

# Inhaltsverzeichnis

	<b>Vorwort</b> .....	<b>1</b>
<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Grundlagen der Hydrodynamik</b> .....	<b>9</b>
2.1	Die Erhaltungsgleichungen der Physik .....	9
2.2	Die Gleichungen von Navier-Stokes .....	10
2.3	Modellieren der Turbulenz .....	10
2.4	Vereinfachungen der Gleichungen von Navier-Stokes .....	11
2.4.1	Schwierigkeiten bei der Lösung der Ausgangsgleichungen .....	11
2.4.2	Möglichkeiten der Vereinfachung .....	11
2.5	Die Flachwassergleichungen .....	12
2.5.1	Die eindimensionalen Flachwassergleichungen .....	12
2.5.2	Die zweidimensionalen Flachwassergleichungen .....	13
2.6	Praktische Anwendbarkeit vereinfachter Gleichungen.....	13
2.7	Zusammenfassung .....	14
<b>3</b>	<b>Numerische Methoden</b> .....	<b>16</b>
3.1	Einführung.....	16
3.2	Die Raumdiskretisierung .....	16
3.2.1	Strukturierte Netze.....	17
3.2.2	Multiblock-Gitter.....	18
3.2.3	Unstrukturierte Gitter .....	18
3.2.4	Gittergenerierung .....	19
3.3	Rand- und Anfangsbedingungen .....	19
3.4	Numerische Verfahren .....	20
3.4.1	Grundlagen .....	20
3.4.2	Methode der finiten Differenzen.....	20
3.4.3	Methode der finiten Volumen.....	20
3.4.4	Methode der finiten Elemente .....	21
3.5	Zeitdiskretisierung.....	21
3.6	Eignung numerischer Verfahren .....	22
3.6.1	Wahl der Diskretisierungsmethode .....	22
<b>4</b>	<b>Modellauswahl</b> .....	<b>23</b>
4.1	Numerische Modelle im Überblick .....	23
4.1.1	Vorbemerkung.....	23
4.1.2	Konzeptive Modelle.....	23
4.1.3	Numerische 1-D-Modelle.....	24
4.1.4	2-D-Modelle .....	24
4.1.5	3-D-Modelle .....	24
4.1.6	Kombinierte Modelle und Modellketten .....	25
4.2	Modellannahmen und Konsequenzen .....	25
4.2.1	Konzeptive Modelle.....	25
4.2.2	1-D-Modelle .....	25
4.2.3	2-D-Modelle .....	27
4.2.4	3-D-Modelle mit hydrostatischer Druckannahme .....	28

4.2.5	3-D-Modelle .....	28
4.2.6	Turbulenzmodelle (Bestandteile von 2-D- und 3-D-Modellen) .....	29
4.2.7	Direkte Numerische Simulation und Large Eddy-Simulation .....	29
<b>4.3</b>	<b>Entscheidungskriterien und Entscheidungsfindung .....</b>	<b>30</b>
4.3.1	Aufgabenstellung – Fragestellung.....	30
4.3.2	Stationäre – instationäre Betrachtungen.....	30
4.3.3	Größe des Untersuchungsgebiets .....	30
4.3.4	Verfügbare Datengrundlage .....	31
4.3.5	Verfügbare Zusatzinformationen .....	31
4.3.6	Besondere Rahmenbedingungen.....	31
4.3.7	Anforderungen an den Bearbeiter .....	31
4.3.8	Verfügbarkeit und Wiederverwendbarkeit.....	32
4.3.9	Rechenzeiten .....	32
4.3.10	Hardware-Anforderungen.....	32
4.3.11	Visualisierung: Geplantes „Ergebnis“ (Studie, Plan etc.), Zielgruppe .....	33
<b>4.4</b>	<b>Zusammenschau .....</b>	<b>33</b>
<b>5</b>	<b>Daten.....</b>	<b>35</b>
<b>5.1</b>	<b>Hydrologische Grundlagen .....</b>	<b>35</b>
5.1.1	Allgemeines .....	35
5.1.2	Stationäre Abflussberechnung.....	35
5.1.3	Instationäre Modellierung .....	36
5.1.4	Historische Ereignisse, Kalibrierung .....	36
<b>5.2</b>	<b>Daten zur Modellerstellung .....</b>	<b>37</b>
5.2.1	Vermessungsgrundlagen.....	37
5.2.2	Oberflächenrauigkeit .....	40
5.2.3	Bauwerke.....	41
5.2.4	Sonstige Basis-Informationen .....	42
5.2.5	Datenbedarfsunterschiede 1-D, 2-D, 3-D .....	42
5.2.6	Datenbedarfsunterschiede je nach Fragestellung .....	43
<b>5.3</b>	<b>Datenqualität .....</b>	<b>44</b>
5.3.1	Datenqualität – Morphologie .....	44
5.3.2	Datenqualität – Hydrologie.....	45
5.3.3	Datenqualität – Rauigkeiten.....	45
<b>6</b>	<b>Kalibrierung, Sensitivitätsanalyse und Validierung .....</b>	<b>47</b>
<b>6.1</b>	<b>Kalibrierung .....</b>	<b>47</b>
6.1.1	Kalibrierparameter.....	47
6.1.2	Messdaten .....	49
6.1.3	Anpassungsqualität .....	50
6.1.4	Methodik .....	55
<b>6.2</b>	<b>Sensitivitätsanalyse .....</b>	<b>56</b>
6.2.1	Parametervariation.....	57
6.2.2	Variation der Eingangsdaten (Randbedingungen) .....	57
<b>6.3</b>	<b>Validierung .....</b>	<b>57</b>
6.3.1	Durchführung .....	57
6.3.2	Gültigkeit des validierten Modells .....	58

