Trigon, ein neues Armierungssystem für Decken im Wohnungsbau

Autor(en): **Wieland, Heinz**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **99 (1981)**

Heft 43

PDF erstellt am: **27.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-74574

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Trigon, ein neues Armierungssystem für Decken im Wohnungsbau

Von Heinz Wieland, Heerbrugg

In seiner Einfachheit mit nur zwei verschiedenen Elementen erlaubt das Armierungssystem Trigon von SFS eine sehr rationelle Armierung von Decken im Wohnungsbau. Die Rationalisierung bezieht sich dabei auf die Arbeit im Ingenieurbüro (Berechnung, Materiallisten, Zeichnungsarbeit, Kontrolle) und auf der Baustelle (einfachste Verlegung, keine Abstandhalter, sichere Kontrolle). In vielen Fällen wird der Unternehmer nicht mehr auf spezialisierte Eisenleger angewiesen sein.

Mit dem Armierungssystem Trigon werden die Decken als ein System von einfachen Balken armiert, wobei die hohe Fliessspannung des verwendeten Stahles von 640 N/mm² voll ausgenützt werden kann. Die in den Trigon-Netzen vorhandene Querarmierung besteht ebenfalls aus hochfestem Stahl und hat eine kleinere Querschnittfläche als in der Norm SIA 162 vorgesehen. Der dadurch mögliche geringere Stahleinsatz trägt ebenfalls bei, die Baukosten zu senken.

Anhand von Versuchen und theoretischen Überlegungen kann nachgewiesen werden, dass, obwohl das System in einigen Werten von der Norm SIA 162 abweicht, keine Minderung des Gebrauchswertes einer mit dem Armierungssystem Trigon armierten Decke eintreten kann. Damit sind die in Artikel 11.01 aufgestellten Bedingungen für eine Ausnahme von der Norm SIA 162 erfüllt. In diesem Sinne entspricht also das Armierungssystem für Decken im Wohnungsbau voll und ganz der Norm SIA 162.

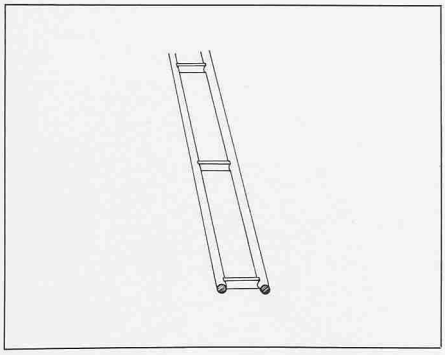
Problemstellung

Das statische System

Decken von Wohnbauten haben Spannweiten, die sich in relativ engen Grenzen bewegen. Die Auflasten dieser Platten sind ebenfalls nicht sehr verschieden – 2 kN/m² Nutzlast nach SIA 160 bei 4–7 cm Unterlagsboden, allenfalls die Last von Wänden.

Die *Auflagerbedingungen* hingegen sind an fast jedem Bauwerk wieder anders. Zwei-, drei- und vierseitig gelagerte, über mehrere Felder durchlaufende Platten mit Kragarmen, Aussparungen und Treppen bedingen entweder eine aufwendige Berechnung der Schnittkräfte oder aber sehr weitgehende Vereinfachungen in den Annahmen. Eine richtige Bemessung bedingt sowohl die untere wie die obere Armierung, dazu Zusatzarmierungen über Türen, Fensterstürzen, bei Treppen usw.

Bild 1. Bi-Stahl. Der in Österreich häufig, in der Schweiz sehr selten verwendete bi-Stahl ist in Österreich für eine zulässige Spannung von 420 N/mm² zugelassen



Seit langem schon ist bekannt, dass das sich unter Last bildende statische System weitgehend durch die eingelegte Armierung beeinflusst werden kann. Durch das Fliessen des Stahles und/oder Reissen des Betons bilden sich Gelenke. Von der Tragfähigkeit eines Betonbauteiles her ist die Bildung von Betongelenken zulässig, bis sich ein System von einfachen Balken gebildet hat. Voraussetzung ist natürlich, dass jedes Betongelenk imstande ist, die auftretenden Querkräfte zu übernehmen.

