

# Rationalisierung der Zeichenarbeit im Stahlbetonbau, Teil 1

Rationalization of drawing in reinforced-concrete construction, part 1 / Rationalisation du dessin dans la construction en béton armé, 1e partie

Von Prof. Dr.-Ing G. Rehm, Dipl.-Ing. R. Eligehausen, Dipl.-Ing. R. Mallée, Universität Stuttgart

## 1. Einleitung

Der Konstrukteur vermittelt die für die Ausführung von Stahlbetonarbeiten benötigten Informationen an den Biegebetrieb und die Baustelle mit Hilfe maßstäblicher Schal- und Bewehrungspläne und zusätzlicher Stahllisten. Dabei werden viele Informationen an mehreren Stellen aufgeführt. So sind die Bauteilabmessungen in Schal- und Bewehrungsplänen angegeben. Die Bewehrung wird in Längs- und Querschnitten des Bauteils und zusätzlich in einem maßstäblichen Stahlauszug dargestellt und vermaßt, wobei einige dieser Angaben zusätzlich in der Stahlliste enthalten sind. Dieses Verfahren ist naturgemäß sehr lohnintensiv. Zwar sollen durch die maßstäbliche Darstellung der Bewehrung der Zeitaufwand für das „Lesen“ der Pläne auf der Baustelle verringert und Bauausführungsfehler verhindert werden. Dieses Ziel wird jedoch wegen der meist sehr unterschiedlichen Darstellungsarten, die in den einzelnen Konstruktionsbüros bevorzugt werden, oft nicht erreicht. Zusätzlich fallen weitere Kosten an, weil beispielsweise die Biegebetriebe die erhaltenen Informationen oft umordnen oder ergänzen müssen. Wegen der steigenden Lohnkosten wird daher an vielen Stellen nach Möglichkeiten gesucht, die Aufwendungen für das Erstellen und Verarbeiten notwendiger Informationen zu verringern.

Aus den Angaben der einschlägigen Literatur ist zu entnehmen, daß der Einsatz von EDV-Anlagen dann Vorteile erwarten läßt, wenn neben der Aufbereitung wichtiger Informationen der Ingenieur in hohem Maße von den Routinearbeiten befreit wird. Das Erstellen von Stahllisten mit Hilfe von Computern stellt einen ersten Schritt in dieser Richtung dar und wird vereinzelt bereits praktiziert. Es liegen aber keine Programme vor, die dem Ingenieur sowohl das Bemessen wie das Zeichnen der Bewehrungspläne einschließlich der Aufstellung von Stahllisten für die große Vielfalt der in der Praxis vorkommenden Anwendungsfälle durch Einsatz von EDV-Anlagen abnehmen, ohne daß beispielsweise Lage und Ausbildung der Bewehrung in allen Einzelheiten fallweise eingegeben werden müssen. Es ist auch nicht zu übersehen, daß vielfach starke Zweifel angemeldet werden, ob die vorbeschriebene umfassende Aufgabe wegen der Vielzahl der praktischen Gestaltungsmöglichkeiten hinsichtlich Lage und Führung der Bewehrung überhaupt lösbar ist. Desgleichen wird mit Nachdruck darauf verwiesen, daß diese Aufgaben wohl nur mit sehr großen Rechenanlagen bewältigt werden, die nur in großen Ingenieurbüros zu Verfügung stehen dürften.

Gerade die vorbeschriebenen Bedenken und Schwierigkeiten machten es reizvoll, nach einem Weg zu suchen, den Aufgabenkomplex mit erträglichem Aufwand umfassend zu klären. Deshalb wurden im Rahmen eines vom Land Nordrhein-Westfalen finanzierten Forschungsvorhabens „Rationalisierung der Bewehrungstechnik“ am Beispiel des Durchlaufträgers versucht, darzustellen, auf welche einfache und überschaubare Art und Weise die Vielzahl komplexer Aufgaben gelöst werden kann.

## 2. Möglichkeiten der Rationalisierung

### 2.1 Erstellen von Stahllisten mit Hilfe der EDV-Anlage

Nach Eintragen der einzelnen Positionen in die Stahlliste müssen die Gewichte, getrennt nach Position und Durch-

messer, für das ganze Bauteil bzw. Bauwerk berechnet werden. Für diese mühselige Arbeit bietet sich der Einsatz von EDV-Anlagen geradezu an. Daher liegen als Lösung dieser Fragen zahlreiche Vorschläge vor [2-6]. Auch in der Bundesrepublik werden entsprechende Untersuchungen im Rahmen eines Forschungsvorhabens durchgeführt. [1].

Voraussetzung für den Einsatz von Rechenanlagen ist die Standardisierung der Stabformen, einschließlich ihrer Vermaßung und Bezeichnung sowie die Vereinheitlichung der Stahllisten. Parallel zu der Standardisierung sollte eine Verringerung der gebräuchlichen Stabformen angestrebt werden, um den Aufwand für das Herstellen der Bewehrung zu vermindern. Diese Forderung wird relativ gut bei dem Vorschlag [7] erfüllt, der 15 Standardstabformen vorsieht (siehe Bild 1). Diese wenigen Stabformen reichen jedoch nach statistischen Untersuchungen an ausgeführten Bauvorhaben aus, um damit im Hochbau 97 und im Ingenieur- und Brückenbau 92 Gewichtsprozent der Bewehrung zu erfassen [12]. Dabei sind mit vier Stabformen (Typen 1, 2, 3 und 7) ca. 70% der Bewehrung herstellbar [15].

