

ENERBUILD

Lucerne University of  
Applied Sciences and Arts

**HOCHSCHULE  
LUZERN**

Technik & Architektur



**i|Home|Lab**

# Projekt EnerBuild

# Systemkonzept

für energieeffizientes Wohnen

Autor  
Rolf Wettstein

Revision  
Dieter von Arx

Luzern, 12.05.2010  
Version 1.5

## Inhaltsverzeichnis

1. Ausgangslage .....	4
2. Grundlagen .....	4
2.1. Vernetzung .....	4
2.1.1. Ethernet .....	5
2.1.2. Homeplug .....	5
2.1.3. WLAN .....	5
2.1.4. KNX .....	5
2.1.5. DALI-Bus .....	6
2.1.6. digitalSTROM / Homeplug command & control.....	6
2.1.7. Zigbee / KNX-RF .....	7
2.2. Sternförmige Verkabelung .....	9
3. Ansätze .....	11
3.1. Energieeffizienz .....	11
3.1.1. Visualisierung.....	11
3.1.2. Netzfreeschaltung .....	11
3.1.3. Automation.....	11
3.1.4. Lastmanagement.....	12
3.2. Komfort .....	12
3.3. Sicherheit.....	12
3.3.1. Überwachung und Abschreckung .....	12
3.3.2. Ambient Assisted Living (AAL).....	13
3.4. Unterhaltung .....	13
4. State of the art .....	13
4.1. Vernetzung .....	14
4.1.1. Multimediale Verkabelung.....	15
4.2. Verrohrung .....	16
4.2.1. KNX Buskabel .....	16
4.3. Produkte .....	16
4.3.1. Aktorik .....	16
4.3.2. Sensorik.....	20
4.3.3. Bedienpanels (HMI).....	21
4.3.4. Gebäudeautomations-Server .....	22
4.3.5. Serverarchitektur .....	24
5. Realisierung.....	25
5.1. Programmierung.....	26
5.1.1. S-Mode (System Mode) .....	26
5.1.2. E-Mode (Easy Mode).....	26

6.	Konkrete Vorschläge Wilen .....	27
6.1.	Konzept .....	27
6.1.1.	Leerrohr-Installation.....	27
6.1.2.	Verteiler.....	27
6.1.3.	Taster- und Bedieneinheiten.....	27
6.1.4.	Audio- und Videoverkabelung .....	27
6.2.	Ausbaustufen.....	28
6.2.1.	Komfort Starter (© Hager).....	29
6.2.2.	Komfort Advanced (© Hager) .....	30
6.2.3.	Komfort Classic (© Hager).....	31
6.2.4.	Komfort Deluxe (© Hager).....	32
6.2.5.	Komfort Premium (© Hager).....	33
6.3.	Zubehör .....	34
7.	Literatur / Referenzen.....	35

## 1. Ausgangslage

In Wilen am Sarnersee sollen neue Eigentumswohnungen gebaut werden. Mithilfe der Hochschule Luzern sollen Lösungen im Bereich der intelligenten Gebäudevernetzung und Steuerung gefunden werden, durch die die Überbauung möglichst energieeffizient gestaltet werden kann. Mit dem Know-How von CEESAR-iHomeLab rund um das intelligente Wohnen und aus der Erfahrung des Forschungsinstituts beim Bau und Betrieb des iHomeLab wurden verschiedene Ansätze erarbeitet. In diesem Dokument werden diese Ansätze beschrieben und Möglichkeiten aufgezeigt, diese konkret umzusetzen.

## 2. Grundlagen

In diesem Kapitel werden die grundlegenden Technologien beschrieben, welche für ein intelligentes Gebäude von Nöten sind.

### 2.1. Vernetzung

Damit die Mehrheit aller elektrischen bzw. elektronischen Geräte in einem Gebäude miteinander kommunizieren können müssen sie miteinander vernetzt werden. Dazu stehen folgende Technologien zur Verfügung:

Physik Band- breite	Buskabel	Stromleitung	Funk
Klein	KNX DALI	digitalSTROM Homeplug Cmd&Ctrl	ZigBee KNX RF Bluetooth
Gross	Ethernet	Homeplug AV	WiFi/WLAN

**Abb. 1: Verschiedene Vernetzungstechnologien**

Je nach Anforderung der Konnektivität sowie der vorhandenen Infrastruktur werden unterschiedlichen Technologien angewendet.

### **2.1.1. Ethernet**

Ethernet ist eine kabelgebundene Datennetztechnik die ursprünglich für lokale Datennetze (LANs) entwickelt wurde. Sie ermöglicht den Datenaustausch in Form von Datenpaketen zwischen den in einem lokalen Netz (LAN) angeschlossenen Geräten (Computer, Drucker und dergleichen). Derzeit sind Übertragungsraten von 10 Megabit/s, 100 Megabit/s (Fast Ethernet), 1 Gigabit/s (Gigabit Ethernet) bis 10 Gigabit/s spezifiziert. In seiner traditionellen Ausprägung erstreckt sich das LAN dabei nur über ein Gebäude, heutzutage verbindet Ethernet-Technik per Glasfaser Geräte auch über weite Entfernungen.<sup>1 (Ethernet)</sup>

### **2.1.2. Homeplug**

Die Homeplug Alliance wurde im Jahre 2000 von Intellon gegründet und umfasst mittlerweile 73 Partner, welche über 170 Geräte auf den Markt gebracht haben. Diese befassen sich hauptsächlich mit dem Übertragen von Netzwerk-, Audio- oder Videodaten über das bestehende Stromnetz.

Dazu sind zwei Adapter notwendig, welche das zu übertragende Signal in das Stromnetz einspeisen bzw. wieder aus dem Stromnetz filtern.

### **2.1.3. WLAN**

WLAN (Wireless Local Area Network) bezeichnet ein lokales Funknetz, wobei meistens ein Standard der IEEE-802.11-Familie gemeint ist. Für diese engere Bedeutung wird in manchen Ländern (z. B. USA, Spanien, Frankreich, Italien) weitläufig der Begriff Wi-Fi verwendet.

### **2.1.4. KNX**

KNX ist ein Feldbus zur Gebäudeautomation. Die Hauptziele sind höherer Komfort und größere Flexibilität.

Auf dem Markt der Gebäudeautomation ist KNX der Nachfolger der Feldbusse EIB, BatiBus und EHS. Technisch ist KNX eine Weiterentwicklung des EIB durch Erweiterung um Konfigurationsmechanismen und Übertragungsmedien, die ursprünglich für BatiBus und EHS entwickelt wurden. KNX ist mit EIB kompatibel.

In herkömmlichen elektrischen Installationen sind die Steuerfunktionen mit der Energieverteilung fest verbunden. Nachträgliche Änderungen sind aus diesem Grund sehr schwierig durchzuführen. Auch übergeordnete Steuerfunktionen wie ein zentrales Schalten aller Lichtkreise in einem Gebäude können nur mit sehr hohem Aufwand realisiert werden.

KNX trennt die Steuerfunktionen und die Energieverteilung voneinander. Alle Geräte werden über einen Bus miteinander verbunden und können so Daten austauschen. Die Funktion der einzelnen Busteilnehmer wird durch ihre Programmierung bestimmt, die jederzeit verändert und angepasst werden kann.

Die Geräte unterschiedlicher Hersteller können dabei uneingeschränkt miteinander in einem System eingesetzt werden, sofern sie die entsprechende Zertifizierung durch die KNX Association besitzen.<sup>1 (KNX)</sup>

In der KNX Association gibt es über 176 Partner in 29 Ländern, die insgesamt über 30'000 Geräte auf den Markt gebracht haben. Diese sind untereinander kompatibel, was eine sehr grosse Flexibilität in der Planung und Umsetzung garantiert.

### **2.1.5. DALI-Bus**

Digital Addressable Lighting Interface (DALI) ist in der Gebäudeautomatisierung ein Protokoll zur Steuerung lichttechnischer Betriebsgeräte wie z. B. Schaltnetzteile („elektronischer Transformator“), elektronische Vorschaltgeräte (EVG) oder elektronische Leistungsdimmer.

Jedes Betriebsgerät, das über eine DALI-Schnittstelle verfügt, kann über DALI-Kurzadressen einzeln angesteuert werden. Durch einen bidirektionalen Datenaustausch kann ein DALI-Steuergerät bzw. ein DALI-Gateway den Status von Leuchtmitteln bzw. von Betriebsgeräten einer Leuchte abfragen bzw. den Zustand setzen. DALI kann als „Inselsystem“ mit maximal 64 Betriebsgeräten betrieben werden oder als Subsystem über DALI-Gateways in modernen Gebäudeautomationssystemen. Im Prinzip hat sich DALI als Nachfolger für den noch immer marktbeherrschenden 1-10 V Standard (EVGs mit 1-10 V Schnittstelle) etabliert, außerdem gilt es als Nachfolger des Digital Serial Interface (DSI).

DALI verwendet ein serielles, asynchrones Datenprotokoll mit einer Übertragungsrate von 1200 Bit/s bei einem Spannungsniveau von 16 V. Die Steuerleitung ist galvanisch getrennt und polaritätsfrei (verpolungssicher). Im Standard ist keine Festlegung für zu verwendende Stecker, Klemmen und Leitungen getroffen worden. Die Leitungen können in fast beliebigen Topologien, also Stern, Linien- oder Baumstrukturen verlegt werden. Eine ringförmige Verbindung von Komponenten muss jedoch vermieden werden. Die Leitungslänge zwischen zwei Systemteilnehmern ist (abhängig vom Leitungsquerschnitt) auf maximal 300 Meter begrenzt. Es sind keine Abschlusswiderstände am Ende einer Leitung notwendig.<sup>1 (DALI Bus)</sup>

### **2.1.6. digitalSTROM / Homeplug command & control**

Diese beiden Technologien setzen auf die Vernetzung mittels des bestehenden Stromnetzes. Dabei können die Aktoren und Sensoren in einem Gebäude über ihre Stromversorgung miteinander kommunizieren.

#### **2.1.6.1. digitalSTROM**

digitalSTROM.org ist eine Non-Profit-Organisation, die 2007 an der ETH Zürich (Eidgenössisch Technische Hochschule) gegründet wurde. Sie hat zum Ziel, die vom Chipdesigner Wilfried Beck und dem Architekten Ludger Hovestadt (beide von der Firma aizo AG) erfundene Technologie zu einem weltweiten Standard zu entwickeln.

Der digitalSTROM.org obliegt das Management der technologischen Weiterentwicklung, die Zertifizierung von Produkten, die Definition der Standards für Hard- und Software sowie Nutzerinteraktion. Darüber hinaus dient die Organisation der Vernetzung ihrer Mitglieder auf virtueller und realer Basis.

Direkt in die Geräte verbaut oder in einem Zwischenstecker, lässt ein kleiner Chip die Geräte miteinander kommunizieren. Das funktioniert über das bestehende 230-V-Stromnetz. Die Installation erfolgt mit wenigen Handgriffen. digitalSTROM-Geräte vermitteln zwischen Stromerzeugung und Stromverbrauch. Der digitalSTROM-Chip senkt den Standby-Verbrauch elektrischer Geräte von herkömmlichen 3 bis 5 auf unter 0.3 Watt. Geräte verbrauchen so nur dann Strom, wenn es wirklich notwendig ist.<sup>2</sup>

### **2.1.6.2. Homeplug command & control**

Die Untergruppe der Homeplug Alliance namens Homeplug command & control ist ein neuer Zweig, welcher sich noch nicht vollständig etabliert hat. Ziel dabei ist es, ähnlich wie bei digitalSTROM, dass alle Geräte in einem Gebäude über das bestehende Stromnetz kommunizieren. Dabei hat dieser Standard eine weitaus kleinere Bandbreite als heutzutage bekannte Homeplug Geräte.

