

WARUM IST DER MECHANISCHE STOß DIE BESTE BETONSTAHLVERBINDUNG?

GRUNDLAGEN

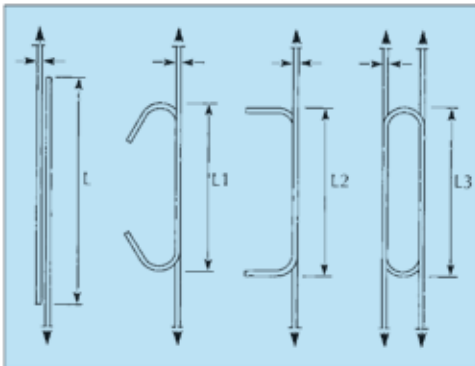


Abb. 1 - Methoden der Verbindung übergreifender paralleler Betonstäbe

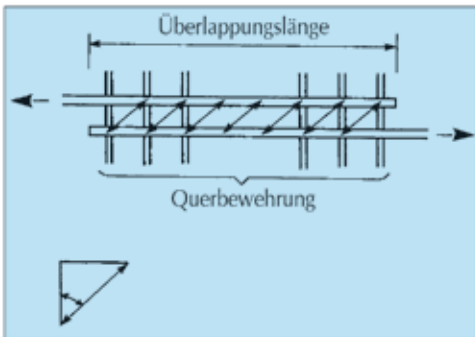


Abb. 2 - Mechanismus der Kräfteübertragung bei Querbewehrung

Die üblichen Stöße im Stahlbetonbau sind:

- Übergreifungsstöße von parallelen Stäben und
- Stöße von sich kreuzenden Stäben

Durch Übergreifung wird die Zugkraft von einem auf den anderen Stab übertragen. Die herkömmliche Verbindung von Stahleinlagen durch Übergreifen der Stäbe ist deshalb wirksam, weil sich zwischen Stahl und Beton der sogenannte "Verbund" einstellt. Die Kraft des einen Stabes wird zuerst in den Beton übertragen und von diesem dann in den anzuschließenden Stab.

Kreuzungsstöße werden beispielsweise für die Schubbewehrung notwendig. Die Stäbe werden an den Kreuzungspunkten mit Bindedraht verbunden, um einen steifen Bewehrungskorb zu erhalten. Dadurch ist gewährleistet, daß sich die Bewehrung während dem Transport und in der Schalung nicht verschiebt.

Abbildung 1 zeigt die üblichen Verfahren zur Verbindung von Bewehrungsstäben durch Übergreifungsstoß. Wie man sieht, ist die Übergreifungslänge recht groß, auch dann, wenn die Länge der Übergreifung durch Aufbiegungen oder Schlaufen reduziert wird. Diese Ausführungen der Verbindung sind allerdings sehr aufwendig und vielfach ungeeignet.

Abbildung 2 zeigt, daß der Übergreifungsstoß zusätzliche Kräfte im Beton erzeugt. Wird die Sprengkraft zu groß, reißt der Beton und der Übergreifungsstoß verliert seine Wirksamkeit. In vielen Konstruktionsvorschriften sind deshalb zusätzliche Querbewehrungen speziell für die Verbindung größerer Betonstahldurchmesser vorgesehen.

Daraus folgt, daß bei der Planung einwandfrei konstruierter Betonstahlverbindungen viele Einflußgrößen berücksichtigt werden müssen. Dazu gehören:

- **Stahlsorte.** Je höher die Festigkeit des Stahls, um so größer muß die Übergreifungslänge sein.
- **Oberflächenbeschaffenheit des Stahls.** Glatte und profilierte Stäbe erfordern eine größere Übergreifungslänge als gerippte Stäbe.
- **Abmessungen der Bewehrungsstäbe.** Je größer der Stabdurchmesser, desto größer die Übergreifungslänge.
- **Güte des Betons.** Je geringer die Festigkeit des Betons, um so größer die Übergreifungslänge.
- **Lage der Bewehrung beim Betonieren.** Die Wirksamkeit des Verbundes ist abhängig von:
 - Der Lage der Stähle (oben - unten - horizontal - vertikal - aufgebogen)
 - Dem Abstand zueinander.

Darüber hinaus spielen auch die Lastannahmen eine Rolle. Betonstäbe, die unter Zugspannung stehen, erfordern eine größere Übergreifungslänge, als Stäbe gleicher Größe unter Druckbeanspruchung. Ein Stoß, der auf Druckbeanspruchung ausgelegt ist, erfüllt nicht die Anforderungen auf Zugbeanspruchung. Im Fall von Verwechslungen oder einer Umnutzung der Konstruktion stellen Übergreifungsstöße Schwachstellen dar.

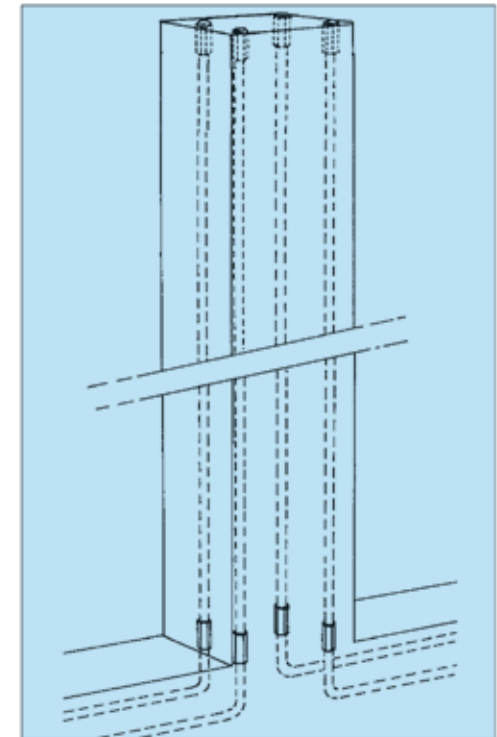


Abb. 5 - Optimale Anordnung der Stäbe

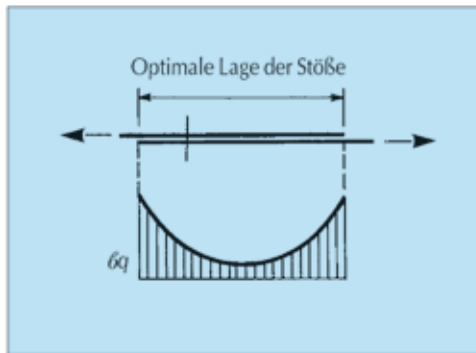


Abb. 3 - Verteilung der Zugkräfte im Beton

Aufgrund der Kenntnis dieser Zusammenhänge sind die Bemessungs- und Ausführungsregeln für Übergreifungsstöße sehr detailliert und damit kompliziert.

- Die Übergreifungsstöße müssen versetzt angeordnet werden.
- In einem Querschnitt kann nur eine begrenzte Zahl von Stößen ausgeführt werden.
- Bei größeren Stabdurchmessern ist zusätzlich eine Querbewehrung notwendig.
- Im Bereich der Übergreifungsstöße ist stets die doppelte Anzahl von Stäben vorhanden. Dies kann zu Problemen beim Einbringen und Rütteln des Betons führen.

Zusammenfassung:

Der herkömmliche Übergreifungsstoß ist bewährt, hat aber auch viele Nachteile. Wenn man daran denkt, den Übergreifungsstoß durch eine andere Art der Verbindung zu ersetzen, so muß man darauf achten, daß die Vorteile des herkömmlichen Stoßes aufrecht erhalten bleiben.

Ideal wäre eine Betonstahlverbindung, bei der die Eigenschaften der zu stoßenden Stähle unbeeinflusst blieben. Dies ist aber schon aufgrund der Streuung der physikalischen Eigenschaften zweier Stäbe nicht möglich.

Eine optimale Betonstahlverbindung sollte folgende Eigenschaften aufweisen:

1. Hundertprozentige Übertragung der statischen Festigkeit des Stahls unter Zug- und Druckbelastung.
2. Minimaler Schlupf im Bereich des Stoßes.
3. Beschränkung des Stahlquerschnitts im Stoßbereich auf ein Minimum.
4. Kurze Stoßlänge.
5. Hohe dynamische Beanspruchbarkeit.
6. Hervorragendes Verhalten bei Stoßbeanspruchung.
7. Hohe Feuerwiderstandsfähigkeit.
8. Ausreichende Verformungsfähigkeit, auch bei niedrigen Temperaturen.
9. Perfektes Verhalten unter wiederholter Beanspruchung bei extrem hoher Beanspruchungsgeschwindigkeit.
10. Elektrische Leitfähigkeit, um Schäden durch Blitzschlag oder Kurzschluß zu verhindern, und wenn nötig einen Faraday'schen Käfig zu bilden.

In den Bemessungsregeln der meisten Länder werden nur einige der genannten Eigenschaften gefordert, hauptsächlich die in Punkt 1 und 2 genannten. Insofern werden auf dem Markt verschiedene Arten von Verbindungen angeboten, die nur diese eingeschränkten Anforderungen erfüllen.

