

**Zeitschrift:** IABSE congress report = Rapport du congrès AIPC = IVBH  
Kongressbericht

**Band:** 7 (1964)

**Rubrik:** IIId: Light weight decks

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 20.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## III d 1

### **Elektronische Berechnung von Brücken mit orthotroper Fahrbahnplatte**

*Design of Bridges with Orthotropic Decks by Means of Computers*

*Le calcul par ordinateur des ponts a platelage orthotrope*

PETER KLEMENT

Dr. techn., Wien

Aus den Beiträgen über Programmierung im Vorbericht ist zu erkennen, daß die meisten Rechenzentren ihr Hauptaugenmerk auf die Erfassung allgemeiner statischer Systeme (z. B. Stockwerkrahmen, hochgradig statisch unbestimmte Systeme, Fachwerke) richten. Für die Erstellung von Programmen im Rahmen eines Rechenzentrums eines Stahlbauunternehmens erscheinen mir jedoch zusätzlich andere Programme wichtig. Bei der Bearbeitung von Entwürfen soll es möglich sein, in kürzester Zeit verschiedene Varianten vollständig durchzurechnen. Es sind daher spezielle Programme für verschiedene gebräuchliche Tragwerkstypen zu erstellen, die auf Grund der Systemabmessungen und der Belastungen sowie der geschätzten Querschnittsabmessungen die gesamte Durchrechnung des Tragsystems von den Schnittkräften bis zu den Spannungen durchführen. Die Berechnung der Schnittkräfte in den einzelnen statischen Systemen sind Teile einer solchen Kette von Programmen. Wesentliche Bestandteile sind jedoch auch Programme zur Berechnung der Querschnittswerte, der Spannungen und der ungünstigsten Überlagerung der Einzelwirkungen. Im Rechenzentrum der Waagner-Biro AG sind solche Programmreihen z. B. für Seilbahnstützen, Freileitungsmaste, Verbundträger und für Brücken mit orthotroper Platte entwickelt worden. Solche Programmketten haben den Vorteil, daß es weit einfacher ist die Ausgangsdaten zu kontrollieren als die Daten, die als Angabe für die statisch unbestimmte Rechnung dienen, da diese ja meist selbst schon das Ergebnis einer Vorberechnung sind. Durch die vollständige Ausschaltung manueller Zwischenrechnungen wird eine wesentlich vergrößerte Rechensicherheit erzielt, wobei natürlich sorgfältig getestete Programme vorausgesetzt werden.

#### **Aufbau der Programmkette**

In Fig. 1 ist eine vereinfachte Darstellung des Ablaufschemas der Programmkette gegeben.

Der erste Programmteil dient der Berechnung der orthotropen Platte. Als Verfahren wurde die von PELIKAN und ESSLINGER veröffentlichte Methode

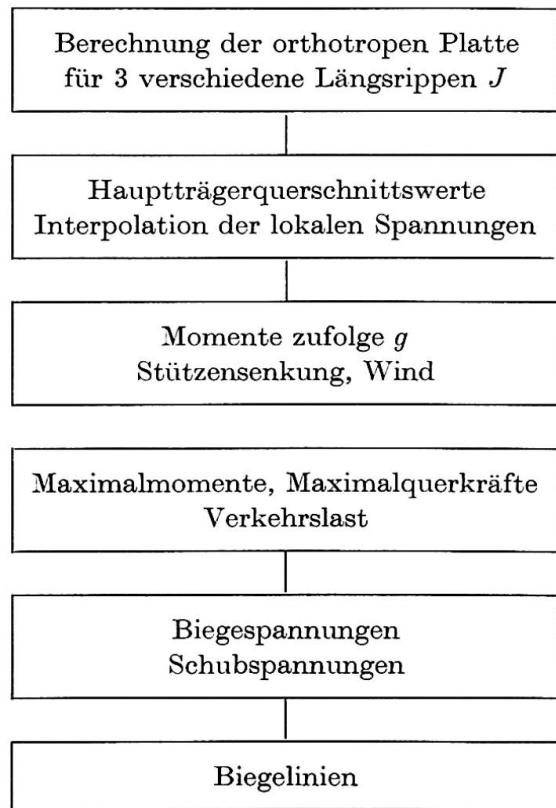


Fig. 1. Ablaufschema für das Gesamtprogramm.

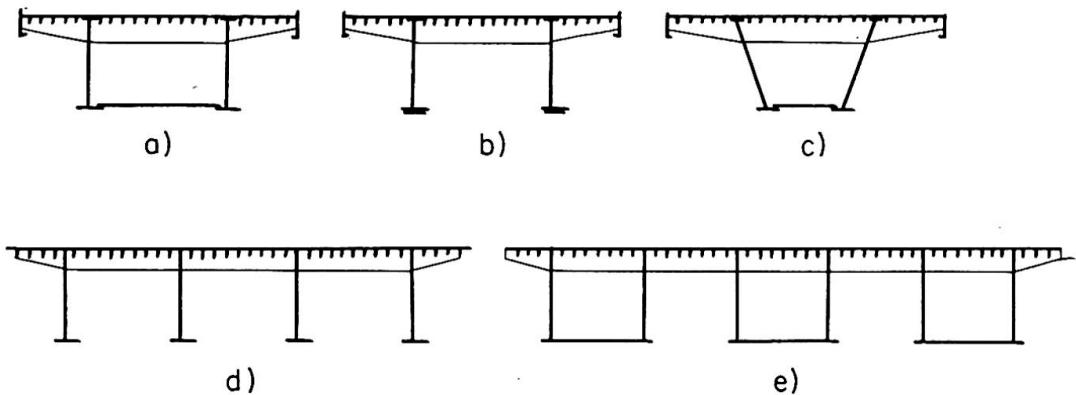


Fig. 2. Beispiele für Querschnitte von Brücken mit orthotroper Fahrbahnplatte.

gewählt, wobei die Biegelinie und die Schnittkräfte durch Eigenfunktionen ausgedrückt werden. Es wurde je ein Programm für Querträger als einfache Balken mit Kragarmen (Fig. 2a, b, c) und für Querträger als Durchlaufträger mit 3 Feldern (Fig. 2d) entwickelt.

