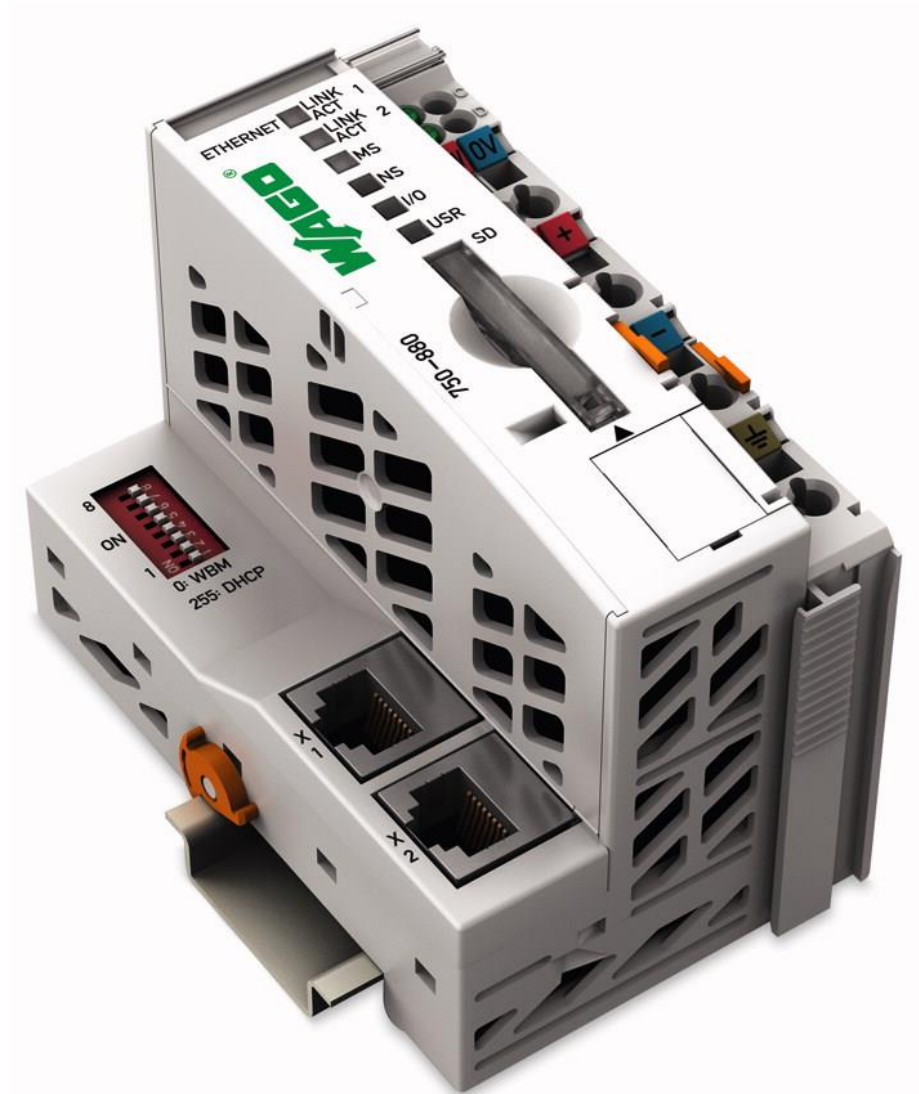


# Labor


## Grundlagen der Gebäudeautomation



BILDQUELLE: WAGO KONTAKTTECHNIK GMBH & CO. KG

## Versuch 1

### *Programmierung mit Kontaktplan (KOP) und Funktionsplan (FUP)*

 <p>h_da HOCHSCHULE DARMSTADT UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES fbet FACHBEREICH ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIONSTECHNIK</p>	<p><b>Labor</b> Grundlagen der Gebäudeautomation (GGA) <b>Versuch 1</b></p>	<p>Autor <b>Prof. Dr. Sven Rogalski</b></p>
---	---	---

## Lernziele

Die Studierenden sollen die grundsätzliche Konfiguration eines WAGO Feldbuscontroller sowie der mit diesem verbundenen Busklemmen aus dem WAGO-I/O-System 750 kennenlernen. Darauf aufbauend werden Ihnen die Grundlagen der CoDeSys-Programmierung unter Verwendung genereller Programmbefehle in den beiden IEC-Sprachen FUP und KOP vermittelt. Die hierbei erstellten Programme mit Bezug auf die Gebäudeautomation werden auf bereitgestellten Laborgeräten zur Ausführung gebracht, um den Studenten die Programmfunktionalität beispielhaft zu veranschaulichen.