Vergleichsrechnungen haben gezeigt, dass bei einem System von einfachen Balken – obwohl hier höhere Momente auftreten als beispielsweise bei durchlaufenden, kreuzweise gespannten Platten – weniger Armierung erforderlich ist, um die auftretenden Zugkräfte aufzunehmen [1]. Dies vor allem dann, wenn die Platten konsequent über die kürzere Abmessung des Raumes gespannt werden und wenn die Armierung der Momentenlinie entsprechend abgestuft wird.

Es kann nun aber sein, dass der Riss im Beton, der zur Bildung eines Betongelenkes führt, nicht genau dort entsteht, wo er vorgesehen war – also etwa neben statt über dem Auflager.

Es ist in Fachkreisen zumindest umstritten, ob bei einer Platte mit nur unterer Armierung und einem Riss, der von oben bis zur Armierung durchgeht, der Beton noch die vollen Schubspannungen wie im ungerissenen Zustand übernehmen kann, zumal sich diese Risse recht weit öffnen können [1]. Natürlich sind in einem System von einfachen Balken auch die Durchbiegungen wesentlich grösser als bei durchlaufenden Platten.

Hochfeste Stähle

Aus der Vorspanntechnik wissen wir, dass heute Stähle mit sehr hohen Festigkeiten hergestellt werden können. Leider ist es nun aber nicht möglich, die durch die Ausnützung dieser Spannungen auftretenden Kräfte im Beton zu verankern, trotz auf den Stahl aufgewalzter Profilierung. Ja selbst durch das Verschweissen des Stahles zu Netzen scheint nur eine begrenzte Steigerung der Verankerungskräfte möglich zu sein.

Nun ist es uns in der Schweiz, mit unserem von Auslandimporten weitgehend abgeschirmten Armierungsstahl-Markt, offenbar entgangen, dass schon kurz nach dem Zweiten Weltkrieg Entwicklungen in Richtung *besserer Verankerung von Armierungsstählen* eingesetzt haben. So ist z.B. in *Österreich* der sogenannte «bi-Stahl» (Bild 1) schon seit langem für eine Spannung von 420 N/mm² zugelassen. Eine weitere interessante Möglichkeit für die Verankerung hochfester Armierungsstähle ist im sogenannten *Gitterträger* gefunden worden.

Die Verwendung von hochfesten Stählen erlaubt wesentliche Gewichtseinsparungen bei der Armierung von Dekken und somit erhebliche Kosteneinsparungen beim Stahleinsatz.

Arbeitsaufwand

Das *wirtschaftliche* Konstruieren mit Stahl III ist eine Kunst. Viele Regeln sind dabei zu beachten. Schon für eine wirtschaftliche Armierung einer kreuzweise gespannten Platte über mehrere Felder ist eine aufwendige Berechnung der Schnittkräfte erforderlich. Das Bemessen der Armierung und das Zeichnen des Armierungsplanes sind sehr zeitraubend. Will man sich diese Arbeit sparen, so muss man, um Schäden mit Sicherheit zu vermeiden, wesentlich mehr Armierung einlegen. Aus diesen Gründen verzichten manche Ingenieurbüros heute darauf, Wohnhausdecken zu rechnen und entsprechend zu armieren.

Die Verwendung von Armierungsnetzen verringert zwar etwas den Zeichenaufwand. Will man aber zuviel Verschnitt verhindern, so braucht die Einteilung der Netze einen zusätzlichen, erheblichen Zeitaufwand. Wenn auch mit geschickter Einteilung der Netze eine gewisse Anpassung an die Momentenlinie zu erreichen ist, so wird doch fast in jedem Fall wesentlich mehr Armierung eingelegt, als erforderlich wäre.

Schlimmer noch sieht es auf der Baustelle aus. Eisenlegen ist ein harter Beruf. Gute Eisenlegerkolonnen zu finden ist schwierig, und schon manches Bauprogramm konnte nicht eingehalten werden, weil die Armierung nicht zur Zeit verlegt war. Für das Verlegen einer fein abgestuften, sorgfältig konstruierten Armierung muss zudem mehr bezahlt werden. Denn mit wenigen Positionen grossen Durchmessers ist eine Tonne Stahl eben erheblich rascher verlegt.

