

Forschungszentrum Jülich GmbH
Institut für Chemie und Dynamik der Geosphäre (ICG)
Agrosphäre (ICG-4)

Räumlich differenzierte Quantifizierung der N- und P-Einträge in Grundwasser und Oberflächengewässer in Nordrhein-Westfalen unter besonderer Berücksichtigung diffuser landwirtschaftlicher Quellen

Frank Wendland, Peter Kreins, Petra Kuhr, Ralf Kunkel,
Björn Tetzlaff und Harry Vereecken

Schriften des Forschungszentrums Jülich
Reihe Energie & Umwelt / Energy & Environment

Band / Volume 88

ISSN 1866-1793

ISBN 978-3-89336-674-3

Inhaltsverzeichnis

1.	Hintergrund/Problem	13
2.	Zielsetzung und Gliederung	15
3.	Simulation der austragsrelevanten Abflusskomponenten mit dem Wasserhaushaltsmodell GROWA	17
3.1	Hydrologische Grundbegriffe und Definitionen	17
3.2	Berechnung der Gesamtabflusshöhe	20
3.3	Berechnung der Höhe des Oberflächenabflusses	22
3.4	Berechnung der Sickerwasserhöhe	22
3.5	Ausseparierung von Grundwasserneubildung, natürlichem Zwischenabfluss und Abfluss aus Dränagen	23
4.	Simulation der diffusen Nährstoffüberschüsse (RAUMIS-Modell)	25
4.1	Zielsetzung des Modellsystems	25
4.2	Nährstoffbilanzierung im RAUMIS-Modell	27
4.3	Beschreibung der Bilanzpositionen im RAUMIS	32
4.4	Weiterentwicklung der N-Bilanzierung für die Ist-/Zustandsbeschreibung	34
4.5	Implementierung des Stickstoffvergleichs laut Düngeverordnung	36
5.	Simulation der diffusen Nitrateinträge ins Grundwasser und die Oberflächengewässer (DENUZ-WEKU-Modell)	39
5.1	Quantifizierung des Nitratabbau im Boden (DENUZ-Modell)	40
5.2	Potenzielle Nitratkonzentrationen im Sickerwasser/Stickstoffausträge aus dem Boden	42
5.3	Simulation des reaktiven Nitrattransports im Grundwasser (WEKU-Modell)	43
5.3.1	<i>Analyse des Nitratabbauvermögens der Grundwasserleiter</i>	44
5.3.2	<i>Modellierung des reaktiven Stickstofftransports im oberen Aquifer</i>	46
5.3.3	<i>Modellierung der Grundwasserverweilzeiten im oberen Aquifer</i>	47
5.3.4	<i>Quantifizierung der diffusen Nitrateinträge in die Oberflächengewässer</i>	50
6.	Simulation der diffusen Phosphoreinträge in die Oberflächengewässer (MEPhos-Modell)	51
6.1	Ansatz zur Modellierung des P-Eintrags über Dränagen	55
6.2	Ansatz zur Modellierung des P-Eintrags über den grundwasserbürtigen Abfluss	58
6.3	Modellansatz zur Berücksichtigung des Phosphoreintrags über Erosion	60

6.4	Ansatz zur Modellierung des P-Eintrags über Abschwemmung.....	66
7.	Simulation der punktförmigen Phosphor- und Stickstoffeinträge in die Oberflächengewässer (MEPhos-Modell).....	69
7.1	N- und P-Einträge aus kommunalen Kläranlagen.....	69
7.2	Modellierung der mittleren N- und P-Einträge über Mischwasserentlastungen.....	70
7.3	Modellierung der mittleren Einträge über Trennkanalisationen und von außerörtlichen Straßen.....	72
8.	Datengrundlagen	75
8.1	Diskretisierung der Datengrundlagen.....	76
8.2	Klimatische Datengrundlagen	77
8.2.1	<i>Niederschlagshöhe</i>	<i>77</i>
8.2.2	<i>Potenzielle Verdunstung nach Wendling</i>	<i>80</i>
8.3	Daten zur Bodenbedeckung.....	81
8.4	Bodenkundliche Datengrundlagen	84
8.4.1	<i>Grundwasserstand</i>	<i>85</i>
8.4.2	<i>Staunässe</i>	<i>87</i>
8.4.3	<i>Pflanzenverfügbares Wasser im effektiven Wurzelraum</i>	<i>88</i>
8.5	Künstlich entwässerte Flächen.....	92
8.6	Hydrogeologische Datengrundlagen.....	95
8.7	Topographische Datengrundlage.....	100
8.8	Pegeldaten	103
9.	Modellergebnisse zum Wasserhaushalt.....	105
9.1	Reale Verdunstungshöhe.....	105
9.2	Gesamtabflusshöhe	106
9.3	Oberflächenabflusshöhe	107
9.4	Sickerwasserhöhe	108
9.5	Grundwasserneubildungshöhe.....	109
9.6	Direktabflusshöhe.....	110
9.7	Modellvalidierung	112
10.	Modellergebnisse zum aktuellen Stickstoffeintrag ins Grundwasser und die Oberflächengewässer aus diffusen und punktförmigen Quellen	115
10.1	Nährstoffbilanz für das Jahr 2003	115
10.1.1	<i>Mineraldünger.....</i>	<i>115</i>

