

„Abhandlung des Natrongewässer-Symposiums  
Tihany—Szeged—Szarvas“ (29. 9.—4. 10. 1969)

Nr. 12

**Rotatorien als Indikatoren für den  
Chemismus von Binnensalzwässern**

Von A. RUTNER-KOLISKO

Biol. Station Lunz der Österr. Akad. d. Wiss.

Mit 4 Textabbildungen und 2 Tabellen

(Vorgelegt in der Sitzung am 24. April 1970 durch das w. M. W. Kühnelt)

Rotatorien sind eine Klasse der Niederen Würmer, von der allgemein angenommen wird, daß sie nicht marinen Ursprungs ist, sondern im küstennahen Grundwasser oder im Süßwasser aus primitiven Wurmtypen entstand. Jedenfalls haben sich die Rädertiere nur im Süßwasser zu einer großen Formenmannigfaltigkeit entwickelt und spielen hier eine wichtige Rolle in den benthalen und planktischen Biocoenosen. Wird in einem Biotop ein reiches Artenspectrum von Rotatorien gefunden, so kann man mit Sicherheit darauf schließen, daß es sich um Süßwasser oder um Salzwasser geringer Konzentration handelt, wobei in letzterem Fall ganz bestimmte Formen vorherrschen. Die Grenze, bei der sich die Rädertier-Biocoenose in charakteristischer Weise zu verändern beginnt, liegt etwa bei 1500 mg/l, so daß der im „Venice System“ (1958) angegebene Grenzwert für Süßwasser mit 500 mg/l — was die Rotatorien betrifft — sicher viel zu niedrig gegriffen ist.

Die nicht marine Entstehung mag die Ursache dafür sein, daß die meisten Rädertiere gegen erhöhte Elektrolyt-Konzentrationen sehr empfindlich sind. Nur ganz wenige Gattungen, z. B. *Synchaeta* und *Notholca*, haben im kühlen thalassogenen Salzwasser geringer und mittlerer Konzentration eine eigenständige und reiche Formenmannigfaltigkeit entwickelt; darüber hinaus findet man im Brackwasser nur einige eurytope Rotatorienarten, die auch im Süßwasser sehr allgemein verbreitet sind, wie z. B. *Keratella quadrata* oder *Testudinella patina*.

In den athalassogenen Binnensalzwässern liegen sehr viel schärfere und verschiedenartigere Auswahlaktoren vor als im

Brackwasser; zu einem außerordentlich variablen Chemismus und starken Konzentrationsschwankungen kommen noch die klimatischen Faktoren einer extremen Temperatur und eventuellen periodischen Austrocknung hinzu. Dementsprechend ist das Artenspektrum von dem des Brackwassers recht verschieden und in extremen Fällen stark eingeschränkt. Dabei spielen auch die Größe der Gewässer und in einzelnen Fällen Verbreitungsbarrieren eine maßgebliche Rolle. Trotz dieser Vielzahl und Variabilität der Auswahl Faktoren ist jedoch das Gesamtbild der Rotatorienbiocoenose für bestimmte Binnen-Salzwassertypen recht charakteristisch. Für den Spezialisten ist es meist nicht allzu schwierig, sich aus einer Rotatorien-Faunenliste in groben Zügen ein Bild von dem Salzgehalt des Gewässers zu machen, falls chemische Angaben fehlen — was ja leider häufig der Fall ist. In Tabelle 1 wurde versucht, derartige charakteristische Artenspektren zusammenzustellen:

Tabelle 1. Charakteristische Rotatoriengesellschaften verschiedener Gewässertypen.

#### Süßwasser

*Asplanchna priodonta*  
*Conochilus unicornis*  
*Gastropus stylifer*  
*Kellikottia longispina*  
*Keratella cochlearis*  
*Keratella quadrata*  
*Notholca squamula*  
*Polyarthra vulgaris*  
*Synchaeta pectinata*

#### Schwaches Salzwasser

*Anuraeopsis fissa*  
*Asplanchna brightwelli*  
*Brachionus calyciflorus*  
*Brachionus quadridentitatus*  
*Euchlanis dilatata*  
*Filinia longiseta*  
*Hexarthra jennica*  
*Keratella quadrata*  
*Polyarthra vulgaris*

#### Konzentriertes Salzwasser (Cl + SO<sub>4</sub>)

*Brachionus plicatilis*  
*Cephalodella catellina*  
*Cohurella adriatica*  
*Eosphora najas*  
*Hexarthra jennica*  
*Monostyla lamellata*  
*Testudinella patina*

#### Sodawasser (NaHCO<sub>3</sub>)

*Brachionus plicatilis*  
*Brachionus novae-zelandiae*  
*Hexarthra jenkinsae*  
*Monostyla lamellata*

Ähnlich wie bei dem allbekannten Saprobien-system oder bei den bereits bestehenden botanischen Halobiensystemen, liegt der schwache Punkt einer solchen Zusammenstellung in der Tatsache, daß sie wenig oder gar nichts über die ökologischen Ansprüche der einzelnen Arten aussagt, aus denen sie sich zusammensetzt; auch kann jede beliebige von ihnen vorhanden sein, ganz fehlen

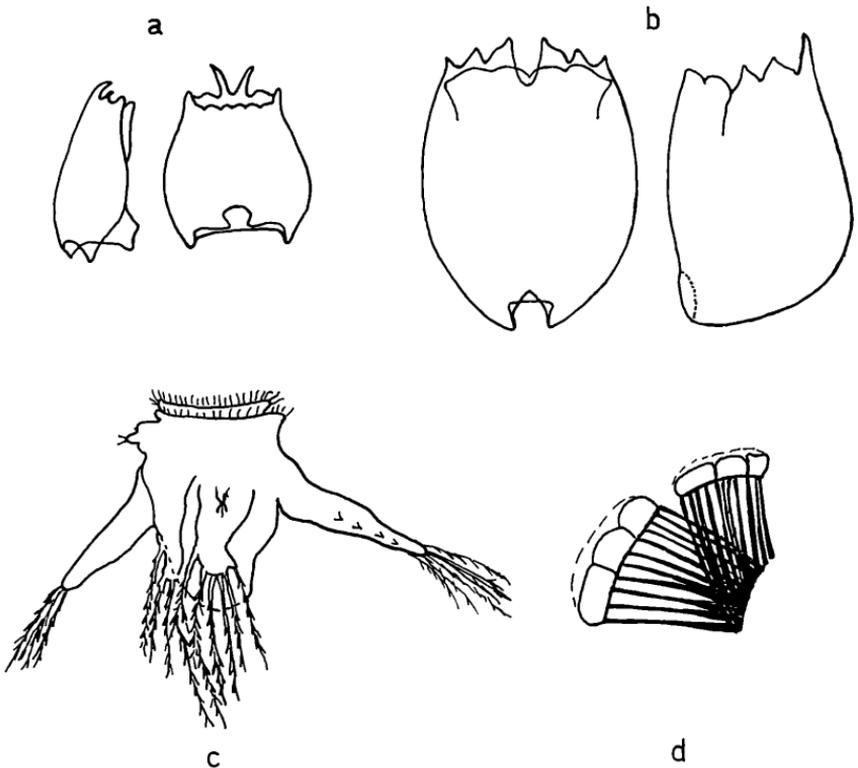


Abb. 1: Morphologische Charakteristik der vier für die Salztoleranz-Analyse verwendeten Arten:

- a) *Brachionus quadridentatus*, Panzer lateral und ventral;
- b) *Brachionus plicatilis*, Panzer lateral und ventral;
- c) *Hexarthra jennica*, lateral;
- d) *Hexarthra jenkiniae*, Reibplatte des Kauers.

oder durch eine nahe verwandte Form ersetzt sein. Erst die mehr oder weniger unbewußte Summierung der charakteristischen Ansprüche der einzelnen Komponenten der Biocoenose durch den mit dem Material vertrauten Bearbeiter läßt die maßgeblichen Eigenschaften des Gewässers klar in Erscheinung treten.

