Beeinflussung der Momentenverteilung durch Aussparungen in einer Flachdecke

Autor(en): **Szerdahelyi, Dénes**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **88 (1970)**

Heft 8

PDF erstellt am: **27.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-84427

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

88. Jahrgang Heft 8 SCHWEIZERISCHE BAUZEITUNG 19. Februar 1970
HERAUSGEGEBEN VON DER VERLAGS-AKTIENGESELLSCHAFT DER AKADEMISCHEN TECHNISCHEN VEREINE, 8021 ZÜRICH, POSTFACH 630

Beeinflussung der Momentenverteilung durch Aussparungen in einer Flachdecke

DK 624.073

Von **D. Szerdahelyi**, dipl. Bauing. ETH, im Ingenieurbüro Emch & Berger, Bern

1. Einleitung

Die Bemessung von Flachdecken (unterzugslosen Decken) auf rechteckigen Stützenrastern unter verteilter Last bietet keine Schwierigkeiten: dem Ingenieur stehen leistungsfähige Berechnungsverfahren zur Verfügung [1], [2].

Bei anderen Lagerungsarten, Lastfällen, oder im Falle von Deckendurchbrüchen ist dies nicht mehr der Fall. Man behilft sich oft mit Schätzung von Näherungswerten, oder es werden von Fall zu Fall Modellmessungen ausgeführt. Eine wertvolle Hilfe kann die elektronische Berechnung leisten. Die Ergebnisse von Modellmessungen oder von elektronischen Berechnungen geben jedoch in der Regel lediglich über Einzelfälle Auskunft. Die Entwicklungsabteilung des Ingenieurbüros Emch & Berger hat sich die Aufgabe gestellt, systematische Untersuchungen über für die Bemessungspraxis wichtige Sonderfälle von Flachdecken vorzunehmen. Die vorliegende Arbeit bildet das erste Ergebnis dieser Untersuchungen.

2. Problemstellung

Stützenbereiche von Flachdecken weisen bekanntlich starke Spannungskonzentration auf. Gerade an diesen Stellen aber werden in der Praxis häufig Aussparungen (Leitungsdurchbrüche usw.) angeordnet. In der Bemessungspraxis wird oft angenommen, dass das statische Verhalten des gesamten Deckenfeldes durch diese Durchbrüche nicht berührt wird, das heisst die Momentensumme über dem Gurt- bzw. Feldstreifen unverändert bleibt. Praktisch geht man dann so vor, dass die auf die Breite der Aussparung entfallende Armierung beidseitig verteilt wird. Die primäre Zielsetzung der vorliegenden Untersuchung war es, abzuklären, ob diese Annahmen richtig seien. Als Untersuchungsmethode wurde die Spannungsmessung am Plexiglasmodell bei allmählicher Vergrösserung der Aussparungen im Stützenbereich gewählt. In einer zweiten Phase wurde der Einfluss von Aussparungen in Gurtstreifenmitte untersucht, Bild 1a.

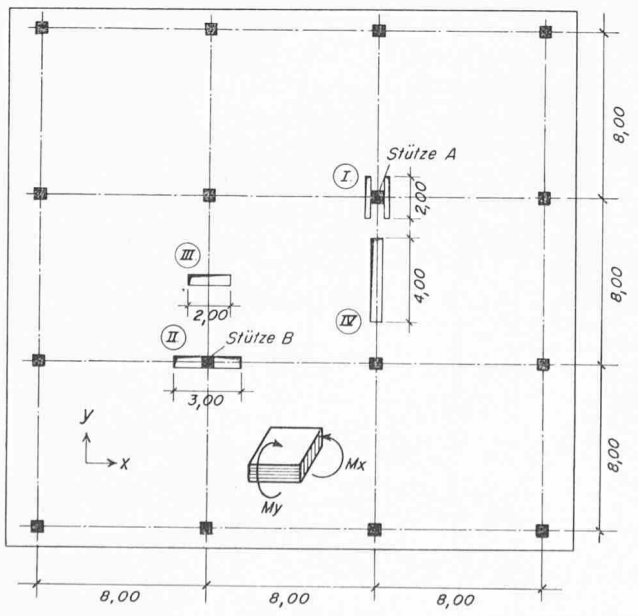
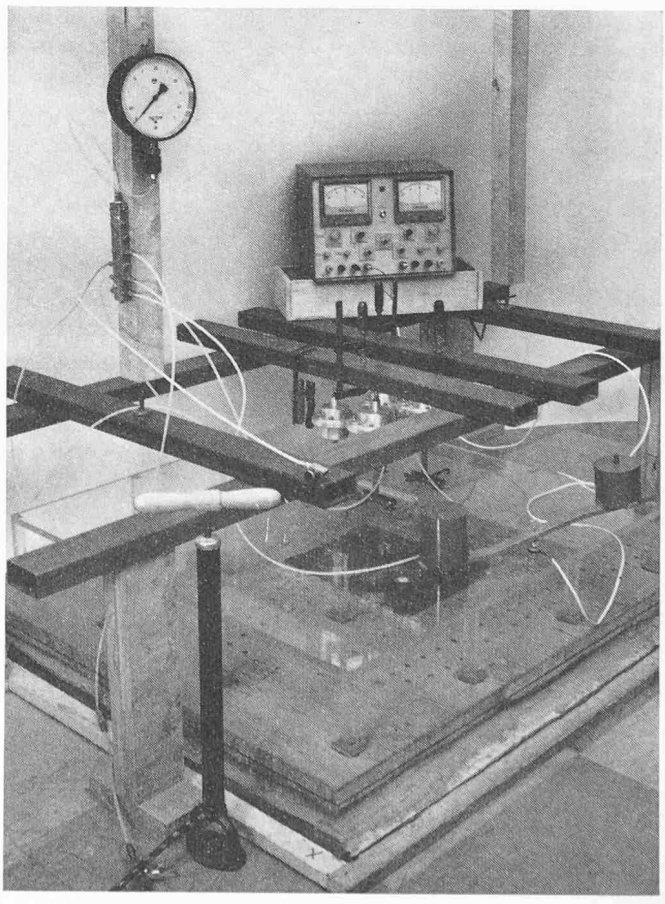


Bild 1a. Übersicht der Untersuchungen: Anordnung der Aussparungen beim grössten Ausschnitt

