

Vorhabenbezogene Bauartgenehmigung für zimmermannsmäßige Verbindungen

(Fassung 08.06.2021)

Inhaltsverzeichnis

1	Anwendungsbereich	2
2	Tragverhalten von zimmermannsmäßige Verbindungen	2
3	Zimmermannsmäßige Verbindungen ohne VBG	3
4	Zimmermannsmäßige Verbindungen mit VBG	4
4.1	Notwendigkeit der Berücksichtigung von Exzentrizitäten und Federsteifigkeiten	4
4.2	Exzentrizitäten	4
4.3	Federsteifigkeiten	4
4.4	Erforderliche Unterlagen bei der Beantragung einer VBG	5
5	Literatur	6

1 Anwendungsbereich

Dieses Merkblatt gilt für die Festlegung von ggf. erforderlichen Nachgiebigkeiten bzw. Federsteifigkeiten und Exzentrizitäten bei der statischen Berechnung von zimmermannsmäßigen Verbindungen im Holzbau, welche in bestehenden Tragwerken aber auch in neu zu errichtenden Tragwerken verwendet werden sollen. Es gilt grundsätzlich zusammen mit der entsprechend der Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen [5], lfd.Nr. A 1.2.5.1 bauaufsichtlich eingeführten Norm DIN EN 1995-1-1 [1], DIN EN 1995-1-1/A2 [2] inklusive des nationalen Anhangs DIN EN 1995-1-1/NA [3] und ergänzt bzw. konkretisiert die im allgemeinen Merkblatt zur vorhabenbezogenen Bauartgenehmigung und Zustimmung im Einzelfall aufgeführten Sachverhalte.

In [1] und [2] in Verbindung mit [3] sind für die Nachgiebigkeit bzw. Federsteifigkeit und Exzentrizität von zimmermannsmäßige Verbindungen keine expliziten Angaben enthalten. Deshalb soll durch dieses Merkblatt, auf Grundlage der Brandenburgischen Bauordnung (BbgBO) [4], die Anwendung dieser Verbindungen durch eine vorhabenbezogene Bauartgenehmigung (VBG) entsprechend §16a BbgBO erleichtert werden.

Nach der Erteilung einer VBG für zimmermannsmäßige Verbindungen dürfen diese in Gebäuden, die unter den Geltungsbereich der BbgBO fallen und durch vorwiegend ruhende Belastungen beansprucht werden, angewandt werden. Dies sind z.B. Wohngebäude, Geschäfts- und Zweckbauten sowie denkmalgeschützte Gebäude aller Art.

2 Tragverhalten von zimmermannsmäßige Verbindungen

Entsprechend [1], Abschnitt 5.1 ist die Berechnung von Holztragwerken mit geeigneten Bemessungsmodellen und unter Berücksichtigung aller maßgebenden Parameter durchzuführen. Dabei muss der Einfluss der Nachgiebigkeit der Verbindungen berücksichtigt werden.

Tragwerke mit zimmermannsmäßigen Verbindungen werden zur Ermittlung der Schnittgrößen üblicherweise als Gesamttragwerk modelliert. Die Berechnung dieser Tragwerksmodelle erfolgt gewöhnlich als zwei- oder dreidimensionales Stabwerksmodell. Somit handelt es sich um mehrfach statisch unbestimmte Tragwerksmodelle, deren Berechnungsergebnisse durch die Berücksichtigung des Tragverhaltens der zimmermannsmäßigen Verbindungen wesentlich beeinflusst werden kann.

Der Einfluss der Modellierung der zimmermannsmäßigen Verbindungen auf die Berechnungsergebnisse resultiert aus der Tatsache, dass die Stabkräfte über Kontaktdruck und Reibung innerhalb der zimmermannsmäßigen Verbindungen übertragen werden. Somit können schon aus geometrischen Gründen lokale Beanspruchungen senkrecht, parallel und schräg zur Faserrichtung des Holzes auftreten. Diese führen auf Grund der ausgeprägten Anisotropie des Holzes und der ggf. vorhandenen

starken Schwankungen der Holzfeuchte zu unterschiedlichen Verformungen in dem jeweiligen Holzquerschnitt. Diese Nachgiebigkeiten werden üblicherweise durch die Verdreh- und Verschiebungssteifigkeit der Verbindung in Form von Federkennwerten und Exzentrizitäten bei der Modellierung der zimmermannmäßigen Verbindungen berücksichtigt. Hier ist zu beachten, dass das Verhalten aller Elemente der Verbindung zu berücksichtigen ist und die Verformung der Verbindung mit der bei der Gesamtberechnung angenommenen Verformung im Einklang stehen muss.

