

# Ueber die Kreuzeckrost-Bauweise

Autor(en): **Szegö, Stephan**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **103/104 (1934)**

Heft 17

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-83200>

## **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.

INHALT: Ueber die Kreuzeckrost-Bauweise. — Die Ermittlung der Anfahrkurven und Fahrdiagramme bei Diesel-elektrischer Zugförderung. — Das Bürgerhaus in der Schweiz. XXV. Band: Kanton Waadt, II. Teil. — Die Entwicklung des Gross-Generatorenbaues unter besonderer Berücksichtigung der maschinentechnischen Seite. — Mitteilungen: Vorschriften für Farbspritzanlagen. Die Antriebsleistung von Backen-

Steinbrechern. Luftheizanlage für Eisenbahnwagen. Schulhaus Zürich-Witikon. Luftfahrt-Ausstellung in Genf. Ein internat. Geometerkongress. VII. Internat. Strassenkongress in München. Deutsche Siedelungsausstellung München 1934. — Nekrolog: Alfr. Frick. — Literatur. — Mitteilungen der Vereine. — Sitzungs- und Vortrags-Kalender.

## Band 103

Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

## Nr. 17

## Ueber die Kreuzeckrost-Bauweise.

Von Dr. Ing. STEPHAN SZEGÖ, Budapest.

Der Kreuzeckrost ist eine Balkenkonstruktion der Ebene bzw. des Raumes und kann als solche in Eisenbeton, Stahl- oder Holzbau ausgeführt werden. Der Erfindungsgedanke — das System ist allgemein patentgeschützt — besteht darin, dass durch die besondere Lage und Verflechtung der Rostbalken die Grundrissecken eine innere Einspannung des sonst frei aufliegenden Deckenfeldes bewirken. Die Wirksamkeit dieser Eckeinspannung hängt ausschlaggebend von der Anzahl und Lage der Rostbalken ab. Der unmittelbar aus der Ecke ausgehende, meist unter  $45^\circ$  schräge sog. Diagonalbalken wird nahe der Ecke durch den ersten querlaufenden, sog. Eckbalken bündig gekreuzt; dieser wirkt infolge seiner verhältnismässig kleinen Spannweite als elastische Unterstützung für den langen Diagonalbalken und erzeugt in diesem — in Zusammenarbeit mit der nicht abhebbaren Ecke — eine gewisse Eckeinspannung, deren Grösse — abgesehen von etwaigen Steifigkeitsunterschieden durch verschiedenartige Querschnittsbemessung — lediglich von Lage und Länge der Eckbalken in bezug auf den Diagonalbalken abhängt. Um eine wirksame Entlastung des Feldes und eine wesentliche Abminderung aller Momente überhaupt zu erhalten, muss eine ganz weitmächtige Einteilung mit nur wenigen Balken gewählt werden. Die Schmalseite des Deckenfeldes darf höchstens gedrittelt werden, d. h. es dürfen von der Schmalseite höchstens drei Rostbalken nach jeder der beiden Schrägrichtungen ausgehen. Als Grundform kann hierbei der quadratische Rost betrachtet werden, bei dem die Diagonalbalken beiderseits eckeingespant sind; daneben kann aber auch der Kreuzeckrost für die Ueberdeckung länglicherer Grundrisse mit Vorteil verwendet werden, da selbst der nur einseitig eckverspannte Diagonalbalken stark

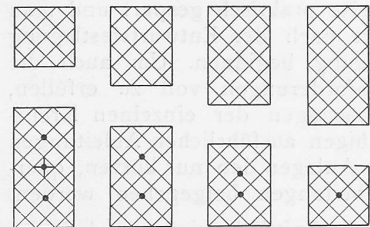


Abb. 1 (obere Reihe). Roste ohne Stützen.  
Abb. 2 (untere Reihe). Roste mit Stützen.