Ich habe daher versucht, einige wenige Formen herauszugreifen, die in vielen Binnensalzwässern auftreten und an Hand der vorliegenden chemischen Daten ihre Elektrolyt-Toleranz festzulegen. Besonders günstig für einen derartigen Versuch erscheinen die mehr oder minder vikariierend auftretenden Artenpaare *Brachionus quadridentatus* und *Br. plicatilis* sowie

*Hexarthra fennica* und *Hex. jenkiniae* (syn. *Pedalia fennica* var. *medica* LÖFFLER und *Pedalia fenn.* var. *polydonta* HAUER), wobei es für unsere Fragestellung unwesentlich ist, ob die letztgenannte Form als eigene Art oder als Variation von *Hex. fennica* aufzufassen ist.

*Brachionus quadridentatus* (Abb. 1a) besitzt einen steifen Kutikularpanzer mit sechs kurzen spitzen Dornen am dorsalen und einem leicht gewellten ventralen Vorderrand und ist unverwechselbar kenntlich durch eine deutlich vorragende Fußröhre.

*Br. plicatilis* (Abb. 1b) ist etwa doppelt so groß, blasenförmig, die Kutikula ist weich, die dorsale Vorderrandbezahnung sägeförmig, der Rand der Ventralplatte vierteilig; es ist keine Fußröhre vorhanden.

*Hexarthra fennica* (Abb. 1c) hat die für die Gattung so charakteristischen sechs beborsteten armartigen Anhänge und ein Hinterende, das abgerundet oder zu einer Spitze ausgezogen sein kann; die Reibplatte des Kauers trägt nicht mehr als sieben Zähne.

*Hexarthra jenkiniae* (Abb. 1d) unterscheidet sich von ihr durch folgende Merkmale:

	<i>H. jenkiniae</i>	<i>H. fennica</i>
Zahnzahl	9—11	7
Relation Ventralarm ohne Borsten: Körperlänge	= 1	> 1
Borstenzahl am Ventralarm	< 8	= 8

(Nur das Merkmal der Zahnzahl ist absolut verlässlich.)

Bei Durchsicht der limnol. Literatur ist es bedauerlich festzustellen, wie viele Faunenlisten und wie wenige für die chemische Charakterisierung eines Gewässers brauchbare Daten vorliegen. Auch ist mir nicht die ganze Salzwasserliteratur bekannt bzw. zugänglich, und daher trägt die folgende Darstellung einen durchaus vorläufigen Charakter und kann jederzeit durch zusätzliche Literaturangaben oder neue Untersuchungen prinzipiell verändert werden. Nur für *H. jenk.* glaube ich alle vorhandenen Daten ausgewertet zu haben.

Um eine übersichtliche Darstellung in einem Dreiecks-Koordinatensystem zu ermöglichen, wurden sämtliche chemischen Daten auf mval umgerechnet und die Anionen in mval-% angegeben. Der eventuelle Sodagehalt wurde als (E—A)-Wert (Erdalkalien [Ca + Mg] minus Alkalinität [BERGER im Druck]) angegeben, der bei allen Alkalikarbonat enthaltenden Proben negativ ist. Die Gesamtkonzentration ist in mg/l angegeben (Tabelle 2).

Tabelle 2.

Lokalität Geogr. Lage	Sign.	A: mval B: %	Alk.	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	E—A (—: Soda)	Konz. mg/l	Species
Rietfont Pan Südafrika (HUTCH.)	RI	A B	2,6 85	0,2 7	0,25 8	—	0,8 —	—1	150	<i>Br. quadr.</i>
Brack Pan I Südafrika (HUTCH.)	BR	A B	4,4 59	1,8 24	1,25 17	—	0,8 —	—3	300	<i>Br. quadr.</i>
Bothasrust Südafrika (HUTCH.)	BO	A B	5 75	1 15	0,7 10	—	— —	—	400	<i>Hex. fenn.</i>
Hot Spring Südafrika (HUTCH.)	H	A B	7 81	1 11	0,6 8	—	0,8 —	—6	500	<i>Hex. fenn.</i>
Füllöpszallas Ungarn (NOGRADI)	FU	A B	7,7 95	0,3 4	0,1 1	17 —	1,8 —	—4,2	686	<i>Br. quadr.</i>
Formos Ungarn (KERTESZ)	F	A B	14 72	0,8 9	1,8 19	0,3 —	1,2 —	—12,5	745	<i>Br. quadr.</i>
Valencia L. Venezuela (GESSNER)	VA	A B	8,2 51	0,8 5	7,0 44	1,3 —	2,0 —	—4,9	954	<i>Hex. fenn.</i>
Péteri S. Ungarn (KERTESZ)	P	A B	12 85	0,6 4	1,6 11	1,0 —	7,0 —	—4	1.120	<i>Br. quadr.</i>
Lacke 21 O Österreich (LÖFFLER)	21	A B	16,2 20	20 25	47 55	1,3 —	8,3 —	—6,6	1.220	<i>Br. quadr.</i>
Lacke 20 J Österreich (LÖFFLER)	20	A B	12,8 60	2 10	6 30	0,8 —	1,5 —	—10,5	1.330	<i>Hex. fenn. Br. quadr.</i>
Lacke 11 J Österreich (LÖFFLER)	11	A B	18,4 87	0,9 4	1,9 9	0,5 —	0,8 —	—17,1	1.500	<i>Hex. fenn. Br. quadr.</i>
Neusiedler See Österreich (RUTNER)	NS	A B	11,6 42	5,3 18	10,8 40	1,6 —	10,0 —	0	1.500	<i>Hex. fenn. Br. quadr.</i>
Dietkau, Mittel- deutschland (ALTHAUS)	D	A B	3,4 13	8,0 30	15,6 57	15 —	6 —	+17	1.730	<i>Br. quadr.</i>

