

Mitglied der



**Ausgabe 2/2000
Dezember 2000**

- **Bemessungsregeln zur Beurteilung des Ermüdungsverhaltens von Krankonstruktionen - Klassifizierung von kranbauspezifischen Kerbdetails**
- **Bestimmung der maßgebenden statischen und dynamischen Windlastverteilung an Hallentragwerken aus Stahl unter Ausnutzung des plastischen Tragverhaltens**
- **Christus-Pavillon – EXPO 2000
Nachhaltige Architektur in Stahl und Glas - (Dokumentation)**
- **Entwicklung von Verfahren zur Ermittlung von Risswiderstandskurven verschiedener Probengeometrien aus der Kerbschlagarbeit**
- **Interaktionsgleichungen für das Biegeknicken bei Druck und zweiachsiger Biegung**
- **Längsschubbeanspruchung bei Verbundträgern mit liegenden Kopfbolzendübeln im Hochbau**

Anlagen

- **Optimierte Plattenbalkenbrücken in Verbundbauweise im mittleren Spannweitenbereich**
- **Zustandsbewertung von metallischen Tragwerkskomponenten**

Aus der Arbeit der Studiengesellschaft Stahlanwendung e.V., Düsseldorf

Bemessungsregeln zur Beurteilung des Ermüdungsverhaltens von Krankonstruktionen - Klassifizierung von kranbauspezifischen Kerbdetails

Ziel des Forschungsvorhabens war es, normative Lücken bezüglich der Ermüdungsnachweise von Krankonstruktionen zu identifizieren und zu schließen. Daher wurden in engem Kontakt mit der Industrie eine Auswahl derjenigen kranbauspezifischen Konstruktionsdetails untersucht, die in der Praxis häufig vorkommen, jedoch noch nicht in den Kerbdetailkatalogen der verschiedenen Normen enthalten sind. Darüber hinaus

wurde der Einfluss des Einsatzes hochfester Stähle auf bestimmte Kerbdetails näher untersucht.

Ausgehend von den durchgeführten Untersuchungen konnten für die Kerbdetails „Winkelanschlüsse“, „aus L-Profilen geschweißte Kastenprofile“ sowie für „Augenstäbe mit Rundprofilen“ konkrete Vorschläge für die Einordnung in die Kerbklassen nach EUROCODE 3

gemacht werden. Für die Kerbdetails „Schwalbenschwanzlasche“, „Aufgesteckte Rechtecklasche“ und für „Augenstäbe mit Rechteckprofilen“ konnten ebenfalls grobe Einordnungen vorgenommen werden, die noch durch weitere Versuche zu verifizieren sind.

Der Einsatz hochfester Stähle bei dem Kerbdetail „Bolzenschweißungen“ ändert aufgrund der Kerbschärfe nicht die Einordnung in die vorhandenen Kerbfalltabellen, die für normalfeste Stähle entwickelt wurden. Bei „Heftschweißungen an hochfesten Feinkornbaustählen“ liegen die wenigen Ergebnisse der Pilotversuche weit über der höchsten Kerbklasse nach EUROCODE 3. Für das Detail „auf hochfesten Feinkornbaustählen aufgeschweißte Lamellen“ zeigt sich ebenfalls, dass der Grundwerkstoff einen deutlichen positiven Einfluss sowohl auf die Ermüdungsfestigkeit als auch auf die Wöhlerlinienneigung hat. In diesem Bereich der generellen Übertragung der Regeln für Ermüdungsnachweise für normalfeste Stähle auf hochfeste Stähle besteht noch erheblicher Forschungsbedarf.

Mit diesem Projekt wird ein Beitrag geliefert, die vorhandenen Kerbfalltabellen in den gültigen Normen um einige kranzspezifische Kerbdetails zu erweitern. Zu weiteren Details wurden Pilotuntersuchungen mit positivem Ergebnis durchgeführt, die die Notwendigkeit weiterer Aktivitäten auf diesem Gebiet bekräftigen. Weiterhin hat sich gezeigt, dass bestimmte Kerbdetails durch den Einsatz hochfester Werkstoffe bezüglich der Ermüdungsfestigkeit höher eingestuft werden können.

Das Forschungsprojekt wurde an der Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine der Universität Karlsruhe und am Lehrstuhl für Stahlbau der RWTH Aachen durchgeführt. Eine finanzielle Förderung erfolgte durch die Stiftung Stahlanwendungsforschung, Essen.

Der Forschungsbericht umfasst 354 Seiten und enthält 336 Abbildungen/Tabellen. Schutzgebühr 70,-- DM inkl. MwSt zzgl. Versandkosten, ISBN 3-934238-15-7. Der Bericht kann bezogen werden bei: Verlag und Vertriebsgesellschaft mbH, Postfach 105127, 40042 Düsseldorf, Fax-Nr.: 0211/6707129.

Bestimmung der maßgebenden statischen und dynamischen Windlastverteilung an Hallentragwerken aus Stahl unter Ausnutzung des plastischen Tragverhaltens

Bei der Bemessung von Tragwerken im Bauwesen geht man von der Grenzbelastung unter max. möglichen Beanspruchungen aus. Hinsichtlich der einzusetzenden Einwirkungen, z.B. durch Wetterereignisse, wird mit bestimmten Normgrößen gerechnet. Die hierbei anzusetzende maßgebende Windbelastung bezieht sich z.Zt. noch auf elastisches Tragverhalten. Moderne Vorschriften erlauben jedoch die Bemessung am plastizierten System, was eine

Umlagerung der inneren Kräfte gegenüber der elastischen Berechnung zur Folge hat. Für die plastische Bemessung ist aus den aktuellen Normen keine bemessungsrelevante Windbelastung zu entnehmen. Hier setzt das Forschungsziel des Vorhabens an: Durch Untersuchungen insbesondere des Zusammenwirkens zwischen dem Zeitverlauf der Windeinwirkungen und den elastisch-plastischen Bauwerksreaktionen von Hallenbauten üblicher Abmes-

sungen waren wirklichkeitsgetreue Versagensgrenzen zu ermitteln, um die Genauigkeit der Bemessung zu verbessern.

In einem Windkanal wurden an Modellen von Hallenbauwerken die Zeitverläufe der Winddruckverteilungen, luv-, lee- und dachseitig ermittelt. Hieraus wurden in Zeitschrittberechnungen die statischen und dynamischen Reaktionen eines Hallenrahmens bis zum Versagen bestimmt. Als Versagenskriterien wurden übermäßige seitliche Verformungen oder Werkstoffermüdung durch wiederholte plastische Verformungen angesetzt.

Die Ergebnisse zeigen, dass die bisherigen Bemessungen auf der sicheren Seite liegen, wenn man nur mit den Windlastannahmen (vgl. EUROCODE 1, Teil 2.4) rechnet. Die Beanspruchungsumlagerungen in den Stahltragwerken bilden eine Traglastreserve von bis zu 9 %. Geht man allerdings von den Kombinationsfaktoren für Wind plus Schnee aus, dann ist die Traglastreserve durch Verringerung der Lastannahmen noch höher, und damit eine Normenänderung (EUROCODE 1 - Teil 2.3 Schnee / 2.4 Wind) angezeigt. Es wurde außerdem nachgewiesen, dass keine Erhöhung der Sicherheitsfaktoren wegen angeblich zu geringer Reserven in leichten Stahlbauten erforderlich ist.

Christus-Pavillon – EXPO 2000 Nachhaltige Architektur in Stahl und Glas - (Dokumentation)

Die EXPO 2000 mit Motto „Mensch – Natur – Technik“ stellt auch einen Beitrag dar, zwischen der Welt der Naturwissenschaften und der Geisteswissenschaften zu vermitteln. Die explosionsartige Vermehrung des Wissens in den letzten Jahrzehnten hat dazu geführt, daß es heute schwerer wird, sein eigenes Fachgebiet zu überschauen. Zu

Ein Vergleich dieser Ergebnisse mit einer Auswertung von Daten des Deutschen Wetterdienstes über die Wahrscheinlichkeit des Zusammenwirkens von Schnee und Wind für einige wenige Standorte und Beispiele ergab, dass stets mit zu hohen Kombinationsbeiwerten gerechnet worden war. Derzeit laufende, weiterführende Untersuchungen sollen die Allgemeingültigkeit dieser Feststellungen beantworten. Eine Anpassung der Berechnung an die realen Einwirkungen der Lastkombinationen wird zu wirtschaftlicheren Tragwerkskonstruktionen führen.

Das Forschungsprojekt wurde am Lehrstuhl für Stahlbau, Windingenieurtechnik, der RWTH Aachen durchgeführt. Eine finanzielle Förderung erfolgte durch die Stiftung Stahlanwendungsforschung, Essen.

Der Forschungsbericht umfasst 318 Seiten und enthält 246 Abbildungen/Tabellen. Schutzgebühr: DM 70,-- inkl. MwSt zzgl. Versandkosten, ISBN-934238-02-5. Der Bericht kann bezogen werden bei: Verlag und Vertriebsgesellschaft mbH, Postfach 105127, 40042 Düsseldorf, Fax-Nr.: 0211/6707129.

nehmende Spezialisierung ist die Folge. Jeder überblickt nur noch seinen engen Bereich. Die Kluft zwischen den einzelnen Fachgebieten wächst; die Verwendung spezieller Fachsprachen erschwert die Verständigung untereinander.

Ganz besonders gelten diese Kommunikationsprobleme zwischen Geistes- und Naturwissenschaftlern. Da stehen auf der einen Seite die Schöngelister, wortbegabt und diskussionserprobt, und auf der anderen Seite die Techniker, die Macher, effizient und praxisbezogen. Eine gemeinsame Sprache gibt es nicht.

Die Verantwortlichen für die Stahl-Kirche – den Christus-Pavillon – haben erfolgreich den Dialog zwischen den einzelnen Disziplinen begonnen. Sie haben die Technik in ihren Dienst gestellt, wobei in diesem Gebäude, wie diese Dokumentation zeigt, viele technische Innovationen zusammenkommen. Die Wahl der Werkstoffe Stahl und Glas, wodurch die Nachnutzung erst möglich wird, entspricht dem Motto der EXPO und damit dem Gebot der Nachhaltigkeit in besonderer Weise. So ist der Christus-Pavillon vielleicht der Anfang für ein neues Verständnis zwischen Kirche und Technik, zwischen Geistes- und Naturwissenschaft.

Wie beim Christus-Pavillon hat auch an dieser Dokumentation ein Team erfolgreich zusammengearbeitet: Dipl.-Ing. Roland Krippner, Architekt am Lehrstuhl für Gebäudetechnologie an der TU München, hat den Teil über die Architektur geschrieben und den technischen Teil redaktionell überarbeitet. Prof. Dr.-Ing. Gerhard Sedlacek und Dipl.-Ing. Wilfried Laufs vom Lehrstuhl für Stahlbau an der RWTH Aachen erläutern die strömungstechnischen Untersuchungen, wodurch im Windkanal die endgültige Form des Kreuzes vom Christus-Pavillon, festgelegt wurde. Dipl.-Ing. Dieter Schwarzkopf und Dr.-Ing. Michael Hortmanns waren in diese Untersuchungen einbezogen. Dr.-Ing. Ralf Gru-

be von der Stahlbaufirma Rüter in Dortmund erklärt den Sigma-Knoten sowie das Schweiß- und Beschichtungsverfahren. Schließlich hat Dipl.-Ing. Otto Kentzler, Dortmund, den Beitrag über das Dach aus Edelstahl verfasst.

Die Dokumentation umfasst 36 Seiten und enthält 38 Abbildungen/Tabellen. Sie kann kostenfrei angefordert werden.

Mit diesem Projekt wird ein Beitrag geliefert, die vorhandenen Kerbfalltabellen in den gültigen Normen um einige kranzspezifische Kerbdetails zu erweitern. Zu weiteren Details wurden Pilotuntersuchungen mit positivem Ergebnis durchgeführt, die die Notwendigkeit weiterer Aktivitäten auf diesem Gebiet bekräftigen. Weiterhin hat sich gezeigt, dass bestimmte Kerbdetails durch den Einsatz hochfester Werkstoffe bezüglich der Ermüdungsfestigkeit höher eingestuft werden können.

Das Forschungsprojekt wurde an der Versuchsanstalt für Stahl, Holz und Steine der Universität Karlsruhe und am Lehrstuhl für Stahlbau der RWTH Aachen durchgeführt. Eine finanzielle Förderung erfolgte durch die Stiftung Stahlanwendungsforschung, Essen.

Der Forschungsbericht umfasst 354 Seiten und enthält 336 Abbildungen/Tabellen. Schutzgebühr: DM 70,- inkl. MwSt zzgl. Versandkosten, ISBN 3-934238-15-7. Der Bericht kann bezogen werden bei: Verlag und Vertriebsgesellschaft mbH, Postfach 105127, 40042 Düsseldorf, Fax-Nr.: 0211/6707129.

