

Grundlagen der Tragwerksplanung im Holzbau  
Beispiele aus der Praxis | Kurt Pock 14. April 2021 17:00

Anmeldung unter [www.proholz.at](http://www.proholz.at)



Grundlagen der Tragwerksplanung im Holzbau  
Beispiele aus der Praxis | 14. April 2021

KURT POCK  
Ingenieurkonsulent für Bauingenieurwesen  
[kurtpock.at](http://kurtpock.at)



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

KURT POCK  
Ingenieurkonsultent für Bauingenieurwesen  
kurtpock.at



nebenberufliche Lehrtätigkeit



proHolz Austria

pro:Holz

KPZT | Team

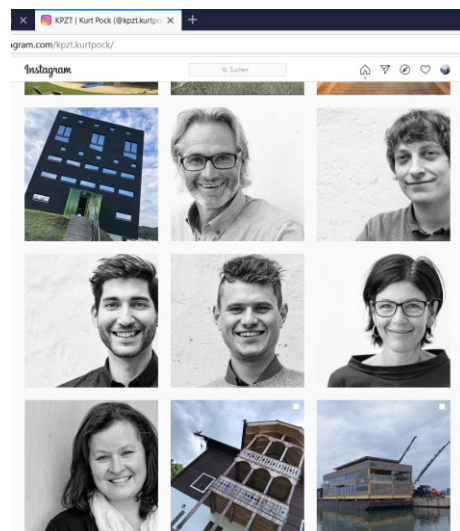


KPZT | ...wir #tragwerken im Team...|

kurtpock.at

<https://www.facebook.com/KPZTtragwerksplanung>

<https://www.instagram.com/kpzt.kurtpock/>

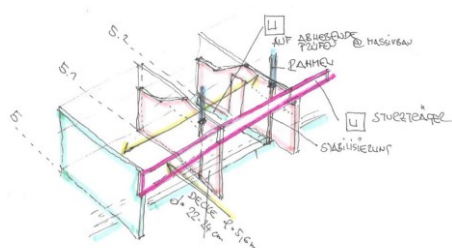


## TRAGWERKEN MIT HOLZ

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  
Wohnbalken | Zinkenbachbrücke

KP  
| ZT



ausgesuchte Holzbauprojekte  
Haus T | Wohnbalken

KP  
| ZT



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



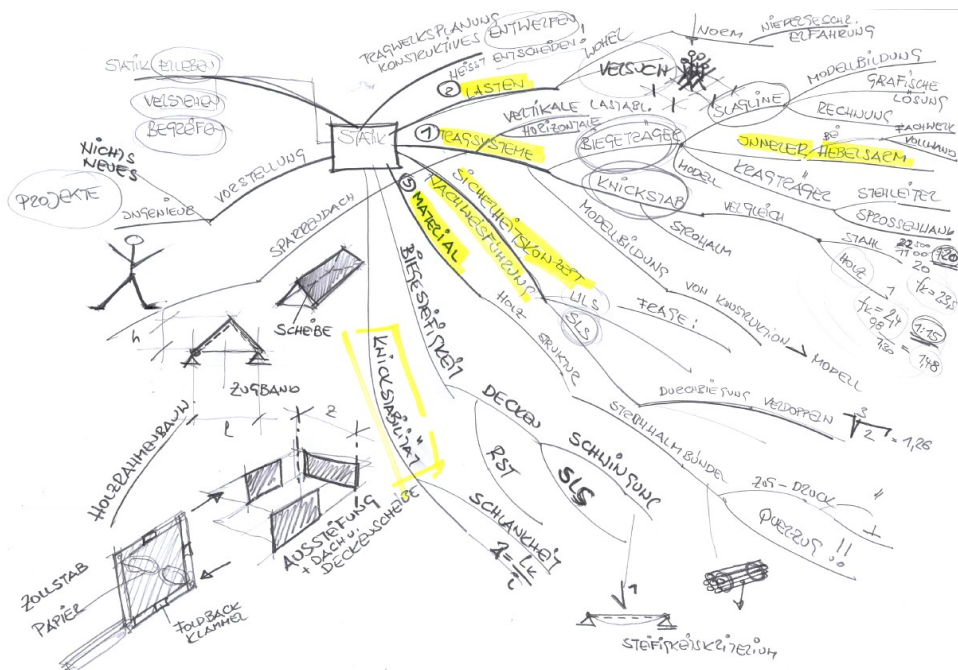
ausgesuchte Holzbauprojekte  
Biwak Osttirol 360 | Ufogel

KP  
| ZT





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



Literatur

...an der wir mitarbeiten dürfen..



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



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

Entwurfsgedanken

für eine effizient und wirtschaftliche Holzbauweise

**Holzbaugedanke bereits im Entwurfsprozess**

- **Klares (möglichst einfaches) Tragmodell** (Vertikale Lastableitung)  
Tragende Wände möglichst übereinander gestellt...etc.

*...kein Spazierenführen der Lasten..*

- **Robuste durchgängige Gebäudeaussteifung** (Horizontale Lastableitung)  
Aussteifungskonzept als wesentlicher Teil des Tragwerksentwurfs

*Ziel: Minimierung der Anschlusslasten aus Aussteifung..*

- **Höchstmögliche Vorfertigung und Montagebauweise**



– 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...*

Alles sollte so einfach wie möglich gemacht sein,  
aber nicht einfacher.

**Albert Einstein**  
schweizerisch-amerikanischer Wissenschaftler  
Physiker  
1879 - 1955

heute 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, Wien  
Shared living Stromstasse, Berlin  
Landhausstrasse, Berlin

- **Einwirkungen**  
Vertikal- und Horizontallasten

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

Eigenlasten (ständig / quasiständig)

Nutzlasten

Schneelasten

Windlasten

Systemimmanente Kräfte

Wind

Erdbeben

Horizontallast aus Nutzlast (Bremslast)

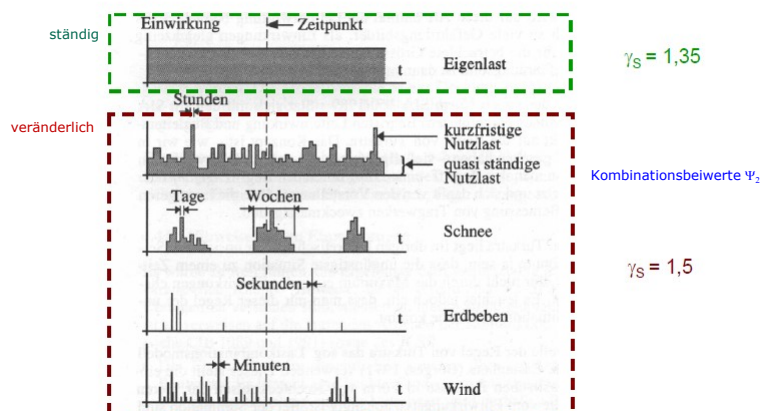
Imperfektionen (außerplanmäßige Schiefstellung)

Anprall

Systemimmanente Kräfte (Schräge Stützen, etc.)

Einwirkungen auf Tragwerke (Lasten)  
Wesentliche Lasteinwirkungen mit der Lasteinwirkungsdauer ON EN | B 1990

Berücksichtigung der Streuung der Lasten



KLED Klasse der Lasteinwirkungsdauer  
Beispiel für Funktion des Grunddokumentes und den Nationalen Festlegungen

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 <sup>a</sup>	Windlasten
sehr kurz	Außergewöhnliche Lasten (Anprall, Explosion) <sup>b</sup> Erdbebenlasten <sup>c</sup>

<sup>a</sup> Für Wind darf für  $k_{mod}$  das Mittel aus den Einwirkungsdauern kurz und sehr kurz verwendet werden.

