

Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

Zulassungsstelle für Bauprodukte und Bauarten
Bautechnisches Prüfamts

Mitglied der Europäischen Organisation für
Technische Zulassungen EOTA und der Europäischen Union
für das Agrément im Bauwesen UEAtc

Tel.: +49 30 78730-0
Fax: +49 30 78730-320
E-Mail: dibt@dibt.de

Datum: 24. November 2008 Geschäftszeichen:
I 18-1.71.3-2/07

Zulassungsnummer:

Z-71.3-35

Geltungsdauer bis:

30. November 2013

Antragsteller:

Rekers Betonwerk GmbH & Co. KG
Portlandstraße 15, 48480 Spelle

Zulassungsgegenstand:

Vorgespannte Balken aus Stahlfaserbeton



Der oben genannte Zulassungsgegenstand wird hiermit allgemein bauaufsichtlich zugelassen.
Diese allgemeine bauaufsichtliche Zulassung umfasst 14 Seiten und drei Anlagen.

I. ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN

- 1 Mit der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung ist die Verwendbarkeit bzw. Anwendbarkeit des Zulassungsgegenstandes im Sinne der Landesbauordnungen nachgewiesen.
- 2 Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung ersetzt nicht die für die Durchführung von Bauvorhaben gesetzlich vorgeschriebenen Genehmigungen, Zustimmungen und Bescheinigungen.
- 3 Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung wird unbeschadet der Rechte Dritter, insbesondere privater Schutzrechte, erteilt.
- 4 Hersteller und Vertreiber des Zulassungsgegenstandes haben, unbeschadet weiter gehender Regelungen in den "Besonderen Bestimmungen", dem Verwender bzw. Anwender des Zulassungsgegenstandes Kopien der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung zur Verfügung zu stellen und darauf hinzuweisen, dass die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung an der Verwendungsstelle vorliegen muss. Auf Anforderung sind den beteiligten Behörden Kopien der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung zur Verfügung zu stellen.
- 5 Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung darf nur vollständig vervielfältigt werden. Eine auszugsweise Veröffentlichung bedarf der Zustimmung des Deutschen Instituts für Bautechnik. Texte und Zeichnungen von Werbeschriften dürfen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung nicht widersprechen. Übersetzungen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung müssen den Hinweis "Vom Deutschen Institut für Bautechnik nicht geprüfte Übersetzung der deutschen Originalfassung" enthalten.
- 6 Die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung wird widerruflich erteilt. Die Bestimmungen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung können nachträglich ergänzt und geändert werden, insbesondere, wenn neue technische Erkenntnisse dies erfordern.



II. BESONDERE BESTIMMUNGEN

1 Zulassungsgegenstand und Anwendungsbereich

1.1 Zulassungsgegenstand

Zulassungsgegenstand sind vorgespannte Balken aus Stahlfaserbeton mit Rechteck- oder Trapezquerschnitt. Die Stahlfasern dienen der teilweisen Aufnahme der einwirkenden Querkraft, der Aufnahme von Spaltzugkräften im Einleitungsbereich der Vorspannkraft, aber auch als erforderliche Mindestbewehrung im Sinne einer Oberflächenbewehrung sowie Querbewehrung und Bewehrung zur Begrenzung der Rissbreite.

Die Mindestquerschnittsbreite der Balken beträgt 19 cm, die maximale Spannweite der Balken beträgt 18,0 m.

1.2 Anwendungsbereich

Die Balken dürfen als Einfeldträger mit vorwiegend ruhenden Einwirkungen nach DIN 1055-100¹, Abschnitt 3.1.2.4.2 beansprucht werden. Fällt die Verwendung des Zulassungsgegenstandes in den Anwendungsbereich der DIN 4149², so sind gesonderte Nachweise zu führen.

2 Bestimmungen für das Bauprodukt

2.1 Eigenschaften und Zusammensetzung

2.1.1 Stahlfaserbeton

Der Stahlfaserbeton setzt sich zusammen aus einem Normalbeton nach DIN 1045-2³ und DIN EN 206-1⁴, der Betonfestigkeitsklasse C50/60 und allgemein bauaufsichtlich zugelassenen Stahldrahtfasern bzw. Stahldrahtfasern nach DIN EN 14889-1⁵ mit einer Konformitätsbescheinigung gemäß System "1", ohne Verzinkung nach Datenblatt⁶.

Zur Verbesserung des Brandverhaltens sind für Balken mit Aussparungen entsprechend Anlage 2 allgemein bauaufsichtlich zugelassene Polypropylenfasern (PP-Fasern) gemäß Datenblatt⁶ mit der in Tabelle 1 vorgeschriebenen Dosierung zuzugeben. Für Balken ohne Aussparungen ist eine Zugabe von PP-Fasern nur für das Erzielen der Feuerwiderstandsklasse F 120 erforderlich.

Die Zusammensetzung des Stahlfaserbetons ist im Datenblatt⁶ hinterlegt.

Für die Eigenschaften und Anforderungen gelten die im Datenblatt⁶ hinterlegten Angaben sowie die Festlegungen der DIN EN 206-1⁴ und DIN 1045-2³.

Tabelle 1 Zugabe von PP-Fasern für erhöhten Feuerwiderstand der Balken

Feuerwiderstandsklasse der Balken entsprechend DIN 4102-2 ⁷	PP-Faserzugabe [kg/m ³]	PP-Faserzugabe erforderlich für Balken
[-]	nicht erforderlich	nicht erforderlich
F 30-A	0,50	mit Aussparungen
F 60-A	0,50	mit Aussparungen
F 90-A	0,50	mit Aussparungen
F 120-A	0,50	mit und ohne Aussparungen

Die Festbetoneigenschaften, die durch die Zugabe von Stahlfasern erreicht werden, lassen sich durch die Einhaltung von Festigkeitswerten der Nachrissbiegezugfestigkeit charakterisieren.



2.1.2 Spann Stahl

Es sind Spannstahllitzen St 1570/1770 aus sieben kaltgezogenen glatten Einzeldrähten mit kreisförmigem Querschnitt und Nenndurchmessern 12,5 mm nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung zu verwenden.

2.1.3 Betonstahl, Verbundbewehrung

Als Bewehrung ist Betonstahl nach DIN 488-1⁸ oder nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung zu verwenden.

2.1.4 Stahlfasern

Die zur Verwendung kommenden Stahlfasern sind im Datenblatt⁶ angegeben und spezifiziert.

2.1.5 Polypropylenfasern

Die zur Verwendung kommenden Polypropylenfasern sind im Datenblatt⁶ angegeben.

2.1.6 Stahlfaserbeton

Der Beton entspricht den Angaben unter 2.1.1.

Angaben zur Herstellung, Prüfung und Ermittlung der Materialkennwerte sind im Datenblatt⁶ hinterlegt.

