

1. Zweck der Norm

Bei der Konzipierung von Modellbahnsteuerungen und ihrer Steuerprogramme sind vom Vorbild abgeleitete und modellbahntypische Eigenheiten und Vorgaben zu beachten. Diese Norm soll diese Eigenschaften in Form von Grundsätzen und Strukturschemata formulieren. Sie ermöglicht die Klassifikation von Modellbahnsteuersystemen und definiert Grundbegriffe.

2. Modellbahn-Steuersysteme

Ein Modellbahn-Steuersystem ist die Gesamtheit aller Modellbahn-Funktions-Steuerungen, unabhängig von ihrer technischen Realisation, die im Zusammenwirken unter vorgegebenen Grundsätzen und Strukturen den vorbildgetreuen oder vorbildnahen Modellbahnbetrieb auf Modellbahnanlagen erlauben.

3. Grundsätze für den Entwurf von Modellbahnsteuersystemen

Modellbahnobjekte sind alle beweglichen und nicht beweglichen gegenständlichen Bestandteile der Modellbahn. Sie haben Eigenschaften, die die Prozesse der Eisenbahn und ihres Umfeldes vorbildgetreu oder vorbildnah nachbilden.

Bestimmte Eigenschaften der Modellbahnobjekte besitzen steuerbare Funktionen.

Die Funktionen von Modellbahnobjekten sind Voraussetzung sowohl für die Entwicklung eines Modellbahn-Steuersystems als auch seines Steuerprogramms. Dafür sind bestimmte Grundsätze einzuhalten, die die vorbildgetreue Betriebsweise bzw. den Betriebsablauf auf der Modellbahn garantieren sollen.

Die Funktionen der Modellbahnobjekte können elementar sein oder durch Verbindung gleicher oder verschiedener Funktionen einen verschieden hohen Komplexitätsgrad besitzen.

Ein Teil der Modellbahnobjekte besitzt keine steuerbare Funktion.

3.1 Ordnungsgrundsätze

Für die eindeutige Bestimmung der Modellbahnobjekte auf der Modellbahnanlage ist die Einhaltung folgender Ordnungsgrundsätze erforderlich:

1. ORTSBESTIMMUNG: Alle Objekte auf Modellbahnanlagen sind entsprechend der Anlagen-Gestaltung nach einem Modus zu ordnen, der allen Modellbahnobjekten mit steuerbarer Funktion einen Ort bzw. eine Position zuweist.

2. Der ORTSWECHSEL beweglicher Modellbahnobjekte bedingt eine Änderung der Positionsangabe.

Für jedes Objekt wird die Position auf der Anlage definiert und eine passende Bezeichnung¹⁾ gewählt. Die Anlagenteile, Gleise, Gleisabschnitte werden nach einer festzulegenden Vorschrift bezeichnet, z. B. mit einem Zählmodus ähnlich der Kilometrierung beim Vorbild, beginnend bei einem Fixpunkt in der Vorzugsrichtung (siehe Richtungsorientierung nach 3.). Alle beweglichen und unbeweglichen Objekte werden eindeutig diesen Zählbereichen zugeordnet.

3. RICHTUNGSORIENTIERUNG: Die Richtungsorientierung ergänzt die Ortsbestimmung, beide bilden eine Einheit. Die Richtungsorientierung eines Objektes wird bezogen auf einen Bezugsstandort (Steuerpult, Bahnhof usw.) im Vordergrund der Anlage. Der Richtung nach rechts auf diesen Ort bezogen ist die festgelegte RICHTUNG. Für die Richtung nach links gilt die Bezeichnung GEGENRICHTUNG.

¹⁾ Verwendbar als *Adresse* innerhalb des Steuerprogramms.

Richtungswechsel bedingt Wechsel der genannten Bezeichnungen²⁾.

Hinweis: Die Festlegung der Richtung erfolgt nach Grundsatz 2., d.h. bei im weitesten Sinn ringförmiger Anlagengestaltung ist bei Hintergrundgleisen die *Richtung* von rechts nach links.

3.2 Einheitlichkeitsgrundsatz

Die Grundsätze 3.1 werden *einheitlich* auf die gesamte Modellbahnanlage angewendet. Sie gelten für die gesamte Lebensdauer der Anlage oder bis zu einem größeren Um- oder Erweiterungsbau.

