

assmann

LEIDENSCHAFT
FÜR DAS PROJEKT

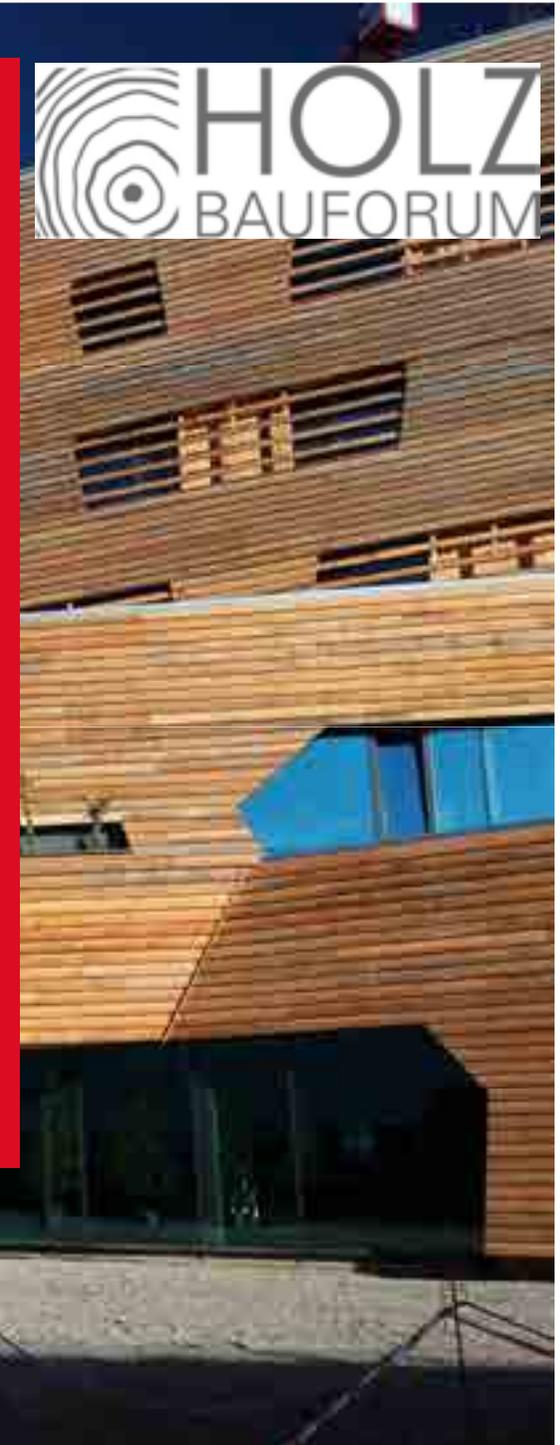
 **HOLZ**
BAUFORUM

Wismar, 27. April 2018

From High Five to High Rise

Urbaner Holzbau als Trend und Herausforderung

Dipl.-Ing. Henning Klattenhoff,
Organisator Holzbauforum Hamburg,
Teamleiter Tragwerksplanung,
ASSMANN BERATEN+PLANEN AG, Hamburg.



Holzbau ist eine Sache des Standpunktes!



Holzbau ist eine Sache des Standpunktes!

ASSMANN BERATEN+PLANEN AG:

- Eines der größten Ingenieurbüros in Deutschland mit insgesamt 500 Mitarbeitern,
- Groß geworden mit VW vor knapp 60 Jahren,
- Dienstleistungen:
 - Projektentwicklung, Projektsteuerung, Controlling
 - **Generalplanung**
 - **Tragwerksplanung**
 - **Bauphysik**, DGNB
 - **Objektplanung**
 - **Technische Ausrüstung**
 - Infrastruktur
 - Objektüberwachung
 - Immobilienökonomie



Fotos: Charles Barclay Architects, London



Holzbau ist eine Sache des Standpunktes!

Stationen aus dem Lebenslauf:

- Studien an der Uni Hannover:
 - Bauingenieurwesen,
 - Politik und Germanistik,
- Gewerbe im Messe und Systembau,
- Ingenieurtätigkeit:
 - Michael Hadi Associates, London
 - ASSMANN BERATEN+PLANEN, Hamburg
- Initiator Holzbauforum Hamburg
- Lehrbeauftragter und Referent

Foto: Linde AG



Fotos: ECE Projektmanagement

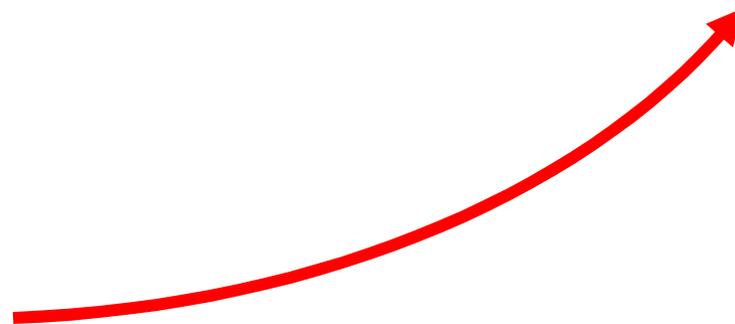


Holzbau ist ein Trend!

Holzbau ist ein Trend!

- von High Five to **High Rise** -

DeepGreen Development



Team V Architectuur



Exkursion: Holzbau und Highrise!



Brock Commons, 18 Geschosse, Quelle: Vancouver Housing

Exkursion: Holzbau und Highrise!



HoHo Wien, 24 Geschosse, Quelle: ProHolz Austria

Exkursion: Holzbau und Highrise!



Kulturhus, 19 Geschosse, Skellefteå, Quelle: Fachverband Holzindustrie Österreichs

Exkursion: Holzbau und Highrise!



OakwoodTower, 80 Geschosse, Quelle: Dezeen

Exkursion: Holzbau und Highrise!

Quelle: Team V Architectuur



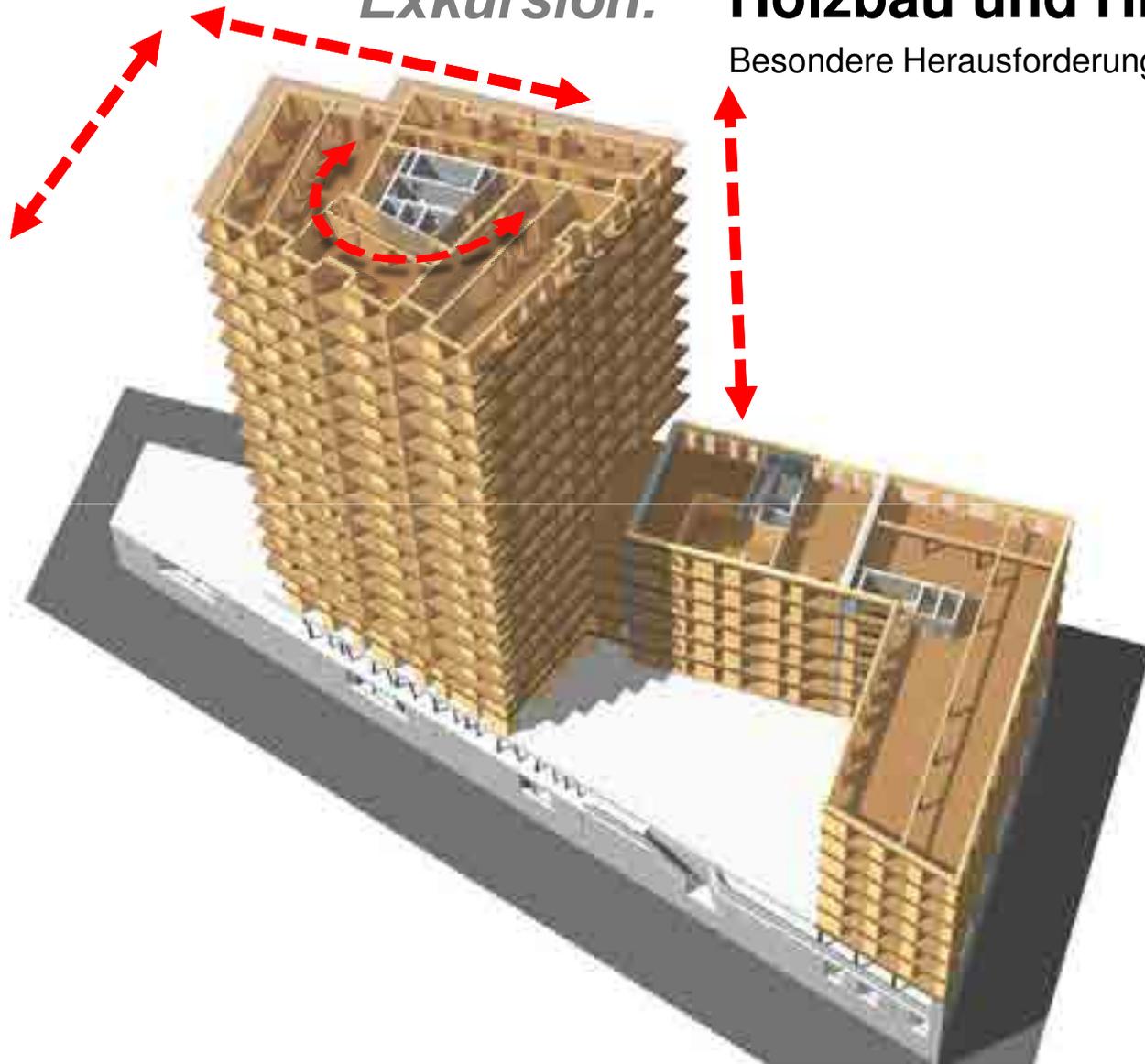
Exkursion: Holzbau und Highrise!



