

Hydromechanik

Band 2

Spezielle Probleme

Prof. Dr. sc. techn. Gerhard Bollrich
und Autorenkollektiv



VEB VERLAG FÜR BAUWESEN · BERLIN

Inhaltsverzeichnis

	Allgemeines Symbolverzeichnis	19
1.	Hydraulisches Versuchswesen	21
	<i>(G. Bollrich)</i>	
1.1.	Modellähnlichkeit, Modellgesetze	24
1.1.1.	Kriterien der mechanischen Ähnlichkeit	24
1.1.2.	Modellgesetze	27
1.1.2.1.	<i>Froudesches</i> Ähnlichkeitsgesetz	27
1.1.2.2.	<i>Froudesches</i> Ähnlichkeitsgesetz für verzerrte (überhöhte) Modelle	29
1.1.2.3.	<i>Reynoldssches</i> Ähnlichkeitsgesetz	30
1.1.2.4.	<i>Webersches</i> Ähnlichkeitsgesetz	31
1.1.2.5.	<i>Cauchy-Machsches</i> Ähnlichkeitsgesetz	32
1.1.2.6.	Weitere Ähnlichkeitsgesetze und Kennzahlen	33
1.2.	Betrachtungen zur Bildung von Ähnlichkeitskennzahlen	36
1.2.1.	Dimensionsanalyse, π -Theorem	36
1.2.2.	Ähnlichkeitskennzahlen aus den Differentialgleichungen der Strömung	40
1.3.	Modellierungsregeln und -probleme	43
1.3.1.	Verzerrte Modelle	43
1.3.1.1.	Verzerrte Modelle für Gerinneströmungen	43
1.3.1.2.	Verzerrte Modelle für Rohrströmungen	45
1.3.2.	Modelle mit beweglicher Sohle	45
1.3.3.	Modellfamilien	48
1.3.4.	Analogiemodelle	48
1.4.	Grenzen der Übertragbarkeit	50
1.4.1.	Turbulenzgrenze	50
1.4.2.	Fließwechselgrenze	51
1.4.3.	Rauhigkeitsgrenze	51
1.4.4.	Kapillargrenze	52
1.4.5.	Kavitationsgrenze	53
1.4.6.	Belüftungsgrenze	53
1.5.	Meßgeräte und -verfahren des hydraulischen Versuchswesens	55
1.5.1.	Wassertiefenmessung	55

1.5.2.	Druckmessung	57
1.5.3.	Geschwindigkeitsmessung	59
1.5.4.	Durchflußmessung	62
1.6.	Auswertung von Meßergebnissen	67
1.6.1.	Ausgleich direkter Beobachtungen.	67
1.6.2.	Fehlerfortpflanzungsgesetz	69
1.6.3.	Aufstellen empirischer Kurven und Formeln	70
1.7.	Symbolverzeichnis zum Abschn. 1	73
1.8.	Literaturverzeichnis zum Abschn. 1	74
2.	Einführung in die Finite-Element-Methode mit Anwendung auf Potentialströmungen	76
	<i>(H.-J. Diersch)</i>	
2.1.	Physikalisches Ausgangsproblem	78
2.2.	Mathematische Formulierung.	80
2.3.	Diskretisierung	82
2.4.	Finite Elemente.	82
2.4.1.	Isoparametrisches Elementkonzept	82
2.4.2.	Numerische Integration und Elementmatrizen/Vektoren	87
2.5.	Assemblierung und Struktur des Gleichungssystems	91
2.6.	Lösung der algebraischen Gleichungen	96
2.7.	Geschwindigkeits- und Druckberechnung	98
2.8.	Bestimmung der Lage von freien Oberflächen.	101
2.9.	Finite-Element-Programm APOS	104
2.9.1.	Programmstruktur	104
2.9.2.	Dynamische Dimensionierung.	105
2.9.3.	Eingabedaten und Kommandosprache	107
2.9.4.	Problemsteuerung.	114
2.10.	Anwendungsbeispiel	116
2.11.	Schlußbemerkungen und Hinweise.	119
2.12.	Symbolverzeichnis zum Abschn. 2	120
2.13.	Literaturverzeichnis zum Abschn. 2	123
3.	Druckrohrnetzberechnung	124
	<i>(D. Ludewig)</i>	
3.1.	Kennlinien der hydraulisch wirksamen Komponenten	128
3.2.	Graphische Druck- und Fließzustandsermittlung	131
3.2.1.	Kombinationen hydraulisch wirksamer Komponenten	131
3.2.2.	Beispiele	134

