

Grundlagen der Tragwerksplanung im Holzbau
Beispiele aus der Praxis | 22. Oktober 2020

KURT POCK
Ingenieurkonsulent für Bauingenieurwesen
kurtpock.at



proHolz Austria | zt:akademie

Ingenieurbüro für Bauingenieurwesen
...ein Spezialgebiet Holzbau...

KURT POCK
Ingenieurkonsulent für Bauingenieurwesen
kurtpock.at



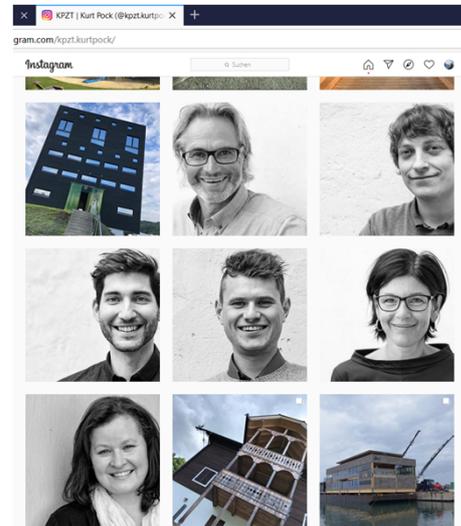
nebenberufliche Lehrtätigkeit



proHolz Austria | zt:akademie

KPZT | ...wir #tragwerken im Team...|

kurtpock.at
<https://www.facebook.com/KPZTtragwerksplanung>
<https://www.instagram.com/kpzt.kurtpock/>

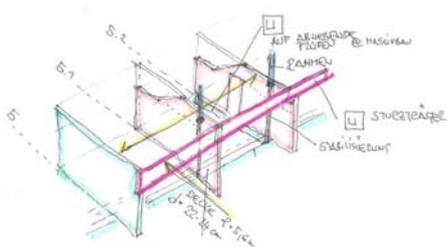


TRAGWERKEN MIT HOLZ

Vom großen Ganzen bis ins kleinste Detail sehen wir Planung als aktiven und interaktiven Prozess. Im Dialog mit Bauherren, Architekten und Fachplanern entwickeln wir sowohl Tragwerksentwürfe, die sich im Laufe des Projektes immer mehr vertiefen, als auch Leitdetails die die Vorgaben der Architektur bestmöglich mit den Anforderungen der Bauphysik, des Brandschutzes und den Inputs der anderen Fachplaner kombinieren.

Wir begleiten unsere Projekte mit modernsten Tools, pflegen aber gerne auch die Kultur der Handskizze als Sprache des gemeinsamen Entwickelns.

Was wir tun beschreiben wir gerne mit den Verb „tragwerken“.





ausgesuchte Holzbauprojekte
Red Bull Akademie Liefering | Gut Admont Bichl

KP
ZT



ausgesuchte Holzbauprojekte
Campus Kuchl | Altenwohnheim Steinfeld

KP
ZT



ausgesuchte Holzbauprojekte
Palliativpavillon | Haus am Wallersee

KP
| ZT



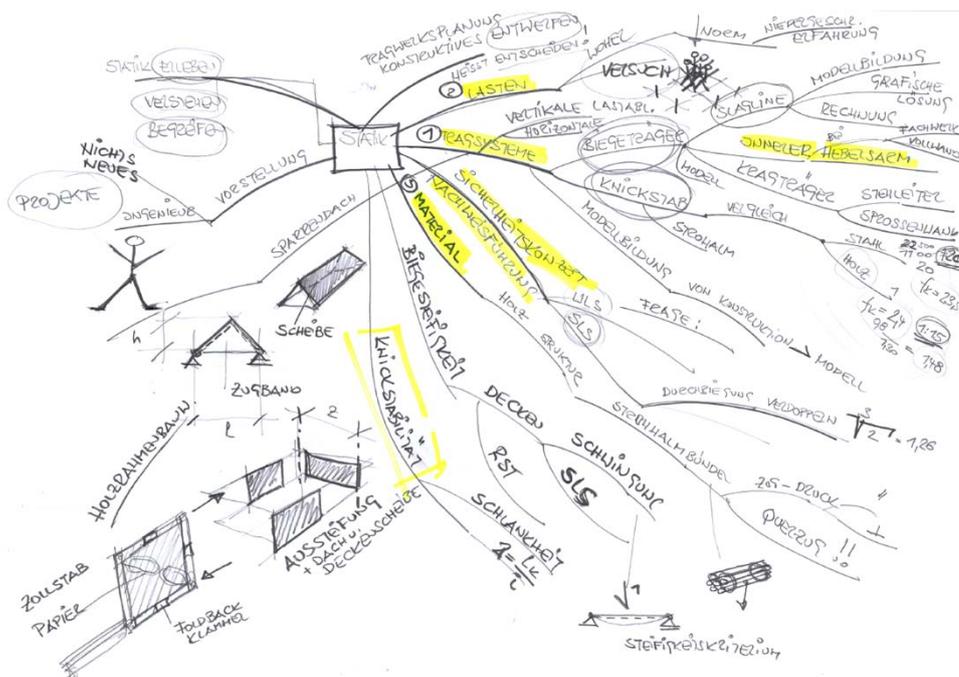
ausgesuchte Holzbauprojekte
Biwak Osttirol 360 | Ufögel

KP
| ZT





<https://www.proholz.at/zuschnitt/78/mit-einem-bausatz-durch-europa>



– Vertikale Lastableitung

...diese Themen sind (für uns) weitgehend gelöst...

– Tragsicherheit

– Brandschutz

– Bauphysik (Schallschutz, Feuchteschutz, etc.)

– **Gebäudeaussteifung** (Horizontale Lastableitung)
Aussteifungskonzept als wesentlicher Teil des Tragwerksentwurfs

– **Gebrauchstauglichkeit** (Schwingung, Durchbiegung, Setzung)

...diese Themen beschäftigen uns derzeit im Büro am meisten...

behandelte Themen

– **Einwirkungen**

Vertikal- und Horizontallasten

– **Sicherheitskonzept**

wie sicher sind unsere (Holz)Bauwerke

– **Bemessungssituationen**

Nachweise | Tragfähigkeit versus Gebrauchstauglichkeit
[Durchbiegung – Schwingung]

– **Tragwerksmodell**

vertikale und horizontale Lastableitung
Kräfteverlauf Mindestaussteifung

– **Lastableitungs- und Aussteifungskonzept**

ab dem statisch konstruktivem (Vor)Entwurf

– **Gebaute Beispiele**

Wohnprojekt GLE Gleis 21
Wohnbau STA Stammersdorferstraße 190

Literatur
...an der wir mitarbeiten durften..



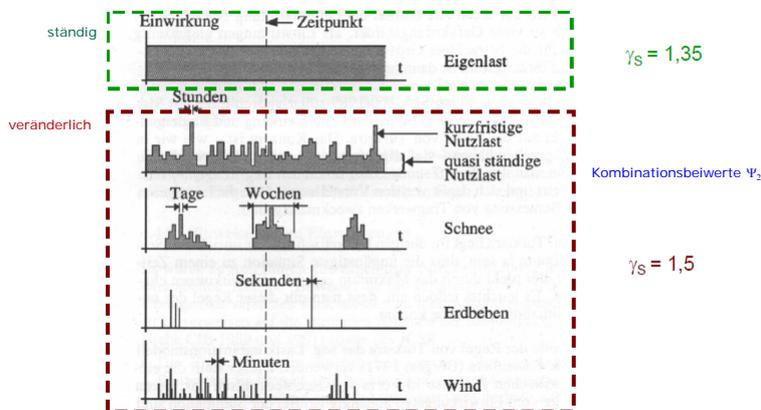
[1] Walther-Novak M., Koppelhuber J., Pock K. Brettspertholz Bemessung, Pro Holz 2013



[7] Walther-Novak M., Augustin J., Kappelhuber J., Pock K. Brettspertholz Bemessung Band II, Pro Holz 2018

– Einwirkungen
Vertikal- und Horizontallasten

Berücksichtigung der Streuung der Lasten



ANMERKUNG Beispiele für die Zuweisung zur Klasse der Lasteinwirkungsdauer enthält die [Tabelle 2.2](#). Da klimabedingte Lasteinwirkungen (Schnee, Wind) in den Ländern in unterschiedlichen Größen auftreten, kann die Zuordnung zu den Klassen der Lasteinwirkungsdauer im Nationalen Anhang festgelegt werden.

