

Bauakademie der DDR
Institut für Industriebau
Dipl.-Ing. J. Jankowiak
Dipl.-Ing. W. Rug

ENTWICKLUNG VON FACHWERKBINDERN AUS BRETTSCHICHTHOLZ (BSH)

1. Präambel

Im Zuge der erforderlichen Substitution von Stahl im Bauwesen werden im Institut für Industriebau seit 1983 Fachwerkbinder aus geklebten BSH für einen Einsatz unter hoher chemischer Belastung entwickelt. Diese Binder haben Spannweiten von 21 m und 24 m und Dachneigung von 10 % und 13 %. Sie wurden für Lastgruppen zwischen 6 kN/m und 18 kN/m bemessen, was bei einem Binderabstand 6 m, einer leichten Dacheindeckung (Wellasbest) und einer Schneelast von 0,5 kN/m² eine technologische Last bis zu 9 kN/m gestatten würde.

2. Zur Problematik der Dacheindeckung

Bevor näheres zur eigentlichen Entwicklungsarbeit an den FW-Bindern ausgeführt wird, ist es notwendig, einige Bemerkungen zur Problematik Dacheindeckung zu machen.

Bei einer Dachneigung von 10 % ist das Spektrum der möglichen und verfügbaren Eindeckungsvariante stark eingeschränkt. Wellasbestzementtafeln sind nach TGL 118 - 0154 und TGL 117 - 0065 Bl. 4 nur bis zu einer maximalen First-Traußlänge von 12,5 m zulässig. Für Binder mit einer Spannweite von 24 m ist es daher notwendig die Neigung zu vergrößern (13 %).

Die in der Lastannahme angenommenen Dachelemente (HWL-Diele, Holzwerkstoffverbundplatte, Stahl-Miwo-Bit) befinden sich noch im Entwicklungsstadium. Entsprechend den Einsatzrichtlinien für die Stahl-Miwo-Bit-Elemente ist jedoch jetzt schon festgelegt, daß ein Einsatz dieser Platten für den Industriebau nicht infrage kommt.

Als realisierbare Warmdachausbildung bliebe z.Zt. also nur das Bitumendämmdach. Diese Lösung ist im Vergleich zu den plattenförmigen Dachelementen jedoch sehr schwer, arbeits- und materialaufwendig.

Bei Kaltdachausführungen wäre mit der genannten Einschränkung der Einsatz von Wellasbestzementtafeln oder ein einfaches Pappdach auf Holzschalung möglich.

Ein möglicher Einsatz von Bindern mit geringen Neigungen hängt also vom verfügbaren Sortiment an Dachelementen ab.

3. Entwicklungsarbeit zu den Bindern

Um eine materialsparende, gut herstellbare Lösung zu finden, die sich gleichzeitig durch einen geringen Unterhaltungsaufwand auszeichnet, wurden verschiedene Gesichtspunkte bei der Entwicklung der Binder berücksichtigt.

3.1. Bindergeometrie und Verbindungsmittel

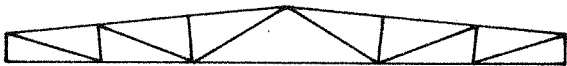
Zunächst wurden 4 verschiedene Bindergeometrien betrachtet, die für verschiedene Verbindungsmittel (Laubholzringdübel 100 x 13, TGL 33 135 BU; Stahlstifte 20 x 300, TGL 33 135) bemessen und durchkonstruiert worden waren.

Ein Vergleich der Holzverbrauchswerte für alle vier Varianten ergab, daß mit Ausnahme der

Variante "A" der Holzverbrauch bei Stabdübelverbindungen unter dem für Ringdübel lag (bei Variante "B" um 15 %, bei Variante "C" um 26 %, bei Variante "D" um 2%). Den geringsten Holzverbrauch wies dabei die Variante "C" auf.



