



ZÜRCHER HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN  
 DEPARTEMENT LIFE SCIENCES UND FACILITY MANAGEMENT  
 INSTITUT FÜR CHEMIE UND BIOTECHNOLOGIE ICBT

## ZF Betriebstechnik 1

Semester 1

Bachelorstudiengang 2020  
 Studienrichtung Biotechnologie

## Inhalt

1. Kontrollfragen Einführung .....	3
2. Kontrollfragen Fließschemata .....	5
3. Kontrollfragen Armaturen .....	8
4. Kontrollfragen Werkstoffe.....	10

# 1. Kontrollfragen Einführung

## Was ist Gegenstand der Betriebstechnik und welche Tätigkeitsfelder werden ihr zugeordnet?

- Technische Bereiche, die nicht unmittelbar im Produktionsprozess auf das Produkt einwirken, aber durch deren Wirken der sichere & reibungslose Betrieb eines Gebäudes, einer Anlage oder Produktion ermöglicht und langfristig aufrechterhalten werden kann.
- Die Betriebstechnik ist verantwortlich für die Bereitstellung, Sicherung und Entsorgung der Betriebs- und Prozessstoffe, sowie für die Instandhaltung und Wartung der dazu notwendigen Anlagen, der Produktionsanlagen und der Gebäudeinfrastruktur.
- Zur Betriebstechnik gehören die Energieversorgungseinheiten (Elektroenergieversorgung, Wasseraufbereitung, Kälteerzeugung, Dampf-, Druckluft-, Vakuum- & Schutzgasbereitstellung), die Sanitär- & Haushalttechnik, Bau- & Ingenieurabteilungen, Werkstätten & Serviceorganisationen von Betrieben.

## Was versteht man unter Stoffen, Verfahren, Apparaten und Anlagen in der Prozessindustrie?

- Betriebsstoffe
  - Arbeitsmittel, die bei der Herstellung von Produkten in Unternehmen zur Energieversorgung und zur Aufrechterhaltung der Einsatzbereitschaft der zur Produktion notwendigen Maschinen und Anlagen dienen. (Energieträger, Kühlmittel, Schmiermittel, Reinigungsmittel)
- Prozessstoffe
  - Alle Stoffe, die in das Innere von Anlagen und Apparaturen eingetragen, in Prozessen bzw. Verfahren verwendet und wieder ausgebracht werden. (Rohstoffe, Zwischenprodukte, Fabrikate, Nebenprodukte, Abfallstoffe, Schutzgase, Katalysatoren, Regenerate)
- Hilfsstoffe
  - Arbeitsmittel, die bei der Herstellung von Produkten als nicht wesentlicher Bestandteil in das Erzeugnis eingehen. (Zuschlagstoffe, Schutzstoffe, Verbindungselemente)
- Verfahren (Mechanische, Thermische, Reaktionstechnische Verfahren)
  - Abfolge von physikalischen und reaktionstechnischen Vorgängen, welche ausgehend von Rohstoffen oder Zwischenprodukten mit prozessspezifischen Hilfsstoffen (Energien, Katalysatoren usw.) in entsprechenden Anlagen und Apparaturen eine Stoffwandlung vollzieht und Zwischen- und Endprodukte liefert. Dabei wird immer Energie verbraucht und umgewandelt.
  - Darstellung als Schematas des Aufbaus von Verfahren und Anlagen, Verfahrensabläufen oder Stoff und Energieflüssen (Blockschema, Technologisches Schema, Stoffflussbilder, Energieflussbilder)

- Apparate und Anlagen
  - Apparate sind Konstruktionen, in denen Stoffe umgewandelt, weiterverarbeitet, gefördert, verpackt oder gelagert werden. Verschiedene, für einen Produktionsprozess zusammengefasste Apparate werden als Anlage bezeichnet.
  - Anlagenelemente werden durch geeignete hydraulische Systeme (Rohrleitungen und Pumpen) bzw. pneumatische Systeme (Kompressoren, Vakuumpumpen) oder mechanische Systeme (Förderbänder etc.) verknüpft.
  - Können manuell mit Prozess- und Hilfsstoffen be- und entladen werden.