2.1.7 Fertigteile

Die Längen- und Querschnittsabmessungen nach Anlage 1 sind einzuhalten.

Die Biegeschlankheit der Balken darf $l/h = 10$ nicht unter- und $l/h = 25$ nicht überschreiten (siehe auch Anlage 1).

Die Vorspannung wird durch sofortigen Verbund eingetragen. Die Litzen sind dabei stets horizontal parallel zur Bauteilunterseite zu führen. Die Anzahl der Spannstahllitzen und der Grad ihrer Vorspannung richtet sich nach DIN 1045-1⁹ in Abhängigkeit von der Schlankheit der Bauteile und der Belastung. Die infolge der Vorspannung im Beton wirkende zentrische Druckspannung zum Zeitpunkt $t = \infty$ darf dabei den Wert $\sigma_{cp} = 9,0 \text{ N/mm}^2$ nicht überschreiten. Bei der Eintragung der Vorspannung ist DIN 1045-3¹⁰ zu beachten.

Der Achsabstand der Spannstahllitzen untereinander darf 38 mm nicht unterschreiten.

In den Balken dürfen runde Aussparungen (geschalt oder gebohrt) gemäß Anlage 2 bzw. Abschnitt 3.1.5 angebracht werden. Der maximal zulässige Durchmesser der Aussparung beträgt $d \leq 0,4 h$. Andere Aussparungen als nach Anlage 2 angegeben dürfen nicht ausgeführt werden. Zum Zeitpunkt des Bohrens von Aussparungen darf maximal die Eigenlast auf den Balken einwirken.

Die erforderliche Betondeckung der Spannstahllitzen ist in allen Richtungen einzuhalten. Abschnitt 3.1.5 ist zu beachten.

Ausgeklinte Balken werden im Bereich des Auflagers stets mit Betonstahl entsprechend den Regelungen in DIN 1045-1⁹ und unter Beachtung der Regeln in Heft 399 der Schriftenreihe des DAfStb¹¹ bemessen und ausgeführt.

2.1.8 Brandverhalten

Die Beurteilung der Feuerwiderstandsdauer erfolgt entsprechend den Grundsätzen von DIN 4102⁷, insbesondere DIN 4102-4¹², Abschnitt 3.2 in Verbindung mit DIN 4102-4/A1¹³ und DIN 4102-22¹⁴ und den nachfolgenden Regelungen:

Für die Erzielung der Feuerwiderstandsdauer von 30 Minuten, 60 Minuten oder 90 Minuten ist ein ausreichender Achsabstand der Spannstahllitzen entsprechend DIN EN 1992-1-2¹⁵ für die der Feuerwiderstandsdauer entsprechenden Feuerwiderstandsklassen R 30 bis R 90 einzuhalten. Der untere Achsabstand der untersten Spanngliedlage darf jedoch 50 mm nicht unterschreiten.

Bei Balken mit Aussparungen sind zur Erzielung der Feuerwiderstandsklassen dem Beton Polypropylenfasern nach Abschnitt 2.1.1 zuzugeben. Für Balken ohne Aussparungen ist nur für die Feuerwiderstandsklasse F 120-A ein Zusatz von PP-Fasern erforderlich.



Bei Einhaltung der oben angegebenen Forderungen können die Balken der der Feuerwiderstandsdauer von 30 Minuten, 60 Minuten oder 90 Minuten zugehörigen Feuerwiderstandsklasse entsprechend DIN 4102⁷ zugeordnet werden.

2.2 Herstellung, Kennzeichnung, Transport und Lagerung

2.2.1 Herstellung der Fertigteile

Die Angaben von Abschnitt 2.1.7 sind zu beachten. Für die Herstellung der Fertigteile gelten DIN 1045-1 bis 4^{9,3,10,16} sowie diese allgemeine bauaufsichtliche Zulassung. Die Zugabe der Stahlfasern und ggf. der Polypropylenfasern erfolgt gemäß den Anforderungen aus der Bemessung sowie ggf. Abschnitt 2.1.1 und dem Datenblatt⁶.

Die Bauteile sind im Fertigteilwerk herzustellen. Die Anlagen 1 und 2 sind zu beachten. Die Herstellung erfolgt stets im Spannbett. Der Beton wird unter Beachtung der werkeigenen Vorgaben zur Qualitätssicherung für die Herstellung von vorgespannten Fertigteilen aus Stahlfaserbeton¹⁷ gemäß Datenblatt⁶ hergestellt, und die Stahlfasern werden maschinell dosiert in den Betonmischer eingebracht. Die Verdichtung des Betons erfolgt ausschließlich über Vibration der Schalwände.

Falls zur Vermeidung von Schäden die Balken angehoben werden müssen, darf dies nur bis zu einer Höhe von 2 cm geschehen. Das Anheben ist ausschließlich durch geschultes Personal durchzuführen.

Risse, die beim Ablassen der Spannkraft entstehen und mindestens $3 \cdot c_{nom}$ oberhalb der Spannstahlritzen liegen und deren Breite 0,7 mm und Länge 1,0 h nicht überschreitet, dürfen als unbedenklich angesehen werden.

2.2.2 Transport und Lagerung der Fertigteile

Die Fertigteile dürfen nur an den dafür vorgesehenen Hubschlaufen oder Transportankern angehoben und müssen zur Zwischenlagerung und beim Transport an vorberechneten Stützpunkten eben aufgelagert werden. Auf eine ausreichende Kippstabilität ist zu achten.

Nachweise für den Transport- und Montagezustand sind nicht Bestandteil dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung.

2.2.3 Kennzeichnung

Der Lieferschein der Fertigteile muss vom Hersteller gut sichtbar mit dem Übereinstimmungszeichen (Ü-Zeichen) nach den Übereinstimmungszeichen-Verordnungen der Länder versehen werden. Zusätzlich zu den nach DIN 1045-4¹⁶, Abschnitt 10 erforderlichen Angaben sind auf dem Lieferschein die Zulassungsnummer, die Kennnummer der verwendeten Stahlfasern und der charakteristische Wert der Nachrissbiegezugfestigkeit f_{L1}^f und f_{L2}^f anzugeben. Die Zuordnung der Kennnummern zu den Stahlfasern ist im Datenblatt⁶ beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegt.

Diese Kennzeichnung darf nur erfolgen, wenn die Voraussetzungen nach Abschnitt 2.3 (Übereinstimmungsnachweis) erfüllt sind.

2.3 Übereinstimmungsnachweis

2.3.1 Allgemeines

Die Bestätigung der Übereinstimmung der Fertigteile mit den Festlegungen dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung muss für jedes Herstellwerk mit einem Übereinstimmungszertifikat des Herstellers auf der Grundlage einer werkeigenen Produktionskontrolle und einer regelmäßigen Fremdüberwachung einschließlich einer Erstprüfung der Fertigteile nach DIN 1045-4¹⁶ sowie nach Maßgabe der folgenden Bestimmungen erfolgen.



