

Die Wiederentdeckung alter Normen

Unbewehrte Betonwände nach EC2

In Zeiten der Ressourcenknappheit, Stahlpreissteigerungen und Klimakrise scheint eine alte Bauweise viele Probleme zu lösen, die seit 1955 bereits angewendet werden darf. Allein durch den Entfall des Betonstahls in unbewehrten Betonwänden lassen sich mindestens 30 % CO₂ einsparen, die Kostenersparnisse von ca. 100 Euro/m durch diese Bauweise möglich machen. Auch sind Bauzeitverkürzungen unter dem Nachgang verbesserter Nachbehandlung realistisch. Ziel dieses Artikels ist eine Sensibilisierung aller am Bau Beteiligten für die Thematik und der Versuch, die Besorgnisse über unbewehrte Bauweisen zu nehmen. Ein Paradigmenwechsel im Betonbau ist in unsicheren Zeiten und in Anbetracht der Abhängigkeiten von ausländischen Lieferketten notwendig. | [Andreas Mender](#).

28

Rohbau der Wohnanlage
Bogenhauser Höfe in
München.

➤ Die Transformation in der Baubranche hin zu ressourcenschonenden und nachhaltigen Bauweisen sowie wirtschaftlicher Gebäude schreitet voran in Deutschland. Auch die Bundesregierung hat erkannt, dass Sie fälschlicherweise seit der Einführung der ersten Wärmeschutzverordnung aus dem Jahre 1977 den Fokus nur auf Energieeffizienz in

der Nutzungsphase gelegt hatte, nicht aber auf die „grauen Energien“ (Vorlagerungsketten vor der Nutzungsaufnahme), die im CO₂-Ausstoß fast gleichwertig zu betrachten sind.

Wie bereits mehrfach berichtet, ist die Bauindustrie für weltweit 40 % aller Emissionen verantwortlich, davon ca. 8 % alleine aus der Zementindustrie. Bei der CO₂-Reduktion am Beton und Betonstahl können wir also einen großen Beitrag als Planer leisten!

Bis spätestens 2050 soll Europa klimaneutral werden. Bis 2030 haben sich die europäischen Zementhersteller ein ambitioniertes Ziel gesetzt, ca. 43 % der CO₂-Emissionen durch neuartige Betonbauweisen einzusparen (Reduktion des Zementgehaltes, klinkerarme Zemente, Strom aus PV, ect.).

Durch die Ausführung unbewehrter Betonwände ließen sich mindestens 30 % CO₂ durch den Entfall des Betonstahls einsparen.

Dabei ist zu beachten, dass der Preis für Betonstahl von vergangenem Jahr bis zu diesem Jahr um ca. 70 % gestiegen ist. Teilweise wurde die Verteuerung als Tagespreis gehandelt.

Ein weiterer Grund, sich künftig unabhängig vom Betonstahl und den ausländischen Lieferketten zu machen.

Investitionen in die Forschung sind gewünscht

Das größte Material-Einsparpotential im klassischen Hochbau besteht bei den Decken, gefolgt von den Wänden und der Gründung. Ca. 30 % aller Baubereiche in Deutschland deckt der private Wohnungsbau ab, fast 30 % der private Nichtwohnungsbau. Eine komplett betonierte Wohnanlage erzeugt ca. 100 bis 150 m² Betonwandfläche je Wohneinheit bzw. ca. 1,3 bis 2,2 m² Betonwandfläche je m² Wohnfläche (ohne Mauerwerkswände).

Das Potenzial, mit der Bauweise von unbewehrten Betonwänden CO₂ einzusparen, ist enorm, wenn man den flächenmäßigen Wandanteil eines Gebäudes betrachtet. Ohne Forschung oder Zustimmung im Einzelfall!



Andreas Mender

Natürlich gilt es dabei nach vorne zu schauen und in Forschung zu investieren, was den „Öko-Beton“ anbelangt. Mehr denn je lohnt sich auch der Blick in die Vergangenheit. Dort finden sich viele kostenlose Beispiele, wie wir ressourcenschonender und CO₂-reduzierter bauen können. Umwege erhöhen die Ortskenntnis!