Bild 1b. Ansicht der Versuchseinrichtung



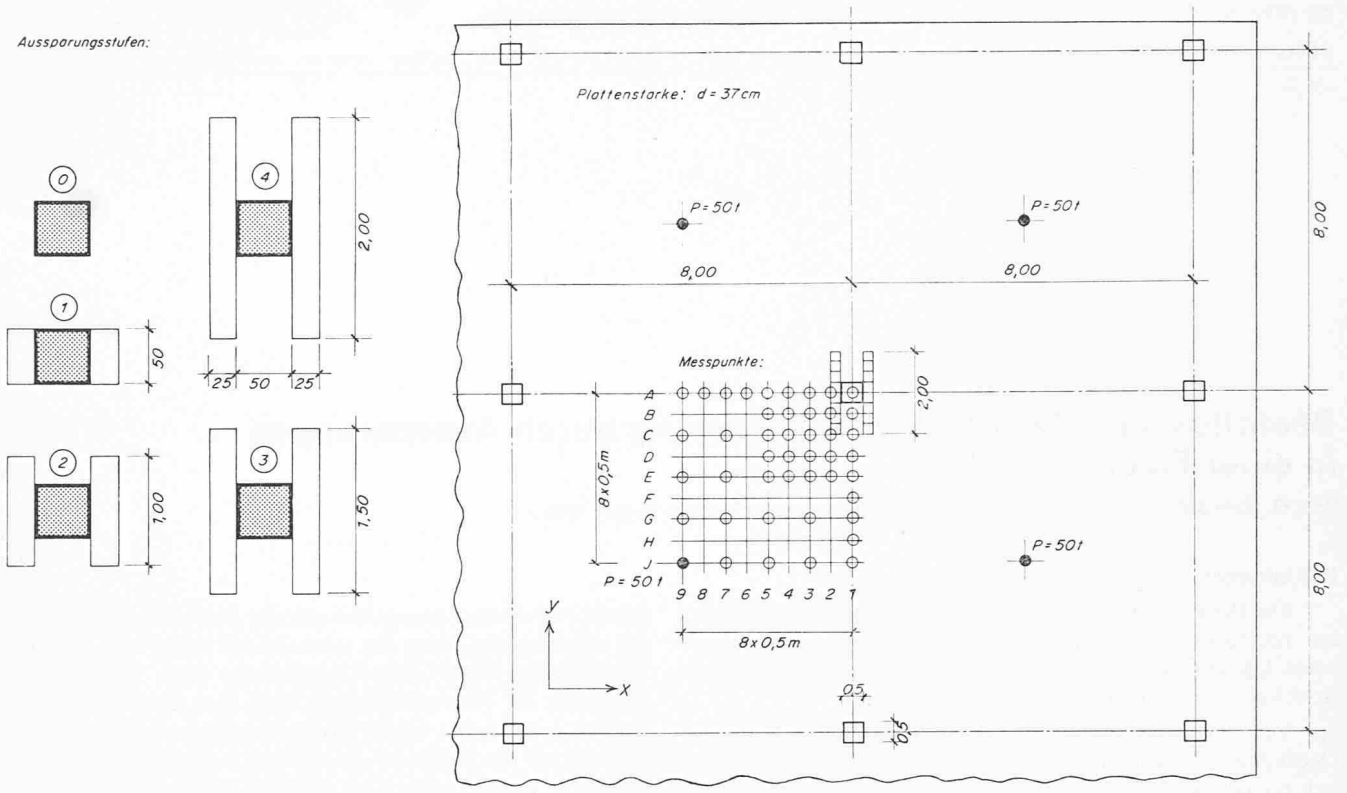


Bild 2. Abmessungen, Belastungsbild, Anordnung der Messpunkte und Aussparungsstufen bei Versuchsserie I. Belastungsmassstab 1 t = 1 kg

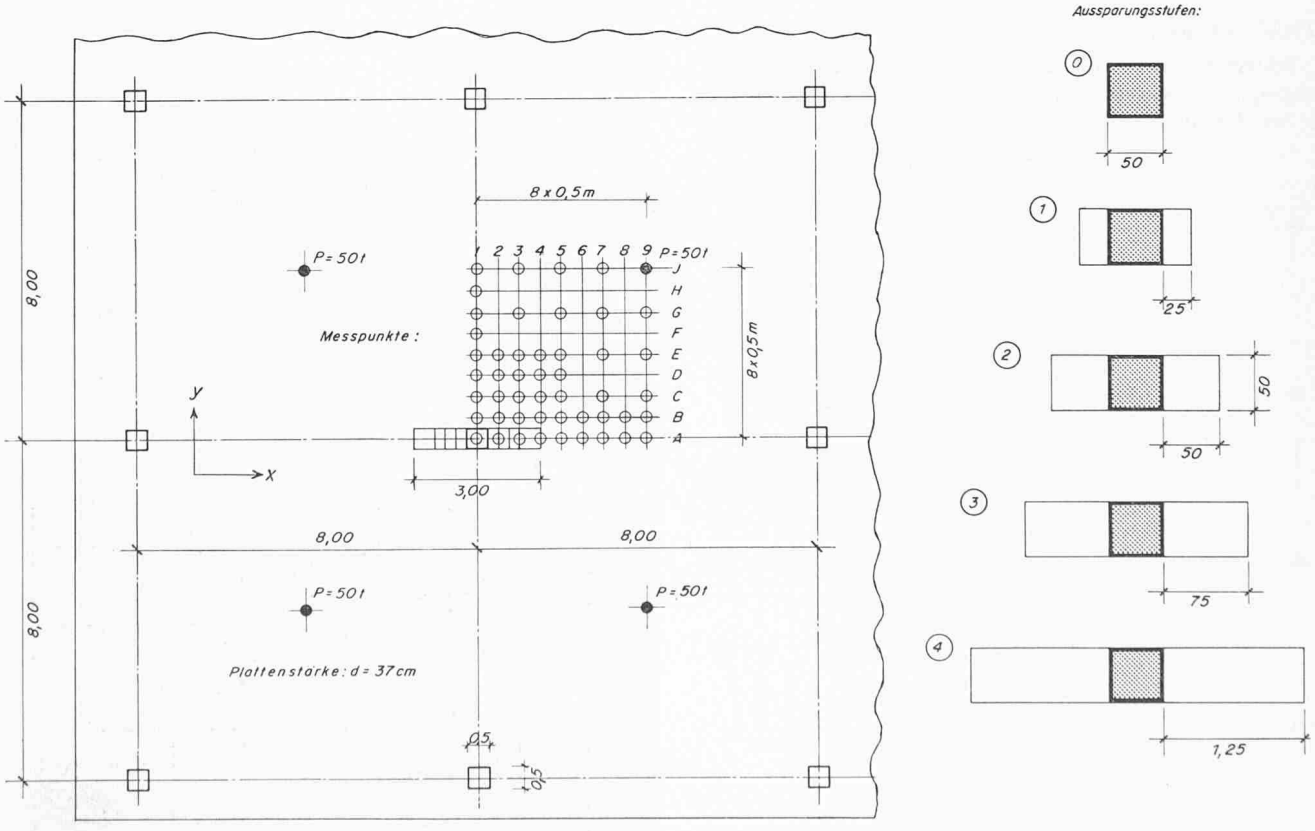


Bild 3. Abmessungen, Belastungsbild, Anordnung der Messpunkte und Aussparungsstufen bei Versuchsserie II. Belastungsmassstab 1 t = 1 kg

