

Auswirkungen der modernen Befestigungstechnik auf die konstruktive Gestaltung im Stahlbetonbau

Effects of modern fixing technology on structural design in reinforced concrete construction

Prof. Dr.-Ing. G. Rehm und Dr.-Ing. R. Elgehausen, Universität Stuttgart

1. Einleitung

Die moderne Befestigungstechnik hat sich in den letzten 20 Jahren stürmisch entwickelt und ist in nahezu alle Bereiche des Bauwesens eingedrungen.

Die hauptsächlich verwendeten Befestigungsmittel sind in den Bildern 1 und 2 dargestellt. Metallspreizdübel und Verbundanker (Bild 1) werden in nachträglich erstellte Bohrlöcher eingesetzt und verankert. Die Verankerung erfolgt bei Dübeln durch Aufspreizen der Hülse und bei Verbundankern durch Vermörteln der Ankerstange mit Reaktionsharzmörtel. Ankerschienen und Kopfbolzen (Bild 2) werden in die Schalung eingelegt und einbetoniert.

1. Introduction

Modern fixing technology has made tremendous strides in the last 20 years and has become established in virtually every field of construction.

The most extensively used fixings are shown in Figs. 1 and 2. Metal expansion bolts and resin-bonded anchors (Fig. 1) are inserted into holes drilled in the structure and are secured there. An expansion bolt is anchored by the action of a cone which expands the sleeve or shell against the wall of the hole; a resin-bonded anchor is secured by grouting the anchor rod with a reaction resin mortar. Anchor channels and studs (Fig. 2) are installed in the formwork and embedded in the concrete.

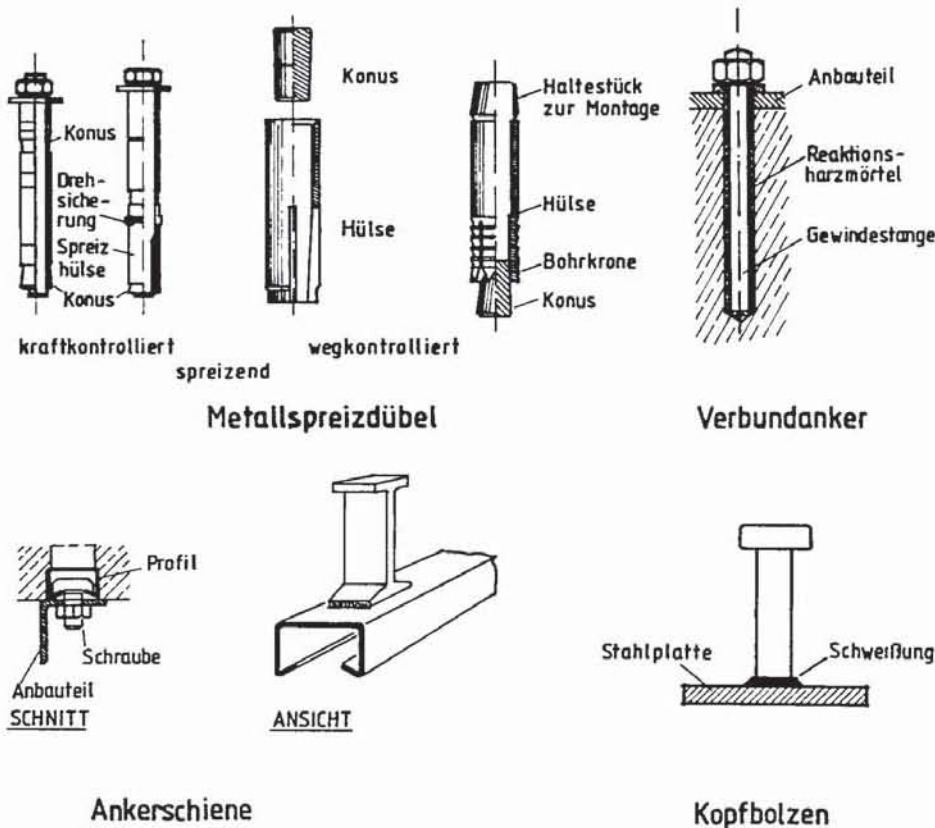


Bild 1. Nachträglich gesetzte Befestigungselemente

Fig. 1. Fixing devices installed after the concrete has hardened

Fig. 1. Eléments de fixation posés ultérieurement

Bild 2. In die Schalung eingelegte Befestigungselemente

Fig. 2. Fixing devices installed in the formwork and embedded

Fig. 2. Eléments de fixation insérés dans le coffrage

In diesem Aufsatz werden nur sog. direkte Verankerungen behandelt, bei denen also keine gezielte Bewehrung zur Rückhängung der eingeleiteten Kräfte in die lastabgewandte Querschnittshälfte vorhanden ist. Alle Befestigungselemente nutzen örtlich die Zugfestigkeit des Betons aus, wie der typische Ausbruchkegel (Bild 3) zeigt. Die Betonzugfestigkeit wird jedoch in vielen Fällen auch von dem als Ankergrund dienenden Stahlbetonbauteil in Anspruch genommen. Dies gilt zum Beispiel – wie Bild 4 eindrucksvoll demonstriert – für Stöße der Bewehrung durch Übergreifung.