Die Abbildungen 5 bis 8 zeigen verschiedenen Anwendungen, bei denen der Einsatz mechanischer Betonstahlverbindungen große technische und wirtschaftliche Vorteile mit sich bringt: Die Bauplanung und -Ausführung wird einfacher, die Robustheit und die Dauerhaltbarkeit verbessert und die Baukosten reduziert.

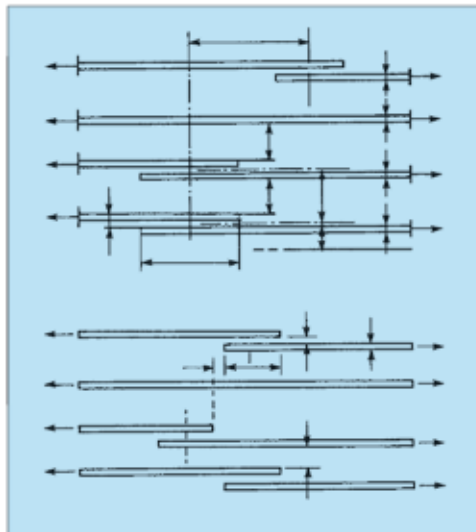


Abb. 4 - Planung und Ausführung von Übergreifungsstößen

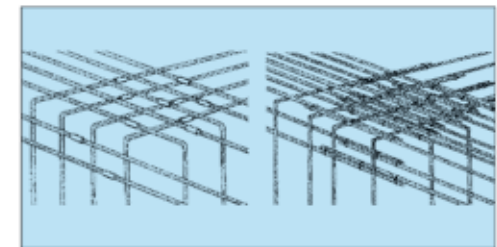


Abb. 6 - Vermeidung großer Stabanhäufungen

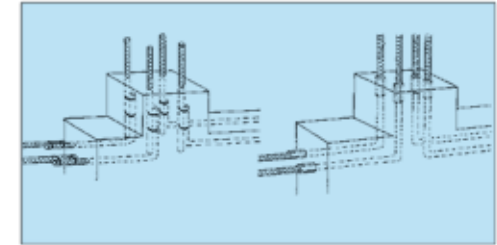


Abb. 7 - Einfachere und sichere Konstruktion

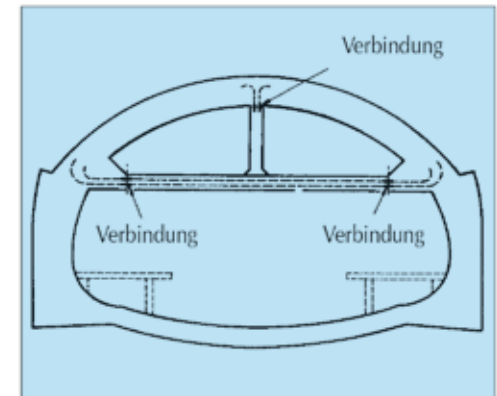
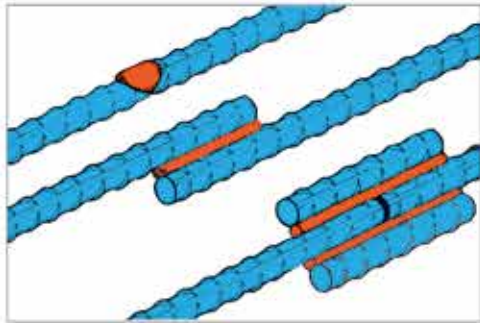


Abb. 8 - Wirtschaftliche Konstruktion bei einem Tunnelquerschnitt

WARUM IST DER MECHANISCHE STOß DIE BESTE BETONSTAHLVERBINDUNG?

DARSTELLUNG VERSCHIEDENER BETONSTAHLVERBINDUNGEN

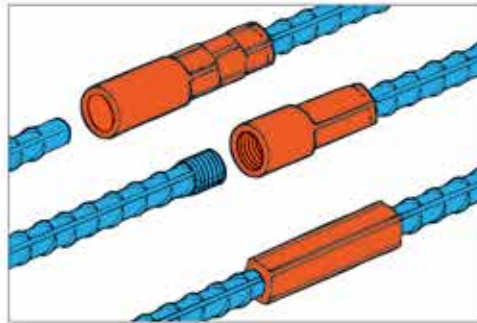


SCHWEIßEN

Verfahren:
Elektrisches Lichtbogenschweißen mit ummantelter Elektrode
Elektrisches Lichtbogenschweißen mit Schutzgas (MIG).
Stumpfschweißen
Jede Art der Verbindung, ob Übergreifungs-, Stumpf-, Laschen- oder Kreuzungsstöße, kann man durch Schweißen herstellen.

Vorteile:
Volle statische Beanspruchbarkeit. Kreuzungsstöße sind sehr steif. Deshalb können Bewehrungskörbe gut transportiert werden.

Nachteile:
Man benötigt einen schweißgeeigneten Stahl.
Für das Schweißen ist ein spezielles Gerät erforderlich. Die Schweißer müssen entsprechend ausgebildet sein. Die Überwachung der Schweißarbeiten ist sehr aufwendig.
Bei dynamischer Beanspruchung ist die Dauerschwingfestigkeit beträchtlich reduziert.

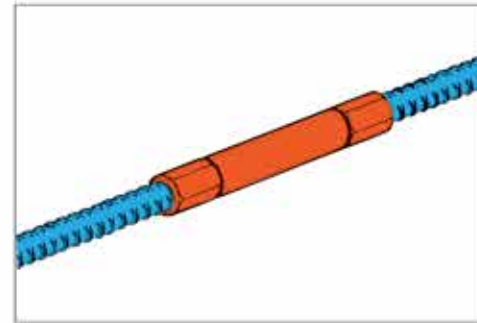


PRESSMUFFEN-VERBINDUNGEN

Verfahren:
Stumpfstöße lassen sich mit Pressmuffen herstellen, indem eine Muffe über die zu stoßenden Stäben gesteckt und zusammengedrückt wird. Die Rippen der Stähle werden dabei in die Muffe gepreßt.

Vorteile:
Dieses Verfahren ist für alle Stahlsorten und alle Arten warmgewalzter, gerippter Betonstähle verwendbar. Die Betonstähle müssen nicht speziell vorbereitet werden. Allerdings dürfen die Stäben keine Aufbiegungen oder Schnittkanten aufweisen.

Nachteile:
Die Arbeiten werden mit einem sperrigen und unhandlichen Gerät ausgeführt und sind ausgesprochen zeitaufwendig. Die Qualität der Verbindung hängt davon ab, ob die Stäbe stark genug gepreßt sind. Es muß ein ausreichender Stababstand vorhanden sein. Die Kontrolle der verschiedenen Einflußgrößen ist schwierig. Mangelhafte Verbindungen können unentdeckt bleiben.

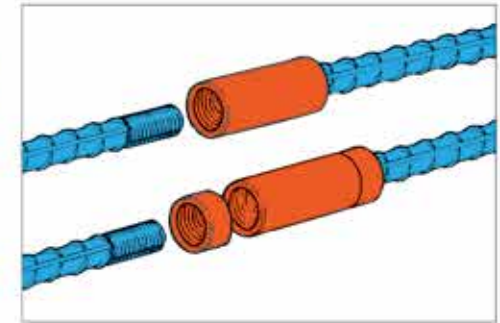


STÖßE MIT GEWINDESTAHL

Verfahren:
Verwendet man Betonstahl, dessen Rippen ein Grobgewinde bilden, kann man mit Hilfe entsprechender Muttern und Kontermuttern Stumpfstöße herstellen.

Vorteile:
Eine spezielle Vorbereitung der Stäben ist nicht notwendig. Derartige Verbindungen verfügen über eine gute Dauerschwingfestigkeit und sind sehr widerstandsfähig gegen Schock- und Stoßbelastung.

Nachteile:
Es muß ein spezieller, teurer Stahl eingesetzt werden. Die Kontermuttern erfordern ein sehr hohes Kontermoment. Damit sich die Muttern drehen lassen, dürfen die Gewinde an den Stäben nicht beschädigt sein. Die Verbindung ist relativ lang und hat einen großen Durchmesser. Die Herstellung erfordert einen hohen Zeitaufwand.



STÖßE MIT PARALLELGEWINDE

Bei dieser Methode werden die Stäben mit einem Parallelgewinde versehen. Dadurch ist es möglich, mit Hilfe entsprechender Muttern und Kontermuttern Stumpfstöße herzustellen.

Vorteile:
Dies ist die einfachste Form des mechanischen Stoßes. Sie kann mit Standardwerkzeug hergestellt werden.

Nachteile:
Durch das Gewinde wird der Querschnitt des Stabes vermindert. Um Gewindebeschädigungen zu vermeiden, ist sehr sorgfältiges Arbeiten erforderlich und damit verbunden ein hoher Zeitaufwand.

