

Booster: Strom, Signale und Sicherheit für den Digitalbetrieb

Jede digitale Anlage braucht mindestens einen Booster (oder Leistungsverstärker, wie manche Hersteller ihn nennen). In vielen Digitalzentralen ist bereits ein Booster enthalten, der für die Versorgung einer kleineren Anlage ausreicht (z. B. Märklin Control Unit, Märklin Central Station, Uhlenbrock Intellibox, Fleischmann Twin Center, ESU Ecos, Viessmann Commander). Spätestens dann, wenn der Digitalbetrieb erweitert wird, werden Booster in Form externer Geräte erforderlich. Wird eine Zentrale eingesetzt, in der kein Booster integriert ist, gehört ein externer Booster zur digitalen Grundausstattung (z. B. Tams MasterControl, Lenz LH-Serie, ROCO Multimaus).

Was machen Booster?

Booster haben im wesentlichen drei Aufgaben:

1. Den Strom liefern, der zum Betrieb der digital angesteuerten Loks und Weichen und der sonstigen digitalen Verbraucher benötigt wird.
2. Die Spannung ans Gleis bringen, so dass die digitalen Fahr- und Schaltbefehle bei allen Fahrzeug- und Zubehördecodern ankommen.

3. Im Falle eines Kurzschlusses auf der Anlage (z. B. beim Entgleisen eines Fahrzeugs) dafür sorgen, dass der Strom abgeschaltet wird und Schäden an den Schienen und den Fahrzeugen verhindert werden.

Booster = Booster?

Jeder Booster von jedem Hersteller erfüllt die drei genannten Aufgaben. Wegen der spezifischen Anforderungen, die sich aus der Kombination mit den anderen Digitalkomponenten ergeben, gibt es verschiedene Boostertypen. Hinzu kommen individuelle Anforderungen, z. B. an den Strombedarf oder auf Grund der Betriebsabläufe auf der Anlage, die Unterschiede zwischen den verschiedenen angebotenen Boostern erklären.

Die "richtigen" Booster einzusetzen, ist für einen störungsfreien Digitalbetrieb Grundvoraussetzung. Ein "falscher" Booster funktioniert eventuell gar nicht, kann aber

auch erhebliche Probleme bereiten, für die er nicht auf Antrieb als Verursacher in Betracht kommt. Flackernde Zugbeleuchtungen oder ungleichmäßige Fahrgeschwindigkeiten gehören zu den harmlosen Störungen, für die Booster verantwortlich sein können. Booster können aber auch schwere Unfälle oder Schäden verursachen, wenn die Digitalsignale nicht korrekt übertragen werden oder Kurzschlüsse an den Trennstellen zwischen den Boostern auftreten. Reagieren die Booster bei einer Zugentgleisung nicht "richtig" oder zu spät, können Schäden an Schienen oder Fahrzeugen die Folge sein.

Strom

Booster, die in Digitalzentralen integriert sind, liefern zwischen ca. 1,5 A (kleine Digitalsteuerungen) und bis zu 5 A Strom und mehr (große Digitalzentralen). Sollen mehr als 2 bis 3 Züge gleichzeitig fahren und in mehreren Wagen die Innenbeleuchtungen eingeschaltet werden, sind die Grenzen der integrierten Booster kleiner Zentralen schnell erreicht und mindestens ein zusätzlicher Booster wird benötigt.

Externe Booster werden mit 2,5 A, 3 A, 4 A oder 5 A, aber auch mit 10 A oder mehr Ausgangsstrom angeboten. Die Idee, leistungsstarke Booster für die Versorgung großer Abschnitte oder gar der kompletten Anlage einzusetzen, liegt nahe, verspricht diese Lösung doch einen minimierten Montageaufwand. Auch die Tatsache, dass die Trennstellen zwischen den Boosterabschnitten beim Überfahren Probleme

bereiten können, lässt den Gedanken an die Verringerung dieser Trennstellen auf das Minimum verlockend erscheinen.

Die Idee hat nur einen entscheidenden Haken: Um den hohen Ausgangsstrom des Boosters ausnutzen zu können, muss der Abschaltstrom (oder anders formuliert: die Kurzschluss-Empfindlichkeit) entsprechend heraufgesetzt werden.

Der Abschaltstrom, bei dessen Erreichen die Anlage aus Sicherheitsgründen abgeschaltet werden sollte, ist umso geringer, je kleiner die Nenngroße der Anlage ist. Das kommt nicht von ungefähr: Um sich vorzustellen, wie der filigrane Radschleifer eines N-Fahrzeugs nach einem Kurzschluss auf einer Anlage aussieht, die durch einen 5 A-Booster versorgt wird (und nachdem 4,99 A Strom hindurchgeflossen sind), bedarf es nur wenig Phantasie.

