

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung	13
1.1. Vorwort	13
1.2. Modellierungsmethode	13
1.2.1. Schiffsmatrizenkomplex	13
1.2.2. Parametrisierung	14
1.3. Berechnungen	14
1.3.1. Hydrostatik	15
1.3.2. Hydrodynamik	15
1.4. Inhalt	15
1.5. Ergebnisse	16
 I. Beschreibung von Schiffen	 17
1. Definitionen und Begriffe	19
1.1. Definitionen	19
1.2. Klassifikation von Schiffen	19
1.2.1. Verteilungen	19
1.2.2. Typen	20
1.2.3. Klassen	20
1.3. Schiffskörper	20
1.3.1. Schiffsrumpf	21
1.3.2. Volumen- und Massenkomponenten	22
1.3.3. Antrieb- und Steuerungssystem	23
1.4. Statische und dynamische Zustände	23
1.4.1. Statische Zustände	23
1.4.2. Quasi-statische Zustände	24
1.4.3. Dynamische Zustände	24
1.4.4. Kombinationen von Zuständen	24
1.5. Schiffsentwicklung	25
1.5.1. Reederei - Bauwerft	25
1.5.2. Basiswerte	25
1.5.3. Technische Matrizen	26
1.5.4. Kostenmatrix	29
1.5.5. Schiffsmatrizenkomplex	30

2. Modellierung	31
2.1. Schiffstheorie	31
2.2. Aufgaben der Modellierung	31
2.3. Beschreibung der Methode	32
2.4. Bestandteile der Modellierung	32
2.4.1. Schiffskörper	32
2.4.2. Kraftwerk	33
2.4.3. Hydrostatik	33
2.4.4. Hydrodynamik	34
2.5. Integralparameter	34
2.5.1. Konstanten	34
2.5.2. Variable Werte	35
2.6. Parametrisierung eines Schiffes	36
2.6.1. Schiffsmatrizenkomplex	36
2.6.2. Schiffskörper	37
2.6.3. Dieselmotor	38
2.6.4. Nukleares Kraftwerk	38
2.6.5. Propellersystem	39
2.6.6. Leitwerk	40

II. Allgemeine Grundlagen **41**

1. Geometrie und Mechanik	43
1.1. Schiffskörper	43
1.1.1. Rumpfoberfläche	43
1.1.2. Oberdeckraum	44
1.1.3. Volumen	45
1.2. Massen- und Volumenelemente	45
1.2.1. Volumenmomente	46
1.2.2. Massenmomente	46
1.3. Zusammenfassung	47
2. Hydrostatik	49
2.1. Aufgabenstellung	49
2.2. Schwimmfähigkeit	49
2.2.1. Schwimmbedingung	49
2.2.2. Unterwasserschiff	50
2.2.3. Dichtenzerlegung	51
2.2.4. Schwimmgleichungen	53
2.2.5. U-Boot	54
2.2.6. Ein Schiff des großen Tiefganges	54
2.2.7. Ein Schiff des kleinen Tiefganges	54
2.2.8. Schwergutfrachter	54
2.3. Hydrostatische Stabilität	55

2.3.1. Außenseite	55
2.3.2. Innenseite	56
3. Hydrodynamik	59
3.1. Aufgabenstellung	59
3.2. Wasserwiderstand	59
3.2.1. Wasserwiderstandsmatrix	60
3.2.2. Leistungen und Wirkungsgrad	60
3.3. Propeller	61
3.3.1. Qualitative Beschreibung	61
3.3.2. Propellermatrix	61
3.3.3. Schubkraft des Propellers	62
3.3.4. Schubkraft	63
3.4. Bewegungsfähigkeit	65
3.4.1. Definition	65
3.4.2. Erste Annäherung	65
3.4.3. Zugkraft	66
3.4.4. Schlepper: Uranus - Klasse	67
 III. Modellierungsverfahren	 69
1. Modell des Schiffskörpers	71
1.1. Qualitative Beschreibung	71
1.2. Aufgabenstellung	71
1.2.1. Abmessungen	71
1.2.2. Vermessungsparameter	72
1.2.3. Konstruktionsmaterial	72
1.2.4. Ladungsmatrix	72
1.3. Schiffskonstruktion	72
1.3.1. Qualitative Beschreibung	72
1.3.2. Metallhülle	73
1.3.3. Längs- und Querschoten, Decks	74
1.3.4. Biegefestigkeit des Rumpfes	75
1.3.5. Längsbiegefestigkeit	75
1.3.6. Biegefestigkeitsmatrix	76
1.3.7. Beispiele von Längsbiegefestigkeitsmatrix	77
1.4. Schiffsvolumen	78
1.5. Raumaufteilung	81
1.5.1. System von Parametern	81
1.5.2. Schwimmbedingung	82
1.5.3. Raumaufteilungsmatrizen	84
1.5.4. Massengutfrachter	87