Achsabweichungen der zu stoßenden Betonstähle machen das Herstellen der Verbindung unmöglich.

DER LENTON STOß

Der LENTON-Stoß vereint auf sich alle wünschenswerten Eigenschaften einer Betonstahl-Verbindung. Darüber hinaus läßt er sich so einfach installieren wie keine andere mechanische Verbindung.

Mit ihrem konischen Gewinde gewährleistet die LENTON-Muffe einen hohen Grad an Sicherheit. Das konische Gewinde der LENTON-Muffe stellt sicher, daß die beiden Stahlstäbe genau in der Mitte der Muffe achsparallel verbunden werden und daß die notwendige Einschraubtiefe stets gegeben ist.

Eine weiterer Vorteil dieser Verbindung besteht darin, daß die beiden Flanken des Stabgewindes mit den beiden Flanken des Muffengewindes in ständigem Kontakt sind. Dadurch wird jede Relativbewegung in der Verbindung vermieden, sei es bei Beanspruchung durch Zug oder Druck oder bei wechselnder Beanspruchung. Außerdem werden keine Kontermuttern benötigt.

Der LENTON-Stoß ist sehr rasch zu kontrollieren und vereinfacht so die Güteüberwachung.

Die LENTON-Muffe und damit die Verbindung selbst ist sehr kurz. Ihr Durchmesser ist im Verhältnis zum Durchmesser der Betonstähle nur geringfügig größer. Aufgrund der Kürze der Muffe wird die kontinuierliche Steifigkeit der verbundenen Stäbe kaum verändert. Die geringe Durchmesserergrößerung kann vernachlässigt werden. Im Stoßbereich muß die Betondeckung nicht erhöht werden.

Die LENTON-Verbindung ist dank ihres konischen Gewindes einfach und problemlos herzustellen. Die Stäbe können selbst bei größeren Achsabweichungen in das Gewinde gedreht werden.

Dabei wird das Gewinde weder zerstört noch beschädigt. Vielmehr werden etwa vorhandene Achsabweichungen ausgeglichen.



Die Summe dieser Eigenschaften macht die LENTON-Verbindung zu einer bereits millionfach bewährten

Betonstahlverbindung

LENTON ZULASSUNGEN:



WAS IST EINE GUTE BETONSTAHLVERBINDUNG?

NACHWEIS DER GEBRAUCHSEIGENSCHAFTEN VON LENTON-VERBINDUNGEN

VERHALTEN UNTER ZUGBEANSPRUCHUNG

Der Versuch, mit dem man am besten die Eignung einer mechanischen Betonstahlverbindung nachweist, ist der Zugversuch. Dieser grundlegende Versuch wird wie folgt durchgeführt: Zwei Stäbe, die mit einer LENTON-Muffe verbunden sind, werden in einer Zugprüfmaschine bei konstant ansteigender Last bis zum Bruch beansprucht.

Die im Zugversuch erreichte maximale Zugfestigkeit wird mit der Nennzugfestigkeit der geprüften Stahlsorte verglichen, also im Falle eines Betonstahls nach DIN 488 mit dem Wert 550 N/mm². Zusätzlich wird die im Versuch festgestellte Zugfestigkeit mit der Istfestigkeit der Stäbe verglichen. Auf diesem Wege ist es möglich, einen etwaigen Festigkeitsabfall zwischen den gestoßenen und ungestoßenen Stäben zu ermitteln. Zusätzlich wird im Zugversuch die Art des Bruches und die Dehnung bei Höchstlast festgehalten.

Die Kriterien für die Beurteilung der Versuche unterscheiden sich von Land zu Land. Am häufigsten werden jedoch folgende Kriterien angewandt.

- Die Nennfestigkeit der verbundenen Stäbe muß erreicht werden.
- Die Muffe selbst darf nicht brechen.
- Der relative Verlust an Zugfestigkeit zwischen gestoßenen und ungestoßenen Stäben sollte geringer sein als in den entsprechenden nationalen Normen festgelegt. Üblicherweise ist hier ein maximaler Festigkeitsabfall von 5% zulässig.

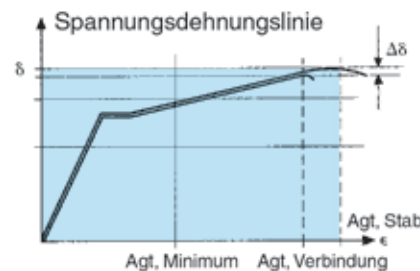


Abbildung 1: Ergebnis eines Zugversuchs mit gestoßenen und ungestoßenen Betonstählen. Im Vergleich zu den nicht gestoßenen Stählen fällt die Zugfestigkeit nur geringfügig ab.

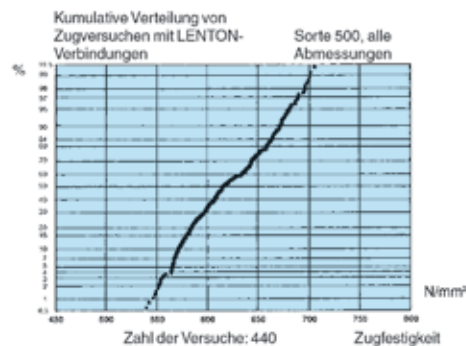
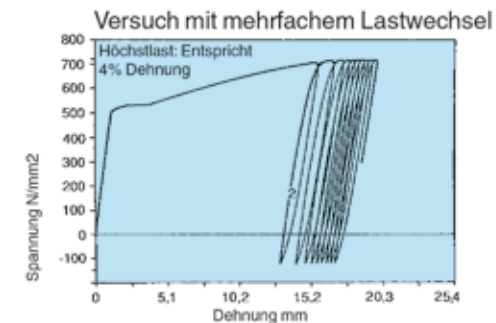


Abbildung 2: Das Diagramm zeigt das Ergebnis einer statistischen Auswertung von Zugversuchen mit Betonstählen aller Abmessungen der Sorte BST500. Es zeigt sich deutlich, daß in allen Versuchen die Anforderungen erfüllt wurden (Ergebnisse: TU, Karlsruhe)

LASTWECHSELVERSUCHE – ZUG/DRUCK

Aufgrund äußerer Einwirkungen, wie zum Beispiel starkem Wind, kommt es bei Stahlbetonkonstruktionen zu Änderungen der Beanspruchungsrichtung. Davon sind dann selbstverständlich auch die Verbindungen betroffen. Deshalb müssen Betonstahlverbindungen etwaige Lastwechsel von Zug auf Druck und umgekehrt problemlos ertragen können. Bei dieser Art der Beanspruchung nimmt bei einigen mechanischen Verbindungen der Schlupf beträchtlich zu. Allerdings berücksichtigen manche der sogenannten Schlupfmeßversuche derartige Faktoren nicht. Wirklichkeitsnahe Schlupfmeßversuche sollten daher bei Lastwechsel durchgeführt werden. LENTON-Verbindungen wurden unter diesen erschwerten Bedingungen sowohl in Europa als auch in den USA getestet. Die in den USA geltenden, besonders strengen Testbedingungen lauten wie folgt:

- Aufbringen einer Zugbelastung bis zu einer Dehnung von 2, 3 oder 4% – Entlastung bis Null
 - Aufbringung einer Druckbeanspruchung von ca. 100 N/mm² – Wiederholung dieses Zyklus 10 mal.
- Diese Testbedingungen sind in den Vereinigten Staaten im ACI 439 festgelegt. Die Tests wurden an Verbindungen mit 25mm Durchmesser und einem Stahl der Sorte 400 (Grade 60) entsprechend ASTM 615 durchgeführt. Das Ergebnis des Versuchs, bei dem unter Zugbeanspruchung eine maximale Dehnung von 4% erreicht wurde, ist in der Abbildung dargestellt. Das Diagramm zeigt deutlich, daß weder bei der Lastumkehr noch bei der Lastwiederholung Schlupf entsteht. Daraus folgt, daß die LENTON-Verbindung perfekt sämtliche Anforderungen hinsichtlich Zugbeanspruchung, Druckbeanspruchung sowie Lastwechsel von Zug auf Druck und umgekehrt erfüllt.



SCHLUPFMESSUNG

Der Schlupf einer mechanischen Verbindung wird im Zugversuch ermittelt. Die in der Vergangenheit übliche und derzeit noch am meisten verbreitete Methode ist, die relative Verlängerung eines gestoßenen Stabes gegenüber dem ungestoßenen Stab zu ermitteln wie dies in Abb. 1 dargestellt ist.

