogen ist dem Anhang A.1 (Seite 55) beigefügt. Um den Anreiz zur Teilnahme zu erhöhen, ist als Preis ein Eintritt für eine Weiterbildungsveranstaltung im Bereich Holzbrückenbau

ausgeschrieben worden. Während des 10. Internationalen Holzbauforums - dort im Themenblock Holzbrückenbau - ist die Umfrage vorgestellt worden. Die Fachzeitschrift Mikado hat dies aufgegriffen und weiter Werbung dafür gemacht. Die Umfrage wird während 2 Monaten durchgeführt. Ein Newsletter, der einem grossen Teil deutschsprachiger Holzbauer, Ingenieure und Architekten zugesandt wird, fordert zusätzlich zur Teilnahme an der Umfrage auf.

Die Auswertung der Umfrage ist im folgenden Kapitel dargestellt.

### **5.2.3 Datenauswertung**

Die durchgeführte Umfrage liefert eine grosse Menge an Einzelinformationen zu den verschiedenen Themenbereichen. Aufgabe der Datenauswertung ist es, die Daten zu ordnen und zu analysieren und für das weitere Vorgehen auf ein überschaubares Mass zu reduzieren. Schlussendlich ist das Ziel aussagekräftige, informative Kenngrössen zu ermitteln, um die hinter den Daten stehenden Zusammenhänge erkennen zu können. Für die Auswertung dieser Umfrage wird die beschreibende Statistik für die Aufbereitung der Datenmenge verwendet.

Als Überblick über die gesamte Umfrage wird als erstes jede Frage einzeln betrachtet (Siehe Anhang A.1). Der Rücklauf der Umfrage beläuft sich auf 58 Fragebögen. In der Marktforschung sind vor allem relative Häufigkeitsverteilungen üblich. Diese beschreiben welcher Anteil eines Merkmalsträgers auf die gesamte Klasse entfällt. Als Darstellung der relativen Häufigkeitsverteilung eignet sich das Säulendiagramm.

In manchen Fällen können schwer erreichbare, unterrepräsentierte Befragtengruppen durch entsprechende Gewichtung (Dopplung) ausgeglichen werden. Diese Strukturbereinigung gilt als legitim. In diesem Fall wurde keine Gewichtung der Aussagen durchgeführt, da davon ausgegangen wird, dass alle Berufsgruppen in etwa gleiche Möglichkeiten hatten auf den Fragebogen zuzugreifen.

Um über die unterrepräsentierten Gruppen der ausführenden Unternehmen und Architekten genauere Aussagen machen zu können, müssten diese Gruppen intensiver erneut befragt werden.

Im zweiten Schritt bedarf es der Analyse von Zusammenhängen zwischen den verschiedenen Fragen. Mit Hilfe der bi- bzw. multivarianten Analyseverfahren lassen sich mehrere Variablen simultan in der Untersuchung nach Art und Ausmass analysieren. Dies ist mit einem umfangreichen Rechenaufwand durchzuführen. Für die Brückenumfrage wird das bivariate Verfahren genutzt. Das einfachste bivariate und für die Umfrage zweckerfüllende Verfahren ist die Kreuztabellierung. Hierbei werden alle möglichen Kombinationen von Merkmalausprägungen bezüglich 2 Variablen anhand einer Matrix, der sogenannten Kreuztabelle dargestellt. Verallgemeinerungen auf die Grundgesamtheit sind damit nicht möglich. Dies ist nur mittels induktiver Statistik möglich. Induktive Statistik ist ein statistisches Prüfverfahren, welches hauptsächlich für die Datenauswertung von multivarianten Verfahren verwendet wird.

In der Tabelle 1 ist dargestellt, welche Fragen miteinander verknüpft wurden. Zum Beispiel wurde die Frage 2 nach der Berufsgruppe mit der Frage 7, nach dem Wunsch einer Weiterbildung, gekreuzt. Dies gibt Aufschluss, für welche Berufsgruppe die Durchführung einer Weiterbildungsveranstaltung am lohnendsten sein kann.

Tabelle 1: Übersicht zur Kreuztabellierung

Fragen																			
1	1																		
2	x	2																	
3			3																
4		x		4															
5		x			5														
6		x			x	6													
7	x	x					7												
8		x						8											
9		x							x	x	9								
10	x								x		x	10							
11		x								x	x	11							
12		x											12						
13		x												x	13				
16		x																16	
17		x																x	17
18		x																x	18

Die gekreuzten Fragen wurden mit **X** gekennzeichnet

### Inhalt der Umfrage:

- Frage 1: Hat Holz Ihrer Meinung nach Chancen im Brückenbau?
- Frage 2: In welcher Form haben Sie mit Brücken zu tun?
- Frage 3: Wie viele Brücken haben Sie ausgeführt oder ausführen lassen?
- Frage 4: Gibt es Ihrer Meinung nach architektonische Trends bezüglich des Brückenbaus?
- Frage 5: Gibt es Themen den Holzbrückenbau betreffend, die Ihrer Meinung nach noch erforscht werden sollten?
- Frage 6: Waren Sie bereits an F+E Projekten beteiligt?
- Frage 7: Besteht Ihrerseits Interesse an WB Veranstaltungen bezüglich Holzbrücken?
- Frage 8: Haben Sie bereits Weiterbildungsveranstaltungen zu Holzbrücken besucht?
- Frage 9: Welche Form einer Weiterbildung bevorzugen Sie für dieses Thema?
- Frage 10: Welche Voraussetzungen für eine WB bringen Sie mit?
- Frage 11: Diese Themen interessieren mich:
- Frage 12: Besteht Ihrerseits Interesse an einer Checkliste bzw. einem Leitfaden zum Brückenbau?
- Frage 13: Diese Themen finde ich als Inhalt eines Leitfadens hilfreich:
- Frage 14: Welche Planungsunterlagen stehen Ihnen bisher zur Verfügung?
- Frage 15: Welche zusätzlichen Planungsunterlagen würden Sie sich wünschen?
- Frage 16: Besteht Ihrerseits Interesse an einer Datenbank für Holzbrückenbauten?
- Frage 17: Welche Daten würden Ihnen zur Bearbeitung Ihrer Projekte hilfreich sein?
- Frage 18: Welche Daten Ihrer Brücken könnten Sie allenfalls zur Verfügung stellen?

### 5.3 Ergebnisse der Untersuchung

Innerhalb von 2 Monaten wurden 58 ausgefüllte Umfragebögen zurückgesandt. Im Anhang (A.1) ist die Auswertung der einzelnen Fragen und der Kreuztabellierungen aufgelistet. Zur Plausibilitätskontrolle werden die Aussagen mit den Ergebnissen der telefonischen Primäruntersuchung verglichen. Dies ist in den einzelnen Kapiteln 5.3.1 bis 5.3.4 durchgeführt worden. Die wichtigsten Aussagen der Umfrage sind hier zusammengefasst.

Die Teilnehmer der Umfrage kommen aus unterschiedlichen Arbeitsgebieten. Besonders hoch, mit 49% war der Anteil der Planer, die an der Umfrage teilgenommen haben. Die Gruppe Sonstige, die einen hohen Prozentsatz (24%) ausmacht, setzt sich zusammen aus in der Beratung tätigen Personen, Zulieferer von Holzwerkstoffen, Softwareunternehmen, am Holzbau interessierte Personen allgemein, Teilnehmer aus der F+E und Lehre (Diagramm 1).

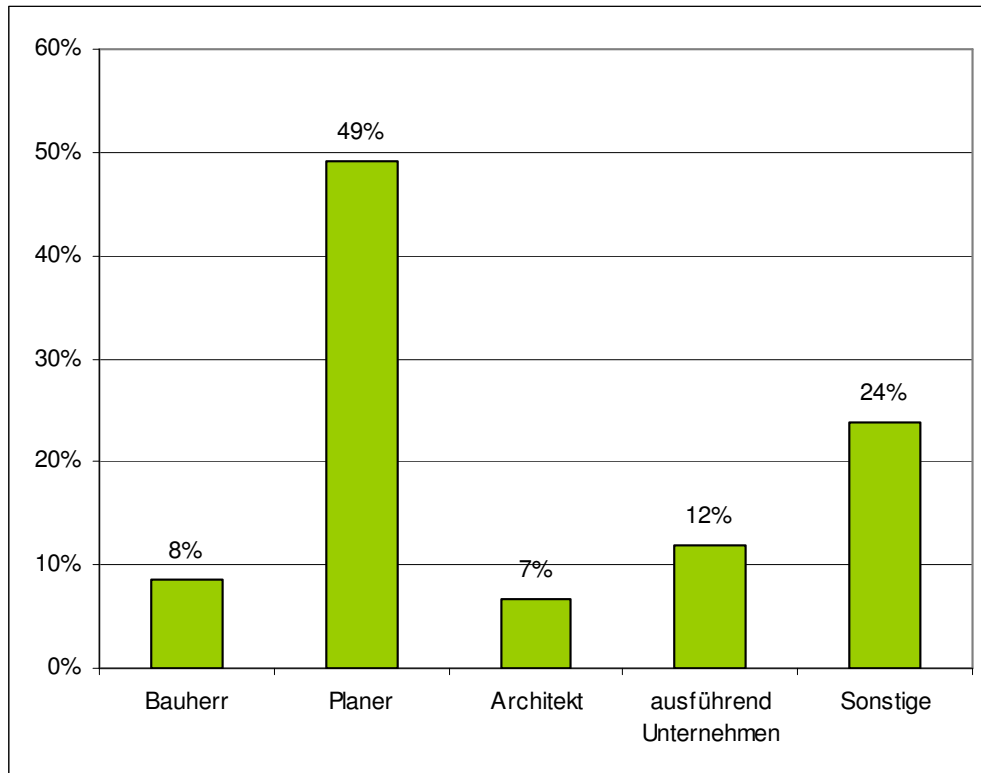


Diagramm 1: Frage 2: In welcher Form haben Sie mit Brücken zu tun?

Wie in der Tabelle 1 dargestellt, werden fast alle weiteren Fragen mit der Frage 2 nach der Teilnehmergruppe gekreuzt. So wird versucht herauszufinden, ob die Einstellung der unterschiedlichen Gruppen zu den unterschiedlichen Fragen tendenziell eher ähnlich, oder voneinander abweichend ist.



Betrachtet man die Frage nach den Chancen von Holz im Brückenbau, werden diese von knapp 60% der Teilnehmer als gut eingestuft (Diagramm 2).

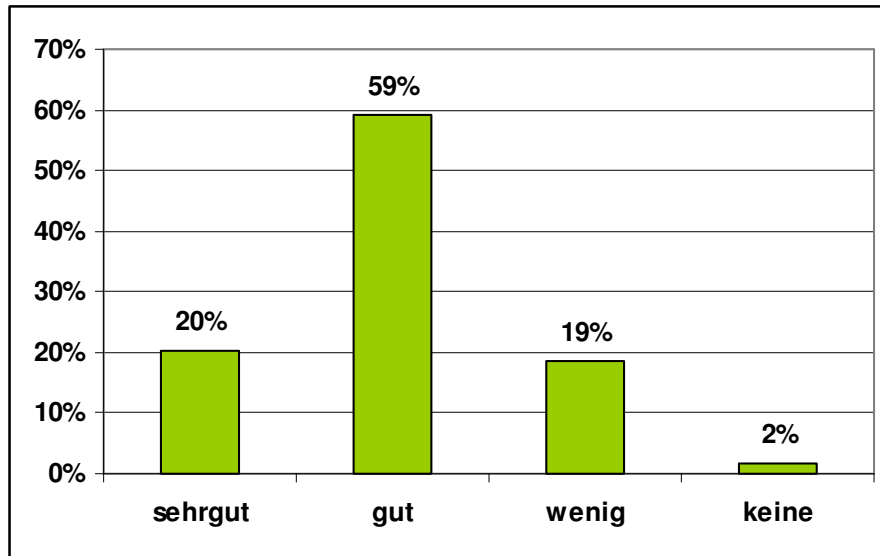


Diagramm 2: 1. Hat Holz Ihrer Meinung Chancen im Brückenbau?

Unterscheidet man zwischen den einzelnen Teilnehmergruppen zeigt sich folgendes Bild:

Von den 49% Planern, die an der Umfrage teilgenommen haben schätzen zwei Drittel die Chancen mit gut ein. Dies sind am Gesamtvolumen anteilig 32% (Tabelle 2).

Tabelle 2: Frage 1: Hat Holz Ihrer Meinung Chancen im Brückenbau? / Frage 2: In welcher Form haben Sie mit Brücken zu tun?

Frage 2 / Frage 1	sehr gut	gut	wenig	keine	Teilnehmer
Bauherr	2%	3%	2%	2%	<b>8%</b>
Planer	7%	<b>32%</b>	10%	0%	<b>49%</b>
Architekt	2%	3%	2%	0%	<b>7%</b>
ausführende Unternehmung	5%	5%	2%	0%	<b>12%</b>
Sonstige	5%	15%	3%	0%	<b>24%</b>
<b>Chancenverteilung</b>	<b>20%</b>	<b>59%</b>	<b>19%</b>	<b>2%</b>	<b>100%</b>

Bei den Bauherren, den ausführenden Unternehmungen und den Architekten zeigt sich ein homogenes Bild. Allerdings sind die Nennungen von "keine Chancen von Holz im Brückenbau" zu nur (100%) von Bauherren gemacht worden. Dies kann auf schlechte Erfahrungen oder Vorurteile hindeuten (Tabelle 3).

Tabelle 3: Aufteilung "Chancen von Holz" in Abhängigkeit der Teilnehmergruppe

Frage 2 / Frage 1	Summe	sehr gut	gut	wenig	keine
Bauherr	<b>100%</b>	25%	25%	25%	25%
Planer	<b>100%</b>	14%	65%	21%	0%
Architekt	<b>100%</b>	29%	43%	28%	0%
ausführende Unternehmung	<b>100%</b>	42%	42%	16%	0%
Sonstige	<b>100%</b>	21%	63%	16%	0%

Die Frage nach dem Forschungsbedarf konnte mit unterschiedlicher Gewichtung beantwortet werden. Hier zeigt sich ein homogenes Bild über die verschiedenen Themen. Der grösste Forschungsbedarf wurde im Bereich der Materialkombinationen gesehen (Kapitel 7: Definition des Forschungsbedarfs). Eigene Angaben zu gewünschten Forschungsthemen wurden nur von Planern gemacht und betrafen die Themen<sup>1</sup>:

- Brücken im Hauptstrassennetz
- Erhöhung der Kostensicherheit
- Provisorische Brücken

Generell besteht ein grosses Interesse an Weiterbildungsveranstaltungen. Vor allem die Planer wünschen sich eine Durchführung in Form einer Kombination aus Referaten und Workshop zu den Themen statisch-konstruktive Ausbildung von Brückenkonstruktionen, Detaillösungen, sowie Konstruktion mit innovativen Baustoffen und Verbindungsmöglichkeiten.

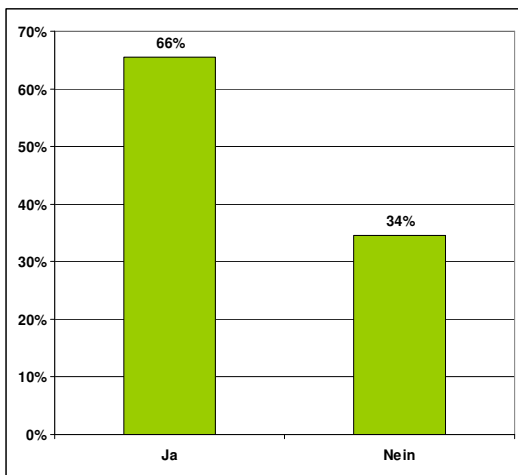


Diagramm 3: 12. Besteht Ihrerseits Interesse an einer Checkliste bzw. einem Leitfaden zum Brückenbau?

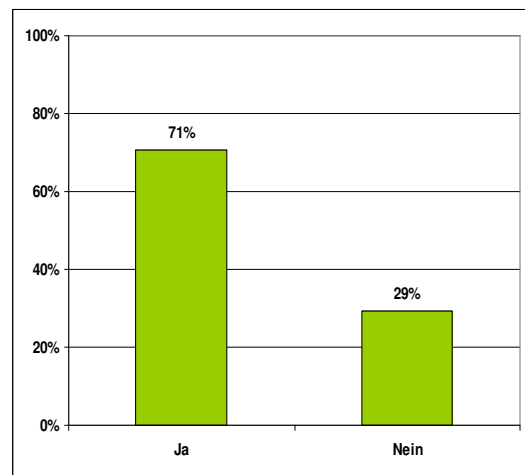


Diagramm 4: 16. Besteht Ihrerseits Interesse an einer Datenbank für Holzbrückenbauten?

Unterstützende Unterlagen wie ein Leitfaden (Diagramm 3) und eine Datenbank (Diagramm 4) zu Brückenbauten werden grundsätzlich begrüsst, was in den Kapiteln 5.3.1 und 5.3.3 genauer untersucht wird.

Der Bedarf, eine Werbebroschüre zu entwerfen, wurde in Zusammenarbeit mit den Projektpartnern und als eines der Ergebnisse der vorgängigen telefonischen Umfrage deutlich. Der Entwurf einer Werbebroschüre ist in Kapitel 5.3.2 ausführlich beschrieben.

<sup>1</sup> Aussagen aus der Umfrage übernommen. Keine Erklärungen vorhanden!

### 5.3.1 Erstellung eines anwendungsfreundlichen Leitfadens für den Holzbrückenbau

#### 5.3.1.1 Ausgangslage

Aus den Informationen der Umfrage und als Ergebnis der Startsituation wurde klar, dass ein häufiger Grund, warum Holz nicht als Werkstoff für Brücken eingesetzt wird, die aufwendigere Konstruktion der Details und der notwendige Holzschutz ist. Um den Planern oder Bauherren eine Hilfestellung zu geben ist eine Literaturliste und der folgende Leitfaden entstanden.

In der Umfrage wurde nach dem grundsätzlichen Interesse eines Leitfadens gefragt. Knapp 70% der Umfrageteilnehmer sind an einem solchen Instrument interessiert (Diagramm 3).

Untersucht man die Berufsgruppen der ausführenden Unternehmen und Planer, kann gesagt werden, dass von den 12% Unternehmungen die an der Umfrage teilgenommen haben 83% an einem Leitfaden interessiert sind. Bei den Planern sind es 2/3 der Teilnehmer, die an einem Leitfaden interessiert sind (Tabelle 4).

*Tabelle 4: Frage 2: In welcher Form haben Sie mit Brücken zu tun? / Frage 12: Besteht Ihrerseits Interesse an einer Checkliste bzw. einem Leitfaden zum Brückenbau?*

Frage 2 / Frage 12	Summe	Ja	Nein
Ausführende Unternehmen	100%	83%	17%
Planer	100%	66%	34%

Bisher wird gemäss Umfrage hauptsächlich mit europäischen Normen, Unterlagen der DGfH (Deutschland) und der Lignum (Schweiz) gearbeitet. Diese Unterlagen beschäftigen sich vor allem mit Konstruktionsdetails und Holzschutzkonzepten.

#### 5.3.1.2 Zielsetzung

Ein Leitfaden zur Konzeption einer Holzbrücke soll entwickelt werden, um damit dem Planer die Hemmschwelle vor dem Einsatz mit Holz zu nehmen und ihm die Planung einer Brücke mit dem Werkstoff Holz erleichtern.

#### 5.3.1.3 Vorgehensweise

Zuerst wurden für den Leitfaden die relevanten Themen über die Umfrage ermittelt und nach Fach- und Arbeitsgebieten sortiert. In der Umfrage waren bei der Frage 13 nach dem Bedarf eines Leitfadens keine Wertungen der Antworten möglich. Es konnten allerdings Mehrfachnennungen gemacht werden.

Trotz ausführlicher, vorhandener Fachliteratur zum Holzschutz scheint bei diesem Thema Informationsbedarf zu bestehen. Dies lässt darauf schliessen, dass entweder die vorhandenen Angaben zu wenig bekannt sind, oder der Inhalt nicht ausreichend das Bedürfnis der Teilnehmer befriedigt. Neben einem Holzschutzkonzept wurden die weiteren Themen für einen Leitfaden in etwa gleich bewertet (Diagramm 5).

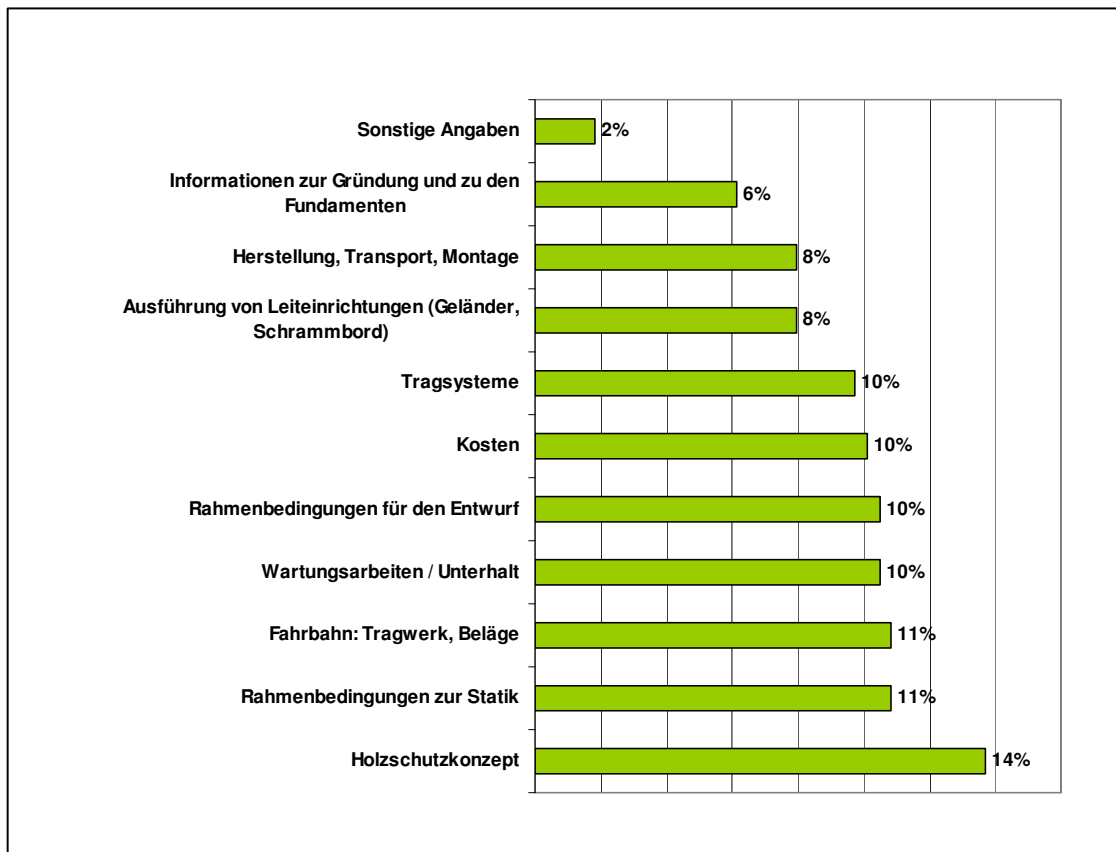


Diagramm 5: Themen für einen Leitfaden die als hilfreich erachtet werden

Die sonstigen Angaben waren:

- Verkaufsargumente,
- Details zu Übergängen,
- Gestalterischer Umgang mit Holz.

Weiter wurde eine offene Frage gestellt mit dem Ziel, Ideen für weitere Planungsunterlagen zu sammeln. Diese zusätzlichen Planungsunterlagen, können in unterschiedliche Themengebiete (Abbildung 1) gegliedert werden.

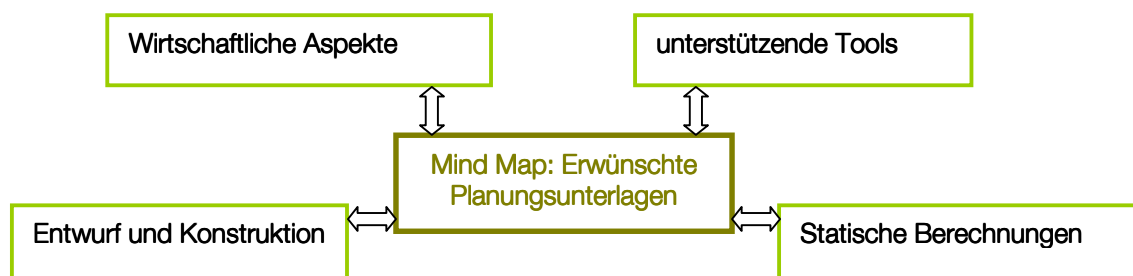


Abbildung 1: Mind Map der erwünschten Planungsunterlagen; Ergebnis der Umfrage

Diese Themengebiete umfassen folgende Punkte:

Die wirtschaftlichen Aspekte eines Leitfadens sollten auf die Herstellungskosten und Wartungsarbeiten Bezug nehmen. Diese sollten als positives Argumentarium bei den Behörden genutzt werden können. Als unterstützende Tools werden von den Teilnehmern der Umfrage Konzepte zum Holzschutz, Unterhalt und Pflege, Wirtschaftlichkeitsberechnungen und die Nutzungsvereinbarung erwünscht. Eine Idee ist auch, einen Katalog mit "typengeprüften" Brücken zur Verfügung zu stellen.

Besonders hoch ist der Bedarf an Unterlagen, welche den Entwurf, die Konstruktion und die statischen Berechnungen betreffen. Grund dafür ist der hohe Anteil an Planern und ausführenden

Unternehmen, die an der Umfrage teilgenommen haben. Für den Entwurf und die Konstruktion sind die folgenden Ideen aufgegriffen worden:

- Sammlung ausgeführter Details: Auflagerbereich, Richtzeichnungen, Fahrbahnaufbauten, Details zu Übergängen, Knotendetails,
- Materialkombinationen,
- Regeldetails mit positiven Erfahrungswerten,
- Stand der Technik und Gestaltung unter innovativen Aspekten,
- Herstellerverzeichnis ausgeführter Holzbrücken, realisierte Brücken die vor Ort besichtigt werden können, neu ausgeführte Holzbrücken,
- Konstruktionsleitfaden vor allem Holzschutz.

Für die statischen Berechnungen sind ebenfalls konkrete Vorschläge für weiterführende Planungsunterlagen gemacht worden:

- Zusammenstellung von typengeprüften Systemen,
- Standard Knotendetails,
- Brückenbau nach neuen SIA Normen, Lastansätze hinsichtlich Pflegefahrzeugen, Vereinfachte Bemessungsverfahren als Beispielrechnung,
- Berechnungshilfen zu Materialkombinationen.

Diese Vorschläge werden im Kapitel 7 "Definition des Forschungsbedarfs" in den unterschiedlichen Projektideen aufgegriffen. Die Sammlung ausgeführter Details sollte in einer Datenbank integriert werden. Weitere Angaben dazu sind in Kapitel 5.3.3 "Aufbau einer Holzbrücken-Datenbank" gemacht.

#### 5.3.1.4 Ergebnis

Aus der Zusammenarbeit mit den Projektpartnern und mit den Ergebnissen aus der Umfrage ist zudem ein Leitfaden in Form einer Checkliste entworfen worden. Das Ergebnis sollte nun auf seine Verwendbarkeit im Rahmen von kommenden Brückenprojekten überprüft und sukzessiv ergänzt und verbessert werden.

Der Leitfaden gliedert sich in die Bereiche:

1. Rahmenbedingungen für den Entwurf,
2. Rahmenbedingungen für die Statik,
3. Gründung / Fundamente,
4. Tragsysteme,
5. Fahrbahn: Fahrbahntragwerk, Fahrbahnbelag,
6. Holzschutzkonzept: Konstruktiver Holzschutz, Chemischer Holzschutz,
7. Leiteinrichtung,
8. Kosten,
9. Herstellung, Transport und Montage.

Als Sofortmassnahme für die erwünschten weiteren Planungsunterlagen, die in den unterschiedlichsten Formen vorhanden sind, ist ein umfangreicher Literaturkatalog erarbeitet worden, der einen Überblick über die zahlreichen Veröffentlichungen über Holzbrücken bietet. Die Literatur ist nach Themenbereichen geordnet und kann an Hand dieser durchsucht werden.

Dieser Katalog kann je nach Bedürfnis als Hilfe bei der Suche nach Fachliteratur in einem bestimmten Bereich des Brückenabbaus konsultiert werden, sei es von der Entwurfsseite, oder aber auf planerischen Aspekten hin. Der Literaturkatalog sowie der Leitfaden sind dem Anhang A.3 und 11.4 beigefügt.

### **5.3.2 Entwurf einer Werbebroschüre für den Holzbrückenbau**

#### *5.3.2.1 Ausgangslage und Zielsetzung*

In Zusammenarbeit mit den Projektpartnern und als Ergebnis der telefonischen Umfrage hat sich ein akuter Informationsbedarf der Entscheidungsträger ergeben. Ziel ist die Beeinflussung der Entscheidungsträger und Bauherren zur Steigerung des Absatzpotentials von Holzbrücken.

#### *5.3.2.2 Vorgehensweise*

Als Instrument der Öffentlichkeitsarbeit wird der Entwurf einer Werbebroschüre gesehen, welche die Zielgruppe der Entscheidungsträger anspricht. Die Broschüre soll die Stärken und mögliche Schwachpunkte von Holzbrücken kurz und aussagekräftig darstellen. Das Zielpublikum sind vor allem Tiefbauämter und Architekturbüros, welchen die Werbebroschüre zur Verfügung gestellt werden soll. Aus den Angaben der Umfragen und in Zusammenarbeit mit den Projektpartnern sind Informationslücken des Zielpublikums ermittelt worden. Diese sind:

- die geringe Dauerhaftigkeit von Holz,
- intensive Unterhaltskosten,
- geringe Festigkeiten des Werkstoffs Holz.

Den Vorurteilen soll mit verständlichen Informationen begegnet werden, damit dem Prinzip der rückhaltlosen Öffentlichkeitsarbeit (Kapitel 5) Rechnung getragen wird. Die Werbebroschüre wird nur glaubwürdig sein, wenn auf Vorurteile eingegangen wird. Sie dürfen auch, wenn sie nicht nur positiv zu beantworten sind, unerwähnt bleiben oder verschönt werden.

#### *5.3.2.3 Ergebnis*

Eine Werbebroschüre, die den Bedarf der Entscheidungsträger befriedigt, ist ausgearbeitet worden.

In dem Konzept zur Erstellung der Werbebroschüre wird auf die Architektur von Holzbrücken und deren Eingliederung in ihre Umgebung eingegangen. Im weiteren werden technische Vorzüge der Holzkonstruktionen, so wie deren Dauerhaftigkeit, Fertigung, Brückenum- und Ersatzbauten erläutern. Da für die Entscheidungsträger von Brückenbauten massgebliche Kriterien die Ökologie und die Kosten der Ausführungen sind, werden diese Punkte intensiver behandelt.

Im folgenden werden die verschiedenen Kapitel der Broschüre kurz beschrieben. Der vollständige Entwurf ist dem Anhang beigelegt.

