

## LON was ist das?

LON steht für **Local Operating Network** und wurde 1990 von Echelon Corporation (USA) vorgestellt. Das Entwicklungsziel von Echelon war es, einen Mikroprozessor zu entwickeln, der gleichzeitig über eine einheitliche Kommunikationsschnittstelle verfügt. Alle Geräte unterschiedlicher Hersteller sollten ohne Probleme miteinander „reden und arbeiten“ und ihre spezifische Aufgabe als dezentrale Intelligenz in einem Netzwerk erledigen. Seit 1996 ist das Netzwerkprotokoll offengelegt und für jeden zugänglich. Die offene Netzwerktechnologie steht somit weltweit allen Produzenten zu gleichen Bedingungen zur Verfügung. Ca. 4000 Hersteller weltweit produzieren Geräte und Systeme für die LONWORKS-Technologie. (LONWORKS ist die Systembezeichnung für die gesamte LON-Technologie.)

Ein unabhängiges Standardisierungsgremium (LONMARK) überwacht die Kompatibilität der Produkte, indem es Standards setzt und Aktualisierungen beschließt.



## Hohe Akzeptanz als formaler Standard

- LONWORKS® ist als Standard IEEE P1473.1 (Rail Transit Communication Protocol) verabschiedet.
- LONWORKS® wurde vom International Forecourt Standards Forum (IFSF) für Anwendungen in der Tankstellenautomation standardisiert.
- LONWORKS® ist Bestandteil der ASHRAE SPC-135 BACnet Spezifikation
- Das LonTalk® Protokoll ist offizieller ANSI/EIA 709.1 Standard (American National Standard Institute).
- LONWORKS® ist anerkannt als Standard für die Feld- und Automationsebenen im Gebäude nach IEC 61850.

## Worin unterscheidet sich LON von anderen Feldbus-systemen?

Im konzeptionellen Bereich ist bei der Entwicklung des LON ein anderer Weg gegangen worden als bei den meisten anderen Feldbussystemen. Während die meisten Feldbusse für ein spezielles Einsatzgebiet konzipiert und erst später auch in anderen als den ursprünglich avisierten Bereichen eingesetzt wurden (CAN, Interbus, Profibus) ist LON für ein möglichst breites Einsatzspektrum konzipiert. Der EIB (Europäische Installationsbus) wird häufig zum Vergleich herangezogen; anders als bei LON liegt der Schwerpunkt des EIB jedoch eindeutig im Bereich der Installationstechnik mit Übergängen für die Funktionen der Haus- und Gebäudetechnik. Das breite Einsatzspektrum des LON ist einer seiner Hauptvorteile, wodurch verschiedenste Funktionen wie HLK- (Heizung-Lüftung-Klima), Licht-, Jalousie-, Zutrittskontroll-, Brandmelde-, Einbruchmeldetechnik u. v. a. einfach integriert werden können.

LON eignet sich für den Aufbau und Betrieb leistungsfähiger und vor allem weitverzweigter dezentraler Netze. Die sogenannte Topologie des Netzwerks ist bei LON frei wählbar, d. h. das Netzwerk ist als Linie mit oder ohne Stichleitungen, als Ring, als Stern usw. ausführbar. Es ist möglich, ein Netzwerk mit verschiedenen Übertragungsmedien aufzubauen und die Übertragung via Stromnetz (Powerline) mit dem Zweidrahtnetzwerk zu verbinden. Darüber hinaus ist die Anbindung des LON-Netzwerks an das Internet/Intranet möglich. Dies bietet z. B. die Möglichkeit der Fernvisualisierung und Fernwartung über das www (World Wide Web). LON-Systeme sind in der Regel verteilt aufgebaut und können bis zu einige zehntausend Knoten (kleine Funktionseinheit mit eigener Intelligenz) beinhalten. Die Knoten lassen sich für verschiedene Anwendungen entwickeln und im Betrieb konfigurieren. Anwendungsbereiche für LON-basierte Systeme sind neben der Gebäudeautomation die Prozessautomatisierung sowie viele andere Produktbereiche mit dezentralen Mess-, Steuer- und Regelkonzepten.

