

13. Rationalisierung der Bewehrung

Ir. W. A. EISMA

13.1 Einleitung

Die Bewehrungstechnik einer Betonkonstruktion hat sowohl konstruktiv-technische wie ökonomische Aspekte. Viele Probleme warten auf diesem Gebiet noch auf eine Lösung.

In den Niederlanden wird auf diesem Gebiet gearbeitet durch die:

- CUR-Kommission C28 – Konstruktionsdetails
- CUR-Kommission E 2 – Rationalisierung der Bewehrung
- Fachgruppe Betonkonstruktionen der TU Delft.

Der konstruktiv-technische Aspekt beschränkt sich hierbei auf die Bestimmung der nötigen Menge Bewehrung und ihre richtige Lage. Das Detaillieren der Bewehrung, z.B. in Anschlüssen von Balken und Stützen, und das Endenlassen von Stäben mit und ohne Haken, erfordert eine grosse Sorgfalt und Erfahrung. Prof. Leonhardt hat darauf in seinem Aufsatz „Die Kunst des Bewehrens“ deutlich hingewiesen.

Um das Verhalten einer Verbindung zwischen Balken und Stütze besser kennen zu lernen, wurde dazu im Auftrag der CUR-Kommission C 28 im Stevin-laboratorium eine Reihe experimenteller Untersuchungen durchgeführt. Aus diesen Versuchen folgte, dass die bei Entwurfsberechnungen gewöhnlich gehandhabten Ausgangspunkte – die Verbindung ist unendlich steif oder sicher tragfähig genug – in starken Maße von der Bewehrungsführung abhängen. Dasselbe gilt auch für das Verformungsvermögen und die Rissbildung. Herr van Stekelenburg geht im folgenden Referat noch genauer darauf ein.

Der ökonomische Aspekt wird durch die Gesamtkosten der Bewehrung bestimmt. Diese setzen sich zusammen aus den Kosten für:

- den Betonstahl
- die Verarbeitung des Stahls (ablängen, biegen, binden und einbauen, transportieren)
- die Zeit für das Entwerfen und Zeichnen der Bewehrungspläne.

Die Gesamtkosten für die Bewehrung können durch eine weitgehende Rationalisierung vermindert werden. Rationalisierung kann in ihrer äussersten Form eine vollständige Umstellung auf punktgeschweisste Bewehrungsnetze bedeuten, die – eben oder gebogen – auf die Baustelle gebracht werden. Dies bedeutet eine vollständige Industrialisierung, wie es für andere Produkte, auch im Bauwesen, üblich ist. Diese Entwicklung wird zweifellos zu anderen Bewehrungstechniken und Ausführungsweisen führen. So weit ist es allerdings noch nicht.

Eine ähnliche Entwicklung hat in den letzten Jahren auch auf dem Gebiet der Betonherstellung in Transportbetonwerken und der Herstellung von vorgefertigten Schalungselementen stattgefunden. Bei dieser Entwicklung ist die Verarbeitung und der Einbau von Bewehrung stark zurückgeblieben. Indem man die heutige Ausführungspraxis – das Ablängen, Biegen und Binden der Bewehrung auf der Baustelle – soweit wie möglich vereinfacht und verbessert, entsteht auch ein gewisser Rationalisierungseffekt, der als ein Beginn der Industrialisierung angesehen werden kann.

Die Rationalisierung der Bewehrung auf die Baustelle soll ja immer führen zu:

- gleichen Stababständen
- Beschränkung in der Anzahl der Durchmesser
- Gebrauch von *einer* Stahlgüte.

Diese Bedingungen gelten besonders für geschweisste Bewehrungsnetze.

Für Rationalisierung und Industrialisierung ist auch die Standardisierung der Bewehrung notwendig. Diese Standardisierung gilt sowohl für Konstruktionselemente (Decken, Balken, Stützen) wie für Details. Neue Berechnungsmethoden der Kraftverteilung in Betonkonstruktionen können dabei helfen.

Die beste Rationalisierungsmöglichkeit sollte durch eine genaue Kostenanalyse der Betonstahlverarbeitung gefunden werden. Eine solche Analyse soll der erste Ansatz sein für eine bessere Art der Verrechnung des verarbeiteten Stahls in einem Bauwerk. Dabei muss auch die Zeit für die Bewehrungspläne mitgerechnet werden, was nicht einfach ist. Um die Kostenverteilung besser zu begreifen, wurde durch die CUR-Kommission E 2 unter Unterstützung durch die Stiftung „Arbeitstechnische Untersuchung im Baugewerbe“ (SAOB) eine Untersuchung durchgeführt.

Bevor auf einzelne Aspekte der in dieser Einleitung genannten Kosten eingegangen wird, soll doch deutlich darauf hingewiesen werden, dass alle Rationalisierung nicht zu Lasten der Sicherheit der Gesamtkonstruktion gehen darf durch Nichtbeachtung technischer Anforderungen.

13.2 Kostenaspekt

Von der SAOB wurde eine gründliche Analyse der Faktoren durchgeführt, die die Kosten für Biegen und Verlegen der Bewehrung beeinflussen. Dabei wurde von den Angaben auf den Biegeplänen ausgegangen. Daraus wurden Kennziffern abgeleitet, die die Arbeit gut wiedergeben.

Folgende Einflüsse wurden berücksichtigt.

1. mittlerer Durchmesser der Stäbe, die abgelängt werden müssen
2. mittlerer Durchmesser der Stäbe, die gebogen werden müssen
3. mittlerer Durchmesser der Stäbe, die gebunden werden müssen
4. Anzahl Positionen je abgelängte t (Tonne) Stahl
5. Anzahl Positionen je gebogene t (Tonne) Stahl

6. Anzahl Positionen je gebundene t (Tonne) Stahl
7. mittlere Stablänge der Stäbe, die abgelängt werden müssen
8. mittlere Stablänge der Stäbe, die gebogen werden müssen
9. Anzahl Biegungen je m.
10. Anzahl gebundene Stäbe je gebundene t Stahl
11. Prozentanteil für Ablängen
12. Prozentanteil für Biegen
13. Prozentanteil für Binden
14. Bindeabstand

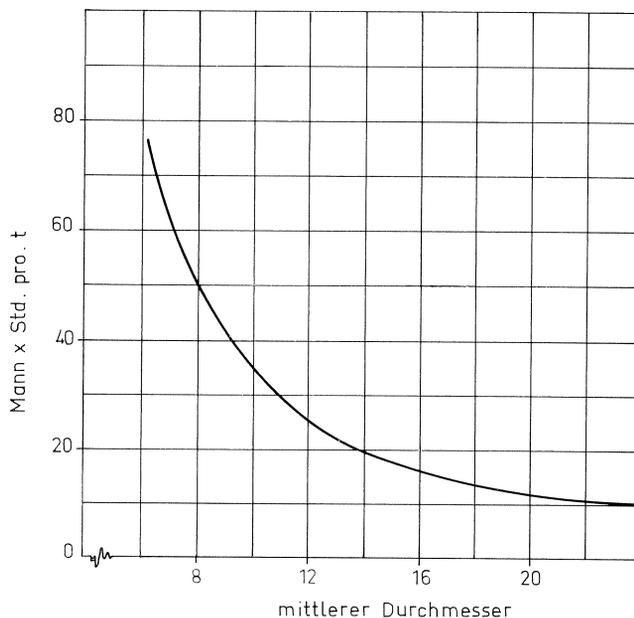


Bild 13.1. Beziehung zwischen mittlerem Durchmesser und Arbeitsaufwand.

