

Ber. nat.-med. Verein Innsbruck	Band 87	S. 67 - 85	Innsbruck, Okt. 2000
---------------------------------	---------	------------	----------------------

Beiträge zur Characeen-Flora Vorarlbergs (Österreich)

von

Dietmar JÄGER *)

Contributions to the Characeae-Flora of Vorarlberg (Austria)

Synopsis: In summer and autumn 1997 and 1998 a regional survey of Characeae was carried out in Vorarlberg. At 39 from 106 investigated sites in the Rhine Valley, in the littoral zone of Lake Constance between Rheinspitz and Bregenz, in lower Walgau and in a few mountain lakes Characeae could be sampled. In accordance with traditional taxonomy of A. BRAUN – 10 species with 3 variations and 26 morphotypes were identified. In addition the physico-chemical environmental conditions and the altitudes were investigated to relate these to the distribution of the Characeae taxa.

1. Einleitung:

Die Characeen (Arملهuchteralgen), die früher eher im Abseits des Interesses der Biologie gestanden hatten, fanden in den letzten Jahren besonders im Rahmen der Gewässerüberwachung immer mehr Beachtung. Zum größten Teil ist dies, dank ihren spezifischen ökologischen Ansprüchen, auf die gute Eignung als Indikatororganismen für die Gewässergütebeurteilung zurückzuführen. Zwölf der 46 Wasserpflanzenarten, die im Makrophyten-Trophie-Index von MELZER (1988) aufscheinen, sind Characeen, wobei sie in den ersten vier Indikatorgruppen dominieren, die die niedrigsten Nährstoffbelastungen anzeigen.

Die Bindung der Characeen an eine gute Wasserqualität bedingt aber auch ihre Gefährdung durch den Menschen. In der „Roten Liste der Arملهuchteralgen (Charophyceae) Deutschlands“ (SCHMIDT et al. 1996, Stand: Februar 1995) heißt es, „dass ein Achtel der Arملهuchteralgen der Bundesrepublik bereits verschollen oder ausgestorben ist, und gut drei Viertel der noch erhaltenen Arten in unterschiedlichem Grad gefährdet sind.“ Angesichts der Gefährdung der Arملهuchteralgen bemängelte GEISSLER & GERLOFF (1982) und GEISSLER et al. (1995), dass es für viele Algengruppen nicht einmal Check-Listen für Mitteleuropa gäbe, geschweige denn ausreichende Beobachtungen über Floren- und Bestandsveränderungen. Diesen Zustand bedauerten bereits DALLA TORRE & SARNTHEIN

*) Anschrift des Verfassers: Mag. D. Jäger, Herrenriedstraße 4, A-6845 Hohenems, Österreich.

(1901) und bezeichneten die Characeen als „die im Gesamtgebiete (Tirol, Vorarlberg und Liechtenstein) am wenigsten erforschte Pflanzengruppe“, obwohl damals die Kenntnisse über diese Pflanzen bei den Botanikern weiter verbreitet waren als heute. Bis heute liegen aus Vorarlberg neben einzelnen, von DALLA TORRE & SARNTHEIN zusammengefassten Fundmeldungen aus dem vorigen Jahrhundert nur Berichte über Characeen-Vorkommen im Bodensee vor, die im Zuge von Makrophytenkartierungen erfasst wurden (LANG 1981, SCHMIEDER 1996). Die vorliegende Arbeit soll dazu beitragen, bestehende Lücken zu schließen und grundlegende Fragen bezüglich der Characeen-Flora in Vorarlberg zu ergründen.

Das bisherige Wissen über Vorkommen von Characeae im Allgemeinen weist auf folgende ökologische Eigentümlichkeiten hin: Das Hauptverbreitungsgebiet der Characeen ist das Tiefland, von wo sie bis in die untere alpine Stufe vordringen (KRAUSE 1997: 40). Nach MIGULA (1897) können sie noch in Höhen bis zu 2.000 m und darüber vorkommen. Ihr Gedeihen scheint nicht von der Form oder Größe des Gewässers abhängig zu sein. Bemerkenswert ist, dass sie außer in Seen und Teichen auch in Straßengräben, Flüssen, Moor-Kolken, Pfützen, Zisternen, Wasserbecken, Reservoirs, Kiesgruben und aufgelassenen Bergwerken vorkommen können, also Gewässern, von denen viele menschlichen Ursprungs bzw. anthropogen beeinflusst sind (MOORE 1986: 17). Das Vorkommen von Characeen zeigt allerdings eine direkte Abhängigkeit vom Trophiegrad des Standortgewässers. So bleibt ihre Verbreitung vornehmlich auf oligotrophe, in manchen Fällen mesotrophe Gewässer beschränkt (KRAUSCH 1964; FORSBERG 1965: 57ff.; KRAUSE 1981; MELZER 1988; SCHMIEDER 1996; aber auch schon MIGULA 1897: 89). Ein weiteres Merkmal der Characeen sind ihre ausgesprochenen Pioniereigenschaften, durch die sie immer wieder als Erst-besiedler neu entstandener oder frisch „ausgeräumter“ Gewässer in Erscheinung treten (KRAUSE 1969: 222f.; MIGULA 1897: 89; MOORE 1986: 17; KOHLER et al. 1974: 21). Characeen bevorzugen Stillgewässer. Einige Arten, z. B. *Chara fragilis* (MIGULA 1897), können sich aber auch in langsam strömenden Fließgewässern behaupten (MOORE 1986: 18; KOHLER et al. 1974; 21, 30; KRAUSE 1976: 230; siehe auch KRAUSE 1969: 223).

2. Das Untersuchungsgebiet:

2.1. Geographie und Geologie:

Unter Berücksichtigung der oben genannten ökologischen Eigentümlichkeiten fiel die Auswahl des Untersuchungsgebietes vor allem auf die Niederungen und die Bergflanken des Vorarlberger Rheintals von der Nordgrenze Liechtensteins bis zum Bodensee einschließlich der ufernahen Litoralzone des Bodensees zwischen der Mündung des Alten Rheins und Bregenz sowie auf den vorderen Bereich des Walgaut bis Thüringen. Auf Grund von Angaben von MIGULA (1897: 87, 89) über Vorkommen von Characeen in Gebirgsseen wurden einige größere Vorarlberger Bergseen in die Untersuchung mit einbezogen. Der geologische Untergrund des gesamten Untersuchungsgebietes wird fast ausschließlich von kalkhaltigem Gestein gebildet. Im Norden des Rheintals und im Bereich des Bodensees erstrecken sich in südwest-nordöstliche Richtung die tertiären Sedimente der jüngeren und anschließend der älteren Molasse. Beiderseits des Alpenrheins zwischen Dornbirn und

