

**Digitalsysteme
... eine Gegenüberstellung ...**

TrainController ist ein Produkt und registrierter Name der Fa. Freiwald Software, Egming.

Inhaltsübersicht

1.	Vorwort	3
2.	Grundlegendes über Spannung und Strom.....	3
3.	Grundlegendes über Induktivitäten / Magnetismus.....	4
3.1	Erzeugung.....	4
3.2	Prinzip - Umkehrung >> Generator	4
3.3	Nutzanwendung der Induktivität.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
3.4	Abschalten einer Induktivität.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
3.5	weitergehende Informationen	Fehler! Textmarke nicht definiert.
4.	Praktische Anwendung der Induktivitäten in der Modelleisenbahn	8
4.1	was sind induktive Lasten ??.....	8
4.2	was sind Schalter und wie müssen sie beschaffen sein ??.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
4.3	Schutzmaßnahmen -- möglich und wenn, welche ??.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
4.4	Dekoder und Weichen inkl. Endschaltern.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
4.5	weitergehende Informationen	Fehler! Textmarke nicht definiert.
5.	Kommerzielle Anwendungen als Beispiele.....	15
6.	Nutzen und Umsetzung des Wissens beim Modellbahner.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
6.1	Vorabinformation	Fehler! Textmarke nicht definiert.
6.2	Kenntnisse und Fähigkeiten	Fehler! Textmarke nicht definiert.
6.3	Möglichkeiten zum Schutz von Weichen- und Formsignal- Spulen (Antrieben)	Fehler! Textmarke nicht definiert.
6.3.1	Außerbetriebsetzung des Endschalters	Fehler! Textmarke nicht definiert.
6.3.2	Schutz des Endschalters mittels Diode ("Freilaufdiode").....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
6.3.3	Weichen vs. Signalen	Fehler! Textmarke nicht definiert.
6.4	... ich habe keine Probleme, bei mir ist alles o.k.	Fehler! Textmarke nicht definiert.

1. Vorwort

Aus den vielen Anfragen und Beiträgen aus dem Forum: Railroad & Co, Freiwald Software (Egmatig) habe ich entnommen, daß viele Modellbahner, die neu in das digitale Zeitalter eintreten oder eine Umstellung / Erweiterung vor haben, unsicher sind, welches digitale System und welche Komponenten denn nun "die richtigen" seien.

Ferner habe ich den Eindruck gewonnen, daß bei bestimmten Betriebssituationen Probleme auftauchen, die sinnvoll nur unter Berücksichtigung der Kenntnisse der / des digitalen Systems(e) gelöst werden können.

Bei all dem wurde und werde ich an meine eigene Zeit erinnert, als ich vom analogen System auf das digitale umgestiegen bin.

Diese Gegenüberstellung soll die reinen technischen Daten und Fakten, wie sie von den Herstellern in ihren Datenblättern bzw. in den Normen definiert sind ergänzen.

Ich betone ausdrücklich, daß dieser Beitrag kein Vergleich über "für und wider" darstellen und auch kein System bewerten soll.

Der Leser soll diese Informationen mit aufnehmen und hoffentlich erfolgreich in seine Lösungsfindung einbeziehen.

2. Betrachtete Digitalsysteme

Am Markt werden eine Reihe von digitalen Systemen angeboten. Ich will hier nur die betrachten, die am häufigsten im oben erwähnten Forum vertreten sind; hierzu zählen ...

- DCC
- Märklin mit seinen Varianten
- Selectrix (SX)

In dieser Abhandlung wird der Stand der Systeme betrachtet, wie er (bei mir) im August 2011 vorlag. Spätere Entwicklungen müssen jeweils nachgetragen werden.

3. Digitalsystem - Architekturen

3.1 Historie

3.3.1 allgemeine Betrachtung

Meines Wissens und meiner Erinnerung nach brachte die Fa. Märklin als erstes ein "komplettes" Digitalsystem für Modellbahnanlagen auf den Markt, welches als "Motorola I" bekannt wurde. Es folgten über die Jahre die Nachfolger "Motorola II" und "mfx".

Märklin führte sein digitales System unter dem Marketingaspekt ein: Zwei Drähte genügen zum Betreiben der Anlage. Kein "Drahtverhau" mehr, wie bei analogen Anlagen. Als Drähte fungierten weitestgehend die Schienen, sie sind die Verbindung zwischen Zentrale und jeweiligen Dekodern (Zentrale >> Lok- / Schalt- Dekoder). Für die Rückmeldung (Besetzmeldung), die später mit dem PC-Anschluß hinzu kam, wurde eine zusätzliche separate Kommunikationsstrecke eingeführt, der "s88 - Bus" (Melde-Decoder >> Zentrale).

Die technischen Details des Märklinsystems wurden offiziell nie offengelegt. Technisch interessierte Nutzer ermittelten "rückwärts" (re-engineering) die Protokolle für "Motorola I / II und mfx" und konnten somit Selbstbauprodukte realisieren.

Die Fa. ESU, Ulm welche wohl maßgeblich an der Entwicklung von "mfx" mitgewirkt hat, vertreibt mit der Zentrale "ECOS" ein Produkt, welches auch das Protokoll "mfx" ausführen kann; dort wird dieses aber aus Schutzgründen "M4" Protokoll genannt --

Man kann unter diesen Randbedingungen die Märklinsysteme als "geschlossene Systeme" einstufen.

