

Bauakademie der DDR, Institut für Industriebau
Dipl.-Ing. Wolfgang Rug, KdT
Vorsitzender des FA Ingenieurholzbau

Notwendige Forschungsaufgaben für die Schaffung der ingenieurtheoretischen Grundlagen zur Berechnung nach Grenzzuständen im Holzbau

1. Einleitung

In den vergangenen 10 Jahren konzentrierte sich die Holzbauforschung auf die Novellierung der bisher gültigen Vorschrift aus dem Jahre 1963 /1/.

Die neueste Fassung dieses Standards, der noch auf der Methode der zulässigen Spannung basiert, liegt jetzt in Form der TGL 33 135, Blatt 1 und 2 /2/, /3/ vor, die ab 01. 01. 1985 in der DDR verbindlich ist.

Entsprechend einer internationalen Abstimmung innerhalb der sozialistischen Länder besteht die Verpflichtung der DDR, für alle Bauweisen die Berechnungsvorschriften von der Methode der zulässigen Spannungen auf die semiprobabilistische Methode der Berechnung nach Grenzzuständen anzustellen. Als Grundlage wurde hierfür im RGW eine Vorschrift erarbeitet, die für alle Baustoffe verbindlich ist. Diese Vorschrift ist seit 1976 im Rat für Gegenseitige Wirtschaftshilfe und seit 1980 in der DDR als TGL 38792/4/ verbindlich. Gleichzeitig arbeiten die RGW-Länder gemeinsam an einem einheitlichen Holzbaustandard.

1984 wurde ein erster Entwurf vorgelegt /5/.

Im Betonbau der DDR wurde bereits im Jahre 1980 die Umstellung vollzogen /6/. Im Stahlbau arbeitet man intensiv an der Schaffung der notwendigen Grundlagen /7/ bis /9/.

Der Holzbau in der DDR hat ebenfalls vor einigen Jahren mit den notwendigen Forschungsarbeiten begonnen /10/, /11/, /12/, /13/.

Nachfolgend wird der bisherige Entwicklungsstand in der DDR mit dem allgemeinen internationalen Trend verglichen. Der Vergleich dient als Grundlage für die Herausarbeitung der notwendigen Forschungsaufgaben. Der Beitrag entstand im Zusammenhang mit der Arbeit /13/.

2. Prinzipielle Überlegungen zum Entwurf von Bauwerken

Der Entwurf von Bauwerken oder Konstruktionen ist ein iterativer Vorgang unter Beachtung von montage- und herstellungstechnologischen, konstruktiven bzw. ökonomischen Aspekten in ihrer kausalen Wirkung untereinander (Bild 1).

Die ökonomische Zielstellung für den Entwurf wird durch die volkswirtschaftlichen Anforderungen an das Bauen determiniert.

Eine Grundvoraussetzung für die Erfüllung der sich aus den nutzertechnologischen Forderungen ergebenden Gebrauchswertanforderungen ist die Gewährleistung der Tragfunktion des Tragwerkes bzw. des Bauwerkes.

Jeder Ingenieur muß beim Entwurf einer Konstruktion ein Tragverhalten prognostizieren, das über die gesamte Nutzungszeit ein Höchstmaß an Sicherheit und Zuverlässigkeit gewährleistet.

Diese Prognose erfolgt durch Berechnung des Bauwerkes bzw. der Konstruktion in Abhängigkeit von der Bauweise und in abstrakter Form der Tragwerksberechnung bzw. -bemessung (s. Bild 2). Der rechnerische Nachweis der Tragfunktion umfaßt die möglichst wirklichkeitsnahe Erfassung des Tragverhaltens, d. h. der Beurteilung des Widerstandes gegenüber äußeren Beanspruchungen (s. Bild 3).

Die Beanspruchung S , wie auch die Beanspruchbarkeit R sind jedoch stochastische Größen. Deshalb muß ein Wahrscheinlichkeitsmaß festgelegt werden, welches rechnerisch nicht überschritten werden darf. Dieses Maß ist der Sicherheitsfaktor. Durch den Sicherheitsfaktor sollen die unvermeidlichen Fehler und Ungenauigkeiten bei der Lastaufstellung, bei den Berechnungs- und Systemannahmen sowie die Abweichungen der in Versuchen ermittelten Bruchspannungen, die durch Ungleichmäßigkeiten im Versuchsaufbau bedingt sind, der Einfluß der Zeitdauer und anderer Faktoren, die die Festigkeit beeinflussen, aufgewogen werden.

Bei der Methode der Grenzzustände werden die Extremwerte der Beanspruchung und der Beanspruchungsfähigkeit mit Hilfe von deterministischen Rechenfaktoren, den Last- und Materialfaktoren, gebildet. Die Last- und Materialfaktoren stellen Teilsicherheitsfaktoren dar, die die zufällige Über- oder Unterschreitung der Normwerte, die sich aus ungünstigen Quantilwerten von Häufigkeitsverteilungen ergeben, berücksichtigen. Gleichzeitig werden weitere Unsicherheiten abgedeckt, wie die Tabelle 1 zeigt.

Die Gleichung für den Tragfähigkeitsnachweis lautet gemäß Bild 3 dann in ausführlicher Schreibweise (siehe auch Herleitung in Bild 4):

Bei der Methode der zulässigen Spannungen werden keine Lastfaktoren gebildet. Ebenfalls entfällt der Wertigkeitsfaktor. γ_m besteht nicht aus einzelnen Faktoren, sondern aus einem globalen Faktor.

Obwohl das Verfahren nach zulässigen Spannungen sich über sehr lange Zeit praktisch bewährt hat, ist es bei der sich dynamisch entwickelnden Bautechnik nicht mehr möglich, wie bisher, aus der Erfahrung heraus die zulässigen Spannungen höher festzulegen. Bild 5 zeigt noch einige Möglichkeiten, die aber den Übergang zur Methode nach Grenzzuständen erfordern. Gleichzeitig wurde aufgrund der deterministischen Betrachtung, die dem Berechnungsverfahren zugrunde liegt, die Lasten und Festigkeitswerte als feststehend angenommen. In Wirklichkeit handelt es sich aber um streuende Größen (Zufallsgröße) (s. Bild 6 u. 7).

Lastfaktoren sind in der DDR in der TGL 32274 enthalten. Die Material- und Wertigkeitsfaktoren müssen erst noch festgelegt werden.

Die Vorteile, die die Berechnung nach der Methode der Grenzzustände gegenüber der Methode der zulässigen Spannungen bietet, zeigt Tabelle 2. Eine Aussage über die Größe möglicher Materialeinsparungen ist erst nach gründlicher Analyse bzw. Vergleich des jetzt gültigen Sicherheitskonzepts mit internationalen Normen, die dem neuesten wissenschaftlich-technischen Stand entsprechen, möglich. Dabei muß der Entwicklungsstand bei den Belastungsnormen bzw. den allgemeinen Normen, zur Sicherheit und Zuverlässigkeit berücksichtigt werden.

Der Stahlbau erwartet insbesondere Materialeinsparungen durch Nutzung des Vorteiles Nr. 3.

3. Internationaler Entwicklungstrend

3.1. Allgemeiner Trend

International bestehen starke Bestrebungen zur Harmonisierung der Berechnungsnormen. Dabei wird gefordert, daß Baukonstruktionen, unabhängig von der Bauart und dem verwendeten Baustoff, ein einheitliches Sicherheitsniveau aufweisen sollen. Es geht vor allem darum, die Normen der einzelnen Länder einander anzugleichen, um Handelshemmnisse abzubauen. Ein weiterer Aspekt besteht darin, daß nur über eine enge internationale Zusammenarbeit der einzelnen Länder die noch fehlenden Kenntnisse mit ökonomisch vertretbarem Aufwand ergänzt werden können. Im Rahmen des RGW wird die Harmonisierung durch die Gruppe Standardisierung vorangetrieben. Eine weitere Schlüsselrolle bei der Angleichung der Normen nehmen solche internationalen Organisationen wie das CIB (Working group W 18), die ISO (Technischer Ausschuß 165) und die EWG ein. (Vollständiger Überblick über die wichtigsten Institutionen und Gremien für den Holzbau s. /13/.)

International zeichnet sich der in Tabelle 3 dargestellte Trend in der Holzbauforschung ab.

3.2. Überregionale Standards

Im Rahmen des RGW wurde ein 2. Entwurf eines Holzbaustandards erarbeitet /5/. Die DDR hat diesem Entwurf unter Berücksichtigung bestimmter Einsprüche zugestimmt, ist aber dem Standard selbst noch nicht beigetreten. Bei der weiteren Forschungsarbeit wird der RGW-Standard allerdings berücksichtigt.

Der weltweiten Harmonisierung der internationalen Holzbaunormen (einschließlich der Prüfstandards) widmet sich vorrangig die Arbeitsgruppe W 18 (Timber structures) des CIB. Die Gruppe setzte sich das Ziel, durch das Studium der nationalen Holzbaunormen die wesentlichen Unterschiede hervorzuheben und Vorschläge für die Verminderung bzw. Abschaffung der Unterschiede auszuarbeiten. Diese Arbeitsgruppe legte 1983 den 6. Entwurf eines Normvorschlages für die Berechnung von Holzkonstruktionen vor /18/, der die allgemeinen Grundsätze zur Berechnung festlegt. Die Festlegungen gelten sowohl für die Bemessung nach zulässigen Spannungen als auch für die Bemessung nach der Methode der Grenzzustände. Auf der Grundlage dieses Vorschlages wurde von der ISO, TC 165 ein 1. Entwurf einer internationalen Holzbaunorm vorgelegt /19/. Desweiteren ist geplant, daß die CIB-Dokumente die Grundlage für die Ausarbeitung der Eurocodes (EWG-Norm) sind.

Bei der weiteren Arbeit auf diesem Gebiet wird ein weitestgehende Annäherung an überregionale Standards angestrebt, um eine Abkopplung der DDR vom allgemeinen Trend der Harmonisierung der Standards zu verhindern. Eine Abkopplung der DDR von diesem Trend würde zu ökonomischen Verlusten beim Export von Bauleistungen und Erzeugnissen führen. Die effektive Nutzung von international vorliegenden Erkenntnissen würde weiter eingeschränkt. Desweiteren zwingt die äußerst beschränkte Forschungskapazität im Holzbau der DDR zur Nutzung vorliegender wiss.-technischer Erkenntnisse sowie zur weitestgehenden Annäherung an den internationalen Trend.

Eine Annäherung an das internationale Niveau ist aber auch nur dann möglich, wenn die den internationalen Berechnungsnormen zugrundeliegenden Standards und Richtlinien berücksichtigt werden. In /13/ werden diese Dokumente erfaßt.

3.3. Nationale Holzbaunormen

In einigen Ländern erschienen in den letzten 5 Jahren überarbeitete Holzbaunormen, so u. a. in der VR Polen, UdSSR, CSSR, der BRD, Schweiz, Kanada, Norwegen, Schweden, Finnland und Dänemark. Innerhalb des RGW orientiert sich vor allem die polnische Norm von 1980 am internationalen Trend entsprechender CIB-W 18-Norm. Diese neuen Standards sind bei zukünftigen Vergleichsrechnungen zu berücksichtigen.