Tabelle 2.2 — Beispiele für die Zuordnung zu Klassen der Lasteinwirkungsdauer

Klasse der Lasteinwirkungsdauer	Beispiele für die Lasteinwirkung
ständig	Eigengewicht
lang	Lagerstoffe
mittel	Verkehrslasten, Schnee
kurz	Schnee, Wind
sehr kurz	Wind und außergewöhnliche Einwirkungen

Grunddokument ÖNORM EN 1995-1-1

Nationale Festlegung zu ÖNORM EN 1995-1-1:2019, Abschnitt 2.3.1.2 (2)P

Tabelle NA.2.2 mit Beispielen für die Zuordnung von Einwirkungen zu den Klassen der Lasteinwirkungsdauer ersetzt ÖNORM EN 1995-1-1:2019, Tabelle 2.2:

Tabelle NA.2.2 – Beispiele für die Zuordnung von Einwirkungen zu Klassen der Lasteinwirkungsdauer

Klasse der Lasteinwirkungsdauer	Einwirkung
ständig	Eigengewichte
lang	Nutzlasten der Kategorie E
mittel	Nutzlasten der Kategorien A, B, D, F und G Schnee- und Eislasten bei Geländehöhe des Bauwerksstandortes > 1 000 m über NN
kurz	Nutzlasten der Kategorien C und H Zufahrtsrampen zu Flächen der Kategorie F Schnee- und Eislasten bei Geländehöhe des Bauwerksstandortes ≤ 1 000 m über NN Horizontale Nutzlasten infolge Personeneinwirkung z. B. auf Brüstungen und Geländer Horizontallasten aus Kran- und Maschinenbetrieb
kurz / sehr kurz ^a	Windlasten
sehr kurz	Außergewöhnliche Lasten (Anprall, Explosion) ^b Erdbebenlasten ^c

^a Für Wind darf für K_{wind} das Mittel aus den Einwirkungsdauern kurz und sehr kurz verwendet werden.
^b Außergewöhnliche Lasten gemäß ÖNORM EN 1991-1-7.
^c Erdbebenlasten gemäß ÖNORM EN 1998 (alle Teile).

Nationale Festlegungen ÖNORM B1995-1-1

Eigenlasten (ständig / quasiständig)

Nutzlasten

Schneelasten

Windlasten

Systemimmanente Lasten

Wind

Erdbeben

Horizontallast aus Nutzlast (Bremslast)

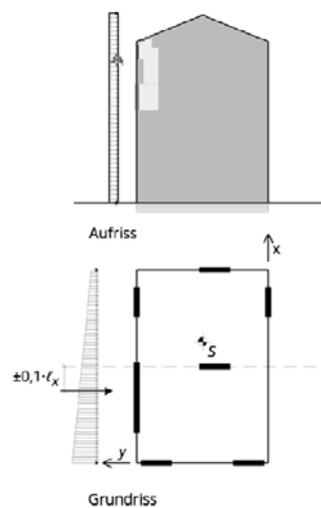
Imperfektionen (außerplanmäßige Schiefstellung)

Anprall

Systemimmanente Lasten (Schräge Stützen, etc.)

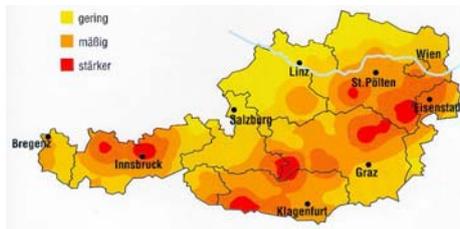
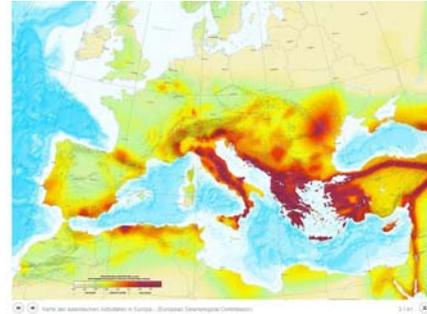
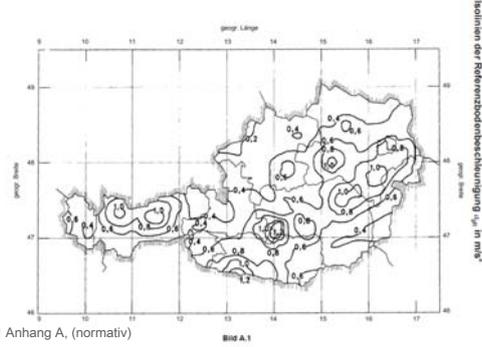
Wind
Statische Horizontale Ersatzlast

Windlast mit Exzentrizität [1]

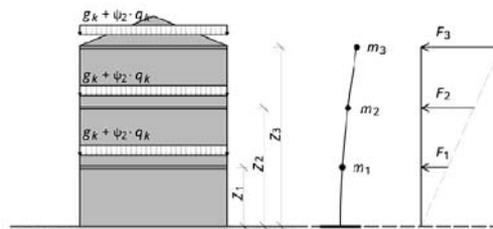


[1] Wallner-Novak M., Koppelhuber J., Pock K.
Brettsperrholz Bemessung, Pro Holz 2013

Seismische Aktivitäten in Europa und in Österreich | Erdbeben



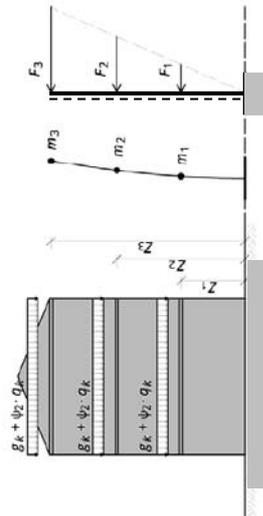
Erdbeben- vereinfachtes Antwortspektrenverfahren
Statische Horizontale Ersatzlast für die seismische Belastung



Ersatzstab mit der Verteilung der Ersatzkraft über die Gebäudehöhe [1]

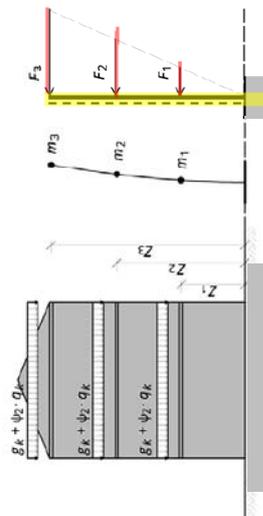
Gedankenexperiment Erdbeben

Standort Wien
 Bodenbeschleunigung 0,65-0,80 m/s²
 $q=2,0$
 H-Lasten auf Kragarm 15-25%
 der Ständigen und Quasiständigen Lasten



Gedankenexperiment Erdbeben

Standort Wien
 Bodenbeschleunigung 0,65-0,80 m/s²
 $q=2,0$
 H-Lasten auf Kragarm 15-25%
 der Ständigen und Quasiständigen Lasten



Imperfektionen (außerplanmäßige Schiefstellung)
bewirkt ständige und veränderliche Horizontalkräfte im Tragwerk

Größenordnung
Schiefstellung θ (Theta) / Ersatzkraft H

$$H = \frac{N}{200} - \frac{N}{400}$$

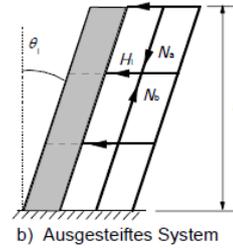


Bild 5.1 — Beispiele für die Auswirkung geometrischer Imperfektionen

(8) Bei Tragwerken darf die Auswirkung der Neigung θ_i mit einer seitlich angreifenden Kraft dargestellt werden, die zusammen mit den Einwirkungen bei der Berechnung der Schnittgrößen berücksichtigt wird.

