

Characeen und die vier Elemente

HANS-CHRISTOPH VAHLE

Zusammenfassung

Nachdem die klassische Lehre der vier Elemente Feuer, Wasser, Erde, Luft vor etwa 200 Jahren aus den Naturwissenschaften ausgegrenzt wurde, hält sie hier heute wieder unterschwellig Einzug: Durch die Ökologie und durch ganzheitlich-phänomenologische Strömungen. Die vorliegende Arbeit geht der Fragestellung nach, was für das Verständnis der Characeen gewonnen werden kann, wenn die mitteleuropäische Gewässervegetation unter dem Gesichtspunkt der Vier-Elemente-Lehre betrachtet wird. In den verschiedenen Gestalten der Wasservegetation zeigen sich die vier Elemente folgendermaßen (Bezeichnung der Gestaltmerkmale nach VAHLE 2003):

- Das Element Erde in der fadenförmigen Gestalt (z.B. *Utricularia*, *Myriophyllum*, *Potamogeton pectinatus*)
- Das Element Wasser in der flächenblättrigen Gestalt (z.B. *Nymphaea*, div. Lemnaceen)
- Das Element Luft in der linealischen Gestalt (v.a. Isoetiden)
- Das Element Feuer in der kornförmigen Gestalt (v.a. div. Characeen)

Der Begriff der Characeen als „Feuerpflanzen unter Wasser“ wird ausführlich entwickelt; in ihm finden die zahlreichen Besonderheiten der Characeen in gestaltlicher, ökologischer und physiologischer Hinsicht eine abgerundete Synthese. Abschließend wird auf eine mögliche Anwendung der Erkenntnisse hingewiesen, die in einer Verwendung der *Chara* als Stärkungsmittel für Kulturpflanzen bestehen könnte.

Summary

After being excluded for science for the last 200 years, the four elements now return in two subsidiary areas of science: in ecology and phenomenology. The presentation in hand deals with the question: What kind of understanding for Characeae do we gain, if we examine the central European water vegetation with regard to the four elements? Focussing our view on the shape of vegetation, we notice four characteristic shape features corresponding to the elements (VAHLE 2003):

- The Earth element corresponds to the filamentous shape (e.g. *Utricularia*, *Myriophyllum*, *Potamogeton pectinatus*),
- The Water element corresponds to the broad-leaved shape (e.g. *Nymphaea*, div. Lemnaceae),

- The Air element corresponds to the linear shape (especially Isoetids),
- The Fire element corresponds to the granular shape (especially Characeae).

The concept of Characeae as “submerged Fire plants” is developed comprehensively. It results in a well-rounded synthesis comprising the specific features of Characeae with regard to their shape, their ecology and their physiology. Finally, a possible application of this idea is pointed out, i.e. a utilization of *Chara* as a plant restorative.

Résumé

Alors que la théorie des quatre éléments (le feu, l'eau, la terre et l'air) avait été marginalisée par les sciences de la nature voilà près de deux siècles, on a assisté à sa réapparition discrète par le biais de l'écologie et des flux systémiques. Le présent travail s'attelle à appréhender dans quelle mesure une telle approche peut contribuer à la connaissance des characées dès lors qu'on considère notre végétation aquatique sous l'angle de cette théorie des quatre éléments. Ces derniers s'expriment dans les différentes formes de la végétation aquatique de la manière suivante (définition des caractéristiques selon Vahle 2003):

- L'élément terre est reflété par la forme filamenteuse (par exemple *Utricularia*, *Myriophyllum*, *Potamogeton pectinatus*)
- L'élément eau est représenté par la forme des limbes foliaires (par exemple *Nymphaea*, div. Lemnaceae)
- L'élément air s'exprime sous la forme linéaire (p.e. Isoetides)
- L'élément feu est associé à la forme granulée (p.e. diverses characées)

Le qualificatif de lustre d'eau attribué aux characées est amplement discuté: on y retrouve de manière synthétique les nombreuses particularités des characées, tant sur le plan morphologique qu'écologique et physiologique. Pour conclure, on propose une possible application de ces connaissances, laquelle pourrait déboucher sur l'utilisation de la *Chara* comme produit fortifiant pour nos plantes cultivées.

Keywords: Characeae, four elements, phenomenology, shape of vegetation, water vegetation.

1. Einleitung

Wenn man im Internet unter dem Stichwort der vier Elemente Feuer, Wasser, Erde und Luft sucht, findet man sehr viel im Zusammenhang mit Esoterik, einiges über ganzheitliche Medizin, wo sich die vier Elemente in den vier Temperamenten wiederfinden, und weiteres aus der Naturphilosophie des antiken Griechenlands. Auf letztere geht die Vier-Elemente-Lehre zurück, indem Empedokles im 5. Jahrhundert v. Chr. die Elemente als viergliedrige Einheit erfasste, was als Grundgerüst der ganzen Natur galt. Einige wenige weitere Treffer im Internet handeln von Naturerfahrung bei Kindern, aber es gibt nichts im Zusammenhang mit der Naturwissenschaft im heutigen Sinne. Das muss nicht verwundern, denn die Vier-Elemente-Lehre wurde um 1800 aus den Wissenschaften ausgegrenzt, wie BÖHME & BÖHME (2004) in ihrer Kulturgeschichte der Elemente darlegen. Sie beschreiben aber auch, wie eben diese Vier-Elemente-Lehre gegenwärtig über zwei Strömungen unterschwellig wieder in die Naturwissenschaften einzieht. Die eine ist die Ökologie. Hier tauchen die vier Elemente in den sogenannten abiotischen Ressourcen Klima, Boden, Wasser und Luft wieder auf. Drei der Elemente, nämlich Erde, Wasser und Luft, werden hier sofort erkennbar. Auch beim

Klima ist der Weg über die Energie und die Sonneneinstrahlung zum Feuer nicht weit. Jedoch bleiben die Elemente in der Form sozusagen rein physikalisches Material und man hätte nur neue Namen für längst Bekanntes – und keinen Erkenntniszuwachs.

Das wird anders bei der zweiten zu nennenden Strömung, auf der die Vier-Elemente-Lehre ganz vom Rand her wieder in den Wissenschaftsraum eintritt, wobei sie vor allem in Zusammenhang mit Lebensprozessen gestellt wird. Gemeint ist die Wissenschaftsrichtung, die nach der Erkenntnismethode Goethes arbeitet (BÖHME & BÖHME 2004). Ein Charakteristikum dieser Richtung ist, dass man den sinnlich beobachtbaren Tatsachen, den Phänomenen, mehr Beachtung schenkt, dass man das Denken – anstatt vorschnell Erklärungsmodelle abzuspuhlen – eher dazu benutzt, in die verschiedenen Gestalten und Gestaltungen einzutauchen. Die entsprechende Methodik ist die Phänomenologie.

