

Inhaltsübersicht

Einführung	29
I. Gegenstand der Untersuchung	29
II. Methodisches Vorgehen und Aufbau	34

Teil I

Rezeptionsbedarf: Das Komplexitätsproblem des modernen Rechts am Beispiel des Umwelt- und Technikrechts	38
--	----

A. Vorüberlegungen	38
I. Was bedeutet Komplexität?	40
II. Komplexität als Rechtsproblem	47
III. Das Umweltrecht als Referenzgebiet für das Komplexitätsproblem des Rechts in der modernen Gesellschaft	55
B. Die Komplexität der Regelungsmaterie des Umweltrechts als Herausforderung für Recht und Staat	67
I. Folgen der Komplexität der Regelungsmaterie des Umweltrechts	67
II. Wesentliche Strategien und Konzepte zum Umgang mit der Komplexität der Regelungsmaterie des Umweltrechts	98
III. Defizite und Grenzen der Konzepte und Strategien zum Umgang mit der Komplexität der Regelungsmaterie des Umweltrechts	127
C. Die Komplexität der Umweltrechtsordnung als Herausforderung für Recht und Staat	159
I. Folgen der übermäßigen Komplexität der Umweltrechtsordnung	159
II. Wesentliche Strategien und Konzepte zur Reduktion der Komplexität der Umweltrechtsordnung	168
III. Defizite und Grenzen der Konzepte und Strategien zur Reduktion der Komplexität der Umweltrechtsordnung	174
D. Konklusion	182
I. Die Defizite und Grenzen der Methodik des Umgangs mit Komplexität im Umweltrecht als Herausforderung für die Umweltrechtslehre	182
II. Das Erfordernis einer Einbeziehung interdisziplinärer Erkenntnisse bei der Lösung des umweltrechtlichen Komplexitätsproblems	184

*Teil II***Rezeptionsgegenstand: Die Komplexitätstheorie**

189

A. Historisch-naturwissenschaftliche Einführung.....	189
I. Vom linearen zum nichtlinearen Denken in den Naturwissenschaften	189
II. Komplexitätsforschung und Komplexitätstheorie	205
B. Theorien der Komplexität	210
I. Theoretische Konzepte über nichtlineare Dynamik, Chaos und Komplexität	211
II. Theorien der Selbstorganisation	233
C. Die Möglichkeiten und Grenzen der Analyse und Steuerung komplexer dynamischer Systeme	252
I. Möglichkeiten und Grenzen der Erfassung und Analyse komplexer dynamischer Systeme	253
II. Möglichkeiten und Grenzen der Regelung und Steuerung komplexer dynamischer Systeme	261
D. Konklusion	265
I. Wesentliche Aussagen der Komplexitätstheorie	265
II. Allgemeine wissenschaftstheoretische Einordnung der Komplexitätstheorie	272

Teil III

**Rechtswissenschaftliche Rezeption:
Die Übertragung der Konzepte und Hypothesen der modernen
Komplexitätsforschung auf die Umweltrechtslehre**

275

A. Vorüberlegung: Die Komplexitätstheorie als Erkenntnisquelle für die Rechtslehre	275
I. Möglichkeiten und Grenzen des interdisziplinären Theorientransfers ..	276
II. Stand der Forschung	285
B. Die Methodik des Umgangs mit komplexen Regelungsmaterien im Umweltrecht im Lichte der Komplexitätstheorie	301
I. Der allgemeine Erklärungswert der Komplexitätstheorie für die Umweltrechtslehre in Bezug auf das Problem der besonderen Komplexität der Regelungsmaterie des Umweltrechts	301
II. Überlegungen zu den Möglichkeiten einer Verbesserung der Methodik des Umgangs mit komplexen Regelungsgegenständen im Umweltrecht unter Berücksichtigung komplexitätstheoretischer Konzepte und Hypothesen	359
C. Die Methodik des Umgangs mit der Komplexität der Umweltrechtsordnung im Lichte der Komplexitätstheorie	482

I.	Der allgemeine Erkenntniswert der Komplexitätstheorie im Hinblick auf die Methodik des Umgangs mit der Komplexität der Umweltrechtsordnung	482
II.	Überlegungen zur Verbesserung der Methodik des Umgangs mit der Komplexität der Umweltrechtsordnung unter Heranziehung der Konzepte und Hypothesen der modernen Komplexitätsforschung	483
D.	Konklusion	492
I.	Die besondere Bedeutung der Komplexitätstheorie für die Rechtslehre im Hinblick auf das Problem der Komplexität und Dynamik der Regelungsmaterie des Umweltrechts	493
II.	Die eingeschränkte Bedeutung der Komplexitätstheorie für die Rechtslehre im Hinblick auf das Problem der Komplexität und Dynamik der Umweltrechtsordnung	494

