

Vorstand an: Stifft, (Lfad)  
Ostermair, Moser, Leimert, Scheidemantel  
Pöbgen, BDF, AGH, BDE, Stinde,

E - 87/9

BEMESSUNGSVORSCHLÄGE FÜR DECKENSCHLEIBEN  
IN HOLZBAUART MIT DREISEITIGER LAGERUNG

=====

Bearbeiter:

Prof. Dipl.-Ing. Horst Schulze, TU Braunschweig  
Dipl.-Ing. Theo Schönhoff

Durchgeführt im Auftrage der  
Entwicklungsgemeinschaft Holzbau in der Deutschen Gesellschaft  
für Holzforschung e.V., München

mit Förderung durch die  
Stiftung für Forschungen im Wohnungs- und Siedlungswesen  
Berlin

Juli 1988

## Inhalt

	Seite	
1	Vorbemerkungen	1
2	Allgemeine Ergebnisse	2
3	Bemessungsvorschläge	3
3.1	Scheibe mit Zwischenauflager	
3.2	Scheibe ohne Zwischenauflager	4
4	Für die Bemessung erforderliche Größen	5
4.1	Federsteifigkeit C der Scheibenaufleger	
4.2	Schubsteifigkeit $G \cdot A$ der Scheibe	6
4.3	Nagelbelastung $N_1$ aus Schubfluß $t$	
5	Ausgewählte Scheiben-Typen mit Beiwerten $k_G$ und $k_F$	7
5.1	Scheiben-Typ S mit schwebenden Stößen	
5.2	Scheiben-Typ G mit gedeckten Stößen	8
6	Treppenöffnungen	10
7	Rechenbeispiele	
7.1	Rechenbeispiel 1	
7.2	Rechenbeispiel 2	11
Bilder		13 bis 22

## Forschungsvorhaben

### "Bemessungsvorschläge für Deckenscheiben in Holzbauart mit dreiseitiger Lagerung"

#### Abschlußbericht

---

#### 1 Vorbemerkungen

=====

Die Neuausgabe von DIN 1052 (1988) enthält - allerdings nicht für alle Konstruktionsarten - Bemessungsgrundlagen und Hinweise für Dach- und Deckenscheiben. Die Festlegungen gelten für Scheiben als Ein- und Mehrfeldträger, die in der praktischen Anwendung den weitaus größten Anteil ausmachen.

Dieses Forschungsvorhaben, das auf Anregungen von seiten der Holzhaus-Hersteller zurückgeht, befaßt sich dagegen mit Deckenscheiben, bei denen ein Endauflager der Scheibe fehlt (Bild 1). Diese Situation ist bei Einfamilien-Reihenhäusern häufig anzutreffen, weil dort in der Regel schmale Rechteck-Grundrisse mit den Schmalseiten als Außenwände vorliegen, von denen zumindest die eine (zur Gartenseite hin orientierte) aus Belichtungsgründen große, transparente Öffnungen enthalten muß, die die Ausbildung der erforderlichen Wandscheiben verhindern. Daher muß in der Praxis das notwendige Scheiben-Auflager an dieser Stelle oft durch eine äußerst aufwendige Rahmenkonstruktion (Stahl) hergestellt werden.

Da einerseits auch Scheibensysteme ohne ein Endauflager nach Bild 1 offensichtlich tragfähig sind, andererseits DIN 1052 aber hierfür keine Hilfestellung leistet, wird nachstehend ein Bemessungsvorschlag für diesen Fall vorgestellt.

Der Vorschlag basiert auf zahlreichen Berechnungen unter Verwendung eines aufwendigen mathematischen Modells (FEM) unter Berücksichtigung aller wesentlichen Einflüsse (z. B. Verformungen der Deckenschalung bzw. -beplankung, der Balken und

der Verbindungsmittel) auf der Grundlage der wissenschaftlichen Arbeit von Th. Schönhoff am Institut für Baukonstruktion und Holzbau der TU Braunschweig, die noch in diesem Jahr abgeschlossen werden soll und dann der Öffentlichkeit zugänglich ist.

Ziel dieses Vorhabens war es letztendlich, ein möglichst einfach zu handhabendes Bemessungsverfahren zu entwickeln. Dagegen schießen Tragfähigkeits-Versuche, die bei solchen Konstruktionen nur im Maßstab 1 : 1 sinnvoll sind, wegen der vielen vorhandenen Einflußgrößen aus Kostengründen aus.

## 2 Allgemeine Ergebnisse

=====

An Hand der rechnerischen Untersuchungen können folgende Aussagen getroffen werden:

- a) Der Einfluß üblicher Deckenbalken-Querschnitte auf die Steifigkeit des Systems ist bei gängigen Scheibenabmessungen vernachlässigbar;
- b) unter der Annahme a) kann die Scheibe durch einen ideellen Balken mit folgenden Steifigkeiten ersetzt werden:
  - Biegesteifigkeit  $\rightarrow \infty$  (die Ungenauigkeit hieraus ist vergleichsweise klein gegenüber derjenigen aus der Streuung der Materialeigenschaften)
  - Schubsteifigkeit der Scheibe (aus FEM-Berechnung);
- c) die Nachgiebigkeit der vorhandenen Auflager (vgl. Bild 1, A) hat großen Einfluß auf das Ergebnis (im wesentlichen auf die Gesamtverformung) und ist deshalb zu berücksichtigen;
- d) werden die Windlasten, insbesondere aber die Auflagerkräfte etwa gleichmäßig über die Scheibenhöhe  $h$  in die Scheibe eingeleitet, dann kann die Scheibenbeanspruchung wie bei der einfachen Schubfeld-Theorie aus dem Schubfluß

$$t = Q/h$$

mit der Querkraft Q des Ersatzbalkens berechnet werden;

- e) zur Sicherung der Schubfeld-Wirkung sind umlaufende Randglieder erforderlich, die je nach Windlastrichtung unterschiedliche Funktion haben:
- Scheiben-Auflager, beansprucht durch Auflagerkraft
  - Scheiben-Gurt, beansprucht durch  $Z = D = M/h$ ,  
mit M als Biegemoment des Ersatzbalkens.

### 3 Bemessungsvorschläge

Nachfolgend werden die Bemessungsvorschläge für die beiden in Bild 1 gezeigten Deckenscheiben-Typen vorgestellt.

#### 3.1 Scheibe mit Zwischenaufleger (Bild 2)

Aus Bild 2 gehen die Ausgangssituation (a), das tatsächlich vorliegende statische System (b) sowie das stellvertretend angenommene System des Ersatzbalkens (c) hervor. Unter diesen und den in Abschnitt 2 beschriebenen Annahmen ergeben sich die Scheiben-Auflagerkräfte zu:

$$\begin{aligned}F_1 &= (1 - \alpha^2 + \beta) \cdot w \cdot \ell / 2 \\F_2 &= [(1 + \alpha)^2 - \beta] \cdot w \cdot \ell / 2 \\F_3 &= F_4 = \beta \cdot w \cdot \ell^2 / (2 \cdot h)\end{aligned}$$

Darin sind (vgl. auch Bild 2):

w = Windlast (Linienlast)

$$\alpha = \ell_K / \ell$$

$$\beta = \frac{\alpha^2 \cdot \ell / (G \cdot A) + (\alpha^2 - 1) / C_1 + (1 + \alpha)^2 / C_2}{\ell / (G \cdot A) + 1 / C_1 + 1 / C_2 + (1 / C_3 + 1 / C_4) \cdot (\ell / h)^2}$$

G·A Schubsteifigkeit der Scheibe, vgl. Abschnitt 4.2

C<sub>1</sub> bis C<sub>4</sub> Federsteifigkeiten der Scheibenaufleger A,  
vgl. Abschnitt 4.1

