

# Vom Bieugungsmoment

Autor(en): **Kiefer, A.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **49/50 (1907)**

Heft 20

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-26715>

## **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.



für den Stützpunkt auf derselben Seite genommen, zum Verhältnis, in welchem der Balken  $MN$  durch den Schnitt geteilt wird. Hält man die zwei Kräfte fest und wählt zwei Schnitte zwischen ihnen, so verhalten sich die zwei Verhältnisse umgekehrt wie die Teilverhältnisse, in denen der Balken durch die Schnitte geteilt wird.

3. Verändert sich die Grösse der Kraft  $A_1P_1$  proportional dem Abstände von  $M$ , so bewegt sich der Punkt  $P_1$  auf der Geraden  $MP_1$ ; die Punkte  $M', Q'$  beschreiben, wenn der Schnitt gewählt ist, ähnliche Punktreihen. Das Strahlenbüschel von  $M$  nach den Punkten  $Q'$  und das Parallelstrahlenbüschel der Wirkungslinien der Kraft sind projektivisch, und zwar entspricht dem vertikalen Strahl durch  $M$  einerseits die unendlich ferne Gerade und andererseits die Gerade  $MN$ . Das Erzeugnis der beiden Büschel ist also eine Parabel mit  $M$  als Scheitel und  $MN$  als Scheiteltangente. Der Parabelpunkt  $Q_1$  in der Schnittlinie entsteht, wenn  $P_1$  in den Schnitt fällt; die Tangente in  $Q_1$  geht durch die Mitte von  $MQ$ . Die Fläche der Biegemomente für die links vom Schnitt liegenden Kräfte wird durch den Parabelbogen  $MQ_1$  und die Linien  $MQ$  und  $OQ_1$  begrenzt.

4. Ändert sich die Kraft proportional dem Abstände von  $N$ , so bewegt sich der Punkt  $P_1$  auf der Geraden  $NP_1$ . Die Punkte  $M'Q'$  beschreiben, wenn der Schnitt gewählt ist, wieder ähnliche Punktreihen; das Strahlenbüschel von  $M$  nach den Punkten  $Q'$  und das Parallelstrahlenbüschel der Wirkungslinien der Kräfte sind wieder projektivisch. Ihr Erzeugnis ist eine Parabel durch  $M, N$  mit vertikaler Achse. Die Parabeltangente in  $M$  geht nach dem Schnittpunkt  $R$  der Vertikalen durch  $N$  mit der Parallelen durch  $Q$  zu  $NP_1$ ; der Scheitelpunkt liegt senkrecht über der Mitte von  $MN$  in der Höhe  $\frac{1}{4}NR$ . In der Wirkungslinie durch den Scheitel liegt die Kraft, welche das grösste Biegemoment erzeugt. Wählt man die Kraft, welche in der Schnittlinie liegt und konstruiert den Parabelpunkt, so halbiert seine Tangente die Strecke auf  $MR$ , die zwischen  $M$  und der Schnittlinie liegt. Die Fläche der Biegemomente für die links vom Schnitt liegenden Kräfte wird von dem Parabelbogen, der Linie  $MQ$  und der Ordinate in  $Q$  begrenzt.

5. Man kann im Falle 3 die Wirkungslinie der Kraft auch zwischen Schnitt und Stützpunkt  $N$  fallen lassen. Da die Kraft proportional mit dem Abstand von  $M$  sich ändert, so muss man zur Begrenzung der Momentenfläche zwischen dem Punkte auf der Schnittlinie und dem Punkte  $N$  den Parabelbogen legen, welcher dem Falle 4 entspricht, nämlich durch  $N$  und  $M$  geht und vertikale Achse hat. Lässt man im Falle 4 die Kraft zwischen den Schnitt und  $N$  fallen und also proportional dem Abstände von  $N$  sich ändern, so ist zur Begrenzung der Momentenfläche zwischen dem Punkt auf dem Schnitt und  $N$  der Parabelbogen zu legen, der dem Falle 3 entspricht und also  $N$  zum Scheitel und  $NM$  zur Scheiteltangente hat.

### Vorausberechnung und Beurteilung der charakteristischen Kurven von Seriennmotoren für Gleichstrom und Wechselstrom hinsichtlich der Bedürfnisse der elektrischen Traktion.

Von Dr. W. Kummer, Ingenieur.

