

# Was ist neu in DIN 1045-1 und was sieht nur so aus

## Betrachtung am Beispiel des Programms S351 Durchlaufträger

Ab Januar des kommenden Jahres ist die neue DIN 1045-1 verbindlich. Sowohl das neue Sicherheitskonzept als auch geänderte Bemessungsverfahren und neue konstruktive Forderungen wirken zunächst vielleicht abschreckend. Gut auf die Neuerungen vorbereitet ist derjenige, der sich bereits in der Vergangenheit mit dem Sicherheitskonzept der DIN 18800 auseinandergesetzt oder sich mit den Grundlagen des EC 2 vertraut gemacht hat.

Das Sicherheitskonzept und die Nachweisverfahren der DIN 1045-1 sind in den vorangehenden Artikeln bereits eingehend behandelt worden und sollen hier nicht mehr näher betrachtet werden.

Der folgende Artikel ist dazu gedacht, einen Überblick über die wichtigsten Regelungen zur Ermittlung der Schnittgrößen sowie zur Auswahl der Bewehrung zu verschaffen.

### 1. Schnittgrößenermittlung

Eine Gegenüberstellung der Schnittgrößenermittlung und der Bewehrungsregeln nach alter DIN 1045 und neuer DIN 1045-1 zeigt, dass Schnittkraftverläufe auch in Zukunft nicht anders aussehen werden als bisher.

Die DIN 1045-1 formuliert Erfordernisse, aber auch Möglichkeiten, den Verlauf der Schnittgrößen für die Bemessung zu modifizieren. Ziel ist die Bestimmung des Querschnitts, der einerseits die Tragfähigkeits- und Gebrauchstauglichkeitsforderungen erfüllt, andererseits aber auch eine Konstruktion mit größtmöglicher Wirtschaftlichkeit erlaubt.

### 1.1 Idealisierungen und Vereinfachungen am statischen System

Basis der Schnittgrößenermittlung ist ein idealisiertes, aber wirklichkeitsnahes Rechenmodell. Die Regeln für die Modellierung des statischen Systems sind in DIN 1045-1, Abschnitt 7.3 ff. formuliert. Die effektiven Stützweiten von Ein- und Mehrfeldträgern ergeben sich danach in Abhängigkeit der Auflagerbedingungen, die in 7.3.1 (6) nahezu unverändert zur alten DIN 1045 definiert werden. Die bislang geforderte Einhaltung der um 5 % vergrößerten lichten Weite als Mindestfeldlänge ist in DIN 1045-1 nicht mehr explizit gefordert.

Für die Berechnung der mitwirkenden Plattenbreite von Plattenbalkenquerschnitten verweist die alte Norm auf Heft 240 DAfStb. In DIN 1045-1 wird das Berechnungsverfahren in Abschnitt 7.3.1 für annähernd gleichmäßige verteilte Einwirkungen direkt beschrieben.

Das vereinfachte Verfahren zur Ermittlung der Auflagerkräfte von statisch unbestimmten Systemen ist in DIN 1045-1, 7.3.2 (4) unverändert aus der alten Norm übernommen worden. Für die Arbeit mit elektroni-

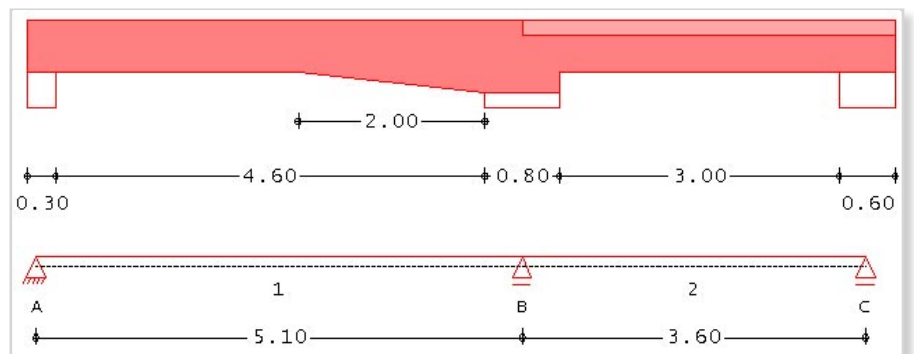
schen Rechenprogrammen sind diese Regelungen allerdings von untergeordneter Bedeutung.