Wildspitze, 19 Geschosse, Hamburg
Störmer Murphy and Partner

Exkursion: **Holzbau und Highrise!**

Besondere Herausforderungen: Schwingungsverhalten



Wildspitze, 19 Geschosse, Hamburg
ASSMANN BERATEN+PLANEN AG

Exkursion: **Holzbau und Highrise!**

Besondere Herausforderungen: Robustheit



Wildspitze, 19 Geschosse, Hamburg
Störmer Murphy and Partner

Exkursion: Holzbau und Highrise!

Besondere Herausforderungen: Robustheit

Strategien gegen fortschreitenden Kollaps - Anforderung

3.2 Bemessungssituationen

(1)P Die maßgebende Bemessungssituation sind unter Berücksichtigung der Gegebenheiten, bei denen das Tragwerk seine Funktion erfüllen muss, zu bestimmen.

(2)P Die Bemessungssituationen sind wie folgt einzuteilen:

- ständige Situationen, die den üblichen Nutzungsbedingungen des Tragwerks entsprechen;
- vorübergehende Situationen, die sich auf zeitlich begrenzte Zustände des Tragwerks beziehen, z. B. im Bauzustand oder bei der Instandsetzung;
- außergewöhnliche Situationen, die sich auf außergewöhnliche Bedingungen für das Tragwerk beziehen, z. B. auf Brand, Explosionen, Anprall oder Folgen lokalen Versagens;

darunter fallen:

ANMERKUNG Die entnehmen.

(3) Die gewählten Nutzung des Tragwe

DEUTSCHE NORM		Dezember 2010
	DIN EN 1991-1-7	DIN
ICS 91.010.30	Ersatz für DIN EN 1991-1-7:2007-02; mit DIN EN 1991-1-7/NA:2010-12 Ersatz für DIN 1055-9:2003-08	
Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-7: Allgemeine Einwirkungen – Außergewöhnliche Einwirkungen; Deutsche Fassung EN 1991-1-7:2006 + AC:2010		
Eurocode 1: Actions on structures – Part 1-7: General actions – Accidental actions		

umfassen.

EN 1999 zu

führung und

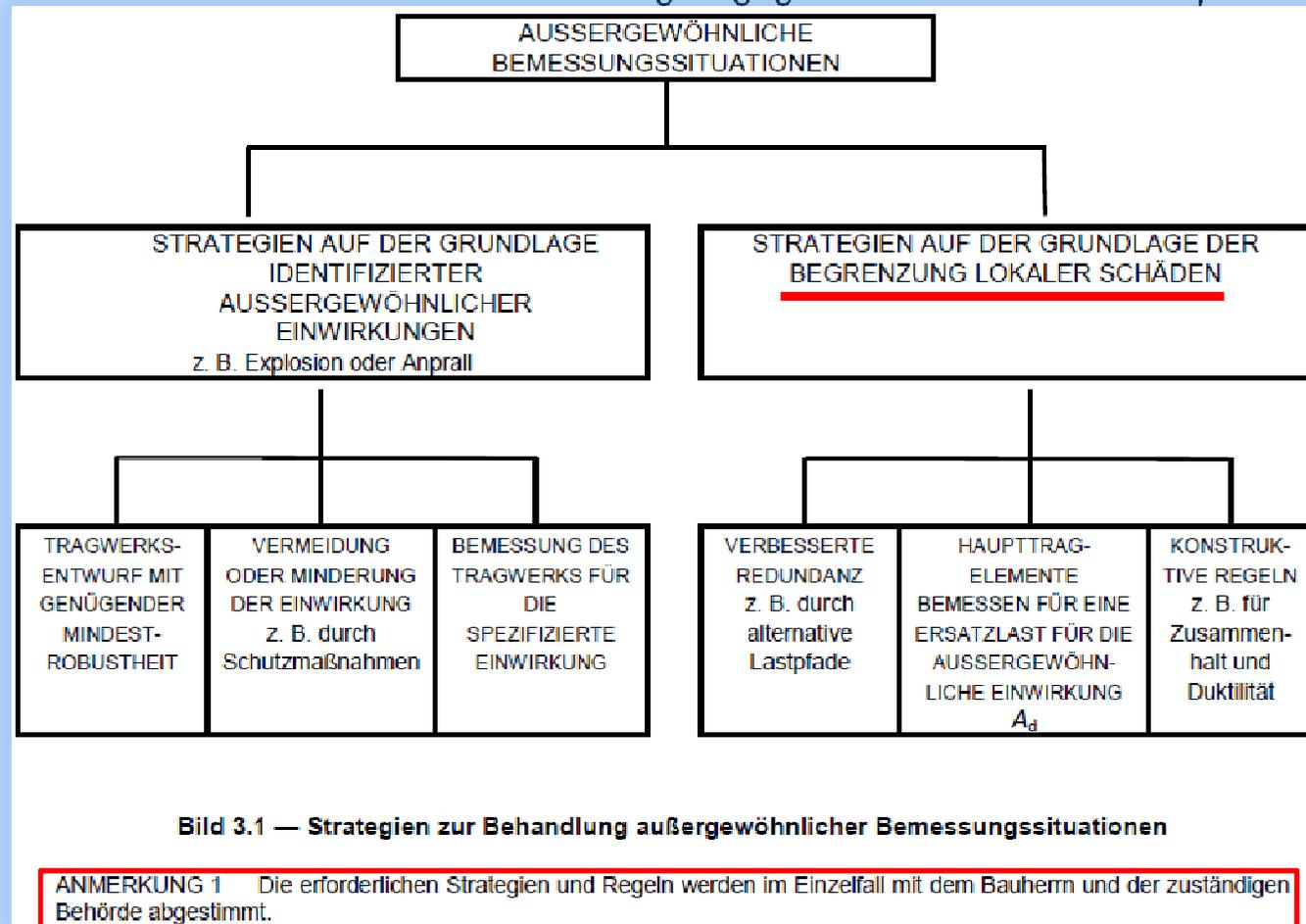
Quelle: DIN EN 1990:2010-12



Exkursion: Holzbau und Highrise!

Besondere Herausforderungen: Robustheit

Strategien gegen fortschreitenden Kollaps - Strategien



Quelle: DIN EN 1991-1-7:2010-12

Exkursion: Holzbau und Highrise!

Besondere Herausforderungen: Robustheit

Strategien gegen fortschreitenden Kollaps - Strategien

3.3 Außergewöhnliche Bemessungssituationen — Strategien zur Begrenzung lokalen Versagens

(1) Beim Entwurf ist darauf zu achten, dass mögliches Versagen aus unspezifizierter Ursache klein bleibt.