Teil IV

Zusammenfassung und Schlussbemerkung	496
A. Zusammenfassung der Ergebnisse	496
B. Schlussbemerkung	510
Literaturverzeichnis	512
Sachregister	542

Inhaltsverzeichnis

Einführung	29
I. Gegenstand der Untersuchung	29
1. Untersuchungsziel und rechtswissenschaftlicher Hintergrund	29
2. Das Umweltrecht als Referenzgebiet der Untersuchung	33
II. Methodisches Vorgehen und Aufbau	34
1. Rezeptionsetappen	34
2. Aufbau der Untersuchung	36

Teil I

Rezeptionsbedarf: Das Komplexitätsproblem des modernen Rechts am Beispiel des Umwelt- und Technikrechts	38
--	----

A. Vorüberlegungen	38
I. Was bedeutet Komplexität?	40
1. Die Komplexität des Komplexitätsbegriffs	40
2. Eckpunkte des traditionellen wissenschaftlichen Komplexitätsver- ständnisses	41
a) Der wissenschaftliche Komplexitätsbegriff als systemrelativer Begriff	41
b) Kriterien zur Bestimmung des Komplexitätsgrades eines Sys- tems	42
3. Das neue Komplexitätsverständnis im Sinne der modernen Komple- xitätswissenschaft	45
4. Zusammenfassung	46
II. Komplexität als Rechtsproblem	47
1. Von der natürlichen Randbedingung zum Rechtsproblem	48
a) Komplexe Regelungsmaterien als Rechtsproblem	48
b) Die Komplexität der modernen Rechtsordnung als Rechtspro- blem	49
2. Komplexität als Herausforderung für die Rechtslehre	53
3. Zusammenfassung	54
III. Das Umweltrecht als Referenzgebiet für das Komplexitätsproblem des Rechts in der modernen Gesellschaft	55
1. Die besondere Komplexität der Regelungsmaterie des Umwelt- rechts	55
a) Die Komplexität und Dynamik der ökozentrischen Umwelt	55

b) Die Komplexität und Dynamik der anthropozentrischen Umwelt	57
c) Die Vernetzung der ökologischen, ökonomischen und sozialen Umwelt	60
2. Die besonderen Komplexität der Umweltrechtsordnung	61
3. Zusammenfassung	66
B. Die Komplexität der Regelungsmaterie des Umweltrechts als Herausforderung für Recht und Staat	67
I. Folgen der Komplexität der Regelungsmaterie des Umweltrechts	67
1. Unmittelbare Auswirkungen der Komplexität der Regelungsmaterie des Umweltrechts für die Rechtspraxis	68
a) Informationsdefizite	68
b) Unsicherheit und Ungewissheit	69
2. Rechtliche Folgeprobleme	70
a) Die Komplexität der Regelungsmaterie des Umweltrechts als Hindernis einer rationalen Umweltrechtspolitik	70
aa) Komplexität und umweltrechtliche Gefahrenabwehr	71
bb) Komplexität und Risikovorsorge	74
b) Die Komplexität umweltrechtlicher Regelungsgegenstände als Ursache des traditionellen Strukturdefizits des Umweltrechts ...	79
aa) Das traditionelle Strukturdefizit des Umweltverwaltungsrechts	79
(1) Die traditionelle Struktur des Umweltverwaltungsrechts	80
(2) Die traditionelle Struktur des Umweltverwaltungsrechts versus rechtsökologische Realität	82
bb) Das traditionelle Strukturdefizit des Umwelthaftungsrechts .	89
(1) Die traditionelle Struktur des Umwelthaftungsrechts ...	89
(2) Die traditionelle Struktur des Umwelthaftungsrechts versus rechtsökologische Realität	91
cc) Das traditionelle Strukturdefizit des Umweltrechts als konzeptionelle und regelungstechnische Herausforderung.	97
3. Zusammenfassung	97
II. Wesentliche Strategien und Konzepte zum Umgang mit der Komplexität der Regelungsmaterie des Umweltrechts	98
1. Die Tendenz zur Verlagerung umweltrechtlicher Entscheidungen auf private Institutionen, Verwaltung und Justiz	98
a) Die besondere Bedeutung der Normdelegierung und der Ausweitung administrativer Spielräume im Umweltrecht	100
b) Die besondere Bedeutung des legislativen Outsourcing im Umweltrecht	101
2. Konzepte zur Beschaffung und Verwaltung von Umweltinformationen	103
a) Instrumente staatlicher Umweltinformationsbeschaffung	104
b) Instrumente staatlicher Umweltinformationsverwaltung	105