**Wie unterscheiden sich diskontinuierliche von kontinuierlichen Verfahren? \*\*\***

- Diskontinuierliche Betriebsweise (Batch)
  - Füllung des Apparates, Prozessführung und Entnahme laufen zeitlich nacheinander ab.
  - Prozessgrößen werden nach entsprechenden Prozessvorschriften eingestellt und geführt.
  - Gesamter Prozess wird als eine Charge betrachtet (Chargenbetrieb)
- Kontinuierliche Systeme (stationär)
  - Apparatesysteme werden ununterbrochen mit Prozess- und Hilfsstoffen gefüllt.
  - Gleichzeitig werden die verarbeiteten Prozessstoffe nach dem Durchlaufen der Stoffwandlung als Produkte ausgestossen.
  - Eingangs- und Ausgangsströme stehen im Gleichgewicht.
  - Prozessgrößen bleiben nach der Anlaufphase im stationären Betrieb über die ganze Produktionszeit an jedem Ort des Systems unverändert.

**Welche Bedeutung und Aufgaben hat die Instandhaltung in einem Produktionsbetrieb?**

- Arbeiten und Massnahmen zur Bewahrung (vorbeugende Wartung) und Wiederherstellung (Instandsetzung) des Soll-Zustands .
- Festlegung und Beurteilung (Inspektion) des Ist- Zustands von technischen Mitteln und Anlagen (Notfallwartung und –Instandhaltung, Routinewartung/-instandhaltung).

## 2. Kontrollfragen Fliessschemata

### Was sind Normen im Alltag?

- Dokument, das anerkannte Regeln fixiert und die charakteristischen Eigenschaften und Merkmale eines Produkts, eines Prozesses oder einer Dienstleistung beschreibt.
- Dienen der Standardisierung und somit der Rationalisierung der Fertigung, der Austauschbarkeit und der Sicherheit.

### Welche Organisation ist in der Schweiz für die Normung zuständig und welche Aufgaben erfüllt sie?

- Unter Mitarbeit und Einvernehmen interessierter Kreise (unverbindlich).
- Gesetzgeber oder Behörden durch Gesetze und Verordnungen (verbindlich).

### Welche Art von Norm steht für was

- SN Schweizer Norm
- SN EN Auf europäischer Ebene erarbeitete Norm, die in das Schweizer Normenwerk aufgenommen wurde.
- ISO Internationale Organisation für Standardisation.
- DIN EN ISO Auf der Grundlage einer internationalen Norm übernommene Europäische Norm, die ins Deutsche Normenwerk aufgenommen wurde.
- DIN Deutsches Institut für Normung/ Deutsche Norm.
- SN ISO Auf internationaler Ebene erarbeitete Norm, die ins Schweizer Normenwerk aufgenommen wurde.

### Was sind Fliessschemata und welche Arten von Fliessschemata gibt es nach der DIN EN ISO 10628?

- Darstellung des Aufbaus von Verfahren und Anlagen sowie Darstellung von Verfahrensabläufen, Stoff und Energieflüssen.
- Grundfliess-, Verfahrensfliess-, Rohrleitungs- und Instrumentenfliessschemata (R&I-Fliessschemata).

