

Booster richtig auswählen, anschließen und einsetzen

Bei der Auswahl und dem Anschluss und Einsatz von Boostern und Zubehör lauern diverse Fallen, die – tappt man hinein – den Digitalbetrieb zum Frusterlebnis machen. Selbst banale Kleinigkeiten wie die Auswahl der Anschlussleitungen können große Auswirkungen haben...

Mischen impossible?

Die meisten Hersteller empfehlen, nur Booster eines Herstellers und Typs zu verwenden und nicht unterschiedliche Booster miteinander auf einer Anlage zu mischen. Sie begründen ihre Empfehlung damit, dass sonst beim Überfahren der Übergänge zwischen den Abschnitten Probleme auftreten können:

- Kurzschlüsse an Boostern, Schienen, Rädern und Schleifern.
- Störung der Datenübertragung zu den Decodern.

Was steckt dahinter: Eine Maßnahme zur Kundenbindung und sonst nichts?

Boostertypen

Grundsätzlich können die beiden Boostertypen "Märklin-kompatibel" und "DCC-konform" nicht miteinander kombiniert werden, da sie auf unterschiedliche Art und Weise ein- und ausgeschaltet werden. Auch die unterschiedliche Funktionsweise der Kurzschlussrückmeldung der beiden Boostertypen verhindert in der Regel die Kombination.

Ausgleichsströme: Beim Überfahren der Trennstellen zwischen den Boosterabschnitten entstehen immer Ausgleichsströme, die Kurzschlüsse an Boostern, Schienen, Rädern und Schleifern verursachen können, wenn sie ausreichend groß sind. Die Ausgleichsströme sind umso größer, je unterschiedlicher die Ausgangsspannungen der Booster sind. Kleine (aber ungefährliche) Ausgleichsströme treten selbst bei zwei baugleichen Boostern vom selben Hersteller auf, da diese auf Grund von Bauteiltoleranzen in der Praxis niemals völlig gleiche Ausgleichsspannungen erzeugen.

Durchlaufzeit der digitalen Daten: Die digitalen Daten benötigen eine bestimmte Zeit, um im Booster verarbeitet zu werden und vom Dateneingang des Boosters zum Ausgang zu gelangen. Diese Durchlaufzeit ist bei jedem Booster bauartbedingt und auf Grund von Bauteiltoleranzen anders. Die Unterschiede können so groß sein, dass beim einen Booster noch ein negatives Signal am Ausgang anliegt, während ein anderer Booster, der von der selben Zentrale angesteuert wird, bereits ein positives Signal am Ausgang hat. Sobald die Trennstelle zwischen den beiden Boosterabschnitten von einer Lok überbrückt wird, kann auf diese Weise in den dann miteinander verbundenen Boosterabschnitten "Datensalat" entstehen, der von den Fahrzeugdecodern falsch interpretiert wird und z.B. zu folgenden Phänomenen führt:

- Lokdecoder verstehen das Signal als Impuls zum Umschalten in den Analogmodus. Da sich die Loks jedoch auf der Digitalstrecke befinden, rasen sie mit Höchstgeschwindigkeit los.
- Lokdecoder lesen aus dem fehlerhaften Datensignal einen Fahrbefehl für ihre Adresse heraus und setzen Loks wie von Geisterhand in Bewegung.
- Funktionen wie Beleuchtung oder Sound werden ein- oder ausgeschaltet, ohne dass entsprechende Schaltbefehle an der Zentrale eingegeben wurden.

Die unterschiedlichen Datendurchlaufzeiten stellen häufig ein Problem dar, wenn in Digitalzentralen integrierte Booster zusammen mit externen Boostern, die über den Gleis Ausgang angeschlossen werden, die Anlage mit Fahrstrom versorgen sollen. Die Unterschiede in der Durchlaufzeit der Daten sind hier besonders groß. Daher ist von dieser Konstellation grundsätzlich abzuraten. Positiver Nebeneffekt der auf den ersten Blick "teuren" Lösung (weil ein Booster ungenutzt bleibt) ist, dass die Zentrale vor Beschädigungen geschützt wird. Denn die meisten Zentralen gehen kaputt, weil der integrierte Booster "was abkriegt".

Gleiswippen: In 3-Leiteranlagen können Gleiswippen die Probleme lösen, die beim Überfahren der Trennstellen entstehen. Sie verhindern, dass die Trennstelle beim Überfahren durch die Lok überbrückt wird. Sie funktionieren jedoch nicht bei Loks mit zwei Schleifern, bei Loks, deren Decoder ihren Dienst bei einer kurzen Stromunterbrechung quittieren oder bei Loks, die die Trennstelle mit sehr geringer Geschwindigkeit überfahren.