TYP	FORM	TYP	FORM
1		10	
2		11	
3		12	
4		13	
5		14	
6		15	
7		LL	LAGERLÄNGEN
8		SB DK	STELLBÜGEL Distanzkörbe
9		SP	SPEZIALFORMEN

Bild 1. Standardisierte Stabformen nach [7]

Fig. 1. Standardized bar shapes according to [7]

Fig. 1. Formes de barres standardisées selon [7]



**STANDARDEISENLISTE NR. \_\_\_\_\_**

KORREKTUREN:  
1: NEU  
2: ANLERN  
3: LOSCHEN

KARTENART: **61**

STAHL: **3**

1: GRUPPE I  
3: GRUPPE III  
3A: GRUPPE IIIA  
3B: GRUPPE IIIB

BLATT NR. \_\_\_\_\_

POS GR	POS	STÜCK ZAHL	d mm	FORM	TEILLANGEN IN CM											HÄREN	SCHNITT LÄNGE	TOTAL LÄNGE	TEILUNG	LÄGE	BEMERKUNGEN
					WINKEL IN BOGENGRADEN (360° - TEILUNG)																
					A	B	C	D	E	F	G	Z									
					28	32	36	40	44	47											
	1	4	20	1	1400																
	2	2	20	10	350	60	60	620	85												
	3	1	20	1	530																
	4	1	20	10	320	60	60	490	85												
	5	2	20	1	660																
	6	66	8	5	7	60	16	60	7												

Bild 2a. Standardeisenliste ohne Kopfblatt nach [7]  
 Fig. 2a. Standard iron schedule without head sheet according to [7]  
 Fig. 2a. Liste de fers standard selon [7]

Die in anderen Ländern aufgestellten Listen [8–11] unterscheiden sich von dem Vorschlag [7] außer durch andere Codierungen wesentlich durch die meist deutlich größere Anzahl der Stabformen. Sie sind daher weniger zur Nachahmung empfehlenswert. Die Stahl Listen werden bisher vom Ingenieur- bzw. Konstruktionsbüro aufgestellt, wobei die enthaltenen Angaben i. a. wesentlich den Bedürfnissen des entwerfenden Ingenieure entsprechen.

Dadurch werden der Biegebetrieb und die Baufirma oftmals gezwungen, zum Anfertigen der von ihnen benötigten Schneide-, Biege- und Verlegelisten die gelieferten Informationen umzuordnen oder mühsam aus den Bewehrungsplänen zu entnehmen. Dieser Mißstand soll durch den ebenfalls in [7] enthaltenen Vorschlag für die Standardisierung der Stahl Listen behoben werden. Bild 2 a zeigt die wie bisher vom Ingenieur auszufüllende Standardstahl Liste (ohne Kopfblatt, das lediglich die wesentlichen Angaben über das Bauwerk enthält). Die letzten Spalten müssen nur ausgefüllt werden, wenn die Liste nicht durch eine EDV-Anlage weiterverarbeitet wird. Alle Angaben werden nur einmal auf einen Datenträger übertragen. Danach

STANDARDEISENLISTE NR.: \_\_\_\_\_  
 BELEG NR.: \_\_\_\_\_

BAUUNTERNEHMER:  
 KUNDE NR.:  
 BAUOBJEKT:  
 BAUINGENIEUR:  
 STAHLQUALITÄT:  
 LIEFERTERMIN:  
 BEMERKUNGEN:

STAHLFABRIKAT:

POS GR	POS	D	BEARB	STUECK	SCHNITTLÄNGE (EFF. METER)	TOTALLÄNGE (THEOR. METER)	GEWICHT (THEOR. KG)
	6	8	(1)	66	1 50	99 00	39 1
	1	20	FIX	4	14 00	56 00	
	3	20	FIX	1	5 30	5 30	
	5	20	FIX	2	6 60	13 20	184
	2	20	(1)	2	10 55	21 10	
	4	20	(1)	1	8 95	8 95	74 2
						TOTAL 20 MM	258
					TOTAL FIX		184
					TOTAL (1)		113
					LISTENGEWICHT		297
					ANZAHL POS		6

Bild 2b. Schnittliste nach [7]  
 Fig. 2b. Cutting schedule according to [7]  
 Fig. 2b. Liste de sections selon [7]

STANDARDEISENLISTE NR.: \_\_\_\_\_  
 BELEG NR.: \_\_\_\_\_

BAUUNTERNEHMER:  
 KUNDE NR.:  
 BAUOBJEKT:  
 BAUINGENIEUR:  
 STAHLQUALITÄT:  
 LIEFERTERMIN:  
 BEMERKUNGEN:

STAHLFABRIKAT:

POS GR	POS	STK	D	FORM	ABMESSUNGEN IN CM UND WINKEL IN BOGENGRADEN											HÄREN	BAU-SCHNITT LÄNGE	BEMERKUNGEN			
					A	B	C	D	E	F	G	Z									
	6	66	8	5	7	60	16	60	7												150
	2	2	20	10	350	60	60	620	85												1055
	4	1	20	10	320	60	60	490	85												895

Bild 2c. Biege Liste nach [7]  
 Fig. 2c. Bending schedule according to [7]  
 Fig. 2c. Liste de plages selon [7]

erfolgt die Erstellung der notwendigen Schneide-, Biege- und Verlegelisten, das Ausfüllen der Lieferscheine und Etiketten durch eine EDV-Anlage. Dabei enthalten die jeweiligen Listen nur die für die betreffende Arbeit erforderlichen Daten in der für den Arbeitsablauf richtigen Reihenfolge (siehe Bilder 2 b und 2 c). Zusätzlich wird durch diese Methode die Steuerung der Schneide- und Biegemaschinen durch EDV-Anlagen ermöglicht.