### **2.1.7. Zigbee / KNX-RF**

Diese beiden Technologien setzen auf die Übertragung der Daten per Funk in genormten Frequenzbereichen.

Grosser Vorteil dieser Funktechnologien ist, dass die Bandbreite eingeschränkt wird, um so den Elektromog gering zu halten. Im Gegensatz zu WLAN senden diese Technologien lediglich Daten wenn sie dazu aufgefordert werden. Somit wird der Datenfluss sehr klein gehalten.

#### **2.1.7.1. Zigbee**

ZigBee ist ein offener Funknetz-Standard. Dieser ermöglicht es, Haushaltsgeräte, Sensoren, uvm. auf Kurzstrecken (10 bis 100 Meter) zu verbinden. Der Standard ist eine Entwicklung der ZigBee-Allianz, die Ende 2002 gegründet wurde. Sie ist ein Zusammenschluss von derzeit mehr als 230 Unternehmen, welche die weltweite Entwicklung dieser Technologie vorantreiben. Erste ZigBee-Produkte kamen Anfang 2005 auf den Markt.

Die ZigBee-Allianz führt eine Liste mit zertifizierten Produkten, welche sich rund um Smart Metering und Home Automation drehen.<sup>3</sup>

Auch das Kompetenzzentrum rund ums iHomeLab forscht an verschiedensten Projekten, welche diesen Funkstandard verwenden.

Der Standard ist noch in der Weiterentwicklung und muss einige Hürden zur definitiven Marktreifen überwinden.

### **2.1.7.2. KNX-RF**

KNX-RF (Radio Frequency) ist die drahtlose Alternative im KNX Standard. An Installationsorten, an denen weder Twisted Pair noch Powerline eingesetzt werden kann, bietet KNX-RF die Möglichkeit, Daten innerhalb eines Gebäudes drahtlos zu übertragen.

Wie der gesamte KNX Standard ist auch die Funk-Kommunikation KNX-RF Hersteller-unabhängig und als internationaler Standard genormt. Die Konfiguration der KNX-RF Geräte erfolgt meist im so genannten Easy Mode, das heißt es ist kein PC oder Laptop für die Inbetriebnahme erforderlich.

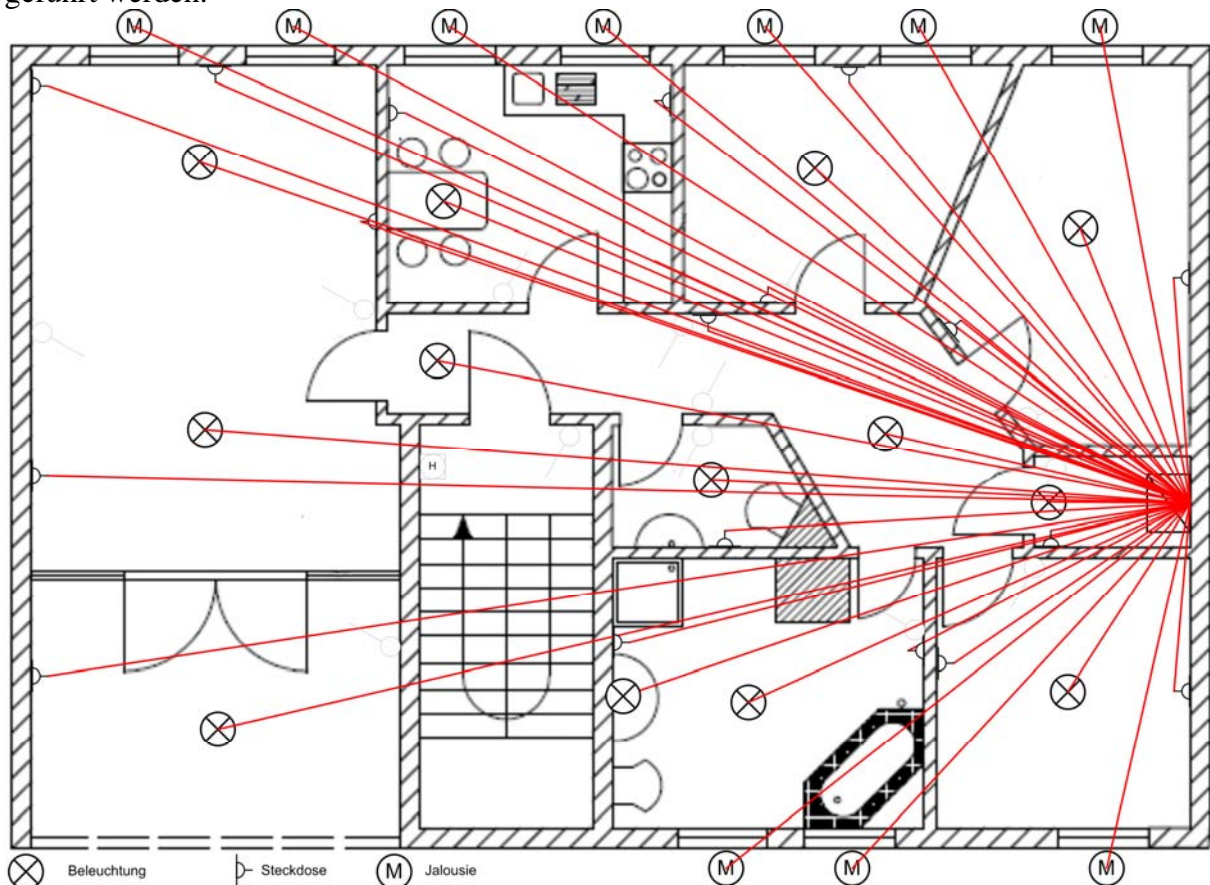
Der KNX-RF Standard unterscheidet zwischen unidirektionalen Geräten, die nur senden können und bidirektionalen Geräten, die auch einen Empfänger besitzen. Da unidirektionale Geräte nicht permanent empfangsbereit sein müssen, können sie sehr stromsparend realisiert werden und eignen sich für batteriebetriebene Sensoren. Aktoren müssen natürlich bidirektional ausgeführt werden und werden in der Regel aus dem Stromnetz versorgt.



## 2.2. Sternförmige Verkabelung

Ein zentraler Punkt bei der Gebäudeautomation mittels KNX ist die sternförmige Verkabelung.

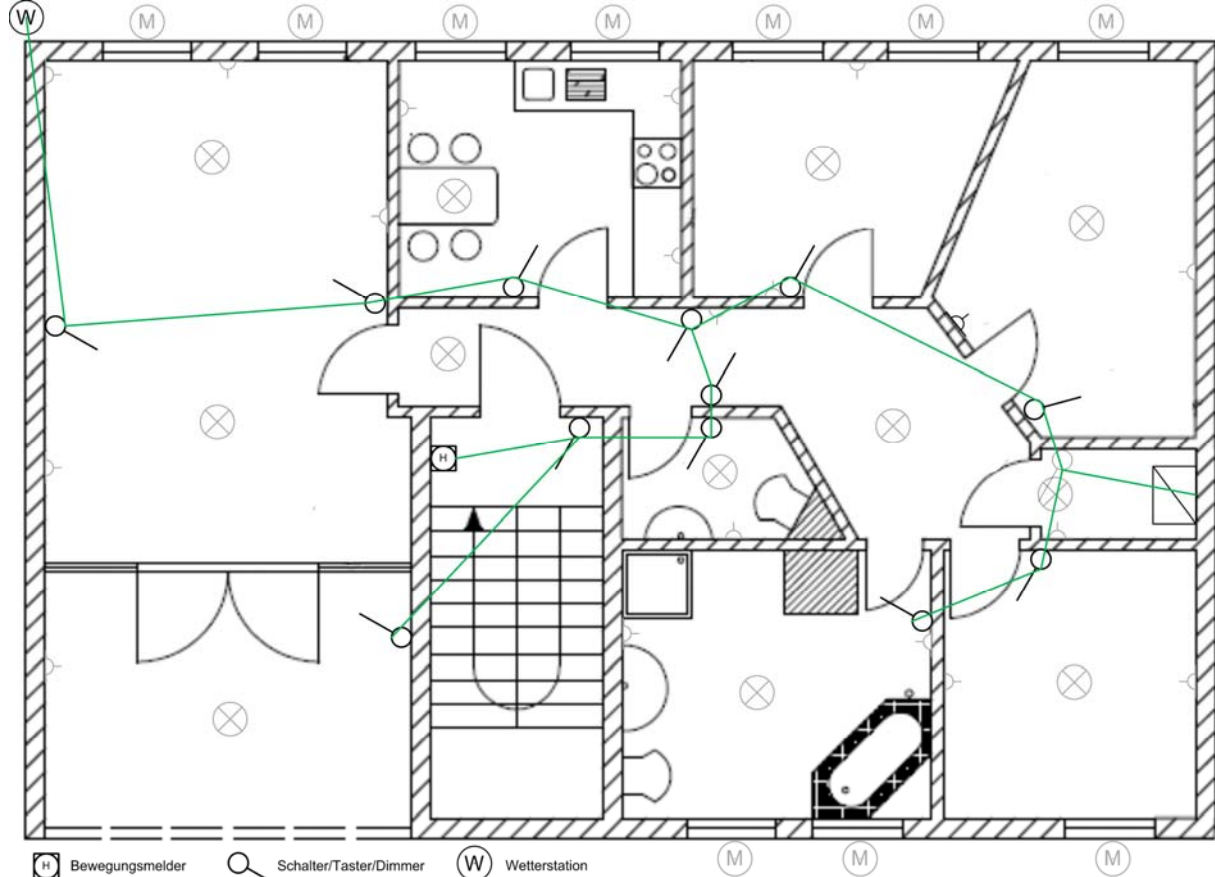
Da alle Verbraucher zentral ein-/ausgeschaltet werden, müssen diese alle zu einem Tableau geführt werden.



**Abb. 2: Beispiel einer prinzipiellen, sternförmigen Verkabelung (230V)**

In Abbildung zwei wird das Prinzip einer sternförmigen Verkabelung auf der 230V-Ebene dargestellt. Hier werden alle Steckdosen, Lampen sowie die elektrischen Jalousien auf ein zentrales Tableau geführt und von dort aus angesteuert.

Analog dazu könnte die Verkabelung eines KNX-Busses folgendermassen aussehen.



**Abb. 3: Prinzipielle Darstellung einer KNX-Verkabelung**

Im Gegensatz zu der übrigen Verkabelung können KNX-Teilnehmer in der Baumstruktur oder auch sternförmig verkabelt werden. Lediglich Ring-Topologien sind zu vermeiden.

Im Vergleich dazu, kann zum Beispiel eine Ethernetverkabelung lediglich sternförmig verkabelt werden. KNX ist also bei weitem komfortabler einzuplanen und bei Bedarf zu erweitern.

Bei der Installation mittels digitalSTROM oder Homeplug cmd&ctl muss auf solche strukturierte Verkabelungen nicht geachtet werden. Dazu werden in den Verbrauchern lediglich die Sender und Empfänger platziert, welche dann über das vorhandene Stromnetz miteinander kommunizieren. Jedoch müssen dann bei allen Schaltern/Tastern/Dimmern wieder 230V Leitungen vorhanden sein, was bei der Verwendung von KNX entfällt.