## (Fortsetzung von Tab. 2)

Lokalität Geogr. Lage	Sign.	A: mval B: %	Alk.	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	E—A (—: Soda)	Konz. mg/l	Species
Lacke 22 O Österreich (LÖFFLER)	22	A	20,6	2,6	2,7	Sp.	3,5	—17	1.800	<i>Hex. jenk.</i>
		B	79	10	11	—	—			
Ozbahkuh II Iran (RUTTNER)	O	A	4,4	10,6	8,9	1,8	1,6	—1	1.800	<i>Hex. jenk.</i> <i>Br. plicat.</i>
		B	18	44	38	—	—			
Kurush Göl Iran (LÖFFLER)	KU	A	20	10	3	0,5	2,1	—17,4	1.890	<i>Hex. jenk.</i>
		B	60	30	10	—	—			
Lacke 18 J Österreich (LÖFFLER)	18	A	15	4	7,3	1,0	2,5	—11,5	1.980	<i>Hex. fenn.</i> <i>Br. quadr.</i>
		B	57	15	28	—	—			
Lacke 24 J Österreich (LÖFFLER)	24	A	23,5	2,3	3,3	0,1	0,2	—23,2	2.000	<i>Hex. fenn.</i>
		B	80	8	12	—	—			
Lacke 19 A Österreich (LÖFFLER)	19	A	27	12	20	1,5	11,5	—14	2.800	<i>Br. quadr.</i>
		B	48	20	32	—	—			
Lacke 37 J Österreich (LÖFFLER)	37	A	19,6	12,4	8,4	0,4	1,0	—18,2	2.970	<i>Hex. jenk.</i> <i>Hex. fenn.</i> <i>Br. quadr.</i>
		B	50	30	20	—	—			
Blaauwater Südafrika (HUTCH.)	BL	A	24	30	2	1,4	0,7	—22	3.620	<i>Hex. fenn.</i>
		B	42	54	4	—	—			
Lacke 40 J Österreich (LÖFFLER)	40	A	23,8	13,5	13,1	Sp.	Sp.	—23,8	4.000	<i>Hex. jenk.</i> <i>Hex. fenn.</i> <i>Br. quadr.</i>
		B	48	26	26	—	—			
Lacke 38 J Österreich (LÖFFLER)	38	A	41	28	3,6	0,2	0,1	—41	4.100	<i>Hex. jenk.</i> <i>Br. quadr.</i>
		B	55	40	5	—	—			
Lacke 34 J Österreich (LÖFFLER)	34	A	51	9	17	Sp.	Sp.	—50	4.440	<i>Hex. jenk.</i> <i>Br. quadr.</i>
		B	65	13	22	—	—			
Lacke 27 O Österreich (LÖFFLER)	27	A	62	8	9	Sp.	0,3	—62	4.600	<i>Hex. jenk.</i>
		B	78	10	12	—	—			

Lokalität Geogr. Lage	Sign.	A: mval B: %	Alk.	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	E—A (—: Soda)	Konz. mg/l	Species
Lacke 25 O Österreich (LÖFFLER)	25	A B	87 75	12 10	17 15	Sp. —	0,5 —	—86,5	6.368	<i>Hex. jenk.</i>
Pangur Tso Tibet (HUTCH.)	PT	A B	56 56	17 17	27 27	2,5 —	8 —	—46	6.736	<i>Br. quadr.</i>
Lacke 38 N Österreich (LÖFFLER)	38	A B	43,8 43	32,4 32	25,6 25	Sp. —	2 —	—41	6.919	<i>Br. plicat.</i>
Gerd. ab Iran (RUTNER)	G	A B	9,5 9	94 80	13,3 11	2,6 —	5,4 —	—1,5	7.800	<i>Hex. jenk.</i> <i>Br. plicat.</i>
Lakeside Südafrika (HUTCH.)	LA	A B	6 5	110 93	2,5 2	— —	2 —	<4	8.000	<i>Hex. jenk.</i>
Lacke 30 O Österreich (LÖFFLER)	30	A B	82 82	13 13	5 5	Sp. —	0,1 —	—83	8.435	<i>Hex. jenk.</i> <i>Br. plicat.</i>
Lacke 54 J Österreich (LÖFFLER)	54	A B	60 44	19 15	56 41	Sp. —	Sp. —	—60	8.718	<i>Br. quadr.</i>
Lacke 39 J Österreich (LÖFFLER)	A	A B	57,0 32	60 35	58 33	0,4 —	0,25 —	—56,4	10.800	<i>Br. plicat.</i> <i>Hex. jenk.</i>
Lacke 28 O Österreich (LÖFFLER)	28	A B	143 74	24 12	29 14	Sp. —	Sp. —	—143	11.085	<i>Br. plicat.</i> <i>Hex. jenk.</i>
Niriz S. Iran (LÖFFLER)	NI	A B	1,6 2	110 93	6,3 5	3,0 —	12,2 —	+13,6	13.200	<i>Br. plicat.</i> <i>Hex. jenk.</i>
L. Lenore Nordamerika (ANDERSON)	L	A B	160 66	40 16	44 18	0,5 —	1,1 —	—158	14.000	<i>Hex. jenk.</i>
Brackwasser (Verschiedene Autoren)	B	A B	2,5 0,5	295 90	30 9,5	12 —	126 —	+135	19.400	<i>Br. plicat.</i> <i>Hex. jenk.</i>
L. Werowtaps Australien (BAILY)	WE	A B	108 33	216 67	0 0	0,02 —	0,08 —	—108	22.100	<i>Br. plicat.</i> <i>Hex. jenk.</i>