Nicht weniger problematisch ist die *Kontrolle* der verlegten Armierung, erfordert doch Kontrolle von Durchmesser, Abmessungen, Abständen und richtiger Lage einer feingliedrigen Armierung einen erheblichen Aufwand, ohne dass damit Irrtümer ganz auszuschliessen sind.

Armierungsnetze sind bedeutend rascher verlegt, erfordern aber wegen ihrer Unhandlichkeit dennoch erheblichen Zeitaufwand. Vor allem ist nachteilig, dass die Netze fast immer von zwei Mann getragen werden müssen. Stimmt gar die Reihenfolge beim Abladen der Netze und bei ihrem Verlegen nicht überein, so ist sehr zeitraubendes Umschichten nötig.

Auch die seriöse Kontrolle einer Netzarmierung braucht ihre Zeit, ist aber unbedingt nötig, da Netzpläne oft wenig übersichtlich sind. Und es muss erfahrungsgemäss immer mit Irrtümern von seiten der Eisenleger gerechnet werden.

Problemlösungen

Trigon von SFS, ein *Gitterträger mit angeschweisster, netzartiger Verteilarmierung* (Bilder 2 und 3), die, um das Armierungselement für Transport und Lagerung wirtschaftlich stapelbar zu machen, unter dem Gitterträger unterbrochen ist, löst die meisten der im vorangegangenen Abschnitt aufgeworfenen Probleme

- Der Gitterträger erlaubt es, hochfesten Stahl mit einer Streckgrenze von über 640 N/mm² so zu verankern, dass diese bei einer Bemessung nach SIA 162/34 voll ausgenützt werden kann, was einer zulässigen Spannung von 360 N/mm² für die elastische Bemessung entspricht.
- Das Produktionsverfahren erlaubt es, nach der Momentenlinie abgestufte Zulageeisen an den Untergurten des Gitterträgers anzuschweissen.
- Der Gitterträger stellt nicht nur eine Schubarmierung dar, sondern er verhindert zumindest im Trägerbereich breitere Risse neben dem Auflager, so dass dort der Beton Schubspannungen aufnehmen kann.
- Für jede Spannweite – in Stufen von 20 cm, von 120 bis 700 cm – gibt es ein Netz, das den für diese Spannweite und die übliche Auflast richtigen Stahlquerschnitt hat. Die Kontrolle der Armierung wird dadurch denkbar einfach und kann mit einem Blick erledigt werden. Hat das Netz die richtige Länge, so ist es auch das richtige Netz.
- Trigon-Netze sind leicht und steif. Auch lange Netze können von einem Mann getragen werden. Da nur eine Lage Armierung verlegt werden muss, kann in der Reihenfolge verlegt werden, wie die Netze abgeladen werden. Ein Umschichten auf der Baustelle ist in keinem Fall nötig.
- Zusätzliche Lasten können durch Träger aufgenommen werden, die in der gleichen Stahlgüte hergestellt werden, aber keine Verteilarmierung haben. Diese werden als Zusatzarmierung parallel zu den Netzen verlegt.
- Die Armierung wird werkseits immer mit einer genügenden Anzahl Abstandhaltern aus rostfreiem Stahl versehen, so dass Kontrolle entfallen kann und Schäden durch zu geringe Überdeckung der Armierung ausgeschlossen sind.

