

EINFÜHRUNG

Der Transceiver für freie Topologie (FTT) unterstützt eine polaritätsunabhängige flexible Verkabelung, die dem Nutzer bei der Netzwerkauslegung mehr Freiheit als eine fixe Busstruktur bietet. Sowohl Linien-, Stern- und Ringverkabelung sowie Mischformen werden von dieser Architektur unterstützt (Siehe Abb. 1).

Diese Übertragungstechnik bietet einige Vorteile. Zunächst hat der Anwender die Möglichkeit, die Verkabelungsmethode zu wählen, die am besten in sein Konzept paßt. Durch eine sorgfältige Planung der Netzwerkauslegung können spätere Anpassungen sowie deutliche Reduzierung des Engineering Aufwands im fortgeschrittenen Projektstadium erreicht werden. FTT erlaubt die Ausführung der Verkabelung mit den kürzesten Wegen und reduziert dadurch Zeit und Kosten für die Systeminstallation. Die Freiheitsgrade in der Netztopologie stellen sicher, daß die FTT-Übertragungstechnik für eine Vielzahl von Projekten eingesetzt werden kann. Durch den Wegfall der Einschränkungen bezüglich Kabelverlauf, Verzweigung und Geräteanordnung wird die Erweiterung von Netzwerken ebenfalls stark vereinfacht. Siehe Vergleich in Tabelle 1.

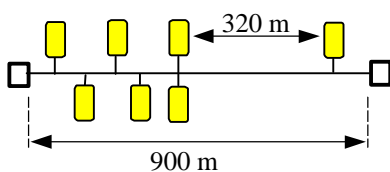
Ein FTT LON Netzwerk kann aus mehreren Netzsegmenten bestehen. In einem Segment können ein bis sechzig Geräte angeschlossen werden. Mehrere Netzsegmente können mit Repeater, Bridges oder Router verbunden werden. FTT-basierende Netzwerke sind sehr flexibel zu installieren und instand zu halten, aber es ist dennoch unumgänglich, die Netzwerkauslegung sorgfältig zu planen sowie exakte Unterlagen zu erstellen und auf dem jeweils aktuellen Stand zu halten. Dies erleichtert die Überprüfung und zukünftige Erweiterungen des FTT-Netzwerks. Fehlerquellen, wie ungenaue Angaben zu Kabellängen, Abstände zwischen Netzknoten, Knotenanzahl, Gesamtkabellängen, schlecht platzierte Router/Repeater und falsch platzierte oder fehlende Abschlußwiderstand werden weitgehend vermieden.

Schließlich ermöglicht die freie Topologie die Nutzung vorhandener Kabelsysteme, sofern dies sinnvoll und zulässig ist. Dadurch reduzieren sich Zeit und Kosten für Erweiterungen und die Kosten über die Lebensdauer des Netzwerkes werden aus Sicht des Kunden niedrig gehalten.

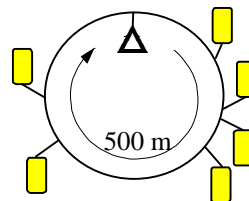
ANMERKUNG: In der Honeywell Literatur wird das LON FTT Netzwerk auch als **E-Bus** bezeichnet.

Abbildung 1 erläutert die Möglichkeiten der Verkabelung in einem Netzwerksegment, ohne Verwendung von Repeater bzw. Router.

