

## 5. Digitaltechnik

### 5.1. Digitaler Standard

Standard ist der digitale Betrieb der Loks und auch der Cars nach der DCC-Norm, geschaltet wird nach der DCC-Norm. Das Befahren der Anlage erfolgt vorrangig über Computer (Railware), kann aber auch manuell über die Steuereinheit erfolgen. Ein analoger Betrieb ist nicht vorgesehen und ist auch aufgrund der verwendeten Bausteine nicht problemlos möglich.

### 5.2. Digital Steuern

Aufgrund der angedachten Größe der Anlage muss der Digitalstrom auf mehrere Boosterkreise verteilt werden. Die Digitalzentrale dient hier „nur noch“ als Interface zwischen Computer und Anlage. Die Versorgung erfolgt über ein Booster-System. Eine Trennung zwischen „Schalten“ und „Fahren“ ist schon durch die Grundverkabelung vorgesehen.

#### 5.2.1. Digitalzentrale

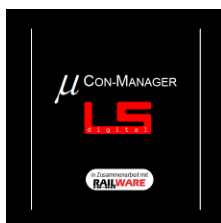


Als Zentrale findet die Intellibox von [www.uhlenbrock.de](http://www.uhlenbrock.de) Verwendung. Die Intellibox kann Modellbahnanlagen digital im DCC- und Selectrix-Format steuern, zur selben Zeit, auf demselben Gleis.

Mit den integrierten zwei Fahrtreglern können zwei Lokomotiven unabhängig voneinander gesteuert werden.

Wichtig für unseren Betrieb ist das serielle Interface zum Computer, zur Steuerung der Modellbahnanlage. Zusätzlich stellt die Intellibox einen deutlich erweiterten Befehlssatz zur Verfügung, der in den Modellbahn-Steuerungs-Programmen unterstützt wird.

#### 5.2.2. $\mu$ Con Master und $\mu$ Con-Booster

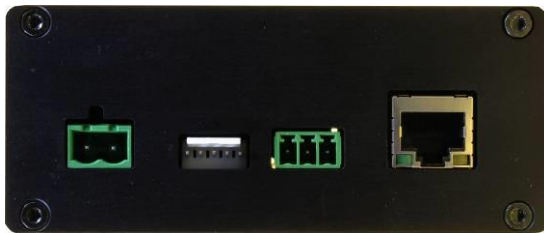


Als Booster-System für das Schienensystem findet das  $\mu$ Con-System von [www.lokstoredigital.de](http://www.lokstoredigital.de) Verwendung. Die Steuerung erfolgt über den  $\mu$ Con-Manager. Er hält Kontakt mit der Digitalzentrale, dem Computer und den Boostern, leitet das DCC-Signal an die  $\mu$ Con-Booster weiter und überwacht die bestehende Verbindung (Watchdog).

Die Watchdog-Funktion überprüft ständig, ob die Verbindungen zwischen dem Computer und dem  $\mu$ Con-Manager noch aktiv sind. Sollte die Verbindung nicht mehr vorhanden sein, weil z.B. der Computer ein Problem hat, werden alle Züge auf der Anlage sofort angehalten.

Über den  $\mu$ Con-Manager werden alle Statusinformationen der angeschlossenen Booster eingesammelt und an den angeschlossenen PC, zur Aufarbeitung von Statistiken, weitergeleitet.

Durch den Manager wird ferner bei einem Kurzschluss nicht, wie bei anderen digitalen Booster, die gesamte Anlage sofort gestoppt. Es wird vielmehr nur der Booster abgeschaltet, der einen Kurzschluss gemeldet hat, sodass Züge, die sich in anderen Booster-Kreisen befinden, weiterfahren bzw. kontrolliert angehalten werden können und Weichen und Signale noch geschaltet werden können. Ist der Kurzschluss behoben, wird nur der betroffene Booster-Kreis manuell oder automatisch wieder aktiviert und der Betrieb kann weitergehen. Diese Funktion ist optimal in die Steuerungssoftware Railware integriert.



