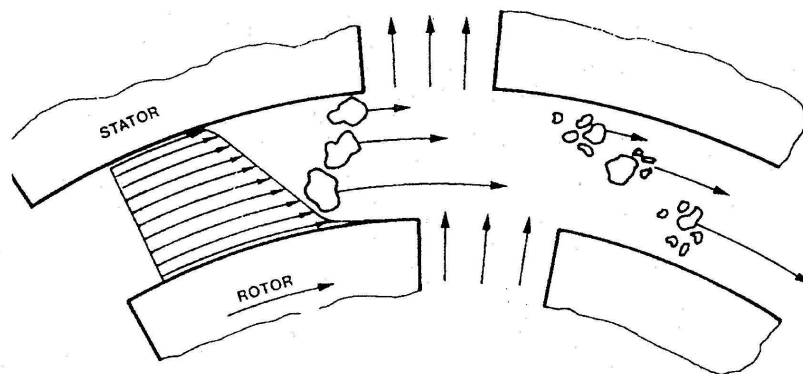


## 7 Rotor-Stator-Systeme (Homogenisatoren)

### 7.1 Einführung

Für bestimmte Rühraufgaben, z. B. das Emulgieren (s. a. Kapitel 2.2.6 auf Seite 15), reicht die Scherwirkung eines Rührwerks nicht aus. Dann kommen hochtourig laufende Rotor-Stator-Systeme zum Einsatz.

Bild 81 verdeutlicht das Funktionsprinzip des Homogenisators (Rotor-Stator-Prinzip).



**Bild 81:** Funktionsprinzip des Homogenisators

Das Medium wird axial in den Dispergierkopf gesaugt, dort um 90 Grad umgelenkt und durch die Schlitze des Rotors gefördert. Der Rotor rotiert hierbei mit sehr hohen Drehzahlen. Der feststehende Stator hat ebenfalls Schlitze, durch die das Medium zum Homogenisator-Ausgang gelangt.

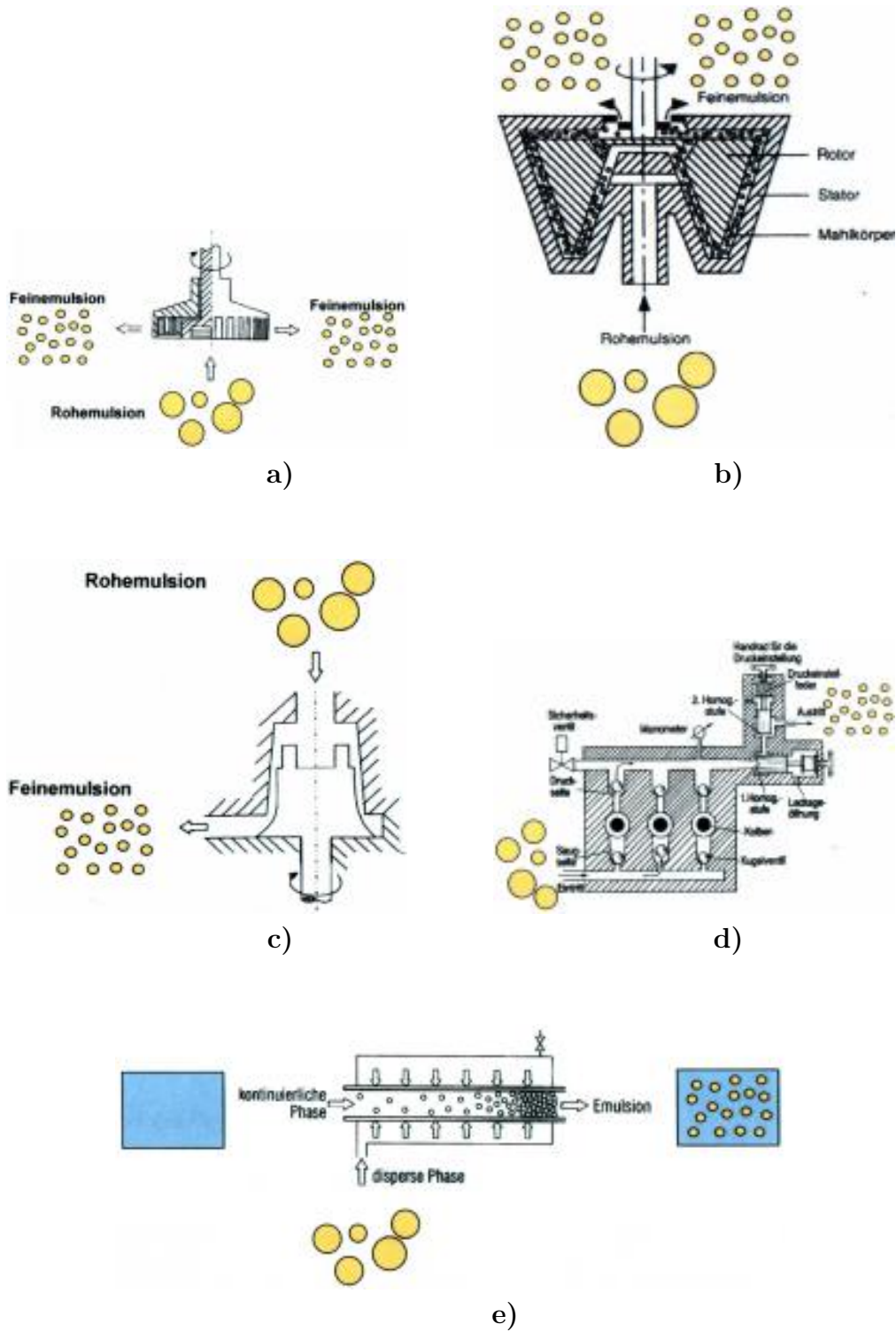
Aufgrund der hohen Beschleunigung wird das Mischgut einer sehr großen Scher- und Schubbeanspruchung ausgesetzt. Im Scherspalt zwischen Rotor und Stator tritt zusätzlich eine große Turbulenz auf, die zu einer optimalen Durchmischung führt.

