

# Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	3
<b>Verfasser</b> .....	5
<b>Bilderverzeichnis</b> .....	9
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	11
<b>Hinweis für die Benutzung</b> .....	13
<b>Einleitung</b> .....	13
<b>1</b> <b>Anwendungsbereich</b> .....	15
<b>2</b> <b>Begriffe</b> .....	16
2.1    Definitionen.....	16
2.2    Abkürzungen.....	17
2.3    Formelzeichen .....	17
<b>3</b> <b>Die zu modellierende Flussmorphologie</b> .....	21
3.1    Allgemeines .....	21
3.2    Bettformen und Effekte der Flussmorphologie .....	21
3.2.1   Laufformen .....	21
3.2.2   Uferformen .....	22
3.2.3   Querprofilform .....	22
3.2.4   Kolke .....	23
3.2.5   Bettformen.....	23
3.2.6   Effekte aus gradiertem Transport.....	26
3.3    Modellierbarkeit .....	26
3.4    Schwierigkeitsgrade der morphodynamischen Modellierung.....	27
3.5    Menschliche Eingriffe .....	28
<b>4</b> <b>Physikalische Grundlagen, Modellgleichungen</b> .....	28
4.1    Strömung .....	28
4.1.1   Strömungsmodelle .....	28
4.1.2   Definition der Sohlenschubspannung .....	28
4.1.3   Fließgesetze.....	28
4.1.4   Sohlenrauheit .....	30
4.1.4.1   Äquivalente Sandrauheit.....	30
4.1.4.2   Aufteilung der Rauheiten der Fließgewässersohle.....	30
4.1.4.3   Kornrauheit.....	32
4.1.4.4   Formrauheit.....	33
4.1.4.5   Sohlenformenschätzer (engl. <i>roughness predictor</i> ) .....	33
4.1.4.6   Riffelfaktor .....	35
4.1.5    Sekundärströmungen.....	36
4.1.6    Implementierung der Reibungsbeiwerte bei unterschiedlichem Wandabstand.....	38
4.2    Geschiebetransport / Feststofftransportkapazität (Einkorn).....	39
4.2.1    Vorbemerkung .....	39

4.2.2	Bewegungsbeginn .....	39
4.2.3	Bewegungsbeginn auf geneigter Sohle.....	41
4.2.4	Formeln der Transportkapazitäten .....	42
4.2.5	Einfluss der Sohlenneigung auf die Richtung des Geschiebetransports .....	46
4.2.6	Bodenevolutionsgleichung .....	48
4.2.7	Ungleichgewicht im Einkorn-Feststofftransport .....	48
4.2.8	Anpassungslänge im Geschiebetransport .....	49
4.2.9	Verfügbarkeit von Sedimenten in der Gewässersohle.....	50
4.3	Schwebstofftransport / Schwebstofftransportmodellierung.....	51
4.3.1	Sinkgeschwindigkeit von nicht kohäsivem Sediment .....	51
4.3.2	Beginn der Suspension.....	52
4.3.3	Suspensionskonzentration .....	52
4.3.3.1	Konzentrationsprofil im Gleichgewicht nach Rouse und Referenz- höhe „ $a$ “ .....	52
4.3.3.2	Gleichgewichtskonzentration .....	54
4.3.3.3	Aufwirbelung von Sohlenmaterial.....	54
4.3.3.4	Einfluss von Transportkörpern an der Sohle .....	55
4.3.3.5	Die Schmidt-Zahl .....	55
4.3.4	Schwebstofftransportraten von Einkorn-Sediment .....	56
4.3.4.1	Gleichgewichtstransport .....	56
4.3.4.2	Auftreten von Ungleichgewichtstransport .....	56
4.3.4.3	Ungleichgewichtstransport in zweidimensionalen Modellen.....	57
4.3.5	Aufwirbelung von kohäsivem Sediment .....	58
4.3.6	Sedimentation von kohäsivem Sediment .....	59
4.4	Fraktionierter Transport .....	60
4.4.1	Beschreibung als Sohlenmaterial.....	60
4.4.2	„Equal Mobility“-Ansatz.....	61
4.4.3	„Hiding and Exposure“ – Korrektur in Transportformeln .....	61
4.4.4	Ungleichgewicht in Mehrkornsimulationen .....	64
4.5	Sohlenmodelle .....	64
4.5.1	Mehrkornsimulation .....	64
4.5.2	Mischungsschichtkonzept, Einschichtmodelle .....	65
4.5.3	Zweischichtmodell.....	66
4.5.4	Dreidimensionale Sohle .....	67
<b>5</b>	<b>Modellaufbau und Betrieb .....</b>	<b>68</b>
5.1	Von der Fragestellung zum Modell .....	68
5.2	Anforderungen und Auswahl des numerischen Verfahrens.....	68
5.3	Modellierungsstrategien .....	71
5.4	Diskretisierung, Anfangs- und Randbedingungen (Numerik) .....	73
5.5	Kalibrierung .....	77
5.6	Validierung .....	80
5.7	Szenarienrechnungen.....	80
5.8	Interpretation der Ergebnisse .....	81
5.9	Zuverlässigkeitssanalyse und Sensitivitätsuntersuchungen.....	81

<b>6</b>	<b>Beispiele für morphodynamische Modellierungen.....</b>	<b>83</b>
6.1	Allgemeines .....	83
6.2	Analytische Lösungen.....	83
6.2.1	Vorbemerkungen .....	83
6.2.2	Verlagerung einer Düne bei stationärem Abfluss.....	83
6.2.3	Entwicklung einer kegelförmigen Düne.....	85
6.3	Plausibilitätstest, nicht erodierbare Flächen.....	87
6.4	Vergleich mit Laborversuchen .....	90
6.4.1	Vorbemerkungen .....	90
6.4.2	Anfangskolk .....	90
6.4.3	Kurvenkolk, 180°-Krümmer .....	92
6.4.4	Dammbruch in einem Kanal mit plötzlicher Aufweitung und beweglicher Sohle.....	95
6.4.5	Eigendynamische Aufweitung.....	98
6.4.6	Sedimentation infolge Geschiebezugabe .....	100
6.4.7	Entwicklung einer Deckschicht durch selektive Erosion.....	102
6.4.8	Rinnenversuch mit alternierenden Bänken .....	105
6.5	Vergleich mit morphologischen Veränderungen in der Natur.....	107
6.5.1	Vorbemerkungen .....	107
6.5.2	Donau unterhalb Wiens .....	108
6.5.3	3D-Morphodynamische Simulation eines sandigen Abschnitts der Donau.....	110
6.5.4	Modellierung des Abtrags der Schüttwälle in der Mittleren Isar unterhalb des Oberföhringer Wehrs .....	111
<b>Quellen und Literaturhinweise .....</b>		<b>119</b>