Ergänzt man das Nützliche mit dem Sinnvollen, ergibt sich plötzlich eine nachhaltige Lösung auf vielen Ebenen, eine tragende unbewehrte Betonwand als RC-Beton (recyklierter Beton) bis C30/37 gemäß DAfStb-Richtlinie! Der m³-Preis verhält sich nach ersten Recherchen preisneutral zum klassischen Beton.

Historische Entwicklung der Stahlbetonwände

Bereits im Studium wird gelehrt, dass Beton bewehrt werden muss. Als Verbundwerkstoff übernimmt der Betonstahl die Zugspannungen. Aus Duktilitätsgründen oder Rissanfälligkeiten wurde stets Betonstahl in Wänden eingebaut.

Was wir in der Vergangenheit immer so ausgeführt haben, kann nicht falsch sein! Wird die genaue 360°-Betrachtung herangezogen, zeigt sich, dass wir in den vergangenen 70 Jahren zu viel unnötigen Betonstahl und zu viele Ressourcen verbraucht haben. Diese Aussage scheint schlüssig zu sein, wenn man sich die Entwicklung und Tragfähigkeitsanteil der unbewehrten Wände ansieht.

Die erste DIN 1045 (Ausgabe 1925) und Folgenormen DIN 1045 (bis Ausgabe 1943) enthielten wenige Aussagen zur Ausführung von Stahlbetonwänden. Deswegen wurde die DIN 1045 und DIN 1047 durch einen Anhang als vorläufige Richtlinie für die Bemessung von tragenden Betonwänden in der Ausgabe 1955 ergänzt.

Hierbei wurde erstmals die Tragfähigkeit von unbewehrten Betonwänden aufgegriffen.

Vorläufige Richtlinie zu DIN 1045 und DIN 1047, Ausgabe 1955

- › Mindest-Betondruckfestigkeit B120
- › Mindestdicke allgemein $d = 15$ cm, max. Geschosshöhe 3,75 m
- › Reduzierte Mindestdicke $d = 10$ cm wenn Geschosshöhe max. 3,0 m und dreiseitig bis vierseitig gehaltene Wand
- › Zulässige Schlankheit von 25 (Knicklänge/ Wanddicke) musste eingehalten werden
- › Nachweis für ω -fache mittige Last mit zulässigen Druckspannungen
- › Bis zu 1,20 m lichte Weite bei Fensterstürzen keine Bewehrung erforderlich, wenn die Stürze zusammen mit der Wand betoniert und 40 cm Sturz vorhanden

DIN 1045, Ausgabe 1988, 17.9

- › Max. Betondruckfestigkeit B35
- › Schlankheiten bis $\lambda = 70$ und über $\lambda = 70$ (genauerer Nachweis + Kriechen) möglich
- › Betonzugspannungen dürfen nicht in Rechnung gestellt werden
- › Klaffende Fuge höchstens bis zum Schwerpunkt des Gesamtquerschnittes



Andreas Mendler

DIN 1045-1, Ausgabe 2001, 8.6.7, 10.2.(2), 13.7.4, Tab.32

- › Maximale Betonfestigkeitsklasse C35/45
- › Minimale Betonfestigkeitsklasse C12/15
- › Schlankheit max. $\lambda = 85$
- › Mindestdicke $d = 10$ cm für Fertigteile, $d = 12$ cm in Ort-beton
- › Nachweis der Duktilität über max. Ausmitten $e/h \leq 0,4$
- › Nachweis der Normalkrafttragfähigkeit über zulässige Last
- › Nachweis der Stabilität (Knicknachweis)
- › Nachweis der Querkraftbeanspruchung

DIN 1992-1-1: 2011-01, Abschnitt 12 und DIN 1992-1-1: NA, 2013

- › Maximale Betonfestigkeitsklasse C35/45
- › Minimale Betonfestigkeitsklasse C12/15
- › Schlankheit max. $\lambda = 86$
- › Mindestdicke $d = 10$ cm für Fertigteile, $d = 12$ cm in Ort-beton
- › Nachweis der Duktilität über max. Ausmitten $e/h \leq 0,4$
- › Nachweis der Normalkrafttragfähigkeit über zulässige Last
- › Nachweis der Stabilität (Knicknachweis)
- › Nachweis der Querkraftbeanspruchung

Die Bogenhauser Höfe nach ihrer Fertigstellung.

