

## Inhaltsverzeichnis

Danksagung .....	I
Inhaltsverzeichnis.....	II
Abbildungsverzeichnis.....	V
Tabellenverzeichnis .....	VIII
Anlagenverzeichnis .....	X
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>1</b>
1.1 Motivation und Probleme .....	1
1.2 Politische und ökonomische Rahmenbedingungen zum Schutz des Grundwassers .....	2
1.3 Die Zielstellung und deren Umsetzung .....	4
<b>2 Grundlagen zu den berücksichtigten Prozessen und Methoden .....</b>	<b>7</b>
2.1 Grundlegende Prozesse und Wirkungen von Stoffeintrag und Transport .....	7
2.1.1 Der Prozess des atmosphärischen Stoffeintrages und seine Erfassung .....	7
2.1.2 Der Fluss in der ungesättigten Zone .....	9
2.1.3 Der Fluss in der gesättigten Zone .....	10
2.1.4 Transport in der ungesättigten und gesättigten Zone .....	10
2.1.4.1 Quellen von Schadstoffen .....	10
2.1.4.2 Verwundbarkeit von Grundwassersystemen .....	11
2.1.4.3 Stationäre oder instationäre Annahmen .....	11
2.1.4.4 Transportmechanismen .....	12
2.1.4.5 Sorption und biologischer Abbau .....	14
2.1.5 Boden- und Gewässerversauerung .....	16
2.1.5.1 Einführung in das Thema .....	16
2.1.5.2 Begriffserläuterungen und Kriterien der Versauerung .....	17
2.2 Regionalisierungsmethoden für Gebietsdaten .....	21
2.2.1 Deterministische Interpolationsmethoden .....	21
2.2.2 Geostatistische Interpolationsmethoden .....	22
2.3 Numerische Modelle zum Stofftransport .....	23
2.3.1 Chemische Transportmodelle für den atmosphärischen Stoffeintrag .....	23
2.3.1.1 Modellbeschreibung .....	23
2.3.1.2 Anwendbarkeit für die Regionalisierung .....	24
2.3.2 Modelle für die Sickerwasserprognose, Anwendung und Fazit .....	25
2.3.3 Modelle zum Stickstoffumsatz in der ungesättigten Zone .....	26
2.3.3.1 Klassifizierung .....	27
2.3.3.2 Qualität der Stickstoffmodelle .....	27
2.3.3.3 Grenzen der Modelle .....	29
2.3.3.4 Schlussfolgerungen .....	30
2.3.4 Modelle für die gesättigte Zone .....	31
2.3.4.1 Aktueller Stand .....	31
2.3.4.2 Modellierung hydrochemischer Transport- und Reaktionsprozesse .....	33
2.3.4.3 Grenzen der Modelle bei der Anwendung .....	35
2.3.4.4 Schlussfolgerungen .....	36
2.4 Methoden der Entscheidungshilfe im Grundwassermanagement .....	36
2.4.1 Entscheidungshilfe und Nachhaltigkeit .....	36
2.4.2 Nachhaltigkeitsindikatoren .....	37
2.4.3 Entscheidungshilfen .....	39
2.4.4 Entscheidungsmodelle .....	39

2.4.4.1 Entscheidungshäufigkeit und Struktur eines Problems .....	40
2.4.4.2 Entscheidungshilfewerkzeuge .....	41
2.4.4.3 Konstruktion von Entscheidungshilfesystemen .....	43
2.4.4.4 Entwicklung von Expertensystemen .....	46
2.4.4.5 Erfolgsfaktoren für die Entwicklung von Entscheidungshilfen .....	47
2.4.5 Techniken der Entscheidungsfindung .....	47
2.4.6 Entwicklungstrends von Entscheidungshilfen im Umweltbereich .....	50
2.4.7 Schlussfolgerungen für die Entscheidungsunterstützung und das Grundwasser- management .....	51
2.5 Grundwasserschutz in der Europäischen Union.....	52
2.5.1 Rechtliche Grundlagen .....	52
2.5.2 EU-Grundwasseraktionsprogramm und Tochterrichtlinie über den Grundwasserschutz .....	54
<b>3 Vergleichende Bewertung von Regionalisierungsmethoden am Beispiel atmosphärischer Stoffeinträge .....</b>	<b>58</b>
3.1 Anlass und Ziel der Untersuchung .....	58
3.2 Beobachtungsnetze, Datenbasis und Daten-Preprocessing .....	58