2. Kraftwerk	89
2.1. Qualitative Beschreibung	89
2.2. Antriebs- und Treibstoffmatrix	89
2.2.1. Antriebsmatrix	89
2.2.2. Treibstoffmatrix	90
2.2.3. Lineare Verbindungen	90
2.2.4. Dieselantriebe	90
2.3. Energetische Verhältnisse	91
2.3.1. Thermischer Wirkungsgrad	92
2.3.2. Variable Masse des Treibstoffes	92
2.3.3. Dimensionslose Parameter	93
2.4. Nukleare Antriebe	94
2.4.1. Konfiguration des Kraftwerkes	94
2.4.2. Treibstoff	94
3. Schiffsmatrizenkomplex	95
3.1. Aktionsmatrix	95
3.2. Schiffskörper	95
3.2.1. Konfigurationsmatrix	95
3.2.2. Oberdeckraummatrix	96
3.2.3. Rumpfmatrix	96
3.2.4. Vermessungsmatrix	96
3.2.5. Laderaummatrix	97
3.2.6. Volumenmatrix	97
3.2.7. Volumenanteilenmatrix	98
3.2.8. Massenmatrix	99
3.2.9. Rumpffestigkeit	99
3.2.10. Propeller	100
3.2.11. Leitwerk	100
3.3. Dieselmotor	100
3.3.1. Konfiguration des Kraftwerkes	101
3.3.2. Antriebsmatrix	101
3.3.3. Treibstoffmatrix	101
3.3.4. Schadstoffausstoßmatrix	101
3.4. Nukleares Kraftwerk	102
3.4.1. Konfiguration des Kraftwerkes	102
3.4.2. Reaktorblock	102
3.4.3. Komponenten des Kraftwerkes	103
3.4.4. Treibstoffmatrix	103
3.5. Hydrostatik	104
3.5.1. Unterwasserschiff	104
3.5.2. Verdrängungen	104
3.5.3. Schwimmfähigkeit	104
3.5.4. Luftkaverne	105
3.5.5. Hydrostatische Stabilität	106

3.6.	Hydrodynamik	107
3.6.1.	Wasserwiderstand	107
3.6.2.	Propellersystem	108
3.6.3.	Bewegungsfähigkeit	109
3.7.	Verhältnisse	109
4.	Matrizen - Konstanten	111
4.1.	Qualitative Beschreibung	111
4.2.	Schiffskörper	111
4.2.1.	Abmessungen, Volumina und Masse	111
4.2.2.	Völligkeitsgrade	111
4.2.3.	Volumenanteilmatrix	112
4.2.4.	Massenanteilmatrix	112
4.3.	Kraftwerk	112
4.4.	Propellersystem	112
4.5.	Leitwerk	113
5.	Matrizen - Invarianten	115
5.1.	Schiffskörpermatrix	115
5.1.1.	Völligkeitsgrade	115
5.1.2.	Volumenanteilmatrix	116
5.1.3.	Massenanteilmatrix	116
5.2.	Ähnlichkeitsverfahren	116
5.2.1.	Aufgabenstellung	116
5.2.2.	System von Verhältnissen	117
5.2.3.	Dimensionslose Parameter	117
IV.	Matrizendarstellungen von Schiffen	119
1.	Containerschiff	121
1.1.	Qualitative Beschreibung	121
1.2.	Schiffskörpermatrix	121
1.3.	Containerladung	122
1.3.1.	Schiffscontainer	122
1.3.2.	TEU - Container	123
1.3.3.	Bestandteile von Containerladung	123
1.3.4.	Frachtdeck	123
1.3.5.	Erste Annäherung	124
1.4.	Aerodynamik des Schiffes	125
1.4.1.	Aufgabenstellung	125
1.4.2.	Luftwiderstandsflächen	125
1.4.3.	Wasserwiderstandsflächen	126
1.4.4.	Volumen	126
1.4.5.	Luft- und Wasserwiderstand	127

