

1. Grundlagen der Ähnlichkeitslehre	1
1.1. Einführung	1
1.2. Formen der Ähnlichkeit und Analogie	4
1.3. Wichtige Grundbegriffe	12
1.3.1. Grundgrößen, Definitionsgrößen, Stoffwerte	12
1.3.2. Übertragungsverhältnisse	14
1.4. Herleiten von Ähnlichkeitsgesetzen nach verschiedenen Verfahren	16
1.4.1. Herleiten von Ähnlichkeitsgesetzen aus dem Vergleich physikalischer Gesetzmäßigkeit (z. B. für Kräfte, Ener- gien usw.) Wirkgrößenanalyse	17
1.4.1.1. Herleitung des Froudeschen Ähnlichkeits- gesetzes aufgrund eines Kräftevergleiches	22
1.4.1.2. Herleiten der Froude-Kennzahl mit dem Impulssatz	25
1.4.1.3. Einige Erläuterungen zum Froudeschen Ähnlichkeitsgesetz	27
1.4.2. Herleiten von Ähnlichkeitsgesetzen aus der Dimensi- onsanalyse	32
1.4.2.1. Allgemeines Vorgehen	32
1.4.2.2. Herleiten der Ne- und Fr-Kennzahlen aus der Dimensionsanalyse	34
1.4.3. Herleiten von Ähnlichkeitsgesetzen aus Differential- gleichungen	47
1.5. Aufbau verschiedener Ähnlichkeitsgesetze von dynamischen Vorgängen nach verschiedenen Verfahren	55
1.5.1. Die Cauchy-Kennzahlen und Modellbedingungen für Vorgänge unter der Wirkung von Trägheits- und elasti- schen Kräften	55
1.5.2. Die Thomson-Kennzahl für Vorgänge unter der Wir- kung von Trägheits- und Gravitationskräften	59

1.5.3. Die Weber-Kennzahl für Vorgänge unter der Wirkung von Trägheits- und Oberflächenkräften	62
1.5.4. Die Hagen-Kennzahl für laminare Rohrströmungsvorgänge [3]	66
2. Praktische Anwendungen der Ähnlichkeitskriterien für dynamische Vorgänge	72
2.1. Übersicht über Ähnlichkeitssimplexe bei dynamischen Vorgängen	73
2.2. Übersicht über Ähnlichkeitskomplexe bei dynamischen Vorgängen	74
2.3. Widersprüche in Modellvorschriften	76
2.3.1. Angleichen durch Variation der Stoffwerte	78
2.3.2. Methode der partiellen Ähnlichkeit	80
2.4. Anwendungsbeispiele	80
2.4.1. Beispiel aus dem Flugzeugbau: DO 217	80
2.4.2. Beispiel aus dem Schiffbau: MS Bremen (Vorkriegsbau) [4]	83
2.4.3. Ähnlichkeitsbetrachtung in der Zerstäubertechnik [5; 6; 7]	86
2.4.3.1. Geschwindigkeitszerstäuber	90
2.4.3.2. Die Fliehkraftzerstäubung	94
2.4.4. Ähnlichkeitsbetrachtung im Ventilatorenbau	101
2.4.4.1. Der Zusammenhang zwischen den dimensionslosen Größen des Ventilatorbaus	112
2.4.4.2. Auslegungsbeispiel [9]	116
2.4.5. Ähnlichkeitsbetrachtung bei Entstaubungsvorgängen [11]	119
3. Thermodynamische Ähnlichkeit	123
3.1. Herleiten verschiedener thermodynamischer Kennzahlen	125
3.1.1. Die Archimedes-Kennzahl für Strömungsvorgänge unter dem Einfluß von thermischen Auftriebskräften und Trägheitskräften	125
3.1.2. Die Grashof-Kennzahl für Vorgänge unter der Wirkung von thermischen Auftriebskräften und Zähigkeitskräften	127

3.1.3. Die Péclet-Kennzahl für thermodynamische Vorgänge mit Konvektion und Wärmeleitung	128
3.1.4. Die Prandtl-Kennzahl, eine Stoffwertkombination	131
3.1.5. Die Nusselt-Kennzahl für konvektive Wärmeübergangsvorgänge	132
3.1.6. Die Biot-Kennzahl bei Wärmeübergangsvorgängen durch Konvektion und Wärmeleitung im Feststoff	135
3.1.7. Die Fourier-Kennzahl, der Zeitparameter instationärer Wärmeleitvorgänge	136
3.1.8. Die Stanton-Kennzahl, der Wirkungsgrad eines Wärmeübergangsvorganges	137
3.2. Praktische Anwendungen der Ähnlichkeitskriterien für thermodynamische Vorgänge	139
3.2.1. Übersicht über thermodynamische Ähnlichkeitskomplexe	139
3.2.2. Ähnlichkeitsbetrachtung beim Wärmeübergang an Riesel-filmen	141
3.2.3. Dimensionierungsbeispiel mit einem gegebenen Wärmeübergangsgesetz [14]	144
3.2.4. Vereinfachung der mathematischen Formulierung eines wärmetechnischen Problems mit Hilfe dimensionsloser Kennzahlen [14]	146
4. Ähnlichkeit bei Stoffübergangsvorgängen	154
4.1. Herleiten von Kenngrößen des Stoffüberganges	155
4.1.1. Die Kennzahl Pe^* für Stoffübergangsvorgänge unter dem Einfluß von Konvektion und Diffusion	155
4.1.2. Herleiten der Fick-Kennzahl als Zeitparameter instationärer Diffusionsvorgänge	156
4.1.3. Stoffübergang durch Diffusion und Konvektion im Fluid	157
4.1.4. Stoffübergang durch Konvektion und Diffusion im Feststoff	158
4.2. Die Bedeutung der Analogiekennzahlen	158
4.3. Praktische Anwendungen der Ähnlichkeitskriterien für Stoffübergangsvorgänge am Beispiel des Düsenkammer-Luftbefeuchters	161
4.3.1. Einführung in die Problematik [2]	161

4.3.2. Vorgang der Zerstäubung	164
4.3.3. Vorgang der Fluidbewegung	166
4.3.4. Die Austauschvorgänge „Wärme- und Stoffaustausch“	170
5. Ähnlichkeitskriterien bei chemotechnischen Vorgängen	181
5.1. Die Damköhler-Zahlen	181
5.1.1. Damköhler-Zahl Da_I	181
5.1.2. Damköhler-Zahl Da_{II}	182
5.1.3. Damköhler-Zahl Da_{III}	183
5.1.4. Damköhler-Zahl Da_{IV}	184
5.2. Praktische Anwendungen der Damköhler-Zahlen	185
5.2.1. Homogener, stationärer und instationärer Strömungs- rohrreaktor, ein Beispiel über die Anwendung von Da_I	185
5.2.2. Reduktion dichter Erze [20]	188
6. Analogietechniken	191
6.1. Elektroanalogie stationärer Felder	196
6.1.1. Zweidimensionale Temperaturfelddarstellung	196
6.1.2. Zweidimensionale Darstellung von Potential- strömungen	203
6.1.3. Dreidimensionale Felddarstellung	214
6.2. Elektroanalogie instationärer Felder	216
6.3. Anmerkungen zur Untersuchung von Temperatenausgleichs- vorgängen mit Hilfe der Analogie des Stoffaustausches	223
7. Schrifttum	226
8. Sachwortverzeichnis	228