

Voraussetzungen für Sicherheit und Qualität im Ingenieurholzbau

Bauing. Konstantin Krüger, KDT,
Dipl.-Ing. Wolfgang Rug, KDT,
Bauakademie der DDR, Institut für Industriebau

Wie in [1] dargelegt wurde, sollen in der DDR für die Rekonstruktion in der Industrie auch Holzkonstruktionen zum Einsatz kommen.

Mangelnde Erfahrungen im Umgang mit dem Baustoff Holz haben in der Vergangenheit international zu Schadensfällen geführt [2] [3] [4] [5].

Eine Analyse dieser Schadensfälle und die Auswertung erster Erfahrungen im Zusammenhang mit der Errichtung von Holzkonstruktionen im Industriebau der DDR ist Anliegen dieses Beitrags. Mit einer Auswertung der Schadensursachen soll unter dem Aspekt einer häufigeren Anwendung von Holzkonstruktionen in der DDR Schadensfällen vorgebeugt werden.

Projektierung

Aus volkswirtschaftlichen Gründen wird die Fertigung von Serienkonstruktionen auf der Basis wiederverwendungsfähiger Projektlösungen angestrebt. Dabei sollen auch effektive bauliche Lösungen für die Rekonstruktion in der Industrie angeboten werden. Gerade hierfür werden sich jedoch Sonderlösungen nicht immer vermeiden lassen. Die allgemeinen Grundsätze für die Ausarbeitung von Projekten sind im Entwurf von TGL 33135/01 [6] aufgeführt. Dort ist festgelegt, daß mit der Projektierung nur Fachkräfte zu betrauen sind, die über die erforderlichen Kenntnisse auf dem Gebiet des Holzbaus verfügen. Diese Festlegung wurde deshalb getroffen, weil bei der Projektierung eine dem Baustoff Holz entsprechende Fachkenntnis notwendig ist und eine gründliche Detailplanung durchzuführen ist. Darüber hinaus ist schon in den frühesten Projektphasen eine enge Abstimmung der statisch-konstruktiven Durchbildung mit den fertigungstechnologischen Möglichkeiten notwendig. Nur dadurch kann eine Konstruktion sicher und wirtschaftlich projektiert bzw. ausgeführt werden.

Die statisch-konstruktive Durchbildung einer Holzkonstruktion ist im allgemeinen aufwendiger als für Mauerwerks-, Stahlbeton- oder Stahlbauten. Gleichzeitig steht eine Vielfalt von möglichen Formen und statischen Systemen zur Verfügung, die nur durch die vorhandene Fertigungs- und Transporttechnologie begrenzt wird. Es sind Standsicherheits- und Tragfähigkeitsnachweise durchzuführen. Zusätzlich müssen die Verbindungspunkte der Konstruktion detailliert rechnerisch nachgewiesen werden. Eine Montagestatik ist anzufertigen.

Die Auswertung international aufgetretener Schadensfälle weist vor allem auf grundlegende Mängel hin, die in der Phase der Projektierung zu finden sind, wie

- Änderung der Statik und Konstruktion durch den Architekten ohne Beachtung einer möglichen Veränderung der vorher festgelegten statischen Systeme und der Belastungen,
- Festlegung eines falschen statischen Systems, z. B. Außerachtlassung des natürlichen Tragvermögens des Baustoffes Holz,
- Fehlen wichtiger statischer Nachweise, wie Biegerandspannungen, Schubspannungen oder Querkzugspannungen,

- Fehlen einer Montagetechnologie einschließlich einer Montagestatik bei über 60 % der Schadensfälle,
- mangelhafter konstruktiver Korrosionsschutz,
- ungenügende Beachtung der Veränderung des Gleichgewichtsfeuchtesatzes im Nutzungszustand.

Ein Beispiel für guten konstruktiven Korrosionsschutz zeigt Bild 1: Die gefährdeten Flächen des Stützenriegels und der -füße sind gegen Niederschläge durch hinterlüftete PVC-Abdeckungen geschützt. Eine durchgehende Tropfkante am Brückenträger verhindert das direkte Abfließen des Regenwassers am Brettschichtträger.

