



Exemplarische Planung der Gebäudeautomation am Beispiel des Gebäudekomplexes der Firma Roreger bestehend aus Büro- und Privaträumen

Allgemeiner Hinweis:

Alle in Betracht gezogenen Systeme und Hersteller sind nur exemplarisch ausgewählt. Es soll die Vorgehensweise erläutert werden und keine allgemeingültige Empfehlung für konkrete Hersteller oder Firmen ausgesprochen werden.

B. Eng. (FH) Maximilian Roreger
Theodor Roreger GmbH & Co. KG
Völlinghauserstr. 15, 59609 Anröchte
www.roreger.de – max@roreger.de

Kurzfassung

Die hier vorgestellte Arbeit handelt von einer exemplarischen Planung der Gebäudeautomation am Beispiel des Bürogebäudes der Firma Roreger in Anröchte (Nordrhein-Westfalen). Diese Projektarbeit ist im Zuge einer Bachelorthesis entstanden und soll eine Möglichkeit zur Vorgehensweise der Gebäudeautomationsplanung darstellen.

Das Bürogebäude soll im Zuge einer Umbaumaßnahme saniert werden. Dabei liegt das Hauptaugenmerk nicht nur auf dem Dämmen der Gebäudehülle, sondern vor allem auf einer intelligenten Gebäudetechnik. Bei der Planung werden die Möglichkeiten der Automation vorgestellt. Mit einer Begründung wird belegt, ob Funktionen ins Gebäude integriert werden sollen oder nicht.

Die Planung in dieser Arbeit umfasst das Erstellen von Zeichnungen und Listen zur Automationsplanung und zur Dokumentation. Durch den Vergleich von verschiedenen Techniken und Möglichkeiten soll eine wirtschaftliche Lösung gefunden werden, die sich nach Fertigstellung des Umbaus vermarkten lässt. Zum Schluss werden alle Kosten für die Umsetzung zusammengestellt. Ein weiterer Aufgabenbereich ist das Erstellen von Automationsschemen für die Heizungs- und Lüftungsanlage sowie die Elektroplanung.

Abstract

The presented thesis deals with the planning of building automation for the office building of the company Roreger in Anröchte, North Rhine-Westphalia.

The office building is to be renovated as part of a conversion action. The main focus is not only on the isolation of the building shell, but in particular on an intelligent building automation. During the planning the possibilities of automation will be presented. With a justification is occupied, whether functions should be integrated into the building or not.

The planning in this work includes the creating of drawings and lists for the planning of the automation and for documentation. By comparing different techniques and ways should be found an economical and payable solution which can be marketed after the completion of the conversion. Finally, all costs for implementation will be compiled. Another task is to create automation schemes for the heating and ventilation system and the electrical planning.

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	2
Inhaltsverzeichnis	3
Abbildungsverzeichnis	6
Tabellenverzeichnis	8
Motivation	9
1 Einleitung.....	10
1.1 Aufgabenstellung	10
1.2 Zielsetzung.....	10
1.3 Vorgehensweise	11
1.4 Grundlagen	11
2 Überblick über das Büro	12
2.1 Bestand.....	12
2.2 Der neue Entwurf	12
2.3 Ausstattung des Gebäudes.....	14
2.3.1 Heizung / Kühlung.....	14
2.3.2 Wärmeübertragung	15
2.3.3 Lüftung	15
3 Beratung des Bauherrn	16
3.1 Heizung: Wärmepumpe mit „Klimaboden“	16
3.2 Lüftung: Lüftungsanlage mit Kreuzstromwärmetauscher zu Wärmerückgewinnung (WRG)	17
3.3 Beleuchtung	18
3.4 Verschattung : Elektrische Jalousie an der Ost-, Süd- und Westfassade.....	18
3.5 Kühlung: Durch Wärmepumpe und Klimaboden.....	19
3.6 Sicherheit	19
3.7 Weitere Funktionen	20
3.8 Zusammenfassung	21
3.9 Auswertung	24
4 Ausführungsplanung.....	26
4.1 Einplanung der Sensorik und Aktorik in den Gebäudegrundriss	26
4.2 Abweichungen vom Ausstellungsraum zu anderen Räumen	33

4.3	Allgemeine Funktionen des Gebäudes	34
4.3.1	Wetterstation	34
4.3.2	Alarmanlage	35
4.4	Auswahl des Steuerungssystems/Controllers	35
4.4.1	Das „I/O-System“ der Firma Wago	35
4.4.2	Das System der Firma Loxone	36
4.4.3	Fazit der Systemwahl	36
5	Schnittstellen	38
5.1	Beleuchtung	38
5.1.1	Lichtsteuerung mit DALI (Digital Adressable Lighting Interface)	38
5.1.2	Lichtsteuerung mit KNX-Aktoren von der Firma MDT	39
5.1.3	Lichtsteuerung mit digitalen Ausgängen und Koppelrelais	40
5.1.4	Fazit: Beleuchtung	41
5.2	Verschattung	42
5.2.1	Verschattungssteuerung mit EnOcean-Funktechnologie	42
5.2.2	Verschattungssteuerung mit Winsta-Jalousiebox der Firma Wago	44
5.2.3	Verschattungssteuerung mit SMI-Schnittstelle	45
5.2.4	Fazit: Verschattung	46
5.3	Taster	46
5.3.1	KNX-Taster	47
5.3.2	SPS-Taster	48
5.3.3	EnOcean-Funktaster	49
5.3.4	Fazit: Taster	50
5.4	Fensterüberwachung	51
5.4.1	Drehgriffsensor mit EnOcean-Funktechnologie	51
5.4.2	Fensterkontakte mit EnOcean-Funktechnologie	52
5.4.3	Verschlussüberwachung	53
5.4.4	Fazit: Fensterüberwachung	54
5.5	Rauchmelder	55
5.5.1	Rauchmelder mit EnOcean-Funktechnologie	55
5.5.2	Gira-Rauchmelder mit Anschluss über digitale Eingänge	56
5.5.3	Gira-Rauchmelder mit Anschluss über KNX	57
5.5.4	Fazit: Rauchmelder	57
5.6	Präsenzmelder	58
5.6.1	Präsenzmelder mit EnOcean Funktechnologie	58
5.6.2	Präsenzmelder mit KNX-Schnittstelle	59
5.6.3	Fazit: Präsenzmelder	59
5.7	CO ₂ -Sensoren	60
5.7.1	CO ₂ -Sensoren mit EnOcean-Funktechnologie	60
5.7.2	CO ₂ -Sensoren mit KNX-Anschluss	61
5.7.3	Fazit: CO ₂ -Sensoren	62

5.8	Wärmepumpe	62
5.8.1	Anschluss der Wärmepumpe mit BACnet-Schnittstelle	62
5.8.2	Anschluss der Wärmepumpe mit potentialfreien Kontakten	62
5.8.3	Fazit: Wärmepumpe.....	63
5.9	Stellantriebe	63
5.9.1	Das „Geniex-System“ der Firma Wilo	63
5.9.2	„EMO T“-Stellantrieb von der Firma TA Heimeier	64
5.9.3	Fazit: Stellantriebe	64
5.10	Lüftungsanlagen	64
5.11	Abschlusskalkulation.....	65
6	Anlagenschema	67
6.1	Heizungsschema	67
6.2	Lüftungsschema.....	70
7	Elektroplanung.....	72
7.1	Grundrissplanung.....	72
7.2	Stromkreise.....	75
8	Resümee	77
9	Literaturverzeichnis.....	79
10	Anhang.....	83
10.1	Preise aus dem Internet/ Kataloge.....	83
10.2	Preise aus Angeboten.....	91
10.2.1	Angebot:XY	91
10.2.2	Kostenschätzung Anbieter 1	92
10.2.3	Ausschnitt Angebot Anbieter 1	95
10.2.4	Ausschnitt: Angebot Anbieter 2.....	96
	Erklärung	101

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Ist-Zustand des Büro-/Wohngebäudes	12
Abbildung 2: Entwurf des neuen Bürogebäudes (EG)	13
Abbildung 3: Entwurf des neuen Bürogebäudes (OG).....	14
Abbildung 4: Klimaboden der Firma Siegmund.....	15
Abbildung 5: Ist-Zustand	24
Abbildung 6: Soll-Zustand.....	25
Abbildung 7: Grundriss Ausstellung	27
Abbildung 8: Legende der Sensoren und Aktoren	28
Abbildung 9: KNX Wetterstation Home 2224 WH.....	34
Abbildung 10: Ethernet Feldbuscontroller 750-880.....	37
Abbildung 11: Empfangsantenne STC65.....	42
Abbildung 12: UP-Aktor EnOcean für Verschattungen	43
Abbildung 13: Winsta-Jalousiebox 770-629/130-000.....	44
Abbildung 14: SMI-Interfacebaustein RS 232/SMI.....	45
Abbildung 15: KNX Taster.....	47
Abbildung 16: SPS-Taster.....	48
Abbildung 17: EnOcean-Taster.....	49
Abbildung 18: Drehgriffsensor SRG01	51
Abbildung 19: Eine Hälfte des Fensterkontaktes SRW01	52
Abbildung 20: Verschlussüberwachung	54
Abbildung 21: Rauchmelder.....	55
Abbildung 22: Rauchmelder.....	56
Abbildung 23: Bewegungs- und Helligkeitssensor	58
Abbildung 24: KNX-Präsenz- und Helligkeitssensor	59
Abbildung 25: Funk-CO ₂ -Sensor FCO2TF63.....	60
Abbildung 26: KNX-CO ₂ -Sensor ohne Blendrahmen	61
Abbildung 27: Heizungsschema.....	69
Abbildung 28: Lüftungsstrangschemata.....	71
Abbildung 29: Legende der Elektroplanung	72
Abbildung 30: Abbildung Elektroplanung	74
Abbildung 31: Preis: KNX CO ₂ -Sensor.....	83
Abbildung 32: Ausschnitt aus der Preisliste 2014/15 WAGO, Winsta-Jalousiebox 770-629/130-000	83
Abbildung 33: EnOcean CO ₂ -Sensor von Eltako	84
Abbildung 34: EnOcean Präsenzmelder von Eltako	85
Abbildung 35: EnOcean Unterputz-Funkaktor für Beschattung von Eltako	86
Abbildung 36: EnOcean Rauchmelder von Eltako	87
Abbildung 37: EnOcean Drehgriffsensor von Thermokon.....	88
Abbildung 38: KNX Präsenzmelder.....	89
Abbildung 39: KNX-Modul für Rauchwarnmelder	89

Abbildung 40: 3-Fach Tastsensor von Voltus	90
Abbildung 41: 1-Fach Tastsensor von Voltus	90

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Checkliste der Anforderungen	22
Tabelle 2: Zusammenfassung der Sensorik und Aktorik aus der Checkliste	23
Tabelle 3: Ausschnitt aus der Mengenplanung	28
Tabelle 4: Ausschnitt aus der Funktionsplanung	30
Tabelle 5: Kalkulation DALI	39
Tabelle 6: Kalkulation KNX-Aktoren	40
Tabelle 7: Kalkulation Koppelrelais	41
Tabelle 8: Kalkulation EnOcean	44
Tabelle 9: Kalkulation Winsta-Jalousiebox	45
Tabelle 10: Kalkulation SMI-Schnittstelle	46
Tabelle 11: Kalkulation KNX-Taster	48
Tabelle 12: Kalkulation SPS-Taster	49
Tabelle 13: Kalkulation EnOcean-Taster	50
Tabelle 14: Kalkulation Drehgriffsensoren	52
Tabelle 15: Kalkulation Fensterkontakte	53
Tabelle 16: Kalkulation Verschlussüberwachung	54
Tabelle 17: Kalkulation EnOcean Rauchmelder	56
Tabelle 18: Kalkulation Gira Rauchmelder mit digitalen Eingängen	57
Tabelle 19: Kalkulation Gira-Rauchmelder mit KNX Anschluss	57
Tabelle 20: Kalkulation EnOcean Bewegungsmelder	58
Tabelle 21: Kalkulation KNX-Präsenzmelder	59
Tabelle 22: Kalkulation Funk-CO ₂ -Sensor	61
Tabelle 23: Kalkulation KNX-CO ₂ -Sensor	62
Tabelle 24: Abschlusskalkulation	66
Tabelle 25: Anzahl der Stromkreise	76

Motivation

Im Zeitalter der Klimawende werden Begriffe wie „Energieeffizienz“, „Ressourcen-Einsparung“ und „Nachhaltigkeit“ immer populärer. In Deutschland sind Gebäude mit 26% vom Gesamtenergieverbrauch maßgeblich am CO₂-Ausstoß beteiligt [1]. Um den CO₂-Ausstoß zu verringern, werden viele Maßnahmen getroffen. Einer der häufigsten Maßnahmen ist das Dämmen. Doch selbst die beste Dämmung wirkt bei geöffnetem Fenster nur in sehr geringem Maß.

In diesem Falle werden intelligente Systeme im Gebäude, die dem Nutzer das Energiesparen erleichtern, benötigt. Diese Aufgabe wird durch eine Gebäudeautomation übernommen.

Eine weitere Motivation der Arbeit ist die Digitalisierung der Menschheit. Mehr als 50% der Deutschen besitzen heute ein Smartphone, auch Tablets werden immer populärer [7]. Im Baubereich wird häufig von „Smart Home/Office“ gesprochen. Diese erleichtern die Steuerung von Heizung, Kühlung, Belüftung, Licht, Sicherheit und Komfort mit nur einem Gerät. All dies ist mit einer Gebäudeautomation möglich. Mit der Planung soll dieser Trend auch im Büro der Firma Roreger umgesetzt werden.

Zuletzt ist mein Interesse auch aus dem Bezug zur Firma entstanden. Die Firma Theodor Roreger baut seit mehr als 20 Jahren schlüsselfertige Häuser, daher ist der Geschäftsführer als Generalunternehmer der erste Ansprechpartner des Endkunden. Als beratende Vertrauensperson des Kunden ist es von Vorteil, die neuen Techniken zu kennen und selbst die Vorteile zu nutzen. [6]

Mit dem Umbau des Bürogebäudes soll ein Vorzeigeobjekt entstehen, das nicht nur den ökologischen Holzbau, sondern auch die intelligente Gebäudeautomation präsentiert. Das gesamte Projekt soll auch einen Wettbewerbsvorteil gegenüber anderen Mitbewerbern hervorrufen. Für die reibungslose Umbaumaßnahme müssen im Vorfeld alle Gewerke sorgfältig geplant und durchdacht werden.

1 Einleitung

Das Bürogebäude der Firma Roreger ist für die Anzahl an Arbeitskräften zu klein. Ferner fand die letzte Sanierung in den 1990er-Jahren statt, wobei die Fassade jedoch nur unzureichend erneuert wurde. Als Maßnahme soll das Büro saniert und aufgestockt werden. Mit der Projektarbeit „Planung der Gebäudeautomation bei der Sanierung und Aufstockung des Büros der Firma Roreger“ wird dafür der Grundstein gelegt.

1.1 Aufgabenstellung

Im Zuge der Projektarbeit soll der komplette Umbau des Büros geplant werden. Das Hauptaugenmerk liegt hier bei der Planung der Gebäudeautomation. Das Zusammenführen von allen Gewerken wie Heizung, Elektronik, Lüftung, Beleuchtung und Verschattung soll erarbeitet werden.

Es sollen Gebäudeautomationspläne erschaffen werden, die später bei der Ausführung der Umbaumaßnahme verwendet werden können. Zusätzlich soll in Form von Listen die gesamte Planung dokumentiert werden.

Durch Vergleiche von Bauteilen in Bezug auf Preis und Eigenschaften sollen einzelne Investitionsentscheidungen erleichtert und bestmögliche Varianten erarbeitet werden. Außerdem sollen die kompletten Kosten der Gebäudeautomation ermittelt werden.

Weitere Aufgaben sind die Elektroplanung und das Erstellen von Automationsschemen für Heizung und Lüftung.

1.2 Zielsetzung

Ziel der Arbeit ist es, dass die Planung der Gebäudeautomation von einer Person durchgeführt wird. Dabei sollen im Voraus die Schnittstellen der einzelnen Gewerke zur Anbindung an die Steuerung der Gebäudeautomation erkannt und gelöst werden. Zeitverzögerungen und Probleme bei der Bauausführung sollen so weitestgehend vermieden werden, um den alltäglichen Betrieb der Firma nicht zu behindern.

Die integrierte Gebäudeautomation optimiert die Energieeinsparung. Zusätzlich wird die Bedienung über eine Visualisierung erleichtert und Heizungs- und Lüftungssteuerung ist automatisch geregelt. Weitere Vorteile der Gebäudeautomation werden durch Komfortfunktionen bemerkbar.

In der vorliegenden Arbeit soll eine wirtschaftliche und umsetzbare Lösung entwickelt werden, die sich später vermarkten lässt. Durch eine sorgfältige Planung sollen Missverständnisse und Nachträge ausgeschlossen werden.

Außerdem soll ein System entwickelt werden, welches fehlerfrei arbeitet und die Einbindung von Heizung und Lüftung in die Gebäudeautomation zulässt. Hierauf wird speziell Wert gelegt, da im Vorfeld häufig Probleme bei der Integration von Heizungs- und Lüftungsanlagen in Smarthome-Systemen auftraten. [8]

1.3 Vorgehensweise

In der vorliegenden Projektarbeit wird zunächst der Ist-Zustand erfasst und das Vorhaben der Umbaumaßnahme präsentiert. Mit Hilfe der IGT- Richtlinie 02 [2] werden die Möglichkeiten der Gebäudeautomation vorgestellt und eigenständig begründet, welche Funktionen im Gebäude integriert werden. Anhand der Funktionen wird zusätzlich eine Bewertung erarbeitet. Aus den ausgewählten Funktionen müssen die notwendigen Sensoren und Aktoren für die jeweiligen Räume ermittelt werden. Alle notwendigen Bauteile werden danach im Grundriss eingezeichnet. Anschließend müssen sämtliche Funktionen aller Bauteile in einer Liste festgehalten werden, um später die Umsetzung auf der Baustelle zu erleichtern. Mit der Anzahl an Sensoren und Aktoren wird dann die bestmögliche Lösung ermittelt, diese an den Controller über Schnittstellen anzuschließen. Anhand der ersten Planung können die Kosten ermittelt werden. Danach wird versucht, den Preis zu optimieren, indem Funktionen wegfallen oder die Anzahl der Bauteile verringert wird. Durch diese Optimierung müssen einige Abschnitte der Arbeit erneut oder mehrmals bearbeitet werden. Im Anschluss daran werden die Gesamtkosten aller Bauteile ermittelt. Zuletzt werden Automationsschemen für die Heizungs- und Lüftungsanlage erstellt und eine Elektroplanung angefertigt.

1.4 Grundlagen

Bei diesem Dokument handelt es sich um eine Planungsaufgabe, wobei das Gelernte aus den Vorlesungen in die Praxis umgesetzt werden soll. Als Grundlage dienen dafür die Skripte der Vorlesung „Gebäudeautomation“[3] und „Gebäudetechnik“[4], sowie die „IGT-Richtlinie 02: Planung von Smarthome-Systemen“[2]. Weiterhin stützt sie sich auf die allgemeine Definition der „Gebäudeautomation“ nach DIN EN ISO 16484-2 vorgestellt:

„Bezeichnung der Einrichtungen, Software und Dienstleistungen für automatische Steuerung und Regelung, Überwachung und Optimierung sowie für Bedienung und Management zum energieeffizienten, wirtschaftlichen und sicheren Betrieb der Technischen Gebäudeausrüstung“.([5] vgl. S.13)

2 Überblick über das Büro

2.1 Bestand

Das Bestandsgebäude besteht aus zwei Teilen. An der Westseite wird das jetzige Bürogebäude dargestellt. Östlich befindet sich zurzeit eine Mietwohnung. Beide Gebäudeeinheiten sind zweigeschossig und komplett unterkellert. Das Erdgeschoß liegt circa einen Meter über der Erde.

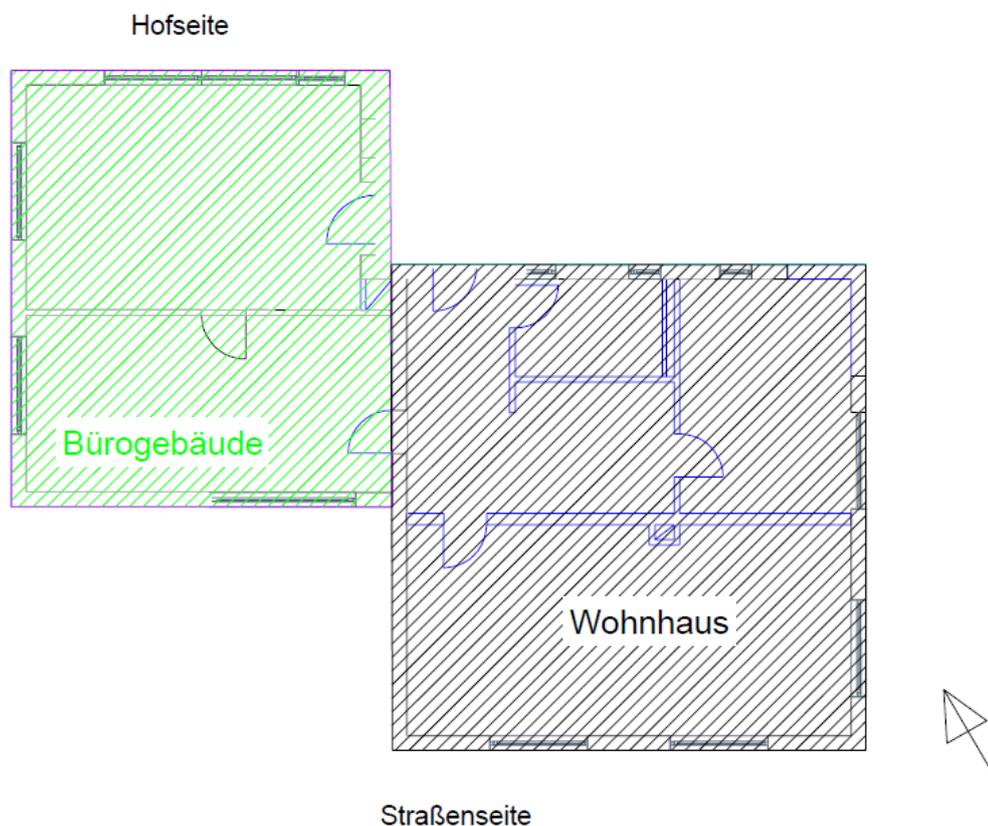


Abbildung 1: Ist-Zustand des Büro-/Wohngebäudes

2.2 Der neue Entwurf

In dem neuen Entwurf wird das Erdgeschoss des Altbaus als Büro genutzt. Die Büros sollen dabei auf einer Ebene liegen. Die Treppen werden aus dem alten Gebäude entfernt. Die Erschließung erfolgt über ein Treppenhaus (zur Hofseite), das außen errichtet wird. Der Fußbodenaufbau wird im Erdgeschoss des Altbaus entfernt, sodass bei der Heizungsplanung, bis auf die Raumhöhe, kaum Einschränkungen zu berücksichtigen sind.

2 Überblick über das Büro

Zusätzlich soll zur westlichen Seite des Gebäudes noch ein Anbau errichtet werden. Dieser wird ebenerdig an das Gebäude gesetzt, sodass dieser barrierefrei genutzt werden kann. Der Anbau dient als Ausstellung, Verkaufsbüro und Firmenbesprechungsraum.

Das Untergeschoss wird nicht beheizt und dient lediglich als Archiv und Aufstellort für Heizung, Lüftung und Stromversorgung.



Abbildung 2: Entwurf des neuen Bürogebäudes (EG)

Das Obergeschoss des Altbaus wird vollständig abgerissen. Bei der Sanierung erfolgt eine neue Aufstockung, welche im westlichen Bereich eine Mietwohnung und im östlichen weitere Büros erhält. Das Dach des Anbaus soll als begehbare Terrasse genutzt werden (s. Abbildung 3).

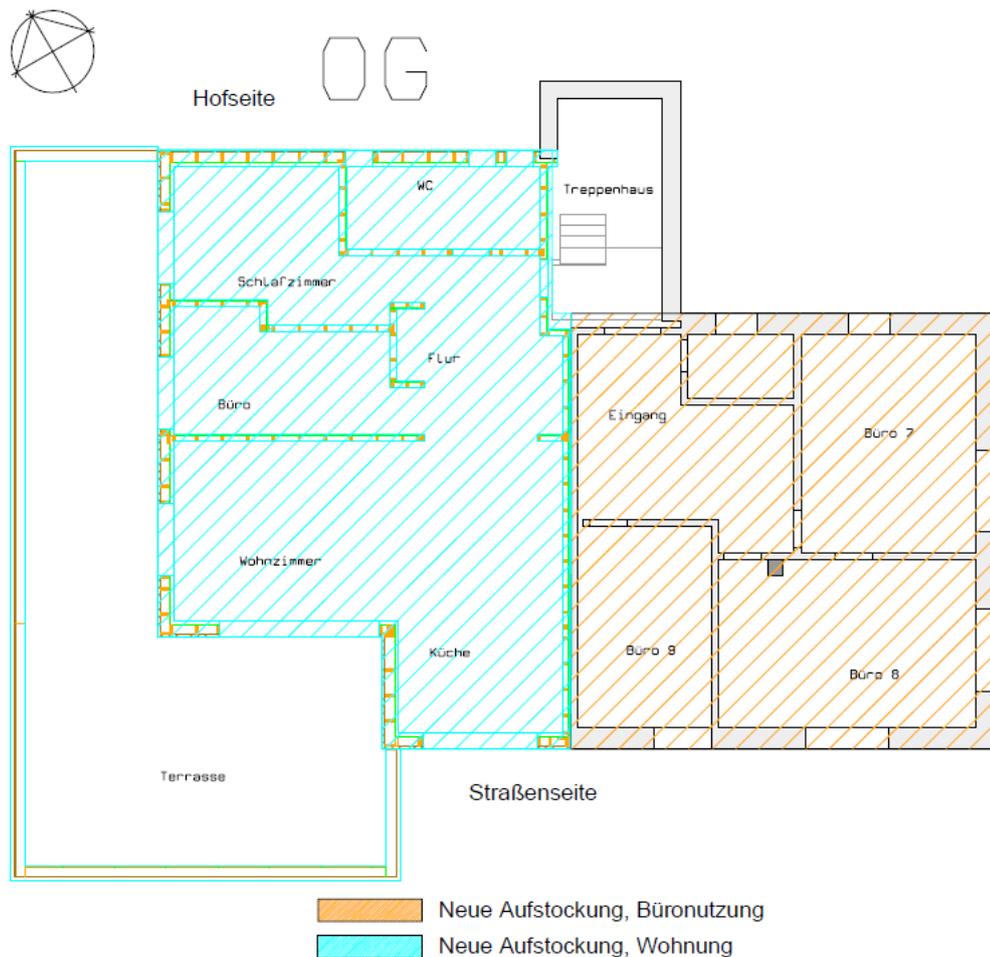


Abbildung 3: Entwurf des neuen Bürogebäudes (OG)

2.3 Ausstattung des Gebäudes

2.3.1 Heizung / Kühlung

Heizung und Kühlung erfolgen durch eine Wärmepumpe. Der Aufstellort der Wärmepumpe befindet sich im unbeheizten Keller. Die Vorteile der Wärmepumpe werden im Folgenden aufgezählt:

- Der durch die Photovoltaik-Anlage selbst produzierte Strom wird genutzt.
- Heizung und Kühlung stammen aus einem Gerät.
- Das vorhandene Kaminrohr kann zum Installationsschacht umfunktioniert werden.
- Der Heizbetrieb ist weniger zeitaufwendig, da ein Nachfüllen durch Energieträger (z.B. Pellets, Öl) nicht nötig ist. [4]

2.3.2 Wärmeübertragung

Die Wärme-/Kälteübertragung erfolgt durch einen „Klimaboden“ der Firma „eht Siegmund“ (s. Abbildung 4). Dieses System vereint das Heizen, Kühlen und Belüften. Die Lüftungsrohre werden direkt unter den Heizrohren im Estrich verlegt. Vor den Fensterbereichen werden die Heizrohre mit Luft umströmt, somit strömt die Luft bereits vor-temperiert in den Raum. [9]

Die Vorteile dieses Systems werden im Folgenden aufgelistet:

- Drei Aufgaben werden in einem System kombiniert (Heizung, Kühlung und Belüftung).
- Durch die Einsparung der Kühldecke gewinnt der Raum an Höhe.
- Durch niedrige Vorlauftemperaturen erhöht sich der Coefficient of Performance –Wert (COP).



Abbildung 4: Klimaboden der Firma Siegmund¹

2.3.3 Lüftung

Das Gebäude wird mit einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung ausgestattet. Die kontinuierliche Belüftung verbessert den Arbeitskomfort durch Frischluftzufuhr und die Schadstoffkonzentration wird reduziert. Des Weiteren werden Wärmeverluste durch Fensterlüftung weitestgehend ausgeschlossen (Energieeinsparung). Durch die Zirkulation wird die Luftfeuchtigkeit begrenzt und somit das Schimmelwachstum vermieden. [11]

3 Beratung des Bauherrn

Die Beratung des Bauherrn ist der erste Schritt zur Planung der Gebäudeautomation. Im Normalfall werden dem Kunden alle Möglichkeiten der Gebäudeautomation aufgezeigt und erläutert. Die Wünsche des Bauherrn werden in die Planung integriert. [2; 3]

Da in diesem Fall das Projekt für die eigene Firma (Theodor Roreger GmbH & Co.KG) geplant und realisiert wird, werden sämtliche Varianten in Form einer Frage aufgezählt, um die Vielseitigkeit der Gebäudeautomation vorzustellen. Zielführend werden aus der Vielzahl an Möglichkeiten geeignete Technologien begründet ausgewählt. Diese Entscheidungen werden auf Basis von Komfort, Mehrwert oder Energieeinsparung evaluiert (kursiv). Nicht alle Entscheidungen lassen sich fassbar begründen, sondern sind auf persönliches Interesse zurückzuführen. Teilweise mussten Expertenmeinungen eingeholt werden, um Entscheidungen treffen zu können. Das gesamte Vorgehen ist an die IGT-Richtlinie 02: „Planung von Smarthome-Systemen“ angelehnt. [2]

3.1 Heizung: Wärmepumpe mit „Klimaboden“

1. Soll es möglich sein, bei jedem Raum die Soll-Temperatur einzeln vorgeben zu können? *Ja, jeder Raum soll einzeln auf die Soll-Temperatur geregelt werden, da übermäßiges Heizen vermieden werden soll. Zusätzlich soll damit ein gewisser Grad an Komfort für die Belegschaft erreicht werden, da jeder Raum auf die Wunschtemperatur des Nutzers eingestellt werden kann. Außerdem können nicht benutzte Räume unbeheizt sein, um den Energieverbrauch zu reduzieren.*
2. Sollen Zeitprogramme bei der Heizung hinterlegt werden? *Ja, alle Büroräume sollen nachts oder beispielsweise am Wochenende auf eine Minimum-Temperatur geregelt werden, um unnötige Heizzeiten zu verhindern. Weitere Vorteile ergeben sich im Bereich Komfort, da Büroräume schon vor Arbeitsbeginn optimal temperiert werden.*
3. Soll die Raumheizung nur bei echter Anwesenheit erfolgen? *Nein, bei Nicht-Anwesenheit soll die Raumtemperatur nicht herunter gefahren werden, da man mit der Flächenheizung ein sehr träges System gewählt hat, das sehr lange braucht, um einen kalten Raum zu beheizen.*
4. Soll sich die Heizung bei geöffnetem Fenster ausschalten? *Ja, durch die Lüftungsanlage ist das manuelle Belüften nicht notwendig und unnötiges Heizen wird damit unterbunden.*

¹ [9]

3.2 Lüftung: Lüftungsanlage mit Kreuzstromwärmetauscher zu Wärmerückgewinnung (WRG)²

1. Soll die Belüftung auch manuell einstellbar sein? *Ja, vor allem in den Bereichen der Ausstellung ist es hilfreich, da die Belüftung bei Veranstaltungen vorab verstärkt werden kann.*
2. Sollen Zeitprogramme bei der Lüftung hinterlegt werden? *Ja, alle Büroräume sollen nur an Werktagen belüftet werden, um an Tagen, an denen das Büro nicht besetzt, die Lüftung zu reduzieren.*
3. Soll die Lüftung nur bei Anwesenheit erfolgen? *Nein. Die Belüftung nach Anwesenheit zu steuern erfordert Zu- oder Abluftklappen für jeden Raum, die sehr aufwendig zu installieren sind. Darüber hinaus kann es Probleme mit dem System der Querlüftung geben (Zuluft in den Arbeitsräumen und Abluft in den Fluren und Toiletten). Werden Toiletten und Flure benutzt, während dessen keine Benutzung der Büros stattfindet, schließen die Zu- und Abluftklappen und die schlechte Luft wird nicht abgesaugt. [12]*
4. Soll die Lüftungsanlage sich bei geöffnetem Fenster ausschalten? *Nein. Die Lüftungsanlage soll unabhängig vom Fensterzustand arbeiten. Zu- und Abluft soll immer im Gleichgewicht stehen, damit z.B. bei Toilettenbenutzung die Luft auch abgesaugt wird.*
5. Soll die Lüftungsanlage über CO₂-/VOC-Sensoren bedarfsgeführt gesteuert werden? *Ja, die Lüftungsanlage soll immer nur den tatsächlich notwendigen Volumenstrom einblasen, um den Stromverbrauch auf ein Minimum zu reduzieren, jedoch trotzdem die nötige Sauerstoffmenge zur optimalen Konzentration zur Verfügung zu stellen.*
6. Soll die Luftfeuchtigkeit überwacht werden, um Schimmelbefall zu vermeiden? *Nein, da im Gebäude nicht mit erhöhter Feuchtigkeit gerechnet wird. Die Lüftungsanlage hat einen errechneten Mindestvolumenstrom, der Feuchtigkeitsprobleme ausschließt. Des Weiteren wird im Bürogebäude eher mit zu trockener Luft gerechnet, da die Feuchte nur von den Personen produziert wird und nicht wie im Wohnbereich von z.B. Duschen und Kochen. [10]*
7. Soll im Sommer mit kühler Außenluft bei Nacht gekühlt werden? *Ja, da somit günstig gekühlt wird.*

² [11]

3.3 Beleuchtung

1. Soll man das Licht von mehreren Stellen aus dimmen können? *Sowohl im Büro 4 (s. Anhang), in dem hauptsächlich CAD-Zeichnungen erstellt werden, als auch in der Ausstellung sollen Leuchten gedimmt werden können. Somit kann die Helligkeit eingestellt werden, um optimale Sichtverhältnisse auf den Bildschirmen zu gewährleisten.*
2. Soll es möglich sein, bestimmte Lichtszenarien abspielen zu können? *Nein.*
3. Sollen mit einem Taster mehrere Leuchten gleichzeitig gedimmt oder geschaltet werden? *Ja, in der Ausstellung und im Wohnzimmer sollen die Leuchten gleichzeitig geschaltet bzw. gedimmt werden.*
4. Sollen Räume bei Betreten automatisch erhellen und ebenso wieder ausschalten? *Ja, Toiletten, Flure und das Treppenhaus im Büro sollen nur dann geschaltet werden, wenn sie auch wirklich benötigt werden. In Räumen, die nicht kontinuierlich besetzt sind, soll das Stromsparen vollständig automatisiert werden.*
5. Soll die Helligkeit der Leuchten automatisch mit der Lichteinstrahlung vom Fenster eingestellt werden? *Ja, jedoch nur in der Ausstellung zu Vorzeigezwecken.*

3.4 Verschattung : Elektrische Jalousie an der Ost-, Süd- und Westfassade

1. Soll die Verschattung auch Gruppenweise hoch- und heruntergefahren werden können? *Ja, die Verschattung soll in der Wohnung und zentral für das Büro auch Gruppenweise gefahren werden können, um dem Nutzer eine Arbeitserleichterung zu bieten.*
2. Sollen im Gebäude die Jalousien automatisch herauf- und herunterfahren? *Ja, im Büro und im Wohnzimmer der Wohnung sollen die Jalousien voll automatisch herauf- und herunterfahren. Die Steuerung soll über ein Zeitprogramm vorgegeben werden. Die Automation soll dem Nutzer die Arbeit erleichtern. Zusätzlich soll es eine kontinuierliche Bewohnung simulieren und als Einbruchschutz dienen.*
3. Soll sich die Verschattung bei geöffneter Terrassentür automatisch ausschalten? *In der Wohnung im Bereich der Terrasse sollen alle Jalousien bei geöffnetem Fenster ausgeschaltet werden, um den Nutzer nicht auszusperrern.*
4. Sollen Verschattungseinrichtungen bei Anwesenheit des Nutzers im Bürogebäude nicht automatisch gefahren werden, um die Entscheidung dem Nutzer zu überlassen? *Nein, da die Verschattung bei Sonneneinstrahlung und laufender Kühlung heruntergefahren werden soll. Es soll damit vermieden werden, dass*

die Kühlung auf maximaler Stufe läuft, weil die Sonne so stark ins Zimmer scheint und der Nutzer vergessen hat, die Verschattung herunterzufahren. Der Stromverbrauch für Kühlung kann so minimiert werden. Der Elektriker ist der Meinung, die Verschattungssteuerung dem Nutzer zu überlassen, jedoch die energiesparende Variante wird in diesem Fall als sinnvoller erachtet. [13]

5. Sollen die Jalousien in Abhängigkeit von der Außenhelligkeit gefahren werden, um sich an den jahreszeitlichen Verlauf von Sonnenaufgang und Sonnenuntergang anzupassen? *Nein, die Jalousien sollen zum Arbeitsbeginn in den jeweiligen Büros hochgefahren sein.*
6. Soll die Verschattung im Sommer bei Sonneneinstrahlung und eingeschalteter Kühlung automatisch heruntergefahren werden? *Ja, in allen Räumen soll dies automatisch geschehen, sodass die Kühlleistung auf ein Minimum reduziert wird.*
7. Soll die Verschattung bei Sturm automatisch eingefahren werden? *Ja, bei allen Verschattungen soll dies automatisch passieren, um Schäden vorzubeugen. Vor allem an Tagen, an denen das Gebäude nicht besetzt ist.*

3.5 Kühlung: Durch Wärmepumpe und Klimaboden

Die Kühlung im Gebäude wird identisch zur Heizung gesteuert. Durch Raumtemperaturregler werden die Räume einzeln gekühlt. Zusätzlich wird das Gebäude über eine Zeitsteuerung nur an Arbeitstagen gekühlt. Ein weiterer Vorteil ergibt sich, da Heizen und Kühlen aus einem System kommen. So ist jederzeit gewährleistet, dass die Kühlung niemals zeitgleich mit der Heizungsanlage läuft. [18]

3.6 Sicherheit

1. Soll ein Einbruchschutz installiert werden? *Ja, das Bürogebäude soll dem Kunden die komplette Bandbreite der Gebäudeautomation zeigen und aus eigenem Interesse vor Einbrechern geschützt werden.*
2. Sollen außen Bewegungsmelder installiert werden, die Strahler am Gebäude einschalten, um Einbrecher frühzeitig abzuschrecken? *Nein.*
3. Soll ein Panikschalter im Gebäude installiert werden, der per Knopfdruck innen und außen die Beleuchtung zur Abschreckung einschaltet? *In der Wohnung im OG soll im Schlafzimmer ein Panikschalter installiert werden. Im Büro ergibt diese Funktion keinen Sinn, da sich nachts keine Personen im Büro aufhalten. [13]*
4. Sollen Rauchmelder im Gebäude installiert werden, um Brände im Büro oder in der Wohnung zu signalisieren? *Im Gebäude sollen Rauchmelder installiert wer-*

den, um einen gewissen Standard an Sicherheit zu erreichen. Eine VDS-zertifizierte Rauchmelder-Anlage ist jedoch zu aufwendig [30].