VARIANTE A



VARIANTE B

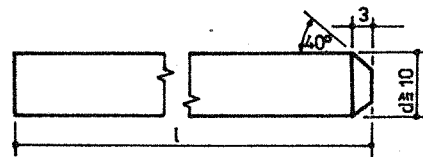


VARIANTE C

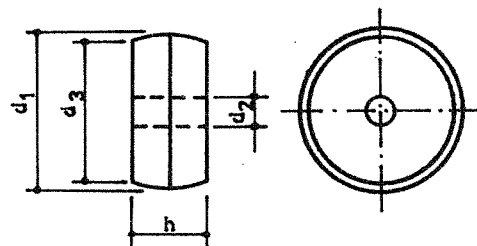


VARIANTE D

Bild 1: Darstellung der untersuchten Binder-geometrien

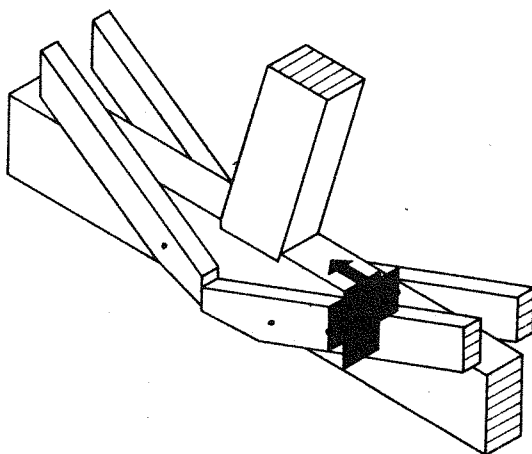


STAHLSTIFT RESP. STABDÜBEL GEMÄß TGL 33135/02



LAUBHOLZRUNDDÜBEL GEMÄß TGL 33135/02

Bild 2: Darstellung der untersuchten Ver-bindungsmittel



ANSCHLUß STREBE 2/55/124
6 LAUBHOLZRUNDDÜBEL 100x17
TGL 33135/02

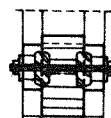


Bild 3

Darstellung des Materialverbrauchs

$g = 2,5 \text{ kN/m}^2$

Stabdübel

Ringdübel

alle vier Varianten

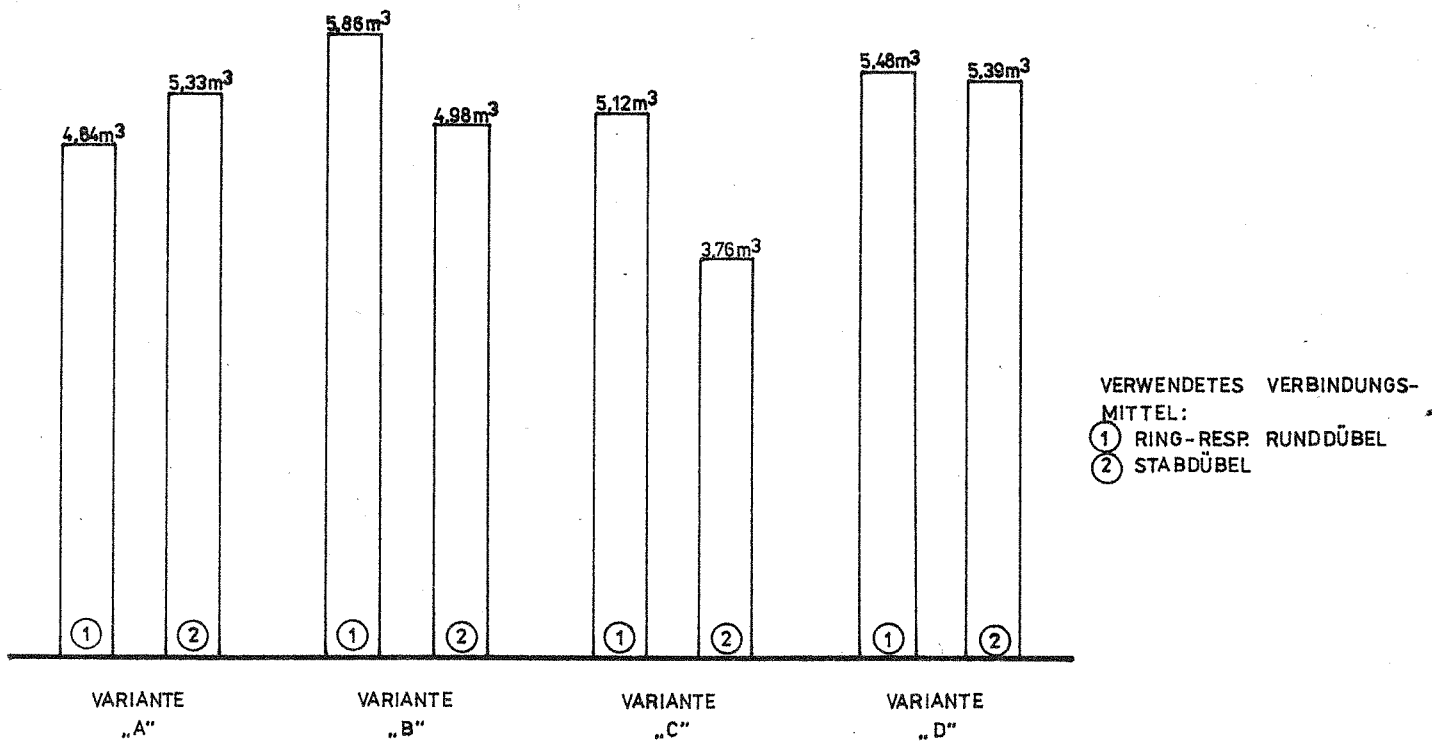


Bild 4: Errechneter Materialverbrauch pro Binder bei einer gleichmäßig verteilten Linienlast von $g = 15 \text{ kN/m}$

Aus diesem Grund wurde auch mit dieser Geometrie respektive dem Verbindungsmittel "Stabdübel" weitergearbeitet.

3.2. Ändern der Binderbelastung

Wichtig ist für die Bearbeitung des Themas festzustellen, wie groß der Einfluß verschiedener Kriterien auf den Materialverbrauch ist.