Nenngroße	empfohlener Abschaltstrom
Z und N	2 A
TT und H0	3 A
0, I und II	5 A

Gleisspannung

Nenngröße	empfohlene Gleisspannung
Z	12 V
N und TT	14 V
H0	18 V
0, I und II	22 – 24 V

Lokomotoren sind – abhängig von der Nenngröße – für den Betrieb mit einer bestimmten Gleisspannung ausgelegt. Werden sie mit einer deutlich höheren als der empfohlenen Gleisspannung angesteuert, werden die Motoren stärker belastet und die Kohlen stärker abgenutzt, HF-Störungen und Bürstenfeuer werden verstärkt.

Lokdecoder sind in der Regel für eine Gleisspannung von maximal 24 V ausgelegt,

manche Minidecoder nur für eine Gleisspannung von 18 V. Eine geringe Überschreitung der maximal zulässigen Spannung um 1 bis 2 V führt meistens nicht zur Beschädigung der Lokdecoder, jedoch in jedem Fall zu einer deutlichen Erwärmung. Bei einer ungünstigen Einbausituation mit schlechter Wärmeabführung können Schäden an den angrenzenden Kunststoffteilen der Lok die (unerwünschte) Folge sein.

Geregelte und unregelte Booster

Geregelte Booster halten die Spannung im angeschlossenen Streckenabschnitt konstant. Das heißt, die Gleisspannung am Boosterausgang entspricht dem Wert, der für den Booster angegeben oder (bei einstellbaren Boostern) eingestellt ist – unabhängig vom aktuellen Stromverbrauch.

Die Spannung, die beim Einsatz unregelter Booster am Gleis anliegt, hängt zum einen

direkt von der Nennspannung des eingesetzten Trafos ab. Zum anderen ist die Gleisspannung vom aktuellen Stromverbrauch abhängig. Die Spannungsschwankungen, die sich aus Veränderungen beim Stromverbrauch ergeben, führen dazu, dass die Fahrgeschwindigkeiten der Loks und die Helligkeit der Beleuchtungen variieren.

EXKURS:

Nennspannung des Trafos ≠ Gleisspannung

Bei geregelten Boostern regelt die Elektronik die Ausgangsspannung auf einen festen Wert. Beim Einsatz unregelter Booster hängt die Gleisspannung vom Trafo und vom Stromverbrauch ab. Sie ist nicht identisch mit der Nennspannung des Trafos. Was steckt dahinter?

1. Die Nennspannung des Trafos wird als Effektivspannung U_{eff} angegeben, es handelt sich also um den Mittelwert. Für die Gleisspannung ist jedoch die Spitzenspannung U_s von Bedeutung. Daher gilt: $U_s \cong 1,4 \times U_{eff}$

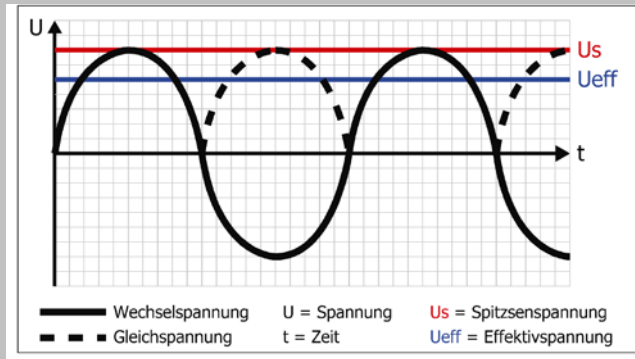


Abb.: Nennspannung und Spitzenspannung

Die maximale Gleisspannung entspricht der Spitzenspannung U_s , die ca. 1,4 x so hoch ist wie die auf dem Trafo angegebene Effektivspannung U_{eff} .

Anmerkung: Mathematisch korrekt, aber schwieriger zu rechnen wäre:

$$U_s = \sqrt{2} \times U_{eff}$$

Dem nebenstehenden Beispiel liegt der Einsatz eines H0-typischen Trafos mit 54 VA zu Grunde. Die Gleisspannung, die in Kombination mit einem unregelmäßigem Booster im Normalbetrieb tatsächlich anliegt, ist mit 24 – 25 V jedoch deutlich höher als die empfohlene Gleisspannung von 18 V - mit den möglichen negativen Auswirkungen.

Daher die Empfehlung:

Grundsätzlich nur geregelte Booster einsetzen!