Quelle: ÖNORM EN 1992-1-1

Anpralllast
...in den meisten Gebäuden nicht relevant





Sicherheitskonzept

Sicherheitskonzept

Das Sicherheitsniveau ist immer eine gesellschaftspolitische Frage

Die grundlegende Frage : „Ist das sicher genug?“



Die grundlegende Frage : „Ist das sicher genug ?“
 ...welchen Standard kann und will sich eine Gesellschaft leisten...



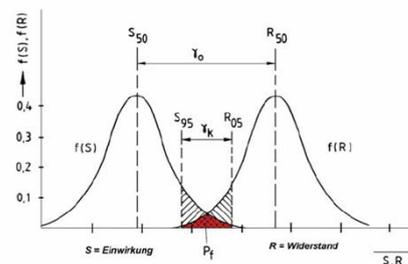
Sicherheitskonzept Semi-probabilistisches Sicherheitskonzept

$$E_d \leq R_d$$

$$\gamma_F \cdot E_k \leq k_{\text{mod}} \cdot \frac{R_k}{\gamma_M}$$

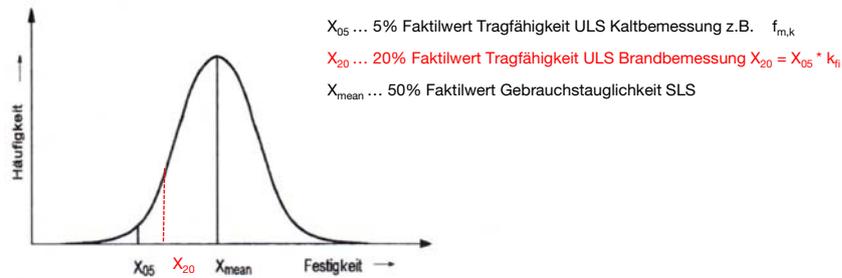
E Einwirkung
 R Resistance = Widerstand

INDIZES
 k charakteristischer Wert (in der Regel 5%-Fraktilwert ohne Teilsicherheiten)
 M das Material betreffend



Quelle: Steinbrecher, TU Cottbus

Im Bauwesen wird im Regelfall eine Versagenswahrscheinlichkeit von $1 \cdot 10^{-6}$ (1/1.000.000) akzeptiert.
 von 1 Million gleichartigen und gleichbelasteten Bauteilen darf ein Bauteil versagen.



1.37 Symmetrische Häufigkeitsverteilung einer allgemeinen Festigkeit X mit dem Mittelwert X_{mean} und dem 5 %-Quantilwert X_{05}

Quelle: Neuhaus 2009

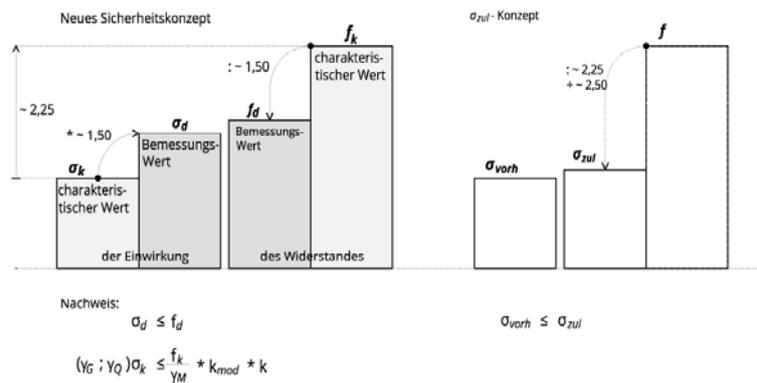


Abbildung 3-1 Charakteristische Werte und Bemessungswerte mit gerundeten Teilsicherheitsbeiwerten

Quelle: [1] Wallner, Koppelhuber, Pock 2013

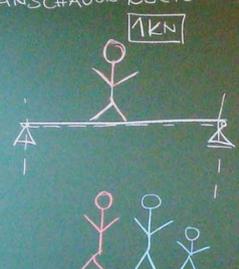
Wie groß ist die Sicherheitszahl im Holzbau ?
...ein einfaches Beispiel...

HB 2 10-03-09

SICHERHEITEN IM BAUWESEN

HOLZBAU: EC5

ANSCHAUUNGSBEISPIEL:



1kN

NACHWEIS IM GRENZZUSTAND DER TRAGFÄHIGKEIT

$\delta = 1,0$

5% FEAKTILWEERT

5 DÜRFEN MAXIMAL BEZEHN

100

γ_g γ_q $E_k \leq \frac{R_k}{\gamma_m}$

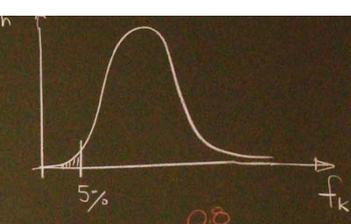
EC0 EC1 EC5

$\gamma \cdot E_k = R_k$

$\frac{1,43 \cdot 1,30}{0,8} = 2,32$

γ_{GLOBAL}

HOLZ:	2,32
STAHL:	1,43
SB:	1,43 · 1,15 = 1,65

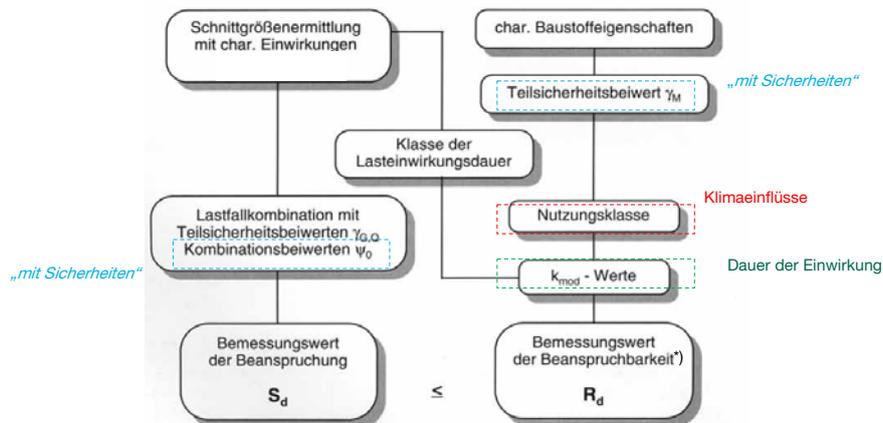


Tragsicherheit versus Gebrauchstauglichkeit

ULS
 Nachweis im Grenzzustand der **Tragfähigkeit**
gewährleistet die Sicherheit der Bauwerke gegen Versagen (Kollaps)
 ...dass uns das Dach nicht auf den Kopf fällt...
 z.B.
 Biegung
 Schub
 Knicken
 Anschlusspunkte
 Etc.

SLS
 Nachweis im Grenzzustand der **Gebrauchstauglichkeit**
 hier wird die Gebrauchsfähigkeit der Bauteile und des gesamten Objektes nachgewiesen
 z.B.
 Durchbiegung
 Schwingung
 Etc.