2 Biologische Phänomenologie: Ein Beispiel

Um die biologische Phänomenologie (BÖHME & SCHIEMANN 1997) zu verdeutlichen, sei ein Beispiel dargestellt. Während einer Exkursion

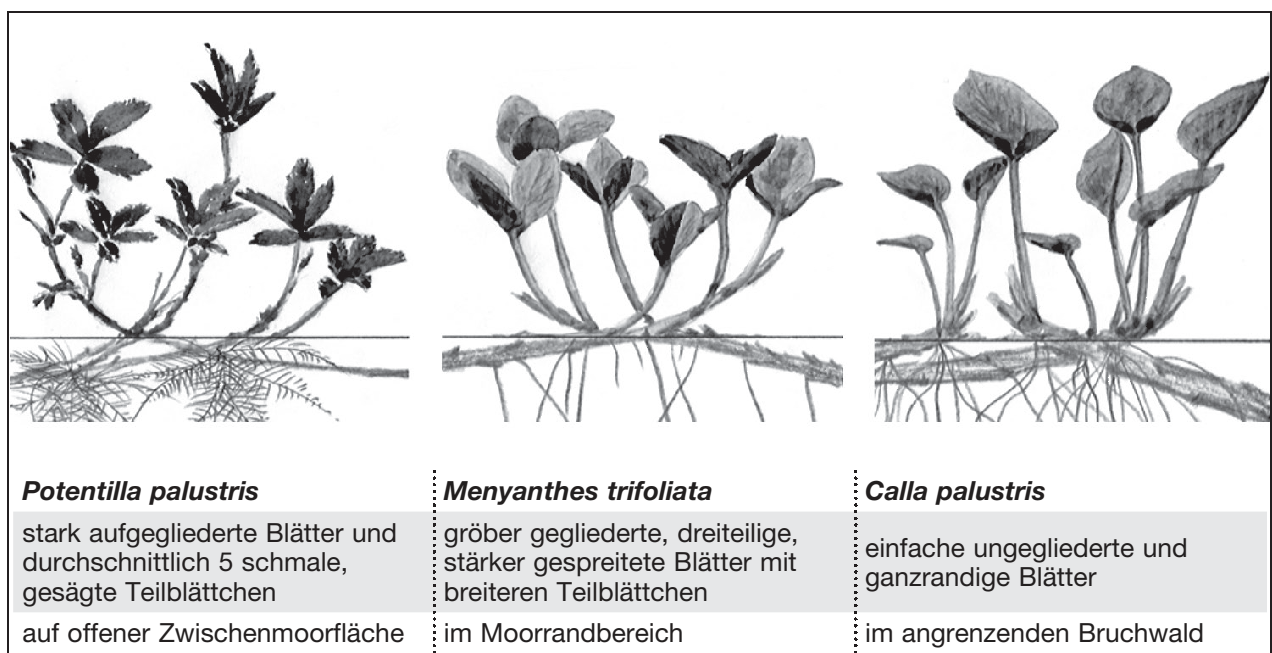


Abb. 1: Drei Sumpfpflanzen mit gleicher Wuchsform, aber unterschiedlicher Gestalt und verschiedenen Wuchsorten.

in einem Kleinstmoor in der Lüneburger Heide fielen drei Sumpfpflanzen mit gleicher Wuchsform auf, die nebeneinander an verschiedenen Stellen siedelten: Sumpfbloodaue (*Potentilla palustris*), Fiebertee (*Menyanthes trifoliata*) und Sumpfcalla (*Calla palustris*), alle Arten mit weit kriechender, waagerechter Sprossachse und einer Wuchshöhe von etwa 30 cm. *Potentilla* besiedelte die offene Moorfläche, *Menyanthes* den Moorrandbereich im Übergang zum angrenzenden Bruchwald und *Calla* den Bruchwald selbst. Da diese Abfolge auch mit einer Gestalt-Metamorphose verbunden war (Abb. 1) wurden die Exkursionsteilnehmer darauf aufmerksam gemacht, um diesen Zusammenhang zunächst einmal nur wahrzunehmen und bewusst aufzufassen. Sofort kam ein Ausruf eines Teilnehmers, dass sich das doch alles physiologisch erklären lasse. Bemerkenswert war die Heftigkeit, mit der dieser Einwand kam, sowie die Schnelligkeit, die einer unmittelbaren Wahrnehmung des gezeigten Phänomens keinen Raum mehr ließ: Ein Beispiel für das Abspulen von Erklärungsmodellen, was den Wahrnehmungskontakt letztlich verhindert. Da es uns heute ganz allgemein recht schwer fällt, bei den Naturerscheinungen zu verweilen, uns darauf einzulassen und darin einzutauchen, soll genau das jetzt Thema sein: Ein Eintauchen in die Phänomene der Wasservegetation und ihre verschiedenen Gestaltungen. Dabei soll parallel versucht werden, den vier Elementen nachzuspüren, wenngleich das zunächst nur vorläufigen und eher intuitiven Charakter haben kann. Was ich hier nicht leisten kann und will, ist eine wissenschaftlich exakte Definition der Elemente; vielmehr will ich die Frage beantworten: Wenn ich die Gewässervegetation unter dem Gesichtspunkt der Vier-Elemente-Lehre betrachte, was gewinne ich dann für ein Verständnis der Characeen?

3 Gestaltgliederung der Wasservegetation

Es soll hier so vorgegangen werden, dass man vom Häufigen und Bekannten ausgeht und von da aus die speziellen Formen aufsucht. Die angewandte Methode ist die der

vergleichenden Gestaltbiologie von Pflanzengesellschaften (VAHLE 2003).

Ausgangspunkt ist die arten- und struktureiche Süßwasser-Vegetation meso- bis eutropher Stillgewässer, wie sie sich etwa in der Seerosen-Gesellschaft (Myriophyllum-Nupharetum) zeigt. Gestaltlich kann hier eine deutliche Differenzierung in eine Schwimmblattschicht mit breit gespreiteten, meist rundlichen Blättern und eine Submersschicht mit zerschlitzten, fadenförmigen Blättern beobachtet werden (Abb. 2; vgl. auch SUCHANTKE 2002). Dies kann in verschiedenen Variationen auftreten. Der extreme Gestaltunterschied beider Schichten führt in unserem Fall zu der Frage, ob dadurch auch zwei verschiedene Elemente zum Ausdruck kommen. Dem kann man sich weiter annähern, wenn Situationen aufgesucht werden, in denen nur eine der Gestalten allein auftritt.

3.1 Fadenförmige Gestalten submerser

Wasservegetation und das Erdelement

Submersvegetation ohne Schwimmblattschicht findet man beispielsweise bei verschiedenen Potamogetonetea-Gesellschaften. Deren oftmals fädig-büschelige Gestalten (Abb. 3) machen rein äußerlich den Eindruck von wurzelartigen Strukturen. Das fadenförmige Gestaltelement dieser Wasserpflanzen hat nicht nur visuelle Ähnlichkeit mit dem Wurzelwerk von Landpflanzen, sondern die Übereinstimmung betrifft auch die funktionelle Ebene. Untergetauchte Wasserpflanzen nehmen zwar auch über die Wurzeln aus dem Boden Nährstoffe auf, aber ebenfalls mit ihrem Sprossbereich aus dem Wasserkörper. Das kann bei manchen Arten soweit gehen, dass sie sich mit ihren feinzerschlitzten, wurzelartigen und dennoch grünen Blättern vollständig aus dem Wasser ernähren, weil ihnen Wurzeln ganz fehlen: beispielsweise Wasserschlauch (*Utricularia*) und Hornblatt (*Ceratophyllum*), aber auch Wassermoose wie die submersen *Sphagnum*-Arten. Der Wasserkörper eines Sees, Teiches oder Weihers wird somit nicht nur von dem Element Wasser bestimmt, sondern auch sehr stark vom Erdelement, welches das Wasser durchzieht und dessen äußere Erscheinungsform die „Wurzelgestalt“ vieler submerser Wasserpflanzen ist.



Abb. 2: Artenreiche Seerosen-Gesellschaft (Myriophyllo-Nupharetum) mit Gestaltdifferenzierung in Schwimmblattschicht und Submersschicht.