FAZIT:
Mischen ? Jein!

Eine Anlage sollte möglichst mit Boostern einer Bauart und eines Herstellers ausgestattet werden.

Booster verschiedener Bauart und von verschiedenen Herstellern können auf einer Anlage eingesetzt werden, wenn sie z.B. für voneinander komplett getrennte Anlagenteile (z.B. Normalspurstrecke und Schmalspurstrecke) oder getrennt für die Aufgaben "Schalten" und "Fahren" eingesetzt werden.

Werden Booster über den Gleis Ausgang an eine Zentrale oder eine kleine Digitalsteuerung angeschlossen, sollten der integrierte und der externe Booster grundsätzlich nicht gemeinsam für die Versorgung der Anlage mit Fahrstrom eingesetzt werden. Der in der Zentrale integrierte Booster kann sinnvoll zum Schalten der Zubehördecoder in einem eigenen Boosterkreis eingesetzt werden.

Der richtige Trafo:

Nicht nur die Leistung zählt!

Ohne Trafo wäre ein Booster: ... nichts. Für Märklin-kompatible Booster wird grundsätzlich ein Wechselspannungstrafo benötigt. In Kombination mit DCC-konformen Boostern kommen ebenfalls Wechselspannungstrafos

zum Einsatz, es können jedoch auch Trafos mit integriertem Gleichrichter oder Schaltnetzteile verwendet werden. Bei der Auswahl des Trafos gilt es jedoch noch einige andere Merkmale zu beachten.

Leistung: Die Leistung eines Trafos wird in "VA", also Volt x Ampere angegeben. Die Mindest-Trafoleistung erfolgt nach der Formel:

$\begin{aligned} & \text{Gewünschte Gleisspannung [V]} \\ & \times \text{ gewünschter Abschaltstrom [A]} \\ & = \text{Mindest-Trafoleistung [VA]} \end{aligned}$
--

Beispiel für eine H0-Anlage:

Gewünschte Gleisspannung: 18 V

Gewünschter Abschaltstrom: 3 A

→ Mindest-Trafoleistung: 18 V x 3 A = 54 VA

Spannung: Bei der Auswahl eines passenden Trafos sollte auf die Frage "Darf´s auch mehr Nennspannung sein?" ein klares "Nein" folgen. Das gilt nicht nur für die Kombination mit unregelten Boostern (siehe Infothek "Booster: Technische Grundlagen", Abschnitt "Geregelte und unregelte Booster"), sondern grundsätzlich für alle Booster.

Hintergrund: Die Leistung, die aus der Differenz zwischen der tatsächlichen Trafo-(Spitzen-)Spannung und der gewünschten Gleisspannung und dem entnommenen Strom entsteht, muss der Booster als Wärme abführen.

Ist diese Leistung zu hoch, überhitzt der Booster und schaltet infolge Übertemperatur ab - vorausgesetzt er hat eine Über-temperaturabschaltung. Hat er diese nicht, sind Schäden am Booster die Folge.

Gewünschte Gleisspannung	Empfohlene Trafospannung
10 – 12 V	12 V
12 – 15 V	15 V
15 – 18 V	16 V
18 – 22 V	18 V
> 22 V	20 V

Strom: Der Trafo muss mindestens so viel Strom liefern wie der Booster am Ausgang bereitstellen **kann**, oder anders formuliert: Der Trafostrom muss mindestens so hoch sein wie der Abschaltstrom des Boosters bei einem Kurzschluss oder Überstrom.

Hintergrund: Bei einem Kurzschluss oder einem zu hohen Stromverbrauch wird der maximale Strom des Boosters am Ausgang überschritten. Beträgt der Abschaltstrom des

Boosters z. B. 5 A, der maximale Strom des Trafos jedoch nur 3 A, kann der Booster den Überstrom nicht erkennen und folglich auch den Strom nicht abschalten, um die elektronischen Bauteile im Boosters, die Fahrzeuge und die Schienen vor Schäden zu schützen.