Für die Erteilung des Übereinstimmungszertifikats und für die Fremdüberwachung einschließlich der dabei durchzuführenden Produktprüfungen hat der Hersteller der Fertigteile eine hierfür anerkannte Zertifizierungsstelle sowie eine hierfür anerkannte Überwachungsstelle einzuschalten.

Dem Deutschen Institut für Bautechnik und der obersten Bauaufsichtsbehörde des Landes, in dem das Herstellwerk liegt, ist von der Zertifizierungsstelle eine Kopie des von ihr erteilten Übereinstimmungszertifikats zur Kenntnis zu geben.

2.3.2 Werkseigene Produktionskontrolle

In jedem Herstellwerk ist eine werkseigene Produktionskontrolle einzurichten und durchzuführen. Unter werkseigener Produktionskontrolle wird die vom Hersteller vorzunehmende kontinuierliche Überwachung der Produktion verstanden, mit der dieser sicherstellt, dass die von ihm hergestellten Bauprodukte den Bestimmungen dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung entsprechen.

Die werkseigene Produktionskontrolle muss mindestens die nach DIN 1045-3¹⁰ und -4¹⁶ erforderlichen und im Prüfplan¹⁸ enthaltenen Kontrollen sowie die folgenden Maßnahmen einschließen. Durch die werkseigenen Vorgaben zur Qualitätssicherung für die Herstellung von vorgespannten Fertigteilen aus Stahlfaserbeton¹⁷ wird sichergestellt, dass der in dieser Zulassung beschriebene Beton auch im Hinblick auf das Herstellverfahren den Festlegungen des Datenblatts⁶ entspricht:

- Überprüfung des Ausgangsmaterials und der Bestandteile:

Für das Fertigteil dürfen nur Baustoffe verwendet werden, für die entsprechend den geltenden Normen und Zulassungen der Nachweis der Übereinstimmung geführt wurde. Für die Stahlfasern und Polypropylenfasern gilt zusätzlich das beim Deutschen Institut für Bautechnik und der fremdüberwachenden Stelle hinterlegte Datenblatt⁶. Die zur Verwendung kommenden Stahlfasern sind entsprechend ihrer Spezifikation nach Datenblatt⁶ zu dokumentieren und im Bericht mit aufzuführen.

- Nachweise und Prüfungen, die am fertigen Bauprodukt durchzuführen sind:

Jedes Fertigteil ist auf Rissbildung im Bereich der Eintragung der Vorspannung zu untersuchen.

Bauteile mit Schäden, welche die Standsicherheit oder Gebrauchstauglichkeit gefährden, dürfen nicht eingebaut werden. Dies gilt insbesondere für Schäden, die während Transport und Montage auftreten. Bei Auftreten solcher Schäden, ist das Bauteil durch die Fremdüberwachung auf Verwendbarkeit zu begutachten und es darf erst nach positiver Beurteilung eingebaut werden. Dies gilt nicht für Risse, die nach Abschnitt 2.2.1 als unbedenklich angesehen werden können.

Die Ergebnisse der werkseigenen Produktionskontrolle sind aufzuzeichnen. Die Aufzeichnungen müssen mindestens folgende Angaben enthalten:

- Bezeichnung des Bauprodukts bzw. des Ausgangsmaterials und der Bestandteile
- Art der Kontrolle oder Prüfung
- Datum der Herstellung und der Prüfung des Bauprodukts bzw. des Ausgangsmaterials oder der Bestandteile
- Ergebnis der Kontrollen und Prüfungen und soweit zutreffend Vergleich mit den Anforderungen
- Unterschrift des für die werkseigene Produktionskontrolle Verantwortlichen.

Bei ungenügendem Prüfergebnis sind vom Hersteller unverzüglich die erforderlichen Maßnahmen zur Abstellung des Mangels zu treffen. Bauprodukte, die den Anforderungen nicht entsprechen, sind so zu handhaben, dass Verwechslungen mit übereinstimmenden Produkten ausgeschlossen werden.

Nach Abstellung des Mangels ist - soweit technisch möglich und zum Nachweis der Mängelbeseitigung erforderlich - die betreffende Prüfung unverzüglich zu wiederholen.

Die Ergebnisse der werkseigenen Produktionskontrolle sind aufzuzeichnen, auszuwerten und mindestens fünf Jahre aufzubewahren. Sie sind dem Deutschen Institut für Bautechnik auf Verlangen vorzulegen.

2.3.3 Erstprüfung des Bauprodukts

Im Rahmen der Erstprüfung sind die Prüfungen gemäß Prüfplan¹⁸ durchzuführen. Weiterhin ist eine Erstprüfung der Balken nach DIN 1045-3¹⁰ und -4¹⁶ durchzuführen. Der Erstprüfbericht ist dem Deutschen Institut für Bautechnik zuzuleiten.

2.3.4 Fremdüberwachung

In jedem Herstellwerk ist die werkseigene Produktionskontrolle durch eine Fremdüberwachung regelmäßig zu überprüfen, mindestens jedoch zweimal jährlich.

Im Rahmen der Fremdüberwachung ist eine Erstprüfung der Balken durchzuführen und es sind Proben für Stichprobenprüfungen zu entnehmen und dabei die Werte des Vormaterials sowie die Spezifikation der verwendeten Stahlfasern und Polypropylenfasern lt. Datenblatt⁶ zu überprüfen.

Die Probenahme und Prüfungen obliegen jeweils der anerkannten Überwachungsstelle unter Beachtung des Prüfplans¹⁸.

Die Ergebnisse der Zertifizierung und Fremdüberwachung sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren. Sie sind von der Zertifizierungsstelle bzw. der Überwachungsstelle dem Deutschen Institut für Bautechnik auf Verlangen vorzulegen.

3 Bestimmungen für Entwurf und Bemessung

3.1 Entwurf

3.1.1 Allgemeines

Für den Entwurf gilt DIN 1045-1⁹, soweit im Folgenden nichts anderes bestimmt wird. Die in Anlage 1 angegebenen Abmessungen und Schlankheiten sind einzuhalten.

3.1.2 Expositionsclassen

Der Einsatzbereich erstreckt sich auf die Expositionsclassen XC1, XC2, XC3 und XC4 sowie XF1 nach DIN 1045-1⁹.

3.1.3 Mindest- und Höchstbewehrung

Auf den Nachweis der Mindestbewehrung zur Sicherung eines duktilen Bauteilverhaltens nach Abschnitt 5.3.2 von DIN 1045-1⁹ darf verzichtet werden.

Auf den Nachweis der Oberflächenbewehrung bei vorgespannten Bauteilen nach Abschnitt 13.1.2 von DIN 1045-1⁹ darf verzichtet werden.

Eine Absolisierung der Spannstahllitzen im Auflagerbereich ist nicht zulässig.