## (Fortsetzung von Tab. 2)

Lokalität Geogr. Lage	Sign.	A: mval B: %	Alk.	Cl	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	E—A (—: Soda)	Konz. mg/l	Species																																																																																																																																																																																
Van S.	V	A	156	166	50	0,44	8,77	—147	23.000	<i>Br. plicat.</i> <i>Hex. jenk.</i>																																																																																																																																																																																
Anatolien (GESSNER)		B	42	45	13	—	—				Ronde Vlei	R	A	14	403	54	—	25	> +11	30.000	<i>Br. plicat.</i>	Südafrika (HUTCH.)	B	3	84	13	—	—	L. Elmenteita	E	A	290	144	13	0,5	2,5	—287	32.000	<i>Hex. jenk.</i> <i>Br. plicat.</i>	Ostafrika (TALLING)	B	67	30	3	—	—	L. Winnemucca	W	A	168	658	53	16	26	—126	33.000	<i>Hex. jenk.</i> <i>Br. plicat.</i>	Kalifornien (HUTCH.)	B	16	78	6	—	—	Soap L.	S	A	326	152	130	1,0	0,8	—324	35.300	<i>Hex. jenk.</i> <i>Br. plicat.</i>	Nordamerika (ANDERSON)	B	54	25	21	—	—	Mono L.	MO	A	486	358	204	Sp.	Sp.	—358	70.000	<i>Hex. jenk.</i> <i>Br. plicat.</i>	Nordamerika (MASON)	B	50	35	15	—	—	Tso Kar	T	A	35	324	730	20	226	+211	79.266	<i>Br. plicat.</i>	Tibet (HUTCH.)	B	3	30	67	—	—	Nakuru	N	A	1.440	361	37	Sp.	Sp.	—1.440	100.000	<i>Br. plicat.</i>	Ostafrika (TALLING)	B	78	20	2	—	—	Corangamite	C	A	33	2.068	61	2,4	283	+252	126.500	<i>Hex. jenk.</i> <i>Br. plicat.</i>	Australien (BAILY)	B	1,5	95,5	3	—	—	Mare de Latir	MA	A	1.230	47	780	0	0	—1.230	172.000	<i>Br. plicat.</i> <i>Hex. jenk.</i>	Ostafrika (POURRIOT)	B	66	2	32	—	—	Muskiki	MU	A	1.296	833	2.443	Sp.	2.660	+1.364	193.500	<i>Br. plicat.</i> <i>Hex. jenk.</i>	Kanada (RAWSON)	B	28
Ronde Vlei	R	A	14	403	54	—	25	> +11	30.000	<i>Br. plicat.</i>																																																																																																																																																																																
Südafrika (HUTCH.)		B	3	84	13	—	—				L. Elmenteita	E	A	290	144	13	0,5	2,5	—287	32.000	<i>Hex. jenk.</i> <i>Br. plicat.</i>	Ostafrika (TALLING)	B	67	30	3	—	—	L. Winnemucca	W	A	168	658	53	16	26	—126	33.000	<i>Hex. jenk.</i> <i>Br. plicat.</i>	Kalifornien (HUTCH.)	B	16	78	6	—	—	Soap L.	S	A	326	152	130	1,0	0,8	—324	35.300	<i>Hex. jenk.</i> <i>Br. plicat.</i>	Nordamerika (ANDERSON)	B	54	25	21	—	—	Mono L.	MO	A	486	358	204	Sp.	Sp.	—358	70.000	<i>Hex. jenk.</i> <i>Br. plicat.</i>	Nordamerika (MASON)	B	50	35	15	—	—	Tso Kar	T	A	35	324	730	20	226	+211	79.266	<i>Br. plicat.</i>	Tibet (HUTCH.)	B	3	30	67	—	—	Nakuru	N	A	1.440	361	37	Sp.	Sp.	—1.440	100.000	<i>Br. plicat.</i>	Ostafrika (TALLING)	B	78	20	2	—	—	Corangamite	C	A	33	2.068	61	2,4	283	+252	126.500	<i>Hex. jenk.</i> <i>Br. plicat.</i>	Australien (BAILY)	B	1,5	95,5	3	—	—	Mare de Latir	MA	A	1.230	47	780	0	0	—1.230	172.000	<i>Br. plicat.</i> <i>Hex. jenk.</i>	Ostafrika (POURRIOT)	B	66	2	32	—	—	Muskiki	MU	A	1.296	833	2.443	Sp.	2.660	+1.364	193.500	<i>Br. plicat.</i> <i>Hex. jenk.</i>	Kanada (RAWSON)	B	28	18	54	—	—														
L. Elmenteita	E	A	290	144	13	0,5	2,5	—287	32.000	<i>Hex. jenk.</i> <i>Br. plicat.</i>																																																																																																																																																																																
Ostafrika (TALLING)		B	67	30	3	—	—				L. Winnemucca	W	A	168	658	53	16	26	—126	33.000	<i>Hex. jenk.</i> <i>Br. plicat.</i>	Kalifornien (HUTCH.)	B	16	78	6	—	—	Soap L.	S	A	326	152	130	1,0	0,8	—324	35.300	<i>Hex. jenk.</i> <i>Br. plicat.</i>	Nordamerika (ANDERSON)	B	54	25	21	—	—	Mono L.	MO	A	486	358	204	Sp.	Sp.	—358	70.000	<i>Hex. jenk.</i> <i>Br. plicat.</i>	Nordamerika (MASON)	B	50	35	15	—	—	Tso Kar	T	A	35	324	730	20	226	+211	79.266	<i>Br. plicat.</i>	Tibet (HUTCH.)	B	3	30	67	—	—	Nakuru	N	A	1.440	361	37	Sp.	Sp.	—1.440	100.000	<i>Br. plicat.</i>	Ostafrika (TALLING)	B	78	20	2	—	—	Corangamite	C	A	33	2.068	61	2,4	283	+252	126.500	<i>Hex. jenk.</i> <i>Br. plicat.</i>	Australien (BAILY)	B	1,5	95,5	3	—	—	Mare de Latir	MA	A	1.230	47	780	0	0	—1.230	172.000	<i>Br. plicat.</i> <i>Hex. jenk.</i>	Ostafrika (POURRIOT)	B	66	2	32	—	—	Muskiki	MU	A	1.296	833	2.443	Sp.	2.660	+1.364	193.500	<i>Br. plicat.</i> <i>Hex. jenk.</i>	Kanada (RAWSON)	B	28	18	54	—	—																																
L. Winnemucca	W	A	168	658	53	16	26	—126	33.000	<i>Hex. jenk.</i> <i>Br. plicat.</i>																																																																																																																																																																																
Kalifornien (HUTCH.)		B	16	78	6	—	—				Soap L.	S	A	326	152	130	1,0	0,8	—324	35.300	<i>Hex. jenk.</i> <i>Br. plicat.</i>	Nordamerika (ANDERSON)	B	54	25	21	—	—	Mono L.	MO	A	486	358	204	Sp.	Sp.	—358	70.000	<i>Hex. jenk.</i> <i>Br. plicat.</i>	Nordamerika (MASON)	B	50	35	15	—	—	Tso Kar	T	A	35	324	730	20	226	+211	79.266	<i>Br. plicat.</i>	Tibet (HUTCH.)	B	3	30	67	—	—	Nakuru	N	A	1.440	361	37	Sp.	Sp.	—1.440	100.000	<i>Br. plicat.</i>	Ostafrika (TALLING)	B	78	20	2	—	—	Corangamite	C	A	33	2.068	61	2,4	283	+252	126.500	<i>Hex. jenk.</i> <i>Br. plicat.</i>	Australien (BAILY)	B	1,5	95,5	3	—	—	Mare de Latir	MA	A	1.230	47	780	0	0	—1.230	172.000	<i>Br. plicat.</i> <i>Hex. jenk.</i>	Ostafrika (POURRIOT)	B	66	2	32	—	—	Muskiki	MU	A	1.296	833	2.443	Sp.	2.660	+1.364	193.500	<i>Br. plicat.</i> <i>Hex. jenk.</i>	Kanada (RAWSON)	B	28	18	54	—	—																																																		
Soap L.	S	A	326	152	130	1,0	0,8	—324	35.300	<i>Hex. jenk.</i> <i>Br. plicat.</i>																																																																																																																																																																																
Nordamerika (ANDERSON)		B	54	25	21	—	—				Mono L.	MO	A	486	358	204	Sp.	Sp.	—358	70.000	<i>Hex. jenk.</i> <i>Br. plicat.</i>	Nordamerika (MASON)	B	50	35	15	—	—	Tso Kar	T	A	35	324	730	20	226	+211	79.266	<i>Br. plicat.</i>	Tibet (HUTCH.)	B	3	30	67	—	—	Nakuru	N	A	1.440	361	37	Sp.	Sp.	—1.440	100.000	<i>Br. plicat.</i>	Ostafrika (TALLING)	B	78	20	2	—	—	Corangamite	C	A	33	2.068	61	2,4	283	+252	126.500	<i>Hex. jenk.</i> <i>Br. plicat.</i>	Australien (BAILY)	B	1,5	95,5	3	—	—	Mare de Latir	MA	A	1.230	47	780	0	0	—1.230	172.000	<i>Br. plicat.</i> <i>Hex. jenk.</i>	Ostafrika (POURRIOT)	B	66	2	32	—	—	Muskiki	MU	A	1.296	833	2.443	Sp.	2.660	+1.364	193.500	<i>Br. plicat.</i> <i>Hex. jenk.</i>	Kanada (RAWSON)	B	28	18	54	—	—																																																																				
Mono L.	MO	A	486	358	204	Sp.	Sp.	—358	70.000	<i>Hex. jenk.</i> <i>Br. plicat.</i>																																																																																																																																																																																
Nordamerika (MASON)		B	50	35	15	—	—				Tso Kar	T	A	35	324	730	20	226	+211	79.266	<i>Br. plicat.</i>	Tibet (HUTCH.)	B	3	30	67	—	—	Nakuru	N	A	1.440	361	37	Sp.	Sp.	—1.440	100.000	<i>Br. plicat.</i>	Ostafrika (TALLING)	B	78	20	2	—	—	Corangamite	C	A	33	2.068	61	2,4	283	+252	126.500	<i>Hex. jenk.</i> <i>Br. plicat.</i>	Australien (BAILY)	B	1,5	95,5	3	—	—	Mare de Latir	MA	A	1.230	47	780	0	0	—1.230	172.000	<i>Br. plicat.</i> <i>Hex. jenk.</i>	Ostafrika (POURRIOT)	B	66	2	32	—	—	Muskiki	MU	A	1.296	833	2.443	Sp.	2.660	+1.364	193.500	<i>Br. plicat.</i> <i>Hex. jenk.</i>	Kanada (RAWSON)	B	28	18	54	—	—																																																																																						
Tso Kar	T	A	35	324	730	20	226	+211	79.266	<i>Br. plicat.</i>																																																																																																																																																																																
Tibet (HUTCH.)		B	3	30	67	—	—				Nakuru	N	A	1.440	361	37	Sp.	Sp.	—1.440	100.000	<i>Br. plicat.</i>	Ostafrika (TALLING)	B	78	20	2	—	—	Corangamite	C	A	33	2.068	61	2,4	283	+252	126.500	<i>Hex. jenk.</i> <i>Br. plicat.</i>	Australien (BAILY)	B	1,5	95,5	3	—	—	Mare de Latir	MA	A	1.230	47	780	0	0	—1.230	172.000	<i>Br. plicat.</i> <i>Hex. jenk.</i>	Ostafrika (POURRIOT)	B	66	2	32	—	—	Muskiki	MU	A	1.296	833	2.443	Sp.	2.660	+1.364	193.500	<i>Br. plicat.</i> <i>Hex. jenk.</i>	Kanada (RAWSON)	B	28	18	54	—	—																																																																																																								
Nakuru	N	A	1.440	361	37	Sp.	Sp.	—1.440	100.000	<i>Br. plicat.</i>																																																																																																																																																																																
Ostafrika (TALLING)		B	78	20	2	—	—				Corangamite	C	A	33	2.068	61	2,4	283	+252	126.500	<i>Hex. jenk.</i> <i>Br. plicat.</i>	Australien (BAILY)	B	1,5	95,5	3	—	—	Mare de Latir	MA	A	1.230	47	780	0	0	—1.230	172.000	<i>Br. plicat.</i> <i>Hex. jenk.</i>	Ostafrika (POURRIOT)	B	66	2	32	—	—	Muskiki	MU	A	1.296	833	2.443	Sp.	2.660	+1.364	193.500	<i>Br. plicat.</i> <i>Hex. jenk.</i>	Kanada (RAWSON)	B	28	18	54	—	—																																																																																																																										
Corangamite	C	A	33	2.068	61	2,4	283	+252	126.500	<i>Hex. jenk.</i> <i>Br. plicat.</i>																																																																																																																																																																																
Australien (BAILY)		B	1,5	95,5	3	—	—				Mare de Latir	MA	A	1.230	47	780	0	0	—1.230	172.000	<i>Br. plicat.</i> <i>Hex. jenk.</i>	Ostafrika (POURRIOT)	B	66	2	32	—	—	Muskiki	MU	A	1.296	833	2.443	Sp.	2.660	+1.364	193.500	<i>Br. plicat.</i> <i>Hex. jenk.</i>	Kanada (RAWSON)	B	28	18	54	—	—																																																																																																																																												
Mare de Latir	MA	A	1.230	47	780	0	0	—1.230	172.000	<i>Br. plicat.</i> <i>Hex. jenk.</i>																																																																																																																																																																																
Ostafrika (POURRIOT)		B	66	2	32	—	—				Muskiki	MU	A	1.296	833	2.443	Sp.	2.660	+1.364	193.500	<i>Br. plicat.</i> <i>Hex. jenk.</i>	Kanada (RAWSON)	B	28	18	54	—	—																																																																																																																																																														
Muskiki	MU	A	1.296	833	2.443	Sp.	2.660	+1.364	193.500	<i>Br. plicat.</i> <i>Hex. jenk.</i>																																																																																																																																																																																
Kanada (RAWSON)		B	28	18	54	—	—																																																																																																																																																																																			

