



Vergleich der Anreicherung von Foraminiferenschalen und anderer Mikrofossilien aus sandigen Sedimenten mit Hilfe von Zinkchlorid-Lösung und Tetrachlorkohlenstoff

HOLGER GEBHARDT & CHRISTIAN RUPP^{*)}

3 Abbildungen, 2 Tabellen

*Methodik
Foraminiferen
Flotation
Zinkchlorid
Tetrachlorkohlenstoff*

Inhalt

Zusammenfassung	177
Abstract	177
1. Einleitung	178
2. Material und Methoden	178
3. Ergebnisse	179
4. Diskussion	180
5. Schlussfolgerungen	181
Dank	181
Literatur	181

Zusammenfassung

Der für die Anreicherung von Mikrofossilien (insbesondere Foraminiferen) aus stark sandigen Sedimentgesteinen bisher für die Flotation verwendete hochtoxische Tetrachlorkohlenstoff wurde mit der in der Literatur empfohlenen Zinkchlorid-Lösung hinsichtlich der Auswirkungen auf die Assoziationszusammensetzung unterschiedlicher Sedimenttypen verglichen. Bei stark siliziklastisch dominiertem Sediment sind die Anreicherungsfaktoren bei Zinkchlorid und Tetrachlorkohlenstoff sehr ähnlich (ca. $\times 5$). Bei karbonatisch dominiertem Sediment können die Anreicherungsfaktoren bei Verwendung von Tetrachlorkohlenstoff deutlich höher sein. Die Ausbeuten sind bei Verwendung von Zinkchlorid (ca. 72%) bei beiden Sedimenttypen sehr viel größer als bei Verwendung von Tetrachlorkohlenstoff (ca. 26%). Die Zeitersparnis beim Auslesen der Mikrofossilien bei Anwendung der Flotationsverfahren liegt bei ca. 80%, bei karbonatreichen Sanden mit Tetrachlorkohlenstoff etwas höher. Wegen der ähnlichen Ergebnisse empfehlen wir den Verzicht auf den stark gesundheits- und umweltgefährdenden Tetrachlorkohlenstoff und den Einsatz deutlich weniger gefährlicher salinärer Lösungen wie solche mit dem von uns verwendeten Zinkchlorid. Starke Unterschiede der absoluten und relativen Häufigkeiten bei seltenen Taxa zwischen unflotierten und flotierten Assoziationen schränken die Interpretierbarkeit der flotierten Assoziationen teilweise ein.

Comparison of Concentration Methods (Zinc Chloride Solution and Carbon Tetrachloride) for Foraminiferal Tests and Other Microfossils from Sandy Sediments

Abstract

This study compares the effects of concentration on microfossil assemblages from sandy sediments (particularly foraminifera) by flotation with the highly toxic carbon tetrachloride and zinc chloride solution, the latter recommended in literature. Concentration factors are rather similar with both agents (c. five times) if applied to siliciclastic dominated sediments. Factors are significantly higher with carbon tetrachloride and carbonate dominated sands. Recovery of tests is much higher with zinc chloride solution (c. 72%) than with carbon tetrachloride (c. 26%). Saving of time for picking microfossils is about 80%, with carbon tetrachloride on carbonate dominated sand even higher. Because of very similar results, we recommend to disuse the strongly harmful and environmentally hazardous carbon tetrachloride and to change to less harmful saline solutions like such with zinc chloride. Strong differences of absolute and relative frequencies of rare taxa between non-floated and floated assemblages limit partly the interpretation of floated assemblages.

^{*)} Dr. HOLGER GEBHARDT, Dr. CHRISTIAN RUPP, Geologische Bundesanstalt, Neulinggasse 38, a 1030 Wien.
christian.rupp@geologie.ac.at; holger.gebhardt@geologie.ac.at.

