

# Drehbettungswerte für Holzpfeifen

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Joachim LINDNER

Technische Universität Berlin, Institut für Bauingenieurwesen, Fachgebiet Stahlbau

**KURZFASSUNG:** Beim Nachweis des Biegedrillknickens wird häufig die abstützende Wirkung angrenzender Bauteile wie Trapezprofile berücksichtigt. Für den bei kleineren Bauten auch vorkommenden Fall der Abstützung durch Holzpfeifen gibt es bisher keine Angaben über die stabilisierende Wirkung dieser Holzpfeifen. Hier wird über Versuche berichtet, mit deren Hilfe Werte für die anzusetzenden Drehfedern ermittelt wurden. Es wurden dabei 2 Typen von Verbindungen untersucht, nämlich HMB-Anker und Winkelverbinder BMF. Dies führt zu Angaben für die Drehfedern  $C_{\partial A,k}$ , die dann als Einzelfedern oder als umgerechnete Drehbettung bei der Ermittlung des idealen Biegedrillknickmomentes  $M_{Ki}$  berücksichtigt werden können.

## 1 EINLEITUNG

Im Zuge der Überführung der Europäischen Vornorm des Eurocode 3 (ENV 1993-1-1) in die endgültige Norm prEN 1993-1-1 wurden auch die Stabilitätsnachweise für Träger und Stützen, die durch Biegung oder Druck oder Druck und Biegung beansprucht werden überarbeitet, woran *Prof. Greiner* mit seinen Mitarbeitern maßgeblichen Anteil hatte. Die neuesten Vorschläge /1/, /2/ liegen dem project team für prEN 1993-1-1 zur Einarbeitung vor.

Diese Nachweise beschreiben zunächst nur die einfachsten Grundfälle der Beanspruchung, mit denen die Nachweise für das Biegeknicken oder das Biegedrillknicken geführt werden.

Um zu einer wirtschaftlichen Dimensionierung von Stahlträgern zu gelangen, wurde in den letzten Jahren in immer stärkerem Maße die stützende Wirkung von angrenzenden Bauteilen beim Nachweis ausreichender Sicherheit gegenüber dem Biegedrillknicken herangezogen. Für Pfeifen in Hallen ist die Berücksichtigung der aussteifenden Wirkung der Dachhaut, insbesondere von Stahltrapezprofilen, sehr verbreitet. Dies wird auch dadurch erleichtert, daß für diesen Fall umfangreiche Untersuchungen vorliegen /3/ bis /6/, deren Ergebnisse auch Eingang in die nationale und internationale Normung /8/, /9/ gefunden haben.

Bei kleineren Hallen, z.B. für landwirtschaftliche Gebäude, ist auch eine kombinierte Bauweise verbreitet, bei der auf Stahlrahmen Pfeifen aus Holz aufliegen. Für den Biegedrillknicknachweis der Rahmenriegel kann im Prinzip die abstützende Wirkung der Holzpfeifen herangezogen werden. Bisher fehlten allerdings detaillierte Untersuchungen, die einen Ansatz der Pfeifen als Drehfeder gestatten. Hier wird über eine erste Versuchsserie mit insgesamt 34 Versuchen berichtet, die an der TU Berlin zur Klärung dieser Frage durchgeführt wurden.

## 2 PROBLEMSTELLUNG

Sind als abstützendes Bauteil Trapezprofile vorhanden, so können diese rechnerisch durch den Ansatz der Schubsteifigkeit  $S_{id}$  und der Drehbettung  $c_{\vartheta}$  berücksichtigt werden. Bei den nur an einzelnen Stellen vorhandenen Holzpfeifen ergibt sich entsprechend eine Längsfeder  $C_N$  [kN/m] und eine Einzel-Drehfeder  $C_{\vartheta}$  [kNm]. Im folgenden soll auf die Frage, inwieweit auch eine Längsfeder angesetzt werden darf, nicht eingegangen werden, es wird ausschließlich die Wirkung der Drehfeder betrachtet.

