

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>19</b>
1.1	Problemstellung und Überblick über den Stand der Forschung .....	19
1.2	Zielsetzung der Arbeit.....	27
<b>2</b>	<b>Betrachtung des Phosphatstroms und seiner Kompartimente auf verschiedenen Skalen</b> .....	<b>29</b>
2.1	Der globale P-Kreislauf.....	29
2.2	Der diffuse Phosphateintrag in Flusseinzugsgebieten.....	31
<b>3</b>	<b>Die naturräumlichen Verhältnisse in den Untersuchungsgebieten</b> .....	<b>37</b>
3.1	Untersuchungsgebiet Ems .....	37
3.2	Untersuchungsgebiet Rhein .....	43
<b>4</b>	<b>Modellierung des Wasserhaushalts und seiner Komponenten</b> .....	<b>47</b>
4.1	Das Wasserhaushaltsmodell GROWA .....	47
4.2	Weiterentwicklungen des Wasserhaushaltsmodells GROWA im Hinblick auf die pfaddifferenzierte Modellierung des P-Eintrags aus diffusen Quellen .....	54
4.2.1	Modellierung der realen Verdunstungshöhe von Hochmoorflächen .....	54
4.2.2	Modellierung der mittleren Oberflächenabflusshöhe .....	55
4.2.3	Ermittlung der künstlich entwässerten Flächen und Modellierung der mittleren Dränabflusshöhe .....	60
4.3	Erstellung und Aufbereitung von Eingangsdaten für die Wasserhaushaltsmodellierung .....	73
4.3.1	Klimadaten .....	76
4.3.2	Landnutzungsdaten .....	81
4.3.3	Bodendaten .....	83
4.3.4	Digitales Geländemodell .....	91
4.3.5	Hydraulische Leitfähigkeit der Festgesteine .....	94
4.4	Modellergebnisse und Validitätsüberprüfung .....	97
<b>5</b>	<b>Das MEPhos-Modellkonzept</b> .....	<b>111</b>
<b>6</b>	<b>P-Einträge in die Oberflächengewässer über Dränagen</b> .....	<b>117</b>
6.1	Ansatz zur Modellierung des P-Eintrags über Dränagen .....	117
6.2	Ableitung von Phosphotopen zur Modellierung des Eintrags über Dränagen .....	128
6.3	Ergebnisse.....	135
<b>7</b>	<b>P-Einträge in die Oberflächengewässer über grundwasserbürtigen Abfluss</b> .....	<b>139</b>
7.1	Ansatz zur Modellierung des P-Eintrags über grundwasserbürtigen Abfluss .....	139
7.2	Ableitung von Phosphotopen zur Modellierung des Eintrags über grundwasserbürtigen Abfluss .....	145

7.3	Ergebnisse.....	149
<b>8</b>	<b>P-Einträge in die Oberflächengewässer über Abschwemmung .....</b>	<b>153</b>
8.1	Ansatz zur Modellierung des P-Eintrags über Abschwemmung.....	153
8.2	Ableitung von Phosphotopen zur Modellierung des Eintrags über Abschwemmung .....	157
8.3	Ergebnisse.....	162
<b>9</b>	<b>P-Einträge in die Oberflächengewässer über Erosion.....</b>	<b>165</b>
9.1	Modellansatz zur Berücksichtigung des partikulären P-Eintrags.....	165
9.2	Aufbereitung der Eingangsdaten und Ermittlung der zum partikulären P- Eintrag beitragenden Flächen .....	172
9.3	Ergebnisse.....	184
<b>10</b>	<b>P-Einträge in die Oberflächengewässer über Trennkanalisationen .....</b>	<b>189</b>
10.1	Modellierung des P-Eintrags über Trennkanalisation .....	189
10.2	Aufbereitung der Eingangsdaten .....	191
10.3	Ergebnisse.....	192
<b>11</b>	<b>P-Einträge in die Oberflächengewässer aus Punktquellen .....</b>	<b>195</b>
11.1	P-Einträge aus kommunalen Kläranlagen und industriellen Direkteinleitungen .....	195
11.1.1	Methodik zur Erfassung von P-Einträgen aus kommunalen Kläran- lagen und industriellen Direkteinleitungen .....	195
11.1.2	Datenaufbereitung .....	197
11.1.3	Ergebnisse.....	198
11.2	P-Einträge über Mischwasserentlastung .....	203
11.2.1	Modellierung des mittleren P-Eintrags über Mischwasserentlastungen .....	203
11.2.2	Erstellung und Aufbereitung der Eingangsdaten .....	206
11.2.3	Ergebnisse.....	209
<b>12</b>	<b>Mittlere Gesamteinträge (1995-1999) aus punktuellen und diffusen Quellen.....</b>	<b>211</b>
12.1	Der mittlere P-Gesamteintrag in den Untersuchungsgebieten Ems und Rhein.....	211
12.2	Der mittlere P-Gesamteintrag nach Bearbeitungseinheiten der Wasserrahmenrichtlinie sowie nach Sub-Einzugsgebieten.....	215
12.3	Der mittlere P-Eintrag aus diffusen Quellen .....	231
<b>13</b>	<b>Validitätsüberprüfung und Diskussion der Modellergebnisse .....</b>	<b>239</b>
13.1	Frachtermittlung für pegelbezogene Einzugsgebiete .....	239
13.2	Modellierung der P-Retention in fließenden und stehenden Gewässern .....	242
13.3	Validitätsüberprüfung und Diskussion der Ergebnisse .....	245

<b>14 Vorschläge für Maßnahmen zur Reduzierung diffuser P-Einträge in die Oberflächengewässer der Untersuchungsgebiete Ems und Rhein .....</b>	<b>251</b>
<b>15 Zusammenfassung.....</b>	<b>261</b>
<b>16 Literaturverzeichnis .....</b>	<b>267</b>