1. Einleitung

Für die routinemäßige Bearbeitung von Sedimentgesteinsproben werden Foraminiferen- und Ostrakodenassoziationen für die biostratigraphische Bestimmung des Ablagerungsalters und der Ablagerungsbedingungen (Paläoenvironments) herangezogen. Insbesondere die sandreichen Sedimente der Molassezone in Österreich erfordern eine Anreicherung der im Schlämmerückstand stark verdünnten Mikrofossilien, da der Auslesevorgang bei unbehandelten Rückständen zu zeitaufwändig wäre. Da Foraminiferen annähernd die gleiche Größe besitzen wie die mit ihnen abgelagerten Sande, kann durch einfache Trockensiebung oft kein ausreichendes Ergebnis erzielt werden.

Bisher wurde daher an der Geologischen Bundesanstalt die Anreicherung mittels Flotation mit Tetrachlorkohlenstoff durchgeführt. Tetrachlorkohlenstoff ist jedoch stark umwelt- und gesundheitsgefährdend (u.A. krebserregend, schädlich für Wasserorganismen, Gefährdung der Ozonschicht; z.B. BGIA 2008, ChemDAT 2000, ESIS 2008, ORME & KEGLEY 2004). Aufgrund dieser Tatsachen wurde nach Alternativen für die Anreicherung gesucht. Einige alternative Trennflüssigkeiten werden in der Literatur diskutiert, die meisten getesteten Stoffe sind aber entweder ebenfalls sehr toxisch und umweltgefährdend oder ergaben keiner befriedigenden Resultate. Beispiele für untersuchte schwere Trennflüssigkeiten (mit angegebener spezifischer Dichte d) sind: Tetrachlorkohlenstoff (GIBSON & WALKER, 1967, $d = 1,59$), Bromoform (GIBSON & WALKER, 1967, $d = 2,89$), Trichloräthylen (Semensatto & Dias-Brito, 2007; $d = 1,46$), Natriumnitrat-Natriumthiosulfat-Lösung (SEMENSATTO & DIAS-BRITO, 2007; $d = 1,46$), Zinkchlorid-Lösung (SEMENSATTO & DIAS-BRITO, 2007; $d = 1,70$) oder Natriumpolywolframat-Lösung (SEMENSATTO & DIAS-BRITO, 2007; $d = 2,50$). Flotationsverfahren wurde für die Anreicherung sowohl rezenter (z.B. MURRAY & ALVE, 2000, DUCHEMIN et al., 2005, Trichloräthylen; ABBENE et al., 2006, Natriumpolywolframat-Lösung) als auch fossiler Assoziationen (KAMINSKI et al, 1989; Tetrachlorkohlenstoff) angewandt.

Die Ergebnisse der Versuche von SEMENSATTO & DIAS-BRITO (2007) zeigten, dass Trennflüssigkeiten mit höherer Dichte (Zinkchlorid-Lösung, Natriumpolywolframat-Lösung) wesentlich höhere Ausbeuten erzielen (91 bzw. 96%) als solchen mit geringeren Dichten (Trichloräthylen, Natriumnitrat-Natriumthiosulfat, 59 bzw. 73%). Zinkchlorid ist zudem wesentlich kostengünstiger als Natriumpolywolframat. Tetrachlorkohlenstoff darf wegen seiner hohen Toxizität heutzutage nicht mehr industriell eingesetzt werden, die Verwendung für wissenschaftliche Zwecke ist noch erlaubt (vergl. EG-Verordnung Nr. 1907/2006, CELEX Nr. 306R1907).

Wegen guter Vergleichsergebnisse gegenüber den anderen Trennflüssigkeiten (SEMENSATTO & DIAS-BRITO, 2007), einer besseren Umweltverträglichkeit und weniger gravierenden Gesundheitsgefahren für das Laborpersonal wurde von uns Zinkchlorid ($ZnCl_2$) als Alternative zu Tetrachlorkohlenstoff (CCl_4) ausgewählt. Auch bei der Anwendung von Zinkchlorid sind geeignete Schutzmaßnahmen zu treffen. Zinkchlorid wirkt stark reizend bis ätzend auf Schleimhäute und Haut. Zur Kanzerogenität liegen keine Angaben vor (BGIA, 2008). Die Substanz ist zudem sehr giftig für Wasserorganismen (ChemDAT, 2000).

