

**BAU
MIT
PLAN**

23.06.2023

@ Nutz GmbH | ab 12:00 Uhr



UNBEWEHRTE BETONWÄNDE

Ein Beitrag zur Ressourcenschonung & CO₂-Reduktion

Andreas Mendler (Mendler Ingenieur Consult)

EIN KLIMAPROBLEM



Mendler
Ingenieur Consult





800

Jahre
Halbwertbarkeitszeit in der Atmosphäre

50.000.000.000

Tonnen
weltweit anthropogener Emissionen pro Jahr

10

Prozent
der weltweit emittierten Treibhausgase durch Beton



$$1 = 300 = 4.000$$

m³
Stahlbeton

kg
CO₂

einzelne
Bäume



- Ressourcenproblem
- Treibhausgasproblem
- Abfallproblem
- Energieverteilungsproblem



- Ressourcenproblem
- Treibhausgasproblem
- Abfallproblem
- Energieverteilungsproblem

- **kein** Energieproblem

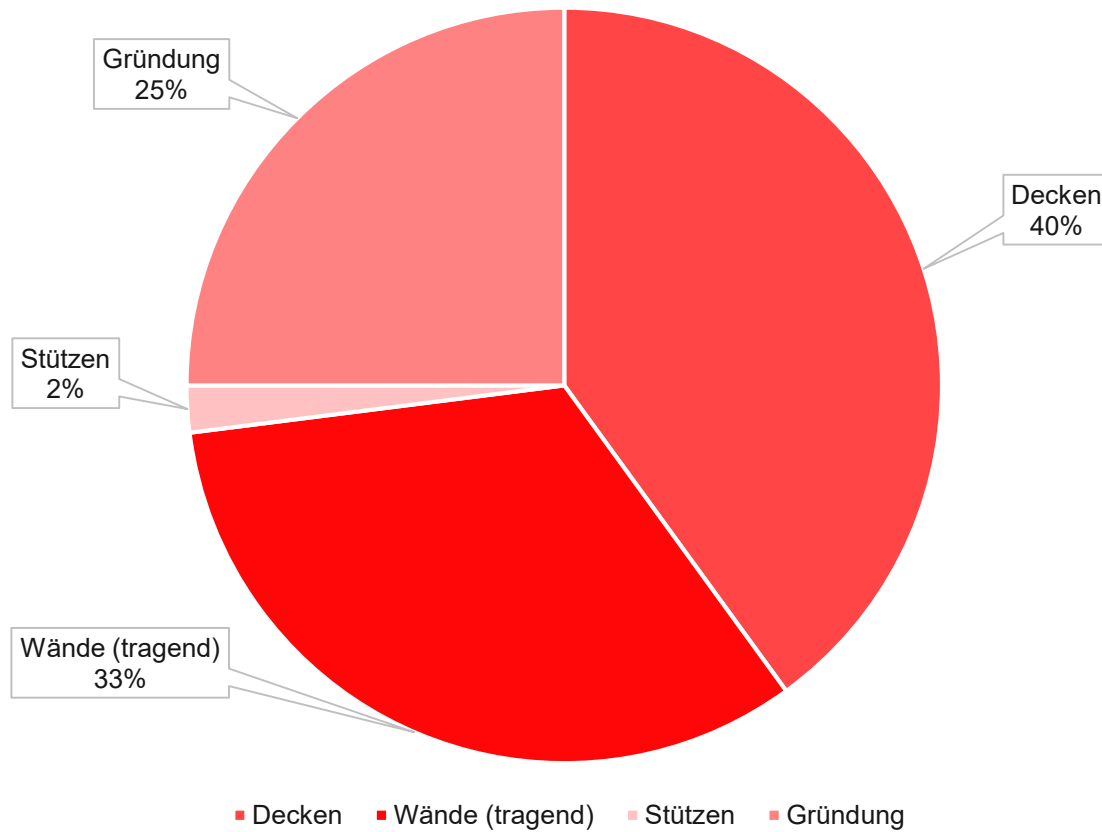
UNBEWEHRTE & BEWEHRTE BETONWAND



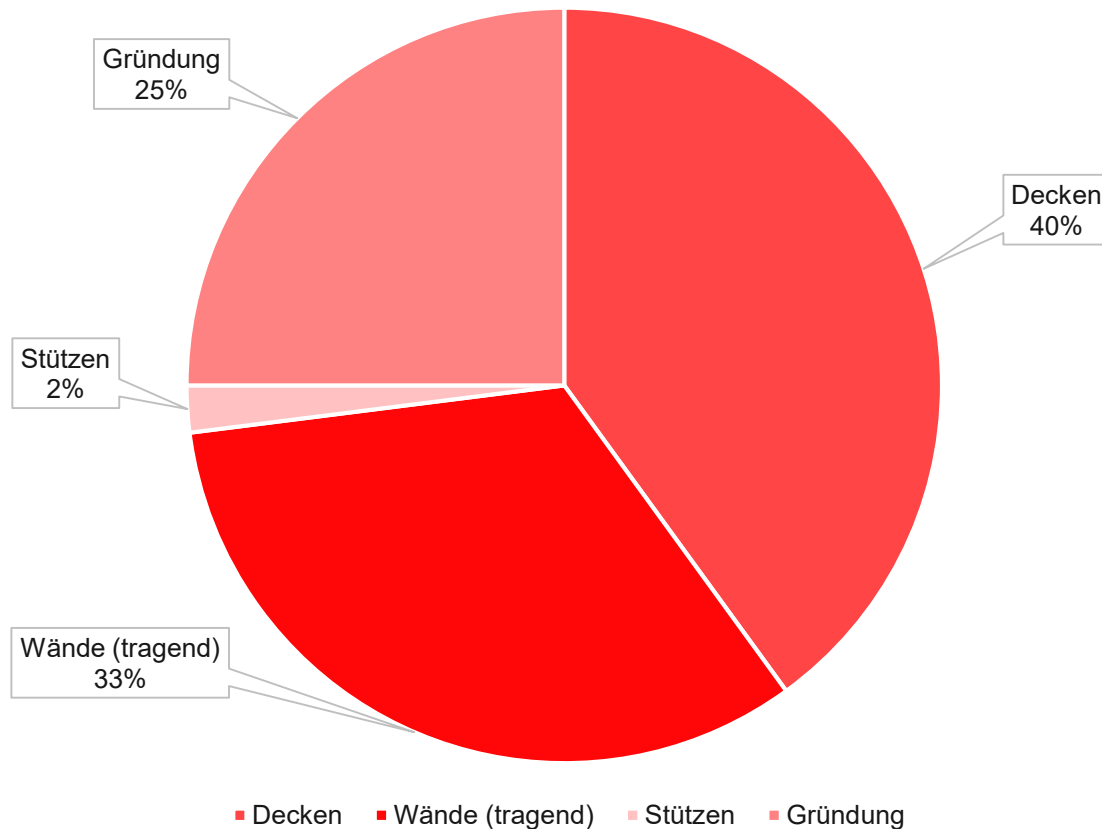
Mendler
Ingenieur Consult



EINFLUSS VON BAUTEILEN AUF DIE EMISSION



EINFLUSS VON BAUTEILEN AUF DIE EMISSION



Mehrfamilienhäuser:

Ø **80 kg CO₂ / m³**

Einfamilienhäuser:

Ø **95 kg CO₂ / m³**

HISTORISCHE ENTWICKLUNG



Deutscher Ausschuss
für Eisenbeton
zulässige Druckspannungen für
unbewehrte Betonbauteile
(Stützen, Pfeiler ohne Knicken)

1908

vorläufige Richtlinie zu
DIN 1045 und DIN 1047
unbewehrte Betonwände

1955

vorläufige Richtlinie zu
DIN 1045 und DIN 1047
Bemessung von tragenden Betonwänden
Hierbei wurde erstmals die Tragfähigkeit von
unbewehrten Betonwänden aufgegriffen

1959
1972

DIN 1045
unbewehrte Betonwände

1988

DIN 1045-1
unbewehrte Betonwände

2001

Typenstatik und Bemessungs-
nomogramme für Kellerwände
aus unbewehrtem Beton im Wohnungsbau
(nach DIN 1045-1, Ausgabe 2001)

Typenprüfung mit Prüfbescheid
Nr.II B 2-542-198

Bundesverband der Deutschen Transportbetonindustrie e.V.