Nachweisführung und Mindestwandstärken

Die DIN EN 1992-1-1 behandelt im Kapitel 12 Bauteile aus unbewehrtem Beton.

Es besteht die Möglichkeit überwiegend auf Druck beanspruchte tragende Wände oder Stützen als unbewehrte Bauteile auszuführen.

Dabei sind gewisse Anwendungsgrenzen einzuhalten und die Nachweisformate entsprechend zu führen. Wände oder Stützen, die weniger als die Mindestbewehrung aufweisen werden auch als unbewehrte Bauteile beschrieben.

Die Betonwichte wird mit $\gamma = 24 \text{ kN/m}^3$ berechnet. Dabei dürfen die Wände nicht nur vertikale Druckkräfte erfahren, sondern auch horizontale Windlasten, Erddrucklasten, oder gar Randeinspannmomente aufweisen.

Es dürfen Betonwände wie auch Leichtbetonwände zur Bemessung herangezogen werden. Zweiteres können sich günstig durch die Dämmwirkung auswirken und evtl. das WDVS eingespart werden.

Es werden die Nachweise der Tragfähigkeit, der Stabilität und der Querkraft geführt, die man mit der Hand führen kann, ohne aufwendige Statikprogramme.

1) Nachweis der Normalkrafttragfähigkeit

$$n_{Ed} \leq n_{Rd}$$

mit $n_{Rd} = \eta \cdot f_{cd,pl} \cdot h$ (zentrisch) bzw.

$$n_{Rd} = \eta \cdot f_{cd,pl} \cdot h \cdot (1 - 2 \cdot e/h)$$
 (exzentrisch)

2) Nachweis der Stabilität

Bei $l_0/h \leq 2,5$ ist ein Stabilitätsnachweis zu führen.

$$n_{Ed} \leq n_{Rd}$$

$$\text{mit } n_{Rd} = f_{cd,pl} \cdot h \cdot \Phi$$



Eine unbewehrte Wand vor dem Zuschalen, Wohnanlage Wolfratshausenstraße in München.

Andreas Mendler

3) Nachweis der Querkraft

$$\tau_{cp} \leq f_{cvd}$$

mit $\sigma_{cp} = N_{Rd} / A_{cc}$

mit $\tau_{cp} = 1,5 \cdot V_{ed} / A_{cc}$

mit $f_{cvd} = \sqrt{f_{ctd,pl}^2 + (\sigma_{cp} \cdot f_{ctd,pl})}$ bzw. $f_{cvd} = \sqrt{f_{ctd,pl}^2 + (\sigma_{cp} \cdot f_{ctd,pl})} - (\sigma_{cp}/2 - \sigma_{c,lim}/2)$

4) Nachweis der Duktilität

$$e_d/h < 0,4$$

Berechnung Randeinspannmomente gemäß EC2 oder Heft 631.

5) Nachweis der Schlankheit

$$\lambda \leq 86$$

6) Mindestwanddicken (Auszug aus Tabelle NA.12.2)

Wie unschwer zu erkennen ist, kann technisch möglich mit weitaus geringeren Wandstärken gebaut werden, als wir das tatsächlich in der Praxis umsetzen.

Hier liegt ein Ressourceneinsparungspotenzial – nicht nur am Betonstahl, sondern auch an den Wandstärken zugrunde.

Im Alltag beginnt eine tragende betonierte Innenwand in der Regel bei $d = 18 \text{ cm}$. Hier könnte 6 cm Beton oder 6 % Wohnfläche eingespart werden, wenn man in Zukunft nur 12 cm Innenwandstärken verbaut. Das bedeutet eine Einsparung von ca. 35 kg CO_2/m^2 oder 6 % der Wohnfläche. In Großstädten wie München bedeutet das im Schnitt eine Einsparung von ca. $0,06 \times 10.000 = 600 \text{ Euro/m}^2$ Wohnfläche.