Nach [6] müssen die Projekte Hinweise für die Herstellung, den Transport und die Montage geben, wobei folgende Angaben enthalten sein sollten:

- alle für die Montage verbindlichen sicherheitstechnischen Bestimmungen,
- statischer Nachweis für die Montagezustände bei Transport, Umschlag und Lagerung,
- Festlegung der Anschlagpunkte und Ermittlung der Schwerpunkte der Konstruktion,
- statische Nachweise für Sicherungsmaßnahmen, wie Montageböcke, Hilfsstützen, Aussteifungen, Abspannungen und Verankerungen,
- genaue Montagefolge und Angabe des Ortes, wo die Sicherungsmaßnahmen durchzuführen sind,
- genaue Angaben zu den Montagemassen, den Abmessungen und der maximal notwendigen Ausladung,
- Baufreiheitsbeschränkungen,
- Wahl der Lastaufnahmemittel.

Fertigung

Ein Kennzeichen des modernen Ingenieurholzbaus ist der hohe Grad der industriellen Vorfertigung bei immer größeren Abmessungen und rationeller Auslastung der Produktionskapazitäten. Eine Reihe von Schadensfällen ist auf unterlassene Qualitätskontrollen zurückzuführen [4]. Es wurden folgende Mängel festgestellt:

- Einbau von zu feuchtem Holz,
- Einbau von Holz minderer Güte,
- schlechte Ausführung der Keilzinkenverbindungen und Verklebung,
- Verwendung von Holz mit hoher Astigkeit, mit Drehwuchs oder mit zu weiten Jahresringen,
- willkürliche Abweichungen vom Projekt,
- unvorschriftsmäßige Ausführung von Verbindungen, z. B. schlechte Paßstöße, zu geringe Vorholzlänge und Abstände zwischen den Verbindungsmitteln,
- Verwendung nicht rissefreien Holzes bei gekrümmten Bauteilen.

Als weitere Unregelmäßigkeiten traten auf:

- Nichteinhalten der festgelegten Genauigkeitsklasse,
- Vernachlässigung der lotrechten Einbaulage bei Bindern,
- fehlender Korrosionsschutz der Stahlverbindungssteile.

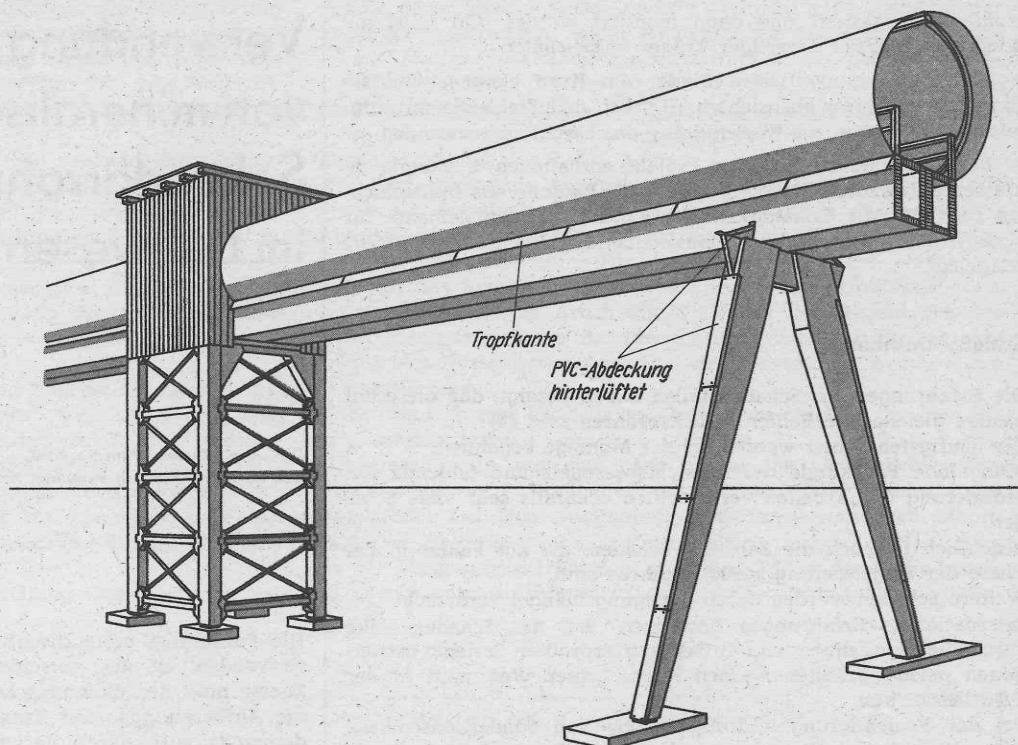
Aufgrund der Bedeutung soll nachfolgend auf häufige Fehler bei der Verwendung der gebräuchlichsten Verbindungsmittel im Holzbau aufmerksam gemacht werden:

Nägel

- Nichteinhaltung der vorgeschriebenen Mindestabstände,
- Verwendung zu kurzer Nägel,
- Nichtbeachtung der Vorschrift, daß Nagellöcher in Laubholz und für Nageldurchmesser $d \geq 4,2$ mm vorzubohren sind,
- Nageln von gefrorenen Hölzern, was zu Rißbildung führt.

Bolzen

- Verwendung von Schraubenbolzen für Dauerbauten und Hauptanschlüsse,
- Verwendung von Bolzen anstelle von Dübelverbindungen,
- Nichteinhalten der in TGL 33135/02 festgelegten Abmessungen für Unterlagsscheiben.



Stabdübel

- Nichteinhalten der Bohrlochtoleranz [7],
- Verwendung von Stabdübeln aus warmgewalztem Rundstahl mit zu großen Toleranzen.

Dübelverbindungen

- Ungenaue Paßsitze von eingestemmt oder eingefräst Dübeln,
- Nichtbeachtung des zulässigen Höchstwertes der Holzfeuchte (18 % bei Spezialdübel, 15 % bei Flachdübel) beim Zusammenbau der Spezialdübelverbindungen,
- Unterlassung des Nachspannens der Spannschrauben bis zum Eintritt der Ausgleichsfeuchte.

Versätze und Stöße

- Ungenaue Ausarbeitung von Versätzen und Stößen, hierdurch verminderte Kraftübertragung und zusätzliche, unerwünschte Formänderungen.

Transport, Umschlag und Zwischenlagerung

Die Transporttechnologie hat neben der Fertigungstechnologie einen wesentlichen Einfluß auf die Wahl des Tragwerkes. In der Regel wird Bahntransport in Frage kommen. Die Begrenzungen liegen hier für die DDR bei 21 bis 30 m Länge, 1,2 bis 2,4 m Breite und 2,80 m Höhe. International liegen die Werte für den Bahntransport bei 2,50 m für die Breite der Bauteile, bei 2,80 m für die maximale Höhe, bei 50 bis 60 m für die maximale Länge und bei Transport mit LKW (Tieflader) 6,0 m für die Transportbreite, 40,0 m für die Transportlänge, 3,40 m für die Transporthöhe.

Die Konstruktionsteile verlassen das Herstellerwerk feuchtigkeitsgeschützt verpackt. Auf der Baustelle werden sie in Abhängigkeit vom Vorfertigungsgrad in der Regel komplettiert und mit einer holzschützenden Lasur versehen. Wichtig ist, daß die Teile ordnungsgemäß zwischengelagert werden und die Verpackung erst kurz vor dem Aufbringen der Holzschutzmittel entfernt wird. Ungeschützte, der freien Bewitterung ausgesetzte Bauteile bekommen Risse, die den statischen Querschnitt vermindern.