Das Dreifeldbalkenprogramm kann mit ausreichender Genauigkeit auch für Fälle nach Fig. 2e verwendet werden.

Da die ungünstigsten Laststellungen sowohl für die Längsrippenmomente als auch für die Querträgermomente bekannt sind, erschien es nicht zweckmäßig, Einflußflächen aufzustellen.

Die Programme wurden so aufgebaut, daß als Ergebnis die maximalen und minimalen Längsrippenmomente und die maximalen und minimalen Querträgermomente erhalten werden.

Da die Dimensionierung der Längsrippen von den Hauptträgerspannungen stark beeinflußt werden und daher oft auf Grund der Hauptträgerspannungen umdisponiert werden muß, wurde folgender Weg beschritten:

Der Berechnung werden die festgelegten Querträgerträgheitsmomente zugrunde gelegt, während für die Längsrippen mit 3 verschiedenen Trägheitsmomenten gerechnet wird. Es konnte durch Vergleichsrechnungen festgestellt werden, daß es genügt, zwischen den Ergebnissen für die 3 angenommenen Längsrippenträgheitsmomente parabolisch zu interpolieren, um ausreichend genaue Ergebnisse für andere Trägheitsmomente zu erhalten. Im Programm wird der gleiche Weg gegangen, wie er bei der Handrechnung üblich ist. Es wurde auch keine größere Genauigkeit angestrebt und deshalb auch nur die zu den beiden niedrigsten Eigenwerten gehörigen Eigenfunktionen berücksichtigt. Dies vor allem deshalb, damit Behörden und Prüfingenieuren die Möglichkeit der Nachrechnung offenbleibt, ohne daß sie vom elektronischen Rechnen Gebrauch machen müssen. Aus dem gleichen Grund werden auch bei der ganzen Programmkette Zwischenergebnisse in dem Maße ausgedruckt, das es erlaubt, stichprobenweise die Ergebnisse von Hand zu überprüfen.

Ebenso wird, soweit es die Speicherkapazität der Maschine (IBM 1620, 20 K) erlaubt, großer Wert auf saubere, mit Überschriften und erklärendem Text versehene Ausschrift gelegt.

Der zweite Programmteil dient der Ermittlung der Querschnittswerte für die Berechnung der Hauptträger, die in der Regel als Durchlaufträger ausgebildet sind. Es kann nicht erwartet werden, daß der Entwerfer eine optimale Dimensionierung auf Grund von Schätzungen durchführen, wohl aber, daß er mit Hilfe von Faustformeln die Grenzen abschätzen kann, zwischen welchen die zu erwartenden Widerstandsmomente liegen werden. Es wird eine beliebige Anzahl solcher Querschnitte berechnet, aus denen dann zuerst jene ausgewählt werden, mit denen die statisch unbestimmte Rechnung des Durchlaufträgers durchgeführt werden soll. Jeder Querschnitt wird dabei durch eine Nummer gekennzeichnet, die sich in der gleichen Rechnung nicht wiederholen darf. Die Zuordnung der Trägheitsmomente zu den Punkten des Durchlaufträgers erfolgt dann entsprechend der angegebenen Querschnittsnummern durch das Programm. Es genügt dabei den allgemeinen Trägheitsmomentenverlauf richtig wiederzugeben, da sich kleine Fehler nur geringfügig auf die Endergebnisse auswirken. Das Querschnittswerteprogramm gibt nicht nur die Trägheitsmomente und Widerstandsmomente, sondern auch durch Interpolation zwischen den Ergebnissen des 1. Programmteiles die einzusetzenden lokalen Spannungen für die Längsrippen.

Der nächste Programmteil berechnet die statisch unbestimmten Stützmomente des Durchlaufträgers für ständige Last, Stützensenkung und Wind.

Der folgende Programmteil errechnet für den Hauptträger die maximalen und minimalen Verkehrslastmomente und Querkräfte. Es zeigt sich hier, daß es nicht zweckmäßig ist, die Berechnung mit Hilfe von Einflußlinien durchzuführen. Der in Österreich übliche Lastenzug, vierrädrige Lastkraftwagen an ungünstigster Stelle, umgeben von Gleichlast, wurde für die Berechnung zu einer Einzellast und entsprechender Gleichlast vereinfacht. Die Genauigkeit dieser Näherung reicht schon ab Stützweiten von 15 m vollkommen aus. Wie in dem in Fig. 3 gezeigten Flußdiagramm gezeigt ist, werden nun hintereinander für eine Einzellast «1», die von Zehntelpunkt zu Zehntelpunkt über den ganzen Träger wandert, die Momentenlinien errechnet. Die Maximalmomentenlinie zufolge einer wandernden Einzellast ergibt sich dann aus der Bedingung, daß für jeden Punkt des Trägers nur die maximalen und die minimalen Werte

