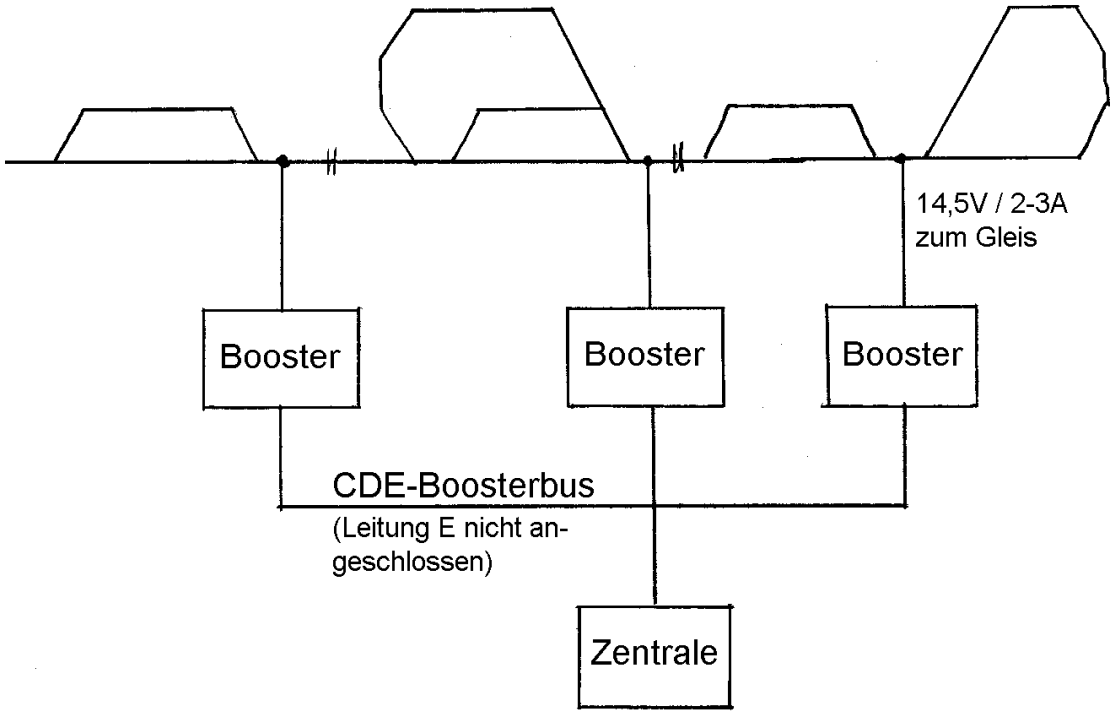
spur-N-schweiz




# Leitfaden Digitalelektrik an Modulanlagen

Eine Modulanlage mit Digitalsystem auszurüsten ist nicht schwierig, erfordert aber ein paar Vorüberlegungen und standardisierte Schritte im Sinne der „Best Practice“. Diese sind nachfolgend beschrieben.

# 1. Grundkonzept

## 1.1. Jeder Bahnhof erhält seinen eigenen Booster

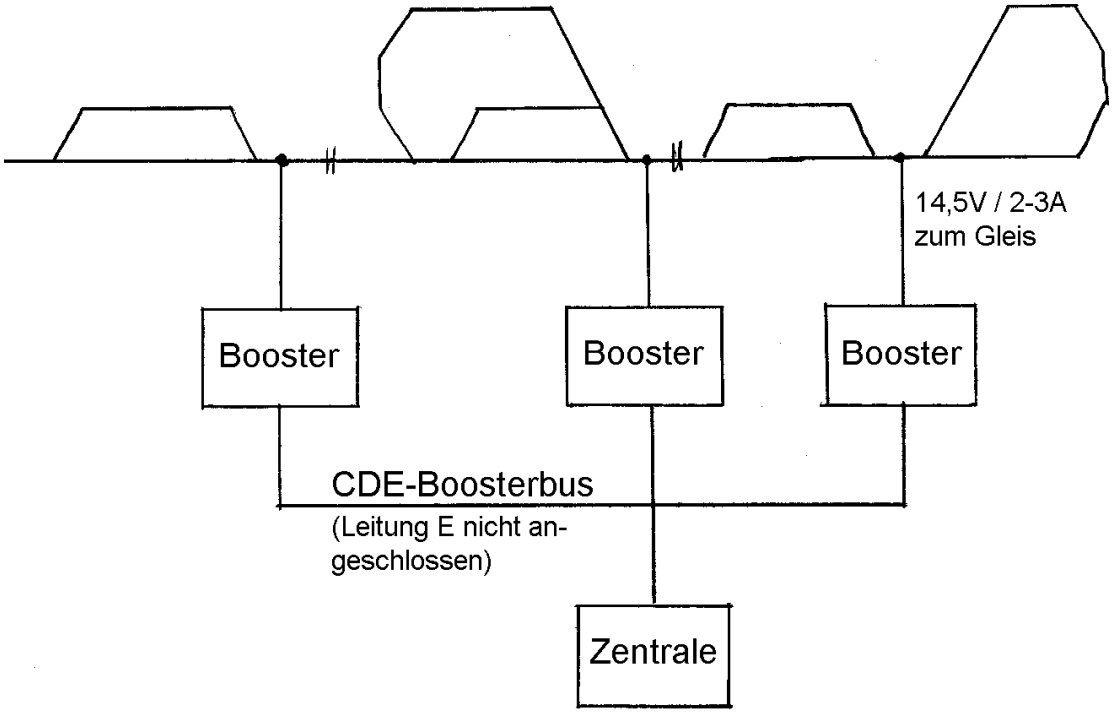



Bild 1: Grundaufbau des Digitalsystems mit einem Booster pro Betriebsstelle

„Ein Booster pro Betriebsstelle“ (Bild 1) bewährt sich bei FREMO seit vielen Jahren. Damit ist sichergestellt, dass sich Kurzschlüsse (z.B. Befahren von Weichen mit leitendem Herzstück bei falscher Stellung) nicht auf die anderen Betriebsstellen auswirken.