Die maßgebende waagerechte Durchbiegung der Scheibe am fehlenden Auflager B folgt aus:

$$f = w \cdot l_K^2 / (2 \cdot G \cdot A) + (1/C_3 + 1/C_4) \cdot F_3 \cdot l_K / h + F_2 / C_2$$

Die für die Bemessung der Scheibe erforderlichen Größen  $\max t$  (Schubfluß) und  $\max D, Z$  (Gurtkräfte) folgen aus den nachstehenden Gleichungen unter Verwendung der jeweils maßgebenden Schnittkräfte (in Bild 3 ist der prinzipielle Verlauf von  $Q$  und  $M$  für 2 unterschiedliche Situationen beispielhaft dargestellt):

- a) Für Bemessung des Anschlusses Schalung - Deckenbalken (Schubfluß) mit dem Höchstwert für  $Q$  aus

$$Q_1 = F_1$$

$$Q_{2l} = w \cdot l_K - F_2$$

$$Q_{2r} = w \cdot l_K$$

$$\max t = \max Q/h$$

- b) Für Bemessung der Gurte (Gurtkräfte)

Der tatsächliche Verlauf der Gurtkräfte ergibt sich aus dem Verlauf der Biegemomente am Ersatzbalken und der Lage der Wandauflager. Vereinfachend kann, auf der sicheren Seite liegend, mit dem ungünstigeren Wert aus den beiden nachstehend aufgeführten Beziehungen gerechnet werden:

1.  $|D| = Z = M_K/h = w \cdot l_K^2 / (2h)$

In extremen (theoretischen) Situationen mit  $\alpha \rightarrow 0$  wird  $\max M$  (Feld)  $> M_K$ ; dieser Fall ist aber bei der vorliegenden Fragestellung uninteressant)

2.  $D = F_3, Z = F_4$

Ungünstigste Annahme einer punktförmigen Einleitung von  $F_{3,4}$  in die Scheibe.

### 3.2 Scheibe ohne Zwischenauflager

Annahmen zum statischen System siehe Bild 4, Verlauf der Schnitt-

kräfte siehe Bild 5. Als maßgebende Bemessungsgrößen ergeben sich analog zu Abschnitt 3.1:

Scheiben-Auflagerkräfte

$$F_1 = w \cdot l$$

$$F_3 = F_4 = w \cdot l^2 / (2h)$$

Scheiben-Durchbiegung am freien Auflager B:

$$f = w \cdot l^2 / (2 \cdot G \cdot A) + w \cdot l / C_1 + (1/C_3 + 1/C_4) \cdot w \cdot l^3 / (2 \cdot h^2)$$

Schubfluß

$$\max t = F_1 / h$$

$$\text{Gurtkräfte } |D| = Z = w \cdot l^2 / (2 \cdot h)$$

#### 4 Für die Bemessung erforderliche Größen

Nachstehend werden Hinweise für die Ermittlung der scheibenspezifischen Größen gegeben, die neben den übrigen, üblichen Angaben für die Bemessung erforderlich sind. Diese Werte gelten unter der Voraussetzung, daß die geometrischen und konstruktiven Annahmen in etwa zutreffen.

##### 4.1 Federsteifigkeit C der Scheibenaufleger

Als Scheibenaufleger werden Wandscheiben in Holztafelbauart mit n Rastern der Breite  $B = 1,25$  m und der Höhe  $h_W = 2,50$  m angenommen. Unter der Annahme, daß sich die nach DIN 1052 zulässige Auslenkung  $f_W = h_W / 500$  im Wandscheibenkopf bei einer Horizontal-last je Raster  $F_{H1} = 5$  kN einstellt, ergibt sich je Raster eine Steifigkeit von

$$C_1 = \text{zul } F_{H1} / \text{zul } f_W = 5000 / 5 = 1000 \text{ N/mm,}$$

für eine Wand mit n Rastern

$$C = n \cdot 1000 \text{ N/mm}$$

#### 4.2 Schubsteifigkeit G·A der Scheibe

Die Schubsteifigkeit G·A des Ersatzbalkens kann allgemein zu

$$G \cdot A \text{ [N]} = k_G \text{ [N/mm]} \cdot h \text{ [mm]}$$

angegeben werden. Der Beiwert  $k_G$  bedeutet darin die Schubsteifigkeit der Scheibe, bezogen auf ihre Höhe h. Für mehrere Deckenscheiben-Systeme (siehe Abschnitt 5) wurden die Beiwerte  $k_G$  ermittelt und in Tabelle 1 zusammengestellt.

#### 4.3 Nagelbelastung $N_1$ aus Schubfluß t

Die größte Nagelbelastung (ungünstigster Nagel) infolge des Schubflusses t ergibt sich zu

$$N_1 \text{ [N]} = k_F \text{ [mm]} \cdot t \text{ [N/mm]} \cdot h$$

Der Beiwert  $k_F$  hängt von der Scheibenkonstruktion ab und berücksichtigt nicht nur den Abstand der Nägel untereinander, sondern vor allem die Lasteinleitung sowie die Nagelbelastung parallel und rechtwinklig zur Faserrichtung des Holzes.

Bei Deckenscheiben mit gedeckten Stößen der Schalung kann

$$k_F = 1,4 \cdot a_N$$

angenommen werden, mit  $a_N$  als Abstand der Nägel untereinander.

Bei Windbelastung rechtwinklig zur Balkenlage der Deckenscheibe ist bei der Ermittlung der maßgebenden Nagelbelastung die Beanspruchung aus der Einleitung der Windlasten zusätzlich zu berücksichtigen.



Für die ausgewählten Scheiben-Konstruktionen nach Abschnitt 5 gehen die  $k_F$ -Werte aus Tabelle 2 hervor.

5      Ausgewählte Scheiben-Typen mit Beiwerten  $k_G$  und  $k_F$   
=====

Die gewählten Scheiben-Typen sind in den Bildern 6 und 8 dargestellt. Dabei handelt es sich um Scheiben mit :

- schwebenden Stößen (S1 und S2) (Bild 6) und
- gedeckten Stößen (G1 bis G3) (Bild 8).

Bei Einhaltung der vorgegebenen geometrischen und konstruktiven Randbedingungen dürfen die in den Tabellen 1 und 2 genannten  $k_G$ - bzw.  $k_F$ -Werte verwendet werden.

5.1    Scheiben-Typ S mit schwebenden Stößen (Bild 6)

Scheiben mit schwebenden Stößen sind gegenüber solchen mit gedeckten Stößen einfacher in der Herstellung, erfordern aber eine dichtere Nagelung, so daß Scheiben mit gedeckten Stößen prinzipiell tragfähiger sind.

Die Ausbildungen a und b in Bild 6 unterscheiden sich jeweils nur durch unterschiedliche Werte für den Balkenabstand  $a_B$  und die Spanplattendicke  $d_{FP}$ .

Die in den Tabellen 1 und 2 vorausgesetzten Nagelabstände  $a_N$  sind nicht nur für die Befestigung mit den Deckenbalken, sondern auch für die Balken an den Auflagern und für die Gurte einzuhalten; bei den beiden letzteren genügt jedoch eine einreihige Nagelung.

Die Angaben in den Tabellen 1 und 2 gelten unter der Voraussetzung, daß durch die Scheibenabmessungen bedingte Restplatten mit geringerer Plattenhöhe  $h_{FP}$  als nach Bild 6 nur im oberen und unteren Randbereich, nicht jedoch im mittleren Bereich der Scheibe angeordnet werden. Plattenhöhen  $h_{FP}$ , die weniger als 50 %

der Werte nach Bild 6 betragen, dürfen nicht verwendet werden. Daher sind die Verlegehinweise nach Bild 7 zu beachten.