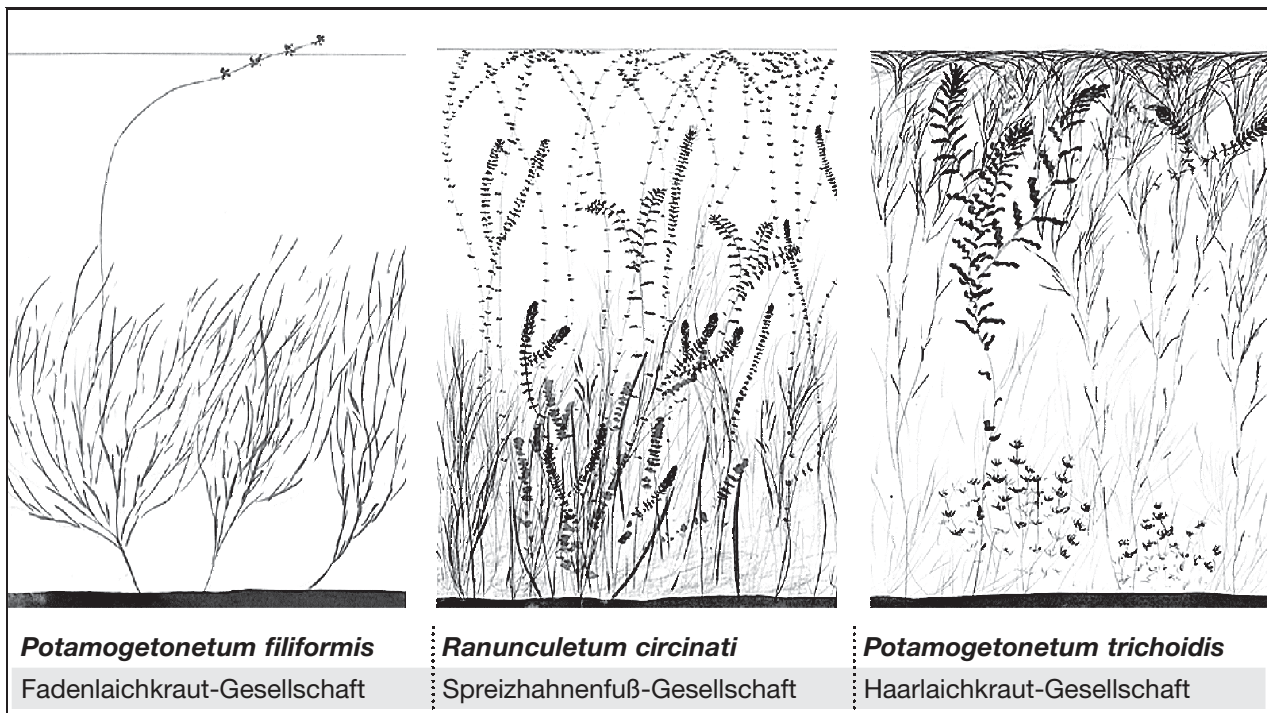


Abb. 3: Submerse Potamogetonetea-Gesellschaften mit fadenförmigen Gestalten: Kennzeichen für die Wirksamkeit des Erdelements unter Wasser.

3.2 Flächenblättrige Gestalten von Schwimmblattvegetation und das Wasserelement

In der gestaltlich so andersartigen Schwimmblattschicht eines Myriophyllo-Nupharetum ist auch die Wirksamkeit eines anderen Elementes zu vermuten. Die runde Form zeigt bildlich einen Charakter des Wassers, das selbst zur Rundung neigt, wenn es zur Ruhe kommt (Tropfen). Auch die extrem waagerechte Ausrichtung der Schwimmblätter unterstreicht den Zusammenhang mit dem Wasser, indem es dessen Oberfläche nachzeichnet. Eine Verbindung zwischen Wasser und großen, rundlichen Flächenblättern kann man auch in anderen Situationen und Gesellschaften beobachten, nicht nur bei Schwimmblättern. Flächenblättrige Gestalten findet man häufig in luftfeuchter, windstiller Lage. Beispielsweise bildet *Nuphar lutea* bei stark sinkendem Wasserstand in windgeschützten Bereichen zunehmend „Luftblätter“ aus, die sich 30 bis 50 cm über den Wasserspiegel oder den Bodenschlamm erheben. Sie können dies, weil der Luftraum sehr stark mit Wasserdampf durchfeuchtet ist – oder in der Sprache der vier Elemente ausgedrückt: Das Wasserelement steigt in den Luftraum auf und beherrscht die-

sen. Gestaltliche Antwort der Vegetation auf diese Situation ist, dass auch die Flächenblätter aus ihrer Lage auf dem Wasserspiegel über diesen gehoben werden. Ein Zusammenhang zwischen großen Flächenblättern und Wasserelement deutet sich hier an. In für Mitteleuropa extremer Form kann man das prinzipiell gleiche Phänomen in der Pestwurzgesellschaft (Chaerophyllo-Petasitetum hybridum) beobachten, die ihre Blattschirme von einem Meter Durchmesser bis zu zwei Meter über die Erdoberfläche erhebt (Abb. 4). Diese Wuchsform ähnelt den aus dem Wasser gehobenen Blättern der Teichrosen und weist wie diese auf die massive Anwesenheit des Wasserelementes in der feucht-kühlen Atmosphäre hin. Beachtenswert ist, dass *Petasites* nicht nur von äußerer Feuchtigkeit passiv abhängt, sondern selbst auch einen Feuchtraum unter ihrem Blätterdach produziert. Hier zeigt sich eine intensive Wechselwirkung zwischen flächenblättriger Gestalt und Feuchtigkeit, was für das Wasserelement charakteristisch ist. Im Gewässer selbst sollte man vermuten, dass die großen Schwimmblätter der Seerosen die typische Gestalt für ein Vorherrschen des Wasser-Elementes sind, während andere Schwimmblattpflanzen wie *Hydrocharis*, *Nym-*



Abb. 4: Pestwurzgesellschaft (*Chaerophyllo-Petasitetum hybridum*) in feuchter Atmosphäre am Bachufer im Bergland. Solche großen Flächenblätter sind charakteristisch für die Wirksamkeit des Wasserelements.

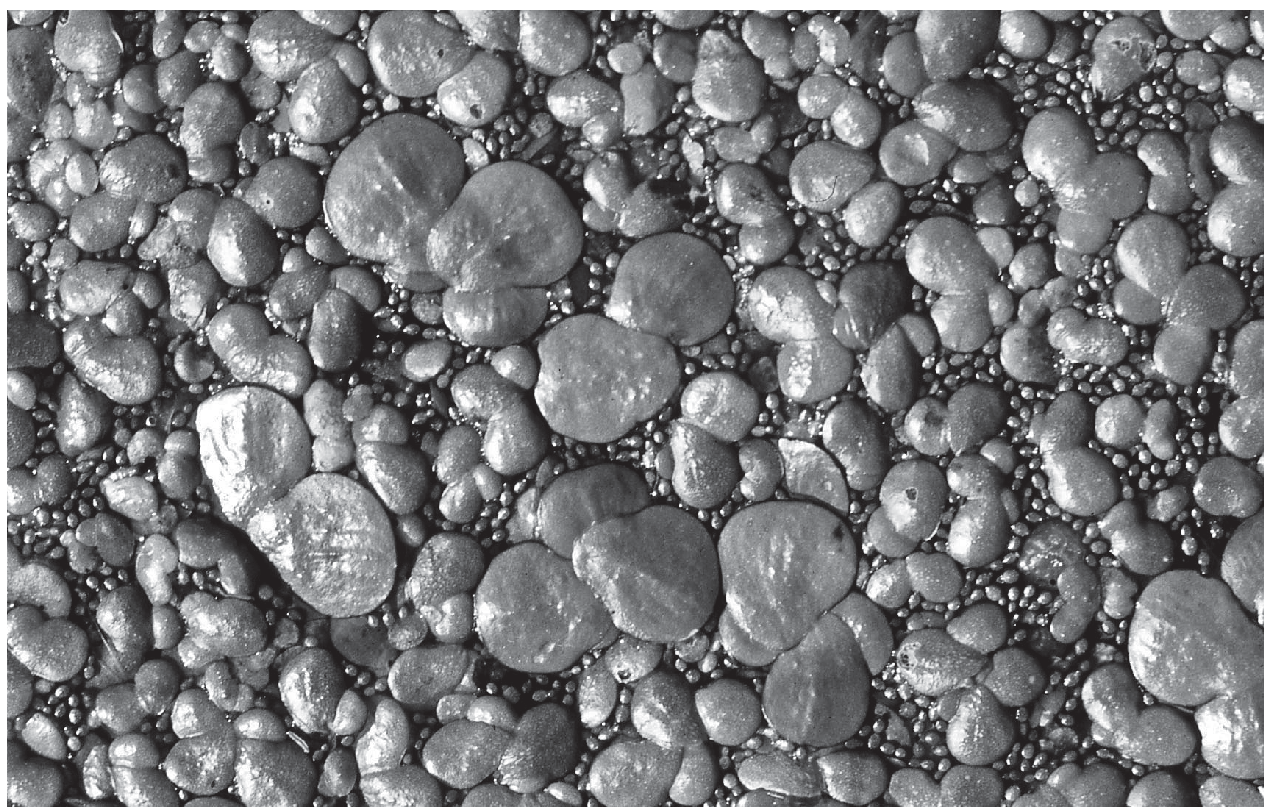


Abb. 5: Eine geschlossene Wasserlinsen-Decke (hier die Teichlinsen-Gesellschaft *Spirodeletum polyrhizae*) wirkt makroskopisch wie ein einziges großes Blatt; sie kennzeichnet eine besonders starke Wirksamkeit des Wasserelements.

