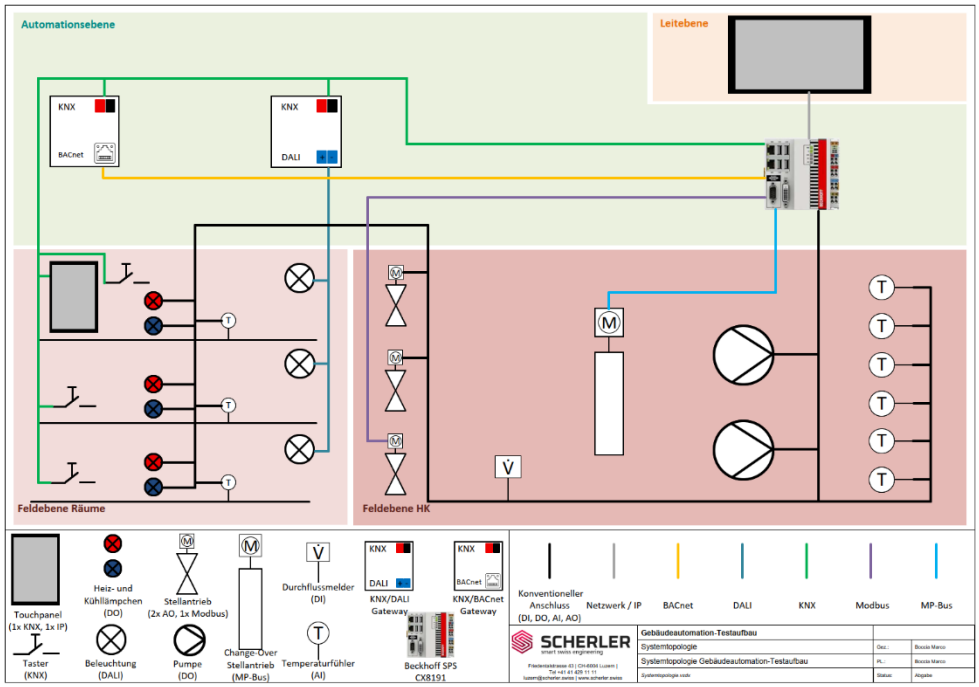
TEKO Schweizerische Fachschule



Funktionsbeschrieb zur Diplomarbeit:
Gebäudeautomation-Testaufbau

Funktionsbereiche:

- Bedienung und Kommunikation
- Beleuchtung
- Räume 1 bis 3
- Heiz-/Kühlkomponenten und Durchflussüberwachung

Abbildverzeichnis

Abbildung 1: Kommunikationsweg des übergeordneten Touchpanel 6
Abbildung 2: VISU "Anlage HK" auf dem übergeordneten Touchpanel 7
Abbildung 3: VISU "Räume" auf dem übergeordneten Touchpanel 7
Abbildung 4: Kachelaufbau KNX-Touchpanel 8
Abbildung 5: Kommunikationsweg KNX-Touchpanel 8
Abbildung 6: Kommunikationsweg der KNX-Taster 9
Abbildung 7: Systemtopologie, Verbindung der verschiedenen Kommunikationsprotokollen 11
Abbildung 8: Prinzipschema Hydraulik 13

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung 5
1.1 Zweck des Funktionsbeschriebs 5
1.2 Funktionsumfang und Abgrenzung 5
2. Bedienung und Prioritäten 5
2.1 Bedienebenen 5
2.2 Übergeordnetes WebVisu-Touchpanel 6
2.3 KNX-Touchpanel 7
2.4 KNX-Taster 9
2.5 Globale WebVisu-Priorität 9
2.6 Funktion «Alles Auto» 10
3. Kommunikation und Automationssystem 10
3.1 Zentrale Steuerung 10
3.2 KNX und DALI 10
3.3 BACnet/IP 10
3.4 MP-Bus 10
3.5 Modbus RTU 10
3.6 Konventionelle Ein- und Ausgänge 10
3.7 Ethernet und WebVisu 10
4. Beleuchtungssteuerung 11
4.1 Funktionsbeschrieb 11
4.2 Schalten und Dimmen 11
5. Raumfunktionen Raum 1 bis 3 12
5.1 Allgemeines 12
5.2 Raumbetriebsmodi 12
5.3 Raumventile 12
5.4 Betriebsanzeigen 12
5.5 Raumtemperaturen 12
6. Heiz-/Kühlkomponenten 13
6.1 Funktionsbeschrieb 13
6.2 Bildung der Heiz-/Kühlrichtung 13
6.3 Heiz- und Kühlpumpen 14
6.4 Change-over-Antrieb 14
6.5 Hydraulische Temperaturen 14
7. Durchflussüberwachung und Alarm 14
7.1 Durchflussüberwachung 14

7.2 Quittierung....14
7.3 Alarmüberbrückung....14
8. Zusammenfassung des Demonstrationsbetriebs....15
8.1 Normalbetrieb über KNX....15
8.2 Handbetrieb über WebVisu....15
8.3 Rückgabe mit «Alles Auto»....15
8.4 Abgrenzung zur Regelung....15

1. Einleitung

1.1 Zweck des Funktionsbeschriebs

Der vorliegende Funktionsbeschrieb beschreibt den für die Diplomarbeit verwendeten Funktionsumfang des Gebäudeautomation-Testaufbaus. Im Mittelpunkt stehen die Kommunikation zwischen den eingesetzten Systemen sowie die nachvollziehbare Ansteuerung der auf der Demowand vorhandenen Geräte. Der Beschrieb dient als Grundlage für Bedienung, Inbetriebnahme und Funktionsprüfung.

Der Testaufbau verbindet KNX, DALI, BACnet/IP, MP-Bus, Modbus RTU, Ethernet sowie konventionelle digitale und analoge Ein- und Ausgänge mit einer Beckhoff CX8191 und den entsprechenden Karten. Als Bedienebenen werden KNX-Taster, ein KNX-Touchpanel und ein übergeordnetes WebVisu-Touchpanel eingesetzt.

