

- + Tragwerksplanung und Baustatik für die Bereiche Stahlbetonbau, Mauerwerksbau, Stahl- und Verbundbau, Holzbau, Glasbau, Grund- und Spezialtiefbau
- + Gebäudeenergieberatung, Energieausweise
- + Brandschutznachweise
- + Bauwerksanierung und Bauen im Bestand
- + Koordinator für Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz nach Baustellenverordnung

Am Schloßpark 19  
86949 Windach

Tel.: + 49 (0) 81 93 – 99 70 93 8

Mobil: + 49 (0) 1 77 – 327 100 1

E-mail: [a.mender@mender-consult.de](mailto:a.mender@mender-consult.de)

Web: [www.mender-consult.de](http://www.mender-consult.de)

## unbewehrte Betonwände nach DIN 1992-1-1

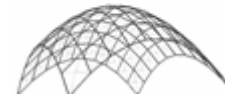
### - *Möglichkeiten der Anwendung* -

München, den 25.06.2022

Dipl.-Ing.(FH) Andreas Mender

Referent





### Vorbemerkungen:

Der Vortrag versucht die Norm und deren Zusammenhänge so gut wie möglich wiederzuspiegeln und stellt keinen Anspruch auf Vollständigkeit dar.

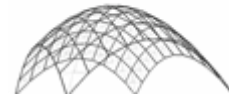
Inhaltliche Fehler können nicht ausgeschlossen werden.

Da sich alle Normen im ständigen Wandel bewegen, stellt der Vortrag die allgemein anerkannten Regeln der Technik (aaRdT) dar, die zur jetzigen Zeit gelten.

Inhaltliche Verbesserungsvorschläge werden gerne entgegengenommen.

## 1. **Historie**

- Ab 1950 wurden in größerem Umfang tragende Wände aus Beton- oder Stahlbeton im Wohnungsbau verwendet
- DIN 1045 und DIN 1047 (je Ausgabe 1943) enthielten kaum Aussagen zur Ausführung von Stahlbetonwänden
- Ergänzende Vorschriften 1955 zu DIN 1045 und DIN 1047 zu tragenden Wänden aus unbewehrten Beton
  - Betonfestigkeit mindestens B120
  - Wanddicke  $\geq 15$  cm, 3-seitig und 4-seitig gehaltene Innenwand  $\geq 10$  cm
  - aussteifende Wände  $\geq 10$  cm
  - Knicksicherheitsnachweis: max. Schlankheit der Wand  $\lambda=25$
  - Nachweis der Wände für den  $\omega$ -fache mittige Last (Abminderung der zulässigen Last aus unbewehrten Normalbeton)
  - bis zu 1,20 m lichte Weite bei Fensterstürzen war keine Bewehrung erforderlich, wenn die Stürze zusammen mit der Wand betoniert wurden und 40 cm Sturz vorhanden waren (Stürze über 1,20 m mußten bewehrt werden)
- DIN 1045, Ausgabe 1988, 25.5.5.1, unbewehrte Wände
- DIN 1045-1, Juli 2001, 8.6.7, 10.2.(2), 13.7.4, Tab.32, unbewehrte Wände
- Typenstatik und Bemessungsnomogramme für Kellerwände aus unbewehrtem Beton im Wohnungsbau (nach DIN 1045-1, Ausgabe 2001), Prüfbescheid Nr.II B 2-542-198, Bundesverband der Deutschen Transportbetonindustrie e.V., 2003
- Hegger, J.; Will, N.; Niewels, J.: Kellerwände aus unbewehrtem Beton, Beton- und Stahlbetonbau 99, Heft 2; S. 108-113, Berlin, Verlag W. Ernst & Sohn 2004.
- aktuelle Norm DIN 1992-1-1: 2011-01, Abschnitt 12, unbewehrte Wände



## 2. Problemstellung

- Die DIN 1045 (1943 bis 1988) ließ aufgrund ihrer Einschränkung der Schlankheit keine wirtschaftlichen Wandstärken bei Wänden aus unbewehrtem Beton zu.
- In DIN 1045-1 (2001) wurde eine genauere Abbildung der Traglastkurve erreicht.
- Ein Vergleich der beiden Normen zeigt, dass die Bemessung von Druckgliedern aus unbewehrtem Beton nach DIN 1045-1 bei größeren Schlankheiten und ebenfalls größeren Ausmitten höhere Traglasten erzielt als die DIN 1045 (07.88).
- Es können somit auch mit geringeren Wandstärken noch Traglasten erreicht werden, die die auftretenden Lasten im Wohnungsbau aufnehmen.
- Bemessung nach neuer Typenstatik für schlankere, unbewehrte Betonwände (2003):

Es mussten sich die Planer immer wieder fragen, warum eine Kelleraußenwand aus Mauerwerk fast 10 cm dünner sein darf als eine Kelleraußenwand aus unbewehrtem Beton. Außerdem haben Betone eine vielfach höhere zulässige Druckfestigkeit als Mauerwerk.