phoides, *Potamogeton natans* und *Lemna* als Miniaturausgaben der Seerosen-Gestalt hier nur sekundär in Betracht kommen. Das stimmt jedoch nicht, wenn man die Vegetation als Ganzes in den Blick nimmt, so wie sie uns tatsächlich draußen erscheint (Der Blick auf das jeweilige einzelne Pflanzenindividuum ist ja schon eine analytische Abstraktion, da die Natur uns das so fast nie vorführt). Gerade bei den Wasserlinsen tritt nicht die einzelne Linse in unsere unmittelbare Wahrnehmung, sondern die Wasserlinsen-Decke. Gut ausgebildete Wasserlinsen-Gesellschaften in nährstoffreichen Teichen bilden geschlossene, hellgrüne, waagrecht auf dem Wasser ausgebreitete Schwimmdecken. Sie bestehen fast nur aus Fläche, so dass die Lemneta-Decke das flächige Element par excellence und damit den typischen Vertreter des Wasserelementes im Gewässer bildet (Abb. 5). Der Wasserkörper eines Gewässers würde also unter dem Gesichtspunkt der Vier-Ele-

mente-Lehre nicht nur dem Element Wasser zuzuordnen sein, sondern sich in Wasser und Erde differenzieren, was durch die verschiedenen Vegetationsgestalten zum Ausdruck kommt. Dabei würde das Wasserelement nur in der Nähe des Wasserspiegels zu finden sein und diesen auch nach oben hin überschreiten können. Nach unten zum Grund hin würde das Erdelement anschließen, das den größten Teil des Wasserkörpers ausfüllt.

Durch die Vegetationsgestalten gibt es also Hinweise auf zwei der vier Elemente, wobei das Wasserelement natürlich zu erwarten war und das Erdelement immerhin keine große Überraschung ist. Entsprechend sollten die beiden anderen Elemente, Feuer und Luft, im Wasser allerdings nicht vermutet werden, da sie sowohl von der klassischen Vier-Elemente-Lehre als auch von unserem intuitiven Empfinden her die Gegenspieler von Erde und Wasser sind. So sind Luft und Feuer im Gewässer, vielleicht sogar noch unter Wasser, kaum vorstellbar.

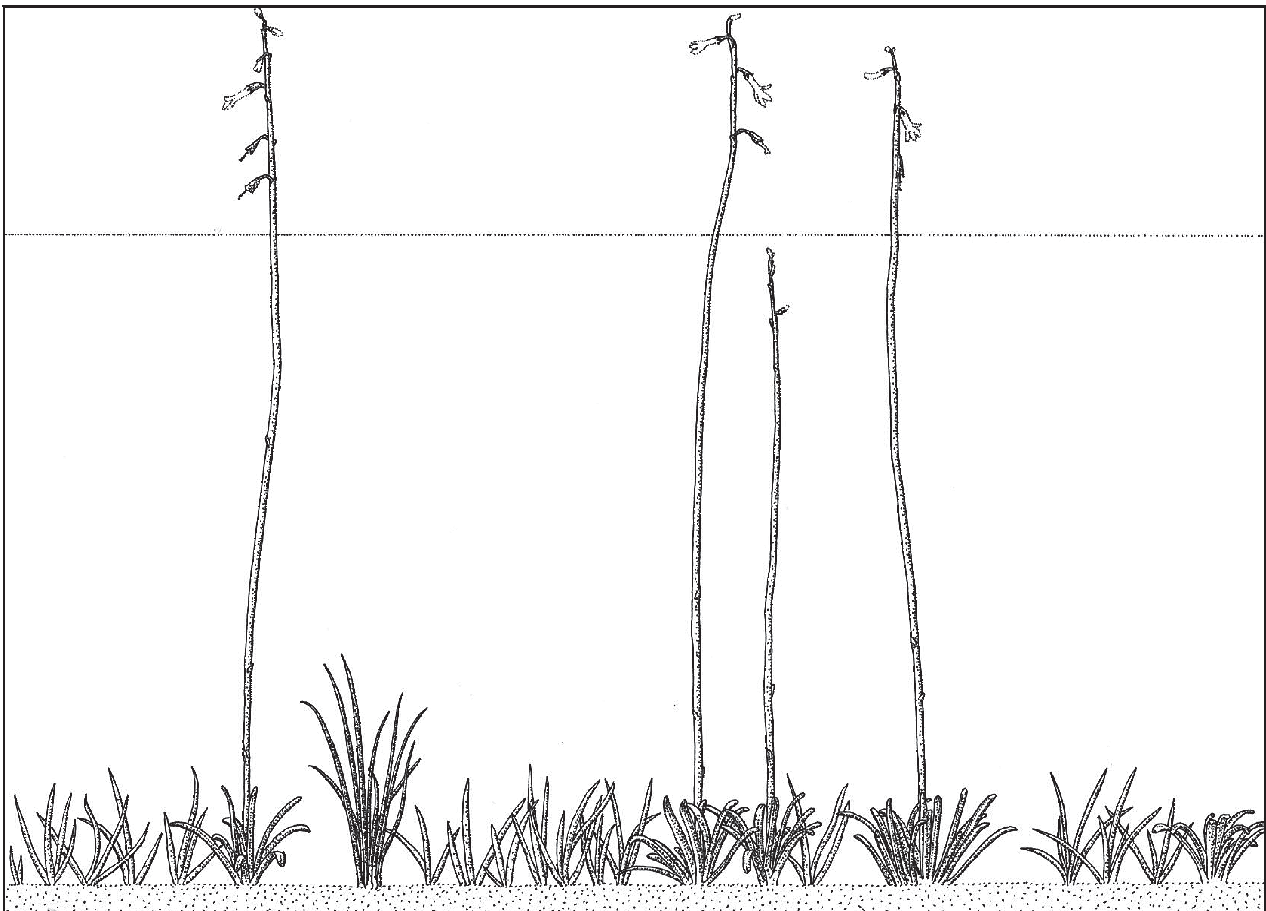


Abb. 6: Lobelien-Gesellschaft (Isoeto-Lobelietum) mit linealischen Gestalten, die im Submersbereich eine Ausnahme sind. Sie kennzeichnen hier die starke Wirksamkeit des Luftelementes, was das Wasserelement überprägt.