3. Die reduktionistische Zerlegung umweltrechtlicher Information als methodisches Mittel zur rechtlichen Aufbereitung der Regelungsmaterie	106
4. Die inhaltliche bzw. konzeptionelle Modernisierung des Umweltrechts	107
a) Die Implementierung von Umweltrechtsprinzipien als Leitlinien des Umweltrechts	108
b) Die konzeptionelle Reformierung des Umweltrechts als Antwort des Umweltgesetzgebers auf die besondere Komplexität umweltrechtlicher Regelungsgegenstände	112
aa) Eckpunkte der Umweltverwaltungsrechtsreform	112
bb) Eckpunkte der Reform des Umwelthaftungsrechts	119
c) Die Hinwendung zu alternativen und ergänzenden Regelungskonzepten	121
5. Die inhaltliche und zeitliche Öffnung umweltrechtlicher Normen ..	124
6. Zusammenfassung	126
III. Defizite und Grenzen der Konzepte und Strategien zum Umgang mit der Komplexität der Regelungsmaterie des Umweltrechts	127
1. Die Grenzen der Verlagerung des Gesetzgebungsprozesses auf informelle Gesetzgeber	128
a) Grundprobleme der wissenschaftlichen Umweltrechtsberatung ..	128
b) Die rechtsstaatlichen Grenzen des legislativen Outsourcing	131
2. Die komplexitätsbedingten Grenzen der Informationsbeschaffung und -verwaltung im Umweltrecht	133
3. Die komplexitätsbedingten Grenzen der rechtlichen Strategie des Reduktionismus im Umweltrecht	134
4. Die komplexitätsbedingten Defizite der inhaltlichen und konzeptionellen Modernisierung des Umweltrechts	136
a) Die Defizite und Grenzen der Prinzipien des Umweltrechts als Leitlinie für den Umgang mit der Komplexität der Regelungsmaterie im Umweltrecht	136
b) Die Defizite der bisherigen Umweltrechtsreform in Bezug auf das umweltrechtliche Komplexitätsproblem	143
aa) Die Defizite der Umweltverwaltungsrechtsreform	144
bb) Die Defizite der Reform des Umwelthaftungsrechts	151
cc) Die Defizite alternativer Regelungskonzepte als Konzepte zum Umgang mit der besonderen Komplexität der Regelungsmaterie des Umweltrechts	153
5. Grenzen der inhaltlichen und zeitlichen Öffnung umweltrechtlicher Normen	155
6. Zusammenfassung	157
C. Die Komplexität der Umweltrechtsordnung als Herausforderung für Recht und Staat	159
I. Folgen der übermäßigen Komplexität der Umweltrechtsordnung	159

1. Die Komplexität der Umweltrechtsordnung als Rechtsanwendungs- und Rechtssetzungsproblem	160
2. Rechtliche Folgeprobleme	161
a) Die Komplexität der Umweltrechtsordnung als rechtspolitisches Problem	161
b) Die Komplexität der Umweltrechtsordnung als rechtsstaatliches Problem	165
3. Zusammenfassung	167
II. Wesentliche Strategien und Konzepte zur Reduktion der Komplexität der Umweltrechtsordnung	168
1. Deregulierung und Rechtsbereinigung	168
2. Vereinfachung	169
3. Rechtsoptimierung	171
4. Abstrahierung und Systematisierung	171
a) Abstrahierung	172
b) Systembildung	172
5. Zusammenfassung	174
III. Defizite und Grenzen der Konzepte und Strategien zur Reduktion der Komplexität der Umweltrechtsordnung	174
1. Defizite und Schwächen der Deregulierung und Rechtsbereinigung im Umweltrecht	175
2. Grenzen der Vereinfachung der Umweltrechtsordnung	176
3. Grenzen der Rechtsoptimierung	178
4. Defizite und Grenzen der Abstrahierung und Systematisierung des Umweltrechts	178
a) Die Grenzen der Abstrahierung umweltrechtlicher Regelungen ..	179
b) Die Grenzen der Systematisierung des Umweltrechts	179
5. Zusammenfassung	181
D. Konklusion	182
I. Die Defizite und Grenzen der Methodik des Umgangs mit Komplexität im Umweltrecht als Herausforderung für die Umweltrechtslehre	182
II. Das Erfordernis einer Einbeziehung interdisziplinärer Erkenntnisse bei der Lösung des umweltrechtlichen Komplexitätsproblems	184
1. Von einer strikt arbeitsteiligen zu einer differenziert-integrativen Haltung der Rechtslehre gegenüber den Natur- und Sozialwissenschaften	184
2. Die Komplexitätstheorie als Erkenntnisquelle für eine rechtswissenschaftliche Komplexitätsforschung	187

