

**suva**



# Holzelementbau

Sicherheit durch Planung

**Dieses Merkblatt richtet sich an Personen, die Holzbauten planen, Bauleiter und Bauleiterinnen sowie Mitarbeitende in Holzbauunternehmen. Dabei werden die Zusammenhänge zwischen den Aufgaben und Pflichten aller Beteiligten aufgezeigt. Die Sicherheit steht im Fokus – angefangen bei der Planung, Produktion, Lagerung über den Transport bis hin zur Montage der Holzelemente auf der Baustelle.**

<b>1</b>	<b>Gemeinsam für mehr Sicherheit</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>Lagerung im Werk</b>	<b>25</b>
1.1	Unfälle im Holzelementbau sind häufig und teuer	4	5.1	Grundlagen Bauteilsicherung	25
1.2	Das gemeinsame Ziel	4	5.2	Lagersysteme	25
<b>2</b>	<b>Wer ist verantwortlich?</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>Transport</b>	<b>29</b>
2.1	Verantwortlichkeiten und Pflichten im Zusammenhang mit Bauarbeiten	5	6.1	Transportsicherung	29
2.1.1	Pflichten Arbeitgebende	6	6.2	Transportsysteme	29
2.1.2	Pflichten Arbeitnehmende	6	<b>7</b>	<b>Baustelleninstallation</b>	<b>33</b>
2.1.3	Zusammenarbeit Vertragspartner	6	7.1	Zufahrt	33
<b>3</b>	<b>Projektierung und Planung</b>	<b>7</b>	7.2	Zwischenlager, Abstellflächen	33
3.1	Projektierung	7	7.3	Hebemittel	34
3.2	Ausschreibung und Werkvertrag	7	7.4	Anschlagmittel und Lastaufnahmemittel	34
3.3	Ausführungs- und Terminplanung	7	7.5	Infrastruktur	35
3.4	Ingenieurplanung	7	<b>8</b>	<b>Montage</b>	<b>36</b>
3.5	Werkplanung Holzbau	7	8.1	Arbeitsanweisungen	36
3.5.1	Standards in der Unternehmung	8	8.2	Kran	36
3.5.2	Bauteilkonstruktion	8	8.3	Elemente beim Anschlagen sichern	36
3.5.3	Elementlasten ermitteln	8	8.4	Verkehrswege	36
3.5.4	Elementschwerpunkte bestimmen	8	8.5	Kollektive und individuelle Schutzmassnahmen gegen Absturz	36
3.5.5	Anschlagsysteme bestimmen (Anschlag- und Lastaufnahmemittel)	9	8.6	Massnahmen gegen Absturz an der Gebäudekante	37
3.5.6	Anschlagmittel positionieren	9	8.7	Absturzkanten sichern	37
3.5.7	Anschlagkonstruktion bemessen	9	8.8	Massnahmen gegen Absturz	37
3.5.8	Lager- und Transportkonzept	10	8.9	Entladen von Elementen ab Transportmittel	37
3.5.9	Montage- und Sicherheitskonzept	11	<b>9</b>	<b>Hilfsmittel Planung und Ausführung</b>	<b>38</b>
3.5.10	Produktions- und Montageanweisungen	11	9.1	Download Lasttabellen	38
<b>4</b>	<b>Produktion</b>	<b>12</b>	9.2	Bemessungsbeispiel Lastaufnahmepunkt	38
4.1	Herstellung	12			
4.2	Innerbetrieblicher Transport	14			
4.2.1	Hebemittel und Transportmittel	14			
4.2.2	Lastaufnahmemittel	15			
4.2.3	Anschlagmittel	19			
4.2.4	Lastaufnahmepunkt, vertikale Elementbeförderung	20			
4.2.5	Lastaufnahmepunkt, horizontale Elementbeförderung	23			

# 1 Gemeinsam für mehr Sicherheit

## 1.1 Unfälle im Holzelementbau sind häufig und teuer

In der Schweiz verlieren jährlich mehrere Personen bei Holzbauarbeiten ihr Leben. Manche werden invalid. Die hauptsächlichsten Gefahren bei Arbeiten mit vorgefertigten Wand-, Boden- und Deckenelementen sind:

- Stehend gelagerte Elemente stürzen um und verletzen Personen.
- Angehobene Elemente fallen herunter.
- Personen verletzen sich bei einem Sturz oder Absturz.

## 1.2 Das gemeinsame Ziel

Die Sicherheit muss in allen Phasen des Elementbaus gewährleistet sein: bei der **Herstellung**, bei der **Zwischenlagerung**, beim **Transport** und bei der **Montage**. Dieses gemeinsame Ziel kann nur mit einer guten Planung und Arbeitsvorbereitung erreicht werden.

Besonders wichtig sind die folgenden Punkte:

- sicherheitsgerechte Konstruktion der Elemente
- Organisation der Arbeitsabläufe
- Verwendung sicherer und geeigneter Einrichtungen und Geräte
- Schulung des Personals

# 2 Wer ist verantwortlich?

Die steigende Komplexität der Bauaufgaben stellt hohe Anforderungen an alle am Bau beteiligten Personen. Zur Sicherstellung von Qualität und Arbeitssicherheit sind Normen, gute Betriebsstrukturen und geregelte Prozessabläufe bei der Planung und Erstellung unabdingbar.

Die Verbesserung der betriebsbezogenen Sicherheit setzt die **Integration der Arbeitssicherheit und des Gesundheitsschutzes in die Organisation und Abläufe** voraus. Anforderungen an das firmenbezogene Qualitätsmanagement (QM) sind beispielsweise in den ISO-Qualitätsnormen der 9000er-Reihe festgelegt. In diesen Normen wird auch der Sicherheit grosse Bedeutung beigemessen.

Gesetzliche Grundlagen zu Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz:

- Unfallversicherungsgesetz (UVG)
- Arbeitsgesetz (ArG)
- Produktesicherheitsgesetz (PrSG)
- Verordnung über die Unfallverhütung (VUV)
- Bauarbeitenverordnung (BauAV)
- Kranverordnung (KranV)

Weitere Regeln der Arbeitssicherheit:

- Richtlinien (z. B. EKAS-Richtlinien)
- Merkblätter, Checklisten usw. (EKAS, Suva, Fachorganisationen usw.)
- Betriebsanleitungen von Arbeitsmitteln
- Sicherheitsdatenblätter von Arbeitsstoffen
- Normen (z. B. SIA 118, Art. 103-113)
- Vertragsgrundlagen

## 2.1 Verantwortlichkeiten und Pflichten im Zusammenhang mit Bauarbeiten

Regeln aus der Bauarbeitenverordnung

- Bauarbeiten müssen so geplant werden, dass das Risiko von Unfällen und Gesundheitsbeeinträchtigungen möglichst klein ist.
- Der Arbeitgeber hat vor Vertragsabschluss zu prüfen, welche Massnahmen notwendig sind, um die Arbeitssicherheit und den Gesundheitsschutz bei der Ausführung seiner Arbeiten zu gewährleisten. Im Werkvertrag sind diese Massnahmen zu spezifizieren und festzuhalten.

Nur wenn alle am Bau Beteiligten ihre Aufgaben und Verantwortlichkeiten kennen, können die gestellten Anforderungen erfüllt und die Arbeiten sicher ausgeführt werden.

Nach dem Unfallversicherungsgesetz (UVG) und der Norm SIA 118 gilt der Grundsatz, dass der Arbeitgeber oder die Arbeitgeberin bzw. das Unternehmen zur Verhütung von Berufsunfällen und Berufskrankheiten verpflichtet ist.

Weiter ist die Bauleitung bei der Erfüllung ihrer Arbeiten verpflichtet, den Arbeitgeber oder die Arbeitgeberin beim Treffen der notwendigen Schutzmassnahmen zu unterstützen (SIA 118 Art. 104).

### 2.1.1 Pflichten Arbeitgebende

- Die Arbeitnehmenden über die Gefahren am Arbeitsplatz informieren.
- Die Arbeitnehmenden über Massnahmen zur Unfallverhütung anleiten.
- Die Arbeitnehmenden für bestimmten Aufgaben der Arbeitssicherheit und für Arbeiten mit besonderen Gefahren ausbilden.
- Über Funktion und Aufgaben der Spezialisten und Spezialistinnen im Betrieb und auf der Baustelle informieren.
- Dafür sorgen, dass die Arbeitnehmenden die Massnahmen der Arbeitssicherheit einhalten.
- Den Arbeitnehmenden das Mitspracherecht gewähren.
- Bei der Zusammenarbeit mit anderen Betrieben die erforderlichen Absprachen bezüglich Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz treffen.

### 2.1.2 Pflichten Arbeitnehmende

- Die Weisungen der Arbeitgebenden befolgen.
- Die allgemeinen anerkannten Sicherheitsregeln berücksichtigen.
- Persönliche Schutzausrüstung (PSA) benutzen.
- Mängel, die die Arbeitssicherheit beeinträchtigen, beseitigen oder diese dem Arbeitgeber oder der Arbeitgeberin melden.
- Stopp sagen, wenn die Sicherheit nicht mehr gewährleistet ist.

### 2.1.3 Zusammenarbeit Vertragspartner – Architekten, Fachplaner, Bauleiter (Besteller)

- Kollektivschutzmassnahmen (Seitenschutz, Gerüst, Auffangnetz usw.) planen.
- Ein Devis (Leistungsverzeichnis) entsprechend den Arbeitsverfahren, Arbeitsgattungen und dem Bauablauf inkl. den Kollektivschutzmassnahmen erstellen.
- Offerten einholen und den Zuschlag erteilen.
- Die Kollektivschutzmassnahmen entsprechend dem Baufortschritt koordinieren.

Nach dem Erstellen der Kollektivschutzmassnahmen («Werkvollendung») übernimmt der Besteller oder die Bestellerin das Betriebsrisiko (gemäss OR) und wird verantwortlich für die Unterhalts- und Instandhaltungsarbeiten.

### Arbeitgebende, Unternehmer und Unternehmerin (ausführende Betriebe)

- Den Besteller oder die Bestellerin auf allfällige Lücken/ Mängel in der Ausschreibung aufmerksam machen, damit das Endprodukt den Sicherheitsvorschriften entspricht.
- Auf jeder Baustelle eine Person bezeichnen, die für die Arbeitssicherheit und den Gesundheitsschutz zuständig ist.

### Benutzer und Benutzerinnen

- Die Kollektivschutzmassnahmen täglich einer Sichtkontrolle unterziehen.
- Wer Mängel feststellt, darf nicht im Gefahrenbereich arbeiten. Mit der Arbeitsaufnahme wird attestiert, dass die kollektiven Schutzmassnahmen für den Benutzer und die Benutzerin in Ordnung sind.
- Mängel dem Besteller oder der Bestellerin melden.
- Dürfen die kollektiven Schutzmassnahmen nicht abändern.

### Ersteller und Erstellerinnen Kollektivschutzmassnahmen (z. B. Gerüst, Auffangnetz)

- Den Besteller oder die Bestellerin auf allfällige Lücken/ Mängel in der Ausschreibung aufmerksam machen, damit das Endprodukt den Sicherheitsvorschriften entspricht.
- Den bestellten Kollektivschutz nach den Regeln der Technik und den Vorgaben des Herstellers erstellen.
- Wird beim Erstellen von der Regelausführung abgewichen, sind statische Nachweise zu erbringen.
- Nach Abschluss der Montage den Kollektivschutz (Werk) überprüfen und dem Besteller oder der Bestellerin übergeben.
- Den Kollektivschutz im Auftrag des Bestellers oder der Bestellerin jeweils instand setzen.
- Den Kollektivschutz nach Absprache mit dem Besteller oder der Bestellerin und nach Bauablauf erweitern.

# 3 Projektierung und Planung

Die frühzeitige Auseinandersetzung mit sicherheitsrelevanten Aspekten bereits bei der Planung ist Voraussetzung für das unfallfreie Arbeiten auf Baustellen.

In diesem Kapitel werden wichtige sicherheitsrelevante Projektierungs- und Planungsgrundsätze erläutert.

## 3.1 Projektierung

Bereits bei der Projektierung des Bauobjekts sind die Arbeitssicherheit und der Gesundheitsschutz bei der Projektausführung zu berücksichtigen (SIA 112 Phase 31 und SIA 118 Art. 104). Grössere Bauprojekte werden in Phasen und Teilphasen nach dem Leistungsmodell SIA 112 erstellt.

## 3.2 Ausschreibung und Werkvertrag

Allgemeine Bedingungen für Bauarbeiten sind in der Norm SIA 118 geregelt. Für den Holzbau spezifische allgemeine Bedingungen wie Werkvertragsgrundlagen sind in der Norm SIA 118/265 beschrieben.

Baustellenspezifische Leistungen der Arbeitssicherheit (Kollektivschutzmassnahmen) sind detailliert auszu-schreiben.

Der Unternehmer oder die Unternehmerin muss vor Vertragsabschluss überprüfen, ob die erforderlichen **Massnahmen zur Gewährleistung der Arbeitssicherheit im Werkvertrag** enthalten sind. Fehlende Schutzmassnahmen sind in den Werkvertrag aufzunehmen oder in diesem zu regeln.

Die Rahmenbedingungen der Produktion und des Transports sind durch den Arbeitgeber/Unternehmer im Angebot zu berücksichtigen.

## 3.3 Ausführungs- und Terminplanung

Die Gesamtleitung hat unter anderem die Verantwortung über die Organisation mit den Fachplanenden und den Unternehmen. **Eine gute Kommunikation und enge Zusammenarbeit zwischen den Beteiligten ist für den Erfolg eines Bauprojekts entscheidend.**

Bereits in der Startsituation sind die baustellenspezifischen Massnahmen betreffend Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz zu integrieren.

## 3.4 Ingenieurplanung

Bei anspruchsvollen oder grösseren Holzbauprojekten erbringt ein spezialisiertes Ingenieurbüro verschiedene Planungsleistungen. In der Projektierung sind die Montagebedingungen zu berücksichtigen, um eine effiziente und sichere Ausführung zu gewährleisten.

Die sicherheitsrelevanten Aspekte bei der Montage sind durch eine enge Zusammenarbeit zwischen Ingenieurbüro, Bauleitung und ausführendem Unternehmen zu regeln und festzuhalten.

## 3.5 Werkplanung Holzbau

Entscheidend für die Gewährleistung von Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz beim Elementbau ist die Werkplanung. Für diese Arbeiten sind dafür ausgebildete Fachkräfte einzusetzen.

Die Dokumente der Werkplanung (z. B. Produktions-, Montageplan) dienen als Anweisung für die Produktion in der Werkstatt und für die Montage auf der Baustelle.

Produktqualität und Arbeitssicherheit können durch eine Dokumentierung sichergestellt werden. Sie dient der Kommunikation mit Arbeitnehmenden und Dritten. Die sicherheitsrelevanten Informationen sind in den Dokumenten festzuhalten.

### 3.5.1 Standards in der Unternehmung

Der zuständige Holzbauplaner oder die Holzbauplanerin muss über genaue Kenntnisse der firmenspezifischen Planungs- und Produktionsabläufe verfügen. **Klar definierte Konstruktions- und Produktionsstandards, regelmässige Instruktionen der Mitarbeitenden sowie Kontrollen erhöhen im Elementbau die Qualität.** Wenige, einfache Standards reduzieren die Fehlerhäufigkeit.

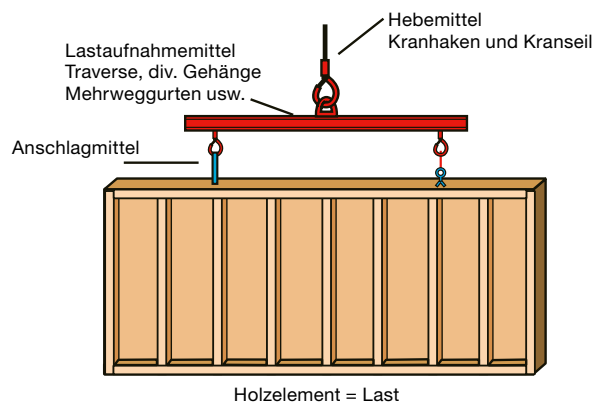
Für Sonderlösungen sind die Rahmenbedingungen bei der Werkplanung auftragspezifisch zu bestimmen.

