

Performance von Gebäudebussystemen im Vergleich

Von Dr. Bernd Aschendorf, Wiedenbrück

Ein Performancevergleich von Gebäudebussystemen über alle Systeme hinweg ist äußerst schwierig. Es ist zu unterscheiden zwischen den verschiedenen Medien, Funkeigenschaften sind anders als die Eigenschaften von drahtbasierten Systemen. Auch SPS-Systeme setzen prinzipiell auf den gleichen Standard, parallel zur 24 V-Spannungsversorgung liegen 2 Adern, über die die Daten ausgetauscht werden. So handelt es sich bei WAGO um einen reinen Klemmenbus, der über spezielle Klemmen und ein LAN-Kabel erweitert wird. An die Verbindung wird eine besondere Anwendung gestellt, so ist mehrfach geschirmtes Kabel zu verwenden, die Länge der Busverlängerung beschränkt sich auf etwa 5 m. Analog erfolgt die Verlängerung bei Beckhoff. Auch Loxone ist zu den SPS-Systemen zu zählen. Hier müssen weitere Extensions mit dem Mini-Server verbunden werden, daran an schließt sich der sogenannte Tree-Bus, an den wiederum die dezentralen Komponenten angeschlossen werden. Zusätzlich zum Tree-Bus existiert eine Funkbussystemvariante unter dem Namen AIR, dies ist ein 868 MHz-Funkbus mit 1%-Bandbreitenbegrenzung. Auch COMEXIO ist nichts anderes als ein SPS-System, wie es bereits bei PEHA-PHC der Fall war. Über den sogenannten Extension-Bus werden weitere Peripherieeinheiten mit dem IO-Server verbunden. Auch COMEXIO verfügt über ein Bussystem, jedoch clevererweise basierend auf WLAN. Allen drei SPS-Systemen ist gemein, daß mehrere Zentralen, bzw. Controller oder Server, jeder hat einen anderen Namen dafür, über das Ethernet miteinander verbunden werden. Demgegenüber sind LCN und KNX dezentrale Systeme, die über einen Drahtbus ein Netzwerk aufbauen. Bei KNX konnte in den ersten Jahren über einen Medienkoppler auch ein Powerline-Netzwerk aufgebaut werden, heute wird über einen weiteren Koppler ein Funkbusnetzwerk eröffnet. LCN ist derzeit in der Powerline-Variante (Null-Leiter + Datenader), dies ist jedoch nicht Powerline, und eine 24V-Variante aufgebaut, der Funkweg wird über EnOcean erschlossen. KNX kann über sogenannte IP-Router mit dem Ethernet als schnellem Datenkanal verbunden werden, während LCN zunächst einen hochperformanten Backbone über ein Twisted Pair (TP) oder Glasfaser erschließt. Der Systemzugang erfolgt bei LCN optimal über eine IP-Schnittstelle, eine IP-Variante ist zwar nicht notwendig, ist jedoch auch bald verfügbar.

Damit ist eine teils mehrstufige Netzwerkvariante verfügbar, in der die einzelnen Busteilnehmer integriert werden. Die Teilnehmer befinden sich, bis auf KNX, ausschließlich in der tiefsten Ebene, über die höchste Ebene werden die Systeme verbunden. Damit wird klar, daß für die Darstellung einer hohen Netzwerkperformance in der tiefsten Ebene die niedrigste Datenrate, bis zur höchsten Ebene die höchste Datenrate verfügbar sein muß. Was bei Smart Homes eher kein Problem darstellt, da man sich auf die mittlere oder untere Ebene beschränken kann, ist für Objektbauten und real estates von erheblicher Bedeutung, da i.A. sich in der unteren Ebene sehr viele Busteilnehmer befinden werden, die über die höheren Netzwerkebenen zusammengezogen werden.

