

# Stabbündelarmierung

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

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **103 (1985)**

Heft 45

PDF erstellt am: **22.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-75926>

## **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.

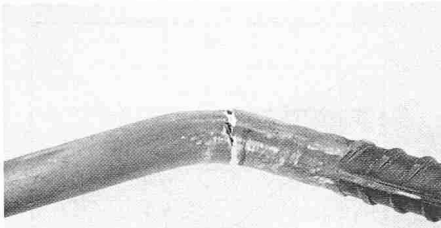


Bild 8. Biegeprobe, geschweisst mit unlegierter Stabelektrode

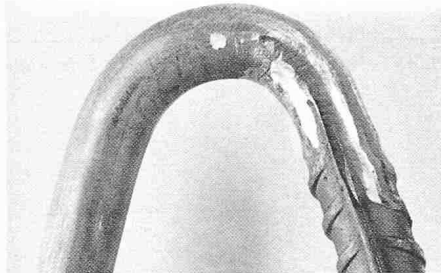


Bild 9. Biegeprobe, geschweisst mit 23/12-Elektrode

– Die Schweissarbeiten sind nach DIN 4099, «Schweissen von Betonstahl» [3], durchzuführen.

Dass diese Norm nicht nur beim Schweissen der üblichen Betonstähle angewendet werden muss, sondern auch in den Fällen, wo metallurgisch anspruchsvolle Verbindungen herzustellen sind, wie die Verbindung von unlegiert- hochlegiert, ist als selbstverständlich zu betrachten. Welche Auflagen werden nun in dieser Norm gemacht? Greifen wir nur die wichtigsten Punkte heraus:

□ Es dürfen nur Unternehmungen mit derartigen Schweissarbeiten betraut werden, die die notwendigen Fachkräfte und erforderlichen Einrichtungen besitzen.

□ Die Schweissaufsicht ist durch einen ausgebildeten Schweissfachmann auszuüben. Er muss zusätzlich eine spezielle Ausbildung im Schweissen von Betonstahl besitzen. Er muss die Schweissarbeiten ständig überwachen.

□ Die Schweisser müssen im Schweissen von Betonstahl speziell ausgebildet sein, sie haben eine Schweisserprüfung nach DIN 8560, Prüfgruppe BIM, abzulegen.

□ Vor Beginn der Schweissarbeiten ist unter örtlichen Herstellungsbedingungen eine Verfahrensprüfung zu schweissen. An den Probestücken sind die Zugfestigkeit und die Verformbarkeit nachzuweisen.

□ Während dem Schweissen sind Arbeitsproben anzufertigen, an denen ebenfalls die Festigkeit und die Verformbarkeit nachzuweisen sind.

Betrachten wir die Verhältnisse in der Schweiz, so müssen wir feststellen, dass die wesentlichsten Bedingungen, nämlich eine ausgebildete Schweissaufsichtsperson und ausgebildete und geprüfte Schweisser, nicht einmal für die Herstellung geschweisster Stahlkonstruktionen gefordert werden. Gleiches gilt natürlich auch für das Schweissen von Betonstahl. Dass aber echtes schweiss-technisches Fachwissen für derartige Arbeiten notwendig ist, sollte jedem bauleitenden Ingenieur bekannt sein.

Der Schweizerische Verein für Schweisstechnik hat vor einiger Zeit versucht, Kurse im Schweissen von Betonstahl zu organisieren. Das Interesse war aber verschwindend klein, es sind lediglich vereinzelte Schweisser und diese meist für ganz konkrete Aufträge ausgebildet worden. Wir sind aber der Auffassung, dass in dieser Beziehung noch einiges nachzuholen wäre und dass der geschweinste Armierungsstoss eine wirtschaftliche Lösung darstellen kann. Der Schweizerische Verein für Schweisstechnik mit seiner Ausbildungsstelle in Basel ist jederzeit bereit, Kurse für das Schweissen von Betonstahl für Schweisser und Aufsichtspersonen durchzuführen, diese Kurse können ohne weiteres auch mit einer kleinen Werkstoffkunde in bezug auf die zur Anwendung gelangenden Stähle verbunden werden.