Teil II

Rezeptionsgegenstand: Die Komplexitätstheorie 189

A. Historisch-naturwissenschaftliche Einführung.....	189
I. Vom linearen zum nichtlinearen Denken in den Naturwissenschaften	189
1. Der Ausgangspunkt: Das Weltverständnis im Sinne der klassischen Mechanik	190
a) Die klassische Mechanik als Grundlage der theoretischen Physik	191
b) Die Prinzipien der Newtonschen Mechanik	191
aa) Die Linearität.....	192
(1) Der mathematische Linearitätsbegriff	193
(2) Der systemische Linearitätsbegriff	193
(3) Zusammenfassung.....	195
bb) Das starke Kausalitätsprinzip	195
cc) Der Determinismus	197
dd) Die Reversibilität.....	198
ee) Der Reduktionismus	198
c) Der Glaube an die vollständige Ergründbarkeit der Welt	199
2. Von der klassischen Mechanik zur <i>Nach-Newtonschen Welt</i>	200
a) Der Zusammenbruch des Laplaceschen Weltbildes	201
aa) Die Unvereinbarkeit der deterministischen Konzepte der klassischen Mechanik mit der statistischen Mechanik.....	201
bb) Das Drei-Körper-Problem	202
b) Von den Anfängen der Erforschung nichtlinearer Dynamik zur Wissenschaft von der Komplexität	203
3. Zusammenfassung	205
II. Komplexitätsforschung und Komplexitätstheorie	205
1. Komplexitätsforschung.....	206
a) Begriff.....	206
b) Disziplinen	207
2. Die Komplexitätstheorie	208
a) Begriff.....	208
b) Teilbereiche.....	210
B. Theorien der Komplexität	210
I. Theoretische Konzepte über nichtlineare Dynamik, Chaos und Komplexität	211
1. Mathematische Grundlagen der Nichtlinearitätsforschung.....	211
a) Die Theorie dynamischer Systeme	211
aa) Kontinuierliche und diskrete Systeme	212
bb) Konservative und dissipative Systeme	212
cc) Die Darstellung dynamischer Systeme im Phasenraum.....	212
dd) Attraktoren.....	213

b) Die Bifurkationstheorie	214
c) Ergänzung: Die Katastrophentheorie	215
d) Fraktale Geometrie	216
2. Die Chaostheorie	218
a) Begriff	218
b) Wesentliche Aussagen der Chaostheorie	219
aa) Die sensitive Abhängigkeit von den Anfangsbedingungen, oder: Der Schmetterlingseffekt	219
bb) Ordnung im Chaos	222
cc) Chaotische Attraktoren	223
dd) Die positive Funktion des Chaos	225
3. Weitere Konzepte komplexen Verhaltens in kontinuierlichen und diskreten Systemen	226
a) Turbulenzen und andere Formen chaotischen Verhaltens in kon- tinuierlichen Systemen	226
b) Theorien komplexen Verhaltens in räumlich diskreten Systemen	227
aa) Zelluläre Automaten	228
bb) Neuronale Netzwerke	229
cc) Ergänzung: Informatorische Komplexitätstheorien	230
4. Zusammenfassung	230
II. Theorien der Selbstorganisation	233
1. Selbstorganisation – Ordnung zum Nulltarif	233
2. Wissenschaftstheoretische Grundlagen der Selbstorganisationsfor- schung	235
a) Die allgemeine Systemtheorie	236
b) Kybernetik	237
c) Autopoiesis	238
d) Die Theorie dissipativer Strukturen	239
aa) Gleichgewicht und Entropie in der Thermodynamik	239
bb) Nichtlineare Nichtgleichgewichtsthermodynamik und Selbst- organisation	240
e) Die Emergenztheorie	241
3. Ganzheitliche Selbstorganisationskonzepte	242
a) Synergetik	242
aa) Der Forschungsgegenstand der Synergetik	243
bb) Wesentliche Erkenntnisse	244
cc) Anwendungsfelder	244
b) Die Theorie komplexer adaptiver Systeme	245
aa) Begriff	245
bb) Typische Eigenschaften komplexer adaptiver Systeme	246
cc) Anwendungsfelder	250
4. Zusammenfassung	251

