

RAILROAD & Co.[®]

TrainController[™] + Net[™]

**Computersteuerung von Modellbahnen
mit mehreren Personen oder mit mehreren Computern**

Handbuch

Version September 2005

Copyright[®] Freiwald Software 1995 - 2005

Vertrieb: Freiwald Software
Kreuzberg 16 B
D-85658 Eggening, Deutschland
e-mail: contact@freiwald.com
<http://www.freiwald.com>

Alle Rechte, auch der Übersetzung, vorbehalten.

Die in diesem Handbuch enthaltenen Angaben sind ohne Gewähr und können jederzeit ohne Benachrichtigung geändert werden.

Ohne vorherige schriftliche Genehmigung des Verfassers dürfen weder das Handbuch noch irgendwelche Teile davon mit elektronischen oder mechanischen Mitteln, durch Fotokopieren oder durch andere Aufzeichnungsverfahren oder auf irgendeine andere Weise vervielfältigt, übertragen oder übersetzt werden.

Inhaltsverzeichnis

Allgemeine Hinweise	4
1 Einführung.....	5
1.1 Übersicht über das Programm.....	5
1.2 Mehrpersonen- / Mehrcomputerbetrieb mit + Net™	5
1.3 Verbinden mehrerer Computer mit der Modellbahn.....	7
1.4 Verteilte Modelbahnsteuerung	10
2 Verteilte Objekte	11
Weichen und Signale	12
Kontaktmelder.....	13
Taster und Ein-/Ausschalter.....	13
Bahnwärter	16
Loks und Züge	17
Makros	17
Weichenstrassen.....	18
Blöcke	18
Zugfahrten.....	19
Die Bahnhofsuhr	21
Zusammenfassung.....	22
3 Betrieb eines Virtuellen Digitalsystem-Busses mit +Net/D™	23
4 Installation, Lizenz und Initialisierung	29
Installation.....	29
Lizenz.....	29
Initialisierung und Synchronisation	33
Lokales Testen	34
Fehlercodes	35
Index.....	36

Allgemeine Hinweise

RAILROAD & CO. ist die führende Produktfamilie von Programmen für Modellbahnen, die digital oder konventionell gesteuert werden.

- **TrainController™** ist das weltweit führende Programm zur Steuerung von Modellbahnen.
- **TrainProgrammer™** macht das Programmieren von DCC Decodern so einfach wie ein paar Klicks mit der Maus.
- **+Net™** ist eine Erweiterung, mit deren Hilfe Sie Ihre Modellbahn mit **TrainController™** in einem Netzwerk aus mehreren Computern steuern können.
- **+4DSound™** ist eine Erweiterung, die realistische, räumliche Geräuscheffekte auf Ihrer mit **TrainController™** gesteuerten Modellbahn erzeugt, ohne dass Sie spezielle Sound-Erweiterungen in den Decodern Ihrer Fahrzeuge installieren müssen.
- **TrainMonitor™** ist das erste Programm seiner Art, das speziell für die Anzeige von Zugpositionen auf dem Bildschirm entwickelt wurde.
- Der **RAILROAD & CO. Handregler** ist der weltweit erste Handregler, der speziell für die Steuerung von Modellbahnen mit dem Computer konzipiert ist.

Dieses Handbuch liefert Informationen darüber, wie eine Modellbahn unter Einsatz von **TrainController™** und mit mehr als einem Computer gesteuert werden kann.

Einen Überblick über die grundlegenden Konzepte von **TrainController™** *bietet die **TrainController Programmbeschreibung***. Für das Verständnis der folgenden Kapitel wird die Kenntnis dieser Programmbeschreibung vorausgesetzt.



Im folgenden wird außerdem vorausgesetzt, dass Sie mit Einrichtung und Betrieb eines einfachen TCP/IP-Netzwerks zwischen Ihren Computern vertraut sind. Falls dies nicht der Fall ist, empfehlen wir dringend, zunächst einschlägige Literatur zu diesem Thema zu Rate zu ziehen.

1 Einführung

1.1 Übersicht über das Programm

TrainController™ ist ein Computerprogramm, mit dem Sie Ihre Modelleisenbahn mit einem PC steuern können. **TrainController™** läuft auf Microsoft Windows 98 oder 95, Windows ME, Windows XP, Windows 2000 oder Windows NT. Mit dem Programm können digitale Lokomotiven und Triebfahrzeuge ohne eingebauten Decoder gesteuert werden.

TrainController™ bietet eine einfach zu bedienende grafische Oberfläche. Sie können Weichen, Signale und anderes Zubehör über Gleisbildstellwerke steuern, die Sie nach Wunsch für jeden Anlagenteil, Bahnhof oder Gleisabschnitt individuell erstellen und auf dem Bildschirm anzeigen lassen. Ihre Züge können Sie mit Hilfe der am Bildschirm angezeigten Lokführerstände steuern. Natürlich können Sie auch die herkömmlichen Fahrregler Ihrer Modellbahnanlage parallel weiterverwenden. Digitale und konventionelle Lokomotiven können auch auf demselben Gleis fahren. Leistungsfähige Automatisierungsfunktionen versetzen eine einzige Person in die Lage, Betriebssituationen zu steuern, die sonst nur auf großen Vereins- und Ausstellungsanlagen zu sehen sind. Während des Betriebes werden die aktuellen Zugpositionen am Bildschirm angezeigt und laufend aktualisiert.

1.2 Mehrpersonen- / Mehrcomputerbetrieb mit + Net™

+Net™ ist eine Komponente, die zusätzlich zu **TrainController™** betrieben wird. Sie ermöglicht es, eine Modellbahnanlage mit mehreren Computern zu betreiben, die untereinander durch ein Netzwerk verbunden sind. +Net™ basiert auf Standard-Netzwerk-Technologien und -Protokollen (TCP/IP), welche auf jedem modernen Personal-Computer, auf dem ein Windows-System installiert ist, verfügbar sind..



+Net™ bietet außerdem einen Modus, mit dessen Hilfe die Netzwerkfunktionen auf einem einzigen Computer getestet werden können, ohne dass ein Netzwerk installiert werden muss. Zu diesem Zweck kann **TrainController™** zusammen mit +Net™ mehrmals gleichzeitig auf demselben Computer gestartet werden. Statt von Computer zu Computer und über ein Netzwerk kommunizieren die laufenden Instanzen von **TrainController™** bei diesem Testbetrieb dann über eine lokale Programmverbindung.

Andere Lösungen für die netzwerkbasierte Steuerung von Modellbahnen sind hauptsächlich darauf ausgelegt, dasselbe Digitalsystem an mehrere Computer anzuschließen oder eine Fernsteuerung der Modellbahn durch einen entfernt postierten Computer zu ermöglichen. +Net™ hingegen konzentriert sich auf die Verteilung der auf höherer logischer Ebene ablaufenden Steuerungsfunktionen einer Modellbahn auf verschiedene Computer.

Die Architektur von +Net™ orientiert sich mehr an einer Aufgabenteilung zwischen gleichwertigen Computern (peer-to-peer) als an einer hierarchischen Client-/Server-Struktur. Das bedeutet, dass mehrere gleichberechtigte Computer für die Kontrolle der Anlage zuständig sind. Üblicherweise gibt es bei +Net™ keinen speziellen Server-Computer oder eine zentralisierte Schnittstelle zur Modellbahn.

Betrachten wir die folgende Beispielanlage:

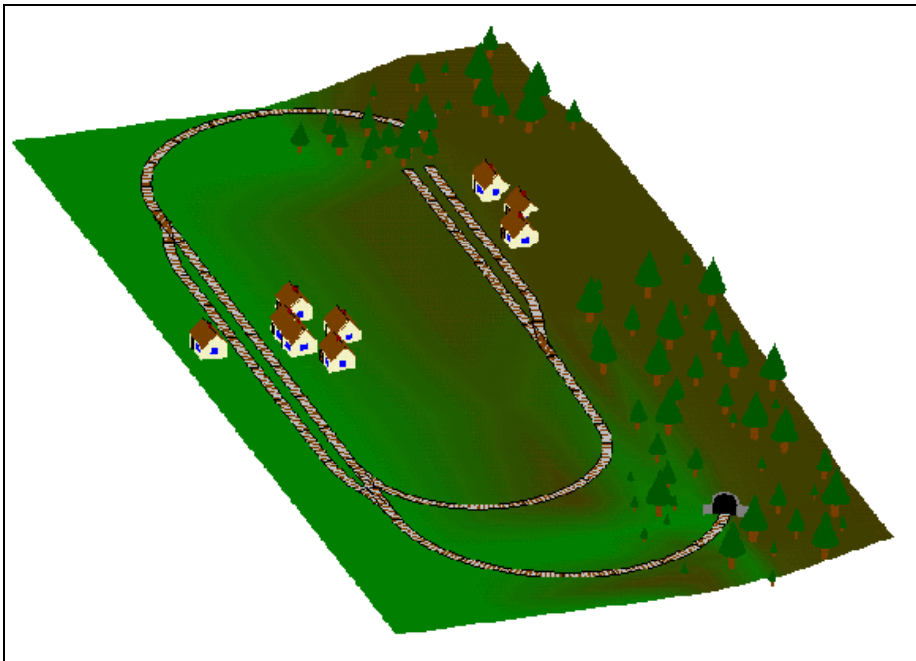


Abbildung 1: Beispielanlage

Die Anlage besitzt zwei Bahnhöfe, „Südstadt“ im linken Bereich der oben dargestellten Anlage und „Norddorf“ im rechten Anlagenteil. Weiterhin gibt es einen Schattenbahnhof, der durch den bewaldeten Berg im rechten Teil der Anlage verdeckt wird.