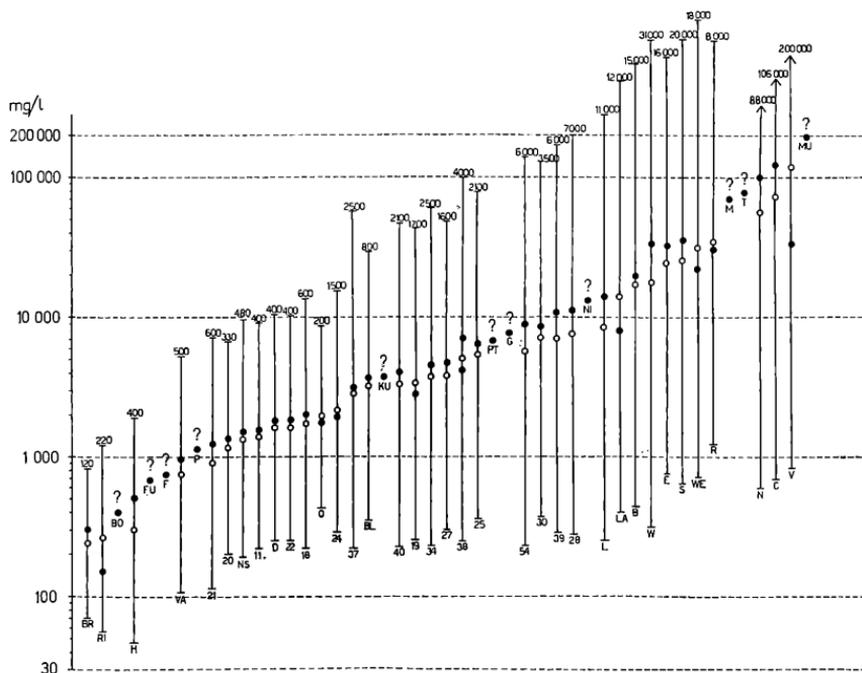


Abb. 2: Schwankungsbreite der für die Analyse herangezogenen Gewässer, in der Reihenfolge ihrer Konzentration.

● = Konzentration im Zeitpunkt der Entnahme;

○ = mittlere Konzentration.

Die Schwankungsbreite ist im logarithm. Maßstab um den Mittelwert ○ aufgetragen, darunter die Kennzeichen der Gewässer (siehe Tab. 2!), darüber die Größe der Schwankung in mg/l.

