

# Beschreibung

## Beschreibung und Entstehung meiner KNX-Anlage

Seit vielen Jahren nutze ich bereits eine Hausautomation, leider immer nur auf Basis von Funk, da in angemieteten Wohnungen und Häusern eine nachträgliche Verlegung eines Bus-Kabels nicht möglich war. Durch die Entscheidung, ein Eigenheim zu bauen, konnte ich endlich eine Hausautomation auf Busebene planen und umsetzen. Schnell war die Entscheidung für KNX getroffen, um herstellerunabhängig zu sein, eine große Auswahl von Sensoren und Aktoren nutzen und andere Systeme gut integrieren zu können. Genauso schnell war die Entscheidung getroffen, den HomeServer von Gira mit zu integrieren, um entsprechende Logiken und Visualisierungen umsetzen zu können. Die Hausautomation wird ein zentraler Bestandteil des Hauses sein und Hausautomation bedeutet für mich nicht nur, dass ein Licht oder ein Gerät über ein Smartphone ein- oder ausgeschaltet wird, sondern dass die meisten Aktionen innerhalb und außerhalb des Hauses automatisiert ablaufen, gesteuert von der Automation des Hauses.

Die Hausautomation mit vielen integrierten Logiken greift sehr stark in die Elektrik des Hauses ein, aber auch in das Leben der Bewohner. Nicht jeder ist mit einer solchen Automation glücklich. Somit legte ich beispielsweise bei der Entwicklung der Visualisierung Wert drauf, Parameter für die Logiken über eine mit Pin-Code versehene Seite veränderbar zu machen und ggf. bestimmte Logiken auch abschaltbar zu machen. Außerdem kann in jede Automatisierung durch Schalter manuell Eingriff genommen werden und diese rückgängig gemacht werden, wenn die derzeitige Stimmungslage dann doch mal einen anderen Wunsch hat. Weiterhin ist es wichtig, sich für eine Lösung zu entscheiden, die auf Standards basiert, mit der sich viele Menschen auskennen, um Änderungen vornehmen zu können. Eine von mir entwickelte "Bastel"-Lösung wäre hier nicht angebracht. Sollte mir etwas passieren, wäre meine Frau dem Haus sehr ausgeliefert. Durch die Wahl von KNX und dem Gira HomeServer sowie einer guten Dokumentation der gesamten Automation, ist es jedoch jedem möglich, sich Hilfe bei gewünschten Änderungen zu holen. Weiterhin sollte der Wert des Hauses nicht beeinträchtigt werden und mögliche Käufer zu einem evtl. späteren Zeitpunkt durch eine nicht standardisierte Umsetzung abschrecken. Die Dokumentation beinhaltet beispielsweise einen Bereich, in dem die Schritte beschrieben sind, um im Falle des Falles die Logiken komplett abzuschalten, also quasi den HomeServer komplett vom System zu trennen.

Nachdem die Entscheidung getroffen wurde, tatsächlich ein Haus zu bauen, habe ich sofort die ersten Teile einer KNX-Anlage bestellt, um die ersten Annäherungsversuche zu wagen. Dazu gehörten 2 Spannungsversorgungen und 2 Linienkoppler weil ich gelesen hatte, dass man mehrere Linien verwenden sollte, einen Schaltaktor, einen Dimmaktor und einen Binäreingang für die ersten Schaltversuche, einen Präsenzmelder und natürlich einen 100m Ring KNX-Kabel. Die ETS-Software war ebenfalls schnell gekauft und dann ging es auch schon los. Die Begeisterung war groß, es war alles verständlich und funktionierte sehr schnell. Als nächstes folgte der Gira HomeServer und weitere Sensoren. Sehr bald konnte man mein Arbeitszimmer vor lauter kreuz und quer liegende grüne Kabel nicht mehr betreten. Stundenlanges Lesen von Forenbeiträgen brachten mich während der Erstellung der Hauspläne mit dem Architekten auf viele neue Ideen. Von Temperatursensoren im Estrich über Absicherung des Hauses mit verschiedenen Sensoren bis zur Integration von HUE Lampen und 1-wire Busses. Mir wurde schnell klar, dass der Schaltkasten extrem groß werden muss, vor allem nach dem ich mir in den Kopf gesetzt hatte, dass jede Steckdose und jeder Verbraucher einzeln zu schalten sein muss. Selbst die einzelnen Steckdosen in Doppel- bzw. dreier oder vierer Reihen müssen einzeln zu schalten sein. Im Laufe der Zeit hatte ich mir dann eine Aufstellung von allen einzubauenden KNX-Geräten zusammen gestellt und hochgerechnet, wieviele Aktoren pro Stockwerk benötigt werden.

