

**Fachverband der Stein- und keramischen Industrie
der Wirtschaftskammer Österreich**

ARBEITSKREIS „Naturbaustoffe – Holz- Mantelbeton“

**Statische Vorbemessung von Mantelbetonhäusern
für die österreichischen Erdbebenzonen (Zone 0-4)
und angrenzenden Regionen Österreichs
(Zone 5 - Friaul, Slowenien)**

**Dezember 2003
KURZFASSUNG**

Durchgeführt von

DIPL.-ING. PETER SCHALLASCHEK

STAATLICH BEFUGTER UND BEEIDETER

ZIVILINGENIEUR FÜR BAUWESEN

A-9020 KLAGENFURT, VIKTRINGER RING 9, TEL. (0463) 35 224 - 0, FAX (0463) 35 224 - 17, Mobil : 0664 - 35 63 007

E-MAIL : ziviling.schallaschek@chello.at

Inhaltsverzeichnis:

1 – Globales seismisches Verhalten

Welt- und Europa- Erdbebenkarten

- 1.1 – Weltkarten
- 1.2 – Europakarten, Dachkarte, Deutschlandkarte, Italienkarte
- 1.3 – Österreichische Erdbebenkarten nach B4015-1, Windkarte
- 1.4 – Erdbebenskalen
- 1.5 – Erdbebenereignisse in Österreich

2 - Statische Vorbemessung von Mantelbetonhäusern

- 2.1 – Allgemeines und Berechnungsgrundlagen
- 2.2 – Die statische (quasi statische - dynamische) Berechnung
- 2.3 – Der Statische Nachweis
- 2.4 – Zusammenfassung der Untersuchung
- 2.5 – Seismische Schnittgrößen
- 2.6 – Wanddimensionen für Innen und Außenwände
- 2.7 – Vorbemessungstabellen

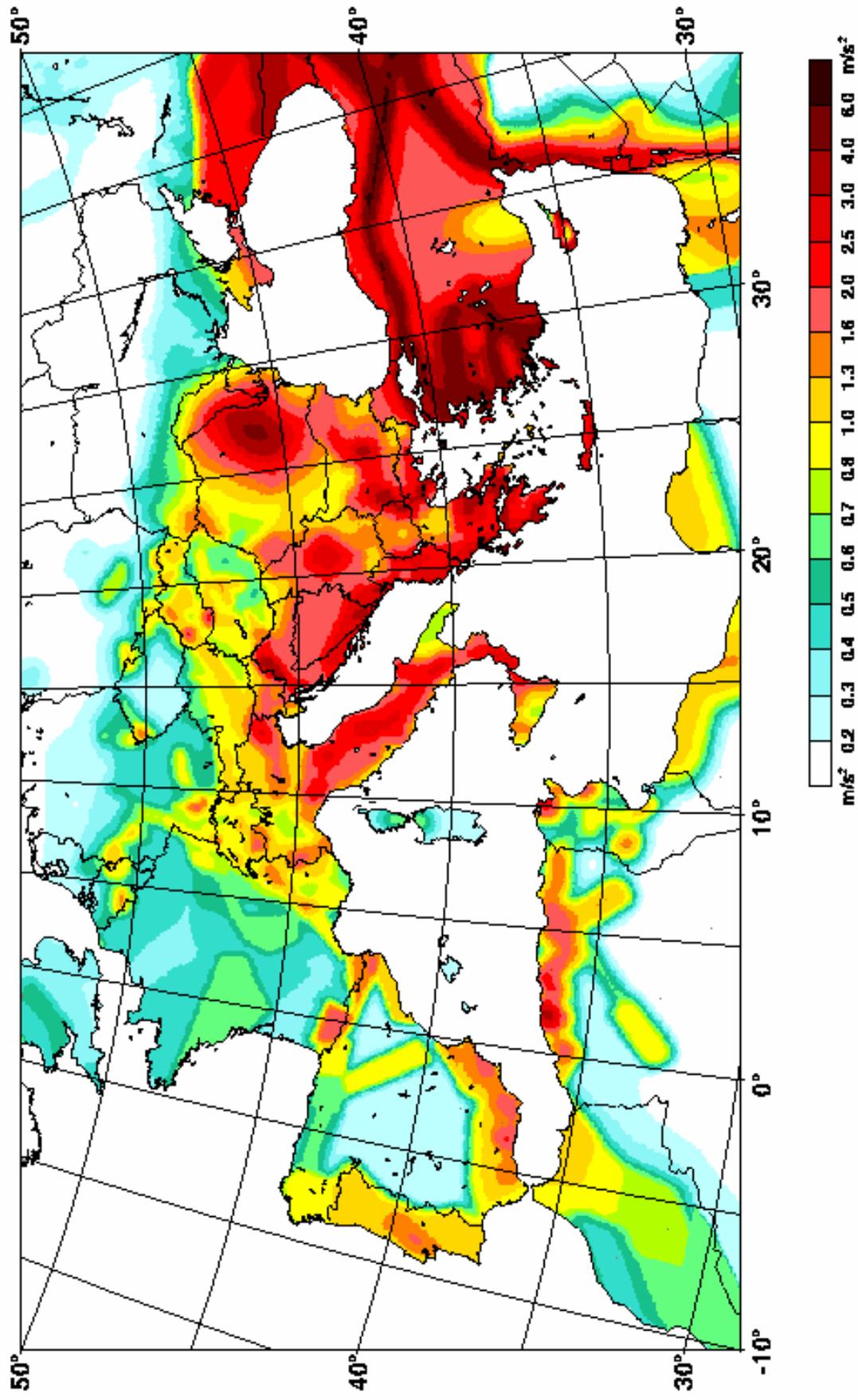
3 - Erdbebensicheres Bauen

- 3.1 – Allgemeines
- 3.2 – Schubversuche TU-Graz/1992
- 3.3 – Konstruktive Maßnahmen

4 - CAD Skizzen

- 4.1 – Haustyp (Außenwand und Innenwand für Mantelbetonbauten)
- 4.2 – Bewehrungsvorschlag
- 4.3 – Schwingungsformen

1.) Globales seismisches Verhalten Welt- und Europa – Erdbebenkarten

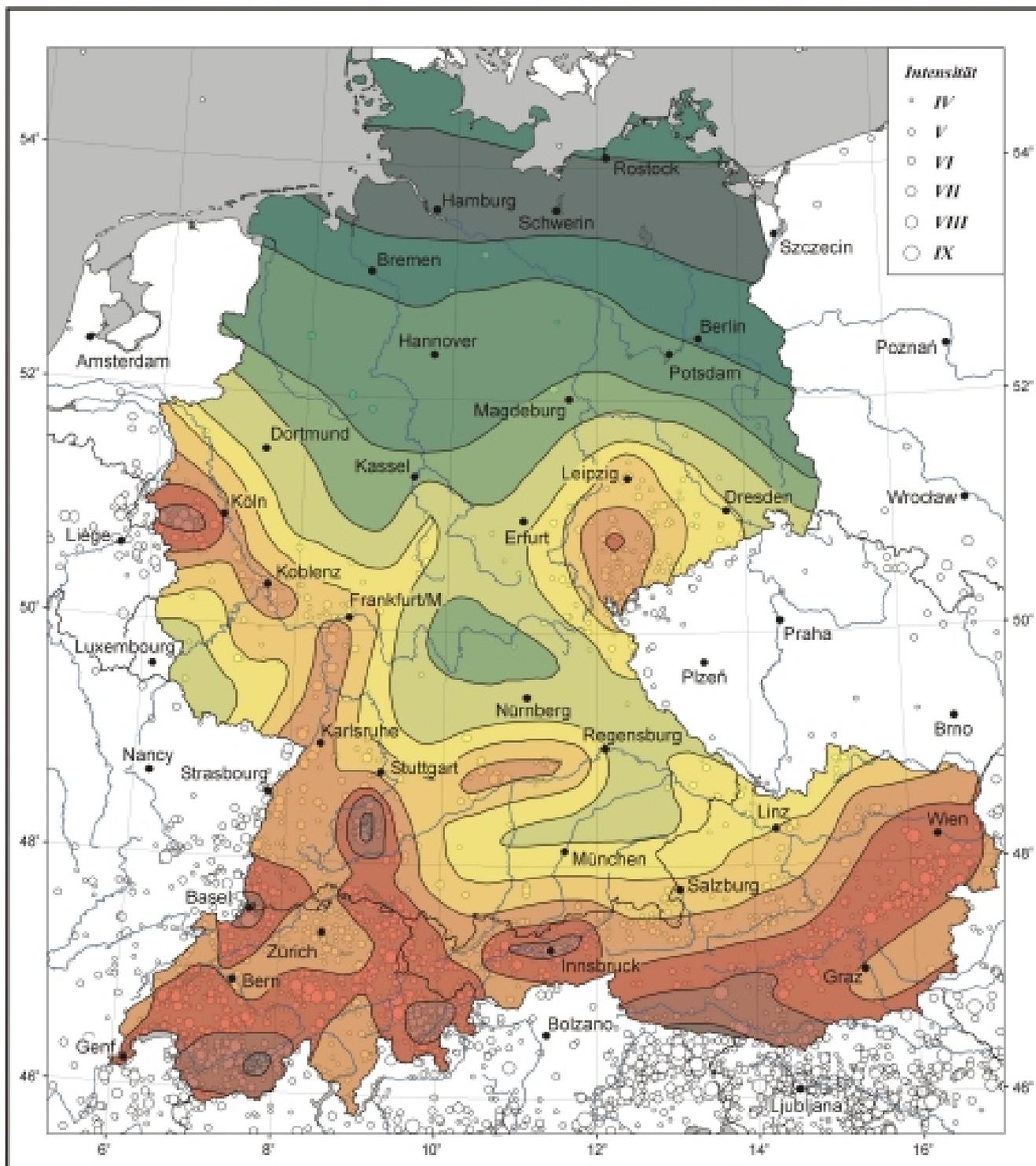


Erdbebengefährdung für die D-A-CH Staaten

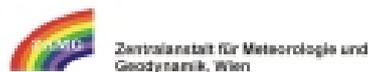
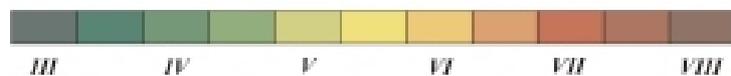
(Deutschland, Österreich, Schweiz)

mit untergesetzter Karte der Epizentren tektonischer Erdbeben

Erdbebengefährdung in Form berechneter Intensitätswerte für eine Nichtüberschreitenswahrscheinlichkeit von 90% in 50 Jahren

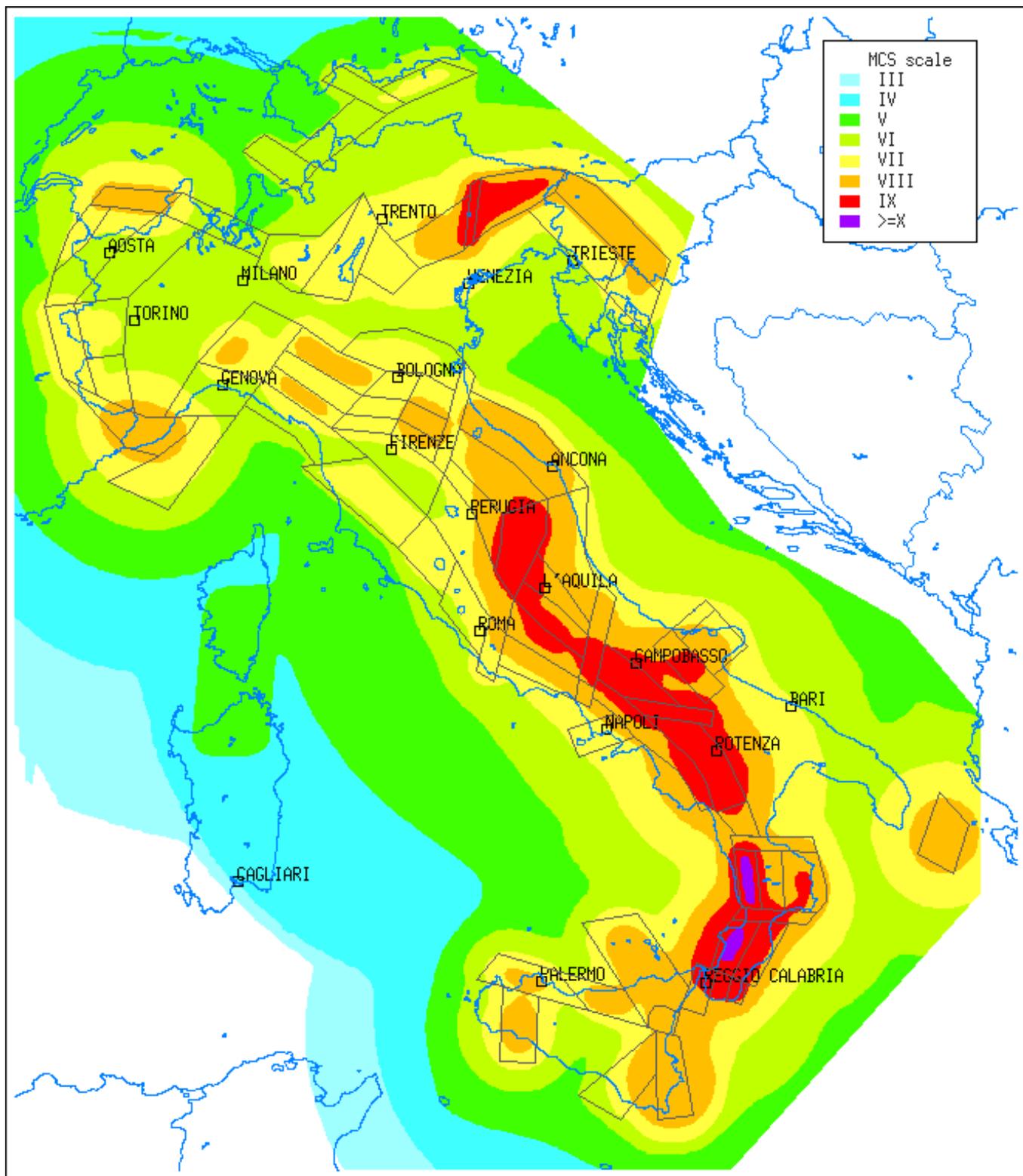


makroseismische Intensitäten EMS



Friaul

Slowenien

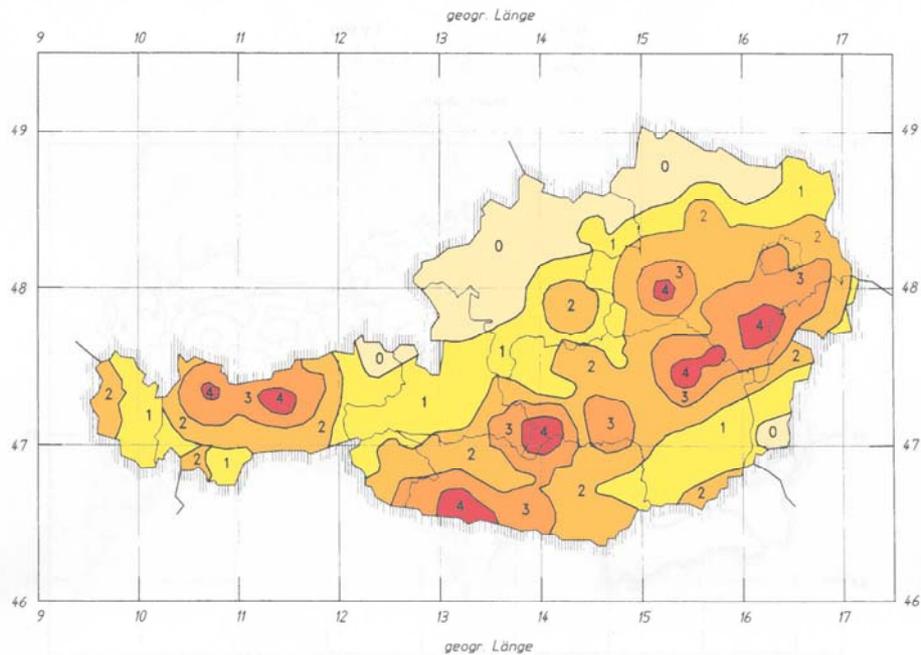


Italien

Österreichische Erdbebenkarten

KARTE DER ÖSTERR. ERDBEBENZONEN

Anhang zur ÖNORM B 4015 Teil 1



Zone	a_h (m/s^2)	ϵ
0	0,00 bis 0,35	0,000 bis 0,036
1	> 0,35 bis 0,50	> 0,036 bis 0,051
2	> 0,50 bis 0,75	> 0,051 bis 0,076
3	> 0,75 bis 1,00	> 0,076 bis 0,102
4	> 1,00	> 0,102