ZigBee funktioniert als Meshnetzwerk, das heisst jedes Gerät kann auch als Router funktionieren. Es sollte lediglich darauf geachtet werden, dass jeder Knoten redundante Verbindungen hat, damit er auch beim Ausfall eines Knotens weiter erreicht werden kann.

## **3. Ansätze**

### **3.1. Energieeffizienz**

In unserer Forschung im Gebiet der Energieeffizienz verfolgen wir folgende Ansätze:

#### **3.1.1. Visualisierung**

Durch Information des Benutzers über den aktuellen Stromverbrauch im Gebäude bzw. in seiner Wohnung, wird er für das Thema sensibilisiert. Das Bewusstsein für den persönlichen Energieverbrauch wird gesteigert in der Hoffnung, dass ein aktives Interesse an der Verbesserung der Energieeffizienz besteht und schliesslich auch durch konkrete Massnahmen umgesetzt wird.

Die Form und Qualität dieses „Energie-Feedbacks“ ist dabei von grosser Bedeutung für den Erfolg der Massnahmen, die bis zu 15% des Verbrauchs ausmachen können.<sup>4</sup> Die verwendete Anzeige, bzw. die Präsentationsform der Energieverbrauchsdaten spielen dabei eine grosse Rolle. Auch die Kommunikation der Daten in Echtzeit und die Aufschlüsselung des Gesamtverbrauchs auf einzelne Gewerke (Licht, Wärme, Multimedia etc.) erleichtern das Verbessern der Energieeffizienz.

#### **3.1.2. Netzfreeschaltung**

Durch die immer grössere Anzahl elektronischer Geräte in heutigen Haushalten wird ein Phänomen relevant, welches wir unter dem Namen Standby-Verluste kennen. Jedes Gerät weist auch im ausgeschalteten Zustand einen kleinen Stromverbrauch auf. Durch die grosse Anzahl von Geräten wirkt sich dieser im Verhältnis immer mehr auf unseren gesamten Energieverbrauch aus. Eine Studie des BFE schätzt, dass ca. 1'900 GWh oder 8% des gesamten Stromverbrauchs im Haushaltssektor im Standby „verheizt“ wird. Das entspricht rund 300'000 Haushalten.<sup>5</sup>

Neben der Anschaffung von möglichst energieeffizienten Geräten liegt eine Lösung des Problems in der kompletten Abschaltung der Geräte bei Abwesenheit oder während der Nacht bzw. dann, wenn sie nicht gebraucht werden.

#### **3.1.3. Automation**

Durch die Gebäudeautomation können alle Gewerke im Haus sinnvoll miteinander vernetzt und gemeinsam übergreifend gesteuert werden. So kann zum Beispiel die Steuerung des Lichts und der Jalousien mit der Sonneneinstrahlung gekoppelt werden. Durch die Vorgabe eines gewissen Helligkeitwertes und mit Hilfe des Sonnenstands, Wetterinformationen etc. ist die Steuerung in der Lage, die Innenräume, primär durch Sonnenlicht und erst sekundär mit einer künstlichen Beleuchtung, stets gleich hell zu halten. Weiter kann sie durch das Zusammenspiel von Heizung, Jalousien, Fenster, Innenlicht und diversen Sensoren das Klima angenehm regeln und dabei möglichst energieeffizient bleiben. Man kann sich zum Beispiel auch vorstellen, die Heizung mit den Fenstern zu koppeln, damit sich der Heizkörper bei offenen Fenstern automatisch deaktiviert usw. Ausserdem kann das System registrieren, dass

niemand zu Hause ist, und das gesamte Gebäude in einen wirtschaftlichen Energiespar-Modus versetzen.

In der Summe kann so durch intelligente Gebäudeautomation viel Energie gespart werden.

### **3.1.4. Lastmanagement**

In jedem Haushalt befinden sich Geräte, die einen hohen Stromverbrauch aufweisen, aber nicht zwingend zu jedem Zeitpunkt in Betrieb sein müssen bzw. deren Betrieb nicht direkt von der Zeit abhängt. Beispiele dafür sind Boiler, Waschmaschinen, Trockner, Geschirrspüler, Gefriertruhen, Poolheizungen etc.

Durch ein intelligentes Lastmanagement kann ein Gerät nur dann gestartet werden, wenn der Strompreis niedrig ist bzw. wenn der Gesamtbedarf an Energie nicht sehr gross ist. Dadurch werden nicht nur Stromrechnungen reduziert, sondern bei flächendeckendem Einsatz auch Stromspitzen reduziert, was Kraftwerks- und Netzbetreibern entgegenkommt. Dies wiederum kann den Strompreis positiv beeinflussen.

### **3.2. Komfort**

Als Komfort bezeichnen wir Funktionen, welche den Bewohner in seinem Alltag unterstützen und ihm das Wohnen vereinfachen. Dazu gehören sowohl einheitliche und komfortable Bediengeräte wie auch ein dazu passendes, praxisnahes und intuitives Bedienkonzept.

Komfort bedeutet z.B. auch, dass immer wiederkehrende Aufgaben in Szenen abgelegt werden können. So kann z.B. durch einen Tastendruck die Szene TV schauen aktiviert werden, womit sich alle relevanten Geräte einschalten und das Licht auf ein angenehmes Mass reduziert wird.

### **3.3. Sicherheit**

Ein sicheres Zuhause bedeutet mehr Schutz und mehr Lebensqualität, denn es gibt Geborgenheit und lässt seine Bewohner ruhig schlafen. Intelligente Gebäudetechnik ermöglicht es, ein Haus oder eine Wohnung rundum sicher zu machen.

#### **3.3.1. Überwachung und Abschreckung**

Mit einem Gebäudeserver lassen sich Alarmanlagen, Bewegungsmelder, Rauchmelder, Glasbruch- und Windsensoren und viele andere sicherheitsrelevanten Geräte intelligent miteinander vernetzen.

Registriert das System Unregelmäßigkeiten oder Gefahren, benachrichtigt es die Bewohner und leitet automatisch Gegenmaßnahmen ein. Es schaltet z. B. defekte Geräte ab, fährt bei Sturm die Markise rein oder macht bei Brandgefahr die Fluchtwege frei.

Durch anbringen von Fensterkontakten, Überwachungskameras und Bewegungsmelder können Einbrüche oder Grundstücksbetretungen frühzeitig erkannt und darauf reagiert werden. So kann sich z.B. das Licht des gesamten Gebäudes eingeschaltet werden, falls sich jemand ohne Erlaubnis auf dem Grundstück befindet.

Aber auch bei Abwesenheit schreckt man ungebetene Gäste durch eine Anwesenheitssimulation ab, indem man Lichter und Storen analog zu einem herkömmlichen Tagesablauf automatisch steuert.

### **3.3.2. Ambient Assisted Living (AAL)**

Wer möchte nicht möglichst lange in den eigenen vier Wänden wohnen, bevor der Umzug in ein Altersheim notwendig wird? Durch geeignete Überwachungs- und Unterstützungstechnik kann dafür gesorgt werden, dass man auch im hohen Alter zu Hause wohnen kann. Dabei wird der Bewohner durch das Gebäudesystem in seinen alltäglichen Aktivitäten unterstützt, indem z.B. Stürze oder gesundheitliche Probleme rechtzeitig detektiert und gemeldet werden, die Medikamenteneinnahme vereinfacht wird, bei Wunsch die sozialen Kontakte aktiv gefördert werden usw.

### **3.4. *Unterhaltung***

Unter Unterhaltung verstehen wir neben Spielen vor allem das Anbieten von Medien im ganzen Haus. Durch eine geeignete Verkabelung und der zentralen Speicherung aller Mediendaten, können Filme, Musik und Photos überall im Haus (und falls gewünscht sogar unterwegs) auf geeigneten Wiedergabegeräten abgespielt werden. Hauptvorteil daran ist, dass man seine Medien überall und zu jeder Zeit einfach und übersichtlich zur Verfügung hat und deren Verwaltung erleichtert wird.

Dazu kommt ein optionales Multirooming System. Damit können Medienstreams während der Wiedergabe jederzeit auf ein anderes Wiedergabegerät gesendet werden. So kann man z.B. Sendungen im Bad oder in der Küche ohne grossen Aufwand weiterverfolgen. Oder man verfolgt das Fussballspiel auf dem Hauptschirm im Wohnzimmer, während der romantische Film gleichzeitig in ein anderes Zimmer geleitet werden kann.

## **4. State of the art**

In diesem Kapitel wird beschrieben, was heute bereits in vielen Gebäuden erfolgreich eingesetzt wird.

## 4.1. Vernetzung

Für die Gebäudevernetzung wird heute hauptsächlich der KNX-Standard verwendet. Dabei spielt es keine Rolle ob die Geräte drahtgebunden oder drahtlos kommunizieren.

Einige Gerätehersteller haben sich jedoch nicht auf den KNX-Standard geeinigt und verwenden proprietäre Vernetzungsarten.

Beispiele dafür sind Geräte der Familie der weissen Ware (Waschmaschine, Trockner, Kühlschrank etc.) oder Geräte der HLK-Familie (Heizung Lüftung Klima).



Abb. 4: Genormtes KNX-Buskabel

Für viele dieser Produktpaletten gibt es jedoch Schnittstellen, damit sie trotzdem in das bestehende Netzwerk eingebunden werden können.

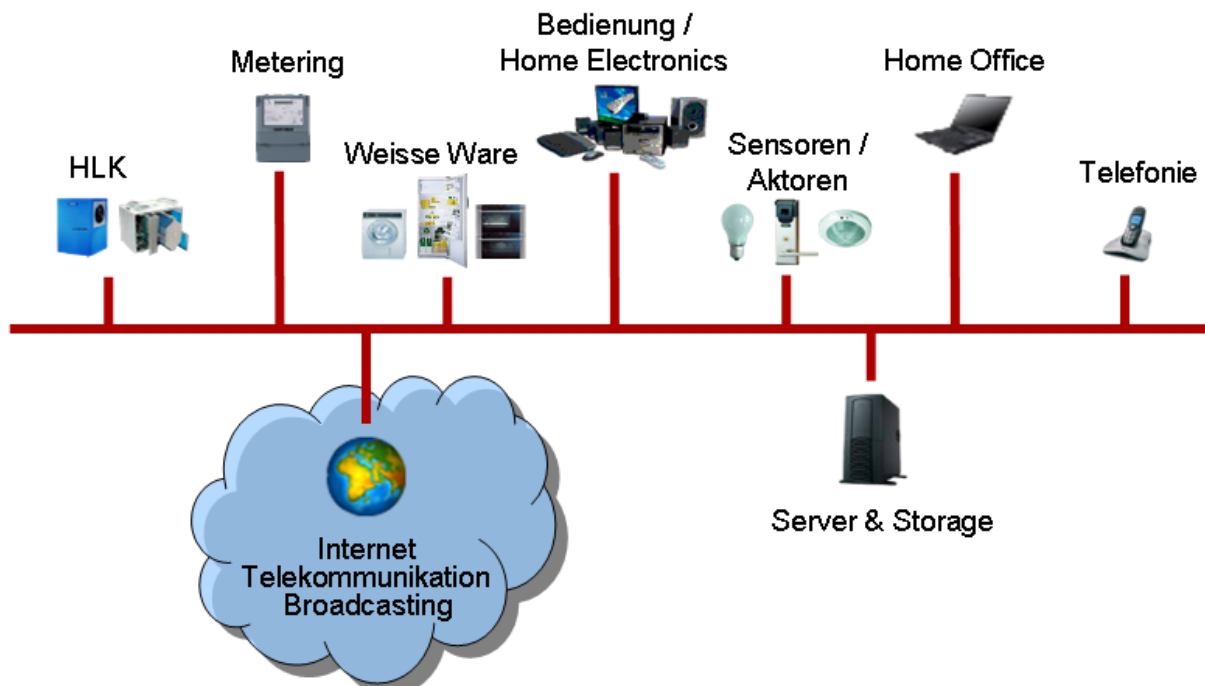


Abb. 5: Schematische Darstellung der Gebäudevernetzung

Allgemein kann man sagen, dass folgende beschriebene Standards bereits mit Produkten auf dem Markt vertreten sind:

- KNX
- Ethernet
- Homeplug Cmd&Ctrl
- Homeplug AV
- ZigBee
- KNX RF
- WLAN

digitalSTROM ist noch in der Testphase, und könnte sich in den nächsten Jahren etablieren. Einige Hersteller haben bereits erste Produkte angekündigt.

