

## Der LIN-Bus im Überblick

Die Anzahl elektronischer Komponenten im Automobil wächst. In einem modernen Fahrzeug der Oberklasse finden sich heute bis zu 80 elektronische Steuergeräte, die größtenteils über komplexe Netzwerke miteinander interagieren, gemeinsame Ressourcen wie Sensoren verwenden und Daten austauschen. Aber auch in einem Fahrzeug des unteren Preissegments gehören Airbags, ABS, ESP, allerlei Multimedia, elektrische Fensterheber und Außenspiegel bereits zur Selbstverständlichkeit und machen das Reisen sicherer und komfortabler. In den kommenden Jahren wird sich diese Entwicklung noch beschleunigen. Bereits heute sind echte Innovationen im Automobilbau ohne elektronische Komponenten praktisch nicht mehr denkbar.

Der LIN-Bus (*Local Interconnect Network*) dient zur preisgünstigen Vernetzung von Mikrocontrollern, Sensoren, Elektromotoren, Ventilen und anderer elektronischer Komponenten im Komfortbereich eines Fahrzeugs. Dazu zählen neben den Steuerelementen einer Klimaanlage z.B. die Anbindung eines Regensensors oder eines kompletten Türmoduls mit Steuereinrichtungen für Zentralverriegelung, elektrischem Fensterheber und Außenspiegel an das Bordnetz. LIN versteht sich als Ergänzung zum CAN-Bus und kommt überall dort zum Einsatz, wo die Verwendung von CAN aus Kostengründen nicht in Frage kommt. Mittlerweile hat sich LIN als Standard fest etabliert.

### Eigenschaften

Der LIN-Standard wurde in seiner ersten Version im Jahre 1999 von den Firmen Audi, BMW, Daimler-Benz, Motorola, Volvo, Volcano und Volkswagen verabschiedet. Mittlerweile liegt der Standard in der Version 2.0 vor. Die Haupteigenschaften sind:

- Einfaches Konzept: Eine einfache, durchgängige Entwicklung und Wartung von LIN-Applikationen ist gewährleistet.
- Ergänzung zu CAN: LIN wird auch als Subbus bezeichnet. Es kommt für Anwendungen zum Einsatz, für die eine reine CAN-Lösung zu kostspielig wäre.
- Verwendung von Standardhardware: LIN baut auf kostengünstigen Standardkomponenten auf; es ist keine aufwendige Spezial-Hardware erforderlich.

- Standardisierung: LIN ist ein offener Standard, es fallen keine Lizenzgebühren an.
- Wiederverwendbarkeit: LIN-Knoten können in allen Netzwerken ohne große Probleme wiederverwendet werden, die dem Standard genügen.

Neben der eigentlichen Spezifikation des Protokolls setzt sich der Standard aus den Teil-Spezifikationen 1) *Physical Layer*, 2) *Application Programming Interface*, 3) *Diagnostics and Configuration*, 4) *Configuration Language* und 5) *Node Capability Language* zusammen.

### Master und Slaves

Der Buszugriff erfolgt bei LIN nach dem Master/Slave-Prinzip. Jede Kommunikation eines Slave-Knotens wird von einem Master-Knoten initiiert, bei dem es sich auch um ein Gateway zum CAN-Bus handeln kann (Abb.1).

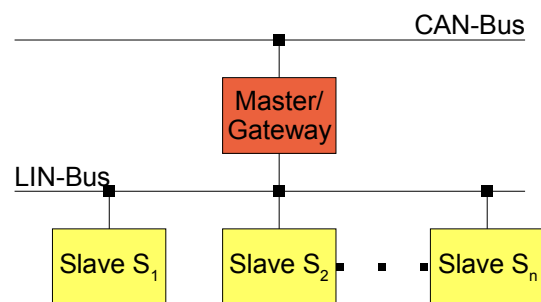


Abb. 1: LIN-Cluster

Die Übertragungsraten in einem LIN-Netzwerk kann zwischen 1.000 Bit/s und 20 Kbit/s betragen. In Europa wird eine Übertragungsraten von 19,2 Kbit/s und in den USA von 10,4 Kbit/s verwendet. Die Übertragungsraten sind also relativ moderat, für einfache Anwendungen im Komfortbereich, wo keine großen Datenmengen zu erwarten sind, aber vollkommen ausreichend.

Als Übertragungsmedium wird eine einfache un abgeschirmte Eindrahtverbindung verwendet. Eine bestimmte Topologie wird vom Standard nicht vorgeschrieben. Damit ist LIN äußerst flexibel.

Das LIN-Protokoll ist byteorientiert, die Datenübertragung erfolgt asynchron. Dadurch kann das Protokoll über die serielle Schnittstelle der meisten Mikrocontroller einfach implementiert werden. Ebenso wie CAN verwendet der LIN-Standard Identifier für die Datenpakete, statt Adressen für die Knoten. D.h., ein Adressat erkennt anhand des Identifiers, ob ein bestimmtes Datenpaket für ihn bestimmt ist. Neben einer

Punkt-zu-Punkt-Kommunikation können somit Multicast- und Broadcast-Nachrichten an mehrere bzw. alle Knoten eines Netzwerks verschickt werden.