Für die in einem Gewässer lebenden Organismen ist jedoch nicht nur die im Augenblick der Probenentnahme herrschende Konzentration, sondern auch der Schwankungsbereich der Konzentration äußerst bedeutungsvoll, da dieser von der Population selbst oder zum mindesten von den Dauerstadien ertragen werden muß. Soweit von den zur Analyse herangezogenen Gewässern Daten über Schwankungen des Salzgehaltes erreichbar waren, wurden sie in einem Diagramm (Abb. 2) dargestellt, in dem die tatsächliche Konzentration (●) der Probe im logarithm. Maßstab aufgetragen ist und auch die Schwankungsbreite (in mg/l) um einen errechneten Mittelwert (○) von einem logarithm. Maßstab abgenommen ist. Wie zu erwarten, nimmt die Schwankungsbreite mit ansteigender Konzentration zu. Konzentrationsschwankungen

von 1:2 oder 1:3 werden häufig angegeben, während das Verhältnis 1:10 oder mehr selten aufscheint. Auch bei großen Konzentrationsschwankungen bleibt die relative Anionen-Komposition in den meisten Fällen ziemlich unverändert. Das gilt vor allem für die größeren Salzseen, während z. B. in den Salzlacken des Seewinkels gelegentlich nicht unbeträchtliche Verschiebungen vor allem des  $\text{SO}_4$ -Gehaltes vorkommen können, wie die Analysen LÖFFLERS (1959) zeigen. Ein Beispiel dafür ist die in Abb. 3 eingetragene Lacke 38 (J und N). Trotzdem ist es üblich und erscheint auch berechtigt, ein Salzwasser durch seine Lage im Dreiecks-Koordinatensystem der Anionen chemisch zu charakterisieren.\*

Trägt man nun für jedes der untersuchten Rädertiere die verschiedenen Fundorte in ein derartiges Koordinatensystem ein, wobei die Konzentration durch die Größe des Kreises und der Sodagehalt durch Signaturen dargestellt ist, so ergibt sich folgendes in Abb. 3 dargestellte Bild:

*Br. quadridentatus* tritt nur in Konzentrationsbereichen unter 10.000 mg/l auf (höchste gefundene Werte 8000—10.000 mg/l) und ist nicht an eine bestimmte Anionen-Komposition gebunden. Er scheint Gewässer von schwachem bis mittlerem Sodagehalt (bis 60 mval) zu bevorzugen, kommt aber auch im oligo- bis mesohalinen Brackwasser, in Sulfatgewässern und im reinen Süßwasser vor. Charakteristik: verträgt keine hohen Salzkonzentrationen (> 10.000 mg/l).

*Br. plicatilis* kann sehr weite Konzentrationsschwankungen ertragen, wird aber im allgemeinen nicht unter 7000 mg/l gefunden. Das Vorkommen in einem Oasentümpel in der Ostpersischen Salzwüste (Pr. O) bei nur 1800 mg/l ist eine Ausnahme und erklärt sich vermutlich durch extreme klimatische Faktoren, die die Konkurrenz-Art schon bei geringem Salzgehalt ausschließen. Gegen verschiedene Anionen-Zusammensetzung scheint *Br. plicatilis* vollkommen indifferent zu sein; er kommt bei 95% Cl und 126.000 mg/l (Pr. C, Corangamite, Australien) oder 67%  $\text{SO}_4$  und 79.000 mg/l (Pr. T, Tso Kar, Tibet) ebenso vor wie bei 78% Alk. und 100.000 mg/l (Pr. N, Nakuru, Ostafrika) oder einer ganz gleichmäßigen Anionenverteilung 32:35:33% und 10.000 mg/l (Pr. A, Albersee, Seewinkel). Ebenso scheint das Vorhandensein

\* In einem solchen Dreieck stellen die Eckpunkte jeweils 100% von Chlorid bzw. von Sulfat und Alkalität dar, die gegenüberliegende Seitenlinie des Dreiecks bedeutet 0% des betreffenden Anions. Das Feld ist nach allen Richtungen in 100 Teile geteilt (nur die 50%-Linie wurde in unserem Diagramm dargestellt), so daß jeder Punkt des Koordinatensystems ein bestimmtes %-Verhältnis der 3 Anionen angibt.

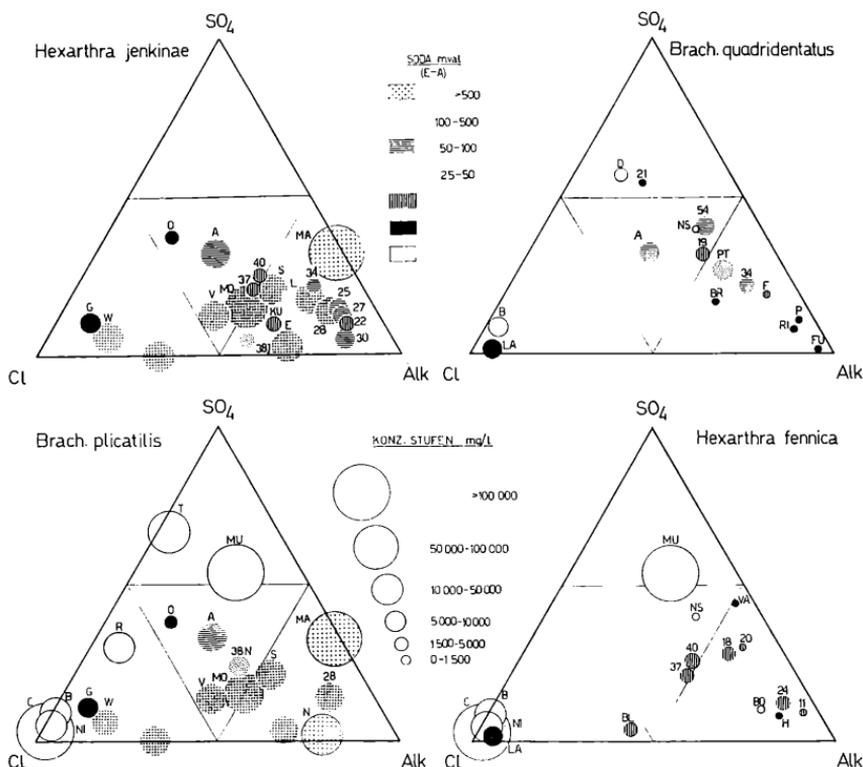


Abb. 3: Auftreten der vier untersuchten Arten, charakterisiert durch die chemische Zusammensetzung der Wohngewässer.

Jedes Gewässer (Kennzeichen siehe Tab. 2!) ist durch einen Kreis symbolisiert, dessen Mittelpunkt die relative Anionen-Komposition (z. B. Mo: 50% Alk, 35% Cl, 15%  $SO_4$ ) und dessen Größe die Konzentration (zusammengefaßt in sechs Stufen) angibt. Der Sodagehalt ist (wieder in Stufen zusammengefaßt) durch verschiedene Signaturen dargestellt.

oder Fehlen von Alkalkarbonat keine Rolle zu spielen, da die (A—E)-Werte der Gewässer von —350 bis +1360 reichen. *Br. plicatilis* tritt immer dann dominierend in einem Gewässer auf, wenn die übrigen Brachionusarten wegen hoher Konzentration oder anderer Faktoren ausscheiden. Charakteristik: in Salzwässern jeder Zusammensetzung über 7000 mg/l.

Demnach überschneiden sich *Br. quadridentatus* und *Br. plicatilis* zwischen 7000 und 10.000 mg/l und können in diesem Bereich nebeneinander vorkommen. Eine nochmalige Durchsicht der Literatur daraufhin ergab auch wirklich zwei gemeinsame

Fundstellen, die Probe A aus dem Seewinkel und eine Sodalacke aus der Bugacs-Pušta: beide hatten Konzentrationen von 9000 bis 10.000 mg/l! In diesem Zusammenhang ist auch die Lacke 38 interessant, deren Schwankungsbereich gerade um 7000 mg/l liegt; hier tritt *Br. plicatilis* nur zu den Zeiten höherer Konzentration auf. Ebenso ist er anscheinend aus dem Lake Lenore, USA (Pr. L), verschwunden, seit dieser durch das Irrigationsprogramm im Grand Coulée-Tal bis zu einer Konzentration von  $\sim 5000$  mg/l verdünnt ist.