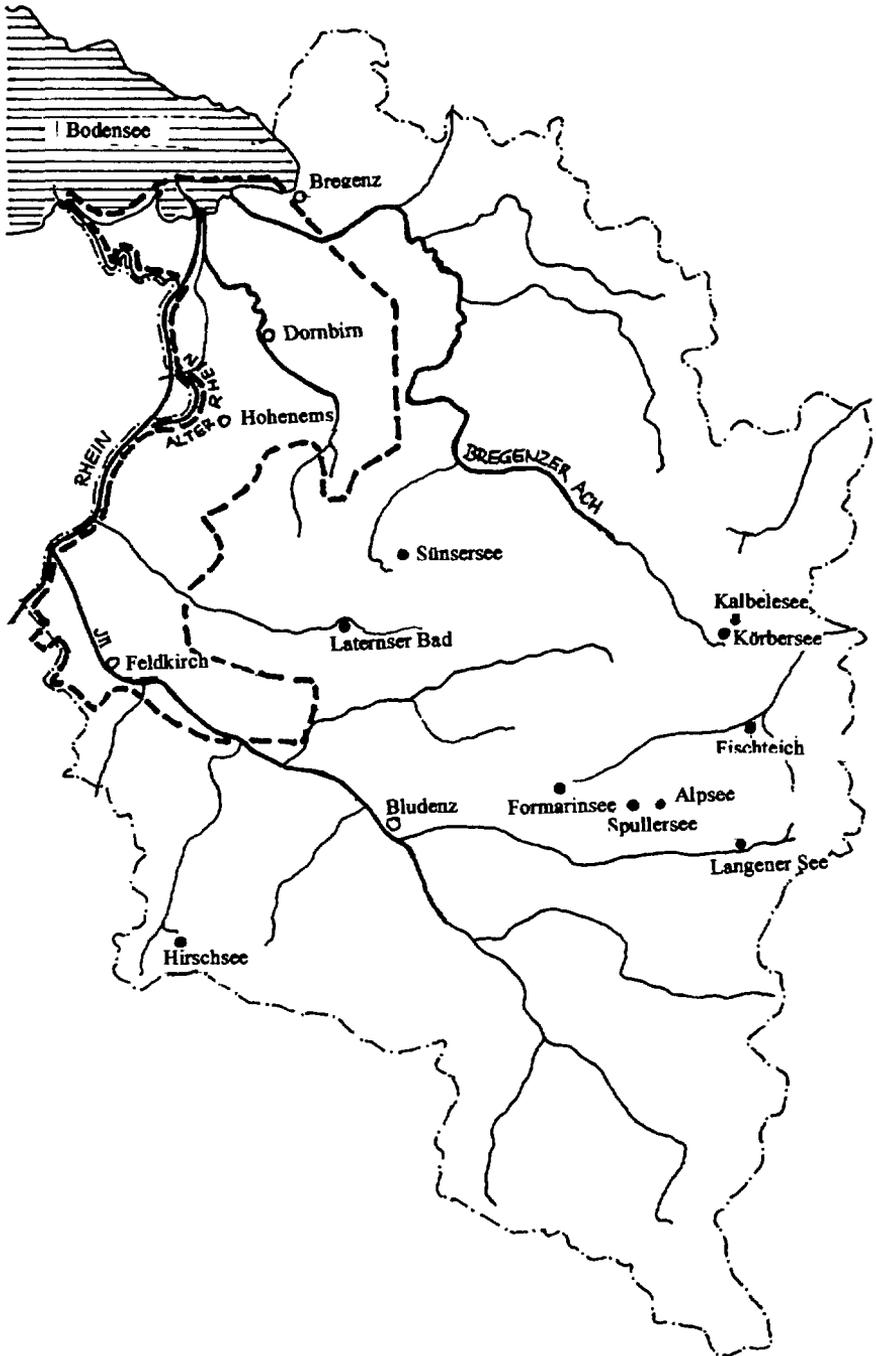


Abb. 1: Geographische Übersichtskarte des Untersuchungsgebietes in Vorarlberg (strichlierte Linie) sowie Lage der untersuchten Bergseen (schwarze Punkte).

Feldkirch ist der feste Gesteinsuntergrund durch die übergreifenden Decken des Helvetikums vom Westen her geprägt. Die Talschaft Walgau liegt in der südöstlich an das Helvetikum grenzenden „Südlichen Vorarlberger Flyschzone“, die sich in einem breiten Streifen von Liechtenstein in nordöstlicher Richtung bis ins Kleine Walsertal zieht. Die wiederholte Ausgestaltung der Talschaften Rheintal und Walgau durch Eiszeitgletscher hinterließ mit Abklingen der Würmvereisung mehrere hundert Meter tiefe Auskolkungen, die im Verlauf des Quartärs durch den Rhein und seine Nebenflüsse mit kalkhaltigem Schotter, Ton-, Mergel- und Seesedimenten auf das heutige Niveau von etwa 400 m über Meereshöhe aufgefüllt wurden. Im Anschluss an die südliche Vorarlberger Flyschzone bilden oberostalpine Sedimente der Lechtal-Decke die schroffen Berge der Nördlichen Kalkalpen. Diese Schichten stammen überwiegend aus der Trias, geringe Anteile wurden während des Juras oder der Kreide gebildet. In diesem Bereich befinden sich die bearbeiteten Bergseen oder bergseeähnlichen Gewässer: der Sünser See bei Damüls (1810 m), der Fischteich „Latnenser-Bad“ (1147 m), der Hirschsee im Nenzinger Himmel (1680 m), der Kalbelesee (1650 m) und der Körbersee (1675 m) am Hochtannberg, der Fischteich bei Lech (1540 m), der Langener See bei Langen a. A. (1200 m) und im obersten Lechtal der Spullersee (1826 m), der Alpsee (2000 m) und der Formarin See (1789 m) mit mehreren in seiner Nähe gelegenen kleinen Tümpeln (ca. 1850 m). Die durch die Gebirgshänge bedingten Staulagen führen im Bereich des Untersuchungsgebiets zu relativ häufigen und hohen Niederschlägen. Der ozeanische Einfluss, aber auch der Bodensee als klimatischer Ausgleichsspeicher mildern die Jahreszeitengegensätze besonders im Rheintal, was zu den hier vorherrschenden kühlen Sommern und milden Wintern mit einer verhältnismäßig geringen Anzahl von Frosttagen führt.

2.1. Gewässercharakterisierung:

Die Gewässer im Untersuchungsgebiet sind bis auf wenige Ausnahmen stark vom Menschen beeinflusst bzw. sind überhaupt anthropogenen Ursprungs. Sämtliche Stillgewässer im Rheintal und im Walgau sind Baggerseen, etliche der ausgewählten Bergseen sind durch Aufstauungen verändert. Die Fließgewässer sind im Gesamten durch wasserbauliche Maßnahmen vom Naturzustand weit entfernt. Der Bodensee befand sich in den 70er Jahren in einer Phase intensiverer Eutrophierung durch Abwässer. Durch umfangreiche Reinhaltemaßnahmen gelang es, diese Entwicklung umzukehren, so dass die Vegetationsverhältnisse wieder eine deutliche Annäherung an die Situation vor den 70er Jahren zeigen (SCHMIEDER 1996). Der zum Untersuchungsgebiet gehörende südöstliche Bereich der Litoralzone des Bodensees ist stark beeinflusst durch die Schwebstofffracht des Rheins und den stark bis sehr stark mit Phosphor und Stickstoff belasteten Wässern der Dornbirner Ache und dem Lustenauer Kanal.

Bei allen besuchten Stillgewässern streuten zur Zeit der Untersuchung die Gesamt-Phosphorwerte zwischen $< 3 \mu\text{g l}^{-1}$ und $24 \mu\text{g l}^{-1}$ und bei den Fließgewässern zwischen $2 \mu\text{g l}^{-1}$ und $313 \mu\text{g l}^{-1}$. Als oligotroph gelten Gewässer mit Gesamt-Phosphor-Gehalten von höchstens $10 \mu\text{g l}^{-1}$ und Werte zwischen 10 und $35 \mu\text{g l}^{-1}$ kennzeichnen mesotrophe Gewässer (SCHWÖRBELE 1993). Die Messungen der Ammonium-Konzentrationen zeigten bei Stillgewässern eine Streubreite, die von $3 \mu\text{g l}^{-1}$ bis zu $110 \mu\text{g l}^{-1}$ reichte. Bei Fließgewässern ergaben sich Werte zwischen $2 \mu\text{g l}^{-1}$ und $2785 \mu\text{g l}^{-1}$. Für Nitrat wiesen Stillgewässer Werte zwischen 0.2 mg l^{-1} und 5.0 mg l^{-1} auf und Fließgewässer zwischen 0.2 mg l^{-1} und 2.0 mg l^{-1} , meist aber unter 1.0 mg l^{-1} . Den Hauptanteil an Elektrolyten in den Standortgewässern bildet Calcium, dessen Konzentrationen zwischen 52 und 114 mg l^{-1} bei einem Durchschnitt von 76 mg l^{-1} liegen. Die niedrigsten Werte wurden in den Berggebieten und im Bodensee ermittelt (um 20 mg l^{-1}), die höchsten im Walgau (bis rund 93 mg l^{-1}). Auch die Gesamthärte wies im Bodensee und in den Berggebieten deutlich niedrigere Werte auf als im Rheintal und im Walgau, sie sind aber allesamt als mittelhart bis hart zu bezeichnen.

(Tab. 4). Sulfat erreichte in den Gewässern des Rheintals im Durchschnitt 31 mg l⁻¹. Gewässer im Einflussbereich der Bregenzer Ach und Gewässer höherer Lagen wiesen Sulfatkonzentrationen von weniger als 10 mg l⁻¹ auf. Sulfatdominiert sind hingegen die Baggerseen im Talgrund des Walgaus, wo Werte von 120 bis 146 mg l⁻¹ die Massenkonzentrationen des Calciums deutlich überschritten.

3. Methodik:

Insgesamt wurde in den Monaten August 1997, Juli, August, September und Oktober 1998 an 106 Stellen nach Characeen gesucht. In kleinen Gewässern, wie zum Beispiel Gräben oder Tümpeln erfolgte die Entnahme nach Sicht. Durch die Zuhilfenahme eines Fernglases konnten auf Entfernungen von wenigen Metern äußerst genaue Beobachtungen gemacht werden. Die Characeen und ihre Begleitarten wurden möglichst vollständig je nach Situation mit der Hand, mit einem Gartenrechen oder mit einem „Wurfrechen“ entnommen. Diese Methode wurde auch bei größeren Gewässern im Uferbereich oder vom Boot aus angewendet, sofern die Sichttiefe ausreichte. Wo es die Wassertemperaturen erlaubten, wurden Tiefen bis zu fünf Metern schnorchelnd abgesucht. Tiefere Gewässer konnten nur noch blind mittels eines EKMAN-BIRGE-Greifens oder eines „Wurfrechens“ vom Boot aus beprobt werden. Der Nachweis von Characeen blieb hier dem Zufall überlassen.