Die Kommunikation von LIN erfolgt zeitgesteuert. Der Master enthält zu diesem Zweck eine Scheduling-Tabelle mit den Zeitscheiben (Slots), in denen genau festgelegt wird, wann welches Datenpaket übertragen werden muß. Das macht das System deterministisch und berechenbar.

### Datenpakete

Bei LIN gibt es eine ganze Reihe verschiedener Typen von Datenpaketen: Der Standardframe (*Unconditional Frame*), der ereignisgesteuerte Frame (*Event-triggered Frame*) und der sporadische Frame (*Sporadic Frame*) sind für Entwickler die wichtigsten. Darüber hinaus sieht das Protokoll Datenpakete zur Diagnose (*Diagnostic Frames*), anwenderspezifische Datenpakete (*User-defined Frames*) und sog. *Extended Frames*, die für eventuelle spätere Erweiterungen des Standards reserviert sind, vor.

Ein Standardframe dient zur Signalübertragung zyklischer Daten, etwa zur Übertragung von Sensordaten. Durch ereignisgesteuerte Frames können mehrere Standardframes verschiedener Slaves zusammengefaßt werden. Damit kann wertvolle Übertragungskapazität eingespart werden. Sporadische Frames dienen einem Masterknoten quasi als Platzhalter für beliebige Datenpakete. Ein Master kann so in einem Slot entweder unterschiedliche Datenpakete verschicken, z.B. einmal Daten des Regensensors und ein anderes Mal Daten der Klimaanlage, oder er läßt, falls momentan kein Bedarf besteht, diesen Slot einfach ungenutzt. Die unterschiedlichen Pakettypen werden in einem LIN-Cluster anhand der für sie reservierten Identifier (ID) unterschieden. Abb. 2 zeigt den Aufbau eines Datenpakets:

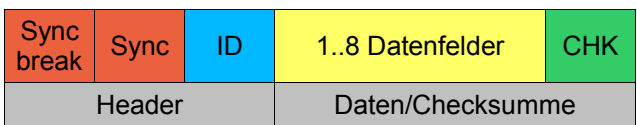


Abb. 2: Datenpaket

### Entwicklungsprozeß

Die Eigenschaften eines LIN-Clusters werden im *LIN Description File* (LDF) durch den Automobilhersteller spezifiziert. Dieses File enthält neben globalen Netzwerkdefinitionen (Protokollversion, Übertragungsrate,...) die Definitionen der Netzwerkknoten (Master, Slaves und Knoteneigen-

schaften), die Signaldefinitionen (Signalname, Sender, Empfänger,...), die Definitionen der Datenpakete (Name, Identifier, Signale, Länge,...), die Scheduling-Tabelle und einige weitere Vorgaben zur Verwirklichung eines LIN-Clusters.

Mit LIN Version 2.0 wurde die Unterstützung sogenannter *Off-the-Shelf*-Knoten eingeführt. Dabei

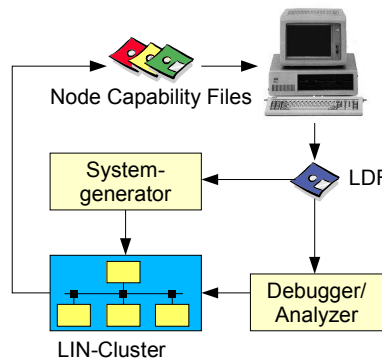


Abb. 3: LIN-Entwicklungsfluß

handelt es sich um vorgefertigte Standardknoten mit allen vom Zulieferer, z.B. dem Hersteller der Klimaanlage, festgelegten Datenpaketen und Signalen. Ein mitgeliefertes *Node Capability File* (NCF) enthält alle LIN-spezifischen Eigenschaften eines Standardknotens. Die NCFs dienen dem Automobilhersteller der einfacheren Integration der Knoten in den LIN-Cluster. Neben allgemeinen Definitionen für einen Slave (unterstützte Protokollversion, Herstellercode, Produktversion, Bitübertragungsrate,...) sind Angaben zu Konfiguration und Diagnose, die Beschreibung aller implementierten Frames und weitere Parameter enthalten. Zu ihrer Spezifizierung dient die *Node Capability Language* (NCL). Abb. 3 zeigt den Entwicklungsfluß für einen LIN-Cluster und den Zusammenhang von *LIN Description File* und *Node Capability Files*. Es wird deutlich, daß die NCFs auch Einfluß auf das gesamte Netzwerklayout haben können.

Mit Entwicklungswerkzeugen von Vector-Informatik, IHR und Volcano sind einige leistungsfähige Tools zur Entwicklung, Integration und Analyse von LIN-Clustern bereits am Markt verfügbar. (bar)

### Weitere Informationen

Bei weiteren Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Ingenieurbüro Barheine  
 Albstraße 47  
 76275 Ettlingen

Tel.: 0 72 43 / 52 37-67  
 Fax.: 0 72 43 / 52 37-68

E-Mail: [kontakt@barheine.de](mailto:kontakt@barheine.de)

Web: <http://www.barheine.de>