(2) Dabei sollten folgende Strategien verwendet werden:

a) Bemessung der Haupttragelemente, von denen die Sicherheit des Tragwerks abhängt, für ein bestimmtes Modell der außergewöhnlichen Einwirkungen A_d ;

ANMERKUNG 1 Der Nationale Anhang darf ein Modell für den Bemessungswert A_d als verteilte Last oder Einzellast angeben. Die Empfehlung für das Modell für Hochbauten ist eine gleichmäßig verteilte Ersatzbelastung aus einer rechnerischen Druckwelle in jeder Richtung auf das Haupttragteil und die angeschlossenen Bauelemente (z. B. Fassaden usw.) wirkend. Empfohlen wird im Hochbau eine gleichmäßig verteilte Belastung von 34 kN/m^2 .  Siehe A.8. 

b) Tragwerksentwurf mit erhöhter Redundanz, so dass bei lokalem Versagen (z. B. Einzelbauteilversagen) kein Einsturz des Tragwerks oder eines wichtigen Tragwerkteils möglich ist ;

ANMERKUNG 2 Der Nationale Anhang darf den akzeptablen geometrischen Umfang des „lokalen Versagens“ angeben. Empfohlen wird im Hochbau eine Begrenzung auf nicht mehr als 100 m^2 oder 15 % der Deckenfläche von zwei benachbarten Decken, die durch den Ausfall einer beliebigen Stütze, Pfeiler oder Wand entstanden sein kann. Dies führt wahrscheinlich zu einem Tragwerk mit genügender Robustheit unabhängig davon, ob eine identifizierte außergewöhnliche Einwirkung berücksichtigt wurde.

c) Anwendung von Bemessungs- und Konstruktions-Regeln, die eine annehmbare Robustheit des Tragwerks bewirken (z. B. Zugverankerungen in allen 3 Richtungen, um einen zusätzlichen Zusammenhalt zu gewährleisten, oder ein Mindestmaß an Duktilität von Bauteilen, die von Anprall betroffen sind).

ANMERKUNG 3 Der Nationale Anhang darf für verschiedene Tragwerke die erforderlichen Strategien nach 3.3 festlegen.  gestrichelter Text 

NDP zu 3.3(2), Anmerkung 1: Festgelegte außergewöhnliche Einwirkung für Hochbauten

Über die bauartspezifischen Regelungen in DIN EN 1992 bis DIN EN 1999 hinaus sind keine weiteren Robustheitsanforderungen rechnerisch nachzuweisen.

NDP zu 3.3(2), Anmerkung 2: Begrenzung lokalen Versagens

„Lokales Versagen“ bei Ingenieurtragwerken und Hochbauten darf unter außergewöhnlichen Einwirkungen einen Umfang annehmen, der nicht zum Ausfall eines Haupttragelementes führt. Anmerkung 2 gilt unverändert.

NDP zu 3.3(2), Anmerkung 3: Wahl der Sicherheitsstrategie

Primäre Strategie ist die Bemessung von Haupttragelementen für die angegebenen Einwirkungen. Daneben werden für einzelne Einwirkungen Bemessungs- und Konstruktionsregeln angegeben. In Einzelfällen wird das Prinzip des Tragwerksentwurfs mit erhöhter Redundanz verfolgt. Anmerkung 3 gilt unverändert.

Quelle: DIN EN 1991-1-7 und NA:2010-12



Exkursion: Holzbau und Highrise!

Besondere Herausforderungen: Robustheit

Strategien gegen fortschreitenden Kollaps - **Klassen**

3.4 Außergewöhnliche Bemessungssituationen — Anwendung der Schadensfolgeklassen

(1) Die Strategien für außergewöhnliche Bemessungssituationen dürfen folgende Schadensfolgeklassen, die in EN 1990 aufgeführt sind, nutzen.

- CC1 Geringe Versagensfolgen
- CC2 Mittlere Versagensfolgen
- CC3 Hohe Versagensfolgen

(2) Außergewöhnliche Bemessungssituationen dürfen für verschiedene Schadensfolgeklassen nach 3.4 (1) in folgender Weise behandelt werden:

- CC1: Eine spezielle Berücksichtigung von außergewöhnlichen Einwirkungen über die Robustheit- und Stabilitätsregeln in EN 1992 bis EN 1999 hinaus ist nicht erforderlich.
- CC2: Abhängig vom Einzelfall des Tragwerks darf eine vereinfachte Berechnung mit statisch äquivalenten Ersatzlasten durchgeführt werden oder es dürfen Bemessung- bzw. Konstruktionsregeln angewendet werden.
- CC3: Der Einzelfall sollte besonders untersucht werden, um das erforderliche Zuverlässigkeitsniveau und die Tiefe der Tragwerksberechnung zu bestimmen. Das kann eine Risikoanalyse erfordern, ebenso die Anwendung weitergehender Methoden wie eine dynamische Berechnung, nicht lineare Modelle und die Berücksichtigung der Interaktion von Einwirkung und Tragwerk.

Quelle: DIN EN 1991-1-7:2010-12

Exkursion: Holzbau und Highrise!

Besondere Herausforderungen: Robustheit

Versagensfolgeklasse	Gebäudetypen ^a
CC1	<ul style="list-style-type: none">— Gebäude mit einer Höhe^b bis zu 7 m;— land- und forstwirtschaftlich genutzte Gebäude.
CC2.1	<ul style="list-style-type: none">— Gebäude mit einer Höhe^b von mehr als 7 m bis zu 13 m
CC2.2	<ul style="list-style-type: none">— Gebäude, die nicht den Versagensfolgeklassen 1, 2.1 und 3 zuzurechnen sind, sowie die in der Versagensfolgeklasse 3 genannten Gebäude mit einer Höhe^b bis zu 13 m
CC3	<ul style="list-style-type: none">— <u>Hochhäuser</u> (Gebäude mit einer Höhe^b von mehr als 22 m),— <u>folgende Gebäude mit einer Höhe^b von mehr als 13 m:</u><ul style="list-style-type: none">— Verkaufsstätten, deren Verkaufsräume und Ladenstraßen eine Grundfläche von insgesamt mehr als 2 000 m² haben,— Gebäude für mehr als 200 Personen, ausgenommen Wohn- und Bürogebäude,— Sonstige, öffentlich zugängliche Gebäude, in denen aufgrund ihrer Nutzung zeitweilig mit großen Menschenansammlungen zu rechnen ist, und mit mehr als 1 600 m² Grundfläche des Geschosses mit der größten Ausdehnung,— Gebäude mit Räumen, deren Nutzung durch Umgang oder Lagerung von Stoffen mit Explosions- oder erhöhter Brandgefahr verbunden ist.

Quelle: DIN EN 1991-1-7/NA:2010-12



Exkursion: Holzbau und Highrise!

Besondere Herausforderungen: Robustheit

Strategien gegen fortschreitenden Kollaps - Klassen

A.4 Strategieempfehlungen

(1) Die folgende Strategieempfehlung stellt die Errichtung eines Gebäudes mit akzeptabler Robustheit sicher, das lokalem Versagen ohne unverhältnismäßige Einsturzfolgen widersteht.

a) für Hochbauten der Klasse 1:

Bei Bemessung und Ausführung nach den Regeln in EN 1990 bis EN 1999 für Tragfähigkeit unter normalen Nutzungsbedingungen ist keine weitere Betrachtung außergewöhnlicher Einwirkungen aus unidentifizierter Ursache erforderlich.

b) für Hochbauten der Klasse 2a (Untere Risikogruppe):

Ergänzend zu der für die Schadensfolgeklasse 1 empfohlenen Vorgehensweisen sind wirksame horizontale Zugverankerungen und wirksame vertikale Verankerungen abgehängter Decken an die Wände, bestimmt wie in den Abschnitten A.5.1 für Rahmenbauweise und A.5.2 für die tragende Wandbauweise, vorzusehen.