Dies wird im unten abgebildeten Gleisplan der Anlage nochmals dargestellt:

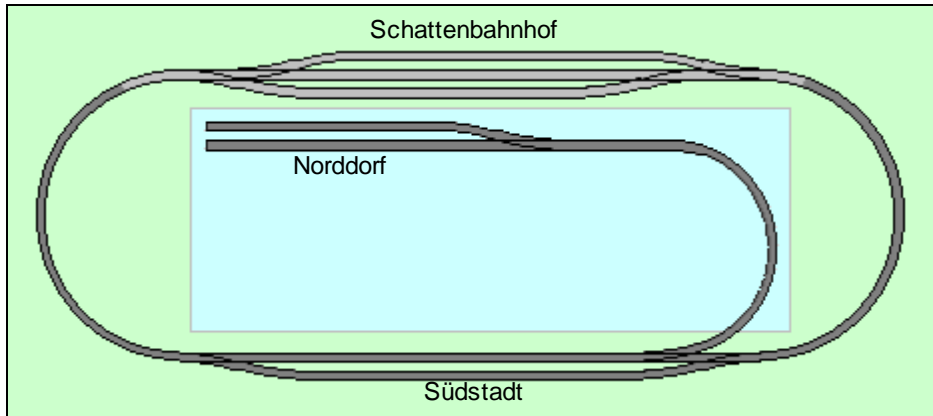


Abbildung 2: Gleisplan der Beispielanlage

Die Steuerung dieser Anlage soll auf zwei Computer verteilt werden. Die Hauptstrecke, d.h. „Südstadt“ und der „Schattenbahnhof“, soll von einem Computer gesteuert werden (welcher in diesem Dokument „Grün“ genannt wird). Die Nebenstrecke nach „Norddorf“ soll vom zweiten Computer gesteuert werden (welcher hier „Blau“ genannt wird).

Natürlich ist für eine solch kleine Anlage kein Betrieb mit zwei Computern erforderlich. Zur Demonstration der Prinzipien ist solch eine kleine Anlage jedoch gut geeignet.

1.3 Verbinden mehrerer Computer mit der Modellbahn

Im allgemeinen und meist empfohlenen Fall werden die Computer mit der Anlage durch ein oder mehrere Digitalsysteme sowie eine separate Schnittstelle verbunden, wie es in der folgenden Abbildung dargestellt wird:

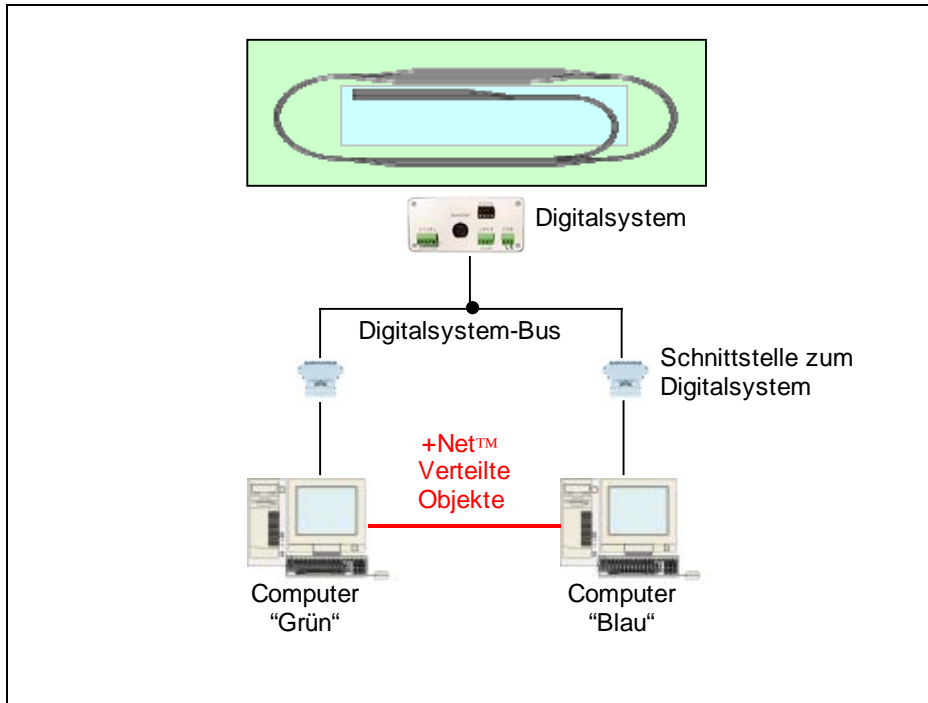


Abbildung 3: Verwendung des Digitalssystem-Busses

Die rote Linie in der obigen Abbildung stellt die wesentliche Kernfunktion von **+Net™** dar, nämlich die Möglichkeit, Objekte über das Netzwerk zu verteilen oder „sichtbar“ zu machen. Diese Funktion basiert auf TCP/IP-Verbindungen zwischen den Computern im Netzwerk.

In der obigen Abbildung teilen sich mehrere Computer den Zugriff auf das Digitalssystem unter Ausnutzung der Möglichkeit, mehrere Computer direkt über den Digitalssystem-Bus mit dem Computer über je eine eigene Schnittstelle zu verbinden.

- Beispiele von Digitalssystem-Bussen sind Lenz XpressNet, Digitrax LocoNet oder Trix Selectrix SX.
- Beispiele von Schnittstellen sind Lenz LI101F, Digitrax MS100, Schnittstellen zum SX-Bus etc.

Benutzer anderer Digitalssysteme können mehreren Computern gleichzeitig den Zugriff auf das Digitalssystem durch Installation von **+Net/D™** ermöglichen. **+Net/D™** ist eine erweiterte Variante von **+Net™** und wird in Kapitel 3 beschrieben.

In einer erweiterten Konfiguration ist es auch möglich, „lokale“ Digitalsysteme an einen Computer anzuschließen, die für die anderen Computer im Netzwerk unsichtbar bleiben. Es ist beispielsweise möglich, an den Computer „Grün“ ein zweites Digitalsystem anzuschließen, das nur für die Weichensteuerung oder Überwachung von Rückmeldern im Schattenbahnhof dient. Dies wird im folgenden Bild dargestellt:

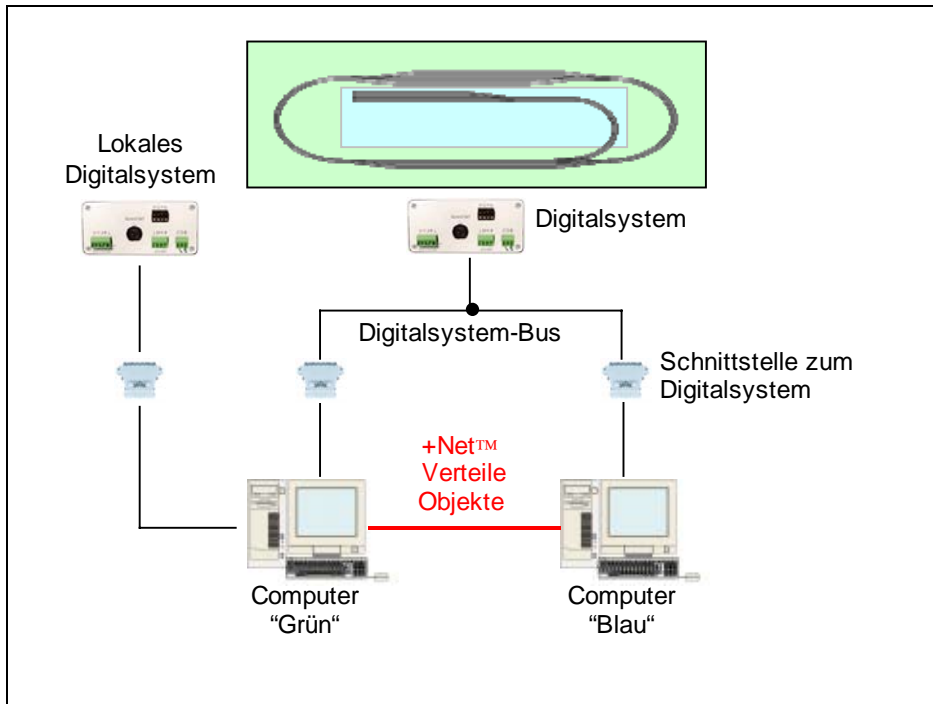


Abbildung 4: Anschluss lokaler Digitalsysteme

In der obigen Abbildung ist das lokale Digitalsystem nur an Computer „Grün“ angeschlossen. Computer „Blau“ hat keinen Zugriff auf dieses Digitalsystem.

Die obigen Abbildungen zeigen nur Konfigurationen mit zwei Computern. Mit +Net™ ist es jedoch möglich, Netzwerke mit beliebig vielen Computern zu betreiben.

1.4 Verteilte Modelbahnsteuerung

Die wesentlichen Funktionen von **+Net™** werden im folgenden aufgelistet:

- Verteilung der Stellwerksbedienung für separate Teile der Anlage auf verschiedene Computer. Es ist beispielsweise möglich, ein Stellwerk für „Südstadt“ auf Computer „Grün“ und ein Stellwerk für „Norddorf“ auf Computer „Blau“ zu betreiben.
- Netzwerkweite Start-/Zieltasten
- Netzwerkweite Blocksicherung.
- Übergabe der Steuerung von manuell oder automatisch gesteuerten Zügen von einem Computer zum nächsten.
- Netzwerkweite Zugverfolgung.
- Verteilte Ausführung halbautomatischer Steuerungsfunktionen.
- Ferngesteuerter Start von manuell und/oder automatisch ausgeführter Zugfahrten
- Netzwerkweite Verknüpfung von Zugfahrten auf verschiedenen Computern als Nachfolger

Obwohl **+Net™** so viele Möglichkeiten für die Steuerung einer Modellbahn mit mehreren Computern anbietet, werden Sie feststellen, dass die Einrichtung von **+Net™** in der Software überraschend einfach ist. Dies wird im folgenden dargestellt.

2 Verteilte Objekte

Der Kernmechanismus für die Steuerung einer Modellbahn mit mehreren Computern mittels +Net™ ist die Verteilung von Objekten. Dies bedeutet, dass Objekte, die auf einem Computer gespeichert sind, für andere Computer „sichtbar“ gemacht werden. Dies ist ein sehr leistungsfähiger Mechanismus, der sehr viele Möglichkeiten bietet, jedoch auch überraschend einfach zu bedienen ist.