1.4.6.	Windabdrift des Schiffes	127
2.	Eisbrecher	129
2.1.	Qualitative Beschreibung	129
2.2.	Rumpf	129
2.2.1.	Druckfestigkeit	130
2.2.2.	Atomeisbrecher: Arktika - Klasse	132
2.3.	Eiswiderstand	132
2.3.1.	Qualitative Beschreibung	132
2.3.2.	Eiswiderstandskraft	133
2.3.3.	Bedingung der stationären Bewegung	134
2.3.4.	Eisbrecherfähigkeit	134
3.	Modelle von Schiffen	137
3.1.	Modellierungsverfahren	137
3.1.1.	Hydrostatik	137
3.1.2.	Hydrodynamik	138
3.1.3.	Verhältnisse	139
3.1.4.	Verbindungsformeln	139
3.2.	Frachter: Valemax - Klasse	140
3.2.1.	Qualitative Beschreibung	140
3.2.2.	Hydrostatik	141
3.2.3.	Hydrodynamik	142
3.2.4.	Verhältnisse	143
3.3.	Containerschiff: Emma - Maersk - Klasse	143
3.3.1.	Qualitative Beschreibung	143
3.3.2.	Hydrostatik	143
3.3.3.	Hydrodynamik	145
3.3.4.	Verhältnisse	146
3.4.	Rohöltankschiff: Hellepont - Alhambra - Klasse	146
3.4.1.	Qualitative Beschreibung	146
3.4.2.	Hydrostatik	146
3.4.3.	Hydrodynamik	148
3.4.4.	Verhältnisse	148
3.5.	Atomfrachter: Sevmorput - Klasse	148
3.5.1.	Qualitative Beschreibung	148
3.5.2.	Hydrostatik	149
3.5.3.	Hydrodynamik	150
3.5.4.	Verhältnisse	151
3.6.	Atomeisbrecher: Arktika - Klasse	151
3.6.1.	Hydrostatik	151
3.6.2.	Hydrodynamik	153
3.6.3.	Verhältnisse	154
3.7.	Atomeisbrecher: LK - 60 - Klasse	154
3.7.1.	Qualitative Beschreibung	154

3.7.2.	Hydrostatik	154
3.7.3.	Hydrodynamik	156
3.7.4.	Verhältnisse	157
4.	Kompatibilitätsbedingungen	159
4.1.	Aufgabenstellung	159
4.2.	Hydrostatische Zustände	159
4.2.1.	Massengutfrachter	159
4.2.2.	Schwergutfrachter	160
4.2.3.	Containerschiff	161
4.2.4.	Unterseeboot	162
4.2.5.	Schwimmkran	163
4.3.	Hydrodynamische Zustände	164
4.3.1.	Massengutfrachter	164
4.3.2.	Schleppverband	165
4.3.3.	Unterseeboot	166
4.3.4.	Eisbrecher	167
V.	Appendix	169
1.	Schiffskörperoberflächen	171
1.1.	Gleichungen	171
1.1.1.	Schnittflächen	171
1.1.2.	Völligkeitsgradmatrix	172
1.1.3.	Körpermatrix	172
1.1.4.	Gemittelte Abmessungen	173
1.1.5.	Assoziierter Quader	174
1.1.6.	Körpermatrix	174
1.2.	Parabolische Oberfläche	175
1.2.1.	Darstellungen von Schiffsoberfläche	175
1.2.2.	Körpermatrix	175
1.2.3.	Schnittflächen	176
1.2.4.	Volumen	176
1.2.5.	Ellipsoid	176
1.3.	Unterwasserschiff	176
1.3.1.	Schwimmfläche	177
1.3.2.	Volumenmatrix	177
1.3.3.	Verdrängung	177
1.3.4.	Auftriebspunkt	177
1.3.5.	Verdrängungsfunktional	177
1.3.6.	Wasserwiderstandsflächen	178