ANMERKUNG 1 Einzelheiten einer wirksamen Verankerung dürfen im Nationalen Anhang genannt werden.

c) für Hochbauten der Klasse 2b (Obere Risikogruppe):

Ergänzend zu der für die Klasse 1 empfohlenen Vorgehensweise sind:

- wirksame horizontale Zugverankerungen wie in A.5.1 für Rahmenbauweise und A.5.2 für die tragende Wandbauweise definiert (siehe 1.5.11) sowie wirksame vertikale Verankerungen in allen Stützen und Wänden nach A.6 vorzusehen, oder alternativ,
- das Gebäudetragwerk geschossweise daraufhin zu überprüfen, ob bei der rechnerischen Entfernung jeder einzelnen Stütze und jedes Trägers, der eine Stütze trägt, oder jedes Abschnitts der lasttragenden Wände, wie in A.7 definiert, das Gebäude standsicher bleibt und der lokale Schaden ein bestimmtes Maß nicht überschreitet.

Wenn die rechnerische Entfernung der einzelnen Stützen und Wandabschnitte zu einer Überschreitung des vereinbarten Schadensmaßes führt, dann sollten diese Elemente als Haupttragelemente bemessen werden, siehe A.8.

Bei Gebäuden mit der tragenden Wandbauweise ist die Methode der rechnerischen Entfernung von jeweils nur einem Wandabschnitt die praktischste Strategie für Robustheit.

d) für Hochbauten der Klasse 3:

Für das Gebäude ist eine systematische Risikoabschätzung unter Berücksichtigung vorhersehbarer und unwahrscheinlicher Gefährdungen erforderlich.

NDP zu A.4(1), Anmerkung 1: Einzelheiten für eine wirksame Verankerung
Der informative Anhang A ist in Deutschland nicht verbindlich.

NCI zu Anhang B, Hinweise zur Risikoanalyse

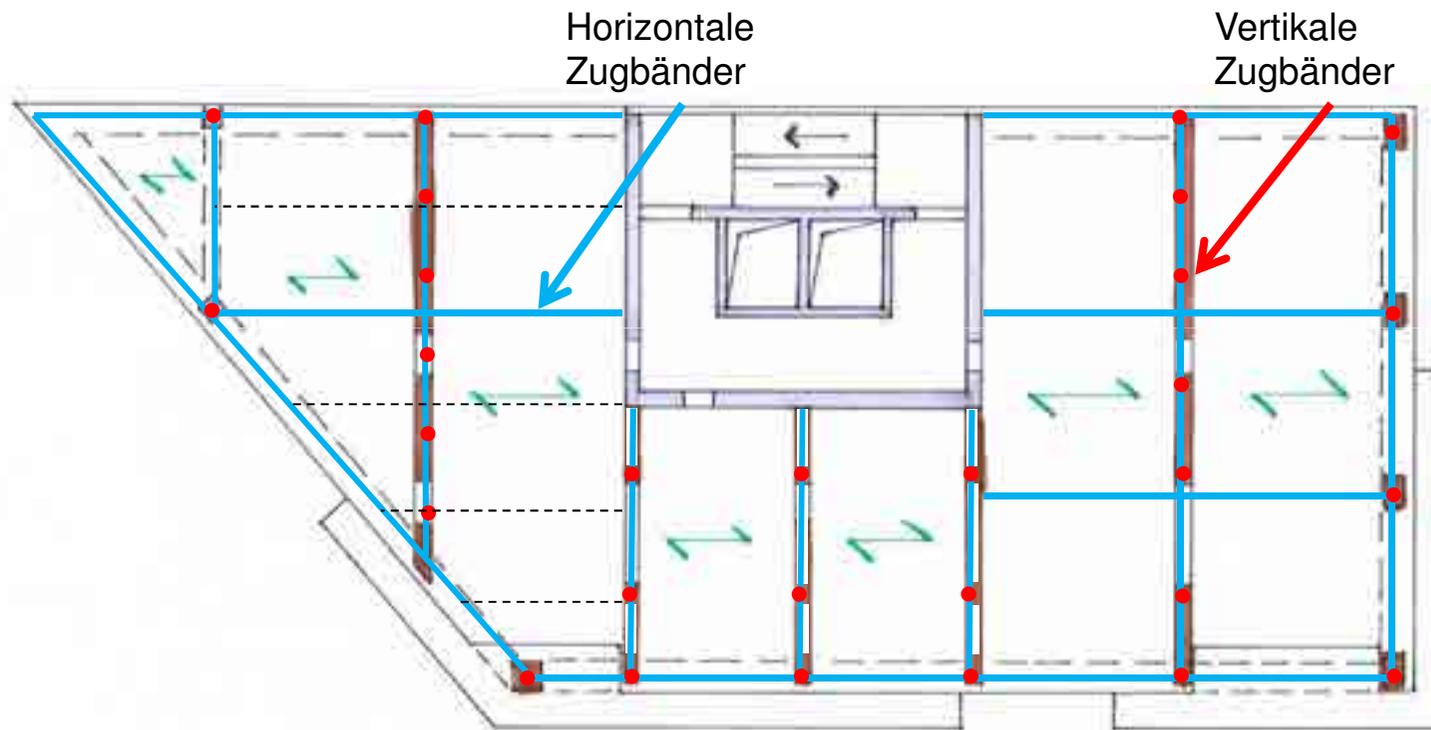
Der informative Anhang B ist in Deutschland nicht verbindlich. Risikoanalysen einschlägig als Stand von Wissenschaft und Technik referenziert sind, nur in Kombination durchzuführen. Risikoanalysen empfehlen sich insbesondere

Quelle: DIN EN 1991-1-7 und NA:2010-12



Exkursion: **Holzbau und Highrise!**

Besondere Herausforderungen: Robustheit
Strategien gegen fortschreitenden Kollaps

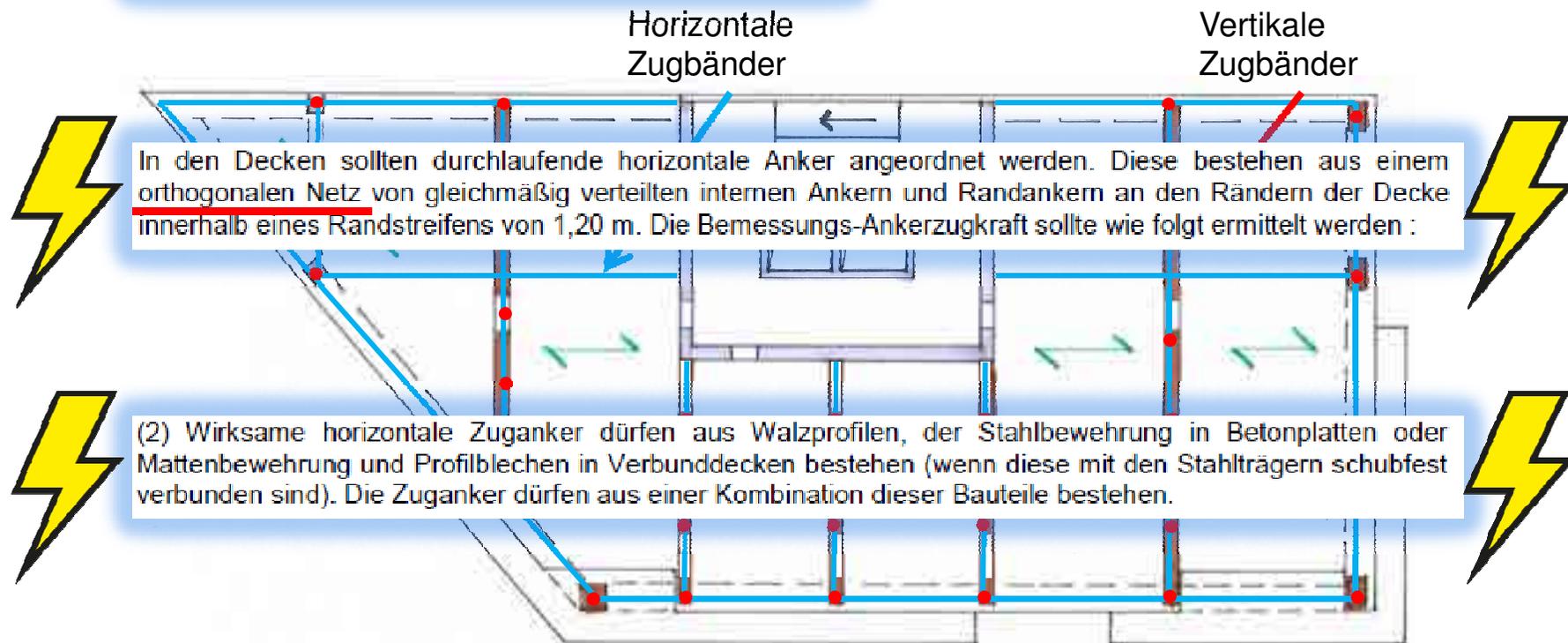


Quelle: Klattenhoff

Exkursion: Holzbau und Highrise!

