

## Erläuterung zur Gitterraumbewehrung

Die in einzelnen Bauteilen — Decken und Wänden — beim Auftreffen und dem Zerknall von Bomben auftretenden schlagartigen Beanspruchungen machen eine geeignete Schutzbewehrung erforderlich.

Zur richtigen Durchbildung einer derartigen Schutzbewehrung gelangt man bei der Betrachtung der in einem Betonkörper bei Beschuß auftretenden Zerstörungen. Diese Zerstörungen zeigen sich wie folgt:

1. Eine Zertrümmerung des Betons an der Außenfläche durch die Auftreffwucht des Geschosses,
2. Stanzwirkung gegen die Platten unter dem Auftreff- und dem Detonationsstoß,
3. Ausbrüche auf der Gegenseite.

Einer Schutzbewehrung wird demnach in erster Linie die Aufgabe zugewiesen, das Durchstanzen und den Ausbruch auf der Innenseite zu verhindern. Dieser Zweck wird durch eine Ausbildung erreicht, die man als „Vernähen“ bezeichnen könnte. Am zweckmäßigsten ist ein räumliches „Vernähen“. Diesen Notwendigkeiten entspricht die Gitterraumbewehrung. Sie ergibt gewissermaßen die räumliche Vernähung zweier an den Außenseiten des betreffenden Betonkörpers liegenden Stahlnetze mit „Steppnähten“.

Die Wirkungsweise der Bewehrung geht aus der nachstehenden Beschreibung des Fertigungsverfahrens und des Aufbaus hervor.

### Beschreibung der Fertigung und des Aufbaues.

Die Gitterraumbewehrung besteht aus den vier Bauelementen:

- a) dem oberen Stahlnetz (bestehend aus sich rechtwinklig kreuzenden Längs- und Quereisen),
- b) dem unteren Stahlnetz (bestehend aus sich rechtwinklig kreuzenden Längs- und Quereisen),
- c) dem Flechtwerk des Gitters in der Hauptrichtung,
- d) dem Flechtwerk des Gitters in der Querrichtung, gebildet durch Steckstäbe.

Die Fertigung erfolgt in der Weise, daß zunächst das Grundelement (1) des Gitters, das durch eine Zickzacklinie gekennzeichnet ist, gebildet wird. Sämtliche Winkel der Zickzacklinie sind 60°.

Diese Grundelemente (1) des Gitters werden so aufeinandergelegt, daß ein Maschenwerk mit rautenförmigen Maschen entsteht, bei dem die Maschen einen bestimmten Mindestabstand haben. In den Kreuzungspunkten werden die einzelnen Stäbe miteinander verknüpft. Dieses Gitter ist ohne weiteres in Matten transportfähig, ihm kann jedoch eine größere Steifigkeit noch durch das Anknüpfen der erforderlichen Längseisen (2) gegeben werden.

Der Einbau im Bauwerk erfolgt in der Weise, daß die Gittermatten (mit oder ohne bereits angeknüpfte Längseisen) in 20 cm Abstand aufgestellt werden. Hierauf wird das an der Innenseite liegende Netz in der Weise gebildet, daß man die Querstäbe in die äußeren Schlingen des Gitters steckt und dort gegen die äußersten Ecken anbindet und die Längsstäbe (4) vom Inneren des Betonkörpers her an diese Querstäbe befestigt. Gegen Verdrücken in das Rauminnere hinein werden also die Längsstäbe (4) durch die Querstäbe (2) und diese durch die Gitterschlingen (1) gesichert. An der Außenseite des Baukörpers werden die Netze so gebildet, daß die Längsstäbe (2), wenn sie nicht schon zu Anfang dort befestigt worden sind, an die äußeren Ecken des Gitters angebunden und die Querstäbe (5) dagegen gebunden werden.

Die Steckstäbe (6) werden in Ebenen senkrecht zu den Gittermatten und unter 60° gegen die äußeren Netz-Ebenen eingeführt und eingehakt.

Schon nach Aufstellen der Gittermatten und Befestigen von einigen Stäben der beiden äußeren Gewebe erhält man ein räumliches Gitterwerk von großer Steifigkeit, die es gestattet, unmittelbar Karrbohlen oder Baugleise zum Betonieren darauf zu verlegen.