Aus der Untersuchung von Stahltrapezprofilen ergab sich die wesentliche Erkenntnis, daß die Berücksichtigung der Biegesteifigkeit der Dachhaut allein, wie z.T. in älterer Literatur vorgeschlagen, nicht ausreichend ist. Je nach konstruktiver Ausbildung sind die Verformungen zwischen Pfette und Dacheindeckung von großer Bedeutung, die letztlich durch die Anschlußsteifigkeit  $c_{\vartheta A}$  (s. /8/, /9/) berücksichtigt wird.

Für Holzpfeifen liegen die Verhältnisse prinzipiell ähnlich. Auch hier treten im Anschlussbereich zwischen Pfette und Stahlträger zusätzliche Verformungen auf, die nicht vernachlässigt werden dürfen.

Um eine wirkungsvolle Drehfeder ansetzen zu können, muß die Holzpfeife durch mechanische Verbindungselemente mit dem Stahlträger verbunden sein. Dafür bieten sich die im Holzbau üblichen Verbinder an, wobei im Rahmen der hier durchgeführten Untersuchungen BMF-Anker und BMF Winkelverbinder berücksichtigt wurden.

## 3 VERSUCHE

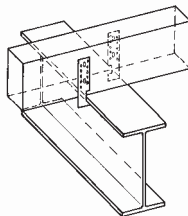
### 3.1 Versuchsgegenstand

Stellvertretend für warmgewalzte I-Profile wurden die Versuche an Profilen IPE 160 ( $b = 82$  mm) und IPE 240 ( $b = 120$  mm) durchgeführt. Die Träger wurden mehrfach verwendet.

Als Holzpfeifen kamen Kanthölzer  $8 \times 12$  cm (GK II, entsprechend S10) aus Kiefer zum Einsatz. Der Elastizitätsmodul schwankte zwischen  $7600$  und  $13300$  N/mm<sup>2</sup>, der Mittelwert von  $9950$  entsprach dem Wert  $10000$  N/mm<sup>2</sup> nach DIN 1052.

Als Verbindungselemente wurden folgende Varianten untersucht:

- a) 2 diagonal angeordnete BMF-HE-Anker Typ 135, die mit je 6 BMF-Kammnägeln  $4,0 \cdot 40$  mm an die Pfette schlupffrei angenagelt waren, s. *Bild 1*.



*Bild 1* Anordnung von 2 BMF-HE-Ankern

- b) 4 symmetrisch angeordnete BMF-HE-Anker Typ 135, sonst wie vor.

- c) BMF-Winkelverbinder Typ BMF 6090, mit gewindefurchenden Schrauben D 6,3 mm mittig auf dem IPE 160 angeschraubt und mit je 5 BMF-Kammnägeln 4,0·4,0 mm an der Holzpfette befestigt, s. Bild 2.