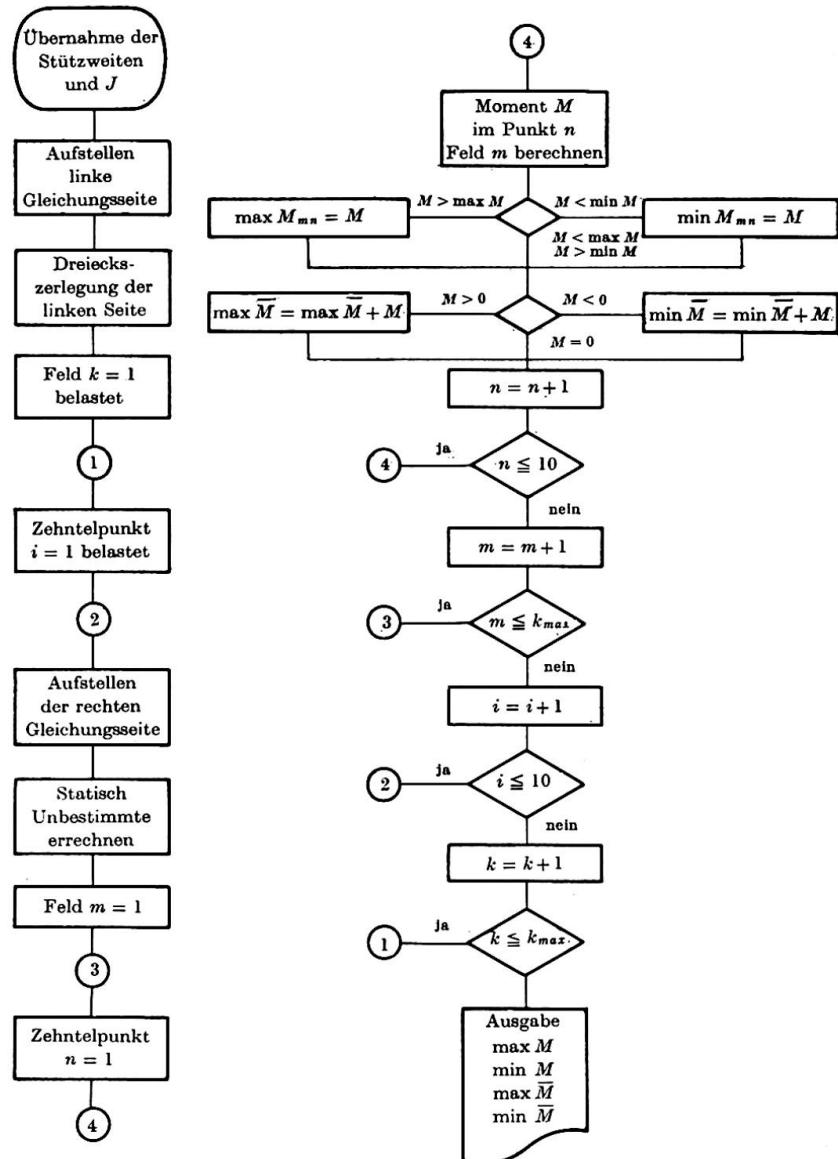


Fig. 3. Ablaufschema für die Berechnung der Maximalmomentenlinie.

gespeichert werden, die beim Wandern der Einzellast auftreten. Die Maximalmomentenlinie aus Gleichlast wird im gleichen Durchlauf dadurch erhalten, daß alle positiven Momente in einem Punkt zum Wert  $M_{max}$  und alle negativen zum Wert  $M_{min}$  summiert werden. Das Ergebnis entspricht in bezug auf die Genauigkeit der Auswertung der Einflußlinien nach der Trapezformel. In gleicher Weise wird parallel hierzu die Maximal-Querkraftlinie berechnet. (Im Flußdiagramm der Übersichtlichkeit halber weggelassen.)

Der nächste Programmteil behandelt die Biegespannungen. Vom Entwerfer werden als Angabe für jeden Punkt die Feldnummer, der Abstand des Punktes vom linken Feldrand und die Querschnittsnummer des Querschnittes mit dem die Spannung gerechnet werden soll, gegeben. Dabei ist keine Koppelung zwischen dem Querschnitt, der der Durchlaufträgerrechnung zugrunde liegt, und dem für die Spannungsrechnung gewählten Querschnitt vorgesehen. Dadurch ist es beim Entwurf möglich, durch Spannungsrechnung mit mehreren Querschnittstypen die Grundlage für eine graphische Interpolation zu schaffen. Das Spannungsprogramm gibt als Ergebnis die vertikalen Maximalmomente und die Windmomente an der gewünschten Trägerstelle sowie die ungünstigsten Summenspannungen, die bei Berücksichtigung von Vertikallast, Wind und lokaler Belastung entstehen.

In ähnlicher Weise erlaubt das Programm die Berechnung der Schubspannungen. Schließlich wird diese Programmreihe noch durch die Berechnung der Biegelinien und der Biegemomenteneinflußlinien ergänzt.