### 1.2 Berechnung der maßgebenden Momentenlinie

Für die wirtschaftliche Bemessung statisch unbestimmter Systeme erlaubte die DIN 1045 eine Abminderung der Stützmomente über Innenstützen um bis zu 15 %. Voraussetzung war, dass die Gleichgewichtsbedingungen am System insgesamt eingehalten bleiben.

Die Umlagerung ist in der neuen DIN 1045-1 in Abschnitt 8.3 geregelt. Bei der Verwendung hochduktiler Stähle dürfen jetzt bis maximal 30 % der Stützmomente in die angrenzenden Felder umgelagert werden, wobei jedoch die in 8.3 (3) geforderte Einhaltung der relativen Druckzonenhöhe  $x_d/d$  neuerdings zu Restriktionen führen bzw. Druckbewehrung erforderlich machen kann. Bei hoher Querschnittsausnutzung kann es auch vorkommen, dass weniger als 15 % umgelagert werden oder keine Umlagerung zulässig ist.

Wie bereits in der alten DIN 1045 formuliert, erlaubt auch die DIN 1045-1 in 7.3.2 (2) eine Ausrundung der



Tatsächliches System und idealisiertes Tragwerk  
(Grafik aus S351 – Stahlbetondurchlaufträger nach DIN 1045-1)

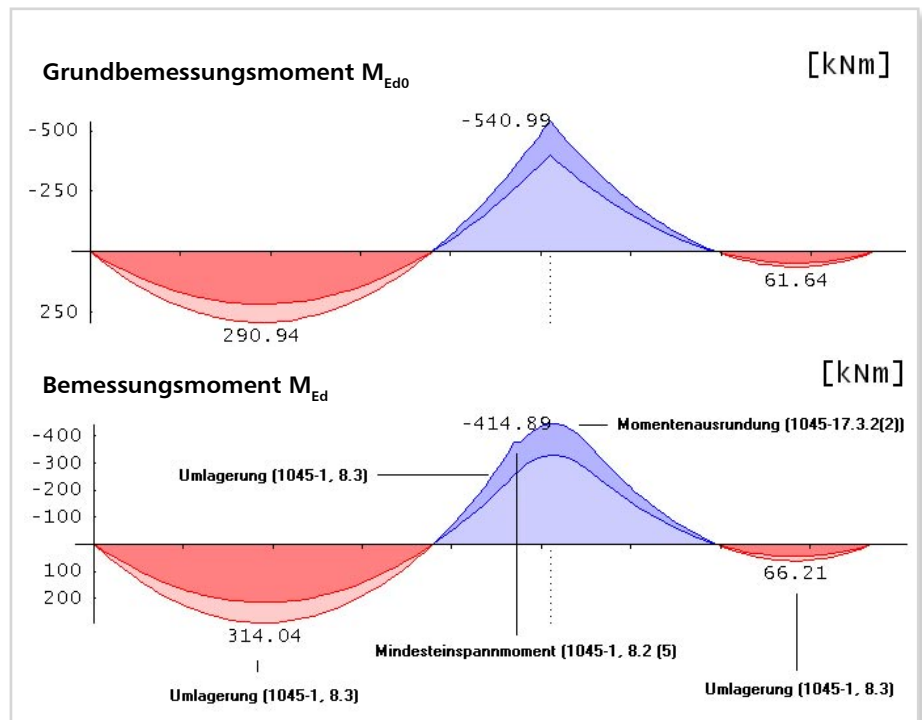
Momentenlinie über frei drehbaren Auflagern. Über monolithischen Zwischenauflagern dürfen die Bemessungsmomente nach 7.3.2 (3) weiterhin im Auflagerrand abgegriffen werden.

Analog zu den Mindeststützmomenten nach alter Norm wird in DIN 1045-1, 8.2 (5) über allen Zwischenauflagern die Einhaltung von Mindestmomenten verlangt. Diese belaufen sich auf 65 % des Moments im Auflagerrand bei Annahme voller Einspannung am Auflagerrand. Die Punkte 15.4.1.3 und 15.4.1.4 der DIN 1045 zur Begrenzung der Momentenlinie finden in DIN 1045-1 keine weitere Entsprechung mehr.