 **Bei dieser Konstellation besteht Brandgefahr !**

Den Strombedarf ermitteln

Wie viel Strom verbrauchen die Digital-Komponenten auf der Anlage? Mit den folgenden Werten kann der benötigte Boosterstrom der Anlage abgeschätzt werden:

eine Lok	Spur N: 600 mA Spur H0: 800 mA \geq Spur 0: 1 A
eine Wageninnenbeleuchtung	50 - 200 mA
ein sonstiger Verbraucher (z.B. Geräuschmodul):	100 - 300 mA
Reserve für Weichen	10 bis 15 % der ermittelten Gesamtsumme

Wenn der Strom in einem Boosterabschnitt nicht ausreicht, macht sich der Booster schnell bemerkbar. Die Überlastsicherung reagiert und der Booster schaltet ab. Bei einer richtig eingestellten Überlastsicherung werden Schäden am Booster als Folge zu hohen Stromverbrauchs also wirkungsvoll verhindert.

Wenn die Überlastsicherung nicht richtig eingestellt ist oder zu spät reagiert, sieht das allerdings anders aus... (Mehr zum Thema siehe Abschnitt "Der richtige Trafo" und Infothek "Booster: Technische Grundlagen", Abschnitt "Sicherheit bei Überlast und Kurzschluss" und).

Anlage in Abschnitte unterteilen

Jedem Booster, der für die Versorgung der Anlage gebraucht wird, wird ein eigener Streckenabschnitt zugeordnet, für den er zuständig ist. Die einzelnen Boosterabschnitte müssen strikt elektrisch voneinander getrennt werden. Sind die Ausgänge verschiedener Booster miteinander verbunden, können Ausgleichsströme in die Ausgänge zurückfließen. Bereits recht niedrige Rückströme reichen aus, um die Halbleiter in den Boostern zu beschädigen.

Die Streckenabschnitte, die im Endausbauzustand erforderlich sind und über einen eigenen Booster versorgt werden, sollten von vornherein geplant werden. Die notwendigen Trennungen gleich zu Beginn der Bauarbeiten

auszuführen, auch wenn zunächst zwei oder mehrere Abschnitte mit einem Booster versorgt werden, spart nachträgliche, aufwändige Montagearbeiten.

In jedem Booster-Abschnitt sollten maximal drei bis fünf Loks gleichzeitig fahren. Folgende Unterteilungen sind sinnvoll:

- Bahnhof
- Betriebswerk
- Hauptstrecke (ggf. in mehreren Abschnitten)
- Nebenstrecke (ggf. in mehreren Abschnitten)

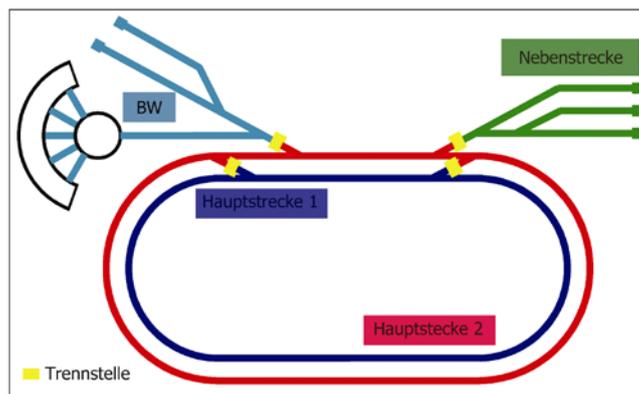


Abb.: Sinnvolle Aufteilung einer Anlage in Boosterabschnitte

Trennen der Booster-Abschnitte (1)

Die Übergänge zwischen den Booster-Abschnitten stellen beim Überfahren immer eine kritische Stelle dar, weil dabei kurzfristig die Trennstelle überbrückt wird und folglich Ausgleichsströme zwischen den Boosterabschnitten fließen. Dabei entsteht ein Kurzschluss an Schienen und Rädern (bzw. Schleifer) der Lok. Bei gut zueinander passenden Boostern sind die Ausgleichsströme so gering, dass weder Booster noch Loks und Schienen beschädigt

werden. Trotzdem sollte man zwei Grundregeln beherzigen:

1. Boosterabschnitte sollten so angeordnet werden, dass sie möglichst wenig überfahren werden müssen.
2. Eine Lok sollte niemals auf einer Trennstelle für längere Zeit stehen bleiben.

Trennen der Booster-Abschnitte (2)

Bei 2-Leiter-Systemen wird üblicherweise eine Schiene durchtrennt, welche ist zunächst nicht bedeutsam. Es muss jedoch in allen Boosterabschnitten dieselbe Schiene ("links" oder "rechts") durchtrennt werden. In größeren, unübersichtlichen Anlagen ist es empfehlenswert, sicherheitshalber beide Schienen zu durchtrennen, was keinen Einfluss auf die Funktionsweise hat.