Adresse des Verfassers: E. Buess, Vizedirektor Schweiz. Verein für Schweisstechnik, St. Alban-Vorstadt 95, 4052 Basel.

#### Literatur

- [1] Erb, T. Korrosion und deren Folgen in der Bauindustrie. Schweizer Ingenieur und Architekt 103 (1985) H. 26, S. 656
- [2] Wieland, H. Wirkung und Sicherheit wärmegeämmter Kragplattenanschlüsse. Schweizer Ingenieur und Architekt 103 (1985) H. 26, S. 650
- [3] DIN 4099. Schweissen von Betonstahl. Beuth Verlag Berlin 1972
- [4] Institut für Bautechnik, Berlin. Zulassung nichtrostender Stähle. Nr. Z 30.1-44 vom 1.2.1979

## Stabbündelarmierung

Von Heinz Wieland, Maienfeld

Obwohl die tiefen Stahlpreise zusätzlichen planerischen Aufwand zum Einsparen von Armierungsstahl nicht besonders attraktiv erscheinen lassen, sind ganz bedeutende Einsparungen möglich. Stabbündelarmierung in der Hand des qualifizierten Ingenieurs lässt diese Einsparungen ohne grossen Aufwand und damit wirtschaftlich verwirklichen.

### Einleitung

Der tiefen Stahlpreise wegen wird der sparsamen Verwendung von Armierungsstahl heute wenig Beachtung geschenkt. Man ist geneigt, einen hohen Armierungsgehalt als Qualitätsmerk-

mal von Stahlbeton zu betrachten. Armierung am falschen Ort verbessert aber die Eigenschaften eines Stahlbetontragwerkes kaum, und Einsparungen bei der Armierung können die Baukosten nach wie vor erheblich senken.

Sparsam, aber richtig armierte Beton-

bauteile heben den qualifizierten Ingenieur aus der Masse der gewöhnlichen Eisenbetonplaner hervor. Dazu kommt, dass die Technologien noch fehlen, um einbetonierten Armierungsstahl mit vernünftigem Aufwand einem Recycling zuzuführen – ein weiterer wesentlicher Grund, warum Armierungsstahl äusserst sparsam verwendet werden sollte.

### Einsparungen an Armierungsstahl

Einsparungen an Armierungsstahl sind nur dann sinnvoll, wenn diese wirt-

schaftlich sind. Das wiederum bedeutet aber:

- kein zusätzlicher Planungsaufwand
- kein zusätzlicher Verlegeaufwand

Die Frage stellt sich nun, ob unter diesen Voraussetzungen überhaupt an Armierung gespart werden kann und, wenn ja, wo.

Im Bauwerk sind Einsparungen ohne Einbusse an Qualität möglich, wenn der Stahlquerschnitt dem Verlauf der Grenzmomente angepasst wird. Das wird heute in vielen Fällen nicht gemacht, sondern es wird der maximale Armierungsquerschnitt bis über die Auflager durchlaufen gelassen. Eine Abminderung des Stahlquerschnittes würde einen wesentlich erhöhten Rechenaufwand bedingen, weil dann viel mehr Querschnitte bemessen werden müssten und zudem die Einsparungen der grossen Verankerungslängen wegen eher bescheiden wären. Dazu kommt, dass die Abstufungen zwischen den verschiedenen Stahldurchmessern recht grob sind. So bedeutet ein Durchmesser 8 eine Erhöhung des Stahlquerschnittes um 78% gegenüber einem Durchmesser 6. Liegt der erforderliche Stahlquerschnitt über dem eines Durchmessers 22, so muss ein Durchmesser 26 eingesetzt werden, welcher ca. 40% über dem eines Durchmessers 22 liegt. Die notwendige Aufrundung des Stahlquerschnittes bedeutet eine massive Stahlverschwendung immer dann, wenn der erforderliche Stahlquerschnitt nur unwesentlich über dem des nächsttieferen Durchmessers liegt. Natürlich ist die Kombination verschiedener Durchmesser resp. die Verwendung verschiedener Abstände von Armierungsstäben möglich. In der Praxis wird aber erstens nicht verwendet, und es wird angestrebt, in gleichen Bauteilen dieselbe Teilung zu verwenden, um die Verlegung des Armierungsstahles und deren Kontrolle zu erleichtern.