5. Sollen Rohrbrüche im Gebäude gemeldet werden, um Folgeschäden zu vermeiden? *Nein, diese Funktion ist zu aufwendig.*
6. Sollen offene Fenster beim Verlassen des Gebäudes angezeigt werden, damit das Risiko des Einbruchs und insbesondere der Verlust des Versicherungsschutzes vermieden wird? *Ja, diese Funktion ist erforderlich, um die Alarmanlage scharf schalten zu können, ohne Fehlalarme auszulösen [13]. Eine weitere Meinung hat der Fensterhersteller und zwar, dass die Alarmanlage erst scharf geschaltet werden soll, wenn alle Fenster geschlossen sind [19]. Abschließend soll eine Lösung verbaut werden, bei der durch Leuchten angezeigt wird, in welchem Gebäudeteil Fenster geöffnet sind und ob die Alarmanlage scharf geschaltet werden kann oder nicht.*
7. Soll die Gebäudeautomation darauf aufmerksam machen, wenn bei Regen und Sturm die Fenster nicht verriegelt sind? *Ja, unnötige Beschädigungen durch Wasser oder Wind sollen frühzeitig erkannt werden und dem Nutzer in Form einer SMS oder E-Mail mitgeteilt werden.*
8. Soll bei Abwesenheit eine Abwesenheitssimulation installiert werden, die Licht automatisch ein- und ausschaltet? *Nein.*

3.7 Weitere Funktionen

1. Sollen durch einen zentralen Schalter am Ausgang, die Beleuchtung und Standby-Geräte ausgeschaltet werden können? *Ja, durch Einschalten der Alarmanlage soll das Licht sowie Stromkreise mit Standby-Geräten ausgeschaltet werden. Mit dieser Funktion wird der Stromverbrauch minimiert.*
2. Sollen im Gebäude „Buttons“ installiert werden, mit denen man zum Beispiel gleichzeitig das Licht ausschalten und die Jalousie herunterfahren kann? *Ja, über die Visualisierung sollen Komfort-Funktionen installiert werden.*
3. Soll die Möglichkeit bestehen, bestimmte Verbraucher wie beispielsweise Kaffeemaschine oder Springbrunnen auf der Terrasse zu schalten? *Ja, wie schon im Punkt 1 erwähnt, werden Stromkreise geschaltet, um den Stromverbrauch bei Standby-Geräten bei Nacht zu minimieren.*
4. Sollen Energieverbräuche im Gebäude angezeigt werden? *Ja, die Anzeige des Energieverbrauchs hat große Priorität, da auf diese Weise dem Kunden belegt wird, dass das Gebäude energiesparend gebaut ist. Zusätzlich sollen Energiekosten für die Wohnung und für das Büro unterschieden werden, um die Ab-*

rechnung zu erleichtern. Ein weiterer ökologischer Ansatz ist die Darstellung der Energiegewinnung durch die Photovoltaikanlage im Vergleich mit dem kompletten Stromverbrauch, da die Firma mehr Strom produziert als sie benötigt.[8]

5. Soll die Bedienung einiger Funktionen über Smartphone, Touchscreen oder PC bedienbar sein? *Ja, vor allem in der Ausstellung ist diese Funktion sehr wichtig, da dem Kunden der Firma die Visualisierungsmöglichkeiten der Gebäudeautomation gezeigt werden sollen.*
6. Soll eine Videoüberwachung installiert werden, um Vorgänge zu überwachen und somit dann von unterwegs zu steuern bzw. zu kontrollieren? *Nein, die Überwachung per Video ist nicht vorgesehen, da die Mitarbeiter sich nicht kontrolliert fühlen sollen.*
7. Sollen Schlafzimmer elektrosmogfrei geplant werden? *Nein, durch die Installation eines Bus-Systems³, ist das Gebäude mit weniger Elektrosmog belastet, da die Versorgungsspannung des Bus-Systems nur 24V beträgt. Konventionelle Installationen arbeiten mit 230V-Spannungen, die geschaltet werden und auch für höhere Elektrosmogintensität sorgen.[3]*

3.8 Zusammenfassung

Aus den vorherigen Entscheidungen müssen nun die notwendigen Sensoren und Aktoren zur Steuerung der Funktionen pro Raum ermittelt werden. Zur Vereinfachung wird die „Checkliste“ [15] aus der IGT-Richtlinie 02 ausgefüllt, welche die Anforderungen mit der zugehörigen Sensorik und Aktorik in Form einer Tabelle komprimiert. In der folgenden Tabelle sind in den obersten Zeilen die Wohnbereiche, die auch in Abbildung 2 und Abbildung 3 farbig und schraffiert dargestellt sind, zu finden. Darunter folgen jeweils die einzelnen Räume.

Von links betrachtet, beginnen die Spalten der Tabelle 1 zuerst mit den Themenbereichen, darauf folgen zuvor diskutierte Fragen sowie Anforderungen an Sensor und Aktor. Da jeder Raum ein eigenes Anforderungsprofil hat, kann der Raum durch Kreuze kurz und übersichtlich beschrieben werden. Zuletzt folgt die Tabelle 2 „Zusammenfassung“, aus welcher ersichtlich ist, welche Sensoren und Aktoren pro Raum benötigt werden.

Mit der Checkliste können erste konkrete Angebote eingeholt werden, wobei die Menge der einzelnen Produkte unberücksichtigt bleibt.

³ Definition „Bus“: „Kommunikationsmedium und -methode zwischen zwei oder mehreren Einrichtungen mit Schnittstellen für serielle Datenübertragung.“ ([5] vgl. S. 14)

Tabelle 1: Checkliste der Anforderungen⁴

Checkliste zur Auswahl der gewünschten Anforderung pro Raum	Anforderungen an Sensor-, Aktor- sowie Verarbeitungsfunktionen	EG, Ausstellung		EG, Bestand						OG, Büro				OG, Wohnung															
		Beh. WC	Stuhllager	Ausstellung	Flur	Büro 1	Büro 2	Büro 3	Büro 4	Büro 5	Büro 6	Flur	WC	Büro 7	Büro 8	Büro 9	Eingang	WC	Wohnen	Kochen	Flur	Büro	Eltern	Bad	Außenanlagen	Treppenhäuser			
Heizung	H1 Soll die Raumtemperatur automatisch geregelt werden (inkl. Eingabegerät für die gewünschte Temperatur)?			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
	H2 Soll es möglich sein, Zeitpläne für die Heizung des Raums zu hinterlegen (d.h. Tages- oder Wochenprogramm)?			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
	H3 Soll die Raumtemperatur bei Abwesenheit abgesenkt werden?																												
	H4 Soll das Heizen des Raumes bei geöffneten Fenstern unterbrochen werden?			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Lüftung	L1 Soll es möglich sein, die Belüftungsstärke über ein Eingabegerät individuell anzupassen? Anschluss über 0-10V Schnittstelle					X							X										X						
	L2 Soll es möglich sein, Zeitpläne für die Lüftung des Raums zu hinterlegen (d.h. Tages- oder Wochenprogramm)?					X							X										X						
	L3 Soll die Lüftung bei Abwesenheit reduziert/unterbrochen werden? Anschluss über 0-10V Schnittstelle																												
	L4 Soll die Lüftung des Raumes bei geöffneten Fenstern unterbrochen werden?																												
	L5 Soll die Lüftung bedarfsgeführt geregelt werden (d.h. in Abhängigkeit der Luftqualität wie CO ₂ und/oder VOC)?					X				X						X													
	L6 Soll im Fall von zu hoher Luftfeuchte die Lüftung automatisch aktiviert werden (z.B. zur Vermeidung von Schimmelbefall)?																												
	L7 Soll, sofern möglich, mit kühler Außenluft gekühlt werden (z.B. im Sommer während der Nacht)? In Lüftungsanlage integriert.			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Beleuchtung	B1 Soll die Beleuchtung von mehreren Stellen aus gedimmt werden können?					X																							
	B2 Soll es möglich sein, dass mehrere Leuchten über einen Tastendruck auf Lichtszenen eingestellt werden?									X																			
	B3 Soll es möglich sein, mit einem Taster mehrere Leuchten bzw. Leuchtengruppen auf einmal schalten oder dimmen zu können?					X				X	X																		
	B4 Soll sich die Beleuchtung bei An-/Abwesenheit automatisch ein- oder ausschalten?			X	X								X	X				X	X								X	X	
	B5 Soll sich die Helligkeit der Beleuchtung automatisch anpassen - d.h. bei erhöhtem Tageslichteinfall automatisch herunterdimmen?					X																							
Verschattung	V1 Soll es möglich sein, mehrere Rollläden/Jalousien gemeinsam zu fahren?					X		X	X					X	X	X	X					X	X	X	X				
	V2 Soll es möglich sein, Zeitpläne für die Verschattung des Raums zu hinterlegen (d.h. Tages- oder Wochenprogramm)? Zeitsteuerung über Bedienung mit dem Touchpanel oder PC ausreichend. Wichtig dabei ist die Trennung von Wohnung und Büro					X			X	X					X	X	X	X					X	X	X	X			
	V3 Soll vermieden werden, dass der Rollläden für die Terrassen-/Balkontür gefahren wird, solange diese nicht von innen verschlossen ist (Aussperschutz)?																						X			X	X		
	V4 Soll beim Fahren der Rollläden/Jalousien die Anwesenheit von Personen berücksichtigt werden (z.B. die Rollläden fahren nicht herunter, wenn sich eine Person im Raum befindet)?																												
	V5 Sollen die Rollläden/Jalousien in Abhängigkeit der Außenhelligkeit automatisch herauf- oder herunterfahren?																												
	V6 Sollen die Rollläden/Jalousien in Abhängigkeit der Raumtemperatur bzw. bei Kühlung + starker Sonneneinstrahlung gefahren werden (z.B. die Rollläden fahren im Sommer bei hoher Sonneneinstrahlung herunter, um ein Aufheizen des Raums zu vermeiden)?					X		X	X		X	X	X		X	X	X	X				X	X	X	X	X			
	V7 Sollen Jalousien oder Markisen im Falle von Sturm oder starkem Wind eingefahren werden?					X		X	X		X	X	X		X	X	X	X				X	X	X	X	X			
Kühlung	K1 Soll die Raumtemperatur automatisch geregelt werden (inkl. Eingabegerät für die gewünschte Temperatur)?					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	K2 Soll es möglich sein, Zeitpläne für die Kühlung des Raums zu hinterlegen (d.h. Tages- oder Wochenprogramm)?					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	K3 Soll die Kühlung bei Abwesenheit reduziert werden?																												
	K4 Soll das Kühlen des Raumes bei geöffneten Fenstern unterbrochen werden?																												
	K5 Soll der gleichzeitige Betrieb von Kühlung und Heizung verhindert werden?			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Sicherheit	S1 Sollen die Fenster und Türen in Bezug auf Einbruch/unbefugtem Zutritt überwacht werden (d.h. das Öffnen führt zu einer Alarmierung oder zum Einschalten der Beleuchtung)? Alarmierung in Form einer Hupe oder E-Mail.			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	S2 Sollen Bewegungsmelder außen und/oder innen eingesetzt werden, die z.B. bei Abwesenheit einen Alarm auslösen oder zumindest die Beleuchtung einschalten?			X	X								X	X				X	X								X	X	
	S3 Soll ein Paniktaster (z.B. Handsender) oder Zug-Schalter eingeplant werden, über den z.B. die Beleuchtung zentral eingeschaltet oder eine Alarmierung ausgeführt werden kann?																											X	
	S4 Soll der Zustand von Raucherkennung weiterverarbeitet werden (d.h. Alarmierung ausgeführt werden)? (Kein VDS-System). Nur SMS an Handy schicken bzw. Alarmmeldung auslösen.			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	S5 Sollen Rohrbrüche oder sonstige Leckagen im Wasser-/Abwasserwerk erkannt und alarmiert werden?																												
	S6 Soll angezeigt werden können, ob Fenster oder Türen nicht ordnungsgemäß verschlossen sind (z.B. beim Verlassen von Haus/Wohnung)?			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	S7 Soll bei offenen Fenstern und gleichzeitigem Regen/Sturm alarmiert werden, dass Fenster nicht richtig verschlossen sind?			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	S8 Soll es möglich sein, für eine Anwesenheitssimulation Zeitpläne für die Beleuchtung des Raums zu hinterlegen?																												
Weitere Funktionen	W1 Soll im Eingangsbereich von Haus oder Wohnung ein Zentraltaster ("Alles-Aus-Taster") eingeplant werden, mit dem alle schalt-/dimmbaren Verbraucher zentral abgeschaltet werden können? Alles-Ausschalter über Verschlussüberwachung jeweils im Eingangsbereich					X											X												
	W2 Soll es möglich sein, funktionale Zustände/Befehlsabfolgen zu hinterlegen (z.B. Funktionen wie "Guten Morgen" oder "Gute Nacht")?																											X	
	W3 Soll es möglich sein, einzelne elektrische Verbraucher ein- oder auszuschalten (z.B. aus Sicherheitsgründen, im Gartenbereich oder um Stand-By-Verluste zu vermeiden)?			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	W4 Sollen einige Funktionen über Handsender oder frei positionierbare Taster bedienbar sein (z.B. Taster am Schreibtisch statt nur neben der Tür)?																												
	W5 Soll der Energiebedarf von einzelnen Verbrauchern erfasst und über ein einfaches Display angezeigt werden (d.h. ohne Verarbeitung)?																X											X	
	W6 Soll der Energiebedarf von einzelnen Verbrauchern erfasst und ausgewertet werden (mit Anzeigemöglichkeit über PC oder Tablet-PC)? Anbindung der Solaranlage um Stromverbrauch und Gewinn gegenüberzustellen.																												
	W7 Sollen einige Funktionen des Smart Home als bedingte Ausführung erfolgen (Fensterüberwachung bei Abwesenheit oder "Gute-Nacht-Zustand")?			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	W8 Sollen einige der Funktionen via Smartphone oder PC (z.B. Webbrowser) bedient oder visualisiert werden?			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	W9 Soll eine Kamera mit eingebunden werden (d.h. Erfassung sowie Visualisierung)?																												
	W10 Sollen einzelne Stromkreise komplett abschaltbar sein (z.B. zur Reduktion der Elektromogbelastung / Feldfreischaltung)?						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

⁴ [15]

Tabelle 2: Zusammenfassung der Sensorik und Aktorik aus der Checkliste⁵

Checkliste zur Auswahl der gewünschten Anforderung pro Raum	Anforderungen an Sensor-, Aktor- sowie Verarbeitungsfunktionen	EG, Ausstellung				EG, Bestand				OG, Büro				OG, Wohnung				Außenanlagen	Treppenhäus						
		Beh. WC	Stuhllager	Ausstellung	Flur	Büro 1	Büro 2	Büro 3	Büro 4	Büro 5	Büro 6	Flur	WC	Büro 7	Büro 8	Büro 9	Eingang			WC	Wohnen	Kochen	Flur	Büro	Eltern
Σ Anforderungen "Sensorik"	Beispiele für Sensoren	EG, Ausstellung				EG, Bestand				OG, Büro				OG, Wohnung											
FS 1 Lufttemperaturmessung-Innen*	Raumtemperatursensor	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
FS 2 Sollwert stellen*	Raumbediengerät; Eingabemöglichkeit am Temperatursensor	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
FS 3 Zeitprogramm* Steuerung über Touchpanel	Zeitbaustein oder Smart Home Server	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
FS 4 Präsenzerkennung*	Präsenzmelder; Bewegungsmelder		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FS 5 Luftqualitätsmessung*	CO ₂ - oder VOC-Sensor			X			X		X				X												
FS 6 Luftfeuchtemessung	Luftfeuchtesensor																								
FS 7 Lufttemperaturmessung-Außen*	Außentemperatursensor; alternativ über eine Wetterstation										X														
FS 8 Taster	Funk-/Bustaster oder "normale" Taster und Binäreingangssensor		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FS 9 Lichtszenentaster	Funk-/Bustaster oder "normale" Taster und Binäreingangssensor												X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
FS 10 Zentraltaster	Funk-/Bustaster oder "normale" Taster und Binäreingangssensor																					X			
FS 11 Handsender/Funktaster	Funk-Taster; Handsender																								
FS 12 Helligkeitsmessung*	Helligkeitssensor (eventuell als Teil eines Multisensors)		X																						
FS 13 Fensterüberwachung*	Fensterkontakt	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FS 14 Windgeschwindigkeitsmessung*/ Niederschlagserkennung*	Wetterstation mit Anbindung an Aktoren oder Smart Home Server											X													
FS 15 Paniktaster/Notruf	Taster (z.B. Wandtaster, Hand-/Unhängetaster) oder Zugschalter																						X		
FS 16 Resetfunktion	Taster (optional über Visualisierung des Smart Home Servers)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FS 17 Raucherkennung	FunkRauchererkennung; Rauchererkennung mit Anschluss an Binärsensor	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FS 18 Leckageerkennung	Leckagesensor sowie Binär-/Tastersensor																								
FS 19 Stromzähler	Stromzähler UP oder REG							X														X			
FS 20 Kamerafunktion	Kamera über LAN/ WLAN Anschluss																								
Σ Anforderungen "Verarbeitungsfunktionen"	Beispiele																								
FV 1 Temperaturregelung*	Meist Teil des Sensors; alternativ über einen Smart Home Server	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FV 2 Lüftungsregelung	Meist Teil des Aktors; alternativ über einen Smart Home Server			X							X											X			
FV 3 Tageslichtschaltung*/ Konstantlichtregelung*	Meist Teil des Aktors; alternativ über einen Smart Home Server			X																					
FV 4 Logische Verarbeitungsfunktionen/ Verknüpfungssteuerungen	Smart Home Server (programmierbarer Server/Controller)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Σ Anforderungen "Aktorik"	Beispiele für Aktoren																								
FA 1 Heizungssteuerung	Stellventil für Heizung oder Vor-/Rücklauf	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FA 2 Kühlungssteuerung	Stellventil für Kühlelement oder Vor-/Rücklauf; Raumklimanlage	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FA 3 Lüftungssteuerung	Stellventil für Lüftungskörper oder Ventilator; kraftstarke Fenster	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FA 4 Schaltaktor	Schaltaktor UP, REG oder Zwischenstecker																		X	X	X	X	X	X	X
FA 5 Lichtaktor-Dimmen*	Dimmaktor UP, REG oder Zwischenstecker			X				X	X																
FA 6 Lichtaktor-Schalten*/ Lichtaktor-Dimmen*	Schaltaktor oder Dimmaktor als UP, REG oder Zwischenstecker	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FA 7 Verschattungssteuerung	Blousie-/Rollädenaktor UP oder REG		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
FA 8 Energieverbrauchsanzeige	Display für Einbau in UP-Dose							X														X			

⁵ [15]

3.9 Auswertung

Zum Abschluss des Kapitels soll eine Wertung der Gebäudeautomation erarbeitet werden. Ziel dabei ist es, dem Bauherrn eine Auswertung zu visualisieren, wie gut das Gebäude im Vergleich mit der Norm automatisiert ist. Mit den vorher genannten Wünschen des Bauherrn kann mit dem Tool „Gebäude-IQ“^[20] von dem Institut für Gebäudetechnologie die Energieeffizienzklasse nach DIN EN 15232 bestimmt werden. Um die vollständige Auswertung zu ermitteln, müssen die Gebäudeeigenschaften in das Computerprogramm eingegeben werden. Nachfolgend werden die Auswertungen von Ist- und Soll-Zustand vorgestellt.

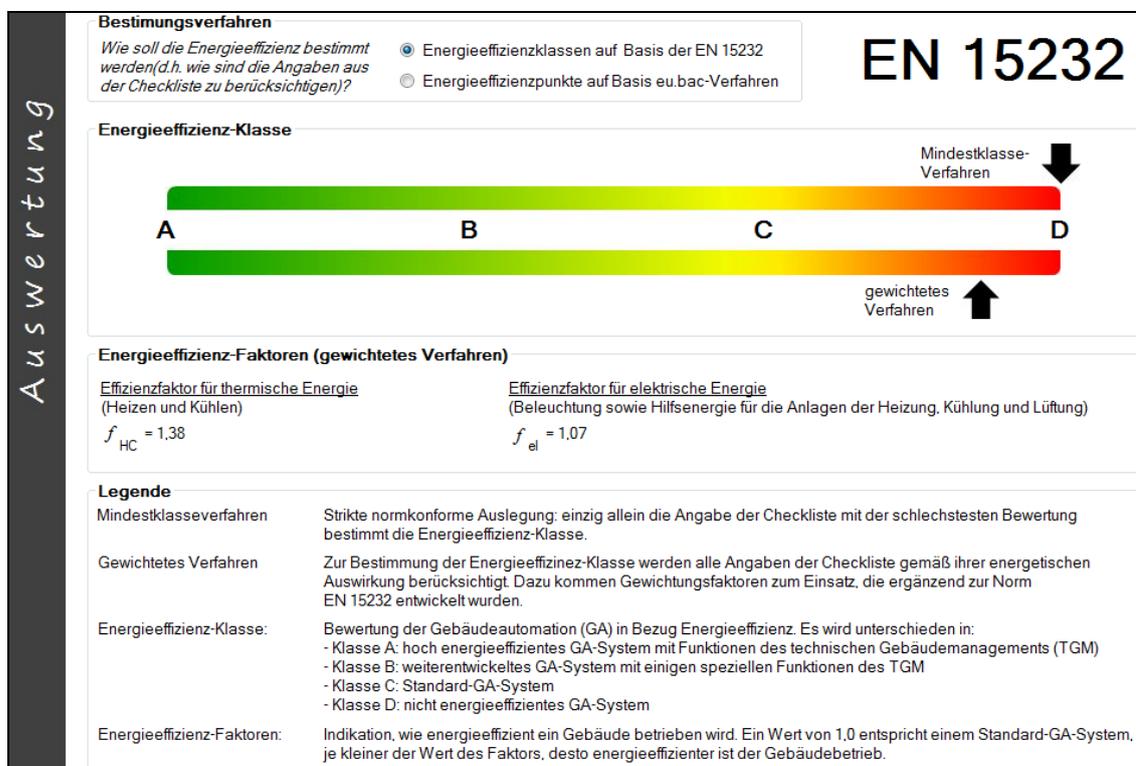


Abbildung 5: Ist-Zustand⁶

Abbildung 5: Ist-Zustand kann hinsichtlich des Ist-Zustandes entnommen werden, dass der Altbau mit dem Faktor $f = 1,38$, also 38%, schlechter als ein Standard Gebäudeautomatoin(GA)-System in Bezug auf Energieverbrauch ist. Wird der Verbrauch für elektrische Energie betrachtet, wird deutlich, dass 7% mehr Energie als ein Standard GA-System verbraucht werden. Zum Vergleich wird in der folgenden Abbildung 6 die Energieeinsparung mit dem Soll-Zustand verglichen.

⁶ [20]

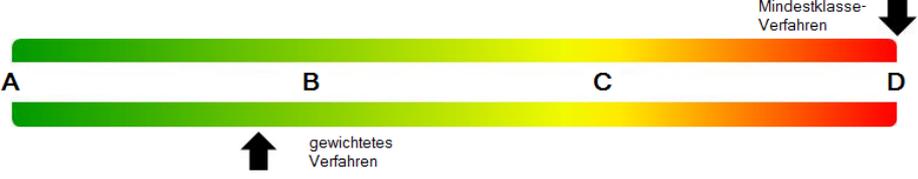
Auswertung

EN 15232

Bestimmungsverfahren
Wie soll die Energieeffizienz bestimmt werden (d.h. wie sind die Angaben aus der Checkliste zu berücksichtigen)?

Energieeffizienzklassen auf Basis der EN 15232
 Energieeffizienzpunkte auf Basis eu.bac-Verfahren

Energieeffizienz-Klasse



A
B
C
D

↑ gewichtetes Verfahren

Energieeffizienz-Faktoren (gewichtetes Verfahren)

<p><u>Effizienzfaktor für thermische Energie</u> (Heizen und Kühlen)</p> <p>$f_{HC} = 0,80$</p>	<p><u>Effizienzfaktor für elektrische Energie</u> (Beleuchtung sowie Hilfsenergie für die Anlagen der Heizung, Kühlung und Lüftung)</p> <p>$f_{el} = 0,91$</p>
--	---

Legende

Mindestklasseverfahren	Strikte normkonforme Auslegung: einzig allein die Angabe der Checkliste mit der schlechtesten Bewertung bestimmt die Energieeffizienz-Klasse.
Gewichtetes Verfahren	Zur Bestimmung der Energieeffizienz-Klasse werden alle Angaben der Checkliste gemäß ihrer energetischen Auswirkung berücksichtigt. Dazu kommen Gewichtungsfaktoren zum Einsatz, die ergänzend zur Norm EN 15232 entwickelt wurden.
Energieeffizienz-Klasse:	Bewertung der Gebäudeautomation (GA) in Bezug Energieeffizienz. Es wird unterschieden in: - Klasse A: hoch energieeffizientes GA-System mit Funktionen des technischen Gebäudemanagements (TGM) - Klasse B: weiterentwickeltes GA-System mit einigen speziellen Funktionen des TGM - Klasse C: Standard-GA-System - Klasse D: nicht energieeffizientes GA-System
Energieeffizienz-Faktoren:	Indikation, wie energieeffizient ein Gebäude betrieben wird. Ein Wert von 1,0 entspricht einem Standard-GA-System, je kleiner der Wert des Faktors, desto energieeffizienter ist der Gebäudebetrieb.

Abbildung 6: Soll-Zustand⁷

Anhand von Abbildung 6: Soll-Zustand kann die Energieeinsparung ermittelt werden. Durch die Gebäudeautomation wird der Energieverbrauch für thermische Energie um circa 58% und der Verbrauch für elektrische Energie um rund 16% gesenkt. Durch das Mindestklassenverfahren wird das Gebäude der Kategorie „D“ [21] der DIN EN 15232 zugeordnet. Diese Abstufung erreicht das Gebäude durch den Durchlauferhitzer, der für die Trinkwarmwasserzubereitung zuständig ist. Dennoch soll das Gebäude mit Durchlauferhitzern [10] ausgestattet werden, da der Warmwasserbedarf im Büro sehr gering ist. Die Wohnung soll ebenfalls ausschließlich mit Durchlauferhitzern ausgestattet werden, da diese nur für zwei Personen ausgelegt ist und somit die Abrechnung zwischen Büro und Wohnung einfacher über den Stromzähler geregelt werden kann. Betrachtet man jedoch das gewichtete Verfahren, ist ersichtlich, dass das Gebäude bei den weiterentwickelten GA-Systemen einzustufen ist.

⁷ [20]

4 Ausführungsplanung

Im Punkt 4 werden nun alle ermittelten Sensoren und Aktoren aus Tabelle 2 in die Räume eingeplant. Anhand dieser Planung werden verschiedene Angebote eingeholt, mit denen sich die Anbieter vergleichen lassen. Zusätzlich soll über die Mengen die jeweils wirtschaftlichste Lösung ausfindig gemacht werden.

Es sei erwähnt, dass Kapitel 4 „Ausführungsplanung“ und Kapitel 5 „Schnittstellen“ als Gesamtes parallel erarbeitet wurden. Aus dem Grund werden in Kapitel 4 Sachverhalte präsentiert, die in Kapitel 5 näher erörtert werden. Die komplette Planung dieser Ausarbeitung wird mehrmals durchdacht und durch verschiedene Einflussfaktoren (Preise, Wünsche, Verbesserungsvorschläge) häufig neu strukturiert. Um das gesamte Projekt vorstellen zu können, wird in den folgenden zwei Kapiteln die Abschlusslösung präsentiert.

Um die Vorgehensweise einfacher zu erläutern, wird ein Raum aus dem Bürogebäude ausgewählt und detailliert beschrieben. Da die „Ausstellung“ am meisten Technik enthält, wird diese auch näher betrachtet. Die vollständigen Pläne befinden sich am Ende des Anhangs.

Im Ausstellungsraum sollen Vorträge und Mitarbeiterschulungen stattfinden. Darüber hinaus dient der Raum Besprechungen, Verkaufsgesprächen, Präsentationen sowie der Vorführung der Gebäudeautomation.

4.1 Einplanung der Sensorik und Aktorik in den Gebäudegrundriss

Aus Tabelle 2 werden alle Elemente, die im Raum benötigt werden, ermittelt. Anschließend werden die einzelnen Elemente sinnvoll im Raum verteilt. Da aus der Tabelle 2 nur die Komponenten bekannt sind, muss zusätzlich noch auf die Anzahl der Elemente geachtet werden. Parallel zum Einzeichnen in den Grundriss werden alle Elemente nummeriert und in Tabelle 3: „Ausschnitt aus der Mengenplanung“ festgehalten. Die vollständige Mengenplanung befindet sich im Anhang. Die Preiskalkulation erfolgt in Kapitel 5.