1.2 Funktionsumfang und Abgrenzung

Der automatische Raumtemperatur- und Heiz-/Kühlregelungsteil ist nicht Bestandteil des finalen Demonstrationsbetriebs. Es erfolgt keine automatische temperaturabhängige Berechnung eines Heiz- oder Kühlbedarfs und keine geschlossene Raumtemperaturregelung.

Stattdessen werden Betriebsarten und Stellbefehle direkt durch den Benutzer vorgegeben. Damit kann die Funktion der Bediengeräte, Kommunikationsprotokolle, SPS, Aktoren und Rückmeldungen unabhängig von einer vollständigen Regelung demonstriert werden.

Vorhandene Raum-, Tank-, Vorlauf- und Rücklauftemperaturen dienen ausschliesslich der Anzeige, und Demonstration. Sie besitzen im finalen Funktionsumfang keine automatische Freigabe- oder Regelfunktion.

2. Bedienung und Prioritäten

2.1 Bedienebenen

Für den Testaufbau stehen drei Bedienmöglichkeiten zur Verfügung: Die KNX-Taster pro Raum, das KNX-Touchpanel sowie das übergeordnete Touchpanel. Die Bedienebenen haben unterschiedliche Aufgaben und Prioritäten.

- KNX-Taster: lokale Bedienung der Beleuchtung der jeweiligen Räume.
- KNX-Touchpanel: raumbezogene Bedienung der Beleuchtung und der Betriebsmodi AUTO, HEIZEN, KÜHLEN und AUS sowie die Anzeige der Betriebsarten.
- Übergeordnetes Touchpanel: zentrale Anzeige und Bedienung der Räume sowie direkte Handbedienung der Pumpen, des Change-Over-Antriebs und der Raumventile.

2.2 Übergeordnetes Touchpanel

Das übergeordnete Touchpanel greift über Ethernet auf die TwinCAT-WebVisualisierung der CX8191 zu. Es dient als zentrale Bedien- und Beobachtungsebene des Testaufbaus.

Die Visualisierung umfasst im Wesentlichen die Bereiche «Anlage HK» und «Räume». Auf der Heiz-/Kühlseite werden Pumpen, Change-Over-Antrieb, Raumventile, Durchflusszustand und die hydraulischen Temperaturwerte angezeigt. Auf der Raumseite werden Beleuchtung, Raumbetriebsmodus, Raumtemperaturen und die zugehörigen Statusanzeigen dargestellt.

- Beleuchtung der Räume bedienen.
- Raumbetriebsmodus AUTO / HEIZEN / KÜHLEN / AUS vorgeben.
- Raumventile direkt im Handbetrieb vorgeben.
- Heiz- und Kühlpumpe direkt im Handbetrieb schalten.
- Change-over-Antrieb direkt im Handbetrieb vorgeben.
- Durchflusszustand und vorhandenen Durchflussalarm anzeigen.
- Durchflussalarm quittieren und Alarmüberbrückung für Inbetriebnahme aktivieren.
- Mit «Alles Auto» sämtliche WebVisu-Handeingriffe zurücknehmen.