- **Holz: ein lebendiger Werkstoff - Landschaftsbezug und Kulturgut:** Erscheinungsbild und positive ästhetische und architektonische Eigenschaften sind das Thema des Einleitungsabschnitts.
- **Sichtbare Symbole der Handwerkskunst:** Entwicklung und Bedeutung von Holzbrücken im Laufe der Zeit.
- **Holzbrücken sind dauerhaft:** Eine handwerklich perfekte Umsetzung des konstruktiven Holzschutzes garantiert dem Holzbau geringe Wartungsarbeiten und lange Haltbarkeit.
- **Vorteile bei Herstellung und Montage:** Konstruktionen aus Holz sind durch kurze Montagezeiten und witterungsunabhängige Vorfertigung im Werk qualitativ hochwertig. Zudem hat Holz durch sein günstiges Verhältnis von Eigengewicht zu Tragfähigkeit auch Vorteile im Bereich von Um- und Aufbauten.
- **Projekterfolg durch Transparenz:** Transparente Projektplanung, Ausschreibung und Entscheidungsmatrix sind grundlegend, um Holzbauern die gleichen Chancen bei der Offertstellung zu geben wie den anderen Gewerken.
- **Holz im Kreislauf:** Bei der Betrachtung von Konstruktionen sind nicht nur die Ausgangsmaterialien, sondern auch deren Energiebedarf bei der Herstellung, der tatsächlichen Nutzung, Umnutzung, Abnutzung und Entsorgung zu berücksichtigen.

Voraussetzung für den Einsatz von Holz im Ingenieurholzbau ist die Überzeugung der Entscheidungsträger und Bauherren. Ist dieses Ziel erreicht, kann die Ausarbeitung der Konstruktionslösungen in Angriff genommen werden.

Als Ergänzung der Werbebroschüre kann zur Information der Entscheidungsträger eine Datenbank mit realisierten Holzbrücken genutzt werden. Die Unterstützung von Ingenieuren und Planern kann durch den Leitfaden und ebenfalls aus Informationen der Datenbank erfolgen.

### 5.3.3 Aufbau einer Holzbrücken-Datenbank

#### 5.3.3.1 Ausgangslage und Zielsetzung

Zur Ergänzung von technischen Dokumentationen oder als Argumentarium gegenüber Entscheidungsträgern ist der Aufbau einer Holzbrücken-Datenbank aufgegriffen worden. Die Broschüren und die Datenbank sollen zum Beispiel Architekten und Bauherren einen Überblick über gleichartige Brückenstrukturen geben.

Der Bedarf einer Brückendatenbank scheint vorhanden. 71% der Befragten gaben ein Interesse an einer Datenbank an.

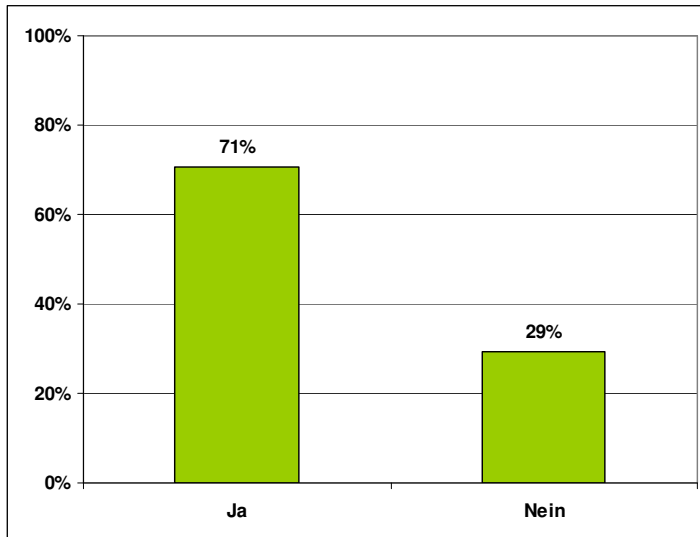


Diagramm 6: Interesse an einer Datenbank, Ergebnis der Umfrage

#### 5.3.3.2 Vorgehensweise

Die Daten, die aus Sicht der Befragten in der Datenbank abgegriffen werden können, sind in der Umfrage abgefragt worden und mit den Projektpartnern diskutiert worden. Das Ergebnis ist in Diagramm 7 dargestellt. Bei dieser Frage waren Mehrfachnennungen möglich.

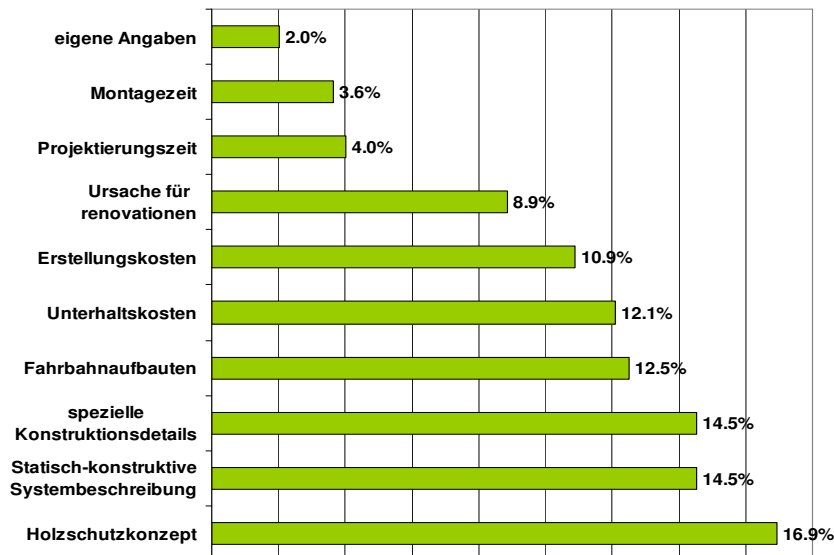


Diagramm 7: In der Datenbank erwünschte Daten, Ergebnis der Umfrage

Hier zeigt sich, wie bei der Frage nach dem Inhalt eines Leitfadens, ein hoher Bedarf an Informationen zum Holzschutzkonzept. Auf Grund dieser Angaben ist ein Datenblatt entwickelt worden, welches ausgefüllt und nach den unterschiedlichen Kriterien abgerufen werden kann.

Kreuzt man die Frage nach den erwünschten Daten mit den Befragtengruppe zeigt sich, dass vor allem ausführende Unternehmen an Informationen über ausgeführte Brücken interessiert sind.

Tabelle 5: Erwünschte Daten in Abhängigkeit der Befragtengruppe, Ergebnis der Umfrage

Frage 2 / Frage 17	Bauherr	Planer	Architekt	ausführende Unternehmung	Sonstige	Summe
Statisch-konstruktive Systembeschreibung	1%	2%	1%	6%	3%	<b>15%</b>
Erstellungskosten	0%	2%	1%	6%	2%	<b>11%</b>
Projektierungszeit	0%	1%	0%	2%	1%	<b>4%</b>
Montagezeit	0%	1%	0%	2%	1%	<b>4%</b>
Holzschutzkonzept	2%	2%	2%	7%	4%	<b>17%</b>
Ursache für Renovationen	1%	1%	1%	4%	2%	<b>9%</b>
Unterhaltskosten	1%	1%	1%	7%	2%	<b>12%</b>
Fahrbahnaufbauten	1%	2%	1%	7%	2%	<b>13%</b>
spezielle Konstruktionsdetails	1%	2%	1%	7%	3%	<b>15%</b>
eigene Angaben	1%	0%	0%	0%	1%	<b>2%</b>

5.3.3.3 Ergebnis

Gemeinsam mit den Ingenieuren und auf Grund der Aussagen der Umfrage (Diagramm 7) ist ein Datenblatt entwickelt worden, in welchem Angaben zu Holzbrücken gesammelt werden.

Tabelle 6: Vorschlag zum Datenblatt

Name der Brücke	Holz - Brücke	
Nutzungsart		
Ort		
Baujahr		
Bauherr		
Architekt / Adresse:		
Tragwerksplaner		
Projektierungszeit		
Spannweite / Spannweite [m]		
Was wird überbrückt?		
Fahrbahnaufbau		
Leiteinrichtung		
Holzschutzmassnahmen		
Erstellungskosten [CHF]		
Unterhaltskosten [CHF/Jahr]		
Beschreibung		
Besonderheiten Details, Bodenverhältnisse usw.		
Bild mit Bildunterschrift und/oder Dateiname angeben		
Weitere Informationsunterlagen Internet-Links, Veröffentlichungen usw.		

Die Datenbank kann zum Beispiel nach den Kriterien Name, Nutzungsart, Ort, statisches System, Baujahr, Spannweite und Fahrbahnaufbau abgefragt werden. Dies ist zweckmässig für



interessierte Planer oder Bauherren, die für eine bestimmte Anwendung oder Spannweite einer Brücke Vergleiche und Ideen suchen.

An Hand der gesammelten Informationen in der Datenbank lässt sich eine Karte mit Brücken sortiert nach statischem System, Name, Spannweite usw. in einer Karte geographisch darstellen. Eine Aufstellung von Schweizer Holzbrücken ist im Anhang 0 enthalten.

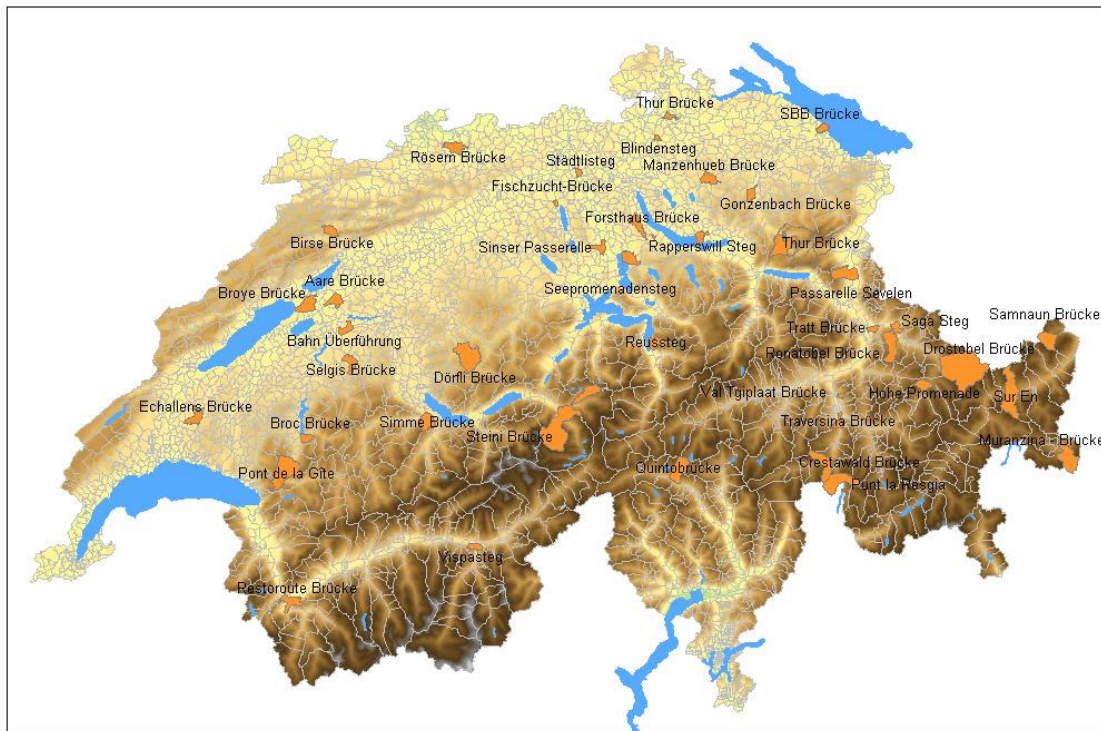


Abbildung 2: Übersicht über Schweizer Holzbrücken

Die Datenbank kann durch das Ergänzen von weiteren Datenblättern vergrößert werden. Besteht Interesse an der Begutachtung oder dem Vergleich von Brückenkonstruktionen kann diese Datenbank als Hilfsmittel und Informationsquelle herangezogen werden.

Um die Datenbank aufzubauen sind Daten erforderlich, die dort eingespeist werden können. Hier zeigt sich ein extremes Defizit. Die Bereitschaft oder die Möglichkeit Daten zur Verfügung zu stellen ist bei einem Grossteil der Teilnehmer der Umfrage nicht vorhanden. 65% der Teilnehmer haben bei dieser Frage keine Angaben gemacht. Aus diesem Grund wird die Idee beibehalten, jedoch nicht als prioritär angesehen und somit wird von einer Realisation zum jetzigen Zeitpunkt abgesehen.

**5.3.4 Erarbeitung eines Konzeptes für Weiterbildungsveranstaltungen**

*5.3.4.1 Ausgangslage*

Neben der Werbebroschüre ist ein weiterer Teil der Öffentlichkeitsarbeit in der Aus- und Weiterbildung von Ingenieuren, Planern und Architekten zu sehen. Um diesen die Möglichkeit zu geben, sich über Holzbrücken zu informieren und gleichzeitig die Akzeptanz und das Vertrauen in den Werkstoff Holz zu stärken, soll ein Konzept für eine Weiterbildungsveranstaltung entwickelt werden.

*5.3.4.2 Vorgehensweise*

Um die Rahmenbedingungen wie Zielgruppe, Kursinhalt und Veranstaltungsform festzulegen, wird als erster Schritt der Teil "Weiterbildung" der Umfrage ausgewertet. Dieser besteht aus Fragen nach dem Interesse an einer Weiterbildungsveranstaltung, deren gewünschten Durchführungsform, der Vorkenntnisse und der Kursinhalte:

- Frage 7: Besteht Ihrerseits Interesse an einer Weiterbildungsveranstaltung bezüglich Holzbrücken?
- Frage 8: Haben Sie bereits Weiterbildungsveranstaltungen zu Holzbrücken besucht?
- Frage 9: Welche Form der Weiterbildungsveranstaltung bevorzugen Sie für dieses Thema?
- Frage 10: Welche Voraussetzung für eine Weiterbildungsveranstaltung bringen Sie mit?
- Frage 11: Diese Themen interessieren mich

Nach der Auswertung der einzelnen Fragen werden diese mit den allgemeinen Angaben aus den Fragen nach den Chancen von Holz im Brückenbau (Frage 1) und dem Bezug des Befragten zum Brückenbau (Frage 2) zusammengeführt. Diese Kreuztabellierung ermöglicht Rückschlüsse auf die Zielgruppe und speziell deren Interessen bezüglich der Weiterbildungsveranstaltungen.

*5.3.4.3 Ergebnis*

Grundsätzlich kann gesagt werden, dass bei 76% der Teilnehmer Interesse an einer Weiterbildungsveranstaltung (WB) besteht. Das Interesse sich im Brückenbau weiterzubilden (Tabelle 7) ist vor allem unter den Teilnehmern, die dem Holz im Brückenbau gute und sehr gute Chancen zusprechen, mit 19% + 45% = 64% hoch.

*Tabelle 7: Chance für Holz - Interessen an Weiterbildung*

Chancen für Holz im Brückenbau	Interesse an einer Weiterbildungsveranstaltung		
	Ja	Nein	Anteile % gesamt an der Umfrage
keine	0%	2%	2%
wenig	12%	7%	19%
sehr gut	19%	2%	21%
gut	45%	13%	58%
Anteile % gesamt an der Umfrage	<b>76%</b>	24%	100%

Kreuzt man den Wunsch nach Weiterbildung mit den unterschiedlichen Fachgruppen, so stellen ausführende Unternehmen und Planer einen grossen Teil der Personen dar, die Interesse an einer WB-Veranstaltung zeigen.

Tabelle 8: Interesse an einer Weiterbildung aufgeteilt in die Fachgruppen

Fachgruppen bezüglich Brückenbau	Interesse an einer Weiterbildungsveranstaltung		
	Ja	Nein	Anteile % gesamt an der Umfrage
Architekt	5%	2%	7%
Bauherr	5%	3%	9%
Ausführende Unternehmen	12%	0%	12%
Sonstige	10%	12%	22%
Planer	43%	7%	50%
Anteile % gesamt an der Umfrage	76%	24%	100%

Die ausführenden Unternehmen, welche an der Umfrage teilgenommen haben, sind zu alle an Weiterbildungsveranstaltungen zum Brückenbau interessiert (Tabelle 8). Die Architekten sind zwar auch zu einem Grossteil an einer Weiterbildung interessiert. Der geringe Umfang der Gruppe der Architekten lässt keine Rückschlüsse zu. Sie sollten für genauere Aussagen gesondert untersucht werden.

Die in Tabelle 8 dargestellten Ergebnisse begründen das Zusammennehmen der Gruppe "ausführende Unternehmen" und "Planer" zu einer Interessengruppe. Diese stellt die Zielgruppe für die geplanten Weiterbildungsveranstaltungen dar und wird im folgenden intensiver untersucht.

In der Gruppe Sonstige, die einen relativ grossen Anteil am befragten Volumen darstellt, ist über die Hälfte nicht an einer Weiterbildungsveranstaltung interessiert. Die Gruppe Sonstige setzt sich zusammen aus in der Beratung tätigen Personen, Zulieferer von Holzwerkstoffen, Softwareunternehmen, am Holzbau interessierte Personen allgemein, F+E, Lehre und einige wenige, die keine Angaben gemacht haben.

Nachdem die Zielgruppe der Weiterbildungsveranstaltung festgelegt ist, kann der Kursinhalt für diese Interessengruppe evaluiert werden. Die Themen, an welchen die unterschiedlichen Fachgruppen interessiert sind, sind im untenstehenden Diagramm 8 ersichtlich. Hier waren in der Umfrage Mehrfachnennungen möglich.

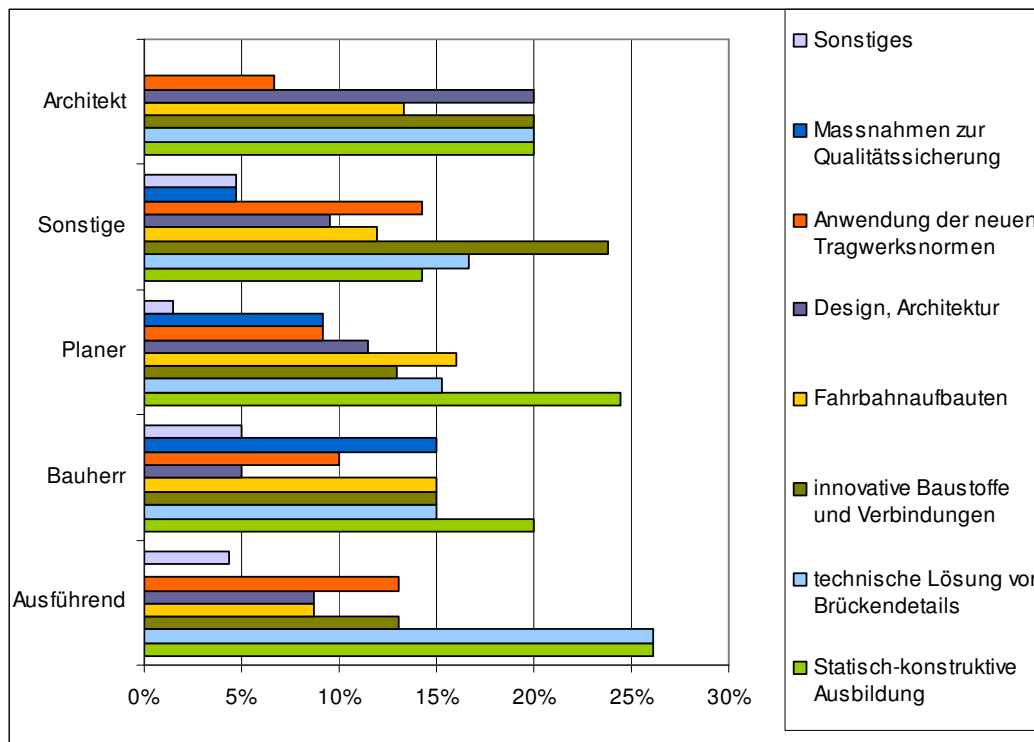


Diagramm 8: Fachgruppen - Themen der Weiterbildungsveranstaltung

Ein Themenschwerpunkt bei der Durchführung einer Weiterbildungsveranstaltung sollte die konstruktive statische Ausbildung von Brückenkonstruktionen sein, sowie die technische Lösung von Brückendetails und Informationen über innovative Baustoffe und Verbindungen.

Betrachtet man nun die Themen, die für die Zielgruppe ausführende Unternehmen und Planer von Interesse sind, zeigen sich die gleichen Prioritäten (Diagramm 9).

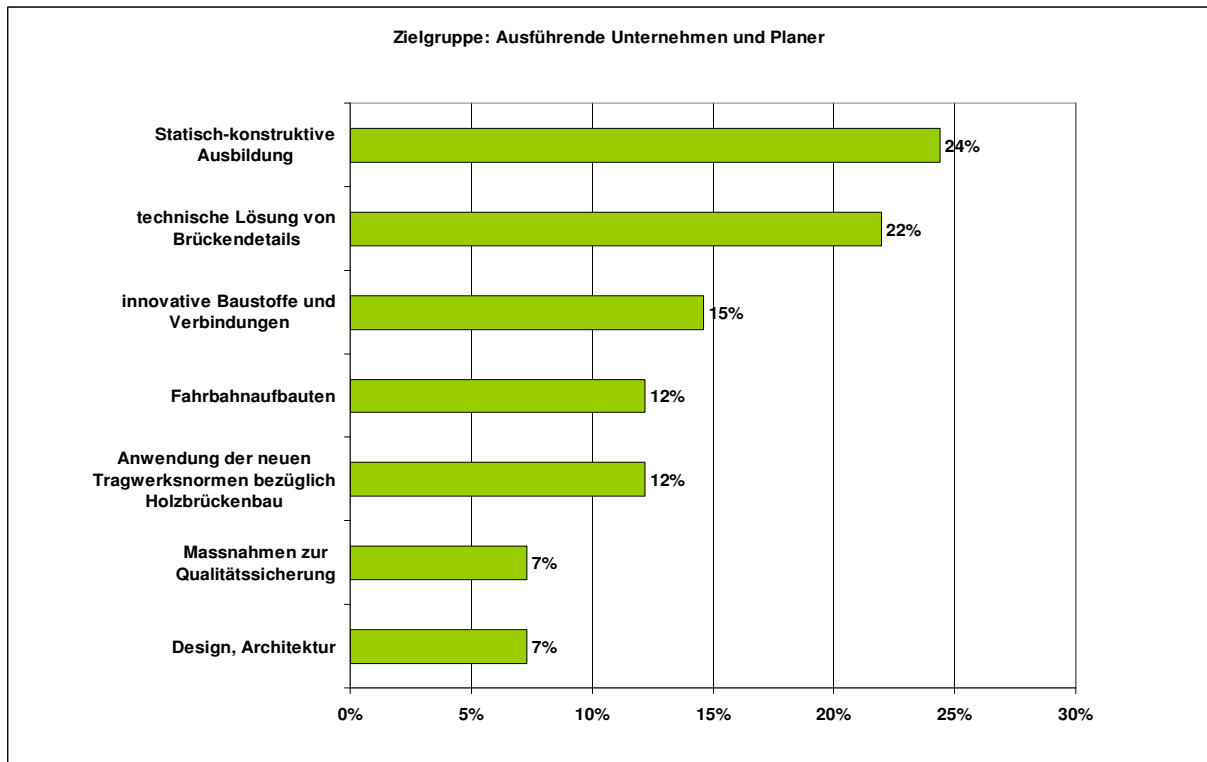


Diagramm 9: Themenbereiche der Weiterbildungsveranstaltung (WB) der Zielgruppe "ausführende Unternehmen & Planer" der WB

Als Form der Weiterbildungsveranstaltung wurde von der Zielgruppe Planer und ausführende Unternehmen Referate und eine Kombination aus Referaten und Workshop gewünscht (Diagramm 10).

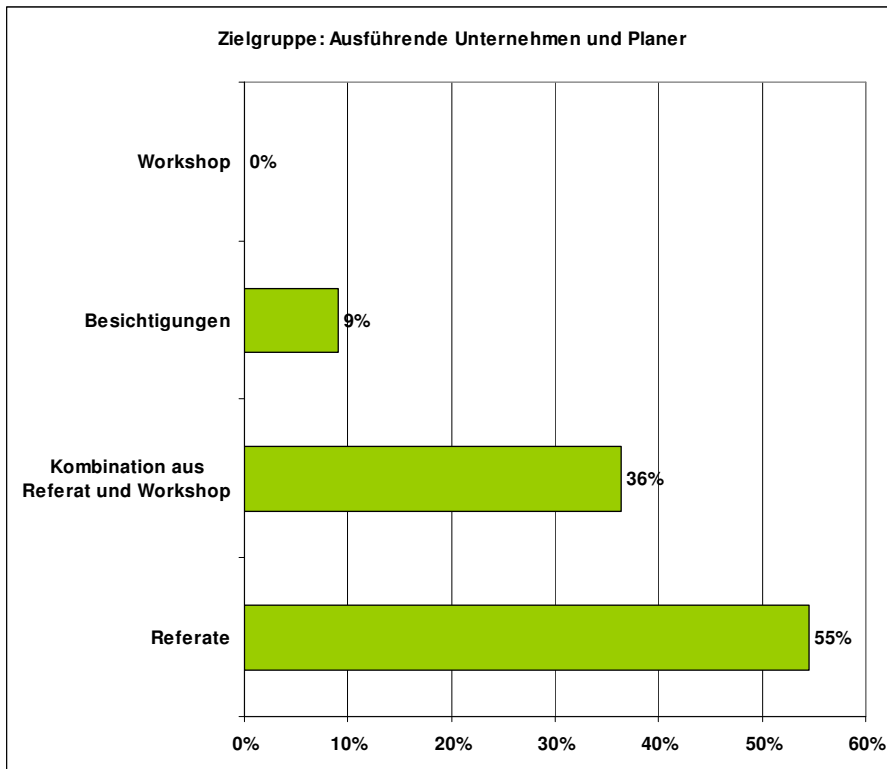


Diagramm 10: Gewünschte Kursform der Zielgruppe "ausführende Unternehmen & Planer" der WB

#### 5.3.4.4 Fazit

Neben dem Vortragsblock über Holzbrücken am Internationalen Holzbauforum wird eine Informationsveranstaltung in das Weiterbildungsprogramm der HSB Biel aufgenommen werden. Der Antrag ist im Anhang A.6 nachzulesen.

Zielgruppe sind Planer und ausführende Unternehmen, die im Bereich Brückenbau tätig sind. In Form von Referaten oder Referaten kombiniert mit einem Workshop werden die Themenblöcke statisch-konstruktive Ausbildung von Brückenkonstruktionen und -details, sowie die Konstruktion mit innovativen Baustoffen und Verbindungsmöglichkeiten behandelt.

#### 5.4 Fazit des Arbeitspakets 1: "Öffentlichkeitsarbeit"

Als umfassendes Ziel der Öffentlichkeitsarbeit wurde ein wechselseitiges Verstehen sowie der Aufbau von Vertrauen zur Schaffung eines positiven Umfelds für den Holzbrückenbau definiert. Um dieses Ziel zu erreichen, ist das Umfeld des Brückenbaus im Rahmen einer Umfrage abgeklärt und vor allem im Entwurf einer Werbebroschüre umgesetzt worden.

Ein Leitfaden ist entworfen, Voraussetzungen für eine Datenbank sind abgeklärt und ein Konzept für eine Weiterbildungsveranstaltung ist entwickelt worden.

## **6 Feuchtemessung an Fahrbahnplatten**

Um Feuchteschwankungen aus dem Einfluss der Witterung und der Jahreszeiten zu erkennen, sind im Rahmen dieses Projektes über einen Zeitraum von einem Jahr Holz-Feuchtemessungen an einer massiven, abgesperrten Fahrbahnplatte einer Holzbrücke durchgeführt worden.

### **6.1 Ausgangslage**

Holz passt sich durch seine hygroscopischen Eigenschaften an sein Umgebungsklima an. Diese makroklimatischen Einflüsse haben Auswirkungen auf das verbaute Holz. Liegt die Holzgleichsfeuchte längere Zeit über 20%, muss mit holzerstörenden Pilzen gerechnet werden. Schwankungen der relativen Luftfeuchte führen zu Dimensionsänderungen des Holzes, welche Rissbildung zur Folge haben können. Dies begünstigt den Eintritt von Wasser, Pilzen und Insekten.

Ist das Holz in einer Brückenkonstruktion über einen Flusslauf verbaut, ist zu beachten, dass ein Gewässer das Umgebungsklima durch seinen kühlenden bzw. wärmenden Effekt massgeblich beeinflusst. Begründen lässt sich das durch die geringe Reflexion, die sehr gute Absorptionsfähigkeit für Wärme und schliesslich die hohe Wärmekapazität von Wasser. Mit zunehmender Grösse des Gewässers kann sich ein eigenes Luftzirkulationssystem ausbilden, das ebenfalls das Umgebungsklima nachhaltig, und somit auch das hygroscopische Verhalten des Holzes, beeinflussen kann.

Diese unterschiedlichen Faktoren führen dazu, dass Brücken über Gewässer einer erhöhten Beanspruchung durch Feuchte ausgesetzt sind. Der Einfluss von klimarelevanten Parametern, wie zum Beispiel der Abstand der Brückenkonstruktion zum Wasser, die Lage der Brücke zur Hauptwindrichtung, die Grösse des Gewässers, das lokale Klima usw., muss während der Planungsphase bedacht werden. Aus den genannten Gründen ergeben sich für Brücken über Gewässern besonders hohe Anforderungen an den Holzschutz und die Konstruktion.

Bei gedeckten Brücken wird davon ausgegangen, dass die Konstruktionselemente vor Witterungseinflüssen geschützt sind. Durch die gewachsene Verkehrsbelastung in den letzten Jahrzehnten werden gedeckte Holzbrücken im Bereich des Übergangs der Strasse auf den Brückenbelag durch den Wassereintrag der Fahrzeuge stark beansprucht. Je nach Qualität des Brückenbelages kann in die Fahrbahnplatte von oben Feuchtigkeit eindringen und die Fahrbahnplatte und Konstruktion belasten. Diese Übergänge müssen mit besonderer Sorgfalt ausgeführt werden. Bei der Konzeption von nicht gedeckten Brücken wird von vorneherein mit einer erhöhten Feuchtebelastung der Bauteile gerechnet und somit diesen besondere Beachtung bei der Ausbildung der Details geschenkt. In wieweit diese Feuchtebelastung zu einer Durchfeuchtung der Fahrbahnplatte führt, soll hier untersucht werden.

### **6.2 Zielsetzung der Feuchtemessungen**

Um das Feuchteverhalten von Fahrbahnaufbauten in Abhängigkeit des Umgebungsklimas zu untersuchen, werden von der HSB an der unten beschriebenen Holzbrücke kontinuierliche Messungen vorgenommen. Die Anordnung der Messsonden in verschiedenen Tiefen der Fahrbahnplatte ermöglicht eine Aussage über die Tiefenwirkung von äusseren Klimaschwankungen auf den gesamten Querschnitt. Dadurch lassen sich Rückschlüsse auf das Quellverhalten der Platte und die Absperrwirkung der Deckschichten ziehen.