Aufgrund dieser "Abschottung" entwickelte die Zubehörindustrie (Fa. Lenz), wohl im Zusammenwirken mit anderen Modellbahnherstellern, das digitale System "DCC", welches genormt wurde und bei dem alle technischen Daten "offen liegen" und kostenlos einzusehen sind.

Die Fa. Trix, seinerzeit noch juristisch eigenständig, entwickelte zusammen mit industrieller Unterstützung das digitale System "Selectrix". Dieses System ist ebenfalls genormt und alle Informationen / Daten liegen offen vor. Zwischenzeitlich wurde das System in punkto zusätzlicher Lok-Adressen / Funktionen weiterentwickelt. Dieses neue Selectrix-System ist mit dem Vorgänger "aufwärts kompatibel" und wird als Selectrix "SX II" (SX2) bezeichnet. Im weiteren Verlauf wird das "ursprüngliche" Selectrix - System nur als Selectrix (SX) bezeichnet. Heute findet man z.T. zur Unterscheidung auch "SX I" (SX1) in der Literatur.

DCC und Selectrix lassen sich als "offene Systeme" bezeichnen, da - wie bereits erwähnt - alle Systemdaten offen gelegt sind.

- spezifische Entwicklungshintergründe

Märklin mit seinen Systemen als auch DCC wurden auf dem Hintergrund der "Spielzeugindustrie" entwickelt. Dies bedeutet, alle bisherigen Tasten, Schalter, Trafo - Funktionen sollten in eine Zentrale integriert werden. Die Peripherie, d.h. die Dekoder sollten so einfach und damit so preiswert als irgend möglich sein.

Die Anbindung an einen PC kam eigentlich erst später hinzu und stand nicht im Fokus der ersten Entwicklungen.

Somit lassen sich diese beiden Systeme als "zentralistische Systeme" definieren.

Bei der Entwicklung von Selectrix wurde, wohl durch die industriellen Erfahrungen mit verteilten Systemen, ein gänzlich anderer Ansatz gewählt. Im Selectrix-Verbund sollten auch die peripheren Komponenten soviel "Intelligenz" als irgend möglich besitzen, um ein "verteilt System" aufbauen zu können. Dieser Ansatz erforderte auch ein komplett anderes Kommunikationssystem (Bussystem). Bei Selectrix kann jeder Busteilnehmer mit jedem anderen Daten / Informationen austauschen; eine Einschränkung ist hier nur bei den Lok-Decodern (beim Fahren) gegeben.

Dies ist bei den beiden vorgenannten Systemen nicht möglich, dort gibt es nur eine Richtung von der Zentrale zu den Dekodern (Peripherie);(ausgenommen das im Moment auf den Markt kommende RailCom Verfahren bei DCC > siehe weiter unten; als auch "mfx" hier gibt es eine Gegenrichtung Lokdekoder -> Zentrale). Bei diesen beiden Merkmalen ist die Gegenrichtung der Kommunikation aber nur auf den Lok-Dekoder begrenzt und eben nicht allgemein gültig wie bei Selectrix (>> ein großer und wesentlicher technischer Systemunterschied).

Selectrix fällt damit in die Kategorie: "dezentrale oder verteilte Systeme" .

- ... und ihre Auswirkungen

Letztendlich ist es unter Berücksichtigung des vorgenannten nicht verwunderlich, daß sich ganz unterschiedliche Kommunikationsstrukturen entwickelten, sowohl auf der Hardware-Seite als auch auf der Software-Seite in Form der Protokolle.

Während Selectrix mit einem Bussystem und einem Protokolltyp für Fahren, Schalten und Melden auskommt, werden bei DCC und Märklin jeweils 2 Bussysteme und Protokolltypen benötigt; eines für Fahren und Schalten und eines für Melden. SX2 benötigt in Bezug auf die Kommunikation mit dem Lok-Dekoder einen zweiten Protokolltyp.

Werden bzw. sollen noch Handregler zur Steuerung der Anlage mit eingebunden werden, dann benötigt man bei Märklin bzw. DCC in aller Regel ein drittes Bus- und Protokoll- System; Selectrix hingegen benötigt kein weiteres Bussystem. Mit SX2 kommen, wegen der unterschiedlichen Realisierungen durch die einzelnen Hersteller, in den Zentralen u.U. auch zusätzliche Schnittstellen und / oder Geräte auf den Markt, so daß die Handregler / Bedieneingaben auch das SX2 Protokoll bedienen können.

Hinweis: ein Selectrix-Handregler kann immer nur zu einem Zeitpunkt auf einen der SX-Busse der Anlage zugreifen. Sollen andere SX Busse bedient werden, dann muß der Handregler umgesteckt oder mittels eines elektronischen Schalters umgeschaltet werden

- ... und die unterschiedliche, offen gelegten Bus-Systeme / Protokolle

--DCC

Diese Protokoll (ohne RailCom) ist so gestaltet, daß man von einem "Standard-Anteil" und einem "offenen Anteil (Erweiterungen)" sprechen kann.

Durch diesen gewählten Aufbau lassen von den einzelnen Herstellern relativ einfach spezifische Produktergänzungen in das System einfügen.

Im Ergebnis ergibt dies unterschiedlich lange Protokolle und damit unterschiedlich lange Übertragungszeiten.

--Selectrix

Das Selectrix (SX1) Protokoll, bestehend aus einem "Adress-Byte" und einem "Funktions-Byte", hat einen starren, festen Rahmen.

Aus diesem Grunde ist auch jede Übertragungszeit gleich lang und es läßt sich daraus ableiten wie oft innerhalb eines Busses jeder Busteilnehmer innerhalb einer definierten Zeitperiode angesprochen wird.