Ordnet man daher Befestigungen in Bereichen an, in denen hohe Zugspannungen im Beton aus der Tragwerkswirkung vorhanden sind, beeinflussen sich die Befestigung und das als Ankergrund dienende Stahlbetonbauteil gegenseitig im Tragverhalten. Dabei kann sowohl die Tragfähigkeit der Verankerung als auch diejenige

This article deals only with so-called direct anchorages, i.e., those which are not provided with special reinforcement for transmitting the anchorage forces farther into the concrete. The devices considered here rely on the local tensile strength of the concrete in which they are anchored, as illustrated by the typical failure cone (Fig. 3). However, in many cases the capacity of a reinforced concrete structural member in which the anchor is fixed will also rely on the tensile strength, e.g., in lap splices of reinforcing bars, as Fig. 4 strikingly shows. So when fixing devices such as anchors are installed in areas where high tensile stresses are developed in the concrete by the overall structural action of the member, the loadbearing behaviour of the anchor and that of the member in which it is fixed will influence each other. As a result, the strength of the anchorage as well as that of the member may be reduced.

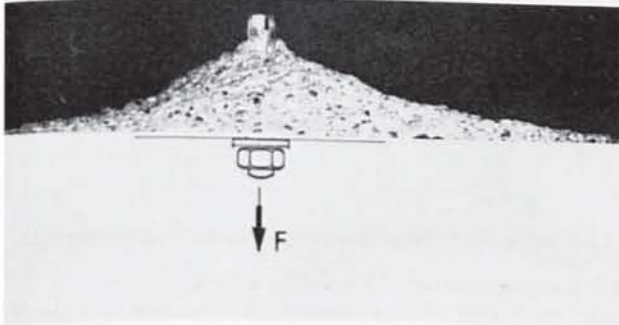


Bild 3. Typischer Ausbruchkegel eines Dübels
 Fig. 3. Typical failure cone of an anchor bolt
 Fig. 3. Cône typique d'éruption d'un goujon

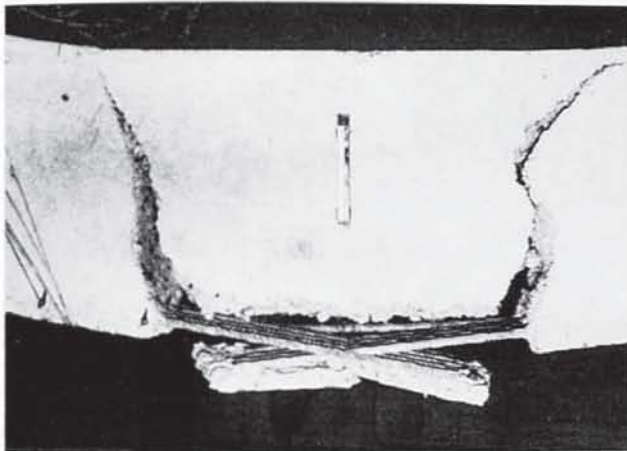


Bild 4. Bruch eines Übergreifungsstoßes ohne Querbewehrung (entnommen aus [3])
 Fig. 4. Failure of a lap splice not enclosed by transverse reinforcement (from [3])
 Fig. 4. Rupture d'une jointure à recouvrement sans armature transversale (prélevé de [3])

des Stahlbetonbauteils reduziert werden. Das erste Problem, die Beeinflussung der Tragfähigkeit des Befestigungselementes, ist weitgehend geklärt. Nach den vorliegenden Ergebnissen muß man davon ausgehen, daß die Bruchlast von Verankerungen in der Zugzone näherungsweise unabhängig von der Art des Befestigungselementes ist und bei üblichen Rißbreiten nur ca. 50% bis 60% des im ungerissenen, ansonsten unbelasteten Beton zu erwartenden Wertes beträgt [1, 2]. In diesem Beitrag wird nur die mögliche Beeinflussung der Tragfähigkeit des Stahlbetonbauteils bei Einleitung von hohen Lasten in engen Abständen in die Betonzugzone behandelt. Dieses Problem ist zwar bisher weitgehend ungeklärt. Trotzdem erscheint es wichtig, Tendenzen aufzuzeigen und die möglichen Konsequenzen der modernen Befestigungstechnik auf die konstruktive Gestaltung im Stahlbetonbau zu diskutieren.

