

WERNER KRAUS

MIBA
MODELLBAHN
PRAXIS 12



MODELLBAHN LOKOMOTIVEN ELEKTRIK UND MECHANIK

MIBA
MINIATURBAHNEN

INHALT

VORWORT	5	SIEBTES KAPITEL	
		Nachbildung der bewegten Masse mit	
		Schwungscheibe und Elektronik	70
ERSTES KAPITEL			
Als System zu betrachten:			
Triebfahrzeug, Fahrpult und Fahrweg	6	ACHTES KAPITEL	
		Modellbahngetriebe	74
ZWEITES KAPITEL			
Triebfahrzeugdimensionen 1:		NEUNTES KAPITEL	
Masse, Volumen und Materialdichte	10	Fahrgestellkonstruktion, Schwungmasse	
		und Stromabnahme	86
DRITTES KAPITEL			
Triebfahrzeugdimensionen 2:		ZEHNTES KAPITEL	
Geschwindigkeit – Vorbild und Modell	14	Zusatzeinrichtungen in	
		Modellbahntriebfahrzeugen	96
VIERTES KAPITEL			
Triebfahrzeugdimensionen 3:		ELFTES KAPITEL	
Bewegungsenergie	22	Wünschenswerte elektromechanische	
		Eigenschaften	110
FÜNFTES KAPITEL			
Triebfahrzeugdimensionen 4:		ZWÖLFTES KAPITEL	
Zugkraft	24	Zusammenfassung und Ausblick	114
SECHSTES KAPITEL		SACHVERZEICHNIS	116
Modellbahnmotoren	32	LITERATUR	118

Ein neues Triebfahrzeug ist auf dem Markt – eine lang ersehnte Lok, die schon immer ganz oben auf der eigenen Wunschliste gestanden hatte. Bei Betrachtung der ersten Fotos in Modellbahnzeitschriften und nach einem ausgiebigen Blick in das Schaufenster ist man einfach begeistert von der hervorragenden Detaillierung und der filigranen Nachbildung zahlreicher Einzelheiten. Darüber hinaus bescheinigen die Fachzeitschriften eine exakt maßstabsgerechte Nachbildung. So gesehen ist alles in bester Ordnung.

Lange Zeit war allein die äußerliche Perfektionierung der Modellbahnfahrzeuge im Mittelpunkt des Interesses. Leistungen auf diesem Sektor lassen sich gut ins Bild setzen – gleichgültig ob im Werbeprospekt eines Modellbahnherstellers oder in einer Modellbahnzeitschrift. Detaillierung verkauft sich gut; demgegenüber lassen sich gute Betriebseigenschaften bildlich kaum darstellen und schon gar nicht in einem Schaufenster ausstellen.

Nun steht die Wunschlok auf den Schienen der eigenen Anlage, der Geschwindigkeitssteuerknopf am Fahrpult wird betätigt – sie fährt los. Spätestens dann ist der Zeitpunkt gekommen, wo kritische Fragen zu den Fahrzeugeigenschaften gestellt werden. Warum fährt diese Lok wesentlich besser als jene? Wieso bleibt die eine recht ruckartig stehen, während die andere sanft ausrollt? Muß die Lok auf jeder Bogenweiche stehenbleiben? Weshalb zieht die eine gut und die andere nicht? Welche Möglichkeiten gibt es zur Verbesserung des Fahrverhaltens?

Ziel dieses Buches ist es, solche Fragen zu beantworten. Verschiedene technische Lösungen werden einander gegenübergestellt, ihre Eigenschaften verglichen und bewertet sowie Anregungen für Optimierungen vermittelt.

Der Leser wird so in die Lage versetzt, Vor- und Nachteile verschiedener Antriebskonzepte besser beurteilen zu können und dieses Wissen bei seiner Kaufentscheidung einfließen zu lassen. Aber auch konkrete Möglichkeiten zur Verbesserung des Betriebsverhaltens von Modellbahnfahrzeugen werden aufgezeigt. Manches Detail einer hier vorgestellten Lösung läßt sich in die eigene Modellbahn-Praxis übertragen.