6.4	Beispiele .....	59
6.5	Literatur .....	60
<b>7</b>	<b>Visualisierung und Präsentation.....</b>	<b>62</b>
7.1	Einleitung.....	62
7.2	Strömungsvisualisierung (Flow Visualization) .....	62
7.2.1	Überblick .....	62
7.2.2	Direkte bzw. indirekte Strömungsvisualisierung.....	63
7.2.3	Strömungsvisualisierung unter Verwendung integrierter Objekte.....	63
7.2.4	Strömungsvisualisierung auf der Grundlage von abgeleiteten Daten .....	63
7.3	<b>Darstellungsbeispiele .....</b>	<b>64</b>
7.3.1	Allgemeines .....	64
7.3.2	Tabellen.....	64
7.3.3	Diagramme .....	66
7.3.4	Lagepläne .....	66
7.3.5	Querprofile.....	68
7.3.6	Längsprofile.....	69
7.3.7	Hydrologisches Längsprofil.....	70
7.3.8	Darstellung in axonometrischer Ansicht .....	70
7.3.9	Gitternetze .....	70
7.3.10	Konturen.....	71
7.3.11	Vektoren.....	73
7.3.12	Punktwolken .....	74
7.3.13	Kombinierte Darstellungen .....	74
7.4	Verwendete Literatur .....	76
<b>8</b>	<b>Praktische Anwendung: Hintergründe – Anforderungen – Beispiele .....</b>	<b>77</b>
8.1	Überblick.....	77
8.2	Hochwasserschutz und Risikobetrachtung.....	77
8.3	Ausweisung von Überflutungsflächen .....	79
8.3.1	Hintergründe .....	79
8.3.2	Anforderungen .....	79
8.3.3	Beispiele .....	80
8.4	<b>Gefahrenzonenausweisung.....</b>	<b>82</b>
8.4.1	Hintergründe .....	82
8.4.2	Anforderungen .....	85
8.4.3	Beispiel Gefahrenzonenplan Gemeinde Langenlois / Kamp (Werner Consult, 2005).....	85
8.5	<b>Machbarkeitsstudien für Hochwasserschutzmaßnahmen .....</b>	<b>88</b>
8.5.1	Hintergründe .....	88
8.5.2	Anforderungen .....	88
8.5.3	Beispiel.....	89
8.6	<b>Detailplanungen im Bereich Hochwasserschutz.....</b>	<b>89</b>
8.6.1	Hintergründe .....	89
8.6.2	Anforderungen .....	89
8.7	<b>Retentionsberechnungen .....</b>	<b>90</b>
8.7.1	Hintergründe .....	90
8.7.2	Anforderungen .....	90
8.7.3	Beispiel.....	90

8.8	Analyse der Auswirkungen von baulichen Maßnahmen auf den Abfluss .....	91
8.8.1	Hintergründe .....	91
8.8.2	Anforderungen .....	91
8.8.3	Beispiele .....	91
8.9	Planung von flussbaulichen Maßnahmen, Stauanlagen.....	92
8.9.1	Hintergründe .....	92
8.9.2	Anforderungen .....	92
8.9.3	Beispiel.....	92
8.10	Grundlagenberechnungen für Simulation des Sedimenttransports, Habitatmodellierung ....	94
8.10.1	Hintergründe .....	94
8.10.2	Anforderungen .....	94
8.10.3	Beispiele .....	94
8.11	Flussgebietsplanung.....	97
8.12	Hydrodynamische Simulation und Partizipation .....	98
8.13	Literatur .....	98
<b>9</b>	<b>Modelle, Hersteller und weitere Informationen .....</b>	<b>99</b>
9.1	Einleitung.....	99
9.2	1-D-Modelle.....	102
9.3	2-D-Modelle.....	107
9.4	3-D-Modelle.....	116
9.5	Literatur .....	130
<b>10</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>134</b>