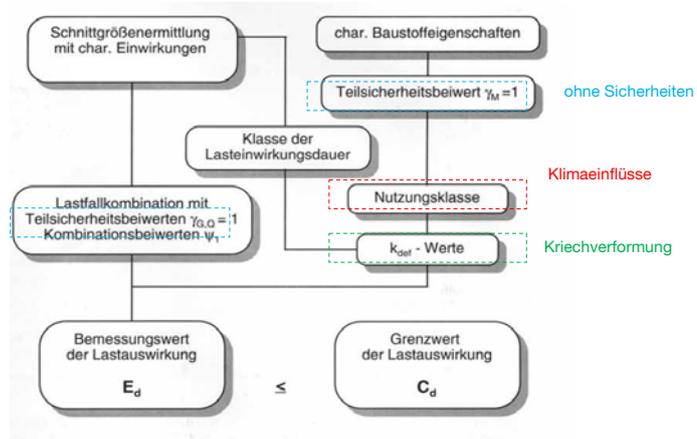
Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit
ULS ultimate limit states - ON EN | B 1995-1-1



Grenzwerte normativ (gesetzlich) festgelegt

*) des Widerstandes

Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit
 SLS serviceability limit states - ON EN | B 1995-1-1



empfohlene Werte in diversen Normen

Nachweis im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit
 Natürlicher Grenzwert

...bei voller Schneelast (Dachlast) schleift der Kran...



Tabelle 7.2 — Beispiele für Grenzwerte der Durchbiegungen von Biegestäben

	w_{inst}	$w_{tot,fin}$	w_{fin}
Beidseitig aufgelagerte Biegestäbe	$l/300$ bis $l/500$	$l/250$ bis $l/350$	$l/150$ bis $l/300$
Ausragende Biegestäbe	$l/150$ bis $l/250$	$l/125$ bis $l/175$	$l/75$ bis $l/150$

Nationale Festlegung zu ÖNORM EN 1995-1-1:2019, Abschnitt 7.2 (2)

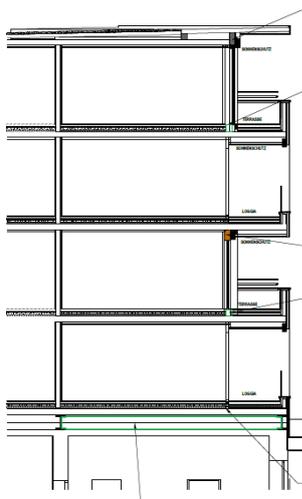
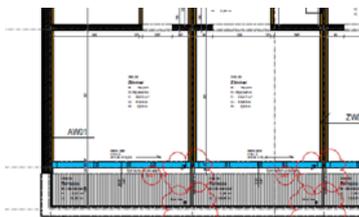
Tabelle NA.7.2 – Grenzwerte der Durchbiegungen von Bauteilen

Bauteil	Empfohlener Grenzwert der Durchbiegung	
	w_{inst}	$w_{tot,fin}$
Durchbiegung infolge Einwirkungskombination		
Auswirkungen am Tragwerk	nicht umkehrbar (Schadensvermeidung)	umkehrbar (Erscheinungsbild)
Bauteile wie z. B. Decken, Teile von begehbaren Dächern und ähnlich genutzte Bauteile	$l/300$	$l/250$
Bauteile, bei denen die Durchbiegung eine untergeordnete Bedeutung hat, wie z. B. nicht oder nur zu Instandhaltungszwecken begehbare Dächer, Dach- und Deckenkonstruktionen	$l/200$	$l/150$

Es bedeutet:
 w_{inst} elastische Anfangsdurchbiegung des betrachteten Bauteils nach (7.2-E1), in mm
 $w_{tot,fin}$ gesamte Enddurchbiegung (Enddurchbiegung abzüglich Überhöhung) des betrachteten Bauteils nach (NA.7.2), in mm
 l Bezugslänge des betrachteten Bauteils, in mm

Beispiel
Deckenspannweite 6m
 $l/300$ $600/300=2$ cm

Beispiel w_{inst} $l/300$



empfohlene Werte oft nicht ausreichend





.Die Gebrauchstauglichkeit ist im Gegensatz zur Tragfähigkeit in gewissen Grenzen mit dem Bauherren vereinbar.

Foto: Test der Deckenelemente für die ENS MotoGP™ (mobiler Bau)

$$w = \frac{1 \cdot P \cdot l^3}{48 \cdot EJ}$$

BIEGESTEIFIGKEIT

Durchbiegung unter Einzellast 1kN auf einen definierten, mitwirkenden Deckenstreifen
Schwingungsklasse I $w < 0,25\text{mm}$
Schwingungsklasse II $w < 0,50\text{mm}$

Tabelle 6-4 Schwingungsklassen von Decken

	Schwingungsklasse I	Schwingungsklasse II	Schwingungsklasse III
Typische Anwendungsfälle	Decken zwischen unterschiedlichen Nutzungseinheiten, wie Wohnungstrenndecken, durchlaufende Decken, Decken in Büros etc.	Decken innerhalb einer Nutzungseinheit, Decken in Einfamilienwohnhäusern mit üblicher Nutzung	Decken unter nicht ausgebauten Dachräumen, Decken ohne Schwingungsanforderung
Ausführung	Nassestrich schwimmend auf leichter oder schwerer Schüttung Trockenestrich auf schwerer Schüttung (also mit über 60 kg/m ²)	Nassestrich schwimmend (auch ohne Schüttung)	
Frequenzkriterium	$f_1 \geq 8 \text{ Hz}$	$f_1 \geq 6 \text{ Hz}$	
Steifigkeitskriterium¹	$w_{ikN} \leq 0,25 \text{ mm}$	$w_{ikN} \leq 0,50 \text{ mm}$ für geringe Anforderungen: $w_{ikN} \leq 1,00 \text{ mm}$	
Grenzbeschleunigung²			
Hamm und Richter (2009) bzw. Kreuzinger und Mohr (1999) bei Übertragung der Schwingung in benachbarten Raum	$a_{rms} \leq 0,05 \text{ m/s}^2$ zusätzlich $f_1 \geq 4,5 \text{ Hz}$	$a_{rms} \leq 0,10 \text{ m/s}^2$ $f_1 \geq 4,5 \text{ Hz}$	

Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit
Schwingung

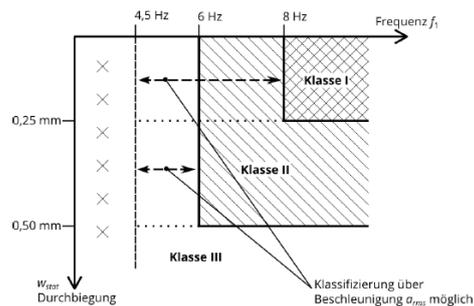
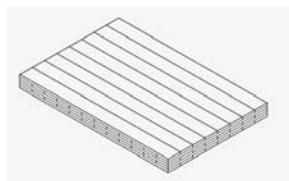


Abbildung 6-7: Klassifizierung hinsichtlich des Schwingungsverhaltens

Für die Nachweisführung sind zwei Kriterien bezüglich der ersten Eigenfrequenz und der Steifigkeit der Decke (Durchbiegung infolge einer Einheitslast) zu erfüllen. Liegt die erste Eigenfrequenz unter dem Grenzwert, kann nach Hamm und Richter bei schweren Decken durch Einhaltung einer Grenzbeschleunigung der Nutzungskomfort gewahrt bleiben

[1] Wallner-Novak M., Koppelhuber J., Pock K. Brettsperrholz Bemessung, Pro Holz 2013

