

Die Makrophytenvegetation des Rachelsees im Bayerischen Wald

Von A. Melzer, K. Held und R. Harlacher

1. Einleitung

Wie man durch palaeolimnologische Untersuchungen nachweisen konnte, war im Rachelsee bereits Mitte bis Ende des vorigen Jahrhunderts ein deutlicher Versauerungsschub festzustellen (STEINBERG et al. 1984). Zurückzuführen ist er auf den in dieser Zeit betriebenen Abbau sulfidischer Erze in der Rachelkarwand. Bereits 1860 wiesen JOHNSON und SENDTNER auf die saure Reaktion des damals „dunkelkaffeebraunen“ Wassers und die „Armut an organischen Wesen, namentlich an Thieren“ hin. Nach der Einstellung des Bergbaus, der sich eine leichte Erholungsphase des Sees mit pH-Werten um 5,0 anschloß, war dann in den vergangenen Jahrzehnten eine erneute Versauerung festzustellen, wobei sich pH-Werte um 4,5 einstellten (STEINBERG et al. 1984). Wie auch an den beiden Arberseen, wird dieser Anstieg der Protonenkonzentration durch den Sauren Regen verursacht. Was man an anderen Seen als Folge der Versauerung ebenfalls festgestellt hat (vgl. DICKSON 1978, ALMER et al. 1974, 1979), konnte man auch am Rachelsee beobachten: durch eine starke Erhöhung der Aluminiumkonzentrationen des Wassers kam es zu einer Ausfällung von Huminsäuren und einer damit verbundenen deutlichen Zunahme der Wassertransparenz (STEINBERG et al. 1984).

Da der Rachelsee von Natur aus ein saures Gewässer war, dessen pH-Werte vermutlich immer um 5,0–5,2 lagen, konnten sich hier, wenn überhaupt, nur acidobionte Makrophyten behaupten. Leider liegen u. W. keine älteren Florenangaben für den Rachelsee vor, die einen Vergleich mit den heute festgestellten Vegetationsverhältnissen zuließen.

2. Durchführung der Kartierung

Die makrophytische Vegetation des Rachelsees wurde Anfang September 1984 durch Tauchkartierung aufgenommen. Das Vorkommen der Arten wurde dabei nach einer von TÜXEN und PREISING (1942) vorgeschlagenen Schätzmethode bewertet, bei der Häufigkeit und Deckungsgrad der jeweiligen Art berücksichtigt werden. Diese sog. Mengenschätzung hat sich bei der Kartierung von Fließ- und Stillgewässern bewährt. Sie wird nach einer fünfstufigen Skala vorgenommen, wobei Schätzstufe 1 = sehr selten, 2 = selten, 3 = verbreitet, 4 = häufig und 5 = massenhaft bedeuten (vgl. MELZER & ROTHMEYER 1983). Bei der Kartierung haben wir den gesamten Uferbereich vom Gewässerrand bis zur untersten Vegetationsgrenze erfaßt, die im Rachelsee etwa bei 5 m Tiefe liegt. Die Uferlinie wurde in 3 Kartierungsabschnitte unterteilt, in denen wir das Vorkommen der jeweiligen Arten getrennt schätzten. Die Kartierung wurde von vier Tauchern vorgenommen, die parallel zum Ufer schwammen, wodurch eine lückenlose Beobachtung des Gewässergrundes möglich war.

3. Die Makrophytenvegetation

3.1 Artenliste

Bryophyta

Marsupella emarginata (Ehrh.) Dum.

Marsupella sphacelata (Gieseke) Dum.

Scapania undulata (L.) Dum.
Sphagnum auriculatum Schimper
Sphagnum Sektion *cuspidata* (submers)
Sphagnum fallax Klinggr.
Sphagnum girgensohnii Russ.
Sphagnum riparium Ångström

Spermatophyta

Carex rostrata Stokes
Juncus bulbosus f. *fluitans* L.