### 1.3 Berechnung der maßgebenden Querkraftlinie

Bei der Querkraftbemessung richtet sich die neue DIN nach dem Bemessungskonzept des EC2 und rückt damit komplett von dem Verfahren der alten DIN 1045 ab. Ein Umdenken erfordert bereits die Begriffsverwendung der neuen DIN 1045-1, die bei den Nachweisen künftig ausschließlich von „Querkraft“ anstelle von Schub spricht. Die Betrachtungen sollen sich im Weiteren nur auf die Festlegung der bemessungsmaßgebenden Querkraft konzentrieren. Zum Bemessungsverfahren selbst sei auf entsprechende Literatur verwiesen.

Um der Querkraftabtragung im realen System Rechnung zu tragen und eine wirtschaftlichere Bewehrung zu gewährleisten, darf die Bemessung gemäß DIN 1045-1, 10.3.2 (1), an direkten Auflagern und bei gleichmäßiger Belastung für die Querkraft im Abstand der Nutzhöhe  $d$  (früher  $h/2$ ) erfolgen. Der Unterschied zwischen direkten und indirekten Auflagern ist in 7.3.1 (7) definiert. Ist der Träger im Auflagerbereich nicht durch



Momentenverlauf aus der statischen Berechnung unter Gleichstreckenlast und modifizierte Momentenlinie für die Bemessung (Grafik aus S351 – Stahlbetondurchlaufträger nach DIN 1045-1)

geometrische Besonderheiten wie Querschnittssprünge, Vouten oder Stegdurchbrüche gestört, erlaubt DIN 1045-1 in Abschnitt 10.3.2 (2) analog zur alten DIN die Abminderung des Querkraftanteils aus Einzellasten im Bereich bis  $2,5 d$  vom Auflagerand (früher  $2 h$ ).

Für den Nachweis der Druckstreben­tragfähigkeit  $V_{Rd,max}$  des Betons muss – unabhängig von den erlaubten Abminderungen – stets die volle Querkraft angenommen werden. Der Statiker hat aus diesem Grund künftig immer zwei Querkraftverläufe,  $V_{Ed}(x)$  und  $V_{Ed,red}(x)$ , bei der Nachweisführung zu betrachten, vgl. DIN 1045-1, 10.3 (3).

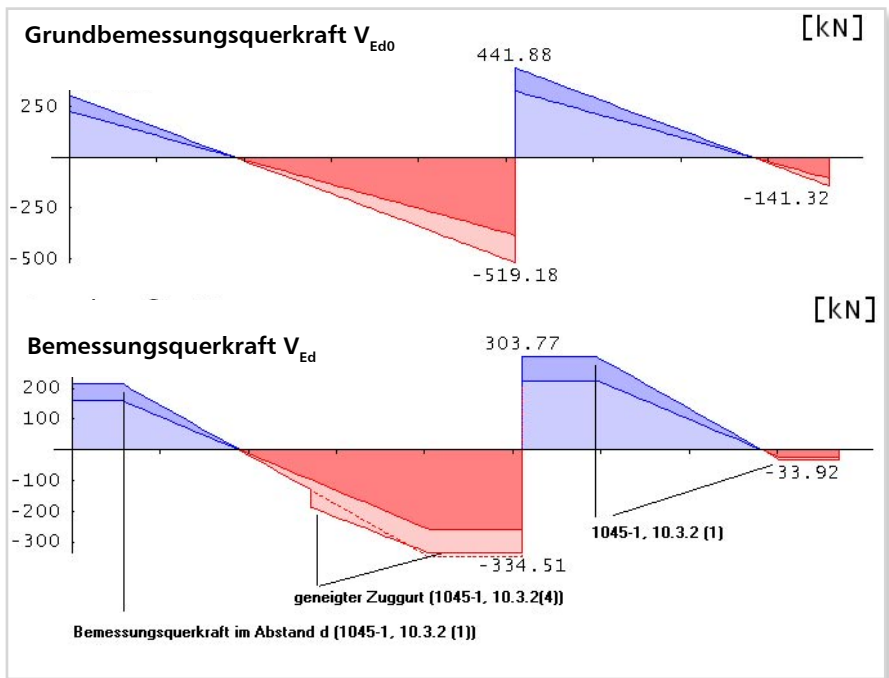
Veränderliche Querschnittshöhen (Vouten) vermindern oder erhöhen die Querkraft in Abhängigkeit von der vorhandenen Biegebeanspruchung und der Gurtneigung. Dieser Einfluss ist in der alten DIN bisher le-