3.1.4 Querkraftbewehrung

Die Querkrafttragfähigkeit wird durch die Stahlfaserbewehrung und den Querkrafttraganteil des unbewehrten Betons $V_{Rd,ct}$ sichergestellt. Die Bemessung erfolgt nach Abschnitt 3.2 dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung. Mindestquerkraftbewehrung nach DIN 1045-1⁹ ist nicht erforderlich.

3.1.5 Aussparungen

Aussparungen dürfen ausschließlich nach den in Anlage 2 dargestellten Anordnungen und Größen ausgeführt werden. Abschnitt 2.1.7 dieser Zulassung ist zu beachten. Bei Abweichungen von den Ausführungen in Abschnitt 2.1.7 ist eine Bemessung und konstruktive Durchbildung nach DIN 1045-1⁹ durchzuführen.

Die Aussparungen dürfen die im Grenzzustand der Biegetragfähigkeit ermittelte rechnerische Betondruckzone nicht einschnüren.



Die Betondeckung ist auch im Bereich der Aussparungen einzuhalten.

Für das Bohren von Aussparungen darf maximal die Eigenlast auf den Balken einwirken.

3.1.6 Ausklinkungen am Balkenende

Ausgeklinkte Träger werden im Bereich des Auflagers stets mit Betonstahl entsprechend den Regelungen in DIN 1045-1⁹ und unter Beachtung der Regeln in Heft 399 des DAfStb¹¹ ohne Anrechnung der Wirkung der Stahlfasern bemessen und ausgeführt.

3.1.7 Angehängte Lasten

Lasten können an der Unterseite der Balken an oberflächenbündig einbetonierten, dafür speziell vorgesehenen und allgemein bauaufsichtlich zugelassenen Ankerschienen angehängt werden. Die zur Verwendung zugelassenen Ankerschienen sind im Datenblatt spezifiziert.

Sofern angehängte Lasten unterhalb von Aussparungen vorgesehen sind, ist die Lastein- und die Lastweiterleitung in diesem Bereich nachzuweisen.

Bei Abweichungen von den oben gemachten Angaben ist die Ein- und Weiterleitung der Last bis in den oberen Balkenquerschnitt und die dortige Verankerung nach DIN 1045-1⁹ nachzuweisen.

3.1.8 Verzinkte Einbauteile

Der Nachweis der nicht metallischen Verbindung zwischen verzinkten Einbauteilen und den Spannlitzen durch die im Beton liegenden Stahlfasern ist für den Zulassungsgegenstand erbracht. Bei der Herstellung bzw. Betonage ist darauf zu achten, dass zwischen verzinkten Einbauteilen und einer evtl. Stahlschalung kein elektrischer Kontakt hergestellt wird. Der in DIN 1045-1⁹ geforderte Mindestabstand von 2 cm zwischen Spanngliedern und verzinkten Einbauteilen ist in jedem Fall einzuhalten.

3.1.9 Lasteintragung

Die Lasteintragung hat mit Ausnahme der unter 3.1.7 aufgeführten angehängten Lasten grundsätzlich auf der Oberseite der Balken zu erfolgen.

In allen anderen Fällen hat ein Nachweis der Lasteintragung bzw. eine Bemessung der Flansche nach DIN 1045-1⁹ zu erfolgen.

3.2 Bemessung

3.2.1 Allgemeines

Für die Bemessung gilt DIN 1045-1⁹, soweit im Folgenden nichts anderes bestimmt wird.

Der statische Nachweis für die Tragfähigkeit der Balken ist in jedem Einzelfall zu erbringen. Dabei können auch Typenstatiken und Bemessungstabellen verwendet werden, die von einem Prüfamts für Baustatik geprüft sind.

3.2.2 charakteristischer Wert der Nachrissbiegezugfestigkeit

Die charakteristischen Werte Nachrissbiegezugfestigkeiten f_{L1}^f und f_{L2}^f müssen nach den im hinterlegten Prüfverfahren angegebenen Vorgaben die folgenden Werte erreichen:

$$f_{L1}^f \geq 2,20 \text{ MN/m}^2$$

$$f_{L2}^f \geq 1,50 \text{ MN/m}^2$$

3.2.3 Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit

3.2.3.1 Biegung

Die Aufnahme der Biegezugkräfte erfolgt ausschließlich über die im Verbund liegenden Spannglieder. Der Nachweis der Biegetragfähigkeit erfolgt nach DIN 1045-1⁹, Abschnitt 10.2 ohne Berücksichtigung der Stahlfaserwirkung.

Bei Balken mit Aussparungen ist der Nachweis zu führen, dass die Aussparungen die im Grenzzustand der Biegetragfähigkeit ermittelte rechnerische Betondruckzone nicht einschnüren.



3.2.3.2 Querkraft

Der Nachweis der Querkrafttragfähigkeit erfolgt abweichend von DIN 1045-1⁹, 10.3 wie nachfolgend angegeben.

Es ist der Nachweis zu führen, dass

$$V_{Rd,ct}^f \geq V_{Ed} \quad \text{und} \quad V_{Rd,max} \geq V_{Ed}$$

mit V_{Ed} Bemessungswert der einwirkenden Querkraft nach DIN 1045-1⁹

$V_{Rd,max}$ Bemessungswert der durch die Druckstrebenfestigkeit begrenzten maximal aufnehmbaren Querkraft nach DIN 1045-1⁹

$V_{Rd,ct}^f$ Bemessungswert der aufnehmbaren Querkraft unter Berücksichtigung der Stahlfaserwirkung

$$V_{Rd,ct}^f = V_{Rd,ct} + V_{Rd,cf} \quad (1)$$

$V_{Rd,ct}$ - Bemessungswert der aufnehmbaren Querkraft eines Bauteils ohne Querkraftbewehrung nach DIN 1045-1⁹, Gl.(70) bzw. bei Balken mit Aussparungen nach Gleichung (3)

$V_{Rd,cf}$ - Bemessungswert der durch die Stahlfaserwirkung begrenzten aufnehmbaren Querkraft nach Gleichungen (2) oder (4)

i) Balken ohne Aussparungen

$$V_{Rd,cf} = 0,218 \times f_{L2}^f \times b_w \times h / 1,25 \quad (2)$$

b_w kleinste Querschnittsbreite innerhalb der vorge-drückten Zugzone
 h Bauteilhöhe

ii) Balken mit Aussparungen

$$V_{Rd,ct,\emptyset} = 0,1 \times \kappa \times (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} - 0,12 \times \sigma_{cd} \times b_w \times (d-\emptyset) \times \alpha_{\emptyset} \quad (3)$$

$$V_{Rd,cf,\emptyset} = 0,218 \times f_{L2}^f \times b_w \times (h-\emptyset) / 1,25 \quad (4)$$



\emptyset Durchmesser der größten Aussparung
 α_{\emptyset} Wirksamkeitsfaktor zur Berücksichtigung der Lage der Aussparung
 $\alpha_{\emptyset} = 1,0$ für $a \geq 2,5 \times h$
 $\alpha_{\emptyset} = 0,85$ für $2,5 \times h \geq a \geq 1,5 \times h$
Wobei a der lichte Abstand vom rechnerischen Auflager bis zum Beginn der Aussparung bedeutet.