### Bezeichnungen

$J$	Trägheitsmoment.
$g$	Ständige Last.
$k$	Nummer des belasteten Feldes.
$k_{max}$	Felderzahl des Durchlaufträgers.
$m$	Nummer des Feldes, wo das Moment errechnet wird.
$n$	Nummer des Punktes, wo das Moment errechnet wird.
$M$	Moment.
$max M, min M$	Maximales, bzw. minimales Moment zufolge der wandernden Einzellast.
$max \bar{M}, min \bar{M}$	Maximales, bzw. minimales Moment zufolge der wandernden Gleichlast.

### Zusammenfassung

Es ist zweckmäßig, nicht nur Programme für die Berechnung der Schnittkräfte von statischen Systemen, sondern für die Durchrechnung von ganzen Bauwerken zu entwickeln. Ein solches Programm für die Berechnung von

Brücken mit orthotroper Fahrbahnplatte berechnet nach der Ermittlung der lokalen Längsträgerspannungen die Hauptträgermomente aus ständiger und Verkehrsbelastung und bildet die ungünstigsten Spannungssummen für jeden Querschnitt.

### **Summary**

It appears useful to establish programmes covering not only the calculation of the stresses in the static systems, but also the complete design of entire structures. For the design of bridges with orthotropic decks such a programme, after the determination of the local stresses in the longitudinal flanges, calculates the moments of the main girders due to the permanent loads and to the live loads and then finds, for each section, the sum of the least favourable stresses.

### **Résumé**

Il apparaît utile d'établir des programmes couvrant non seulement le calcul des efforts dans les systèmes statiques mais aussi le calcul complet d'ouvrages entiers. Pour le calcul des ponts à platelage orthotrope, un tel programme, après détermination des contraintes locales dans les nervures longitudinales, calcule les moments des poutres-maîtresses dus aux charges permanentes et aux surcharges puis somme, pour chaque section, les contraintes les plus défavorables.

## III d 2

### Die Stahlflachstraße

Eine Sonderkonstruktion an deutschen Autobahnstellen

*A temporary steel roadway*

A novel design developed for repair sites on German motorways

*Une chaussée métallique provisoire*

Une construction nouvelle utilisée pour les chantiers de réparation des autoroutes allemandes

W. KLINGENBERG

Ministerialdirigent a. D. Dr., Bonn

F. REINITZHUBER

Prof. Dr. techn., Rheinhausen

#### 1. Allgemeines

In der Bundesrepublik Deutschland gibt es, wie die Fig. 1 zeigt, gegenwärtig etwas mehr als 3000 km mindestens vierspurig ausgebaute, kreuzungsfreie Autobahnen. Der Verkehr auf diesen Schnellstraßen hat in den letzten Jahren ganz erheblich sowohl an Zahl als auch an Gewicht der Fahrzeuge zugenommen. Den damit verbundenen erhöhten Belastungen waren die vor nunmehr nahezu 30 Jahren errichteten Fahrbahndecken nicht mehr gewachsen, und sie werden in immer stärkerem Maße schadhaft. Neben der Erweiterung des Autobahnnetzes durch Neubauten hat auch die Erneuerung der alten Strecken einen erheblichen Umfang angenommen. So werden gegenwärtig etwa 100 km Strecke pro Jahr repariert, wobei der heutige Schwerverkehr sowie die große Zahl der Überrollungen eine Reparatur von Grund auf notwendig machen. Es erfolgt in vielen Fällen ein sogenannter Tiefeinbau, bei dem Frost- und Tragschichten bis zu 1 m Tiefe eingebaut werden. Diese Bauweise ist nach Ansicht von Fachleuten aber nur dann technisch einwandfrei und rationell durchzuführen, wenn eine ganze Fahrbahn, also zwei Spuren auf einmal und zusammenhängend, erneuert wird. Für den Verkehr auf den Autobahnen hat das zur Folge, daß während der Bauarbeiten zwei Fahrspuren ausfallen und nach Möglichkeiten gesucht werden muß, um den Verkehr trotzdem sicher abwickeln zu können.

Bis zum Jahre 1963 geschah dies fast überall dadurch, daß auf den beiden neben der Baustelle liegenden zwei Fahrspuren der Verkehr für beide Richtungen je einspurig im Gegenverkehr abgewickelt wurde. Diese Einengung der Fahrwege an den Baustellen führte in Zeiten starken Verkehrs oder auch schon bei schwachem Verkehr, wenn die Strecke in einer Steigung lag und das langsamste Schwerlastfahrzeug das Tempo aller bestimmte, zu ganz erheblichen, auf Fig. 2 zu erkennenden Fahrzeugstauungen vor den Baustellen.

Neben Auffahrurunfällen, Betriebsstörungen an den Fahrzeugen und Belästigungen der Fahrzeuginsassen durch Auspuffgase kam es dabei auch zu erheblichen Wartezeiten, die eine Fahrzeitplanung völlig unmöglich machten und den Wert der Autobahn als Schnellstraße ganz erheblich einschränkten.



Fig. 1. Vierspurig ausgebautes Autobahnnetz in der Bundesrepublik Deutschland.

— vorhandenes Autobahnnetz.  
— Geplant oder im Bau.  
Stand: 1964.



Fig. 2. Fahrzeugstauung vor einer deutschen Autobahnreparaturbaustelle, wenn der vier-spurige Fahrverkehr auf zwei Spuren eingeengt wird.