3.3 Vergleich und Bewertung der Regionalisierungsmethoden .....	61
3.3.1 Kriterien für den Methodenvergleich .....	62
3.3.2 Ergebnisse .....	64
3.4 Verifikation .....	65
3.5 Diskussion .....	67
3.6 Schlussfolgerungen .....	68
<b>4 Interpretation von Beschaffenheitsdaten des Boden- und Grundwassers – Fallbeispiel Thülsfeld .....</b>	<b>71</b>
4.1 Das Einzugsgebiet des Thülsfelder Wasserwerkes.....	71
4.2 Beispielhafte Ermittlung des dominierenden Nitratreduktionsprozesses anhand von Wasserproben .....	74
4.2.1 Nitratsituation und Möglichkeiten der Prozessidentifizierung .....	74
4.2.2 Beschaffenheit des Aquifers .....	75
4.2.3 Beschaffenheit des Grundwassers .....	77
4.2.4 Grundwasseraltersbestimmung .....	79
4.2.5 Auswertung der Grundwasserbeschaffenheitsdaten .....	79
4.2.6 Tiefenorientierte Betrachtung einzelner Wasserinhaltsstoffe .....	84
4.2.6.1 Nitrat .....	84
4.2.6.2 Sulfat .....	84
4.2.6.3 Hydrogencarbonat .....	85
4.2.7 Anionenäquivalentkonzentrationen .....	85
4.2.8 Chlorid-Sulfat-Diagramme .....	87
4.2.9 Vergleich der tiefenorientierten Betrachtungen mit den Einfachpegeln .....	90
4.2.10 Gegenüberstellung der Ergebnisse .....	90
4.3 Versauerungsstatus und Auswirkungen von Aufforstung auf den Nitratreintrag in das Grundwasser .....	91
4.3.1 Einführung .....	92
4.3.2 Das Untersuchungskonzept .....	93
4.3.3 Zusammenfassende Bewertung der Ergebnisse .....	95
4.3.4 Aufforstung als Grundwasserschutz .....	103
4.4 Schlussfolgerung und Ausblick .....	105

<b>5 Gekoppelte Modellierung</b> .....	108
5.1 Modellauswahl und –bewertung .....	108
5.2 Kopplungskonzept und Modellkopplung .....	109
5.2.1 Konzept .....	109
5.2.2 Regionalisierungsmethode .....	111
5.2.3 Methodik der Modellkopplung .....	112
5.3 Simulation mit gekoppelten Modellen .....	113
5.3.1 Ungesättigte Zone .....	113
5.3.1.1 Grundlagen zur Modellierung mit dem Modell HERMES .....	113
5.3.1.2 Anfangswerte .....	114
5.3.1.3 Modellergebnisse für den Bodenfeuchtegehalt .....	114
5.3.1.4 Modellierung der Ergebnisse der Nitratkonzentration .....	116
5.3.1.5 Simulation von Szenarien .....	118
5.3.1.5.1 Aufstellung der Szenarien .....	118
5.3.1.5.2 Berechnungen für die Regionalisierung der Nitratauswaschung .....	119
5.3.2 Gesättigte Zone .....	121
5.3.2.1 Grundlagen zur Modellierung mit dem Modell MODFLOW/MT3D .....	121
5.3.2.2 Strömungsmodell .....	121
5.3.2.2.1 Modellstruktur und Diskretisierung .....	121
5.3.2.2.2 Randbedingungen und Parametrisierung .....	123
5.3.2.2.3 Ergebnis der Kalibrierung des Strömungsmodells .....	124
5.3.2.3 Transportmodell .....	126
5.3.2.3.1 Grundlagen und Annahmen .....	126
5.3.2.3.2 Kinetik der Nitratreduktion .....	127
5.3.2.3.3 Parametrisierung, Kalibrierung und Berechnungsszenarien .....	129
5.3.2.4 Ergebnis der Kalibrierung und der Simulation .....	130
5.4 Inverse Modellierung zur Rekonstruktion des Nitratreintrages .....	132
5.4.1 Modellierung von Einzelpegeln .....	133
5.4.2 Modellierung des flächenhaften Eintrages .....	135
5.4.3 Auswertung .....	138
5.5 Zusammenfassung .....	141
5.6 Schlussfolgerungen und Ausblick .....	142
<b>6 Multikriterielle Entscheidungshilfe</b> .....	144
6.1 Anwendung auf das Untersuchungsgebiet Thülsfeld .....	144
6.2 Akteure .....	145
6.3 Kriterien .....	145
6.4 Einflussmatrix .....	147