*Hex. fennica* zeigt ein sehr charakteristisches Verteilungsbild. Sie erträgt zwar ohne weiteres sehr hohe Konzentrationen sowohl im Cl- wie auch im  $\text{SO}_4$ -Bereich (Pr. Mu, Muskiki, Kanada, 200.000 mg/l, Pr. C, Corangamite, Australien, 126.000 mg/l), aber nur dann, wenn keine Soda vorhanden ist. In Sodagewässern ist sie nur bei geringer Gesamtkonzentration und bis zu einem (E—A)-Wert von — 25 zu finden. Charakteristik: geringe Sodatoleranz ( $< 25$  mval).

*Hex. jenkinsae* hingegen ist, nach allem was man bisher weiß, auf Sodagewässer beschränkt. Hier ist allerdings besondere Vorsicht in der Ausdeutung der Literatur geboten, da die beiden Formen in alten Faunenlisten nicht unterschieden wurden und auch heute noch manche Zweifelsfälle bestehen. Z. B. wird von ANDERSON (1958) für Soap Lake (Pr. S) und Lake Lenore (Pr. L), USA, *Hex. fennica* angegeben, wogegen ich selbst in aus diesen Seen stammendem Material *Hex. jenkinsae* gefunden habe. Die Art scheint bei sehr hohen Konzentrationswerten nicht so regelmäßig aufzutreten wie *Br. plicatilis*. Charakteristik: nur in Sodagewässern.

Bei geringem Sodagehalt gibt es wieder eine Überschneidungszone der beiden Hexarthra-Arten, die in den beiden Seewinkel-Lacken 37 und 40 verwirklicht ist.

Um diese, auf Literatur-Kompilation basierende Analyse der Salztoleranz experimentell zu überprüfen, wurde eine einfache, grob orientierende Versuchsreihe durchgeführt. Von synthetischem Meerwasser und von einer reinen Natriumbikarbonat-Lösung wurden folgende, annähernd gleich konzentrierte Verdünnungsstufen hergestellt:

Stufe	synth. Meerwasser	$\text{NaHCO}_3$ -Lösung
5	unverdünnt, 35 g/l	N/2 = 42 g/l = 500 mval Alk.
4	2 : 1 verdünnt, 23,3 g/l	N/4 = 21 g/l = 250 mval Alk.
3	1 : 1 verdünnt, 17,5 g/l	N/5 = 17 g/l = 200 mval Alk.
2	1 : 4 verdünnt, 7 g/l	N/12 = 7 g/l = 83 mval Alk.
1	1 : 34 verdünnt, 1 g/l	N/84 = 1 g/l = 12 mval Alk.

In diese Lösungen wurden (in mehreren Versuchsserien) je zehn erwachsene Individuen von *Br. plicatilis*, *Br. quadridentatus*, *Hex. fennica* und *Hex. jenkinsae* eingesetzt und die Überlebensrate nach 12 Stunden festgestellt. Da nur die Toxizität des Mediums für die Rotatorien geprüft werden sollte, wurde kein Futter zugesetzt, um Fehler auszuschalten, die durch verschiedene Salzresistenz der Futteralgen auftreten können. Kontrollversuche in filtriertem Wohnwasser zeigten, daß alle drei Arten eine Hungerperiode von 12 Stunden ohne weiteres ertragen können.

Das Ergebnis des Versuches ist in Abb. 4 — als Mittelwerte von drei Serien — dargestellt. Es zeigt sich, daß *Br. plicatilis* den Erwartungen entsprechend die höchste Überlebensrate bei einer Salzkonzentration von ca. 17 g/l bzw. einem Sodagehalt von 200 mval hatte, jedoch weder stark verdünnte noch hyperhaline Lösungen vertrug, ohne Unterschied, ob es sich um Soda- oder Meerwasser handelte. Auch *Br. quadridentatus* verhielt sich erwartungsgemäß, indem die Überlebensrate mit zunehmender Konzentration und ohne Rücksicht auf die Ionenkomposition gleichmäßig abnahm, wobei es in ganz verdünnter Sodalösung sogar noch zu einer Vermehrung kam. Insgesamt scheint *Br. quadridentatus* Soda-, *Br. plicatilis* Meerwasser besser zu vertragen. *Hexarthra jenkinsae* entsprach insofern den Erwartungen, als sie hohe Konzentrationen noch einigermaßen ertrug, aber es zeigte sich kein sehr auffallender Unterschied in der Toleranz gegenüber Soda- bzw. Meerwasser; *Hexarthra fennica* hatte dagegen bei geringen Konzentrationen eine deutlich höhere Überlebensrate im Meerwasser als in der  $\text{NaHCO}_3$ -Lösung, zeigte sich aber wider Erwarten empfindlich gegen hohe Konzentration. Wenn auch verfeinerte Versuche erforderlich sein werden, um das Salztoleranz-Verhalten der besprochenen Arten völlig aufzuklären, so zeigen doch bereits diese Vorversuche eine zufriedenstellende Übereinstimmung mit den aus der Literatur erschlossenen chemischen Ansprüchen im Freiland. Daß die Toleranzgrenzen bei der schockartigen Einwirkung der chemischen Faktoren im Experiment enger liegen als im natürlichen Milieu, ist begreiflich.

Auf Grund der Analyse der chemischen Ansprüche der vier untersuchten Rädertierarten im Freiland kann man nun versuchen, aus ihrem Zusammenvorkommen Rückschlüsse auf den Chemismus des betreffenden Gewässers zu ziehen. Die möglichen Kombinationen lassen sich in Form eines Schemas anordnen, das selbstverständlich nur in groben Zügen als Richtlinie gelten kann,

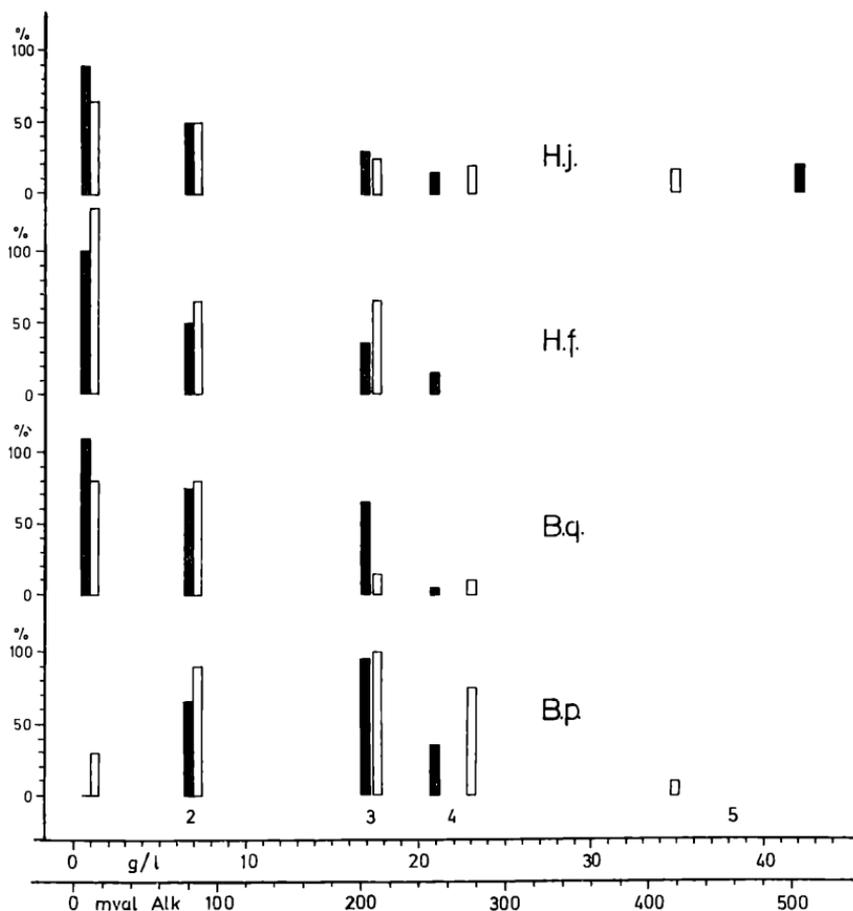


Abb. 4: Überlebensrate von *Brachionus plicatilis* (B.p.), *Brachionus quadridentatus* (B.q.), *Hexarthra fennica* (H.f.) und *Hexarthra jenkiniae* (H.j.) in synth. Meerwasser (weiße Säulen) bzw. NaHCO<sub>3</sub>-Lösung (schwarze Säulen) verschiedener Verdünnung.