Sämtliche LENTON-Verbindungen erfüllen die Vorschriften, nach denen unter Gebrauchslast ein Gesamtschlupf von 0,1 mm zulässig ist. Inzwischen haben Experten jedoch festgestellt, daß diese Art des Versuchs nicht ausreichend ist. Für die Beurteilung der Qualität einer Betonstahlverbindung ist es besonders wichtig, die relative Bewegung zwischen den Stäben und den beiden Enden der Muffe zu kennen. Hier müssen entsprechende Messungen durchgeführt werden, wie in Abbildung 2 dargestellt. Selbstverständlich wurden die LENTON-Verbindungen auch nach dieser weitaus exakteren Methode getestet. Und auch hier zeigte sich, daß LENTON-Muffen den zulässigen Schlupfwert von 0,1 mm noch unterschreiten.

Einige Beispiele:

MUFFEN-TYP	SCHLUPF E1	SCHLUPF E2	SCHLUPF TOTAL
EL-12-A12	0,030	0,030	0,011
EL-25-A12	0,029	0,031	- 0,011
EL-40-A12	0,036	0,035	- 0,003
EL-25-P13	0,026	0,033	- 0,008
EL-25-P15	0,030	0,032	0,007

ERICO ist der erste Hersteller, der die LENTON-Verbindungen nach beiden Verfahren geprüft hat und die Ergebnisse offenlegt.

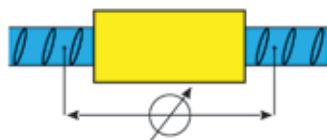


Bild 1

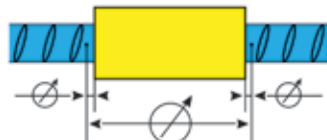


Bild 2

ZUGVERSUCHE UNTER HOHER BELASTUNGSGESCHWINDIGKEIT

Für verschiedene Bemessungsfälle (Erdbebenbeanspruchung, Stoßbeanspruchung) ist es notwendig, das Materialverhalten bei hohen Belastungsgeschwindigkeiten zu kennen. Die üblichen Zugversuche an Betonstahlstäben und an Betonstahlverbindungen werden mit einer Belastungsgeschwindigkeit von etwa 20N/mm² pro Sekunde durchgeführt. Eine Extrapolation der dabei gefundenen Ergebnisse auf höhere Beanspruchungsgeschwindigkeiten ist jedoch nicht möglich. Um herauszufinden, ob LENTON-Verbindungen auch dann noch den Anforderungen genügen, hat ERICO die EMPA (Eidgenössische Prüfungs- und Forschungsanstalt, CH 8600 Dübendorf, Schweiz) beauftragt, entsprechende Versuche durchzuführen. Diese Versuche erfolgten bei einer Belastungsgeschwindigkeit die 1000 mal höher war als die bei den sonst üblichen Zugversuchen. Die Ergebnisse dieser Versuche lassen sich der folgenden Tabelle entnehmen. Sie zeigen, daß sich die LENTON-Verbindungen bei dieser hohen Belastungsgeschwindigkeit genauso verhalten wie bei normaler Belastungsgeschwindigkeit. Die Art des Bruches ist bei hoher und niedriger Prüfungsgeschwindigkeit identisch wie die Tabelle zeigt.

Die Zunahme der Festigkeit der gestoßenen Stähle aufgrund der höheren Belastungsgeschwindigkeit wird von der LENTON-Verbindung voll mitgetragen.

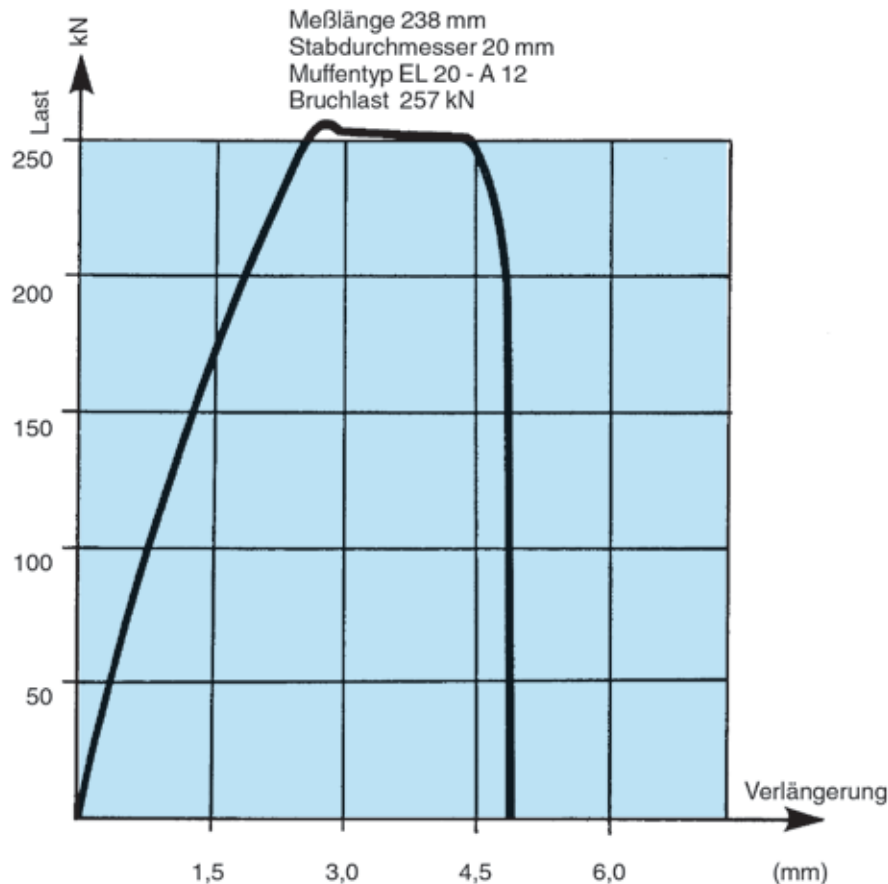
	niedrige Belastungsgeschwindigkeit		hohe Belastungsgeschwindigkeit		
	Stab	Verbindung	Stab	Verbindung	Verbindung
Streckgrenze (N/mm ²)	572	570	599	599	596
Maximale Zugfestigkeit	676	644	715	681	675
ε max (%)	10,0	4,0 3,6	11,0	4,8 4,0	4,0 4,0
Bruchart	Stab	Gewinde in der Muffe	Stab	Gewinde in der Muffe	Gewinde in der Muffe
Änderung der Streckgrenze (%)	-	0,3	+ 4,7	+ 4,7	+ 4,2
Änderung der Zugfestigkeit (%)	-	4,7	+ 5,7	+ 0,7	- 0,1

^{*)} Stab ohne Verbindung ε = 0,001.

NACHWEIS DER GEBRAUCHSEIGENSCHAFTEN VON LENTON-VERBINDUNGEN

VERHALTEN BEI NIEDRIGEN TEMPERATUREN

Unter normalen Bedingungen sind Stahlbetonkonstruktionen keinen tieferen Temperaturen als etwa minus 50°C ausgesetzt. Es gibt jedoch Spezialkonstruktionen, beispielsweise zum Lagern von flüssigem Gas, die Temperaturen unter 164°C ausgesetzt sind. Um die Beanspruchbarkeit der LENTON-Verbindung bei sehr niedrigen Temperaturen zu prüfen, hat LENTON entsprechende Zugversuche durchführen lassen.



Das Diagramm zeigt, daß die LENTON-Verbindung in der Lage ist, die bei sehr niedrigen Temperatur auftretende Erhöhung der Stahlfestigkeit aufzufangen und darüber hinaus genügend Dehnung zu erbringen. Bei allen Versuchen brach der Stab außerhalb der LENTON-Verbindung. Abbildung 1 zeigt die Belastungskurve eines Zugversuchs an einer LENTON-Verbindung, durchgeführt bei minus 160°C.

ELEKTRISCHE LEITFÄHIGKEIT

Bei vielen Stahlbetonbauten ist es von Vorteil, wenn die Bewehrung bestimmte elektrische Anforderungen erfüllt, zum Beispiel:

Die Bewehrung bildet einen Faraday'schen Käfig, um besonders spannungsempfindliche Geräte zu schützen. Die Bewehrung übernimmt in Eisenbahntunnels die Ableitung von Streuströmen. Die Bewehrung dient als Blitzableiter.

Zur Klärung dieser Fragen hat die Firma ERICO in Zusammenarbeit mit dem Forschungszentrum der Deutschen Bundesbahn (Bundesbahn-Versuchsanstalt) einige Versuche durchgeführt. Die dort üblichen Kurzschlußversuche wurden an LENTON-Verbindungen der Typen A und P vorgenommen.