2. Kritische Anwendungsbereiche

Hohe Zugspannungen im Beton entstehen im Bereich von Verankerungen und Übergreifungsstößen von Bewehrungsstäben. Bild 5 zeigt links qualitativ den Verlauf der Zugspannungen im Beton im Bereich eines Übergreifungsstoßes. Rechts im Bild ist für einen Dübel die Verteilung der Hauptspannungen entlang der Oberfläche des Ausbruchkegels dargestellt. Die gezeigten Spannungsverteilungen wurden unter Annahme bestimmter Vereinfachungen berechnet und sind als Näherung anzusehen.

In Bild 6 wird vorausgesetzt, daß ein zugbeanspruchter Dübel mit einer Setztiefe von 80 mm im Endbereich eines Übergreifungsstoßes dicker Stäbe angeordnet ist. Dargestellt ist die Verteilung der Spannungen im Beton. Die vom Stoß bzw. vom Dübel hervorgerufenen Spannungen überlagern sich teilweise. Daher ergeben sich entlang eines Teiles der Bruchoberfläche des Stoßes, die bei großen Stoßabständen – wie im Bild angedeutet – V-förmig verläuft, höhere Zugspannungen als bei fehlendem Dübel. Deshalb ist mit einer signifikanten Abminderung der Stoßbruchlast zu

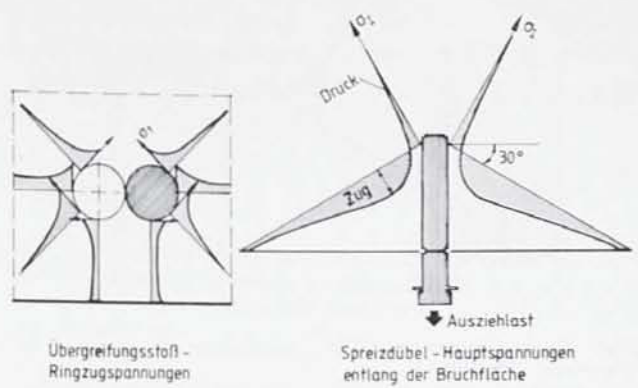


Bild 5. Spannungen im Beton, die im Bereich eines Übergreifungsstoßes bzw. eines zugbeanspruchten Dübels entstehen (schematisch)
 Fig. 5. Stresses in the concrete in the region of a lap splice and of an anchor bolt loaded in tension (schematic)
 Fig. 5. Tension du béton qui se sont développées dans la zone d'une jointure à recouvrement respectivement d'un goujon sollicité à la traction (schéma)

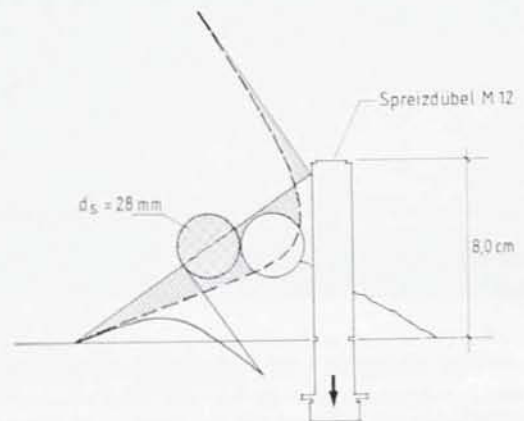


Bild 6. Dübel im Bereich eines Übergreifungsstoßes – Überlagerung der Spannungen (schematisch)
 Fig. 6. Anchor bolt close to a lap splice: superposition of stresses (schematic)
 Fig. 6. Goujon dans la zone d'une jointure à recouvrement – superposition des tensions (schéma)

The first problem, namely, the effect on the strength of the fixing device, has been substantially solved. Available experimental results show that the ultimate load of anchorages in the tensile zone of a reinforced concrete member is approximately independent of the actual type of fixing device and is, for the crack widths usually occurring in concrete, only about 50–60% of the ultimate load that can be expected in uncracked and otherwise (i.e., except for the anchorage itself) unloaded concrete [1, 2]. In this article only the possible effect upon the strength (loadbearing capacity) of the structural member due to the transmission of large loads, at close spacings, into the tensile zone of the concrete will be considered. This problem has so far remained largely unsolved. Yet it appears important at least to point out some trends and to discuss the possible consequences of present-day fixing technology for reinforced concrete structural design.