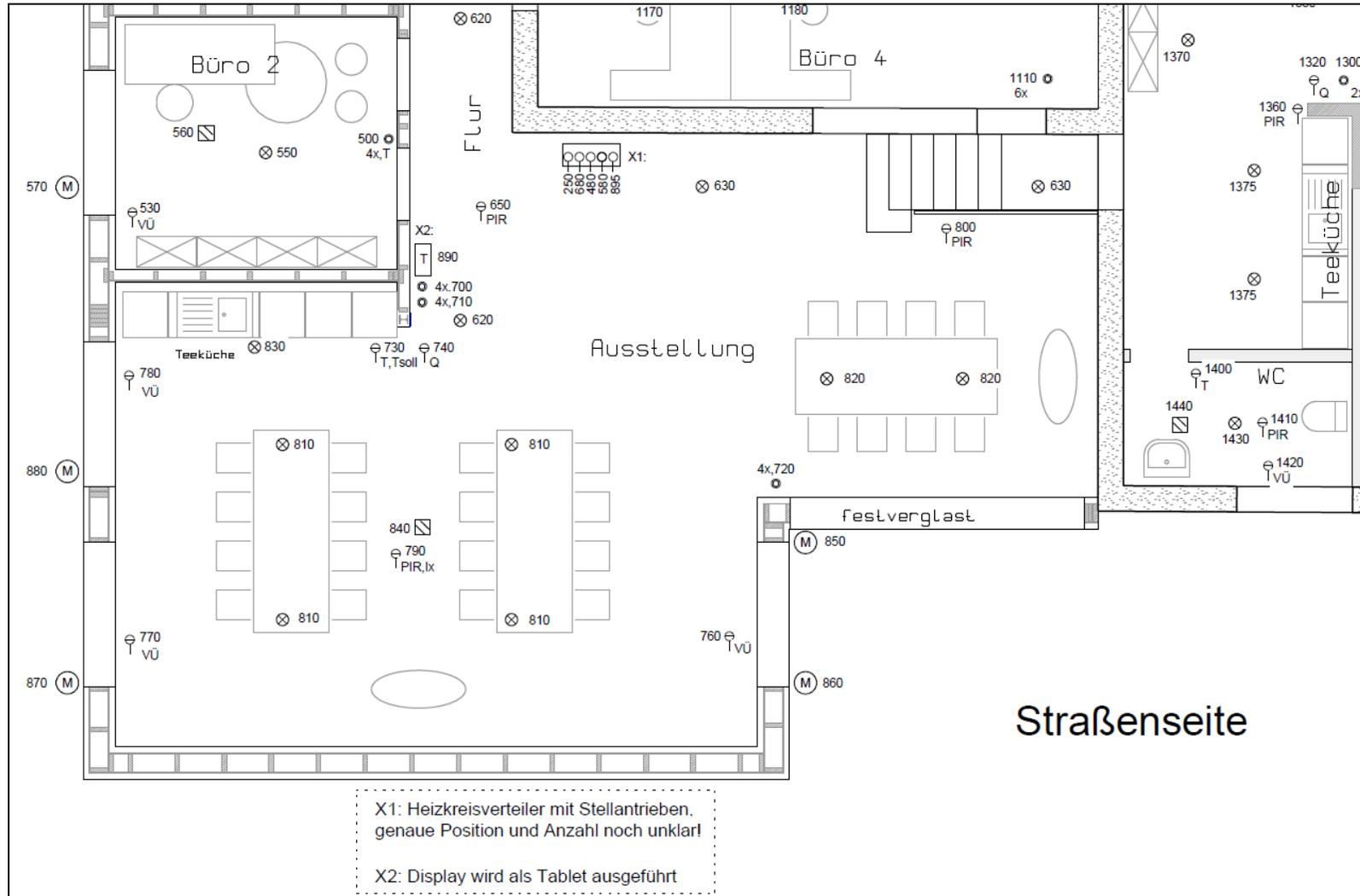


Abbildung 7: Grundriss Ausstellung

Legende Gebäudeautomation

Taster	○
Rauchmelder	⊠
Motor	Ⓜ
Leuchtanschluss	⊗
Fühler/Sensor	⌚
-T =Temperatur	
-M =Feuchtigkeit	
-Q =CO ₂	
-lx =Helligkeit	
-PIR=Präsenz	
-DG = Drehgriff	
-FK = Fensterkontakt	
-VÜ =Verschlussüberwachung	
Aktor/Antrieb	⌚
Touchdisplay	ⓧ

Abbildung 8: Legende der Sensoren und Aktoren

Tabelle 3: Ausschnitt aus der Mengenplanung⁸

		Elemente		Kabel/Trassen		Artikelinformationen		
		Adr.	Element	Bezeichnung (optional)	Länge	Typ	System	Artikel
Anbau	Ausstellung	700	Wandtaster 4 Tasten	Licht				
		710	Wandtaster 8 Tasten	Verschattung				
		720	Wandtaster 4 Tasten	Licht-/ Verschattung				
		730	Raumbediengerät	T, T-soll (Wandtaster)				
		740	CO ₂ -Sensor					
		750	-					
		760	Verschlussüberwachung					
		770	Verschlussüberwachung					
		780	Verschlussüberwachung					
		790	Präsenz-/ Helligkeitssensor	Licht - Deckensensor				
		800	Präsenzmelder					
		810	Leuchtanschluss	Deckenlicht				
		820	Leuchtanschluss	Deckenlicht				
		830	Leuchtanschluss	Wandlicht				
		840	Rauchmelder					
		850	Jalousieaktor	Jalousie rechts oben				
		860	Jalousieaktor	Jalousie rechts unten				
870	Jalousieaktor	Jalousie links unten						
880	Jalousieaktor	Jalousie links oben						
890	Touchdisplay	Zeitschaltuhr, Verschattungs-, Belüftungs- und Heizungsteuerung						
895	Stellventil	Heizung						

Die Nummerierung des Raumes beginnt bei Nummer 700 und steigt in Zehnerschritten. Dies wird in Abbildung 7 deutlich. Sofern nachträglich weitere Elemente integriert werden müssen, ist zwischen den Zehnersprüngen ausreichend Platz.

4 Ausführungsplanung

Neben der Grundrissplanung müssen die Aufgaben der Elemente untereinander festgehalten und dokumentiert werden.

Ein guter Ansatz dabei ist Tabelle 23 „Ausschnitt aus der Mengenplanung“. Zusätzlich zur Menge, Bezeichnung und Nummer können auf diesem Wege Zusatzinformationen (wie z.B. Kabellänge) angefügt werden, die eine Kalkulation erleichtern.

Aufbauend auf die Mengenplanung folgt die Funktionsplanung. In der Funktionsplanung werden Abhängigkeiten zwischen einzelnen Sensoren und Aktoren notiert. Mit Hilfe von Tabelle 4 und Abbildung 7: Grundriss Ausstellung werden sowohl Raumautomation als auch die zugehörigen Funktionen erläutert. Zusätzlich wird durch Tabelle 4 dokumentiert, welche Sensoren und Aktoren miteinander verbunden sind (kommunizieren). Tabelle 4 befindet sich in vollständiger Form im Anhang.

⁸ [23]

4 Ausführungsplanung

Tabelle 4: Ausschnitt aus der Funktionsplanung⁹

Adr.	Elemente		Funktionen			
	Element	Bezeichnung (optional)	Objekt (optional)	Funktion	Unterfunktion (optional)	
Anbau Ausstellung	700	Wandtaster 4 Tasten	Licht	Taste 1 Taste 2 Taste 3 Taste 4	Deckenleuchte 810 Deckenleuchte 810 Leuchte Küche 830 Leuchte Küche 830	Schalten/Dimmen (Ein) Schalten/Dimmen (Aus) Schalten/Dimmen (Ein) Schalten/Dimmen (Aus)
	710	Wandtaster 8 Tasten	Verschattung	Wippe 1 Wippe 2 Wippe 3 Wippe 4	Verschattung 860 Verschattung 870 Verschattung 880 Verschattung Ausstellung	Verschattung AUF/AB Verschattung AUF/AB Verschattung AUF/AB Verschattung AUF/AB
	720	Wandtaster 4 Tasten	Licht-/ Verschattung	Wippe 1 Wippe 2	Deckenleuchte 820 Verschattung 850	Schalten/Dimmen (Ein/Aus) Verschattung AUF/AB
	730	Raumbediengerät	T, T-soll (Wandtaster)	Taste 1 Taste 2	Temp. (895) Temp. (895)	Hoch Runter
	740	CO ₂ -Sensor			Lüftungssteuerung	
	750					
	760	Verschlussüberwachung		Fenster geöffnet	Signallampe EG Büro	einschalten
	770	Verschlussüberwachung			Alarmierung (SMS, MAIL)	Wetter
	780	Verschlussüberwachung			Temp. (895)	Schließen: 1h
	790	Präsenz-/ Helligkeitssensor	Licht - Deckensensor		Einbruch Deckenleuchte 810	AUS nach 5 min Zeit
	800	Präsenzmelder	Licht - Deckensensor		Flurlicht 630 Einbruch	AUS nach 5 min Zeit
	810	Leuchtanschluss	Deckenlicht		Deckenleuchte 810 Licht-Zentral EG	
	820	Leuchtanschluss	Deckenlicht		Deckenleuchte 820 Licht-Zentral EG	
	830	Leuchtanschluss	Wandlicht		Leuchte Küche 830 Licht-Zentral EG	
	840	Rauchmelder			Rauchmeldung	Alarmierung (E-Mail)
	850	Jalousieaktor	Jalousie rechts oben		Verschattung 850 Verschattung - Zentral Büro Verschattung Ausstellung	Verschattung AUF Verschattung AB
	860	Jalousieaktor	Jalousie rechts unten		Verschattung rechts 860 Verschattung - Zentral Büro Verschattung Ausstellung	Verschattung AUF Verschattung AB
	870	Jalousieaktor	Jalousie links unten		Verschattung links 870 Verschattung - Zentral Büro Verschattung Ausstellung	Verschattung AUF Verschattung AB
	880	Jalousieaktor	Jalousie links oben		Verschattung links 880 Verschattung - Zentral Büro Verschattung Ausstellung	Verschattung AUF Verschattung AB
	890	Touchdisplay	Zeitschaltuhr, Verschattungs-, Belüftungs-, und Heizungssteuerung	Zeitraum	Heizung	19:00 - 6:00 Uhr Frostschutz Sollwertvorgabe einzelner Temperaturen im Raum
				Zeit 1 Zeit 2	Heizung Verschattung - Zentral Büro	6:30 Uhr AUF 19 Uhr AB
				Stufe 1 Stufe 2 Stufe 3 Stufe 4 Stufe 5	Belüftung Belüftung Belüftung Belüftung Belüftung	Aus Mindestluftwechsel Normalluftwechsel Maximalluftwechsel standard, Lüftungsanlage läuft nach eigermittelten Luftwechsel- CO ₂
	895	Stelventil	Heizung	Zeitraum	Belüftung Temp. (895)	19:00 - 6:00 Uhr Stufe 2 (Mindestluftwechsel)

Nachfolgend wird jedes nummerierte Element erläutert, um die Tabelle nachvollziehen zu können:

⁹ [24]

4 Ausführungsplanung

Nr. 700: Der Vierfach-Taster schaltet bzw. dimmt mit den Tasten 1 und 2 die Deckenleuchten 810. Es werden bewusst alle Leuchten mit der Nr. 810 versehen, da diese gleichzeitig bedient werden sollen. Tasten 3 und 4 dienen der Bedienung der Küchenleuchte 830.

Nr. 710: Dieser Achtfach-Taster dient ausschließlich zur Verschattungssteuerung. Mit den vier vorhandenen Wippen (zwei Tasten pro Wippe) können die Motoren 860; 870; 880 einzeln oder die Verschattung als Ganzes in der Ausstellung auf- und abgefahren werden.

Nr. 720: Dies ist ein Vierfach-Licht- und Verschattungstaster. Dieser steuert direkt die Beleuchtung und Verschattung des Besprechungsplatzes vor der Treppe.

Nr. 730: Dieses Raumbediengerät dient der Temperaturmessung und der Einstellung der Wunschtemperatur (Sollwertstellung). Je nach Differenz zwischen den Temperaturen wird jetzt der Stellantrieb (Regelkreis) 895 geöffnet bzw. geschlossen. Weiterhin ist die Anschaffung eines Raumbediengerätes sinnvoll, da auf diesem Weg den Kunden die Gebäudeautomation demonstriert wird. Führende Hersteller von Elektroinstallations- und Gebäudesystemtechniken (z.B. Jung [25]) werben bereits vielfach für Bediengeräte mit integriertem Touchdisplay für die Steuerung einzelner Räume/Bereiche.

Nr. 740: Dieser CO₂-Sensor misst die Luftqualität im Raum. Bei starker Menschenansammlung und schlechter Luftqualität können so direkt Signale an die Lüftungsanlage gesendet werden, welche daraufhin den Volumenstrom erhöht. Die bedarfsgeführte Belüftung sorgt für optimale Arbeitsverhältnisse. Der Sensor ist bewusst in Richtung Flur platziert, da die Zuluft vom Fenster aus in Richtung des Flures zirkuliert und dort abgesaugt wird. So ist es möglich, in der Mitte zwischen Zu- und Abluft die Durchschnitts-Luftqualität zu messen. [17]

Nr. 760-780: Im Bürogebäude wird jedes Fenster, bei Stulpfenstern gar jeder Flügel und jede Tür, mit einer Verschlussüberwachung versehen. In dem gut gedämmten Gebäude mit Lüftungsanlage ist es allgemein nicht notwendig das Fenster zu öffnen. Eine manuelle Öffnung der Fenster ist weiterhin möglich. Aus Energiespargründen werden jedoch die Stellantriebe im Raum der Heizung für mindestens eine Stunde geschlossen, sobald ein Fenster geöffnet wird. Anschließend geht das System in den Frostschutzzustand über, sodass keine Rohrbrüche durch Frost entstehen. Wird das Fenster innerhalb der einen Stunde geschlossen, kann der Heiz-/Kühlbetrieb normal weitergeführt werden. Zusätzlich soll bei geöffnetem Fenster eine Lampe im Eingangsbereich erleuchten, um beim Schließen des Bürogebäudes zu signalisieren, dass nicht alle Fenster geschlossen sind. Des Weiteren soll in Kombination mit der Wetterstation auf dem Dach eine Alarmierung bei geöffnetem Fenster und schlechten Wetter (Regen und Sturm) per Mail versendet werden. In der Nacht bei abgeschlossenem Gebäude soll ein aufgebrochenes Fenster einen Einbruch signalisieren.

4 Ausführungsplanung

Nr. 790: Der Präsenz- und Helligkeitssensor im Raum wird eingebaut, um die Leuchten je nach Tageslichteinfall optimal zu dimmen.

Nr. 800: Dieser Präsenzmelder schaltet das Flurlicht und enthält Sicherheitsfunktionen.

Nr. 810: Die Symbole bilden die Belichtung bzw. die dimmbaren Beleuchtungsaktoren im Ausstellungsraum. Wie schon vorher erwähnt, werden diese beispielsweise von Taster 700 eingeschaltet.

Nr. 820: Beleuchtung des Besprechungsplatzes vor der Treppe.

Nr. 830: Das Symbol kennzeichnet die Küchenbeleuchtung.

Nr. 840: Der Rauchmelder dient nur zur Rauchererkennung und soll Personen rechtzeitig vor Bränden im Büro warnen. Zusätzlich soll er eine Alarmierung in Form einer SMS oder E-Mail an die Zuständigen auslösen, da Brände auch in Zeiträumen geschehen können, wo das Gebäude nicht besetzt ist.

Nr. 850-880: Die Motorensymbole kennzeichnen die Aktorik der Jalousiemotoren. Diese sollen händisch (per Taster), per Computer (Zeitschaltuhr) und auch nach dem Wetter gefahren werden. Bei starkem Sturm sollen die Jalousien eingefahren werden, bei Kühlobetrieb und starker Sonneneinstrahlung sollen die Jalousien herunterfahren.

Nr. 890: Der Touchdisplay dient der Visualisierung und Steuerung einiger Komponenten der Gebäudeautomation. Um Kosten zu sparen, wird dieser in Form eines Tablets und nicht als Wanddisplay installiert [26], welches über W-Lan Verbindung zum Internet hat. Diese Entscheidung konnte durch einen Vergleich der Position 22 „WP 104 VGA“ (s.Kapitel 10.2.1 „Angebot: XY“) und einem herkömmlichen Touchpanel „I-Pad“ von einem Internetportal verglichen und bestätigt werden. Nachfolgend werden die Naforedrungen an die Visualisierung aufgelistet:

- Alle Zeitsteuerungen wie Jalousie, Heizung, Kühlung, Verschattung und teilweise Licht sollen über die Visualisierung verstellt werden können.
- Zur Temperierung der einzelnen Räume sollen die Sollwerte über Tochnpanel auf einem Grundriss verstellt werden können.
- Die Visualisierung soll für Wohnung und Büro vollständig getrennt sein, aber jeweils die gleichen Funktionen beinhalten.
- Energieverbräuche sollen im Bürogebäude angezeigt werden, eventuell auch die Gewinne von der betriebseigenen Solaranlage (Gegenüberstellung von Energiegewinnen und -verbräuchen).
- Die Lüftungsanlage und die Luftverteilung sollen über die Visualisierung steuerbar sein (Steuerung der Volumenstromregler).
- Heiz- und Kühlobetrieb wird nur über Visualisierung umgestellt.

- Steuerung der Volumenstromregler der Lüftungsanlage erfolgt im Büro nur über Visualisierung.

Nr.895: Dieser Stellantrieb symbolisiert einen Regelkreis. Ein Regelkreis kann aus mehreren Stellantrieben bestehen, die alle gleich angesteuert werden. [28] Bei der Größe des Raumes ist davon auszugehen, dass ein Stellantrieb (Heizkreis) nicht ausreicht, um an den Raum ausreichend Energie abzugeben. Die Stellantriebe werden je nach Raum- und Sollwerttemperatur automatisch geöffnet oder geschlossen. [12]

4.2 Abweichungen vom Ausstellungsraum zu anderen Räumen

Im Ausstellungsraum des Bürogebäudes werden Möglichkeiten der Gebäudeautomation präsentiert, die nicht im gesamten Gebäude verbaut werden. Aus Kostengründen werden geringer automatisierte Versionen oder Änderungen in anderen Räumen umgesetzt.

Toiletten und Flure sind Räume, in denen nicht direkt gearbeitet wird. Diese Räume sollen möglichst wenig Taster erhalten und komplett automatisch bedient werden. Die Steuerung der Beleuchtung wird ausschließlich über Präsenzmelder geregelt, somit wird der Energieverbrauch optimiert, da die Beleuchtung bei Abwesenheit ausgeschaltet ist. Die Temperaturmessung erfolgt über separate Temperaturfühler und die Sollwertvorgabe über die Visualisierung. Durch einen integrierten Sichtschutz in der Fassade kann auf die Verschattung verzichtet werden.

Büroräume erhalten aus Gründen der Kosteneffizienz keine Raumbediengeräte, sondern lediglich Temperatursensoren. Diese sind im Taster integriert (s. Kapitel 5.3.1). Die Sollwertstellung der Temperatur erfolgt über die Visualisierung per Touchpanel. Die Beleuchtung wird ausschließlich mit Tastern gesteuert, lediglich eine Zentralfunktion („Bürogebäude abgeschlossen“) kann die Beleuchtung ausschalten. Zusätzlich sind die Anforderungen an die Beleuchtung geringer, da Leuchten nur ein- und ausgeschaltet und nicht gedimmt werden müssen.

CO₂-Sensoren werden nur zentral in den Fluren platziert und nicht in den einzelnen Arbeitsräumen (Zulufttraum). Mit dieser Variante ist es möglich, die Anzahl der Sensoren von 15 Stück (je einen pro Zulufttraum) auf vier Stück zu reduzieren. Anfangs wurde diese Lösung der bedarfsgeführten Lüftung nicht als angemessen betrachtet, da die Kosten für einen Sensor sehr hoch sind (s. Kapitel 5.7 „CO₂-Sensoren“). Mit dem eigenen vorgeschlagenen Lösungsansatz und der Bestätigung durch Experten [12;17] kann die Belüftung trotzdem bedarfsgeführt gesteuert werden. Gemessen wird jeweils der Mittelwert des CO₂-Gehaltes in den Fluren (Überstromkanäle). Das ist möglich, weil die

Volumenströme von den Büros (Zulufträume) über den Flur zu den Toiletten (Abluft-räume) geführt werden. [28]

4.3 Allgemeine Funktionen des Gebäudes

Im Gebäude sind einige Sensoren verbaut, die Funktionen für das gesamte Gebäude übernehmen. Nachfolgend sollen die wichtigsten Bausteine einzeln erläutert werden.

4.3.1 Wetterstation¹⁰

Auf dem Dach befindet sich eine Wetterstation mit den folgenden Funktionen:

- Außentemperaturmessung
- ein Regensensor zur Warnmeldung (SMS,E-Mail) bei Regen und geöffnetem Fenster
- Windgeschwindigkeitsmessung, damit die Verschattung bei Sturm nicht beschädigt wird
- Messung der Sonnenrichtung (global), um bei Kühlbetrieb die Verschattung (Ost-, Süd- und Westseite) zu senken und die Energie für Kühlung zu minimieren



Abbildung 9: KNX Wetterstation Home 2224 WH¹¹

¹⁰ [29]

¹¹ [29]

4.3.2 Alarmanlage

Im Gebäude wird eine nicht VdS-zertifizierte Alarmanlage integriert, die auch über die Gebäudeautomation gesteuert wird, aber aus verständlichen Gründen nicht näher erläutert wird.

4.4 Auswahl des Steuerungssystems/Controllers

Der zentrale Punkt der Gebäudeautomation ist, das passende Steuerungssystem bzw. den passenden Controller auszuwählen. Der Controller, der das Gebäude steuert, sollte so flexibel sein, dass die Anbindung verschiedenster Bus-Systeme an den Controller möglich ist. Über die einzelnen Anbindungen an den Controller kann die Verschattung, Beleuchtung, Sicherheit und Komfortfunktion gesteuert werden. Eine weitere Anforderung ist die Einbindung der Heizung- und Lüftungsanlage, die auch über die Steuerungseinheit geregelt wird. Diese sei separat erwähnt, da es in der Vergangenheit häufig zu Problemen bei der Anbindung von Heizung und Lüftung an KNX-Controllern bei der Firma Roreger kam. Die Ansteuerung der einzelnen Komponenten war entweder nicht möglich oder unwirtschaftlich.

Aus der Masse an Systemanbietern werden speziell zwei dieser Anbieter untersucht, namentlich die Systeme der Firma „Wago“ (s. Kapitel 4.4.1) sowie „Loxone“ (s. Kapitel 4.4.2).

4.4.1 Das „I/O-System“ der Firma Wago¹²

Das „I/O-System“ von Wago dient der Steuerung des Gebäudes. Ursprünglich wurden SPS-Steuerungen für die Industrie entwickelt, inzwischen wurde diese Technologie jedoch auf Gebäude ausgeweitet.

Vorteile: Mit dem System können verschiedenste Schnittstellen direkt (z.B. Digitaler Ein-/Ausgang und Analoges Ein-/Ausgang) oder in Form einer Bus-Linie (z.B. Mp-Bus, KNX, Lon, DALI und EnOcean) an den Controller angeschlossen werden. Daraus ergibt sich eine Vielzahl an Möglichkeiten und eine hohe Flexibilität der Steuerung. Außerdem ist die Firma Wago ein Unternehmen, das sich seit mehr als 50 Jahren etabliert hat [32].

Nachteile: Bei der Visualisierung sind Einschränkungen vorhanden, da diese nur über einen „Webbrowser“ erzeugt werden kann. Die Visualisierung ist grafisch nur in 2D und oftmals nur in Form einer Tabelle oder eines Kalenders möglich. Eine Alternative sind Managementsysteme, die auf einem Computer installiert werden und die Steuerung grafisch hochwertiger visualisieren (beispielsweise in 3D). [17].

¹² [16]

4.4.2 Das System der Firma Loxone¹³

„Loxone“ ist ein Hersteller für Mini-Server aus dem „Smarthome“-Bereich. Dadurch, dass das Bürogebäude nicht zu großflächig ist, besteht die Möglichkeit, das System einzubinden.

Vorteile: In dem System ist eine automatische Visualisierung integriert. Über sämtliche Touchpanels sowie Smartphones ist eine optisch gelungene und strukturierte Visualisierung zu bedienen. Dabei können 3D-Ansichten und Bilder in die Visualisierung übernommen werden. Zusätzlich können Audiosysteme und Türsprechanlagen integriert werden.

Nachteile: Die Firma Loxone Electronics GmbH wurde erst im Jahr 2009 gegründet [33] und ist daher noch nicht allzu publik geworden. Darüber hinaus wurde durch ein Angebot und durch Gespräche festgestellt, dass es Probleme gibt, alle Schnittstellen wie zum Beispiel DALI an das System anzuschließen. [31]

4.4.3 Fazit der Systemwahl

Die Entscheidung fällt auf das System der Firma Wago. Als etabliertes Unternehmen aus der Elektroindustrie wird es unwahrscheinlich sein, dass diese Firma Konkurs geht oder Produkte zu diesem System nicht mehr lieferbar sind. Dies ist zum Beispiel bei nicht allen Elektroanbietern gewährleistet. Weiterhin spricht für einen Wago-Controller die Vielzahl an Schnittstellen, die dadurch resultierende Flexibilität und die außerordentlich überzeugende Kundenbetreuung im Vorfeld [16]. Zusätzlich konnte die Visualisierung in Besprechungen eigenständig getestet und als ausreichend empfunden werden [17]. Außerdem ist aus ersten Angeboten ersichtlich, dass die Wahl für den Wago-Controller wesentlich kostengünstiger ist. Abschließend ist noch zu erwähnen, dass vorher noch keine eigenen Projekte im Bereich Gebäudeautomation geplant worden sind und somit nur wenig Erfahrung zu dem Thema vorhanden ist. Gesteuert wird das System durch einen Ethernet-Feldbuscontroller mit SD-Karte. Auf der SD-Karte ist die gesamte Programmierung gespeichert. Vorteil daran ist, dass im Falle eines Ausfalls die SD-Karte lediglich in einen neuen Controller gesteckt werden muss und dieser dann normal weiter läuft. [16]

¹³ [31]



Abbildung 10: Ethernet Feldbuscontroller 750-880¹⁴

¹⁴ [37] vgl. s. 18
www.roreger.de

5 Schnittstellen

In diesem Kapitel werden Technologien und Möglichkeiten vorgestellt, wie Sensoren bzw. Aktoren am Controller angeschlossen werden können. Darüber hinaus werden Argumente gegenübergestellt und Preise ermittelt, um eine optimale Entscheidung bei der Auswahl der Technologie treffen zu können. Preise werden Netto und anhand von originalen Preislisten aus dem Internet oder aus Angeboten entnommen. Programmierungskosten werden vorerst vernachlässigt, da davon ausgegangen wird, dass diese für jedes Bauteil nahezu gleichwertig sind. Des Weiteren werden die gesamten Verkabelungskosten außer Acht gelassen und vorab nur die einzelnen Elemente betrachtet. Die angegebenen Preise sind im Anhang aufgeführt.

5.1 Beleuchtung

Im Gebäude wird ausschließlich LED-Technik zum Einsatz gebracht. Der Hersteller der Leuchten ist die Firma Trilux, die mittlerweile alle LED-Leuchten, die verbaut werden, mit einem DALI-Vorschaltgerät versieht [35]. Diese Auswahl soll nicht nur zeigen, dass energiesparende Leuchten eingesetzt werden, sondern auch den aktuellen Stand der Technik darstellen. Des Weiteren wird eine angenehmere Beleuchtung erwartet, die den Arbeitskomfort erhöht. Ein weiterer Vorteil der LED-Technik ist, dass diese weniger Wärme als herkömmliche Leuchten abgibt und somit die notwendige Kühlleistung im Sommer reduziert. [36]

Im Gebäude sollen einige Leuchten gedimmt, während andere nur ein- und ausgeschaltet werden. Eine weitere Aufgabe der Beleuchtung ist, das Abschalten sämtlicher Leuchteinheiten bei abgeschlossenem Gebäude (gilt nur für das Büro).

Eine weitere Grundsatzfrage sei, ob jegliche Leuchten mit DALI-Schnittstelle über digitale Ausgänge und Koppelrelais oder zum Teil auch über Aktoren gesteuert werden. Dazu wird nachfolgend nach Preisen recherchiert, um die kostengünstigste Lösung zu ermitteln.

5.1.1 Lichtsteuerung mit DALI (Digital Adressable Lighting Interface)

DALI ist ein Protokoll zur Steuerung von Beleuchtungskomponenten. Die Verkabelung erfolgt in Form einer Bus-Leitung¹⁵. Es ist möglich, an eine Schnittstelle bis zu 64 Teilnehmer (Adressen) zu vergeben. Somit besteht die Möglichkeit, 64 Leuchten anzu-

¹⁵ [3], vgl. Kapitel 05-Netzwerktechnik

5 Schnittstellen

schließen und zu steuern [37]. Im Gebäude werden etwa 60 Leuchten verbaut, Die genaue Anzahl steht aufgrund der Lichtplanung noch nicht endgültig fest.

Vorteile:

- Der Verkabelungsaufwand ist bei einem Bus-System geringer.
- Leuchten können gedimmt oder einfach geschaltet werden.
- In Kombination mit Helligkeitssensoren könnte die minimal nötige Beleuchtung pro Raum eingestellt bzw. gedimmt werden.
- Eine Schnittstelle steuert 64 Leuchten.

Nachteile:

- Einzelne LEDs oder herkömmliche Leuchten benötigen extra Vorschaltgeräte.

Preiskalkulation:

Für den Anschluss an den Controller reicht eine DALI-Multi-Master-Klemme als Schnittstelle und ein DALI-Multi-Master-DC-/ DC-Converter als Stromversorgung für die Bus-Linie aus. (Preisinformationen sind im Anhang im Kapitel 10.2.1 „Angebot: XY“, Position 7 und 8.) [37]

Tabelle 5: Kalkulation DALI

	Beschreibung	Anzahl	Preis/Stk.	Summe
1	DALI-Multi-Master-Klemme	1	156,00 €	156,00 €
2	DALI-Multi-Master-DC-/DC-Converter	1	72,00 €	72,00 €
Summe				228,00 €

5.1.2 Lichtsteuerung mit KNX-Aktoren von der Firma MDT¹⁶

KNX (früher EIB) ist ein weltweit bekanntes Bus-System, dass zur Kommunikation zwischen KNX-Bus-Teilnehmern eingesetzt wird. In Deutschland ist es wahrscheinlich sogar der Standard der Haus- und Gebäudesystemtechnik. Zusätzlich wird KNX von vielen Elektrikern angeboten und ausgeführt. Der Fokus von KNX liegt auf Raumautomation. [44; 3]

Normale KNX-Aktoren können das Licht nur ein- und ausschalten, daher ist die Dimmfunktion dabei nicht möglich. Bei dem ausgewähltem KNX-Aktor können acht Lichtkreise geschaltet werden.

Vorteile:

- Selbst bei einem Ausfall des Controllers findet die Kommunikation zwischen Sensor und Aktor statt und das Licht kann weiterhin geregelt werden.
- Der Zustand der Lampe wird kontinuierlich an den Controller gesendet (Rückmeldung).
- Es sind Taster am Aktor für den Handbetrieb vorhanden.

Nachteile:

- Die Lichtsteuerung wird kostenintensiver (s.Kalkulation).

Preiskalkulation:

Kalkuliert wird mit acht Aktoren, welche 64 Steckplätze bieten. (Preisinformationen sind im Anhang im Kapitel 10.2.2 „Kostenschätzung Anbieter 1“, Position 1.11.)

Tabelle 6: Kalkulation KNX-Aktoren

	Beschreibung	Anzahl	Preis/Stk.	Summe
1	KNX-Aktor (8-fach)	8	205,46 €	1.643,68 €
Summe				1.643,68 €

5.1.3 Lichtsteuerung mit digitalen Ausgängen¹⁷ und Koppelrelais

Bei dieser Variante wird über einen digitalen Ausgang ein 24V Signal an das Koppelrelais gesendet. Der digitale Ausgang wird direkt vom Controller aus angesteuert. Mit dem Betätigen des Tasters wird vom digitalen Ausgang das Relais angesteuert und die 230V Spannungsphase geschaltet. [13]

Vorteile:

- Das Verkabeln wird weniger aufwendig.
- Die Relais können mit Handschalter bedient werden.

Nachteile:

- Das Dimmen ist nicht möglich.

¹⁶ [38]

¹⁷ [37]

Preiskalkulation: Kalkuliert wird mit 60 Koppelrelais (für 60 Leuchten) und der passenden Anzahl an digitalen Ausgängen. (Der Preis ist im Anhang im Kapitel 10.2.1 „Angebot: XY“, Position 19.)

Tabelle 7: Kalkulation Koppelrelais

	Beschreibung	Anzahl	Preis/Stk.	Summe
1	Koppelrelais (Preis: geschätzt)	60	15,95 €	957,00 €
2	8-Kanal-Digitalausgangsklemme DC 24V (750-530)	8	44,80 €	358,40 €
Summe				1.315,40 €

5.1.4 Fazit: Beleuchtung

Bei der Beleuchtung werden zwei Varianten verbaut. Im Bürogebäude werden alle Leuchten mit DALI angesteuert, da die LED-Leuchten von Trilux ohnehin ein DALI-Vorschaltgerät besitzen. Zusätzlich können damit die Leuchten geschaltet und gedimmt werden. Außerdem ist diese Lösung die Günstigste.

Ein weiteres Beispiel zur DALI-Ansteuerung: Theoretisch kann ein KNX-DALI-Gateway installiert werden. Dieses ist jedoch um Faktor „zwei“ kostspieliger als die jetzigen DALI-Komponenten und soll die typische Preisdifferenz zwischen Wago- und KNX-Produkten widerspiegeln. [39]

In der Wohnung im OG werden die Koppelrelais verbaut, da so jede Leuchte konventionell angeschlossen werden kann. Jedoch werden hier wahrscheinlich nur 16 Koppelrelais und zwei digitale Ausgangsklemmen benötigt. Bedenkt man, dass die Wohnung in Zukunft auch vermietet wird, stellt die konventionelle Verdrahtung die einfachste Lösung dar und der Mieter braucht keine DALI-fähigen Leuchten/Aktoren kaufen.

Allgemein sei gesagt, dass vorab entschieden werden muss, welche Leuchten im Gebäude verbaut werden. Wird in neuwertige LED-Leuchten investiert, ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass in diesen ein DALI-Vorschaltgerät integriert ist. Das bedeutet, dass der Anschluss mit DALI-Schnittstelle günstiger wird. Verwendet man hingegen klassische Leuchten, für welche ein separates Vorschaltgerät benötigt wird, ist es sinnvoller, die Leuchten über KNX-Aktoren oder digitale Ausgänge zu steuern. Am wichtigsten ist es, im Voraus über die einzelnen Komponenten und Wünsche des Kunden Bescheid zu wissen, sodass die günstigste Lösung ausgesucht werden kann.

5.2 Verschattung

Bei der Auswahl der Verschattungssteuerung werden drei mögliche Varianten in Betracht gezogen. Diese werden nachfolgend untersucht und dienen als Entscheidungsgrundlage bei der Auswahl der Technologie. Allgemein ist zu erwähnen, dass zur Steuerung eines Jalousiemotors, ein Aktor (Relais) mit passender Schnittstelle zum Controller benötigt wird. In dem Gebäude werden 18 Jalousiemotoren verbaut und elektrisch angesteuert.

5.2.1 Verschattungssteuerung mit EnOcean¹⁸-Funktechnologie

EnOcean ist Entwickler der patentierten „batterielosen Funktechnologie“. Schalter und Sensoren funktionieren wartungsfrei ohne Batteriebetrieb. Zusätzlich bietet EnOcean passend zum Schalterprogramm die komplette Aktorik für Verschattungen. Die Aktorik muss dennoch mit in die Gebäudeautomation integriert werden. Außerdem ist der Verzicht auf Verkabelung hierbei nicht möglich, da die Verschattungsmotoren ohne Strom nicht angetrieben werden können.



Abbildung 11: Empfangsantenne STC65¹⁹

¹⁸ [40]

¹⁹ [41] vgl S.31

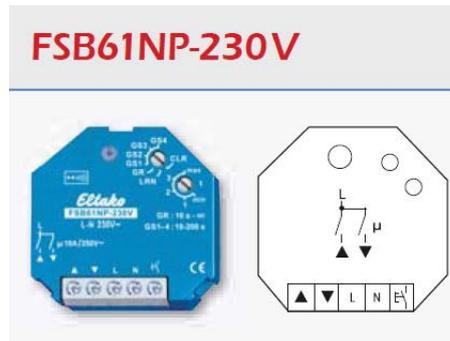


Abbildung 12: UP-Aktor EnOcean für Verschattungen²⁰

Vorteile:

- Verwendet man zusätzlich Fensterkontakte von der Firma Hoppe, ist gleichzeitig ein Absperrschutz gegeben und die Verschattung wird deaktiviert, solange die Terrasse betreten wird.
- Der Einsatz von Funk lässt sich auch nachträglich und bei Renovierung sehr gut integrieren.
- Mit einer EnOcean-Funkantenne (Schnittstelle, Anschluss an den Controller) können bis zu 32 Taster und Sensoren angebunden werden.

