

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Einleitung	1
1.1 Problemstellung und Zielsetzung	1
1.2 Durchführung der Arbeit	2
2 Bedeutung der Landwirtschaft für die Stickstoffbelastung der Umwelt	4
2.1 Stickstoffkreislauf des Bodens	4
2.2 Globale Stickstoffbilanzierung	7
2.3 Stickstoffemissionen der Landwirtschaft im Vergleich zu anderen Wirtschaftszweigen	9
2.4 Stickstoffverluste aus der Landwirtschaft	11
2.4.1 Atmosphärische Stickstoffverluste	12
2.4.1.1 Ammoniakausgasung	12
2.4.1.2 Denitrifikation	13
2.4.2 Hydrosphärische Stickstoffverluste	14
2.4.2.1 Nitratauswaschung	14
2.4.2.2 Oberflächenabfluß	17
3 Methoden zur Beurteilung von Strategien zur Verminderung von Stickstoffverlusten	19
3.1 Messung des N-Gehalts im Boden	19
3.2 Stickstoffbilanzierung	20
3.3 Vergleich der Beurteilungsmethoden	21
4 Struktur eines Linearen Optimierungsmodells zur zweidimensionalen Optimierung von N-Austrägen und landwirtschaftlichen Einkommensverlusten	24
4.1 Auswahl des Modellansatzes	24
4.2 Das N-Kreislauf-N-Ertragsmodell	25
4.2.1 Gesamtstickstoffertragsfunktion	26
4.2.2 N-Kreislauf als Bilanzmodell	29
4.3 Modellstruktur des Linearen Optimierungsmodells	31
4.3.1 Pflanzenverfügbarer Stickstoffkreislauf	31
4.3.2 Organischer Stickstoffkreislauf	38

	Seite
5 Quantifizierung der technischen Koeffizienten des N-Kreislauf-N-Ertragsmodells	40
5.1 Standortabhängige Koeffizienten des N-Kreislaufmodells	41
5.1.1 Mineralisation	42
5.1.2 N-Verlustkoeffizienten	43
5.1.3 Simulationsmodell FELDSIM	45
5.1.3.1 Modellbeschreibung	45
5.1.3.2 Modellvalidierung	49
5.1.4 Simulation mit FELDSIM	50
5.1.4.1 Eingabeparameter	51
5.1.4.2 Schätzergebnisse	57
5.1.4.3 Schätzgüte	58
5.1.4.4 Vergleich der Schätzergebnisse mit Literaturwerten	65
5.1.5 N-Eintrag durch Niederschläge	67
5.1.6 Asymbiotische N-Bindung	68
5.2 Standortunabhängige Koeffizienten des N-Kreislaufmodells	69
5.2.1 Einsatz von Wirtschaftsdünger	69
5.2.1.1 Gülleanfall und -inhaltsstoffe	69
5.2.1.2 Mineralisation der organischen Substanz	71
5.2.1.3 Stickstoffverluste und Ausbringungsmengen	72
5.2.2 Stickstoff aus organischen Pflanzenrückständen	73
5.2.2.1 Oberirdisch gebundene Stickstoffmengen	73
5.2.2.2 Unterirdisch gebundene Stickstoffmengen	77
5.2.2.3 Verlauf der Stickstofffreisetzung	77
5.2.2.4 N-Ausgleich bei weitem C/N-Verhältnis	80
5.2.3 N-Eintrag durch das Saatgut	81
5.3 Koeffizienten des N-Ertragsmodells	82
5.3.1 Theoretische Grundlagen von Stickstoffertragsfunktionen	82
5.3.2 Methoden zur Schätzung von Ertragsfunktionen	89
5.3.2.1 Bisher angewandte Schätzmethode	89
5.3.2.2 Doppelt-Relativ-Schätzmethode	93
5.3.3 Schätzung kurzfristiger Stickstoffertragsfunktionen	96
5.3.4 Schätzung langfristiger Stickstoffertragsfunktionen	99
5.3.5 Verlauf des Stickstoffentzugs	104

	Seite
6 Standortspezifische Lineare Optimierungsmodelle	110
6.1 Natürliche Standortverhältnisse	110
6.2 Modellbetriebe	112
6.2.1 Auswahl der Betriebe und Faktorausstattung	112
6.2.2 Standortspezifische Anpassung der Stickstofftragsfunktionen	115
6.2.2.1 Umwandlung der Relativ-Funktionen in Absolut-Funktionen	116
6.2.2.2 Bestimmung des Stickstoffbedarfs aus natürlichen Quellen	118
6.2.3 Produktionsverfahren	121
6.2.3.1 Pflanzliche Produktion	121
6.2.3.2 Tierische Produktion	127
6.3 Modellvalidierung	129
6.3.1 Vergleich mit einem CREAMS-basierten ökonomischen Modell	130
6.3.2 Vergleich mit Meßergebnissen	131
6.3.3 Schätzfehler bei Verwendung eines statischen Planungsansatzes	133
6.3.4 Diskussion der Modellgenauigkeit	134
7 Strategien zur Verminderung von Stickstoffverlusten	136
7.1 Grundsätzliche Möglichkeiten zur Verminderung von Stickstoffverlusten	136
7.2 Ausgangssituation in den Betrieben	138
7.3 Begrenzung des Stickstoffbilanzüberschusses	141
7.3.1 Marktfruchtbaubetriebe	144
7.3.2 Veredlungsbetriebe	147
7.3.3 Futterbaubetriebe	152
7.3.4 Gemischtbetriebe	152
7.3.5 Vergleich der relativen Einkommenswirkungen	155
7.4 Maßnahmen zur Verminderung von Stickstoffverlusten	156
7.4.1 Ökologisch begründete Maßnahmen	157
7.4.1.1 Marktfruchtbaubetriebe	158
7.4.1.2 Veredlungsbetriebe	160
7.4.1.3 Futterbaubetriebe	162
7.4.1.4 Gemischtbetriebe	162
7.4.1.5 Vergleich der betriebsspezifisch optimalen Maßnahmenkombinationen	164
7.4.1.6 Einheitliches Maßnahmenpaket	166

	Seite
7.4.2 Produktpreissenkung	177
7.4.2.1 Marktfruchtbaubetriebe	178
7.4.2.2 Veredlungsbetriebe	181
7.4.2.3 Futterbaubetriebe	185
7.4.2.4 Gemischtbetriebe	185
7.4.2.5 Zusätzlich notwendige ökologische Auflagen bei Preissenkung	188
7.5 Vergleich des Maßnahmenpakets mit der Produktpreissenkung	189
7.6 Schlußfolgerungen	196
8 Zusammenfassung	203
Literaturverzeichnis	209
Anhang	227