Während der Planungsphase mit dem Architekten gab es beispielsweise viele Diskussionen über den Standort des Schaltkastens. Der Architekt hatte bis zu diesem Zeitpunkt noch keinen Kunden, der ein so großes KNX-System vor hatte. Es war ihm unverständlich, warum ich immer wieder über den Standort des Kastens reden wollte. Er meinte irgendwann, naja, so einen Kasten bekommt man überall in der Wand unter und zeigte mit seinen Händen auf einen 50 x 50 cm Kasten. Auf mein Drängen zeichnete er dann im Keller in dem Technikraum einen ca. 2 m breiten Schaltkasten ein, wahrscheinlich um endlich die Diskussionen zu beenden. Nachdem dann die Grundrisse jedes Stockwerks fest standen, habe ich mit einem sogenannten Raumbuch angefangen. In meinem Wiki-System habe ich jeden einzelnen Raum vom Grundriss aufgenommen und Steckdosen, Lichtkabel, LED-Stripes, Netzwerk und alle Sensoren mit ihrer Position aufgenommen und festgehalten, was für eine Leitung benötigt wird. Zum Leidwesen meiner Frau kam ich immer wieder an und fragte, wo sie denn für die Weihnachtsbeleuchtung etc. Steckdosen braucht und mir völlig unklar kam jedesmal die Antwort "das weiß ich doch jetzt nicht, das ergibt sich dann wenn wir drin wohnen".

Es gab dann irgendwann das erste Treffen mit dem Architekten, dem Elektriker und mir. Nach einem einstündigen Vortrag von meiner Seite, in dem ich meine Vorstellungen bzgl. Elektrik vom Besten gab, meinte der Elektriker zum Architekten "das Fizeiteil soll der Schaltkasten sein? Den kannst du gleich doppelt so groß zeichnen und dann reicht der wohl immer noch nicht". Ab dem Zeitpunkt war dem Architekten wohl klar, dass das Haus auch im Punkt Elektrik nicht normal wird. Während der Gewerkplanung wurde dann für das Dachgeschoss ein eigener Schaltkasten eingeplant und im Keller wurde die gesamte Wand für den Schaltkasten für Keller und Erdgeschoss reserviert. Der Netzwerkschrank und die geplante USV musste dann in den Nachbarraum verbannt werden. Dank der genauen Aufstellung wieviele Aktoren und andere Systeme aufgenommen werden musste, konnte der Elektriker dann die Größe der Kästen bestimmen, so dass ich dann noch ein wenig Luft habe, um weitere Hutschienen-Elemente aufzunehmen. Der Elektriker hatte dann große Auslässe in den Geschossdecken eingeplant, um die ganzen Leitungen von Stockwerk zu Stockwerk zu bringen. Bei der Menge an Leitungen wurden schon während des Rohbaus viele in den Beton der Decken einbetoniert. Für mich das schönste war, dass die Elektriker mit meinem ausgedrucktem Raumplan über die Baustelle liefen und entsprechend dem Plan die Leitungen verlegt haben. Sie haben tatsächlich alles gut verstanden und meinten, sie hätten noch nie eine Baustelle gehabt, die so gut vorher geplant war. Nachdem bereits viele Kabel in den Decken einbetoniert waren, wurden die restlichen Kabel dann auf dem Beton der Decken verlegt. Natürlich hatte sich zwischendurch was an dem Raumbuch geändert und es kamen noch ein paar weitere Kabel hinzu. Letztendlich wurden die Kabel dreilagig auf dem Beton zu den Auslässen in den Keller geführt und der Architekt fluchte erneut, weil er Angst hatte, dass die verbleibende Höhe für den Estrich nicht ausreichte. Mein Kommentar "das habe ich ihnen doch immer gesagt" half da wenig, auch der Kommentar "sie dürfen den Estrich auch nicht

1 cm höher machen, sonst passt der Rohrauslass für den Kaminofen nicht mehr" brachte keine Erleichterung. Aber es ist alles gut gegangen, auch wenn der Architekt im Laufe der Bauphasen weitherin über die Menge an Kabeln fluchte und meinte "das braucht doch kein Mensch".