Die aufgezeigten Praxisprobleme sollen aber ebenso als Wunsch an die Modellbahnhersteller verstanden werden – als Appell, sich des Problemkreises „Fahrerigenschaften“ anzunehmen. Denn unser Hobby Modelleisenbahn lebt von den charakteristischen Merkmalen einer Eisenbahn, also von Betrieb, Bewegung, Masse, Geräusch, mit einem Wort: vor allem von der Dynamik und nicht nur von der Statik einzelner Motive. Und unser Hobby überlebt nur, wenn Funktionssicherheit und Zuverlässigkeit der Modellfahrzeuge nachhaltig überzeugen können.

Werner Kraus

Als System zu betrachten: Triebfahrzeug, Fahrpult und Fahrweg

Bei einer Zugfahrt auf der Modellbahnanlage spielen drei Faktoren zusammen: Triebfahrzeug, Fahrpult und Fahrweg, also Gleise und gegebenenfalls die Oberleitung. Jede dieser Komponenten leistet einen bestimmten Beitrag zum Fahrverhalten.

Betrachtet man sie einzeln, ergeben sich jeweils die folgenden Fragen:

- Welche spezifischen Aufgaben hat die einzelne Komponente?
- Welchen Einfluß hat man auf ihre technische Ausführung? Und:
- Wie läßt sich ihre Funktion verbessern?

Triebfahrzeug

Sollen sie nicht nur in die Vitrine angestaunt werden, haben Modelltriebfahrzeuge als Hauptaufgabe, Züge zu fördern. Dazu benötigen sie eigentlich nur einen geeigneten Antrieb. Neben der aus Elektromotor mit nachgeschaltetem Getriebe bestehenden Antriebs-einheit sind jedoch weitere technische Einrichtungen in Triebfahrzeugen eingebaut. Die Tabelle auf der nächsten Seite zeigt, um welche Zusatzeinrichtungen es sich dabei handeln kann, und gibt auch Hinweise auf deren Zweck.

Die Möglichkeiten, auf elektrische und mechanische *Triebfahrzeugeigenschaften* unmittelbaren Einfluß zu nehmen, erscheinen im Vergleich mit den Komponenten *Fahrpult* und *Fahrweg* relativ begrenzt. In der Regel werden die Modelle mit all ihren unterschiedlichen, konstruktiv bedingten Eigenschaften

so akzeptiert, wie sie vom Hersteller angeboten worden sind. Diese Aussage gilt in besonderem Maße für die kleineren Spurweiten N und Z. Relativ wenige Modellbahner verfügen über die für viele Umbauarbeiten notwendigen feinmechanischen Präzisionswerkzeuge. Erschwerend wirkt, daß das Angebot für Umbauteile, beispielsweise Elektromotoren und Getriebeteile, vorwiegend auf Spur H0 und größer begrenzt ist. Was kann aber getan werden, um dennoch dem Ziel besserer Fahreigenschaften näher zu kommen?

Ein erster Schritt ist zweifellos die Betrachtung der technischen Eigenschaften von Triebfahrzeugmodellen; den nächsten Schritt bildet eine vergleichende Bewertung verschiedener angebotener Lösungen. Dabei wird schon eine Vielzahl realisierbarer Detailverbesserungen erkennbar.

Gemeinsames Kennzeichen aller an Triebfahrzeugen getroffenen Maßnahmen ist, daß sie jeweils nur bei demjenigen Fahrzeug Verbesserungen bringen können, bei dem sie ausgeführt werden – sie wirken demzufolge *triebfahrzeugbezogen*.

Fahrpult

Testet man seine einzelnen Fahrzeuge mit ein und derselben Einstellung am Fahrpult, wird man entdecken, daß sie unterschiedlich schnell fahren. Eine weitere Entdeckung: Jedes Fahrzeug braucht eine andere Einstellung, bei der es ruckfrei zu fahren beginnt. Dies trifft oft sogar auf Triebfahrzeuge desselben Typs zu.