Beschreibung der Tests: Die Verbindungen wurden wie üblich hergestellt. Es galten folgende Versuchsbedingungen:

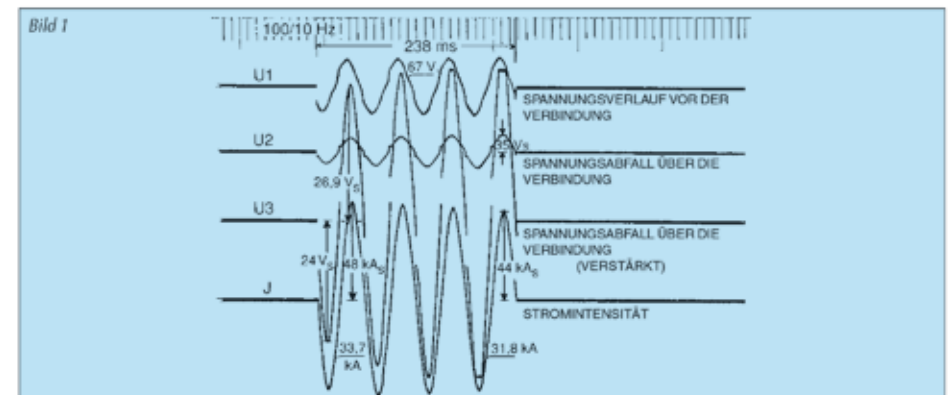
Stromstärke in Ampere	Dauer des Stromstoßes in Sekunden
5000	10
10000	2,3
20000	0,6
30000	0,25

Frequenz: 16 2/3 Hertz.

Unter diesen Versuchsbedingungen wurden 3 LENTON-Verbindungen getestet. Um an den Verbindungen Veränderungen oder Unregelmäßigkeiten, hervorgerufen durch den Stromfluß, feststellen zu können, wurde der Spannungsabfall über der Verbindung mit Hilfe eines geeigneten Meßgerätes kontinuierlich gemessen:

Versuchsergebnis: Abbildung 1 zeigt die Oszillogramme eines der Versuche. Daraus kann man ersehen, daß während des Experiments keine Unregelmäßigkeiten auftraten, wie z.B. ein Verschweißen der Verbindungselemente oder eine Reduzierung des Querschnitts.

Die Verbindung konnte nach dem Versuch problemlos zerlegt werden und zeigte keinerlei Beschädigung der Gewinde. Daraus folgt, daß die LENTON-Verbindung auch bei Kurzschluß ihre volle Wirksamkeit als Stromleiter behält, ohne ihre Funktion als mechanische Verbindung einzubüßen.



DAUERSCHWINGVERSUCHE

Inzwischen wurden in verschiedenen Ländern zahlreiche Testreihen durchgeführt, um die Dauerschwingfestigkeit von LENTON-Verbindungen zu ermitteln. Dieser Aufwand war erforderlich, weil die Kriterien und Methoden der Versuche weltweit differieren.

In Europa ist es aufgrund der Einführung einer europäischen Norm zu einer Vereinheitlichung gekommen: ENV 1992-2: 1996. Diese Bemessungsnorm enthält Angaben für die Feststellung der Dauerschwingfestigkeit von mechanischen Verbindungen.

TYPE	N*	SPANNUNGS EXONENT		$\Delta \sigma_{nk}$ (MPa)	
		m ₁	m ₂	at N*	2x10 ⁶
MECHANISCHE VERBINDUNGEN	10 ⁷	3	5	60	100

Die Wöhler-Linie (SN-Kurve) ist in 2 Abschnitte unterteilt und läßt sich mathematisch mit folgender Gleichung darstellen (Schnittpunkt bei N* = 10⁷).

$$(\Delta \sigma_{nk})^m \cdot N = \text{const}$$

Das Diagramm zeigt die SN-Kurve für mechanische Verbindungen, die auf den Vorgaben der ENV 1992-2: 1996 basieren. Zusammen mit der SN-Kurve für LENTON-Verbindungen. Diese SN-Kurve ist das Ergebnis zahlreicher Tests. Ein Vergleich der beiden Kurven zeigt, daß in den Versuchen mit LENTON-Verbindungen eine höhere Dauerschwingfestigkeit gemessen wurde, als in der ENV 1992-2: 1996 verlangt. Besonders augenfällig ist, daß bei 70 N/mm² die Kurve der LENTON-Verbindungen horizontal verläuft. Bei Versuchen, die bei dieser Schwingbreite durchgeführt wurden, traten bis 10⁸ Lastspielen keinerlei Brüche auf.

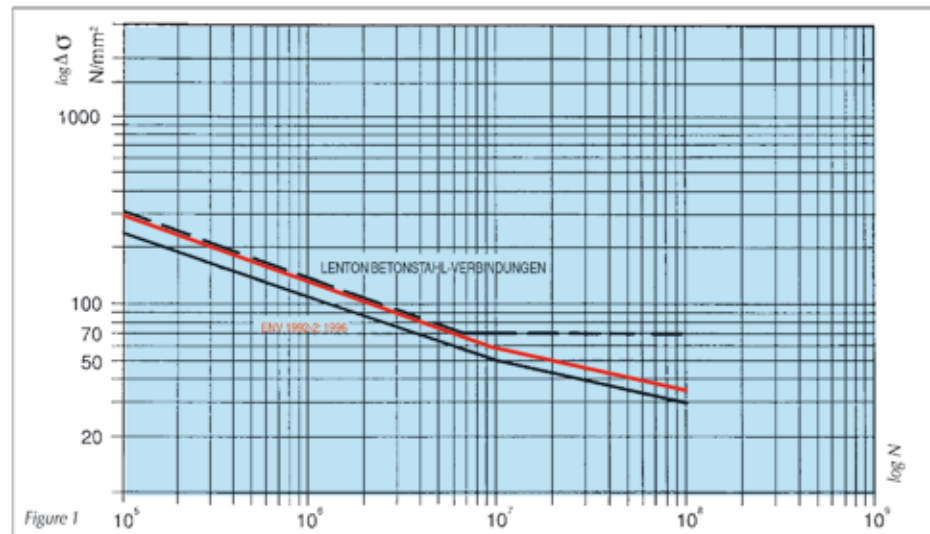


Figure 1

SCHERFESTIGKEIT

Die Scherfestigkeit von mechanischen Verbindungen muß unter zwei Gesichtspunkten betrachtet werden. Zum einen ist die mechanische Scherfestigkeit der Verbindung gemeint. Dabei wird nur der physikalische Scherwert des Stahls betrachtet, der bekannt ist und für den Konstrukteur keinerlei Bedeutung hat.

Ein anderer Aspekt in Bezug auf das Abscheren ist die Wechselwirkung der Verbindung mit dem Beton.

Scherkräfte führen im Beton im Bereich der Verbindungen zu hohen Flächenpressungen. An der Technischen Universität in München wurden einige Testreihen durchgeführt, um das Verhalten von LENTON-Verbindungen unterschiedlicher Größe unter verschiedenen Kombinationen von Zug- und Scherbeanspruchung zu untersuchen. Es wurde ein Interaktionsdiagramm erstellt, das in Abbildung 1 zu sehen ist. Dieses Diagramm basiert auf einem angenommenen Sicherheitsfaktor von 1,75 sowie der Voraussetzung, daß in der Richtung der Scherkraft keine Verformungen größer als 2,5 mm zulässig sind. Die Versuchsanordnung der Technischen Universität in München ist in Abbildung 2 dargestellt.

Das Diagramm ermöglicht eine Messung bei gleichzeitig vorhandener Zug- und Querkraft.

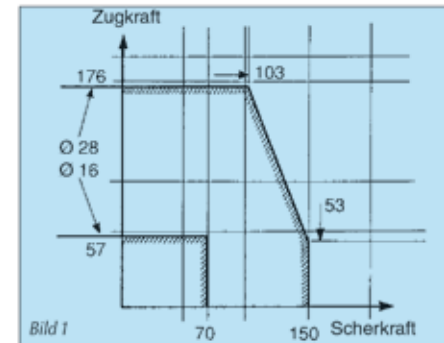


Bild 1

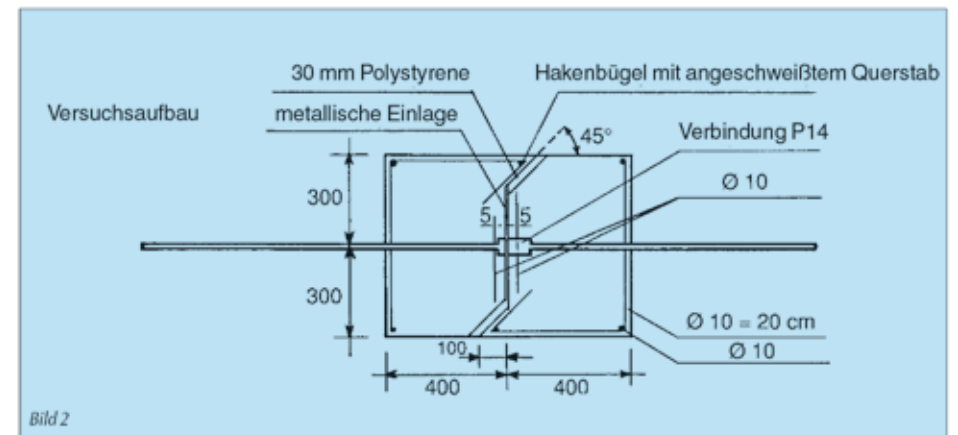


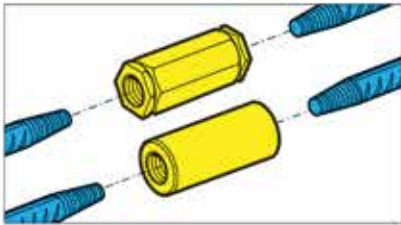
Bild 2

EIGNUNGSTESTS

DAS LENTON SYSTEM

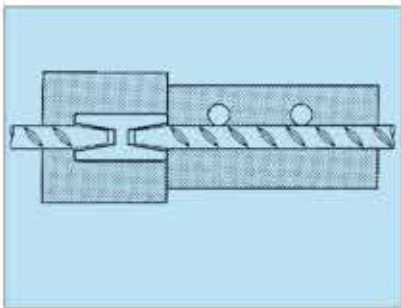
**FÜR ALLE STAHLSORTEN MIT STRECKGRENZWERTEN ZWISCHEN 200 N/mm²
UND 600 N/mm² ALLE ABMESSUNGEN Ø 10 bis 57 mm**