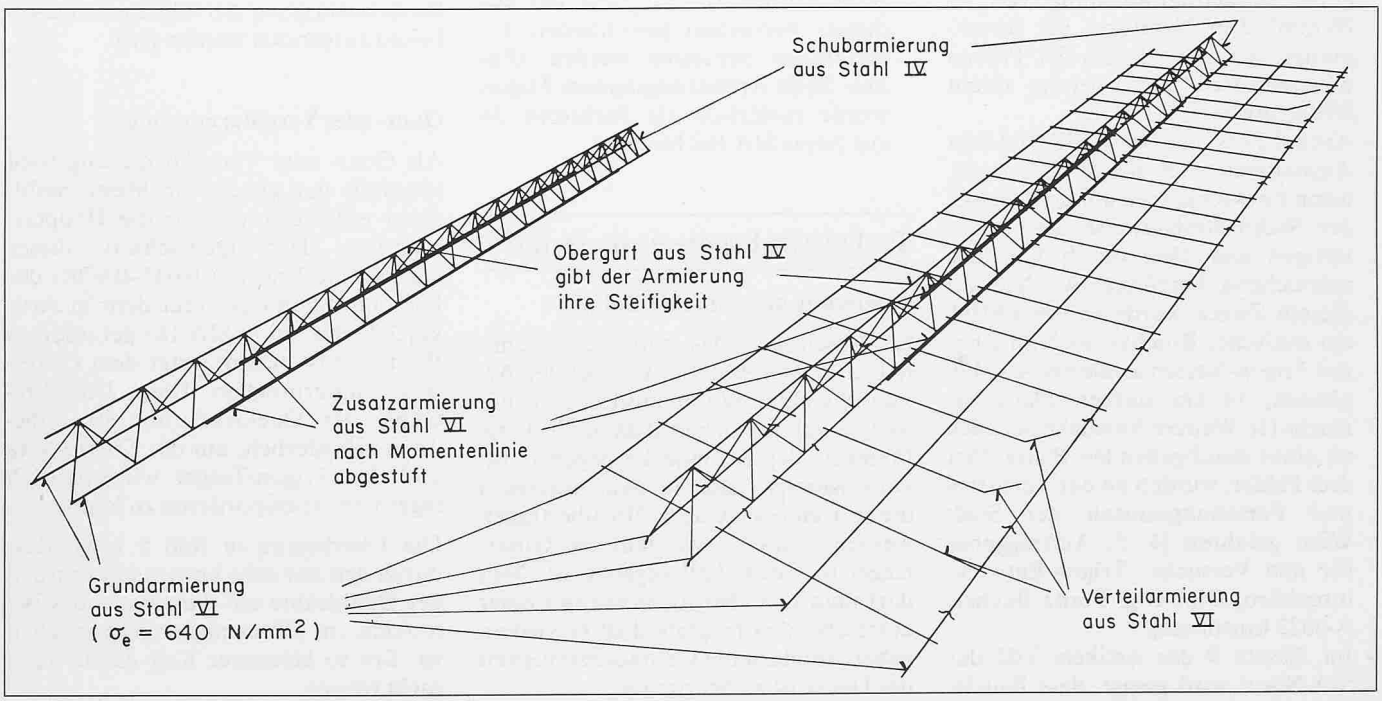
Voraussetzungen für die Verwendung

Da die SIA-Normen in der Schweiz allgemein anerkannt sind, muss ein neues Armierungssystem diesen Normen entsprechen, wenn es vom Ingenieur in der Schweiz verwendet werden soll. Die SIA-Normen sind aber nicht nur sehr sorgfältig ausgearbeitet und ausgewogen, sie sind auch *offen für Neuerungen*. Sie fordern aber zu Recht, dass solche Neuerungen vor dem Einsatz umfassend geprüft werden.

- Als erstes wurden an der EMPA die Prüfungen der Stähle der Trigon-Netze gemacht, gemäss den Richtlinien 9, 10, 11 und 12 der Norm SIA 162 [2].

Bild 2 (links). Trigon-Träger. Der auch bei uns bekannte Gitterträger ist dank seinen guten Verankerungseigenschaften in Österreich für zulässige Spannungen von 420 N/mm² zugelassen.