Für die Gewährleistung der Arbeitssicherheit ist Folgendes zu berücksichtigen:

- zeitlicher Ablauf der Werkplanung (Termine, Planfreigaben)
- Produktionsbedingungen im Werk (Bauteilgrössen, -gewicht, betriebliche Transportmittel)
- Transportbedingungen (Zufahrt, Platzverhältnisse, Spezialtransporte)
- Hebe- und Transportmittel (Produktion, Baustelle)
- Anschlag- und Lastaufnahmemittel (Produktion, Baustelle)
- Arbeits- und Hilfsmittel für Lagerung und Transport (z. B. Leitern, Arbeitsbühnen)
- Bauteilsicherung (Produktion, Lagerung, Transport, Baustelle, Montage)
- Lagersysteme (Produktion, Baustelle)
- Transportsystem und Transportsicherung
- Arbeits- und Hilfsmittel für die Montage (z. B. Arbeitsbühnen, Montagesicherung)
- Schutzmassnahmen gegen Witterungseinflüsse (Lagerung, Transport, Montage)
- Absturzsicherung auf der Baustelle (Seitenschutzsystem, Arbeitsgerüst, Auffangnetz, Treppenturm)

### 3.5.2 Bauteilkonstruktion

In der Werkplanung sind die Beanspruchungen der Bauteile bei Produktion, Transport und Montage zu berücksichtigen. Die Wand-, Decken- und Dachelemente werden während den Wende-, Hebe- und Transportprozessen durch unterschiedliche Einwirkungen beansprucht. Werden die Elemente z. B. liegend produziert und anschliessend mit dem Kran aufgestellt, wird der Lastaufnahmepunkt quer belastet.



1 Anschlagen von Holzelementen (Begriffsdefinition)

### 3.5.3 Elementlasten ermitteln

Das Gewicht der Elemente ist mit Hilfe von CAD-Programmen und/oder Handrechnung zu berechnen und auf den Plänen festzuhalten.

Für die Ermittlung der Elementgewichte stehen im Kapitel 9 verschiedene Tabellen zur Verfügung.

### 3.5.4 Elementschwerpunkte bestimmen

Um die Bauteillage für den Transport und die Montage auszurichten, muss in der Werkplanung der Schwerpunkt mit Hilfe von CAD-Programmen und/oder Handrechnung bestimmt werden.

Mit justierbaren Anschlagmitteln (Balkentraversen, verstellbare Kettengehänge, Lastbalancier usw.) können Schiefstellungen korrigiert werden. Die Bestimmungen der betreffenden Betriebsanleitungen (Herstellerangaben) sind zwingend einzuhalten.



### 3.5.5 Anschlagssysteme bestimmen (Anschlag- und Lastaufnahmemittel)

Im Betrieb, beim Transport und auf der Baustelle sind die gleichen Anschlagssysteme zu verwenden. Dadurch werden undefinierte Belastungssituationen der Anschlagkonstruktion vermieden.

Bei der Auswahl der Anschlag- und Lastaufnahmemittel für den Elementtransport sind die folgenden Punkte zu berücksichtigen:

- Zur Verfügung stehende Hebemittel (Hallenkran, Baustellenkran, Helikopter usw.) bei Produktion, Transport und Montage
- Platzverhältnisse (horizontal und vertikal) bei Produktion, Transport und Montage
- Bestimmen der Anschlagssysteme für jeden Elementtyp (Wand-, Decken- und Dachelemente) unter Berücksichtigung der Elementgeometrie und des -gewichts
- Lastverteilung und die maximal möglichen Anschlagkräfte auf die einzelnen Anschlagpunkte (Vorsicht bei statisch unbestimmten Systemen)
- Einsatz einer Ausgleichswippe zum Lastausgleich bei mehr als 2 Anschlagpunkten (= statisch bestimmtes System)
- Eigenkonstruktionen müssen der Maschinenrichtlinie bzw. den einschlägigen Normen entsprechen. Der Nachweis der Tragfähigkeit ist zu dokumentieren. Für den Gebrauch muss eine Verwendungsanleitung erstellt werden. Die Anschlagmittel sind mit der Tragfähigkeit zu beschriften.

### 3.5.6 Anschlagmittel positionieren

Die folgenden Punkte sind bei der Positionierung der Anschlagmittel zu berücksichtigen:

- Elementschwerpunkt
- Ausrichtung beim Montagevorgang (z. B. Neigung bei Dachelementen)
- Herstellerangaben zu Verwendung der Anschlag- und Lastaufnahmemittel
- Steifigkeit und Festigkeit der Elemente (z. B. gegen Knicken, Biegen)
- Auftretende Kräfte im Element durch die Position des Lastaufnahmemittels
- Kraftfluss vom Lastaufnahmepunkt in das Element

### 3.5.7 Anschlagkonstruktion bemessen

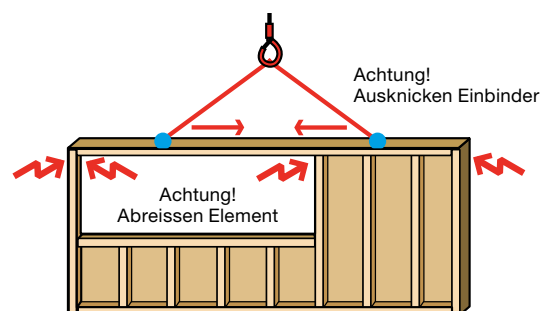
Bei der Bemessung der Anschlagkonstruktion ist die Auswirkung aus dem bewegten Eigengewicht des Elements am Kran mit der Tragfähigkeit der Anschlagmittel zu vergleichen. Durch die Beschleunigung am Hebemittel (z. B. Baustellenkran) sind die Kräfte aus dem Eigengewicht um einen dynamischen Beiwert zu vergrössern. Für einen Bemessungsnachweis auf Basis der Normen SIA 260–265 oder EC 0–5 hat sich dafür ein dynamischer Beiwert von 1,75 als zweckmässig erwiesen. (Bemessungsbeispiel siehe Kapitel 9).

Die Nennt Tragfähigkeit WLL (work load limit in kg gemäss Herstellerangaben) der Lastaufnahme-, Anschlag- und Hebemittel darf nicht überschritten werden. Die resultierende Kraft  $F_k$  aus dem (charakteristischen) Eigengewicht darf somit nicht grösser sein als die Nennt Tragfähigkeit ( $F_k \leq WLL$ ). Lastaufnahme-, Anschlag- und Hebemittel müssen der Maschinenrichtlinie (2006/42/EG) entsprechen.

Bei der Dimensionierung der Verankerung (SIA 265) im Element ist die charakteristische Einwirkung aus dem Eigengewicht mit dem Lastbeiwert für ständige Einwirkungen  $\gamma_G = 1,35$  und dem dynamischen Beiwert  $\Phi$  von mindestens 1,75 zu multiplizieren.

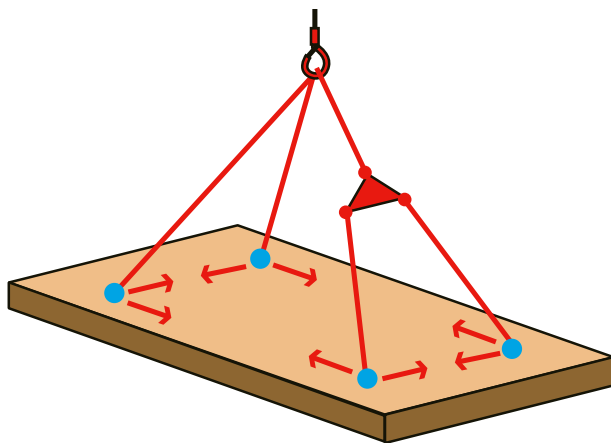
$$F_d = \gamma_G \times \Phi \times F_k = 1,35 \times 1,75 \times F_k$$

Bei einem Lasttransport mit Helikopter ist der dynamische Beiwert nach Rücksprache mit dem Helikopterbetrieb in Abhängigkeit des Flugverfahrens zu erhöhen.



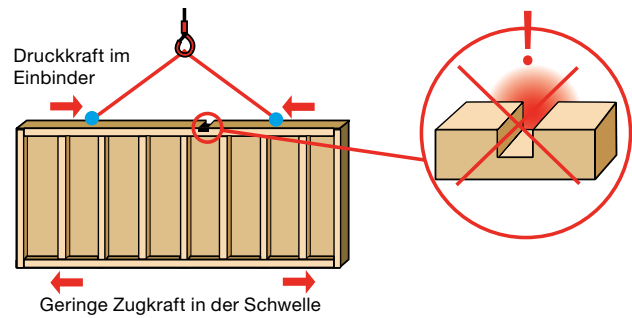
2 Die Planung von Kraftfluss und Elementstabilität ist unerlässlich.

Der **Kraftfluss** vom Anschlagpunkt ins Element erfolgt normalerweise über eine an Einbinder, Ständer und Schwelle befestigte Beplankung. Die durch den Hebevorgang mit Druck belasteten Bauteile müssen gegen Ausknicken unter Berücksichtigung des dynamischen Beiwerts bemessen werden (Bild 2). Für den Bemessungsnachweis von Vollholz- und Brettschichtholzquerschnitten kann dabei eine stossartige Einwirkung (Lasteinwirkungsdauer sehr kurz) angenommen werden. Bei Deckenelementen kann eine zu dünne Beplankung quer zum Element ausknicken (Bild 3). Quer zum Element sind häufig keine stabilisierenden Rippen eingebaut.

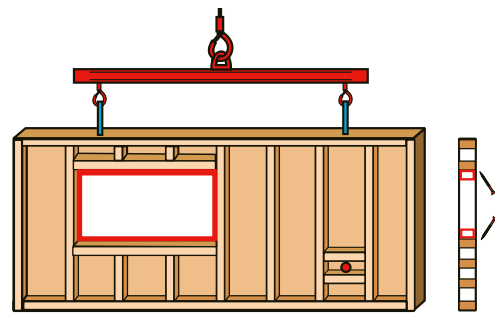


3 Druckbereich der Deckenelemente (rot)

Öffnungen und Installationen in den Holzelementen oder Schwächungen in zug- oder druckbelasteten Bauteilen stören den Kraftfluss und sind zu berücksichtigen.



4 Schwächungen sind zu vermeiden.



5 Befestigung von Fenster, Installationen usw.

### 3.5.8 Lager- und Transportkonzept

Mit einer gut geplanten Logistik werden Leerläufe und unsichere Handlungen bei Produktion, Transport und Montage vermieden.

Eine optimale Planung der Logistik bedingt gute Kenntnisse der Betriebs-, Transport- und Baustelleninfrastruktur. Die Elementsicherungen für den Auf-/Ablad und für den Transport müssen festgelegt sein.

Beim Verladeplan der Elemente auf die Transportmittel ist die **Montage-Reihenfolge** auf der Baustelle zu berücksichtigen. Daraus kann die Produktionsreihenfolge abgeleitet werden.

Flexibel beschickbare **Elementlagersysteme** vereinfachen die Produktions- und Transportlogistik. Die Elemente können unabhängig von der Verladereihenfolge produziert werden.

### 3.5.9 Montage- und Sicherheitskonzept

Vor Montagebeginn müssen die folgenden Punkte mit der Bauleitung definitiv geklärt sein:

- allgemeine Baustelleninstallation (Baustellenabschrankung, Elektroversorgung, Sanitäreinrichtungen usw.)
- Zufahrt für Transportfahrzeuge und Hebemittel
- Abstellplätze für Transportfahrzeuge, Pritschen und Hebemittel (Abmessungen, Tragfähigkeit Untergrund)
- Kransituation mit Lastdiagramm und Hindernissen (Montage- und Abladebereich)
- Lager- und Vormontageflächen
- bauseitig erstellte kollektive Schutzmassnahmen (Zugänge, Seitenschutz, Gerüst, Auffangnetze usw.) inkl. Anpassungen während der Montage
- selber zu erbringende Massnahmen für Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz (Beleuchtung, PSA, Arbeitsmittel usw.)
- baustellenspezifische Instruktionen und Anweisungen aller Beteiligten
- erforderliche Absprachen mit Drittunternehmen (Gefahren, Massnahmen, Anweisungen usw.)

#### Sicherheitskonzept

Im Rahmen der Werkplanung ist eine Gefahrenermittlung und Massnahmenplanung für die Ausführungsphase durchzuführen.

Bei der Massnahmenplanung sind möglichst standardisierte Massnahmen des betrieblichen Sicherheitskonzepts (Branchenlösung Holzbau) zu bevorzugen.

Sind Standardmassnahmen wie Gerüst, Hubarbeitsbühne, Auffangnetz usw. technisch nicht möglich oder handelt es sich um ein anspruchsvolles Projekt, braucht es ein spezifisches Sicherheitskonzept.

Ein projektspezifisches Sicherheitskonzept sollte sich am betrieblichen Sicherheitskonzept (ASA-Branchenlösung) orientieren und zusammen mit diesem mindestens folgende Elemente enthalten:

- Projektbeschreibung, Montagekonzept
- Sicherheitsleitbild, Sicherheitsziele
- Sicherheits- und Baustellenorganisation
- Ausbildung, Instruktion, Information
- Sicherheitsregeln
- Gefahrenermittlung, Risikobeurteilung
- Massnahmenplanung und -realisierung
- Notfallorganisation und Rettungskonzept
- Mitwirkung
- Gesundheitsschutz
- Kontrolle der Umsetzung

### 3.5.10 Produktions- und Montageanweisungen

Die Produktions- und Montageverantwortlichen sind über die Bestimmungen der Ausführungs-, Ingenieur- und Werkplanung zu instruieren. Die Kommunikation muss verbindlich und unmissverständlich erfolgen.

#### Informationen für die Produktionsleitung

- Produktionspläne (inkl. Elementgewicht, -schwerpunkt, Anschlagmittel usw.)
- nicht standardisierte Details
- sicherheitsrelevante Anweisungen (Anschlagsysteme, Elementsicherungen usw.)
- Produktions-, Lager- und Verladereihenfolge
- Transportlogistik
- Terminplanung

#### Informationen für die Montageleitung

- Baustelleninstallation mit Kransituation
- Transportlogistik, Zufahrt und Abstellplätze
- Montagepläne (inkl. Sonderdetails) und Montageablauf
- kollektive Schutzmassnahmen (bauseitige und eigene), Sicherheitskonzept
- sicherheitsrelevante Anweisungen und Mitarbeiterinstruktionen
- Absprachen mit Drittunternehmen
- Wetterbedingungen (Wind, Niederschlag, Schnee/Eis)
- Terminplanung

# 4 Produktion

Die Produktion von Holzelementen für Wände, Decken und Dächer beginnt mit der Projektübergabe von den Planenden an die Ausführenden im Werk. Dazu gehören neben den fachlich-technischen Informationen wie Pläne und Materiallisten auch eine Absprache über die Gefahren und Schutzmassnahmen.

Im Vordergrund des gesamten Herstellungsprozesses stehen der **Personenschutz und die Bauteilsicherung** der Wand-, Decken- und Dachelemente. Die Gefahrenbereiche für Personen müssen bekannt sein. Die Holzelemente sind bei jedem Herstellungsschritt (Heben und Wenden, während des Transports und der Lagerung) zu sichern. Die Gefahren und die verschiedenen Sicherungsmöglichkeiten werden in den folgenden Abschnitten behandelt.