wirksam bleibt, solange nicht zuviel Mittelbalken zwischen den beiderseitigen Diagonalbalken zur Füllung des inneren Längsfeldbereiches eingeschaltet werden müssen. In Abb. 1 sind alle noch vorteilhaft wirksamen länglichen Kreuzeckrosttypen enthalten. Ebenso vorteilhaft können auch die Kreuzeckrost-Decken mit Mittelstützen ausgeführt werden, wovon Abb. 2 Beispiele zeigt. Derartige Lösungen sind u. a. für gewöhnliche Hochbauten an Stelle von Rippendecken und dgl. sehr geeignet, sie können mit den gleichen Mitteln — Putzhohlkörper, verbleibende Schalungen — mit ebener Untersicht hergestellt werden und haben, abgesehen von der Materialersparnis, auch den Vorteil der wesentlich geringeren Bauhöhe und des bewirkten steifen Zusammenhanges für das ganze Bauwerk (Windverband). Die Balken des Kreuzeckrostes benötigen keinerlei Randeinspannung (Rahmenwirkung), sie liegen am Rand frei auf. Demzufolge brauchen auch keine Stützen unmittelbar unterhalb der Randknoten vorhanden zu sein (vergl. Abb. 5), die Auflagerung kann auf Randbalken, Mauerwerk oder dgl. erfolgen; in keinem Fall werden auf die Auflagerkonstruktion irgendwelche quergerichtete Momente ausgeübt. Das gleiche gilt für die Mittelstützen, die als Pendelstützen aufgefasst und als solche ausgebildet werden können. Trotzdem sind die

Momente der Deckenkonstruktion, sowohl einzeln als auch insgesamt, beim Kreuzeckrost wesentlich geringer, als bei den üblichen Rahmenkonstruktionen.

Als „Reihenfeld“ wird die charakteristische Lösung für den beliebig langen, schmalen Grundrisstreifen verstanden, dadurch gekennzeichnet, dass durch je zwei, in einer Grundriss-Queraxe stehende Mittelstützen eine Unterteilung geschaffen wird (Abb. 3). Die eingeschalteten Mittelstützen können entweder unterhalb der Rostknoten oder auch beliebig innerhalb der Verbindungslinien dieser Rost-

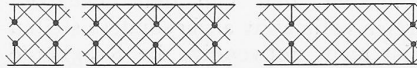


Abb. 3. Verschiedene Kreuzeckrost-Reihenfelder.

Knoten liegen; in diesem Fall sind sie mit den benachbarten querliegenden Knoten durch Kragarme zu verbinden. Insbesondere bei dem dreigeteilten Reihenfeld können die Innenstützen soweit nach aussen gerückt werden, dass sie den Innenraum nicht mehr einengen, ausserdem kann die Längsteilung stets so gewählt werden, dass die Mittelstützen in die Flucht der Querwände und dgl. zu liegen kommen. Die vorhandene Kontinuität in der Längsrichtung macht das System statisch äusserst günstig, indem sie die Verbindung des kurzen, schwerbelasteten Eckbalkens mit den Zwischenbalken bringt. Auch die Stützen des Reihenfeldes sind selbstverständlich biegemomentefrei.

Das in einer Richtung unbegrenzt ausgedehnte Reihenfeld bildet den Uebergang zur zweiten Gruppe der grossflächigen Lösungen, bei denen man von unendlich viel Feldern in beiden Axenrichtungen ausgeht: dem durchlaufenden Kreuzeckrost. Es wird demnach nicht mehr ein endlich begrenztes Einzelfeld als Kreuzeckrost eingeteilt, sondern es bildet das einzelne Stützenfeld die Grundlage für die Rosteinteilung. Das Stützenfeld wird mit einem dreiteiligen Rost überdeckt; die charakteristische Rostwirkung kommt indessen erst dadurch zu Stande, dass die innerhalb der Stützenverbindungslinien liegenden Rostknoten genügend verformungsfrei gelagert werden. Diese Auflagerung kann durch Unterzüge erfolgen; beim dreigeteilten durchlaufenden Kreuzeckrost ist indessen zur Auflagerung der Rostknoten in den Drittpunkten der Stützenverbindungslinien auch die Anwendung von gekreuzten Kragarmen über den Stützen möglich, wodurch neben Bauhöhe auch erheblich an Material gespart wird. In Abb. 4 ist diese Grundlösung des dreigeteilten durchlaufenden Rostes in einer Abwandlung dargestellt. Bemerkenswert ist, dass bei diesem Beispiel die inneren

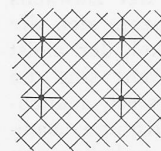


Abb. 4. Durchl. Rost.