Im Sommer 1963 sind zu Beginn der Urlaubs- und Reisezeit im industriellen Ballungsgebiet an Rhein und Ruhr Fahrzeugschlangen bis zu 30 km Länge festgestellt worden, und die Wartezeiten der einzelnen Fahrzeuge haben viele Stunden betragen. Selbst wenn man derartig krasse Verkehrsbehinderungen als Ausnahmefälle betrachtet, so sind doch Fahrzeugschlangen von fünf bis zehn Kilometer Länge keine Seltenheit gewesen. Untersuchungen haben gezeigt, daß bei derartigen Fahrzeugstauungen innerhalb eines einzigen Tages Gesamtwartezeiten aller beteiligten Kraftfahrzeuge von 10 000 und mehr Stunden entstehen können. Ordnet man diesen Wartezeiten einen Geldwert, zum Beispiel DM 10.— pro Stunde und Fahrzeug zu, so betragen die Zeitkosten DM 100 000.— und mehr innerhalb weniger Stunden. Die Größenordnung derartiger Kosten läßt schon erkennen, daß sie unter Umständen erheblich über den Baukosten liegen können. Bei Verkehrsbauteilen sollten deshalb auch stets die neben den Baukosten noch zusätzlich entstehenden Zeit- und Betriebskosten in eine vergleichende Kostenbetrachtung mit einbezogen werden, wenn es gilt, den günstigsten Entwurf und die zweckmäßigste Baumethode auszuwählen.

Von der deutschen Stahlbauindustrie sind im Jahre 1963 Vorschläge ausgearbeitet worden, die die lästigen Verkehrsbehinderungen auf den Auto-

bahnen vermeiden sollten. Dabei war zunächst daran gedacht, den Verkehrsraum über der Bahn in Anspruch zu nehmen und brückenartige Hochstraßen in der zweiten Ebene zu errichten. Es zeigte sich dabei aber sehr bald, daß erhebliche Schwierigkeiten für die Konstruktion und die Montage entstehen, wenn Straßen-, Eisenbahnbrücken oder Stromleitungen die Autobahnen überspannen und Stützenhöhen bis zu 10 und mehr Metern erforderlich werden. Ein weiterer erheblicher Nachteil der Hochstraßenkonstruktion für den zeitweiligen Einsatz an den Autobahnbaustellen hätte darin bestanden, daß etwa 200 m lange Auf- beziehungsweise Abfahrrampen notwendig geworden wären, um auf die hochgelegene Fahrbahn zu kommen. Das Fachingenieur-Team der Firma Fried. Krupp, Maschinen- und Stahlbau, Rheinhausen, hatte deshalb seine Überlegungen sehr bald darauf konzentriert, die seitlich neben der eigentlichen befestigten Fahrbahn gelegenen Bereiche auszunutzen und die erforderlichen vier Spuren nebeneinander, etwa zur ebenen Erde, anzuordnen. Ein Ergebnis dieser Überlegungen ist die Stahlflachstraße — System Klingenberg/Krupp —, die in ihrer jetzigen konstruktiven Gestalt in Zusammenarbeit zwischen den zuständigen Fachabteilungen des Deutschen Bundesverkehrsministeriums und der Firma Fried. Krupp, Maschinen- und Stahlbau, Rheinhausen, entwickelt worden ist.

## 2. Die Stahlflachstraße

Eine Stahlflachstraße, wie sie Fig. 3 zeigt, wurde erstmalig neben einer Baustelle der Autobahn Frankfurt–Hannover auf der Europastraße E 4 südlich der Anschlußstelle Butzbach eingesetzt [1]. Sie hat eine Gesamtlänge von nahezu 1,2 km und besteht aus einer Folge von dicht an dicht verlegten Einzelplatten. An beiden Seiten und in der Mitte sind weiß gestrichene Leitschwellen aus abgekantetem Stahlblech angebracht, um ein Herunterfahren der Fahrzeuge zu verhindern und außerdem auszuschließen, daß sie auf die in gleicher Höhe gelegene Gegenfahrbahn abweichen können. Jede Fahrbahn ist 5,75 m breit und durch eine Strichmarkierung in jeweils zwei Spuren unterteilt. Für Lastkraftwagen und Omnibusse besteht auf der Stahlflachstraße Überholverbot, und die zulässige Höchstgeschwindigkeit wurde auf 50 km/Stunde begrenzt.

Um die direkt befahrenen Bleche der Stahlflachstraße rutschfest und korrosionssicher zu machen, sind sie mit etwa 2 mm dickem Kunststoff und eingestreutem Sand beschichtet. Bei der ersten Stahlflachstraße wurden verschiedene Produkte auf Polyester-, Epoxyd-, Polyuretan- und Bitumenbasis angewendet, um sie auf ihre Brauchbarkeit hin zu testen. Obwohl ein abschließendes Urteil bisher noch nicht vorliegt, hat es jedoch den Anschein, daß sich die Schichten aus Epoxydharz für diesen Zweck am besten eignen.

Die Auf- beziehungsweise Abfahrten der Stahlflachstraße sind verhältnis-

mäßig kurz. Wegen des nur 45 cm betragenden Höhenunterschieds zwischen behelfsmäßiger Stahlfahrbahn und eigentlicher Autobahn sind bei der gewählten Rampenneigung von 2% nur etwa 20 m Länge dafür erforderlich. Das Ende wird aus einem stahlblechverkleideten Holzkeil sowie Asphaltbeton, der zur Ausrundung dient, gebildet. Im Bereich der Rampen vollzieht sich auch die Überfahrt auf die andere Fahrbahn.