Typenprüfung mit Prüfbescheid
Nr.TP-14-0011

Bundesverband der Deutschen Transportbetonindustrie e.V.
bis 2024 gültig

2001
2003

DIN 1992-1-1
Abschnitt 12

DIN 1992-1-1
keine Zustimmung
im Einzelfall erforderlich

2013



- **Kelleraußenwand** aus unbewehrtem Beton
(Mindestauflast erforderlich, bzw. Reduktion des Erddruckes z.B. durch leichte Anschüttung)
- **Windbelastete Außenwand** aus unbewehrtem Beton
- **Innenwand** aus unbewehrtem Beton
- **Aussteifende Innen- und Außenwand** aus unbewehrtem Beton
(Zugkeildeckung erforderlich)
- Ausführung unbewehrter **Betonwände**- und **Stützen** in Leicht- oder Normalbeton

NACHWEISFÜHRUNG UNBEWEHRTER BETONWÄNDEN

NACH DIN 1992-1-1, KAPITEL 12



Mendler
Ingenieur Consult

- Überwiegend auf **Druck beanspruchte tragende Wände** oder Stützen als unbewehrte Bauteile
- Wände müssen **übereinanderstehen**, nicht versetzt oder auskragend angeordnet
- **Große Deckendrehwinkel** bzw. große Deckenspannweiten vermeiden
- Zulässig vertikale Druckkräfte, horizontale Windlasten, Erddrucklasten, oder Randeinspannmomente
- Es werden die Nachweise der Tragfähigkeit, der Stabilität und der Querkraft geführt, die man mit der Hand führen kann, ohne aufwendige Statik Programme

DEUTSCHE NORM		April 2013
DIN EN 1992-1-1/NA		DIN
ICS 91.010.30; 91.080.40		Ersatz für DIN EN 1992-1-1/NA:2011-01 und DIN EN 1992-1-1/NA Berichtigung 1:2012-05
Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau		
National Annex – Nationally determined parameters – Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings		
Annexe Nationale – Paramètres déterminés au plan national – Eurocode 2: Calcul des structures en béton – Partie 1-1: Règles générales et règles pour les bâtiments		
		Gesamtumfang 97 Seiten
Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN		

© DIN Deutsches Institut für Normung e. V. Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, ist mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e. V. Form, gestrichelt. Alle Rechte vorbehalten. Druck durch Deutscher Verlag GmbH, 12729 Berlin