Balken der längeren Spannrichtung dort über die gedachte Stützenverbindungslinie hinweg ungestützt durchlaufen; ihre Lasten werden durch die Verflechtung der einzelnen Rostbalken mittelbar nach den Kragkopfsitzen abgetragen. Für die Wirksamkeit des dreigeteilten durchlaufenden Rostes ist die verhältnismässige Steifigkeit der Kragarme von ausschlaggebender Bedeutung; diese sind daher an ihrer Spitze rostbalkenhoch und nach der Stütze zu grösstmöglich gevoutet. Durch die Schaffung dieser verhältnismässigen Auflagerpunkte und infolge des Umstandes, dass das Aufeinanderfolgen der kurzen Eckbalken und der längeren Zwischenbalken eine zusätzlich verspannende Kontinuität erzeugt, sind die Grösstmomente des durchlaufenden Kreuzeckrostes ganz erheblich geringer, als die der bekannten Pilzdecke; zudem sind beim Kreuzeckrost auch die Wirkungslängen (Balkenlängen) wesentlich kürzer, als die Streifenlängen bei der Pilzdecke. Bei der Eisenbetonausführung des durchlaufenden Kreuzeckrostes

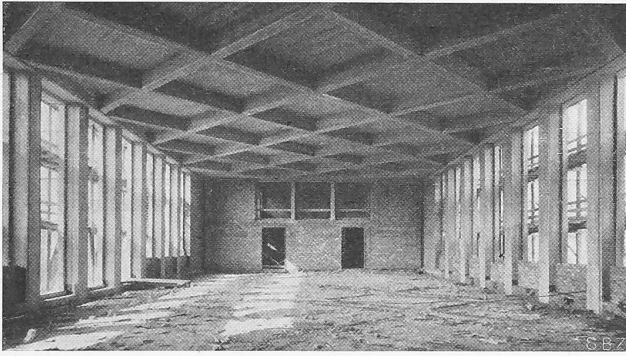


Abb. 5. Einzelfeld im Turnhallenneubau der Pädagog. Akademie Dresden, mit 65 cm Bauhöhe bei rund 16 m Spannweite bezw. 30 m Hallenlänge und 675 kg/m<sup>2</sup> Nutzlast.

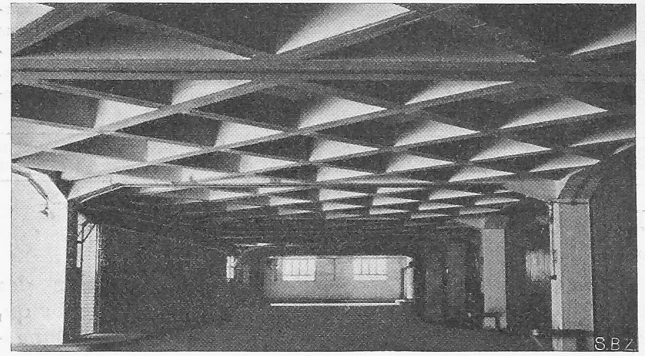


Abb. 6. Reihenfelder im Posthausneubau Berlin-Halensee, mit durchweg 45 cm Bauhöhe bei Spannweiten von 7,5 bezw. 10 m und Nutzlasten von 500 bis 1500 kg/m<sup>2</sup>.

besteht ferner die Möglichkeit, den von den Eckbalken umgrenzten Kragarmbereich vollmassiv als besonders steifen Kopf auszubilden. Es ist nicht notwendig, die Kragköpfe mit den darunter befindlichen Stützen in biegungssteife Verbindung zu bringen, es genügt vielmehr, dafür zu sorgen, dass die Stütze unter dem Schwerpunkt der Eigengewichtslasten am Kragkopf zu liegen kommt. Die Momente der Randstreifen sind nicht unerheblich höher, als die der Innenfelder, wenn sie auch noch viel kleiner bleiben, als beispielsweise die Momente der Pilzplattenrandfelder.