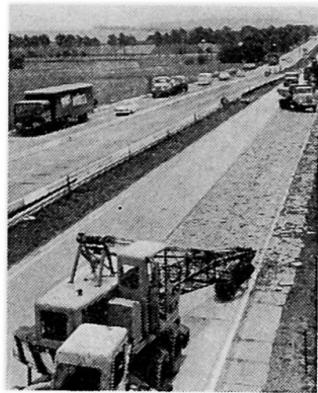


Fig. 3. Stahlfachstraße neben der Reparaturstrecke auf der Europastraße 4 Frankfurt-Hanover.

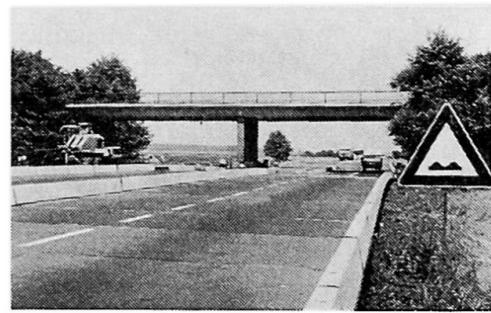


Fig. 4. Unter dem überwiegenden Teil der Brücken ist ein vierspuriger einspuriger Fahrverkehr möglich.

Um mit der Konstruktion den Kurven der Autobahn folgen zu können, werden die zwischen den Einzelplatten vorhandenen Fugen nach außen hinfächerartig geöffnet. Auf diese Weise können Radien von mehr als 1000 m erzeugt werden. Sollten in Ausnahmefällen kleinere Radien vorkommen, würden die Fugen am äußeren Fahrbahnrand zu groß, und es ist dann vorgesehen, trapezförmige Platten anzuwenden. Durch eine rhythmische Folge von Trapez- und Rechteckplatten lassen sich alle erforderlichen Radien erzeugen.

Ein besonderer Vorteil der Stahlfachstraße ist es, wie Fig. 4 zeigt, daß sie unter Brücken, die die Autobahn kreuzen, verlegt werden kann. Wie Nachprüfungen gezeigt haben, reicht in den meisten Fällen der lichte Abstand zwischen seitlichem Widerlager und Mittelpfeiler aus, um vier Fahrspuren anzurufen. In den wenigen Fällen, in denen das nicht möglich sein sollte, könnte eine Variante der Stahlfachstraße angewendet werden, bei der in der Mitte zwei Pkw-Spuren (Pkw = Personenkraftwagen) gegenläufig übereinander angeordnet wären. Dies ist möglich, wenn man bedenkt, daß im allgemeinen Personenkraftwagen niedriger als 1,6 m sind und die lichte Höhe unter Brücken etwa 4,5 m beträgt. Für die Platten der oberen mittleren Fahrbahn wird nur eine Konstruktionshöhe von etwa 15 cm benötigt, so daß für jede Spur eine Höhe von 2,10 bis 2,20 m verbleibt. Kraftwagen mit höheren Aufbauten beziehungsweise Anhängern müßten in einem solchen Falle die Lkw-Spur (Lkw = Lastkraftwagen) benutzen.

### 3. Die Plattenkonstruktionen

Die Einzelplatten der Stahlflachstraße sind ausgesteifte Hohl-Flachplatten mit einer Breite von 12,25 m, einer Länge in Richtung der Fahrbahnachse gemessen von 2,4 m und einer Dicke von rund 30 cm [2]. Die Abmessung von 2,4 m wurde gewählt, um die Platten auf Lastkraftwagen und im normalen Straßenverkehr transportieren zu können. Wie man aus Fig. 5 erkennt,

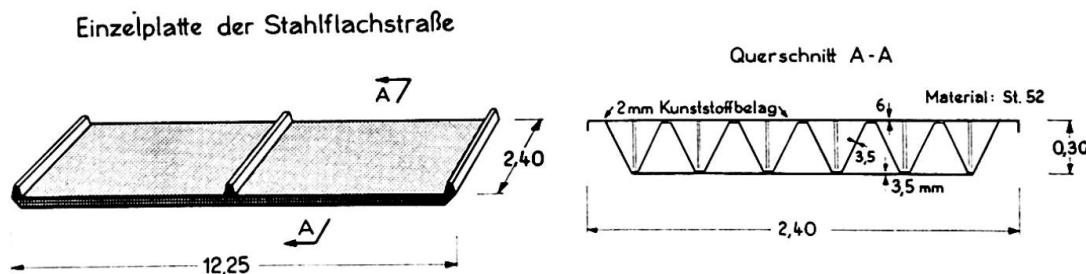


Fig. 5. Einzelplatte der Stahlflachstraße.

werden das obere direkt befahrene Deckblech und das untere ebene Bodenblech durch ein wellenförmig abgekantetes Innenblech miteinander verbunden und dadurch gleichzeitig ausgesteift. In der Längsrichtung wird die Plattensteifigkeit durch das fachwerkartige Konstruktionsprinzip bewirkt, während in der Querrichtung durch das abgekantete Innenblech vollwandige Träger mit schrägliegenden Stegblechen vorhanden sind, die ebenfalls eine große Steifigkeit gewährleisten.

Die allseitig dicht geschlossenen Platten sind schwimmfähig und können auch auf sumpfigem und weichem Baugrund sowie in ruhigen Gewässern verlegt werden und als Behelfsfahrbahnen dienen. Die schon erwähnte, durch das Konstruktionsprinzip erzeugte große Plattensteifigkeit und die über den Einsatz als Stahlflachstraße hinausgehenden weiteren Verwendungsmöglichkeiten haben wesentlich mit dazu beigetragen, für die erste Stahlflachstraße den hier beschriebenen Plattentyp auszuwählen.