Nachteile:

- Die Unterputz-Aktoren sind sehr kostenintensiv (Up-Aktoren, Preis: ca. 82€).
- Bei der Verwendung von Reiheneinbaugeräten (REG) ist die Verkabelung aufwendiger. (Preis: ca. 52€ pro REG, ohne Verkabelung)
- Die Antennenreichweite umfasst im Durchmesser maximal 30 Meter.

Preiskalkulation:

Kalkuliert wird mit zwei Funkantennen des Typs STC 65 mit passender RS 485-Schnittstelle. Diese Kombination bietet den Vorteil, dass die Empfängerantenne durch ein längeres Kabel direkt im Raum verteilt werden kann. Bei einer Standard EnOcean-Schnittstelle gibt es nur ein 2,50m langes Kabel, das bei der Gebäudebreite zu Schwierigkeiten bzw. Funkstörungen führen kann. (Der Preis für den Unterputzaktor befindet sich in Abbildung 35 im Anhang, als auch der Preis für die RS 485 Schnittstelle sowie die Empfangsantenne befinden sich in Kapitel 10.2.1 „Angebot: XY“, Position 11 und 12.)

²⁰ [42] vgl. S. 5-13

5 Schnittstellen

Tabelle 8: Kalkulation EnOcean

	Beschreibung	Anzahl	Preis/Stk.	Summe
1	Aktoren UP (Unterputz)	18	81,90 €	1.474,20 €
2	Schnittstelle RS 485 (Modbus, zur Anbindung einer Empfangsantenne)	1	200,50 €	200,50 €
3	Empfangsantenne EnOcean	2	291,00 €	582,00 €
Summe				2.256,70 €

5.2.2 Verschattungssteuerung mit Winsta-Jalousiebox der Firma Wago

Die Winsta-Jalousiebox ist eine dezentrale Steuerungseinheit, mit der man vier Motoren für den Sonnenschutz bedienen kann. Die Box wird dann über eine RS 485-Schnittstelle an den Controller angeschlossen. [37]



Abbildung 13: Winsta-Jalousiebox 770-629/130-000²¹

Vorteile:

- Es liegt ein geringer Verkabelungsaufwand vor, da nur ein Bus-Kabel von der Box zum Controller geführt werden muss.
- Die Vernetzung von 16 Boxen an einer RS 485-Schnittstelle ist möglich. Somit können $16 \cdot 4 = 64$ Motoren an eine Schnittstelle angeschlossen werden.
- Eine EnOcean-Empfangsantenne kann angeschlossen werden.

Nachteile:

- Die Box ist mit 349,40€ kostenintensiv.

²¹ [37] vgl. S. 222

Preiskalkulation:

Kalkuliert wird mit fünf Jalousieboxen (\cong Anschluss für 20 Motoren). (Die Preise dafür sind in Abbildung 32 im Anhang, als auch der Preis für die RS 485 Schnittstelle befindet sich im Kapitel 10.2.1.)

Tabelle 9: Kalkulation Winsta-Jalousiebox

	Beschreibung	Anzahl	Preis/Stk.	Summe
1	Winstabox	5	349,40 €	1.747,00 €
2	Schnittstelle RS 485 (Modbus, zur Anbindung der Winstaboxen)	1	200,50 €	200,50 €
Summe				1.947,50 €

5.2.3 Verschattungssteuerung mit SMI-Schnittstelle²²

SMI (Standard Motor Interface) ist eine Schnittstelle zur Steuerung von Rollläden und Jalousien. Die Motoren werden als Bus-Linie verkabelt. Insgesamt können an eine Schnittstelle 16 Motoren angeschlossen werden. [37]



Abbildung 14: SMI-Interfacebaustein RS 232/SMI²³

Vorteile:

- Durch die Verkabelung in Form einer Bus-Linie ist der Installationsaufwand geringer.
- Im SMI-Motor ist ein Relais integriert, sodass kein Aktor benötigt wird.

²² [43]

²³ [37] vgl. S. 224

5 Schnittstellen

- Intelligente Technik und Steuerung: Einzel- und Gruppenschaltungen sind möglich.
- Durch eine Rückmeldung des Antriebes können beispielsweise Fehlermeldung erkannt werden.
- Exakte Positionierung: Lamellen können waagrecht gefahren werden, sodass Tageslicht einfällt und die Sonnenstrahlung abgeblendet wird.

Nachteile:

- Es können maximal nur 16 Adressen pro Schnittstelle integriert werden.
- Zusätzlich zur SMI-Schnittstelle ist eine RS 232-Schnittstelle (Modbus) nötig.

Preiskalkulation:

Kalkuliert wird mit zwei SMI- und zwei RS 232–Schnittstellen, da nur 16 Motoren an eine Schnittstelle angeschlossen werden können. Im Normalfall müsste auch noch der Aufpreis für SMI-Motoren (ca. 70€ Aufpreis pro Motor) berücksichtigt werden. Diese werden jedoch ohne Aufpreis angeboten, da die Firma Roreger gute Kontakte zu den Verschattungszulieferer hat. (Der Preis für die Bauteile befindet sich im Angebot des Kapitels 10.2.1, Position 10 und 11.)

Tabelle 10: Kalkulation SMI-Schnittstelle

	Beschreibung	Anzahl	Preis/Stk.	Summe
1	Aufpreis SMI-Motoren	18	0,00 €	0,00 €
2	Schnittstelle RS 232 (Modbus, zur Anbindung einer Funkantenne)	2	200,50 €	401,00 €
3	SMI Interfacebaustein (Zur Anbindung von max. 16 Motoren)	2	193,00 €	386,00 €
Summe				787,00 €

5.2.4 Fazit: Verschattung

Die Verschattung im Bürogebäude wird über die SMI-Schnittstelle gehandhabt. Der gute Preis, bedingt durch die guten Geschäftsbeziehungen und die intelligente Steuerung der Verschattung, sind ausschlaggebend.

5.3 Taster

Zur Steuerung von Licht und Verschattung ist hauptsächlich die Bedienung von Tastern vorgesehen. Dazu werden drei mögliche Systeme beschrieben, um die Entscheidung bei der Auswahl zu erleichtern. Anhand der Tabelle der Mengenplanung konnten

die Massen bestimmt werden. Diese setzen sich aus 4x Zweifach-Taster, 7x Vierfach-Taster, 7x Sechsfach-Taster und 4x Achtfach-Taster zusammen.

5.3.1 KNX²⁴-Taster

Dieser Taster kommuniziert über den KNX-Bus und schaltet die Beleuchtung und Verschattung.



Abbildung 15: KNX Taster²⁵

Vorteile:

- Aufgrund der verbreiteten Publizität und der Menge an Elektropartnern, die KNX vertreiben, ist es unwahrscheinlich, dass diese Insolvenz gehen.
- Der Taster ist optisch vielfältig, beispielsweise gibt es LEDs in verschiedenen Farben.
- Zusätzlich können Temperatursensoren im Taster integriert werden.
- Die Verkabelung erfolgt als Bus-Linie.

Nachteile:

- KNX-Produkte sind im Vergleich zu anderen Bus-Technologien meist kostspieliger.

Preiskalkulation: Zu den Tastern muss ebenfalls eine KNX-Schnittstelle und –Stromversorgung für den KNX-Bus kalkuliert werden. (Die Preise sind aus der dem Kapitel 10.2.2 .)

²⁴[44]

²⁵ Vgl. S. 587

5 Schnittstellen

Tabelle 11: Kalkulation KNX-Taster

	Beschreibung	Anzahl	Preis/Stk.	Summe
1	Jung 1-fach-Taster KNX (2 Taster)	4	159,39 €	637,56 €
2	Jung 2-fach-Taster KNX (4 Taster)	7	159,39 €	1.115,73 €
3	Jung 3-fach-Taster KNX (6 Taster)	7	199,49 €	1.396,43 €
4	Jung 4-fach-Taster KNX (8 Taster)	4	199,31 €	797,24 €
5	JUNG KNX Spannungsversorgung 320 mA 2005 REG	1	213,02 €	213,02 €
6	KNX/EIB/ TP1 Klemme (753-646), Schnittstelle	1	262,32 €	262,32 €
Summe				4.422,30 €

5.3.2 SPS-Taster

SPS-Taster sind Taster, die nur Ein/Aus-Funktionen beherrschen. Über digitale Eingangsklemmen werden SPS-Taster an den Controller angeschlossen. Sie sind nicht Bus-fähig, aufgrund dessen müssen sie zentral und zwar einzeln zum Controller verkabelt werden. [3]



Abbildung 16: SPS-Taster²⁶

Vorteile:

- Diese sind im Vergleich zu KNX-Tastern günstiger.

Nachteile:

- Die Verkabelung ist aufwendiger, da jeder Taster zum Controller geführt werden muss.

²⁶ [46]

Preiskalkulation: Bei der Recherche konnten nur Zwei- und Sechsfachtaster gefunden werden. Zur Vereinfachung werden die Sechsfach-Taster auch für Vierfach-Taster angenommen. (Die Preise sind aus dem Kapitel 10.1.)

Tabelle 12: Kalkulation SPS-Taster

	Beschreibung	Anzahl	Preis/Stk.	Summe
1	Voltus-2-fach-Taster	4	34,31 €	137,24 €
2	Voltus-4-fach-Taster	7	53,26 €	372,82 €
3	Voltus 6-fach-Taster	7	53,26 €	372,82 €
4	Voltus 8-fach-Taster (zusammengesetzt aus: 2x 4-fach-Taster)	8	53,26 €	426,08 €
5	8-Kanal-Digitaleingangsklemme DC 24V (750-430)	14	39,70 €	555,80 €
Summe				1.864,76 €

5.3.3 EnOcean-Funktaster

Wie schon bei der Verschattung vorgestellt, können batterielose Taster mit der EnOcean-Funktechnologie in das System eingebunden werden. Optisch sind diese identisch zu den herkömmlichen, klassischen Schaltern. (s. Abbildung 17)



Abbildung 17: EnOcean-Taster²⁷

Vorteile:

²⁷[37] vgl. S. 187

5 Schnittstellen

- Batterien sind nicht notwendig, da durch Tastendruck eine elektromagnetische Welle produziert wird, die ein Funksignal auslöst. Durch diese Eigenschaft ist der Taster wartungsfrei.
- Dieser Taster ermöglicht, dass weniger Elektrosmog produziert wird, zumal nur wenige Elektroimpulse pro Schaltvorgang entstehen. Begünstigt wird der Vorgang, indem keine 230V-Spannung auf den Leitungen ist.
- Die Positionierung der Taster ist beliebig, zum Beispiel Ankleben an Glaswände oder in Form eines Handsenders in der eigenen Hosentasche, denn es wird kein Kabel benötigt.
- Die Kosten für diesen Taster sind vergleichsweise niedrig.
- Der Taster eignet sich optimal beim Nachrüsten im Altbau.

Nachteile:

- Aufgrund der mangelnden Bekanntheit sind zurzeit noch wenig ausführende Firmen auf dem Markt.
- Viele Kritiken ergeben sich durch die Störsignale im Bereich Funk. Daher empfehlen oftmals Elektriker ein Kabel zu verlegen.

Preiskalkulation:

In der Preiskalkulation konnten nur Vierfach-Taster berücksichtigt werden, da es keine Sechsfach- und Achtfach-Taster gibt. Durch die entsprechende Anzahl werden die fehlenden Taster kompensiert. (Die Preise befinden sich im Kapitel 10.2.1, Position 11, 12, 23 und 24.)

Tabelle 13: Kalkulation EnOcean-Taster

	Beschreibung	Anzahl	Preis/Stk.	Summe
1	EnOcean Taster 4-fach	33	63,10 €	2.082,30 €
2	Schnittstelle RS 485 (Modbus, zur Anbindung einer Empfangsantenne)	1	200,50 €	200,50 €
3	Empfangsantenne EnOcean	2	291,00 €	582,00 €
Summe				2.864,80 €

5.3.4 Fazit: Taster

Die teuerste Variante sind KNX-Taster, trotzdem sollen diese verbaut werden. Der Grund dafür ist die Optik, die ansprechend und vielfältig ist. Des Weiteren sollen dem Kunden verschiedene Möglichkeiten der Gebäudeautomation, vor allem auch das „Standard-Bus-System“, gezeigt werden. Um Kosten zu sparen, wird die Anzahl der Taster auf ein Minimum beschränkt und nur in den Eingangsbereichen der Büros in-

stalliert. Zusätzlich soll dem Kunden auch ein Raumbediengerät in der Ausstellung präsentiert werden.

Wird nur auf das Budget geachtet, ist die EnOcean-Technologie die günstigste Variante. Weitere Vorteile ergeben sich, da sich bei den einkalkulierten Schnittstellen so gut wie unendlich viele Taster im System integrieren lassen. Außerdem ist es jederzeit möglich, Taster nachzurüsten. Zur Vorstellung der Funktechnologie werden einzeln Taster mit EnOcean ausgeführt. Dadurch ist es möglich, dem Kunden ein Funksystem mit all seinen Vorteilen vorzuführen. Die Variante mit SPS-Taster ist eher ungünstig, da der Verkabelungsaufwand zu aufwendig ist und die Taster auch optisch nicht zum Objekt passen.

5.4 Fensterüberwachung

Die Fensterüberwachung im Gebäude soll die Funktion Sicherheit und Energieeinsparung abdecken. Bei Regenwetter und geöffnetem Fenster sollen E-Mails als Warnung an die Zuständigen verschickt werden. Eine Leuchte am Ausgang signalisiert, wenn Fenster geöffnet sind. Die Überwachung kann durch Fensterkontakte, Verschlussüberwachungen und Drehgriffsensoren kontrolliert werden. Nachfolgend werden die einzelnen Systeme vorgestellt. Im Gebäude werden 30 Fensterüberwachungen benötigt.

5.4.1 Drehgriffsensor mit EnOcean-Funktechnologie

Der Drehgriffsensor kann mit der EnOcean-Technik durch den Krafttakt des Drehens ein Funksignal erzeugen. Somit wird der aktuelle Stand des Fenstergriffes am Controller angezeigt.



Abbildung 18: Drehgriffsensor SRG01²⁸

Vorteile:

²⁸ [41] vgl. S. 21

5 Schnittstellen

- Optisch sind keine Unterschiede zu herkömmlichen Fenstergriffen erkennbar.
- Durch die EnOcean-Funktechnologie kann auf Verkabelung verzichtet werden.

Nachteile:

- Der Sensor kann umgangen werden, indem der Griff bei geöffnetem Fenster in die Grundposition gestellt wird. Dadurch wird ein offenes Fenster geschlossen angezeigt.
- Mit dem Drehgriffsensor kann kein aufgebrochenes Fenster erkannt werden.

Preiskalkulation:

Bei der Kalkulation wird nur der Preis für die Griffe berechnet, da angenommen wird, dass die EnOcean-Schnittstelle in jedem Fall installiert und diese auch schon in den vorherigen Berechnungen mit einbezogen ist. (Die Preise sind in der Abbildung 37: EnOcean Drehgriffsensor von Thermokon im Anhang zu finden.)

Tabelle 14: Kalkulation Drehgriffsensoren

	Beschreibung	Anzahl	Preis/Stk.	Summe
1	Drehgriffsensoren	30	81,80 €	2.454,00 €
2	Schnittstelle RS 485 (Modbus, zur Anbindung einer Empfangsantenne)	1	0,00 €	0,00 €
3	Empfangsantenne EnOcean	2	0,00 €	0,00 €
Summe				2.454,00 €

5.4.2 Fensterkontakte mit EnOcean-Funktechnologie

Fensterkontakte werden sichtbar am Fenster montiert. Eine Hälfte wird am Flügel, während die andere am Rahmen befestigt wird. Der Kontakt kann durch eine Photozelle genügend Energie für das Funksignal erzeugen. [41]



Abbildung 19: Eine Hälfte des Fensterkontaktes SRW01 ²⁹

²⁹ [41] vgl. S. 21

Vorteile:

- Aufgrund der Photozelle braucht der Kontakt keine Stromversorgung durch Kabel.
- Außerdem ist der Kontakt wartungsfrei, da keine Batterien eingebaut werden.

Nachteile:

- Diese Variante ist optisch unpassend, da der Kontakt sichtbar ist.
- Es besteht eine allgemeine Unsicherheit, zumal fraglich ist, ob die Photozelle immer genügend Licht empfängt, um den Kontakt mit ausreichend Energie zu versorgen.[13]

Preiskalkulation:

Auch hier werden nur die Preise für die Kontakte angesetzt. (Die Preise sind in der Abbildung 37: EnOcean Drehgriffsensor von im Anhang zu finden.)

Tabelle 15: Kalkulation Fensterkontakte

	Beschreibung	Anzahl	Preis/Stk.	Summe
1	Fensterkontakte	30	66,03 €	1.980,90 €
2	Schnittstelle RS 485 (Modbus, zur Anbindung einer Empfangsantenne)	1	0,00 €	0,00 €
3	Empfangsantenne EnOcean	2	0,00 €	0,00 €
Summe				1.980,90 €

5.4.3 Verschlussüberwachung

Die Verschlussüberwachung wird im Fensterrahmen eingebaut und kontrolliert den Zustand des Schließmechanismus. Theoretisch wäre es auch möglich, den Zustand für die Kippstellung oder normal geöffnet zu erfahren, indem zwei Verschlussüberwachungen pro Fensterflügel installiert werden. [19]



Abbildung 20: Verschlussüberwachung³⁰

Vorteile:

- Die Verschlussüberwachung ist im Rahmen integriert und daher optisch nicht erkennbar.
- Es wird angezeigt, ob das Fenster geöffnet oder geschlossen ist.
- Dieser Kontakt bietet bisher die höchste Sicherheit.

Nachteile:

- Jedes Fenster muss einzeln und zentral zum Controller verkabelt werden, wodurch der Arbeitsaufwand steigt.

Preiskalkulation:

In Addition zu den Verschlüssen müssen noch digitale Eingangsklemmen am Controller installiert werden. Des Weiteren ist der Verkabelungsaufwand nicht gering. (Der Preis der Verschlussüberwachung wird als geschätzt angegeben, da nur mündliche Gespräche zugrunde liegen. Der Preis der Digitaleingangsklemme befindet sich in Kapitel 10.2.1 „Angebot: XY“)

Tabelle 16: Kalkulation Verschlussüberwachung

	Beschreibung	Anzahl	Preis/Stk.	Summe
1	Verschlussüberwachung (Preis: geschätzt)	30	45,00 €	1.350,00 €
2	8-Kanal- Digitaleingangsklemme DC 24V (750-430)	4	39,70 €	158,80 €
Summe				1.508,80 €

5.4.4 Fazit: Fensterüberwachung

Kalkulatorisch stellt die Verschlussüberwachung das günstigste System dar, wobei der Verkabelungsaufwand nicht missachtet werden darf. Doch nicht nur wegen der Kosten,

³⁰ [47] vgl. S. 10

sondern auch wegen der Sicherheit, wird die Entscheidung der Verschlussüberwachung begründet.

5.5 Rauchmelder

Die Rauchmelder dienen zur Erkennung von Rauch bzw. Feuer. Das ganze System soll nicht VdS-zertifiziert werden, lediglich zur eigenen Sicherheit vorhanden sein [30]. Insgesamt werden 22 Stück benötigt.

5.5.1 Rauchmelder mit EnOcean-Funktechnologie

Die Rauchmelder mit EnOcean-Technologie können nur das EnOcean-Funksignal senden, müssen jedoch zusätzlich mit Strom durch Batterie bzw. Stromkabel versorgt werden, da der Melder selbst kein Signal erzeugen kann.



Abbildung 21: Rauchmelder³¹

Vorteile: Es werden keine weiteren Eigenschaften als sinnvoll erachtet.

Nachteile:

- Dieser Rauchmelder benötigt zusätzlichen Verkabelungs- bzw. Batteriewartungsaufwand.
- Optisch ist dieser Rauchmelder als nicht ansprechend empfunden worden.

Preiskalkulation:

Auch hier werden nur die Preise für die Präsenzmelder angesetzt. (Die Preise sind im Anhang in Abbildung 36 ersichtlich.)

³¹ [42] vgl. S. 2-4

5 Schnittstellen

Tabelle 17: Kalkulation EnOcean Rauchmelder

	Beschreibung	Anzahl	Preis/Stk.	Summe
1	EnOcean Rauchmelder	22	90,90 €	1.999,80 €
2	Schnittstelle RS 485 (Modbus, zur Anbindung einer Empfangsantenne)	1	0,00 €	0,00 €
3	Empfangsantenne EnOcean	2	0,00 €	0,00 €
Summe				1.999,80 €

5.5.2 Gira-Rauchmelder mit Anschluss über digitale Eingänge

Die Rauchmelder werden über digitale Eingänge an den Controller angeschlossen. Außerdem erhalten die Rauchmelder einen Anschluss für 230V-Spannung, um einen wartungsfreien Rauchmelder zu installieren. [48]



Abbildung 22: Rauchmelder³²

Vorteile:

- Dieser Rauchmelder wird optisch als ansprechender empfunden.
- Da ein 230 V-Anschluss vorhanden ist, sind keine Wartungsarbeiten bezüglich einer Batterie erforderlich.

Nachteile:

- Integriert in die Gebäudeautomation wird der Melder über ein zusätzliches Relais, welches auch verkabelt wird.

Preiskalkulation: Der Rauchmelder wird mit Relais und passenden digitalen Eingangsklemmen kalkuliert. (Preisinformationen zum Relais und zum Rauchmelder befinden sich im Kapitel 10.2.2 „Kostenschätzung Anbieter 1“. Der Preis der Digitaleingangsklemme befindet sich in Kapitel 10.2.1 „Angebot: XY“.)

³² [48]

Tabelle 18: Kalkulation Gira Rauchmelder mit digitalen Eingängen

	Beschreibung	Anzahl	Preis/Stk.	Summe
1	Gira Rauchmelder mit 230V Anschluss	22	62,21 €	1.368,62 €
2	Relais-Modul	22	20,59 €	452,98 €
3	8-Kanal-Digitaleingangsklemme DC 24V (750-430)	3	39,70 €	119,10 €
Summe				1.940,70 €

5.5.3 Gira-Rauchmelder mit Anschluss über KNX

Der Rauchmelder mit Anschluss über KNX ist identisch zu dem vorherigen Rauchmelder, bis auf das KNX-Relais zum Anschluss des Bus-Kabels. [48]

Weitere Nachteile:

- Das KNX-Modul ist sehr kostenintensiv.

Preiskalkulation:

Die Kosten für die Schnittstelle wurden schon in der Kalkulation Taster berücksichtigt. Des Weiteren ist der Rauchmelder identisch. (Die Kosten für das KNX-Modul sind in Abbildung 39 im Anhang ersichtlich.)

Tabelle 19: Kalkulation Gira-Rauchmelder mit KNX Anschluss

	Beschreibung	Anzahl	Preis/Stk.	Summe
1	Gira Rauchmelder mit 230V Anschluss	22	62,21 €	1.368,62 €
2	KNX-Modul	22	98,00 €	2.156,00 €
4	JUNG KNX Spannungsversorgung 320 mA 2005 REG	1	0,00 €	0,00 €
5	KNX/EIB/ TP1 Klemme (753-646), Schnittstelle	1	0,00 €	0,00 €
Summe				3.524,62 €

5.5.4 Fazit: Rauchmelder

Die optisch und preislich attraktivste Lösung ist der Gira-Rauchmelder mit Relais-Modul und Anschluss über digitale Eingänge. Die Kosten für die KNX-Lösung sind vergleichsweise hoch und die EnOcean-Variante ist optisch nicht ansprechend.

5.6 Präsenzmelder

Die Präsenzmelder im Büro werden eingesetzt, um das Licht auf Fluren und Toiletten ein- und auszuschalten. Eine weitere Funktion des Präsenzmelders ist die Alarmanlage.

5.6.1 Präsenzmelder mit EnOcean Funktechnologie

Der Präsenzmelder mit EnOcean-Funktechnologie wird durch eine Batterie mit Strom versorgt. Über das EnOcean-Funksignal werden die Informationen an den Controller gegeben. [42]



Abbildung 23: Bewegungs- und Helligkeitssensor³³

Vorteile:

- Mit dem EnOcean-Funksignal wird auf die Verkabelung verzichtet.
- In dem Präsenzmelder ist ein Helligkeitssensor integriert.

Nachteile:

- Der Sensor wird batteriebetrieben und ist somit nicht wartungsfrei.

Preiskalkulation: Auch hier werden nur die Preise für die Bewegungsmelder angesetzt. (Die Preise sind im Anhang in Abbildung 34 ersichtlich.)

Tabelle 20: Kalkulation EnOcean Bewegungsmelder

	Beschreibung	Anzahl	Preis/Stk.	Summe
1	EnOcean Bewegungsmelder	10	256,00 €	2.560,00 €
2	Schnittstelle RS 485 (Modbus, zur Anbindung einer Empfangsantenne)	1	0,00 €	0,00 €
3	Empfangsantenne EnOcean	2	0,00 €	0,00 €
Summe				2.560,00 €

³³ [42] vgl. 2-8

5.6.2 Präsenzmelder mit KNX-Schnittstelle

Diese Präsenzmelder werden an den KNX-Bus angeschlossen.



Abbildung 24: KNX-Präsenz- und Helligkeitssensor³⁴

Vorteile:

- Mit dem Anschluss an den KNX-Bus wird eine dauerhafte Energieversorgung gewährleistet, sodass keine Wartungsarbeiten entstehen.
- Der Erfassungsbereich liegt im Durchmesser bei 20m bei einer Deckenhöhe von nur 3m.
- Im Präsenzmelder ist ein Helligkeitssensor verbaut.

Preiskalkulation:

Bei der Kalkulation wird die KNX-Schnittstelle vernachlässigt, da diese durch die Verwendung von KNX-Tastern vorhanden ist. (Die Preise des Präsenzmelders werden im Anhang in Abbildung 38 gezeigt.)

Tabelle 21: Kalkulation KNX-Präsenzmelder

	Beschreibung	Anzahl	Preis/Stk.	Summe
1	Gira KNX Präsenzmelder standard	10	162,20 €	1.622,00 €
4	JUNG KNX Spannungsversorgung 320 mA 2005 REG	1	0,00 €	0,00 €
5	KNX/EIB/ TP1 Klemme (753-646), Schnittstelle	1	0,00 €	0,00 €
Summe				1.622,00 €

5.6.3 Fazit: Präsenzmelder

Die KNX-Lösung wird verbaut, da sie nicht nur preislich, sondern auch technisch besser aufgestellt ist. Weitere Argumente sind der wartungsfreie Betrieb der KNX-Melder. Es sei zu erwähnen, dass es wartungsfreie Melder mit EnOcean-Technologie gibt, die

³⁴ [49]

mit einer Photozelle ausgestattet sind. Jedoch besteht bei dem Melder die Unsicherheit, dass dieser bei zu langer Dunkelheit nicht genügend Energie für das Funksignal speichern kann.

5.7 CO₂-Sensoren

Die CO₂-Sensoren im Gebäude sollen die Luftqualität messen und je nach CO₂-Gehalt die Volumenströme der Lüftungsanlage anpassen. Platziert werden die Sensoren in den Fluren. Durch Zuluft in den Büros und Abluft auf den Toiletten und in den Fluren, kann der Mittelwert des CO₂-Gehalts im Flur gemessen und die Lüftungsanlage passend gesteuert werden. Die Sensoren werden nur im Bürogebäude verbaut, da dort mehr Wert auf Arbeitskomfort gelegt wird als in der Wohnung. Es werden insgesamt 4 Stück verbaut. Außerdem soll im Bürogebäude die Steuerung automatisiert werden. In der Wohnung hingegen wird die Lüftung mit einer Zeitsteuerung geregelt, um die kostspielige Sensorik auszuschließen.

5.7.1 CO₂-Sensoren mit EnOcean-Funktechnologie

Der Sensor von EnOcean wird über ein 12V-Schaltnetzteil mit Energie versorgt. Zusätzlich kann dieser die Temperatur und Luftfeuchtigkeit messen.



Abbildung 25: Funk-CO₂-Sensor FCO2TF63³⁵

Vorteile:

- Der Sensor misst zusätzlich Temperatur und Luftfeuchtigkeit.

Nachteile: Es werden keine Eigenschaften für nicht sinnvoll erachtet.

Preiskalkulation: Auch hier werden nur die Preise für die Sensoren angesetzt. (Die Preisinformationen befinden sich im Anhang in Abbildung 33: EnOcean CO₂-Sensor von Eltako.)

³⁵ [42] vgl. S. 2-22

5 Schnittstellen

Tabelle 22: Kalkulation Funk-CO₂-Sensor

	Beschreibung	Anzahl	Preis/Stk.	Summe
1	EnOcean CO ₂ -Sensor FCO2TF63	4	241,00 €	964,00 €
2	Schnittstelle RS 485 (Modbus, zur Anbindung einer Empfangsantenne)	1	0,00 €	0,00 €
3	Empfangsantenne EnOcean	2	0,00 €	0,00 €
Summe				964,00 €

5.7.2 CO₂-Sensoren mit KNX-Anschluss

Der CO₂-Sensor wird in die KNX-Bus-Linie integriert. Damit werden Signale zur SPS-Steuerung versendet, die die Daten verarbeitet und passend den Volumenstrom der Lüftungsanlage steuert.



Abbildung 26: KNX-CO₂-Sensor ohne Blendrahmen³⁶

Vorteile:

- Auch dieser Sensor misst die Temperatur und Luftfeuchtigkeit.

Nachteile: Es werden keine Eigenschaften für nicht sinnvoll erachtet.

Preiskalkulation: Auch hier werden nur die Preise für die Sensoren angesetzt, da die KNX-Schnittstelle bei den vorherigen Sensoren mit einkalkuliert wird. (Die Preise sind in Abbildung 31 im Anhang ersichtlich.)

³⁶ [45] vgl. S. 635

Tabelle 23: Kalkulation KNX-CO₂-Sensor

	Beschreibung	Anzahl	Preis/Stk.	Summe
1	Jung KNX CO ₂ -Sensor A2178	4	292,88 €	1.171,52 €
4	JUNG KNX Spannungsversorgung 320 mA 2005 REG	1	0,00 €	0,00 €
5	KNX/EIB/ TP1 Klemme (753-646), Schnittstelle	1	0,00 €	0,00 €
Summe				1.171,52 €

5.7.3 Fazit: CO₂-Sensoren

Bei diesen Sensoren ist die Optik identisch. Die Entscheidung wird anhand der Kosten ermittelt. Somit wird der CO₂-Sensor mit EnOcean-Funktechnologie verwendet.

5.8 Wärmepumpe

Die Wärmepumpe „SWC 170 H/K“ von der Firma Alphainnotec wird im Bürogebäude installiert. Sie wird ausschließlich zum Heizen und nicht für Warmwassererhitzung genutzt. Daraus entsteht der Vorteil, einen guten COP zu erreichen, da die Vorlauftemperaturen bei Flächenheizungen gering sind [4]. Zusätzlich soll die Wärmepumpe an die Gebäudeautomation angeschlossen werden, indem sie sich im eingeschalteten Modus autark regelt, sowie dafür sorgt, dass im Kessel genügend Warmwasser vorhanden ist. Dabei werden zwei Varianten untersucht.

5.8.1 Anschluss der Wärmepumpe mit BACnet-Schnittstelle

BACnet ist ein sehr hochwertiges Protokoll, mit dem firmenneutral Geräte in der Gebäudeautomation miteinander verbunden werden. Mit einem hochwertigen Protokoll ist gemeint, dass es durch einen hohen Programmieraufwand möglich ist, alle Eigenschaften wie Temperaturen, Fehlermeldungen und Störungen zu überwachen, empfangen und steuern. Des Weiteren wird BACnet zur Kopplung von Gewerken benutzt [3]. Um eine solche Verbindung herzustellen, wird ein spezieller BACnet-Controller benötigt. Dieser hat einen Aufpreis von ca. 200€ im Vergleich zum Ethernet-Controller [37]. Die Programmierung des BACnet-Controllers wird zeitaufwendiger und dementsprechend auch kostenintensiver. Außerdem benötigen einige Wärmepumpen die Ausstattung mit einer BACnet-Schnittstelle, um die Verbindung an einen Controller zu schaffen [10].

5.8.2 Anschluss der Wärmepumpe mit potentialfreien Kontakten

Eine weitere Möglichkeit ist der Anschluss über potentialfreie Kontakte. Mit diesen kann die Wärmepumpe nur ein- und ausgeschaltet werden. Im Sommerbetrieb ist die

Wärmepumpe ausgeschaltet und das Wasser wird von den Erdsonden gekühlt. Im Winterbetrieb ist die Wärmepumpe eingeschaltet und sorgt eigenständig dafür, dass im Warmwasserspeicher genügend warmes Wasser vorhanden ist, um das Gebäude zu beheizen. Ein potentialfreier Kontakt kostet ca. 40€ und bietet somit eine preiswerte Lösung zur Kopplung an den Controller. Weiterhin ist es möglich, über die Information der Wetterstation den Pufferspeicher immer dann zu befüllen, wenn die Sonne scheint. So kann der selbstproduzierte Strom der Photovoltaikanlage effizient genutzt werden. [10]

5.8.3 Fazit: Wärmepumpe

Die Wärmepumpe wird mit potentialfreien Kontakten angeschlossen. Nicht nur die Kosten, sondern auch die Anforderungen bezüglich der Gebäudeautomation sind damit zufriedenstellend. Eine BACnet-Schnittstelle ist eine gute Lösung, die jedoch für dieses Gebäude zu technisch und aufwendig ist.

5.9 Stellantriebe

Die Stellantriebe sitzen direkt an den Heizkreisverteilern und öffnen bzw. schließen die einzelnen Heizkreise. Der Controller steuert jeden Heizkreis separat an. Im Vorfeld werden dabei zwei Varianten untersucht.

5.9.1 Das „Geniex-System“ der Firma Wilo³⁷

Die Firma Wilo ist ein Pumpenhersteller für Heizsysteme, die Pumpen entwickelt, welche am Heizkreisverteiler sitzen. Daher ist es möglich, dass jeder Raum einzeln auf die Wunschtemperatur gesteuert werden kann. Durch die Temperaturmessung und Sollwertvorgabe kann die Pumpe durch eine individuelle Drehzahl den Raum mit Wärme versorgen. Dadurch, dass jeder Raum genau die Wärmemenge erhält, die er benötigt, ist dies eine energiesparende Variante [51]. Für die Anbindung an die Gebäudeautomation ist eine BACnet-Schnittstelle am Geniex-Controller notwendig. Zusätzlich wird ein externer Controller installiert, um die Pumpen einzeln zu steuern. Insgesamt weist dieses Heizungssystem höhere Kosten als ein herkömmliches Heizungssystem auf, da ein weiterer Controller, die BACnet-Schnittstelle und die einzelnen Pumpen installiert werden müssen. [10]

³⁷ [50]

5.9.2 „EMO T“-Stellantrieb von der Firma TA Heimeier³⁸

Der „EMO T“-Stellantrieb ist ein Zweipunkt-Regler, welcher sich nur öffnen oder schließen kann. Über digitale 24V-Ausgänge am Controller wird jeder Stellantrieb am Heizkreisverteiler einzeln angesteuert. Die Raumtemperaturmessung und die Sollwertvorgabe geben passend den Befehl „öffnen“ bzw. „schließen“.

