



TIW GmbH ©

FLIEßSCHEMATA

Grundfließschema
Verfahrensfließschema
RI-Fließschema

*Kapitel aus dem IHK-Rahmenplan
Prozessleittechnik*



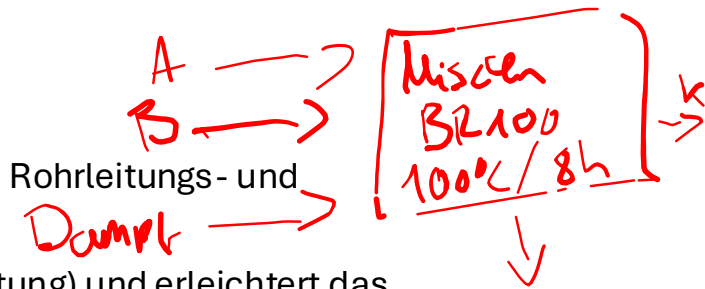
Ein **Grundfließschema** (auch Grundfließbild genannt) ist die einfachste Form eines Fließschemas in der Verfahrenstechnik. Es dient als erster Überblick über den Aufbau, den Ablauf und die wesentlichen Schritte eines verfahrenstechnischen Prozesses. Das Grundfließschema stellt die grundlegenden Prozessschritte und Apparate einer Anlage grafisch vereinfacht dar und liefert somit eine Übersicht über den Stoff- und Energiefluss im System.

Zweck des Grundfließschemas:

- Gibt eine klare Übersicht über den gesamten Prozessablauf.
- Dient als Ausgangspunkt für detailliertere Fließschemata, wie das Verfahrensfliessschema oder das Rohrleitungs- und Instrumentenfließschema (R&I-Schema).
- Ermöglicht die Kommunikation zwischen verschiedenen Abteilungen (Planung, Betrieb, Instandhaltung) und erleichtert das Verständnis komplexer Prozesse.

Charakteristik eines Grundfließschemas:

- **Vereinfachte Darstellung:** Es zeigt den Prozess auf einem groben Niveau, wobei die Details der technischen Ausführung, Rohrleitungen und Instrumentierungen noch nicht spezifiziert werden.
- **Symbole:** Die verwendeten Symbole sind relativ einfach gehalten (z. B. Rechtecke für Apparate), wodurch der Fokus auf den Hauptprozessen liegt.
- **Hauptstoff- und Energieflüsse:** Es stellt die Fließwege der Stoffe und Energien (z. B. Dampf, Kühlwasser) im Prozess dar





Ein **Verfahrensfließschema** (auch Verfahrensfließbild genannt) ist eine grafische Darstellung des Prozesses in einer verfahrenstechnischen Anlage. Es zeigt den detaillierten Ablauf des Verfahrens und gibt dabei einen Überblick über die Abfolge der einzelnen Schritte und Komponenten. Im Vergleich zum Grundfließschema enthält das Verfahrensfließschema detailliertere Informationen, insbesondere über die Art der Apparate, die beteiligten Stoffströme und grundlegende Betriebsbedingungen. Allerdings ist es weniger detailliert als ein R&I-Fließschema, da es keine exakten Angaben zu Rohrleitungen, Instrumentierung oder Steuerungseinrichtungen macht.

Zweck des Verfahrensfließschemas:

- **Planung:** Hilft bei der Planung und Entwicklung des gesamten Verfahrensablaufs und dient als Grundlage für die technische Auslegung der Anlage.
- **Übersicht:** Bietet einen Überblick über den Prozessfluss, die verwendeten Apparate und Maschinen sowie die zu verarbeitenden Stoffe.
- **Optimierung:** Dient als Basis für die Analyse und Optimierung der Produktionsprozesse.
- **Kommunikation:** Wird verwendet, um technische Abläufe zwischen Ingenieuren, Technikern und Anlagenbetreibern zu besprechen und zu kommunizieren.

Charakteristik des Verfahrensfließschemas:

- **Grobe Darstellung:** Im Vergleich zum R&I-Fließschema zeigt das Verfahrensfließschema die Apparate und Anlagenkomponenten auf einer eher abstrakten Ebene.
- **Einsatz von Symbolen:** Verwendet standardisierte Symbole (z. B. gemäß DIN EN ISO 10628) für Apparate, Maschinen und Prozessströme.
- **Hauptstoff- und Energieflüsse:** Bildet die wichtigsten Stoff- und Energieflüsse im Prozess ab, inklusive der Kennzeichnung der Hauptrohstoffe, Zwischenprodukte und Endprodukte.



Ein **R&I-Fließschema** (Rohrleitungs- und Instrumentierungsfließschema) ist eine detaillierte technische Zeichnung, die den gesamten Ablauf eines verfahrenstechnischen Prozesses in einer Industrieanlage darstellt. Es dient dazu, die Struktur, Komponenten und Funktionsweise der Anlage genau zu beschreiben und liefert dabei wichtige Informationen über alle Rohrleitungen, Instrumente, Apparate, und Steuerungseinrichtungen.

Zweck des R&I-Fließschemas:

- Das R&I-Fließschema stellt die **komplexen Zusammenhänge** in einer Anlage übersichtlich dar und dient als Planungs- und Dokumentationsgrundlage.
- Es wird genutzt, um den **Gesamtprozess** und dessen Automatisierung zu überwachen, zu steuern, und sicher zu betreiben.
- Im Kontext der Anlagenplanung, Instandhaltung und Fehlersuche ist es ein zentrales Werkzeug.

Charakteristik eines R&I-Fließschemas:

- **Höchster Detailgrad:** Es zeigt alle wichtigen technischen Details der Anlage, einschließlich der Apparate, Rohrleitungen, Armaturen, Mess- und Steuerinstrumente.
- **Normierte Symbole:** Verwendet standardisierte grafische Symbole gemäß DIN EN ISO 10628 (Fließschemata für verfahrenstechnische Anlagen). Jedes Symbol repräsentiert ein spezifisches Anlagenteil oder Instrument, z. B. Ventile, Pumpen, Sensoren.
- **Informationsfülle:** Enthält eine Vielzahl von Informationen, darunter Betriebsparameter (Druck, Temperatur, Durchfluss), Medienkennzeichnungen, Werkstoffangaben sowie Identifikationsnummern der Komponenten.

Theorie S. 352-354
 Grafische Symbole S. 342-351
 EMSL-Einrichtungen S. 382-392

Fließschemata

Übersicht

Kriterium	Grundfließschema	Verfahrensfließschema	R&I-Fließschema
Details zur Anlage	Grobe Darstellung von Verfahrensschritten	Detaillierte Darstellung der Anlagenteile	Sehr detailliert, inkl. Instrumentierung
Darstellungsmittel	Rechtecke und Linien	Grafische Symbole nach DIN EN ISO 10628	Grafische Symbole, Linien, Bezeichnungen
Hauptinformationen	Hauptstoffströme, Energieflüsse	Art der Apparate, Fließwege, Betriebsbedingungen	Alle Apparate, Rohrleitungen, Instrumente
Zweck	Überblick des Prozesses	Konkrete Darstellung des Verfahrensablaufs	Technische Planung, Wartung, Instandhaltung

Anlage 1 zu allen Aufgaben

Ausgangssituation zu allen Aufgaben

Sie sind als Meister im Mittelbetrieb der Titandioxid-Herstellung eingesetzt und neben der Prozesssteuerung und -überwachung verantwortlich für Personalführung, Arbeitssicherheit, Qualitätsmanagement und Kosten. Ihrer Betriebsmannschaft gehören pro Schicht ein Schichtmeister, zehn Chemikanten und zwei Industriemechaniker an. Der Betrieb produziert vollkontinuierlich mit einem Vierschichtsystem. Die Überwachung der Rohstoffeingangskontrolle und die Qualitätssicherung erfolgen betriebsbegleitend im Zentrallabor.

Das in Anlage 2 dargestellte Verfahren im Mittelbetrieb wird wie folgt beschrieben:

Aus dem Schwarzbetrieb gelangt die aufkonzentrierte, schwefelsäurehaltige Lösung in die Vorratsbehälter BE 200 und BE 201. Die Lösung wird über die Pumpe PL 200 in den Rührbehälter BR 210 gepumpt, unter ständigem Rühren auf 60 °C aufgeheizt und je nach gewünschter Modifikation des Produkts mit Keimen dotiert. Nach Erreichen der Temperatur von 60 °C und der Keimzugabe wird die Hydrolyse des Titanoxidsulfats (TiOSO₄) zum schwerlöslichen Titanoxidhydrat (TiO(OH)₂) durch Zugabe von vollentsalztem Wasser (VE-Wasser) und geringen Mengen Phosphorsäure durchgeführt. Durch die Zugabe der Phosphorsäure werden Eisen-(III)-Salze in die löslichen Eisen-(III-)Phosphate überführt. Die gebildete Suspension gelangt über die Pumpe PL 210 in die Tauchwanne, in der mittels dem vakuumbetriebenen Filter FL 200 das Titanoxidhydrat von der anhaftenden Dünnsäure getrennt wird. In der Dünnsäure mit ca. 23 % Schwefelsäure sind die Schwermetallionen (Eisen, Chrom, Mangan) gelöst enthalten. Die Dünnsäure wird in die Vorrattanks der im Verbund befindlichen Dünnsäurerecyclinganlage gepumpt und weiterverarbeitet.

Der Filterkuchen wird von den Filtertüchern abgestoßen und über einen Bandförderer in den offenen Behälter BE 220 befördert. In dem Behälter BE 220 wird der Feststoff mit VE-Wasser, Schwefelsäure und schwefelsaurer Reduktionslösung aufgeschlämmt. Die Reduktionslösung enthält in schwefelsaurer Lösung Titan-III-Ionen, um letzte verbliebene Schwermetalle zu reduzieren und in Lösung zu bringen.