Vergleich verschiedener Intensitätsskalen

MSK-Skala	Rossi-Forel-Skala	Mercalli-Cancani-Sieberg-Skala	Geschwindigkeit m/s	Beschleunigung m/s ²	Magnitüde M	Energie J	Zonen Österreich
I		I			2	$10^1 - 10^3$	
II	1	II				$10^4 - 10^7$	
III	2	III			3	$10^7 - 10^8$	0
IV	3	IV	1,0	10		$10^8 - 10^9$	
V	4	V	2,0	20	4	$10^9 - 10^{10}$	
VI	5	VI	4,0	40		$10^{10} - 10^{11}$	1
VII	6	VII	6,0	60	5	$10^{11} - 10^{12}$	2
	7	VII	8,0	80		$10^{12} - 10^{13}$	3
VIII	8	VIII	10,0	100	6	$10^{13} - 10^{14}$	4
	9	IX	16,0	160		$10^{14} - 10^{15}$	(5) Friaul Slow.
IX	10	X	32,0	320	7	$10^{15} - 10^{16}$	
X		X	64,0	640		$10^{16} - 10^{17}$	
XI		XI	100,0	1000	8	$10^{17} - 10^{18}$	
XII		XII				$10^{18} - 10^{19}$	

MSK Medvedev-Sponheuer-Karnik (Unesco-Skala 64); ÖNORM u. EUROPA
M=Magnitüde nach Richter gibt Energie in J an.
 $M=0,7 \cdot I_0 - 0,1$; I_0 = Epizentralintensität bei Herdtiefe von 10 km. Die Vergrößerung der Magnitüde nach Richter um eine Stufe entspricht einem 32 fachen Zuwachs der im Herd freigesetzten Energie. Max. bisher aufgetretene $M=9$, Lissabon 1755.

2.) Statische Vorbemessung von Mantelbetonhäusern

**Für die österreichischen Erdbebenzonen (Zone 0-4)
und angrenzenden Regionen Österreichs
(Zone 5- Friaul, Slowenien)**

Dezember 2003

Durchgeführt von Zivilingenieur Dipl.-Ing. Peter Schallaschek, Klagenfurt

2.1 - Allgemeines und Berechnungsgrundlagen:

Die Belastungs- und Berechnungsannahmen wurden nach folgenden Ö- NORMEN festgelegt:

ÖNORM B4010, Eigenlasten von Baustoffen und Bauteilen

ÖNORM B4012, Nutzlasten im Hochbau

ÖNORM B4014, Windlasten

ÖNORM B4015, Erdbebeneinwirkungen (Ausgabe 2002-06-01) EC- nahe

ÖNORM B3350, Tragende Wände (Ausgabe 2003-03-01) EC- nahe

(ÖNORM B3352, Mantelbetonwände)

ÖNORM B4700, Stahlbetontragwerke EC- nahe

ÖNORM B4701, Betonbauwerke EC- nahe

ÖNORM B4710, Beton EC- nahe

Als Ergänzung dienen :

EUROCODE 2, Stahlbeton

EUROCODE 6, Mauerwerk

EUROCODE 8, Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben

Literatur:

Flesch, Bauverlag, Baudynamik

Bachmann, Birkhäuser, Erdbebenbemessung von Stahlbetonhochbauten

Müller, Keintzel, Erdbebensicherung von Hochbauten

Ambrose, Vergun, Design for earthquakes, John Wiley & Sons, Inc.

Farzad Naeim, Seismic Design, Structural Engineering VNR

Pocanschi & Phocas, Kräfte in Bewegung, Teubner, 2003

Erdbebensicher Bauen, Wirtschaftsministerium Baden- Württemberg.

Schubversuche für Mantelbeton 1992 mit der TU- Graz

Generelle Beschreibung:

Der untersuchte Haustyp ist ein Standardtyp in Österreich. Die **Gebäudetiefe beträgt durchschnittlich 12m**, die **Geschosshöhe jeweils 3m**. Die Gebäudehöhe ergibt sich durch Multiplikation mit der Geschoszahl. Jedes Haus hat einen **Keller in Stahlbetonausführung** als steife Schachtel mit räumlicher Stabilität. Die Fundierung ist eine Flachfundierung mit Platte oder bewehrtem Fundamentrost. In der beiliegenden Skizze sind die Typen mit Außen- und Innenwand dargestellt. Die Häuser gleichen der Untersuchung 1992. Die neuesten zuständigen ÖNORMEN sind nunmehr dem EUROCODE angepasst und sind der Berechnung zugrunde gelegt. Die statische Bemessung erfolgt gemäß **EC mit den Teilsicherheiten für Last und Material**.

Es wurden folgende Typen untersucht:

- E- 1: K,E,DG (3)
- E- 2: K,E,1,DG (4)
- E- 3: K,E,1,2,DG (5)
- E- 4: K,E,1,2,3,DG (6)
- E- 6: K,E,1,2,3,4,5,DG (8)
- E- 8: K,E,1,2,3,4,5,6,7,DG (10)
- E-10: K,E,1,2,3,4,5,6,7,8,9,DG (12)

Die verwendeten Baustoffe:

Für das **Mantelbetonmauerwerk wurde C25/30 (B300)** in Rechnung gestellt. Die Festigkeit kann Geschossweise variiert werden. Der Bewehrungsstahl ist in der gängigen Qualität **Bst550** verwendet worden.

Der **Untergrund** wurde durchschnittlich als **mittlerer, dicht gelagerter**, tragfähiger Baugrund und eben angesetzt. Auf Pfahlfundamenten oder steileren Hängen fundierten Bauten bedürfen einer eigenen Untersuchung.

Bauteile der Wohnhäuser:

Wände beidseitig verputzt.

Decken in Stahlbetonausführung, 20cm, Fußboden 15cm.

Dach mit Sargdeckelkonstruktion in Stahlbeton max 20cm.

Balkone, Erker in normalen Dimensionen 1-2m.

Wandscheiben ohne Gurtanschlüsse (verbessern Ergebnisse) der Querwände untersucht .

Unbewehrte Wandscheiben: Es sind nur Roste, Verschleißungen , Einfassungen und Stecker eingebaut.

Bewehrte Wandscheiben: Es wird ein orthogonales Bewehrungsnetz beidseitig oder mittig angeordnet.

Unterzüge und Stürze sind nach ÖNORM B4700 zu bewehren.

2.2 - Die statische (quasi statische - dynamische) Berechnung:

Lastansätze:

Eigengewicht Wand über spezifisches Gewicht γ gerechnet.

Wanddistanzen 6m. (Schottenbauweise)

Wanddicke je nach Höhe und Typ variabel; $t= 12$ bis 25cm.

Eigengewicht Decke 20cm= 5KN/m². Spannweite 6m.

Fußboden mit Sandausgleich, TDP + Estrich; 2KN/m².

Deckennutzlast Wohnhäuser 2KN/m², LWZ 1KN/m².

In den Zonen 0 bis 2/3 ist bei den höheren Gebäuden der **Wind** maßgebend. Er wurde mit $1,02 \cdot 1,30 = 1,326 \text{KN/m}^2$ gerechnet (max für Österreich).

Die **Erdbebenlasten nach ÖNORM B4015** betragen:

Statische Ersatzkräfte:

$$E_{h,i} = k_{E,i} \times P_{\text{tot},i}$$

$$P_{\text{tot},i} = G_i + 0,3 \times Q_i \text{ (Nutzlasten 30\% - Wohnräume, Aufenthaltsräume)}$$

$$G_i = EG + \text{STL Decke} + \text{Wand}$$

$$K_{E,i} = \varepsilon \times k_1 \times k_2 \times k_{3i}$$

ε zonenabhängig in ÖSTERREICH:

ε	
Zone 0	0,035 (z.B. Alpenvorland Nord)
Zone 1	0,050
Zone 2	0,075
Zone 3	0,100 (z.B. Thermenlinie Wien- Italien)
Zone 4	0,150 (z.B. Naßfeld in Kärnten)

Ergänzend:

(Zone 5 0,300 z.B. Regionen Friaul, Slowenien)

Auszug aus ÖNORM B4015 für ε / Erdbebenkarte s. Beilage

k_1 Baugrundfaktor = 1, dicht gelagerter Boden

k_2 Reaktionskoeffizient = 1,25

Die Frequenzen befinden sich alle im ungünstigen Bereich des Schwingungsspektrums. (siehe Eigenformen)

$$k_2 = a = \beta_0 \times \eta / k_5$$

$\beta_0=2,5$; $\eta= 1,0$; $k_5=2$ (Duktilität und Dämpfung von Mantelbeton = günstig)

Verteilung der Erdbebenkräfte analog zur ersten Eigenform linear mit dem Höhenverlauf :

$$K_{3i} = 3 \times i / (2 \times n + 1) \text{ für gleichmäßige Massenverteilung}$$

n Geschoszahl

Verteilung mit Exceltabelle gerechnet.

Es ergeben sich die Erdbebenkräfte und Erdbebenmomente am mit Masse belegten Stabersatzsystem. Normalkräfte, Querkräfte und Momente erzeugen in der Wandscheibe Normalspannungen und Schubspannungen.

Dies wird für die Innenwandscheibe und Außenwandscheibe getrennt berechnet.

Zur Kontrolle werden die Schnittgrößen und Spannungen

auch mit der FEM- Methode berechnet.

Zur weiteren Kontrolle erfolgt eine stichprobenartige dynamische Analyse.

2.3 - Der Statische Nachweis:

Gemäß ÖNORM B3350 und EUROCODE:

Stress \leq Widerstand (" S i r ")

S \leq R

$N_{sd} \leq N_{rd}$ Normalkraftnachweis (KN/m oder KN)

$\sigma_{sd} \leq \sigma_{rd}$ Normalspannung (KN/m²)

$V_{sd} \leq V_{rd}$ Querkraftnachweis (KN/m oder KN)

$\tau_{sd} \leq \tau_{rd}$ Schubspannung (KN/m²)

$N_{sd} = 1,35$ bzw. $1,50$ ca. $1,40 \times N$ (g+q) Globaler Sicherheitsbeiwert für EG+STL+W, als Normallastfall, Designwert

$N_{sd} = 1,00 \times N$ (g+q) Sicherheitsbeiwert für Erdbeben als außergewöhnlicher Lastfall, Designwert

Widerstand, Resistenz:

$N_{rd} = \emptyset \times f_k \times A / \gamma_m$

\emptyset Beiwert Schlankheit und Exzentrizität

f_k charakteristische Druckfestigkeit Wand

$\gamma_m = 1,80$ Mantelbeton Normalwert (min 1,56 Detailstatik Erdb.)

$\gamma_m = 1,50$ Mantelbeton bewehrt Normalwert (min 1,30 Detst. Erdb.)

A= Querschnittsfläche Mantelbetonmauerwerk, Kern

$\emptyset = 0,85 - 0,0011 (h_{ef} / t_{ef})^2 \leq 25$

$f_k = 0,75 * f_{cube}$ Materialfestigkeit

$h_{ef} = 0,75$ bis $1,00 \times h$ (Knicklänge)

Die Betonfestigkeiten wurden der ÖNORM B4700- Serie entnommen. Für die

Normalspannungen ergibt sich in KN/m² für C25/30:

σ_{rd} - Werte:

Kern	σ unbewehrt	σ orth. bewehrt (Netz)
12	5125	6150
14	5125	6150
16	5788	6945
18	6800	8160
20	7538	9045
22	8063	9675
24	8475	10170
26	8800	10560
28	9050	10860

Lokale Normalspannungsspitzen bei Öffnungen werden durch konstruktive Zulagen verstärkt bewehrt.

Die **Schubspannungen** wurden anhand der Versuche der TU- Graz von 1992 bestimmt.

Für die Schubspannungen für C25/30 in KN/m²:

τ_{rd} - Werte:

τ unbewehrt	τ orth. bewehrt (Netz)	(System Platte)
1120	2240	

Für das System Stein wird τ im Verhältnis FR/FS (Riegel-/Kernfläche) abgemindert.

Nach den neueren Normen sind die Werte etwas geringer; es ergeben sich aber trotzdem keine Probleme bei den Mantelbetonscheiben.

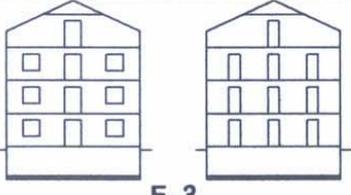
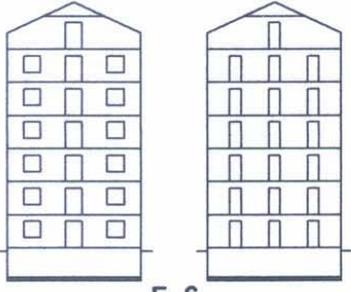
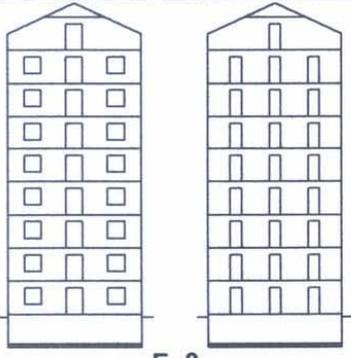
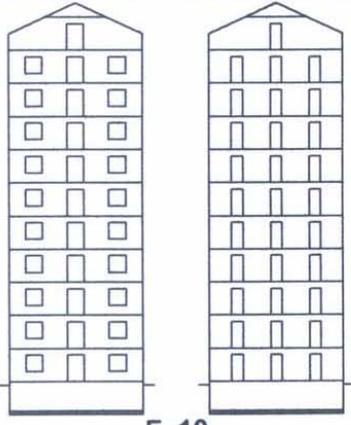
Lokale Schubspannungsspitzen bei Öffnungen werden durch konstruktive Zulagen verstärkt bewehrt.

Die Querschnittswerte sind beim System Platte voll gerechnet, beim System Stein entsprechend reduziertgerechnet.