Das Haus soll auch einen Blitzschutz bekommen, da bereits Blitze in der Vergangenheit mehrfach in der Nähe eingeschlagen sind. Da ein äußerer Blitzschutz gut für das Gebäude ist, aber bei einem ungenügendem Überspannungsschutz schlecht für die Elektrik ist, habe ich während der Erstellung des Raumbuches die Ableiter der Blitzfangeinrichtung vom Blitzschutz-Unternehmen aufzeichnen lassen und den Mindestabstand zu Leitungen berechnen lassen. Den Elektrikern habe ich entsprechend eingeschärft, von diesen Stellen mit der Verlegung der Leitungen weit genug weg zu bleiben. Entsprechender Überspannungsschutz als innerer Blitzschutz wurde ebenfalls eingeplant. Leider sind aus den geplanten vier Ableitern letztendlich neun geworden, aber glücklicherweise hat es dennoch mit der Position der Leitungen gepasst, vor allem reduziert sich der Mindestabstand wenn mehrere Ableiter vorhanden sind. Bei der letzten Begehung des Hauses mit dem Geschäftsführer der Blitzschutzfirma wurden noch drei weitere Stellen identifiziert, an denen ein entsprechender Grob- und Mittelschutz in Form eines Überspannungsschutzes eingebaut werden sollte.

Mit dem Elektriker hatte ich schnell die Übereinstimmung getroffen, dass er primär für die Verlegung der Leitungen zuständig ist sowie den Aufbau und die Verdrahtung der Schaltkästen vornimmt. Er soll alles das machen, was ich aus versicherungstechnischen Gründen nicht vornehmen darf. Ich selber würde dann alles was KNX ist übernehmen, auch den Anschluss der Sensoren und KNX-Schalter in den Räumen. Die Zusammenarbeit mit dem jungen Elektriker passte von Anfang an sehr gut. Bei Problemen kam er an und meinte, er hätte folgendes Problem, brachte immer einen Lösungsvorschlag mit und fragte nur, ob die Lösung so passen würde. Besser konnte es nicht gehen. In Summe wurden für das Einfamilienwohnhaus 11,3 km Kabel verlegt. Später kamen dann für die im Garten verlegten Kabel nochmal 1 km dazu. Diese Masse an Kabel kamen alle in den Schaltkästen zusammen und die Stromkabeln wurden auf Dreistockklemmen verdrahtet. Von diesen wurden dann vom Elektriker die Kabel an die Schaltaktoren und Dimmaktoren verbunden. Mehrere Wochen saß der Elektriker an der Verdrahtung der Schaltkästen, bis alle Kabel verbunden waren. Der Elektriker hat auch auf meinen Wunsch hin statt normale Sicherungen die "neuen" AFDD (Arc Fault Detection Device) Sicherungen eingebaut. Diese erkennen bei einem defekten Kabel oder Gerät einen entstehenden Lichtbogen und schalten ab bevor es zu einem Kabelbrand kommt. Hierbei ist es zu einem geringen MEhraufwand gekommen, da der Nulleiter bei AFDDs anders verteilt werden mussten als sonst üblich, es dürfen wie bei FI-Schutz-Schaltern nur die Geräte den selben Nulleiter bekommen, die am gleichen AFDD angeschlossen sind.

Nachdem der Elektriker die gesamten 230/400 V Leitungen und meine 5 KW unterbrechungsfreie Spannungsversorgung (USV) angeschlossen hatte, habe ich alle KNX-Leitungen und 8-adrigen Sensorleitungen verdrahtet. Da alle Türen auf meinem Wunsch hin einen Sensor eingebaut haben sollte, mit dem ein geöffneter oder geschlossener Zustand festzustellen werden konnte, habe ich nach dem Einbau der Türen festgestellt, dass ein weiterer Sensor eingebaut wurde: Es konnte darüber festgestellt werden, ob eine Tür zugeschlossen war oder nicht. Dies wollte ich natürlich auch nutzen, so musste ich dann weitere Binäreingänge in das KNX-System aufnehmen, da die geplanten nicht gereicht hatten. Zusätzlich kamen dann im Laufe der Bauzeit weitere KNX-Elemente hinzu, um beispielsweise die Heizung zu steuern bzw. den Zustand auszulesen, die zentrale Lüftungsanlage etc. Die Integration der Sonos-Lautsprecher, der HUE-Lampen und des 1-wire Bussystem (verwendet für die Temperaturmessung im Estrich) erfolgt nur über den Gira HomeServer. Der einfachhalthaber habe ich mir Lizenzen von fertigen zu integrierenden Modulen gekauft, die bei einem Dienstleister für Gebäudeautomation erworben werden konnte. Diese musste ich dann nur auf meine Bedürfnisse konfigurieren und in entsprechende Logiken einbauen. Bei den in nahezu allen Räumen vorhandenen Displays habe ich keine fertigen Elemente verwendet, sondern mir selber mittels Rasperry Pi und die dazugehörigen qualitativ sehr guten 7 Zoll Touch-Displays auf Linux-Basis in die Wand eingebaut. Der Elektriker hatte mir entsprechende Unterputzdosen mit Stromanschluss und Netzwerkkabel eingemauert, so dass ich ein entsprechendes Netzteil und die Rasperry Pis einbauen konnte. Das Linux habe ich so konfiguriert, dass beim Hochfahren direkt ein vollflächiger Browser gestartet wurde und abhängig vom Raum die entsprechende Seite der selbsterzeugten HomeServer Visualisierung angezeigt wird. Damit nicht alle Rasperrys und Displays unnötig laufen und Strom verbrauchen, habe ich eine kleine Java-Socket-Anwendung geschrieben und auf das Linux installiert, so dass der HomeServer jedes Display per TCP ansprechen kann und Befehle zum ein- und ausschalten des Displays sowie das Herunterfahren des Linuxsystems mit anschließendem Abschalten der Spannung, damit das Netzteil ebenfalls nicht unnötig Leerlaufstrom verbraucht. Mit dieser Möglichkeit bin ich in der Lage, abhängig über die Verweildauer in den Räumen die Displays entsprechend zu steuern.