4. Analyse des nationalen Kenntnisstandes und Vergleich zum internationalen Trend

4.1. Nationaler Kenntnisstand

Die Ergebnisse der bisherigen Forschungsarbeiten enthalten die Arbeiten /10/ bis /13/ und /20/ bis /25/. Die Ingenieurhochschule Wismar arbeitet im Auftrage des Kombines BauFa seit einigen Jahren an der experimentellen Ermittlung der Normfestigkeiten von Bauholz, besonders der Biegefestigkeit von Vollholz. Im wesentlichen wurde die Abhängigkeit der Biegebruchfestigkeit und des Biege-E-moduls von der Querschnittshöhe, Ästigkeit und Rohdichte festgestellt. Auf der Grundlage der experimentellen Untersuchungen erfolgte ein Vorschlag für die Sortierung nach Festigkeitsklassen. Im weiteren hat man eine Literaturstudie zum Langzeitverhalten von Holz unter bestimmten Einflüssen (Belastungsgrad, Temperatur, Feuchtigkeit) bearbeitet.

Ein anderes Forschungsziel besteht in der Bestimmung des Einflusses von aggressiven Medien auf die Festigkeit von Holz /26/ bis /29/.

Die Arbeit der TU Dresden, die im Auftrage des Rektors durchgeführt wird, konzentriert sich auf die Festlegung der Rechengrundfestigkeiten von Vollholz und Brettschichtholz sowie teilweise auch der Verbindungsmittel und der Anpassungsfaktoren auf der Grundlage von ausführlichen Literaturanalysen und theoretischen Untersuchungen /20/, /21/. Damit werden wesentliche Grundlagen für die Berechnung der Holzkonstruktionen nach dem Grenzzustand der Tragfähigkeit vorbereitet. Im Rahmen des 1984 gegründeten Fachunterausschusses Grenzzustände innerhalb des Fachausschusses Ingenieurholzbau wurde festgelegt, daß der zukünftige Holzbaustandard nach Grenzzuständen 3 Teile umfassen soll:

Blatt 1: Holzbau, Tragwerke, Berechnung und Bauliche Durchbildung

Blatt 2: Holzbau, Instandsetzung und Rekonstruktion von bestehenden Holzkonstruktionen

Blatt 3: Holzbau; Holzwerkstoffe.

Die Forschungsarbeiten konzentrieren sich gegenwärtig auf die Erarbeitung der Grundlagen für das Blatt 1. Im Fachunterausschuß wurde eine Feingliederung erarbeitet.

4.2. Vergleich des nationalen Kenntnisstandes mit dem internationalen Entwicklungsstand

Vergleicht man die vorliegenden Ergebnisse quantitativ mit dem Umfang der zu schaffenden Grundlagen unter dem Aspekt einer weitestgehenden Annäherung an das internationale Niveau (Vergleichsbasis ISO-Norm-TC 165), so wird deutlich, daß noch wesentliche Teile des Inhalts in den nächsten Jahren durch Forschungsarbeiten abgedeckt werden müssen (s. Tabelle 4). Analysiert man die bisherigen Vorschläge in qualitativer Hinsicht unter dem Aspekt der Annäherung, so stellt man fest, daß die jetzigen Vorschläge für die Feuchtigkeits- und Lastdauerklassen von den Festlegungen im CIB-W 18-Code oder ISO/TC-165-Code abweichen. Aufgrund der hygroskopischen Eigenschaften des Holzes stellt sich auf die Umgebungsfeuchte und -temperatur der Klimabedingungen eine entsprechende Holzfeuchte ein. Die Anpassungsgeschwindigkeit bzw. Anpassungsträgheit an die Gleichgewichtsfeuchte ist allerdings abhängig von der Holzart und den Querschnittsabmessungen sowie einer Schutzbehandlung der Oberfläche des Holzbauteiles.

In den Normen werden für bestimmte klimatische Bedingungen (den Betriebsbedingungen der Baukonstruktion) Feuchtigkeitsklassen definiert. Allerdings existieren sehr unterschiedliche Festlegungen über die Anzahl der Klassen und ihren Schwankungsbereich (s. Tabelle 5 u. 6). Tabelle 5 zeigt die charakteristischen Klassengrenzen u. DIN 1052, TGL 33135 gegenüber der CIB-W 18-Norm. Hinsichtlich des Schwankungsbereiches (d. h. der Feuchtamplitude) der entsprechend den Nutzungsbedingungen zu erwartende Holzfeuchte weist die schweizer Norm ein weitaus differenzierteres Bild, besonders bei den Feuchteklassen 3 und 4 auf (s. Tabelle 6). In der schweizer Norm wird erstmals die Wirkung eines Anstrichsystems bzw. des Querschnittes berücksichtigt. Diese Angaben gehen auf umfangreiche Forschungsarbeiten in den letzten 10 Jahren zurück. Die Werte der schweizer Norm wurden durch den Autor den in Tabelle 5 aufgestellten Klassengrenzen für die Feuchtigkeitsgrenzen zugeordnet. Für die Berechnung in der Baupraxis ist die Festlegung des Holzfeuchtebereiches für die Feuchtigkeitsklasse 4 unbefriedigend. Die neue DIN 1052 (1984) definiert für die Feuchteklasse 18 $\pm 6\%$ /33/.

In Abhängigkeit von den Feuchtigkeitsklassen werden aufgrund von experimentellen Untersuchungen Anpassungsfaktoren festgelegt, die den Einfluß der Feuchtigkeit auf die Festigkeitseigenschaften von Holz berücksichtigen. Der Einfluß der Holzfeuchtigkeit auf die Festigkeit von Holz wurde in den letzten Jahren in zahlreichen Arbeiten untersucht (s. /30/ u. /31/). Es ist bekannt, daß die Festigkeit von Holz mit zunehmender Holzfeuchte abnimmt. Die Festigkeitsabnahme ist allerdings abhängig von der Beanspruchungsart und der Holzqualität. Die Abnahme ist bei Holz geringer Qualität kleiner als bei relativ fehlerfreiem Holz und ist bei Holz geringer Festigkeit mit Ausnahme bei Druckbeanspruchung gar nicht zu beobachten (s. Tabelle 7). Die Abminderung für die Steifigkeitswerte ist geringer als für die Festigkeiten.

Die Bilder 8 a und b zeigen diese Abhängigkeit entsprechend den Angaben der Tabelle 7 und einiger internationaler Normen. Nach Bild 8 a und b bzw. Tabelle 7 wäre eine Abminderung nur für die Druckfestigkeit und den Druck-E-modul erforderlich. Steck hat für die Biegefestigkeit eine Regressionsgleichung aufgestellt, mit der man die in Bild 9 dargestellten Abminderungen in Abhängigkeit von der Festigkeit erhält.

Bei der Biegefestigkeit von Vollholz könnte der Anpassungsfaktor nach der Güteklasse festgelegt werden, wie Bild 9 zeigt.

Brettschichtholz in seiner bisherigen Qualität müßte der Güteklasse I für Vollholz gleichgesetzt werden. Die Festigkeit wird also stärker beeinflusst als bei GKl. II u. III.

Andererseits wird Brettschichtholz zumeist in großen Querschnitten verbaut, die eine große Anpassungsträgheit in der sich einstellenden Holzfeuchte besitzen. Das könnte durch die Einstufung in eine niedrigere Feuchtigkeitsklasse berücksichtigt werden. In /32/ wurde der bisherige Kenntnisstand ausgewertet und ein Vorschlag für eine differenzierte Einordnung der Bauelemente in Abhängigkeit von ihrer Querschnittsfläche in die Feuchtigkeitsklassen sowie unterschiedliche Klassengrenzen ausgearbeitet (s. Tabelle 8). Dabei sollte dem Projektanten empfohlen werden, für den Festigkeitsnachweis den Mittelwert und für den Durchbiegungsnachweis den Maximalwert zu nehmen.

Mit zunehmender Lastdauer nimmt die Festigkeit des Holzes ab. Die Anpassungsfaktoren zur Berücksichtigung des Einflusses der Lastdauer sind Lastdauerklassen zugeordnet. Allerdings bestehen international noch sehr unterschiedliche Auffassungen über die Lastdauer (s. Tabelle 9), was eine Vereinheitlichung erschwert.

Eine Annäherung der DDR-Vorschläge an ISO-TG 165 wäre allerdings wünschenswert.

Ähnlich wie bei dem Einfluß der Feuchtigkeit ist der Einfluß der Lastdauer unterschiedlich für die Steifigkeitswerte und Festigkeiten sowie bezogen auf die Holzgüte (s. Tabelle 10).

Die bisherigen Erkenntnisse zum Einfluß der Lastdauer gehen auf Ergebnisse von Versuchen an fehlerfreien Proben zurück. Madsen/Kanada hat bei Dauerstandversuchen /s. 30/ an fehlerbehafteten Proben festgestellt, daß die Lastdauer keinen oder nur einen geringen Einfluß auf die Festigkeit hat. vergleicht man die Kurve für die Strukturstörungen 5 % Frakteile (Balken mit vielen Strukturstörungen) mit der Kurve für die 95 % Frakteile (Balken mit wenig Strukturstörungen) in Bild 10.

Steck hat in Anlehnung an die Versuche von Madsen die Regresionsgleichung für den Zeitfestigkeitsfaktor abgeleitet (s. Bild 11). Aus dieser lassen sich für unterschiedliche Zeiträume die Abminderungsfaktoren ableiten. Diese wurden den in einigen Normen festgelegten Faktoren gegenübergestellt (s. Tabelle 10).

Die IIB-Norm legt unterschiedliche Anpassungsfaktoren für bestimmte Beanspruchungsarten und die E- und G-Moduli für den Nachweis der Durchbiegung fest. Die ISO-TC 165-Norm berücksichtigt dagegen für die Hauptbeanspruchungen Biegung, Druck- und Zug parallel zur Faser die Holzgüte. Die Grundlage für die Ableitung von Steck bildet die Kurve für die 50 % Frakteile. Im Vergleich zum Vorschlag von Zimmer könnte im Bereich der Lastdauerklasse 2 der Anpassungsfaktor etwas angehoben werden, wenn man nach der Beanspruchungsart differenziert. Auch in der Schweizer Norm folgt man diesem Trend (Bild 10). Desweiteren ist zu überlegen, ob man eine differenzierte Berücksichtigung des Einflusses der Lastdauer in Abhängigkeit der Beanspruchungsart und der Holzqualität analog der ISO-TC 165-Norm folgt. Zumindest für die Steifigkeitswerte sollten andere Anpassungsfaktoren festgelegt werden. Abschließend wird darauf hingewiesen, daß die Festlegungen der CIB-W 18-Norm, der ISO-TC 165-Norm und der Normen in Kanada, Großbritannien und der USA noch auf der Grundlage der Kurve von Wood entwickelt wurden, während die Schweizer Norm unter Berücksichtigung der Versuche von Madsen von dieser

Kurve einen abweichenden Verlauf hat (s. Bild 9). Die Kurve von Madsen gilt streng genommen nur für Douglas-Fichte und die den Versuchen zugrunde liegenden Randbedingungen. Da die Normfestigkeiten auf der Grundlage von Kurzzeitversuchen abgeleitet werden, ist die genaue Kenntnis des Einflusses der Lasteinwirkungsdauer von großer Bedeutung. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, den bisherigen Kenntnisstand durch eigene Versuche in der DDR zu vertiefen. Zum Einfluß der Temperatur wurde ebenfalls schon ein Vorschlag für einen Anpassungsfaktor erarbeitet (s. Bild 11). Unzureichend ist meines Erachtens, daß eine Aussage hinsichtlich einer weiteren Abminderung für eine Temperatur 55°C fehlt, was aber unbedingt erforderlich wäre. Desweiteren ist der Einfluß der Temperatur abhängig von der Zeitdauer der Beanspruchung und von den Querschnittsabmessungen des Bauteiles. Da die Temperaturleitfähigkeit des Holzes sehr niedrig ist, wird die Temperaturangleichung im Holzquerschnitt mit zunehmender Querschnittsgröße stark verzögert (z. B. bei einer Ausgangstemperatur von $15,5^{\circ}\text{C}$ und einer Beanspruchungstemperatur im Holzquerschnitt von $15 \times 102 \text{ mm}$ nach 2,5 h, im Holzquerschnitt von $203 \times 203 \text{ mm}$ nach 22 h und einem Holzquerschnitt von $406 \times 406 \text{ mm}$ nach 86 h erreicht /38/). Die zukünftigen Forschungsarbeiten zum Einfluß der Holzfeuchte, Lastdauer und Temperatur auf Bauholz sollten auf die in Tabelle 11 zusammengestellten Aufgaben orientiert werden.