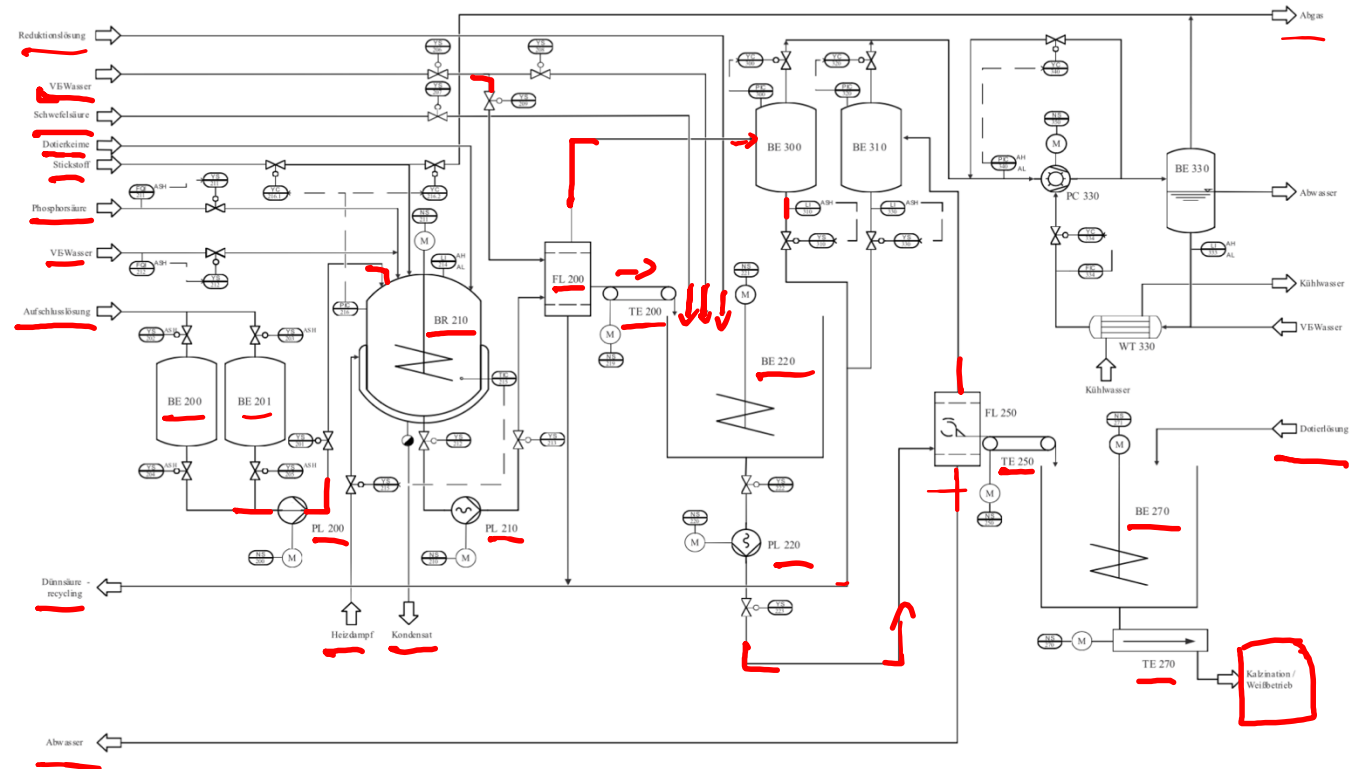
Die Suspension wird mittels Pumpe PL 220 in den Trog des Trommeldrehfilters FL 250 gepumpt und der Filterkuchen von der Lösung abgetrennt. Das Filtrat wird über einen Zwischentank in das Abwasser geleitet. Der abgeschälte Filterkuchen gelangt über einen Bandförderer in den offenen Behälter BE 270, in dem er mit Kalium-, Phosphor- oder Aluminium-Ionen (Dotierlösung) versetzt wird, um die Pigmenteigenschaften des Endprodukts einzustellen. Die so erhaltene Paste (TiO(OH)₂) gelangt in den Kalzinationsofen des Weißbetriebs, in dem das Endprodukt Titandioxid (TiO₂) hergestellt wird.

Aufgabe 1

Mögliche Punktzahl: 10

Entwerfen Sie das Grundfließschema der Anlage und geben Sie als Zusatzinformation die Stoff- und Energieströme sowie die Bezeichnungen des Apparates an, den Sie für den jeweiligen Schritt vorgesehen haben.

Anlage 2 zu allen Aufgaben



Anlage 1 zu allen Aufgaben

Ausgangssituation zu allen Aufgaben

Sie sind als Meister im Mittelbetrieb der Titandioxid-Herstellung eingesetzt und neben der Prozesssteuerung und -überwachung verantwortlich für Personalführung, Arbeitssicherheit, Qualitätsmanagement und Kosten. Ihrer Betriebsmannschaft gehören pro Schicht ein Schichtmeister, zehn Chemikanten und zwei Industriemechaniker an. Der Betrieb produziert vollkontinuierlich mit einem Vierschichtsystem. Die Überwachung der Rohstoffeingangskontrolle und die Qualitätssicherung erfolgen betriebsbegleitend im Zentrallabor.

Das in Anlage 2 dargestellte Verfahren im Mittelbetrieb wird wie folgt beschrieben:

Aus dem Schwarzbetrieb gelangt die aufkonzentrierte, schwefelsäurehaltige Lösung in die Vorratsbehälter BE 200 und BE 201. Die Lösung wird über die Pumpe PL 200 in den Rührbehälter BR 210 gepumpt, unter ständigem Rühren auf 60 °C aufgeheizt und je nach gewünschter Modifikation des Produkts mit Keimen dotiert. Nach Erreichen der Temperatur von 60 °C und der Keimzugabe wird die Hydrolyse des Titanoxidsulfats (TiOSO_4) zum schwerlöslichen Titanoxidhydrat ($\text{TiO}(\text{OH})_2$) durch Zugabe von vollentsalztem Wasser (VE-Wasser) und geringen Mengen Phosphorsäure durchgeführt. Durch die Zugabe der Phosphorsäure werden Eisen-(III)-Salze in die löslichen Eisen-(III)-Phosphate überführt. Die gebildete Suspension gelangt über die Pumpe PL 210 in die Tauchwanne, in der mittels dem vakuumbetriebenen Filter FL 200 das Titanoxidhydrat von der anhaftenden Dünnsäure getrennt wird. In der Dünnsäure mit ca. 23 % Schwefelsäure sind die Schwermetallionen (Eisen, Chrom, Mangan) gelöst enthalten. Die Dünnsäure wird in die Vorratstanks der im Verbund befindlichen Dünnsäurerecyclinganlage gepumpt und weiterverarbeitet.

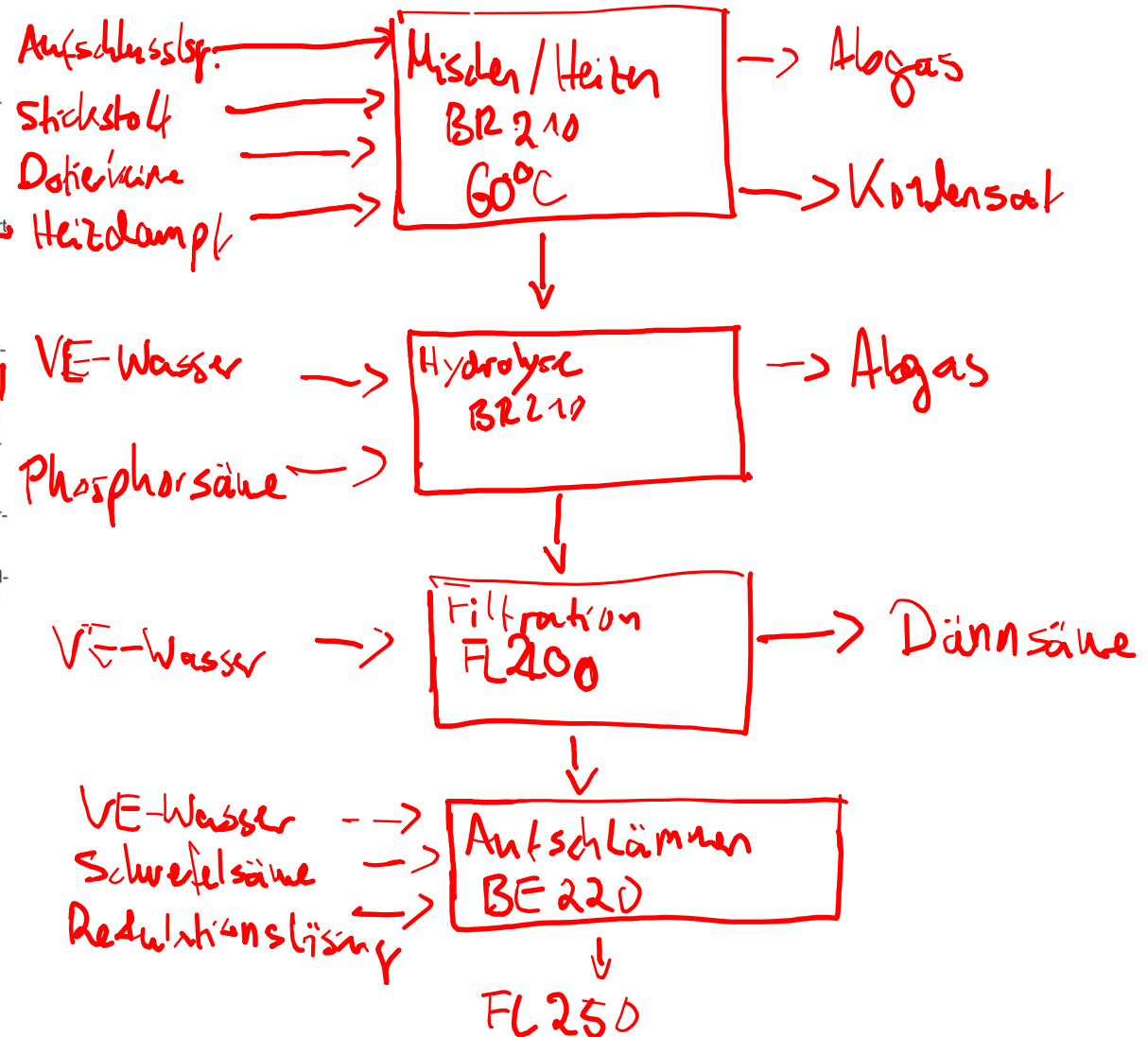
Der Filterkuchen wird von den Filtertüchern abgestoßen und über einen Bandförderer in den offenen Behälter BE 220 befördert. In dem Behälter BE 220 wird der Feststoff mit VE-Wasser, Schwefelsäure und schwefelsaurer Reduktionslösung aufgeschlämmt. Die Reduktionslösung enthält in schwefelsaurer Lösung Titan-III-Ionen, um letzte verbliebene Schwermetalle zu reduzieren und in Lösung zu bringen.

Die Suspension wird mittels Pumpe PL 220 in den Trog des Trommeldrehfilters FL 250 gepumpt und der Filterkuchen von der Lösung abgetrennt. Das Filtrat wird über einen Zwischentank in das Abwasser geleitet. Der abgeschälte Filterkuchen gelangt über einen Bandförderer in den offenen Behälter BE 270, in dem er mit Kalium-, Phosphor- oder Aluminium-Ionen (Dotierlösung) versetzt wird, um die Pigmenteigenschaften des Endprodukts einzustellen. Die so erhaltene Paste ($\text{TiO}(\text{OH})_2$) gelangt in den Kalzinationsofen des Weißbetriebs, in dem das Endprodukt Titandioxid (TiO_2) hergestellt wird.

Aufgabe 1

Mögliche Punktzahl: 10

Entwerfen Sie das Grundfließschema der Anlage und geben Sie als Zusatzinformation die Stoff- und Energieströme sowie die Bezeichnungen des Apparates an, den Sie für den jeweiligen Schritt vorgesehen haben.



Anlage 1 zu allen Aufgaben

Ausgangssituation zu allen Aufgaben

Sie sind als Meister im Mittelbetrieb der Titandioxid-Herstellung eingesetzt und neben der Prozesssteuerung und -überwachung verantwortlich für Personalführung, Arbeitssicherheit, Qualitätsmanagement und Kosten. Ihrer Betriebsmannschaft gehören pro Schicht ein Schichtmeister, zehn Chemikanten und zwei Industriemechaniker an. Der Betrieb produziert vollkontinuierlich mit einem Vierschichtsystem. Die Überwachung der Rohstoffeingangskontrolle und die Qualitätssicherung erfolgen betriebsbegleitend im Zentrallabor.