Abgesehen von der selbstverständlichen und durch Versuche erprobten Zweckmäßigkeit der Gitterraumbewehrung gegen die Beanspruchung bei Beschuß und Bombenwurf gestattet ihr Aufbau die Fertigung der einzelnen Elemente mit den normalen Biegemaschinen. Das Aufstellen und der Einbau an Baustellen können ohne weiteres von den entsprechenden Baufacharbeitern vorgenommen werden. Ein wesentlicher Gesichtspunkt wirtschaftlich-organisatorischer Art liegt darin, daß auch ungelernte Hilfsarbeiter nach kurzer Anweisung die sich laufend wiederholenden Grundelemente der Gitterraumbewehrung herstellen und einbauen können. Dies gestattet, daß Betonier-Pausen (hervorgerufen durch Witterungseinflüsse, Versorgungsschwierigkeiten usw.) zweckmäßig überbrückt werden können dadurch, daß man alle Kräfte bei der Vorratsherstellung von Bewehrungselementen einsetzen kann.

Die in einzelnen Partien Decken und Wände beim Aufstellen und dem Einbau von Bomben durchschlagenden schiefen Beanspruchungen machen eine genaue Schutzbewehrung erforderlich.

Zur richtigen Darstellbarkeit einer derartigen Schutzbewehrung gelangt man bei der Betrachtung der in einem Betonkörper bei Beschuß auftretenden Zustellungen. Diese Zustellungen zeigen sich wie folgt:

1. Eine Kontraktion des Betons an der Aufbruchfläche durch die Auftriebskraft des Geschosses.
2. Stauchung gegen die Platten unter dem Auftrieb und dem Detonationsstoß.
3. Ausdrück der Gitterstäbe.

Die Schutzbewehrung ist demnach in erster Linie die Aufgabe zu bewerkstelligen, das Durchdringen und den Ausbruch auf der Innenseite zu verhindern. Dieser Zweck wird durch eine Ausbildung erreicht, die man als „Korbstruktur“ bezeichnen könnte. Die Korbstruktur ist ein räumliches Gitterwerk, das durch die Gitterraumbewehrung erreicht wird. Sie erfüllt gewisse Aufgaben, diese Aufgaben sind:

Die Wirkungswerte der Bewehrung geht aus der nachfolgenden Beschreibung der Fortbauverfahren und der Aufbau hervor.

#### Beschreibung der Fortbauverfahren und des Aufbaus

Die Gitterraumbewehrung besteht aus den vier Bauelementen:

- a) dem oberen Stabnetz (bestehend aus sich rechtwinklig kreuzenden Längs- und Querstäben),
- b) dem unteren Stabnetz (bestehend aus sich rechtwinklig kreuzenden Längs- und Querstäben),
- c) dem Flechtwerk des Gitters in der Hauptebene,
- d) dem Flechtwerk des Gitters in der Querschnittsrichtung (gebildet durch Steckstäbe).

Die Fortbauverfahren erfolgt in der Weise, daß zunächst das Grundelement (a) des Gitters, das durch eine Stabstruktur als Eckausgangspunkt gebildet wird. Sämtliche Winkel der Stabstruktur sind 90°.

Diese Grundstruktur (a) des Gitters werden so aufeinandergelegt, daß ein Maschenwerk mit rechteckigen Maschen entsteht, bei dem die Maschen einen bestimmten Mindestabstand haben. In den Kreuzungspunkten werden die einzelnen Stäbe miteinander verknüpft. Dieses Gitter ist eine weitere in Matten transportfähig. Man kann jedoch eine größere Stabilität noch durch das Anfügen der erforderlichen Längsstäbe (c) erreichen werden.

Der Einbau im Betonwerk erfolgt in der Weise, daß die Gittermatten (a) oder eine bereits an fertige Längsstäbe (c) in 20 cm Abstand aufgestellt werden. Hiermit wird das an der Innenseite liegende Netz in der Weise gebildet, daß man die Querstäbe in die äußeren Schlingen des Gitters steckt und dort gegen die äußeren Ecken abdrückt und die Längsstäbe (b) vom Innenseiten her in die Baustellen einbaut. Gegen Wankungen in die Baustellen hinein werden also die Längsstäbe (b) durch die Querstäbe (c) und diese durch die Gittermatten (a) gesichert. An der Außenseite des Betonkörpers werden die Netze so gebildet, daß die Längsstäbe (b) wenn sie nicht schon zu Anfang dort hergestellt worden sind, an die äußeren Ecken des Gitters angedrückt und die Querstäbe (c) dazwischen eingebunden werden.