2. Der Booster wandelt die Trafospannung in eine gleichgerichtete Wechselspannung um. Dabei gehen etwa 2 V von der Spitzenspannung verloren.
3. Dieser errechnete Wert gilt jedoch nur, wenn der auf dem Trafo angegebene Maximalstrom verbraucht wird, bei einem 54 VA-Trafo mit 18 V Nennspannung also 3 A. Ein Stromverbrauch von 3 A in einem Boosterabschnitt wird im Normalbetrieb selten dauerhaft erreicht, gewöhnlich liegt der Wert deutlich niedriger, bei bis zu wenigen mA. Die tatsächliche Trafospannung und damit auch die tatsächliche Gleisspannung liegt daher um ca. 1-2 V höher als errechnet, im Beispiel also bei 24 bis 25 V.

Aus 1. bis 3. ergibt sich bei Einsatz eines Trafos mit 18 V Nennspannung rein rechnerisch folgende Gleisspannung:

$$18 \text{ V} \times 1,4 - 2 \text{ V} + 2 \text{ V} = 25,2 \text{ V}$$

Die tatsächlich am Gleis anliegende Spannung beim Einsatz unregelmäßigem Booster lässt sich nach folgender vereinfachter Rechenformel ermitteln:

$$\text{Gleisspannung} \cong 1,4 \times \text{Nennspannung des Trafos}$$

Datenformate

Welches Datenformat das Digitalsignal hat, das der Booster übertragen soll, ist egal, könnte man meinen... Das ist jedoch nicht so, da die Signalformen der heute gebräuchlichen Datenformate DCC, Motorola, mfx und Selectrix sich voneinander unterscheiden.

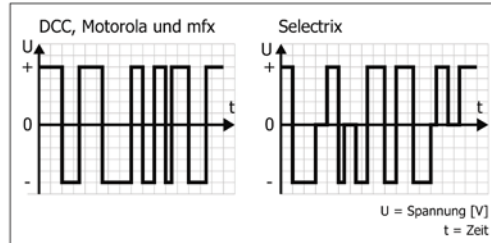


Abb.: Digitale Signalformen

Die Signalform, die für die Formate DCC, Motorola und mfx verwendet wird, ist eine Unterform der Selectrix-Signalform. Daher können Selectrix-Booster grundsätzlich auch für die Übertragung von Signalen im DCC-, Motorola- und mfx-Format eingesetzt werden.

Da Selectrix sich in vielen weiteren Details und Lösungsansätzen von den Formaten DCC, Motorola und mfx unterscheidet, empfehlen wir Selectrix-Modellbahnern grundsätzlich, die Digitalkomponenten der Selectrix-Spezialisten einzusetzen. Im Folgenden beschränken wir uns auf die Merkmale von Boostern für die am weitesten verbreiteten Formate DCC, Motorola und mfx.

Rückmeldeformate RailCom und mfx

Booster spielen eine Rolle bei den Rückmeldesystemen, die die Schienen zur Übertragung der Rückmeldedaten verwenden, also bei RailCom und mfx. Dabei besteht die Aufgabe der Booster **nicht** darin, die Rückmeldedaten von den Decodern in Richtung Zentrale zu übertragen, denn im Booster gilt grundsätzlich eine Einbahnstraßenregelung: von der Zentrale zum Decoder. Was haben Booster also mit der Rückmeldung zu tun?

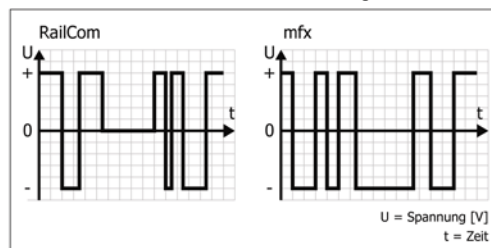


Abb.: Signalformen von Rückmeldeformaten

Beide Systeme benötigen zur Übertragung der Rückmeldedaten eine Lücke im Datenstrom, der von der Zentrale zu den Decodern gesendet wird. Zum Auslesen, Verarbeiten und Weiterleiten der Daten werden spezielle Empfänger (die Detektoren) angeschlossen.

RailCom: Für die Rückmeldung der Daten über RailCom wird die Lücke im Datenstrom, das sogenannte RailCom-Cutout, vom Booster erzeugt. Daher werden in Anlagen (oder Abschnitten), in denen RailCom eingesetzt wird, spezielle RailCom-Booster benötigt.

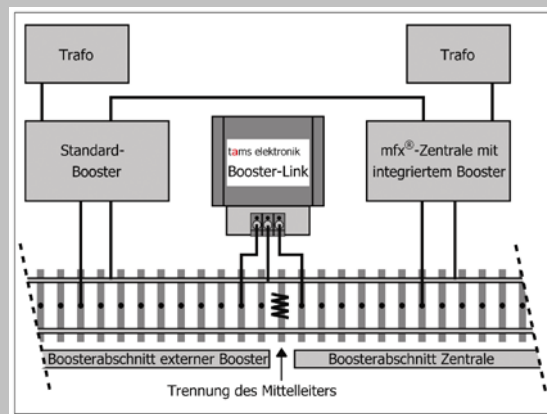
mfx: Die Rückmeldung über mfx ist so konzipiert, dass die Zentrale die Lücke für die Übertragung der Rückmeldedaten bereitstellt. Die Rückmeldungen werden von einem Detektor, der in der Zentrale integriert ist, empfangen und verarbeitet.