Für jeden einzelnen Kreuzeckrosttyp lassen sich ein für allemal die Momente und Querkräfte aller Fugen unter den vorkommenden verschiedenen Belastungen errechnen und genau so tafelmässig zusammenstellen, wie dies z. B. für die verschiedenen Typen der durchlaufenden Balken üblich ist; d. h. die eigentliche statische Berechnung des Kreuzeckrostes ist von vornherein ein für allemal erledigt und jede vorkommende Kalkulation bzw. Bauaufgabe erfordert nur die Durchführung einer gewöhnlichen Querschnittsbemessung, also nur einen ganz geringen Arbeitsaufwand.

Die Mannigfaltigkeit der Bauformen ermöglicht die Erfüllung praktisch jeder vorkommenden Bauaufgabe in der Kreuzeckrostbauweise unter Nutzbarmachung ihrer typischen Vorteile, wie Ersparnisse an Baumaterial, an Trag- und Unterstützungs konstruktion, bzw. Gründung, Verringerung der Bauhöhen, geringere Stützenanzahl, kleinste Durchbiegungen, grosse Seitensteifigkeit usw. Diese Vorteile gründen sich auf die besonderen statischen Bedingungen des Kreuzeckrostes, die nachstehend kurz skizziert werden sollen.

Jeder Kreuzeckrost entsteht durch die innige Verflechtung von zwei Scharen verschieden langer, von Randaufleger zu Randaufleger reichender Balken; die Balken einer Schar sind zueinander parallel und folgen einander in regelmässigen Abständen, so dass auch der Zuwachs an Balkenlänge regelmässig ist; zudem kreuzen sich die beiden Balkenscharen stets im gleichen Winkel, der meist 90° beträgt. In den Kreuzungspunkten (Knoten) sind die Rostbalken miteinander scher- und biegungsfest, manchmal auch verdrehungssteif verbunden; diese Knotenzusammenhänge sind die eigentlichen statisch unbekannt Grössen des Systems. Löst man sie in Gedanken, so erhält man als System der Grundtragwerke eine doppelte Schar von einfachen oder durchlaufenden Balken. Verteilt man die in den einzelnen Rostknoten tatsächlich angreifenden Lasten nach irgend einem Gesetz auf die beiden sich dort kreuzenden Rostbalken, so erleiden diese als Grundtragwerke bestimmte Durchbiegungen. Diese Durchbiegungen erfüllen zunächst in keinem Fall die Grundbedingung des Gesamtragwerkes, nämlich, dass die Durchbiegungen beider sich in einem Knoten kreuzenden Balken einander immer gleich sein müssen (das gleiche gilt selbstverständlich auch für die Biegewinkel). Zur Erfüllung dieser Grundbedingungen müssen vielmehr an den einzelnen Grundtragwerken in

den Knotenpunkten gewisse, sogen. Ausgleichskräfte und ev. Momente angebracht werden; diese statisch unbekannt Grössen müssen so aufeinander und auf die tatsächliche Belastung abgestimmt sein, dass die vorerwähnten Grundbedingungen in jedem Knotenpunkt erfüllt werden.

