

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
	Ralf Becker, Irmgard Blindow, Angela Doege, Heiko Korsch, Hendrik Schubert und Klaus van de Weyer	
	Literatur	3
2	Kurze Geschichte der Characeenkunde in Deutschland	5
	Heiko Korsch und Lothar Täuscher	
	Literatur	11
3	Systematik der Charophyceae	17
	Lothar Krienitz und Petra Nowak	
	Literatur	25
4	Ursprung und Evolution der Charophyten	29
	Carles Martín-Closas und Ingeborg Soulié-Märsche	
4.1	Einleitung	30
4.2	Der Ursprung der Charophyten und ihre Entwicklung im Paläozoikum	30
4.3	Trias bis mittlerer Jura: die Zeit der Porocharaceen	34
4.4	Diversifikation der Charophyten im oberen Jura und in unterer Kreide	38
4.5	Die Radiation der Characeae: Oberkreide bis Paläogen	40
4.6	Die Charophyten im Neogen und Quartär: Entstehung der modernen Flora	43
4.7	Ausblick	44
4.8	Zusammenfassung	45
	Literatur	46
5	Nomenklatur	51
	Thomas Gregor	
	Literatur	55

6	Individualentwicklung der Characeen	57
	Hendrik Schubert, Anja Holzhausen und Petra Nowak	
6.1	Einführung	57
6.2	Generelle Morphologie	58
6.3	Keimung und Protonema	58
6.4	Sprossentwicklung	61
6.5	Sprossrindenbildung	63
6.6	Stipularkranz	65
6.7	Seitensprosse	67
6.8	Quirlastrindenbildung	69
6.9	Begriffsklärung „Blättchen“	69
6.10	Gametangien	71
6.11	Rhizoide, Wurzelknöllchen und Sprossknöllchen	76
	Literatur	77
7	Ökologie der Characeen	79
	Irmgard Blindow und Klaus van de Weyer	
7.1	Einfluss abiotischer Faktoren auf Characeen	80
7.1.1	Nährstoffe und Licht	80
7.1.2	Salinität	81
7.1.3	pH, Kohlenstoff und Kalk	82
7.2	Einfluss von Characeen auf ihre Umgebung	83
7.2.1	Nährstoffe	83
7.2.2	Sedimentation und Resuspension	84
7.2.3	Allelopathie	85
7.2.4	Zooplankton	85
7.2.5	Makroinvertebraten	85
7.3	Interaktionen zwischen Characeen und ihrer biotischen Umgebung	86
7.3.1	Fische	86
7.3.2	Wasservögel	87
7.4	Standorte, Lebenszyklus, Überwinterung und Ausbreitung . . .	88
	Literatur	90
8	Bioindikation mit Characeen	97
	Angela Doege, Klaus van de Weyer, Ralf Becker und Hendrik Schubert	
8.1	Bioindikation, Biomonitoring und Bewertungsverfahren mit Characeen	98
8.2	Ökologische Ansprüche von Characeen als Grundlage der Bioindikation	99
8.2.1	Entwicklung der Kenntnisse zur Ökologie und Bioindikation der Characeen	99
8.2.2	Characeen und Standortfaktoren	101
8.3	Characeen in Bioindikations- und Bewertungssystemen	120