diglich erwähnt worden. In Abschnitt 10.3.2 (4) liefert die DIN 1045-1 jetzt konkrete Vorgaben zur Berechnung der querkraftbeeinflussenden Anteile aus den geeigneten Druck- und Zuggurten.

## 2. Bewehrung

Die Schnittgrößenermittlung ist die wesentliche Vorarbeit für den Entwurf von Tragwerken bzw. Bauteilen. Entscheidend für die Kosten der Fertigung ist im Weiteren deren Ausführung. Von Interesse sind in aller Regel schlanke Bauteile mit optimal ausgenutzter und einfach zu verlegender Bewehrung.

Im Folgenden soll zunächst die Ermittlung der statisch erforderlichen Bewehrung betrachtet werden. Anschließend werden zusätzliche konstruktive Forderungen beleuchtet.



Querkraftverlauf aus der statischen Berechnung unter Gleichstreckenlast und modifizierte Querkraftlinie für die Bemessung (Grafik aus S351 – Stahlbetondurchlaufträger nach DIN 1045-1)

## 2.1 Statisch erforderliche Bewehrung

Sowohl DIN 1045 als auch DIN 1045-1 legen ein idealisiertes Fachwerkmodell für die Abtragung der Querkräfte zu den Auflagern zugrunde. Die Zugstreben werden dabei über die Querkraftbewehrung aufgenommen. In horizontaler Richtung werden die Kräfte im Druckgurt bzw. in der Längsbewehrung des Zuggurts aufgenommen. Der horizontale Druckstrebenanteil muss daher zusätzlich zu den aus Biegung entstehenden Zugkräften in der Bewehrung berücksichtigt werden. Dieser wird in beiden Normen durch Berücksichtigung des Versatzmaßes  $a_1$  (früher  $v$ ) Rechnung getragen. Die um  $a_1$  verschobene Zugkraftlinie gilt als Grundlage für die Ermittlung des endgültigen, statisch erforderlichen Bewehrungsquerschnitts.

Abschnitt 13.2.2 beschreibt  $a_1$  in Abhängigkeit des Druckstrebenneigungswinkels, der Neigung der Querkraftbewehrung sowie des inneren Hebelarms. Die Berücksichtigung des Zugkraftanteils in der Längsbewehrung infolge Querkraft kann nach DIN 1045-1, 10.3.4, alternativ auch direkt über die Querkraft erfolgen.

Die Ermittlung des Druckstrebenneigungswinkels  $\theta$  ist in DIN 1045-1, 10.3.4 (3) festgelegt.

Gemäß 13.2.2 (7) ist immer zu gewährleisten, dass die Druckstrebe im Endauflager in horizontaler Richtung von der Längsbewehrung aufgenommen werden kann.

Die Bemessungsvorschriften für die Bewehrung zur Aufnahme von Schubkräften zwischen Platte und Steg in Plattenbalken finden sich in DIN 1045-1 ab Abschnitt 10.3.5 wieder.

## 2.2 Konstruktive Bewehrung

Sowohl alte als auch neue DIN formulieren Regeln für die Anordnung und den Einbau der Bewehrung sowie konstruktive Forderungen zur Berücksichtigung von Einwirkungen, die infolge der Tragwerksidealisierung verloren gehen. DIN 1045-1 fasst die Bewehrungsregeln aus den Kapiteln 18, 20 und 21 der alten DIN in den Kapiteln 12 – „Allgemeine Bewehrungsregeln“ und 13 – „Konstruktionsregeln“ zusammen.

Die wichtigsten Forderungen sollen im Folgenden benannt werden.

