

## Krawall auf der Gartenbahn - 1. Teil: Grundlagen

Dieser erste Teil der Artikelserie widmet sich den grundsätzlichen Fragen der Technik hinter den Geräuschen auf der Modellbahn. Damit sollen Begriffe, physikalische Grundlagen und die Technik, die für den Lärm auf der Anlage sorgen, geklärt werden.

Beim Vorbild wird in den letzten Jahren vermehrt darauf Wert gelegt, möglichst ohne bzw. nur mit geringer Umweltbelastung, eben auch der akustischen, zu arbeiten. Wir Modellbahner haben im Widerspruch dazu oft ganz andere Anliegen. Die Wirkung des Spielbetriebs soll durch akustische Untermahlung unterstützt und verstärkt werden. Jeder, der auf Ausstellungen längere Zeit den Geräuschen solcherart ausgerüsteter Fahrzeuge ausgesetzt war, weiß, dass des Guten auch zuviel sein kann. Wie bei vielen anderen Modellbahn-Themen, stellt sich die Frage der Vorbildtreue. Hier gibt es PKNZ\*), die - wie ein Musiker - kritisch die abgespielten Sounds analysieren, aber auch andererseits die Betriebsbahner, die einfach nur einigermaßen dazupassende Geräusche erwarten. Beides hat seine Berechtigung und wird von der Modellbahnzubehörindustrie durchaus bedient.

Geräuscherzeuger:

In den Anfängen waren es Tonbänder oder Schallplatten, die kunstvoll mit den Bewegungen der Fahrzeuge synchronisiert wurden. Der Aufwand lies aber kaum Spielpass aufkommen.

Künstliche Geräuschgeneratoren, die mittels Tongeneratoren Dieselgeräusche bzw. über das Verstärken von Rauschquellen die Dampfschläge nachzustellen versuchen, sind am untersten Ende der Geräusch-Angebote zu finden. Bekanntestes Produkt dieser Art ist das Dampfgeräusch der Startpackungs-Stainz, oder die US-Dampfer von Bachmann.

Die Mehrzahl der besseren Geräusch-Decoder benutzen Tonaufnahmen des Vorbildes. Diese werden geschickt zusammengestellt und nacheinander immer wieder abgespielt. Die Qualität der Geräusche hängt hier einerseits von den verwendeten technischen Komponenten ab, fast wichtiger ist andererseits aber das Zusammenstellen bzw. zielgerichtete Verändern der Geräusche für die Anwendung im Modell.

Bei den Geräusch-Decodern gibt es sowohl reine Geräusch-Decoder als auch Kombi-Dekoder, die die Soundfunktion mit der Motor- und Lichtfunktion verbinden. Bekannt als Geräusch-Decoder sind hier die Produkte von Dietz und Phoenix, die seit vielen Jahren in Modelle eingebaut werden. Der Einbau ist teilweise ziemlich aufwändig, da für jedes Geräusch ein eigener Decoderausgang benötigt wird. Das endet in einem Kabelverhau. Die LGB Pulsketten-Technik bringt hier eine deutliche Verbesserung, man kann alle Geräusche mittels eines Drahtes vom Decoder zum Geräuschbaustein übertragen. Die damit einhergehende Verzögerung von bis zu 7 Sekunden macht einen flüssigen Spielbetrieb mit Sounds praktisch unmöglich. Dietz hat als Lösung des Problems die SUSI Schnittstelle

vorgestellt. Diese ist auch bereits von der NMRA genormt worden. Es werden die Soundbefehle ebenfalls seriell an den Geräuschbaustein gesendet, dies erfolgt aber sehr schnell. Dem Anwender fällt keine Verzögerung auf. Man benötigt zur Programmierung der Decoder eine einigermaßen normkonforme DCC Ausrüstung. Die relevanten CV's liegen im Adressraum knapp unter 1000, manche Zentralen ermöglichen leider keinen Zugriff auf diese CVs. Dies ist wieder einer jener Fälle, der Kunden von „Einsteigerlösungen“ die Beschränkungen dieser Digitalzentralen vor Augen führt.