Spezielle mfx-Booster

Sind außer dem in der mfx-Zentrale integrierten Booster weitere Booster nötig, muss der Übertragungsweg für die Rückmeldungen (= die Schienen) unterbrochen werden, um die einzelnen Boosterabschnitte elektrisch voneinander zu trennen. Die Konsequenz: Loks in Abschnitten, die über externe Booster versorgt werden, können sich nicht bei der Zentrale anmelden.

Zur Lösung dieses Problems wurden mittlerweile spezielle mfx-Booster mit eingebauten Detektoren entwickelt, die die Daten über einen schienenunabhängigen Datenbus an die Zentrale weiterleiten. Als Alternative zu dieser Lösung bietet sich der Einsatz des Booster-Links an.

EXKURS: Booster-Link



Funktionsweise des Booster-Links:

An der notwendigen Trennstelle zwischen den Boosterabschnitten ist die Weiterleitung der mfx-Rückmeldedaten an die Zentrale unterbrochen. Loks im Bereich des externen Boosters können sich daher nicht bei der Zentrale anmelden. Zur Übertragung der Rückmeldedaten über die Trennstelle hinweg kann ein Booster-Link eingesetzt werden, der die Daten unabhängig von den Boostern überträgt.

Booster-Schnittstellen

Die meisten Digitalzentralen haben eine Schnittstelle zum Anschluss von Boostern. Weit verbreitet sind die 3-polige DCC-konforme Schnittstelle und die 5-polige Märklin-kompatible Schnittstelle.

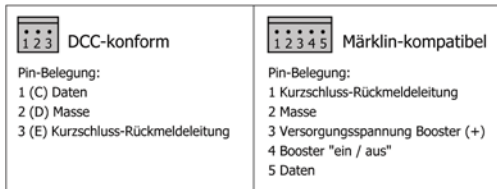


Abb.: Boosterschnittstellen

Die beiden Booster-Schnittstellen unterscheiden sich in ihrer Funktionsweise wesentlich voneinander. Märklin-kompatible Booster werden über ein eigenes Signal ein- und ausgeschaltet, das über einen Extra-Pin am Booster-Ausgang der Zentrale bereitgestellt wird. DCC-Booster werden eingeschaltet, sobald ein Datensignal am Booster-Ausgang der Zentrale anliegt. Am Ausgang der Märklin-kompatiblen Schnittstelle liegt ein TTL-Signal an, das vom Booster in das eigentliche Gleissignal umgewandelt wird. An DCC-konformen Boosterschnittstellen liegt das Gleissignal direkt an.

Bei DCC-Zentralen entspricht das Ausgangssignal dem Gleissignal. Am Boosterausgang von Motorola-Zentralen liegt ein TTL-Signal an, das vom Booster in das Gleissignal umgewandelt werden muss.

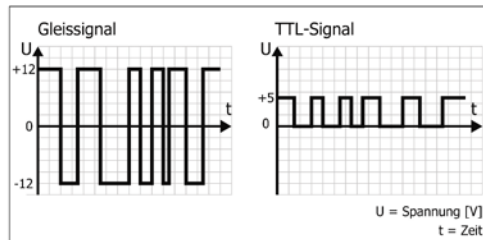


Abb.: Datensignale am Boosterausgang der Zentrale

Die meisten Digitalzentralen sind für den Anschluss eines bestimmten Boostertyps ausgelegt. Das gilt grundsätzlich für Zentralen, in denen ein Booster integriert ist. Damit ist die Auswahl zusätzlicher Booster in der Regel auf die Booster des passenden Typs oder auf kompatible Allround-Booster beschränkt.

Bei einigen Zentralen, in denen kein Booster integriert ist, kann der Booster-Ausgang so konfiguriert werden, dass der Anschluss sowohl Märklin-kompatibler als auch DCC-konformer Booster möglich ist (z. B. MasterControl).