### Längsbewehrung

- In DIN 1045-1, 13.1.1 (1) – (3) wird die Einhaltung einer Mindestbiegebewehrung zur Gewährleistung der Bauteilduktilität gefordert. Ähnliche Forderungen waren in der alten DIN bisher nicht formuliert.
- Der Höchstbewehrungsgrad ist nach 13.1.1 (4) für primär biegebeanspruchte Bauteile neuerdings auf 8 % anstelle von 9 % der Betonquerschnittsfläche limitiert.
- In 13.2.2 (6) bzw. 13.3.2 (1) wird in Zukunft sowohl für Balken als auch für Platten eine Verlängerung von 25 % bzw. 50 % der Feldbewehrung bis über die Auflager gefordert.
- Zur Deckung einer Biegebeanspruchung aus nicht berücksichtigten Endauflagereinspannungen fordert DIN 1045-1, 13.2.1 in Anlehnung an die alte Norm eine konstruktive Bewehrung, die 25 % des Feldmomentes im angrenzenden Feld (bisher 1/3 der Feldbewehrung) abdeckt und mindestens über ein Viertel der Feldlänge zu führen ist.
- Analog zu DIN 1045 fordert auch DIN 1045-1 in Abschnitt 13.3.2 (2)

die Anordnung von 20 % der Längsbewehrung in Querrichtung von einachsig gespannten Platten.

- Die vorgeschriebenen Stababstände sind in DIN 1045-1, 12.2 und 13.3.2(4) unverändert aus der alten DIN übernommen und um eine Berücksichtigung der Zuschlagskörnung ergänzt worden.

### Querkraftbewehrung

- Die Querkraftbewehrung wird in DIN 1045-1 in Abschnitt 13.2.3 geregelt. Für eine wirtschaftlichere Ausnutzung der Bewehrung erlaubte die DIN 1045 eine abgestufte Bewehrungsanordnung, die das Schubspannungsdiagramm einschneiden darf. In DIN 1045-1, 13.2.3 (9) ist diese Vorgehensweise übernommen worden.
- Die Mindestquerkraftbewehrung wird in DIN 1045-1 in den Abschnitten 13.2.3 (4) und (5) formuliert.
- Neben dem Mindestbewehrungsgrad können auch die Forderungen nach Einhaltung von Mindest- und Maximalbügelabständen das Bewehrungsbild nachhaltig beeinflussen. Für die Querkraftbewehrung sind die Bügelabstände künftig in Abschnitt 13.2.3 (6) für Balken und 13.3.3 (4) für Platten geregelt.

Momentenumlagerung an den Innenstützen [%]  
 U1

Druckstrebenneigung  
 Wahl

Steuergrößen für die Bemessung

<input checked="" type="checkbox"/> mit Bemessung	Bemessung
<input checked="" type="checkbox"/> Versatz	Zugkraftdeckungslinie
<input checked="" type="checkbox"/> mit	Momentenausrundung
<input checked="" type="checkbox"/> bem	Moment an monolith. Auflager
<input checked="" type="checkbox"/> mit	Mindestmom. am Innenaufleger
<input checked="" type="checkbox"/> mit	Einspannwirk. im Endauflager
<input checked="" type="checkbox"/> bem	direkte Querkrafteinleitung
<input checked="" type="checkbox"/> mit	Einzellastabminderung
<input checked="" type="checkbox"/> mit	Mindestlängsbewehrung
<input checked="" type="checkbox"/> ohne	Längsbewehrung verlängern
<input checked="" type="checkbox"/> mit	Mindestquerkraftbewehrung
	Feldbewehrung zum Auflager