Der mittlere Durchmesser wird bestimmt durch das Gewicht pro Länge der gesamten Menge Betonstahl, die pro Bauwerk oder ein Teil davon verarbeitet wurde. Bild 13.1 zeigt, dass der mittlere Durchmesser eine wichtige Kennziffer für die Verarbeitung darstellt.

Zwischen dem mittleren Durchmesser und der Stablänge je t besteht eine direkte Beziehung, siehe Bild 13.2.

Die Kennziffern müssen mit den darauf abgestimmten Normzeiten kombiniert werden. Die Normzeiten wurden durch umfangreiche Zeitnahmen auf der Baustelle und einen Bindebetrieb festgelegt. Sie hängen von der Arbeitsmethode ab. Ein Beispiel mit Hilfe solcher Normzeiten ist in Tabelle 13.1 wiedergegeben. Für den Teil „Ablängen“ gingen z.B. folgende Kennziffern in die Berechnung ein:

1. Anzahl Positionen pro t abgelängter Stahl
2. Mittlere Stablänge der abgelängten Stäbe
3. Mittlerer Durchmesser der abgelängten Stäbe
4. Prozentualer Anteil der Menge abgelängten Stahls von der Gesamtmenge.

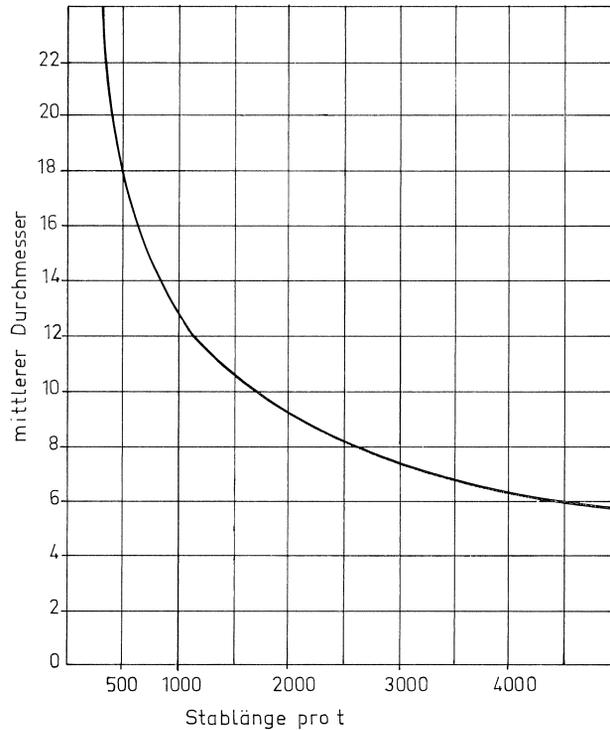


Bild 13.2. Beziehung zwischen mittleren Durchmesser und Stablänge pro t .

Die Werte der verschiedenen Kennziffern und Normzeiten ergeben Richtzeiten für das Ablängen, das Biegen, das Binden und Verlegen. Eine Übersicht über diese Richtzeiten findet sich in den Tabellen 13.2 bis 13.4.

Da das Berechnen der Kennziffern schon arbeitsaufwendig ist, wurde ein Rechenprogramm entwickelt, mit dem grosse Mengen von Daten verarbeitet und heutige und künftige Arbeitsmethoden analysiert werden können.

Für die CUR-Arbeit wurde damit eine Kostenanalyse von 30 verschiedenen Bewehrungssystemen einer Decke gemacht. Dabei kam z.B. heraus, dass die Bindekosten sehr hoch waren. Darum wurden die Bindekosten näher untersucht, wodurch u.a. Bild 13.3 entstand.

Aus dieser Abbildung folgt, dass die Bindekosten bei Decken hoch sind wegen der im allgemeinen kleineren Durchmesser als bei Balken. Da rund 50% der Bewehrung in Decken verarbeitet wird, ist es sinnvoll, den Bindeabstand genauer zu bestimmen.

Tabelle 13.1. Beispiel einer Normzeitberechnung

	Norm	Häufigkeit	pro Tonne	%	M.Std./1000
<i>Ablängen</i>					
Stahlliste lesen	6,7				
Stäbe nach Biegen oder Ablängen bündeln	10,6				
anzeichnen	7,7				
	<u>25,0</u>	26	650		
entbündeln	40				
sortieren auf Lagerplatz	300				
Stäbe zur Seite legen	130				
Stäbe in dem Vorrat 15 m	820				
	<u>1290</u>	1	1290		
anfassen und richten	520				
Stäbe einlegen	845				
Stäbe schneiden	445				
Stäbe weglegen	540				
	<u>2350</u>	1/3, 23	728		
Stäbe auf Vorrat 10 m	630	1	<u>630</u>		
Total ablängen			3298	100	3298
<i>Biegen</i>					
Stahlliste lesen	6,7				
Masse anzeichnen	11,6				
	<u>18,3</u>	36	659		
Stäbe packen und richten	780				
Stäbe weglegen	740				
	<u>1520</u>	1/2, 46	618		
Stäbe durchschieben	600				
Stäbe biegen	520				
	<u>1120</u>	1, 78	<u>1993</u>		
Total biegen			3271	39,7	1299
<i>Krantransport</i>					
bündeln	25				
anhängen	36				
leiten	32				
auseinander nehmen	15				
Kranzyklus (geschätzt)	150				
	<u>258</u>	2/0, 421	1230	100	1230
<i>Binden + Verlegen</i>					
Zeichnung lesen	12,7				
entbündeln	10,9				
	<u>23,6</u>	26	614		
Verteilung markieren	0,7				
Stäbe verlegen	3,5				
	<u>4,2</u>	186	781		
binden	2,2	600	<u>3988</u>		
		(0,225 + 0,106)			
Total binden und verlegen			5383	100	5383
					<u>11210</u>
					Nettonorm in 1/1000 M.Std./t.
					11210
Brutonorm incl. einem Zuschlagsfaktor von 1,75: 19,62 Mann-Std. pro t					

Tabelle 13.2. Richtzeiten in Mann-Stunden pro t Betonstahl bei 100% Ablängen

mittlerer Durchmesser in mm	mittlere Stablänge in mm	Anzahl Typen je t Betonstahl										
		5	10	20	40	60	100	150	200	300	400	500
∅ 6	2	9,7	10,0	10,6	11,8	13,0	15,4	18,4	21,4	27,5	33,5	39,5
	3	8,4	8,7	9,3	10,5	11,7	14,1	17,1	20,2	26,2	32,2	38,2
	4	7,8	8,1	8,7	9,9	11,1	13,5	16,5	19,6	25,6	31,6	37,6
	5	7,4	7,7	8,3	9,5	10,7	13,1	16,1	19,2	25,2	31,2	37,2
∅ 8	2	9,3	9,6	10,2	11,4	12,6	15,0	18,0	21,1	27,1	33,1	39,1
	3	8,1	8,4	9,0	10,2	11,4	13,8	16,8	19,9	25,9	31,9	37,9
	4	7,5	7,8	8,4	9,6	10,9	13,3	16,3	19,4	25,4	31,4	37,4
	5	7,2	7,5	8,1	9,3	10,5	12,9	15,9	19,0	25,0	31,0	37,0
∅ 10	2	8,9	9,2	9,8	11,0	12,2	14,6	17,6	20,7	26,7	32,7	38,7
	3	7,9	8,2	8,8	10,0	11,2	13,6	16,6	19,7	25,7	31,7	37,7
	4	7,3	7,6	8,3	9,5	10,7	13,1	16,1	19,2	25,2	31,2	37,2
	5	7,0	7,3	7,9	9,1	10,3	12,7	15,7	18,8	24,8	30,8	31,8
∅ 12	2	8,5	8,8	9,4	10,6	11,8	14,2	17,2	20,3	26,3	32,3	38,3
	3	7,6	7,9	8,5	9,7	10,9	13,3	16,3	19,4	25,4	31,4	37,4
	4	7,2	7,5	8,1	9,3	10,5	12,0	15,9	19,0	25,0	31,0	37,0
	5	6,9	7,2	7,8	9,0	10,2	12,6	15,6	18,7	24,7	30,7	36,7