Bei Außenwänden gilt dasselbe. In der Regel verbauen wir eine betonierte Außenwand bei einer Wandstärke von $d = 20 \text{ cm}$. Hier können ebenfalls 6 cm Beton oder 6 % Wohnfläche eingespart werden, wenn man in Zukunft nur 14 cm betonierte Außenwände verbaut.

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

7) Gebrauchstauglichkeit

Der EC2 gibt Hinweise zur Gebrauchstauglichkeit (GZG)

- a) im Hinblick auf eine Rissbildung:
 - Begrenzung der Betonzugspannungen auf zulässige Werte

- Einlegen einer konstruktiven Zusatzbewehrung (Oberflächenbewehrung, erforderlichenfalls Ring- und Zuganker)
 - Anordnung von Fugen (in Außenwänden z. B. Sollbruchfugen $e = \max. 2xh$)
 - betontechnologische Maßnahmen (z. B. geeignete Betonzusammensetzung, Nachbehandlung)
- b) im Hinblick auf die Verformung
- Festlegung einer minimalen Querschnittsgröße (siehe 12.9)
 - Begrenzung der Schlankheit bei Druckgliedern.

Beispiele zur Tragfähigkeit

Vergleich der Tragfähigkeit einer bewehrten zur unbewehrten Betonwand:

Beispiel: $h = 2,60 \text{ m}$, $d = 25 \text{ cm}$, C25/30

$n_{Rd} = 1.800 \text{ kN/m}$ (unbewehrte Betonwand)

$n_{Rd} = 2.500 \text{ kN/m}$ (bewehrte Betonwand mit Q335 bs., kein Brandschutz oder Mindestbewehrung berücksichtigt)

Das Beispiel zeigt, dass eine hohe Bauteilbelastung von unbewehrten Betonwänden vorliegt und auch, dass diese hohen Lasten im klassischen Hochbau nahezu selten vorkommen.

Nachweis der Tragfähigkeit einer klassischen unbewehrten Tiefgaragenstütze:

Beispiel: Stütze $b/d = 25/50 \text{ cm}$, $h = 2,5 \text{ m}$, C35/45, 60 cm Auflast durch Überschüttung, $q = 5,0 \text{ kN/m}^2$, Drei Stellplatzbreiten von insg. $3 \times 2,5 = 7,5 \text{ m}$, 6,0 m Fahrgassenbreite, Stellplatztiefe 5,0 m, vorh. $F_d = 1.535 \text{ kN}$
Ergebnis: Ausnutzung der Tragfähigkeit 86 %

Das Beispiel zeigt, dass bei klassischen Tiefgaragenabmessungen nahezu die meisten Stützen unbewehrt nachgewiesen werden können.

Schallschutz und Brandschutz

Ein weiterer Vorteil einer unbewehrten Betonwand gegenüber einer bewehrten Stahlbetonwand zeigt sich im Schallschutznachweis.

Für Wohnungstrennwände werden im Geschosswohnungsbau unter Zugrundelegung des erhöhten zivilrechtlich geforderten Schallschutzes nach DIN 4109 mindestens 22 cm Betonwand gefordert. Hierbei spielt es keine Rolle, ob die Wand bewehrt wird oder nicht. Bei unbewehrten Betonwänden entfällt der Nachweis des Achsabstandes im Nachweis der Feuerwiderstandsfähigkeit der tragenden Bauteile. Hier sind nur Mindestwanddicken, abhängig vom Ausnutzungsgrad gemäß Tabelle 5.4, einzuhalten.

Für Brandwände ist die Mindestdicke von 20 cm für unbewehrte Betonwände festgelegt.

Für unbewehrte Betonwände dürfen dieselben Mindestdicken wie für bewehrte Betonwände verwendet werden.

Tabelle: Mindestwanddicken bei unbewehrten Wänden aus brandschutztechnischer Sicht

Feuerwiderstandsklasse	Mindestmaße (mm)			
	Wanddicke/Achsabstand für			
	$\mu_n = 0,35$		$\mu_n = 0,7$	
	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	120/10*	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 EN1992-1-1 erforderliche Betondeckung.
ANMERKUNG Für die Definition von μ_n siehe 5.3.2 (3).