3.3.	Numerische Verfahren der Druck- und Fließzustandsermittlung . . .	139
3.3.1.	Tabellarische Berechnung maschenfreier Systeme	139
3.3.2.	Die Problematik vermaschter Netze, Übersicht der Berechnungs- verfahren	142
3.3.3.	Das maschenorientierte Einzelschrittverfahren	147
3.3.4.	Die maschenorientierte Simultan-Approximation	154
3.3.5.	Das knotenorientierte Einzelschrittverfahren	158
3.3.6.	Die knotenorientierte Simultan-Approximation	163
3.3.7.	Reibungsverlustzahlen der Leitungen	169
3.3.8.	Kreiselpumpen	172
3.3.9.	Netztopologie.	174
3.4.	Inverse Aufgabenstellungen	175
3.5.	Symbolverzeichnis zum Abschn. 3.	177
3.6.	Literaturverzeichnis zum Abschn. 3	178
4.	Hydraulische Maschinen	180
	<i>(E. Lindner)</i>	
4.1.	Hauptarten hydraulischer Maschinen	180
4.2.	Energieumwandlung mit hydraulischen Turbomaschinen	182
4.3.	Aufbau und Wirkungsweise hydraulischer Turbomaschinen.	184
4.3.1.	Axiale Turbomaschinen	184
4.3.2.	Grundsätzliches zu den Geschwindigkeitsdreiecken.	186
4.3.3.	Radiale Turbomaschinen	189
4.3.4.	Die <i>Eulersche</i> Gleichung der Turbomaschinen.	191
4.4.	Bauarten von Wasserturbinen	192
4.4.1.	<i>Kaplan</i> turbinen.	192
4.4.2.	<i>Francis</i> turbinen.	197
4.4.3.	<i>Pelton</i> turbinen	200
4.4.4.	<i>Michell-Ossberger</i> -Turbinen	203
4.4.5.	Pumpenturbinen	205
4.5.	Bauarten von Turbopumpen	206
4.6.	Anwendung der Ähnlichkeitsgesetze bei hydraulischen Turbomaschinen	209
4.6.1.	Ähnlichkeitsbedingungen.	209
4.6.2.	Modellregeln	211
4.6.3.	Ähnlichkeitskennzahlen	213
4.6.3.1.	Einheitswerte für Wasserturbinen	213
4.6.3.2.	Weitere Ähnlichkeitskennzahlen.	214
4.7.	Betriebsverhalten von hydraulischen Turbomaschinen	215
4.7.1.	Kennfelder von hydraulischen Turbomaschinen	215
4.7.1.1:	Kennfeld einer Turbopumpe	216
4.7.1.2.	Kennfeld einer Wasserturbine	216
4.7.2.	Kavitation und zulässige Saughöhe	218
4.7.3.	Instabile Betriebszustände bei Pumpenanlagen	220