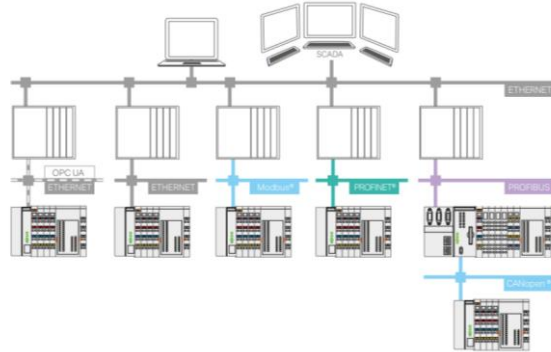
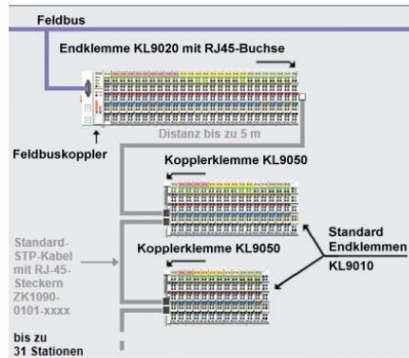
Es lohnt daher zunächst der Vergleich der verschiedenen Netzwerkvarianten, d.h. zunächst den untersten Ebenen, darüber der mittleren Ebenen und schließlich der oberen Ebenen. Von großer Bedeutung ist im nächsten Schritt die Größe des dem Telegramm zugrundeliegenden Protokolls, da dies im direkten Zusammenhang mit der Baudrate des Mediums steht.

Daraus wiederum resultiert die Betrachtung der Anzahl der möglichen Teilnehmer in den untersten Ebenen, der Koppelglieder in der Mittelebene.

Teilnehmer wiederum haben Funktionsobjekte, deren Anzahl in Verbindung mit der maximalen Telegrammanzahl je Zeiteinheit die Performance des Netzwerks ergibt. Es ist also für Planungen immens wichtig, wie das Netzwerk aufgebaut wird. Dies wird im Folgenden näher untersucht, unterschieden wird jeweils nach WAGO als Pionier mit den Nachfolgern Loxone und COMEXIO, sowie KNX und LCN.

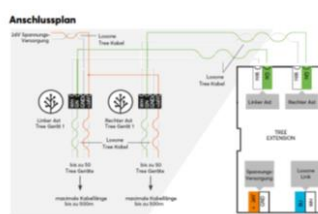
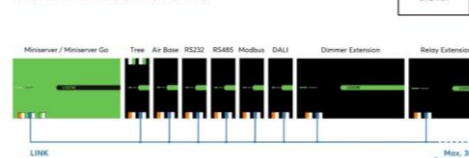
Netzwerkaufbau

WAGO baut klassischerweise einen Klemmenbus auf, der auch aufgeteilt und über LAN-Kabel wieder verbunden werden kann. Die einzelnen Klemmenbusse werden über die Controller über das Ethernet miteinander verbunden. Dies ist direkt vergleichbar mit dem Beckhoff-Bus.

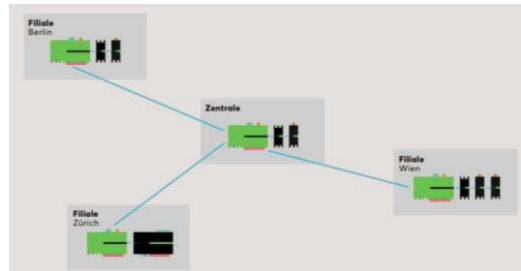
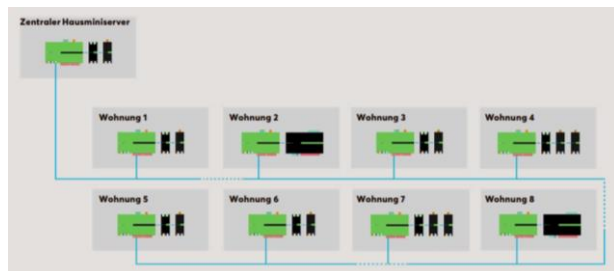


Loxone baut ein Bussystem über den Mini-Server als Zentrale mit angeschlossenen Extensions, die wiederum sogenannte Trees aufbauen, auf, bei Funkbus sind dies sogenannte AIR-Segmente.