Ausserdem muss der Booster nur die fahrenden Loks in seinem Boosterbezirk versorgen, wodurch der Strombedarf (und damit der zu tolerierende Maximalstrom) deutlich kleiner wird. Dadurch wird das Schadensrisiko im Kurzschlussfall verkleinert.

Die Verwendung von mehreren „kleinen“ Boostern ermöglicht die dezentrale Versorgung mit Gleisstrom. Dadurch kann das benötigte Equipment einfach von mehreren Personen bezogen werden. Die Skalierbarkeit der Anlage wird einfacher als bei einem „grossen“ Booster mit nachgeschalteter, zentral platzierter Absicherung. Die Kompatibilität der Geräte untereinander ist durch den CDE Boosterbus grundsätzlich gewährleistet.

## 1.2. Trennstellen zwischen den Boosterbezirken

Jeder Boosterbezirk ist ein eigener Stromkreis, gleich wie bei Analoganlagen jeder Regeltrafo seinen eigenen Stromkreis hat. Zwischen zwei Boosterbezirken muss daher doppelpolig isoliert sein. Dies kann an einer Modulgrenze durch Offenlassen der Stecker, durch Kippschalter oder andere Vorrichtungen erreicht werden.

## 1.3. CDE Boosterbus

Bei spur-N-schweiz einigten wir uns auf den CDE-Boosterbus, wobei die **Leitung E nicht angeschlossen wird.** Das Nichtanschliessen der Leitung E (Meldung Kurzschluss von Booster an Zentrale) stellt sicher, dass in den nicht betroffenen Boosterbezirken der Betrieb weiter läuft.

## 1.4. Zentrale

Grundsätzlich kann jede Zentrale verwendet werden, die genügend fahrende Züge verwalten kann.

**Kein Gleis an die Zentrale anschliessen! Nur Boosterbus nutzen.**
Weil die meisten Zentralen bei Kurzschluss am Gleis abschalten, soll die Zentrale keinen Boosterbezirk speisen. Somit wird nur der Boosterbus (Leitungen C und D) genutzt.

Wenn die Zentrale keinen CDE Boosterbus zur Verfügung stellt, kann das DCC Signal notfalls aus dem Gleissignal generiert werden. Klemme D = Masse, Klemme E = DCC-Signal. (Vorher zu Hause testen! Ev. ist eine schnelle Diode zum „Abschneiden“ der negativen Anteile erforderlich.)

**Separate Zentrale für Programmiergleis**
Es ist hilfreich, eine zweite (kleine) Zentrale o.ä. mit Gleisstück als Programmierstation zur Verfügung zu stellen.

## 1.5. Handregler

**Kabelbasierte Handregler**
Es können alle Handregler verwendet, die den Eingabebus der Zentrale unterstützen.

**Drahtlose Handregler**
Beim System mit DECT-Technik (Manhart Funky) unterstützt eine Basisstation bis zu vier Handregler. Die Basisstationen können an LocoNet oder XpressNet angeschlossen werden.

**Handy und WLAN**
Beim System mit Handy und WLAN ist eine Zentrale oder ein Interface mit LAN-Anschluss erforderlich. An den LAN-Anschluss wird ein WLAN Access Point mit DHCP Server angeschlossen. Das IP Subnet (IP Adressbereich) von Access Point und Zentrale bzw. Interface müssen übereinstimmen: Beide Geräte 192.168.**0**.nnn oder 192.168.**1**.nnn.

Es ist eine gute Idee, den Netzwerknamen, das WLAN Passwort und die IP der Zentrale bzw. des Interface auf einen Zettel zu schreiben und den Zettel bei der Zentrale zu hinterlegen.

Handy-Apps (Stand 2015): TouchCab / TouchCab Free für iPhone, RC-Cab für Android. Mehr Info auf Google.

## 1.6. Booster

Jeder Booster benötigt ein 1 bis 1.5m langes Gleisanschlusskabel 2x1,5mm$^2$ mit zwei Bananensteckern mit Querloch.

**DCC Gleisspannung für Spur N = 14,5 V**
Nach NEM 670 / NEM 630 soll die Digital-Gleisspannung für Spur N bei DCC 14 V nicht überschreiten. Hinter dem Gleichrichter auf dem Decoder resultiert somit die in NEM 630 für Spur N spezifizierte Spannung von 12 V=. Hintergrund der Bestimmung ist die Überlegung, dass Motoren und Lämpchen bei Spur N für 12 V ausgelegt sind. Wird das Digitalsystem mit wesentlich höherer Spannung betrieben, können Motoren und Lämpchen schneller verschleissen. Auch der Decoder muss mehr Abwärme abführen als nötig.

Bei spur-N-schweiz einigten wir uns auf eine DCC Gleisspannung von 14,5 V am Boosterausgang. Diese soll wenn möglich stabilisiert sein.

**Max. Stromstärke für Spur N = 2…3 A**
Der Maximalstrom des Boosters sollte 2…3 A nicht überschreiten. Das ist mehr als genug für Spur N.

Der häufigste Kurzschlussfall ist das Aufschneiden einer Weiche mit leitendem Herzstück. Erfahrungsgemäss genügt eine Strombegrenzung auf den Maximalwert nicht, um Schäden an Weiche und/oder Lok zu vermeiden. Daher **muss der Booster bei Überstrom abschalten.** Die Abschaltung muss schnell (in Sekundenbruchteilen) erfolgen. Eine MultiFuse (PTC-Absicherung) genügt nicht.