8.3.1	Makrophytenindex nach Melzer und Schneider (MI, TIM)	120
8.3.2	Europäische Wasserrahmenrichtlinie	121
8.3.3	Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie	127
8.4	Forschungs- und Entwicklungsbedarf	132
	Literatur	132
9	Die Armleuchteralgen-Gesellschaften Deutschlands	139
	Lothar Täuscher und Klaus van de Weyer	
9.1	Vegetationskundliche Klassifikation der Armleuchteralgen . . .	139
9.2	Weitere Gesellschaften mit Armleuchteralgen	143
	Literatur	144
10	Gefährdung und Schutz von Characeen	149
	Ralf Becker	
10.1	Einleitung	150
10.2	Gefährdung	151
10.2.1	Einführung	151
10.2.2	Stoffeinträge und Lichtmangel	151
10.2.3	Habitatzerstörung/Lebensraumvernichtung	153
10.2.4	Intensivierung der Gewässernutzung/Gewässerausbau .	153
10.2.5	Freizeitnutzung	154
10.2.6	Intensive fischereiliche Nutzung	155
10.2.7	Rohstoffgewinnung	156
10.2.8	Entwässerung und Grundwasserabsenkung	157
10.2.9	Nutzungsaufgabe	157
10.2.10	Beeinträchtigung durch Wasservögel	157
10.2.11	Seltenheit und Isolation	158
10.2.12	Klimawandel	158
10.2.13	Mangelhafter gesetzlicher Schutz	159
10.3	Gefährdungssituation	159
10.4	Rechtliche Rahmenbedingungen für den Schutz von Characeen	164
10.4.1	Bundesnaturschutzgesetz	164
10.4.2	Wasserhaushaltsgesetz	167
10.4.3	Bundesartenschutzverordnung	167
10.4.4	Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie	167
10.4.5	EG-Wasserrahmenrichtlinie	168
10.4.6	Internationale Konventionen	169
10.5	Maßnahmen und Instrumente zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Characeen und ihren Lebensräumen	170
10.5.1	Einführung	170
10.5.2	Schutz vor Beeinträchtigungen	170
10.5.3	Pflegemaßnahmen	173
10.5.4	Entwicklungsmaßnahmen	176

10.5.5	Administrative Maßnahmen und wissenschaftliche Untersuchungen	178
	Literatur	185
11	Bestimmungsschlüssel	193
	Klaus van de Weyer	
	Literatur	208
12	Beschreibung der Characeen-Arten Deutschlands	209
	Ralf Becker, Irmgard Blindow, Angela Doege, Thomas Franke, Thomas Gregor, Ulrike Hamann, Dietmar Jäger, Christian Jorda, Timm Kabus, Heiko Korsch, Egbert Korte, Wolf-Henning Kusber, Frank Pätzold, Uwe Raabe, Hendrik Schubert, Matthias Teppke, Klaus van de Weyer und Peter Wolff	
12.1	Einführung	209
12.1.1	Vorbemerkungen zur Autorschaft	209
12.1.2	Artdarstellungen	210
12.1.3	Verbreitungsdaten	211
12.1.4	Liste der Landesbehörden und -einrichtungen, die die Kartierung der Armleuchteralgen Deutschlands unterstützt haben	214
12.1.5	Liste der Mitarbeiter bei der Kartierung der Armleuchteralgen Deutschlands	214
12.2	<i>Chara aculeolata</i>	218
12.2.1	Beschreibung (nach Migula 1897; Krause 1997)	218
12.2.2	Verwechslungsmöglichkeiten	221
12.2.3	Phänologie und Vermehrung	223
12.2.4	Vergesellschaftung	223
12.2.5	Standorte und ökologische Ansprüche	223
12.2.6	Verbreitung	224
12.2.7	Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutz	224
12.2.8	Bemerkungen	225
12.3	<i>Chara aspera</i>	227
12.3.1	Beschreibung	228
12.3.2	Verwechslungsmöglichkeiten	231
12.3.3	Phänologie und Vermehrung	231
12.3.4	Vergesellschaftung	232
12.3.5	Standorte und ökologische Ansprüche	232
12.3.6	Verbreitung	233
12.3.7	Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutz	233
12.3.8	Bemerkungen	236
12.4	<i>Chara baltica</i>	236
12.4.1	Beschreibung (nach Migula 1897 ; Krause 1997) . . .	237
12.4.2	Verwechslungsmöglichkeiten	241
12.4.3	Phänologie und Vermehrung	242

