
Rationalisierung der Zeichenarbeit im Stahlbetonbau, Teil 2

Rationalization of drawing in reinforced-concrete construction, part 2 / Rationalisation du dessin dans la construction en béton armé, 2e partie

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

3.2 Programmbeschreibung

3.2.1 Allgemeines

Das entwickelte Programm ermöglicht die Berechnung und Bemessung von Durchlaufträgern mit Rechteck- bzw. Plattenbalkenquerschnitt und das Erstellen der Bewehrungspläne einschließlich der Stahllisten. Die Stützweite der Felder ist beliebig. Dies gilt prinzipiell auch für die Zahl der Felder, die jedoch durch die Kapazität des verwendeten Rechners begrenzt wird. Die Endstützen müssen gelenkig, die Träger an den Innenstützen können gelenkig gelagert oder biegesteif mit den Stützen verbunden sein. Die Lagerung kann direkt oder indirekt sein. Die Belastung kann getrennt für Eigengewicht und Verkehrslast aus Strecken-, Trapez- und Dreiecklasten sowie aus Einzellasten und einer Wanderlast bestehen. Zur Entwicklung des Programmes stand eine instituteigene Rechenanlage vom Typ IBM 1130 mit einer Kernspeicherkapazität von 8k, Zeilendrucker, Konsolschreibmaschine, Plotter und Plattenspeicher zur Verfügung.

3.2.2 Dateneingabe

Für die Rechnung sind folgende Eingabewerte erforderlich:

- a) Anzahl der Felder
- b) Lagerbedingungen

- n) Abmessungen (Stützweiten, Lagerbreiten, Trägerabmessungen, Betonüberdeckung)
- d) Baustoffkennwerte (Beton- und Stahlgüte)
- e) Belastung
- f) Anzahl der Intervallpunkte pro Feld, an denen die Schnittkräfte berechnet und die Bemessung durchgeführt werden soll.
- g) Korrosionsklasse

3.2.3 Rechenablauf

Das Programm führt die statische Berechnung durch Aufstellen von Momenten- und Querkrafteinflußlinien an den vorgesehenen Intervallpunkten nach dem Reduktionsverfahren durch. Ist keine Wanderlast vorhanden, dann kann dieses recht aufwendige Rechenverfahren durch eine Iteration nach Cross ersetzt werden. Die Auswertung der Einflußlinien für Eigengewicht und für Verkehrslast in ungünstigster Laststellung ergibt die Einhüllenden der Schnittkräfte. Die Stützmomente werden je nach Lagerungsbedingung entweder parabolförmig ausgerundet oder es werden die Anschnittmomente als maßgeblich angesetzt. Außerdem wird kontrolliert, ob die maximalen Feldmomente die in DIN 1045, Abschnitt 15.4.1.3, vorgeschriebenen Mindestwerte erreichen. Die Be-

messung erfolgt punktweise nach dem k_f -Verfahren. Die mitwirkende Druckplattenbreite b_m beim Plattenbalkenquerschnitt sowie die Ersatzbreite b_i beim gedregenen Plattenbalken werden durch Interpolation aus Tabellen [14] gewonnen, die ebenso wie die k_f -Tafeln auf der Magnetplatte abgespeichert wurden. Zur Ermittlung der Ersatzbreite b_i werden zwei Iterationsschritte durchgeführt, was zu genügend genauen Ergebnissen führt. Unter Berücksichtigung des Versatzmaßes und der in der Norm geforderten Verankerungslänge sowie der mindestens über die Auflager zu führenden und dort zu verankernden Bewehrung werden die erforderlichen Längen der Stäbe, aufgerundet auf volle 10 cm, sowie ihre genaue Lage im Längsschnitt bestimmt. Dasselbe gilt auch für die ggf. erforderlichen Zulagestäbe. Die Übergreifungslänge mit der 5 cm vor dem Auflager endenden Feldbewehrung beträgt am Innenaufleger $l_0 = 2,2 a_4$ und wird am Endauflager für die vorhandene Zugkraft berechnet. Aus den Einhüllenden der Querkraft werden punktweise die Schubspannungen und die erforderliche Schubbewehrung bestimmt. Beträgt in einem Querkraftbereich gleichen Vorzeichens die Schubspannung $\tau_{0,2} \leq \tau_{0,2}$ (Schubbereich 2), wird dort die Schubbewehrung gemäß DIN 1045 abgemindert. Die von der Balkenbreite abhängige Mindestbügelbewehrung wird durch Umschließungsbügel, der verbleibende Bewehrungsquerschnitt durch leiterförmige Schubzulagen abgedeckt. Die Schubleitern können aus ganzen bzw. halben Matten bestehen und werden abgestuft, wobei die Schubkraftlinie im Schubbereich 2 um die statische Nutzhöhe h und im Bereich 3 um $h/2$ eingeschnitten wird. Alternativ ist vorgesehen, wahlweise die Schubspannungen nur durch Umschließungsbügel abzudecken, was vor allen Dingen bei Balken mit geringerer Schubbeanspruchung von Vorteil ist. Die Positionierung erfolgt wie üblich. Die geraden Stäbe der Feld- und Stützbewehrung sowie die Zulagestäbe erhalten

als Positionsbezeichnung eine einfache Zahl, während vor den Positionsnummern der Bügelmatten und Schubzulagen ein B bzw. S ausgedrückt wird.