4. Strukturen der Modellbahnsteuerungen

Die Modellbahnsteuerungen werden bestimmt durch die Funktionen der Objekte. Sie dienen entweder der optischen Gestaltung der Anlage ohne Steuerfunktion oder besitzen dem Betrieb dienende, durch ihre Aufgabe definierte Steuerfunktionen.

Die Strukturen von Modellbahnsteuerungen werden maßgeblich bestimmt von

1. der *Lage der Objekte* innerhalb der Anlage und
2. vom *technischen Niveau ihrer Ausstattung mit Automatisierungsmitteln*.

Die in dieser NEM betrachteten Steuerungen sind drahtgebunden und/oder drahtlos, d.h. der Austausch von Informationen zur Steuerung der Modellbahn-Funktionen erfolgt mittels elektrischer Leitungen und/oder Funkverbindungen.

4.1 Strukturen elementarer Steuerfunktionen

Die einfachste Funktion eines Modellbahnobjektes ist die *elementare Steuerfunktion*. Sie ist gekennzeichnet durch die Ausführung *einer* abgeschlossenen Aufgabe innerhalb der Modellbahnsteuerung. Die elementare Steuerfunktion ist die *Basis aller Steuerfunktionen*.

Die Durchführung der Steuerfunktionen erfordert technische Hilfsmittel unter Zuführung von vorwiegend elektrischer Energie. Die Struktur dieser Bestandteile wird durch die Steuerung der Elementarfunktion bestimmt.

4.1.1 Die Basisstruktur der Steuerung der Elementarfunktionen

Die Struktur der elementaren Steuerfunktionen ergibt sich aus der bei Modellbahnen typischen Anordnung als stationäre oder bewegliche Objekte (Funktionselemente), die peripher über die Anlage verteilt sind, und ihre zentralisiert angeordneten Stell- (Bedien-) und Anzeigeelemente. Zur Steuerung dieser Funktionsglieder werden Steuersignale, die zum Teil auch Energieträger sein können, über parallele Steuerleitungen ausgetauscht. Es ergibt sich die in Bild 1 dargestellte Struktur mit ihren wesentlichen Funktionen. Der Signalfluss erfolgt in beiden Richtungen, da in Gegenrichtung zum Stellsignal die Melde- und Rückmeldesignale den jeweiligen Zustand der gesteuerten Funktion übermitteln. Die in Bild 1 gezeigte Struktur ist die *Basisstruktur der elementaren Modellbahn-Funktionssteuerungen!*

Hinweis: Bei der einfachsten Form der Basisstruktur der Modellbahn-Funktionssteuerungen besteht die Rückmeldung auch als visuelle Beobachtung!

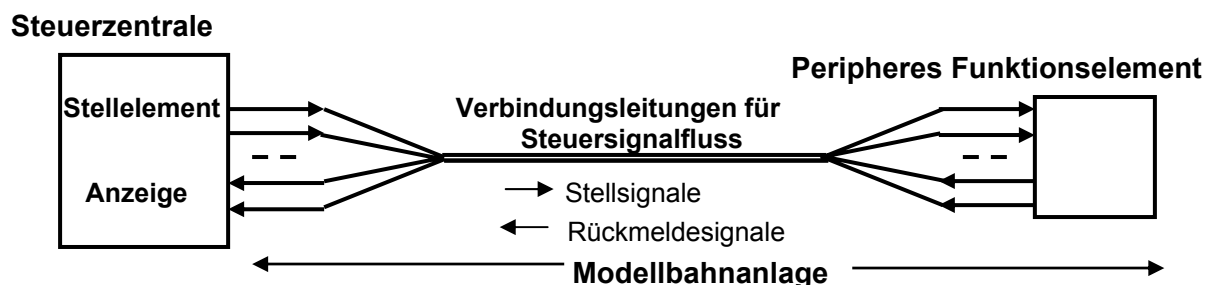


Bild 1 - Basisstruktur der elementaren Modellbahn-Funktionssteuerungen (schematisch)

²⁾ Beide Richtungen werden in NEM 631 allgemein als Verkehrsrichtung bezeichnet.