2. Critical zones of application

High tensile stresses in the concrete occur in the vicinity of anchorages and lap splices of reinforcing bars. The left-hand diagram in Fig. 5 shows qualitatively the distribution of the tensile stresses in the concrete around two lapped bars. In the diagram on the right the distribution of the principal stresses along the surface of the failure cone associated with an expansion bolt is shown. The stress distributions presented here were calculated on the basis of some simplified assumptions and are to be regarded as approximations.

In Fig. 6 it is presupposed that an expansion bolt loaded in tension and inserted 80 mm into the concrete is installed in the end zone of a lap splice of large reinforcing bars. The stress distribution in the concrete is shown. The stresses due to the splice and to the bolt are partly superimposed, so that along a part of the fracture

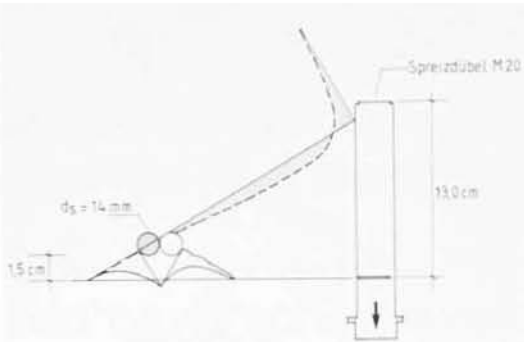


Bild 7. Dübel im Bereich eines Übergreifungsstoßes – Überlagerung der Spannungen (schematisch)

Fig. 7. Anchor bolt close to a lap splice: superposition of stresses (schematic)

Fig. 7. Goujon dans la zone d'une jointure à recouvrement – superposition des tensions (schéma)

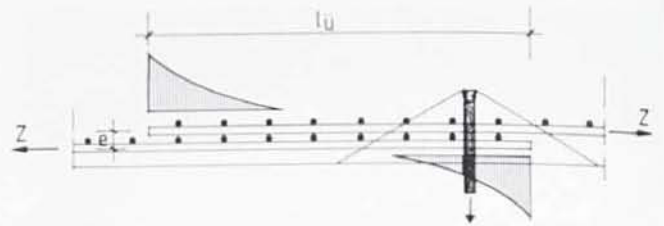


Bild 9. Dübel im Bereich eines Übergreifungsstoßes geschweißter Betonstahlmatten

Fig. 9. Anchor bolt at a lap splice of welded mesh fabric

Fig. 9. Rupture d'une jointure à recouvrement d'une armature soudée en treillis (prélevé de [4])

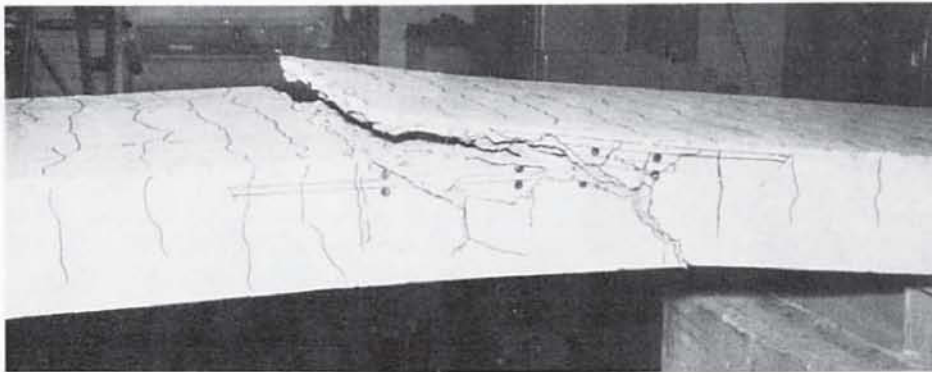


Bild 8. Bruch eines Übergreifungsstoßes geschweißter Betonstahlmatten (entnommen aus [4])

Fig. 8. Failure of a lap splice of welded mesh fabric (from [4])

Fig. 8. Rupture d'une jointure à recouvrement d'une armature soudée en treillis (prélevé de [4])

rechnen. Vergrößert man die Verankerungstiefe, ist – wie aus Bild 7 unschwer zu erkennen ist – die Beeinflussung der Stoßtragkraft wesentlich geringer.

Stöße von geschweißten Betonstahlmatten versagen in der Regel durch Abklappen der äußeren Bewehrungslage (Bild 8). Dieses Abklappen wird durch die Exzentrizität e der im Stoßbereich übereinanderliegenden Bewehrungsstäbe begünstigt, weil dadurch senkrecht zur Betondeckung wirkende Zugspannungen im Beton hervorgerufen werden. Diese sind in Bild 9 schematisch dargestellt. Es ist leicht einzusehen, daß die Stoßtragfähigkeit wesentlich reduziert wird, wenn in diesen hoch auf Zug beanspruchten Beton zusätzliche Zugkräfte eingeleitet werden.