3.2.4 Ausgabe

Die Ausgabe der Ergebnisse der statischen Berechnung sowie der Bemessung erfolgt wie üblich, so daß eine Beschreibung entfallen kann.

3.2.4.1 Maßstäblicher Bewehrungsplan

Bild 7a zeigt die vom Plotter maßstäblich gezeichnete Längsansicht und den Bewehrungsauszug eines Zweifeldträgers mit dem im Abschnitt 3.1 beschriebenen Bewehrungssystem. Als Stützbewehrung wurden Einzelstäbe gewählt, die Feldbewehrung endet vor dem Auflager. Oberhalb des Trägers ist die Stützbewehrung, unterhalb sind Feldbewehrung und Zulagen dargestellt. Die Zahlen unter diesen Längsstäben geben Auskunft über Positionsnummer, Anzahl, Durchmesser, Länge und Abstand zum Auflagerstand. Diese Maße geben jeweils den Abstand des linken Stabendes bei der Feldbewehrung von der rechten, bei der im Stützenbereich liegenden Bewehrung (Stützbewehrung und Zulagen) von der linken Schalungskante an (siehe Bild 10).

Unter den Zulagen sind die Schubleitern und die Bügelkörbe gezeichnet, wobei aus Platzgründen von der üblichen Darstellungsweise der Matten abgewichen wurde. Die Matten sind nicht als Rechtecke in der Ansicht, sondern nur als Striche in der Draufsicht gezeichnet, d. h. die im Plan untereinander dargestellten Schubzulagen stehen im Querschnitt paarweise nebeneinander. Das Maß über jeder Matte gibt den Abstand der letzten Bügelstäbe zweier aufeinanderfolgender Matten bzw. den Abstand des letzten Bügelstabes zur

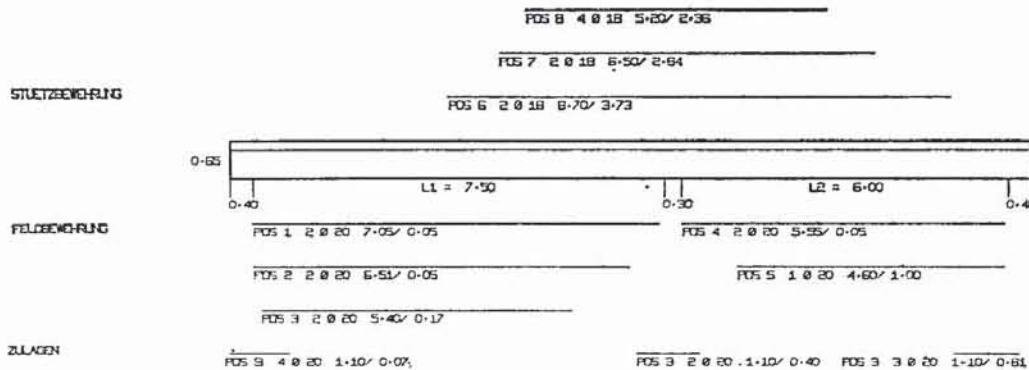


Bild 7a. Maßstäblicher Bewehrungsplan für einen Zweifeldträger (Plotterzeichnung)
 Fig. 7a. True-to-scale reinforcement drawing for a two-span girder (Plotter drawing)
 Fig. 7a. Plan d'armature à l'échelle pour une poutre à deux travées (plan Plotter)