Mit den Sonden im oberen Bereich der Fahrbahnplatte kann die Funktionsfähigkeit der Fahrbahnabdichtung geprüft werden. Dies soll künftig zur Schadensvermeidung und Sicherung der Tragfähigkeit von Fahrbahnplatten aus Holz dienen.

### **6.3 Durchführung der Messungen**

#### **6.3.1 Projektbeschreibung der Brücke**

Die Brücke, an welcher die Messungen vorgenommen wurden, befindet sich in Pieterlen und überspannt einen schmalen Bachlauf. Sie weist eine Spannweite von 13.10 m und eine Breite von 5.00 m auf. Das Tragwerk ist als Sprengwerk ausgebildet. Abbildung 4 zeigt den Schnitt durch das Brückenprofil. Die Fahrbahnplatte besteht aus liegenden Brettschichtholzträgern welche beidseitig mit Kertoplaten verkleidet sind.

Das Detail des Fahrbahnaufbaus ist in Abbildung 3 dargestellt.

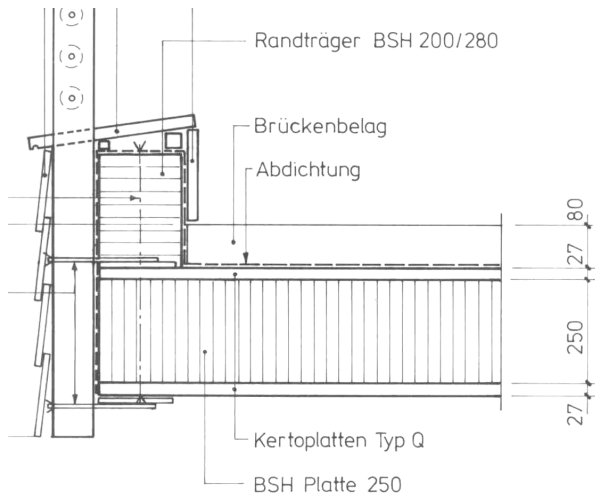


Abbildung 3: Aufbau der Fahrbahn, Brücke Pieterlen

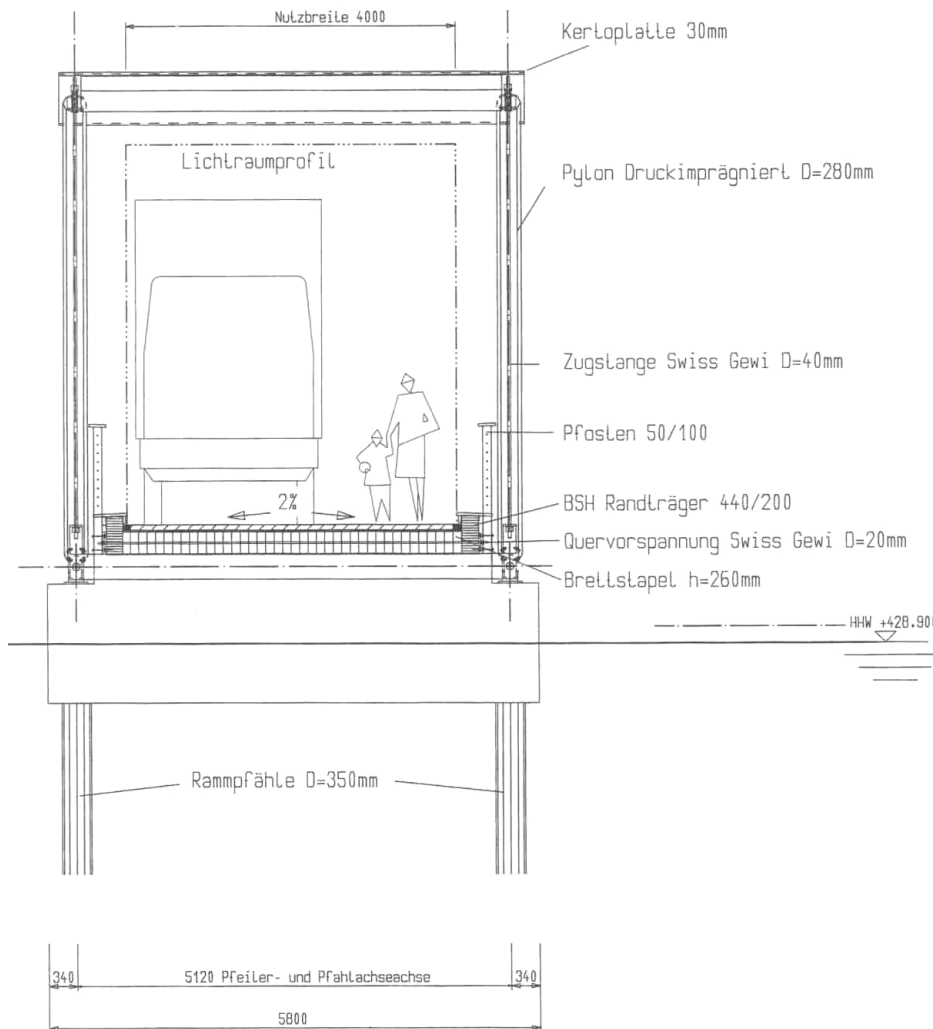


Abbildung 4: Querschnitt durch das Profil der Holzbrücke Pieterlen

### 6.3.2 Datenerfassung

Als Grundlage für die Messungen dient eine Semesterarbeit [16] in deren Rahmen über einen Zeitraum von 2 Monaten Messungen über den Fahrbahnquerschnitt der selben Brücke (Abbildung 5) durchgeführt wurden. Daten der selben Messstellenanordnung sollen nun über einen Zeitraum

von einem Jahr aufgenommen werden, um das Feuchteverhalten im Jahresverlauf aufzeigen zu können.



Abbildung 5: Brücke in Pieterlen

#### 6.3.2.1 Feuchtemessungen

In der Fahrbahnplatte der Brücke sind anlässlich der Semesterarbeit [14] 9 Messstellen für Widerstandsmessungen zur Holzfeuchtebestimmung installiert (Abbildung 6) worden. Die Startmessung und Begutachtung der schon vorhandenen Messeinrichtung wurde am 4. Februar 2003 durchgeführt. Am 5. Februar 2003 wurde ein Aussenklimadatenlogger installiert, mit dem kontinuierlich - jede Stunde - das Aussenklima aufgenommen wird. Die Widerstandsmessungen wurden durchschnittlich einmal pro Woche in unterschiedlichen Tiefen der Fahrbahnplatte durchgeführt (Abbildung 8).

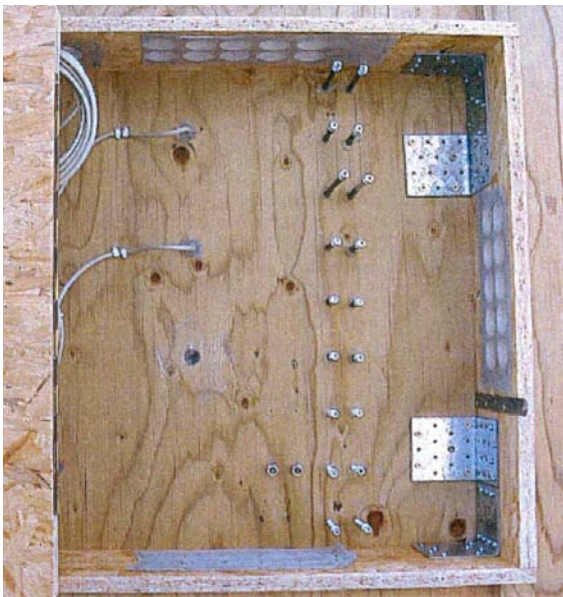


Abbildung 6: Messstellen für die Widerstandsmessung, Unteransicht der Fahrbahnplatte

Zur Widerstandsmessung wird das Messgerät "BES combo 200", Fabrikat der Firma Bollmann verwendet. Hier besteht die Möglichkeit, Klammern als Messklemmen mit zwei Kabeln anzuschliessen. Die grösste zu messende Tiefe beträgt 300mm. Da für solch grosse Tiefen keine Messsonden auf dem Markt erhältlich sind, wurde mit Hilfe von handelsüblichen Top-Roc-Schrauben eigene Sonden entwickelt.

Die Messsonden sind wie folgt aufgebaut: Als Grundkörper dienen Top-Roc-Schrauben (Abbildung 7) in verschiedenen Längen. Um das Messen in den gewünschten Tiefen zu gewährleisten, ist die Schraube bis auf die Schraubenspitze durch einen Schrumpfschlauch isoliert. Die vordersten 6mm der Schraubenspitze und das Kopfgewinde sind frei. Dieses dient als Messkontakt für die Messklemmen, welche an das Kopfgewinde geklemmt werden. Die Schrauben werden bis zur gewünschten Messtiefe in die massive Fahrbahnplatte eingeschraubt.





Abbildung 7: Top-Roc-Schraube als Messsonde

Die Messgenauigkeit dieser Sonden wurde über Vergleichsmessungen [14] überprüft. Es konnten keine Messunterschiede festgestellt werden.

Ebenso wurde kontrolliert, wie weit die Schraubenspitzen auseinander liegen dürfen, um mit den Messungen vertrauenswürdige Resultate zu erhalten, da beim Setzen der bis zu 300mm langen Messsonden von einer Bohrungenauigkeit von bis zu 10mm ausgegangen werden muss. Die Resultate der entsprechenden Vergleichsmessungen ergaben, dass selbst bei einem Sondenabstand von 300mm eine Abweichung der Holzfeuchte um lediglich 0.1% angezeigt wurde. Die Ergebnisse der Vergleichsmessungen von Top-Roc-Sonden mit den Original-Einschlagsonden waren so gering, dass die Top-Roc-Sonden ohne Korrektur der Messwerte verwendet werden können.

Damit über die gesamte Querschnittshöhe der Fahrbahnplatte die Feuchten gemessen werden können, wurde jeweils ein Messsondenpaar in die Fahrbahnplatte mit 4mm, 13mm, 30mm, 80mm, 130mm, 180mm, 230mm, 280mm und 300mm Einschraubtiefe eingebracht. Die untersten und die obersten zwei Messstellen nehmen die Holzfeuchten der 27mm dicken Kertoplatten auf. Die restlichen Messsonden messen die Holzfeuchte des massiven BSH Kerns der Fahrbahnplatte (Abbildung 8).

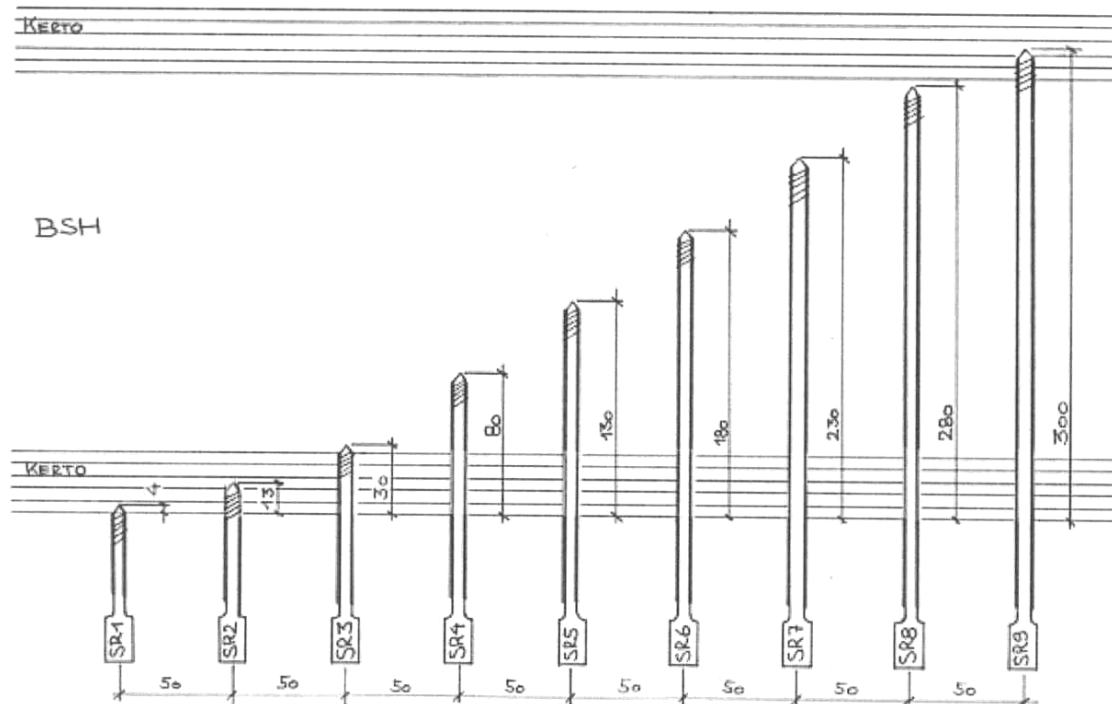


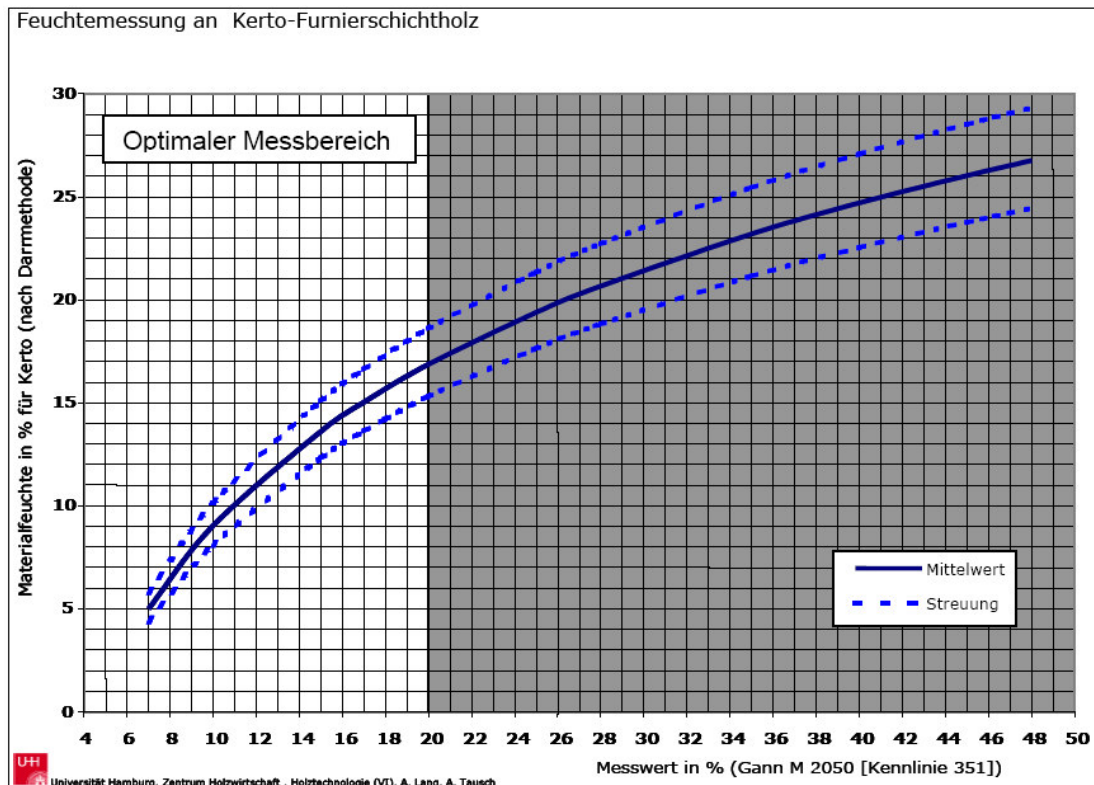
Abbildung 8: Eindringtiefen der Messsonden

#### 6.4 Messergebnisse

Die Daten wurden über den Zeitraum von einem Jahr kontinuierlich aufgenommen. Die Daten des installierten Klimadatenloggers wurden stündlich, die Widerstandsmessungen der Top-Roc-Sonden durchschnittlich einmal pro Woche erfasst. Die Holzfeuchtemessungen sind Temperatur kompensiert, da die Messungen erheblich vom Aussenklima abhängig sind. Die Temperatur wurde vor der Holzfeuchtemessung manuell im Messgerät eingegeben.

Die Messungen im BSH wurden mit der Einstellung für Fichte Gruppe 4 durchgeführt. Für die Holzfeuchte von Phenolharz verleimtem Kerto wurde das Messgerät auf Holz der Gruppe 2 eingestellt. Diese Angaben wurden von Finnforest und vom Gerätehersteller BES Bollmann für Kerto gemacht. Finnforest hat zusammen mit dem Messgerätehersteller Gann Untersuchungen von Widerstandsmessungen an Kerto durchgeführt. Bei diesen lagen die effektiven Holzfeuchten von Kerto sogar noch unter denen, die das Gerät mit der Einstellung von Phenolharzverleimten

Werkstoffen ausgibt. Die Umrechnungskurve des Geräteherstellers Gann ist in Abbildung 9 dargestellt. Um sicher zu gehen, dass die aufgezeigten Werte nicht zu niedrig sind, werden für die weiteren Auswertungen die Ausgabewerte der Firma Bollmann verwendet.



Universität Hamburg, Zentrum Holzwirtschaft, Holztechnologie (VI), A. Lang, A. Tausch  
 Technische Beratung und Angaben werden nach bestem Wissen gemacht. Anwendung und Verarbeitung liegen außerhalb unseres Einflusses. Daher können wir nur für die Qualität unserer Produkte haften. Alle Rechte, insb. Gemäß §§ 1,2,11,97 Urh.G., bleiben vorbehalten. Technische Unterlagen und Muster bleiben Eigentum der Fa. Finnforest Deutschland GmbH.

Abbildung 9: Umrechnungskurve der Firma Gann von Holzfeuchten phenolharzverleimter Werkstoffe auf Holzfeuchten von Kerto

**6.4.1 Umgebungsklima**

Der Aussenklimadatenlogger hat das Klima unter der Brücke über dem Bachlauf aufgezeichnet. Damit sind die Luftfeuchte- und Temperaturschwankungen unter der Brücke bekannt. Die stärkeren Linien im Diagramm 11 entsprechen den Tagesmitteltemperaturen bzw. Tagesmittel der Luftfechtigkeiten, die feinen Linien zeigen den jeweiligen Schwankungsbereich. Auf Grund des Umgebungsklimas und der Materialeigenschaften von Holz und Holzwerkstoffen findet eine Anpassung der relativen Holzfeuchte der Fahrbahnwerkstoffe Kerto und BSH statt. Die Datenerfassung erstreckt sich über 13 Monate.

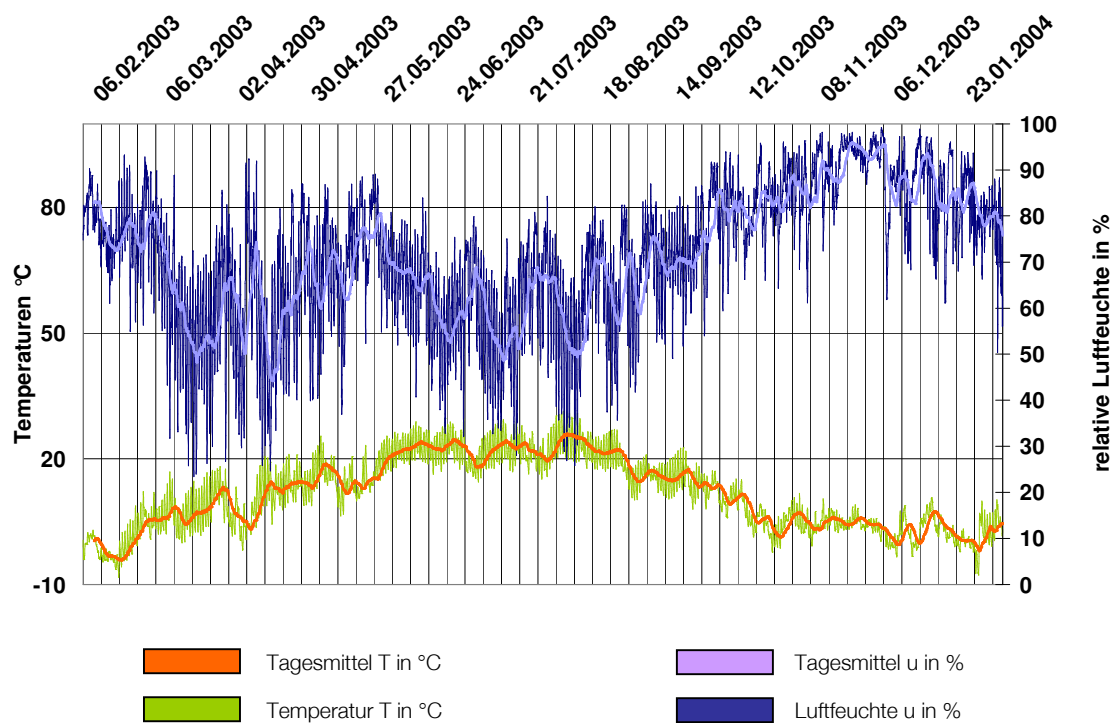


Diagramm 11: Aussenklimadaten unter der Brücke, Temperatur in °C und Luftfeuchte in %; Tagesmittel

#### 6.4.2 Ausgleichsfeuchten der Fahrbahnplatte

Die Anpassung der Holzfeuchte an den Wechsel der umgebenden relativen Luftfeuchte hängt von verschiedenen Faktoren ab. Diese machen eine Aussage über die Geschwindigkeit, mit der sich die Holzfeuchte an das Umgebungsklima anpasst, schwierig. Diese Faktoren sind:

- die Oberflächenbeschichtung,
- die Holzart,
- die Luftströmung der Umgebung und
- die Querschnittsabmessung des Holzes.

Nach den kontinuierlichen Holzfeuchtemessungen über die Dauer eines Jahres werden die Messergebnisse bezüglich dieser Faktoren untersucht.

Die Kertoplatte, welche die Feuchte aus der Luft aufnimmt, wurde nicht beschichtet und somit der Diffusionswiderstand, der die Feuchteaufnahme beeinflusst, nicht verändert.

Der Einfluss der Holzart muss differenziert betrachtet werden. Das gemessene Bauteil der Fahrbahnplatte besteht aus der Materialkombination Kerto - BSH. Bei Kerto handelt es sich um einen abgesperrten Holzwerkstoff, welcher direkt dem Umgebungsklima ausgesetzt ist und somit für die Feuchteaufnahme aus der Luft zuständig ist. Die Ausgleichsfeuchten, die in der Literatur aus dem Diagramm 12 herausgelesen werden können, beziehen sich auf Holz, das direkt dem Umgebungsklima ausgesetzt ist. Kerto weist nicht die gleichen hygroskopischen Eigenschaften wie Massivholz auf. Dies ist ein Grund dafür, dass ein Vergleich der gemessenen und der aus dem Diagramm 12 gelesenen Ausgleichfeuchte nicht übereinstimmen muss. Zudem kann die Anwesenheit von Phenolharz in der Verklebung, welches eine viel höhere Leitfähigkeit als das Holz hat, die Feuchtemessungen in den Kertoplaten beeinflusst haben. Dies zu überprüfen hätte die Entnahme eines Prüfkörpers für Darrproben erfordert. Die Möglichkeit zur Entnahme der Probe bestand jedoch nicht.

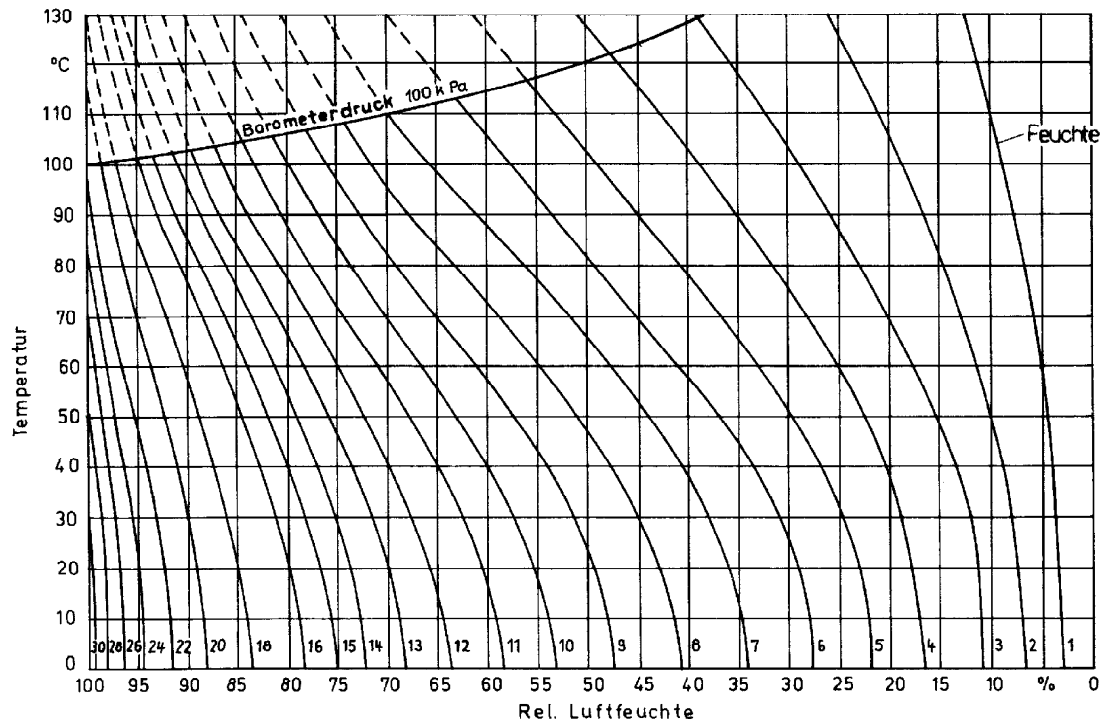


Diagramm 12: Ausgleichsfeuchte von Fichte in Abhängigkeit von der Temperatur bei einem Luftdruck von 100kPa (Niemz 1993)

Für die dem Umgebungsklima zuwandte Kertoplatte gilt weiter, dass die Sorption langsamer verläuft als die Desorption, was bei Klimaschwankungen eine geringere durchschnittliche Holzfeuchte erwarten lässt, als die dem Mittelwert der relativen Luftfeuchte entsprechende Ausgleichsfeuchte aus dem Diagramm 12.

Die BSH-Platte ist nicht direkt dem Umgebungsklima ausgesetzt. Für die Feuchtemessungen wurden Temperaturen der Kertoplatte verwendet, da die in der Mitte der Platte nicht gemessen werden konnten. Da die Messungen über einen Zeitraum von 13 Monaten durchgeführt wurden, kann davon ausgegangen werden, dass die saisonalen Temperaturschwankungen im BSH-Kern nicht so stark von den saisonalen Temperaturschwankungen der Kertoplatte abgewichen sind. Aus diesem Grund wird davon ausgegangen, dass die temperaturkorrigierten Messungen nicht massgebend von der Realität abweichen.

Da das Ziel der Untersuchung eine Aussage zur Durchfeuchtung der Fahrbahnplatte liefern soll, werden die definitiven Ausgleichsfeuchten der Materialien betrachtet. Diese sollen unter der kritischen Holzfeuchte von 20%, die in der Literatur angegeben wird, liegen.

Eine weitere Überlegung besteht darin, die Strömungsgeschwindigkeit der umgebenden Luft, die zu einem grossen Teil den Feuchteübergang der Holzoberfläche mitbestimmt, bei der Betrachtung der Ausgleichsfeuchten zu berücksichtigen. Luftströmung kann in Form von laminarer und turbulenter Strömung ( $> 2\text{m/s}$ ) vorliegen. Liegt eine turbulente Strömung vor, kann der Stoffübergang zehn mal höher liegen als bei laminarer Strömung. Die Luftgeschwindigkeit unter der Brücke wurde nicht gemessen, da innerhalb des Kastens, in dem die Messstellen angebracht waren, keine hohe Strömungsgeschwindigkeit zu erwarten waren. Zudem hat laut Denig [70] die Luftgeschwindigkeit bei Holzfeuchten von unter 20% keinen bedeutenden Einfluss auf die Trocknungsgeschwindigkeit. Da die Holzfeuchtwerte der unteren Kertoplatte unter 20% liegen, wird dieser Einflussfaktor aus den genannten Gründen vernachlässigt.

In Diagramm 13 und Diagramm 14 ist die relative Luftfeuchte und die Ausgleichsfeuchten der Messstellen der unteren Kertoplatte dargestellt. Die obere Kurve in Diagramm 13 und Diagramm 14 zeigen die gemittelte Luftfeuchte des Umgebungsklimas, die orangefarbene Kurve zeigt die Holzfeuchteschwankung der unteren Kertoplatte der Fahrbahn in 4mm Tiefe. Die Kurven verlaufen mit einer sehr geringen Phasenverschiebung parallel zueinander. Die oberflächennähere Messung mit einer Einschraubtiefe von 4mm schwankt ohne grosse Verzögerung mit der Luftfeuchte. Daraus lässt sich schliessen, dass die Kertoplatte an der Unterseite der Fahrbahnplatte ihren Feuchtegehalt relativ schnell anpasst.

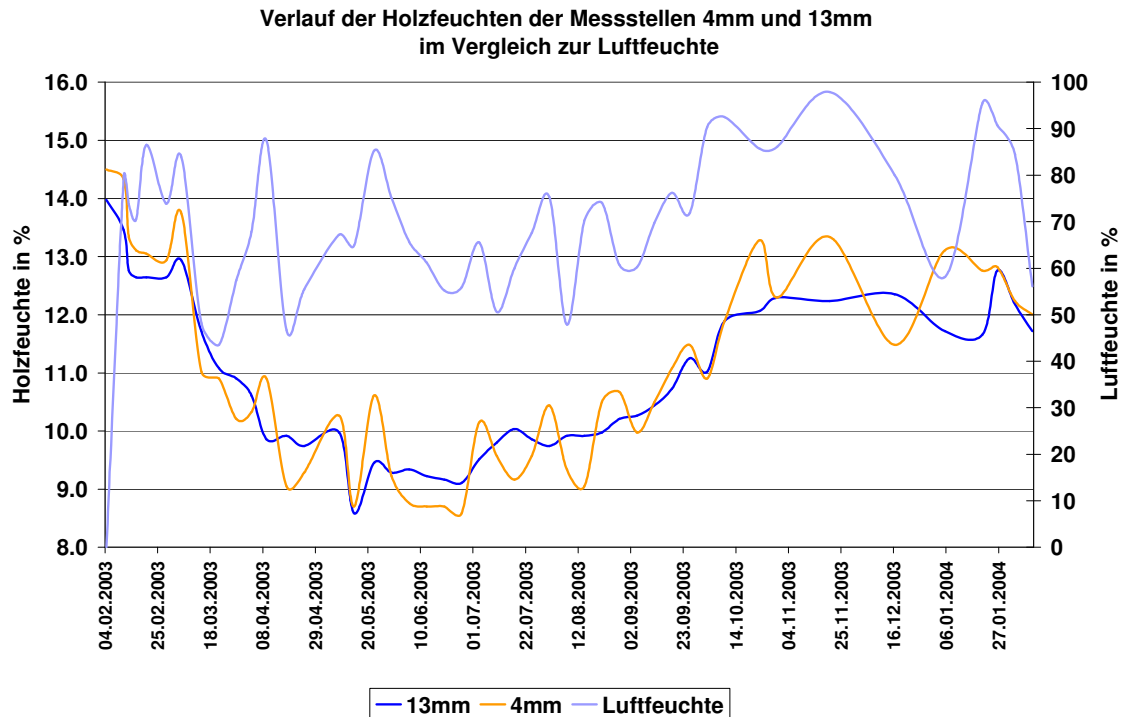


Diagramm 13: Feuchteverlauf der Messstellen 4mm / 13mm in Kerto, Luftfeuchteverlauf des Aussenklimas

Dieses Verhalten ist deutlicher zu erkennen, wenn ein Zeitraum von 2 Monaten näher betrachtet (Diagramm 14) wird. Die Werte der Messsonde in 13mm Tiefe (dunkelblaue Linie in Diagramm 13) folgen dem Verlauf der Umgebungfeuchte bereits in weit geringerem Maß als die Werte der vorher beschriebenen Messstelle in 4mm Tiefe. Dies Verhalten lässt sich aus der Trägheit und Absperrwirkung des Materials erklären. Je tiefer die Messstelle, umso länger dauert es, bis die Feuchte über Kapillarleitung und Diffusion eingedrungen ist. Es wirken sich also nur noch längerfristige Klimaänderungen auf die Holzfeuchte aus. Die Extremalwerte haben keinen Einfluss auf tiefer liegende Bereiche. Dieses Verhalten wird in Kapitel 6.4.3 weiter erläutert.