Nach Beseitigung des Kurzschlusses soll der Booster wieder selbsttätig einschalten.

# 2. Aufbau des Digitalsystems (Schritt für Schritt)

## 2.1. Boosterbus aufbauen

**Schritt 1:** Alle Booster über eine Zweidrahtleitung (Klemmen C und D) an die Zentrale anschliessen. Das Verketten (Daisy Chain) ist zulässig. Zentrale und Booster einschalten.

• Leuchtet an den Boostern die Kontrolllampe „DCC bereit“?
→ NEIN: Fehler beheben.
→ JA: Weiter mit Schritt 2.

## 2.2. Modulverkabelung im Boosterbezirk

**Ein Phasendreher** (Phasenverschiebung im DCC Gleissignal um 180°) ist das häufigste Problem beim Aufbau der Verkabelung.

• „Zirpt“ es bei der Überfahrt einer Trennstelle?
→ JA: Dann ist ein Phasendreher vorhanden. Zuordnung Stecker bzw. Kabel zum Gleis auf der einen Seite der Trennstelle korrigieren. Es darf nicht „zirpen“ bei der Überfahrt.
→ NEIN: (ok)

Zunächst werden die Modulanschlusskabel noch nicht zusammengestöpselt, um die spätere Fehlersuche von vornherein zu vereinfachen.

Der Aufbau eines Boosterbezirkes beginnt beim Boosterstandort (Bahnhof).

**Schritt 2:** Booster an den Bahnhof anschliessen. Gleissignal an der Zentrale einschalten.
• Kann eine Lok im Bahnhof eine Testfahrt absolvieren?
→ NEIN: Fehler beheben. Testfahrt wiederholen.
→ JA: Weiter mit Schritt 3.

**Schritt 3:** Nach und nach weitere Module hinzufügen (Gleise anstöpseln), bis der Boosterbezirk vollständig ist.
• Kann eine Lok über die neu hinzugefügten Module eine Testfahrt absolvieren?
→ NEIN: Fehler beheben. Testfahrt wiederholen.
→ JA: Weiter mit Schritt 4.

*Hinweis: Die Testlok darf die Boostergrenze noch nicht verlassen! (Siehe Schritt 4)*

**Schritt 4: Münztest** durchführen: Münze aufs Gleis legen an der Stelle im Boosterbezirk, die vom Booster am weitesten entfernt ist.
• Schaltet der Booster ab, wenn die Münze auf dem Gleis ist? (Kontrolllampe „DCC bereit“ o.ä. muss erlöschen)
→ NEIN: Verkabelung verstärken mit zusätzlichen Speiseleitungen. Münztest wiederholen.
→ JA: Weiter mit Schritt 5.

Dieses Vorgehen gibt die Gewissheit, dass die Modulverkabelung „in sich“ stimmt.

Schritte 2 bis 4 für jeden Boosterbezirk ausführen. Es ist eine gute Idee, wenn jeweils ein Boosterbezirk durch eine Person komplett aufgebaut wird, **inkl. Münztest.**

## 2.3. Boosterbezirksgrenzen prüfen

**Schritt 5:** Nachdem jeder Boosterbezirk „in sich“ einwandfrei funktioniert, werden die Boostergrenzen geprüft:
• Kann die Testlok über die Boostergrenze fahren?
→ NEIN (es „zirpt“ auf der Boostergrenze: DCC Gleissignal an den Gleisanschlussklemmen des neu hinzugefügten Booster umkehren, so dass der gesamte Boosterbezirk umgepolt wird. Testfahrt wiederholen. Es darf nicht „zirpen“.
→ JA: Fertig! ☺ Das Digitalsystem ist bereit.

*Hinweis: Booster sind voneinander galvanisch getrennt. Ein Phasendreher an der Boostergrenze kann nur durch Überfahren mit einer Testlok gefunden werden. Ein Multimeter nützt hier nichts.*

# 3. Hinweise zur Modulverkabelung

## 3.1. Alle Trennstellen im Boosterbezirk überbrücken

Innerhalb des Boosterbezirkes werden alle Gleise zusammengeschaltet (die berühmten „zwei Drähte ans Gleis“). Es müssen also alle Trennstellen, die für die analoge Elektrik vorhanden sind, überbrückt werden.

## 3.2. Streckenmodule, einspurig

Einspurige Streckenmodule enthalten keine Trennstellen. Sie benötigen daher keine besonderen Massnahmen.

## 3.3. Streckenmodule, doppelspurig

Doppelspurige Streckenmodule enthalten keine Trennstellen. Jedoch muss die Nordschiene des einen Gleises mit der Nordschiene des anderen Gleises verbunden werden, ebenso die Südschiene des einen Gleises mit der Südschiene des anderen Gleises (Bild 2).

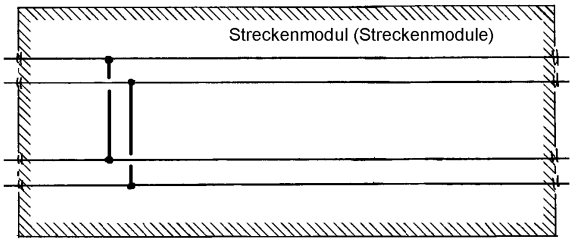



Bild 2: Beide Gleise der Doppelspur werden miteinander verbunden (vereinfachte Darstellung)

Diese Verbindung kann mit einem Paar Y-Kabel erstellt werden. Zwischen zwei Betriebsstellen (Bahnhof, Blockstelle) ist je ein Paar Y-Kabel erforderlich (Bild 3). Wo das Paar Y-Kabel platziert wird, ist nicht wichtig.