In der Biegerei bedeutet das Ablängen von Lagerlängen den Anfall erheblichen Abfalles. Grosse Mengen von kurzen Stahlstücken werden zu Schrott. Ein Arbeiten ab Ringen würde erheblich weniger Abfall bedeuten. Es ist aber nur für Durchmesser < 14 mm möglich.

Die Frage stellt sich nun, ob unter diesen Voraussetzungen überhaupt an Armierung gespart werden kann und, wenn ja, wo.

### Stabbündelarmierung

Vom dipl. Ing. F. Bucher in Innsbruck wurde die Stabbündelarmierung entwickelt. Zwei oder drei Armierungsstahlstäbe werden miteinander punktförmig verschweisst. Ein Stabbündel

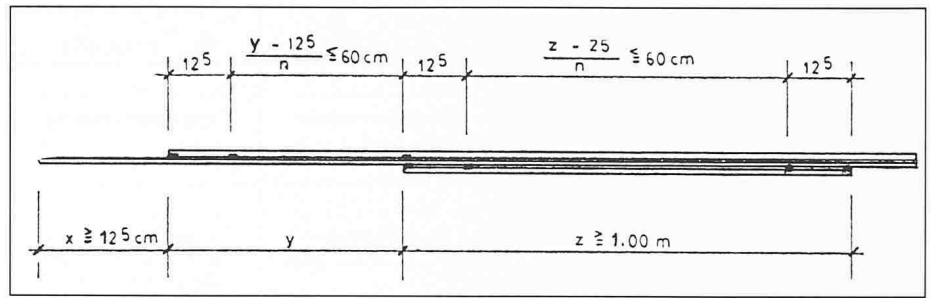


Bild 1. Grundstab und Zulagestäbe

besteht aus einem Grundstab und ein bis zwei Zulagestäben, welche nicht dieselbe Länge wie der Grundstab aufweisen müssen (Bild 1). Im Auftrage vom dipl. Ing. F. Bucher wurden an verschiedenen Instituten Versuche gemacht [1, 2] - z.T. an ganzen Balken [3] - und Nachweise an finiten Element-Modellen geführt [4] und gezeigt, dass eine Verlängerung der Zulagestäbe zum Grundstab über den Schnittspunkt mit der Zugkraftlinie hinaus, also eine eigentliche Verankerungslänge, nicht notwendig ist (Bild 2).

Diese Stabbündelarmierung eröffnet nun die Möglichkeit, verschiedene Arten von Einsparungen zu realisieren:

□ Bereits genannt wurde die wegfalende Verankerungslänge der Zugstäbe. Wichtiger noch ist aber, dass Armierungsquerschnitte nun wirtschaftlich möglich werden, welche der Momentenlinie angepasst sind. Statt vieler Einzelpositionen, welche beim Planen und auf der Baustelle erheblichen Mehraufwand verursachen, kann nach wie vor eine einzige Position eingesetzt werden, welche einen über die Länge variablen Stahlquerschnitt besitzt.

□ Bis zu einem Stahlquerschnitt von 4 cm<sup>2</sup> pro Stab kann nun ab Ringen gearbeitet werden (Tabelle 1). Damit können die Verluste in der Biegerei für diese Durchmesser praktisch vollständig vermieden werden.

□ Wie Tabelle 2 zeigt, ist es nun auch möglich, fein abgestufte Stabquerschnitte anzubieten, womit nochmals erhebliche Einsparungen möglich sind.