Sonderformen von Boosterschnittstellen

Neben den beschriebenen 3- und 5-poligen Schnittstellen gibt es noch einige Sonderformen. Einige Beispiele (ohne Anspruch auf Vollständigkeit):

Lokmaus und Multimaus:

Die von ROCO konzipierte Schnittstelle ist technisch eine DCC-Boosterschnittstelle. Durch die Verwendung einer speziellen Anschlussbuchse ist der Einsatz von Boostern, die nicht über einen entsprechenden Stecker verfügen (also von Boostern anderer Hersteller) jedoch schwer möglich.

mfx-Boosterschnittstelle:

Technisch gesehen sind die Boosterschnittstellen von mfx-Zentralen eine Besonderheit. Diese sind für den Anschluss von mfx-tauglichen Boostern entwickelt worden und haben neben den eigentlichen Boosteranschlüssen einen weiteren Anschluss für die mfx-Rückmeldeleitung. Anmerkung: Die meisten mfx-Zentralen haben auch eine "normale" Boosterschnittstelle, an die Standard-Booster, die nicht mfx-tauglich sind, angeschlossen werden.

LocoNet-Boosterschnittstelle:

Über die Schnittstelle wird der Booster in eine über das LocoNet gesteuerte und überwachte

Digitalsteuerung eingebunden. Er kann z.B. mit einer LocoNet-Digitalzentrale konfiguriert, ein- und ausgeschaltet und überwacht werden.

BiDiB-Boosterschnittstelle:

In einer über BiDiB gesteuerten und überwachten Anlage fungiert der Booster als BiDiB-Knoten. Der Anschluss erfolgt – wie bei BiDiB üblich – über Patchkabel (RJ 45).

Die Schnittstelle ermöglicht den direkten Anschluss des Boosters an ein PC-Interface unter Umgehung der Digitalzentrale. Damit ist es auf einfache Weise möglich, die Digitalsteuerung in die Bereiche "Fahren" (über die Digitalzentrale) und "Schalten" (über den PC) aufzuteilen.

Über die Schnittstelle werden sowohl die Gleissignale ausgegeben als auch aktuelle Betriebswerte des Boosters übertragen (z.B. Strom, Spannung und Temperatur). Die Betriebswerte des Boosters dienen als Grundlage für das Booster-Management der PC-Steuerung.

Schnittstelle und Datenformat

Die Schnittstelle (Märklin-kompatibel oder DCC-konform), über die der Booster an die Zentrale angeschlossen wird, hat keinerlei Bedeutung für das Datenformat, mit dem die Decoder angesteuert werden. Die Schnittstelle muss lediglich zur Zentrale kompatibel sein.

Manche Zentralen haben verschiedene Booster-Schnittstellen (z.B. Tams MasterControl). Bei diesen Zentralen muss ggf. die Kurzschluss-Polarität entsprechend der verwendeten Schnittstelle eingestellt werden.

EXKURS:

DCC-Booster an eine Motorola-Zentrale anschließen

Das müsste doch gehen: Einen DCC-konformen Booster mit 3 Anschlusspins an die 5-polige Märklin-kompatible Schnittstelle der Zentrale anschließen. Da bleiben halt 2 Pins der Boosterschnittstelle frei...

So geht es leider nicht. Zum einen deshalb nicht, weil am Ausgang der Märklin-kompatiblen Schnittstelle ein TTL-Signal anliegt, das vom Booster in das Gleissignal umgewandelt werden muss. DCC-konforme Booster können das nicht, können also keine für die Decoder verständlichen Signale übertragen. Auch die Kurzschluss-Rückmeldung funktioniert bei den beiden Boostertypen auf unterschiedliche Art und Weise. (Mehr zum Thema Kurzschlussrückmeldung im gleichnamigen Abschnitt weiter unten.)

Das geht: DCC-konforme Booster können an den Gleis Ausgang von Zentralen mit Märklin-kompatibler Boosterschnittstelle angeschlossen werden. Am Gleis Ausgang liegt das "richtige" Gleissignal an, das der DCC-Booster verstärken kann. Nach diesem Prinzip werden alle Allround-Booster angeschlossen. Diese bieten auch eine Lösung für das Problem der unterschiedlichen Kurzschluss-Rückmeldung der beiden Boostertypen.

ABER ACHTUNG! Der in der Digitalsteuerung integrierte Booster sollte dann nicht mehr zur Versorgung der Anlage mit Fahrstrom verwendet werden. Zu den Gründen siehe siehe Infothek "Booster richtig auswählen, anschließen und einsetzen", Abschnitt "Mischen impossible".

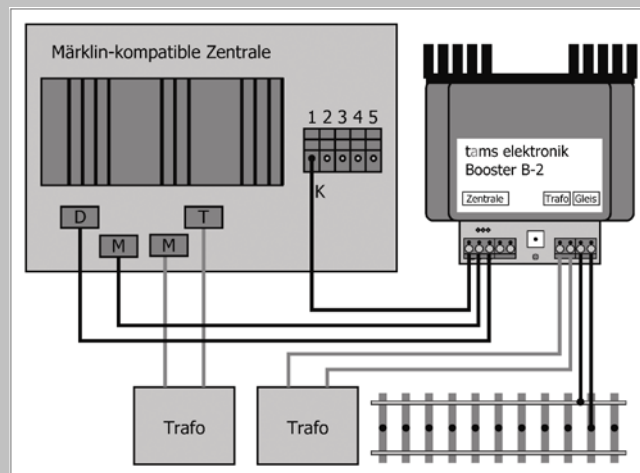


Abb.: Anschluss eines Allround-Boosters an eine Märklin-Zentrale.