Es war immer sehr interessant, gewisse KNX-Sensoren mit anderen Gewerken zu verbinden. Beispielsweise wollte ich das enertex Proxymtouch Modul unter einer Fliese in der Dusche montiert haben, um darüber Licht und andere Geräte beim Duschen steuern zu können. Als ich das dem Fliesenleger erklärt habe, er schnell gemerkt hat, dass von dem Unterbau der Mauer ein guter cm ab muss, das Gerät an die Fliese geklebt werden und 24 Stunden trocken muss, um es dann an die bereits vorhandene KNX-Leitung per Verbinder anzuschließen, war ihm nicht ganz wohl. Letztendlich hat der Trockenbauer nach Maß den Ausschnitt vorgenommen, der Fliesenleger hat alle Fliesen bis auf die eine an einem Freitag an die Wand geklebt und mir genau den Ausschnitt auf der Rückseite der Fliese aufgezeichnet, so dass ich am Samstag das Gerät aufkleben und am Sonntag es an die KNX-Leitung anschließen konnte, damit der Fliesenleger sie dann am Montag ankleben und alles verfugen konnte. Für Wassersensoren hatte ich einen guten Tipp über ein Forumsbeitrag bekommen, als Wassermelder einen Weidedrahtzaun zu nutzen und diesen an einen Binäreingang zu schließen. Ein erster Test zeigte die Wirksamkeit. Selbst feuchte Finger habe gereicht, den Melder auszulösen. An jeder später nicht erreichbaren Stelle, z.B. beim Vorbau im Bad oder unter der Badewanne, sogar im Estrich unter der Dusche, habe ich dann einen solchen Weidedrahtzaun angeschlossen. Die Sanitärmoneteure waren überhaupt nicht begeistert und warnten mich, sie zu rufen, wenn der Wassermelder Feuchtigkeit meldet. Schließlich würde unter der Badewanne Schwitzwasser beim Baden entstehen.

Im Gartenbereich wird die Bewässerung ebenfalls über KNX gesteuert. Die Pumpe der Zisterne und das Netzteil für die Magnetventile werden über einen Schaltaktor gesteuert, die 13 Magnetventile über drei Ventilboxen werden ebenfalls einzeln über einen Schaltaktoren gesteuert, so dass gezielt Bereiche bewässert werden können. Die gemessene Erdfeuchte von vier Sensoren dient als Eingangswert sowie die Wettervorhersage, um die Länge der Bewässerung zu bestimmen. Die über die Tanksonde gemessene Füllstandshöhe informiert über den aktuellen Wasserstand und zukünftig wird eine weitere Pumpe damit gesteuert, um Grundwasser in die Zisterne zu pumpen. Neben der Bewässerung werden die im Garten verteilten Steckdosen und die Außenbeleuchtung gesteuert. Zudem habe ich auf unterschiedlichen Höhen in der Zisterne wasserfeste Temperatursensoren eingebaut, um zu ermitteln, wann auf welcher Höhe das Wasser gefriert und kein Pumpenbetrieb erfolgen darf.