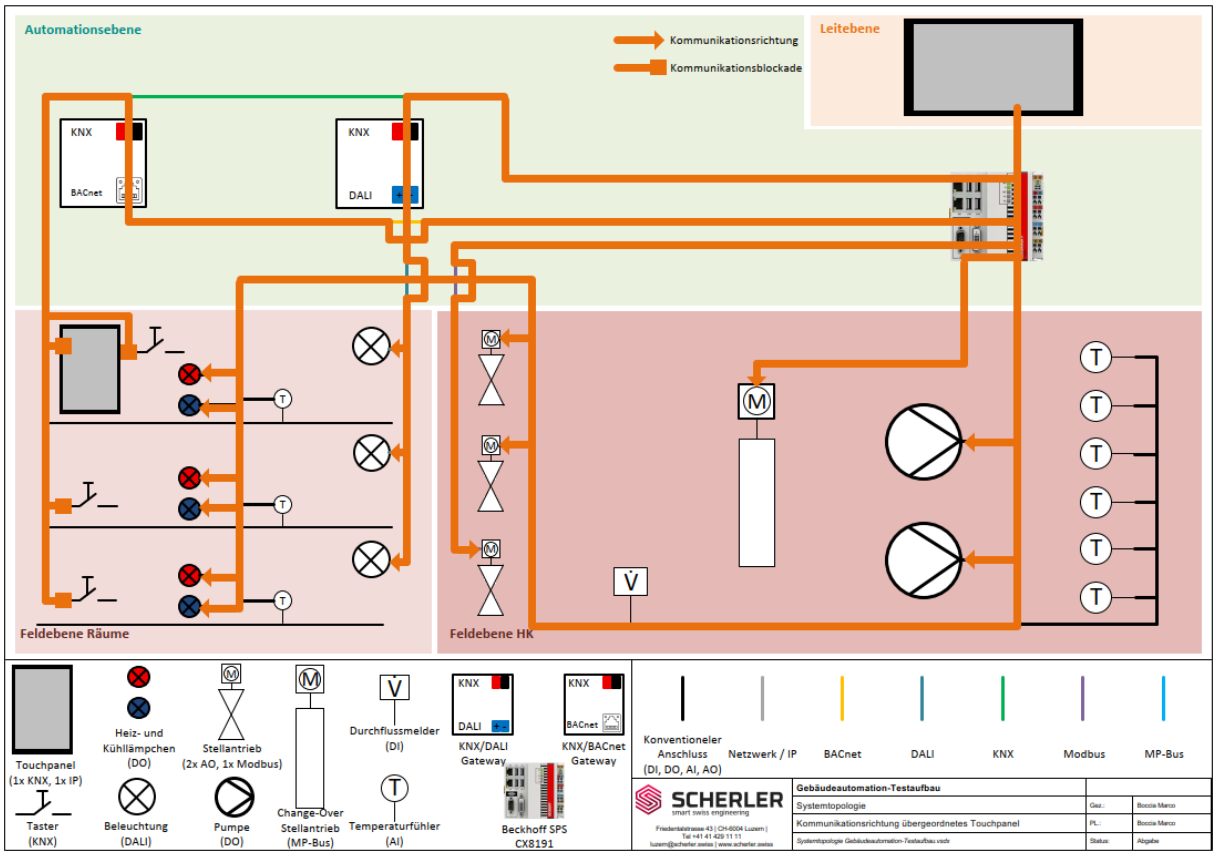


Abbildung 1: Kommunikationsweg des übergeordneten Touchpanel

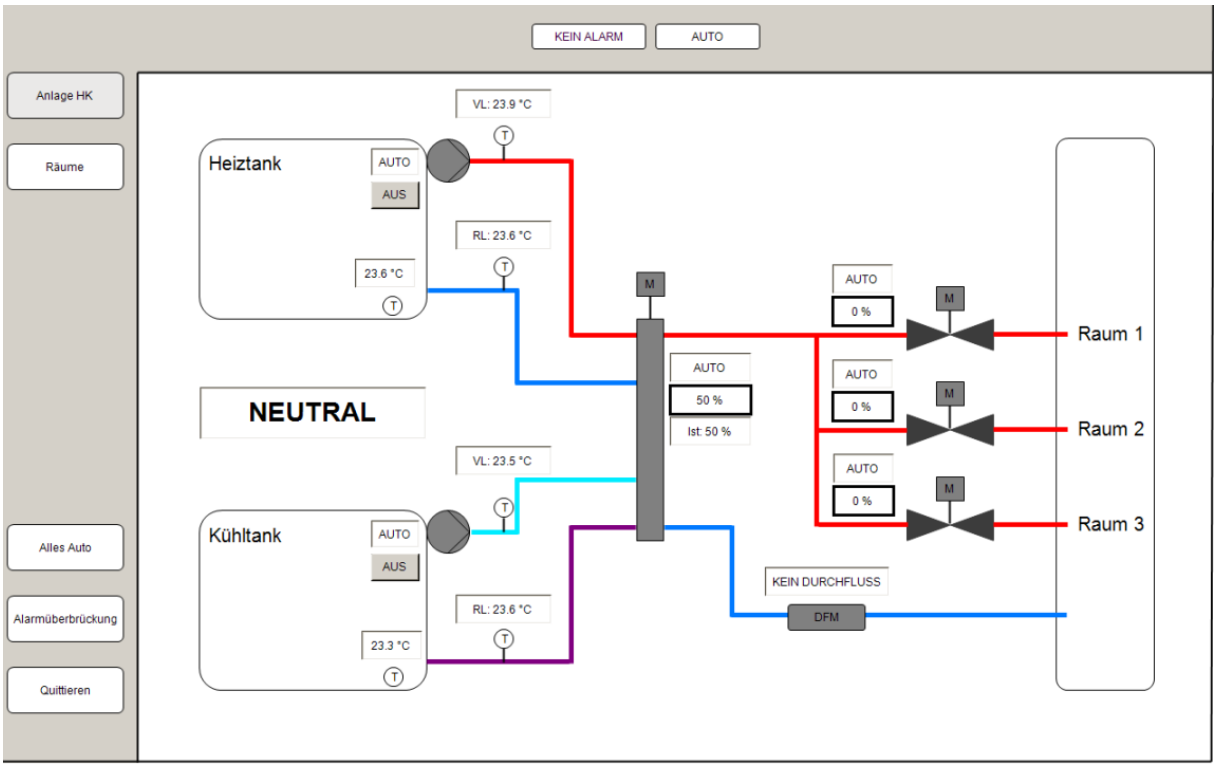


Abbildung 2: VISU "Anlage HK" auf dem übergeordneten Touchpanel

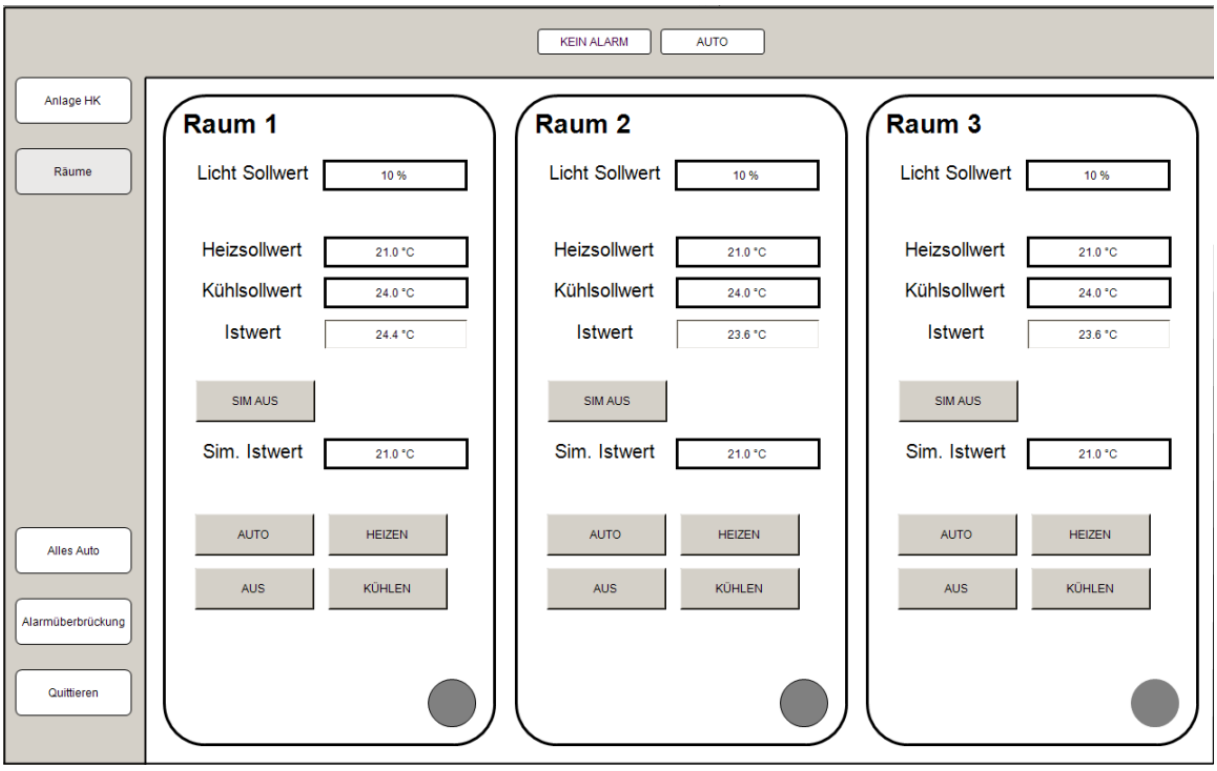


Abbildung 3: VISU "Räume" auf dem übergeordneten Touchpanel

2.3 KNX-Touchpanel

Das KNX-Touchpanel dient als raumbezogene Bedienebene für Raum 1 bis Raum 3. Die Bedienwerte werden über KNX übertragen. Für die Kopplung der für die SPS relevanten Datenpunkte wird das KNX/BACnet-Gateway verwendet.