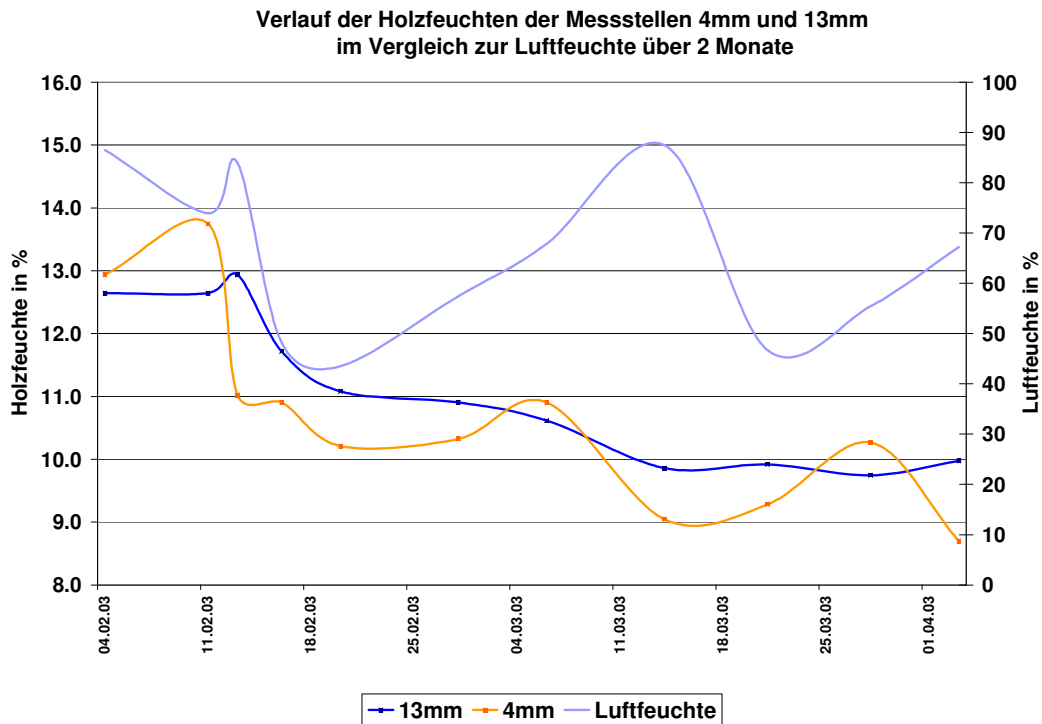


Diagramm 14: Verlauf der Holzfeuchten der Messstellen 4mm und 13mm im Vergleich zur Luftfeuchte über den Zeitraum von 2 Monaten

Aus der Betrachtung der Messungen über den gesamten Querschnitt (Diagramm 15) wird ersichtlich, dass die untere und obere Kertoplatte eine geringere Feuchte aufweist als der BSH Kern. Die hygroskopischen Eigenschaften von phenolharzverleimtem Kerto unterschieden sich erheblich vom BSH. Kerto hat eine wesentlich geringere Feuchtespeicherkapazität.

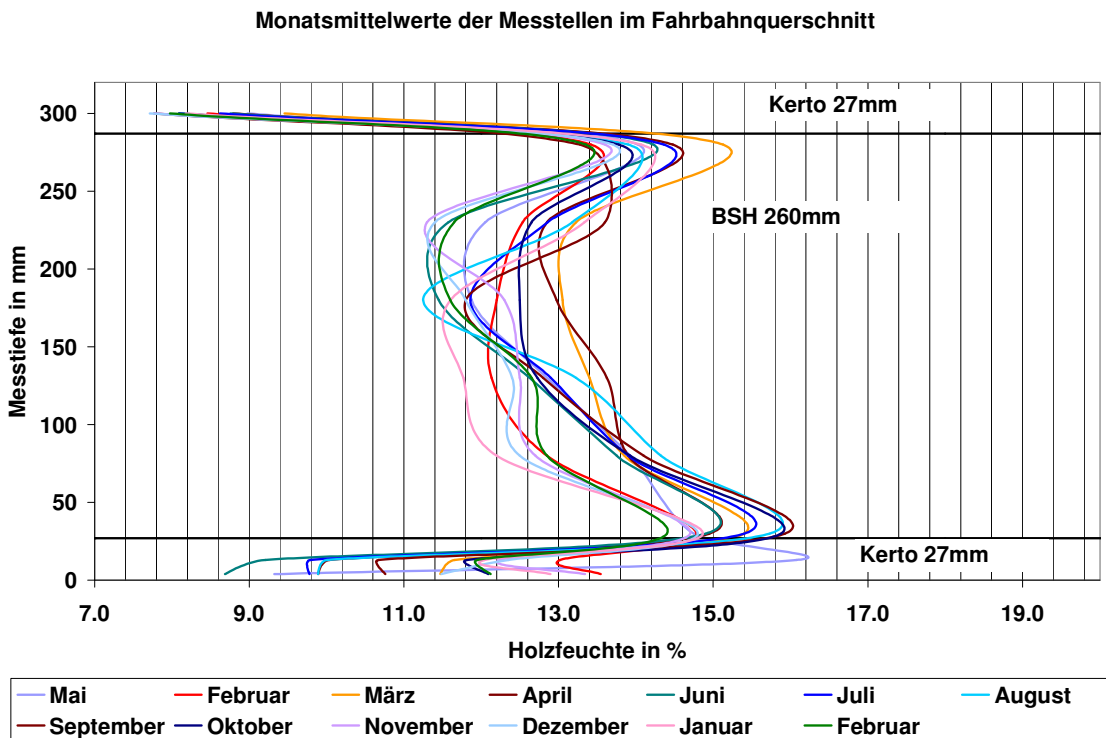


Diagramm 15: Monatsmittelwerte der Messstellen über den Querschnitt

In Diagramm 15 ist zu erkennen, dass die Holzfeuchte der oberen Kertoplatte immer niedriger ist als diejenige der unteren Kertoplatte, welche direkt dem Umgebungsklima am Bachlauf ausgesetzt

ist. Selbst in der Phase mit geringer Holzfeuchte an der Oberfläche liegt die Holzfeuchte der oberen Platte knapp 6% unter derjenigen der unteren Platte.

Dem Feuchteprofil nach zu urteilen kann davon ausgegangen werden, dass die Fahrbahnabdichtung ihre Funktion erfüllt. Ansonsten würde sich eine grössere Wassermenge in der oberen Kertoplatte ansammeln. Da die Unterseite leicht zu begutachten ist und die Platte bei entsprechendem, vorliegenden Aussenklima wieder austrocknen kann, würden auch kurzfristige Feuchteschwankungen bis zu 20% keine Gefahr für die Konstruktion darstellen.

### 6.4.3 Anpassung der Holzgleichsfeuchte

Diagramm 16 zeigt die Variation der Holzfeuchte über die Querschnittshöhe der Fahrbahnplatte der Brücke während der Messdauer von einem Jahr.

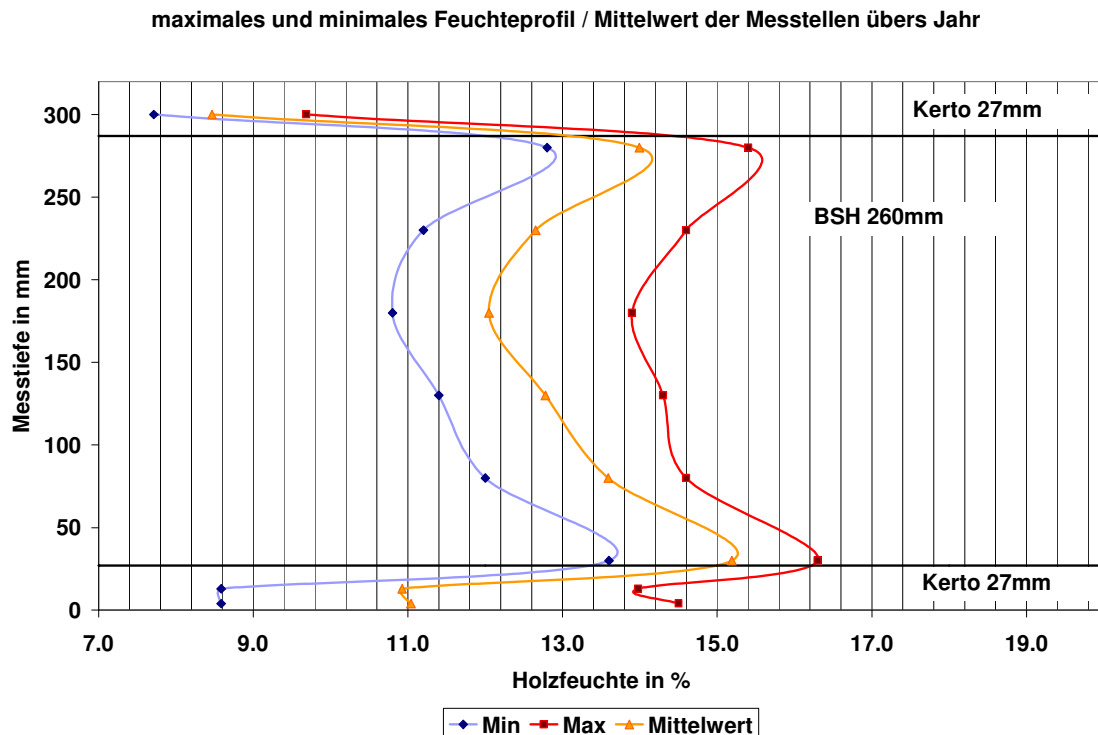


Diagramm 16: Feuchteprofil über den Fahrbahnquerschnitt (Min - Max - Mittelwert).

In der unteren und oberen Kertoplatte können Schwankungen der Holzfeuchte von maximal 6% beobachtet werden. Im BSH-Träger liegen die Feuchteschwankungen der jeweiligen Messstelle bei lediglich rund 3% (Diagramm 17).

Nach Untersuchungen von Navi [25] reagieren die Aussenschichten innerhalb von Minuten bis Stunden auf Luftfeuchteänderungen. Bei mehreren Zentimeter dicken Querschnitten dauert der Ausgleich schon bis zu mehreren Tagen. Die Holzfeuchte nähert sich nach einem raschen Anstieg asymptotisch der Ausgleichsfeuchte an. Die Zeit bis die Ausgleichsfeuchte erreicht ist, kann deshalb nicht genau bestimmt werden. Der BSH Kern ist zudem durch die Kertoplatte vom Aussenklima abgesperrt, somit ist hier die Erreichung der Ausgleichfeuchte bis zu einem erneuten Klimawechsel schwierig nach zu vollziehen.

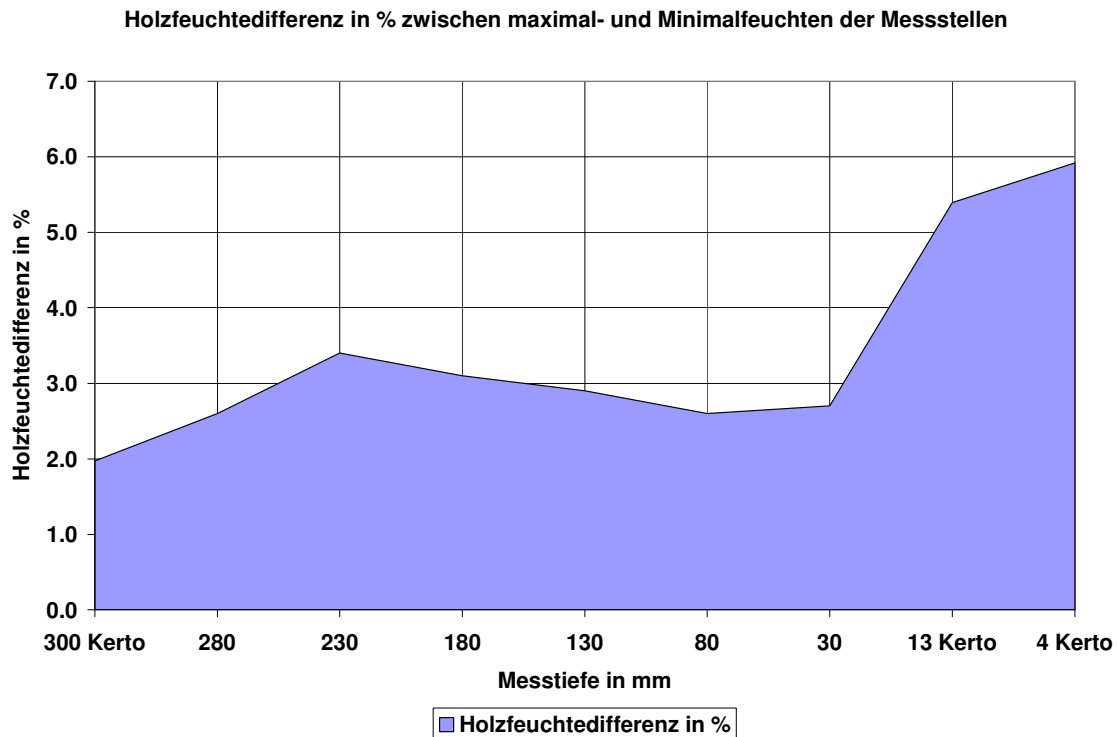


Diagramm 17: Holzfeuchtedifferenzen in % in Abhängigkeit von der Einschraubtiefe über den gesamten Messzeitraum

**6.4.4 Feuchtedifferenzen über den gesamten Querschnitt**

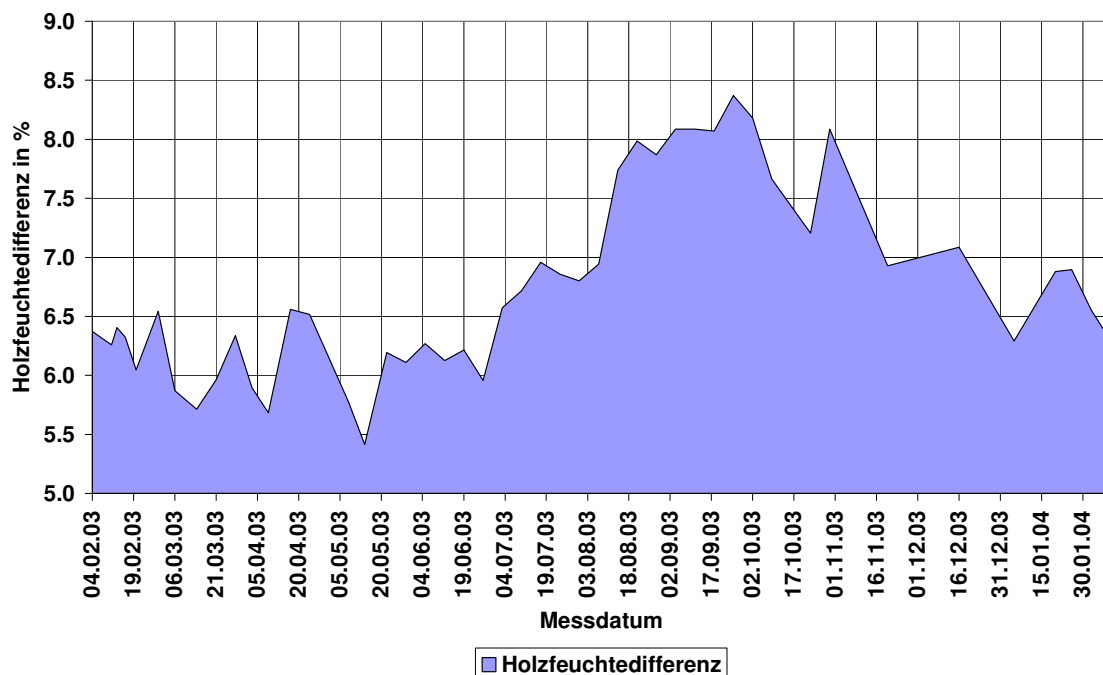
Neben den absoluten Holzfeuchten sind die Holzfeuchtedifferenzen im Fahrbahnquerschnitt ermittelt worden, um daraus auf innere Spannungen des Fahrbahnaufbaus zu schliessen. In der Leimfuge zwischen dem innen liegenden BSH Träger und den aufgeleimten Kertoplaten können durch Holzfeuchteänderungen infolge unterschiedlichem Schwind- und Quellverhalten Dimensionsänderungen entstehen. Als Folge daraus treten Schubspannungen auf. Die maximalen Holzfeuchteschwankungen, welche die Fahrbahnplatte im Jahresverlauf erfährt, sind wichtige Parameter für die Berechnung von Quelldrücken und Schubspannungen im Verbundquerschnitt bestehend aus Kertoplatte und BSH. Die Variation der Holzfeuchtigkeiten kann aus den Maximal und Minimalwerte berechnet, und ein Mittelwert gebildet werden. Interessant ist in diesem Zusammenhang der zeitliche Verlauf der maximalen Holzfeuchtedifferenz. Hier werden Kerto und BSH gleichzeitig angeschaut. Interessant ist die Differenz zwischen Kerto und BSH da es hier unterschiedlichem Quell- und Schwindverhalten kommen kann.

Tabelle 9: Berechnung maximale Holzfeuchtedifferenz in Abhängigkeit der Zeit

<b>Berechnung der maximalen Holzfeuchtedifferenz <math>\Delta u_{max}</math> :</b>	
$\Delta u_{max}(t) = u_{max}(t) \text{ aller Messstellen} - u_{min}(t) \text{ aller Messstellen}$	
$\Delta u_{max}(t)$ :	maximale Holzfeuchtedifferenz der Fahrbahnplatte
$u_{max}(t)$ aller Messstellen:	maximale Holzfeuchte der Fahrbahnplatte in Abhängigkeit der Zeit (t)
$u_{min}(t)$ aller Messstellen:	minimale Holzfeuchte der Fahrbahnplatte in Abhängigkeit der Zeit (t)
(t):	gesamter Zeitraum der Messungen



Verlauf der Holzfeuchtedifferenz über den Jahresverlauf

Diagramm 18: Verlauf  $\Delta u_{max}$  über den Messzeitraum

Diese Feuchtedifferenz führt, wie schon erwähnt, zu Schubspannungen zwischen den Holzwerkstoffen Kerto und BSH-Kern. In dem Zeitraum, in dem die grössten Holzfeuchtedifferenzen auftreten, ist die Schubspannung zwischen den Werkstoffschichten am grössten. Dies ist von Mitte Oktober bis Anfang Februar der Fall ( $\Delta u_{max} = 8\%$ ). Diese Schubspannungen können mittels Spannungsrelaxation abgebaut werden. Für die Spannungsrelaxation sind die gleichen Vorgänge wie beim Kriechen verantwortlich. Beim Kriechen werden die Moleküle erst stärker ausgerichtet und ab einer bestimmten Spannung werden die molekularen Bindungen zerstört. Bei der Relaxation bewirken die Platzwechselforgänge der Moleküle keine Verformung, sondern bauen innere Spannungen ab. In unserem Fall bedeutet die Relaxation eine Abnahme der Schubspannung in Abhängigkeit der Zeit.

## 6.5 Fazit

Die mechanische Beanspruchbarkeit der Konstruktionselemente ist abhängig von der Gleichgewichtsfeuchte im Holz. Bei steigender Holzfeuchte verschlechtern sich auch seine elastomechanischen Eigenschaften. Infolge von Quellen und Schwinden des Holzes besteht die Gefahr von Rissebildung. Hierdurch wird die Dauerhaftigkeit herabgesetzt und Wasser kann in die Konstruktion eindringen.

An der Brücke in Pieterlen sind kontinuierliche Feuchtemessungen über den Fahrbahnquerschnitt durchgeführt worden. Es ist zu erkennen, dass bei funktionierender Fahrbahnabdichtung der Feuchtegehalt im BSH Kern der Fahrbahnplatte nur geringen Holzfeuchteschwankungen von rund 3% unterworfen ist. Einzig an der Grenzfläche zum Umgebungsklima schwankt die Holzfeuchte stark und liegt dabei nie über der hinsichtlich Pilzbefall kritischen Holzfeuchte von 20%. Ist die Unterseite zudem einsehbar und kann immer wieder austrocknen, entstehen keine Schäden. Weitere Messungen können in einem folgenden Projekt durchgeführt werden, welches in Kapitel 7.3, Abschnitt "Einfluss des Mikroklimas bei Brücken an Flussläufen" beschrieben wird.

## 7 Definition des Forschungsbedarfs

### 7.1 Ausgangslage und Zielsetzung

Der Informationsbedarf der Projektpartner betreffend Forschung und Entwicklung wurde während der Erarbeitung der Öffentlichkeitsarbeit und dort im Rahmen der Erstellung der Werbebroschüre ermittelt. Ergebnis der Startsitung mit den Projektpartnern war die Ausgliederung des technischen Teils aus der marketing-orientierten Werbebroschüre, die in Kapitel 5.3.2 zusammengestellt ist, in eine gesonderte Informationsreihe. Weiterhin wird erkannt, dass ein breites Band an Informationen und Forschungsergebnissen über den Holzbrückenbau am Markt vorhanden, jedoch weit verstreut sind. Das vorhandene Wissen, wurde in einer Literaturliste zusammengetragen und nach Themen geordnet. Interessierte können so auf schnellem Weg ihren Informationsbedarf decken. Zur Abklärung des Forschungsbedarfs und zur Bestätigung der durch die Projektpartner festgelegten Stossrichtung, wurde eine Umfrage bei Bauherren, Architekten, Planern und ausführenden Unternehmen als erforderlich erachtet.

Die Verknüpfung der Ergebnisse der schriftlichen, sowie telefonischen Umfrage, die Klärung der momentanen Forschungsaktivitäten und die Erarbeitung des Informationsbedarfs der Projektpartner waren die Grundlage zur Definition des Forschungsbedarfs.

Ziel dieses Arbeitspakets ist: für ausgewählte Themenbereiche Lösungsansätze anzudenken und in Form von Projektskizzen zu beschreiben. Die Themen mit dem höchsten Forschungsbedarf sind in den folgenden Kapiteln evaluiert und beschrieben.

### 7.2 Definition des Forschungsbedarfs

Bezüglich Forschung und Entwicklung, waren die folgenden Fragen von besonderem Interesse:

- Frage 5: Gibt es Themen den Holzbrückenbau betreffend, die Ihrer Meinung nach noch erforscht werden sollten?
- Frage 6: Waren Sie bereits an F+E Projekten beteiligt?

Die Auswertung der Umfrage (Tabelle 10) zeigt, dass fast ein Drittel der Befragten schon an verschiedenen Forschungsprojekten beteiligt war. Diese Projekte decken eine grosse Bandbreite an Themen ab, die nicht immer in Zusammenhang mit Brückenbau oder Holzbau stehen. Dieses Ergebnis weist auf eine grundlegende Bereitschaft, an Forschungsaktivitäten mitzuwirken, hin. Es kann keine Aussage dazu gemacht werden, aus welchen Gründen die restlichen 71% der Befragten noch nicht an F+E Projekten beteiligt war.

*Tabelle 10: Beteiligung an Forschungsprojekten*

<b>Beteiligung an F+E Projekten</b>	
<b>ja</b>	<b>29%</b>
<b>nein</b>	<b>71%</b>

Bei der Frage nach den für die Forschung relevanten Themen konnten in der schriftlichen Umfrage Mehrfachnennungen gemacht werden (Diagramm 19).

Dauerhaftigkeit und Holzschutz stehen weit oben in der Bedarfsliste. In diesem Bereich ist ein breites Spektrum an Wissen und Forschung vorhanden, die Ergebnisse scheinen jedoch nicht verfügbar zu sein, oder deren Existenz wird nicht wahrgenommen. Die im Rahmen dieses Projektes erstellte Literaturliste könnte diesbezüglich eine Informationsquelle darstellen. Da diese Literaturliste (11.4 Literaturverzeichnis) nicht sämtliche Bedürfnisse abdecken kann, müssen in bestimmten Themengebieten Forschungsanstrengungen unternommen werden. Die Aussagen der Projektpartner und das Ergebnis der Umfrage, ergeben einen Bedarfskatalog von fachlich relevanten Themen in Bezug auf den Holzbrückenbau. Es ergab sich ein breites Spektrum von Themen, die in weiteren F+E Aktivitäten abgeklärt werden müssen.

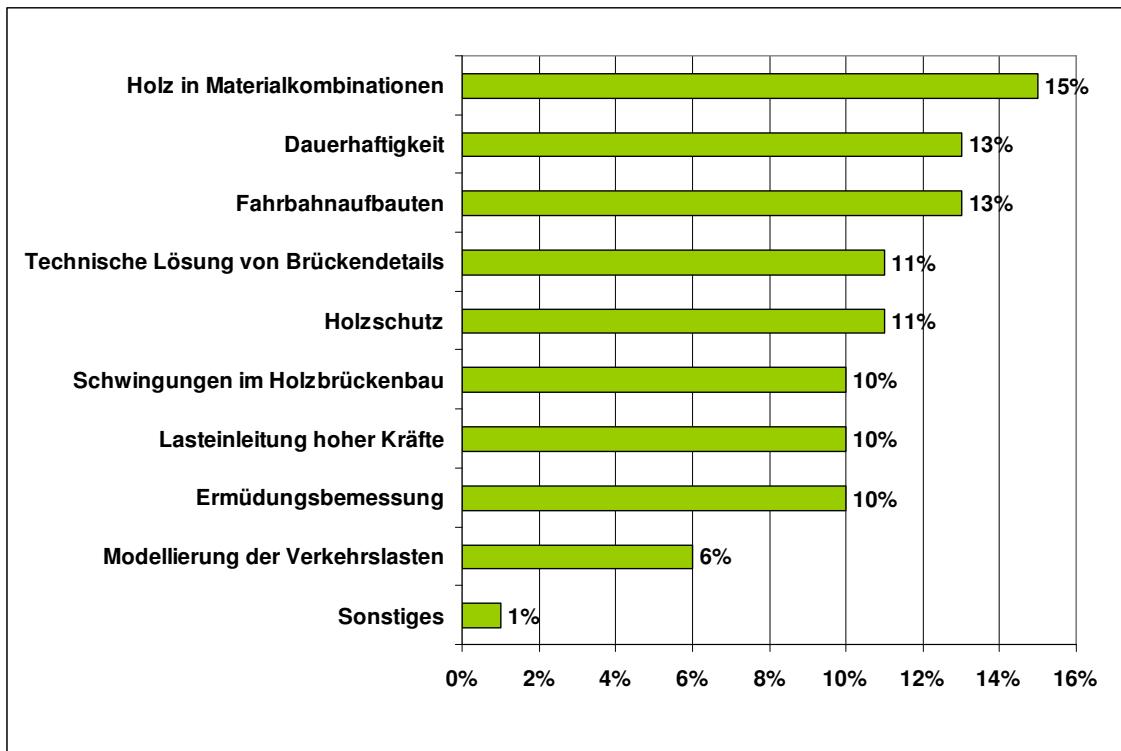


Diagramm 19: Forschungsthemen nach Berufsgruppen aufgeteilt

Die Fachgruppe (Diagramm 20) der Planer und ausführenden Unternehmen stellen weiter Materialkombinationen bezüglich Fahrbahnplatten, Auflagerdetails und Fahrbahnübergängen in den Vordergrund weiterer Forschungsaktivitäten.

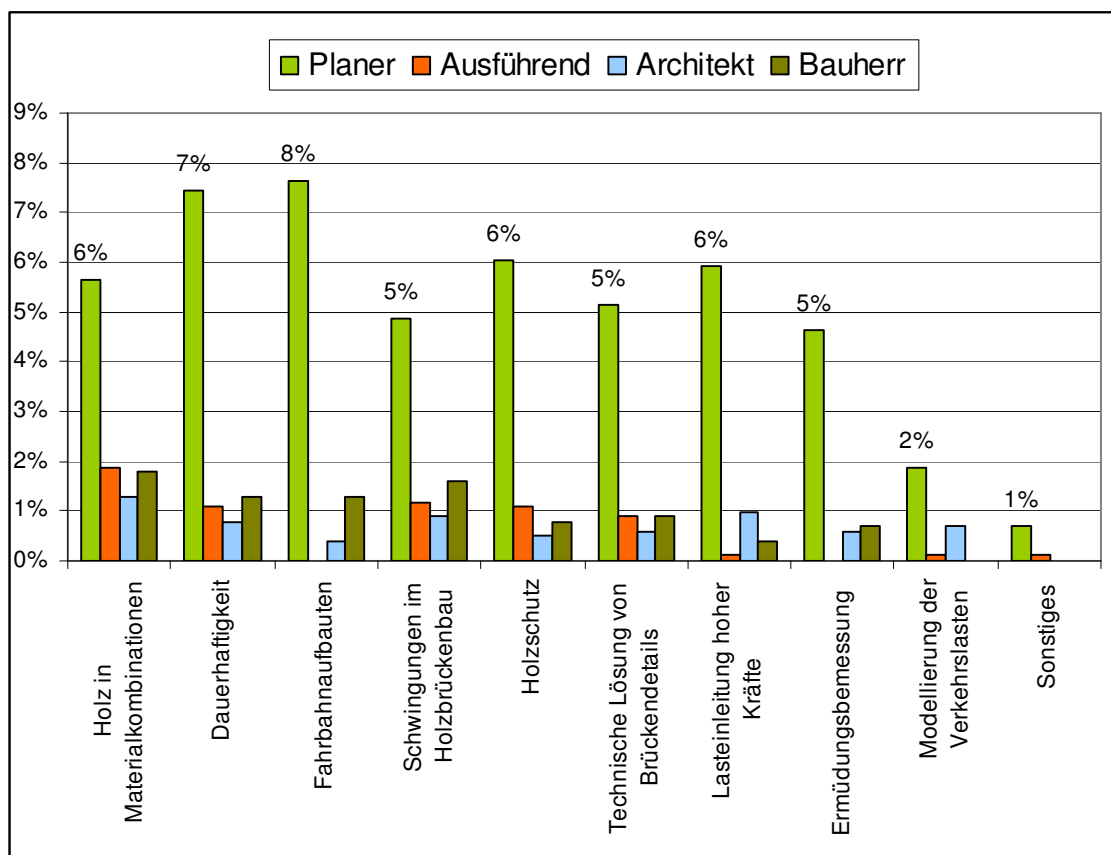


Diagramm 20: Forschungsbereiche in Fachgruppen aufgeteilt

Die Diskussion mit den Projektpartnern und die Ergebnisse der telefonischen Umfrage weisen vor allem auf einen Forschungsbedarf im Bereich der Detailausbildung und der Kombination von Holz

mit anderen Materialien hin. Dieser Bedarf bestätigt sich zumindest teilweise in der schriftlichen Umfrage. Für verschiedene, von den Projektpartnern vorgeschlagene Themen sind Forschungsideen aufgegriffen und gemeinsam mit diesen diskutiert worden. Die Ergebnisse sind folgend dargestellt.