Besondere Herausforderungen: Robustheit
Strategien gegen fortschreitenden Kollaps

A.5 Wirksame horizontale Zugverankerungen



Exkursion: Holzbau und Highrise!

Besondere Herausforderungen: Detaillierung, Lagerung

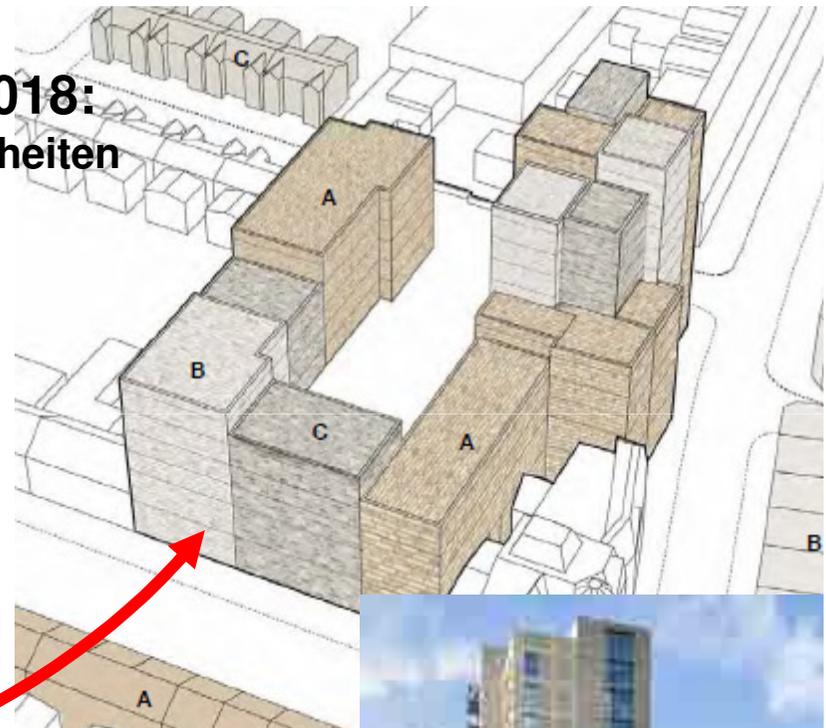


Wildspitze, 19 Geschosse, Hamburg
Störmer Murphy and Partner

Holzbau ist ein Trend!

- vom Vorzeigeprojekt zum **Öko-Standard** -

London, 2018:
105 Wohneinheiten



dRMM Architects



proHolz Austria



London, 2009:
41 Wohneinheiten

Holzbau ist ein Trend!

- von der Holzbauarchitektur zur **Architektur in Holz** -

Bad Aibling, 2011:
8 Geschosse



Schankula Architekten

Amsterdam, 2018:
21 Geschosse



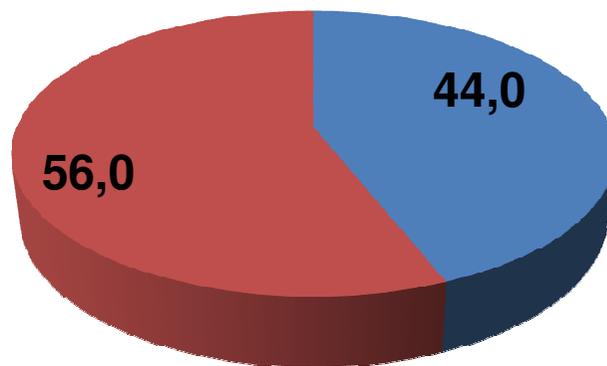
Team V Architectuur

Holzbau ist ein Trend!

- von der **Wurst** lernen -

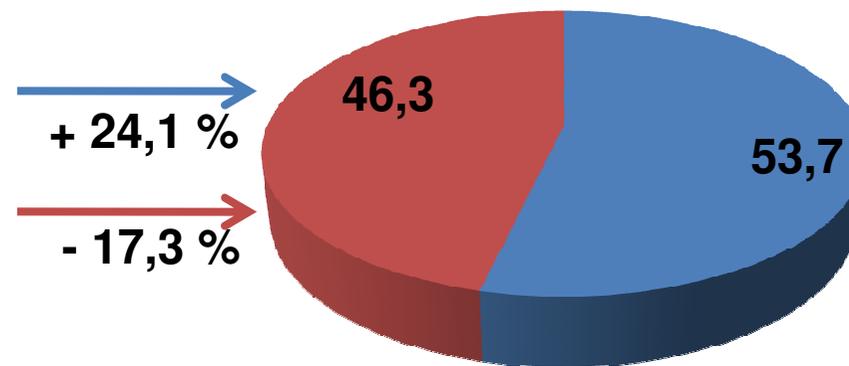
Umsätze bei Fleischersatzprodukten in Prozent (ohne Handelsmarken)

Juni 2015 bis Mai 2016



■ klassische Fleischhersteller
■ andere Hersteller (Marken)

Juni 2016 bis Mai 2017



■ klassische Fleischhersteller
■ andere Hersteller (Marken)

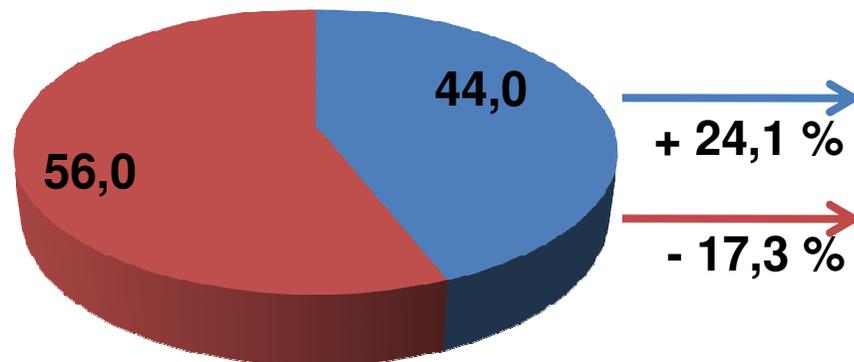
Quelle: Welt

Holzbau ist ein Trend!

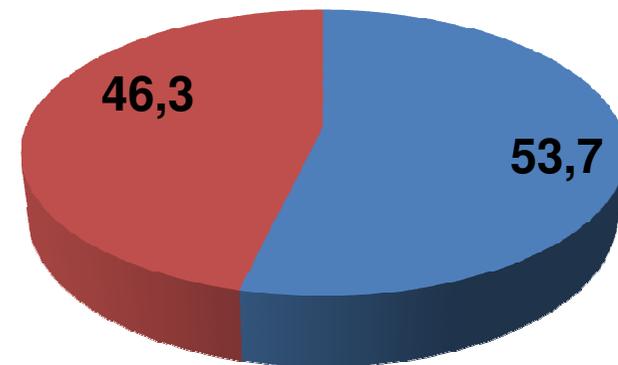
- von der **Wurst** lernen -

Paraphrasiert auf die Holzbauplanung
in Prozent

Juni 2025 bis Mai 2026



Juni 2026 bis Mai 2027



+ 24,1 %

- 17,3 %

- klassische Planungsbüros
- holzspezialisierte Planungsbüros (Marken)

- klassische Planungsbüros
- holzspezialisierte Planungsbüros (Marken)

Quelle: Klattenhoff

Holzbau will gelernt sein!

Probleme des Holzbaus mit ...

- der VOB
- dem Baurecht
- der HOAI
- Standards
- den klassischen Planungsprozessen
- ...

Viel Kenntnis erforderlich !

Holzbau will gelernt sein!

Möglichkeiten des Holzbaus für ...