- Beleuchtung je Raum schalten und dimmen.
- Betriebsmodus AUTO, HEIZEN, KÜHLEN oder AUS je Raum auswählen.
- Wirksamen Betriebszustand bzw. Rückmeldungen anzeigen.

Die früher vorgesehenen Heiz- und Kühlsollwerte können auf dem Touchpanel vorhanden sein, werden im vereinfachten Demonstrationsbetrieb jedoch nicht für eine automatische Raumtemperaturregelung verwendet.

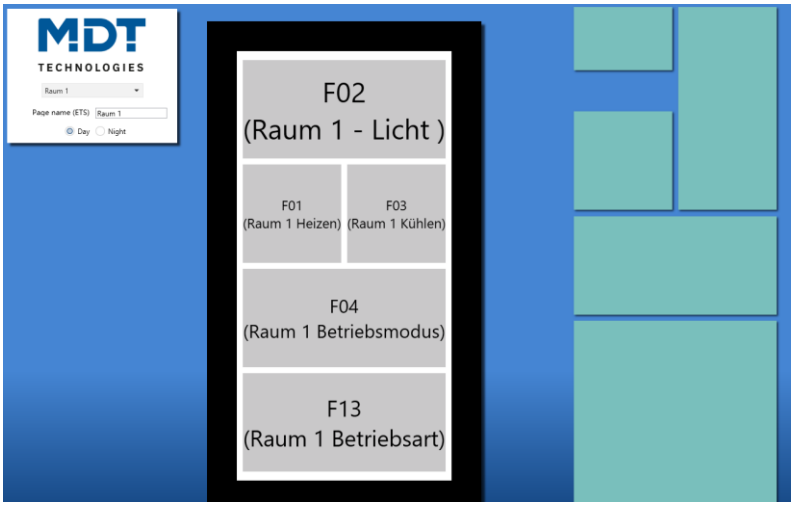


Abbildung 4: Kachelaufbau KNX-Touchpanel

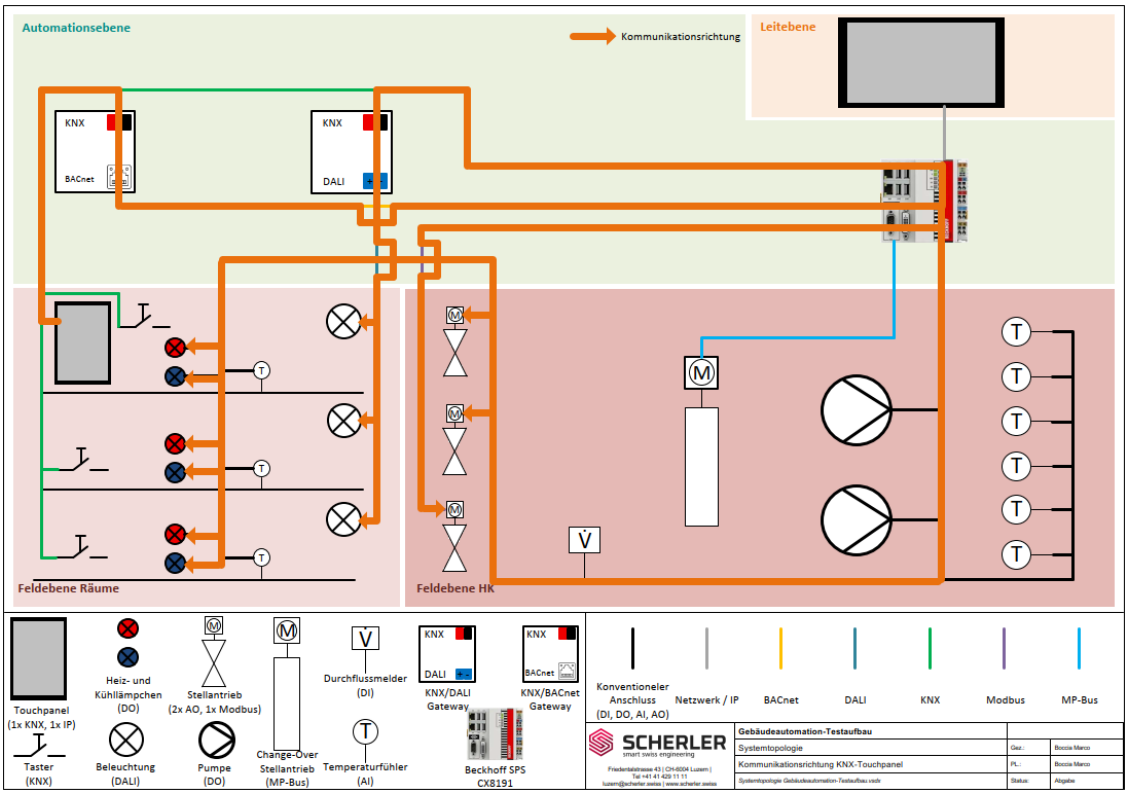


Abbildung 5: Kommunikationsweg KNX-Touchpanel

2.4 KNX-Taster

Die KNX-Taster dienen der lokalen Lichtbedienung. Ein Tasterbefehl wird auf KNX übertragen, von der SPS verarbeitet und anschliessend wieder über KNX an das KNX/DALI-Gateway ausgegeben. Dadurch bleibt die SPS in den Datenweg eingebunden und die Schnittstellenkette kann am Demonstrationsaufbau nachvollzogen werden.

- Beleuchtung ein- und ausschalten.
- Beleuchtung dimmen.
- Statusänderungen mit den übrigen Bedienebenen synchronisieren.