12.4.4	Vergesellschaftung	242
12.4.5	Standorte und ökologische Ansprüche	243
12.4.6	Verbreitung	243
12.4.7	Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutz	244
12.4.8	Bemerkungen	246
12.5	<i>Chara baueri</i>	247
12.5.1	Beschreibung	248
12.5.2	Verwechslungsmöglichkeiten	249
12.5.3	Phänologie und Vermehrung	250
12.5.4	Vergesellschaftung	250
12.5.5	Standorte und ökologische Ansprüche	250
12.5.6	Verbreitung	251
12.5.7	Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutz	253
12.5.8	Bemerkungen	253
12.6	<i>Chara braunii</i>	253
12.6.1	Beschreibung	253
12.6.2	Verwechslungsmöglichkeiten	256
12.6.3	Phänologie und Vermehrung	256
12.6.4	Vergesellschaftung	257
12.6.5	Standorte und ökologische Ansprüche	257
12.6.6	Verbreitung	258
12.6.7	Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutz	259
12.7	<i>Chara canescens</i>	261
12.7.1	Beschreibung	262
12.7.2	Verwechslungsmöglichkeiten	264
12.7.3	Phänologie und Vermehrung	264
12.7.4	Vergesellschaftung	265
12.7.5	Standorte und ökologische Ansprüche	265
12.7.6	Verbreitung	267
12.7.7	Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutz	267
12.7.8	Bemerkungen	268
12.8	<i>Chara connivens</i>	270
12.8.1	Beschreibung	271
12.8.2	Verwechslungsmöglichkeiten	274
12.8.3	Phänologie und Vermehrung	275
12.8.4	Vergesellschaftung	276
12.8.5	Standorte und ökologische Ansprüche	277
12.8.6	Verbreitung	278
12.8.7	Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutz	279
12.9	<i>Chara contraria</i>	282
12.9.1	Beschreibung	282
12.9.2	Verwechslungsmöglichkeiten	287
12.9.3	Phänologie und Vermehrung	287
12.9.4	Vergesellschaftung	288
12.9.5	Standorte und ökologische Ansprüche	288

12.9.6	Verbreitung	290
12.9.7	Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutz	290
12.10	<i>Chara filiformis</i>	292
12.10.1	Beschreibung	293
12.10.2	Verwechslungsmöglichkeiten	295
12.10.3	Phänologie und Vermehrung	295
12.10.4	Vergesellschaftung	296
12.10.5	Standorte und ökologische Ansprüche	296
12.10.6	Verbreitung	297
12.10.7	Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutz	297
12.10.8	Bemerkungen	299
12.11	<i>Chara globularis</i>	300
12.11.1	Beschreibung	300
12.11.2	Verwechslungsmöglichkeiten	303
12.11.3	Phänologie und Vermehrung	303
12.11.4	Vergesellschaftung	304
12.11.5	Standorte und ökologische Ansprüche	304
12.11.6	Verbreitung	305
12.11.7	Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutz	307
12.12	<i>Chara hispida</i>	307
12.12.1	Beschreibung	308
12.12.2	Verwechslungsmöglichkeiten	311
12.12.3	Phänologie und Vermehrung	313
12.12.4	Vergesellschaftung	313
12.12.5	Standorte und ökologische Ansprüche	314
12.12.6	Verbreitung	315
12.12.7	Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutz	317
12.12.8	Bemerkungen	317
12.13	<i>Chara horrida</i>	317
12.13.1	Beschreibung	318
12.13.2	Verwechslungsmöglichkeiten	321
12.13.3	Phänologie und Vermehrung	322
12.13.4	Vergesellschaftung	322
12.13.5	Standorte und ökologische Ansprüche	322
12.13.6	Verbreitung	323
12.13.7	Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutz	324
12.13.8	Bemerkungen	326
12.14	<i>Chara papillosa</i>	326
12.14.1	Beschreibung	327
12.14.2	Verwechslungsmöglichkeiten	329
12.14.3	Phänologie und Vermehrung	330
12.14.4	Vergesellschaftung	331
12.14.5	Standorte und ökologische Ansprüche	332
12.14.6	Verbreitung	333
12.14.7	Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutz	334