Ziel dieser Studie ist es, die Ergebnisse der Flotation mit $ZnCl_2$ mit denen der Flotation mit CCl_4 und zusätzlichen Literaturdaten hinsichtlich Durchführbarkeit, Ausbeute und Veränderung der Zusammensetzung zu beurteilen. Der Vergleich von unbehandeltem Material, mit Zinkchlorid flotiertem Material und mit Tetrachlorkohlenstoff flotiertem Material wird hier vorgestellt.

2. Material und Methoden

Es wurden zwei sehr unterschiedliche Sedimente ausgewählt, um eine möglichst große Übertragbarkeit auf andere Proben zu gewährleisten.

Die erste Probe (A) stammt von einem rezenten Strandsand auf Penguin Island südlich von Perth in Westaustralien. Es handelt sich hierbei um ein relativ grobes Sediment (Mittelsand), das überwiegend aus Karbonatsand besteht. Der Sand enthält neben zahlreichen Foraminiferen auch viele Mollusken-, Bryozoen-, Korallen-, Kalkalgen und Echinodermenreste, Schwammnadeln sowie wenige Ostrakoden.

Die zweite Probe (B, ebenfalls rezent) stammt aus der Mangrove (Gezeitenbereich) der Makau-Lagune in Nordostbrasilien (Bundesstaat Rio Grande do Norte). Der feinsandige Rückstand des Schlicks enthält fast ausschließlich Quarzsand sowie Schalenbruchstücke von diversen Mollusken, verschiedene benthische Foraminiferen sowie Bryozoen und Ostrakoden. Beide Sedimente wurden durch ein 0,063 mm-Sieb mit Leitungswasser gewaschen und für die weitere Behandlung in drei etwa gleich große Subproben unterteilt:

- 1) für die Flotation mit Tetrachlorkohlenstoff (CCl_4),
- 2) für die Flotation mit Zinkchlorid ($ZnCl_2$) und
- 3) als Kontrollprobe ohne Flotationsverfahren.

Für die $ZnCl_2$ -Lösung wurde 72,1 g $ZnCl_2$ in 47 ml destilliertem Wasser gelöst. Aus Sicherheitsgründen sind beim Hantieren mit $ZnCl_2$ und $ZnCl_2$ -Lösung unbedingt Gummihandschuhe zu tragen. Wegen der starken Erwärmung beim Ansetzen der $ZnCl_2$ -Lösung (bis 70°C) sollten nur geeignete Gefäße verwendet (z.B. Bechergläser) verwendet werden.

Die jeweiligen Subproben wurden zwei mal mit $ZnCl_2$ -Lösung in einem Becherglas aufgespült, wenige Sekunden bewegt und dann dem Sediment ca. 5 Sekunden Zeit zum Absinken gelassen bevor die $ZnCl_2$ -Lösung mitsamt den in der Schwebelage befindlichen Sedimentpartikeln in einen Papierfilter dekantiert wurde. Dieser Rückstand wurde danach drei Mal mit destilliertem Wasser gereinigt. Die Durchsicht der Rückstände unter dem Mikroskop zeigt jedoch beim abgesunkenen Rückstand noch erhebliche Mengen Salzreste, sodass entweder öfter gespült werden muss oder ein durchlässigerer Filter verwendet werden sollte. Die mit CCl_4 flotierten Subproben wurden dreimal mit CCl_4 aufgespült und die in der Schwebelage befindlichen Sedimentpartikeln in einen Papierfilter dekantiert. Sowohl $ZnCl_2$ als auch CCl_4 wurden für eine weitere Verwendung rückgewonnen.

Die Probenrückstände wurden für die Auswertung im Trockenschrank bei 70°C getrocknet. Für die Auswertung wurden die Rückstände mit einem Mikrosplitter unterteilt und die kalkigen Mikrofossilien unter einem Mikroskop ausgelesen.