3 Zimmermannsmäßige Verbindungen ohne VBG

Üblicherweise werden zimmermannsmäßige Verbindungen bei der statischen Berechnung des Tragwerks als Anschlüsse mit Momentengelenk und starrer Lagerung gegenüber Quer- und Normalkraft sowie ohne unplanmäßige Exzentrizitäten modelliert. Diese Vereinfachung ist meist zutreffend, da die Kontaktflächen herstellungs- und materialbedingt sehr oft klaffen und somit oftmals nur kleine Kontaktflächen mit sehr kurzen Hebelarmen zur Momentenübertragung bieten. Außerdem sind die zu erwartenden Winkeländerungen zwischen den Stäben des Verbindungsknotens klein. Die starre Lagerung gegenüber der Quer- und Normalkraft in den Knoten ist eine auf der sicheren Seite liegende Näherung. Die Vernachlässigung von Exzentrizitäten in den zimmermannsmäßigen Verbindungen ist eine oftmals zutreffende Vereinfachung, wenn dies auf Grund der Geometrie dieser Verbindung plausibel nachvollzogen werden kann. Jedoch können sich auf Grund der Geometrie der Verbindungen Abweichungen zwischen der Lage der Kontaktflächen der Verbindung und der Schwerachse der angeschlossenen Stäbe ergeben. Diese planmäßigen Exzentrizitäten sind in der statischen Berechnung natürlich zu berücksichtigen.

Bei dieser Art der Modellierung der zimmermannsmäßigen Verbindungen innerhalb des Stabwerkmodells eines Tragwerks können die Schnittkräfte und Verformungen mit üblichen Berechnungsverfahren ermittelt werden. Die Querschnittsnachweise sind dann mit den Schnittgrößen der Normal- und Querkräfte in den Verbindungen entsprechend der Vorgaben aus [1], Abschnitt 6 und [2] in Verbindung mit [3] und die Verformungsnachweise des Tragwerks entsprechend der Vorgaben aus [1], Abschnitt 7 und [2] in Verbindung mit [3] zu führen.

Für diese Art der Modellierung und der daraus resultierenden Nachweisführung existieren also grundsätzlich eingeführte Technische Baubestimmungen (siehe [5], lfd.Nr. A 1.2.5.1), so dass bei dieser Modellierung der zimmermannsmäßigen Verbindungen mit Momentengelenk und starrer Lagerung gegenüber Quer- und Normalkraft keine VBG nach §16a BbgBO erforderlich ist.

4 Zimmermannsmäßige Verbindungen mit VBG

Sollen bei der statischen Berechnung des Tragwerks in den Knoten die Nachgiebigkeiten der zimmermannmäßigen Verbindungen durch Federsteifigkeiten und Exzentrizitäten berücksichtigt werden, sind weitergehende Überlegungen erforderlich. Einige grundsätzliche Anregungen werden nachfolgend erwähnt, jedoch nicht abschließend behandelt. Die abschließende Betrachtung ist sehr stark von den jeweiligen objektbezogenen Randbedingungen abhängig und kann damit nur im Rahmen des Verfahrens zur Erteilung einer VBG hinreichend genau vorgenommen werden.

4.1 Notwendigkeit der Berücksichtigung von Exzentrizitäten und Federsteifigkeiten

Bei einer Nachrechnung von z.B. bestehenden Tragwerken, kann die Nachweiseführung nach Abschnitt 3 zu nicht ausreichender Standsicherheit des Bestandstragwerkes bzw. zu von der Realität abweichenden Verformungsfiguren führen. Zur Erhaltung dieser Bestandstragwerke bzw. realitätsnäheren Berechnung des Tragwerkes sind dann weitergehende Überlegungen erforderlich. Diese Überlegungen können die Berücksichtigung von unplanmäßigen Exzentrizitäten sowie Dreh- und/oder Wegfedern im Knoten der zimmermannsmäßigen Verbindungen sein.