z.B. Mauerwerk 12/II,  $f_d=0,85/1,5 \times 3,9=2,21 \text{ N/mm}^2$

z.B. Beton C25/30,  $f_{cd}=0,85/1,5 \times 25=14,2 \text{ kN/cm}^2$

→ ca. 6,5 fache höhere Druckfestigkeit von Beton

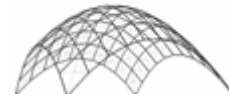
Zur Annäherung der Bemessungsmodelle des Betonbaus an die des Mauerwerksbaus wurden am Lehrstuhl und Institut für Massivbau der RWTH Aachen im Rahmen eines von der Forschungsgemeinschaft Transportbeton e.V. geförderten Forschungsvorhabens Bemessungsnomogramme für unbewehrte Wände unter vertikaler Auflast mit und ohne zusätzlichen Erddruck entwickelt.

Im Ergebnis lag nun eine bundesweit gültige Typenstatik mit Prüfbescheid des Landes NRW vor, die es erlaubt, unbewehrte Wände schnell über unkomplizierte Nomogramme zu bemessen.

- Für den Wohnungsbau waren die hohen Tragfähigkeits- und Festigkeitseigenschaften oft unnötig, die hohe Festigkeit des Betons wurde beim Bau und in der Nutzung eher als nachteilig aufgefasst. Herstellungstechnisch bedeuteten der baubetriebliche Grundaufwand von Schalen und Bewehren und die bauartbedingten Mindestwanddicken von >20 cm oft einen Kostennachteil gegenüber der Mauerwerksbauweise.

## 3. Anwendungsfälle unbewehrter Wände

- Kelleraußenwand aus unbewehrtem Beton
- Windbelastete Außenwand aus unbewehrtem Beton
- Innenwand aus unbewehrtem Beton
- Aussteifende Innen- und Außenwand aus unbewehrtem Beton (Zugkeildeckung erf.)



#### **4. Nachweisführung von unbewehrten Wänden nach DIN 1992-1-1: 2011-01**

- Mindestwanddicken von  $h \geq 10$  cm
- Nachweis Grenzschlankheit  $\lambda \leq 86$
- Nachweis der Duktilität über max. Ausmitten  $e/h \leq 0,4$
- Nachweis der Normalkrafttragfähigkeit über zulässige Last
- Nachweis der Stabilität (Knicknachweis)
- Nachweis der Querkraftbeanspruchung

#### **5. Auszug aus aktueller DIN 1992-1-1: 2011-01, Abschnitt 12**

##### **12.1 Allgemeines**

*(1) Dieses Kapitel enthält ergänzende Regeln für Tragwerke aus unbewehrtem Beton oder für Tragwerke, bei denen die vorhandene Bewehrung geringer als die Mindestbewehrung für Stahlbeton ist.*

*(4) In unbewehrten Betonbauteilen darf jedoch auch Betonstahlbewehrung zur Erfüllung der Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit und/oder die Dauerhaftigkeit bzw. in bestimmten Bereichen der Bauteile angeordnet werden. Diese Bewehrung darf für örtliche Nachweise im GZT und für Nachweise im GZG berücksichtigt werden.*

##### **12.7 Nachweise in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit (GZG)**

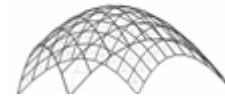
*(2) Die folgenden Maßnahmen sind in der Regel zur Sicherung einer ausreichenden Gebrauchstauglichkeit in Betracht zu ziehen:*

*a) im Hinblick auf eine Rissbildung:*

- *Begrenzung der Betonzugspannungen auf zulässige Werte,*
- *Einlegen einer konstruktiven Zusatzbewehrung (Oberflächenbewehrung, erforderlichenfalls Ring- und Zuganker),*
- *Anordnung von Fugen,*
- *betontechnologische Maßnahmen (z. B. geeignete Betonzusammensetzung, Nachbehandlung),*

*b) im Hinblick auf die Begrenzung der Verformungen:*

*Festlegung einer minimalen Querschnittsgröße (siehe 12.9),  
Begrenzung der Schlankheit bei Druckgliedern.*



## 12.9 Konstruktionsregeln

### 12.9.1 Tragende Bauteile

(1) Die Gesamtdicke  $h_w$  am Einbauort betonierter Wände darf in der Regel nicht kleiner als 120 mm sein.

(2) Schlitz- und Aussparungen sind in der Regel nur zulässig, wenn eine ausreichende Festigkeit und Stabilität nachgewiesen werden kann.