Um Verschiebungen der Anteile verschiedener morphologischer und schalenmaterialspezifischer Gruppen durch die Flotation zu erkennen und zu beurteilen, wurden die Assoziationen in folgende Gruppen unterteilt: Elphidien s.l. (z.B. *Elphidium*), trochospirale Rotalliina (z.B. *Ammonia*, *Amphistegina*), konische Rotalliina (z.B. *Lobatula*, *Rosalina*), längliche Rotalliina (z.B. *Bolivina*, *Reussella*), planktische Foraminiferen (z.B. *Globigerina*), Miliolina (z.B. *Quinqueloculina*, *Sorites*) und Textulariina (z.B. *Textularia*). Zusätzlich wurden Ostrakoden und einzelne Bryozoen-Zoözien (nur Probe B) gezählt.

Die Ergebnisse der Zählungen sind in den Tabellen 1 und 2 dargestellt. Die untersuchten Subproben werden in den Sammlungen der Geologischen Bundesanstalt aufbewahrt (Inventarnummern 2008/267/0001 bis 2008/267/0010).

Tabelle 1.

Ergebnisse der Flotationsversuche der Probe A (Strandsand) hinsichtlich verschiedener Komponenten (Foraminiferen, Ostracoden, Bryozoen).

Probe	Unterprobe	Einwaage (gr)	Spplitt (1/x)		Elphidien s.i.	trochospirale Rotaliina	konische Rotaliina	längliche Rotaliina	planktische Foraminiferen	Miliolina	Textulariina	Ostracoda	Summe
A	A_ohne	9,4	16	n	30	92	74	1	3	27	15	1	243
				Ind./gr	51	157	126	2	5	46	26	2	415
	A_ZnCl ₂	1,1	16	n	26	63	56	7	0	36	8	1	197
				Ind./gr	378	916	815	102	0	524	116	15	2866
	Anreicherungsfaktor ZnCl₂				7,4	5,8	6,5	51	(0)	11,4	4,5	7,5	6,9
	A_ZnCl ₂ Rückst.	8,3	16	n	8	40	25	1	0	15	3	0	92
				Ind./gr	15	77	48	2	0	29	6	0	177
	Ausbeute ZnCl₂ (%)				76	61	69	88	(0)	71	73	(100)	68
	A_CCl ₄	0,3	8	n	23	75	44	7	2	37	11	2	201
				Ind./gr	613	2000	1173	187	53	987	293	53	5360
	Anreicherungsfaktor CCl₄				12,0	12,7	9,3	93,5	10,6	21,5	11,3	26,5	12,9
	A_CCl ₄ Rückst.	9,3	32	n	17	53	51	2	0	19	7	0	149
				Ind./gr	58	182	175	7	0	65	24	0	512
	Ausbeute CCl₄ (%)				25	26	18	47	(100)	33	28	(100)	25

3. Ergebnisse

Ausbeute (Abb. 1)

Bei Probe A (karbonatreicher Strandsand, Tabelle 1) lag die Ausbeute, also der Anteil der Foraminiferenschalen und der anderen kalkigen Mikrofossilien, die durch die Flotation vom Sediment abgetrennt wurde, bei der Verwendung von CCl₄ bei 25%. Besonders hohe Werte erreichten längliche Rotaliina (47%) und Miliolina (33%). Dagegen sind konische Rotaliina mit 18% unterrepräsentiert. Bei der Verwendung von ZnCl₂ liegt die Ausbeute im Durchschnitt bei 68%. Höhere Werte sind auch hier bei den länglichen Rotaliina zu verzeichnen (88%) und etwas weniger stark