12.14.8	Bemerkungen	334
12.15	<i>Chara strigosa</i>	336
12.15.1	Beschreibung	337
12.15.2	Verwechslungsmöglichkeiten	340
12.15.3	Phänologie und Vermehrung	341
12.15.4	Vergesellschaftung	341
12.15.5	Standorte und ökologische Ansprüche	341
12.15.6	Verbreitung	342
12.15.7	Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutz	343
12.16	<i>Chara subspinosa</i>	345
12.16.1	Beschreibung	346
12.16.2	Verwechslungsmöglichkeiten	349
12.16.3	Phänologie und Vermehrung	350
12.16.4	Vergesellschaftung	350
12.16.5	Standorte und ökologische Ansprüche	351
12.16.6	Verbreitung	351
12.16.7	Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutz	352
12.16.8	Bemerkungen	354
12.17	<i>Chara tenuispina</i>	354
12.17.1	Beschreibung	354
12.17.2	Verwechslungsmöglichkeiten	357
12.17.3	Phänologie und Vermehrung	358
12.17.4	Vergesellschaftung	358
12.17.5	Standorte und ökologische Ansprüche	358
12.17.6	Verbreitung	359
12.17.7	Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutz	361
12.17.8	Bemerkungen	361
12.18	<i>Chara tomentosa</i>	361
12.18.1	Beschreibung	362
12.18.2	Verwechslungsmöglichkeiten	364
12.18.3	Phänologie und Vermehrung	364
12.18.4	Vergesellschaftung	365
12.18.5	Standorte und ökologische Ansprüche	366
12.18.6	Verbreitung	367
12.18.7	Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutz	367
12.18.8	Bemerkungen	369
12.19	<i>Chara virgata</i>	369
12.19.1	Beschreibung	370
12.19.2	Verwechslungsmöglichkeiten	372
12.19.3	Phänologie und Vermehrung	375
12.19.4	Vergesellschaftung	375
12.19.5	Standorte und ökologische Ansprüche	376
12.19.6	Verbreitung	377
12.19.7	Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutz	377
12.20	<i>Chara vulgaris</i>	379

12.20.1	Beschreibung (unter Verwendung von Migula 1897)	380
12.20.2	Verwechslungsmöglichkeiten	384
12.20.3	Phänologie und Vermehrung	384
12.20.4	Vergesellschaftung	384
12.20.5	Standorte und ökologische Ansprüche	384
12.20.6	Verbreitung	385
12.20.7	Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutz	386
12.21	<i>Lamprothamnium papulosum</i>	388
12.21.1	Beschreibung	388
12.21.2	Verwechslungsmöglichkeiten	393
12.21.3	Phänologie und Vermehrung	393
12.21.4	Vergesellschaftung	393
12.21.5	Standorte und ökologische Ansprüche	393
12.21.6	Verbreitung	394
12.21.7	Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutz	395
12.22	<i>Lychnothamnus barbatus</i>	397
12.22.1	Beschreibung	398
12.22.2	Verwechslungsmöglichkeiten	400
12.22.3	Phänologie und Vermehrung	401
12.22.4	Vergesellschaftung	401
12.22.5	Standorte und ökologische Ansprüche	402
12.22.6	Verbreitung	402
12.22.7	Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutz	403
12.23	<i>Nitella capillaris</i>	405
12.23.1	Beschreibung	405
12.23.2	Verwechslungsmöglichkeiten	408
12.23.3	Phänologie und Vermehrung	409
12.23.4	Vergesellschaftung	409
12.23.5	Standorte und ökologische Ansprüche	409
12.23.6	Verbreitung	411
12.23.7	Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutz	413
12.23.8	Bemerkungen	413
12.24	<i>Nitella confervacea</i>	413
12.24.1	Beschreibung	414
12.24.2	Verwechslungsmöglichkeiten	417
12.24.3	Phänologie und Vermehrung	417
12.24.4	Vergesellschaftung	417
12.24.5	Standorte und ökologische Ansprüche	417
12.24.6	Verbreitung	418
12.24.7	Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutz	419
12.25	<i>Nitella flexilis</i>	421
12.25.1	Beschreibung	421
12.25.2	Verwechslungsmöglichkeiten	425
12.25.3	Phänologie und Vermehrung	426
12.25.4	Vergesellschaftung	426