Bild 3 (rechts). Trigon-Netz mit Massen und Funktionserklärung. Das Netz ist Hauptbestandteil des rationellen Armierungssystems



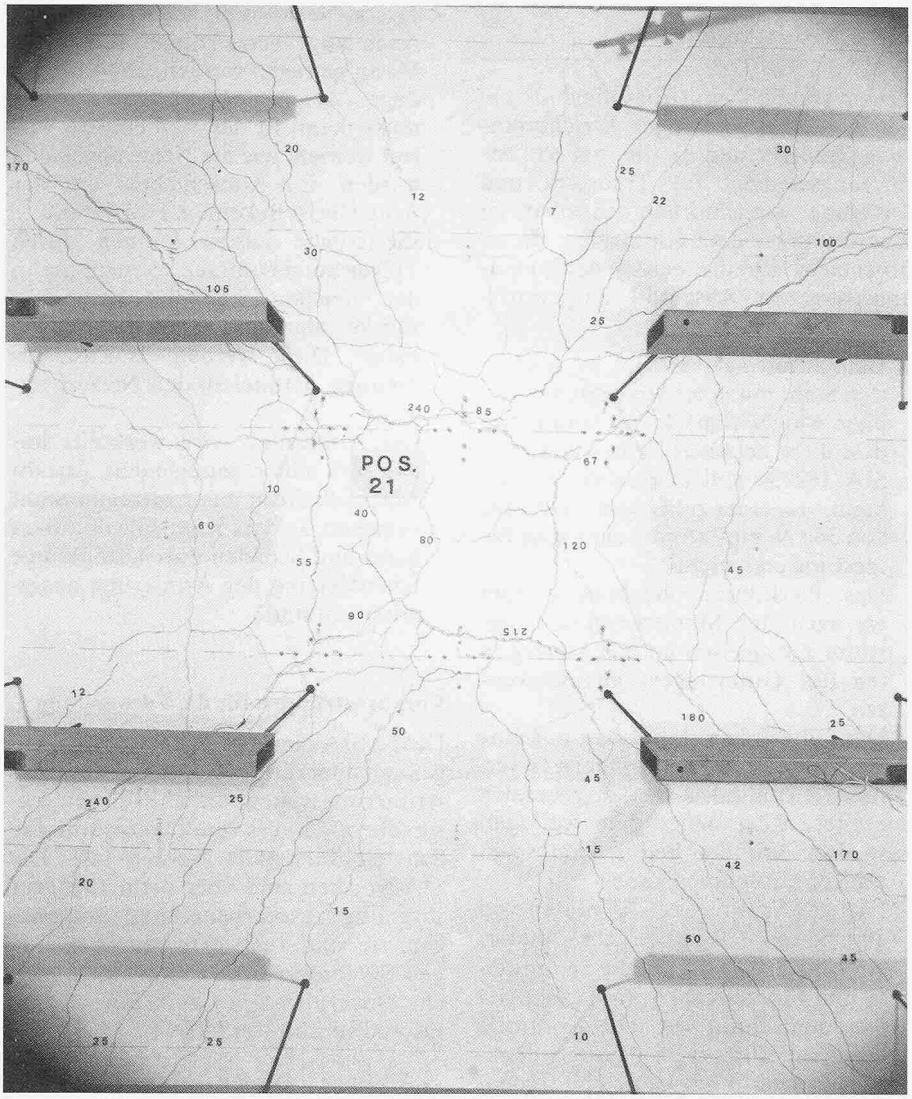


Bild 4. Rissbild aus EMPA-Versuch [3]. Last: 353,6 kN. Die Lage der Trigon-Armierung ist gestrichelt eingezeichnet. Sehr schön sichtbar ist, wie regelmässig alle 20 cm ein Riss quer zur Hauptarmierung verläuft

Dabei wurde eine mittlere Streckgrenze der Untergurte des Gitterträgers von 723 N/mm² erreicht bei einer Standardabweichung von 41 N/mm². Der Nennwert der Streckgrenze, der nur von 5% der Proben unterschritten wird, beträgt damit 655 N/mm².