Triebfahrzeugkomponenten und Zusatzeinrichtungen

Stromabnahmeschleifer	⇒	Stromübertragung Schienen/Punktkontakte/Räder			
Stromabnehmer	⇒	Stromübertragung Oberleitung/Stromabnehmer			
<table border="1"> <tr> <td>Lokdecoder (Vorschalt elektronik)</td><td>⇒</td><td> Mehrzugbetrieb lokspezifische Höchstgeschwindigkeits- vorgabe Anfahr- und Bremszeiteinstellung Mindestanfahrspannungsvorgabe oder Motordrehzahlregelung </td></tr> </table>			Lokdecoder (Vorschalt elektronik)	⇒	Mehrzugbetrieb lokspezifische Höchstgeschwindigkeits- vorgabe Anfahr- und Bremszeiteinstellung Mindestanfahrspannungsvorgabe oder Motordrehzahlregelung
Lokdecoder (Vorschalt elektronik)	⇒	Mehrzugbetrieb lokspezifische Höchstgeschwindigkeits- vorgabe Anfahr- und Bremszeiteinstellung Mindestanfahrspannungsvorgabe oder Motordrehzahlregelung			
Elektromotor	⇒	Zugkraftherzeugung			
Funkentstörbauteile	⇒	Verhinderung von Funkstörungen			
Mechanische Schwungmasse	⇒	Nachbildung von Triebfahrzeugmasse			
Getriebe	⇒	Drehzahl- und Drehmomentanpassung			
Treibräder	⇒	Zugkraftübertragung, Stromübertragung			

Zusatzeinrichtungen

Fernsteuerbare Kupplungen	⇒	vorbildgetreuer Rangierbetrieb
Beleuchtung	⇒	Vorbildtreue
Dampfentwickler	⇒	Vorbildtreue
Geräuschelektroniken	⇒	Vorbildtreue

Umgekehrt gilt dies aber ebenso. Wichtige Merkmale, wie z.B. Geschwindigkeit oder Motordrehmoment oder Langsamfahreigenschaften, werden maßgeblich durch das verwendete Fahrpult beeinflusst. Sinngemäß trifft das auch für Zusatzeinrichtungen zu.

Ein Fahrpult unterliegt keinen maßstabbedingten räumlichen Beschränkungen. Dar-

überhinaus ist es ein quasi externer Anlagenteil und somit gut zugänglich. Es bestehen zahlreiche Möglichkeiten zur Beeinflussung seiner elektrotechnischen und ergonomischen Eigenschaften. Nimmt man einmal an, durch technische Änderungen ließe sich das Fahrverhalten von Triebfahrzeugen verbessern: Welche Vorteile hätten Maßnahmen am

Fahrpult verglichen mit anderen Möglichkeiten, wie z.B. Arbeiten an der Triebfahrzeugmechanik?

Verbesserungen am Fahrpult würden sich im gesamten Stromversorgungsbereich eines Fahrpultes auswirken (also für *alle* eingesetzten Loks).

- Sie sind ohne Eingriffe in Triebfahrzeugmodelle möglich.
- Sie kommen Fahrzeugen sämtlicher Modellbahnmaßstäbe einschließlich der Spuren N und Z zugute.
- Sie sind unabhängig von den spezifischen Platzverhältnissen in Lokmodellen.
- Sie sind auch bei allen Zusatzeinrichtungen der vorhandenen Triebfahrzeuge wirksam.
- Sie dienen gleichermaßen sämtlichen künftig zu beschaffenden Fahrzeugen.
- Sie stellen eine einmalige Investition dar. Demgegenüber ziehen triebfahrzeugbezogene Maßnahmen ständig wiederkehrende Kosten nach sich.

Diese Argumente zeigen, daß Überlegungen hinsichtlich einer Fahrpultoptimierung zumindest lohnenswert sind. Es ist deshalb festzuhalten:

- Änderungen an Triebfahrzeugen wirken, wie erwähnt, jeweils auf ein bestimmtes Triebfahrzeug bezogen; im Gegensatz dazu wirken Maßnahmen am Fahrpult auf alle mit einem Fahrpult gesteuerten Triebfahrzeuge.
- Zwischen Triebfahrzeugverhalten und Fahrpulteigenschaften besteht eine sehr ausgeprägte wechselseitige Beziehung. Folglich wird bei der Bewertung von Triebfahzeugeigenschaften gefragt, ob sie durch Maßnahmen am Fahrpult verbessert werden können. Wenn ja, können die dafür notwendigen Forderungen an die Fahrpulteigenschaften formuliert und in einem Forderungskatalog zusammengefaßt werden.