**Tabelle NA.12.2 — Mindestwanddicken für tragende unbewehrte Wände**

	Wandkonstruktion		1	2
			mit Decken	
			nicht durchlaufend	durchlaufend
1	C12/15	Ortbeton	200 mm	140 mm
2	≥ C16/20	Ortbeton	140 mm	120 mm
3		Fertigteil	120 mm	100 mm

## 6. Vergleich der Tragfähigkeit zwischen einer bewehrten und unbewehrten Betonwand:

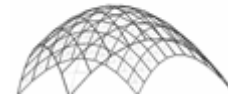
Beton-Innenwand  $d=20$  cm, C25/30

zul.N,d= ca. 2900 kN/m (Q335 beidseits)

Eine unbewehrte Wand  $d=20$  cm hat eine zulässige Normallast von  
zul.N,d= ca. 1800 kN/m

→ hohe Bauteilbelastung von unbewehrten Wänden.

→ die hohen Lasten kommen im klassischen Hochbau nahezu selten vor.



## **7. Vor- und Nachteile unbewehrter Wände**

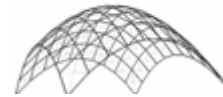
### **Vorteile:**

- Wandstärken von 12-14 cm sind für tragende unbewehrte Innenwände ohne weiteres zu erreichen, im Mauerwerksbau dagegen sind für tragende Wände Dicken von  $h \geq 17,5$  cm üblich und meist auch erforderlich
- vielfach höhere zulässige Druckfestigkeit als Mauerwerk
- Bauzeitverkürzung durch Entfall der Verlegung der Bewehrung
- Besserer Schallschutz als Mauerwerkswand (zum Vergleich: KS-Wand  $d=17,5$  cm,  $\rho_{0h}=1,4$  entspricht unbewehrte Betonwand  $d=13$  cm)
- optimaler Energiespeicher über massige Fläche (vgl. Thermodecken)
- Das Einbringen und Verdichten des Betons wird durch den Wegfall der Bewehrung erheblich erleichtert und das Oberflächenergebnis der Wandbauteile tendenziell verbessert
- alle Elektroden und Leerrohre können an der Schalung befestigt und miteinbetoniert werden
- keine Anschlussbewehrung zwischen Wand und Boden- bzw. Deckenplatte erforderlich, auch keine Einspannwinkel in die Decke
- Nachhaltig durch das „Nichteinbauen“ des teilweise unsinnigen Betonstahls (Einsparung Primärenergiebedarf für Betonstahl und Co<sub>2</sub>-Einsparung)
- Ressourcenschonung
- Kostenoptimierung der evtl. nicht zu sanierenden Tiefgaragenwände+Stützen unter Chloridbelastung, wenn die Stb.-Sützen und Stb.-Wände unbewehrt nachgewiesen werden.
- Kein Beschichtungssystem OS5b ect. auf die unbewehrte Betonwand oder Betonstütze erforderlich (Wartung entfällt).

### **Nachteile:**

- Nägel in Wänden müssen teilweise gebohrt werden
- unbewehrte Wände bedürfen erhöhter Nachbehandlungssorgfalt
- Risseverhalten kann nur über Fugen und über betontechnologische- und ausführungstechnische Maßnahmen (Wahl eines Betones mit niedriger Anfangswärmeentwicklung, Nachbehandlung) ergriffen werden
- Im LV muss eine Position für das Verschließen der Risse (Rißtränkung, Verpressen ect.) enthalten sein
- erhöhter Austrocknungsbedarf als Mauerwerkswand

**→ Es überwiegen die Vorteile der unbewehrten Betonbauweise**



## 8. Brandschutz unbewehrter Wände

Auszug aus aktueller DIN 1992-1-2: 2010-12

### 5.4.2 Tragende Betonwände

(1) Ein anforderungsgerechter Feuerwiderstand tragender Stahlbetonwände kann mit den Zahlenwerten in Tabelle 5.4 und den folgenden Regeln nachgewiesen werden.

(2) Für unbewehrte Betonwände (siehe EN 1992-1-1, Abschnitt 12) dürfen die Mindestwanddicken nach Tabelle 5.4 verwendet werden.

(3) 5.4.1 (2) und (3) gelten auch für tragende Betonwände.

**Tabelle 5.4 —  $\square$ AC Mindestdicke und -achsabstände für tragende Betonwände  $\square$ AC**

Feuerwiderstands-kategorie	Mindestmaße (mm)			
	Wanddicke/Achsabstand für			
	$\mu_{fi} = 0,35$		$\mu_{fi} = 0,7$	
	Brandbeansprucht auf einer Seite	Brandbeansprucht auf zwei Seiten	Brandbeansprucht auf einer Seite	Brandbeansprucht auf zwei Seiten
1	2	3	4	5
REI 30	100/10*	120/10*	120/10*	120/10*
REI 60	110/10*	120/10*	130/10*	140/10*
REI 90	120/20*	140/10*	140/25	170/25
REI 120	150/25	160/25	160/35	220/35
REI 180	180/40	200/45	210/50	270/55
REI 240	230/55	250/55	270/60	350/60

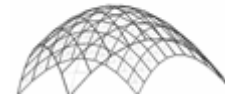
\* Normalerweise reicht die nach EN 1992-1-1 erforderliche Betondeckung.  
ANMERKUNG Für die Definition von  $\mu_{fi}$  siehe 5.3.2 (3).