Der Allround-Booster ist intern wie ein DCC-Booster aufgebaut und versteht daher das TTL-Signal, das am Boosterausgang der Zentrale anliegt, nicht. Der Booster wird daher an den Gleis Ausgang der Zentrale angeschlossen, der Märklin-kompatible Boosterausgang der Zentrale bleibt (bis auf ggf. den Anschluss für die Kurzschluss-rückmeldung) frei.

EXKURS:

Booster an Steuerungen ohne Schnittstelle anschließen

Die meisten kleinen Digitalsteuerungen (z. B. Märklin Mobile Station, Fleischmann Profi-Boss, Liliput Bachmann Dynamis, ESU Navigator) haben keine Schnittstelle für den Anschluss eines externen Boosters. Reicht der Strom, den die integrierten Booster liefern können (ca. 1,5 bis 2 A Strom), nicht aus, ist der Anschluss externer Booster dennoch möglich.

Grundsätzlich kommen nur DCC-konforme Booster für den Anschluss an diese Digitalsteuerungen in Frage. Diese Booster erwarten

am Eingang ein Gleissignal (im Gegensatz zu Märklin-kompatiblen Boostern, die ein am Eingang anliegendes TTL-Signal erst in ein Gleissignal umwandeln) und können daher direkt an den Gleis Ausgang der Digitalsteuerung angeschlossen werden.

ABER ACHTUNG! Der in der Digitalsteuerung integrierte Booster sollte dann nicht mehr zur Versorgung der Anlage mit Fahrstrom verwendet werden.

Interner Aufbau

Die Art und Weise, wie die Schnittstellen der beiden gängigen Boostertypen funktionieren, hängt direkt mit ihrem internen Aufbau zusammen.

Massebezogene Booster

Märklin-kompatible Booster sind massebezogen, d.h. die Booster und die komplette Modellbahnanlage einschließlich aller Digitalkomponenten und Trafos haben eine gemeinsame Masse. Die positive (+) und die negative Spannung (-) werden abwechselnd (entsprechend dem von der Zentrale gesendeten TTL-Signal) an die Schiene gelegt. Da die Halbleiter, die für die negative und die positive Spannung zuständig sind, einen unterschiedlichen Spannungsabfall haben, entstehen am Ausgang Spannungsdifferenzen bezüglich Masse von bis zu 1 V und damit ein unsymmetrisches Gleissignal. Das macht

einen zuverlässigen Einsatz des ABC-Bremsverfahrens unmöglich.

Die durchgängige Masseverbindung in diesem System ermöglicht technisch sehr einfache Rückmeldesysteme, wie z. B. das s88-Rückmeldesystem. Unabsichtlich geknüpfte Masserverbindungen bergen jedoch die Gefahr von Brummschleifen, die Auswirkungen auf die Funktionsweise von anderen Komponenten haben können. Daher müssen alle Komponenten in massebezogenen Systemen sehr sorgfältig angeschlossen werden.

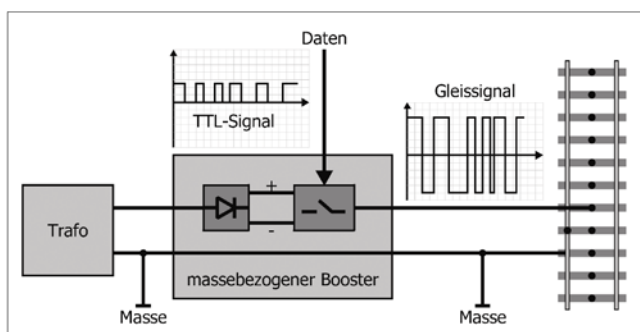


Abb.: Interner Aufbau massebezogener Booster

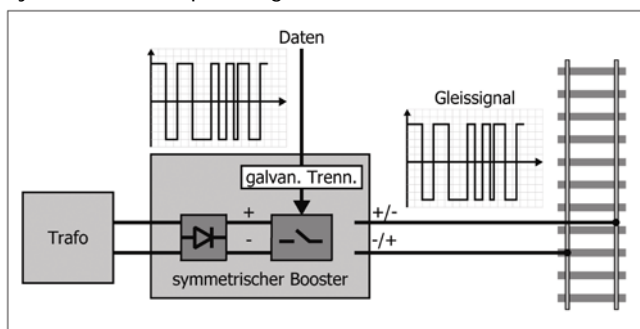
Die digitalen Daten liegen am Eingang des Boosters als TTL-Signal an und steuern einen Schalter innerhalb des Boosters. Dieser erzeugt am Ausgang abwechselnd eine positive und eine negative Gleisspannung.