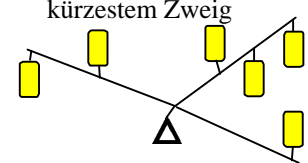
LINIETOPOLOGIE
Abschlußwiderstand an den beiden Enden



RINGTOPOLOGIE
Abschlußwiderstand einmal



STERNTOPOLOGIE
Abschlußwiderstand im kürzesten Zweig
gesamte Segmentlänge 500 m



Netzsegmente mit 1 bis maximal 60 Geräten

- Gerät mit einer FTT LON Schnittstelle
- Abschlußwiderstand für beidseitigen Abschluß
- Abschlußwiderstand für einfachen Abschluß

GEMISCHTE TOPOLOGIE

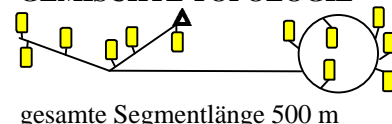


Abb. 1 Durch das FTT-System unterstützte Verkabelungstopologien

Tabelle 1 Vor- und Nachteile von einfach und doppelt abgeschlossenen FTT Netzsegmenten

	LON FTT Netzsegmente mit freier Topologie und einmaligem Abschluß(siehe Abb. 1)	LON FTT Netzsegmente mit Linienverkabelung und doppeltem Abschluß(siehe Abb.1)
Nutzen	<ul style="list-style-type: none"> • mehr Freiheitsgrade bei der Verkabelung (Linie, Ring, Stern, Mischung) • Leichtere Verlegung entsprechend der Gebäudearchitektur • Ringverkabelung für zuverlässigeren Betrieb (bei einem Kabelbruch wird Ring zu einer Linie) • Flexibler bei Ergänzungen und Änderungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Längere Kabelstrecken • Einfache Kabellängenberechnung
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> • Kürzere Netzsegmente; dementsprechend sind mehrere Repeater/Router erforderlich, um dieselbe Strecke zu überbrücken 	<ul style="list-style-type: none"> • Keine Abzweigungen erlaubt (Stichleitungen max. 2 m)

LON FTT Repeater und Router

Die Netzwerkausdehnung über die empfohlenen Netzsegmentlängen (500m bzw. 900m) kann nur durch den Einsatz von Netzwerkkomponenten wie Repeater, Bridges und Router realisiert werden. Ein Zwei-Port und ein Vier-Port Repeater sind in der Abbildung 2 dargestellt. Ihre Funktionsweise kann als physikalische Trennung der Netzwersegmente, bzw. als Auffrischung der gedämpften Nachrichtensignale verstanden werden. Die Repeaterfunktion erlaubt einem FTT-Netzwerk entsprechend den Systemanforderungen zu wachsen, ohne daß Änderungen in den bestehenden Netzwerkadressen und kostenaufwendige Bridges und Router eingesetzt werden. Die Zuschaltung von Repeater zwischen zwei oder mehreren LON Segmenten erlaubt jedoch nicht, die Anzahl der angeschlossenen Geräte auf mehr als 127 (max. Anzahl in einem LON Subnetz) zu erhöhen.

ANMERKUNGEN:

Repeater treten nicht als aktive Komponenten auf und werden nicht als solche in einem LON Subnetz gezählt. Das Netzwerkanschluß des Repeaters verursacht jedoch eine zusätzliche Belastung im Netzsegment, die durch die Ausgangsleistung des Sendeknotens (Fan Out) abgedeckt sein muß. Aus diesem Grund ist es wichtig Repeater bei der Planung von Netzsegmenten (max 60 Knoten) zu berücksichtigen.

In Verbindung mit einem E-Bus Controller (Q7750A) darf eine maximale Anzahl von 120 Geräten auf dem LON FTT (E-Bus) nicht überschritten werden, wobei die maximale Geräteanzahl je Segment 60 (ohne E-Bus Controller und Netzwerktool) ist.