6.5 Gleichheitsmatrix .....	148
6.6 Ranking der Bewirtschaftungsszenarien und Sensitivitätsanalyse .....	148
6.7 Konfliktanalyse und Koalitionsbildungsprozess .....	151
6.8 Diskussion und Analyse .....	152
<b>7 Schlussfolgerungen und Ausblick</b> .....	154
<b>8 Literaturverzeichnis</b> .....	157

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Überblick über die anthropogen initiierten Stoffflüsse, die in dieser Arbeit behandelt werden.....	2
Abbildung 1-2: Thematische Struktur der Arbeit und bearbeitete Aspekte.....	5
Abbildung 2-1: Beispiele für Depositions-/Niederschlagssammler .....	9
Abbildung 2-2: Vereinfachte Darstellung der ungesättigten Zone, der darin ablaufenden Prozesse und der Konzentrationsentwicklungen eines Schadstoffes im Sickerwasser unter Berücksichtigung verschiedener Prozesse .....	12
Abbildung 2-3: Die Ausbreitung der Verschmutzung durch (a) Dispersion und Konvektion und (b) nur durch Konvektion (nach Bedient et al., 1999) .....	13
Abbildung 2-4: Faktoren, die die longitudinale Dispersion verursachen (nach Bedient et al., 1999).....	14
Abbildung 2-5: Versauerungsphasen im Grundwasser, nach DVWK (1997) .....	18
Abbildung 2-6: Möglichkeiten der mathematischen Modellierung in Abhängigkeit der Komplexität der Strömungs-, Transport- und Reaktionsprozesse (Schenk & Kaupe, 1998) ...	33
Abbildung 2-7: Entscheidungsmodell nach Turban & Aronson (1998) .....	39
Abbildung 2-8: Hauptsächliche Klassen von Entscheidungshilfswerkzeugen .....	41
Abbildung 2-9: Pro und Contra von Gruppenarbeit .....	42
Abbildung 2-10: Modell eines GDSS nach Turban & Aronson (1998) .....	43
Abbildung 2-11: Typisches DSS nach Turban & Aronson (1998) .....	44
Abbildung 2-12: Der Entwicklungsprozess eines DSS nach Turban & Aronson (1998) .....	45
Abbildung 2-13: Fall basiertes Schließen für einen Fahrzeugschlosser, aus Bergmann (1999) ..	48
Abbildung 2-14: Der Kreislauf des fallbasierten Schließens (CBR-Circle), (Richter, 1998 aus Aamodt & Plaza, 1994) .....	49
Abbildung 3-1: Depositionsmessnetze in Niedersachsen und Sachsen .....	59
Abbildung 3-2: Variogramm für die Depositionsfrachten in den Bundesländern Niedersachsen: (1) Sulfat, (2) Ammonium, (3) Nitrat, (4) Natrium, (5) Cadmium, (6) Blei und für Sachsen: (7) Sulfat. Die Distanz ist in [m] angegeben .....	62
Abbildung 3-3: Interpolationskarten (OK) für die Jahresmittel der Depositionsfrachten [kg ha <sup>-1</sup> a <sup>-1</sup> ] der Bundesländer Niedersachsen (1) Sulfat (Sulphate Loads), (2) Ammonium (Ammonium Loads), (3) Nitrat (Nitrate Loads), (4) Natrium (Sodium Loads), (5) Cadmium (Cadmium Loads), (6) Blei (Lead Loads) und für Sachsen (7) Sulfat (Sulphate Loads) .....	69
Abbildung 3-4: Korrelation zwischen den Zufallswerten der wet-Deposition nach der UBA-Methode und dem OK für Niedersachsen: (1) Sulfat (wet); (2) Nitrat (wet), (3) Ammonium (wet) (4) Natrium (wet), und Sachsen: (9) Sulfat (wet).....	70
Abbildung 4-1: Einzugsgebiet der Wasserfassung A des Wasserwerkes Thülsfeld mit Grundwassergleichen und Verlauf des geologischen Schnittes D-D'.....	71
Abbildung 4-2: Gebietsübersicht mit Lage der Pegel.....	73
Abbildung 4-3: Geologischer Schnitt D-D' durch das Untersuchungsgebiet (Fassung A). Die Schnittführung D-D' ist in Abbildung 4-1 ersichtlich.....	73