4.7.4.	Verhalten von Turbopumpen bei Stromausfall	222
4.8.	Hydraulische Kolbenmaschinen	228
4.9.	Symbolverzeichnis zum Abschn. 4	233
4.10.	Literaturverzeichnis zum Abschn. 4	234
5.	Flüssigkeitsstrahlen	237
	(<i>W. Kraatz</i>)	
5.1.	Unterscheidungsmerkmale	237
5.2.	Anwendungen und Beispiele	241
5.3.	Klassifizierung der turbulenten Ausbreitungsvorgänge	242
5.3.1.	Freie Strahlgrenze einschließlich Oberflächenstrahl	243
5.3.2.	Ebener Freistrahл	243
5.3.3.	Kreisrunder Freistrahл	243
5.3.4.	Ebener, einseitig anliegender Freistrahл (Wandstrahl)	243
5.3.5.	Nachlauf- oder Windschattenströmung	249
5.4.	Hydromechanische Grundlagen	249
5.4.1.	Vier Grundfälle der freien Turbulenz	249
5.4.2.	Geschwindigkeitsprofil, Kernzonenlänge und Strahlausbreitung	250
5.4.3.	Strömungskenngrößen von Freistrahlen	254
5.4.3.1.	Freistrahlen der freien Strahl-turbulenz	254
5.4.3.2.	Freistrahlen im begrenzten Raum	258
5.4.3.3.	Freistrahlen in gleichgerichteter und entgegenkommender gleichmäßiger Außenströmung	262
5.5.	Beispiele für die Anwendung der Erkenntnisse der freien Strahl-turbulenz	265
5.5.1.	Freistrahlen beim senkrechten Stoß auf eine Ebene	265
5.5.1.1.	Definition der Fließbereiche	265
5.5.1.2.	Ebener Freistrahл	268
5.5.1.2.1.	Bereich I und Bereich II vor dem Stoß	268
5.5.1.2.2.	Bereich II nach dem Stoß und Bereich III	272
5.5.1.2.3.	Geschwindigkeitsverteilung	274
5.5.1.3.	Kreisrunder Freistrahл	275
5.5.1.4.	Ebener, einseitig anliegender Freistrahл	278
5.5.2.	Schräg auftreffende Freistrahlen	280
5.5.2.1.	Vertikal und schräg nach oben gerichtete Freistrahlen bei endlicher Wassertiefe	280
5.5.2.2.	Schräg auf eine Ebene auftreffende Freistrahlen	282
5.5.3.	Freistrahlen in einer Querströmung	284
5.5.4.	Oberflächenstrahlen	289
5.5.5.	Wandstrahl im rückgestauten Ausfluß	291
5.5.5.1.	Definition und Berechnungsgrundlagen	291
5.5.5.2.	Rechteckförmige Wandstrahlen	296
5.5.5.3.	Einseitige Strömungserweiterung in offenen Gerinnen	297
5.5.6.	Freistrahл im begrenzten Raum einer Toskammer	299
5.5.6.1.	Definition der hydraulischen Kenngrößen	299

5.5.6.2.	Zentralgeschwindigkeit v_{\max}	300
5.5.6.3.	Schwallhöhe a	301
5.5.6.4.	Stoßdruck und Stoßdruckverteilung	304
5.5.6.5.	Wasserspiegelabsenkung Δz	306
5.6.	Strömungsverhalten von Freistrahlen unter Dichteeinfluß	309
5.6.1.	Senkrecht nach oben gerichtete und horizontal ausmündende Freistrahlen	309
5.6.2.	Strömungsverhalten von Wasser-Luft-Gemischen als Freistrahlen im Wasser	311
5.6.3.	Grenzfall Luftstrahl in Wasser	312
5.7.	Freie Flüssigkeitsstrahlen — Wasser in Luft	313
5.7.1.	Besonderheiten und Anwendungsbereiche	313
5.7.2.	Strömungscharakteristiken	314
5.7.3.	Wurfweiten und Steighöhen	318
5.7.4.	Strahlverbreitung und Wassermassesprühverlust	319
5.8.	Symbolverzeichnis zum Abschn. 5	322
5.9.	Literaturverzeichnis zum Abschn. 5	323
6.	Dichteströmungen	328
	<i>(J. Kranawetterer)</i>	
6.1.	Begriffsbestimmung und Abgrenzung	328
6.2.	Grundlagen der Bewegung in geschichteten Medien	329
6.2.1.	Ähnlichkeitskennzahlen	329
6.2.2.	Maximale Ausbreitungsgeschwindigkeit	331
6.2.3.	Reibung an der Schichtgrenze	332
6.3.	Eintrittsströmung und Durchströmung.	333
6.3.1.	Bewegungsgleichungen für geschichtete Strömungen	333
6.3.2.	Eintritt kalten Flußwassers in eine Talsperre	337
6.3.3.	Dichteströmungen in einem Fließgewässer	341
6.4.	Entnahmeströmungen	344
6.4.1.	Selektive Entnahme aus einer diskontinuierlich geschichteten Flüssigkeit	344
6.4.2.	Selektive Entnahme aus einer kontinuierlich geschichteten Flüssig- keit	346
6.5.	Symbolverzeichnis zum Abschn. 6	348
6.6.	Literaturverzeichnis zum Abschn. 6	349
7.	Hydraulischer Feststofftransport in Druckrohrleitungen.	351
	<i>(G. Hörnig und H. Richter)</i>	
7.1.	Grundlagen zur Anwendung und Kennzeichnung	351
7.1.1.	Einsatzbedingungen	351
7.1.2.	Einsatzgebiete und Fördergüter	352
7.1.3.	Bewegungsverhalten der Gemische	353