- Artikel 11.01 der Norm SIA 162 lässt Ausnahmen von dieser Norm zu, wenn Entwicklungen auf dem Gebiet der Stahlbetonbauweise dies rechtfertigen und diese durch Versuche ausreichend begründet werden. Zu diesem Zweck wurde an der EMPA ein statischer Bruchversuch an einer mit Trigon-Netzen armierten 4 × 4 m grossen, 18 cm starken Platte gemacht [3]. Weitere Versuche, so auch an einer durchgehenden Platte über drei Felder, wurden an der Versuchs- und Forschungsanstalt der Stadt Wien gefahren [4, 5; Auftraggeber für alle Versuche: Trigon-Entwicklungsbüro, Dipl.-Ing. Franz Bucher, A-6023 Innsbruck].
- Im Absatz 9 des Artikels 3.02 der SIA-Norm wird gesagt, dass Bauelemente, deren Verhalten im Gebrauchszustand und beim Bruch durch systematische Versuche überprüft worden ist, aufgrund der aus diesen Versuchen gewonnenen Erkenntnisse bemessen werden können. Beim Armierungssystem Trigon wurde zusätzlich die Richtlinie 34 zur Norm SIA 162 beachtet.

Technische Probleme im Detail

Armierung als einfacher Balken

Im Abschnitt «Das statische System» haben wir festgestellt, dass bei der Armierung einer Wohnhausdecke als ein System von einfachen Balken die Tragfähigkeit der Betondecke gegeben ist, vorausgesetzt, dass an den Auflagern die auftretenden Querkräfte übertragen werden können – was dank der Gitterträger in jedem Fall gegeben ist. Nun darf man sich aber nicht nur mit einer ausreichenden Tragfähigkeit zufriedengeben, sondern die Gebrauchsfähigkeit der Decke ist zu beurteilen.

Diese Gebrauchsfähigkeit wird bei Decken im Wohnungsbau durch Risse oben in der Platte im Auflagerbereich nicht vermindert, da diese Risse meist unter eine Wand zu liegen kommen, in praktisch jedem Fall aber durch die Isolation und den Unterlagsboden verdeckt werden. Da der Unterlagsboden mit der Decke nicht im Verbund ist, können die Risse auch nicht auf diesen übertragen werden. Ferner werden an Decken im Wohnungsbau keine besonderen Anforderungen bezüglich Wasserdichtigkeit gestellt. In diesem Sinne ist also eine Armierung als einfacher Balken mit Trigon-Netzen zulässig.

Verwendung von hochfestem Stahl

Sollen die möglichen Spannungen hochfester Stähle ausgenützt werden, so ist nachzuweisen, dass diese Stähle im Beton ausreichend verankert werden können. Wir erbrachten diesen Nachweis durch einen statischen Belastungsversuch einer mit Trigon armierten Platte [3], indem gezeigt wurde, dass keine grossen Risse quer zur Tragrichtung auftraten. Vielmehr konnte festgestellt werden, dass die quer zur Tragrichtung laufenden Risse mit erstaunlicher Regelmässigkeit sich alle 20 cm bildeten, was genau dem Abstand der Schrägarmierung des Gitterträgers entspricht (Bild 4). Mit anderen Worten: Die Armierung erzwingt alle 20 cm einen Riss quer zur Tragrichtung, was der Forderung nach vielen kleinen Rissen ideal entspricht und auf eine sehr gute Verankerung schliessen lässt [6].

Damit ist gezeigt, dass der hochfeste Stahl in den Untergurten des Gitterträgers und in den parallel dazu laufenden Netzdrähten so gut im Beton verankert ist, dass seine hohe Fliessgrenze unter Berücksichtigung der üblichen Sicherheiten ausgenützt werden darf.

Quer- oder Verteilarmierung

Als Quer- oder Verteilarmierung wird ebenfalls der gleiche hochfeste Stahldraht eingesetzt wie für die Hauptarmierung. Der Querschnitt dieser Querdrähte liegt mit 0,045–0,079% des Betonquerschnittes unter dem in Artikel 3.21 der Norm SIA 162 geforderten Wert und ist zudem unter dem Gitterträger unterbrochen. Diese Unterbrechung der Querarmierung ist unbedingt erforderlich, um das Trigon-Netz und den Trigon-Träger wirtschaftlich lagern und transportieren zu können.

Die Überlegung in Bild 5 zeigt, dass durch den nur sehr kurzen Unterbruch der Querdrähte ein Ausstossen des Betonkeils im Gitterträger nicht möglich ist. Ein so belasteter Keil dürfte auch nicht reissen.