TYP A12

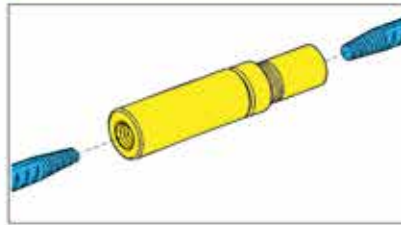


Die Schraubmuffe vom Typ A12 wird verwendet, wenn einer der zu verbindenden Stäbe oder beide drehbar sind. Dies gilt für etwa 90% aller Schraubmuffenanwendungen. Der LENTON-Schraubmuffentyp A12 ist wegen seiner geringen Länge und seines kleinen Durchmesser ideal für Anwendungen mit drehbaren Stäben. Die Verbindung entspricht annähernd der eines durchgehenden Stabes. Besonders da, wo Bewehrungsstäbe eng beieinander liegen oder bei begrenzten Platzverhältnissen, ist die LENTON-Schraubmuffe vom Typ A12 wegen ihrer geringen Abmessungen besonders gut geeignet.

TYPISCHE ANWENDUNG FÜR TYP A12

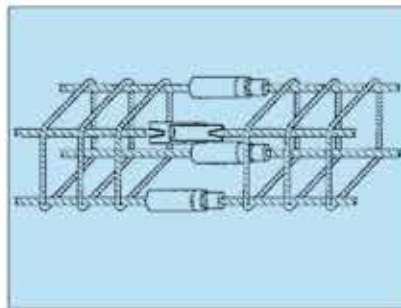


TYP P13

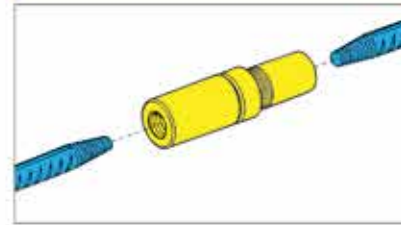


Schraubmuffen vom Typ P13 werden für Stäbe eingesetzt, die sich nicht drehen lassen, oder dann, wenn der weiterführende Stab in der axialen Bewegung eingeschränkt ist. Wegen des langen Parallelgewindes ist sie besonders geeignet als Schlußverbindung zwischen festen Stäben. Eine typische Anwendung ist die Verbindung von vorgefertigten Körben, wo mit der Schraubmuffe Toleranzen ausgeglichen werden können.

TYPISCHE ANWENDUNG FÜR TYP P13

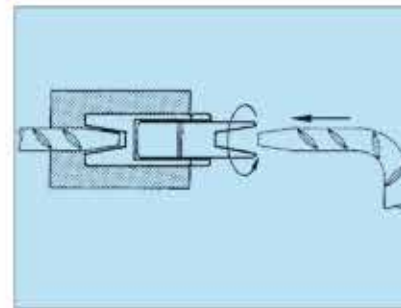


TYP P14

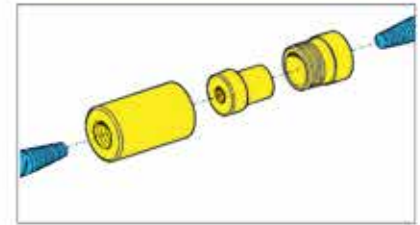


Schraubmuffen vom Typ P14 werden verwendet, wenn sich einer der Stäbe nicht drehen läßt, der weiterführende Stab sich aber in axialer Richtung bewegen läßt. Auch wenn das Parallelgewinde der P14 kürzer ist als das von P13, kann der weiterführende Stab bis zu 6 mm nachgeführt werden.

TYPISCHE ANWENDUNG FÜR TYP P14

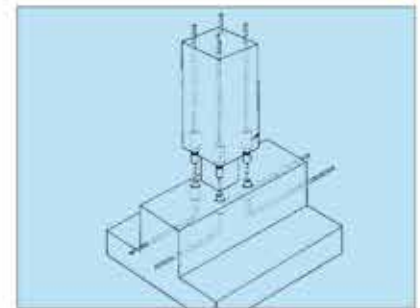


TYP P15

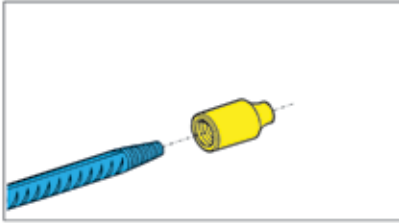


Die P15-Muffe wurde entwickelt, um unterschiedliche Stabhöhen und -Längen ausgleichen zu können. In Verbindung mit der auf Länge einstellbaren Schraubmuffe P13 erleichtert sie die Herstellung von Schlußverbindungen, vor allem bei der Errichtung von Stützen oder der Präzisionsverbindung von Bauelementen, wo mehrere Stäbe über eine kurze Distanz miteinander verbunden werden sollen. Typische Anwendungen für die Kombination P15/P13 sind die Verbindung von vorgefertigten Elementen und das Schließen schmaler Öffnungen.

TYPISCHE ANWENDUNG FÜR TYP P15

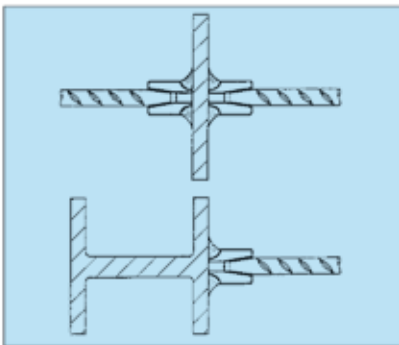


TYP C12

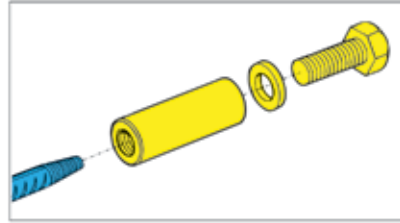


Die Anschweißmuffe vom Typ C12 wird zur Verbindung von Bewehrungsstählen für Stahlbauteile verwendet. Die Anschweißmuffe besteht aus schweißgeeignetem Stahl mit einer Anfasung, die eine durchgehende Schweißnaht ermöglicht. Das Schweißen darf nur von ausgebildeten Fachkräften ausgeführt werden. Die jeweils gültigen Schweißvorschriften und Normen sind zu beachten. Die Plastikkappe ist vor dem Schweißen zu entfernen und muß nach dem Schweißen wieder angebracht werden.

TYPISCHE ANWENDUNG FÜR TYP C12

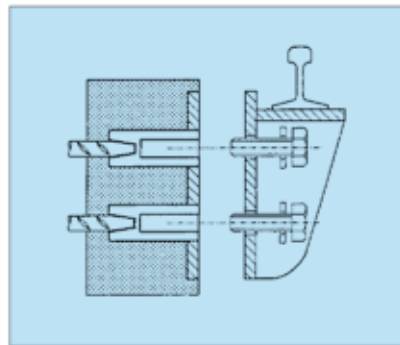


TYP S13

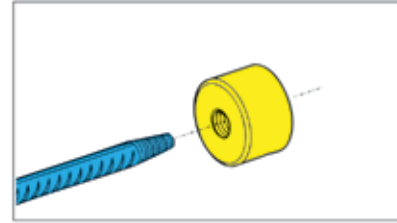


Diese Kombinationsmuffe ermöglicht die Herstellung von leistungsstarken Verbindungen zwischen Bewehrungsstählen und Schrauben mit metrischem Gewinde. Die Schraubmuffe ist als Hochleistungsbefestigung für tragende Stahlkonstruktionen geeignet, die mit Betonfundamenten, Pfeilern oder Wänden verschraubt werden. Beispiele für diese Anwendung finden sich bei Fundamenten für freitragende Stahlmasten, bei Befestigungen von Kranschielen und schweren Rohren, Gehwegen, usw.