Zunächst wurde dabei als erstes Kriterium die Binderbelastung verändert. Die erste Bemessung der Binder erfolgte für eine Streckenlast von $g = 15 \text{ kN/m}$. Eine Verringerung dieser Last auf $g = 12 \text{ kN/m}$ brachte aber bei der Stabdübelausführung der Variante "C" eine Holzeinsparung von lediglich 2 %.

3.3. Betrachtung anderer Verbindungsmittel

Die Holzeinsparung, bei Verringerung der Lastgruppe von 2,5 auf $2,0 \text{ kN/m}^2$, ist wie gezeigt, nur geringfügig. Es ist aber möglich, über die Wahl anderer Verbindungsmittel, die notwendigen Anschlußflächen und so auch den Holzverbrauch zu senken.

VARIANTE „C“ - STABDÜBEL

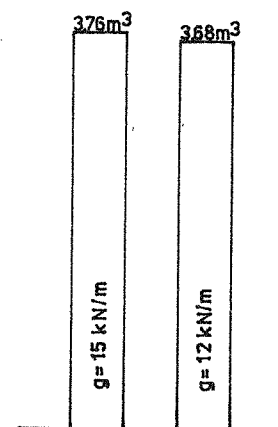


Bild 5: Verringerter Materialverbrauch durch verändern der Lastgruppe

3.3.1. Geklebte Knoten

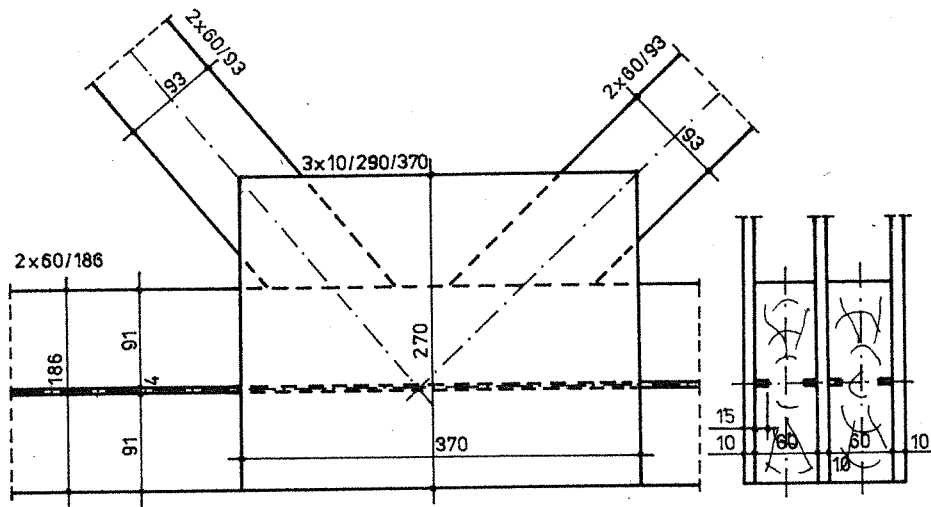


Bild 6: Konstruktive Ausbildung eines geklebten Knotens

Den höchsten Wirkungsgrad unter den Verbindungsarten weisen bekanntlich geklebte Verbindungen auf. Daher wurde eine mit Sperrholzknotenplatten geklebte Variante bemessen und durchkonstruiert. Diese Lösung wies einen sehr geringen Holzverbrauch auf. Als Problem erwies sich jedoch die Begrenzung der Klebefläche aufgrund der rheologischen Eigenschaften des Holzes bei starren Klebeverbindungen.