Wenn die Anzahl der am LON angeschlossenen Geräte höher als die maximale Anzahl von 127 pro LON-Subnetz ist, müssen bei der Netzwerkplanung zwei oder mehrere Subnetze vorgesehen werden. Die Verbindung zwischen zwei Subnetzen erfolgt über einen Router. Im allgemeinen dienen Router zur Entkopplung von LON Netzsegmenten zwecks Lasttrennung, Fehlerbeschränkung und Adreßerweiterung. Über Router können auch die Netzwersegmente mit verschiedenen Übertragungstechniken verbunden werden, wie z. B. FTT und RS485. Router haben weiterhin die Aufgabe die Nachrichtenpakete in einem weitverzweigten Netzwerk auf die optimalen Wege umzuleiten (routen). Der Vorteil beim Einsatz eines Router gegenüber dem Repeater ist, daß der Datenverkehr von einem Bussegment auf das andere nur dann weitergeleitet wird, wenn ein Gerät im anderen Bussegment adressiert ist, während der Repeater den gesamten Datenverkehr auf alle Bussegmente überträgt.

ANMERKUNGEN:

Ein LON-System in dem ein E-Bus Controller beinhaltet ist, darf nicht mehr als einen Router beinhalten. In den Systemen mit E-Bus Controller wird empfohlen an jeder Seite des Routers nicht mehr als einen Repeater anzuordnen.

Systeme mit einem hohen Maß an Datenverkehr können von einem Router profitieren, der nur die erforderlichen Datenpakete weiterleitet.

Im Ring sind keine Router zugelassen, weil dann eine Endlosschleife entstehen würde.

Weitere Informationen über den Router entnehmen Sie dem Herstellerdatenblatt.

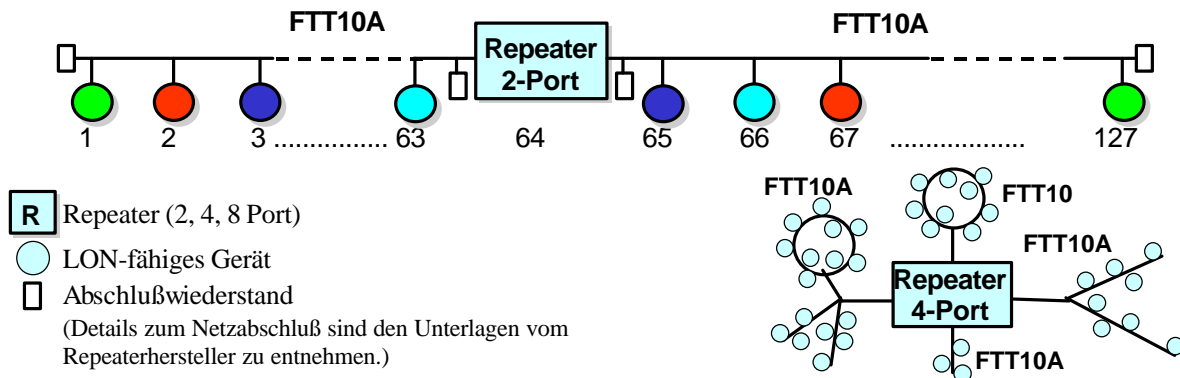


Abb. 2 2-Port und 4-Port Repeater in einem LON-System mit FTT10 und FTT10A Transceiver.

Netzwerkverkabelung und Netzabschluß

Dieser Abschnitt enthält Informationen über die FTT-basierende Netzwerkverkabelung und die FTT-Netzwerkanschlüsse. Anschließend werden die Regeln für die Netzwerkverkabelung im LON Systemen mit LPT (Link Power Transceivern), sowie im LON Systemen mit gemischten FT und LP Transceivern erläutert.

Die LPT sind derzeit kein Bestandteil der Excel 10 Geräte, jedoch durch die Integration mit anderen Anwendungen, wie z. B. Beleuchtungssteuerung und Beschattung ist es sehr wahrscheinlich, daß gemischte Systeme (mehrere Geräte mit FTT und mehrere Geräte mit LPT Netzanschluß) in einem Netzsegment zum Einsatz kommen. In solchen Netzwerken ist der spezielle Augenmerk auf die Anordnung der Spannungsversorgungen, Anordnung der Abschlußwiderstände; Busleitungsquerschnitt sowie Leitungslängen zu legen.