Booster mit galvanischer Trennung (symmetrische Booster)

Bei DCC-konformen Booster sind die Ein- und Ausgänge durch einen Optokoppler galvanisch voneinander getrennt, es besteht also keine elektrische Verbindung zwischen Zentrale und Boosterausgang. Das Ausgangssignal entsteht durch die ständige Umpolung der Trafospannung nach den Vorgaben des digitalen Steuersignals aus der Zentrale. Da am Ausgang immer die selbe Spannung anliegt (abwechselnd positiv und negativ), ist die Ausgangsspannung am Boosterausgang DCC-konformer Booster 100 % symmetrisch.

abschnitt beruht. Positiver "Nebeneffekt" der galvanischen Trennung ist das Fehlen einer durchgängigen Systemmasse. Brummschleifen werden damit wirkungsvoll verhindert.

Und wenn doch eine gemeinsame Systemmasse benötigt wird, z.B. zum Einsatz des s88-Rückmeldesystems? In diesem Fall muss der Masseanschluss des s88-Rückmelders mit einer Schiene verbunden werden. Genauso wie beim Einsatz massebezogener Booster ist auch bei dieser Variante von entscheidender Bedeutung, dass die Masseverbindung zur "richtigen" Schiene hergestellt wird.



Interner Aufbau symmetrischer Booster

Die digitalen Daten steuern einen Schalter innerhalb des Boosters. Dieser wechselt entsprechend dem eingehenden Signal die Polarität der Gleisspannung, die am Boosterausgang anliegt.

Sicherheit bei Überlast und Kurzschluss

Übersteigt der Stromverbrauch im angeschlossenen Streckenabschnitt den maximalen Strom des Boosters, muss der Booster abgeschaltet werden, um die elektronischen Bauteile vor Beschädigungen zu schützen.

Tritt ein Kurzschluss auf, z. B. wenn ein Zug entgleist, ist schnelles Handeln - sprich Abschalten des Stroms notwendig, um Schäden an den Schienen, den Fahrzeugen oder den Boostern zu verhindern. Da die Reaktionszeit des Modellbahners in der Regel zu lang wäre, übernimmt der Booster diese Aufgabe.

Technisch gesehen wird in beiden Fällen am Boosterausgang mehr Strom gefordert als der Booster liefern kann. Die Begriffe "Überlastschutz" und "Kurzschlusssicherung" bezeichnen daher das selbe, allerdings sind zwei Varianten gebräuchlich:

1. Kurzschlussrückmeldung an die Zentrale: Der Booster meldet die Überschreitung des maximalen Stroms über die Kurzschluss-

Rückmeldeleitung an die Zentrale, woraufhin diese die komplette Anlage abschaltet. Der Modellbahner kann nun die Ursache für den Kurzschluss beheben oder den Stromverbrauch im Streckenabschnitt verringern und die Digitalzentrale wieder einschalten. Der Betrieb auf der gesamten Anlage geht da weiter, wo er zuvor unterbrochen wurde.

2. Interne Kurzschlussabschaltung: Bei Überschreitung des maximalen Stroms schaltet der Booster den Strom für den angeschlossenen Boosterabschnitt selbsttätig ab. Auf der übrigen Anlage läuft der Betrieb weiter. Manche Booster haben für diese Art der Kurzschlusssicherung eine automatische Wiedereinschaltung: Der Booster prüft in kurzen Zeitabständen, ob der Kurzschluss oder die Überlast noch vorliegen und schaltet den Strom automatisch wieder an, wenn der Strom wieder unterhalb des maximal zulässigen Stroms liegt.

Kurzschlussrückmeldung und Boostertypen

DCC-konforme Booster stellen bei Überlast am Gleis Ausgang eine Verbindung zwischen den Pins 2 und 3 (Kurzschlussrückmeldeleitung und Masse) der Booster-Schnittstelle her. Bei Märklin-kompatiblen Boosters liegt bei Überlast am Pin 1

(Kurzschlussrückmeldeleitung) der Boosterschnittstelle eine Spannung von 5 V an. Die Polarität der Anschlüsse für die Kurzschlussrückmeldeleitung ist also bei den beiden Boostertypen genau entgegengesetzt.

EXKURS: Welche Kurzschlusssicherung?

