

TECHNISCHE HOCHSCHULE DARMSTADT
INSTITUT FÜR WASSERVERSORGUNG,
ABWASSERBEHEBUNG UND RAUMPLANUNG
6100 DARMSTADT, FETERSENSTRASSE 13

W. A. R. – Bibliothek
Inv. - Nr. D. 8797

Mathematische Simulation ~~02.3 KNO~~
des Phosphorkreislaufs ~~04.4 KNO~~
in einem gestauten Gewässer

10 GW F 17

von Dr.-Ing. Armin Knoblauch



R. Oldenbourg Verlag München Wien 1978

<u>Inhaltsverzeichnis</u>	Seite
1. Einleitung	1
1.1. Das Eutrophierungsproblem	1
1.2. Allgemeines über Simulation von biochemischen Systemen	3
2. Literaturübersicht	5
2.1. Einleitung	5
2.2. Naturwissenschaftlich orientierte Modelle	6
2.3. Ingenieurwissenschaftlich orientierte Modelle	11
2.4. Systemökologische Modelle	18
2.5. Konzepte des Phosphorkreislaufs in stehenden Gewässern	21
2.6. Mathematische Phosphormodelle	27
3. Absichten und Ziele dieser Arbeit	44
4. Der Phosphorkreislauf im stehenden Gewässer	46
4.1. Struktur des Phosphorkreislaufs im Pelagial und Benthos	46
4.2. Mathematische Darstellung der beeinflussenden Parameter	49
4.2.1. Annahmen für das Phosphormodell	49
4.2.2. Physikalische Parameter	50
4.2.2.1. Advektion, Dispersion und Diffusion	50
4.2.2.2. Licht	55
4.2.2.3. Temperatur	61
4.2.2.4. Sedimentation	65
4.2.3. Biologische Parameter	67
4.2.3.1. Maximale Phosphoraufnahme durch Phytoplankton	67
4.2.3.2. Metabolismus von Zooplankton	71
4.2.3.3. Metabolismus von Bakterien	76
4.2.3.4. Metabolismus von Fischen	77
4.2.3.5. Mortalität	78

4.2.4. Biochemische Parameter	82
4.2.4.1. Nährstoffaufnahmekinetik von Phytoplankton	82
4.2.4.2. Nährstoffaufnahmekinetik von Zooplankton	85
4.2.4.3. Nährstoffaufnahmekinetik von Bakterien	86
4.2.4.4. Nährstoffaufnahmekinetik von Fischen	87
4.2.4.5. Autolyse	88
4.2.4.6. Phosphoraustausch Sediment - Wasser	90
4.3. Geschlossene Darstellung der Differential- gleichungen	94
5. Anwendung des Phosphormodells auf die Wahnbachtal- sperre	99
5.1. Allgemeines zur Wahnbachtalsperre und ihrer mathematischen Modellierung	99
5.2. Sektionierung der Wahnbachtalsperre und die Berücksichtigung hydraulischer Gegeben- heiten	105
5.3. Simulationen und Ergebnisse	110
5.3.1. Simulation gleichmäßiger vertikaler Durchströmung als Basislauf	110
5.3.2. Ungleichmäßige vertikale Durchströmung	122
5.3.3. Variationen von Koeffizienten im Phosphormodell	124
5.3.4. Gleiche Temperatur im Epi- und Hypo- limnion sowie vollständige Durchmi- schung der Talsperre infolge Blasen- belüftung	129
5.3.5. Phosphoreliminationsanlage am Zufluß der Sperre	131

5.4. Diskussion der Simulationsergebnisse	139
5.4.1. Verifikation des Modells mit Beobachtungen unter Berücksichtigung der Hydrodynamik	139
5.4.2. Koeffizientensensitivität	144
5.4.3. Temperatur- und Belüftungseinfluß auf den zeitlichen Verlauf der P-Konzentrationen	144
5.4.4. Auswirkungen der P-Reduktion auf die Talsperre	145
6. Mögliche Anwendungen des Modells auf andere Gewässer	148
7. Lösung des partiellen Differentialgleichungssystems und numerische Erfahrungen	150
8. Zusammenfassung	156
Summary	161
Zusammenstellung der Abbildungen	167
Zusammenstellung der Tabellen	171
Zusammenstellung der Koeffizienten	172
Literaturverzeichnis	174
Sachwortverzeichnis	192