Anzahl Typen, mittlerer Stabdurchmesser und mittlere Stablänge müssen auf die abzulängenden Stäbe bezogen werden.

Tabelle 13.3. Richtzeiten in Mann-Stunden pro t Betonstahl bei 100% Biegen

mittlerer Durchmesser in mm	Anzahl Abbiegungen je m Stab	Anzahl Typen pro t Betonstahl																							
		10				20				50				100				200				500			
		mittlere Stablänge		mittlere Stablänge		mittlere Stablänge		mittlere Stablänge		mittlere Stablänge		mittlere Stablänge		mittlere Stablänge		mittlere Stablänge		mittlere Stablänge		mittlere Stablänge					
2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4				
∅ 6	0,5	5,1	3,6	5,4	3,9	6,4	4,9	8,1	6,6	11,4	9,9	21,3	19,8												
	1	6,1	4,6	6,4	4,9	7,4	5,9	9,1	7,6	12,4	10,9	22,3	20,8												
	2	8,1	6,6	8,4	6,9	9,4	7,9	11,1	9,6	14,4	12,9	24,3	22,8												
	4	12,1	10,6	12,4	10,9	13,4	11,9	15,1	13,6	18,4	16,9	28,3	26,8												
∅ 8	0,5	4,1	3,0	4,4	3,3	5,4	4,3	7,1	6,0	10,4	9,3	20,3	19,2												
	1	5,1	4,0	5,4	4,3	6,4	5,3	8,1	7,0	11,4	10,3	21,3	20,2												
	2	7,1	6,0	7,4	6,3	8,4	7,3	10,1	9,0	13,4	12,3	23,3	22,2												
	4	11,1	10,0	11,4	10,3	12,4	11,3	14,1	13,0	17,4	16,3	27,3	26,2												
∅ 10	0,5	3,7	2,9	4,0	3,2	5,0	4,2	6,7	5,9	10,0	9,2	19,9	19,1												
	1	4,7	3,9	5,0	4,2	6,0	5,2	7,7	6,9	11,0	10,2	20,9	20,1												
	2	6,7	5,9	7,0	6,2	8,0	7,2	9,7	8,9	13,0	12,2	22,8	22,1												
	4	10,7	9,9	11,0	10,2	12,0	11,2	13,7	12,9	17,0	16,2	26,9	26,1												
∅ 12	0,5	3,5	2,7	3,8	3,0	4,8	4,0	6,5	5,7	9,8	9,0	19,7	18,9												
	1	4,5	3,7	4,8	4,0	5,8	5,0	7,5	6,7	10,8	10,0	20,7	19,9												
	2	6,5	5,7	6,8	6,0	7,8	7,0	9,5	8,7	12,8	12,0	22,7	21,9												
	4	10,5	9,7	10,8	10,0	11,8	11,0	13,5	12,7	16,8	16,0	26,7	25,9												

Anzahl Typen, mittlerer Durchmesser, mittlere Stablänge und Anzahl Abbiegungen pro m müssen auf die zu biegenden Stäbe bezogen werden.

Tabelle 13.4. Richtzeiten für das Binden

Anzahl Typen per t Betonstahl	Anzahl Stäbe per t Betonstahl	mittlerer Durchmesser der gebundenen Stäbe in mm							
		∅ 6		∅ 8		∅ 10		∅ 12	
		mittlerer Bindeabstand in mm							
		0,20	0,30	0,30	0,40	0,30	0,40	0,40	0,50
10	200	39,8	27,7	17,1	13,7	12,0	9,9	7,9	7,0
	500	43,8	31,6	21,0	17,6	15,9	13,8	11,9	11,0
	1000	50,4	38,2	27,6	24,2	22,5	20,4	18,5	17,6
	2000	63,5	51,3	40,7	37,2	35,6	33,5	31,5	30,6
	3000	76,6	64,5	53,9	50,5	48,8	46,7	44,8	43,8
20	200	40,6	28,6	17,9	14,5	12,8	10,6	8,7	7,8
	500	44,6	32,4	21,8	18,4	16,7	14,6	12,7	11,8
	1000	51,1	39,0	28,4	25,0	23,3	21,2	19,2	18,3
	2000	64,2	52,7	41,5	38,0	36,4	34,3	32,3	31,4
	3000	77,3	65,3	54,7	51,3	49,6	47,5	45,6	44,6
50	200	42,9	30,8	20,2	16,8	15,1	12,9	11,1	10,2
	500	46,9	34,7	24,1	20,7	19,1	16,9	15,0	14,1
	1000	53,5	41,3	30,7	27,3	25,6	23,5	21,6	20,6
	2000	66,5	55,0	43,8	40,3	38,7	36,6	34,6	33,7
	3000	79,6	67,6	57,0	53,6	51,9	49,8	47,9	46,9
100	200	46,7	34,6	24,0	20,6	18,9	16,7	14,8	13,9
	500	50,7	38,5	27,9	24,5	22,9	20,7	18,8	17,9
	1000	57,3	45,1	34,5	31,1	29,4	27,3	25,4	24,4
	2000	70,3	58,8	47,6	44,1	42,5	40,4	38,4	37,5
	3000	83,4	71,4	60,8	57,4	55,7	53,6	51,4	50,7
200	200	54,4	42,3	31,7	28,3	26,6	24,4	22,5	21,6
	500	58,4	46,2	35,6	32,2	30,6	28,4	26,5	25,6
	1000	65,0	52,8	42,2	38,8	37,1	35,0	33,1	32,1
	2000	78,0	66,5	55,3	51,8	50,2	48,1	46,1	45,2
	3000	91,1	79,1	68,5	65,1	63,4	61,3	59,1	58,4
500	200	77,4	65,3	54,7	51,3	49,6	47,4	45,5	44,6
	500	81,4	69,2	58,6	55,2	53,6	51,4	49,5	48,6
	1000	88,0	75,8	65,2	61,8	60,1	58,0	56,1	55,1
	2000	101,0	89,5	78,3	74,8	73,2	71,1	69,1	68,2
	3000	114,1	102,1	91,5	88,1	86,4	84,3	82,1	81,4

Mittlerer Durchmesser, Anzahl Stäbe und Anzahl Typen müssen auf die gebundenen Stäbe bezogen werden.