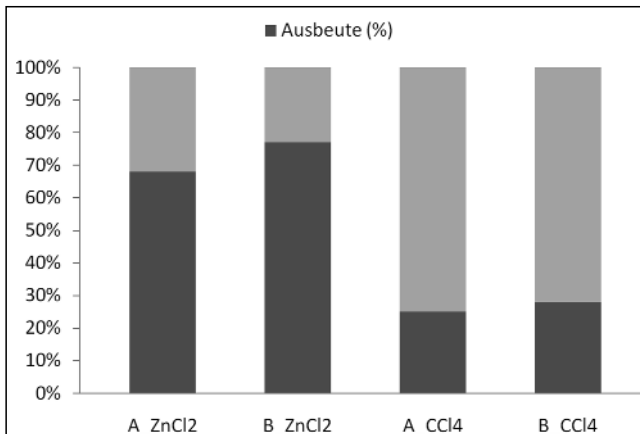


Abb. 1.

Ausbeute [%] der mit Zinkchlorid und Tetrachlorkohlenstoff flotierten Komponenten der untersuchten Proben A (Strandsand) und B (Mangrove).

bei Elphidien (76%), Miliolina (71%) und Textulariina (73%). Die Verwendung von ZnCl₂ ermöglicht also die Gewinnung eines wesentlich höheren Anteils der Gesamtassoziation

Ähnlich sieht es mit den Ausbeuten bei Probe B aus (siliklastischer Mangrovenschlick, Tabelle 2). Die durchschnittliche Ausbeute beträgt bei Verwendung von CCl₄ 28%, besonders hohe Werte sind bei Elphidien (38%) zu erkennen, sehr niedrige bei Bryozoen (8%). Bei Verwendung von ZnCl₂ liegt die durchschnittliche Ausbeute bei 77%. Während sie bei den Textulariina mit 60% unter dem Durchschnitt liegt, sind Elphidien, längliche Rotaliina, Ostrakoden und Bryozoen nahezu vollständig im flotierten Anteil wiederzufinden. Auch bei dieser Probe ist die Ausbeute bei der Verwendung von ZnCl₂ wesentlich höher als bei der Verwendung von CCl₄ (2,75-fach).

Anreicherung (Abb. 2 und 3)

Die Anreicherung der kalkigen Mikrofossilien durch die Flotation ist abhängig sowohl vom Sediment als auch von der Trennflüssigkeit. Beim karbonatreichen Strandsand (Probe A, Abb. 2, Tab. 1) wurde mit CCl₄ ein durchschnittlicher Anreicherungsfaktor von 12,9 erreicht. Deutlich höher wurden Miliolina (×21,5) angereichert, konische Rotaliina etwas schlechter (×9,3). Flotation mit ZnCl₂ ergab mit durchschnittlich ×6,9 eine deutlich niedrigere Anreicherung. Auch hier wurden Miliolina deutlich höher angereichert (×11,4) und konische Rotaliina (×6,5), aber auch trochospirale Rotaliina (×5,8), und Textulariina (×4,5) etwas schlechter angereichert. Ostrakoden, längliche Rotaliina und planktische Foraminiferen sind zu selten um ihren Anreicherungsfaktoren statistische Relevanz zuzugestehen.

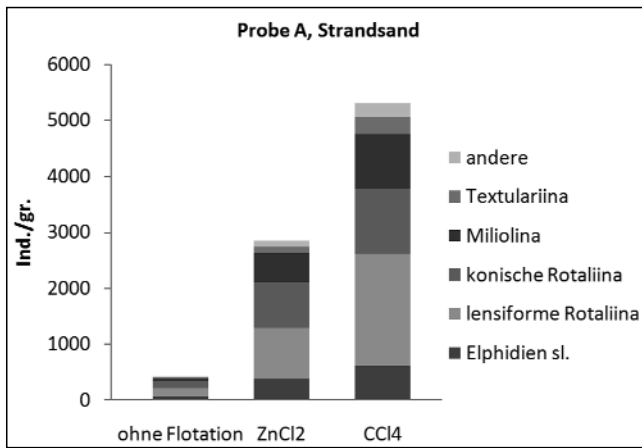


Abb. 2. Vergleich des Vorkommens unterschiedlicher Foraminiferengruppen ohne Flotation, Flotation mit ZnCl₂ und Flotation mit CCl₄ bei Probe A (Strandsand).