Die Dokumentation des gesamten Systems erfolgt in meinem Wiki-System (Confluence). Das System läuft in meiner private Cloud und hat sich als sehr praktisch erwiesen. Vor allem kann ich von überall aus gesichert darauf zugreifen und Veränderungen lassen sich schnell und einfach dokumentieren. Das ist Voraussetzung dafür, dass die Dokumentation auch immer direkt nachgezogen wird. Ein schwerfällig zu bedienendes System dagegen (z.B. Dokumentation per Papier), hat zur Folge, dass man Veränderungen erst später dokumentiert werden oder sogar nie. Mit dem im System integrierten Gliffy-Editor können darüberhinaus auch jederzeit sehr einfach Grafiken integriert werden. Dank des Wikis mit dem Online-Zugriff ist es möglich, ebenfalls ein Raspberry Pi (das neuste Modell 4 ist dafür schnell genug und hat ausreichend Speicher) mit einem großen Touch-Display in den Technikraum zu hängen und darüber jederzeit schnell auf die Dokumentation zugreifen zu können. Für den Worst-Case gibt es zusätzlich eine von Zeit zu Zeit ausgedruckte aktuelle Version in einem Ordner.

## Umfang der Anlage

Es wurde eine Hauptlinie aufgebaut mit jeweils einer Nebenlinie für Keller, Erdgeschoss und Dachgeschoss. Hinzu kommt eine aus Sicherheitsgründen aufgenommene Linie für Outdoor, in der auch die Garage mit integriert ist. Zusätzlich musste eine Funk Linie für das Erdgeschoss genommen werden, da letztendlich für die Dunstabzugshaube statt einer zu schaltenden Phase zwei benötigt wurden. Das Haus ist Netzwerkseitig in viele VLANs aufgeteilt, eine Hardware Firewall Appliance verbindet die VLANs nach genau definierten Regeln, so dass jedes Gerät gezielt nur mit anderen Geräten kommunizieren kann.

- \* Integration des ekey-Fingerprint- und RFID-System in HomeServer per IP
- \* Gira System 106 Klingelanlage mit 6 Gegensprechanlagen und Integration in HomeServer per IP
- \* Integration eines 1-wire-Busse pro Linie, insbesondere für Temperaturmessung
- \* Integration von Axis- und Mobotix IP Kameras in Homeserver über IP
- \* Integration der in jedem Raum vorhandenen Sonos-Lautsprecher in Homeserver per IP

## Verwendete KNX-Geräte

### in Räumen eingebaut

- EG und DG: Gira Präsenzmelder mini
- Keller: MDT Präsenzmelder
- Gira Rauchmelder mit KNX-Modul (außer Küche und GästeWC)
- EG und DG: enertex Schalter MeTa (groß und klein)
- EG und DG: enertex SynOhr
- Gäste und Gäste WC: MDT Glastaster bzw. Glas Bedienzentrale und MDT Raumtemperaturregler
- Bad: enertex ProxyTouch
- Keller: MDT Taster
- Schlafzimmer, Büro: NanoSense E4000 (CO2 und VOC)
- Ess-/Wohnzimmer: Elsner CO2 Sensor
- Wohnzimmer: Hugo Müller CO Sensor
- Garage: MDT Bewegungsmelder
- Garage: Gira Schalter über Busankoppler
- Flur EG + OG: Theben Heizungssteuerung für Fußbodenheizung
- Visualisierungs-Displays

### Outdoor

- Steinel HF Bewegungsmelder
- Quadra BMS Wetterstation

### Indoor Schaltkästen

- Enertex und MDT Spannungsversorgungen
- MDT Lienienkoppler
- Enertex IP Router
- MDT Schaltaktor mit Strommessung
- MDT Dimmaktor
- MDT Binäreingang potentialfrei
- MDT Binäreingang 230V
- MDT Jalousiesteuerung
- Enertex LED Stripe Steuerung
- Wolf Lüftungssteuerung

- enertex SmartMeter als Energiezähler

## **Gira HomeServer**

### **Im Outdoor-Schaltkasten**

- Elsner Tanksonde für Zisternenfüllstand
- Elsner Erdtemperatur / Erdfeuchte für Feuchtemessung in Beeten
- MDT Schaltaktor
- MDT Binäreingang
- MDT Dimmaktor

### **Noch offen**

- Notstromaggregat
- Sensorleitungen im DG anschließen
- Outdoor Schaltschrank fertig erstellen
- Integration des Rasenmähroboters in HomeServer
- viele weitere Ideen die im Laufe der Zeit aufkommen.