Folgende Richtlinien wurden für das Binden erarbeitet, abhängig von Abstand und Durchmesser der unteren Stäbe. Da beim Gebrauch von Unterstützungskörben die obenliegenden Stäbe besser gehalten sind, kann der Abstand der Bindungen grösser sein.

Eine Übersicht über die Richtlinien findet sich in den Tabellen 13.5 bis 13.7.

Den Einfluss einer reduzierten Bindeweise zeigt Bild 13.4.

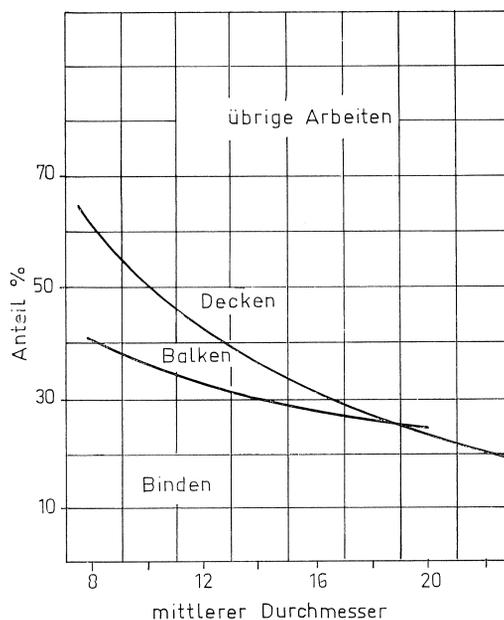


Bild 13.3. Prozentualer Anteil des Bindens (an jedem Kreuzungspunkt) bei verschiedenem Durchmesser.

Tabelle 13.5. Bindeabstand bei Decken für ein auf der Baustelle gebundenes Bewehrungsnetz (unten)
Binden von jeder . . . Kreuzungsstelle

Stababstand unterer Stab in mm	Durchmesser des unteren Stabes in mm						
	∅ 8	∅ 10	∅ 12	∅ 16	∅ 20	∅ 25	∅ 32
300	1	1	2	2	3	4	5
250	1	1	2	3	4	5	6
200	2	2	3	4	5	6	8
150	3	3	4	5	6	8	10
100	4	4	5	6	8	10	14

Tabelle 13.6. Bindeabstand bei Decken für ein auf der Baustelle gebundenes Bewehrungsnetz (oben)
mit traditionellen Unterstützungen

Stababstand unterer Stab in mm	Durchmesser des unteren Stabes in mm						
	∅ 8	∅ 10	∅ 12	∅ 16	∅ 20	∅ 25	∅ 32
300	1	1	1	2	2	3	3
250	1	1	1	2	3	3	4
200	1	1	2	3	3	4	5
150	2	2	3	3	4	5	7
100	2	3	4	5	6	8	10

Tabelle 13.7. Bindeabstand bei Decken für ein auf der Baustelle gebundenes Bewehrungsnetz (oben) mit durchgehenden Unterstützungen

Binden von jeder . . . Kreuzungsstelle

Stababstand unterer Stab in mm	Durchmesser des unteren Stabes in mm						
	∅ 8	∅ 10	∅ 12	∅ 16	∅ 20	∅ 25	∅ 32
300	1	1	2	2	3	4	4
250	1	1	2	3	4	5	5
200	2	2	3	3	4	6	7
150	2	2	3	4	5	7	9
100	3	3	4	5	7	10	13

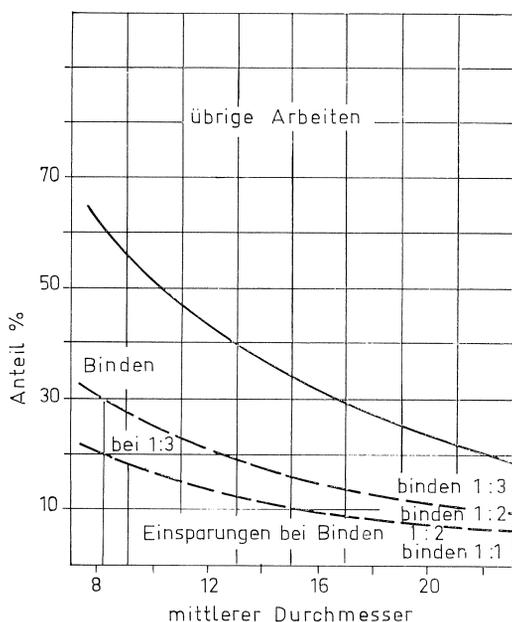


Bild 13.4. Einsparungen bei reduziertem Binden.

Die CUR-Kommission versucht mit Hilfe des umfangreichen Zahlenmaterials eine differenziertere Aussage zu machen in Bezug auf das Verrechnen des Betonstahls. Wegen der vielfältigen Einflüsse ist dies keine leichte Aufgabe. Es kann jedenfalls nicht mehr so sein, dass einfach pro kg Betonstahl verrechnet wird.

Die Kosten für eine einfache Bewehrungsart mit geringerem Arbeitsaufwand können verglichen werden mit komplizierten Bewehrungen, die nur im Hinblick auf geringstmöglichen Stahlverbrauch entworfen wurden. Daraus kann die billigste Lösung gefunden werden.

Die CUR-Kommission macht einen Vorschlag zur Verbesserung der jetzt gebrauchten kg-Preis-Methode. Dazu gehört:

- Verrechnung der Materialkosten, die auf den mittleren Durchmesser der verarbeiteten Menge Betonstahl bezogen werden (siehe Bild 13.5);
- Verrechnung der Kosten für die Verarbeitung des Betonstahls, auf gleiche Weise (siehe Bild 13.6).