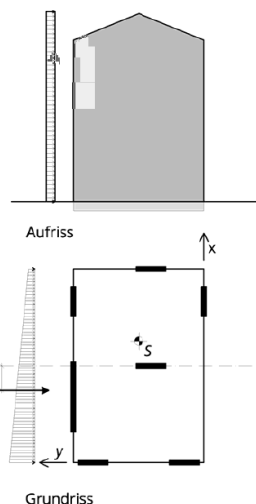
<sup>b</sup> Außergewöhnliche Lasten gemäß ÖNORM EN 1991-1-7.

<sup>c</sup> Erdbebenlasten gemäß ÖNORM EN 1998 (alle Teile).

Nationale Festlegungen ÖNORM B1995-1-1

Wind  
Statische Horizontale Ersatzlast

Windlast mit Exzentrizität [1]



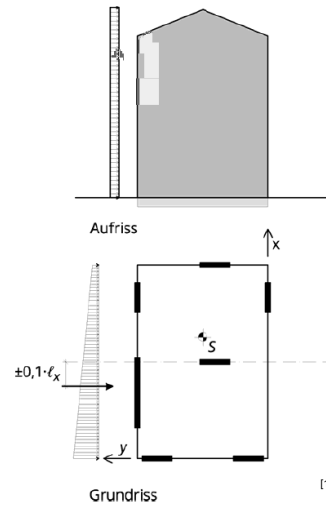
KLED: kurz | sehr kurz  $k_{mod}(C24, GL, NKL \text{ I}) = 1,0$

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

Wind  
Statische Horizontale Ersatzlast

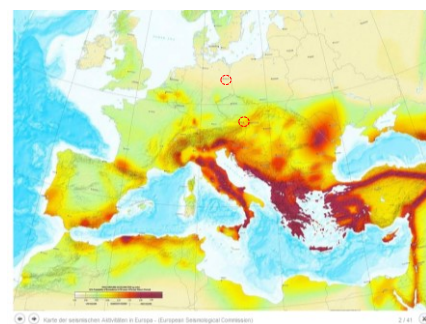
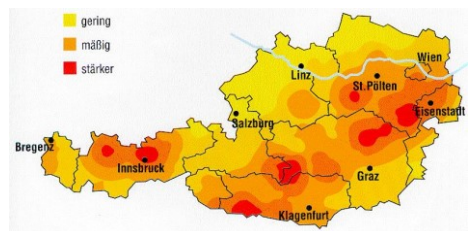
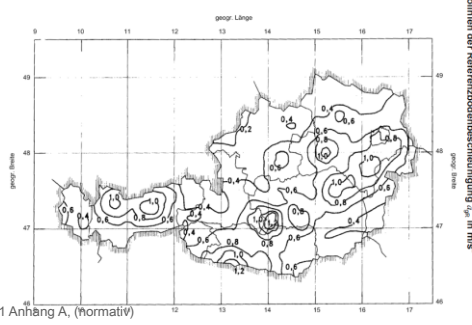
Windlast mit Exzentrizität [1]

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 Bauwerkstandortes > 1 000 m über NN
kurz	Nutzlasten der Kategorien C und H Zufahrtsrampen zu Flächen der Kategorie F Schnee- und Eislasten bei Geländehöhe des Bauwerkstandortes ≤ 1 000 m über NN Horizontale Nutzlasten infolge Personeneinwirkung z. B. auf Brüstungen und Geländer Horizontallasten aus Kran- und Maschinenbetrieb
kurz / sehr kurz*	Windlasten
sehr kurz	Außergewöhnliche Lasten (Anprall, Explosion) <sup>b</sup> Erdbebenlasten <sup>c</sup>

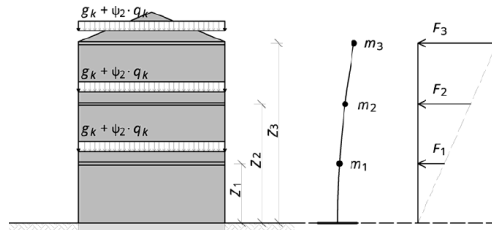


[1] Walther-Novak M., Koppalhuber J., Rack K. Brettspertholz Bemessung, Pro Holz 2013

Erdbeben  
Seismische Aktivitäten in Europa und in Österreich



KLED: sehr kurz  $k_{\text{mod}}(C24, GL, NKL I) = 1,1$



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

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

weiterführende Informationen

Modul I

Obendrauf

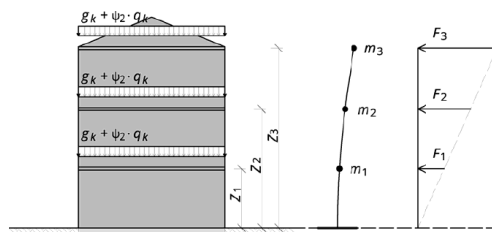
Do, 17. September 2020, 17:00 – ca. 19:15 Uhr

Vorträge

Leicht/Schwer: Erdbebensicherheit, Bauweisen und Konstruktion (Holz-Massiv, Holz-Stahl, Holzständer, Modul)  
 Peter Bauer, werkraum wien

Downloads

Vortrag Peter Bauer  
 (12 MB, pdf)

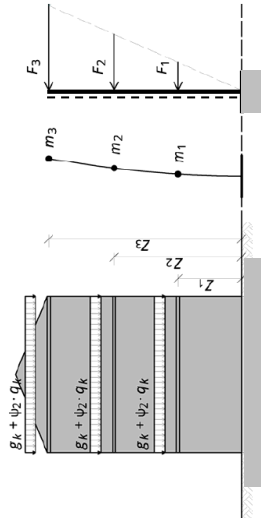


Ersatzstab mit der Verteilung der Ersatzkraft über die Gebäudehöhe [1]

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

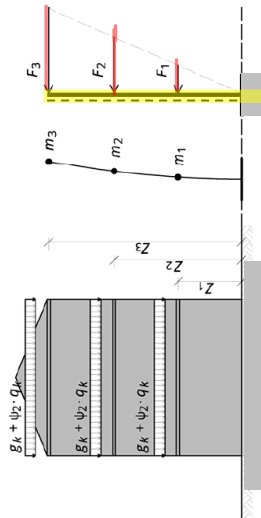
Gedankenexperiment Erdbeben

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



Gedankenexperiment Erdbeben

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

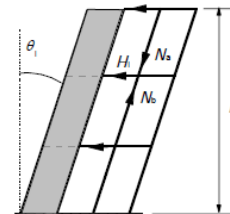




**Imperfektionen (außerplanmäßige Schiefstellung)**  
bewirkt ständige und veränderliche Horizontalkräfte im Tragwerk

Größenordnung  
Schiefstellung  $\theta$  (Theta) / Ersatzkraft H

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



b) Ausgesteiftes System

KLED: ständig bis kurz

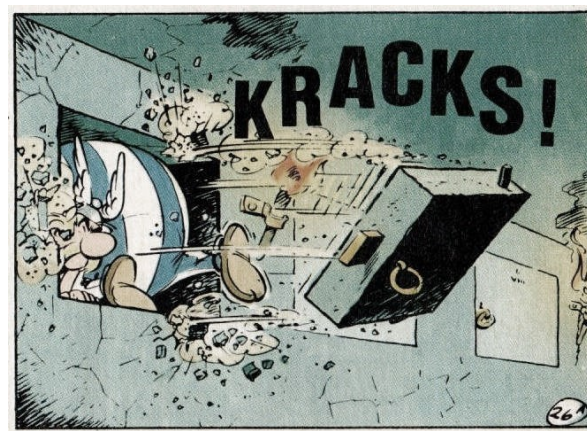
**Bild 5.1 — Beispiele für die Auswirkung geometrischer Imperfektionen**

(8) Bei Tragwerken darf die Auswirkung der Neigung  $\theta$  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- konstruktiv dennoch mitzudenken...