Bluetooth wird zwar in vielen Bereichen angewendet, hat jedoch in der Gebäudevernetzung / -automation noch keinen Fuss gefasst.

#### **4.1.1. Multimediale Verkabelung**

Die Konvergenz zwischen Telekommunikations-, Radio- und TV-Diensten wird weiter zunehmen. Das stellt neue Anforderungen an die wohnungsinterne Kommunikationsinfrastruktur<sup>6 7</sup>. Beim Bau stellt sich zunehmend die Frage, welche Art der Hausverkabelung zukunftssicher ist. Zwei Lösungen sind besonders interessant: die strukturierte universelle Verkabelung und die getrennte Parallelinstallation von Kupfer- und Koaxialkabeln<sup>6</sup>.

Bei der Planung muss hier ein besonderes Augenmerk auf eine flexible Verrohrung gelegt werden, damit die Verkabelung ohne grossen Aufwand geändert oder erweitert werden kann.



**Abb. 6: Bild eines Verteilers für ein Wohnobjekt**

##### **4.1.1.1. Strukturierte Verkabelung**

Die strukturierte universelle Verkabelung basiert auf einem zentralen Kommunikationsverteiler pro Wohneinheit und einer sternförmigen Verkabelung zu den Anschlussdosen, wobei in jedem Raum mindestens eine Multimedia-Anschlussdose installiert wird. Dabei soll eine hybride Verkabelung mit Koaxialkabel (TV) und mindestens CAT5e Kupfer (LAN, Telefonie) angestrebt werden. Der Wohnungssternpunkt ist die zentrale Stelle, an der sämtliche Installationen für Radio, TV, Daten, Telekommunikation und Heimnetzwerk zusammengeführt werden. Diese Installation bietet einen langfristigen Investitionsschutz auch bei neuen Technologien und eine flexible Providerwahl mit Kombinationsmöglichkeiten pro Wohnung.

##### **4.1.1.2. Getrennte parallele Verkabelung**

Die getrennte Parallelinstallation zieht die separaten Kabel- und Telefonanschlüsse in Schlaufen in alle Räume. Unter Verwendung von Zusatzausrüstung kann auch diese Struktur für künftige Heimvernetzungslösungen genutzt werden. Zudem können sowohl Kabel-, TV- als auch Telekommunikations-Unternehmen die Hausverkabelung des jeweils anderen für ihre eigenen Dienste nutzen, wenn auch mit einem gewissen Aufwand. Es empfiehlt sich auch im Fall der getrennten Verkabelung, einen genügend gross dimensionierten Einlasskasten für den CATV-Kommunikationsverteiler vorzusehen und diesen mit einem 230V-Anschluss zu versehen.

## **4.2. Verrohrung**

### **4.2.1. KNX Buskabel**

Wenn die KNX-Komponenten mit einem Buskabel, kurz genannt TP (Twisted Pair), verbunden werden müssen einige Punkte beachtet werden.

- Die maximale Leitungslänge innerhalb eines Liniensegmentes darf 1000 m nicht überschreiten.
- Zwischen zwei Teilnehmern dürfen maximal 700 m Busleitung sein.
- Der Abstand zwischen jedem Busteilnehmer und der Spannungsversorgung mit Drossel darf maximal 350 m betragen.
- Wenn eine zweite Spannungsversorgung notwendig sein sollte, dann muss zwischen beiden mindestens 200 m Leitungslänge existieren.
- Innerhalb eines Liniensegmentes dürfen maximal 64 Busteilnehmer installiert sein.
- Alle KNX-TP Leitungen müssen in einem separaten Leerrohr verlegt werden um Störungen zu vermeiden. (Durchmesser des Kabels: 7mm)

## **4.3. Produkte**

In diesem Kapitel werden Produkte präsentiert, welche heute für die Gebäudeautomation eingesetzt werden.

Stellvertretend gehen wir auf die wichtigsten Produkte der Firma Hager AG ein. Diese ist Partner des iHomeLabs und hat uns viele dieser Produkte zu Testzwecken zur Verfügung gestellt.

### **4.3.1. Aktorik**

Unter Aktorik versteht man eigentlich Schalter, welche die verschiedenen Verbraucher (wie Beleuchtung, Beschattung, Steckdosen etc.) ansteuert.



## 4.3.1.1. Schaltaktor



Abb. 7: Tebis 10-Fach Schaltaktor

Anzahl der Ausgänge	10
Kontaktart	10S
Kontaktbelastbarkeit	16A 250V AC1
Max. Glühlampenlast	2300 W
Max. Last für elektronische Transformatoren	1200 W
Max. Leuchtstofflampenlast (Duoschaltung)	20 x 36 W
Systemspannung	30V DC über Bus
Anschlussart	QuickConnect
Anzahl der Platzeinheiten	6
Anschlussquerschnitt bei massivem Leiter	0,75 - 2.5mm <sup>2</sup>

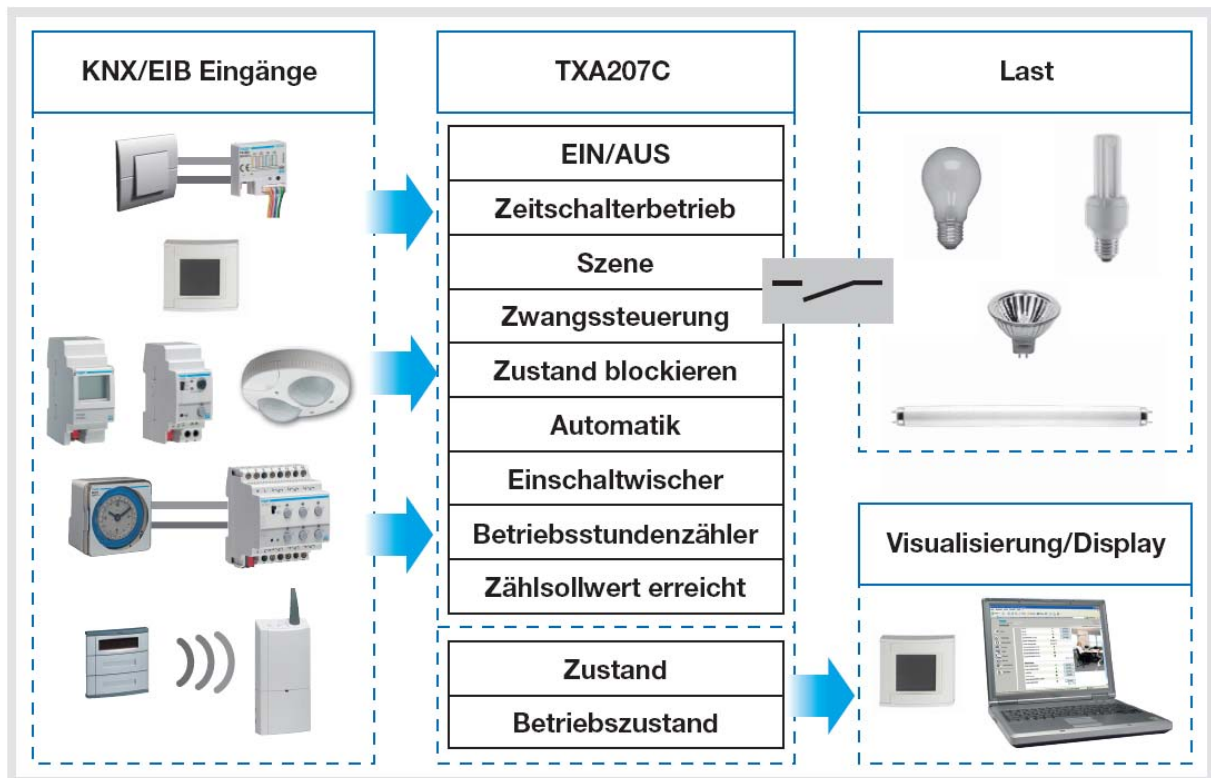


Abbildung 1: Schematische Applikationsbeschreibung des Schaltaktors

Der Schaltaktor wird prinzipiell für das Ein-/Ausschalten von Geräten verwendet. Die wichtigsten Verwendungsbereiche sind:

- Beleuchtung
- Geschaltete Steckdosen
- Kleinere Elektro-Heizungen
- Steuern von anderen Anlagen mit Schalteingängen (HLK, Garagentore, Türen etc.)

### 4.3.1.2. Dimmaktor



Abb. 8: Tebis 3-Fach Dimmaktor

Anzahl der Ausgänge	3
Dimmleistung	20 bis 900 W
Lastart	Universal
Schaltleistung Glühlampen	900 W
Leistung konventioneller Trafo 230 V	900 VA
Leistung Trafo/EVG 230 V	900 VA
Systemspannung	30V DC über Bus
Versorgungsspannung	230V AC
Anschlussart	QuickConnect
Anzahl der Platzeinheiten	6