Die Flexibilität bei diesem Bussystem liegt darin, daß das Busprotokoll (einzelne Bit) selbst keiner Decoder-Funktion zugeordnet ist.

Die Funktion des einzelnen Bits ergibt sich aus dessen logischer Zuordnung zu der / Dekoder Funktion / Funktionen.

So kann das gleiche Bit bei einem Dekoder als Ausgang "S" schalten interpretiert werden und beim anderen als Meldereingang "M" gesetzt werden > die Zentrale wertet dies dann aus.

Wiederum kann das gleiche Bit ein Teil einer Bitkombination sein, die eine bestimmte Meldung übermittelt; z.B. Fahrstufe; etc.

Mit Einführung von SX2 kommt ein zweites Protokoll zur Ansteuerung (im Moment nur) der Lok- Dekoder hinzu.

Ziel von SX2 ist es den Adress- und den Funktions- Bereich (Zusatzfunktionen) zu erweitern.

Da die neuen Lok-Dekoder aus dem Hause Doehler & Haas, München so programmiert (konfiguriert) werden können, daß sie entweder als Selectrix (1 / 2), DCC, Märklin - Dekoder operieren, wird eine Präambel benötigt, die vor jedem neuen Protokoll dem Dekoder mitteilt für welchen Operationsmode und damit "Lok-Dekoder-Typ" die folgende Information gedacht ist.

Der Präambel folgen dann 5 weitere Bytes, welche die Adresse und alle Funktionen zum Inhalt haben.

Diese zeitlich verlängerte Übertragungsdauer, im Vergleich zu SX1, hat zur Folge, daß die bisherigen Zeiten für ein "refreshen" keine Gültigkeit mehr besitzen.

Ferner kommt die Herausforderung hinzu, daß nicht alle theoretisch möglichen Lokadressen ständig aktualisiert werden können.

Es zeichnet sich ab, daß jeder Hersteller einer Zentrale hier seine eigenen Wege in der Realisierung geht. Diese bedeutet auch eine unterschiedliche Anzahl von gleichzeitig steuerbaren Loks auf einer Anlage.

Auf einer Anlage können die bisherigen "SX1 - Loks" (mit ihren bisherigen Adressen) neben neuen "SX2 - Loks" betrieben werden.

Im Jahr 2011, gibt ein Hersteller an, daß bei ihm max. 16 SX2 Loks neben den 103 SX1-Loks betrieben werden können.

Ein weitere ermöglicht den gleichzeitigen Betrieb von 32 SX2 Loks.

Wiederum ein anderer verwendet auf dem Gleis ein ganz eignes, an SX angelehntes Gleissignal und ermöglicht den gemischten Betrieb von SX1 und SX 2 - Loks, wobei die max. Anzahl von Loks weiterhin bei 103 liegt.

Ein weiterer Ansatz ist, daß aus der 4 stelligen Nummer immer nur die Einer / Zehner/ Hunderter Stelle fest verwendet wird und letztlich die Loks dann weiterhin im SX1 - Betrieb, also 103 Loks zeitlich parallel zu betreiben sind.

Es wird sich zeigen, welche Varianten am Markt angenommen werden.

Dieses vorgenannte gilt für den sog. SX0-Bus einer Zentrale. Bisher wurden der SX0 und der SX1 Bus einer Zentrale immer vom Takt und Protokoll her gleich betrieben.

Je nach obiger Hersteller-Lösung ist das künftig wohl nicht mehr in jedem Fall so.

Der Nutzer sollte sich daher VOR einem Einsatz von SX2 auch Gedanken über die Anschaltung / Funktion aller anderen Dekoder / Handsteuergeräte, etc. an den anderen SX-Bussen machen und bei den Anbietern nachfragen.

--Märklin

Da es keine offiziellen Daten / techn. Informationen über die Märklin - Protokolle gibt, beziehe ich dieses System hier nicht weiter in die Protokoll-Betrachtungen ein. Leser können sich evtl. über die angebotenen Links weiter informieren.

4. System und Kommunikations - Strukturen

4.1 zentralistische Systeme

- Fahren
- Schalten

Bei diesen (hier betrachteten) Systemen sind sowohl die Lok-Dekoder als auch alle anderen Dekoder zum Schalten (Anzeigen) über eine 2 adrige Verbindung (Bus) -- z.B. Schiene / Gleis oder Drähte / Kabel --mit der Zentrale verbunden.

Von der Zentrale werden alle Einstellbefehle codiert über diesen Bus übermittelt.

Die jeweilige Spannung und ihre digitale Codierung ist zwischen den beiden Systemen DCC und Märklin sehr unterschiedlich. Selbst zwischen Motorola I / II und mfx (M4) gibt es große Unterschiede.

Nähere techn. Informationen über die Busse und ihre Protokolle können über die Links (unten) abgerufen werden.

Da die mir am Markt bekannten Dekoder zum Schalten / Anzeigen relativ einfach aufgebaut sind muß zum Schalten eines Ausgangs ein Befehl ausgegeben werden > Ausgang "ein" und nach einer Zeit t der Befehl > Ausgang "aus". Die Zeit t wird in der Zentrale verwaltet. Daraus folgt, jedes Schalten eines Magnetartikels erfordert 2 Busübertragungen Plus einer Zeitverarbeitung in der Zentrale.

- Melden

Diese Funktion wurde erst mit der Erweiterung der "PC-Steuerung" notwendig. Sie ist quasi das "Auge des Modellbahn-Steuerungsprogramms, hier von TrainController (TC). Das Prinzip des Meldens ist die Erkennung eines Stromflusses, ausgelöst durch ein Fahrzeug, welches sich in einem Überwachungsbereich (Gleisabschnitt) befindet.