TYPISCHE ANWENDUNG FÜR TYP S13

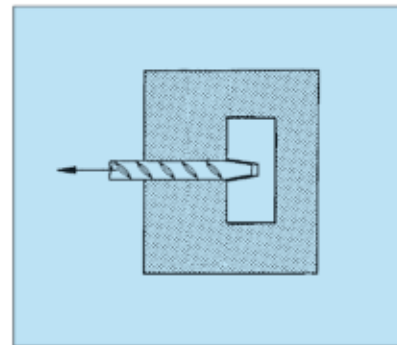


TYP D14



Die Anker Mutter vom Typ D14 ermöglicht eine Verankerung, wenn Bewehrungsstäbe durch Spundwände oder Stahlbauteile geführt werden müssen. Die Vorderseite (Stabseite) der Anker Mutter ist großzügig bemessen, um der vollen Zugbelastung standzuhalten, wenn die Anker Mutter gegen den Baustahl gelagert wird. Die Anker Mutter kann für Positionierungszwecke an die Stahlbauteile "geheftet" werden. Die Anker Mutter D14 kann mit und ohne Stahlplatte verwendet werden, um eine feste Verankerung des Stabes im Beton zu erreichen.

TYPISCHE ANWENDUNG FÜR TYP D14



GRUNDSÄTZLICHES ZUR MONTAGE VON LENTON-MUFFEN

Alle Gewinde sollten sauber und frei von Ölen oder Schmierstoffen sein. Die Betonstähle werden zunächst mit ungefähr 5 Drehungen von Hand zusammengeschaubt und dann mit dem LENTON-Drehmomentschlüssel auf den in der unten stehenden Tabelle angegebenen Drehmoment festgezogen. Das Erreichen des benötigten Drehmomentes wird durch ein deutliches "Klicken" des Schlüssels angezeigt.

Die Kegelgewinde des LENTON-Systems verfügen über gute Festigkeitseigenschaften, auch beim manuellen Festziehen. Um zu vermeiden, daß sich die festgezogene Verbindung während der Montage-bzw. beim Betonieren löst, müssen die Teile mit einem bestimmten Drehmoment festgezogen werden. Jeder LENTON-Drehmomentschlüssel ist mit einer eigenen Seriennummer und einer Eichbescheinigung versehen und wird vor Auslieferung auf seine korrekte Funktion geprüft.

LENTON-Drehmomentschlüssel werden in Übereinstimmung mit den zulässigen Toleranzgrenzen nach ISO-Norm 6789 hergestellt. Diese Norm wurde von den Mitgliedsorganisationen der folgenden Länder anerkannt:

Belgien, China, Frankreich, Deutschland, Ungarn, Indien, Israel, Italien, Korea, Niederlande, Polen, Rumänien, Republik Südafrika, Spanien, Schweden, Großbritannien.

Tabelle mit den empfohlenen Drehmomenten

Stab	mm	10-12	14	16	18	20	22	24-28	30-36	38-57
Empfohlende Drehmomente +20% -20%	Nm	40	80	120	150	180	220	270	300	350

DIE PRAXIS: WIE MAN DAS LENTON-SYSTEM ANWENDET

REFERENZLISTE UND PROJECTE

AUSZUG AUS DER LENTON REFERENZLISTE

LAND	PROJEKTNAME UND ORT	OBJEKT ART	LAND	PROJEKTNAME UND ORT	OBJEKT ART
Belgium	European Community Brussels Brussels Metro	Office building Metro stations, tunnels	Portugal	Metro-Expo Lisboa	Metro
France	Grand Arche de la Defense Paris SNCF EOLE Paris	Office building TGV stations & bridges Metro	Bahrain	Bahrein Cause way (Bahrein - Saudi Arabia)	Prefab Bridge structure
Germany	Boxberg & Lippendorf Tiergarten Berlin Elbtunnel Hamburg Commerzbank Frankfurt Reichstag Berlin DEBIS Berlin	Powerstation Tunnel Tunnel Bank Regierungsgebäude Büro- und Geschäftshaus	Saudi Arabia	Bunkers, shelters	
Netherlands	Nato Amsterdam Airport Nationale Nederlanden Rotterdam	Bunkers Control tower Highrise office building	Pakistan	Harbor project	
Italy	Siliana dam Milano Pininfarina Torino Alto Lazio	Dam Factory Nuclear Power Plant	United States	Marriott Copley Place, Boston Motorola, Austin Rock-n-Roll Hall of Fame & Museum, Cleveland Olmsted Lock and Dam, Olmsted Hanford Nuclear, Hanford BWI Int'l Airport Parking Garage, Baltimore 105 Century Freeway, Los Angeles San Diego Convention Center, San Diego Hyperion Waste Water Plant, Los Angeles	Hotel Commercial Building Museum Lock and Dam Nuclear Waste Vitrification Facility Parking Garage Highway/Bridge Convention Center Water Treatment Facility
Spain	Sevilla Expo 1992 Madrid - Sevilla Barcelona Olympic Stadium	Bridges, Congress Hall TGV bridges & viaducts Stadium	Canada	Toronto Skydome, Toronto, Ontario	Stadium
Switzerland	Felseman Brücke Val du Moulin, Feldtobelbrücke Chlus-tunnel Landquart	Powerstation Bridges Tunnel	Brasil	Tucuruí Dam	Hydro Electric Power Station
Sweden	Malmö - Travemünde Öresund Crossing	Ferry terminal Tunnel	Australia	Australia Stadium (Sydney) Melbourne Casino Wandoo Oil Platforms Sydney Harbour Tunnel	Stadium Casino Off Shore Platforms Tunnel
Denmark	Storebaelt West Bridge Storebaelt Eastbridge	Prefab Bridge Structure Suspension bridge	Malaysia	Petronas Towers Kuala Lumpur International Airport Sunway Lagoon Resort	Office & Shopping centre Airport Property Development
Norway	Troll Olje Plattform	Off shore	Hong-Kong	Bank of China Chek Lap Kok Central Plaza Kap Shui Mun Lantau-fixed Crossing Ting Kua Bridge	High-rise office building Airport High-rise buildings Bridge Bridge
United Kingdom	Channel tunnel Sellafield Sizewell B Hamilton oil & gas platform Jubilee Line London	Approach road Thorp reprocessing plant Nuclear Power Station Off shore Metro stations	China	Daya Bay Guangdong Shanghai Metro Shajiao C	Nuclear power plant Metro stations, tunnels Power Station
Greece	Athens Metro Revithoussa LNG Tanks	Metro LNG Tanks	Singapore	Changi Airport Terminal 2 Pacific Plaza Singapore MRT	Airport Office & Shopping building Mass Transit



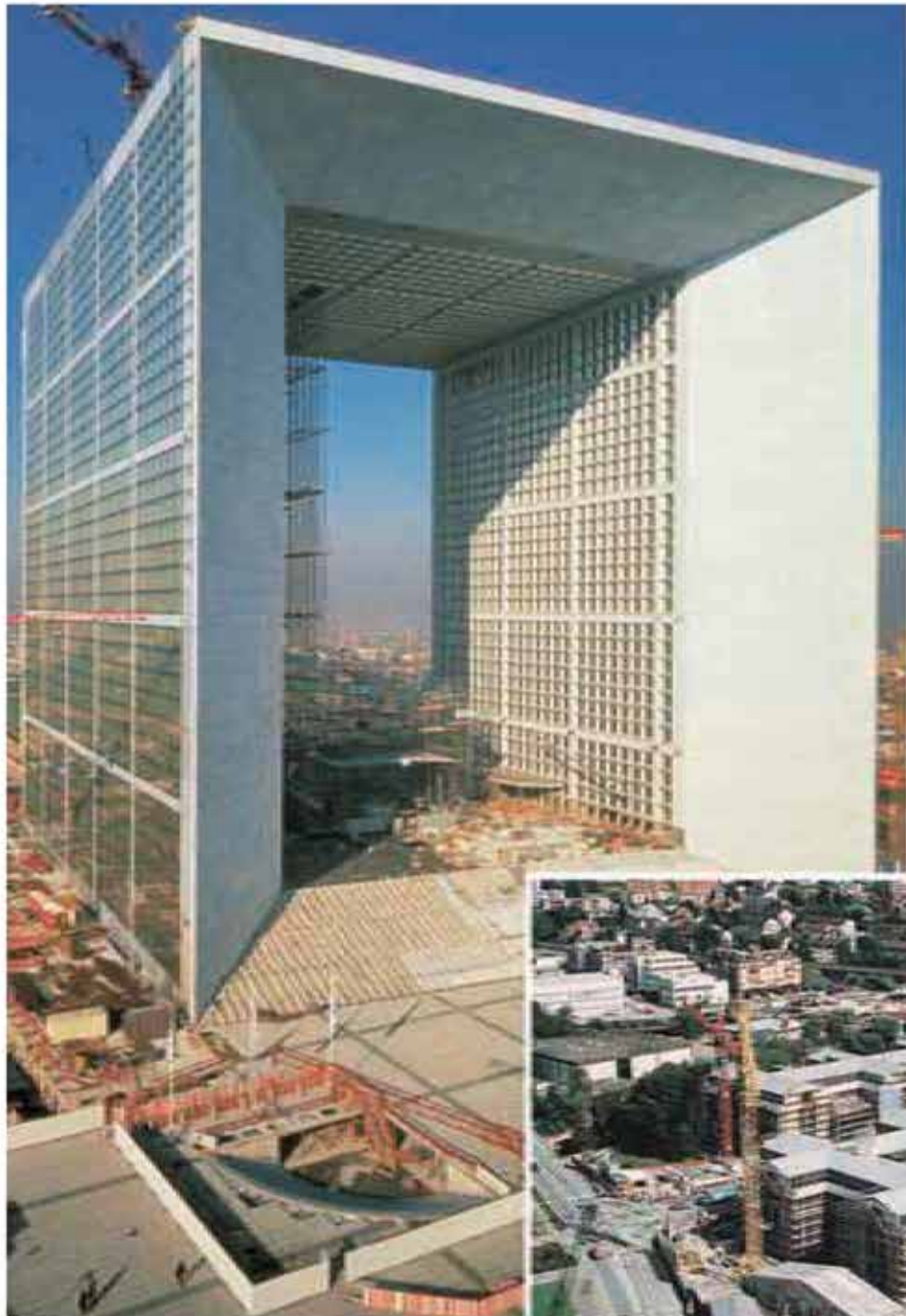
Nationale Nederlanden - Rotterdam (NL)