Im Falle eines Kurzschlusses kann entweder über eine Meldung an die Zentrale die gesamte Anlage oder über eine interne Kurzschlussabschaltung im Booster nur der betroffene Boosterabschnitt abgeschaltet werden. Bei manchen Boostern kann zwischen beiden Varianten gewählt werden. Welche Art der Kurzschlusssicherung ist die "richtige"?

Alle Abschnitte, in denen nach Fahrplan gefahren wird, sollten grundsätzlich bei einem Kurzschluss automatisch von der Zentrale ausgeschaltet werden. Die Konsequenzen einer Weiterführung des automatisierten Betriebes bei einem ausgeschalteten Boosterabschnitt wären unabsehbar.

Für den Betrieb in einem BW, das über einen eigenen Booster versorgt wird, bietet sich der

Einsatz der Booster-internen Kurzschlussabschaltung an. Schließlich bringt eine Unterbrechung des Betriebes auf der gesamten Anlage keinerlei Vorteile beim Beheben eines Rangierunfalls im BW.

Werden unterschiedliche Booster zum Fahren und zum Schalten eingesetzt, ist für die Fahr-Booster der Anschluss der Kurzschluss-Rückmeldung zur Zentrale nicht empfehlenswert. Schneidet z. B. eine Lok eine Weiche auf und löst dadurch einen Kurzschluss aus, könnte die Weiche nicht mehr geschaltet (und damit der Kurzschluss nicht behoben werden), wenn die Zentrale auch den Schalt-Booster ausgeschaltet hätte.

Einschaltstrom-Begrenzung (Inrush-Current)

Die Summe der Ladeströme von Pufferkondensatoren auf Fahrzeugdecodern (vor allem von Sound-Decodern) und zusätzlichen externen Stützkelkos kann beim Einschalten der Anlage so hoch werden, dass die Kurzschluss-Abschaltung der Booster reagiert. Damit wird die Inbetriebnahme der Anlage bei aktiver Kurzschluss-Abschaltung schwierig.

Booster mit einer Einschaltstrom-Begrenzung liefern für eine kurze Zeit (max. 500 mSek.) einen erhöhten Strom und tolerieren kurzzeitig den

Zusammenbruch der Spannung. Diese Zeit reicht, um Pufferkondensatoren und Stützkelkos aufzuladen.

Erst wenn nach kurzer Zeit der Strom nicht wieder sinkt und die Spannung nicht wieder ansteigt, reagiert die Kurzschluss-Abschaltung des Boosters (weil dann von einem "echten" Kurzschluss auszugehen ist).

Komfort

Über die Erledigung der eigentlichen Aufgaben hinaus bieten einige Booster den einen oder anderen Zusatznutzen:

Einstellmöglichkeiten: Die Gleisspannung und der Abschaltstrom können bei einigen Boostern individuell eingestellt und an den individuellen Bedarf angepasst werden.

Anzeigen: Bei manchen Boostern werden Betriebszustände und / oder Fehlermeldungen durch LEDs oder Displays angezeigt. Das kann im Betrieb sehr hilfreich sein, um Fehler und ihre Ursachen schnell zu erkennen.

Separate Ausgänge: Booster mit einem hohen Ausgangsstrom von mehr als 5 A sind wenig sinnvoll, da der Abschaltstrom auch bei

großen Spurweiten 5 A in der Regel nicht übersteigen sollte. Booster mit 10 A können dann sinnvoll eingesetzt werden, wenn der Ausgangsstrom auf mehrere, separat abgesicherte Ausgänge verteilt wird.

Kombination mit Zusatzgeräten: In manchen Boostern sind zusätzliche Schaltungen, wie z.B. Kehrschleifenmodule, integriert.

Ein- und Ausschalten mit Weichenbefehlen: Für diese Funktion wird dem Booster eine Weichenadresse zugewiesen. Wird ein Weichenstellbehl an die betreffende Adresse gesendet ("geradeaus" oder "Abzweig"), wird der Booster ein- oder ausgeschaltet.

Booster und PC-Steuerung

Wird der Booster in einer PC-gesteuerten Anlage eingesetzt, können einige Zusatzfunktionen die Betriebssicherheit erhöhen:

Kurzschlusswarnung: Als Grundlage für ein PC-gesteuertes Boostermanagement wird bei Überschreiten eines Grenzwertes, der niedriger ist als der eingestellte Abschaltstrom, eine Kurzschlusswarnung an den PC gesendet. Die PC-Steuerung kann dann (wenn ein Kurzschluss durch Überlastung droht) z.B. Wagenbeleuchtungen im überlasteten Boosterkreis ausschalten.

Watchdog: Die Zentrale bzw. die PC-Software sendet bei dieser Funktion in periodischen Abständen einen Weichenstellbefehl an eine dem Booster zugeordnete Weichenadresse. Sobald der Booster diese Befehle nicht mehr empfängt, schaltet er sich automatisch ab.