

Inhaltsverzeichnis

I. Einführung und Hintergrund	1
1. Hintergrund und Zielsetzung	3
1.1. Einführung in die Thematik	4
1.2. Aktuelle Systeme zur Modellierung von N-Austrägen aus dem Boden und Einbindung von Fernerkundungsdaten	8
1.3. Einbindung der Arbeit in den Kontext der Geographie	13
1.4. Ziele der Arbeit	15
1.5. Aufbau und Struktur der Arbeit	18
2. Grundlagen der Modellierung landwirtschaftlicher Stoffströme	23
2.1. Der Stickstoffhaushalt	24
2.2. Austragspfade	32
2.3. Stoffretention und Gewässerbelastung	37
2.4. Maßnahmen und politische Konsequenzen	40
3. Das Flusseinzugsgebiet der Rur	45
3.1. Geologie	46
3.2. Klima	48
3.3. Landnutzung	50
II. Satellitenfernerkundung und digitale Bildanalyse	53
4. Vorverarbeitung der multispektralen Satellitenbilddaten	55
4.1. Grundprinzip der Vegetationsfernerkundung	56
4.2. Sensoren	58

4.2.1. ASTER	58
4.2.2. LANDSAT ETM+	60
4.2.3. SPOT	61
4.3. Methoden zur Korrektur und Aufwertung	62
4.3.1. Entfernung von Bildstreifen mit der Fast Fourier Transforma- tion	63
4.3.2. Datenfusion	66
4.3.3. Geokorrektur	73
4.3.4. Relative Referenzierung mit dem Contour Matching Verfahren	74
4.3.5. Hauptkomponententransformation	78
5. Klassifizierung mit neuronalen Netzen	81
5.1. Erhebung von Referenzdaten im Gelände	81
5.2. Feed Forward Netz mit Kalman Trainingsalgorithmus	84
5.3. Wahrscheinlichkeitstheoretische Filterung	88
5.4. Analyse der Klassifikationsgenauigkeit	92
5.5. Diskussion der Klassifikationsergebnisse und Bestimmung der landwirtschaftlichen Rotation	94
6. Ermittlung des Versiegelungsgrades	103
III. Modellierung von Umweltauswirkungen landwirtschaftli- cher Stoffströme mit Satellitendaten	115
7. Disaggregation von diffusen Nährstoffbilanzüberschüssen für die Kopplung von agrarökonomischen und hydrologischen Modellen	117
7.1. Das agrarökonomische Modell RAUMIS	118
7.2. Disaggregation von diffusen N-Überschüssen durch Einsatz von Fernerkundungsdaten	124
8. Wasserhaushaltsmodellierung	135
8.1. Das Wasserhaushaltsmodell GROWA	136
8.2. Substitution der Eingabeparameter durch Fernerkundungsdaten und GROWA-Modellerweiterung	141
8.2.1. Landnutzung	142
8.2.2. Versiegelungsgrad	143

8.2.3. Fruchtartenspezifische Verdunstungsfaktoren	144
8.2.4. Kalibrierung und Erweiterung von GROWA durch Aktualisierung von Landnutzungskoeffizienten	147
8.2.5. Sonstige notwendige Anpassungen	154
8.3. Diskussion und Vergleich der Modellergebnisse	154
9. Das integrierte agrarökonomisch-hydrologische Modellsystem RAUMIS - GROWA - DENUZ	169
9.1. Modellierung der Nitratkonzentration unter Verwendung von Fernerkundungsdaten	170
9.2. Genauigkeitsanalyse	182
10. Szenarioanalyse agrarumweltpolitischer Reduktionsmaßnahmen	189
11. Zusammenfassung und Ausblick	195
12. Literaturverzeichnis	201
IV. Anhang	225
A. Karten des Untersuchungsgebietes	227
B. Konfusionsmatrizen der Klassifikationsergebnisse	237