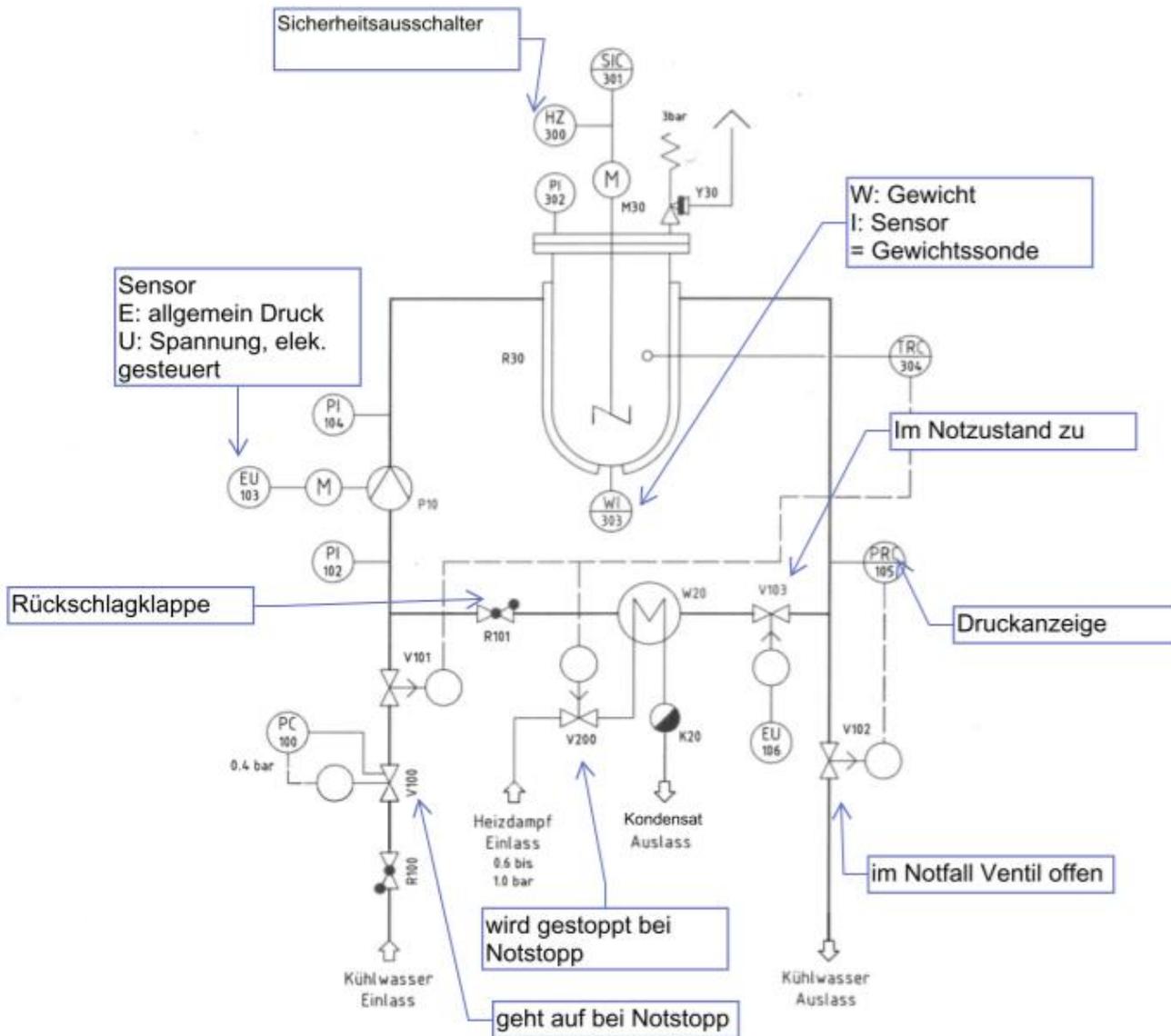
### Wie sind Fliessschemata formell aufgebaut?

- Mit graphischen Symbolen und Schriftzeichen (vereinfachte zeichnerische Darstellung von Aufbau und Funktion der verfahrenstechnischen Anlage).
- Dienen der Verständigung der an der Entwicklung, Planung, Montage und Betreiben von Anlagen und dem Verfahren.

### Erläutern Sie den Unterschied von

- **Grundfliessschemata**
  - Einfache, abstrakte Darstellung eines Verfahrens/ Verfahrenstechnischer Anlage.
  - Darstellung in Rechtecken welche durch Linien (Fließlinien) verbunden sind.
  - Symbolisieren wesentliche Verfahrensschritte sowie Hauptstofffluss eines Verfahrens mit Benennung der Ein- & Ausgangsstoffe.