Vorabschätzung Richtwerte



Brettsperrholzdecke

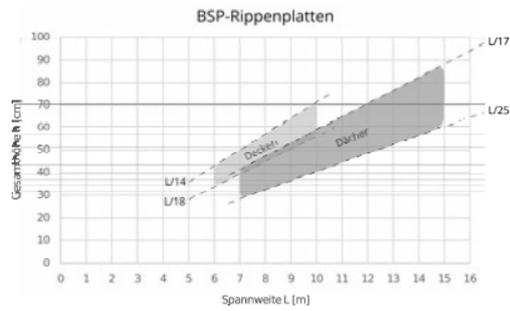
$$h = \frac{1}{28} - \frac{1}{24}$$

Vorabschätzung Richtwerte
Bauteile als Einfeldträger

	Spannweite (m)										
	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	5,50	6,00	6,50	7,00	7,50	8,00
Schwingung	90_3s	120_3s	140_5s	185_5s	200_5s	226_7s	260_7ss	260_7ss	300_8ss	320_8ss	/
	V33	V29	V28	V24	V25	V24	V23	V25	V23	V23	

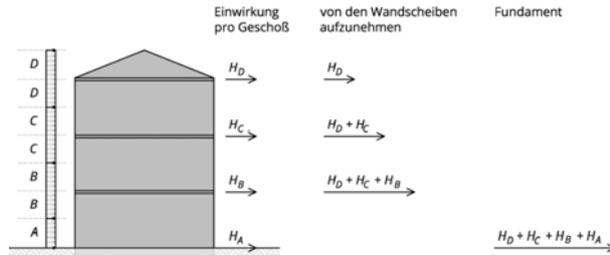
Unterzüge Holz $h = \frac{1}{10}$

Unterzüge Stahl (HEB) $h = \frac{1}{20}$

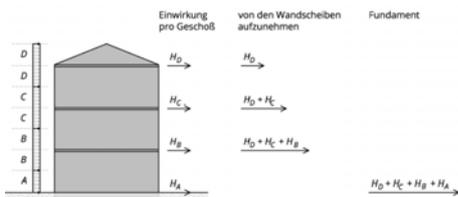


[7] Wallner-Novak M., Augustin J., Koppelhuber J., Pock K.
Brettsper Holz Bemessung Band II, Pro Holz 2018

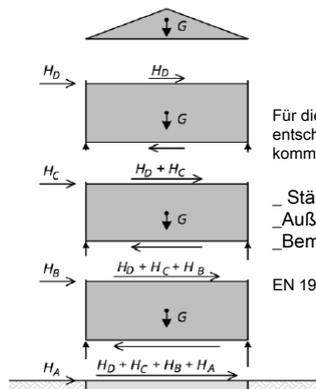
Tragwerksmodelle
vertikale und horizontale Lastableitung
Kräfteverlauf Mindestaussteifung



Aus einem Winddruck resultierende Horizontalkräfte je Geschoss mit Belastung der Wandscheiben in den einzelnen Geschossen [1]



Aus einem Winddruck resultierende Horizontalkräfte je Geschoss mit Belastung der Wandscheiben in den einzelnen Geschossen [1]



Für die Dimensionierung der Verbindungsmittel ist entscheidend aus welcher Bemessungssituation die Lasten kommen:

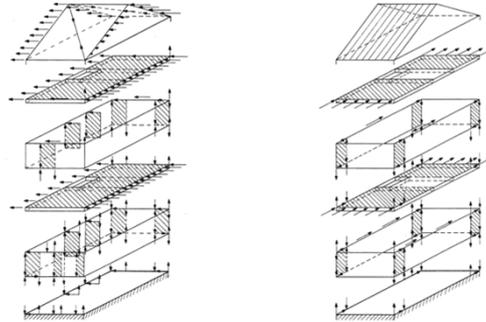
- _ Ständige Bemessungssituation (übliche Nutzung)
- _ Außergewöhnliche Bemessungssituation
- _ Bemessungssituationen mit Erdbeben

EN 1990 3.2 [6]

Kräfteverlauf je Geschoss mit Vertikallasten [1]

Horizontale Lastableitung (Aussteifung) über Wandscheiben

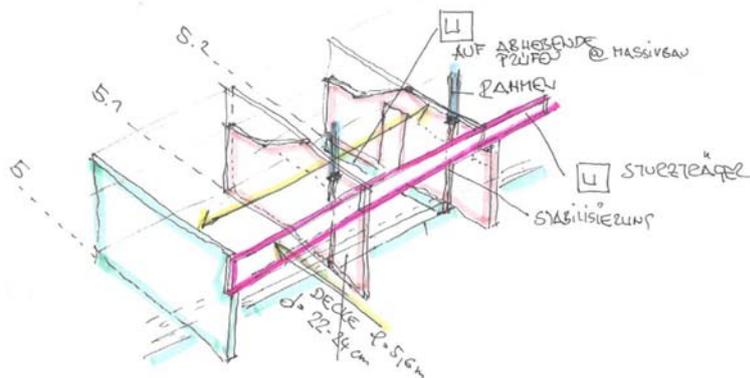
...es sind nur die aussteifend wirksamen Bauteile dargestellt,
Dach, Wände, verteilende Deckenscheiben,
Unterste Decke (Scheibe)



Aussteifungskonzept für Wind auf Giebel- bzw. Traufseite. [3]

[3] Hrsg: Bund deutscher Zimmermeister: Holzrahmenbau,
2.Auflage 1992, Bruderverlage Karlsruhe

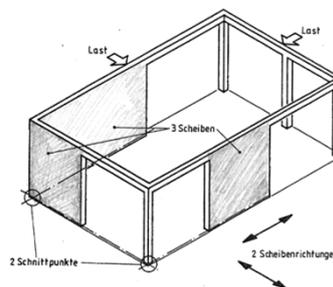
Beispiel für ein Tragwerksmodell (Konzeptphase)
Rudolf Steiner Schule Wien D | U + Andi Breuss



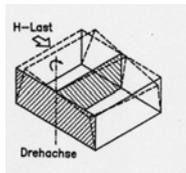
Mindestaussteifung
Merkregeln - Beispiele

Mindestaussteifung
Regel zur Erhaltung der Translations- und Rotationsstabilität

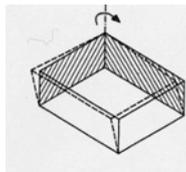
- 3 Scheiben
- 2 Richtungen
- 2 Schnittpunkte



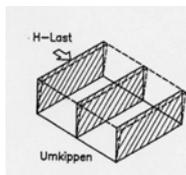
...notwendige Decken und Bodenscheibe
nicht dargestellt...



3 Scheiben
 2 Richtungen
 2 Schnittpunkte

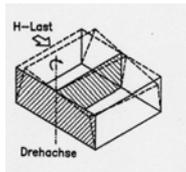


3 Scheiben
 2 Richtungen
 2 Schnittpunkte

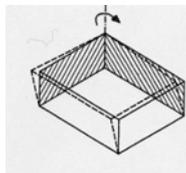


3 Scheiben
 2 Richtungen
 2 Schnittpunkte

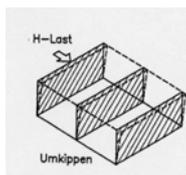
...was ist hier falsch...?



3 Scheiben
 2 Richtungen
~~2 Schnittpunkte~~



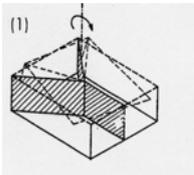
~~3 Scheiben~~
 2 Richtungen
~~2 Schnittpunkte~~



3 Scheiben
~~2 Richtungen~~
~~2 Schnittpunkte~~



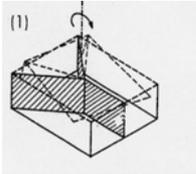
Ai Wei-Wei: Template; Documenta, Kassel 2007



...funktioniert die Horizontale Lastableitung (Aussteigung)...