## Erläuterung zur Spiralbewehrung und Anleitung für ihre Verlegung

Die Spiralbewehrung ist eine Schutzbewehrung gegen die Wirkung des Aufschlags und der Detonation von Fliegerbomben. Die Bewehrung ist auf den beiliegenden Musterblättern für einen eingeschossigen Schutzraum von 12,70 m lichter Weite und 2,80 m lichter Höhe dargestellt. Sie ist mit der statischen Bewehrung zusammen konstruiert, wie das bei der praktischen Ausführung meistens der Fall ist. Das statische System des Musterbeispiels ist auf der Zeichnung 2 links unten dargestellt.

Die Wand hat eine Dicke von 1,80 m. Die Schutzbewehrung besteht gemäß Pos. 1 der Zeichnung 2 aus einer Flachspirale mit 12 mm Eisen von 1,70 m Windungsdurchmesser. Auf diese Matte sind 6 Eisen  $\varnothing$  10 mm (Pos. 14 und 15) aufgebunden. Die Matte wird außerhalb der Schalung geflochten und als Ganzes in die Schalung gestellt. Anschließend werden die Matten durch Einflechten von Längseisen  $\varnothing$  12 mm (Pos. 23) zu einem räumlichen Geflecht ergänzt. Diese Eisen werden nach Aufstellung einer Anzahl von Matten von der Stirnseite her in die Matten eingezogen und von der Seite aus angebunden. Da diese Flechtarbeit von beiden Seiten erfolgen muß, können die Schalbretter erst nach Fertigstellung der Bewehrung angebracht werden. Zweckmäßig wird nur ein so großes Stück einer Wand bewehrt, daß es in einem Stück ohne Unterbrechung betoniert werden kann. Die Stirnseite der Bewehrung muß zwecks Herstellung einer einwandfreien Arbeitsfuge senkrecht abgeschalt werden, wobei die Längseisen Pos. 23 mit Haftlänge in den nebenan liegenden Bauabschnitt einbinden müssen. Die Wandarmierung bindet in die Sohle zweckmäßig 50 cm tief ein. Die obere Betonierfuge liegt in Höhe der Unterkante der Decke und muß vor dem Weiterbetonieren grob aufgespitzt werden. Die Matten der Wandbewehrung gehen als Anschlußseisen bis O.K. Decke durch. Da in der Wand die senkrecht laufenden Eisen der Schutzbewehrung zur Aufnahme der aus den statischen Belastungen herrührenden Kräfte genügen, ist eine besondere statische Bewehrung bei diesem Musterbeispiel nicht erforderlich. In anders gelagerten Fällen müßten die äußeren senkrechten Eisen durch dickere Eisen ersetzt werden.

Nach dem Betonieren der Wand kann die Bewehrung der Decke eingebracht werden. Es empfiehlt sich auch hier, abschnittsweise entsprechend der in einer nicht unterbrochenen Schicht zu erwartenden Betonierleistung vorzugehen. In der Decke sind Flachspiralen  $\varnothing$  12 mm von 1,30 m Windungsdurchmesser mit fünf aufgebundenen Längseisen  $\varnothing$  10 mm (Pos. 4 und 7) vorgesehen. Die senkrecht hierzu verlaufenden Eisen Pos. 23, die wiederum von der Stirnseite aus eingeschoben werden, haben  $\varnothing$  12 mm. Diese Eisen liegen zum Teil in den durch die Flachspiralen gebildeten Zwickeln fest, zum Teil müssen sie von oben her an die Matten angebunden werden. Die Schutzbewehrung der Decke erhält wegen der statischen Beanspruchung eine Verstärkung in den Zugzonen durch die Eisen Pos. 5 und 9.

Beim statischen Nachweis können die in der Krafrichtung liegenden Eisen der Schutzbewehrung entsprechend ihrem Hebelarm mitgerechnet werden. Die Ausführung der Arbeitsfugen erfolgt in gleicher Weise wie bei den Wänden.

Das Gewicht der Schutzbewehrung beträgt bei der beschriebenen Anordnung  $70 \text{ kg/m}^3$  und einschließlich der statischen Eisen etwa  $75 \text{ kg/m}^3$ .