Neue LGB Modelle mit den letzten Generationen von On-Board-Adaptern haben ein pulskettenähnliches Verfahren zur Ansteuerung von Soundplatinen. Leider hat man dafür nicht das genormte SUSI Verfahren benutzt, man will offensichtlich keine Inter-Operabilität mit anderen Herstellern. Es gibt aber Alternativen. Der MX69 von ZIMO - also der reine Fahrdecoder - hat auch dieses Verfahren (ab Softwareversion 9) bereits erlernt.

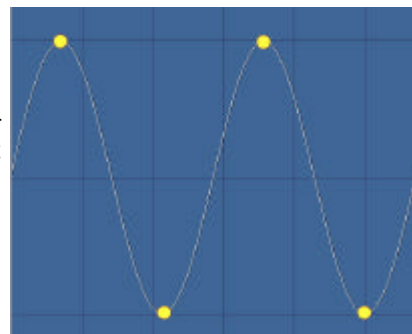
Die Kombi-Dekoder lösen das Verbindungsproblem einfach, indem Fahr-Decoder und Sound-Decoderfunktion auf einem Baustein integriert werden. Damit entfällt der Kabelverhau. Weiters bietet das ergänzende Möglichkeiten der Geräuschgestaltung. So zum Beispiel: wenn der Fahrdecoder höhere Belastung bemerkt, z.B. durch Bergauffahren, kann er diesen betrieblichen Zustand nutzen, um andere Geräusche zu spielen.

Technisches zu Geräuschen:

Der Mensch kann einen Frequenzumfang von etwa 30Hz bis 16kHz hören. Leider nimmt vor allem die Hörleistung im oberen Frequenzbereich mit steigendem Alter schnell ab. Umweltbelastungen können dazu führen, dass schon Jugendliche kaum mehr über 10-12 kHz hören können. Um vergleichbare Werte zu haben, verwendet man hier immer Sinus-Töne, die technisch gesehen sauberen Töne. Das menschliche Gehör kann aber auch Frequenzen, die oberhalb der eigentlichen Hörfähigkeit liegen, in Form von Klangfarben wahrnehmen. Daher kann es durchaus sinnvoll sein, einen möglichst breiten Frequenzumfang als Geräusch vom Decoder abgeben zu lassen. Der reale Betrieb einer Modellbahn mit seinen Nebengeräuschen durch das Rollgeräusch der Fahrzeuge und anderer Einwirkungen im Garten, schaffen hier aber ganz andere Gegebenheiten, als jene im Wohnzimmer neben der HiFi-Anlage. Auch hier gilt: es muss jeder für sich selbst entscheiden, was sinnvoll ist bzw. (finanziell) möglich sein soll.

Damit man einen Ton mit seiner Tonhöhe aufzeichnen kann, ist es

notwendig, dass man die Signalquelle mit zumindest der doppelten Frequenz abtastet. Das bedeutet, wenn ein Auf-



\* PKNZ = Pufferküsser und Nietenzähler

zeichnungsverfahren 10000 mal pro Sekunde die Quelle abtastet und aufzeichnet, können Frequenzen bis etwa 5kHz aufgezeichnet werden. Die weit verbreiteten Decoder benutzen derzeit 11,025kHz das ergibt etwa 5,5kHz als höchsten darstellbaren Ton. Das erscheint recht wenig, doch lassen wir die Kirche im Dorf! Telefone übertragen nur bis 3,5kHz und das Fernsehen kommt auch nur auf etwa 5kHz. Wir sind eigentlich schon gewöhnt, nicht viel mehr zu hören. Modernere Decoder bieten manchmal als Alternative auch 16kHz oder 22,5kHz Abtastrate (Sample Rate) an. Das mag recht übertrieben scheinen, an der Klangfarbe der Geräusche kann man die höhere Abtastung aber sicher erkennen.

Hauptgrund für die möglichst sparsame Abtastung ist die Menge der zu speichernden Geräuschdaten. Eine Verdoppelung der Abtastrate verdoppelt die Menge der Daten. Wenn man die Datenmenge durch die Speicherbausteingröße begrenzt, wird durch eine bessere Abtastrate die Aufzeichnungslänge verkürzt.