Nicht geprüft wurde beim obenerwähnten EMPA-Versuch der Lastfall Schwinden des Betons. Dadurch wird die Platte bei entsprechenden Auflagerbedingungen auf reinen Querzug beansprucht. Bei extremen Verhältnissen und ungünstigen Betonierbedingungen sind Risse im Bereiche des Unterbruchs der Querarmierung möglich und wurden auch schon beobachtet. Allerdings handelt es sich dabei um feine Haarrisse, welche die Gebrauchsfähigkeit der Betondecke im Wohnbau nicht beeinträchtigen. Durch den regelmässigen Unterbruch der Querarmierung alle 67 cm wird zudem der Rissabstand erzwungen und die Rissbreite begrenzt.

Die reduzierte Fläche der Querarmierung und die Unterbrechung derselben unter dem Gitterträger ergeben also kein nachteiliges Verhalten der Decke im Wohnungsbau, insbesondere keine Beeinträchtigung ihrer Gebrauchsfähigkeit. In diesem Sinne äussert sich auch die Norm SIA 162 im Artikel 18 der Richtlinie 34: «Ein normales Verhalten der Bauteile ist durch geeignete Wahl von Art und Anordnung der Bewehrung zu gewährleisten. Die unvermeidliche Rissbildung soll beschränkt bleiben, so dass weder das Aussehen der Bauteile beeinträchtigt noch die Korrosion der Bewehrungsstähle zu befürchten ist. Feine Risse sind im allgemeinen nicht nachteilig.»

Durchbiegung

Es darf erwartet werden, dass der Gitterträger dank seiner Eigensteifigkeit die Durchbiegung der mit Trigon armierten Decke beschränkt. Der EMPA-Versuch an der allseitig beweglich gelagerten Platte [3] gibt zwar keine schlüssigen Resultate, aber doch Hinweise in dieser Richtung. Vergleicht man die gemessenen Durchbiegungen mit der gerechneten Durchbiegung einer zweiseitig gelagerten homogenen Platte mit dem E-Modul von 30 kN/mm², so ergeben sich folgende Resultate:

Laststufe 15 = letzte Laststufe ohne Rissbildung:

- gemessene Durchbiegung 1,3 mm
- gerechnete Durchbiegung 2,9 mm.

Das Resultat ist leicht zu erklären, da hier die Platte noch als homogene vierseitig gelagerte Platte wirkt.

Laststufe 18 mit maximalen Rissbreiten zwischen 0,52 und 0,62 mm

- gemessene Durchbiegung 4,9 mm
- gerechnete Durchbiegung 4,1 mm

In diesem Zustand ist die Kräfteumlagerung in Richtung zweiseitig gelagerte Platte schon weit fortgeschritten. Aufgrund der schon grossen Rissbreite wäre eine Durchbiegung zu erwarten, die wesentlich über der am ungerissenen Querschnitt gerechneten liegt. Effektiv wurde aber nur eine um 20% grössere Durchbiegung beobachtet, was wohl auf die Eigensteifigkeit der Trigon-Träger zurückzuführen ist.

Damit ist es gerechtfertigt, die minimale Dicke von mit Trigon-Netzen armierten Platten auf 1/35 der Stützweite festzulegen.

Bemessungsgrundlagen

Damit sind nun die wichtigsten Überlegungen als Grundlage für die Bemessung von Decken im Wohnungsbau mit der Trigon-Armierung gemacht.

- Als Auflast wird 4 kN/m² gewählt, womit die meisten Auflasten im Wohnungsbau abgedeckt werden dürften, inklusive stärkerer Unterlagsböden infolge Bodenheizung und allfälliger mobiler Trennwände. Muss eine grössere Auflast aufgenommen werden, so kann dies leicht durch die Wahl einer grösseren Deckenstärke geschehen.
- Die Bemessung erfolgt nach SIA 162, Richtlinie 34, mit einer Fliessspannung von 640 N/mm².
- Für die Aufnahme der Querkräfte wird pro Gitterträger eine mittragende Betonfläche von 11 × 20 cm gerechnet, wobei die 11 cm der Höhe des Gitterträgers entsprechen (Bild 6). Die zulässige Querkraft wird gemäss Norm SIA 162, Richtlinie 34, mit einer Fliessspannung von 420 N/mm² bestimmt, da die Schrägarmierung aus Stahl IV besteht.