-- DCC

Die Besetzmeldung / Erkennung basiert bei DCC auf der sog. "Strommessung". Hier wird der gesamte Strom eines Abschnittes über einen Besetzmelder (Dekoder) geführt.

Fließt ein Strom weil sich ein Verbraucher (Lok oder Wagen mit Beleuchtung oder "Widerstandsachsen") auf dem Gleisabschnitt befindet, dann wird dies erkannt und über einen eigenen Meldebus mit eigenem Protokoll an die Zentrale gemeldet.

Anmerkung:

Die "Widerstandsachsen" sind elektr. parallel geschaltete Widerstände, deren Gesamtwiderstand sich wesentlich reduziert, was zu einem höheren Strom führt. Dies ist bei der Auslegung der Widerstandsachsen / Konfiguration der Anlage bzw. Empfindlichkeit der Belegmelder zu berücksichtigen.

-- Märklin

Die Besetzmeldung / Erkennung basiert bei Märklin aus der "Masse-Kontaktgabe". Diese historische Bezeichnung ist geblieben, obwohl man bei einem digitalen System nicht mehr von "Masse" sprechen kann.

Der Mittelleiter ist an einen Ausgang von Zentrale bzw. Booster angeschlossen, der andere an einem der beiden Außengleise (Schienen).

Steht ein Märklin (oder 3 Leiter-Fahrzeug) auf dem Gleis, dann verbinden die elektr. leitenden Achsen das an der Zentrale / Booster angeschlossene Gleis (Schiene) mit dem anderen Melde - Gleis (Schiene). Diese Schiene ist an einem Melde-Decoder-Eingang angeschlossen.

Somit liegt am Meldereingang das gleiche Potential wie bei der Zentrale / Booster an.

Über einen im Meldedecoder hochohmigen Widerstand kommt jetzt ein kleiner Stromfluß (mA) zustande, denn der Meldedecoder muß einen Anschluß besitzen auf dem sich das Mittelleiter- Potential des Gleisabschnitts befindet; also es muß eine Verbindung zur Zentrale oder Booster bestehen.

Letztendlich wird auch hier ein Stromfluß ausgewertet; im Gegensatz zu DCC ist dieser allerdings kleiner.

Die beiden unterschiedlichen Ansätze brachten am Markt auch unterschiedliche Dekodertypen hervor. Diese sind jeweils über unterschiedliche Bussysteme mit der Zentrale verbunden.

Während bei Märklin der "S88" Bus sein muß, hängt es bei DCC davon ab, was die jeweilige Zentrale für einen Melde-Bus zur Verfügung stellt.

- *Identifikation von Lok-/Fahrzeug- Adressen*

--DCC

Mit dem genormten Systemteil RailCom bringt die DCC Gemeinde derzeit ein Rückmeldesystem auf dem

Markt, was nicht nur die Lok-Dekoder-Adresse meldet, sondern noch umfangreichere sonstige

Informationen liefert, wie z.B. schnelles Lokprogrammieren überall auf der Anlage, Erkennen verschmutzter Gleise und Informationen über angekuppelte Waggons (Zukunft).

Unter OpenDCC findet der Leser hierzu eine umfangreiche Abhandlung.

Im Prinzip basiert die Lösung auf folgendem Verfahren:

Die Gleisspannung wird derzeit in regelmäßigen, sehr kurzen Abständen umgeschaltet,

so daß die "Rechteckspannung" entsteht. In diesen Umschaltmoment wird eine kurze

Verzögerung eingefügt, damit ist das Gleis für eine kurze Zeit von der Zentrale / Booster abgeschaltet > Spannungslos.

Innerhalb dieser Zeitspanne kann jetzt ein Lokdekoder eine Meldung über die Gleise schicken, die dann von der Zentrale aufgenommen und ausgewertet werden muß. Der Lokdekoder benutzt als Energiequelle für die Aussendung einen kleinen, auf dem Dekoder vorhandenen Kondensator.

Anmerkung:

Liegt nach der kurzen Verzögerung wieder die Gleisspannung an, dann lädt sich der Kondensator wieder auf.

Die Kondensatoren aller auf der Anlage befindlichen Loks sind elektr. gesehen parallel geschaltet, so daß sich am Ende der Rücksendung ein durchaus beachtlicher Ladestrom ergeben kann. Das muß bei der Auslegung der Booster berücksichtigt werden.

Die Zeitschlitz für RailCom werden aus den sowieso vorhandenen Synchronisationsbits genommen, die Geschwindigkeit der Datenübertragung Richtung Lok bleibt unverändert. Dadurch, daß die Lok den Empfang einer Nachricht mit RailCom bestätigt, kann die Zentrale auf die prophylaktische Wiederholung verzichten und so einen höheren Durchsatz erreichen und dadurch genaueres Halten ermöglichen.

--Märklin

Mit mfx (M4) hat Märklin ein Meldesystem eingeführt. Dieses hat allerdings eine ganz andere Funktion als das unter DCC vorgestellt und das noch unter Selectrix vorzustellende Verfahren.

Bei Märklin melden sich die Loks mit ihrer Lokdecoder-Adresse beim Aufsetzen automatisch bei der Zentrale an. Die Zentrale ordnet dieser Lokdecoder-Adresse eine "Modellbahn-Lok-Adresse" zu.

Es findet also keine Identifikation über den Standort des Fahrzeuges (Lok) auf der Anlage statt.