Die nachfolgenden Abbildungen (Bild 82) zeigen verschiedene Ausführungen von Emulgiermaschinen. Links oben sieht man die Zahnkranzdispergiermaschine, die sehr häufig in Verbindung mit Rührwerken eingesetzt wird; im weiteren wird sie oft nur noch als Homogenisator bezeichnet. Eine Ringspaltmühle, die mit Mahlkörpern arbeitet ist rechts oben abgebildet.

Links in der Mitte ist eine Kolloidmühle zu sehen; die Abbildung rechts daneben zeigt einen Hochdruckhomogenisator, bei dem das Produkt durch sehr feine Düsen gepumpt wird. Eingesetzt wird er z. B. in der Milchindustrie.

Weniger verbreitet zur Emulgierung sind mikroporöse Membranen (unten in Bild 82).

Außerhalb des Rührbehälters angeordnete Homogenisatoren haben gegenüber im Behälter befindlichen Systemen Vorteile. Der gesamte Behälterinhalt wird definiert umgepumpt



**Bild 82:** Emulgiermaschinen [22]

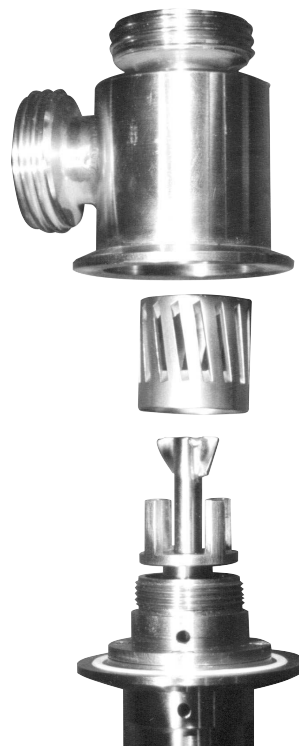
- a) Zahnkranzdispergiermaschine, b) Ringspaltmühle
- c) Kolloidmühle, d) Hochdruckhomogenisator
- e) Mikroporöse Membranen

und emulgiert. Außerdem stören keine zusätzlichen Einbauten den Mischvorgang im Behälterinnenraum.

In Bild 36 auf Seite 66 ist ein im Behälter befindliches Rotor-Stator-System zu sehen; als zusätzliches Rührwerkzeug dient ein langsamlaufender Ankerrührer mit zusätzlichen förderwirksamen Elementen. Natürlich können im Bereich des Rotor-Stator-Systems keine Fördererlemente angebracht werden, was den Einsatzbereich einschränkt.

## 7.2 Inline-Homogenisatoren

Das Herbst Rotor-Stator-System (Homogenisator) wird am Bodenauslaßstutzen des Rührbehälters angebracht. Nach Verlassen des Homogenisators wird das Rührgut durch ein außenliegendes Rohrleitungssystem zurück in den Rührbehälter gepumpt. Im Gegensatz zu im Rührbehälter befindlichen Rotor-Stator-Systemen ist hierdurch gewährleistet, daß der gesamte Rührbehälterinhalt gleichmäßig homogenisiert wird. Den kleinsten Herbst Homogenisator HI 35 zeigt Bild 83.



**Bild 83:** Homogenisator HI 35

Die Drehzahl kann bei dieser Ausführung in einem Bereich von ca. 2.000 bis über 15.000 UpM eingestellt werden, um eine optimale Anpassung an unterschiedliche Produkte zu gewährleisten. Bezogen auf Wasser ist ein maximaler Durchsatz von ca. 2.300 Liter pro Stunde möglich.

Begrenzt wird der Einsatzbereich eines Homogenisators durch die Produktviskosität. Ab einer gewissen Viskosität reicht seine Pumpwirkung nicht mehr aus und es findet keine Förderung mehr statt. Durch eine vorgeschaltete Produktpumpe läßt sich der Einsatzbereich erheblich erweitern.