C. Die Möglichkeiten und Grenzen der Analyse und Steuerung komplexer dynamischer Systeme	252
I. Möglichkeiten und Grenzen der Erfassung und Analyse komplexer dynamischer Systeme	253
1. Die begrenzte Erfassbarkeit komplexer dynamischer Systeme	253
2. Die Modellierung und Simulation komplexer dynamischer Systeme	254
a) Modellierung als Grundlage der Simulation	254
aa) Komplexitätsreduktion durch Modellierung	255
bb) Modellierung und Soft Computing	256
cc) Das Konzept der Fuzzy-Logik	257
b) Simulation	257
c) Beispiel: Wetter- und Klimamodelle	258
3. Zusammenfassung	260
II. Möglichkeiten und Grenzen der Regelung und Steuerung komplexer dynamischer Systeme	261
1. Möglichkeiten und Grenzen der gezielten Intervention in komplexe dynamische Systeme	261
2. Theorien des Managements komplexer Systeme	262
a) Das Konzept des Adaptive Management	263
b) Ecosystem Management und weitere Theorien des Managements komplexer Systeme	264
3. Zusammenfassung	264
D. Konklusion	265
I. Wesentliche Aussagen der Komplexitätstheorie	265
1. Von der universellen Geltung der Prinzipien der klassischen Mechanik zur <i>Nach-Newtonschen Welt</i>	266
a) Vom linearen zum nichtlinearen Denken	266
b) Von der starken Kausalität zur sensitiven Abhängigkeit	267
c) Vom Determinismus zum deterministischen Chaos	267
d) Von der Reversibilität zum Pfeil der Zeit	268
e) Vom reduktionistischen zum systemischen, holistischen Denken	268
2. Ein neues Verständnis von Komplexität	269
a) Von der Kompliziertheit zur Komplexität	269
b) Chaos und Komplexität als Normalität	270
c) Chaos und Komplexität als Qualität	271
II. Allgemeine wissenschaftstheoretische Einordnung der Komplexitätstheorie	272

Teil III

**Rechtswissenschaftliche Rezeption:
Die Übertragung der Konzepte und Hypothesen der modernen
Komplexitätsforschung auf die Umweltrechtslehre** 275

A. Vortüberlegung: Die Komplexitätstheorie als Erkenntnisquelle für die Rechtslehre	275
I. Möglichkeiten und Grenzen des interdisziplinären Theorientransfers ..	276
1. Die Komplexitätstheorie als interdisziplinäre Erkenntnisquelle	276
2. Anwendungsfelder komplexitätstheoretischer Konzepte in den rechtswissenschaftlichen Disziplinen	277
a) Anwendungsmöglichkeiten der Komplexitätstheorie in den juristischen Grundlagenfächern	278
b) Anwendungsmöglichkeiten der Komplexitätstheorie in der angewandten Rechtslehre	279
3. Die Grenzen eines Transfers komplexitätstheoretischer Konzepte auf die Rechtslehre	280
a) Allgemeine Gefahren eines interdisziplinären Theorientransfers ..	280
b) Typische Fehlerquellen	281
4. Zusammenfassung	284
II. Stand der Forschung	285
1. Die Rezeption der Komplexitätstheorie in der Rechtslehre	285
a) Schwierigkeiten bei der Sammlung rechtswissenschaftlicher Abhandlungen zum Thema Komplexitätsforschung	286
b) Allgemeine Einschätzung der gesichteten Literatur	287
2. Die Rezeption der Komplexitätstheorie i.e.S. in der Rechtswissenschaft	288
a) Die Theorie dynamischer Systeme in der rechtswissenschaftlichen Literatur	288
b) Die Chaostheorie in der rechtswissenschaftlichen Literatur	289
aa) Die metaphorische Übertragung einzelner Aspekte der Chaostheorie auf die Rechtsordnung	290
bb) Das chaotische Verhalten der durch das Recht zu regelnden Regelungsgegenstände	292
c) Komplexitätstheoretische Konzepte diskreter nichtlinearer Dynamik in der rechtswissenschaftlichen Literatur	293
3. Die Rezeption der Komplexitätstheorie i.w.S. in der Rechtswissenschaft	294
a) Fraktale Geometrie	295
b) Selbstorganisationstheorien	296
aa) Ältere Selbstorganisationskonzepte in der Rechtslehre	296
bb) Die Rezeption der Theorie komplexer, adaptiver Systeme in der Rechtslehre	298

