

Leitfaden

Masstoleranzen im vorgefertigten Holzsystembau

Ausgabe:

10. Dezember 2020

Version:

1.0

VGQ SCHWEIZERISCHER
VERBAND FÜR
GEPRÜFTE
QUALITÄTSHÄUSER

Schweizerischer Verband
für geprüfte Qualitätshäuser VGQ
Bahnhofplatz 1
2502 Biel

holzbauschweiz

Holzbau Schweiz
Thurgauerstrasse 54
8050 Zürich

Vorwort

Masstoleranzen werden in den Bauproduktenormen sowie in verschiedenen Baunormen behandelt. Während in diesen Dokumenten die meisten Toleranzen geregelt sind, fehlen im Bereich der Vorfabrikation von Bauteilen und deren Montage auf der Baustelle entsprechende Regeln. Um diese Lücken zu schliessen, wurde vom Schweizerischen Verband für geprüfte Qualitätshäuser VGQ und von Holzbau Schweiz der vorliegende Leitfaden erarbeitet. In verschiedenen Vernehmlassungen wurden die Anliegen der Holzbaubetriebe sowie der Holzbau-Ingenieure eingeholt und in den Leitfaden aufgenommen.

Der Leitfaden schafft einen Überblick zu Toleranzen vom Bauprodukt bis hin zum fertig montierten Bauteil und bietet zudem eine Grundlage für die Vereinbarung von Masstoleranzen, beispielsweise in Werkverträgen. Der Schweizerische Verband für geprüfte Qualitätshäuser sowie Holzbau Schweiz empfehlen diesen Leitfaden anzuwenden.

Robert Schmidlin
Präsident VGQ

Hansjörg Steiner
Präsident Holzbau Schweiz

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	2
Inhaltsverzeichnis	3
0 Geltungsbereich	4
0.1 Abgrenzung	4
0.2 Normative Verweisung	5
0.3 Allgemeines	5
1 Verständigung und Begriffe	6
2 Messungen	8
2.1 Allgemeines	8
2.2 Messtechnisches Erfassen	8
2.3 Messung der Ebenheit	9
2.4 Messung der Lage	9
2.5 Messung von Winkeln	11
2.6 Messung von Breiten und Höhen	12
3 Massabweichungen	12
3.1 Ursachen	12
3.2 Arten von Massabweichungen	13
4 Schnittstellen zu anderen Bauteilen	14
4.1 Allgemeines	14
4.2 Planung von Übergängen und Anschlüssen	14
4.3 Grundtypen von Übergängen und Anschlüssen im vorgefertigten Holzbau	15
5 Grenzabweichungen im vorgefertigten Holzbau	16
5.1 Vorfertigungsgrad der Bauteile	16
5.2 Grenzabweichungen für Holz und Holzwerkstoffe	18
5.3 Grenzabweichungen für Längen von linearen Bauteilen	19
5.4 Grenzabweichungen für Wand-, Decken und Dachelemente	19
5.5 Grenzabweichungen an Gebäuden oder im Holzbau	21
6 Grenzabweichungen im Massivbau	23
7 Normen, Literatur und Verzeichnisse	24
7.1 Normen/Literatur	24
7.2 Verzeichnisse	24

0 Geltungsbereich

Bei der Bauausführung sind herstellungsbedingte Abweichungen von den in den Ausführungsplänen geforderten Nennmassen für Lage, Grösse und Gestalt von Bauteilen und Bauwerken unvermeidbar. Diese Abweichungen müssen daher so weit begrenzt werden, dass die Funktion eines Bauwerks oder Bauteils nicht beeinträchtigt wird. Dies erfolgt in erster Linie durch Toleranzangaben in Normen. Die Normen SIA 414/1 und SIA 414/2 „Masstoleranzen im Bauwesen“, sind schwerpunktmässig auf den Massivbau und montierte Bauteile am Bau ausgelegt und gelten nicht für vorgefertigte und montagefertige Bauteile, wie sie im Holzsystembau verwendet werden (siehe Norm SIA 414/2 Ziffer 0.1.2). Dieser Leitfaden schliesst diese Lücke für den vorgefertigten Holzsystembau.

Auszugs aus der Norm SIA 414/2 Vorwort

Die Norm SIA 414/2 enthält Toleranzwerte für die «normale Genauigkeitsstufe» im Hochbau, also für an Ort erstellte Bauwerke und Bauteile sowie für den Zusammenbau von vorgefertigten Bauteilen. Wird eine «erhöhte Genauigkeitsstufe» verlangt, z.B. aus der Nutzungsvereinbarung, ist diese in den Ausschreibungsunterlagen bzw. in den Verträgen zu definieren.

In der Norm SIA 414/2 sind keine Toleranzwerte enthalten, die Baustoffe und vorgefertigte Bauteile betreffen, und auch keine über interne Abmessungen von Bauteilen. Solche sind, falls vorhanden, in den einschlägigen technischen Normen aufgeführt.

Da vorgefertigte Bauteile in Holzbauweise eine hohe Masshaltigkeit aufweisen, stellen sie in der Montage erhöhte Anforderungen an die Anschlüsse gegenüber anderen Gewerken (Massivbau). Diese Anforderungen sind in der Norm SIA 414/2 nicht genügend abgebildet und werden daher im vorliegenden Leitfaden ergänzt. Es richtet sich an Fachleute der Planung und Bauausführung.

Ziel ist, die Einigung auf eine Genauigkeitsebene und eine Kontrolle von Massabweichungen nach einheitlichen Verfahren reproduzierbar vorzunehmen.

Der Leitfaden gilt als Vereinbarung zwischen Planer und Holzbauer und ist verbindlich, falls im Werkvertrag so festgehalten.

Wird der Leitfaden nicht verbindlich im Werkvertrag aufgeführt, gelten die Normen SIA 414/1 und SIA 414/2. Der Leitfaden kann in diesem Fall als Empfehlung und Leitfaden verwendet werden.

Dieser Leitfaden bezieht sich auf Geschossbauten, im Wesentlichen Wohn-, Verwaltungs- und Schulbauten, und regelt die entsprechenden zulässigen Masstoleranzen für den Holzbau.

0.1 Abgrenzung

Auszugs aus Norm SIA 414/2 Ziffer 0.1.3

Toleranzen, die aus statischen Gründen und innerhalb von Bauteilen eingehalten werden müssen, sind in den jeweiligen Tragwerksnormen SIA 262 Betonbau, SIA 263 Stahlbau, SIA 264 Verbundbau, SIA 265 Holzbau und SIA 266 Mauerwerk geregelt. Sie sind in der Projektierung zu berücksichtigen.

Für Konstruktionen und Systeme, welche infolge spezieller Anforderungen erhöhte Toleranzen erfordern (z.B. vorgehängte Fassadenelemente), sind diese für die verschiedenen Bauteile zu vereinbaren.

Toleranzwerte für temperatur-, zeit- und lastabhängige Verformungen sind nicht Gegenstand dieser Norm. Sie sind aufgrund der zu erwartenden Einwirkungen gesondert zu berücksichtigen und in der Nutzungsvereinbarung festzulegen.

Grundlagen für die feuchteabhängigen Verformungen durch das natürliche Quell- und Schwindverhalten von Holz und Holzwerkstoffen finden sich in der Norm SIA 265, der Norm SIA 265/1 und den Holzhandelsgebräuchen ("Qualitätskriterien für Holz und Holzwerkstoffe im Bau und Ausbau").

0.2 Normative Verweisung

Im Text dieses Leitfadens wird auf die nachfolgend aufgeführten Publikationen verwiesen, die im Sinne der Verweisungen ganz oder teilweise gelten. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe, bei datierten Verweisungen die entsprechende Ausgabe der betreffenden Publikation.

- Norm SIA 414/1 Masstoleranzen im Bauwesen - Begriffe, Grundsätze und Anwendungsregeln.
- Norm SIA 414/2 Masstoleranzen im Bauwesen
- Norm SIA 118/265 allgemeine Bedingungen für Holzbau
- Norm SIA 265 Holzbau
- Norm SIA 265/1 Holzbau - Ergänzende Festlegungen
- Norm SIA 331 Fenster und Fenstertüren
- Norm SIA 343 Türen und Tore
- Qualitätskriterien für Holz und Holzwerkstoffe im Bau und Ausbau - Handelsgebräuche für die Schweiz, Ausgabe 2021, Lignum

0.3 Allgemeines

Auszugs aus Norm SIA 414/1 Ziffer 0.2

Beim Messen, bei der Herstellung und der Montage von Bauteilen und Bauwerken ist nicht zu vermeiden, dass Ungenauigkeiten entstehen, die dazu führen, dass die Produkte von ihrer geometrischen Nennform oder Nennlage abweichen. Solche Massabweichungen können zur Folge haben, dass Bauteile oder Bauwerke:

- ihre Funktion und Gebrauchstauglichkeit nicht mehr voll zu erfüllen vermögen oder andere Bauteile bzw. Funktionen beeinträchtigen,
- ungenügende Sicherheit aufweisen,
- nur mit Erschwernissen zusammengefügt werden können,
- ästhetische Mängel aufweisen.

Es ist deshalb erforderlich, Bereiche zu definieren, innerhalb deren bei der Ausführung Massabweichungen als technisch zulässig und wirtschaftlich vertretbar erachtet werden.

0.3.1 Vorfertigungsgrad

Die Grenzwerte werden im vorliegenden Leitfaden für verschiedene Vorfertigungsgrade angegeben. Die Klassifizierung und Beschreibung wird in Ziffer 5.1 erläutert.

0.3.2 Rohe und fertige Oberflächen

Im vorliegenden Leitfaden wird zwischen Bauteilen mit rohen Oberflächen und mit fertigen Oberflächen unterschieden. Diese stellen in Bezug auf die Masshaltigkeit unterschiedliche Anforderungen. Die Grenzabweichungen sind in Kapitel 5 aufgeführt.

1 Verständigung und Begriffe

Im vorliegenden Leitfaden werden die nachstehend aufgeführten Begriffe verwendet. Die Begriffe sind analog Norm 414/1 Ziffer 1 angegeben.