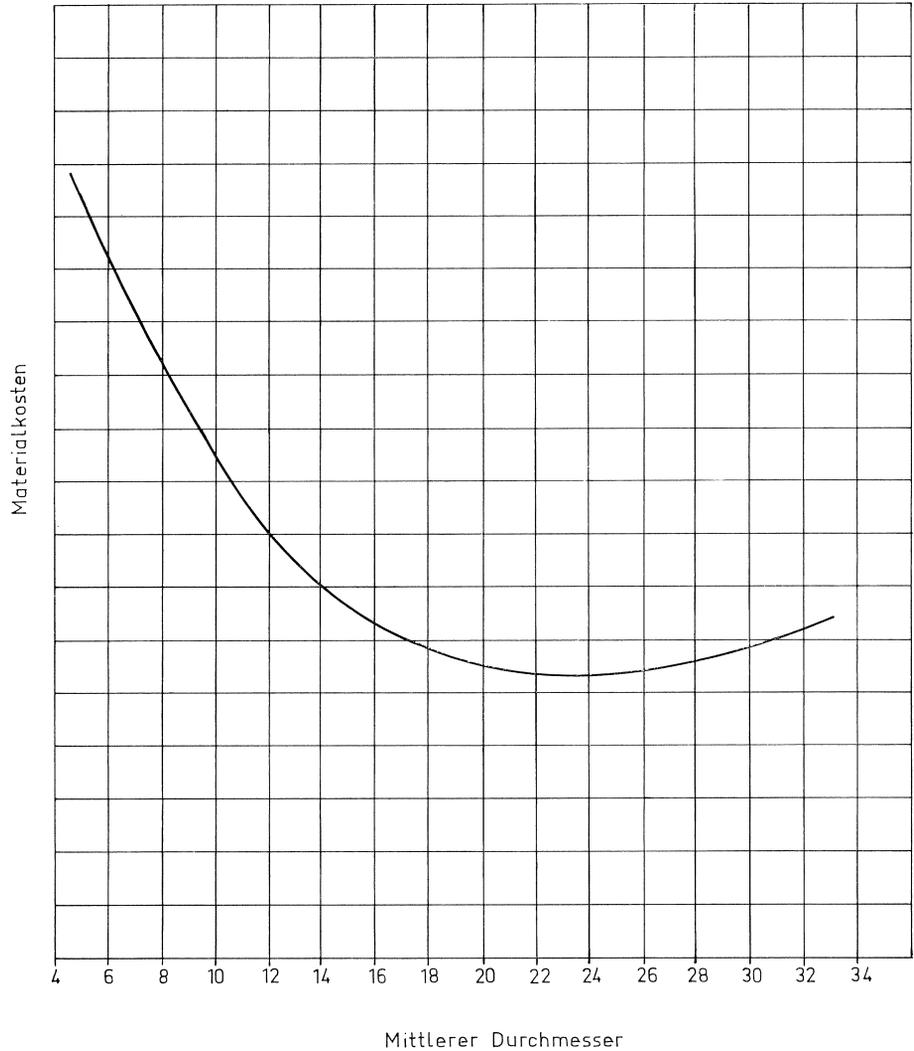


Bild 13.5. Materialkosten je mittlerem Durchmesser, schematisch.

Vorläufig begnügt man sich also damit, den Einfluss des mittleren Stabdurchmessers auf die Bewehrungskosten in Rechnung zu setzen.

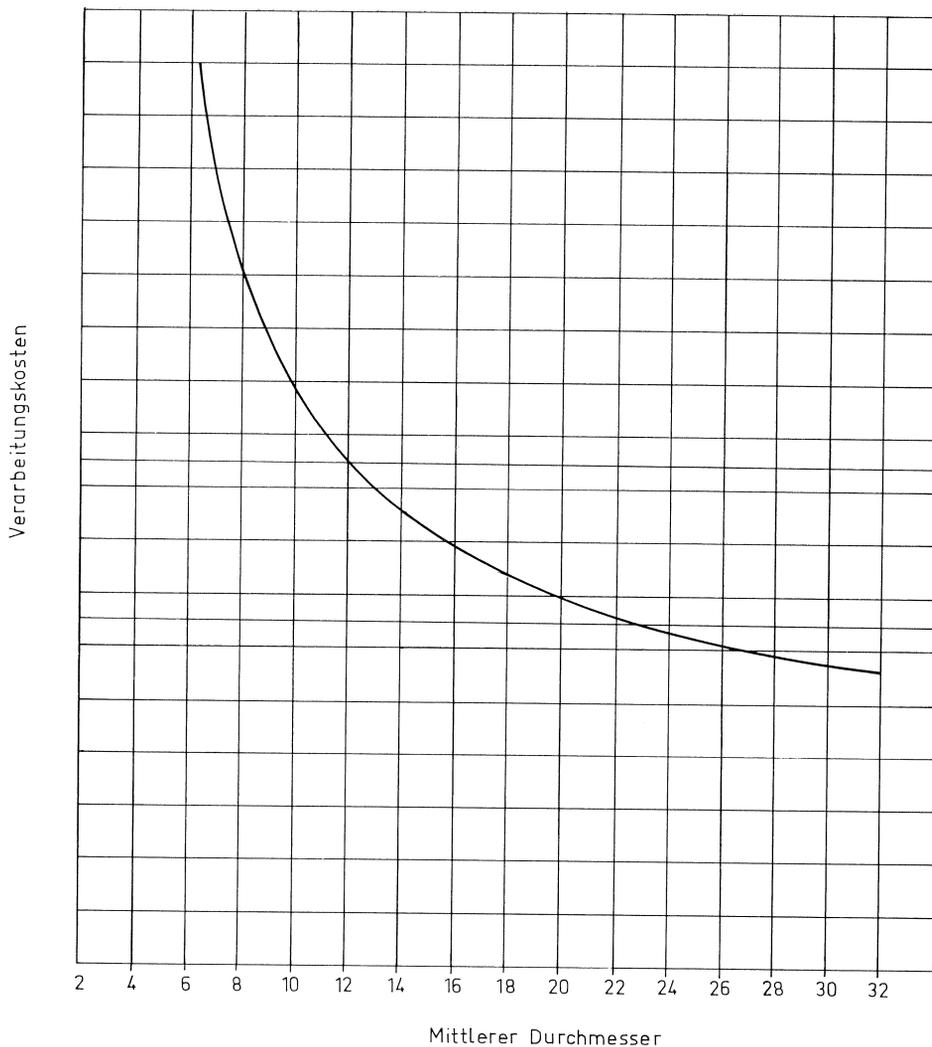


Bild 13.6. Verarbeitungskosten bei unterschiedlichem mittlerem Durchmesser, schematisch.

13.3 Standarddetails

Für die Anschlüsse von Decken, Balken, Stützen und Wänden sind Standardlösungen für die Bewehrung zu entwerfen. Dadurch wird die ganze Bewehrungskonstruktion deutlicher. Das ist sehr wichtig für den Eisenflechter, weil bisher nicht oder kaum auf den Zeichnungen angegeben wird, wie die Bewehrung in den Anschlüssen sein soll.

Ein Beispiel ist die Bewehrung im Anschluss von Balken und Stützen. In Bild 13.7 ist das durch die CUR-Kommission E 2 vorgeschlagene Bewehrungsdetail für diesen Anschluss zu sehen. Die Bewehrung des Balkens befindet sich ganz zwischen der