### **7.3 Fazit: Schwerpunkte weiterer Forschungsvorhaben**

#### **Materialkombinationen und Detaillausbildung: Fahrbahnaufbauten bei Holzbrücken**

Fahrbahnbeläge sind besonders beanspruchte Bauteile einer Brücke und in der Regel nicht so langlebig wie die Tragkonstruktion selbst. Sie werden konstant durch den darüber fahrenden Verkehr belastet und müssen teilweise auch für Schwerverkehr ausgelegt sein. Die Anforderung an die Wasserundurchlässigkeit ist, besonders bei offenen Holzbrücken gross, da der Fahrbahnbelag die darunter liegende Tragkonstruktion vor direkter Bewitterung und Durchfeuchtung schützen muss. Griffbarkeit und gute Rolleigenschaften sind massgebende Kriterien für die Gebrauchstauglichkeit einer Brücke.

Aus Gründen der Ökologie und dem Einsatz schonender Ressourcen sollen Fahrbahnbeläge aus natürlichen, wiederverwendbarer Materialien weiterentwickelt und verbessert werden. Zudem sind weitere Untersuchungen notwendig, um die Ursachen von Beschädigungen infolge Abnutzung und Verformungen zu erkennen, und praxisnahe Lösungen zu entwickeln. Im Bereich der Fahrbahnbeläge ist aus Sicht der Industrie sowie der planenden Ingenieure ein grosser Entwicklungsbedarf vorhanden.

Es kann zu Durchfeuchtungen auf Grund von Bewachsungen und Erdansammlungen kommen. Hohe Holzfeuchten, Vermorschungen oder Pilzbefall sind die Folge. Solche Schäden treten häufig im Bereich des Fahrbahnübergangs auf. Bei gedeckten Brücken dagegen wird davon ausgegangen, dass die Konstruktionselemente vor Witterungseinflüssen geschützt sind. Der Eintrag von Feuchtigkeit durch die Benutzer ist jedoch ein Problem. Das Wasser wird im Bereich des Fahrbahnübergangs eingetragen. Dieser kann durch die schützende Überdachung nur langsam wieder trocknen. Bei der Konzeption von offenen Brücken wird mit einer erhöhten Feuchtebelastung der Bauteile gerechnet und somit dieser besonderen Problematik bei der Ausbildung der Details besondere Aufmerksamkeit geschenkt.

#### **Dauerhaftigkeit: Einfluss des Mikroklimas bei Brücken an Flussläufen**

Holz passt sich durch seine hygroskopischen Eigenschaften an sein Umgebungsklima an. Bei einer Brückenkonstruktion über einen Flusslauf ist zu bedenken, dass ein Gewässer das Umgebungsklima durch seinen kühlenden bzw. wärmenden Effekt massgeblich beeinflusst.

An Hand weiterer Messungen von Ausgleichsfeuchten bei verschiedenen Holzbrücken und Messungen des Umgebungsklimas an Flussläufen können die Holzschutzmassnahmen entsprechend geplant und ausgeführt werden. Aufgebaut werden kann auf die im Rahmen dieses Projektes durchgeführten Messungen.

#### **Konstruktionsdetails: Einleitung hoher Kräfte im Auflagerbereich**

Häufig stellt die Einleitung grosser Auflagerkräfte eine der Hauptschwierigkeiten bei der Detaillausbildung dar. Sie kann massgebend den Querschnitt der Bauteile beeinflussen.

Eine Möglichkeit den Tragwiderstand solcher Bauteile zu vergrössern, bilden konstruktive Massnahmen im Auflagerbereich wie Verstärkungen und lastverteilende Massnahmen. Da dieses Thema ein besonderes Anliegen der Projektbeteiligten war, sind Lösungsansätze angedacht und zu einer Projektskizze ausgearbeitet worden.

Anhand realisierter Brücken können Ideen und Lösungsansätze zusammengestellt werden. Dies soll den Ingenieuren helfen, ähnliche Schwierigkeiten bei Brückenbauten zu lösen.

**Modellierung der Verkehrslasten: Anwendung der neuen Tragwerksnormen auf Holzbrückenbau, speziell der SIA 265**

In Deutschland gilt die DIN 1074 "Holzbrücken". Sie behandelt Brücken als Strassen-, Rad- und Gehwegbrücken aus Holz. Sie gilt ebenfalls für Brücken in Mischbauweise (z.B. Holz-Beton-Verbund) und für Dachtragwerke, die Teile des Haupttragwerks der Brücken sind. Sie enthält Angaben zu zulässigen Durchbiegungen und Bemessungsregeln für einzelne Bauteile und fordert den Nachweis der Dauerschwingbeanspruchung.

In der Schweiz gelten seit 01.01.2003 die neuen Tragwerksnormen SIA 260 bis 267, insbesondere die SIA 265 für den Holzbau. Für Ingenieure ist es wichtig zu wissen, wie sich die Aktualisierungen der Normenvorschriften auf die neuen Konstruktionen auswirken. Die Abklärung ob der Einfluss auf die Berechnung speziell im Fall von Mischkonstruktionen gross ist, ist eine dringliche Frage. Eine Abklärung der Anwendung der SIA 265 im Holzbrückenbau ist ein möglicher weiterer Aktionsbereich für weitere Untersuchungen.

**Analyse der Entscheidungsprozesse und entsprechende Massnahmen für den Holzbrückenbau**

Es ist wichtig das politische Umfeld der Entscheider, die Entscheidungswege und deren Hintergründe zu kennen.

Sind die Entscheidungswege und Hintergründe die für oder gegen den Entscheid von Holz im Brückenbau führen transparent, besteht die Möglichkeit eine Strategie auszuarbeiten um das Image des Holzbrückenbaus zu verbessern. Es sollte erreicht werden, dass die konstruktiven Qualitäten sowie die wirtschaftlichen und politischen Vorteilen einer Holzbrücke überzeugen.

Zur Steigerung des Holzeinsatzes für Brückenkonstruktionen kann eine Marketingstrategie und ein Marketingkonzept erarbeitet werden.

## **8 Aufbau des Kontaktnetzes "Holzbrücken"**

### **8.1 Ausgangslage und Zielsetzung**

In den umliegenden Ländern wie Deutschland, Österreich, Frankreich und den skandinavischen Ländern bestehen weitreichende Erfahrungen im Holzbrückenbau. Ziel ist es, weitere ausländische Institute mit dem Schwerpunkt Holzbrückenbau zu kontaktieren um einen Erfahrungsaustausch zu ermöglichen.

### **8.2 Vorgehensweise**

Als Plattform des geplanten Kontaktnetzes bot sich das Internationale Holzbauforum (IHF) in Garmisch an, das im Dezember 2003 stattfand. Die Möglichkeit zum Austausch von Informationen ist vor allem deshalb gegeben, da bei dieser Gelegenheit Architekten, Investoren, Tragwerksplaner und vor allem Holzfachleute zusammentreffen.

Die interdisziplinäre Veranstaltung bietet zudem einen internationalen Rahmen, da sich die Organisation aus den folgenden Partnern zusammensetzt:

- Hochschule für Architektur, Bau und Holz HSB, Biel
- Fachhochschule Rosenheim, DE
- University of Technology Helsinki, FI
- Lehrinstitut der Holzwirtschaft Rosenheim, DE
- Technische Universität Wien, AT
- University of British Columbia Vancouver, CAN

Für das 9. IHF wurde zum ersten Mal eine Vortragsreihe mit dem Themenschwerpunkt Holzbrückenbau realisiert. Diese fand hohen Anklang und wurde im darauf folgenden Jahr wiederholt. Da das Thema international auf reges Interesse gestossen ist und ein Austausch an Wissen und Ideen entstanden ist, wird es für die nächsten Jahre zu einem festen Bestandteil der Veranstaltung.

Neben den Vorträgen in, denen einen Wissenstransfer stattfindet, geben die Rahmenveranstaltungen Gelegenheit zum Knüpfen und Pflegen von Kontakten.

Dr. Jan Hamm ist als Moderator und Verantwortlicher für die Zusammensetzung der Vorträge zentrale Anlaufstelle für den Kontaktaustausch.

Die Programme des 9. und 10. Internationalen Holzbauforums und weitere Informationen können auf der Homepage des forum holzbau ([www.forum-holzbau.com](http://www.forum-holzbau.com)) abgerufen werden.

### **8.3 Ergebnis**

Folgende Kontakte zu den verschiedenen Instituten und Hochschulen sind geknüpft worden. Die Kontakte werden über verschiedene Aktivitäten, speziell im Holzbrückenbau gepflegt und zum Aufbau internationaler Projekte genutzt.

#### **Deutschland**

Fachhochschule Biberach  
Prof. Kurt Schwaner  
Karlstrasse 11  
D-88400 Biberach an der Riss

#### **Österreich**

Universität Innsbruck - Bau fakultät  
Prof. Dipl.-Ing Michael Flach  
Institut für Stahlbau, Holzbau und Mischbautechnologie  
Technikerstrasse 13  
A-6020 Innsbruck

#### **Finnland**

Helsinki University of Technology  
Professor Matti Kairi / Prof. Dr. Aarne Jutila  
Laboratory of Wood technology  
P. O. Box 5100  
FIN-02015 Helsinki

#### **Frankreich**

Université Blaise Pascal  
Éric Fournely  
34, avenue Carnot - BP 185  
FR-63006 Clermont-Ferrand Cedex

E.N.S.T.I.B. / Calvi Etudes Structures  
Prof. Dominique Calvi  
12 Boulevard du Nord  
FR-30133 Les Angles

## 9 Schlussfolgerungen

Das Ziel des Projektes "Holzbrückenbau" war, das Vertrauen gegenüber dem Werkstoff Holz im Brückenbau zu stärken. Zu diesem Zweck wurde eine umfangreiche Untersuchung durchgeführt. Die Untersuchung in Form einer Umfrage gibt einen guten Überblick über die Bedürfnisse der unterschiedlichen Zielgruppen, die mit Holzbrücken in der aF+E und Weiterbildung in Berührung kommen. Sie klärt den Wunsch nach Planungshilfen und Öffentlichkeitsarbeit in verschiedenen Formen ab.

### Planungshilfen

Die Notwendigkeit eines Leitfadens zu Planungsarbeiten, sowie einer Datenbank mit unterstützenden Informationen aus der Praxis wurden untersucht. Damit bekommen die unterschiedlichen Zielgruppen Hilfsmittel zur Hand, um eine Brücke korrekt zu planen. Ziel ist, die Hemmschwelle vor dem Einsatz von Holz zu verringern. Es ist ein Leitfaden in Form einer Checkliste entworfen worden. Das Ergebnis soll nun auf seine Gebrauchstauglichkeit im Rahmen von zukünftigen Brückenprojekten von den Projektpartnern überprüft, sukzessive ergänzt und verbessert werden.

Gemeinsam mit den Ingenieuren und auf Grund der Aussagen der Umfrage ist ein Datenblatt entwickelt worden, in welchem Angaben zu Holzbrücken gesammelt werden. Um die Datenbank aufzubauen sind Daten erforderlich, die dort eingespeist werden können. Hier zeigt sich ein extremes Defizit. Die Bereitschaft oder die Möglichkeit Daten zu Verfügung zu stellen, ist bei einem Grossteil der Teilnehmer der Umfrage nicht vorhanden. Der Aufbau einer Datenbank wird aus den genannten Gründen nicht als prioritär angesehen. Somit wird von einer Realisierung zum jetzigen Zeitpunkt abgesehen.

### Öffentlichkeitsarbeit in Form einer Werbebroschüre

Die Schaffung eines positiven Umfeldes für den Holzbrückenbau wurde vor allem im Entwurf der Werbebroschüre umgesetzt. Im Verlauf der Erarbeitung der Broschüre hat sich gezeigt, dass zur Steigerung des Absatzes im Holzbrückenbau der Schwachpunkt im politischen Umfeld der Entscheidungsträger liegt. In diesem Umfeld sind nicht-technische Informationen massgebend. Der Entwurf einer Werbebroschüre für den Holzbrückenbau wurde in Zusammenarbeit mit Entscheidungsträgern und Ingenieuren ausgearbeitet. Für weitere Broschüren wurden noch nicht behandelte technische Themen des Holzbrückenbaus gesammelt. In Zusammenarbeit mit der Lignum ist die Möglichkeit einer Publikation im Lignatec und Holzbulletin abgeklärt. Die Lignum hat sich bereit erklärt die Werbebroschüre in Form eines Holzbulletin zu veröffentlichen.

### Weiterbildung

Motiviert durch Nachfragen anlässlich des 10. IHF in Garmisch wurde durch eine Umfrage abgeklärt, welche Zielgruppen an einer Weiterbildungsveranstaltung in welcher Form und mit welchem Inhalt interessiert sind. Neben dem nun fixen Vortragsblock über Holzbrücken an zukünftigen Veranstaltungen in Garmisch, wird eine Informationsveranstaltung in das Weiterbildungsprogramm der HSB Biel aufgenommen. Zielgruppe sind Planer und ausführende Unternehmen, die im Bereich Brückenbau tätig sind. In Form von Referaten, oder Referaten kombiniert mit Workshops, werden die statisch-konstruktive Ausbildung von Brückenkonstruktionen und Konstruktionsdetails thematisiert, sowie die Konstruktion mit innovativen Baustoffen und deren Kombinationsmöglichkeiten behandelt.

### Feuchteprofil einer massiven Fahrbahnplatte aus Holz

Das technische Ziel des Projektes war die Erstellung eines Feuchteprofils einer massiven Fahrbahnplatte einer Holzbrücke, um Kenntnisse über den zeitlichen Verlauf der Holzfeuchte über den Querschnitt zu erhalten. Dabei soll überprüft werden, ob durch erhöhte Holzfeuchte Pilzbefall oder Zusatzspannungen auftreten können.

An einer Flurwegbrücke in Pieterlen sind kontinuierliche Feuchtemessungen über den Fahrbahnquerschnitt durchgeführt worden. Die Untersuchungen ergeben, dass Feuchtedifferenzen die im Feuchteprofil zu erkennen sind, welche infolge unterschiedlichem Schwind- und Quellverhalten zu Schubspannungen zwischen Kertoschicht und BSH-Kern führen. In dem Zeitraum, in dem die grössten Holzfeuchtedifferenzen auftreten, ist die Schubspannung zwischen



den Werkstoffschichten am grössten. Diese Schubsspannungen können allerdings zum grossen Teil über Spannungsrelaxation abgebaut werden. Für die Spannungsrelaxation sind die gleichen Vorgänge wie beim Kriechen verantwortlich. Beim Kriechen werden die Moleküle erst stärker ausgerichtet und ab einer bestimmten Spannung werden die molekularen Bindungen zerstört. Bei der Relaxation bewirken die Platzwechselforgänge der Moleküle keine Verformung, sondern bauen innere Spannungen ab. In unserem Fall bedeutet die Relaxation eine Abnahme der Schubspannung in Abhängigkeit der Zeit.

Es ist zu erkennen, dass bei funktionierender Fahrbahnabdichtung der Feuchtegehalt im BSH Kern der Fahrbahnplatte nur geringen Holzfeuchteschwankungen von rund 3% unterworfen ist. Einzig an der Grenzfläche zum Umgebungsklima schwankt die Holzfeuchte stark, liegt dabei jedoch nie über der hinsichtlich Pilzbefall kritischen Holzfeuchte von 20%. Ist die Unterseite zudem einsehbar und kann immer wieder austrocknen, entstehen keine Schäden. Weitere Messungen sollten an Folgeprojekten, welche den Einfluss des Mikroklimas bei Brücken an Flussläufen betrachtet, durchgeführt werden.

### **Bedarf in Forschung und Entwicklung**

Über eine Umfrage wurde untersucht, wie gross das Interesse und das Bedürfnis an Forschung und Entwicklung ist, und welche konkreten Themen dabei in Frage kommen. Die Auswertung der Umfrage zeigt, dass fast ein Drittel der Befragten schon an verschiedenen Forschungsprojekten beteiligt war. Dieses Ergebnis weist auf eine grundlegende Bereitschaft hin, an Forschungsaktivitäten mitzuwirken. Die Fachgruppen der Ingenieure und der ausführenden Unternehmen stellen Materialkombinationen bezüglich Fahrbahnplatten, Auflagerdetails und Fahrbahnübergängen in den Vordergrund weiterer Forschungsaktivitäten. Dauerhaftigkeit und Holzschutz stehen ebenfalls weit oben in der Bedarfliste der an der Umfrage beteiligten Personen. Im Verlauf der Bearbeitung des Projektes sind Projektideen zu der in der Umfrage evaluierten Problematik der Einleitung hoher Kräfte im Auflagerbereich und der Anwendung der neuen Tragwerksnormen auf den Holzbrückenbau ausgearbeitet worden.

### **Aufbau eines Kontaktnetzes**

Im Verlauf des Projektes konnten gute Kontakte zu anderen Forschungsinstituten aufgebaut werden. Die Kontakte werden über verschiedene Aktivitäten, speziell im Holzbrückenbau, gepflegt und zum Aufbau internationaler Projekte genutzt. Aus diesem Grund ist neben den geplanten nationalen Projekten eine COST-Aktion in Vorbereitung, welche die oben beschriebene Idee eines Kontaktnetzes verwirklichen wird.

## **10 Bestimmungen zu diesem Forschungsbericht**

Der Bericht wurde klassiert als: Öffentlich

Dieser Bericht darf nicht ohne Genehmigung der HSB auszugsweise vervielfältigt werden. Jegliche Veröffentlichung des Berichtes oder Teilen davon bedarf der schriftlichen Zustimmung der HSB.

Ein Original dieses Berichtes wird von der HSB für 5 Jahre aufbewahrt.

Dieser Bericht ist nur mit den Unterschriften des Abteilungsleiters F+E, des Leiters F+E Holzbau und Bautechnik und des Projektverantwortlichen gültig.

### **Umfang des Forschungsberichtes**

Dieser Forschungsbericht besteht aus dem Titelblatt, dem Abstract und 87 Seiten inkl. Anhang.

Biel, 26.05.2005

Hochschule für Architektur, Bau und Holz HSB, Burgdorf, Biel

## 11 Verzeichnisse

### 11.1 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht zur Kreuztabellierung .....	11
Tabelle 2: Frage 1: Hat Holz Ihrer Meinung Chancen im Brückenbau? / Frage 2: In welcher Form haben Sie mit Brücken zu tun? .....	13
Tabelle 3: Aufteilung "Chancen von Holz" in Abhängigkeit der Teilnehmergruppe .....	13
Tabelle 4: Frage 2: In welcher Form haben Sie mit Brücken zu tun? / Frage 12: Besteht Ihrerseits Interesse an einer Checkliste bzw. einem Leitfaden zum Brückenbau? .....	15
Tabelle 5: Erwünschte Daten in Abhängigkeit der Befragtengruppe, Ergebnis der Umfrage .....	20
Tabelle 6: Vorschlag zum Datenblatt .....	20
Tabelle 7: Chance für Holz - Interessen an Weiterbildung .....	22
Tabelle 8: Interesse an einer Weiterbildung aufgeteilt in die Fachgruppen .....	23
Tabelle 9: Berechnung maximale Holzfeuchtedifferenz in Abhängigkeit der Zeit .....	36
Tabelle 10: Beteiligung an Forschungsprojekten .....	38
Tabelle 11: Übersicht über die gekreuzten Fragen .....	66
Tabelle 12: Frage 1: Hat Holz Ihrer Meinung Chancen im Brückenbau? / Frage 2: In welcher Form haben Sie mit Brücken zu tun? .....	66
Tabelle 13: Frage 2: In welcher Form haben Sie mit Brücken zu tun? / Frage 4: Gibt es Ihrer Meinung nach architektonische Trends bezüglich des Brückenbaus? .....	66
Tabelle 14: Frage 2: In welcher Form haben Sie mit Brücken zu tun? / Frage 5: Gibt es Themen den Holzbrückenbau betreffend, die Ihrer Meinung nach noch erforscht werden sollten? 67	
Tabelle 15: Frage 2: In welcher Form haben Sie mit Brücken zu tun? / Frage 6: Waren Sie bereits an F+E Projekten beteiligt? .....	67
Tabelle 16: Frage 2: In welcher Form haben Sie mit Brücken zu tun? / Frage 7: Besteht Ihrerseits Interesse an WB Veranstaltungen bezüglich Holzbrücken? .....	68
Tabelle 17: Frage 2: In welcher Form haben Sie mit Brücken zu tun? / Frage 8: Haben Sie bereits Weiterbildungsveranstaltungen zu Holzbrücken besucht? .....	68
Tabelle 18: Frage 2: In welcher Form haben Sie mit Brücken zu tun? / Frage 9: Welche Form einer Weiterbildung bevorzugen Sie für dieses Thema? .....	68
Tabelle 19: Frage 2: In welcher Form haben Sie mit Brücken zu tun? / Frage 11: Diese Themen interessieren mich (im Rahmen einer Weiterbildungsveranstaltung) .....	69
Tabelle 20: Frage 2: In welcher Form haben Sie mit Brücken zu tun? / Frage 12: Besteht Ihrerseits Interesse an einer Checkliste bzw. einem Leitfaden zum Brückenbau? .....	69
Tabelle 21: Frage 2: In welcher Form haben Sie mit Brücken zu tun? / Frage 13: Diese Themen finde ich als Inhalt eines Leitfadens hilfreich .....	69
Tabelle 22: Frage 2: In welcher Form haben Sie mit Brücken zu tun? / Frage 16: Besteht Ihrerseits Interesse an einer Datenbank für Holzbrückenbauten? .....	70
Tabelle 23: Frage 2: In welcher Form haben Sie mit Brücken zu tun? / Frage 17: Welche Daten würden Ihnen zur Bearbeitung Ihrer Projekte hilfreich sein? .....	70
Tabelle 24: Frage 2: In welcher Form haben Sie mit Brücken zu tun? / Frage 18: Welche Daten Ihrer Brücken könnten Sie allenfalls zur Verfügung stellen? .....	71
Tabelle 25: Frage 1: Hat Holz Ihrer Meinung Chancen im Brückenbau? / Frage 7: Besteht Ihrerseits Interesse an WB Veranstaltungen bezüglich Holzbrücken? .....	71
Tabelle 26: Frage 1: Hat Holz Ihrer Meinung Chancen im Brückenbau? / Frage 10: Welche Voraussetzungen für eine Weiterbildungsveranstaltung bringen Sie mit? .....	71
Tabelle 27: Frage 5: Gibt es Themen den Holzbrückenbau betreffend, die Ihrer Meinung nach noch erforscht werden sollten? / Frage 6: Waren Sie bereits an F+E Projekten beteiligt? 72	
Tabelle 28: Frage 7: Besteht Ihrerseits Interesse an WB Veranstaltungen bezüglich Holzbrücken? / Frage 9: Welche Form einer Weiterbildung bevorzugen Sie für dieses Thema? .....	72

Tabelle 29: Frage 7: Besteht Ihrerseits Interesse an WB Veranstaltungen bezüglich Holzbrücken? / Frage 10: Welche Voraussetzungen für eine Weiterbildungsveranstaltung bringen Sie mit?.....	72
Tabelle 30: Frage 8: Haben Sie bereits Weiterbildungsveranstaltungen zu Holzbrücken besucht? / Frage 9: Welche Form einer Weiterbildung bevorzugen Sie für dieses Thema? .....	73
Tabelle 31: Frage 9: Welche Form einer Weiterbildung bevorzugen Sie für dieses Thema? / Frage 10: Welche Voraussetzungen für eine Weiterbildungsveranstaltung bringen Sie mit? .....	73
Tabelle 32: Frage 9: Welche Form einer Weiterbildung bevorzugen Sie für dieses Thema? / Frage 11: Diese Themen interessieren mich (im Rahmen einer Weiterbildungsveranstaltung):.....	73
Tabelle 33: Frage 10: Welche Voraussetzungen für eine Weiterbildungsveranstaltung bringen Sie mit? / Frage 11: Diese Themen interessieren mich (im Rahmen einer Weiterbildungsveranstaltung).....	74
Tabelle 34: Frage 12: Besteht Ihrerseits Interesse an einer Checkliste bzw. einem Leitfaden zum Brückenbau? / Frage 13: Diese Themen finde ich als Inhalt eines Leitfadens hilfreich.....	74
Tabelle 35: Frage 16: Besteht Ihrerseits Interesse an einer Datenbank für Holzbrückenbauten? / Frage 17: Welche Daten würden Ihnen zur Bearbeitung Ihrer Projekte hilfreich sein? ....	75
Tabelle 36: Frage 16: Besteht Ihrerseits Interesse an einer Datenbank für Holzbrückenbauten? / Frage 18: Welche Daten Ihrer Brücken könnten Sie allenfalls zur Verfügung stellen?.....	75

## 11.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Mind Map der erwünschten Planungsunterlagen; Ergebnis der Umfrage .....	16
Abbildung 2: Übersicht über Schweizer Holzbrücken .....	21
Abbildung 3: Aufbau der Fahrbahn, Brücke Pieterlen .....	27
Abbildung 4: Querschnitt durch das Profil der Holzbrücke Pieterlen .....	27
Abbildung 5: Brücke in Pieterlen.....	28
Abbildung 6: Messstellen für die Widerstandsmessung, Unteransicht der Fahrbahnplatte.....	28
Abbildung 7: Top-Roc-Schraube als Messsonde .....	29
Abbildung 8: Eindringtiefen der Messsonden.....	29
Abbildung 9: Umrechnungskurve der Firma Gann von Holzfeuchten phenolharzverleimter Werkstoffe auf Holzfeuchten von Kerto.....	30

## 11.3 Diagrammverzeichnis

Diagramm 1: Frage 2: In welcher Form haben Sie mit Brücken zu tun?.....	12
Diagramm 2: 1. Hat Holz Ihrer Meinung Chancen im Brückenbau? .....	13
Diagramm 3: 12. Besteht Ihrerseits Interesse an einer Checkliste bzw. einem Leitfaden zum Brückenbau?.....	14
Diagramm 4: 16. Besteht Ihrerseits Interesse an einer Datenbank für Holzbrückenbauten?.....	14
Diagramm 5: Themen für einen Leitfaden die als hilfreich erachtet werden .....	16
Diagramm 6: Interesse an einer Datenbank, Ergebnis der Umfrage .....	19
Diagramm 7: In der Datenbank erwünschte Daten, Ergebnis der Umfrage .....	19
Diagramm 8: Fachgruppen - Themen der Weiterbildungsveranstaltung.....	23
Diagramm 9: Themenbereiche der Weiterbildungsveranstaltung (WB) der Zielgruppe "ausführende Unternehmen & Planer" der WB.....	24
Diagramm 10: Gewünschte Kursform der Zielgruppe "ausführende Unternehmen & Planer" der WB .....	25
Diagramm 11: Aussenklimadaten unter der Brücke, Temperatur in °C und Luftfeuchte in %; Tagesmittel.....	31
Diagramm 12: Ausgleichsfeuchte von Fichte in Abhängigkeit von der Temperatur bei einem Luftdruck von 100kPA (Niemz 1993) .....	32

Diagramm 13: Feuchteverlauf der Messstellen 4mm / 13mm in Kerto, Luftfeuchteverlauf des Aussenklimas .....	33
Diagramm 14: Verlauf der Holzfeuchten der Messstellen 4mm und 13mm im Vergleich zur Luftfeuchte über den Zeitraum von 2 Monaten .....	34
Diagramm 15: Monatsmittelwerte der Messstellen über den Querschnitt .....	34
Diagramm 16: Feuchteprofil über den Fahrbahnquerschnitt (Min - Max - Mittelwert). ....	35
Diagramm 17: Holzfeuchtedifferenzen in % in Abhängigkeit von der Einschraubtiefe über den gesamten Messzeitraum.....	36
Diagramm 18: Verlauf $\Delta u_{\max}$ über den Messzeitraum.....	37
Diagramm 19: Forschungsthemen nach Berufsgruppen aufgeteilt.....	39
Diagramm 20: Forschungsbereiche in Fachgruppen aufgeteilt .....	39
Diagramm 21: 1. Hat Holz Ihrer Meinung Chancen im Brückenbau? .....	57
Diagramm 22: 2. In welcher Form haben Sie mit Brücken zu tun?.....	57
Diagramm 23: 4. Gibt es Ihrer Meinung nach architektonische Trends bezüglich des Brückenbaus? .....	58
Diagramm 24: 5. Gibt es Themen den Holzbrückenbau betreffend, die Ihrer Meinung nach noch erforscht werden sollten? .....	58
Diagramm 25: 6. Waren Sie bereits an F+E Projekten beteiligt? .....	59
Diagramm 26: 7. Besteht Ihrerseits Interesse an WB Veranstaltungen bezüglich Holzbrücken? ...	59
Diagramm 27: 8. Haben Sie bereits Weiterbildungsveranstaltungen zu Holzbrücken besucht? ....	60
Diagramm 28: 9. Welche Form einer Weiterbildung bevorzugen Sie für dieses Thema? .....	60
Diagramm 29: 10. Welche Voraussetzungen für eine WB bringen Sie mit?.....	61
Diagramm 30: 11. Diese Themen interessieren mich im Rahmen einer Weiterbildungsveranstaltung.....	61
Diagramm 31: 12. Besteht Ihrerseits Interesse an einer Checkliste bzw. einem Leitfaden zum Brückenbau?.....	62
Diagramm 32: 13. Diese Themen finde ich als Inhalt eines Leitfadens hilfreich.....	62
Diagramm 33: 16. Besteht Ihrerseits Interesse an einer Datenbank für Holzbrückenbauten?.....	64
Diagramm 34: 17. Welche Daten würden Ihnen zur Bearbeitung Ihrer Projekte hilfreich sein? .....	64
Diagramm 35: 18. Welche Daten Ihrer Brücken könnten Sie allenfalls zur Verfügung stellen?.....	65