10.1.2	<i>Organischer Dünger</i>	117
10.1.3	<i>Entzüge</i>	118
10.1.4	<i>N- und P-Bilanzüberschüsse</i>	120
10.2	<i>Nährstoffeinträge in die Grundwasserkörper</i>	122
10.2.1	<i>Landwirtschaftliche Überschüsse und atmosphärische N-Deposition</i>	122
10.2.2	<i>Nitratabbau im Boden und Stickstoffausträge aus dem Boden</i>	123
10.2.3	<i>Nitratkonzentrationen im Sickerwasser</i>	127
10.2.4	<i>Validierung der Modellergebnisse zur Nitratkonzentration im Sickerwasser</i>	127
10.3	<i>Nitrateinträge in die Oberflächengewässer</i>	133
10.3.1	<i>Nitrateinträge in die Oberflächengewässer über den Direktabfluss</i>	135
10.3.2	<i>Nährstoffeinträge ins Grundwasser</i>	137
10.3.3	<i>Nährstoffeinträge in die Oberflächengewässer über den Grundwasserabfluss</i>	138
10.3.4	<i>Gesamte diffuse Nährstoffausträge in die Oberflächengewässer über den Direktabfluss und den Grundwasserabfluss</i>	143
10.4	<i>N-Einträge in die Oberflächengewässer aus Punktquellen</i>	143
10.4.1	<i>N-Einträge aus kommunalen Kläranlagen</i>	144
10.4.2	<i>N-Einträge über Mischwasserentlastung</i>	145
10.5	<i>Mittlere N-Gesamteinträge aus punktuellen und diffusen Quellen</i>	147
10.6	<i>Validierung der modellierten diffusen Nitrateinträge in die Oberflächengewässer</i>	148
11.	Modellergebnisse zum aktuellen Phosphoreintrag ins Grundwasser und die Oberflächengewässer aus punktförmigen und diffusen Quellen	151
11.1	<i>P-Einträge in die Oberflächengewässer über Dränagen</i>	151
11.1.1	<i>Ableitung von Phosphotopen zur Modellierung des Eintrags über Dränagen</i>	151
11.1.2	<i>Ergebnisse</i>	153
11.2	<i>P-Einträge in die Oberflächengewässer über grundwasserbürtigen Abfluss</i>	154
11.3	<i>Mittlere P-Einträge in die Oberflächengewässer über Erosion</i>	155
11.3.1	<i>Aufbereitung der Eingangsdaten und Ermittlung der zum partikulären P-Eintrag beitragenden Flächen</i>	155
11.3.2	<i>Ergebnisse</i>	158
11.4	<i>P-Einträge in die Oberflächengewässer über Abschwemmung</i>	163
11.5	<i>P-Einträge aus kommunalen Kläranlagen</i>	164
11.6	<i>P-Einträge über Mischwasserentlastung</i>	166
11.7	<i>P-Einträge über Trennkanalisationen</i>	168
11.8	<i>Gesamte P-Einträge aus punktuellen und diffusen Quellen</i>	170

11.9	Validitätsüberprüfung der P-Einträge in die Vorfluter	171
12.	Analyse der Auswirkungen von Maßnahmen zur Erreichung der Bewirtschaftungsziele nach EG-Wasserrahmenrichtlinie.....	173
12.1	Einordnung von Baseline- und Maßnahme-Effekten.....	173
12.2	Auswirkungen veränderter Rahmenbedingungen in der Landwirtschaft auf die Nährstoffüberschüsse im Baseline Szenario bis 2015	174
12.3	Auswirkungen des Baseline-Szenarios auf die Nitrateinträge ins Grundwasser und die Oberflächengewässer	183
12.3.1	<i>Nitrateinträge in die Grundwasserkörper</i>	183
12.3.2	<i>Nitrateinträge in die Oberflächengewässer</i>	187
12.4	Handlungsgebiete und Handlungsbedarf Grundwasser.....	192
13.	Zusammenfassung	197
14.	Literatur	207