In der CSN 731701 ist sie z.B. auf 150 cm^2 beschränkt. Diese Forderung ergibt bei größeren Stabkräften die Notwendigkeit einer starken Teilung der Stäbe, um so die Anschlußfläche zu vergrößern. Damit wird jedoch gleichzeitig der Arbeitsaufwand erhöht, die konstruktive Ausbildung des Anschlusses kompliziert sowie bei Druckstäben die Knickstabilität entscheidend herabgesetzt. Aus den hier angeführten Nachteilen läßt sich schlußfolgern, daß FW-Binder mit geklebten Knotenplatten beim gegenwärtigen Kenntnisstand vorrangig für geringere Spannweiten infrage kommen.

VARIANTE „C“- $g=12 \text{ kN/m}$

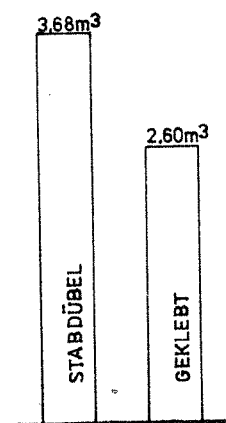


Bild 7: Verringerter Materialverbrauch durch Verkleben der Knotenpunkte

3.3.2. Knotenbleche und Stabdübel

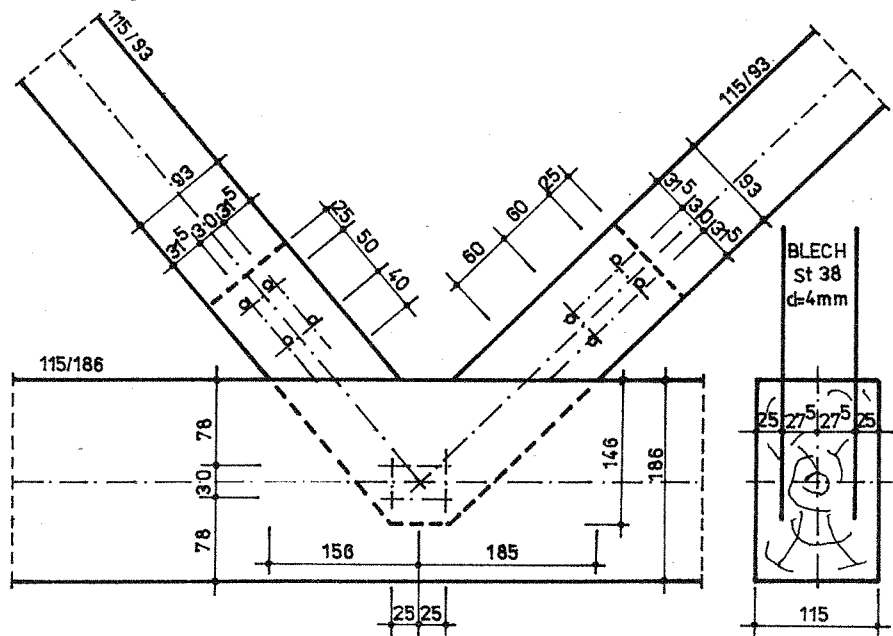


Bild 8: Knotenpunktausbildung Stabdübel mit Knotenblech

Eine weitere Anschlußvariante bildet die Stabdübelverbindung mit eingeschlossenem Knotenblech. Bei diesem Anschluß ist es teilweise möglich, die FW-Stäbe nach der Stabkraft und nicht nach der sich aus den Verbindungsmitteln ergebenden notwendigen Anschlußfläche zu bemessen. Dies ergibt sich, da die Holzteile nicht direkt, sondern über die Knotenbleche miteinander verbunden werden; so belasten alle Stabdübel das Holz parallel zur Faser.