Abmessungen, Querschnittswerte und Belastungstabellen sind in einer Dokumentation des Lizenznehmers in der Schweiz zusammengestellt.

Detaillösungen

Mit dem Armierungssystem Trigon lassen sich nicht nur Decken mit rechtekkigen Grundrissen armieren, sondern es handelt sich um ein komplettes Armierungssystem. Die Beschreibung aller Detaillösungen sprengt den Rahmen dieses Artikels. Der Lizenznehmer in der Schweiz hält jedoch eine ausführliche Dokumentation auch darüber bereit. Darin ist die Armierung etwa folgender Probleme gezeigt:

- Kragarme,
- verdeckte Unterzüge,
- vieleckige Grundrisse und Rundungen,
- Aussparungen,
- Treppen usw.

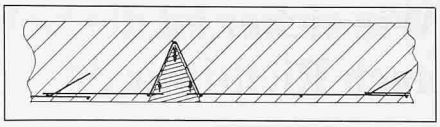


Bild 5. Querschnitt durch Armierung. Die unter den Gitterstäben nur auf kurze Strecke unterbrochene Querarmierung verhindert ein Ausbrechen des Keils nach unten infolge der Umlenkkräfte. Der so gedrückte Keil reisst nicht.

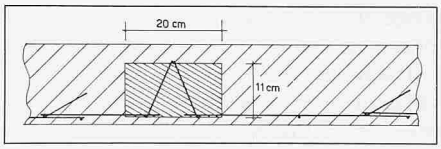


Bild 6. Querschnitt durch Armierung mit mitwirkender Betonfläche. Für die Aufnahme der Querkräfte wird je Gitterträger eine mittragende Betonfläche von 11×20 cm gerechnet

Arbeitsvorgang im Ingenieurbüro

Obwohl für das Armierungssystem Trigon ausführliche Unterlagen und Arbeitshilfen bereitstehen, handelt es sich dabei keineswegs um ein «Do-it-yourself»-Armierungssystem. Die Unterlagen wenden sich denn auch eindeutig an den ausgebildeten Ingenieur. Dessen Arbeit wird nun allerdings erheblich rationalisiert. Folgender Arbeitsvorgang empfiehlt sich:

- Bestimmung der Auflast,
- Bestimmung der Deckenstärke,
- Trigon-Armierung in Plan mit Spannrichtung einzeichnen,
- Detaillösungen wählen und einzeichnen,
- Materialliste ausfüllen.

Damit ist bereits auch ein übersichtlicher Armierungsplan gezeichnet.
Auch die Abnahme der Armierung auf der Baustelle kann sehr rasch, praktisch mit einem Blick erledigt werden. Da die Armierungspläne übersichtlich und einfach zu lesen sind, wird kaum je eine Armierung falsch verlegt werden.

Literaturnachweis

[1] *Mohamed, F.:* «Wohnhausdecken ohne obere Armierung». Schweizerische Bauzeitung, 95. Jahrgang, Heft 50
[2] Untersuchungsbericht EMPA Nr. 143 789*
[3] EMPA-Bericht Nr. 43 016/2*
[4] Versuchs- und Forschungsanstalt der Stadt Wien: Prüfbericht über Deckenplatte MA39-M1486-1487/79*
[5] Versuchs- und Forschungsanstalt der Stadt Wien: Prüfbericht über Durchlaufbalken MA39-M1490-1493/79*
[6] *Boyer, W.:* «Stahlbeton mit bi-Stahl». AVI Alpenländische Veredelungs-Industrie-Gesellschaft mbH, Graz

* Auftraggeber: Trigon-Entwicklungsbüro, Dipl.-Ing. Franz Bucher, staatl. befugter und beeideter Ziviling. für Bauwesen, Reut-Nicolussi-Strasse 12, A-6023 Innsbruck

Adresse des Verfassers: *H. Wieland,* dipl. Ing. ETH, c/o SFS Stadler AG, 9435 Heerbrugg.