[1] Goscinny R., Uderzo A.  
Asterix bei den Schweizern

...in den meisten Gebäuden nicht relevant- konstruktiv dennoch mitzudenken...

Anprall

KP  
|  
ZT



KP  
|  
ZT

Sicherheitskonzept

## Sicherheitskonzept

**Das Sicherheitsniveau ist immer eine gesellschaftspolitische Frage**

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



Die grundlegende Frage : „Ist das sicher genug ?“



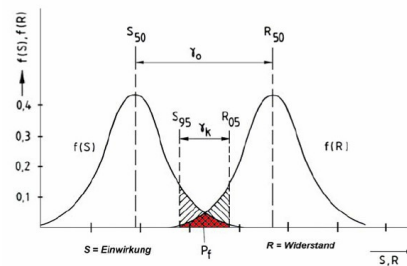
### Sicherheitskonzept Semi-probabilistisches Sicherheitskonzept

$$E_d \leq R_d$$

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

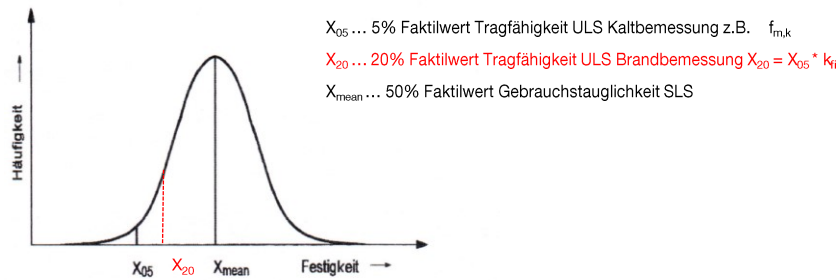
E Einwirkung  
R Resistance = Widerstand

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

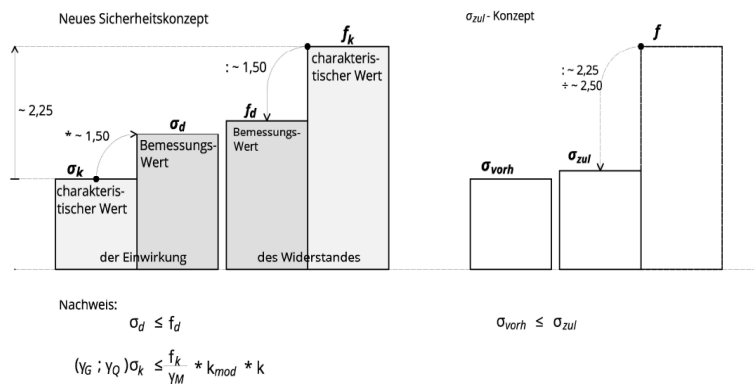


Abbildung 3-1 Charakteristische Werte und Bemessungswerte mit gerundeten Teilsicherheitsbeiwerten

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:  $1\text{KN}$

NACHWEIS IM GRENZUSTAND DER TRAGFÄHIGKEIT

$\delta = 1,0$

$\gamma_f E_k \leq k_{red} \frac{R_k}{\gamma_m}$

EC0 EC1 EC5

$1,43 \cdot 1,30 = 1,88$

$\frac{1,88}{0,8} = 2,32$

5% FRAKTILWERT

5" DÜRFEN MAXIMAL BEZEICHEN

OB

$\gamma_{GLOBAL}$

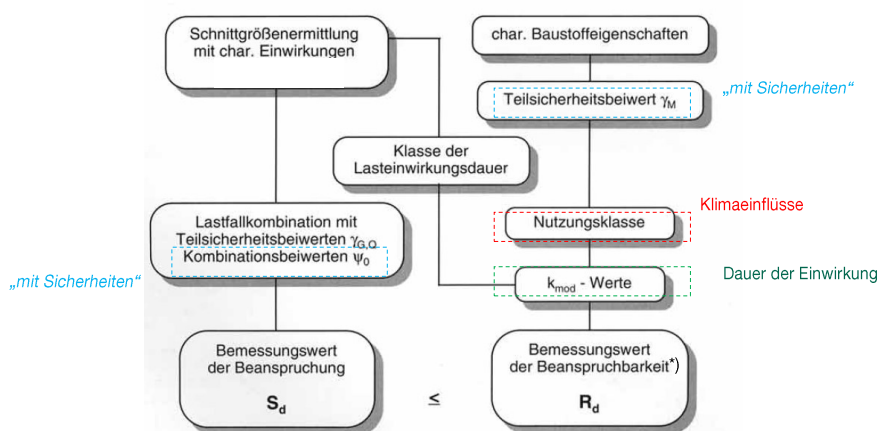
HOLZ:	2,32
STAHL:	1,43
STB	$1,43 \cdot 1,15 = 1,64$

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.

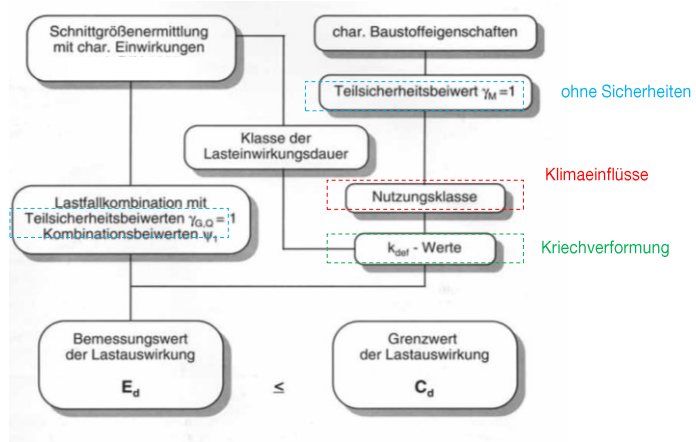
Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit  
ULS ultimate limit states - ON EN | B 1995-1-1



\*) des Widerstandes

Grenzwerte normativ (gesetzlich) festgelegt

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

	$w_{inst}$	$w_{stat,Ed}$	$w_{fin}$
Beidseitig aufgelagerte Biegestäbe	$l/300$ bis $l/500$	$l/250$ bis $l/350$	$l/150$ bis $l/300$
Auskragende 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)

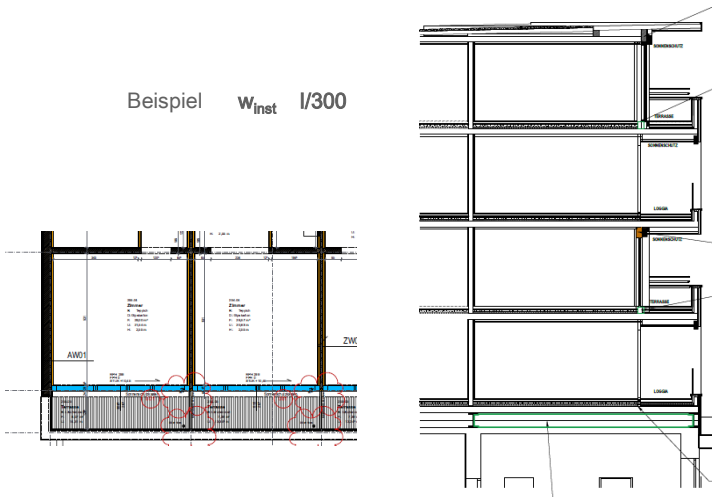
Tabelle NA.7.2 – Grenzwerte der Durchbiegungen von Bauteilen

Bauteil	Empfohlener Grenzwert der Durchbiegung	
	$w_{inst}$	$w_{stat,Ed}$
Durchbiegung infolge Einwirkungskombination	nicht umkehrbar (Schadensvermeidung)	umkehrbar (Erscheinungsbild)
Auswirkungen am Tragwerk		
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  
 $w_{stat,Ed}$  gesamte Enddurchbiegung (Enddurchbiegung abzüglich Überhöhung) des betrachteten Bauteils nach (NA.7.2), in mm  
 $l$  Bezugslänge des betrachteten Bauteils, in mm