Ai Wei-Wei: Template; Documenta, Kassel 2007

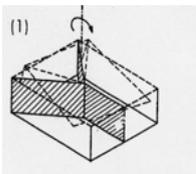


3 Scheiben
 2 Richtungen
~~2 Schnittpunkte~~



Ai Wei-Wei: Template; Documenta, Kassel 2007

...Rotationsstabilität NICHT gegeben...!



3 Scheiben
 2 Richtungen
~~2 Schnittpunkte~~



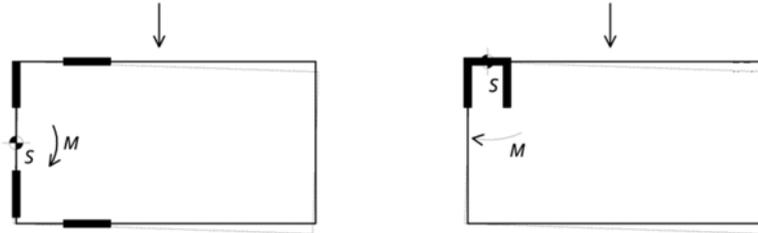
Ai Wei-Wei: Template; Documenta, Kassel 2007



geometrische Aufteilung der Wandscheiben

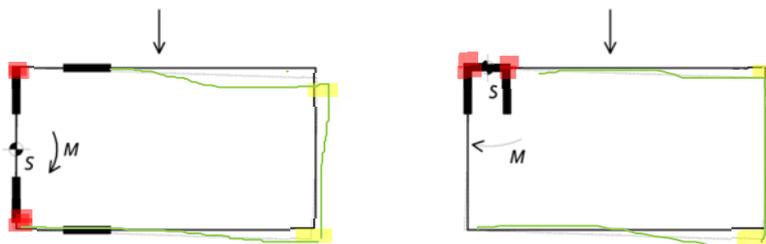
Wandscheiben - Grundrisse
 ungünstige Anordnungen geringer innerer Hebelsarm

KP
 | ZT



Wandscheiben - Grundrisse
 ungünstige Anordnungen geringer innerer Hebelsarm

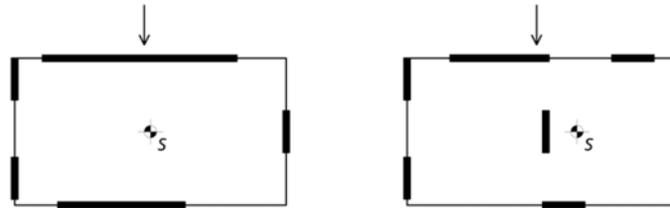
KP
 | ZT



- Schnittpunkt (Schnittachse)
- große Verformungen

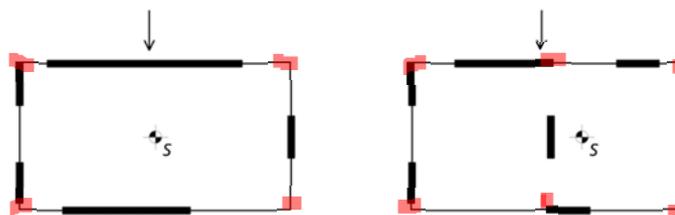
Wandscheiben - Grundrisse
geeignete Anordnungen

KP
| ZT



Wandscheiben - Grundrisse
geeignete Anordnungen

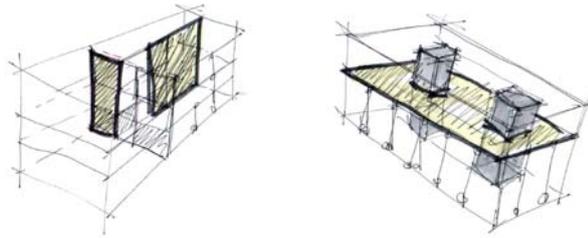
KP
| ZT



■ Schnittpunkt (Schnittachse)

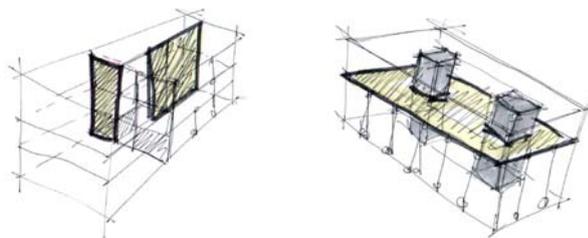


Lastableitungs- und Aussteifungskonzept



zwei Aussteifungskonzepte

aussteifende (Versorgungs-) Kerne,
aussteifende Deckenscheiben



aussteifende Wandscheiben,
verteilende Deckenscheiben,
Außenwände in HRB nicht aussteifend aktiviert
als Pendelstützen berücksichtigt

Außenwände in HRB nicht aussteifend aktiviert
als Pendelstützen berücksichtigt

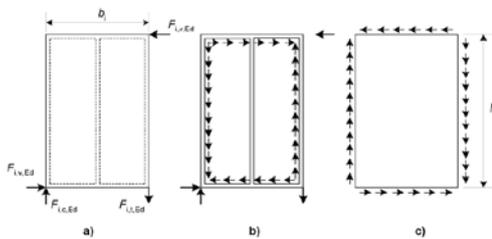
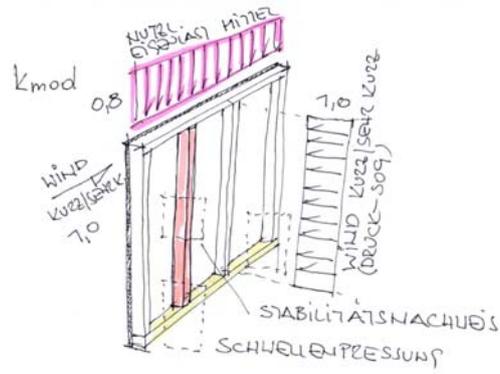
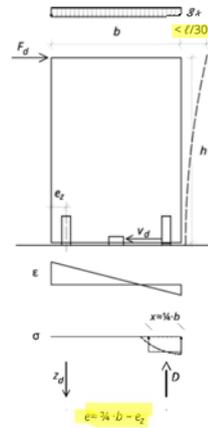


Bild 9.5 — Einwirkende Kräfte auf: a) Wandscheibe; b) Stabwerk; c) Beplankung

Versuchsanordnung HFA Holzforschung Austria, Wien



Wandscheibe Holzmassivbauwand
Aussteifende Brettsperrholzwand nach [1]



[1] Wallner-Novak M., Koppelhuber J., Pock K. Brettsperrholz Bemessung, Pro Holz 2013

Verteilung der Einwirkungen auf die Wandscheiben
Scheibensteifigkeit

...bei der Kombination von unterschiedlichen Wandsystemen beim horizontalen Tragwerk...

z.B.: Innenwände BSP; Außenwände HRB in Kombination mit Stahlbetonwandscheiben (Stiegenhaus, Feuermauer etc.)

...ist die Steifigkeit der einzelnen aussteifenden Bauteile inkl. Deckenscheibe zu berücksichtigen... die Steifigkeiten bestimmen die H-Belastung der einzelnen Wände...