- nachhaltiges Bauen
- hohe Qualität
- schnelle Bauphase
- emissionsarme Ausführung
- städtische Nachverdichtung
- gesundes Lohnniveau
- moderne Planung und Ausführung
(BIM, Industrie 4.0)
- ...

Hoher Erwartungen !

Holzbau will gelernt sein!

**Die derzeitigen Entwicklungen
im Holzbau erfordern
Forschung, Lehre und
Peripherie wie nie zuvor!**

Holzbau ist leicht!

Holzbau ist leicht!

Auswirkungen einer Schlüsseleigenschaft:

- einfache, schnelle Herstellungsprozesse mit hoher Vorfertigung
- Vorteile im Transport und Einbau
- schlanke Abfangungen und Gründungen
- Bauen im Bestand, Aufstockungen
- erhöhte Machbarkeit
- weniger Ertüchtigungen erforderlich
- weniger Unterfangungen
- Vorteile in der Hofbebauung
- einfache Montage im überdachten Bestand

Ideal für urbane Bauen !

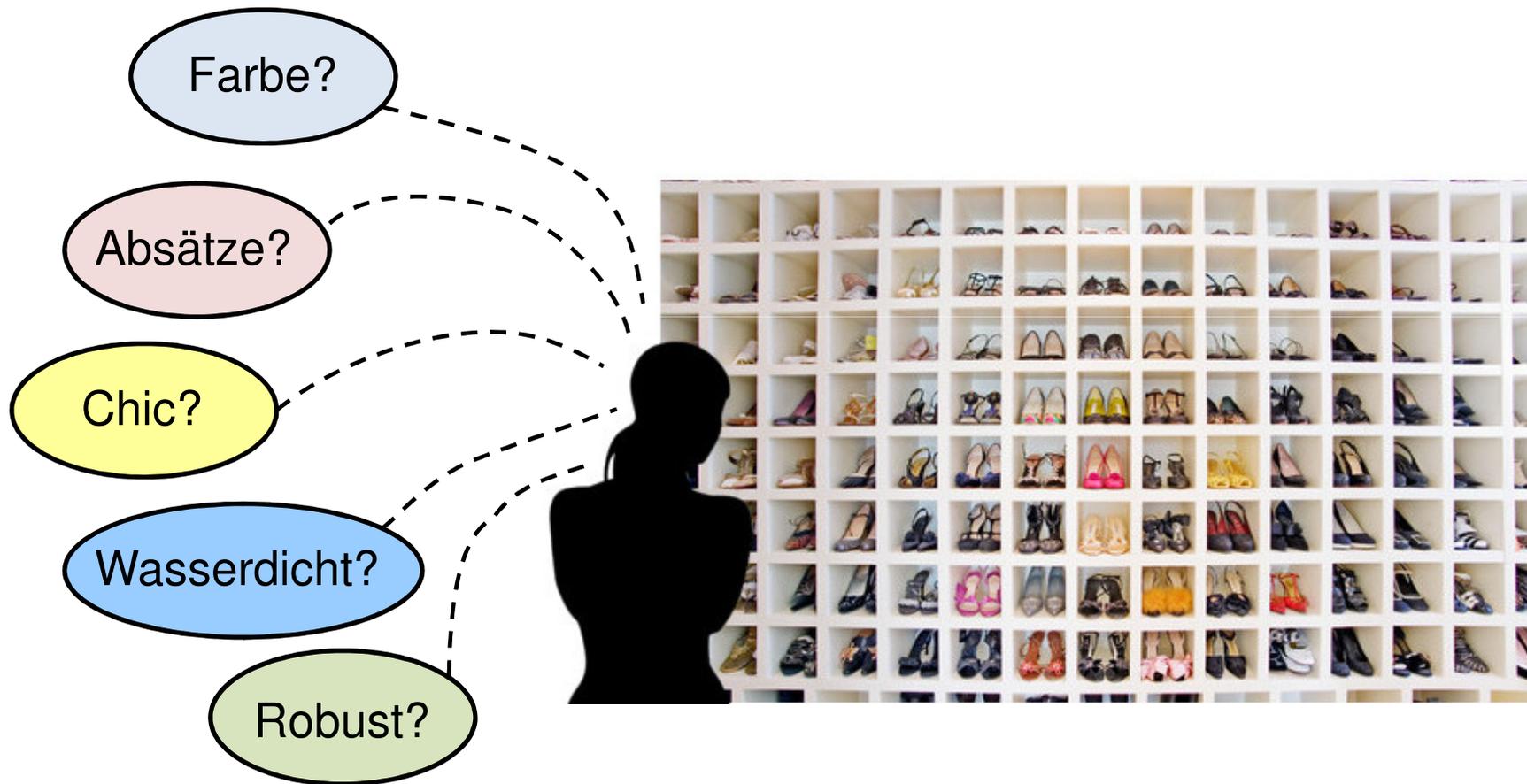


Fotos: Klattenhoff

Den passenden Schuh finden:

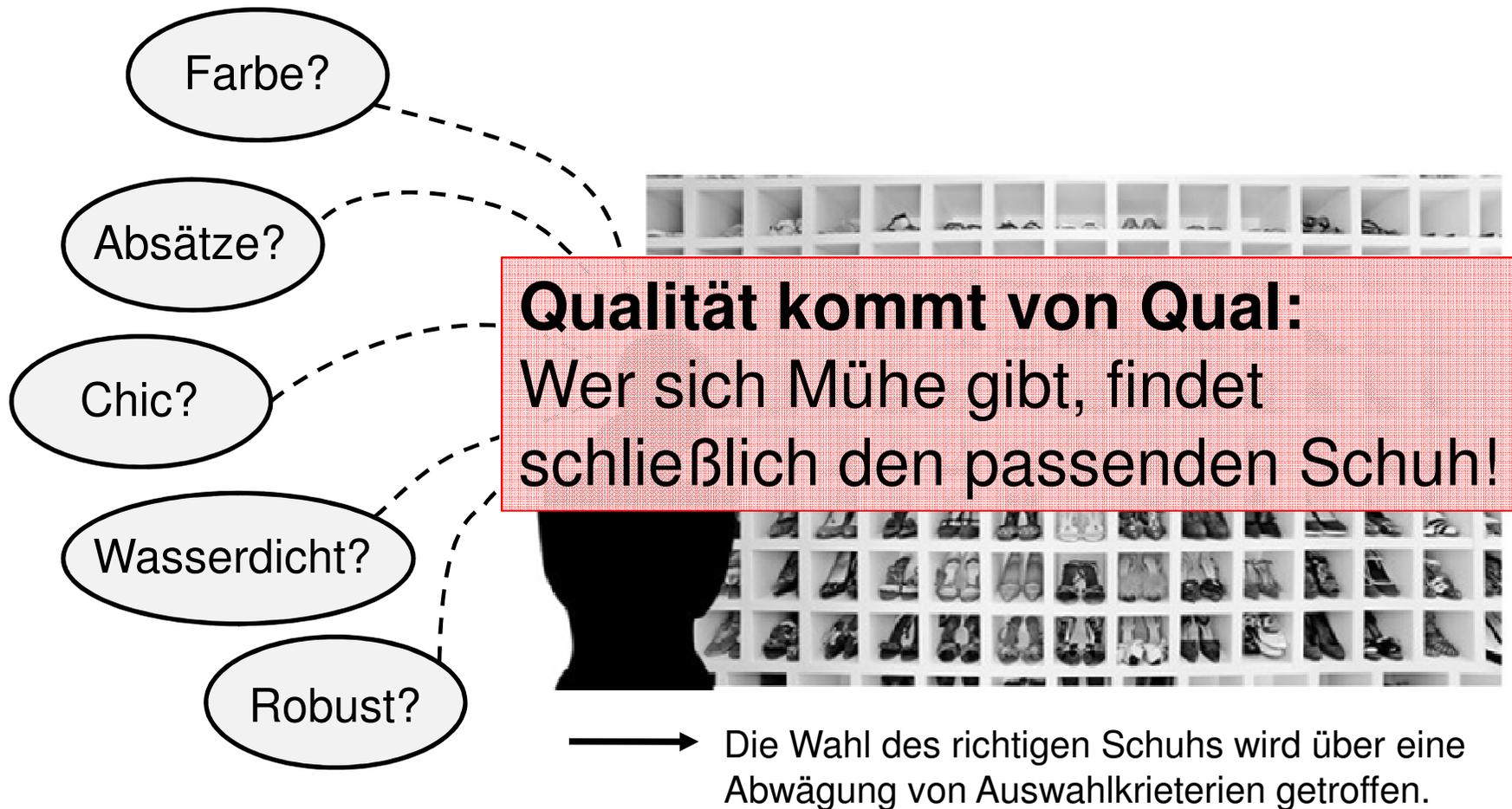
Holzbausysteme und ihre Vor- und Nachteile

Wer die Wahl hat, hat die Qual!