Bei 3-Leiter-Systemen muss in der Regel nur der Mittelleiter durchtrennt werden. Beim Einsatz bestimmter Booster müssen allerdings die Außenleiter ebenfalls durchtrennt werden. Für welche Booster das erforderlich ist, steht in der Anleitung zu dem betreffenden Booster.

Getrennte Booster zum Schalten und Fahren

Grundsätzlich empfehlenswert ist die Verteilung der Aufgaben "Schalten" und "Fahren" auf verschiedene Booster. Vorteile dieser Lösung ergeben sich z.B. in folgenden Situationen:

Schneidet eine Lok eine Weiche (einer 2-Leiter-Anlage) auf und verursacht dadurch einen Kurzschluss, wird der Strom für den betroffene Streckenabschnitt durch die Kurzschlussicherung abgeschaltet. Wird die Weiche durch den selben Booster versorgt, kann die Weiche nicht umgeschaltet werden, um den Kurzschluss zu beheben. Anders sieht die Situation aus, wenn die Weiche über

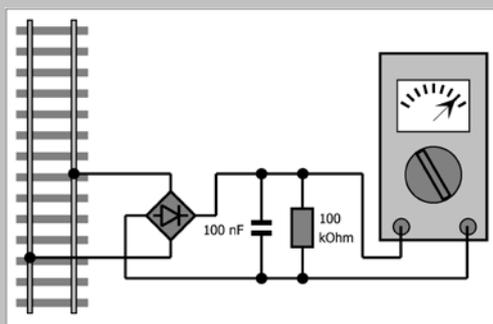
einen gesonderten Schaltbooster versorgt wird.

Ist ein Booster durch die Versorgung fahrender und beleuchteter Züge bereits weitestgehend ausgelastet, kann das Schalten einer Weiche (für das ca. 500 bis 1000 mA Strom benötigt werden) zum Abfallen der Gleisspannung (bei unregelmäßigen Boostern) oder zur Überlastung und damit zur Abschalten des Boosterabschnitts führen. Sind Schalten und Fahren unterschiedlichen Boostern zugeordnet, tritt dieses Problem nicht auf.

EXKURS: Gleisspannung messen

Die Höhe der Gleisspannung ist doch im Datenblatt des Boosters angegeben. Wozu also noch messen?

Zumindest für geregelte Booster trifft diese Aussage zu – aber nur zum Teil. Denn die Gleisspannung entspricht nur direkt am Gleisaustritt des Boosters dem Wert, der im Datenblatt als Ausgangsspannung angegeben ist. Durch Spannungsabfälle verringert sich die Gleisspannung mit jedem cm Leitung.



Um die Gleisspannung zu messen, reicht der Anschluss eines Multimeters nicht aus, da die Spannung zum einen keine reine Sinusspannung ist und zum anderen eine hohe, variable Frequenz hat. Doch auch ohne Einsatz eines Oszilloskops ist mittels einer kleinen Hilfsschaltung und eines Multimeters die Ermittlung eines hinreichend genauen Wertes möglich.

Abb: Gleisspannung mit einem Multimeter messen

Die Hilfsschaltung besteht aus einem Gleichrichter, einem Kondensator 100 nF und einem Widerstand 100 kOhm. Die Schaltung wird entsprechend der Abbildung verdrahtet.

Um korrekte Messergebnisse zu erzielen, muss das Multimeter auf Gleichspannungsmessung eingestellt werden. Das Messergebnis entspricht nicht der anliegenden Gleisspannung, da es den Spannungsabfall des Gleichrichters nicht berücksichtigt. Dieser liegt in der Regel bei 1,5 V.

Daraus ergibt sich:

$$\begin{aligned} & \text{Gleisspannung [V]} \\ & = \text{Messwert aus Gleichspannungsmessung [V]} + 1,5 \text{ V} \end{aligned}$$

Schienenanschlüsse verlegen

Ein Rest Draht, der sich noch in einer Schublade findet, an den Booster und die Schienen angeschlossen ... und schon ist die Stromversorgung für die Digitalanlage fertig. Ganz so einfach sollte man es sich nicht machen, wenn die Digitalanlage störungs- und schadensfrei funktionieren soll.