In der Produktion und im Werklager sind generell die folgenden Punkte einzuhalten:

- Die erforderliche Persönliche Schutzausrüstung (PSA) benutzen.
- Die Werkzeuge und Arbeitsmittel auf ihre intakte Funktion prüfen.
- Die Lagesicherung der Elemente in jedem Arbeitsschritt gewährleisten.
- Gefahrenzonen im Bereich von Produktionsanlagen (z. B. Wendetische, Elementbahnhof) am Boden markieren. Dabei ist ein Sicherheitsabstand von 50 cm zum Gefahrenbereich einzuhalten. Bei Produktions- und Förderprozessen muss der Maschinen- oder Kranführer sicherstellen, dass sich keine Personen im Gefahrenbereich aufhalten.
- Eine gute Ordnung sowie sichere Auf- und Abstiege verhindern ein Stolpern, Stürzen oder Abstürzen von Personen, siehe Checkliste «Verkehrswege für Personen», [www.suva.ch/67001.d](http://www.suva.ch/67001.d)
- Die Ziele der Ergonomie beachten: allgemeine Arbeitsumgebung, Lichtverhältnisse, Witterungsschutz.

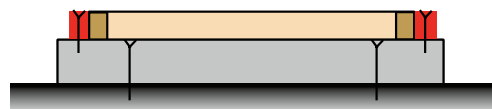
## 4.1 Herstellung

Für die Herstellung der Holzelemente gibt es unterschiedliche Methoden. Sie weisen Vor- und Nachteile im Handling, beim Arbeitsaufwand und bei den Anschaffungskosten auf und bilden unterschiedliche Sicherheitsrisiken in der Produktion.

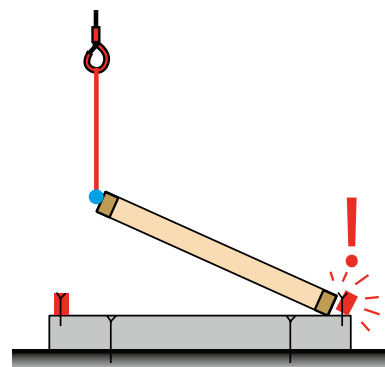
### Zusammenbau auf dem Werkboden

Der Zusammenbau auf dem Werkboden findet auf einem sogenannten doppelten Boden direkt auf dem Hallenfussboden statt. Die **Tragfähigkeit** des doppelten Bodens muss für die projektierten Holzelemente gewährleistet sein. Weiter sind die folgenden Punkte zu beachten:

- Den waagrecht ausgerichteten doppelten Boden formschlüssig gegen horizontale Verschiebungen in jede Richtung im Hallenfussboden fixieren. (Bild 6)
- Das Holzelement während der Produktion zur Vermeidung von Rutschungen und zur Massgenauigkeit am doppelten Boden sichern.
- Die zur Elementausrichtung eingesetzten Anschlagbalken können gleichzeitig für die Bauteilsicherung des Holzelements genutzt werden. Bild 6 zeigt die Sicherung der Holzelemente mit Anschlagbalken.
- Die Anschlagbalken formschlüssig gegen horizontale Verschiebungen sowie gegen die Kippgefahr beim Wenden der Holzelemente sichern. (Bild 7)



6 Zusammenbau auf dem Werkboden



7 Kippgefahr des Anschlagbalkens beim Anheben des Holzelements

### Wenden der Holzelemente mit dem Hallenkran

Beim Wenden der Holzelemente mit dem Hallenkran sind die folgenden Punkte einzuhalten:

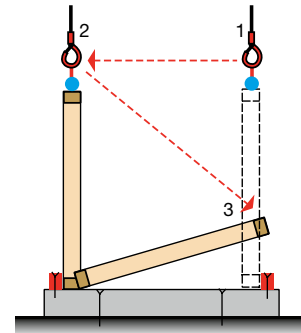
- Das Wenden des Holzelements kann durch Anheben und Ablegen auf der gegenüberliegenden Seite erfolgen. An dieser ist ein zweiter Anschlagbalken zur Abrutschsicherung anzubringen. (Bild 8)
- Durch eine Rotation des angehobenen Holzelements wird nur ein Anschlagbalken benötigt. (Bild 9)
- Die Anschlagmittel gemäss den Vorgaben der Werkplanung anbringen. Die innerbetrieblichen Anweisungen zu Lastaufnahme- und Anschlagmittel einhalten. Abweichungen müssen abgesprochen werden.
- Die eingesetzten Anschlagmittel nur in vorgesehener Krafrichtung beanspruchen. Dabei die sich verändernde Krafrichtung beim Wendevorgang beachten.
- Beim Anheben des Holzelements das Hebemittel, z. B. den Kran, stets mitführen, damit das Hubseil immer senkrecht ausgerichtet ist. (Bild 10)

### Herstellung auf Schmetterlingstischen

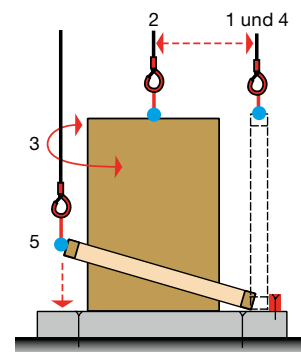
Die Herstellung von Holzelementen auf Schmetterlingstischen bietet ergonomische Arbeitsplätze und ein hohes Mass an Sicherheit für die Mitarbeitenden. Beim Aufrichten und Ablegen entstehen keine zusätzlichen Beanspruchungen im Holzelement und in den Lastaufnahmemitteln.

Neben den nachfolgenden Sicherheitshinweisen sind die Anweisungen in der Bedienungsanleitung des Herstellers einzuhalten.

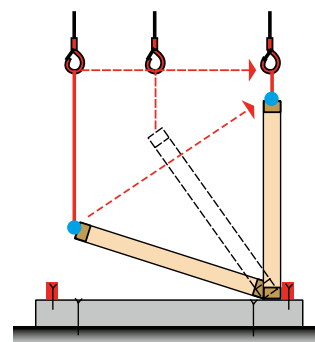
- Ungesicherte Elemente auf Wendetischen nur bis max. 70° von der Horizontalen aufstellen.
- Vor dem Aufrichten prüfen, dass sich im Gefahrenbereich keine Personen aufhalten. (Bild 11)
- Unter Wendetischen dürfen sich keine Personen aufhalten. Für die Instandhaltung oder Störungsbehebung die Tische mechanisch gegen ungewolltes Absenken sichern.



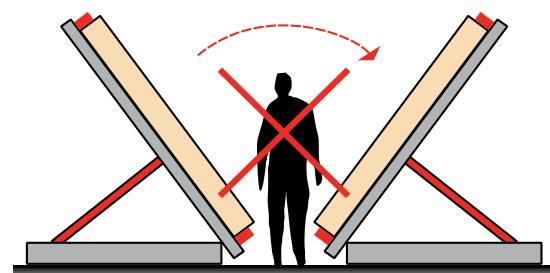
8 Schritte für das reine Wenden des Holzelements



9 Schritte für das Wenden des Holzelements durch Rotation



10 Mitführen des Hebemittels



11 Einklemmgefahr von Personen bei Schmetterlingstischen

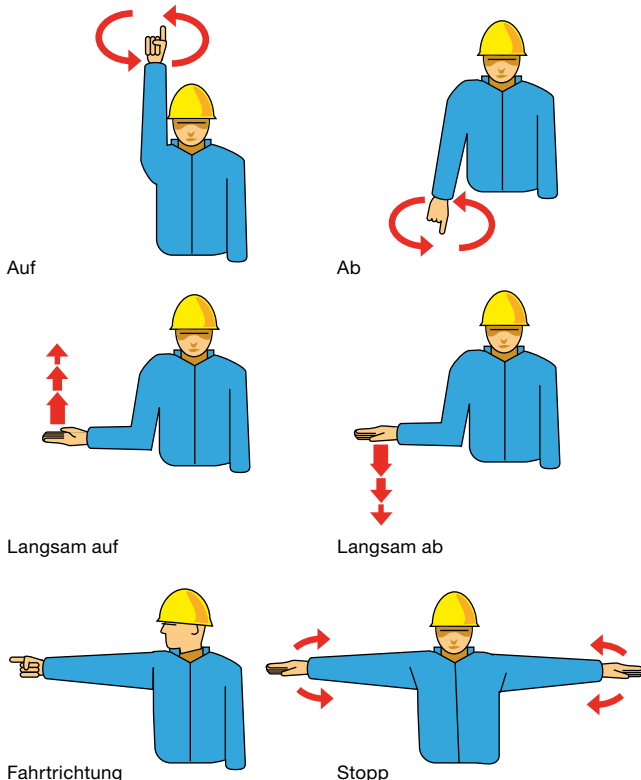
## 4.2 Innerbetrieblicher Transport

Holzelemente werden mit Industrie- oder Hallenkranen angehoben und transportiert. Die Verwendung von Staplern ohne spezielle Lastaufnahmemittel (z. B. Staplertraversen) ist für den Transport von Holzelementen nicht zulässig.

### 4.2.1 Hebemittel und Transportmittel

Für den Transport von Holzelementen in waagrechter oder vertikaler Position gelten die folgenden allgemeinen Anforderungen:

- Es dürfen sich keine Personen unter hängenden Lasten oder im Gefahrenbereich der Holzelemente aufhalten.
- Nur intakte Hebe- und Transportmittel einsetzen.
- Die periodische Wartung für die Hebe- und Transportmittel einhalten und dokumentieren. Die Herstellerangaben berücksichtigen.



12 Bekannte Zeichengebung beim Lastentransport mit dem Industrie- oder Baustellenkran (Suva)

- Die Zeichengebung für Lastentransporte einhalten (Bild 12), siehe auch «Signale im Kranverkehr», [www.suva.ch/2033/1.D/F/I/SP](http://www.suva.ch/2033/1.D/F/I/SP)
- Lasten im Gleichgewicht anschlagen. Die Angaben sind den Werkplänen zu entnehmen. (Bild 19)

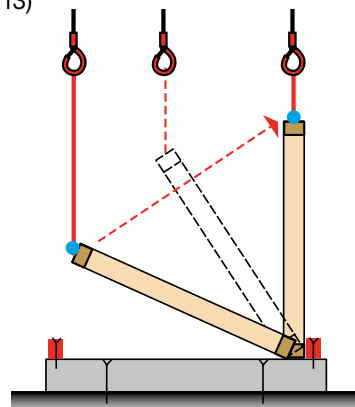
### Industriekrane

Beim Einsatz von Industriekranen sind die folgenden Regeln und Vorschriften zu beachten:

- Verordnung über die sichere Verwendung von Kranen (Kranverordnung)
- Checkliste «Krane in Industrie und Gewerbe», [www.suva.ch/67159.d](http://www.suva.ch/67159.d)
- Checkliste «Hebezeuge», [www.suva.ch/67158.d](http://www.suva.ch/67158.d)
- Checkliste «Anschlagmittel», [www.suva.ch/67017.d](http://www.suva.ch/67017.d)
- Checkliste «Lastaufnahmemittel», [www.suva.ch/67198.d](http://www.suva.ch/67198.d)

**Kranführer/-innen** von Industriekranen und Anschläger/-innen von Lasten müssen für ihre Tätigkeiten ausgebildet und instruiert werden. Die Kranführer/-innen sind für den Hebeprozess verantwortlich:

- Nur geeignete und fachgerecht gewartete Hebe-, Anschlag- und Lastaufnahmemittel verwenden.
- Die zulässige Tragkraft und die Belastungstabellen für den Kran einhalten.
- Den Kranhaken für den geplanten Einsatz entsprechend auswählen. Dabei ist besonders der Platzbedarf des Anschlagmittels zu beachten.
- Für das Aufrichten von liegenden Holzelementen den Kranhaken stets über dem Lastanschlagpunkt mitführen. (Bild 13)



13 Mitführen des Kranhakens

## Stapler

Für den Transport von Holzelementen mit Staplern gelten die folgenden Grundsätze und Regelwerke:

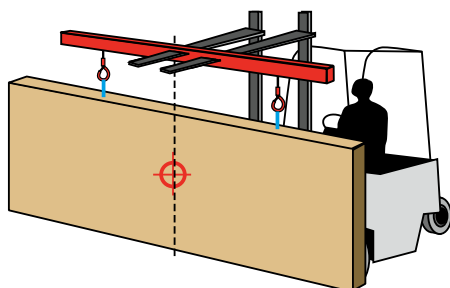
- Nur geeignete und fachgerecht gewartete Stapler verwenden.
- Die Personen, die mit dem Stapler fahren, müssen ausgebildet und im Besitz des erforderlichen Staplerfahrausweises sein.
- Die zulässigen Traglasten und Belastungstabellen einhalten. Achtung! Anbaugeräte (z. B. Staplertraversen) vermindern die Tragfähigkeit des Staplers.
- Der Aufenthalt von Personen im Gefahrenbereich ist verboten.
- Checkliste «Verkehrswege für Fahrzeuge», [www.suva.ch/67005.d](http://www.suva.ch/67005.d)
- Checkliste «Fahrzeuge beladen mit Hebegeräten», [www.suva.ch/67094.d](http://www.suva.ch/67094.d)
- Instruktionshilfe «Neun lebenswichtige Regeln für das Arbeiten mit Staplern», [www.suva.ch/88830.d](http://www.suva.ch/88830.d)

Zusätzlich zu den allgemeinen Vorschriften sind die folgenden Regeln zu beachten:

- Die Holzelemente hängend transportieren, das Gleichgewicht sicherstellen.
- Den Stapler mit einer Staplertraverse oder zwei Gabelstaplerschuhen für das Anschlagen der Holzelemente ausrüsten. (Bild 14)
- Der Transport von stehenden Holzelementen ist nicht zulässig. (Bild 15)

### Achtung!

**Staplertraversen vermindern die Tragfähigkeit des Staplers.**



14 Hängender Transport mit Staplertraverse



15 Nicht zulässig: stehender Transport von Holzelementen

## 4.2.2 Lastaufnahmemittel

Lastaufnahmemittel müssen den Bestimmungen der Maschinenrichtlinie entsprechen. Die generellen Sicherheitsvorschriften für Anschlagmittel sind einzuhalten:

- Checkliste «Lastaufnahmemittel», [www.suva.ch/67198.d](http://www.suva.ch/67198.d)
- Checkliste «Krane in Industrie und Gewerbe», [www.suva.ch/67159.d](http://www.suva.ch/67159.d)
- Checkliste «Holzelementbau», [www.suva.ch/67095.d](http://www.suva.ch/67095.d)
- Lebenswichtige Regeln für das Anschlagen von Lasten, [www.suva.ch/88801.d](http://www.suva.ch/88801.d)

Beim Holzelementbau ist speziell zu beachten:

- Die zulässige Tragfähigkeit (WLL) muss am Lastaufnahmemittel beschriftet und erkennbar sein.
- Nur Lastaufnahmemittel verwenden, die dem Gewicht und der Abmessung der Holzelemente entsprechen.
- Lastaufnahmemittel vor jedem Einsatz kontrollieren. Beschädigte oder defekte Anschlagmittel sofort aus dem Verkehr ziehen.
- Die periodische Wartung der Lastaufnahmemittel einhalten und dokumentieren. Die Herstellerangaben berücksichtigen.
- Lastaufnahmemittel fachgerecht lagern. Witterung, chemische oder mechanische Einwirkungen beeinträchtigen die Tragfähigkeit.
- Lastaufnahmemittel gemäss Herstellerangaben (Bedienungsanleitung) und Arbeitsanweisung einsetzen.
- Lastaufnahmemittel nur in der vorgesehenen Kraftrichtung einsetzen.

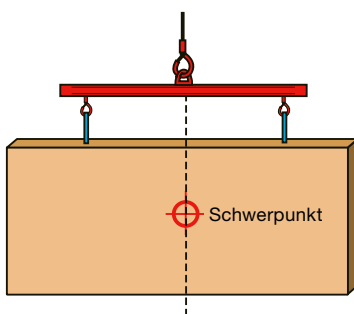
- Anschlagpunkte so gestalten, dass sich die Anschlagmittel nicht unbeabsichtigt lösen.
- Lasthaken müssen eine Hakensicherung aufweisen.
- Lasthaken (Grösse, Radius usw.) auf das Lastaufnahmemittel abstimmen.