- 1.1 **Abmessung**
Grösse eines Körpers (Bauteil oder Bauwerk) oder eines Raumes in einer gegebenen Richtung (z.B. Länge, Breite, Durchmesser) oder entlang einer gegebenen Linie (z.B. Umfang eines Kreises).
- 1.2 **Mass**
Zahl, die den numerischen Wert einer Abmessung, ausgedrückt in einer bestimmten Masseinheit, angibt.
- 1.3 **Nennmass**
Theoretisches Mass, das eine Abmessung zur Kennzeichnung von Grösse, Gestalt oder Lage eines Körpers oder Raumes aufweist und in Plänen eingetragen ist. Es kann von anderen Nennmassen abgeleitet werden.
- 1.4 **Herstellungsmass**
Für die Herstellung eines Bauteils, eines Bauwerks oder einer Einbauöffnung bestimmtes Mass: Nennmass mit Angabe der beiden Grenzabweichungen.
- 1.5 **Istmass**
Das tatsächliche, durch Messungen am konkreten Objekt (Bauteil, Öffnungen, Abstände und dgl.) ermittelte Mass, unter Berücksichtigung der in der Messmethode enthaltenen Fehler.
- 1.6 **Grenzmasse**
Höchstmass und Mindestmass, zwischen denen die Istmasse liegen müssen, wobei Höchstmass und Mindestmass eingeschlossen sind.
- 1.7 **Längenmass**
Das Längenmass dient zur Messung oder Angabe der Länge einer Strecke oder Linie in einer Dimension.
- 1.8 **Massabweichung**
Differenz zwischen Istmass und Nennmass.
- 1.9 **Grenzabweichung**
Maximal zulässige Massabweichung zwischen dem Istmass und dem Nennmass. Die obere Grenzabweichung ist die Massabweichung zwischen dem Höchstmass und dem zugehörigen Nennmass. Die untere Grenzabweichung ist die Massabweichung zwischen dem Mindestmass und dem zugehörigen Nennmass.
- 1.10 **Masstoleranz**
Differenz zwischen dem Höchstmass und dem Mindestmass. (Nicht zu verwechseln mit Begriff 1.11)
- 1.11 **Toleranzbereich**
Bereich, in dem ein Punkt, eine Linie oder eine Fläche liegen muss, wenn die Grenzabweichungen eingehalten werden. Dieser Bereich kann ein-, zwei- oder dreidimensional sein (siehe Figur 3). Der Toleranzbereich wird festgelegt durch das Nennmass und die beiden Grenzabweichungen (z.B. 4000 ± 8 mm).
- 1.12 **Einwirkung**
Mechanische (Lasten, Kräfte), andere physikalische (Temperatur, Feuchtigkeit), chemische (Salze, Säuren und Laugen, organische Verbindungen) und biologische (Bakterien, Insekten, Pilze, Algen) Einwirkungen auf das Bauwerk bzw. das Bauteil, resultierend aus der Ausführung und der Nutzung sowie infolge von Umwelteinflüssen.
- 1.13 **Stichmass**
Abstand eines Punktes von einer Bezugslinie als Hilfsmittel zur Ermittlung der Winkel- oder Ebenheitsabweichung.
- 1.14 **Messdistanz**
Strecke, auf der bestimmte Toleranzen festgelegt sind. Es wird unterschieden zwischen freien und gebundenen Messdistanzen. Die gebundene Messdistanz wird zwischen zwei im Plan bemassten Punkten festgelegt. Die freie Messdistanz kann beliebig gewählt werden.
- 1.15 **Bezugslinie / Bezugsfläche**
Werden für die Messung einer Winkelabweichung und der Ebenheit festgelegt. Bezugslinien werden durch Richtlaten oder den Horizont von Nivelliergeräten, Bezugsflächen durch drei Eckpunkte festgelegt.

1.16 **Lageabweichung**

Abweichung von Bauteilen und Bauwerken von der Nennlage.

Der Toleranzbereich eines Körpers beliebiger Form kann durch den Bereich zwischen zwei Körpern dargestellt werden, deren Oberflächen parallel zu denjenigen des Nennkörpers sind und die je um den vierten Teil der Toleranz innerhalb bzw. ausserhalb der Nennflächen liegen (Schachtelprinzip).

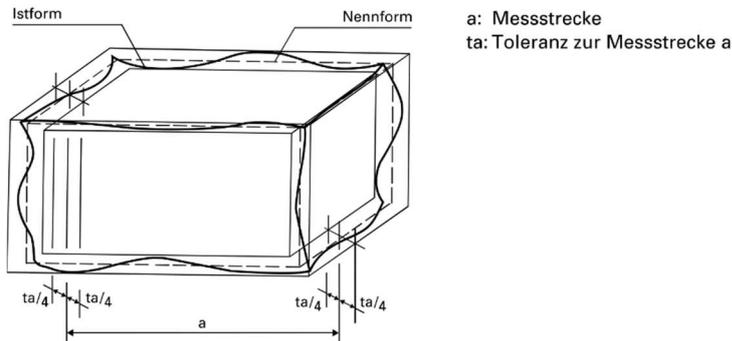


Abbildung 1 Toleranzbereich eines Körpers | Quelle: SIA 414/1

Entsprechend ist der Toleranzbereich einer ebenen Figur gegeben durch zwei Figuren mit zur Nennfigur parallelen Seiten, eine davon um einen Viertel der Toleranz nach aussen, die andere um ebenso viel nach innen verschoben.

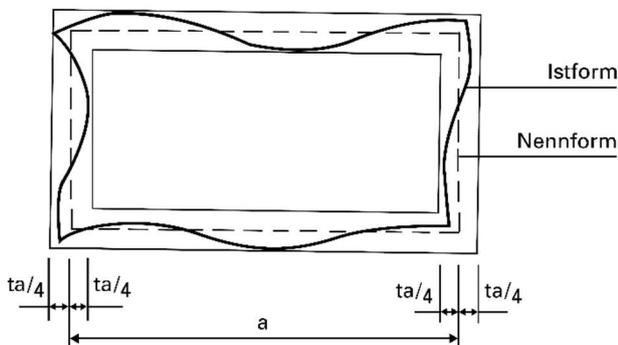


Abbildung 2 Toleranzbereich einer Fläche | Quelle: SIA 414/1

Der Toleranzbereich einer Linie ist der Bereich zwischen zwei zur Nennlinie parallelen Linien, welche gegenüber dieser um die halbe Toleranz verschoben werden.

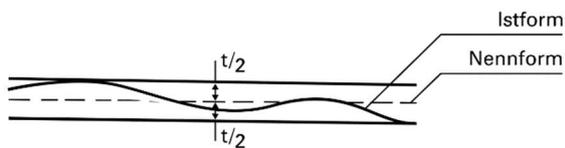


Abbildung 3 Toleranzbereich einer Linie | Quelle: SIA 414/1

2 Messungen

2.1 Allgemeines

Auszug aus Norm SIA 414/2 Ziffer 2.2.1

Die Messungen sind wegen der zeit-, last-, temperatur- und feuchteabhängigen Verformungen so früh wie möglich durchzuführen, spätestens jedoch bei der Übernahme der Bauteile oder des Bauwerks durch den Folgeunternehmer oder unmittelbar nach Fertigstellung des Bauwerks.

Die Wahl der Messmittel ist dem Prüfer überlassen. Die Genauigkeitsklassen der einzusetzenden Messmittel sind in Norm SIA 414/1 Ziffer 2.3 (*siehe nachfolgende Abschnitte*) festgelegt.

Wenn ein Messpunkt am Bauwerk nach mehreren Toleranzfällen überprüft werden kann, liefert jeder Fall eine oder mehrere Toleranzbedingungen. Die Toleranz des Messpunktes gilt dann als eingehalten, wenn alle möglichen gleich- und verschiedenartigen zulässigen Abweichungen eingehalten sind.

2.2 Messtechnisches Erfassen

Auszug aus Norm SIA 414/1 Ziffer 2.3

Alle Istmasse an Bauteilen und Bauwerken werden im Bauwesen mit Messmitteln gemäss Norm SIA 414/1 Ziffer 2.3.1 festgestellt.

2.2.1 Grössenabweichungen von Kanten, Diagonalen und Winkeln von den Nennmassen

Auszug aus Norm SIA 414/1 Ziffer 2.3.1

Längen und Höhen werden in der Regel mit Messmitteln, z.B. Doppelmeter, Messlatte, Messband, Wasserwaage, Nivellierinstrument oder elektronischen Messgeräten gemessen. Winkelmessungen werden in der Regel auf Längenmessungen zurückgeführt, ebenfalls Abweichungen aus dem Lot und aus der Horizontalen.¹⁾ Die Genauigkeitsklassen sind in der Verordnung des EJPD über Längenmessmittel (SR 941.201) festgelegt.

Bei Messdistanzen bis 3,0 m sind Messmittel der Genauigkeitsklassen I bis III zu verwenden; bei Messdistanzen über 3,0 m Messmittel der Genauigkeitsklassen I bis II.

Bei Messdistanzen bis 3,0 m sind elektronische Messgeräte der Genauigkeitsklassen I bis II zu verwenden; bei Messdistanzen über 3,0 m elektronische Messgeräte der Genauigkeitsklasse I.

Messunsicherheiten sind bezogen auf die messtechnischen und geometrischen Gegebenheiten vom Prüfer abzuschätzen.

¹⁾ Alternativ können Abweichungen aus dem Lot oder der Waagerechten auch mit einer Wasserwaage durchgeführt werden.

2.2.2 Massabweichungen einer Linie oder einer Oberfläche von der Nennform

Auszug aus Norm SIA 414/1 Ziffer 2.3.2

Auch diese Massabweichungen werden auf Längenmessungen zurückgeführt, und zwar werden die Abstände gemessen, welche die Istlinie oder die Istfläche von einer bestimmten Bezugslinie oder Bezugsfläche aufweisen.

Bezugslinien können z.B. durch Richtlatten, den Horizont des Nivelliergeräts, gespannte Messdrähte oder Senkblei gegeben sein. Als Bezugsfläche kann z.B. eine Ebene, gegeben durch drei Punkte der Istfläche (in der Regel drei Eckpunkte), angenommen werden und der Abstand eines beliebigen Punktes der Istfläche (in der Regel der vierte Eckpunkt) von dieser Bezugsfläche festgestellt werden. In der Regel genügt es, die Abstandsmessungen von Bezugslinien oder der Bezugsfläche auf wenige Punkte zu beschränken, die von Auge als Punkte mit grössten Abweichungen beurteilt werden.

2.2.3 Massabweichungen der Lage

Auszug aus Norm SIA 414/1 Ziffer 2.3.3

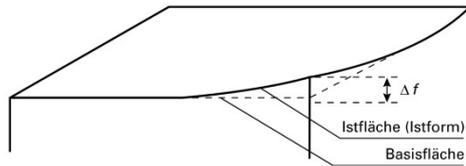
Massabweichungen der Lage werden in Bezug auf das übergeordnete Koordinatensystem oder relativ zu anderen Bauteilen festgestellt (z.B. Abweichung der Absteckungsachse eines Bauwerks von den Vermessungspunkten, Massabweichung eines Bauteils bezüglich der Absteckungsachsen, aber auch bezüglich eines benachbarten Bauteils).