Holzrahmenbau

Scheibensteifigkeit $B = I^1$

Brettsperrholz

Scheibensteifigkeit $B \sim I^{1,5}$

Vorschlag in Brettsperrholz Bemessung [1] unter 10.5.2

Vergleich

Betonbau

Scheibensteifigkeit $B = I^3$

Scheibensteifigkeit:

Bei Annahme $B = I^{1.5}$:

$$B_{x,j} = I^{1.5} = |x_E - x_A|^{1.5} \quad (10.11)$$

$$B_{y,j} = I^{1.5} = |y_E - y_A|^{1.5} \quad (10.12)$$

Scheibenmitte:

$$x_i = \frac{x_A + x_E}{2} \quad (10.13)$$

$$y_i = \frac{y_A + y_E}{2} \quad (10.14)$$

2. Schwerpunktlage ermitteln

$$x_S = \frac{\sum B_{y,j} \cdot x_i}{\sum B_{y,j}} \quad (10.15)$$

$$y_S = \frac{\sum B_{x,j} \cdot y_i}{\sum B_{x,j}} \quad (10.16)$$

3. Moment aus Exzentrizität der einwirkenden Kräfte zum Schwerpunkt bestimmen

$$M = H_x \cdot (y_H - y_S) + H_y \cdot (x_H - x_S) \quad (10.17)$$

4. Verteilung der Einwirkungen auf die einzelnen Wandscheiben berechnen

$$I_p = \sum B_{x,j} \cdot s_x^2 + \sum B_{y,j} \cdot s_y^2 \quad (10.18)$$

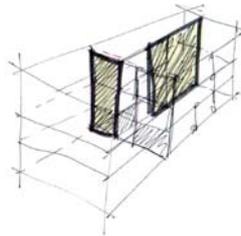
$$F_{x,j} = H_x \cdot \frac{B_{y,j}}{\sum B_{y,j}} + M \cdot \frac{s_x \cdot B_{x,j}}{I_p} \quad (10.19)$$

$$F_{y,j} = H_y \cdot \frac{B_{x,j}}{\sum B_{x,j}} + M \cdot \frac{s_y \cdot B_{y,j}}{I_p} \quad (10.20)$$

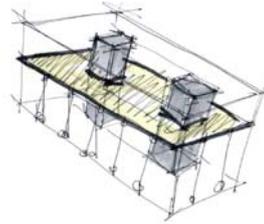
Beispiele

zwei Aussteifungskonzepte

KP
| ZT



aussteifende Wandscheiben,
verteilende Deckenscheiben,
Außenwände in HRB nicht aussteifend aktiviert
als Pendelstützen berücksichtigt



aussteifende (Versorgungs-) Kerne,
aussteifende Deckenscheiben

Außenwände in HRB nicht aussteifend aktiviert
als Pendelstützen berücksichtigt



mineroom Leoben Generalübernehmerwettbewerb Studierendenheim
A | aap architekten H | Weissenseer Swietelsky T | KPZT

KP
| ZT



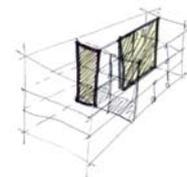
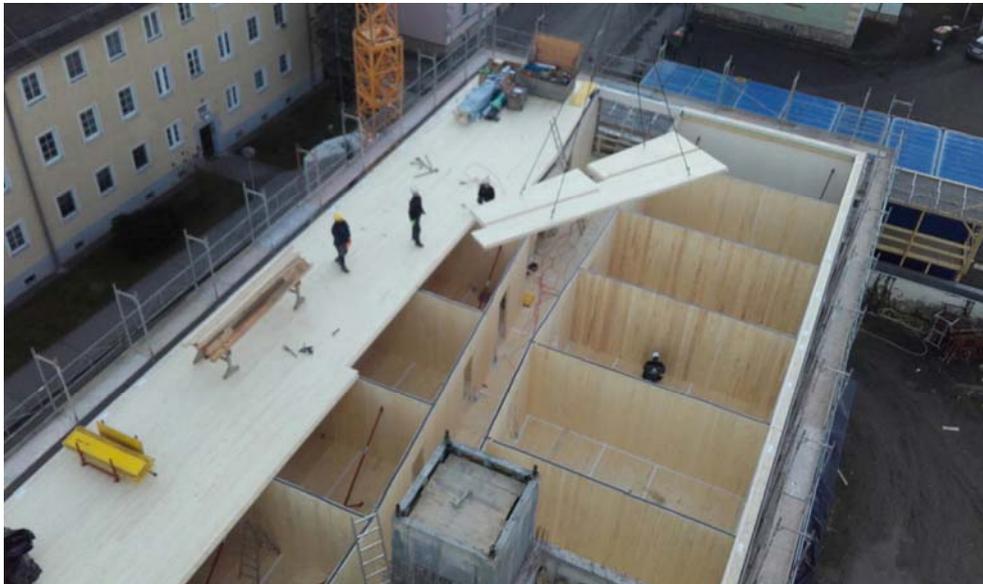
zuschnitt 70 2018
Planungsprozesse



<https://www.proholz.at/zuschnitt/70/generaluebernehmermodell-steiermark>

mineroom Leoben Studierendenheim
Montage Deckenelemente

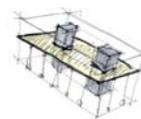
KP
|
ZT



Wohnprojekt GLE Gleis 21, Wien
Horizontales Tragsystem - aussteifende Stahlbetonkerne

KP
|
ZT

A | einzueins architekten
T | GG Ingenieure + KPZT



Aussteifende STB Kerne,
Holz Beton Verbunddecken (HBV) Sicht
Außenwände Holzrahmenbau mit eingebauter
Skelettstruktur

Brandschutz REI 90 von innen
REI30 von außen

© proHolz Austria Hertha Hurnau

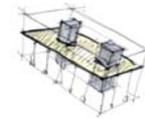


Aussteifungskonzepte

Gleis 21, Wien Bahnhofsviertel

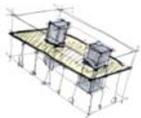
A | einszueins architekten
T | GG Ingenieure + KPZT

KP
ZT



Aussteifende STB Kerne,
Holz Beton Verbunddecken (HBV) Holz Sicht
Holzrahmenbauwände als Skelettstruktur

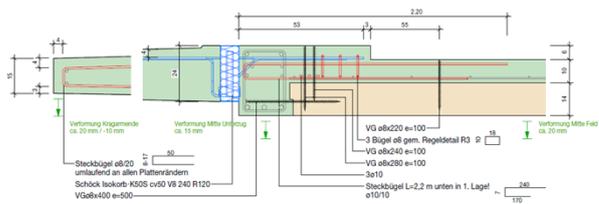
Foto: Jansen | WHSB | weissenseer.com

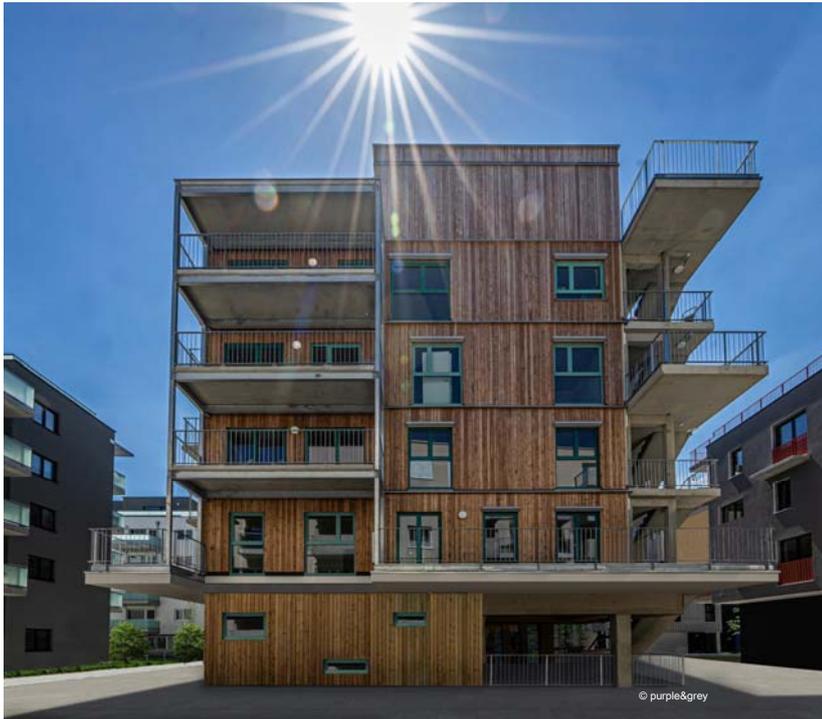


Wohnprojekt GLE Gleis 21, Wien
Horizontales Tragsystem - aussteifende Stahlbetonkerne