Preisgruppe 31
www.din.de
www.bauw.de

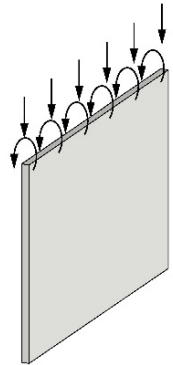
14645

NACHWEISFÜHRUNG UNBEWEHRTER BETONWÄNDEN

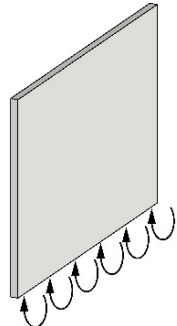
NACH DIN 1992-1-1, KAPITEL 12



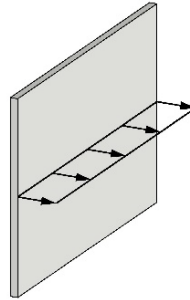
Mender
Ingenieur Consult



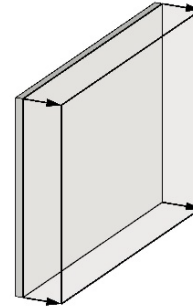
a) Belastungen am Kopf



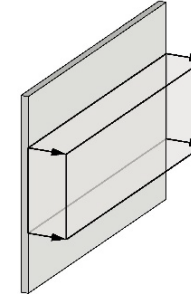
b) Belastungen am Fuß



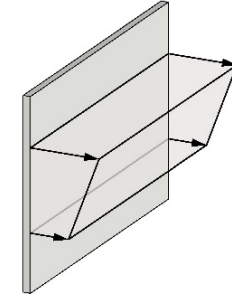
c) Streckenlast horizontal
auf die Wand



d) Gleichflächenlast horizontal
auf die Wand



e) Blockflächenlast horizontal
auf die Wand



f) Trapezflächenlast horizontal
auf die Wand

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

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

Feuerwiderstands- standsklasse	Mindestmaße (mm)			
	Wanddicke/Achsabstand für			
	$\mu_{fi} = 0,35$		$\mu_{fi} = 0,7$	
	Brandbean- sprucht auf einer Seite	Brandbean- sprucht auf zwei Seiten	Brandbean- sprucht auf einer Seite	Brandbean- sprucht 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

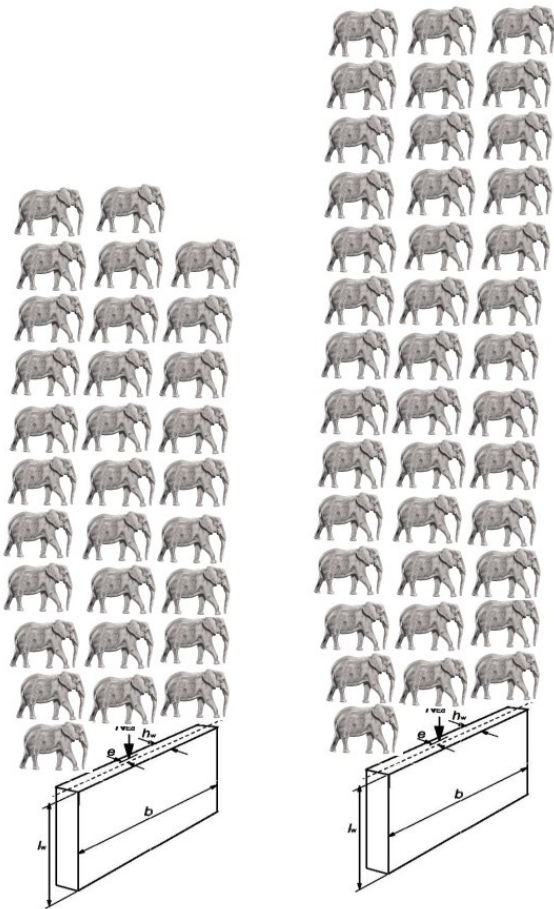
* Normalerweise reicht die nach EN 1992-1-1 erforderliche Betondeckung.
ANMERKUNG Für die Definition von μ_{fi} siehe 5.3.2 (3).

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.



Vergleich der Tragfähigkeit zwischen einer bewehrten und unbewehrten Betoninnenwand

$d=20\text{ cm}$, $h=2,60\text{ m}$, C25/30

Bewehrte Betoninnenwand

zul. N , $k = \text{ca. } 2500\text{ kN/m}$ (Q335 beidseits)

42 Elefanten pro m (zulässige Auflast bewehrte Wand)

Unbewehrte Betoninnenwand

zul. N , $k = \text{ca. } 1800\text{ kN/m}$

30 Elefanten pro m (zulässige Auflast unbewehrte Wand)

- hohe Bauteilbelastung
- hohe Lasten kommen im klassischen Hochbau selten vor

Nachweis der Tragfähigkeit einer klassischen unbewehrten Tiefgaragenstütze

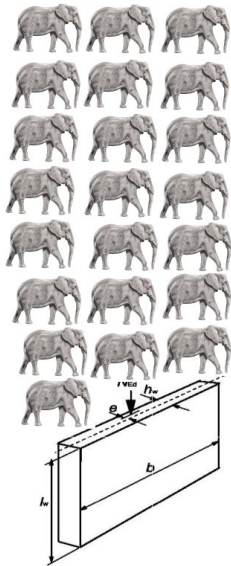
$b/d=25/50$ cm, $h=2,5$ m, C35/45

vorh. $F, k=1.110$ kN (Q335 beidseits)