3.2 Angaben zur Verbreitung der Arten

Man kann die Makrophytenvegetation des Rachelsees als sehr artenarm und dabei gleichzeitig als sehr spärlich bezeichnen. Lediglich *Carex rostrata*, als einziger Vertreter des Röhrchens, erreicht größere Häufigkeiten, und zwar vor allem in der flachen Nordbucht, wo sich im Gegensatz zu den anderen Teilen des Rachelsees ein Verlandungsufer ausgebildet hat. Die einzige submerse Samenpflanze ist *Juncus bulbosus* f. *fluitans*. Im Gegensatz zu den beiden Arberseen (MELZER & ROTHMEYER 1983) gedeiht die Art im Rachelsee aber nur in einem Abschnitt und dabei selten (Schätzstufe 2). Der Artenreichtum innerhalb der Gruppe der Moose ist zwar relativ groß, aber es waren trotz intensiver Suche meist nur wenige Exemplare einer Art zu finden. Am häufigsten kam dabei noch *Sphagnum auriculatum* vor, das am Großen Arbersee eindeutig dominiert (MELZER et al. im Druck). Es sind am Rachelsee aber immer nur einzeln wachsende Pflanzen dieser Art gefunden worden, während im Großen Arbersee ausgedehnte und dichte Rasen das Vegetationsbild prägen. Bis auf *Marsupella emarginata* und *M. sphacelata* kamen auch die übrigen Moosarten des Rachelsees im Großen Arbersee vor.

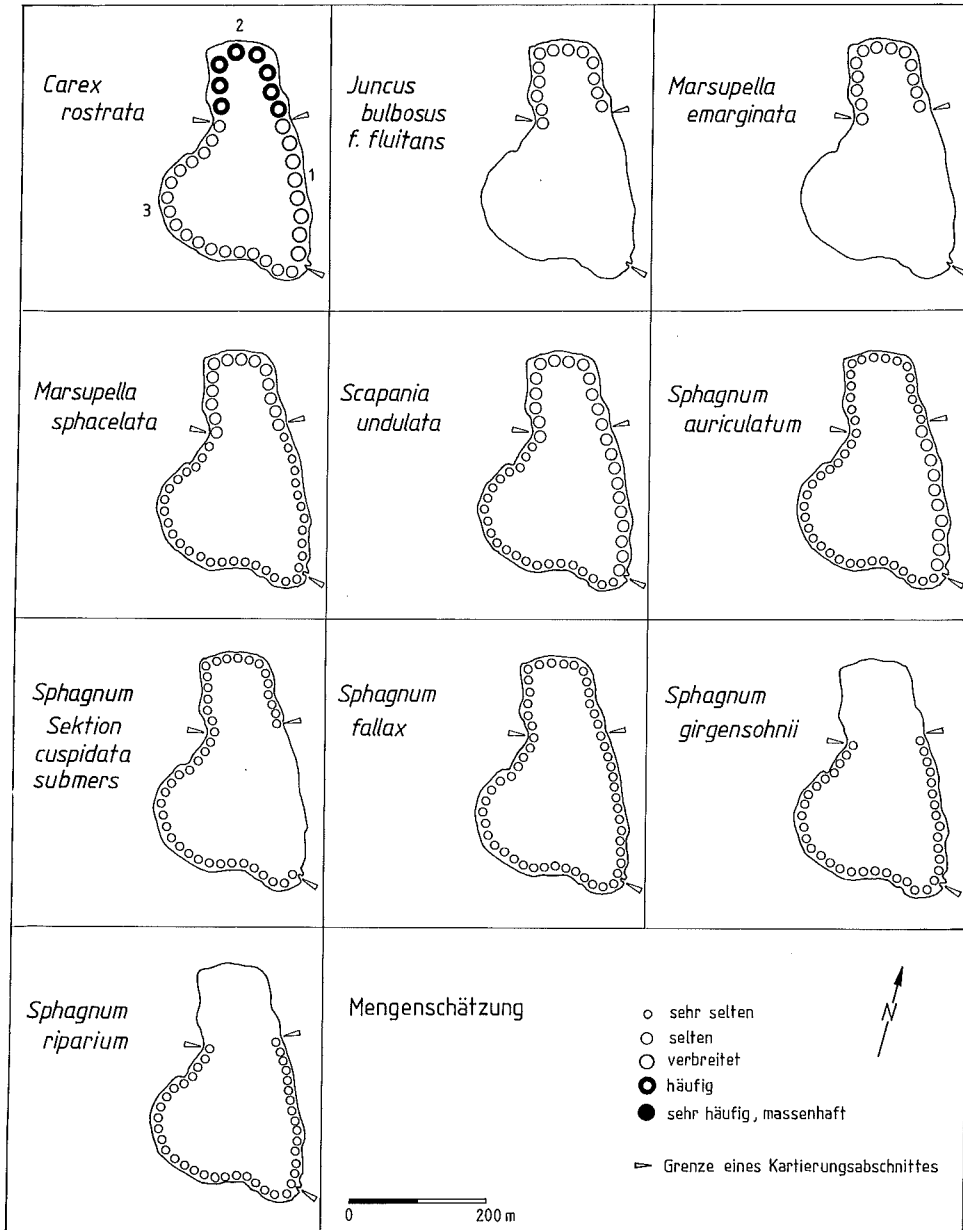
Im Rachelsee fiel auch noch das Vorkommen der Rotalge *Batrachospermum* auf, die zwar nicht zur Gruppe der makrophytischen Wasserpflanzen gezählt wird, wegen ihres häufigen Auftretens in versauerten Gewässern (vgl. GRAHN et al. 1974) aber einen wichtigen Indikator darstellt und deshalb an dieser Stelle erwähnt sei. Alle von uns beobachteten Exemplare wuchsen auf umgestürzten Baumstämmen, die in großer Anzahl auf dem Gewässergrund liegen. Die Fallaubschicht stellt für die Ansiedlung dieser Alge offenbar ein völlig ungeeignetes Substrat dar, denn sie benötigt zur Anheftung mit ihren Rhizoidzellen einen festen Untergrund. Da die gesammelten Exemplare z. T. steril waren, konnte keine genaue Bestimmung vorgenommen werden. Sicher ist jedoch, daß eine häufig vorkommende Art nicht *Batrachospermum moniliforme* ist und eine zweite häufige Art vermutlich *B. dillenii* Bory.