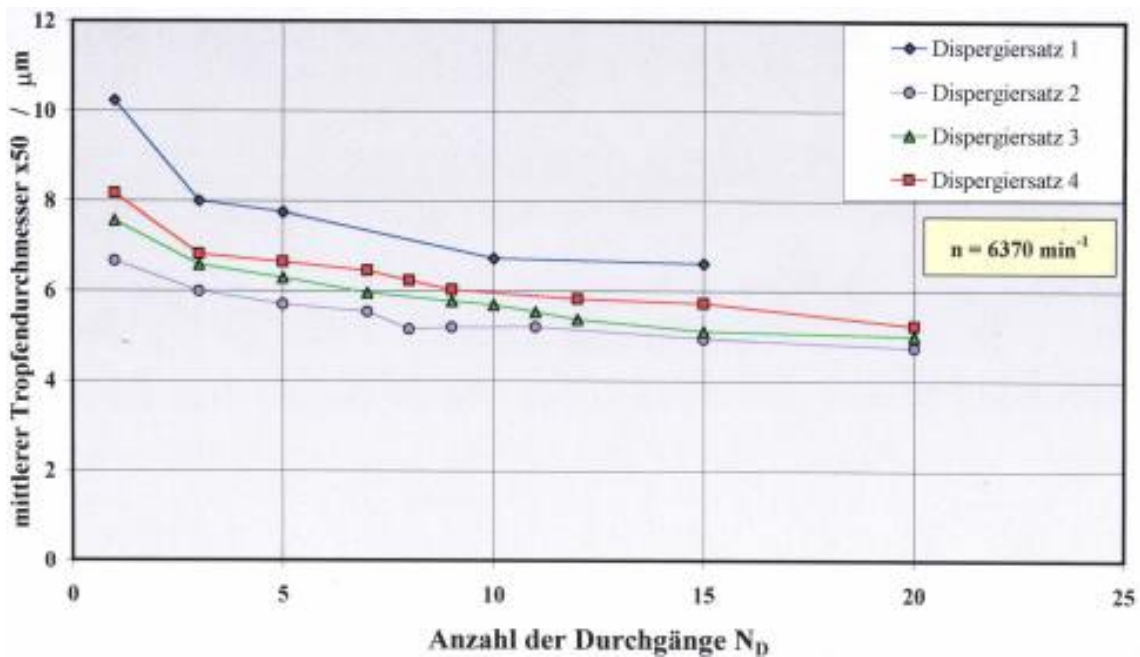
Interessant ist auch die Möglichkeit, gut fließfähige Pulver bei eingeschaltetem Homogenisator in den umlaufenden Flüssigkeitsstrom einzusaugen und so eine ungewollte Staubeentwicklung im Rührwerk zu verhindern. Das Pulver wird direkt nach dem Einsaugen benetzt, noch bevor es in den Behälterinnenraum gelangt.

Untersuchungen mit dem Herbst-Homogenisator HI 60 (s. a. Bild 84) haben gezeigt, daß für die meisten Produkte bereits nach wenigen Homogenisatordurchläufen eine optimale



**Bild 84:** Emulgierbehälter mit Inline-Homogenisator HI 60-M

Homogenisierung erzielt wird. Weiteres Homogenisieren kann das Ergebnis wieder verschlechtern bzw. zu einer Produktschädigung führen. In Abbildung 85 ist der mittlere Tropfendurchmesser  $x_{50}$  in Abhängigkeit von der Anzahl der Homogenisatordurchgänge  $N_D$  dargestellt. Bereits nach einem Durchgang erzielt man relativ feine Tropfendurchmesser, die sich bei weiteren Durchläufen nur noch in geringem Maße verändern. Die



**Bild 85:** Mittlerer Tropfendurchmesser  $x_{50}$  in Abhängigkeit der Anzahl der Homogenisatordurchgänge  $N_D$  [3]

Messungen wurden bei einer konstanten Homogenisatordrehzahl mit unterschiedlichen Rotor-Stator-Werkzeugen durchgeführt. Die Bestimmung der Tropfendurchmesser erfolgte mit einem Laserbeugungsspektrometer.

In Bild 86 ist der Homogenisator HI 115 zu sehen. Bei einer maximalen Drehzahl von ca. 3.000 UpM hat er einen Durchsatz von ca. 15.000 Liter pro Stunde (bezogen auf Wasser).



**Bild 86:** Homogenisator HI 115

In Tabelle 14 sind die wichtigsten technischen Daten der Herbst-Homogenisatoren zusammengefasst. Sonderausführungen mit anderen Leistungsdaten sind möglich.

**Tabelle 14:** Technische Daten der Herbst Inline-Homogenisatoren  
(Standardausführung)

	<b>HI 35</b>	<b>HI 60</b>	<b>HI 115</b>
Antriebsleistung $P$ [kW]	1,0	2,2	5,5
maximale Drehzahl bei 50 Hz $n$ [UpM]	22.000	6.500	3.000
Durchsatzleistung $\dot{V}$ [l/h] (bezogen auf Wasser)	2.300	3.000	15.000
Maximales Behältervolumen $V_B$ [l]	35	150	1.500