Für jeden Knoten lassen sich ebensoviel unabhängige Verformungsgleichungen aufstellen, als dort unbekannt Ausgleichskräfte bzw. Momente wirken. Zur Bestimmung der Unbekannten steht also jederzeit die benötigte Anzahl von Verformungsgleichungen zur Verfügung; diese sind zudem stets zur Hauptdiagonale symmetrisch und haben auch noch andere vereinfachende Eigenschaften, so dass ihre Auflösung auch bei einer verhältnismässig grossen Anzahl von Unbekannten ohne grosse Rechenarbeit möglich ist. Die für jeden Fall wiederholte Auflösung der Verformungsgleichungen kann aber völlig gespart werden, indem man für jeden vorkommenden — und vorstehend bereits besprochenen — Grundtyp die Auflösung ein für allemal in einer derart allgemeinen Form durchführt, dass für jeden Einzelfall nur die jeweiligen Veränderlichen der besonderen Bauaufgabe, das sind die Belastungen und die Spannweiten, als einfache Multiplikatoren für die einmalig errechneten und in Tafeln zusammengefassten Einheitsmomente und Einheitsquerkräfte des Tragwerks einzuführen sind. Die ganze statische Berechnung der Kreuzeckroste wird auf diese Weise praktisch gespart und man kann gewissermassen sofort nach der Entwurfsfestlegung mit der Querschnittsbemessung beginnen. Um auch die baupolizeilichen Prüfungsanforderungen voll zu erfüllen, sind die grundsätzlichen Lösungen der einzelnen Kreuzeckrosttypen in prüfungsfähigen ausführlichen Ableitungen vorhanden und können als Anlagen den nur kurzen, querschnittsbemessenden Ausarbeitungen beigegeben werden.

*Wirtschaftlichkeit.* Durchschnittlich wird man bei Einzelfeldern, auch bei solchen mit Mittelstützen, durch Anwendung des Kreuzeckrostes etwa  $\frac{1}{3}$  der Konstruktionshöhe und gleichzeitig etwa 30% des Materials sparen. Zusammenfassend kann über die Kreuzeckrosteinzelfelder — mit oder ohne Mittelstützen — gesagt werden: 1. der für die Kostensumme, also für die Wirtschaftlichkeit massgebende Momentenmittelwert ist beim Kreuzeckrost um mindestens 43% kleiner, als bei den anderen Balkenkonstruktionen (den seitenparallelen Rost mit eingeschlossen); 2. das für die Bauhöhe massgebende grösste Feldmoment ist beim Kreuzeckrost um mindestens 55% kleiner, als bei den anderen Balkenkonstruktionen; 3. die für die Steifigkeit massgebende grösste Durchbiegung in Feldmitte ist beim Kreuzeckrost um mindestens 65% kleiner, als bei den anderen Balkenkonstruktionen. Vorstehende Feststellungen gelten für die Einzelfeldtypen.

Der Kreuzeckrost bringt aber auch bei den unbegrenzt durchlaufenden Tragkonstruktionen eine wesentliche Abminderung der Momentensumme und damit des Momentenmittelwertes, also des Materialaufwandes, ausserdem eine starke Verringerung der Grösstmomente und damit wieder



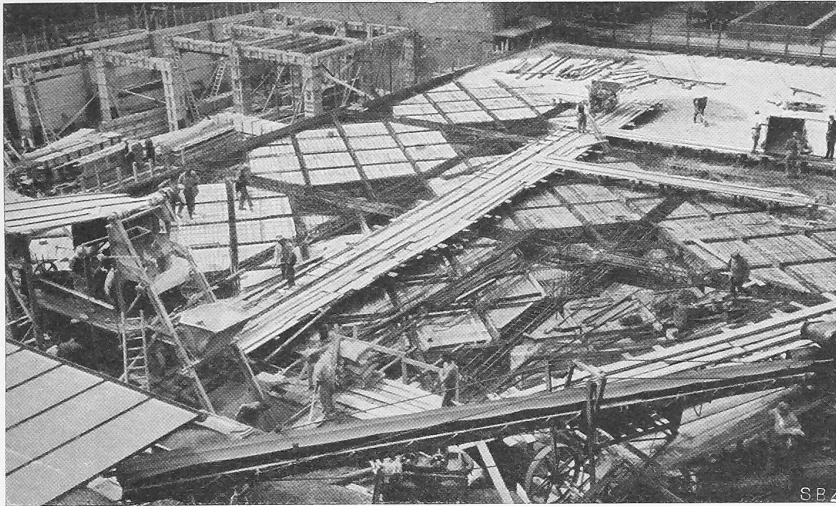


Abb. 7. Bauausführung einer Decke im Neubau des Konsumvereins Leipzig-Plagwitz (Abb. 8).