4. Diskussion

Die Gründe für den geringen submersen Bewuchs des Rachelsees sind nicht ohne weiteres abzuschätzen. Nach unseren Beobachtungen hat sich fast im gesamten Bereich der Uferbank eine dicke Schicht unzersetzten Fallaubs, hauptsächlich von *Fagus sylvatica*, herausgebildet. Es ist denkbar, daß die jährliche Deposition neuen Fallaubs so stark ist, daß die Sphagnen größtenteils überdeckt werden und damit zu keinem Massenwuchs kommen können wie etwa im Großen Arbersee. Dort war jedenfalls keine entsprechende Fallaubakkumulation zu beobachten, wenn man von der Einschwemmung von Coniferennadeln im Bereich des Arberseezuflusses absieht. Gerade dort waren aber ebenfalls die geringsten Sphagnenvorkommen festzustellen.

Was im Rachelsee weiterhin auffällt, sind große Watten fädiger Grünalgen, die dem Sediment locker aufliegen und die die Sphagnen häufig mit einhüllen (vgl. dazu SINGER et al. 1983). Es handelt sich bei diesen Watten hauptsächlich um *Mougeotia* spec. Da nur sterile Fäden gefunden wurden, war keine genauere Bestimmung möglich. Beim Arbersee tritt eine vergleichbare Veralgung nicht auf. Ein typisches Merkmal vitaler *Sphagnumbestände* ist nach HENDREY und VERTUCCI (1980) sowie SINGER et al. (1983) das Fehlen solcher epiphytischer Algen. Der Algen-

MAKROPHYTENVEGETATION DES RACHELSEES



aufwuchs auf den submersen Sphagnen des Rachelsees muß daher als zumindest ungewöhnlich bezeichnet werden. Ob er der direkte Grund für das geringe Vorkommen der Torfmoose ist, kann aus unseren Beobachtungen aber noch nicht abgeleitet werden. Die von uns ebenfalls beobachteten, oft mehrere Quadratmeter großen Blaualgenüberzüge liegen der Fallaubschicht dicht auf und dürften ein Wachstum von Sphagnen kaum negativ beeinflussen.

Schließlich muß noch berücksichtigt werden, daß Sphagnen in der Lage sind, Kationen gegen Protonen auszutauschen. Bei diesem Vorgang werden aber nicht nur die für die Sphagnen als Nährstoffe dienenden Alkali- und Erdalkalimetalle ausgetauscht (vgl. CLYMO 1963, 1984), son-

dern auch Schwermetall- und Aluminiumionen. Da diese im Sediment und Freiwasser des Rachelsees in gelöster Form in hohen Konzentrationen vorkommen (STEINBERG et al. 1984), wäre es denkbar, daß eine direkte Schädigung für das seltene Vorkommen von Sphagnen im Rachelsee verantwortlich zu machen ist.