Die bisherigen in der Schweiz mit Standardstabformen und -Stahlteilen gewonnenen Erfahrungen werden als sehr günstig beschrieben. Außerdem sieht der überwiegende Teil der 1973 im Rahmen einer Umfrage angesprochenen Baufirmen und Ingenieurbüros die beschriebene Methode als gute Rationalisierungsmaßnahme an [1]. Daher sollten entsprechende Listen, die ggf. zur Berücksichtigung der hiesigen Verhältnisse modifiziert sein können, kurzfristig eingeführt werden.

## 2.2 Vereinfachung und Standardisierung der Bewehrungszeichnungen

Eine Verminderung der Aufwendung für das Erstellen der Bewehrungszeichnungen ist zunächst möglich durch Ersatz

der bisher üblichen maßstäblichen (siehe Bild 3) durch unmaßstäbliche Bewehrungsauszüge. Dies ist ohne Verzicht auf Übersichtlichkeit und Eindeutigkeit der Bewehrungspläne nur bei einer Standardisierung der Darstellungsart und der zu verwendenden Symbole möglich. Entsprechende, im Rahmen der ISO ausgearbeiteten Vorschläge liegen vor [13]. Darin werden zunächst wichtige „Äußerlichkeiten“ wie Blattgröße, Strichstärken für Querschnittsumrisse und Bewehrung, Schriftgröße, Anordnung und Ausbildung des Schriftblocks usw. geregelt. Außerdem werden Symbole für die vereinfachte Kennzeichnung der Bewehrung im Längs- und Querschnitt und im Grundriß, beispielsweise für endende, aus der Zeichenebene abgebogene oder auf der Plattenober- bzw. -unterseite liegende Stäbe, angegeben.

Die Bilder 4 a bis 4 c zeigen den entsprechend den Vorschlägen [13] neu gezeichneten Bewehrungsplan für den in Bild 3 dargestellten Zweifeldträger. Das Ende der Stäbe wird im Längsschnitt durch einen dünnen Schrägstrich mit angefügter Positionsnummer markiert. Zusätzlich ist die Lage der Stäbe wie üblich im Querschnitt angegeben. Zur Angabe der Formen und Abmessungen für die einzelnen Positionen können die Stäbe zunächst unmaßstäblich neben der einzelnen

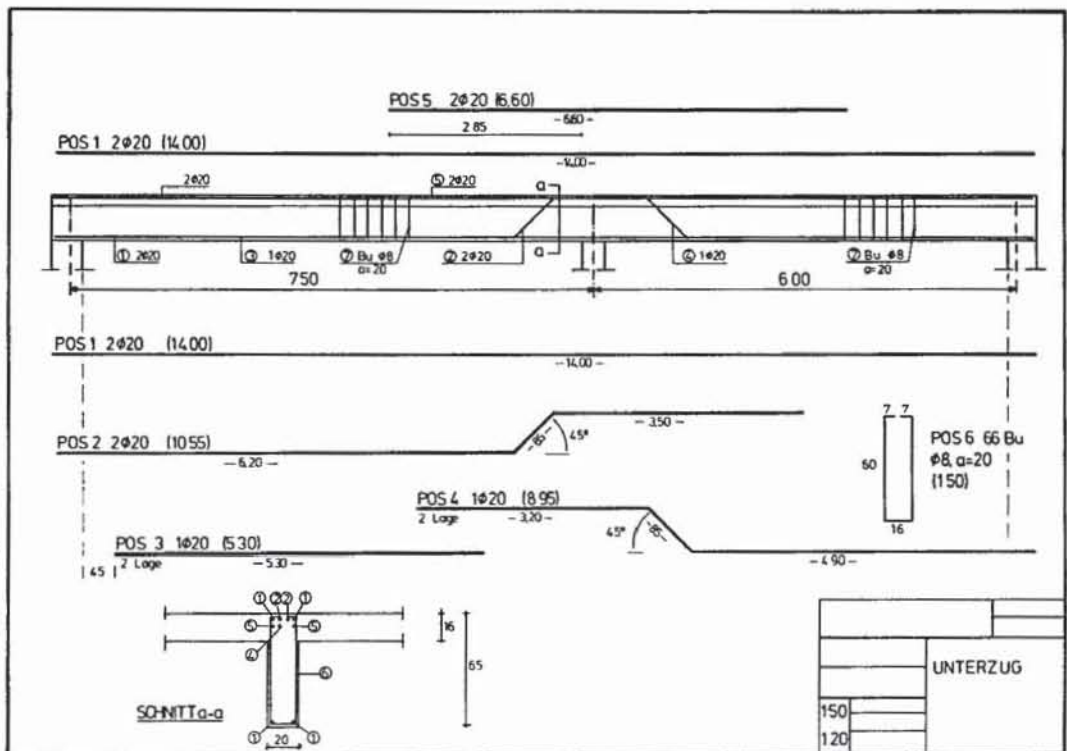


Bild 3. Bewehrungsplan mit maßstäblichem Bewehrungsauszug für einen Zweifeldträger