4.2 Exzentrizitäten

Unplanmäßige Exzentrizitäten können sich aus Systemverformungen und damit einhergehenden Winkeländerungen in den Knoten, ungleichförmigen Kontaktspannungsverläufen und herstellungs- sowie materialbedingten Imperfektionen, wie z.B. Klaffungen, Schwindverformungen oder Drehwuchs, ergeben. Diese sind in der statischen Berechnung realitätsnah zu berücksichtigen. Hierzu kann es insbesondere bei ungleichförmigen Kontaktspannungsverläufen erforderlich sein, weitergehende Untersuchungen und Detailberechnungen mit Validierungsversuchen durchzuführen.

Da durch [5], Anlage A 1.2.1/1 die Anwendung der informativen Anhänge B, C und D aus [6] in Deutschland nicht zulässig ist, gibt es für eine versuchsgestützte Bemessung keine eingeführten Technischen Baubestimmungen. Somit ist in diesem Fall ein Anwendbarkeitsnachweis in Form einer VBG nach §16a BbgBO erforderlich.

4.3 Federsteifigkeiten

Im Zeitalter von Computerstatiken kann in einer genaueren statischen Berechnung eine zimmermannsmäßige Verbindung auch mittels Dreh- und/oder Wegfedern modelliert werden. Hierzu sind jedoch Angaben für diese Federsteifigkeiten erforderlich. In [1], [2] und [3] sind aber keine entsprechenden Angaben enthalten, so dass eine Nachweiseführung auf der Grundlage der eingeführten Technischen Baubestimmungen nicht möglich ist. Somit ist auch in diesem Fall ein Anwendbarkeitsnachweis in Form einer VBG nach §16a BbgBO erforderlich.

Grundsätzlich wird von dem Ansatz einer Drehfeder bei zimmermannsmäßigen Verbindungen abgeraten. Sollte von diesem Grundsatz jedoch abgewichen werden, so

muss die ansetzbare Drehfedersteifigkeit durch Detailberechnungen mit Validierungen ermittelt werden. Diese Drehfedersteifigkeit K ergibt sich aus einer charakteristischen Momenten Tragfähigkeit M_{Rk} , welche eine Einheitsverdrehung φ von 1 rad hervorruft und kann somit durch die folgende Gleichung ausgedrückt werden.

$$K = \frac{M_{Rk}}{\varphi} \quad [\text{kNm/rad}]$$

Zur Ermittlung der Drehfedersteifigkeit K sind Versuche notwendig. Da durch [5], Anlage A 1.2.1/1 die Anwendung der informativen Anhänge B, C und D aus [6] in Deutschland nicht zulässig ist, gibt es für eine versuchsgestützte Bemessung keine eingeführten Technischen Baubestimmungen. Somit ist in diesem Fall ein Anwendbarkeitsnachweis in Form einer VBG nach §16a BbgBO erforderlich.

Der Ansatz von Wegfedern für zimmermannsmäßige Verbindungen kann ggf. sinnvoll sein. Dabei ist je nach Verbindung ein Ansatz von einer oder zwei Wegfedern erforderlich. Die Wegfedersteifigkeit C ergibt sich grundsätzlich aus einer charakteristischen Kraft der Tragfähigkeit F_{Rk} und einer Einheitsverschiebung u von 1 mm und kann somit durch die folgende Gleichung ausgedrückt werden.

$$C = \frac{F_{Rk}}{u} \quad [\text{kN/mm}]$$

Die für eine zimmermannsmäßige Verbindung anzusetzende Wegfedersteifigkeit ist durch Detailberechnungen mit Validierungen zu ermittelt. Es sind also wiederum Versuche notwendig und demzufolge ein Anwendbarkeitsnachweis in Form einer VBG nach §16a BbgBO.

Für erste Vorbemessungen – jedoch nicht für einen bautechnischen Nachweis entsprechend §66 BbgBO – können ggf. die Wegfedersteifigkeiten aus [8], Bild 17 angesetzt werden. Es wird jedoch an Hand dieses Bildes deutlich, dass in [8] z.T. erhebliche Streubreiten für eine Wegfedersteifigkeit einer zimmermannsmäßigen Verbindung angegeben werden. Deshalb sollen diese Werte auch nur für die Anwendung in einer Vorbemessung benutzt werden. Durch diese Vorbemessung kann die grundsätzliche Sinnhaftigkeit eines Ansatzes von Wegfedern vor der Erstellung des bautechnischen Nachweises auf der Grundlage einer VBG eingeschätzt werden.