### Balkentraversen

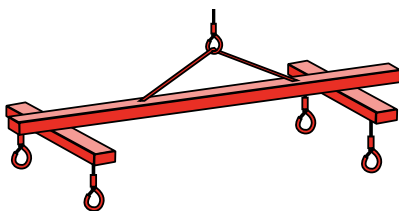
Im Holzbau haben sich Balkentraversen für ein sicheres Heben der Elemente bewährt. Diese sind aus Metall und für eine bestimmte Traglast ausgelegt. Die gebräuchlichsten zwei Typen sind:

- Balkentraverse (Bild 16)
- H-Balkentraverse (Bild 17)

Im Holzbau haben sich Traversen mit Einpunkt- oder Zweistrangaufhängung bewährt. Die Anschlagpunkte an der Traverse für die Anschlagmittel müssen für den Lastausgleich verstellbar sein. Die H-Balkentraverse verfügt über 4 Lastaufnahmepunkte und ist zur Aufnahme von liegenden und geneigten Elementen oder für Raumzellen geeignet.



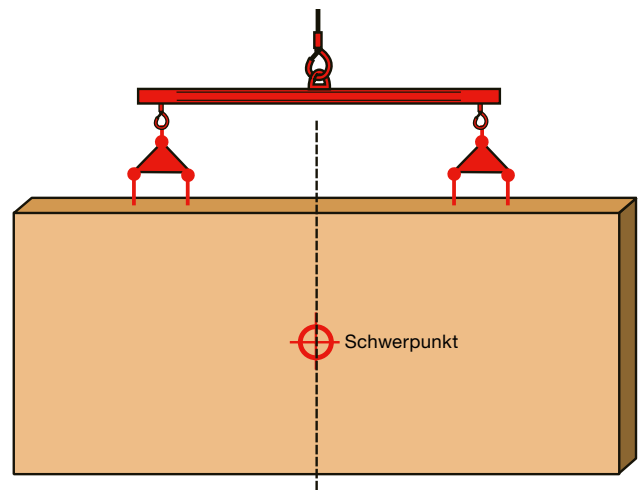
16 Balkentraverse mit kranseitiger Einpunktaufhängung



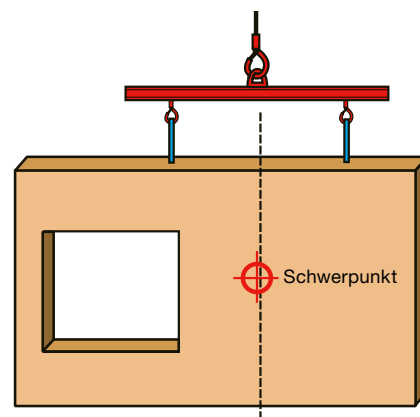
17 H-Balkentraverse mit kranseitiger Zweistrangaufhängung

Für den sicheren Transport von Holzelementen mit Balkentraversen sind die folgenden Punkte zu beachten:

- Der Schwerpunkt des Holzelements pendelt sich lotrecht unter dem Kranhaken ein. (Bilder 18 und 19)
- Die Vorgaben aus der Werkplanung (z. B. Anschlagmittel, Lastaufnahmemittel, Anschlagpunkte) einhalten.
- Beim Einsatz von mehr als zwei Lastaufnahmemitteln Massnahmen (z. B. Ausgleichswippen) für den Lastenausgleich anwenden. (Bild 18)
- Traversen horizontal ausrichten. Eine Schiefstellung ist nicht zulässig. (Bilder 18 und 19)



18 Transport eines schweren Elements mit Traverse, Ausgleichswippen und vier Lastaufnahmemitteln



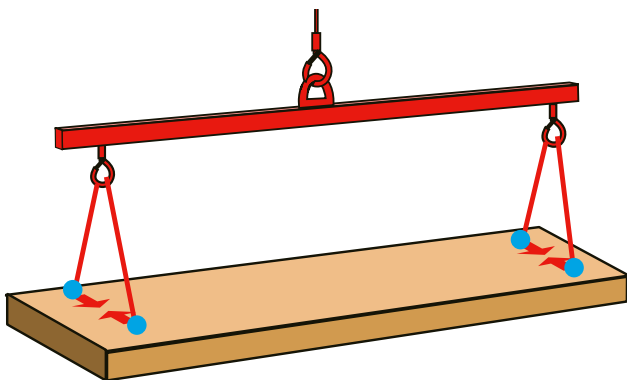
19 Gleichgewicht beim Anschlag mit Balkentraverse



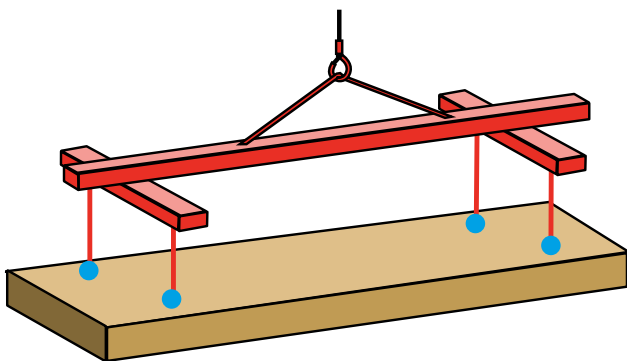
### Liegende Boden- oder geneigte Dachelemente

Für das Heben von liegenden Boden- oder geneigten Dachelementen sind 4 Anschlagpunkte vorzusehen. Der Einsatz einer Traverse gliedert sich in zwei statisch bestimmte Systeme.

- **Balkentraverse** in Kombination mit lastseitig zwei 2-Strang-Gehängen. Zu beachten ist, dass die schräge Ausrichtung der Stränge zu einer Druckbeanspruchung im Holzelement führt. (Bild 20)
- **H-Balkentraverse** mit lastseitig lotrecht ausgerichteten Strängen ohne zusätzliche Druckbeanspruchung im Holzelement. (Bild 21)

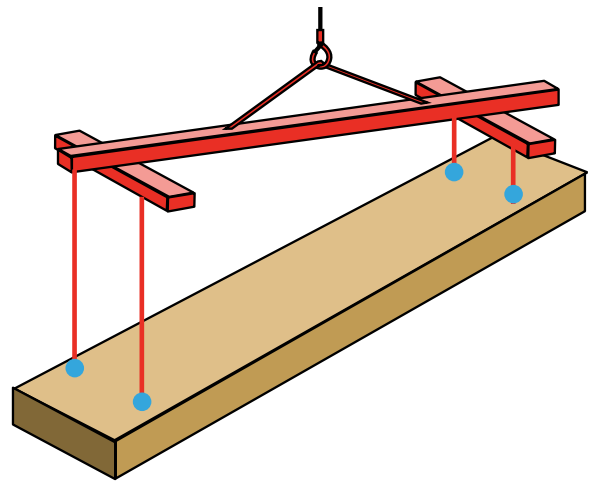


20 Anschlagssystem für liegende Holzelemente mit Balkentraverse



21 Anschlagssystem für liegende Holzelemente mit H-Balkentraverse

Mit dem Einsatz einer H-Balkentraverse ist eine sichere Montage von geneigten Dachelementen möglich. (Bild 22)



22 Anschlagssystem für geneigte Dachelemente mit H-Balkentraverse

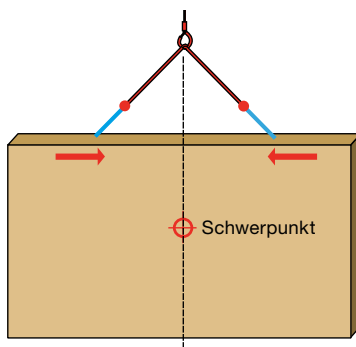
### Gehänge

Gehänge sind aus Kunststofffasern, Stahlketten oder Drahtseil gefertigt. Diese verfügen über mehrere Stränge. Die Verwendung von Gehängen kann zu hohen Druckbeanspruchungen in den Holzelementen führen. Dies ist bereits in der Projektplanung durch die entsprechende Bemessung des Obergurtes zu berücksichtigen. Der Nachweis des Ausknickens des Obergurtes ist zu führen. (Bild 23 und 24) Die folgenden Punkte sind zu beachten:

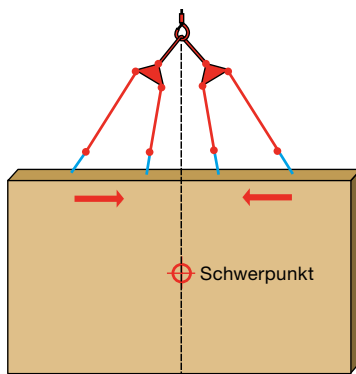
- Der Schwerpunkt des Holzelements pendelt sich immer lotrecht unter dem Kranhaken ein.
- Die Vorgaben aus der Werkplanung (z. B. Anschlagmittel, Lastaufnahmemittel, Anschlagpunkte) einhalten.
- Die Gehänge auf Grösse und Gewicht der Holzelemente abstimmen.
- Nie einen einzelnen Strang einsetzen.
- In einem Ovalring maximal zwei Stränge einhängen.
- Für das Heben von schweren Wandelementen kann eine Kombination aus mehreren 2-Strang-Gehängen mit Ausgleichsrichtungen verwendet werden. Diese ist entsprechend zu planen. (Bild 24)

Ein **zunehmender Neigungswinkel** reduziert die Tragfähigkeit des Gehänges bei gleichbleibender Kraft pro Strang (Bild 25):

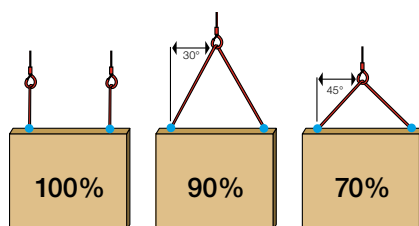
- Mit zunehmendem Neigungswinkel erhöht sich die Kraft im Strang und die Horizontalkomponente nimmt zu.
- Der Neigungswinkel darf  $45^\circ$  nicht überschreiten.



23 Ausknickgefahr des Einbinders durch Druckbelastung

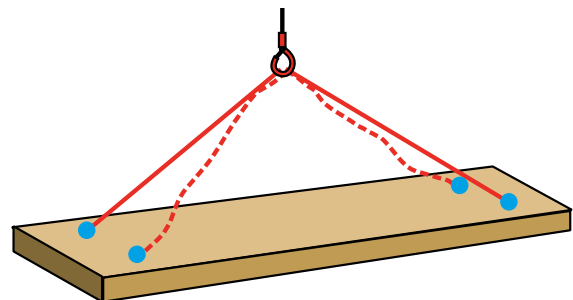


24 Schwere Elementen mit zwei 2-Strang-Gehängen heben



25 Reduzierte Tragfähigkeit bei schräg angeordneten Strängen

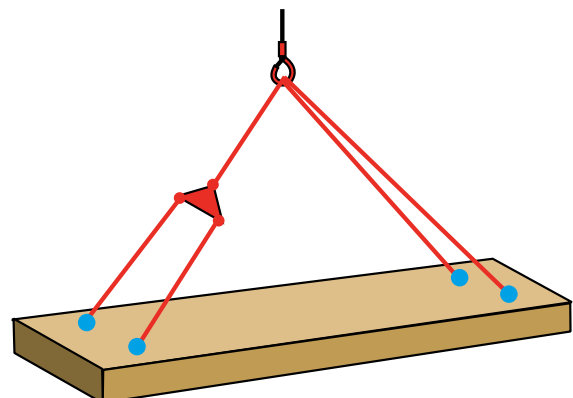
Für den Transport von liegenden oder geneigten Holzelementen sind **vier Anschlagpunkte** anzuordnen. Bereits minimale Längenunterschiede in den einzelnen Strängen des Gehänges ergeben eine ungleichmässige Lastverteilung auf die Stränge. Auch geringfügige Abweichungen in der Ausführung der Anschlagpunkte führen zu unterschiedlicher Belastung der Stränge. **Ohne Ausgleichseinrichtung dürfen nur 2 der 4 verwendeten Stränge als tragend angesetzt werden.**



26 Zwei tragende Stränge des Gehänges

**Ausgleichseinrichtungen** verteilen die Gesamtlast gleichmässig auf 4 Stränge. Bei der Anwendung von Ausgleichseinrichtungen ist Folgendes zu beachten:

- Ausgleichswippen können nur bei geringfügigen Abweichungen der Stranglängen oder Anschlagpunkte ausgleichend wirken. (Bild 27) Die maximal zulässige Schrägstellung der Wippe ist einzuhalten.
- Bei ungleicher Lastverteilung ist die zulässige Belastung der einzelnen Stränge zu berücksichtigen.



27 Vier tragende Stränge des Gehänges durch Ausgleichseinrichtung

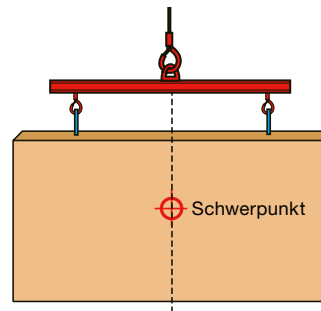
Bei **asymmetrischen Holzelementen** sind die Längen der einzelnen Stränge individuell anzupassen:

- Die Längeneinstellung der Stränge muss vor dem Anheben der Last erfolgen.
- Für Kettengehänge kann die Länge der Stränge mit einer Verkürzungsklaue über jedes Kettenglied erfolgen.

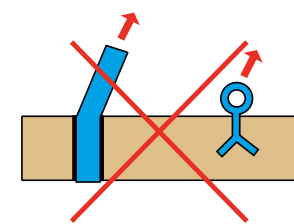
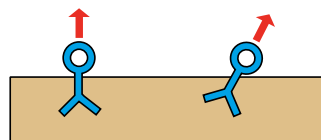
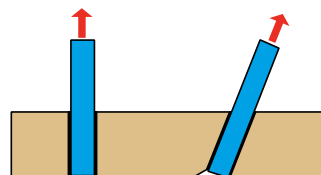
#### 4.2.3 Anschlagmittel

Anschlagmittel können in Einweg- und Mehrweg-Hebebänder oder Transportanker unterschieden werden. Sie bilden den formschlüssigen Verbund zwischen dem zu hebenden Holzelement und dem Lastaufnahmemittel. (Bild 28) Der Einfluss des Anschlagmittels (z. B. Neigungswinkel) auf die Lastaufnahmemittel ist zu berücksichtigen. Die folgenden generellen Sicherheitshinweise sind für das gewählte Anschlagmittel zu beachten:

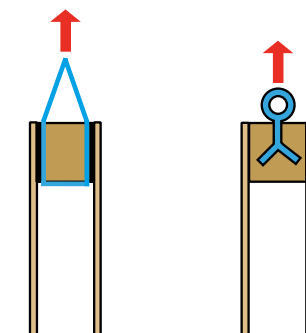
- Der Hersteller muss eine Bedienungsanleitung mitliefern und eine Konformitätserklärung zur Verfügung stellen.
- Anschlagmittel müssen geprüfte Systeme sein und sind gemäss den Bedienungsanleitungen der Hersteller zu verwenden.
- Eigenkonstruktionen sind gemäss Vorgaben/Verwendungsanleitung AVOR einzusetzen.
- Ungeprüfte Systeme wie Klemmen, Spreizen, Schraubzwingen und auf Zug belastete Schrauben sind als Anschlagmittel nicht zulässig.
- Anschlagmittel auf die auftretenden Kräfte abstimmen.
- Anschlagmittel vor jedem Einsatz prüfen. Beschädigte oder defekte Anschlagmittel sind sofort zu entsorgen.
- Wenn vom Hersteller nicht anders vorgesehen, Anschlagmittel nur in Krafrichtung einsetzen. (Bild 29)
- Lastaufnahmemittel gemäss Planvorgaben fachgerecht im Holzelement verankern. (Bild 30)
- Checkliste «Holzelementbau», [www.suva.ch/67095.d](http://www.suva.ch/67095.d)
- Checkliste «Anschlagmittel», [www.suva.ch/67017.d](http://www.suva.ch/67017.d)
- Lebenswichtige Regeln für das Anschlagen von Lasten, [www.suva.ch/88801.d](http://www.suva.ch/88801.d)