cc) Das Rechtssystem als komplexes adaptives System nach Ruhl	299
4. Zusammenfassung	300
B. Die Methodik des Umgangs mit komplexen Regelungsmaterien im Umweltrecht im Lichte der Komplexitätstheorie	301
I. Der allgemeine Erklärungswert der Komplexitätstheorie für die Umweltrechtslehre in Bezug auf das Problem der besonderen Komplexität der Regelungsmaterie des Umweltrechts	301
1. Der Widerspruch zwischen der nichtlinearen Wirkungsweise der Umwelt und der linear-mechanistischen Prägung der Umweltrechtskultur	302
a) Die Regelungsgegenstände des Umweltrechts bestehen aus komplexen dynamischen Systemen im Sinne der Komplexitätstheorie	302
aa) Die Komplexität ökologischer Systeme	302
bb) Die Komplexität sozialer, ökonomischer und technologischer Systeme	305
cc) Zusammenfassung	308
b) Das Umweltrecht ist noch immer maßgeblich durch das linear-mechanistische Weltbild im Sinne der klassischen Physik geprägt	309
aa) Der historische Einfluss des linear-mechanistischen Weltbildes auf Recht und Rechtsdenken	309
bb) Der historische Einfluss des linear-mechanistischen Weltbildes auf die Rechtskultur	311
cc) Die Prinzipien der klassischen Mechanik im Recht	315
dd) Der Einfluss des linear-mechanistischen Weltbildes auf das traditionelle Umweltrecht	321
(1) Der Einfluss auf die traditionelle Umweltrechtspolitik	322
(2) Der Einfluss auf die Struktur des traditionellen Umweltrechts	323
(a) Die Struktur des traditionellen Umweltverwaltungsrechts	323
(b) Die Struktur des traditionellen Umweltprivatrechts	328
(3) Zusammenfassung	330
ee) Der fortbestehende Einfluss des linear-mechanistischen Weltbildes in der modernen Umweltrechtskultur	330
(1) Hilfsüberlegung: Die drei Ebenen der Rechtsordnung nach Tuori	330
(2) Die dualistische Prägung der Oberfläche des Umweltrechts	332
(a) Die Berücksichtigung der Komplexität und Dynamik der natürlichen Umwelt auf der Oberfläche des Umweltrechts	332

(b) Der fortbestehende Einfluss des linear-mechanistischen Weltbildes auf der Oberfläche des Umweltrechts	334
(3) Die dualistische Prägung der Umweltrechtskultur	339
(a) Die Berücksichtigung der nichtlinearen Dynamik der Umwelt in der modernen Umweltrechtskultur..	339
(b) Der Fortbestand des Einflusses des linear-mechanistischen Weltbildes in der modernen Umweltrechtskultur	348
(4) Die linear-mechanistische Prägung der Tiefenstruktur des Umweltrechts	351
2. Das Erfordernis einer differenzierten Nichtlinearisierung der Umweltrechtskultur unter Berücksichtigung der Konzepte und Hypothesen der modernen Komplexitätsforschung	352
a) Die Komplexitätstheorie als erkenntnistheoretische Grundlage für die rechtsökologische Tatsachenforschung und die Umweltrechtskultur	353
b) Moderne Konzepte des Komplexitätsmanagements als Anregung für das Umweltrecht	355
c) Komplexe adaptive Systeme als Metapher für das Umweltrecht	357
3. Zusammenfassung	358
II. Überlegungen zu den Möglichkeiten einer Verbesserung der Methodik des Umgangs mit komplexen Regelungsgegenständen im Umweltrecht unter Berücksichtigung komplexitätstheoretischer Konzepte und Hypothesen	359
1. Die Taktik der Umweltgesetzgebung	359
a) Die Träger des Umweltgesetzgebungsverfahrens	360
aa) Formeller Gesetzgeber, informeller Gesetzgeber oder Selbstregulierung?	361
(1) Die Komplexitätstheorie als Argument für rechtsnihilistische Tendenzen?	361
(2) Die Komplexitätstheorie als Argument für die Ausweitung der Befugnisse informeller Gesetzgeber?	364
(3) Die Komplexitätstheorie als Argument für die Ausweitung der Befugnisse der Judikative?	369
bb) Die Verteilung der Umweltgesetzgebungskompetenzen	371
(1) Komplexität als Kriterium bei der Verteilung der Gesetzgebungskompetenzen	371
(2) Komplexe Regelungsmaterie – komplexes Mehrebenensystem?	372
b) Der äußere Rahmen des Umweltgesetzgebungsverfahrens	374
aa) Das Erfordernis von Gesetzgebungsverfahrenregeln	374
bb) Das Erfordernis von Regeln zur begleitenden und retrospektiven Gesetzesfolgenabschätzung	376
c) Zusammenfassung	377