- *Mit Grundinformation:*
  - Hauptinformationen (Ein-, Ausgangsstoffe in Form von Hilfsrechtecken mit Hilfslinien an die jeweilige Fliesslinie, Fliessrichtung der Hauptstoffe, Hauptflusslinie stärker gezeichnet)
- *Mit Zusatzinfo:*
  - benannt, charakteristische Betriebsbedingungen, wärmephysikalische Eigenschaften in Form von Kästchen mit Bezugslinien an die jeweilige Bezugsstelle
- **Verfahrenfliessschemata**
  - Detaillierter, mehr Infos
  - Mit Grafischen Symbolen für Apparate und Maschinen inkl. Fliesslinien für die Stoff- und Energieströme
  - Anlagenteile, Maschinen, Rohrleitungen mit genormten Bildzeichen, Kurzzeichen und Kennbuchstaben
- **Rohrleitungsschemata & Instrumentenfliessschemata**
  - Enthält alle technischen Ausrüstungen & Informationen bezüglich Mess-, Steuer- und Regelaufgaben
  - Art und Funktionsweise der für das Verfahren erforderlichen Apparate und Maschinen in Form von grafischen Symbolen, Bezeichnungen mit Kurzzeichen, Antriebsmaschinen, Rohrleitungen, Armaturen & installierter Reserve
  - Identifikationsnummer der Apparate, Maschinen und Antriebsmaschinen
  - Kennzeichnende Grössen von Apparaten und Maschinen
  - Angaben zu Apparaten, Rohrleitungen (Nennweite, Druckstufe, Werkstoff und Ausführung) und Armaturen
  - *Mit Grundinfo:*
    - für das Verfahren erforderliche Apparate und Maschinen mit den Bezeichnungen
    - Dazugehörige Antriebsmaschinen (Motoren) nicht erforderlich
    - Mit Fliesswegen, Flussrichtungen der Ein- & Ausgangsstoffe sowie Energien
    - Menge (Durchflüsse) der Ein- und Ausgangsstoffe benennen
  - *Mit Zusatzinfo:*
    - Durchflüsse (Mengen) der Stoffe zwischen den Verfahrensschritten
    - Durchflüsse (Mengen) von Energie/ Energieträgern
    - Messung, Steuerung, Regelung, ergänzende Betriebsbedingungen, Plattformhöhen, ungefähre relative vertikale Positionierung der Anlageteile



**Anlagenbeschreibung**

Die Komponenten der einzelnen Anlagen-Baugruppen werden mit einem eigenen Nummernkreis versehen, z.B. Dampfkreislauf mit 2xx oder Kessel mit 3xx. Der Kessel wird über einen Doppelmantel geheizt. Im Doppelmantel befinden sich Leitbleche zur Führung des Wassers. Ein Elektromotor (M30) treibt den Rührer im Innern (Rührer-Typ nicht angegeben) an. Der Elektromotor ist mit einem Not-Aus-Schalter (300) versehen und seine Drehzahl wird von der Prozessleitwarte aus geregelt (301). Auf dem Deckel

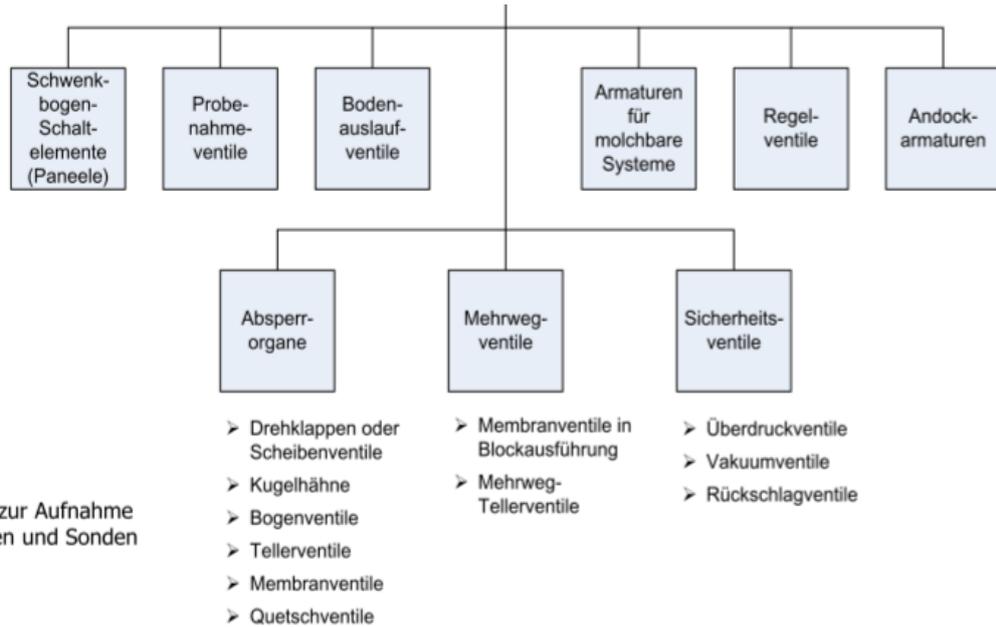
des Kessels befindet sich ein Manometer (302) zur Druckanzeige und ein Sicherheitsventil (Y30), welches bei einem Überdruck von 3 bar öffnet. Unten am Kessel ist eine Wägezelle (303) zur Gewichtsmessung angebracht. Ein Sensor (304) erfasst die Temperatur im Innern des Kessels und steuert damit den Heiz- und den Kühlkreislauf. Übersteigt der Druck in den Leitungen den zulässigen Überdruck, wird das Ventil V102 geöffnet, um Wasser abzulassen.

