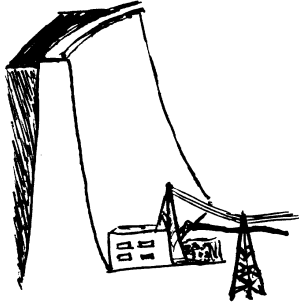


# I VERFAHRENSTECHNIK

## A GRUNDLAGEN

### 1 Einleitung

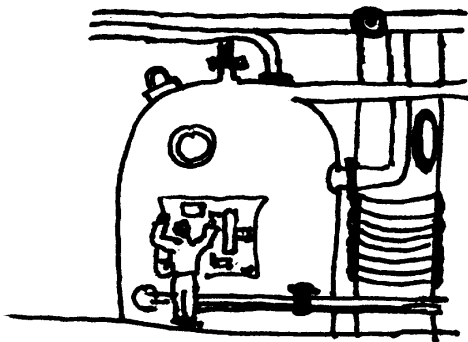


Der klassische Maschinenbau beschäftigt sich mit der Umwandlung von Energien. So wird beispielsweise der statische Druck des Wassers hinter einer Staumauer durch Turbinen und Generatoren in elektrische Energie umgewandelt, die Wärme aus der Verbrennung von Holz und Kohle erzeugt Wasserdampf mit dem der Kolben einer Dampfmaschine bewegt wird und das Getriebe eines Fahrzeugs setzt die Translationsbewegung der Kolben in eine Drehbewegung um.

Daneben beschäftigte der Chemiker sich schon immer mit der Veränderung der Stoffe nach ihrer Art. Die Alchemisten der ersten Stunde versuchten sogar billiges Blei in teures Gold umzuwandeln. Die Chemiker arbeiteten dabei immer mit kleinen Mengen im Labor.



Am Anfang dieses Jahrhunderts begann die Herstellung von neuen Stoffen in großen Mengen.



Eines der bekanntesten und ersten Verfahren ist die Ammoniaksynthese nach Haber-Bosch. Die Chemiker hatten dabei keine Erfahrung bei der Herstellung von großen Mengen und den hierzu erforderlichen Apparaten und Anlagen. Die Maschinenbauer kannten sich mit Kraft- und Arbeitsmaschinen aus, hatten jedoch noch nicht mit Apparaten zur Umwandlung von Stoffen zu tun. So ergab sich ein Bedarf an neuem technisch-wissenschaftlichem Wissen.

Aus den neuen Anforderungen, die mit wachsender Anzahl an Herstellungsverfahren und Industrien rasch anstiegen, entwickelte sich das Arbeitsfeld des Verfahrenstechnikers. Dieses kann man demnach zwischen dem des Chemikers und dem des klassischen Maschinenbauers anordnen.

## 2 Begriffserklärungen

### 2.1 Verfahrenstechnik («*technique des procédés*«, „*process technics*“) als Stoffwandlungstechnik

Die Verfahrenstechnik ist die technisch-wissenschaftliche Disziplin, die sich mit der **Umwandlung von Stoffen** nach **Art, Zusammensetzung** oder **Eigenschaften** beschäftigt.

Sie behandelt diejenigen Vorgänge, die Stoffe **chemisch, physikalisch** oder **biologisch** umwandeln oder verändern.

- **Stoffumwandlungen nach Art** sind Stoffveränderungen, bei denen **neue Stoffe** entstehen.

Es handelt sich somit um chemische Reaktionen. So entstehen beispielsweise bei der Verbrennung von Benzin Wasserdampf und Kohlendioxid, und bei der Oxidation von Stahl entsteht Eisenoxid.

- **Stoffumwandlungen nach Zusammensetzung** sind Stoffveränderungen, bei denen Stoffe getrennt oder vermischt werden, ohne chemisch zu reagieren.

Bekannte Trennverfahren sind Filtration (z.B. Kaffee oder Abgase), Destillation (z.B. Schnaps) oder Rektifikation (Auftrennen von Erdöl in Naphta, Benzin, Kerosin, Dieselöl u.a.).

Als Beispiele zum Mischen seien die Herstellung von Dispersionsfarben aus Wasser, Farbmittel, schmutz- und wasserabweisenden Zusätzen (Latex, Silikon) angeführt.