2.4 - Zusammenfassung der Untersuchung:

Die Erdbebenbelastungen sind aufgrund der neuen ÖNORM B4015 angestiegen. Es liegen auch wesentlich mehr ungünstigere Zonenbereiche als in der alten ÖNORM B4015 vor. Die neuen Bemessungsvorschriften ermöglichen allerdings eine schärfere Dimensionierung für den Lastfall Erdbeben als sg. außergewöhnlichen Lastfall. Es ergeben sich somit im Vergleich zur alten Bemessungstabelle von 1992 etwas geringere Querschnitte. Hinsichtlich Gebrauchstauglichkeit, Dauerhaftigkeit, Ausführungsqualität und bauphysikalischen Eigenschaften (Wärme, Schall, Feuchtigkeit, Brandschutz) muss allerdings immer eine Mindeststärke angeordnet werden. Die Wand ist somit immer in Ihren Gesamteigenschaften zu optimieren.

Wanddimensionen für Innen- und Außenwände

AW-Platte und IW-Platte UNBEWEHRT	Zone 0	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	(Zone 5)
ε	0,035	0,05	0,075	0,10	0,15	(0,30)
 <p data-bbox="284 320 336 342">E-1</p>						
 <p data-bbox="284 501 336 528">E-2</p>						
 <p data-bbox="284 721 336 745">E-3</p>						
 <p data-bbox="284 967 336 992">E-4</p>						
 <p data-bbox="284 1281 336 1305">E-6</p>						
 <p data-bbox="284 1662 336 1686">E-8</p>						
 <p data-bbox="284 2110 336 2134">E-10</p>						

Kernbetondicke
außen 12, innen 14

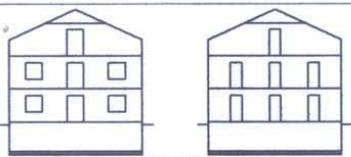
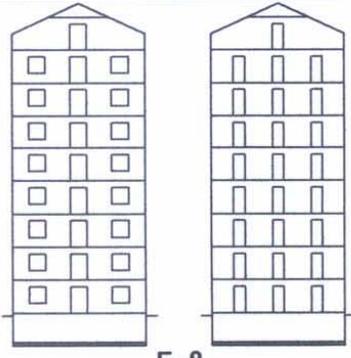
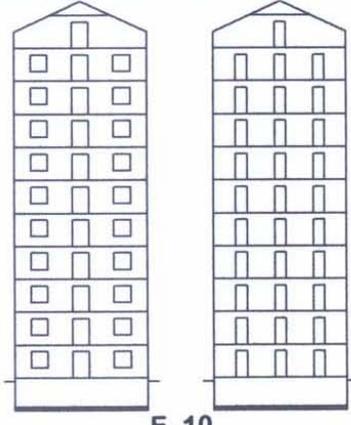
Kernbetondicke
außen 15, innen 17

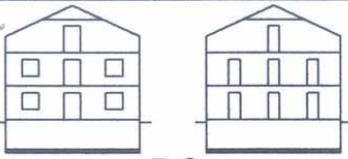
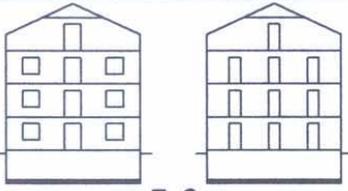
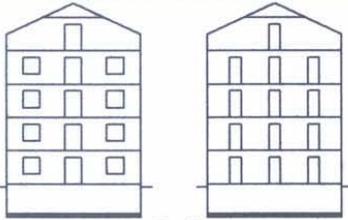
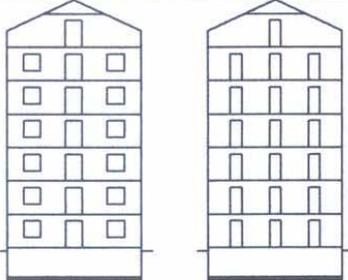
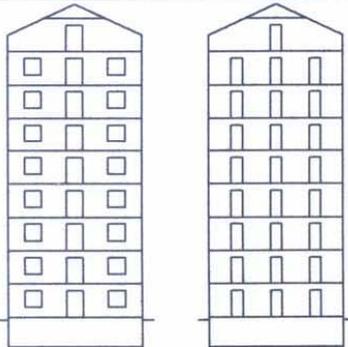
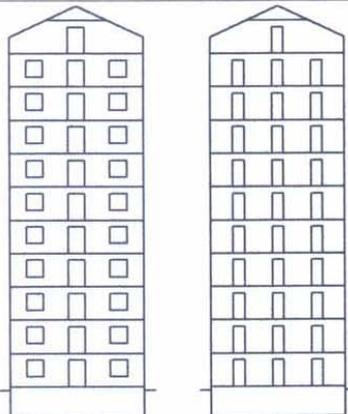
Kernbetondicke
außen 18, innen 20

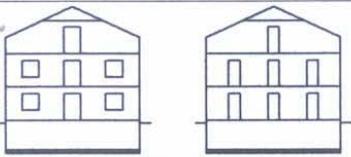
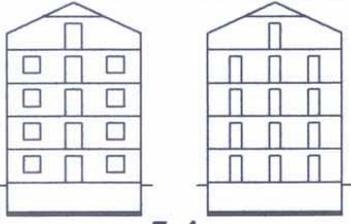
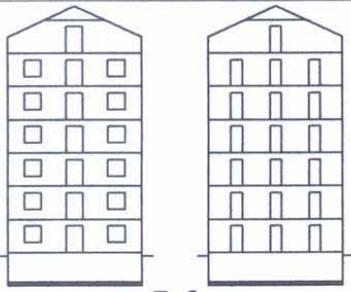
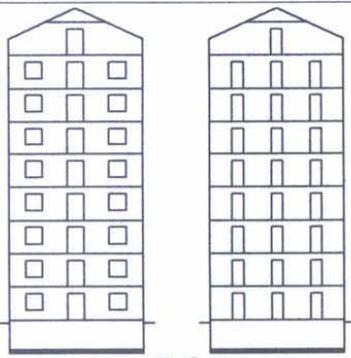
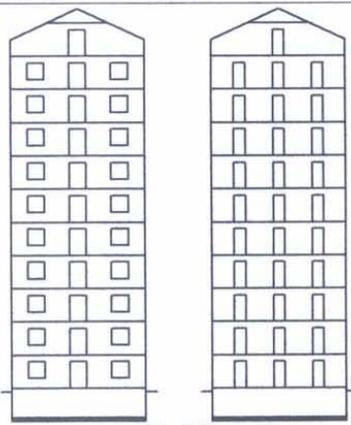
Kernbetondicke
außen 21, innen 23

kippt

kippt

AW-Platte und IW-Platte BEWEHRT #	Zone 0	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	(Zone 5)
ϵ	0,035	0,05	0,075	0,10	0,15	(0,30)
 E-1						
 E-2						
 E-3						
 E-4						
 E-6						
 E-8						
 E-10						
<i>Kernbetondicke außen 12, innen 14</i>						
<i>Kernbetondicke außen 14, innen 16</i>						
<i>Kernbetondicke außen 16, innen 18</i>						
<i>Kernbetondicke außen 18, innen 20</i>						
<i>Kernbetondicke außen 20, innen 22</i>						
<i>22/24</i>						
						<i>kippt</i>
						<i>kippt</i>

AW-Stein und IW-Stein UNBEWEHRT	Zone 0	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	(Zone 5)
ε	0,035	0,05	0,075	0,10	0,15	(0,30)
 <p>E-1</p>	<p>Kernbetondicke außen 12, innen 14</p>					
 <p>E-2</p>						
 <p>E-3</p>	<p>Kernbetondicke außen 14, innen 17</p>					
 <p>E-4</p>						
 <p>E-6</p>	<p>Kernbetondicke außen 17, innen 20</p>					
 <p>E-8</p>						
 <p>E-10</p>	<p>Kernbetondicke außen 20, innen 23</p>					
<p>Kernbetondicke außen 23, innen 26</p>						<p>kippt</p>

AW-Stein und IW-Stein BEWEHRT #	Zone 0	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	(Zone 5)
ϵ	0,035	0,05	0,075	0,10	0,15	(0,30)
 E-1						
 E-2						
 E-3						
 E-4						
 E-6						
 E-8						
 E-10						
<i>Kernbetondicke außen 12, innen 14</i>						
<i>Kernbetondicke außen 14, innen 16</i>						
<i>Kernbetondicke außen 16, innen 18</i>						
<i>Kernbetondicke außen 18, innen 21</i>						
<i>Kernbetondicke außen 20, innen 24</i>						
<i>Kernbetondicke außen 23, innen 28</i>						
						<i>kippt</i>
						<i>kippt</i>

3 - Erdbebensicheres Bauen

3.1 - Allgemeines

von Dipl.-Ing. Peter Schallaschek, Zivilingenieur für Bauwesen, Klagenfurt

Um die Erdbebenwirkung auf Bauwerke zu beschreiben, seien die folgenden seismischen Begriffe vorangestellt:

Magnitude M nach Richter:

Dies ist die gesamte im Erdbebenzentrum freiwerdende Energie, gemessen nach der Richterskala. Als Beispiel sei angeführt, dass das Beben von Friaul 1976 den Wert über 7,0 erreichte. Der bisher größte aufgetretene Wert von 9 wurde für das Beben im Jahre 1755 in Lissabon geschätzt. Die Richterskala ist nach oben offen.

Intensität I:

Diese stellt ein Maß der seismischen Wirkung an einem bestimmten Ort dar (Intensitätsskala 1). Bekannt sind z.B. die zwölfteilige Mercalli-Cancani-Sieberg-Skala (MCS) und die derzeit in den Normen angewandte Medvedev-Sponheuer-Karnik-Skala (MSK). Die Stufeneinteilung erfolgt von I = unmerklich bis XII = landschaftsverändernd. Zum Beispiel war die Intensität beim Beben in Friaul 1976 zwischen IX und X. Hermagor am Südrand von Österreich erreichte die Intensität VII (Schäden an Gebäuden: kleine Mauerrisse, Verputzteile fallen ab). Die Erdbebenzonen werden in den jeweiligen Normen dargestellt. In Österreich ist dies die Norm B 4015/1 (EC8). Es sei erwähnt, dass die seismischen Ereignisse in unserem Raum seit etwa 800 Jahren aufgezeichnet werden. Die Starkbebenherde befinden sich in Villach, Murau und Neulengbach. Außerdem liegen noch folgende Gebiete in Erdbebenzonen: das gesamte Rheintal; das mittlere Inntal mit Schwerpunkt Innsbruck; das Gail-, Drau- und Rosental und im Norden bis zur Turracher Höhe; die Mur/ Mürzfurche und weiter über die Thermenlinie bis Schwadorf bei Wien; Wien - südlich der Donau; das Gebiet um Scheibbs in NÖ.

Die Messungen der seismischen Größen wie Beschleunigung, Geschwindigkeit und Weg erfolgen mit dem Seismographen für jeweils entsprechende Richtungen. In der Station Tolmezzo wurde 1976 die maximale Beschleunigung von 0,40g (40% des Gewichtes wirken horizontal) gemessen. Der Starkausschlag dauerte etwa fünf Sekunden.

Die Regeln für den Entwurf und Bau von Mantelbetonbauten entsprechen den **Prinzipien erdbebenwiderstandsfähigen Bauens.**

Die beiden Haupteigenschaften sind:

Die **Duktilität** oder Zähigkeit des Baustoffes. Man versteht darunter seine Fähigkeit, sich unter konstanter Beanspruchung stark zu deformieren. Bei Mantelbeton kann die Duktilität mit der Bewehrung gesteuert werden. Seine Erdbebenwiderstandsfähigkeit ist hoch. 2. Die **Dämpfung**, auch Baustoff- oder interne Dämpfung genannt. Den Aufschaukelungen soll entgegengewirkt werden. Ein Teil der Erdbebenenergie wird geschluckt. Mantelbeton hat eine starke Dämpfung.

Die baulichen Gestaltungsprinzipien in den Zonen 0-4 sind:

Grundriss:

Zu bevorzugen ist die Zentralsymmetrie - etwa Quadrat oder Kreis. Lange Rechtecke durch Fugen unterteilen. Aussteifende Kerne zentral oder gleichmäßig am Umfang verteilen. Unsymmetrische Formen durch Zusatzsteifigkeiten verstärken. Gebäudeecken besonders stark ausführen. Gedrungene Formen!

Aufriss:

Der Vertikalschnitt rechteckig bis pyramidenförmig. Sogenannte "Weiche Stockwerke" wie z.B. aufgelöste Erdgeschosse vermeiden. Ungleich hohe Gebäudeteile durch Fugen teilen. Abfangungen, insbesondere in den Obergeschossen meiden. Lotrechte Trag-Elemente (Stützen, Pfeiler, Wände) durchziehen.

Fundierung:

Lockerböden und Schuttkegel als Bauplätze sind zu meiden, ebenso übersteile Hänge! Fundamentniveau muss in einer Ebene liegen. Alle Fundamente in den festen Untergrund führen. Ungleich hohe Baukörper auch im Fundament mittels Fuge trennen. Gesamtes Untergeschoss mit Fundament als "steife Schachtel" ausbilden. Bei Erfordernis von Tieffundierungen, wie Pfähle etc., auf besondere Zähigkeit (bewehrte Pfähle) achten. Pfähle in Rostplatten einspannen.

Aussteifungen:

Aussteifung durch Kerne oder Scheiben mit möglichst symmetrischer Verteilung. Für Mantelbeton eignet sich besonders das System der Wandscheibenbauweise mit ausreichend vielen Quer- und Längsscheiben. Durch die gleichzeitige Erfüllung dreier Aufgaben wie Raumteilung, Abtragung der Vertikallasten und seitliche Aussteifung ergeben sich sehr wirtschaftliche und sichere Lösungen. Vertikalsteifigkeiten vom Dach bis zum Fundament zunehmend: "Baumform"! Exzentrische Aussteifungen vermeiden. Kompakte Konstruktionen.

Deckenscheiben und Roste:

Um Erdbebenkräfte in die lotrechten Trag-Elemente einzuleiten, horizontale Deckenscheiben und Roste ausbilden. Sie sollen nach Möglichkeit in einer Ebene liegen. Bei Deckensprüngen biegesteife Verbindungen herstellen! Vorzugsweise Stahlbetondecken als Trägerrostkonstruktion einbauen. Bei Holzdecken im Kleinhausbau Ringbalken aus Stahlbeton über den gesamten Grundriss führen. Bei Deckenöffnungen Spannungsspitzen in den Deckenöffnungen vermeiden. Öffnungen einfassen. Verbindende Stahlbetonriegel bei Stiegehäusern einbauen. Bei Kombination von Wand- und Rahmenbauten die Rahmen so konstruieren, daß die plastische Fließfigur die Fließgelenke in den Riegeln aufweist, d.h.: in Erdbebengebieten duktile Stützen anordnen. Ein Versagen der Stütze bringt den Gebäudeeinsturz!

Konstruktive Gestaltung:

Fundierung:

Bewehrte Streifenfundamente in Trägerrostform oder bewehrte Stahlbetonplatte, immer auf festen Grund geführt. Steckeisen für die Kellerwände innen und außen gemäß ÖNORM B 4700. Einzelfundamente (z.B. Hallen) mit Stahlbetonriegel verbinden. Tieffundierungen duktil (bewehrt) ausführen.

Keller:

Stets als "massive Stahlbetonschachtel" ausführen. Ausreichend Quer- und Längswände vorsehen. Bewehrung gemäß ÖNORM B 4700. Günstig sind beidseitig armierte Wandscheiben. Kellerdecke in Stahlbeton ausführen.