### 5.4.3 Brandwände

(1) Sofern eine Brandwand zusätzlich zu 5.4.1 und 5.4.2 die Anforderung an mechanische Widerstandsfähigkeit gegen horizontale Stoßbeanspruchung (Kriterium M, siehe 2.1.2 (6)) erfüllen muss, darf die Mindestdicke bei Ausführung in Normalbeton nicht kleiner sein als:

- 200 mm für eine unbewehrte Wand,
- 140 mm für eine bewehrte, tragende Wand,
- 120 mm für eine bewehrte, nichttragende Wand,

und der Achsabstand einer tragenden Wand darf nicht kleiner als 25 mm sein.



## Mindestwanddicken nach DIN EN 1992-1-1-NA

Tabelle NA.12.2 — Mindestwanddicken für tragende unbewehrte Wände

	Wandkonstruktion		1	2
			mit Decken	
			nicht durchlaufend	durchlaufend
1	C12/15	Ortbeton	200 mm	140 mm
2	≥ C16/20	Ortbeton	140 mm	120 mm
3		Fertigteil	120 mm	100 mm

**Es müssen keine Achsabstände mehr, sondern nur Minstdicken eingehalten werden!**

**Für unbewehrte Betonwände dürfen dieselben Minstdicken wie für bewehrte Betonwände verwendet werden.**

**Als Betonfestigkeit für unbewehrte Betonwände darf dieselbe Festigkeit wie für bewehrte Stb.-Wände verwendet werden.**

### 9. Kosteneinsparung unbewehrter Wände

- Einsparung von ca. 85 kg/m<sup>3</sup> Betonstahl bei unbewehrten Wänden  
→ Verringerung der Baukosten und teilweise günstiger als Mauerwerkswand
- Zeit- und personalaufwendige Bewehrungsarbeiten entfallen  
→ Verringerung der Baukosten und kürzere Bauzeit

#### Bsp.1: Innenwand

Wandlänge l=1 m, Wandstärke d=20 cm, Wandhöhe h=2,60 m

Stahlersparnis ca.:  $1,0 \times 0,2 \times 2,6 \times 85 = 44,2$  kg/ lfdm

Kostenersparnis ca.:  $0,0442 \text{ to} \times 2.500 \text{ Euro/to} = 110$  Euro/ lfdm

→ **Kostenersparnis ca. 110 Euro pro lfdm. Wandlänge**

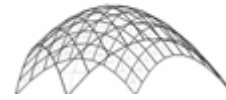
#### Bsp.2: Außenwand

Eine bewehrte Außenwand d=20 cm muss aufgrund der geforderten Mindestbewehrung nach EC2, 9.5 mit 3,0 cm<sup>2</sup>/m (=Q335 beidseits) bewehrt werden (Mattengewicht 5,38 kg/m<sup>2</sup>).

Möchte man die Außenwände trotzdem bewehren, könnte man diese unbewehrt nachweisen und eine konstruktive Bewehrung Q188 einbauen (Mattengewicht 3,02 kg/m<sup>2</sup>).

→ **Kostenersparnis ca. 44 % bei der Bewehrung**





## 10. Möglichkeiten der Co<sub>2</sub>-Einsparung/ Ressourcenschonung (Wände + Decken + Bodenplatten)

- Weniger Beton verbrauchen durch schlankere Konstruktionen, durch Anpassung der statischen Systeme oder Wahl von anderen Deckensystemen (im Industriebau z.B. durch Hohlkörperdecken oder vorgespannte Decken, zukünftig auch Carbonbeton für Wände und Decken im Hochbau).
- Durch den Nichteinbau des Betonstahles in Betonwände werden weitere hohe CO<sub>2</sub>-Emissionen eingespart und die Abhängigkeit von anderen Importländern reduziert (unabhängig von Preissteigerungen).
- Durch die Wahl einer reduzierten Rissbreite gemäß Entwurfsgrundsatz a) oder c) aus der WU-Richtlinie, lassen sich große Mengen an Betonstahl einsparen, das den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck weiter verbessert.
- Einsatz von R-Betonen (recycelter Beton) ermöglicht eine weitere CO<sub>2</sub>-Einsparung und Ressourcenschonung durch Wiederverwertung der Zuschlagsstoffe. Tragende Betonbauteile aus R-Beton dürfen bis C30/37 aktuell statisch nach EC2 bemessen werden.
- Die Zementherstellung ist sehr energieaufwendig (bei ca. 1450 Grad werden gemahlene Kalksteine gebrannt). Würde man auf Wasserstoff oder Elektrizität umstellen, dann würden man circa 50 Prozent der CO<sub>2</sub>-Emissionen einsparen.
- CO<sub>2</sub>-Emissionen bei Herstellung 1m<sup>3</sup> Stahlbetonwand ca. 300 kg CO<sub>2</sub>  
(ca. 220 kg CO<sub>2</sub> bei Beton = ca. 70 % und ca. 85 kg CO<sub>2</sub> bei Stahl=ca. 30%)
- CO<sub>2</sub>-Emissionen bei Herstellung 1m<sup>3</sup> Stahlbetonstütze ca. 420 kg CO<sub>2</sub>  
(ca. 220 kg CO<sub>2</sub> bei Beton = ca. 50 % und ca. 200 kg CO<sub>2</sub> bei Stahl=ca. 50%)
- Zum Vergleich: CO<sub>2</sub>-Emissionen PKW zwischen ca. 15-30 kg CO<sub>2</sub>/ 100 km