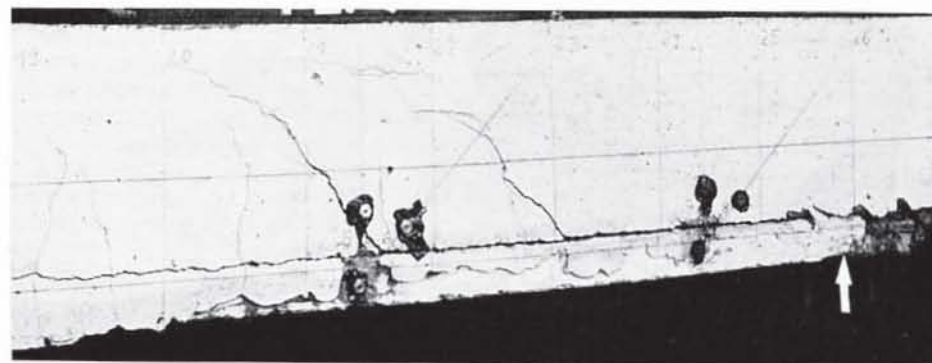
Im üblichen Hochbau werden die Decken oft aus Fertigteilplatten und einem am Ort gegossenen Aufbeton hergestellt. Verbindet man Fertig- und Ortbeton nicht durch eine sog. Verbundbewehrung miteinander, kann der Bruch der Platte durch Überschreiten

surface of the splice higher tensile stresses occur than in the case where there is no bolt (the fracture surface in a member with reinforcing bars spaced far apart is V-shaped, as shown in the diagram). Therefore a significant reduction of the ultimate strength of the lap splice must be expected with. If the anchorage depth of the bolt is increased, its effect on the strength of the splice becomes much less, as shown in Fig. 7.

Overlap splices of welded mesh fabric mostly fail by splitting of the entire concrete cover including the fabric next to the surface (Fig. 8). This behaviour is promoted by the eccentricity, e , of the bars overlapping in the splice region, as this produces tensile stresses in the concrete which act at right angles to the concrete cover. These stresses are shown schematically in Fig. 9. It can readily be seen that the strength of the splice will be significantly reduced if additional tensile forces are introduced into this concrete already highly stressed in tension.



a) Gesamtansicht



b) Detail

Bild 10. Bruch einer aus Fertigteil- und Ortbeton zusammengesetzten Platte ohne Verbundbewehrung (entnommen aus [5])

Fig. 10. Failure of a composite slab, consisting of precast and in-situ concrete, without shear connector reinforcement (from [5])

Fig. 10. Rupture d'une dalle composée d'éléments préfabriqués et béton coulé en place sans armature transversale (prélevé de [5])

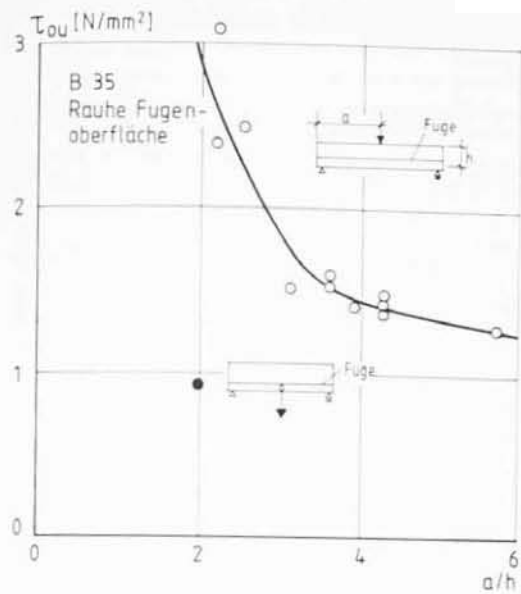


Bild 11. Schubspannung beim Versagen der Fuge zwischen Fertigteil- und Ortbeton in Abhängigkeit von der Schubschlankheit

Fig. 11. Shear stress at failure of the joint between precast and in-situ concrete, plotted against the shear slenderness ratio

Fig. 11. Tension de cisaillement suite à la défaillance du joint entre l'élément préfabriqué et béton coulé en place en fonction du degré d'allongement de la force de cisaillement