5.9.3 Fazit: Stellantriebe

Die „Geniax“-Lösung ist eine energiesparende Variante, wobei in einem so gut gedämmten Gebäude (Passivhausstandard) [8] die Einsparung im Vergleich zum „EMO T“-Stellantrieb wahrscheinlich nur gering ausfallen wird. Mit dem Gedanken, die Geniax-Pumpen mit dem Wago-Controller zu steuern, ist es möglich, den Aufpreis zu senken. In Absprache mit „Wilo“ konnte jedoch keine Übereinstimmung für diesen Gedanken erzielt werden.

Der Preis der Stellantriebe ist ausschlaggebend. Somit werden die Stellantriebe von TA Heimeier verbaut.

5.10 Lüftungsanlagen

Im Gebäude werden zwei Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung installiert und zwar eine Lüftungsanlage (etwa 250m³/h Volumenstrom) für die Wohnung und eine (etwa 1200m³/h Volumenstrom) für das Bürogebäude. Zwei separate Lüftungsanlagen haben den Vorteil, dass keine Brandschutzklappen verbaut werden müssen und die beiden Anlagen unabhängig voneinander gesteuert werden können [17]. Diese Situation ist in Ferienzeiten hilfreich. So kann eine Lüftungsanlage ausgeschaltet werden, während die andere eigenständig läuft. Angeschlossen werden die Lüftungsanlagen über eine analoge 0-10V-Schnittstelle oder wahlweise über eine KNX-Bus-Schnittstelle. Mit diesen Schnittstellen ermöglicht man eine Stufenregelung, wie im folgenden Beispiel:

- 2V $\hat{=}$ Aus
- 4V $\hat{=}$ Mindestvolumenstrom
- 6V $\hat{=}$ Normalvolumenstrom
- 8V $\hat{=}$ Maximalvolumenstrom

Die Entscheidung, welcher der möglichen Volumenströme gebraucht wird, treffen die CO₂-Sensoren in den Bürofluren. Darüber hinaus soll jedoch über die Visualisierung die Regelung der Volumenströme bzw. Stufen möglich sein. [17]

³⁸ [52]

Die Anforderungen an die technische Ausführung der Lüftungsanlage sind im Bürogebäude eher gering. Normalerweise reicht ein Lüfter und ein Wärmetauscher für das gesamte Büro aus, da die Regelungstechnik, die Sensorik und die Wärmeüberträger („Gebäudeautomation“/„Klimaboden“) im System enthalten sind [17]. Alle CO₂-Sensoren und die Zeitsteuerungen regeln den Volumenstrom. Temperiert wird die Luft durch ein Vorheizregister mit Anschluss an die Wärmepumpe, sodass keine Luft unter 0°C angesaugt wird. Danach wird die Luft durch den Wärmetauscher geführt, vortemperiert und zum Schluss durch den Klimaboden auf die gewünschte Raumtemperatur gebracht. Die Steuerung wird durch den Controller übernommen. Dieser regelt passend dazu den Volumenstrom.

Zwischen den Lüftungsanlagen besteht ein wesentlicher Unterschied, da im Büro zwei Volumenstromregler integriert werden. Die Regler trennen die Bereiche „Ausstellung“ und „Büroarbeitsräume“. Dadurch, dass in der Ausstellung bis zu 40 Leute untergebracht werden können, ist die Anforderung an den Volumenstrom ähnlich groß wie an die restlichen Büroräume. Jedoch unterscheiden sich die Nutzungszeiten des Ausstellungsraums von den Arbeitszeiten der Mitarbeiter, da die Ausstellung hauptsächlich abends bzw. an Wochenenden genutzt wird. Mit den Volumenstromreglern werden die Volumenströme verschoben und die Lüftungsanlage kann geringer dimensioniert werden. Der Anschluss der Volumenstromregler an den Controller erfolgt über eine MP-Bus-Schnittstelle von Wago (750-550) [37].

5.11 Abschlusskalkulation

In der Abschlusskalkulation werden alle ausgewählten Schnittstellen, Sensoren und Aktoren mit passender Anzahl aufgeführt und kalkuliert (s Tabelle 24). Bei dieser Kalkulation werden die Verkabelungskosten außer Acht gelassen. Die größten Schwierigkeiten bei der Kalkulation ergeben sich durch die Suche nach aussagekräftigen Preisen. Als Bezugsquellen für die Preise stehen das Internet, Kataloge und Angebote von ausführenden Firmen zur Verfügung. Diese werden in der Kalkulation bewusst vermischt, um einen Gesamtpreis für die Gebäudeautomation abzuschätzen.

In der Kalkulation wird angenommen, dass die Preise aus Angeboten von Anbietern ähnlich zu denen aus Preislisten sind. Diese Annahme ergibt sich aus dem Gedanken, dass Anbieter Produkte günstiger als bei Listenpreisen von Herstellern beziehen. Zusätzlich wollen sie jedoch Gewinn an jedem Produkt erzielen, sodass diese wieder ungefähr vergleichbar sind. Außerdem werden aus dem Kapitel: 10.2.3 „Ausschnitt Angebot Anbieter 1“ die Kosten des Titels für Programmierung und Inbetriebnahme in Position 3.3 in der Kalkulation mit angesetzt.

5 Schnittstellen

Tabelle 24: Abschlusskalkulation

Abschlusskalkulation					
	Produktbeschreibung	Anzahl	Preis/Stk.	Summe	Kategorie
1.0	SPS-Komponenten				
1.1	Ethernet Feldbuscontroller + Endklemme	1	424,86 €	424,86 €	Allgemein
1.2	Spannungsversorgung für den Feldbuscontroller	1	112,91 €	112,91 €	Allgemein
1.3	SD-Karte	1	60,00 €	60,00 €	Allgemein
1.3	Schnittstelle RS 232 (Modbus, zur Anbindung einer Funkantenne)	2	200,50 €	401,00 €	Verschattung
1.4	SMI Interfacebaustein (Zur Anbindung von max. 16 Motoren)	2	193,00 €	386,00 €	Verschattung
1.5	JUNG KNX Spannungsversorgung 320 mA 2005 REG	1	213,02 €	213,02 €	Taster, Präsenzmelder
1.6	KNX/EIB/ TP1 Klemme (753-646), Schnittstelle	1	262,32 €	262,32 €	Taster, Präsenzmelder
1.7	8-Kanal-Digitaleingangsklemme DC 24V (750-430)	7	39,70 €	277,90 €	Fenster, Rauchmelder
1.8	8-Kanal-Digitalausgangsklemme DC 24V (750-530)	9	44,80 €	403,20 €	Stellantriebe, Wärmepumpe, Koppelrelais
1.9	DALI-Multi-Master-Klemme	1	156,00 €	156,00 €	Beleuchtung
1.10	DALI-Multi-Master-DC-/DC-Converter	1	72,00 €	72,00 €	Beleuchtung
1.11	Schnittstelle RS 485 (Modbus, zur Anbindung einer Empfangsantenne)	1	200,50 €	200,50 €	Funksensoren
1.12	Analog Ausgang 0-10V (750-550)	2	183,29 €	366,58 €	Lüftungsanlage
1.13	Empfangsantenne EnOcean	2	291,00 €	582,00 €	Funksensoren
1.14	Mp-Bus	1	187,33 €	187,33 €	Volumenstromregler
1.0	Summe			4.105,62 €	
2.0	Taster und Sensoren				
2.1	Aufpreis SMI-Motoren	18	0,00 €	0,00 €	Verschattung
2.2	Jung 1-fach-Taster KNX (2 Tasten)	4	159,39 €	637,56 €	Taster
2.3	Jung 2-fach-Taster KNX (4 Tasten)	7	159,39 €	1.115,73 €	Taster
2.4	Jung 3-fach-Taster KNX (6 Tasten)	7	199,49 €	1.396,43 €	Taster
2.5	Jung 4-fach-Taster KNX (8 Tasten)	4	199,31 €	797,24 €	Taster
2.6	Raumcontroller	1	332,65 €	332,65 €	Temperaturstellung
2.7	EnOcean Taster 4-fach	5	63,10 €	315,50 €	Taster
2.8	Verschlussüberwachung	30	45,00 €	1.350,00 €	Fensterüberwachung
2.9	Gira Rauchmelder mit 230V Anschluss	22	62,21 €	1.368,62 €	Rauchmelder
2.10	Relais-Modul	22	20,59 €	452,98 €	Rauchmelder
2.11	Gira KNX Präsenzmelder standard	10	162,20 €	1.622,00 €	Präsenzmelder
2.12	EnOcean CO ₂ -Sensor FCO2TF63	4	241,00 €	964,00 €	CO ₂ -Sensor
2.13	Temperaturfühler	5	55,27 €	276,35 €	Temperaturmessung
2.0	Summe			10.629,06 €	
3.0	Sonstiges				
3.1	Jung KNX Wetterstation Home 2224 WH	1	569,21 €	569,21 €	Wetter
3.2	Heizungsstellantriebe (Anzahl geschätzt)	49	35,51 €	1.739,99 €	Heizung
3.3	Dienstleistungen bestehend aus: Programmierung und Inbetriebnahme (Quelle:Anhang, "Ausschnitt Angebot Anbieter 1", Titel Sonstiges)	1	6.935,00 €	6.935,00 €	Allgemein
3.4	Touchpad (geschätzt)	1	700,00 €	700,00 €	Visualisierung
3.5	Koppelrelais	16	15,95 €	255,20 €	Beleuchtung Wohnung
3.0				10.199,40 €	
Gesamtsumme				24.934,08 €	
	Grundfläche [m ²]	400			
	Kosten /m ²	62,34 €			

6 Anlagenschema

In diesem Kapitel werden das Heizungs- und Lüftungsschema erklärt. Dabei werden keine detaillierten Hydraulik-Schemen gezeichnet, sondern lediglich das Prinzip, die wichtigsten Komponenten und entsprechende Markierungen, die eine Einbindung in die Gebäudeautomation aufzeigen, dargestellt. Erstellt werden die Schemen mit Hilfe der Konfiguratoren „Wärme“/„Raumluft“ (Version 4.0) aus der Vorlesung „Gebäudeautomation“. Zusätzlich konnte durch Expertenbefragung und dem Skript „Gebäudetechnik“ [4] die Erstellung der Schemen vervollständigt werden.

6.1 Heizungsschema

Abbildung 27 zeigt das mit „Cadwork“ erstellte Heizungsschema des Gebäudes. Die Nummerierung beginnt in Zehnerschritten, um später noch fehlende Elemente nachtragen zu können. Bauteile, die in die Gebäudeautomation integriert sind, sind mit gepunkteten Kreisen hervorgehoben. Im Folgenden werden alle Bauteile erklärt und die Koppelung zum Controller beschrieben:

Nr. 10: Die Wärmepumpe produziert Warmwasser zum Heizen der Räume. Zwischen den Heizkreisen und der Wärmepumpe befindet sich der Pufferspeicher, damit das Medium gespeichert wird und die Pumpe nicht kontinuierlich durchläuft. Die Heizung wird über potentialfreie Kontakte an die Gebäudeautomation angeschlossen. Mit diesen Kontakten wird die Anlage entweder ein- oder ausgeschaltet. Im Heizbetrieb läuft die Wärmepumpe autark und produziert jeweils so viel Wärme, dass der Kessel ausreichend Wärmemenge enthält. [12]

Nr. 20-40: Diese Pumpen befördern Heizwasser bzw. Sole durch die Rohre.

Nr. 50-80: Die Drei-Wege-Ventile mit Stellmotor können elektrisch über den Controller gesteuert werden und sind über digitale 24V-Ausgänge an das System angeschlossen. Mit den vier Ventilen wird der Heiz- bzw. Kühlbetrieb gesteuert. Entweder wird das circa 9°C kalte Solemedium zur direkten Kühlung oder zur Erzeugung von Warmwasser in der Wärmepumpe genutzt. [12]

Nr. 90-120: Die Stellantriebe „EMO T“, die bereits in Abschnitt 5.9.2 beschrieben wurden, öffnen und schließen die Heizkreise.

Nr. 130-150: Die Drei-Wege-Ventile werden für den Anschluss des Heiz- und Kühlregisters der Lüftungsanlage benötigt. Das Register wird an die Sole-Leitungen angeschlossen, sodass keine Frostschäden im Register durch Vereisen von Kondensat auftreten. [12]

6 Anlagenschema

Nr. 160-170: Temperatursensoren sind im Pufferspeicher integriert. Mit diesen Sensoren wird die Wärmepumpe im autarken Modus gesteuert. [17]

Nr. 180-230: Diese Temperatursensoren messen die Vor- und Rücklauftemperaturen der Heizung. Sie sind zwingend erforderlich, um beispielsweise den Plattenwärmetauscher zu steuern. Zu beachten ist, dass kein Wasser unter 18°C im Kühlbetrieb in die Rohrleitungen gelangt, um Tauwasserbildung im Estrich zu vermeiden. [17]

Heizungsschema

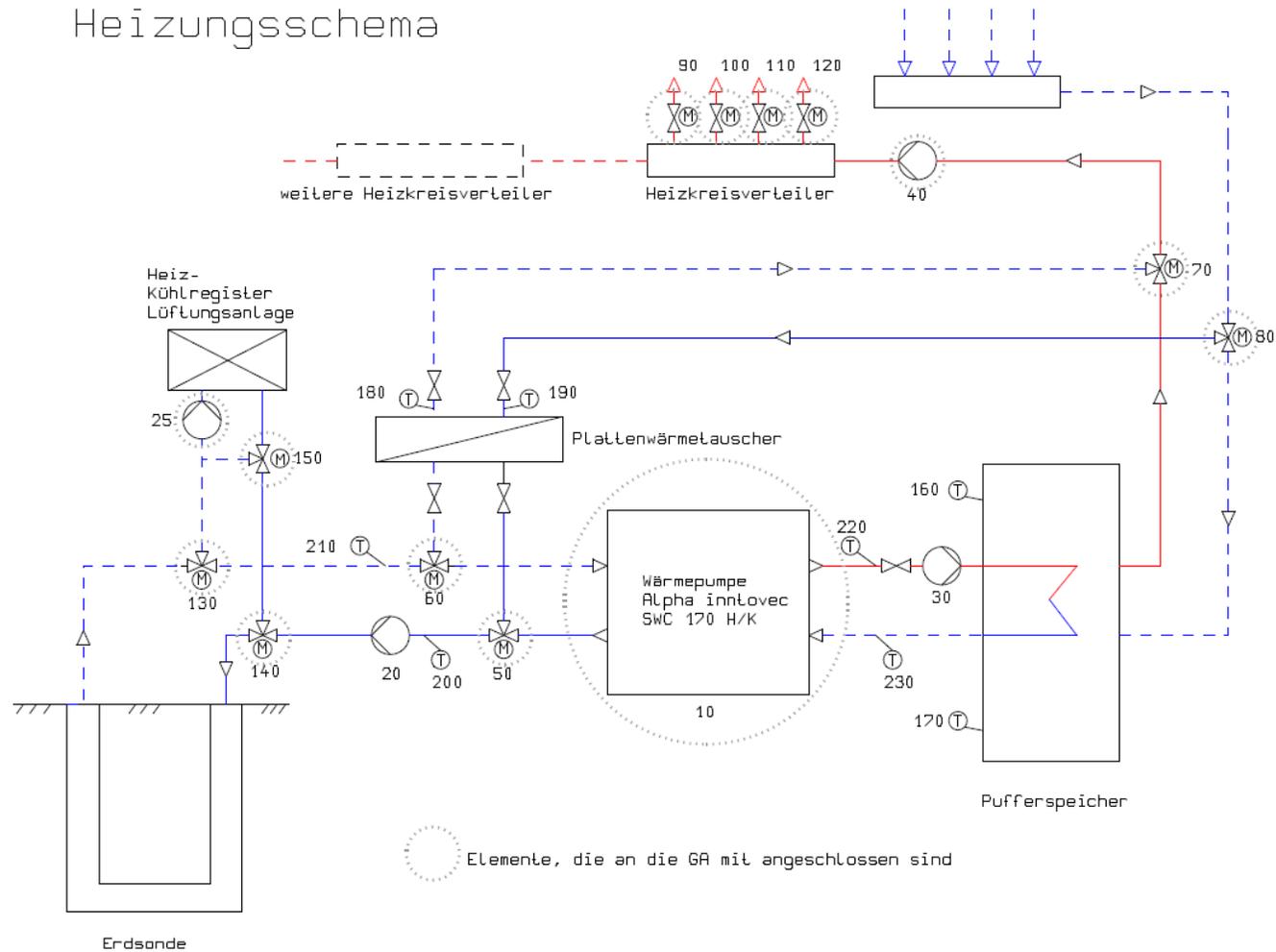


Abbildung 27: Heizungsschema

6.2 Lüftungsschema

Auch beim Lüftungsschema liegt der Fokus auf den wichtigen Komponenten, die im Folgenden erklärt werden. Die Abbildung 28 bezieht sich lediglich auf die Lüftungsanlage vom Büro, wobei sich die Lüftungsanlage der Wohnung, bis auf die Volumenstromregler, nicht von der Lüftungsanlage im Büro unterscheidet. [3;4]

Nr. 10-20: Die Zu- und Abluft-Ventilatoren sorgen für den nötigen Volumenstrom. Über eine analoge 0-10V-Schnittstelle wird die Lüftungsanlage mit dem Controller verbunden. Je nach CO₂-Gehalt, der in den Fluren gemessen wird, werden die Motoren stufenweise angesteuert (s. Kapitel 5.10 „Lüftungsanlagen“). [17]

Nr. 30-40: Zum Öffnen und Schließen der gesamten Lüftungsanlage werden eine Außen- und eine Fortluftklappe installiert. Diese werden über die MP-Bus-Schnittstelle angesteuert. [17]

Nr. 50-60: Damit der Kreuzstrom-Wärmetauscher umgangen werden kann, wird ein Bypass installiert. Dazu müssen zwei Klappen eingebaut werden, um den Volumenstrom ausschließlich durch den Bypass oder den Wärmetauscher zu führen. Auf diese Weise ist es möglich, kalte Luft in Sommernächten anzusaugen und den Kreuz-Strom-Wärmetauscher zu umgehen. Somit wird das Gebäude energieeffizient gekühlt.

Nr. 70-80: Volumenstromregler steuern und verschieben die Zu- und Abluftvolumenströme zwischen der Ausstellung und den Büroräumen. Es werden jeweils zwei Zu- und Abluftvolumenstromregler integriert, die gegensätzlich arbeiten. Der Grund für diese Entscheidung liegt darin, dass die Ausstellung überwiegend abends oder an Wochenenden für Veranstaltungen genutzt werden soll, während die Büros hauptsächlich tagsüber besetzt sind. Die Volumenströme können umgelenkt und folglich kann das Lüftungsgerät geringer dimensioniert werden. Auch diese werden mit der MP-Bus-Schnittstelle an den Controller angeschlossen. [12]

Nr. 90-100: Diese Differenzdruckwächter, messen die Druckdifferenz bei Ein- und Austritt des Mediums Luft. Ist diese Differenz zu groß, wird eine Störung gemeldet, sodass beispielsweise verstopfte Filter frühzeitig ausgetauscht werden können.

Nr. 110-130: Die Temperatursensoren 110 und 120 dienen der Steuerung der Heizung, wobei 120 auch zur Steuerung des Bypasses genutzt wird. Sollte im Kühlbetrieb die Abluft wärmer als die Außenluft sein, wird der Bypass geöffnet und der Wärmetauscher umgangen. Nr. 130 kontrolliert das frostfreie Ansaugen von Außenluft, um einen störungsfreien Betrieb der Lüftungsanlage zu erzielen. Sollte die Temperatur unter 0°C angesaugt werden, wird das Heizregister mit eingeschaltet, um das Einfrieren der Lüftungsanlage zu verhindern. Dies kann passieren, wenn die Abluft zu stark abgekühlt wird und das Kondensat anfängt in der Lüftungsanlage zu gefrieren. [12]

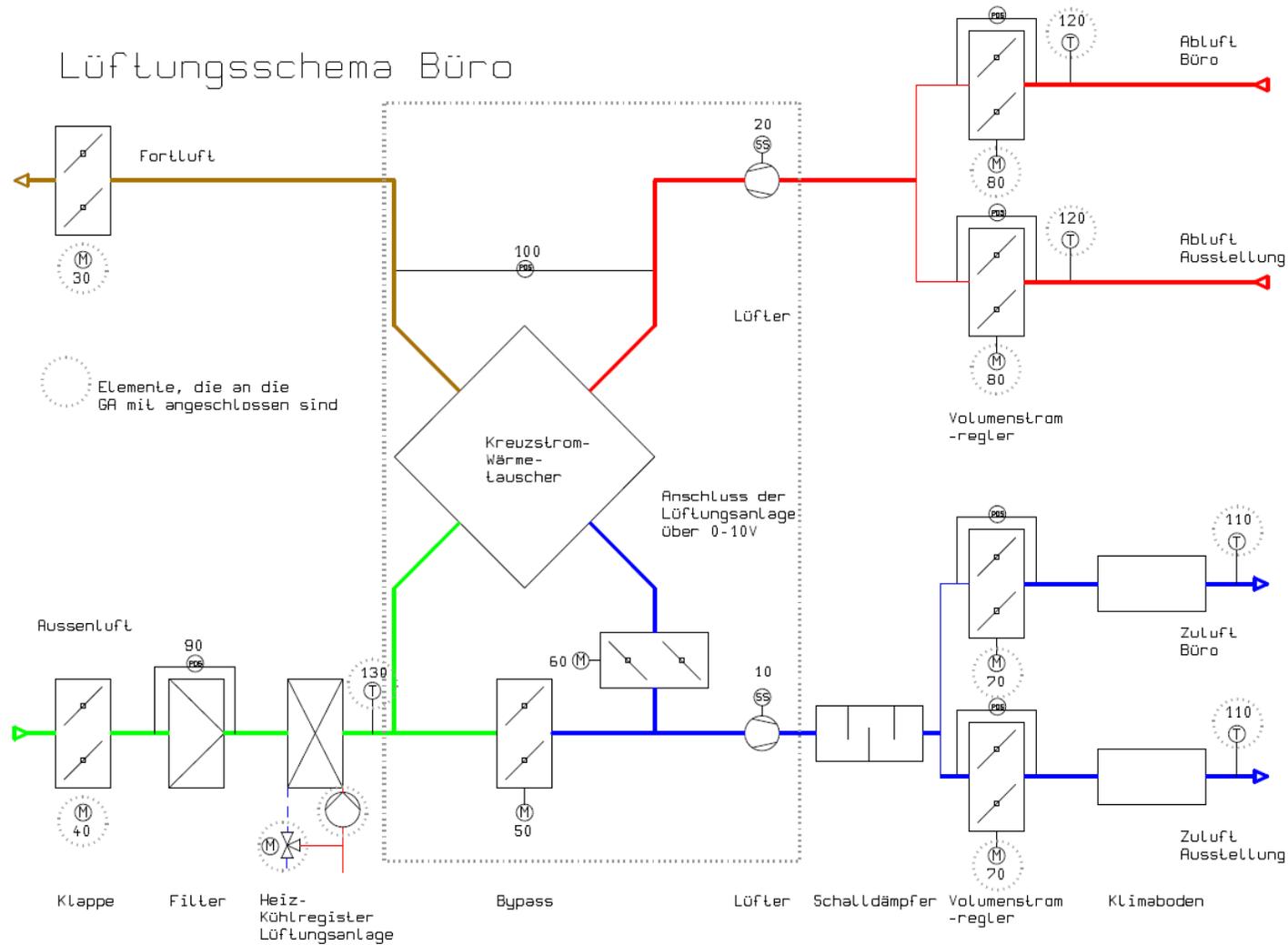


Abbildung 28: Lüftungsstrangschemata

7 Elektroplanung

In der Elektroplanung werden alle Elemente aus der Abbildung 29 im Grundrissplan eingezeichnet. Elemente, die bereits in der Gebäudeautomationsplanung enthalten sind, werden nicht nochmal wiederholt. Dabei handelt es sich hauptsächlich um Steckdosen, Lan-/Telefon-Steckdosen, Radio / TV Dosen und Haushaltsgeräte. Mit der RAL RG 678 [53] wird die Anzahl und Art an Steckdosen bzw. Anschlüssen sowie Stromkreise pro Raum bestimmt. Als Vorlage dient die Kategorie „2 Sterne“ (Standardausführung). Zusätzliche Kenntnisse konnten aus dem Skript im Fach „Gebäudetechnik-Elektro“, als auch der DIN 18015-3 entnommen werden. [54]

Legende Elektro

Steckdose	
Doppel- Steckdose	
Herd	
Dunstabzugshaube	
Kühlschrank mit Gefrierfach	
Backofen	
Geschirrspüler	
Antennensteckdose TV	
Fernmeldesteckdose	
Waschmaschine	
Verteilerkasten	
Sprechanlage	
Kabelkanal (senkrecht)	
Durchlauferhitzer	
Lautsprecher	
Leuchtanschluss	
Fühler/Sensor <small>-PIR=Präsenz</small>	

Abbildung 29: Legende der Elektroplanung

7.1 Grundrissplanung

Die Verteilung und Beschriftung der einzelnen Elemente wird in einem Ausschnitt an Hand der Abbildung 30 „Elektroplanung“ gezeigt. Da dieser Raum nur zum Teil einem Profil aus der RAL RG 678 zuzuordnen ist, werden Entscheidungen in Absprache mit dem Elektrounternehmen [13] getroffen. Eingeplant sind Steckdosen für Strom, TV, LAN und Telefonanlagen über Voice over IP (VoIP). Die Nummerierung der Steckdosen wird detaillierter in Kapitel 7.2 „Stromkreise“ aufgeführt. Die Abstände und Höhen einzelner

7 Elektroplanung

Elemente werden normgerecht [14] ausgeführt oder explizit im Grundriss bemaßt. Vorgestellt wird außerdem nur der Ausstellungsraum. Die vollständige Elektroplanung befindet sich am Ende des Anhangs.

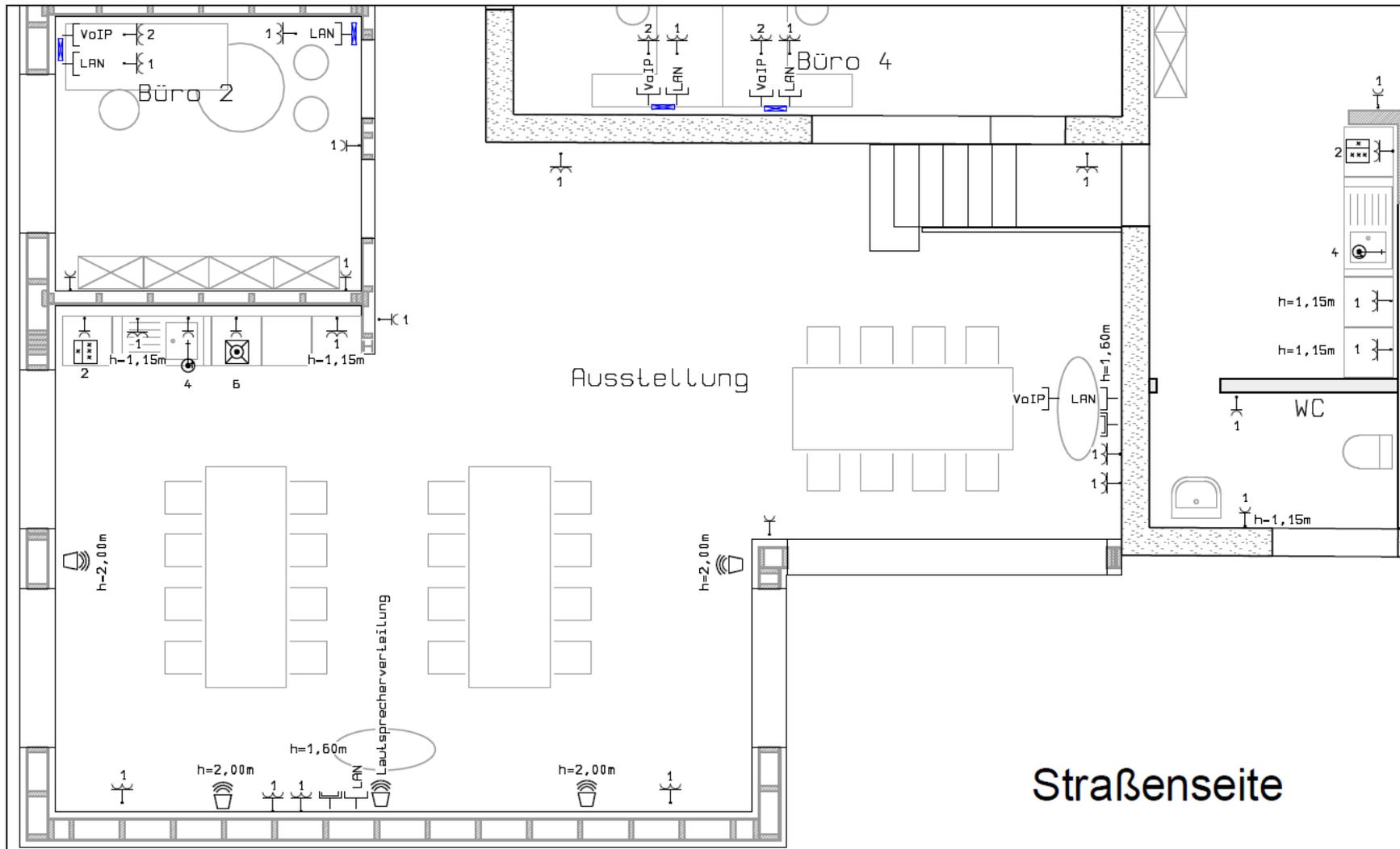


Abbildung 30: Abbildung Elektroplanung

7.2 Stromkreise

Ziel dieses Kapitels ist es, die Anzahl der Stromkreise pro Raum zu bestimmen. In jedem Büroraum werden zwei Stromkreise für die Steckdosen verbaut. Der Stromkreis Nr. 1 ist an die Gebäudeautomation angeschlossen und kann abgeschaltet werden. So ist es möglich, den Stromverbrauch durch Standby-Geräte bei Abwesenheit zu verhindern. Über ein Koppelrelais[16] oder auch über KNX-Aktoren [17] können die Stromkreise abgeschaltet werden. Vergleichbar mit Kapitel 5.1.4 „Fazit: Beleuchtung“ wird die Steuerung mit einem Koppelrelais geschaltet. Stromkreis Nr. 2 steht konstant unter Strom, an welchen Geräte angeschlossen werden, die zwingend 24 Stunden pro Tag Strom benötigen, wie beispielsweise Kühlschränke oder Fax-Geräte. Der Stromkreis Nr. 3 wird grundsätzlich für die Belichtung im Raum genutzt. Die restlichen Stromkreise mit den Nummern 4-8 sind Haushaltsgeräte, die auch über ein Relais von der Stromversorgung getrennt werden können. Daraus ergibt sich die Möglichkeit, Herdplatten oder den Backofen bei Nacht oder Abwesenheit von der Stromversorgung zu trennen, um die Gefahr von Bränden zu reduzieren. Nachfolgend werden die Gedanken dazu in einer Tabelle festgehalten.

Tabelle 25: Anzahl der Stromkreise

	Raum	Stromkreis Steckdosen (schaltbar)	Stromkreis Steckdosen (Dauerstrom)	Licht	Warmwasser- gerät (schaltbar)	Wasch- maschine (schaltbar)	Geschirrspül- maschine (schaltbar)	Backofen (schaltbar)	Herd (schaltbar)	Anzahl
	Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	
EG, Ausstellung	Beh. WC	x		x						2
	Stuhllager	wird an den Flur angeschlossen								
	Büro 1	x	x	x						3
	Büro 2	x	x	x						3
	Flur	x		x						2
	Ausstellung	x	x	x	x		x			5
EG, Bestand	Büro 3	x	x	x						3
	Büro 4	x	x	x						3
	Büro 5	x	x	x						3
	Büro 6	x	x	x						3
	Eingang	x	x	x	x					4
	WC	x		x						2
OG, Büro	Büro 7	x	x	x						3
	Büro 8	x	x	x						3
	Büro 9	x	x	x						3
	Eingang	x	x	x						2
Wohnung	Wohnen	x	x	x						2
	Kochen	x	x	x	x		x	x	x	6
	Flur		x	x						2
	Büro		x	x						2
	Eltern		x	x						2
	Bad		x	x		x				3
	Außenanlagen	x		x						2
	Treppenhaus	x		x						2
Summe										65

8 Resümee

Die vorliegende Arbeit zeigt die Planung der Gebäudeautomation für das Bürogebäude der Firma Roreger, in der die Theorie aus der Vorlesung in die Praxis umgesetzt werden konnte. Mit dem Wissen aus den Vorlesungen, den Befragungen von Experten sowie dem Kontakt zu den Professoren konnte ein schlüssiges Konzept der Gebäudeautomation erstellt werden. Weiterhin wurde dieser Prozess durch die frühzeitige Planung begünstigt, sodass durch das Zusammenführen verschiedener Gewerke ein System entwickelt wurde, das Heizung, Lüftung, Kühlung, Verschattung und Beleuchtung steuert und vereint. Darüber hinaus werden im gesamten Gebäude Sicherheitsfunktionen in Form von Rauchmeldern sowie einer Alarmanlage installiert. Außerdem sind für die Umsetzung der Umbaumaßnahme Gebäudeautomationspläne erstellt worden, die nun ihre Verwendung finden.

Wo gab es Schwierigkeiten?

Eine weitere Aufgabe bestand darin, Bauteile bezüglich ihres Preises und der Funktionen zu vergleichen. Es stellte sich allerdings als problematisch heraus, aussagekräftige Preise zu erhalten. Bei einigen Firmen zogen sich die Vorbesprechungen über Monate, bis sie vollständige Angebote einreichten. Diese mussten trotz aufwendiger Vorarbeit, die die Firmen als Angebotsgrundlage bekamen (Checkliste), häufig noch eigenständig korrigiert und überarbeitet werden. Als Konsequenz daraus kam es zu Verzögerung bei der weiteren Bearbeitung der Planung, weshalb sich die Umbaumaßnahmen und das Ziel, die Planung frühzeitig zu vollenden, um einen reibungslosen Bauablauf zu gewährleisten, verzögerten.

Im Nachhinein müssen auch die Gespräche mit den Experten kritisch betrachtet werden, da einige Anbieter nur eine Lösung bzw. einen Ansatz in Erwägung zogen und nicht immer auf alle Möglichkeiten der Gebäudeautomation eingegangen sind. Mit Hilfe des eigenen Wissens konnte jedoch gezielt auf dieses Problem eingegangen werden.

Letztlich konnten in Kombination mit Internetpreisen Technologien verglichen werden, um eine wirtschaftliche Lösung zu erarbeiten.

Welche Fragen bleiben noch offen?

Ein Ziel dieser Arbeit war es, ein Konzept der Gebäudeautomation zu entwickeln, das sich später vermarkten lässt. Ob dieses Ziel erreicht wird, zeigt sich in der Zukunft.

Ein erster positiver Ansatz ergibt sich jedoch aus der Abschlusskalkulation. Mit circa 60€/m² (ohne Verkabelung, s. Tabelle 24: Abschlusskalkulation) liegen die Kosten der Gebäudeautomation deutlich unter dem Durchschnittswert von circa 200€/m² (bei vollständiger Automation) [26].

Bei dem kalkulierten Preis sind lediglich die Elemente aufgezählt, die wirklich direkt mit der Gebäudeautomation in Verbindung stehen. Beispielsweise sind Leuchten, die grundsätzlich ins Gebäude integriert werden, vernachlässigt worden.