Neben der Abtastrate gibt es ein weiteres Qualitätskriterium: wie viele Lautstärkenunterschiede können unterschieden werden? Technikerbezeichnung: wie viele Bit pro Messung werden zur Speicherung verwendet. Bei den Modellbahndecodern sind derzeit 8Bit also 255 Stufen üblich. Akustisch betrachtet, ist das der Dynamikumfang, der zur Verfügung steht. Das ist wichtig, um leise Geräusche noch darstellen zu können aber auch laute brillant wiederzugeben. Für den Modellbahneralltag reichen die 255 Stufen aus, meine ich.

Die nächste Hürde ist die Speicherung der Daten. Derzeit wird dafür üblicherweise keine Komprimierung eingesetzt. Man speichert einfach hintereinander die Messwerte. Dieses Verfahren wird auch auf Audio-CDs verwendet, dort aber mit höherer Qualität, d.h. 42kHz Abtastung, Stereo mit 12Bit Auflösung. Dieses Format ist den Computeranwendern als WAV-Datei geläufig. Komprimierungsverfahren wie z.B. MP3 werden nicht verwendet, im wesentlichen wegen der zu geringen Prozessorleistung der Decoder. Weiters würden wohl auch Lizenzabgaben anfallen, die in der MOBA-Branche derzeit nicht mehr zu verdienen wären.

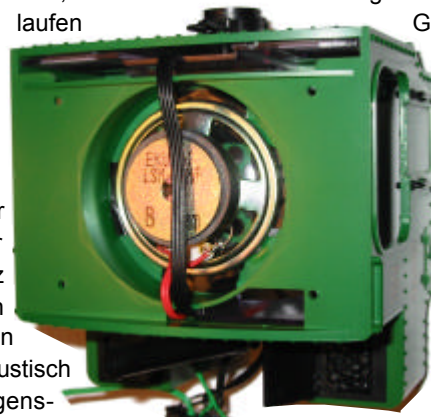
Hat man nun endlich alles drin in dem Decoder, der es abspielen soll, stellt sich als nächstes die Frage: wie kann man's hörbar machen? - Über einen Lautsprecher - Nona! Aber genau hier liegt die Ursache für die meisten Enttäuschungen am Geräuschsektor, denn so wie bei HiFi-Anlagen ist der dann fast immer das schwächste Glied der Kette. Um eine ordentliche Wiedergabe zu erreichen, sind möglichst große Lautsprecher in Lautsprecherboxähnlichen Konstruktionen anzustreben. Weiters soll der Schall möglichst direkt an die Umwelt abgegeben und nicht durch Gehäuse gedämpft werden. Ein Lautsprecher irgendwo im

Modell, wo die Luft von der Vorderseite zur Rückseite der Membranen laufen wird keine Ergebnisse bringen. Durch das An-der-Außenkante-Herumlau-



fen des Schalls ergibt sich ein akustischer Kurzschluss, das Ergebnis klingt leise und ohne Bässe. Die hohen Töne sind von dieser Problematik weniger betroffen, weil die Zeit, die die Luft benötigt, um um den Lautsprecher herum zu wandern bei höheren Frequenzen nicht ausreicht.

Ein Lautsprecher, eingelassen im Boden einer Lok mit einem einigermaßen dichtem Gehäuse als Resonanzkörper, ist schon fast ideal. Als „Lautsprecherboxen“ lassen sich viele Materialien verwenden. Je nach Größe: Medikamentendosen, Kappen von Spraydosen, oder kleine Einmachgläser. Konservendosen laufen Gefahr, Rost anzusetzen, davon ist daher abzuraten. Je fester das Material ist, um so entwickelt sich der Klang mit dem Die Stainz im Dach s e n e n



cher ist akustisch ein verfolgens-wertes Baukonzept. Der vorhandene Lautsprecher sollte aber dennoch getauscht werden. Viele Hersteller setzen leider Lautsprecher mit Papier-Karlotten ein. Eine Nacht im Freien mit morgendlichem Tau kann die Lautsprechermembran bereits unbrauchbar machen. Der Fachhandel bietet Lautsprecher mit Mylar-Karlotten, denen Wasserdampf und Tau nichts anhaben können. Die Bauformen 40, 50 und 66mm Durchmesser passen genau in die in vielen Modellen vorgesehenen Einbauplätze.