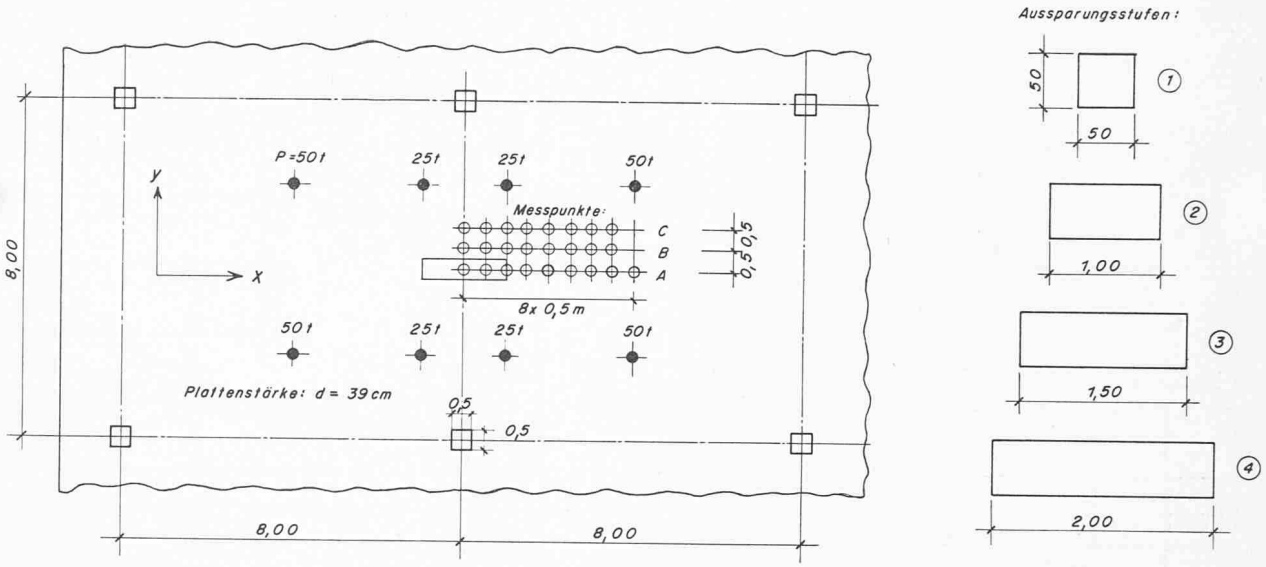


Bild 4. Abmessungen, Belastungsbild, Anordnung der Messpunkte und Aussparungsstufen bei Versuchsserie III
Belastungsmassstab 1 t = 1 kg

3. Versuchsprogramm

Die Versuche wurden im Baustatischen Institut Bern unter der Leitung von Prof. Dr. *Hans von Gunten,* unter Mitarbeit von Ing.-Tech. HTL *Heinz Studer,* ausgeführt.

Es wurden zwei 9-Feld-Platten als Plexiglasmodelle im Massstab 1:23,6 bzw. 1:24,4 hergestellt. Die Modelle wurden auf einer 5 cm dicken Holzplatte befestigt und das ganze in ein Mörtelbett versetzt, Bild 1b. Als Messgerät diente eine von Ing. *A.Moser,* Zumikon, entwickelte Doppelmessbrücke, mit welcher ein Spannungszustand unter Berücksichtigung der Querdehnung abgelesen werden kann (Querdehnungszahl des Modellmaterials: $\nu = 0{,}37$). Ein Umrechnungsfaktor, wie er früher bei einfachen Messbrücken benötigt wurde, fällt bei dieser Messmethode weg. Man schnitt aus der gleichen Platte, aus der das Modell hergestellt wurde, einen Prüfstab aus, welcher als Kragarm belastet wurde. Durch Vergleich des berechneten mit dem gemessenen Moment konnte das Messgerät direkt in Momentendimension geeicht werden. Die einzelnen Messpunkte wurden durch eine Strain-gage-Rosette abgetastet, welche durch eine entsprechende Einrichtung nach und nach auf die Messpunkte gepresst wurde.

Die Belastungen wurden durch pneumatische Pressen mit Teflonkolbenstangenlager erzeugt. Diese zeichnen sich durch grosse Reibungsfreiheit aus. Statt mit einer schwierig zu verwirklichenden, gleichmässig verteilten Belastung wurden die Platten durch Einzellasten belastet. Die Anordnung der Lasten wurde so gewählt, dass diese einen möglichst rotationssymmetrischen Spannungszustand im kritischen Bereich erzeugen (Bilder 2, 3, 4 und 5).

Es sind 4 Versuchsserien ausgeführt worden:

Serie I: Aussparungen im Stützenbereich. Allmähliche Vergrösserung der Aussparungen in der y-Richtung (Stütze A), Bild 2

Serie II: Aussparungen im Stützenbereich. Sukzessive Vergrösserung der Aussparungen in der x-Richtung (Stütze B), Bild 3

Serie III: Aussparung in Gurtstreifenmitte. Sukzessive Vergrösserung der Aussparung quer zum Gurtstreifen (x-Richtung), Bild 4

Serie IV: Aussparung in Gurtstreifenmitte. Sukzessive Vergrösserung der Aussparung parallel zum Gurtstreifen (y-Richtung), Bild 5

Die Aussparungen wurden in 4 Stufen vergrössert. Die 0-Stufe stellt die volle, aussparungsfreie Decke dar. Die vierte Stufe wurde so gewählt, dass die gesamte Länge der Aussparung bei den Serien I und III ¼ der Spannweite (halbe Gurt-