Die Verteilung von Objekten basiert auf dem Folgenden: damit verteilte Objekte miteinander kommunizieren können, wird ein Objekt mit einem oder mehreren Gegenständen auf anderen Computern verknüpft. Eine Weiche z.B. wird dadurch auf zwei Computern verteilt, dass ein Weichensymbol auf beiden Computern mit derselben Digitaladresse erzeugt wird. Die beiden Weichensymbole kommunizieren dann über den Bus des Digitalsystems miteinander. Andere Objekte, die keine Digitaladressen besitzen (z.B. Blöcke oder Zugfahrten) werden rechnerübergreifend miteinander durch einen gemeinsamen Namen, dem sogenannten *Netzwerknamen* verknüpft.

Objekte mit Digitaladressen (Weichen, Signale, Rückmelder, Taster und Schalter, usw.) werden mit „Geschwisterobjekten“ auf anderen Computern durch ihre Adresse verknüpft. Sie kommunizieren miteinander über den Bus des Digitalsystems (oder alternativ über einen Virtuellen Digitalsystembus – siehe Kapitel 3). Diese Objekte können ihre Geschwister über den Bus des Digitalsystems (oder einen Virtuellen Digitalsystembus) „sehen“.

Objekte ohne Digitaladressen (Weichenstrassen, Blöcke, Bahnwärter, Taster ohne Adressen, Makros, Zugfahrten, usw.) können sich gegenseitig nicht über den Bus des Digitalsystems „sehen“. Sie werden stattdessen über einen logischen Namen miteinander verknüpft. Diese Verknüpfung wird in Abbildung 3 durch eine rote Linie symbolisiert. Die Verknüpfung wird dadurch hergestellt, dass zwei Objekten (z.B. zwei Blöcken) auf verschiedenen Computern derselbe Netzwerkname zugeordnet wird.

Loks und Züge schließlich werden nicht wirklich verteilt oder netzwerkweit miteinander verknüpft. Stattdessen werden identische Lok- bzw. Zugdaten auf allen Computern geladen, auf denen die Loks und Züge sichtbar sein sollen. Auf diese Weise „existiert“ jede Lok und jeder Zug nur ein einziges Mal im Netzwerk, kann aber von allen Computern wenn nötig gesehen werden.

Dies wird nachfolgend noch näher erläutert.

Die folgenden Objekte können verteilt bzw. netzwerkweit sichtbar werden (Details zu diesen Objekten finden Sie in der **TrainController™ Programmbeschreibung**):

- Weichen und Signale
- Kontaktmelder
- Taster und Schalter
- Bahnwärter
- Loks und Züge
- Makros
- Weichenstrassen
- Blöcke
- Zugfahrten
- Bahnhofsuhr

Eine nähere Erläuterung folgt in den nächsten Abschnitten.

Weichen und Signale

Weichen und Signale werden durch ihre Digitaladresse und Zuordnung zum zugehörigen Digitalsystem verteilt. Wenn zwei Weichen- oder Signalsymbole auf verschiedenen Computern mit derselben Adresse demselben Digitalsystem zugeordnet werden, dann werden diese Symbole automatisch zwischen beiden Computern verteilt, falls beide Computer Zugriff auf dieses gemeinsame Digitalsystem haben. Der gemeinsame Zugriff auf ein solches gemeinsames Digitalsystem wird durch den Bus des Digitalsystems oder einen Virtuellen Digitalsystem-Bus, wie im Kapitel 3 beschrieben, ermöglicht.

Um ein Weichen- oder Signalsymbol auf zwei oder mehr Computer zu verteilen, verbinden Sie diese Computer mit demselben Digitalsystem und geben Sie für die Symbole auf allen Rechnern dieselbe Adresse im selben Digitalsystem an. Wenn die Weiche oder das Signal auf einem Computer bedient wird, ist diese Zustandsänderung ebenfalls auf den anderen betroffenen Computern zu sehen.

Es gibt in der Software keine zahlenmäßige Beschränkung der Anzahl der Computer, auf die ein bestimmtes Weichen- oder Signalsymbol verteilt werden kann.

Bitte beachten Sie, dass im Normalfall alle miteinander verknüpften Weichen- und Signalsymbole auf allen Computern denselben Zustand zeigen. Mögliche **Bedingungen** können zwar die Bedienung eines Weichen- oder Signalsymbols auf einem Computer verhindern, das Symbol wird durch eine Bedingung aber nicht daran gehindert, der Zustandsänderung eines Geschwisterobjekts auf einem anderen Computer zu folgen.

Kontaktmelder

Kontaktmelder werden ebenso wie Weichen oder Signale durch ihre Digitaladresse und Zuordnung zum zugehörigen Digitalsystem verteilt. Der Inhalt des vorigen Abschnitts gilt sinngemäß auch für Kontaktmelder.

Wenn ein Kontaktmelder eingeschaltet wird, der mit anderen Kontaktmeldern auf anderen Computern verknüpft ist, so werden die zugehörigen Meldersymbole auf allen beteiligten Computern eingeschaltet. Wie bei verteilten Weichen oder Signalen müssen alle beteiligten Computer Zugriff auf das entsprechende, gemeinsame Digitalsystem haben. Der gemeinsame Zugriff auf ein solches gemeinsames Digitalsystem wird durch den Bus des Digitalsystems oder einen Virtuellen Digitalsystem-Bus, wie im Kapitel 3 beschrieben, ermöglicht.

Bitte beachten Sie, dass **Memory**-Einstellungen eines Kontaktmelters sich nur lokal auf dem Computer auswirken, auf dem sie definiert sind. Miteinander verknüpfte Kontaktmeltersymbole mit von Computer zu Computer unterschiedlichen **Memory**-Einstellungen können daher unterschiedliche Zustände anzeigen.

Taster und Ein-/Ausschalter

Taster und Schalter mit eigener digitaler Adresse werden ebenso wie Weichen oder Signale durch ihre Digitaladresse und Zuordnung zum zugehörigen Digitalsystem verteilt. Der Inhalt des Abschnitts über Weichen und Signale gilt sinngemäß auch für Taster und Schalter.

Taster und Ein-/Ausschalter ohne eigene digitale Adresse können aber ebenfalls verteilt werden. Wenn **+Net™** auf dem Computer installiert ist, erscheint im Dialog **Taster** bzw. **Ein-/Ausschalter** eine zusätzliche Registerkarte **Netzwerk**.

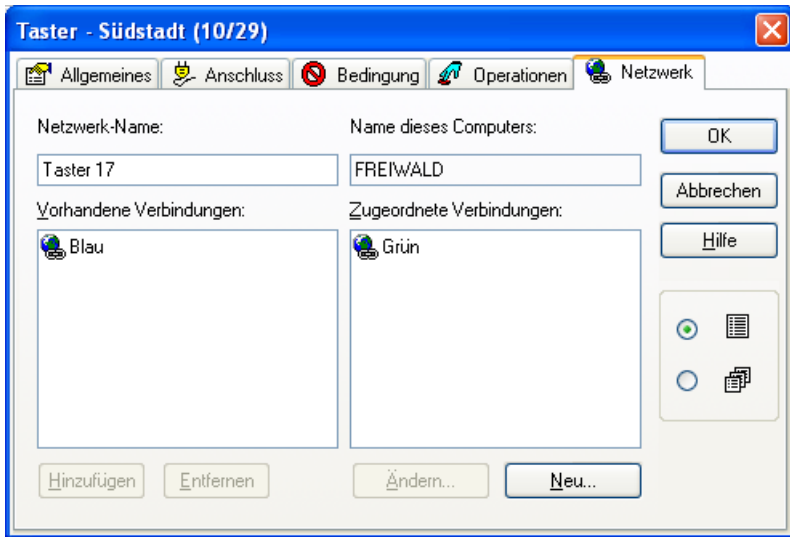


Abbildung 5: Registerkarte Netzwerk

Diese Registerkarte bietet die folgenden Optionen:

Netzwerk-Name:

Geben Sie einen eindeutigen Namen für das bearbeitete Objekt an, mit dessen Hilfe dieses Objekt eindeutig im Netzwerk identifiziert werden kann. Wenn beispielsweise ein Taster über zwei Computer verteilt wird, dann müssen die Netzwerknamen der beiden miteinander zu verknüpfenden Tastersymbole auf beiden Computern identisch sein. In gewissem Sinne wirkt dieser Netzwerkname wie eine digitale Adresse. Dieser Name darf eine beliebige, maximal 16 Zeichen lange Kette von druckbaren Zeichen sein..

Name dieses Computers:

Hier wird der im zugrunde liegenden TCP/IP-Netzwerk verwendete Name des aktuellen Computers angezeigt, auf dem das Programm gerade läuft. Diese Anzeige erfolgt lediglich zur Information und ist hilfreich, um Verbindungen von anderen Computern zu diesem Computer einzurichten.

Vorhandene Verbindungen:

Diese Liste enthält die Namen aller Computer, zu denen bereits Verbindungen eingerichtet worden sind.

Zugeordnete Verbindungen:

Diese Liste enthält die Namen aller Computer, auf denen das aktuelle Symbol ebenfalls noch verteilt werden soll. Im obigen Beispiel wird ein Taster erzeugt, der auf dem lokalen Computer „FREIWALD“ und einem weiteren Computer „Grün“ verteilt wird. Die Verknüpfung wird mit dem eindeutigen Netzwerknamen „Taster 17“ hergestellt. Diese Liste kann eine beliebige Anzahl von Einträgen enthalten.

Hinzufügen:

Verwenden Sie diese Option, um den Namen des Computers, der in der Liste aller Verbindungen markiert ist, in die Liste der zugeordneten Verbindungen einzutragen.

Entfernen:

Verwenden Sie diese Option, um den Namen des Computers, der in der Liste der zugeordneten Verbindungen markiert ist, aus dieser Liste zu entfernen.