Erdgeschoss, Regelgeschoss:

Ausreichend Quer- und Längsscheiben anordnen. Ausführung gemäß ÖNORM B 3350 und B 4700. Steckeranschlüsse, Verschließungen, Baufugenstecker, versteckte Rippen, Fensterzulagen, Einfassungen von Öffnungen anordnen (insbesondere Diagonalzulagen). Wände jeweils durch Deckenscheiben mit dem Rost verschließen, besondere Sorgfalt bei den Knotenverbindungen. Pfeiler und Stützen sorgfältig bewehren und verbügeln. Unterzüge und Stürze gemäß B 4700 bewehren und ordentlich einbinden. Giebelmauern durch Querwände stabilisieren. Stark beanspruchte Wandscheiben und Kerne beidseitig armieren. Immer auf den ordnungsgemäßen Kraftfluss achten. Statisch hochgradig unbestimmte Konstruktionen realisieren.

Fugenteilung bei Gebäuden:

Fugenweite mindestens 2 bis 3 cm, bzw. gemäß Pkt. 2. 4. laut ÖNORM B 4015/1 bemessen, da eine freie Deformation der Gebäudeteile erfolgen muss: "Seismische Fugen".

3.2 – Schubversuche TU-Graz/1992

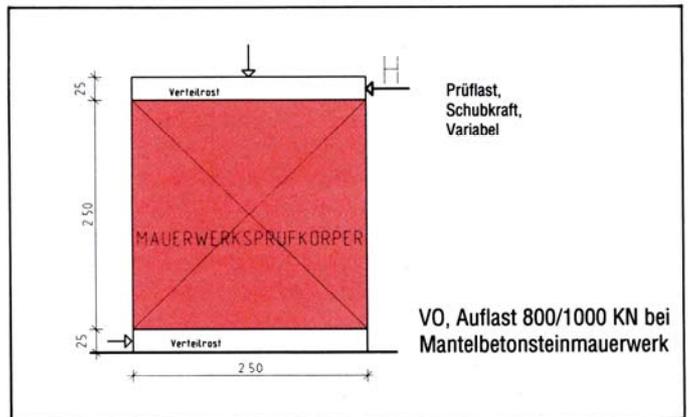
Mantelbeton Schubversuch TU-Graz/1992

Die katastrophalen Erdbebenereignisse der letzten Jahre (Friaul 1976, Armenien 1988, Californien 1989, Persien 1990 und ganz aktuell Türkei, Deutschland, Los Angeles 1992) haben eine beschleunigte Entwicklung der zuständigen Baunormen bewirkt. Insbesondere wurde nach dem Erdbeben von Friaul 1976 die ÖNORM B 4015 entworfen und nunmehr in überarbeiteter Fassung in Kraft gesetzt. Es sei erwähnt, daß parallel dazu die Europäische Norm (Eurocode) EC 8 für erdbebensicheres Bauen entwickelt wurde. In diesen Normen wird eine prinzipielle Konstruktionsvorschrift angegeben. Näherungsmethoden ermöglichen die Erfassung der seismischen Lasten - dies wiederum gestattet es, den Standsicherheitsnachweis für die Baukonstruktion zu führen.

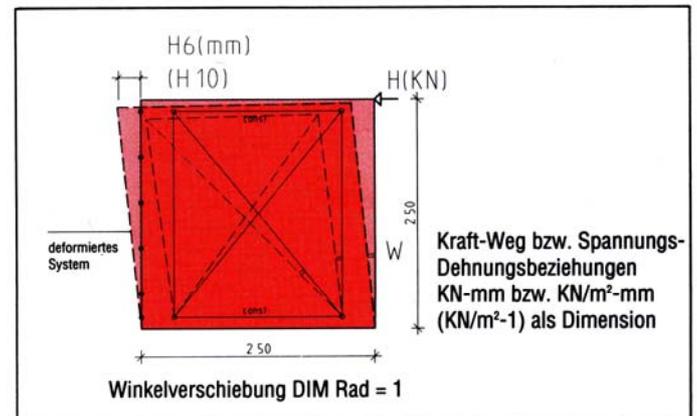
Während für Stahlbauten und Stahlbetonbauten recht zutreffende Materialparameter bekannt sind, ist dies im Mauerwerksbau, der ja im Wohnbau dominant ist, nicht der Fall. Aus diesem Grunde wurde auf Initiative des Arbeitskreises Naturbaustoffe Holz-Mantelbeton im Fachverband der Stein- und keramischen Industrie Österreichs unter Mithilfe des Forschungsförderungsfonds und in Zusammenarbeit mit Ziviltechnikern und der TU Graz das Forschungsvorhaben "Erdbebensicheres Bauen" realisiert.

Der Lastfall Erdbeben stellt eine überwiegend horizontale Belastung für das Bauwerk dar, es wird somit die Schubfestigkeit des Mauerwerkes (als Scheibenkonstruktion) auf die Probe gestellt. Die Mauerwerksschubfestigkeiten wurden experimentell ermittelt und durch theoretische Überlegungen untermauert.

Zur Ermittlung der Festigkeitseigenschaften im Lastfall Erdbeben wurden in einem sg. Schubrahmen die Mauerwerksscheiben mit den Abmessungen von 2,50 / 2,50 m unter Normalspannung (Druck) und variabler, hystereseartiger Schubspannung mit steigender Intensität bis zum Bruch geprüft.

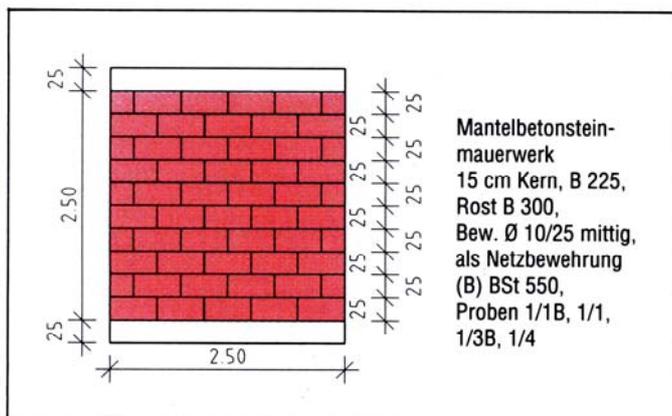


Prinzip der Belastung

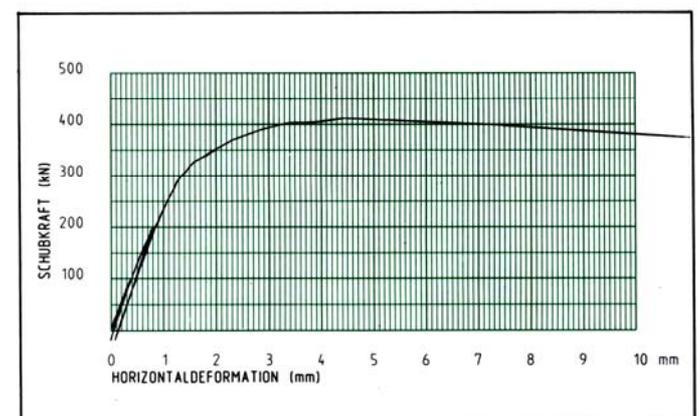


Geometrische Größe der Stockwerksverschiebung

Spannungs- und Wegaufnehmer haben für die jeweiligen Laststufen die Materialparameter festgehalten.

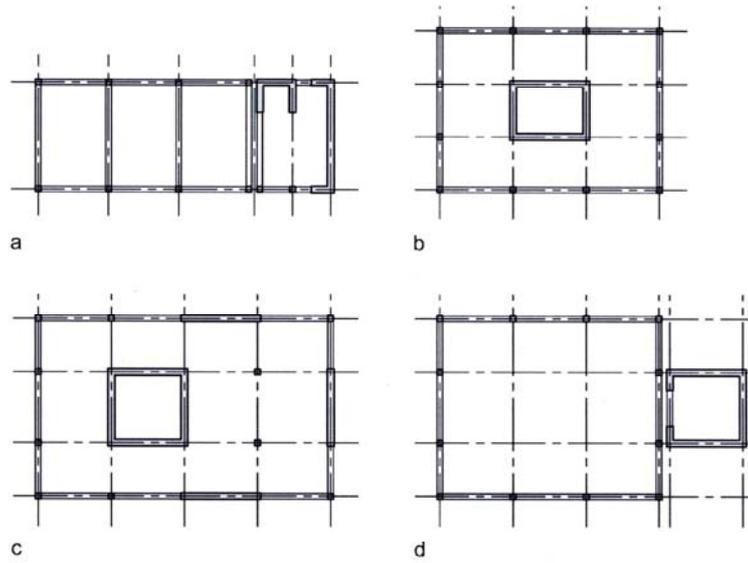


Beispiel eines Mantelbetonstein-Mauerwerks



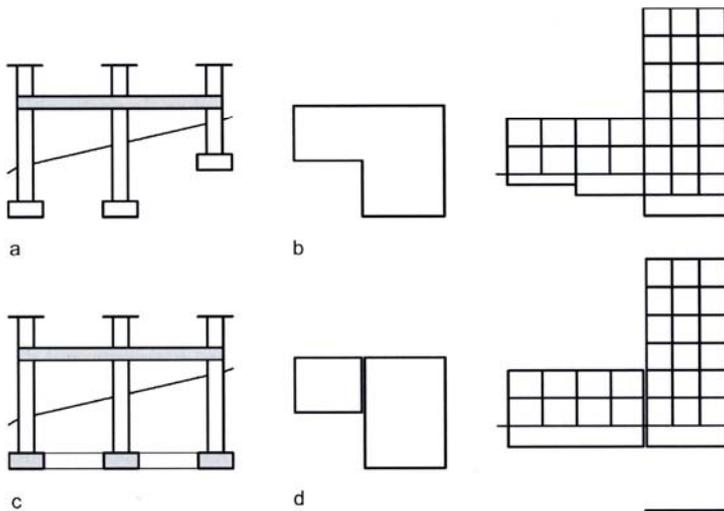
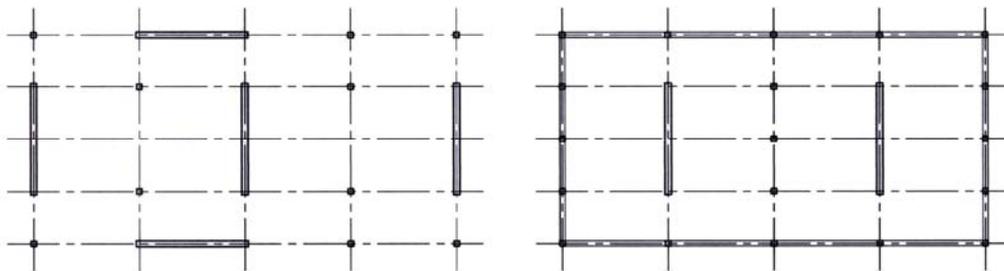
Arbeitsdiagramm der Stockwerksverschiebung

3.3 – Konstruktive Maßnahmen



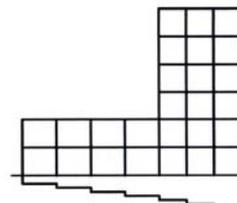
Anordnung von Kernen im Grundriss

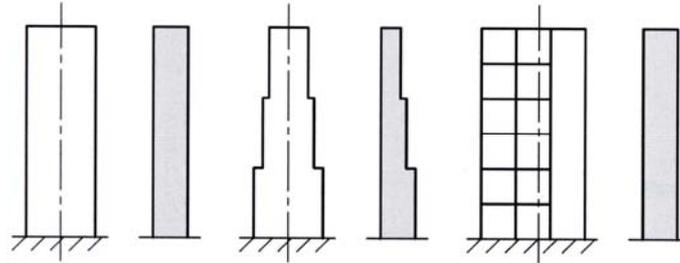
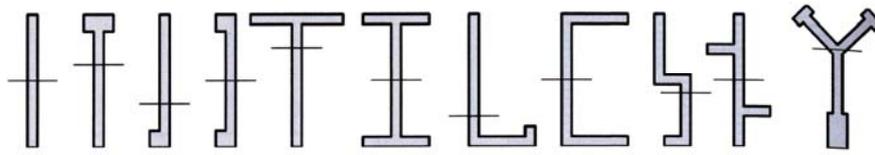
- a) Ungünstige Anordnung außerhalb des Grundrisses
- b) Symmetrische Anordnung innerhalb des Grundrisses
- c) Unsymmetrische Anordnung in Kombination mit ebenen Aussteifungssystemen
- d) Trennung durch Fugen



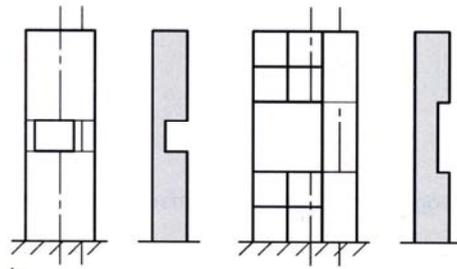
Gründung und Untergeschossbereich

- a,b) Ungünstige Gestaltung
- c,d) Günstige Gestaltung



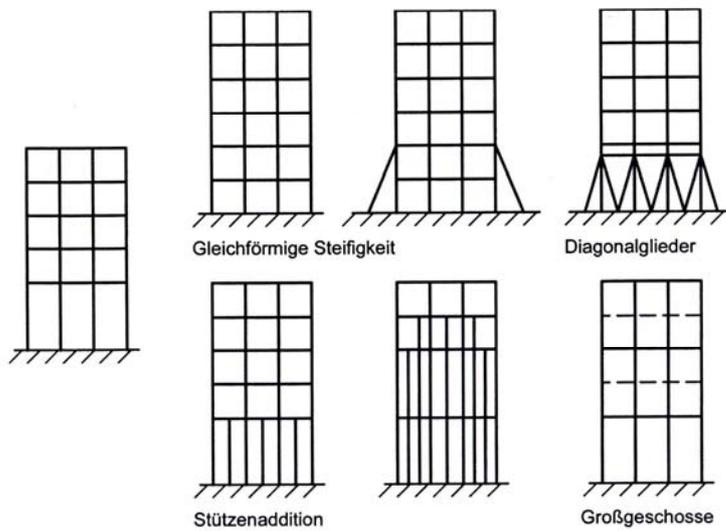


a

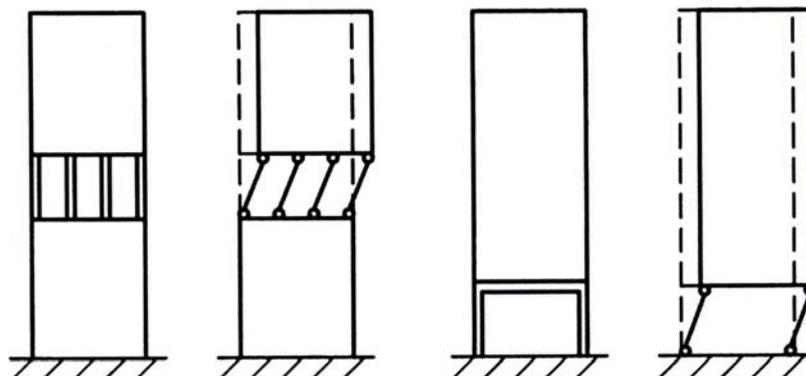


b

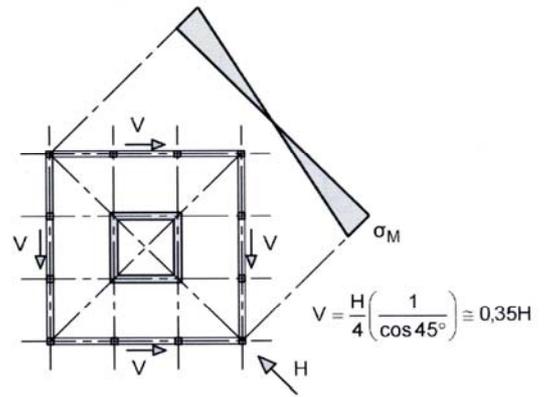
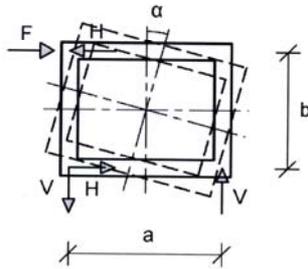
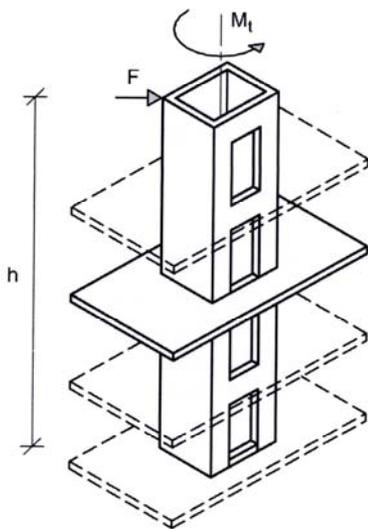
Steifigkeitsverteilung über die Höhe
 a) Regelmäßige Bauwerke
 b) Unregelmäßige Bauwerke