Abbildung 4-4: Tiefenprofil des Glühverlusts (gestörte Proben, SGM) (aus Walther et. al 2001).....	75

Abbildung 4-5: Tiefenprofil Corg und TC (SGM) (aus Walther et. al 2001).....	76
Abbildung 4-6: Tiefenprofil N(tot) und S(tot) (SGM) (aus Walther et al., 2001).....	77
Abbildung 4-7: Sauerstoffgehalte der flachen Pegel (0 bis 10 m uGOK).....	80
Abbildung 4-8: Vertikale Konzentrationsfrontverschiebung.....	81
Abbildung 4-9: Konzentrationsverlauf der flachen Pegel (10 m uGOK).....	82
Abbildung 4-10: Tiefenprofil der Nitratkonzentration an der SGM-Messstelle.....	83
Abbildung 4-11: Tiefenprofil der Sulfatkonzentration an der SGM-Messstelle.....	83
Abbildung 4-12: Tiefenprofil der Hydrogencarbonatkonzentration der SGM-Messstelle.....	83
Abbildung 4-13: Anteile der Äquivalentkonzentrationen der Anionen Hydrogencarbonat, Nitrat, Sulfat und Chlorid an der Summe der 4 Anionen (SGM).....	87
Abbildung 4-14: Anteile der Äquivalentkonzentrationen der Anionen Hydrogencarbonat, Nitrat, Sulfat und Chlorid an der Summe der 4 Anionen (Staffelbrunnen).....	87
Abbildung 4-15: Messwerte des Staffelbrunnens im Chlorid-Sulfat-Diagramm.....	88
Abbildung 4-16: Messwerte der SGM-Messstelle im Chlorid-Sulfat-Diagramm.....	89
Abbildung 4-17: pH/Eh-Beziehung des Grundwassers und mögliche Reaktionen, in Anlehnung an Becking et al. (1960) (aus Walther, 1999).....	92
Abbildung 4-18: Übersichtskarte des Untersuchungsgebietes mit Probenahmepunkten.....	94
Abbildung 4-19: Tiefenprofile der pH(CaCl <sub>2</sub> )-Werte aller Untersuchungsflächen.....	97
Abbildung 4-20: Tiefenprofile der Nitratkonzentrationen aller Untersuchungsflächen; „Fk“ bedeutet „Feldkapazität“.....	100
Abbildung 4-21: Tiefenprofile der Basensättigung (aus NH <sub>4</sub> Cl-Extraktion) aller Untersuchungsflächen.....	102
Abbildung 5-1: Allgemeines Strukturmodell für das Untersuchungsgebiet.....	110
Abbildung 5-2: Grundwassersystem mit lokalen und regionalen Flüssen (aus Groenendijk und Kroes, 1999).....	110
Abbildung 5-3: Schematisierter Überblick über das regionale Grundwassermodell (RGWM) mit verteilten lokalen Bodenmodellen (LSMs).....	112
Abbildung 5-4: Simulierte und gemessene Bodenfeuchtegehalte, Modell HERMES.....	115
Abbildung 5-5: Simulierte und gemessene Nitratkonzentrationen, Modell HERMES, Fallbeispiel Thülsfeld.....	117
Abbildung 5-6: Das Modellgebiet in der Draufsicht mit den Feldern von Bauer Högemann I und II und übrige landwirtschaftliche Flächen und der Ausdehnung der Waldflächen.....	122
Abbildung 5-7: Vertikale Diskretisierung des Modellgitters (West-Ost-Schnitt).....	123
Abbildung 5-8: Das Modellgebiet in der Draufsicht mit Lage der Brunnengalerie, Gütepegeln und berechneten Äquipotenziallinien der GW-Stände.....	124
Abbildung 5-9: Vergleich der gemessenen (Obs. Head) und berechneten (Calc. Head) Piezometerhöhen.....	125
Abbildung 5-10: Lage der Zone mit geringem Sauerstoffgehalt.....	127
Abbildung 5-11: Ermittlung der Reaktionskonstanten der Nitratreduktion.....	129
Abbildung 5-12: Kalibrierungsplot für die Nitratkonzentration im Grundwasser (quasi instationär). Nur die 12 Beobachtungsbrunnen mit Langzeitmessungen sind in den Plot aufgenommen.....	131

Abbildung 5-13: Draufsicht auf die Nitratkonzentrationsverteilung und Markierung der Schnittlinie A-A' .....	131