Beispiel  
Deckenspannweite 6m  
 $l/300 = 600/300 = 2\text{cm}$

Beispiel  $w_{inst} = l/300$

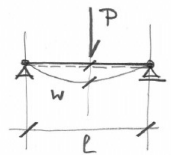


empfohlene Werte oft nicht ausreichend



.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
<b>Typische Anwendungsfälle</b>	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
<b>Ausführung</b>	Nassestrich schwimmend auf leichter oder schwerer Schüttung  Trockenestrich auf schwerer Schüttung (also mit über 60 kg/m <sup>2</sup> )	Nassestrich schwimmend (auch ohne Schüttung)	
<b>Frequenzkriterium</b>	$f_1 \geq 8 \text{ Hz}$	$f_1 \geq 6 \text{ Hz}$	
<b>Steifigkeitskriterium<sup>1</sup></b>	$w_{MN} \leq 0,25 \text{ mm}$	$w_{MN} \leq 0,50 \text{ mm}$ für geringe Anforderungen: $w_{MN} \leq 1,00 \text{ mm}$	
<b>Grenzbeschleunigung<sup>2</sup></b>			
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

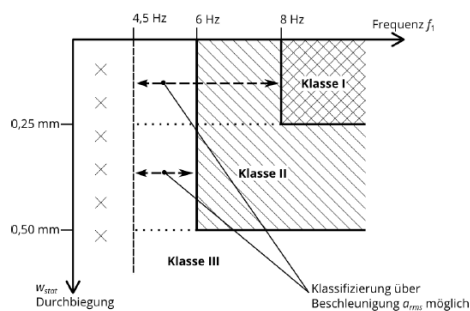
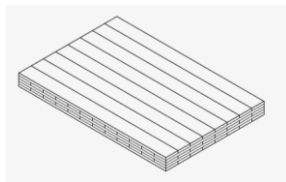


Abbildung 6-7: Klassifizierung hinsichtlich des Schwingungsverhaltens

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. Brettspertholz Bemessung, Pro Holz 2013

## Vorabschätzung Richtwerte



Brettsper Holzdecken

## Vorabschätzung Richtwerte

Bauteile als Einfeldträger

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

		Spannweite [m]						
Decke	Schwingung	3,6	4	4,5	5,0	5,4	5,8	6,3
	DK I	140_5s	160_5s	180_5s	200_5s	220_7ss	240_7ss	260_7ss
		R60	R90	R90	R90	R90	R90	R90

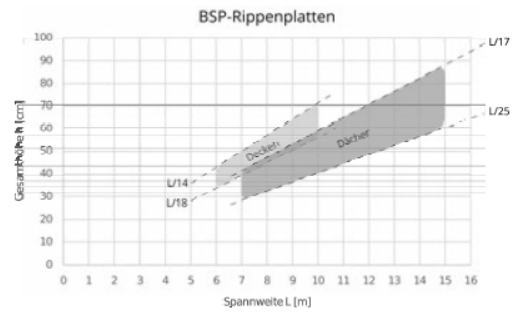
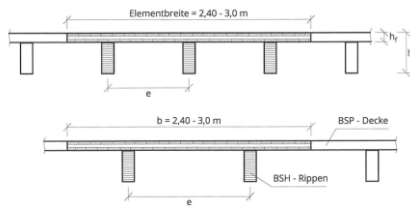
		Spannweite [m]						
Dach	SLS	4,3	4,9	5,3	5,7	6,6	7,3	7,8
	DK III	140_5s	160_5s	180_5s	200_5s	220_7ss	240_7ss	260_7ss
		R60	R90	R90	R90	R90	R90	R90

Unterzüge Holz

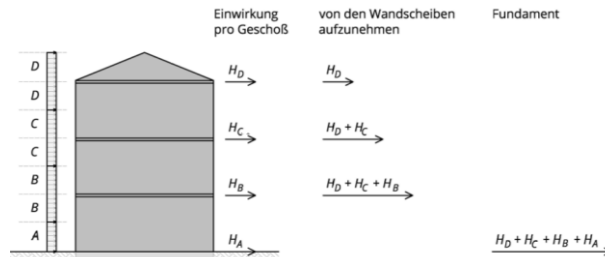
$$h = \frac{l}{10}$$

Unterzüge Stahl (HEB)

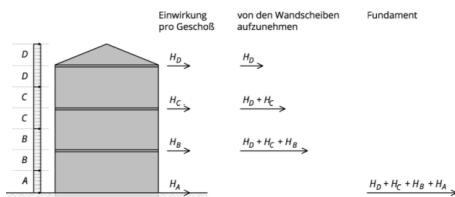
$$h = \frac{l}{20}$$



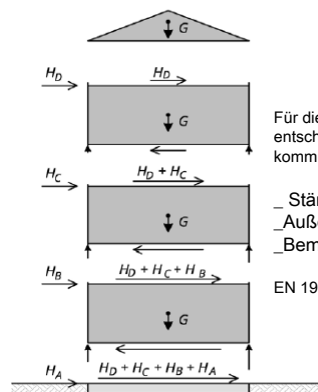
[7] Wallner-Novak M., Augustin J., Koppelhuber J., Pock K.  
Brettsperrholz Bemessung Band II, Pro Holz 2018



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



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



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

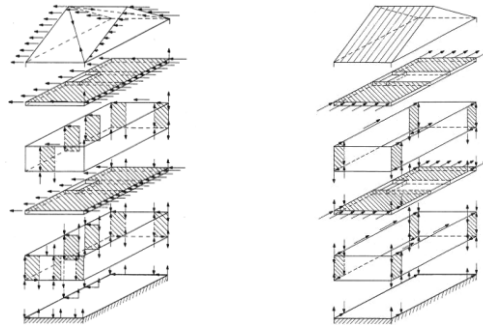
- \_ Ständige Bemessungssituation (übliche Nutzung)
- \_ Außergewöhnliche Bemessungssituation
- \_ Bemessungssituationen mit Erdbeben

EN 1990 3.2 [6]

Kräfteverlauf je Geschöß mit Vertikallasten [1]

Horizontale Lastableitung (Aussteifung) über Wandscheiben

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

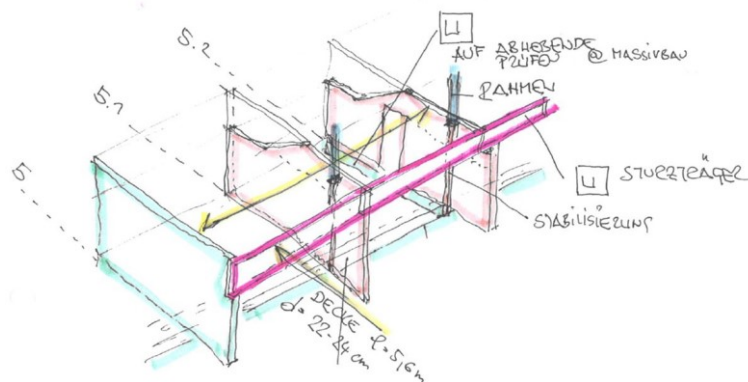


Aussteifungskonzept für Wind auf Giebel- bzw. Traufseite. [3]

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

Beispiel für ein Tragwerksmodell (Konzeptphase)

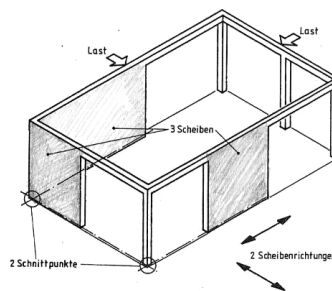
Rudolf Steiner Schule Wien D | U + Andi Breuss



**Mindestaussteifung**  
Merkregeln - Beispiele

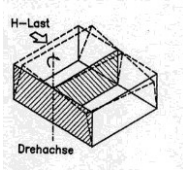
**Mindestaussteifung**  
Regel zur Erhaltung der Translations- und Rotationsstabilität

- 3 Scheiben
- 2 Richtungen
- 2 Schnittpunkte

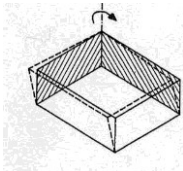


...notwendige Decken und Bodenscheibe  
nicht dargestellt...