3.3 Linealische Gestalten der Strandlingsgesellschaften und das Luftelement

Die Vegetationsgestalten zeigen uns aber etwas anderes, wenn auch nur als besondere Ausnahmen in speziellen Biotopen. Im nährstoffarmen, klaren, weichen Wasser von Heidegewässern mit reinem Sandgrund siedelt (besser: siedelte früher) die Lobelien-Gesellschaft (Isoeto-Lobelietum), die in niedrigen Rasen den Boden unter Wasser überziehen. Ihre Arten (in typischer Ausbildung nur *Littorella* und *Lobelia* und in tieferen Gewässern auch *Isoetes*) sind durch die isoetide Wuchsform und damit durch das linealische Gestaltelement gekennzeichnet (Abb. 6, vgl. VAHLE 1989). Diese Wuchsform zeigt keinerlei Ähnlichkeit mit den flächigen Schwimmblättern, die auf das Wasserelement deuten würden, und bei genauerem Hinsehen auch nicht mit den fadenförmigen Gestalten der Potamogetonetea und Utricularietea. Denn die Arten des Isoeto-Lobelietum haben eine dickliche, lederartige Konsistenz und bilden gedrungene Rosetten anstatt langer, verzweigter Fäden. Die linealische Vegetationsgestalt hat ihren Schwerpunkt normalerweise über der Wasseroberfläche (z.B. in Röhrichtgesellschaften) oder ist – insbesondere – ganz unabhängig von Gewässern für Pflanzengesellschaften trockener Böden kennzeichnend (Wiesen, Getreidefelder, Trockenrasen). Hier steht sie

grundsätzlich mit Luft und Licht in Verbindung (VAHLE 2004 a). Sollten die linealischen Gestalten des Isoeto-Lobelietum auf eine Wirkung des Luftelementes unter Wasser hinweisen? Die genauere Betrachtung des Heidegewässers verdeutlicht, dass hier das Wasser zwar physisch vorhanden ist, aber nicht als Element wirkt. Insbesondere ist es nicht, wie üblicherweise das Wasser in Teichen und Tümpeln, vom Erdelement durchzogen, denn Nährstoffe fehlen dem Wasser im Heidesee nahezu ganz, Schlammablagerungen (Erdelement) halten sich in Grenzen. Typischerweise bedeckt kristallklares Wasser den reinen, mineralischen Sandboden. Heidegewässer werden nur vom Niederschlagswasser gespeist und nehmen auch kaum Nährsalze aus dem armen Sandboden auf. Dazu kommt die intensive Wirkung des Windes, der im Wasser Turbulenzen erzeugt und verhindert, dass sich im Uferbereich Schlamm ablagert. Das Wasser ist sauerstoffreich, da die starke Windbewegung Luftsauerstoff in den Wasserkörper einmischet. Auch das Licht dringt in hoher Intensität bis hinunter zum Gewässergrund und teilweise noch bis in die obersten Bodenschichten hinein. So ist das ganze Wasser durchzogen von den Wirkungen des Luftraumes, sei es durch das Niederschlagswasser, das aus diesem Luftraum kommt und seine Qualität weitgehend beibehält, sei es durch die Wind-

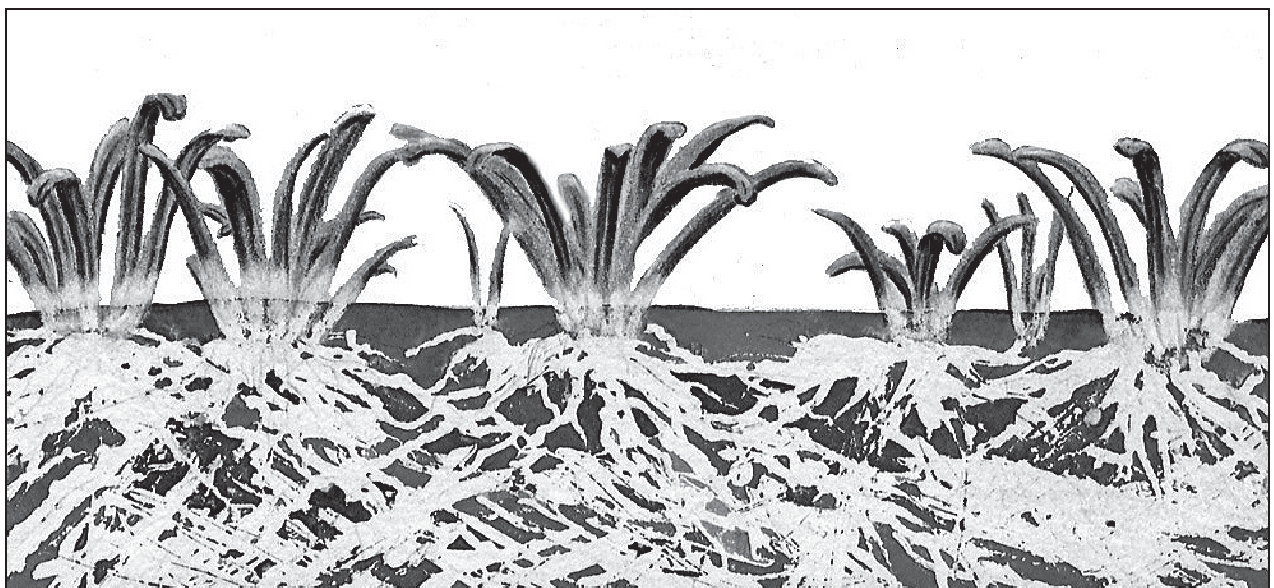


Abb. 7: Die Rhizosphäre des Isoeto-Lobelietum ist sehr ausgeprägt, die Wurzelmasse beträgt bei *Lobelia dortmanna* (hier im Bild) das Vierfache der Sprossmasse. *Lobelia* gibt ihren gesamten photosynthetisch produzierten Sauerstoff über die Wurzeln an den Boden ab: Das Luftelement wird aktiv gefördert.

wirkung, sei es durch das intensive Licht, das durch kristallklares Wasser strahlt.

Die Übereinstimmung zwischen Luftelement und linealischem Gestaltelement geht noch weiter. Denn die Wasserpflanzen des Isoeto-Lobelietum hängen nicht nur von dem „luf-tigen“ Standort ab, sondern sie produzieren ihn gleichzeitig aktiv (VAHLE 1999). Das ist recht ausführlich für Brachsenkraut und Lobelie untersucht worden, die den Boden, auf dem sie wachsen, aktiv mit Sauerstoff anreichern. Das tun zwar auch andere Sumpf- und Wasserpflanzen, jedoch nicht in dieser extremen Form: *Isoetes lacustris* gibt etwa 40 % des photosynthetisch produzierten Sauerstoffes in die Rhizosphäre ab, bei *Lobelia dortmanna* sind es sogar 100 % (SAND-JENSEN & al. 1982, TESSENOW & BAYNES 1978, WIUM-ANDERSEN 1971). So ist das Isoeto-Lobelietum diejenige Wasserpflanzen-Gesellschaft, die das Luftelement im Wasserkörper anzeigt (Abb. 7).

3.4 Kornförmige Gestalten der Characeen und das Feuerelement

Die Tatsache, dass die Brachsenkraut-Lobelien-Gesellschaft das Luftelement aktiv unter Wasser ausgestaltet, lässt die Frage entstehen, ob es eine andere Gruppe vom Pflanzen gibt, die das Gleiche mit dem Feuerelement tut. Hierzu sollen die Characeen näher betrachtet werden. Denn schon rein äußerlich unterscheiden sich diese Pflanzen von den meisten anderen Unterwasserpflanzen durch ihre Bestachelung und ihre Sprödigkeit, insbesondere, wenn man die Gattung *Chara* in den Mittelpunkt der Betrachtung stellt (Abb. 8). Die *Chara*-Arten sind alles andere als weich und haben damit einen ganz anderen Charakter als die bekannten fädigen Formen, die das Erd-element repräsentieren. Stachelige, dornige und behaarte Gestalten sind eher für trocken-warme Standorte typisch und gerade nicht für den Submersbereich. In den Trockenrasen hat das kornförmige Gestaltelement seinen Schwerpunkt (VAHLE 2003). So könnte man auf den Gedanken kommen, die mit Stacheln und „Körnern“ besetzte *Chara*-Form dem Feuerelement zuzuordnen, in abgeschwächter Form vielleicht auch noch *Ceratophyllum* und *Najas*. Diese zunächst nur aus der Gestalt gewonnene Ansicht wird durch die besondere Phy-



Abb. 8: Typische Armleuchteralge mit starker Bestachelung: *Chara hispida* (aus VAHLE 1990 b). Stacheln und Borsten sind für submerse Wasserpflanzen ungewöhnlich und eher bei Pflanzen trocken-warmer Standorte zu finden; sie deuten auf die Wirksamkeit des Feuerelements unter Wasser.