Das in Anlage 2 dargestellte Verfahren im Mittelbetrieb wird wie folgt beschrieben:

Aus dem Schwarzbetrieb gelangt die aufkonzentrierte, schwefelsäurehaltige Lösung in die Vorratsbehälter BE 200 und BE 201. Die Lösung wird über die Pumpe PL 200 in den Rührbehälter BR 210 gepumpt, unter ständigem Rühren auf 60 °C aufgeheizt und je nach gewünschter Modifikation des Produkts mit Keimen dotiert. Nach Erreichen der Temperatur von 60 °C und der Keimzugabe wird die Hydrolyse des Titanoxidsulfats (TiOSO_4) zum schwerlöslichen Titanoxidhydrat ($\text{TiO}(\text{OH})_2$) durch Zugabe von vollentsalztem Wasser (VE-Wasser) und geringen Mengen Phosphorsäure durchgeführt. Durch die Zugabe der Phosphorsäure werden Eisen-(III)-Salze in die löslichen Eisen-(III)-Phosphate überführt. Die gebildete Suspension gelangt über die Pumpe PL 210 in die Tauchwanne, in der mittels dem vakuumbetriebenen Filter FL 200 das Titanoxidhydrat von der anhaftenden Dünnsäure getrennt wird. In der Dünnsäure mit ca. 23 % Schwefelsäure sind die Schwermetallionen (Eisen, Chrom, Mangan) gelöst enthalten. Die Dünnsäure wird in die Vorratstanks der im Verbund befindlichen Dünnsäurerecyclinganlage gepumpt und weiterverarbeitet.

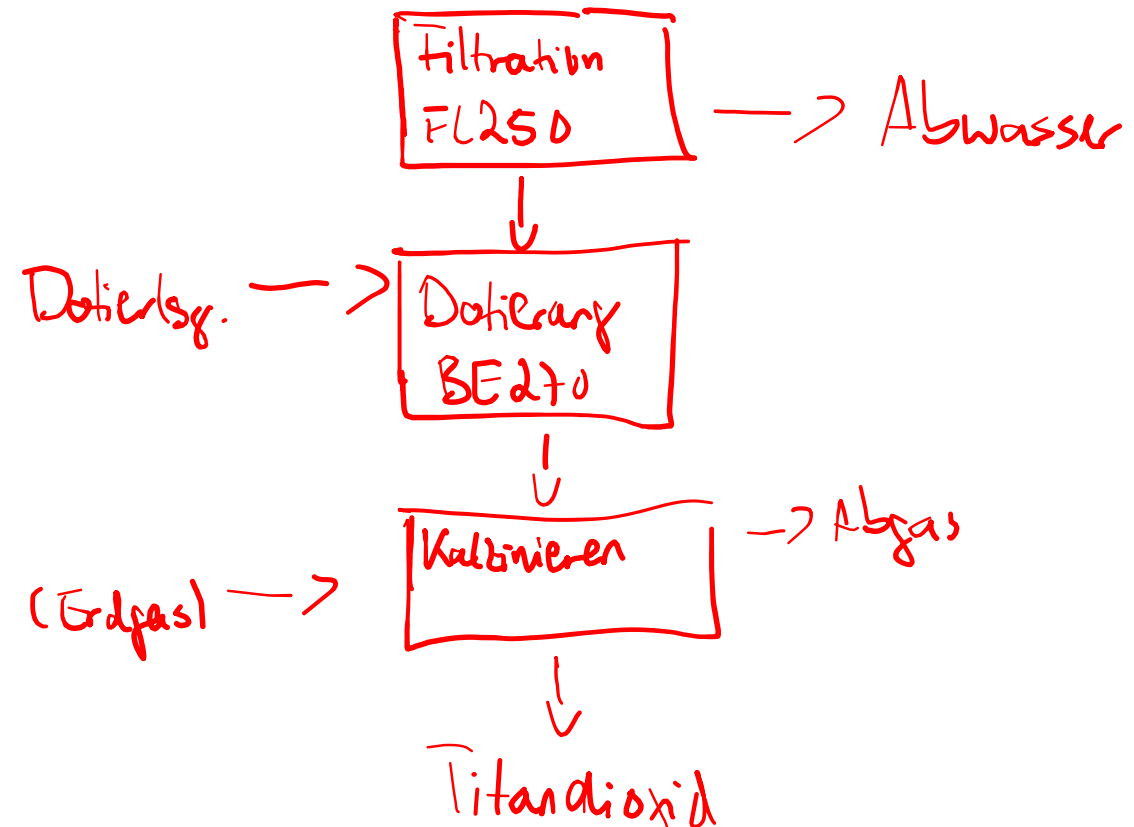
Der Filterkuchen wird von den Filtertüchern abgestoßen und über einen Bandförderer in den offenen Behälter BE 220 befördert. In dem Behälter BE 220 wird der Feststoff mit VE-Wasser, Schwefelsäure und schwefelsaurer Reduktionslösung aufgeschlämmt. Die Reduktionslösung enthält in schwefelsaurer Lösung Titan-III-Ionen, um letzte verbliebene Schwermetalle zu reduzieren und in Lösung zu bringen.

Die Suspension wird mittels Pumpe PL 220 in den Trog des Trommeldrehfilters FL 250 gepumpt und der Filterkuchen von der Lösung abgetrennt. Das Filtrat wird über einen Zwischentank in das Abwasser geleitet. Der abgeschälte Filterkuchen gelangt über einen Bandförderer in den offenen Behälter BE 270, in dem er mit Kalium-, Phosphor- oder Aluminium-Ionen (Dotierlösung) versetzt wird, um die Pigmenteigenschaften des Endprodukts einzustellen. Die so erhaltene Paste ($\text{TiO}(\text{OH})_2$) gelangt in den Kalzinationsofen des Weißbetriebs, in dem das Endprodukt Titandioxid (TiO_2) hergestellt wird.

Aufgabe 1

Mögliche Punktzahl: 10

Entwerfen Sie das Grundfließschema der Anlage und geben Sie als Zusatzinformation die Stoff- und Energieströme sowie die Bezeichnungen des Apparates an, den Sie für den jeweiligen Schritt vorgesehen haben.



Anlage 1 zu allen Aufgaben

Ausgangssituation zu allen Aufgaben

Sie sind als Meister im Mittelbetrieb der Titandioxid-Herstellung eingesetzt und neben der Prozesssteuerung und -überwachung verantwortlich für Personalführung, Arbeitssicherheit, Qualitätsmanagement und Kosten. Ihrer Betriebsmannschaft gehören pro Schicht ein Schichtmeister, zehn Chemikanten und zwei Industriemechaniker an. Der Betrieb produziert vollkontinuierlich mit einem Vierschichtsystem. Die Überwachung der Rohstoffeingangskontrolle und die Qualitätssicherung erfolgen betriebsbegleitend im Zentrallabor.

Das in Anlage 2 dargestellte Verfahren im Mittelbetrieb wird wie folgt beschrieben:

Aus dem Schwarzbetrieb gelangt die aufkonzentrierte, schwefelsäurehaltige Lösung in die Vorratsbehälter BE 200 und BE 201. Die Lösung wird über die Pumpe PL 200 in den Rührbehälter BR 210 gepumpt, unter ständigem Rühren auf 60 °C aufgeheizt und je nach gewünschter Modifikation des Produkts mit Keimen dotiert. Nach Erreichen der Temperatur von 60 °C und der Keimzugabe wird die Hydrolyse des Titanoxidsulfats (TiOSO_4) zum schwerlöslichen Titanoxidhydrat ($\text{TiO}(\text{OH})_2$) durch Zugabe von vollentsalztem Wasser (VE-Wasser) und geringen Mengen Phosphorsäure durchgeführt. Durch die Zugabe der Phosphorsäure werden Eisen-(III)-Salze in die löslichen Eisen-(III-)Phosphate überführt. Die gebildete Suspension gelangt über die Pumpe PL 210 in die Tauchwanne, in der mittels dem vakuumbetriebenen Filter FL 200 das Titanoxidhydrat von der anhaftenden Dünnsäure getrennt wird. In der Dünnsäure mit ca. 23 % Schwefelsäure sind die Schwermetallionen (Eisen, Chrom, Mangan) gelöst enthalten. Die Dünnsäure wird in die Vorratstanks der im Verbund befindlichen Dünnsäurerecyclinganlage gepumpt und weiterverarbeitet.

Der Filterkuchen wird von den Filtertüchern abgestoßen und über einen Bandförderer in den offenen Behälter BE 220 befördert. In dem Behälter BE 220 wird der Feststoff mit VE-Wasser, Schwefelsäure und schwefelsaurer Reduktionslösung aufgeschlämmt. Die Reduktionslösung enthält in schwefelsaurer Lösung Titan-III-Ionen, um letzte verbliebene Schwermetalle zu reduzieren und in Lösung zu bringen.

Die Suspension wird mittels Pumpe PL 220 in den Trog des Trommeldrehfilters FL 250 gepumpt und der Filterkuchen von der Lösung abgetrennt. Das Filtrat wird über einen Zwischentank in das Abwasser geleitet. Der abgeschälte Filterkuchen gelangt über einen Bandförderer in den offenen Behälter BE 270, in dem er mit Kalium-, Phosphor- oder Aluminium-Ionen (Dotierlösung) versetzt wird, um die Pigmenteigenschaften des Endprodukts einzustellen. Die so erhaltene Paste ($\text{TiO}(\text{OH})_2$) gelangt in den Kalzinationsofen des Weißbetriebs, in dem das Endprodukt Titandioxid (TiO_2) hergestellt wird.

Aufgabe 1

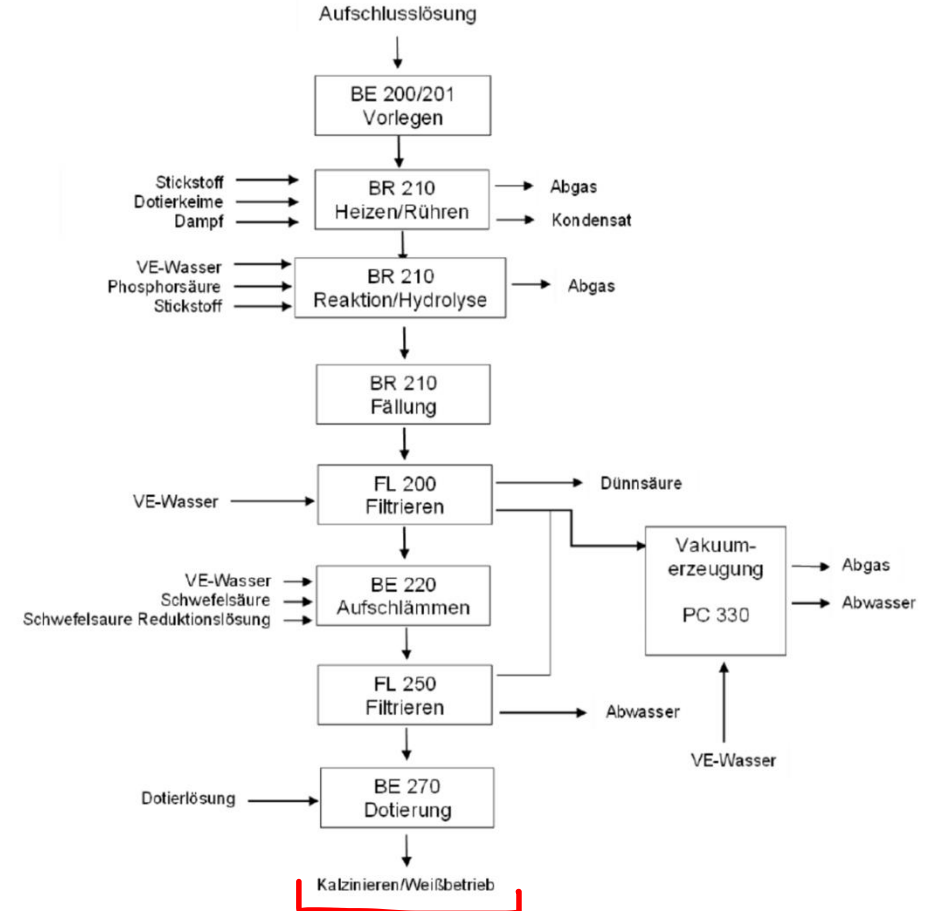
Mögliche Punktzahl: 10

Entwerfen Sie das Grundfließschema der Anlage und geben Sie als Zusatzinformation die Stoff- und Energieströme sowie die Bezeichnungen des Apparates an, den Sie für den jeweiligen Schritt vorgesehen haben.