Was kann in einer weiteren Planung verbessert werden?

Die Planung könnte zukünftig verbessert und erleichtert werden, indem Kalkulationstabellen und Kostenabschätzungen entwickelt werden. So ist es möglich, den Bauherrn vor Fehlentscheidungen zu warnen und mit ihm von Beginn an den richtigen Weg einzuschlagen. Damit wird die Planungsphase einerseits erheblich verkürzt und andererseits wird der Kunde frühzeitig über Preise informiert, sodass am Ende der Planungsphase keine Missverständnisse diesbezüglich auftreten. Zumal in der Planung oftmals Entscheidungen geändert wurden, da der Preis zu hoch war oder nicht in Relation zum Nutzen stand.

Weitere Kosteneinsparungen bei der Gebäudeautomation ergeben sich durch die Auswahl anderer Taster. Eine vergleichbare, jedoch günstigere Variante ist der EnOcean-Funktaster. Darüber hinaus wird der Verkabelungsaufwand bei diesen Tastern geringer. Weitere Möglichkeiten um Kosten einzusparen entstehen durch den Verzicht auf Raumbediengeräte und der Sollwertstellung über das Touchdisplay. Außerdem kann durch möglichst wenig verschiedene Schnittstellen der Preis gesenkt werden.

Fazit:

Mit dem erlernten Wissen aus den Vorlesungen und den zahlreichen geführten Fachgesprächen konnte die Basis für die Sanierung und Aufstockung des Bürogebäudes der Firma Roreger geschaffen werden. Die aufwendige Vorarbeit wurde von den Firmen sehr positiv entgegen genommen, da so die Kalkulationsgrundlage strukturiert war und im Vorhinein festgelegt wurde, welche Möglichkeiten der Gebäudeautomation vorhanden sind und welche umgesetzt werden sollen. Die Planung dieses Gebäudes ist der Grundstein, um den Einstieg in die Gebäudeautomation zu schaffen. Mit der vollendeten Planung des Gebäudes erschafft die Firma Roreger ein Vorzeigeobjekt, das einige Möglichkeiten der Gebäudeautomation präsentiert. Die Tendenz in Richtung „intelligente Gebäudetechnik“ ist unter anderem auch in der aktuellen Energieeinsparverordnung (EnEV-2014) zu erkennen. Mit dem geplanten Umbau des Gebäudes wird der erste Schritt in Richtung „intelligente Gebäudetechnik“ gemacht und soll auch weiterhin von der Firma Roreger vertreten und verfolgt werden.

9 Literaturverzeichnis

- [1] **Dokument: Ausgewählte Grafiken zu Energiegewinnung und Energieverbrauch**(Stand: 20.8.2013),
<http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/Energiedaten-und-analysen/Energiedaten/energiegewinnung-energieverbrauch.html>, 17. April 2014, Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie,
- [2] **IGT-Richtlinie 02** (2013):Planung von Smarhome-Systemen, Prof. Dr. Michael Krödel, Institut für Gebäudetechnologie GmbH, www.igt-institut.de
- [3] **Skriptum: Gebäudeautomation** (2013)Prof. Dr. Michael Krödel, Rosenheim
- [4] **Skriptum Gebäudetechnik Teil 1 Heizung- Sanitär - Lüftung** (2011), Prof. Dr. Harald Krause, Rosenheim
- [5] **DIN EN ISO 16484-2** (2004): Systeme der Gebäudeautomation (GA)-Teil 2: Hardware
- [6] <http://www.roreger.de/meta/ueberuns.php>, 17. April 2014, Theodor Roreger GmbH & Co. KG, www.roreger.de
- [7] <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/198959/umfrage/anzahl-der-smartphonennutzer-in-deutschland-seit-2010/>, 17. April 2014, Statista GmbH, www.statista.com, comScore MobiLens
- [8] **Dipl. Ing. Theodor Roreger**,[Interview], 15.Oktober 2013, Geschäftsführer Theodor Roreger GmbH & Co. KG, Anröchte
- [9] **Produktordner Siegmund**(2013): eht Siegmund GmbH, www.eht-siegmund.de, Bad Honnef
- [10] **Dipl. Ing. Karl-Heinz Tomaszewski**, [Interview], 15. November 2013, Barella Gebäude- und Energietechnik GmbH, www.barella.de
- [11] **Skriptum: (Wohnungs-) Lüftung**(2012),Prof. Dr. Harald Krause, Rosenheim
- [12] **XXXXXXXX**, [Interview], 27. Februar 2014, Geschäftsleitung- XXXXXXXXX Firma Anbieter 2
- [13] **Elektromeister Hendrik Heuken**, [Interview], 11. April 2014, Hendrik Heuken - Elektrotechnik e.K., www.elektro-heuken.de, Anröchte
- [14] **DIN 18015-3** (2007): Elektrische Anlagen in Wohngebäuden – Teil 3: Leitungsführung und Anordnung der Betriebsmittel

- [15] **Checkliste aus der IGT-Richtlinie 02**(Version 01, November 2013): Planung von Smarthome-Systemen, Prof. Dr. Michael Krödel, Institut für Gebäudetechnologie GmbH, www.igt-institut.de
- [16] **Projektmanager Jörg Gruner**, [Interview], 20. November 2013, WAGO Kontakttechnik GmbH & Co. KG
- [17] **Dipl. Ing XXXXXXXX**, [Interview], 6. Januar 2014 techn. Geschäftsführung – Firma Anbieter 1
- [18] **Prof. Dr. Harald Krause**, [Interview], 20. Februar 2014, Rosenheim
- [19] **Reinhold Wimmelmeier**, [Interview], 6. Januar 2014, Anröchte, Geschäftsführer Wimmelmeier Fenster und Türen GmbH & Co. KG, www.wimmelmeier.de
- [20] **Gebäude IQ Version 2.1** (stand: 15. Oktober 2012), Prof. Dr. Michael Krödel, Institut für Gebäudetechnologie GmbH, www.Gebäude-IQ.de
- [21] **DIN EN 15232: (2012) Energieeffizienz von Gebäuden – Einfluss von Gebäudeautomation und Gebäudemanagement**, DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin
- [22] **XXXXXXXXXX**, [Interview]. 31 März 2014
- [23] **Mengenplanung aus der IGT-Richtlinie 02**(Version 01, November 2013): Planung von Smarthome-Systemen, Prof. Dr. Michael Krödel, Institut für Gebäudetechnologie GmbH, www.igt-institut.de, Ottobrunn
- [24] **Funktionsplanung aus der IGT-Richtlinie 02**(Version 01, November 2013): Planung von Smarthome-Systemen, Prof. Dr. Michael Krödel, Institut für Gebäudetechnologie GmbH, www.igt-institut.de, Ottobrunn
- [25] <http://www.jung.de/3344/produkte/neuheiten/raumtemperaturregler-mit-display/>, (18.04.2013), ALBRECHT JUNG GMBH & CO. KG, www.jung.de, Schalksmühle
- [26] **Prof. Dr. Michael Krödel**, [Interview], 4. November 2013, Rosenheim
- [27] http://www.amazon.de/s/ref=nb_sb_ss_i_0_4?_mk_de_DE=%C3%85M%C3%85%C5%BD%C3%95%C3%91&url=search-alias%3Daps&field-keywords=i%20pad&srefix=i+pa%2Caps%2C256, (18.04.2014), www.amazon.de, Amazon.de
- [28] **Belüftungsplanung Siegmund**, (17.04.2014), eht Siegmund GmbH, www.eht-siegmund.de, Bad Honnef
- [29] <http://www.jung.de/de/online-katalog/69314356/69314357/>, (18.04.2014), ALBRECHT JUNG GMBH & CO. KG, www.jung.de, Schalksmühle
- [30] **Vertrauen durch Sicherheit**, (18.04.2014) VdS Schadenverhütung GmbH, www.VdS.de, Köln
- [31] **Produktmanager Magnus Klickow**, [Interview], 6. Januar 2014, Insitech GmbH, Vertreter für Produkte von Loxone Electronics GmbH, www.loxone.com, Kollerschlag Österreich
- [32] <http://www.wago.de/wago/wir-ueber-uns/historie/index.jsp>, (18.04.2014), WAGO Kontakttechnik GmbH & Co. KG, www.wago.de

- [33] <http://www.loxone.com/dede/unternehmen/ueber-uns.html>, (18.04.2014), Loxone Electronics GmbH, Kollerschlag-Austria
- [34] <http://www.fh-rosenheim.de/die-hochschule/fakultaeten-institute/fakultaet-fuer-angewandte-natur-und-geisteswissenschaften/ansprechpartner/professoren/prof-dr-michael-kroedel/>, (18.04.2014), www.fh-rosenheim.de, Hochschule Rosenheim
- [35] **Produktdatenblatt Belviso-Leuchte**, (19.04.2014), [http://products.trilux.com/OPK.jsp?groupid=%28\[n_BRD000151074\]%29&template=ProductGroup](http://products.trilux.com/OPK.jsp?groupid=%28[n_BRD000151074]%29&template=ProductGroup), TRILUX GmbH & Co. KG, www.trilux.com, Arnsberg
- [36] <http://www.stromverbrauchinfo.de/led-lampen.php>, (19.04.2014), <http://www.stromverbrauchinfo.de>, Stromverbrauch Inof, Gustav Zygmund
- [37] **WAGO-Gebäudetechnik-Katalog: Automation**, (2012/2013), WAGO Kontakttechnik GmbH & Co. KG, www.wago.de
- [38] http://www.mdt.de/Schaltaktoren_AKI.html, (19.04.2014), MDT technologies GmbH, www.mdt.de
- [39] http://katalog.gira.de/de_DE/datenblatt.html?id=482546, (19.04.2014), © Copyright by Gira Giersiepen GmbH & Co. KG, Online-Katalog Gira
- [40] <http://www.enocean.com/de/technology/>, (19.04.2014) EnOcean GmbH, www.enocean.com, Oberhaching
- [41] **Thermokon Produktkatalog** (2012/2013), Thermokon Sensortechnik GmbH, <http://www.thermokon.de/DE/thermokon-43/kataloge.html>, www.thermokon.de,
- [42] **ELTAKO der Gebädefunk- Produkte und Preise 2014**, ELTAKO GmbH, www.eltako.com, Fellbach
- [43] **SMI-Planungshandbuch**, (2014), SMI Standard Motor Interface, www.smi-group.com, (19.04.2014) Steckhorn-Schweiz
- [44] **Grundlagenwissen zum KNX**, (2014), <http://www.knx.de/knx-de/download/index.php>, KNX Deutschland, www.knx.de
- [45] **Jung Katalog**, (2014/2015), ALBRECHT JUNG GMBH & CO. KG, <http://www.jung.de/583/katalog/>, Schalksmühle
- [46] <http://www.voltus.de/schalterprogramme/gira/standard-55/sps-taster/gira-2003100-tastsensor-2-3fach-24-v-potenzialfrei-mit-beschriftungsfeld.html?listtype=search&searchparam=sps>, Voltus GmbH, www.voltus.de, Bad Schwartau
- [47] **Produktkatalog Sigenia-Aubi**, (2014), SIEGENIA-AUBI KG, www.siegenia.com,
- [48] http://katalog.gira.de/de_DE/datenblatt.html?id=418925, (19.04.2014), © Copyright by Gira, Giersiepen GmbH & Co. KG, www.gira.de, Radevormwald
- [49] http://katalog.gira.de/de_DE/datenblatt.html?id=449862, (19.04.2014), © Copyright by Gira, Giersiepen GmbH & Co. KG, www.gira.de, Radevormwald
- [50] **WILO SE**, www.geniix.de, (19.04.2014) Dortmund

- [51] **WILO- Geniex- Planer-Broschüre**, WILO SE, www.geniex.de, (19.04.2014)
Dortmund
- [52] <http://www.taheimeier.de/de-DE/Produkte-und-Loesungen/ta-balancing-and-control/regelventile/stellantriebe/EMO-T/>, (19.04.2014) TA Heimeier GmbH,
www.taheimeier.de, Erwitte
- [53] **RAL RG 678**: (2011): Elektrische Anlagen in Wohngebäuden - Anforderungen
- [54] **Skriptum Gebäudetechnik- Elektro: 07 Leitungsverlegung**, (2012), Prof. Dr. Michael Krödel, Rosenheim

10 Anhang

10.1 Preise aus dem Internet/ Kataloge

	Art.-Nr.	€ p. Stück ¹⁾	PG
KNX CO₂-Sensor mit integriertem Busankoppler mit Luftfeuchtesensor und Raumtemperaturregler mit integrierter Tasterschnittstelle 2fach Duroplast (hochkratzfest) glänzend			
weiß	CO2 CD 2178	292,88	06
alpinweiß	CO2 CD 2178 WW	293,96	06
grau	CO2 CD 2178 GR	295,71	06
lichtgrau	CO2 CD 2178 LG	295,71	06
schwarz	CO2 CD 2178 SW	295,71	06
Bestimmungsgemäßer Gebrauch			
<ul style="list-style-type: none"> • Messen von CO₂-Konzentration, relativer Luftfeuchte und Lufttemperatur • Ausgabe der gemessenen Werte als Telegramm auf den Bus, z.B. zum Steuern von Lüftern oder Fensterantrieben über KNX-Telegramme • Einzelraum-Temperaturregelung in KNX-Installationen • Montage in Gerätedose nach DIN 49073 			



Abbildung 31: Preis: KNX CO₂-Sensor³⁹

Bestellnr. Item-No. No. de produit	€ per 1 Stück € per 1 piece € par 1 pièce	Verp.-Einheit Pack.-unit Unité d'emb.
770-621	4,52	50
770-622	4,73	50
770-623	0,34	25
770-624	0,37	25
770-625	0,40	25
770-626	3,60	50
770-627	3,83	50
770-629/101-000	365,80	1
770-629/102-000	343,80	1
770-629/130-000	349,40	1
770-630	0,07	100
770-631	10,71	1

Abbildung 32: Ausschnitt aus der Preisliste 2014/15 WAGO, Winsta-Jalousiebox 770-629/130-000

³⁹ [45] vgl. S. 635

Funksensoren
CO₂-Sensor FCO2TF63 und mit Signal FCO2TF63S

FCO2TF63
mr

2-22



Funk-Innen-CO₂+Temperatur+Feuchte-Sensor für Einzel-Montage 84x84x29mm oder Montage in das 55x55 mm- sowie 63x63 mm-Schaltersystem. Mit geregelter LED-Anzeige entsprechend der Raumluftqualität und Helligkeit. Stand-by-Verlust durchschnittlich nur 0,4 Watt. Stromversorgung mit einem 12V-Schaltnetzteil.

Im Lieferumfang enthalten sind ein Rahmen QRRI, ein Befestigungsrahmen und eine Halbleuchte. Bei Montage in Rahmen mit 55er- oder 63er-Ausschnitt wird der gleiche Befestigungsrahmen verwendet.

Zur Schraubbefestigung auf 55 mm-Schalterdosen empfehlen wir Blech-Senkschrauben 2,9x25 mm, DIN 7982 C. Siehe Zubehör Seite Z-8.

Der Sensor misst den CO₂-Gehalt der Luft bis 2550 ppm sowie die Temperatur 0 bis 51 °C und die Feuchtigkeit 0 bis 100%.

Zur CO₂-Messung wird die NDIR-Technologie (Non Dispersive InfraRed) mit automatischer Selbstkalibrierung verwendet.

Versorgungsspannung 12V DC mit einem Schaltnetzteil FSNT61-12V/6W. Impulsartige Stromaufnahme alle 3 Sekunden für 1 Sekunde 80 mA.

Ca. 10 Sekunden nach dem Zuschalten der Versorgungsspannung blinkt die LED zunächst rot. Innerhalb von 2 Minuten ändert sich ggf. die Farbe der LED entsprechend der Raumluftqualität: leuchtet grün bis 750 ppm, leuchtet gelb von 751 bis 1250 ppm und blinkt rot ab 1251 ppm. Bei defektem CO₂-Sensor blinkt die LED in schnellen Intervallen rot.

Ein Lichtsensor regelt die Helligkeit der LED abhängig von der Umgebungshelligkeit.

Nach dem Zuschalten der Versorgungsspannung wird ein Lemtelegramm gesendet, danach werden innerhalb von 60 Sekunden bei einer Änderung um mindestens 5 % die Daten-telegramme gesendet. Erfolgte keine Änderung, wird nach 10 Minuten ein Statustelegramm gesendet. Das Senden der Telegramme wird von der LED durch einmal Blinken angezeigt.

Die korrekte Ist-Temperatur wird wegen des Temperaturausgleiches der Elektronik erst ca. 30 Minuten nach dem Zuschalten der Versorgungsspannung gemessen.

Der Funksensor kann in nachstehende Aktoren und in die Gebädefunk-Visualisierungs- und Steuerungs-Software GFVS eingelernt werden: F2L61, F2L70

FCO2TF63-rw	CO ₂ +Temperatur+Feuchte-Sensor reinweiß	EAN 4010312315132	241,00 €/St.	Lagertype
FCO2TF63-wg	CO ₂ +Temperatur+Feuchte-Sensor weiß glänzend	EAN 4010312315156	241,00 €/St.	Lagertype
FCO2TF63-al	CO ₂ +Temperatur+Feuchte-Sensor alu lackiert	EAN 4010312315149	251,00 €/St.	Lagertype

Abbildung 33: EnOcean CO₂-Sensor von Eitako

Funksensor Bewegungs-Helligkeitssensor SR-MDSBAT

SR-MDSBAT

2-8



Funk-Bewegungs-Helligkeitssensor thermokon für Deckenmontage in UP-Dose. Batteriebetrieb. Oberteil 25 mm hoch, 90 mm Durchmesser.

Der Sensor erfasst Bewegung 360° und misst die Helligkeit in Wohnräumen.

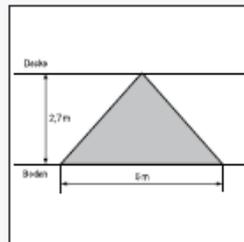
Die Bewegungserkennung erfolgt passiv Infrarot (PIR). Die Helligkeitsmessung reicht bis 510 Lux, Genauigkeit ± 30 Lux.

Die Stromversorgung erfolgt mit drei Lithium-Batterien 1/2AA, 3,6V. Diese sind im Lieferumfang enthalten und versorgen den Sensor bei 1000 Funktelegrammen je Tag bis zu 6 Jahre.

Bei jeder Statusänderung von keiner Bewegung zu Bewegung wird ein Funktelegramm einschließlich Helligkeitswert gesendet. Ohne Bewegung werden Helligkeitsänderungen ab 10 Lux alle 100 Sekunden gesendet.

Erfolgt keine Änderung, so wird ca. alle 16 Minuten eine Statusmeldung gesendet.

Deckenmontage



Der Funksensor kann in nachstehende Aktoren und in die Gebädefunk-Visualisierungs- und Steuerungs-Software eingelernt werden: FADS60, FGM, FHK12/14, FHK61, FHK70, FKR12/14, FKR70, FLC61, FLS12/14, FLS70, FSA12/14, FSR12/14, FSR61, FSR70, FTN12/14, FTN61, FUA55LED, FUD61, FZK12/14, FZK61, FZK70

SR-MDSBAT	Bewegungs-Helligkeitssensor reinweiß	EAN 4010312313626	256,00 €/St.	Lagertyp
------------------	--------------------------------------	-------------------	---------------------	----------

Unverbindliche Preisempfehlung zuzüglich gesetzl. MwSt.

Abbildung 34: EnOcean Präsenzmelder von Eltako

Funkaktor
für Beschattungselemente und Rollläden FSB61


FSB61NP-230V

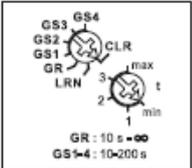








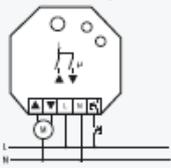
Funktions-Dreheschalter



GR : 10 s - ∞
GS1-4 : 10-200 s

Darstellung ist die Standard-einstellung ab Werk.

Anschlussbeispiel



1+1 Schließer nicht potenzialfrei 10A/250V AC, für Rollläden und Beschattungselemente. Bidirektionaler Funk und Repeater-Funktion zuschaltbar. Stand-by-Verlust nur 0,7 Watt.

Für Einbaumontage. 45 mm lang, 55 mm breit, 33 mm tief.
Schalt- und Steuerspannung örtlich 230V.

Dieser Funkaktor verfügt über die modernste von uns entwickelte Hybrid-Technologie: Die verschleißfreie Empfangs- und Auswert-Elektronik haben wir mit zwei im Nulldurchgang schaltenden bistabilen Relais kombiniert.

Dadurch gibt es auch im eingeschalteten Zustand keine Spulen-Verlustleistung und keine Erwärmung hierdurch. Nach der Installation die automatische kurze Synchronisation abwarten, bevor der geschaltete Verbraucher an das Netz gelegt wird.

Zusätzlich zum Funk-Steuereingang über eine innenliegende Antenne kann dieser Funkaktor auch mit einem eventuell davor montierten konventionellen 230V-Steuertaster örtlich gesteuert werden.

Ab der Fertigungswoche 39/2012 können **bidirektionaler Funk** und außerdem eine **Repeater-Funktion** eingeschaltet werden. Jede Zustandsänderung sowie eingegangene Zentralsteuer-Telegramme werden dann mit einem Funk-Telegramm bestätigt. Dieses Funk-Telegramm kann in andere Aktoren, die GFVS-Software und in Universalanzeigen FUA55 eingelernt werden.

Mit dem oberen Drehschalter werden in der Stellung LRN bis zu 35 Funktaster zugeordnet, davon ein oder mehrere Zentralsteuerungs-Taster. Danach wird damit die gewünschte Funktion dieses Stromstoß-Gruppenschalters gewählt:

GS1 = Gruppenschalter mit Tastersteuerung und Rückfallverzögerung in Sekunden. Es kann sowohl ein Funktaster mit der Funktion 'Auf-Halt-Ab-Halt' als Universalstaster wie der örtliche Taster eingelernt werden als auch ein Funktaster wie ein Rollläden-Doppel-taster als Richtungstaster mit oben drücken 'Auf' und unten drücken 'Ab'. Kurzes Tippen unterbricht die Bewegung sofort. **Zentralsteuerung dynamisch mit und ohne Priorität kann ausgeführt werden.**

GS2 = Gruppenschalter wie GS1, Zentraltaster immer ohne Priorität.

GS3 = Gruppenschalter wie GS2, **zusätzlich mit Doppelklick-Wendefunktion** für den örtlichen Taster sowie einen entsprechend eingelernten Funktaster als Universalstaster. Nach dem Doppelklick bewegt sich die Jalousie in die entgegengesetzte Richtung, bis sie mit einem kurzen Tippen angehalten wird.

GS4 = Gruppenschalter wie GS2, **zusätzlich mit Tipp-Wendefunktion**: Der Steuerstaster wirkt zunächst statisch. Das Relais wird erregt, solange der Taster gelippt wird, damit eine Jalousie mit kurzen Impulsen in die Gegenrichtung gedreht werden kann.

GR = Gruppenrelais. Solange ein Funktaster geschlossen ist, ist ein Kontakt geschlossen, danach öffnet er wieder. Bei dem nächsten Funksignal schließt der andere Kontakt usw.

Beschattungsszenen-Steuerung: Mit einem Steuersignal eines als Szenentaster eingelernten Tasters mit Doppelwippe können bis zu 4 zuvor hinterlegte 'Ab'-Laufzeiten abgerufen werden.

Bei Steuerung über die GFVS-Software können Fahrbefehle für Auf und Ab mit der exakten Fahrzeitangabe gestartet werden. Da der Aktor nach jeder Aktivität, auch bei durch Taster ausgelöstes Fahren, exakt die gefahrene Zeit zurückmeldet, wird die Position der Beschattung in der GFVS-Software immer korrekt angezeigt. Bei Erreichen der Endlagen oben und unten wird die Position automatisch synchronisiert.

Ist ein **Funk-Außen-Helligkeitssensor FAH60** zusätzlich zu einem Szenentaster eingelernt, so werden die eingelernten Szenen 1, 2 und 4 je nach Außen-Helligkeit automatisch ausgeführt.

Mit dem unteren Drehschalter wird die Rückfallverzögerung in die Stellung 'Halt' in Sekunden eingestellt. Die Verzögerungszeit muss daher mindestens so lange gewählt werden, wie das Beschattungselement oder der Rollläden benötigt, um von einer Endstellung in die andere zu kommen.

Wird ein Funk-Fenster-Türkontakt FTK oder Hoppe-Fenstergriff eingelernt, ist bei geöffneter Türe ein Aussperrschutz eingerichtet, welcher einen Zentral-Ab-Befehl sperrt.

Die LED begleitet den Einlernvorgang gemäß Bedienungsanleitung und zeigt im Betrieb Funk-Steuerbefehle durch kurzes Aufblinken an.

Technische Daten Seite T-1.

FSB61NP-230V	Funkaktor für Beschattungselemente	EAN 4010312300213	81,90 €/St.	Vorzugstype
---------------------	------------------------------------	-------------------	--------------------	-------------

Unverbindliche Preisempfehlung zuzüglich gesetzl. MwSt.

5-13

Abbildung 35: EnOcean Unterputz-Funkaktor für Beschattung von Eltako

Funksensor
Rauchwarnmelder FRW

FRW-ws
mit

2-4


Funk-Rauchwarnmelder Detectomat HDv 3000 OS, weiß, mit eingestecktem Funk-Sendemodul. Stand-by-Verlust des Funk-Sendemoduls nur 0,03 mW.

Dieser batterieversorgte Rauchwarnmelder warnt zuverlässig vor Bränden durch die optische Detektion nach dem Streulichtprinzip, zertifiziert nach EN 14604:2005 durch den VdS. Alarmmeldung durch lauten Intervallton im 0,5 Sekunden-Rhythmus. Betriebsanzeige mit alle 40 Sekunden rot blinkender Leuchtdiode. Störungs- und Batteriewechselanzeige durch kurzen Signalton alle 40 Sekunden.

Das eingesteckte Funk-Sendemodul sendet bei Alarm sofort ein Taster-Schließer-Telegramm in den Eitako-Gebädefunk. Dies erfolgt auch beim Drücken des Testknopfes.

Solange der Alarm ansteht, wird das Telegramm alle 10 Sekunden wiederholt. Der Stromverbrauch während des Alarmes ist 23 µA aus der eingesetzten 9V-Lithium-Batterie, mit welcher der Rauchwarnmelder versorgt wird.

Sobald der Alarm erlischt, werden sofort 2 Taster-Öffner-Telegramme im Abstand von 400ms gesendet. Alle 20 Minuten wird ein Taster-Öffner-Telegramm als Status-Telegramm gesendet. **Ist die Batteriespannung kleiner als 7,2V, wird zusätzlich ein Batteriestatus-Telegramm gesendet,** welches wie der obere Schließer einer linken Doppeltaster-Wippe in einen Aktor eingelernt werden kann.

Mehrere FRW-ws können in die FZK-Aktoren eingelernt werden. Durch die logische Verknüpfung wird dann Alarmende erst gemeldet, sobald alle FRW-ws keinen Alarm mehr senden.

Batterie-Lebensdauer 9V-Lithium ca. 6 Jahre, 9V-Alkaline ca. 3 Jahre. Im Lieferumfang ist eine Lithium-Batterie enthalten.

Produktmerkmale (Herstellangaben)

- Frühe und sichere Branderkennung durch automatische Auswertesensorik
- Hohe Betriebssicherheit durch aufwändigen, automatischen Selbsttest der gesamten Elektronik und separater Energiemessung
- Batteriekapazitätsschwäche wird 30 Tage lang optisch und akustisch signalisiert
- Der Melder hat eine Verschmutzungsmessung und -anzeige gemäß UL-Richtlinie
- Signalisierung von Störungen, lautstarker Warnton mind. 85dB im Alarmfall
- Tauschungsalarmsicher durch leistungsstarke Messkammer und durch Berücksichtigung von Temperaturschwankungen (aber kein Temperaturrauchmelder)
- Lichtleiterstab (LED) dient als 'Alarm-Stumm-Test-Taste'
- 'Alarm-Memory' Funktion. Dadurch lässt sich im Nachhinein bis zu 24 Std. feststellen, welcher HDv 3000 OS Rauchwarnmelder ausgelöst wurde
- Funkgestützte Weiterleitung des Alarmsignals
- Für den Einbau in bewohnbaren Freizeitfahrzeugen VdS zugelassen
- Zum Lieferumfang gehören neben dem Rauchwarnmelder inkl. Meldesockel auch eine Anleitung, eine 9V-Lithium-Batterie, 2 x Schrauben und Dabel zur Befestigung des Melders.

Der Funksensor kann in nachstehende Aktoren und in die Gebädefunk-Visualisierungs- und Steuerungs-Software eingelernt werden: FGM, FLC61, FMS12/14, FMZ12/14, FMZ61, FSR12/14, FSR61, FSR70, FZK12/14, FZK61, FZK70

FRW-ws
Funk-Rauchwarnmelder, weiß
EAN 4010312312308
90,90 €/St.
Logertype

Unverbindliche Preisempfehlung zuzüglich gesetzl. MwSt.

Abbildung 36: EnOcean Rauchmelder von Eitako

EasySens

Fensterkontakt / Fenstergriff – EasySens «



SRG01
Aluminium, stahlgrau lackiert



SRG01
Aluminium, reinweiß lackiert



SRG01
Edelstahl



SRW01



SRW01 315MHz

TYPENÜBERSICHT	
Typ	Beschreibung
SRW01	Fensterkontakt zur Zustandsüberwachung von Fenstern und Türen
SRG01	Fenstergriff zur Zustandsüberwachung von Fenstern

TECHNISCHE DATEN SRW01	
Erfassungsprinzip	Zustandsänderung des internen Reed-Kontaktes
Sendeintervall	Bei Zustandsänderung, zusätzlich typ. alle 1000 Sekunden
Gehäuse	ABS, Farbe signalweiß, ähnlich RA 19003
Umgebungstemperatur	-25°C...+65°C
Schutzart	IP40

TECHNISCHE DATEN SRG01	
Ausführungen	Aluminium stahlgrau lackiert, Aluminium reinweiß lackiert, Edelstahl
Sendeintervall	Bei Betätigung des Fenstergriffs
Energieerzeugung	Durch wartungsfreien, elektrodynamischen Energiegenerator
Umgebungstemperatur	0°C...+30°C
Hinweise	Seitenrastung mit positionsgenauer Raststellung Selbsttätige Verriegelung gegen unbefugtes Verschieben des Fensterbeschlages und Verdrehen des Vierkantstiftes von außen Auch als Schiebetürgriff erhältlich Abschließbar (optional)

FENSTERKONTAKT/ FENSTERGRIFF			
SRW01/ SRG01			PG1
Typ	Art. No. 315MHz	Art. No. 868MHz*	€
SRW01	407366	248051	66,03 €
SRG01 Aluminium stahlgrau	auf Anfrage	362948	81,80 €
SRG01 Aluminium reinweiß	auf Anfrage	362931	81,80 €
SRG01 Edelstahl	auf Anfrage	362955	137,39 €

* für den europäischen Markt

Thermokon Sensortechnik GmbH | Aarstraße 6 | 35796 Mittelnhaar | Telefon +49(0)2772/65 01-0 | Fax +49(0)27 72/ 65 01-400 | www.thermokon.de



21

Abbildung 37: EnOcean Drehgriffsensor von Thermokon

KNX Präsenzmelder Standard

Zum Vergleich auswählen



Spezifikation	Bestell-Nr.	VE	EUR/Stück o. MwSt.	PS	EAN	Raum	Anzahl
 Reinweiß	2105 02	1	162,20	06	4010337084570	Raum 1	1
 Farbe Alu	2105 04	1	173,40	06	4010337084587	Raum 1	

Unverbindliche Preisempfehlung. Preissystem (PS) ungleich 1, 14 = verminderter Rabatt.

Hinzufügen

Abbildung 38: KNX Präsenzmelder

KNX-Modul für Rauchwarnmelder Dual/VdS

Zum Vergleich auswählen



Spezifikation	Bestell-Nr.	VE	EUR/Stück o. MwSt.	PS	EAN	Raum	Anzahl
	2343 00		98,00	06	4010337013518	Raum 1	

Unverbindliche Preisempfehlung. Preissystem (PS) ungleich 1, 14 = verminderter Rabatt.

Hinzufügen

Abbildung 39: KNX-Modul für Rauchwarnmelder

GIRA 2003100 TASTENSOR 2 3FACH 24 V POTENZIALFREI MIT BESCHRIFTUNGSFELD



ArtNr.: 1048918
 EAN-Nr.: 4010337047971
 Herstellerartikeltyp: 2003100
 HerstellerNr: 2003100
 Hersteller: GIRA
 Wunschmenge: [Verfügbarkeit prüfen](#)

~~Statt 82,59 €~~
 Sie sparen 35.5%

53,26 € Stück inkl. MwSt. zzgl. Versandkosten

 **Sofort lieferbar.**

Stück [in den Warenkorb](#)

- Sie haben Fragen zu diesem Artikel?
- vergleichen
- Für die Lieblingsliste bitte einloggen.
- Für Merkzettel bitte einloggen.
- Für Wunschzettel bitte einloggen.

Abbildung 40: 3-Fach Tastsensor von Voltus

GIRA 2001100 TASTENSOR 2 1FACH 24 V POTENZIALFREI MIT BESCHRIFTUNGSFELD



ArtNr.: 1048915
 EAN-Nr.: 4010337047988
 Herstellerartikeltyp: 2001100
 HerstellerNr: 2001100
 Hersteller: GIRA
 Wunschmenge: [Verfügbarkeit prüfen](#)

~~Statt 53,18 €~~
 Sie sparen 35.5%

34,31 € Stück inkl. MwSt. zzgl. Versandkosten

 **Sofort lieferbar.**

Stück [in den Warenkorb](#)

- Sie haben Fragen zu diesem Artikel?
- vergleichen
- Für die Lieblingsliste bitte einloggen.
- Für Merkzettel bitte einloggen.
- Für Wunschzettel bitte einloggen.