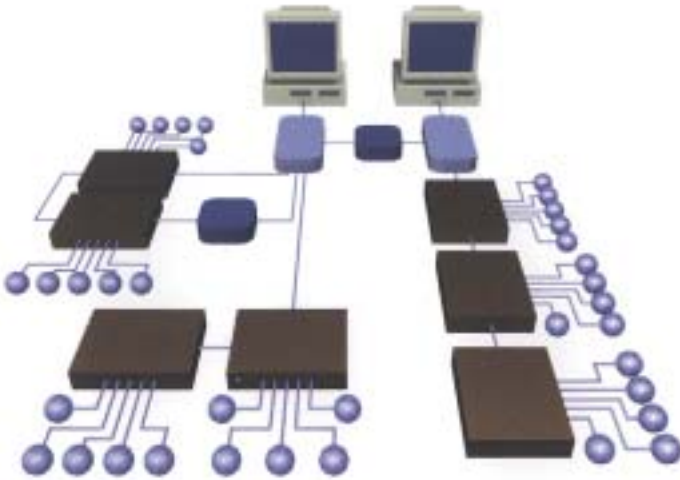
## Welche Vorteile bietet LON?

Bisher wurden Gebäudefunktionen mit Zentralrechnern, speicherprogrammierbaren Steuerungen in zentralen Schaltschränken mit entsprechenden Verteilstationen und dem damit verbundenen großen Verdrahtungsaufwand realisiert.

Mit Hilfe der dezentralen Automatisierung (LON) erreichen Sie folgendes:

- Sensoren und Aktoren sind mit einer eigenen Intelligenz ausgestattet und tauschen Informationen direkt miteinander aus.
- Es besteht keine Notwendigkeit mehr für eine „Zentrale“.
- Informationsverarbeitung findet vor Ort statt.
- Minimaler Verdrahtungsaufwand
- Maximale Flexibilität bei Erweiterungen

# Das System



Ein geschlossenes, hierarchisches Control-System



Ein offenes, verteiltes Control-System

Auf Grund der Vernetzung und der verteilten Intelligenz lassen sich höhere Anforderungen bezüglich Zuverlässigkeit und Redundanz mit LON relativ einfach realisieren. Ein einzelner Knoten im Systemverbund, der i. a. als gleichberechtigter Busteilnehmer an der Kommunikation mitwirkt, kann bei Ausfall der Übertragungsstrecke lokal-relevante Entscheidungen treffen, um so einen Notbetrieb aufrecht zu erhalten. *Dies gilt ebenso für einen Ausfall der Leittechnik!* Die sichere Übertragung von Nachrichtenpaketen im LON ist manchmal ein sehr wichtiges Entscheidungskriterium für den Einsatz dieses Kommunikationssystems.

Die Einbindung der Sicherheitstechnik ist mit LON ebenfalls möglich. Redundante Teilsysteme sind ausführbar, d. h. Einbruchmeldeanlage, Zutrittskontrollanlage, Brandmeldeanlage, und u. U. Personen-Notsignalanlage können so theoretisch zu einem System verknüpft werden. Dies trägt dem allgemeinen Trend Rechnung, die Anzahl der Systeme, Schnittstellen und Bedienungseinrichtungen in der Leitstelle zu reduzieren.

Aufgrund der Offenheit des LON-Systems können in der Gebäudeautomation und im Gebäudemanagement jederzeit weitere Funktionen integriert werden, wie z. B. Energiemanagement mit Lastabwurfmodulen o. ä.. Bei einem Ausbau des Gebäudes oder einer Ausweitung der Automatisierung auf andere Bereiche wächst das System mit.

## Umdenken: Das Gebäude als System

Die Automatisierung und die Kommunikationsfähigkeit der Technik im Raum setzt höhere Investitionen für die einzelnen Komponenten voraus. Diese Mehrinvestitionen werden zu einem großen Teil dadurch kompensiert, dass Sensoren nicht mehr doppelt installiert werden müssen. Durch die Busverbindung der intelligenten Sensoren und Aktoren ergibt sich ein zusätzliches Einsparpotential an Verkabelung gegenüber der bisherigen Sternverdrahtung. Um diese technisch machbaren Veränderungen umsetzen

zu können, muss ein Umdenken derer einsetzen, die bei Planung, Installation, Inbetriebnahme und Betreiben beteiligt sind.

Planen, Konfigurieren und Inbetriebnehmen erfolgt nicht mehr geräteorientiert, sondern funktional, also anwenderorientiert.

LONWORKS stellt eine kostengünstige Lösung dar, Gebäude als *Gewerke-übergreifende Systeme* zu betreiben.

## Warum ein Gewerke-übergreifendes System?

In Gebäuden hat die Trennung der Gewerke Tradition, zum Beispiel in Elektroinstallation, EDV, Sanitär sowie Heizung-Lüftung-Klima und Sonnenschutz.