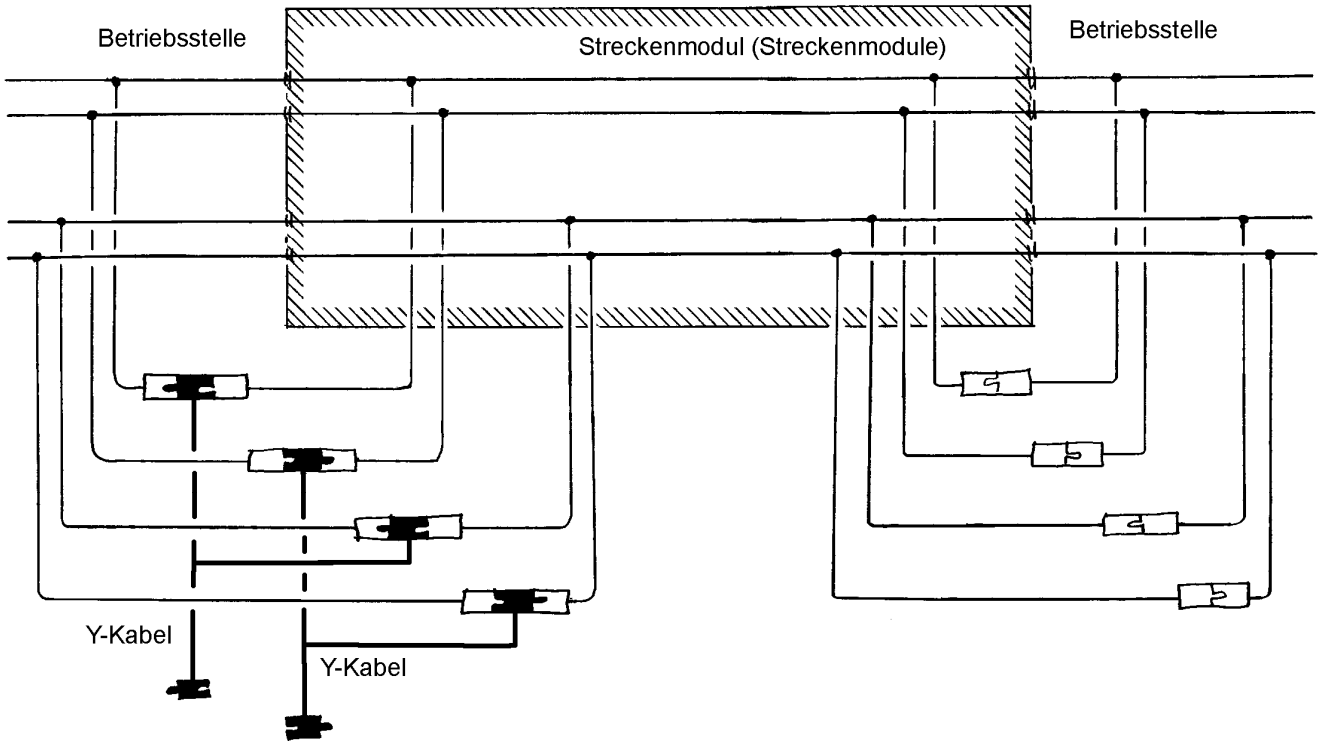



Bild 3: Ein Paar Y-Kabel pro Doppelspur zwischen zwei Betriebsstellen

## 3.4. Bahnhofmodule

Bahnhofmodule enthalten in der Regel eine Z-Schaltung für Analogbetrieb.
Das bedeutet: **Alle Abschnitte des Bahnhofs müssen auf die gleiche Speisung aufgeschaltet werden.**
(Gleicher „Trafoanschluss“ bzw. gleiche Speiseleitung)
Eine Boostergrenze im Bahnhofsmodul ist keine gute Idee.

## 3.5. Abzweiger, einspurig

Einspurige Abzweigmodule können Trennstellen an den beiden abgehenden Ästen enthalten.

• Ist eine Boostergrenze erforderlich?
→ JA: Trennstelle aktivieren (Bild 4)
→ NEIN: Trennstelle überbrücken. Sind keine Kippschalter im Abzweig eingebaut, ist eine Umgehungsleitung pro abzweigenden Ast erforderlich (Bilder 4 und 5)

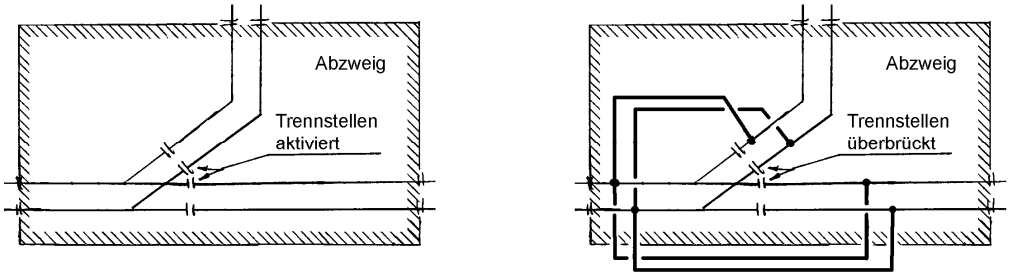



Bild 4: Abzweiger mit Trennstelle aktiviert bzw. überbrückt (vereinfachte Darstellung)