Abbildung 41: 1-Fach Tastsensor von Voltus

10.2 Preise aus Angeboten

10.2.1 Angebot:XY

Pos.	Menge / St.	Bestell-Nr.	Artikelbezeichnung	VPE / St.	Preis / Stück in EUR	Positionswert in EUR	Bemerkungen
1	1 Stück	51262278	STARTERKIT ETHERNET 880 gem. beiliegendem Datenblatt	1 Stück	499,0000	499,00	
						0,00	
3	1 Stück	750-880	Ethernet Feldbuscontroller	1 Stück	382,5000	382,50	
4	1 Stück	758-879/000-001	MEMORY CARD (SD)	1 Stück	58,1400	58,14	
5	1 Stück	787-722	ECO 1-PH PS 5A, 24V DC	1 Stück	118,5000	118,50	
6	1 Stück	750-600	End Module	1 Stück	9,6500	9,65	
7	1 Stück	753-647	DALI MULTI-MASTER MODULE	1 Stück	156,0000	156,00	
8	1 Stück	753-620	DALI MULTI-MASTER DC/DC CONVERTER	1 Stück	72,0000	72,00	
9	2 Stück	750-652	RS 232 / RS 485 / ADJUSTABLE	1 Stück	200,8000	401,60	serielle Schnittstelle f. SMI Jalousiesteuerung
10	2 Stück	789-912	SMI-Interfacebaustein RS232/SMI	1 Stück	355,3000	710,60	(230 V Jalousiemotor)
11	2 Stück	750-652	RS 232 / RS 485 / ADJUSTABLE	1 Stück	200,8000	401,60	serielle Schnittstelle f. EnOcean Antenne
12	2 Stück	51263559	FUNK-SENDER-EMPFÄNGER STC65-RS-485	1 Stück	426,9500	853,90	
13	1 Stück	750-652	RS 232 / RS 485 / ADJUSTABLE	1 Stück	200,8000	200,80	serielle Schnittstelle f. M-Bus Zählerfassung - zusätzl. ist ein Pegelwandler Fabrikat Relay erforderlich
14	1 Stück	750-602	24V DC Einspeiseklemme	1 Stück	12,0000	12,00	
15	6 Stück	750-468	4AI 0-10V DC S.E.	1 Stück	172,7000	1.036,20	20 x CO2 Messung in den Räumen; 3 x Wettersensoren; 1 x Helligkeitsmessung
16	2 Stück	750-464	2/4AI RTD/ adj./high-acc.	1 Stück	189,7000	379,40	f. Widerstandssensoren (Außentemperatur und 3 x Innentemperatur und 4 x Temperaturen bei MSR Heizen / Kühlen
17	1 Stück	750-559	4AO 0-10V DC	1 Stück	121,4000	121,40	f. die Regelung von 4 Volumenstromregler
18	1 Stück	750-430	8DI 24V DC 3,0ms	1 Stück	39,7800	39,78	f. Taster Signale
19	1 Stück	750-530	8DO 24V DC 0,5A	1 Stück	44,8800	44,88	f. Schaltkreise
20	8 Stück	788-354	REL-BAUST.DC24V/1CO/16A/LAMPEN/ALZ	1 Stück	13,1400	105,12	
21	3 Stück	750-430	8DI 24V DC 3,0ms	1 Stück	39,7800	119,34	f. Präsenzerkennung
22	1 Stück	0762-1104	WP 104 VGA	1 Stück	1.326,0000	1.326,00	
23	24 Stück	758-940/001-000	ENOCEAN 2-CHANNEL LIGHT/W H5001-A210	1 Stück	61,2000	1.468,80	der Rahmen f. den Taster ist bauseits zu beschaffen
24	24 Stück	758-940/002-000	ENOCEAN 2-CHANNEL SUNBLW H5001-A220	1 Stück	61,2000	1.468,80	der Rahmen f. den Taster ist bauseits zu beschaffen
Angebotswert						9.986,01	

10.2.2 Kostenschätzung Anbieter 1

KOSTENSCHÄTZUNG

Projektakte

13.019

Belegnummer AN14-015

Datum 28.03.2014

Position	Text	Menge Einh	Einzelpreis	Gesamtpreis
Titel 1 KNX Schalterprogramm				
1.1	Jung KNX Kompakt-Raumcontroller-Modul	4,0 Stk	332,65 €	1.330,60 €
1.2	JUNG KNX Tastsensor-Modul Standard 2-fach 4072 TSM	5,0 Stk	159,39 €	796,95 €
1.3	KNX Tastsensor-Modul Universal, 3fach	20,0 Stk	199,49 €	3.989,80 €
1.4	JUNG KNX Tastsensor-Modul Standard 4-fach 4074 TSM	4,0 Stk	199,31 €	797,24 €
1.5	JUNG KNX Automatik-Schalter aw 180G Standard LS 3180 WW	10,0 Stk	204,14 €	2.041,40 €
1.6	JUNG KNX Präsenzmelder alpinws integr. Busankoppler 3361 WW	5,0 Stk	261,87 €	1.309,35 €
1.7	JUNG KNX Taster BA 1-fach Mittenstellung 4071.02 LED	1,0 Stk	98,93 €	98,93 €
1.8	JUNG KNX Taster BA 2-fach Mittenstellung 4072.02 LED	1,0 Stk	113,31 €	113,31 €
1.9	JUNG KNX Wetterstation Home 2224 WH	1,0 Stk	569,21 €	569,21 €
1.10	Bewegungsmelder Merten KNX ARGUS 220 pws	1,0 Stk	278,54 €	278,54 €
1.11	KNX Aktor	5,0 Stk	205,46 €	1.027,30 €
1.12	JUNG KNX Spannungsversorgung 320mA 2005 REG	1,0 Stck	213,02 €	213,02 €

Summe Titel 1 **12.565,65 €**

Titel 2 WAGO SPS

2.1	Ethernet Feldbuscontroller	2 Stck	424,86 €	849,72 €
2.2	8DI 24V DC 3,0ms	3 Stck	57,29 €	171,87 €
2.3	8DO 24V DC 0,5A	4 Stck	63,72 €	254,88 €
2.4	16DO 24V DC 0.5A Ribbon Cable	2,00 Stck	98,04 €	196,08 €
2.5	Jalousieplatine, 8 Ansteuerungen	2 Stk.	95,47 €	190,94 €
2.6	DALI/DSI-MASTER	1 Stck	183,19 €	183,19 €
2.7	KNX/EIB/TP1-MODULE	1 Stck	262,32 €	262,32 €
2.8	24V Versorgung	2 Stck	112,91 €	225,82 €
2.9	8 Digitale Eingänge WAGO 750-430 bestehend aus: Klemmarbeiten, anteilige Komponenten im Systemverteiler und Software	3 Stk	81,48 €	244,44 €

Summe Titel 2 **2.579,26 €**

Titel 3 Sonstiges

Bei den Positionen 3.1 und 3.2 sind zur Preisübersicht jeweils einer angegeben.

3.1	GIRA Rauchwarnmelder Dual 230V Melder rws 233402	1,0 Stck	62,21 €	62,21 €
3.2	GIRA Relaismodul Dual-Rauchwarn Melder 234000	1,0 Stck	20,59 €	20,59 €
Bei der Position 3.3 ist zur Preisübersicht jeweils einer angegeben.				
3.3	LK-S CO2 V Fühler CO2 Ausgang: 0-10V			255,78 €
3.4	Thermostellantrieb Fußbodenheizung bestehend aus: Heimeier EMOTec Thermischer Stellantrieb für Heizungs-, Lüftungs und Klimaanlage Der thermische Stellantrieb EMOTec mit Stellungsanzeige (NC) ist einsetzbar zur Temperatur- und / oder zeitbezogenen	10 Stck	35,51 €	355,10 €

	2-Punkt-Regelung. 24 V stromlos geschlossen (NC) Anteilige DO WAGO, Reihenklemmen			
3.5	Thermostellantrieb Heizkörper bestehend aus: Heimeier EMO T Thermischer Zweipunkt-Stellantrieb EMO T Stellantrieb für TBV-C Kompaktregelventil oder Thermostat-Ventilunterteilen. Zweipunkt-Regelung mit hoher Schutzklasse. Anwendungsbereich: Zur Regelung von Systemen die Zweipunkt-Regelung oder Puls Weiten Modulation (PWM) verwenden. 24V DC 1m Kabellänge stromlos geschlossen (NC)Anteilige DO WAGO, Reihenklemmen	10 Stck	44,84 €	448,40 €
3.6	Technikerstunde	24 Std.	65,00 €	1.560,00 €
3.7	Monteurstunde	24 Std.	45,00 €	1.080,00 €
3.8	Helferstunde nach Aufwand	1 Std.	31,40 €	31,40 €
3.9	Ingenieurstunde nach Aufwand	1 Std.	75,00 €	75,00 €
3.10	Monteurstunde nach Aufwand Elektrofachkraft für allgemeine Elektroarbeiten	1 Std.	45,95 €	45,95 €
3.11	Inbetriebnehmer für Automatisierungstechnik Elektroniker für Automatisierungstechnik	1 Std.	49,90 €	49,90 €
3.12	Technikerstunde nach Aufwand	1 Std.	65,00 €	65,00 €
3.13	Technikerstunde nach Aufwand Inbetriebnahme	40,0 Std.	65,00 €	2.600,00 €
3.14	Software ISP4	1 psch	2.600,00 €	2.600,00 €
Summe Titel 3				9.249,33 €

Nettogesamtpreis	24.394,24 €
Umsatzsteuer 19,0%	4.634,91 €
Gesamtsumme	29.029,15 €

Zahlbar innerhalb von 30 Tagen ohne Abzug

10.2.3 Ausschnitt Angebot Anbieter 1

Titel 2		Sonstiges		
2.1	Techniker Erstellung der Ausführungspläne inkl. Verteilungspläne	24 Std.	65,00 €	1.560,00 €
2.2	Monteurstunden Integrierung der WAGO in eine vorhandenen Verteilung, Verbindungen zur Lüftungsanlage erstellen	24 Std.	45,00 €	1.080,00 €
2.3	Techniker Baustellenbetreuung vor Ort Elektriker einweisen, Inbetriebnahme der Anlage	3 Psch	565,00 €	1.695,00 €
2.4	Software ISP4	1 psch	2.600,00 €	2.600,00 €
2.5	Ingenieurstunde nach Aufwand	1 Std.	75,00 €	[75,00 €]
2.6	Monteurstunde nach Aufwand Elektrofachkraft für allgemeine Elektroarbeiten	1 Std.	45,95 €	[45,95 €]
2.7	Inbetriebnehmer für Automatisierungstechnik Elektroniker für Automatisierungstechnik	1 Std.	49,90 €	[49,90 €]
2.8	Technikerstunde nach Aufwand	1 Std.	65,00 €	[65,00 €]
Summe Titel 2				6.935,00 €
Nettogesamtpreis				11.110,20 €
Umsatzsteuer 19,0%				2.110,94 €
Gesamtsumme				13.221,14 €
Zahlbar innerhalb von 14 Tagen ohne Abzug				

10.2.4 Ausschnitt: Angebot Anbieter 2

ANGEBOT

Nr: A14-0111

Datum: 28.03.2014
Kunden-Nr. 11111

Pos.	Menge	ME	Bezeichnung	E-Preis	G-Preis
			Übertrag:	EUR	7.738,23
01.03.0170	40,00	St	KRA-SR-M8/21 24VAC/DC Für die Montage im Schaltsohrrand und Varistor am Eingang. Der eingebaute Schalter hat die Schalterstellung HAND / O / AUTO und eine Schalterstellungsrückmeldung für den AUTO - Kontakt. Eine rote LED signalisiert den Schaltzustand des Ausgangsrelais. Ausgangskontakt als Wechsler, mit 6 A Dauerstrom und bis zu 250 V AC/DC Schaltspannung für Nennspannungen 24 V AC/DC. Anreihbar ohne Abstand. Einbaulage beliebig. Maße (BxHxT): 11,2 x 60 x 43 mm Gewicht: 45 g Schutzart: Gehäuse IP50; Klemmen IP20 Anschlussquerschnitt: bis 2,5 mm ² Fabrikat: BTR Typ: KRA-SR-M8/21	15,95	638,00
01.03.0180	4,00	St	KMA-E08 Analogwertgeber BTR Zur Notbedienung und Erstinbetriebnahme von geregelten Antrieben. Hierzu sind ein Schalter und ein Poti eingebaut. Der eingebaute Schalter hat die Schalterstellung MANU / AUTO und eine Schalterstellungsrückmeldung für den AUTO - Kontakt. MANU: Signal mit dem Poti einzustellen. AUTO: Signal vom Regler wird durchgeschleift. Eine rote LED leuchtet proportional zur Stellgröße. Ausgangsspannung 0 - 10 V. Ausgangsstrom 1 mA für Nennspannungen 24 V AC/DC. Anreihbar ohne Abstand. Einbaulage beliebig. Maße (BxHxT): 22,5 x 60 x 60 mm Gewicht: 70 g Schutzart: Gehäuse IP50; Klemmen IP20 Anschlussquerschnitt: bis 2,5 mm ² Fabrikat: BTR Typ: KMA-E08	22,27	89,08
Summe Titel DDC Automation (nur liefern, Einbau und Mont...					4.876,63

		Elemente		Kabel/Trassen		Artikelinformationen	
Adr.	Element	Bezeichnung (optional)	Länge	Typ	System	Artikel	
10	Wetterstation						
20	Schlüsselschalter	Alarmanlage					
WC	200	Temperatursensor					
	210	Rauchmelder					
	220	Präsenzmelder	Licht - Deckensensor				
	230	Verschlussüberwachung					
	240	Leuchtenanschluss	Deckenleuchte				
	250	Stellventil	Heizung				
Stuhllager	300	Präsenzmelder	Licht - Deckensensor				
	310	Verschlussüberwachung					
	320	Schaltaktor REG	Deckenleuchte				
	330	Rauchmelder					
Raum 1	400	Wandtaster 4 Tasten	Licht-/ Verschattung-Taster				
		Temperatursensor	T				
	430	Verschlussüberwachung					
	450	Leuchtenanschluss	Deckenleuchte				
	460	Rauchmelder					
	470	Jalousieaktor					
480	Stellventil	Heizung					
Raum 2	500	Wandtaster 4 Tasten	Licht-/ Verschattung-Taster				
		Temperatursensor	T				
	530	Verschlussüberwachung					
	550	Leuchtanschluss	Deckenleuchte				
	560	Rauchmelder					
	570	Jalousieaktor					
580	Stellventil	Heizung					
Flur	600	Verschlussüberwachung	Verschlussüberwachung				
	610	Singnallampe Anbau Büro	Wandlampe				
	620	Leuchtanschluss	Eingang				
	630	Leuchtanschluss					
	640	Präsenzmelder	Licht - Deckensensor				
	650	Präsenzmelder	Licht - Deckensensor				
	660	Präsenzmelder	Licht - Deckensensor				
	670	Rauchmelder					
	680	Stellventil	Heizung				
Anbau	700	Wandtaster 4 Tasten	Licht				
	710	Wandtaster 8 Tasten	Verschattung				
	720	Wandtaster 4 Tasten	Licht-/ Verschattung				
	730	Raumbediengerät	T, T-soll (Wandtaster)				
	740	CO ₂ -Sensor					
	750	-					
	760	Verschlussüberwachung					

		Elemente		Kabel/Trassen		Artikelinformationen	
Adr.	Element	Bezeichnung (optional)		Länge	Typ	System	Artikel
Ausstellung	770	Verschlussüberwachung					
	780	Verschlussüberwachung					
	790	Präsenz-/ Helligkeitssensor		Licht - Deckensensor			
	800	Präsenzmelder					
	810	Leuchtanschluss		Deckenlicht			
	820	Leuchtanschluss		Deckenlicht			
	830	Leuchtanschluss		Wandlicht			
	840	Rauchmelder					
	850	Jalousieaktor		Jalousie rechts oben			
	860	Jalousieaktor		Jalousie rechts unten			
	870	Jalousieaktor		Jalousie links unten			
	880	Jalousieaktor		Jalousie links oben			
	890	Touchdisplay	Zeitschaltuhr, Verschattungs, Belüftungs,- und Heizungssteuerung				
895	Stellventil		Heizung				
Büro 3	900	Wandtaster 4 Tasten		Licht			
		Temperatursensor		T			
	910	Verschlussüberwachung					
	930	Verschlussüberwachung					
	950	Verschlussüberwachung					
	960	Verschlussüberwachung					
	970	Präsenzmelder		Licht - Deckensensor			
	980	Leuchtanschluss		Deckenlicht			
	990	Leuchtanschluss		Deckenlicht			
	1000	Leuchtanschluss		Deckenlicht			
	1010	Leuchtanschluss		Deckenlicht			
	1020	Rauchmelder					
	1030	Stellventil		Heizung			
Büro 4	1100	Wandtaster 4 Tasten		Licht			
		Temperatursensor		T			
	1110	Wandtaster 4 Tasten		Licht			
	1130	CO ₂ -Sensor					
	1160	Leuchtanschluss		Deckenlicht			
	1170	Leuchtanschluss		Deckenlicht			
	1180	Leuchtanschluss		Deckenlicht			
	1190	Rauchmelder					
1200	Stellventil		Heizung				
Büro 5	1300	Wandtaster 2 Tasten		Licht			
		Temperatursensor		T			
	1310	Türkontakt					
	1320	CO ₂ -Sensor					
	1330	Rauchmelder					
	1340	Verschlussüberwachung					
1350	Präsenzmelder		Licht - Deckensensor				

		Elemente			Kabel/Trassen		Artikelinformationen		
		Adr.	Element	Bezeichnung (optional)	Länge	Typ	System	Artikel	
EG, Besta	Eingang	1360	Präsenzmelder	Licht - Deckensensor					
		1365	Leuchtanschluss	Deckenlicht			DALI		
		1370	Leuchtanschluss	Deckenlicht			DALI		
		1375	Leuchtanschluss	Deckenlicht			DALI		
		1380	Stellventil	Heizung					
		1390	Singnallampe EG Büro	Wandlampe					
		WC	1400	Temperatursensor	T				
			1410	Präsenzmelder	Licht - Deckensensor				
			1430	Verschlussüberwachung					
			1440	Rauchmelder					
			1450	Stellventil	Heizung				
		Büro 5	1500	Wandtaster 6 Tasten	Licht und Verschattung				
				Temperatursensor	T				
			1520	Verschlussüberwachung					
			1530	Verschlussüberwachung					
			1550	Leuchtanschluss	Deckenlicht				
			1560	Leuchtanschluss	Deckenlicht				
			1570	Jalousieaktor					
	1580		Rauchmelder						
	1590	Stellventil	Heizung						
	Büro 6	1600	Wandtaster 8 Tasten	Licht und Verschattung					
			Temperatursensor	T					
		1610	Verschlussüberwachung						
		1620	Verschlussüberwachung						
		1630	Leuchtanschluss	Deckenlicht					
		1640	Leuchtanschluss	Deckenlicht					
		1650	Rauchmelder						
		1660	Jalousieaktor						
		1670	Jalousieaktor						
		1680	Stellventil	Heizung					
	Eingang	2000	Verschlussüberwachung	Verschlussüberwachung					
		2010	Temperatursensor	T					
		2020	CO ₂ -Sensor						
		2030	Rauchmelder						
		2040	Leuchtanschluss	Deckenlicht					
		2050	Präsenzmelder	Licht - Deckensensor					
		2060	Stellventil	Heizung					
		2070	Signallampe OG Büro	Wandlampe					
		WC	2100	Temperatursensor					
			2110	Verschlussüberwachung	Deckenleuchte				
			2120	Präsenzmelder	Licht - Deckensensor				
			2130	Leuchtanschluss	Deckenlicht				
			2140	Rauchmelder					
			2150	Stellventil	Heizung				

		Elemente		Kabel/Trassen		Artikelinformationen	
Adr.	Element	Bezeichnung (optional)	Länge	Typ	System	Artikel	
OG, Büro	Büro 7	2200	Wandtaster 6 Tasten	Licht und Verschattung			
			Temperatursensor	T			
		2210	Verschussüberwachung				
		2220	Verschussüberwachung				
		2230	Jalousieaktor				
		2240	Leuchtanschluss	Deckenlicht			
		2250	Leuchtanschluss	Deckenlicht			
		2260	Rauchmelder				
	2270	Stellventil	Heizung				
	Büro 8	2300	Wandtaster 8 Tasten	Licht und Verschattung			
			Temperatursensor	T			
		2330	Verschussüberwachung				
		2340	Verschussüberwachung				
		2360	Leuchtanschluss	Deckenlicht			
		2370	Leuchtanschluss	Deckenlicht			
		2380	Rauchmelder				
		2390	Jalousieaktor	Rollade rechts			
		2400	Jalousieaktor	Rollade unten			
		2410	Stellventil	Heizung			
	Büro 9	2500	Wandtaster 6 Tasten	Licht und Verschattung			
		2510	Verschussüberwachung				
		2520	Jalousieaktor				
		2530	Leuchtanschluss	Deckenlicht			
		2540	Leuchtanschluss	Deckenlicht			
		2550	Rauchmelder				
		2560	Stellventil	Heizung			
	Wohnzimmer, Küche, Flur	3000	Wandtaster 4 Tasten	Licht Eingang/Zentral (ein/aus)			
		3004	Schlüsselschalter	Alarmanlage			
3005		Verschussüberwachung					
3010		Wandtaster 6 Tasten	Licht Küche				
3020		Wandtaster 6 Tasten	Licht				
3030		Wandtaster 8 Tasten	Verschattung				
3040		Verschussüberwachung					
3050		Verschussüberwachung					
3060		Verschussüberwachung					
3070		Leuchtanschluss	Deckenlicht				
3080		Leuchtanschluss	Deckenlicht				
3090		Leuchtanschluss	Deckenlicht				
3100		Leuchtanschluss	Deckenlicht				
3110		Leuchtanschluss	Deckenlicht				
3120		Leuchtanschluss	Deckenlicht				
3150		Rauchmelder					
3160	Rauchmelder						
3170	Jalousieaktor	Jalousie unten, Küche					

Wohnung OG

Elemente			Kabel/Trassen		Artikelinformationen	
Adr.	Element	Bezeichnung (optional)	Länge	Typ	System	Artikel
3180	Jalousieaktor	Jalousie unten, Wohnzimmer				
3190	Jalousieaktor	Jalousie links, Wohnzimmer				
3200	Touchdisplay	Zeitschaltuhr, Verschattungs, Belüftungs,- und Heizungssteuerung				
3220	Stellventil	Heizung Eingang				
3230	Stellventil	Heizung Wohnzimmer				
3240	Stellventil	Heizung Küche				
Büro						
3300	Wandtaster 2 Tasten	Licht				
	Temperatursensor	T				
3310	Wandtaster 4 Tasten	Licht und Verschattung				
3320	Rauchmelder					
3325	Verschlussüberwachung					
3330	Leuchtanschluss	Deckenlicht				
3340	Jalousieaktor	Rollade				
3350	Stellventil	Heizung				
Schlafzimmer						
3400	Wandtaster 2 Tasten	Licht				
	Temperatursensor	T				
3410	Verschlussüberwachung					
3420	Wandtaster 2 Tasten	Verschattung				
3430	Wandtaster 2 Tasten	Licht				
3440	Wandtaster Panik	Panik				
3450	Leuchtanschluss	Deckenlicht				
3460	Rauchmelder					
3470	Jalousieaktor	Rollade				
3480	Stellventil	Heizung				
Bad						
3500	Wandtaster 2 Tasten	Licht				
	Temperatursensor	T				
3510	Verschlussüberwachung					
3520	Verschlussüberwachung					
3530	Verschlussüberwachung					
3540	Leuchtanschluss	Deckenlicht				
3550	Rauchmelder					
3560	Stellventil	Heizung				

Anbau

Elemente			Funktionen			
Adr.	Element	Bezeichnung (optional)	Objekt (optional)	Funktion	Unterfunktion (optional)	
10	Wetterstation			Wetter-Sturm		
				Wetter-Regen		
				Wetter-Sonne		
20	Schlüsselschalter			Alarmanlage	einschalten	
WC	200	Temperatursensor		Temp. (250)		
	210	Rauchmelder		Rauchmeldung	Alarmierung	
	220	Präsenzmelder	Licht - Deckensensor		Deckenleuchte (240)	Zeitschaltuhr (15 min.)
	230	Verschlussüberwachung		Fenster geöffnet	Signallampe EG Büro	einschalten
					Alarmierung (SMS, MAIL)	Wetter
	240	Leuchtenanschluss	Deckenleuchte		Temp. (250)	Schließen: 1h
					Deckenleuchte (240)	
				Licht-Zentral EG		
250	Stellventil	Heizung		Temp. (250)		
Stuhllager	300	Präsenzmelder	Licht - Deckensensor		Deckenleuchte (320)	EIN / AUS nach 15 min Zeit
	310	Verschlussüberwachung		Fenster geöffnet	Signallampe EG Büro	einschalten
					Alarmierung (SMS, MAIL)	Wetter
	320	Leuchtenanschluss	Deckenleuchte		Deckenleuchte (320)	
330	Rauchmelder			Licht-Zentral EG	Alarmierung	
Büro 1	400	Wandtaster 4 Tasten	Licht-/ Verschattung-Taster	Taste 1	Deckenleuchte (450)	Schalten/Dimmen (EIN)
				Taste 2	Deckenleuchte (450)	Schalten/Dimmen (Aus)
				Taste 3	Verschattung (470)	AUF
				Taste 4	Verschattung (470)	AB
	430	Verschlussüberwachung		Fenster geöffnet	Temperaturmessung (480)	
					Signallampe EG Büro	einschalten
					Alarmierung (SMS, MAIL)	Wetter
					Temp. (480)	Schließen: 1h
450	Leuchtenanschluss	Deckenleuchte		Deckenleuchte (450)		
				Licht-Zentral EG		
460	Rauchmelder			Rauchmeldung	Alarmierung	
470	Jalousieaktor			Verschattung (470)		
480	Stellventil	Heizung		Verschattung - Zentral Büro		
				Temp. (480)		
Büro 2	500	Wandtaster 4 Tasten	Licht-/ Verschattung-Taster	Taste 1	Deckenleuchte	Schalten/Dimmen (um)
				Taste 2	Zentral	Aus
				Taste 3	Verschattung (570)	AUF
				Taste 4	Verschattung (570)	AB
	530	Verschlussüberwachung		Fenster geöffnet	Temperaturmessung (580)	
					Signallampe EG Büro	einschalten
					Alarmierung (SMS, MAIL)	Wetter
					Temp. (580)	Schließen: 1h
550	Leuchtenanschluss	Deckenleuchte		Deckenleuchte		
				Licht-Zentral EG		
560	Rauchmelder			Rauchmeldung	Alarmierung	
570	Jalousieaktor			Verschattung (570)		
580	Stellventil	Heizung		Verschattung - Zentral Büro		
				Temp. (580)		
Flur	600	Verschlussüberwachung		Tür abgeschlossen	Licht-Zentral EG	Ausschalten
				Tür abgeschlossen	Alarmanlage EG	Einschalten
	610	Singnallampe Anbau Büro	Wandlampe		Singnallampe Anbau Büro	
	620	Leuchtenanschluss	Flurlampe, Deckenleuchte		Flurlicht 620	
					Licht-Zentral EG	
	630	Leuchtenanschluss	Flurlampe, Deckenleuchte		Flurlicht 630	
					Licht-Zentral EG	
	640	Präsenzmelder	Licht - Deckensensor		Flurlicht 620	Zeitschaltuhr 5 min.
	650	Präsenzmelder	Licht - Deckensensor		Flurlicht 620	Zeitschaltuhr 5 min.
	Präsenzmelder	Licht - Deckensensor		Flurlicht 630	Zeitschaltuhr 5 min.	
670	Rauchmelder			Rauchmeldung	Alarmierung	
680	Stellventil	Heizung		Temp. (680)		
700	Wandtaster 4 Tasten	Licht		Taste 1	Deckenleuchte 810	Schalten/Dimmen (Ein)
				Taste 2	Deckenleuchte 810	Schalten/Dimmen (Aus)
				Taste 3	Leuchte Küche 830	Schalten/Dimmen (Ein)
				Taste 4	Leuchte Küche 830	Schalten/Dimmen (Aus)
				710	Wandtaster 8 Tasten	Verschattung
			Wippe 2	Verschattung 870	Verschattung AUF/AB	

Anbau

Ausstellung

Elemente			Funktionen			
Adr.	Element	Bezeichnung (optional)	Objekt (optional)	Funktion	Unterfunktion (optional)	
			Wippe 3	Verschattung 880	Verschattung AUF/AB	
			Wippe 4	Verschattung Ausstellung	Verschattung AUF/AB	
720	Wandtaster 4 Tasten	Licht-/ Verschattung	Wippe 1	Deckenleuchte 820	Schalten/Dimmen (Ein/Aus)	
			Wippe2	Verschattung 850	Verschattung AUF/AB	
730	Raumbediengerät	T, T-soll (Wandtaster)	Taste 1	Temp. (895)	Hoch	
			Taste 2	Temp. (895)	Runter	
740	CO ₂ -Sensor			Lüftungssteuerung		
750	-					
760	Verschlussüberwachung		Fenster geöffnet	Signallampe EG Büro	einschalten	
770	Verschlussüberwachung			Alarmierung (SMS, MAIL)	Wetter	
780	Verschlussüberwachung			Temp. (895)	Schließen: 1h	
				Einbruch		
790	Präsenz-/ Helligkeitssensor	Licht - Deckensensor		Deckenleuchte 810	AUS nach 5 min Zeit	
				Einbruch		
800	Präsenzmelder	Licht - Deckensensor		Flurlicht 630	AUS nach 5 min Zeit	
				Einbruch		
810	Leuchtanschluss	Deckenlicht		Deckenleuchte 810		
				Licht-Zentral EG		
820	Leuchtanschluss	Deckenlicht		Deckenleuchte 820		
				Licht-Zentral EG		
830	Leuchtanschluss	Wandlicht		Leuchte Küche 830		
				Licht-Zentral EG		
840	Rauchmelder			Rauchmeldung	Alarmierung (E-Mail)	
850	Jalousieaktor	Jalousie rechts oben		Verschattung 850		
				Verschattung - Zentral Büro		
				Verschattung Ausstellung		
				Wetter-Sturm	Verschattung AUF	
				Wetter-Sonne + Kühlbetrieb	Verschattung AB	
860	Jalousieaktor	Jalousie rechts unten		Verschattung rechts 860		
				Verschattung - Zentral Büro		
				Verschattung Ausstellung		
				Wetter-Sturm	Verschattung AUF	
				Wetter-Sonne + Kühlbetrieb	Verschattung AB	
870	Jalousieaktor	Jalousie links unten		Verschattung-links 870		
				Verschattung - Zentral Büro		
				Verschattung Ausstellung		
				Wetter-Sturm	Verschattung AUF	
				Wetter-Sonne + Kühlbetrieb	Verschattung AB	
880	Jalousieaktor	Jalousie links oben		Verschattung-links 880		
				Verschattung - Zentral Büro		
				Verschattung Ausstellung		
				Wetter-Sturm	Verschattung AUF	
				Wetter-Sonne + Kühlbetrieb	Verschattung AB	
890	Touchdisplay	Zeitschaltuhr, Verschattungs, Belüftungs,- und Heizungssteuerung				
			Zeitraum	Heizung	19:00 - 6:00 Uhr Frostschutz	
				Heizung	Sollwertvorgabe einzelner Temperaturen im Raum	
			Zeit 1	Verschattung - Zentral Büro	6:30 Uhr AUF	
			Zeit 2		19 Uhr AB	
			Stufe 1	Belüftung	Aus	
			Stufe 2	Belüftung	Mindestluftwechsel	
			Stufe 3	Belüftung	Normalluftwechsel	
			Stufe 4	Belüftung	Maximalluftwechsel	
			Stufe 5	Belüftung	standard, Lüftungsanlage läuft nach eigenermittelten Luftwechsel- CO ₂	
			Zeitraum	Belüftung	19:00 - 6:00 Uhr Stufe 2 (Mindestluftwechsel)	
895	Stellventil	Heizung		Temp. (895)		
	900	Wandtaster 6 Tasten	Licht	Wippe 1	Deckenleuchte 980	Schalten/Dimmen (um)
				Wippe 2	Deckenleuchte 990	Schalten/Dimmen (um)
				Wippe 3	Deckenleuchte 1000	Schalten/Dimmen (um)
		Temperatursensor	T		Temperaturmessung (580)	
910	Verschlussüberwachung		Tür abgeschlossen	Licht-Zentral EG	Ausschalten	
			Tür abgeschlossen	Alarmanlage EG	Einschalten	
930	Verschlussüberwachung		Fenster geöffnet	Signallampe EG Büro	einschalten	
950	Verschlussüberwachung			Alarmierung (SMS, MAIL)	Wetter	
960	Verschlussüberwachung		Fenster geöffnet	Temp. (1030)	Schließen: 1h	
970	Präsenzmelder	Licht - Deckensensor		Einbruch		
980	Leuchtanschluss	Deckenlicht		Deckenleuchte 980		
				Licht-Zentral EG		
990	Leuchtanschluss	Deckenlicht		Deckenleuchte 990		

Büro 3

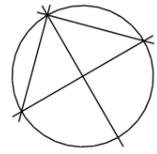
	Elemente			Funktionen		
	Adr.	Element	Bezeichnung (optional)	Objekt (optional)	Funktion	Unterfunktion (optional)
	1000	Leuchtanschluss	Deckenlicht		Licht-Zentral EG	
					Deckenleuchte 1000	
					Licht-Zentral EG	
	1020	Rauchmelder			Rauchmeldung	Alarmierung
	1030	Stellventil	Heizung		Temp. (1030)	
Büro 4	1100	Wandtaster 6 Tasten	Licht	Wippe 1	Deckenleuchte 1160	Schalten/Dimmen (um)
				Wippe 2	Deckenleuchte 1170	Schalten/Dimmen (um)
				Wippe 3	Deckenleuchte 1180	Schalten/Dimmen (um)
		Temperatursensor	T		Temperaturmessung (1200)	
	1110	Wandtaster 6 Tasten	Licht	Wippe 1	Deckenleuchte 1160	Schalten/Dimmen (um)
				Wippe 2	Deckenleuchte 1170	Schalten/Dimmen (um)
				Wippe 3	Deckenleuchte 1180	Schalten/Dimmen (um)
	1130	CO ₂ -Sensor			Lüftungssteuerung	
	1160	Leuchtanschluss	Deckenlicht		Deckenleuchte 1160	
					Licht-Zentral EG	
	1170	Leuchtanschluss	Deckenlicht		Deckenleuchte 1170	
					Licht-Zentral EG	
1180	Leuchtanschluss	Deckenlicht		Deckenleuchte 1180		
				Licht-Zentral EG		
1190	Rauchmelder			Rauchmeldung	Alarmierung	
	1200	Stellventil	Heizung		Temp. (1200)	
Eingangsbereich	1300	Wandtaster 2 Tasten	Licht	Wippe	Deckenleuchte 1365	Schalten/Dimmen (um)
	1310	Verschlussüberwachung		Tür abgeschlossen	Alarmanlage im EG Büro	einschalten
				Tür abgeschlossen	Licht-Zentral EG	Ausschalten
	1320	CO ₂ -Sensor			Lüftungssteuerung	Hoch
	1330	Rauchmelder			Rauchmeldung	Alarmierung
	1340	Verschlussüberwachung		Fenster geöffnet	Signallampe EG Büro	einschalten
					Alarmierung (SMS, MAIL)	Wetter
				Fenster geöffnet	Temp. (1380)	Schließen: 1h
	1350	Präsenzmelder	Licht - Deckensensor		Flurlicht 1370	Zeitschaltuhr 2min.
	1360	Präsenzmelder	Licht - Deckensensor		Flurlicht 1375	Zeitschaltuhr 2 min.
	1365	Leuchtanschluss	Deckenlicht		Deckenleuchte 1365	
					Licht-Zentral EG	
	1370	Leuchtanschluss	Deckenlicht		Deckenleuchte 1370	
				Licht-Zentral EG		
1375	Leuchtanschluss	Deckenlicht		Deckenleuchte 1375		
				Licht-Zentral EG		
1380	Stellventil	Heizung		Temp. (1380)		
1390	Signallampe EG	Wandlampe		Signallampe EG Büro		
WC	1400	Temperatursensor			Temp. (1450)	
	1410	Präsenzmelder	Licht - Deckensensor		Deckenlicht 1430	Zeitschaltuhr 5 min.
	1420	Verschlussüberwachung		Fenster geöffnet	Signallampe EG Büro	einschalten
					Alarmierung (SMS, MAIL)	Wetter
					Temp. (1480)	Schließen: 1h
	1430	Leuchtanschluss	Deckenlicht		Deckenlicht 1430	
					Licht-Zentral EG	
1440	Rauchmelder			Rauchmeldung	Alarmierung	
	1450	Stellventil	Heizung		Temp. (1450)	
Büro 5	1500	Wandtaster 4 Tasten	Licht und Verschattung	Taste 1	Deckenleuchte 1550	Schalten/Dimmen (um)
				Taste 2	Deckenleuchte 1560	Schalten/Dimmen (um)
				Taste 3	Verschattung (1570)	Auf
				Taste 4	Verschattung (1570)	Ab
		Temperatursensor	T		Temperaturmessung (1590)	
	1520	Verschlussüberwachung		Fenster geöffnet	Signallampe EG Büro	einschalten
	1530	Verschlussüberwachung		Fenster geöffnet	Alarmierung (SMS, MAIL)	Wetter
				Fenster geöffnet	Temp. (1590)	Schließen: 1h
	1535	CO ₂ -Sensor			Lüftungssteuerung	
	1550	Leuchtanschluss	Deckenlicht		Deckenlicht 1550	
					Licht-Zentral EG	
	1560	Leuchtanschluss	Deckenlicht		Deckenlicht 1560	
				Licht-Zentral EG		
1570	Jalousieaktor			Verschattung (1570)		
				Verschattung - Zentral Büro		
1580	Rauchmelder			Rauchmeldung	Alarmierung	
	1590	Stellventil	Heizung		Temp. (1590)	
	1600	Wandtaster 8 Tasten	Licht	Wippe 1	Deckenleuchte 1630	Schalten/Dimmen (um)
				Wippe 2	Deckenleuchte 1640	Schalten/Dimmen (um)
				Wippe 3	Verschattung 1660	Verschattung Auf/Ab