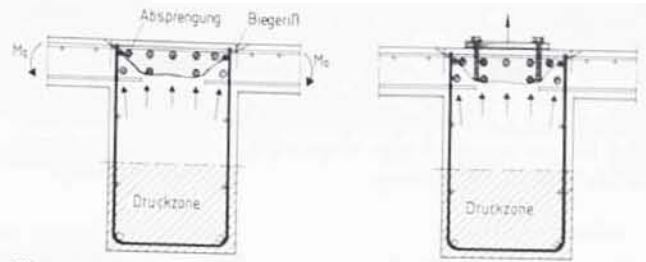


Bild 13. Befestigungen im Bereich von offenen Bügeln

Fig. 13. Fixing devices installed near open stirrups

Fig. 13. Fixation dans la zone d'étriers ouverts

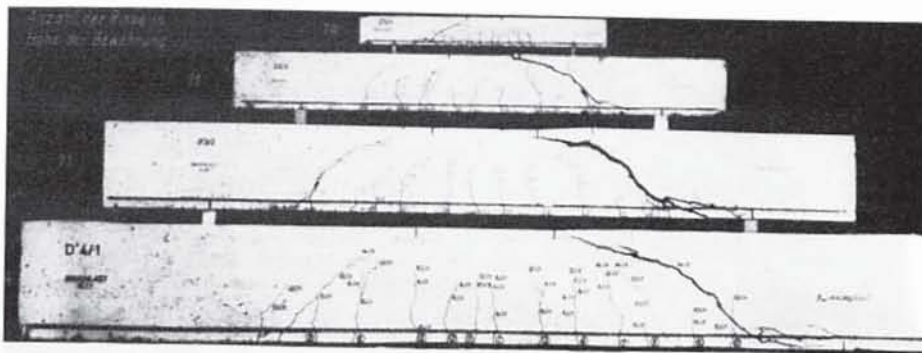


Bild 12. Bruchbilder von monolithischen Platten ohne Schubbewehrung (entnommen aus [8])

Fig. 12. Cracking patterns of monolithic slabs, without shear reinforcement, at failure (from [8])

Fig. 12. Illustrations de fractures de dalles monolithiques sans armatures transversales (repris de [8])

der Verbundfestigkeit der Fuge erfolgen. Bild 10 zeigt diesen Bruch sehr deutlich. In Bild 11 ist die Schubspannung beim Versagen der Fuge in Abhängigkeit von der sog. Schubschlankheit aufgetragen. Die ausgewerteten Versuche sind in [5, 6, 7] beschrieben. Im Regelfall wird die Platte von oben belastet. Dann ist die Fugentragfähigkeit bei rauher Fugenoberfläche so hoch, daß in vielen Fällen (z. B. Bauteile in Innenräumen und $\tau_0 \leq 0,5 \tau_{01}$) auf eine Verbundbewehrung verzichtet werden kann [5]. Eine entsprechende Änderung der DIN 1045 wird zur Zeit im zuständigen Normenausschuß diskutiert. Wird dagegen die Last von unten, z. B. durch Dübel oder Kopfbolzen in den Fertigbeton eingeleitet, ist die Fugentragfähigkeit wegen der zusätzlichen Beanspruchung der Fuge auf Zug so niedrig, daß immer eine Verbundbewehrung erforderlich ist.

Hoch auf Schub beanspruchte monolithische Platten ohne Schubbewehrung können durch einen Schubbruch versagen. Der Bruchriß bildet sich – wie aus Bild 12 zu erkennen ist – aus einem Biegeriß, der bei Erreichen eines kritischen Spannungszustandes an der Rißspitze abkrümmt und flach bis zur Last verläuft. Die Querkraft wird von der Druckzone und zu einem wesentlichen Teil durch Kornverzahnung der Rißufer sowie durch die Verdübelungswirkung der Längsbewehrung getragen. Belastet man die Platte nicht von oben, sondern werden die Lasten von unten in die Zugzone eingeleitet, ergeben sich unter sonst gleichen Verhältnissen höhere Zugspannungen im Beton und örtlich breitere Risse, wodurch der durch Kornverzahnung übertragene Querkraftanteil verringert wird. Außerdem muß man davon ausgehen, daß der durch Verdübelungswirkung der Längsbewehrung übertragene Querkraftanteil absinkt. Daher ist mit einer Reduzierung der Schubtragfähigkeit zu rechnen, die allerdings geringer sein dürfte als bei zusammengesetzten Querschnitten.