Bei in Scheibenlänge versetzten Stößen für Restplatten mit  $l_{FP} < 2 a_B$  bzw.  $l_{FP} < 3 a_B$  (Einfeld- oder Zweifeldplatten) bestehen keine Einschränkungen, da diese bei der Ermittlung der Beiwerte  $k_G$  und  $k_F$  bereits berücksichtigt wurden. Bezüglich der Höhe von Restplatten sind jedoch wieder die im vorangehenden Absatz genannten Bedingungen einzuhalten.

Als Mindestquerschnitt für den Balken wurden  $b/h \geq 80/200$  mm vorausgesetzt.

## 5.2 Scheiben-Typ G mit gedeckten Stößen (Bild 8)

Bei diesem Scheibentyp ist vorausgesetzt, daß die Platten an ihren umlaufenden Rändern, also auch an den quer zu den Balken verlaufenden Stößen (dort an darunterliegenden, lose angeordneten Zwischenhölzern), durch Nagelung im Abstand  $a_N$  befestigt sind.

Für die Abmessungen von Restplatten gilt das in Abschnitt 5.1 und zu Bild 7 Gesagte, nur daß hier lediglich die Bedingung  $h_{FP} \geq h_{FP}(\text{Bild 8})/4$  einzuhalten ist.

Der Balkenquerschnitt ist bei diesem Scheibentyp beliebig, da die Nagelbelastung nahezu parallel zur Faserrichtung des Balkens verläuft.

Tabelle 1: Beiwerte  $k_G$  für die Scheiben-Typen nach Abschnitt 5.1 und 5.2

Typ	$k_G$ in N/mm für Nagelabstand $a_N$			
	100 mm	67 mm	50 mm	33 mm
S1a	900	1300	1600	2000
S1b	790	1100	1300	1700
S2a	1600	2100	2600	3400
S2b	1600	2100	2500	3200
G 1	2500	3500	4400	5900
G 2	2700	3800	4700	6300
G 3	1600	2300	3000	4100

Tabelle 1: Beiwerte  $k_F$  für die Scheiben-Typen nach Abschnitt 5.1 und 5.2

Typ	$k_F$ in mm für Nagelabstand $a_N$			
	100 mm	67 mm	50 mm	33 mm
S1a	270	190	160	110
S1b	340	250	200	150
S2a	240	180	140	110
S2b	300	220	180	140
G 1				
G 2	140	90	70	50
G 3				

## 6 Treppenöffnungen

Öffnungen, z.B. für Treppen, dürfen in den Scheiben ohne weiteren Nachweis angeordnet werden, wenn die nachstehenden Bedingungen eingehalten werden.

1. Die Scheibenhöhe  $h_{s,Tr}$  im Bereich der Treppenöffnung beträgt mindestens 50 % der Scheibenhöhe  $h$  (Bild 9a).
2. Die Querkraft  $Q_{Tr}$  im Bereich der Öffnung beträgt höchstens 50 % der Bemessungs-Querkraft  $\max Q$  (Bild 9b). Anderenfalls ist die Bemessungs-Querkraft auf  $\max Q = 2 \cdot Q_{Tr}$  zu erhöhen.
3. Die beiden Gurte am oberen und unteren Scheibenrand laufen über die gesamte Scheibenlänge durch.
4. An der Treppenöffnung wird ein Zusatzgurt entsprechend Bild 9a (oder Variante) angeordnet, der für die Normalkraft  $N = 2 \cdot Q_{Tr} \cdot b_{Tr} / h_s$  zu bemessen ist und wie die übrigen Gurte mit der Beplankung verbunden wird.
5. Bei Deckenscheiben mit schwebenden Stößen sowie mit Öffnungsbreiten  $b_{Tr} \leq 2 \cdot a_B$  kann auf den Zusatzgurt verzichtet werden, wenn die Beplankung auch mit den Randbalken der Öffnung durch zweireihige Nagelung verbunden ist (Bild 9c).

## 7 Rechenbeispiele

### 7.1 Rechenbeispiel 1

Deckenscheibe mit dreiseitiger Unterstützung (Bild 10)

$$F_1 = \max Q = w \cdot l = 2,0 \cdot 10,0 = 20,0 \text{ kN}$$

$$F_3 = F_4 = w \cdot l^2 / (2h) = 2,0 \cdot 10,0^2 / (2 \cdot 7,5) = 13,3 \text{ kN}$$

$$\text{Schubfluß } t = Q/h = 20/7,5 = 2,67 \text{ kN/m} = 2,67 \text{ N/mm}$$

Gurte:

Erforderlicher Querschnitt (Annahme: Knicken um y-Achse wird

durch unterstützende Wand verhindert):

$$\text{erf } A_G = F_4 / \text{zul } \sigma_D = 13,3 \cdot 10^3 / 8,5 = 1570 \text{ mm}^2$$

gew.:  $b/h = 30/60 \text{ mm}^2$  mit  $A = 1800 \text{ mm}^2 > 1570$

Scheibentyp:

gew: Typ S2a nach Bild 7 mit  $a_N = 33,3 \text{ mm}$ ;  
Beiwerte:  $k_G = 3400 \text{ N/mm}$  (Tab. 1),  $k_F = 110 \text{ mm}$  (Tabelle 2);  
 $G \cdot A = k_G \cdot h = 3400 \cdot 7500 = 2,55 \cdot 10^7 \text{ N}$

Nägeln:

Größte Nagelbelastung:  $\max N_1 = k_F \cdot t = 110 \cdot 2,67 = 294 \text{ N}$   
gew.: Nägel 28 x 65 mit  $\text{zul } N_1 = 500 \cdot 2,8^2 / (10 + 2,8) = 306 \text{ N} > 294$

Steifigkeiten der Scheibenaufleger:

Wand  $A_1$ : 4 Raster mit  $\text{zul } F_{H1} = 5,0 \text{ kN}$ ;  
 $\text{zul } F_H = 4 \cdot 5,0 = 20 \text{ kN} = \text{vorh } F_1$ ;  $C_1 = n \cdot 1000 = 4000 \text{ N/mm}$   
Längswände  $A_3, A_4$ : je 8 Raster mit  $\text{zul } F_{H1} = 5,0 \text{ kN}$ ;  $\text{zul } F_H = 8 \cdot 5,0 = 40 \text{ kN} > \text{vorh } F_{3,4} = 13,3 \text{ kN}$ ;  $C_{3,4} = 8 \cdot 1000 = 8000 \text{ N/mm}$

Verformung am Scheibenrand B:

$$f = w \cdot l^2 / (2 \cdot G \cdot A) + w \cdot l / C_1 + (1/C_3 + 1/C_4) \cdot w \cdot l^3 / (2h^2)$$
$$= 2 \cdot 10^8 / (2 \cdot 2,55 \cdot 10^7) + 2 \cdot 10^4 / 4000 + 2/8000 \cdot 2 \cdot 10^{12} / (2 \cdot 7,5^2 \cdot 10^6)$$
$$= 3,9 + 5,0 + 4,4 = 13,3 \text{ mm}$$

Welche Scheibendurchbiegung am freien Rand B noch zuträglich ist, muß von Fall zu Fall auf Grund der jeweils vorliegenden Situation (Empfindlichkeit der benachbarten Bauteile gegen aufgezwungene Verformungen) abgeschätzt werden. Absolute Zahlenwerte scheinen hier sinnvoller zu sein als auf die Scheibenstützweite bezogene zulässige Durchbiegungen. Zum Beispiel wird die rechnerisch ermittelte Durchbiegung von etwa 14 mm im angenommenen Fall noch für im allgemeinen vertretbar gehalten.