Das Material für die Flachspiralen kann sowohl in Lagerlängen (gerade Stangen) als auch in Ringen angeliefert werden. Die Anlieferung in Ringen hat den Vorteil, daß eine Flachspiralenmatte, für welche man gemäß Zeichnung 37—50 m Länge benötigt, ohne Stoß ausgeführt werden kann. Wenn Stöße angeordnet werden müssen, sollen sie tunlichst an der Außenseite der Platte liegen. Alle Eisenenden sind grundsätzlich mit Haken und die Stöße mit den erforderlichen Überdeckungen zu versehen. Bei Verwendung von Material in Lagerlängen kann das Eisen in einfachster Weise auf den erforderlichen Durchmesser gebogen werden. Bei Verwendung von Material in Ringen bedient man sich zweckmäßig einer sogenannten Spiralenwickelmaschine, welche das Eisen richtet und auf den angegebenen Durchmesser dreht.

Zum Auslegen der Flachspiralen werden Montagetische hergerichtet, die auf Zeichnung 1 unten dargestellt sind. Zweckmäßig sind hierfür vier Mann anzusetzen, die die Drahtrolle für eine Spiralenmatte waagrecht halten und jeweils an der Unterseite einen Ring nach dem andern fallen lassen und um die Dorne legen. Hierbei empfiehlt es sich, zur Erreichung eines gut geformten Geflechtes die Spiralen stramm an die Dorne heranzulegen, ohne jedoch die Eisen zu verformen. Es wird oftmals notwendig sein, den Ring in der Hand etwas links herum oder rechts herum zu drehen, damit der richtige Durchmesser der Windungen erreicht wird. Nach dem Verlegen der Spiralen werden alle Knotenpunkte gebunden. Es genügt eine einfache Bindung. Damit beim Binden die einzelnen Eisen nicht immer angehoben zu werden brauchen, ist neben jeder Dornenreihe jeweils ein Rundeisen  $\varnothing 20$  mm befestigt.

Für den Fall, daß es sich um eine Wandspirale handelt, muß ein besonderer Fuß ausgebildet werden. Zu diesem Zweck werden die in Pos. 1 und 1a dargestellten gestrichelten Spirallengänge um  $180^\circ$  in die Ebene der Wandspirale eingebogen und dort angebunden.

Die Arbeit des Auslegens und des Versetzens der Spiralenmatten muß sehr genau ausgeführt werden, damit die Längseisen anstandslos durchgeführt werden können.

Die Spiralenbewehrung ist eine Schutzbewehrung gegen die Wirkung des Aufschlags und der Dehnung von Fließbetonen. Die Bewehrung ist auf den befallenden Muskelbeton für einen einseitigen Schutz von  $15,70$  m hoher Weite und  $2,80$  m hoher Höhe dargestellt. Sie ist Teil der statischen Bewehrung zusammengefaßt, wie das bei der praktischen Ausführung anzusehen ist. Der statische System des Muskelbetons ist auf der Zeichnung 2 links unten dargestellt.

Die Wand hat eine Dicke von  $1,50$  m. Die Schutzbewehrung besteht gemäß Pos. 1 der Zeichnung 2 aus einer Flachspirale mit  $12$  mm Eisen von  $1,70$  m Windungsdurchmesser. Auf diese Matte sind 6 Eisen  $\varnothing 10$  mm (Pos. 1a und 1b) aufgebunden. Die Matte wird außerhalb der Schalung gestrichelt und die Gänge in die Schalung gesteckt. Anschließend werden die Matten durch Eisenböcken von Längseisen  $\varnothing 12$  mm (Pos. 2) zu einem räumlichen Geflecht ergänzt. Diese Eisen werden nach Aufstellung einer Anzahl von Matten vor der Stützwand bis in die Matten einbezogen und von der Seite aus angeordnet. Da diese Flächarbeit von beiden Seiten erfolgen muß, können die Schablonen erst nach Fertigstellung der Bewehrung angebracht werden. Zunächst wird nur ein großer Stück einer Wand bewehrt, das es in sich ein Stück ohne Unterbrechung betrieblert werden kann. Die Stützwand der Bewehrung muß zwecks Herstellung einer einseitigen Arbeitsfläche ebenfalls angebracht werden, wobei die Längseisen Pos. 2 mit Halbkugeln in den neben liegenden Bewehrungsarbeiten einbezogen werden. Die Wandbewehrung ist in die Höhe zweckmäßig  $50$  cm über die obere Bewehrung fest anzusetzen. Die Matten der Wandbewehrung sind nach dem Wälzbetonieren abzunehmen. Die Matten der Wandbewehrung sollen als Anschlußstellen der DK-Decke durch die in der Wand die senkrechten Längseisen der Schutzbewehrung zur Aufnahme der aus den statischen Bewehrungen hervorgehenden Kräfte geeignet ist eine besondere statische Bewehrung bei diesem Muskelbeton nicht erforderlich. In anderen geeigneten Fällen müßten die statischen Bewehrungen durch höhere Eisen ersetzt werden.