Nach DIN 1045 darf in Plattenbalken die Schubbewehrung aus offenen Bügeln bestehen, die durch die Querbewehrung der anschließenden Platte geschlossen wird. In diesem Fall werden die schiefen Druckkräfte nicht durch kraftschlüssig geschlossene Bügel in den Querschnitt zurückgehängt, sondern stützen sich auf der Betondeckung ab (Bild 13, links). Bei hohen Schubbeanspruchungen ($\tau_0 > \tau_{02}$) kann daher das Versagen der Plattenbalken durch Absprengen der Betondeckung über dem Steg hervorgeru-

In normal building construction practice the floors often consist of precast slabs covered with an in-situ concrete topping. If the precast and the in-situ concrete are not interconnected by suitable connector reinforcement, failure may occur as a result of the bond at the joint being destroyed because the bond strength (in shear) is exceeded. Fig. 10 illustrates this type of failure very clearly. The shear stress at failure of the joint has been plotted as a function of the so-called shear slenderness ratio in Fig. 11. The tests are fully reported in [5, 6, 7]. As a rule, the upper surface of such a floor is subjected to load, and if the interface between precast and in-situ concrete is suitably rough, the strength of the joint is so high that in many cases (e.g., structural members in indoor locations and $\tau_0 \leq 0,5 \tau_{01}$) connector reinforcement is not necessary [5]. A proposal to amend DIN 1045 to allow omission of this reinforcement in appropriate cases is under discussion. On the other hand, if the load on the floor is applied from below, e.g., through bolts or studs fixed in the precast concrete, the strength of the joint is so reduced in consequence of the additional tensile stress acting across the joint that connector reinforcement is always necessary.

Monolithic slabs without shear reinforcement may fail in shear when subjected to large shear forces. The crack that results in failure develops from a flexural crack (Fig. 12) which, when a critical state of stress is reached, curves at the tip and then extends at a much flatter slope up to the load. The shear force is resisted by the compressive zone and, to a considerable extent, by aggregate interlock across the crack and by the dowel action of the longitudinal reinforcement. If the slab is loaded, not from above, but from below by loads applied in the tensile zone, higher tensile stresses and locally wider cracks will (under otherwise equal conditions) develop in the concrete, so that the shear transmitted by aggregate interlock is reduced. It must moreover be presumed that shear transmission by dowel action of the longitudinal reinforcement is then also less effective. In such circumstances a reduction of the shear strength of the slab must be expected, though probably not to the same extent as in a composite slab comprising precast and in-situ concrete.

According to DIN 1045, the shear reinforcement in T-beams may consist of open stirrups, the top closure being provided by the transverse reinforcement in the slab. In such a case the inclined

fen werden [9]. Leitet man über Dübel oder Kopfbolzen zusätzliche Zugkräfte in diesen hoch beanspruchten Beton ein (Bild 13, rechts), wird die Betondeckung bei geringeren äußeren Lasten absprennen. Zugkräfte können z. B. in den Beton eingeleitet werden, wenn man Stützen, die zur Windaussteifung dienen, über den Stegen verankert oder wenn man bei plattenbalkenartigen Überzügen Lasten anhängt.

Zusammenfassung:

Die wenigen Beispiele zeigen, daß mit der Entwicklung der Befestigungstechnik neue Probleme entstanden sind. Bisher wurden diese Probleme bei der Ableitung der Stahlbetonrichtlinien nicht beachtet. Daher war es erforderlich, die Regeln für Befestigungen so festzulegen, daß keine wesentliche Beeinflussung des Bauteiltragverhaltens zu erwarten war. Um dies zu gewährleisten, wird verlangt, daß Verankerungen nur in der aus Lastspannungen erzeugten Druckzone von Stahlbetonbauteilen angeordnet bzw. nur sehr geringe Lasten in großen Abständen in die Zugzone eingeleitet werden.

Diese Regelung ist praxisfremd, weil der die Befestigung Ausführende die genaue Lage der Druckzone im Bauwerk nicht kennt. Weiterhin schränkt sie die Möglichkeiten der Befestigungstechnik ein. Will man diese Möglichkeiten voll ausnutzen, muß der Einfluß der speziellen Lasteinleitung durch Befestigungselemente bei der Ableitung von Konstruktionsregeln für Stahlbetonbauteile berücksichtigt werden, um auch weiterhin ausreichend sichere Bauwerke zu gewährleisten. Dabei sind z. B. Einschränkungen für die Ausbildung von Übergreifungsstößen, für die Anwendung von offenen Bügeln und für die Bemessung von auf Schub unbewehrten Platten zu erwarten.