Abbildung 5-14: Anfangszustand für Szenario 1 (Status quo), Jahr 0 .....	132
Abbildung 5-15: Ende der Simulation von Szenario 1, Jahr 20 .....	132
Abbildung 5-16: Ende der Simulation nach Szenario 2a, Jahr 20 .....	132
Abbildung 5-17: Pegel P 369 mit Bahnlinie und den verschiedenen Ausgangskonzentrationen der einzelnen Schichten .....	133
Abbildung 5-18: Ergebnis der Modellierung am Pegel P 369 (Die vom Modell berechneten Werte sind als Linie dargestellt, die gemessenen als große Kästchen.) .....	135
Abbildung 5-19: Felderaufteilung für den Feldgenerator und Waldgebiete .....	137
Abbildung 5-20: Vergleich des gemessenen Grundwasseralters (FCKW-Datierung) mit dem simulierten Alter .....	139
Abbildung 5-21: Ergebnis des vertikalen Nitratkonzentrationsverlaufs der Flächensimulation (Schnitt bei $x = 26000$ m; Süd – Nord) .....	140
Abbildung 5-22: Nitratdurchbruch in einen Förderbrunnen .....	141
Abbildung 6-1: Nutzung des MCDA NAIADe als Werkzeug im Wassermanagement (Linde, 2000) .....	145
Abbildung 6-2: Die multikriterielle Einflussmatrix für das Ranking der unterschiedlichen Landnutzungsszenarien. Die Tabelle zeigt 7 Kriterien und 5 Alternativen .....	148
Abbildung 6-3: Die Gleichheitsmatrix für die unterschiedliche Bewirtschaftungsvarianten .....	148
Abbildung 6-4: Das NAIADe-Ranking der Bewirtschaftungsalternativen für hohe Unsicherheit ( $\alpha=0.2$ ). Die Alternativen sind miteinander vergleichbar und ordnen sich daher aufeinander folgend an. Die Alternative A wurde, im Vergleich aller Alternativen, als die beste Alternative identifiziert .....	149
Abbildung 6-5: Das NAIADe-Ranking der Bewirtschaftungsalternativen für mittlere Unsicherheit ( $\alpha=0.4$ ). Alternative B und C sind jetzt miteinander nicht mehr vergleichbar, da die Sicherheit (Zuverlässigkeit) der Aussage gesteigert wurde. Alternative A wurde wiederum als beste Alternative identifiziert .....	149
Abbildung 6-6: Das NAIADe-Ranking der Bewirtschaftungsalternativen für geringe Unsicherheit ( $\alpha =0.6$ ). Alternative B und C sind auch hier nicht miteinander vergleichbar. Alternative A wurde auch hier wieder als beste Alternative identifiziert .....	150
Abbildung 6-7: Das NAIADe-Ranking der Bewirtschaftungsalternativen mit dem Zimmermann-Zysno-Operator, mittlere Kompensation ( $\alpha=0,6$ ), mittlere Unsicherheit ( $\alpha =0,4$ ) .....	150
Abbildung 6-8: Das NAIADe-Ranking der Bewirtschaftungsalternativen mit einer Reduktion der Ersetzungskosten (harte Daten) um 50% .....	151
Abbildung 6-9: NAIADe-Dendrogramm der Koalitionsbildung für die Akteursgruppen in Thülsfeld. Die Ähnlichkeiten zwischen den Akteursbeurteilungen hinsichtlich der vorgeschlagenen Alternativen werden in den verschiedenen Stadien der Interaktion durch die Ähnlichkeitsindizes (links in der Abbildung) deutlich .....	152

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Prinzipielle hydrogeologische Merkmale, die die Verwundbarkeit eines Aquifers durch Kontaminanten beeinflussen (modifiziert nach Johnston, 1986) .....	11
Tabelle 2-2: Pufferbereiche, zusammengestellt aus Ulrich et al. (1981a) und Krieter (1991).....	21
Tabelle 2-3: Kurzbeschreibungen deterministischer Grundwassermodelle.....	32
Tabelle 2-4: Schadstoffspezifische Prozesse und Mechanismen, die bei Modellrechnungen berücksichtigt werden müssten (aus Schenk & Kaupe, 1998).....	37