→ ein Oberklassewagen erzeugt nach ca. 1.000 gefahrenen km genausoviel CO<sub>2</sub> wie 1 m<sup>3</sup> betonierte Stahlbetonwand.

→ ein Oberklassewagen erzeugt nach ca. 650 gefahrenen km genausoviel CO<sub>2</sub> wie 1 m<sup>3</sup> unbewehrte Betonwand.

→ Die CO<sub>2</sub>- Ersparnis des nicht eingebauten Betonstahles einer 1 m<sup>3</sup> Betonwand entspricht dem, wenn ein Oberklasse PKW ca.280 km fährt.

### Beispiel 1: CO<sub>2</sub>-Einsparung durch Entfall Betonstahl einer 1 m langen Betonwand

Wandlänge l=1 m, Wandstärke d=20 cm, Wandhöhe h=ca. 2,60 m

→ CO<sub>2</sub>-Einsparung ca.:  $1 \times 0,2 \times 2,6 \times 85 = 44$  kg pro lfdm. Wandlänge

→ Kostenersparnis Betonstahl ca. 110 Euro pro lfdm. Wandlänge

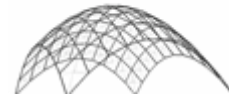
### Beispiel 2: CO<sub>2</sub>-Einsparung durch Entfall Betonstahl von 5 Wandschotten

Frage: wieviel CO<sub>2</sub> werden bei 5 Wandschotten mit 11,2 m Länge, 20 cm Breite, 2,6 m Höhe über 5 Geschosse eingespart, wenn man den Betonstahl nicht einbauen muss?

→ CO<sub>2</sub>-Einsparung ca.:  $5 \times 5 \times 11,2 \times 0,2 \times 2,6 \times 85 = 12.380$  kg

→ Kostenersparnis Betonstahl ca.  $110 \times 5 \times 5 \times 11,2 = 31.000$  Euro

→ Ein Oberklasse PKW muss den Umfang der Erde (40.075 km) zurücklegen, um soviel CO<sub>2</sub> zu erzeugen, wie 5 Wandschotten über 5 Etagen an CO<sub>2</sub> durch den Einbau von Betonstahl emittieren.



### Beispiel 3: CO<sub>2</sub>-Einsparung durch Entfall Betonstahl einer Wohnanlage mit ca. 100 Wohnungen

In einer rein betonierten Wohnanlage (UG-DG komplett betoniert) entstehen ca. 70-120 m<sup>2</sup> Betonwandfläche je Wohneinheit, im Mittel ca. 95 m<sup>2</sup>/WE.

Der Stahlpreis mit Einbau beträgt ca. 2.500 Euro/to

In einer bewehrten Betonwand sind ca. 85 kg/m<sup>3</sup> Beton Betonstahl enthalten.

Wohnungen: 100, Wandstärke im Mittel ca. d=22 cm, Wandhöhe ca. h=2,60 m

→ CO<sub>2</sub>-Einsparung ca.:  $95 \times 100 \times 0,22 \times 85 = 178.000$  kg pro 100 WE (1,8 to/WE)

→ Kostenersparnis Betonstahl ca.  $95 \times 100 \times 0,22 \times 85 \times 2,5 = 444.000$  Euro

→ Ein Oberklasse PKW muss ca.1,5x die Entfernung von der Erde bis zum Mond zurücklegen (ca. 384.400 km), um soviel CO<sub>2</sub> zu erzeugen, wie alleine der Stahleinsatz an CO<sub>2</sub> in betonierten Innen- und Außenwänden einer Wohnanlage mit 100 WE entspricht.

### Beispiel 4: CO<sub>2</sub>-Vergleich Betonaussenwand + WDVS zu Mauerwerkswand d=36,5 cm

Frage: kann durch die Wahl einer unbewehrten Betonaußenwand + WDVS CO<sub>2</sub> eingespart werden, gegenüber einer Mauerwerksaußenwand (Wärmedämmziegel) d=36,5 cm?