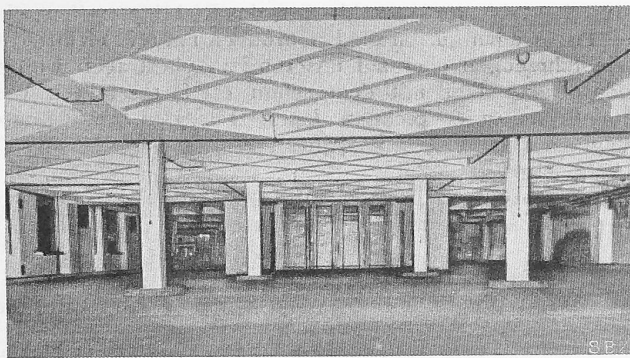


Abb. 8. Durchlaufende Felder im Neubau des Konsumvereins in Leipzig-Plagwitz. Durchweg 60 cm Bauhöhe, Spannweiten > 10 m, Nutzlast 1800 kg/m<sup>2</sup>.

die Möglichkeit zur Beschränkung der Bauhöhe, und schliesslich eine nur geringe Durchbiegung. Erfahrungsgemäss kann gesagt werden, dass man auch bei durchlaufenden Tragkonstruktionen durch Anwendung des Kreuzeckrostes etwa  $\frac{1}{3}$  der Konstruktionshöhe und gleichzeitig etwa 30% des Materials spart. Aus Vorstehendem geht auch hervor, dass der Kreuzeckrost zur Aufnahme von Einzellasten ganz besonders geeignet ist.

Weitere Veröffentlichungen über die Kreuzeckrost-Bauweise sind u. a. zu finden in „Beton und Eisen“, 1932, Hefte 7, 8 und 22; „Zement“ 1931, Hefte 19/21, 1932, Hefte 48/50.

### Die Ermittlung der Anfahrkurven und Fahr-diagramme bei Diesel-elektrischer Zugförderung.

Von Dr. Ing. E. MEYER, Baden.

Die Zeit, die ein Triebfahrzeug braucht, um sich selbst oder einen von ihm gezogenen Wagenzug auf einer gegebenen Strecke auf eine bestimmte Geschwindigkeit zu beschleunigen, bildet oft das wichtigste Kriterium bei der Beurteilung seiner Leistungsfähigkeit. Zur Ermittlung dieser Zeit wird man im allgemeinen genötigt sein, die Kurven aufzuzeichnen, die den Zusammenhang einerseits zwischen Zeit und Fahrgeschwindigkeit und andererseits zwischen Zeit und durchlaufenem Weg bei konstantem Zugsgewicht und konstanter Neigung der Strecke darstellen. Diese Kurven, die ich Anfahrkurven des Triebfahrzeuges nennen will, benötigt man auch für die Aufstellung der Fahr-diagramme und für die genaue Vorausberechnung der Fahrzeit zwischen zwei Stationen.

Am einfachsten gestaltet sich die Ermittlung dieser Kurven bei rein elektrischen Fahrzeugen, da dort über

grössere Geschwindigkeitsbereiche mit einer praktisch konstanten Beschleunigung gerechnet werden kann. Die Geschwindigkeitskurve hat dann linearen und die Wegkurve parabolischen Charakter. Dasselbe ist der Fall bei Dieselfahrzeugen mit mechanischer Kraftübertragung, solange mit der selben Getriebestufe gefahren wird, da der Dieselmotor praktisch eine Maschine konstanten Drehmomentes ist. Bei der Dampflokomotive und vollends beim Diesel-elektrischen Fahrzeug stellt sich das Problem wesentlich anders, da bei beiden die Konstanz der zur Verfügung stehenden Leistung zur Folge hat, dass die Beschleunigung mit zunehmender Fahrgeschwindigkeit abnimmt. Diese Leistung ist im erstgenannten Fall durch die Leistungsfähigkeit des Lokomotivkessels und im zweiten Fall durch die maximale Leistung des Dieselmotors bedingt. Im Nachstehenden sollen nun diese Verhältnisse für den Fall eines Diesel-elektrischen Fahrzeuges näher untersucht werden.