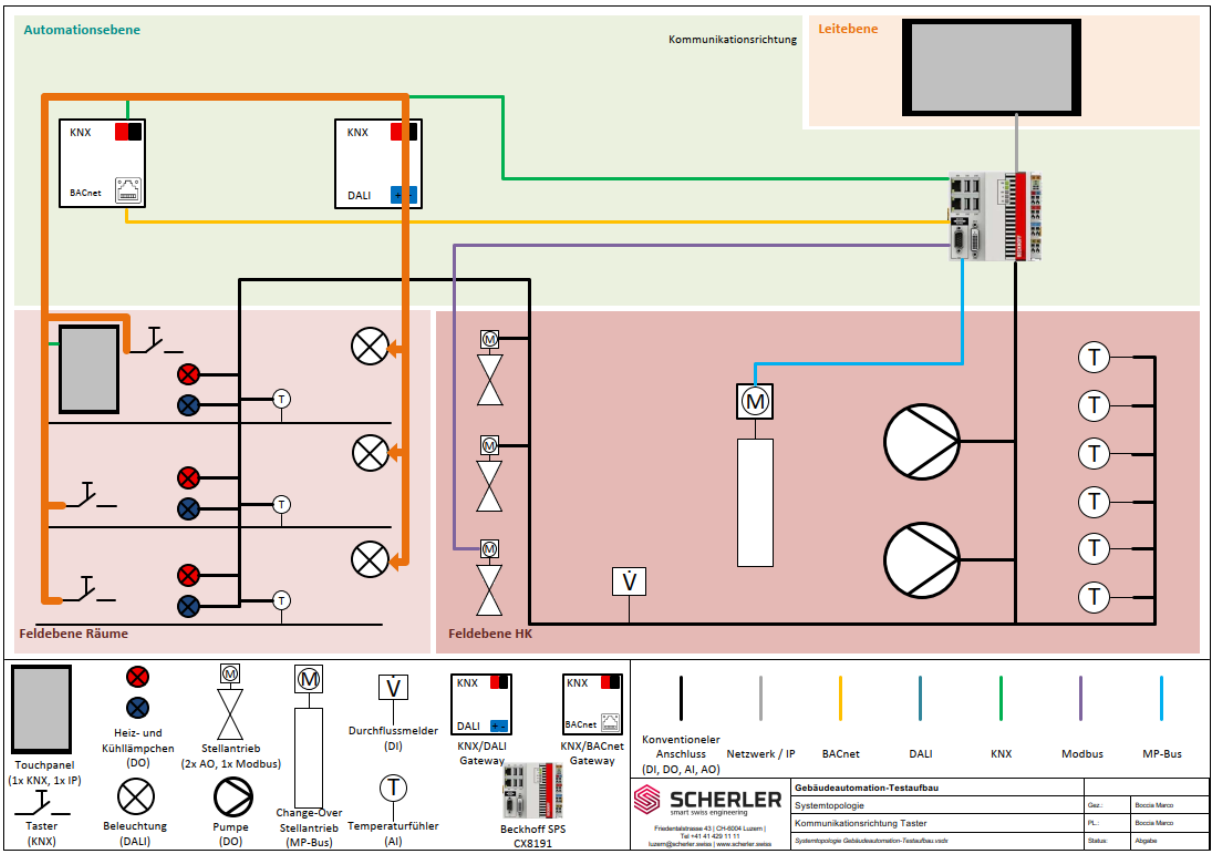


Abbildung 6: Kommunikationsweg der KNX-Taster

2.5 Globale WebVisu-Priorität

Das übergeordnete WebVisu-Touchpanel besitzt die höchste Bedienpriorität. Sobald über die WebVisu ein Bedienbefehl oder ein Sollwert bestätigt wird, wechselt der Testaufbau global in den Zustand HAND.

Im Zustand HAND werden Bedienbefehle vom KNX-Touchpanel und von den KNX-Tastern gesperrt. Status- und Rückmeldedaten dürfen weiterhin angezeigt werden. Die zuletzt gültigen Werte der normalen KNX-Bedienebene werden dabei nicht gelöscht.

2.6 Funktion «Alles Auto»

Mit «Alles Auto» werden die über die WebVisu gesetzten Handbefehle, Simulationen, temporären übersteuerungen und die Alarmüberbrückung zurückgenommen. Anschliessend werden KNX-Touchpanel und KNX-Taster wieder zur Bedienung freigegeben.

Die Funktion setzt keine festen Standardwerte. Nach der Rückgabe werden wieder die zuletzt gültigen Werte der normalen Bedienebene wirksam. Der Begriff «Auto» beschreibt hier die Rückgabe der Bedienhoheit und nicht eine automatische Raumtemperaturregelung.

3. Kommunikation und Automationssystem

3.1 Zentrale Steuerung K-Bus

Die Beckhoff CX8191 bildet die zentrale Verknüpfung des Testaufbaus. Sie verarbeitet Bedienbefehle, Statusinformationen und Handvorgaben und stellt die WebVisualisierung bereit. Die verschiedenen Kommunikationssysteme werden über entsprechende Beckhoff-Klemmen und Gateways angebunden. Die innere Kommunikation erfolgt mittels K-Bus.

3.2 KNX und DALI

KNX wird für die lokalen Taster, das KNX-Touchpanel und die Verbindung zur Beleuchtung eingesetzt. Die SPS-Anbindung erfolgt über die Beckhoff KL6301. Die DALI-Leuchten werden über ein KNX/DALI-Gateway angesteuert. Dadurch können Schalt- und Dimmwerte aus der SPS auf DALI umgesetzt und Rückmeldungen wieder zur Steuerung geführt werden.

3.3 BACnet/IP

Das KNX/BACnet-Gateway setzt ausgewählte KNX-Datenpunkte des KNX-Touchpanels in BACnet-Objekte um. Die Kommunikation mit der Beckhoff CX8191 erfolgt über BACnet/IP. Damit können insbesondere die raumbezogenen Betriebsmodi und Statuswerte zwischen KNX-Touchpanel und SPS ausgetauscht werden.