2. Die Methodik der Umweltgesetzgebung	378
a) Die Beschaffung und Verwaltung von Umweltrechtstatsachen ..	378
aa) Die Komplexitätstheorie als erkenntnistheoretische Grundlage der rechtsökologischen Tatsachenforschung	379
bb) Die Adaptivität des Umweltrechtssystems im Lichte der Komplexitätstheorie	382
(1) Das Konzept des Adaptive Management als Anregung für die Umweltgesetzgebung	384
(2) Komplexe adaptive Systeme als Metapher für das Umweltrechtssystem	389
(a) Adaptivität durch Komplexität und Selbstorganisation?	390
(b) Adaptivität durch Aggregation und Diversität?	392
cc) Ergänzung: Die Bedeutung der Informationstechnologie für die Sammlung komplexer Umweltinformationen	394
b) Die Methodik der rechtlichen Aufbereitung von Umweltrechtstatsachen	395
aa) Vom reduktionistischen zum differenziert-systemischen Denken	395
bb) Das umweltrechtliche Integrationsprinzip als Ausdruck eines ganzheitlichen Ansatzes im Umweltrecht	396
c) Die inhaltliche bzw. konzeptionelle Gestaltung des Umweltrechts	396
aa) Die Prinzipien des Umweltrechts im Lichte der Komplexitätstheorie: Exemplarische Überlegungen am Beispiel des Vorsorge-, Nachhaltigkeits- und Integrationsprinzips	397
(1) Das Vorsorgeprinzip	398
(a) Das Problem der Kontur- und Schrankenlosigkeit des Vorsorgeprinzips im Lichte der Komplexitätstheorie	398
(b) Das Problem der Verhinderung von Lernerfahrung auf Grund von Vorsorgemaßnahmen	413
(c) Komplexitätsbedingte Grenzen der Rechtsfolgenabschätzung als Grenzen der Vorsorge	414
(2) Das Nachhaltigkeitsprinzip	415
(3) Das Integrationsprinzip	418
(a) Das Argument der erhöhten Komplexität der Entscheidung	418
(b) Das Argument der einseitigen Zuständigkeit für die komplexe ganzheitliche Entscheidung	419
bb) Von einer dualistischen zu einer differenziert-nichtlinearen Umweltrechtsstruktur	420
(1) Umweltverwaltungsrecht	420
(a) Von einer dualistischen zu einer differenzierten Normenstruktur	420