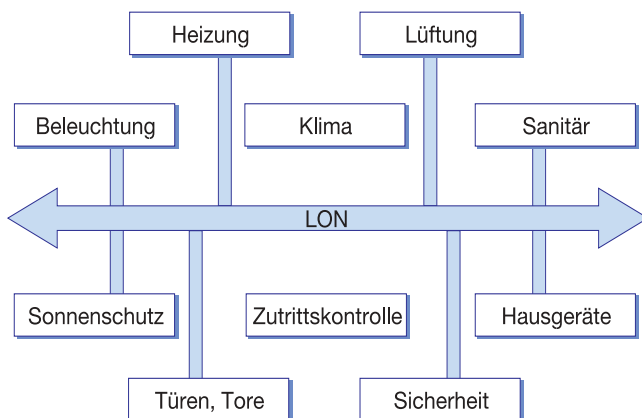
Die Steuerungssysteme haben sich hierdurch in der Vergangenheit gewerkeorientiert auf technisch unterschiedlichen Niveaus und Richtungen entwickelt.

Als Konsequenz ergaben sich:

- ein nicht mehr überschaubares Aufkommen an Leitungen und Leitungsführungssystemen
- viele Einzelsensoren für ähnliche oder gleiche Aufgaben
- fehlende Möglichkeiten, Informationen zwischen den Systemen austauschen zu können
- ein hoher Koordinierungsaufwand
- hoher Kostenaufwand durch Insellösungen

Die LON-Technologie bringt hier Abhilfe. Sie schafft die Möglichkeit zur kostensenkenden, nutzungsübergreifenden Zusammenfassung aller im Gebäude auftretenden Steuer-, Regel- und Überwachungsnetze für alle beteiligten Gewerke.

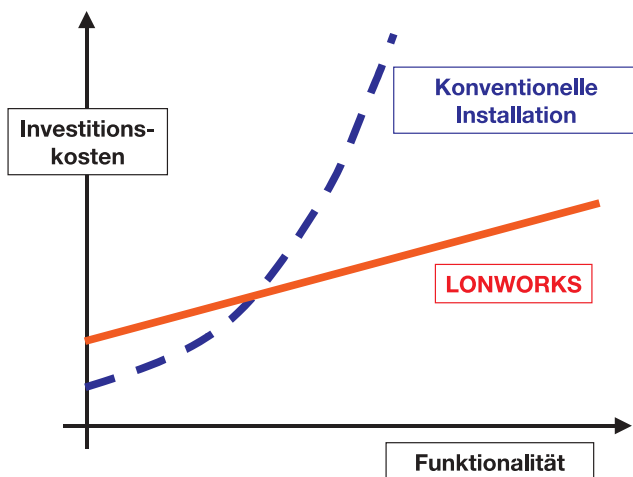
## Integration der Gewerke



Vorteile und Nutzen für Bauherren und Betreiber:

- Investitionskostenersparnis
- Betriebskostenersparnis
- Komfort
- Einheitliche Bedienung
- Flexibilität bei Änderungen und Erweiterungen
- Gebäude-Transparenz (Fernüberwachung, Internet)
- Herstellerunabhängigkeit

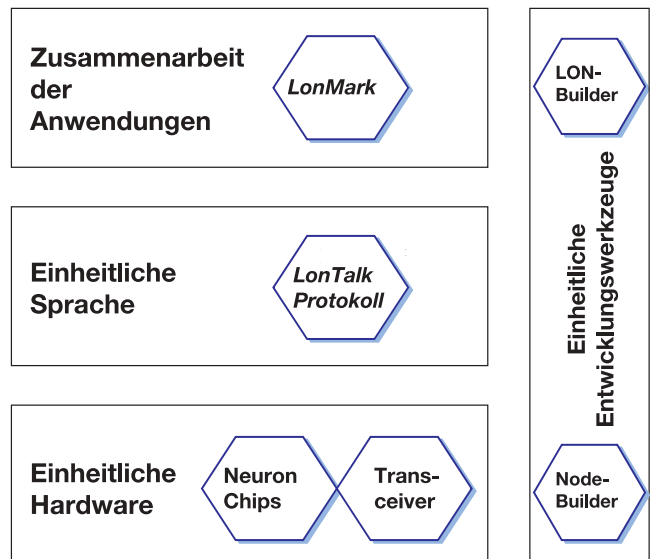
## Investitionskostenersparnis



## Aus welchen Bausteinen besteht LON?

Die LONWORKS-Technologie schließt alle für den Entwurf, den Aufbau, den Betrieb und die Wartung einer LON-Installation erforderlichen Hilfsmittel ein:

## Bausteine der LONWORKS-Technologie



### - Neuron-Chip und Transceiver

Alle Geräte basieren auf den sogenannten *Neuron-Chips*. Dies sind speziell von der Fa. Echelon entwickelte kleine Mikroprozessoren, die mit wenigen zusätzlichen Bausteinen ergänzt einen vollständigen Netzwerkknoten bilden. Da ein LON-Netzwerk mit vielen unterschiedlichen Übertragungsmedien aufgebaut werden kann, erfolgt der Anschluss eines Neuron-Chips an die Busleitung (Übertragungsmedium) über einen sogenannten *Transceiver*. Als Standard wird oftmals der sogenannte FTT10-A Transceiver eingesetzt, der eine Anbindung an eine 2-Draht Busleitung ermöglicht.

### - LonTalk®-Protokoll

Die Sprache des LON heißt *LonTalk®-Protokoll*. Sie ist einheitlich für alle Knoten bereits im Neuron-Chip implementiert.

### - Entwicklungswerkzeuge

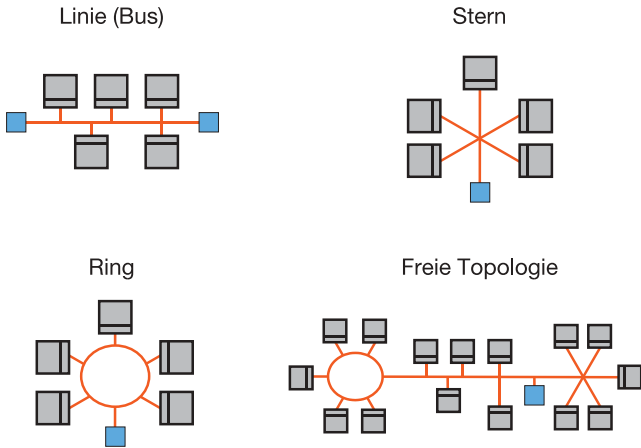
Zur Erstellung von Neuron-Programmen in der Programmiersprache Neuron-C und der Inbetriebnahme einzelner Knoten sowie ganzer Netze bietet Echelon Entwicklungswerkzeuge wie den *LonBuilder®* oder den *Node-Builder®* an.

### - Interoperabilität durch LONMARK

Damit auch Geräte unterschiedlicher Hersteller in einem LON-Netzwerk miteinander „reden und arbeiten“, gibt es sogenannte Regeln (Functional-Profiles und SNVT-Masterliste) die von der *LONMARK Interoperability Association* erarbeitet werden. Geräte, die nach diesen Regeln entwickelt wurden, erreichen einen hohen Grad an Interoperabilität. Damit ist die Fähigkeit gemeint, eine Aufgabe in einer verteilten Anwendung gemeinsam zu bewältigen. Bei Austausch eines Gerätes gegen ein Ähnliches eines anderen Herstellers muss die Anwendung ohne Anpassung weiterlaufen.

# Das System

## Die Netzwerktopologien von LON



## Die Struktur eines LON-Netzwerks

Ein LON-Netzwerk wird unterteilt in Domain, Subnet und Node.

Eine Domain stellt einen Bereich dar, indem sich maximal 255 Subnets (Teilnetze) befinden dürfen. Ein Subnet wiederum darf aus maximal 127 Nodes (LON-Knoten) bestehen. Somit kann eine Domain aus maximal 32385 LON-Knoten, d.h. LON-Teilnehmern bestehen. Bei Bedarf können mehrere Domains verbunden werden. Im Maximalfall bis zu  $2^{48}$ .

Prinzipiell können aber nur Knoten innerhalb einer Domain miteinander direkt kommunizieren.