Lösungshinweise Aufgabe 1

[VO: § 5 Absatz 6 Nr. 1]

Mögliche Punktzahl: 10





EMSR steht für **Elektro-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik**. Diese Techniken spielen eine wichtige Rolle in der industriellen Prozesssteuerung, da sie für die Überwachung, Kontrolle und Sicherung von Anlagen und Prozessen verantwortlich sind.

1. Mess- und Sensortechnik

• **Sensoren** erfassen physikalische Größen wie Temperatur, Druck, Füllstand und Drehzahl.

• **Beispiele:**

- **Temperatursensoren:** Überwachen die Temperatur in Behältern, Leitungen oder Reaktoren. Ein Beispiel ist der **Thermoelement-Sensor (TICSH100)**, der die Temperatur misst und zur Regelung beiträgt.
- **Füllstandssensoren:** Messen den Füllstand in einem Behälter, wie z.B. der **Grenzstandsmelder (LSH100)**, um Überfüllungen zu vermeiden.
- **Drehzahlsensoren:** Überwachen die Drehzahl eines Rührwerks, wie der **Drehzahlaufnehmer (SISH100)**, um sicherzustellen, dass das Rührwerk während der Zudosierung in Betrieb ist.

2. Steuerungstechnik

• Die Steuerungstechnik ermöglicht den automatisierten Betrieb von Anlagen. Sie stellt sicher, dass bestimmte Prozesse gestartet, überwacht und gestoppt werden, wenn vorgegebene Bedingungen erfüllt sind.

• **Verknüpfungssteuerung:** Eine der wichtigsten Funktionen in der Steuerungstechnik ist die Verknüpfung verschiedener Eingangssignale (z. B. Sensoren) zu logischen Funktionen. Im Funktionsplan (siehe rechte Abbildung in der Aufgabe) wird z. B. eine logische UND-Verknüpfung eingesetzt, um die Freigabe für den Katalysator- und Butan-1,4-diol-Zulauf zu steuern.

3. Regelungstechnik

• Regelungseinrichtungen sorgen dafür, dass bestimmte Prozessparameter (wie Temperatur, Druck, Füllstand) in einem definierten Bereich gehalten werden.

• **Temperaturregelung:** Regelgeräte wie der **TICSH100** schalten bei einer Überschreitung der maximalen Temperatur den Prozess ab, um einen sicheren Betrieb zu gewährleisten.

4. Sicherheitseinrichtungen

• **Abschaltmechanismen:** In der Prozessindustrie sind Sicherheitseinrichtungen wie **Grenzstandsmelder (LSH100)** essenziell, um den Betrieb bei Erreichen kritischer Werte zu stoppen und Gefahren abzuwenden.

• **Alarmfunktionen:** Wenn Sensoren kritische Zustände feststellen (z. B. Übertemperatur, Überfüllung), lösen sie Alarmer aus und leiten Maßnahmen ein, um den Prozess zu sichern.

Aufgabe 4

In einem Reaktor (siehe Fließschema in Anlage 2) sollen die Stoffe A und B miteinander zur Reaktion gebracht werden. Der Stoff A soll vorgelegt und der Stoff B zudosiert werden. Die exotherme Reaktion startet bei Raumtemperatur und soll bei einer Temperatur von 40 °C und einem Überdruck von 50 mbar erfolgen.

Die Reaktionstemperatur darf 80 °C nicht überschreiten.

Sie werden beauftragt, durch sicherheitsgerichtete Steuerungen (Verriegelungssteuerung) einen sicheren Reaktionsablauf zu gewährleisten.

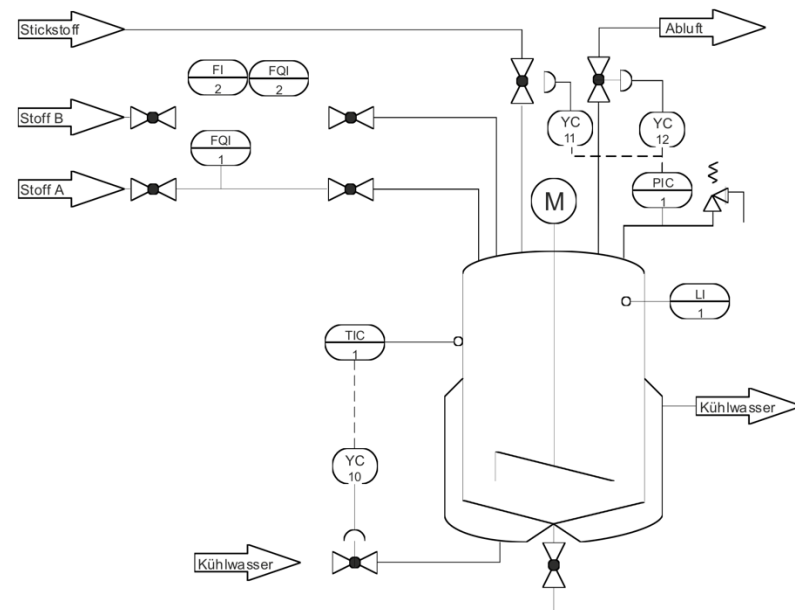
a Mögliche Punktzahl: 6

Benennen Sie drei steuerungstechnische Maßnahmen, um einen sicheren Reaktionsablauf zu gewährleisten.

b Mögliche Punktzahl: 6

Zeichnen Sie zwei der genannten Maßnahmen in das Fließschema ein. Verwenden Sie dabei die normgerechten PCE-(MSR-)Bezeichnungen.

Anlage 2 zu Aufgabe 4

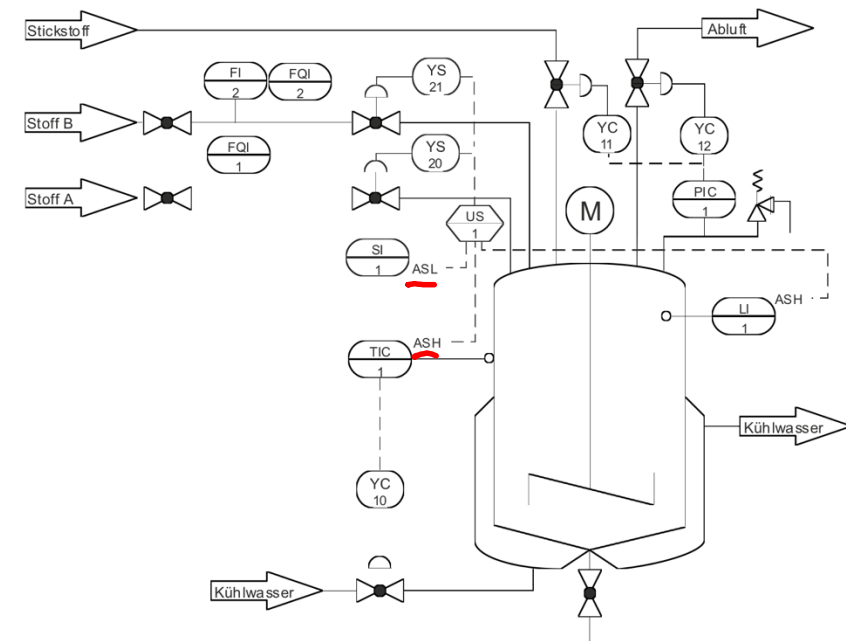


a Mögliche Punktzahl: 6

Folgende technische Maßnahmen/Einrichtungen sind z. B. möglich:

- Zulauf durch eine Temperaturverriegelung absichern
- Verriegelung des Zulaufes bei Rührerausfall
- Verriegelung des Zulaufes bei Drucküberschreitung
- Verriegelung des Zulaufes von Stoff B bei Überschreitung eines Maximalstandes

b Mögliche Punktzahl: 6



Hinweis für den Korrektor:

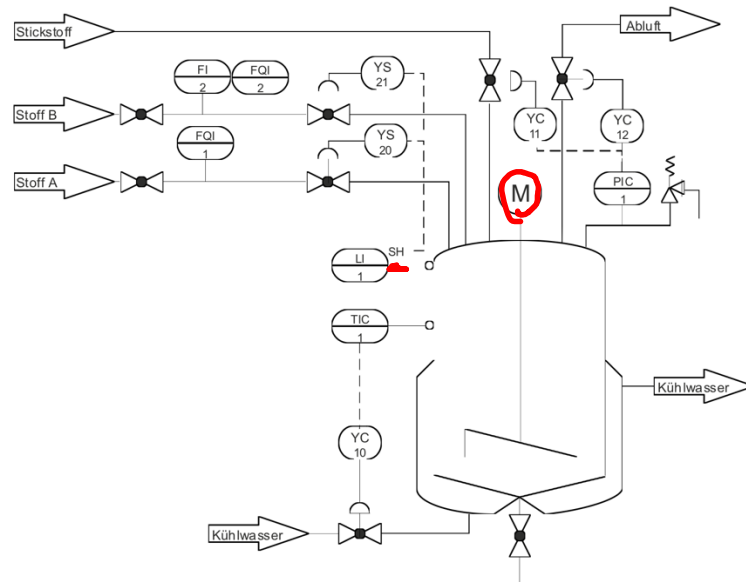
In dem Fließschema sind wegen der Übersichtlichkeit nicht alle genannten Lösungsmöglichkeiten dargestellt.

Fließschemata

EMSR-Mesststellen

In einem Rührbehälter sollen die Stoffe A und B miteinander zur Reaktion gebracht werden. Die exotherme Reaktion startet bei Raumtemperatur und soll bei einer Temperatur von 40 °C gehalten werden.