19 Elefanten pro m (vorhandene Auflast)

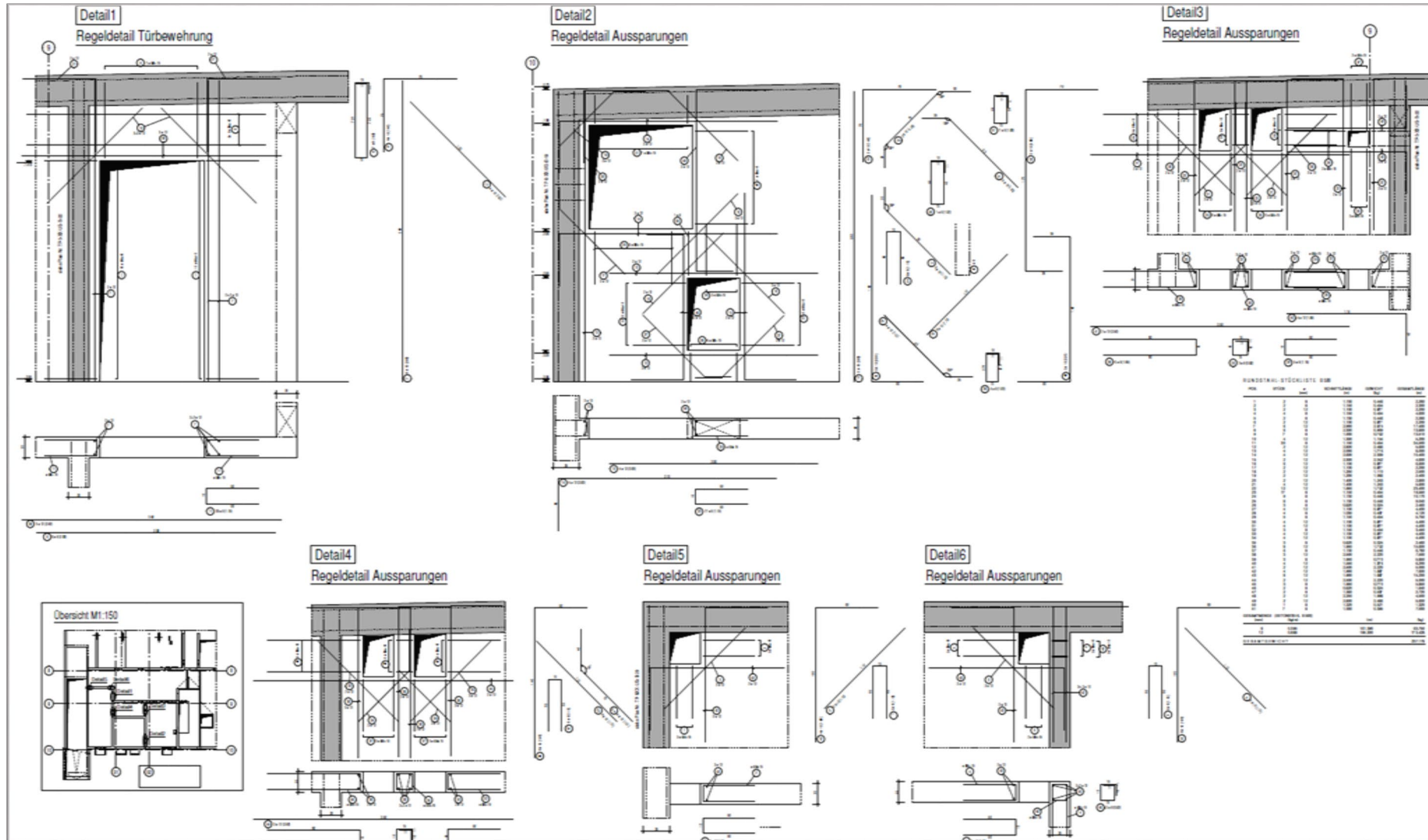
zul. $F, k = 1.305$ kN

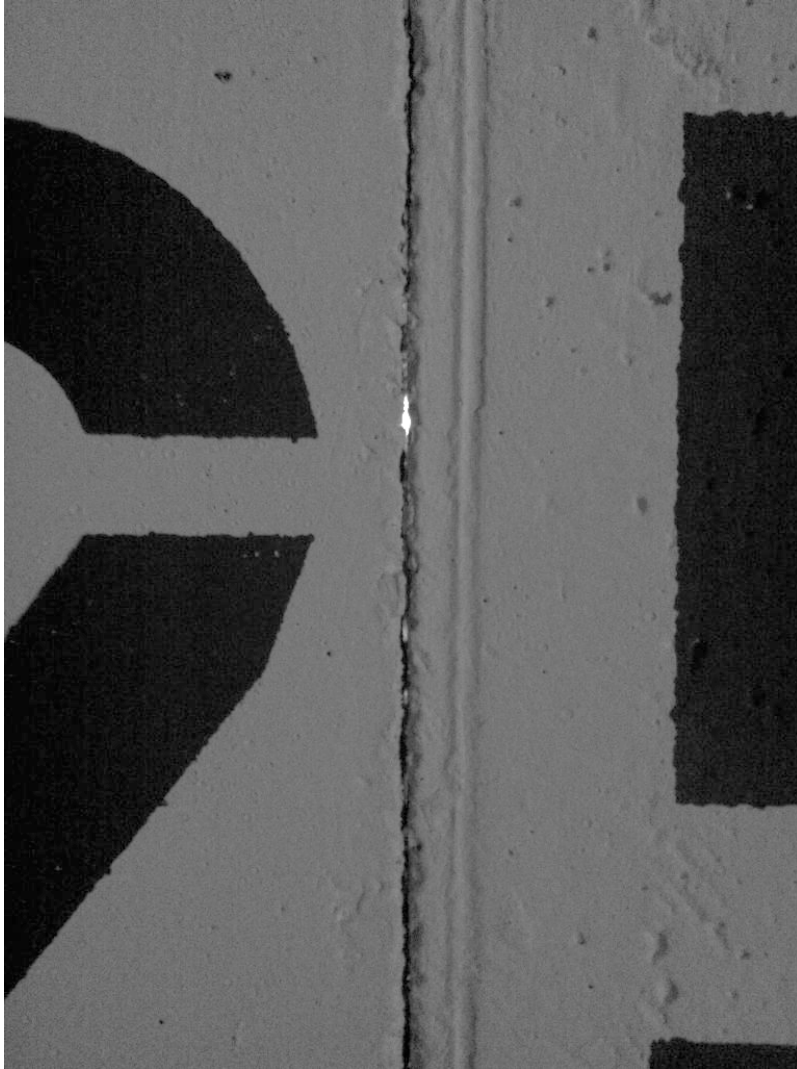
22 Elefanten pro m (zulässige Auflast unbewehrte Stütze)



- Ausnutzung im Grenzzustand der Tragfähigkeit beträgt 85 %
- Die meisten TG-Stützen sind unbewehrt ausführbar

BEWEHRUNG TÜRRAHMEN & AUSSPARUNGEN





- Risse in unbewehrten Betonwänden treten **nicht häufiger** als in bewehrten Wänden auf (statistische Erfahrungswerte)
- abgestimmten Betonrezeptur, niedrigerer Hydratationswärmeentwicklung, schwindarmen Betonen ist zu begrüßen
- **Nachbehandlungskonzept**
- Sollbruchfugen
- Betonier- oder Schwindgassen
- zulässigen Rissbreiten nach EC2 als Empfehlung, mit **Bauherrschaft abzustimmen**
- systemimmanente Bauweise, völlig ungerissenen Beton gibt es weltweit nicht
- Ziel ist nur die **Minimierung der Risse**, nicht das Ausschließen der Risse
- keine Anforderungen an Dauerhaftigkeit, speziell in Tiefgaragen (Beschichtungssystem + Wartung + spätere Sanierungen entfallen)