Bei der Bestimmung fand grundsätzlich die traditionelle Sippenabgrenzung Anwendung, die von A. BRAUN im vorigen Jahrhundert begründet und von Characeen-Kennern, wie z. B. MIGULA (1897), CORRILLION (1957) und KRAUSE (1997) nur geringfügig verändert übernommen wurde. Nach dieser Taxonomie, der auch heute noch viele Autoren folgen, werden die rund 45 in Europa vorkommenden Taxa als Arten anerkannt. Als Bestimmungsliteratur diente in erster Linie KRAUSE (1997) sowie ergänzend CORILLION (1957), WOOD & IMAHORI (1965), SCHMIDT (1981) und MOORE (1986). Die Bestimmung erfolgte ausnahmslos unter einer Stereolupe bei bis zu 45facher Vergrößerung anhand frischer Pflanzen. Aber auch bereits herbarisierte Pflanzen lassen sich noch überraschend gut bestimmen, nachdem sie in Wasser aufgeweicht worden sind. Von einem repräsentativen Querschnitt der gefundenen Characeen wurden Exsikkate hergestellt und in der Vorarlberger Naturschau in Dornbirn deponiert. Typische oder bemerkenswerte Details der Pflanzen sind in JÄGER (1999) dargestellt.

Sowohl die Messungen der physikalisch-chemischen Parameter im Gelände als auch die Messungen im Labor wurden im Oktober 1998 ausgeführt. In einzelnen Fällen konnte auf Daten, die freundlicherweise vom Umweltinstitut des Landes Vorarlberg zur Verfügung gestellt wurden, zurückgegriffen werden. Die Feld-Messungen der Parameter pH-Wert (Messgerät WTW, Mikroprozessor pH 96), Sauerstoffkonzentration bzw. Sauerstoffsättigung und Temperatur (Messgerät WTW, Messsonde Oxi 96) sowie Leitfähigkeit (Messgerät WTW, LF 91) wurden in kleineren Gewässern in Ufernähe und in größeren Gewässern vom Boot aus in einer Tiefe von 0.5 m vorgenommen. Für die Laboranalysen erfolgte die Entnahme der Wasserproben mittels Ein-Liter-Plastikflaschen, die eigens für die Entnahme und den Transport von Wasser zur Phosphatbestimmung vorbereitet waren. Die Analysen wurden im Umweltinstitut des Landes Vorarlberg nach den Richtlinien der Wassergütebestimmungsverordnung von 1991 durchgeführt.

4. Ergebnisse:

Zehn nach der traditionellen Taxonomie benannte Characeen-Arten konnten nachgewiesen werden (Tab. 2). Die Arten umfassen eine unterschiedliche Zahl an Wuchsformen (Morphotypen). Besonders bei der Gattung *Chara* scheint jedes Gewässer seine eigene Form hervorzubringen. In vielen Fällen sind es Formen, die sich auch in MIGULAS (1897) gründlichen Zusammenstellung der Wuchsformen nicht wiederfinden lassen und möglicherweise

cherweise jener Liste als eigene Formen hinzugefügt werden müssten. Als häufigste Art mit einer Variation und 4 Morphotypen an 21 Standorten erwies sich *Chara contraria* A. BRAUN ex KÜTZING 1845, gefolgt von *Chara vulgaris* LINNÉ 1753 mit einer Variation und 6 Morphotypen an 8 Standorten (Tab. 1). Als ausgesprochen selten anzusehen sind die Arten *Chara rudis* und *Chara hispida*, die jeweils nur an einem Standort gefunden werden konnten. *Nitellopsis obtusa* und *Chara denudata* wurden nur im Bodensee gefunden, sind dort jedoch nicht selten.

Tab. 1: Liste aller im Untersuchungsgebiet gefundenen Characeen-Taxa in alphabetischer Reihenfolge.

	Taxa	Anzahl der Fundstellen
1	<i>Chara aspera</i> DETHARDING ex WILLDENOW 1809 (5 Morphotypen)	5
2	<i>Ch. contraria</i> A. BRAUN ex KÜTZING 1845 (4 Morphotypen)	20
2a	<i>Ch. contraria</i> var. <i>hispidula</i> A. BRAUN	1
3	<i>Ch. delicatula</i> AGARDH 1824 (3 Morphotypen)	5
3a	<i>Ch. delicatula</i> var. <i>bulbillifera</i> A. BRAUN 1867	1
4	<i>Ch. denudata</i> A. BRAUN 1847	1
5	<i>Ch. globularis</i> THULLIER 1799 (5 Morphotypen)	6
6	<i>Ch. hispida</i> LINNÉ	1
7	<i>Ch. rudis</i> A. BRAUN in LEONHARDI 1882	1
8	<i>Ch. vulgaris</i> LINNÉ 1753 (6 Morphotypen)	7
8a	<i>Ch. vulgaris</i> var. <i>papillata</i> WALLR.	1
9	<i>Nitella syncarpa</i> (THULLIER) CHEVALLIER 1827 (3 Morphotypen)	5
10	<i>Nitellopsis obtusa</i> (DESVAUX) J. GROVES 1919	2

Über ein Drittel aller Fundstellen (35 %) entfällt auf die Baggerseen des Rheintals und des Walgaus (Abb. 2), wo an zwei Drittel der untersuchten Stellen Characeen gefunden werden konnten. Diese Seen sind durchwegs oligotroph bzw. oligo-mesotroph und beheimaten mit sieben taxonomischen Einheiten auch die meisten Characeen-Taxa (Abb. 3). Der untersuchte Abschnitt des mesotrophen Bodensees weist nur fünf Taxa auf – zwei davon waren auf den Bodensee beschränkt (*Nitellopsis obtusa*, *Chara denudata* (siehe Tab. 2 und Abb. 3). Für den gesamten Bodensee wies SCHMIEDER (1996) noch zwei weitere

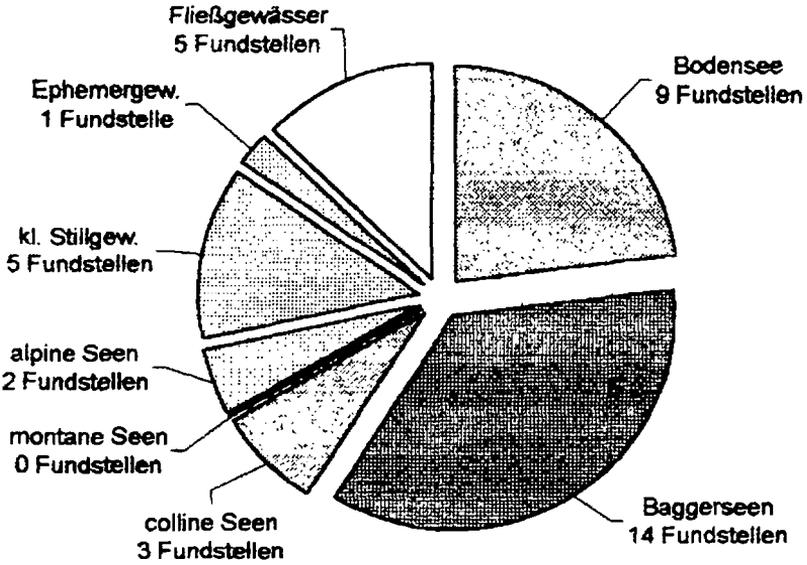


Abb. 2: Relative Anteile der Gewässertypen an der Gesamtzahl der 39 Fundstellen.

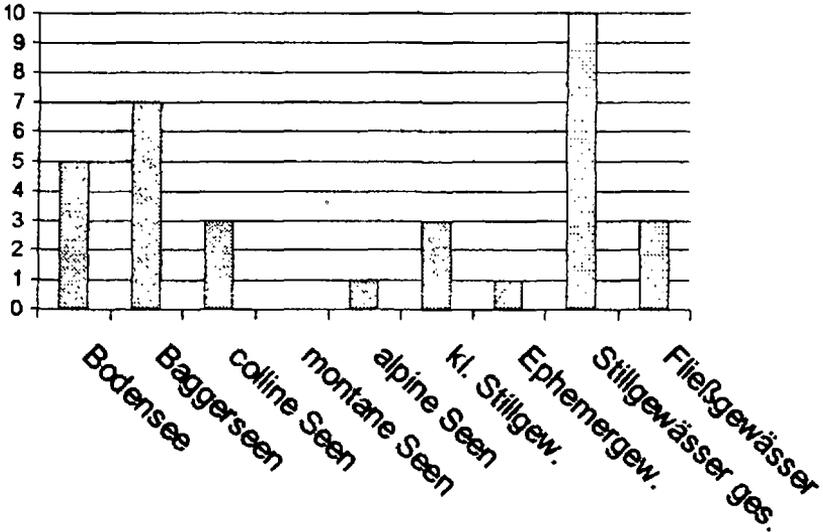


Abb. 3: Anzahl der Arten in den verschiedenen Gewässertypen.

Taxa nach. Ein Drittel der untersuchten kleinen Stillgewässer, vorwiegend mesotrophe „Tümpel“, waren Characeen-Standorte mit insgesamt drei Taxa (Tab. 2 und Abb. 3). Die Ephemergewässer mit nur einer Fundstelle spielen eine untergeordnete Rolle als Characeen-Standort. Erwähnenswert ist, dass nicht *Chara vulgaris*, eine typische Art solcher

Tab. 2: Liste der Fundstellen nach Gewässertyp geordnet mit gefundenen Taxa (*kursiv*: Schlüssel der Taxa siehe Tab. 1).