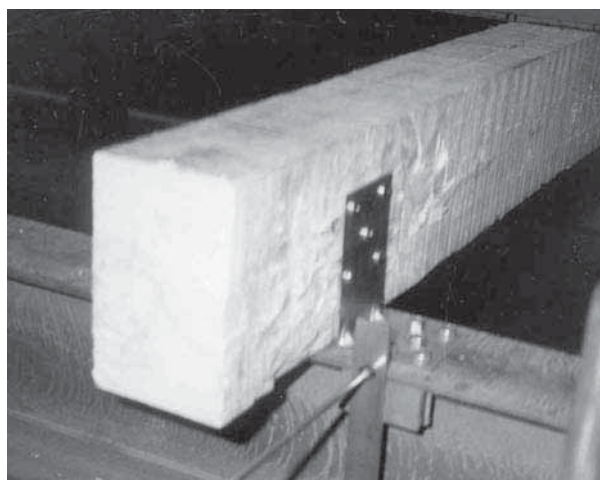


Bild 2 Verwendung von BMF-6090 Winkelverbindern

### 3.2 Versuchsaufbau

Die Versuche wurden an einem Ausschnitt aus einem realen Dach durchgeführt, wobei ein bereits früher /4/, /5/ benutzter Versuchsstand in gleicher Weise verwendet wurde. Über die beiden im Abstand von 2,20 m vorhandenen Stahlträger verlaufen die Holzpfetten, die über einen stählernen Lasteinleitungsträger durch Einzellasten belastet werden, s. Bild 3. Den Stahlträgern IPE 160 bzw. IPE 240 wurde beidseitig über angeschlossene Kragarme ein Drehmoment eingepreßt und die daraus resultierenden Verdrehungen im Anschlußbereich Stahlträger-Holzpfette gemessen.

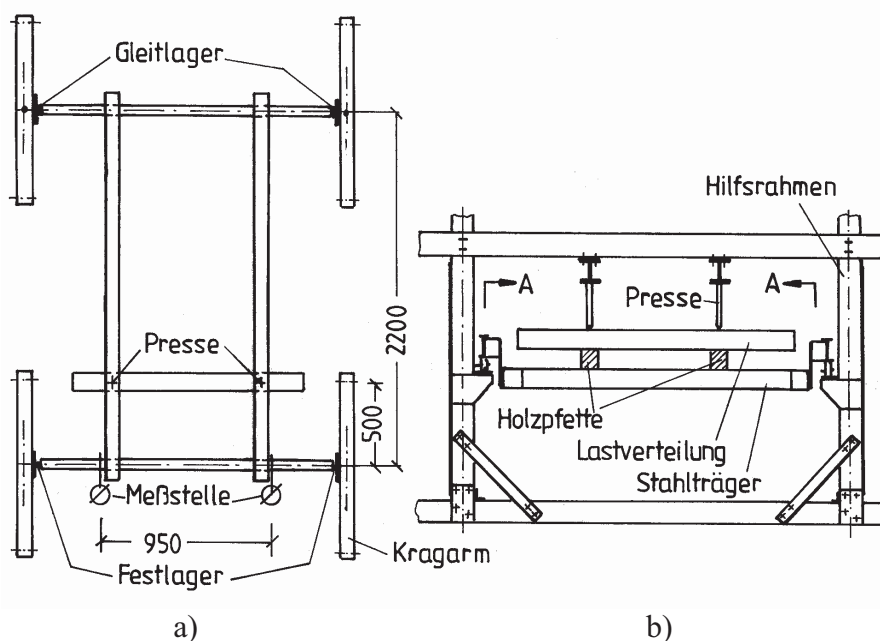
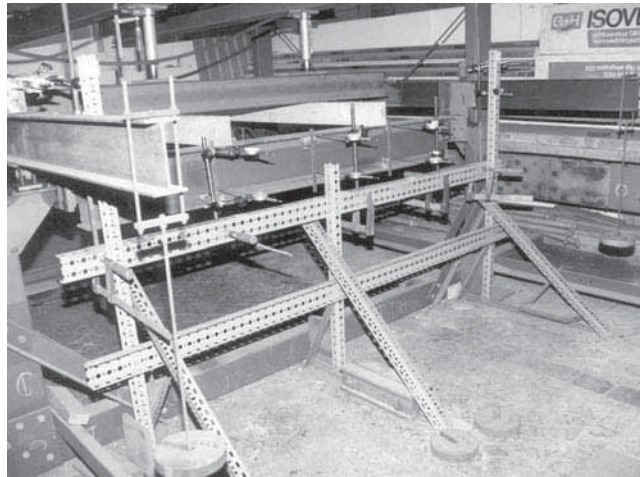


Bild 3a und 3b Versuchsaufbau mit Holzpfetten



*Bild 3c* Versuchsaufbau mit Holzpfetten

Die Auflast wurde unterschiedlich groß gewählt, sie ergab eine Auflagerkraft an dem gedrehten Stahlträger von 1,0 bis maximal 6,0 kN pro Holzpfette. Die Verdrehungen wurden im Bereich der beiden Pfetten und dazwischen gemessen. Für die Auswertung wurden die Meßwerte neben den Pfetten herangezogen und gemittelt.