5. Schlußfolgerungen für die Forschung in der DDR

Die bisherigen Ergebnisse von Forschungsarbeiten zur Umstellung der Berechnung von Holzkonstruktionen nach der Methode der Grenzzustände müssen durch weitere Arbeiten vertieft werden. Gleichzeitig sind mit einer höheren Intensität als bisher weitere Forschungsarbeiten durchzuführen. Bei den beschränkten F/E-Kapazitäten in der DDR sind bei der Entscheidungsfindung für die relevanten Forschungsaufgaben stets folgende Prämissen zu beachten.

1. Es ist eine Angleichung der nationalen Vorschläge an das internationale Niveau durch Übernahme der neuesten wissenschaftlich-technischen Erkenntnisse zu erreichen.
2. Forschungsarbeiten sind nur dort zu empfehlen, wo es die spezifischen Bedingungen der DDR erfordern.

Das erfordert die kontinuierliche Durchführung von Literaturstudien als Grundlage für die Präzisierung der zukünftigen Forschungsaufgabe. Gleichzeitig sind durch eine enge Abstimmung mit der Stahlbeton- und Stahlbauparallele Forschungsarbeiten, so zum Beispiel zur Lastseite, unbedingt zu vermeiden. Das neue Normkonzept ist weitestgehend mit den international abgestimmten Normen in Übereinstimmung zu bringen. Im Zusammenhang mit der Annäherung an das internationale Niveau müssen die bisherigen Ergebnisse im Vergleich zur neuesten Literatur kritisch gewertet werden und die künftigen Forschungsarbeiten auf den internationalen Trend, stärker als bisher, ausgerichtet werden. Die künftige Arbeit aller Partner orientiert sich an einem abgestimmten Forschungsprogramm. Wesentliche Schwerpunkte sind u. a.: (s. Tabelle 12)

1. Verbesserung der vorliegenden Ergebnisse zu den Anpassungsfaktoren in Anlehnung an neue internationale Erkenntnisse und auf der Grundlage von eigenen experimentellen Untersuchungen;

2. Überprüfung und Annäherung der Bezugsdokumente für den Berechnungsstandard, wie zum Beispiel die Vorschrift zur Güteorientierung /22/ an internationale Vorschriften;
3. Grundsätzliche Überlegungen zur Novellierung der Festigkeitsklassen von Bauholz und Brettschichtholz sowie zur Festlegung der Norm- und Rechenfestigkeiten in Abhängigkeit von Festigkeitsklassen.
4. Forschungsarbeiten zur Berechnung der Verbindungsmittel nach der Methode der Grenzzustände.
5. Forschungsarbeiten zur Berechnung der Tragfähigkeit bestehender Holzkonstruktionen.

Literatur:

- /1/ TGL 112-0730: Tragwerke aus Holz-Projektierung, Ausgabe Februar 1963, Verlag für Standardisierung, Leipzig/DDR
- /2/ TGL 33135, Blatt 1: Holzbau, Tragwerke, Berechnung, Bauliche Durchbildung, Ausgabe Januar 1984, Verlag für Standardisierung, Leipzig/DDR
- /3/ TGL 33135, Blatt 2, Holzbau, Tragwerke, Technische Forderungen und Verbindungsmittel Ausgabe Januar 1984, Verlag für Standardisierung, Leipzig/DDR
- /4/ TGL 38792: Baukonstruktionen und Gründungen, Grundsätze für die Berechnung, Ausgabe Mai 1981, Verlag für Standardisierung, Leipzig/DDR
- /5/ RGW-Standard: Sicherheit von Baukonstruktionen und Gründungen, Holzkonstruktionen, Berechnungsgrundlagen, 2. Entwurf, Moskau 1984
- /6/ Tremel, H.; Geritzer, H.: Beton-, Stahlbeton-Spannbeton, Berechnung und Konstruktion Berlin 85
- /7/ Glas, H.-D.: Zur Notwendigkeit der Einführung eines neuen Bemessungskonzeptes, Wissenschaftliche Berichte der Technischen Hochschule Leipzig (1984) 1, S. 5 - 6
- /8/ Golembieski, D.: Zur Vorbereitung und Einführung der Bemessung mit Teilsicherheitsfaktoren im Stahlbau der DDR, Wissenschaftliche Berichte der Technischen Hochschule Leipzig (1984) 1, S. 7 - 9
- /9/ Graße, W.: Materialökonomische Effekte im Stahlbau durch Querschnittsforschung und Vorschriftenarbeit Bauplanung - Bautechnik 38 (1984) 6, S. 245 - 247

- /10/ Geier, K.: Berechnung nach Grenzzuständen auch für Holzkonstruktionen, Bauplanung Bautechnik 33 (1979) 1, S. 12 - 13
- /11/ Zimmer, K.-H.: Zur Bemessung nach Holzkonstruktionen nach Grenzzuständen, Holztechnologie 23 (1982) 4, S. 239 - 242 und Mitteilung 1/85 des Fachausschusses Ingenieurholzbau, Berlin 1985 (in Vorbereitung)
- /12/ Apitz, H.; Laduch, U.: Neue Forschungsergebnisse für die Berechnung nach Grenzzuständen im Holzbau. In "Verbesserte Zuverlässigkeit der Bauwerke durch Anwendung der ingenieurtheoretischen Grundlagen, Referate zur 4. Informationstagung am 9./10. 02. 1984, Berlin 1984.
- /13/ Rug, W.: Grundlagenuntersuchungen zur Berechnung nach Grenzzuständen im Holzbau. Bauakademie der DDR, Institut für Industriebau, Forschungsbericht (unveröffentlicht), Berlin 1984
- /14/ Rug, W.: Stand und Entwicklungsrichtungen im Holzbau, Teil 1, Holztechnologie (1984), S. 171 - 175, Teil 2, Holztechnologie (1984), S. 257 - 262
- /15/ Rug, W.; Kreißig, W.: Entwicklungsrichtungen und Schwerpunkte für die Höhveredlung von Holzkonstruktionen in der DDR im Ergebnis der Vorlaufforschung des IfI, BA der DDR, IfI, Problemstudie (unveröffentlicht), Berlin 1984
- /16/ Larsen, H. J.: Internationale Holznormarbeit Bauen mit Holz (1983) 7, S. 448 - 450
- /17/ Sunley, J. G.: Progress in Standards for Timber Construction, 11 IVBH-Tagung, Wien 1980, Vorbericht, Zürich 1981
- /18/ CIB-W 18-Code: CIB-Structural Timber Design Code sixth edition, January 1983, CIB-Report 1983, Publication 66, Working group W 18, Timber Structures
- /19/ ISO-TC-165-N-1983-05-11: Timber Structures, Design first Working Draft, June 83, ISO, Technical Committee 165
- /20/ Zimmer, K.-H.: Bemessung von Holzkonstruktionen nach Grenzzuständen, Technische Universität Dresden, Forschungsbericht (unveröffentlicht), Dresden 83
- /21/ Zimmer, K.-H.: Zur Bemessung von Holzkonstruktionen nach Grenzzuständen, Zbornik Referator z. III. Int. Symposium Holz in Baukonstruktionen, Bratislava, Kocovce, 4. - 6. Sept. 84
- /22/ Laduch, U.; Apitz, R.; Karstadt, M.: Bemessung nach Grenzzuständen im Holzbau, Ingenieurhochschule Wismar, Forschungsbericht (unveröffentlicht), Wismar 83

- /23/ Laduch, U.; Apitz, R.: Berechnung nach Grenzzuständen im Holzbau, Wiss. Beiträge der IHS Wismar, Wismar (1981) 3, S. 5 - 21
- /24/ Laduch, U., Apitz, R.: Berechnung nach Grenzzuständen im Holzbau, IHS Wismar, Sektion TdB, Jahresforschungsbericht 1981
- /25/ Apitz, R.; Laduch, U.: Berechnung nach Grenzzuständen im Holzbau, IHS Wismar, Sektion TdB, Jahresforschungsbericht 1982
- /26/ Erler, K.: Wirkungen aggressiver Lösungen auf Kiefernholz, Holztechnologie 25 (1984) 5, S. 249 - 252
- /27/ Erler, K.: Untersuchungen an Holzkonstruktionen aus der Kaliindustrie, Mitteilung Nr. 1/84 des FA Ingenieurholzbau, Berlin, Januar 84
- /28/ Erler, K.: Untersuchungen an alten Holzkonstruktionen in der chemischen Industrie 3. Intern. Symposium "Holz in Baukonstruktionen", Bratislava 84
- /29/ Erler, K.; Müller: Grundlagen zur Rekonstruktion von Holzkonstruktionen, Forschungsbericht im Auftrage der Bauakademie der DDR, IfI, IHS Wismar, 1984
- /30/ Steck, G.: Die Zuverlässigkeit des Vollholzbalkens unter reiner Biegung, Berichte der Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steiner der Universität Karlsruhe, Karlsruhe 82
- /31/ Glos, P.: Zur Modellierung des Festigkeitsverhaltens von Bauholz bei Druck-, Zug- und Biegebeanspruchung, Sonderforschungsbereich S 96, Laboratorium für den konstruktiven Ingenieurbau, TU München, Berichte zur Zuverlässigkeitstheorie der Bauwerke, Heft 61/ 1981
- /32/ Rug, W.: Bewehrung und Vorspannung von Holzkonstruktionen und Einsatz von Holzwerkstoffen im Bauwesen, BA der DDR, IfI, Forschungsbericht (unveröffentlicht), Berlin, Juni 85
- /33/ Möhler, K.: DIN 1052 Holzbauwerke (Entwurf August 84), Bauen mit Holz (1984) 9, S. 592 - 605, Bauen mit Holz (1984) 10, S. 686 - 699
- /34/ Glos, P.: Was darf der Holzbau von dem neuen probabilistischen Sicherheitskonzept erwarten? Bauen mit Holz (1983) 1, S. 26 - 31
- /35/ Marek, J.: Grenzzustände der Metallkonstruktionen, Berlin, 1984
- /36/ Armbruster, E.: Beanspruchungen und Verformungen von Holztragwerken, Holz als Roh- und Werkstoff 23 (1965) 5, S. 188 - 193

/37/ Čisek, L.: Statistische Auswertung von Versuchsergebnissen und ihre Auswirkung auf zuverlässige Spannungen für Holzbauten, Holz als Roh- und Werkstoff 18 (1961) 11, S. 435 - 437

/38/ Kollmann, F.: Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe, Band 1 Berlin (West) 1951
(Hierzu gehört Seite 104-120)

Technische Universität Dresden

Sektion Bauingenieurwesen, WB Baukonstruktionen

a. o. Prof. Dr. sc. techn. K. Zimmer und Dipl.-Ing. K. Lißner

Zur Bestimmung der Anpassungs- und Materialfaktoren sowie Grundwerte der Tragfähigkeit der Verbindungsmittel für die Bemessung nach Grenzzuständen im Holzbau

1. Einleitung

Auf der Grundlage neuer Forschungsergebnisse und in Auswertung weiterer ausländischer Standards /1, 2, 3, 4, 5/ wird die in /6, 7/ vorgeschlagene Bemessung nach der Methode der Grenzzustände ergänzt. So werden zur Berücksichtigung des Einflusses der Feuchtigkeit auf die Holzfestigkeiten fünf Feuchtigkeitsklassen in Anlehnung an /1/ und /8/ eingeführt. Die Anpassungsfaktoren, die diesen Einfluß berücksichtigen, werden u. a. in Abhängigkeit von der Holzqualität und der Beanspruchungsart angegeben, um die Vorteile, die eine Bemessung nach der Methode der Grenzzustände bietet, weiter auszuschöpfen.