Flexibel erweiterbar dank Extensions



Die einzelnen Mini-Server werden über das Ethernet miteinander verbunden, hierzu gibt es zwei Verfahren.

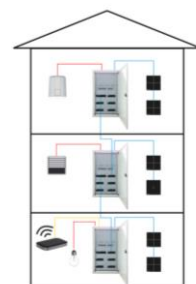


COMEXIO geht einen einfacheren Weg. Die Extensions werden über ein 4-adriges Kabel miteinander verbunden, darunter wird ein sogenannter Quick Bus eröffnet, über den die Teilnehmer direkt oder über den Extension-Bus kommunizieren. Die einzelnen Zentralen, welche jeweils den Extension-Bus eröffnen, werden über das Ethernet miteinander verbunden. Über das WLAN, das vom IO-Server eröffnet wird, können auch Funkbus-Komponenten miteinander kommunizieren.

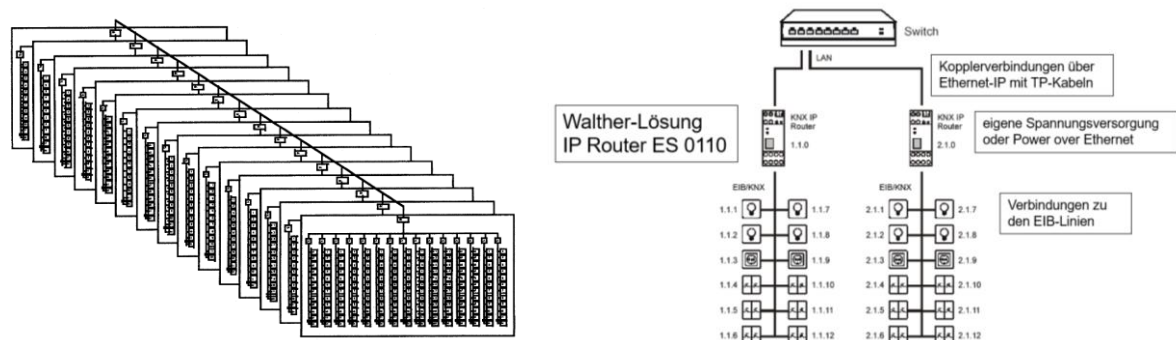


Verdrahtungstopologie im Einfamilienhaus

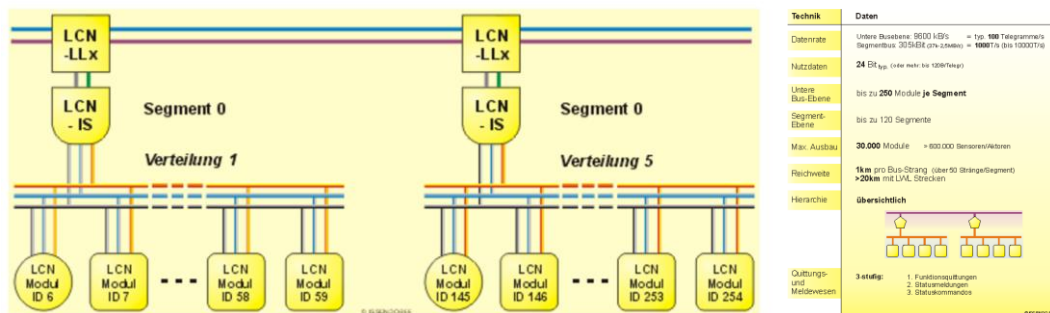
Durch den Einsatz mehrerer Verteiler, d.h. mindestens einem pro Ebene, kann enormer Installationsaufwand vermieden werden!



KNX baut die Netzwerkstruktur über Linien und Bereiche auf. Jede Linie, bzw. jeder Bereich, auch die oberste Bereichslinie benötigen mindestens ein Netzteil. Durch den Übergang zu IP-Routern können Linien oder Bereiche höher performant über IP-Router über das Netzwerk verbunden werden. Auch ganze EIB-Welten können so über IP-Router über das Ethernet verbunden werden.