Die Versuchsdurchführung erfolgte ansonsten so, wie in /4/ beschrieben.

## 4 VERSUCHSERGEBNISSE

Wie aus *Bild 4* zu ersehen ist, wird das Drehmoment bei der Befestigung mit BMF-HE-Ankern durch eine Zugkraft im Anker und eine Druckkraft an der Trägersaußenkante in die Holzpfette übertragen. Dabei drückt sich der Stahlträger bei hohen Torsionsmomenten in die Unterseite des Kantholzes ein. Bei Verwendung von 2 diagonal angeordneten Ankern verkanteten die Holzpfetten leicht, so dass der Bereich gegenüber der entsprechenden Zuglasche besonders stark eingedrückt wurde, s. *Bild 5*. Bei allen Versuchen wiesen die angenagelten Anker während der Versuche Verschiebungen in vertikaler Richtung auf, die damit Teil der Weichheit im Anschlußbereich sind.

Bei der Befestigung mit Winkelverbindern ergab sich insbesondere eine Aufweitung der Winkel durch die Übertragung des Torsionsmomentes, während auf der Auflagerseite der Holzpfetten nur geringe Eindrückungen vorhanden waren.

Das Ziel besteht darin, die Verdrehung  $\vartheta$  als Funktion des aufgebracht Torsionsmomentes  $M_T$  [kNm] darzustellen, so dass sich die Drehfeder direkt als Steigung der  $\vartheta$ - $M_T$ -Kurven ergibt. Es ist möglich, zu jedem Versuch solch ein Diagramm darzustellen. Beispielhaft ist dies für die Versuche Hmb6 und Hmb22 aus *Bild 6* zu sehen. Zwischenentlastungen sind nicht dargestellt. Da das Drehmoment in beiden Drehrichtungen aufgebracht wurde, ergeben sich positive und negative Drehfedern  $C_{\vartheta A1}$  und  $C_{\vartheta A2}$ , die dann gemittelt wurden.

Wegen des nichtlinearen Verlaufs der  $\vartheta$ - $M_T$ -Kurven ist es für die Festlegung von Grenzwerten für die Drehfeder bzw. Drehbettung erforderlich, eine maßgebende Grenzverdrehung zu definieren. Um unabhängig von den im Einzelfall vorhandenen statischen Verhältnissen zu sein, wurde in /3/ eine sehr große Grenzverdrehung, nämlich  $\vartheta = 0,10$ , festgelegt. Wegen der Vergleichbarkeit wird dieser Wert hier beibehalten, der damit zu unteren Grenzwerten für die

Drehfeder  $C_{\vartheta}$  führt. Schon in /4/ wurde darauf hingewiesen, dass auch größere Werte angesetzt werden dürfen, wenn im Grenzlastzustand kleinere Verdrehungen tatsächlich nachgewiesen werden.

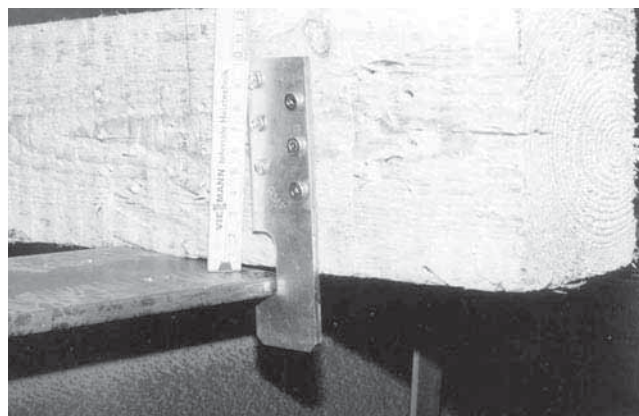
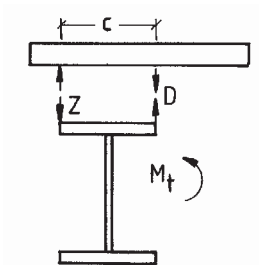