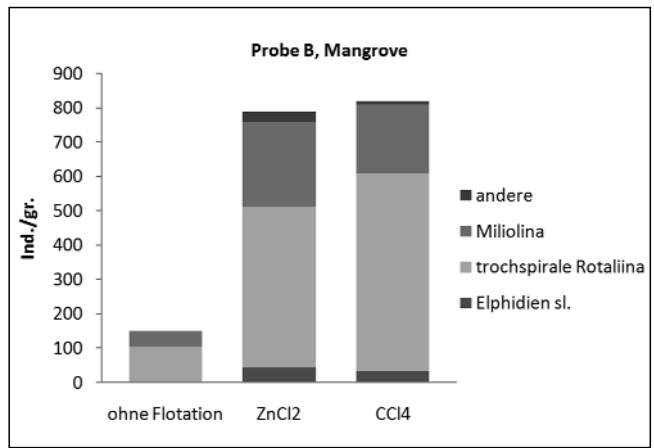


Abb. 3. Vergleich des Vorkommens unterschiedlicher Foraminiferengruppen ohne Flotation, Flotation mit ZnCl₂ und Flotation mit CCl₄ bei Probe B (Mangrove).

Beim siliklastischen Mangrovenschlick (Probe B, Abbildung 3, Tabelle 2) sind die Anreicherungsfaktoren für die meisten Gruppen für CCl₄ und ZnCl₂ annähernd gleich: Durchschnitt 5,4 bzw. 5,2; trochospirale Rotaliina 5,5 bzw. 4,5; Miliolina 4,5 bzw. 5,6 und Bryozoa 3,4 bzw. 3,6. Die seltenen Textulariina bilden hiervon insoweit eine Ausnahme, als das sie von ZnCl₂ gut angereichert wurden (×9,0), im dekantierten Anteil bei CCl₄ aber überhaupt nicht auftreten. Elphidien konnten im unbehandelten Rückstand nicht gefunden werden, traten aber im dekantierten Anteil

beider Verfahren relativ häufig auf (33 Ind./gr bei CCl₄, 43 Ind./gr. bei ZnCl₂). Ähnlich wie in Probe A treten längliche Rotaliina und Ostrakoden für eine weitere statistische Auswertung zu selten auf.

4. Diskussion

Die von SEMENSATTO & DIAS-BRITO (2007) durchgeführten Versuche mit verschiedenen Trennflüssigkeiten deuten auf einen systematischen Vorteil der salinaren Lösungen

Tabelle 2. Ergebnisse der Flotationsversuche der Probe B (Mangrove) hinsichtlich verschiedener Komponenten (Foraminiferen, Ostracoden, Bryozoen).

Probe	Unterprobe	Einwaage (gr)	Spplitt (1/x)	Elphidien s.l.	trochospirale Rotaliina	längliche Rotaliina	Miliolina	Textulariina	Ostracoda	Bryozoa	Summe	
B	B_ohne	13,0	16	n	0	85	1	36	1	1	4	128
				Ind./gr	0	105	1	44	1	1	5	158
	B_ZnCl ₂	2,6	8	n	14	152	7	80	3	5	6	267
				Ind./gr	43	468	22	246	9	15	18	822
		Anreicherungsfaktor ZnCl₂			(43)	4,5	22	5,6	9,0	15	3,6	5,2
	B_ZnCl ₂ Rückst.	10,2	16	n	0	28	0	12	1	0	0	41
				Ind./gr	0	44	0	19	2	0	0	64
		Ausbeute ZnCl₂ (%)			(100)	73	(100)	77	60	(100)	(100)	77
	B_CCl ₄	1,2	4	n	10	173	3	60	0	4	5	255
				Ind./gr	33	577	10	200	0	33	17	850
	Anreicherungsfaktor CCl₄			(100)	5,5	10	4,5	(0)	33	3,4	5,4	
B_CCl ₄ Rückst.	13,2	16	n	4	106	2	39	0	0	14	165	
			Ind./gr	4	128	2	47	0	0	17	200	
	Ausbeute CCl₄ (%)			38	29	27	28	0	0	8	28	