Die konsequente Anpassung der Armierungsstahlquerschnitte an die Grenzmomentenlinie stellt nun aber den Ingenieur vor das Problem, ein Mehrfaches von Querschnitten bemessen zu müssen, wozu er bei kleiner werdendem Honorar kaum bereit sein dürfte. Systematische Überlegungen haben auch hier den Erfinder des Stabbündelarmierungsstahles, dipl. Ing. F. Bucher, eine Lösung finden lassen. Diese liegt darin, dass die Abminderung des Stahlquerschnittes für häufig vorkommende Fälle typisiert wird. Tabelle 3 zeigt einen solchen Vorschlag, welcher in Österreich bereits allgemein zugelassen wur-

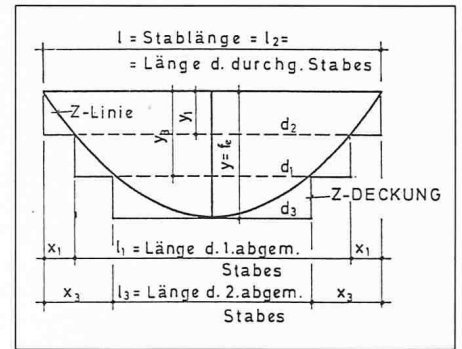


Bild 2. Zulagestäbe ohne Notwendigkeit für Verankerungslänge

Tabelle 1. Stabbündel aus Stählen von d <= 13 mm als Ersatz von Rundstahl (Durchmesser 6,5, 8, 9, 10, 11, 12, 13 mm)

Stahl III		Stabbündel				
Durchmesser	Querschnitt nominal	Querschnitt effektiv	Delta %	d1	d2	d3
mm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	%	mm	mm	mm
6	0,28	0,33	+17,3	6,5		
8	0,50	0,50	-0,1	8		
10	0,79	0,79	+0,1	10		
12	1,13	1,13	+0,1	12		
14	1,54	1,59	+3,0	9	11	
16	2,01	2,06	+2,4	9	9	10
18	2,54	2,54	-0,1	9	11	11
20	3,14	3,21	+2,3	11	12	12
22	3,80	3,79	-0,4	12	13	13

Tabelle 2. Abstufung der Querschnitte

Querschnitt nominal	Querschnitt effektiv	Delta %	d1	d2	d3
cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	%	mm	mm	mm
0,20	0,19	-1,8	5		
0,40	0,39	-1,8	5	5	
0,60	0,59	-1,8	5	5	5
0,80	0,79	-1,8	10		
1,00	0,99	-0,5	6,5	6,5	6,5
1,20	1,20	+0,1	5	8	8
1,40	1,42	+1,5	9	10	
1,60	1,60	+0,3	6,5	9	9
1,80	1,79	-0,5	8	8	10
2,00	2,06	+2,9	9	9	10
2,20	2,21	+0,3	9	10	10
2,40	2,40	+0,1	8	11	11
2,60	2,55	-1,8	9	10	12
2,80	2,85	+1,8	11	11	11
3,00	3,03	+1,1	11	11	12
3,20	3,21	+0,4	11	12	12
3,40	3,39	-0,2	12	12	12
3,60	3,60	+0,1	11	13	13
3,80	3,79	-0,4	12	13	13
4,00	3,98	-0,5	13	13	13

CODE	STATISCHE ZUORDNUNG	2-STABSERIE	3-STABSERIE
0	DURCHGEHENDER STAB- QUERSCHNITT UNIVERSELL ANWENDBAR		
1	EINFELDBEWehrungen BEI FREI DREHBAREN AUF- LAGERN		
2	RANDFELDER VON DURCH- LAUFSYSTEMEN MIT BE- LIEBIGEN SPANNWEITEN		
3	INNENFELDER VON DURCH- LAUFSYSTEMEN MIT BE- LIEBIGEN SPANNWEITEN		
4	NEGATIV (=STÜTZ)BEWEHRUNG VON DURCHLAUFSYSTEMEN M. BELIEBIGEN SPANNWEITEN		
5	INNENFELDER VON DURCH- LAUFSYSTEMEN MIT GLEICHEN SPANNWEITEN		
6	INDIVIDUELL NACH MOMENTENDECKUNG		