Ausführung und Anwendungsfälle

Seit 20 Jahren liegen ausreichend persönliche Erfahrungen durch den Bau von unbewehrten Betonwänden vor. Diverse Wohnanlagen mit 140 Wohneinheiten (Gebäudeklasse 5) wurden nahezu komplett aus unbewehrten Innen- und Außenwänden ausgeführt, auch im Bereich aussteifender Wände, da diese durch Zugkeildeckung nachgewiesen wurden. Aussparungen um Türen, Fenster und Aussparungen werden eingesäumt und durch Regeldetails bewehrt.

Bei aussteifenden Wänden werden nur die Wandenden mit einer Zugkeilbewehrung und Haarnadeln versehen. Die Wand bleibt völlig unbewehrt. Es gibt keine Einspannwinkel von Wand in Decke, um ein Kopfmoment einzuleiten.

Für die Halterung der Wand im Bauzustand ist aus dem Restecontainer eine Matte mittig in die Decke einzubauen. Damit ist die Wand nach dem Ausschalen gegen Umfallen bei Windlast gesichert.

Das Einbringen und Verdichten des Betons wird durch den Wegfall der Bewehrung erheblich erleichtert und das Oberflächenergebnis der Wandbauteile tendenziell verbessert. Die Bauzeit wird erheblich verkürzt durch Entfall der Verlegung der Bewehrung. Zeit- und personalaufwendige Bewehrungsarbeiten entfallen. Einschalen, Ausschalen, Nachbehandeln.

Weitere Kostenoptimierungen sind bei zu sanierenden Tiefgaragenwänden und -stützen unter Chloridbelastung möglich, wenn die Stb.-Sützen und Stb.-Wände unbewehrt nachgewiesen werden.

Spinnt man den Faden weiter, könnten unbewehrte Betonwände mit unbewehrten Streifenfundamenten und einer unbewehrten zwischen den Wänden ausbetonierten Bodenplatte kombiniert werden. Einfache Verbundfugen-nachweise Wand auf Fundament gegen den Erddruck sind zu führen.

Folgende Möglichkeiten einer unbewehrten Betonwandbauweise sind möglich:

- Kelleraußenwand aus unbewehrtem Beton (Nachweis der erforderlichen Auflast erforderlich)
- Windbelastete Außenwand aus unbewehrtem Beton



Betonierte unbewehrte Wände, Wohnanlage Wolfratshausenerstraße in München.

Andreas Mandler

- › Innenwand aus unbewehrtem Beton
- › Aussteifende Innen- und Außenwand aus unbewehrtem Beton (Zugkeildeckung erforderlich)

Risse an Bauteilen

Unbewehrte Wände bleiben rissfrei, wenn die Bruchdehnung des Betons mit einem Sicherheitsabstand unterschritten bleibt oder wenn die Zugfestigkeit nicht überschritten wird.

Die Zugbruchdehnung bei normalfesten Betonen beträgt etwa 0,1‰, was einer Abkühlung des Bauteils um 10 K entspricht.

Dann entsteht der erste Riss, wenn das Bauteil an der Dehnung behindert wird.

Die Kenntnis des Betons und seiner Dehnfähigkeit, die auftretenden Lasten aus Zwang, Temperatur, Schwinden ect. sind Voraussetzungen für weitere Betrachtungsweisen, um das Rissrisiko zu minimieren. Dabei ist zu beachten, dass der größte Schwindanteil in den ersten vier Jahren nach Rohbaufertigstellung abgeklungen ist. Wird nach Entwurfsgrundsatz a) oder c) nach der WU-Richtlinie geplant, ist ohnehin auf konstruktive, betontechnologische und ausführungstechnische Maßnahmen zu achten. Hier kommen keine neuen Sachverhalte hinzu, die extra erlernt werden müssen. Die Wahl einer abgestimmten Betonrezeptur mit niedrigerer Hydratationswärmeentwicklung und schwindarmen Betonen ist ebenfalls zu begrüßen. Ein Nachbehandlungskonzept (in Abstimmung mit der Baufirma) wie auch eine entsprechende Fugenplanung sollte vom Tragwerksplaner zu Beginn der Planung angestrebt werden und der Mehraufwand ist dem Bauherren gegenüber zu beziffern. Dabei lässt sich die eingesparte Menge an Betonstahl leicht vor- und gegenrechnen.