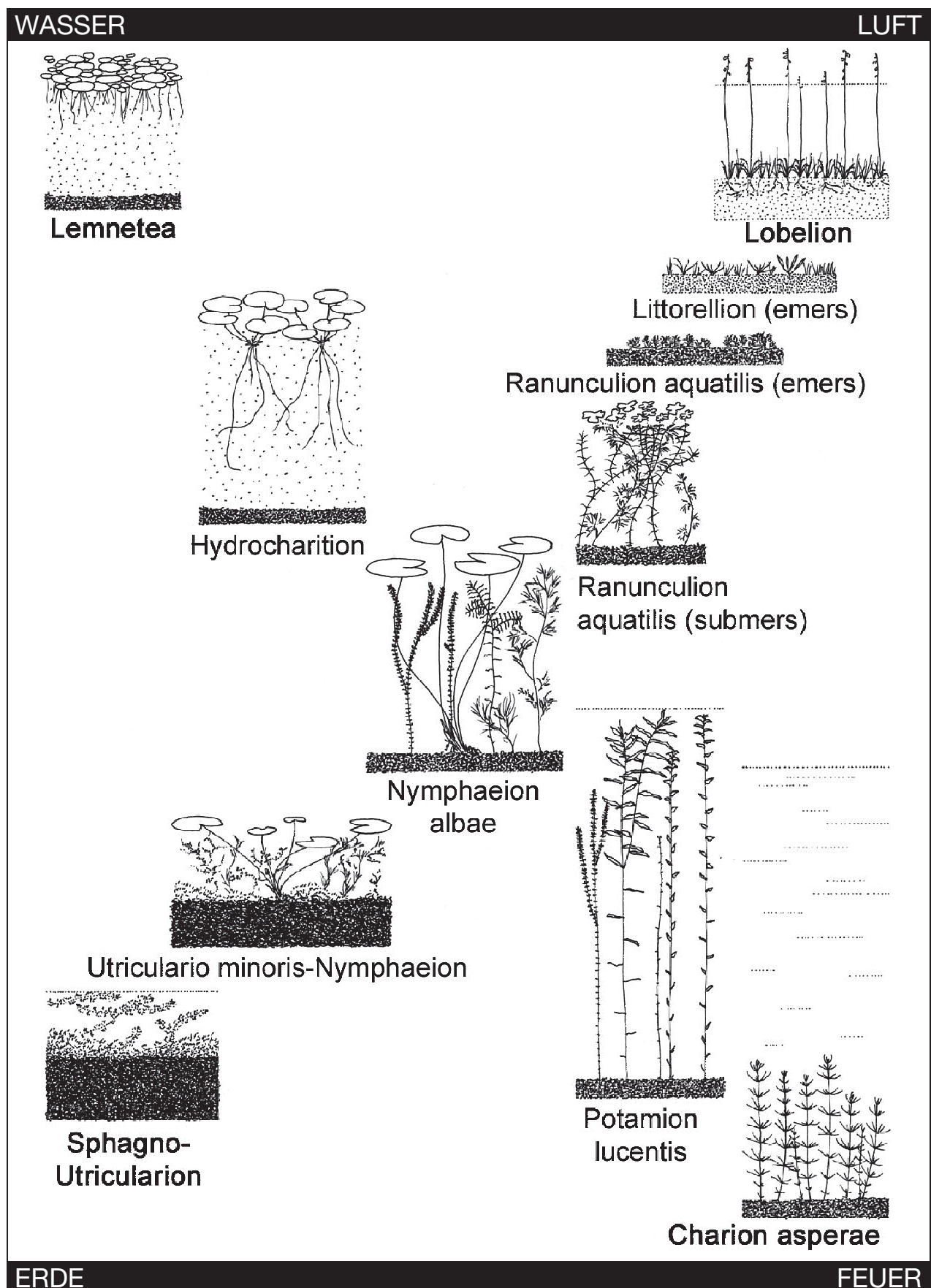


Abb. 9: Gestaltgliederung der mitteleuropäischen Wasservegetation; sie weist in ihren Extremen zugleich auf die vier Elemente.

siologie der Characeen weiter untermauert. Bei den sekundären Inhaltsstoffen fallen vor allem die Schwefelverbindungen auf, die den Pflanzen den unverwechselbaren, senfölar-tigen Geruch geben. In Zusammenhang mit diesen Schwefelsubstanzen stehen wahr-scheinlich verschiedene Effekte wie Resi-stenz gegen Herbarschädlinge (KRAUSE 1981), allelopathische Wirkungen auf Planktonalgen (BLINDOW & HOOTSMANS 1991, WIUM-ANDERSEN & al. 1982) und Toxizität gegen Mückenlarven (BLAZENCIC 2001, GONZALVES & VAIDYA 1963, HAMLYN-HARRIS 1932, MACGREGOR 1924). Da der Schwefel früher dem Feuer und dem Licht zugeordnet wurde, ist damit ein weiterer Hin-weis auf Characeen als „Feuerpflanzen unter Wasser“ gegeben; diese Pflanzen müssten dann also das Feuerelement im Wasser gegen die Wasserkräfte aufbauen. Alle diese Effekte sind von *Ceratophyllum* und *Najas* nicht bekannt, so dass diese Arten als „Feuerpflan-zen“ ausscheiden.

4 Viergliederung der Wasservege-tation und die vier Elemente

Zusammenfassend kann man die gesamte mit-teleuropäische Wasservegetation nach ihrer Gestalt ordnen (VAHLE 2003) und bekommt damit eine Viergliedrigkeit, die Ausdruck der vier Elemente ist (Abb. 9). Das flächenblättrige Element tritt bei den Wasserpflanzen-Gesell-schaften mit Schwimmblättern besonders rein in Erscheinung, und zwar im Extrem in den Wasserlinsen-Decken der Lemnetaea, denen das Wasserelement in seiner typischen Form zugeordnet werden konnte.

Das fadenförmige Gestaltelement hatten wir in Zusammenhang mit dem Erdelement gebracht, was sich unter anderem durch die Wurzelfunktion der Unterwasserpflanzen aus-drückt. Eine Extremform findet sich dann, wenn die Pflanzen ohne Wurzeln frei im Was-ser schwimmen und sich ganz aus dem Was-serkörper ernähren, wie beispielsweise die Wasserschlach-Gesellschaften der Utricularietea intermedio-minoris.

Während diese beiden Aspekte, nämlich flächenblättriges Gestaltelement und Was-serelement im Wasser sowie fadenförmiges

Gestaltelement und Erdelement im Wasser der Normalfall sind, konnten als Sonderfälle gefunden werden: linealisches Gestaltelement der Isoeto-Littorelletea und Luftelement im Wasser sowie stachelig-dornige Gestalten der Characeen-Gesellschaften und Feuerelement im Wasser.

5 Characeen als „Feuerpflanzen unter Wasser“

Er konnte also eine Differenzierung gefunden werden, die auf die vier Elemente hinweist, obwohl sich alles im Wasser abspielt und eigentlich zu erwarten wäre, dass hier nur das Element Wasser wirksam sei. Was kann nun durch den Aspekt der „Characeen als Feu-erpflanzen unter Wasser“ für die Erkenntnis dieser Pflanzengruppe gewonnen werden? Feuer und Wasser ist ja eine erstaunliche Kombination, verhalten sich beide Elemente doch polar: Wasser löscht Feuer, und Feuer verdampft Wasser. Beide zusammen in einer Art Gleichgewicht sind schwer vorstellbar. Was bedeutet es, wenn „Feuerpflanzen“ unter Wasser wachsen?