Aus der Arbeit der Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung BAM

Entwicklung von Verfahren zur Ermittlung von Risswiderstandskurven verschiedener Probengeometrien aus der Kerbschlagarbeit

Das Ziel der vorliegenden Untersuchung besteht in der Ermittlung von Risswiderstandskurven aus der Kerbschlagarbeitshochlage für drei unterschiedliche Stähle im Bereich von Raumtemperatur bis 300°C. Dazu werden Bruchmechanikproben unterschiedlicher Geometrien experimentell bei quasistatischer und dynamischer Belastung untersucht sowie mittels FE-Methode und schädigungsmechanischen Stoffgesetzen numerisch analysiert. Die Unabhängigkeit der eingeführten Materialparameter von der Belastungsgeschwindigkeit erlaubt deren Übertragung zwischen dynamisch und statisch belasteten Bruchmechanikproben, wodurch Risswiderstandskurven durch die Kenntnis der Kerbschlagarbeitshochlage ermittelbar sind.

Das Forschungsprojekt BAM-228 wurde von den Herren D. Aurich und D. Klingbeil bearbeitet. Der Band enthält 152 Seiten, 188 Abbildungen, 15 Tabellen und ist unter der ISBN-Nr. 3-89701-188-3 zum Preis von DM 35,00 bei dem Wirtschaftsverlag NW, in Bremerhaven, Tel.: 0471/94544-61, zu beziehen.

Aus der Arbeit des Deutschen Instituts für Bautechnik DIBt, Berlin

Interaktionsgleichungen für das Biegeknicken bei Druck und zweiachsiger Biegung

Für stabilitätsgefährdete Bauteile und Bauwerke ist generell eine Berechnung nach Elastizitätstheorie II. Ordnung möglich. Bei der praktischen Anwendung dominiert aber in Deutschland und auch international immer noch die Verwendung von Interaktionsgleichungen. Bei Diskussionen in internationalen Gremien im Zuge der anstehenden Überführung der Vornorm des Eurocode 3 (ENV) in die endgültige Norm EN wurden Zweifel laut, ob die im Eurocode 3 Abschn. 5.5.4, vorhandenen Interaktionsgleichungen für den Fall von Druck und Biegung hinreichend sicher sind.

Es wurden Parameterstudien durchgeführt, die aus Traglastberechnungen bestehen. Diese Traglastberechnungen wurden unter Berücksichtigung des

elastisch-plastischen Werkstoffverhaltens, von Eigenspannungen, von geometrischen Imperfektionen und der Ausbreitung plastischer Zonen in Stablängsrichtung durchgeführt. Dabei wurde auch auf bereits vorliegende Rechenergebnisse anderer Forscher zurückgegriffen, so dass insgesamt ca. 2500 Traglastergebnisse zur Verfügung standen. Zusätzlich wurden die für das Biegeknicken vorliegenden Großversuche ausgewertet.

Die theoretischen Ergebnisse und die Versuche wurden mit verschiedenen Nachweismöglichkeiten verglichen und in Gruppen statistisch ausgewertet. Dabei wurden die bestehenden Interaktionsgleichungen verwendet und es wurden eine größere Anzahl modifizierter

oder neuer Nachweisgleichungen betrachtet. Die aktuellen Diskussionen in der EKS (ECCS), TC8: „Stabilität“ und in CEN/TC250/SC3 wurden dabei berücksichtigt.

Die wesentlichen Ergebnisse bestehen einmal darin, dass die vorhandenen Interaktionsgleichungen des Eurocode 3 hinreichendes Sicherheitsniveau aufweisen, z.T. aber etwas unwirtschaftlich sind. Zum anderen erwies sich ein gemeinsam mit Prof. Greiner/Graz erarbeitetes Nachweisformat sowohl als sicher als auch als wirtschaftlich. Es wurde dem project team von CEN/TC250/SC3 zur Einarbeitung empfohlen.

Längsschubbeanspruchung bei Verbundträgern mit liegenden Kopfbolzendübeln im Hochbau

Ausgangspunkt:

Werden bei Verbundträgern die Kopfbolzendübel in der Betonplatte liegend angeordnet, dann wirkt bei einer Längsschubbeanspruchung der Verbundfuge Spaltzug in Plattendickenrichtung. Durch den Spaltzug entstehen Risse im Stahlbeton. Im Gegensatz zum stehenden Kopfbolzendübel wird die Rissbildung nicht behindert, da die Ausdehnung der Platte in Dickenrichtung sehr begrenzt und eine Netzbewehrung in Dickenrichtung nicht vorhanden ist. Neben den Kopfbolzenabmessungen haben die Dicke der Platte bzw. der Randabstand des Dübels entscheidenden Einfluss auf die Tragfähigkeit der Verbindung. Auch der Achsabstand der Dübel untereinander wirkt sich auf die Tragfähigkeit aus. Zusätzlich beeinflussen Größe und Lage der Bewehrungsstäbe die Tragfähigkeit.

Untersuchung:

Zur Untersuchung des Einflusses der verschiedenen Konstruktionsparameter auf die Tragfähigkeit mittig in Betonplatten eingebauter liegender Kopfbolzendübel wurden Versuche und Finite Elemente Untersuchungen durchgeführt.

Dieses Forschungsvorhaben wurde von Prof. Lindner, TU Berlin, Institut für Baukonstruktionen und Festigkeit, Fachgebiet Stahlbau, im Auftrag und mit finanzieller Förderung durch die Länder der Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch das Deutsche Institut für Bautechnik DIBt, Berlin, durchgeführt. Der Bericht wurde im Juni 1999 abgeschlossen, enthält 90 Seiten und ist inkl. MwSt zum Preis von DM 52,50 beim Fraunhofer IRB Verlag, Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart, zu beziehen.

Es wurde eine Gleichung zur Bestimmung der Tragfähigkeit mittig in Betonplatten eingebauter liegender Kopfbolzendübel unter Längsschubbeanspruchung in Abhängigkeit verschiedener Parameter entwickelt. Darauf aufbauend, wurde eine Gleichung zur Ermittlung des Bemessungswiderstandes nach Eurocode 4 vorgeschlagen.

Forschungsergebnis:

Die Duktilität mittig in Betonplatten eingebauter liegender Kopfbolzendübel überschreitet die Anforderungen nach Eurocode 4 bei weitem.

Dieses Forschungsvorhaben wurde von Prof. Kuhlmann, Univ. Stuttgart, Institut für Konstruktion und Entwurf I, im Auftrag und mit finanzieller Förderung durch die Länder der Bundesrepublik Deutschland, vertreten durch das Deutsche Institut für Bautechnik DIBt, Berlin, durchgeführt. Der Bericht wurde im November 1999 abgeschlossen, enthält 170 Seiten und ist inkl. MwSt zum Preis von DM 88,50 beim Fraunhofer IRB Verlag, Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart, zu beziehen. Der Bericht ist auch als Kurzbericht in englischer Sprache zu beziehen.

Anlagen

Anlage 1

„Optimierte Plattenbalkenbrücken in Verbundbauweise im mittleren Spannweitenbereich“, Aufsatz von Dr.-Ing. Joachim Kretz und Dipl.-Ing. Mirko Muermans: Stand: 4/2000. Der Aufsatz ist im: Stahlbau 69 (2000), Heft 7, Seite 514-522, erschienen.

Anlage 2

Veröffentlichung des Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung

Forscher: MFPA, Leipzig

Forschungsarbeit: „Zustandsbewertung von metallischen Tragwerkskomponenten“

Forschungsbericht Nr.: 2380

Der ungekürzte Abschlußbericht wurde im Mai 2000 erstellt, umfasst 95 Seiten mit 81 Seiten Anhang und kann beim Fraunhofer-Informationszentrum RAUM und BAU, Nobelstr. 12, 70569 Stuttgart, Tel.: 0711/9702500 – Fax: 0711/9702508, gegen Erstattung der Kosten bezogen werden. – Anlage Kurzfassung

Stahltrapezprofile

Berechnung und Konstruktion nach DIN 18800 und DIN 18807

Maaß, Hünensen, Fritzsche

2. Auflage 2000

260 Seiten, kartoniert

DM 98,-

Inhalt:

Beschreibung der Anwendungsvoraussetzungen u. der Einsatzmöglichkeiten, Bauphysikalische Grundlagen u. Sicherheitsmaßnahmen, Bemessungsgrundlagen, Tragverhalten und Bemessung, Nachweisführungen u. Rechenbeispiele, Verbindungen u. Verbindungselemente, Konstruktive Gestaltung von Gebäudehüllen und Decken unter Verwendung von Stahlblechprofiltafeln, Hinweise für die Bauausführung, Sonderkonstruktionen, Anhang

Dieses Buch ermöglicht dem Praktiker eine schnelle und wirtschaftliche Bemessung der Stahltrapezprofile.

Das neue Bemessungskonzept nach Grenzzuständen und die Anpassungsrichtlinie Stahlbau 5/96 des DIBt sind für die Praxis aufbereitet. Die erforderlichen Nachweisführungen für Querbelastrung, kombinierte Belastung, Schubfeld und für Befestigungsmittel werden in Nachweisschemata dargestellt. Mit Hilfe des jeweiligen Nachweisschemas und durch Rechenbeispiele wird die normgerechte Abarbeitung erleichtert.

Auf die bauphysikalischen Besonderheiten, die Einzelheiten zur Konstruktion für Stahltrapezprofile als Dach und Wand und auf die Bauausführung wird eingegangen. Zur Erleichterung der Wahl werden schließlich die Hersteller und Lieferanten von Stahltrapezprofilen, Kassettenprofilen und Sandwichtafeln mit ihrem Fertigungs- und Lieferprogramm angegeben.

Stahlbau Verlags- und Service GmbH, Sohnstr. 65, D – 40237 Düsseldorf, Tel.: (0211) 6 70 78 - 01

Faxbestellung: (02 11) 6 70 78 - 21

Ich/Wir bestelle(n)

Exemplare

Stahltrapezprofile

98,- DM

Berechnung und Konstruktion nach DIN 18800 und DIN 18807

inkl. Mehrwertsteuer, zzgl. Versandkosten

.....
Datum

.....
Unterschrift

.....
Firmenstempel

Typisierte Anschlüsse im Stahlhochbau

DSTV-Ringbuch in zwei Bänden von Prof. Dr.-Ing. G. Sedlacek, Dr.-Ing. K. Weynand, RWTH Aachen

Herausgeber: Deutscher Stahlbau-Verband, Stahlbau Verlags- und Service GmbH, Düsseldorf

Ca. 400 Seiten, zahlr. Tab. u. Abb.

Erscheinungstermin: Ende Dezember 2000

Bis 31.12.2000 Subskriptionspreis **448,- DM**

Nach Erscheinen **498,- DM**

Band 1:

Gelenkige

I-Trägeranschlüsse

Winkelanschlüsse (IW), Stirnplattenanschlüsse (IS), Oberkantenbündige Winkelanschlüsse mit gestreckten Winkeln (IG), Erläuterungen und Formelsammlung, S 235/S 355 - 4.6/10.9 Beanspruchbarkeitstabellen, Ausklinkungen (IK) S 235/S 355 - Beanspruchbarkeitstabellen

Krafteinleitungen

Rippenlose Trägeranschlüsse (IR), Erläuterungen und Formelsammlung, S 235/S 355 - Beanspruchbarkeitstabellen

Band 2:

Momententragfähige

I-Trägeranschlüsse

Stirnplattenanschlüsse (IH), S 235/S 355 - 8.8, 10.9 Beanspruchbarkeitstabellen

Pfetten

Gelenkige Pfettenstöße (PQ), Momententragfähige Pfettenstöße (PM), Erläuterungen und Formelsammlung, Beanspruchbarkeitstabellen, Pfettenschuhe (PS), Zugstangen (PZ)

Folgende Ergänzungslieferungen sind für Band 2 geplant:

- 1) Momententragfähige I-Trägeranschlüsse mit vier Schrauben je Reihe
- 2) Stützen, Gelenkige Stützenfüße, Momententragfähige Stützenfüße (Erläuterungen und Formelsammlung, Beanspruchbarkeitstabellen)

Stahlbau Verlags- und Service GmbH, Sohnstr. 65, D - 40237 Düsseldorf, Tel.: (0211) 6 70 78 - 01

Faxbestellung: (0211) 6 70 78 - 21

Ich/Wir bestelle(n)

Exemplare

Typisierte Anschlüsse im Stahlhochbau

Band 1 und Band 2

zzgl. Versandkosten, inkl. Mehrwertsteuer

.....
Datum

.....
Unterschrift

.....
Firmenstempel

Kurzfassung

Ein großer Teil der bestehenden Wohn- und Geschäftsgebäude hat ein Alter von mehreren Jahrzehnten, teilweise sogar von Jahrhunderten. Zukünftig stehen deshalb in großem Umfang Rekonstruktionsaufgaben an Bauwerken aus unterschiedlichen Errichtungszeiträumen an. Für den Planer besteht die verantwortungsvolle Aufgabe, sich unter Berücksichtigung des damaligen Standes der Technik behutsam dem Bauwerk in seiner Komplexität zu nähern. Die Voraussetzung dafür ist eine umfassende Bestandsaufnahme. In ihrem Ergebnis erhält der Tragwerksplaner Daten, deren Übertragbarkeit auf das gesamte Bauwerk er einschätzen und abgrenzen muss. Hieraus ergeben sich wiederum Fragen hinsichtlich der Einordnung der Qualität der alten Werkstoffe bei der Wahl charakteristischer Festigkeitskennwerte für das einzelne Bauteil. Die vorliegende Arbeit hat sich zum Ziel gesetzt, dem Planer Hilfsmittel für seine Tätigkeit bei der Rekonstruktion von Altbauten zu geben. Damit soll ein Beitrag zu einer direkten Baukostenreduzierung geleistet werden.