4.2 dezentrale Systeme

In diesem Beitrag wird in diesem Abschnitt nur das Selectrix-System betrachtet. Grundsätzlich wird das Gleis über zwei Leitungen an die Zentrale oder einen Booster angeschlossen. Über diese Leitungen erfolgt, wie bei den beiden anderen Systemen auch, die elektrische Versorgung des Lokdekoders und des Lok-Motors als auch die Busübermittlung. Wie bei DCC wird auch hier die Polarität in sehr kurzen Zeitspannen zur Erzeugung einer "Rechteckspannung" umgeschaltet. Das Protokoll ist allerdings unterschiedlich zu DCC, als auch gegenüber Märklin.

Booster werden über den sog. PX-Bus mit der Zentrale verbunden. Über diesen Bus wird das Übertragungssignal von der Zentrale an die Booster übermittelt. Die Booster prägen es dann innerhalb ihres Versorgungsbereichs der Gleisspannung auf.

- Fahren
- Schalten
- Melden

Aus Sicht der Zentrale ist das Gleis ein Teil des SX 0 - Busses. Und nur an einem SX 0 Bus kann ein Lok-Dekoder (Fahren) angeschaltet werden !!

Alle anderen SX - Dekoder (Schalten, Melden) können wahlfrei über einen der beiden SX 0 oder SX 1 Bus mit der Zentrale verbunden sein. Beide Busse sind vollkommen identisch aufgebaut --- bei Einsatz von SX1; bei SX2 kann es je nach Hersteller -Lösung Unterschiede geben (s.oben !!!).

Über diese Busse werden auch die logischen Schaltkreise der Dekoder versorgt !!, während Spannungen zum Schalten, etc. separat dem Dekoder zuzuführen sind.

Beim Schalten zeigt sich -- im Gegensatz zu DCC und Märklin -- ein großer Unterschied. Soll bei SX z.B. eine Weiche geschaltet werden, dann setzt die Zentrale an den Dekoder nur eine Meldung ab mit dem Inhalt > Weiche schalten und die Weichenstellung. Der Dekoder übernimmt das einschalten des Magnetartikels (Spule) und beachtet die Einschaltdauer (Stromflußdauer) und schaltet dann den Magnetartikel wieder aus. Aus Sicht der Zentrale ist dies pro Schaltvorgang eine 50% Busentlastung und eine starke Entlastung bei der Zeitverfolgung (Einschaltdauer des Magnetartikels).

Das Prinzip des Meldens ist das gleiche wie bei DCC, also eine *Messung des Gesamtstroms* im Meldeabschnitt. Wobei der Meldedecoder hier an einen der SX-Busse angeschlossen und mit der Zentrale verbunden ist.

Wollen Märklinisten allerdings -- wie ich selbst, SX verwenden --, dann steht ihnen aufgrund des 3 Leitergleises auch die "Märklin-Variante" zusätzlich zur Verfügung. Wie unter Märklin dargestellt, kann vom "Melde-Gleis (Schiene)" eine Verbindung zum SX-Melder-Eingang geführt werden. In diese Verbindung muß der Nutzer allerdings selbst einen z.B. 10 k Ohm Widerstand einfügen. Damit funktioniert eine "Masse-Kontakt" Meldung wie zuvor beschrieben.

--Konfigurierungshinweis für SX-Besetzmelder

Bei der Konfiguration (Anschaltung an SX - Bus einer Zentrale) von SX - Besetzmeldern ist folgendes zu beachten:

Besetzmelder **OHNE** Opto-Koppler, die das Gleispotential vom Potential des Besetzmelders trennen, **müssen** an der Zentrale angeschlossen werden, an die auch die Gleisversorgung angeschlossen ist.

Besetzmelder **MIT** Opto-Koppler können auch an die SX-Busse der anderen Zentralen angeschlossen werden.

Selectrix II --- und die neue Lok-Adressierung

Mit Einführung von SX II wurde das bisherige "Manko" von "nur 100 Lokadressen" aufgehoben. Es lassen sich jetzt ca. 10.000 Adressen für Lok-Dekoder vergeben; mehr als genug. Ferner wurden zusätzliche Ausgänge auf dem Lok-Dekoder zum Schalten von Lok-Funktionen bereit gestellt.

Aber wie kann dann das alte Prinzip mit annähernd gleichen Zyklen in der Decoderkommunikation eingehalten werden ??

Genau genommen gar nicht, denn eine Protokollübertragung dauert wesentlich länger als bei SX1. Hinzu kommt, daß im Gegensatz zu SX1 keine feste Anzahl von Lok-Adressen mehr durch den Systemansatz vorgegeben sind, sondern jeweils durch den Hersteller einer Zentrale festgelegt werden -- 10.000 sind wohl illusorisch und selbst 100, wie bei SX1 sprengen schon weit den bekannten "refresh - Rahmen".

Nach einigen Recherchen bin ich zu dem Ergebnis gekommen, daß bei SX2 nur das Gleissignal als solches "genormt" ist. Die eigentliche Realisierung von SX2, sowie sie den Nutzer interessiert, aber den einzelnen Herstellern der Zentralen überlassen bleibt. Infolge legen diese auch fest, wie viele Loks auf der Anlage unter SX2 gleichzeitig aktiv betrieben werden dürfen. Aus dieser Festlegung, der max. Anzahl ergibt sich dann für den SX2 refresh-Anteil wieder ein max. zeitlicher Rahmen. Der gesamte refresh-Zyklus, soweit mir bekannt, setzt sich dann aus dem bisher bekannten SX1 refresh-Anteil und dem jeweiligen neuen SX2 refresh-Anteil zusammen.