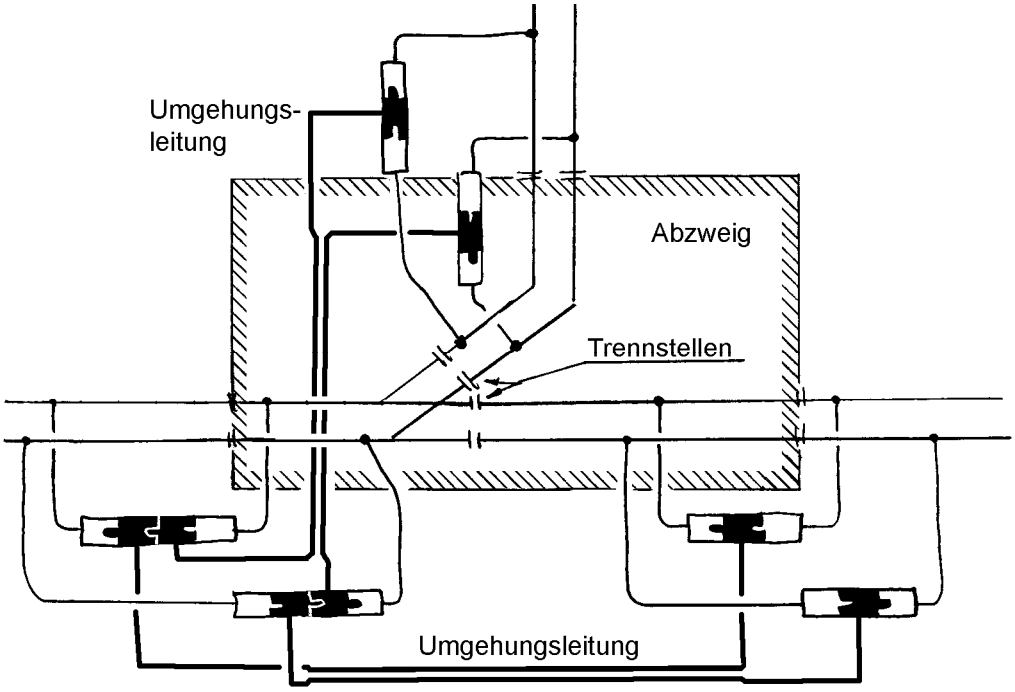



Bild 5: Umgehungsleitungen zur Überbrückung der Trennstellen (eine 2-polige Umgehungsleitung pro Ast)

**Betroffene Module:** (Stand 2015)
• Einspur-Abzweig FG: ist mit Kippschaltern ausgerüstet. (Keine Umgehungsleitung erforderlich)

## 3.6. Abzweiger, doppelspurig

**Ist eine AB-Matic auf der Unterseite des Abzweigers vorhanden, müssen deren Kippschalter auf „UMG“ gestellt werden!**

Doppelspur-Abzweiger sind in der Regel für den Analogbetrieb voll ausgerüstet mit sNs-Relaisblock. Das heisst, es sind in beiden Gleisen und beiden Ästen Trennstellen vorhanden (Bild 6)

• Ist eine Boostergrenze beim Abzweig erforderlich?
→ JA: Trennstellen in den beiden Gleisen des betroffenen Astes belassen (Bild 6)
→ NEIN: Trennstellen im betroffenen Ast überbrücken (Bild 7) mittels Umgehungsleitung (siehe Bilder 4 und 5) und einem Paar Y-Kabeln (siehe Bilder 2 und 3) vor und nach dem betroffenen Ast

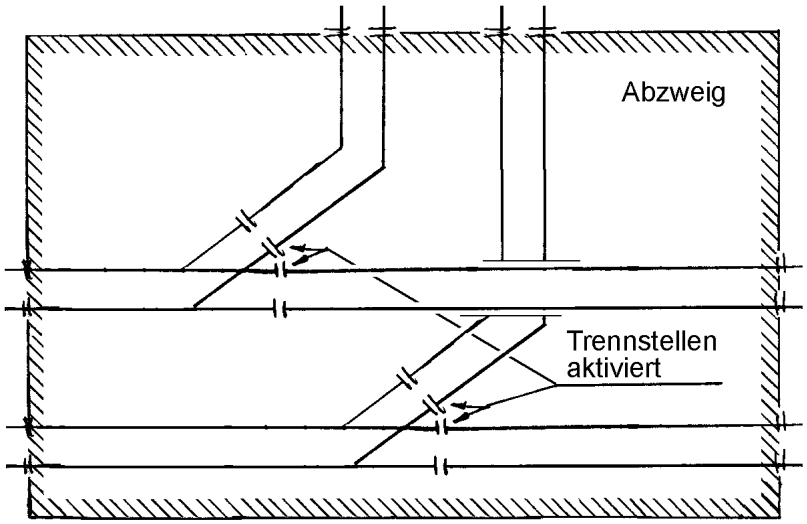



Bild 6: Abzweiger mit Trennstellen aktiviert (vereinfachte Darstellung)