	Funde ges.	oligotroph Anzahl der Funde <i>Taxa</i>	mesotroph Anzahl der Funde <i>Taxa</i>	ohne Angaben Anzahl der Funde <i>Taxa</i>
Bodensee	9	–	9 <i>1, 2, 4, 5, 8, 10</i>	–
Baggerseen	14	12 <i>1, 2, 3, 3a, 5, 7, 8, 9</i>	2 <i>2, 5, 8</i>	–
colline Seen	3	2 <i>3, 6</i>	1 <i>2</i>	–
montane Seen	0	–	–	–
(sub)alpine Seen	2	1 <i>2</i>	1 <i>2a</i>	–
kleine Stillgrwässer	5	1 <i>8</i>	3 <i>2, 5, 8, 8a</i>	1 <i>2</i>
Ephemergewässer	1	–	–	1 <i>2</i>
Fließgewässer	5	3 <i>8</i>	2 <i>3, 5</i>	–

Tab. 3: Verbreitung der Characeen-Taxa nach Höhenstufen. Berücksichtigt wurden sowohl Stillgewässer als auch Fließgewässer (Schlüssel der Taxa siehe Tab. 1).

Höhenstufen	Taxa
Talboden des Rheintals und Walgau + Bodensee	<i>1, 2, 3, 3a, 4, 5, 7, 8, 8a, 9, 10</i>
colline Gewässer	<i>2, 3, 6, 8</i>
montane Gewässer	<i>8</i>
alpine Gewässer	<i>2, 2a</i>

Gewässer, sondern *Chara contraria*, eine Pflanze, die in Seen vorkommt, gefunden wurde. Colline Seen wiesen an drei Fundstellen drei verschiedene Taxa auf. In montanen Seen konnte keine und in (sub)alpinen Seen eine Art in zwei Seen nachgewiesen werden. In Fließgewässern waren drei Taxa an fünf Standorten vertreten (Tab. 2). *Chara contraria* ist die Art, die in Stillgewässern am weitesten verbreitet war und in den meisten Gewässertypen vorkam, so auch in zwei alpinen Seen in einer Meereshöhe von rund 1700 m bzw. 1800 m. *Chara vulgaris* scheint auch in Fließgewässern auf, besitzt aber sonst nicht diese weite Verbreitung der *Chara contraria*. Zudem wurde sie unerwartet häufig an oligotrophen Standorten gefunden (Tab. 2), obwohl sie in der Literatur oft als eine „eutrophe

Verhältnisse suchende Art" bezeichnet wird (KÖHLER et al. 1974; KRAUSE 1981; PIETSCH 1982; MELZER 1988; TREUBER 1991).

Mit zunehmender Meereshöhe nimmt die Anzahl der vertretenen Taxa ab. Die Verbreitung der Taxa *Chara vulgaris* und *Chara contraria* scheint am wenigsten von höhenstufenabhängigen Faktoren beeinflusst zu sein (Tab. 3).

Sauerstoffmessungen an den Characeen-Standorten ergaben eine Streuung von 7.8 mg l^{-1} (70 % Sättigung) bis 13.1 mg l^{-1} (125 %) bei einem Mittelwert von 8.7 mg l^{-1} (90 %) und sind somit sauerstoffreich. Die Gesamt-Phosphorwerte lagen ausschließlich im oligo- und mesotrophen Bereich zwischen $< 3 \text{ } \mu\text{g l}^{-1}$ und $21 \text{ } \mu\text{g l}^{-1}$. Abb. 4 zeigt Messwerte für 50 Funde nach Arten zusammengefasst. Die angegebenen Höchstwerte bei *Chara aspera*, *Chara contraria*, *Chara denudata* und bei *Nitellopsis obtusa* von $21 \text{ } \mu\text{g P l}^{-1}$ entstammen der Fußacher Bucht im Bodensee.

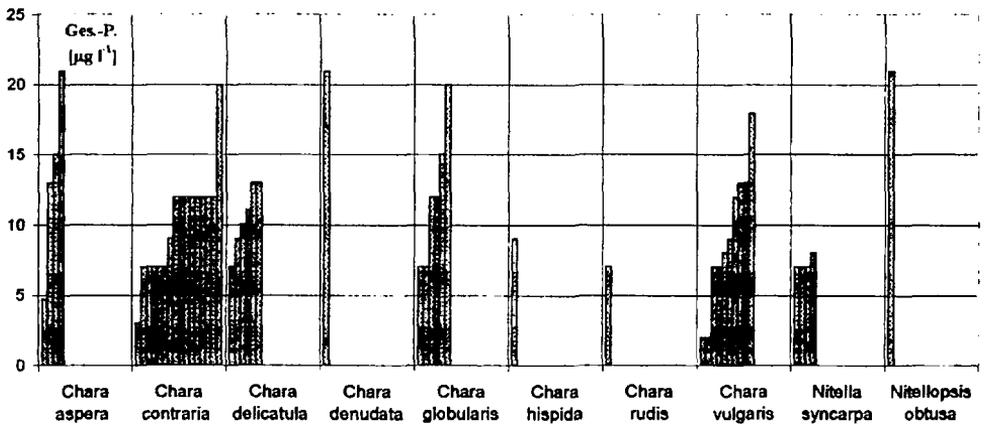


Abb. 4: Verteilung der Gesamt-Phosphoreinzelwerte an den Fundstellen für alle Arten aufsteigend sortiert.

Characeen-Standorte sind auch durch geringe Konzentrationen an Ammonium gekennzeichnet. $94 \text{ } \mu\text{g l}^{-1}$ wurden maximal gemessen, das Gros der Standorte wies eine Ammonium-Konzentration von weniger als $60 \text{ } \mu\text{g l}^{-1}$ auf. In Abb. 5 sind Messwerte für Ammonium nach den gefundenen Arten sortiert dargestellt.

Ganz anders als bei Gesamt-Phosphor und Ammonium weisen die Characeen-Standorte die gesamte Bandbreite der im Untersuchungsgebiet gemessenen Nitratwerte auf. Characeen wurden auch in den Gewässern mit den höchsten gemessenen Nitrat-Konzentrationen von 5.0 mg l^{-1} gefunden (Abb. 6).

Ein eindeutiger Zusammenhang zwischen dem Vorkommen von Characeen und den unterschiedlichen Konzentrationen an Elektrolyten innerhalb des Untersuchungsgebietes kann nicht festgestellt werden (Tab. 4).

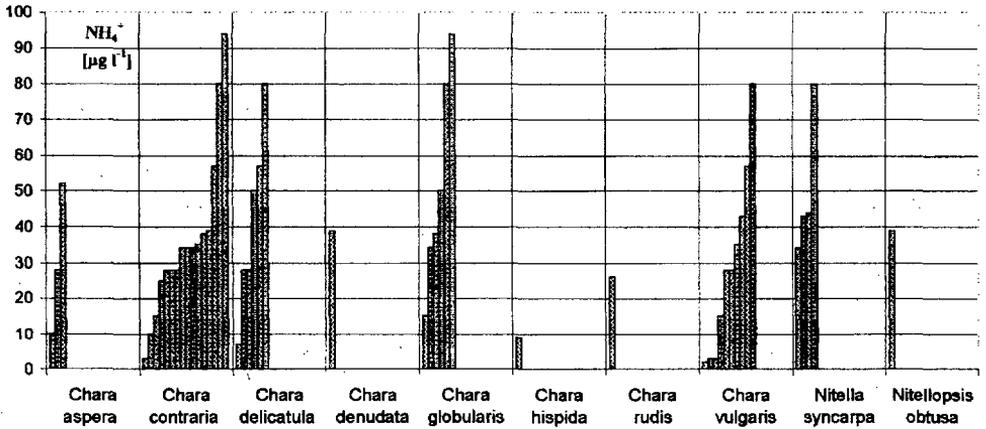


Abb. 5: Verteilung der Einzelwerte für Ammonium an den Fundstellen für alle Arten aufsteigend sortiert.

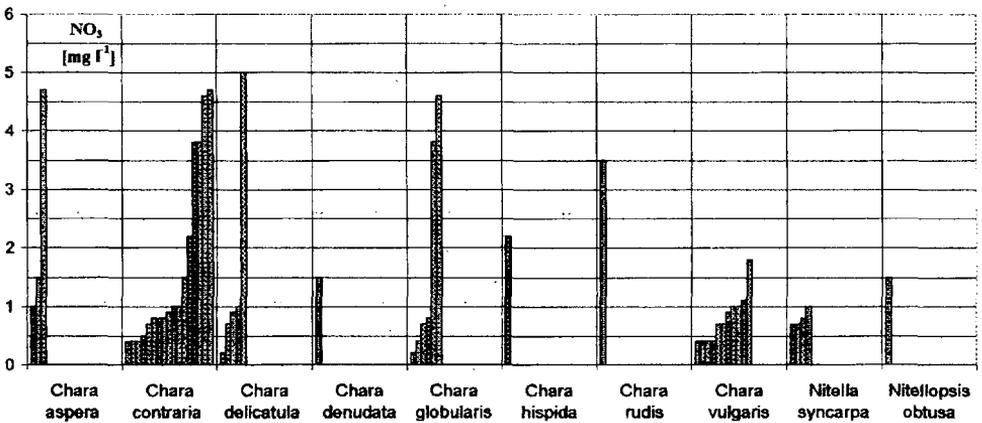


Abb. 6: Verteilung der Einzelwerte für Nitrat an den Fundstellen für alle Arten aufsteigend sortiert.