Für Genauigkeitsbetrachtungen an Bauteilen und den ihnen zugeordneten Einbauöffnungen genügt es nicht, nur die direkt messbaren Abweichungen von Kanten, Diagonalen und Winkeln von ihren Nennmassen festzustellen, denn es interessieren oft die Massabweichungen, wie sie sich aus der Überlagerung von Massabweichungen an Kanten und Winkeln ergeben.

2.2.4 Nennlage des Eckpunktes

Auszug aus Norm SIA 414/1 Ziffer 2.3.4

Oftmals interessieren beim Einbau eines Bauteils in eine Einbauöffnung die Abweichungen A_x und A_y , wie sie sich aus der Überlagerung von Massabweichungen an Kanten und Winkeln ergeben. Diese Massabweichungen lassen sich rechnerisch aus den Massen der Kanten und Diagonalen bestimmen. Die Figur ist sowohl auf die Bauöffnung als auch auf das einzubauende Bauteil anwendbar.



2.3 Messung der Ebenheit

Die Messung der Ebenheit wird in Anlehnung an die Norm SIA 414/2 Ziffer 2.2 durchgeführt. Die Ebenheit wird durch Einzelmessungen mittels einer Messlatte (i.d.R. mit 2m Länge) durch Messen der Abstände zwischen beliebig positionierten Messpunkten und einer Bezugsfläche überprüft. Zur Bestimmung der Ebenheit können Anfangs- und Endpunkte der Messungen frei gewählt werden.

Bei der Einzelmessung wird die Messlatte auf zwei Hochpunkte in der Fläche aufgelegt, und die tiefste Stelle dazwischen bestimmt. Die Differenz zwischen der Messlatte und dieser tiefsten Stelle, ergibt dann das Stichmass bzw. die Ebenheitsabweichung. Das Stichmass kann beispielsweise mit einem Doppelmeter oder Messkeil ermittelt werden. Für die Überprüfung der Ebenheit, bzw. den Vergleich mit den Grenzwerten müssen immer zwei Messpunkte und das dazwischen liegende Stichmass vorhanden sein. Alternativ kann die Ebenheit mit einem Rotationslaser oder Nivelliergerät und einer Messlatte gemessen werden.

Die allgemeinen Grenzwerte der Ebenheitsabweichung sind in der Norm SIA 414/2 Ziffer 3.2.3 geregelt.

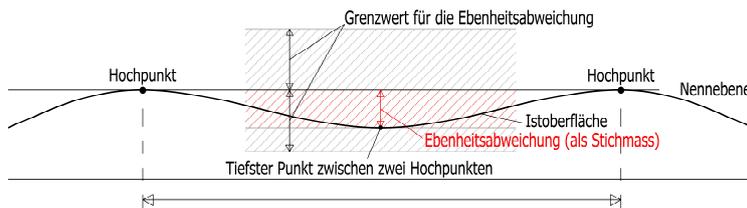


Abbildung 4 Messung einer Unebenheit

2.4 Messung der Lage

2.4.1 Messung der absoluten Lage eines Bauteils in Bezug auf eine Höhenkote

Die Messung der absoluten Lage eines Bauteils zum Beispiel bei Setz- oder Spurschwellen geschieht in der Praxis oft mittels Rotationslaser oder Nivelliergerät. Beim Rotationslaser beschreibt ein rotierender Laserstrahl eine Horizontalebene, die als Referenzebene zur Höhenabsteckung (z.B. von Meterrissen, Höhenkote) oder zur Höhenüberprüfung dient.

Ein Detektor wird an einer Nivellierlatte verschoben, bis ihn der Laserstrahl trifft. Die Höhe kann direkt an der Latte abgelesen werden. Die Abweichung wird unter Berücksichtigung der Referenzhöhe (z.B. Meterriss) und der Laserebene als Stichmass ausgegeben.

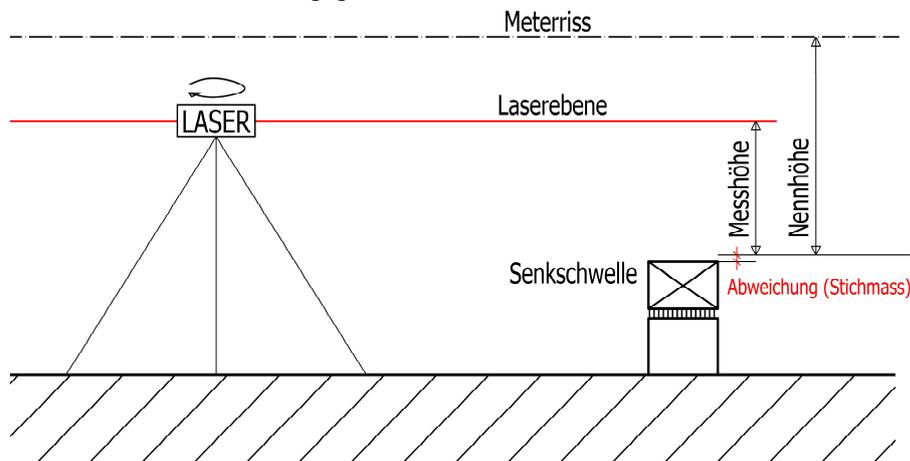


Abbildung 5 Messung einer Höhenlage

2.4.2 Messung der Neigung

Bei geneigten Flächen sind die Grenzabweichungen sowohl der horizontalen als auch der vertikalen Nennmasse zu berücksichtigen. Die Neigung wird üblicherweise mittels einer 2m Wasserwaage und einem Stichmass, welches im Lot gemessen wird, geprüft. Die Abweichung ergibt sich rechnerisch als Differenz zwischen dem Istmass und dem für die Messpunktabstände (2m Wasserwaage) relevanten Nennmass.

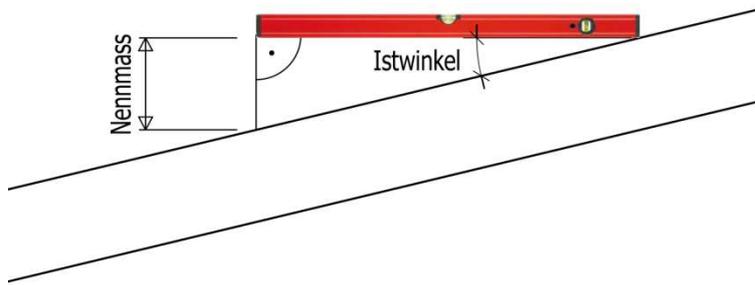


Abbildung 6 Praxisbezogene Messung einer Neigung

2.4.3 Messung von Fluchten und Höhenversätzen

Bei der Prüfung einer Abweichung von der Flucht oder eines Höhenversatzes wird die Lage eines Bauteils in Bezug auf eine Verbindungslinie (Flucht), ausgehend von den beiden äusseren Bauteilen, beurteilt. Die Beurteilung der Flucht innerhalb des Raums ist anhand von Lageabweichungen der beiden Endteile zusätzlich zu prüfen.

Die Messung kann in zwei Höhen (Stützenfuss und am Stützenkopf) vorgenommen werden. Dazu wird in einem sinnvollen Abstand vom Stützenfuss bzw. -kopf eine Verbindungslinie angelegt (z.B. mittels Richtlatte oder Schnur). Von dieser kann durch eine Stichmassermittlung die Abweichung der Zwischenstütze ermittelt werden. Diese Methode kann analog für die Messung einer allfälligen Abweichung (Versatz) der Flucht von Wandelementen angewandt werden.

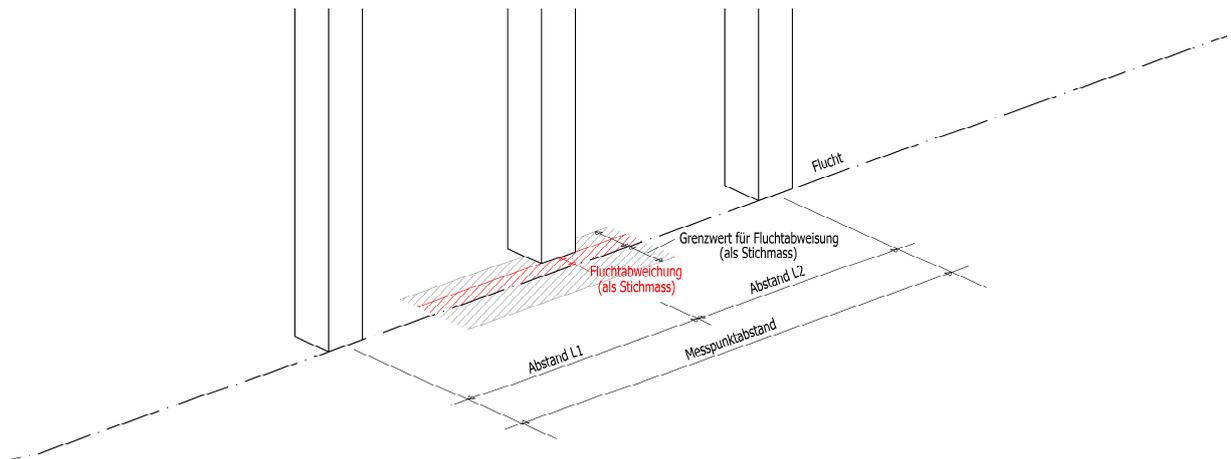


Abbildung 7 Messung einer Fluchtabweichung

2.5 Messung von Winkeln

Auszug aus der Norm SIA 414/2 Ziffer 2.3.1 und 2.3.2

Bei der Prüfung von Winkeln werden die Messungen in einem Abstand von $\geq 0,1$ m von den Ecken vorgenommen.

Bei nicht rechtwinkligen Räumen, nicht lotrechten Wänden, Stützen usw. ist die Messlinie senkrecht, bei geneigten Flächen horizontal zu einer Bezugslinie anzuordnen.

2.5.1 Messung von Winkelabweichungen im Grundriss

Für die Prüfung eines Winkels im Grundriss von zwei Bauteilen (Wände, Schwellen, etc.) muss eine Bezugslinie als Richtung der zu beurteilenden Objekte festgelegt werden. Der Nennwinkel in Bezug auf die Bezugslinie kann bei rechten Winkeln beispielsweise mittels der unten aufgeführten Systematik ($a=3$ $b=4$ $c=5$) konstruiert werden. Bei der Prüfung wird die Abweichung als Stichmass aufgenommen.