hin. Bei gleicher spezifischer Dichte brachte Natriumnitrat-Natriumthiosulfat-Lösung deutlich höhere Ausbeuten als Trichloräthylen (72,8 bzw. 59,1%). Bei den von uns verwendeten Flüssigkeiten (ZnCl₂, CCl₄) war der Unterschied noch größer (68/77 bzw. 25/28%, Tab. 1,2). Allerdings waren unsere Ausbeuten mit ZnCl₂ etwas niedriger als die von SEMENSATTO & DIAS-BRITO (2007), die 91% erreichten. Die Ursachen hierfür könnten sowohl in der Zusammensetzung des Sediments, als auch in der Durchführung der Flotation zu suchen sein. Beispielsweise könnte die Wartezeit zwischen Aufspülen und Dekantieren die Höhe der Ausbeute beeinflussen.

Nahezu identische Anreicherungsfaktoren beim siliklastischen, und deutliche Unterschiede beim karbonatreichen Sediment bei der Verwendung von ZnCl₂ und CCl₄ (Abbildungen 2, 3), jedoch jeweils hohe Ausbeuten bei ZnCl₂ und niedrige bei CCl₄ werden von uns dahingehend interpretiert, das ZnCl₂ Karbonat besser vom Quarz trennt als CCl₄. Im mit ZnCl₂ dekantierten Rückstand sind daher Karbonatsandkörner vermehrt angereichert, was zu einem geringeren Anteil an Mikrofossilien und damit gegenüber CCl₄ einem geringeren Anreicherungsfaktor führt.

Bei Anreicherungsfaktoren von durchschnittlich 5,2 bzw. 6,9 dürfte die Zeitersparnis bei Flotation mit ZnCl₂ bei etwa 80% gegenüber einer nichtflotierten Probe liegen. Das bisher verwendete CCl₄ war nur bei der karbonatdominierten Probe besser (×12,9). Diesem vermeintlichen Vorteil bei bestimmten Sedimenten stehen jedoch erhebliche Gesundheits- und Umweltgefahren gegenüber (siehe Einleitung), die den fortgesetzten Einsatz von CCl₄ nicht rechtfertigen.

SEMENSATTO & DIAS-BRITO (2007) stellten eine deutliche Abnahme sowohl der absoluten als auch der relativen Fehler der Gattungshäufigkeiten bei zunehmender Dichte der Trennungslösung fest, was für die Verwendung einer Flüssigkeit mit hoher Dichte (z.B. ZnCl₂) spricht. Allerdings ändern sich die absoluten Häufigkeiten durch die Flotation sehr stark, egal mit welcher Trennungslösung. Flotation sollte daher bei Analysen und Interpretationen, bei denen es auf genaue absolute Häufigkeiten ankommt, nicht angewandt werden. Für auf relativen Häufigkeiten basierende Analysen ist der Fehler jedoch klein genug. Wie auch unsere Daten zeigen (Tabellen 1, 2) schwanken die relativen Häufigkeiten der dominanten Taxa (linsiforme und konische Rotaliina, Miliolina) der unflotierten und flotierten Assoziationen nur wenig (Abbildungen 2, 3). Seltene Taxa können dagegen sehr stark (hier Elphidien aus Quarzsand) oder weniger stark bis gar nicht im flotierten Anteil angereichert werden (hier längliche Rotaliina, planktische Foraminiferen) und sollten daher nicht für eine weitere Interpretation herangezogen werden.