Die Reaktionstemperatur darf 80 °C nicht überschreiten.



a Mögliche Punktzahl: 12

Erstellen Sie unter Berücksichtigung der EMSR-Mesststellen eine detaillierte Verfahrensbeschreibung für den vorgegebenen Reaktionsverlauf.

b Mögliche Punktzahl: 6

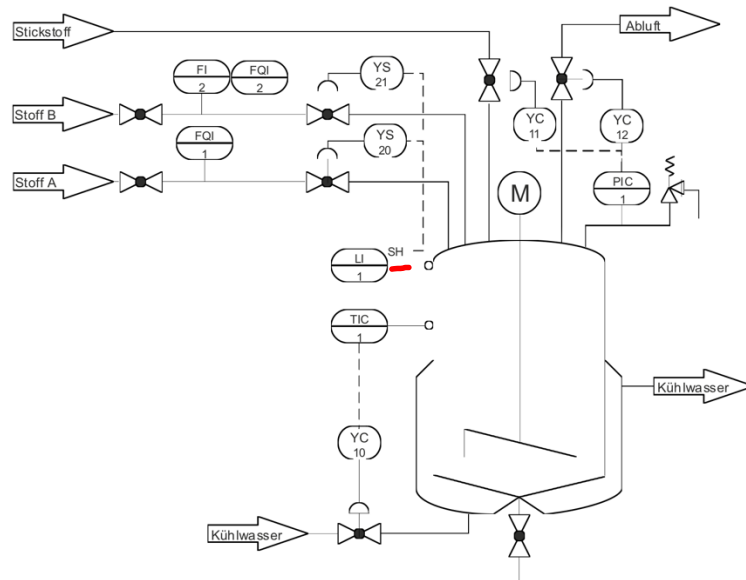
Benennen Sie drei zusätzliche technische Maßnahmen/Einrichtungen, um einen sicheren Reaktionsablauf zu gewährleisten.

a) Verfahrensbeschreibung

- Rührbehälter wird inertisiert und Druckregelung wird in Betrieb genommen
- Rührwerk manuell einschalten
- Stoff A wird über den Durchflusszähler FOI vorgelegt
- Stoff B wird über den Durchflusszähler FOI 2 vorgelegt
- Verriegelung des Zulaufs sobald LI SH 1 erreicht wird
- Temperaturregelung und Sollwert 40°C werden eingestellt
- Wenn $T > 40^\circ\text{C}$ dann Kühlwasserzufuhr

In einem Rührbehälter sollen die Stoffe A und B miteinander zur Reaktion gebracht werden. Die exotherme Reaktion startet bei Raumtemperatur und soll bei einer Temperatur von 40 °C gehalten werden.

Die Reaktionstemperatur darf 80 °C nicht überschreiten.



a Mögliche Punktzahl: 12

Erstellen Sie unter Berücksichtigung der EMSR-Mesststellen eine detaillierte Verfahrensbeschreibung für den vorgegebenen Reaktionsverlauf.

b Mögliche Punktzahl: 6

Benennen Sie drei zusätzliche technische Maßnahmen/Einrichtungen, um einen sicheren Reaktionsablauf zu gewährleisten.

Lösungshinweise Aufgabe 4

[VO: § 5 Absatz 8 Nr. 3. a)]

a Mögliche Punktzahl: 12

Die Verfahrensbeschreibung sollte folgende Punkte berücksichtigen:

- Rührbehälter wird inertisiert und die Druckregelung in Betrieb genommen.
- Rührer manuell einschalten
- Stoff A wird über den Volumenzähler FQI 1 vorgelegt.
- Temperaturregelung wird in Betrieb genommen und ein Sollwert von 40 °C eingestellt.
- Der Stoff B wird über den FI 2 zudosiert. Dabei sind die Temperatur TIC 1 und die zudosierte Menge über FQI 2 zu überwachen.

b Mögliche Punktzahl: 6

Folgende technische Maßnahmen/Einrichtungen sind z. B. möglich:

- Zulauf durch eine Temperaturverriegelung absichern
- Verriegelung des Zulaufes bei Rührerausfall
- Verriegelung des Zulaufes bei Drucküberschreitung
- Verriegelung des Zulaufes von Stoff B bei Unterschreitung eines Minimalstandes
- Volumenregelung (FQI 1 und 2) mit einer Schaltung bei oberem Grenzwert (V_{max})
- Zudosierung FI 2 als Durchflussregelung auslegen



Die **Split-Range-Regelung** (auch **Split-Range-Control** genannt) ist ein spezielles Regelungskonzept, bei dem ein einziger Regler mehrere Stellglieder steuert, um einen breiteren Stellbereich oder unterschiedliche Betriebsarten abzudecken. Das Prinzip wird angewendet, wenn ein Prozess unterschiedliche Stellsysteme benötigt, um auf verschiedene Betriebsbedingungen zu reagieren. Der Regler teilt dabei seinen Stellbereich auf mehrere Aktoren auf, die jeweils einen Teil des Regelbereichs übernehmen.

In einer Split-Range-Regelung gibt es **einen Regler**, aber **mehrere Stellglieder** (z.B. Ventile oder Pumpen), die für unterschiedliche Teile des Stellbereichs zuständig sind.

Beispiel eines typischen Szenarios:

Stell dir vor, du hast einen Prozess, bei dem du sowohl **Heizen** als auch **Kühlen** steuern musst, um eine Temperatur exakt auf einem bestimmten Sollwert zu halten:

- Wenn die Temperatur unter den Sollwert fällt, muss der Regler ein **Heizventil** öffnen, um die Temperatur zu erhöhen.
- Wenn die Temperatur über den Sollwert steigt, muss der Regler ein **Kühlventil** öffnen, um die Temperatur zu senken.



Der Stellbereich des Reglers wird aufgeteilt:

- Im **unteren Bereich** des Stellbereichs (z.B. 0–50 %) wird das **Heizventil** angesteuert.
 - Im **oberen Bereich** (z.B. 50–100 %) wird das **Kühlventil** geöffnet, um die überschüssige Wärme abzuleiten.
- Der Regler arbeitet also in einem Bereich von 0 bis 100 %:
- **0–50 %**: Steuert das Heizventil. Je näher der Wert bei 50 % liegt, desto weiter ist das Heizventil geöffnet.
 - **50–100 %**: Steuert das Kühlventil. Je näher der Wert bei 100 % liegt, desto weiter ist das Kühlventil geöffnet.

Tot/Übergangsbereich 45% - 55%

Vorteile der Split-Range-Regelung:

1. Erweiterung des Stellbereichs:

Durch die Aufteilung auf zwei oder mehr Stellglieder kann der Regler einen **breiteren Regelbereich** abdecken. Dies ist besonders nützlich in Prozessen, bei denen sowohl hohe als auch niedrige Werte geregelt werden müssen (z.B. Heizen und Kühlen).

2. Optimierte Nutzung von Energie:

Die Split-Range-Regelung ermöglicht die präzise Steuerung von Prozessen mit unterschiedlichen Betriebsmodi. So kann die Energie effizienter genutzt werden, da Heiz- und Kühlprozesse separat, aber mit einem einzigen Regler gesteuert werden.

3. Flexibilität:

Die Flexibilität, mehrere Stellglieder in einem Regelkreis zu verwenden, ermöglicht es, auf verschiedene Anforderungen im Prozess zu reagieren, wie z.B. verschiedene Medien (Dampf, Wasser, Luft) für unterschiedliche Stufen der Prozessführung zu verwenden.



Die **Kaskadenregelung** ist ein spezielles Regelkonzept, bei dem zwei oder mehr Regler hintereinandergeschaltet (kaskadiert) werden, um komplexere Prozesse präziser und stabiler zu regeln. Dieses Verfahren wird oft eingesetzt, wenn ein Prozess durch äußere Störungen oder langsame Reaktionszeiten stark beeinträchtigt wird und eine einfache Regelung nicht ausreicht.

Eine typische Kaskadenregelung besteht aus zwei Reglern:

1. Primärregler (Hauptregler)

2. Sekundärregler (Folgeregler oder Hilfsregler)

• **Primärregler:** Der Primärregler überwacht und regelt die Hauptregelgröße, also die Größe, die den Prozess direkt beeinflusst (z.B. die Temperatur in einem Reaktor).

• **Sekundärregler:** Der Sekundärregler regelt eine untergeordnete Größe, die mit der Hauptregelgröße in Verbindung steht und schneller auf Veränderungen reagiert (z.B. die Durchflussmenge des Heizmediums in einer Heizanlage).

Funktionsweise der Kaskadenregelung:

1. Primärregelung: Der Primärregler vergleicht den **Sollwert** (z.B. gewünschte Temperatur) mit dem gemessenen **Istwert** (tatsächliche Temperatur) und gibt eine Stellgröße vor. Diese Stellgröße wird jedoch nicht direkt an das Stellglied (z.B. das Heizventil) gesendet.

2. Sekundärregelung: Stattdessen wird die Stellgröße des Primärreglers als **Sollwert** für den Sekundärregler verwendet. Der Sekundärregler steuert dann das Stellglied (z.B. das Heizventil) anhand seines eigenen Regelkreises. Der Sekundärregler reagiert schneller auf Veränderungen, wie etwa plötzliche Schwankungen des Durchflusses oder Drucks.

Vorteile der Kaskadenregelung:

1. Schnellere Reaktion auf Störungen: Da der Sekundärregler direkt auf die Stellgröße (z.B. Durchflussmenge oder Druck) reagiert, kann er **schnelle Störungen** abfangen, bevor sie den Primärprozess (z.B. die Temperatur) beeinflussen.

2. Bessere Regelqualität: Die Kaskadenregelung ermöglicht eine **präzisere Regelung**, weil der Sekundärregler schnellere Variablen steuert und den Primärregler entlastet, der sich nur auf die Hauptregelgröße konzentrieren muss.

3. Stabilität: Durch die Aufteilung der Regelaufgaben auf zwei Regler wird der Regelprozess stabiler, da schnelle Störungen lokal durch den Sekundärregler abgefangen werden und der Primärregler nur auf langsame Veränderungen reagiert.

Wann wird eine Kaskadenregelung verwendet?

•**Träge Prozesse:** Wenn der Hauptprozess (z.B. Temperatur) sehr träge ist, aber eine untergeordnete Größe (z.B. Durchfluss) schneller reagiert, hilft eine Kaskadenregelung, Störungen schneller auszugleichen.

•**Störanfällige Prozesse:** Wenn Prozesse durch äußere Störungen beeinflusst werden (z.B. Druckschwankungen in einer Versorgungsleitung), kann der Sekundärregler schnell reagieren und den Primärprozess stabil halten.

•**Mehrere Stellgrößen:** Wenn mehrere Stellgrößen den Prozess beeinflussen und voneinander abhängig sind (z.B. Temperatur und Druck), ermöglicht die Kaskadenregelung eine präzisere Kontrolle.

DURCHFLUSSVERHÄLTNISREGELUNG

Regelungstechnik



Die **Durchflussverhältnisregelung** (auch **Ratio-Regelung** genannt) ist eine spezielle Regelungsstrategie, bei der das Verhältnis zwischen zwei oder mehreren Durchflüssen konstant gehalten wird. Diese Regelung wird oft in industriellen Prozessen angewendet, bei denen verschiedene Stoffströme miteinander kombiniert werden, und ein festes Mischungsverhältnis oder Verhältnis zwischen den Stoffströmen erforderlich ist.