Fig. 3. Reinforcement drawing with true-to-scale reinforcement extract for a two-span girder

Fig. 3. Plan d'armature avec extrait d'armature à l'échelle pour une poutre à deux travées

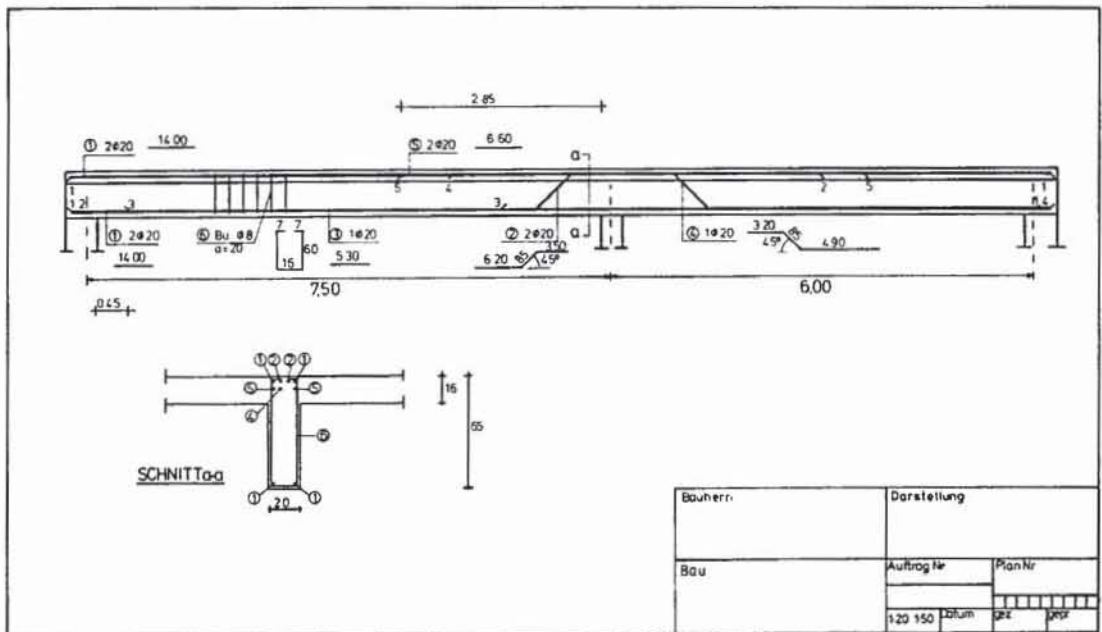


Bild 4a. Vereinfachter Bewehrungsplan für einen Zweifeldträger nach Bild 3

Zeichnung mit unmaßstäblichem Bewehrungsauszug

Fig. 4a. Simplified reinforcement drawing for a two-span girder according to fig. 3