ohne auf quantitative Genauigkeit Anspruch zu erheben. Jedenfalls dürfen solche Rückschlüsse nur im positiven Sinn, aus dem Vorhandensein der Indikatororganismen versucht werden. Das Fehlen einer oder der anderen Art sagt nichts aus, da ja abgesehen vom Chemismus noch eine große Zahl anderer Faktoren dafür verantwortlich sein kann.

	<i>Hexarthra jenkiniae</i>	<i>Hexarthra fennica</i>	<i>Brachionus quadridentatus</i>	<i>Brachionus plicatilis</i>
<i>Hexarthra jenkiniae</i>	Soda: bis 500 mval Konz.: meist <100.000 mg/l			
<i>Hexarthra fennica</i>	Soda: bis 25 mval Konz.: <10.000 mg/l	Soda: bis 25 mval Konz.: <10.000 mg/l oder Soda: fehlend Konz.: bis >100.000 mg/l		
<i>Brachionus quadridentatus</i>	Soda: bis 100 mval Konz.: <10.000 mg/l	Soda: bis 25 mval oder fehlend Konz.: <10.000 mg/l	Soda: bis 25 mval Konz.: <10.000 mg/l	
<i>Brachionus plicatilis</i>	Soda: bis 500 mval Konz.: >10.000 mg/l bis >100.000 mg/l	Soda: fehlend Konz.: >10.000 mg/l	Soda: 25 mval Konz.: um 10.000 mg/l schwankend	Soda: vorhanden oder fehlend Konz.: >10.000 mg/l

### Literaturverzeichnis

- ALTHAUS, B., 1956: Faunistisch-ökologische Studien an Rotatorien salzhaltiger Gewässer Mitteldeutschlands. *Wiss. Zeitschr. d. Martin-Luther-Univ. Halle-Wittenberg*, 6/1, 117–157.
- ANDERSON, G. C., 1958: Seasonal Characteristics of Two Saline Lakes in Washington. *Limnology and Oceanography*, 3, 51–68.
- BAYLY, I., 1969: The occurrence of calanoid copepods in athalassic saline waters in relation to salinity and anionic proportions. *Verh. Int. Ver. Limnol.* XVII. 449–455.
- BEAUCHAMP, P., 1932: Rotiferes des Lacs de la Vallee du Rift. *Annals and Mag. of Nat. Hist.* IX, 158–165.

- BERGER, F.; Zur hydrochemischen Charakterisierung von Sodagewässern. Sitz. Ber. österr. Akad. Wissensch. (Im Druck).
- CLARKE, F. W., 1924: Data of Geochemistry. United States Geolog. Survey, Bull. 770, 1—840.
- GESSNER, T., 1959: Hydrobotanik. II. Dtsch. Ver. Wissensch.
- HAUER, J., 1941: Rotatorien aus dem „Zwischengebiet Wallacea“. Int. Rev. d. ges. Hydrol., 41, 177—202.
- 1957: Rotatorien aus dem Plankton des Van-Sees. Arch. Hydrobiol. 53, 23—29.
- HUTCHINSON, E., 1932: A Contribution to the Hydrobiology of pans and other inland waters of South-Africa. Arch. Hydr. 24, 1—136.
- 1937: Limnological Studies in Indian Tibet. Int. Rev. d. ges. Hydrob. and Hydrogr. 35, 134—177.
- 1937: A Contribution to the Limnology of Arid Regions. Trans. of the Conn. Ac. of Arts and Sciences, 33, 47—132.
- JENKIN, P., 1936: Reports on the Percy Sladen Expedition to some Rift Valley Lakes in Kenya in 1929. — VII. Summary of the Ecological Results, with Special Reference to the Alkaline Lakes. Ann. and Mag. of Nat. Hist. 18, 133—181.
- KERTESZ, G., 1956: The Rotifers of the Periodical Waters of Farnos. Acta Zool. Ac. Scient. Hung. 2, 239—258.
- 1960: Die Rotatorien des Péteri-Sees. Ann. Univ. Scient. Ind. de Rol. Eötvös nom. 3, 243—251.
- LÖFFLER, H., 1956: Ergebnisse der Österr. Iran-Expedition 1949/50: Limnol. Beobachtungen an iranischen Binnengewässern. Hydrobiol. VIII, 201—279.
- 1957: Vergl. limnolog. Untersuchungen an den Gewässern des Seewinkels. Verhandl. d. Zoolog.-Bot. Ges. in Wien, 97, 27—52.
- 1959: Zur Limnologie, Entomotraken- und Rotatorienfauna des Seewinkel-Gebietes. Aus den Sitzungsber. d. Österr. Akad. d. Wiss., Mathem.-naturwiss. Klasse, Abt. I, Bd. 168.
- MASON, D. J., 1967: Limnology of Mono Lake California. Univ. Calif. Publ. Zool. 83, 1—109.
- NOGRADI, T., 1957: Beiträge zur Limnologie und Rädertierfauna ungarischer Natrongewässer. Hydrobiol. No. 4. Vol. IX, 348—360.
- POURRIOT, ILLIS & LEVEQUE-DUWAT, 1967: Le plancton des mares natro-nouées du Tchad. Int. Rev. Hydrob. 52/4, 535—543.
- RAWSON and MOORE, 1944: The saline Lakes of Saskatchewan. Can Journ. Res. 22, 141—201.
- RUTTNER, F. und A., 1959: Der Neusiedler See. Landsch. Neusiedler See; Burgenl. Landesmus. Eisenstadt, 1—5.
- TALLING, J. and I., 1965: The Chemical Composition of African Lake Waters. Int. Rev. ges. Hydrobiol. 50, 421—463.
- VENICE, 8.-14. IV. 1958: Symposium on the classification of brackish waters (SIL.). Arch. Ocean. e Limnol. XI. pp. 1—248.
- WEATHERLEY, A. H., 1967: Australian Inland Waters and their Fauna. Austral. Univ. Press, Canberra.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse](#)

Jahr/Year: 1971

Band/Volume: [179\\_5-10](#)

Autor(en)/Author(s): Ruttner-Kollisko Agnes

Artikel/Article: ["Abhandlung des Natrongewässer-Symposiums Tihany-Szeged-Szarvas" \(29. 9. - 4. 10. 1969\). Nr 12. Rotatorien als Indikatoren für den Chemismus von Binnensalzwässern. 283-298](#)