Tragwerksentwicklung zur Vermeidung eines weichen Erdgeschossbereichs



Ungünstige Steifigkeitsverteilung über die Höhe
 und Tragverformungsverhalten



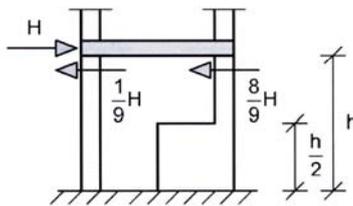
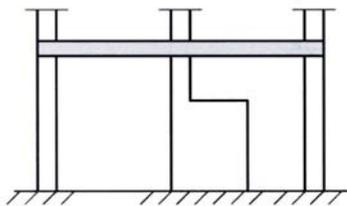
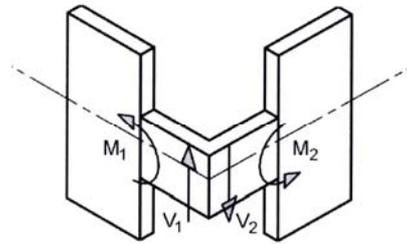
Spannungsverteilung in den Traggliedern eines symmetrischen Tragwerks

$$K_{s2}(h/2) = \frac{3EI}{\left(\frac{h}{2}\right)^3} = 8 \frac{3EI}{h^3} = 8K_{s1}(h)$$

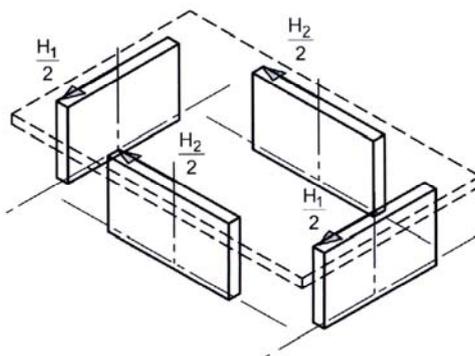
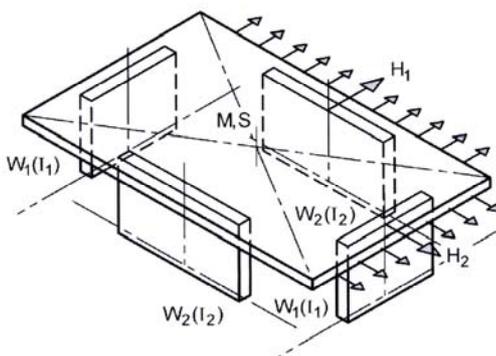
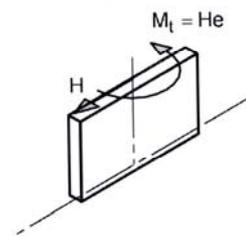
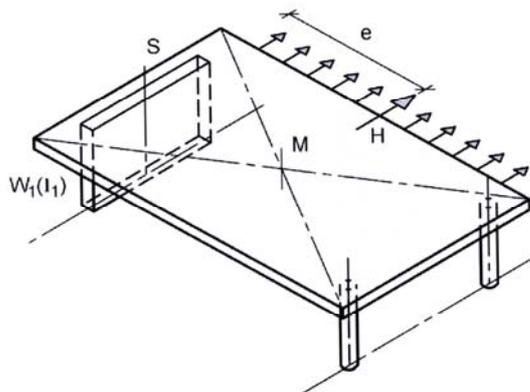
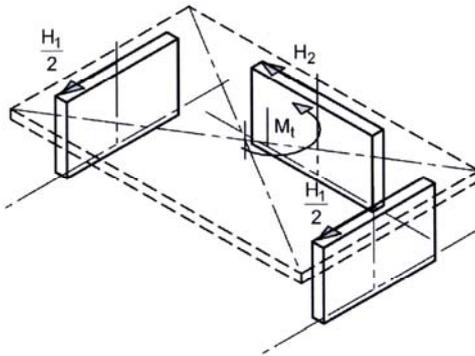
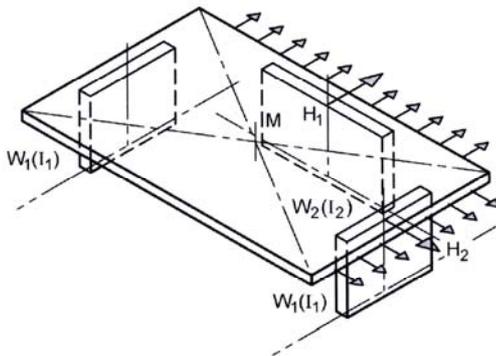
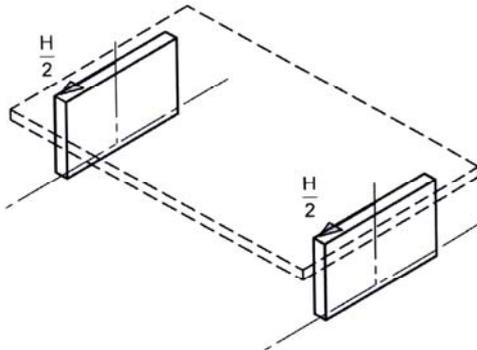
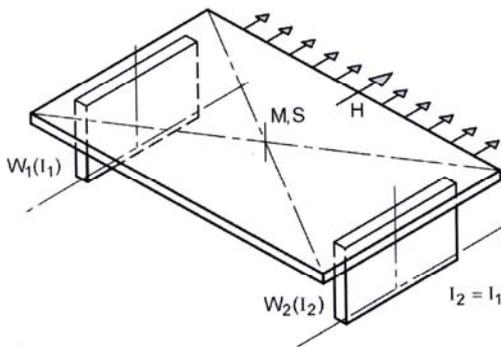
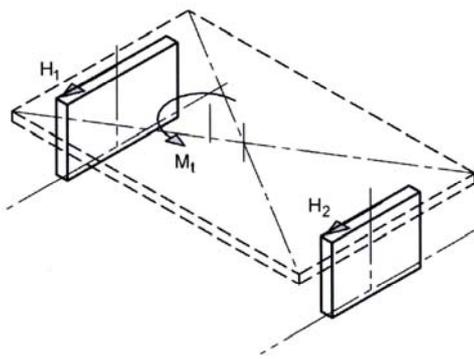
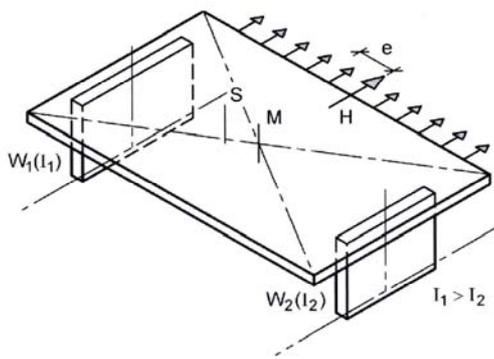
und die Horizontalkräfte sind

$$H_1 = \frac{8K_{s1}(h)h}{K_{s1}(h) + 8K_{s1}(h)} = \frac{8}{9}h$$

$$H_2 = \frac{1}{9}h$$

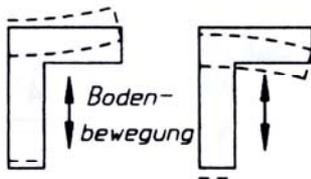
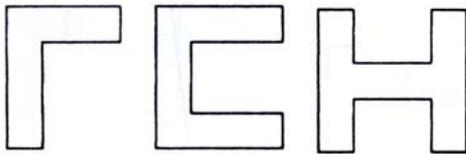


Biegesteife Rahmen mit unterschiedlichen Höhen der Stiele



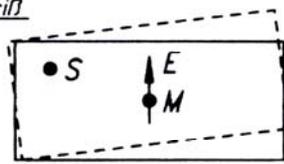
Grundrißgestaltung

Ungünstig

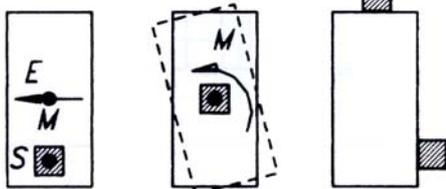


Schwingungsauslenkung (ohne Torsionseinfluß)

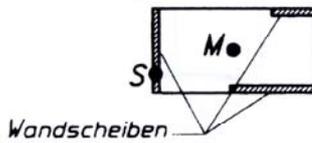
Verteilung von Massen und Steifigkeiten im Grundriß



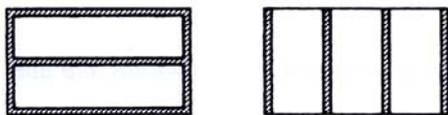
Richtung der Bodenbewegung



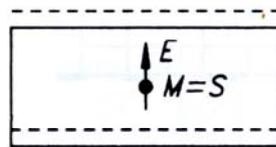
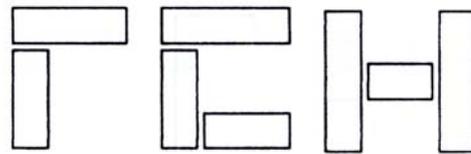
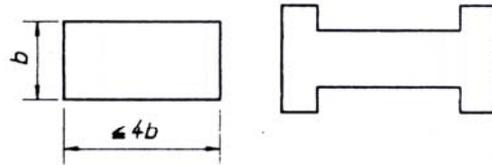
Kern



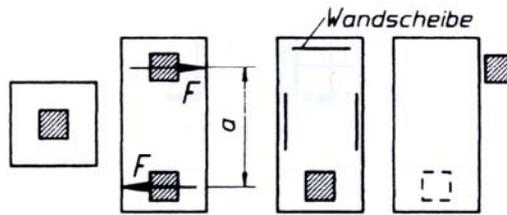
Wandscheiben



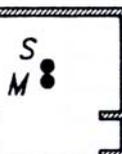
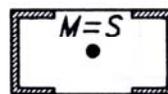
Besser



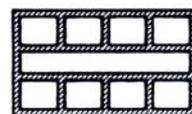
Richtung der Bodenbewegung



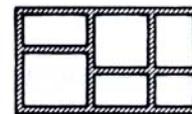
Kern "Weicher" Kern



Stahlbetonrahmen

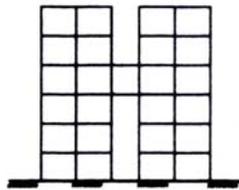
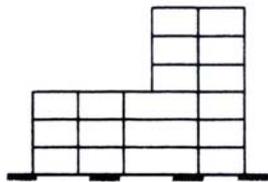
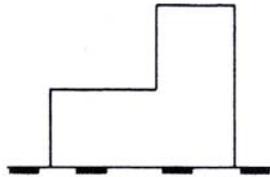
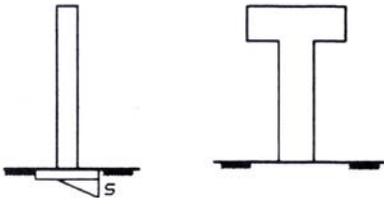


Kern Wandscheibe

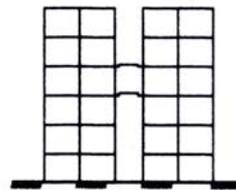
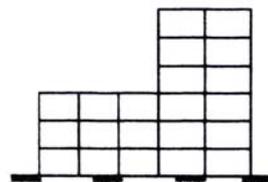
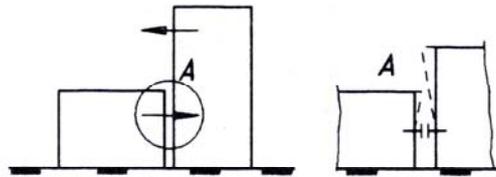
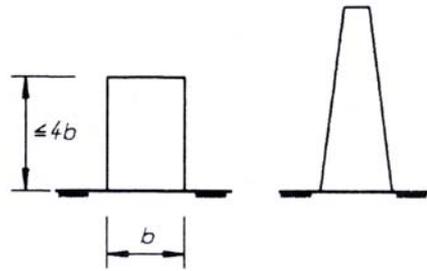