Literaturverzeichnis

- [1] Eligehausen, R. und Lehmann, R.: Verankerungen mit Metallspreizdübeln in der aus Lastspannungen erzeugten Zugzone von Stahlbetonbauteilen – Einflüsse auf das Tragverhalten und Vorschlag für Zulassungsversuche, Bericht Nr. 1/4 – 84/1 des Instituts für Werkstoffe im Bauwesen, Universität Stuttgart, Januar 1984
- [2] Eligehausen, R. und Silva, J.: Verankerungen in der Zugzone von Stahlbetonbauteilen, Bericht des Instituts für Werkstoffe im Bauwesen, in Vorbereitung
- [3] Eligehausen, R.: Übergreifungsstöße zugbeanspruchter Rippenstäbe mit geraden Stabdenden, Schriftenreihe des DAfStb, Heft 301, Berlin, 1979
- [4] Rehm, G., Eligehausen, R. und Tewes, R.: Übergreifungsstöße geschweißter Betonstahlmatten, Schriftenreihe des DAfStb, Heft 291, Berlin, 1977
- [5] Rehm, G., Eligehausen, R. und Paul, F.: Verbundbewehrung in Fugen von Platten ohne Schubbewehrung, Bericht des Instituts für Werkstoffe im Bauwesen, Universität Stuttgart, Januar 1980
- [6] Daschner, F.: Notwendige Schubbewehrung zwischen Betonfertigteilen und Ortbeton, Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, Bericht T 1365, 1976
- [7] Pardare, J.: Etude du comportement des prédalles non-armées transversalement vis-à-vis des efforts de cisaillement-glisement. Béton Industriel, No. 40/1, 1973
- [8] Leonhardt, F. und Walther, R.: Versuche an einfeldrigen Stahlbetonbalken mit und ohne Schubbewehrung, Schriftenreihe des DAfStb, Heft 151, Berlin, 1962
- [9] Rehm, G. und Eligehausen, R.: Eignung von offenen Bügeln als Schubbewehrung in Plattenbalken im Bereich negativer Momente, Bericht des Instituts für Werkstoffe im Bauwesen, Universität Stuttgart, 1980

"struts" (compression members in the truss analogy) are not tied back by positively closed stirrups into the cross-section, but thrust against the concrete cover at the top (left-hand diagram in Fig. 13). If high shear stresses occur ($\tau_0 > \tau_{02}$), failure of the T-beam may be initiated by spalling of the concrete cover over the web [9]. If additional tensile forces are transmitted into this highly stressed concrete through bolts or studs (Fig. 13, right), the cover will spall off under smaller external loads. Tensile forces may, for example, be transmitted into the concrete when columns which serve to stiffen the building against wind load are anchored via the webs of the beams or when loads are suspended from suspender beams (inverse T-beams).

Summary:

The examples given in this article show that developments in fixing technology give rise to new problems. These had previously been ignored in drafting the codes of practice for reinforced concrete. Hence it became necessary to establish rules for the installation of fixing devices so as to ensure that the structural behaviour of the members concerned would not be affected. This led to the rule that anchorages may be installed only in the compressive zone of a reinforced concrete member or otherwise that any loads transmitted directly into the tensile zone must be very small and spaced far apart.

This rule is basically impractical because the man on the job who installs the anchors or other fixing devices generally does not know precisely where the compressive zone is located. Besides, it restricts the possibilities of present-day fixing technology. If it is desired to take full advantage of these, the effect of the special load transmission characteristics of fixing devices must be duly taken into account in establishing the design rules for reinforced concrete. For example, in order to ensure adequate structural safety, it may thus be necessary to lay down restrictions with regard to lap splices of bars, the use of open stirrups and the shear design of slabs without shear reinforcement.

In future design practice it will be essential to effect a meaningful compromise between these extremes. However, detailed research will have to be carried out in order to provide the information needed for this.

Incidence de la technique des fixations modernes sur la configuration de la construction en béton armé.

Résumé:

Les quelques exemples montrent que des problèmes nouveaux sont issus du progrès de la technique des fixations. Jusqu'à présent l'on n'a pas tenu compte de ces problèmes en procédant d'une simple dérogation des règles de la construction en béton armé. De ce fait, il a été nécessaire de déterminer les règles pour les fixations de façon à exclure leur influence sur le comportement des éléments de construction. Pour s'en assurer il est préconisé que les ancrages soient arrangés seulement dans la zone de pression engendrée par la tension des charges, ou bien d'introduire un minimum de charges à grandes distance dans la zone de traction.

Ce règlement est peu utile pour la pratique, étant donné que l'exécutant des fixations ne connaît pas en général la position exacte de la zone de pression. De plus il limite les possibilités de la technique des fixations. Si l'on veut utiliser ces possibilités au maximum, il y a lieu de tenir compte de l'influence de l'introduction spécifique des charges par des éléments de fixation lors de la déduction des règles de construction d'éléments en béton armé et cela dans un but d'assurer pour l'avenir une assez grande sécurité des bâtiments. Une pareille considération sera forcément accompagnée par exemple d'une limitation des jointures à recouvrement, d'une application d'étriers ouverts et d'un dimensionnement suffisant des dalles non-armées contre le cisaillement.

Dans l'avenir il s'agira de trouver un compromis judicieux entre les positions extrêmes. Assurément il faudrait encore des essais approfondis pour élaborer les connaissances nécessaires.