**11.4 Literaturverzeichnis****HOLZSCHUTZ**

- |      |  |   |
|------|--|---|
| [1]  | D. SENGLER                               | Holzschutz bei Brücken  |
| [2]  | DGFH MERKBLÄTTER                         | Kompaktinformation Baulicher Holzschutz   |
| [3]  | DGFH MERKBLÄTTER                         | Kompaktinformation Chemischer Holzschutz  |
| [4]  | DGFH MERKBLÄTTER                         | Oberflächenbehandlung von Holz im Aussenbereich, DGfH Merkblätter,  |
| [5]  | EMPA                                     | Dauerhaftigkeit von offenen Holzbrücken, Forschungs- und Arbeitsbericht 115/49, Dübendorf, 2002   |
| [6]  | EMPA                                     | Dauerhaftigkeit von offenen Holzbrücken, Forschungs- und Arbeitsbericht 115/49, Dübendorf, 2002   |
| [7]  | FRANÇOIS COLLING                         | Lernen aus Schäden im Holzbau, Ursachen, Vermeidung, Beispiele, Bruderverlag, Karlsruhe, 2000   |
| [8]  | HOLZBAU HANDBUCH                         | Anstriche für Holz und Holzwerkstoffe im Aussenbereich  |
| [9]  | HOLZBAU HANDBUCH                         | Bauen ohne Chemie   |
| [10] | HOLZBAU HANDBUCH                         | Holzschutz; Bauliche Empfehlungen, R3 T5 F1   |
| [11] | HOLZBAU HANDBUCH                         | Holzschutz; baulicher Holzschutz, R3 T5 F2  |
| [12] | LIGNUM-HOLZWIRTSCHAFT SCHWEIZ            | Brücken und Stege aus Holz, 21. Fortbildungskurs der SAH, Zürich, 1989  |
| [13] | QUADRIGA                                 | Schimmelbildung bei Dachkonstruktionen,   |
| [14] | R. ULMER                                 | Möglichkeiten zur Festlegung tolerierbarer Kurzzeitschwankungen der relativen Luftfeuchte für Kulturgut aus Holz, TU München, März 2004 |
| [15] | WIRTSCHAFTSMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG | Holzschutz  |

**FAHRBAHNPLATTEN**

- |      |                         |  |
|------|-------------------------|--|
| [16] | J. ACKERMANN, D. SCHILD | Schwind- und Quellverhalten von Fahrbahnplatten aus Holz, HSB Biel: Semesterarbeit, 2000 |
|------|-------------------------|--|

- [17] N. BAGUTTI, C. ROGENMOSER  
Permanente Messung von Holzfeuchte in Bauelementen, HSB Biel: Semesterarbeit, 2000
- [18] E. GEHRI  
QS-Holzbrücke in Plattenbauweise, Heft 4, Schweizer Holzbau, 2000
- [19] HOLZBAU HANDBUCH  
Brücken; QS- Holzplattenbrücken, R1 T9 F4, Arge Holz, Düsseldorf
- [20] P. LOSER, R. WASEM  
Feuchtigkeitsmessungen an abgesperrten BSH Querschnitten, HSB Biel: Semesterarbeit, 2001
- [21] E. MILBRANDT; K. SCHELLENBERG  
Eignung von bituminösen Belägen für Holzbrücken, Forschungsauftrag E 96/7; EGH
- [22] 25. SAH FORTBILDUNGSKURS  
Sperrholz im Brückenbau, Holzwerkstoffe auf Furnierbasis, Zürich, 1995
- [23] SCHWEIZER HOLZBAU  
In Längsrichtung vorgespannte Fahrbahnplatte aus Buchenholz-Lamellen, Nr. 12, 1990
- [24] J.P. WACKER, M. A. RITTER  
Field performance of timber bridges, 1.Teal River stress-laminated deck bridge, Departement of Agriculture, United States, 2001
- [25] P. Navi; V. Pittet; C. Plummer  
Navi, P.; Pittet, V.; Plummer, C.J.G.: Transient moisture effects on wood creep. In: Wood Science and Technology 36 (2002), Nr. 6

### KONSTRUKTIONEN VON BRÜCKEN

- [26] ARGE HOLZ  
Brücken aus Holz, Konstruieren - Berechnen - Ausführen, 1999
- [27] E. GEHRI  
Bedeutung von HWS hoher Festigkeit für die Querträgerausbildung von Strassenbrücken: Xylorama: Tendenzen in der Holzforschung, Birkhäuser Verlag, Basel, 1985
- [28] HEMPEL  
100 Knotenpunkte aus dem Holzbau, Karlsruhe, 1979
- [29] HOLZBAU HANDBUCH  
Brücken: Planung, Konstruktion, Berechnung, R1 T9 F1, Arge Holz, Düsseldorf, 2000
- [30] HOLZBAU HANDBUCH  
Details für Holzbrücken, R1 T9 F2, Arge Holz, Düsseldorf, 2000
- [31] H. KIRCHMAYR  
Kriterien zur Optimierung von Holzbrücken, Diplomarbeit, Wien, 1997
- [32] KONRAD MERZ  
Bögen sparen Knotenverbindungen, Heft 10, Bauen mit Holz, 1993
- [33] ALOIS MUCHA  
Holzbrücken, statische Systeme, Konstruktionsdetails, Beispiele, Bauverlag, Wiesbaden; Berlin, 1995
- [34] ÖSTERREICHISCHE RICHTLINIEN UND VORSCHRIFTEN FÜR DEN STRASSENBAU  
Brückenausrüstung, Brückengeländer, Konstruktive Anforderungen und Ausbildung, RVS 15.421

- [35] SCHÄFER, KAUFELD                      Massivbrücken, Aufsatz im Betonkalender 1997-II

#### **ALLGEMEINE INFORMATIONEN**

- [36] BERATUNGSSTELLE FÜR  
STAHLVERWENDUNG                      Geländer und Leiteinrichtungen für Brücken, Merkblatt  
413
- [37] INFORMATIONSDIENST  
HOLZ EGH BERICHT                      Unterhaltskosten von Holzbrücken
- [38] WILHELM F. LUGGIN                      Strassenbrücken aus Holz unter Miteinbeziehung  
europäischer und nordamerikanischer Entwicklungen,  
Konstruktionselemente; DA, TU Graz , Graz, 1997
- [39] SENGLER                                      Dokumentation und Ermittlung realitätsbezogener  
Unterhaltskosten von Holzbrücken, Studie im Auftrag der  
EGH, 1986
- [40] STAHL-INFORMATIONEN-  
ZENTRUM                                      Korrosionsverhalten von feuerverzinktem Stahl, Merkblatt  
400, Stahl-Informationen-Zentrum
- [41] ANDREAS TRUMMER                      Strassenbrücken aus Holz unter Miteinbeziehung  
europäischer und nordamerikanischer Entwicklungen,  
Moderner Holzbrückenbau aus der Schweiz, DA, TU  
Graz, Graz, 1997

#### **BEISPIELE VON HOLZBRÜCKEN**

- [42] C. ABT; B. BART; T. STRAHM              Velobrücke Broye Kanal EXPO 01, Projektarbeit, SH Holz  
Biel, 1999
- [43] THE AMERICAN INSTITUT OF  
TIMBER CONSTRUCTIONS                      Glulam Bridge Systems, Vancouver
- [44] BAUEN MIT HOLZ                              Holzbrücken: Ideenreiche Beispiele, 2001
- [45] BAUEN MIT HOLZ                              Strassenbrücke über den sausenden Graben, Bauen mit  
Holz, Bruderverlag, Karlsruhe, 1993
- [46] WALTER BIELER, J. FLURY                      Holzbrücken im Schraubachtobel-Schiers, 1989
- [47] WALTER BIELER                              Der Sagästäg in Schiers - eine Holzbrücke in moderner  
Bauart, Schweizer Holzbau, 1992
- [48] WALTER BIELER                              Timber Bridges, Schiers Switzerland, Structural  
Engineering International, 1992
- [49] W. BLASER                                      Schweizer Holzbrücken, Birkhäuser Verlag, Basel, 1999
- [50] BUNDESAMT FÜR UMWELT,  
WALD UND LANDSCHAFT                      Konstruktionen im Wanderwegebau, Schriftenreihe  
Umwelt Nr. 153, EMPA, Bern, 1992
- [51] K. H. DITTRICH                              Innovation am sausenden Graben, Mikado Magazin,  
1996



- |      |  |  |
|------|--|--|
| [52] | 13. FORTBILDUNGSKURS<br>HOLZBAU                                      | Brücken aus Holz, alte Erfahrungen , neue<br>Entwicklungen, EMPA, Rapperswil, 2000   |
| [53] | 21. FORTBILDUNGSKURS DER<br>SAH                                      | Brücken und Stege aus Holz, Lignum, Zürich, 1989   |
| [54] | E. GEHRI   | Neue Dörflibrücke in Eggiwil/BE, Heft 2, Schweizer<br>Holzbau, 1988  |
| [55] | M. GEROLD  | Holzbrücken am Weg, Bruderverlag, Karlsruhe, 2001  |
| [56] | M. GEROLD  | Hölzerne Brücken: Von den Anfängen bis Heute, Heft<br>5+6, Bauen mit Holz, 1990  |
| [57] | HOLZBULLETIN No 32/1993  | Übergänge, Lignum, 1993  |
| [58] | LASKUS   | Bewegliche Brücken, der Brückenbau, Berlin, 1955   |
| [59] | MÖHLER   | Behelfsbrücken aus Holz, Schweizer Archiv, 06/1972   |
| [60] | PRO HOLZ ÖSTERREICH  | Brücken aus Rundholz, Informationen für Bauherren,<br>Architekten und Ingenieure,  |
| [61] | MICHAEL RITTER   | Timber Bridges, Design, Construction, Inspection and<br>Maintenance, Department of Agriculture, United States,<br>1996   |
| [62] | RUSKE  | Bauten in der Landschaft, Kissing, 1987  |
| [63] | GERHARD SCHICKHOFER  | Forst- und Feldwegbrücken aus Holz, Systembrücke aus<br>reiner Holzbauweise für Spannweiten von 6m-10m, TU<br>Graz   |
| [64] | G. SCHICKHOFER   | Eine Bogenbrücke über die Mur, Brückenklasse 1, Graz,<br>1993  |
| [65] | SCHWEIZER HOLZBAU  | Eine innovationsgebündelte Holzbrücke, Effiziente<br>Umsetzung von Forschungsergebnissen in die<br>Holzbaupraxis, Zürich, 1994   |
| [66] | SCHWEIZER HOLZBAU  | Holzbrücken mit Pylonen oder Stützen, Nov 02   |
| [67] | SCHWEIZER HOLZBAU  | Neue Bubeneibrücke: Höchstgrad an moderner<br>Holztechnologie, Heft 11, 1999   |
| [68] | W. STADELMANN  | Holzbrücken der Schweiz - ein Inventar, Bündner<br>Monatsblatt, Chur, 1990   |
| [69] | TIEFBAUAMT DES KANTONS<br>BERN                                       | Neue Holzbrücken, Wettbewerb für die Erneuerung von<br>vier Holzbrücken im Oberen Emmental, Tiefbauamt des<br>Kantons Bern, 1985   |
| [70] | THE NATIONAL SOCIETY FOR<br>THE PRESERVATION OF COV-<br>ERED BRIDGES | World Guide to Covered Bridges, Marlboro, 1989   |
| [70] | J. DENIG, E. WENGERT, W.<br>SIMPSON                                  | Denig, Joseph; Wengert, Eugene M; Simpson, William T.:<br>Drying hardwood lumber: General Technical Report FPL-<br>GTR-118. Madison: U.S. Department of Agriculture, For-<br>est Service, Forest Products Laboratory, 2000 |
| [71] | BEREKOVEN, ECKERT,<br>ELLENRIEDER                                    | Berekoven, Eckert, Ellenrieder: Marktforschung:<br>Methodische Grundlagen und praktische Anwendung,<br>Gabler, Wiesbaden, 2001   |



## Anhang A: Öffentlichkeitsarbeit

### A.1 Fragebogen HSB / Holzbrückenstudie 2005

1. Hat Holz Ihrer Meinung nach Chancen im Brückenbau?	
<input type="checkbox"/> sehr gute	<input type="checkbox"/> gute
<input type="checkbox"/> wenig	<input type="checkbox"/> keine
2. In welcher Form haben Sie mit Brücken zu tun? Als	
<input type="checkbox"/> Bauherr	<input type="checkbox"/> Planer
<input type="checkbox"/> Architekt	<input type="checkbox"/> ausführende Unternehmung
<input type="checkbox"/> .....	
3. Wie viele Brücken haben Sie ausgeführt oder ausführen lassen?	
	_____ Stück
Brücke, Jahr, Nutzungsart:.....	
Brücke, Jahr, Nutzungsart:.....	
4. Gibt es Ihrer Meinung nach architektonische Trends bezüglich des Brückenbaus?	
<input type="checkbox"/> Ja	wenn ja, welche? .....
<input type="checkbox"/> Nein	.....
5. Gibt es Themen den Holzbrückenbau betreffend, die Ihrer Meinung nach noch erforscht werden sollten? (Bitte werten Sie Ihre Antworten: 1 - 10 → absteigende Priorität)	
<input type="checkbox"/> Lasteinleitung hoher Kräfte	<input type="checkbox"/> Schwingungen im Holzbrückenbau
<input type="checkbox"/> Ermüdungsbemessung	<input type="checkbox"/> Modellierung der Verkehrslasten
<input type="checkbox"/> Technische Lösung von Brückendetails	<input type="checkbox"/> Dauerhaftigkeit
<input type="checkbox"/> Fahrbahnaufbauten	<input type="checkbox"/> Holzschutz (chemischer/konstruktiver)
<input type="checkbox"/> Holz in Materialkombinationen	<input type="checkbox"/> .....
6. Waren Sie bereits an F+E Projekten beteiligt?	
<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
Themen, Jahr:.....	
7. Besteht Ihrerseits Interesse an WB Veranstaltungen bezüglich Holzbrücken?	
<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
8. Haben Sie bereits Weiterbildungsveranstaltungen zu Holzbrücken besucht?	
<input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein
Wenn ja, welche:.....	
9. Welche Form einer Weiterbildung bevorzugen Sie für dieses Thema?	
<input type="checkbox"/> Referate	<input type="checkbox"/> Kombination aus Workshops und Referaten
<input type="checkbox"/> Workshops	<input type="checkbox"/> .....
10. Welche Voraussetzungen für eine WB bringen Sie mit?	
<input type="checkbox"/> keine speziellen Kenntnisse	<input type="checkbox"/> Holzbaukenntnisse
<input type="checkbox"/> Ingenieurwissen	<input type="checkbox"/> .....
11. Diese Themen interessieren mich:	
<input type="checkbox"/> Design, Architektur	<input type="checkbox"/> technische Lösungen von Brückendetails
<input type="checkbox"/> Massnahmen zur Qualitätssicherung	<input type="checkbox"/> innovative Baustoffe und Verbindungen
<input type="checkbox"/> Statisch-konstruktive Ausbildung	<input type="checkbox"/> Anwendung der neuen Tragwerksnorm bezüglich Holzbrückenbau
<input type="checkbox"/> Fahrbahnaufbauten	<input type="checkbox"/> .....

12. Besteht Ihrerseits Interesse an einer Checkliste bzw. einem Leitfaden zum Brückenbau?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
---	---

13. Diese Themen finde ich als Inhalt eines Leitfadens hilfreich:	
<input type="checkbox"/> Rahmenbedingungen für den Entwurf	<input type="checkbox"/> Fahrbahn: Tragwerk, Beläge
<input type="checkbox"/> Rahmenbedingungen für die Statik	<input type="checkbox"/> Holzschutzkonzept
<input type="checkbox"/> Informationen zur Gründung und zu den Fundamenten	<input type="checkbox"/> Ausführung von Leiteinrichtungen (Geländer, Schrammbord)
<input type="checkbox"/> Tragsysteme	<input type="checkbox"/> Kosten
<input type="checkbox"/> Wartungsarbeiten / Unterhalt	<input type="checkbox"/> Herstellung, Transport, Montage
<input type="checkbox"/> .....	<input type="checkbox"/> .....

14. Welche Planungsunterlagen stehen Ihnen bisher zur Verfügung?
Normen:.....
Publikationen:.....

15. Welche zusätzlichen Planungsunterlagen würden Sie sich wünschen? (möglichst konkrete Antworten)
.....
.....

16. Besteht Ihrerseits Interesse an einer Datenbank für Holzbrückenbauten?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein
--	---

17. Welche Daten würden Ihnen zur Bearbeitung Ihrer Projekte hilfreich sein?	
<input type="checkbox"/> Statisch-konstruktive Systembeschreibung	<input type="checkbox"/> Ursache für Renovationen
<input type="checkbox"/> Erstellungskosten	<input type="checkbox"/> Unterhaltskosten
<input type="checkbox"/> Projektierungszeit	<input type="checkbox"/> Fahrbahnaufbauten
<input type="checkbox"/> Montagezeit	<input type="checkbox"/> spezielle Konstruktionsdetails
<input type="checkbox"/> Holzschutzkonzept	<input type="checkbox"/> .....

18. Welche Daten Ihrer Brücken könnten Sie allenfalls zur Verfügung stellen?	
<input type="checkbox"/> Statisch-konstruktive Systembeschreibung	<input type="checkbox"/> Ursache für Renovationen
<input type="checkbox"/> Erstellungskosten	<input type="checkbox"/> Unterhaltskosten
<input type="checkbox"/> Projektierungszeit	<input type="checkbox"/> Fahrbahnaufbauten
<input type="checkbox"/> Montagezeit	<input type="checkbox"/> spezielle Konstruktionsdetails
<input type="checkbox"/> Holzschutzkonzept	<input type="checkbox"/> .....
<input type="checkbox"/> .....	<input type="checkbox"/> .....

**Vielen Dank für Ihre Teilnahme!**

## A.2 Datenauswertung der Umfrage

### A.2.1 Fragen einzeln ausgewertet

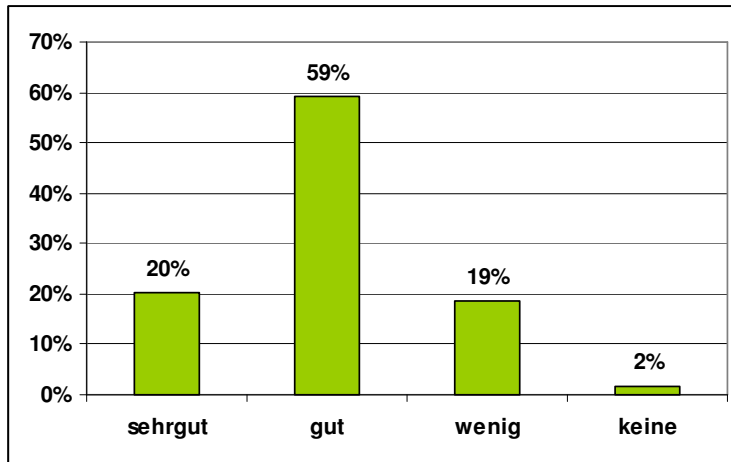


Diagramm 21: 1. Hat Holz Ihrer Meinung Chancen im Brückenbau?

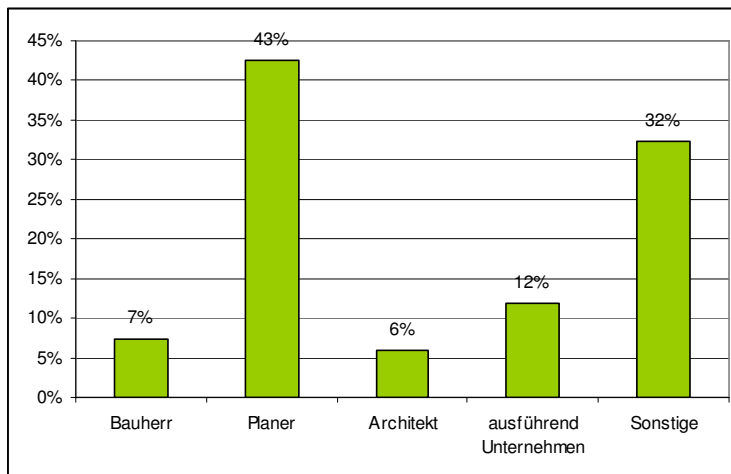


Diagramm 22: 2. In welcher Form haben Sie mit Brücken zu tun?

Die Gruppe Sonstige setzt sich zusammen aus in der Beratung tätigen Personen, Zulieferer von Holzwerkstoffen, Softwareunternehmen, am Holzbau interessierte Personen allgemein, F+E, Lehre und einige wenigen Personen die keine Angaben gemacht haben

3. Wie viele Brücken haben Sie ausgeführt oder ausführen lassen?

Diese Frage ergab keine auswertbaren Antworten. Die Fragestellung wurde ungünstig und zu unpräzise formuliert.

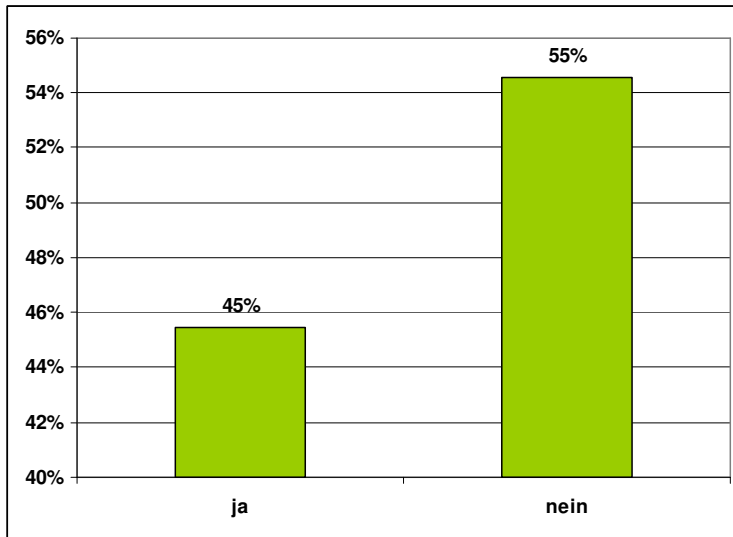


Diagramm 23: 4. Gibt es Ihrer Meinung nach architektonische Trends bezüglich des Brückenbaus?

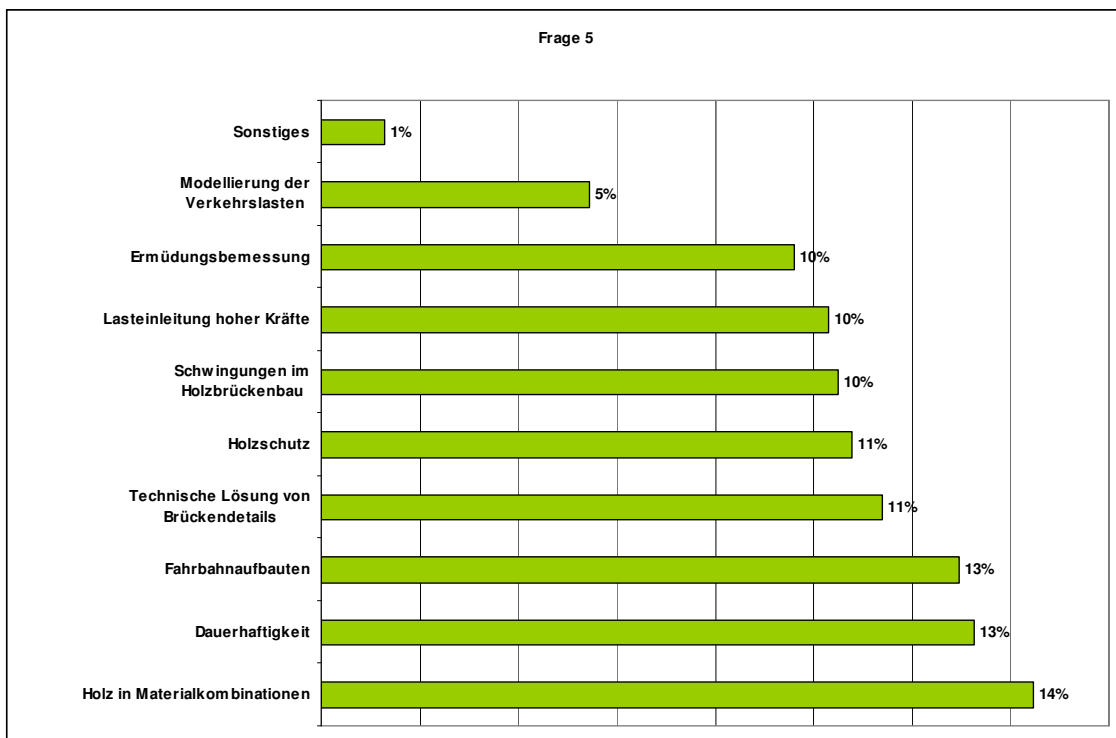


Diagramm 24: 5. Gibt es Themen den Holzbrückenbau betreffend, die Ihrer Meinung nach noch erforscht werden sollten?

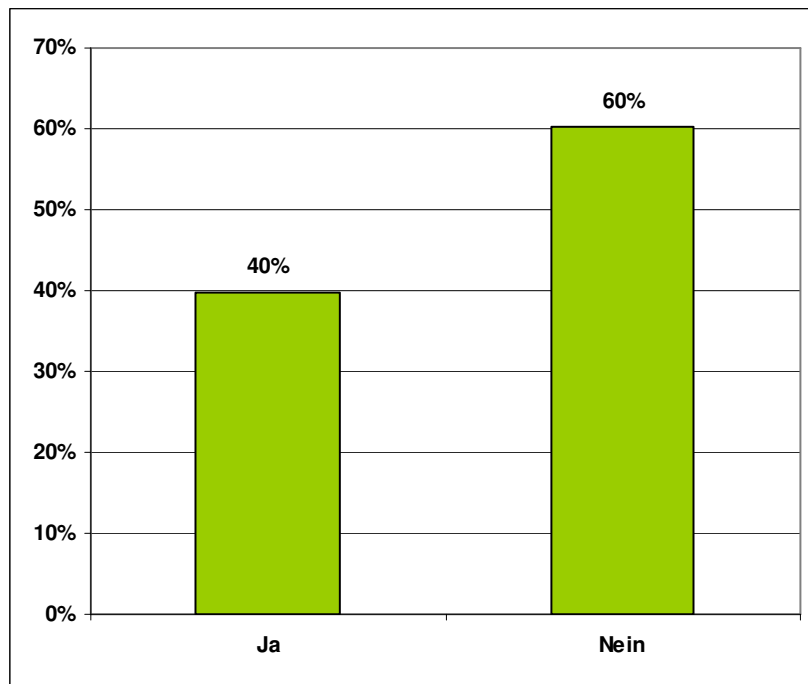


Diagramm 25: 6. Waren Sie bereits an F+E Projekten beteiligt?

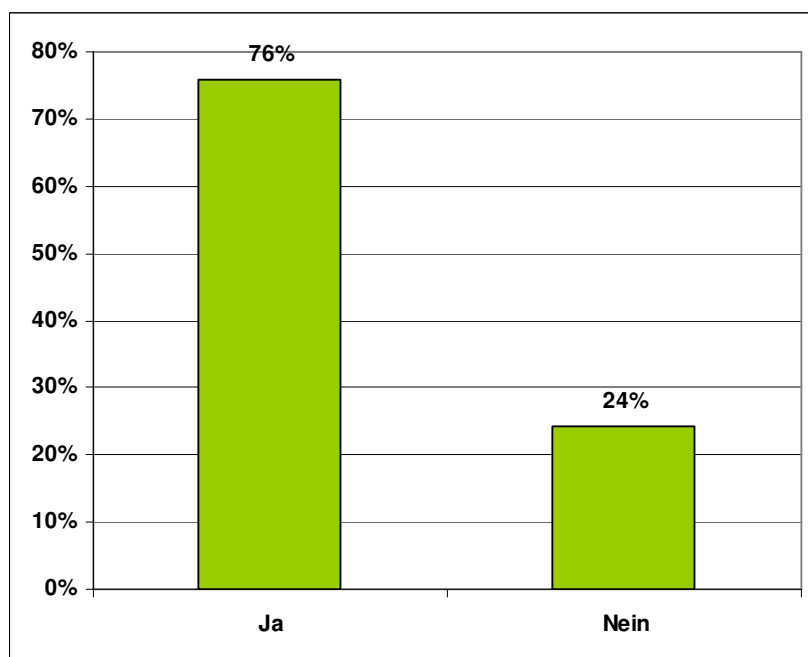


Diagramm 26: 7. Besteht Ihrerseits Interesse an WB Veranstaltungen bezüglich Holzbrücken?

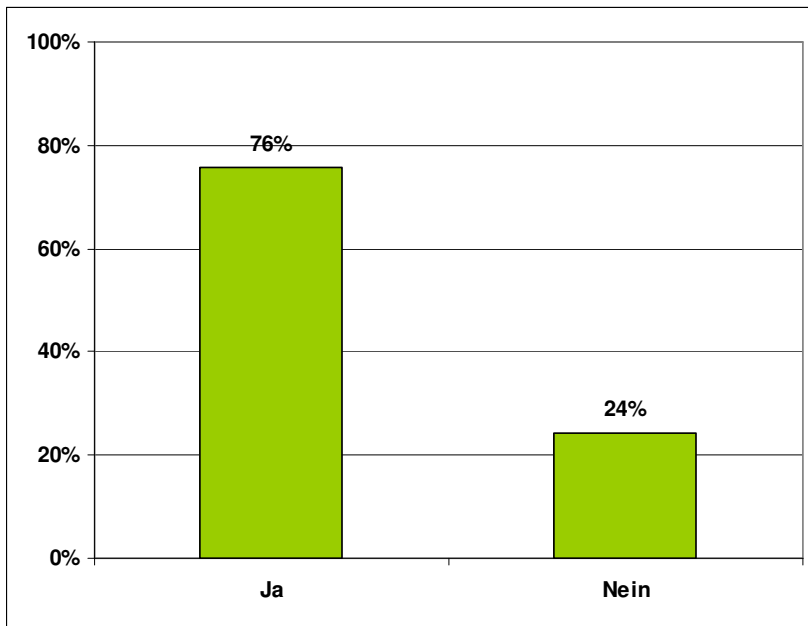


Diagramm 27: 8. Haben Sie bereits Weiterbildungsveranstaltungen zu Holzbrücken besucht?

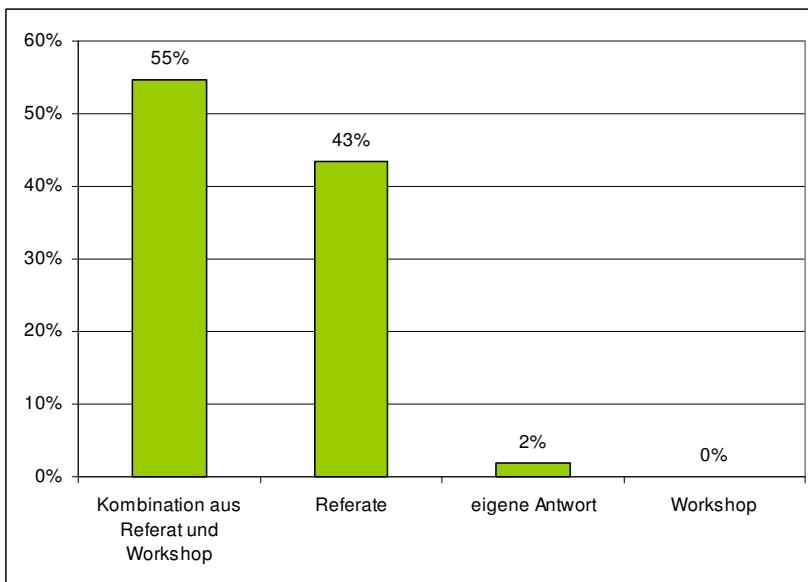


Diagramm 28: 9. Welche Form einer Weiterbildung bevorzugen Sie für dieses Thema?