3.4 MP-Bus

Der Change-over-Antrieb Belimo LR24A-MP ist über die Beckhoff KL6771 am MP-Bus angebunden. Die SPS kann eine Sollposition vorgeben und die aktuelle Position des Antriebs zurücklesen. Im Demonstrationsbetrieb wird der Antrieb entweder aus der gewählten Heiz-/Kühlrichtung oder direkt über die WebVisu angesteuert.

3.5 Modbus RTU

Der Stellantrieb von Raum 3 ist über Modbus RTU an die Beckhoff KL6041 angebunden. Der Stellwert wird von der SPS übertragen. Die Modbus-Kommunikation dient im Demonstrationsaufbau vor allem dazu, die Ansteuerung eines seriell angebundenen Feldgeräts zu zeigen.

3.6 Konventionelle Ein- und Ausgänge

Neben den Bussystemen werden konventionelle digitale und analoge Ein- und Ausgänge verwendet. Dazu gehören unter anderem der Durchflussmelder, Pumpen, Betriebslämpchen, PT1000-Temperaturmessungen sowie die Stellantriebe der Räume.

3.7 Ethernet und WebVisu

Die WebVisu wird über das Ethernet-Netzwerk aufgerufen. Das übergeordnete Touchpanel kommuniziert dabei direkt mit der CX8191. Das Netzwerk ist vom BACnet/IP getrennt.

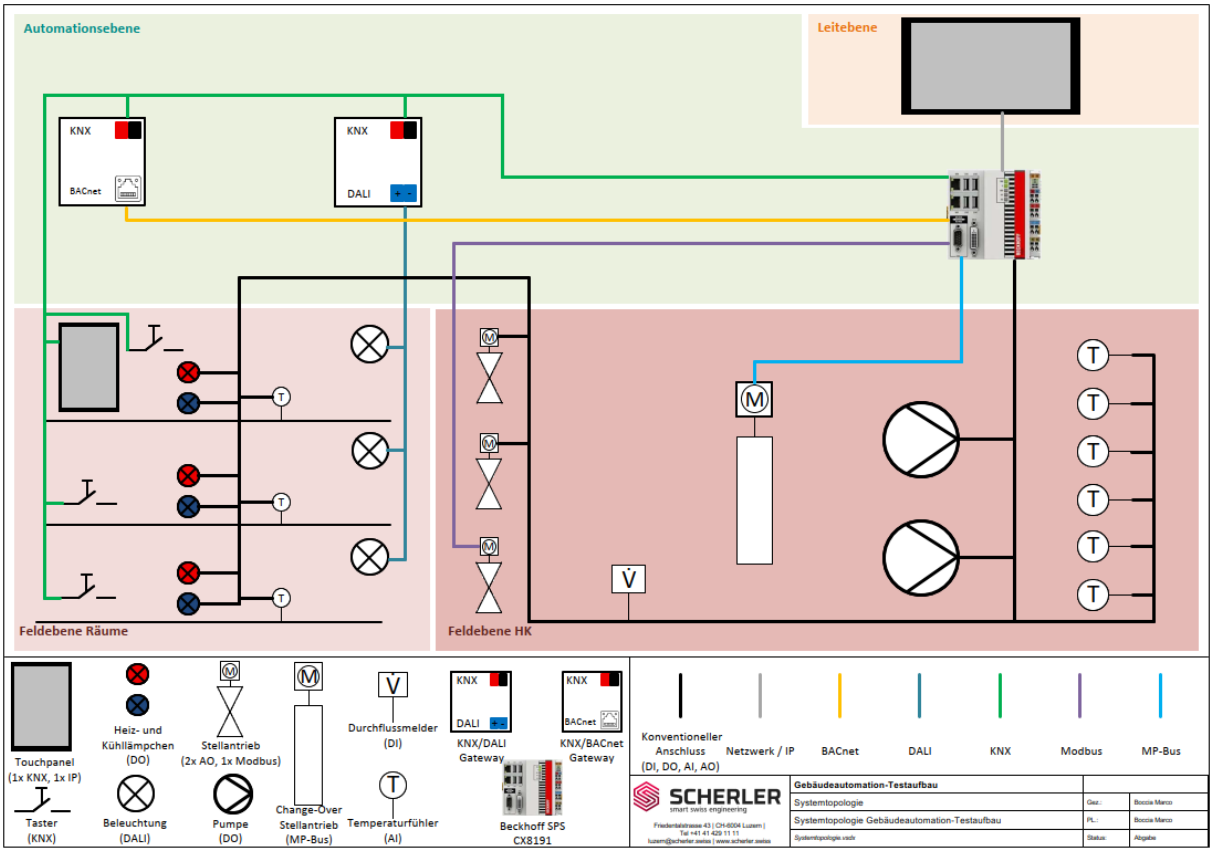


Abbildung 7: Systemtopologie, Verbindung der verschiedenen Kommunikationsprotokollen

4. Beleuchtungssteuerung

4.1 Funktionsbeschrieb

Jeder der drei Demonstrationsräume verfügt über eine separat bedienbare DALI-Beleuchtung. Die Beleuchtung kann über den jeweiligen KNX-Taster, das KNX-Touchpanel oder das übergeordnete WebVisu-Touchpanel bedient werden.

Schalt- und Dimmwerte werden in der SPS zusammengeführt und über KNX an das KNX/DALI-Gateway ausgegeben. Dadurch wird unabhängig von der verwendeten Bedienebene dieselbe Leuchte angesteuert.

4.2 Schalten und Dimmen

- < 10 % entspricht ausgeschalteter Beleuchtung.
- Dimmwerte werden im Bereich 0 bis 100 % verarbeitet.
- Bei der WebVisu wird ein kleiner Dimmwert unterhalb des vorgesehenen Mindestwerts als AUS behandelt, damit ein eindeutig ausgeschalteter Zustand dargestellt wird.

Die aktuelle Lichtvorgabe wird zwischen den Bedienebenen synchronisiert, soweit die jeweils aktive Bedienpriorität dies zulässt.

5. Raumfunktionen Raum 1 bis 3

5.1 Allgemeines

Die drei Räume besitzen denselben vereinfachten Funktionsumfang. Pro Raum stehen eine Beleuchtung, eine Raumtemperaturanzeige, eine rote und blaue Betriebsanzeige sowie ein Ventilstellantrieb zur Verfügung.