Für die Lagerung der Teile werden Hinweise in TGL 33136 gegeben. Auf weitere Aspekte soll nachfolgend aufmerksam gemacht werden. Holzbinder großer Spannweiten sind sehr schlanke Bauteile mit geringer Seitensteifigkeit. Sie sind deshalb bei Zwischenlagerung in Hallen druck- und zugfest abzustützen

oder abzuspannen. Eine Lagerung auf A-Böcken oder ein Anlehnen an feste Bauteile ist nicht statthaft. Die Abstützungen und die Verbindungsmittel müssen ausreichend bemessen sein. Bei waagerechter Lagerung sind die Teile gegen starke Durchbiegung und gegen Verrutschen zu sichern sowie gegen den Anprall von Lasten zu schützen. Die Teile müssen in der Reihenfolge ihrer späteren Montage gelagert werden. Beim Be- und Entladen der Transportmittel sind Fahrzeug und Ladung gegen Kippen zu sichern.

Genagelte Konstruktionen sind empfindlich gegen dynamische Belastung; hier sind Vorkehrungen zur Entlastung vorzusehen. Bei einer Entladung mit Stahlseilen ist ein Kantenschutz vorzusehen, da sonst der statische Querschnitt gemindert wird. Es darf nur an den nach Montageprojekt vorgesehenen Punkten angeschlagen werden.

Montage

Die zuständigen Fachkräfte sind der Zimmermann und der Bauleiter. Von ihnen wird künftig wieder eine genaue Kenntnis des Baustoffs Holz und der Verbindungsmittel sowie deren verschiedenen Einsatzbedingungen verlangt. Gleichzeitig ist auch die Kenntnis statischer Zusammenhänge erforderlich. Die fachgerechte Ausführung der projektierten Konstruktion kann nur ein in dieser Richtung ausgebildeter und erfahrener Zimmermann beaufsichtigen.

Weiterhin ist eine gründliche Vorbereitung der Montagearbeiten nötig, um Fehler und Schäden zu vermeiden, die später während der Montage unter Zeitdruck entstehen könnten.

Aus den bisherigen Erfahrungen können folgende Regeln genannt werden:

- Die einzusetzenden Hebezeuge sind in der Montageanweisung aufzuführen. Sie müssen geringe Hubgeschwindigkeiten ermöglichen. Die Bewegungen sind ruckfrei durchzuführen.
- Zur Vermeidung von Kantenzerstörungen bei der Montage sind geeignete Lastaufnahmemittel, wie Hebebänder, Tragbolzen oder Zangen, einzusetzen, oder die Kanten der Holzbauteile müssen geschützt werden.
- Bei Trägern mit geringer Seitensteifigkeit ist Schrägzug zu vermeiden. Die Träger sind gegen Aufnahme von Seitenkräften zu versteifen.
- Häufige Schadensursache sind mangelhafte Abspannungen und Aussteifungen, die gar nicht, falsch oder in zu geringem Umfang angebracht sind. Binder sollten möglichst paarweise vor-

montiert, ausgesteift und dann montiert werden. Oft wird die Windangriffsfläche derartiger Träger unterschätzt.

- Während die montierten Binder am Kran hängen, sind sie zug- und druckfest abzusichern. Hierbei sind Stahlseile mit zugfesten Anschlüssen zur Weiterleitung der Lasten zu verwenden.
- Beim Abbund sind die im Projekt enthaltenen Genauigkeitsklassen einzuhalten. Nach [6] wurde für Bauteile aus Brettschichten (geklebt) die Genauigkeitsklasse 6 und für Bauelemente für genagelte Tragwerke die Genauigkeitsklasse 7 nach TGL 7255/01 festgelegt.

Schlußbetrachtung

Die Erfahrungen aus Schadensfällen haben gezeigt, daß diese auf wenige gleichartige Fehler zurückzuführen sind [4]: Die häufigsten Fehler werden bei der Montage begangen. Mangelnde Fachkunde des Aufsichtspersonals und fehlende Koordinierung der Arbeiten verursachten ebenfalls sehr viele Schäden.

Beachtlich ist auch die Zahl der Schäden, die auf Fehler in der Phase der Projektierung zurückzuführen sind.

Weitere Schäden wurden durch Fertigungsmängel verursacht. Internationale Erfahrungen bestätigen, daß das Schadensrisiko durch die Herstellung und Errichtung erprobter Serienkonstruktionen gering gehalten werden kann. Dieser Weg wird in der DDR beschritten.