Zielstellung

Ausgehend von einer Recherche des Standes der Technik zur Herstellungs- bzw. Errichtungszeit und von Ergebnissen aus Untersuchungen verschiedener alter Bauwerke ist die Verteilung der Materialeigenschaften der zur damaligen Zeit eingesetzten Werkstoffe, den Puddel- und Flusstählen, am Beispiel von Doppel-T-Normalprofilen für einen konkreten Zeitraum darzustellen. Es sind Aspekte der Probenahme für die Einschätzung möglicher Einflüsse des Entnahmeortes, der Probenanordnung sowie der Form und Größe der Proben zu berücksichtigen.

In einem weiteren Schwerpunkt werden statistische Kennwerte für die Bewertung der bei einer Bauwerksprüfung gewonnenen Daten zur Verfügung gestellt. Hierzu wird an einem konkreten Objekt eine komplette Bestandsaufnahme des Stahltragwerkes durchgeführt.

Die Möglichkeit der Differenzierung der Grundgesamtheit alter Flusstähle ist durch eine von Bauteilgröße und Hersteller abhängige Auswertung zu überprüfen. In der vorliegenden Arbeit wird der Versuch einer exemplarischen Darstellung der Qualitätslage eines territorialen - und damit hinsichtlich seiner Produktion überschaubaren - Herstellers für ein definiertes Zeitfenster unternommen. Dabei wird der Rückschluss von der Stichprobe auf eine zu bestimmende Grundgesamtheit (der Produktion des Herstellers in einem begrenzten Zeitraum) gezogen.

Die Ergebnisse werden in einer Datenbank zusammenfassend aufbereitet, die dem Tragwerksplaner helfen soll, gewonnene Daten aus der Bauwerksanalyse zu beurteilen und zu verwalten.

Ergebnisse

Die Grundlage für eine Beurteilung der Eigenschaften alter Stähle ist die Recherche des Standes der Technik zur Herstellungs- bzw. Errichtungszeit. Für die Bewertung und Einordnung der Ergebnisse wurde eine Recherche der Fachliteratur des Zeitraumes von 1880-1920 durchgeführt. Die dabei gewonnenen Informationen, insbesondere aus den seinerzeit führenden Fachpublikationen "Stahl und Eisen" und "Der Eisenbau" werden aufgeführt. Die Entwicklung der Eisen- und Stahlerzeugung im 19. Jahrhundert, der Einfluss der Legierungselemente, aber auch der Stand der Walztechnik bei der Herstellung von Doppel-T-Normalprofilen in Deutschland wird dargestellt. Es wird ferner auf den Einfluss des Walzens auf die Werkstoffeigenschaften und auftretende Fehler im Walzgut eingegangen. Der Stand der Qualitätsüberwachung und die Struktur der Handelsformen zu Beginn des 20. Jahrhunderts wird bewertet. Ein umfangreiches Quellenverzeichnis zu Originalveröffentlichungen bietet die Möglichkeit weiterer Recherchen.

Die Recherche zu Veränderungen der Herstellungsverfahren - verdeutlicht am Übergang von Puddelstahl zu Flusstahl und spezifiziert in den Verfahren nach Bessemer, Thomas und Siemens-Martin - führt zu den ersten statistischen Materialuntersuchungen von *Mertens* an Thomas- und Siemens-Martinflußstählen der Fordoner Brücke aus dem Jahr 1893. Den Ergebnissen werden neuere Untersuchungen bewertend gegenübergestellt.

Weiterführend wird aus vorliegenden eigenen Ergebnissen an Walzprofilen des Herstellungszeitraumes 1850-1940, die aus Untersuchungen bei der Sanierung und Umwidmung alter Bausubstanz gewonnen wurden, eine statistische Bewertung durchgeführt. Dabei werden die chemische Zusammensetzung sowie die Festigkeits- und Dehnungskennwerte in Abhängigkeit von dem Seigerungsverlauf betrachtet. Bei den untersuchten Bauteilen handelt es sich um Profile aus Puddel- und Flusstahl verschiedener Größen und Typen.

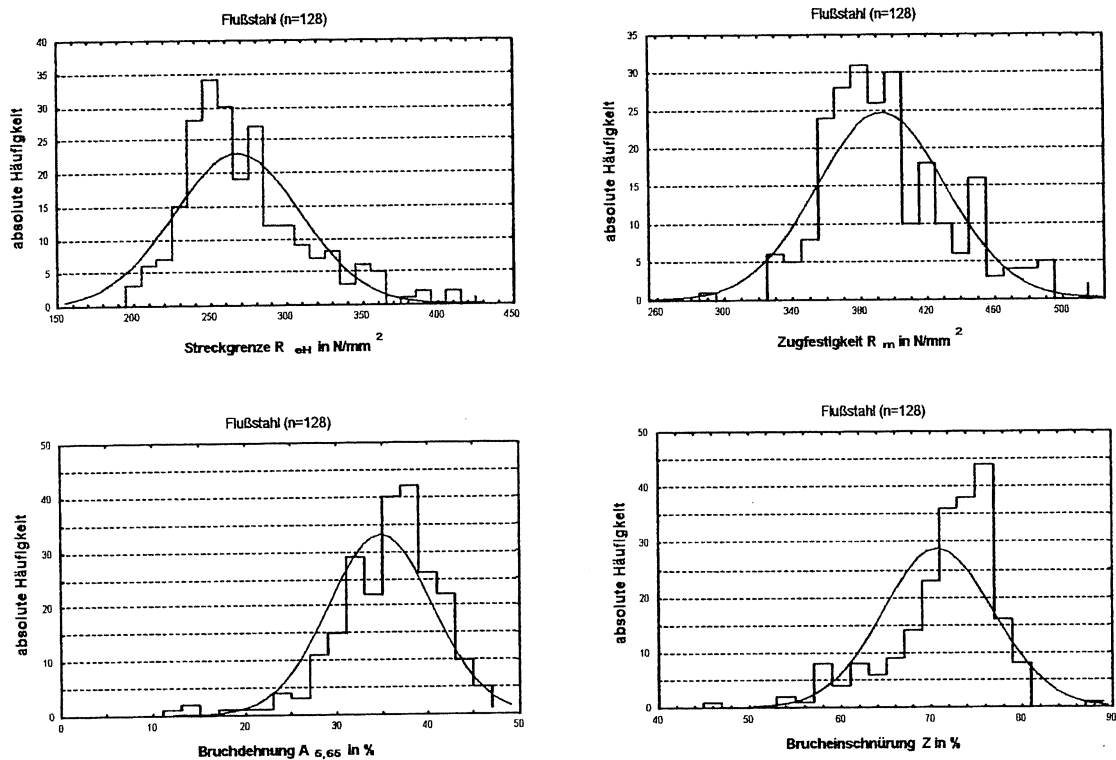


Bild 1: verfahrensneutrale Darstellung der Häufigkeitsverteilung von Flusstahl

Die Ergebnisse von Flusstählen aus Walzprofilen verschiedener Objekte stellen sich in ihrer Häufigkeitsverteilung entsprechend Bild 1 dar. Die Verteilungsform der Streckgrenzen- und Zugfestigkeitswerte wird als linksschief, die der Bruchdehnung und Brucheinschnürung dagegen als rechtsschief gefunden.

An 107 Flusstahlprofilen wurde die chemische Zusammensetzung ermittelt (Tab. 1).

statistische Kennwerte	C [%]	Si [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]	N [%]
n	290	290	290	290	290	290
m	0,070	0,020	0,471	0,043	0,042	0,010
s	0,047	0,034	0,130	0,019	0,019	0,008
v	0,671	1,700	0,276	0,442	0,452	0,800
Min	0,010	0,001	0,269	0,001	0,011	0,001
Max	0,215	0,170	1,290	0,092	0,094	0,061

Tab. 1: Statistische Kennwerte der chemischen Zusammensetzung von Flusstählen aus verschiedenen Objekten

Die Werte sind mit den in der Literatur angegebenen Grenzen vergleichbar.

Die mechanischen Kennwerte sind in Tabelle 2 enthalten. Im Verteilungstest ergibt sich für die Messwerte der Streckgrenze, der Zugfestigkeit und der Bruchdehnung die beste Anpassung bei Zugrundelegen einer Normalverteilung. Einzelne Bereiche werden durch eine logarithmische Normalverteilung besser dargestellt.

statistische Kennwerte	R_{eH} [N/mm ²]	R_m [N/mm ²]	R_m / R_{eH} [-]	$A_{5,65}$ [%]	Z [%]
n	128	128	128	128	128
m	268	393	1,48	34,8	70,7
s	41	37	0,14	5,7	6,1
v	0,152	0,094	0,094	0,163	0,086
Min	192	326	1,03	10,5	44,2
Max	422	513	1,86	46,6	88,6

Tab. 2: Statistische Kennwerte von Mittelwerten der mechanischen Eigenschaften von Flusstählen aus verschiedenen Objekten

Für eine stärkere Differenzierung der Daten alter Flusstähle ist eine von Bauteilgröße und Hersteller abhängige Auswertung erforderlich. Entsprechend wurde an einem Bauwerk eine komplette Bestandsaufnahme des Stahltragwerkes durchgeführt. Die erhaltenen Daten wurden nach statistischen Gesichtspunkten ausgewertet. Für die Untersuchungen wurden die in Wohn- und Geschäftsbauten häufig auftretenden Profilgrößen NP 24, 28, 32, 34 und 36 ausgewählt.

Die Voraussetzung für eine herstellerbezogene Auswertung der Daten ist die Feststellung der Herstellerkennzeichen (Walzzeichen). Die Tabelle 3 enthält die ermittelten Hersteller. Aus entsprechenden Aussagen in der historischen Literatur kann entnommen werden, dass im Errichtungszeitraum des Bauwerkes zwischen 1911-1913 eine Zwischenlagerung der produzierten Bauteile nur in begrenztem zeitlichen Umfang erfolgte.

Walzzeichen	Werkszuordnung
ROMBACH	Rombacher Hüttenwerke
H.F.	Zuordnung nicht gesichert
UNION. HORST	Union Dortmund
GUTEHOFFNUNG	Gutehoffnungshütte Oberhausen, Aktienverein für Bergbau und Hüttenbetrieb
B.	Zuordnung nicht gesichert
N K GEBR. STUMM	Gebrüder Stumm G.m.b.H. Neukirchen
ROEHLING	Röchling'sche Eisen- und Stahlwerke, G.m.b.H. Völklingen
RODINGEN	Société Anonyme d'Ougrée-Marhay, Abteilung Rodingen
Ω H G	Zuordnung nicht gesichert
Max H. König Albert W.	Eisenwerk-Gesellschaft Maximilianshütte Sulzbach-Rosenberg, König-Albert-Werk Lichtentanne bei Zwickau / Sachsen
PEINER WALZWERK	Actien-Gesellschaft Peiner Walzwerk
HOESCH	Eisen- und Stahlwerk Hoesch, Aktiengesellschaft in Dortmund

Tab. 3: Zusammenstellung der Walzzeichen der Herstellwerke

An den entnommenen Doppel-T-Normalprofilen wurde der Seigerungsverlauf über der Flanschhälfte anhand der chemischen Zusammensetzung und der mechanischen Kennwerte untersucht. Bild 2 zeigt beispielsweise den Verlauf der ermittelten Bruchdehnung. Im Ergebnis wurde eine Zunahme der Festigkeitswerte in Richtung zur Flanschmitte festgestellt.