28 Balkentraverse mit Anschlagmittel



29 Einbau des Anschlagmittels

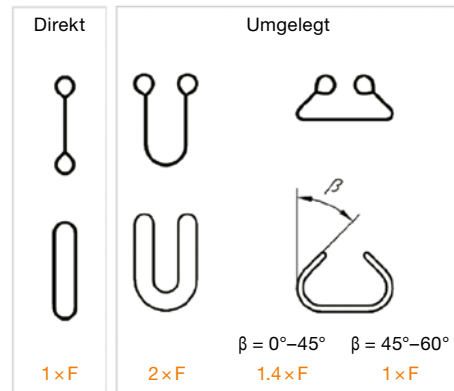


30 Anschlagmittel sind gemäss Herstellerangaben einzubauen oder zu verankern.

**Textile Einweg- und Mehrweg-Hebebänder** werden um oder durch das Bauteil geschlaucht. Dabei müssen die folgenden Punkte beachtet werden:

- Keine schadhafte und nicht gekennzeichnete Hebebänder verwenden. Während der gesamten Transportkette die Hebebänder regelmässig auf Beschädigungen, Scheuerstellen oder Abnutzungen prüfen.
- Am Ende der Transportkette Einweg-Hebebänder vernichten.
- Einweg-Hebebänder sind mit einer **orangenen** Etikette gekennzeichnet. Auf dieser sind folgende Informationen enthalten: Tragfähigkeit, Werkstoffart, Bezeichnung Einwegband, Nennlänge, Hersteller und Rückverfolgungscode.
- Anschlagfaktoren zur Bestimmung der tatsächlichen Tragfähigkeit berücksichtigen. Umgelegte Hebebänder ermöglichen je nach Winkel einen höheren Faktor. (Bild 31)
- Die Einweg-Hebebänder so an der Last anbringen, dass eine gleichförmige Belastung über die gesamte Breite des Einweg-Hebebänders erfolgt. (Bild 33)
- Einweg-Hebebänder dürfen niemals geknotet oder verdreht werden.
- Die Naht im freien Teil anordnen. Sie darf sich nicht innerhalb des Anschlagpunkts oder der Hebeeinrichtung befinden.
- Die Hebebänder nicht über scharfe Kanten führen. Diese sind abzurunden, zu fassen oder es ist ein spezielles Kantenschutzelement einzusetzen.
- Einweg-Hebebänder nie über den Boden oder raue Oberflächen ziehen.
- Innerhalb eines Anschlagssystems nur Einweg- oder Mehrweg-Hebebänder des gleichen Typs einsetzen.

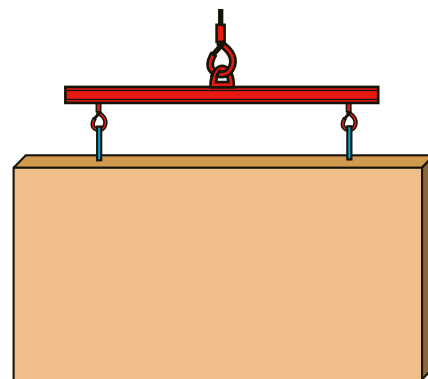
Die Anforderungen an Einweg-Hebebänder sind in der DIN 60005 «Textile Anschlagmittel – Sicherheit – Einweg-Hebebänder aus Chemiefasern für allgemeine Verwendungszwecke» geregelt. Anforderungen für flachgewebte Mehrweg-Hebebänder aus Chemiefasern für allgemeine Verwendungszwecke sind in der Norm SN EN 1492, Teil 1 geregelt.



31 Anschlagfaktoren für Hebebänder

#### 4.2.4 Lastaufnahmezeitpunkt, vertikale Elementbeförderung

Aufgrund der Praxisrelevanz werden nur Systeme mit Einweg-Hebebändern dargestellt. (Bild 32)



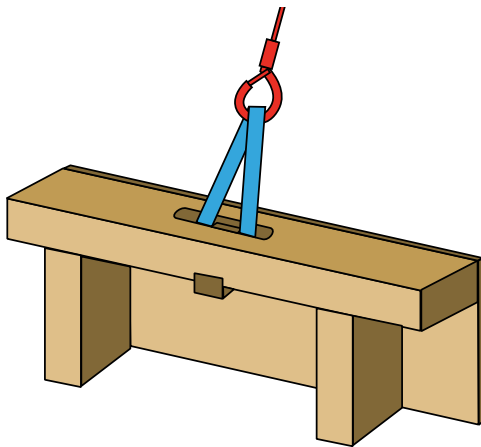
32 Balkentraverse kombiniert mit zwei umschlaufenen Einweg-Hebebändern

Die Einweg-Hebebänder werden bei der Produktion der Elemente um den Einbinder geschlaucht und im richtigen Feld positioniert. Weiter sind die folgenden Punkte zu beachten:

- Hebebänder seitlich am Einbinder in Ausblattungen versenken. Wird dies nicht gemacht, resultieren unebene Beplankungs- und Bekleidungsschichten.
- Die Einweg-Hebebänder dürfen zur Positionierung oder Halterung nicht mit Nägeln oder Schrauben fixiert werden.
- Die Verankerung funktioniert über Querdruck auf den Einbinder.

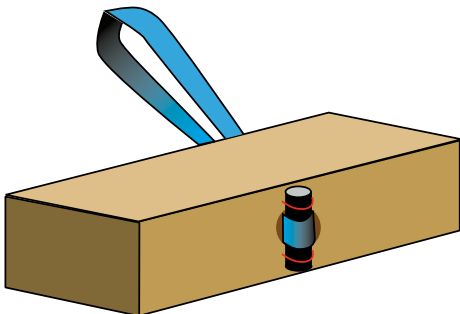
Die Kraftweiterleitung wird über eine mit Klammern oder Schrauben befestigte Beplankung nach SIA 265/1 erreicht. Bei einseitig beplankten Elementen ist das Aufkanten des Einbinders zu verhindern.

### 2-Strang-Gehänge kombiniert mit durchgeschlaufte Einweg-Hebebändern



33 Hebeband durch Einbinder und um Hartholzleiste geschleift

Bild 33: Das Einweg-Hebeband wird durch ein Langloch im Einbinder geschleift und mit einem eingefrästen Sperrholzstützpunkt verankert. Die Schwächung des Einbinders muss bei der Tragsicherheitsberechnung berücksichtigt werden. Direktzug ist auch bei variierendem Winkel der Stränge zu jeder Zeit des Hebeprozesses gewährleistet. Mit einer dimensionierten Schraubpressverleimung des Widerlagers kann auf die Einfassung verzichtet werden.



34 Hebeband durch Einbinder und um Stahlbolzen geschleift

Bild 34: Das Einweghebeband wird durch ein 40 mm starkes Loch im Obergurt geschleift und mit einem Stahlbolzen verankert. Gegenüber dem Umschlaufen des Obergurtes hat dieser Anschlagpunkt den Vorteil, dass beim Bearbeiten der Beplankung das Hebeband nicht beschädigt wird. Weiter sind die folgenden Punkte zu beachten:

- Der Stahlbolzen muss quer zum Faserverlauf eingebaut und mechanisch gesichert sein (z. B. Agraffe).
- Den Stahlbolzen immer zentriert unter dem Loch einbauen.
- Für den Stahlbolzen und die Verankerung im Holz Tragsicherheit nachweisen.
- Das Einweghebeband darf im Loch und unter dem Bolzen nicht gequetscht werden.
- Die Lochkanten sind zu fassen.

In der Maschinenrichtlinie (2006/42/EG) wird für Metallteile in Anschlagmitteln der Betriebskoeffizient 4 (Sicherheitsfaktor 4) verlangt. Auf dem selben Sicherheitsniveau wurde der Anschlagpunkt durch die Berner Fachhochschule, Departement Architektur, Holz und Bau, nach einem anerkannten standardisierten Verfahren geprüft.

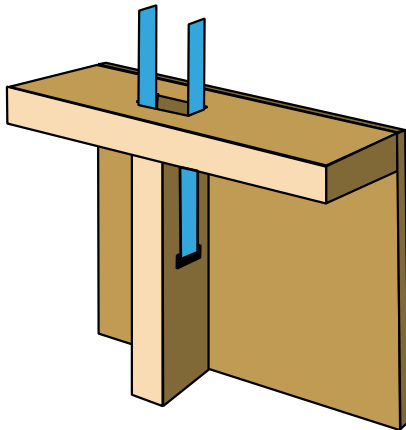
Bei Einweghebebändern 50 mm, mit einem WLL von 800 Kilogramm und einem Holzquerschnitt von 160 x 60 mm (b x h), erfüllen folgende Prüfkörper das Sicherheitsniveau gemäss Maschinenrichtlinie:

- Stahlbolzen, Durchmesser 16 mm, Länge 118 mm
- Buchendübel, Durchmesser 40 mm, Länge 160 mm
- Buchenleiste, gefast, 40/40 mm, Länge 160 mm

Bei Einweghebebändern 35 mm, mit einem WLL von 1250 Kilogramm und einem Holzquerschnitt von 160 x 80 mm (b x h), erfüllt nur ein Prüfkörper das Sicherheitsniveau gemäss Maschinenrichtlinie:

- Stahlbolzen, Durchmesser 20 mm, Länge 160 mm

### Balkentraverse kombiniert mit im Ständer fixierten Hebebändern



35 Durch den Ständer geschlaufenes Hebeband

Für das Anschlagen von schweren Wandelementen empfiehlt es sich, die Ein- oder Mehrweg-Hebebänder direkt am Ständer zu befestigen. Durch Löcher geführte Hebebänder verursachen im Ständer eine nicht berechenbare Spaltwirkung und sind zu vermeiden.

Untersuchungen an der Berner Fachhochschule haben ergeben, dass ein horizontal liegender Schlitz im Ständer die Tragfähigkeit der Verankerungskonstruktion deutlich verbessert. Das durch den Schlitz doppelt geführte Hebeband liegt auf der gesamten Bandbreite gleichmäßig auf. Das Bruchbild ergibt ein eindeutiges Versagen auf Abscheren. Der Nachweis auf Abscheren ist nach SIA 265 zu ermitteln. Die Vorholzlänge in Faserrichtung muss mindestens 150 mm betragen.

### Beispiel für die Ermittlung des zulässigen Elementgewichts

Holz C24, Ständerbreite 60 mm, Vorholzlänge 350 mm, Schlitzbreite = Gurtbreite, 2 Hebebänder WLL 800 kg, Hebeband umgelegt entspricht Anschlagfaktor 2,0

1. Ermittlung Bemessungswert des Tragwiderstands  $R_d$  (Schubspannung aus Abscheren):

Bei Vollholz (Bsp. C24)

$R_d = 0,6 \times f_{v,d} \times A$  (Faktor 0,6 => SIA 265: 2012, Formel 26 bei Vollholz gültig)

$A = 350 \text{ mm} \times 60 \text{ mm} \times 2$  Scherflächen

$A = 42\,000 \text{ mm}^2$

$f_{v,d} = 1,5 \text{ N/mm}^2$

**$R_d = 0,6 \times 1,5 \text{ N/mm}^2 \times 42\,000 \text{ mm}^2 = 37\,800 \text{ N} = 37,8 \text{ kN} = 3,78 \text{ t}$**

2. Bestimmung des korrekten Hebebandes  
Aufgrund des umgelegten Hebebandes (Bild 35) verdoppelt sich die Tragfähigkeit ( $R_d$  1600 kg => Hebeband WLL 800 kg).

3. Bestimmung der Einwirkung  $F_d$

Im vorliegenden Beispiel ist der Tragwiderstand ( $R_d$ ) der Hebebänder deutlich tiefer und daher die massgebende Schwachstelle im System. Das Elementgewicht ( $F_d$ ) darf demzufolge die maximale Traglast der zwei Hebebänder von 3200 kg (32 kN) betragen, damit der Bemessungsnachweis erfüllt ist.

Einwirkung auf Bemessungsniveau:

$$F_d = \gamma_G \times \Phi \times F_k = 1,35 \times 1,75 \times F_k$$

Legende:

$F_d$  Bemessungswert einer Einwirkung

$F_k$  Charakteristischer Wert einer Einwirkung

$\gamma_G$  Lastbeiwert für eine ständige Einwirkung

$\Phi$  Dynamischer Beiwert für Einwirkung am Kran: 1,75

$R_d$  Bemessungswert des Tragwiderstands

$f_{v,d}$  Bemessungswert der Schubfestigkeit

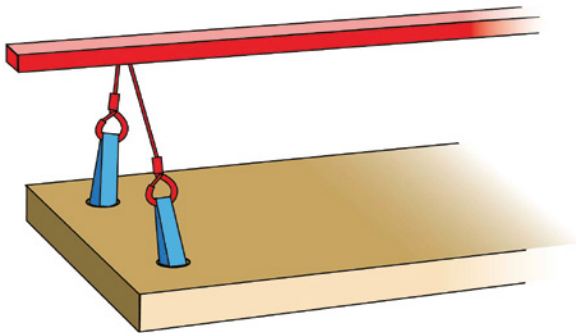
A Fläche

4. Bemessungsnachweis:

$$F_d \leq R_d$$

#### 4.2.5 Lastaufnahmezeitpunkt, horizontale Elementbeförderung

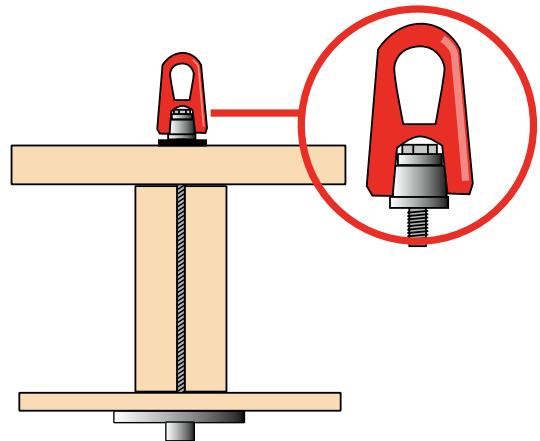
##### Balkentraverse kombiniert mit vier Einweg-Hebebändern



36 Anschlag eines Deckenelements mit Balkentraverse und Einweghebebändern

Die Einweghebebänder werden bei der Elementproduktion um die Rippen geschlauff. Damit die **Einweg-Hebebänder gleichmässig aufliegen**, muss eine Balkentraverse eingesetzt werden.

##### Transportbügel verankert mit durchgehender Bauschraube oder Holzschraube

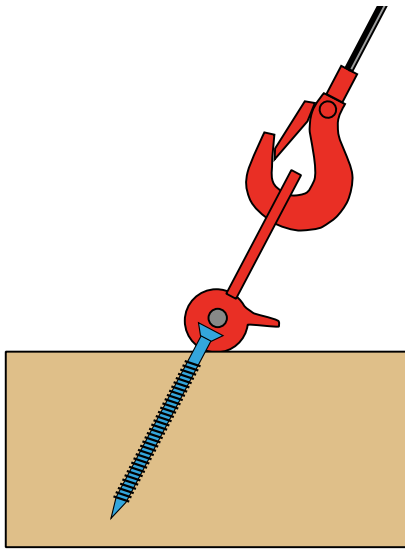


37 Anschlag eines Deckenelements mit Transportbügel und Schraubenverankerung

Neben den generellen Sicherheitshinweisen sind bei diesem **Transportankersystem** die folgenden Punkte zu beachten:

- Nur für den Lastentransport geprüfte Transportbügel einsetzen.
- Es sind nur 360° drehbare und 180° schwenkbare Transportbügel (Anschlagpunkte) zulässig.
- Die Randabstände nach der SIA 265 oder den Herstellerangaben einhalten. Bei schmalen Rippen kann bei durchgehenden Bauschrauben beidseitig eine Verstärkung mittels Massivholz aufgeklebt werden. (Bild 38)
- Je nach gewähltem Anschlagmittel die Schraubenverbindung auf Auszieh Widerstand und Abscheren überprüfen.
- Die Eigenschaften der Grundplatte und des darin verwendeten Gewindes auf die Schraubenqualität anpassen.
- Die Verschraubung gegen ungewolltes Lösen sichern.
- Die Schraubenverbindung nicht überdrehen.
- Die Montageangaben des Herstellers beachten.