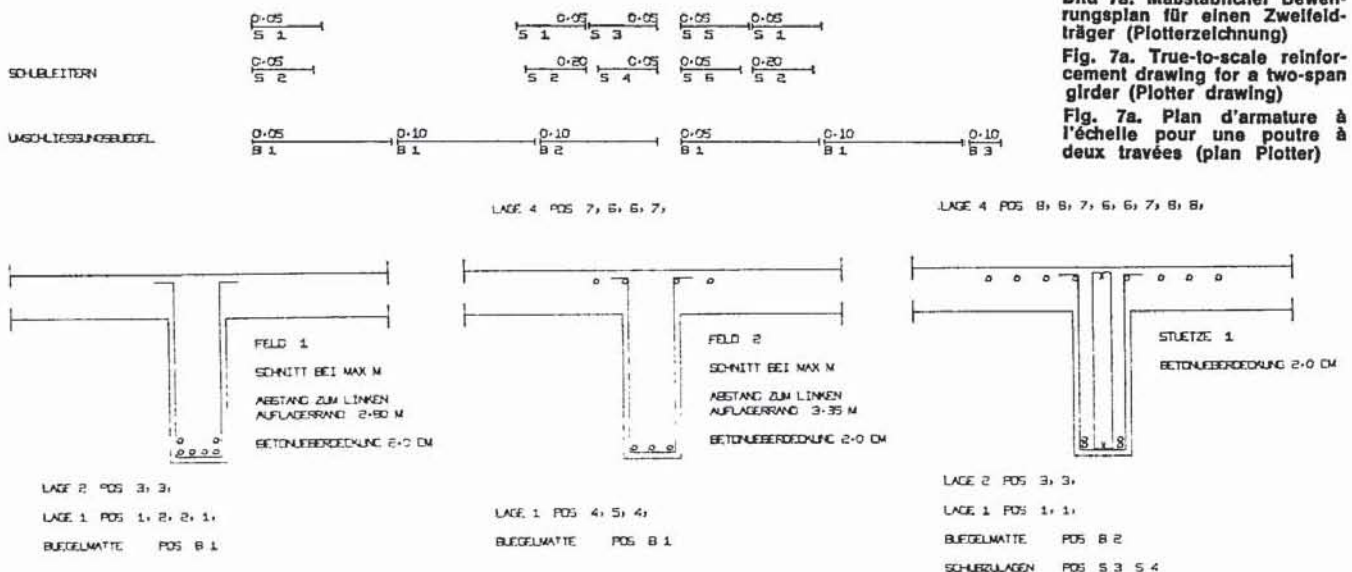


Bild 7b. Schnitte zum maßstäblichen Bewehrungsplan nach Bild 7a (Plotterzeichnung)
 Fig. 7b. Sections of true-to-scale reinforcement drawing according to fig. 7a (Plotter drawing)
 Fig. 7b. Coupes du plan d'armature à l'échelle, selon la fig. 7a (plan Plotter)

Schalungskante am Auflager an. Die Ziffer unter jeder Matte gibt zusammen mit dem Buchstaben S oder B Auskunft über die Positionsnummer. Zusätzlich zu der Seitenansicht des Trägers werden die Schnitte maximaler Momentenbeanspruchung gezeichnet (Bild 7 b). Aus rechen-technischen Gründen – bedingt durch die geringe Speicherkapazität der verwendeten EDV-Anlage – werden die Positionsnummern lagenweise zusammengefaßt und in der entsprechenden Reihenfolge oberhalb bzw. unterhalb des Querschnittes angegeben. Zu diesem maßstäblichen Plan wird getrennt für Stabstahl und Matten eine Schneide- und Biegeliste ausgegeben, die gleichzeitig zum Bestellen des Stahles dient. Diese Stahl-liste für Stabstahl (Bild 8) gibt, nach aufsteigenden Durchmessern geordnet, Auskunft über Positionsnummer, Anzahl, Typ, Einzellängen, Gesamtlängen und Gewicht der Positionen sowie bei Verankerung der Stäbe durch Haken über die Hakenlänge. Außerdem sind Gesamtlänge und Gesamtgewicht pro Durchmesser angegeben. Die Stahl-liste der Matten (Bild 9) gibt getrennt für Bügel-matten und Schubzulagen Positionsnummer, Anzahl, Typ, Mattenbezeichnung, Schnitt, Abwicklung, Breite, Teillängen und Gewicht sowie Gesamtgewicht an. Bei der Ermittlung der Hakenlänge wird das biegetechnisch bedingte Mindestmaß von 70 mm eingehalten. Die Bezeichnungen sind aus Bild 10 ersichtlich. Es wurde bei den Umschließungsbügel-matten und den Schubzulagen mit einer Mattenbreite von 2,45 m (240 cm + 2 · 2,5 cm Überstand)

STAHLLISTE STABSTAHL
 RAUUNTERNEHMER
 RAUOBJEKT
 RAUINGENIEUR
 STAHLQUALITÄT III

POS	D	STCK	TYP	SCHNITT LÄNGE	TOTAL LÄNGE	HAKEN	GEWICHT
	MM			M	M	M	KG
6	1R	2	1R	8.70	17.40		34.75
7	1R	2	1R	6.50	13.00		25.96
8	1R	4	1R	5.20	20.80		41.54
1	20	2	1A	7.05	14.10		34.79
2	20	2	1A	6.51	13.02		32.17
3	20	2	1A	5.40	10.80		26.63
4	20	2	1A	5.55	11.10		27.39
5	20	1	1A	4.60	4.60		11.34
9	20	9	?	1.10	9.90		24.41

DURCHMESSER	GESAMTLÄNGE	GESAMTGEWICHT
1R	51.70	102.77
20	63.54	156.71

Bild 8. Stahl-liste für Stabstahl zum Bewehrungsplan nach Bild 7a
 Fig. 8. Steel schedule for bar steel, for reinforcement drawing according to fig. 7a
 Fig. 8. Liste des aciers utilisés pour les aciers en barres, pour le plan d'armature selon la fig. 7a