- **Stoffumwandlungen nach Eigenschaften** sind Stoffveränderungen, bei denen bestimmte **physikalische Größen** eines Stoffes verändert werden. Dadurch verändern sich seine Eigenschaften.

So können beispielsweise der Aggregatzustand, die Temperatur, die Form oder die Größe eines Stoffes verändert werden. Das Mahlen von Korn führt zu staubförmigem, backfähigem und explosionsfähigem Mehl. Das Zerstäuben von Flüssigkeiten bildet Tropfen, die wesentlich mehr Oberfläche pro Volumen haben und somit u.a. bei Reinigungsverfahren mehr Gase lösen können.

### 2.2 Herstellungsverfahren («*procédé*«, „*process*“)

Ein **Herstellungsverfahren, Produktionsverfahren** oder **Herstellungsprozess** ist die Gesamtheit aller Einrichtungen in einer Firma, die dazu dienen, aus einem zugelieferten Ausgangsstoff ein Produkt herzustellen.

Die technische Durchführung aller nacheinander ablaufenden Umwandlungsvorgänge (Abb.1) mit Hilfe sämtlicher Anlagenteile ergibt das (Produktions-)Verfahren und ist Aufgabenbereich der Verfahrenstechnik.

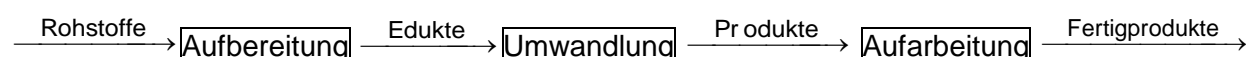


Abb.1: Umwandlungsvorgänge bei Herstellungsprozessen

Dabei entsprechen das **Aufbereiten der Rohstoffe** und das **Aufarbeiten der Produkte** Umwandlungen von Stoffen nach **Zusammensetzung** oder **Eigenschaften**.

Die eigentliche **Umwandlung(en) der Rohstoffen zu Produkten** ist/sind häufig Stoffumwandlung(en) nach **Art**.

## 2.3 Verfahrensschritte

Die **Verfahrensschritte, Grundoperationen** oder "**unit operations**" sind die einzelnen Umwandlungsvorgänge d.h. Veränderungen der Stoffe, die in den hierzu erforderlichen Anlagenteilen wie Apparaten, Maschinen und Behältern stattfinden.

Die Summe aller Verfahrensschritte ergibt somit das gesamte Herstellungsverfahren.

Beispiele von Verfahrensschritten sind Lagern, Fördern, Zerkleinern, Mischen, Trennen, Agglomerieren oder Verdampfen.

## 3 Unterteilung der Verfahrenstechnik

Grundsätzlich werden zwei Ordnungsprinzipien in der Verfahrenstechnik verwendet:

- a) Eine **produktbezogene Darstellung** (Abschnitt 1.3.1), die das **Herstellungsverfahren** eines **bestimmten Stoffes** beschreibt.
- b) Eine **teilschrittbezogene Darstellung** (Abschnitt 1.3.2), die **allgemeine, produktunabhängige Grundverfahren** beschreibt.

### 3.1 Produktbezogene Darstellung

Hier wird ein gesamter Herstellungsprozess betrachtet.

Ausgehend von den Rohstoffen, die vorbereitet werden müssen, über eine eigentliche Umwandlung (z.B. eine chemische Reaktion oder ein Trennen von Stoffen) bis hin zur Herstellung der (des) reinen Endprodukte(s) und anfallende(s) Nebenprodukt(e).

Alle Informationen über Lagerung, Transport, Energieflüsse, Stoffströme u.s.w., das gesamte erforderliche Wissen zur Realisierung des Prozesses wird festgehalten. Neben Textinformationen gibt es Verfahrenfließbilder, in denen - je nach Darstellungsform - der Prozess mit verschiedenen Informationen dargestellt wird.

Die produktbezogene Darstellung gilt demnach zur Herstellung **eines** Stoffes (oder zur Reinigung **eines** Stoffes). Es ist eine sehr umfangreiche Darstellung, in der die produktspezifischen Notwendigkeiten berücksichtigt werden.