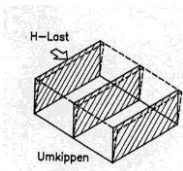




3 Scheiben  
2 Richtungen  
2 Schnittpunkte

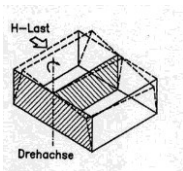


3 Scheiben  
2 Richtungen  
2 Schnittpunkte

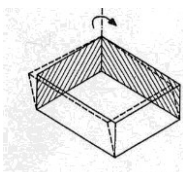


3 Scheiben  
2 Richtungen  
2 Schnittpunkte

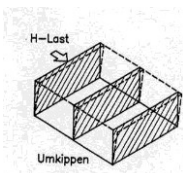
...was ist hier falsch...?



3 Scheiben  
2 Richtungen  
~~2 Schnittpunkte~~



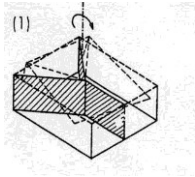
~~3 Scheiben~~  
2 Richtungen  
~~2 Schnittpunkte~~



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



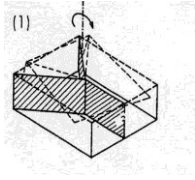
Ai Wei-Wei: Template; Documenta, Kassel 2007



*...funktioniert die Horizontale  
Lastableitung (Aussteifung)...*



Ai Wei-Wei: Template; Documenta, Kassel 2007

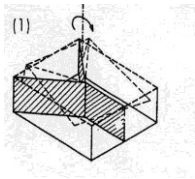


3 Scheiben  
2 Richtungen  
~~2 Schnittpunkte~~



Ai Wei-Wei: Template; Documenta, Kassel 2007

...Rotationsstabilität NICHT gegeben...!



3 Scheiben  
2 Richtungen  
~~2 Schnittpunkte~~



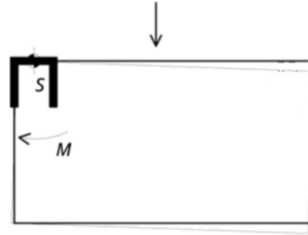
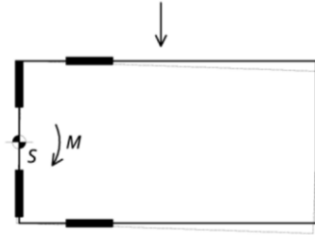
Ai Wei-Wei: Template; Documenta, Kassel 2007



geometrische Aufteilung der Wandscheiben

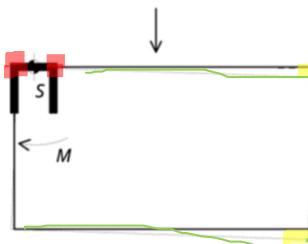
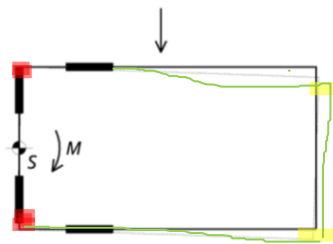
Wandscheiben - Grundrisse  
ungünstige Anordnungen geringer innerer Hebelsarm

KP  
|  
ZT



Wandscheiben - Grundrisse  
ungünstige Anordnungen geringer innerer Hebelsarm

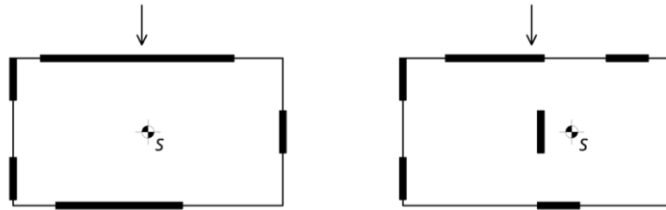
KP  
|  
ZT



- Schnittpunkt (Schnittachse)
- große Verformungen

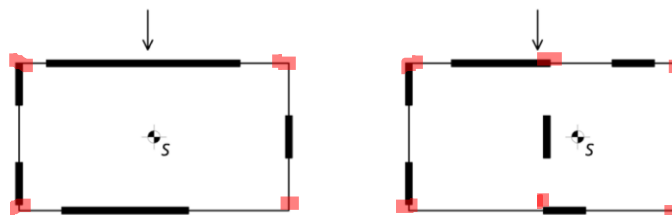
Wandscheiben - Grundrisse  
geeignete Anordnungen

KP  
|  
ZT



Wandscheiben - Grundrisse  
geeignete Anordnungen

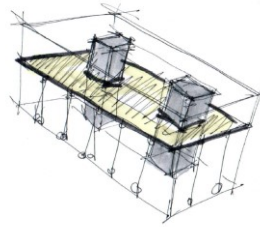
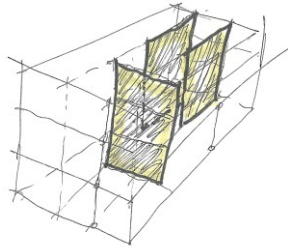
KP  
|  
ZT



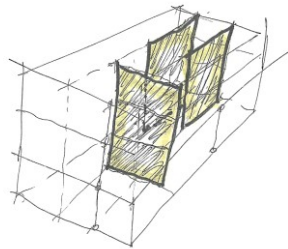
■ Schnittpunkt (Schnittachse)



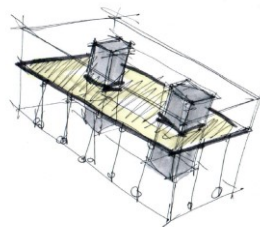
Lastableitungs- und Aussteifungskonzept



zwei Aussteifungskonzepte



**aussteifende 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*



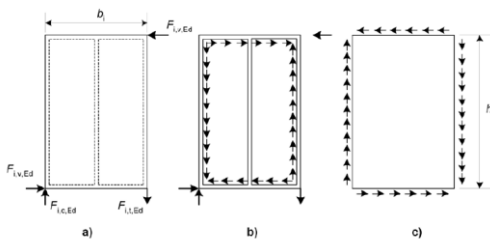
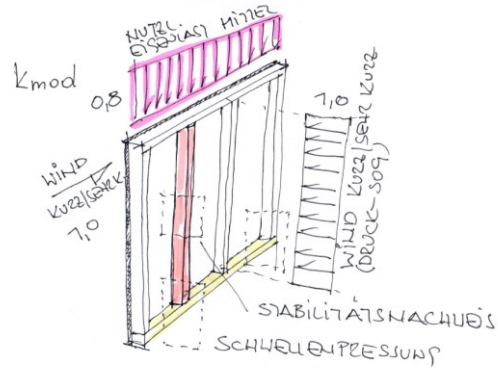


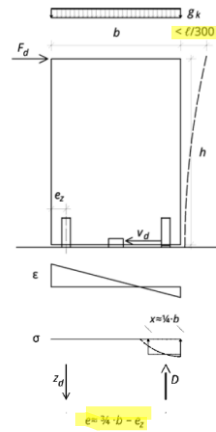
Bild 9.5 — Einwirkende Kräfte auf: a) Wandscheibe; b) Stabwerk; c) Bepankung



Versuchsanordnung HFA Holzforschung Austria, Wien

Wandscheibe Holzmassivbauwand  
Aussteifende Brettsperrholzwand nach [1]