STAHLLISTE MATTEN
 RAUUNTERNEHMER
 RAUOBJEKT
 RAUINGENIEUR
 STAHLQUALITÄT IV

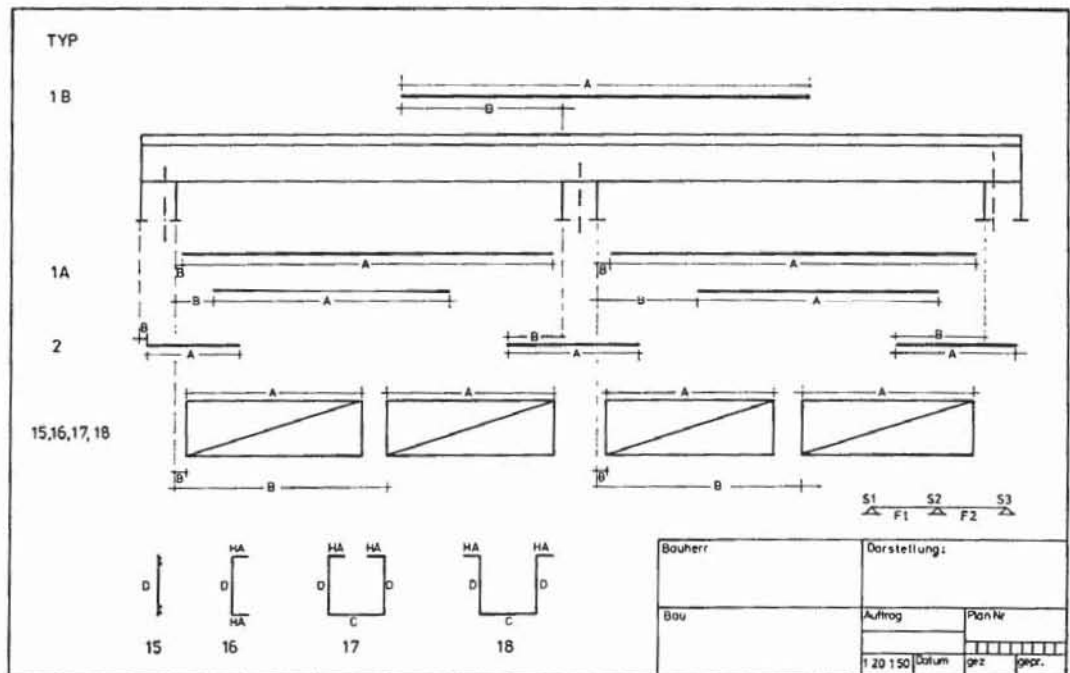
POS	STCK	MATTE	SCHNITT	A	C	D	HA	ARWICKLUNG	GEWICHT
				M	M	M	M	M	KG
51	3	ZFTT 131/ 50	2	1.25	0.60	0.07	0.75		4.58
52	3	ZFTT 131/ 50	4	1.10	0.60	0.07	0.75		4.06
53	1	ZFTT 443/ 95	2	1.25	0.60	0.07	0.75		4.45
54	1	ZFTT 443/ 95	4	1.10	0.60	0.07	0.75		3.94
55	1	ZFTT 257/ 64	2	1.25	0.60	0.07	0.75		2.66
56	1	ZFTT 257/ 64	4	1.10	0.60	0.07	0.75		2.36

Bild 9. Stahl-liste für Matten zum Bewehrungsplan nach Bild 7a
 Fig. 9. Steel schedule for mats, for reinforcement drawing according to fig. 7a
 Fig. 9. Liste des aciers pour treillis, pour le plan d'armature selon la fig. 7a

R1	4	S 131/ 39	2.45	0.16	0.61	0.07	1.51		18.90
R2	1	S 131/ 39	2.05	0.16	0.61	0.07	1.51		4.60
R3	1	S 131/ 39	0.55	0.16	0.61	0.07	1.51		4.14

GESAMTGEWICHT DER UMSCHLIEßERIN 22.08 KG
 GESAMTGEWICHT DER UMSCHLIEßUNGSBÜGEL 27.64 KG

Bild 10. Systembewehrungsplan für einen Zweifeldträger mit vereinfachter Bewehrungsführung
 Fig. 10. System reinforcement drawing for a two-span girder with simplified reinforcement run
 Fig. 10. Plan d'armature du système pour une poutre à deux travées avec une guide simplifiée de l'armature



gerechnet. So ergibt sich bei einem Stababstand von $a = 100$ mm bzw. $a = 150$ mm eine ungerade Stabzahl von 25 bzw. 17 Stäben. Das führt beim Halbieren der Matten zu zwei unterschiedlich langen Hälften. Diese Tatsache macht es notwendig, Schneideskizzen zu liefern. Die Verbindung zwischen diesen Skizzen und der Stahlliste wird durch die Spalte „Schnitt“ hergestellt. Wegen der maßstäblichen Darstellung wird auf eine Verlegeliste verzichtet.

3.2.4.2 Systembewehrungsplan

Alternativ wird die Bewehrungszeichnung als unmaßstäblicher Systembewehrungsplan ausgegeben. Diese Darstellungsart ist erforderlich, wenn kein Plotter vorhanden ist. Sie bietet

LISTE ZUM SYSTEMBEWEHRUNGSPLAN FÜR STABSTAHL

ORT	POS	TYP	DURCHMESSER	STCK	A	HA	B
F1	1	1A	20	2	7.05		0.05
F1	2	1A	20	2	6.51		0.05
F1	3	1A	20	2	5.42		0.17
F2	4	1A	20	2	5.55		0.05
F2	5	1A	20	1	4.60		1.00
S2	6	1R	18	2	8.70		3.73
S2	7	1R	18	2	6.50		2.84
S2	8	1R	18	4	5.20		2.36
S1	9	2	20	4	1.10		0.07
S2	9	2	20	2	1.10		-0.40
S3	9	2	20	3	1.10		-0.81