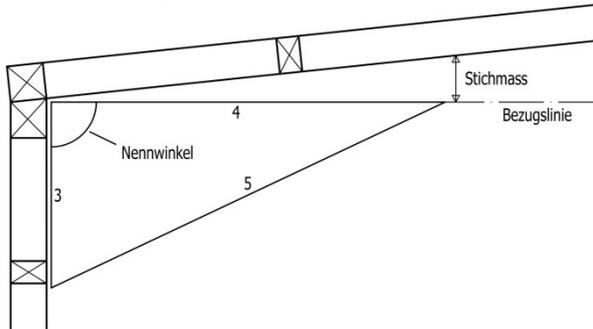


Abbildung 8 Messung einer Winkelabweichung in einem Grundriss

2.5.2 Messung von Winkelabweichungen von horizontalen Bauteilen im Aufriss

Für die Messung einer allfälligen Abweichung ist eine horizontale Bezugslinie zu definieren. Diese kann in Form eines Meterrisses oder ein Nivellierhorizont in beliebiger Höhe sein. Die gewählte Bezugslinie ist unter Umständen an einen zweiten Bezugspunkt auszurichten. Dies kann ebenfalls über einen Meterriss oder einer Bezugshöhe mittels Nivelliergerät mit den Höhenbezugspunkten eines Geschosses erreicht werden.

Ausgehend von der genannten Bezugslinie sind Masse in einem sinnvollen Abstand von den Rändern des zu überprüfenden Bauteils vorzunehmen. Die Höhendifferenz als Stichmass zwischen zwei Messpunkten ist auf das dem Abstand (in der Praxis oft eine 2m Wasserwaage) zugehörige Nennmass zu beziehen. (Siehe Abbildung 9)

2.5.3 Messung von Winkelabweichungen bei vertikalen Bauteilen im Aufriss

Die Winkelabweichungen von vertikalen Bauteilen, z.B. Wände, sind unabhängig von den angrenzenden – zumeist horizontalen – Bauteilen zu bestimmen. Für die Beurteilung ist das Stichmass zur Vertikalen (Lotrechten) an den Ecken eines Bauteils massgebend. Die Stichmass sind jeweils an den Ecken zu messen.

Die Abweichung von der Vertikalen (Stichmass) ist auf das dem Abstand (in der Praxis oft eine 2m Wasserwaage) der Messpunkte zugehörige Nennmass zu beziehen. (Siehe Abbildung 10)

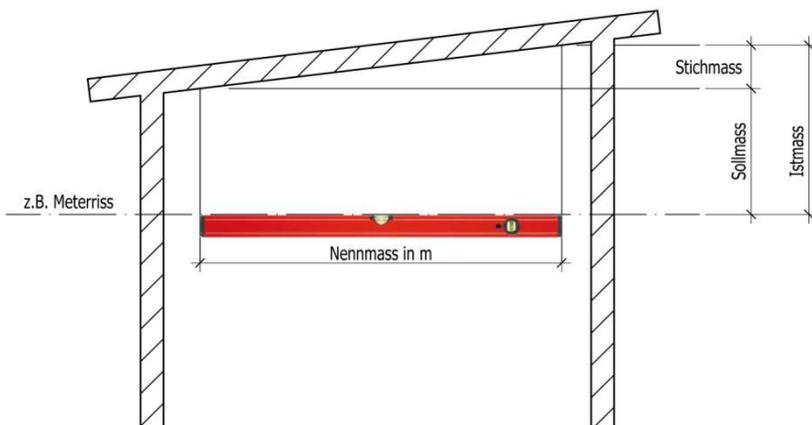


Abbildung 9 Messung von Massabweichung von der Horizontalen

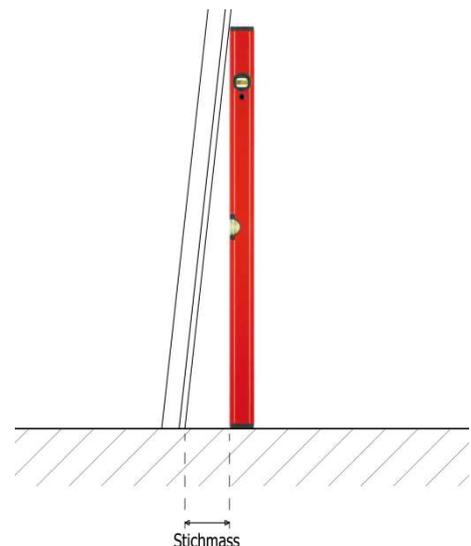


Abbildung 10 Messung von Massabweichung in der vertikalen

2.6 Messung von Breiten und Höhen

Auszug aus der Norm SIA 414/2 Ziffer 2.4

Für die Prüfung der Breite und der Höhe sind die Masse jeweils in einem Abstand von $\leq 0,1$ m von den Ecken und mindestens an einer weiteren Stelle, z.B. in der jeweiligen Mitte, zu nehmen.

2.6.1 Messung von lichten Massen im Grundriss

Die Masse im Grundriss (Breiten und Längen) werden an der Bodenfläche oder der Deckenoberseite entnommen. Grundsätzlich wird im Grundriss von Wand zu Wand gemessen, wenn nötig kann von Wand zu einer definierten Achse gemessen und das dementsprechende Achsmass angegeben werden.

2.6.2 Messung von lichten Massen im Aufriss

Bei Höhenmassen wird die gesamte Höhe gemessen. Dabei werden die Masse an markanten Stellen, z.B. Deckenkanten, Brüstungen usw., entnommen. Bei der Prüfung der lichten Masse im Aufriss sind die Werte in einem sinnvollen Abstand von den Ecken entfernt, oder wenn es die Eckausbildung zulässt, direkt im Eck zu messen. Dasselbe gilt bei Massen innerhalb eines Raumes. Bei Höhen, die unter Unterzügen gemessen werden, ist an beiden Kanten des Auflagers in einem sinnvollen Abstand oder wenn möglich direkt beim Auflager das Maß zu nehmen.

2.6.3 Messung von Öffnungen

Für das Messen von Öffnungen wird analog das oben beschriebene Vorgehen gehandelt, da es sich um Längensmassen handelt. Zur Anwendung kommt es sowohl im Grundriss (z.B. Treppenöffnungen) wie auch im Aufriss (z.B. Türen).

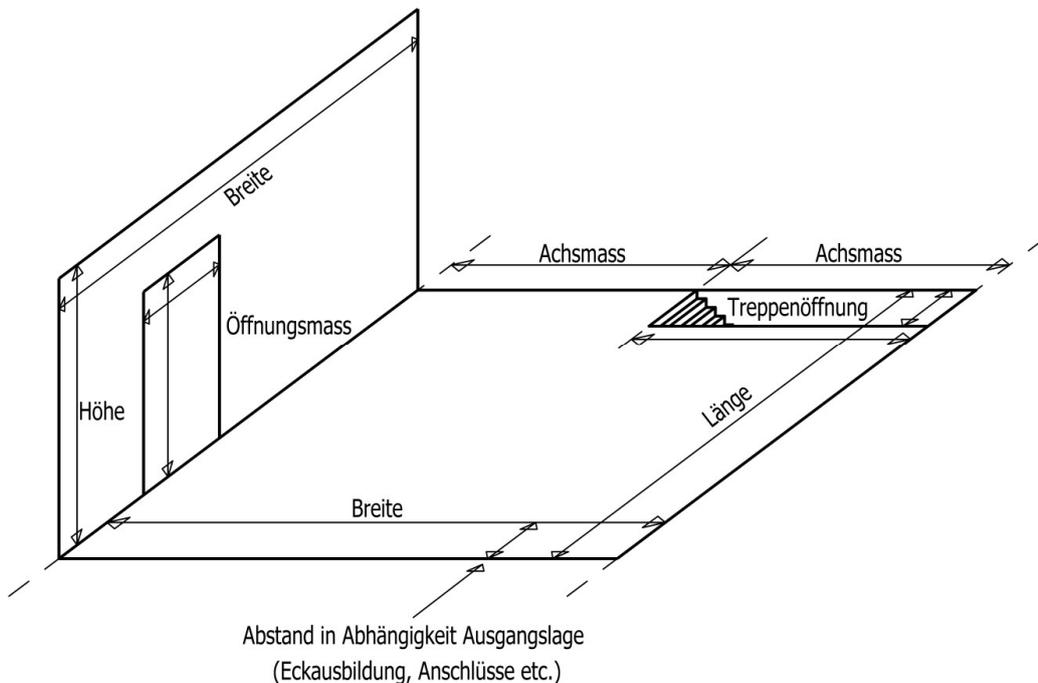


Abbildung 11 Messung von Breiten und Höhen

3 Massabweichungen

3.1 Ursachen

Auszug aus der Norm SIA 414/1 Ziffer 2.1

Massabweichungen an einem Bauwerk oder Bauteil können insbesondere beim Messen, Herstellen und Montieren durch Unzulänglichkeit des Menschen, der Fertigungsmittel und Messinstrumente entstehen (induzierte Massabweichungen). Im Weiteren können sie auch aus der Natur des Materials, durch physikalische und chemische Gegebenheiten wie Temperatur und Feuchtigkeit der Umgebung, Beanspruchung usw. verursacht werden (inhärente Massabweichungen).

3.2 Arten von Massabweichungen

Auszug aus der Norm SIA 414/2 Ziffer 2.2.1 und Ziffer 2.2.2

An einem Bauteil können folgende Massabweichungen auftreten:

- Massabweichungen von der Nenngrösse, z.B. von Längen- und Winkelmassen,
- Massabweichungen von der Nennform, z.B. einer Linie oder einer Oberfläche.

An einem Bauwerk können zusätzlich Massabweichungen von der Nennlage entstehen. Dabei kann es sich sowohl um Verschiebungen als auch um Verdrehungen handeln.

3.2.1 Abweichungen von Längenmassen

Als Abweichung eines Längenmasses wird die Differenz des tatsächlich gemessenen Werts, z.B. einer Kante, zum Nennmass verstanden.

3.2.2 Abweichungen von Winkeln gegenüber Nennwinkeln

Eine Winkelabweichung ergibt sich als Differenz zwischen Nennwinkel und Istwinkel. Sie wird in der Praxis als Stichmass angegeben und bezieht sich auf den Nennwinkel.