In der Durchflussverhältnisregelung wird ein **Hauptdurchfluss** (Master-Durchfluss) als Referenz genommen, und der **Nebendurchfluss** (Slave-Durchfluss) wird so geregelt, dass ein festes Verhältnis zwischen diesen beiden Durchflüssen eingehalten wird.

- **Master-Durchfluss:** Dieser wird direkt gemessen und beeinflusst in der Regel nicht direkt den Prozess, sondern gibt den Maßstab für den zu regelnden Nebendurchfluss vor.
- **Slave-Durchfluss:** Der Slave-Durchfluss wird so geregelt, dass er im gewünschten Verhältnis zum Master-Durchfluss steht. Die Regelung erfolgt durch ein Stellglied (z.B. Ventil oder Pumpe), das den Slave-Durchfluss anpasst.

Beispiel einer Durchflussverhältnisregelung:

Stell dir vor, du hast einen chemischen Reaktor, in den zwei Stoffströme (z.B. **Säure** und **Base**) geleitet werden. Um die Reaktion effizient durchzuführen, muss das Verhältnis der Säure zur Base konstant bei **1:2** gehalten werden.

- Der **Säurefluss** wird als **Master** genommen. Diesen Fluss kannst du direkt messen und regeln.
- Der **Basefluss** wird als **Slave** genommen und so geregelt, dass er immer doppelt so hoch wie der Säurefluss ist. Wenn der Säurefluss zunimmt, muss der Basefluss entsprechend angepasst werden, damit das Verhältnis 1:2 erhalten bleibt.

DURCHFLUSSVERHÄLTNISREGELUNG

Regelungstechnik

Vorteile der Durchflussverhältnisregelung:

- 1. Konstante Mischungsverhältnisse:** Sie ermöglicht es, ein festes Mischungsverhältnis zwischen zwei oder mehr Stoffströmen zu halten, was bei vielen chemischen Reaktionen oder Mischprozessen entscheidend ist.
- 2. Flexibilität:** Wenn sich der Master-Durchfluss ändert (z.B. wenn eine Pumpe mehr oder weniger liefert), wird der Slave-Durchfluss automatisch angepasst, ohne dass manuell eingegriffen werden muss.
- 3. Stabilität im Prozess:** Durch die genaue Regelung der Verhältnisse können Schwankungen im Prozess reduziert werden, was zu einer stabileren und effizienteren Prozessführung führt.

Komponenten einer Durchflussverhältnisregelung:

- 1. Durchflusssensoren:** Es gibt mindestens zwei Durchflusssensoren – einen für den Master-Durchfluss und einen für den Slave-Durchfluss. Sie messen den aktuellen Durchfluss der jeweiligen Stoffe.
- 2. Regler:** Ein Regler vergleicht das tatsächliche Verhältnis zwischen Master- und Slave-Durchfluss mit dem gewünschten Verhältnis (z.B. 1:2) und steuert die Stellgröße des Slave-Durchflusses (z.B. das Ventil oder die Pumpe), um das Verhältnis zu halten.
- 3. Stellglied:** Das Stellglied (meist ein Ventil oder eine Pumpe) steuert den Slave-Durchfluss, indem es den Fluss so anpasst, dass das Verhältnis zum Master-Durchfluss immer korrekt ist.

Wie funktioniert's?

1. Der **Master-Durchfluss** wird gemessen und bleibt entweder konstant oder variiert.
2. Der **Slave-Durchfluss** wird ebenfalls gemessen, und der Regler vergleicht das tatsächliche Verhältnis der beiden Durchflüsse.
3. Falls das Verhältnis nicht mit dem Sollverhältnis übereinstimmt, passt der Regler den Slave-Durchfluss an, indem er das Ventil öffnet oder schließt oder die Pumpe beschleunigt oder verlangsamt.

Störgrößenaufschaltung

Regelungstechnik



Die **Störgrößenaufschaltung** ist eine **Regelungsstrategie** in der Prozess- und Regelungstechnik, die dazu dient, den Einfluss von **Störgrößen** auf einen Regelkreis zu minimieren. Eine **Störgröße** ist ein äußeres, meist unvorhersehbares Ereignis oder Einflussfaktor, der den Prozess stört und zu Abweichungen vom gewünschten **Sollwert** führt. Beispiele für Störgrößen sind Temperaturschwankungen, Druckschwankungen, Änderungen des Rohstoffflusses oder Störungen im Kühlwasserdruck. Störgrößenaufschaltung ist ein Verfahren, bei dem diese **Störgrößen** erkannt und in den **Regelkreis** eingespeist werden, damit der Regler bereits **vorzeitig** darauf reagieren kann. Das Ziel der Störgrößenaufschaltung ist es, die Reaktion des Reglers auf diese Störungen zu **beschleunigen** und **Prozessschwankungen** so gering wie möglich zu halten.

Funktion

Erkennung der Störgröße:

- Ein **Sensor** oder **Messgerät** wird eingesetzt, um die relevante Störgröße im Prozess zu messen. Zum Beispiel kann ein **Drucksensor** den Kühlwasserdruck oder ein **Temperatursensor** die Temperatur in einem bestimmten Abschnitt des Prozesses überwachen.
- Sobald eine Störgröße erkannt wird, übermittelt der Sensor die **Messdaten** an das Regelungssystem.

Einspeisung in den Regelkreis:

- Die gemessene Störgröße wird in den **Regelkreis** eingespeist. Dabei wird die Störgröße als **zusätzlicher Eingangsparameter** in die Regelung aufgenommen.
- Der Regler erhält somit nicht nur Informationen über die Hauptregelgröße (z.B. Temperatur im Reaktor), sondern auch über die Störgröße (z.B. Druck im Kühlkreislauf).

Kompensation der Störgröße:

- Der Regler nutzt die Informationen über die Störgröße, um seine **Stellgröße** (z.B. Öffnungsgrad eines Ventils) **vorzeitig** und **proaktiv** anzupassen.
- Durch die direkte Berücksichtigung der Störgröße kann der Regler eine **Gegenmaßnahme** einleiten, bevor die Störung den Prozesszustand signifikant beeinflusst.
- Beispiel: Wenn der Kühlwasserdruck plötzlich abfällt, was zu einer Temperaturerhöhung im Reaktor führen könnte, passt der Regler sofort die Kühlwasserzufuhr oder den Dampfzufluss an, um die Solltemperatur stabil zu halten.

Schnellere Regelung:

- Da die Störgrößenaufschaltung dem Regler **frühzeitig** die notwendigen Informationen zur Verfügung stellt, kann die Regelung wesentlich **schneller** auf Störungen reagieren.
- Dadurch werden **Zeitverzögerungen** vermieden, die bei einer normalen Regelung ohne Störgrößenaufschaltung auftreten würden, da der Regler erst auf die Veränderung der Hauptregelgröße (z.B. Temperaturanstieg) reagieren müsste.

Störgrößenaufschaltung

Regelungstechnik

Musterbeispiel:

Angenommen, in einem chemischen Reaktor wird eine exotherme (wärmeerzeugende) Reaktion durchgeführt, die durch eine Kühlwasserregelung kontrolliert wird. Ein plötzlicher **Druckabfall** im Kühlwasserkreislauf kann dazu führen, dass weniger Kühlwasser durch den Reaktor fließt, was zu einem Temperaturanstieg führt.

•Ohne Störgrößenaufschaltung:

- Der Temperaturregler erkennt den **Anstieg der Reaktortemperatur** und passt daraufhin das Kühlwasserventil an, um den gewünschten Temperaturbereich wiederherzustellen.
- Diese Reaktion erfolgt jedoch erst, **nachdem** die Temperatur bereits gestiegen ist, was zu Schwankungen und möglicher Instabilität führt.

•Mit Störgrößenaufschaltung:

- Ein **Drucksensor** misst den Druckabfall im Kühlwasserkreislauf und speist diese Information in den Regelkreis ein.
- Der Regler erkennt den Druckabfall als **Störgröße** und öffnet sofort das Kühlwasserventil weiter, um den erwarteten Temperaturanstieg zu kompensieren, **noch bevor** die Temperatur tatsächlich ansteigt.
- Dadurch bleibt die Temperatur im Reaktor **konstant**, und der Prozess bleibt stabil.



- 1.Schnellere Reaktion:** Die Regelung kann **sofort** auf Störungen reagieren, bevor sie sich im Prozess negativ auswirken.
- 2.Verbesserte Stabilität:** Durch die proaktive Anpassung der Stellgrößen bleibt der Prozess stabiler, und Schwankungen werden minimiert.
- 3.Effizientere Prozessführung:** Indem Störungen direkt kompensiert werden, können Produkte **gleichmäßiger** und mit höherer Qualität hergestellt werden.



- Aufwändige Messung:** Die Störgrößen müssen zuverlässig gemessen und überwacht werden. Dies erfordert zusätzliche **Sensoren** und **Messgeräte**, was mit Kosten und Wartungsaufwand verbunden ist.
- Komplexität der Regelung:** Die Implementierung einer Störgrößenaufschaltung erhöht die **Komplexität** des Regelungssystems. Der Regler muss so programmiert werden, dass er die zusätzlichen Informationen korrekt verarbeitet.
- Risiko von Überkompensation:** Wenn der Regler nicht korrekt auf die Störgrößenaufschaltung eingestellt ist, besteht die Gefahr einer **Überkompensation**, was zu Instabilität im Prozess führen kann..