Der Lautsprecher sollte auf jeden Fall so montiert werden, dass ein direkter Abgang der Geräusche nach außen möglich ist. Dazu muss man manchmal Löcher in die Bodenplatte bohren. Gute Beispiele sind die alten 2095er. Es gibt aber auch Modelle die, ohne das optische Erscheinungsbild empfindlich zu stören, keine gute Möglichkeiten zum Lautsprechereinbau bieten. Die LGB Spreewald ist so ein Fall und auch bei manchen „U“ Modellen muss man sich mit Kompromissen zufrieden geben.

Der Einsatz in mobilen Fahrzeugen, wo durch den Betrieb ja ganz spezielle Anforderungen gesetzt werden, wirft viele der gängigen HiFi-Anforderungen um. Hat sich das Fahrzeug einmal wenige Meter vom Zuhörer weg bewegt, gelten schnell ganz andere Gesetze. Man muss sich auch überlegen ob eine Lok, die 20-50 Meter weit weg ist, noch zu hören sein soll. Die lieben Nachbarn werden dazu vermutlich ihre eigene - sprich andere - Meinung haben!

In der nächsten Ausgabe wird das Thema Sounddecoder fortgesetzt. Wir planen, das Aufzeichnen von Geräuschen, die Bearbeitung und das Einspielen der Aufzeichnungen in die Decoder zu beschreiben.

Fotos & Text (-AH-)

## Vergleich Grosspur Kombidekoder (Stand: Okt. 2005)

Technische Daten:	ESU - LokSoundXL V 3.0	ZIMO MX690	TRAN
Größe:	ca. 51mm x 40mm x 14mm	Ca. 55mm x 26mm x 16mm	Ca. 70mm x 44mm x 25mm
Anschluß:	Schraubklemmen	Stecker und Schraubklemmen	Stecker und Schraubklemmen
Betriebsspannung:	5-25V / Umschaltimpuls 32V	7-28V	7-25Volt
Unterstützte Protokolle und Betriebsarten:	Märklin Motorola (alt und neu) mit 14 Fahrstufen	Märklin Motorola	Märklin Motorola , Selektrix
	DCC mit 14, 28 und 128 Fahrstufen	DCC mit 14, 28 und 128 Fahrstufen	DCC mit 14, 28 und 128 Fahrstufen
	Analog DC und AC	Analog DC	Analog DC
Fahrtreglerteil:	3A Belastbarkeit	bis 5A (je nach Modell)	bis 10A (je nach Modell)
	32 kHz Taktfrequenz für extrem leise, motorschonende Ansteuerung	32 kHz Taktfrequenz für extrem leise, motorschonende Ansteuerung	32 kHz Taktfrequenz für extrem leise, motorschonende Ansteuerung
Funktionsausgänge:	8 Ausgänge, davon 2 für Lichtfunktionen benutzt	14 Funktionsausgänge, davon 2 für Lichtfunktionen benutzt	4 Funktionsausgänge plus 2 für Licht, 2 Funktionsausgänge geteilt mit Sound
	600mA Belastbarkeit pro Ausgang, gemeinsam gegen Überstrom geschützt	500mA Belastbarkeit pro Ausgang, gemeinsam gegen Überstrom geschützt	500mA Belastbarkeit pro Ausgang, gemeinsam gegen Überstrom geschützt
Niederspannung (5-8V)	nein	Ja einstellbar beim MX690V	nein
	2 Eingänge	3 Eingänge	Synchronisationseingang
		4 Ausgänge für Servos	
Summenstrom aller Funktionsausgänge:	ca. 2,0A	ca. 2,0A	ca. 2,0A
Soundteil:	vier unabhängige Soundkanäle	vier unabhängige Soundkanäle	drei unabhängige Soundkanäle
	1,5 Watt	ca 5 Watt	1 bis 5 Watt (je nach Modell)
	16KHz Sampling mit 8 MBit Speicherkapazität für bis zu 65 sec. Sound	11kHz oder 22KHz Sampling mit 8 MBit Speicherkapazität 16mBit	11KHz Sampling mit 2-16 MBit Speichertiefe
Lautsprecher:	4/8, bzw. 16/32 Ohm (Auswahl mittels Jumper)	4/8 Ohm	8 Ohm
Lautstärkeregelung	CV	CV	CV
Eigene Samples möglich?	Ja	Ja	Ja
Eigener Programmierer nötig?	Ja	Ja	Ja