Tab. 4: Die gerundeten Amplituden der Leitfähigkeit, des Calciumgehalts, der Sulfatkonzentration und der Gesamthärte in vier Teilbereichen des Untersuchungsgebietes; zugeordnet in der Spalte ganz rechts die Verbreitung der Characeen-Taxa (Schlüssel der Taxa siehe Tab. 1).

Characeen-Gewässer im	Leitfähigkeit [µS cm ⁻¹]	Ca ²⁺ [mg l ⁻¹]	SO ₄ ²⁻ [mg l ⁻¹]	GH [°dH]	Taxa
Bodensee	238 - 333	25 - 49	23 - 33	< 10	1, 2, 4, 5, 8, 10
Rheintal (Talboden)	381 - 524	52 - 80	15 - 44	9 - 16	1, 2, 5, 8, 9
Walgau (Talboden)	329 - 655	61 - 93	120 - 146	11 - 20	1, 2, 7, 8
Walgau (colline Stufe)	387 - 451	58 - 84	< 5	11 - 14	5, 6, 8
Bergebiet	172 - 233	20 - 68	< 10	5 - 11	2, 8

5. Diskussion:

Zum Artenspektrum:

Seit der von DALLA TORRE & SARNTHEIN 1901 bearbeiteten Zusammenfassung der wenigen Funde, die aus dem 19. Jahrhundert dokumentiert sind (Tab. 5), liegen keine Nachweise mehr aus Vorarlberg vor, abgesehen von den Makrophytenkartierungen der Litoralzone des Bodensees (LANG 1981, SCHMIEDER 1996) und einigen wenigen Vermerken in Biotopinventaren, die sich auf die Bezeichnung „*Chara* sp.“ beschränken. DALLA TORRE & SARNTHEIN führen 9 Arten an, von denen *Chara tomentosa* LINNÉ zwar im Bodensee, aber „jedenfalls außerhalb der Grenze“ gefunden wurde (DALLA TORRE & SARNTHEIN 1901: 5). *Nitella hyalina* (DE CAND.) AGARDH konnte offensichtlich nur einmal von CUSTER im Jahre 1816 zwischen Rheineck (Schweiz) und Fußach (Rheindelta) nachgewiesen werden. Über *Nitella syncarpa* (THUILL.) CHEV. schrieb 1867 TH. A. BRUHIN: „Ich fand sie häufig bei Mehrerau.“ Diese Gegend, die damals auch *Nitella capillaris* (KRO.) GR. & B.-W., *Nitella flexilis* (L.) AGARDH, *Chara vulgaris* LINNÉ, *Chara rudis* A. BRAUN, *Chara hispida* LINNÉ und *Chara globularis* THUILLIER Lebensraum in zahlreichen Quellbächen bot, ist heute teilweise Siedlungsgebiet. Durch Tieferlegung der Flussbettes der Bregenzer Ach versiegten die Quellen und trockneten die Bäche aus, in denen in der Zwischenkriegszeit noch Wäsche gewaschen werden konnte. Auch die „Sümpfe am Rhein bei der Baurer Überfuhr nächst Hohenems“, wo im vorigen Jahrhundert *Chara hispida* LINNÉ gefunden werden konnte, existieren heute nicht mehr.

Tab. 5: Liste der im 19. Jahrhundert in Vorarlberg gefundenen Characeen-Arten nach DALLA TORRE & SARNTHEIN (1901). Im Vergleich dazu die nachgewiesenen Arten aus dem Jahre 1998.

Taxa	Fund 19. Jhd.	1998
<i>Nitella capillaris</i> (KRO.) GR. & B.-W.	am Bodensee bei Bregenz	
<i>Nitella flexilis</i> (L.) AGARDH	bei Bregenz gemein, bei Hohenems	
<i>Nitella hyalina</i> (DE CAND.) AGARDH	Rande d. B'sees zw. Rheineck u. Fußach (Einzelfund)	
<i>Nitella syncarpa</i> (THUILL.) CHEV.	Bodenseeriedgräben (Rheindelta, häufig bei Mehrerau)	x
<i>Chara globularis</i> THUILL.	bei Bregenz gemein, Berneck (CH)	x
<i>Chara hispida</i> LINNÉ	bei Bregenz gemein, Sümpfe bei der Fähre bei Hohenems	x
<i>Chara rudis</i> A. BRAUN	bei Bregenz	x
<i>Chara tomentosa</i> LINNÉ	im Bodensee, außerhalb der Grenze	
<i>Chara vulgaris</i> LINNÉ	am B'see die gemeinste Art, Riedgräben, Quellen b. Mehrerau	x
<i>Chara aspera</i> DET.		x
<i>Chara contraria</i> A. BRAUN		x
1998 <i>Chara delicatula</i> AGARDH		x
<i>Chara denudata</i> A. BRAUN		x
<i>Nitellopsis obtusa</i> (DES.) J. GRO.		x

Nach den Fundortangaben aus dem 19. Jhd. scheint sich die Suche in erster Linie auf den Raum entlang des Bodenseeuferes zwischen Rheineck (CH) und Bregenz beschränkt zu haben. Lediglich zwei Fundmeldungen von J.F. GAUDIN und J.L. CUSTER (Zit. b. DALLA TORRE & SARNTHEIN 1901) aus der Umgebung von Hohenems stammen aus dem „Mittleren Rheintal“.

Alles in allem ist festzuhalten, dass aus der Characeen-Liste des vorigen Jahrhunderts und der momentanen Artenliste kein eindeutiger Trend, der auf eine Verarmung des Artenspektrums in Vorarlberg hinweisen würde, abgeleitet werden kann. Im Vergleich zum 19. Jhd. ist jedoch bezüglich der Verbreitung der Characeen eine Verlagerung der Verbreitungsschwerpunkte ersichtlich; viele der alten Standorte sind verschwunden und Standortgewässer, die damals noch nicht existierten, sind neu entstanden (Baggerseen, Teiche, usw.).

Weltweit sind über 400 Characeen-Arten bekannt (MOORE 1986; KRAUSE 1997). Die Anzahl der europäischen Arten beläuft sich auf etwa 45 Taxa, davon kommen 40 Arten in Mitteleuropa vor (SCHMIDT et al. 1996; KRAUSE 1997). Im Ostalpenraum bis zum Neusiedler See wurden bisher rund 30 Characeen-Arten erfasst (PALL in ROTT et al. 1999). Für die Oberrheinebene und Bayern wurden 19 bzw. 18 Arten nachgewiesen (KRAUSE 1969; KRAUSE 1976). Daneben nimmt sich die Anzahl von 10 Arten nach der vorliegenden Arbeit eher bescheiden aus. Neben der guten Präsenz der Gattung *Chara* im Untersuchungsgebiet sind andere Gattungen, wie *Tolypella*, *Lychnothamnus* und *Nitella* (einzige Ausnahme: *Nitella syncarpa* (THUIL.) CHEV.), die aus den beiden anderen Gebieten bekannt sind, gar nicht vertreten (Tab. 6). Zweifelsfrei ist dies bis zu einem bestimmten Maß auf die vergleichsweise geringe Größe des Gebiets, aber auch auf Unzulänglichkeiten der Methodik, insbesondere die Gründlichkeit des Besammelns, zurückzuführen. Es muss aber auch die generelle Verbreitung einzelner Arten in Mitteleuropa berücksichtigt werden:

So war es von vornherein nicht sehr wahrscheinlich, auf die sehr seltene Characee *Lychnothamnus barbatus* (MEYEN) V. LEONH. zu stoßen. Laut der „Roten Liste der Armleuchteralgen (Charophyceae) Deutschlands“ 2. Fassung, Stand: Februar 1995: 555, ist die Beschreibung eines Vorkommens aus Bayern (KRAUSE 1976) der einzige Beleg für Deutschland und ist vielleicht schon erloschen bzw. verschollen (KRAUSE 1997: 132). Von einem Vorkommen im Kärntner Klopeiner See, möglicherweise das einzige in Österreich, wurde 1986 berichtet (KRAUSE 1986). Nicht viel besser wird die Situation nach der „Roten Liste“ für die Arten der Gattung *Tolypella* bewertet, die als „vom Aussterben bedroht“ oder gar als „ausgestorben oder verschollen“ bezeichnet wird. Für *Tolypella intricata* V. LEONHARDI vermerkt KRAUSE (1997): „In der Aue des Oberrheins vor der Kanalisierung nicht selten, jetzt noch vereinzelt anzutreffen.“ Für die vorliegende Untersuchung muss berücksichtigt werden, dass Vertreter dieser Gattung gerne in ephemeren Gewässern vorkommen bzw. an und für sich nur eine kurze Vegetationsperiode durchlaufen und leicht übersehen werden können (KRAUSE 1969: 224; SCHMIDT 1981: 156; KRAUSE 1997).