KP
ZT







KP
|
ZT

© purple&grey



Wohnprojekt GLE Gleis 21, Wien

A | einszeins architekten
T | GG Ingenieure + KPZT

© proHolz Austria Hertha Hurnau

STA Stammersdorf | Wien
B | VI-Engineers A | Pesendorfer und Machalek pumar-architekten

KP
ZT



STA Wohnbau Stammersdorferstrasse 190 | Wien
A | PUMAR Pesendorfer u. Machalek B | VI_Engineers T_H | KPZT H | Weissenseer

KP
ZT

...in Massiv geplant in Holz umgesetzt...

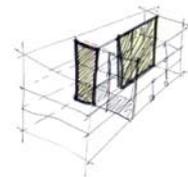


STA Wohnbau Stammersdorferstrasse 190 | Wien
A | PUMAR Pesendorfer u. Machalek B | VL_Engineers T₁ | KPZT H | Weissenseer



© WHSB Weissenseer

STA Wohnbau Stammersdorferstrasse 190 | Wien
Horizontales Tragsystem - aussteifende Brettsperrholz Innenwände

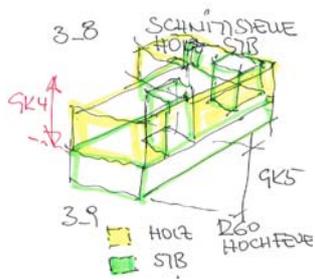


Aussteifende Brettsperrholzwände,
BSP Decken teilweise Sicht
Außenwände Holzrahmenbau vertikal lastableitend
(nicht Teil des horizontalen Tragwerks)
Fenster im Werk eingebaut

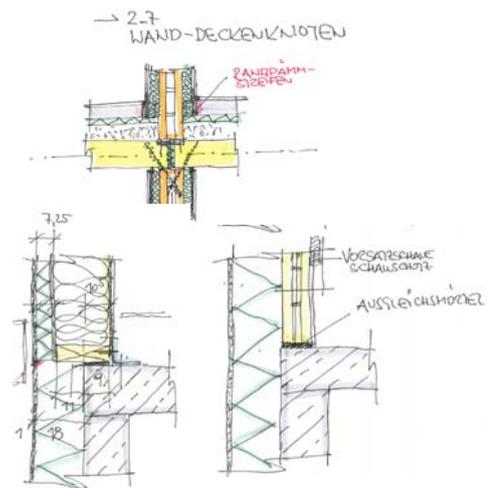
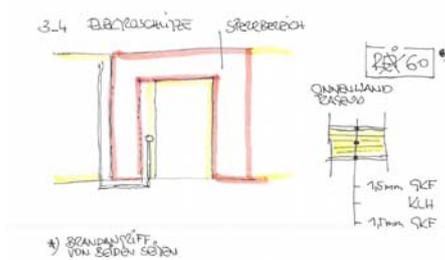
© WHSB Weissenseer

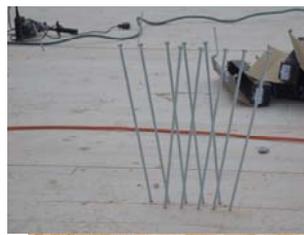
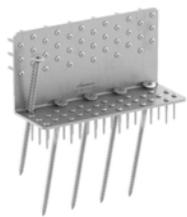
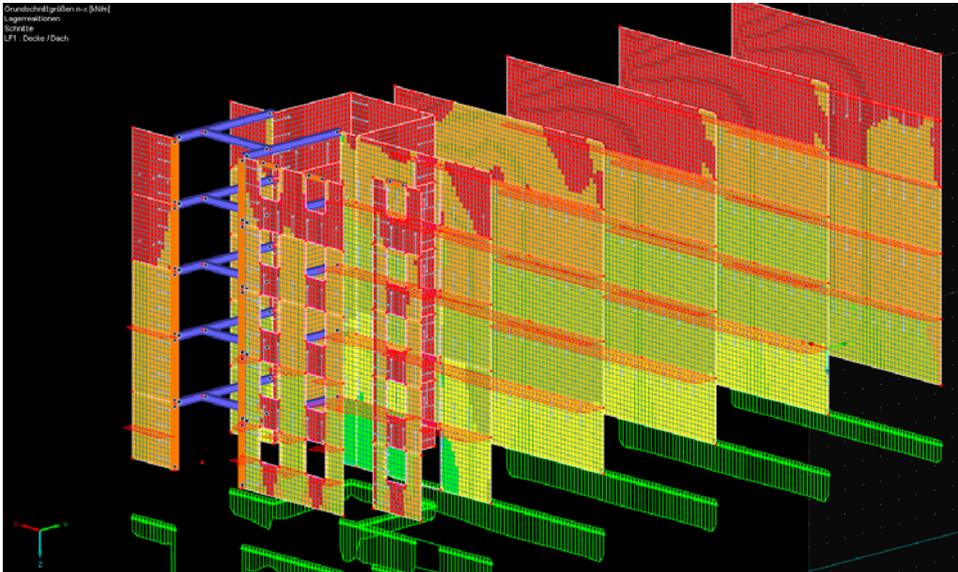
...hoher Holzbauanteil im Stiegenhaus...

MONTAGEBAUWEISE
tragende Stiegenhauswände in BSP
innerer Liftschacht, Stiegenläufe und Podeste
in STB Fertigteil



Integrative Planung von Beginn an
Besprechungsmitschriften KPZT





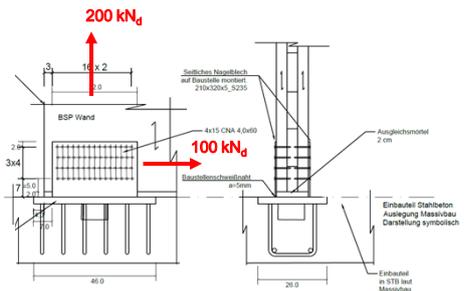
>

Ausgleichsmörtel

Baustellenschweißnaht

Zugverankerung
hochbelasteter Anschluss auf Stahlbeton Nagelplatte + Schweißgrund

KP
| ZT



bau:Holz

Webinar "Mehrgeschossiger Holzbau"

Literatur

KP
| ZT

- [1] Wallner-Novak M., Koppelhuber J., Pock K. Brettsper Holz Bemessung, Pro Holz 2013
- [2] ÖNorm EN | B 1995-1-1:2019; Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten
- [3] Hrsg: Bund deutscher Zimmermeister: Holzrahmenbau, 2.Auflage 1992, Bruderverlage Karlsruhe
- [4] Hrsg: Holzforschung Austria Tagungsband Holzhaustage 2007, Pock K. Bemessung Holzrahmenbau
- [5] ÖNorm EN | B 1991-1-Gruppe
- [6] ÖNorm EN | B 1990
- [7] Wallner-Novak M., Augustin J., Koppelhuber J., Pock K. Brettsper Holz Bemessung Band II, Pro Holz 2018

proHolz Austria | zt:akademie

kurtpock.at

kurtpock.at