Aufgabe 9

Mögliche Punktzahl: 10

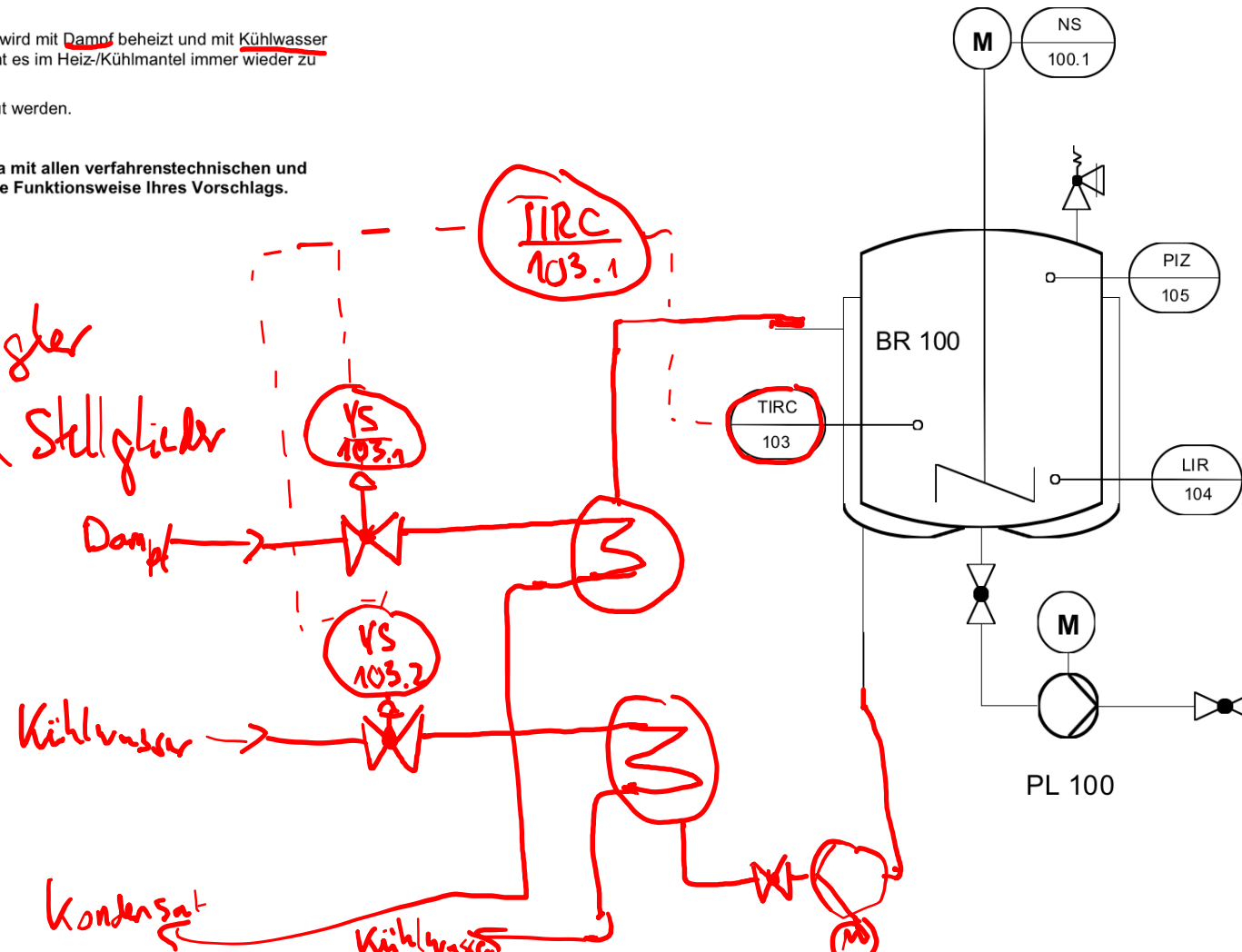
Der im Fließschema (siehe Anlage 4) dargestellte Reaktor BR 100 wird mit Dampf beheizt und mit Kühlwasser gekühlt. Insbesondere beim Wechsel von Kühlen auf Heizen kommt es im Heiz-/Kühlmantel immer wieder zu starken Dampfschlägen.

Um dieses Problem künftig zu vermeiden, soll die Anlage umgebaut werden.

Sie werden beauftragt, einen Änderungsvorschlag zu erarbeiten.

Erstellen Sie für Ihren Änderungsvorschlag ein RI-Fließschema mit allen verfahrenstechnischen und messtechnischen Einrichtungen. Beschreiben Sie detailliert die Funktionsweise Ihres Vorschlags.

Anlage 4 zu Aufgabe 9



Ansatz:

Kaskadenregelung ~ 2 Regler

Split-Range-Regelung ~ 2 Stellglieder

Aufgabe 9

Mögliche Punktzahl: 10

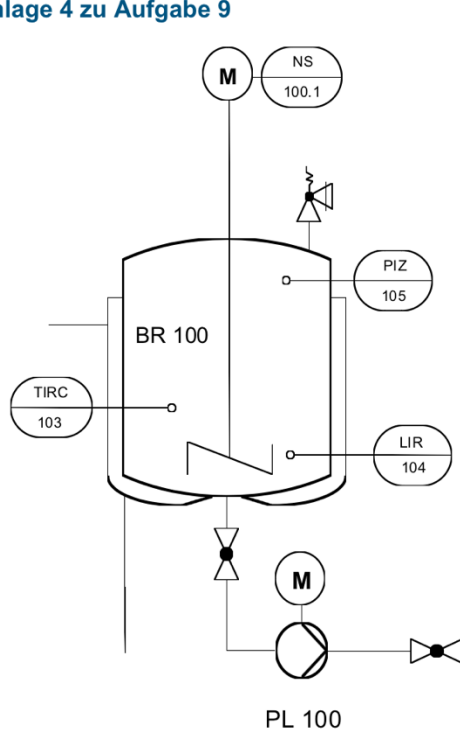
Der im Fließschema (siehe Anlage 4) dargestellte Reaktor BR 100 wird mit Dampf beheizt und mit Kühlwasser gekühlt. Insbesondere beim Wechsel von Kühlen auf Heizen kommt es im Heiz-/Kühlmantel immer wieder zu starken Dampfschlägen.

Um dieses Problem künftig zu vermeiden, soll die Anlage umgebaut werden.

Sie werden beauftragt, einen Änderungsvorschlag zu erarbeiten.

Erstellen Sie für Ihren Änderungsvorschlag ein RI-Fließschema mit allen verfahrenstechnischen und messtechnischen Einrichtungen. Beschreiben Sie detailliert die Funktionsweise Ihres Vorschlags.

Anlage 4 zu Aufgabe 9



Lösungshinweise Aufgabe 9

[VO: § 5 Absatz 6 Nr. 1 und 3]

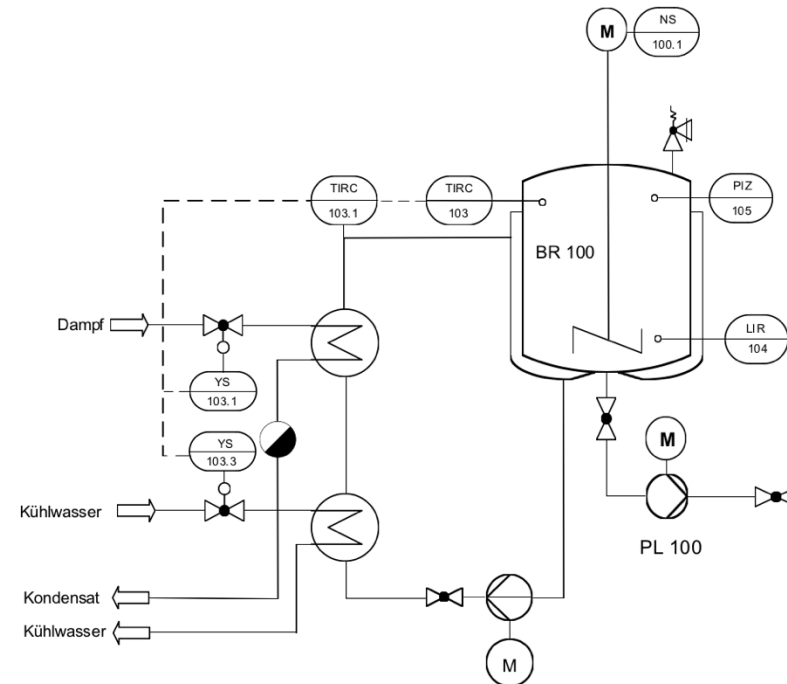
Mögliche Punktzahl: 10

Der Mantel wird z. B. mit einem Wärmeträgeröl beheizt, wobei das Öl im Kreislauf gepumpt und über zwei externe Wärmetauscher erwärmt oder abgekühlt wird.

Die Regelung der Energieströme erfolgt über eine Kaskadenregelung, kombiniert mit einer Split-Range-Regelung (Splitting-Regelung). Das Umschalten von Heizen auf Kühlung kann mithilfe der Regelung problemlos und kurzfristig erfolgen.

Weitere Alternative:

Produkt umpumpen und über zwei externe Wärmetauscher beheizen oder kühlen



Fließschemata

Regelkonzepte

Aufgabe 8

Mögliche Punktzahl: 8

Das Oleum aus dem Behälter BE 200 wird über die Zwischenabsorptionskolonne KO 200 im Kreislauf gepumpt. Über einen Seitenabgang wird ein Teilstrom abgenommen und zur Aufkonzentrierung den Behältern BE 100 und BE 300 zugeführt.

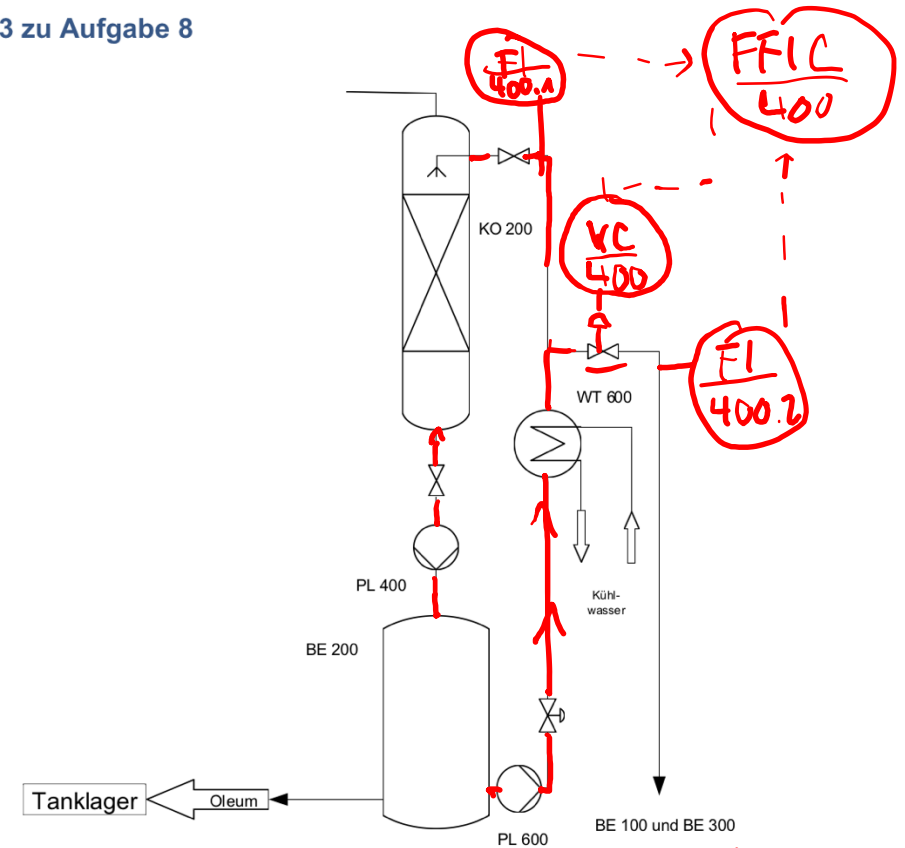
Der abgenommene Teilstrom soll zukünftig über ein fest vorgegebenes Verhältnis (Volumenstrom im Kreislauf: Volumenstrom im Seitenabzug) geregelt werden.

Zeichnen Sie in das Fließschema in Anlage 3 ein geeignetes Regelkonzept ein und beschreiben Sie dessen Funktionsweise.