Ändern:

Verwenden Sie diese Option, um den Namen des Computers, der in der Liste der zugeordneten Verbindungen markiert ist, zu ändern. Bitte beachten Sie, dass diese Änderung alle verteilten Objekte auf dem lokalen Computer betrifft, die eine Verbindung zu dem markierten Computer besitzen. Wenn „Grün“ in „Gelb“ geändert wird, dann werden alle Netzwerkverbindungen in allen Objekten der gegenwärtigen Sitzung, die auf „Grün“ verweisen, auf „Gelb“ umgelenkt. Auf diese Weise können Sie bequem in einem einzigen Schritt alle Verweise auf einen bestimmten Computer in Verweise auf einen anderen Computer verwandeln. Dies ist außerdem nützlich, um bequem und schnell von lokalem Testen auf verteiltes Verarbeiten zu wechseln. Bitte beachten Sie auch, dass der vorherige Name durch Drücken der **Abbrechen**-Option oder späterem Aufruf des **Rückgängig**-Befehls aus dem Menü **Bearbeiten** nicht wiederhergestellt wird. Dies ist jedoch keine wesentliche Einschränkung, da mit der hier vorliegenden Option **Ändern** ja jederzeit und bequem der Wechsel auf einen anderen oder den vorigen Namen möglich ist.

Zu Testzwecken kann auch eine lokale Verbindung zum aktuellen Computer hergestellt werden. Dies wird durch Eingabe eines einzelnen Punktes „.“ als Computernamen durchgeführt. In diesem Fall können sämtliche Netzwerkfunktionen auf einem einzigen Computer getestet werden, indem **TrainController™** mehrmals auf demselben Computer aufgerufen wird.

Neu:

Benutzen Sie diese Option, um den Namen eines neuen Computers zu der Liste aller Computer hinzuzufügen.

Wenn Sie den Verweis des gerade bearbeitenden Elements von „Grün“ nach „Gelb“ ändern möchte, ohne andere Elemente zu tangieren, so benutzen Sie nicht die Option **Ändern**. Erzeugen Sie stattdessen eine neue Verbindung „Gelb“, fügen Sie diese der Liste der zugeordneten Verbindungen hinzu und entfernen Sie „Grün“ aus dieser Liste.

Anmerkungen:

Um ein Objekt auf mehreren Computern zu verteilen, muss die Registerkarte **Netzwerk** für dieses Objekt auf jedem betroffenen Computer ausgefüllt werden. Fügen Sie auf jedem Computer die Namen sämtlicher jeweils „anderen“ Computer der Liste der zugeordneten Verbindungen hinzu.

Um einen Taster auf den Computern „Blau“, „Grün“ und „Gelb“ zu verteilen, erzeugen Sie ein Tastersymbol auf jedem dieser Computer. Geben Sie denselben eindeutigen Netzwerknamen auf allen Computern an. Auf Computer „Blau“ fügen Sie „Grün“ und „Gelb“ zu der Liste zugeordneter Verbindungen hinzu. Verfahren Sie entsprechend auf den anderen beiden Computern.

Wenn dies korrekt ausgeführt wurde, dann führt das Drücken des Tasters auf einem der Computer auch zu einem Drücken des entsprechenden Symbols auf den anderen beiden Computern. Auf jedem Computer können Sie dem Tastern individuelle Operationen zuordnen. Auf diese Weise ist es nicht nur möglich, Zustandsinformationen von einem Computer zum anderen zu übertragen, sondern auch Operationen auf einem Computer durch Betätigung eines Tasters oder Schalters auf einem anderen Computer auszulösen. Eine ähnliche Fernsteuerung kann auch durch Nutzung von verteilten Tastern oder Schaltern als Start-/Zieltaste erreicht werden.

Taster und Schalter werden symmetrisch verteilt. Das bedeutet, dass es unerheblich ist, auf welchem Computer der Taster oder Schalter betätigt wird. Die verknüpften Symbole auf anderen Computern folgen grundsätzlich entsprechend dieser Betätigung.

Bahnwärter

Die Symbole von Bahnwärtern werden mit den Hilfsmitteln der Registerkarte **Netzwerk** verteilt, wie im obigen Abschnitt erläutert. Wenn ein verteilter Bahnwärter auf einem Computer eingeschaltet ist, folgen alle mit ihm verknüpften Bahnwärter auf anderen Computern entsprechend. Auf diese Weise können Zustandsänderungen an andere Computer gemeldet werden. Dies kann für verteilte Blocksicherung usw. genutzt werden.

Bahnwärter werden asymmetrisch verteilt. Das bedeutet, dass ein verteilter Bahnwärter nur auf einem der beteiligten Computer einen Auslöser haben darf („Master“). Die Auslöser von allen verknüpften Bahnwärttern auf den anderen Computern müssen leer sein („Slave“). Diese verknüpften Slave-Bahnwärter werden nur über das Netzwerk aktiviert. Falls ein Slave-Bahnwärter einen nicht-leeren Auslöser besitzt, dann folgt seine Anzeige nicht der des zugehörigen Master-Bahnwärters. In einer Gruppe miteinander verknüpfter Bahnwärtersymbole muss es also genau einen Master-Bahnwärter geben. Der Master-Bahnwärter ist derjenige, der einen nicht-leeren Auslöser besitzt.

Loks und Züge

Die Daten von Loks oder Zügen werden nicht über das Netzwerk verteilt. Stattdessen werden identische Daten von Loks- und Zügen, die von mehreren Computern gesteuert werden sollen, in die entsprechenden Dateien auf den einzelnen Computern geladen.

Dies wird unterstützt durch die Kommandos **Import** und **Export** im Menü **Zug**. Zunächst erzeugen Sie die Daten für die Loks und Züge mit den herkömmlichen Mitteln von **TrainController™**. Dies wird auf einem beliebigen Computer des Netzwerks gemacht, der allerdings direkt mit dem für die Loksteuerung verwendeten Digitalsystem verbunden sein sollte (also nicht über einen Virtuellen Digitalsystem-Bus gemäss Kapitel 3). Dann exportieren Sie die Lok- und Zugdaten mit dem Kommando **Export** aus dem Menü **Zug**. Schliesslich importieren Sie die Daten auf den anderen Computern mit Hilfe des **Import**-Kommandos aus dem Menü **Zug**.

Bitte denken Sie daran, die Import-/Export-Prozedur immer dann für alle betroffenen Loks und Züge zu wiederholen, wenn Sie deren Daten geändert haben. Durch Verwendung einer netzwerkweit zugänglichen Festplatte zur Speicherung der Lok- und Zugdaten lässt sich dies recht komfortabel durchführen.

Makros

Makros werden mit den Hilfsmitteln der Registerkarte **Netzwerk** verteilt, wie im obigen Abschnitt erläutert. Wird ein verteilter Makro auf einem Computer ausgeführt, so löst dies auch die Ausführung der verknüpften Makros auf anderen Computern und umgekehrt aus. Auf diese Weise können Operationen auf anderen Computern ausgeführt werden.

Die Verteilung von Makros erfolgt symmetrisch. Das bedeutet: es spielt keine Rolle, auf welchem der beteiligten Computer ein verteilter Makro ausgeführt wird. Die verknüpften Makros auf anderen Computern werden ebenfalls ausgeführt.

Weichenstrassen

Weichenstrassen werden mit den Hilfsmitteln der Registerkarte **Netzwerk** verteilt, wie im obigen Abschnitt erläutert. Zustandsänderungen einer verteilten Weichenstrasse auf einem Computer bewirken Änderungen der Ausleuchtung der verknüpften Weichenstrassen auf anderen Computern und umgekehrt.

Es gibt jedoch einige Einschränkungen:

- Weichenstrassen können unter der Einschränkung verteilt werden, dass es keine netzwerkübergreifende Verriegelung zwischen den beteiligten Computern gibt. Wenn eine Weichenstrasse, die auf Computer A und B verteilt wurde, auf Computer A eingeschaltet wird, dann wird auch auf Computer B versucht, diese Weichenstrasse zu aktivieren. Falls dies nicht möglich ist, bleibt die Weichenstrasse auf B inaktiv. Dies beeinflusst allerdings nicht die Aktivierung der Weichenstrasse auf Computer A.
- Wenn eine verteilte Weichenstrasse auf Computer A aktiviert wird, wird das Gegenstück dieser Weichenstrasse auf Computer B ebenfalls aktiviert und ausgeleuchtet, falls möglich, und die in ihr enthaltenen Gleis- und Weichenelemente auf Computer B verriegelt, aber nicht betätigt bzw. geschaltet. Es wird nämlich angenommen, dass beide verknüpften Weichenstrassen dieselben Weichen enthalten. Daher wird davon ausgegangen, dass diese Weichen bereits geschaltet wurden, als die Weichenstrasse auf Computer A aktiviert wurde. Durch die nachfolgende Aktivierung auf Computer B werden diese Weichen nicht nochmals geschaltet.
- Falls eine verteilte Weichenstrasse nur dann aktiviert werden soll, wenn auch das Gegenstück auf einem anderen Computer aktiviert werden kann, dann muss die unerwünschte Aktivierung beider Weichenstrassen durch geeignete verteilte Bahnwärter oder Schalter verhindert werden, welche in die Bedingungen der Weichenstrasse eingetragen werden.
- Wegen der oben genannten Einschränkungen ist die Verteilung von Weichenstrassen vor allem nützlich für Anzeige oder Überwachungszwecke, bei denen Computer B hauptsächlich dazu verwendet wird anzuzeigen, was auf Computer A abläuft, nicht aber, um in die Steuerung einzugreifen.
- Eine real verteilte Steuerung, bei der zwei oder mehr Computer für die tatsächliche Steuerung der Anlage verantwortlich sind, sollte möglichst so gelöst werden, dass jeder Computer für seinen eigenen Anlagenteil verantwortlich ist und hier wegen der oben genannten Einschränkungen keine verteilten Weichenstrassen existieren.

Blöcke

Blöcke werden mit den Hilfsmitteln der Registerkarte **Netzwerk** verteilt, wie im obigen Abschnitt erläutert. Zustandsänderungen eines verteilten Blocks auf einem Computer

bewirken Änderungen der Zustände der verknüpften Blöcke auf anderen Computern und umgekehrt. Dies betrifft auch die Reservierung von Blöcken durch Loks und Zügen. Auf diese Weise ist es möglich, eine netzwerkweite Blocksicherung und Zugverfolgung von einem Computer zum nächsten zu betreiben.

Die folgenden Zustandsänderungen werden über das Netzwerk übertragen:

- Reservierung durch Loks und Züge (inklusive Lokrichtung)
- Blocksperrungen
- Sperrungen von Blockausfahrten
- Bevorzugung von Blöcken
- Zustandsänderungen von Blocksignalen

Blockbelegung wird dagegen nicht direkt über das Netzwerk übertragen. Diese wird durch die Verteilung der im Block eingetragenen Melder bewirkt.