Fig. 4a. Plan d'armature simplifié pour une poutre à deux travées selon fig. 3

Croquis avec armature prolongée non conforme à l'échelle



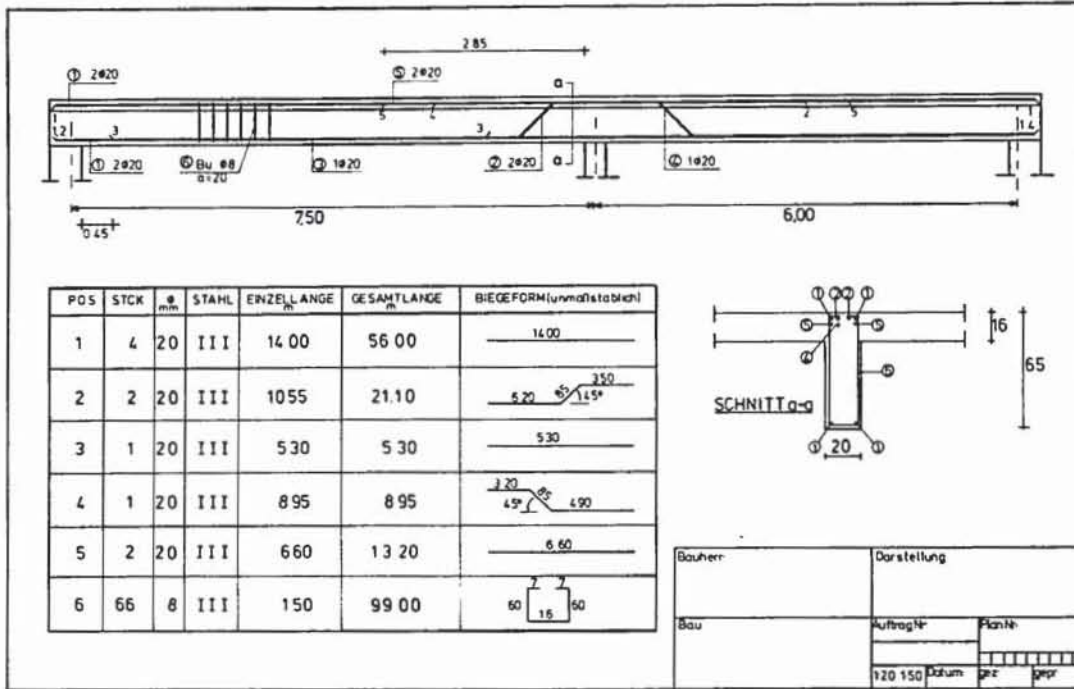
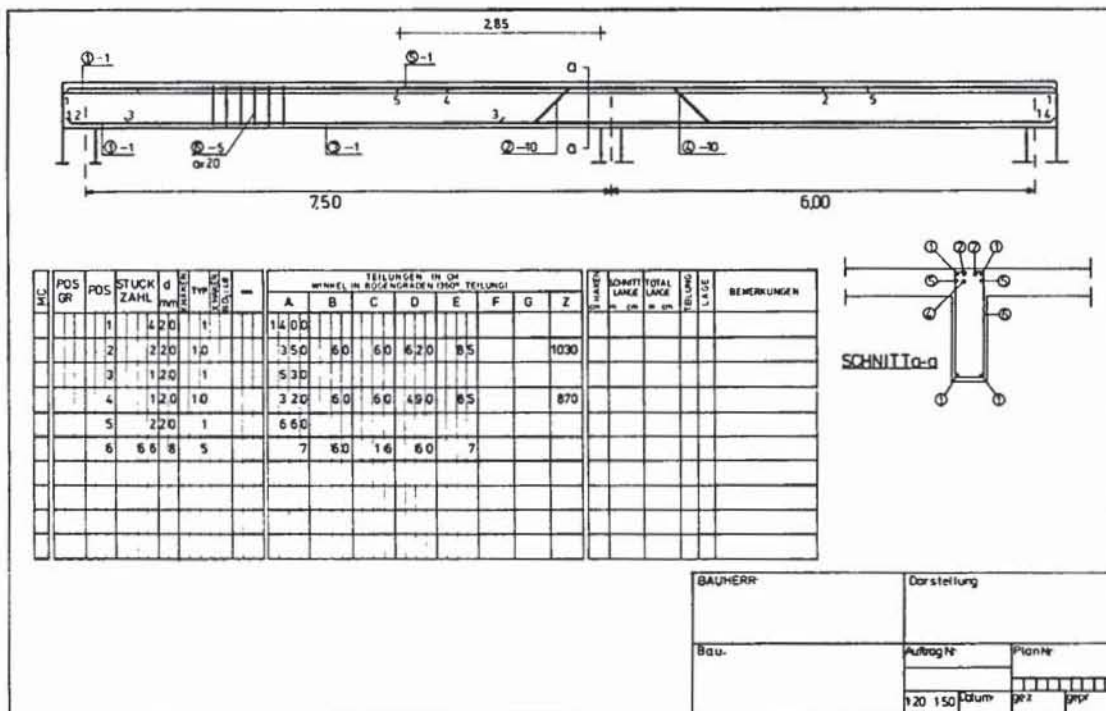


Bild 4b. Vereinfachter Bewehrungsplan für einen Zweifeldträger nach Bild 3 Zeichnung mit unmaßstäblichem Bewehrungsauszug in der Stahlliste  
 Fig. 4b. Simplified reinforcement drawing for a two-span girder according to fig. 3 Drawing with untrue-to-scale reinforcement extract in the steel schedule  
 Fig. 4b. Plan d'armature simplifié pour une poutre à deux travées, selon fig. 3 Croquis avec armature prolongée non conforme à l'échelle dans la liste des aciers



Positionsnummer dargestellt werden (Bild 4 a). Die Zusammenfassung der Stäbe in einer Tabelle ergibt insbesondere bei komplizierter Bewehrung übersichtlichere Zeichnungen (Bild 4 b). Eine weitere Arbeitersparnis wird erreicht, wenn diese Liste der Standardeisenliste entspricht (Bild 4 c). Während bei den ersten beiden Möglichkeiten die Stabformen etwa in den richtigen Proportionen dargestellt werden, wird darauf bei der letztgenannten verzichtet. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, auf das Einzeichnen der Bewehrung in den Längsschnitt zu verzichten und die Bewehrung durch einen maßstäblichen Stahlauszug anzugeben. Dadurch würde das getrennte Anfertigen eines Schalplanes entfallen. Die zur Vermaßung der Stäben erforderlichen zusätzlichen Maßketten können, insbesondere bei aufwendigeren Bewehrungen, die Übersicht der Pläne verringern. Daher wäre denkbar, den Abstand eines Stabes von einem bestimmten Auflagerstand zusätzlich in der Tabelle anzugeben. Entsprechende Vorschläge für die vereinfachte Darstellung der Bewehrung von flächenartigen Bauteilen (Platten, Wände usw.) liegen ebenfalls vor [13].