Verlauf der Bruchdehnung

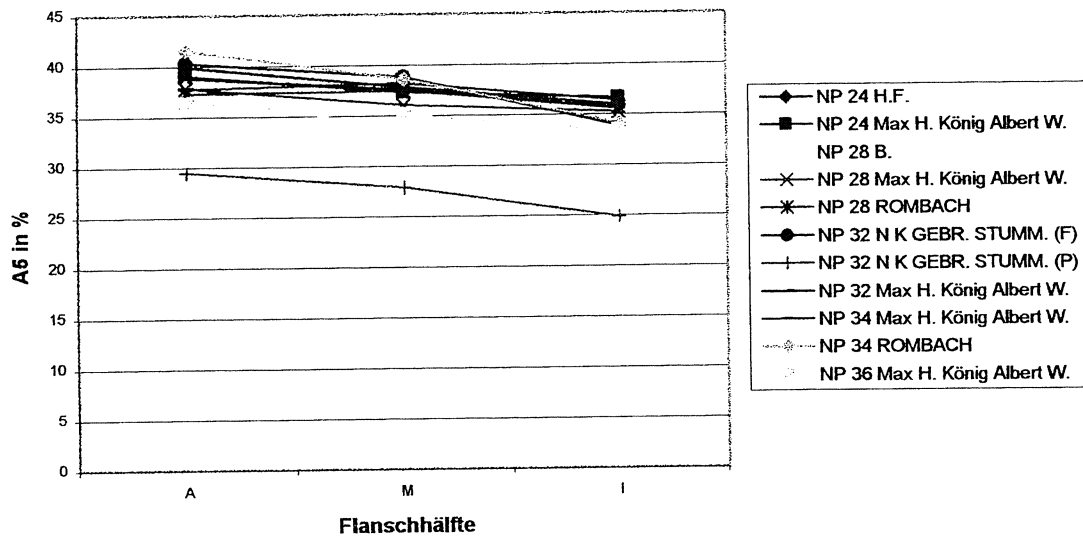


Bild 5: Verlauf der Bruchdehnung in der Flanschhälfte (A-Außenseite, M-Mitte, I-Innenseite(Stegseite))

Anhand der Ergebnisse werden Rückschlüsse auf den Einfluss der Rahmenbedingungen bei einer Probenentnahme an Doppel-T-Normalprofilen gezogen.

Aus den ermittelten Datenmengen wurden unterschiedliche Grundgesamtheiten nach Tabelle 4 definiert und statistisch ausgewertet.

Kriterien	Grundgesamtheit		
	1	2	3
mechan. Kennwert (R_{eH} , R_m , $A_{5,65}$, Z)	x	x	x
Stahlsorte (Flussstahl, Puddelstahl)	x	x	x
Herstellungsverfahren (Bessemer, Thomas, Siemens-Martin)			x
Erzeugnisform (Doppel-T-Walzprofil)	x	x	x
Hersteller		x	x
Dickenbereich (Profilgröße)	x	x	x
Entnahmebereich (nach EURONORM 18.79; Flanschbereiche)	x	x	x
Probengröße (gleiche oder abgestufte Größe)	x	x	

Tab. 4: Bildung von Grundgesamtheiten

Dabei erfolgte die Abgrenzung der Grundgesamtheit durch die Produktion einzelner Hersteller in einem eng begrenzten Zeitfenster. Die Vorgehensweise ermöglichte es, für einen regionalen - und damit in seiner Produktion überschaubaren - Hersteller die Qualitätslage der Produkte hinsichtlich ihrer Festigkeits- und Dehnungseigenschaften zu bestimmen. Damit konnten für die im mitteldeutschen, speziell im sächsischen Raum häufig anzutreffenden Doppel-T-Normalprofile des Zweigwerkes der Eisenwerk-Gesellschaft Maximilianshütte Sulzbach-Rosenberg, dem König-Albert-Werk in Lichtentanne bei Zwickau, für den Zeitraum 1911-1913 statistische Kennwerte erhalten werden. Anhand einer durchgeführten Recherche der Werksentwicklung und den damit verbundenen Veränderungen wurde der Nachweis der Gültigkeit der Werte für einen längeren Herstellungszeitraum erbracht.

Die Spezifikation der untersuchten Grundgesamtheiten erfolgte nach den Kriterien:

- Hersteller: König-Albert-Werk Lichtentanne bei Zwickau
- Herstellungszeitraum: 1911-1913
- Profilgrößen: 24, 28, 32, 34, 36

Den Ergebnissen wurden die Werte von Produkten anderer Hersteller vergleichend gegenübergestellt.

Das Bild 6 zeigt an einem Beispiel für die Profilgröße 28 des König-Albert-Werk Lichtentanne die Lage der Einzelwerte der oberen Streckgrenze in einem Quantil-Quantil-Plot.

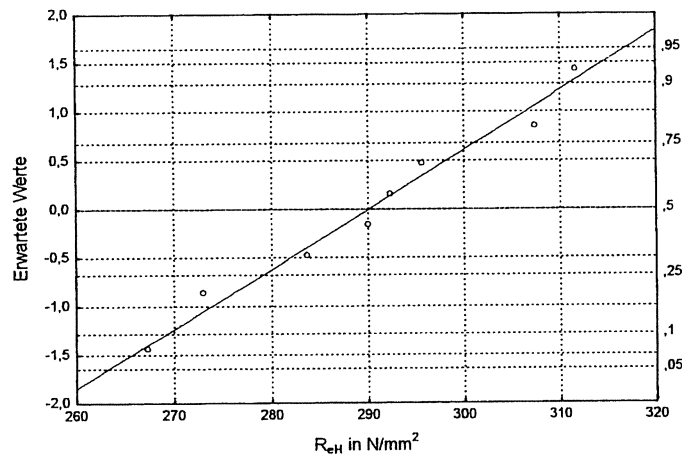


Bild 6: Quantil-Quantil-Plot der Auswertung der Ergebnisse von Bauteilen aus Flussstahl (Doppel-T-Walzprofil NP 28 / Hersteller: König-Albert-Werk Lichtentanne)

Die Tabelle 5 enthält die Zusammenfassung der bauteilgrößenbezogenen Festigkeits- und Dehnungswerte für einzelne Herstellwerke.

Hersteller	Profilgröße	ReH [N/mm ²]			Rm [N/mm ²]			A5,65 [%]			Z [%]		
		n	m	s	n	m	s	n	m	s	n	m	s
mehrere Hersteller	24	26	274	14	26	385	14	26	38,8	1,2	26	75,8	1,1
	28	50	289	21	50	391	18	50	37,1	2,5	50	75,7	1,8
	32	72	270	11	72	394	14	72	37,3	1,2	72	71,8	2,2
	34	68	259	18	68	375	18	68	38,6	2,0	68	74,5	2,2
Max. H. K. Albert W.	24	14	271	12	14	384	13	14	38,8	1,5	14	75,2	1,1
	28	16	290	15	16	388	9	16	37,2	2,0	16	75,3	2,2
	32	36	273	12	36	398	13	36	37,3	1,2	36	70,9	1,8
	34	52	259	18	52	376	17	52	37,9	1,8	52	73,9	2,0
	36	24	268	16	24	389	20	24	35,7	3,2	24	72,5	2,1
H.F.	24	12	277	16	12	385	16	12	38,8	1,0	12	76,4	0,7
ROMBACH	28	26	288	26	26	390	22	26	37,3	2,7	26	75,9	1,8
B.	28	8	290	14	8	403	10	8	36,4	3,4	8	76,5	0,4
N K GEBR. STUMM	32	36	256	3	36	365	10	36	39,8	1,1	36	77,1	0,6
ROMBACH	34	16	258	15	16	371	24	16	40,6	1,0	16	76,3	2,1

Tab. 5: Zusammenfassung der Mittelwerte der Festigkeitskennwerte

Abschließend erfolgte auf der Grundlage der erhaltenen Daten einer Stichprobe eine rechnerische Abschätzung der Erwartungswerte von Mittelwert, Standardabweichung und 5%-Quantilwert für die Grundgesamtheit. Diese Grundgesamtheit ist die Produktion in einem bestimmten Zeitraum. Sie wurde herstellernerneutral und herstellerbezogen untersucht.

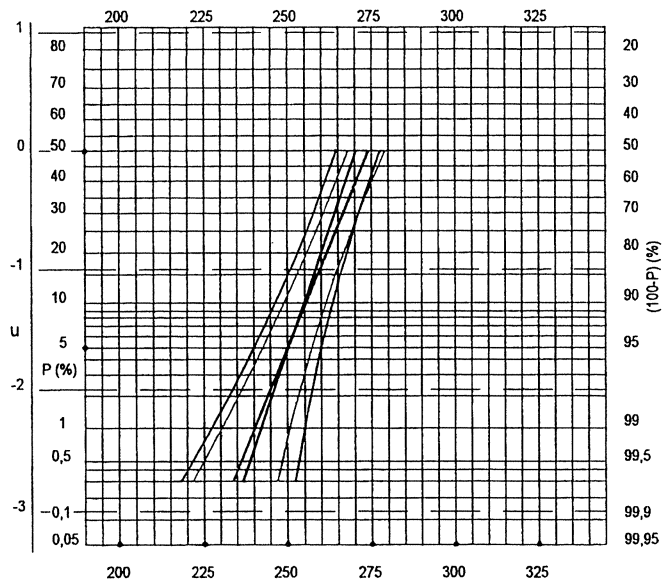


Bild 7: Profilgröße 24

Gegenüberstellung der Summenhäufigkeit der Stichprobe zu den 95%-Vertrauensgrenzen der Grundgesamtheit ($1 - \alpha = 0,95$)

rot - herstellerneutral

schwarz - König-Albert-Werk Lichtentanne

In dem Bild 7 wurden die für die Profilgröße 24 errechneten Vertrauensbereiche dargestellt.

Neben der Verfügbarkeit spezifischer Werkstoffkennwerte benötigt der Tragwerksplaner die geometrischen Kenngrößen der vorhandenen Altstahlprofile für eine fundierte Traglastbewertung. In der vorliegenden Forschungsarbeit wird hierzu ein Lösungsansatz zur Bestimmung einer Profilgröße aus wenigen Messwerten dargestellt.

Um die verfügbaren Informationen zu den mechanischen Eigenschaften und zur chemischen Zusammensetzung von Altstahl in übersichtlicher Form zusammenzufassen und zu verwalten, wurde an der MFPA Leipzig e.V. die Datenbank HISMET erstellt. Sie enthält Datensätze zu den untersuchten Bauwerken, zu den entnommenen Bauteilen, zu den gefertigten Proben und, soweit bekannt, zu den Herstellern der untersuchten Bauteile.



Bild 8: Datenbank für historische Metalle

Die Datenbank kann begleitend bei Baumaßnahmen an Altbauten oder bei der Untersuchung alter Brücken als Informationsquelle genutzt werden. Sie bietet die Möglichkeit des Vergleiches und der Einordnung der bei einer Probennahme am Bauwerk erhaltenen Ergebnisse mit den bereits vorliegenden Daten für die häufig eingesetzten Profilgrößen verschiedener Hersteller. Dabei stehen neben den Werten der zu erwartenden chemischen Zusammensetzung, den Festigkeits- und Dehnungseigenschaften auch Angaben zur Bestimmung von Profilgrößen aus einzelnen geometrischen Abmessungen zur Verfügung.

Dr.-Ing. Joachim Kretz
Dipl.-Ing. Mirko Muermans

**Optimierte
Plattenbalkenbrücken
in
Verbundbauweise
im
mittleren
Spannweitenbereich**

Stand: 04/2000

Optimierte Plattenbalkenbrücken in Verbundbauweise im mittleren Spannweitenbereich

Joachim Kretz, Mirko Muermans

Als Erweiterung der bereits vorliegenden Typenentwürfe für Stahlverbundbrücken im mittleren Spannweitenbereich mittels geschweißter I-Träger oder Kastenträger wird nachfolgend eine weitere Variante auf der Basis von Walzprofilen vorgestellt. Für die häufig zu überführenden Straßenquerschnitte RQ 10,5 und RQ 15,5 erfolgt eine ganzheitliche Optimierung mit einem Kostenvergleich der untersuchten Querschnittsvarianten.

Optimized composite deck bridges with hot rolled profiles in middle span area

In addition to the already existing standardized design for road bridges with welded profiles of I- beams or box girders in middle span areas another variant on the basis of rolled girders is presented. An entire optimizing with a comparison of costs of the examined cross section variants follows for the frequently overpassed road cross sections RQ 10.5 and RQ 15.5.

1 Einleitung

Bei Straßenbrücken sind immer wiederkehrende Straßenquerschnitte -in den meisten Fällen die Regelquerschnitte RQ 10,5 und RQ 15,5 (Bild 1)- zu überführen.