LISTE ZUM SYSTEMBEWEHRUNGSPLAN FÜR MATTEN

ORT	POS	TYP	MATTE	A	R	C	D	HA
F1	S 1	16	ZETT 131/ 50	1.25	0.05		0.60	0.07
F1	S 2	16	ZETT 131/ 50	1.10	0.05		0.60	0.07
F1	S 1	14	ZETT 131/ 50	1.25	4.65		0.50	0.07
F1	S 2	14	ZETT 131/ 50	1.10	4.80		0.60	0.07
F1	S 3	16	ZETT 443/ 95	1.25	5.90		0.60	0.07
F1	S 4	16	ZETT 443/ 95	1.10	6.05		0.60	0.07
F1	S 5	14	ZETT 257/ 64	1.25	0.05		0.50	0.07
F2	S 6	16	ZETT 257/ 64	1.10	0.05		0.60	0.07
F2	S 1	16	ZETT 131/ 50	1.25	1.30		0.60	0.07
F2	S 2	16	ZETT 131/ 50	1.10	1.30		0.60	0.07
F1	R 1	1R	S 131/ 39	2.45	0.05	0.16	0.61	0.07
F1	R 1	1R	S 131/ 39	2.45	2.55	0.16	0.61	0.07
F1	R 2	1R	S 131/ 39	2.05	5.05	0.16	0.61	0.07
F2	R 1	1R	S 131/ 39	2.45	0.05	0.16	0.61	0.07
F2	R 1	1R	S 131/ 39	2.45	2.55	0.16	0.61	0.07
F2	R 3	1R	S 131/ 39	0.55	5.05	0.16	0.61	0.07

Bild 11. Verlegeliste zum Systembewehrungsplan nach Bild 10
Fig. 11. Laying schedules for system reinforcement drawing according to fig. 10
Fig. 11. Listes de pose pour le plan d'armature du système selon la fig. 10

QUERSCHNITT (SCHEMATISCH UND UNMASSTÄBLICH)

FELD NR. 1

SCHNITTSTELLE MAX MOMENT
ABSTAND VOM RECHTEN RAND DES LINKEN AUFLAGERS 2.80 M

OBERLIEGENDE BEWEHRUNG

BETONUEBERDECKUNG 2.0 CM

IM SCHNITT IST KEINE OBERLIEGENDE BEWEHRUNG VORHANDEN

UNTENLIEGENDE BEWEHRUNG

BETONUEBERDECKUNG 2.0 CM



QUERSCHNITT (SCHEMATISCH UND UNMASSTÄBLICH)

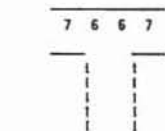
FELD NR. 2

SCHNITTSTELLE MAX MOMENT
ABSTAND VOM RECHTEN RAND DES LINKEN AUFLAGERS 3.55 M

OBERLIEGENDE BEWEHRUNG

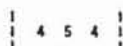
BETONUEBERDECKUNG 2.0 CM

LICHTER STABABSTAND AUSSERHALB DES STEGES 8.2 CM



UNTENLIEGENDE BEWEHRUNG

BETONUEBERDECKUNG 2.0 CM

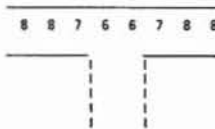


QUERSCHNITT (SCHEMATISCH UND UNMASSTÄBLICH)

STUETZE NR. 1

OBERLIEGENDE BEWEHRUNG

BETONUEBERDECKUNG 2.0 CM
LICHTER STABABSTAND AUSSERHALB DES STEGES 8.2 CM



UNTENLIEGENDE BEWEHRUNG

BETONUEBERDECKUNG 2.0 CM



Bild 12. Schematische Querschnitte zum Systembewehrungsplan nach Bild 10
Fig. 12. Diagrammatic cross sections of system reinforcement drawing according to fig. 10
Fig. 12. Coupes transversales schématiques pour le plan d'armature du système selon la fig. 10

sich jedoch auch aus Gründen der Zeitersparnis an, denn die reine Zeichenarbeit beträgt für den Zweifeldträger in Bild 7 ca. 15 Minuten, während die Ausgabe für den Systembewehrungsplan nur ca. 1,5 Minuten in Anspruch nimmt. Bild 10 zeigt den Systembewehrungsplan eines Zweifeldträgers. Zu diesem Plan werden eine Schnitt- und Biegeliste sowie eine Verlegeliste benötigt. Die erste Liste entspricht der zum maßstäblichen Plan ausgegebenen Tabelle (Bild 8 für Stabstahl bzw. Bild 9 für Matten). Die Verlegeliste (Bild 11) enthält getrennt für Stabstahl und Matten neben Angaben über Ort, Position, Typ, Durchmesser bzw. Mattenbezeichnung und Anzahl zur Kontrolle auf der Baustelle noch einmal die Teillängen der einzelnen Stäbe bzw. Matten. Außerdem ist der Abstand (B) des linken Stabendes zur Schalungskante angegeben. Dieses Maß bezieht sich bei der Feldbewehrung auf den rechten, bei der Stützbewehrung und den Zulagen auf den linken Auflagerstand (siehe Bild 10). Um die Anordnung der Stäbe im Querschnitt festzulegen, werden vom Zeilendrucker die Querschnitte maximaler Beanspruchung schematisch und unmaßstäblich ausgegeben (Bild 12), wobei die Stäbe durch ihre Positionsnummern dargestellt werden.