Die Untersuchungen über Makrophyten im Bodensee von SCHMIEDER (1996) und die vorliegende Untersuchung erbrachten fast ausschließlich Arten der *Charetalia hispidae*

Tab. 6: Liste der in Vorarlberg im Zeitraum 1997/98 gefundenen Characeen-Arten im Vergleich mit den Arten-Listen von der Oberrheinebene (KRAUSE 1969) und aus Bayern (KRAUSE 1976) sowie vom Bodensee (SCHMIEDER 1996) geordnet nach Characeen-Gesellschaften (nach KRAUSE 1969: 237ff., 1997: 50; KRAUSE & LANG 1977). Die strichlierten Linien sind vorgeschlagene Abschwächungen von Abgrenzungen aufgrund von Angaben aus der Literatur (SCHMIEDER 1996; KRAUSE 1997: 50). – Symbole: x = nachgewiesen, x- = möglicherweise idente Standorte durch Überlappung der Untersuchungsgebiete.

Characeen-Gesellschaften	Taxa	Vorarlberg nach dieser Arbeit	Bodensee SCHMIEDER 1996	Bayern KRAUSE 1976	Oberrheinebene KRAUSE 69	
Ordnung Charretalia hispidae KRAUSCH 64	<i>Lychnothamnus barbatus</i> (MEYEN) V. LEON.			x		
	<i>Tolypella glomerata</i> v. LEONHARDI			x	x	
	Unterverband Charion vulgaris KRAUSE 68	<i>Tolypella intricata</i> v. LEONHARDI				x
	<i>Tolypella prolifera</i> v. LEONHARDI				x	
	<i>Ch. vulgaris</i> LINNÉ	x		x	x	
	„Klassencharakterart“	<i>Ch. globularis</i> THUILLIER	x	x	x	x
	<i>Ch. delicatula</i> AGARDH	x		x	x	
	Verband Charion contrariae PIETSCH 87	<i>Ch. aspera</i> DETHARDING ex WILDENOW	x ->	<- x	x	x
		<i>Ch. contraria</i> A. BRAUN ex KÜTZING	x ->	<- x	x	x
		<i>Ch. tomentosa</i> LINNÉ		x	x	
		<i>Ch. denudata</i> A. BRAUN	x->	<- x		
		<i>Ch. intermedia</i> A. BRAUN			x	
Verband Charion rudis-hispidae PIETSCH 87	<i>Ch. strigosa</i> A. BRAUN			x		
	<i>Ch. hispida</i> LINNÉ	x		x	x	
	<i>Ch. rudis</i> A. BRAUN in LEONHARDI	x			x	
<i>Nitellopsis obtusa</i> (DESV.) J. GROVES	x ->	<- x	x	x		
Ordn. Nitelletalia flexilis KRAUSE 69	<i>N. syncarpa</i> (THUILLIER) CHEVALLIER	x		x	x	
	<i>N. opaca</i> AGARDH			x	x	
	<i>N. tenuissima</i> (DESV.) KÜTZING			x	x	
	<i>N. batrachosperma</i> A. BRAUN				x	
	<i>N. mucronata</i> (A. BRAUN) MIQUEL		x	x	x	
	<i>N. hyalina</i> (D. C.) AGARDH				x	
	Verband Nitellion flexilis (CORILLION 57) KRAUSE 69	<i>N. flexilis</i> AGARDH			x	x
		<i>N. gracilis</i> AGARDH				x
		<i>Ch. braunii</i> GEMELIN			x	x

KRAUSCH 64, während in den größeren bzw. geologisch und geomorphologisch vielfältigeren Gebieten der Oberrheinebene und Bayerns nach den Arbeiten von KRAUSE (1969 und 1976) auch die *Nitelletalia flexilis* KRAUSE 69 gut vertreten war.

Tab. 7: Schwankungsbereich der Leitfähigkeit (Lf) im Vorarlberger Untersuchungsgebiet im Vergleich mit den von FORSBERG (1965) ermittelten Toleranzspannen verschiedener Characeen-Arten gegenüber unterschiedlicher Konzentrationen von Elektrolyten. Besonders hohe Leitfähigkeitswerte rühren vom Chlorid an Standorten mit Brackwasser her. Spalte ganz rechts: Bevorzugter pH-Wert-Bereich der einzelnen Arten nach PIETSCH (1982) und KRAUSE (1997); Abkürzungen und Symbole: a = azidophil, b = basophil, n = neutrophil, x = im Untersuchungsgebiet nachgewiesen.

Characeen-Gesellschaften	Taxa	Vorkommen in Vorarlberg	Lf [$\mu\text{S cm}^{-1}$] Werte aus dem UG i. Vlbg.	Lf [$\mu\text{S cm}^{-1}$] nach FORSBERG	pH-Präferenz		
Ordnung Charetales KRAUSCH 64	<i>Lychnothamnus barbatus</i> (MEYEN) V. LEON.		–	–	b		
		<i>Tolypella glomerata</i> v. LEONHARDI		–	–	b	
	Unterverband Charion vulgaris KRAUSE 68	<i>Tolypella intricata</i> v. LEONHARDI		–	–	b	
		<i>Tolypella prolifera</i> v. LEONHARDI		–	–	b	
	„Klassencharakterart“	<i>Ch. vulgaris</i> LINNÉ	x	385 - 534	280 - 550	b	
		<i>Ch. globularis</i> THUILLIER	x	333 - 510	40 - 5800	a - b	
		<i>Ch. delicatula</i> AGARDH	x	407 - 534	–	a - n	
	Verband Charion asperae KRAUSE 69	Verband Charion contrariae PIETSCH 87	<i>Ch. aspera</i> DETHARDING ex WILDENOW	x	265 - 580	100 - 10000	b
			<i>Ch. contraria</i> A. BRAUN ex KÜTZING	x	172 - 655	170 - 550	b
			<i>Ch. tomentosa</i> LINNÉ		–	250 - 10000	b
		Verband Charion hispidae PIETSCH 87	<i>Ch. denudata</i> A. BRAUN	x	216 - 333	–	b
			<i>Ch. intermedia</i> A. BRAUN		–	–	b
<i>Ch. strigosa</i> A. BRAUN				–	110 - 170	b	
Verband Nitellion syncarpotenuissimae KRAUSE 69	Verband Nitellion flexilis (CORILLION 57) KRAUSE 69	<i>Ch. hispida</i> LINNÉ	x	376 - 613	250 - 3000	b	
		<i>Ch. rudis</i> A. BRAUN in LEONHARDI	x	–	250 - 550	b	
		<i>Nitellopsis obtusa</i> (DES.) J. GROVES	x	2156 - 265	280 - 4700	n	
<i>N. syncarpa</i> (THUILLIER) CHEVALLIER		x	456 - 586	–	n		
<i>N. opaca</i> AGARDH			–	40 - 100	n		
<i>N. mucronata</i> (A. BRAUN) MIQUEL			–	300 - 400	n		
<i>N. batrachosperma</i> A. BRAUN		–	–	a			
<i>N. tenuissima</i> (DES.) KÜTZING		–	–	a			
<i>N. hyalina</i> (D. C.) AGARDH		–	–	a			
<i>N. flexilis</i> AGARDH		–	20 - 4700	a			
<i>N. gracilis</i> AGARDH		–	40 - 60	a			
<i>Ch. braunii</i> GEMELIN		–	–	a			

Die meisten europäischen *Chara*-Arten, die in der pflanzensoziologischen Ordnung Charetales KRAUSCH 1964 zusammengefasst werden, sind kalkbedürftig (KRAUSE 1997: 50), Arten des Nitellion flexilis KRAUSE 1960 hingegen bevorzugen elektrolyt-

arme bzw. kalkarme Gewässer (WIEGLEB 1978: 477). Dies zeigt das Artenspektrum des Bodensees und des Vorarlberger Untersuchungsgebietes (Tab. 7). Die Oberrheinebene und Bayern weisen auch Gebiete mit geringeren Konzentrationen an Elektrolyten auf (KRAUSE 1969: 222). Der Einfluss eines hohen Gehalts an Hydrogenkarbonat auf die Characeen-Flora der Seen des nördlichen Alpenvorlandes und der nördlichen Kalkalpen ist auch an der Artenzusammensetzung des Makrophytenindex von MELZER (1988) ersichtlich: Es sind nur Chara-Arten sowie *Nitellopsis obtusa* (DESV.) J. GROVES in den Indikatorgruppen vertreten (mit einer Ausnahme: *Nitella opaca* AGARDH). Nach PIETSCH (1982: 74) können Characeen als makrophytische Indikatoren für die ökochemische Beschaffenheit der Gewässer gewisse Bereiche des pH-Wertes anzeigen. So indizieren *Nitella*-Arten im Allgemeinen saure Standorte, während *Chara*-Arten eher Zeiger basischer Standorte sind.

Die Verteilung der im Untersuchungsgebiet gefundenen Taxa über die Höhenstufen weist die Characeen im gesamten als Pflanzen der Niederungen aus (KRAUSE 1997: 40). Einzig die Taxa *Chara vulgaris* L. (1200 m) und *Chara contraria* A. BRAUN (1810 m) kommen in größeren Höhen vor (Tab. 3). Nach der Ansicht von MIGULA (1897) lassen sich Characeen schlecht bestimmten Höhenzonen zuordnen. Formen, welche ausschließlich auf die kalten Hochgebirgsseen angewiesen zu sein scheinen (z. B. *Ch. vulgaris* f. *montana* A. BRAUN, MIGULA 1897: 607), fehlen in der montanen Stufe und treten wieder im Flachland in Erscheinung. Andere scheinbare „Hochgebirgsformen“ wiederum gehen ganz allmählich in Formen der Ebenen über, so dass eine Abgrenzung nicht sinnvoll erscheint (a. a. O.: 87).