Beispiele für ungünstige und für bessere Grundrißgestaltung

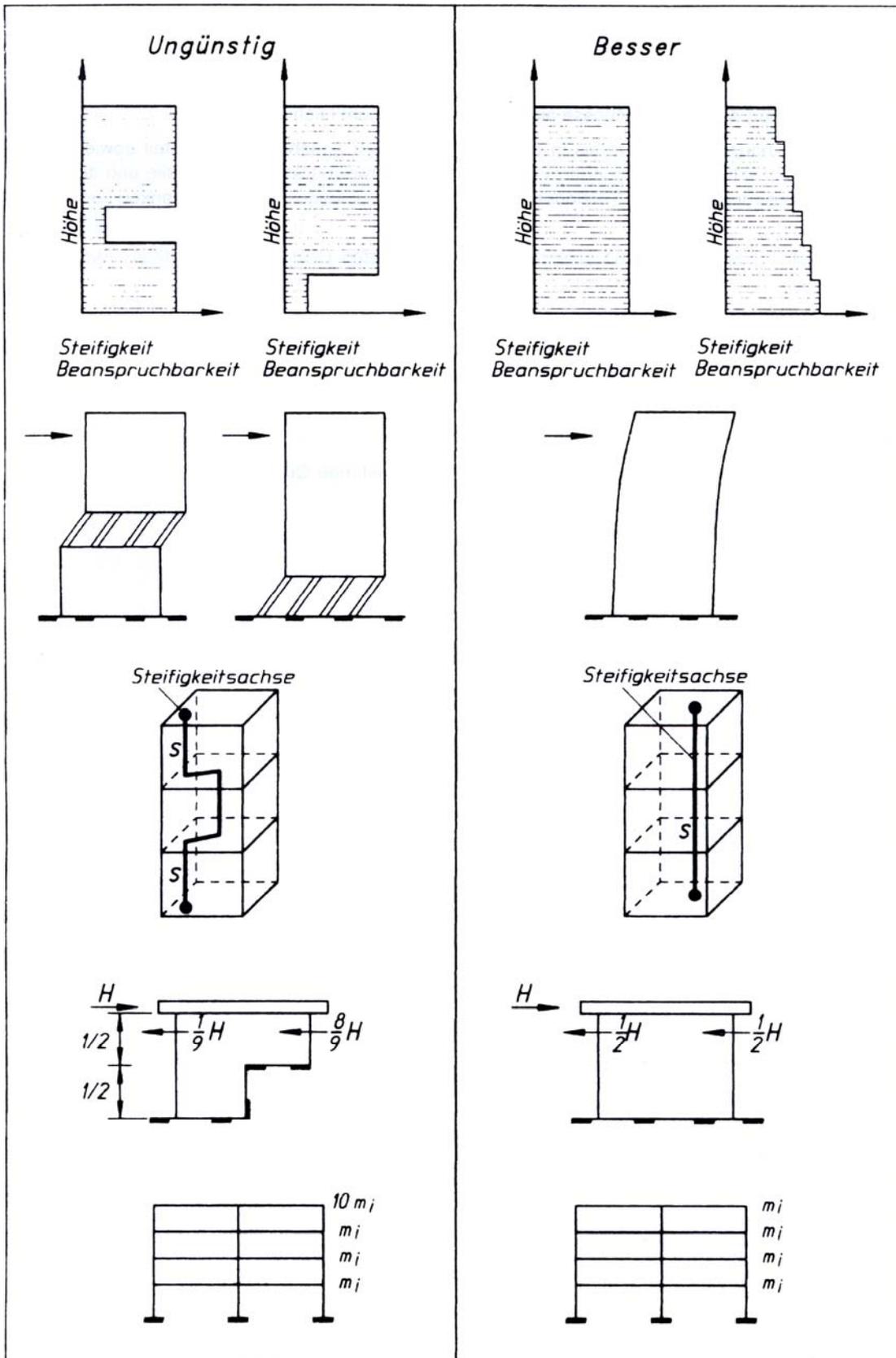
Ungünstig



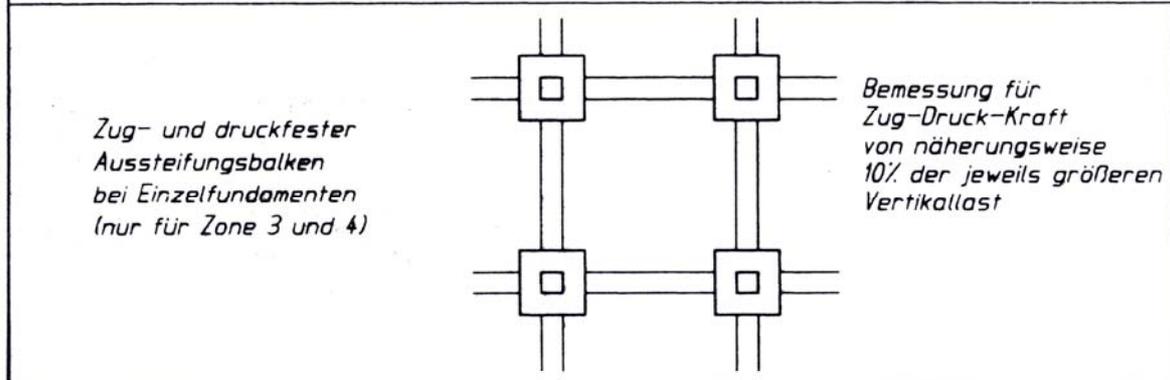
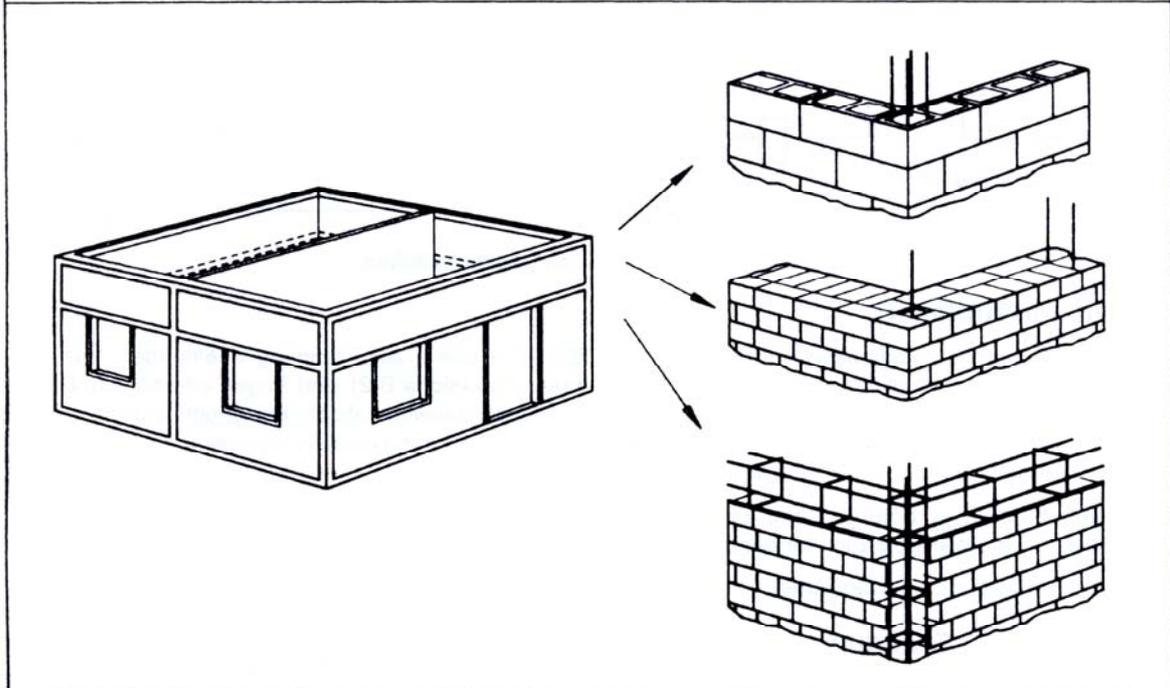
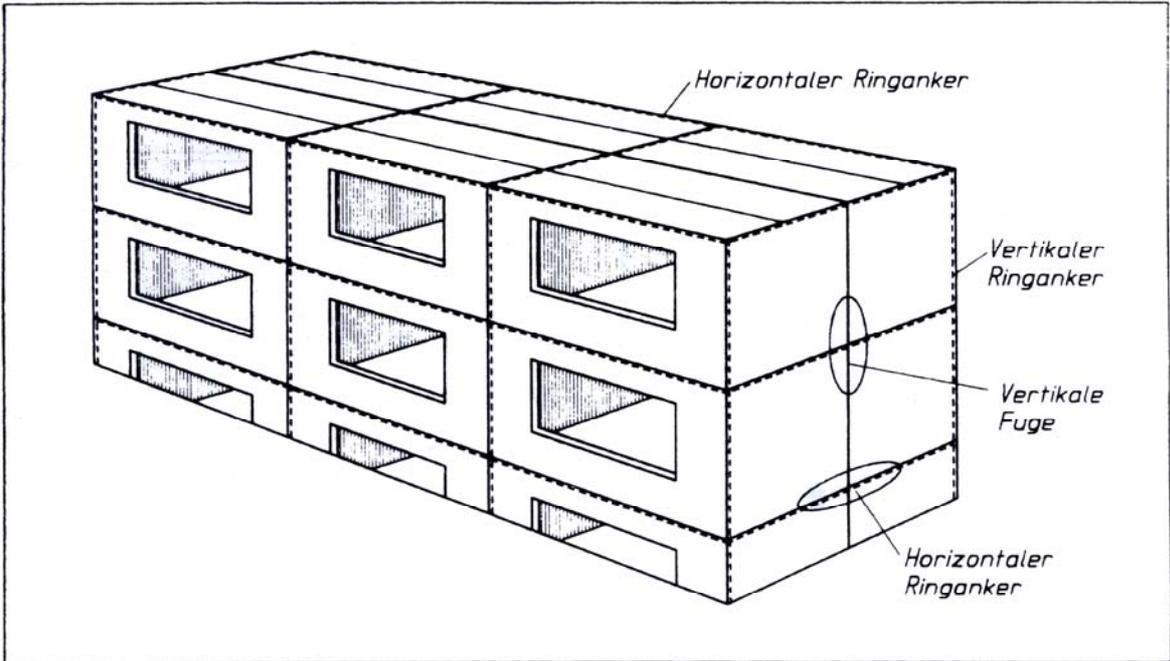
Besser



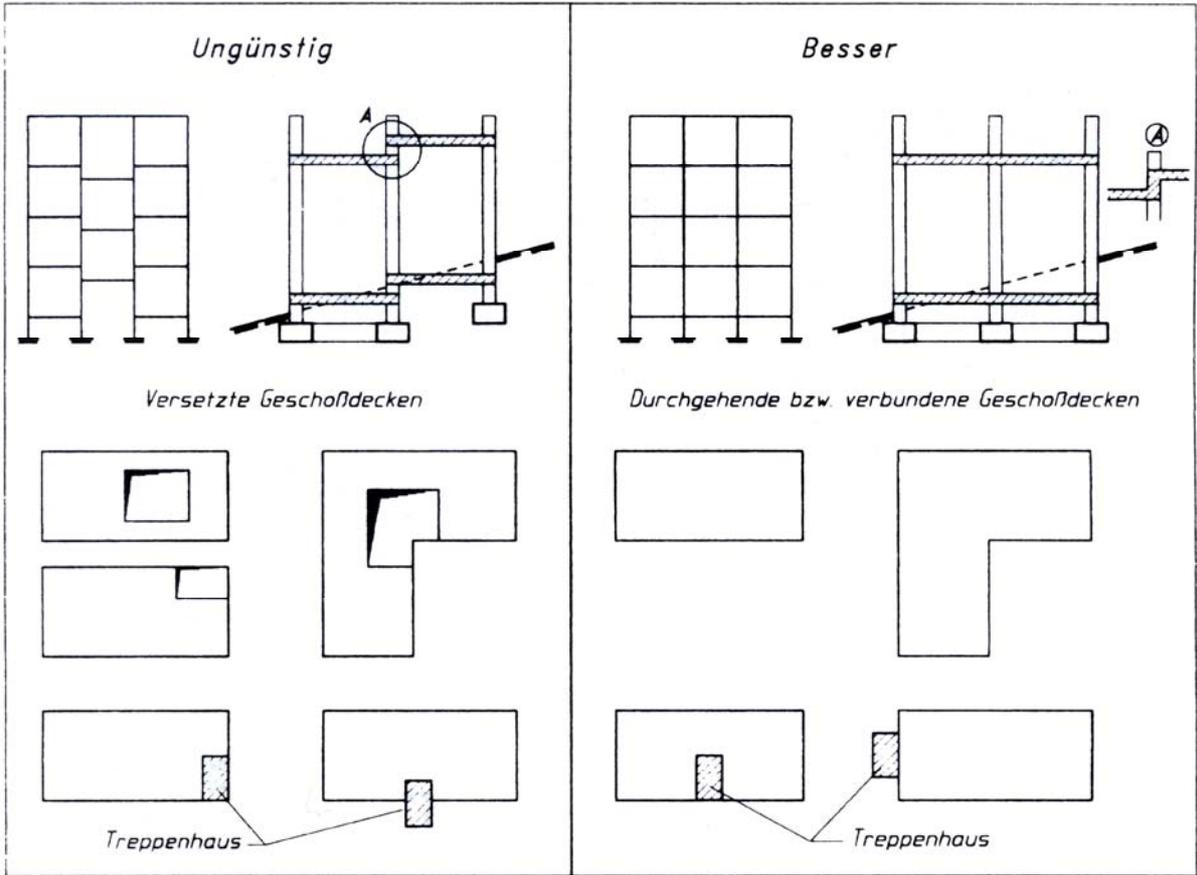
Beispiele für ungünstige und für bessere Aufrißgestaltung



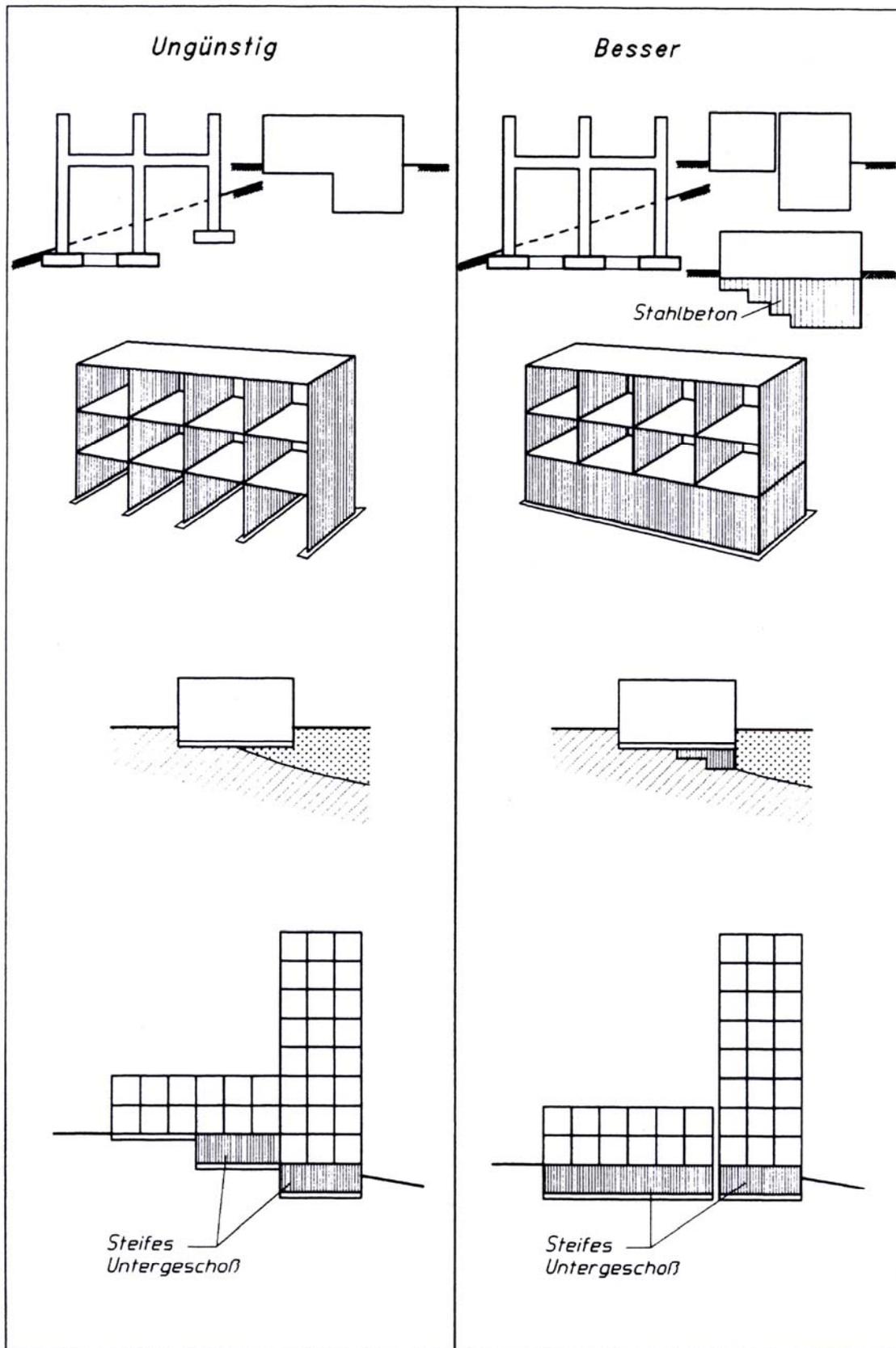
Beispiele für ungünstige und für bessere Steifigkeits- und Massenverteilung im Aufriß