Das Grundprinzip dieser Variante besteht aber in der besseren Auslastung der Biegefestigkeit der Stabdübel. Die eingeschobenen Bleche unterstützen die Dübel. Daher ist es möglich, auch kleinere Dübelndurchmesser (4, 6, 8 mm) einzusetzen. Hauptnachteil ist die Querschnittsschwächung der Stäbe durch das Schlitzeln. Vor allem bei Druckstäben führt die Teilung des Stabes durch das Schlitzeln zur erheblichen Verringerung der Knickstabilität in diesem Bereich. Wie von GEHRI/Schweiz in /1/ und /2/ gemachte Untersuchungen zeigen, ist die Gefahr des Knickens in den durch das Schlitzeln geschwächten Bereich sehr groß, vor allem, wenn der Stab sehr tief geschlitzt ist. Dies läßt sich jedoch durch konstruktive Maßnahmen einschränken oder im ungünstigen Falle auf Kosten der Schlankheit des Stabes abschwächen. Prinzipiell läßt sich zu dieser Anschlußart aber feststellen, daß sie einen recht hohen Wirkungsgrad aufweist und somit eine deutliche Senkung des Holzverbrauchs gegenüber der herkömmlichen Stabdübellösung möglich wird.

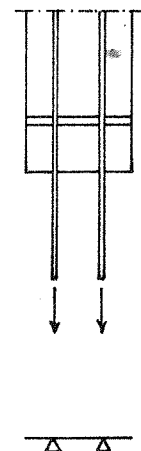


Bild 9: Statisches Schema der Dübelbelastung

Eine Reserve für die weitere Verringerung des Holzverbrauchs besteht bei dem Bemessungsbeispiel noch in der Dübelanordnung. Eine Optimierung der Dübelbilder durch Typisierung stellt der in der Schweiz patentierte BSB-Knoten dar /3/. Bei einer Nachbemessung der Knotenblechvariante entsprechend der Blumerschen Bemessungstafeln ergab nur, infolge der patentierten Knoten, eine Holzeinsparung von ca. 5 %.

Eine weitere Optimierungsmöglichkeit besteht bei den gegenwärtig geltenden Mindestabständen. Hier ergeben sich z.Zt. rechteckige Einflußflächen für die Stabdübel, die sicherlich nicht dem tatsächlichen Spannungsverlauf in der Umgebung des Dübels entsprechen.