12.25.5	Standorte und ökologische Ansprüche	427
12.25.6	Verbreitung	431
12.25.7	Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutz	433
12.25.8	Bemerkungen	434
12.26	<i>Nitella gracilis</i>	435
12.26.1	Beschreibung (unter Verwendung von Migula 1897)	435
12.26.2	Verwechslungsmöglichkeiten	438
12.26.3	Phänologie und Vermehrung	439
12.26.4	Vergesellschaftung	439
12.26.5	Standorte und ökologische Ansprüche	439
12.26.6	Verbreitung	440
12.26.7	Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutz	440
12.26.8	Bemerkungen	443
12.27	<i>Nitella hyalina</i>	443
12.27.1	Beschreibung	443
12.27.2	Verwechslungsmöglichkeiten	447
12.27.3	Phänologie und Vermehrung	447
12.27.4	Vergesellschaftung	448
12.27.5	Standorte und ökologische Ansprüche	449
12.27.6	Verbreitung	451
12.27.7	Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutz	451
12.27.8	Bemerkungen	455
12.28	<i>Nitella mucronata</i>	455
12.28.1	Beschreibung (unter Verwendung von Migula 1897)	455
12.28.2	Verwechslungsmöglichkeiten	459
12.28.3	Phänologie und Vermehrung	459
12.28.4	Vergesellschaftung	459
12.28.5	Standorte und ökologische Ansprüche	460
12.28.6	Verbreitung	461
12.28.7	Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutz	461
12.29	<i>Nitella opaca</i>	463
12.29.1	Beschreibung	464
12.29.2	Verwechslungsmöglichkeiten	467
12.29.3	Phänologie und Vermehrung	468
12.29.4	Vergesellschaftung	469
12.29.5	Standorte und ökologische Ansprüche	470
12.29.6	Verbreitung	473
12.29.7	Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutz	473
12.29.8	Bemerkungen	477
12.30	<i>Nitella syncarpa</i>	477
12.30.1	Beschreibung	477
12.30.2	Verwechslungsmöglichkeiten	480
12.30.3	Phänologie und Vermehrung	480
12.30.4	Vergesellschaftung	481
12.30.5	Standorte und ökologische Ansprüche	481

	12.30.6 Verbreitung	482
	12.30.7 Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutz	482
12.31	<i>Nitella tenuissima</i>	485
	12.31.1 Beschreibung	485
	12.31.2 Verwechslungsmöglichkeiten	488
	12.31.3 Phänologie und Vermehrung	489
	12.31.4 Vergesellschaftung	489
	12.31.5 Standorte und ökologische Ansprüche	490
	12.31.6 Verbreitung	490
	12.31.7 Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutz	491
12.32	<i>Nitella translucens</i>	493
	12.32.1 Beschreibung	493
	12.32.2 Verwechslungsmöglichkeiten	497
	12.32.3 Phänologie und Vermehrung	498
	12.32.4 Vergesellschaftung	498
	12.32.5 Standorte und ökologische Ansprüche	499
	12.32.6 Verbreitung	501
	12.32.7 Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutz	502
12.33	<i>Nitellopsis obtusa</i>	505
	12.33.1 Beschreibung	505
	12.33.2 Verwechslungsmöglichkeiten	509
	12.33.3 Phänologie und Vermehrung	509
	12.33.4 Vergesellschaftung	509
	12.33.5 Standorte und ökologische Ansprüche	510
	12.33.6 Verbreitung	511
	12.33.7 Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutz	512
	12.33.8 Bemerkungen	514
12.34	<i>Tolypella glomerata</i>	514
	12.34.1 Beschreibung	515
	12.34.2 Verwechslungsmöglichkeiten	517
	12.34.3 Phänologie und Vermehrung	517
	12.34.4 Vergesellschaftung	518
	12.34.5 Standorte und ökologische Ansprüche	518
	12.34.6 Verbreitung	519
	12.34.7 Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutz	519
	12.34.8 Bemerkungen	522
12.35	<i>Tolypella intricata</i>	522
	12.35.1 Beschreibung	522
	12.35.2 Verwechslungsmöglichkeiten	524
	12.35.3 Phänologie und Vermehrung	525
	12.35.4 Vergesellschaftung	525
	12.35.5 Standorte und ökologische Ansprüche	526
	12.35.6 Verbreitung	526
	12.35.7 Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutz	527
	12.35.8 Bemerkungen	529