Jeder LON-Knoten (Teilnehmer) besitzt in einem LON-Netzwerk eine eindeutige logische Adresse. Diese ist in drei Hierarchiestufen gegliedert:

Domain-ID → Subnet-ID → Node-ID

LON-Netzwerk			zum Vergleich Postadresse
englisch	deutsch	Zahlenbereich	
Domain-ID	Bereichs-Nr.	1 ... $2^{48}$	Ort
Subnet-ID	Teilnetz-Nr.	1 ... 255	Straße
Node-ID	Knoten-Nr.	1 ... 127	Hausnummer

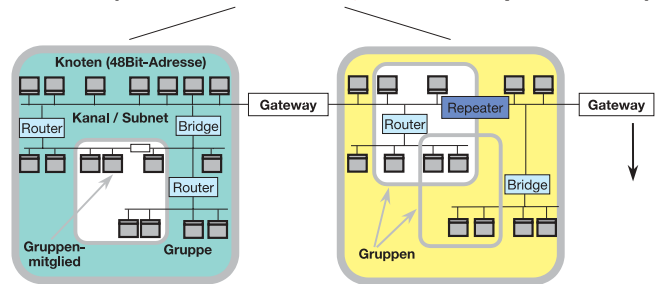
Will ein Knoten eine Nachricht an einen anderen Knoten senden, so verwendet er als Zieladresse die logische Adresse.

Die Vergabe der logischen Adressen geschieht beim Einbinden des LON-Knotens in das Netzwerk, mit Hilfe des Inbetriebnahme-Tools (Binding-Tool). Das Inbetriebnahme-Tool erzeugt üblicherweise eine freie Adresse und weist diese dem Knoten zu.

Zum Aufbau von LON-Netzwerken werden zusätzliche Bausteine, wie z. B. Router, Bridges und Repeater verwendet.

- **Router**  
sind Geräte mit zwei Busanschlüssen, die eingesetzt werden, um zwei Teilnetze miteinander zu verbinden. Telegramme, die auf der einen Seite empfangen wurden, sendet der Router im Normalfall auf der anderen Seite wieder ab – und natürlich umgekehrt. Dabei kann der Router auch die Funktion eines Filters, Wegfinders oder Postverteilers übernehmen.
- **Bridges**  
bilden Brücken zwischen zwei Domains. Sie überträgt Daten von einer Domain in die andere und umgekehrt. Enthält ein Netzwerk lediglich eine Domain, so verhält sich eine Bridge wie ein Repeater.
- **Repeater**  
sind physikalische Verstärker ohne Verarbeitungsfunktion. Sie werden verwendet, um größere Übertragungsentfernungen zu realisieren oder wenn die maximale Knotenanzahl von 64 Knoten je 2-Draht-Segment (FTT10-A-Transceiver) überschritten wird.

## Domain (max. $255 \times 127 = 32,385$ Knoten pro Domain)



## Wie wird der Datenfluss in einem LON-Netzwerk realisiert?

Mittlerweile wissen Sie, dass ein LON-Knoten im Prinzip ein kleiner eigenständiger Computer ist, der sein eigenes Anwenderprogramm abarbeitet. Ein LON-Netzwerk besteht nun aus vielen dieser eigenständigen Computer. Jeder Computer ist über seinen Transceiver mit dem Übertragungsmedium (Busleitung) physikalisch verbunden und besitzt eine individuelle Adresse. Über die Busleitung können die verschiedenen Geräte miteinander Daten austauschen und so ein funktionsfähiges Gesamtsystem (z. B. Automatisierung eines Gebäudes) bilden.

Wie jedoch werden die Zusammenhänge zwischen den Knoten hergestellt?

Wie teilt man z. B. dem Unterputz-Taster-Knoten am Lichtschalter mit, dass er sein Wissen über den Zustand des Schalters an den Leuchten-Knoten der Deckenleuchte sendet?

*Neben der physikalischen ist offensichtlich eine weitere Verbindung herzustellen – eine logische.*

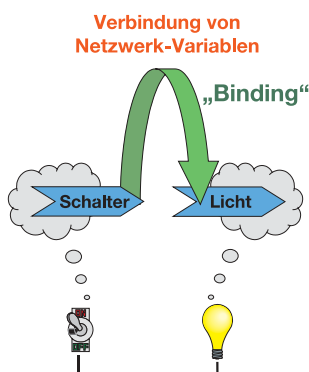
Der Datenaustausch zwischen den LON-Knoten erfolgt in einem LON-Netzwerk über sogenannte Netzwerkvariablen, die auch mit der Bezeichnung SNVT, sprich „Snivit“, versehen werden. **SNVT** steht dabei für **Standard Network Variable Type**. Diese werden von der LONMARK festgelegt, sind in einer Masterliste festgehalten und stehen jedem LON-Entwickler zur Verfügung. Ein wichtiger Punkt für die Interoperabilität.