### 3. Kontrollfragen Armaturen

#### Was sind Armaturen?

- Komponenten in Rohrleitungen, Regeleinrichtungen, Apparaten und Anlagen
- Dienen zum Sperren und Öffnen von Rohrleitungen, Verteilen und Regulieren von Stoffströmen, Absichern von Räumen und Medienströmen, Festlegung und Regelung von physikalischen Zuständen in Rohrleitungen, Apparaten und Anlagen.

#### Nenne einige Beispiele von Armaturen



#### Zusätzlich:

- Schaugläser
- Kondensatableiter
- Entlüfter
- Schmutzfänger
- Spezialarmaturen zur Aufnahme von Filterelementen und Sonden

#### Was ist der Unterschied zwischen einer Schaltarmatur und einer Stellarmatur?

- Schaltarmatur haben Wert von 0 bis 1 (Ein/Aus)
- Stellarmatur kann beliebige Stellung einnehmen (von 0-100%)

#### Welche Aufgaben und welchen Funktionsumfang haben Stellantriebe?

- manuell, pneumatisch, elektromagnetisch, elektromechanisch oder elektromotorisch betrieben
- Können mit Wegsensoren und Endlagerschaltern ausgerüstet werden
- Elektrische Stellantriebe können vollwertige Prozessregler sein

#### Welche Armaturen können im aseptischen (sterilen) Bereich verwendet werden?

- Membranventile, Schlauchquetschventile, spezielle Tellerventile (mit doppelter Tellerabdichtung oder Edelstahl-Faltenbalg), Doppelsitz-Leckageventile.

#### Anforderungen an Armaturen (Oberflächen) im aseptischen Bereich

- Korrosionsbeständig, nicht toxisch, nicht absorbierend, reinigbar, wenn nötig desinfizierbar/sterilisierbar, keine Toträume bilden

#### Welche Anforderung zur Prozesssicherheit gibt es zusätzlich?

- Rückverfolgbarkeit der Membranen (Kennzeichnung mit Chargennummer, Hersteller, Herstelldatum, Membrangrösse, Membran-Code)

**Benennen Sie die wichtigsten gestalterischen Kriterien zum Einbau von Armaturen der Lebensmittel und Pharmaindustrie.**

- Unlösbare Schweissverbindungen sind lösbaren Verbindungen vorzuziehen
- Rohrleitungswege: kurz, gerade, mit Gefälle verlegt, Vermeidung von Stufen, geschweisst oder mit Sterilflanschen/-verschraubungen
- Anschlussstutzen: bündig mit Kesselinnenseite verschweisst, Stutzen, Zu- und Abführungen, Flanschverbindungen auf Minimum beschränken
- Dichtungen: Vermeiden von metallischen Kontaktflächen (ausser bei Schweissverbindungen), Verwenden von lösbaren Verbindungen mit Zentrierung und axialem Anschlag zur Definition des Vorspanndruckes, nur passende, unbeschädigte Dichtungen
- Kopfräume mit Entlüftungsmöglichkeit
- Schwer zu reinigende Tot- und Hohlräume vermeiden
  - Einbauten quer oder entgegen Strömungsrichtung
  - Rohrabsperungen an beiden Enden mit Spezialventilen
  - Spezialventile mit reduziertem Totzonenanteil
  - Hohe Strömungsgeschwindigkeiten
- Behälter-Bodenauslaufventil an tiefster Stelle bzw. mit Drainagevertiefung zur Restentleerung
- Entwässerung am tiefsten Punkt

