

# Inhaltsübersicht

<b>Einführung</b> .....	29
I. Gegenstand der Untersuchung .....	29
II. Methodisches Vorgehen und Aufbau .....	34
 <i>Teil I</i>	
<b>Rezeptionsbedarf: Das Komplexitätsproblem des modernen Rechts am Beispiel des Umwelt- und Technikrechts</b>	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 Herausforde- rung für Recht und Staat .....	67
I. Folgen der Komplexität der Regelungsmaterie des Umweltrechts .....	67
II. Wesentliche Strategien und Konzepte zum Umgang mit der Komplexi- tät 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*

<b>Zusammenfassung und Schlussbemerkung</b>	496
---	-----

A.	Zusammenfassung der Ergebnisse .....	496
B.	Schlussbemerkung .....	510
<b>Literaturverzeichnis</b> .....	512	
<b>Sachregister</b> .....	542	

# Inhaltsverzeichnis

<b>Einführung</b> .....	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**

A. Vorüberlegungen .....	38
I. Was bedeutet Komplexität? .....	40
1. Die Komplexität des Komplexitätsbegriffs .....	40
2. Eckpunkte des traditionellen wissenschaftlichen Komplexitätsverständnisses .....	41
a) Der wissenschaftliche Komplexitätsbegriff als systemrelativer Begriff .....	41
b) Kriterien zur Bestimmung des Komplexitätsgrades eines Systems .....	42
3. Das neue Komplexitätsverständnis im Sinne der modernen Komplexitätswissenschaft .....	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 Rechtsproblem .....	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 Umweltrechts .....	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

<b>A. Historisch-naturwissenschaftliche Einführung</b> .....	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>B. Theorien der Komplexität</b> .....	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 konti- nuierlichen 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-Newtonischen 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. Vorüberlegung: 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 Aktionen 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 Gesetzgebungsverfahrensregeln .....	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 Risikovorsorge .....	431
(2) Umwelthaftungsrecht .....	439
(a) Vorbüberlegung: 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) Vorbüberlegung: 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 Adaptionsfähigkeit 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-deterministischen Gesetzesmodell und der komplexen Wirklichkeit als Ausgangspunkt für eine differenzierte Weiterentwicklung des Gesetzbegriffs .....	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 Flexibilität des Umweltrechts .....	477
b) Wege zu einer ganzheitlichen, umweltfreundlichen Grundrechtsdogmatik .....	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 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
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 Informationstechnologien? .....	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 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*

<b>Zusammenfassung und Schlussbemerkung</b>	496
---	-----

A. Zusammenfassung der Ergebnisse .....	496
---	-----

B. Schlussbemerkung .....	510
---------------------------	-----

<b>Literaturverzeichnis</b> .....	512
-----------------------------------	-----

<b>Sachregister</b> .....	542
---------------------------	-----