Noch einfacher ist die Netzwerkstrukturierung bei LCN. Segmente eröffnen die Strukturen für einen Linienbus mit bis zu 250 Teilnehmern. Insgesamt können 120 Segmente gekoppelt werden.



Netzwerkausbau mit Teilnehmern

Der WAGO- und Beckhoff-Klemmenbus kann mit 64 Klemmen ausgebaut werden. Nähme man Klemmen mit 16 Endteilnehmern, so könnten in einem Klemmenbus 10124 binäre Ein- oder Ausgänge realisiert werden. Nimmt man Sub-Bussysteme hinzu, so sinkt oder steigt die Anzahl. WAGO baut sein Netzwerk in der Größe über die die Zentralen vom Typ 750 auf.

Das Loxone-System baut sein Netzwerk unter einem Mini-Server mit bis zu 30 Extensions auf, die wiederum bis zu 2 x 50 Busteilnehmer adressieren können. Es ergeben sich in einem Tree 50 Teilnehmer und damit in 60 x 50 Trees 3000 Busteilnehmer, bei der RF-Variante AIR wären dies bei ausschließlichem Funkausbau 128 Air-Teilnehmer, also bei maximal 30 Extensions insgesamt 3840 Teilnehmer, was jedoch ansichts der 1%-Regel illusorisch ist.

Das COMEXIO-System baut sein Netzwerk unter einem IO-Server mit bis zu 25 Extensions auf, die wiederum über den Quickbus bis zu 40 Geräte ansprechen können, reglementiert durch die Ausbaustufe einer Multi-Bridge ergeben sich 1000 Busteilnehmer.

KNX adressiert in einer Linie bis zu 64, bei Einsatz von Linienstärkern bei einem 127, bei zwei Linienverstärkern 190, bei drei Linienverstärker 253 Teilnehmer. Nimmt man bis zu 15 Linien in Summe hinzu, so geben sich ohne Linienverstärker maximal 945 Teilnehmer, bzw. mit maximal 3 Linienverstärkern 3780 Teilnehmer. Der Bus wird erweitert durch die 15 Bereiche, dies ergibt 14175 Teilnehmer und bei maximal 3 Linienverstärkern theoretisch 56700 Teilnehmer, eine illusorische Anzahl.

Beim LCN ist die Rechnung einfach. 250 Module in 120 Segmenten führen zu insgesamt 30000 Module in den Segmenten, dies ist eine immense Zahl.

Der KNX scheint hier maximal mit 56700 Teilnehmern gegenüber nur 30000 Teilnehmern im Vorteil zu sein, aber der Einsatz von Linienverstärkern gegenüber Linienkopplern ist illusorisch, real wären es 14175 Teilnehmer und damit wesentlich mehr als bei LCN.

Netzwerkbasierter Ausbau

Der netzwerkseitige Ausbau über das Ethernet eröffnet WAGO einen quasi unendlichen Ausbau, damit können vom einfachen Haus über Industrieanlagen bis zum real estate alle Objekttypen projektiert werden. Auch Loxones System kann durch die Hinzunahme des Ethernets nahezu beliebig erweitert werden, jedoch wird das Ethernet, wie später noch gezeigt werden wird, bereits benötigt, um das zugrundeliegenden System für ein Einfamilienhaus darzustellen. Ähnlich wie bei Loxone verhält es sich bei COMEXIO. Bei LCN und KNX kommen sogenannte Welten ganzer Systeme hinzu.

Busteilnehmeraufbau

Bei WAGO sind die einzelnen Klemmen mehrfache binäre und analoge Ein- und Ausgänge, hinzu kommen Gateways zu anderen Subbussystemen. Bei Loxone sind Busteilnehmer digitale und Ausgänge, Bewegungsmelder, Multifunktionstaster und Sondergeräte, wie z.B. LED-Stripes, etc. . Erneut ähneln sich Loxone und COMEXIO sehr stark. KNX verfügt über ein sehr breites, großes Produktportfolio, die Darstellung der Eigenschaften der Teilnehmer erfolgt über bis zu 256 Objekte eines Busteilnehmers. Bei LCN erfolgt der Teilnehmeraufbau modular über verschiedene Modultypen über einen T-, I- und P-Port. Der Ausbau eines Moduls wird nur durch die ausgewählte Peripherie begrenzt.