## Allgemeine Hinweise

- Arbeiten Sie die Aufgaben dieses Versuchs vollständig durch und lösen Sie diese bereits zuhause!
- Die in den Aufgaben zu erstellenden Schaltlogiken/SPS-Programme sind handschriftlich auf dem Papier vorzubereiten und werden nach Eingabe in den jeweiligen CoDeSys-Editor mit den Laborgeräten getestet! Dokumentieren Sie Ihre Lösungen individuell, d.h. **jedes Gruppenmitglied hat eine Lösung!**
- Jede der Aufgaben ist in einem neuen CoDeSys-Projekt zu bearbeiten.
- Bevor Sie mit einer neuen Aufgabe beginnen, lassen Sie die Programmfunktionalität der vorangegangenen durch das Laborpersonal abnehmen, um Folgefehler zu vermeiden!
- Sämtliche Ergebnisse Ihrer Arbeit sind in einem von Ihnen anzufertigenden Laborbericht zu dokumentieren! Dafür steht Ihnen im Labor auch ein Drucker zur Verfügung, über den Sie Ihre in CoDeSys erstellten Schaltlogiken ausdrucken und danach handschriftlich kommentieren können.
- Der **Laborbericht** wird bewertet und berücksichtigt neben den dokumentierten Ergebnissen auch die Qualität der Versuchsvorbereitung und Versuchsdurchführung!

**Achtung: Eine fehlende oder mangelhafte Vorbereitung Ihrerseits führt unweigerlich zum Ausschluss von diesem Laborversuch!**

## Aufgabe 1: Programmieraufgabe zum Kennenlernen des LN-Schulungsboards

In dieser Aufgabe müssen Sie als Einführung in die SPS-Programmierung den in Abbildung 1 dargestellten Logikplan in CoDeSys einmal als Kontaktplan (KOP) und einmal als Funktionsplan (FUP) umsetzen.

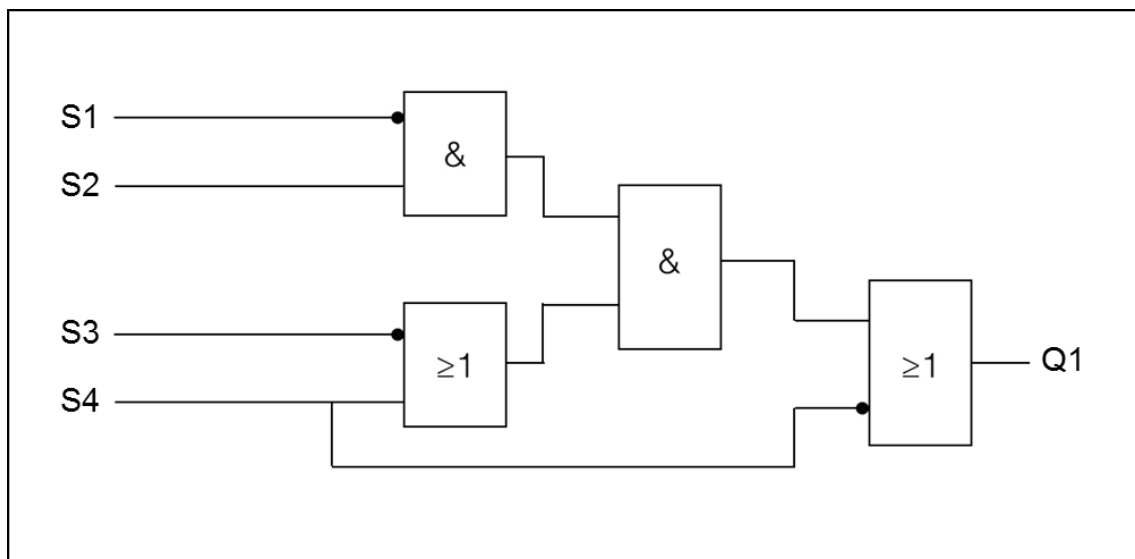



Abbildung 1: Logikplan in Funktionsbausteinsprache (FBS)

Um die Schaltlogik testen zu können, sind die Kippschalter auf Ihrem LN-Schulungsboard als Eingangssignale zu nutzen, wohingegen die LED-Anzeige für die Darstellung des Ausgangssignals zu verwenden ist. Legen Sie hierzu die in Tabelle 1 aufgeführten Systemvariablen in der Hardwarekonfiguration fest, um diese anschließend in Ihrem Programm benutzen zu können.