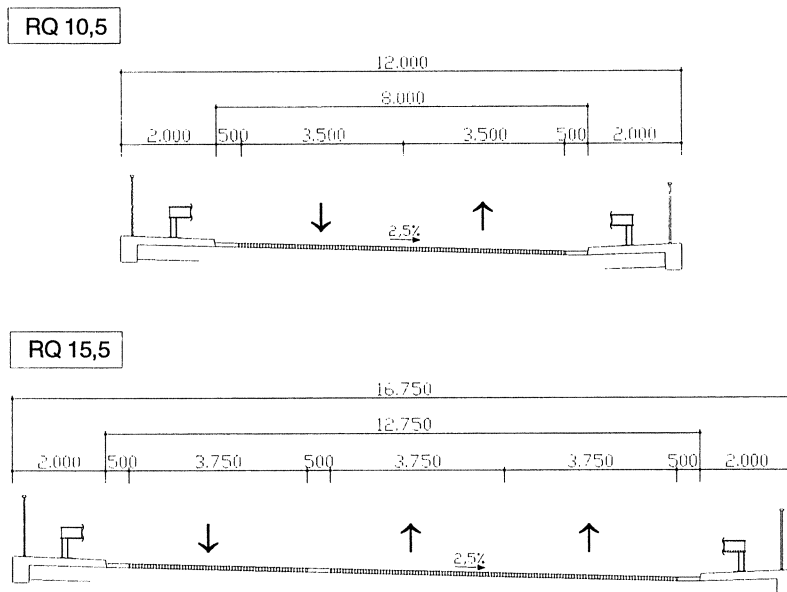


Bild 1: Querschnitte einbahniger Straßen auf Brücken
Fig. 1: Cross section of one-way streets on bridges

An diese Bauwerke werden im Wesentlichen folgende Anforderungen gestellt:

- niedrige Herstellungskosten,
- kurze Bauzeit,
- geringe Verkehrsbeeinträchtigung,
- niedrige Erhaltungskosten und
- ansprechende Gestaltung.

Diese Forderungen erfüllt die Verbundbauweise in besonderem Maße. Sie ermöglicht zum einen schlanke Überbauten, eine einfache Montage ohne Toleranzprobleme, geringe Stückgewichte, kurze Bauzeiten sowie extrem geringe Verkehrsbehinderungen; zum anderen sind aufgrund des Bausatzprinzips spätere Verbreiterungen leicht möglich.

Im Vergleich zu Spannbetonbauwerken, die im Stützweitenbereich von ca. 20 m bis 45 m nahezu 90 % des Bestandes an Straßenbrücken ausmachen, ergeben sich damit wettbewerbsfähige Alternativen auf einem hohen Qualitätsniveau.

2 Verbundüberbauten

Die hier untersuchten Brückenüberbauten bestehen aus der Betonfahrbahnplatte, die kraftschlüssig über die Verbundmittel mit den Stahllängsträgern aus Walzprofilen verbunden sind, und Querträgern. Die Querträger, die als Beton- oder als Verbundquerträger ausgeführt sind, werden nur in den Auflagerachsen angeordnet.

Auf eine detaillierte konstruktive Darstellung des Verbundüberbaus wird im Rahmen dieses Aufsatzes verzichtet; diesbezüglich wird auf weiterführende Literatur verwiesen. Der Schwerpunkt liegt vielmehr auf dem Vergleich (einschl. Kostenvergleich) der vielen berechneten Ausführungsvarianten des Stahlverbundüberbaus mit Stahlwalzprofilen.

Von Schmackpfeffer sind in [7, 8] für den Regelquerschnitt RQ 10,5 bereits Typenentwürfe für drei Varianten von Stahlverbundüberbauten im mittleren Spannweitenbereich vorgestellt worden. Es handelt sich dabei um Regelentwürfe für Zweifeldträger mit Stützweiten von 2 x 26,0 m für die Varianten

- offener Querschnitt mit durchlaufenden geschweißten I-Trägern (Variante 1),
- offener Querschnitt mit durchlaufenden Kastenträgern (Variante 2) und
- offener Querschnitt mit geschweißten I-Trägern und Betonquerträgern in den Lagerachsen (Variante 3).

Diese Typenentwürfe sind zwischenzeitlich durch 'Allgemeine Rundschreiben (ARS)' eingeführt, und zwar die Varianten 1 und 2 für den RQ 10,5 durch das ARS 17/98 im Mai 1998 und die Variante 3 des RQ 10,5 durch das ARS 42/98 im September 1998.

Bisher nicht systematisch ausgearbeitet sind Varianten mit offenen Querschnitten aus Walzprofilen und Querträgern (als Verbund- oder Betonquerträger) in den Lagerachsen. Auch ist der RQ 15,5 für keine der o. g. Varianten systematisch untersucht. In Kapitel 3 werden deshalb für die Varianten mit offenen Querschnitten aus Walzprofilen und Querträgern in den Lagerachsen die untersuchten Querschnitte vorgestellt und in Kapitel 4 kostenmäßig verglichen.

2.1 Grundsätzliches

Die Herstellungskosten eines Verbundüberbaus werden maßgeblich von folgenden Faktoren beeinflusst:

- der Art des Längssystems: Einfeldträger oder Durchlaufträger,
- der Art der Herstellung: ohne oder mit Hilfsunterstützungen im Montagezustand,
- der Betonierreihenfolge,
- der Art des Quersystems: Ausführung mit nur zwei Längsträgern oder mit mehreren engliegenden Längsträgern,
- der Verwendung von Walz- oder Schweißträgern,
- der Materialgüte: Verwendung von Konstruktionsstahl der Güte S355 oder von Feinkornbaustahl der Güte S460,
- der Fertigung und Montage der Stahlkonstruktion,
- der Herstellung der Betonfahrbahnplatte,
- der Schlankheit des Überbaus,
- der Erhaltungsfreundlichkeit sowie
- den Anforderungen an die ästhetische Gestaltung: z. B. Ausführung mit kurzem oder weiterem Kragarmüberstand.
- Als besonders wirtschaftlich für Verbundbrücken im mittleren Spannweitenbereich erweisen sich in Abhängigkeit der Überbaulänge zum einen
- Querschnitte mit möglichst nur zwei Längsträgern, wobei die Fahrbahnplatte bis zu etwa 15 m Breite schlaff bewehrt wird, und zum anderen
- Querschnitte mit engliegenden Längsträgern und einer dünnen, schlaff bewehrten Platte mit einem Stahlträgerabstand zwischen ca. 2,4 m und 3,0 m.

Nach Möglichkeit werden die Querträger -auch für die Montagephase- nur in den Lagerachsen angeordnet. Die Lastquerverteilung erfolgt in diesem Falle ausschließlich über die Betonplatte. Bei allen Lösungen tritt immer die Frage der Schalungsmöglichkeit auf, insbesondere die Schalungsmöglichkeit des Kragarmbereiches.

2.2 Statische Systeme und Querschnittsvarianten

Bei den untersuchten Systemen handelt es sich um Zweifeldträger mit Stützweiten von 2 x 26 m sowie 2 x 22,5 m für die Regelquerschnitte RQ 10,5 und RQ 15,5. In Bild 2 ist beispielhaft das statische System mit einer Stützweite von 2 x 26 m für den RQ 15,5 und einer Querschnittsvariante mit sechs Längsträgern dargestellt.

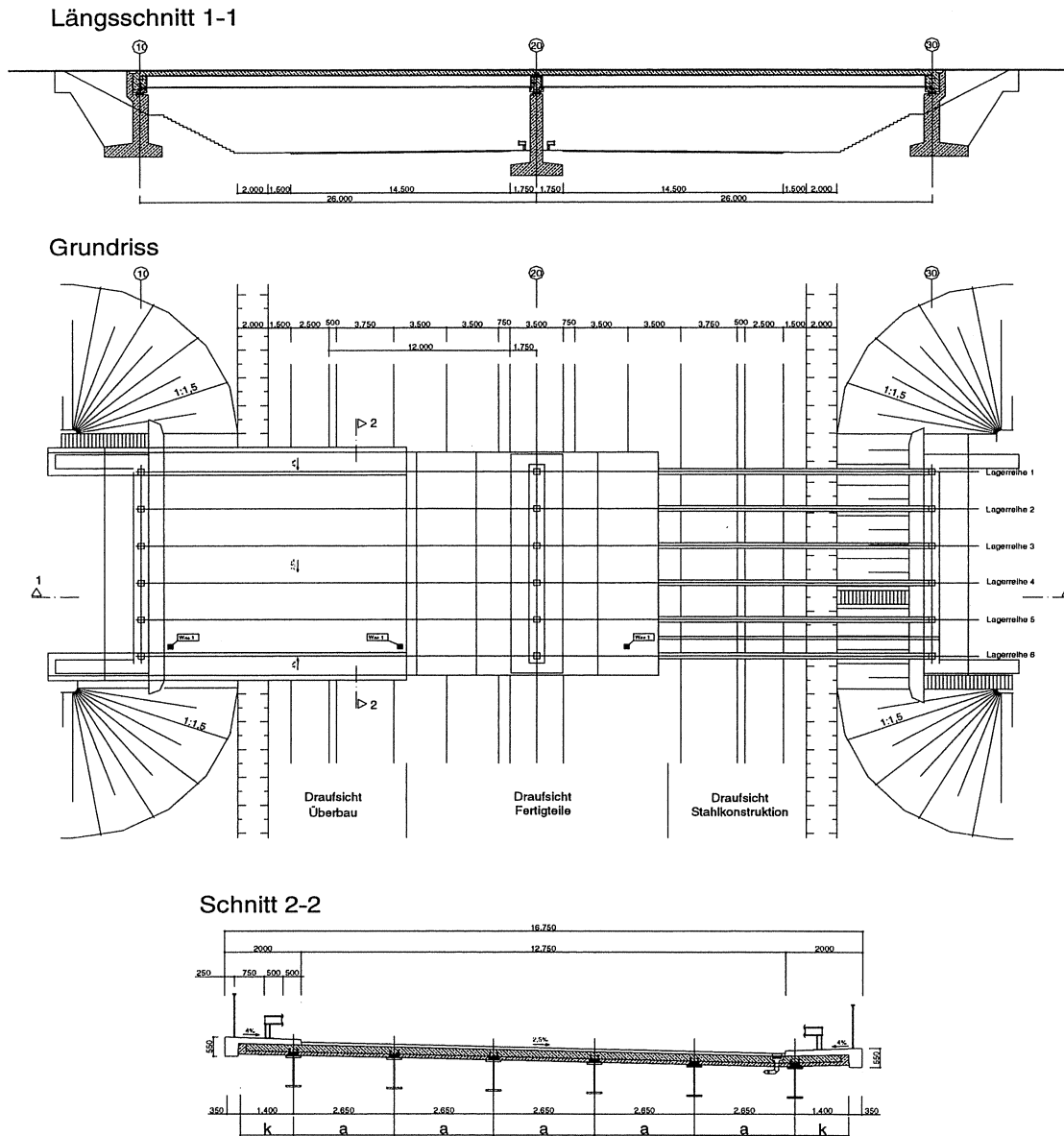
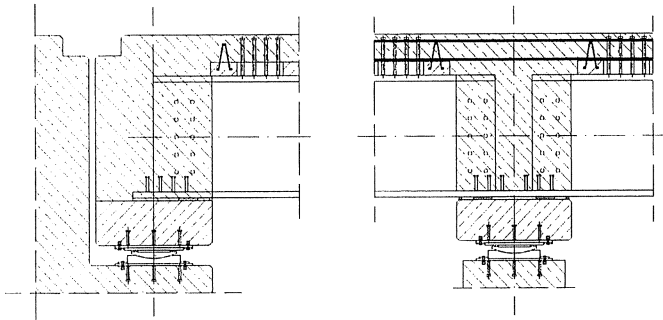


Bild 2: Statisches System für RQ 15,5 mit sechs I-Trägern
 Fig. 2: Statical system for RQ 15,5 with six I-beams

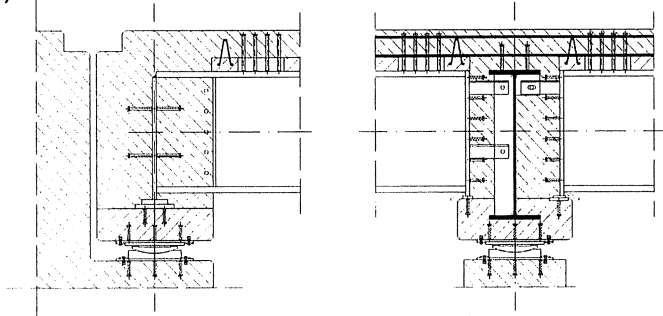
2.3 Möglichkeiten der Querträgerausbildung

Für die untersuchten Systeme können in den Lagerachsen sowohl Beton- als auch Verbundquerträger (Bild 3) eingesetzt werden. Von den vielen Ausführungsvarianten für die Querträgerausbildung sind in Bild 3 nur einige typische Beispiele dargestellt.

a)



b)



Endquerträger

Mittelquerträger

Bild 3: Querträgerausbildung;
Fig. 3: Cross girder layout;

a) Betonquerträger
a) Concrete cross girder

b) Stahlverbundquerträger
b) Composite cross girder

Bei allen Ausführungsvarianten erfolgt die Übertragung des negativen Stützmomentes an der Mittelauflagerung durch ein Kräftepaar mit Zugkräften in der bewehrten Betonplatte und Druckkräften in Höhe des Stahlträgeruntergurtes. Die Querkraftübertragung wird mit Kopfbolzendübeln, die entweder an den Kopfplatten oder an den Stahlträgerstegen angeschweißt sind, sichergestellt.