Elemente			Funktionen			
Adr.	Element	Bezeichnung (optional)	Objekt (optional)	Funktion	Unterfunktion (optional)	
Büro 6			Wippe 4	Verschattung 1670	Verschattung Auf/Ab	
		Temperatursensor		Temp. (1680)		
	1610	Verschlussüberwachung		Fenster geöffnet	Signallampe EG Büro	einschalten
	1620	Verschlussüberwachung		Fenster geöffnet	Alarmierung (SMS, MAIL)	Wetter
				Fenster geöffnet	Temp. (1680)	Schließen: 1h
	1630	Leuchtanschluss	Deckenlicht		Deckenleuchte 1630	
					Licht-Zentral EG	
	1640	Leuchtanschluss	Deckenlicht		Deckenleuchte 1640	
					Licht-Zentral EG	
	1650	Rauchmelder			Rauchmeldung	Alarmierung
	1660	Jalousieaktor			Verschattung 1660	
					Verschattung - Zentral Büro	
1670	Jalousieaktor			Verschattung 1670		
				Verschattung - Zentral Büro		
1680	Stellventil	Heizung		Temp. (1680)		
Eingang	2000	Verschlussüberwachung		Tür abgeschlossen	Alarmanlage im OG Büro	einschalten
				Tür abgeschlossen	Licht-Zentral OG	Ausschalten
	2010	Temperatursensor	T		Temp. (2060)	Hoch
	2020	CO ₂ -Sensor			Lüftungssteuerung	
	2030	Rauchmelder			Rauchmeldung	Alarmierung
	2040	Leuchtanschluss	Deckenlicht		Deckenleuchte 2040	
					Licht-Zentral OG	
	2050	Präsenzmelder	Licht - Deckensensor		Deckenleuchte 2040	AUS nach 5 min Zeit
	2060	Stellventil	Heizung		Temp. (2060)	Alarmierung (Geräusch)
	2070	Signallampe OG Büro	Wandlampe		Signallampe OG Büro	
WC	2100	Temperatursensor			Temp. (2250)	
	2110	Verschlussüberwachung	Licht - Deckensensor	Fenster geöffnet	Signallampe OG Büro (2070)	einschalten
				Fenster geöffnet	Alarmierung (SMS)	Wetter
				Fenster geöffnet	Temp. (2220)	Schließen: 1h
					Alarmanlage	Alarmierung (Geräusch)
	2130	Präsenzmelder	Licht - Deckensensor		Deckenleuchte 2030	
	2130	Leuchtanschluss	Deckenlicht		Deckenleuchte 2230	
					Licht-Zentral OG	
2140	Rauchmelder			Rauchmeldung	einschalten	
2150	Stellventil	Heizung		Temp. (2250)		
Büro 7	2200	Wandtaster 6 Tasten	Licht und Verschattung	Wippe 1	Deckenleuchte 2240	Schalten/Dimmen (um)
				Wippe 2	Deckenleuchte 2250	Schalten/Dimmen (um)
				Wippe 3	Verschattung 2230	Verschattung Auf/Ab
		Temperatursensor	T		Temp. (2270)	
	2210	Verschlussüberwachung		Fenster geöffnet	Signallampe OG Büro (2140)	einschalten
	2220	Verschlussüberwachung		Fenster geöffnet	Alarmierung (SMS)	Wetter
				Fenster geöffnet	Temp. (2270)	Schließen: 1h
	2230	Jalousieaktor	Rollade unten		Verschattung 2230	
					Verschattung - Zentral Büro	
	2240	Leuchtanschluss	Deckenlicht		Deckenleuchte 2240	
				Licht-Zentral OG		
2250	Leuchtanschluss	Deckenlicht		Deckenleuchte 2250		
				Licht-Zentral OG		
2260	Rauchmelder			Rauchmeldung	Alarmierung	
2270	Stellventil	Heizung		Temp. (2270)		
Büro 8	2300	Wandtaster 8 Tasten	Licht und Verschattung	Wippe 1	Deckenleuchte 2360	Schalten/Dimmen (um)
				Wippe 2	Deckenleuchte 2370	Schalten/Dimmen (um)
				Wippe 3	Verschattung 2390	Verschattung Auf/Ab
				Wippe 4	Verschattung 2400	Verschattung Auf/Ab
		Temperatursensor	T		Temp. (2410)	
	2330	Verschlussüberwachung		Fenster geöffnet	Signallampe OG Büro (2140)	einschalten
	2340	Verschlussüberwachung		Fenster geöffnet	Alarmierung (SMS)	Wetter, Einbruch
				Fenster geöffnet	Temp. (2410)	Schließen: 1h
	2360	Leuchtanschluss	Deckenlicht		Deckenleuchte 2360	
					Licht-Zentral OG	
	2370	Leuchtanschluss	Deckenlicht		Deckenleuchte 2370	
					Licht-Zentral OG	
	2380	Rauchmelder			Rauchmeldung	Alarmierung
	2390	Jalousieaktor	Rollade rechts		Verschattung 2390	
					Verschattung - Zentral Büro	
2400	Jalousieaktor	Rollade unten		Verschattung 2400		
				Verschattung - Zentral Büro		
2410	Stellventil	Heizung		Temp. (2410)		
2500	Wandtaster 6 Tasten	Licht und Verschattung	Wippe 1	Deckenleuchte 2240	Schalten/Dimmen (um)	

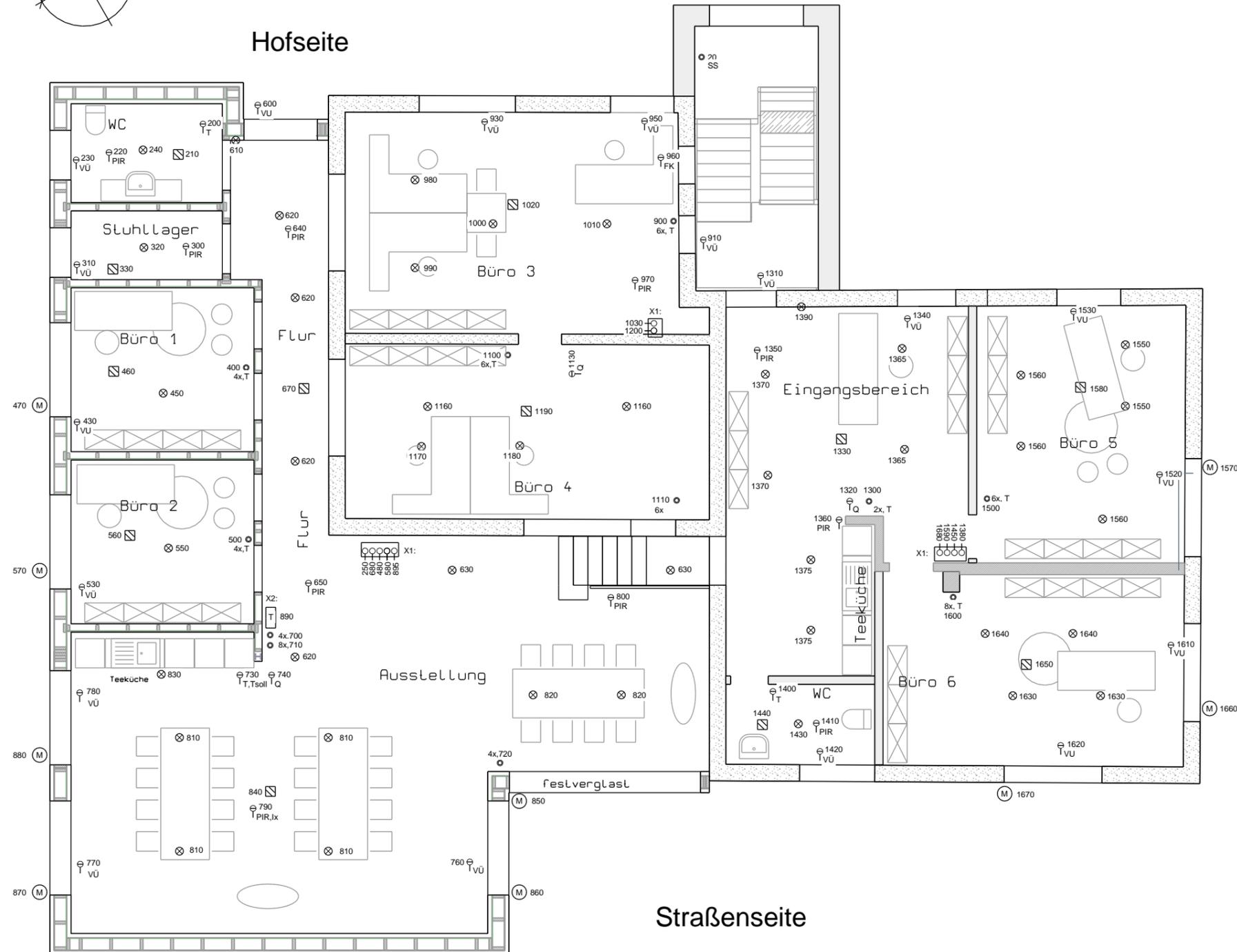
Elemente			Funktionen			
Adr.	Element	Bezeichnung (optional)	Objekt (optional)	Funktion	Unterfunktion (optional)	
Büro 9			Wippe 2	Deckenleuchte 2250	Schalten/Dimmen (um)	
			Wippe 3	Verschattung (2520)	Verschattung Auf/Ab	
		Temperatursensor	T		Temp. (2560)	
	2510	Verschlussüberwachung		Fenster geöffnet	Signallampe OG Büro (2140)	einschalten
				Fenster geöffnet	Alarmierung (SMS)	Wetter
				Fenster geöffnet	Temp. (2560)	Schließen: 1h
	2520	Jalousieaktor			Verschattung (2520)	
					Verschattung - Zentral Büro	
	2530	Leuchtanschluss	Deckenlicht		Deckenleuchte 2530	
					Licht-Zentral OG	
2540	Leuchtanschluss	Deckenlicht		Deckenleuchte 2540	Alarmierung	
				Licht-Zentral OG		
2550	Rauchmelder			Rauchmeldung	Alarmierung	
2560	Stellventil	Heizung		Temp. (2560)		
Treppenhaus	2700	Präsenzmelder	Licht - Deckensensor		Treppenhausleuchten - Zentral	
	2710	Präsenzmelder	Licht - Deckensensor		Treppenhausleuchten - Zentral	
	2720	Präsenzmelder	Licht - Deckensensor		Treppenhausleuchten - Zentral	
	2730	Präsenzmelder	Licht - Deckensensor		Treppenhausleuchten - Zentral	
	2740	Schaltaktor REG	Deckenleuchte			
	2750	Schaltaktor REG	Deckenleuchte			
	2760	Rauchmelder			Rauchmeldung	Alarmierung
	2770	Rauchmelder			Rauchmeldung	Alarmierung
Wohnzimmer, Küche, Flur	3000	Wandtaster 4 Tasten	Licht Eingang/Zentral (ein/aus)	Taste 1	Deckenleuchte 3100	Schalten/Dimmen (um)
				Taste 2	Deckenleuchte 3070	Schalten/Dimmen (um)
				Taste 3	Licht- Zentral Wohnung	Aus
				Taste 4	Urlaub	Lüftung aus, Heizung auf Frostschutz
	3004	Schlüsselschalter		abgeschlossen	Alarmanlage in OG Wohnung	einschalten
	3005	Verschlussüberwachung		Tür abgeschlossen	Licht im OG Wohnung	Ausschalten
					Alarmierung (SMS)	Einbruch
	3010	Wandtaster 6 Tasten	Licht Küche	Taste 1	Deckenleuchte 3110	Schalten/Dimmen (um)
				Taste 2	Deckenleuchte 3110	Schalten/Dimmen (um)
				Taste 3	Deckenleuchte 3100	Schalten/Dimmen (um)
				Taste 4	Deckenleuchte 3100	Aus
				Wippe	Deckenleuchte 3080	Schalten/Dimmen (um)
		Temperatursensor	T		Temp. (3240)	
	3020	Wandtaster 6 Tasten	Licht	Wippe 1	Deckenleuchte 3070	Schalten/Dimmen (um)
				Wippe 2	Wandleuchte 3120	Schalten/Dimmen (um)
				Wippe 3	Deckenleuchte 3090	Schalten/Dimmen (um)
		Temperatursensor	T		Temp. (3220)	
	3030	Wandtaster 8 Tasten	Verschattung	Wippe 1	Verschattung (3170)	
				Wippe 2	Verschattung (3180)	
				Wippe 3	Verschattung (3190)	
				Wippe 4	Verschattung Wohnzimmer	
	3010	Temperatursensor	T		Temp. (3220)	
	3020	Raumbediengerät Wohnzimmer	T, T-soll (Wandtaster)	Taste 1	Temp. (3230)	Hoch
				Taste 2	Temp. (3230)	Runter
	3030	Temperatursensor	T		Temp. (3240)	
	3040	Verschlussüberwachung		Fenster geöffnet	Alarmierung (SMS)	Wetter, Einbruch
				Fenster geöffnet	Temp. (3230)	Schließen: 1h
	3050	Verschlussüberwachung		Fenster geöffnet	Alarmierung (SMS)	Wetter, Einbruch
				Fenster geöffnet	Temp. (3230)	Schließen: 1h
				Fenster geöffnet	Verschattung (3180)	Sperre: Verschattung immer oben
3060	Verschlussüberwachung		Fenster geöffnet	Temp. (3230)	Schließen: 1h	
			Fenster geöffnet	Alarmierung (SMS)	Wetter, Einbruch	
			Fenster geöffnet	Verschattung (3190)	Sperre: Verschattung immer oben	
3070	Leuchtanschluss	Deckenlicht		Deckenleuchte 3070		
				Licht- Zentral Wohnung		
3080	Leuchtanschluss	Deckenlicht		Deckenleuchte 3080		
				Licht- Zentral Wohnung		
3090	Leuchtanschluss	Deckenlicht		Deckenleuchte 3090		
				Licht- Zentral Wohnung		
3100	Leuchtanschluss	Deckenlicht		Deckenleuchte 3100		
				Licht- Zentral Wohnung		

	Elemente			Funktionen		
	Adr.	Element	Bezeichnung (optional)	Objekt (optional)	Funktion	Unterfunktion (optional)
Wohnung OG	3110	Leuchtanschluss	Deckenlicht		Deckenleuchte 3110	
					Licht- Zerntal Wohnung	
	3120	Leuchtanschluss	Wandlicht		Wandleuchte 3120	
					Licht- Zerntal Wohnung	
	3150	Rauchmelder			Rauchmeldung	Alarmierung
	3160	Rauchmelder			Rauchmeldung	Alarmierung
	3170	Jalousieaktor	Jalousie unten, Küche		Verschattung (3170)	
					Verschattung Wohnzimmer	
	3180	Jalousieaktor	Jalousie unten, Wohnzimmer		Verschattung (3180)	
					Verschattung Wohnzimmer	
	3190	Jalousieaktor	Jalousie links, Wohnzimmer		Verschattung (3190)	
					Verschattung Wohnzimmer	
	3200	Touchdisplay	Zeitschaltuhr, Verschattungs, Belüftungs,- und Heizungssteuerung			
			Zeitschaltuhr	Zeit 1 (8:00)	Verschattung Wohnzimmer	AUF
			Zeit 2 (22:00)	Verschattung Wohnzimmer	AB	
3220	Stellventil	Heizung Eingang		Temp. (3220)	Eingang	
3230	Stellventil	Heizung Wohnzimmer		Temp. (3230)	Wohnzimmer	
3240	Stellventil	Heizung Küche		Temp. (3240)	Küche	
Büro	3300	Wandtaster 2 Tasten	Licht	Taster 1	Deckenleuchte 3330	AN
				Taster 2	Deckenleuchte 3330	aus
		Temperatursensor	T		Temp. (3350)	
	3310	Wandtaster 4 Tasten	Licht und Verschattung	Wippe1	Verschattung (3340)	Verschattung Auf/Ab
				Wippe2	Deckenleuchte 3330	Schalten/Dimmen (um)
	3320	Rauchmelder			Rauchmeldung	Alarmierung
	3325	Verschlussüberwachung		Fenster geöffnet	Temp. (3350)	Schließen: 1h
				Fenster geöffnet	Alarmierung (SMS)	Wetter, Einbruch
				Fenster geöffnet	Verschattung (3340)	Sperre: Verschattung immer oben
	3330	Leuchtanschluss	Deckenlicht		Deckenleuchte 3330	
					Licht- Zerntal Wohnung	
3340	Jalousieaktor	Rollade		Verschattung (3340)		
3350	Stellventil	Heizung		Temp. (3350)		
Schlafzimmer	3400	Wandtaster 2 Tasten	Licht und Verschattung	Taste 1	Licht 3450	EIN
				Tatse 2	Licht komplett -	AUS
		Temperatursensor	T		Temp. (3480)	
	3410	Verschlussüberwachung		Fenster geöffnet	Temp. (3480)	Schließen: 1h
				Fenster geöffnet	Alarmierung (SMS)	Wetter, Einbruch
				Fenster geöffnet	Verschattung (3470)	Sperre: Verschattung immer oben
	3420	Wandtaster 2 Tasten	Verschattung	Wippe	Verschattung (3470)	Verschattung Auf/Ab
	3430	Wandtaster 2 Tasten	Licht	Wippe	Licht 3450	Schalten/Dimmen (um)
	3440	Wandtaster Panik	Panik		Beleuchtung Wohnung	EIN/AUS
	3450	Leuchtanschluss	Deckenlicht		Deckenleuchte 3450	
				Licht- Zerntal Wohnung		
3460	Rauchmelder			Rauchmeldung	Alarmierung	
3470	Jalousieaktor	Rollade		Verschattung (3470)		
3480	Stellventil	Heizung		Temp. (3480)		
Bad	3500	Wandtaster 2 Tasten	Licht	Wippe	Deckenleuchte 3540	Schalten/Dimmen (um)
		Temperatursensor	T		Temp. (3560)	
	3510			Fenster geöffnet	Temp. (3480)	Schließen: 1h
	3520	Verschlussüberwachung		Fenster geöffnet	Alarmierung (SMS)	Wetter, Einbruch
	3530			Fenster geöffnet	Verschattung (3470)	Sperre: Verschattung immer oben
	3540	Leuchtanschluss	Deckenlicht		Deckenleuchte 3540	
					Licht- Zerntal Wohnung	
3550	Rauchmelder			Rauchmeldung	Alarmierung	
3560	Stellventil	Heizung		Temp. (3560)		

EG - Gebäudeautomation



Hofseite



Legende Gebäudeautomation

- Taster ○
- Rauchmelder ⊠
- Motor ⊙
- Leuchterschluss ⊗
- Fühler/Sensor ⊥
- T = Temperatur
- M = Feuchtigkeit
- Q = CO₂
- lx = Helligkeit
- PIR = Präsenz
- DG = Drehgriff
- FK = Fensterkontakt
- VÜ = Verschlussüberwachung
- Aktor/Antrieb ⊥
- Touchdisplay ⊥

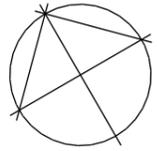
X1: Heizkreisverteiler mit Stellantrieben,
genaue Position und Anzahl noch unklar!
X2: Display wird als Tablet ausgeführt

X1: Heizkreisverteiler mit Stellantrieben,
genaue Position und Anzahl noch unklar!
X2: Display wird als Tablet ausgeführt

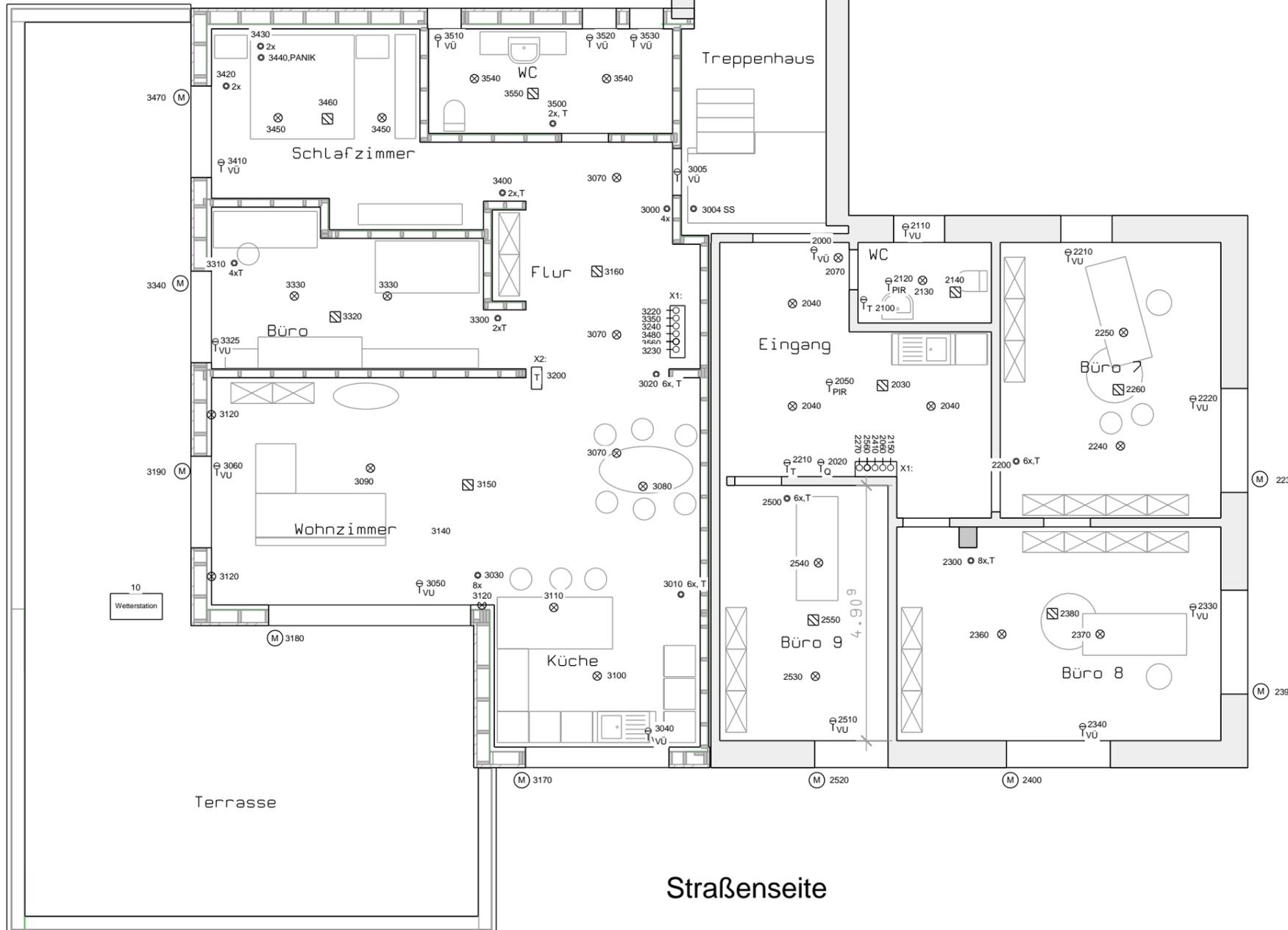
Straßenseite

 THEODOR ROREGER	Bauherr: T. Roreger
	Projektnr.:
Bauvorhaben: Bürogebäude	Masstab: 1: 100
Seite:	gez.: MR am: 10.04.2014 geprüft.:

OG - Gebäudeautomation



Hofseite



Straßenseite

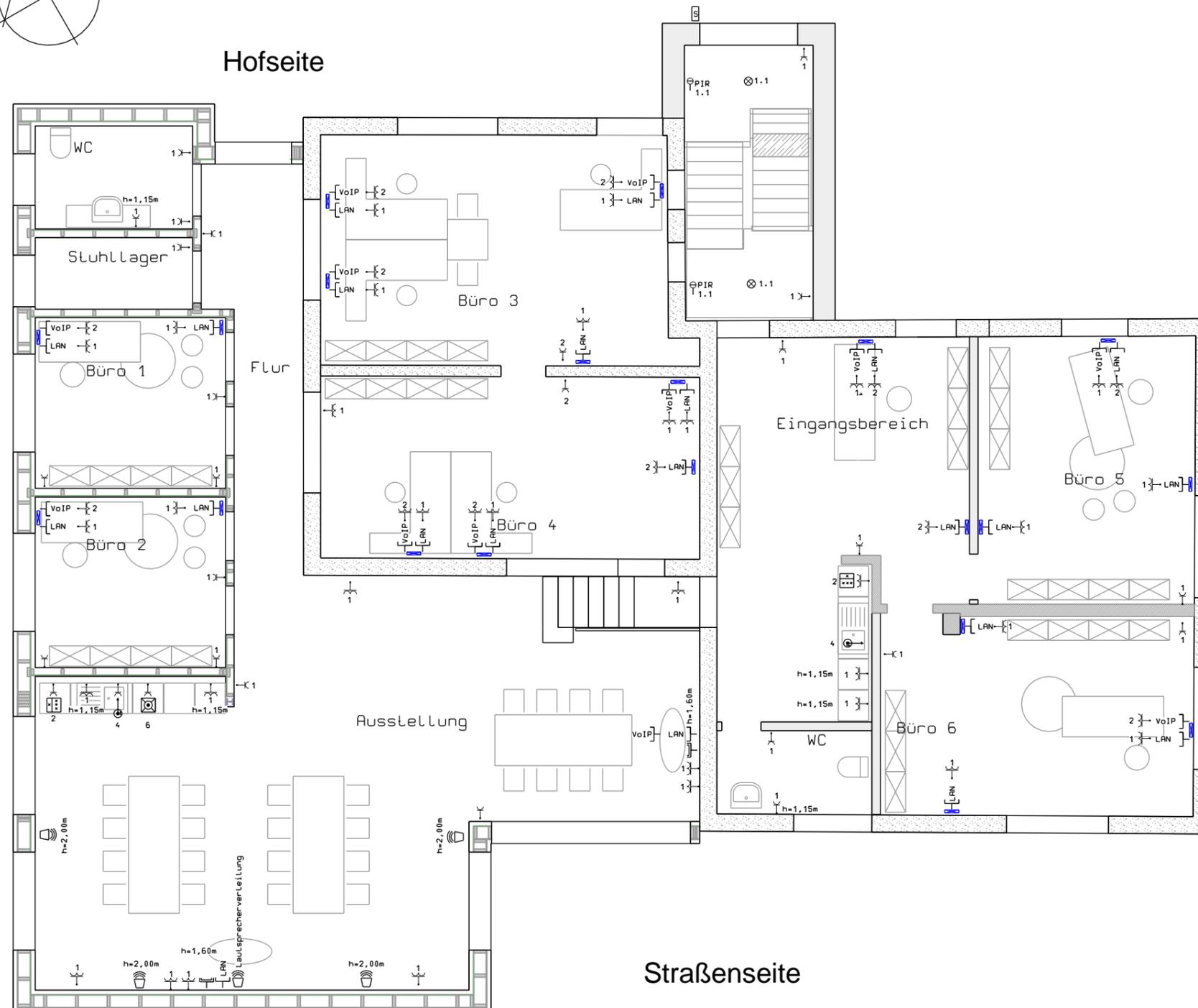
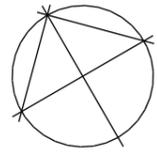
Legende Gebäudeautomation

- Taster ●
- Rauchmelder ☒
- Motor ⊙
- Leuchtanschluss ⊗
- Fühler/Sensor ⊥
- T = Temperatur
 - F = Feuchtigkeit
 - Q = CO²
 - Ix = Helligkeit
 - PIR = Präsenz
 - DG = Drehgriff
 - FK = Fensterkontakt
 - VU = Verschlussüberwachung
- Aktor/Antrieb ⊥
- Touchdisplay ⊏

X1: Heizkreisverteiler mit Stellantrieben.
genaue Position und Anzahl noch unklar!
X2: Display wird als Tablet ausgeführt

 THEODOR ROREGER	Bauherr: T. Roreger
	Projektnr.:
Bauvorhaben: Bürogebäude	Masstab: 1: 100
Seite:	gez.: MR am: 10.04.2014 geprüft.:

EG - Elektroplanung

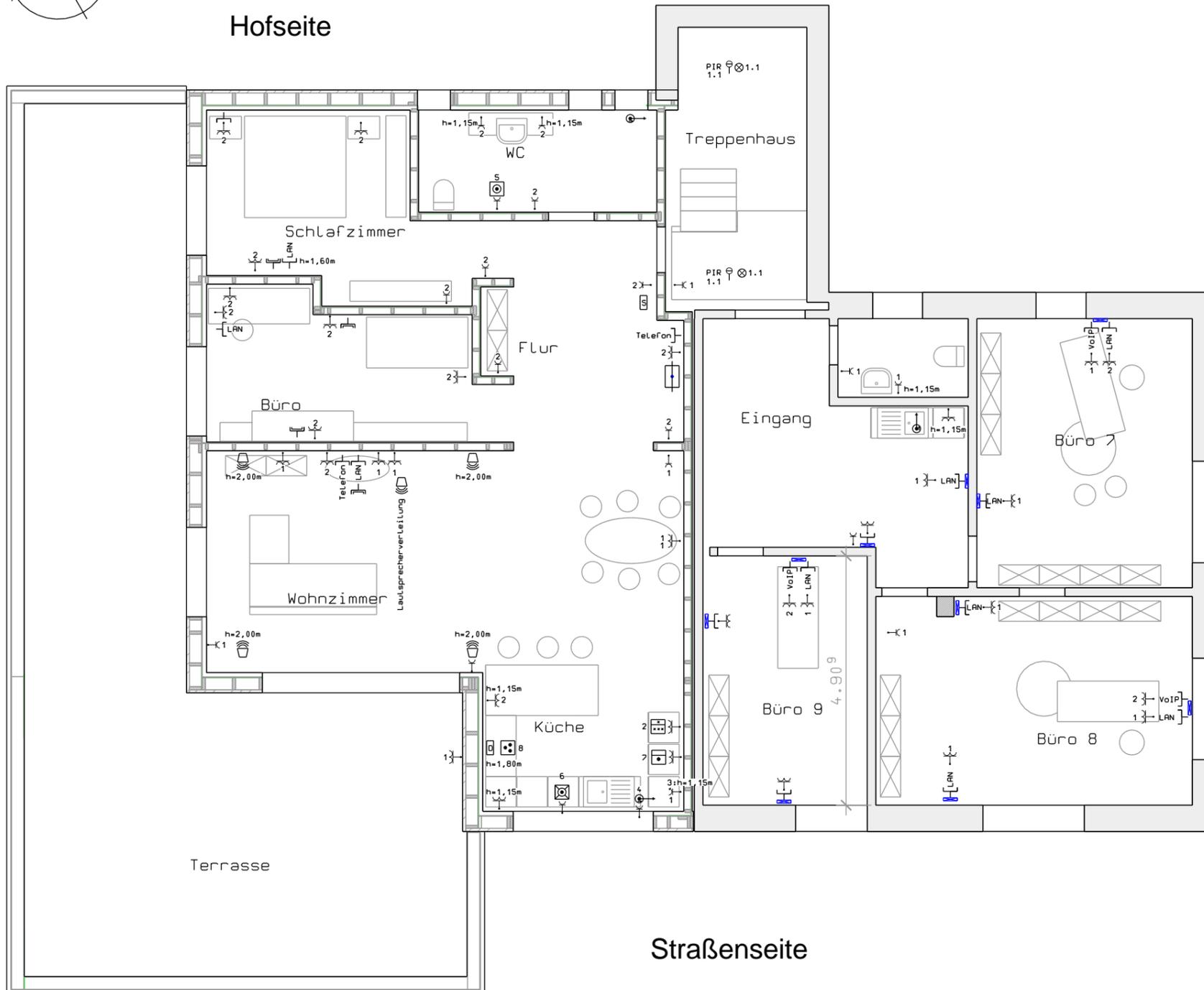
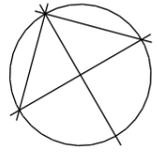


Legende Elektro

Steckdose	
Doppel-Steckdose	
Herd	
Dunstabzugshaube	
Kühlschrank mit Gefrierfach	
Backofen	
Geschirrspüler	
Antennensteckdose TV	
Fernmeldesteckdose	
Waschmaschine	
Verteilerkasten	
Sprechanlage	
Kabelkanal (senkrecht)	
Durchlauferhitzer	
Lautsprecher	
Leuchtanschluss	
Fühler/Sensor	
-PIR=Präsenz	

	Bauherr:	T. Roreger
	Projektnr.:	
Bauvorhaben:	Masstab:	
Bürogebäude	1: 100	
Seite:	gez.: MR am: 10.04.2014	
	geprüft.:	

OG - Elektroplanung



Legende Elektro

Steckdose	
Doppel-Steckdose	
Herd	
Dunstabzugshaube	
Kühlschrank mit Gefrierfach	
Backofen	
Geschirrspüler	
Antennensteckdose TV	
Fernmeldesteckdose	
Waschmaschine	
Verteilerkasten	
Sprechanlage	
Wandkanal (senkrecht)	
Durchlauferhitzer	
Lautsprecher	
Leuchtanschluss	
Fühler/Sensor	
-PIR=Präsenz	

	Bauherr:	T. Roreger
	Projektnr.:	
Bauvorhaben:	Masstab:	
Bürogebäude	1: 100	
Seite:	gez.: MR am: 10.04.2014	
	geprüft.:	

Erklärung

Ich versichere, dass ich diese Arbeit selbständig angefertigt, nicht anderweitig für Prüfungszwecke vorgelegt, keine anderen als die angegebenen Quellen oder Hilfsmittel benutzt, sowie wörtliche und sinngemäße Zitate als solche gekennzeichnet habe.

Rosenheim, den

Unterschrift