(b)	Von einem dualistischen zu einem integrativen Umweltrecht	424
(c)	Von einem dualistischen zu einem differenzierten Gefahren- und Risikomodell	425
(aa)	Von einem linear-reduktionistischen zu einem differenzierten Modell der umweltrechtlichen Gefahrenabwehr	427
(bb)	Ansatzmöglichkeiten einer weiteren Nichtlinearisierung der umweltrechtlichen Risikovor-sorge	431
(2)	Umwelthaftungsrecht	439
(a)	Vorüberlegung: Komplexer Umweltschutz durch individualistisches Haftungsrecht?	440
(b)	Ansatzmöglichkeiten zu einer strukturellen Anpassung des Umwelthaftungsrechts	442
(aa)	Vom reduktionistischen Individualitätsprinzip zu Kollektivhaftung und Kollektivanspruch ..	442
(bb)	Vom deterministischen Verschuldensprinzip zur Verantwortlichkeit bei Ungewissheit	444
(cc)	Vom linealen Kausalitätsprinzip zur Einwirkungskausalität	446
(dd)	Vom mechanistischen Alles-oder-Nichts-Prinzip zur unscharfen Proportionalhaftung	449
(ee)	Schaden und Schadensersatz unter Komplexitätsbedingungen	450
d)	Zusammenfassung	450
3.	Die Technik der Umweltgesetzgebung	452
a)	Vorüberlegung: Adaptivität durch Komplexität?	453
aa)	Die Aussagen der Komplexitätstheorie über die positive Funktion von Chaos und Komplexität in Natur und Gesellschaft	454
bb)	Von der komplizierten zur komplexen Umweltrechtsordnung?	455
(1)	Ist die (Umwelt-)Rechtsordnung ein komplexes dynamisches System im Sinne der Komplexitätstheorie?	456
(a)	Ist die Umweltrechtsordnung ein System?	456
(b)	Ist die Umweltrechtsordnung ein dynamisches System?	457
(c)	Ist die Umweltrechtsordnung ein komplexes dynamisches System im Sinne der Komplexitätstheorie? ..	459
(2)	Nichtlineare Eigenschaften der Umweltrechtsordnung ..	461
(3)	Von der Kompliziertheit zur Adaptionfähigkeit der Umweltrechtsordnung?	465
b)	Die rechtstechnische Gestaltung umweltrechtlicher Normen im Lichte der Komplexitätstheorie	466

aa) Fraktale Geometrie – fraktale Gesetze?	466
bb) Fuzzy-Logik – fuzzy Gesetze?	467
c) Zusammenfassung	470
4. Ergänzung: Die verfassungsrechtliche Grundlage einer weiteren Nichtlinearisierung der Umweltrechtskultur	470
a) Von einem deterministischen zu einem flexiblen Gesetzesmodell	472
aa) Der Widerspruch zwischen dem traditionellen, linear-deter- ministischen Gesetzesmodell und der komplexen Wirklich- keit als Ausgangspunkt für eine differenzierte Weiterentwick- lung des Gesetzesbegriffs	474
bb) Das Erfordernis einer verfassungsrechtlichen Preisgabe der Vorstellung des vermeintlich allwissenden Gesetzgebers	475
cc) Das Erfordernis eines schonenden Ausgleichs des unlösbaren Widerspruchs zwischen der notwendigen Stabilität und Fle- xibilität des Umweltrechts	477
b) Wege zu einer ganzheitlichen, umweltfreundlichen Grundrechts- dogmatik	479
aa) Das Erfordernis einer angemessenen Justierung von Freiheit und Sicherheit	479
bb) Das Erfordernis eines Grundrechts auf Umweltschutz?	480
c) Zusammenfassung	481
C. Die Methodik des Umgangs mit der Komplexität der Umweltrechtsordnung im Lichte der Komplexitätstheorie	482
I. Der allgemeine Erkenntniswert der Komplexitätstheorie im Hinblick auf die Methodik des Umgangs mit der Komplexität der Umweltrechts- ordnung	482
II. Überlegungen zur Verbesserung der Methodik des Umgangs mit der Komplexität der Umweltrechtsordnung unter Heranziehung der Kon- zepte und Hypothesen der modernen Komplexitätsforschung	483
1. Die Analyse des Umweltrechts	483
a) Möglichkeiten zur Messung der Komplexität des Rechts	484
b) Möglichkeiten zur Modellierung und Simulation der komplexen Dynamik des Rechts	485
c) Ergebnis	486
2. Die Technik der Umweltgesetzgebung	486
a) Komplexitätsbewältigung mit Hilfe von Informationstechnolo- gien?	486
b) Komplexitätsreduktion durch weniger Systematisierung? – Die Hypothese von der Systemkomplexität des Rechts	488
3. Zusammenfassung	491
D. Konklusion	492
I. Die besondere Bedeutung der Komplexitätstheorie für die Rechtslehre im Hinblick auf das Problem der Komplexität und Dynamik der Rege- lungsmaterie des Umweltrechts	493

II. Die eingeschränkte Bedeutung der Komplexitätstheorie für die Rechts- lehre im Hinblick auf das Problem der Komplexität und Dynamik der Umweltrechtsordnung	494
--	-----

Teil IV

Zusammenfassung und Schlussbemerkung	496
A. Zusammenfassung der Ergebnisse	496
B. Schlussbemerkung	510
Literaturverzeichnis	512
Sachregister	542