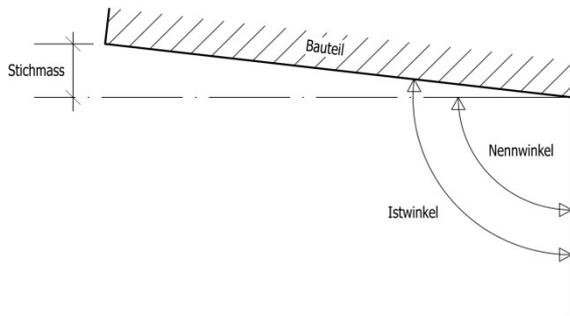


Abbildung 12 Massabweichung bei Winkeln

3.2.3 Abweichungen von Nennmassen bei Öffnungen

Eine Abweichung bei Öffnungen / Aussparungen (Fenster, Türen, Treppenöffnungen, etc.) wird ebenfalls als Abweichung eines Längen- und/oder Winkelmasses betrachtet.

3.2.4 Fluchtabweichungen

An einem Bauwerk können Massabweichungen von der Nennlage entstehen. Sie definieren sich als Abweichungen der axialen, planaren oder räumlichen Orientierung eines Objektes. Dabei kann es sich sowohl um Verschiebungen als auch um Verdrehungen handeln. Beispiele im Holzbau können Absätze bei aneinander gereihten Wandelementen sein.

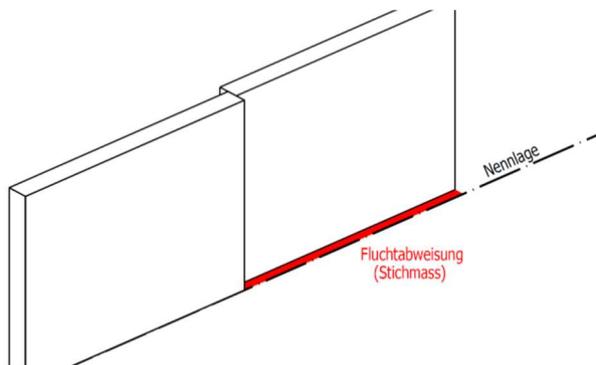


Abbildung 13 Massabweichung bei Fluchten

3.2.5 Höhenversätze

Höhenversätze (horizontal und vertikal) müssen vermieden werden und gelten ebenfalls als Massabweichung.

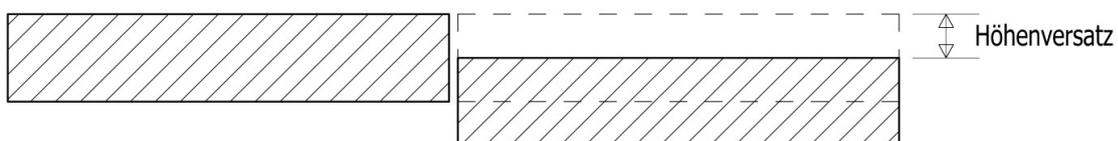


Abbildung 14 Massabweichung bei Höhenversätzen

4 Schnittstellen zu anderen Bauteilen

4.1 Allgemeines

Im vorgefertigten Holzsystembau ergeben sich verschiedene Anschlusssituationen gegenüber dem Massivbau und anderer Gewerke (Fenster, Türen, etc.), welche in Bezug auf die Toleranzen und deren Grenzabweichungen gesondert betrachtet werden müssen.

Bei angrenzenden Bauteilen bestehen teilweise Regeln (z.B. Massivbau, Fenster, etc.), die unter Berücksichtigung der jeweiligen Situation auf die Holzbauteile abgestimmt werden müssen.
Wird bezogen auf diese Anschlüsse nichts geregelt, gelten die zugehörigen Normen.

Die absolute Lage von Bauteilen wird in der Praxis in vertikaler Richtung oft mittels Höhenkoten und in horizontaler Richtung (Lage, Ausrichtung, Abmessung) mittels Referenzpunkten definiert.
Die Positionierung der Schwellen und Pfetten erfolgt meist über Schiftungen und Mörtelbetten / Mörtelungen.

Bemerkung:

Die Kostenübernahmen der Schiftungen sind in der Norm SIA 118/265 Ziffer 8.2.1.2 geregelt. Schiftungen bis 10 mm gelten dabei als inbegriffene Leistungen.

4.2 Planung von Übergängen und Anschlüssen

Bei der Planung sind die Toleranzen in Form von zulässigen Grenzabweichungen aller zu erstellenden Bauteile zu berücksichtigen, z.B. die Toleranzen für Fensteröffnungen und zugleich die der Fenster und die der Fassadenelemente. Besondere Anforderungen an die Ebenheit, Maßhaltigkeit oder Winkelgenauigkeit, so z.B. bei hängenden Schiebewänden oder Tüorzargen, sind vor Ausführung der Arbeiten vertraglich zu vereinbaren und mit genauen Massen und deren zulässigen Grenzabweichungen zu beschreiben.

Die Planer sind aufgefordert:

- Gegebenenfalls projektbezogen, strengere Grenzabweichungen festzulegen, zu beschreiben und mittels Planunterlagen und den entsprechenden Grenzabweichungen festzuhalten, sowie im Werkvertrag zu vereinbaren.
- Schnittstellen zu anderen Bauteilen, Gewerken und innerhalb des Holzbaus so auszubilden, dass unterschiedliche Toleranzen aufgenommen werden können.
- Durch eine entsprechende Detailausbildung mittels Passstücken werden die Toleranzen aufgefangen.

Werden dabei im Vorfeld bzw. in der Planung keine Toleranzen definiert, gilt die Norm SIA 414/2 (Siehe Tabelle 16 im vorliegenden Dokument).

Für den Einbau vorgefertigter Bauteile anderer Gewerke (Fenster, Türen, etc.) müssen folgende Normen berücksichtigt werden:

- Norm SIA 331 Fenster und Fenstertüren Ziffer 5.1.3
- Norm SIA 343 Türen und Tore Ziffer 2.2.4

4.3 Grundtypen von Übergängen und Anschlüssen im vorgefertigten Holzbau

4.3.1 Übergang Massivbau zu 1. Holzbaugeschoss

Das erste Holzbaugeschoss, meistens das Erdgeschoss, muss mittels geeigneten Anschlussdetails die Ungenauigkeiten anderer Baukörper aufnehmen können. Die Aufnahme der Ungenauigkeiten kann beim Holzbau oder beim Massivbau erfolgen.

Werden dabei im Vorfeld bzw. in der Planung keine Toleranzen definiert, gilt die Norm SIA 414/2 (Siehe Tabelle 16 und Tabelle 17 im vorliegenden Dokument).

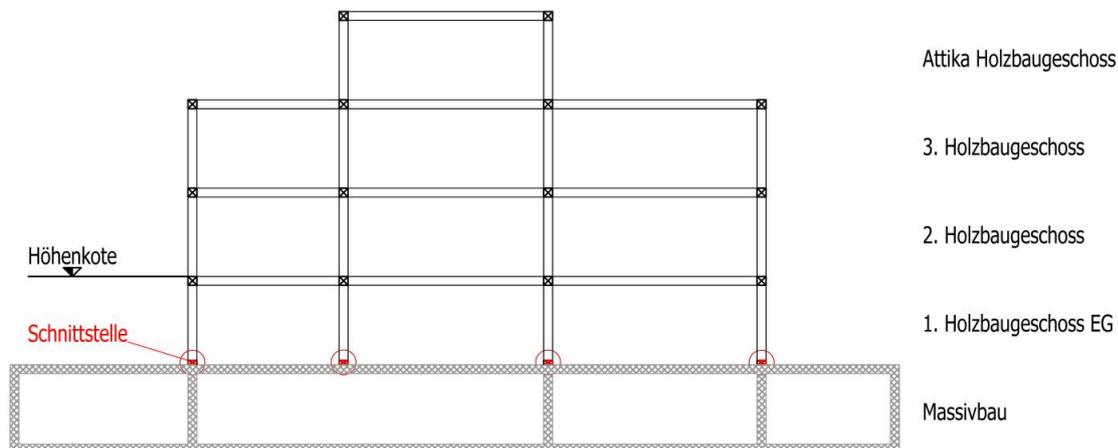


Abbildung 15 Querschnitt eines Holzbaus.

4.3.2 Übergang Kern in Massivbauweise zu Holzbau

Im mehrgeschossigen Holzbau mit zentralem Kern (z.B. Treppenhaus) in Massivbau oder vergleichbaren Situationen sind die Schnittstellen zwischen den Bauweisen gesondert zu betrachten.

Werden dabei im Vorfeld bzw. in der Planung keine Toleranzen definiert, gilt die Norm SIA 414/2 (Siehe Tabelle 16 und Tabelle 17 im vorliegenden Dokument).

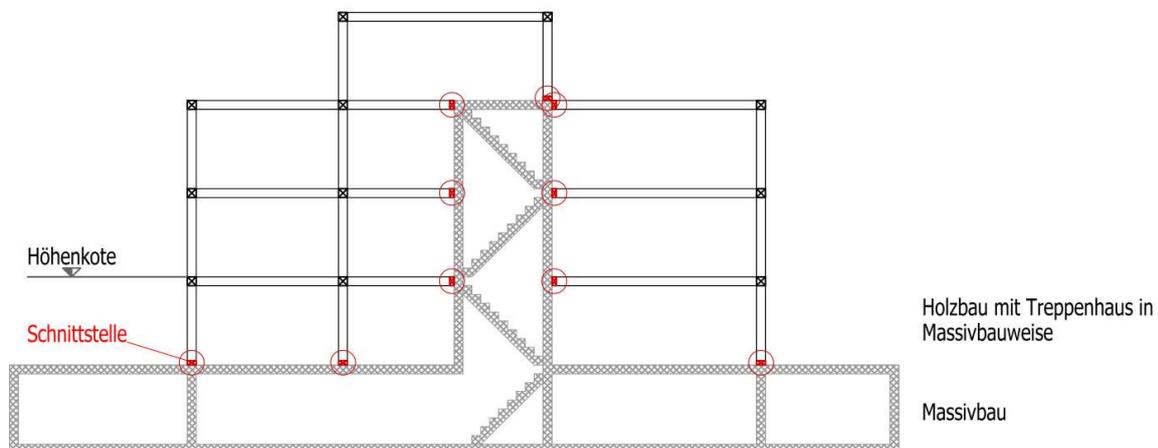


Abbildung 16 Querschnitt eines Holzbaus mit Massivkern.