Tabelle 2 Zulässige Kabellängen für die FTT-Bustopologie für Telefonkabel (2x2x0,8 ; Rmax=74 Ohm/km bei 20C, Leitungskapazität paarweise maximal 100 nF/km ; minimum Schläge per Meter 5, andere Spezifikationen entsprechen DIN VDE 0815)

Max.Längen	Linie	Busstruktur	
		Stern	Ring
Segment	900m	500m	500m
Knoten-Knoten	320m	320m	320m
Busabschluß	doppelt	einfach	einfach

Abschlußmodul für LON FTT Subnetze

Für die ordnungsgemäße Funktion erfordert das FTT-Netzwerk einen Netzabschluß. Hier bietet sich der Abschlußmodul 209541B, der für FTT sowie für Link Power Transceiver (LPT) Verdrahtung verwendet werden kann. Für einfach abgeschlossene Liniensegmente wird die gelbe und die braune Ader, für ein doppelt abgeschlossenes Netzsegmente die orange und die braune Ader verwendet. Siehe Abb. 5.

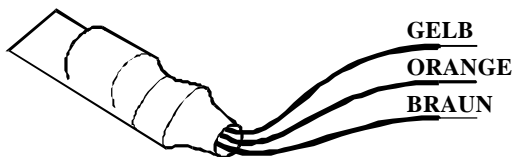


Abb. 5 FTT-Busabschlußmodul 209541B

Einfach abgeschlossenes Netzwerksegment

In einem einfach abgeschlossenen Segment mit freier Topologie wird ein Abschlußmodul benötigt, das an einer beliebigen Stelle im Segment angeordnet werden kann. Siehe Verdrahtungsbeispiele in den Abb. 1 und 6.

Systemleistung und Kabelauswahl

Verkabelungsspezifikationen für FTT

Die Spezifikation für die Verdrahtung mit freier Topologie enthält zwei Regeln, die für einen reibungslosen Betrieb berücksichtigt werden müssen.

1. Die maximale Distanz zwischen zwei benachbarten Geräten sowie zwischen Gerät und benachbarter Abschlußimpedanz darf den *maximal zulässigen Abstand* (Tab. 2) nicht überschreiten. Wenn z.B. bei Verwendung der Ringtopologie mehrere Wege existieren, muß der längste Weg für die Berechnung herangezogen werden.
2. Die *maximale Gesamtkabellänge* ist die gesamte auf dem LON Segment angeschlossene Kabellänge.

In der Tabelle 2 sind die zulässigen Kabellängen bei Verwendung von Telefonkabel (2x2x0,8) spezifiziert. Bei Verwendung von speziellen Kabeltypen kann die maximale Kabellänge um einige hundert Meter erhöht werden. (Siehe die Kabelspezifikationen der LonMark Richtlinien für die Schicht 1.)

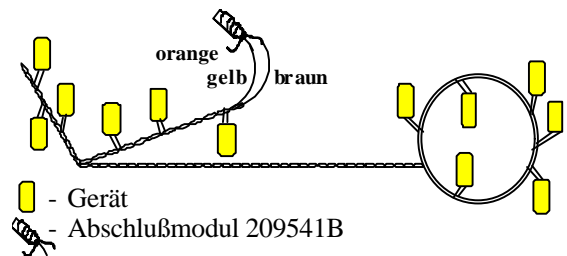


Abb. 6 Anschlußbelegung des Abschlußmoduls 209541B in einem einfach abgeschlossenen FTT-Netzwerk

Doppelt abgeschlossenes linienförmiges Netzsegment

In einem linienförmigen Netzsegment mit freier Topologie sind zwei Busabschlüsse erforderlich, und zwar jeweils am Ende des Segments. Siehe Abb. 7.