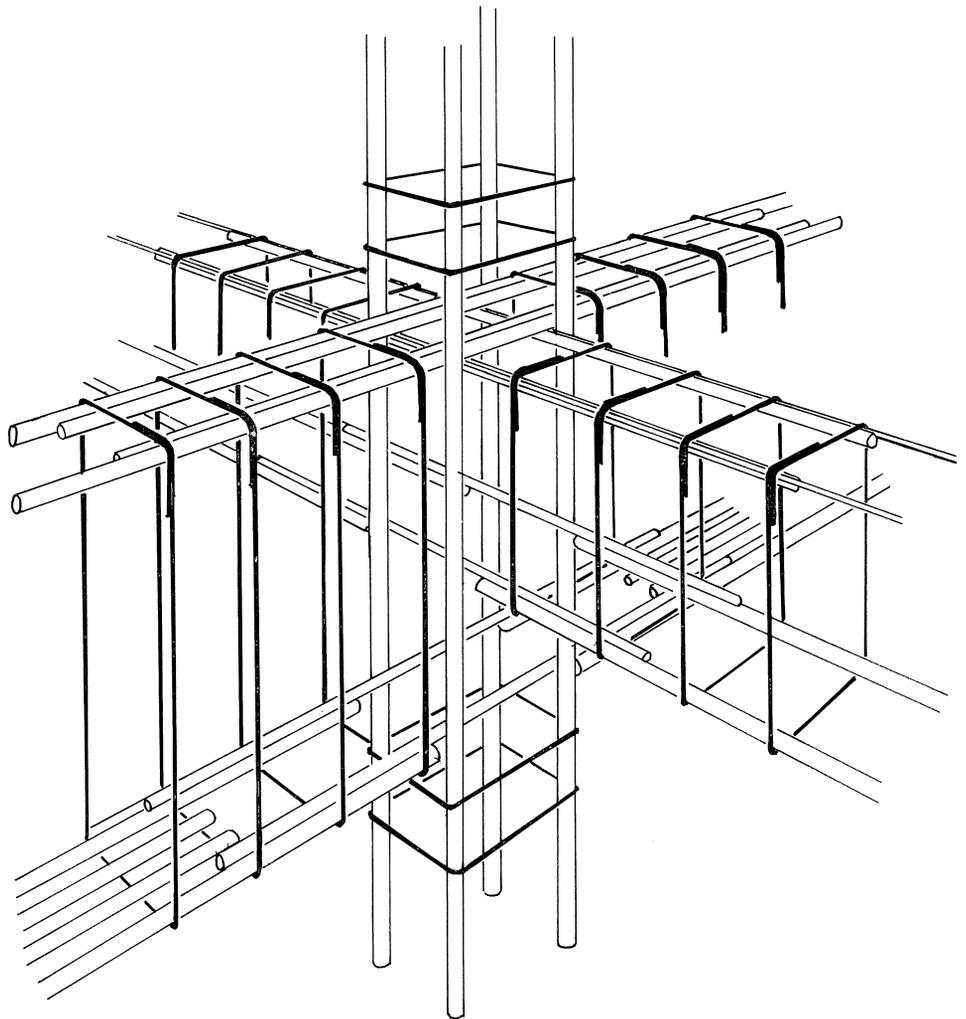


Bild 13.7. Anschluss von zwei sich kreuzenden Balken an einer Stütze beim Verwenden vorgefertigter Bewehrungskörbe und Stosszulagen.

Stützenbewehrung. An den Stützen wird dann die Balkenbewehrung durch Zulagen weiter durchgeführt. Durch dieses Detail hat man weiterhin die Möglichkeit zur Standardisierung von Balkenbewehrungen.

Die entworfenen Details sind in normalen Betonkonstruktionen zu gebrauchen. Die CUR-Kommission E 2 hat beim Entwurf den in England herausgegebenen Bericht „Standard Reinforced Concrete Details“ benutzt. Die Bewehrung der Anschlüsse ist so gewählt, dass diese unabhängig von der weiteren Bewehrung eingebaut werden kann (Bild 13.8, 13.9 und 13.10).

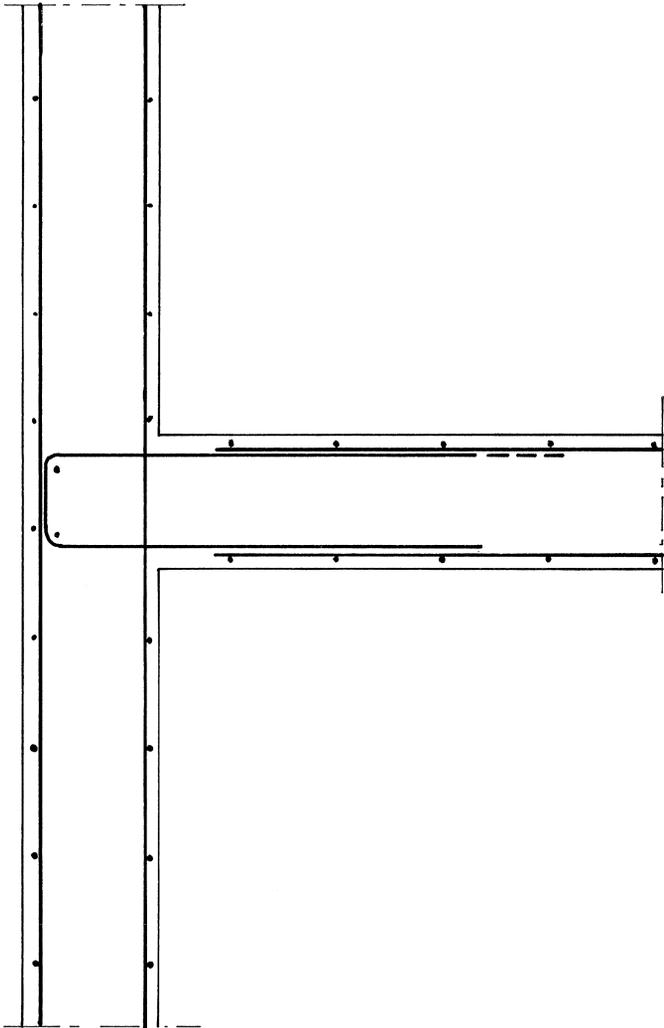


Bild 13.8. Verbindung zwischen Wände (Horizontalschnitt).

Durch die vorgeschlagenen Details sind:

- weniger Handlungen notwendig an langen Stäbe;
- Abbiegungen nur in kürzeren Stäben anzubringen;
- punktgeschweisste Bewehrungsmatten weiterhin möglich;
- vorgefertigte Bewehrungskörbe, hergestellt in einer Flechtzentrale, einfacher einzubauen;
- Einsparungen an Bauzeit ohne weiteres möglich.

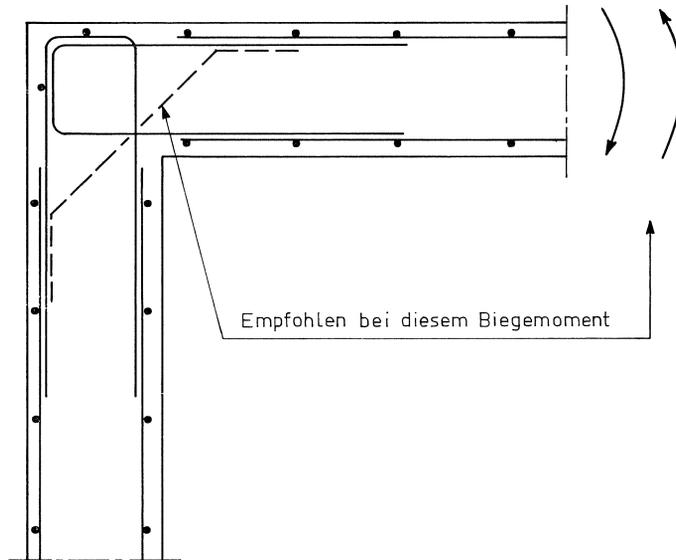


Bild 13.9. Verbindung zwischen Wände (Horizontalschnitt).

13.4 Standardbewehrung von Decken

Einheitlichkeit der Stababstände ist ein wichtiges Gesetz für die Rationalisierung. Das Traglastverfahren macht es möglich, eine einmal gewählte Maschenweite ohne weiteres durchzuführen.

Eine Untersuchung der Möglichkeiten einer Standard-Maschenweite wurde an der Fachgruppe für Betonkonstruktionen an der TU Delft durchgeführt. Die benötigte Bewehrung folgt bisher immer aus den statischen Berechnungen. Bei den Versuchen ist die Bewehrung festgelegt und danach die Tragfähigkeit der Platte berechnet worden. Damit ist auch die Grösse der Belastung bekannt.

Die Bewehrung sollte nur aus geraden Stäben von $\varnothing 10$, 12 oder 16 mm bestehen, mit einer Maschenweite von 300 mm.