Die Verteilung von Blöcken ist wichtig für eine verteilte Steuerung, bei der zwei oder mehr Computer für jeweils eigene Anlagenteile verantwortlich sind. Verteilte Blöcke werden an allen Stellen der Anlage erzeugt, an denen die Kontrolle über Züge von einem auf den anderen Computer erfolgt. Solche verteilten „Übergabeböcke“ fungieren somit als Schnittstelle zwischen den verschiedenen Anlagenteilen.

Die Verteilung von Blöcken erfolgt symmetrisch. Es spielt also keine Rolle, auf welchem der beteiligten Computer ein verteilter Block seinen Zustand ändert. Die verknüpften Blöcke auf anderen Computern ändern ihren Zustand ebenfalls entsprechend.

Zugfahrten

Wenn **+Net™** auf Ihrem Computer installiert ist, gibt es einen weiteren Zugfahrts-Typ, die Netzwerkzugfahrt. Netzwerkzugfahrten können verwendet werden, um Zugfahrten von einem Computer aus auf einem anderen Computer zu starten. Netzwerkzugfahrten werden immer mit einer herkömmlichen Zugfahrt auf einem anderen Computer verknüpft. Durch Erzeugung einer Netzwerkzugfahrt auf Computer „Grün“, welche beispielsweise mit einer herkömmlichen Zugfahrt auf Computer „Blau“ verknüpft wird, ist es möglich, diese Zugfahrt auf Computer „Blau“ von Computer „Grün“ aus zu starten.

Netzwerkzugfahrten werden mit dem Kommando **Neue Netzwerkzugfahrt** aus dem Menü **Zugfahrt** erzeugt. Dann wird die Registerkarte **Netzwerk** in ähnlicher Weise wie für andere Objekte ausgefüllt. Der wesentliche Unterschied liegt hier darin, dass nur eine Verbindung zu einem einzigen anderen Computer eingetragen werden kann, weil die Netzwerkzugfahrt nur für den Start einer bestimmten Zugfahrt auf einem bestimmten

anderen Computer zuständig sein soll. Auf dem anderen Computer, auf dem die tatsächlich auszuführende Zugfahrt gespeichert ist, verfahren Sie entsprechend und tragen den Namen des Computers ein, auf dem die Netzwerkzugfahrt erzeugt wurde.

Wenn dies durchgeführt wurde, kann die Zugfahrt vom anderen Computer aus gestartet werden. Wenn beispielsweise eine Zugfahrt auf der Nebenstrecke nach „Norddorf“ auf Computer „Blau“ gespeichert ist, so kann diese Zugfahrt von Computer „Grün“ aus gestartet werden, indem auf „Grün“ eine Netzwerkzugfahrt erzeugt wird, die mit der tatsächlich auszuführenden Zugfahrt durch einen eindeutigen Netzwerknamen und eine Verbindung nach „Blau“ verknüpft wird. Die tatsächlich auszuführende Zugfahrt auf „Blau“ muss in Gegenrichtung mit der Netzwerkzugfahrt durch Benutzung desselben Netzwerknamen und eine Verbindung nach „Grün“ verknüpft werden.

Die Netzwerkzugfahrt auf Computer „Grün“ kann dann bei Zugfahrtsauswahlen oder als Nachfolger von anderen Zugfahrten eingetragen werden, die auf Computer „Grün“ gespeichert sind. Speziell mit der zweiten Möglichkeit der Nachfolgerverkettung kann die automatische, zugfahrtsbasierte Steuerung von Loks und Zügen auf das gesamte Netzwerk ausgedehnt werden. Wenn eine Zugfahrt auf dem ersten Computer beendet wird und eine Netzwerkzugfahrt zum Start einer Zugfahrt auf einem anderen Computer als Nachfolger eingetragen ist, dann kann die Kontrolle über den betreffenden Zug über die Netzwerkzugfahrt als Bindeglied auf eine Zugfahrt übertragen werden, die auf einem anderen Computer ausgeführt wird.

Natürlich können Netzwerkzugfahrten und herkömmliche Zugfahrten in Zugfahrtsauswahlen oder Nachfolgerzusammenstellungen auch gemischt werden.

Einige Unterschiede zwischen herkömmlichen Zugfahrten und Netzwerkzugfahrten müssen allerdings berücksichtigt werden. Es wird z.B. grundsätzlich angenommen, dass Netzwerkzugfahrten (oder exakter: die tatsächlich auszuführende Zugfahrt auf dem anderen Computer) immer gestartet werden können. In Fällen, in denen eine Netzwerkzugfahrt als Nachfolger einer anderen Zugfahrt oder in einer Zugfahrtsauswahl eingetragen ist, betrachtet **TrainController™** eine Netzwerkzugfahrt immer als „startbereit“, wenn eine geeignete Zugfahrt ausgewählt werden soll. Während herkömmliche Zugfahrten u.a. daraufhin untersucht werden können, ob ein Zug in einem Startblock bereitsteht oder ob vorausliegende Blöcke und Weichenstrassen verfügbar sind, wird dies für Netzwerkzugfahrten immer als gegeben angenommen (da die Software nicht in den Zustand der Zugfahrt auf dem anderen Computer hineinschauen kann). Aus diesem Grunde sollte der Computer, auf dem die Zugfahrt tatsächlich ausgeführt werden soll, deren Startbereitschaft im voraus dem anderen Computer, auf dem die Netzwerkzugfahrt liegt, signalisieren (z.B. mit Hilfe von verteilten Bahnwärtern). Diese Startbereitschaft wird als geeignete **Bedingung** in die Netzwerkzugfahrt eingetragen.

Wenn beispielsweise die Zugfahrt auf der Nebenstrecke nach „Norddorf“ auf Computer „Blau“ nicht gestartet werden soll, wenn beide Blöcke in „Norddorf“ belegt sind, dann sollten Sie auf „Blau“ einen Bahnwärter erzeugen, der bei der Belegung beider Blöcke eingeschaltet wird. Verteilen Sie den Bahnwärter nach Computer „Grün“ und tragen Sie das verknüpfte Bahnwärtersymbol auf Computer „Grün“ in die Bedingungen der Netzwerkzugfahrt auf diesem Computer ein.

Wenn Netzwerkzugfahrten als Nachfolger verwendet werden, um die Kontrolle von Zügen von Computer zu Computer zu übertragen, dann sollte dieser Übergang möglichst bei stehendem Zug durchgeführt werden. Mit anderen Worten: Zugfahrten, die nacheinander auf verschiedenen Computern ausgeführt werden, sollten sich möglichst in Blöcken „überschneiden“, wo es normalerweise zu einem Zughalt kommt.

Es ist auch möglich, die Kontrolle fließend zu übertragen, d.h. ohne Züge zwischenzeitlich anzuhalten. Wenn eine Netzwerkzugfahrt, die als Nachfolger einer Zugfahrt eingetragen ist, gerade nicht durch ihre Bedingung gesperrt ist, dann startet **TrainController™** die auf dem anderen Computer liegende Zugfahrt, ohne den Zug anzuhalten. Die zuvor laufende Zugfahrt wird beendet und der Zug wird auf diesem Computer aus der Kontrolle entlassen, ohne den Zug anzuhalten. **TrainController™** überlässt es nun dem anderen Computer, die Kontrolle über den fahrenden Zug zu übernehmen. Dies wird durch den Start der Zugfahrt auf dem zweiten Computer erreicht, welche mit der Netzwerkzugfahrt verknüpft ist. Normalerweise wird der Zug nun ohne Halt weiterfahren. Falls aber der zweite Computer nun feststellt, dass der Zug den (verteilten) Block, in dem die Übergabe stattgefunden hat, nicht verlassen darf, so wird der Zug abrupt angehalten, unabhängig davon, wo er sich gerade (innerhalb dieses Blockes) befindet. Dies dient als Sicherheitsmassnahme für den Fall, dass der Zug den Startblock auf dem übernehmenden Computer momentan nicht verlassen darf.

Diese fließende Übergabe der Kontrolle erfordert eine korrekt konfigurierte Software auf beiden Computern. In Fällen, in denen der übernehmende Computer die „übernehmende“ Zugfahrt nicht starten kann, beispielsweise wegen einer fehlerhaften Konfiguration ihrer Bedingung oder Regeln, könnte der Zug ohne Kontrolle durch eine Zugfahrt weiterfahren. Aus diesem Grunde ist es sicherer, die Übergabe der Kontrolle bei stehendem Zug durchzuführen. Hierbei kann nichts passieren. Der Zug wird sich definitiv erst dann wieder in Bewegung setzen, wenn er unter Kontrolle einer „übernehmenden“ Zugfahrt steht.

Die Bahnhofsuhr

Die Bahnhofsuhr wird dadurch verteilt, dass die Bahnhofsuhr auf einem Computer im Netzwerk als Zentraluhr festgelegt wird. Von Zeit zu Zeit werden dann die Uhren auf

den anderen Computern im Netzwerk mit der Zentraluhr synchronisiert. Dadurch werden diese Uhren auf dieselbe Zeit gesetzt wie die Zentraluhr.

Die Festlegung der Uhr als Zentraluhr erfolgt wie in Abbildung 8, Seite 31 dargestellt.

Es sollte nur höchstens eine Uhr im Netzwerk als Zentraluhr festgelegt werden. Gibt es keine Zentraluhr, so laufen die Uhren auf den einzelnen Computern als lokale Uhren ohne Synchronisation.

Zusammenfassung

Die folgende Tabelle fasst noch einmal zusammen, wie Objekte netzwerkübergreifend verteilt bzw. „sichtbar“ gemacht werden:

Typ des Objekts	Verknüpft durch
Weichen, Signale, Umschalter	digitale Adresse
Kontaktmelder	digitale Adresse
Taster und Ein-/Ausschalter mit digitaler Adresse	digitale Adresse
Taster und Ein-/Ausschalter ohne digitaler Adresse	logischer Netzwerkname
Bahnwärter	logischer Netzwerkname
Loks und Züge	existieren nur einmal im Netzwerk
Makros	logischer Netzwerkname
Weichenstrassen	logischer Netzwerkname
Blöcke	logischer Netzwerkname
Zugfahrten	logischer Netzwerkname

3 Betrieb eines Virtuellen Digitalsystem-Busses mit +Net/D™

Die empfohlene Vorgehensweise, mehreren Computern den Zugriff auf ein und dasselbe Digitalsystem zu ermöglichen, ist die Verwendung des vom Digitalsystem angebotenen System-Busses und der Anschluss jedes beteiligten Computers an diesen Bus mit einem eigenen Interface, sofern möglich.