## 7.2 Rechenbeispiel 2

Deckenscheibe mit dreiseitiger Unterstützung und Zwischenaufleger (Bild 11).

Steifigkeiten der Scheibenaufleger:

$$C_1 = C_2 = 4 \cdot 1000 = 4000 \text{ N/mm}$$

$$C_3 = C_4 = 8 \cdot 1000 = 8000 \text{ N/mm}$$

Scheibentyp:

gew.: Typ G3 nach Bild 9 mit  $a_N = 67 \text{ mm}$ ;

Beiwerte:  $k_G = 2300 \text{ N/mm}$  (Tabelle 1),  $k_F = 90 \text{ mm}$  (Tab. 2)

$$\alpha = \ell_K / \ell = 6,25 / 3,75 = 1,67$$

$$\beta = \frac{\alpha^2 \cdot \ell / (G \cdot A) + (\alpha^2 - 1) / C_1 + (1 + \alpha)^2 / C_2}{\ell / (G \cdot A) + 1 / C_1 + 1 / C_2 + (1 / C_3 + 1 / C_4) \cdot (\ell / h)^2}$$

$$\begin{aligned} &= [1,67^2 \cdot 3750 / (2300 \cdot 7500) + (1,67^2 - 1) / 4000 + (1 + 1,67)^2 / 4000] / \\ & \quad [3750 / (2300 \cdot 7500) + 2 / 4000 + 2 / 8000 \cdot (3750 / 7500)^2] \\ &= (6,1 + 4,5 + 17,8) \cdot 10^{-4} / [(2,2 + 5,0 + 0,6) \cdot 10^{-4}] \\ &= 3,64 \end{aligned}$$

Auflagerkräfte:

$$\begin{aligned} F_1 &= (1 - \alpha^2 + \beta) \cdot w \cdot \ell / 2 \\ &= (1 - 1,67^2 + 3,64) \cdot 4 \cdot 3750 / 2 = 13\,900 \text{ N} = 13,9 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_2 &= [(1 + \alpha^2) - \beta] \cdot w \cdot \ell / 2 \\ &= [(1 + 1,67^2) - 3,64] \cdot 4 \cdot 3750 / 2 = 26\,200 \text{ N} = 26,2 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F_3 = F_4 &= \beta \cdot w \cdot \ell^2 / (2h) \\ &= 3,64 \cdot 4 \cdot 3750^2 / (2 \cdot 7500) = 13\,650 \text{ N} = 13,65 \text{ kN} \end{aligned}$$

Nägel:

$$\max Q = Q_{2r} = w \cdot \ell_K = 4,0 \cdot 6,25 = 25 \text{ kN}$$

$$\max t = \max Q / h = 25 / 7,5 = 3,33 \text{ kN/m} = 3,33 \text{ N/m}$$

$$\max N_1 = k_F \cdot \max t = 90 \cdot 3,33 = 300 \text{ N} < \text{zul } N_1 = 306 \text{ N}$$

Verformung am Scheibenrand B:

$$\begin{aligned} f &= w \cdot \ell_K^2 / (2 \cdot G \cdot A) + (1 / C_3 + 1 / C_4) \cdot F_3 \cdot \ell_K / h + F_2 / C_2 \\ &= 4 \cdot 6250^2 / (2 \cdot 2300 \cdot 7500) + 2 / 8000 \cdot 13650 \cdot 6250 / 7500 + 26200 / 4000 \\ &= 4,5 + 2,8 + 6,5 = 13,8 \text{ mm} \end{aligned}$$

Braunschweig, 28.7.1988

*Ulrich*  
.....  
(Schulze)

Anlagen

Bilder 1 bis 11 (Seiten 13 bis 22)

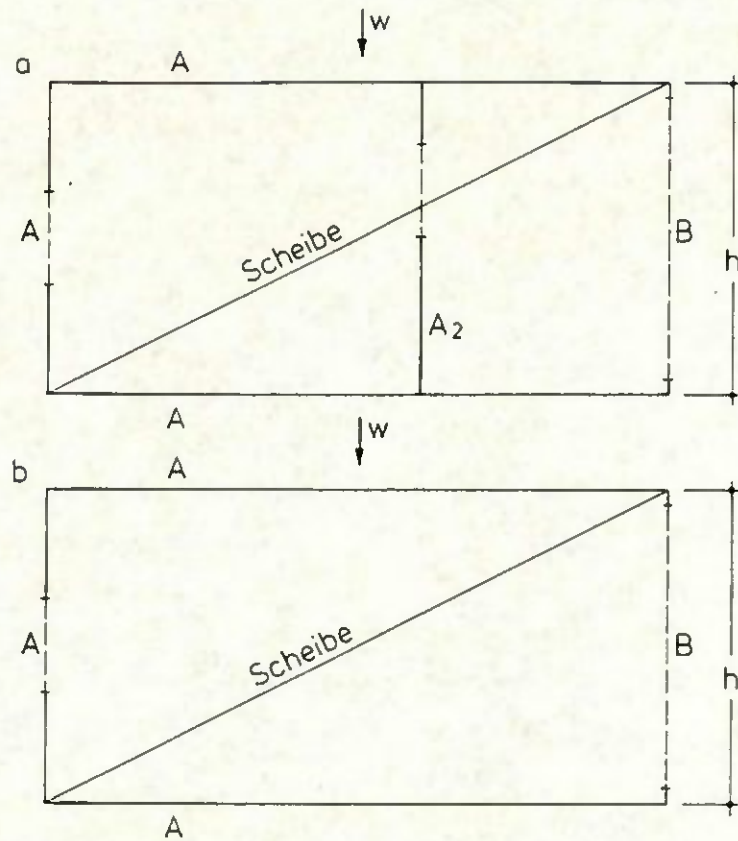


Bild 1: Untersuchte Deckenscheiben-Typen mit fehlendem Endauflager B (Grundriß)  
 a mit Zwischenaufleger  $A_2$ , b ohne Zwischenaufleger  
 A Auflager (Wandscheiben) für Deckenscheibe,  
 B auflagerfreier Rand