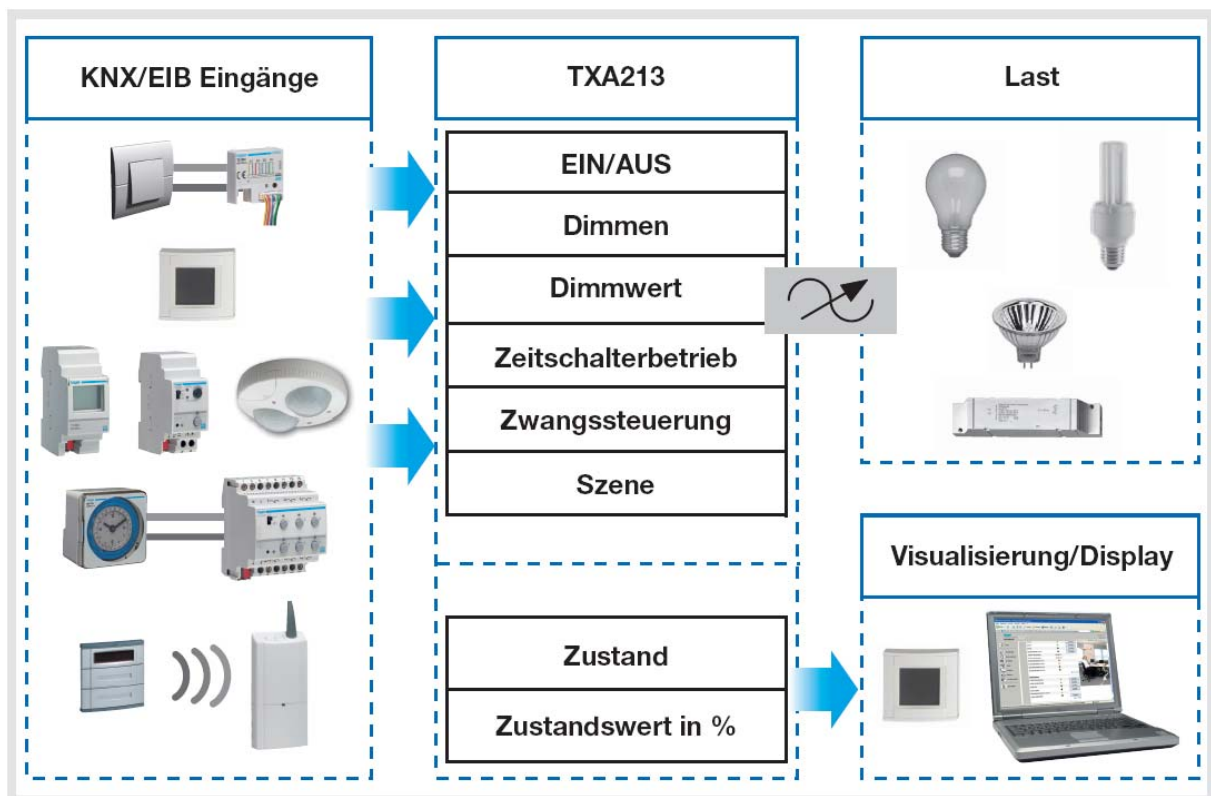


Abbildung 2: Schematische Applikationsbeschreibung des Dimmaktors

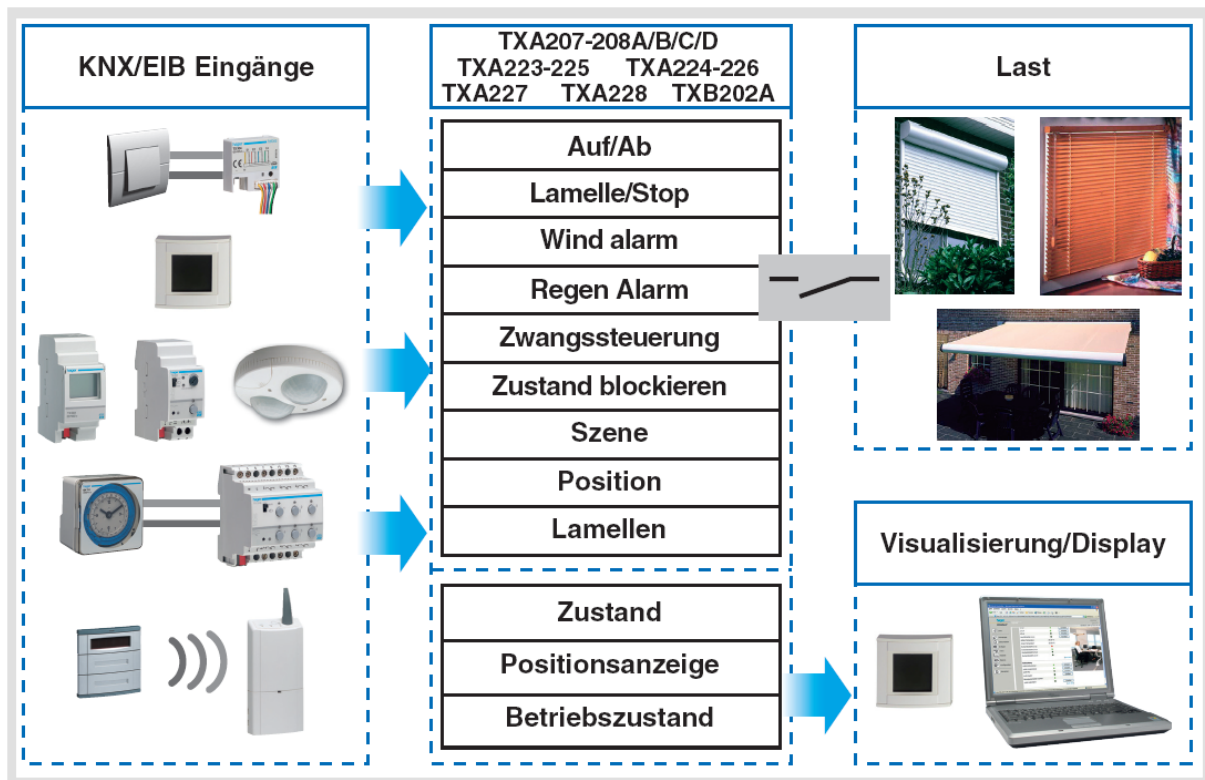
Der Dimmaktor wird ausschliesslich für das Dimmen von Lampen verwendet. Wie in der schematischen Applikationsbeschreibung abgebildet, kann der Dimmaktor Glühlampen, Spots und Energiesparlampen dimmen. Für Leuchtstoffröhren und LEDs müssen andere System verwendet werden (stichwort DALI).

### 4.3.1.3. Jalousieaktor



Abb. 9: Tebis 4-Fach Jalousieaktor

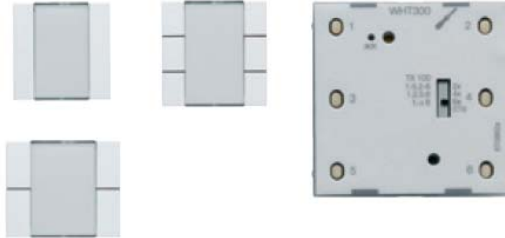
Anzahl von Jalousie-/Rolladenausgängen	4
Kontaktbelastbarkeit	6A 250V AC1
Systemspannung	30V DC über Bus
Anschlussart	QuickConnect
Anzahl der Platzeinheiten	4
Schieber für Handschaltung	Ja
Anschlussquerschnitt bei massivem Leiter	0,75 - 2,5mm <sup>2</sup>
Anschlussquerschnitt bei flexiblem Leiter	0,75 - 2,5mm <sup>2</sup>
Betriebstemperatur	0 bis 45 °C
Lagerungstemperatur	-20 bis 70 °C



Der Jalousieaktor von Hager ist in der Lage vier einzelne Jalousie / Rollladen oder Storen anzusteuern. Grundsätzlich kann er auch für andere Motorisierte Geräte verwendet werden.

## 4.3.2. Sensorik

### 4.3.2.1. Tasterschnittstelle



Anzahl Tasten	2; 4; 6
Beschriftung	ja
Meldeleuchte	nein
Montageart	teilversenkt
Versorgungsspannung	30V DC durch Bus
Busanschluss	Anschlussklemme
Mit Infrarot-Sensor	Nein
Sensoren Kompatibel	WHT9xxx
Bussystem	Bussystem EIB
Halogenfreiheit	ja

Abb. 10: Tasterschnittstelle mit verschiedenen Abdeckungen

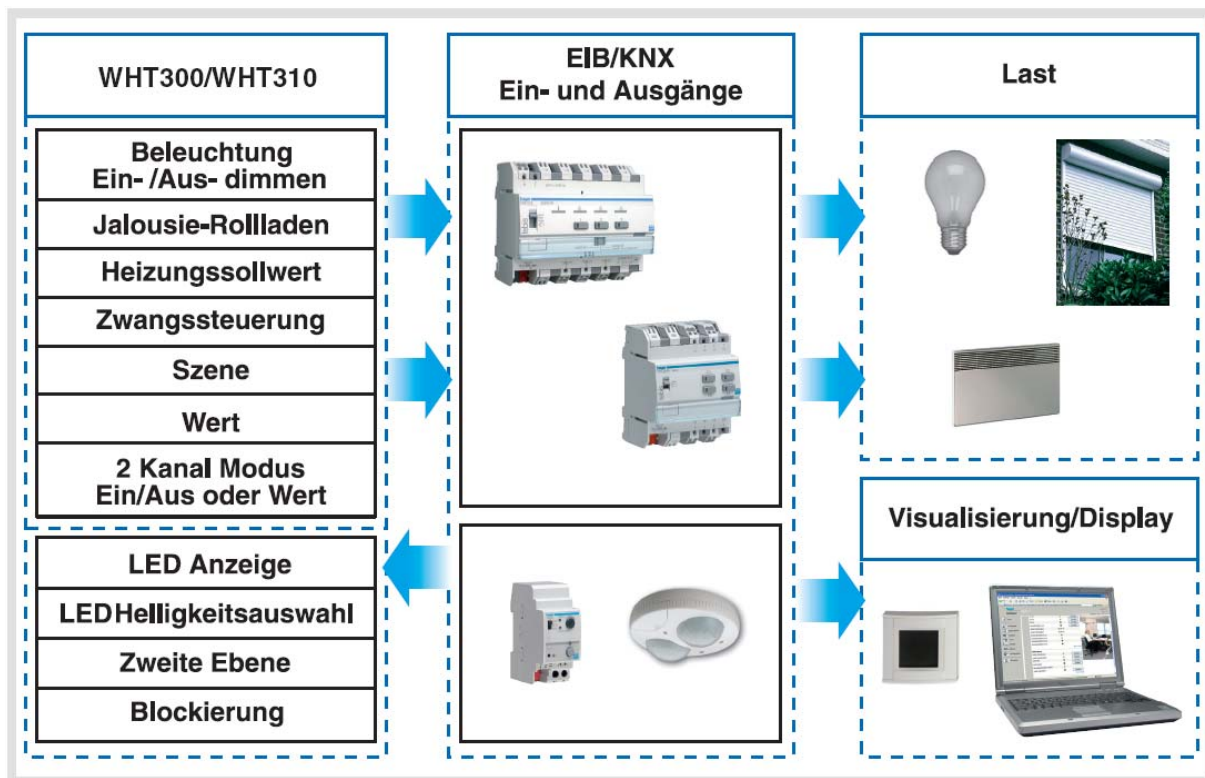


Abb. 11: Schematische Applikationsbeschreibung der Tasterschnittstelle

Die Tasterschnittstelle wird als gewöhnlicher Schalter verwendet, um die verschiedenen Gewerke an den Aktoren zu steuern.

Die Möglichkeiten der Funktion und Verwendung sind extrem vielseitig. Details können aus den Applikationsdokumenten der entsprechenden Produkte entnommen werden.

Es gibt die Schnittstelle auch in der Ausführung mit Infrarot-Sensor (Steuerung des Gebäudes mittel Fernbedienung) und/oder als Funkausführung mit KNX-RF. Die KNX-RF-Ausführung kann mit Doppelklebeband an irgendeiner Stelle montiert werden und ist bis zu 10 Jahre voll funktionsfähig.

### 4.3.3. Bedienpanels (HMI)

Das HMI (Human-Maschine-Interface; Mensch-Maschine-Schnittstelle) erlaubt dem Benutzer mit einer Maschine (z.B. Computer, allg. technisches System) zu interagieren, Zustände zu beobachten, Ereignisse auszulösen und bei Bedarf in Prozesse einzugreifen. Die Interaktion mit den bereitgestellten Informationen erfolgt entweder über einen Touchscreen, welcher stationär eingebaut, oder aber auch mobil sein kann. Infolge der schnellen Entwicklung von mobilen Endgeräten wie Handys und SmartPhones kann die Bedienung mittlerweile auch von solchen Geräten aus erfolgen. Darüber hinaus können PCs, Fernseher, digitale Bilderrahmen etc. zur Anzeige und Bedienung verwendet werden.