Bild 4 Statisches Modell zur Übertragung des Torsionsmomentes bei BMF-Ankern

Bild 5 Verformung des Anschlußbereiches

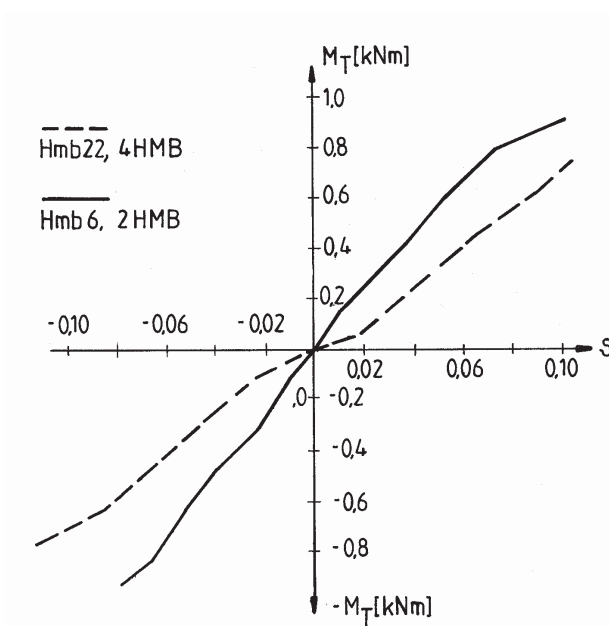


Bild 6 Beispiel für die gemessenen  $\vartheta$ - $M_T$ -Kurven

Um die Ergebnisse unabhängig von den im Versuch untersuchten Verhältnissen zu machen, werden aus den im Versuch gemessenen Verdrehungen die Anschlußsteifigkeiten herausgerechnet. Insgesamt liegt ein System von drei hintereinandergeschalteten Federn vor, /3/, /4/. Die Einflüsse aus der Biegeverformung der Holzpfette selbst ( $C_{\vartheta M}$ ) und der Profilverformung des Stahlträgers ( $C_{\vartheta P}$ ) sind allerdings gering und in vielen Fällen der praktischen Anwendung vernachlässigbar. Aus Gl. (1)

$$C_{\vartheta} = \frac{1}{\frac{1}{C_{\vartheta M}} + \frac{1}{C_{\vartheta P}} + \frac{1}{C_{\vartheta A}}} \quad (1)$$

ergibt sich dann Gl. (2) für die Anschlußsteifigkeit  $C_{\vartheta A}$

$$C_{\vartheta A} = \frac{1}{\frac{1}{C_{\vartheta, \text{Versuch}}} - \frac{1}{C_{\vartheta M}} - \frac{1}{C_{\vartheta P}}} \quad (2)$$

Die Werte für  $C_{\vartheta P}$  ergaben sich im vorliegenden Fall für den im Versuch vorhandenen Abstand der beiden Holzpfetten von  $a = 0,95$  m für

IPE 160:  $C_{\vartheta P} = 39$  kNm (Anker)                      bzw. = 37,2 kNm (Winkelverb.)

IPE 240:  $C_{\vartheta P} = 50$  kNm (Anker)

Der Wert für  $C_{\vartheta M}$  schwankt hier zwischen 147 und 188 kNm wegen der unterschiedlichen E-Moduln.

In einigen Versuchen konnte nur etwa eine Grenzverdrehung von  $\vartheta = 0,05$  erreicht werden. Diese Versuche werden im folgenden nicht weiter berücksichtigt. In den Fällen, in denen die erreichte Verdrehung dicht bei 0,10 lag, wurde dann auf diesen Wert extrapoliert.