2.4 Fahrbahnplattenaufbau, Ausführungsvarianten

Als Ausführungen für die Fahrbahnplatte stehen grundsätzlich folgende Möglichkeiten zur Verfügung:

- a) Ortbeton,
- b) Fertigteilplatten mit Ortbeton oder
- c) Betonfertigteile.

Für die Beurteilung des unter den gegebenen Bedingungen jeweils günstigsten Fahrbahnaufbaus dienen als Bewertungskriterien

- möglichst kurze Bauzeit durch eine einfache Montage,
- geringe Verkehrsbeeinträchtigung des unter der Brücke durchfließenden Verkehrs,
- Minimierung des Schalungsaufwandes,
- einfaches Verlegen der Bewehrung in der Ortbetonplatte und
- Minimierung der lohnintensiven Arbeiten auf der Baustelle.

Ortbeton: Durch das erforderliche Einschalen des gesamten Brückenüberbaus können die Vorteile der einfachen und dadurch schnellen Montagemöglichkeiten des Verbundbaues nicht im nötigen Maße genutzt werden. Zudem führt das Einschalen zu Verkehrsbeeinträchtigungen des unter der Brücke durchfließenden Verkehrs und steigert den Anteil der lohnintensiven Arbeiten (Einschalen) erheblich. Aus diesen Gründen ist eine Ausführung der Fahrbahnplatte als reine Ortbetonplatte für Verbundbrücken im mittleren Spannweitenbereich nicht zu empfehlen; sie sollte dem reinen Massivbau vorbehalten bleiben.

Fertigteilplatten mit Ortbetonergänzung: Die Ausführung unter Verwendung von Stahlbetonfertigteilen mit einer mitwirkenden Ortbetonschicht ist die aufgrund der einfachen und schnellen Montage am weitesten verbreitete Variante im Verbundbrückenbau. Der prinzipielle Aufbau der Fahrbahnplatte ist für diesen Fall Bild 4 zu entnehmen. In diesen Fertigteilplatten ist bereits die statisch erforderliche Längs- und Querbewehrung enthalten. Der Verbund mit der Ortbetonschicht wird über die aus den Elementen herausragenden Gitterträger hergestellt. Da die Stützweite dieser Elemente begrenzt ist (bei 10 cm starken Fertigteilen auf ca. 3.0 m), eignen sie sich besonders für Systeme mit engliegenden Hauptträgern. Der Nachteil dieser Elemente besteht allerdings darin, dass sie nur zwischen den jeweiligen Hauptträgern verlegt werden können. Dies bedeutet, dass der Kragarmbereich weiterhin konventionell und damit kostenintensiv geschalt werden muss.

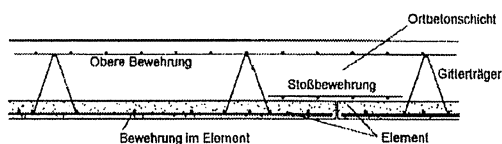


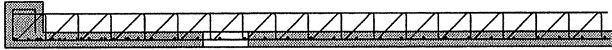
Bild 4: Fertigteilplatten mit mittragender Ortbetonschicht

Fig. 4: Prefabricated concrete slabs with in situ concrete

Als wirtschaftliche Alternative zu den herkömmlichen Fertigteilplatten bieten sich Großflächenschalelemente nach [7, 8] an. Diese können für jeden Brücken- und Querschnittstyp unterschiedlich ausgebildet sein und decken gleichzeitig den Kragarmbereich mit ab, wodurch auch das kostenintensive Einschalen des Kragarms

entfällt. Bei Verwendung dieser Elemente ist eine blockweise Anordnung der Kopfbolzendübel auf dem Stahlträger erforderlich, da in den Schalelementen nur kleine Aussparungen vorgesehen werden können, in welche die Kopfbolzendübel hineinragen und somit den Verbund zwischen der Stahlkonstruktion und der Betonplatte herstellen. In Bild 5 sind diese Großflächenschalelemente prinzipiell dargestellt.

Schnitt 1-1



Draufsicht

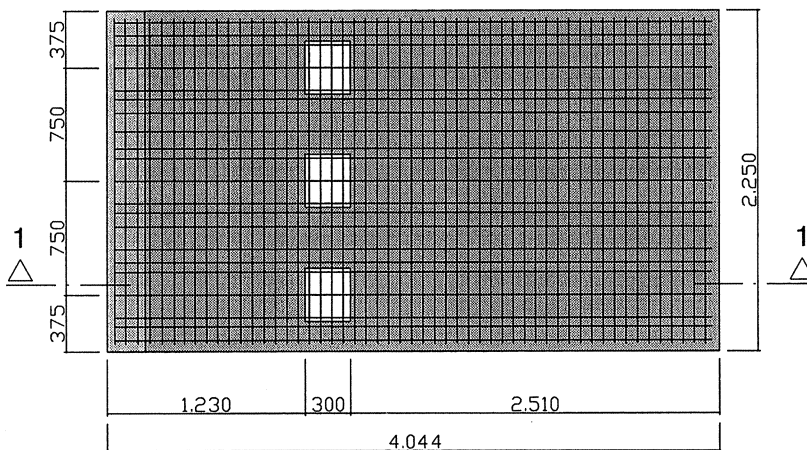


Bild 5: Großflächenschalelemente (prinzipiell)

Fig. 5: Large area formwork elements (in principle)

Fertigteile ohne Ortbetonergänzung: Fertigteile ohne Ortbetonergänzung bieten die schnellste und montagefreundlichste Art der Herstellung des Überbaus. Aufgrund der großen Masse der Fertigteile spielt jedoch der Transportkostenfaktor zur Baustelle eine erhebliche Rolle. So kann eine Kostenreduzierung -gegenüber den Fertigteilen mit Ortbetonergänzung- nur dann erreicht werden, wenn das Fertigteilwerk nicht in zu großer Entfernung zur Baustelle liegt. Da sich zudem an bereits bestehenden Brückenbauwerken Dauerfestigkeitsprobleme der Fertigteilfugen gezeigt haben, wird diese Ausführungsart hier nicht weiter untersucht.

3 Querschnittsoptimierung

Während bis in die siebziger Jahre hinein der Materialaufwand für die Stahlkonstruktion ausschlaggebend für die Wirtschaftlichkeit einer Konstruktion war, sind heute die Löhne der bestimmende Kostenfaktor im Bauwesen. Dies bedeutet, dass bei der Optimierung des Querschnitts besonderer Wert auf die Montagefreundlichkeit der Konstruktion gelegt werden muss. Trotzdem ist der Faktor Materialaufwand nicht zu vernachlässigen.

Die hier vorzustellende Optimierung soll nicht auf eine einzige Ausführungsvariante des Brückenüberbaus begrenzt sein, vielmehr ist sie für die verschiedensten Ausführungsvarianten (siehe Kapitel 2.3 und 2.4) anwendbar. Allen gemeinsam ist lediglich die Ausführung der Hauptträger aus Stahlwalzprofilen und die Beschränkung der Querträger auf die Lagerachsen.

3.1 Herstellung des Verbundüberbaus

Bei den untersuchten Zweifeldträgersystemen werden die Träger direkt vom LKW abgenommen und auf die Unterbauten bzw. die vorgefertigten Betonfüße der Betonträger gelegt. Sie sind bogenförmig überhöht (Vorwegnahme der Verformungsanteile aus ständigen Lasten und teilweisem Verkehr) und wirken im Bauzustand als Einfeldträger. Auf kostenintensive Unterstützungen im Montagezustand kann verzichtet werden. Durch die komplette Vorfertigung im Werk entfallen jegliche Schweißarbeiten auf der Baustelle. Auch kann der komplette Korrosionsschutz im Werk aufgebracht werden, was einen weiteren günstigen Einfluss auf die Gesamtkosten hat. Bis zum Betonieren der Querträger werden die Stahlträger durch entsprechende Hilfskonstruktionen in ihrer Lage stabilisiert.

Bei der Ausführung des Überbaus mit Fertigteilen erfolgt das Verlegen der Filigranplatten bzw. der Großflächenelemente mit einem Autokran zeitsparend ebenfalls direkt vom LKW. Anschließend werden die Dübelaussparungen, die Fugen über den inneren Längsträgern sowie die Quertugen vergossen. Nach dem Einschalen der Ortbetonbereiche und evtl. vorgesehener Betonquerträger wird die Bewehrung der Fahrbahnplatte verlegt. Um eine zwangungsfreie Verformung der Hauptträgerenden während des Betonierens zu ermöglichen, wird zunächst die Fahrbahnplatte -an der Festlagerseite beginnend- in gleichmäßigen, querverlaufenden Streifen betoniert. Zum Abschluss erfolgt das Betonieren des Mittelquerträgers und der Endquerträger.

3.2 Systeme, Querschnitte und Lastannahmen

Untersucht und optimiert werden Überführungen über 2- (RQ 26) und 3-spurige (RQ 33) BAB-Regelquerschnitte. Die Stützweiten der jeweiligen Zweifeldträger betragen 22,5 m bzw. 26,0 m. Für den Überführungsquerschnitt RQ 10,5 werden 2-, 3- und 4-stegige Brückenquerschnitte, für den Überführungsquerschnitt RQ 15,5 werden 4-, 5- und 6-stegige Brückenquerschnitte untersucht.

Die Fahrbahnplatte wird als schlaffbewehrte Stahlbetonplatte aus Stahlbeton C35/45 (B35) ausgeführt. Eine Ausführung aus Stahlbetonfertigteilen (Filigranplatten oder Großflächenschalelemente) mit Ortbetonerfüllung ist ebenso möglich und führt zu gleichen Bemessungsergebnissen für den Stahlquerschnitt. Unterschiede zeigen sich lediglich in den konstruktiven Details, wie z. B. bei der Anordnung und Wahl der Verbundmittel.

Für die Hauptträger aus Stahlwalzprofilen werden die Stahlsorten S355 und S460 verwendet. Als Profilreihen stehen zur Auswahl:

- IPE, HE-A, HE-B, HE-M, HL, W 36, W 40 und W 44.

Als Bezugsmaß zur Verteilung der Hauptträger im Querschnitt dient die Kragarmlänge k . Dieses Maß liegt üblicherweise den Entwürfen für die Trägeranordnung zugrunde, da es einerseits bestimmend ist für die konstruktive Durchbildung des Entwurfes, andererseits aber auch ein wichtiges Kriterium für den ästhetischen Gesamteindruck des Brückenbauwerks darstellt.

Für die unterschiedlichen Systeme wurden Kragarmlängen zwischen 25 cm und 225 cm untersucht. Nach den Forderungen des Allgemeinen Rundschreibens (ARS) des BMV soll der Mindestüberstand (Kragarmlänge plus Randkappendicke) 160 cm betragen.

Sämtliche Berechnungen wurden für die Brückenklasse BK 60/30 mit Verkehrslasten entsprechend DIN 1072 durchgeführt.

3.3 Untersuchte Varianten

Die Varianten sind unter Berücksichtigung nachfolgender Bemessungskriterien ausgewertet:

- maximal zulässige Durchbiegung unter veränderlichen Lasten $l/500$,
- maximale Ausnutzung 95 %,
- Bemessung auf der Grundlage der Verbundträgerrichtlinie [1].

Als Varianten wurden jeweils für die Stützweiten 22,5 m und 26,0 m untersucht:

Regelquerschnitt RQ 10,5 mit 2-, 3- und 4-stegigem Überbauquerschnitt

Variante Nr.	S 355	S 460	$h/l \leq 1/20$	$h/l \leq 1/25$	gleiche Profilreihe	gleiche Profile
1		•			•	
2		•				•
3		•	•		•	
4		•		•	•	
5	•				•	
6	•					•
7	•		•		•	
8	•			•	•	

Tabelle 1: Übersicht der berechneten Varianten für RQ 10,5

Table 1: Overview of the calculated variants for RQ 10,5

Regelquerschnitt RQ 15,5 mit 4-, 5- und 6-stegigem Überbauquerschnitt

Variante Nr.	S 355	S 460	$h/l \leq 1/20$	$h/l \leq 1/25$	gleiche Profilreihe	gleiche Profile
9		•			•	
10		•	•		•	
11	•				•	
12	•		•		•	

Tabelle 2: Übersicht der berechneten Varianten für RQ 15,5

Table 2: Overview of the calculated variants for RQ 15,5

3.4 Auswertung

Für die einzelnen Berechnungen sind die Ergebnisse der Querschnittsoptimierung tabellarisch und grafisch aufbereitet. Wegen der Vielzahl der Tabellen und Grafiken werden hier nur die Ergebnisse für jeweils einen möglichen Überbauquerschnitt des RQ 10,5 und des RQ 15,5 für die Stützweiten 2 x 26,0 m dargestellt. Die in Kapitel 4 durchgeführte Beurteilung der Varianten sowie der Vergleich der einzelnen Varianten berücksichtigt jedoch alle Berechnungsergebnisse. Die vollständigen Tabellen und Grafiken können [9] 'Vorbemessung von Verbundstraßenbrücken mit Walzprofilen im mittleren Spannweitenbereich' entnommen werden.

