

# II MECHANISCHE VERFAHRENSTECHNIK

## A GRUNDLAGEN

### 1 Einleitung

Die Grundoperationen der **Mechanischen Verfahrenstechnik** behandeln die Verfahren, bei denen Änderungen von Stoffen durch **Einwirkung mechanischer Energie** erfolgen. Diese Energie kann in verschiedenen Formen eingeleitet werden, wobei mechanische Energie immer mit der **Wirkung von Kräften** zu tun hat. Hierbei kann es sich beispielsweise um die Schwerkraft, Fliehkraft, Trägheitskraft, Druckkraft, Widerstandskraft, Haftkraft, Reibungskraft, magnetische oder elektrische Feldkraft handeln.

Man kann die Verfahren und Apparate nach dem **Aggregatzustand** der vorliegenden Stoffe unterscheiden. Dadurch wird jedes Teilgebiet der Mechanischen Verfahrenstechnik in mehreren Abschnitten behandelt.

Die Mechanische Verfahrenstechnik lässt sich in nachfolgende Teilgebiete (Abb.1) unterteilen:

Teilgebiete der Mechanischen Verfahrenstechnik		Abschnitt im Kurs
Messtechnik		
Trennverfahren:	Trennen von Fest-Fest-Gemischen	<b>IIB</b>
	Gasreinigen = Trennen von Gas-Fest/Flüssig-Gemischen	<b>IIB</b>
	Trennen von Suspensionen	<b>IIB</b>
	Trennen von Emulsionen	<b>IIB</b>
Stoffaufbereiten:	Zerkleinern	
	Stoffvereinigen (Stückigmachen)	
	Mischen	
Fördern und Lagern		

Abb.1: Teilgebiete der Mechanischen Verfahrenstechnik

Die Messtechnik wird in den meisten Lehrbüchern der Mechanischen Verfahrenstechnik zugeordnet.

Auf das Fördern und Lagern wird nicht eingegangen, da dies den Rahmen dieses Fachs sprengen würde.

Sowohl bei der **Aufbereitung** (und **Aufarbeitung**) der **Stoffe** als auch bei der **Umwandlung** der Stoffe (siehe Kap. I A 2.2) geht es um die **Veränderung** derer **Eigenschaften** oder **Zusammensetzung** (siehe Kap. I A 2.1):

- An „Veränderung der Eigenschaften“ sind vor allem die **Größe** und die **Form** von Bedeutung. Dies wird durch **Zerkleinern** oder **Vereinigen** (Stückigmachen, Agglomerieren) erreicht.

Durch **Mischvorgänge** werden die Eigenschaften der Stoffe ebenfalls verändert.

- Die „Veränderung der Zusammensetzung“ beinhaltet **Trennaufgaben** von Feststoffgemischen und Trennaufgaben zwischen Feststoffen und Flüssigkeiten oder Gasen.

Insbesondere heterogene Gemische von Stoffen lassen sich häufig durch mechanische Trennverfahren in ihre homogene Phasen zerlegen.

Bei homogenen Gemischen bedarf es meistens zusätzlicher Trennverfahren, die häufig mit Temperaturveränderungen (meist Erwärmen) verbunden sind. Dies sind Aufgaben der Thermischen Verfahrenstechnik (Kapitel III).

Da die Trennaufgaben besonders wichtig sind, nicht zuletzt im Rahmen von umweltfreundlichen Herstellungsverfahren, wird im Kapitel II B besonders auf sie eingegangen. Physikalische Gesetzmäßigkeiten erlauben hier produktunabhängige Berechnungen und Auslegungen von Trennverfahren und -apparaten.

## 2 Kräfte auf Partikel

Die **Eigenschaften** von Partikeln hängen zunächst von deren **Größe** und **Form** ab. Des Weiteren hängen sie von den **Kräften** ab, die zwischen den Partikeln und anderen Partikeln eines dispersen Systems oder zwischen den Partikeln und den „Grenzen“ (z.B. Wände) des Systems wirken.