Eine weitere starke Verringerung der Zeichenarbeiten kann durch Verwendung von sogenannten Systembewehrungsplänen erreicht werden. Dabei handelt es sich um unmaßstäbliche Pläne mit einer schematischen Darstellung der Bewehrung (Bild 5). Diese Pläne müssen für die üblichen Bauteile nur einmal gezeichnet und bei Bedarf kopiert werden. Die Zeichnungen lassen sich nur mit Hilfe einer angefügten Tabelle lesen, in die vom Konstrukteur Positionsnummer, Stahlart, Anzahl, Durchmesser, Typennummer, Abmessung und Abstand von der Schalungskante eingetragen werden. Um die Lage der Stäbe im Querschnitt eindeutig zu bestimmen, müssen die Schnitte maximaler Beanspruchung gezeichnet werden. Zwecks Zeitersparnis kann dabei auf schon vorgefertigte unmaßstäbliche Umrißzeichnungen des Trägers zurückgegriffen werden, in die die Stäbe nur noch schematisch unter Angabe der Positionsnummer eingetragen werden. Systembewehrungspläne stellen wegen ihrer unmaßstäblichen Darstellung an das Abstraktionsvermögen der Arbeitskräfte auf der Baustelle sehr hohe Anforderungen und kön-

Bild 4c. Vereinfachter Bewehrungsplan für einen Zweifeldträger nach Bild 3 Zeichnung ohne Bewehrungsauszug mit Standardeisenliste nach Bild 2a  
 Fig. 4c. Simplified reinforcement drawing for a two-span girder according to fig. 3 Drawing without reinforcement extract with standard iron schedule according to fig. 2a  
 Fig. 4c. Plan d'armature simplifié pour une poutre à deux travées, selon la fig. 3 Croquis sans armature prolongée avec liste de fers standard selon fig. 2a



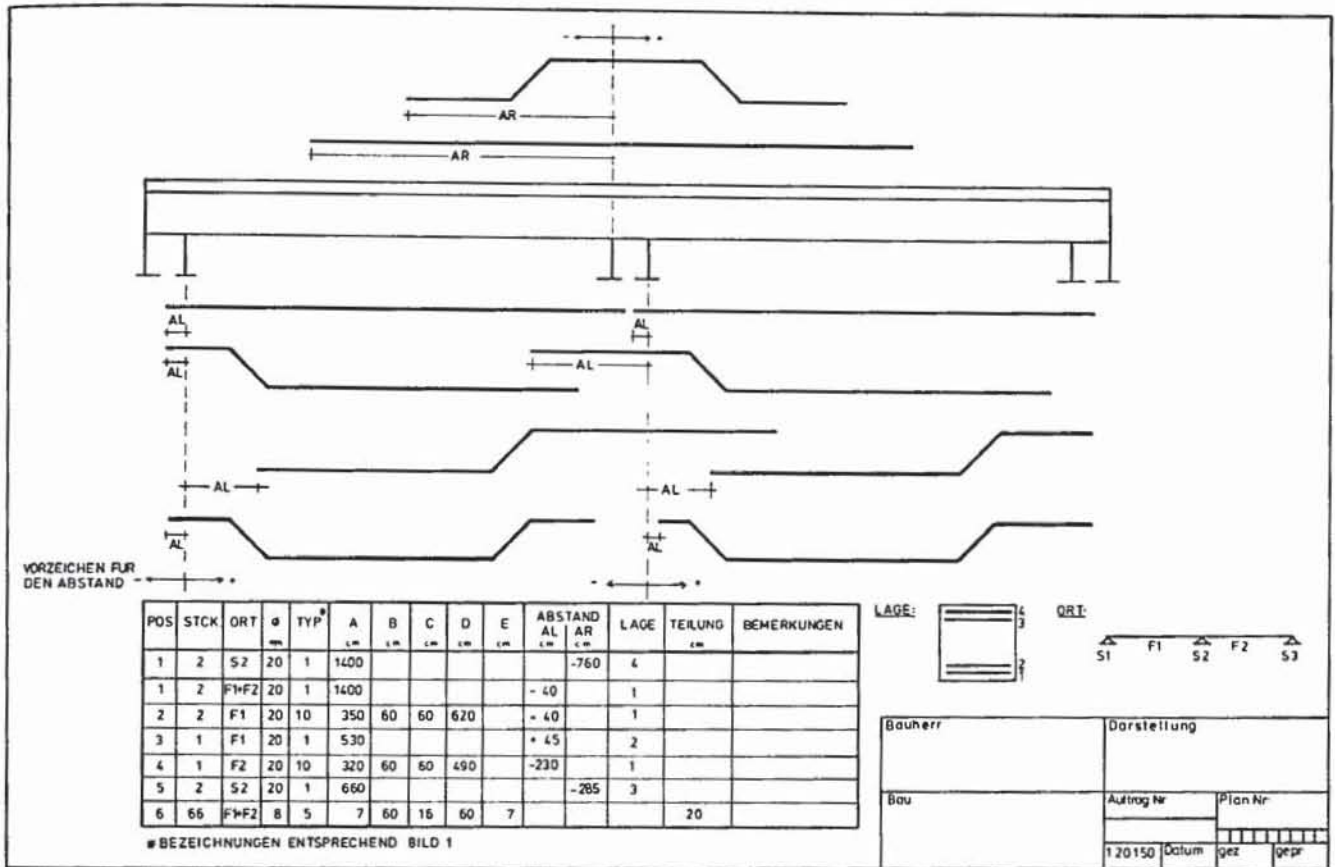


Bild 5. Systembewehrungsplan für einen Zweifeldträger mit herkömmlicher Bewehrung  
 Fig. 5. System reinforcement drawing for a two-span girder with conventional reinforcement  
 Fig. 5. Plan d'armature du système pour une poutre à deux travées, avec armature conventionnelle

nen eher zu Fehlern beim Verlegen der Bewehrung führen. Außerdem ist die Prüfung der Pläne durch den Prüflingenieur erschwert.