7.2.	Förderung homogener Wasser-Feststoff-Gemische (<i>G. Hörnig</i>) . . .	356
7.2.1.	Schubspannungsansätze (Fließgesetze)	356
7.2.1.1.	Fließgesetz der <i>Newtonschen</i> Flüssigkeiten	357
7.2.1.2.	Fließgesetze der nicht- <i>Newtonschen</i> Flüssigkeiten	359
7.2.1.2.1.	Pseudoplastische Flüssigkeiten	359
7.2.1.2.2.	Linearplastische Flüssigkeiten	360
7.2.1.2.3.	Nichtlinearplastische Flüssigkeiten	361
7.2.1.2.4.	Sonstige rheologische Eigenschaften	362
7.2.2.	Geschwindigkeitsprofile und Widerstandsgesetze	363
7.2.2.1.	<i>Newtonsche</i> (idealviskose) Flüssigkeiten	363
7.2.2.1.1.	Laminare Strömung	363
7.2.2.1.2.	Turbulente Strömung	364
7.2.2.2.	Pseudoplastische Flüssigkeiten	364
7.2.2.2.1.	Laminare Strömung	364
7.2.2.2.2.	Turbulente Strömung	366
7.2.2.3.	Linearplastische Flüssigkeiten	367
7.2.2.3.1.	Laminare Strömung	367
7.2.2.3.2.	Turbulente Strömung	369
7.2.2.4.	Nichtlinearplastische Flüssigkeiten	370
7.2.2.4.1.	Laminare Strömung	370
7.2.2.4.2.	Turbulente Strömung	371
7.2.3.	Kritische <i>Reynoldszahlen</i>	372
7.2.4.	Berechnung der Energieverluste	373
7.2.4.1.	Rohrreibungsverluste	373
7.2.4.2.	Örtliche hydraulische Verluste	373
7.2.4.3.	Berechnungsbeispiele	377
7.2.5.	Kritische Fließgeschwindigkeiten	385
7.3.	Förderung heterogener Wasser-Feststoff-Gemische (<i>H. Richter</i>) . . .	385
7.3.1.	Eigenschaften des Feststoffs	385
7.3.1.1.	Geometrische Kennzeichnung	385
7.3.1.2.	Dichte	387
7.3.1.3.	Sinkgeschwindigkeit	388
7.3.2.	Grundlagen des Fördervorganges	392
7.3.2.1.	Transportmechanismus und Zustandsdiagramme	392
7.3.2.1.1.	Vertikale Rohrleitung	393
7.3.2.1.2.	Horizontale Rohrleitung	394
7.3.2.2.	Geschwindigkeits- und Konzentrationsverteilung, Turbulenz- beeinflussung	398
7.3.2.3.	Kennzeichnende Größen und Definitionen	402
7.3.3.	Berechnungsgrundlagen	404
7.3.3.1.	Druckverlust im horizontalen und geneigten Rohr	405
7.3.3.1.1.	Empirische Berechnungsgleichungen	405
7.3.3.1.2.	Berechnungsgleichungen aus Strömungsmodellen	406
7.3.3.1.3.	Berechnungsgleichung aus dem Schubmodell	407
7.3.3.2.	Druckverlust im vertikalen Rohr	412
7.3.3.3.	Druckverlust von Rohrleitungselementen	414
7.3.3.3.1.	Rohrleitungsbögen	414