4.4 Erforderliche Unterlagen bei der Beantragung einer VBG

Es sind grundsätzlich die entsprechenden Hinweise aus unserem allgemeinen Merkblatt „Vorhabenbezogene Bauartgenehmigung und Zustimmung im Einzelfall“ zu beachten.

Vor einer Beantragung einer VBG empfehlen wir, die Auswahl der Versuchsanstalt und des Gutachters mit uns abzustimmen. In dieser frühen Phase sollte dem Bautechnischen Prüfamnt auch ein Versuchsplan, mit der technischen Begründung der Notwendigkeit bestimmter Versuche und deren Anzahl, zur grundsätzlichen Abstimmung vorgelegt werden. In bestehenden Tragwerken wird eine Sortierung des Holzes nach der Tragfähigkeit auf der Grundlage von [9] in Verbindung mit [10] bis [13] als notwendig angesehen. Die Auswahl des mit der Sortierung zu beauftragten geschulten Fachpersonals sollte mit dem Bautechnischen Prüfamnt ebenfalls im Vorfeld abgestimmt werden. Die Ergebnisse der Untersuchungen nach [12] bzw. [13] sind eine wesentliche Grundlage für die Bearbeitung des Antrags auf Erteilung einer

VBG und müssen dem Bautechnischen Prüfamnt zur Verfügung gestellt werden. Weitere detaillierte Abstimmungen können sich im Laufe des eigentlichen Verfahrens zwar noch ergeben, aber eine grundsätzliche Klärung bzgl. des Versuchsumfangs und damit der zu kalkulierenden Kosten ist durch den vorgeschlagenen Ablauf weitgehend möglich.

Für die relevante zimmermannsmäßige Verbindung sind die entsprechenden Pläne beim Bautechnischen Prüfamnt einzureichen. Es handelt sich hierbei um die Pläne des Gesamttragwerks und um Detailpläne mit der Angabe der Materialien, Bauteilabmessungen und Toleranzen. Weiterhin müssen die Versuchsberichte zur Bestimmung der Federsteifigkeiten und die gutachterliche Stellungnahme zur statistischen Auswertung der Versuchsergebnisse dem Bautechnischen Prüfamnt zur Verfügung gestellt werden.

5 Literatur

- | | | |
|-----|--|---|
| [1] | DIN EN 1995-1-1:2010-12 | Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-1: Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau |
| [2] | DIN EN 1995-1-1/A2:2014-07 | Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-1: Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau |
| [3] | DIN EN 1995-1-1/NA:2010-12 | Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter - Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten – Teil 1-1: Allgemeines – Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau |
| [4] | Brandenburgische Bauordnung vom 15.11.2018, zuletzt geändert durch Gesetz vom 09.02.2021 | |
| [5] | Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen des Landes Brandenburg vom 14.04.2021 | |
| [6] | DIN EN 1990:2010-12 | Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung |
| [7] | DIN EN 1990/NA:2010-12 | Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung |
| [8] | A.Meisel | „Zimmermannsmäßige Verbindungen – Klassifizierung und Tragverhalten“ veröffentlicht in Bauingenieur, Band 92, April 2017 |

- | | | |
|------|------------------------|---|
| [9] | DIN EN 14081-1:2019-10 | Holzbauwerke – Nach Festigkeit sortiertes Bauholz für tragende Zwecke mit rechteckigem Querschnitt – Teil 1: Allgemeine Anforderungen |
| [10] | DIN 20000-5:2016-06 | Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken – Teil 5: Nach Festigkeit sortiertes Bauholz für tragende Zwecke mit rechteckigem Querschnitt |
| [11] | DIN 20000-5/A1:2021-06 | Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken – Teil 5: Nach Festigkeit sortiertes Bauholz für tragende Zwecke mit rechteckigem Querschnitt; Änderung 1 |
| [12] | DIN 4074-1:2012-06 | Sortierung von Holz nach der Tragfähigkeit – Teil 1: Nadelschnittholz |
| [13] | DIN 4074-5:2008-10 | Sortierung von Holz nach der Tragfähigkeit – Teil 5: Laubschnittholz |

Impressum

Landesamt für Bauen und Verkehr
Dezernat 35 – Bautechnisches Prüfamnt
Gulbener Straße 24
03046 Cottbus
Telefon 03342 / 4266-3500
Telefax 03342 / 4266-7608
PoststelleCB@LBV.Brandenburg.de
www.lbv.brandenburg.de