4.1.2 Die Struktur der zentralen Modellbahnsteuerung

Abhängig von der Anlagengestaltung und dem dargestellten Betrieb gibt es eine Vielzahl sowohl *gleicher* als auch *verschiedener Funktionssteuerungen*. Ihre Stell- und Anzeigeelemente werden in der zentralen Steuerung zusammengefasst. Bild 2 zeigt den strukturellen Aufbau dieses Modellbahnsteuersystems. Wegen der Verteilung über die zugehörige Anlage ist ihre Struktur entsprechend deren Aufbau organisiert und stellt ihre einfachste Struktur dar, die *Basisstruktur der zentralen Modellbahnsteuerung*.

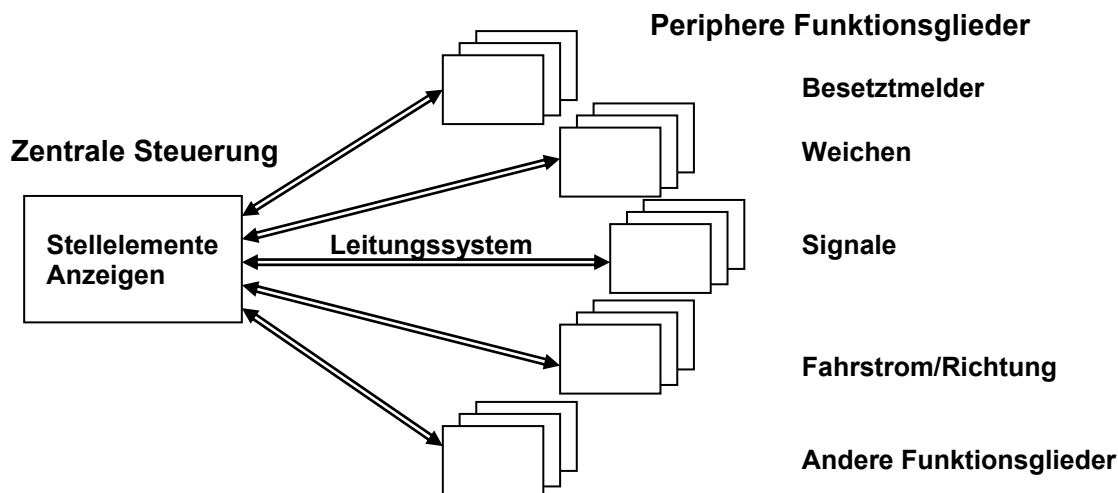


Bild 2 - Basisstruktur der zentralen Modellbahnsteuerung (schematisch)

4.2 Anlagenstrukturen der Modellbahnsteuersysteme

Wenn für große Modellbahnanlagen eine zentrale Steuerung, d.h. die Basisstruktur gemäß Bild 2, nicht sinnvoll ist, kann die Steuerung in mehrere Basisstrukturen aufgeteilt und dadurch in Steuerbereiche zerlegt werden, die untereinander kommunizieren müssen.

Entsprechend der Anordnung der Teilbereiche gibt es in Analogie zur Modellbahnanlage *offene* (Bild 3) oder *geschlossene* (Bild 4) *Anlagenstrukturen*. Auch Mischstrukturen sind möglich.

Die Art der Kommunikation ist beliebig. Die Kommunikationsverbindungen zwischen den Steuerbereichen müssen alle Anlagenstrukturen ermöglichen.