In Abb.2 ist als Beispiel die Herstellung eines Füllstoffes dargestellt. Weitere bekannte Beispiele sind Kohlekraftwerke bzw. die dazu gehörende Rauchgasreinigungen, Trinkwasseraufbereitungsanlagen oder Kläranlagen.

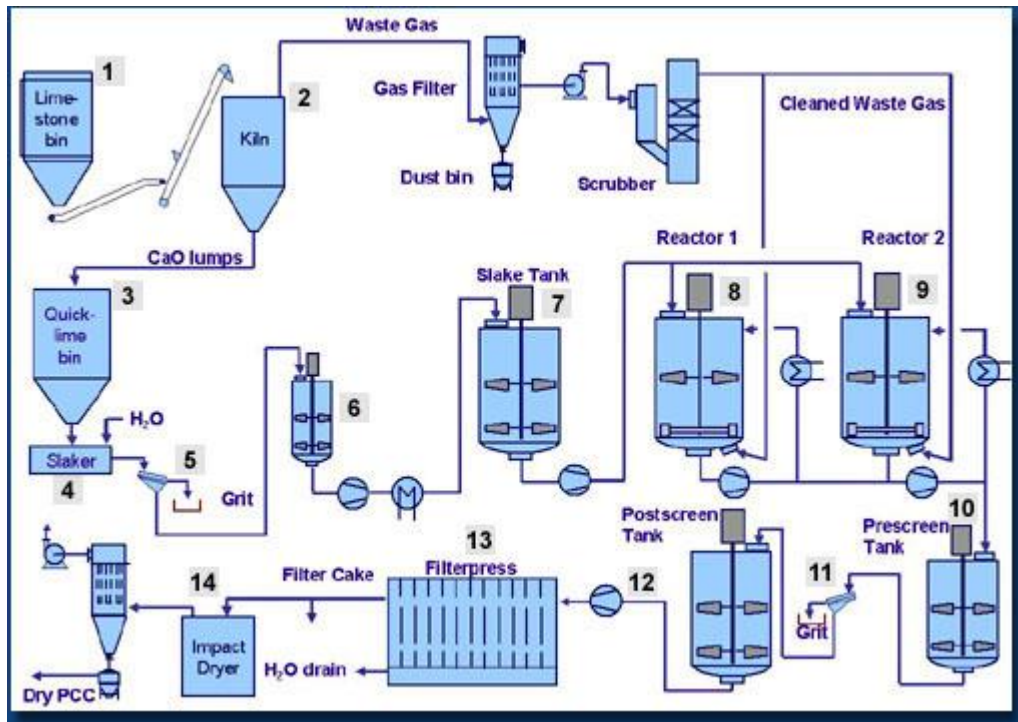


Abb.2: Schematische Darstellung eines verfahrenstechnischen Produktionsverfahrens zur Herstellung von PCC (gefälltes Calciumcarbonat) (Quelle: [www.alpinehosokawa.com](http://www.alpinehosokawa.com))

### 3.2 Teilschrittbezogene Darstellung

Die systematische Untersuchung aller Herstellungsverfahren zeigt, daß in vielen Prozessen **gleiche Verfahrensschritte** („unit operations“) durchgeführt werden, wenn auch mit **unterschiedlichen Stoffen**.

Die hierzu erforderlichen Komponenten (Apparate, Maschinen u.s.w.) sind ähnlich aufgebaut und funktionieren nach gleichen physikalischen Gesetzmäßigkeiten. Die Verfahrenstechnik behandelt die **allgemeinen Gesetzmäßigkeiten** dieser Verfahrensschritte.

Nachfolgend einige Beispiele an Verfahrensschritten aus verschiedenen Prozessen:

- **Mischen:** Sand, Zement und Wasser zu Beton,  
Zucker und Kakao zu Schokolade,  
Farbstoffe und Kunststoff zu eingefärbtem Kunststoff.
- **Trennen:** Staubpartikel aus Abluft,  
Spreu vom Weizen,  
Schmutz aus Abwasser,  
Filtern mit einer Abzugshaube über dem Herd.

Ein konkretes Trennverfahren ist das Zentrifugieren.