Außerdem werden Ergebnisse der Untersuchungen zur Bestimmung des Materialfaktors mit Hilfe der Normal- und der Weibullverteilung angeführt /9/. In Diplomarbeiten /10, 11/ sind anhand von Vergleichsrechnungen und unter Beachtung ausländischer Literatur und Standards Grundwerte der Tragfähigkeit einiger Verbindungsmittel bestimmt worden. Weiterhin wurden in /12/ theoretische Untersuchungen zur Bemessung von Holzkonstruktionen nach den Grenzzuständen der Stabilität durchgeführt. Es wurde u. a. geprüft, ob das ω -Verfahren auch für die Bemessung nach Grenzzuständen verwendet werden kann. In dieser Arbeit wurden ebenfalls Vergleiche mit internationalen Bemessungsunterlagen, insbesondere mit sowjetischen /3/, tschechoslowakischen /5/ und finnischen /13/ zur Stabilität sowie Vergleichsrechnungen für den einteiligen Druckstab mit und ohne Querbeanspruchung vorgenommen. Das Kippen der Träger und die Bemessung der Aussteifungen (Stäbe und Verbände) wurden in diese Betrachtungen mit einbezogen. Über diese Untersuchungen zur Bemessung von Holzkonstruktionen nach den Grenzzuständen der Stabilität wird in einer weiteren Veröffentlichung noch ausführlich berichtet.

2. Ergänzungen zur Methode der Bemessung von Holzkonstruktionen nach Grenzzuständen

Unter Beachtung der CIB-Empfehlung, ISO/TC 165, des neuen sowjetischen, polnischen sowie überarbeiteten tschechoslowakischen Standards wird die Methode zur Bemessung von Holzkonstruktionen nach Grenzzuständen, dargelegt in /6, 7/, weiter präzisiert. Zur Berücksichtigung des Ein-

Gehört zu Beitrag Dipl.-Ing. W. Rug, S. 34

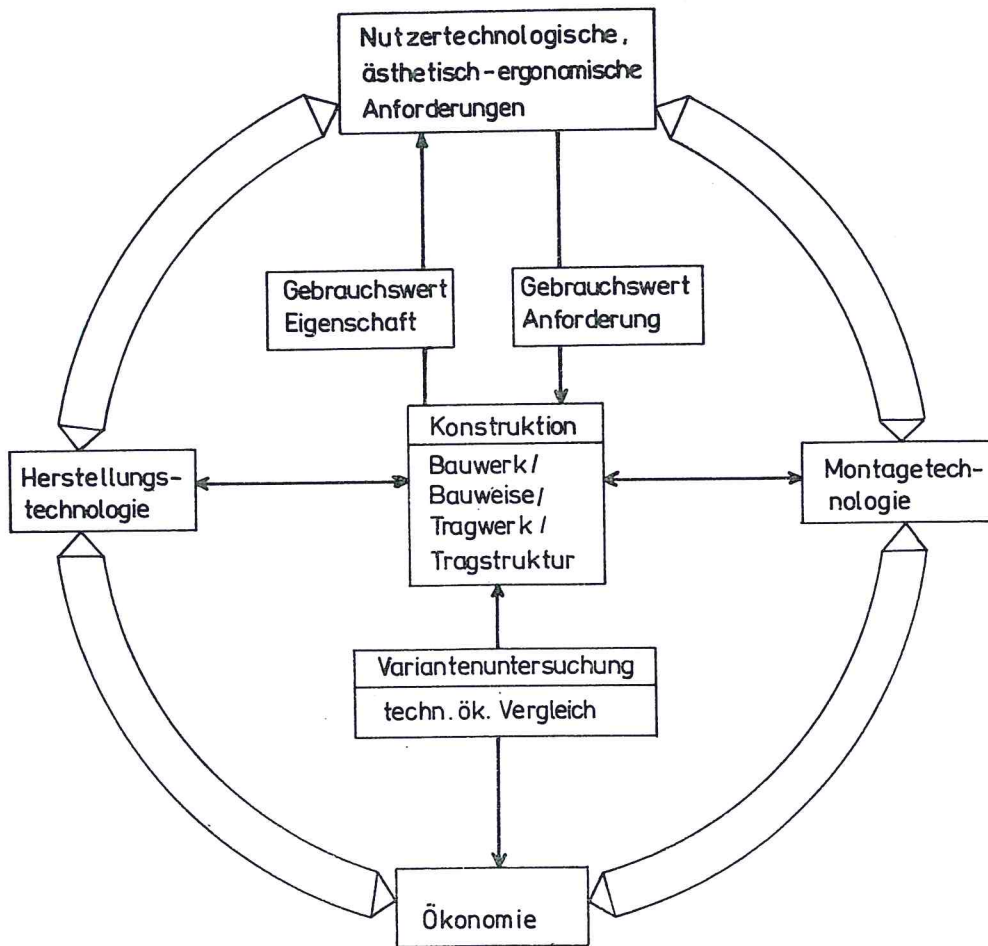


Bild 1: Prinzipielle Zusammenhänge beim Entwurf von Bauwerken

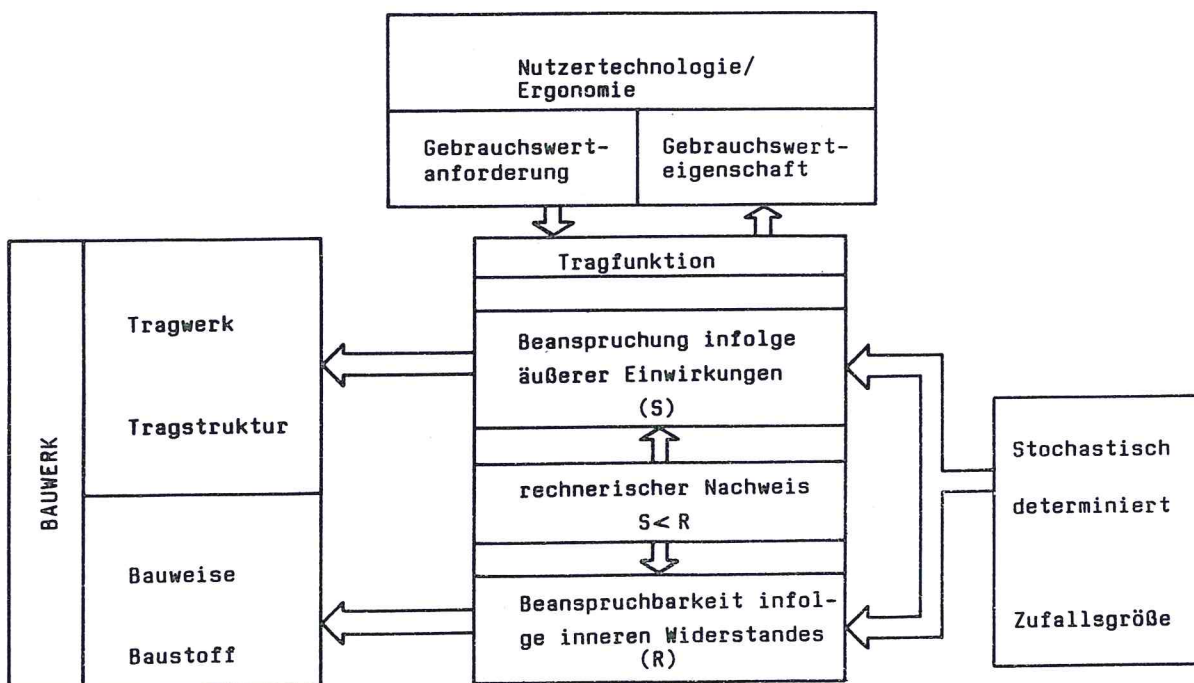


Bild 3: Sicherheitstheoretische Betrachtung im Entwurfsprozeß der Erfüllung der Tragfunktion

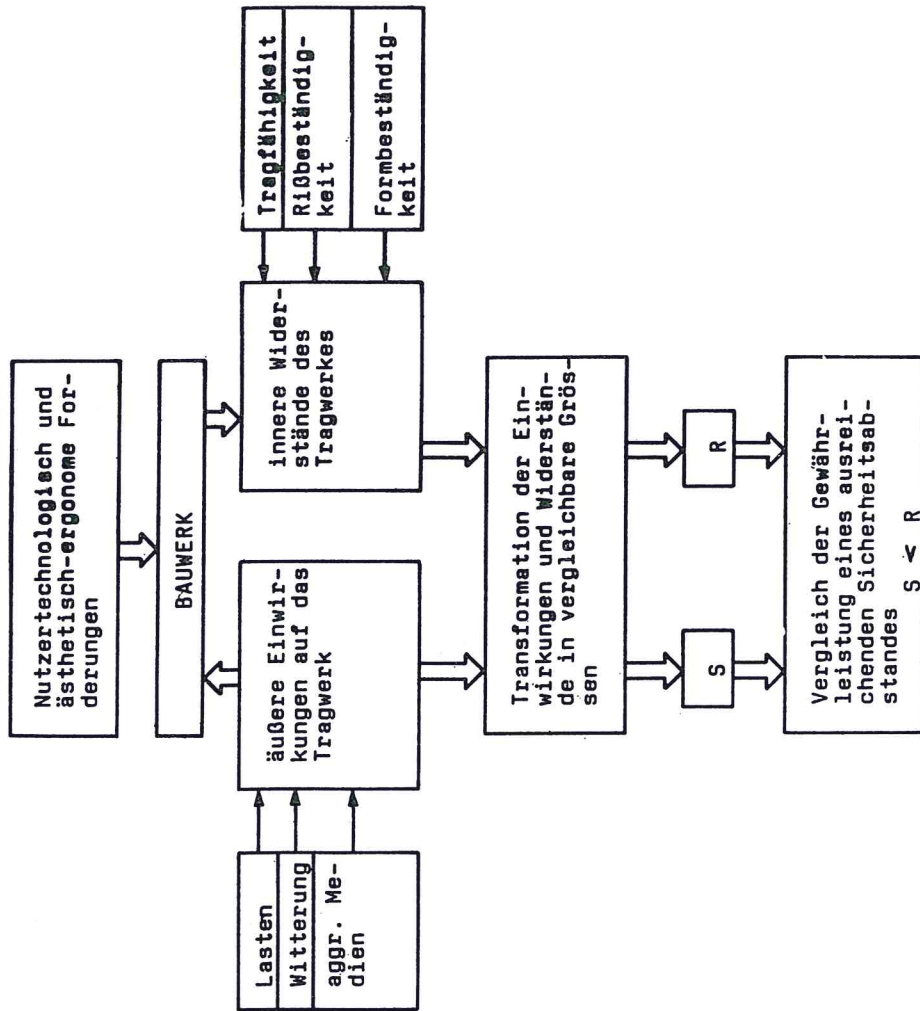
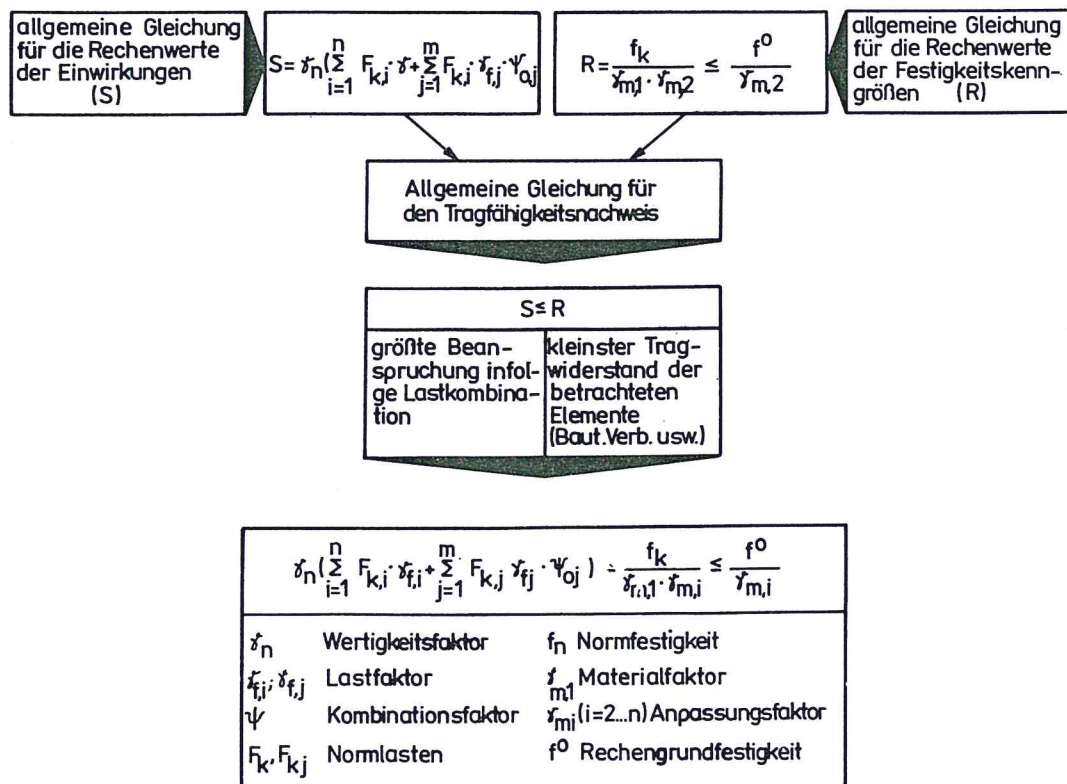