**Eigenschaften von Ventilprinzipien**

Ventilprinzip		Schalt- wechsel	Mechanische Reinheit Medium	Druck- verlust	Regel- Charakter- istik	
• <u>Absperrklappe</u>		mittel	verschmutzt	gering	mittel	
• <u>Kugelhahn</u>		gering	sauber	nahezu keiner	schlecht	
• <u>Sitzventile</u>		sehr hoch	sauber	mittel bis hoch	sehr gut	
• <u>Membranventil</u>		Hoch	verschmutzt	mittel	mittel	<b>Gut bei Feststoffen</b>
• Schieber		gering	stark verschmutzt	gering	schlecht*	<b>Bei Abwasserreinigung</b>

**Was ist ein grosses Problem mit Dichtungen / Ventilen**

- Verschleiss → Reinigung und Wartung sehr aufwändig, darum gibt es jetzt auch Single-Use-Ventile, die jedes Mal ausgewechselt werden.

## 4. Kontrollfragen Werkstoffe

### Welches sind die allgemeinen Anforderungen an Konstruktionsstoffe & deren Oberflächen?

- Material soll über Zertifikat- bzw. Konformitätsbestätigung entsprechend 21 CFR der FDA verfügen
- Oberfläche darf nicht mit Werkstoff, Desinfektionsmitteln oder Reinigungsmedium reagieren
- glatte Oberfläche mit RA (Mittelrauwert) < 0.8 Mikrometer
- elektropoliert (umgekehrter galvanischer Prozess) → korrosionsbeständig, geringe Produkthaftung/Belag-Bildung, ansprechendes Aussehen, metallische Reinheit und Passivität,
- Darf nicht toxisch sein/ Produkt nicht toxisch beeinträchtigen
- Darf keine Substanzen aufnehmen (absorbieren), mit denen er in Berührung kommt
- Oberfläche aus einem Stück oder versiegelt
- Selbsttätig ablaufend (Neigungswinkel > 3°)
- Gut zugänglich für Inspektionen
- Haltbar
- Widerstandfähig gegen Brüche, Risse, Absplittern, Abblättern, Abtragen
- Eindringen unerwünschter Stoffe verhindern

### Inwieweit gelten die Gestaltungskriterien für hygienegerechte Maschinen, Apparate und Komponenten der EHEDG auch für biotechnologische Anwendungen?

- Rostfrei → Legierungen auf Eisenbasis mit mindestens 11% Chromanteil (Edelstahl)
- Reinheitsgrad → Einschlüsse im Bereich der Oberfläche stören die Ausbildung einer gleichförmigen chromoxidreichen Passivschicht
- Keine Schweissanlauffarben

### Warum sind im produktberührten Bereich rostfreie Edelstähle einzusetzen?

- Hohe Korrosionsbeständigkeit
- Hitzebeständig
- Lebensmitteltauglich
- Gute Verarbeitbarkeit
- Leichte Reinigung
- Hohe Festigkeit
- Attraktives Aussehen
- Bilden Passivschicht (sich selbst widerherstellende Oberflächenschicht)

### Welches ist der bevorzugte Stahl im Fermenterbau?

- Rostfreier Stahl aus Eisenlegierungen mit Chrom und Kohlenstoff
- In Biotechnologie: 316L (DIN 1.4435/ EN X<sub>2</sub>CrNiMo 18-14-3, C-Gehalt <0.03%, Cr 18%, Ni 14%, Mo 3%) wegen hohen Anforderungen an die Korrosionsbeständigkeit, verbesserte Schweissbarkeit
- In Lebensmittelindustrie: 304L (DIN 1.4307 EN X<sub>2</sub>CrNi 18-9, C-Gehalt <0.03%, Chrom 18%, Nickel 9%)

**Welche Arten Kunststoffe gibt es? Wie verformt man sie?**

- Thermoplaste: schmelzen bei Erhöhung der Temperatur, erstarren nach Abkühlung → wiederholbar  
z.B. Polyethylene, Polyamide, → bei Single-Use
- Duroplaste: erstarren durch chemische Reaktion, Aushärten mittels Strukturveränderung → nicht umkehrbar z.B. Harze, Lacke
- Elastomere: Makromoleküle, die durch wenige chemische Vernetzungsbrücken miteinander verbunden sind. Lassen sich dehnen und biegen und gehen ohne Krafteinwirkung in die Ausgangsform zurück. z.B. Silikon, Teflon, Viton, Kautschuk