Tabelle 2-5: Beispiele aus Industry Canada (1997) .....	37
Tabelle 2-6: Enge und breitere Betrachtung im Prozess der Entscheidungsfindung aus Turban & Aronson (1998) .....	46
Tabelle 2-7: Existierende Technologien für die Entscheidungsfindung .....	48
Tabelle 3-1: Anteile der wet-Deposition an der bulk-Deposition (fp) aus simultanen Messungen (nach Gauger et al., 2002; ergänzt mit Daten von Van Leeuwen et al., 1996) .....	60
Tabelle 3-2: Variogrammodelle der Deposition (4-Jahresmittel: 1995-1998) und Parameter...	61
Tabelle 3-3: Vergleich der Fehler für IDW und OK .....	64
Tabelle 3-4: Korrelationsmatrix für die Hilfsvariablen Höhenlage (ALT) und Niederschlag (P) für die Stoffdeposition in Niedersachsen und Sachsen .....	65
Tabelle 3-5: Vergleich der UBA-Methode und der OK-Methode: Mittelwert in kg/ha*a bzw. für Pb <sup>2+</sup> und Cd <sup>2+</sup> in g/ha*a, Standardabweichung und prozentuale Differenz [%] der wet-Deposition für Niedersachsen und Sachsen .....	66
Tabelle 4-1: Grundwasserneubildungsraten (GWN) im Einzugsgebiet Thülsfeld (Harms, 1987)	72
Tabelle 4-2: Lage der Filteroberkanten der Pegel im Einzugsgebiet der Brunnengalerie A .....	72
Tabelle 4-3: Beprobungstermine und Anzahl der Bohrsondierungen .....	96
Tabelle 4-4: Schwankungsbreiten der Konzentration ausgewählter Ionen in der Gleichgewichtsbodenlösung (GBL) bzw. bei Feldkapazität, im Falle von Nitrat [mg/l] .....	101
Tabelle 5-1: Bodentypen im HERMES Modell, Fallbeispiel Thülsfeld .....	114
Tabelle 5-2: Anfangswerte für die Modellsimulation mit HERMES, Fallbeispiel Thülsfeld .....	114
Tabelle 5-3: Eingangsdaten der landwirtschaftlichen Nutzung .....	115
Tabelle 5-4: Mittlere absolute Fehler des Wassergehaltes (gemessen - berechnet) mit HERMES für verschiedene Tiefen .....	116
Tabelle 5-5: Mittlere absolute Fehler der Nitratkonzentration; mit HERMES modellierte Tiefenprofile .....	117
Tabelle 5-6: Szenarien, die für die Testfelder berechnet wurden .....	119
Tabelle 5-7: Fruchtfolgen, Aussaat, Ernte und Düngung als Input in HERMES für das Einzugsgebiet der Brunnenfassung A .....	120
Tabelle 5-8: Stickstoffauswaschung und Sickerwassermenge für verschiedene Fruchtfolgen, berechnet mit HERMES für das Einzugsgebiet der Brunnenfassung A .....	121
Tabelle 5-9: Nitratkonzentration im Vergleich zum Grundwasseralter .....	128
Tabelle 5-10: Parameter des MT3D Modells.....	129
Tabelle 5-11: Beobachtungsbrunnen, die für die Kalibrierung von MT3D genutzt wurden.....	130
Tabelle 5-12: Nitratkonzentrationen der GWN [mg/l] in den Szenarien 1 und 2a .....	130

---

Tabelle 5-13: Concentration-Recharge-Werte des Pegels P 369 von 1991 - 2001.....	134
Tabelle 5-14: Mittlerer Nitrateintrag in das Grundwasser, berechnet aus den flachen sauerstoffgesättigten Pegeln von 1991 – 2001.....	136
Tabelle 5-15: Concentration-Recharge-Werte in mg/l unter den einzelnen Anbauflächen.....	137
Tabelle 5-16: Vergleich des gemessenen und simulierten Grundwasseralters.....	140
Tabelle 6-1: Identifizierte Interessensgruppen und deren Belange.....	146
Tabelle 6-2: Die Hauptbelange für das Thülsfelder Fallbeispiel .....	146
Tabelle 6-3: Gewählte Kriterien für das Fallbeispiel Thülsfeld mit Hauptbelangegebiet, Zielen, Bewertungskriterien, Größeneinheiten und Definitionen .....	147