Es wird eine Bauweise verglichen, die denselben U-Wert aufweist.

Eine Mauerwerksaußenwand d=36,5 cm hat einen U-Wert von 0,24 W/m<sup>2</sup>xK.

Eine Betonaussenwand d=18 cm + 12,5 cm WDVS (WLS 032) hat einen U-Wert von 0,24 W/m<sup>2</sup>xK.

→ CO<sub>2</sub>-Emission Betonwand + 12,5 cm WDVS (MW)  
ca.:  $211 \times 0,18 + 104 \times 0,125 = 38 + 13 = 51$  kg/m<sup>2</sup>

→ CO<sub>2</sub>-Emission Betonwand + 12,5 cm WDVS (EPS)  
ca.:  $211 \times 0,18 + 60 \times 0,125 = 38 + 8 = 46$  kg/m<sup>2</sup>

→ CO<sub>2</sub>-Emission Stb.-Betonwand + 12,5 cm WDVS (MW)  
ca.:  $305 \times 0,18 + 104 \times 0,125 = 55 + 13 = 68$  kg/m<sup>2</sup>

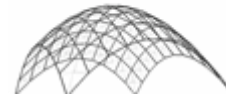
→ CO<sub>2</sub>-Emission Stb.-Betonwand + 12,5 cm WDVS (EPS)  
ca.:  $305 \times 0,18 + 60 \times 0,125 = 55 + 8 = 63$  kg/m<sup>2</sup>

→ CO<sub>2</sub>-Emission Mauerwerkswand Poroton S9 (mit Perlitfüllung)  
ca.:  $223 \times 0,365 = 81$  kg/m<sup>2</sup>

→ CO<sub>2</sub>-Emission Mauerwerkswand (mit Dämmstofffüllung)  
ca.:  $146 \times 0,365 = 53$  kg/m<sup>2</sup>

→ eine unbewehrte Betonwand + WDVS emittiert weniger CO<sub>2</sub> als ein Wärmedämmziegel mit gleichem U-Wert!

→ eine unbewehrte Betonwand + WDVS erhöhte die Wohnfläche um  $36,5 - (18 + 12,5) = 6\%$



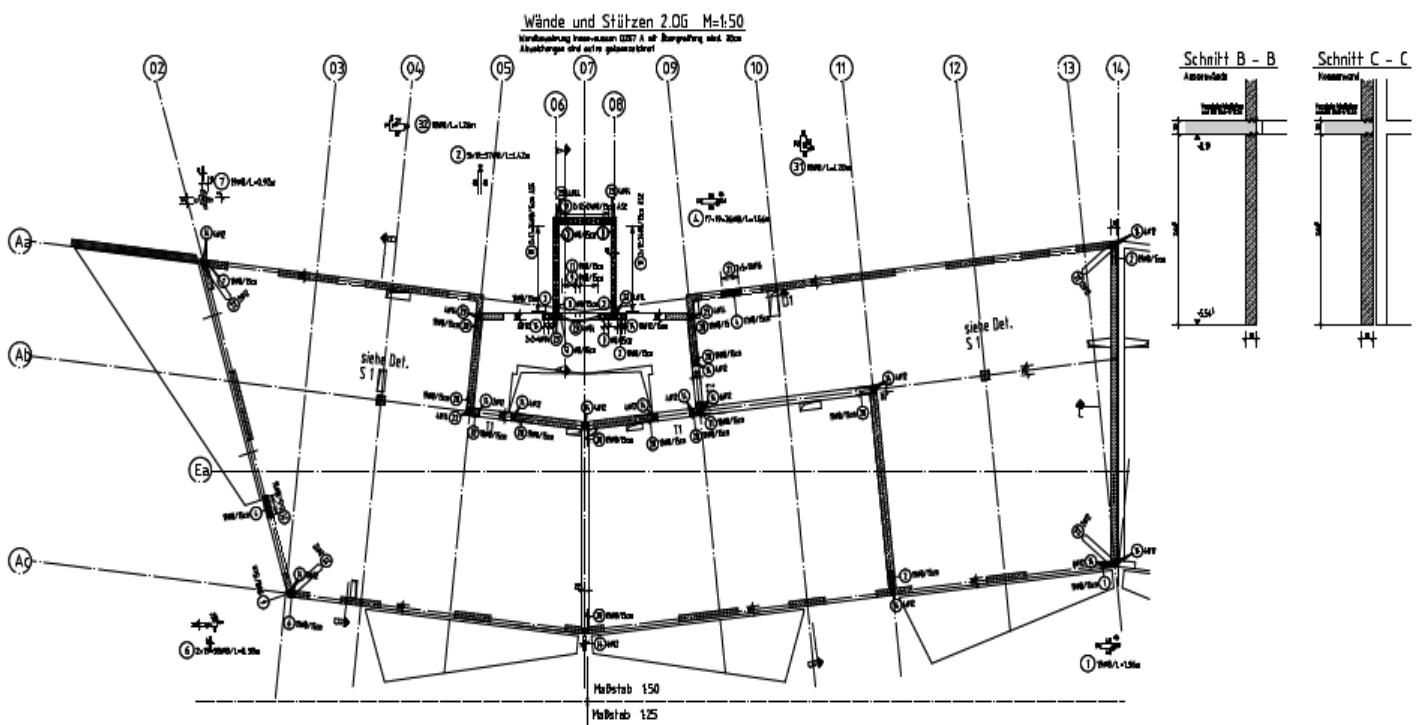
- Kosten Betonwand (Beton + Schalung) ca. **90 Euro/m<sup>2</sup>**
- Kosten WDVS MW 12 cm inkl. Putz ca. **120 Euro/m<sup>2</sup>**  
**210 Euro/m<sup>2</sup>**
  