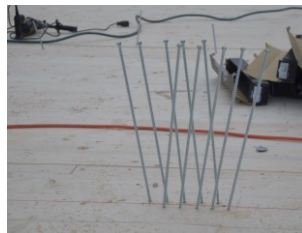
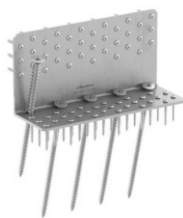
KP  
ZT



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

Zug und Schubverankerung  
beispielhafte Möglichkeiten

KP  
ZT

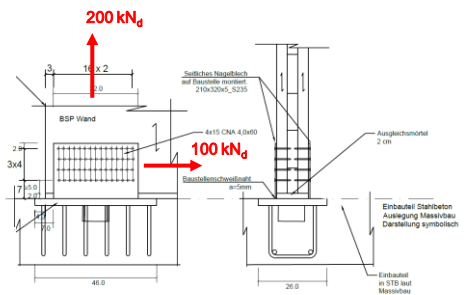
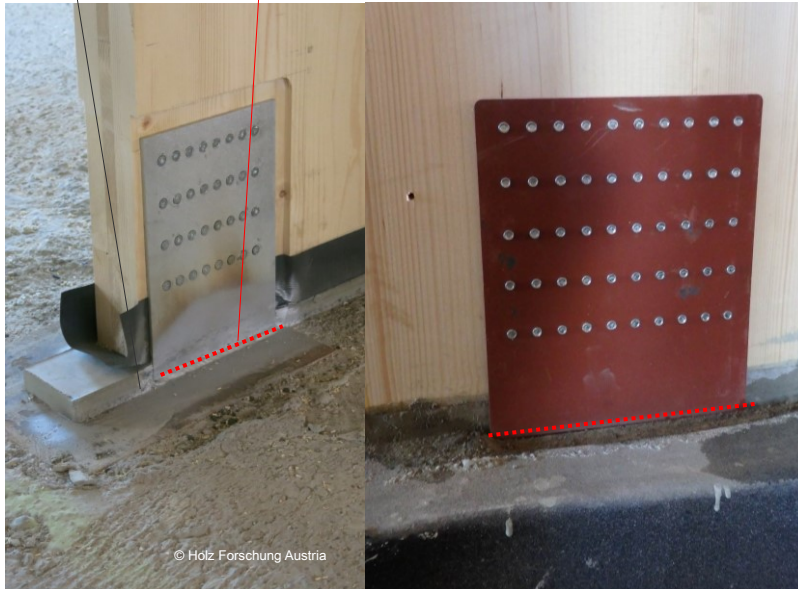


>

Ausgleichsmörtel  
Baustellenschweißnaht

Zugverankerung  
hochbelasteter Anschluss auf Stahlbeton Nagelplatte + Schweißgrund

KP  
ZT



Verteilung der Einwirkungen auf die Wandscheiben  
Scheibensteifigkeit

KP  
ZT

...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  $B = I^1$

Brettsper Holz

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

Vorschlag in Brettsper Holz Bemessung [1] unter 10.5.2

Vergleich  
Betonbau

Scheibensteifigkeit  $B = I^3$

**Scheibensteifigkeit:**

Bei Annahme  $B \sim l^{1.5}$ :

$$B_{x,j} = l^{1.5} = |x_f - x_j|^{1.5} \quad (10.11)$$

$$B_{y,j} = l^{1.5} = |y_f - y_j|^{1.5} \quad (10.12)$$

Scheibenmitte:

$$x_i = \frac{x_a + x_f}{2} \quad (10.13)$$

$$y_i = \frac{y_a + y_f}{2} \quad (10.14)$$

2. Schwerpunktslage ermitteln

$$x_s = \frac{\sum B_{x,j} \cdot x_j}{\sum B_{x,j}} \quad (10.15)$$

$$y_s = \frac{\sum B_{y,j} \cdot y_j}{\sum B_{y,j}} \quad (10.16)$$

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

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

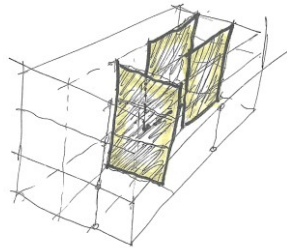
$$F_{x,j} = H_x \cdot \frac{B_{x,j}}{\sum B_{x,j}} + M \cdot \frac{s_{y,j} \cdot B_{x,j}}{I_p} \quad (10.19)$$

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

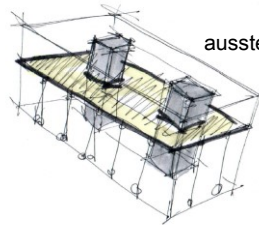
Beispiele

zwei Aussteifungskonzepte

KP  
IZT

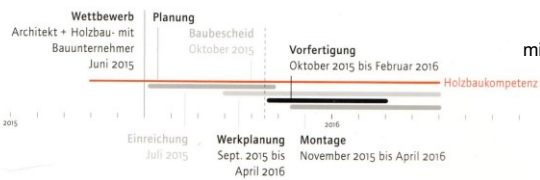


aussteifende Wandscheiben,  
verteilende Deckenscheiben,  
Außenwände in HRB nicht aussteifend aktiviert  
*als Pendelstützen berücksichtigt*



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  
IZT



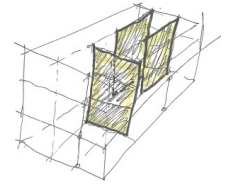
20  
21  
Planungsprozesse  
Zuschnitt 70/2018



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

mineroom Leoben Studierendenheim  
Montage Deckenelemente

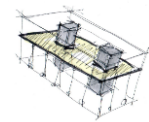
KP  
IZT



Wohnprojekt GLE Gleis 21, Wien  
Horizontales Tragsystem - aussteifende Stahlbetonkerne

KP  
IZT

A | einszueins architekten  
T | GG Ingenieure + KPZT



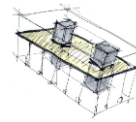
Aussteifende STB Kerne,  
Holz Beton Verbunddecken (HBV) Sicht  
Außenwände Holzrahmenbau mit eingebauter  
Skelettstruktur

Brandschutz REI 90 von innen  
REI30 von außen

© proHolz Austria Hertha Hurnaus

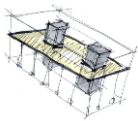


**Aussteifungskonzepte**  
 Gleis 21, Wien Bahnhofsviertel  
 A | einszueins architekten  
 T | GG Ingenieure + KPZT



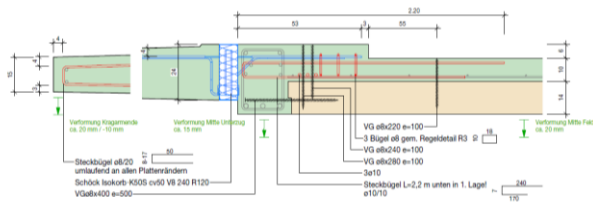
Aussteifende STB Kerne,  
 Holz Beton Verbunddecken (HBV) Holz Sicht  
 Holzrahmenbauwände als Skelettstruktur