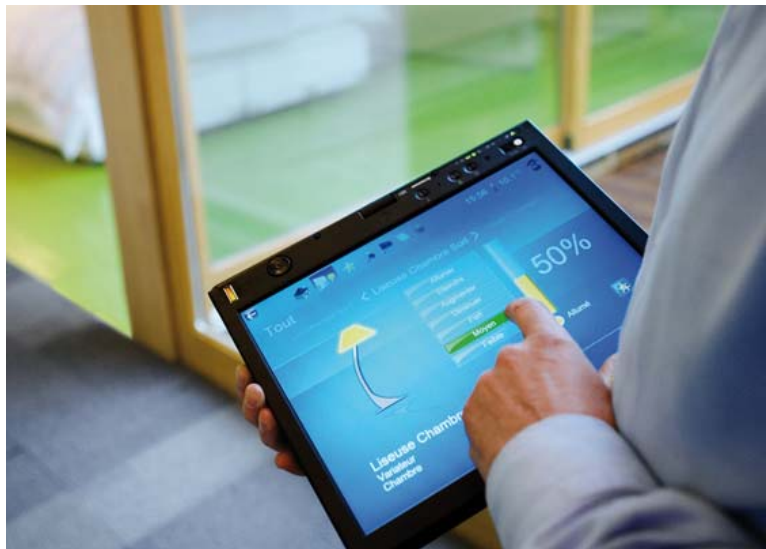


Abbildung 3: Beispiel eines mobilen HMIs

Ziel von HMI im Rahmen von Intelligentem Wohnen sollte sein, dass alle technischen Geräte und Gewerke durch ein ganzheitliches Konzept integriert, überwacht und kontrolliert werden können.

Darüber hinaus kann die Bedieneinheit auch für den Empfang von E-Mails und den Zugriff auf nützliche Online- Dienste wie z. B. Wetterdaten, SBB-Fahrplan oder aktuelle Nachrichten dienen.

#### 4.3.3.1. tebis-Touch-PC



Abb. 12: Der tebis-Tuch-PC der Firma Hager

Hager hat ein stationäres Touch-Display im Sortiment, welches in einer Wand platziert werden kann. Der Vorteil von Produkten aus dem Bereich der Gebäudeautomation im Gegensatz zu herkömmlichen Touch-PCs ist z.B. ein eingebauter KNX-Anschluss, welcher die direkte Anbindung des Busses erlaubt.

Hager bietet zudem eine eigene Software an, um die Visualisierung direkt auf dem Touch-PC zu implementieren. Damit entfällt ein zusätzlicher Server, der die gesamte Visualisierung und Programmierung beinhaltet.

#### 4.3.4. Gebäudeautomations-Server

Der Gebäudeautomations-Server verwaltet alle GUIs (Graphic User Interface, Graphische Benutzeroberfläche) für die HMIs sowie die programmierten Szenen und Sequenzen und bereitet Sensordaten und Status für den Benutzer auf. Er ist zentraler Bestandteil für das intelligente Wohnen.

##### 4.3.4.1. Gira Homeserver

Für die Steuerung eines intelligenten Wohnobjekts hat sich in den letzten Jahren der Homeserver 3 der Firma Gira durchgesetzt.

Der Gebäudeserver ist der Bordcomputer für einen gesamten Gebäudekomplex. Erfahrungen mit Grenzen des Homeservers konnten wir bis jetzt nicht eruieren. Er fungiert als Gateway für die gesamte KNX/EIB Installation in einem Gebäude und ist unverzichtbar für die Vernetzung moderner Gebäude und ihrer technischen Ausstattung. Er ermöglicht die Bedienung der KNX/EIB Funktionen mittels modernster Kommunikationsmedien. Neben dem PC ist der Zugriff auch mit anderen internetfähigen Geräten möglich - direkt über das LAN-Netzwerk, ein hausinternes Funk-Netzwerk oder per Internet. So sind die KNX/EIB Funktionen jederzeit und überall kontrollier- und steuerbar.

##### *Zugriff und Steuerung über das Instabus KNX/EIB System*

Als komfortable Bediengeräte für einen Gebäudeserver lassen sich übliche HMIs einsetzen. Platziert an zentraler Stelle im Gebäude fungieren sie als Steuer-, Melde- und Kontrolleinheit für die gesamte KNX/EIB Installation.

### ***Mobilität***

Alles, was innerhalb des Gebäudes möglich ist, ist auch von außerhalb möglich. Denn in Verbindung mit dem Gebäudeserver ist das gesamte Gebäude auch über das Internet zu steuern. Mit dem Laptop oder anderen internetfähigen Geräten wie Handys oder SmartPhones lässt sich der Zustand der Haustechnik kontrollieren und bedienen. Dann kann beispielsweise schnell geprüft werden, ob alle Geräte ausgeschaltet sind oder vergessen wurde, die Alarmanlage scharf zu schalten. Eine nachträgliche Änderung ist einfach möglich. Und droht dem Haus eine Gefahr, alarmiert das System die Bewohner per E-Mail, Anruf oder SMS.

Für den Zugriff von ausserhalb des Hauses kommen sichere Verfahren und Kommunikationsprotokolle zum Einsatz, damit das Objekt jederzeit vor ungewünschten Zugriffen geschützt ist.

#### **4.3.4.2. Domovea Server**

Die Firma Hager AG hat vor kurzem einen eigenen Gebäudeautomationsserver namens Domovea vorgestellt. Als Partner des iHomeLabs hat uns Hager vorab eine Betaversion zum Testen zur Verfügung gestellt.

Hauptmerkmal ist die einfachere Programmierung des Servers. Jedoch ist der Funktionsumfang etwas geringer als beim Gira Homeserver.

Das Produkt sollte jedoch weiterverfolgt werden, da es eine gute Alternative für bestehende Produkte ist, falls nicht aussergewöhnliche Funktionen nötig sind. Auch hier ist nicht bekannt, wie viele Wohneinheiten mit einem Server abgedeckt werden können. Er ist jedoch im Gegensatz zum Gira Homeserver eher für eine einzelne Wohneinheit ausgelegt.

### 4.3.5. Serverarchitektur

#### *Zentraler Server*

Für die intelligente Haussteuerung wird ein Server verwendet, welcher für alle Wohnobjekte gemeinsam genutzt werden kann.

Vorteile:

- Wirtschaftlichkeit durch Aufteilung der Kosten auf alle Teilnehmer
- Ökologisch, da nur ein Gerät für alle Wohnobjekte benötigt wird
- Gesamtprojekt-übergreifende Automation
- Einfacher Unterhalt für Systemanpassungen.
- Effiziente Auslastung des Servers

Nachteile:

- Klumpenrisiko bei Ausfall
- Eventuell Überbelastung des Servers

#### *Dezentrale Server*

Bei dieser Architektur wird bei jedem Wohnobjekt ein eigener Server verwendet. Die Server der einzelnen Objekte können über ein Ethernet-Netzwerk miteinander vernetzt werden, um gemeinsame Daten auszutauschen.

Vorteile:

- Bei Ausfall nur ein Wohnobjekt betroffen
- Je nach Verbindungsqualität des Netzwerks schnellerer Zugriff auf die Visualisierung

Nachteile

- Grösserer Stromverbrauch bei vielen Wohnobjekten
- Unterhaltsarbeiten müssen an jedem Objekt einzeln ausgeführt werden
- Höhere Kosten für jeden Teilnehmer
- Auslastung der einzelnen Server nicht ideal



## 5. Realisierung

In der Realisierungsfrage muss erstmal geklärt werden, welche Ausbaustufe man verwenden möchte. Je nach finanziellem Aufwand und Nutzen kann man hier von einem Basisausbau bis hin zum Luxusausbau wählen.



Die Firma Hager AG hat im letzten Jahr Richtpreise veranschlagt, wie viel die verschiedenen Ausbaustufen kosten. Dabei sind die Installations- sowie die Inbetriebnahmekosten miteinbezogen. Das Dokument befindet sich im Anhang.

Wichtig dabei ist, dass man bei neuen (auch konventionellen, ohne KNX) Wohnungen die Vorbereitungen trifft, um später einen Ausbau vorzunehmen.

Um das zu gewährleisten sind folgende Punkte zu beachten:

- Sternförmige Verkabelung aller Verbraucher (Beleuchtung, Beschattung, Steckdosen etc.). D.h. bei einer konventionellen Verkabelung, dass beispielsweise Lichtschalter über eine Klemme im Elektrotabelleau zum Licht geführt werden.
- Genügend Leerrohre für KNX, Ethernet, Telefon, TV etc. vorsehen (in alle Zimmer, sowie zu allen Tastern und Bedienpanels)
- Elektrotabelleau überdimensionieren um Platz für (zusätzliche) Aktoren als Reserve vorzusehen
- Ethernetverbindung zum Elektrotabelleau (oder idealerweise Elektrotabelleau als Verteiler von Ethernet, Telefon, TV etc. verwenden)

## 5.1. Programmierung

Es gibt in der Welt des KNX grundsätzlich drei Programmierungsarten, wovon zwei umgesetzt sind und heutzutage verwendet werden.<sup>8</sup>

### 5.1.1. S-Mode (System Mode)

Diese Konfigurationsart ist für erfahrene KNX Installateure gedacht, damit sie anspruchsvolle Gebäudeautomatisierungsfunktionen realisieren können. Eine „S-Mode“ Installation kann mit einem Softwareprogramm (ETS® 3 Professional) auf Basis von Produktdatenbanken geplant werden, die von den S-Mode Geräteherstellern zur Verfügung gestellt werden. Die ETS wird auch verwendet, um Produkte zu verbinden und sie zu konfigurieren (d.h. Einstellen der verfügbaren Parameter nach den Installationsanforderungen). „S-Mode“ bietet den höchsten Grad an Flexibilisierung zur Realisierung von Anwendungen im Bereich Haus- und Gebäudesystemtechnik.

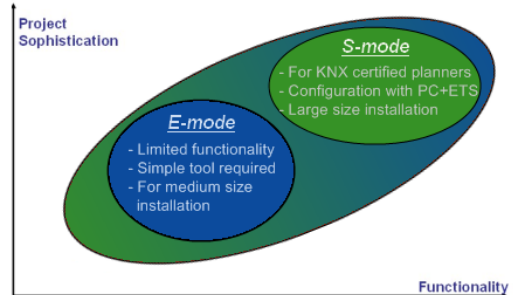


Abb. 13: Darstellung der Projektraffinesse in Bezug auf die Funktionalität

### 5.1.2. E-Mode (Easy Mode)

Diese Konfigurationsart ist mehr für Installateure mit einer KNX Grundausbildung geeignet. „E-Mode“ Geräte haben eingeschränkte Funktionalität im Vergleich zu „S-Mode“. Sie sind bereits vorprogrammiert und enthalten ab Werk eine Standardeinstellung für die Parameter. Mit einem einfachen Konfigurationstool kann jedes Gerät teilweise angepasst werden. Diese Änderungen umfassen hauptsächlich Parametereinstellungen und Verknüpfungen.

## **6. Konkrete Vorschläge Wilen**

### **6.1. Konzept**

Es muss nochmals mit aller Deutlichkeit darauf hingewiesen werden, dass der Leerrohr-Installation grösste Bedeutung zugewiesen wird. Nur so lässt sich späteres Nachrüsten und Erneuern ohne grossen Aufwand und mit wenig Kosten realisieren.

Umfangreiche Informationen zur Leerrohr-Installation sind in folgenden Dokumenten zu finden:

- Intelligentes Wohnen – Bauen mit Weitblick
- Checkliste Intelligentes Wohnen
- Guideline Homeverkabelung (swisscom)
- Standpunkt zum Thema Hausverkabelung (swisscable)

#### **6.1.1. Leerrohr-Installation**

Die Leerrohrführung erfolgt generell vom zentralen Verteiler (meist im Keller) über einen Versorgungsschacht zu den Etagenverteilern und von dort jeweils sternförmig zu den Dosen in jeden Raum. Dabei gilt sowohl eine sternförmige Leerrohr-Installation für die Stromversorgung wie für die Multimedia- und Telekommunikationstechnik. Werden Räume sogar mit Leerrohr-Ringen und vorerst nicht genutzten und verdeckten Anschlusspunkten versehen, ist ein späteres Nachrüsten problemlos möglich.