Durchflussverhältnisregelung

- 2 Durchflussmessstellen
- 1 Regelung
- min. 1 Regelventil

Anlage 3 zu Aufgabe 8



Aufgabe 8

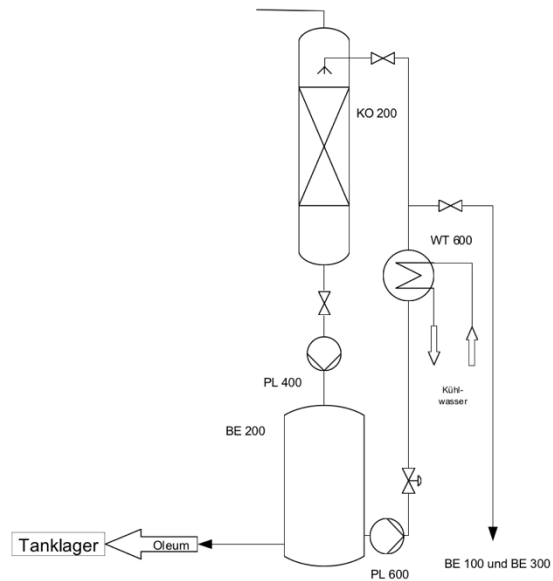
Mögliche Punktzahl: 8

Das Oleum aus dem Behälter BE 200 wird über die Zwischenabsorptionskolonne KO 200 im Kreislauf gepumpt. Über einen Seitenabgang wird ein Teilstrom abgenommen und zur Aufkonzentrierung den Behältern BE 100 und BE 300 zugeführt.

Der abgenommene Teilstrom soll zukünftig über ein fest vorgegebenes Verhältnis (Volumenstrom im Kreislauf: Volumenstrom im Seitenabzug) geregelt werden.

Zeichnen Sie in das Fließschema in Anlage 3 ein geeignetes Regelkonzept ein und beschreiben Sie dessen Funktionsweise.

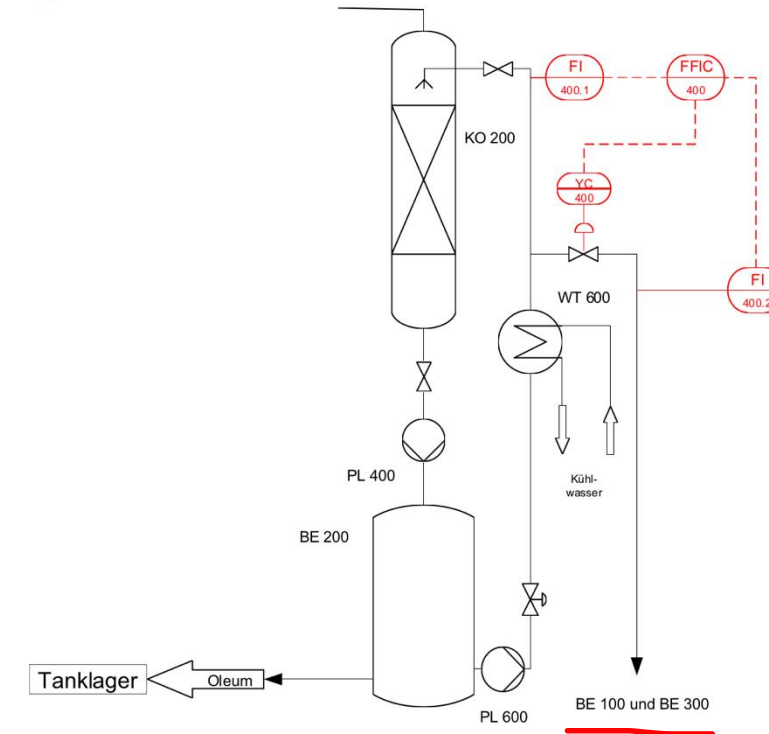
Anlage 3 zu Aufgabe 8



Lösungshinweise Aufgabe 8

[VO: § 5 Absatz 6 Nr. 3]

Mögliche Punktzahl: 8



Über FI 400.1 wird der Volumenstrom ermittelt, der in die Absorptionskolonne KO 200 gepumpt wird. FI 400.2 misst den Volumenstrom, der über den Seitenabzug abgenommen und zur Aufkonzentrierung den Behältern BE 100 und BE 300 zugeführt wird.

Beide Werte werden an den Regler FFIC 400 übermittelt, der über das Stellventil YC 400 im Seitenabzug das vorgegebene Verhältnis regelt.

Fließschemata

Regelkonzepte

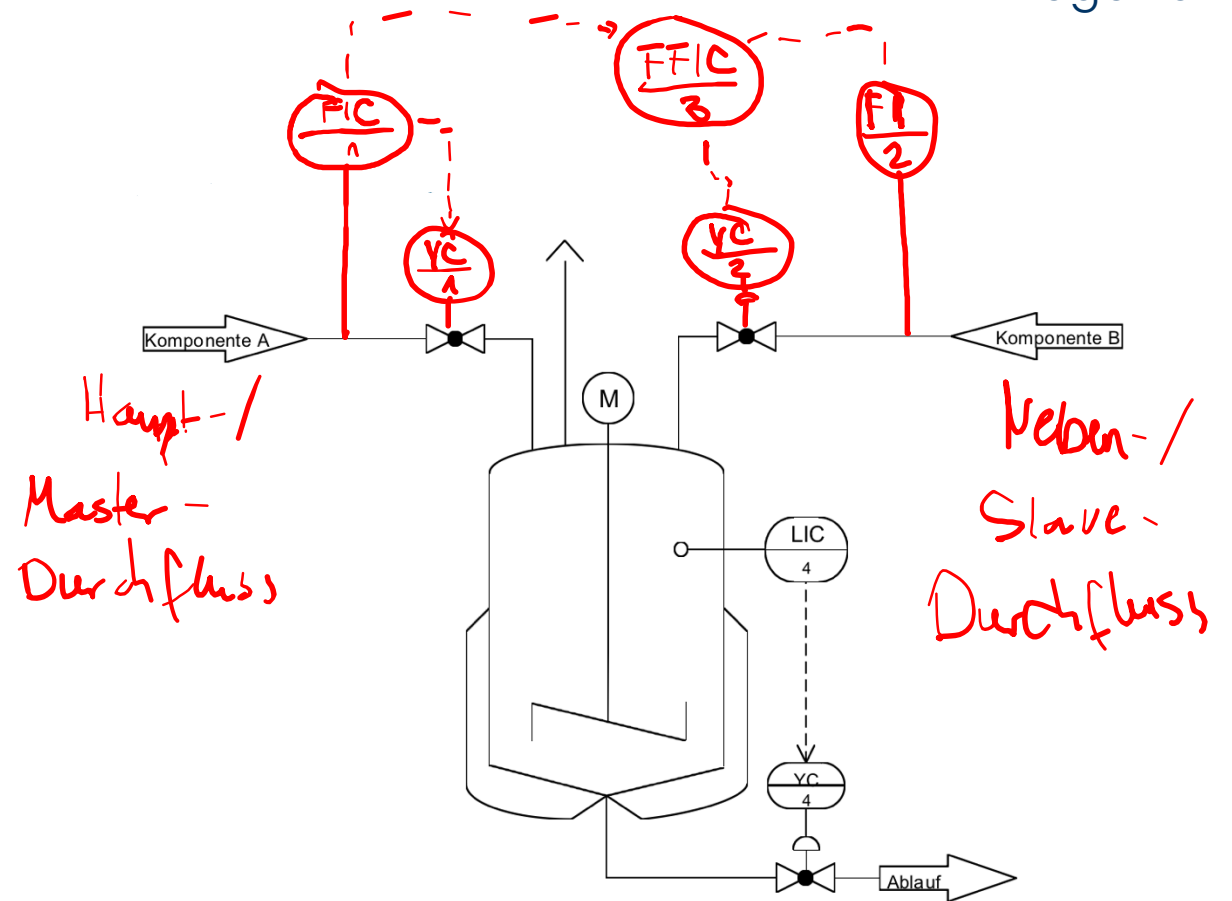
Aufgabe 4

Mögliche Punktzahl: 12

Um einen reibungslosen Reaktionsverlauf zu gewährleisten, soll die Komponente A mit einem vorgegebenen Volumenstrom eingespeist und gleichzeitig die Komponente B in einem fest vorgegebenen Verhältnis zur Komponente A zudosiert werden.

Zeichnen Sie in das Fließschema in Anlage 2 ein geeignetes Regelkonzept ein und beschreiben Sie dessen Funktionsweise.

Durchflussverhältnisregelung



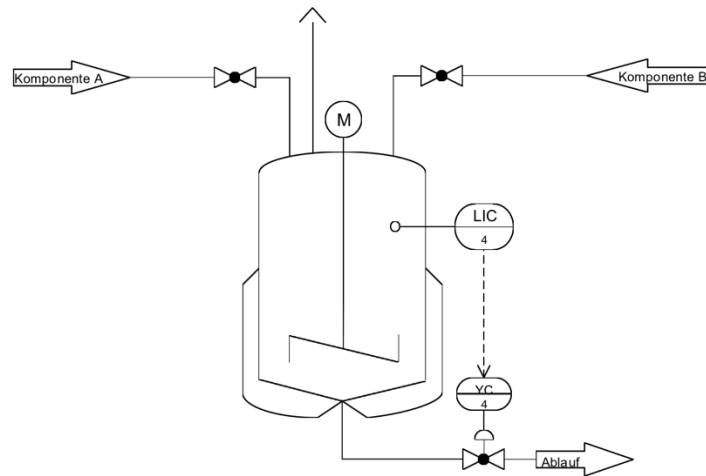
Aufgabe 4

Mögliche Punktzahl: 12

Um einen reibungslosen Reaktionsverlauf zu gewährleisten, soll die Komponente A mit einem vorgegebenen Volumenstrom eingespeist und gleichzeitig die Komponente B in einem fest vorgegebenen Verhältnis zur Komponente A zudosiert werden.

Zeichnen Sie in das Fließschema in Anlage 2 ein geeignetes Regelkonzept ein und beschreiben Sie dessen Funktionsweise.

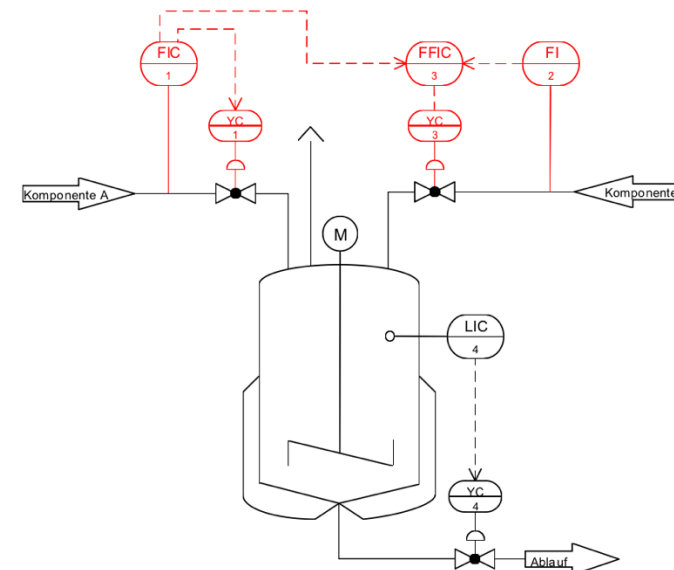
Anlage 2 zu Aufgabe 4



Lösungshinweise Aufgabe 4

[VO: § 5 Absatz 8 Nr. 2 c)]

Mögliche Punktzahl: 12



Der Regler FIC1 regelt über YC1 den konstanten Volumenstrom für die Komponente A.

Die Regelgröße FI1 wird mit einem Verhältnissfaktor multipliziert und bildet die Führungsgröße für den Verhältnissregler FFIC3. Dieser regelt über YC3 gemäß dem vorgegebenen Verhältnis den Volumenstrom der Komponente B.

tim@tw.de