Hintergrund: Die Leitungen sind elektrisch nichts anders als Widerstände, in denen Spannung quasi "verloren" geht. Der Spannungsabfall in einer Leitung ist umso höher, je höher der Strom, je kleiner der Aderquerschnitt und je länger die Leitung ist. Auch die Übergänge der Gleisstücke stellen einen recht hohen elektrischen Widerstand dar, der die Spannung verringert. Damit auch "am Ende" eines Boosterabschnitts die

Gleisspannung noch ausreicht, also die Versorgung der Fahrzeuge mit Strom und Daten klappt und die Kurzschlusssicherung im Ernstfall funktioniert, sollten bei der Verlegung der Leitungen ein paar Regeln befolgt werden:

1. Für die Schienenanschlüsse des Boosters sollten Leitungen mit einem möglichst großen Querschnitt verwendet werden, mindestens mit einem Aderquerschnitt von 1,5 mm².
2. Der Boosterstrom sollte in Abständen von ca. 2 bis 3 m in das Gleis eingespeist werden. Empfehlenswert ist die Verlegung einer Ringleitung, von der die Einspeisungen abzweigen.

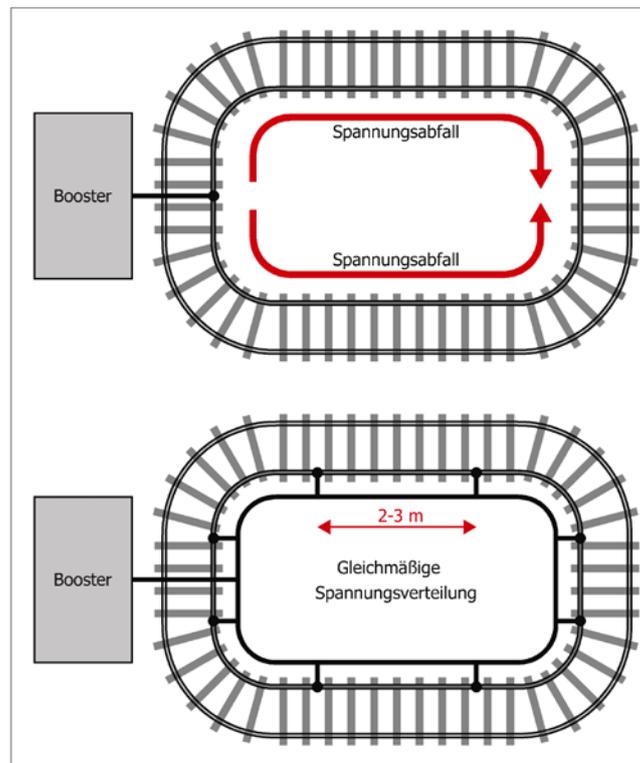


Abb.: "Abfallvermeidung" auf der Modellbahn
 Oben: Einspeisung des Boosterstroms an einer Stelle für den gesamten Boosterabschnitt. Die Gleisspannung ist umso geringer, je größer der Abstand zur Einspeisestelle ist.
 Unten: Einspeisung des Boosterstroms in Abständen von 2-3 m und Verlegung der Zuleitung als Ringleitung. Eine gleichmäßig hohe Gleisspannung ist in allen Bereichen gewährleistet.

Kurzschluss-rückmeldeleitung anschließen

Die Kurzschlussrückmeldeleitung zwischen Booster und Zentrale sollte möglichst kurz sein. Bei Verwendung der Märklin-kompatiblen Schnittstelle ist eine Begrenzung auf 1 m Länge empfehlenswert, bei der DCC-konformen Schnittstelle sind größere Längen möglich.

Hintergrund: Eine lange Kurzschlussrückmeldeleitung empfängt in ungünstigen Fällen Störsignale aus anderen Daten- oder Stromleitungen, die zu Fehlermeldungen führen können oder die Übertragung einer Kurzschlussmeldung stören. Prinzipbedingt ist die Rückmeldeleitung der Märklin-kompatiblen Schnittstelle empfindlicher gegenüber diesen Störungen.

Ist also eine Kurzschlussrückmeldung an die Zentrale vorgesehen, bedeutet das automatisch, dass der Booster möglichst in der Nähe der Zentrale stehen sollte. Das Verlegen einer längeren Anschlussleitung zu den Schienen ist aber ein geringeres Übel als im Ernstfall eine nicht funktionierende Kurzschlussrückmeldung.

Anders sieht die Sache aus, wenn auf die Kurzschlussrückmeldung verzichtet werden kann (z.B. weil die interne Kurzschlussabschaltung des Boosters genutzt wird): Dann kann der Booster direkt an "seinem" Streckenabschnitt aufgestellt werden.