Während nach dem Ergebnis der bereits genannten Umfrage die kurzfristige Einführung von Bewehrungsplänen nach Bild 4 möglich erscheint, werden außer für einfache Bauteile (z. B. Einfeldträger) Systembewehrungspläne aus den vorgenannten Gründen überwiegend abgelehnt. Nach den Erfahrungen von RÜSCH können jedoch auch Bewehrungen für aufwendigere Bauteile (z. B. Durchlaufträger) mit Hilfe von Schemaplänen fehlerfrei und ohne Mehraufwand erstellt werden, wenn vorher eine intensive Umschulung der Bauausführenden erfolgt. Dies gilt insbesondere, wenn die Bewehrungsführung vereinfacht wird.

Systembewehrungspläne vermindern nicht nur den Aufwand im Konstruktionsbüro, sondern fördern auch die Standardisierung und Vereinfachung der Bewehrungsführung. Dadurch ergeben sich wiederum Einsparungen beim Verlegen der Bewehrung. Aus diesem Grunde werden hier zur Zeit brauchbare und den allgemeinen Anforderungen genügende Lösungen für übliche Bauteile unter Beachtung der Anschlüsse erarbeitet.

### 2.3 Zeichnen der Bewehrungspläne mit Hilfe einer EDV-Anlage

Die Erstellung der Bewehrungspläne durch eine EDV-Anlage ist natürlich die eleganteste Lösung. Dabei kann der Rechner nur die reine Zeichenarbeit einschließlich Erstellung der Stahl Listen übernehmen oder auch zusätzlich die statische Berechnung, Bemessung und Positionierung durchführen. Weiterhin sind natürlich auch Zwischenlösungen denkbar. Die erste Möglichkeit bedingt einen minimalen Programmieraufwand und eine maximale Dateneingabe, da die Form und Lage der gesamten Bewehrung im Längs- und Querschnitt weitgehend beschrieben werden müssen. Dabei kann die Bewehrungsführung prinzipiell beliebig sein.

Die zweite Möglichkeit erfordert demgegenüber einen erheblich höheren Programmieraufwand bei geringerer Datenein-

gabe und setzt eine weitgehend standardisierte Bewehrungsführung voraus.

Programme für das Zeichnen der Bewehrungspläne von Einfeld- und Durchlaufträgern entsprechend der erstgenannten Möglichkeit werden bereits für ausgewählte Anwendungsfälle auf dem Markt angeboten. Das im folgenden Abschnitt beschriebene Programm ermöglicht die statische Berechnung und das Erstellen der Bewehrungspläne für beliebig belastete Durchlaufträger mit Hilfe eines Computers. Gleichzeitig werden Hinweise für die optimale Wahl der Bewehrung gegeben.

### 3. Beschreibung des Programms zur Erstellung von Bewehrungszeichnungen für Durchlaufträger

#### 3.1 Beschreibung der Bewehrungsführung

Die Anwendung der in Abschnitt 2 beschriebenen Maßnahmen würde bei Beibehaltung der herkömmlichen Bewehrung nur die Aufwendungen des Ingenieurs für das Anfertigen der Bewehrungspläne und Stahl Listen vermindern und ein rationelles Schneiden und Biegen ermöglichen. Die Kosten der Baustelle würden jedoch kaum verringert, da die Zahl der Biegungen und der noch wesentlichere Aufwand für das Flechten und Verlegen der Bewehrung unverändert bleiben. Ein optimaler Erfolg kann daher nur erwartet werden, wenn rationell hergestellte Bewehrungszeichnungen mit einer vereinfachten, standardisierten Bewehrungsführung kombiniert werden.

Ausgehend von dieser Überlegung wurde hier das folgende Bewehrungssystem entwickelt:

- Die Schubbewehrung besteht aus Bügeln allein, d. h. auf Schrägaufbiegungen wird verzichtet. Sie wird aus einem üblichen Bügelkorb, der die untere Längsbewehrung umschließt und dessen Querschnitt der Mindestbügelbewehrung nach DIN 1045 entspricht, und zusätzlich in den Querschnitt einzustellenden leiterartigen Schubzulagen, die die Biegezugbewehrung nicht umschließen, zusammengesetzt. Der Bügelkorb stellt also nur einen Teil der Gesamtschubbewehrung dar. Mit den Schubzulagen kann auf einfache Weise die An-