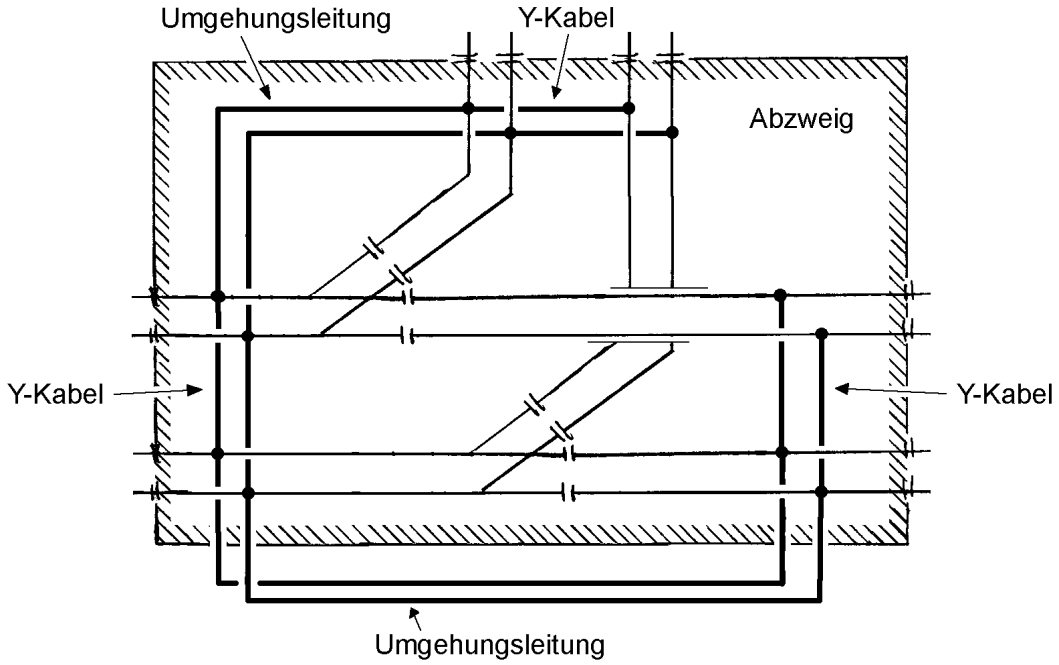



Bild 7: Abzweiger mit Trennstellen überbrückt (vereinfachte Darstellung) (vgl. Bild 11)

**Betroffene Module:** (Stand 2015)
• alle Doppelspur-Abzweiger

## 3.7. Blockmodule, Standard

**Ist eine AB-Matic auf der Unterseite des Blockmoduls vorhanden, müssen deren Kippschalter auf „UMG“ gestellt werden!**

Doppelspur-Blockmodule mit sNs-Relaisblock enthalten in jedem Gleis nach dem Signal eine fixe, „harte“ Trennstelle, die den Stromkreis des vorausliegenden Blockes vom Stromkreis des rückliegenden Blockes trennt. Da der sNs-Relaisblock bei Digitalbetrieb nicht genutzt wird, müssen diese Trennstellen überbrückt werden.

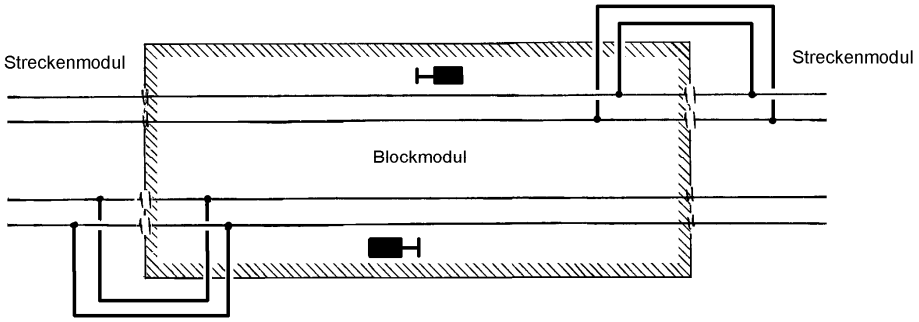



Bild 8: Bei Blockmodulen werden die Trennstellen nach den Signalen überbrückt (vereinfachte Darstellung)

Die Trennstellen können überbrückt werden, indem die Leitung „vom Trafo“ an das vorausliegende Streckenmodul angeschlossen wird (siehe Bild 9).

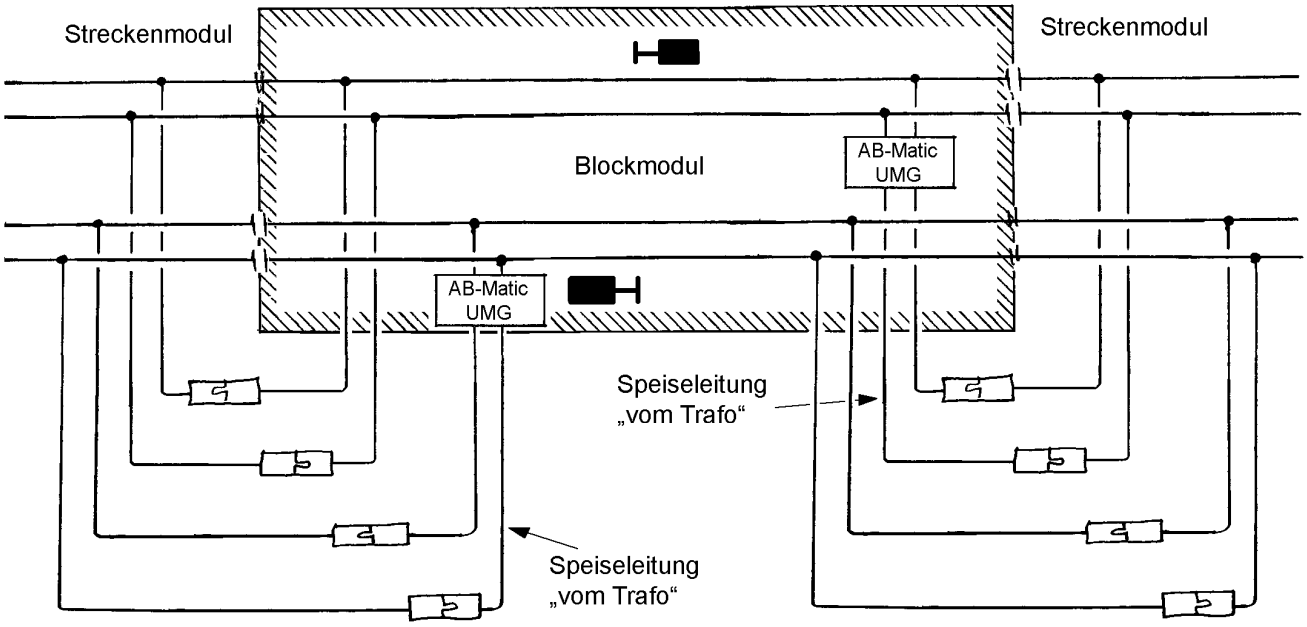



Bild 9: Bei Blockmodulen werden die Speiseleitungen „vom Trafo“ mit dem vorausliegenden Modul verbunden.