Bild 2: Übersicht über die Berechnungsmethodik für Baukonstruktionen

Bild 4: Allgemeine Gleichung für den Nachweis der Tragfähigkeit



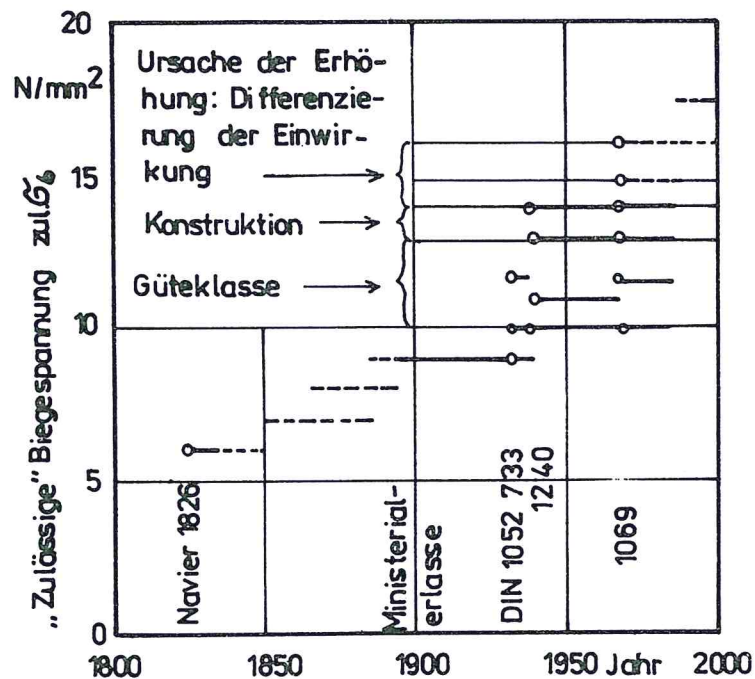


Bild 5 : Zeitliche Entwicklung der empfohlenen bzw. zulässigen Biegespannung für Nadelholz im Bauwesen nach Glos / /.

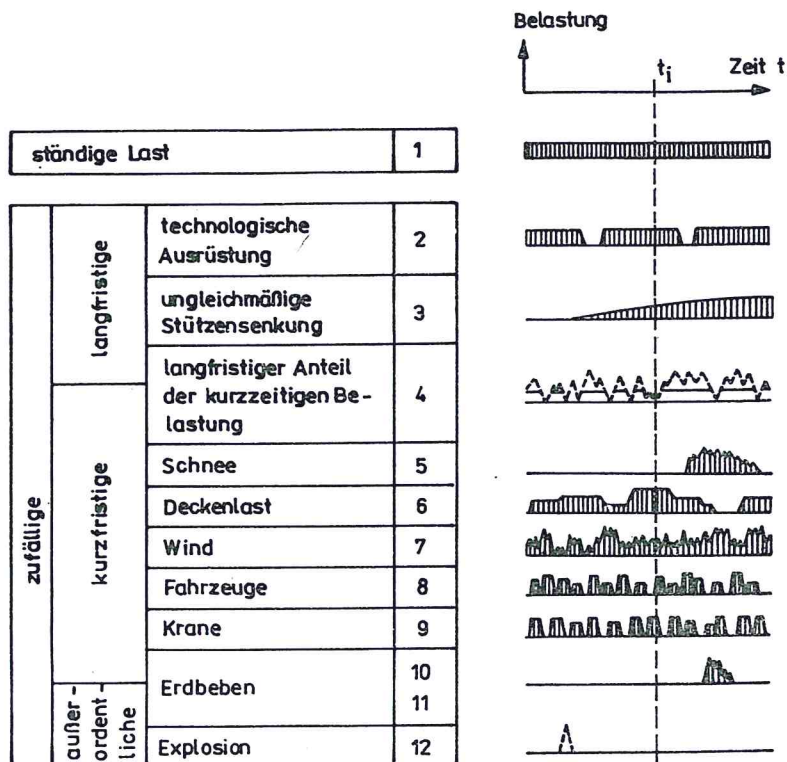


Bild 6 : Einteilung nach dem Zeitverlauf und der Wahrscheinlichkeit des Auftretens zu einem beliebigen Zeitpunkt t , nach Marek /5/

