

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	19
1.1	Problemstellung und Überblick über den Stand der Forschung	19
1.2	Zielsetzung der Arbeit.....	27
2	Betrachtung des Phosphatstroms und seiner Kompartimente auf verschiedenen Skalen	29
2.1	Der globale P-Kreislauf.....	29
2.2	Der diffuse Phosphateintrag in Flusseinzugsgebieten.....	31
3	Die naturräumlichen Verhältnisse in den Untersuchungsgebieten	37
3.1	Untersuchungsgebiet Ems	37
3.2	Untersuchungsgebiet Rhein	43
4	Modellierung des Wasserhaushalts und seiner Komponenten	47
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
5	Das MEPhos-Modellkonzept	111
6	P-Einträge in die Oberflächengewässer über Dränagen	117
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
7	P-Einträge in die Oberflächengewässer über grundwasserbürtigen Abfluss	139
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
8	P-Einträge in die Oberflächengewässer über Abschwemmung	153
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
9	P-Einträge in die Oberflächengewässer über Erosion.....	165
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
10	P-Einträge in die Oberflächengewässer über Trennkanalisationen	189
10.1	Modellierung des P-Eintrags über Trennkanalisation	189
10.2	Aufbereitung der Eingangsdaten	191
10.3	Ergebnisse.....	192
11	P-Einträge in die Oberflächengewässer aus Punktquellen	195
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
12	Mittlere Gesamteinträge (1995-1999) aus punktuellen und diffusen Quellen.....	211
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
13	Validitätsüberprüfung und Diskussion der Modellergebnisse	239
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

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