INNENWAND - CO₂-BILANZ, KOSTEN- & ZEITEINSPARUNG

BEISPIELRECHNUNG



Mender
Ingenieur Consult

l=1,0 m, b=25 cm, h=2,6 m, C25/30

Stahlpreis: 1.800 €/to
Stahlmenge: 120 kg/m³ Betonstahl
Co₂/m³ Beton: 80 kg
Arbeitszeit: ca. 15h/to

Stahlersparnis ca.:	$0,25 \times 2,6 \times 120$	78 kg/m Wandlänge
Kostensparnis ca.:	$0,078 \text{ to} \times 1.800 \text{ Euro/to}$	140 €/m Wandlänge
CO ₂ -Einsparung ca.:	$1 \times 0,25 \times 2,6 \times 80$	52 kg pro/m Wandlänge
Zeitersparnis ca.:	$15\text{h/to} \times (0,25 \times 120 / 1000)$	0,45 h/m ² Wandfläche

WOHNANLAGE: CO₂-BILANZ, KOSTEN- & ZEITEINSPARUNG

BEISPIELRECHNUNG EINER WOHNANLAGE MIT 500 WOHNHEITEN



Mender
Ingenieur Consult

b=22 cm, h=2,6 m, ca. 125 m² Betonwandfläche je Wohneinheit, 500 WE

Stahlpreis: 1.800 €/to
Stahlmenge: 120 kg/m³ Betonstahl
Co₂/m³ Beton: 80 kg
Arbeitszeit: ca. 15h/to

Stahlersparnis ca.:	$125 \times 500 \times 0,22 \times 120 / 1.000$	1.650 to
Kostensparnis ca.:	$125 \times 500 \times 0,22 \times 120 \times 1,8$	2.970.000 € (35% = 1.039.500 €)
CO ₂ -Einsparung ca.:	$125 \times 500 \times 0,22 \times 80 / 1000$	1.100 to pro 500 WE (35% = 385 to)
Zeitersparnis ca.:	$15\text{h/to} \times 1.650$	24.750 h (35% = 8.660h)

AUSFÜHRUNGSBEISPIELE & REFERENZEN



Mender
Ingenieur Consult



Wohnanlage **Wörthsee**

AUSFÜHRUNGSBEISPIELE & REFERENZEN



Mendler
Ingenieur Consult



Seniorenwohnheim **Altenmarkt**

AUSFÜHRUNGSBEISPIELE & REFERENZEN



Mendler
Ingenieur Consult



Wohnquartier Worms

AUSFÜHRUNGSBEISPIELE & REFERENZEN



Mendler
Ingenieur Consult



Grüner Wohnen **Kirchheim**

AUSFÜHRUNGSBEISPIELE & REFERENZEN



Mendler
Ingenieur Consult



E-Häuser **Bad Aibling**



- ✓ Einsparung von ca. **30% CO₂/m³ Beton**
- ✓ Ressourcenschonung durch **Stahleinsparung**
- ✓ **kein Beschichtungssystem** mit jährlicher Wartung erforderlich
(Einsparung von ca. 30 kg CO₂/m² Beschichtungssystem)
- ✓ Enorme **Kosten- und Zeiteinsparung**
- ✓ Keine höheren Wandstärken oder Betonfestigkeiten wie bewehrte Betonwände
- ✓ Keine Nachteile Brandschutz und Schallschutz
- ✓ Unabhängigkeit von ausländischen Lieferketten
- ✓ Entspricht den allgemein anerkannten Regeln der Technik
- ✓ Bis zu. 9x höhere Tragfähigkeiten wie eine Mauerwerkswand, ähnliche Tragfähigkeit wie bewehrte Betonwand



„Lassen Sie uns **gemeinsam**
den Ressourcen- und CO₂-Verbrauch
in Deutschland drastisch **reduzieren**“

**BAU
MIT
PLAN**

23.06.2023

@ Nutz GmbH | ab 12:00 Uhr