Nach dem Betonieren der Wand kann die Bewehrung der Decke eingebaut werden. Es empfiehlt sich auch hier abschnittsweise entsprechend der in einer nicht unterschrittenen Schicht zu erwartenden Betonleistung vorzugehen. In der Decke sind Flachspiralen  $\varnothing 12$  mm von  $1,50$  m Windungsdurchmesser mit fünf aufzubehaltenen Längseisen  $\varnothing 10$  mm (Pos. 4 und 7) vorzugeben. Die senkrechten Längseisen Pos. 2, die wiederum von der Stützwand aus eingebunden werden, haben  $\varnothing 12$  mm. Diese Eisen liegen zum Teil in der durch die Flächbewehrung gebildeten Vertiefung fest zum Teil müssen sie von oben her an die Matten angebunden werden. Die Schutzbewehrung der Decke erfüllt wegen der statischen Beanspruchung eine Verankerung in den Mauern durch die Eisen Pos. 5 und 6.

Beim statischen Nachweis können die in der Kalibrierung liegenden Eisen der Schutzbewehrung entsprechend ihrem Hebelarm mitgezählt werden. Die Anordnung der Arbeitsstellen erfolgt in gleicher Weise wie bei den Wänden.

Das Gewicht der Schutzbewehrung beträgt bei der beschriebenen Anordnung  $70$  kg/m<sup>2</sup> und einschließlich der statischen Eisen etwa  $75$  kg/m<sup>2</sup>.

Das Material für die Flachspiralen kann sowohl in Längseisen (gerade Stangen) als auch in Ringen angefordert werden. Die Anfertigung in Ringen hat den Vorteil, daß eine Flächspirale malle für welche man genau  $25-50$  m Länge benötigt, ohne Stoß ausgesetzt werden kann. Wenn Stöße angeordnet werden müssen, sollen sie zunächst an der Außenfläche der Platte liegen. Alle Eisenenden sind grundsätzlich mit Haken und die Stöße mit den erforderlichen Überdeckungen zu versehen. Bei Verwendung von Material in Längseisen kann das Eisen in einfacher Weise auf dem erforderlichen Durchmesser gezogen werden. Bei Verwendung von Material in Ringen bedient man sich zweckmäßig einer sogenannten Spindelwickelmaschine, welche das Eisen richtig und auf den angegebenen Durchmesser dreht.

## Erläuterung zur kubischen Bewehrung

Die kubische Bewehrung ist eine Schutzbewehrung gegen die Wirkung des Aufschlages und der Detonation von Fliegerbomben. Ihre Anordnung entspricht der aus dem Festungsbau bekannten kubischen Bewehrung. Die Maschenweite der drei zueinander senkrecht verlaufenden Eisen beträgt 15 cm und der Eisendurchmesser 10 mm.

Die Endverankerung der Stäbe an den Außen- und Innenseiten der Decken und Wände erfolgt durch Haken, die gemäß der Einzelheit Punkt „A“ auf der Zeichnung um die beiden senkrecht zu dem Stab stehenden Eisenstäbe herumgreifen. Die Anordnung dieser Haken verfolgt den Zweck, das äußere Bewehrungsnetz bei der Bombeneinwirkung festzuhalten.

Beim statischen Nachweis können die in der Krafrichtung liegenden Eisen der Schutzbewehrung entsprechend ihrem Hebelarm mitgerechnet werden.

Das luftschutztechnisch erforderliche Gewicht der Bewehrung beträgt ohne Zuschlag für Stöße, Haken und dergleichen  $83 \text{ kg/m}^3$ . Das tatsächliche Gewicht ist je nach der Form und Ausführung des Bauwerkes um 5–10 % größer.