4.3.3 Übergang in Hybridbauweise (Holz-/Massivbau)

Die Hybridbauweise stellt bezüglich der verschiedenen Übergänge von Massivbau zu Holzbau erhöhte Anforderungen an die Toleranzen. Diese sind im Vorfeld zu definieren und vertraglich festzuhalten. Die Planer sind in der Umsetzung der Anschlussdetails aufgefordert, die Toleranzen bei den Geschossübergängen so zu planen, dass die situativ geforderten zulässigen Toleranzen ausgeglichen werden können. Dies geschieht in der Praxis oft mittels Passstücken.

Werden dabei im Vorfeld bzw. in der Planung keine Toleranzen definiert, gilt die Norm SIA 414/2 (Siehe Tabelle 16 und Tabelle 17 im vorliegenden Dokument).

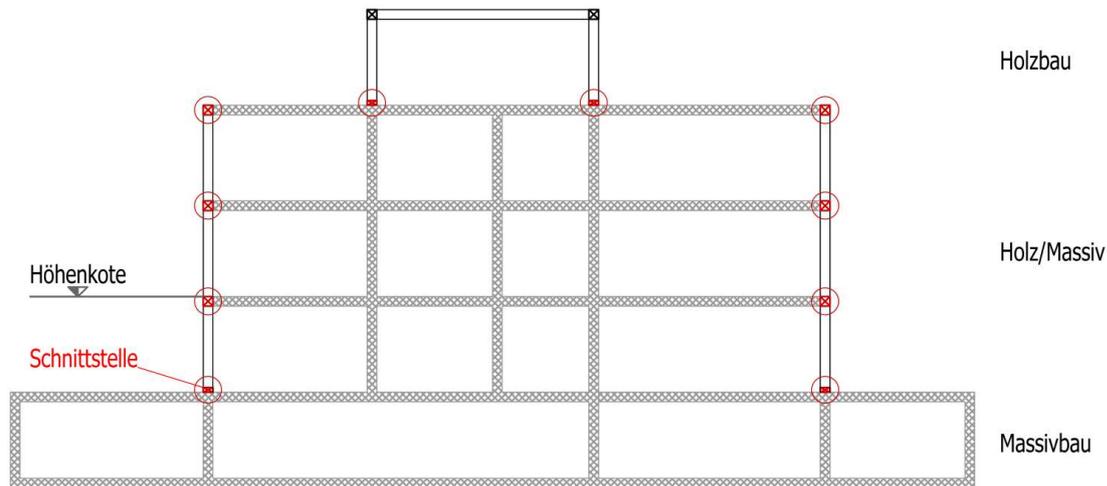


Abbildung 17 Querschnitt eines Hybridbaus.

5 Grenzabweichungen im vorgefertigten Holzbau

5.1 Vorfertigungsgrad der Bauteile

Bauteile werden im Holzbau meist mittels Holzquerschnitten, verschiedenen Beplankungen, Zusatzschichten und Bekleidungen hergestellt. Je nach Konzept und Materialisierung der einzelnen Bauteile erfolgt die Klassifizierung in folgende Typen in Abhängigkeit des Vorfertigungsgrads:

Bauteile mit «roher Oberfläche» (Vorfertigung für nachfolgende Ausbauten/Bekleidungen):

- Rahmenbau mit roher Verkleidung (OSB, Dreischichtplatten etc.)
- Tafelbau in Nicht-Sicht-Ausführung (Brettsperrholz, Brettstapelelemente, BSH etc.)
- Andere Bausysteme in Nicht-Sicht-Ausführung

Bauteile mit «fertiger Oberfläche» (Bauteile mit Anspruch an Sichtausführung):

- Rahmenbau mit fertiger Bekleidung (nur bauseitige Ausbesserungen. Gipsler, Maler etc.)
- Tafelbau in Sicht-Ausführung, behandelt (Brettsperrholz, Brettstapel usw.)

Je nach Vorfertigungsgrad werden unterschiedliche Grenzabweichungen festgelegt. Für die Angaben zu Grenzabweichungen der Gesamtdicke der Bauteile (siehe Tabelle 5 auf Seite 19) dienen die folgenden Typenbezeichnungen in Tabelle 1. Weiter wird unterschieden zwischen vorgefertigt (siehe Spalte I in Tabelle 1 auf Seite 17) und Zusatzschichten am Bau (siehe Spalte II, III in Tabelle 1).

Können bei Bauteilen mit «roher Oberfläche» die nachfolgenden Schichten nicht mehr geschiftet werden (beispielsweise Gipskartonplatte direkt auf eine Holzwerkstoffplatte befestigt), sind die Grenzabweichungen analog der Bauteile mit «fertiger Oberfläche» festzulegen.

Tabelle 1 Klassifizierung von "rohen" und "fertigen" Bauteilen - Anwendung und Schichtfolgen

	Typ	Bauteil	I	II, III
Bauteile der Aussenhülle	Typ e1		beidseitig roh Aussenhülle (Aussenwand, Brandwand, Dachkonstruktion) Rahmenbau roh beplankt Tafelbau roh Fachwerkbau Sparrenlage, Dachelement (roh)	II: Innenseitige Vorsatzschale II: Dachuntersicht III: Fassade, Witterungsschutz III: Dachaufbau ab Unterdach
	Typ e2		aussen roh - innen fertig Aussenhülle (Aussenwand, Brandwand, Dachkonstruktion) Rahmenbau aussen roh beplankt Tafelbau aussen roh Dachelement mit Unterdach	Evtl. Gips und/oder Maler III: Fassade, Witterungsschutz III: Dachaufbau ab Unterdach
	Typ e3		aussen fertig - innen roh Aussenhülle inkl. Fassade resp. Unterdach (Aussenwand, Dachkonstruktion; Innenflächen roh) Rahmenbau innen roh beplankt Tafelbau innen roh Dachelement	II: Innenseitige Vorsatzschale II: Dachuntersicht
	Typ e4		beidseitig fertig Aussenhülle inkl. Fassade resp. Unterdach (Aussenwand, Dachkonstruktion; Innenflächen fertig) Rahmenbau fertig beplankt Tafelbau fertig Dachelement	Evtl. Gips und/oder Maler
Innen raumbildende Bauteile	Typ i1		mind. einseitig roh Raumbildende Trennwand/Decke (mind. eine Wandfläche / Deckenuntersicht roh) Rahmenbau einseitig roh beplankt Tafelbau einseitig roh Deckensystem/Deckenelement	Evtl. Gips und/oder Maler II: ein-/beidseitige Bekleidung II: Deckenuntersicht
	Typ i2		beidseitig fertig Raumbildende Trennwand/Decke (Innenflächen fertig) Rahmenbau fertig beplankt Tafelbau fertig Deckensystem/Deckenelement	Evtl. Gips und/oder Maler

5.2 Grenzabweichungen für Holz und Holzwerkstoffe

Als Grundlage der Grenzabweichungen für Holz und Holzwerkstoffe gelten die Angaben aus den Handelsgebräuchen für die Schweiz, welche auf europäischen und in der Schweiz geltenden Normen und Vorschriften beruhen ("Qualitätskriterien für Holz und Holzwerkstoffe im Bau und Ausbau, Handelsgebräuche für die Schweiz"). In den Tabellen 2 und 3 werden, entsprechend den Handelsgebräuchen, die zulässigen Abweichungen von Nennmassen (Querschnitte) bei der vereinbarten Holzfeuchte (Messbezugsfeuchte) zusammengefasst.

Tabelle 2 Grenzabweichungen für Bauholz Querschnittsabmessungen

Spalte	1	2	3	4	5
Zeile	Bezug (Nennmasse in mm)	Grenzabweichungen in mm			
		≤ 100	> 100 ≤ 280	> 280 ≤ 400	> 400
1	Vollholz sägeroh ¹⁾	+3 / -1	+4 / -2	–	–
2	Vollholz verdickt oder gehobelt ¹⁾	± 1	± 1,5	–	–
3	Keilgezinktes Vollholz ¹⁾	± 1	± 1,5	–	–
4	Balkenschichtholz ²⁾	± 1	± 1,5	–	–
5	Brettschichtholz	± 1	± 1,5	+ 4 / -2	+ 1% / - 0,5% ³⁾

¹⁾ handelsüblich bis ca. 240 mm

²⁾ handelsüblich bis ca. 280 mm

³⁾ Toleranz für Dimension > 400 mm: + 1% resp. – 0,5 % der Höhe

Tabelle 3 Grenzabweichungen für Holzwerkstoffe

Spalte	1	2	3	4	5
Zeile	Bezug	Grenzabweichungen in mm			
		Dicke	Länge/Breite	Kantengeradheit	Rechtwinkligkeit
1	Massivholzplatte (ein-/mehrlagig)	± 1	± 2	1 mm/m	1 mm/m
2	Brettsperrholzplatte (Dicke ≤ 50)	± 1	– ¹⁾	– ²⁾	– ²⁾
3	Brettsperrholzplatte (Dicke > 50)	± 2 %	– ¹⁾	– ²⁾	– ²⁾
4	Furnierschichtholz	– ²⁾	– ²⁾	– ²⁾	– ²⁾
5	Spanplatte (geschliffen / innerhalb der Platte und zwischen den Platten)	± 0,3	± 5	1,5 mm/m	2 mm/m
6	Spanplatte (ungeschliffen / innerhalb der Platte und zwischen den Platten)	+ 1,7 / - 0,3	± 5	1,5 mm/m	2 mm/m
7	Oriented Strand Board – OSB (geschliffen / innerhalb der Platte und zwischen den Platten)	± 0,3	± 3	1,5 mm/m	2 mm/m
8	Oriented Strand Board – OSB (ungeschliffen / innerhalb der Platte und zwischen den Platten)	± 0,8	± 3	1,5 mm/m	2 mm/m

¹⁾ Übermass ohne Vereinbarung toleriert / - 2 mm; bei mechanischer Bearbeitung sind zulässige Abweichungen zu vereinbaren.

²⁾ Zulässige Abweichungen sind in Abhängigkeit des Verwendungszweckes zu vereinbaren.

5.3 Grenzabweichungen für Längen von linearen Bauteilen

Die Längen sind bezeichnend für Grundswellen (Lager für Wandelemente) und für statisch relevante Hauptträger (Stützen, Unterzug, Pfette usw.). Abgebundene und konfektionierte lineare Bauteile dürfen nachstehende Abweichungen in Tabelle 4 nicht überschreiten.