## Universalkopfkupplung und Holzschraube



38 Anschlag eines Deckenelements mit Universalkopfkupplung und Schraubenverankerung

Neben den generellen Sicherheitshinweisen sind bei diesem Transportankersystem die folgenden Punkte zu beachten:

- Das System nur gemäss der Betriebsanleitung des Herstellers verwenden.
- Nur geprüfte Schrauben und Kupplungen des Herstellers verwenden.
- Mindestholzabmessungen, Randabstände quer und längs zur Holzfaser gemäss Herstellerangaben einhalten.
- Die maximalen Neigungswinkel der Gehänge gemäss Herstellerangaben einhalten.
- Vor Anheben des Bauteils überprüfen, ob alle Kupplungen vollständig eingehängt sind.

**Solche Systeme sind ungeeignet für den Transport mit Helikoptern.**



# 5 Lagerung im Werk

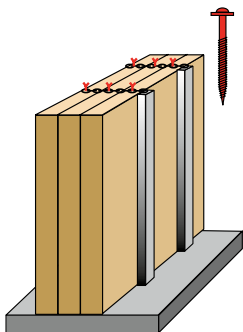
## 5.1 Grundlagen Bauteilsicherung

Die Bauteilsicherung umfasst den sicheren Stand der Holzelemente während der Herstellung, der Lagerung im Werk und auf dem Transportmittel.

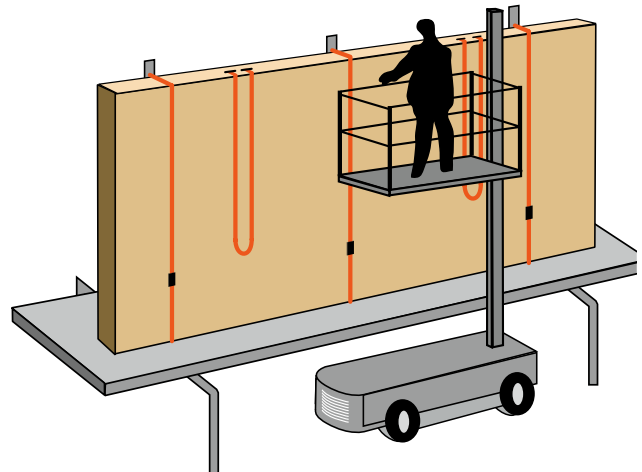
Bei den Transporten wird zwischen innerbetrieblichen und auf öffentlichen Strassen unterschieden. (Die Transportsicherung und deren Anforderungen sind im Kapitel 6 erörtert.)

Es gelten die folgenden Grundsätze:

- Die Sicherung der Holzelemente erfolgt unabhängig von den Lastaufnahmemitteln.
- Es sind formschlüssige Systeme vorzusehen, um das Holzelement im gesicherten Zustand vom Hebemittel an- bzw. abzuhängen.
- Es sind Systeme einzusetzen, die dynamische Kräfte aufnehmen können (z. B. Gurten, Bänder, Ketten usw.).
- Starre Systeme wie Latten, Dreischichtplatten, Schraubzwingen, Lochbänder usw. sind für die Bauteilsicherung der Holzelemente ungeeignet.
- Stehende Elemente müssen zu jedem Zeitpunkt mit mindestens zwei Bauteilsicherungen gesichert sein.
- Die Bauteilsicherung so vornehmen, dass für das Anbringen oder Lösen nicht auf das Holzelement gestiegen werden muss.
- Das Anbringen und Lösen der Bauteilsicherung soll mit möglichst wenig Kraftaufwand erfolgen, damit das Arbeiten auf Leitern keine Gefahr darstellt (siehe Merkblatt «Tragbare Leitern», [www.suva.ch/44026.d](http://www.suva.ch/44026.d)).



39 Bauteilsicherung mit Ketten an den Mittelrungen



40 Bauteilsicherung mit Spanngurten an den Mittelrungen. Sichern der Holzelemente von einer Teleskopmastbühne aus.

## 5.2 Lagersysteme

Generell sind die Systeme so zu wählen, dass ein sicherer Stand bzw. eine sichere Lage der Holzelemente jederzeit gewährleistet ist.

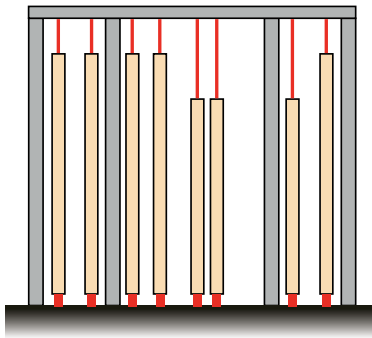
Für die Lagerung im Werk wird zwischen liegenden und stehenden Holzelementen unterschieden. Die Eigengewichte der Holzelemente beachten. Weiter sind die folgenden Punkte zu berücksichtigen:

- Die Holzelemente nur an dafür vorgesehenen Standorten lagern.
- Die Tragfähigkeit des Untergrunds und der Lagersysteme muss gewährleistet sein.
- Die Verkehrs- und Fluchtwege bei der Standortwahl berücksichtigen.
- Die Bauteilsicherung unabhängig von den Lastaufnahmemitteln sichern. (Bild 51)

Die stehende Lagerung von Holzelementen in einem **Elementbahnhof** bietet ein hohes Mass an Sicherheit und Flexibilität. An den Holzelementen sind unten für den innerbetrieblichen Transport Laufwagen angebracht, die auf Schienen geführt sind. Die Holzelemente sind während des Transports über Stangensysteme gesichert.

Fest eingebaute Sensoren im Elementbahnhof reduzieren das Gefahrenrisiko für Personen oder Sachschäden.

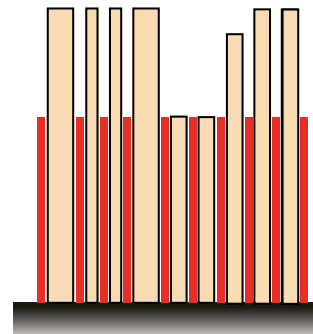
- Die Holzelemente werden vertikal in einem fest installierten Regalsystem eingeschoben und gesichert. (Bild 41)
- Das Stangensystem zur Sicherung der Elemente ist variabel und sichert unterschiedliche Holzelementhöhen sowie schräge Holzelemente.
- Im Elementbahnhof können auch Fenster- und Türelemente eingebaut oder Fassadensysteme sicher montiert werden.



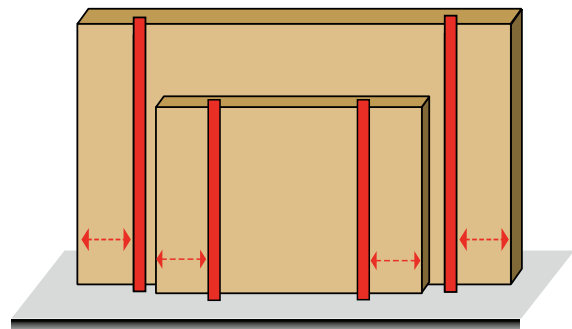
41 Elementbahnhof

Ein **variables Steckungensystem** ermöglicht eine relativ flexible und zugleich sichere Lagerung von stehenden Holzelementen. Für Steckungensysteme sind Schienen mit einer feinen Rasterung oder Löcher für die Rungen im Hallenfußboden eingebaut. Die Öffnungen schliessen eben mit dem Fussboden ab und können bei Nichtgebrauch abgedeckt werden. Es gelten die folgenden Anforderungen:

- Die Sicherung der Holzelemente erfolgt über beidseitig angeordnete Steckungen. (Bild 42)
- Die Steckungenshöhe der Elementhöhe anpassen.
- In Längsrichtung der Holzelemente mindestens zwei Steckungen anordnen. Je nach Elementgeometrie und Stabilität sind zusätzliche Rungen notwendig. Auf einen genügenden Randabstand der Runge zum Holzelement achten. (Bild 43)
- Die zwischengelagerten Holzelemente können unabhängig voneinander gelagert und entnommen werden. Zu beachten ist, dass die Elemente sicher angeschlagen werden. Eventuell sind dafür Zwischenräume freizulassen.



42 Variables Steckungensystem

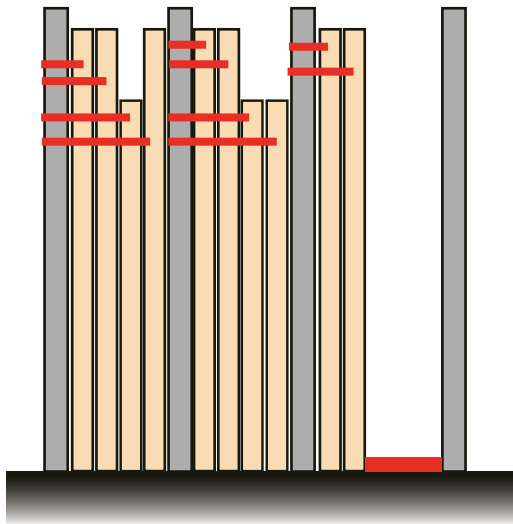


43 Steckungensystem: Längssicherung der Elemente mit genügend Überstand

Das **fixe Steckungensystem** hat einen festen Rungenraster für die stehende Lagerung der Holzelemente. Die Rungen stecken in Hülsen, die fest in den Hallenboden eingebaut sind. Es gelten die folgenden Anforderungen:

- In Längsrichtung der Holzelemente mindestens zwei Steckungen anordnen. Je nach Elementgeometrie und Stabilität zusätzliche Rungen anordnen. Auf einen genügenden Randabstand der Runge zum Holzelement achten. (Bild 43)
- Jedes Holzelement einzeln an die Rungen sichern (mindestens 2 Bauteilsicherungen).
- Die Steckungenshöhe der Elementhöhe anpassen.

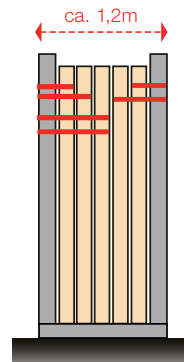
- Leerräume zwischen den Rungen unten ausfüllen, damit die Holzelemente nicht verrutschen. (Bild 44)
- Die Holzelemente in der benötigten Reihenfolge im fixen Steckungensystem einlagern, da eine variable Entnahme der Holzelemente nicht möglich ist.



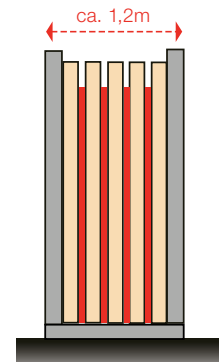
44 Fixes Steckungensystem

Die Lagerung von Holzelementen auf einem Transportgestell mit Steckungen ist eher für kleine und leichte Holzelemente geeignet. Bei **grossen und schweren Holzelementen** kann das System instabil werden und kippen. Die Transportgestelle werden mit Stapler oder Kran auf das Transportmedium verladen und fixiert. Die folgenden Punkte sind einzuhalten:

- Transportgestelle auf einen ebenen und tragfähigen Untergrund aufstellen, damit diese nicht einsinken.
- Beim Beladen Transportgestelle zusätzlich fixieren, damit diese nicht kippen.
- Transportgestelle gleichmässig beladen und jedes Holzelement am Gestell einzeln sichern. (Bild 45)
- Leerräume zwischen den Holzelementen ausfüllen, damit ein Kippen oder Verrutschen der Holzelemente verhindert wird.
- Beim Transportgestell mit Steckungensystem werden die Holzelemente einzeln durch die Steckungen gesichert. (Bild 46)



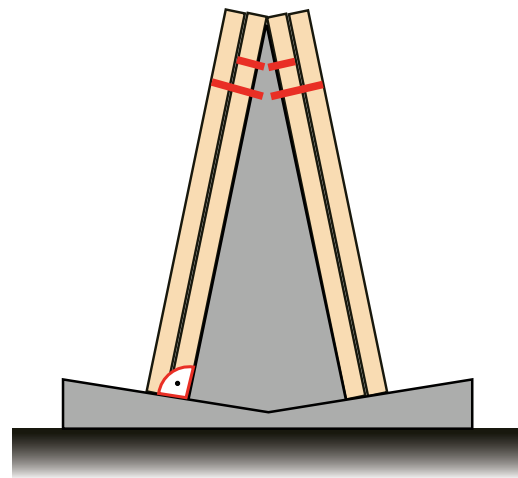
45 Transportgestell mit Aussenrungen



46 Transportgestell mit Steckungen

Der **A-Bock** eignet sich für die **Zwischenlagerung von kleineren Holzelementen**. Bei der Lagerung ist die Reihenfolge der Montage zu beachten. Weiter gelten die folgenden Punkte:

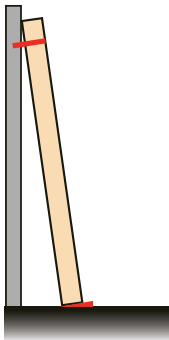
- Die Holzelemente immer beidseitig an den A-Bock anlehnen, damit das Gleichgewicht des Gesamtsystems jederzeit gewährleistet ist. (Bild 47)
- Der Winkel zwischen Aufstell- und Anlehfläche beträgt 90°.
- Jedes Holzelement mindestens zweimal am A-Bock sichern.



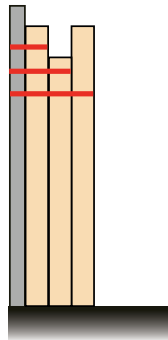
47 A-Bock-System

Werden Holzelemente **stehend neben einer Hallenwand gelagert** und an dieser gesichert, ist Folgendes zu beachten.

- Es ist ein Nachweis zu erbringen, dass die Wand die zu erwartenden Horizontalkräfte aufnehmen kann.
- Bei schräger Lagerung die Holzelemente mit Keilen gegen Verrutschen sichern. (Bild 48)
- Die Holzelemente einzeln an der Wand sichern. Entsprechende Anschlagpunkte vorsehen.
- Die Holzelemente dürfen weder in der Länge noch in der Höhe an der Wand vorstehen. Diese können durch Anstossen mit Stapler oder Kran an den frei überstehenden Enden rutschen oder kippen.



48 Schräglager



49 Vertikale Lagerung

Oft werden Holzelemente auf Pritschen- und Anhänger-systemen im Werk gelagert. Die Lagerung der Holzelemente mit Transport-Systemen und deren Sicherung werden im folgenden Abschnitt behandelt.

# 6 Transport

Für den innerbetrieblichen Transport und den öffentlichen Strassentransport sind die Holzelemente zu sichern (ASTAG-Richtlinie: «Richtig laden – Richtig sichern»).

Man unterscheidet zwischen Bauteilsicherung und Transportsicherung. Die Transportsicherung ist unabhängig von der Bauteilsicherung anzubringen.

Eine Standardlösung hat sich nicht etabliert, jedoch ist der Transport von Holzelementen auf einem **Pritschensystem mit Mittelrungen** sehr verbreitet. Wandelemente werden vorwiegend stehend, Dach- und Deckenelemente liegend transportiert. Entscheidend für die Transportart sind die zulässige Fahrzeugbreite, die Fahrzeughöhe und das Totalgewicht für Güterkraftfahrzeuge. Es gelten die folgenden Grundsätze:

- Die Transportsicherung für die entsprechende Ladung auslegen. Die Anforderungen gemäss SN EN12195, Teil 1 bis 4, einhalten: Ladungssicherung auf Strassenfahrzeugen.
- Die Transportsicherung vor jeder Fahrt und bei längeren Fahrten in gleichmässigen Abständen kontrollieren.
- Die Fahrt sofort unterbrechen, wenn Mängel jeglicher Art an der Transportsicherung festgestellt werden.
- Für die Transportsicherung Spanngurte verwenden.
- Beim Transport von liegenden Elementen die Lage-sicherheit gewährleisten.