**Anschlüsse Eingangsseite des µCon-Managers**

v.l.n.r.: Netzteil =/~, 5-pol. Booster-Bus, CDE-Bus, Ethernet-Anschluss (LAN)



**Anschlüsse Ausgangsseite des µCon-Managers**

v.l.n.r.: µCon-Bus, Info-LED, 'Stop/Go'-Taste



Die µCon-Booster-Box beinhaltet 2 komplette 2,5 A Booster, die über das mitgelieferte Schaltnetzteil mit 12 V, 15 V oder 18 V Gleichstrom versorgt werden. Durch den Einsatz von Gleichstrom-Schalt-Netzteilen ist es nicht erforderlich Phasen, wie beim Einsatz von Wechselstromtrafos, zu synchronisieren.

Über den Railware IP Programmierer können, neben der Adresse der µCon-Booster-Box, auch die Kurzschlussempfindlichkeit und die Pausendauer nach einem Kurzschluss eingestellt werden.



**Anschlüsse Eingangsseite des µCon-Boosters**

v.l.n.r.: Netzteil =/~, Info-LED, Programmier-Taster, µCON-Bus Eingang und Ausgang

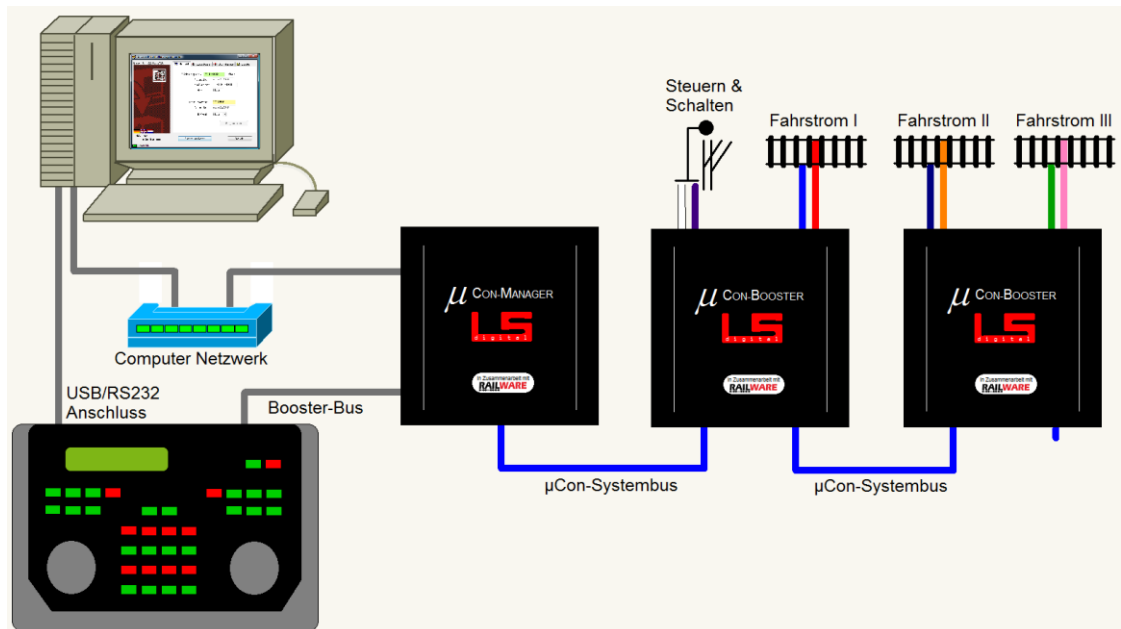


**Anschlüsse Ausgangsseite des µCon-Boosters**

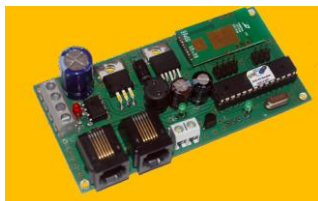
v.l.n.r.: Anschluss Gleis B, Info-LED Gleis B, Info-LED Gleis A, Anschluss Gleis A

Die Integration und Verkabelung hat nach dem folgenden Schaubild zu erfolgen. Von Seiten der Intellibox wird der Boosterbus mit dem µCon-Master verbunden, um die Weiterleitung der DCC-Befehle zu gewährleisten. Die interne Steuerung der Booster erfolgt über das interne µCon-Netzwerk (blau). Die Ansteuerung der Booster aus der Steuerungssoftware heraus erfolgt über ein internes Ethernet-LAN, welches den PC mit dem Master verbindet. Die Intellibox verbleibt bei der oben beschriebenen RS232 seriellen Verbindung.