### 2.1 Massenkräfte

- Schwerkraft  $F_G = m \cdot g$
- Trägheitskräfte  $F_T = m \cdot a$  Wirken geradlinigen Beschleunigungen entgegen.
- Corioliskraft  $F_T = 2 \cdot m \cdot (v \wedge \omega)$  Entsteht bei Relativbewegungen vom Partikel in einem rotierenden System.
- Zentrifugalkraft  $F_Z = m \cdot r \cdot \omega^2$  Wirkt bei der Winkelgeschwindigkeit  $\omega$ .

### 2.2 Oberflächenkräfte

- Statischer Auftrieb  $F_A = V_P \cdot \rho_F \cdot g$  Durch Druckkräfte auf die Oberfläche eines eingetauchten Partikels.
- Dynamischer Auftrieb  $F_A = V_P \cdot \rho_F \cdot a$  Bei Relativbewegung zwischen Fluid und Partikel.
- Strömungswiderstand  $F_W = \rho_F / 2 \cdot v^2 \cdot A \cdot c_W(\text{Re})$
- Kräfte durch Brown'sche Molekularbewegung: signifikant bei sehr kleinen Partikeln ( $< 1 \mu\text{m}$ ).
- Kräfte durch Diffusionsvorgänge aufgrund von Temperatur- oder Konzentrationsunterschieden: signifikant bei sehr kleinen Partikeln ( $< 1 \mu\text{m}$ ).
- Kräfte durch benachbarte Partikel: signifikant bei kleinen Abständen ( $> 0,5 \text{ Vol.}\%$ ):
  - Feststoffbrückenbindung (Abb.2)
  - Flüssig-flüssig-Bindung (Abb.2)
  - Van-der-Waals-Anziehungskraft (Abb.2)
  - Elektrostatische Anziehungskraft (Abb.2)
  - Formschlüssige Bindung (Abb.2)

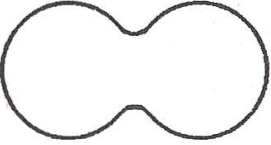
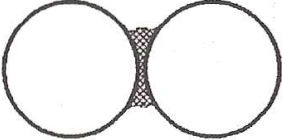
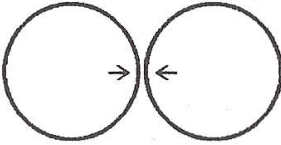
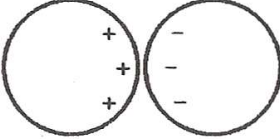
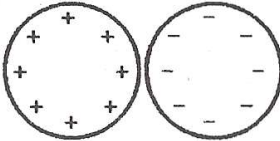
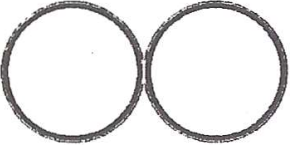
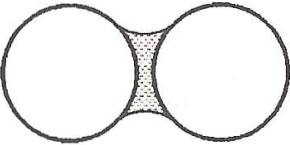
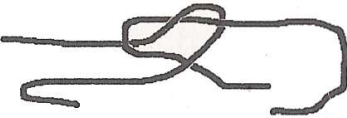
<i>Mit stofflicher Verbindung:</i>	<i>Ohne stoffliche Verbindung:</i>
<p><b>A) Festkörperbrücken</b></p>  <p>a) Sinterbrücken, Schmelzbrücken</p>  <p>b) Auskristallisierte Feststoffe, aushärtende Bindemittel</p>	<p><b>C) Anziehungskräfte</b></p>  <p>e) van-der-Waals-Kräfte</p>  <p>elektr. Leiter</p>  <p>elektr. Isolator</p> <p>f) Elektrostatische Kräfte</p>
<p><b>B) Flüssigkeitsbrücken</b></p>  <p>c) Adsorptionsschichten</p>  <p>d) bewegliche Flüssigkeitsbrücken (Kapillarität)</p>	<p><b>D) Formschlüssige Bindung</b></p> 

Abb.1: Haftmechanismen (Quelle: Stieß/ Mechanische Verfahrenstechnik 2)