#### **6.1.2. Verteiler**

Bei den Verteilern sowohl im Keller wie auf den Etagen ist zu beachten, dass genügend Platz für aktive Geräte (z.B. Ethernet Switch, etc.) vorhanden ist und auch Reserveplatz eingeplant wird. Nur so ist es möglich, nachträglich Änderungen ohne grossen Aufwand zu machen, wie z.B. das Umrüsten auf Glasfaser (Fiber-to-the-Home) oder sonstige zukünftige Technologien.

#### **6.1.3. Taster- und Bedieneinheiten**

Ein oft übersehener Punkt ist das Anbringen der Taster- und Bedieneinheiten. Während der herkömmliche Taster (z.B. Lichtschalter) klassisch auf einer Höhe von ca. 110cm angebracht wird, sollte ein Display, welches als Bedienpanel eingesetzt wird auf ca. 150cm Höhe montiert werden. Auch hier lohnt sich eine Leerrohr-Installation, welche beide Fälle abdeckt und wo jeweils die gewünschte Höhe aktiviert ist, der Rest ist verdeckt.

#### **6.1.4. Audio- und Videoverkabelung**

Ein Sonderfall stellt die Audio- und Videoverkabelung dar. Spricht man von Multirooming, gilt die oben beschriebene sternförmige Leerrohr-Installation ab dem Etagenverteiler. Möchte man jedoch einzelne Räume mit einem Surround-System (5.1 oder 7.1) ausstatten, ist das

Verlegen von Leerrohr-Ringen ein absolutes Muss. In diesem Zusammenhang sollten dann auch gleich Anschlusspunkte für Projektoren (Beamer) in der Decke und Flachbildschirme an den Wänden definiert werden. Auch dies kann vorerst verdeckt erfolgen, um nachträglich ohne grossen Aufwand aktiviert zu werden.

## **6.2. Stromversorgungs-Ausbaustufen**

Im folgenden Kapitel werden die einzelnen Stromversorgungs-Ausbaustufen am Beispiel der 5.5-Zimmer-Obergeschoss-Wohnung erläutert. Als Anhaltspunkt können die Preise aus der Richtpreisliste der Firma Hager entnommen werden.

In jedem Paket sind zudem folgende Features inklusive:

- Elektrotabelleau
- Eine 3-Fach Steckdose pro Raum
- Ein Lampenanschluss pro Raum
- TV/Tel./UKW-Verkabelung und Anschlüsse für Wohn- und Schlafzimmer

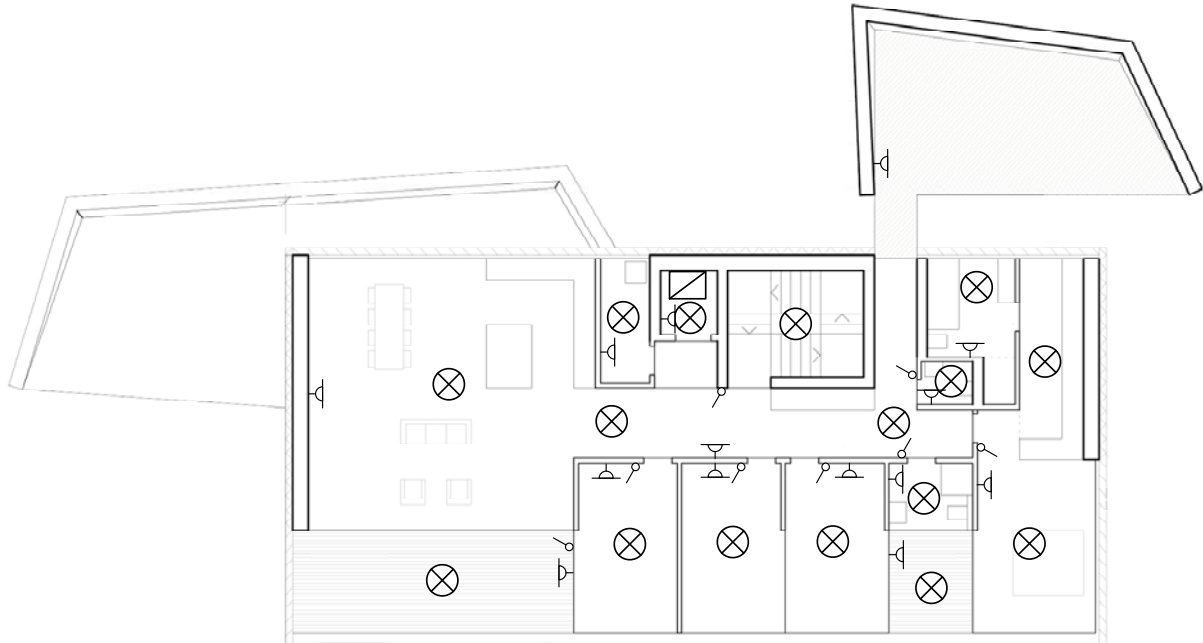
Für die verwendeten Symbole gilt folgende Legende:

	geschaltete Steckdose
	Kallysto Taster
	Beleuchtung
	Jalousiemotor
	Bewegungsmelder
	Wetterstation

### 6.2.1. Komfort Starter (© Hager)

Dieses Paket beinhaltet folgende Features:

- 16 Schaltausgänge für Beleuchtung
- 8 Kallysto Taster

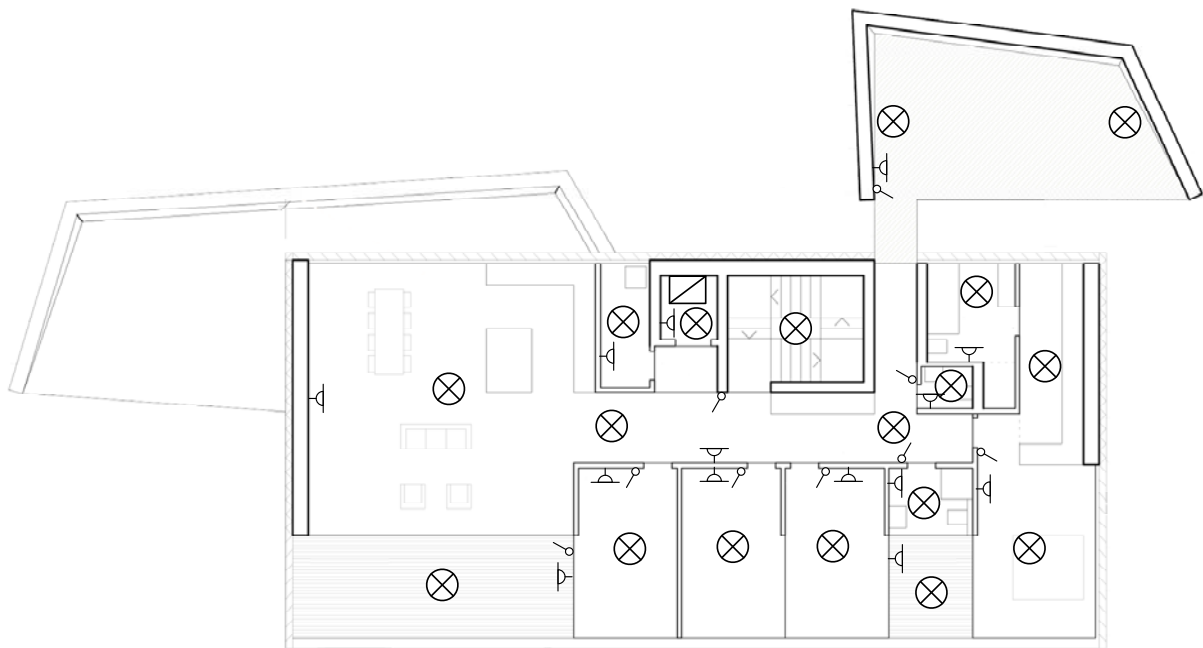


Die Programmierung der gesamten Anlage wird im E-Mode vorgenommen.

## 6.2.2. Komfort Advanced (© Hager)

Dieses Paket beinhaltet folgende Features:

- 16 Schaltausgänge für Beleuchtung
- 2 Dimmausgänge
- 9 Kallysto Taster

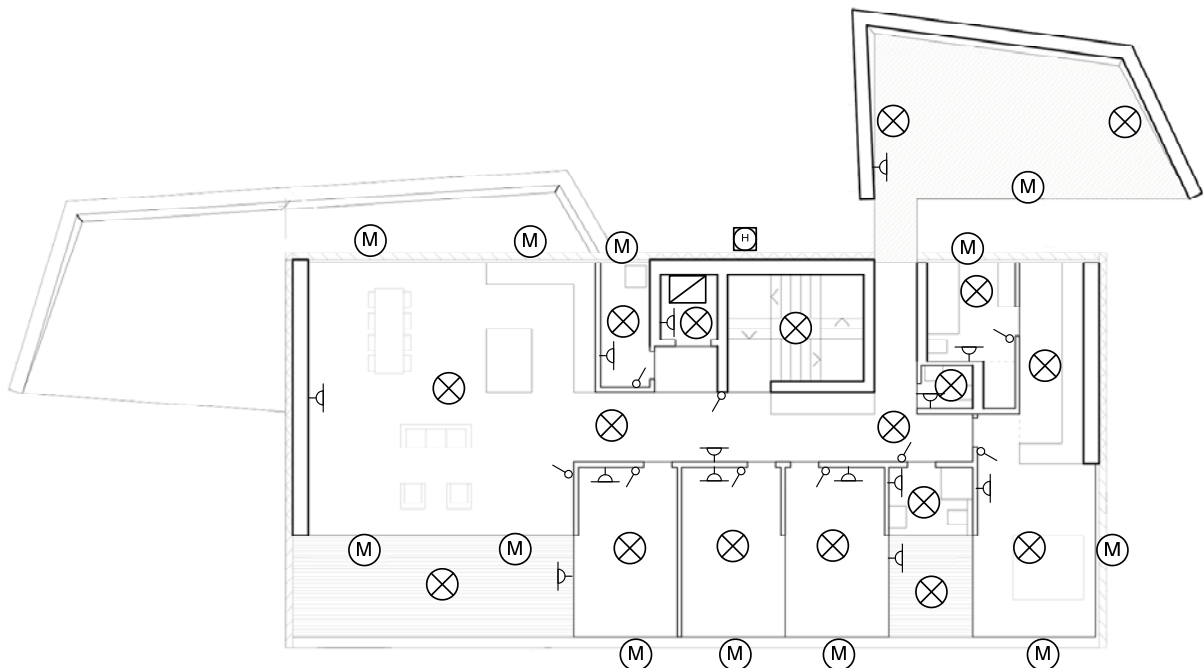


Eigentlich identisch mit Komfort Starter, jedoch mit dem Vorteil, dass zwei Lampen (vorzugsweise Wohn- und Schlafzimmer) dimmbar sind. Die zwei freien Schaltausgänge können dann für Aussenbeleuchtungen eingesetzt werden.