5. Schlussfolgerungen

- 1 Bei stark siliklastisch dominiertem Sediment (Quarzsand) sind Ausbeuten und Anreicherungsfaktoren bei Zinkchlorid und Tetrachlorkohlenstoff sehr ähnlich (ca. x 5). Bei karbonatisch dominiertem Sediment können die Anreicherungsfaktoren bei Verwendung von Tetrachlorkohlenstoff deutlich höher sein.
- 2 Die Ausbeuten sind bei Verwendung von Zinkchlorid bei beiden Sedimenttypen sehr viel größer als bei Verwendung von Tetrachlorkohlenstoff (ca. 72 bzw 26%).

- 3 Die Zeitersparnis beim Auslesen der Mikrofossilien bei Anwendung der von uns untersuchten Flotationsverfahren liegt bei beiden Trennungslösungen bei ca. 80%, in karbonatreichen Sanden bei Verwendung von Tetrachlorkohlenstoff möglicherweise noch höher. Dieser mögliche geringe Vorteil rechtfertigt unserer Meinung nach nicht das bedeutend höhere Gesundheits- und Umweltrisiko.
- 4 Wir empfehlen daher den Verzicht auf stark gesundheits- und umweltgefährdende Trennungslösungen wie Trichloräthylen oder Tetrachlorkohlenstoff und den Einsatz deutlich weniger gefährlicher salinärer Lösungen wie solche mit dem von uns verwendeten Zinkchlorid.
- 5 Wegen starker Unterschiede der absoluten und relativen Häufigkeiten bei seltenen Taxa zwischen unflotierten und flotierten Assoziationen sollten diese für weitergehende Analysen nicht ausgewertet werden. Häufige Taxa können hingegen problemlos interpretiert werden.

Dank

Frau P. AKRAMI sei für die Flotation der Proben ganz herzlich gedankt.

Literatur

- ABBENE, I.J., CULVER, S.J., CORBETT, D.R., BUZAS, M.A. & TULLY, L.S. (2006): Distribution of foraminifera in Pemlico Sound, North Carolina, over the past century. – *Journal of Foraminiferal Research*, **36**, 135–151.
- BGIA-Institut für Arbeitsschutz der deutschen gesetzlichen Unfallversicherung (2008): GESTIS-Stoffdatenbank des Gefahrentoffinformationssystem. – <www.dguv.de/bgia/de/index.jsp>.
- ChemDAT (2000): Die Merck Chemie Datenbank. – <www.chemdat.merck.de>.
- DUCHEMIN, G., JORISSEN, F.J., ANDRIEU-LOYER, F., LE LOC'H, F., HILY, C. & PHILIPPON, X. (2005): Living benthic foraminifera from „La Grande Vasière“, French Atlantic continental shelf: faunal composition and microhabitats. – *Journal of Foraminiferal Research*, **35**, 198–218.
- ESIS (2008): European chemical Substances Information System. – <<http://ecb.jrc.ec.europa.eu/esis>>
- GIBSON, T.G. & WALKER, W.M. (1967): Flotation methods for obtaining foraminifera from sediment samples. – *Journal of Paleontology*, **41**, 1294–1297.
- KAMINSKI, M.A., GRADSTEIN, F.M., SCOTT, D.B. & MACKINNON (1989): Neogene benthic foraminifer biostratigraphy and deep-water history of Sites 645, 646, and 647, Baffin Bay and Labrador Sea. – In SRIVASTAVA, S.P., ARTHUR, M., CLEMENT, B. et al., *Proceedings of the Ocean Drilling Project, Scientific Results*, **105**, 731–756.
- MURRAY, J.W. & ALVE, E. (2000): Major aspects of foraminiferal variability (standing crop and biomass) on a monthly scale in an intertidal zone. – *Journal of Foraminiferal Research*, **30**, 177–191.
- ORME, S & KEGLEY, S. (2004): PAN Pesticide Database, Pesticide Action Network, North America, San Francisco, CA. – <www.pesticideinfo.org>.
- SEMENSATTO, D.L.JR. & DIAS-BRITO, D. (2007): Alternative saline solutions to float foraminiferal tests. – *Journal of Foraminiferal Research*, **37**, 265–269.