3.2.5 Eingriffsmöglichkeiten des Ingenieurs in den Rechenablauf.

Da es bei einem so umfangreichen Rechenprogramm wenig sinnvoll ist, den Programmablauf mit Hilfe fest vorgegebener Entscheidungskriterien in allen Einzelheiten festzulegen, wird dem Konstrukteur die Möglichkeit gegeben, an Hand von ausgedruckten Zwischenergebnissen in die Rechnung einzugreifen und Entscheidungen über den weiteren Ablauf zu treffen. Bei folgenden Punkten ist eine Wahl möglich bzw. in den letzten beiden Punkten vorgesehen:

- Durchmesser und Art der Längsbewehrung
- Abstufungsgrad der Längsbewehrung
- Darstellungsart
- Art der Schubbewehrung
- Verankerungsart an den Auflagern.

Im Programm wird als Grundlage für die Durchmesserwahl nach einer Vorbemessung an den Punkten der Maximalbeanspruchung in den Feldern und über den Stützen für die handelsüblichen Durchmesser für Stabstahl die erforderliche Stabzahl ermittelt. Der Nachweis der Beschränkung der Rißbreite nach DIN 1045 ergibt den maximal zulässigen Durchmesser. Die Bedingung, daß die Bewehrung im Feld in maximal zwei Lagen bzw. beim Plattenbalken in der Platte bei einem vorgegebenen Stababstand von 10 cm in einer Lage untergebracht werden kann, liefert den jeweils zulässigen minimalen Durchmesser. Für die verbleibenden Durchmesser

werden die Kosten zum Herstellen und Verlegen eines Meters der Maximalbewehrung berechnet und ausgedruckt. Die zugrunde gelegten Einheitspreise setzen sich aus Stahlpreis, Dimensionsaufpreis und Verlegekosten zusammen, sind also von der Stahlgüte und dem Durchmesser abhängig. Der Einfluß der durchmesserabhängigen Verankerungslänge wird so zwar nicht berücksichtigt, könnte jedoch über die Einheitspreise in die Rechnung aufgenommen werden. Die ausgedruckten Kosten sollen dem Ingenieur ermöglichen, nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten für jedes Feld und jede Stütze einen Durchmesser zu wählen und über die Rechnerkonsole einzugeben.

Ebenfalls über die Rechnerkonsole wird auf Grund der durch die Durchmesserwahl festgelegten Anzahl der Stäbe pro Schnitt der gewünschte Grad der Anpassung der Bewehrung an den Verlauf der Zugkraftlinie feld- und stützenweise eingegeben, d. h. es kann die Feinheit der Abstufung zwischen den beiden Extremwerten „gar nicht abstufen“ und „jeden möglichen Stab abstufen“ gewählt werden. Durch die Wahl der Darstellungsart wird die Form der Ausgabe der Bewehrungspläne bestimmt:

maßstäbliche Ansichten und Schnitte (Plotter)
Systembewehrungsplan (Zeilendrucker)

Durch die Wahl der Art der Schubbewehrung wird entschieden, ob die Schubspannungen nur durch Umschließungsbügel oder durch Bügel und Schubleitern abgedeckt werden. Diese Entscheidungsmöglichkeit ist zur Zeit noch nicht im Programm enthalten, kann aber ohne größere Schwierigkeiten eingefügt werden.

Ebenfalls bisher nur vorgesehen ist die Möglichkeit, die Verankerungsart an den Auflagern zu wählen. Bei niedrigem Bewehrungsgehalt der Stützen macht das Einfädeln der Biegebewehrung im Auflagerbereich wenig Schwierigkeiten. In einem solchen Fall ist es sinnvoll, die Feldbewehrung in das Lager hineinzuführen und direkt zu verankern.

4. Entwicklung von genormten Körben

Im großen Anwendungsbereich des Stahlbetonbaus treten bestimmte Bauteilformen mit fast gleichen Abmessungen wiederholt auf. Es ist naheliegend, für diesen Bereich die Bauteilabmessungen zu normen und damit die Entwicklung standardisierter und vorgefertigter Bewehrungskörbe zu ermöglichen. Dieses System bringt folgende Vorteile:

- Die Körbe können katalogisiert und in Abhängigkeit der Beanspruchung oder in einfachen Fällen der Belastung in Tabellen oder Nomogrammen zusammengefaßt werden.
- Die Bewehrungszeichnungen und Eisenlisten müssen nur einmal ausgeführt und bei Bedarf kopiert werden.
- Fehlermöglichkeiten beim Einbau der Bewehrung sind geringer.
- Die Biegebetriebe können auf Lager arbeiten.

Im Konstruktionsbüro werden die Typennummern der Elemente in die Schalpläne eingetragen. Das Anfertigen von Bewehrungszeichnungen und Stahlteilen entfällt, da diese durch die Typennummer festliegen.