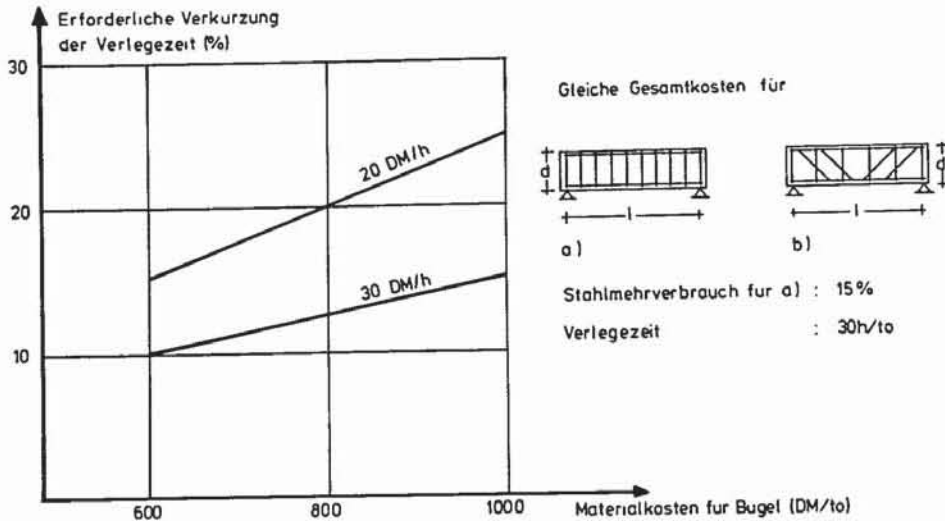


Bild 6. Erforderliche Verkürzung der Verlegezeit für eine nur aus Bügeln bestehende Schubbewehrung gegenüber konventioneller Bewehrung in Abhängigkeit der Materialkosten der Bügel

Fig. 6. Required reduction of laying time for reinforcement consisting of stirrups only, as compared to conventional reinforcement as a function of the material cost of the stirrups

Fig. 6. Réduction nécessaire du temps de pose pour une armature de cisaillement constituée seulement par des étriers, par rapport à une armature conventionnelle en fonction des frais de matériel des étriers

passung an die erforderliche Schubbewehrung erzielt werden. Die Aufnahme der Schubkräfte nur durch Umschließungsbügel ist ebenfalls möglich. Bügelkörbe und Schubzulagen werden aus vorgefertigten, mattenartigen Elementen mit Bügelstäben in Mattenlängsrichtung hergestellt. Die Schubbewehrung erfüllt gut die an ein Bügelprogramm zu stellenden Forderungen, nämlich u. a. Stapelbarkeit der gebogenen Bügel und geringe Typenzahl, um eine schnelle Lieferung vom Lager zu ermöglichen.

Die Zulässigkeit der Abweichungen von den Vorschriften wurde durch Versuche nachgewiesen, über die in Kürze berichtet wird. (Fortsetzung folgt)

- Die Feldbewehrung aus geraden, gegebenenfalls gestaffelten Stäben wird in der Regel feldweise mit der Schubbewehrung verlegt. Zur Vermeidung von Schwierigkeiten beim Verlegen des Korbes können die Stäbe bei enger Stützen- oder starker Feldbewehrung vor dem Auflager enden und unabhängig vom Durchmesser durch Zulagestäbe verankert werden. Diese können bei schmalen Endauflagern Haken an den Enden aufweisen.

- Die nach Einbau der Feldkörbe verlegte Stützbewehrung wird bei üblichen Plattenbalkenquerschnitten über einen definierten Bereich der Platte verteilt angeordnet. Dadurch wird ein einwandfreies Betonieren der Stege ermöglicht. Sie kann aus Einzelstäben oder zur Verminderung des Verlegeaufwandes aus einer Betonstahlmatte (ggf. mit Verstärkung durch angebundene Einzelstäbe) bestehen.

Das Bewehrungssystem läßt trotz des im Mittel um ca. 15% höheren Stahlverbrauchs gegenüber einer konventionellen Bewehrung eine Verringerung der Gesamtkosten für die fertig verlegte Bewehrung erwarten, da die zur Erzielung von Kostengleichheit erforderliche Verringerung der Verlegezeit um ca. 20% (siehe Bild 6) nach Arbeitszeitstudien [17] deutlich überschritten werden dürfte. Dies ist auf den einfachen Zusammenbau und den feldweisen Einbau der Bewehrung zurückzuführen. Zusätzlich kann die Bewehrung bei optimaler Anpassung an den Schnittkraftverlauf baukastenmäßig zusammengestellt werden, da Feld-, Stütz- und Schubbewehrung unabhängig voneinander sind. Dies ist eine wichtige Voraussetzung für standardisierte Körbe (siehe Abschnitt 4) und vermindert den Programmieraufwand für das Zeichnen der Bewehrungspläne durch Computer.

Das Bewehrungssystem weicht in folgenden Punkten von den bestehenden Vorschriften ab:

- Die Biegezugbewehrung wird nur von einem Teil der Bügelbewehrung umschlossen.

- Die Feldbewehrung wird ggf. am Auflager auch für Stäbe mit  $d_s > 14$  mm in einem Schnitt voll gestoßen. Alle anderen Vorschriften der DIN 1045 hinsichtlich der Anordnung und Führung der Bewehrung werden eingehalten. Wird auf den Stoß der Feldbewehrung durch Zulagen verzichtet und eine nur aus Umschließungsbügeln bestehende Schubbewehrung gewählt, was natürlich ebenso möglich ist, entspricht die dem Programm zugrunde gelegte Bewehrungsführung in allen Punkten der DIN 1045.