Es sei noch erwähnt, dass der Doppelbooster für „Fahrstrom I“ und „Steuern und Schalten“ in der Steuerzentrale verbaut ist, während der zweite Doppelbooster für „Fahrstrom II“ und „Fahrstrom III“ je nach Größe der aufgebauten Anlage flexibel eingebaut wird.



### 5.2.3. DCC RF-Booster für Carsystem



Als Booster für das digitale Car-System findet der DCC-RF-Booster vom Open-Car-System Verwendung. Dieser Booster erzeugt ein Funk-DCC-Signal, das von entsprechenden Empfängern ausgewertet werden kann.

Dieser Booster wird nur einmal benötigt. Aufgrund der Stärke des erzeugten Funk-Signals können problemlos auch größere Anlagen betrieben werden. Der Booster kann entweder separat an eine Lokmaus oder auch über das Boostersystem bzw. Digitalzentrale (z. B. Intellibox) angeschlossen werden.

[www.opencarsystem.de](http://www.opencarsystem.de)

### 5.2.4. Lokdecoder

Jede Lok, die auf einer digitalen Anlage fahren soll, muss mit einem Lokdecoder ausgestattet sein. Die N-Bahn Freunde Worms e. V. verwenden seit Jahren fast ausschließlich die Decoder der Fa. CT-Elektronik aus Wiener Neustadt.

Durch stetige Weiterentwicklung ist es gelungen, eine Miniaturisierung zu erreichen, die es ermöglicht, diese Decoder problemlos auch in älteren Lokomotiven zu verbauen.



## Modulnorm der N-Bahn Freunde Worms e. V.

Es kommen sowohl reine Lokdecoder als auch Lok-Sound-Decoder zum Einsatz.

[www.tran.at](http://www.tran.at)

### 5.2.5. Car-Decoder

Jedes Auto, das auf einer digitalen Anlage fahren soll, muss mit einem Car-Decoder ausgestattet sein. Die N-Bahn Freunde Worms e. V. verwenden hier die Decoder nach dem Open-Car-System. Aktuell wird die Decoder-Version 3 verwendet. Durch ihre geringe Baugröße ist es möglich, auch Spur-N-Autos digital fahren zu können. Zusätzlich muss der Decoder mit einem entsprechenden Funkempfänger verbunden werden, sodass das über den Open-Car-RF-Booster gesendete DCC-Signal empfangen und ausgewertet werden kann.

Der Decoder verfügt standardmäßig über eine automatische Abstandssteuerung sowie Anschlüsse für

Frontlicht	F0
Blinker links	F1
Blinker rechts	F2

sowie über weitere 5 Funktionsausgänge, die frei programmierbar sind. Das Rücklicht, das ebenfalls über F0 geschaltet wird, funktioniert gleichzeitig als Bremslicht, was ein absolut realistisches Erscheinungsbild beim Abbremsen ermöglicht.

Näheres hinsichtlich Verdrahtung und zukünftige Weiterentwicklungen können unter [www.opencarsystem.de](http://www.opencarsystem.de) in Erfahrung gebracht werden. Käuflich zu erwerben sind die Decoder und auch die Booster unter [www.fichtelbahn.de](http://www.fichtelbahn.de).

### 5.2.6. Software

Zur Steuerung der Gleisanlage wird bei den N-Bahn Freunden Worms e. V. zur Zeit die Software RAILWARE eingesetzt.

Mit Railware fahren die Züge in maßstab-gerechten 'Kilometer pro Stunde' und nicht mit Fahrstufen. Railware errechnet automatisch die entsprechende Fahrstufe und berücksichtigt auch unterschiedliche Decoder-Eigenschaften. Um dies zu ermöglichen, muss für jede Lokomotive eine individuelle Geschwindigkeitskurve erstellt werden. Dies erfolgt vollkommen automatisch über Railware gesteuert über den Vorgang „Einmessen“ von Lokomotiven. Anschließend ist diese Lokomotive vorbereitet für den Einsatz mit Railware. Bremswege können nach diesem „Einmessen“ ebenfalls exakt berechnet werden, so dass alle Züge zentimetergenau am gewünschten Ort anhalten. Dazu wird nur ein Meldekontakt pro Blockabschnitt oder Bahnhofsgleis benötigt.