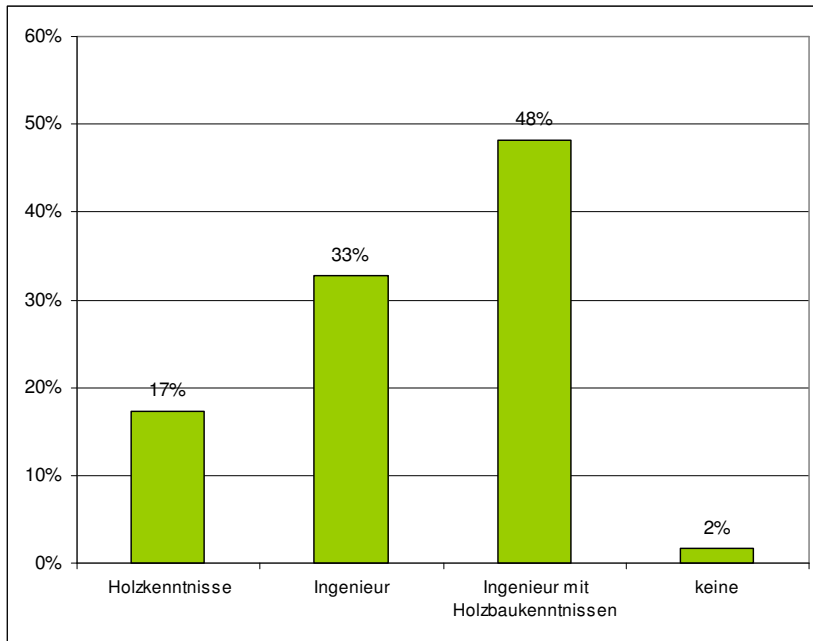


Diagramm 29: 10. Welche Voraussetzungen für eine WB bringen Sie mit?

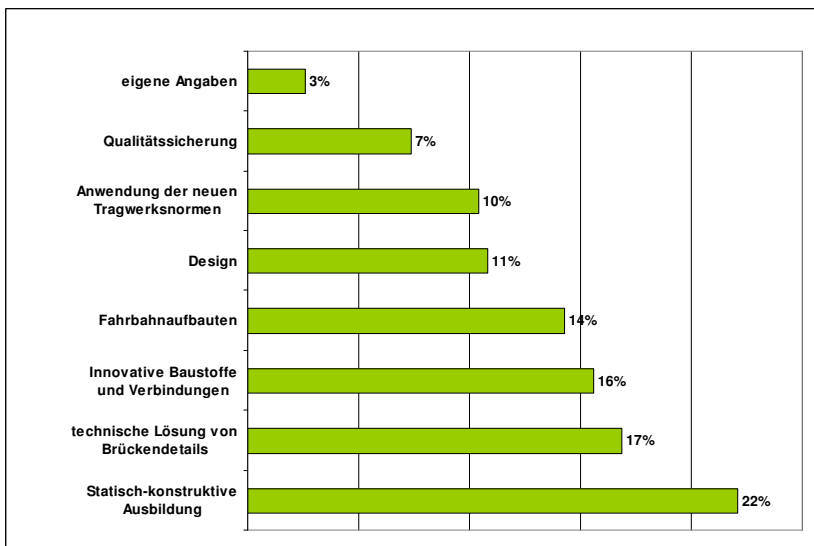


Diagramm 30: 11. Diese Themen interessieren mich im Rahmen einer Weiterbildungsveranstaltung

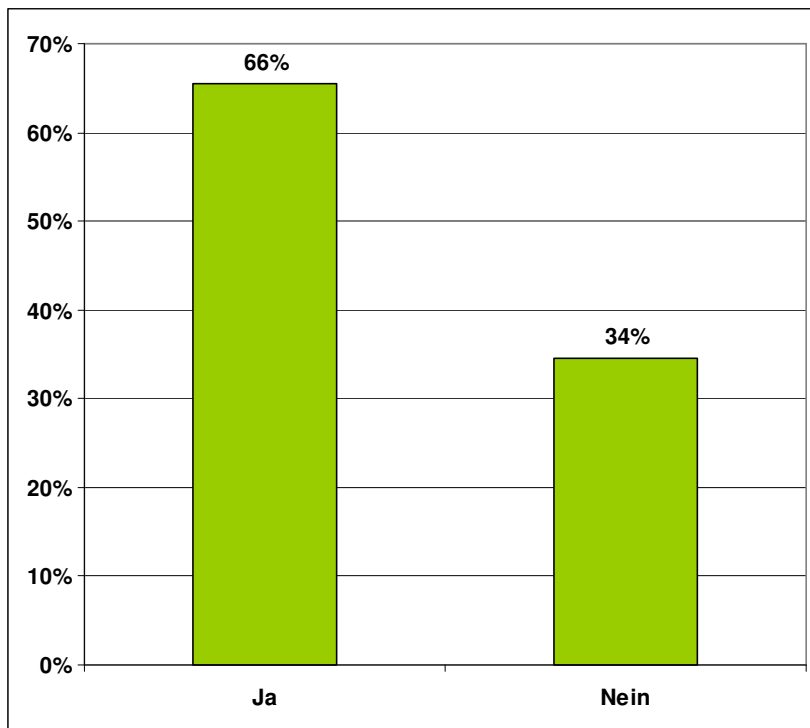


Diagramm 31: 12. Besteht Ihrerseits Interesse an einer Checkliste bzw. einem Leitfaden zum Brückenbau?

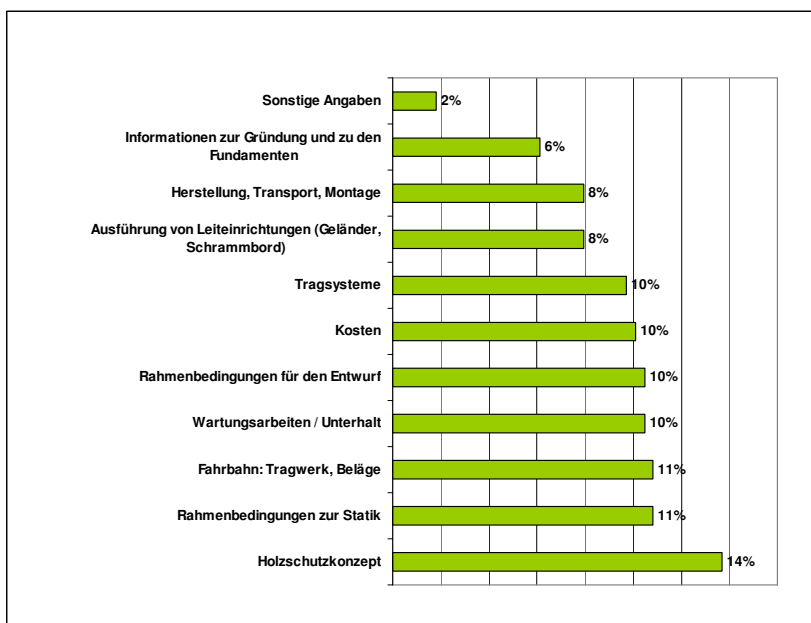


Diagramm 32: 13. Diese Themen finde ich als Inhalt eines Leitfadens hilfreich

14. Welche Planungsunterlagen stehen Ihnen bisher zur Verfügung?

Hier wurden hauptsächlich Normen und Unterlagen der DGfH und der Lignum, sowie das Buch über Holzbrücken von Mucha genannt. Die Fragestellung wurde zu unpräzise formuliert.

15. Welche zusätzlichen Planungsunterlagen würden Sie sich wünschen? (möglichst konkrete Antworten)

Wirtschaftliche Aspekte:

- Wirtschaftlichkeitsberechnungen, Herstellungskosten, Wartungsarbeiten
- Werbung für Behörden

Entwurf und Konstruktion:

- Sammlung ausgeführter Details: Auflagerbereich, Richtzeichnungen, Fahrbahnaufbauten, Details zu Übergängen, Knotendetails
- Materialkombinationen
- Regeldetails mit positiven Erfahrungswerten
- Stand der Technik+Gestaltung unter innovativen Aspekt
- Herstellerverzeichnis ausgeführter Holzbrücken, realisierten Brücken die vor Ort besichtigt werden können, neu ausgeführten Holzbrücken
- Konstruktionsleitfaden vor allem Holzschutz

Berechnung:

- Ausführung von typengeprüften Systemen
- Standard Knotendetails
- Brückenbau nach neuen SIA Normen, Lastansätze hinsichtlich Unterhaltsfahrzeugen, vereinfachte Bemessungsverfahren à Beispielrechnung
- einheitliche Europ. Normen
- Berechnungshilfen zu Materialkombinationen

Checkliste bzw. Leitfaden:

- Checkliste Nutzungsvereinbarung
- Tragwerkskonzept
- Unterhalt und Pflege
- Holzschutzkonzept

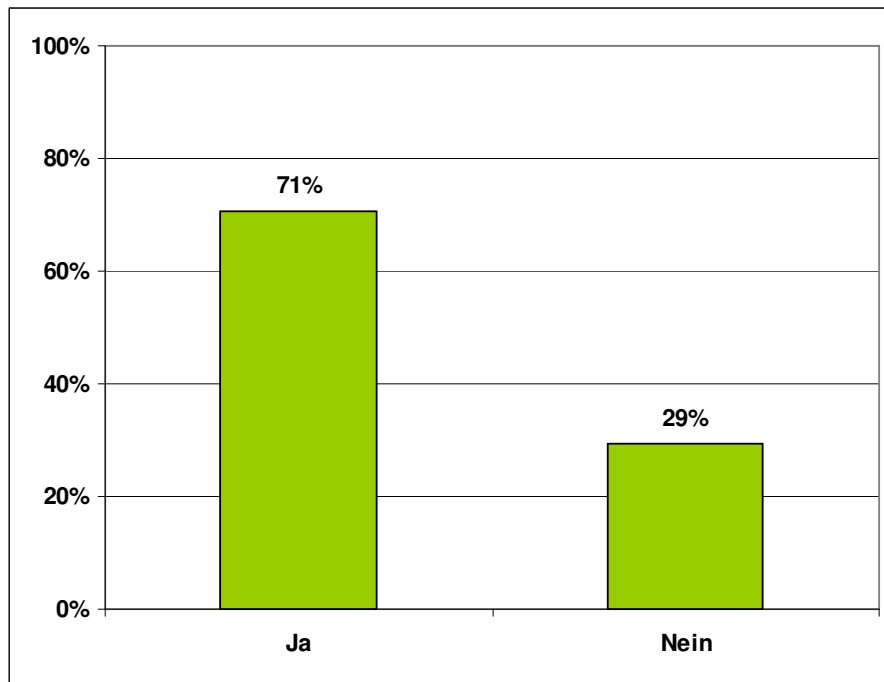


Diagramm 33: 16. Besteht Ihrerseits Interesse an einer Datenbank für Holzbrückenbauten?

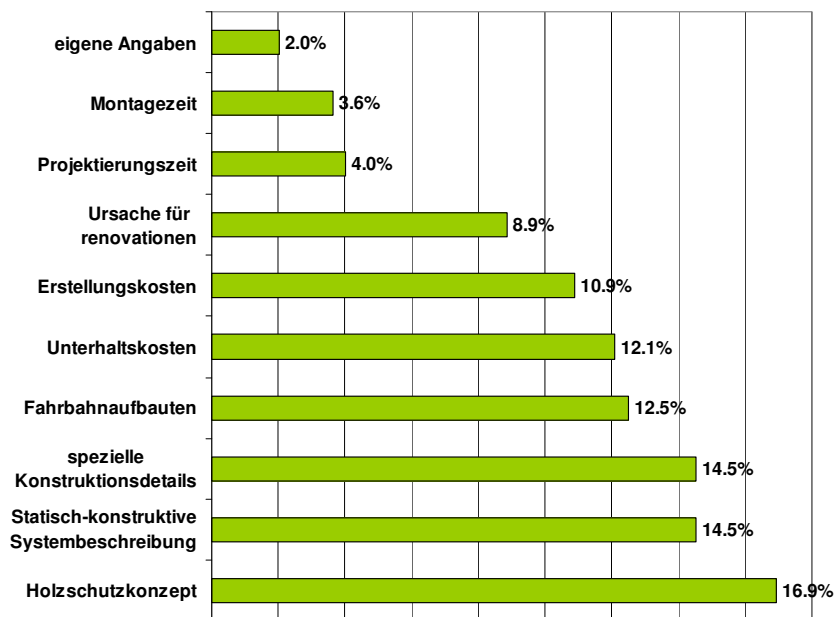


Diagramm 34: 17. Welche Daten würden Ihnen zur Bearbeitung Ihrer Projekte hilfreich sein?

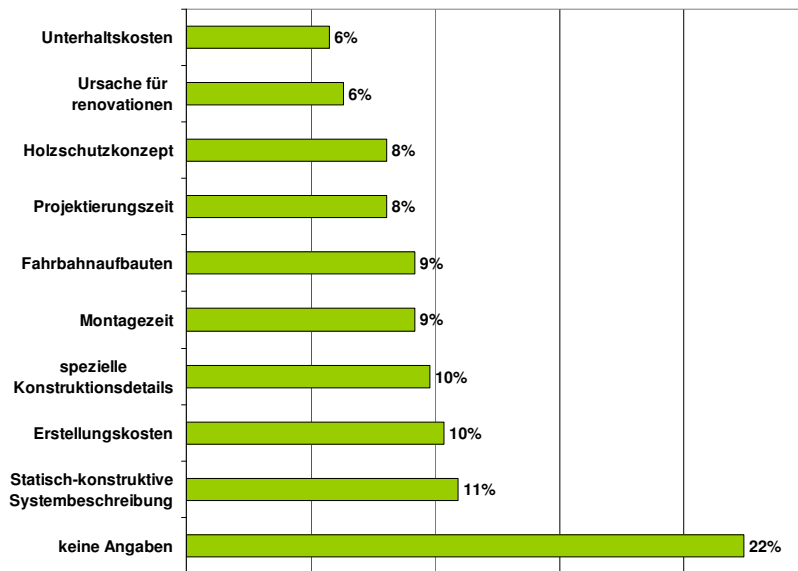


Diagramm 35: 18. Welche Daten Ihrer Brücken könnten Sie allenfalls zur Verfügung stellen?

**A.2.2 Kreuztabellierung der Fragen**

Tabelle 11: Übersicht über die gekreuzten Fragen

Fragen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	16	17	18
1	1															
2	x	2														
3			3													
4		x		4												
5		x			5											
6		x				x	6									
7	x	x						7								
8		x							8							
9		x							x	x	9					
10	x								x		x	10				
11		x								x	x	11				
12		x											12			
13		x											x	13		
16		x													16	
17		x													x	17
18		x													x	18

Tabelle 12: Frage 1: Hat Holz Ihrer Meinung Chancen im Brückenbau? / Frage 2: In welcher Form haben Sie mit Brücken zu tun?

Frage 2 / Frage 1	sehr gut	gut	wenig	keine	Summe
Bauherr	2%	3%	2%	2%	8%
Planer	7%	32%	10%	0%	49%
Architekt	2%	3%	2%	0%	7%
ausführende Unternehmung	5%	5%	2%	0%	12%
Sonstige	5%	15%	3%	0%	24%
Summe	20%	59%	19%	2%	100%

Tabelle 13: Frage 2: In welcher Form haben Sie mit Brücken zu tun? / Frage 4: Gibt es Ihrer Meinung nach architektonische Trends bezüglich des Brückenbaus?

Frage 2 / Frage 4	Ja	Nein	Summe
Architekt	5%	2%	7%
Ausführende Unternehmung	7%	5%	13%
Bauherr	2%	7%	9%
Planer	22%	29%	51%
Sonstige	9%	11%	20%
Summe	45%	55%	100%

*Tabelle 14: Frage 2: In welcher Form haben Sie mit Brücken zu tun? / Frage 5: Gibt es Themen den Holzbrückenbau betreffend, die Ihrer Meinung nach noch erforscht werden sollten?*

Frage 2 / Frage 5	Architekt	Ausführende	Bauherr	Planer	Sonstige	Summe
Lasteinleitung hoher Kräfte	1%	0%	0%	6%	3%	10%
Ermüdungsbemessung	1%	0%	1%	5%	4%	10%
Technische Lösung von Brückendetails	1%	1%	1%	5%	4%	11%
Fahrbahnaufbauten	0%	0%	1%	8%	4%	13%
Holz in Materialkombinationen	1%	2%	2%	6%	4%	14%
Schwingungen im Holzbrückenbau	1%	1%	2%	5%	2%	10%
Modellierung der Verkehrslasten	1%	0%	0%	2%	3%	5%
Dauerhaftigkeit	1%	1%	1%	7%	3%	13%
Holzschutz	0%	1%	1%	6%	2%	11%
Sonstiges	0%	0%	0%	1%	0%	1%
Summe	7%	6%	9%	50%	28%	100%

*Tabelle 15: Frage 2: In welcher Form haben Sie mit Brücken zu tun? / Frage 6: Waren Sie bereits an F+E Projekten beteiligt?*

Frage 2 / Frage 6	Ja	Nein	Summe
Architekt	3%	3%	7%
Ausführend	2%	10%	12%
Bauherr	0%	9%	9%
Planer	26%	24%	50%
Sonstige	9%	14%	22%
Summe	40%	60%	100%

*Tabelle 16: Frage 2: In welcher Form haben Sie mit Brücken zu tun? / Frage 7: Besteht Ihrerseits Interesse an WB Veranstaltungen bezüglich Holzbrücken?*

Frage 2 / Frage 7	Ja	Nein	Summe
Architekt	5%	2%	7%
Bauherr	5%	3%	9%
Ausführend	12%	0%	12%
Sonstige	10%	12%	22%
Planer	43%	7%	50%
Summe	76%	24%	100%

*Tabelle 17: Frage 2: In welcher Form haben Sie mit Brücken zu tun? / Frage 8: Haben Sie bereits Weiterbildungsveranstaltungen zu Holzbrücken besucht?*

Frage 2 / Frage 8	Ja	Nein	Summe
Architekt	0%	7%	7%
Ausführend	3%	9%	12%
Bauherr	2%	7%	9%
Planer	22%	28%	50%
Sonstige	7%	16%	22%
Summe	34%	66%	100%

*Tabelle 18: Frage 2: In welcher Form haben Sie mit Brücken zu tun? / Frage 9: Welche Form einer Weiterbildung bevorzugen Sie für dieses Thema?*

Frage 2 / Frage 9	Referate	Workshop	Kombination Workshop und Referaten	eigene Antwort	Summe
Architekt	0%	0%	4%	0%	4%
Ausführend	8%	0%	6%	2%	15%
Bauherr	4%	0%	2%	0%	6%
Planer	26%	0%	28%	0%	55%
Sonstige	6%	0%	15%	0%	21%
Summe	43%	0%	55%	2%	100%



*Tabelle 19: Frage 2: In welcher Form haben Sie mit Brücken zu tun? / Frage 11: Diese Themen interessieren mich (im Rahmen einer Weiterbildungsveranstaltung)*

Frage 2 / Frage 11	Architekt	Ausführend	Bauherr	Planer	Sonstige	Summe
Design	1%	1%	0%	6%	2%	11%
Qualitätssicherung	0%	0%	1%	5%	1%	7%
Statisch-konstruktive Ausbildung	1%	3%	2%	14%	3%	22%
Fahrbahnaufbauten	1%	1%	1%	9%	2%	14%
technische Lösung von Brückendetails	1%	3%	1%	9%	3%	17%
Innovationen	1%	1%	1%	7%	4%	16%
Anwendung der neuen Tragwerksnormen	0%	1%	1%	5%	3%	10%
eigene Angaben	0%	0%	0%	1%	1%	3%
Summe	6%	10%	9%	57%	18%	100%

*Tabelle 20: Frage 2: In welcher Form haben Sie mit Brücken zu tun? / Frage 12: Besteht Ihrerseits Interesse an einer Checkliste bzw. einem Leitfaden zum Brückenbau?*

Frage 2 / Frage 12	Ja	Nein	Summe
Architekt	5%	2%	7%
Ausführend	10%	2%	12%
Bauherr	5%	3%	9%
Planer	33%	17%	50%
Sonstige	12%	10%	22%
Summe	66%	34%	100%

*Tabelle 21: Frage 2: In welcher Form haben Sie mit Brücken zu tun? / Frage 13: Diese Themen finde ich als Inhalt eines Leitfadens hilfreich*

Frage 2 / Frage13	Architekt	Ausführend	Bauherr	Planer	Sonstige	Summe
Rahmenbedingungen für den Entwurf	1%	1%	1%	5%	3%	10%
Rahmenbedingungen zur Statik	1%	2%	1%	4%	3%	11%
Informationen zur Gründung und zu den Fundamenten	0%	1%	0%	2%	2%	6%
Tragsysteme	1%	2%	1%	4%	2%	10%
Wartungsarbeiten / Unterhalt	1%	2%	1%	5%	2%	10%
Fahrbahn: Tragwerk, Beläge	1%	1%	1%	5%	2%	11%
Holzschutzkonzept	1%	2%	2%	5%	3%	14%
Ausführung von Leiteinrichtungen (Geländer, Schrammbord)	1%	1%	1%	3%	2%	8%
Kosten	1%	1%	1%	4%	3%	10%
Herstellung, Transport, Montage	0%	1%	1%	3%	3%	8%
Sonstige	0%	0%	0%	1%	0%	2%
Summe	9%	16%	9%	42%	24%	100%

*Tabelle 22: Frage 2: In welcher Form haben Sie mit Brücken zu tun? / Frage 16: Besteht Ihrerseits Interesse an einer Datenbank für Holzbrückenbauten?*

Frage 2 / Frage 16	Ja	Nein	Summe
Architekt	5%	2%	7%
Ausführende Unternehmung	10%	2%	12%
Bauherr	5%	3%	9%
Planer	36%	14%	50%
Sonstige	14%	9%	22%
Summe	71%	29%	100%

*Tabelle 23: Frage 2: In welcher Form haben Sie mit Brücken zu tun? / Frage 17: Welche Daten würden Ihnen zur Bearbeitung Ihrer Projekte hilfreich sein?*

Frage 2 / Frage 17	Bauherr	Planer	Architekt	ausführende Unternehmung	Sonstige	Summe
Statisch-konstruktive Systembeschreibung	1%	2%	1%	6%	3%	15%
Erstellungskosten	0%	2%	1%	6%	2%	11%
Projektierungszeit	0%	1%	0%	2%	1%	4%
Montagezeit	0%	1%	0%	2%	1%	4%
Holzschutzkonzept	2%	2%	2%	7%	4%	17%
Ursache für Renovationen	1%	1%	1%	4%	2%	9%
Unterhaltskosten	1%	1%	1%	7%	2%	12%
Fahrbahnaufbauten	1%	2%	1%	7%	2%	13%
spezielle Konstruktionsdetails	1%	2%	1%	7%	3%	15%
eigene Angaben	1%	0%	0%	0%	1%	2%
Summe	7%	14%	9%	48%	21%	100%

*Tabelle 24: Frage 2: In welcher Form haben Sie mit Brücken zu tun? / Frage 18: Welche Daten Ihrer Brücken könnten Sie allenfalls zur Verfügung stellen?*

Frage 2 / Frage 18	Bauherr	Planer	Architekt	ausführende Unternehmung	Sonstige	Summe
Statisch-konstruktive Systembeschreibung	0%	2%	2%	6%	1%	11%
Erstellungskosten	1%	2%	2%	6%	1%	10%
Projektierungszeit	0%	1%	2%	5%	1%	8%
Montagezeit	1%	2%	2%	5%	1%	9%
Holzschutzkonzept	0%	1%	2%	5%	1%	8%
Ursache für Renovationen	0%	1%	1%	4%	1%	6%
Unterhaltskosten	0%	1%	1%	3%	1%	6%
Fahrbahnaufbauten	0%	1%	2%	6%	1%	9%
spezielle Konstruktionsdetails	1%	1%	2%	5%	1%	10%
keine Angaben vorhanden	2%	2%	1%	11%	7%	22%
Summe	3%	11%	17%	56%	13%	100%

*Tabelle 25: Frage 1: Hat Holz Ihrer Meinung Chancen im Brückenbau? / Frage 7: Besteht Ihrerseits Interesse an WB Veranstaltungen bezüglich Holzbrücken?*

Frage 1 / Frage 7	Ja	Nein	Summe
keine	0%	2%	2%
wenig	12%	7%	19%
sehr gut	19%	2%	21%
gut	45%	14%	59%
Summe	76%	24%	100%

*Tabelle 26: Frage 1: Hat Holz Ihrer Meinung Chancen im Brückenbau? / Frage 10: Welche Voraussetzungen für eine Weiterbildungsveranstaltung bringen Sie mit?*

Frage 2 / Frage 10	keine	Ingenieur	Holzbau	Ingenieur mit Holzbaukenntnissen	Summe
Bauherr	0%	5%	2%	14%	20%
Planer	2%	20%	12%	25%	59%
Architekt	2%	5%	3%	8%	19%
ausführende Unternehmung	0%	2%	0%	0%	2%
Summe	3%	32%	17%	47%	100%

*Tabelle 27: Frage 5: Gibt es Themen den Holzbrückenbau betreffend, die Ihrer Meinung nach noch erforscht werden sollten? / Frage 6: Waren Sie bereits an F+E Projekten beteiligt?*

Frage 6 / Frage 5	ja	nein	Summe
Holz in Materialkombinationen	3%	11%	14%
Dauerhaftigkeit	4%	9%	13%
Fahrbahnaufbauten	4%	9%	13%
Technische Lösung von Brückendetails	3%	9%	11%
Holzschutz	2%	9%	11%
Lasteinleitung hoher Kräfte	5%	6%	10%
Ermüdungsbemessung	3%	6%	10%
Schwingungen im Holzbrückenbau	3%	8%	10%
Modellierung der Verkehrslasten	2%	4%	5%
Sonstiges	1%	1%	1%
Summe	29%	71%	100%

*Tabelle 28: Frage 7: Besteht Ihrerseits Interesse an WB Veranstaltungen bezüglich Holzbrücken? / Frage 9: Welche Form einer Weiterbildung bevorzugen Sie für dieses Thema?*

Frage 9 / Frage 7	Ja	Nein	Summe
Referate	33%	7%	40%
Workshop	0%	0%	0%
Kombination aus Workshop und Referaten	41%	9%	50%
keine Antwort	2%	9%	10%
Summe	76%	24%	100%

*Tabelle 29: Frage 7: Besteht Ihrerseits Interesse an WB Veranstaltungen bezüglich Holzbrücken? / Frage 10: Welche Voraussetzungen für eine Weiterbildungsveranstaltung bringen Sie mit?*

Frage 10 / Frage 7	Ja	Nein	Summe
keine	2%	0%	2%
Ingenieur	17%	16%	33%
Holzbau	12%	5%	17%
Ingenieur mit Holzbaukenntnissen	45%	3%	48%
Summe	76%	24%	100%

*Tabelle 30: Frage 8: Haben Sie bereits Weiterbildungsveranstaltungen zu Holzbrücken besucht? / Frage 9: Welche Form einer Weiterbildung bevorzugen Sie für dieses Thema?*

Frage 9 / Frage 8	Ja	Nein	Summe
Referate	21%	19%	40%
Workshop	0%	0%	0%
Kombination aus beidem	14%	36%	50%
eigene Antwort	0%	10%	10%
Summe	34%	66%	100%

*Tabelle 31: Frage 9: Welche Form einer Weiterbildung bevorzugen Sie für dieses Thema? / Frage 10: Welche Voraussetzungen für eine Weiterbildungsveranstaltung bringen Sie mit?*

Frage 9 / Frage 10	keine	Ingenieur	Holzbau	Ingenieur mit Holzbaukenntnissen	Summe
Referate	0%	11%	4%	28%	43%
Workshop	0%	0%	0%	0%	0%
Kombination aus beidem	0%	15%	15%	25%	55%
eigene Antwort	0%	0%	0%	2%	2%
Summe	0%	26%	19%	55%	100%

*Tabelle 32: Frage 9: Welche Form einer Weiterbildung bevorzugen Sie für dieses Thema? / Frage 11: Diese Themen interessieren mich (im Rahmen einer Weiterbildungsveranstaltung):*

Frage 11 / Frage 9	Referate	Workshop	Kombi Workshop & Referaten	eigene Antwort	Summe
Design/Architektur	3%	0%	6%	1%	11%
Massnahmen zur Qualitätsicherung	4%	0%	3%	0%	7%
Stat. Konstruktive Ausbildung	7%	0%	14%	1%	22%
Fahrbahnaufbauten	6%	0%	8%	0%	14%
technische Lösungen von Brückendetails	6%	0%	10%	1%	17%
innovative Verbindungen und Baustoffe	6%	0%	9%	0%	16%
Anwendung der neuen Tragwerksnorm bezüglich Holzbrückenbau	5%	0%	6%	0%	10%
eigene Angaben	1%	0%	1%	0%	3%
Summe	39%	0%	57%	5%	100%

*Tabelle 33: Frage 10: Welche Voraussetzungen für eine Weiterbildungsveranstaltung bringen Sie mit? / Frage 11: Diese Themen interessieren mich (im Rahmen einer Weiterbildungsveranstaltung)*

Frage 10 / Frage 11	keine	Ingenieur	Holzbau	Ingenieur mit Holzbaukenntnissen	Summe
Design/Architektur	0%	3%	2%	5%	11%
Massnahmen zur Qualitätssicherung	0%	3%	0%	4%	7%
Stat. Konstruktive Ausbildung	0%	11%	3%	9%	22%
Fahrbahnaufbauten	0%	4%	2%	8%	14%
technische Lösungen von Brückendetails	0%	3%	3%	10%	17%
innovative Verbindungen und Baustoffe	0%	5%	3%	8%	16%
Anwendung der neuen Tragwerksnorm bezüglich Holzbrückenbau	0%	3%	1%	6%	10%
eigene Angaben	0%	1%	0%	1%	3%
Summe	1%	32%	15%	52%	100%

*Tabelle 34: Frage 12: Besteht Ihrerseits Interesse an einer Checkliste bzw. einem Leitfaden zum Brückenbau? / Frage 13: Diese Themen finde ich als Inhalt eines Leitfadens hilfreich*

Frage 12 / Frage 13	ja	nein	Summe
Rahmenbedingungen für den Entwurf	9%	1%	10%
Rahmenbedingungen zur Statik	9%	2%	11%
Informationen zur Gründung und zu den Fundamenten	5%	1%	6%
Tragsysteme	9%	1%	10%
Wartungsarbeiten / Unterhalt	9%	1%	10%
Fahrbahn: Tragwerk, Beläge	9%	1%	11%
Holzschutzkonzept	11%	3%	14%
Ausführung von Leiteinrichtungen (Geländer, Schrammbord)	7%	1%	8%
Kosten	9%	1%	10%
Herstellung, Transport, Montage	7%	1%	8%
Sonstige	1%	0%	2%
Summe	87%	13%	100%