Netzwerkvariablen haben beim LON zentrale Bedeutung, denn:

- im Betrieb werden Informationen von einem Knoten auf den anderen ausschließlich über Netzwerkvariablen „transportiert“.
- Netzwerkvariablen bilden die logische Schnittstelle jedes Knoten zu anderen Knoten.
- in dem Verbinden (**Binding**) der Netzwerkvariablen verschiedener Knoten liegt die eigentliche Aufgabe des LON-Inbetriebnehmers (Systemintegrator).
- Netzwerkvariablen sind (neben Konfigurationsparametern) das Wesentliche, was man in einem LON-Inbetriebnahme-Tool am PC von einem LON-Knoten sieht.

## Wie Geräte miteinander sprechen

- Virtueller Draht erzeugt und verändert mit einem Netzwerk Tool
- kann ohne Neuprogrammierung des Gerätes verändert werden
- leichtes Hinzufügen, Löschen und Ändern ist möglich



Damit die Beleuchtung nun tatsächlich bei Betätigung des Schalters reagiert, muss noch die logische Verknüpfung zwischen den beiden Knoten hergestellt werden. Dem Taster-Knoten muss mitgeteilt werden, dass er jede Änderung seiner Ausgangsvariablen an die Eingangsvariable des Leuchten-Knotens senden soll.

## Das Binding-Tool

Dies geschieht im Normalfall mit Hilfe eines PC und einer Software, dem Inbetriebnahme-Tool (Binding-Tool), der an das LON-Netzwerk angeschlossen wird.

Der Ablauf ist in der Regel wie folgt:

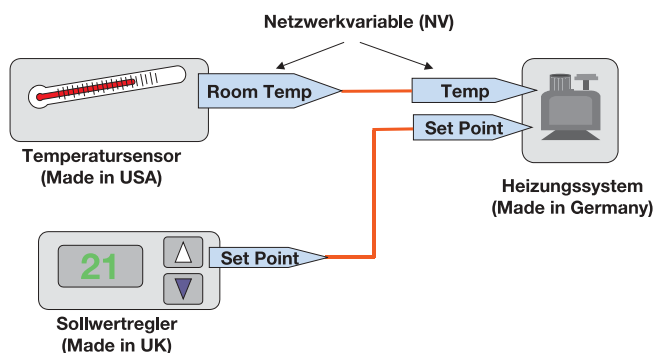
- Der Bediener verbindet am Bildschirm die Ausgangsvariable des Tasters mit der Eingangsvariable der Lampe. Je nachdem, welches Tool eingesetzt wird geschieht dies in graphischer oder in textueller Form. Den Rest erledigt das Programm normalerweise automatisch in Eigenregie.

- Die gesamten Verknüpfungen des LON-Netzwerkes werden auf der Festplatte des PC gespeichert.
- Das Tool sendet dann die gesamten Verknüpfungen (Bindings) an alle Knoten. Jeder Knoten empfängt den für ihn relevanten Teil und speichert diese Informationen. Man bezeichnet den LON-Knoten dann als konfiguriert.
- Ab diesem Zeitpunkt wird der Taster-Knoten alle Änderungen seiner Ausgangsvariablen nvoSchalter automatisch an den Leuchten-Knoten – oder genauer – an dessen Eingangsvariable nviLampe senden.

Ergebnis: Die Raumbeleuchtung arbeitet!

Das Verbinden von Aus- und Eingangsvariablen stellt also die logische Verbindung zwischen Knoten im Netzwerk dar.

## Wie Geräte einander verstehen



Mit dem Binding werden die folgenden Festlegungen getroffen:

- Wer kommuniziert mit wem?
- Welche Informationen werden ausgetauscht?
- Wie werden Informationen ausgetauscht?

Dies kann nur ein kurzer Einblick in die LON-Technologie sein.

Für weitere Informationen steht Ihnen eine Reihe von Literatur zur Verfügung, z. B.:  
 LON-Technologie von Dietrich, Loy, Schweinzer, erschienen im Hüthig Verlag,  
 LONWORKS-Technologie von F. Tiersch, erschienen im Desotron Verlag  
 LONWORKS-Installationshandbuch von der LON Nutzer Organisation e. V., erschienen im VDE Verlag oder [www.lno.de](http://www.lno.de) bzw. [www.lonmark.org](http://www.lonmark.org).  
 Die Firma Gebrüder Trox GmbH ist Partner der LONMARK, Mitglied der LON Nutzer Organisation e. V. und Mitglied des LONTech NRW e. V..  
 Bei Fragen stehen wir Ihnen jederzeit zur Verfügung.