VARIANTE „C“- $g=12\text{ kN/m}$

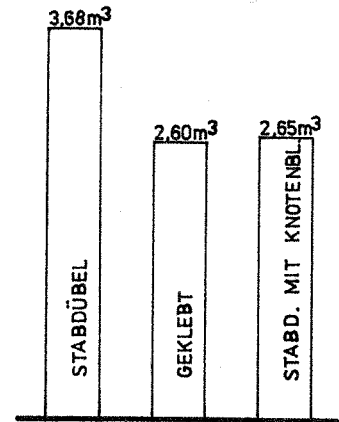


Bild 10

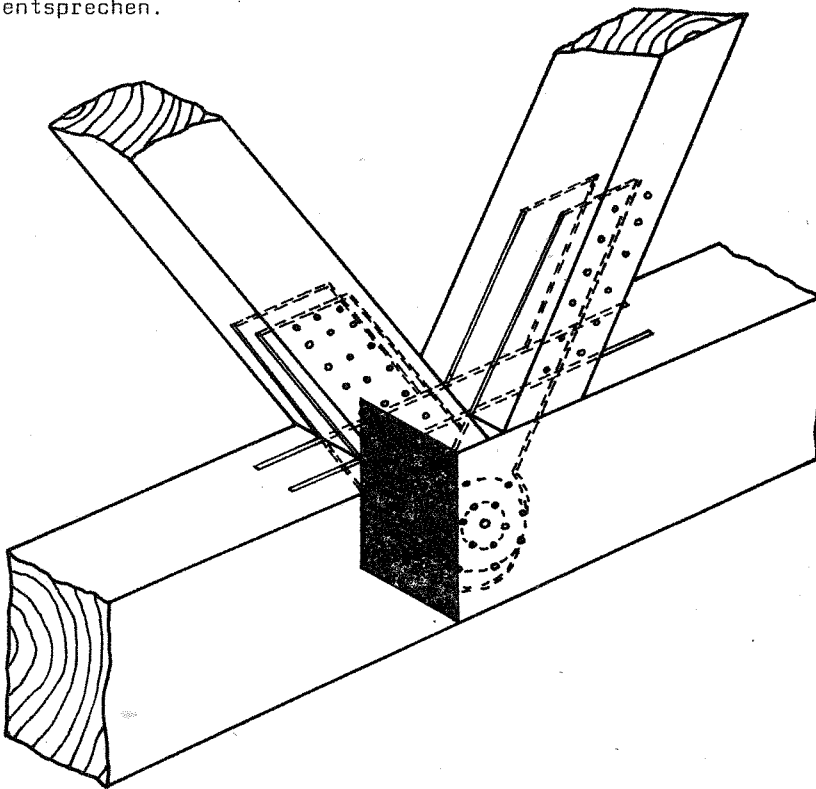


Bild 11: BSB-Knoten

DÜBELBILD (Ø20) NACH TGL 33 135

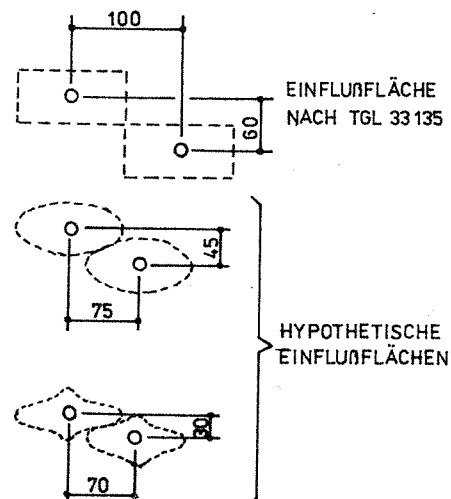
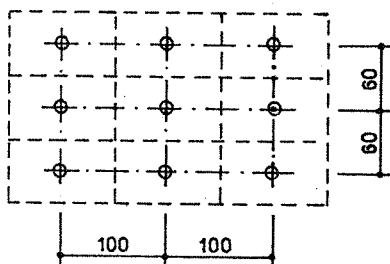


Bild 12: Hypothetische Einflußfläche eines Stabdübels Ø 20

Zur Verringerung des Holzverbrauchs kann auch die richtige Wahl des Dübeldurchmessers in Abhängigkeit von der Holzdicke führen. Wichtig ist hierbei eine möglichst gleichmäßige Auslastung der zwei für die Dübelbemessung ausschlaggebenden Kriterien, der vorhandenen Lochreibungs- und Biegespannung.