In Fällen, wo dies nicht möglich ist (beispielsweise weil das Digitalsystem den direkten Anschluss mehrerer Computer über mehrere Interfaces nicht unterstützt), bietet +Net/D™ eine Alternative. +Net/D™ ist eine erweiterte Variante von +Net™. Es bietet alle Möglichkeiten von +Net™. Zusätzlich enthält +Net/D™ einen virtuellen, auf Software basierenden Digitalsystem-Bus, an den zusätzliche Computer angeschlossen werden können für den Zugriff auf ein gemeinsames Digitalsystem*.

Dies wird im Folgenden dargestellt:

*+Net/D™ wird nur in Ländern angeboten, in denen Digitalsysteme ohne eigenen Digitalsystem-Bus eine gewisse Verbreitung haben.

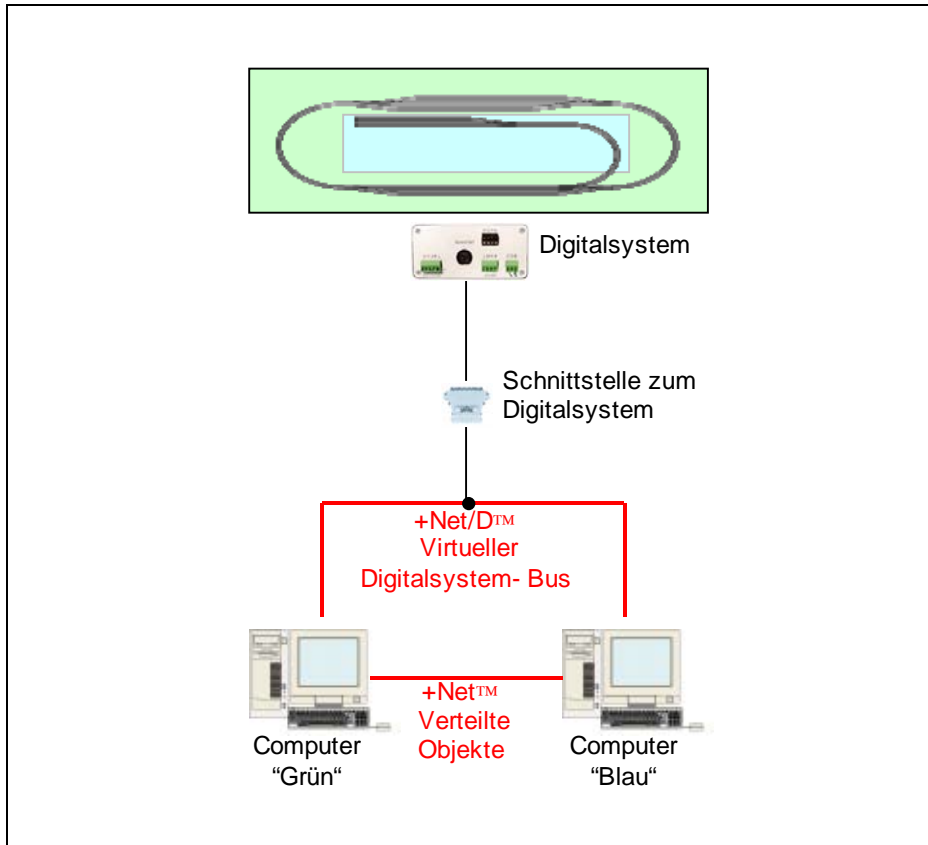


Abbildung 6: Virtueller Digitalssystem-Bus

Um einen oder mehrere Virtuelle Digitalssystem-Busse zwischen mehreren Computern zu erzeugen, muss **+Net/D™** auf allen beteiligten Computern installiert werden. Das Interface des Digitalsystems wird an eine freie serielle oder USB-Schnittstelle von einem dieser Computer angeschlossen. Jeder installierte Virtuelle Digitalssystem-Bus ermöglicht die gemeinsame Nutzung von einem Digitalsystem durch zwei oder mehr Computer. Es können jedoch beliebig viele Virtuelle Digitalssystem-Busse installiert werden.

+Net/D™ ermöglicht die Erzeugung eines Virtuellen Digitalssystem-Busses für jedes Digitalsystem, das zur Steuerung der Anlage verwendet wird. Es ist beispielsweise möglich, die Konfiguration von Abbildung 6 so zu erweitern, dass ein zuvor an den Computer „Grün“ zusätzlich angeschlossenes lokales Digitalsystem auch durch den Computer „Blau“ über einen weiteren Virtuellen Digitalssystem-Bus genutzt wird. Es können fast ohne Einschränkungen beliebige Netzwerkstrukturen aufgebaut werden. So

ist es möglich, die verschiedenen Anschlussarten (Original-Bus des Digitalsystems, Virtueller Digitalsystem-Bus, direkter Anschluss eines nur lokal genutzten Digitalsystems) nach Belieben zu mischen. Es ist beispielsweise möglich, die Konfiguration von Abbildung 4 so zu erweitern, dass das an Computer „Grün“ lokal angeschlossene Digitalssystem auch von Computer „Blau“ über einen Virtuellen Digitalsystem-Bus zusätzlich zum existierenden, hardwarebasierten Systembus des ersten Digitalsystems genutzt wird.

Mit anderen Worten: die in den Abbildungen dieses Dokuments gezeigten Konfigurationsmöglichkeiten können fast ohne Einschränkung miteinander kombiniert werden.

Es gibt allerdings eine Einschränkung für den Fall, dass zwei oder mehr Virtuelle Digitalsystem-Busse dieselbe Gruppe von Computern miteinander verbinden. In diesem Fall müssen die entsprechenden Digitalssysteme alle am selben Computer angeschlossen sein. Wenn beispielsweise Computer „Grün“ und Computer „Blau“ sich den Zugriff auf zwei Digitalssysteme über zwei Virtuelle Digitalsystem-Busse teilen, so müssen beide Digitalssysteme am selben Computer angeschlossen werden, also entweder beide an „Grün“ oder beide an „Blau“. Es ist nicht erlaubt, eines dieser Systeme an „Grün“ anzuschließen und das andere an „Blau“. Diese Einschränkung wird jedoch nicht durch die Arbeitsweise des Virtuellen Digitalsystem-Busses bedingt, sondern durch die Art und Weise, wie **TrainController™** nach dem Start einer Sitzung die Daten initialisiert.

Die obige Einschränkung gilt natürlich nicht für nur lokal angeschlossene Digitalssysteme. In allen hier aufgezeigten Konfigurationen, ist es möglich, beliebig viele Digitalssysteme lokal an die Computer „Grün“ und/oder „Blau“ anzuschließen.

Ein Virtueller Digitalsystem-Bus muss eingerichtet werden, wenn ein Digitalssystem, welches keinen eigenen Systembus anbietet, durch mehrere Computer gemeinsam genutzt werden soll.

Für die folgenden Digitalssysteme und ihre Systembusse wird kein Virtueller Digitalsystem-Bus benötigt:

- Digitrax / Digitrax LocoNet
- Lenz / Lenz XpressNet
- Selectrix, MÜT, Rautenhaus / SX Bus

Bei Verwendung dieser Systeme wird empfohlen, die Computer direkt gemäß Abbildung 3 über ein geeignetes Interface an das Digitalssystem anzuschließen.

Falls ein anderes Digitalssystem durch mehr als einen Computer genutzt werden soll, so muss ein Virtueller Digitalsystem-Bus betrieben werden, über den die Computer miteinander und mit dem Digitalssystem verbunden sind.

- +Net/D™ unterstützt alle Digitalsysteme, die auch durch TrainController™ unterstützt werden.
- Ein Virtueller Digitalsystem-Bus ermöglicht die gemeinsame Nutzung eines Digitalsystems durch mehr als einen Computer.
- Falls mehr als ein Digitalsystem gemeinsam genutzt werden soll, so ist für jedes Digitalsystem ein eigener Virtueller Digitalsystem-Bus einzurichten.
- Das gemeinsam genutzte Digitalsystem wird über einen freien seriellen oder USB-Port an einen der betreffenden Computer angeschlossen. Dieser Computer wird als *primärer Computer* des Virtuellen Digitalsystem-Busses bezeichnet. Die anderen Computer agieren als sogenannte *sekundäre Computer* des Virtuellen Digitalsystem-Busses.
- Ein Virtueller Digitalsystem-Bus verbindet einen primären Computer mit einem oder mehreren sekundären Computern.
- Wenn zwei oder mehr Digitalsysteme von verschiedenen Computern über eine entsprechende Anzahl Virtueller Digitalsystem-Busse genutzt werden, so müssen alle Digitalsysteme an denselben (primären) Computer angeschlossen werden. Wenn beispielsweise die Computer „Grün“ und „Blau“ zwei Digitalsysteme gemeinsam über je einen Virtuellen Digitalsystem-Bus nutzen, dann müssen die Digitalsysteme an denselben Computer angeschlossen werden, entweder beide an „Grün“ oder beide an „Blau“.
- Konfigurationen der folgenden Form sind jedoch auch erlaubt: Computer „Grün“ ist primärer Computer für einen Virtuellen Digitalsystem-Bus, der Computer „Grün“ und „Blau“ miteinander verbindet. Computer „Gelb“ ist primärer Computer für einen Virtuellen Digitalsystem-Bus, der Computer „Gelb“ und „Blau“ miteinander verbindet. In einer solchen Konfiguration ist es jedoch nicht erlaubt, auch noch „Grün“ and „Gelb“ durch einen Virtuellen Digitalsystem-Bus zu verbinden.