In den nachfolgenden Tabellen bedeuten (vgl. auch Bild 2):

n := Anzahl der Hauptträger

k := Kragarmlänge in cm

a := Abstand der Hauptträger untereinander

G [t] := Gesamtgewicht der Hauptträger

$\bar{\varnothing}$ [t] := Durchschnittswert des Gesamtgewichts der Hauptträger

In den grafischen Auswertungen sind die Bereiche mit Kragüberständen (Kragarmlänge und Randkappe) von ≥ 160 cm grau hinterlegt. Die Querschnitte in diesem Bereich werden den Forderungen des BMV gerecht und sollten bevorzugt verwendet werden.

Regelquerschnitt RQ 10,5, l = 2 x 26,0 m, Stahlgüte S460, Variante 3 mit gleichen Profilvereihen und $h \leq l/20$

n	k [cm]	a [cm]	Profilbezeichnung	G [t]	Ø [t]
3	25	540	W920x420x342 - W920x420x653 - W920x420x342	69,5	
3	65	500	W920x420x365 - W920x420x653 - W920x420x365	71,9	
3	105	460	W920x420x387 - W920x420x653 - W920x420x387	74,2	73,5
3	145	420	W920x420x417 - W920x420x534 - W920x420x417	71,1	
3	185	380	W920x420x534 - W920x420x446 - W920x420x534	78,7	
3	225	340	W920x420x534 - W920x420x387 - W920x420x534	75,7	
4	25	360	HE900A - HE900x471 - HE900x471 - HE900A	75,2	
4	55	340	HE900B - HE900x471 - HE900x471 - HE900B	79,2	
4	85	320	W1000x400x296 - W1000x400x371 - W1000x400x371 - W1000x400x296	69,4	
4	115	300	W1000x400x296 - W1000x400x371 - W1000x400x371 - W1000x400x296	69,4	71,7
4	145	280	W1000x400x321 - W1000x400x321 - W1000x400x321 - W1000x400x321	66,8	
4	175	260	W1000x400x371 - W1000x400x296 - W1000x400x296 - W1000x400x371	69,4	
4	205	240	W840x400x433 - W840x400x299 - W840x400x299 - W840x400x433	76,1	

Tabelle 3: Ergebnisdarstellung zur Variante 3 mit l = 2 x 26,0 m Stützweite
 Table 3: Results referring to variant 3 with l = 2 x 26,0 m span width

Regelquerschnitt RQ 15,5, $l = 2 \times 26,0$ m, Stahlgüte S460, Variante 10 mit gleichen Profilvereihen und $h \leq l/20$

n	k [cm]	a [cm]	Profilbezeichnung	G [t]	Ø [t]
4	20	522	W920x420x417 - W920x420x784 - W920x420x784 - W920x420x446	126,4	
4	80	482	W920x420x534 - W920x420x653 - W920x420x653 - W920x420.534	123,4	
4	120	452	HL1000x477 - HL1000x554 - HL1000x554 - HL1000.554	111,2	
4	160	428	HL1000x554 - HL1000x554 - HL1000x554 - HL1000x554	115,2	119,1
4	200	402	HL1000x554 - HL1000x554 - HL1000x554 - HL1000x554	115,2	
4	240	375	W920x420x653 - W920x420x534 - W920x420x534 - W920x420x653	123,4	
5	20	391	HL1000A - HL1000x554 - HL1000x477 - HL1000x554 - HL1000A	115,8	
5	60	371	HL1000B - HL1000x477 - HL1000 x 477 - HL1000x477 - HL1000B	113,0	
5	100	351	HL1000M - HL1000x477 - HL1000x477 - HL1000x477 - HL1000M	117,3	
5	140	331	HL1000x477 - HL1000M - HL1000M - HL1000M - HL1000x477	113,9	114,9
5	180	311	HL1000x477 - HL1000M - HL 1000M - HL1000M - HL1000x477	113,9	
5	220	291	HL1000x554 - HL1000B - HL1000B - HL1000B - HL1000x 554	115,5	
6	20	313	HE1000A - HE1000x415 - HE1000x415 - HE1000 x 415 - HE1000x415 - HE1000A	114,6	
6	60	297	HL1000x296 - HL1000M - HL1000B - HL1000B - HL1000M - HL1000A	113,5	
6	100	281	HE1000M - HE1000x415 - HE1000x415 - HE1000x415, HE1000x415 - HE1000M	122,6	
6	140	265	HL1000B - HL1000B - HL1000A - HL1000A - HL1000B - HL1000B	110,6	115,4
6	180	249	HE1000x494 - HE1000M - HE1000B - HE1000B - HE1000M - HE1000x494	120,3	
6	220	233	HL1000x477 - HL1000x296 - HL1000x296 - HL1000x296 HL 1000x296 - HL1000x477	111,2	

Tabelle 4: Ergebnisdarstellung zur Variante 10 mit $l = 2 \times 26,0$ m Stützweite
 Table 4: Results referring to variant 10 with $l = 2 \times 26,0$ m span width

4 Beurteilung der Varianten

4.1 Vorbemerkungen

Für alle Varianten der Regelquerschnitte RQ 10,5 und RQ 15,5 ergeben sich die gewichtsgünstigsten Querschnittsausführungen für Kragarmüberstände von ca. 100 cm bis 180 cm und Verwendung von gleichen Profilvereihen ohne Konstruktionshöhenbeschränkung. Dieser Bereich deckt damit auch näherungsweise die Forderungen des BMV nach Kragarmüberständen von mindestens 160 cm ab. Die sich ohne Konstruktionshöhenbeschränkung ergebenden Trägerprofile sind aber weder aus konstruktiven noch aus gestalterischen Gesichtspunkten wünschenswert.

4.2 Vergleich einiger Varianten bezüglich des Stahlverbrauches

Bild 6 zeigt beispielhaft einen Stahlmassenvergleich für den RQ 10,5 bei Spannweiten von $l = 2 \times 22,5$ m. Deutlich erkennbar ist, dass eine Beschränkung der Konstruktionshöhe auf $h \leq l/20$ zu einer erheblichen Vergrößerung der Stahltonnage führt. Ähnliche Verhältnisse ergeben sich auch für die Stützweite von 26,0 m. Diese Aussagen gelten auch für den RQ 15,5.

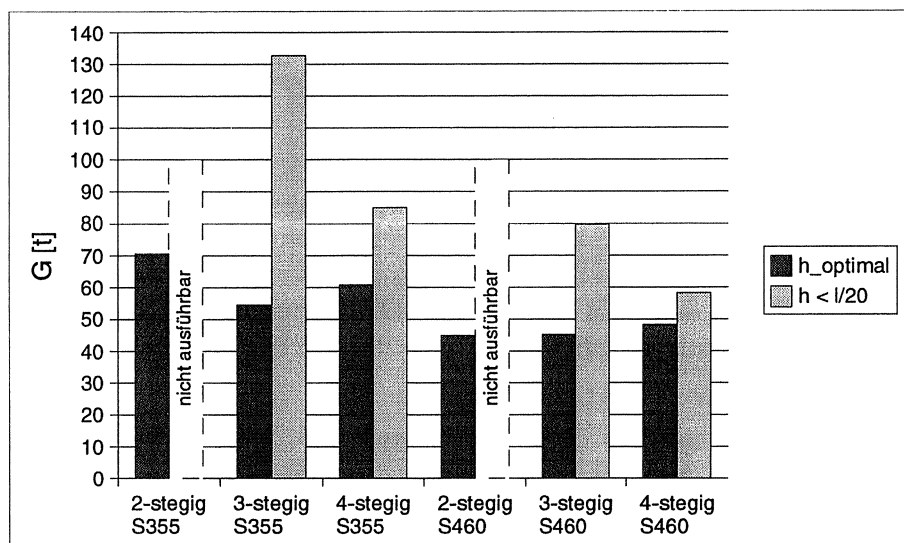


Bild 6: Stahlmassenvergleich für den RQ 10,5 bei Stützweiten von 2 x 22,5 m

Fig. 6: Comparison of steel masses for RQ 10,5 for span width of 2 x 22,5 m

Die weiteren Untersuchungen und Betrachtungen basieren jedoch auf Überbauhöhen von $h \leq l/20$.

In den Bildern 7 und 8 werden die durchschnittlichen Stahltonnagen des Verbundüberbaus für die Regelquerschnitte RQ 10,5 (Bild 7) und RQ 15,5 (Bild 8) jeweils für die Stützweiten von 2 x 22,5 m und 2 x 26,0 m dargestellt. Es handelt sich hierbei um gemittelte Tonnagen, die aus den verschiedenen Berechnungen bei unterschiedlichen Kragarmlängen und Hauptträgerabständen erhalten wurden.

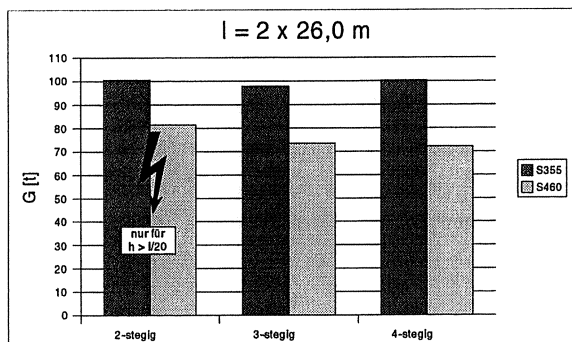
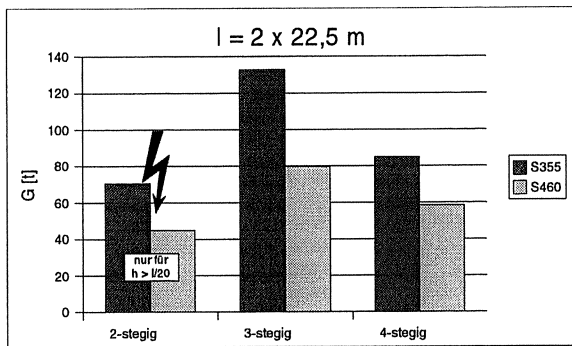


Bild 7: Stahlmassen für RQ 10,5
Fig. 7: Steel masses for RQ 10,5

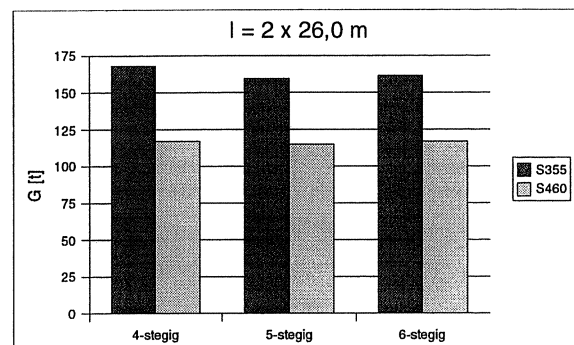
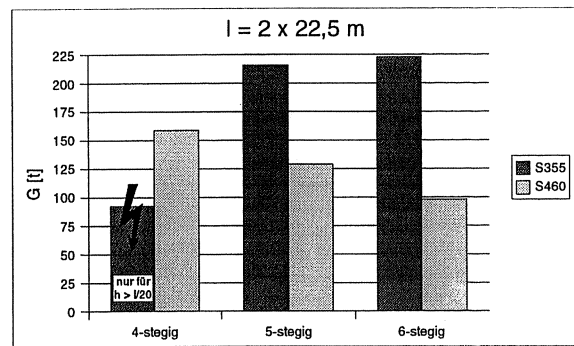


Bild 8: Stahlmassen für RQ 15,5
Fig. 8: Steel masses for RQ 15,5

Regelquerschnitt RQ 10,5 und Stützweiten von 2 x 22,5 m:

Eine Ausführung als 2-stegiger Verbundüberbau ist trotz relativ geringer Stahlmassen wegen der Konstruktionshöhenbeschränkung von $h \leq l/20$ nicht möglich. Bei der 3-stegigen Ausführung muss zur Einhaltung der Konstruktionshöhe auf gedrungene Querschnitte mit dicken Flanschen zurückgegriffen werden. Die geringsten Stahlmassen ergeben sich hier bei einer 4-stegigen Ausführung des Überbaus.