Für die Unterstützungen der obenliegenden Stäbe wurden nur vorgefertigte Abstandkörbe gebraucht.

Mit diesen geraden Stäben können Bewehrungsmatten zusammengesetzt werden, die entweder auf traditionelle Art auf der Baustelle gebunden oder auf der Baustelle oder in einer Flechtzentrale punktgeschweisst werden. Das untenliegende Bewehrungsnetz ist aus Stäben mit 12 oder 14 m Handelslänge zusammengesetzt.

Die Grösse der obenliegenden Matten hängt von der Spannweite der Platte in beiden Richtungen ab. Die Matten im Bereich der Stützen sind aus Doppelstäben zusammengesetzt.

Die zwischenliegenden Matten sind aus Einzelstäben zusammengesetzt.

Die Tragfähigkeit der Platte wird durch Zulage von Stäben im Stützenbereich vergrössert (Bild 13.11).

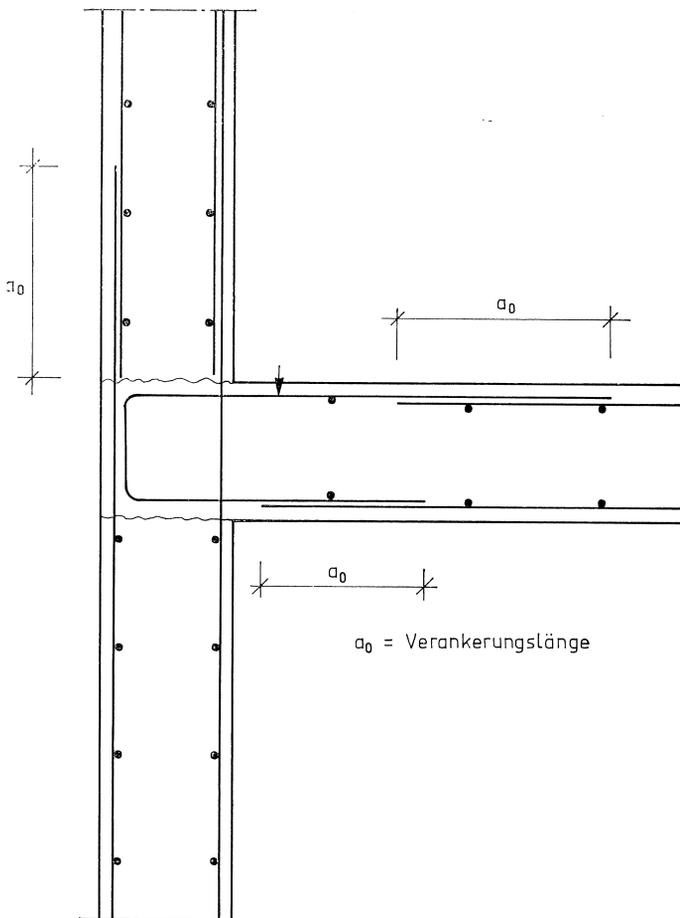


Bild 13.10. Verbindung zwischen Wand und Decke (Vertikalschnitt).

Mit diesen Ausgangspunkten für die Bewehrung von Platten ist es möglich, einen Katalog für Spannweiten von 4,8 bis 7,8 m in beiden Richtungen in Stufen von 0,6 m zusammenzustellen. Mit Hilfe dieses Katalogs kann dann viel Zeit beim Berechnen und Zeichnen von Platten gespart werden. Ausserdem macht es die gewählte Maschenweite (300 mm) möglich, Aussparungen für die technischen Installationen anzubringen. Sind viele Aussparungen im Stützenbereich vorgesehen, dann könnte eine grössere Plattendicke gewählt werden. Die Anzahl der beizulegenden Stäbe wird damit verringert oder sogar ganz vermieden (Bild 13.12).

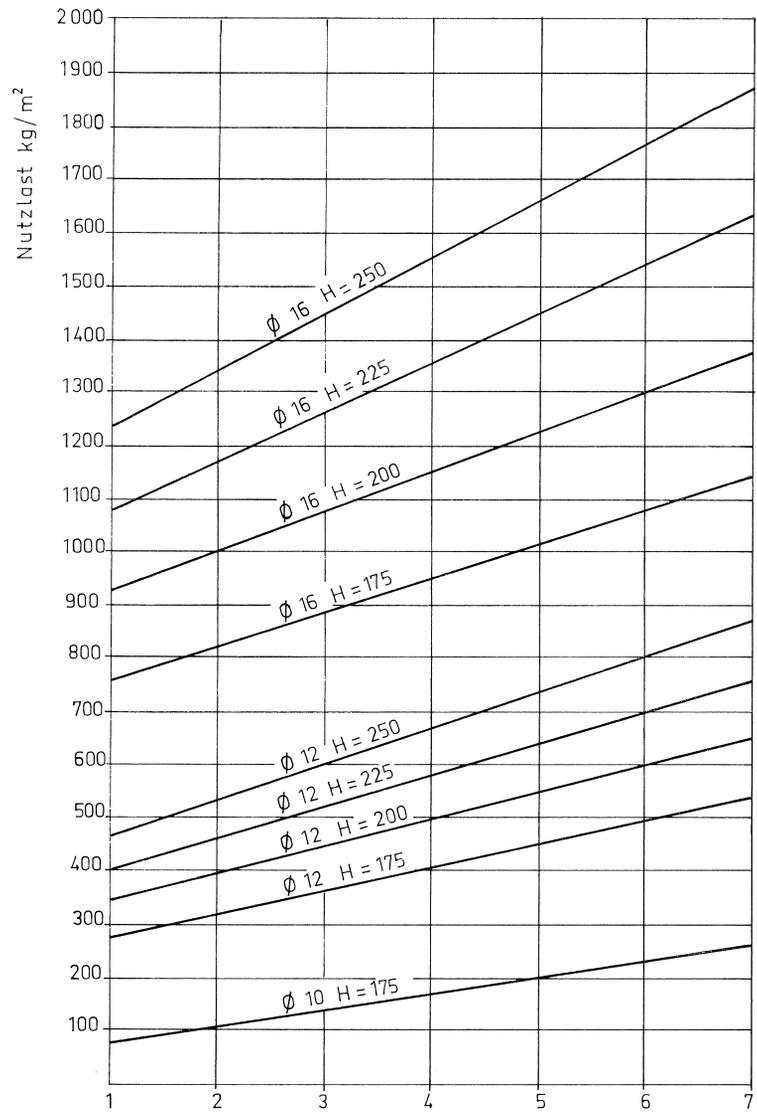


Bild 13.11. Graphische Darstellung System 1-7. (H=Dicke der platte)

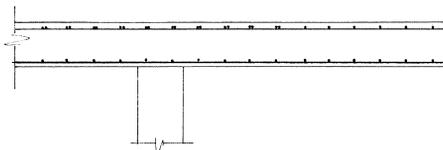
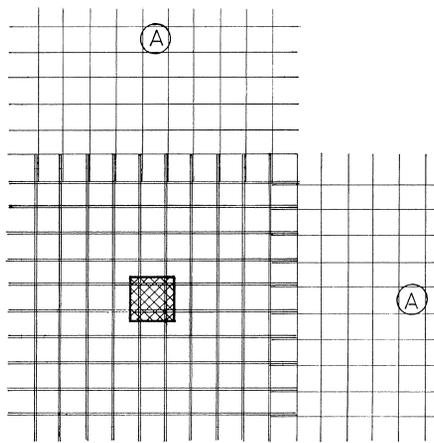