Für Streckenabschnitte können individuell maximale Höchstgeschwindigkeiten (z. B. Langsamfahrstrecken, Bahnhöfe usw.) eingestellt werden, an die sich dann jeder Zug halten muss.

[www.railware.com](http://www.railware.com)

Zur Steuerung der digitalen Car-Anlage ist es geplant, die Software Traincontroller oder iCar einzusetzen. Zum Zeitpunkt der Erstellung dieser Modulnorm war eine Entscheidung hierzu noch nicht getroffen.

## 5.3. Digital Schalten

Zur Steuerung der Anlage werden sogenannte Schalt-Decoder eingesetzt, um Weichen, Signale oder andere Verbraucher (z. B. Motoren, Licht usw.) digital ansteuern zu können. Im nachfolgenden werden die in unserer Modulanlage verwendeten Bausteine beschrieben.

### 5.3.1. Weichendecoder MBtronik



In unserer Anlage finden die Servoantriebe WA5 von MBTronik Verwendung. Ein Baustein kann 2 Servos für Weichen (optional mit Herzstückpolarisierung) oder auch Formsignale ansteuern und wird flexibel angebracht, in der Nähe der anzusteuern Servos.

Jeder einzelne Servo kann in seinen beiden Endlagen programmiert werden und kann optional mit einer Herzstückpolarisierung ausgestattet werden. Näheres zum Thema Herzstückpolarisierung im Anhang der Modulnorm.

[www.mbtronik.de](http://www.mbtronik.de)

### 5.3.2. Kehrschleifenmodul

Die Modulanlage wird als großer Hundeknochen aufgebaut. Die Elektrik wurde so aufgebaut, dass innerhalb der Module die Möglichkeit des Gleiswechsels gegeben ist. Somit müssen die Endmodule als Kehrschleifen ausgebildet werden und mit einer entsprechenden Automatik ausgestattet werden. Die aktuellen Endmodule sind als doppelte Kehrschleifen ausgebildet, wobei jede der beiden Wendeschleifen mit einem separaten Kehrschleifenmodul ausgestattet ist.

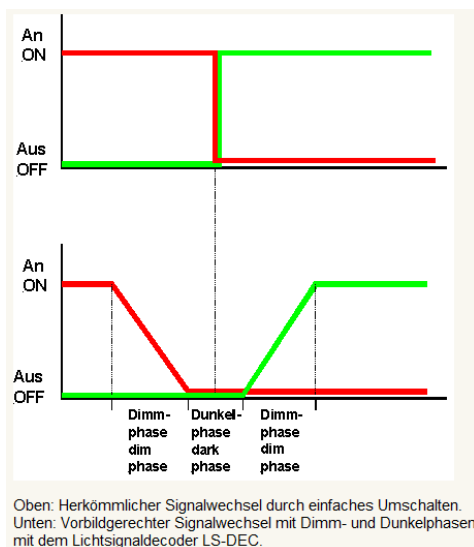
Bezeichnung	Lieferant	Artikelnummer
Kehrschleifenmodul	Rautenhaus <a href="http://www.rautenhaus-digital.de">www.rautenhaus-digital.de</a>	SLX805

## 5.3.3. Lichtsignaldecoder LS-DEC von Littfinski



Zur Ansteuerung von Lichtsignalen finden die Signaldecoder LS-DEC von Littfinski Verwendung. Mit einem Lichtsignal-Decoder können bis zu zwei 7-begriffige (Vor- und Hauptsignal an einem Mast) oder vier 2-begriffige (z.B. Block- oder Gleissperrsignale) bzw. zwei 3-begriffige (z.B. Hauptsignale) und zwei 2-begriffige Signale angesteuert werden.

Der Decoder verfügt über einen separaten Wechselspannungseingang, sodass die Verbraucher (Lichter der Signale) nicht über den Digitalstrom versorgt werden müssen, sondern über eine separate Wechselspannung.



Signalbilder werden nicht einfach überblendet, sondern es erlischt zunächst vorbildgetreu das alte Bild; erst nach einer kurzen Dunkelphase erscheint dann das neue Signalbild. Die Leuchtdioden (LED's) werden dabei ab- bzw. aufgedimmt.

Die Vorwiderstände für die Leuchtdioden sind bereits integriert. Das hat zur Folge, dass, wenn Viessmann Signale eingesetzt werden, alle Widerstände an dem Signal entfernt werden müssen.