Hierbei ist zu beachten, daß der SX2 refresh-Anteil innerhalb der min. / max. Anzahl von "aktiven" SX2-Loks zeitlich schwankt, also in sofern lastabhängig ist.

Daraus läßt sich aber sofort ableiten, daß es einer Strategie bedarf, nach der Loks als "aktiv" oder "passiv" eingestuft werden und jeweils flexibel eine Umgruppierung stattfindet. Desweiteren ist jeweils zu definieren, wie sich der "passiv" - Zustand für den Nutzer auf der Anlage bemerkbar macht.

Die jeweilige max. Anzahl von "aktiven" Loks hat dabei zwei gegengerichtete Auswirkungen. Ist ihre Anzahl gering, dann ist zwar der gesamte refresh-Zyklus kürzer (mehr Wiederholungen z.B. pro sek oder min.) hingegen steigt die Häufigkeit der Umgruppierungen und damit der Aufwand im Handling bzw. in der "zeitlichen Wartezeit". Bei höherer Anzahl, ist dieses Verhalten invers.

Eine weitere Betrachtung gilt der höheren Anzahl von zu übertragenden Bytes, verglichen mit SX1. Die höhere Anzahl bedingt typischerweise auch eine höhere Fehlerrate in der Übertragung, damit wird wieder eher eine schnelle Wiederholung wünschenswert.

Eine weitere Folge dieser "Freiheit" ist, daß die Schnittstelle Zentrale <> PC je nach Hersteller unterschiedlich ausfällt. Es bleibt abzuwarten, wie die einzelnen Hersteller von Modellbahn-Steuerungsprogrammen, wie TC, darauf reagieren.

--Beispiel

Ein Hersteller plant die Gleichzeitigkeit von 12 SX2-Loks zu unterstützen, ein anderer offeriert bereits die Unterstützung von 32 SX2-Loks.

In beiden Fällen wird das obige "passiv" so definiert, daß die Fahrstufe 0 vorliegen muß UND ALLE Zusatzfunktionen als auch ALLE Lok-Lichter ausgeschaltet sind.

Dies bedeutet, daß der Nutzer -- gleich ob im manuellen Betrieb oder via PC -- diese Konstellation herbeiführen muß.

Ist die "Gleichzeitigkeitsgrenze" erreicht, bedeutet dies, daß z.B. eine Lok dunkel geschaltet werden muß, während sie im Bahnhof wartet, damit eine andere fahren kann. Ein solcher Lösungsansatz erscheint wirklichkeitsfremd, insbesondere bei Verwendung von so mächtigen Modellbahnsteuerungsprogrammen, wie TC.

Identifikation von Lok-/Fahrzeug- Adressen

Diese Identifikations-Methode ist etwas "tricki".

Wie bei DCC wechselt auch bei SX das Gleispotential an den Schienen. Hierbei entsteht eine kleine Spannungslücke -- während diese bei DCC sehr viel größer sein muß !!

In dieser kurzen Phase entlädt sich ein kleiner Kondensator, der sich auf dem Lok-Dekoder befindet über die Schienen und den an der Schiene angeschlossenen Meldereingang und von dort zum Booster / Zentrale und wieder zurück zum Gleis / Schiene > Lok.

Der hierbei entstehende kleine Stromfluß (bei SX I ca. 1-2 mA; bei SX II ca. 5 mA) wird vom Melder erkannt und ausgewertet.

Wie erfolgt nun die Zuordnung zur Lok-Dekoder-Adresse ??

Die Kondensatorentladung erfolgt während der Übertragung der Informationen an die Lok xyz. Der "intelligente" SX-Melder registriert (merkt sich) sich die jeweils gesendete Lok-Adresse. Folgt jetzt unmittelbar in seinem Beobachtungs- (Melde-) Abschnitt eine Kondensatorentladung, dann kann er die Lokadresse diesem Abschnitt zuordnen, was z.B. bei TC (TrainController) einem Block entspricht.

Hinweis:

Soll die SX-Identifikation eingesetzt werden, dann müssen nach SX-Angabe alle in Lok und Wagen vorhandenen Birnchen / LEDs auf einer Seite über eine schnell schaltende Silizium-Diode verbunden werden. Diese Diode verhindert "Querströme" die bei der Kondensatorentladung auftreten würden und dann könnte keine saubere Erkennung erfolgen. Wenn Märklinisten SX und seine Melder einsetzen (s. oben), dann muß aus solchen Gründen auch eine Diode in Serie zum Widerstand geschaltet werden. Auch hier wird beim Aufgleisen die Lok UND der Standort erkannt. Beim Vergleich zu DCC fällt auf, daß das DCC Meldesystem sehr viel weiter ausgebaut ist als das von SX.

ACHTUNG:

Das vorgenannte gilt derzeit nur für SX1 Loks; Loks mit den neuen "Multi-Protokoll-Decodern" scheinen dieses noch nicht zu unterstützen. Analoges gilt auch für die sog. "intelligenten" Besetztmelder.

ALLGEMEIN:

Die heutigen, modernen PC-Modellbahn-Steuerungsprogramme, wie TC, benötigen keine solche Identifikation für den laufenden Betrieb der Anlage. Allerdings können solche Systeme hilfreich sein, wenn in schwer einsehbaren Bereichen (z.B. Schattenbahnhöfen) manuell - ohne PC-Programm - Zugbewegungen vorgenommen werden müssen.