Bild 13.11a. System 1 Obere Bewehrungslage
 $2 \varnothing X - 30 \#$
 Alle Betonstahlmatten A $1 \varnothing X - 30 \#$

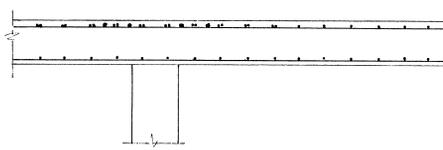
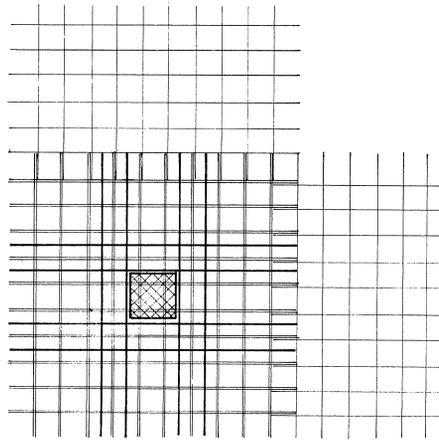


Bild 13.11b. System 2 Obere Bewehrungslage
 $2 \varnothing X - 30 + 4 \varnothing X \#$

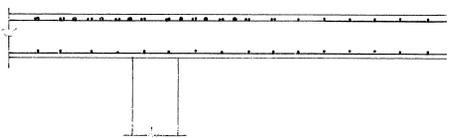
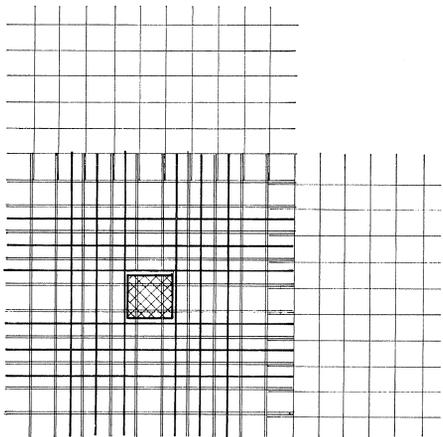


Bild 13.11c. System 3 Obere Bewehrungslage
 $2 \varnothing X - 30 + 6 \varnothing X \#$

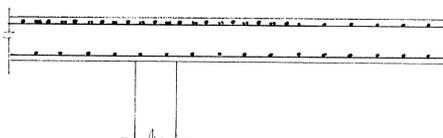
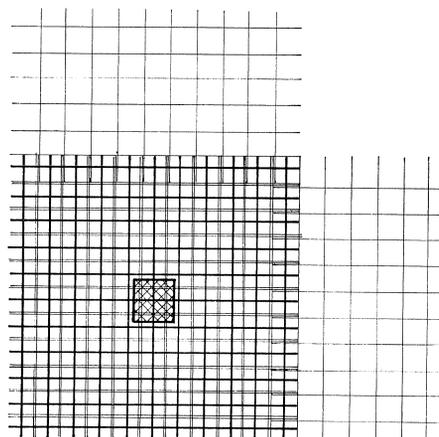


Bild 13.11d. System 4 Obere Bewehrungslage
 $2 \varnothing X - 30 + 1 \varnothing X - 30 \#$

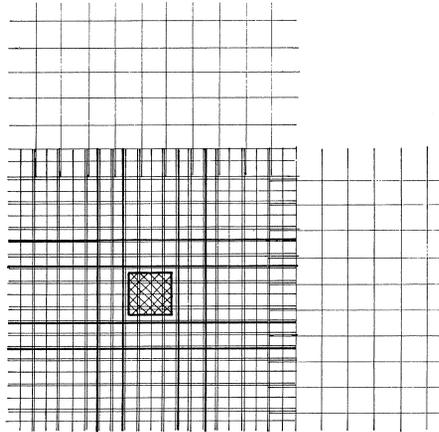


Bild 13.11e. System 5 Obere Bewehrungslage
 $2\varnothing X-30+1\varnothing X-30+4\varnothing X\#$

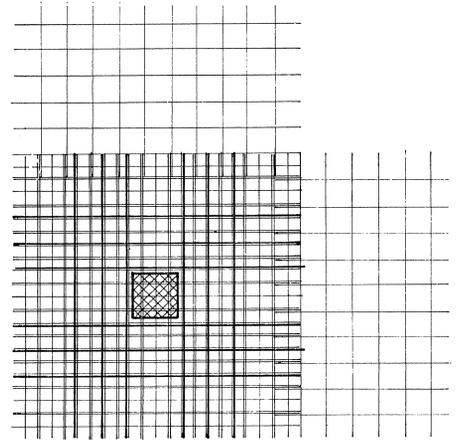
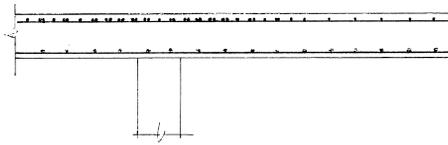


Bild 13.11f. System 6 Obere Bewehrungslage
 $2\varnothing X-30+1\varnothing X-30+6\varnothing X\#$

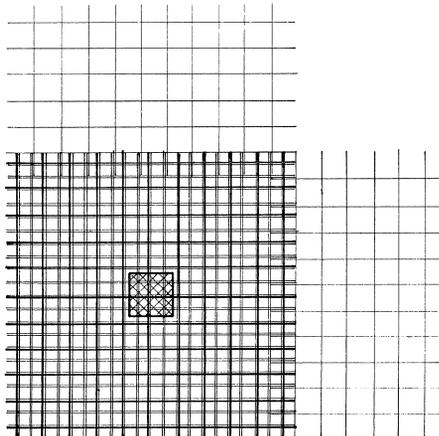
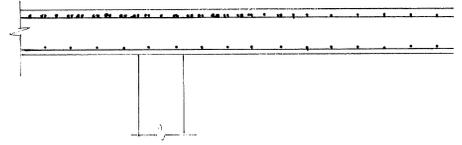


Bild 13.11g. System 7 Obere Bewehrungslage
 $2\varnothing X-30+2\varnothing X-30\#$

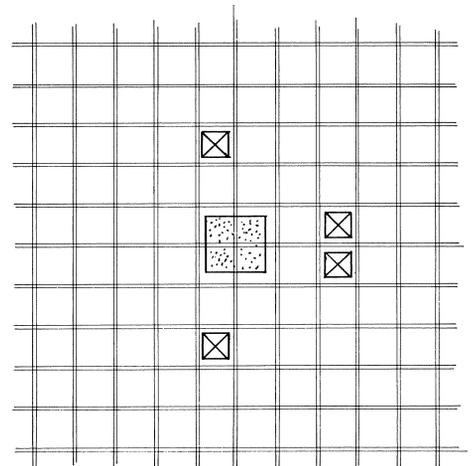
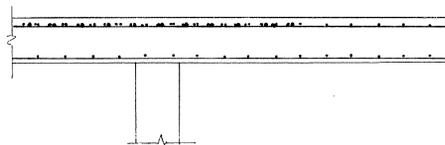


Bild 13.12. Aussparungen für technische Installationen.