Zu den Anschlußvarianten mit 2 bzw. 4 BMF-Ankern wurden Versuche mit unterschiedlich großen Auflasten von  $A = 0, 1,0, 2,0, 3,0$  kN durchgeführt. Dabei zeigte sich tendenziell eine Vergrößerung der Anschlußsteifigkeit bei größeren Auflasten, jedoch lagen die erreichten kleinsten Werte bei allen Auflasten dicht beieinander, s. *Tabelle 1*. Bei den Versuchen mit Winkelverbindern war die Wirkung einer größeren Auflagerkraft ausgeprägter, s. *Tabelle 2*.

Bei umfangreichen Versuchen mit Stahltrapezprofilen wurde festgestellt, daß die Breite des Stahlträgerobergurtes den Wert der Anschlußsteifigkeit beeinflusst. Daher werden unterschiedlich breite Stahlträgergurte nach /8/ und /9/ mit Gl. (3) auf eine Vergleichsbreite von 100 mm umgerechnet, diese Werte sind mit  $\bar{c}_{\vartheta A, k}$  bezeichnet.

$$c_{\vartheta A, k} = \bar{c}_{\vartheta A, k} \left( \frac{\text{vorh } b}{100} \right)^2 \quad \text{für} \quad \frac{\text{vorh } b}{100} \leq 1,25 \quad (3a)$$

$$c_{\vartheta A, k} = \bar{c}_{\vartheta A, k} \frac{\text{vorh } b}{100} \quad \text{für} \quad 1,25 < \frac{\text{vorh } b}{100} \leq 2,00 \quad (3b)$$

In /6/ und /7/ wurde dann vorgeschlagen, die Zahlenwerte 1,25 durch 1,15 und 2,00 durch 1,60 zu ersetzen, um eine bessere Anpassung an weitere inzwischen durchgeführte Versuche zu erreichen. Im Fall von Einzel-Drehfedern  $C$  ist die Drehbettung  $c$  [kNm/m] durch  $C$  [kNm] zu ersetzen.

Aus den hier durchgeführten Auswertungen ergibt sich, daß *Gl. (3a)* näherungsweise auch für die hier untersuchten Anschlüsse an Holzpfetten verwendet werden darf, wobei 1,15 eigentlich sogar durch 1,20 ersetzt werden dürfte.

Die Ergebnisse der durchgeführten Versuche sind aus den *Tabellen 1 und 2* zu ersehen. Von den durchgeführten 9 Versuchen mit 4 HMB-Ankern wurden in *Tabelle 1* nur 2 aufgeführt, bei denen zuverlässig für die gewählte Grenzverdrehung interpoliert werden konnte. Generell liegt bei dieser Anschlußart mit 4 HMB-Ankern die Schwierigkeit vor, dass die Anschlußsteifigkeiten bei kleineren Verdrehungen als  $\vartheta = 0,1$  kleinere Werte annehmen als bei  $\vartheta = 0,1$ . Damit ist es für die vorliegenden Ergebnisse nicht möglich, zuverlässige Werte für eine Grenzverdrehung anzugeben. Weiterhin unterscheiden sich die Ergebnisse für die unterschiedlichen Stahlträgerbreiten für IPE 160 und IPE 240 stark, so dass *Gl. (3)* für 4 HMB-Anker nicht anwendbar ist.

*Tab. 1* Ergebnisse der Versuche mit HMB-Ankern

<i>Versuch</i>	<i>Anzahl Anker</i>	<i>Träger IPE</i>	<i>Auflagerkraft [kN]</i>	$\bar{C}_{\vartheta A1}$ [kNm]	$\bar{C}_{\vartheta A2}$ [kNm]	$\bar{C}_{\vartheta A}$ [kNm]
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>
<i>Hmb1</i>	2	240	1,0	10,21	7,53	8,87
<i>Hmb6</i>	2	240	1,0	8,32	10,46	9,39
<i>Hmb18</i>	2	240	1,0	7,60	8,61	8,11
<i>Hmb20</i>	2	240	1,0	8,31	7,65	7,98
<i>Hmb23</i>	2	160	1,0	7,24	8,53	7,89
<i>Hmb24</i>	2	160	1,0	7,44	7,36	<u>7,40</u>
						m = 8,27 s = 0,72
<i>Hmb 17</i>	2	240	2,0	8,53	9,74	9,14
<i>Hmb19</i>	2	240		8,98	8,99	<u>8,99</u>
						m = 9,06
<i>Hmb12</i>	2	240	3,0	8,56	8,70	8,63
<i>Hmb14</i>	2	240	3,0	10,87	9,79	10,33
<i>Hmb16</i>	2	240	3,0	9,83	8,98	<u>9,41</u>
						m = 9,46
<i>Hmb22</i>	4	160	1,0	13,62	13,43	13,53
<i>Hmb25</i>	4	160	1,0	15,89	16,24	16,07