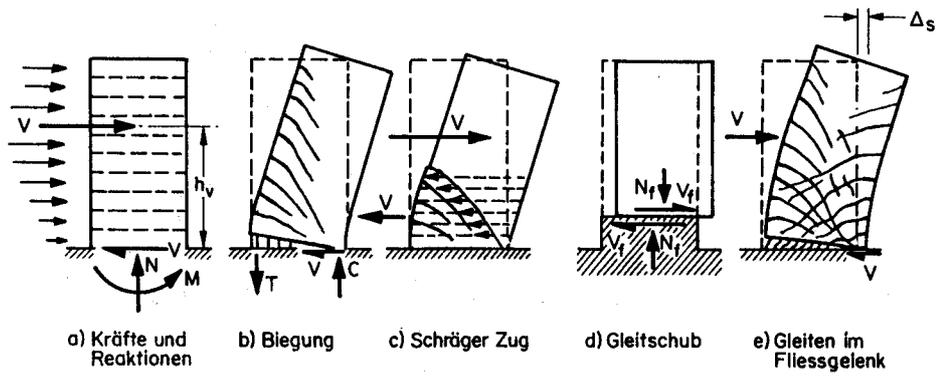
Beispiele zur Abtragung horizontaler Kräfte



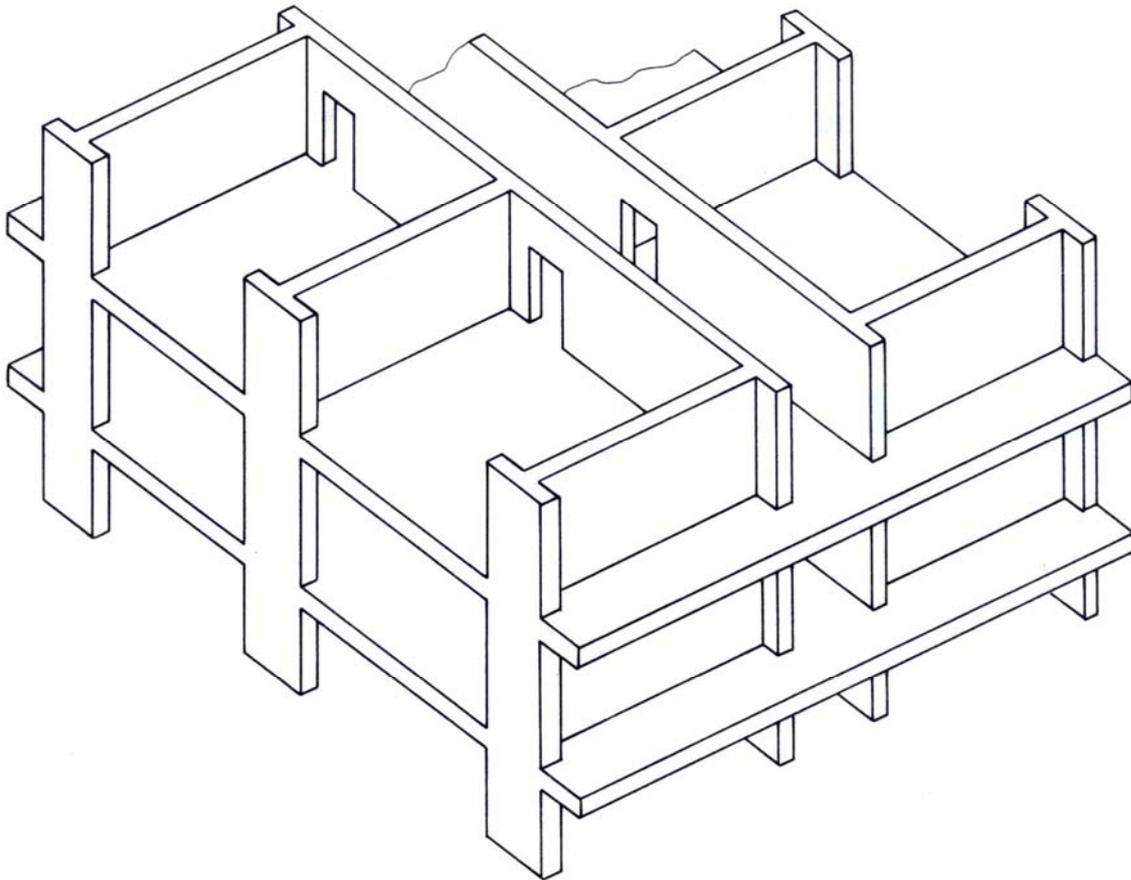
Gestaltung von Geschosdecken



Beispiele für ungünstige und für bessere Gestaltung der Gründung



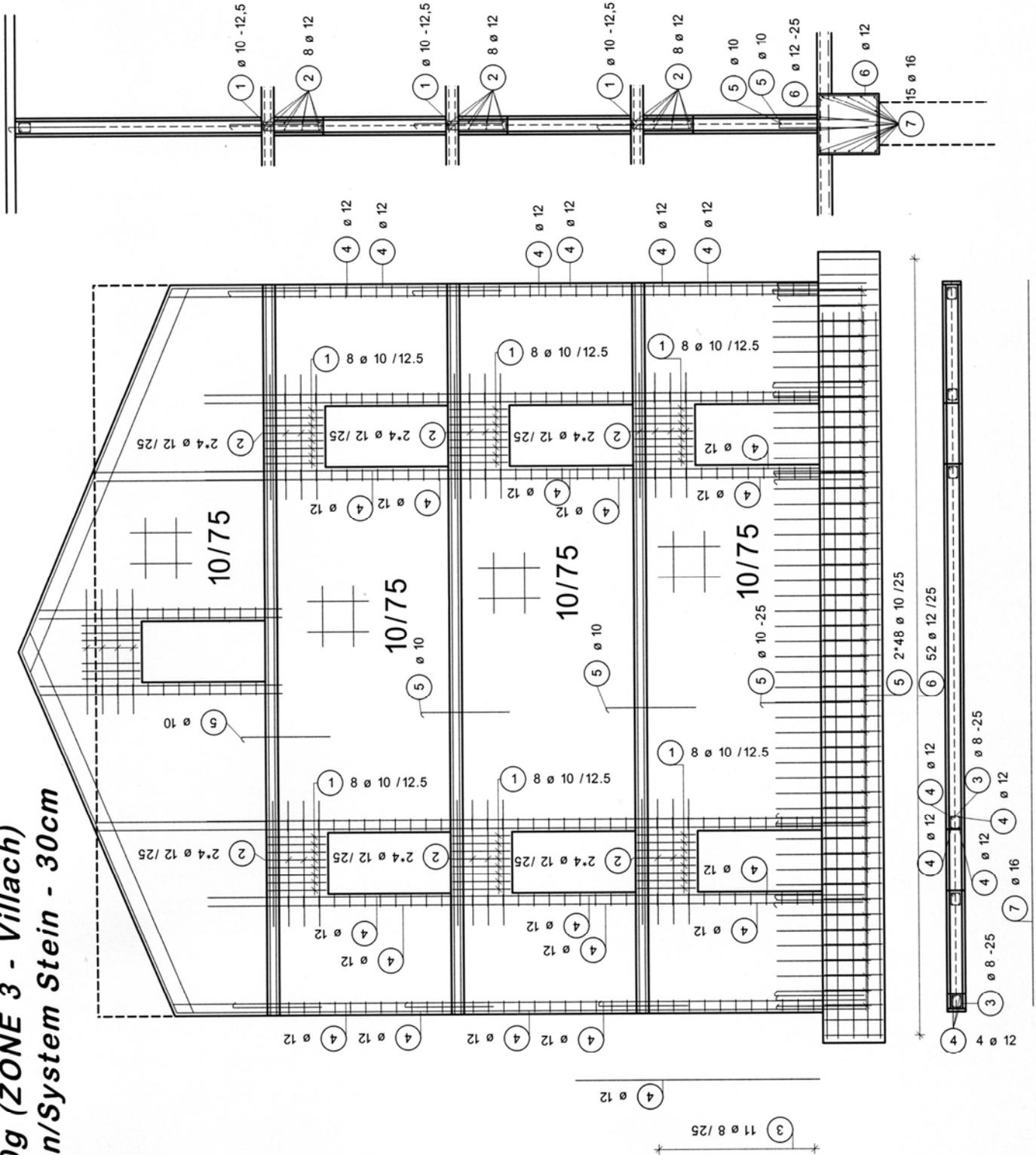
Versagensarten von kragarmartigen Tragwänden



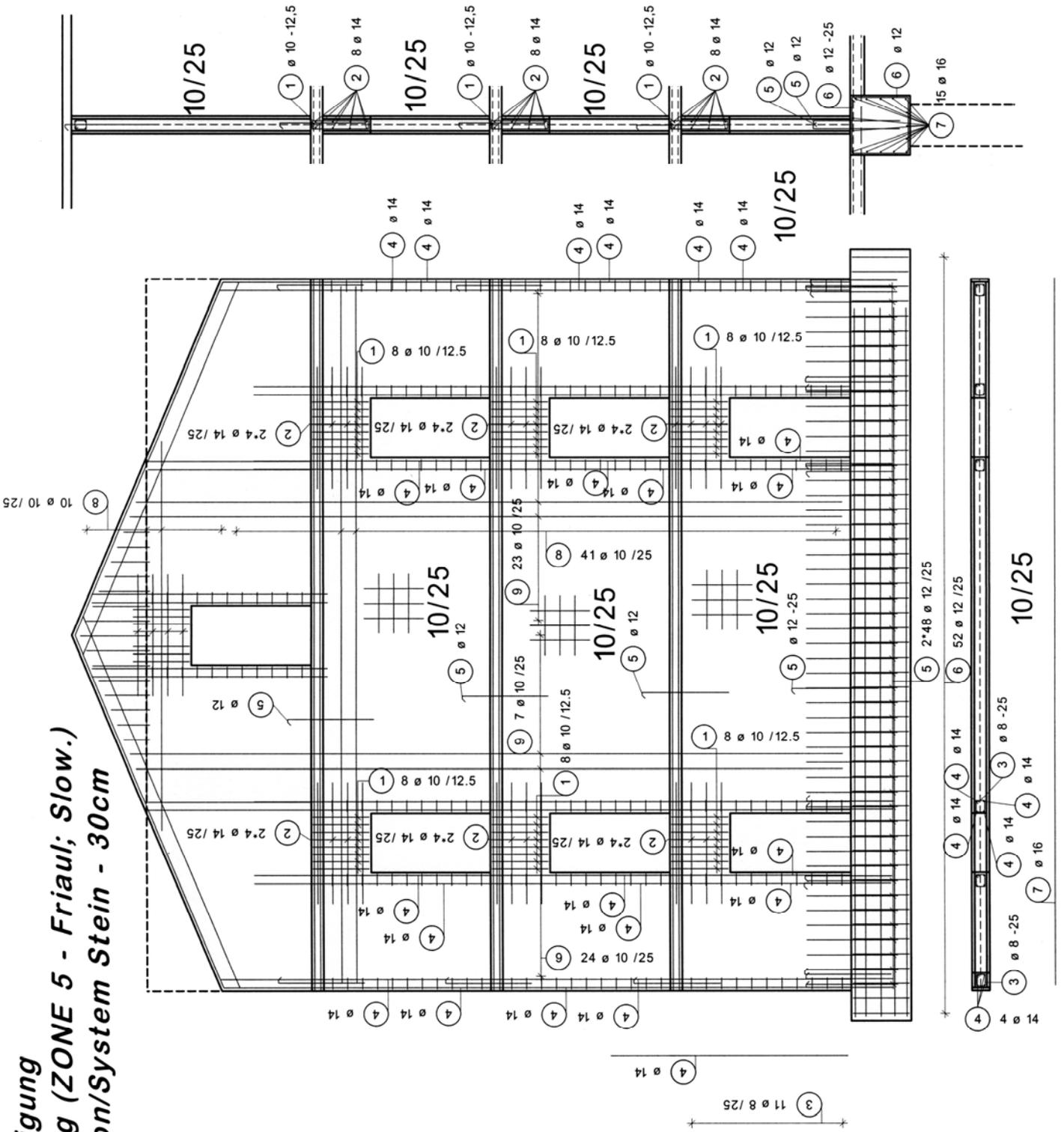
Ausschnitt des Tragwerks eines Mauergrößbauwerks