In größeren Höhen anzutreffen sind nach MIGULA (1897) *Chara contraria* A. BRAUN (1000 m), *Chara strigosa* A. BRAUN (1600 m), *Chara polyacantha* A. BRAUN (1600 m), *Chara aspera* DETHARDING ex WILDENOW (Engadin, 2000 m) und *Chara vulgaris* L. (Albula Pass, 2200 m). Auch *Nitella syncarpa* (THUIL.) CHEV. und *Nitella flexilis* (LINNÉ) AGARDH „steigen zuweilen in kleinen Gebirgsseen zu bedeutender Höhe“ (a. a. O.: 89).

Zum Indikationswert:

Die Verbreitung der im Untersuchungsgebiet gefundenen Characeen bestätigt die in der Literatur für das Vorkommen oft erwähnte „20 $\mu\text{g l}^{-1}$ -Grenze“ an Gesamt-Phosphat. An den 34 Fundstellen, von denen Messergebnisse des Wasserchemismus vorliegen, wurde die „20 μg -Marke“ nur einmal in der Fußacher Bucht gering überschritten (Abb. 4). Während Characeen im gesamten Bereich der ermittelten Nitrat-Konzentrationen vorkommen, wurden ab einer Ammonium-Konzentration von 94 $\mu\text{g l}^{-1}$ keine Characeen mehr nachgewiesen. Auch nach Untersuchungen von KOHLER et al. (1973) im Fließgewässersystem an der Moosach und in den Fließgewässern der Friedbergerau (KOHLER et al. 1974) zeigt das Beispiel der *Chara hispida* eine Bindung der Characeen an ammoniumarme Gewässer. Interessantes Detail jener Untersuchungen sind die hohen Nitrat-Konzentrationen (bis 55 mg l^{-1}) in den Verbreitungsgebieten von *Chara hispida*, die ihre Wüchsigkeit offensichtlich nicht behinderten, bei gleichzeitig niederen Ammonium-Werten (bis 0.03 mg l^{-1}). Für die Verbreitung der Characeen könnte somit außer dem Gesamt-Phosphor auch

Ammonium als begrenzender Faktor eine Rolle spielen bzw. eine höhere Sauerstoffkonzentration die Denitrifizierung von Nitrat beeinflussen. Dies ist auch anhand der Indikatorenliste von PIETSCH (1982: 84) ersichtlich, wo den Characeen Zeigerwerte für ammonium-freie bis ammonium-arme Gewässer zugeordnet werden – einzige Ausnahme: *Chara vulgaris*, die auch mäßig ammoniumreiche Gewässer besiedeln soll.

Zum Gefährdungsgrad der Characeen in Vorarlberg:

Das Vorkommen der Characeen beschränkt sich auf mit Nährstoffen gering belastete Gewässer und ist somit durch den Menschen stark gefährdet. Vorläufige Erhebungen in Deutschland ergaben, dass nur 2 von 40 Characeen-Arten als „bisher noch ungefährdet“ einzustufen sind. Daher war die Aufnahme dieser Pflanzensippe in die „Rote Liste“ Deutschlands eine notwendige Konsequenz. Die Einstufung der Arten in Gefährdungskategorien der „Roten Liste“ wurde dabei aufgrund von Vergleichen mit Daten aus dem vorigen Jahrhundert vorgenommen. Dort wo es an Daten mangelte, erfolgte eine Einschätzung nach der heutigen allgemeinen Situation der Gewässer und den bekannten ökologischen Ansprüchen der Characeen (SCHMIDT et al. 1996: 548). Nach einer ähnlichen Betrachtungsweise ergibt sich für Vorarlberg folgendes Bild:

Die heutige Characeen-Flora ist auf eine Reihe von Baggerseen, wenige Fischteiche und Bergseen konzentriert. Besonders Baggerseen haben sich als geeignete Rückzugsgebiete für Arten erwiesen, die gegenüber Eutrophierung empfindlich sind. Diese Seen entstanden vornehmlich nach dem 2. Weltkrieg isoliert vom abwasserführenden Fließgewässersystem und unterlagen, da sie Grundwasser führen, seit jeher speziellen Grundwasserschutzbestimmungen. Gering gereifte Baggerseen, deren Wasser noch wenig vom organischen Kreislauf beeinflusst wurde, erfüllen in hohem Maße die von Characeen gestellten Ansprüche an ihren Standort (KRAUSE 1969: 241; KOHLER et. al. 1971: 360; KRAUSE 1981: 409). Die relativ geringe Größe der Seen im Zusammenhang mit intensiver Nutzung für Freizeitaktivitäten und intensiver landwirtschaftlicher Nutzung angrenzender Flächen bedingen durch Eutrophierung eine rasche Alterung der Gewässer. Um die Beschleunigungen des Reifeprozesses durch den Menschen hinten zu halten, wurden in den 80er Jahren entsprechende Konzepte für Baggerseen erarbeitet (z. B. REITH & BROGGI 1986: Sanierung der Baggerseen im Walgau). Noch sind diese Seen in der Regel durch oligotrophe bis mesotrophe Nährstoffverhältnisse gekennzeichnet, die sich aber in absehbarer Zeit allein schon aufgrund der Kleinheit der Gewässer durch die natürliche Eutrophierung im Rahmen des Alterungsprozesses ändern werden (KRAUSE 1981: 410). Characeen reagieren auf solche Prozesse unterschiedlich. Trophiesensiblere Arten wie *Chara aspera*, *Nitella syncarpa* oder *Chara hispida* könnten verschwinden, während die etwas robusteren Pflanzen wie *Chara vulgaris*, *Chara contraria* oder *Chara globularis* sich vielleicht noch halten könnten (VOGE 1984: 6 ff.; TREUBER 1991: 114; SCHMIEDER 1996).

Die Fließgewässer der Niederungen des Rheintales und des Walgaus weisen zum größten Teil eutrophe bis hypertrophe Nährstoffverhältnisse auf (BUHMANN 1993). Characeen konnten bis heute nur im Scheibenkanal bei Lustenau und im relativ rasch fließenden Schwarzbach bei Thüringen nachgewiesen werden. Außer der Belastung durch Abwasser und ausgeschwemmte Düngemittel aus landwirtschaftlich genutzten Flächen bestimmen auch die Fließgeschwindigkeit und die Beschaffenheit des Substrats die Eignung als Characeen-Standort. Diese Gewässer allein können aufgrund der momentanen Situation der Gewässergüte und des sehr verarmten ökomorphologischen Zustandes das Überleben der Characeen nicht ermöglichen.

Im Bodensee bewirkten wirkungsvolle Sanierungsmaßnahmen eine Verminderung des Trophiegrades und in der Folge eine Wiederbesiedelung durch die als verschollen bezeichnete *Chara aspera* bzw. Wiederausbreitung anderer zurückgedrängter Characeen-Arten (SCHMIEDER 1996: 27 f.).

Bei Bergseen zeigte sich, dass nur dort Characeen überleben, wo das Wasserregime noch unverändert geblieben ist, wie z. B. bei dem kaum beeinflussten Sünser See (1810 m) mit seinem reichen Makrophytenbewuchs (im Gegensatz zu dem durch Staumauern veränderten Spullersee, 1826 m, ohne Makrophyten).

Eine eher unsichere Zukunft haben die Vorkommen in kleinen, unscheinbaren Gewässern, die täglich Gefahr laufen von irgend einem Traktor oder einer Baumaschine zerstört, oder mit Schutt aufgefüllt zu werden. Glücklicherweise schaffen genau diese „Kräfte“ da und dort wieder neue Kleinstgewässer, die von ephemeren Characeen-Gesellschaften besiedelt werden können, wie einige Beispiele aus dem Untersuchungsgebiet zeigten. Als Refugien nicht zu unterschätzen dürften die zahlreichen Gartenteiche sein, die in den beiden letzten Jahrzehnten angelegt wurden. Vier beiläufig besuchte Schulteiche enthielten Characeen (*Chara globularis*, *Chara vulgaris*), wurden aber in der vorliegenden Arbeit nicht mehr berücksichtigt.

6. Zusammenfassung:

In den Sommer- und Herbstmonaten 1997 und 1998 wurde im Vorarlberger Rheintal, in der Litoralzone des Bodensees zwischen Rheinspitz und Bregenz, im unteren Walgau und in einigen Vorarlberger Bergseen an insgesamt 106 Stellen nach Characeen gesucht und wichtige physikalisch-chemische Parameter nicht nur von den Standortgewässern ermittelt, sondern auch von solchen Gewässern, in denen ohne subjektiv visuell feststellbaren Grund Characeen fehlten. Dabei ließen sich 10 Characeen-Arten – nach der traditionellen BRAUNschen Taxonomie bestimmt – mit 3 Variationen und 26 Morphotypen an 39 Standorten nachweisen. Das Artenspektrum wird sowohl mit Untersuchungen anderer mitteleuropäischer Gebiete, als auch mit Fundmeldungen aus dem vorigen Jahrhundert aus Vorarlberg verglichen und diskutiert.