Bei der Projektierung und Ausführung von Sonderkonstruktionen sollten die anerkannten Fachleute auf diesem Gebiet ständig konsultiert werden, wenn bestimmte Leistungen nicht an diese vergeben werden können.

Literatur

- [1] Rug, W.; Kreifig, W.: Anwendung von Ingenieurholzkonstruktionen im Industriebau. Bauplanung - Bautechnik 37 (1983) 9, S. 408-411
- [2] Weidenmeier, E.: Sicherheitstechnik bei der Montage von Holzbauten. bauen mit holz (1980) 8, S. 464-466.
- [3] Weidenmeier, E.: Sicherheitstechnik bei der Montage von Holzbauten, 1. Folge. bauen mit holz (1980) 9, S. 533-536, 543.
- [4] Weidenmeier, E.: Sicherheitstechnik bei der Montage von Holzbauten, 2. Folge. bauen mit holz (1980) 10, S. 599-605.
- [5] Weidenmeier, E.: Sicherheitstechnik bei der Montage von Holzbauten, 3. Folge. bauen mit holz (1980) 11, S. 674-681.
- [6] TGL 33135, Entwurf: Holzbau; Tragwerke; Berechnung nach zulässigen Spannungen, bauliche Durchbildung. Standardisierung im Bauwesen, Heft 183/184 Bauinformation, Berlin 1981.
- [7] Kolb, H.; Radovic, B.: Tragverhalten von Stabdübelanschlüssen bei Vorbohren mit dem Nenndurchmesser. bauen mit holz (1981) 9, S. 550-555.

Wir suchen dringend:

- **Tastografen, Typ A**, komplett mit
 - **Taststock** mit verstärkter Taststange
 - **Reserveschreiborgan**
 - **Auswertlupe**
- auch reparaturbedürftig.

VEB Bau- und Montagekombinat Kohle und Energie,
KB Montage- und Tiefbau, Abt. TKO
8027 Dresden, Dölzschener Straße 47

Verwendung von mineralischen Sekundärrohstoffen im Bauwesen

Dipl.-Ing. Werner Wünsche, KDT,
VEB Bau- und Montagekombinat Kohle und Energie

Die Forderung, mineralische Sekundärrohstoffe im Bauwesen zu verwenden, ist aus verschiedenen Gesichtspunkten interessant. Zuerst muß der ökonomische Aspekt genannt werden, bei dem die Aufbereitungs- und Transportkosten eine Rolle spielen. Andererseits wird durch Verwendung von Sekundärrohstoffen die Landschaft oft in zweifacher Weise geschont, denn Deponien werden vermieden oder beseitigt, und Neuaufschlüsse sind im selben Umfang nicht nötig. Wesentlich dürfte auch der sparsame Umgang mit den Bodenschätzen sein, das betrifft das Material selbst wie auch die Energie zur Gewinnung und zum Transport. Wir sollten uns in diesem Zusammenhang der Verantwortung für die nach uns folgenden Generationen nicht entziehen.

Es erhebt sich die Frage: Was gehört zu den mineralischen Sekundärrohstoffen, die sich für Bauzwecke verwenden lassen?

Dazu werden gezählt:

- im Bauwesen selbst anfallendes Material aus Naturstein, gebranntes Material, Beton und Stahlbeton, Mörtel, Material in dem schon vergegenständlichte Arbeit steckt; die Herkunft können Abbruch, Rekonstruktion, Baugrubenaushub, Beschädigung, Qualitätsmängel usw. sein (Bild 1),
- Haldenmaterial bzw. laufend anfallendes Material verschiedener Industriezweige, wie Bergbau, insbesondere Altbergbau, Natursteinindustrie, Kalkwerke, chemische Industrie, Stahlwerke, Gießereien, Kraftwerksaschen,
- Begleitrohstoffe der Deckgebirge von Tagebauen, insbesondere des Braunkohlentagebaus; hier sind vom hochwertigen Betonkies bis zum Bentonit nahezu alle Lockergesteinsarten zu finden,

1 So einfach lassen sich Sekundärrohstoffe beseitigen, obwohl sie wiederverwendbar sind.