Foto: Jansen | WHSB | weissenseer.com



**Wohnprojekt GLE Gleis 21, Wien**  
 Horizontales Tragsystem - aussteifende Stahlbetonkerne









KP  
ZT

© purple&grey



Wohnprojekt GLE Gleis 21, Wien



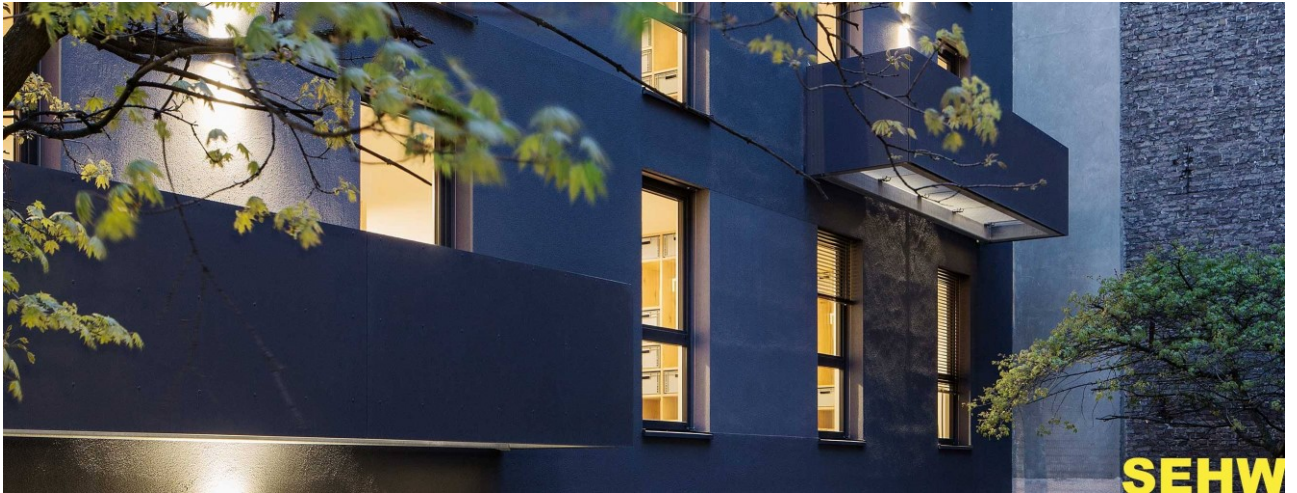
<https://www.proholz.at/zuschnitt/80/das-kollektiv-als-prototyp>

A | einszieins architekten  
T | GG Ingenieure + KPZT

© proHolz Austria Hertha Hurnaus

shared living | Quarters Berlin Stromstrasse  
A | SEHW Architektur T | Holzbau KPZT

IKP  
IZT

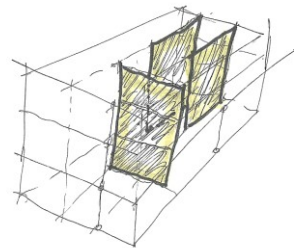


SEHW

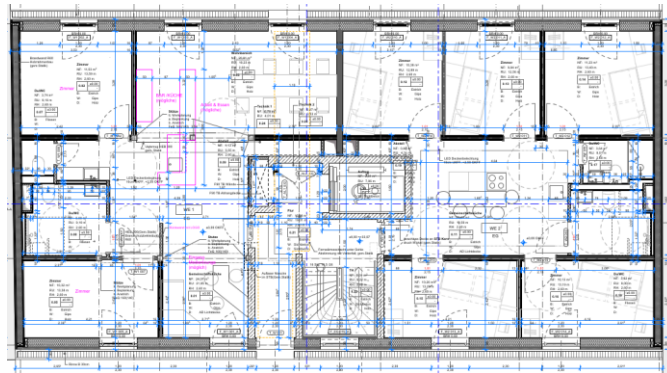
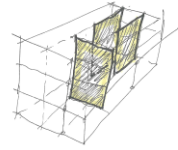


shared living | Quarters Berlin Stromstrasse  
A | SEHW Architektur T | Holzbau KPZT

IKP  
IZT

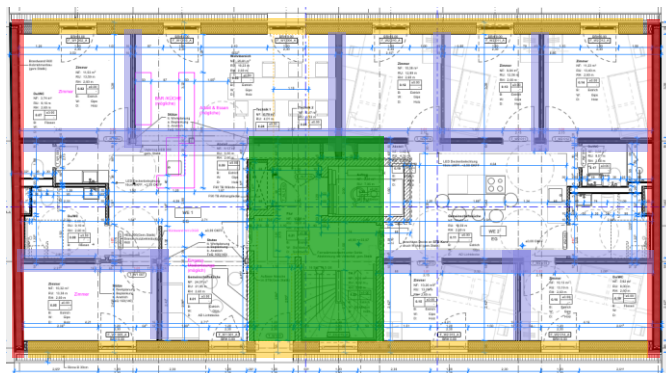


*Lückenbebauung im Hinterhof*



Aussenwand Holzrahmenbau REI 60

Brandwände in Holzbauweise

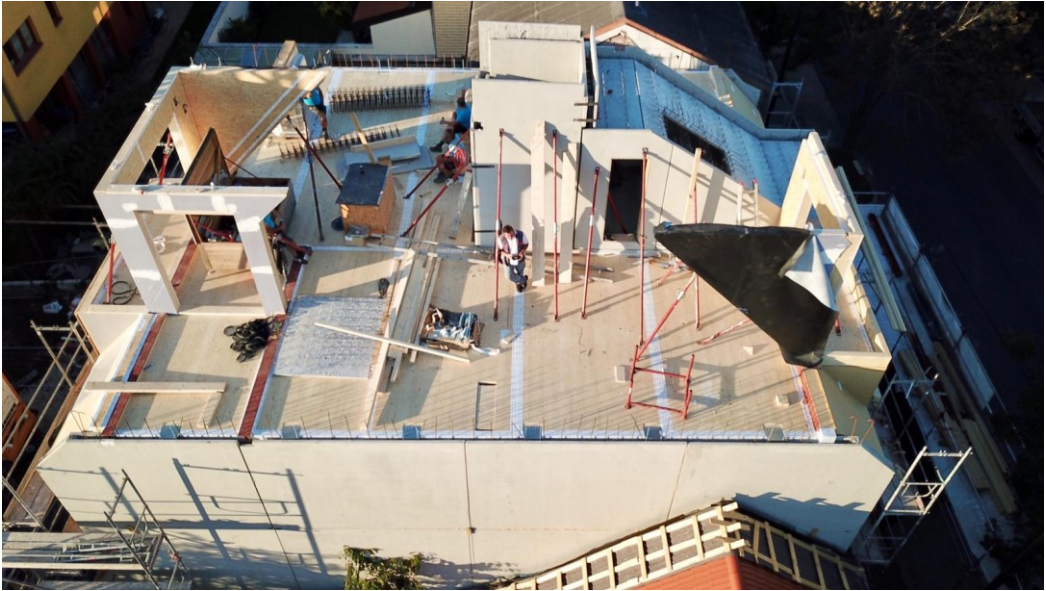


Versorgungskern STB

Innenwände BSP +GKF R(EI) 60



Brandwand In STB | Jedlersdorfer Strasse, Wien  
STB Hohlwand + Brettsper Holzdecke sicht



Brandwand In STB | Jedlersdorfer Strasse, Wien  
STB Hohlwand + Brettsper Holzdecke sicht



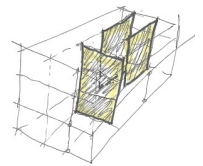
Landhausstrasse Berlin

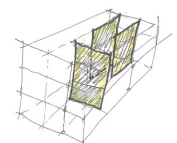
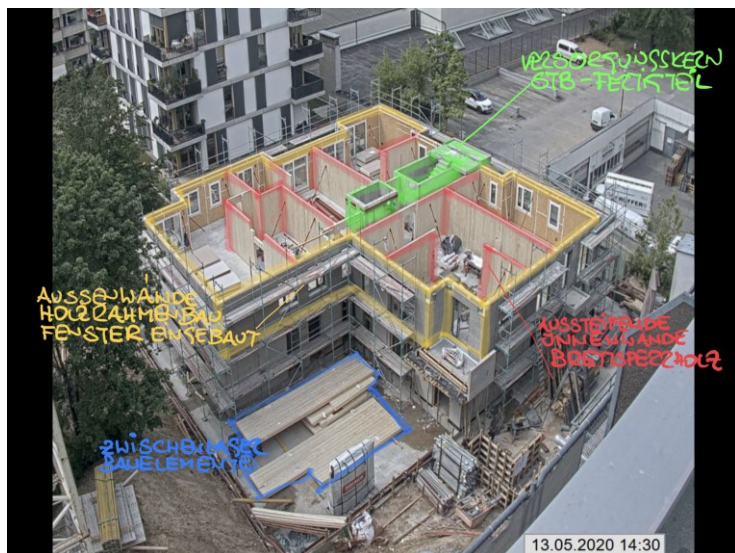
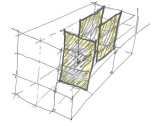
A | Keintzel Architekten T | Holzbau KPZT für bauart-Konstruktion Berlin H | Weissenseer