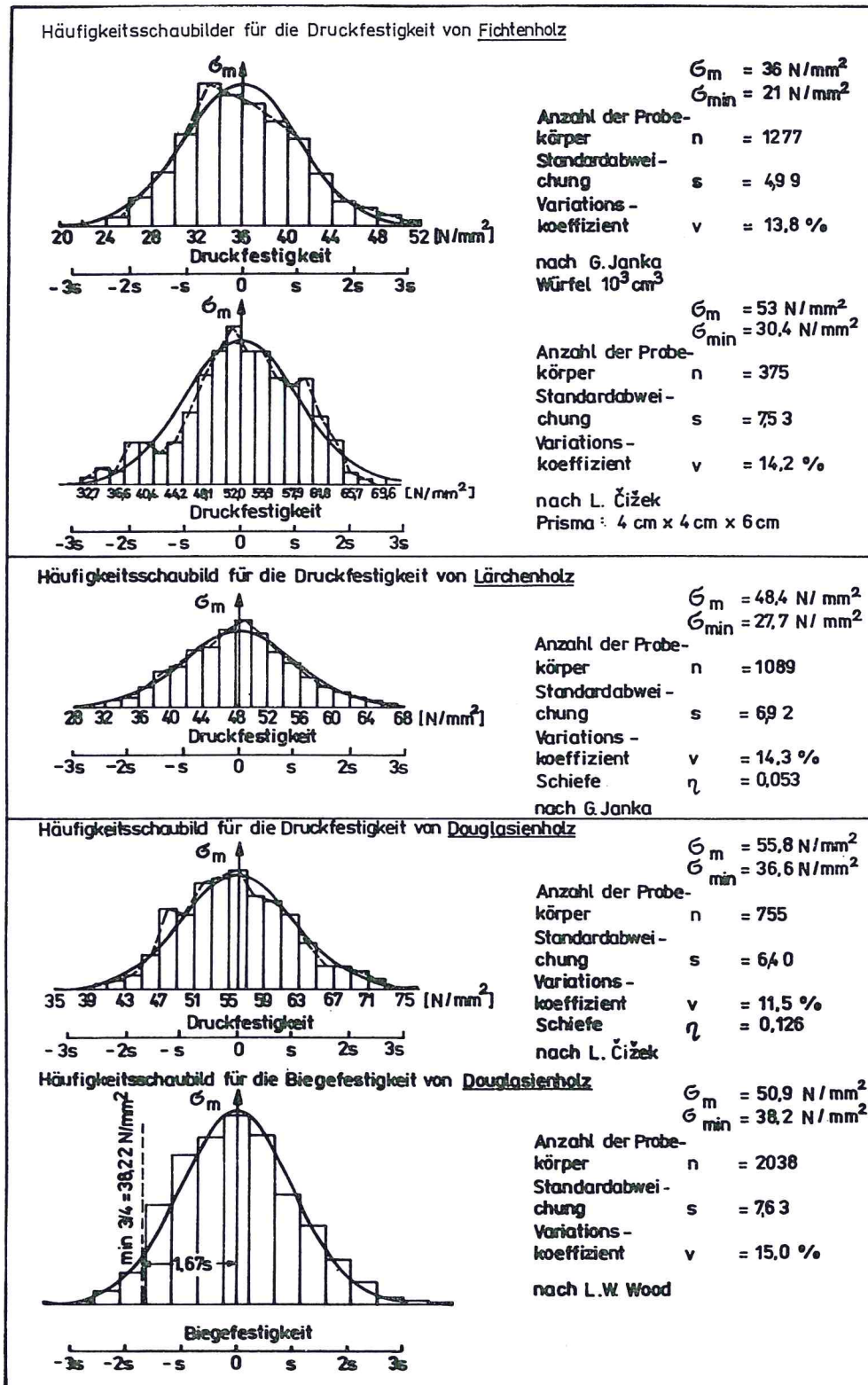


Bild 7: Häufigkeitsschaubilder für fehlerfreie Holzproben, nach /4/ und /25/

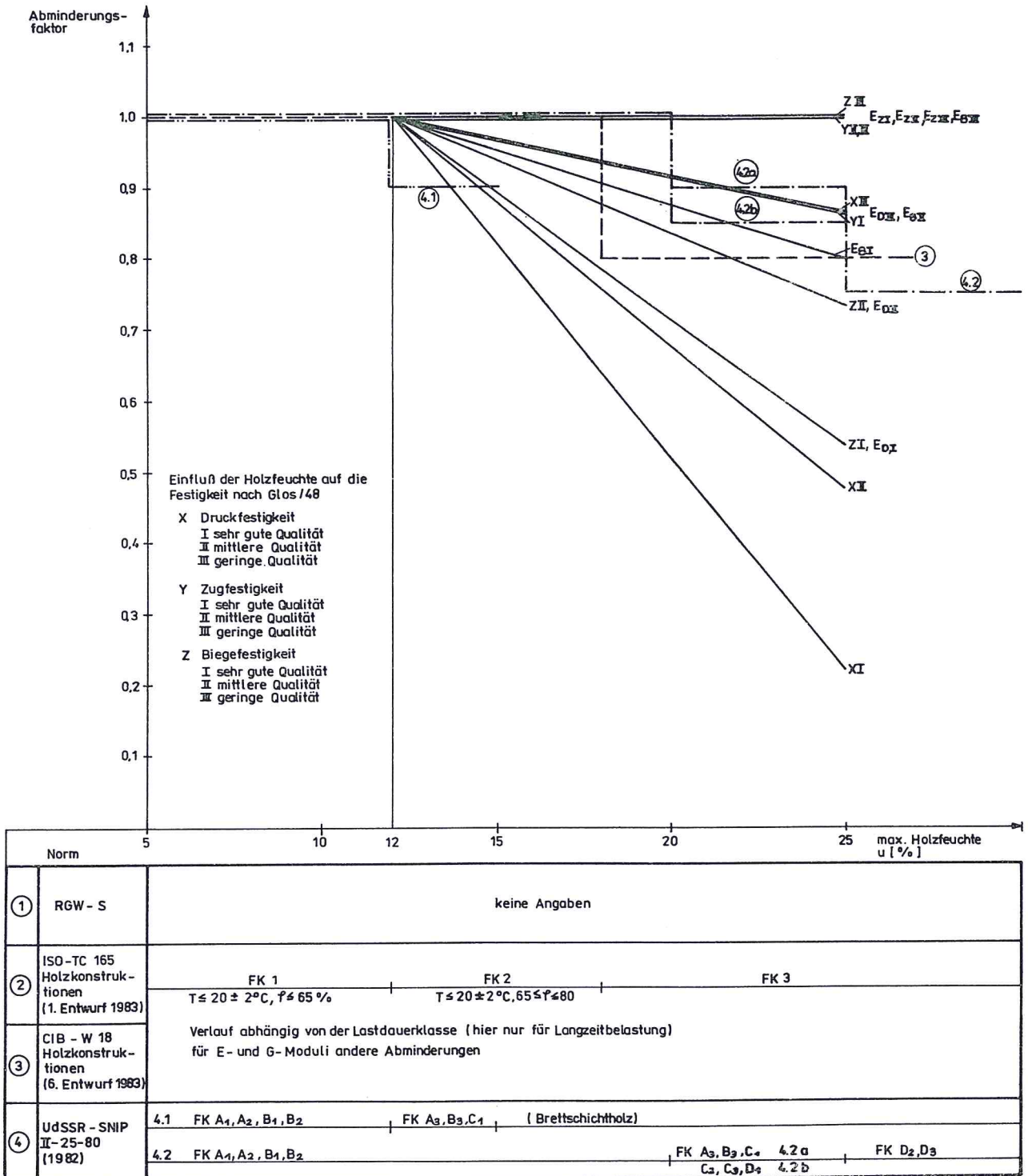


Bild 8a: Anpassungsfaktoren für den Einfluß der Holzfeuchte
(unabhängig von der Holzgüte)

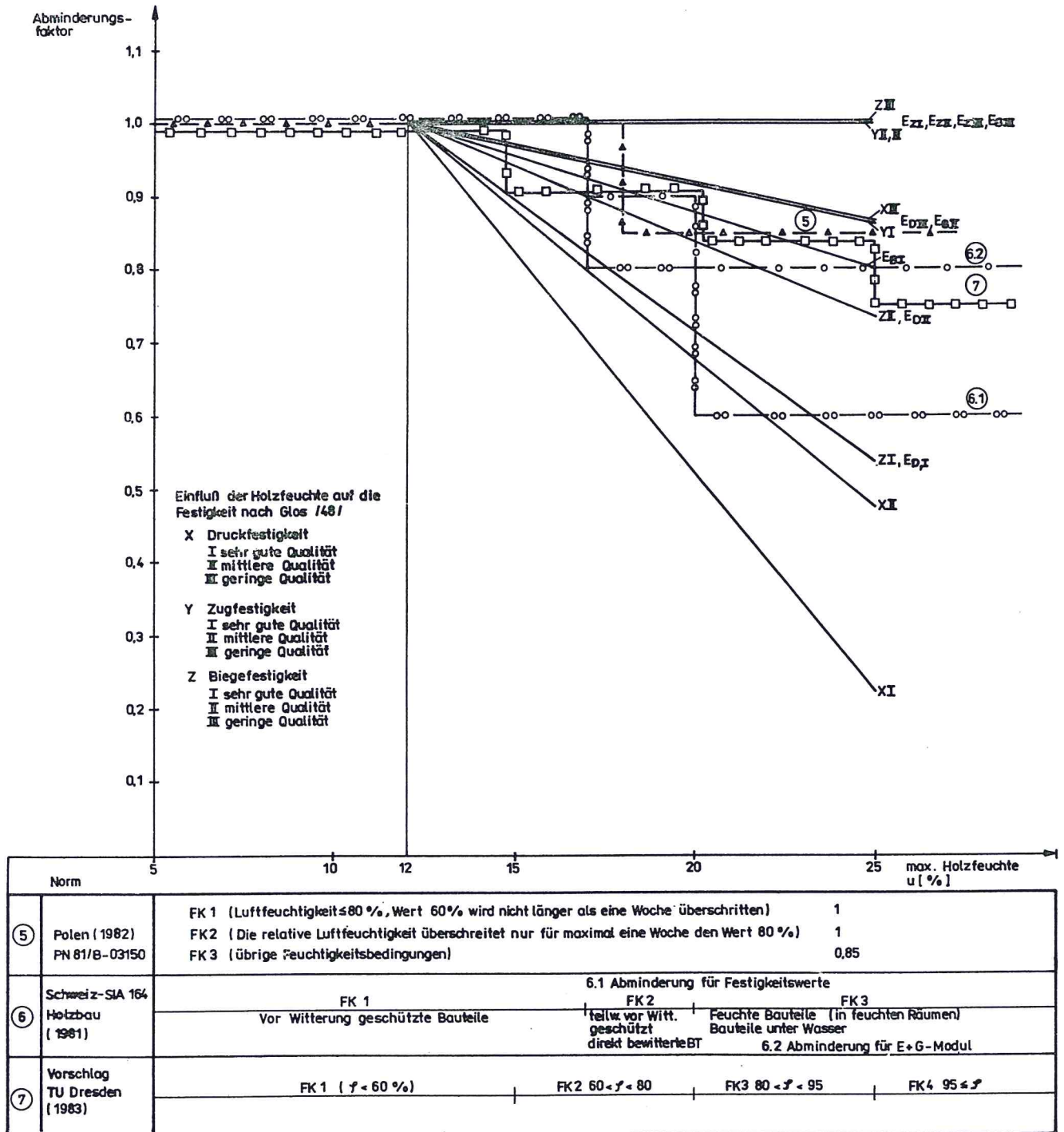


Bild 8 b: Anpassungsfaktoren für den Einfluß der Holzfeuchte
(unabhängig von der Holzgüte)

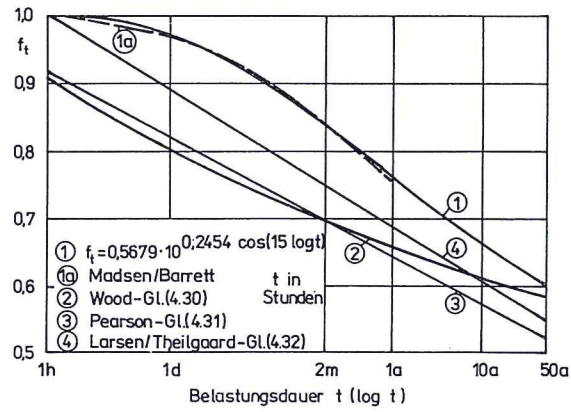


Bild 11 : Der Zeitfestigkeitsfaktor f_t in Abhängigkeit von der Belastungsdauer nach Steck

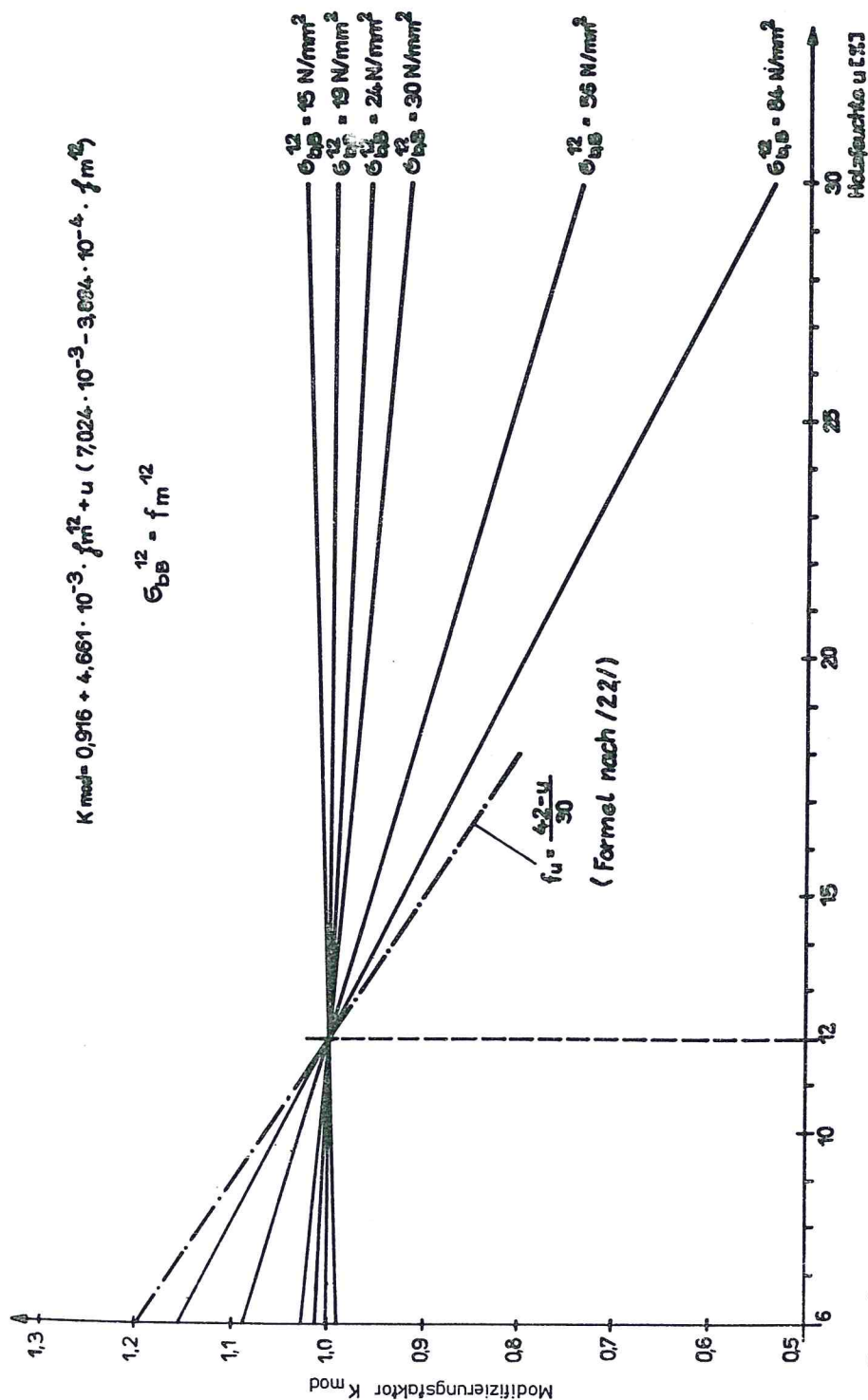


Bild 9 : Abminderungsfaktor K_{mod} in Abhängigkeit von der Holzfeuchte nach Steck