Kann der Nachweis für $2,5 \times h \geq a \geq 1,5 \times h$ nach obigen Gleichungen nicht erbracht werden, so sind ergänzende Schubzulagen in Form von Bügeln aus Betonstahl entsprechend Gleichung (5) erforderlich. Die Bügel sind nach dem Modell in Bild 1 zu ermitteln.

$$V_{Rd,sy} = A_s \times f_{yd} \times \sin \alpha \quad (5)$$

$$V_{Rd} = V_{Rd,sy} + V_{Rd,cf,\emptyset} + V_{Rd,ct,\emptyset} \leq V_{Rd,ct} + V_{Rd,cf} \quad (6)$$

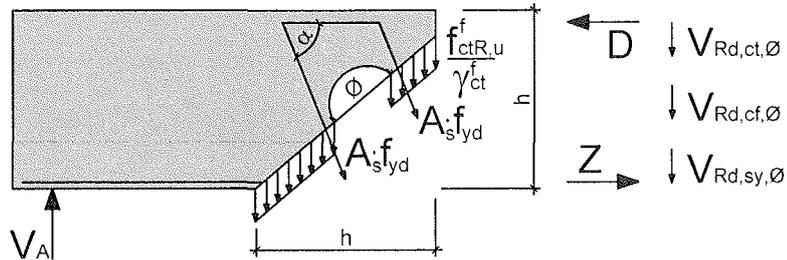


Bild 1: Bemessungsmodell für Schubzulagen im Aussparungsbereich $2,5 \times h \geq a \geq 1,5 \times h$

Für Balken mit **Aussparungen im Bereich $1,5 \times h \geq a \geq 1,0 \times h$** sind Bügel als Schubzulagen nach dem in Bild 2 dargestellten Modell zu bemessen. Die Querkrafttragfähigkeit ermittelt sich nach Gleichung (7), wobei die rechnerische Querkrafttragfähigkeit nie höher als die des Balkens ohne Aussparung angesetzt werden darf:

$$V_{Rd} = V_{Rd,sy} + V_{Rd,cf,\emptyset} \leq V_{Rd,ct} + V_{Rd,cf} \quad (7)$$

$$V_{Rd,cf,\emptyset} \quad \text{siehe Gleichung (4)}$$

$$V_{Rd,sy} = (A_s - A_{s,Spaltzug}) \times f_{yd} \times \sin(\beta + \theta_1) / \sin \beta \quad (8)$$

- α Winkel der Schubzulage zur Stabachse
- $\beta = \arctan((b + \emptyset)/c) - \theta_1$
- $\theta_1 = 90^\circ - \alpha$
- (siehe auch Bild 2)

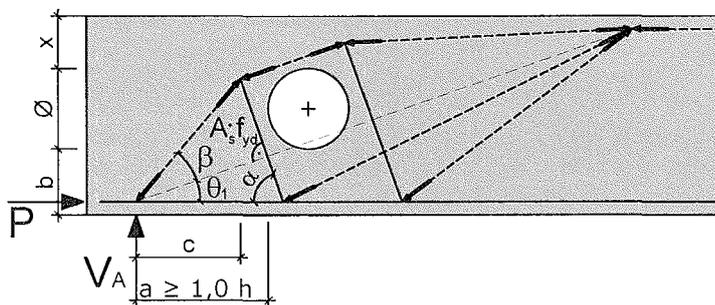


Bild 2: Bemessungsmodell für Aussparungen im Bereich $1,5 \times h \geq a \geq 1,0 \times h$

Bei dem Erfordernis von Schubzulagen sind mindestens zwei Bügel $\emptyset 6$ mm entsprechend Bild 3 einzubauen.

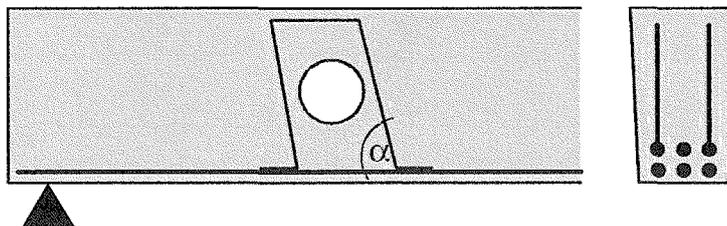


Bild 3: prinzipielle Ausführung der Schubzulagen

3.2.3.3 Angehängte Lasten

Für angehängte Lasten ist Abschnitt 3.1.7 zu beachten. Querkräfte aus angehängten Lasten sind zu den übrigen Querkräften zu addieren und die Bemessung ist nach 3.2.3.2 durchzuführen.

Der charakteristische Wert der je Ankerschienenkurzstück anzuhängenden Last F_k beträgt

$$F_k \leq 5,0 \text{ kN.}$$

Der Mindestwert des lichten Abstandes der Ankerschienenkurzstücke in Richtung der Ankerschiene ist den entsprechenden bauaufsichtlichen Zulassungen zu entnehmen. Der Einbau nebeneinander liegender (parallel laufender) Ankerschienen ist nicht zulässig.

Die Lastein- und Lastweiterleitung von angehängten Lasten direkt unterhalb des Bereichs von Aussparungen ist unter Berücksichtigung der Überlagerung mit weiteren in diesem Bereich auftretenden Beanspruchungen (z.B. Querkräfte und Torsion) nachzuweisen.

Werden zur Aufhängung der Lasten Ankerschienen entsprechend Abschnitt 3.1.7 verwendet, so sind die Regelungen hinsichtlich des Brandschutzes in den zugehörigen allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen zu beachten.

3.2.3.4 Seitliches Ausweichen schlanker Träger

1) Die Abschätzung der Sicherheit gegen seitliches Ausweichen erfolgt auf Grundlage der DIN 1045-1⁹, Abschnitt 8.6.8 (2). Werden diese Anforderungen nicht erfüllt, so darf der Nachweis gegen seitliches Ausweichen auf Grundlage von DIN 1045-1⁹, Abschnitt 8.6.8 (6) (Berechnung nach Theorie 2. Ordnung) erfolgen, wobei hierfür ausschließlich die ungerissene Druckzone ohne Berücksichtigung der eventuell versteifenden Wirkung der Stahlfasern oder einer sonstigen Querkraftbewehrung angesetzt werden darf.