25.0 %

Ausgabe der Rissbreitennachweise (DIN 1045-1, 11.2)  
 J/N

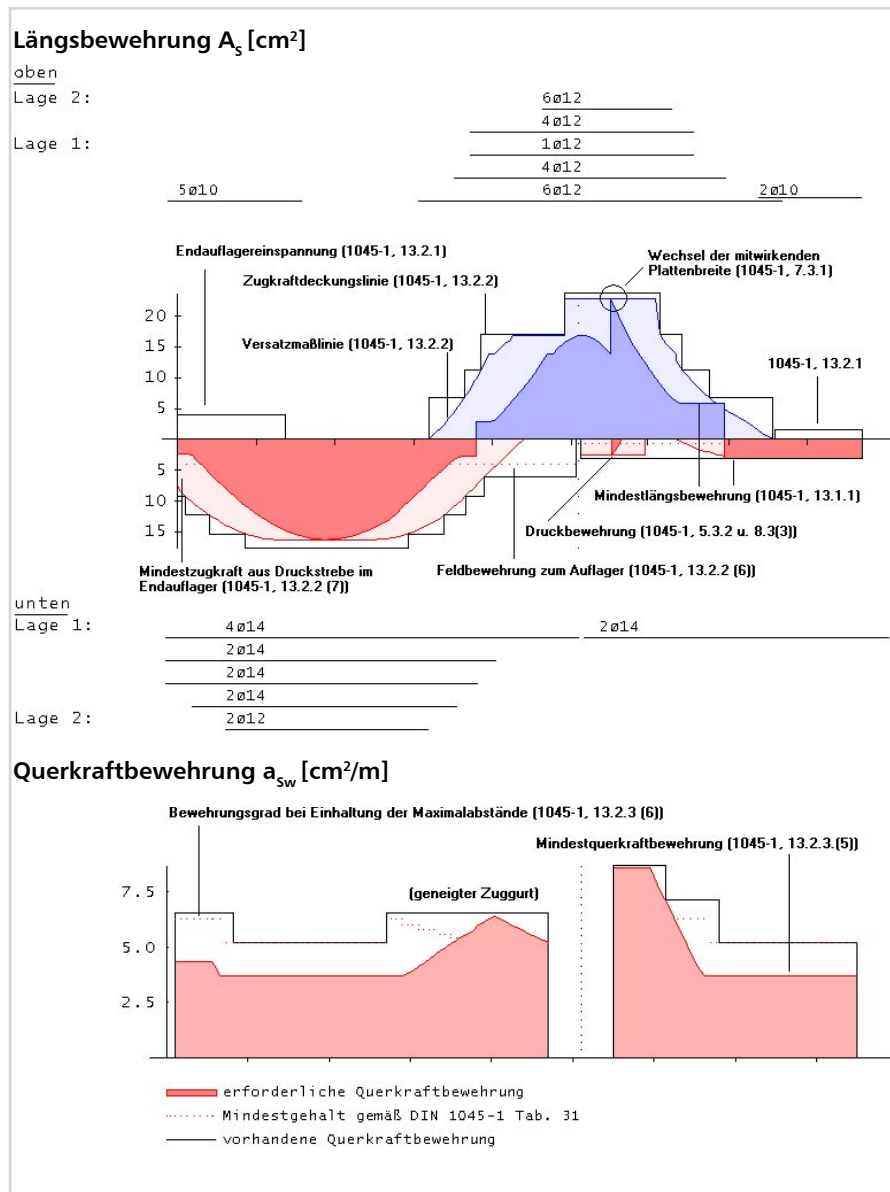
Steuerung der Bemessung in S351

### 3. Fazit

Auch in der neuen DIN 1045-1 wird die endgültige Bewehrungswahl nur zu einem Teil durch die tatsächlichen statischen Erfordernisse bestimmt. Viele konstruktive Forderungen verlangen häufig deutlich erhöhte Bewehrungsgrade. Eine gute Kenntnis der neuen DIN 1045-1 erlaubt im Gegenzug eine geschickte Ausnutzung der Freiheiten bei der Erstellung

der bemessungsmaßgebenden Schnittgrößenverläufe und eröffnet so Möglichkeiten zur Einsparung von Bewehrung.

Es fällt auf, dass dem Großteil der betrachteten Regelungen der neuen DIN 1045-1 ein entsprechender Absatz der alten DIN 1045 zugeordnet werden kann. Unterschiede ergeben sich in aller Regel weniger in den theoretischen Grundlagen als vielmehr in überarbeiteten Zahlenwerten.



Endgültige Längs- und Querkraftbewehrung (Grafik aus S351 – Stahlbetondurchlaufträger nach DIN 1045-1)

Eine nennenswerte Ausnahme stellt der neue Querkraftnachweis dar. Die konstruktiven Forderungen zum Umfang und der Anordnung sowohl der Längsbewehrung als auch der Querkraftbewehrung erinnern in den meisten Fällen aber wieder an die alte DIN 1045.