*Tabelle 35: Frage 16: Besteht Ihrerseits Interesse an einer Datenbank für Holzbrückenbauten? / Frage 17: Welche Daten würden Ihnen zur Bearbeitung Ihrer Projekte hilfreich sein?*

Frage 16 / Frage 17	ja	nein	Summe
Statisch-konstruktive Systembeschreibung	13%	1%	15%
Erstellungskosten	9%	2%	11%
Projektierungszeit	4%	0%	4%
Montagezeit	3%	0%	4%
Holzschutzkonzept	14%	3%	17%
Ursache für Renovationen	8%	1%	9%
Unterhaltskosten	10%	2%	12%
Fahrbahnaufbauten	11%	1%	13%
spezielle Konstruktionsdetails	13%	2%	15%
eigene Angaben	2%	0%	2%
Summe	87%	13%	100%

*Tabelle 36: Frage 16: Besteht Ihrerseits Interesse an einer Datenbank für Holzbrückenbauten? / Frage 18: Welche Daten Ihrer Brücken könnten Sie allenfalls zur Verfügung stellen?*

Frage 16 / Frage 18	ja	nein	Summe
Statisch-konstruktive Systembeschreibung	9%	2%	11%
Erstellungskosten	9%	2%	10%
Projektierungszeit	7%	1%	8%
Montagezeit	7%	2%	9%
Holzschutzkonzept	7%	1%	8%
Ursache für Renovationen	6%	1%	6%
Unterhaltskosten	4%	2%	6%
Fahrbahnaufbauten	7%	2%	9%
spezielle Konstruktionsdetails	7%	2%	10%
keine Angaben vorhanden	14%	8%	22%
Summe	78%	22%	100%

**A.3 Leitfaden**

1. Rahmenbedingungen für den Entwurf		
<b>Struktur</b>	<input type="checkbox"/> städtebauliche <input type="checkbox"/> ländliche	<input type="checkbox"/> geprüft
<b>Wirtschaftliche Aspekte</b>	<input type="checkbox"/> wichtig <input type="checkbox"/> zu vernachlässigen <input type="checkbox"/> keine Angabe	<input type="checkbox"/> geprüft
<b>Topographische Lage</b>	<input type="checkbox"/> Ufersituation <input type="checkbox"/> Wasserstand <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> geprüft
<b>Gestalterische Aspekte</b>	<input type="checkbox"/> Proportionalität <input type="checkbox"/> Eleganz <input type="checkbox"/> Ablesbare Funktion <input type="checkbox"/> Landschaftsbezug <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> geprüft
<b>Lebensdauer</b>		<input type="checkbox"/> geprüft
<b>Anbindung an das bestehende Wegenetz</b>		<input type="checkbox"/> geprüft
<b>Zusammenarbeit mit Bauherrn, Architekten, Tragwerksplaner</b>		<input type="checkbox"/> geprüft
<b>Notiz:</b>		

2. Rahmenbedingungen für Statik		
<b>Auflagen Genehmigungsinstanzen</b>	<input type="checkbox"/> Wasser-, Schifffahrtsamt <input type="checkbox"/> Strassenbauamt <input type="checkbox"/> Naturschutz <input type="checkbox"/> Bahn <input type="checkbox"/> kommunale Vorschriften <input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> geprüft
<b>Gültige Normen</b>	<input type="checkbox"/> SIA 160 <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> geprüft
<b>Belastung durch Nutzungsart</b>	<input type="checkbox"/> Fussgänger <input type="checkbox"/> Radfahrer <input type="checkbox"/> Strassenverkehr <input type="checkbox"/> Schwerlastverkehr <input type="checkbox"/> Rettungs- und Winterdienst <input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> geprüft
<b>Spannweite</b>		<input type="checkbox"/> geprüft
<b>Bodenverhältnisse</b>		<input type="checkbox"/> geprüft
<b>Notiz:</b>		



3. Gründung / Fundamente		
<b>Auflagemöglichkeiten schon vorhanden?</b>	<input type="checkbox"/> ja Pfeiler Stützen Widerlager <input type="checkbox"/> nein / werden gesetzt Pfeiler Stützen Widerlager	<input type="checkbox"/> geprüft
<b>Notiz:</b>		

4. Tragsysteme		
<b>Haupttragwerk</b>	<input type="checkbox"/> Balkenlagen <input type="checkbox"/> Plattenbrücken <input type="checkbox"/> Trägerbrücken <input type="checkbox"/> Unterspannte Träger <input type="checkbox"/> Sprengwerk <input type="checkbox"/> Hängewerk <input type="checkbox"/> Hängesprengwerk <input type="checkbox"/> Bogen <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> abgehängte Fahrbahn</li> <li><input type="checkbox"/> aufgeständerte Fahrbahn</li> <li><input type="checkbox"/> Bogen als Fahrbahn</li> </ul> <input type="checkbox"/> Seilsystem <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Schrägseil mit Pylon</li> <li><input type="checkbox"/> Hängeseil mit Pylon</li> </ul> <input type="checkbox"/> Fachwerk	<input type="checkbox"/> geprüft
<input type="checkbox"/> mit Dach		
<input type="checkbox"/> ohne Dach		
<b>Sekundärtragwerk</b>	<input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> geprüft
<b>Wind- und Aussteifungsverbände</b>	<input type="checkbox"/> Verband des Haupttragwerks <input type="checkbox"/> Verband der Fahrbahn <input type="checkbox"/> Kipplängen des Haupttragwerks <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> geprüft
<b>Notiz:</b>		

5. Fahrbahn		
5.1. Fahrbahntragwerk		
<b>Holz - Platten</b>	<input type="checkbox"/> Vorgespannte Platten <input type="checkbox"/> Vernagelte Platten <input type="checkbox"/> Verleimte Platten <input type="checkbox"/> kommunale Vorschriften <input type="checkbox"/> Furnierschicht- / Furniersperrholz	<input type="checkbox"/> geprüft
<b>Holz - traditionell</b>	<input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> geprüft
<b>Holz - Beton</b>	<input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> geprüft
<b>Sonstige Materialien</b>	<input type="checkbox"/> Stahlblech <input type="checkbox"/> Profilblechverbund <input type="checkbox"/> Beton <input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> geprüft
<b>Notiz:</b>		
5.2. Fahrbahnbelag		
<b>Konstruktion</b>	<input type="checkbox"/> offener Belag <input type="checkbox"/> geschlossener Belag <input type="checkbox"/> oberliegender Belag <input type="checkbox"/> unterliegender Belag	<input type="checkbox"/> geprüft
<b>Auflagen Genehmigungsinstanzen</b>	<input type="checkbox"/> Holz <input type="checkbox"/> Stahlplatten <input type="checkbox"/> Bituminöse Beläge <input type="checkbox"/> Beton <input type="checkbox"/> Schotter <input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> geprüft
<b>Verschleisszuschlag</b>	<input type="checkbox"/> _____cm	<input type="checkbox"/> geprüft
<b>Belastung durch Nutzungsart</b>	<input type="checkbox"/> Fussgänger <input type="checkbox"/> Radfahrer <input type="checkbox"/> Strassenverkehr <input type="checkbox"/> Schwerlastverkehr <input type="checkbox"/> Rettungs- und Winterdienst <input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> geprüft
<b>Spannweite</b>		<input type="checkbox"/> geprüft
<b>Bodenverhältnisse</b>		<input type="checkbox"/> geprüft
<b>Notiz: Verkehrssicherheit, Tragfunktion, Schutzfunktion</b>		

6. Holzschutz		
6.1. Konstruktiver Holzschutz		
<b>baulich gestalterisches Konzept</b>	<input type="checkbox"/> Dachüberstand <input type="checkbox"/> Seitliche Verkleidungen <input type="checkbox"/> Hirnholzabdeckungen <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> geprüft
<b>Materialwahl</b>	<input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> geprüft
<b>Detailkonstruktion</b>	<input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> geprüft
<b>Oberflächenbehandlung</b>	<input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> geprüft
<b>Notiz:</b>		
6.2. Chemischer Holzschutz		
<b>Konstruktion</b>	<input type="checkbox"/> offener Belag <input type="checkbox"/> geschlossener Belag <input type="checkbox"/> oberliegender Belag <input type="checkbox"/> unterliegender Belag	<input type="checkbox"/> geprüft
<b>Auflagen Genehmigungsinstanzen</b>	<input type="checkbox"/> Holz <input type="checkbox"/> Stahlplatten <input type="checkbox"/> Bituminöse Beläge <input type="checkbox"/> Beton <input type="checkbox"/> Schotter <input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> geprüft
<b>Verschleisszuschlag</b>	<input type="checkbox"/> _____cm	<input type="checkbox"/> geprüft
<b>Belastung durch Nutzungsart</b>	<input type="checkbox"/> Fussgänger <input type="checkbox"/> Radfahrer <input type="checkbox"/> Strassenverkehr <input type="checkbox"/> Schwerlastverkehr <input type="checkbox"/> Rettungs- und Winterdienst <input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> geprüft
<b>Spannweite</b>		<input type="checkbox"/> geprüft
<b>Bodenverhältnisse</b>		<input type="checkbox"/> geprüft
<b>Notiz: Verkehrssicherheit, Tragfunktion, Schutzfunktion</b>		

7. Leiteinrichtung		
<b>Einwirkungen</b>	<input type="checkbox"/> Anpralllasten <input type="checkbox"/> Witterung ausgesetzt <input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> geprüft
<b>Ausbildungsformen</b>	<input type="checkbox"/> Höhe _____ <input type="checkbox"/> Füllung des Geländers _____ <input type="checkbox"/> Material _____	<input type="checkbox"/> geprüft
<b>Lebensdauer</b>		<input type="checkbox"/> geprüft
<b>Notiz:</b>		

8. Kosten		
<b>Erstellungskosten</b>	<input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> zusätzliche für Kontrollvorrichtungen	<input type="checkbox"/> geprüft
<b>Folgekosten</b>	<input type="checkbox"/> Kontrolle <input type="checkbox"/> Unterhalt <input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> geprüft
<b>Notiz:</b>		

9. Herstellung, Transport, Montage. Leiteinrichtung		
<b>Herstellung</b>	<input type="checkbox"/> hoher Vorfertigungsgrad <input type="checkbox"/> geringe Vorfertigung <input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> geprüft
<b>Transport</b>	<input type="checkbox"/> maximale Transporthöhe _____ <input type="checkbox"/> maximale Transportbreite _____ <input type="checkbox"/> maximale Transportlänge _____ <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> geprüft
<b>Montage</b>	<input type="checkbox"/> Autokran <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____	<input type="checkbox"/> geprüft
<b>Notiz:</b>		

## A.4 Entwurf der Werbebroschüre

Durch ihre bedeutende Funktion sind Brücken prestigeträchtige Konstruktionen. Sie stellen je nach künstlerisch architektonischem Anspruch Statussymbole der Ersteller dar. Ihre Gestaltungsmöglichkeiten sind vielfältig und abhängig von den Wünschen und Wertvorstellungen des Bauherrn. Der Bauherr kann seinem Innovationswillen Ausdruck verleihen, indem er mit Holz als Werkstoff neue Massstäbe setzt. Sind die Ziele beim Bau der Brücke auf die Erhaltung regionaler Traditionen gerichtet, ist dies auf technisch hohem Niveau bei gewachsener Beanspruchung moderner Brücken möglich.

### Holz: ein lebendiger Werkstoff - Landschaftsbezug und Kulturgut

Wegen des ansprechenden formschönen Erscheinungsbildes des lebendigen Werkstoffs Holz ergeben sich positive ästhetische und architektonische Eigenschaften. Zudem lassen sich mit dem Hightech Baustoff Holz neue architektonische Visionen durch vielfältige Gestaltungsvarianten verwirklichen. Dank neuer Technologien können ebenso massive wie filigrane Konstruktionen entstehen. Holzbrücken können mit viel Eleganz entworfen werden. Sie zeichnen sich durch einen hohen Freiheitsgrad bei der Formgebung aus. Diese Eigenschaften können, wenn sie richtig kombiniert und situativ mit viel Einfühlungsvermögen eingesetzt werden - Mensch und Technik -, lebendig zusammenführen.

Die Erbauer können ihrer Persönlichkeit und ihrem Stil, bei der Verwirklichung kreative, innovative und flexible Konstruktionen, Ausdruck verleihen. Durch optimale funktionale Formen kann er seine Aufgeschlossenheit gegenüber innovativen Konstruktionslösungen zeigen.

### Sichtbare Symbole der Handwerkskunst

Brücken aus Holz haben eine lange Tradition, in der Schweiz sowie auch in anderen Ländern.

Brücken schaffen Verbindungen: Wo zuvor Hindernisse waren, entstehen neue Wege. Diese bedeutende Funktion zeigt sich in der Überquerung von Flüssen, Strassen und Eisenbahnlinien. Jahrhunderte lange handwerkliche Erfahrung zeigt, dass durch

die Einzigartigkeit des Werkstoffes Holz anspruchsvolle Ingenieurbauwerke erschaffen werden können.

Seit Anfang des letzten Jahrhunderts kam Holz im Brückenbau bei spektakulären, Lehrgerüsten für den Beton und Stahlbau zur Anwendung. Meist waren diese technisch hochentwickelten Tragwerke Fachwerkstrukturen. Diese Tragwerke haben Symbolcharakter und sind Aufsehen erregende Konstruktionen.

Mit der Entwicklung des Brettschichtholz (BSH), sowie von leistungsfähigen Holzwerkstoffen und neuer Technologien im Bereich der Verbindungstechnik entstand eine Vielfalt von Möglichkeiten im modernen Ingenieurholzbau. Der Holzbrückenbau feiert sein Come-back in Form von Mischbauweisen bei denen Holz als dominierender Werkstoff eingesetzt ist.

### Holzbrücken sind dauerhaft

Zahllose Holzbrücken zeugen von der langen Haltbarkeit von Holzkonstruktionen.

Grundvoraussetzung ist eine sorgfältige Planung und Umsetzung nach den Regeln des konstruktiven Holzschutzes. Bei Einhaltung dieser Konstruktionsregeln ist Holz auch im Aussenbereich ohne Oberflächenbehandlung dauerhaft. Nicht jede Holzart ist für die Anwendung im Freien geeignet. Unter den einheimischen Hölzern hat die Robinie, gefolgt von der Eiche, Edelkastanie und Lärche die grösste natürliche Resistenz. Bei richtiger Konstruktion sind auch Kiefer, Fichte und Tanne gut für die Verwendung im Freien geeignet.

Eine unbehandelte Oberfläche entwickelt sich wie jedes andere natürlich Material weiter: sie dunkelt nach. Bei Regen nimmt das Holz mit der Zeit eine waschbrettartige Oberfläche an, da das weichere Frühholz schneller ausgewaschen wird, als das härtere Spätholz. So entsteht das charakteristische Aussehen älterer Holzkonstruktionen. Diese Veränderung bedeutet keine Qualitäts- und Festigkeitsverluste: Holz bleibt ein qualitativ hochwertiges Baumaterial.

Die Schweizer Ingenieure und Holzbaubetriebe besitzen das Know How für eine handwerklich perfekte Umsetzung des konstruktiven Holzschutzes und garantieren so dem Symbolbau geringe Wartungsarbeiten und lange Haltbarkeit.

### Vorteile bei Herstellung und Montage

Kurze Montagezeiten ohne aufwendiges Einrücken der Baustelle, ergeben sich durch die Möglichkeit einer hohen Vorfertigung im Werk. Diese rationelle und witterungsunabhängige Vorfertigung gewährleistet qualitativ hochwertige Konstruktionen.

Holz besitzt ein besonders günstiges Verhältnis zwischen seiner Zugfestigkeit und seinem Eigengewicht. Dieses Verhältnis wird durch die Reisslänge - die Länge bei der der Werkstoff unter Eigenlast bricht - beschrieben. Sie ist bei Holz wesentlich grösser als bei den Konstruktionsmaterialien Stahl und Beton.

Material	Zugfestigkeit N/mm <sup>2</sup>	Reisslänge km
Baustahl	520 - 620	6.7 - 8.0
Beton	3 - 4	0.12 - 0.16
Nadelholz	50 - 150	11.0 - 30.0

Dadurch steigt die Attraktivität von Holz besonders bei nachträglichen Auf- und Umbauten. Der resultierende Arbeitsaufwand ist relativ gering, da die Konstruktionselemente meist lösbar - genagelt, geschraubt oder verbolzt - miteinander verbunden sind. Das geringe Eigengewicht erleichtert eine Montage vor Ort und den Transport mit vernünftigen Kränen. Die Fundamente können in ihrer ursprünglichen Form erhalten bleiben, was Holz zu einem idealen ökonomischen Baustoff macht. Eine Synthese aus den unterschiedlichsten Materialien mit denen sich der flexible Baustoff Holz kombinieren lässt trägt dazu bei, die einzelnen Elemente einer Brücke wie Geländer, Beläge, Tragkonstruktion und Fundamente zu einer funktionalen und optimalen Einheit zu verbinden.

Obwohl Holz ein brennbares Material ist, hat es im Brandfall den Vorteil, dass das Versagen der Konstruktion erst spät eintritt, begleitet von warnenden Knackgeräuschen. Zudem behält Holz bei hohen Temperaturen seine Stabilität und Form bei.

### Projekterfolg durch Transparenz

Eine transparente Projektplanung und Ausschreibung erleichtert nicht nur dem Unternehmer die Offertstellung, sondern ebenfalls dem Bauherrn den Vergleich der unterschiedlichen Angebote.

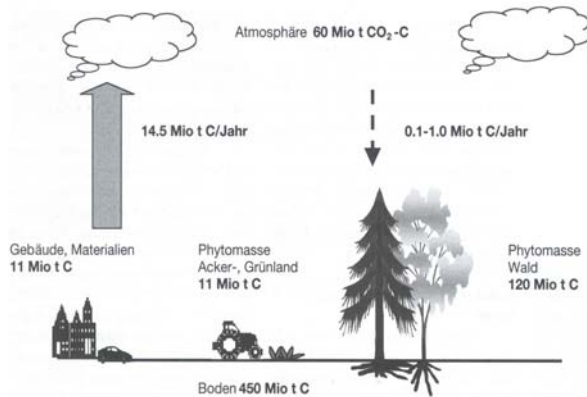
Um gute und günstige Lösungen von Unternehmern zu erhalten, ist es möglich, einen Gesamtleistungswettbewerb auszuschreiben, bei dem jeder Anbieter die Brücke mit dem, auf seinen Betrieb zugeschnittenem System, offerieren kann. Ebenfalls können bei der Offertabgabe Unternehmervarianten zugelassen werden. Ist die Entscheidungsmatrix bekannt, hat der Anbieter die Möglichkeit, die Vorzüge seines Werkstoffs bzw. seines Systems für das Projekt auszunutzen und herauszustellen.

Zum realistischen Vergleich der Kosten, ist es notwendig die Systemgrenzen des zu offerierenden Bauwerks klar festzulegen. Darüber hinaus ist es empfehlenswert, eine klar definierte Kostenstruktur für die Offerte vorzuschreiben. Darin können die Bestandteile der Brückenkonstruktion wie z.B. die Widerlager und Fundationen, die Unterhalts- und Entsorgungskosten, definiert werden.

Um den Holzbauern gleiche Chancen bei der Offertstellung einer Holzbrücke zu geben, muss der Ausarbeitungsgrad der unterschiedlichen Konstruktionsweisen auf gleichem Niveau liegen. Je gründlicher die Ausarbeitung der Konstruktionsdetails einer Holzbrücke in der Offertphase ist, desto exakter kann der Preis angegeben werden. Bei einer nur groben Planung besteht die Gefahr, dass der Holzbauer bei der Abgabe des Angebots um einen Risikozuschlag erhöht und somit möglicherweise die Holzvariante gegenüber anderen Materialien nicht mehr konkurrenzfähig ist. Bei Holzbrücken ist häufig ein hoher Planungsaufwand notwendig. Eine frühzeitige Zusammenarbeit mit dem Holzbauer erleichtert die Ausarbeitung der Konstruktionsdetails. Der erhöhte Planungsaufwand wirkt sich im späteren Verlauf positiv auf die Gesamtkosten aus, da bei der Fertigung und Montage Zeit und somit Kosten gespart werden können. Zudem besteht unter Umständen die Möglichkeit von Einsparungen im Bereich der Fundationen, aufgrund des geringeren Eigengewichts des Werkstoffs Holz.

## Holz im Kreislauf

Abbildung 1: Kohlenstoffhaushalt der Schweiz



Durch Holzzuwachs des Schweizer Waldes werden jährlich der Atmosphäre 10 Millionen Tonnen Kohlenstoff entzogen. Somit spielt der Schweizer Wald eine wichtige Rolle im Kohlenstoffhaushalt der Erde.

Je mehr Holz verbaut wird desto mehr Kohlenstoff bleibt gespeichert und durch Aufforstung kann neuer Kohlenstoff gebunden werden.

Bei der Betrachtung von Konstruktionen sind nicht nur die Ausgangsmaterialien, sondern auch deren Energiebedarf bei der Herstellung, der tatsächlichen Nutzung, Umnutzung, Abnutzung und Entsorgung zu berücksichtigen. Diesen Energiebedarf bezeichnet man als graue Energie. Der Schweizer Wald wird nach den

Gesichtspunkten der Nachhaltigkeit bewirtschaftet, dabei wird nicht nur auf den Erhalt der Waldfläche, sondern auch auf ein gesundes ausgewogenes Gefüge im Ökosystem Wald grössten Wert gelegt. Bei Holz ist echtes Recycling möglich: Ist das Holz als Baumaterial nicht mehr zu gebrauchen, kann es immer noch energetisch genutzt werden. Somit schliesst sich der Kreislauf der Natur. Neben der guten Umweltverträglichkeit von Holz unterstützt ein erhöhter Verbau von Schweizer Holz die regionalen Wirtschaft- und Arbeitskreisläufe.

### Auskunftsstellen

Hochschule für Architektur, Bau und Holz  
HSB

Abteilung F+E, Holzbau

Dr. Jan Hamm

e-mail: [jan.hamm@hsb.bfh.ch](mailto:jan.hamm@hsb.bfh.ch)

Tel: +41 (0)32 344 03 41

Fax: +41 (0)32 344 03 91

[www.hsb.bfh.ch](http://www.hsb.bfh.ch)

LIGNUM, Holzwirtschaft Schweiz

Roland Brunner

e-mail: [roland.brunner@lignum.ch](mailto:roland.brunner@lignum.ch)

Tel +41 (0)1 267 47 77

Fax +41 (0)1 267 47 87

[info@lignum.ch](mailto:info@lignum.ch)

**A.5 Liste Holzbrücken der Schweiz**

Nr.	Brücke	Nutzungsart	Standort	Stat. System	Baujahr	Spannweite	Fahrbahn	Infos
1	Dörfli Brücke	Strassenbrücke	Eggiwil	Bogen	1984			gedeckt
2	Cumpogna Brücke	Strassenbrücke	Tiefencastel	Bogen	2000	20.0m	BSH quervorgespannt, Fi, Asphaltbelag	
3	Zollhaus Brücke	Strassenbrücke	Schwarzsee	Bogen	1998	24.2m	Beton, Walzasphalt	
4	Quintobrücke	Fussgänger	Quinto	Bogen	1991	29.2m	BSH, Strassenteppich, nicht Druckimprägniert	
5	SBB Brücke	Strassenbrücke, 28t	Romanshorn	Bogen	2001	32.0m	quervorgespannte Vollholzplatte,	
6	Crestawald Brücke	Strassenbrücke	Sufers	Bogen	1996	32.1m	Holz-Beton-Verbund, Asphaltbelag	
7	Tratt Brücke	Fussgänger	Landquart	Bogen	1992	32.5m	BSH quervorgespannt, faserverstärkter Betonbelag	
8	San Nicola Brücke	Strassenbrücke	Strada	Bogen	1993	39.0m	BSH, Fi, quervorgespannt, Walzasphalt	
9	Reussteg	Fussgänger	Flüelen	Bogen	1990	40.0m	BSH, CFK, Gussasphalt	
10	Punt la Resgia	Strassenbrücke	Innerferrera	Bogen	1998	45.7m	Holz-Beton-Verbund, keine Druckimprägnierung, Walzasphalt	
11	Broye Brücke	Fahrradbrücke	Ins / Sugiez	Bogen	2001	53.0m	Bretter, Fi, 3Schichtplatte, Gussasphalt	
12	Manzenhueb Brücke	Strassenbrücke	Wila / Farnegg	Durchlaufträger	1992		Bitumenbelag	
13	Stirnemann Brücke	Fussgänger	Langnau a. A.	Durchlaufträger	1995	17.5m	Bretter, keine Druckimprägnierung	
14	Städtlisteg	Fussgänger	Mellingen	Durchlaufträger	1999	22.0m	Brettsperrholz, Gussasphaltestrich	
15	Bahn Überführung	Strassenbrücke	Rosshäusern	Durchlaufträger	1995	30.0m		
16	Aare Brücke	Fussgänger	Kallnach	Durchlaufträger	1999	34.8m	FSH, abgesplittet	
17	Pradella Brücke	Fussgänger	Scoul	Durchlaufträger	1990	42.0m	FSH mit Asphaltbelag	
18	Passerelle		Sins	Durchlaufträger	2002	104.0m		
19	Rapperswill Steg	Fussgängersteg	Rapperswill Hurden	Durchlaufträger	2001	841m	Eichenbelag	



20	Echallens Brücke	Fussgänger	Echallens	Einfacher Balken	1996		Bohlen, FI/TA,	
21	Fischzucht-Brücke	Fussgänger	Hallwill	Einfacher Balken	1995	10.2m	Sperrholz, CFK, Asphaltteppich	
22	Rösern Brücke	Fussgänger	Liestal	Einfacher Balken	1984	10.2m	Bohlen, FI/TA, CFK	
23	Peterswinkel-Brücke	Fussgänger	Lachen	Einfacher Balken	1994	12.0m	Bretter	
24	Seepromenadensteg	Fussgänger	Zug	Einfacher Balken	1996	14.2m	Bretter Lärche unbehandelt	
25	Gonzenbach Brücke	Strassenbrücke	Mosnang	Einfacher Balken	1995	14.8m	FSH, Asphaltbelag mit eingestreutem Schlackensand	
26	Birse Brücke	Fussgänger	Tavannes	Einfacher Balken	1994	15.4m	Bretter, Lärche, CFK	
27	Samnaun Brücke	Strassenbrücke	Samnaun	Einfacher Balken	1992	19.6m	Multiplex, Bu, Epoxy Belag	
28	Laader Brücke	Strassenbrücke	Nesslau	Einfacher Balken	1996	30.0m	FSH, Walzasphalt	
29	Velo Brücke	Fahrradbrücke	Gaissau	Einfacher Träger	1999	45.0m	gerillte Eichenbohlen	gedeckt
30	Thur Brücke		Nesslau	Einfeldträger	1996	30.0m		
31	Sinser Passerelle	Fahrradbrücke	Sins	Einfeldträger	2002	104.0m	Kerto Q, Gussasphaltestrich	
32	Muranzina - Brücke	Fussgänger	Sta. Maria	Fachwerk	1990	14.0m	Bretter, Lärche	
33	Forsthaus Brücke	Fussgänger	Sihlwald	Fachwerk	1997	32.5m	Bretter, Lä, unbehandelt	
34	Broc Brücke	Fussgänger	Broc	Fachwerk	1995	51.8m	Bretter, Lä,	
35	Simme Brücke	Fahrradbrücke	Wimmis	Fachwerk	1988	108.0m		gedeckt
36	Thur Brücke	Strassenbrücke mit Fussgängersteg	Alten/Andelfingen	Fachwerkbrücke, 4 Felder	1992	126.0m	BSH, Gussasphaltestrich	gedeckt
37	Restoroute Brücke	Fussgänger	Martigny	Hängebrücke	1991	48.0m	Bretter, Lä, keine Druckimprägnierung	
38	Hohe Promenade	Fussgänger	Davos	Hängewerk	1982		Bretter, FI, CFK	
39	Blindensteg	Fussgänger	Dättlikon	Hängewerk	1991	15.1m	Bretter, Lärche, CFK	
40	Vispasteg	Fussgänger	Visp	Hängewerk	1991	22.5m	Bretter, Lä, keine Druckimprägnierung	
41	Steini Brücke	Fussgänger	Innertkirchen	Hängewerk	1998	30.0m	FSH, Kunststoff mit Quarzsand	
42	Val Tgiplat	Strassenbrücke	Tomils - Scheid	Sprengwerk	1998			
43	Drostobel Brücke	Strassenbrücke	Klosters / Serneus	Sprengwerk	1992	10.0m	FSH, Walzasphalt	

44	Val Tgiplaat Brücke	Strassenbrücke	Tomils - Scheid	Sprengwerk	1999	17.5m	FSH, Walzasphalt	
45	Saga Steg	Strassenbrücke	Schiers	Sprengwerk	1991	25.5m	FSH, Walzasphalt	
46	Ronatobel Brücke	Strassenbrücke	Furna, Fideris	Sprengwerk	1991	32.2m	Beton	
47	Pont de la Gîte	Strassenbrücke	Montbovon	Sprengwerk	1999	32.7m		
48	Selgis Brücke	Strassenbrücke	Selgis	Ständerfachwerk	2001	36.8m	Holzplatte, quervorgespannt, Bitumen, Schwarzbelag	
49	Passarelle Sevelen	Fahrradbrücke	Sevelen N13	Trogbrücke	1998		FSH	
50	Sur En	Strassenbrücke	Ardez	Unterspannung	1998	25.5m	FSH, Asphaltbelag	
51	Traversina Brücke	Fussgänger	Thusis / Sils	Unterspannung, Hängefachwerk	1996- 1999	47.0m	Nut / Feder, Lä, unbehandelt	

**A.6 Weiterbildungsveranstaltungen 2006****TITEL DER VERANSTALTUNG:..... Einsatz von innovativen Baustoffen und Verbindungsmöglichkeiten im Holzbrückenbau**

Durchführungsort: HSB Biel

Datum: 2006

(Kurs)-Inhalt:

In Form von Referaten oder Referaten kombiniert mit einem Workshop werden die Themenblöcke statisch-konstruktive Ausbildung von Brückenkonstruktionen und Konstruktionsdetails, sowie die Konstruktion mit innovativen Baustoffen und Verbindungsmöglichkeiten behandelt.

Zielgruppe:

Zielgruppe sind Planer und ausführende Unternehmen, die im Bereich Brückenbau tätig sind.

Rubrik im Jahresprogramm:

<input type="checkbox"/>	Architektur	<input type="checkbox"/>	<b>Bau und Energie</b>
<input type="checkbox"/>	<b>Bauingenieurwesen</b>	<input type="checkbox"/>	Holzindustrie
<input type="checkbox"/>	Holzhaus- und Ingenieurbau	<input type="checkbox"/>	Management
<input type="checkbox"/>	Möbel, Innenausbau, Design	<input type="checkbox"/>	Normierungen
<input type="checkbox"/>	Oberflächentechnik/Holzschutz	<input type="checkbox"/>	
	Nachdiplomstudien		
<input type="checkbox"/>	Technische Kurse		
<input type="checkbox"/>	Neue Rubrik:		
<input type="checkbox"/>	Cours en français		