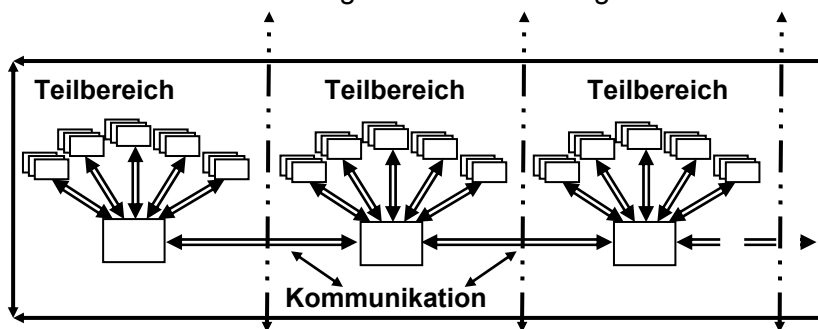


Bild 3 - Offene Anlagenstruktur der Teilbereiche der Steuerung

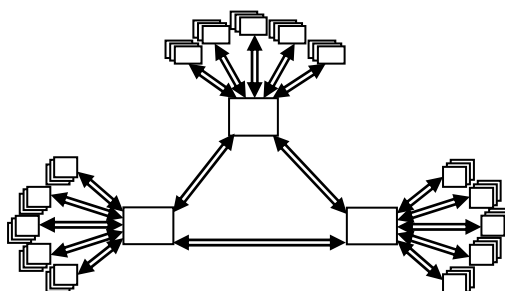


Bild 4 - Geschlossene Anlagenstruktur der Teilbereiche der Steuerung

4.3 Ausstattungsstrukturen der Modellbahnsteuersysteme

Die in Bild 1 gezeigte Struktur der elementaren Modellbahn-Funktionssteuerung ist das niedrigstmögliche technische Ausstattungsniveau von Modellbahnsteuerungen mit Automatisierungsmitteln als *einfachste technische Ausstattung*.

Die Arbeitsprinzipien der Funktionsglieder bleiben in allen Ausstattungsstufen stets die gleichen, sowohl bei den Objekten als auch bei den Stell- und Anzeige-Elementen. Ein höheres technisches Ausstattungsniveau bezieht sich folglich generell auf die *Kommunikation* und die *Energieübertragung*. Es entstehen unterschiedliche technische Niveaus.

Jede Ausstattung mit Automatisierungsmitteln (beispielsweise Relais bzw. Logische Schaltkreise) führt zu anderen Übertragungssystemen auf einem höheren technischen Niveau und damit zu einer *höheren technischen Ausstattungsstufe der Übertragungstechnik* (siehe Bild 5)

4.3.1 Übertragungssysteme

Maßgebendes Unterscheidungsmerkmal ist die Betriebsart des zur Kommunikation benutzten Leitungssystems. Es gibt *parallele* und *serielle* Übertragungssysteme. Ausgehend von der parallelen Betriebsart entsteht jede höhere Stufe durch zusätzliche technische Ausstattung und benötigt die vorhergehenden Stufen als Voraussetzung.

Stufe 0

Stufe 0 wird von der Basisstruktur der elementaren Modellbahnsteuerung gebildet (siehe Bild 5, Stufe 0).

Stufe 1

In Stufe 1 erfolgt die Umwandlung aus dem Basissteuersignal in binäre Steuersignale bzw. umgekehrt. Dabei sind durch zusätzliche Ein- oder Ausgänge einfache logische Verknüpfungen möglich. Die Betriebsart ist parallel (siehe Bild 5, Stufe 1). Sie wird als *erweiterte Basisstruktur* bezeichnet.

Stufe 2

Bei der seriellen Steuersignalübertragung werden die Steuersignale richtungsabhängig zunächst von der parallelen in die serielle Form gewandelt (kodiert), übertragen und am Bestimmungsort von der seriellen in die parallele Form dekodiert (siehe Bild 5, Stufe 2).

Alle Funktionsglieder sind an das serielle Leitungssystem angeschlossen, dabei sind zwei Betriebsarten zu unterscheiden. Der Anschluss erfolgt

- a) direkt oder
- b) über Unterzentralen.

Man unterscheidet serielle Leitungssysteme mit Ein-Richtungs-Verkehr (unidirektionales Leitungssystem) und Zwei-Richtungs-Verkehr (bidirektionales Leitungssystem).

Stufe 3

Die Übertragung der Steuerinformationen durch Funkverbindungen (drahtlos) erfolgt prinzipiell wie bei drahtgebundenen seriellen Steuerungen. Funkverbindungen erfordern zusätzlich Sende- und Empfangstechniken. Es kann uni- und bidirektionaler Betrieb genutzt werden. (siehe Bild 5, Stufe 3)

4.3.2 Mischstrukturen

Modellbahnsteuersysteme dürfen Strukturen mit gemischter technischer Ausstattung besitzen. Serielle digitale Fahrzeug-Steuerungen werden auch auf Anlagen mit Ausstattungsstrukturen unterer Stufen eingesetzt.