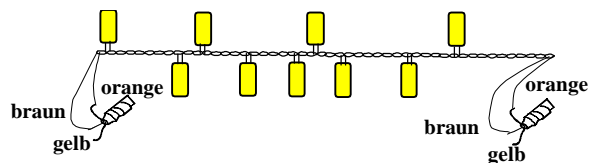


Abb. 7 Anschluß der FTT-Abschlußmodule bei einem doppelt abgeschlossenen Netzsegment

dimensioniert

In Fällen, wo die vorher beschriebene Netzabschlußmodulen nicht zur Verfügung stehen, empfiehlt sich in das Netzsegment einfachere Abschlußimpedanzen einzubauen. Abb. 8 zeigt die Ersatzmöglichkeiten für die empfohlene Netzabschlußmodule 209541B, wobei die vorgeschlagene Ersatzlösungen eher als eine Notlösung als eine Standardlösung gedacht sind.

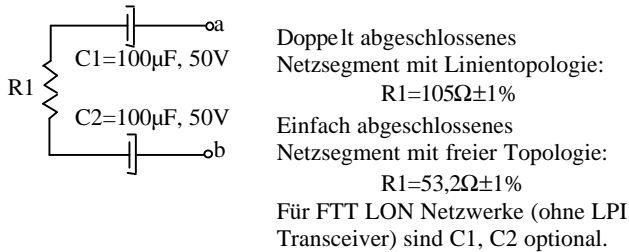


Abb. 8 Abschlußimpedanz für LON FTT Netzsegmente

Netzwerkverkabelung in Netzsegmenten mit FTT und LPT Übertragungsmodulen

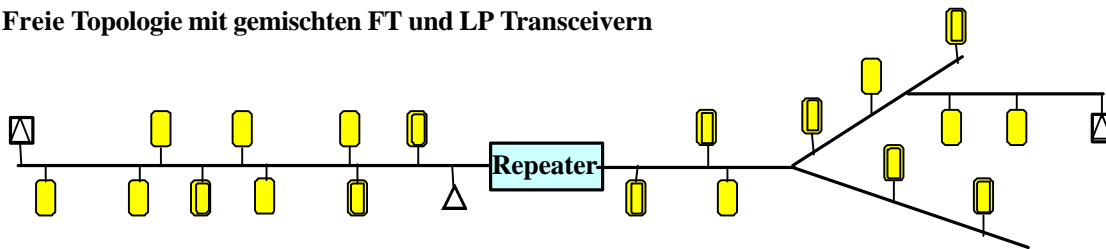
Die auf dem LP Transceiver basierte Netzwerke eignen sich für den Aufbau von LON Systemen, die über Kommunikationsleitungen Spannungsversorgung beziehen können. Ähnlich wie der FT Transceiver ermöglicht der LPT die Auslegung von LON Netzwerken mit freier Topologie. Darüber hinaus ist es erlaubt, ohne zusätzlichen Netzkomponenten wie Bridges und Router, gemischte

Netzwerke mit FTT und LPT Netzwerkschnittstellen im gleichem Netzsegment zu betreiben.

Bei der Planung von Netzwerken mit gemischten FTT und LPT Netzwerkschnittstellen sind folgende Regel zu beachten:

- In LON Netzwerken mit LPT Transceivern ist zu berücksichtigen, daß ein Link Power Energieversorgungsmodul im Subnetz angeschlossen werden muß. Die Aufgabe von diesem Modul ist es, eine Gleichspannung 42 V (+21V, -21V in bezug auf Erdepotential) auf den Busleitungen zu erzeugen. Das LP Versorgungsmodul ist kurzzeitig kurzschlußfest und unterstützt den Anlaufvorgang im LPT
detaillierte Beschreibung der LP Versorgungsmodulen wird hier auf die Herstellerdatenblätter, wie z. B. Link Power Supply DIALoc BA von der Fa. Weidmüller).
- In LON LPT Subnetzen mit freier Topologie sowie in gemischten LON Subnetzen (LPT/FTT) wird ein LP Energieversorgungsmodul eingesetzt. Der Versorgungsmodul integriert in sich einen Abschlußwiderstand, so daß keine zusätzlichen Abschlußwiderstände benötigt werden (Siehe Abb. 9). Verwendung von LP Versorgungsmodul in Linienförmigen Verkabelungsstrukturen erfordert, daß neben dem LP Versorgungsmodul an dem anderen Ende ein Abschlußwiderstand eingesetzt wird (siehe Abb. 8).
- Bei der Bestimmung der Knotenanzahl in einem gemischten FTT/LPT LON Subnetz gilt, daß die Summe **aller KNOTEN MIT LP TRANSCEIVER** und **doppelte Anzahl aller KNOTEN MIT FT TRANSCEIVER** kleiner als 128 sein muß. Das bedeutet das in einem solchem Netzsegment bis zu 128 LP Geräte, bzw. bis zu 64 FT Geräte zulässig sind.

Freie Topologie mit gemischten FT und LP Transceivern



Ein Netzsegment kann bis maximal 128 Geräte beinhalten, wobei zu achten ist, daß das Verhältnis

$$\underline{\text{Anz. LPT Geräte} + 2 * \text{Anz. FTT Geräte} < 128} \quad \text{stimmen muß.}$$

Für die Netzsegmentlänge sind die Angaben in der Tabelle 2 zu beachten.

- Gerät mit einer FTT LON Schnittstelle Gerät mit einer LPT LON Schnittstelle
- Link Power Energieversorgungsmodul mit integriertem Abschlußwiderstand.
- Abschlußwiderstand für einfachen Abschluß

Abb. 9 Auslegung von LON Systemen mit FTT und LPT Netzanschlüssen nach freier Topologie

BEMERKUNG:

Der Einsatz von einem Repeater kann aus zwei Gründen gewünscht sein. Einerseits ermöglicht der Repeater die Gesamtanzahl der FTT Transceiver in einem Segment zu erhöhen. Auf der anderen Seite können mit der Hilfe von Repeater längere Gerät-zu-Gerät Distanzen überbrückt werden.

Fehlerbehebung in LON FTT Netzwerken

Auch den besten Technikern gelingt es nicht immer das System bei der ersten Inbetriebnahme fehlerfrei, bzw. vollständig funktionsfähig zu bekommen. Gerade die Erfahrung mit LON (E-Bus) hat in der neuesten Vergangenheit gezeigt, daß verschiedenartige Ursachen, wie z. B. starke elektromagnetische Felder aus Frequenzumrichtern, Motoren, zu lange Netzleitungen, falsch angeschlossene Kabelschirmungen, fehlende Abschlußwiderstände, usw. eine fatale Kommunikationsstörung im System verursachen können. Diese Erkenntnisse machen dieses Thema besonders interessant und wichtig.

Die einfachste Fehlersuche in einem LON Netzwerk basiert auf dem allgemein bekanntem „Trial and Error“ Prinzip. Dabei versucht man den Fehler im System durch die systematische Abkopplung von einzelnen Systemteilen abzugrenzen und die Fehlerhafte Komponente aus dem System zu entfernen. Viel umfangreichere Möglichkeiten für die Fehlersuche bekommt man durch die Verwendung eines Protokollanalysators. LON Protokollanalysatoren geben nicht nur den Einsicht in die Fehlerhafte Nachrichten auf den Netzleitungen, sondern auch die zeitliche Abläufe (Reaktionszeiten im System und Nachrichten Auftretshäufigkeiten) sowie eine statistische Erfassung der Kommunikationsbelastung in jeweiligem Subnetz.

Eigenschaften des LON FTT Signals

Eine Analyse des Elektrischen Signals auf den Netzleitungen kann einen wertvollen Einblick in das „Innenleben“ des Systems verschaffen. Um eine Verfälschung der Meßsignale so klein wie möglich zu halten sowie eine zusätzliche kapazitive Belastung zu minimieren empfiehlt sich nur eine hochohmige und von der Netzleitung galvanisch getrennte Meßsonde an das LON Netzwerk anzuschließen. Die Abb. 10 Skizziert die wichtigste Eigenschaften des Nachrichtensignals.