Für Stahltrapezprofile liegen inzwischen so viele Ergebnisse vor, daß eine statistische Auswertung der Versuche möglich ist. Dies ist in /5/ mit verschiedenen Methoden gemacht worden. Als Ergebnis stellt sich heraus, daß auch die Anwendung einer schon in /3/ vorgeschlagenen vereinfachten Methode möglich ist. Dabei wird als unterer statistischer Grenzwert der 0,8-fache Mittelwert angesetzt.

Da auch bei der Drehbettung durch Holzpfetten prinzipiell die gleichen Mechanismen vorliegen wie bei Stahltrapezprofilen, und für den Fall von 2 BMF-Ankern die Streuung *s* mit  $s \approx 0,09$  m in der gleichen Größenordnung liegt wie bei den Stahltrapezprofilen (/3/), wird dies hier übernommen. Damit ergeben sich für die Anwendung die in *Tab. 3* zusammengestellten Werte für eine Auflagerkraft von  $A = 1,0$  kN/Pfette.

Tab. 2 Ergebnisse der Versuche mit Winkelverbindern BMF

Versuch	Träger IPE	Auflagerkraft [kN]	$\bar{C}_{\vartheta A1}$ [kNm]	$\bar{C}_{\vartheta A2}$ [kNm]	$\bar{C}_{\vartheta A}$ [kNm]
1	2	3	4	5	6
Hmb27	160	1,0	2,93	2,89	2,91
Hmb28	160	1,0	3,20	2,97	3,09
Hmb29	160	1,0	3,26	3,12	3,19
Hmb30	160	1,0	3,21	3,00	<u>3,11</u>
					m = 3,08
Hmw 1	160	3,0	4,56	4,35	4,46
Hmw 2	160	3,0	4,47	4,01	<u>4,24</u>
					m = 4,35
Hmw3	160	6,0	6,29	6,29	6,29
Hmw4	160	6,0	6,26	5,56	<u>5,91</u>
					m = 6,10

Tab. 3 Charakteristische Werte  $\bar{C}_{\vartheta A,k}$  [kNm] für Anschlußsteifigkeiten, Auflagerkraft 1,0 kN/Pfette

Verbindung	$\bar{C}_{\vartheta A,k}$ [kNm]
2 HMB	6,6
4 HMB	8,0
1 BMF	2,4

Der Einfluß erhöhter Auflagerkräfte darf näherungsweise beim Anschluß mit 2 HMB-Ankern oder 1 BMF-Winkelverbinder durch einen Faktor  $k_A$  nach Gl. (4) berücksichtigt werden, wobei A in [kN] einzusetzen ist.

$$2 \text{ HMB-Anker: } k_A = 1,0 + (A - 1,0) 0,7, \quad A \leq 3 \text{ kN} \quad (4a)$$

$$1 \text{ WV BMF: } k_A = 1,0 + (A - 1,0) 0,20, \quad A \leq 6 \text{ kN} \quad (4b)$$

Die Anschlußsteifigkeit ergibt sich dann durch Multiplikation der Gl. (3a) mit  $k_A$ .

Da nur 2 Profile für Stahlträger untersucht wurden, ist z.Z. eine Extrapolation mit Hilfe der Gl. (3b) nicht möglich.