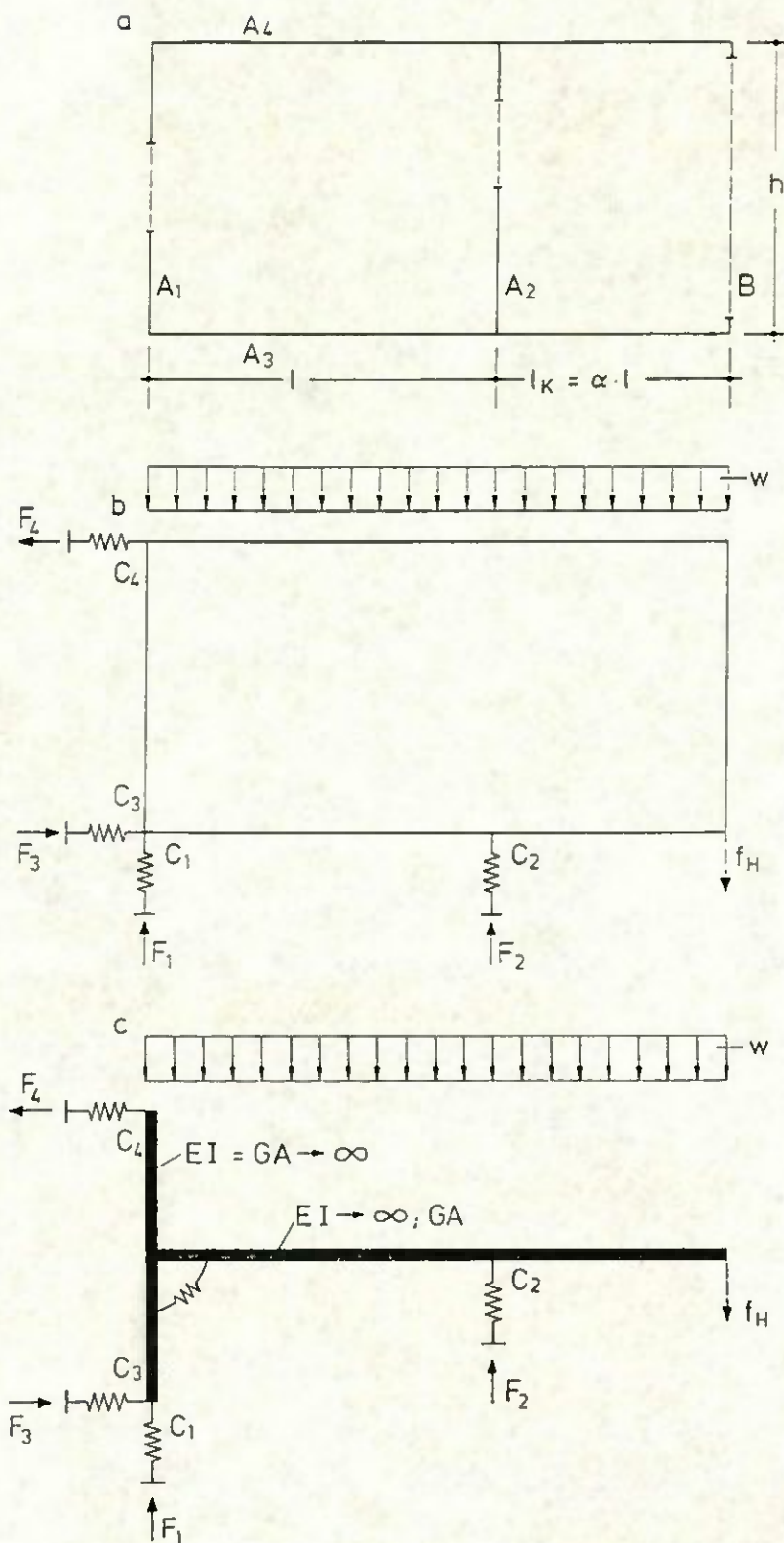


Bild 2: Deckenscheibe mit Zwischenaufleger  $A_2$   
 a Grundriß-Situation (schematisch),  
 b statisches System,  
 c angenommener "Ersatzbalken"



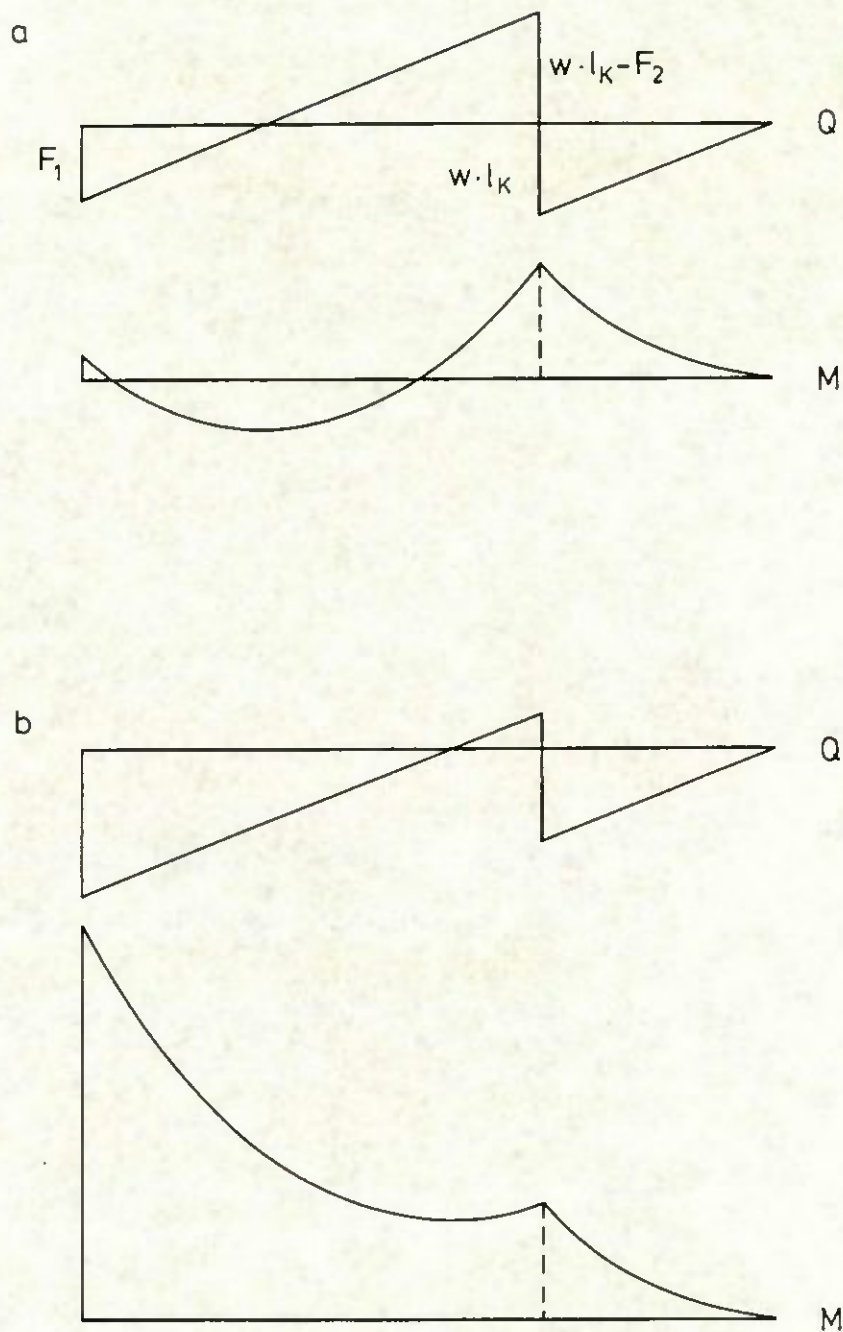


Bild 3: Verlauf der Schnittkräfte Q und M am Ersatzbalken für 2 Situationen

- a steiferes Zwischenaufleger  $A_2$ , weichere Auflager  $A_3$  und  $A_4$
- b weichere Auflager  $A_1$  und  $A_2$ , steifere Auflager  $A_3$  und  $A_4$  (entspricht Situation in der Praxis)