Tabelle 3. Typisierung der Armierung

de [5]. Unter Verwendung der Codes 1-5 kann ohne zusätzliche Aufwendungen von der Abminderung Gebrauch gemacht werden. Code 6 erlaubt in besonderen Fällen eine individuelle Abminderung. Konsequenter Einsatz der Stabbündelarmierung dürfte Einsparungen von über 30% des Stahlgewichtes bringen. Da Stabbündelstahl bei geeigneter Herstellung nur unwesentlich teurer ist als gewöhnlicher Stahl III, dürfte dessen Einsatz erhebliche Kostenreduktionen möglich machen. Als punktgeschweisste Armierung ist die Anwendung der Stabbündel-Armierung auch gewissen Einschränkungen unterworfen. So soll sie überall dort *nicht eingesetzt* werden, wo sich auch der Einsatz von *Armierungsnetzen* nicht empfiehlt.

## SIA-Norm 162

Unverständlichlicherweise werden nun die Einsparungen durch sorgfältige Berechnung und Anordnung der Armierung

im Wohnungsbau durch den neuen Entwurf der SIA-Norm 162 weitgehend unmöglich gemacht. Eine durchgehende Minimalarmierung von 0,15% bewirkt, dass bis Spannweiten gegen 4 Meter ohne weitere Berechnung einfach die Minimalarmierung eingelegt werden kann. Die Bemessung von Betondecken wird so von der Ingenieur-zur Zeichnerarbeit - und dies auf Kosten des Bauherrn. Diese erhöhte Minimalarmierung ist um so unverständlicher, als dass an korrekt gemäss gültiger Norm armierten Decken im Wohnungsbau nie Schäden aufgetreten sind. Es wäre doch sinnvoll, dem sorgfältig arbeitenden Ingenieur die Möglichkeit zu geben, mit geringerer Minimalarmierung zu arbeiten, etwa dann, wenn er einen Rissnachweis für höhere Anforderungen machen würde. Eine entsprechende Korrektur der neuen SIA-Norm 162 E sollte unter Berücksichtigung der eingangs erwähnten Argumente gemacht werden.

Im Falle der Stabbündelarmierung wäre der Ingenieur allerdings frei, mit

kleinerer Minimalarmierung zu arbeiten. Stabbündelarmierung ist zweifellos eine Entwicklung auf dem Gebiete der Betonbauweise, welche die Unterstellung unter den Ausnahmeanartikel erlaubt. Die Entwicklung ist zudem bereits heute ausreichend durch Theorie und Versuche begründet [Lit. 1-5].

## Zusammenfassung

Die sparsame Verwendung von Armierungsstahl ist wirtschaftlich und umweltpolitisch sinnvoll; wirtschaftlich allerdings nur dann, wenn die Einsparungen nicht durch vermehrten Planungs- und Verlegeaufwand wieder wett gemacht werden. Stabbündelarmierung systematisch eingesetzt erlaubt wesentliche Einsparungen an Armierungsstahl, ohne nennenswerten zusätzlichen Aufwand in Planung und auf der Baustelle.

Adresse des Verfassers: Heinz Wieland, dipl. Bauing. ETH, Im Städtli, 7304 Maienfeld.

### Literaturnachweis

- [1] Prof. Dr. dipl. Ing. G. Swoboda: Gutachten über Ausziehversuche mit TRIGON-Stabbündelbewehrung
- [2] EMPA-Versuch Nr. 50438 TRIGON-Bündelbewehrung: Ausziehversuche in Anlehnung an die Norm SIA 162, Richtlinie 13
- [3] Versuchs- und Forschungsanstalt der Stadt Wien: Prüfbericht MA 39 - M2565 - 2573/80: Vergleichende Versuche an Stahlbetonbalken
- [4] Prof. Dr. dipl. Ing. G. Swoboda: Stahlbetonträger mit TRIGON-Stabbündelbewehrung - Messungen, Finite Element Analyse
- [5] Verordnung des Magistrates der Stadt Wien vom 15.6.84 über die bis zum 30.9.88 befristete Zulassung des Trigonbewehrungsstabes