Die vorliegende Studie bezweckt, dem projektierenden Bahningenieur eine einfache Berechnungsweise der Betriebskurven der Seriennmotoren für Gleichstrom und Wechselstrom, die für Elektrifizierungsprojekte hauptsächlich in Frage kommen, zu bieten. Es soll gezeigt werden, dass es a priori möglich ist, die ungefähren Betriebskurven von Seriennmotoren allein auf Grund der Annahme einer nominellen Normalleistung und Normalgeschwindigkeit aufzustellen, sodass der projektierende Bahningenieur der Beihilfe des Motorenbauenden Elektroingenieurs für den Entwurf vollständiger Elektrifizierungsprojekte garnicht bedarf. Die hier entwickelte Berechnungsweise der Betriebskurven, deren Einfachheit auf Abstraktionen beruht, die weiter unten noch

eingehend diskutiert werden sollen, kommt an die tatsächlichen Verhältnisse so nahe heran, dass sie auch von Seiten des Motorenbauenden Elektroingenieurs beim ersten Entwurf neu auszuführender Motormodelle für die Aufstellung der Betriebskurven hinreichend genau ist. Selbstverständlich ist es für bloss umzuwickelnde und abzuändernde wohlbekannte Motormodelle möglich, auf Grund empirisch aufgenommener Verlust- und Magnetisierungscharakteristiken die Motorbetriebskurven noch erheblich genauer zum Voraus zu ermitteln; für den projektierenden Bahningenieur ist diese grössere Genauigkeit jedoch vollständig belanglos.

Die wichtigste Betriebskurve eines Eisenbahnmotors ist diejenige, welche den Zusammenhang der Zugkraft mit der Umfangsgeschwindigkeit an der Spur der Triebäder des Zuges ergibt und die unter dem Namen der mechanischen Charakteristik des Eisenbahnmotors bekannt ist. An den Verlauf dieser Charakteristik stellt nun das Problem der elektrischen Traktion bestimmte Forderungen, deren wichtigste die folgenden sind:

1. Möglichst konstante Geschwindigkeit für einen grossen Bereich der Zugkräfte zum Zwecke der Einhaltung eines bestimmten Fahrplans bei verschiedenen Zugsgewichten.

2. Die Möglichkeit, bei hohen Zugkräften kleinere Geschwindigkeiten zu entwickeln, als bei niedrigen Zugkräften zum Zwecke der Energieökonomie in besondern Umständen, wie beim Anfahren und beim Bergwärtsbefahren erheblicher Steigungen.

Dass die Seriennmotoren für Gleichstrom und Einphasenwechselstrom den beiden Anforderungen im Allgemeinen entsprechen, sobald von der Spannungsregulierungsanlage auf dem Zuge gewisse Bedingungen erfüllt werden, ist bekannt; es soll nun an Hand der nachfolgenden Darlegungen gezeigt werden, welches diese Bedingungen sind und bis zu welchem Grade die beiden Anforderungen eingehalten werden können, ohne besondere Komplikationen der Spannungsregulierungsanlage auf dem Zuge zu verursachen.

Bei unsern Darlegungen können wir den Gleichstromseriennmotor als Spezialfall des Wechselstromseriennmotors behandeln, wodurch eine Vereinfachung der vergleichenden Rechnungen ermöglicht wird. Den Wechselstromseriennmotor selbst bringen wir dem Verständnis des Lesers dadurch am nächsten, dass wir ihn dem Begriff der allgemeinen Wechselstromdrosselspule subsumieren können; als solche muss er die ihm aufgedrückte äussere Wechselstromklemmenspannung, die von sinusförmigem Verlaufe sein möge, in zwei zu einander senkrechte Komponenten zerlegen, eine Watt-Komponente und eine wattlose Komponente; für jeden Betriebszustand besteht somit ein rechtwinkliges Dreieck der wirksamen Spannungen, wobei die aufgedrückte Klemmenspannung  $C_0$  die Hypotenuse ist und die beiden Katheten  $C_0 \cos \varphi_0$  und  $C_0 \sin \varphi_0$  durch die Winkelfunktionen des Phasenwinkels  $\varphi_0$  zwischen Klemmenspannung und Wattkomponente dargestellt sind. Die Wattkomponente ihrerseits zerfällt nun in die zwei algebraischen Bestandteile der gegenelektromotorischen Kraft  $E$  und des durch Ohm'schen Widerstand, beziehungsweise durch den sog. effektiven Wechselstromwiderstand verursachten Spannungsabfalls.

Die nachfolgende Behandlung des Wechselstromseriennmotors kann ohne weiteres sinngemäss auf den gewöhnlichen Repulsionsmotor übertragen werden, nicht jedoch auf den kompensierten Repulsionsmotor, wegen der veränderten Bedeutung, welche die Motorreaktanzen erlangt.

Wir führen nun die weitere Untersuchung zunächst am verlustlosen Wechselstromseriennmotor weiter, wobei alle Wechselstromgrössen effektiv zu verstehen sind, bekommen damit für die gegenelektromotorische Kraft und die Spannungswattkomponente denselben Ausdruck:

$$E = C_0 \cos \varphi_0 = C_0 \sqrt{1 - \sin^2 \varphi_0} \quad \text{I}$$

Wir, können bei Einführung der Stromstärke  $J$  auch schreiben:

$$E = \sqrt{C_0^2 - \left(\frac{C_0^2 \sin^2 \varphi_0}{J^2}\right)} J^2$$

wobei dann der Ausdruck:

$$\frac{C_0 \sin \varphi_0}{J}$$