Bemerkenswert erscheinen auch die hier verwendeten Blechdicken und Materialgüten. Das obere befahrene Deckblech hat eine Dicke von 6 mm und ist zwischen zwei Befestigungen des abgekanteten Innenblechs nochmals ausgesteift und abgestützt. Innen- und Bodenblech sind nur 3,5 mm dick. Die Verbindungen der Bleche untereinander erfolgen durch Kehlnähte beziehungsweise Loch- und Punktschweißungen an den Stellen, wo durchlaufende Schweißnähte nicht möglich sind. Für das statisch erforderliche Material ist St 52 gewählt worden, und die Bemessung erfolgte nach den Deutschen Normen DIN 1072 für die Brückenklasse 30. Diese Belastungsannahmen gewährleisten, daß die Platten von allen für den Straßenverkehr zugelassenen Fahrzeugen befahren werden können.

Die Platten liegen auf der Autobahn am Rande der befestigten Fahrbahn auf. Als Unterstützungselemente werden 30 cm breite, 12 cm hohe und 2,35 m lange Holzschwellen verwendet. Die Schwellen haben in Querrichtung einen Abstand von 7,80 m und sind an der Unterseite der Platten an kleinen Konsole angeschraubt.

In der Stahlflachstraße werden die Einzelplatten in ihrer gegenseitigen Lage in jeder Fuge durch vier «Steckkupplungen» miteinander gekuppelt. Diese Kupplungen bestehen aus zwei Bolzen, die durch einen Steg miteinander verbunden sind. Durch verschiedene große Stege wird der Bolzenabstand und somit auch die Fugenöffnung zwischen zwei Platten festgelegt. Von derartigen veränderlichen Fugen wird bei der Stahlflachstraße in Kurven Gebrauch gemacht. Die Steckkupplungen werden schräg eingebracht, weil sie dadurch nicht nur den Zusammenhalt der Einzelplatten in der Längs- und Querrichtung sichern, sondern auch die Übertragung von Querkräften ermöglichen. Bedingt durch ein geringes für den schnellen und einfachen Einbau erforderliches Spiel zwischen Bolzen und Führungsnot, wirken diese Verbindungen aber erst nach einer gewissen Durchbiegung und vermeiden deshalb nur große, fahrdynamisch ungünstige Höhenunterschiede der Plattenoberflächen.

Für die Berechnung der Einzelplatten wurden unter Berücksichtigung der in Längs- und Querrichtung vorhandenen Steifigkeiten die Verfahren und Tabellenwerke von SATTLER-GUYON-MASSONNET [3], OLSEN-REINITZHUBER [4] und KRUG-STEIN [5] herangezogen. Dies erfolgte deshalb, um einerseits die Ergebnisse nach den einzelnen Verfahren miteinander vergleichen und andererseits verschiedene Einflüsse genügend genau berücksichtigen zu können. Für die Bemessung wurde angenommen, daß die Einzelplatte im Abstand von 7,80 m an den Unterstützungsschwellen vertikal starr und frei drehbar aufgelagert und an den beiden 12,25 m langen Rändern sowohl hinsichtlich der Durchbiegung als auch der Verdrehung völlig frei ist. Die schon erwähnte Verbindung der Platten durch die Steckkupplungen wurde für die Bemessung der Einzelplatte unberücksichtigt gelassen. Die Radlasten aus den Schwerlastfahrzeugen wurden jeweils so aufgebracht, daß sich an den angezeichneten Stellen des Plattenrandes, der Feldmitte und der Unterstützungsstellen die extremalen Schnittlasten ergeben, unabhängig davon, ob die Laststellung nach den vorhandenen Fahrspuren möglich ist.

Zur Berechnung der Steckkupplungen und deren Anschlüsse an den Platten wurde ein System von jeweils drei miteinander gekuppelten Platten angenommen. Entsprechend der praktischen Ausführung wurde dabei berücksichtigt, daß Querkräfte in den Kupplungen erst dann auftreten können, wenn sich ein Plattenrand gegenüber dem benachbarten um 5 mm vertikal verschoben hat. Als statisch Unbestimmte wurden die Kupplungskräfte eingeführt; entsprechend dem Konstruktionsprinzip ist eine Übertragung von Biegemomenten an den Kupplungsstellen nicht möglich.

#### 4. Montage der Stahlflachstraße

Die erste Montage der nahezu 1,2 km langen Stahlflachstraße erfolgte in 18 Stunden. Die insgesamt erforderlichen 500 Einzelplatten waren zuvor auf einem nahegelegenen Lagerplatz gestapelt worden und wurden zu jeweils 5 Stück mit Transportfahrzeugen zu den Verlegestellen auf der Autobahn gebracht. Zehn Lastkraftwagen waren eingesetzt. Zwei Montagekolonnen von je 12 Mann verlegten von der Mitte aus beginnend die Platten nach beiden Richtungen auf die Rampenenden zu. Die Fig. 6 zeigt das Verlegen einer