**Warum werden Elastomere bevorzugt für Dichtungsanwendungen eingesetzt?**

- Z.B. Synthetikgummi (EPDM – Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk)
- Lassen sich bei geringer Kraftwirkung dehnen und biegen und nehmen wieder ihre ursprüngliche Form ein. → hat aber eine kurze Lebensdauer

**Welche Anforderungen müssen Kunststoffe erfüllen?**

- Übereinstimmung mit den behördlichen Vorschriften und Empfehlungen
- Verträglichkeit mit Nahrungsmitteln und Zutaten
- Chemische Beständigkeit gegen Reinigungs- und Desinfektionsmittel
- Temperaturbeständigkeit und Dampfbeständigkeit (CIP/SIP)
- Beständigkeit gegen Spannungsrisse
- Hydrophobe Eigenschaft / Reaktionsfähigkeit der Oberfläche
- Reinigbarkeit, Einfluss von Oberflächenstruktur und Glattheit, Restschmutzansammlung
- Adsorption / Desorption
- Festigkeit, Elastizität

**Welche Anforderungen müssen Klebstoffe und Schmiermittel erfüllen?**

- Anforderung an Klebstoffe und Schmiermittel
  - Konformitätsbetätigung
  - Keine örtliche Korrosion bewirken
  - Darf Produkt nicht toxisch beeinträchtigen
  - (Schmiermittel wenn möglich ausserhalb Produktbereich)
- Anforderung an Klebeverbindung
  - Durchgehend geklebt
  - Mechanisch stabil unter den vorgesehenen Anwendungsbedingungen

**Was sind thermische Isolierwerkstoffe? Anforderungen?**

- Thermische Isolation von Behältern und Rohrleitungen
- Dürfen keine örtliche Korrosion bewirken
- darf keine Chloride enthalten

**Warum dürfen thermische Isolierstoffe keine Chloride enthalten?**

- Chloride erhöhen das Risiko mikrobieller Verschmutzung oder Korrosion der Verkleidung

**Was sind Transmitterflüssigkeiten?**

- Für Signalübertragung verwendet (nicht produktberührt) (Analoganzeige durch Druckänderung)
- Z.B. Glysantin & Silikonöl

**Was ist Rouging?**

- Passivierung von Edelstahloberflächen → Roststreifen auf Oberfläche nach z.B. Fermentation
- Entsteht in Aufreinigungsbehälter, Fermenter, CIP-Anlagen, WFI Erzeugern, Autoklaven etc.

**Wieso entsteht Rouging?**

- Mit steigender Temperatur nimmt die Affinität des Fe zu Sauerstoff relativ mehr zu als bei Cr zu Sauerstoff.
- Aufgrund des praktisch nicht Vorhandenseins von Sauerstoff in heissem WFI verringert sich die Repassivierungs-Reaktion im Vergleich zur Depassivierungs-Reaktion
- Cr-Oxid bleibt an der Oberfläche und bildet eine regelmässige und homogene Schicht (verhindert Korrosionen durch Undurchlässigkeit von oxidierenden Stoffen)
- Durch das Entfernen von freiem Eisen auf der Metalloberfläche entstehen Fe-Oxide → Rouging

**Was kann bei Rouging passieren?**

- Schwermetallpartikel lösen sich ab
- Erhöhung der Mikro-Rauheit der Edelstahloberfläche
- Partikelkontamination von WFI und Reinstdampf
- erschwert Wärmeaustausch

**Wie reduziert man Rouging-Bildung?**

- Verwendung des richtigen Stahles
- Oberflächenbehandlung
- Reduktion der WFI-Betriebstemperatur
- Verwendung einer geeigneten Gasatmosphäre
- Regelmässige Reinigung (= Derouging und Repassivierung)

**Mit was wird ein modernes Derougingverfahren durchgeführt?**

- Sie verwenden neutrale Reinigungslösungen anstelle von aggressiveren sauren Chemikalien

**Welche Schwierigkeiten birgt Derouging?**

- Jedes System ist beinahe einzigartig + Alte Systeme sind sehr schwierig zu reinigen
- Unterschiedliche Rougingzusammensetzung → Schwierigkeit: Meistens keine Probestücke erhältlich
- Fe-Oxide sind teilweise kaum löslich
- Keine Zeitfenster wegen Produktionsausfallkosten
- Dampfsysteme oft nur mit sehr grossem Aufwand reinigbar