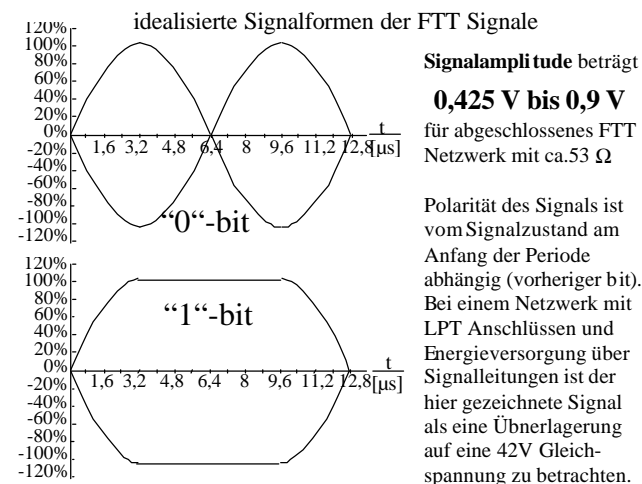


Abb. 10 Idealisierte Signalformen zwischen FTT Netzleitungen

EMV Verträglichkeit

Bei der EMV-gerechten Auslegung der LON Systeme ist der besondere Augenmerk auf folgende Systemeigenschaften zu legen:

- *magnetische Störfelder in der Umgebung des Geräts*
Da der Transceiver für die freie Topologie auf einer transformatorgekoppelten Signalübertragung auf/von Netzleitungen basiert ist, bewirken starke Magnetfelder (von einigen Millitesla im Frequenzbereich 1 Hz-50 KHz) Störungen der Signalübertragungsfunktion und seine Fehlfunktion. Als vorbeugende Maßnahmen ist hier die Abschirmung des FT Transceivers, sowie des gesamten Geräts zu erwähnen. Bei der Planung ist zu beachten, daß LON Geräte nicht in der unmittelbarer Nähe von Störquellen montiert werden.
- *elektromagnetische Störungen auf den Netzwerkleitungen*
In Bereichen mit stärkeren elektromagnetischen Störquellen (Elektromotoren, Frequenzumrichter, Frequenzumrichter Kabel auf der Motorseite, gedimmte Beleuchtungen, Kraftfahrzeuge und andere) ist die Kabelschirmung eine sehr wichtige Maßnahme gegen solchen Störeinflüssen. Als eine gute Methode für die Schirmung empfiehlt sich der einseitige Anschluß des Schirmmantels auf die Masse des jeweiligen Geräts. Dadurch wird die Bildung der Masseschleifen verhindert. Auch die Topologie spielt hier eine bedeutende Rolle. Doppelt abgeschlossene Linien haben mehr Störfestigkeit als einfach abgeschlossene und verzweigte Verkabelungen.
- *stabile Stromversorgung*
Stark gestörte Versorgungsspannung kann auch einer der Gründe sein, daß die Funktion des LON Gerätes gestört wird.
- *fehlertolerante Kommunikation*
Die Störungsempfindlichkeit in LON Systemen kann durch die entsprechende Wahl des Kommunikationsmechanismus erhöht werden. In Umgebungen mit intensiven Störeinflüssen ist die Methode "Acknowledge Message Service" zu benutzen.

Honeywell

Home and Building Control Products

Honeywell AG
Böblinger Straße 17
D-71101 Schönaich
Tel. (49-7031) 637-01
Fax (49-7031) 637-493

Home and Building Control

Honeywell Inc.
Honeywell Plaza
P.O. Box 524
Minneapolis, MN 55408-0524

Helping You Control Your World