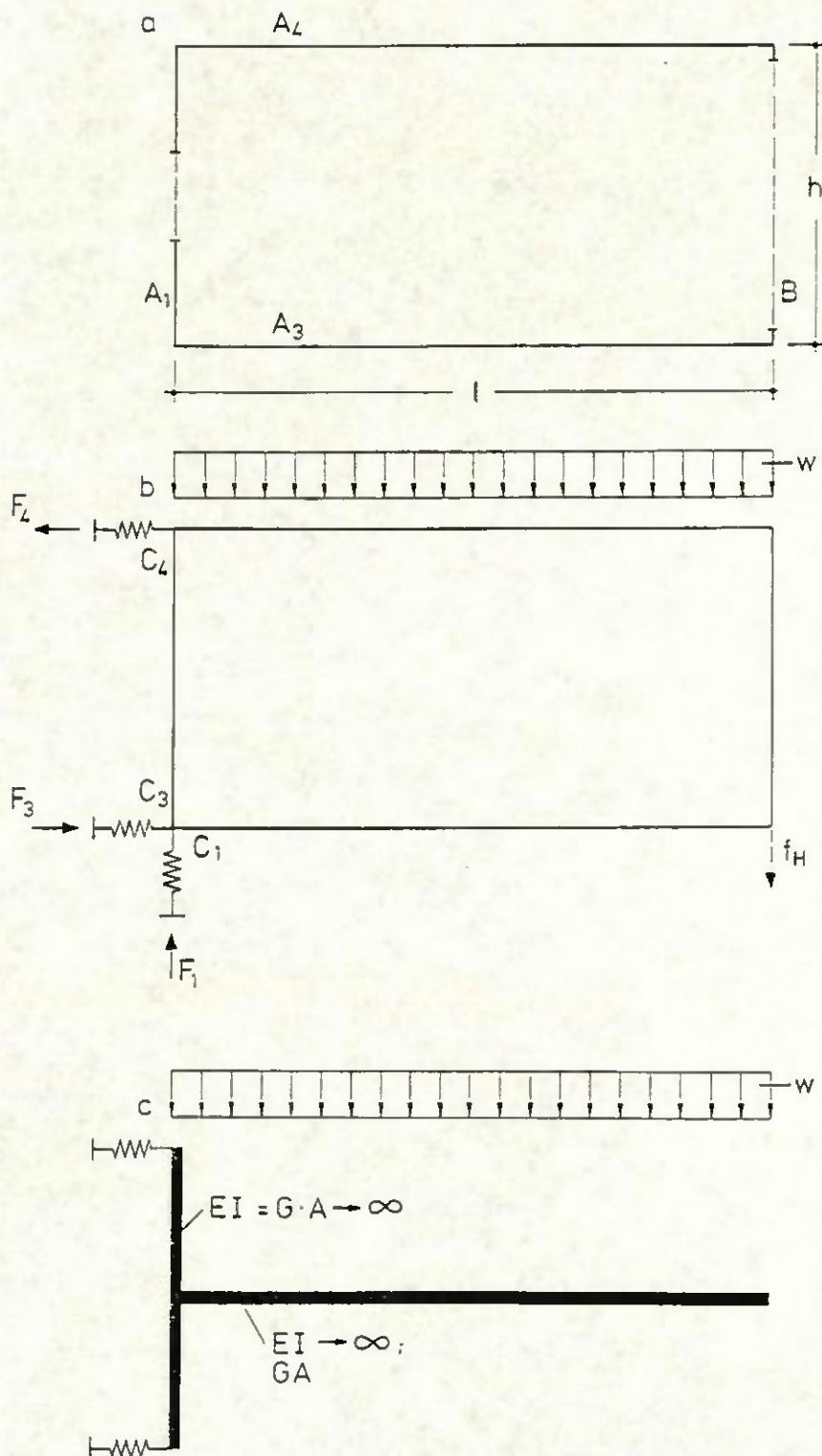


Bild 4: Deckenscheibe ohne Zwischenaufleger  
a Grundriß-Situation (schematisch),  
b statisches System,  
c angenommener "Ersatzbalken"

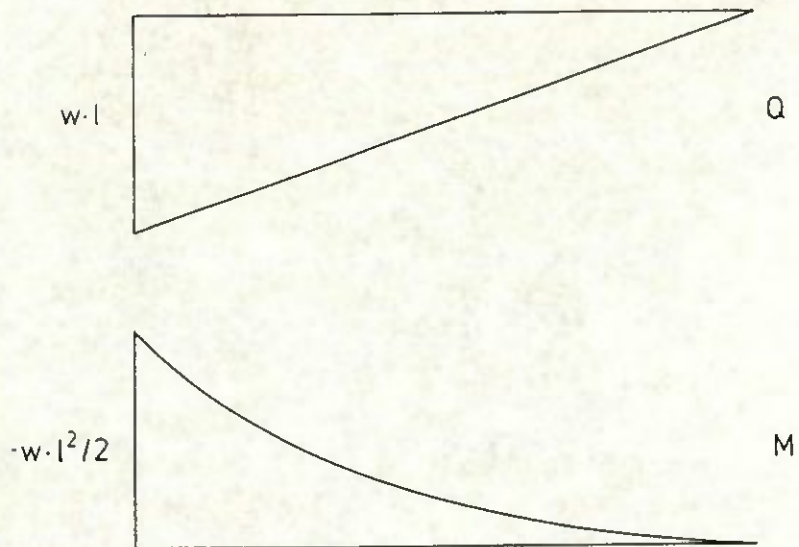
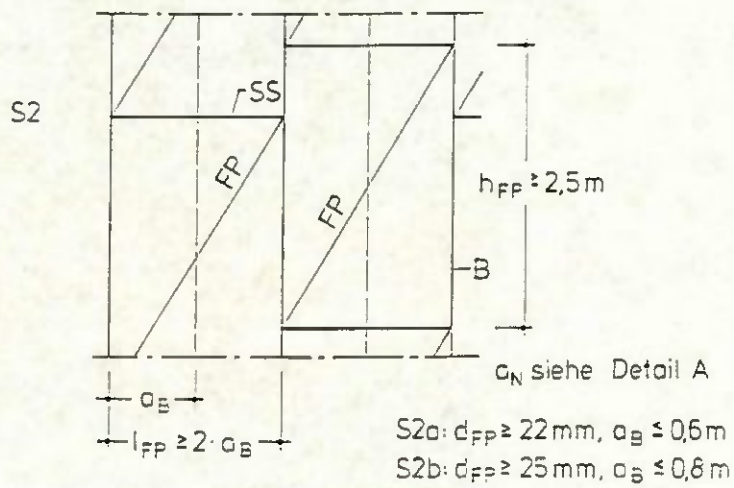
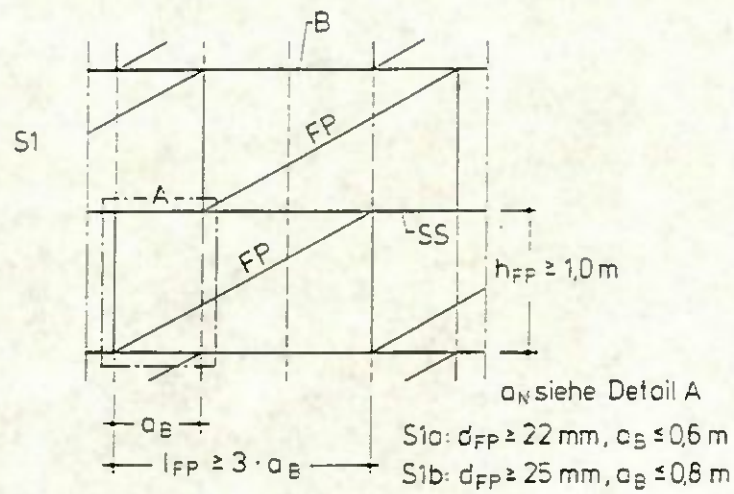


Bild 5: Verlauf der Schnittkräfte  $Q$  und  $M$  am Ersatzbalken



Detail A

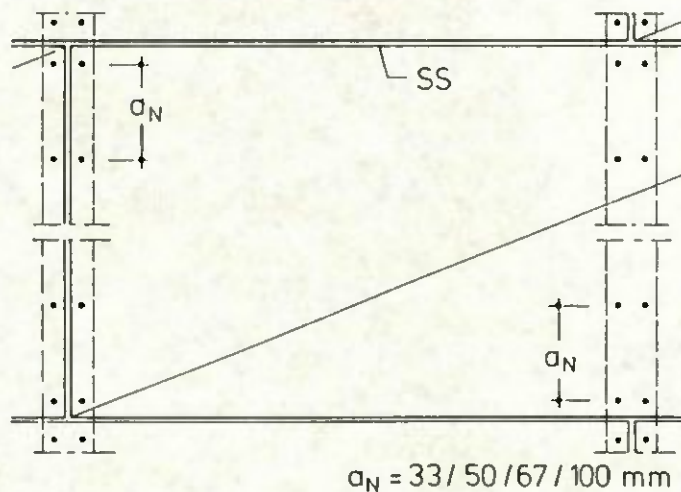


Bild 6: Gewählte Scheiben-Konstruktionen mit schwebenden Stößen SS der Schalung (Typ S)