Eine wichtige Kennzeichnung der Characeen als Feuerpflanzen unter Wasser zeigt sich in der allelopathischen Wirkung gegen Plankto-nalgen. Das konnte in den niederländischen Veluwe-Randmeeren zwischen 1987 und 1997 deutlich beobachtet werden (VAN DEN BERG & al. 1997). In diesen großen Flachseen ent-wickelte sich reichlich Plankton, das im Sommer nur Sichttiefen von etwa 30 cm ermöglichte. Ab 1987 konnte nun eine bemerkenswerte Veränderung festgestellt werden. Durch Ver-ringerung des Fischbesatzes siedelte sich eine kleine lokal beschränkte Population von *Chara contraria* an, die sich von hier aus im Verlauf von 10 Jahren über viele Hektar ausbreitete, so dass schließlich etwa die Hälfte der Boden-fläche der Veluwe-Randmeere bedeckt war. Erstaunlicherweise war überall dort, wo diese Bodenrasen aus Armleuchteralgen wuchsen, das Wasser kristallklar. Wo keine Characeen siedelten, befand sich planktontrübes Wasser. Beide Bereiche waren nur durch einen wenige Meter breiten Übergangsstreifen voneinander getrennt. Nun war die Frage, was Ursache und

was Wirkung war. War zuerst das Wasser klar, und die *Chara contraria* siedelte sich darauf hin an, oder breitete diese sich zuerst aus und klärte dann das Wasser nachträglich aktiv? Die Frage kann eindeutig beantwortet werden: Die Armleuchteralgen waren die entscheidenden Aktivposten in dieser Entwicklung (ecosystem engineers: LAWTON 1994, Jones & al. 1994, GURNEY & LAWTON 1996), nicht nur indem sie zu einer verminderten Sedimentresuspension und einer erhöhten Sedimentation von Stoffen führten, sondern auch und vielleicht vor allem durch Ausscheidung von allelopathischen Stoffen, die das Wachstum der Planktonalgen massiv behinderten (BLINDOW & HOOTSMANS 1991, WIUM-ANDERSEN & al. 1982).

Planktonalgen würden nach der Vier-Elemente-Lehre insbesondere das Erdelement im Wasser kennzeichnen. Gestaltbiologisch gesehen gehört die Planktonvegetation in den Verwandtschaftskreis des fadenförmigen Gestaltelementes. Wenn man sich das fadenförmige Element entstehend denkt aus der zunehmenden Auflösung „normaler“, flächiger Blätter, dann geht diese Auflösung noch weiter, indem aus den makroskopisch noch sichtbaren „Fäden“ nun im Plankton die „grüne Suppe“ entsteht, in der Strukturen nur noch mikroskopisch auszumachen sind. Damit repräsentiert – neben den fadenförmigen Wasserpflanzen – auch das Plankton die Wirkung des Erdelementes im Wasser, was auch in der Aufnahme der gelösten Nährstoffe durch die ganze Pflanze seine physiologische Parallele hat.

Wenn nun die Characeenvegetation auf das Plankton hemmend wirkt, bedeutet das unter dem Elemente-Gesichtspunkt, dass das Feuerelement aktiv gegen das Erdelement wirkt. Der Feuerprozess der Armleuchteralgen muss so effektiv sein, dass er das eigentlich gewässertypische Erdelement im umgebenden Wasser ganz verdrängt, was äußerlich durch das Verschwinden der Planktonalgen sichtbar wird.

Durch die Elementebetrachtung erscheinen auch die Gestaltcharakteristika der *Chara* als konsequent, vor allem deren starke Bestachelung. Die Stacheln, Dornen und Warzen der *Chara* stellen diese gestaltlich in den Zusammenhang mit der Vegetation trocken-heißer

Standorte. Diese wird in Mitteleuropa durch die Trockenrasen repräsentiert, wobei stachelige und dornige Gestalten vor allem für die Kalktrockenrasen charakteristisch sind: In ihnen wirkt das Feuerelement besonders intensiv. Bemerkenswerterweise findet man nun auch bei den typischen *Chara*-Gesellschaften eine enge Beziehung zum Kalk (in und auf der Rinde), der ihnen ein hell-grau-grünes Aussehen verleiht (Abb. 10). Fällt solch ein Bestand trocken, leuchtet die nun ebenfalls abgetrocknete Kalkrinde weiß, so dass die ganze Gesellschaft an eine Schneefläche erinnert (Abb. 11). Ist es vielleicht kein Zufall, dass der Kalk sowohl bei den Trockenrasen als auch bei den *Chara*-Gesellschaften eine Rolle spielt? Zieht er vielleicht in beiden Fällen das Feuerelement an sich?

Es ist nun eine ganze Reihe von Charakteristika gestaltlicher, ökologischer und physiologischer Art gefunden worden, die in dem



Abb. 10: *Chara hispida*: Bestachelung und Kalkum-mantelung stellen eine Verbindung zu Kalktrockenrasen her.



Abb. 11: Trockengefallener Armeleuchteralgen-Tümpel in einem ehemaligen Kalkflachmoor bei Hannover mit dichtem Bodenrasen aus *Chara hispida*, der durch die getrockneten Kalkrinden der Pflanzen weiß erscheint.

Begriff der Characeen als „Feuerpflanzen unter Wasser“ eine abgerundete Synthese finden. Die vielen unterschiedlichen Einzeltatsachen können auf diese Weise in einen in sich stimmigen Zusammenhang gebracht werden.

6 Ausblick auf eine mögliche Anwendung der Erkenntnisse

Aus der so gewonnenen Erkenntnis wäre schließlich zu überlegen, ob daraus eine praktische Anwendung abgeleitet werden könnte, die sich die Feuer-Aktivität der Characeen zunutze machte. Dies könnte dort der Fall sein, wo Erd- und Wasserelement in der Landschaft zu stark und einseitig entwickelt sind. Ohne hier auf Einzelheiten einzugehen (vgl. hierzu VAHLE 2004b), sei darauf hingewiesen, dass die Wirksamkeit der Characeen in manchen Gegenden bereits früher gut bekannt war. So sind beispielsweise am Bodensee, in dem früher sehr große *Chara*-Bestände vorkamen, diese Algen regelmäßig aus dem Wasser gefischt worden, um damit die Felder zu düngen und um Schädlinge zu vertreiben

(BAUMANN 1911, SCHRÖTER & KIRCHNER 1902). Im Bodensee war es vor allem *Chara tomentosa*, die zweimal jährlich „schiffsladungsweise“ (KRAUSE 1997) geerntet wurde. Inzwischen ist diese Art der Felddüngung in Vergessenheit geraten: einerseits wegen der Ablösung der traditionell-nachhaltigen Landwirtschaft durch die High-tech-Agrokultur mit chemischen Kunstdüngern, andererseits durch das Verschwinden der *Chara tomentosa* aus dem Bodensee durch die Gewässerverschmutzung. Auch nach der Bodenseesanierung am Ende des letzten Jahrhunderts ist diese Art hier erst wieder vereinzelt erschienen (KIECHLE 2003).

Würde man entsprechende Effekte (Schädlingsbekämpfung usw.) auch heute noch nachweisen können, lägen hier für die ökologische Landwirtschaft ungeahnte Potenziale verborgen. Eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung würde nebenbei das ermöglichen, was heute in Zeiten knapper Naturschutzetats immer weniger realisiert werden kann, nämlich die dauerhafte Erhaltung von Characeen-Populationen in Kleingewässern. Die meisten Characeen-Siedlungen in Klein-

gewässern sind Pionierstadien, die sich kurz nach Ausräumung, Entschlammung oder Neuanlage des Gewässers einstellen. Man müsste aus Artenschutzgründen hier regelmäßig Biotoppflege betreiben, das heißt das Gewässer immer wieder ausräumen und entschlammen. Das ist als reine Naturschutzmaßnahme einerseits teuer, und andererseits bleibt die Frage, wo das Material entsorgt werden soll.