F3 - Platform NAM - Rotterdam (NL)



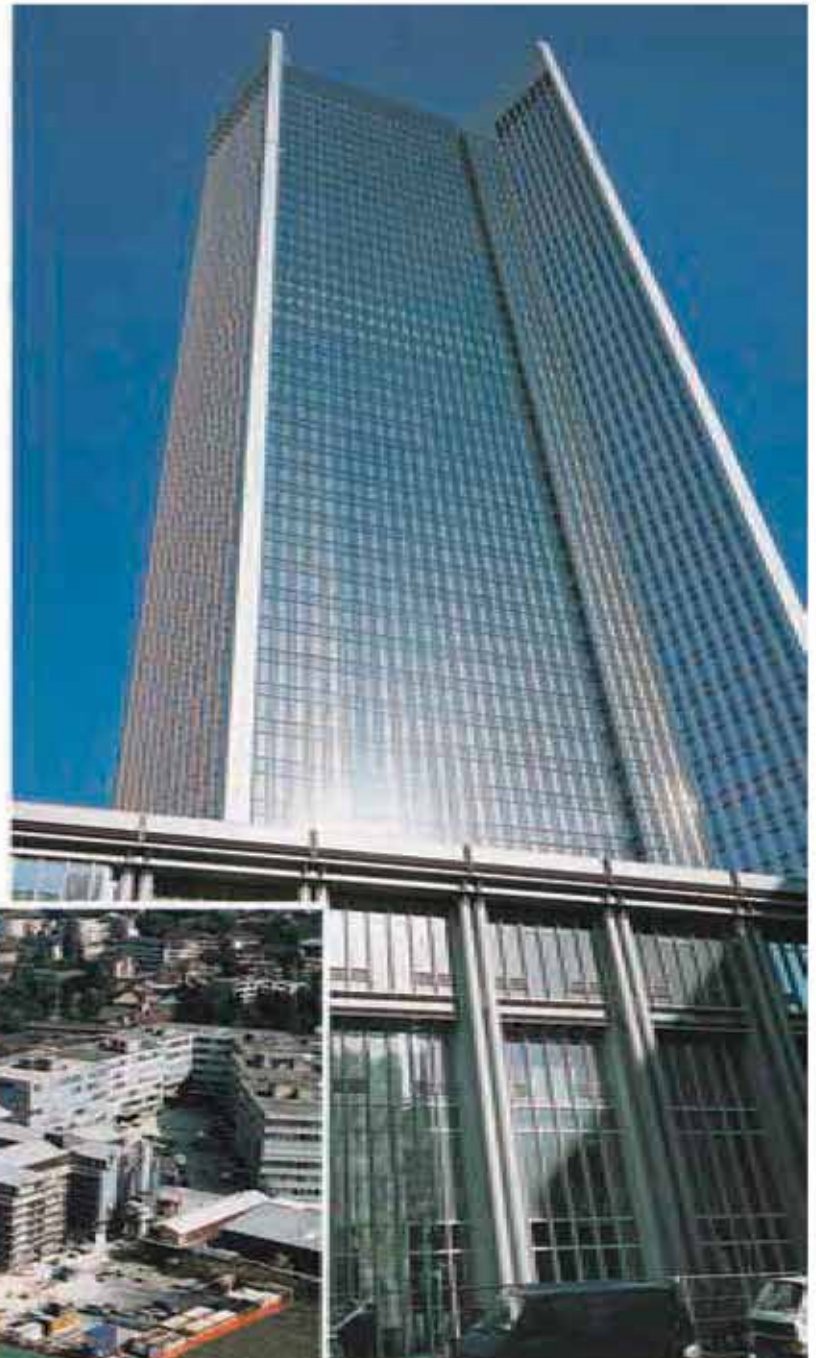
Control tower - Schiphol Airport - Amsterdam (NL)

REFERENZLISTE UND PROJEKTE



La Délice - Paris (F)

Bank Swiss Union (CH)



Trianon - Frankfurt (D)

Foto wurde uns freundlicherweise von Ph. Holzmann AG,
Frankfurt/Main zur Verfügung gestellt.





Messeeturm - Frankfurt (D)
Foto Fotoagentur Witzgall,
Frankfurt/Main.

Nuclear power station - Sizewell B (GB)



Storebælt west bridge (DK)



Fernmeldeturm - Hannover (D)
Foto Ph. Holzmann AG,
Frankfurt/Main.



www.erico.pentair.com



AUSTRALIA
Phone 1-800-263-508
Fax 1-800-423-091



CHINA
Phone +86-21-3430-4878
Fax +86-21-5831-8177



HUNGARY
Phone 06-800-16538
Fax +39-0244-386-107



NORWAY
Phone 800-100-73
Fax 800-100-66



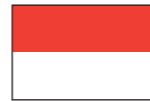
SWITZERLAND
Phone 0800-55-86-97
Fax 0800-55-96-15



BELGIUM
Phone 0800-757-48
Fax 0800-757-60



DENMARK
Phone 808-89-372
Fax 808-89-373



INDONESIA
Phone +62-21-575-0941
Fax +62-21-575-0942



POLAND
Phone +48-71-349-04-60
Fax +48-71-349-04-61



THAILAND
Phone +66-2-267-5776
Fax +66-2-636-6988



BRAZIL
Phone +55-11-3623-4333
Fax +55-11-3621-4066



FRANCE
Phone 0-800-901-793
Fax 0-800-902-024



ITALY
Phone 800-870-938
Fax 800-873-935



SINGAPORE
Phone +65-6-268-3433
Fax +65-6-268-1389



UNITED ARAB EMIRATES
Phone +971-4-881-7250
Fax +971-4-881-7270



CANADA
Phone +1-800-677-9089
Fax +1-800-677-8131



GERMANY
Phone 0-800-189-0272
Fax 0-800-189-0274



MEXICO
Phone +52-55-5260-5991
Fax +52-55-5260-3310



SPAIN
Phone 900-993-154
Fax 900-807-333



UNITED KINGDOM
Phone 0808-2344-670
Fax 0808-2344-676



CHILE
Phone +56-2-370-2908
Fax +56-2-369-5657



HONG KONG
Phone +852-2764-8808
Fax +852-2764-4486



NETHERLANDS
Phone 0800-0200-135
Fax 0800-0200-136



SWEDEN
Phone 020-790-908
Fax 020-798-964



UNITED STATES
Phone 1-800-753-9221
Fax +1-440-248-0723

WARNHINWEIS

Pentair-Produkte dürfen nur wie in den Bedienungsanleitungen und Schulungsmaterialien für Pentair-Produkte angegeben installiert und verwendet werden. Die Bedienungsanleitungen erhalten Sie auf unserer Website www.erico.pentair.com oder von Ihrem Pentair-Kundendienst. Unsachgemäße Installation, Missbrauch, falsche Verwendung oder eine unvollständige Einhaltung der Hersteller- und Warnhinweise von Pentair können einen Defekt des Produkts, Sachschäden, schwere Körperverletzungen oder Tod verursachen.

© 2009, 2015 Pentair All Rights Reserved
Pentair, CADDY, CADWELD, CRITEC, ERICO, ERIFLEX, ERITECH and LENTON are owned by Pentair or its global affiliates.
All other trademarks are the property of their respective owners. Pentair reserves the right to change specifications without prior notice.

WARUM BETONSTAHLVERBINDUNGEN