**Betroffene Module:** (Stand 2015)
- alle Blockmodule, die nicht in Kap.3.8 speziell erwähnt sind
- Blockmodul „Boudry“ DM: Die Speiseleitungen innerhalb des Moduls müssen gesteckt werden.

## 3.8. Blockmodule mit Trennstelle

**Ist eine AB-Matic auf der Unterseite des Blockmoduls vorhanden, müssen deren Kippschalter auf „UMG“ gestellt werden!**

Kann die Leitung „vom Trafo“ nicht angeschlossen werden, z.B. weil sie zu kurz ist oder weil die Stecker am Modulende bereits gesteckt sind, muss die Trennstelle mit einer Umgehungsleitung überbrückt werden. Vor und nach dem Blockmodul müssen die Nordschiene des einen Gleises mit der Nordschiene des anderen Gleises verbunden werden, ebenso die Südschiene des einen Gleises mit der Südschiene des anderen Gleises (Bild 10).

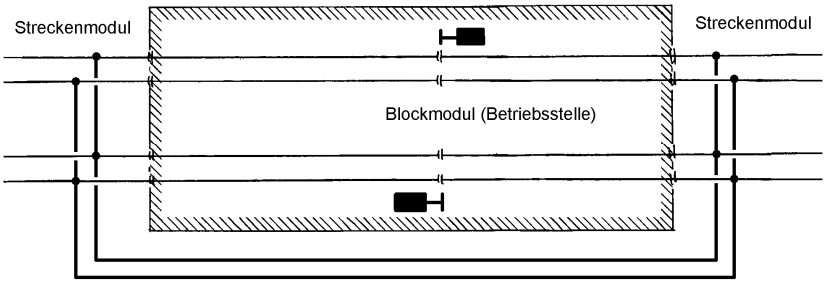



Bild 10: Trennstellen im Blockmodul werden überbrückt (vereinfachte Darstellung). Vor und nach dem Blockmodul werden die beiden Streckengleise miteinander verbunden (vgl. Bild 2)

Diese Verbindungen werden mit zwei Paar Y-Kabel und einer Umgehungsleitung erstellt (Bild 11).