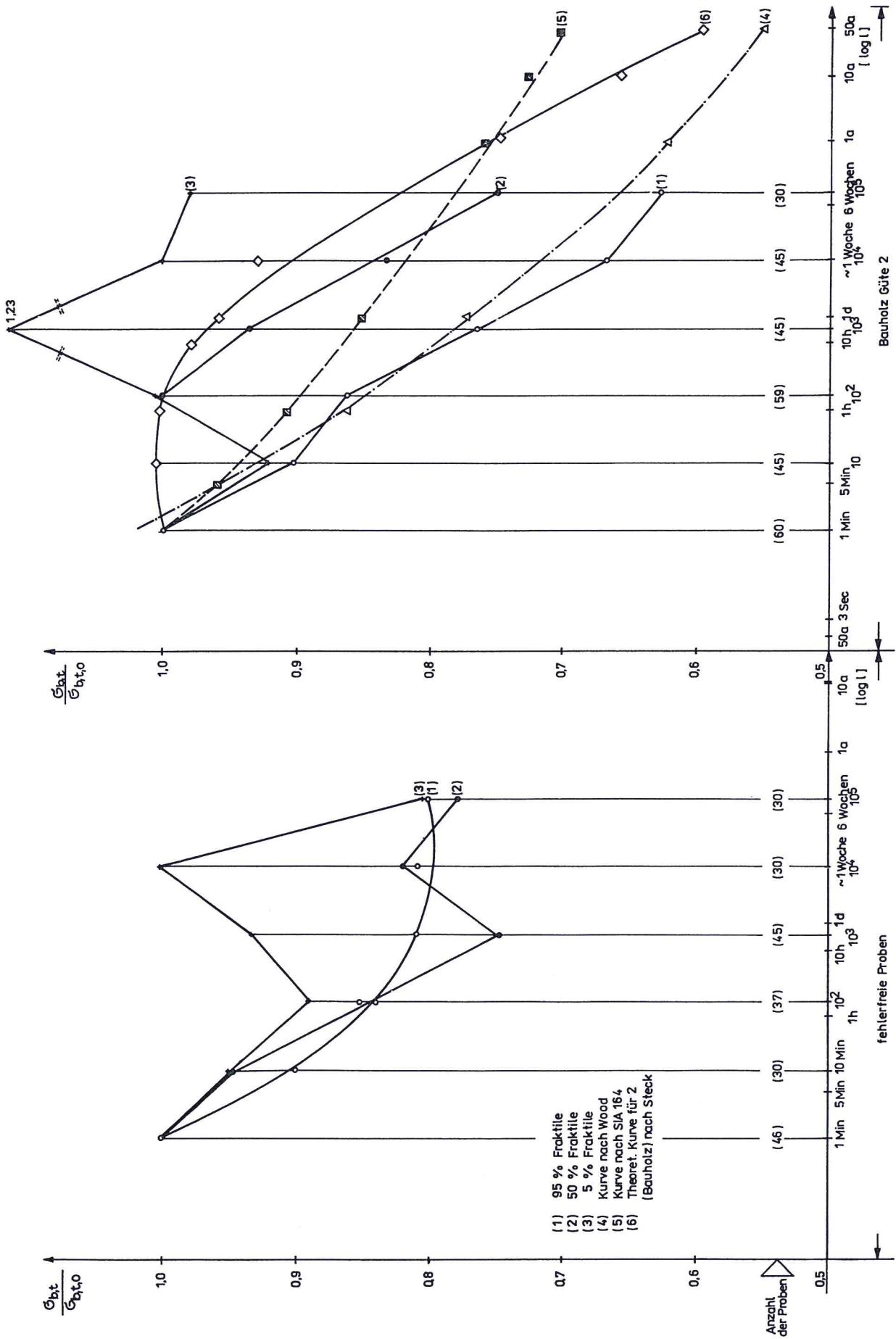


Bild 10 : Abfall der Biegefestigkeit in Abhängigkeit von der Belastungsdauer für fehlerfreies Holz und Bauholz (Güte Nr. 2) nach Madsen

Tabelle 1: Gebräuchliche Symbole für Faktoren und Zielstellung der Faktorenbildung

Faktor	Symbol laut		Ziel der Faktorbildung	Bemerkung zur wahrscheinlichkeitstheoretischen Interpretation
	TGL 38792	ISO-TC 165 1. Entwurf 1983		
Lastfaktoren	n_i	γ_f	berücksichtigt die unterschiedliche Überschreitungswahrscheinlichkeit der Lasten	können bei bekannten Verteilungsgesetzen statistisch abgeleitet werden, andernfalls durch Vergleich mit bisher geltenden Vorschriften abschätzen und künftig präzisieren
Lastkombinationsfaktor	K_i	ψ_0	berücksichtigt die verringerte Wahrscheinlichkeit der gleichzeitigen Überschreitung mehrerer Lasten	
Wertigkeitsfaktor	h	n	berücksichtigt den Unterschied im Zuverlässigkeitsgrad der jeweiligen Konstruktion zu dem Niveau der Berechnungsvorschrift Werte sind abhängig von ges. und wirtsch. Bed. des Bauwerkes, konstruktive Bedeutung des Elementes, während der Nutzung und Montage, der Nutzungsdauer	
Materialfaktor	m_i	δ	berücksichtigt die Streuung der Materialfestigkeiten	können bei bekannten Verteilungsgesetzen statistisch abgeleitet werden, andernfalls durch Vergleich mit bisher geltenden Vorschriften abschätzen und künftig präzisieren
Anpassungsfaktor	c_{Ri}	$\delta_{m,i}$	berücksichtigt den Unterschied zwischen tatsächlichem Verhalten der Bauwerke und Bauelemente und den Rechenergebnissen; z.B. - Näherung in den Rechenannahmen - Vereinfachungen in den Rechenoperationen - zusätzliche Einflüsse auf das Tragverhalten - Holzfeuchte - Holzart - Lastdauer - Krümmen - Holzqualität - Kippen - Trägerhöhe - Kriechen - Temperatur	

Tabelle 2: Vorteile der Bemessung nach Grenzzuständen und ökonomischen Auswirkungen	
Vorteil	Ökonomische Auswirkung
1. Differenzierung des Sicherheitsniveaus durch die Benutzung von Lastfaktoren sowie die Berücksichtigung der geringen Wahrscheinlichkeit einer gleichzeitigen Überschreitung mehrerer Lastzustände durch einen Kombinationsfaktor	●
2. Differenzierung des Sicherheitsniveaus durch Benutzung von entsprechenden Anpassungsfaktoren in Abhängigkeit von den für die gesamte Standzeit vorherrschenden Bedingungen	●
3. Differenzierung des Sicherheitsniveaus durch Berücksichtigung der Bedeutung eines Bauteiles oder Bauwerkes über Wertigkeitsfaktoren	●
4. Ausbau der Möglichkeit einer wahrscheintlichkeitstheoretischen Untermauerung der Teilkoeffizienten (wirklichkeitsnähere Erfassung)	●
5. Verbindliche Einführung von gleichwertigen Kriterien für den Nachweis der Sicherheit (Grenzzustände der 1. u. 2. Gruppe)	○
6. Transparente Gestaltung und Verbesserung der Vergleichbarkeit nationaler Normen	○
● direkter Einfluß auf die Ökonomie der Baukonstruktionen ○ indirekter Einfluß auf die Ökonomie der Baukonstruktionen	

Bemerkungen zu Tabelle 4:

Einschätzung der vorliegenden Ergebnisse hinsichtlich Verwendbarkeit für die neue Norm

- Forschungsergebnisse liegen in Form von Vorschlägen vor
- vorliegende Ergebnisse müssen präzisiert werden

Inhalt ISO-TC 165 (1. Entwurf 1983)	Forschungsergebnisse der TU Dresden	Forschungsergebnisse der IHS Wismar
0 Einführung		
1 Bereich		
2 Anwendungsbereich		
3 Andere Standards		
4 Definitionen, Symbole		
4.1 Definitionen		
4.2 Symbole		
4.3 Einheiten		
5 Grundlagen des Entwurfes		
5.1 Generelle Forderungen		
5.2 Entwurf durch Berechnung		
5.3 Entwurf durch Versuche		
5.4 Feuchtigkeitsklassen	● ●	● ²⁾ ● ³⁾
5.5 Last-Dauerklassen		
6 Prinzipielle Berechnungsmethoden		
6.1 Anerkannte Prinzipien		
6.2 Rechenwerte für Lasten		
6.3 Rechenwerte für Festigkeitsparameter	●	
6.4 Rechenwerte für geometrische Parameter		
7 Materialien		
7.1 Allgemeines		
7.2 Charakterist. Werte und Mittelwerte	● ²⁾ ● ^{2),3)}	● ³⁾ ● ³⁾
7.3 Bauholz	● ²⁾ ● ^{2),3)}	
7.4 Keilzinkenverbindungen	● ²⁾	
7.5 Brettschichtholz	● ²⁾	
7.6 Holzwerkstoffe	● ²⁾	
7.7 Verbindungsmittel	● ²⁾	
7.8 Klebstoffe		
8 Berechnung		
8.1 Grundlegende Bauteile	● ¹⁾	1) nur GZ 1
8.2 Mehrteilige und spezielle Bauteile		2) auf der Basis theor. Unters.
8.3 Verbindungen	● ¹⁾	3) auf der Basis von Versuchen
9 Baudurchführung		
9.1 Allgemeines		
9.2 Materialien		
9.3 Bearbeitung		
9.4 Verbindungen		
9.5 Anordnung		
9.6 Transport und Montage		
10 Brandschutz		
weitere wichtige Punkte		
11 Holzschutz		

Einschätzung zur Forschungsintensität

- Forschung wird weitergeführt zur Präzisierung der vorliegenden Ergebnisse
- Forschung wird 1985 begonnen
- Forschung im Zeitraum 1985 - 90 geplant

Tabelle 4 : Vergleich der vorliegenden Forschungsergebnisse mit den inhaltlichen Schwerpunkten des ISO-Standards

Tabelle 3: Internationaler Entwicklungstrend im Zusammenhang mit Harmonisierung der Holzbaunormen

Gebiet	Aufgabe	verantwortliches internationales Gremium
Normung	1. Erarbeitung von überregionalen Standards für die Qualitätsüberwachung bei der Produktion von Brettschichtholz, einschließlich Festlegungen für Klebefugen und Keilzinkenverbindungen	CIB-W18 Gruppe
	2. Weiterentwicklung der Güteklassen im Hinblick auf die Festlegung von Festigkeitsklassen	ECE-Committee und CIB-W18
	3. Erarbeitung von Prüfstandards für experimentelle Untersuchungen und Zulassungsprüfungen	CIB-W18, ISO, RILEM
	4. Weiterentwicklung der überregionalen Holzbaunormen durch Einarbeitung neuester ingenieurtheoretischer Kenntnisse	CIB-W18, ISO, EWG, RGW
Sortierung	1. Weiterentwicklung der Sortierregeln für Bauholz (visuell und maschinelle Sortierung)	ECE-Committee
	2. Sortiermerkmale im Hinblick auf die Festlegung von Festigkeitsklassen von Brettschichtholz	
Materialfestigkeiten	1. Einfluß verschiedener Faktoren auf die Materialfestigkeiten aufgrund von experimentellen Untersuchungen an Proben in Bauholzabmessungen und Ableitung von Anpassungsfaktoren	nationale F/E-Einrichtungen
	2. Materialfestigkeiten von Holzwerkstoffen	
	3. Einfluß der Lastdauer auf die Materialfestigkeit von Bauholz und Holzverbindungen	
	4. Einfluß des Volumens auf die Materialfestigkeit	