Es braucht geeignete Transportmittel für das Befördern von Holzelementen. Diese müssen den gängigen Normen und Richtlinien entsprechen. Je nach Transportgurt sowie Be- und Entladesystem, sind die Anforderungen an die Transportmittel unterschiedlich (siehe dazu unsere Factsheet «Holzelemente sicher be- und entladen», [www.suva.ch/33094.d](http://www.suva.ch/33094.d)).

## 6.1 Transportsicherung

Vor jedem Transport ist zwischen Holzbauer/-in und Transporteur/-in zu klären, wer für die Sicherung der Bauteile und den Transport verantwortlich ist.

Neben der Klärung der Verantwortungsbereiche sind die folgenden grundlegenden Punkte einzuhalten:

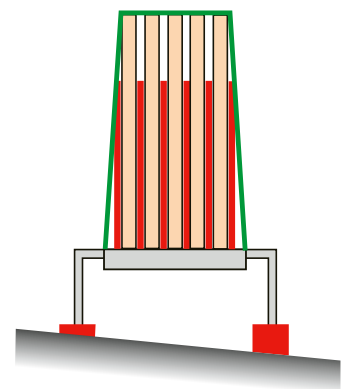
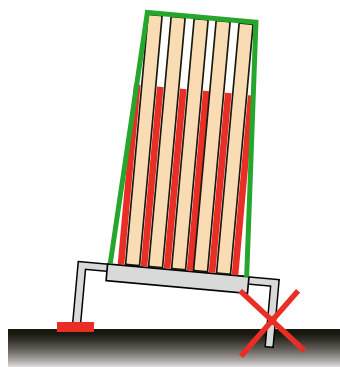
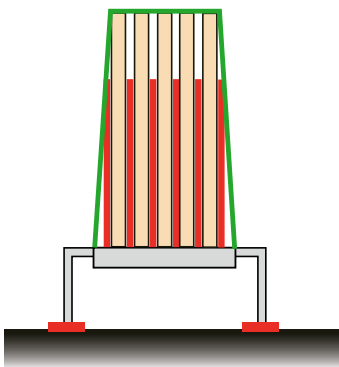
- Die Bauteilsicherung der Holzelemente erfolgt unabhängig vom Anschlagmittel. Nur so ist ein sicheres An- und Abhängen vom Hebemittel möglich.
- Die Transportsicherung nur lösen, wenn die Bauteilsicherung der Holzelemente intakt ist.
- Die Bauteilsicherung der Holzelemente erst nach dem Anhängen und bei gespanntem Hebesystem lösen.
- Während des Auf- und Abladens der Holzelemente sicherstellen, dass sich keine Personen im Gefahrenbereich oder unter der hängenden Last aufhalten.

## 6.2 Transportsysteme

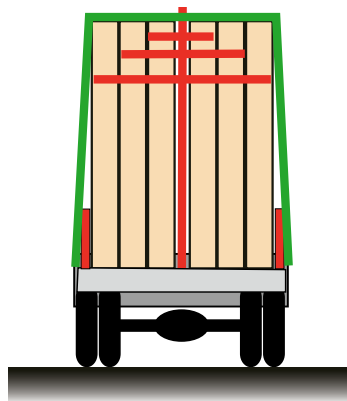
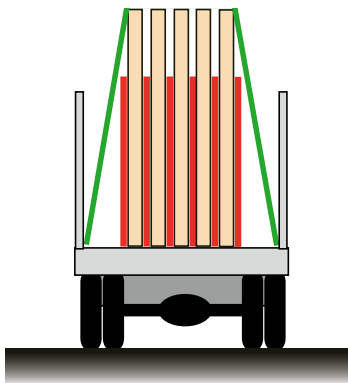
Für die Sicherheit beim Transport sowie beim Auf- und Abladen sind die folgenden Anweisungen einzuhalten:

- Beim Auf- und Abladen der Holzelemente stehen der Anhänger oder das Pritschensystem waagrecht auf einem tragfähigen Untergrund. (Bild 50)
- Die Holzelemente sind symmetrisch zur Mitte des Transportsystems angeordnet, so dass das Gleichgewicht der gesamten Ladung gewährleistet ist. (Bild 51)
- Vertikal geladene Holzelemente vor dem Lösen des Anschlagmittels mit der Bauteilsicherung einzeln fixieren.
- Auch bei der Verwendung von A-Böcken die Holzelemente einzeln sichern. (Bild 53)

In den folgenden Abbildungen sind die Elemente der Bauteilsicherung jeweils rot und diejenigen der Transportsicherung grün gekennzeichnet.

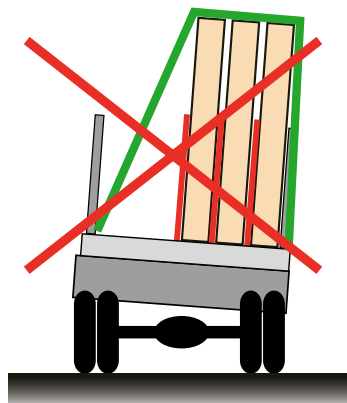
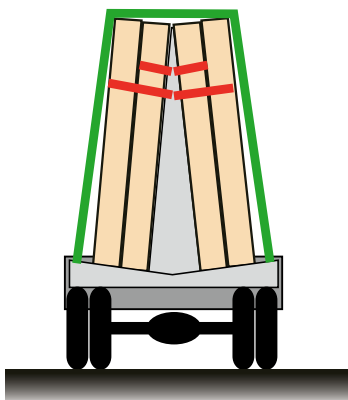


50 Erforderliche horizontale Aufstandsflächen für Pritschensysteme



51 Steckungensystem: symmetrische Anordnung der Holzelemente

52 Mittelrungensystem

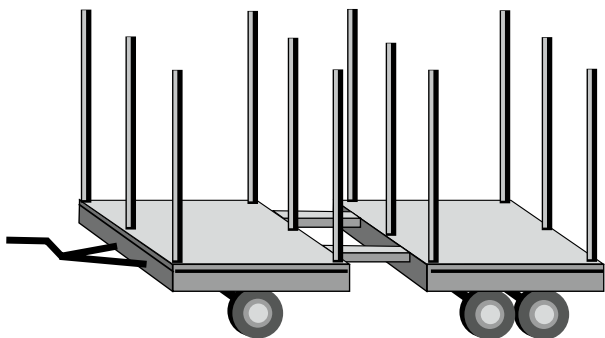


53 A-Bock-System

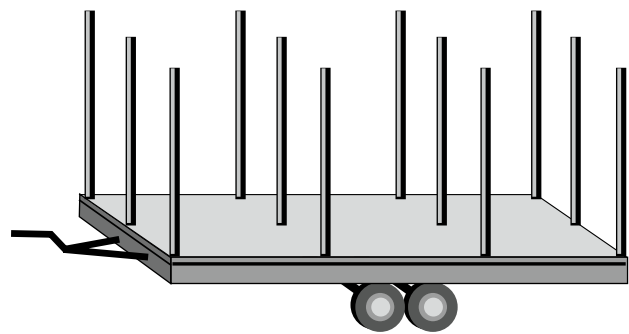
54 Nicht zulässige Anordnung von Holzelementen

**Anhängersysteme** verfügen über keinen eigenen Antrieb. Ist die Ladefläche nicht durchgängig, ist dies beim Verladen der Holzelemente zu berücksichtigen. Das Anhängersystem kann neben dem Transport auch als Lagerungssystem für die Holzelemente genutzt werden. Diese können stehend oder liegend transportiert werden.

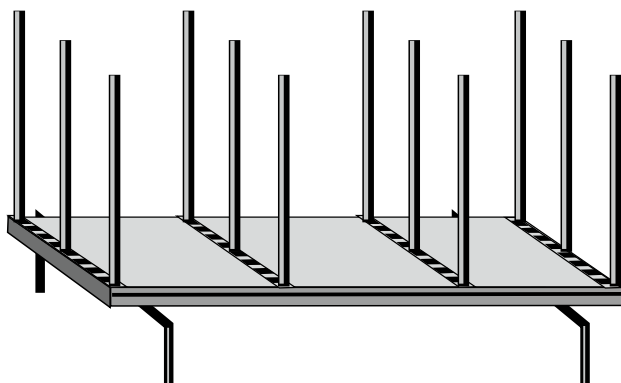
**Wechselpritschensysteme** können nur mit zusätzlichem Fahrgestell bewegt werden. Es wird zwischen Plattformpritschen mit ebener und durchgängiger Ladefläche sowie Tiefbettpritschen unterschieden. Wechselpritschensysteme können zusätzlich mit Laufstegen oder Leitern ausgerüstet werden. Diese ermöglichen durch eine mittige Vertiefung über die gesamte Länge den Transport hoher Holzelemente (bis ca. 3,4 Meter).



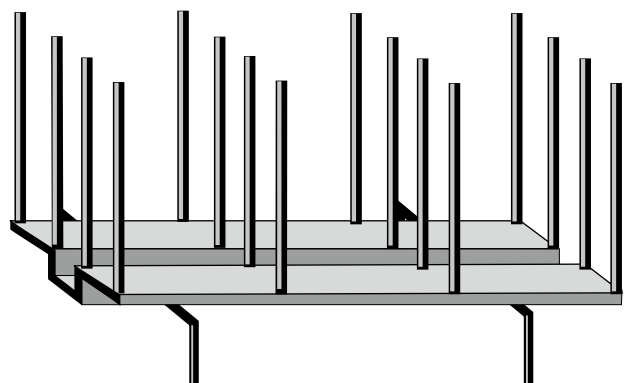
55 Drehschemel-Anhängersystem mit Mittel- und Aussenrungen



56 Tandem-Anhängersystem mit Mittelrungen



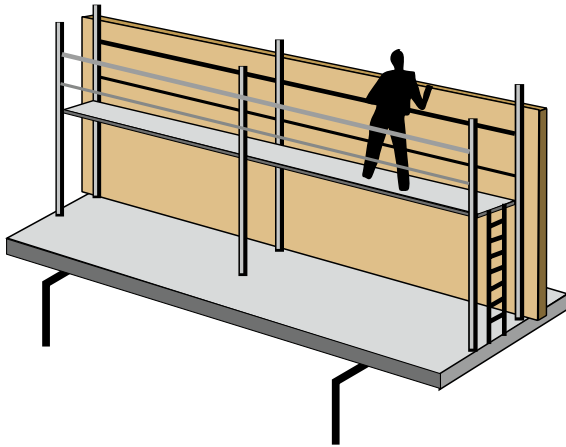
57 Pritschensystem mit variablem Rungensystem



58 Tiefbettpritschensystem mit Rungensystem

### Wechselpritsche mit Laufgang

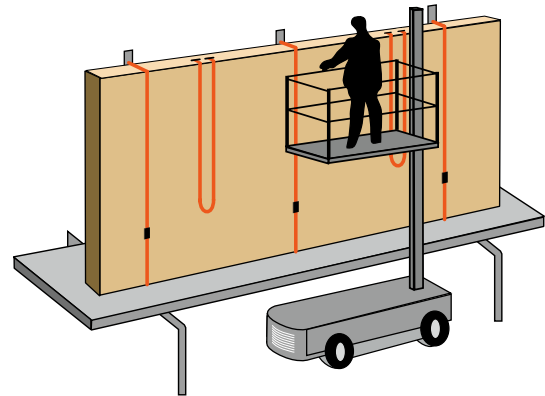
Durch einsetzen von integrierten Laufgängen können in der Werkstatt und auf der Baustelle die Holzelemente sicher be- und entladen werden. Der Mitarbeitende erreicht die Zurr- und Anschlagmittel aus sicherer Position und kann die Holzelemente am Kran anschlagen. Laufgänge sind eher für den Transport von stehenden Holzelementen geeignet



59 Wechselpritsche mit integriertem Laufgang für das Sichern der Holzelemente

### Wechselpritschen mit Elementsicherungssystem

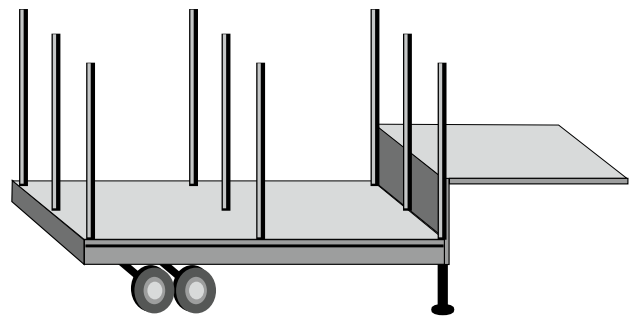
Mit einer intelligenten Kombination aus Arbeitsmitteln, Elementsicherung und Anschlagmittel, kann das Be- und Entladen von Wechselpritschen optimiert werden. Die Sicherung erfolgt mit zwei Zurrgurten von den Mittelrungen auf die Ankerschienen des Pritschenbodens. Durch den Einsatz von langen Anschlagmitteln ist auf der Baustelle sichergestellt, dass die Holzelemente vom Pritschenboden angeschlagen werden können. Anschließend kann die Elementsicherung gelöst werden. (Bild 60)



60 Kombiniertes Be- und Entladesystem

**Sattelaufleger** sind Anhänger, bei denen ein Teil der Last auf der Zugmaschine aufliegt. Innenlader mit Vertiefung sind auch für den Transport von höheren Holzelementen (bis ca. 3,4 Meter) geeignet.

Der Vorteil von Sattelauflegern ist die hohe zulässige Nutzlast, die den Transport von schweren Holzelementen ermöglicht.



61 Sattelaufleger

**LKW mit Wechselcontainer** sind eine Alternative zu den Anhängersystemen. Die Holzelemente werden hier in stehender oder liegender Position transportiert und sie sind gegenüber Witterungseinflüssen geschützt. Die Ladefläche ist eben und durchgängig.



# 7 Baustelleninstallation

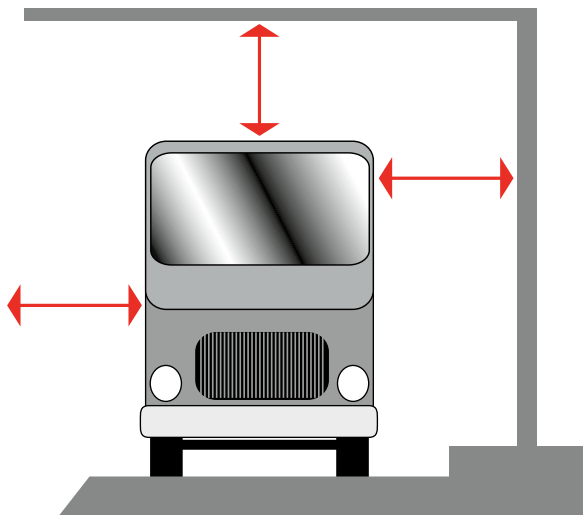
## 7.1 Zufahrt

Zur Verringerung der Unfallgefahr sind die Ein- und Ausfahrten auf der Baustelle eben und getrennt voneinander anzulegen. Die öffentlichen Verkehrswege und Regelungen müssen bei der Planung berücksichtigt werden.

Die Verkehrswege auf der Baustelle sind dauerhaft gegenüber den Witterungseinflüssen zu planen. Feuchtigkeit infolge von Regen ist gezielt zu entwässern und abzuleiten. Je nach Jahreszeit sind Glatteis und Schnee zu berücksichtigen.

Neben den genannten Sicherheitsanforderungen sind die Anweisungen der Bauarbeitenverordnung (BauAV) einzuhalten:

- Die Sicherheitsabstände zu Baugruben- und Grabenkanten sowie das erforderliche Lichtraumprofil stets einhalten. (Bild 62)
- Den Fluchtweg immer frei halten.
- Die Verkehrswege auf der Baustelle beleuchten, sofern das Tageslicht nicht ausreicht.
- Eine Abgrenzung zum öffentlichen Verkehr und angrenzenden Grundstücken durch Zäune oder Schilder kennzeichnen.