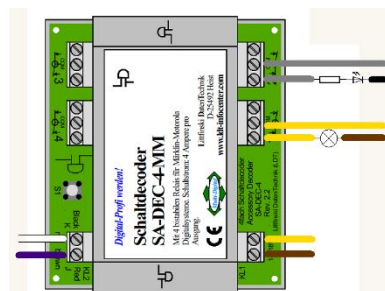
## 5.3.4. Schaltdecoder SA-DEC von Littfinski



Zur digitalen Ansteuerung von Verbrauchern wie

- Licht
- Motoren

finden die Schaltdecoder SA-DEC von Littfinski Verwendung.



Wie auch bei den Lichtsignaldecodern, verfügt der Decoder über einen zusätzlichen Eingang für eine Wechselspannung. Somit könne die Verbraucher über eine separate Spannung versorgt werden und nicht über den Digitalstrom.

Alle 4 Decoderausgänge sind bis 4 Ampera belastbar.

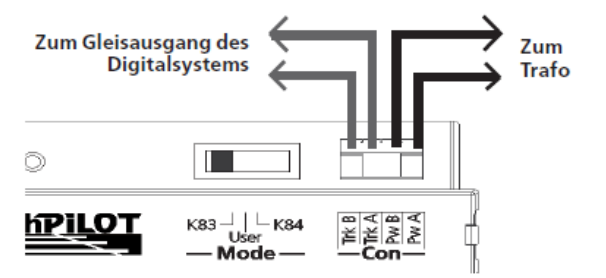
[www.ltd-infocenter.com](http://www.ltd-infocenter.com)

## 5.3.5. ESU SwitchPilot Servo



Zur Ansteuerung der Stoppstellen und der Abzweigungen für das Carsystem findet der SwitchPilot Servo von ESU Verwendung. Er wurde eigens zur Ansteuerung von bis zu vier RC-Servoantrieben entwickelt. Dabei kann der SwitchPilot Servo diese Antriebe so präzise ansteuern, dass damit jeglicher langsamer Bewegungsablauf gesteuert werden kann.

Der Decoder kann ebenfalls mit einer separaten Wechselspannung zur Ansteuerung der Servos versorgt werden.



Die Programmierung der Endlagen der Servos und die Bewegungsgeschwindigkeit sind für jeden Servo separat programmierbar.

[www.esu.eu](http://www.esu.eu)

## 5.4. Digitale Rückmeldung

Zum Betrieb der Anlage ist eine lückenlose Überwachung der Gleisabschnitte bzw. Strassenabschnitte notwendig. Dies ist das Grundprinzip der digitalen Rückmeldung. In unserer Anlage erfolgt eine Rückmeldung über den s88-Rückmeldebus.

Der s88 Rückmeldebus ist das meist eingesetzte Rückmeldesystem unter den Modellbahnern. Leider hat der s88 Rückmeldebus so seine Schwierigkeiten mit Störungen, so dass es sehr häufig vorkam, dass Rückmeldesignale kamen, bei denen kein Verbraucher aktiv war. Dieses Flackern konnte nur verhindert werden, in dem die Verkabelung für den s88 Rückmeldebus extrem sauber verlegt wurde und die Kontakte der Stecker einwandfrei und sauber arbeiteten. Durch die Benutzung von RJ-45 Patchkabel, die in der Computerbranche zum Verbinden von Computern in Netzwerken eingesetzt werden, ist eine wesentliche Verbesserung der Qualität der Rückmeldesignale möglich, weil in dem Kabel immer 2 Kabel zu Paaren verdreht werden und außerdem noch gegen Störungen von außen abgeschirmt waren.

### 5.4.1. Gleisbelegtmelder RM-GB8-N von Littfinski



Die Gleisbelegtmelder arbeiten nach dem s88-Standard und melden die Lage aller auf der Anlage befindlichen Züge, Lokomotiven und ggf. Wagen zurück.

Das Rückmeldemodul RM-GB-8-N ist für s88-Standardverbindungen mit 6-poligen Stiftleisten und für Busverbindungen, nach der neuen s88-N-Norm mit geschirmten RJ-45 Buchsen, ausgestattet.