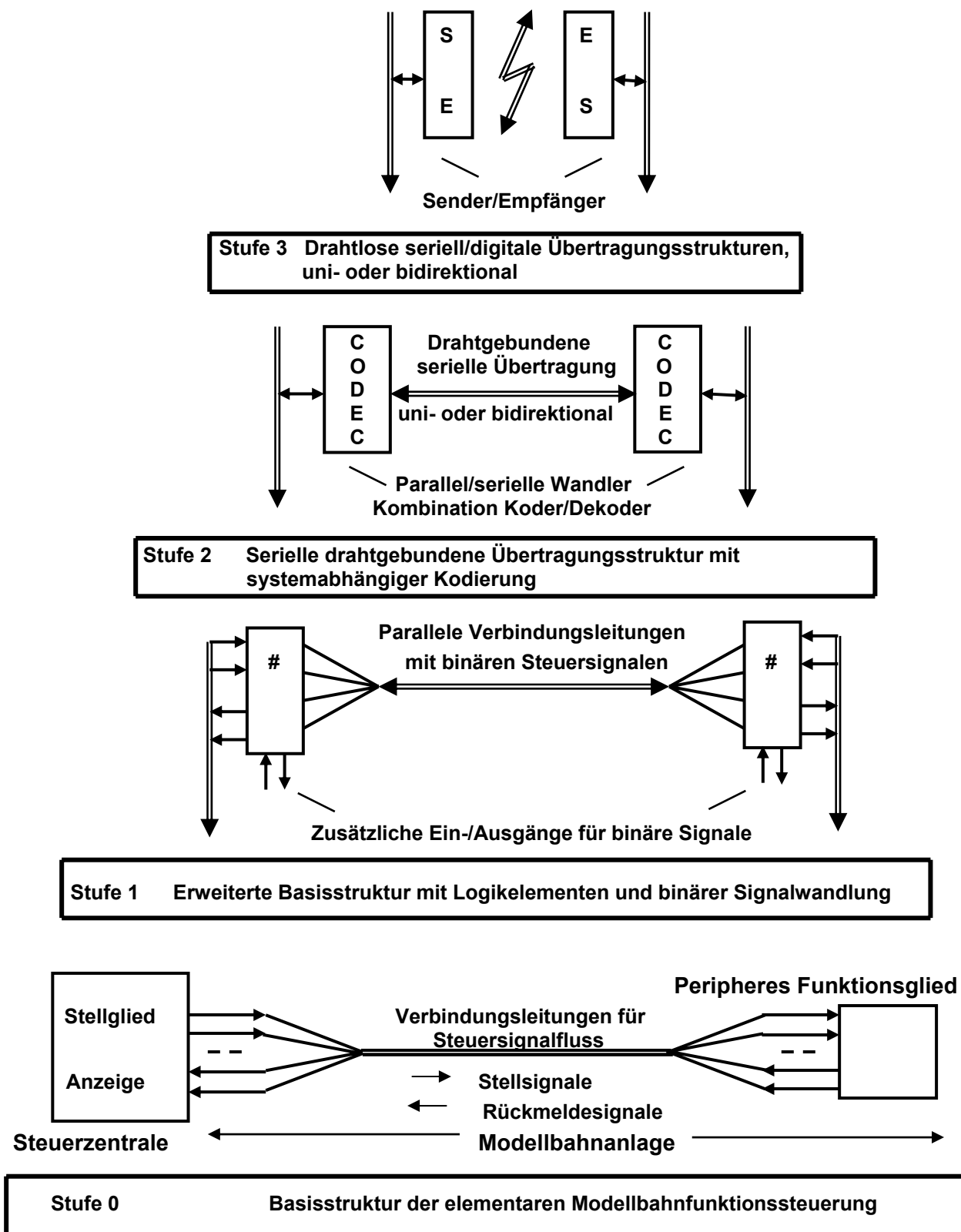


Bild 5 Stufenpyramiden der Übertragungssysteme der Modellbahnsteuerungen mit den durch die technische Ausstattung bedingten Stufen. Die Abbildung zeigt, wie sich jede höhere technische Ausstattungsstufe durch Einfügung der dominierenden technischen Ausstattung aus der vorangehenden, niedrigeren Stufe ergibt. (Zeichenerklärung: # - analog/binäre Wandlung in zwei Richtungen, CODEC – Koder/Dekoder in zwei Richtungen, E – Empfänger, S – Sender)