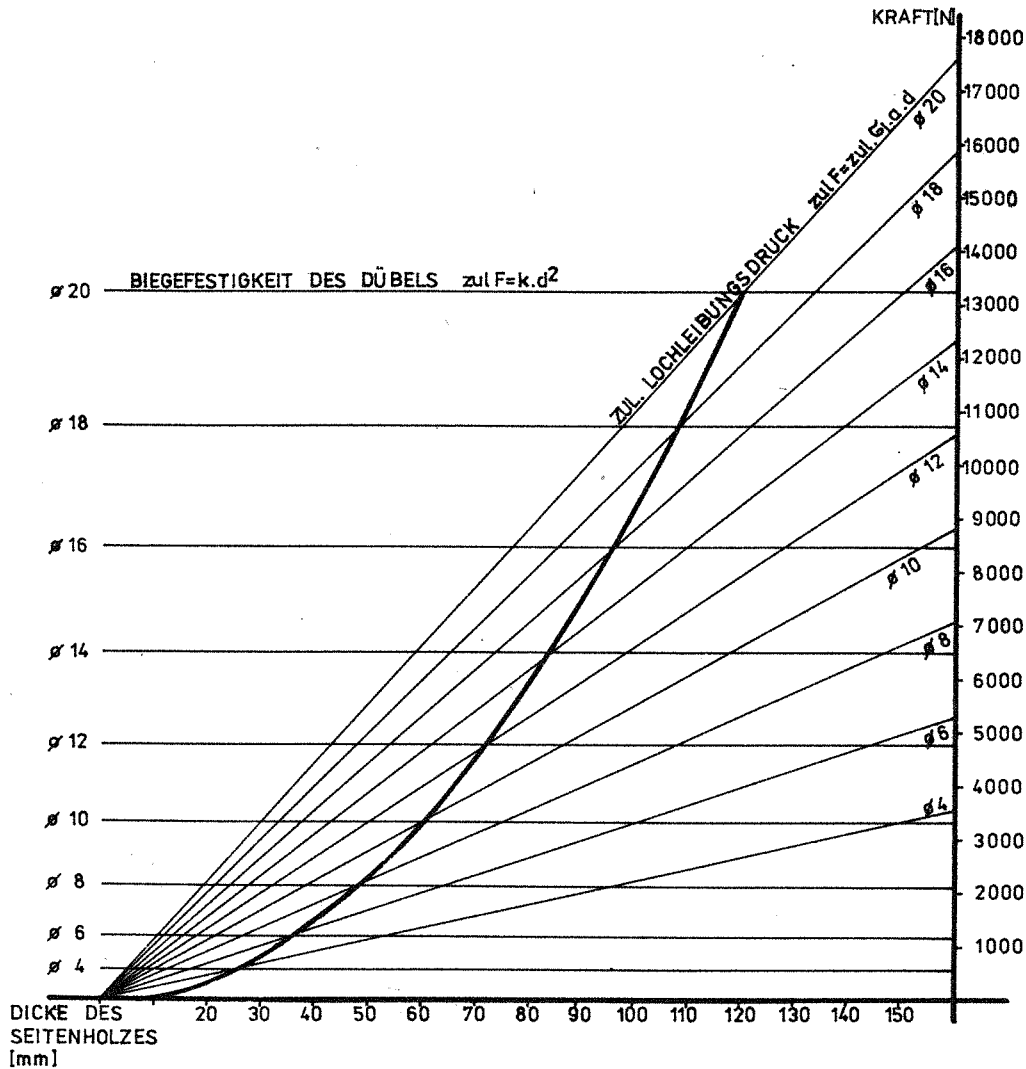


Bild 13: Bestimmen des optimalen Dübeldurchmessers in Abhängigkeit von der Dicke des Seitenholzes

3.4. Verändern der Binderhöhe

Als letztes Kriterium wurde die Binderhöhe variiert. Bisher hatten alle untersuchten Binder die Drenpelhöhe von 1100 mm. Es zeigte sich, daß bei einer Vergrößerung der Drenpelhöhe auf 1500 resp. 2000 mm der Holzverbrauch um 6 % resp. um 11 % gesenkt werden kann. Da bei einer Drenpelhöhe von 2000 mm der Binder jedoch eine Firsthöhe von ca. 3000 mm hat und dieses negativ auf die Manipulierbarkeit wirken würde, erscheint es zweckmäßig nicht über eine Drenpelhöhe von 1500 mm hinauszugehen.

4. Kurze Zusammenfassung der Ergebnisse

Im Artikel wird der Einfluß verschiedener Kriterien, wie der Bindergeometrie, der Wahl des Verbindungsmittels, der Belastung der Binder, der Knotengeometrie sowie der statisch wirk-

samen Binderhöhe auf den Materialverbrauch untersucht.

Entsprechend dieser Kriterien erwies sich die geklebte Knotenpunktausbildung hinsichtlich des Materialverbrauchs als optimalste Variante. Hier sind aber durch die Holzeigenschaften objektive Grenzen gesetzt, die, werden sie überschritten, eine Erhöhung des Arbeitsaufwandes mit sich führen.

Stabdübelausführungen mit eingeschobenen Knotenblechen ermöglichen ebenfalls eine bedeutende Holzeinsparung. Hier sind forschungsseitig noch etliche Grundlagen ungenügend geklärt sowie eine Reihe von Problemen technologisch bedingt. Daher gilt es die Spannungsverhältnisse im Knotenbereich, im Hinblick auf einen optimalen Anschluß der Stäbe, weiter zu untersuchen und sich in stärkerem Maße der Klärung technologischer Fragen zu widmen.

Literaturverzeichnis

- /1/ Gehri, E.:
Zur Tragfähigkeit von Stabdübelverbindungen
Ingenieurholzbau in Forschung und Praxis, Bruderverlag 1982
- /2/ Gehri, E.:
Fachwerkträger aus Buche und Fichte mit Stahlknotenplatten in eingeschlitzten Hölzern
Publikation Nr. 82-1, Baustatik und Stahlbau, ETH Zürich 1982
- /3/ Blumer, H.:
Verbindung für Holzträger
Erfindungspatent für die Schweiz und Lichtenstein, Patentschrift 636 395



Institut für Industriebau



Zentrale Fachsektion
Industriebau bei der
KDT

Mitteilung

Nr. 1/85

des Fachausschusses Ingenieurholzbau
und des Institutes für Industriebau

III. Holzbauseminar 1984

Herausgeber: Dipl.-Ing. W. Rug – Vorsitzender des Fachausschusses Ingenieurholzbau

Berlin, Juli 1985