### 6.2.3. Komfort Classic (© Hager)

Dieses Paket beinhaltet folgende Features:

- 16 Schaltausgänge für Beleuchtung
- 2 Dimmausgänge
- 12 Jalousieausgänge
- 9 Kallysto Taster
- 1 Bewegungsmelder



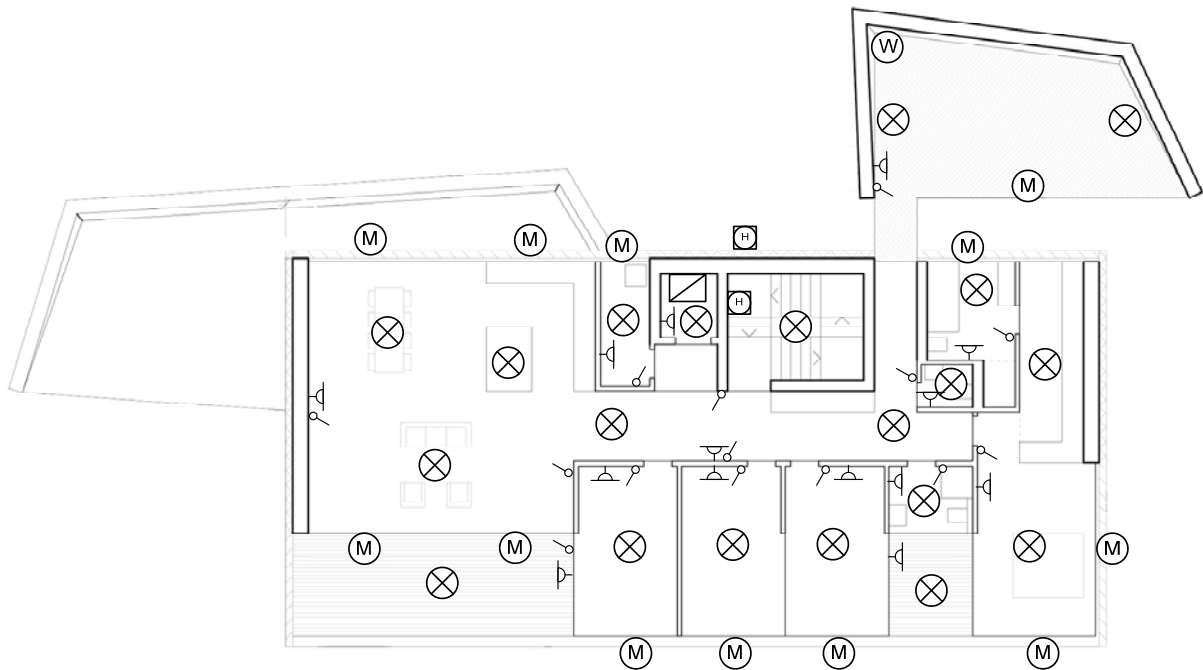
Die angesprochenen Jalousieausgänge können einerseits für Storen/Jalousien oder aber auch für Sonnenstoren im Aussenbereich eingesetzt werden. Für die Bedienung der zusätzlichen Aktoren wurden noch drei Taster hinzugefügt. Durch den Bewegungsmelder kann ein Dämmerungsschalter implementiert werden, damit sich die Storen/Jalousien bei Dämmerung automatisch schliessen.

Die Programmierung der gesamten Anlage wird im E-Mode vorgenommen.

#### 6.2.4. Komfort Deluxe (© Hager)

Dieses Paket beinhaltet folgende Features:

- 20 Schaltausgänge für Beleuchtung / Netzfreeschaltung
- 5 Dimmausgänge
- 12 Jalousieausgänge
- 14 Kallysto Taster (mit LED-Beleuchtung)
- 2 Bewegungsmelder
- 2 Fernbedienungen
- 1 Wetterstation



Bei dieser Ausbaustufe stehen noch mehr Schalt- und Dimmausgänge für die Beleuchtung und Netzfreeschaltung zur Verfügung. Bei diesem Beispiel wurden acht Schaltausgänge für eine Netzfreeschaltung reserviert. Je nach Geräte in der Wohnung können diese sinnvoll eingesetzt werden.

Zusätzlich sind noch zwei Fernbedienungen inbegriffen. Diese können verwendet werden um bestehende Geräte (Home Electronic) zu steuern und Szenen zu programmieren. Die Kallysto Schalter habe Infrarotempfänger integriert. Somit kann man die Fernbedienung in jedem Raum verwendet werden.

Darüber hinaus wird eine Wetterstation integriert, welche je nach Witterung die Sonnenstoren ein- bzw. ausfahren, oder auch andere Aktionen ausführen kann.

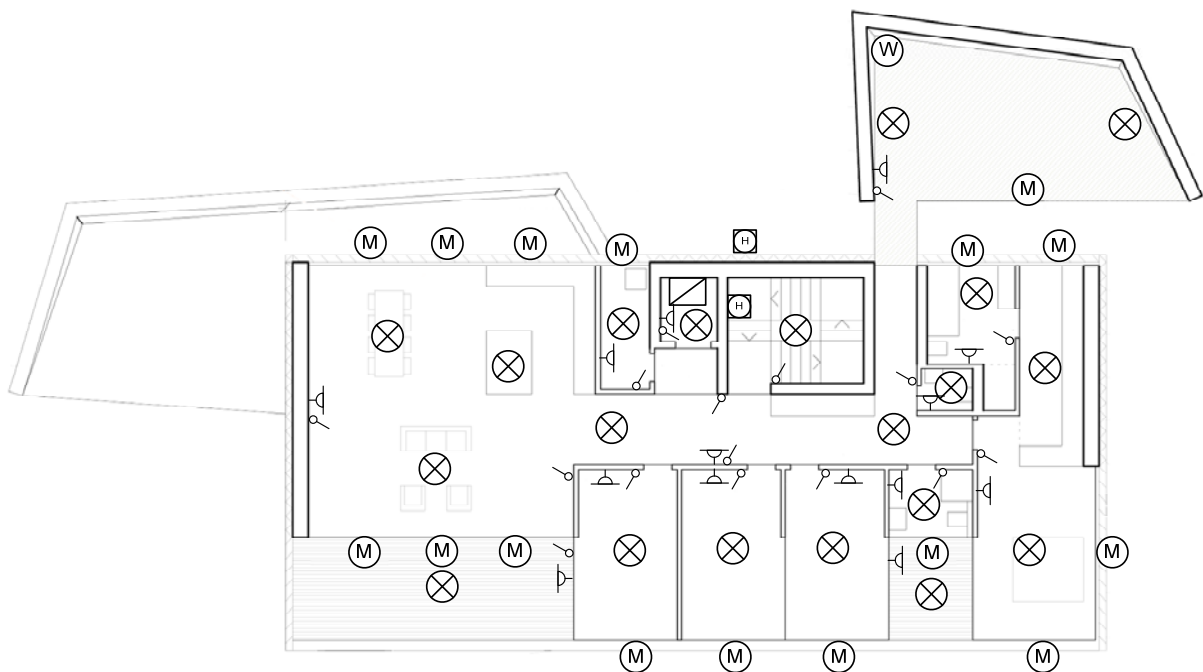
Sinnvollerweise würde bei einem Mehrfamilienhaus eine solche Wetterstation auf dem Dach montiert und von allen Parteien gemeinsam verwendet werden.

Die Programmierung der gesamten Anlage wird im E-Mode vorgenommen.



### 6.2.5. Komfort Premium (© Hager)

- 22 Schaltausgänge für Beleuchtung / Netzfreeschaltung
- 7 Dimmausgänge
- 16 Jalousieausgänge
- 16 Kallysto Taster (mit LED-Beleuchtung)
- 2 Bewegungsmelder
- 3 Fernbedienungen
- 1 Wetterstation
- 1 Telefonschaltmodul



In dieser Ausbaustufe wurden noch mehr Schaltkanäle für die Netzfreeschaltung reserviert, um das Gebäude bei Abwesenheit wirklich in einen Energiesparenden Betrieb schalten zu können.

Zusätzlich zu den anderen Stufen wurde hier noch ein Telefonschaltmodul eingefügt. Damit ist es möglich, drei beliebige Schaltkreise (Beleuchtung, Jalo, Boiler etc.) von überall her über ein gewöhnliches Tastentelefon zu steuern zu steuern.

Die Programmierung der gesamten Anlage wird im S-Mode vorgenommen.

### **6.3. Zubehör**

In all diesen Beispiel-Ausbaustufen der Firma Hager wird jedoch immer nur der Grundausbau aufgezeigt. In vielen Fällen werden aber Visualisierungen und zusätzliche Funktionen verlangt, um noch mehr aus der Vernetzung herauszuholen.

In diesem Fall wird, wie bereits erwähnt, ein Gebäudeserver benötigt, welche diese zusätzlichen Funktionalitäten zur Verfügung stellt.

Je nach vorhandenen Geräten werden auch noch zusätzliche Schnittstellen benötigt, wie z.B. Ethernet → Infrarot, um Fernseher etc. im Wohnzimmer zu steuern.

Diese zusätzlichen Features müssen auf die vorhandene Infrastruktur und die Wünsche des Bewohners angepasst werden, deshalb wird hier nicht weiter darauf eingegangen.

## 7. Literatur / Referenzen

---

<sup>1</sup> **Wikipedia** [Online]

<http://www.wikipedia.de>

<sup>2</sup> **digitalSTROM Allianz** [Online]

<http://www.digitalstrom.org>

<sup>3</sup> **ZigBee Allianz**, [Online]

<http://www.zigbee.org/Products/CertifiedProducts/ZigBeeHomeAutomation/tabid/455/Default.aspx>

<sup>4</sup> **Smart Meter: Chance für die Steigerung der Energieeffizienz mit Feedback** [Online]

[http://www.forumenergie.ch/pub/events/docs/Referat\\_Dettli.pdf](http://www.forumenergie.ch/pub/events/docs/Referat_Dettli.pdf)

<sup>5</sup> Nipkow, Jürg; Togni, Giuse; Braunwalder, Armin – **Verminderung der Standby-Verluste, Hindernisse und Massnahmen zur Überwindung**, *BFE Schlussbericht, Dezember 2007*

<sup>6</sup> **Swisscable – Verband von Kabelnetzbetreiber der Schweiz** [Online]

<http://www.swisscable.ch>

<sup>7</sup> **Swisscom, VSEI – Home Networking, Guidelines zur Heimverkabelung**, [Online]

[http://www.swisscom.ch/fxres/files/infrastruktur/HomeNetworking\\_Guideline\\_de.pdf](http://www.swisscom.ch/fxres/files/infrastruktur/HomeNetworking_Guideline_de.pdf) (siehe auch Anhang)

<sup>8</sup> **Konfigurations-Modi – KNX Association** [Online]

<http://www.knx.org/de/knx-standard/configuration-modes/>

### Weitere Informationsquellen

- Gebäude Netzwerk Institut GNI – Fachgruppe Intelligentes Wohnen ([http://www.g-n-i.ch/deutsch/fachgruppen/intelligentes\\_wohnen.php](http://www.g-n-i.ch/deutsch/fachgruppen/intelligentes_wohnen.php))
  - Checkliste Intelligentes Wohnen  
Anhang „Checkliste-GNI-IW-DE-2008.pdf“
  - Guideline Homeverkabelung (swisscom)  
Anhang „Guideline\_Homeverkabelung\_dt.pdf“
  - Standpunkt zum Thema Hausverkabelung (swisscable)  
Anhang „Standpunkt\_Hausverkabelung.pdf“
  - Intelligentes Wohnen – Bauen mit Weitblick  
Anhang „ZVEI\_Flyer\_Leerrohre\_2005.pdf“
- Home Electronics (<http://www.home-electronic.ch>)
  - electronicHOME-Jahrbuch 2010
- tebis KNX Home Automation (<http://www.tebis.ch>)
  - Richtpreisliste  
Anhang „Richtpreise tebis Home Automation.pdf“