Landhausstrasse Berlin

A | Keintzel Architekten T | Holzbau KPZT für bauart-Konstruktion Berlin H | Weissenseer





2020-06-02 13:30:19

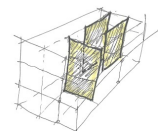


IKP  
IZT

### Landhausstrasse Berlin

A | Keintzel Architekten T | Holzbau KPZT für bauart-Konstruktion Berlin H | Weissenseer

IKP  
IZT





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



STA Wohnbau Stammersdorferstrasse 190 | Wien  
A | PUMAR Pesendorfer u. Machalek B | VI\_Engineers T<sub>ii</sub> | KPZT H | Weissenseer

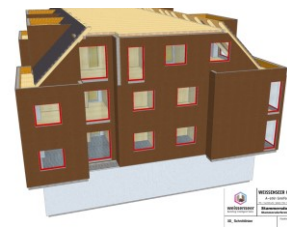
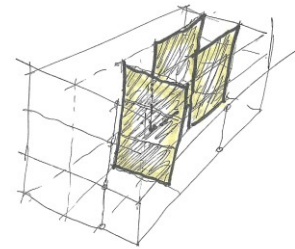


...in Massiv geplant in Holz umgesetzt...



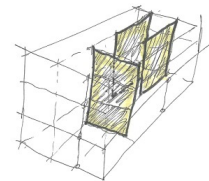
© WHSB Weissenseer

STA Wohnbau Stammersdorferstrasse 190 | Wien  
A | PUMAR Pesendorfer u. Machalek B | VL\_Engineers T<sub>H</sub> | 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

MONTAGEBAUWEISE  
tragende Stiegenhauswände in BSP

innerer Liftschacht, Stiegenläufe und Podeste  
in STB Fertigteil

...hoher Holzbauanteil im Stiegenhaus...



### Landhausstrasse Berlin

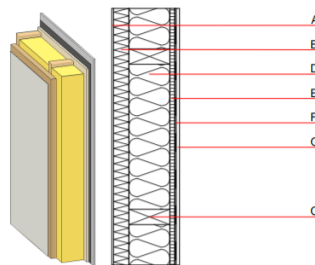
A | Keintzel Architekten T | Holzbau KPZT für bauart-Konstruktion Berlin H | Weissenseer

#### Aussenwand - awropo03a-06

Aussenwand, Holzrahmen/Holztafel, nicht hinterlüftet, ohne Installationsebene, geputzt, andere Oberfläche

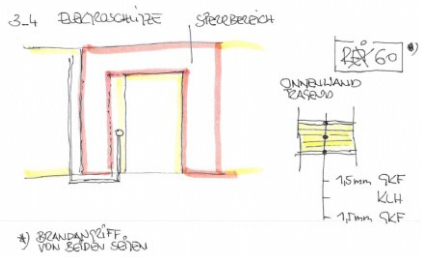
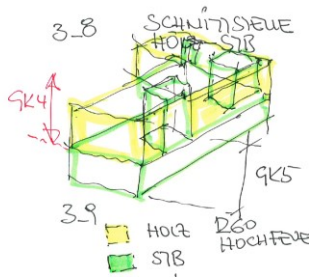
##### Bauphysikalische Bewertung

<b>Brandschutz</b>	REI von innen	60
	REI von außen	60
Bei Verwendung von 280 mm WF-PT (≥160 kg/m <sup>3</sup> ) oder von 260 mm WF-PT (≥265 kg/m <sup>3</sup> ) REI 90 von außen; max. Wandhöhe = 3 m; max. Last E <sub>th</sub> = 32,0 kN/m Klassifizierung durch HFA		
<b>Wärmeschutz</b>	U	0,20 W/(m <sup>2</sup> K)
	Diffusionsverhalten	geeignet
Berechnung durch HFA		
<b>Schallschutz</b>	R <sub>w</sub> (C,C <sub>w</sub> )	49(3;9) dB
	L <sub>w</sub> (C)	
Beurteilung durch MA39		
<b>Flächenbezogene Masse</b>	m	68,20 kg/m <sup>2</sup>
Berechnet mit GKF		

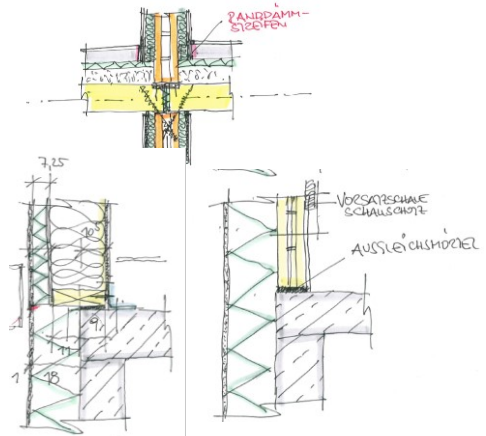


Bemerkung: e=625

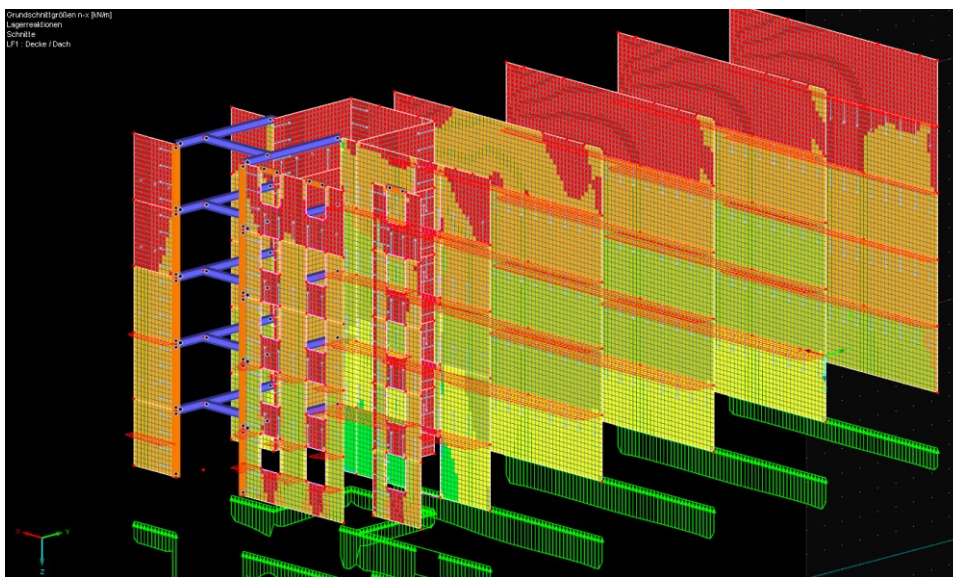
Integrative Planung von Beginn an  
Besprechungsmitschriften KPZT



→ 2-7 WAND-DECKENKNOTEN



BSP Innenwände – Zwischenzüge  
FEM Berechnung KPZT



[1] *Wallner-Novak M., Koppelhuber J., Pock K.* Brettspertholz 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.* Brettspertholz Bemessung Band II, Pro Holz 2018



[kurtpock.at](http://kurtpock.at)