4.3 Multiprotokoll-Zentrale und Dekoder

Auf dem Markt werden zunehmend mehr Multiprotokoll Dekoder und Zentralen angeboten. Dies ist wohl primär als Marketing Instrument der Hersteller zu sehen, als auch ein Instrument beim "Verteilungskampf" von Marktanteilen.

In den wenigsten Fällen werden private Modellbahner (außer Clubs) eine Vielzahl und Vielfalt von Modellbahnen (Loks) besitzen. Auch wenn dies hier und da der Fall sein sollte, dann wäre ein Decoder-Umbau auch eine gute Alternative zu einer "Multiprotokoll-Anlage".

Mit mehreren Systemen (Protokollen) auf einer Anlage zu arbeiten ist nicht unproblematisch und bedarf vom Nutzer immer ein "Mehrfach-Wissen" beim Aufbau, Betrieb und Pflege seiner Anlage.

Aus technischer Sicht ist anzumerken, daß es immer zu zeitlichen Verzögerungen beim "Umschalten" der Protokolle kommt -- gegenüber einem Reinrassigen-System. Es müssen von der Zentrale / Dekoder die Umstellung in der Gleisversorgung (Takt, Codierung) vorgenommen bzw. erkannt werden. Bei "zentralistischen Systemen" sind von solchen zeitlichen Belangen nicht nur die Lok-Dekoder betroffen, sondern zusätzlich ALLE an dem Bus (Zentrale) angeschlossenen Schaltdecoder.

Wenngleich sich die einzelnen Zeiten nur im μs / ms - Bereich bewegen mögen, so können sich diese addieren. Hier ist ein wesentlicher Faktor auch der Mix der Loks und ihre jeweils aktuelle Nutzung.

Hinweis:

Die gegenwärtig von Doehler & Haas angebotenen Lokdekoder werden bei der Erstinbetriebnahme auf eines der möglichen Gleisformate (DCC, Märklin, Selectrix (1/2), je nach verwendeter Zentrale, eingestellt. Auf der Anlage arbeiten sie im Betrieb dann ausschließlich in diesem Operationsmodus.

5. Einsatz auf Modellbahn-Anlagen

5.1 Labor vs. Anlage

Es wird keinen Zweifel geben, daß diese Multiprotokoll-Systeme in den Labors der einzelnen Hersteller einwandfrei arbeiten.

Auf den unterschiedlichen Anlagen, insbesondere auf mittelgroßen und dies im Zusammenwirken mit PC-Anlagen-Steuerungsprogrammen, wie TC, kann es zu zeitlichen Problemen bei der Abarbeitung der Steuerbefehle / Melderabfragen kommen. Dies insbesondere dann, wenn zentralistische Systeme wie DCC und Märklin mit komplett unterschiedlichen Gleis-Signalen / Busprotokollen zusammen als Multiprotokoll - System betrieben werden.

5.2 Beispiel >> Schalten

- Aufgabe

Schalten einer Weiche von TC heraus.

- Lösung: Märklin / DCC

TC sendet über den Bus PC <> Zentrale eine Meldung zum Schalten der Weiche x in Stellung r.

Die Zentrale muß diese Meldung aufnehmen und in drei Aktionen zerlegen ..

1) Meldung an zugehörigen Weichendekoder senden mit dem Inhalt Ausgang (= Weiche x) einzuschalten (Stromfluß > Magnetartikel Spule) 2) Zeit für Dauer der Einschaltung der Spule setzen und abfragen, wann diese abgelaufen ist 3) Meldung an zugehörigen Weichendekoder senden mit dem Inhalt Ausgang (= Weiche x) auszuschalten (kein Stromfluß > Magnetartikel Spule)

TC sollte in dieser Zeitspanne KEINE weiteren z.B. Weichenbefehle an die Zentrale senden. D.h. in TC ist eine entsprechende "Wartezeit" einzutragen, diese sollte größer sein als die unter 2) eingestellte Zeitdauer plus Reserve.

Diese Reserve wird in der Praxis benötigt, da davon auszugehen ist, daß eine Busübertragung wegen Störungen auch wiederholt werden muß.

Es können auch sonstige Aktivitäten "dazwischen kommen".

- Lösung: Selectrix

TC sendet über den Bus PC \leftrightarrow Zentrale eine Meldung zum Schalten der Weiche x in Stellung r.

Die Zentrale muß diese Meldung aufnehmen und in eine Aktionen zerlegen .. 1) Meldung an zugehörigen Weichendekoder senden mit dem Inhalt Ausgang (= Weiche x) auf Stellung r zu schalten.

Der SX-Weichendekoder nimmt diese Meldung auf und zerlegt diese in die Aktionen

1) Ausgang (= Weiche x) einschalten (Stromfluß > Magnetartikel Spule) 2) Zeit für Dauer der Einschaltung der Spule setzen und abfragen, wann diese abgelaufen ist 3) Ausgang (= Weiche x) ausschalten (kein Stromfluß > Magnetartikel Spule)

TC sollte in der Zeit, in der die Zentrale beschäftigt ist, keine weiteren Weichenbefehle senden. Im Vergleich zum vorangegangenen Systemansatz ist diese Belegung aber wesentlich kürzer.

Somit steht in TC auch nur eine sehr kurze "Wartezeit". TC kann also in einer wesentlicher höheren Sequenz Aktionen (z.B. Weichen schalten) ausführen, da sowohl die Auslastung der Zentrale als auch der Anlagenbusse pro Aktion sehr viel geringer ist.