B Balken, Querschnitt  $b/h \geq 80/200 \text{ mm}$ , FP Flachpreßplatten DIN 68 763 (Schalung),  $d_{FP}$  Dicke der Flachpreßplatten

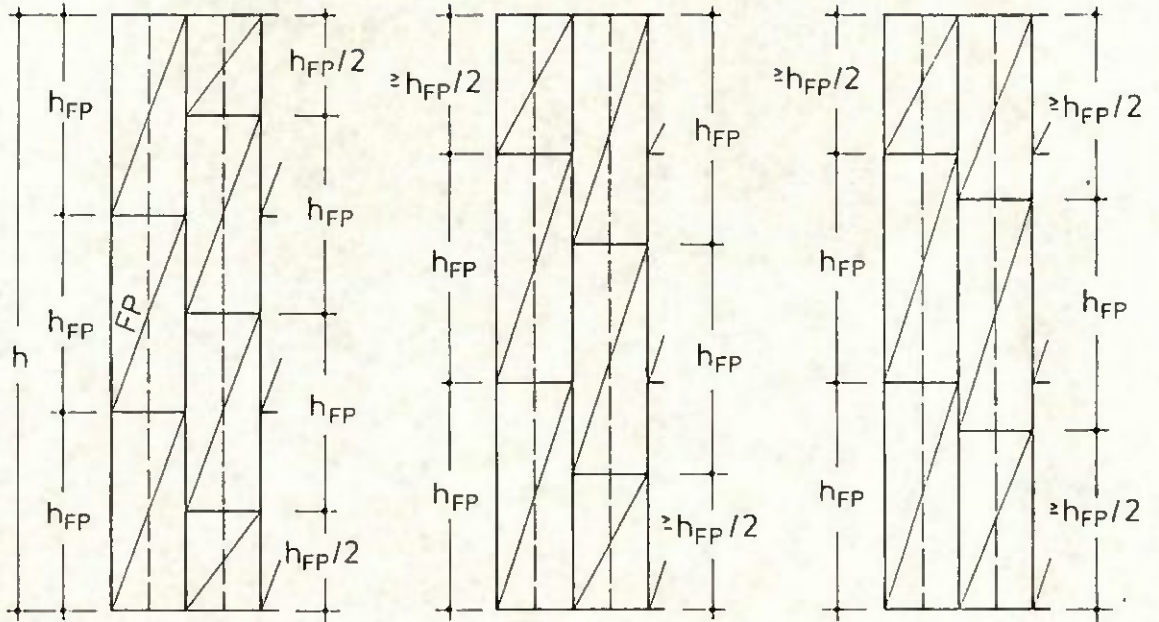


Bild 7: Scheiben mit schwebenden Plattenstößen; Vorschläge für Einhaltung der Bedingung  $h_{FP} \geq h_{FP}(\text{Bild 6})/2$  bei in Balkenrichtung versetzten Plattenstößen

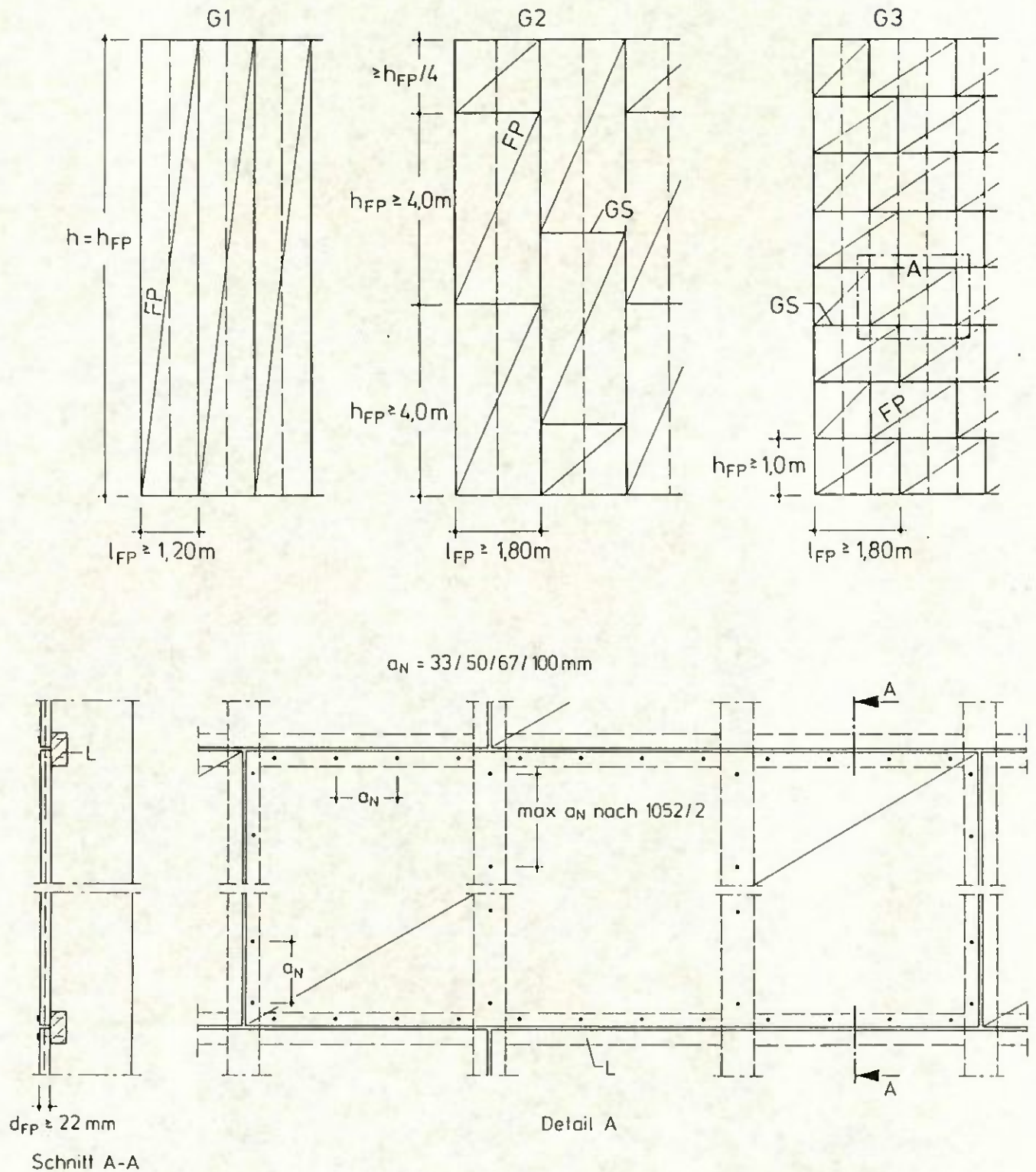
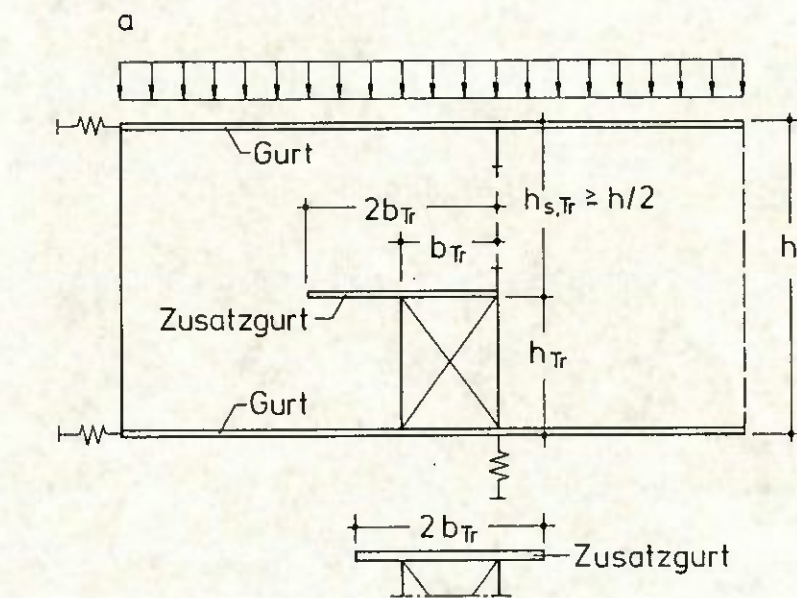