12.36	<i>Tolypella nidifica</i>	529
12.36.1	Beschreibung	529
12.36.2	Verwechslungsmöglichkeiten	532
12.36.3	Phänologie und Vermehrung	533
12.36.4	Vergesellschaftung	533
12.36.5	Standorte und ökologische Ansprüche	534
12.36.6	Verbreitung	535
12.36.7	Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutz	536
12.36.8	Bemerkungen	538
12.37	<i>Tolypella prolifera</i>	539
12.37.1	Beschreibung	540
12.37.2	Verwechslungsmöglichkeiten	542
12.37.3	Phänologie und Vermehrung	542
12.37.4	Vergesellschaftung	542
12.37.5	Standorte und ökologische Ansprüche	543
12.37.6	Verbreitung	543
12.37.7	Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutz	544
12.37.8	Bemerkungen	546
12.38	<i>Taxa incerta sedis: Chara dissoluta</i>	546
12.38.1	Beschreibung	546
12.38.2	Verwechslungsmöglichkeiten	550
12.38.3	Phänologie und Vermehrung	550
12.38.4	Vergesellschaftung	551
12.38.5	Standorte und ökologische Ansprüche	551
12.38.6	Verbreitung	552
12.38.7	Bestandsentwicklung, Gefährdung und Schutz	552
12.38.8	Bemerkungen	555
	Literatur	556

13 Vorkommen fossiler Charophyten in Deutschland 573

Michael Schudack

13.1	Einführung	574
13.2	Silur (444–419 Mio. Jahre vor heute)	575
13.3	Devon (419–359 Mio. Jahre vor heute)	575
13.3.1	Geologie	575
13.3.2	Historie	575
13.3.3	Ökologie	578
13.4	Karbon (359–299 Mio. Jahre vor heute)	578
13.4.1	Geologie	578
13.4.2	Historie	579
13.5	Perm (299–252 Mio. Jahre vor heute)	579
13.6	Trias (252–201 Mio. Jahre vor heute)	581
13.6.1	Geologie	581
13.6.2	Biostratigraphie	582
13.7	Jura (201–145 Mio. Jahre vor heute)	584

13.7.1	Unter- und Mitteljura	584
13.7.2	Oberjura	584
13.7.3	Biostratigraphie	586
13.8	Kreide (145–66 Mio. Jahre vor heute)	588
13.8.1	Unterkreide	588
13.8.2	Oberkreide	592
13.9	Paläogen und Neogen (Tertiär, 66–2,6 Mio. Jahre vor heute) . .	592
13.9.1	Historie	592
13.9.2	Fundgebiete	593
13.9.3	Vorkommende Gattungen	595
13.10	Quartär (die letzten 2,6 Mio. Jahre)	596
13.10.1	Geologie	596
13.10.2	Historie	596
13.10.3	Vorkommende Gattungen	597
13.11	Zusammenfassung der Bedeutung der Funde fossiler Charophy- ten in Deutschland im internationalen Rahmen und ihr Einsatz in der geologischen Forschung	597
	Literatur	598
	Verzeichnis der Bildautoren	605
	Sachverzeichnis	607
	Epithetindex	615