- Kosten Mauerwerkswand Porotos S9 ca. **160 Euro/m<sup>2</sup>**
- Kosten Putz ca. **50 Euro/m<sup>2</sup>**  
**210 Euro/m<sup>2</sup>**
  
- Die Kosten beider Systeme sind ungefähr gleich!

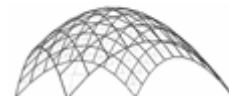
### 11. Ausführungsbeispiele unbewehrter Wände

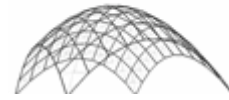
Wir haben eine Wohnanlage mit 78 Wohneinheiten (Gebäudeklasse 5) nahezu komplett aus unbewehrten Innen- und Außenwänden ausgeführt, auch im Bereich aussteifender Wände, da diese durch Zugkeildeckung nachgewiesen wurden.

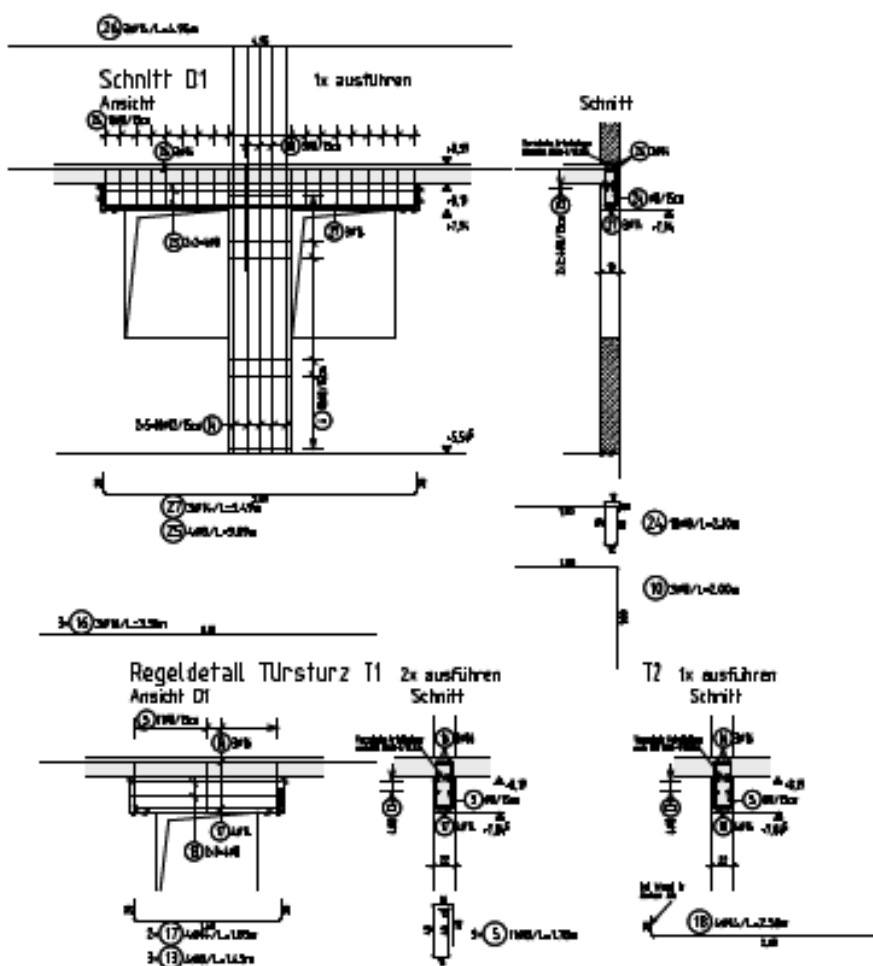
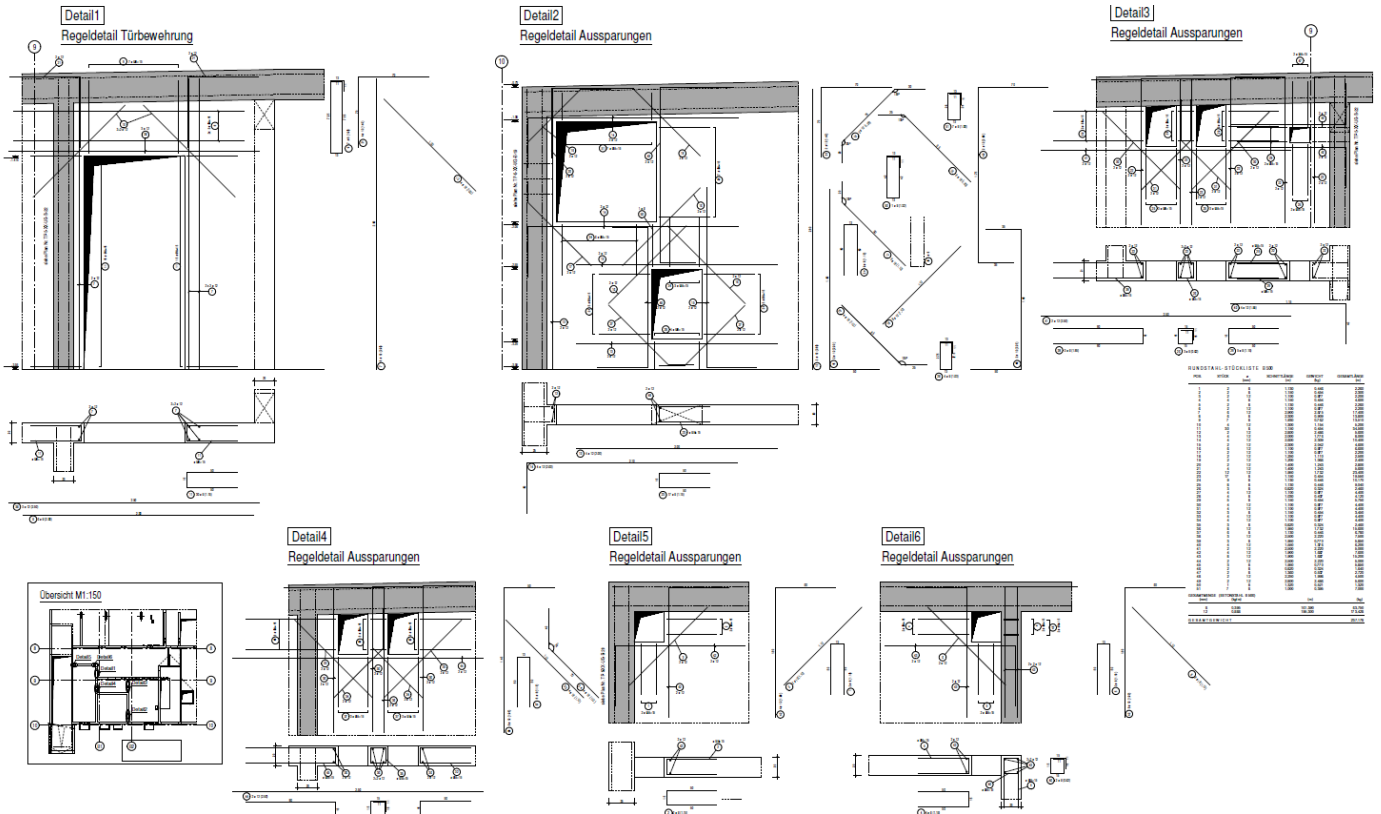
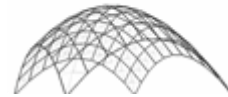
Eine unbewehrte Betonwand ist einer bewehrten Betonwand nicht im Nachteil, wenn Sollbruchfugen und Nachbehandlung konzeptartig durchdacht werden.

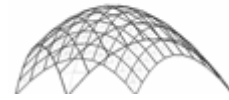
Ein Thema das aufgrund der Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung im Trend liegt.











- Es werden nur Aussparungen (Türen, Fenster, WD ect.) eingesäumt und bewehrt.
- Bei aussteifenden Wänden werden nur die Wandenden mit einer Zugkeilbewehrung versehen.
- Keine Eckverbindung der Wände erforderlich (Saumbügelstoß).
- Kein Einspannwinkel in die Decke erforderlich.
- Für die Halterung im Bauzustand nach dem Ausschalen ist aus dem Restecontainer eine Matte mittig in die Decke einzubauen (gegen Umfallen bei Windlast gesichert).

**Fazit:**

***„Was man mauern kann, kann man erst recht betonieren!“***



**Dipl.-Ing. (FH) Andreas Mender**

Beratender Ingenieur BaylKaBau  
Energieberater Wohnbau