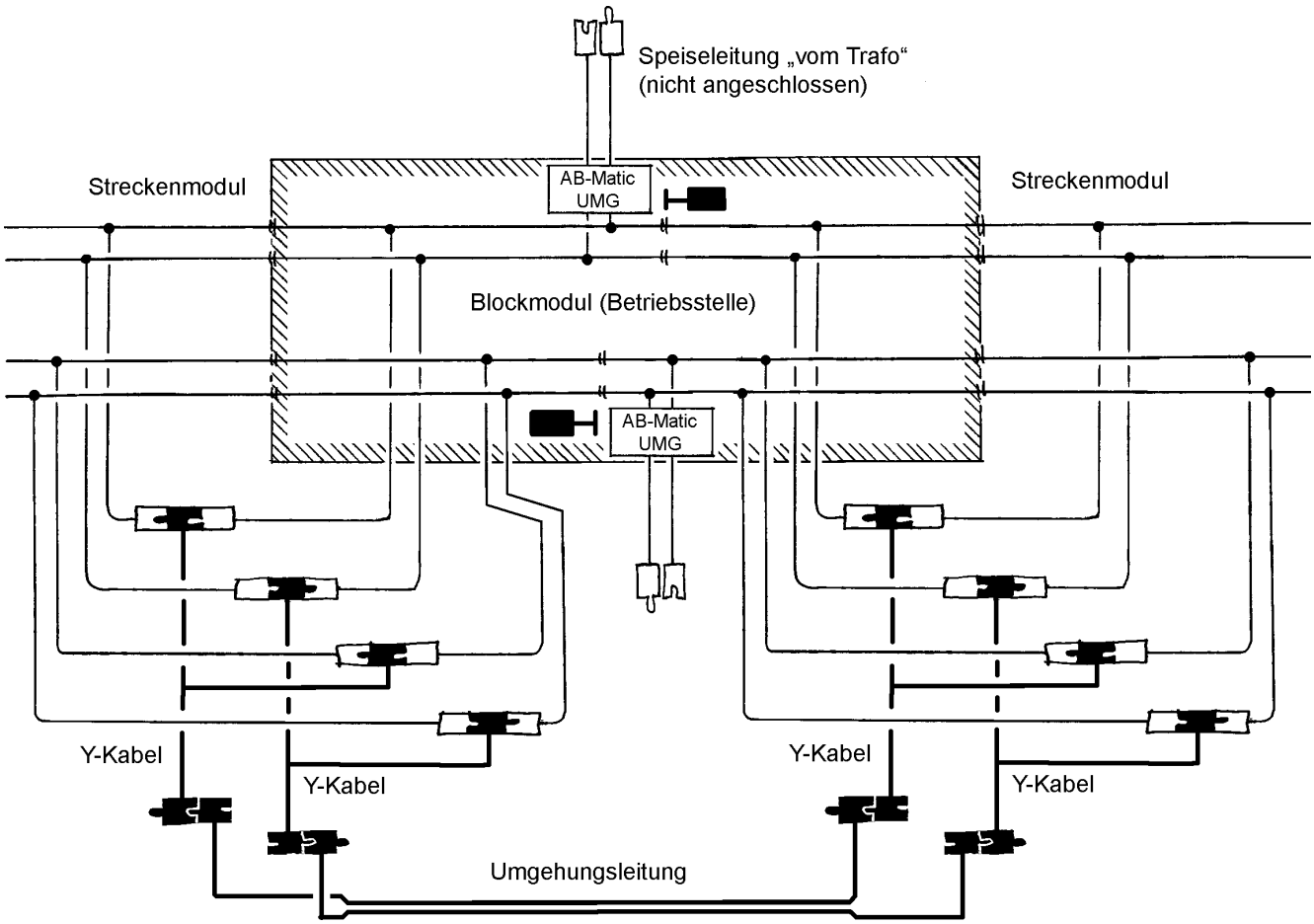



Bild 11: Umgehungsleitung zur Überbrückung der Trennstelle

**Betroffene Module:** (Stand 2015)
- Blockmodul „Luziberg“ PS
- alle Doppelspur-Abzweiger (siehe Kap.3.6)

## 3.9. Kehrschleifen, einspurig

Einspurige Kehrschleifen sollen modulintern in Abhängigkeit der Spaltungsweiche umgepolt werden. Dadurch ist kein Kehrschleifenmodul erforderlich.

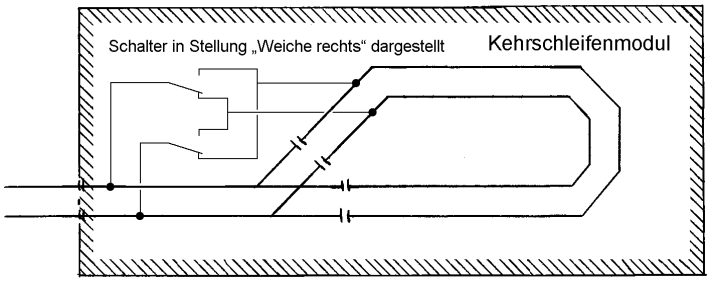



Bild 12: Einspuriges Kehrschleifenmodul mit modulinterner Verdrahtung

Dies gilt auch, wenn eine einspurige Kehrschleife aus einem 2-in-1-Modul und einem Doppelspur-Wendemodul zusammengesetzt wird. In diesem Fall soll das 2-in-1-Modul die Gleisspannung in Abhängigkeit der Weichenlage weitergeben.

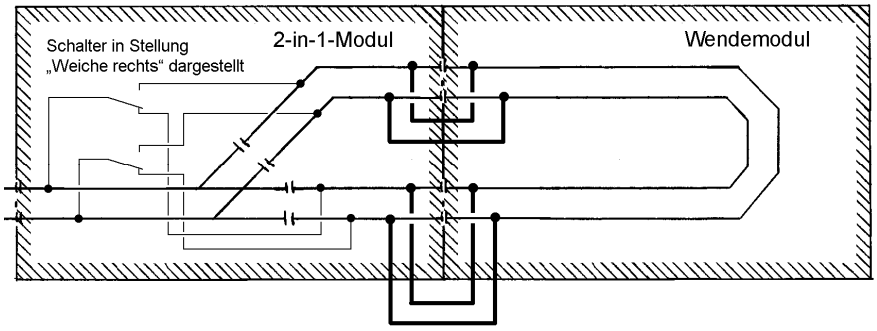



Bild 13: Einspurige Kehrschleife aus 2-in-1-Modul und Doppelspurwende (vereinfachte Darstellung)

**Betroffene Module:** (Stand 2015)
- 2-in-1-Modul FG
- 2-in-1-Modul HS
- 2-in-1-Modul PHZ

## 3.10. Kehrschleifen, doppelspurig

Doppelspur-Kehrschleifen erfordern ein elektronisches Kehrschleifenmodul. Wegen der einfachen Verkabelung soll ein Kehrschleifenmodul auf Basis Kurzschlusserkennung eingesetzt werden. Um den Kurzschluss so kurz wie möglich zu halten, sollen KS-Module mit elektronischer Umschaltung bevorzugt werden.

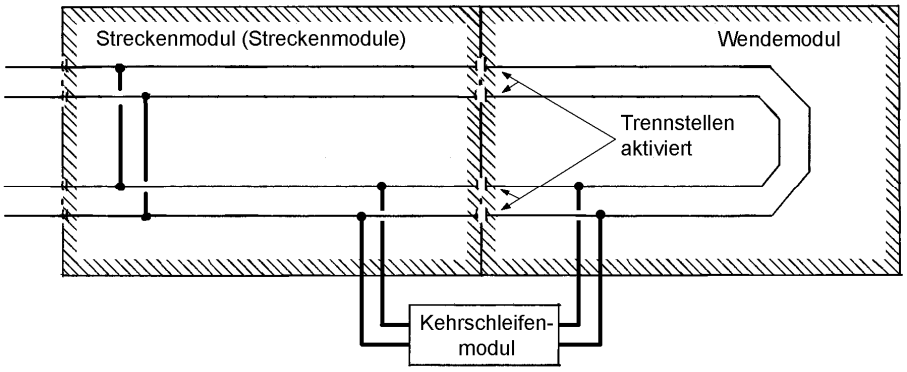



Bild 14: Doppelspurige Kehrschleife mit Kehrschleifenmodul (vereinfachte Darstellung)

# 4. Weiterführende Informationen

## 4.1. spur-N-schweiz

Weitere Informationen (sNs Modulnorm, Forum mit Diskussionen zu aktuellen Themen) sind auf http://www.spur-n-schweiz.ch zu finden.

## 4.2. FREMO

FREMO hat jahrelange Erfahrung mit digitalen Modulanlagen. Weiterführende Informationen sind daher bei http://fremodcc.sourceforge.net/dcc_d.html zu finden.