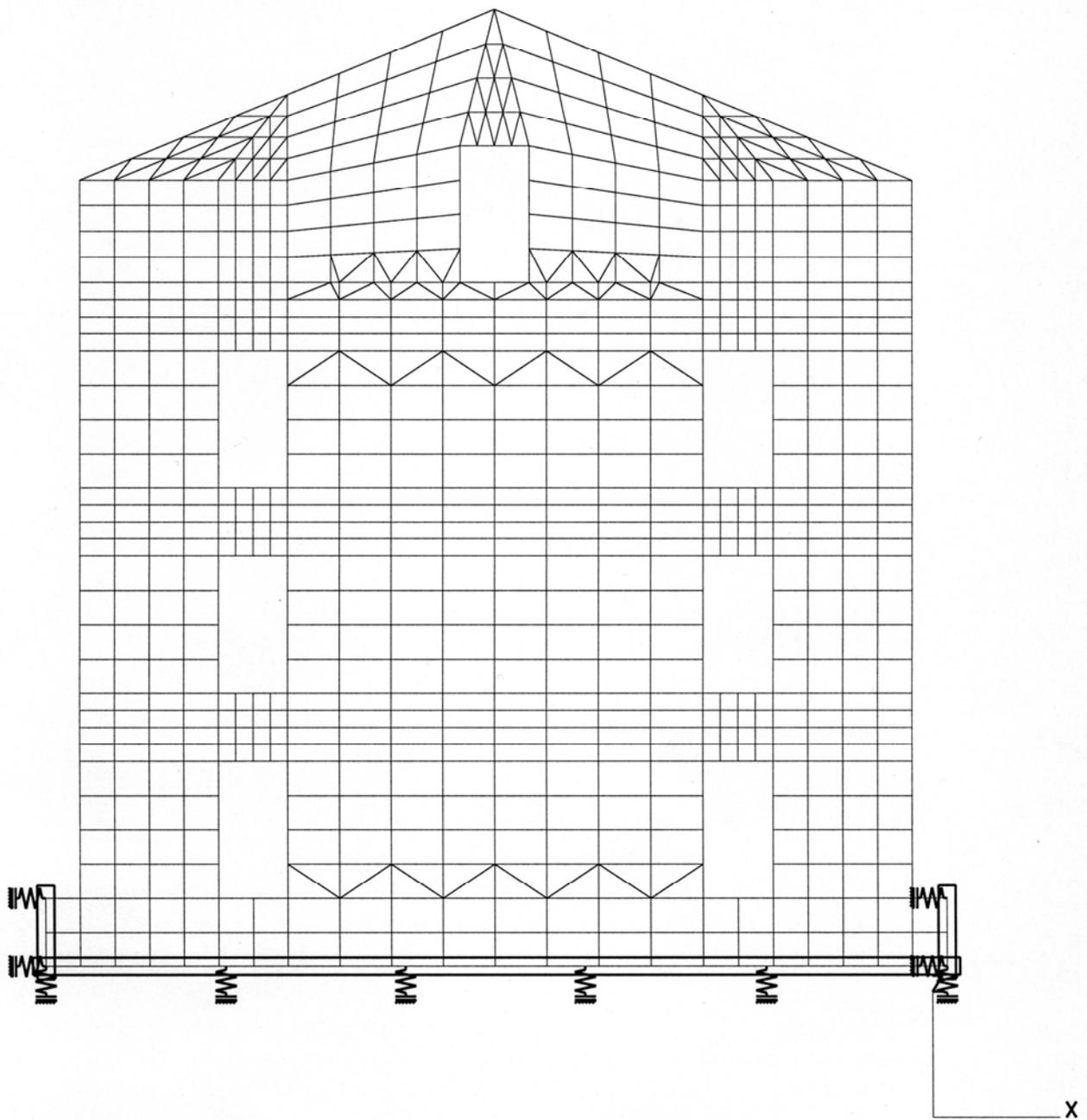
4.) CAD Skizzen

**Beschleunigung
0,075g-0,10g (ZONE 3 - Villach)
Mantelbeton/System Stein - 30cm**



**Beschleunigung
0,30g-0,40g (ZONE 5 - Friaul; Slow.)
Mantelbeton/System Stein - 30cm**





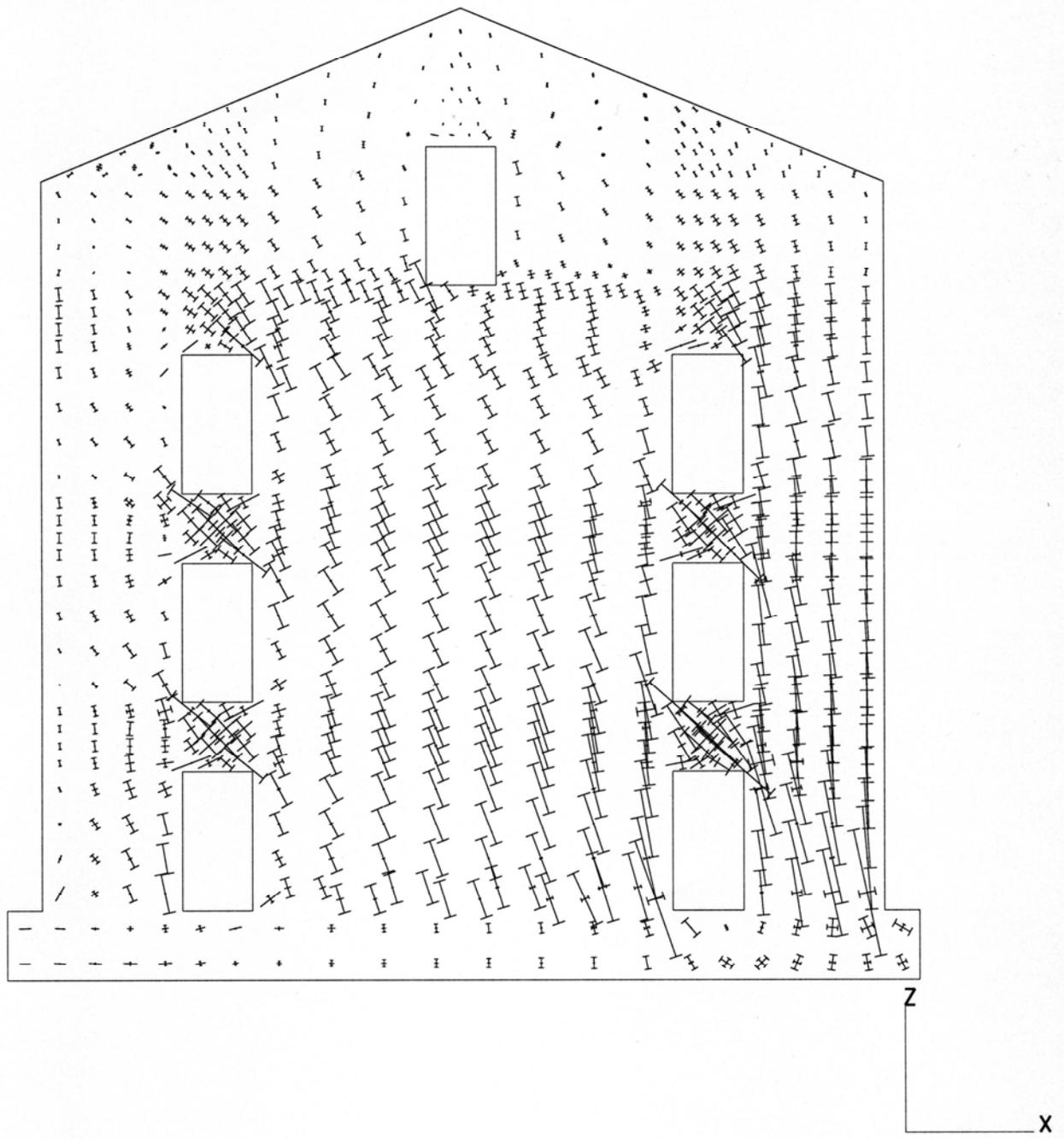
System der Scheibe

Maßstab 1:92

1m = 

Element	Darstellung	Beschriftung
Scheibe	normal	----
Stab	normal	----
elast. Auflager	 C-Senk  C-Dreh	----
starre Auflager	 X  Z  X/Z  X/Z/Ry	----

DI Schallasehek Peter
 Viktringer Ring 9, A-9020 Klagenfurt



Hauptspannungen

Maßstab 1:92 1m =

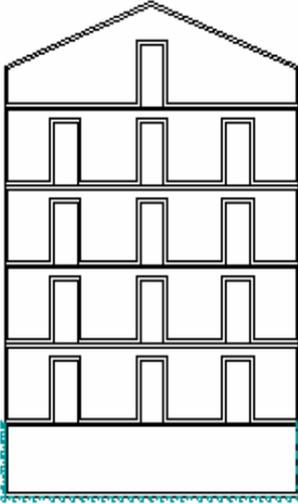
Lastfall 1 - 30%ACCELERAZIONE

Kräftemaßstab: 1cm = 2000.00 kN/m²

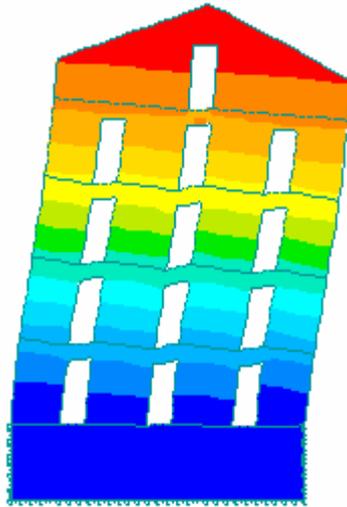
Spannungen	Minimum	Maximum
NI	-755.18 kN/m ²	1380.60 kN/m ²
NII	-3998.06 kN/m ²	79.51 kN/m ²

DI Schallaschek Peter
 Viktringer Ring 9, A-9020 Klagenfurt

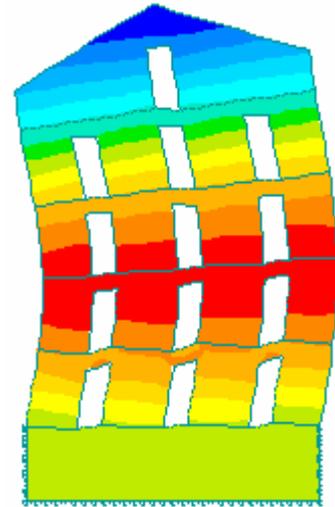
4.3 – Schwingungsformen



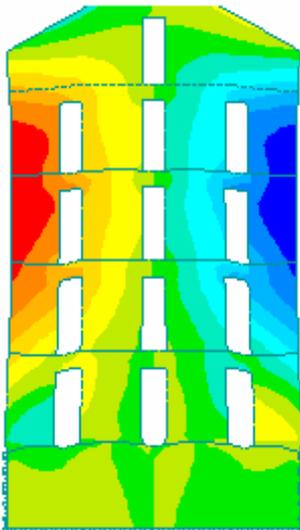
Haus E-4



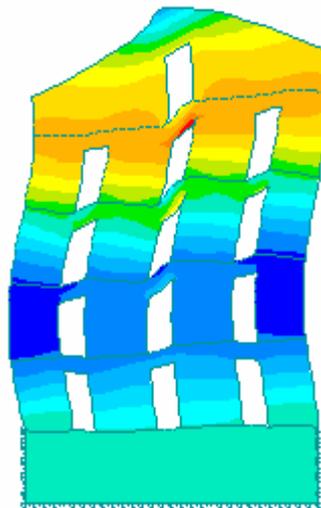
Eigenform 1



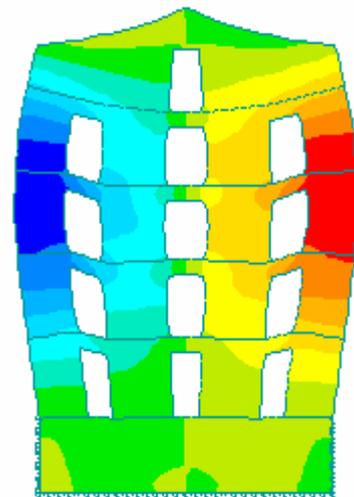
Eigenform 2



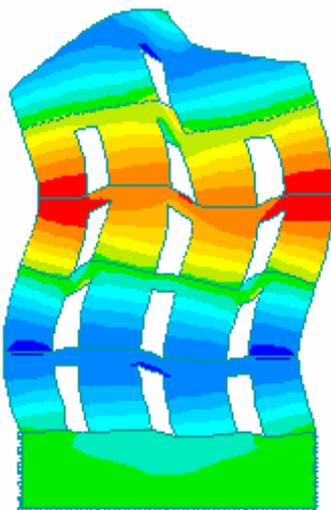
Eigenform 3



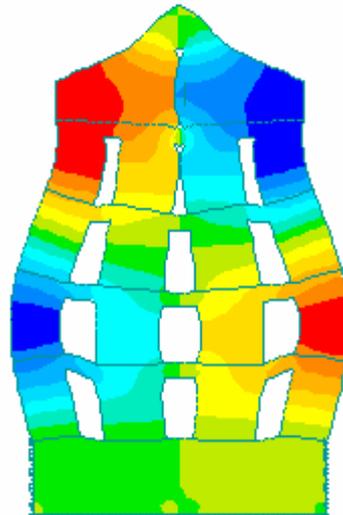
Eigenform 4



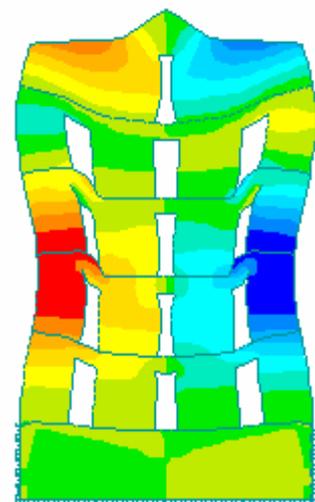
Eigenform 5



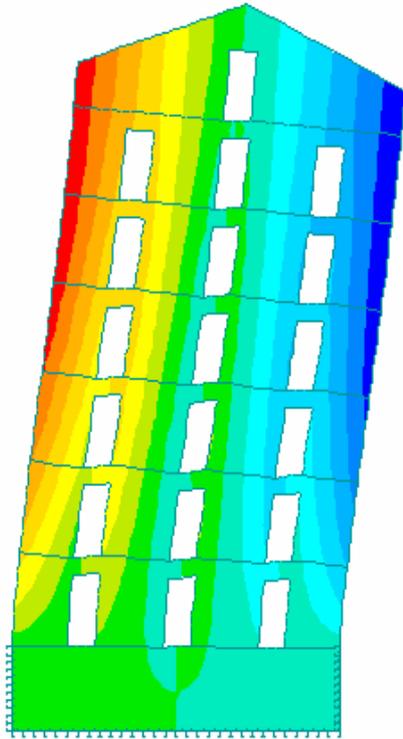
Eigenform 6



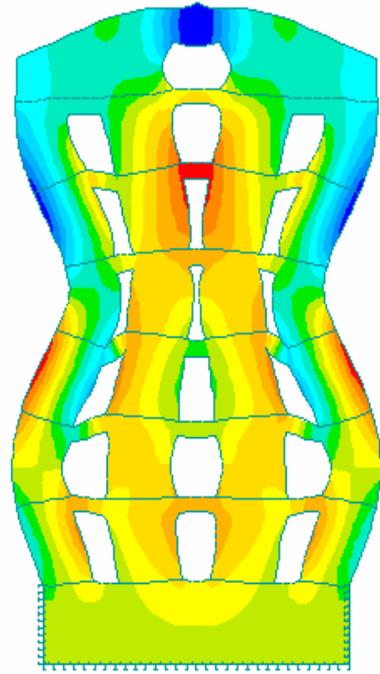
Eigenform 7



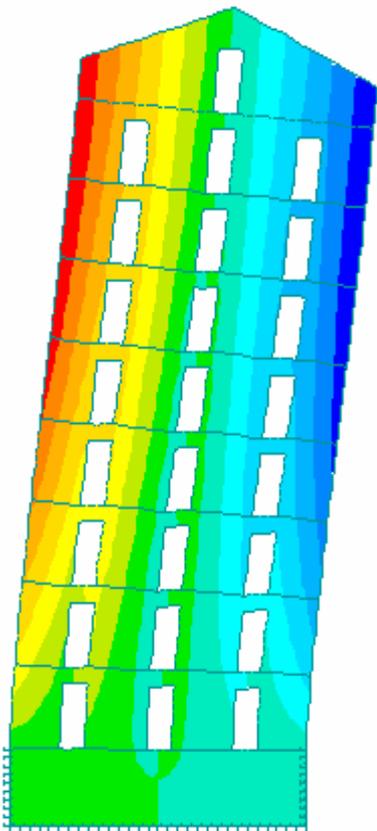
Eigenform 8



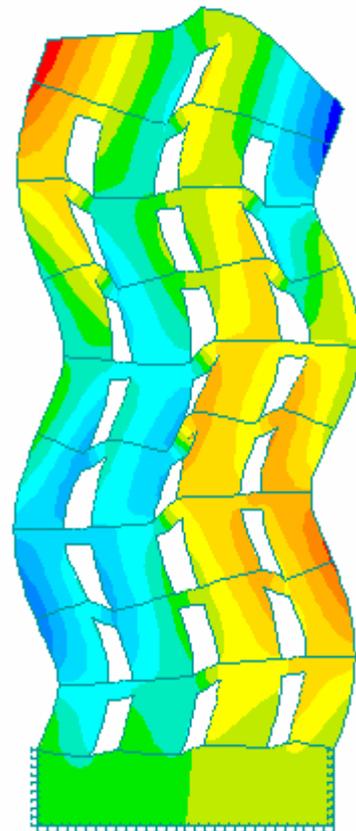
Eigenform 1 Haus E-6



Eigenform 10 Haus E-6



Eigenform 1 Haus E-8



Eigenform 10 Haus E-8