Virtuelle Digitalsystem-Busse werden mit +Net/D™ eingerichtet. Der einzige Unterschied zwischen +Net/D™ und +Net™ ist die Unterstützung Virtueller Digitalsystem-Busse durch +Net/D™. Somit gilt mit Ausnahme des aktuellen Kapitels sämtliche Inhalte dieses Dokuments für beide Produkte gleichermaßen. Der Inhalt des aktuellen Kapitels gilt dagegen ausschließlich für +Net/D™.

Die Einrichtung eines Virtuellen Digitalsystem Busses ist sehr einfach. Zunächst richten Sie alle gemeinsam genutzten (und auch lokalen) Digitalsysteme auf dem primären Computer ein. Dies wird auf die übliche Weise mit dem Dialog **Digitalsysteme Einrichten** durchgeführt.

Auf dem sekundären Computer wird ein neuer Virtueller Digitalsystem-Bus wie ein herkömmliches Digitalsystem eingerichtet. Nach Hinzufügen eines Eintrags zur Liste

der angeschlossenen Digitalsysteme im Dialog **Digitalsysteme Einrichten** wird der Dialog **Digitalsystem** wie im Folgenden beschrieben ausgefüllt. Wenn +Net/D™ installiert ist, dann zeigt der Dialog **Digitalsystem** einige weitere Optionen wie unten abgebildet:

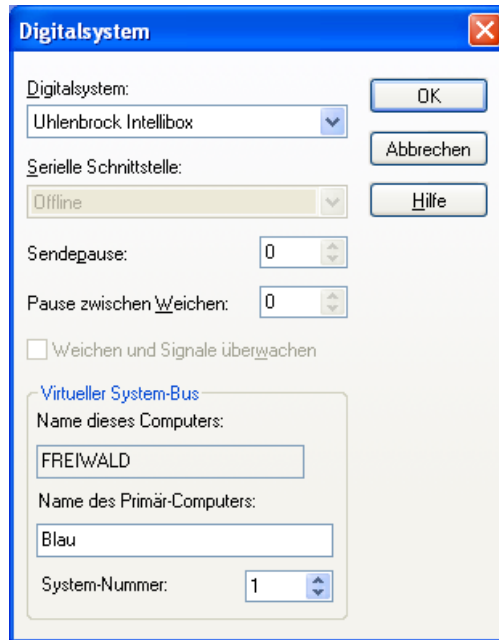


Abbildung 7: Einrichtung eines Virtuellen Digitalsystem-Busses

Die folgenden zusätzlichen Optionen sind verfügbar:

Name dieses Computers:

Hier wird der im zugrunde liegenden TCP/IP-Netzwerk verwendete Name des aktuellen Computers, auf dem das Programm gerade läuft, angezeigt. Diese Anzeige erfolgt lediglich zur Information und ist hilfreich, um Verbindungen von anderen Computern zu diesem Computer einzurichten.

Name des Primär-Computers:

Geben Sie den Namen des primären Computers an, an dem das betreffende Digitalsystem direkt angeschlossen ist. In der obigen Abbildung wird angenommen, dass das Digitalsystem an Computer „Blau“ angeschlossen ist. Der lokale, sekundäre Computer „Freiwald“ kann auf dieses Digitalsystem über einen Virtuellen Digitalsystem-Bus zugreifen, welcher „Freiwald“ mit „Blau“ verbindet.

System-Nummer:

Geben Sie die Nummer des Digitalsystems auf dem primären Computer an. Wenn beispielsweise drei Digitalsysteme am anderen, primären Computer angeschlossen sind, dann geben Sie hier 1, 2 oder 3 ein, um festzulegen, zu welchem der drei Digitalsysteme eine Verbindung mit Hilfe des Virtuellen Digitalsystem-Busses hergestellt werden soll. Im obigen Beispiel wird ein Virtueller Digitalsystem-Bus zum ersten am primären Computer „Blau“ angeschlossenen Digitalsystem hergestellt.

- Der Dialog **Digitalsystem** muss entsprechend Abbildung 7 auf allen sekundären Computern des betreffenden Virtuellen Digitalsystem-Bus ausgefüllt werden.
- Der Typ des Digitalsystems hat nur für den Betrieb im Offline-Modus, d.h. ohne Netzwerkverbindung zum tatsächlich angeschlossenen Digitalsystem, eine Bedeutung. Im Online-Modus, d.h. bei bestehender Verbindung zum Digitalsystem über den Virtuellen Digitalsystem-Bus, wird die hier eingetragene Angabe immer entsprechend dem tatsächlich am primären Computer angeschlossenen Digitalsystem automatisch korrigiert.

4 Installation, Lizenz und Initialisierung

Installation

Installieren Sie zunächst eine physische TCP/IP-basierte Netzwerkverbindung zwischen allen Computern, die Sie mit **+Net™** nutzen möchten. Stellen Sie sicher, dass diese Verbindungen ordnungsgemäß funktionieren.

Die Installation von **+Net™** ist sehr einfach und selbsterklärend. Installieren Sie **+Net™** auf allen Computern des Netzwerks im selben Verzeichnis, in dem **TrainController™** bereits gespeichert ist. Wenn die Registerkarte **Netzwerk** (Abbildung 5) bzw. die zusätzlichen Optionen aus Abbildung 7 nach Installation von **+Net™** bzw. **+Net/D™** und anschließendem Start von **TrainController™** sichtbar werden, so wurde das Produkt ordnungsgemäß installiert.



+Net™ und **+Net/D™** werden mit Hilfe derselben Installationsdatei installiert. Die Installationsdateien sind für beide Produkte identisch. Damit wird grundsätzlich immer der Programmcode beider Produkte auf einem Computer installiert. Aufgrund des eingegebenen Lizenzschlüssels (siehe folgender Abschnitt) werden dann nach Start des Programms entweder nur die Funktionen von **+Net™** oder zusätzlich auch die Funktionen von **+Net/D™** zur Verfügung gestellt.

Stellen Sie außerdem sicher, dass auf allen Computer dieselbe Version von **TrainController™** installiert ist. Wenn dies nicht der Fall ist, ist ein Verbindungsaufbau zwischen den Computern nicht möglich.

Lizenz

Eine separate Lizenz von **+Net™** bzw. **+Net/D™** wird für jeden Computer benötigt, auf dem **+Net™** installiert wird. Da jedes Netzwerk mindestens zwei Computer enthält, werden am Anfang mindestens zwei Lizenzen von **+Net™** oder **+Net/D™** benötigt, um das Produkt zu benutzen. Mit den herkömmlichen Lizenzen von **TrainController™** ist es nicht erlaubt, das Programm mit derselben Lizenz gleichzeitig auf verschiedenen Computern zu starten. Wenn Sie aber auf jedem Computer zusätzlich zu der bestehenden **TrainController™**-Lizenz auch noch eine jeweils eigene Lizenz von **+Net™** oder **+Net/D™** eingeben, so darf **TrainController™** gleichzeitig auf den Computern des Netzwerks gestartet werden.

Mit anderen Worten: die Kombination einer **TrainController™**-Lizenz, die auf allen Computern des Netzwerks identisch sein darf, mit einer für jeden Computer individuellen **+Net™** oder **+Net/D™**-Lizenz ergibt wieder eine individuelle Lizenz für **TrainController™+Net™** für den betreffenden Computer. Diese individuelle Lizenz darf gleichzeitig mit anderen individuellen Lizenzen für andere Computer desselben Netzwerks genutzt werden.

Um beispielsweise gültige **TrainController™+Net™** -Lizenzen auf den Computern „Grün“, „Blau“ und „Gelb“ zu installieren, benötigen Sie eine einzige Lizenz für **TrainController™** und drei Lizenzen für **+Net™**.

Lizenzen von **+Net/D™** werden im Gegensatz zu Lizenzen für **+Net™** nur benötigt, wenn Sie einen Virtuellen Digitalsystem-Bus (siehe Kapitel 3) zwischen den Computern betreiben möchten. In diesem Fall wird eine eigene **+Net/D™**-Lizenz für jeden Computer benötigt, der an einen Virtuellen Digitalsystem-Bus angeschlossen ist.

Wenn dieselbe Lizenz von **+Net™** oder **+Net/D™** auf verschiedenen Computern eingegeben wird, ist ein Verbindungsaufbau zwischen den Computern nicht möglich.

Auf ein und demselben Computer kann entweder eine Lizenz für **+Net™** oder eine Lizenz für **+Net/D™** eingegeben werden, aber nicht beides. Die eingegebene Lizenz entscheidet darüber, ob nach Start des Programms entweder nur die Funktionen von **+Net™** oder zusätzlich auch die Funktionen von **+Net/D™** zur Verfügung stehen.

Solange keine Lizenz eingegeben wurde, können die Funktionen von **+Net™** und **+Net/D™** nur lokal getestet werden, indem **TrainController™** auf demselben Computer mehrmals gestartet wird (siehe Abschnitt „Lokales Testen“, Seite 34).

Die **+Net™**-Lizenzen können mit dem Kommando **Netzwerk Einrichten** aus dem Menü **Railroad** verwaltet werden. Dieses Kommando öffnet den folgenden Dialog::

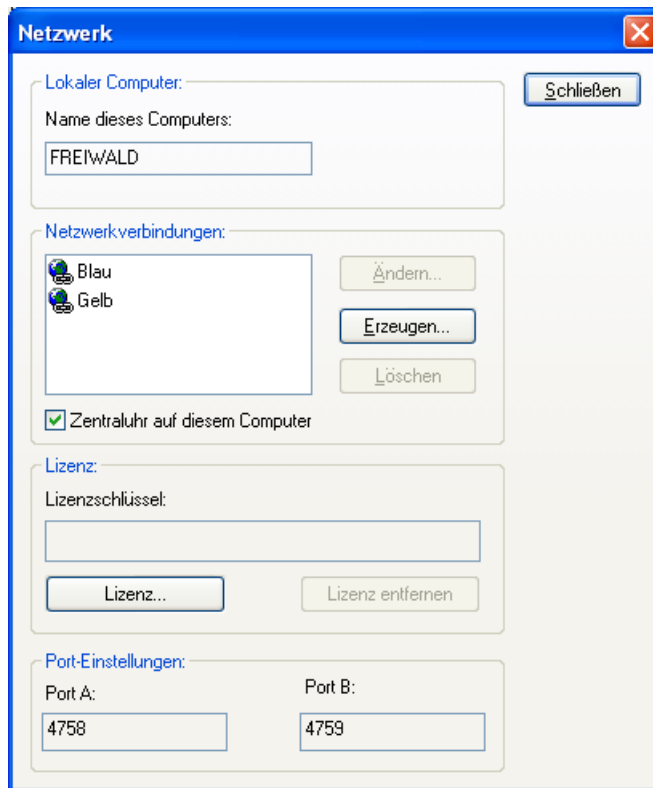


Abbildung 8: Lizenz-Verwaltung und andere Netzwerk-Optionen

Name dieses Computers:

Hier wird der im zugrunde liegenden TCP/IP-Netzwerk verwendete Name des aktuellen Computers, auf dem das Programm gerade läuft, angezeigt. Diese Anzeige erfolgt lediglich zur Information und ist hilfreich, um Verbindungen von anderen Computern zu diesem Computer einzurichten.