Tabelle 4 Grenzabweichungen für lineare Bauteile

Spalte	1	2	3	4	5	6
		Grenzabweichungen in mm				
Zeile	Bezug (Nennmasse in m)	≤ 1,0	>1,0 ≤ 4,0	> 4,0 ≤ 15,0	> 15,0 ≤ 25,0	> 25,0
1	Soll-Länge ¹⁾²⁾	± 2	± 4	± 6	± 8	± 10
2	Stützen ^{3) 4)}	± 1	± 3	± 5	–	–

¹⁾ Gilt auch für zusammengesetzte / aneinander gefügte Hölzer und ist dabei als Summe aller Abweichungen zu verstehen.

²⁾ Anforderungen an Konstruktionshölzer aufgrund der effektiven Lage können strenger vereinbart werden.

³⁾ Pfosten und Stützen haben aufgrund der Beurteilung von Geschosshöhen erhöhte Anforderungen.

⁴⁾ Bei Mehrfachstützen oder kleinen Stützenabständen sind die Grenzabweichungen gesondert zu vereinbaren.

5.4 Grenzabweichungen für Wand-, Decken und Dachelemente

5.4.1 Gesamtdicke von Elementen

Die Konstruktionen werden normalerweise mit gehobelten Hölzern realisiert. Für Konstruktionen mit sägerohem Bauholz sind die Grenzabweichungen speziell zu vereinbaren. Der Vorfertigungsgrad der vor Ort gelieferten Bauteile ist unterschiedlich. Rohe und fertige Oberflächenqualitäten lassen sich mit den Begriffen «Rohbau» und «Ausbau» aus der Norm SIA 414/2 Ziffer 3.2 und 3.3 vergleichen. Es werden die Bauteile gemäss Tabelle 1 beschrieben und als Typen unterschieden. Im Weiteren werden zu Toleranzen der Bauteil-Vorfertigung (Bauteil I) für Vorsatzschalen (II: innen) und Fassaden, Dach (III: aussen) Zuschläge berücksichtigt.

Die Gesamtdicke der Elemente darf die Grenzabweichungen nicht überschreiten.

Tabelle 5 Gesamtdicke der Bauteile -Grenzabweichungen für das Bauteil I und Zuschläge

Spalte	1	2	3	4	5	6
				Grenzabweichungen in mm		
Zeile	Klasse ¹⁾	Charakteristik Bauteil I	Bezug (Nennmass in mm)	≤ 100	> 100 ≤ 400	> 400
1	Typ e1	Bauteil innen/aussen roh	Bauteil I ²⁾ inkl. Zuschläge (II+III)	± 3 + 6 / - 4	± 3 + 6 / - 4	– ⁴⁾
2	Typ e2	Bauteil innen fertig / aussen roh	Bauteil I ³⁾ inkl. Zuschlag (III)	± 1,5 + 4 / - 3	± 2 + 5 / - 3	– ⁴⁾
3	Typ e3	Bauteil innen roh / aussen fertig	Bauteil I inkl. Zuschlag (II)	± 3 + 4 / - 3	± 4 + 5 / - 3	– ⁴⁾
4	Typ e4	Bauteil innen/aussen fertig	Bauteil I	+ 3 / - 2	+ 4 / - 1	– ⁴⁾
5	Typ i1	Bauteil mind. einseitig roh	Bauteil I inkl. Zuschläge	± 2 + 3 / - 2	± 3 + 4 / - 3	– ⁴⁾
6	Typ i2	Bauteil beidseitig fertig	Bauteil I	± 2	± 3	– ⁴⁾

¹⁾ Typ e (=exterior; Aussenhülle Gebäude), Typ i (=interior; raumbildende Bauteile im Innenbereich)

²⁾ Konstruktion mit keilgezinktem resp. schichtverleimtem Vollholz mit verdickter oder gehobelter Oberfläche

³⁾ Ausführung mit fertiger Bauteil-Oberfläche (Bsp. Gipsfaserplatte, Brettsperholz, usw.)

⁴⁾ Sonderfälle: Grenzwerte für spezielle Elementstärken sind zu vereinbaren

5.4.2 Abmessungen von Elementen mit rohen Oberflächen

Die Vorfertigung von rohen Bauteilen erfolgt als Typ e1, e3 und i1 (siehe Tabelle 1). Die Innenflächen werden bauseitig mit Vorsatzschalen und Bekleidungen ergänzt.

Die Produktion der Bauteile hat die Grenzwerte aus den Tabellen 6 und 7 einzuhalten.

Tabelle 6 Grenzabweichungen von rohen Bauteilen

Spalte	1	2	3	4	5
		Grenzabweichungen in mm			
Zeile	Bezug (Nennmasse in m)	≤ 1,0	> 1,0 ≤ 4,0	> 4,0 ≤ 15,0	> 15,0
1	Aussenmasse am Bauteil, Länge / Breite	± 4	± 6	± 10	± 15
2	Wandhöhe	± 2	± 5	± 8	–
3	Öffnung (Position), z.B. Fenster, Tür, Installation	± 4	± 6	± 10	–
4	Öffnung innerhalb Bauteil	± 4	± 6	± 10	–

Tabelle 7 Grenzabweichungen von Kantengeometrie, Winkelabweichung, Fensterleibung usw.

Spalte	1	2
Zeile	Weitere Grenzabweichungen	
1	Kantengeradheitstoleranz	mm/m ≤ 1
2	max. Winkelabweichung	mm/m ≤ 2
3	Abweichung aus der Ebene bezogen auf die Messdistanz x.	mm $x/400 / \leq 10^{1)}$
4	Abweichung des Fensteranschlags bezogen auf die Messdistanz x.	mm $x/600 / \leq 3^{2)}$
5	Absatz bei aneinanderstossenden Beplankungen	mm ≤ 2

¹⁾ Wenn $x/400$ kleiner als 10mm gilt der berechnete Wert als max. Grenzabweichung

²⁾ Wenn $x/600$ kleiner als 3mm gilt der berechnete Wert als max. Grenzabweichung

5.4.3 Abmessungen von Elementen mit fertigen Oberflächen

Die Vorfertigung von innen fertigen Bauteilen erfolgt als Typ e2, e4 und i2 (siehe Tabelle 1). Die Bauteile I dienen zur direkten Oberflächenbehandlung am Bau.

Die Produktion der Bauteile hat die Grenzwerte aus den Tabellen 8 und 9 einzuhalten.

Tabelle 8 Grenzabweichungen von fertigen Bauteilen

Spalte	1	2	3	4	5
		Grenzabweichungen in mm			
Zeile	Bezug (Nennmasse in m)	≤ 1,0	> 1,0 ≤ 4,0	> 4,0 ≤ 15,0	> 15,0
1	Aussenmasse am Bauteil, Länge / Breite	± 2	± 4	± 6	± 8
2	Wandhöhe	± 1	± 3	± 5	–
3	Öffnung (Position), z.B. Fenster, Tür, Installation	± 3	± 4	± 8	–
4	Öffnung innerhalb Bauteil	± 3	± 4	± 8	–

Tabelle 9 Grenzabweichungen von Kantengeometrie, Winkelabweichung, Fensterleibung usw.

Spalte	1	2
Zeile	Weitere Grenzabweichungen	
1	Kantengeradheitstoleranz	mm/m ≤ 1
2	max. Winkelabweichung	mm/m ≤ 1
3	Abweichung aus der Ebene bezogen auf die Messdistanz x.	mm $x/600 / \leq 6^{1)}$
4	Abweichung des Fensteranschlag bezogen auf die Messdistanz x.	mm $x/600 / \leq 3^{2)}$
5	Absatz bei aneinanderstossenden Beplankungen	mm ≤ 1

¹⁾ Wenn $x/600$ kleiner als 6mm gilt der berechnete Wert als max. Grenzabweichung

²⁾ Wenn $x/600$ kleiner als 3mm gilt der berechnete Wert als max. Grenzabweichung

5.5 Grenzabweichungen an Gebäuden oder im Holzbau

5.5.1 Holzbau mit rohen Oberflächen

Der Holzbau wird mit Bauteilen der Typen e1, e3 oder i1 erstellt (siehe Tabelle 1).
Bei der Montage sind die Grenzwerte der Tabellen 10, 11 und 12 einzuhalten.

Tabelle 10 Grenzabweichungen im Rohbau

Spalte	1	2	3	4	5	6	7
Zeile	Bezug (Nennmasse in m)	Grenzabweichungen in mm					
		≤ 1,0	> 1,0 ≤ 2,0	> 2,0 ≤ 4,0	> 4,0 ≤ 15,0	> 15,0 ≤ 25,0	> 25,0
1	Masse im Grundriss, z.B. Längen, Breiten, Achs- und Rastermasse	± 5	± 8	± 10	± 15	± 20	± 0,08% / ≤ 30
2	Masse im Aufriss, z.B. Geschosshöhen, Podesthöhen, Abstände von Aufstandsflächen und Konsolen	± 3	± 6	± 10	± 15	± 0,1% / ≤ 25	≤ 25
3	Öffnungen, z.B. für Fenster, Türen, Einbauten / Position und Aufriss messbar je Geschoss	± 5	± 6	± 8	– ¹⁾	– ¹⁾	– ¹⁾

¹⁾ Für spezielle Fassadenbekleidungen: Grenzwerte zu absoluten Koten über Schnittstelle Massiv-/Holzbau definieren

Tabelle 11 Grenzabweichungen von Winkel und Vertikalen im Rohbau

Spalte	1	2	3	4	5	6	7
Zeile	Bezug (Nennmasse in m)	Grenzabweichungen in mm/m					
		≤ 1,0	> 1,0 ≤ 2,0	> 2,0 ≤ 4,0	> 4,0 ≤ 15,0	> 15,0 ≤ 25,0	> 25,0 ²⁾
1	max. Abweichung im Grundriss ¹⁾	3	3	3	2	2	2
2	Vertikale, max. Abweichung vom Lot	3	3	3	2	2	2
3	Vertikale, max. Abweichung vom Lot Bei vorhandener Fensteröffnung	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

¹⁾ Bei Fensterfronten sind in der Flucht Abweichungen von 3mm pro Laufmeter Fenster, jedoch maximal 10mm zulässig. (SIA 331 5.1.3)

²⁾ max. 60mm

Tabelle 12 Grenzabweichungen von diversen Massen im Rohbau

Spalte	1	2
Zeile	Weitere Grenzabweichungen	
1	Spalt bei aneinander gefügten Bauteilen (Luft)	mm ≤ 10
2	Absatz bei aneinander gefügten Bauteilen innen ¹⁾	mm ≤ 2
3	Absatz bei aneinander gefügten Bauteilen aussen	mm ≤ 4
4	Abweichung aus der Ebene bezogen auf die Messdistanz x.	mm x/400 / ≤ 12
5	Abweichung des Fensteranschlag bezogen auf die Messdistanz x.	mm x/600 / ≤ 5

¹⁾ Bei einschichtigen Bauteilen ist die Dickentoleranz entsprechend Produktnorm zu beachten. Siehe "Qualitätskriterien für Holz und Holzwerkstoffe im Bau und Ausbau, Handelsgebräuche für die Schweiz".