Bild 8: Gewählte Scheiben-Konstruktionen mit gedeckten Stößen GS der Schalung (Typ G)  
 Erklärung siehe Bild 6;  $d_{FP} \geq 22 mm$ ; L Lasche unter Plattenstoß zwischen den Balken



Variante: Anordnung Zusatzgurt

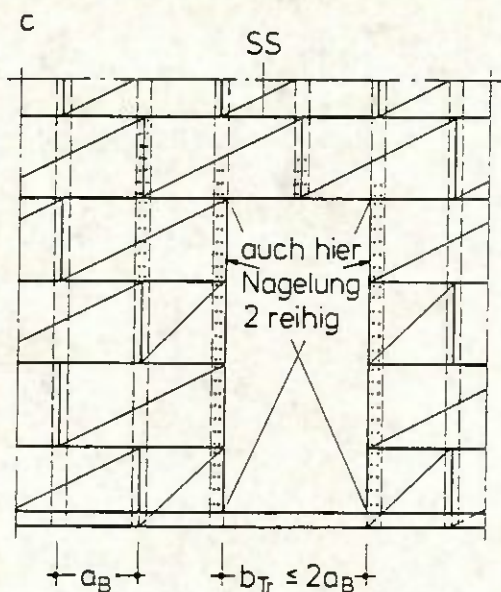
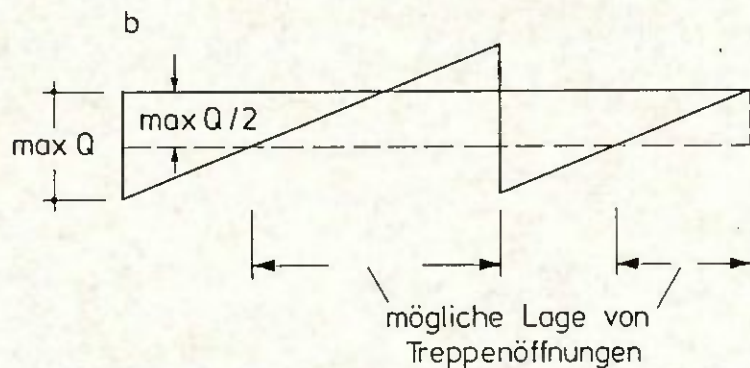


Bild 9: Bedingungen für Anordnung von Treppenöffnungen ohne weiteren Nachweis  
a Abmessungen der Öffnung und Anordnung des Zusatzgurtes;  
b mögliche Lage der Öffnung; c Bedingungen für Fortfall des Zusatzgurtes bei Scheiben mit schwebenden Stößen

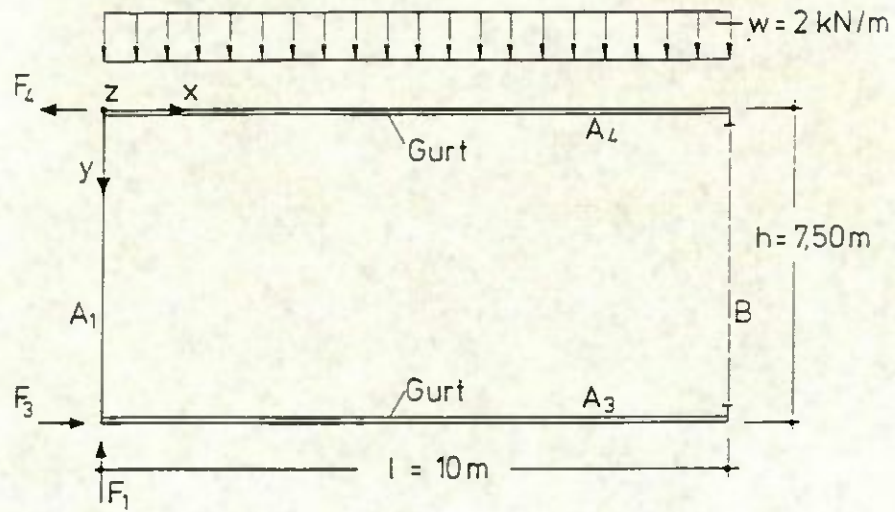


Bild 10: Abmessungen und Belastung einer 3seitig gehaltenen Deckenscheibe ( $A_1, A_3, A_4$ ) (Beispiel 1)  
B freier Rand

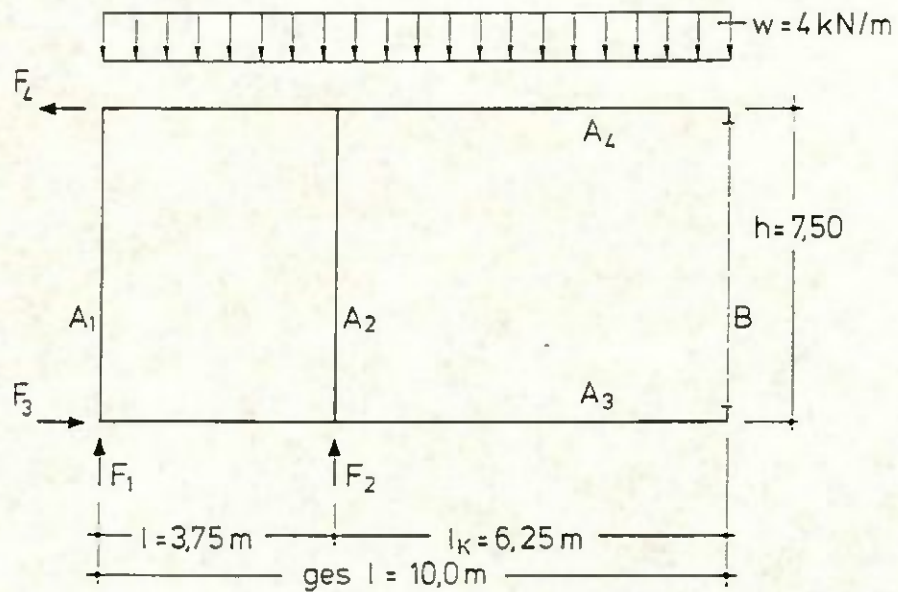


Bild 11: Abmessungen und Belastung einer 3seitig gehaltenen Deckenscheibe ( $A_1, A_3, A_4$ ) mit Zwischenaufleger ( $A_2$ ) (Beispiel 2)  
B freier Rand