Fahrweg

Der Fahrweg besteht aus den Gleisanlagen und gegebenenfalls den Oberleitungsanlagen. Die Gleisanlagen dienen bei der Modelleisenbahn neben der Fahrzeugführung auch der Übertragung elektrischer Energie. Im Rahmen des hier gestellten Themas interessieren in erster Linie die elektromechanischen Eigenschaften des Fahrweges. Solche das Fahrverhalten beeinflussenden Gesichtspunkte sind beispielsweise:

- Zahl und Querschnitt der Fahrstromspeisungen,
- Spannungsabfall in Zuleitungskabeln und Schienen,
- Übergangswiderstände an Schienenverbindungen,
- Übergangswiderstand Schiene/Rad,
- Spannungsabfall in der Oberleitung,
- Übergangswiderstand Fahrdraht/Stromabnehmer,
- Materialpaarung Schienen/Räder,
- bauartbedingt potentialfreie Schienenabschnitte besonders bei Weichen,
- Gleis- und Radgeometrie.

Drei allgemeine Hinweise dürfen hierbei nicht fehlen:

- Kein Fahrzeug und erst recht kein Fahrpult kann Mängel bei der Fahrweggestaltung ausgleichen. Exakte Gleisverlegung und eine gewissenhaft errichtete Oberleitungsanlage tragen entscheidend zu gutem Fahrverhalten bei.
- Die Optimierung des Fahrweges ist meist einfacher als Änderungen an Triebfahrzeugen. Deshalb sollte gerade auch diese Möglichkeit schon gleich beim Anlagenbau genutzt werden.
- Verbesserungen am Fahrweg wirken auf alle Fahrzeuge gleichermaßen positiv.

Die Vielzahl der angesprochenen Punkte macht deutlich, wie komplex die bei einem Fahrvorgang ablaufenden Prozesse sind. Sollen maßgebliche Verbesserungen des Triebfahrzeugverhaltens erreicht werden, so ist das sicher nicht durch die herausgelöste Betrachtung einer einzelnen Komponente erzielbar, sondern vielmehr durch zahlreiche und ausgewogene Verbesserungen sämtlicher Faktoren. Ein Beispiel untermauert diese These: Zwar kann durch Herabsetzung der Fahrspannung am Fahrpult die Geschwindigkeit aller Triebfahrzeuge reduziert werden.

Damit ist jedoch noch längst nicht der richtige Geschwindigkeitsunterschied zwischen einer Rangierlok und einer Schnellzuglok hergestellt.

Demnach wird der Erfolg am wirkungsvollsten sein, wenn das Triebfahrzeugmodell, die Zusatzeinrichtungen, der Fahrweg und auch das Fahrpult in die Überlegungen einbezogen werden. Zwischen ihnen besteht die bereits erwähnte enge wechselseitige Beziehung, deren Güte letztlich über das Maß an Vorbildähnlichkeit beim Modellbahnbetrieb entscheidet.

Triebfahrzeugdimensionen 1: Masse, Volumen und Materialdichte

In älteren Modellbahnkatalogen findet man bei Lokomotivbeschreibungen meistens auch die Angabe des Triebfahrzeuggewichtes. Mit zunehmender Verwendung von Kunststoffen und der häufig damit einhergehenden Gewichtsreduzierung verschwand diese Angabe leider häufig aus den Katalogen.

Eine große Fahrzeugmasse garantiert zwar von sich aus alleine noch keine guten Fahreigenschaften, aber gerade in Spur N sollte sie nicht so einfach verspielt werden. Die Masse hat einen erheblichen Einfluß auf das Betriebsverhalten eines Fahrzeuges; so beeinflusst sie Fahreigenschaften (insbesondere die Bewegungsenergie), Zugkraft, schwingungstechnisches Verhalten (Geräusch, Vibration) und den elektrischen Kontakt zwischen Rad und Schiene.