Name der Systemvariablen	LN-Schulungsboard
S1	Schalter S1
S2	Schalter S2
S3	Schalter S3
S4	Schalter S4
Q1	Ausgang O1

Tabelle 1: Zuordnung der Variablen zu den Ein-/Ausgängen auf dem LN-Schulungsboard

 <p>h_da HOCHSCHULE DARMSTADT UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES fbeit FACHBEREICH ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIONSTECHNIK</p>	<p style="text-align: center;"><b>Labor</b> Grundlagen der Gebäudeautomation (GGA) <b>Versuch 1</b></p>	<p style="text-align: center;">Autor <b>Prof. Dr. Sven Rogalski</b></p>
--	---	---

- a) Starten Sie CoDeSys und bestimmen Sie als Controller den von Ihrem LN-Schulungsboard (Controller-Typ: **750-880\_-750-880-040**).
- b) Legen Sie einen neuen Programm-Baustein „PLC\_PRG“ in der Programmiersprache FUP an.
- c) Öffnen Sie das Menü „**Online**“ in der Menüleiste Ihres CoDeSys-Programmfensters, wählen Sie dort den Menüpunkt „**Kommunikationsparameter**“ und tragen Sie im sich öffnenden gleichnamigen Dialog-Fenster die IP-Adresse Ihres Controllers ein:  
**70.70.10.xx** (vollständige IP-Adresse des Controllers steht auf dem LN-Schulungsboard).
- d) Lesen Sie in CoDeSys die Hardware-Konfiguration Ihres LN-Schulungsboards aus (vgl. Punkt 2 im Dokument „Laboreinführung“) und legen Sie dort die Systemvariablen gemäß Tabelle 1 fest.
- e) Speichern Sie Ihr Projekt unter dem Namen "**Aufgabe1\_FUP**" und setzen Sie die in Abbildung 1 dargestellte Logik in Ihrem Programm-Baustein als FUP um!
- f) Laden Sie Ihr Programm auf Ihr LN-Schulungsboard und testen Sie dieses!
- g) Speichern Sie Ihr Projekt unter dem Namen "**Aufgabe1\_KOP**", löschen Sie den bestehenden Programm-Baustein „PLC\_PRG“ und legen Sie einen neuen Programm-Baustein „PLC\_PRG“ in der Programmiersprache KOP an!
- h) Setzen Sie die in Abbildung 1 dargestellte Logik in Ihrem Programm-Baustein als KOP um, laden Sie Ihr Programm auf Ihr LN-Schulungsboard und testen Sie dieses anhand Ihrer bereits **zu Hause erstellten Wertetabelle!**
- i) Zeigen Sie Ihre in FUP und KOP umgesetzten Programme Ihrem Dozenten!
- j) Dokumentieren Sie Ihre Ergebnisse zu dieser Aufgabe im Laborbericht!

## Aufgabe 2: Ansteuerung der Kühlmittelpumpe und des Lüftermotors in einem Klimagerät

Die Kühlmittelpumpe (K22) eines Klimagerätes darf sich nur dann einschalten lassen, wenn der Lüftermotor (K12) bereits angeschaltet ist. Der Lüfter soll dagegen jederzeit an- und ausschaltbar sein. Das Ausschalten des Lüftermotors muss unmittelbar auch das Abschalten der Kühlmittelpumpe bewirken, sofern diese in Betrieb ist. Die folgende Abbildung zeigt den Stromlaufplan der Steuerung.

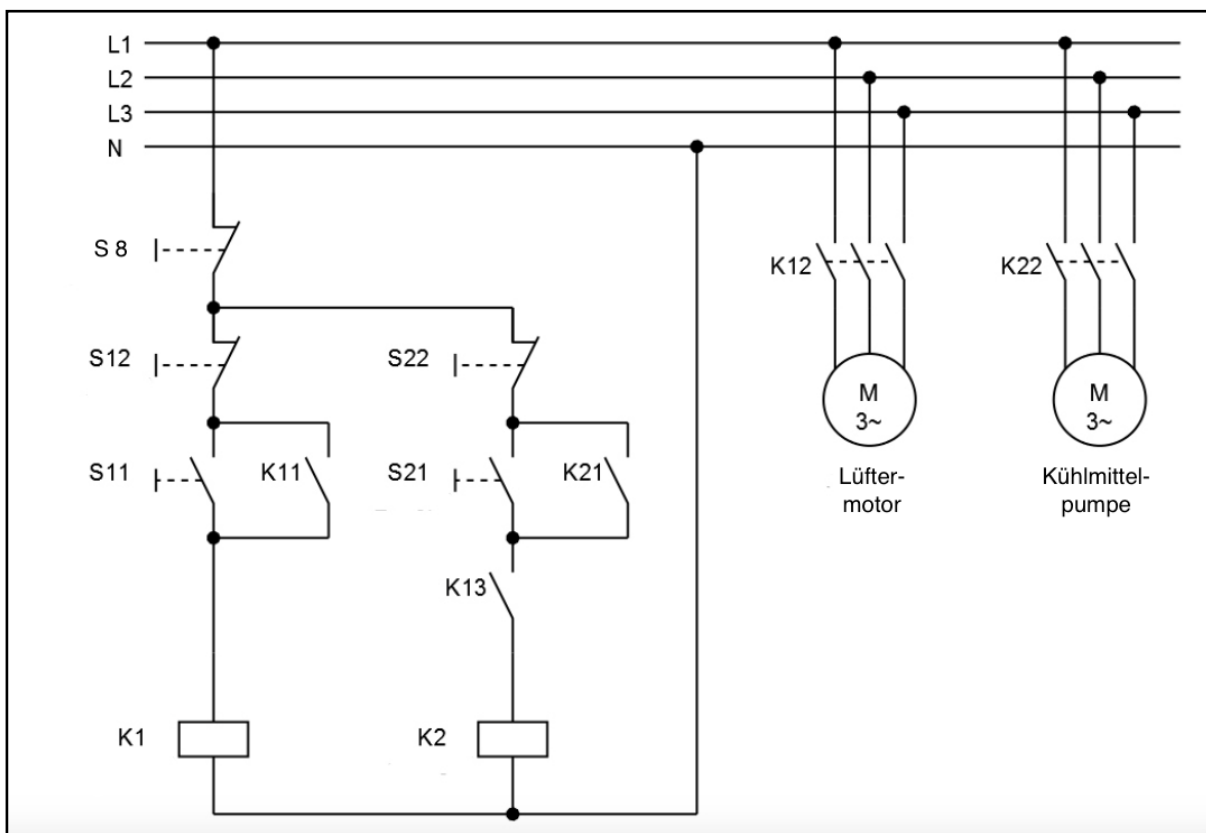


Abbildung 2: Stromlaufplan zur Ansteuerung der Kühlmittelpumpe und des Lüftermotors vom Klimagerät

Die Ansteuerung des Klimagerätes soll exemplarisch am LLT-Experimentiermodell simuliert werden. Dazu listet nachstehende Tabelle die Komponenten des LLT-Experimentiermodells mit dem Verweis darauf auf, welche Elemente im Klimagerät sie repräsentieren:

LLT-Komponente	Element des Klimageräts
Lüfter	Lüftermotor
Lampe	Kühlmittelpumpe

Tabelle 2: Bedeutung der Komponenten des LLT-Experimentiermodells

Definieren Sie die in Tabelle 3 aufgeführten Systemvariablen in Ihrer Hardwarekonfiguration, um diese anschließend in Ihrem Programm verwenden zu können.

Name der Systemvariablen	Belegung am LN-Schulungsboard	Element des Klimageräts
S11	Schalter S5	Taster Lüftermotor Ein
S12	Schalter S3	Taster Lüftermotor Aus
S21	Schalter S4	Taster Kühlmittelpumpe Ein
S22	Schalter S2	Taster Kühlmittelpumpe Aus
S8	Schalter S1	Taster Anlage Aus
K1	Ausgang O1	Ansteuerung Schütz Lüftermotor
K2	Ausgang O2	Ansteuerung Schütz Kühlmittelpumpe

*Tabelle 3: Zuordnung der Variablen zu den Ein-/Ausgängen auf dem LN-Schulungsboard*

**Hinweis:** K11, K12 und K13 sind Kontakte des Relais K1. K21 und K22 sind Kontakte des Relais K2. Die Kontakte müssen Sie nicht deklarieren, stattdessen verwenden Sie intern nur die Werte von K1 und K2.

- Legen Sie ein neues Projekt namens „**Klimageraet\_FUP**“ an und setzen Sie die in Abbildung 2 dargestellte Logik in der Programmiersprache FUP um. Beachten Sie hierbei die in Tabelle 3 vorgegebenen Hardware-Belegungen.
- Verbinden Sie danach das LLT-Experimentiermodell richtig mit dem LN-Schulungsboard, laden Sie Ihr Programm auf Ihren Wago-Controller und testen Sie die Funktionalität.
- Speichern Sie Ihr Projekt unter dem Namen „**Klimageraet\_KOP**“ und setzen Sie die in Abbildung 2 dargestellte Logik in der Programmiersprache KOP um! Beachten Sie, dass Sie hierfür **keine Flipflops** benutzen dürfen, sondern lediglich setzende und rücksetzende Spulen!
- Laden Sie Ihr Programm auf Ihr LN-Schulungsboard und testen Sie dieses!
- Zeigen Sie Ihre in FUP und KOP umgesetzten Programme Ihrem Dozenten!
- Dokumentieren Sie Ihre Ergebnisse zu dieser Aufgabe im Laborbericht!

### Aufgabe 3: Ausschaltverzögerung einer Hallenbelüftung (in FUP)

Für eine Lagerhalle soll die Steuerung für eine Hallenbelüftung programmiert werden. Hierbei ist zu beachten, dass diese eine Ausschaltverzögerung hat, so dass nach dem Betätigen des AUS-Schalters, die Ventilation noch für eine bestimmte Zeit nachläuft. Das Einschalten der Belüftung soll hingegen ohne jegliche Verzögerung sofort erfolgen.

Die Logik dieser Steuerung entnehmen Sie bitte nachstehender Abbildung 3.

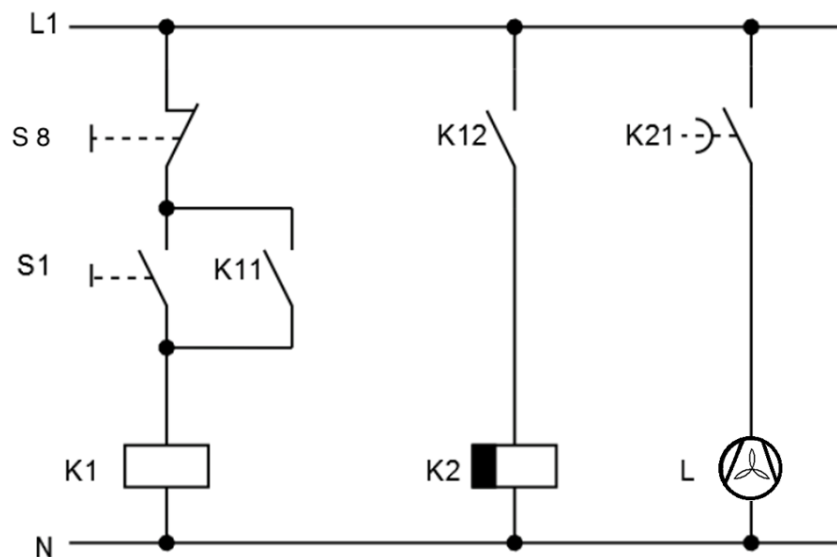



Abbildung 3: Stromlaufplan zur Steuerung einer Hallenbelüftung

Der Taster *S1* dient dem Einschalten der Hallenbelüftung und lässt nach seiner Betätigung das Relais *K1* anziehen, wodurch die beiden Kontakte *K12* und *K11* geschlossen werden. *K11* realisiert eine Selbsthaltung, welche nur durch den Schalter *S8* aufgehoben werden kann. Hat das Relais *K1* angezogen, zieht auch unmittelbar das Relais *K2* an, wodurch der Kontakt *K21* geschlossen und die Ventilation eingeschaltet wird. Durch Betätigen des Schalters *S8* (Öffner) wird die Selbsthaltung von *K1* gelöst und es fließt kein Strom mehr durch *K2*. In diesem Fall bleibt das Relais *K2* jedoch noch für die eingestellte Verzögerungszeit angezogen. Erst nach Ablauf dieser Zeit fällt das Relais ab und der Kontakt *K21* öffnet, so dass die Hallenbelüftung ausgeschaltet wird. Solange *S8* betätigt ist, kann die Belüftung in der Halle nicht erneut eingeschaltet werden.

Die Hallenbelüftung ist exemplarisch am Lüfter des *LLT-Experimentiermodells* mit einer **Ausschaltverzögerung** von **5 Sekunden** zu simulieren.

- Legen Sie ein neues Projekt namens „**Ventilation\_FUP**“ an und setzen Sie die hier beschriebene Schaltlogik in FUP um. Definieren Sie hierzu (ähnlich zur Tabelle 3) selbständig Systemvariablen, die Sie der Hardware Ihres LN-Schulungsboards zuordnen.
- Verbinden Sie danach das LLT-Experimentiermodell mit dem LN-Schulungsboard, laden Sie Ihr Programm auf Ihren Wago-Controller und testen Sie die Funktionalität.
- Zeigen Sie das Ergebnis Ihrem Dozenten!
- Dokumentieren Sie Ihre Ergebnisse zu dieser Aufgabe im Laborbericht!

 <p>h_da HOCHSCHULE DARMSTADT UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES fbeit FACHBEREICH ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIONSTECHNIK</p>	<p style="text-align: center;"><b>Labor</b> Grundlagen der Gebäudeautomation (GGA) <b>Versuch 1</b></p>	<p style="text-align: center;">Autor <b>Prof. Dr. Sven Rogalski</b></p>
--	---	---


## Aufgabe 4: Ausschaltverzögerung einer Treppenhausbeleuchtung (in KOP)

Für eine Treppenhausbeleuchtung in einem Mehrfamilienhaus soll eine Ausschaltverzögerung programmiert werden, die sich an dem Stromlaufplan in Abbildung 3 orientiert. Allerdings soll der Schalter S8 in dieser Aufgabe durch den Kontakt K21 ersetzt werden. Das bedeutet, dass die Selbsthaltung von K11 sofort aufgehoben wird, wenn K21 geschlossen ist. Das Relais *K2* fällt auch hier erst nach Ablauf einer voreingestellten Verzögerungszeit ab, so dass der Kontakt *K21* wieder öffnet und die Treppenhausbeleuchtung ausschaltet.

Die Treppenhausbeleuchtung soll exemplarisch an der Lampe des *LLT-Experimentiermodells* mit einer **Ausschaltverzögerung** von **5 Sekunden** simuliert werden.

- a) Legen Sie ein neues Projekt namens „**Treppenhaus\_KOP**“ an und setzen Sie die hier beschriebene Schaltlogik in KOP um.
- b) Verbinden Sie danach das LLT-Experimentiermodell mit dem LN-Schulungsboard, laden Sie Ihr Programm auf Ihren Wago-Controller und testen Sie die Funktionalität.
- c) Zeigen Sie das Ergebnis Ihrem Dozenten!
- d) Dokumentieren Sie Ihre Ergebnisse zu dieser Aufgabe im Laborbericht!




 <p>h_da HOCHSCHULE DARMSTADT UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES fbeit FACHBEREICH ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIONSTECHNIK</p>	<p style="text-align: center;"><b>Labor</b> Grundlagen der Gebäudeautomation (GGA) <b>Versuch 1</b></p>	<p style="text-align: center;">Autor <b>Prof. Dr. Sven Rogalski</b></p>
--	---	---

## Aufgabe 5: Sanft-Anlauf eines Lüfters

In dieser Aufgabe ist der Sanft-Anlauf eines Lüfters zu realisieren. Sanft-Anläufe werden in der Praxis oft bei Stern-Dreieck-Schaltungen angewendet, um beim Einschaltstrom von großen Drehstrommotoren eine kurzfristig entstehende, hohe Last zu vermeiden und damit dem Ansprechen eines Leitungsschutzschalters oder einem starken Spannungseinbruch der Netzspannung entgegenzuwirken. Der Drehstrommotor wird beim Anlaufen zunächst in Sternschaltung betrieben und anschließend in Dreieckschaltung, da die Leistungsaufnahme des Motors beim Anlaufen in Sternschaltung nur 1/3 der Leistung in Dreieckschaltung ausmacht.

Der Sanft-Anlauf des Lüfters ist exemplarisch am *LLT-Experimentiermodell* zu simulieren, bei dem der Lüfter nach Betätigung eines Schalters auf dem *LN-Schulungsboard* startet. Dies repräsentiert die Sternschaltung. **5 Sekunden** später muss dann automatisch die Lampe auf dem LLT-Experimentiermodell eingeschaltet werden, durch die angezeigt werden soll, dass sich der Lüftermotor nun in Dreieckschaltung befindet und somit seine vorgesehene Drehzahl erreicht hat.

- a) Legen Sie ein neues Projekt namens „**SanftAnlauf**“ an und setzen Sie die hier beschriebene Schaltlogik in der Programmiersprache FUP oder KOP um (obliegt Ihrer Entscheidungsfreiheit!). Definieren Sie hierzu selbständig Systemvariablen, die Sie der Hardware Ihres LN-Schulungsboards zuordnen.
- b) Verbinden Sie danach das LLT-Experimentiermodell mit dem LN-Schulungsboard, laden Sie Ihr Programm auf Ihren Wago-Controller und testen Sie die Funktionalität.
- c) Zeigen Sie das Ergebnis Ihrem Dozenten!
- d) Dokumentieren Sie Ihre Ergebnisse zu dieser Aufgabe im Laborbericht!

 <p>h_da HOCHSCHULE DARMSTADT UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES fbeit FACHBEREICH ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIONSTECHNIK</p>	<p style="text-align: center;"><b>Labor</b> Grundlagen der Gebäudeautomation (GGA) <b>Versuch 1</b></p>	<p style="text-align: center;">Autor <b>Prof. Dr. Sven Rogalski</b></p>
--	---	---

## Aufgabe 6: Zähler zur Schrankensteuerung in einer Tiefgarage

In einer Tiefgarage werden mithilfe von Lichtschranken die ein- und ausfahrende Autos gezählt. Sobald sich in der Tiefgarage so viele Autos befinden, wie Parkplätze vorhanden sind, dürfen keine weiteren Autos mehr einfahren, d.h. die physische Einfahrtschranke bleibt geschlossen und eine Signalampel leuchtet rot. Erst wenn durch ein oder mehrere ausfahrende Autos wieder Parkfläche frei wird, öffnet sich die Einfahrtschranke wieder und das rote Licht der Signalampel erlischt.

Ihre Aufgabe ist es, die Schrankensteuerung exemplarisch unter Verwendung des *LLT-Experimentiermodells* und dem *LN-Schulungsboard* zu realisieren. Dabei sollen die beiden Taster *S1* und *S2* auf dem LN-Schulungsboard für die Lichtschranken stehen, die mit jeder Betätigung eine positive Flanke auslösen. Hierbei steht *S1* für die einfahrenden und *S2* für herausfahrenden Autos aus der Tiefgarage (ein Tastendruck entspricht also einem Auto). Sobald sich **5 Autos** in der Tiefgarage befinden, dürfen keine weiteren Autos mehr einfahren, d.h. die physische Schranke bleibt geschlossen. Gleichzeitig leuchtet das rote Licht der Signalampel, was durch das Anschalten der Lampe auf Ihrem LLT-Experimentiermodells signalisiert werden soll. Wird nach Erreichen der maximal zulässigen Anzahl wieder der Taster *S2* betätigt, muss sich die Lampe wieder ausschalten.

**Hinweis:** Bitte beachten Sie, dass für den Fall, wenn sich fünf Autos in Ihrer Tiefgarage befinden, Ihr programmierter Zähler nicht höher gezählt werden kann, selbst wenn der Taster *S1* erneut betätigt wird.

- Legen Sie ein neues Projekt namens „**Tiefgarage**“ an und setzen Sie die hier beschriebene Schaltlogik in einer Programmiersprache Ihrer Wahl um. Definieren Sie hierzu selbständig Systemvariablen, die Sie der Hardware Ihres LN-Schulungsboards zuordnen.
- Verbinden Sie danach das LLT-Experimentiermodell mit dem LN-Schulungsboard, laden Sie Ihr Programm auf Ihren Wago-Controller und testen Sie die Funktionalität.
- Zeigen Sie das Ergebnis Ihrem Dozenten!
- Dokumentieren Sie Ihre Ergebnisse zu dieser Aufgabe im Laborbericht!