Wie erwähnt, mangelt dem Dieselmotor die für den Eisenbahnbetrieb wünschbare Elastizität, da seine Leistung unter keinen Umständen über einen bestimmten Maximalwert gesteigert werden kann. Umsomehr wird man darnach trachten müssen, dass diese maximale Leistung bei jeder beliebigen Fahrgeschwindigkeit und insbesondere während der Anfahrperiode zur Verfügung steht und ausgenützt werden kann. Es liegt jedoch in der Natur eines jeden Verbrennungsmotors, dass die Höchstleistung nur bei der Höchstdrehzahl abgegeben werden kann. Die erwähnte Forderung wird daher nur dann erfüllt werden können, wenn zwischen der Dieselmotordrehzahl und der Fahrgeschwindigkeit keine Abhängigkeit besteht. Diese Unabhängigkeit ist nun einzig durch die elektrische Kraftübertragung zwischen Dieselmotor und Triebrädern gewährleistet. Darin besteht denn auch ein grosser Vorteil gegenüber der rein mechanischen Uebertragung, wo zwischen der Fahrgeschwindigkeit und der Dieselmotordrehzahl und damit der ausnützbaren Dieselleistung stets ein festes Verhältnis besteht, das allerdings durch die Wahl von verschiedenen Uebersetzungen stufenweise verändert werden kann.

Für die Charakterisierung eines Triebfahrzeuges verwendet der Bahnfachmann mit Vorliebe das sog. Z-V-Diagramm, d. h. die Kurve, die die maximal an den Triebrädern ausübende Zugkraft in Funktion der Fahrgeschwindigkeit darstellt.<sup>1)</sup> Für ein Diesel-elektr. Fahrzeug mit Ausnützung der vollen Leistung hat diese Kurve offenbar theoretisch einen hyperbolischen Verlauf. In Wirklichkeit verläuft sie jedoch etwas anders, weil der Wirkungsgrad der Uebertragung keinen konstanten Wert besitzt, sondern bei den häufigsten Fahrgeschwindigkeiten ein Maximum aufweist, bei höheren Geschwindigkeiten ein wenig, und bei kleineren Geschwindigkeiten etwas stärker abnimmt. Ferner ist der Zugkraft durch die Adhäsion eine obere Grenze gesetzt, sodass es in den seltensten Fällen möglich sein wird, von Anfang an mit der vollen Dieselmotorleistung anzufahren. Der tatsächliche Verlauf einer sol-

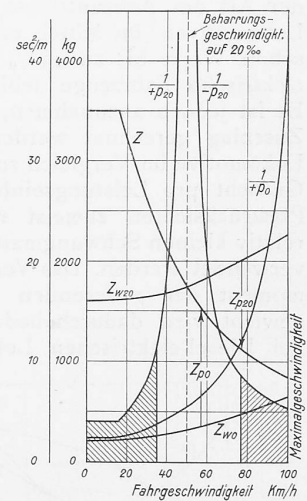


Abb. 1. Charakterist. Kurven für einen 410 PS Diesel-elektr. Triebwagenzug v. 70 t  $Z$  = Zugkraft am Radumfang,  $Z_{w0}$  = Fahrwiderstand in der Ebene,  $Z_{w20}$  = Fahrwiderstand auf 20% Steigung mit 12 km/h Gegenwind.  $Z_p$  = Beschleunigungs- bez. Verzögerungskraft.  $+p$  = Beschleunigung,  $-p$  = Verzögerung.

<sup>1)</sup> Vergl. W. Kummer, Universalschema für Zwischengetriebe, Bd. 100, S. 215\*. Red.