2) Die Aufnahme des Torsionsmomentes am Auflager entsprechend DIN 1045-1⁹, Abschnitt 8.6.8 (4) und (5) für **Balken ohne Aussparungen** und ohne weitere Betonstahlbewehrung gilt als nachgewiesen, wenn die nachfolgenden Bedingungen im maßgebenden Schnitt eingehalten sind:

a) Der Bemessungswert des einwirkenden Torsionsrissmoments T_{Ed} darf den folgenden Wert nicht überschreiten:

$$T_{Ed} = W_t \times 2,27 \text{ MN/m}^2$$

mit W_t = Torsionswiderstandsmoment, vereinfachend ermittelt mit

$$W_t = 1/3 \sum (b \times t^3) / (\max t)$$

b) Die Hauptzugspannung σ_1 , die sich in der Schwerachse des Balkens aus der Überlagerung der Normal-, Biege- und Schubspannung aus Torsion und Querkraft aus γ -fachen ständigen und vorübergehenden Lasten am Mohrschen Spannungskreis ergibt, ist auf den folgenden Wert zu begrenzen:

$$\sigma_1 = 1,6 \text{ MN/m}^2$$

Die Hauptspannung darf dabei nach folgendem Ansatz ermittelt werden. Der Spannungsanteil aus Biegung kann dabei in der Regel in der Schwerachse vernachlässigt werden:

$$\sigma_1 = \sigma_{cp} / 2 + 1/2 \times (\sigma_{cp}^2 + 4 \times \tau^2)^{1/2} \quad (9)$$

mit σ_{cp} = Normaldruckspannung aus Vorspannung in der Schwerachse, $\sigma_{cp} < 0$ für Längsdruckspannung

$$\sigma_{cp} = P_{mt} / A_c \quad \text{mit} \quad P_{mt} \text{ - mittlere Vorspannkraft}$$

τ = Schubspannung aus Querkraft und Torsion (betragsmäßig einzusetzen)

$$\text{im Steg} \quad \tau \approx \tau_V + \tau_T = 1,5 V_{Ed} / (b_{eff} \times h) + T_{Ed} / W_T \quad (10)$$



3) Für die Aufnahme des Torsionsmomentes am Auflager entsprechend DIN 1045-1⁹, Abschnitt 8.6.8 (4) und (5) für **Balken mit Aussparungen** ist Folgendes nachzuweisen bzw. zu beachten:

- Die Torsionssteifigkeit im Aussparungsbereich muss entsprechend der Aussparung abgemindert werden.
- An allen Stegöffnungen mit einem Durchmesser $\varnothing > 0,15 h$ oder einem lichten Lochabstand $\leq h$ ist eine konstruktive Bügelbewehrung (Stecker) aus mindestens 2 Bügeln $\varnothing 12$, entsprechend Anlage 3 anzuordnen, um lokale Spaltzugkräfte aufzunehmen.
- Der Nachweis der Hauptzugspannungen entsprechend Absatz 3.2.3.4, 2) b) ist jeweils für den Obergurt (Bereich oberhalb der Aussparung, Index "O") und Untergurt (Bereich unterhalb der Aussparung, Index "U") zu führen. Dazu ist das Torsionsmoment T_{Ed} entsprechend der Torsionsträgheitsmomente für den Obergurt $I_{t,O}$ und Untergurt $I_{t,U}$ gemäß nachfolgenden Gleichungen (11) bis (14) aufzuteilen und die Hauptspannungen σ_1 entsprechend 3.2.2.4, 2) b) zu begrenzen:

$$T_{Ed,O} = T_{Ed} \times (I_{t,O} / (I_{t,O} + I_{t,U})) \quad (11)$$

$$T_{Ed,U} = T_{Ed} \times (I_{t,U} / (I_{t,O} + I_{t,U})) \quad (12)$$

$$\tau_{t,O} = T_{Ed,O} / W_{t,O} \quad (13)$$

$$\tau_{t,U} = T_{Ed,U} / W_{t,U} \quad (14)$$

mit $W_{t,O}$ und $W_{t,U}$ Torsionswiderstandsmomente des Ober- bzw. Untergurts

- Für den Nachweis des Torsionsmomentes entsprechend Absatz 3.2.3.4, 2) a) ist jeweils für den Ober- und Untergurt nachzuweisen, dass die Torsionsrissmomente $T_{Ed,O}$ und $T_{Ed,U}$ die nachfolgenden Werte nicht überschreiten:

$$T_{Ed,O} = W_{t,O} \times 2,27 \text{ MN/m}$$

$$T_{Ed,U} = W_{t,U} \times 2,27 \text{ MN/m}$$

- Für den Fall, dass die vorgenannten Nachweise nicht eingehalten sind, ist mit folgender Gleichung der rechnerische Nachweis zu führen, dass das Torsionsmoment T_{Ed} vor und hinter jeder Stegöffnung durch eine geschlossene Bügelbewehrung $A_{sw,t}$ (siehe Bild 4) aufgenommen wird, so dass ein geschlossener Torsionsschubfluss zwischen dem Vollwandbereich und dem Aussparungsbereich sichergestellt ist.

$$T_{Ed} \leq T_{Rd,sy} = A_{sw,t} \times f_{yd} \times z_i \quad (15)$$

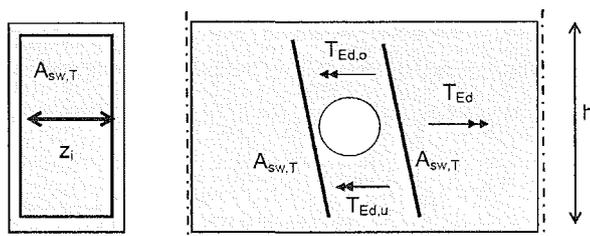


Bild 4: Innerer Hebelarm z_i und Anordnung der Bügelbewehrung $A_{sw,t}$ vor und hinter jeder Öffnung bei kippgefährdeten Balken

Diese Bewehrung $A_{sw,t}$ ist dann additiv zu ggf. ohnehin vorhandener oder erforderlicher Bewehrung aus dem Querkraftnachweis anzuordnen. Dabei sind die Angaben zu den Konstruktionsregeln nach DIN 1045-1⁹, Tabelle 31 auch im Bereich der Aussparung (Ober- und Untergurt) einzuhalten.

Sowohl im Ober- als auch im Untergurt ist die Druckstreben Tragfähigkeit $T_{Rd,max}$ und die Interaktion aus Querkraft und Torsion mit den Gleichungen (93) und (94) nach DIN 1045-1⁹ zu überprüfen.

3.2.3.5 Torsion

Balken, bei denen die Bedingungen nach DIN 1045-1⁹, Abschnitt 10.4.1 (6) eingehalten werden, dürfen ohne Torsionsbewehrung ausgeführt werden. Die geforderte Mindestschubbewehrung nach DIN 1045-1⁹, 13.2.3 (5) darf hier entfallen.

Ein expliziter Nachweis der Torsionstragfähigkeit am Auflager kippgefährdeter Balken kann über einen vereinfachten Nachweis der Hauptzugspannungen nach den Ausführungen in Abschnitt 3.2.2.4 erfolgen.