Volumen V und spezifische Dichte σ des verwendeten Materials bestimmen die Masse m eines Fahrzeuges. Dieser Zusammenhang präsentiert sich in der folgenden Formel:

$$m = V \cdot \sigma$$

Fahrzeugvolumen und spezifische Materialdichte

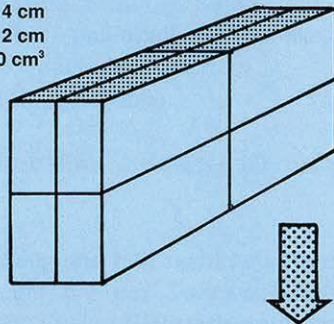
Angenommen, die Längenmaße eines Körpers sollen im Maßstab 2 : 1 verkleinert werden. Wie ändert sich dabei sein Volumen? Die Skizze gibt die Antwort. Bei halbem Längenmaßstab vermindert sich das Volumen auf den achten Teil seines Ursprungswertes. Da das Fahrzeugvolumen einerseits vom Mo-

dellbahnmaßstab und andererseits vom gewählten Vorbild abhängt, bietet es naturgemäß keinen Ansatzpunkt für Änderungen.

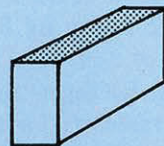
Die spezifische Dichte ist eine rein materialabhängige Größe. Man kann sagen: Je schwerer ein Werkstoff, desto größer seine Dichte. Einige Dichteangaben in g/cm^3 zur Demonstration ihres Einflusses auf das Fahrzeuggewicht finden sich auf der nächsten Seite.

Fahrzeugvolumen und Verkleinerungsmaßstab

Länge: 10 cm
Höhe: 4 cm
Breite: 2 cm
Volumen: 80 cm^3



Länge: 5 cm
Höhe: 2 cm
Breite: 1 cm
Volumen: 10 cm^3



Diese Skizze verdeutlicht, daß doppelter Längenmaßstab vierfachen Flächen- und achtfachen Volumenmaßstab bedeutet.

Zur Erhöhung des Fahrzeuggewichtes ist die Verwendung möglichst schwerer Werkstoffe notwendig. Auch in diesem Punkt sind Besitzer größerer Spurweiten im Vorteil, weil bei dem ohnehin größeren Fahrzeugvolumen mehr schweres Material untergebracht werden kann. Eine Gewichtserhöhung ist bei kleinen Fahrzeugen zweifellos schwieriger – dennoch hat gerade diese Maßnahme hier einen hohen Stellenwert. Das ist kein Nachruf auf frühere Gußmodelle, sondern vielmehr Ausdruck der Forderung, jeden Hohlraum gut detaillierter Kunststoffgehäuse konsequent mit Ballastgewichten zu füllen.

Schweres Material für Modelltriebfahrzeuge

Besonders für Fahrwerksblöcke werden von der Modellbahnindustrie Feinzinklegierungen (ca. 95 % Zink, Aluminium und Kupfer) verwendet. Ihre Dichte liegt bei $6,8 \text{ g/cm}^3$. Sie haben eine günstig niedrige Schmelztemperatur von 380° bis 390° und lassen sich deshalb relativ einfach in gehärtete stählerne Formen spritzen.

Moderne Formenbau- und Druckgußtechnik sind in der Lage, feindetaillierte Gußstücke aus Zinkdruckguß zu produzieren, wenn auch der Detaillierungsgrad der Kunststofftechnik damit noch nicht erreicht werden kann.

Spezifische Dichte einiger Materialien

Leicht

1	Kunststoffe:	1,0 – 1,8 g/cm ³
2		
3	Aluminium:	2,7 g/cm ³
4		
5		
6	„Zinkdruckguß“	ca. 6,8 g/cm ³
7	Eisenmetalle:	7 bis 8 g/cm ³
	Grauguß:	7,25 g/cm ³
8	Messing:	8,6 g/cm ³
9	Kupfer:	8,9 g/cm ³
10		
11	Blei:	11,3 g/cm ³
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19	Gold:	19,3 g/cm ³
20		
21	Platin:	21,4 g/cm ³

Schwer

Feinzinklegierungen schneiden beim Vergleich der spezifischen Dichten günstig ab. Das für Ballastzwecke an sich sehr gut geeignete Blei scheidet wegen seiner toxischen Eigenschaften als Werkstoff aus.

Wandlungen der V 200-Modelle von Arnold

Katalog Nr.	Baujahr	Länge über Puffer	Gewicht
0201	1963	84 mm – 27 %	130 g 100 %
0202	1971	109 mm + 25 mm – 5 %	138 g + 8 g + 6 %
2025	1988	115 mm + 31 mm 100 %	110 g – 20 g – 16 %