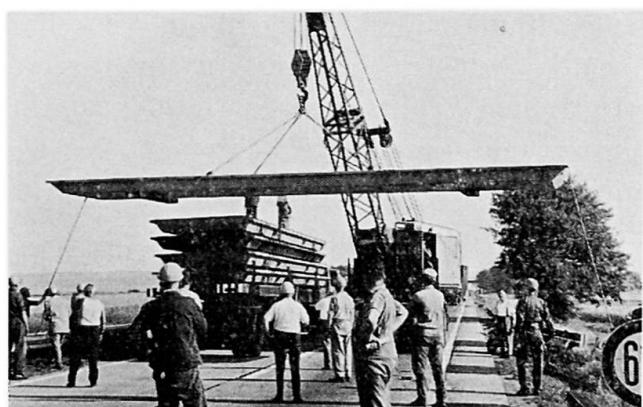


Fig. 6. Montage der Stahlflachstraße.

normalen, etwa 4,5 t schweren Einzelplatte. Dafür waren ca. 2 Minuten erforderlich. Ein erheblicher Teil der Gesamtmontagezeit wurden durch den Einbau der Rampen und die damit verbundene Umorganisation des Verkehrs benötigt.

Das Anbringen der mittleren und seitlichen Leitschwellen, die zuvor neben der Autobahn verteilt worden waren, erfolgte durch zwei weitere je 9 Mann starke Montagekolonnen. Die Erfahrungen beim ersten Verlegen haben gezeigt, daß sich die Montagezeiten sehr wahrscheinlich noch weiter verkürzen lassen.

Im Zuge des Fortschreitens der Reparaturarbeiten an der Autobahn ist die Stahlflachstraße inzwischen mehrfach umgesetzt worden. Sie hat sich dabei gut bewährt. Auf Grund von Erfahrungen, die dabei gewonnen werden konnten, sind für weitere Lieferungen einige konstruktive Änderungen vorgesehen.

#### 5. Stahlbau bei Verkehrsbauten

Es ist anzunehmen, daß mit der hier beschriebenen Konstruktion dem Stahlbau ein Anwendungsgebiet erschlossen werden konnte, das sich nicht nur auf die Autobahnen und auf Deutschland beschränkt. Selbstverständlich läßt sich die Konstruktion auch bei Umbauten und Reparaturen an anderen Straßen und Verkehrswegen einsetzen. Die darüber hinausgehenden weiteren vielfältigen Verwendungsmöglichkeiten wurden schon erwähnt. Wie das Bei-

spiel der Stahlflachstraße zeigt, erlaubt der Stahlbau wegen der bei ihm seit jeher üblichen Vorfertigung der Bauteile in den Werkstätten in hervorragendem Maße außerordentlich kurze Bauzeiten an der Baustelle und verursacht dadurch auch die geringsten Verkehrsbehinderungen während der Bauarbeiten. Die Bearbeitungszeit in der Werkstatt kommt dem reibungslosen Verkehrsablauf zugute.

Hat sich aus den eingangs schon erwähnten Gründen die Stahlflachstraße an den Baustellen der deutschen Autobahnen vorteilhafter gegenüber Hochstraßen erwiesen, so soll die Bedeutung rasch und einfach zu montierender Stahl-Hochstraßenkonstruktionen für den Verkehr in den Städten, an den Knotenpunkten und überfüllten Verkehrsadern nicht übersehen werden. Die Stahlbauindustrie hat auch dafür ausgereifte und zweckentsprechende Konstruktionen bereit. Es ist zu hoffen, daß die verantwortlichen planenden Behörden und Ingenieure in dem Maße, wie die Verkehrsprobleme zunehmen, auch Möglichkeiten und Bauweisen fördern, die ohne oder mit nur geringen Verkehrsbehinderungen auskommen.

### Literaturhinweise

1. F. REINITZHUBER und H.-W. SEMMROTH: «Verkehrsprobleme und Stahlbau». Der Straßenbau, Heft 2, Februar 1964.
2. S. KRUG: «Stahlflachstraße für die Autobahn — volle Leistungsfähigkeit der Bahn trotz Bauarbeiten». Der Bauingenieur, Heft 5, Mai 1964.
3. K. SATTLER: «Betrachtungen zum Berechnungsverfahren von GUYON-MASSONNET für frei aufliegende Trägerroste und Erweiterung dieses Verfahrens auf beliebige Systeme». Bauing. 30 (1955).
4. OLSEN-REINITZHUBER: «Die zweiseitig gelagerte Platte» (2 Bd.). Berlin: W. Ernst & Sohn (1. Bd., 3. Auflage 1959 / 2. Bd., 2. Auflage 1962).
5. KRUG-STEIN: «Einflußfelder orthogonal anisotroper Platten» (deutsch/englisch). Berlin: Springer-Verlag (1961).

### Zusammenfassung

Es wird eine in Deutschland entwickelte Stahlflachstraße beschrieben. Die aus einzelnen Hohlplatten bestehende Stahlkonstruktion wird neben den Autobahnbaustellen ohne Fundamente und Gründungen auf die Fahrbahn verlegt und ermöglicht einen vierspurigen Fahrverkehr während der Reparaturarbeiten.

### Summary

The authors describe a steel roadway developed in Germany. This slab, constructed of members having a cellular section, is laid, without special

foundations, alongside the carriageway undergoing repair and enables four-lane traffic to be maintained on the motorway during the repair work.

### Résumé

Les auteurs décrivent une chaussée métallique mise au point en Allemagne. Cette dalle, formée d'éléments à section cellulaire, est posée sans fondations sur la chaussée de l'autoroute, à côté du chantier, ce qui permet de maintenir quatre voies de circulation pendant la durée des réparations.

Leere Seite  
Blank page  
Page vide