Wenn man nun eine nachhaltige Nutzung dafür finden würde, gäbe es dieses Problem nicht mehr. Eine nachhaltige Bewirtschaftung der Gewässer, um Characeen zu ernten, könnte die dauerhafte Erhaltung der Characeen-Populationen als Pioniervegetation gewährleisten. Landwirtschaft und Naturschutz würden gleichermaßen davon profitieren.

Die Nomenklatur der Characeen folgt KRAUSE (1997). Im Text genannte pflanzensoziologische Gesellschaftsnamen:

Chaerophyllo-Petasitetum hybridi Gams ex Görs et Th. Müller 1969

Isoeto-Lobelietum Tx. 1937

Lemneta De Bolòs et Masclans 1955

Isoeto-Littorelletea Br.-Bl. et Vlieger in Vlieger 1937

Myriophyllo-Nupharetum Koch 1926

Potamogetonetea Klika in Klika et Novák 1941

Utricularietea intermedio-minoris Den Hartog et Segal 1964 em. Pietsch 1965

7 Literatur

- BAUMANN, E. 1911: Die Vegetation des Untersees (Bodensee). – Arch. Hydrobiol./Suppl. 1: 1-554; Stuttgart.
- BLAZENCIC, J. 2001: Uticaj prsljenèica (Charophyta) na komarce. (Effects of stoneworts (Charophyta) on mosquitoes). – Nuaèni skup „Zasavica 2001“, Zbornik radova S. 159-164. PMF Institut za biologiju Novi Sad i Goransko-ekoloski pokret Sremska Mitovica. [Servo-croatian, english summary]
- BLINDOW, I. & HOOTSMANS, M.J.M. 1991: Allelopathic effects from *Chara* spp. on two species of unicellular green algae. – In: HOOTSMANS, M.J.M., & VERMAAT, J.E. (eds.), *Macrophytes, a key to understanding changes caused by eutrophication in shallow freshwater ecosystems*: 139-144.
- BÖHME, G. & BÖHME, H. 2004: Feuer, Wasser, Erde, Luft. Eine Kulturgeschichte der Elemente. – 344 S.; Verlag C. H. Beck, München.
- BÖHME, G. & SCHIEMANN, G. 1997: Phänomenologie der Natur. – Suhrkamp Taschenbuch Wissenschaft 1325; 302 S.; Suhrkamp-Verlag, Frankfurt a.M.
- GONZALVES, E.A. & VAIDYA, B.S. 1963: On the larvicidal properties of Charophytes. – *Hydrobiologia* 21: 188-192.
- GURNEY, W.S.C. & LAWTON, J.H. 1996: The population dynamics of ecosystem engineers. – *Oikos* 76: 273-283; Copenhagen.
- HAMLIN-HARRIS, R. 1932: Some further observations on *Chara fragilis* in relation to mosquito breeding in Queensland. – *American J. Trop. Medicine Parasitology* 26: 519-524.
- JONES, C.G., LAWTON, J.H. & SHACHAK, M. 1994: Organisms as ecosystem engineers. – *Oikos* 69: 373-386; Copenhagen.
- KIECHLE, J. 2003: Bemerkenswerte Characeen im Landkreis Konstanz mit Anmerkungen zur Roten Liste. – *Ber. Botan. Arbeitsgem. Südwestdeutschland* 2: 51-62; Karlsruhe.
- KRAUSE, W. 1981: Characeen als Bioindikatoren für den Gewässerzustand. – *Limnologica* 13 (2): 399-418; Berlin.
- KRAUSE, W. 1997: Charales (Charophyceae). – In: Ettl, H., Gärtner, G., Heynig, H. & Mollenhauer, D. (Hrsg.), *Süßwasserflora von Mitteleuropa* 18: 202 S.; Fischer-Verlag, Jena, Stuttgart, Lübeck, Ulm
- KRIEG, H. & KIES, L. 1989: Artenschutzprogramm Armleuchteralgen (Charophyta) und Süßwasser-Rotalgen (Rhodophyta) im Gebiet der Freien und Hansestadt Hamburg. – *Naturschutz Landschaftspfl. Hamburg, Schriftenr. Umweltbehörde* 30: 1-40; Hamburg.
- LAWTON, J.H. 1994: What do species do in ecosystems? – *Oikos* 71: 367-374; Copenhagen.
- MACGREGOR, M.E. 1924: Tests with *Chara foetida* and *Chara hispida* on the development of mosquito larvae. – *Parasitology* 1924.
- SAND-JENSEN, K., PRAHL, K. & STOKHOLM, H. 1982: Oxygen release from roots of submerged aquatic macrophytes. – *Oikos* 38: 349-354; Copenhagen.
- SCHRÖTER, C. & KIRCHNER, O. 1902: Die Vegetation des Bodensees, 2. Teil. – *Schriften Ver. Geschichte Bodensee Umgeb.* 31: 1-86; Lindau.
- SUCHANTKE, A. 2002: Metamorphose. Kunstgriff der Evolution. – 332 S.; Verlag Freies Geistesleben, Stuttgart.
- TESSENOW, U. & BAYNES, Y. 1978: Redoxchemische Einflüsse von *Isoetes lacustris* L. im Littoralsediment des Feldsees (Hochschwarzwald). – *Arch. Hydrobiol.* 82: 20-48; Stuttgart.
- VAHLE, H.-C. 1989: Die ökologische Gestalt eines Lebensraumes: Der Lobelien-Heideweiher. –

- Tycho de Brahe-Jahrb. Goetheanismus 1989: 100-124; Niefern-Öschelbronn.
- VAHLE, H.-C. 1990a: Grundlagen zum Schutz der Vegetation oligotropher Stillgewässer in Nordwestdeutschland. – Natursch. Landschaftspflege Niedersachsen. 22: 1-157; Hannover.
- VAHLE, H.-C. 1990b: Armleuchteralgen (Characeae) in Niedersachsen und Bremen – Verbreitung, Gefährdung, Schutz. – Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen 10 (5): 85-130; Hannover.
- VAHLE, H.-C. 1999: Die Optimierung des eigenen Standortes durch das Isoeto- Lobelietum. – Mitt. bad. Landesver. Naturkunde Naturschutz N.F. 17(2): 281- 291; Freiburg/Brsg.
- VAHLE, H.-C. 2003: Gestaltbiologie von Pflanzengesellschaften in ökologischer und dynamischer Hinsicht. – 234 S.; Martina-Galunder-Verlag, Nümbrecht-Elsenroth.
- VAHLE, H.-C. 2004a: Lichtrasen. Zum landschaftsökologischen, ästhetischen und landwirtschaftlichen Verständnis von Magerrasen. – Natur und Landschaft 79 (1): 10-17; Stuttgart.
- VAHLE, H.-C. 2004b: Das Geheimnis der Armleuchteralgen (Characeae). – Tycho de Brahe-Jahrb. Goetheanismus 2004: 77-117; Niefern-Öschelbronn.
- VAN DEN BERG, M.S., DOEF, R.W., ZANT, F.M. & COOPS, H. 1997: Kranswieren, helder water en macrofauna in de Veluwe randmeeren. – De Levende Natuur 98: 14-19.
- WIUM-ANDERSEN, S. 1971: Photosynthetic uptake of free CO₂ by the roots of *Lobelia dortmanna*. – Physiol. Plant. 25: 245-248.
- WIUM-ANDERSEN, S., ANTHONI, U., CHRISTOPHERSEN, C. & HOUEN, G. 1982: Allelopathic effects on phytoplankton by substances isolated from aquatic macrophytes (Charales). – Oikos 39: 187-190; Copenhagen.

Anschrift des Verfassers:

PD DR. Hans-Christoph Vahle
Goethestr. 14
D-58453 Witten