Der RM-GB-8-N ist geeignet zur Überwachung von 8 Gleisabschnitten mit Strombelastung bis 3 Ampere. Isolierte Schienen oder Gleisabschnitte, deren Belegung überwacht werden soll, werden einfach über die Ausgangsklemmen des Rückmeldemoduls mit Digitalstrom versorgt. Die Gleisabschnitte können 1-polig oder 2-polig isoliert sein.

Der 8-fach Gleisbelegtmelder RM-GB-8-N ist in zwei 4-fach Gleisbelegtmelder aufgeteilt. Damit ist es möglich, Gleise aus zwei verschiedenen Boosterkreisen zu überwachen. Durch die Aufteilung in zwei 4-fach Gleisbelegtmelder vereinfacht sich auch die Überwachung von Kehrschleifen.

Liegt keine Spannung an den Gleisen (z.B. nach Kurzschluss), werden die Belegzustände für die Dauer der Unterbrechung 'eingefroren'.

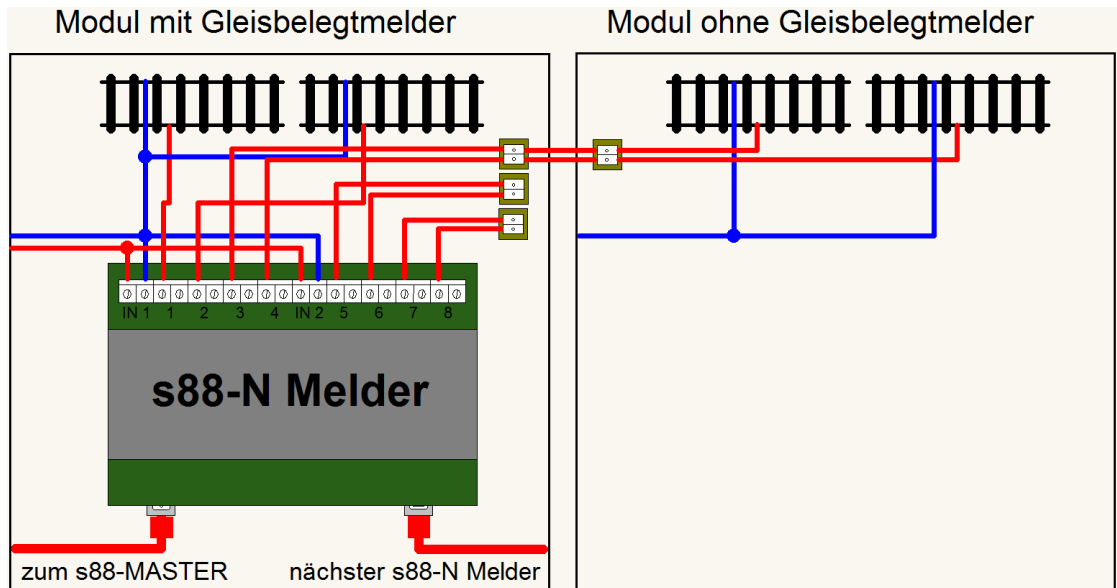
Für die Rückmeldemodule ist keine zusätzliche Versorgungsspannung erforderlich.

Die Gleisbelegtmelder werden jeweils in einem Modul verbaut. Da ein Standardmodul normalerweise nur 2 Gleisabschnitte benötigt, können die übrigen 6 Abschnitte von anderen Modulen (ohne eigenen Gleisbelegtmelder) benutzt werden.



## Modulnorm der N-Bahn Freunde Worms e. V.

Es ist zu beachten, dass das Modul MIT Gleisbelegtmelder und die versorgten Module OHNE Gleisbelegtmelder auf den gleichen Boosterkreis codiert sind.