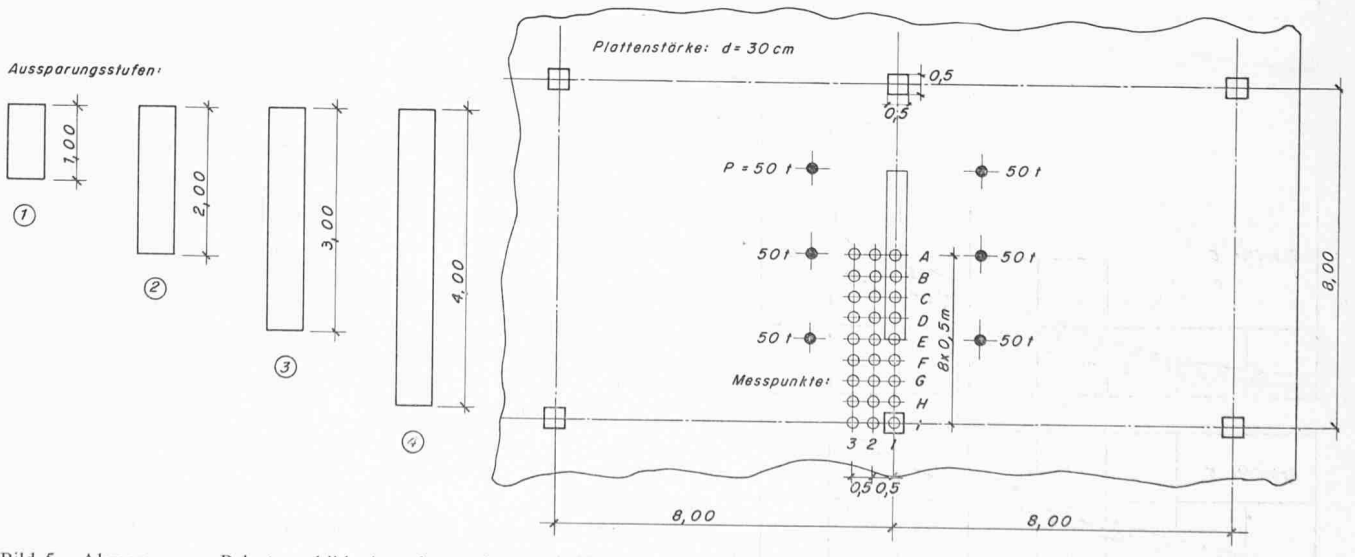


Bild 5. Abmessungen, Belastungsbild, Anordnung der Messpunkte und Aussparungsstufen bei Versuchsserie IV. Belastungsmassstab 1 t = 1 kg

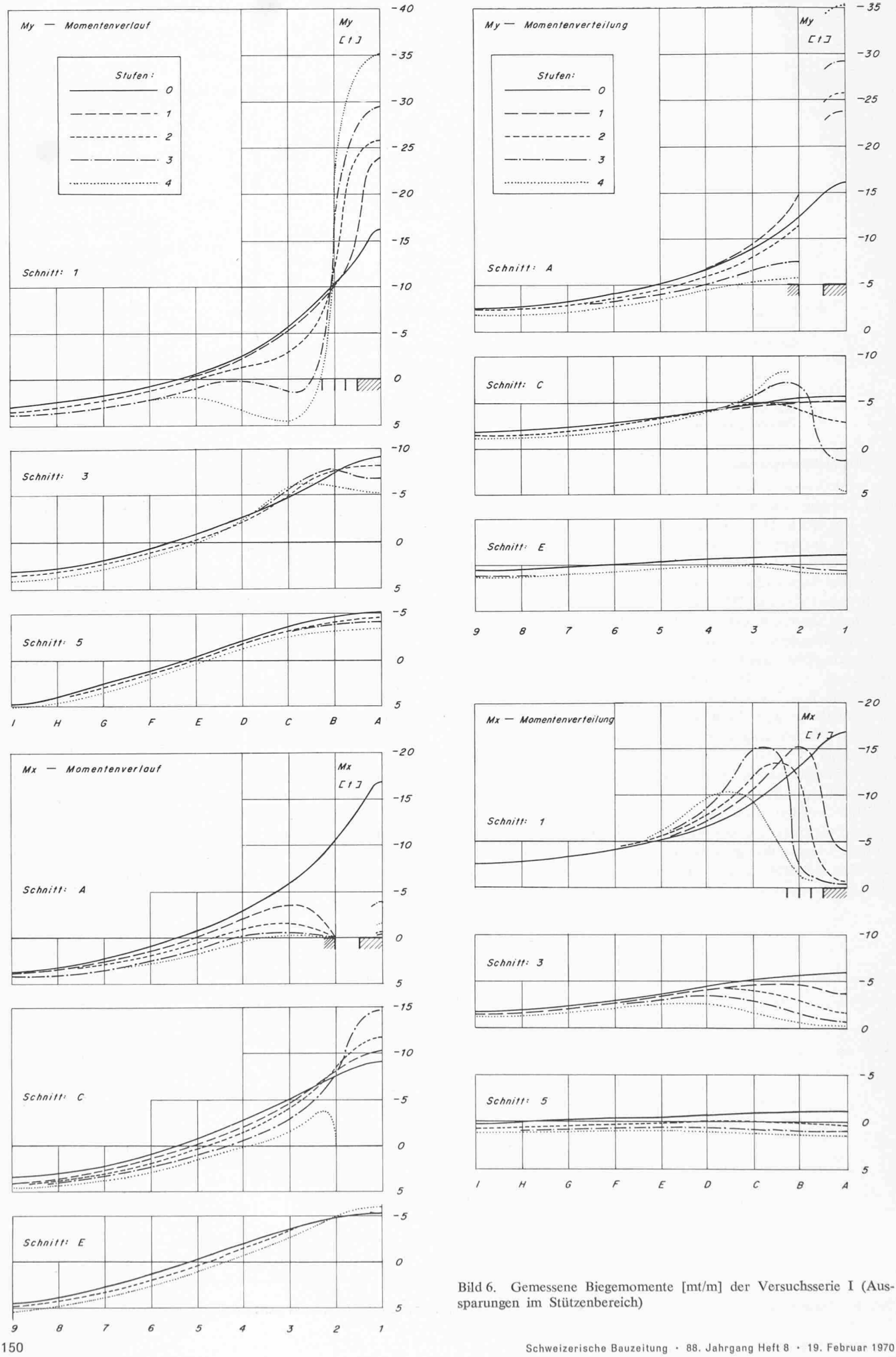


Bild 6. Gemessene Biegemomente [mt/m] der Versuchsserie I (Aussparungen im Stützenbereich)

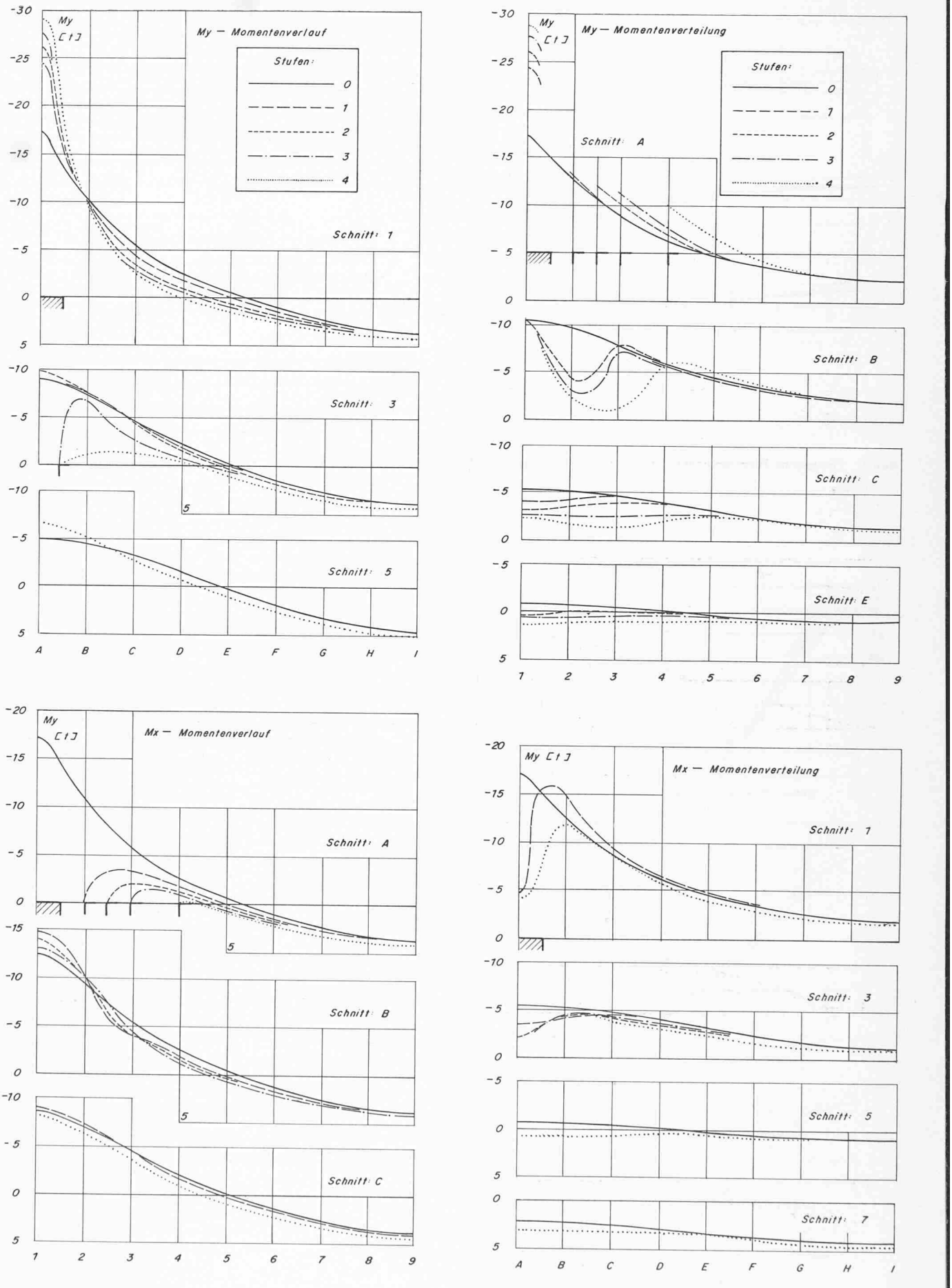
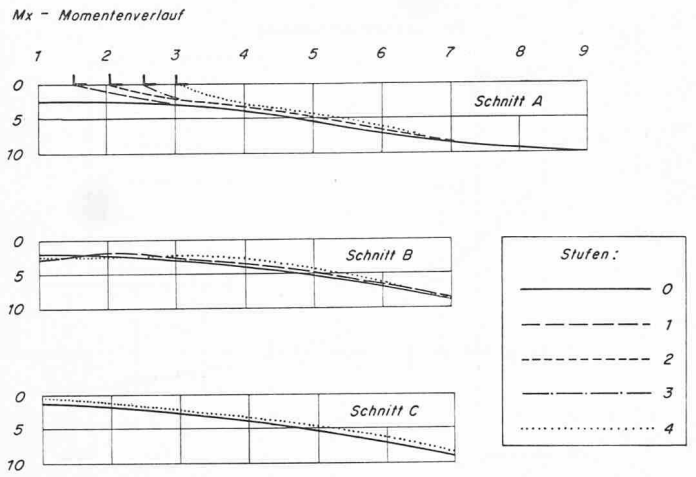


Bild 7. Gemessene Biegemomente [mt/m] der Versuchsserie II (Aussparungen im Stützenbereich)



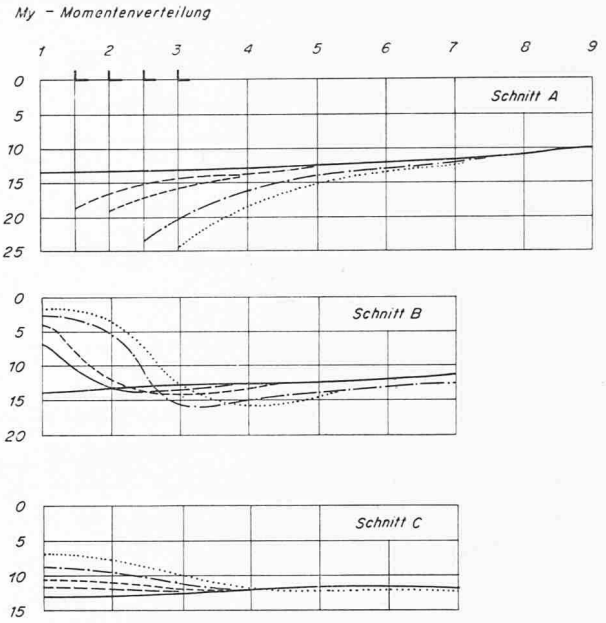
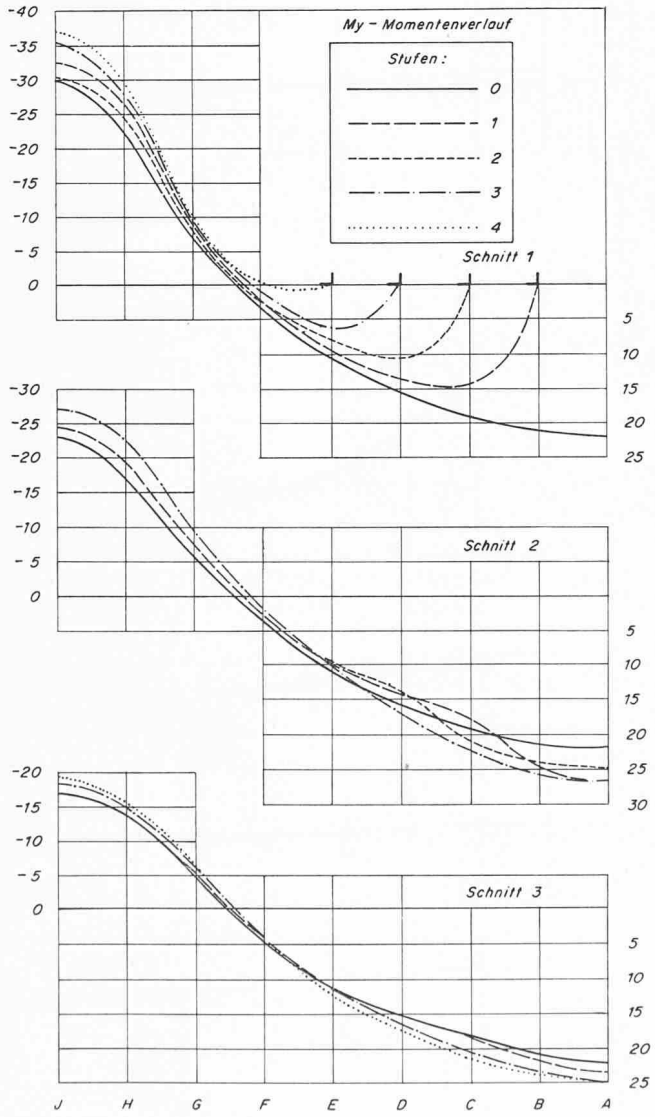


Bild 8. Gemessene Biegemomente [mt/m] der Versuchsserie III (Aussparung in Gurtstreifenmitte, «quer»)



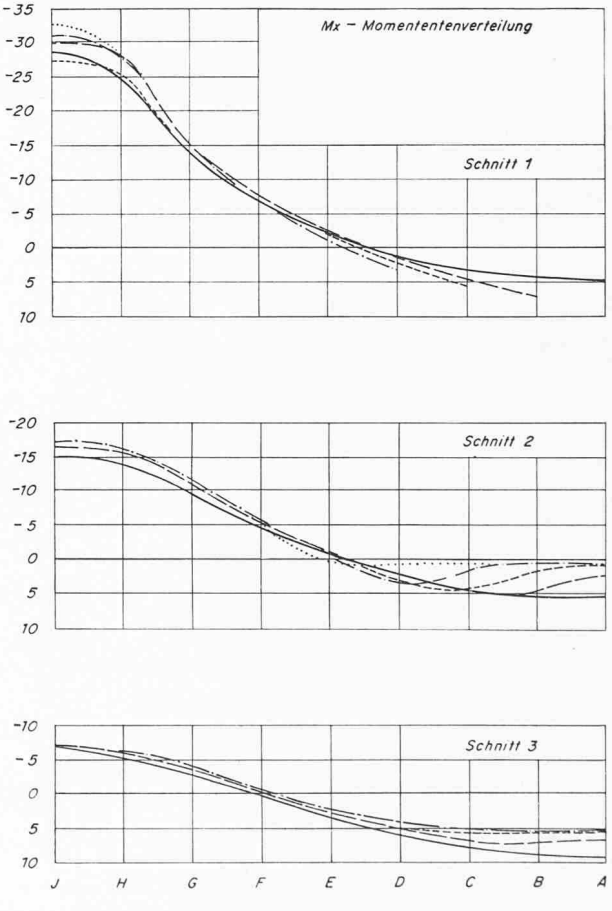


Bild 9. Gemessene Biegemomente der Versuchsserie IV (Aussparung in Gurtstreifenmitte, «längs»)

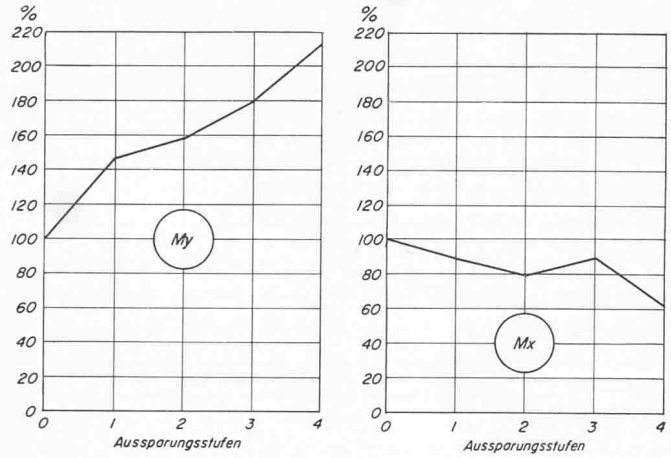


Bild 10. Auswertung der Versuchsserie I: Prozentuale Veränderung der Momentenspitzenwerte bei sukzessiver Vergrösserung der Aussparung

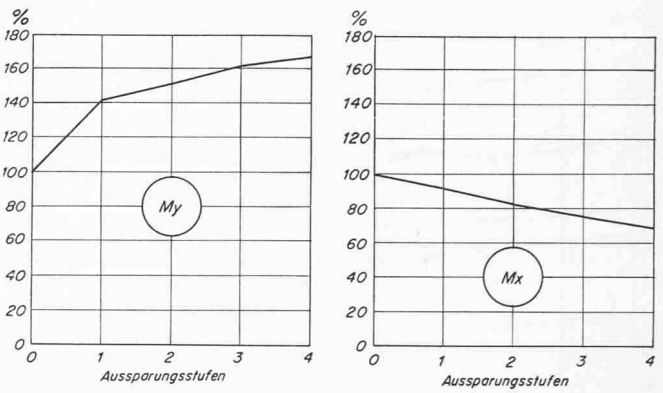


Bild 12. Auswertung der Versuchsserie III: Prozentuale Veränderung der Momentenspitzenwerte bei sukzessiver Vergrösserung der Aussparung

streifenbreite), bei der Serie IV ½ der Spannweite (Feldstreifenbreite) entspricht. Bei der Serie II wird die halbe Gurtstreifenbreite in der Stufe 3 erreicht.

4. Auswertung der Messergebnisse

Die an der Doppelmessbrücke direkt abgelesenen *Mx*- und *My*-Werte wurden in den Bildern 6, 7, 8 und 9 für jeden Schnitt in der *x*- und *y*-Richtung aufgetragen. (Dadurch ist für jeden Schnitt eine Momentenverteilung sowie ein Momentenverlauf ablesbar.) Die durchgehend ausgezogenen Linien beziehen sich jeweils auf die Messung der Stufe 0 (ohne Deckendurchbruch). Aus Platzgründen werden hier lediglich die Messungen in den wichtigsten Schnitten wiedergegeben.

Im weiteren ist für jede Serie in den Bildern 10, 11, 12 und 13 die prozentuale Veränderung der Momenten-Spitzenwerte *Mx* und *My* dargestellt. In einer dritten Auswertung ermittelte man durch Flächenintegration die Momenten-Integralwerte in jedem Schnitt (Bilder 14, 15, 16 und 17).

5. Kommentare zu den Ergebnissen

5.1. Serie I: Aussparungen bei Stütze A, in der y-Richtung vergrössert

Eine starke Zunahme der negativen Momente ist lediglich im Schnitt 1 (Streifen zwischen den Aussparungen) festzustellen. Während der Spitzenwert für *My* über der Stütze bereits bei kleiner Aussparung stark ansteigt, erreichen die Spitzenwerte für *Mx* nicht denjenigen der 0-Stufe. Bei gleichzeitiger Verlagerung der Spitzenwerte nehmen diese bei Vergrösserung der Aussparung ab.

In den übrigen Schnitten ist eine Verlagerung der Momente in der positiven Richtung zu verzeichnen.

Die Auswertung der Momenten-Integrale zeigt ebenfalls eine bemerkenswert gleichmässige, allgemeine Verlagerung der Werte in der positiven Richtung.

5.2. Serie II: Aussparungen bei Stütze B, in der x-Richtung vergrössert

Die Ergebnisse weisen mit denjenigen der Serie I grosse Ähnlichkeit auf. Der Anstieg der Momenten-Spitzenwerte im Schnitt 1 ist hier jedoch (nach einem identischen Momentensprung in der Stufe 1) weniger stark als im Schnitt 1 der Serie I.

5.1. Serie III: Aussparung quer zum Gurtstreifen

Bei Vergrösserung der Aussparung nehmen die *My*-Spitzenwerte deutlich zu, während die *My*-Integralwerte abnehmen.

Die *Mx*-Werte werden ebenfalls kleiner. Es ist anzunehmen, dass dabei die Stützenmomente etwas ansteigen (siehe Serie IV).

5.4. Serie IV: Aussparung parallel zum Gurtstreifen

Aus dieser Serie erhält man hauptsächlich zwei Ergebnisse:

a) Eindeutige Momentenverlagerung in die negative Richtung.
b) Keine deutlichen Momentenspitzen in der *x*-Richtung.

5.5. Allgemein

Bemerkenswert ist die Erkenntnis, dass bei den Aussparungen im Stützenbereich die Momente über der Stütze bereits bei relativ kleinen Durchbrüchen (Stufe 1) stark ansteigen.

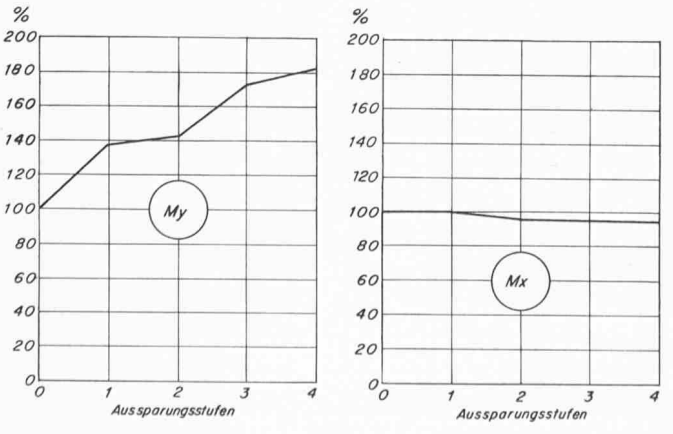


Bild 11. Auswertung der Versuchsserie II: Prozentuale Veränderung der Momentenspitzenwerte bei sukzessiver Vergrösserung der Aussparung

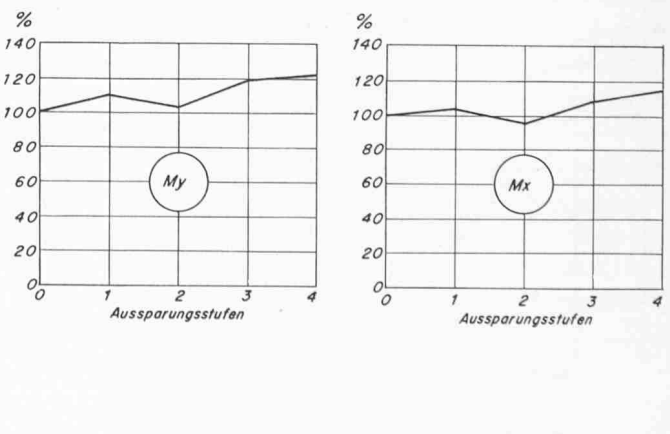


Bild 13. Auswertung der Versuchsserie IV: Prozentuale Veränderung der Momenten-Spitzenwerte bei sukzessiver Vergrösserung der Aussparung

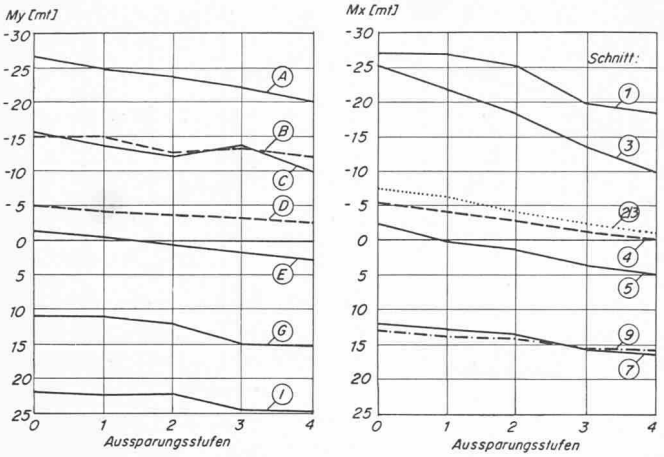


Bild 14. Auswertung der Versuchsserie I: Veränderung der Momenten-Integralwerte bei sukzessiver Vergrösserung der Aussparung