Die Raumtemperatur wird im finalen Demonstrationsbetrieb nicht geregelt. Der gewählte Raumbetriebsmodus wird stattdessen als direkter Demonstrationsbefehl verwendet.

5.2 Raumbetriebsmodi

Für jeden Raum stehen die vier Betriebsmodi AUTO, HEIZEN, KÜHLEN und AUS zur Verfügung. Die zugehörigen Kommunikationswerte sind 0 = AUTO, 1 = HEIZEN, 3 = KÜHLEN und 6 = AUS.

- AUTO: Keine automatische Temperaturregelung aktiv. Im vereinfachten Demonstrationsbetrieb besteht keine direkte Heiz- oder Kühlanforderung; Raumventil und Heiz-/Kühlanzeigen bleiben neutral.
- HEIZEN: Der Raum gibt direkt einen Heizwunsch vor. Die rote Betriebsanzeige wird aktiviert und der Raumventil-Sollwert wird für die Demonstration auf 100 % gesetzt.
- KÜHLEN: Der Raum gibt direkt einen Kühlwunsch vor. Die blaue Betriebsanzeige wird aktiviert und der Raumventil-Sollwert wird für die Demonstration auf 100 % gesetzt.
- AUS: Keine Heiz- oder Kühlanforderung. Der Raumventil-Sollwert wird auf 0 % gesetzt und beide Betriebsanzeigen sind aus.

Diese Funktion dient dem Nachweis der durchgängigen Bedien- und Ansteuerungskette. Sie stellt keine geregelte Einzelraumregelung dar.

5.3 Raumventile

Die Raumventile von Raum 1 und Raum 2 werden über 0–10 V angesteuert. Raum 3 verwendet den über Modbus RTU angebundenen TA-Slider. Im normalen Demonstrationsbetrieb folgt der Ventilstellwert dem gewählten Raumbetriebsmodus.

Über die WebVisu können die Raumventile zusätzlich direkt im Handbetrieb vorgegeben werden. Damit kann die Funktion der analogen Ansteuerung unabhängig von einem Raumbetriebsmodus geprüft werden.

5.4 Betriebsanzeigen

Pro Raum dienen eine rote und eine blaue Anzeige zur Darstellung des gewählten Heiz- bzw. Kühlzustands. Im neutralen Zustand sind beide Anzeigen aus.

- Rot EIN: Raumbetriebsmodus HEIZEN ist ausgewählt.
- Blau EIN: Raumbetriebsmodus KÜHLEN ist ausgewählt.
- Rot und Blau AUS: AUTO oder AUS beziehungsweise neutraler Zustand.

5.5 Raumtemperaturen

Die drei Raumtemperaturen werden über PT1000-Fühler erfasst und können auf der Visualisierung angezeigt werden. Die Messwerte dienen im finalen Demonstrationsbetrieb ausschliesslich der Anzeige und Diagnose und beeinflussen die Raumventile nicht automatisch.

6. Heiz-/Kühlkomponenten

6.1 Funktionsbeschrieb

Der hydraulische Teil des Demonstrationsaufbaus besteht aus Heiztank, Kühltank, Heizpumpe, Kühlpumpe, Change-over-Antrieb, Fussbodenheizverteiler, drei Stellantrieben und einem gemeinsamen Durchflussmelder.

Die Heiz-/Kühlkomponenten werden nicht durch eine automatische Temperaturregelung geführt. Die Richtung der gemeinsamen Heiz-/Kühlgruppe wird im vereinfachten Demonstrationsbetrieb aus den direkt gewählten Raumbetriebsmodi gebildet oder durch Handbefehle der WebVisu vorgegeben.

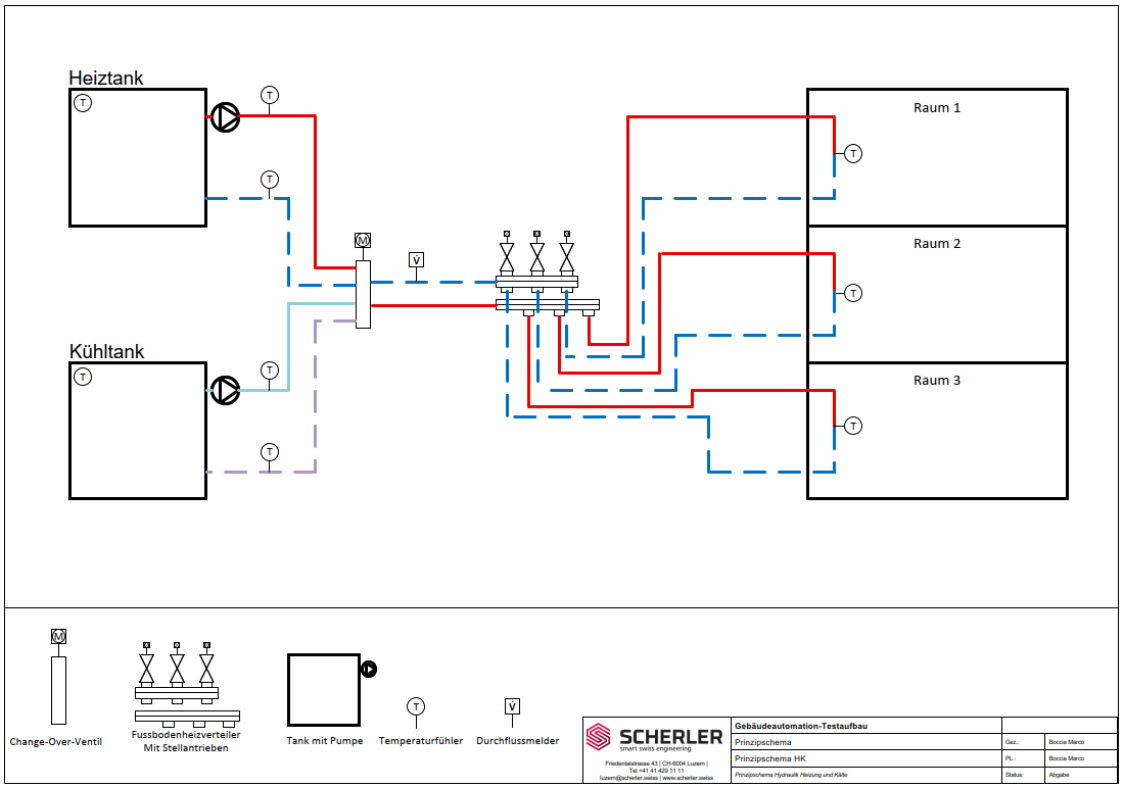


Abbildung 8: Prinzipschema Hydraulik

6.2 Bildung der Heiz-/Kühlrichtung

Die SPS zählt die direkt gewählten Raumwünsche HEIZEN und KÜHLEN. Die Richtung mit der höheren Anzahl bestimmt die gemeinsame Heiz-/Kühlrichtung.