Tabelle 5: Feuchtigkeitsklassen n. DIN 1052, TGL 33135, CIB-W18 Norm. ISO-TC-165 und Vorschlag TU Dresden							
Klassifizierung der Bauwerks- kategorie nach Klimabedingungen n. TGL 33135 (Ausgabe 1984)	Feuchtig- keitsklasse	in Anlehnung an DIN 1052, B1 1 und TGL 33135 gewählte Klassen- grenzen		n. CIB-Structural Timber Design Code (Sixth Draft) und ISO-TC 165 (First Draft)		Vorschlag Dr. Zimmer, TU Dresden, 1983	
		Rel. Luftfeuch- te in % bei 20°C	Holzfeuchte u (%)	Rel. Luftfeuch- te in % bei 20°C	Holzfeuchte u (%)	Rel. Luftfeuch- te in % bei 20°C	Holzfeuchte u (%)
Geschlossene Bauten mit Heizung	1	$30\% \leq \varphi \leq 65\%$	$6\% \leq u \leq 12\%$	$\varphi \leq 65\%$	$u \leq 12\%$	$\varphi \leq 60\%$	$12\% \leq u \leq 15\%$
Geschlossene Bauten ohne Heizung	2	$50\% \leq \varphi \leq 77\%$	$9\% \leq u \leq 15\%$	$65\% \leq \varphi \leq 80\%$	$12\% \leq u \leq 16\%$	$60\% < \varphi < 80\%$	$15\% < u < 20\%$
Geschlossene Stahlbauten (belüftet) ohne Heizung Offene und teilweise offene Bauten mit Überdachung	30	$65\% \leq \varphi \leq 85\%$	$12\% \leq u \leq 18\%$	$\varphi \geq 80\%$	$u \geq 16\%$	$80\% < \varphi$	$20\% < u < 25\%$
Freistehende Tragwerke ohne Schutz gegen Klimaeinwir- kungen	4	$\varphi \geq 85\%$	$u \geq 18\%$			$95\% < \varphi$	$u > 25\%$

Tabelle 6: Zuordnung der in SIA 164 festgelegten Klimabedingungen zu der Feuchtigkeitsklasse

Klassifizierung von Bauteilen nach Klimabedingungen entsprechend SIA 164 (Ausgabe 81)	Durchschnittliche Holzfeuchte des Querschnittes		Feuchtigkeitsklasse	in Anlehnung an DIN 1052, BI 1 und TGL 33135 gewählte Klassen-grenzen	
	Mittelwert	Schwankungsbereich		Rel. Luftfeuchte in % bei 20°C	Holzfeuchte u (%)
Vor Witterung geschützte Bauteile, in gut belüfteten, im Winter gut beheizten Räumen	9%	3%	1	$30\% \leq \varphi \leq 65\%$	$6\% \leq u \leq 12\%$
Vor Witterung geschützte Bauteile, in gut belüfteten, im Winter schwach beheizten Räumen	12%	3%	2	$50\% \leq \varphi \leq 77\%$	$9\% \leq u \leq 15\%$
Vor Witterung geschützte Bauteile, in gut belüfteten, unbeheizten Räumen, Vor Witterung teilweise geschützte Bauteile, mittlere Querschnitte - stark strahlungsabsorbierender Anstrich	15% 13%	3% 4%	33	$65\% \leq \varphi \leq 85\%$	$12\% \leq u \leq 18\%$
Vor Witterung geschützte Bauteile, in offenen, überdachten Konstruktionen, Vor Witterung teilweise geschützte Bauteile, kleine Querschnitte (mit oder ohne Oberflächenbehandlung) - stark strahlungsabsorbierender Anstrich - wenig strahlungsabsorbierender Anstrich - mittlere Querschnitte (z.B. Balkenteile unter Dach) - wenig strahlungsabsorbierend Direkt bewitterte Bauteile - größere Querschnitte (z.B. Konstruktionsholz ohne direkte Oberflächenbehandlung) - durchschnittlich - äußere Zone des Querschnittes	17% 15% 17% 16% 18% 20%	5% 5% 4% 4% 6% 8%	4	$\varphi \geq 85\%$	$u \geq 18\%$

Tabelle 7
Änderung der Festigkeitseigenschaft in % bei einer Änderung des Feuchtigkeitsgehaltes
um $\Delta u = + 1 \%$, 12% u 25% n. /31/ (entnommen /20/)

Festigkeitseigen- schaft	Holzqualität		
	gering (5 % Fraktil)	mittel (50 % Fraktil)	sehr gut (95 % Fraktil)
Druckfestigkeit	- 1	- 4	- 6
Zugfestigkeit	0	0	- 1
Biegefestigkeit	0	- 2	- 3,5
Druck - E - Modul	- 1	- 2	- 3,5
Zug - E - Modul	0	0	0
Biege - E - Modul	0	- 1	- 1,5
Biegesteifigkeit (E.I.)	0	0	0

Tabelle 8: Verteilungsparameter der Holzfeuchtigkeit

	Rechteckverteilung der Dichte mit					Bemerkungen
	Mittelwert u (%)	Variations- koeffizient v	Unterer Grenzwert u (%)	Oberer Grenzwert u (%)	Feuchte- amplitude u (%)	
1	9	0,192	6	12	6	
2	12	0,144	9	15	6	
3	15	0,115	12	18	6	Für großformatige Bauteile, wie Kant- hölzer und Brettschichtbauteile, die den Nutzungsbedingungen nach Feuchte- klasse 4 ausgesetzt sind, aber mit ein- nem hydrophobierenden Anstrich versehen sind.
4a	22,5	0,1925	15	30	15	Für kleinformative Bauteile, wie Latten und Bretter. Für Brettschichtbauteile die den Nutzungsbedingungen nach Feuch- teklasse 3 ausgesetzt sind, aber zur Überdachung von Düngemitteln, insbe- sondere von Harnstoffdünger dienen.
4b	18	0,257	10	26	16	Für mittlere bis großformatige Bauteile, wie Kanthölzer und Brettschichtbauteile. Für Bretter und Latten, die einer Nut- zung nach Feuchteklasse 3 ausgesetzt sind.

Tabelle 9: Zeit - bzw. Lastdauerklassen einzelner Normen

Zeit - bzw. Lastdauerklasse	Zeitdauer						
	Überregionale Normen			Regionale Normen bzw. Normvorschläge			
	RGW-Standard Holzkonstr. (August 1984)	ISO - TC 165 Holzkonstr. (1. Entwurf 1983)	CIB - W18 ¹⁾ Holzkonstr. (6. Entwurf 1983)	SIA 164 Holzbau (1981)	UdSSR SNIP II - 25 - 80 (1982)	VR Polen PN 81/B - 03150	Vorschlag ²⁾ Dr. Zimmer
langzeitig (L)			10 Jahre	10 Jahre		10 ⁵ h/ (10 Jahre)	1,5 Monate
mittlere Be- lastungsdauer (ML)			1 Jahr			Normalbe- lastung 10 ³ -10 ⁵ h von 6 Wochen bis 18 Jahre	
kurzzeitig (K)	keine Angaben	wie bei CIB - W18	1 Woche (100 Stunden)	1 Stunde	keine Angaben		
sehr kurzzeitig (SK)			100 Stunden			10 ³ h (6 Wochen)	10 h... 1,5 Monate
augenblicklich, stoßartig (S)				10 Sekunden			
Versuchsbelastung			3...5 Minuten	5 Minuten			

1) Wirkung einer konstanten Last; bei unterbrochener Lastdauer kann die Lastdauerklasse in Übereinstimmung mit der summierten Lastzeit bestimmt werden.

2) Entspricht finnischer Normfassung

Tab. 11 : Notwendige Forschungsaufgaben zur Untersuchung des Einflusses der Holzfeuchte, Lastdauer von Temperatur auf die Festigkeit von Bauholz

Einfluß - faktor	Holzfeuchte	Lastdauer	Temperatur
Aufgabe	Wirksamkeit einer diff. Berücksichtigung des Einflusses auf die Festigkeitseigenschaften bei weitestgehender Annäherung an ISO-TC 165	Abhängigkeit der Festigkeit von der Dauerbelastung	Max. Zeitdauer der Temperaturbeanspruchung in Abhängigkeit von den Querschnittsgrößen und Einfluß auf die Festigkeit
	Notwendigkeit einer getrennten Berücksichtigung des Einflusses für BSH Experimentelle Überprüfung der theor. Festleg. des Einflusses der Zeitdauer, der Beanspruchung und bestimmter chem. Holzschutzmaßnahmen Größe der Holzfeuchtigkeit in Abhängigkeit von angreifenden chem. Stoffen bei bestimmten Nutzungsbedingungen Berücksichtigung des Einflusses durch eine mathematische Gleichg. in Abhängigkeit der Festigkeit der Güteklasse	Einfluß der Last auf die Festigkeit entsprechend definierten Lastdauer - klassen Einfluß der Festigkeits - klassen od. Gütekl. auf die Dauerstandsfestigkeit Verlauf der Zeitfestigkeit für bestimmte Lastdauer - klassen	Max. Temperaturbelastung in Abhängig. von den Querschnittsgrößen Abweichung von Abminderungsfaktoren bei Festlegung von experimentell nachgewiesenen Klassengrenzen

Tabelle 12: Forschungsprogramm 1986 - 1988

Forschungsaufgabe	Forschungsziel
F 1	Grundwerte von Bauholz bei Biege- und Druckbeanspruchung (Knicken)
F 2	Anpassungsfaktor "Langzeitverhalten" von Bauholz bei Biege- und Druckbeanspruchung (Knicken)
F 3	Anpassungsfaktor "Aggressive Medien" von Bauholz bei Biegebeanspruchung
F 4	Grundwerte von Brettschichtholz bei Biegebeanspruchung
F 5	Anpassungsfaktor "Langzeitverhalten" von Brettschichtholz bei Biegebeanspruchung
F 6	Anpassungsfaktor "Querschnittshöhe" von Brettschichtholz bei Biegebeanspruchung
F 7	Anpassungsfaktor "Holzfeuchte" von Brettschichtholz bei Biegebeanspruchung
F 8	Grundwerte der Nagelverbindung mit Ng 3,4 x 90 bei Schubbeanspruchung
F 9	Grundwerte der Holzschraubenverbindung mit SKHS 8 x 90 bei Schubbeanspruchung
F 10	Grundwerte der Keilringdübelverbindung mit KR0 A 80 bei Schubbeanspruchung



Institut für Industriebau



Zentrale Fachsektion
Industriebau bei der
KdT

Mitteilung

Nr. 1/86

des Fachausschusses Ingenieurholzbau bei der KdT
und des Institutes für Industriebau

IV. Holzbauseminar 1985

Dipl.-Ing. W. Rug - Vorsitzender des Fachausschusses Ingenieurholzbau

Berlin, November 1985