Des Weiteren wird den Fragen nachgegangen, welche Toleranzbreiten die einzelnen Characeen-Arten hinsichtlich der wichtigen physikalisch-chemischen Parameter Sauerstoff, Gesamt-Phosphor, Ammonium und Nitrat zeigen, ob sich eine Zonierung der Vorkommen nach Höhenstufen erkennen lässt, oder welche Gewässer(typen) bevorzugte Refugien der Characeen darstellen.

Dank: Bedanken möchte ich mich für ihre freundliche Unterstützung bei meiner Frau Isolde, bei Herrn Univ. Prof. Dr. Eugen Rott und den Mitarbeitern der AG Hydrobotanik am Institut für Botanik der Univ. Innsbruck sowie bei Herrn Dr. Werner Krause in Aulendorf, bei Frau Univ. Prof. Dr. Ursula Geissler von der Freien Univ. Berlin und für die Durchführung eines Großteils der chemischen Analysen bei Herrn Mag. Dietmar Buhmann und Herrn Harald Urthaler vom Umweltinstitut des Landes Vorarlberg.

Diese Arbeit wurde im Rahmen einer Diplomarbeit am Institut für Botanik der Universität Innsbruck durchgeführt.

7. Literatur:

- BUHIN, P. TH. A. (1867): Die Characeen Vorarlbergs. -- Rechenschaftsbericht d. Vlbgs. Museumsvereins Bregenz **10**: 23.
- BUHMANN, D. (1993): Fließgewässer in Vorarlberg – Gütezustand 1992. Aufnahmen 1989 - 1992. Umweltinstitut des Landes Vorarlberg, Bregenz, 55 pp.

- CORILLION, R. (1957): Les Charophycées de France et d'Europe Occidentale. – Imprimerie Bretonne, Rennes, 499 pp.
- DALLA TORRE, K.W. & L.V. SARNTHEIN (1901): Die Algen von Tirol, Vorarlberg und Liechtenstein. – In: Flora der gefürsteten Grafschaft Tirol, des Landes Vorarlbergs und des Fürstenthumes Liechtenstein. Verl. d. Wagnerschen Univ.-Buchhandlung, Innsbruck: 4 - 9.
- FORSBERG, C. (1965): Environmental conditions of Swedish Charophytes. – Symb. Bot. Upsal. **18**: 1 - 65.
- GEISSLER, U. & J. GERLOFF (1982): Veränderungen in der Algenflora Berlins. – Landschaftsentwicklung und Umweltforschung **11**: 141 - 149.
- GEISSLER, U., Ch. FÖTER & C. TREUBER (1995): Characeen in Gewässern des westlichen Berlins – ein Beitrag zur Kenntnis ihrer Verbreitung und Bestandsveränderung. – Schr.-R. f. Vegetationskde., Sukopp-Festschrift H. **27**: 451 - 455.
- JÄGER, D. (1999): Beiträge zur Characeen-Flora Vorarlbergs. – Unveröff. Dipl. Univ. Innsbruck, 162 pp.
- KOHLER, A., E. BEISL & H. VOLLRATH (1971): Zur Verbreitung, Vergesellschaftung und Ökologie der Gefäß-Makrophyten im Fließwassersystem Moosach (Münchener Ebene). – Arch. Hydrobiol. **69** (3): 333 - 365.
- KOHLER, A., R. WONNEBERGER & G. ZELTNER (1973): Die Bedeutung chemischer und pflanzlicher „Verschmutzungsindikatoren“ im Fließgewässersystem Moosach (Münchener Ebene). – Arch. Hydrobiol. **72**: 533 - 549.
- KOHLER, A., R. BRINKMEIER & H. VOLLRATH. (1974): Verbreitung und Indikatorwert der submersen Makrophyten in den Fließgewässern der Friedberger Au. – Ber. Bayer. Bot. Ges. **45**: 5 - 36.
- KRAUSCH, H.-D. (1964): Die Pflanzengesellschaften des Stechlinsee-Gebietes. I. Die Gesellschaften des offenen Wassers. – Limnologica **2**: 145 - 203.
- KRAUSE, W. (1969): Zur Characeenvegetation der Obertheinebene. – Arch. Hydrobiol./Suppl. XXXV **2**: 202 - 253.
- (1976): Characeen aus Bayern. Teil I. Bestimmungsschlüssel und Abbildungen. – Ber. Bayer. Bot. Ges. **47**: 229 - 257.
- (1981): Characeen als Bioindikatoren für den Gewässerzustand. – Limnologica **13**: 399 - 418.
- (1986): Die Bart-Armleuchteralge *Lychnothamnus barbatus* im Klopeiner See, Kärnten. – Carinthia II **176/96**: 337 - 354.
- (1997): Charales (Charophyceae). – In: Ettl, H., G. Gärtner, H. Heynig & D. Mollenhauer (Hrsg): Süßwasserflora von Mitteleuropa. G. Fischer, Jena, Stuttgart, Lübeck, Ulm, 202 pp.
- LANG, G. (1981): Die submersen Makrophyten des Bodensees – 1978 im Vergleich zu 1967. – Bericht der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee **26**: 1 - 64.
- MELZER, A. (1988): Der Makrophytenindex – eine biologische Methode zur Ermittlung der Nährstoffbelastung von Seen. – Habilitationsschrift d. TU München, 249 pp.
- MIGULA, W. (1897): Die Characeen. – Rabenhorst, L. (Hrsg.): Kryptogamenflora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Kummer, Leipzig, 765 pp.
- MOORE, J. (1986): Charophytes of Great Britain and Ireland. – Bot. Soc. British Isles. BSBI Handbook **5**: 140 pp.
- PIETSCH, W. (1982): Makrophytische Indikatoren für die ökochemische Beschaffenheit der Gewässer. – Ausgewählte Methoden der Wasseruntersuchung, Band II, Biologische, mikrobiologische u. toxikologische Methoden, VEB G. Fischer V. Jena: 67 - 88.
- REITH, W.J. & M.F. BROGGI (1986): Sanierungen der Baggerseen im Walgau. – Amt d. VlbG. Landesregierung (Hrsg.): Lebensraum Vorarlberg – Grundlagenarbeiten zu Natur und Umwelt. Bd. **1**: 191 pp.
- ROTT, E., P. PFISTER, E. PIPP, H. VAN DAM, K. ORTLER, N. BINDER & K. PALL (1999): Indikationslisten

für Aufwuchsalgen in Österreichischen Fließgewässern, Teil 2: Trophicindikation sowie geochemische Präferenz, taxonomische und toxikologische Anmerkungen. – WWK, BM f. Land- u. Forstwirtschaft, Wien, 248 pp.

- SCHMIDT, D. (1981): Die Characeen – eine im Aussterben begriffene Pflanzengruppe unserer Gewässer. – *Gleditschia* **8**: 141 - 157.
- SCHMIDT, D., K. VAN DE WEYER, W. KRAUSE, L. KIES, A. GARNIEL, U. GEISSLER, A. GURTOWISKI, R. SAMIETZ, W. SCHUTZ, H.-Ch. VAHLE, M. VÖGE, P. WOLFF & A. MELZER (1996): Rote Liste der Armelechteralgen (*Charophyceae*) Deutschlands. 2. Fassung, Stand: Februar 1995. – *Schr.-R. f. Vegetationskde*, **H. 28**: 547 - 576.
- SCHMIEDER, K. (1996): Submerse Makrophyten der Litoralzone des Bodensees 1993 im Vergleich mit 1978 und 1967. – *Inst. f. Landschafts- und Pflanzenökologie, Univ. Hohenheim*, 95 pp.
- SCHWÖRBEL, J. (1993): Einführung in die Limnologie. – 7., vollst. überarb. Aufl. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, 387 pp.
- TREUBER, C. (1991): Vergleichende Diskussion der Funde von Characeen (Armelechteralgen) in Berliner Gewässern. – *Staatsexamensarbeit FU Berlin*, 120 pp.
- VÖGE, M. (1984): Tauchbeobachtungen an Characeae in Seen Hamburgs und Umgebung. – *Ber. Bot. Ver. Hamburg* **5**: 6 - 9.
- WIEGLEB, G. (1978): Untersuchungen über den Zusammenhang zwischen hydrochemischen Umweltfaktoren und Makrophytenvegetation in stehenden Gewässern. – *Archiv für Hydrobiologie* **83**: 443 - 484.
- WOOD, R.D. & IMAHORI (1965): A revision of the Characeae. – *J. Cramer, Weinheim*, 904 pp.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte des naturwissenschaftlichen-medizinischen Verein Innsbruck](#)

Jahr/Year: 2000

Band/Volume: [87](#)

Autor(en)/Author(s): Jäger Dietmar

Artikel/Article: [Beiträge zur Characeen-Flora Vorarlbergs \(Österreich\). 67-85](#)