2. Gemittelte Größen	179
2.1. Definition	179
2.2. Gemittelte Größe	179
2.2.1. Kontinuierliche Variable	179
2.2.2. Diskrete Variable	180
2.2.3. Hölder - Mittelwert	180
2.3. Beispiele	181
2.3.1. Schwerpunkt	181
2.3.2. Gleichmäßige Verteilung	181
2.3.3. Arithmetischer Mittelwert	181
2.4. Intervall	182
2.4.1. Hölder - Mittelwert	182
2.4.2. Normale Verteilung	183
2.5. Schiffsklasse	184
3. Berechnug von Völligkeitsgraden	185
3.1. Gemittelte Völligkeitsgrade	185
3.1.1. Vertikale Schnittflächen	185
3.1.2. Horizontale Schnittflächen	186
3.1.3. Schnittflächenmatrix	187
3.2. Elliptisch-rechteckige Fläche	187
3.2.1. Aufgabenstellung	187
3.2.2. Dreikomponentenmodell	188
4. Hydrostatische Matrizen	189
4.1. Geometrischer Raum	189
4.2. Dichtenraum	189
4.2.1. Beispiel	190
4.3. Übergangsmatrix	190
4.4. Beispiel	191
4.5. Mittelpunkte	192
5. Biegefestigkeit des Rumpfes	193
5.1. Aufgabenstellung	193
5.2. Quaderförmiger Balken	193
5.2.1. 2D Biegung - 1	194
5.2.2. 2D Biegung - 2	195
5.3. Rumpfkompnenten	196
5.3.1. Längsbiegung bei Krängung	196
5.3.2. Querbiegung bei Trimm	197
6. Nukleares Kraftwerk	199
6.1. Qualitative Beschreibung	199
6.2. Konfigurationsmatrix	199
6.3. Komponentenmatrix	200

7. Asymptotische Modellierung	201
7.1. Schiffsmatrizenkomplex	201
7.1.1. Aktionsmatrix	201
7.1.2. Schiffskörper	201
7.1.3. Hüllen, Schoten und Decks	202
7.1.4. Rumpffestigkeit	203
7.1.5. Hydrostatik	203
7.1.6. Hydrodynamik	204
7.1.7. Propeller	204
7.1.8. Leitwerk	204
7.1.9. Verhältnisse	205
7.2. Asymptotische Berechnungsmethode	205
7.2.1. Voraussetzungen	205
7.2.2. Wasserwiderstand	206
7.2.3. Kraftwerk	206
7.2.4. Propeller	206
7.2.5. Verhältnisse	207
7.3. Minimale Schiffsmatrix	207
8. Eigenschaften von Stoffen	209
8.1. Konstruktionsmaterial	209
8.1.1. Stahl	209
8.1.2. Titan	209
8.1.3. Aluminium	209
8.2. Meereswasser	210
8.2.1. Eigenschaften vom Wasser	210
8.2.2. Eigenschaften vom Meereiseis	210
8.3. Eigenschaften vom Treibstoff	210
8.3.1. Treibstoff - Diesel	210
8.3.2. Treibstoff - Schweröl	210
8.3.3. Nuklearer Antrieb	211
9. Größen und Einheiten der Schiffstheorie	213
9.1. Längen	213
9.1.1. Flächen	213
9.1.2. Volumen	213
9.2. Massen	214
9.2.1. Dichten	214
9.3. Kräfte/Drehmomente	214
9.3.1. Druck	214
9.4. Geschwindigkeit	215
9.5. Umdrehungszahl des Propellers	215
9.6. Leistung	215
9.7. Energie	216
9.7.1. Leistungs/Energiedichte	216

9.7.2. Energiedichte 216