Voraussetzung wäre zunächst die Festlegung von Vorzugsabmessungen. Erste Ergebnisse auf diesem Weg brachte die Auswertung einer 1973 bei ca. 40 Baufirmen und Ingenieurbüros durchgeführten Umfrage [16]. Die in Bild 13 für Unterzüge und Stützen angegebenen Querschnittsabmessungen können nach Meinung der Befragten in mindestens 80% der auftretenden Fälle angewendet werden. Der Katalog der Querschnitte ist noch recht umfangreich. Es ist deshalb notwendig, die Häufigkeit der auftretenden Querschnittsabmessungen sowie der zugehörigen Stützweiten und Belastungen beispielsweise mit Hilfe statistischer Auswertungen bereits ausgeführter Bauvorhaben zu ermitteln. An Hand dieser Daten kann mit Hilfe des in Abschnitt 3 beschriebenen Programmes ein Katalog von Bewehrungskörben zusammengestellt werden. Die Auswahl der Körbe müßte unter Berücksichtigung von Optimierungsbedingungen sowie der praktisch möglichen Zahl der Elemente erfolgen, wobei die jeweils zuläs-

b_w/d_w	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100
20			■	■	■		■					
25			■	■	■	■	■					
30				■	■		■	■	■	■	■	■
40					■		■	■	■	■	■	■
50							■	■	■	■	■	■

UNTERZÜGE  ODER  (Maße in cm)

b_w/d_w	20	25	30	35	40	50	60
20	■	■	■	■	■		
25		■	■	■	■	■	
30			■	■	■	■	■
35				■	■	■	■
40					■	■	■
50						■	■
60							■

STÜTZEN (Maße in cm)

Bild 13. Vorzugsabmessungen für Unterzüge und Stützen nach [16]
Fig. 13. Preferential dimensions for bearers and columns according to [16]
Fig. 13. Dimensions préférentielles pour sous — poutres et supports selon [16]

sigen Belastungen ebenfalls mit Hilfe des beschriebenen, geringfügig modifizierten Programmes errechnet und die zugehörigen Tabellen und Nomogramme erstellt werden können. Weiterhin sind Anschlüsse nach einheitlichen, festen Regeln zu gestalten.

Da bei Einsatz von katalogisierten Bewehrungskörben in Verbindung mit einem rationellen Schalungssystem große Ersparnisse erwartet werden können, wird an deren Ausarbeitung zur Zeit gearbeitet. Dabei wird das in Abschnitt 3.1 beschriebene Bewehrungssystem zugrunde gelegt.

Zusammenfassung: Eine wesentliche Voraussetzung für die Rationalisierung der Bewehrungstechnik ist, wie zum wiederholten Male dargelegt, die Standardisierung der Bewehrungsformen einschließlich Vermaßung und Bezeichnung und die Vereinfachung und Standardisierung der Bewehrungszeichnungen. Entsprechende Vorschläge aus dem Ausland liegen vor, die — gegebenenfalls nach geringfügiger Modifizierung — auch in der BRD kurzfristig eingeführt werden könnten.

Weitere Ersparnisse können durch Einsatz von unmaßstäblichen Schemabewehrungsplänen erzielt werden. Die Vorbehalte gegen diese Pläne können sicher weitgehend zerstreut werden.

Ein ganz entscheidender Schritt in Richtung der angestrebten Ziele ist im Einsatz von EDV-Anlagen für das Bemessen und Zeichnen von Bewehrungsplänen und Erstellen der Stahlteilen zu sehen. Diese Aufgabe ist für Durchlaufträger mit Hilfe des in Abschnitt 3 beschriebenen Programmes in allen Einzelheiten lösbar. Es bedarf lediglich der Eingabe der Daten über das statische System mit Querschnittsformen und Werkstoffeigenschaften. Dabei wird dem Konstrukteur zusätzlich die Möglichkeit geboten, bei Erreichen bestimmter Arbeitsstufen ordnend in den Programmablauf einzugreifen. Schließlich sollte die vorgelegte Ausarbeitung beispielhaft zeigen, daß bei sinnvoller Vereinfachung der Bewehrungsführung umfassende Programme mit verhältnismäßig geringem Aufwand für Rechner üblicher Größe aufgestellt werden können. Eine Erweiterung des Programmes auf andere Bauteile erscheint dringend erforderlich.

Es soll auch nicht versäumt werden, darauf hinzuweisen, daß weitere Einsparungen naturgemäß dann erreicht werden, wenn für häufig vorkommende Anwendungsfälle ein rationelles Schalungssystem und in Handbüchern zusammengefaßte genormte Bewehrungskörbe zur Verfügung stehen. Dieses Ziel erscheint — zumindest langfristig — erstrebenswert.

Summary: An essential condition for the rationalization of reinforcement technology is, as has already repeatedly been pointed out, the standardization of the reinforcement shapes, including indication of dimensions, specification, simplification and standardization of the reinforcement drawings. Pertinent proposals, made abroad, are available and might in case, after slight modifications, also be introduced at short notice in the Federal Republic of Germany. Further savings can be obtained by using diagrammatic reinforcement drawings not according to scale. The reservations made with regard to these drawings can certainly be dissipated to a large extent. As a very crucial step in the direction of the objectives aimed at may be considered the use of electronic data processing plants for the dimensioning and elaboration of reinforcement drawings as well as for the preparation of the steel specifications. This problem can be solved in all details for continuous girders with the program described in Section 3. The only requirement is the input of the data on the static system with cross-sectional shapes and material properties. The designer is, in addition, given the possibility to intervene in the program sequence, for straightening things out, after attaining certain stages of operation. The exposé submitted should ultimately show by way of example that with a logical simplification of the reinforcement run comprehensive programs can be set up with relatively little expenditure for computers of conventional size. An extension of the program to other construction elements seems to be indispensable.