Quelle: Klattenhoff

Wer die Wahl hat, hat die Qual!

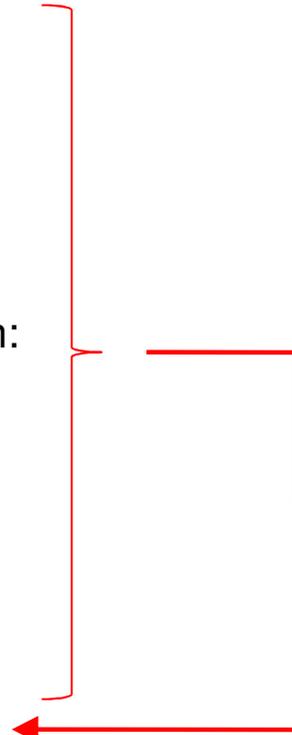


Wahl der Bauweise - Grundlage

BEISPIELE AUSWAHLKRITERIEN HAUSBAU:



- Zweck
- Budget, finanzielle Flexibilität
- Qualitäten
- Erscheinung (Materialität)
- Grad der Nachhaltigkeit
- Bautechnische Anforderungen:
 - Brandschutz
 - Schallschutz
 - Kubatur und Geschossigkeit
- Einschränkungen durch:
 - Planungs- und Bauzeiten
 - Regionalität
- **Materialien und Bausysteme**



Optionen

HOLZBAUWEISEN IM ÜBERBLICK:

- Rahmenbau
- Massivbau
- Skelettbau + nichttragende Bauteile!
- Hybridbau

GRAD DER VORFERTIGUNG:

- Abgebunden Einzelbauteile
- Flächenelemente mit unterschiedlichem Ausbaugrad
- Volumenelemente

Die Bauweisen unterscheiden sich hinsichtlich vieler Punkte, z. B:

- Systematik,
- Fertigungsprozesse,
- Bauprinzipien,
- Fertigungsstufen,
- etc.

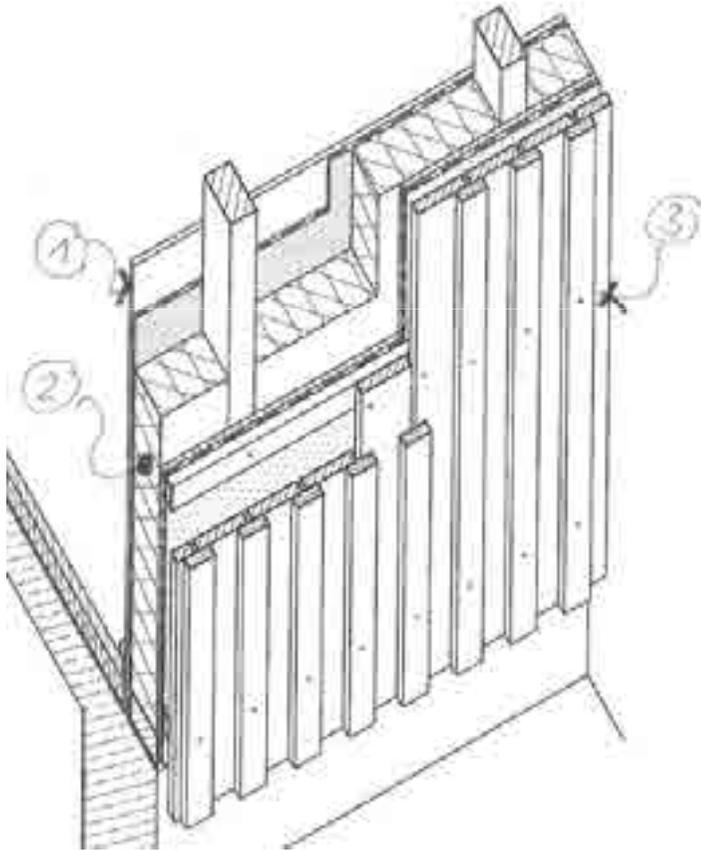


Die Bewertung dieser Umstände gestaltet sich komplex.

Holzrahmenbau

Traditionell und bewehrt.

EIGENSCHAFTEN:



- Stabrost mit Rippenachsmaß von 62,5 oder 83,3 cm, ein- oder beidseitig beplankt
- Dämmung in statischer Ebene möglich
- Hoher Vorfertigungsgrad (Aufbaulagen)
- Wertschöpfung beim Zimmermann
- Sehr verbreitete Bauweise, lokaler Bezug
- Rippen-Varianten:
 - Vollholz, BSH
 - Stegträger aus Holz oder Holzwerkstoffen
 - Bleche
- Beplankungs-Varianten:
 - OSB 2/3/4 (Grobspanplatte)
 - Faserplatte
 - Gipskartonplatte

Grafik: Bruderverlag - Holzrahmenbau

Holzrahmenbau + Vorfertigung

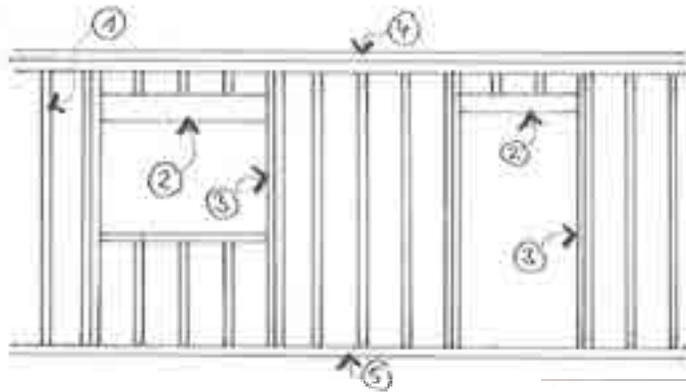


Foto: Zimmerei Sieveke, Lohne

Holzrahmenbau + Vorfertigung



Foto: Zimmerei Sieveke, Lohne



Holzrahmenbau + Vorfertigung



Foto: Klaus Frahm

Holzrahmenbau + Vorfertigung

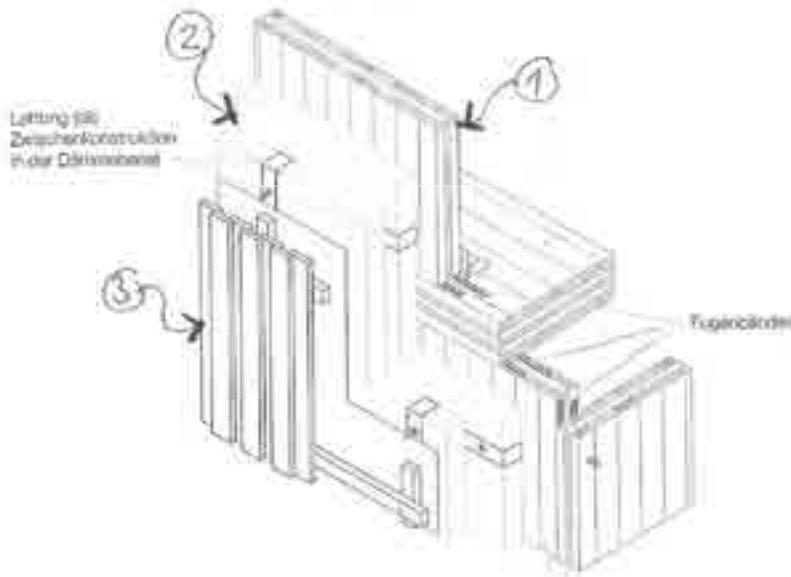


Foto: Klaus Frahm

Holzmassivbau

Tragfähig und robust.