Eine Sollbruchfuge ist in Abständen von 2x Wandhöhe in den Außenwänden einzuplanen, falls die erforderliche Auflast gewährleistet und die Wand unbewehrt nachweis-

bar ist. Betonier- oder Schwindgassen können hilfreich sein.

Da der Beton eine systemimmanente Bauweise darstellt, wird es nie einen völlig ungerissenen Beton geben. Die angegebenen zulässigen Rissbreiten nach EC2 stellen eine Empfehlung dar und sind mit der Bauherrschaft abzustimmen.

Als Vorschlag kann ihnen unterbreitet werden, dass die eingesparte Menge an Betonstahl (ca. 85 kg/m³ Beton) zu einer Summe x im Leistungsvolumen durch Kosmetik wieder zu schließen ist. Damit kann die Risseschließung durch einen kleinen Bruchteil der Einsparungen wieder kompensiert werden. Es verbleibt ein großes Einsparungspotenzial.

Grundsätzlich sind Risse bei unbewehrten Betonwänden eher positiv zu bewerten, da zum einen kein Stahl vorhanden ist, der Chloriden ausgesetzt werden könnte, noch Bewehrungskorrosion durch Karbonatisierung möglich ist.

Es bestehen also keine Anforderungen an die Dauerhaftigkeit, speziell in Tiefgaragen. Beschichtungen wie auch Wartung und spätere Sanierungen entfallen. Das führt zu mehr Sicherheit im Tragwerk und Entlastung der Hausverwaltungen und Eigentürmer, auch hinsichtlich der entfallenen Kosten, die auf 50 Jahre nicht unerheblich sind.

CO₂-Bilanz, Kosten- und Zeitersparnis

Durch den Nichteinbau des Betonstahls können Baukosten reduziert und weitere ca. 30 % an CO₂ eingespart werden. Ressourcenschonung fängt bereits bei Stahleinsparung an, bei ca. 85 kg Betonstahl/m³ Beton.

Durch den Entfall eines Beschichtungssystems der unbewehrten Wände und unbewehrten Betonstützen werden zusätzlich ca. 30 kg CO₂/m² eingespart.

Bsp.1: Innenwand

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

→ CO₂-Einsparung ca.: 1 x 0,20 x 2,6 x 60 = 31 kg pro/m Wandlänge

→ Stahlersparnis ca.: 0,2 x 2,6 x 85 = 44,2 kg/m Wandlänge

→ Kostenersparnis ca.: 0,0442 to x 2.500 Euro/to = 110 Euro/ m Wandlänge

→ Zeitersparnis ca.: 15h/to x 44,2 kg/m² x 1.000 = 0,7 h/m² Wandfläche

Bsp.2: Außenwand

Eine bewehrte Außenwand d = 20 cm muss aufgrund der geforderten Mindestbewehrung nach EC2, 9.5 mit 3,0 cm²/m (Q335 beidseits) bewehrt werden (Mattengewicht 5,38 kg/m²).

Möchte man die Außenwände trotzdem bewehren, könnten diese unbewehrt nachgewiesen und eine konstruktive Bewehrung Q188 eingebaut werden (Mattengewicht 3,02 kg/m²).

→ Kostenersparnis: ca. 44 % bei der Bewehrung

Beispiel 3: Wohnanlage mit 100 Wohnungen

In einer rein betonierten Wohnanlage (UG-DG komplett betoniert) entstehen ca. 100 bis 150 m² Betonwandfläche je Wohneinheit, im Mittel ca. 125 m²/WE. Der Stahlpreis mit Einbau beträgt angenommen ca. 2.500 Euro/to.

In einer bewehrten Betonwand sind i. M. ca. 85 kg/m³ Betonstahl enthalten bzw. ca. 60 kg CO₂/m³.