Protokollaufbau eines Telegramms

Um die Geschwindigkeit des Gebäudebussystems angeben zu können, ist zunächst der Aufbau des Protokolls zu vergleichen. Bei den SPS-System kann man nicht von Protokollen sprechen, da die Kommunikation eher über „If this than that“ erfolgt. Demgegenüber sind die Protokolle bei KNX und LCN offengelegt.

Bei Loxone findet man hierzu keinerlei Informationen. Die Informationen wurden über einen Chat mit folgendem Ergebnis erfragt:



Bessere Informationen erhält man bei COMEXIO, Zusatzinformationen erhielt man direkt am Telefon:

		
Weniger Kabelaufwand	Quickbus	Mehr Flexibilität
Sensorseitig sparen Sie bis zu 80% Kabel ein.	Sechs Mal schneller als KNX.	Beliebige Verdrahtung ist möglich.

Der Extension-Bus ist weitere 5 mal schneller als der Quickbus, d.h. auf dem Extension-Bus werden bis zu 900 Telegramme je Sekunde, im Quickbus immerhin noch 180 Telegramme je Sekunde übertragen.

KNX Twisted Pair Protokollbeschreibung

1 Datenpaket Typen

Es können drei unterschiedliche Datenpakete unterschieden werden:

- Data Request
- Extended Data Request
- Poll Data Request

Alle Typen benutzen als ersten Byte (Byte 0) das Kontrollbyte. Über die Bit-Kodierung des Kontrollbyte kann eine Unterscheidung erfolgen:

	Byte 0 Kontrollbyte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Data Request	1	0	x	1	x	x	0	0								
Extended Data Request	0	0	x	1	x	x	0	0								
Poll Data Request	1	1	1	1	0	0	0	0								

1.1 Übersicht Data Request

Aufbau Datenpaket Data Request:

Byte 0	Kontrollbyte	Siehe 2.1
Byte 1	Quelladresse	Siehe 2.2
Byte 2		
Byte 3	Zielladresse	Siehe 2.3
Byte 4		
Byte 5	NPC	Siehe 2.4
Byte 6	TPID / APC	Siehe 2.5
Byte 7	APC (optional)	
Byte 8..n-1	Nutzdaten (optional)	Siehe 2.6
Byte n	Checksumme	Siehe 2.7

Das Datenpaket kann maximal 23 Byte lang sein.

LCN Telegrammaufbau

- Bietet sehr hohe Datendichte und optimale Ausnutzung der Busbandbreite
- ist zukunftsicher dank Kommando-Prinzip und Reservebits im Info-Byte
- Verfügt über ein funktionierendes Quittungswesen (Quittung von Telegramm getrennt)
- ist sehr flexibel dank 24 Bit (oder mehr) Nutzdaten in jedem Telegramm



Daraus resultiert, daß auf der Basis einer Baudrate von 9600 bit/s bei KNX ca. 30 Telegramme in einer Sekunde und bei LCN 100 Telegramme pro Sekunde übertragen werden können.

Für ein hochautomatisiertes Smart Home mit Smart Metering-Einbindung bedeutet dies, dass LCN und COMEXIO aufgrund ihrer Bus-Performance ausgezeichnet geeignet sind. LCN bietet im Segment 100 Telegramme je Sekunde, COMEXIO bis zu 180 Telegramme. Im darüberliegenden Bussegment bietet LCN im Segmentbus bis zu 10000 Telegramme je Sekunde, COMEXIO im Extension-Bus bis zu 900 Telegramme je Sekunde. Aufgrund seines Busprotokolls kommt der KNX lediglich auf 30 Telegramme je Sekunde, dies ohne den Einsatz von Routern sogar über Linien und Bereiche hinweg. Nur durch den Einsatz von KNX IP-Routern wird dieses Problem etwas kaschiert. Aufgrund der fehlenden Aussagen von Loxone ist der sichere Einsatz von Loxone stark in Frage zu stellen. COMEXIO und LCN sind damit hervorragend für Objektbauten und real estates geeignet, KNX eher weniger, Loxone gar nicht.