5.5.2 Holzbau mit fertigen Oberflächen

Der Holzbau wird mit Bauteilen der Typen e2, e4 oder i2 erstellt (siehe Tabelle 1). Die Innenflächen sind bereit für die bauseitige Oberflächenbehandlung. Es sind keine weiteren Vorsatzschalen oder Bekleidungen vorgesehen. Bei der Montage sind die Grenzwerte der Tabellen 13, 14 und 15 einzuhalten.

Tabelle 13 Grenzabweichung im Ausbau

Spalte	1	2	3	4	5	6	7
Zeile	Bezug (Nennmass in m)	Grenzabweichungen in mm					
		≤ 1,0	> 1,0 ≤ 2,0	> 2,0 ≤ 4,0	> 4,0 ≤ 15,0	> 15,0 ≤ 25,0	> 25,0
1	Masse im Grundriss, z.B. Längen, Breiten, Achs- und Rastermasse	± 3	± 5	± 8	± 12	± 18	± 0,07% / ≤ 25
2	Masse im Aufriss, z.B. Geschosshöhen, Podesthöhen, Abstände von Aufstandsflächen und Konsolen	± 3	± 5	± 6	± 10	± 0,07% / ≤ 25	± 0,07% / ≤ 25
3	Öffnungen, z.B. für Fenster, Türen, Einbauten / Position und Aufriss messbar je Geschoss	± 3	± 5	± 7	- ¹⁾	- ¹⁾	- ¹⁾

¹⁾ Für spezielle Fassadenbekleidungen: Grenzwerte zu absoluten Koten über Schnittstelle Massiv-/Holzbau definieren

Tabelle 14 Grenzabweichung von Winkel und Vertikalen im Ausbau

Spalte	1	2	3	4	5	6	7
Zeile	Bezug (Nennmass in m)	Grenzabweichungen in mm/m					
		≤ 1,0	> 1,0 ≤ 2,0	> 2,0 ≤ 4,0	> 4,0 ≤ 15,0	> 15,0 ≤ 25,0	> 25,0 ²⁾
1	max. Abweichung im Grundriss ¹⁾	2	2	2	1	1	1
2	Vertikale, max. Abweichung vom Lot in	2	2	2	1	1	1
3	Vertikale, max. Abweichung vom Lot Bei vorhandener Fensteröffnung	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

¹⁾ Bei Fensterfronten sind in der Flucht Abweichungen von 3mm pro Laufmeter Fenster, jedoch maximal 10mm zulässig. (SIA 331 5.1.3)

²⁾ max. 30mm

Tabelle 15 Grenzabweichungen von diversen Massen im Ausbau

Spalte	1	2
Zeile	Weitere Grenzabweichungen	
1	Spalt bei aneinander gefügten Bauteilen (Luft)	mm ≤ 3
2	Absatz bei aneinander gefügten Bauteilen innen	mm ≤ 1
3	Absatz bei aneinander gefügten Bauteilen aussen	mm ≤ 4
4	Abweichung aus der Ebene bezogen auf die Messdistanz x.	mm x/600 / ≤ 6 ¹⁾
5	Abweichung des Fensteranschlags bezogen auf die Messdistanz x.	mm x/600 / ≤ 3 ²⁾

¹⁾ Wenn x/600 kleiner als 6mm gilt der berechnete Wert als max. Grenzabweichung

²⁾ Wenn x/600 kleiner als 3mm gilt der berechnete Wert als max. Grenzabweichung

6 Grenzabweichungen im Massivbau

Die folgenden Tabellen 16 und 17 zeigen die relevanten Grenzwerte analog Norm SIA 414/2. Die Norm beschreibt weiter auch die Zusammenhänge zu Winkelabweichungen und Ebenheitsabweichungen (siehe Norm SIA 414/2 Ziffer 3.3.3), sowie Fluchtabweichungen bei Stützen und Grenzwerte für Treppen.

Spezifische Erfordernisse im Zusammenhang mit dem Holzbau (Schnittstellen) sind genauer zu vereinbaren und festzulegen.

Tabelle 16 Schnittstelle Massivbau - Grenzabweichungen im Rohbau

Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8
Zeile	Bezug (Nennmasse in m)	Grenzabweichungen in mm						
		≤ 0,4	> 0,4 ≤ 1,0	> 1,0 ≤ 2,0	> 2,0 ≤ 4,0	> 4,0 ≤ 10,0	> 10,0 ≤ 20,0	> 20,0
1	Masse im Grundriss, z.B. Längen, Breiten, Achs- und Rastermasse	± 10	± 10	± 10	± 12	± 16	± 20	± 30
2	Masse im Aufriss, z.B. Geschosshöhen, Podest, Abstände bei Aufstandsflächen und Konsolen	± 10	± 10	± 12	± 14	± 20	± 30	± 40
3	Lichte Masse im Grundriss, z.B. Masse zwischen Stützen, Pfeilern usw.	± 12	± 14	± 16	± 18	± 25	± 30	± 40
4	Lichte Masse im Aufriss, z.B. unter Decken und Unterzügen ²⁾	± 10	± 10	± 16	± 18	± 25	± 30	– ¹⁾
5	Öffnungen, z.B. für Fenster, Türen, Einbauelemente	± 8	± 8	± 10	± 12	± 12	– ¹⁾	– ¹⁾
6	Öffnungen, z.B. für Fenster, Türen, Einbauelemente, jedoch mit flächenfertigen Leibungen	± 5	± 5	± 6	± 8	± 10	– ¹⁾	– ¹⁾

¹⁾ Grenzabweichungen sind zu vereinbaren

²⁾ Zeit-, last-, temperatur- und feuchteabhängige Verformungen sind nicht berücksichtigt

Tabelle 17 Schnittstelle Massivbau - Grenzabweichungen im Ausbau

Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8
Zeile	Bezug (Nennmasse in m)	Grenzabweichungen in mm						
		≤ 0,4	> 0,4 ≤ 1,0	> 1,0 ≤ 2,0	> 2,0 ≤ 4,0	> 4,0 ≤ 10,0	> 10,0 ≤ 20,0	> 20,0
1	Masse im Grundriss, z.B. Längen, Breiten, Achs- und Rastermasse	± 6	± 6	± 8	± 10	± 12	± 16	± 25
2	Masse im Aufriss, z.B. Geschosshöhen, Podest, Abstände bei Aufstandsflächen + Konsolen	± 4	± 4	± 6	± 8	± 12	± 16	–
3	Öffnungen, z.B. für Fenster, Türen, Einbauelemente, flächenfertige Leibungen	± 5	± 5	± 6	± 8	± 10	± 14	–

7 Normen, Literatur und Verzeichnisse

7.1 Normen/Literatur

Norm SIA 414/1 Masstoleranzen im Bauwesen - Begriffe, Grundsätze und Anwendungsregeln.
Norm SIA 414/2 Masstoleranzen im Bauwesen
Norm SIA 118/265 allgemeine Bedingungen für Holzbau
Norm SIA 265 Holzbau
Norm SIA 265/1 Holzbau - Ergänzende Festlegungen
Norm SIA 313 Fenster und Fenstertüren
Norm SIA 343 Türen und Tore
Qualitätskriterien für Holz und Holzwerkstoffe im Bau und Ausbau - Handelsgebräuche für die Schweiz
Ausgabe 2021, Lignum

7.2 Verzeichnisse

7.2.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Toleranzbereich eines Körpers Quelle: SIA 414/1	7
Abbildung 2 Toleranzbereich einer Fläche Quelle: SIA 414/1	7
Abbildung 3 Toleranzbereich einer Linie Quelle: SIA 414/1	7
Abbildung 4 Messung einer Unebenheit	9
Abbildung 5 Messung einer Höhenlage	9
Abbildung 6 Praxisbezogene Messung einer Neigung	10
Abbildung 7 Messung einer Fluchtabweichung	10
Abbildung 8 Messung einer Winkelabweichung in einem Grundriss	11
Abbildung 9 Messung von Massabweichung von der Horizontalen	11
Abbildung 10 Messung von Massabweichung von der vertikalen	11
Abbildung 11 Messung von Breiten und Höhen	12
Abbildung 12 Massabweichung bei Winkeln	13
Abbildung 13 Massabweichung bei Fluchten	13
Abbildung 14 Massabweichung bei Höhenversätzen	13
Abbildung 15 Querschnitt eines Holzbaus.	15
Abbildung 16 Querschnitt eines Holzbaus mit Massivkern.	15
Abbildung 17 Querschnitt eines Hybridbaus.	16

7.2.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Klassifizierung von "rohen" und "fertigen" Bauteilen - Anwendung und Schichtfolgen	17
Tabelle 2 Grenzabweichungen für Bauholz	18
Tabelle 3 Grenzabweichungen für Holzwerkstoffe	18
Tabelle 4 Grenzabweichungen für lineare Bauteile	19
Tabelle 5 Gesamtdicke der Bauteile - Grenzabweichungen für das Bauteil I und Zuschläge	19
Tabelle 6 Grenzabweichungen von rohen Bauteilen	20
Tabelle 7 Grenzabweichungen von Kantengeometrie, Winkelabweichung, Fensterleibung usw.	20
Tabelle 8 Grenzabweichungen von fertigen Bauteilen	20
Tabelle 9 Grenzabweichungen von Kantengeometrie, Winkelabweichung, Fensterleibung usw.	20
Tabelle 10 Grenzabweichungen im Rohbau	21
Tabelle 11 Grenzabweichungen von Winkel und Vertikalen im Rohbau	21
Tabelle 12 Grenzabweichungen von diversen Massen im Rohbau	21
Tabelle 13 Grenzabweichung im Ausbau	22
Tabelle 14 Grenzabweichung von Winkel und Vertikalen im Ausbau	22
Tabelle 15 Grenzabweichungen von diversen Massen im Ausbau	22
Tabelle 16 Schnittstelle Massivbau - Grenzabweichungen im Rohbau	23
Tabelle 17 Schnittstelle Massivbau - Grenzabweichungen im Ausbau	23