- Mehr Heizwünsche als Kühlwünsche: Heizrichtung.
- Mehr Kühlwünsche als Heizwünsche: Kühlrichtung.
- Gleich viele Heiz- und Kühlwünsche oder keine gültige Anforderung: neutraler Zustand; keine Gruppenpumpe wird automatisch eingeschaltet.

Im neutralen Zustand bleiben beide Pumpen aus. Der Change-over-Antrieb muss nicht in eine besondere Neutralposition fahren und darf seine zuletzt angefahrene Position halten.

6.3 Heiz- und Kühlpumpen

Im aus den Raumwünschen abgeleiteten Demonstrationsbetrieb wird die zur gewählten Richtung gehörende Pumpe angesteuert. Die Pumpen können zusätzlich über die WebVisu direkt im Handbetrieb bedient werden, auch wenn keine Raumanforderung aktiv ist.

Eine laufende Pumpe wird durch den gemeinsamen Durchflussmelder überwacht. Die zugehörige Alarmfunktion ist im Kapitel «Durchflussüberwachung und Alarm» beschrieben.

6.4 Change-over-Antrieb

Der Change-over-Antrieb stellt den gemeinsamen hydraulischen Pfad auf Heiz- oder Kühlrichtung. Die Ansteuerung erfolgt über MP-Bus. Im normalen Demonstrationsbetrieb folgt die Sollposition der aus den Raumwünschen gebildeten Richtung.

Über die WebVisu kann der Change-over-Antrieb direkt im Handbetrieb vorgegeben werden. Damit kann die MP-Bus-Kommunikation und die Stellbewegung unabhängig vom übrigen Demonstrationsablauf geprüft werden.

6.5 Hydraulische Temperaturen

Die Temperaturwerte von Heiztank, Heiz-Vorlauf, Heiz-Rücklauf, Kühltank, Kühl-Vorlauf und Kühl-Rücklauf werden über PT1000-Fühler erfasst und auf der WebVisu angezeigt. Sie dienen ausschliesslich der Anzeige und sind keine Freigabebedingung für Pumpen, Change-over oder Raumventile.

7. Durchflussüberwachung und Alarm

7.1 Durchflussüberwachung

Im gemeinsamen Rücklauf befindet sich ein Durchflussmelder. Sobald eine Pumpe eingeschaltet wird, beginnt eine Überwachungszeit von 5 Sekunden. Innerhalb dieser Zeit muss ein Durchflusssignal erkannt werden.

Ist nach Ablauf der 5 Sekunden kein Durchfluss vorhanden, wird ein gespeicherter Durchflussalarm ausgelöst und die betroffene Pumpenansteuerung abgeschaltet. Der Alarm wird auf der WebVisu angezeigt.

7.2 Quittierung

Die Quittierung erfolgt über die WebVisu. Mit der Quittierung wird der gespeicherte Alarm zurückgesetzt und ein neuer Startversuch ermöglicht. Eine Quittierung bestätigt somit nicht, dass die physische Ursache bereits behoben ist.

Bleibt ein Pumpenbefehl weiterhin aktiv, darf die Pumpe nach der Quittierung erneut starten. Die 5-Sekunden-Überwachung beginnt von vorne. Wird erneut kein Durchfluss erkannt, wird der Alarm erneut ausgelöst.

7.3 Alarmüberbrückung

Für Demonstrationszwecke steht auf der WebVisu eine Alarmüberbrückung zur Verfügung. Bei aktiver Überbrückung darf ein fehlender Durchfluss weiterhin angezeigt werden, die automatische Zwangsabschaltung der Pumpe durch den Durchflussalarm wird jedoch unterdrückt.

Die Alarmüberbrückung gilt als Handeingriff der übergeordneten WebVisu und wird mit «Alles Auto» zurückgesetzt.

8. Zusammenfassung des Demonstrationsbetriebs

8.1 Normalbetrieb über KNX

Ohne aktive WebVisu-Handübernahme erfolgt die Bedienung über KNX-Taster und KNX-Touchpanel. Die Taster bedienen die Beleuchtung. Das KNX-Touchpanel bedient Beleuchtung und Raumbetriebsmodi. Die Befehle werden über die vorgesehenen Kommunikationswege zur CX8191 geführt und die zugehörigen Geräte angesteuert.

8.2 Handbetrieb über WebVisu

Eine Bedienung auf der WebVisu aktiviert die globale Handpriorität. In diesem Zustand können Pumpen, Change-over-Antrieb, Raumventile, Beleuchtung und Raumbetriebsmodi zentral bedient werden. KNX-Bedienbefehle werden währenddessen gesperrt.

8.3 Rückgabe mit «Alles Auto»

Mit «Alles Auto» werden die WebVisu-Handvorgaben und die Alarmüberbrückung aufgehoben. Die normale KNX-Bedienebene wird wieder freigegeben. Zuvor gültige KNX-Werte bleiben erhalten und werden nicht durch feste Standardwerte überschrieben.

8.4 Abgrenzung zur Regelung

Der Gebäudeautomation-Testaufbau demonstriert im finalen Stand die Bedienung, Kommunikation, Ansteuerung und Rückmeldung der eingesetzten Geräte. Eine automatische Raumtemperaturregelung mit Hysterese, Proportionalband, temperaturabhängiger Heiz-/Kühlanforderung und vollständiger hydraulischer Regelungssequenz ist ausdrücklich nicht Bestandteil dieses Funktionsbeschriebs.