Netzwerkverbindungen:

Diese Liste enthält alle für die Verteilung von Objekten eingerichteten Netzwerkverbindungen (siehe Kapitel 2, „Verteilte Objekte“). Mit den Optionen **Erzeugen**, **Ändern** und **Löschen** könne neue Verbindungen erzeugt, der Computernamen bestehender Verbindungen geändert oder nicht mehr benötigte Verbindungen gelöscht werden.

Zentraluhr auf diesem Computer:

Wird diese Option markiert, so wird die Bahnhofsuhr auf diesem Computer zur Zentraluhr im Netzwerk. Die Uhren auf den anderen Computern werden dann mit der von dieser Uhr angezeigten Zeit synchronisiert.

Ist diese Option nicht selektiert, so wird die Bahnhofsuhr auf diesem Computer mit einer Zentraluhr auf einem anderen Computer synchronisiert.

Lizenzschlüssel:

Die bereits auf Ihrem Computer installierte **+Net™**-Lizenz wird hier angezeigt. Der Schlüssel kann hier nicht direkt geändert werden.

Lizenz....:

Wenn keine Lizenz von **+Net™** oder **+Net/D™** auf Ihrem Computer installiert wurde, so benutzen Sie diese Option, um eine neue Lizenz auf Ihrem Computer einzugeben.

Lizenz entfernen:

Benutzen Sie diese Option, um die auf Ihrem Computer installierte Lizenz von **+Net™** bzw. **+Net/D™** von Ihrem Computer zu entfernen. Diese Option kann verwendet werden, um eine Lizenz von einem Computer auf einen anderen zu übertragen oder um eine bestehende **+Net™**-Lizenz durch eine Lizenz für **+Net/D™** zu ersetzen oder umgekehrt.

Port A / Port B:

+Net™ verwendet zwei TCP/IP-Ports für die Kommunikation. Standardmäßig werden die Port-Nummern 4758 und 4759 verwendet. Diese Nummern können über diesen Dialog nicht geändert werden.

In Fällen jedoch, in denen andere Anwendungen dieselben Port-Nummern belegen, kann die Belegung durch folgende Einträge in RAILROAD.INI geändert werden:

```
[Connections]
NetworkPortA=xxxx
NetworkPortB=yyyy
```

wobei xxxx und yyyy die gewünschten Port-Nummern von verfügbaren Ports bezeichnen. Benutzen Sie diese Option mit großer Vorsicht! Die Port-Nummern müssen auf allen Computern des Netzwerks identisch sein. Ändern Sie die Port-Nummern nur dann, wenn dies die einzige Lösung ist, um Konflikte mit anderen Anwendungen im Hinblick auf belegte TCP/IP-Ports zu vermeiden.

Initialisierung und Synchronisation

Um eine netzwerkweite Sitzung mit **TrainController™+Net™** zu starten, starten Sie **TrainController™** wie gewöhnlich und laden Sie die Datei, die zu dem entsprechenden Computer gehört.

Wenn dies erfolgt ist, betätigen Sie das Kommando **Verbinden** aus dem Menü **Railroad** auf allen angeschlossenen Computern.

In der **Netzwerk-Anzeige** in der Statuszeile von **TrainController™** zeigt eine grüne Ausleuchtung erfolgreich geöffnete Verbindung an.

Der Verbindungsaufbau kann u.a. aus folgenden Gründen fehlschlagen:

- Die zugrundeliegende TCP/IP-Verbindung zwischen den betreffenden Computern wurde nicht ordnungsgemäß eingerichtet..
- Die auf den einzelnen Computern installierten Versionen von **TrainController™** stimmen nicht überein.
- Dieselben Lizenzen von **+Net™** oder **+Net/D™** wurden auf verschiedenen Computern installiert.
- Es liegt eine fehlerhafte Konfiguration von Computernamen, Netzwerknamen, etc. vor.

Im Falle von Netzwerkfehlern wird eine Fehlermeldung im **Meldungsfenster** von **TrainController™** angezeigt Diese Meldungen enthalten einen Fehlercode, mit dessen Hilfe die Ursache des Fehlers näher eingegrenzt werden kann. Eine Liste der häufigsten Fehlercodes finden Sie im Anhang dieses Dokuments.

Falls die Zustände verteilter Objekte während einer Sitzung nicht mehr übereinstimmen sollten, so können diese Zustände durch Verwendung der Kommandos **Status an anderen Computer Senden** oder **Status von anderem Computer Empfangen** aus dem Menü **Railroad** wieder synchronisiert werden. Das erste Kommando sendet den Zustand aller verteilter Objekte vom aktuellen Computer an ihre Gegenstücke auf einem oder mehreren anderen Computern. Das zweite Kommando fordert einen oder mehrere andere Computer dazu auf, den Status aller verteilten Objekte an den aktuellen Computer zu übertragen. Das Kommando zum Senden synchronisiert also andere Computer mit dem aktuellen Computer, das Empfangen-Kommando macht das Gegenteil. Diese Kommandos sind auch im Kontextmenu bestimmter Objekte enthalten. Dieses Menü kann mit der rechten Maustaste geöffnet werden. Werden die Kommandos aus dem Kontextmenü aufgerufen, dann wird nur der Zustand des aktuell ausgewählten Objektes synchronisiert.

Die Synchronisation erfolgt nur für Objekte, die über einen logischen Netzwerknamen verteilt werden. Sie ist nicht vorgesehen für Objekte, bei denen die netzwerkweite Verknüpfung über ihre Digitaladresse erfolgt.

Lokales Testen

Lokales Testen der Konfiguration ist möglich, indem **TrainController™** zwei- oder sogar mehrmals auf demselben Computer gestartet wird. Ändern Sie zu diesem Zweck die Computernamen in allen Netzwerkverbindungen (Virtuelle Digitalsystem-Busse auf sekundären Computern sowie die Verbindungen von verteilten Objekten) auf „.“. Bitte beachten Sie, dass dies bei Verbindungen für verteilte Objekte nur einmal gemacht werden muss, da die Änderung alle Objekte betrifft, die diese Verbindung benutzen.

Eine andere Möglichkeit ist die Verwendung des Kommandos **Offline** aus dem Menü **Railroad**. Dies schließt alle Verbindungen zu angeschlossenen Digitalsystemen und alle Netzwerkverbindungen und ermöglicht Ihnen das Testen im Offline-Modus. Die Verbindungen können durch das Kommando **Verbinden** aus dem Menü **Railroad** wiederhergestellt werden.

Fehlercodes

Im Fall von Netzwerkfehlern zeigt **TrainController™** eine Fehlermeldung im **Meldungsfenster** an, die einen Fehlercode enthält.

Die häufigsten Fehlercodes und ihre Bedeutung werden im Folgenden aufgelistet:

- 22: Der angegebene Computer ist unbekannt. Wird oft angezeigt, wenn das Netzwerk nicht läuft oder ein Computernamen angegeben wurde, der zu keinem bekannten Computer im Netzwerk gehört
- 51: Netzwerk ist nicht erreichbar. Wird oft angezeigt, wenn das Netzwerk nicht läuft oder eine IP-Adresse angegeben wurde, die nicht zu einem Computer gehört, der über das Netzwerk erreichbar ist. Prüfen Sie, dass eine laufende Netzwerkverbindung zwischen den beiden Computern existiert.
- 60: Zeitablauf bei Verbindungsaufbau. Wird oft angezeigt, wenn der angegebene Computer zwar über das Netzwerk erreicht werden kann, **+Net™** aber auf dem anderen Computer noch nicht gestartet ist. Diese Meldung kann üblicherweise ignoriert werden, da die Verbindung automatisch aufgebaut wird, wenn **+Net™** auch auf dem anderen Computer gestartet wurde.
- 61: Verbindung abgelehnt. Ursache ähnlich wie Fehlercode 60.
- 65: Der angegebene Computer kann nicht erreicht werden. Ursache ähnlich wie Fehlercode 51.
- 1001: Die Versionen von **TrainController™**, die auf den betreffenden Computern installiert sind, sind nicht identisch.
- 1002: Lizenzproblem. Wird oft angezeigt, wenn dieselbe **+Net™**-Lizenz auf verschiedenen Computern installiert wurde
- 1003: Zeitablauf. Der angegebene Computer hat nicht innerhalb einer vorgegebenen Wartezeit geantwortet.
- 1004: Verbindung zum angegebenen Computer verloren. Wird oft angezeigt, wenn **+Net™** auf dem anderen Computer abnormal beendet wurde.

Index

Bahnwärter 16
Blöcke 18
Digitalsystem-Bus 8
Ein-/Ausschalter 13
Kontaktmelder 13
Loks 17
Makros 17
Netzwerk, Registerkarte 14
Netzwerkname 11
Netzwerk-Verbindung 14, 31
Netzwerkzugfahrt 19
primärer Computer, eines Virtuellen
 Digitalsystem-Busses 26
Registerkarte Netzwerk 14
sekundärer Computer, eines Virtuellen
 Digitalsystem-Busses 26
Taster 13
Uhr, Zentraluhr 21, 32
Verbindung 14, 31
Virtueller Digitalsystem-Bus 23, 25
Weichen und Signale 12
Weichenstrassen 18
Zentraluhr 21, 32
Züge 17
Zugfahrten 19
 Netzwerkzugfahrt 19