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

→ CO₂-Einsparung ca.: $125 \times 100 \times 0,22 \times 60 = 165$ to pro 100 WE (1,65 to/WE)

→ Stahlersparnis ca.: $125 \times 100 \times 0,22 \times 85/1.000 = 234$ to

→ Kostenersparnis ca.: $125 \times 100 \times 0,22 \times 85 \times 2,5 = 584.000$ Euro

→ Zeitersparnis ca.: $15h/to \times 234 to = 3.510$ h

Ein Oberklasse PKW muss ca. 1,4x die Entfernung von der Erde bis zum Mond zurücklegen (ca. 384.400 km), um soviel CO₂ zu erzeugen, wie alleine der Stahleinsatz an CO₂ in betonierten Innen- und Außenwänden einer Wohnanlage mit 100 WE entspricht.

Fazit

Unbewehrte Betonwände und unbewehrte Betonstützen bieten viele Vorteile vor, während und nach der Erstellung eines Gebäudes.

Was gemauert werden kann, lässt sich auch betonieren – und zwar unbewehrt.

Zum einen stellen unbewehrte Betonwände und -stützen einen ökologischen Beitrag gegen die Klimaerwärmung dar, zum anderen lassen sich damit Kosten- und Zeitvorteile erzielen. Wenn die tragenden Wände übereinanderstehen und die Wände keine nennenswerte Biegemomente erhalten, dann können diese unbewehrt ausgeführt werden, das gilt auch für Kelleraußenwände. Unbewehrte Betonwände sind Druckbauteile und bedürfen keiner Bewehrung. Der Beton alleine hält der Last stand.

Tiefgaragen müssen nicht mit unsinnigen Oberflächen- schutzsystemen beschichtet werden. Wo kein Stahl eingebaut wurde, ist auch kein Stahl zu schützen.

Es sollte ein Paradigmenwechsel stattfinden, indem man alte Gewohnheiten beiseitelegt und den Mut hat, Neues zu wagen. Wir sollten gesellschaftliche Grenzen überwinden, indem wir die Grenzen des Machbaren einhalten. Bereits seit 1955 existieren normentechnisch alle Möglichkeiten, um mit weniger Baustoff und weniger Res-

**ANDREAS MENDLER**

› Dipl.-Ing. (FH), Beratender Ingenieur; konstruktiver Ingenieur- bau FH München von 1997-2002; Leitender Angestellter in zwei Ingenieurbüros in München im Bereich Baustatik, Tragwerksplanung und Energieberatung; befasst sich mit Möglichkeiten der Ressourcen- und CO₂-Einsparung durch Bauteil- und Tragwerksoptimierung, einschliesslich tragender Lehmwände und unbewehrten Betonbauweisen; entwickelt Möglichkeiten im Bereich Digitalisierung, die zur Arbeitserleichterung am Bau dienen (eye-tracking, remote support), Geschäftsführer der Mandler Ingenieur Consult seit 2021; www.mandler-consult.de

sourcen die heutigen hohen (gesetzlichen wie auch zivilrechtlichen) Anforderungen zu erreichen.

In Zeiten eines Kriegs in Europa wird deutlich, dass wir uns unabhängig von ausländischen Lieferketten machen sollten, ohne aber unsere Konkurrenzfähigkeit zu verlieren.

Wer, wenn nicht wir Ingenieure, besitzt die Fähigkeit graue Energie zu reduzieren, um nachhaltig im Sinne unserer Umwelt zu wirtschaften. Wir müssen versuchen, abzuspecken, das beginnt mit der Einsparung bei Beton und Betonstahl.

Hier sollten Brandschutz- und auch Schallschutznormen sowie zivilrechtliche Anforderungen heruntergeschraubt werden, um mit weniger Material den selben Anforderungen zu genügen.

So viel wie nötig und so wenig wie möglich sollte die Zielrichtung in allen Planungsebenen sein, um ressourcen- und umweltschonender zu bauen und unseren Kindern die durchdachte Zukunft zu hinterlassen, die Sie verdient haben. ◀