Die Grafiken verdeutlichen die Möglichkeiten zur Modifizierung der Schnittgrößenverläufe und den Einfluss der konstruktiven Forderungen auf die Bewehrungswahl anhand einer schematischen Beispielberechnung mit dem Durchlaufträgerprogramm S351 aus der mb-BauStatik.

*Dipl.-Ing. Sebastian Flach  
Entwicklung BauStatik  
mb AEC Software GmbH  
mb-news@mbaec.de*

### BauStatik-Module zur Bemessung von Durchlaufträgern in Stahlbeton

Leistungsbeschreibungen siehe vorstehender Artikel

Einzelpreis  
S351 Stahlbetondurchlaufträger  
DIN 1045-1 495,00 EUR

Im Paket  
**DIN Einsteigerpaket** 299,00 EUR

Bestehend aus:  
S351 Stahlbetondurchlaufträger  
DIN 1045-1

S403 Stahlbetonstütze nach  
Modellstützenverfahren  
DIN 1045-1

S537 Einzel- und Köcher-  
fundament DIN 1045-1

Alle Preise zzgl. MwSt. und Versand, Hardlock erforderlich soweit nicht vorhanden.

### Schnittgrößenermittlung

	DIN 1045 (alt)	DIN 1045-1 (neu)	S351
Grundlagen	15.1.2	7	✓
Idealisierungen und Vereinfachungen		7.3	✓
Stützweiten / Auflagerpunkte	15.2	7.3.1 (6)	✓
Indirekte Lager		7.3.1 (7)	✓
mitwirkende Plattenbreite	15.3 / Heft 240	7.3.1 (1) / (2)	✓
Umlagerung	15.1.2 (3)	8.3	✓
Momentenausrundung	15.4.1.2 (1)	7.3.2 (2)	✓
Moment am Auflagerrand	15.4.1.2 (3)	7.3.2 (3)	✓
Mindeststützmoment	15.4.1.2 (3)	8.2 (5)	✓
Bemessungsquerkraft	17.5.2	10.3.2 (1)	✓
Einzellastabminderung	17.5.2	10.3.2 (2)	✓
Querkraft über Vouten	17.5.2	10.3.2 (4)	✓
vereinfachte Auflagerkräfte	15.7	7.3.2 (4)	✓

### Statisch erforderliche Bewehrung

	DIN 1045 (alt)	DIN 1045-1 (neu)	S351
Versatzmaß	18.7.2, Tabelle 25	13.2.2 (3) / 10.3.4 (9)	✓
Zugkraftdeckung	18.7.2	13.2.2	✓
Druckstrebenneigungswinkel	17.5.4 (2)	10.3.4 (3)	✓
erf. As am Endauflager aus Querkraft		13.2.2 (7)	✓
Schub zwischen Balkensteg und Gurt	18.8.5	10.3.5	✓

### Konstruktive Bewehrung

	DIN 1045 (alt)	DIN 1045-1 (neu)	S351
Bewehrungsregeln (allgemein)	18	12 / 13	✓
Mindestlängsbewehrung / Duktilität		13.1.1 (1) – (3)	✓
Maximale Längsbewehrung	17.2.3	13.1.1 (4)	✓
Feldbewehrung über die Auflager	20.1.6.2 (1)	13.2.2 (6) / 13.3.2 (1)	✓
Stababstände	18.2 / 20.1.6.2 (3)	12.2 / 13.3.2 (4)	✓
Einspannung am Endauflager	20.1.6.2 (2)	13.2.1	✓
Querbewehrung in Platten	20.1.6.3 (1) – (3)	13.3.2 (2)	✓
Querkraftbewehrung	17.5 / 18.8	13.2.3	✓
Mindestquerkraftbewehrung	18.8.2.2	13.2.3 (5)	✓
Querkraftbewehrungsgrad		13.2.3 (4)	✓
Querkraftdeckungslinie	18.8.1 (3)	13.2.3 (9)	✓
Maximale Bügelabstände	18.8.1 (6)	13.2.3 (6) / 13.3.3 (4)	✓