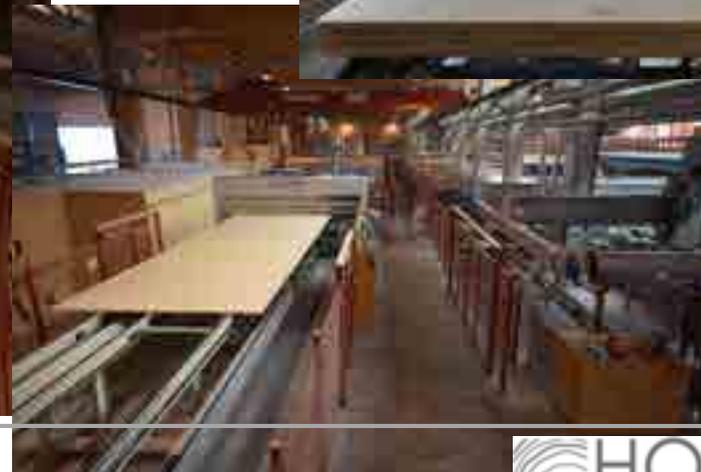
EIGENSCHAFTEN:



Grafik: Stora Enso

- Meist hohlkammerfreie Bauteile aus miteinander verbundenden Brettern oder Kanthölzern
- Klassischer Wandaufbau
- Vorfertigungsgrad in der Regel gering
- Zimmermann nur als Monteur
- Favorisierte Bauweise für höhere Bauwerke
- Hersteller in aller Regel in Alpen / Schwarzwald ansässig.
- Varianten:
 - Brettsperrholz
 - Brettstapelholz
 - Brettschichtholz

Holzmassivbau



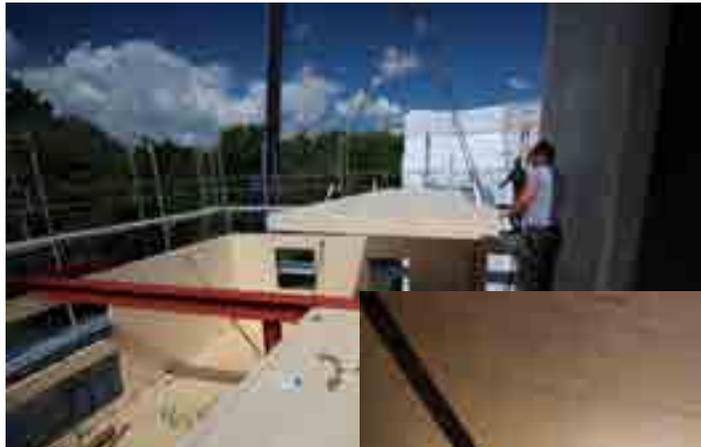
Fotos: Stora Enso

Holzmassivbau



Fotos: Stora Enso

Holzmassivbau



Fotos: Klattenhoff



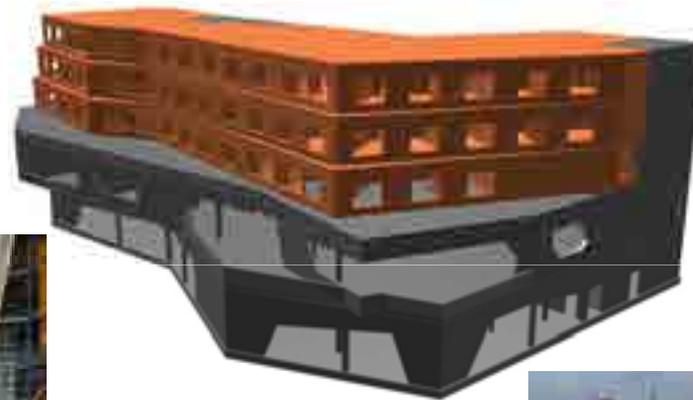
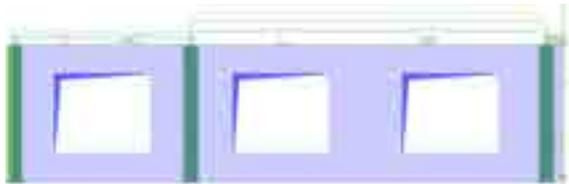


Holzmassivbau



Fotos: Klattenhoff

Holzmassivbau



Fotos: Klattenhoff

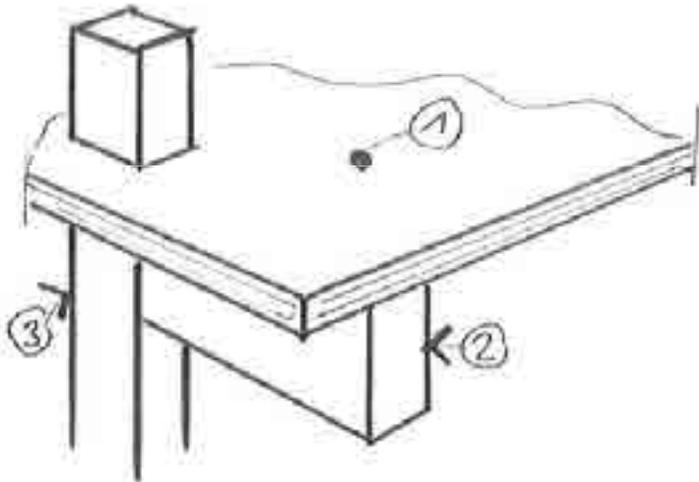
Holzmassivbau



Foto: Klaus Frahm

Skelettbau

Flexibel und offen.
EIGENSCHAFTEN:



Quelle: Klattenhoff

- Stabkonstruktion mit Decken und Kernwandscheiben
- Klare, breite tragende Achsen
- Kombination mit unterschiedlichen Deckensystemen und nicht-tragenden Wandelementen (-> Vorfertigungsgrad)
- Besonders geeignet für Büro, Gewerbe und Erziehungsbauten
- Herstellung der Stabelemente in der Regel nicht beim Zimmermann
- Varianten:
 - Als Hybrid-Konstruktion mit Stahl oder Stahlbeton
 - Deckenkonstruktionen mit integriertem Unterzug
 - ...

Skelettbau



Fotos: Stadtwerke Lübeck



Skelettbau



Grafik: Störmer Murphy and Partner

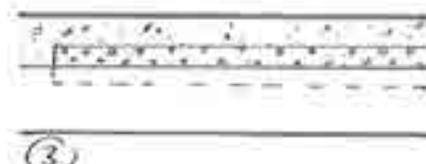
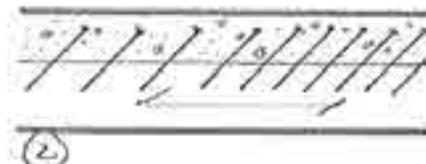
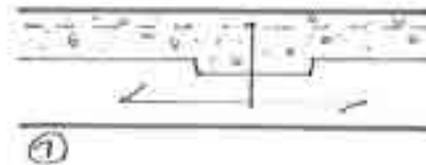


Hybridbau

Gemischt und solide.

EIGENSCHAFTEN:

Quelle: Klattenhoff



- Konstruktion bestehend aus verschiedenen Materialien (Hybrid-Tragwerk)
- Materialzuweisung der Bauteile über eine optimale Nutzung der Materialeigenschaften (auch im Hinblick OP, BP, BS)
- Effektivität steigt mit der Systementwicklung
- Erhöhte Anforderungen an Planer, Ausführende und weitere Beteiligte
- Gewerkedurchmischung
- Varianten HBV-Decken:
 - HBV-Decken mit Ausfräsungen im Holz
 - HBV-Decken mit Spezialschrauben oder eingeklebten Stahlteilen
 - HBV-Decken mit Holzunterzügen und dünnen Stahlbetonspiegel

Hybridbau



Foto: Kaden + Lager Architekten



Hybridbau



Fotos: CREE GmbH

Hybridbau



Fotos: CREE GmbH



Hybridbau



Fotos: Klattenhoff



Hybridbau



Fotos: Klattenhoff



Nicht vergessen ...



**... gehen Sie nicht ohne Schuhe
aus dem Haus !**



Vielend Dank für die Aufmerksamkeit !

Kommen Sie zum Holzbauforum Hamburg:

www.holzbauforum.info

Foto: Klattenhoff