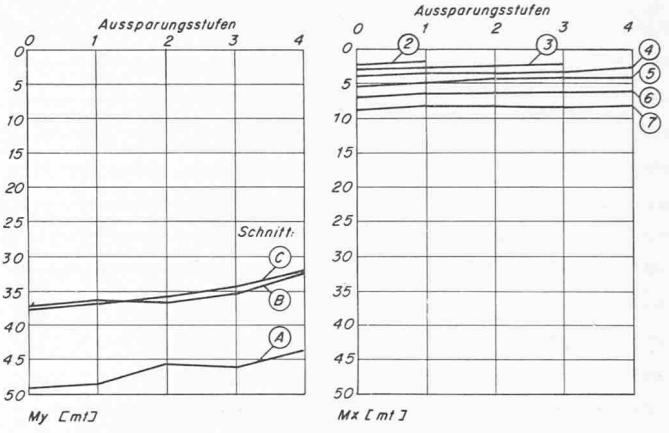


Bild 16. Auswertung der Versuchsserie III: Veränderung der Momenten-Integralwerte bei sukzessiver Vergrösserung der Aussparung

Gleichzeitig wird an dieser Stelle die gesamte Auflagerkraft in die Stütze eingeleitet: der Bemessung und konstruktiven Ausbildung dieser Einzelheit muss deshalb besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Durch die Verteilung und Verstärkung der Armierung neben den Aussparungen wird das Problem keineswegs gelöst.

Aus dem Vergleich der Ergebnisse der Serien III und IV erkennt man die Bedeutung der Lage von Aussparungen in Gurtstreifenmitte: während zum Gurtstreifen querstehende Durchbrüche deutliche Momentenspitzen in der Nähe derselben verursachen, sind bei den zum Gurtstreifen parallelstehenden Aussparungen keine solche feststellbar. Anderseits ist die Momentenverlagerung in die negative Richtung (Anstieg der Stützenmomente) zu berücksichtigen.

Weiter ist festzustellen, dass

a) Aussparungen quer zum Gurtstreifen allgemein grössere Momentenspitzen als parallel angeordnete verursachen

b) Aussparungen eine allgemeine Momentenverlagerung des ganzen benachbarten Deckenfeldes bewirken: Momentenverlagerung in die positive Richtung bei Stützenaussparungen, Verlagerung in die negative Richtung bei Aussparungen in Gurtstreifenmitte.

6. Schlussfolgerungen

Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass Aussparungen in Flachdecken das statische Verhalten gesamter Deckenfelder beeinflussen. Tatsächlich ist eine Abnahme der Momenten-Integrale im Bereiche der Aussparungen bei sämtlichen Versuchen festzustellen. Dieser Abnahme entspricht eine Vergrösserung der vorzeichenmässig entgegengesetzten Momente in den gleichen Feldern.

Die Momentenspitzen infolge «Kräfteumleitung» treten nicht immer dort und in dem Ausmasse auf, wie man es «gefühlsmässig» erwarten würde. Dem allgemein verbreiteten Prinzip der «Kräfteumleitung» entsprechen noch am ehesten die Ergebnisse der Serie III (Aussparung quer zum Gurtstreifen).

Aus den Versuchsergebnissen können kaum zahlenmässige «Bemessungsrezepte» abgeleitet werden. Dies war auch nicht das gesetzte Ziel. Doch glauben wir, dass die vorliegende Untersuchung etwas zum besseren Verständnis des Verhaltens von Flachdecken mit Durchbrüchen beizutragen vermag.

Literaturverzeichnis

[1] Dr. *H. Duddeck, F. Berger* und Dr. *H. v. Gunten:* Praktische Berechnung der Pilzdecke ohne Stützenkopfverstärkung (Flachdecke) «Beton- und Stahlbetonbau», *58* (1963), H. 3, S. 56–63.

[2] *D. Pfaffinger* und Prof. Dr. *B. Thürlimann:* Tabellen für unterzugslose Decken. Zürich 1967. Verlags-AG der akademischen technischen Vereine.

[3] Dr. sc. techn. *H. von Gunten:* Modelle als Hilfsmittel für die Bemessung von Bauwerken. «Schweiz. Bauzeitung», *79* (1961), H. 20, S. 329–335.

Adresse des Verfassers: *Dénes Szerdahelyi,* dipl. Ing., Brunnenhofstrasse 47, 3063 Ittigen BE.

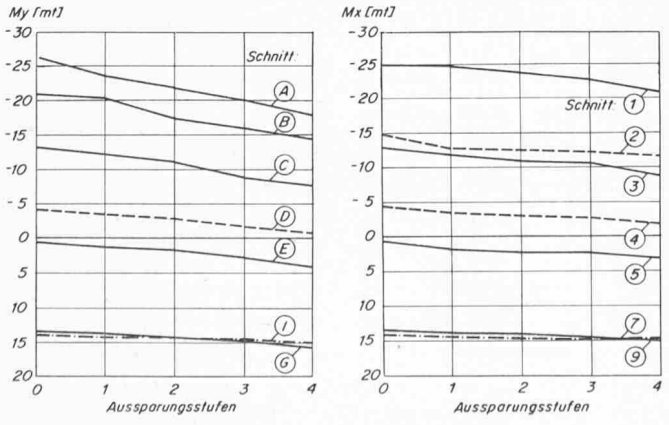


Bild 15. Auswertung der Versuchsserie II: Veränderung der Momenten-Integralwerte bei sukzessiver Vergrösserung der Aussparung

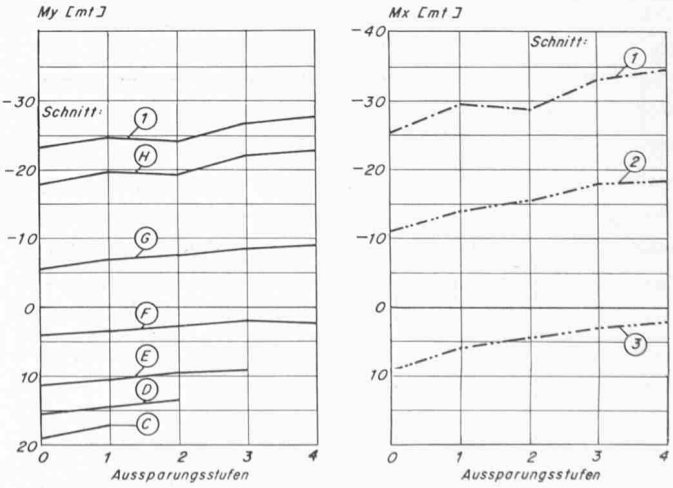


Bild 17. Auswertung der Versuchsserie IV: Veränderung der Momenten-Integralwerte bei sukzessiver Vergrösserung der Aussparung