62 Sicherheitsabstände/Lichtraumprofil

## 7.2 Zwischenlager, Abstellflächen

Auf eine Zwischenlagerung einzelner Holzelemente auf Baustellen sollte generell verzichtet werden. Das Risiko von äusseren Einflüssen auf die Holzelemente sowie von unsachgemässer Lagerung ist sehr hoch.

Kann nicht auf einer Zwischenlagerung verzichtet werden, sind die Holzelemente auf einem ebenen und tragfähigen Untergrund zu lagern. Die Holzelemente können liegend oder stehend zwischengelagert werden. Weiter sind die folgenden Punkte zu beachten:

- Zur Lagerung von stehenden Holzelementen Transportgestelle oder A-Böcke benutzen.
- Jedes Holzelement separat sichern.
- Die Bauteilsicherung der Holzelemente erfolgt unabhängig vom Anschlagmittel, weil nur so ein gesichertes An- und Abhängen der Hebemittel möglich ist.
- Die Bauteilsicherung erfolgt vor dem Abhängen des Holzelements vom Hebemittel und wird im Gegenzug erst nach dem Anhängen des Holzelements und des bereits gespannten Hubseils gelöst.
- Für die Zwischenlagerung auf Pritschenwagen oder Anhängersystemen die Aufstandsflächen entsprechend der Auflast auswählen. Sicherstellen, dass kein Einsinken der Stützenfüsse möglich ist.

### 7.3 Hebemittel

Für das Heben der Holzelemente während der Montage können Kransysteme und Helikopter eingesetzt werden.

Für den Turmdreh- oder Mobilkran als Hebemittel sind neben den hier beschriebenen Anforderungen (Einsatz im Holzelementbau) auch die Hinweise in den allgemeinen Sicherheitsvorschriften zu beachten:

- «Verordnung über die sichere Verwendung von Kranen» (Kranverordnung)
- Checkliste für Kranführer von Turmdrehkränen, [www.suva.ch/88179.d](http://www.suva.ch/88179.d)
- Checkliste «Hebezeuge», [www.suva.ch/67158.d](http://www.suva.ch/67158.d)
- Checkliste «Lastaufnahmemittel», [www.suva.ch/67198.d](http://www.suva.ch/67198.d)

Der Einsatz des **Turmdreh- oder Mobilkrans** für das Heben von Holzelementen darf nur von ausgebildeten Personen, den Kranführern und Kranführerinnen mit Ausweis, erfolgen. Kranführer und Kranführerinnen müssen beim Heben von Holzelementen Folgendes beachten:

- Die Zulassung des Krans vor Inbetriebnahme prüfen.
- Vor jedem Einsatz den Kran auf seine ordnungsgemässe Funktion prüfen.
- Die Einschätzung der Windsituation vor dem Anschlagen von Holzelementen ist zwingend. Bereits geringe Windstärken können zu deutlichen Schwankungen und Verdrehungen der flächigen Holzelemente führen.
- Es dürfen sich keine Personen in den Gefahrenbereichen, unter hängenden Lasten sowie in den Richtungen, in denen das Holzelement bewegt wird, aufhalten.
- Die Schutzhelmpflicht auf Baustellen einhalten.
- Die zulässige Tragkraft und die Belastungstabellen für den Kran/das Hebemittel sind bekannt und werden für das Anheben von Holzelementen berücksichtigt.
- Den Radius des Kranhakens für die geplanten Einsätze entsprechend auswählen. Besonders den Platzbedarf für mehrere Gehänge beachten.
- Die für den Lastentransport übliche Zeichengebung nutzen.

Werden **Helikopter** für den Transport von Holzelementen eingesetzt, gelten neben den allgemein aufgeführten Sicherheitsmassnahmen zusätzliche Anforderungen. Siehe auch die «Neun lebenswichtigen Regeln für das Helikopter-Bodenpersonal», [www.suva.ch/84050.d](http://www.suva.ch/84050.d)

Für das Anhängen der Last (Anschlag- und Lastaufnahmemittel) gelten die gleichen Anforderungen wie für den Kran. Beim Transport mit dem Helikopter sind jedoch weitaus **grössere Kräfte durch dynamische Bewegungen** zu berücksichtigen (z. B. Wind, Flugverfahren). Statt am Kranhaken wird das Lastaufnahme- oder Anschlagmittel an der Lastklinke des Helikopters befestigt.

Die geforderten Details für den Einsatz eines Helikopters sind frühzeitig mit dem ausführenden Helikopterunternehmen abzustimmen. Die in diesem Rahmen geforderten Sicherheitsmassnahmen sind einzuhalten und müssen den Regeln der Suva und des Bundesamtes für Zivilluftfahrt entsprechen.

Die Windsituation muss vor dem Anschlagen von Holzelementen zwingend eingeschätzt werden. Bereits geringe Windstärken können zu deutlichen Schwankungen und Verdrehungen der flächigen Holzelemente führen.

Es gilt die Schutzhelmpflicht auf Baustellen. Die notwendige Persönliche Schutzausrüstung (PSA) ist zu tragen.

### 7.4 Anschlagmittel und Lastaufnahmemittel

Die für den Holzelementbau geeigneten Anschlag- und Lastaufnahmemittel auf Baustellen sind in den Kapiteln 4.2.2 und 4.2.3 aufgeführt. Für Baustellen gelten die gleichen Sicherheitsregeln und Anwendungsvorschriften beim Heben von Holzelementen.

## 7.5 Infrastruktur

Die erforderliche Infrastruktur auf Baustellen wird in der Regel bereits in der Planung der Baustelleneinrichtung berücksichtigt. Nicht ausreichende oder fehlende Komponenten sind mit der Bauleitung vorab zu besprechen.

Die Bestimmungen in der Bauarbeitenverordnung (BauAV) sind einzuhalten. Es muss ein Sicherheits- und Gesundheitsschutzplan für Baustellen vorliegen. Hinweise und Planungs-Tools finden Sie unter [www.suva.ch/sigebau](http://www.suva.ch/sigebau).

# 8 Montage

## 8.1 Arbeitsanweisungen

Wo die Arbeitsanweisungen sowie die betrieblichen und lebenswichtigen Regeln des Sicherheitssystems nicht ausreichen, sind durch die AVOR projektspezifische Anweisungen zu erstellen.

Die Anweisungen sind in den Montageplänen mittels Skizzen oder Bildern festzuhalten. Dadurch soll sichergestellt werden, dass die geplanten Sicherheitsmassnahmen dem Montagefortschritt entsprechend umgesetzt werden. Die Instruktion der Mitarbeitenden ist zu dokumentieren.

## 8.2 Kran

Für das Betreiben und Bedienen von Kranen gelten die Bestimmungen in der Kranverordnung.

- Bediener und Bedienerinnen von Turmdreh- und Fahrzeugkranen müssen im Besitz des entsprechenden Kranführerausweises sein.
- Beim Hebevorgang die Lasten so sichern und abstellen, dass sie nicht umstürzen, herabstürzen oder abrutschen können.
- Lastaufnahmemittel und Anschlagmittel müssen in betriebssicherem Zustand und auf die zu hebenden Lasten abgestimmt sein (Herstellerangaben beachten).
- Personen, die Lasten anschlagen, sind für diese Arbeiten anzuleiten.
- Können die Hebearbeiten mit dem Kran aufgrund der Witterung oder anderer Einflüsse nicht sicher ausgeführt werden, sind die Kranarbeiten einzustellen. Der Kranführer oder die Kranführerin entscheidet dies, wenn nötig gestützt auf die Angaben des Herstellers in der Betriebsanleitung des Krans.

## 8.3 Elemente beim Anschlagen sichern

Bauteile und Elemente müssen jederzeit gegen Umkippen und Verrutschen gesichert sein. Dabei gelten die gleichen Grundsätze wie bei der Lagerung im Werk.

Beim Anschlagen darf die Bauteilsicherung erst entfernt werden, wenn die Elemente durch das Lastaufnahmemittel gehalten werden. Beim Versetzen darf das Lastaufnahmemittel erst gelöst werden, wenn das Element ausreichend gesichert ist.

## 8.4 Verkehrswege für Personen

Jeder Arbeitsplatz muss während der Montage über einen sicheren Verkehrsweg zugänglich sein.

Bei der Rohbaumontage sind die verschiedenen Arbeitsebenen mit einem sicheren Zugang (z. B. Treppenturm, Innentreppe) zu erschliessen. Für kurzfristige Montagearbeiten können Arbeitsplätze bis 5,0 m mit geeigneten Leitern erschlossen werden. Diese sind gegen Wegrutschen, Drehen und Kippen zu sichern und müssen jederzeit sicher begangen werden können (beide Hände frei). Treppen sind gegenüber Leitern vorzuziehen.

## 8.5 Kollektive und individuelle Schutzmassnahmen gegen Absturz

Nach den geltenden Gesetzesverordnungen hat der Kollektivschutz gegenüber dem Individualschutz Vorrang.

Wenn es also technisch möglich oder nicht nachweislich gefährlicher ist, sind kollektive Schutzmassnahmen gegen Absturz zu treffen. Als kollektive Schutzmassnahmen gegen Absturz gelten: Seitenschutz, Gerüste, Auffangnetze, Fanggerüste, Zonenabschränkungen, Hubarbeitsbühnen, durchbruchssichere Abdeckungen, Laufstege usw. Als individuelle Schutzmassnahme gilt die Persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz (PSAgA).

## 8.6 Massnahmen gegen Absturz an der Gebäudekante

- Bei Hochbauarbeiten ist ab 3,0m Absturzhöhe ein Fassadengerüst zu montieren. Der oberste Gerüsthalm muss die höchste Absturzebene jederzeit, auch bei Montagearbeiten, um mindestens 80 cm überragen. Beträgt der Abstand des Seitenschutz weniger als 60cm zum Gebäude, so muss er die Absturzkante um 100cm überragen.
- Bei vormontierten Gerüsten mit Absturzgefahr nach innen sind ab einer Absturzhöhe von 2,0m zweiteilige Innengeländer zu montieren.
- Beträgt der Fassadenabstand zwischen dem Gerüstbelag und dem Bauteil mehr als 30cm, müssen Innenkonsolen montiert werden. Ist dies aus technischen Gründen nicht möglich, sind zweiteilige Innengeländer zu montieren.

## 8.7 Absturzkanten sichern

- Ab einer Absturzhöhe von 2,0m sind sämtliche Absturzkanten mit einem Seitenschutz oder gleichwertigen Massnahmen zu sichern.

- Ein Seitenschutz hat mindestens den Anforderungen nach SN EN 13374 (siehe auch Factsheet «Seitenschutz», [www.suva.ch/33017.d](http://www.suva.ch/33017.d)) zu entsprechen. Er überragt die Standfläche um mindestens 1,0m. Bei erhöhten Arbeitsplätzen neben dem Seitenschutz (z. B. auf Leitern oder Bockgerüsten) ist dieser entsprechend hochzuziehen.

## 8.8 Massnahmen gegen Absturz während Montagearbeiten

- Ab einer Absturzhöhe von 2,0m sind Absturzkanten mit einem Seitenschutz oder gleichwertigen Schutzmassnahmen zu sichern.
- Ab einer Absturzhöhe von 3,0m sind vorgängig bei vorfabrizierten Boden- oder Dachelementen Auffangnetze, Fanggerüste oder ein Seitenschutz zu montieren.
- Die Montage mit Hubarbeitsbühnen ist zulässig, sofern der Arbeitskorb nicht verlassen wird.
- Bodenöffnungen, in die man hineintreten kann, sind unabhängig von der Absturzhöhe mit einer durchbruchssicheren, unverrückbaren Abdeckung oder einem Seitenschutz zu sichern.

## 8.9 Entladen von Elementen ab Transportmittel

- Ab einer Absturzhöhe von 2,0m darf auch auf den Transportmitteln (Pritschen, Tieflader usw.) nicht ohne Absturzsicherung gearbeitet werden.
- Mit geeigneten Arbeitsmitteln wie Hubarbeitsbühnen, Rollgerüsten, Podestleitern oder Auffangsystemen (Galgen) ist die Sicherheit zu gewährleisten.
- Durch konstruktive Massnahmen (z. B. ausreichend lange Anschlagmittel, entsprechende Bauteilsicherung) ist bereits bei der AVOR sicherzustellen, dass nicht auf die Elemente geklettert wird.
- Das Anschlagen und Lösen der Bauteilsicherung ab Leitern ist bis 2,0m Absturzhöhe zulässig, sofern diese gegen Kippen und Verrutschen gesichert sind.

# 9 Hilfsmittel Planung und Ausführung

## 9.1 Download Lasttabellen

Die Lasttabellen als Hilfsmittel für die Planung können im PDF-Format von der Website [www.suva.ch](http://www.suva.ch) heruntergeladen werden.

- Lasttabellen Wand: [www.suva.ch/66135-1.d](http://www.suva.ch/66135-1.d)
- Lasttabellen Decke: [www.suva.ch/66135-2.d](http://www.suva.ch/66135-2.d)
- Lasttabellen Dach: [www.suva.ch/66135-3.d](http://www.suva.ch/66135-3.d)

## 9.2 Bemessungsbeispiel Lastaufnahme punkt

Legende:

$F_k$ : Charakteristische Einwirkung (Kraft) auf das Verbindungsmittel aus dem Eigengewicht im Ruhezustand

$F_d$ : Bemessungswert der Einwirkung (Kraft) auf das Verbindungsmittel

$\gamma_G$ : Lastbeiwert (Norm SIA 260): 1,35

$\Phi$ : Dynamischer Beiwert für Einwirkung am Kran: 1,75

$R_d$ : Bemessungswert des Verbindungsmittels unter den vorherrschenden Bedingungen gemäss Herstellerangaben

Gegeben:

Einwirkung aus Eigengewicht im Ruhezustand:

$$F_k = 8,0 \text{ kN}$$

Bemessungswert der Einwirkung:

$$F_d = \gamma_G \times \Phi \times F_k = 1,35 \times 1,75 \times 8,0 \text{ kN} = 18,9 \text{ kN}$$

Bemessungswert des Tragwiderstands

(Bsp. 4 St. Holzbauschrauben 8 × 120 mm):

$$R_d = 4 \times 5,24 \text{ kN} = 20,1 \text{ kN}$$

Bemessungsnachweis:

$$F_d \leq R_d$$

$$F_d / R_d \leq 1,0$$

$$18,9 / 20,1 = 0,90 \leq 1,0 \text{ (Nachweis erfüllt)}$$



## Das Modell Suva Die vier Grundpfeiler



Die Suva ist mehr als eine Versicherung; sie vereint Prävention, Versicherung und Rehabilitation.



Überschüsse gibt die Suva in Form von tieferen Prämien an die Versicherten zurück.



Die Suva wird von den Sozialpartnern geführt. Die ausgewogene Zusammensetzung des Suva-Rats aus Vertreterinnen und Vertretern von Arbeitgeberverbänden, Arbeitnehmerverbänden und des Bundes ermöglicht breit abgestützte, tragfähige Lösungen.



Die Suva ist selbsttragend; sie erhält keine öffentlichen Gelder.

**Suva**  
Postfach, 6002 Luzern

**Auskünfte**  
Bereich Gewerbe und Industrie  
Tel. 058 411 12 12  
kundendienst@suva.ch

**Bestellungen**  
[www.suva.ch/66135.d](http://www.suva.ch/66135.d)

**Titel**  
Holzelementbau  
Sicherheit durch Planung

Gedruckt in der Schweiz  
Abdruck – ausser für kommerzielle  
Nutzung – mit Quellenangabe gestattet.  
Erstausgabe: April 2016  
Überarbeitete Ausgabe: Juni 2024

**Publikationsnummer**  
66135.d



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Finanziert durch die EKAS  
[www.ekas.ch](http://www.ekas.ch)