In allen anderen Fällen ist eine Betonstahlbewehrung nach den Regeln von DIN 1045-1⁹ ohne Berücksichtigung der Faserwirkung zu bestimmen und anzuordnen.

3.2.3.6 Auflager

Der Nachweis, dass die vorhandene Zugkraftlinie die Zugkraftdeckungslinie aus der Zugkraft des Spannstahls nicht überschreitet gilt als erbracht, wenn der Balken im Bereich der Übertragungslänge l_{bpd} im Zustand I verbleibt, d.h. ungerissen ist. Der Bereich der Übertragungslänge l_{bpd} gilt als ungerissen, wenn die Biegezugspannungen aus äußerer Last unter Berücksichtigung der maßgebenden Vorspannkraft kleiner als das 5 %-Quantil der Betonzugfestigkeit von $f_{ctk;0,05} = 2,9 \text{ N/mm}^2$ sind.

Andernfalls ist die Bewehrung nach den Regeln von DIN 1045-1⁹ zu bestimmen. Die erforderliche Auflagertiefe und die Berücksichtigung des rechnerischen Überstandes der Spannglieder über die Auflagervorderkante erfolgt nach DIN 1045-1⁹.

3.2.4 Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit

Es gilt Abschnitt 11 von DIN 1045-1⁹, sofern im Folgenden nichts anderes bestimmt wird.

3.2.4.1 Begrenzung der Rissbreite

Der Nachweis der Begrenzung der Rissbreite gilt durch die im Zulassungsverfahren vorgelegten Nachweise als erbracht und braucht für den Einzelfall nicht geführt zu werden.

3.3 Nachweis der Feuerwiderstandsklasse

Die Beurteilung bzw. Einstufung der Balken erfolgt gemäß DIN 4102-2⁷, Abschnitt 5. Für den Achsabstand u der Spannstahlbewehrung in Abhängigkeit von der Feuerwiderstandsdauer bzw. Feuerwiderstandsklasse ist der sich nach Abschnitt 2.1.8 dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung ergebende Wert anzunehmen. Die Wirksamkeit der Stahlfaserbewehrung gilt bei Einhaltung der beschriebenen Geometrien für die erforderliche Feuerwiderstandsdauer als nachgewiesen.

4 Bestimmungen für die Ausführung

Für Verarbeitung, Einbau und Nachbehandlung des Betons gelten DIN 1045-2³, -3¹⁰ und -4¹⁶, wenn in dieser Zulassung nichts anderes bestimmt wird.

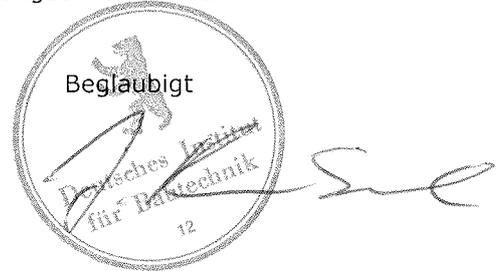
Aussparungen dürfen geschalt oder gebohrt nur unter Beachtung der Regelungen dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung und des statischen Nachweises der Standsicherheit durch Fachpersonal angebracht werden. Es ist darauf zu achten, dass die Spannstahlritzen nicht beschädigt werden und deren Verbund nicht beeinträchtigt wird.

Die Auflager müssen entsprechend Abschnitt 2.1.7 bzw. 3.1.6 dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung ausgebildet werden.

Die Fertigteile müssen von sachkundigen Unternehmen transportiert und eingebaut werden. Beim Einbau müssen die Bauteile in den Hubschlaufen oder Transportankern gehoben und stoßfrei auf die Unterstützungsstruktur abgesetzt werden.

Bauteile mit Rissen, insbesondere an den Enden im Bereich der Spannkrafteinleitung, und mit anderen Beschädigungen, die Einfluss auf die Tragfähigkeit haben dürfen nicht eingebaut werden. Eine Rissbildung, wie im Abschnitt 2.2 dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung beschrieben, darf als unbedenklich angesehen werden.

Häusler

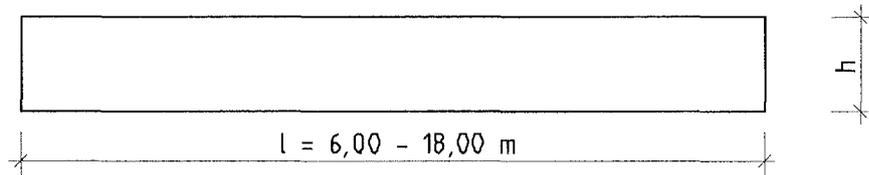


1	DIN 1055-100:2001-03	Einwirkungen auf Tragwerke Teil 100: Grundlagen der Tragwerksplanung, Sicherheitskonzept und Bemessung
2	DIN 4149:2005-04	Bauten in deutschen Erdbebengebieten - Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten
3	DIN 1045-2:2001-07	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 2: Beton, Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität - Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1
4	DIN EN 206-1:2001-07	Beton - Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität
5	DIN EN 14889-1:2006-11	Fasern für Beton - Teil 1: Stahlfasern - Begriffe, Festlegungen und Konformität; Deutsche Fassung EN 14889-1:2006
6	Das Datenblatt ist beim Deutschen Institut für Bautechnik und der für die Fremdüberwachung eingeschalteten Stelle hinterlegt.	
7	DIN 4102-2:1977-09	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Bauteile, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen
8	DIN 488-1:1984-09	Betonstahl - Teil 1: Sorten, Eigenschaften, Kennzeichen
9	DIN 1045-1:2008-08	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 1: Bemessung und Konstruktion
10	DIN 1045-3:2008-08	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 3: Bauausführung
11	DAFStb: Das Bewehren von Stahlbetonbauteilen - Erläuterungen zu verschiedenen gebräuchlichen Bauteilen, Heft 399 der Schriftenreihe des Deutschen Ausschuss für Stahlbeton, 1993	
12	DIN 4102-4:1994-03	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile
13	DIN 4102-4/A1:2004-11	Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile; Änderung A1
14	DIN 4102-22:2004-11	Anwendungsnorm zu DIN 4102-4 auf der Bemessungsbasis von Teilsicherheitsbeiwerten ⁷
15	DIN EN 1992-1-2:2006-10	Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teile 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall; Deutsche Fassung EN 1992-1-2:2004
16	DIN 1045-4:2001-07	Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton - Teil 4: Ergänzende Regeln für die Herstellung und die Konformität von Fertigteilen
17	Die werkseigenen Vorgaben zur Qualitätssicherung für die Herstellung von vorgespannten Fertigteilen aus Stahlfaserbeton sind beim Deutschen Institut für Bautechnik hinterlegt.	
18	Der Prüfplan ist beim Deutschen Institut für Bautechnik und der für die Fremdüberwachung eingeschalteten Stelle hinterlegt.	