Eine Übertragung der Ergebnisse auf andere Querschnitte der Holzpfetten erscheint möglich, wenn die entsprechenden Verbindungen mindestens mit der gleichen Anzahl von Nägeln an die Holzpfetten angeschlossen sind wie in den Versuchen. Die Abmessungen und Stützweite der Holzpfetten gehen über den Wert  $C_{\vartheta M}$  dann in die Gl. (1) ein.

Verwendung der Ergebnisse beim Tragsicherheitsnachweis:

Die Federsteifigkeit  $C_{\vartheta A}$  kann in einer Berechnung des idealen Biegedrillkickmomentes  $M_{Ki}$  für das zu untersuchende Stahlprofil berücksichtigt werden. Dies kann durch Berücksichtigung der Einzel-Drehfedern an den Anschlußstellen der Holzpfetten oder durch Umrechnung dieser Werte



in eine verteilte Drehbettung  $c_{\theta}$  erfolgen. Damit wird dann der übliche Tragsicherheitsnachweis nach /8/ oder /9/ geführt, indem der bezogene Schlankheitsgrad  $\bar{\lambda}_M$  und daraus der Abminderungsfaktor  $\kappa_M$  berechnet werden.

Ein Nachweis der Tragsicherheit in Form der Feststellung einer erforderlichen Mindeststeifigkeit wie nach DIN 18800-2, Element (309) /8/ ist für die stabilisierende Wirkung der Holzpfetten z.Z. nicht möglich.

## 5 ZUSAMMENFASSUNG

Es wurden im Institut für Baukonstruktionen und Festigkeit der TU Berlin 34 Versuche durchgeführt, um Zahlenwerte für die Drehbettung durch Holzpfetten zu ermitteln. Daraus ergaben sich die in *Tabelle 3* genannten Werte.

Die Versuche wurden am Fachgebiet Stahlbau der TU Berlin im Rahmen einer Diplomarbeit von Herrn Dipl.-Ing. Björn *Brembach* mit Betreuung durch Herrn Dipl.-Ing. R. *Vieto* durchgeführt, denen ich dafür meinem Dank ausspreche.

## 6 LITERATURVERZEICHNIS

- /1/ Greiner R., Lindner J., *Draft for prEN 1993-1-1: 20xx, modified writing of 2<sup>nd</sup> Draft rev. (chapter 6.3.3: Bending and axial compression)*, 27.07.2001, TC 8-2001-15.
- /2/ Greiner R., Lindner J., *TC 8-proposal of Level 1-formulae for prEN 1993-1-1, chapter 6.2.2.2: Lateral torsional buckling of beams, buckling curves*. TU Graz 30.3.2001.
- /3/ Lindner J., Kurth W., *Ermittlung von Drehbettungsbeiwerten bei Unterwind*, Bauingenieur 55(1980), S. 365-389.
- /4/ Lindner J., Gregull T., *Drehbettungswerte für Dacheindeckungen mit untergelegter Wärmedämmung*, Stahlbau 58(1989), S. 173-179.
- /5/ Lindner J., Groeschel, F., *Drehbettungswerte für die Profilblechbefestigung mit Setzbolzen bei unterschiedlich großen Auflasten*, Stahlbau 65(1996), S. 218-224.
- /6/ Lindner J., *Influence of the type of connection on the torsional restraint coefficient*. Proceedings SDSS'97 (Stability and Ductility of Steel Structures), Nagoya, 1977, S. 483-490.
- /7/ Lindner J., Scheer J. und Schmidt H. (Herausg.), *Stahlbauten. Erläuterungen zu DIN 18800 Teil 1 bis Teil 4*, Berlin, Beuth und Ernst u. Sohn, 3. Auflage 1998.
- /8/ DIN 18 8002-2 (Teil 2), *Stahlbauten, Stabilitätsfälle, Knicken von Stäben und Stabwerken*, (11.1990).
- /9/ ENV 1993-1-3: 1992, Eurocode 3, *Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Part 1.3 Supplementary rules for cold formed thin gauge members and sheeting*, 4.1996.