It shall not be omitted to point out that additional savings are naturally obtained if, for frequently occurring applications, a rational formwork is available, as well as standardized reinforcing cages compiled in manuals. This objective seems worth to be attained, at least at a long range.

Rationalisation du dessin dans la construction en béton armé.

Résumé: Une condition première pour la rationalisation de la technique de l'armature est, comme il a déjà été exposé à plusieurs reprises, la standardisation des formes d'armature, y compris la cotation, la spécification, la simplification et la standardisation des dessins de l'armature. Des propositions correspondantes, faites à l'étranger, et — le cas échéant, après des modifications minimales — elles pourraient être introduites aussi, à bref délai, en R. F. A.

Des économies supplémentaires peuvent être réalisées par l'emploi de dessins schématiques de l'armature, non conformes à l'échelle. Les réserves faites contre ces plans peuvent, certes, être dissipées largement.

Comme un pas très décisif en direction des objectifs visés on peut considérer l'utilisation des ordinateurs électroniques pour le dimensionnement et l'élaboration des dessins de l'armature et la préparation des bordereaux des aciers. Ce problème peut être résolu dans tous les détails pour les poutres continues à l'aide du programme décrit en Section 3. Il suffit d'alimenter seulement l'information sur le système de statique avec les formes des sections transversales et les propriétés des matériaux. Il est offert au constructeur, en plus, la possibilité d'intervenir, en y mettant de l'ordre, dans le déroulement du programme lorsque certaines phases de travail sont atteintes.

L'exposé soumis devrait, enfin, montrer de façon exemplaire que des programmes compréhensifs peuvent être mis sur pied, en cas de simplification logique de l'aménagement de l'armature, avec des dépenses relativement réduites pour des calculatrices de grandeur normale. Une extension du programme à d'autres éléments de construction paraît urgemment nécessaire.

On ne manquera pas non plus de signaler que des économies additionnelles sont réalisées naturellement si un système de coffrage rationnel pour des applications fréquentes et des cages d'armature normalisées, groupées dans des manuels, sont disponibles. Cet objectif paraît être digne de tous les efforts déployés, du moins à longue échéance.

- [1] G. König: Forschungsvorhaben: Rationalisiertes Zeichnen im Stahlbetonbau
Sammlung von Daten aus Bauunternehmungen und Ingenieurbüros — Auswertung des Fragebogens B (Teil 1), Frankfurt, Oktober 1974
- [2] W. A. Eisma: Normalisatie van de wapening
Cement XXIII (1971), No. 2
- [3] W. Wille: Rundstahllisten vom Großbrechner
Bauplanung — Bautechnik 24. Jg., 1970/1
- [4] K. Werner: Vereinfachte Bewehrungszeichnungen und Rundstahl-
listen
Bauplanung — Bautechnik 26. Jg., 1972/2
- [5] A. J. Becqué, A. Tuit: Buig-en knipstaten, gemaakt met en computer
Cement XXIII (1971) No. 2
- [6] K. R. Schalcher: Der Einsatz von elektronischen Datenverarbeitungs-
maschinen für die Erstellung und Weiterverarbeitung von Eisenlisten
Schweizerische Bauzeitung, 89. Jg. Heft 17, April 1971
- [7] — SIA 165 — Anwendung von Standardformen und -listen für die
Verarbeitung von Armierungsstählen — Empfehlung 165, Ausgabe
1972
- [8] — ACI 315-65
- [9] — BS 4446 — Bending dimensions and scheduling of bars for the
reinforcement of concrete (1969)
- [10] — NEN 6146 — Wapeningstabben voor gewapend beton (1970)
- [11] — HALTH rapport 30 : 65 — Byggforsningen
- [12] — Die prozentuale Verteilung der Eisenformen (Arbeitsunterlage für
die 5. Sitzung der SIA-Kommission E 165, erstellt im Ingenieurbüro
Basler + Hofmann, Zürich)
- [13] Internationale Standard Organisation (ISO)
Drawings for reinforced concrete reinforcement (Proposal of the
ISO/TC 59/SC 3 Working group), 1971
- [14] — Bemessung von Beton- und Stahlbetonbauteilen nach DIN 1045
Ausgabe Januar 1972
Deutscher Ausschuss f. Stahlbeton, Heft 220
- [15] J. Smit: Vlechtwerk in ontwikkeling
Cement XXIII (1971) No. 2
- [16] G. Rehm, R. Eilgehausen, H. Sipple: Forschungsvorhaben: Ratio-
nalisierung der Bewehrungstechnik
Sammlung von Daten aus Bauunternehmungen und Ingenieurbüros
— Auswertung des Fragebogens B (Teil 2), Stuttgart, März 1974
- [17] H.-J. Fritz, H. Vollmer: Vergleichsuntersuchung für das Herstellen
und Verlegen von Bewehrungselementen für Stahlbeton — Balken
BAUSTAHLGEWEBE Berichte aus Forschung und Technik, Heft 7