5.3 Anzahl Fahrstufen im Lok-Dekoder >> Systembelastung

Dieses Beispiel gilt gleichermaßen für alle 3 betrachteten Systeme und betrachtet die Problematik nur qualitativ.

- Aufgabe

Es soll eine Lok aus der Fahrgeschwindigkeit V_g innerhalb eines Bremsbereichs von z.B. $L = 30$ cm auf die Kriechgeschwindigkeit V_k abgebremst werden, so daß mit Erreichen des Haltebereichs die Lok sofort anhalten (stoppen) kann.

Gegeben:

Lok A mit 128 Fahrstufen Lok B mit 31 Fahrstufen Computersteuerprogramm - TrainController (TC) Zentrale des jeweiligen Systems, angeschlossen über eine serielle Schnittstelle an den PC

Darstellung für Lok A:

TC berechnet nach Erkennen des Erreichens des Bremsbereichs anhand von V_g und der Länge L sowie der Zielgeschwindigkeit V_k und der Anzahl der Lok-Fahrstufen, wie oft eine Fahrstufenreduzierung an die Zentrale zu senden ist. Aus dieser Betrachtung ergibt sich auch die optimale zeitliche Verteilung.

In dieser Betrachtung gehen wir mal von 100 zu schaltenden Fahrstufen aus.

TC setzt also 100 Meldungen an die Zentrale ab und diese "übersetzt" diese Information in das entsprechende Datenformat / Protokoll und schickt ebenfalls min. 100 Meldungen an den Lokdekoder. Bei einer schlechten Gleisverbindung sind es in der Regel mehr.

Darstellung für Lok B:

Der erste Absatz von Lok A trifft genau so für Lok B zu.

Allerdings gehen wir hier mal von 25 zu schaltenden Fahrstufen aus.

Der dritte Absatz von Lok A trifft auch wieder für Lok B zu; allerdings werden min. nur 25 Meldungen gesendet.

Ergebnis der "Spielerei"

-- und das gilt sowohl für das Bremsen als auch Beschleunigen --

Für Lok A werden 4 mal mehr Befehlsübertragungen benötigt als für Lok B. Das System ist also wesentlich stärker belastet. Allerdings berücksichtigt TC diese Belastung und reduziert für starke Änderungen die Zahl der gesendeten Fahrstufen an Lok A. Man erhält mit TC etwa vergleichbares Verhalten bei starken Änderungen, bei langen Bremsrampen werden hingegen die feinen Abstufungen für Lok A benutzt. Ob das menschliche Auge im "normalen" Anlagen-Betriebsalltag einen wesentlichen Unterschied feststellen kann ??, daß muß jeder für sich herausfinden.

Allerdings ist davon auszugehen, daß zeitliche Engpässe aufgrund des obigen Effekts sehr wohl bemerkbar sind, wenn viele Zugbewegungen zeitlich parallel stattfinden.

5.4 Beispiel >> Fahren / Multiprotokolle

Wird mit unterschiedlichen Protokollen gefahren, das geschieht bei Märklin bereits, wenn Motorola I / II und mfx (M4) eingesetzt wird, dann muß die Zentrale jeweils komplett die Gleistakte ändern als auch das Protokoll. Das alle kostet Zeit. Bei manuellem Betrieb von zwei Loks sicher kein Problem, jedoch mit z.B. TC und 15 Loks kann es zu welchen kommen (wobei die Zahlen nur die Unterschiede verdeutlichen sollen und keine absoluten Werte darstellen).

Entsprechendes gilt, wenn der Lok-Dekoder mit mehreren Protokollen betrieben werden kann. Dann muß der die entsprechende "Vorauswahl" treffen. Auch das kostet Zeit. In all diesen Fällen, kann es -- wie die vielen Anfragen im TC-Forum zeigen -- unter den unterschiedlichsten Randbedingungen zu Problemen kommen; sie müssen aber nicht auftreten und vor allem sich nicht immer in der .

Auch der Betrieb mit SX2 wirkt sich, neben der längeren Übertragungszeit des Protokolls, auch durch die Lok-Verwaltung (Loks aktiv / passiv setzen) zeitlich recht ungünstig aus. Betreiber von SX2 Anlagen sollten dies entsprechend berücksichtigen.

6. Zusammenwirken mit dem Software Programm *TrainController (TC)*

TC kann, so zeigt es auch die weltweite Verbreitung mit sehr vielen Zentralen zusammenarbeiten. Mittels der Vielfalt der Einstellungsmöglichkeiten können auch einige zeitliche Probleme "umgangen" werden.

Wie und wann die Umsetzung von SX2 durch TC erfolgt wird sich wohl erst frühestens im Laufe des nächsten Jahres zeigen.

Sollten Funktionen nicht so ablaufen wie erwartet, so zeigt sich aufgrund des TC Forums, daß in aller Regel der Engpaß in der Hardware und bei den System- Lieferanten zu suchen ist.

7. Fazit

Ich hoffe, daß diese Gegenüberstellung den Umsteigern von ANALOG auf DIGITAL eine grundsätzliche Hilfe zur Entscheidung für "IHR Digital System" gibt und allen anderen Lesern einige Anregungen zur Gestaltung ihrer Modellbahnanlage. Ferner mögen diese Hinweise auch im Falle von Problemen eine Hilfestellung zur Lösungsfindung geben.

Gerne bin ich bereit spezifische Fragen separat und individuell zu diskutieren. Bitte benutzen Sie zur Kontaktaufnahme meine eMail Adresse.

Allen eine gute Modellbahnzeit.