- **Zentrifugieren:** Entrahmen der Milch,  
Entwässern von Klärschlamm,  
Aufbereiten von Kernbrennstoffen (Uranisotope),  
Entfeuchten der Wäsche.

Die verwendeten Zentrifugen unterscheiden sich sicher in der Ausführung, die physikalischen Gesetzmäßigkeiten, die Kräfte die zum Trennvorgang führen sind jedoch die gleichen.

Es gibt insgesamt ca. 70 Verfahrensschritte. Diese lassen sich grundsätzlich in drei Gruppen unterteilen.

**Mechanische Verfahrenstechnik (MVT),  
Chemische Verfahrenstechnik (CVT) und  
Thermische Verfahrenstechnik (TVT).**

Die Unterteilung erfolgt nach der **Art der Energie**, die bei der Durchführung eines Verfahrensschrittes erforderlich ist.

Zu erwähnen sind noch neuere Bereiche, in denen die klassische Einteilung nach einzubringender Energie schwieriger ist und die deswegen getrennt behandelt werden:

**Biologische Verfahrenstechnik  
Medizinische Verfahrenstechnik und  
Umweltverfahrenstechnik.**

## 4 Tätigkeitsfelder der Verfahrenstechnik

Durch die zunächst **stoffunabhängige Betrachtungsweise** der Apparate und Maschinen in Verfahrensschritten sind die Tätigkeiten des Verfahrenstechnikers nicht an nur einen Industriezweig gebunden. Die Verfahrenstechnik findet sich heute in quasi allen **Industriebereichen** wieder und darüber hinaus in **Forschung und Lehre**, dem **öffentlichen Dienst** und **freien Berufen** (z.B. Gutachter oder Patentanwälte).

Die Verfahrenstechnik ist verbunden mit vielen Industriebereichen, die die Bedürfnisse der Menschen in vielen Bereichen decken:

- Ernährung: Künstlich hergestellte Dünger und Pflanzenschutzmittel ermöglichen eine Ernährung der Weltbevölkerung.
- Kleidung: Farbstoffe und künstliche Fasern verbessern Textilien, Fleckenlöser, Waschmittel und Weichspüler erhalten die Qualität.
- Wohnen: Mineralische Baustoffe (Zement ...), Kunststoffe (Leitungen, Isolationsmaterialien . . .) und Textilien (Teppiche, Polster...) werden zum Bauen und Wohnungseinrichten verwendet.
- Gesundheit: Medikamente, Chemotherapien, Dialysegeräte u.a. helfen schwerste Krankheiten zu bekämpfen.

- **Mobilität:** Treibstoffe ermöglichen die Fortbewegung in Fahrzeugen, für die Kunststoffe, Lacke, Schmiermittel u.v.m. benötigt wird.
- **Wohlbefinden:** Von Kosmetischen Produkten am Morgen bis hin zu Filmen auf DVD am Abend lässt sich unser Leben angenehm gestalten.

In Abb.3 sind die meisten Einsatzgebiete der Verfahrenstechnik (ohne Anspruch auf Vollständigkeit) mit einigen Produktbeispielen aufgeführt.

<b>Wichtige Industriezweige</b>	<b>Beispiele von Produkten</b>
Anlagen-, Apparate- und Maschinenbau	Anlagen, Apparate und Maschinen
Aufbereitungstechnik	Kohle, Erze, Gesteine
Baustoffindustrie	Zement
Chemische Industrie	Farben, Düngemittel, Fasern, Putzmittel
Erdölindustrie	Benzin, Heizöl
Glas- und Keramikindustrie	Glas, Keramik, Porzellan
Holzindustrie	Pelletsproduktion, MDF-Platten
Kunststoffindustrie	Rohre, Fensterprofile, Böden
Medizin	Prothesen, Dialysegeräte
Nahrungsmittelindustrie	Milchprodukte, Bier, Futtermittel
Pharma- und Kosmetikindustrie	Medikamente, Schönheitsmittel
Recycling	Aluminium, Altöl, Kunststoffe
Stahlindustrie	Roheisen, Stahl
Umwelttechnik	Abwasser, Abluft, feste Abfälle
Zellstoff- und Papierindustrie	Papier

*Abb.3: Industrielle Tätigkeitsfelder der Verfahrenstechnik*