5. Zusammenfassung

Der Rachelsee weist nur einen äußerst spärlichen Bewuchs mit makrophytischen Wasserpflanzen auf. Die einzige submerse Samenpflanze ist *Juncus bulbosus* f. *fluitans*. Moose dagegen kommen mit 8 verschiedenen Arten vor, ohne daß eine von diesen aber größere Häufigkeiten erreicht. Bis auf zwei Moosarten gedeihen alle anderen auch im ebenfalls versauerten und nicht weit entfernt gelegenen Großen Arbersee. Über Besonderheiten der Sedimentbeschaffenheit und des Vorkommens von Aufwuchsalgen wird berichtet, und mögliche Gründe für die Spärlichkeit des Bewuchses mit submersen Makrophyten werden diskutiert.

Danksagung

Herrn Siegfried PRIEBE sei für seine Beteiligung bei der Tauchkartierung, dem Bayerischen Rundfunk für die finanzielle Unterstützung der Freilanduntersuchungen und dem Bayerischen Industrieverband Steine und Erden für die bei der Drucklegung dieser Arbeit gedankt. Für ihre freundliche Unterstützung bei der Bestimmung der Moose und Algen möchten wir Herrn R. LOTTO (Garmisch-Partenkirchen) bzw. Frau Prof. Dr. U. GEISLER (Berlin) unseren herzlichen Dank aussprechen. Der Verwaltung des Nationalparks Bayerischer Wald sei für die Hilfsbereitschaft bei den Geländeuntersuchungen gedankt.

Literatur

- ALMER, B., DICKSON, W., EKSTRÖM, C., HÖRNSTRÖM, E. & MILLER, U., 1974: Effects of Acidification on Swedish Lakes. – *Ambio* 3/1: 30–36. – ALMER, B., DICKSON, W., EKSTRÖM, C. & HÖRNSTRÖM, E., 1979: Sulfur pollution and the aquatic ecosystem. – In: NRIAGU, J. O. (Ed.) Sulfur in the Environment, Part II, Ecological Impacts: 271–311. – CLYMO, R. S., 1963: Ion change in *Sphagnum* and its relation to bog ecology. – *Ann. Bot.* 27: 309–324. – CLYMO, R. S., 1984: *Sphagnum*-dominated peat bog: a naturally acid ecosystem. – *Phil. Trans. R. Soc. Lond.* 305: 487–499. – DICKSON, W., 1978: Some effects of the acidification of Swedish Lakes. – *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 20: 851–856. – GRAHN, O., HULTBERG, H. & LANDNER, L., 1974: Oligotrophication – a self-accelerating process in lakes subjected to excess supply of acid substances. – *Ambio* 3: 93–94. – HENDREY, G. R. & VERTUCCI, F. A., 1980: Benthic plant communities in acidic Lake Colden, New York: *Sphagnum* and the algal mat. – In: DRABLOES, D. & TOLLAN, A. (eds.): 314–315. – JOHNSON, S. & SENDTNER, O., 1860: Beziehungen von Pflanzenaschen und Bodenarten zu Vegetationsverhältnissen. – *Ann. Chem. u. Pharmacie* XCV/2: 229 ff. – MELZER, A. & ROTHMEYER, E., 1983: Die Auswirkung der Versauerung der beiden Arberseen im Bayerischen Wald auf die Makrophytenvegetation. – *Ber. Bayer. Bot. Ges.* 54: 9–18. – MELZER, A., HELD, K. & HARLACHER, R., 1985: Die Makrophytenvegetation des Großen Arbersees – neueste Ergebnisse. – *Ber. Bayer. Bot. Ges.* 56: . – SINGER, R., ROBERTS, D. A. & BOYLEN, C. W., 1983: The macrophytic community of an acidic lake in Adirondack (New York, USA): a new depth record for aquatic angiosperms. – *Aquatic Botany* 16: 49–58. – STEINBERG, C., ARZET, K., & KRAUSE-DELLIN, D., 1984: Gewässerversauerung in der Bundesrepublik Deutschland im Lichte paläolimnologischer Studien. – *Naturwissenschaften* 71: 631–633. – TÜXEN, R. & PREISING, E., 1942: Grundbegriffe und Methoden zum Studium der Wasser- und Sumpfpflanzengesellschaften. – *Dtsch. Wasserwirtsch.* 37: 10–17 und 57–69.

Dr. Arnulf MELZER, Karin HELD und Raimund HARLACHER,
Institut für Botanik und Mikrobiologie der
Technischen Universität München,
Arcisstr. 21, D-8000 München 2