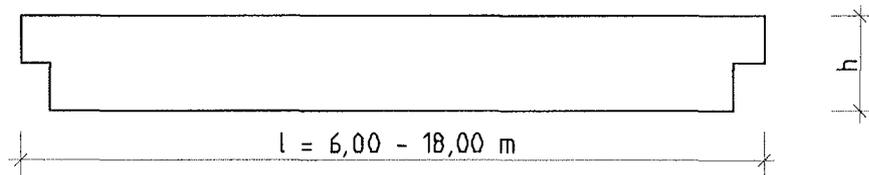
Vorgespannte Balken

Balkenquerschnitt konisch oder rechteckig

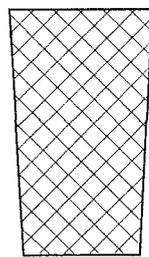
Ausführung: Direkte Auflagerung



Ausführung: Ausgeklinktes Auflager



$b_g = 21-46 \text{ cm}$



$h = 0,10 - 1,0 \text{ m}$

Stegdurchbrüche gemäß Anlage:
 $d_{DB} \leq 0,4 \times h$

Schlankheit l/h :
 $10 \leq l/h \leq 25$

$b_u = 19-40 \text{ cm}$



REKERS

Betonwerk GmbH & Co. KG
Portlandstraße 15
48480 Spelle

Vorgespannte Balken aus
Stahlfaserbeton

Ausführungsarten

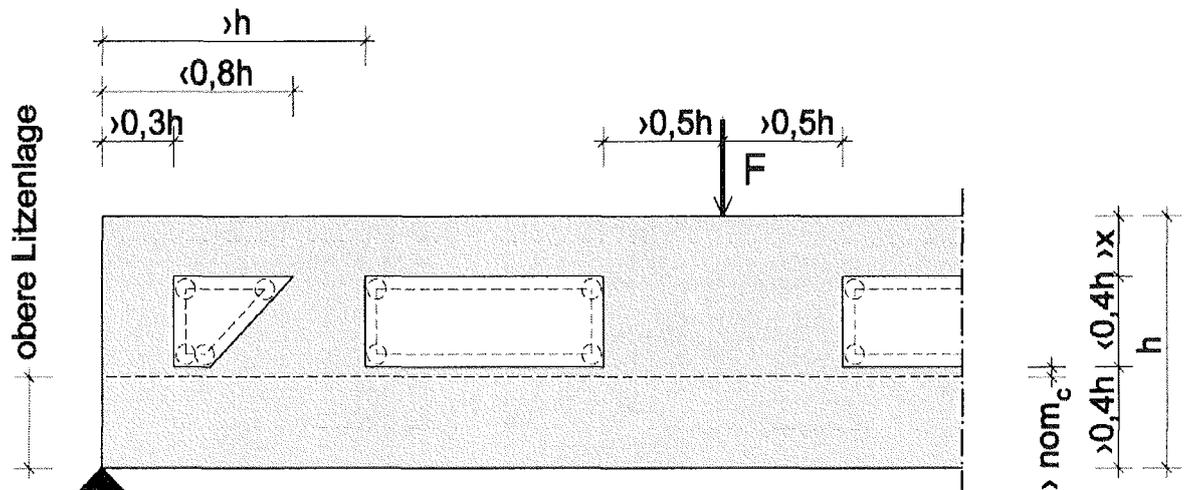
Anlage 1

zur allgemeinen
bauaufsichtlichen Zulassung

Z- 71.3-35

vom 24. November 2008

Aussparungen



- Trägerbereich mit Aussparungen
- Aussparungen nicht zulässig

F = Einzellast



Allgemein:

- Auch im Bereich der Aussparungen muss die Betondeckung der Spannlitzen eingehalten werden.
- Es sind nur runde Aussparungen innerhalb des oben dargestellten Bereichs zulässig.
- Lichter Aussparungsabstand $\geq \varnothing$ der Aussparung
- Einschnürung der Druckzone x im Grenzzustand der Tragfähigkeit nicht zulässig.
- Aussparungen können durch Schalungskörper oder nachträgliches Bohren hergestellt werden. Bohren ist jedoch nur bei Aussparungen ohne Bewehrungszulage zulässig.
- Lichter Abstand von Einzellasten zum Aussparungsrand $\geq 0,5 h$

REKERS

Betonwerk GmbH & Co. KG
Portlandstraße 15
48480 Spelle

Vorgespannte Balken aus
Stahlfaserbeton

Aussparungen

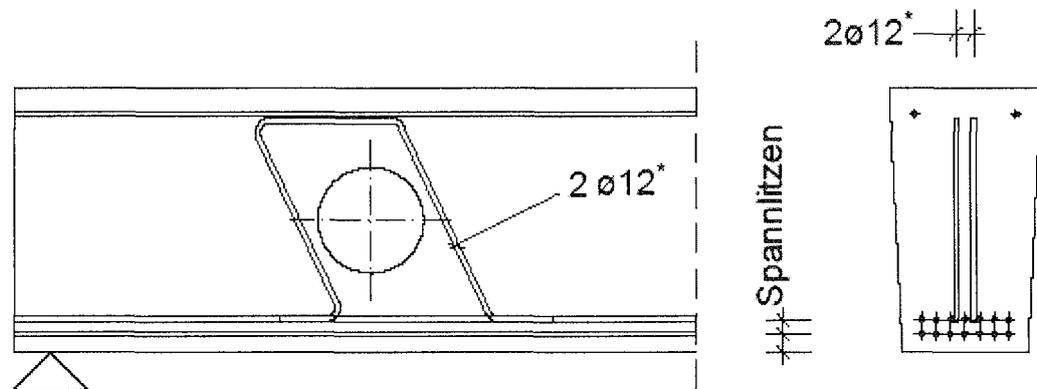
Anlage 2

zur allgemeinen
bauaufsichtlichen Zulassung

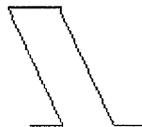
Z- 71.3-35

vom 24. November 2008

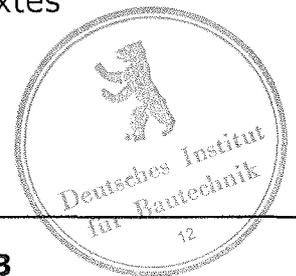
Bewehrungszulagen an Durchbrüchen



Biegeform:



* Stabdurchmesser gemäß Regelungen des Zulassungstextes



REKERS

Betonwerk GmbH & Co. KG
Portlandstraße 15
48480 Spelle

Vorgespannte Balken aus
Stahlfaserbeton

Bewehrungszulagen an
Durchbrüchen

Anlage 3

zur allgemeinen
bauaufsichtlichen Zulassung

Z- 71.3-35

vom 24. November 2008