[www.ltd-infocenter.com](http://www.ltd-infocenter.com)

## 5.4.2. Rückmelder RM-88-N-Opto von Littfinski



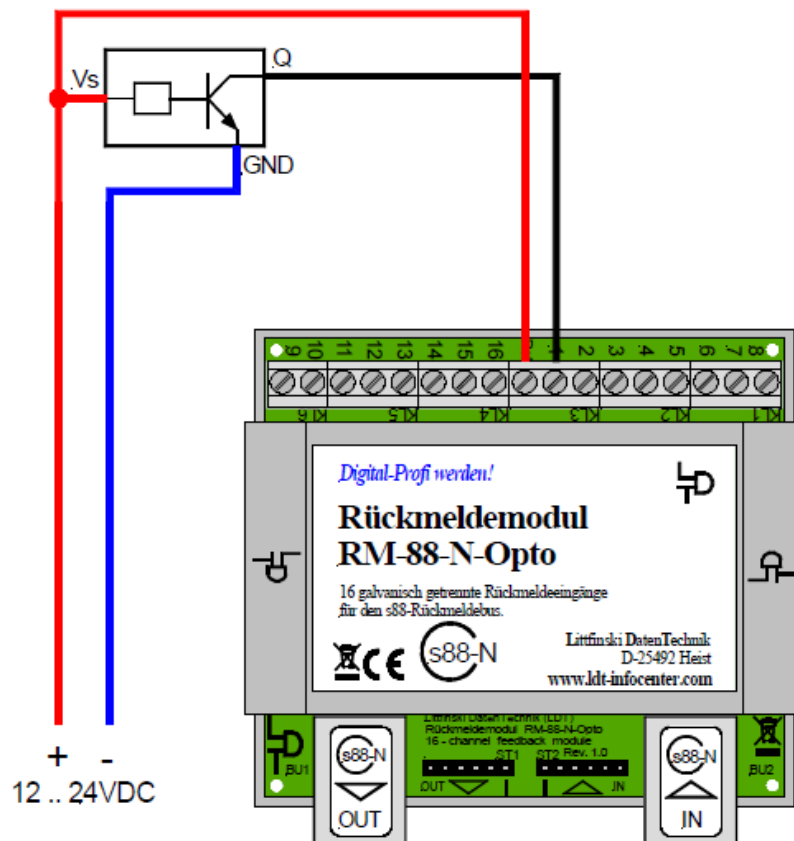
Zur Überwachung der Hallsensoren im Straßensystem findet das Rückmeldemodul RM-88-N-Opto Verwendung. Das Rückmeldemodul RM-88-N-O verfügt über 16 Optokoppler-Eingänge zur Potentialtrennung. Somit können 16 Hallsensoren mit einem Baustein überwacht werden. Die Rückmeldung erfolgt nach dem s88-Standard.

Die Hallsensoren werden mit einer 12 V- Gleichspannung betrieben. Der Pluspol wird ebenfalls am RM-88-N-Opto angeschlossen, die Rückmeldung erfolgt über den dritten Pol des Hallsensors.

Wie auch bei den Gleisbelegtmeldern gibt es Module mit Rückmeldemodul und solche ohne Rückmeldemodul. Um die 16 Rückmeldekanäle eines Moduls optimal zu nutzen, werden nicht benutzte Kanäle – wie bei den Gleisbelegtmeldern – jeweils 2fach auf einen Stecker gelegt und können somit für Module ohne Rückmelder genutzt werden.

Ein Standard-Straßenmodul verfügt über 4 Rückmeldungen, jeweils 2 auf jeder Seite, einer in jeder Fahrspur – näheres im Abschnitt Hallsensoren.

Hier ein Überblick über die Gesamtverkabelung:



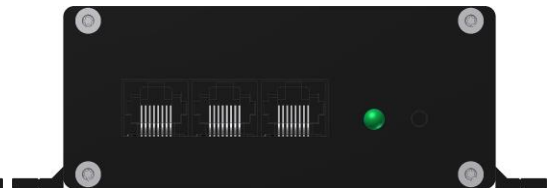
## 5.4.3. $\mu$ Con s88-Master



Mit dem  $\mu$ Con-s88-Master können insgesamt 3 s88-Rückmeldestränge nach dem neuen Standard mit RJ45-Kabel überwacht werden. Die Rückmeldung an die verwendete Steuerungssoftware erfolgt über eine integrierte Netzwerkschnittstelle.



Vorderansicht des  $\mu$ Con-s88-Masters links mit Anschluss für das Netzteil und recht Anschluss für das Computernetzwerk.



Rückansicht des  $\mu$ Con-s88-Masters mit drei Anschlüssen für Gleisbelegtmelder des neuen s88-N Standards und recht der Reset-Taste für einen Neustart des  $\mu$ Con-s88-Masters.

Die Gesamtverkabelung wird im folgenden Bild dargestellt:

