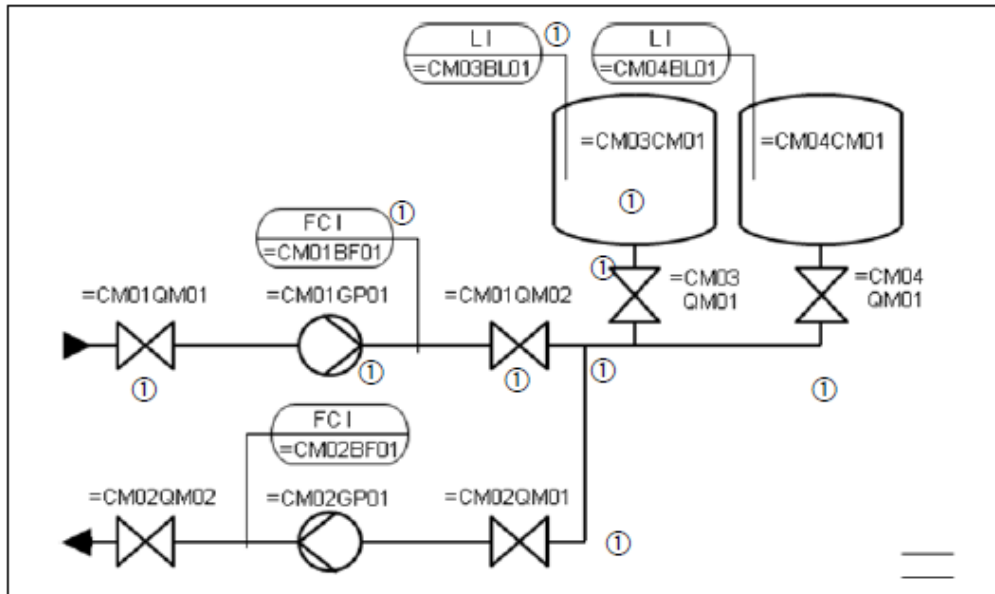


1. Anlagenfließbild mit MRS-Stellen, Kennzeichnung

17 Punkte, 15 Minuten

In einem Industriebetrieb werden zwei Tanks zur Zwischenlagerung eines flüssigen Grundstoffs benutzt (nicht explosiv). Jeder Tank ist über ein Ventil an eine Sammelleitung angeschlossen, an die ebenfalls je eine Pumpe zum Füllen und eine zum Leeren angeschlossen sind. Vor und hinter jeder Pumpe ist je ein Absperrventil. In beiden Tanks wird das Niveau gemessen (für Anzeige), hinter jeder Pumpe Durchfluss (Steuerung, Anzeige).

Skizzieren Sie ein Anlagenfließbild mit den Messungen. Kennzeichnen Sie Pumpen, Ventile, Tanks und Messungen (Referenz-Kennzeichen). Die Zwischenlagerung soll „CM“ heißen, und auch die Tanks heißen „CM“. Jede Pumpe (mit Ventilen) und jeder Tank (mit Ventil) sei eine eigene Teilanlage. Die Kennzeichnungs- Level L2 und L3 reichen aus, die „Gemeinsame Zuordnung“ entfällt.



17

Kennzeichnung:

Unterteilung in Teilanl.: (2)

Messungen:

Klassifizierungen: (2)

Vollständige Kennz.: (2)

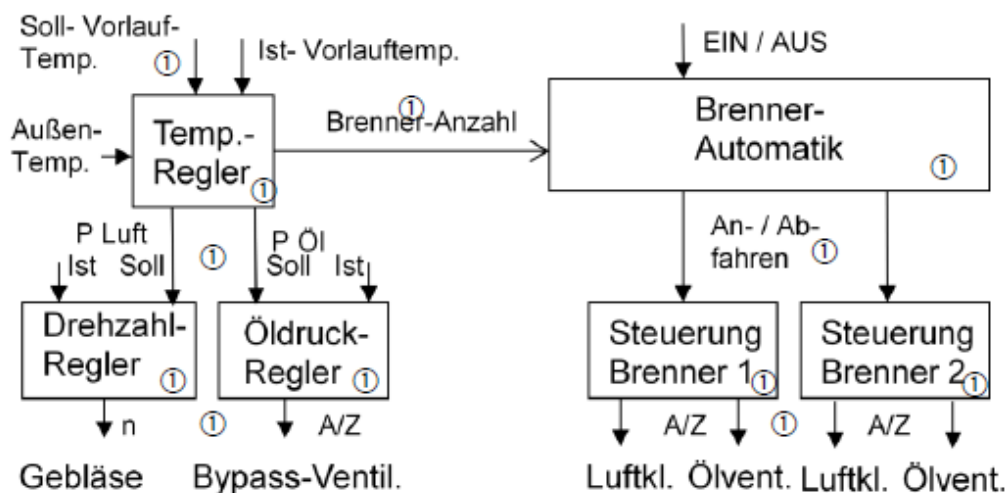
Mess-Alphabet angew.: (1)

b) Skizzieren Sie ein Strukturbild von Steuerung und Regelung, nur mit „Kästchen“, ohne Logik usw.

Die Einzelaggregate (Ventile, Klappen) brauchen nicht einzeln steuerbar sein. Lassen Sie HAND / AUTO – Umschaltungen weg. Bezeichnen Sie die Kästchen gemäß ihrer Aufgabe in Klartext, und geben Sie Befehle / Sollwerte an / zwischen den Kästchen mit Pfeilen und Text an.

Ein Regler für die Vorlauftemperatur, auf den die Außentemperatur als Störgröße wirkt, gibt die Anzahl der einzuschaltenden Brenner und die Sollwerte für Gebläsedrehzahlregelung und Bypassventil-Regelung vor.

Jeder Brenner hat eine eigene Ablaufsteuerung für das An- und Abfahren. Die Brenner sollen je nach Vorgabe des Temperaturreglers automatisch eingesetzt werden, wenn diese Automatik eingeschaltet wurde. (Bei Schwachlast soll nur ein Brenner in Betrieb sein).



12

1. R&I-Schema, Kennzeichnung

30 Punkte, 30 Minuten

In einer Industrieanlage wird für einige Vorgänge Prozessdampf in zeitlich unterschiedlicher Menge benötigt, der in einem Kessel mit zwei Öl-Brennern erzeugt wird.

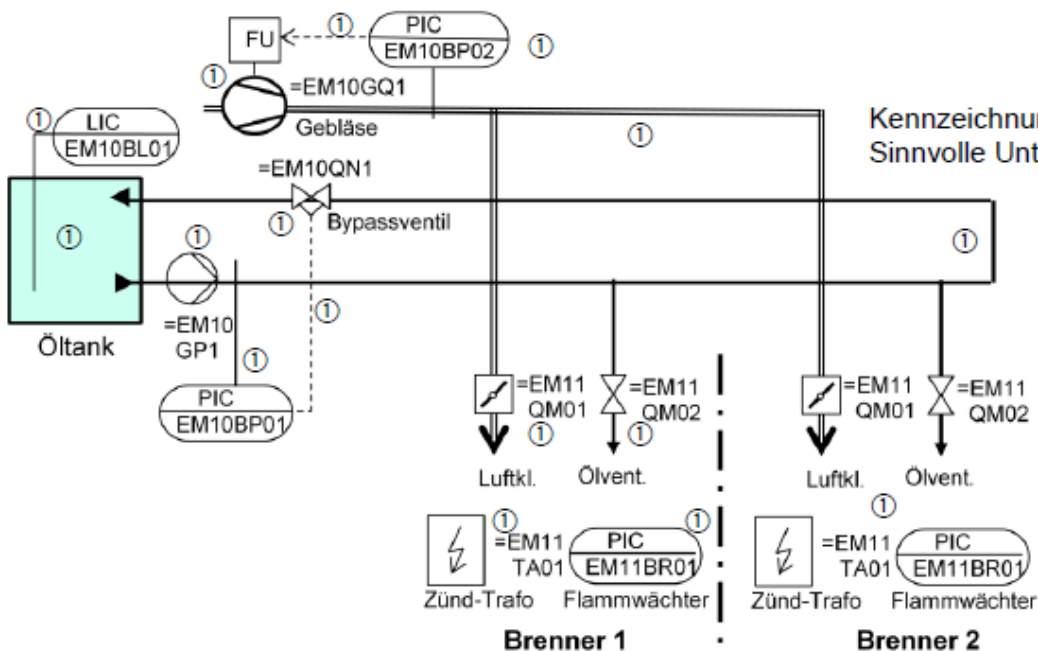
Das Öl wird durch eine Pumpe aus einem Öltank gepumpt, an ein Ölventile je Brenner (Magnetventil) geleitet und über ein Regelventil (als „Bypass“) wieder in den Behälter zurückgeleitet. Die Pumpe läuft mit gleicher Drehzahl durch, der Öldruck (und damit die Feuerleistung) wird über das Bypassventil geregelt. Dazu wird der Druck hinter der Pumpe gemessen.

Die Verbrennungsluft wird durch ein Drehzahl-geregeltes Gebläse angesaugt und über je eine Absperrklappe pro Brenner der Verbrennung zugeführt. Der Druck wird zur Luftregelung hinter dem Gebläse gemessen. Außerdem ist jedem Brenner ein Zündtransformator und ein Flammwächter zugeordnet.

Die genannten Messungen und eine zusätzl. Füllstandsmessung im Öltank werden in einer Warte angezeigt.

- a) Skizzieren Sie ein „Rohrleitungs- und Installations- Schema“ mit Behälter, Rohrleitungen, Messungen und allen Aggregaten. Deuten Sie mit gestrichelten Linien an, über welche Messung welches Stellglied geregelt wird. Kennzeichnen Sie Messungen, Gebläse / Pumpe, Ventile, und Zündtrafos mit ihren Referenzkennzeichen. Dazu genügen die Level 2 und 3. Unterscheiden Sie dabei die zentralen Teile (z.B. Gebläse) von den Brennern. Verwenden Sie „EM“ im Level 2 sowie die Kennungen für Ventile usw. in Level 3. (Zündtransformator: ...TA..., Flammwächter:BR...)

18



2. Engineering: R&I, Gliederung, Kennzeichnung

36 Punkte, Vorgabe: 35 Minuten

Ein Industriebetrieb gewinnt Wasser durch Brunnen in einem nahegelegenen Waldstück. Diese fördern in einen oberirdischen Vorratsbehälter („VB“). Von dort fördern zwei 75%- Pumpen mit jeweils nachgeschaltetem Absperrventil das Wasser über eine gemeinsame Leitung zum Betrieb. Da der Wasserbedarf stark schwankt wird der Druck auf der gemeinsamen Leitung gleich hinter den Pumpen gemessen und über ein Bypassventil konstant gehalten. Das Niveau im Vorratsbehälter und der Durchfluss jeder Pumpe werden analog gemessen.

a) **Skizzieren Sie ein R&I- Fließschema** mit Rohrleitungen, Ventilen, Pumpen, Behälter und Messungen.

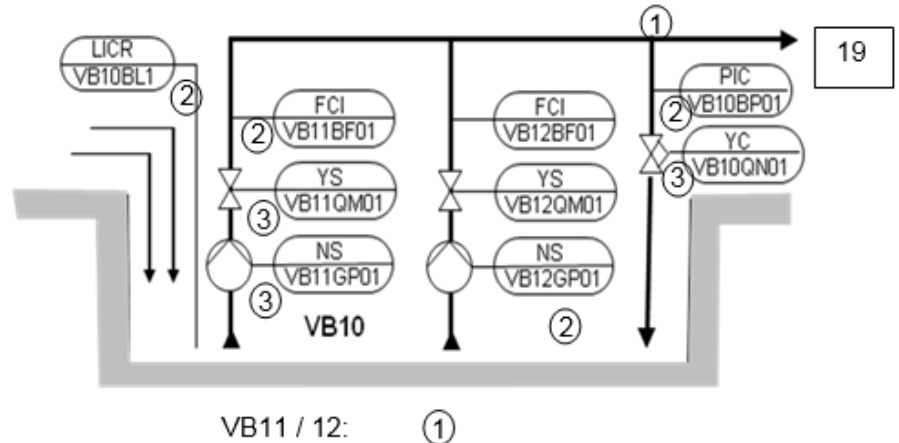
Zusatzinformationen (z.B. Grenzsignale) und Wirkungslinien zwischen Sensoren und Aktoren weglassen.

Bezeichnen Sie Ventile, Pumpen und Messungen nach Norm mit Referenzkennzeichen in zwei Ebenen.

Die erste, Projekt- spezifische Ebene sei „VBnn“. Für die nächste verwenden Sie die Buchstaben aus der Norm: für Absperrventile „QM“, Regelventile „QN“ und für Pumpen „GP“.

Kennzeichnen Sie so, dass sich duplizierbare Teile (z.B. Pumpe mit Ventil und Messung) nur in der ersten Ebene unterscheiden und so leicht dupliziert werden können.

Die Durchflussmessungen werden für Steuerung und Anzeige benötigt, das Niveau zusätzlich registriert.



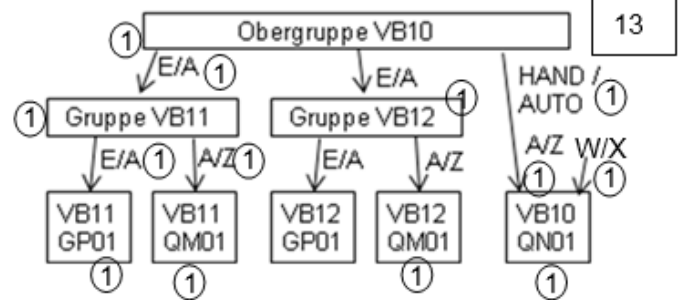
b) **Skizzieren Sie eine fein gegliederte hierarchische Steuerungsstruktur:** je ein mit dem Kennzeichen be-

zeichnetes Kästchen für jede Steuerungseinheit, und Pfeile für Befehle von übergeordneten an untergeordnete Instanzen mit Abkürzungen für die Befehlsart, z.B. „E/A“ für EIN / AUS.

Jeder Antrieb soll einzeln ansteuerbar sein (Tasten nicht darstellen), jede Pumpe soll mit ihren Absperrventilen automatisch angefahren werden können, und ebenso die gesamte Pumpen- Anlage.

Das Bypassventil benötigt einen Einzelgrößenregler mit Steuerungsfunktionen: Beim Anfahren der ganzen Pumpenanlage muss der Bypass geschlossen und der Regler auf Hand gestellt werden. Stellen Sie für den Einzelgrößenregler auch Soll- und Istwert mit Pfeilen dar.

Kennzeichnen Sie übergeordnete Instanzen nur mit der ersten Kennzeichen- Ebene und passenden Ziffern.



c) Angenommen, es läuft z.Zt. nur eine Pumpe, das Bypassventil ist fast ganz zu und der Wasserdruck sinkt.

Welche Instanz muss jetzt was tun? Welche Info braucht sie von welcher anderen?

->Die Obergruppe muss die Gruppe der anderen Pumpe starten (2) und braucht dazu die Position des Bypass-Ventils (1) und den Druck von der Druckmessung (1).

2. Engineering

26 Punkte, Vorgabe: 25 Minuten

Für einen verfahrenstechnischen Prozess wird Kühlwasser benötigt, das aus einem nahen Fluss durch zwei redundante Kühlwasserpumpen gewonnen wird. Hinter jeder Pumpe befindet sich ein steuerbares Absperrventil, dahinter wird das Wasser in einer gemeinsamen Leitung gefördert. Vor jeder Pumpe befindet sich ein nur von Hand verstellbares Absperrventil und ein Sieb mit einem Rechen zum Beseitigen von Treibholz mit gesteuertem Elektromotor.

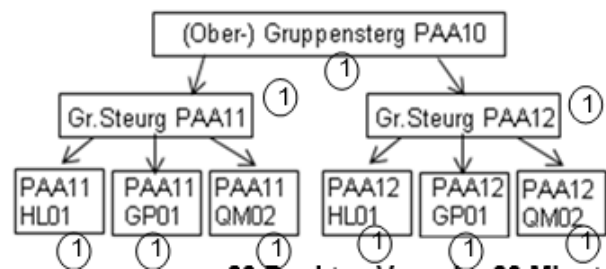
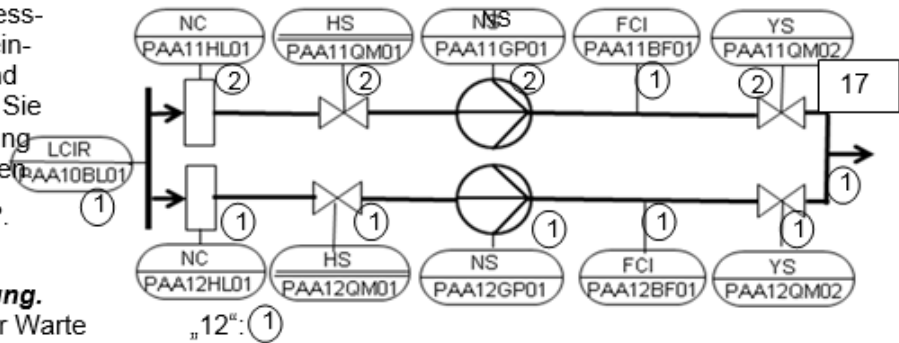
- a) **Skizzieren Sie ein Anlagen-Fließbild** mit Rohrleitungen, Armaturen, Pumpen, Rechen (als Kästchen), Messstellen. Das Fluss - Niveau wird analog gemessen, und ebenso der Durchfluss hinter jeder Pumpe. Alle Messungen werden für Steuerung und Anzeige benötigt, das Niveau soll zusätzlich registriert werden.

Kennzeichnen Sie alle Aggregate und Messungen. Das gesamte System heiße (vereinfacht nach KKS) „PAA“. Wassereintritt und Pumpen sind Abschnitt 1. Kennzeichnen Sie so, dass gleiche Teile mit nur der Änderung der Systemnummer kopiert werden können.

Rechen: HL, AbspVentil: QM, Pumpe: GP.

- b) **Skizzieren Sie ein Strukturbild einer hierarchisch fein gegliederten Steuerung.**

Alle gesteuerten Antriebe können von der Warte einzeln geschaltet werden. Jede Pumpe mit Hilfsbetrieben kann für sich (als Gruppe) automatisch an- und abgefahren werden. Im Normalbetrieb steuert eine Automatik die ganze Anordnung. Stellen Sie alle gesteuerten Einheiten durch Kästchen mit Kennzeichen dar. Tasten und Rückmeldungen nicht darstellen, nur Befehle von übergeordneten Einheiten an untergeordnete durch Pfeile.



2. Engineering: R&I, Steuerungs- Entwurf, Kennzeichnung

35 Punkte, Vorgabe: 35 Minuten

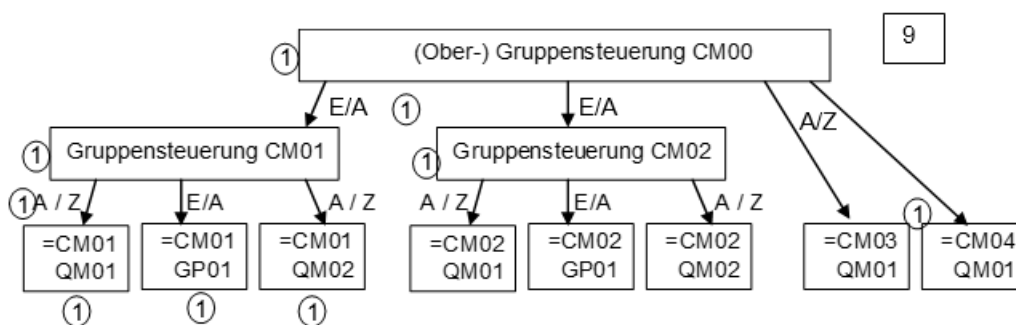
Ein Tanklager in einem Industriebetrieb hat 2 Tanks. Jeder ist über ein Absperrventil mit einer Sammelleitung verbunden, an der auch eine Pumpe zum Füllen und eine weitere zum Leeren angeschlossen sind. Vor und hinter jeder Pumpe befindet sich je ein Absperrventil. Jeder Tank hat eine Niveaumessung, hinter jeder Pumpe gibt es eine Durchflussmessung. (Anlage und Betriebsweise sind vereinfacht)

a) **Skizzieren Sie ein R&I-Fließschema** mit Rohrleitungen, Ventilen, Pumpen, Tanks und Messungen.

Bezeichnen Sie Ventile, Pumpen und Messungen nach Norm mit Referenzkennzeichen L2 und L3 so, dass sich duplizierbare Teile (z.B. Tank mit Ventil) nur in L2 unterscheiden und so leicht dupliziert werden können. Verwenden Sie als Buchstaben in L2 „CM“, in L3 für Absperrventile „QM“ und für Pumpen „GP“. Die Durchflussmessungen werden für Steuerung und Anzeige benötigt, die Niveaumessungen zur Anzeige.

LSG: Vgl. 2013 / 1

b) **Skizzieren Sie eine** fein gegliederte hierarchische **Steuerungsstruktur**: je ein mit dem Kennzeichen bezeichnetes Kästchen für jede Steuerungseinheit, Pfeile für Befehle mit Beschriftung (z.B. A/Z für AUF/ZU). Jeder Antrieb soll einzeln ansteuerbar sein (Tasten nicht darstellen), jede Pumpe soll mit ihren Absperrventilen automatisch angefahren werden können, und ebenso die gesamte Anlage. Kennzeichnen Sie übergeordnete Steuerungen nur mit dem Kennzeichen-Level L2 bzw. L2 mit Ziffern 00.

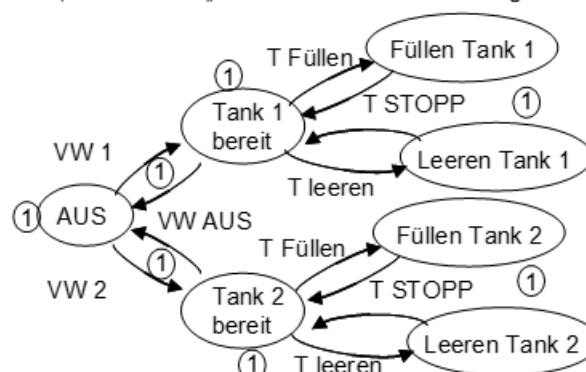


c) **Skizzieren Sie ein Zustandsdiagramm** für den automatischen Betrieb: Es darf immer nur eine Pumpe laufen und nur ein Tankventil geöffnet sein.

Zunächst muss ein Tank vorgewählt werden (von nicht darzustellenden Bedingungen abhängig, nicht gleichzeitig beide Tanks), dadurch wird das entspr. Tank-Absperrventil geöffnet. In diesem Zustand kann die Anlage eine gewisse Zeit stehen, durch Taste „Vorw. AUS“ wird das Ventil geschlossen.

Wenn ein Tankventil geöffnet ist kann über die Tasten „Füllen“ bzw. „Leeren“ gefüllt und geleert werden, bis dies durch Taste „STOPP“ beendet wird.

Stellen Sie Zustände und mögliche Wege („Kanten“) zwischen ihnen dar, geben Sie an den Kanten die Tasten an, durch die diese Wege gestartet werden.



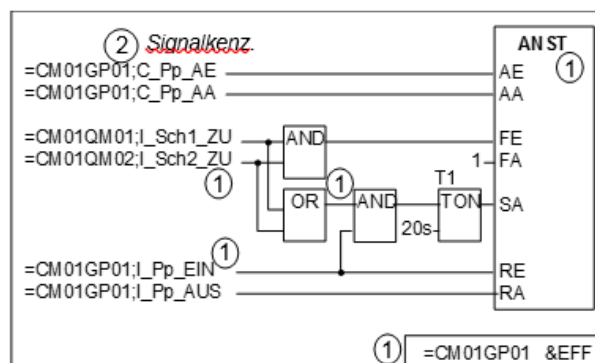
2d) **Skizzieren Sie den Funktionsplan einer Antriebssteuerung für die Füll- Pumpe.** Verwenden Sie darin einen unterstellten Funktionsbaustein „ANST“ (Antriebssteuerung) mit Eingängen für Automatikbefehle, Freigaben und Prozessrückmeldungen für jeweils EIN und AUS sowie einen für Schutz-AUS. Die Ausgänge brauchen nicht dargestellt zu werden. Bezeichnen Sie die Funktionsbaustein- Eingänge mit geeigneten Abkürzungen.

Die Pumpe darf nur eingeschaltet werden, wenn ihre beiden Absperrventile ZU sind. Sie muss per Schutz-AUS abgeschaltet werden, wenn zumindest ein Absperrventil nach dem Einschalten der Pumpe länger als 20s geschlossen bleibt.

Kennzeichnen Sie die Eingangssignale nach allg. Norm mit Referenzkennzeichen (aus a) und Signalnamen. Benutzen Sie dabei „C“ für Befehle an die Antriebssteuerung (mit nachfolgender Aggregate-Abkürzung und Eingangsabkürzung) und „I“ für Prozessrückmeldungen (mit nachfolgender Aggregate-Abkürzung und Zustand, z.B. „CM01GP01;I_Pp_EIN“).

Alternativ können Sie auch abgekürzten Klartext verwenden (-2Pkte.)

Beschriften Sie den „Zeichnungskopf“ mit Referenzkennzeichen und Dokumentenart.



2. Engineering: R&I, Steuerungs- Struktur, Kennzeichnung

23 Punkte, Vorgabe: 20 Minuten

Ein Tanklager in einem Industriebetrieb hat 2 Tanks. Jeder ist über ein Absperrventil mit einer Sammelleitung verbunden, an der auch eine Pumpe zum Füllen und eine weitere zum Leeren angeschlossen sind. Vor und hinter jeder Pumpe befindet sich je ein Absperrventil. Jeder Tank hat eine Niveaumessung, hinter jeder Pumpe gibt es eine Durchflussmessung. (Anlage und Betriebsweise sind vereinfacht)

- a) **Skizzieren Sie ein R&I- Fließschema** mit Rohrleitungen, Ventilen, Pumpen, Tanks und Messungen. **Bezeichnen Sie** Ventile, Pumpen und Messungen nach Norm mit Referenzkennzeichen L2 und L3 so, dass sich duplizierbare Teile (z.B. Tank mit Ventil) nur in L2 unterscheiden und so leicht dupliziert werden können. Verwenden Sie als Buchstaben in L2 „CM“, in L3 für Absperrventile „QM“ und für Pumpen „GP“. Die Durchflussmessungen werden für Steuerung und Anzeige benötigt, die Niveaumessungen zur Anzeige.

LSG: Vgl. 2013 / 1

- b) **Skizzieren Sie eine** fein gegliederte hierarchische **Steuerungsstruktur**: je ein mit dem Kennzeichen bezeichnetes Kästchen für jede Steuerungseinheit, Pfeile für Befehle mit Beschriftung (z.B. A/Z für AUF/ZU). Jeder Antrieb soll einzeln ansteuerbar sein (Tasten nicht darstellen), jede Pumpe soll mit ihren Absperrventilen automatisch angefahren werden können, und ebenso die gesamte Anlage. Kennzeichnen Sie übergeordnete Steuerungen nur mit dem Kennzeichenlevel L2 bzw. Ziffern 00.

LSG: Vgl. 2011 / 1

2. Steuerungs- / Regelungs- Struktur, Kennzeichnung (35 Punkte, Vorgabe: 35 Minuten)

Die Belüftung einer Halle soll durch je ein Zuluft- und ein Abluftgebläse realisiert werden. Ihr Luftdurchsatz wird jeweils über ihre Drehzahl geregelt. Vor dem Zuluftgebläse und nach dem Abluftgebläse sind Absperrklappen vorzusehen. Die Zuluft kann in einem Wärmetauscher durch Heizungswasser erwärmt werden.

Eine Druckregelung regelt den Luftdruck in der Halle über die Differenz der Gebläse- Drehzahlen auf einen einstellbaren Sollwert. Eine ebenfalls dieser Regelung zugeführte Durchfluss- Vorgabe steuert zusätzlich beide Drehzahlen gleichermaßen.

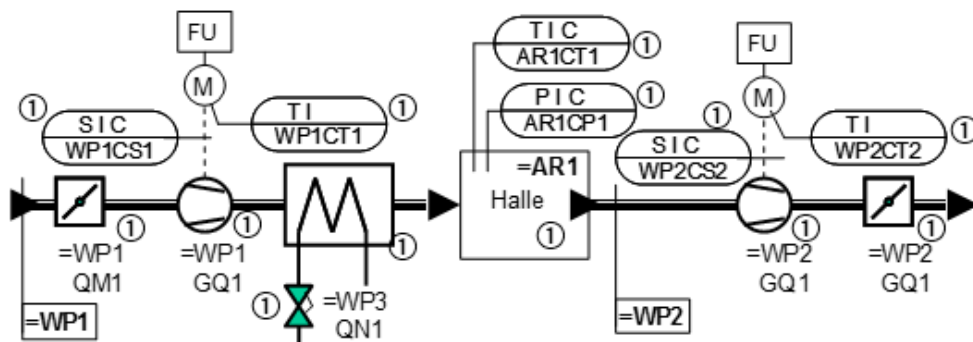
Eine Temperaturregelung regelt die Hallentemperatur über ein Regelventil in der Heizwasser- Leitung auf einen einstellbaren Sollwert.

Jeder Antrieb soll eine eigene Antriebssteuerung erhalten, über die er per Bedienstation einzeln bedient werden kann. Jedes Gebläse soll zusammen mit seiner Klappe und seiner Drehzahlregelung automatisch angefahren werden können. Außerdem soll auch die gesamte Lüftung automatisch betrieben werden.

- a) **Skizzieren Sie ein „Rohrleitungs- und Instrumentierungs- Schema“** mit eingezeichneten Aggregaten und Messungen. Kennzeichnen Sie diese gemäß der DIN und benutzen Sie dabei für Gebläse „GQ“, für Klappen „QM“, für Regelventile „QN“. Bezeichnen Sie die Drehzahlregler als Produkt KF1 der Funktion der jeweiligen Pumpe, und bezeichnen Sie die Temperaturregelung nach dem Regelventil.

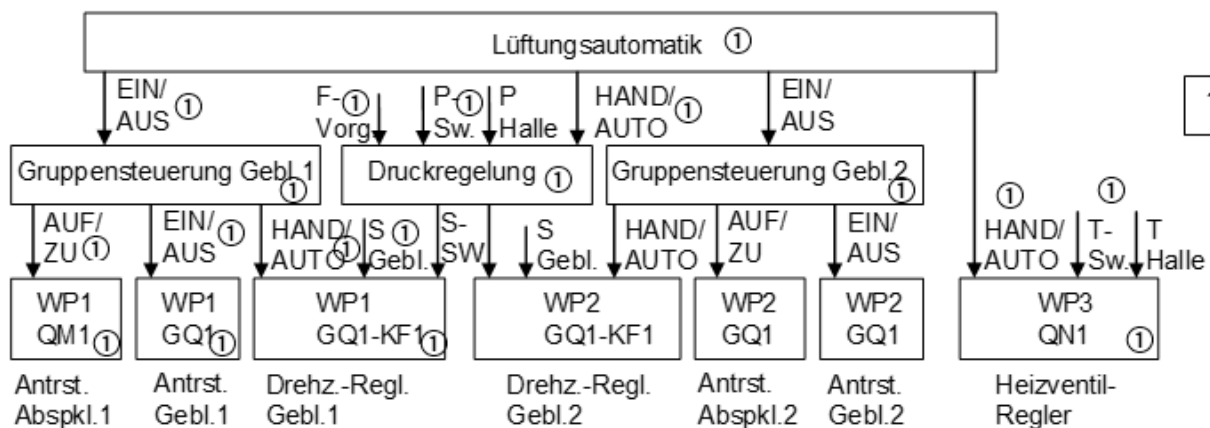
Die Zuluftleitung heiße „WP1“, die Abluftleitung „WP2“, die Lufterwärmung „WP3“, und die Halle „AR1“.

Die oben genannten Messungen an den Gebläsen werden für Anzeige und Steuerung / Regelung benötigt. Zusätzlich sollen die Temperaturen der Gebläselager auf der Bedienstation angezeigt werden.



14

- b) **Skizzieren Sie ein Blockschaltbild der Steuerungen und Regelungen** als fein gegliederte Struktur. Stellen Sie Steuerungen und Regelungen nur als Kästchen dar (ohne Logik usw.) und zeichnen Sie Befehle bzw. Vorgaben als Pfeil- Verbindungen zwischen ihnen oder Hand-Eingaben an die Kästchen. Die Tastenbefehle von der Bedienstation brauchen nicht dargestellt zu werden (Standard).



18

- c) Eine Verstellung des Heizungsventils ist erst Minuten später im Saal messbar, so dass besonders bei Verstellung des Durchfluss- Sollwertes immer wieder Temperaturschwankungen auftreten.

Durch welche regelungstechnische Maßnahme könnten sie verhindert werden? (Stichworte reichen)

- ➔ Störgrößenaufschaltung (1) der Durchfluss- Vorgabe auf die Heizungsregelung (2)
- ➔ Oder Gradientenbegrenzung für Drehzahländerung (1)

3