Da Loxone keine Aussagen über die Performance im Tree- und Extension-Bus machen kann, wurde im gleichen Zuge der Weg aus der Misere erläutert, indem im Smart Home eher mehrere Mini-Server, über Ethernet gekoppelt, verbaut werden. Die Informationen der Loxone-Hotline sind extrem krass.

Paul

Text, keine Dokumentation

Paul

Sollten wir an die grenzen Stoßen können mehrere Miniserver über Interkommunikationen oder etwa ein Client Gateway System zusammengeschlossen werden und wir haben wieder mehr Leistung zur Verfügung.

Bernd Aschendorf

Ja, aber wie groß, das kann man doch nicht auf der Baustelle ausprobieren !

Bei WAGO und Beckhoff ist das klar

Paul

Wie gesagt, es ist mir die Geschwindigkeit nicht Dokumentiert, hierzu gab es keinerlei Bedarf bis dato, denn die Grenzen sind an Teilnehmern gesetzt welche wir definiert haben hierbei. Sollten Sie hierbei bedenken haben dann kann man wie gesagt die Rechenleistung und Datenübertragung auf mehrere Miniserver auslegen. Mit hausverstand sollte sowieso ein Großprojekt nicht auf eine zentrale Recheneinheit ausgelegt sein, sondern zur Absicherung auf mehrere Miniserver aufgeteilt werden.

Paul

Artikel über den Performancevergleich von Loxone, KNX und LCN. Ich danke für die obigen Informationen. Sie werden sich demnächst in einer Fachzeitschrift wiederfinden.

Paul

Danke Bernd, bei qualitativ hochwertiger Recherche würde ich den direkten Kontakt mit uns suchen, einfach mit einer Email an office@loxone.at wenden. Ich kann hierbei nur mit den Infos aus der direkten Dokumentation Hilfe schaffen.

Bernd Aschendorf

Sie sind doch nicht Schuld !

Kosten

Hinsichtlich der Kosten werden lediglich die Kosten für ein zentrales Gerät, also bei WAGO der Controller, bei Loxone der Mini-Server, bei COMEXIO der IO-Server, bei KNX der Linien-Koppler oder KNX-IP-Router und bei LCN der Segmentkoppler miteinander verglichen.

WAGO ruft für einen aktuellen, einfachen Controller 750-833 etwa 461,72 Euro auf.

Bei Loxone ist der Mini-Server für 780 Euro bestellbar. Laut Aussage der Hotline sind dabei mehrere erforderlich. Netzteile kommen noch hinzu,

Ein COMEXIO-IO-Server kostet 500 Euro. Ein Netzteil kommt noch hinzu.

Für den KNX-Linienkoppler fallen 380 Euro, für den KNX-IP-Router 580 Euro an, zusätzlich ist ein Netzteil mit Drossel für 320 Euro erforderlich.

Ein Segmentkoppler kostet bei LCN 594 Euro.

Fazit

Bei genauer Betrachtung der einzelnen Kategorien ist eine abschließende Beurteilung nicht erforderlich. COMEXIO und LCN bieten die ideale Lösung für die Abbildung eines Smart Homes über Objektbauten bis hin zu real estates, wobei COMEXIO sich auf Smart Homes und Objektbauten, wie z.B. Hotels, etc. beschränken wird. KNX ist ein extrem in die Jahre gekommenes, äußerst langsames, aber dafür extrem teures Gebäudebussystem, das dringend einer Erneuerung Richtung KNX 2.0 bedarf. Aufgrund der nicht dokumentierten System-Performance und der Aussagen, daß „ausprobiert“ werden muß, ob „mehrere Mini-Server parallel“ geschaltet werden müssen, erhält Loxone auch aufgrund der immensen Kosten keine Empfehlung.