7.3.3.3.2.	Sonstige Rohrleitungselemente	415
7.3.3.4.	Geodätische Druckdifferenz.	415
7.3.3.5.	Kritische Geschwindigkeit	416
7.3.4.	Anlagengestaltung und Betrieb	422
7.3.4.1.	Anlagensysteme.	422
7.3.4.2.	Gemischkreispumpen.	424
7.3.4.2.1.	Kennlinien.	424
7.3.4.2.2.	Ansaugverhalten	427
7.3.4.3.	Zusammenwirken von Pumpe und Rohrleitung	429
7.3.5.	Anlagenberechnung — Beispiel	431
7.4.	Symbolverzeichnis zum Abschn. 7.	435
7.5.	Literaturverzeichnis zum Abschn. 7	436
8.	Geschiebe- und Schwebstoffbewegung in offenen Gerinnen	439
	(<i>G. Glazik</i>)	
8.1.	Charakteristische Eigenschaften von Strömung und Sediment. . . .	441
8.1.1.	Geschwindigkeitsverteilung bei Sedimenttransport.	441
8.1.2.	Kennzeichnung der Sedimente	444
8.1.3.	Klassifikation des Feststofftransports	446
8.2.	Dimensionslose Parameter der Sedimentbewegung.	449
8.3.	Basisprozesse des Verhaltens von Sediment in einer Strömung. . . .	450
8.3.1.	Sinkgeschwindigkeit	451
8.3.2.	Beginn der Sedimentbewegung	453
8.3.3.	Abgrenzung zwischen Geschiebe und Schwebstoff	455
8.4.	Berechnung von Geschiebetransportmengen	457
8.4.1.	Geschiebefunktion von <i>Einstein</i>	458
8.4.2.	Schweizerische Geschiebetriebformeln	459
8.4.3.	Geschiebetriebformeln vom <i>Schoklitsch</i> -Typ.	462
8.4.4.	Geschiebetriebformel der <i>FAS</i> Berlin	463
8.5.	Schwebstofftransport	466
8.5.1.	Theoretische Grundlagen und Ansätze	466
8.5.2.	Praktische Ermittlung von Schwebstoff-Frachten	469
8.6.	Gesamt-Sedimenttransport als Summe von Geschiebe und Schweb sowie praktische Konsequenzen	472
8.7.	Gegenwärtiger Erkenntnisstand und Tendenzen	475
8.8.	Symbolverzeichnis zum Abschn. 8.	477
8.9.	Literaturverzeichnis zum Abschn. 8	479
9.	Theorie der Wellenbewegung	481
	(<i>H. Wagner</i>)	
9.1.	Übersicht	481

9.2.	Basisgleichungen und Randbedingungen der Theorien zweidimensionaler, regelmäßiger, linear fortschreitender Wellen	483
9.3.	Theorie kleiner Wellenhöhe.	486
9.3.1.	Geschwindigkeitspotential, Stromfunktion, komplexes Strömungspotential.	486
9.3.2.	Geschwindigkeiten	492
9.3.3.	Beschleunigungen	494
9.3.4.	Druckverhältnisse, Funktion der Wasseroberfläche	495
9.3.5.	Bahncharakteristik	497
9.3.6.	Wellenenergie.	499
9.3.6.1.	Potentielle Energie	499
9.3.6.2.	Kinetische Energie	500
9.3.6.3.	Energieströmung	501
9.3.7.	Tief-, Flach- und Seichtwasserverhältnisse	503
9.3.8.	Anwendungsbeispiele	510
9.4.	Theorien endlicher Wellenhöhe	524
9.4.1.	Sinusoidale Wellen	526
9.4.2.	Cnoidale Wellen.	533
9.4.2.1.	Ergebnisse der Cnoidaltheorie 1. Ordnung	536
9.4.2.2.	Ergebnisse der Cnoidaltheorie 2. Ordnung	540
9.5.	Vorhersage natürlicher, durch Wind erzeugter Wellen	544
9.5.1.	Statistische Verteilung der Wellenparameter	544
9.5.1.1.	Statistische Kennwerte der Wellenhöhe	545
9.5.1.2.	Statistische Kennwerte der Wellenperiode	548
9.5.2.	Wellenspektrum	549
9.5.2.1.	Frequenzspektrum	549
9.5.2.2.	Ausbreitungsspektrum	552
9.5.3.	Empirisch-rechnerische Prognose der Kennwerte von durch Wind erzeugten Wellen	553
9.5.4.	Anwendungsbeispiele	554
9.6.	Symbolverzeichnis zum Abschn. 9.	560
9.7.	Literaturverzeichnis zum Abschn. 9	563
10.	Plötzlich veränderliche instationäre Strömungen in offenen Gerinnen 565 (<i>H. Martin</i>)	
10.1.	Schwall- und Sunkwellen als monoklinische Translationswellen.	565
10.1.1.	Wellenschnelligkeit der Schwallwelle.	566
10.1.2.	Wellenschnelligkeit der Sunkwelle	567
10.1.3.	Berechnungsbeispiel für Stoßwellen	568
10.1.4.	Reflexion von Stoßwellen	571
10.1.5.	Überlagerung von Stoßwellen	573
10.2.	Verformung von Schwallwellen	574
10.2.1.	Schwallwellen mit brandendem Schwallkopf	575
10.2.2.	Schwallwellen als Einzelwellen im Rechteckkanal	576
10.2.2.1.	Grundgleichungen der Einzelwelle; Wellenschnelligkeit.	576

