

Inhaltsverzeichnis

Literatur	1
1 Einführung	3
1.1 Strömungen und Strömungskräfte	3
1.2 Hinweise	9
1.3 Grundlagen	10
2 Maßsysteme	15
2.1 Grundgrößen und Grundeinheiten im SI-Maßsystem	15
2.2 Abgeleitete Größen und abgeleitete Maßeinheiten	16
2.3 Liste der in der Strömungsmechanik verwendeten Größen und Einheiten	17
2.4 Begriffsgrobraster	33
2.5 Verständnisfragen	34
3 Hydro- und Aerostatik	35
3.1 Hydrostatik	35
3.1.1 Druckmessung, Behälter mit innerem Überdruck	38
3.1.2 Mengenmessung, Messblende	39
3.1.3 Druckverteilung auf einer Behälterwand	40
3.1.4 Hydrostatischer Auftrieb	40
3.2 Aerostatik	42
3.2.1 Isotherme Druckänderung:	42
3.2.2 Polytrope Atmosphäre:	43
3.2.3 Norm-Atmosphäre	44
3.3 Begriffsgrobraster	49
3.4 Verständnisfragen	51
4 Grundgesetze der Hydrodynamik	53
4.1 Kontinuitätsgleichung	54

4.2	Beschleunigung in der Flüssigkeitsströmung	56
4.2.1	Beispiel für konvektive Beschleunigung in stationärer Strömung	57
4.3	Gleichungen von <i>Euler</i> und <i>Bernoulli</i>	58
4.3.1	<i>Euler</i> -Gleichung	58
4.3.2	<i>Bernoulli</i> -Gleichung	60
4.3.3	Einige typische Anwendungsbeispiele	64
4.3.3.1	Strömung durch eine Verengung eines Rohres	64
4.3.3.2	Ausfluss aus einem oben offenen Behälter	65
4.3.3.3	Ausfluss aus einem geschlossenen Behälter mit innerem Überdruck	66
4.3.4	Druckbasierte Geschwindigkeitsmessung	67
4.3.4.1	<i>Pitot</i> -Rohr	67
4.3.4.2	<i>Prandtl</i> -Rohr	69
4.3.4.3	<i>Venturi</i> -Rohr	72
4.3.4.4	Messung des statischen Druckes	74
4.3.5	Gültigkeitsbereich der <i>Bernoulli</i> -Gleichung	74
4.3.5.1	Diffusor	78
4.3.5.2	Unstetige Querschnittsverteilung	78
4.3.5.3	Kavitation	80
4.4	<i>Bernoulli</i> -Gleichung für instationäre Strömungsvorgänge	81
4.4.1	Schließen eines Schiebers	83
4.4.2	Ansaugdruck einer Kolbenpumpe	84
4.5	Impulssatz	86
4.5.1	Impulsstrom für stationäre Strömung	86
4.5.1.1	Beispiel „freifahrender Propeller“ zur Wahl des Kontrollvolumens	91
4.5.1.2	Zusammenfassung Impulssatz	94
4.5.2	Beispiele	97
4.5.2.1	Rundum konstanter Außendruck	97
4.5.2.2	Krümmen	98
4.5.2.3	Unstetige Erweiterung: <i>Carnot</i> 'scher Stoßverlust	100
4.5.2.4	Ausströmen durch eine Öffnung	105

4.5.2.5	Ausfluss aus einem Behälter durch ein Rohr mit scharfkantigem Eintritt: <i>Borda-Mündung</i>	106
4.5.2.6	Kraftwirkung eines Flüssigkeitsstrahls auf Doppelkeil	108
4.5.3	Vortriebskraft	109
4.5.3.1	Kraftwirkung auf die Schaufeln einer <i>Pelton-Turbine</i>	109
4.5.3.2	Körper, dem Fluid entströmt (Rakete, Gasflasche) .	112
4.5.3.3	Luftschraube	114
4.5.4	Auftriebskraft	117
4.5.4.1	Impulsstromdifferenz in vertikaler Richtung	117
4.5.4.2	Auftrieb eines Tragflügels	118
4.5.5	Impulsverlust und Widerstand	120
4.5.5.1	Profil im Windkanal	123
4.5.6	Anwendung des Impulssatzes auf Strömungsmaschinen, Drallsatz	123
4.5.6.1	Leitapparat einer Kreiselpumpe	124
4.5.6.2	Radialrad	125
4.5.6.3	Radleistung	126
4.5.6.4	Axialrad	127
4.6	Begriffsgrobraster	131
4.7	Verständnisfragen	133
5	Strömung mit Reibung	135
5.1	Rohrströmung mit Reibung, Bernoulli-Gleichung mit Reibungsglied .	135
5.2	Wirkung der Zähigkeit in einem strömenden Fluid	138
5.3	Laminare Rohrströmung	140
5.3.1	Hagen-Poiseuillesches Gesetz	142
5.4	Ebene Scherströmung (<i>Couette-Strömung</i>)	143
5.5	Ähnlichkeitsgesetz für Strömungen zäher Flüssigkeiten	146
5.6	Strömungsformen, laminare und turbulente Strömung	151
5.6.1	Laminare Rohrströmung	151
5.6.2	Turbulente Strömung	153
5.7	Turbulente Rohrströmung	156

5.8	Strömung in Rohrleitungen durch Krümmer, Diffusoren und Arma- turen	160
5.8.1	Krümmer	160
5.8.2	Diffusoren	166
5.8.3	Armaturen	168
5.9	Begriffsgrobraster	169
5.10	Verständnisfragen	171
6	Grenzschicht	173
6.1	Definition	173
6.2	Laminare und turbulente Grenzschicht	175
6.3	Berechnung des Grenzschichtprofils	185
6.4	Begriffsgrobraster	188
6.5	Verständnisfragen	189