Regelquerschnitt RQ 10,5 und Stützweiten von 2 x 26,0 m:

Auch hier ist eine Ausführung als 2-stegiger Verbundüberbau infolge der Konstruktionshöhenbeschränkung nicht möglich. Die 3- und 4-stegigen Überbauvarianten liefern für die Stützweite von 2 x 26,0 m nahezu gleiche Stahltonnagen.

Regelquerschnitt RQ 15,5 und Stützweiten von 2 x 22,5 m:

Bei einer Ausführung des RQ 15,5 liefert die 6-stegige Lösung in S460 die deutlich günstigste Variante. Eine Ausführung in S355 ist im Vergleich zur S460-Ausführung wesentlich teurer und deshalb nicht empfehlenswert.

Regelquerschnitt RQ 15,5 und Stützweiten von 2 x 26,0 m:

Für Stützweiten von 2 x 26,0 m sind Ausführungen von 5-stegigen oder 6-stegigen Varianten nahezu gleichwertig. Insgesamt ist die Variante in S460 kostenmäßig am günstigsten.

4.3 Kostenvergleich

Für eine optimierte Gesamtlösung sind nicht nur die Stahltonnagen, sondern auch die Kosten des Betonüberbaus von entscheidender Bedeutung.

In Abhängigkeit von den Herstellungsmöglichkeiten des Betonüberbaus sind in Bild 9 **Anhaltswerte** für die Kosten des Betonüberbaus angegeben. Dabei handelt es sich um gemittelte Werte der uns von Massivbauunternehmen zur Verfügung gestellten Kalkulationsdaten.

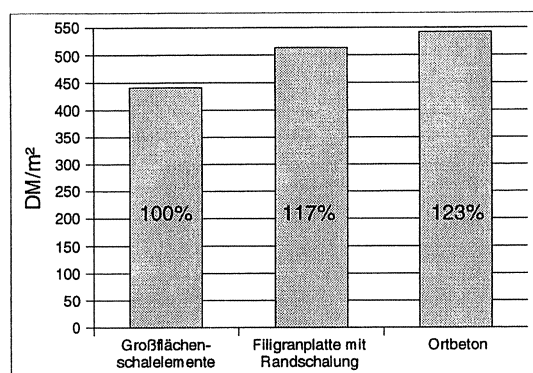


Bild 9: Kosten des Betonüberbaus in Abhängigkeit der Herstellung

Fig. 9: Production costs of the concrete slab

Bei einem Einsatz von Großflächenschalelementen mit Ortbetonerfüllung ergeben sich die geringsten Betonüberbaukosten, gefolgt von der Herstellung des Überbaus mit Filigranplatten und Ortbetonerfüllung bei kostenintensiver, konventioneller Schalung des Kragarmbereiches. Die höchsten Kosten ergeben sich bei konventioneller Schalung des gesamten Betonüberbaus. Im Vergleich zur Herstellung mit Großflächenschalelementen ergeben sich dann etwa 23 % höhere Betonkosten.

Die Beurteilung der Stahlkonstruktion einschließlich Anarbeitung, Korrosionsschutz, Lieferung und Montage basiert auf nachfolgenden Preisen:

- 2000,- DM/t bei Verwendung von S355
- 2300,- DM/t bei Verwendung von S460.

Eine detaillierte Auflistung hierzu ist [9] zu entnehmen.

Diese Kalkulationsansätze stellen Mittelwerte dar, die aufgrund der Kalkulationsdaten von verschiedenen Stahl- und Massivbauunternehmen bestimmt wurden. Da es sich hierbei um **Durchschnittswerte** handelt, liefern sie **nur** einen **kalkulatorischen Anhalts- und Vergleichswert**. Die firmeneigenen Kalkulationen werden deshalb in einem bestimmten Maß von den hier angegebenen Werten abweichen, was aber die Gültigkeit der verschiedenen Vergleiche zwischen den einzelnen Herstellungsmöglichkeiten nicht beeinflusst.

Die Gesamtkosten des Überbaus ermitteln sich aus den anteiligen Kosten des Stahlbaus und des Massivbaus unter besonderer Berücksichtigung der wirtschaftlichen Montagemöglichkeiten.

Da die Stahltonnagen bei gleicher Trägeranordnung im Regelquerschnitt für alle Fahrplattenaufbauten gleich groß sind, werden die Gesamtkosten des Überbaus durch die unterschiedlichen Kosten des jeweiligen Betonanteils festgelegt. In Verbindung mit Bild 9 ergeben sich die Gesamtkosten für die Regelquerschnitte RQ 10,5 und RQ 15,5

nach den Bildern 10 und 11. Die prozentualen Anteile des Stahl- und Massivbaus an den Gesamtkosten sind ebenfalls aus den Bildern 10 und 11 ersichtlich. In allen Varianten werden die überwiegenden Kosten durch den Massivbau verursacht.

Für den Regelquerschnitt 10,5 sind die Gesamtkosten des Verbundüberbaus für eine 4-stegige Querschnittsvariante in Bild 10 dargestellt. Eindeutig stellt die Herstellung des Verbundüberbaus mit Großflächenelementen und Ortbetonergänzung die ganzheitlich wirtschaftlichste Ausführungsform dar.

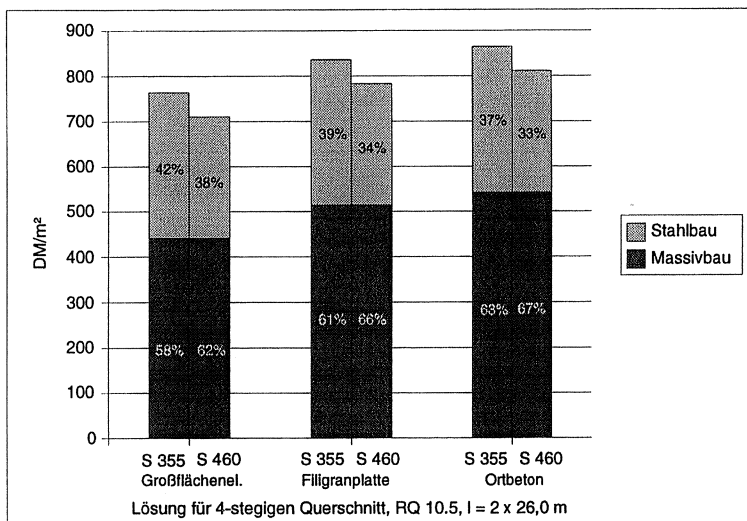


Bild 10: Gesamtkosten des Verbundüberbaus für den RQ 10,5 bei $h/l \leq 1/20$

Fig. 10: Total costs of the composite superstructures for RQ 10,5 and $h/l \leq 1/20$

Bild 11 enthält einen Gesamtkostenvergleich des Verbundüberbaus für den Regelquerschnitt 15,5 für eine 5-stegige Ausführungsvariante. Hier gelten prinzipiell die gleichen Aussagen wie für den Regelquerschnitt RQ 10,5.

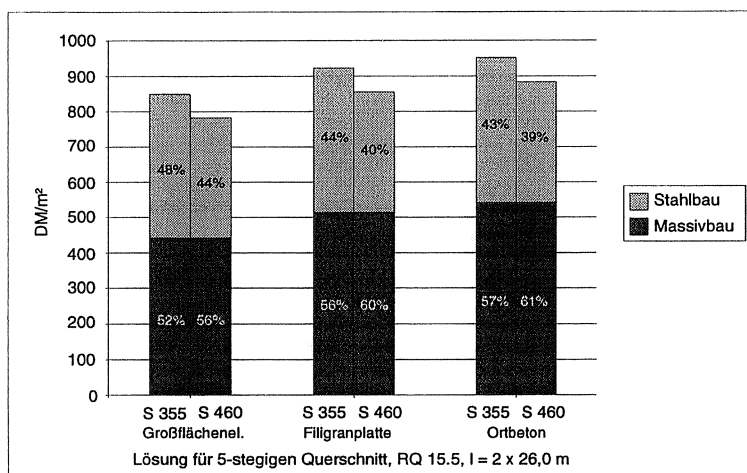


Bild 11: Gesamtkosten des Verbundüberbaus für den RQ 15,5 bei $h/l \leq 1/20$

Fig. 11: Total costs of the composite superstructures for RQ 15,5 and $h/l \leq 1/20$

Empfohlene Querschnittstypen

Zusammenfassend können für eine wirtschaftliche Ausführung der Verbundüberbauten im mittleren Spannweitenbereich nachfolgende Querschnitte mit Walzprofilen empfohlen werden.

Stützweite	RQ	S355	S460	4-stegig	5-stegig	6-stegig
26,0	10,5		•	•		
22,5	10,5	•		•		
26,0	15,5		•		•	•
22,5	15,5	(•)	•		•	•
• - empfohlen, (•) - bedingt einsetzbar						

Tabelle 5: *Empfohlene Querschnittstypen*

Table 5: *Recommended cross section types*

4.4 Schlussbemerkungen

Die hier vorgestellten Verbundbrückenquerschnitte mit Walzprofilen stellen wirtschaftliche Alternativen zu vergleichbaren Spannbetonbrücken dar. Liegen beispielsweise die Herstellungskosten des Regelquerschnitts RQ 10,5 für den 'Rohbau' in Spannbetonbauweise bei ca. 760,- DM/m², so kann ein vergleichbarer Verbundüberbau mit ca. 700,- DM/m² hergestellt werden. Ein wesentlicher Faktor hierfür ist die kostengünstige und schnelle Herstellung des Überbaus, die aus dem überwiegenden Einsatz von industriell vorgefertigten Stahl- und Betonelementen resultiert.

5 Literatur

- [1] Richtlinien für die Bemessung und Ausführung von Stahlverbundträgern, Ausgabe 1981
- [2] Ergänzende Bestimmungen zu den Richtlinien für die Bemessung und Ausführung von Stahlverbundträgern (Dübeltragfähigkeit), Fassung 1984
- [3] Ergänzende Bestimmungen zu den Richtlinien für die Bemessung und Ausführung von Stahlverbundträgern (Beschränkung der Rißbreite), Fassung 1990
- [4] DIN V ENV 1994-2: Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton, Teil 2: Verbundbrücken, Fassung Dezember 1997.
- [5] DIN 1072: Straßen- und Wegbrücken, Lastannahmen
- [6] Stahlverbundbrücken über Autobahnen, Dokumentation 533, Stahl-Informations-Zentrum, Düsseldorf, 1997
- [7] Schmackpfeffer, H.: Typenentwürfe für Brücken über 6-spurige Autobahnen in Stahlverbundkonstruktion, Tagungsband 713, in Forschungskolleg Stahlanwendung 1997, Studiengesellschaft Stahlanwendung e. V.
- [8] Schmackpfeffer, H.: Typenentwürfe für Brücken in Stahlverbundbauweise im mittleren Spannweitenbereich, Stahlbau 68 (1999), Heft 4 S. 264-276.
- [9] Kretz, J., Muermans, M.: Vorbemessung von Verbundstraßenbrücken mit Walzprofilen im mittleren Spannweitenbereich, www.kretz.de.
- [10] Muermans, M.: Konstruktion, Berechnung und Optimierung von Plattenbalkenbrücken in Verbundbauweise, Diplomarbeit im Fachgebiet Stahlbau, Universität Kaiserslautern, 1999, unveröffentlicht.
- [11] Kina, J.: Verbundbrücken mit Stahlwalzprofilen, in Fachtagung Verbundkonstruktionen, Universität Kaiserslautern, 1997.
- [12] Schaumann, P.: Forschungsaktivitäten und Entwicklungstendenzen bei Verbundstraßenbrücken mit Walzträgern. In Stahlverbund-Brückenbau, 2. Erw. Auflage, Stahl-Informations-Zentrum, Düsseldorf 1991.
- [13] Kretz, J.; Kina, J.: COBRI - Programmsystem für Stahl- und Verbundbrücken, Benutzerhandbuch und Technische Dokumentation, Kaiserslautern 2000.

Autoren dieses Beitrages:

Dr.-Ing. Joachim Kretz, Geschäftsführer der Kretz Software GmbH und Inhaber des Ingenieurbüros Dr. Kretz, Mozartstraße 25, 67655 Kaiserslautern; www.kretz.de

Dipl.-Ing. Mirko Muermans, Mitarbeiter im Ingenieurbüro Dr. Kretz, Kaiserslautern

Copyright © 2000 Kretz Software GmbH



Kretz Software GmbH
Mozartstraße 25
67655 Kaiserslautern
Tel.: 0631/36621-0
Fax: 0631/36621-20
e-mail: info@kretz.de
Internet: www.kretz.de