10.2.2.2.	Wellenhöhe und Wellenform	579
10.2.2.3.	Stabilitätsgrenze	580
10.2.3.	Schwallwellen als Einzelwellen im Gerinne mit beliebigem Querschnitt	582
10.2.4.	Berechnungsbeispiel für eine Einzelwelle im Trapezprofil	583
10.3.	Verformung von Sunkwellen	584
10.3.1.	Sunkwellen als lange Wellen der Flachwassertheorie	586
10.3.1.1.	Sunkwellen im Rechteckkanal mit horizontaler Sohle	590
10.3.1.1.1.	Plötzliches Öffnen von Verschlüssen in der Stauwand	590
10.3.1.1.2.	Vollständiger Bruch der Stauwand	592
10.3.1.1.3.	Teilweiser Bruch der Stauwand	596
10.3.1.2.	Sunkwelle im Rechteckkanal mit geneigter Sohle	597
10.3.1.3.	Sunkwellen im prismatischen Kanal	600
10.3.1.4.	Sunkwellen in einem Kanal mit divergierenden, senkrechten Seitenwänden	604
10.3.1.4.1.	Grundgleichungen	604
10.3.1.4.2.	Lösung des charakteristischen Gleichungssystems	607
10.3.1.4.3.	Anfangsbedingungen beim plötzlichen Bruch der Stauwand	608
10.3.1.4.4.	Randbedingungen an der Sperrstelle beim plötzlichen Bruch der Stauwand	609
10.3.1.4.5.	Reflexionsbedingung	612
10.3.1.5.	Sunkwellen im Kanal mit beliebigem Querschnitt	612
10.3.2.	Sunkwellen als Initialwellen	613
10.3.2.1.	Initialwellen im horizontalen Rechteckkanal	615
10.3.2.2.	Initialwellen in einem Kanal mit divergierenden Seitenwänden	619
10.4.	Ausbreitung von Sunk- und Schwallwellen nach dem Bruch von Stauwänden	622
10.4.1.	Bruch einer Staustufe (Modell von <i>Stoker</i>)	622
10.4.2.	Bruch einer Sperre (Modell von <i>Dressler</i>)	625
10.5.	Symbolverzeichnis zum Abschn. 10	632
10.6.	Literaturverzeichnis zum Abschn. 10	634
11.	Allmählich veränderliche instationäre Strömungen in offenen Gerinnen	636
	(<i>V. Kummer</i>).	
11.1.	Grundgleichungen für die allmählich veränderliche instationäre Strömung in offenen Gerinnen	636
11.1.1.	Kontinuitätsgleichung und dynamische Gleichung (<i>Saint-Venant</i> - Gleichungen)	637
11.1.2.	Vereinfachte Gleichungen	640
11.2.	Verfahren zur Berechnung der allmählich veränderlichen instatio- nären Wasserbewegung in offenen Gerinnen	642
11.2.1.	Hydrologische Verfahren	642
11.2.1.1.	<i>Muskingum</i> -Modell	643
11.2.1.2.	<i>Kalinin-Miljukov</i> -Verfahren	645

11.2.2.	Dynamische Verfahren	646
11.2.2.1.	Charakteristikenverfahren mit variablem und festem Netz	646
11.2.2.2.	Implizite Differenzenverfahren	652
11.2.2.3.	Vereinfachtes implizites Differenzenverfahren	656
11.2.2.4.	Gerinnegeometrie, Anfangs- und Randbedingungen für dynamische Lösungsverfahren	657
11.3.	Praktische Anwendung eines dynamischen Lösungsverfahrens	659
11.3.1.	Überprüfung eines mathematischen Modells (CHFV) anhand von Versuchsergebnissen	659
11.3.2.	Berechnung von Zulaufkanälen zu Pumpstationen	662
11.4.	Symbolverzeichnis zum Abschn. 11	666
11.5.	Literaturverzeichnis zum Abschn. 11.	667
12.	Sachwörterverzeichnis	671