

8. Schwermineralanalysen von Flyschsandsteinen aus Istrien

VON GERDA WOLETZ

Aus dem Schichtkomplex im Raum zwischen Pazin, Boljun und Buzet wurden die mit Mergeln wechsellagernden Sandsteine auf ihren Gehalt an Schwermineralen untersucht. Die tiefsten Partien haben wir bei Buzet angetroffen, höher liegen die Ablagerungen, die im Profil von Poljice aufgeschlossen sind, darüber die Aufschlüsse bei Paz, Gologorica und schließlich sind die höchsten Partien bei Draguc erreichbar.

a) Buzet (außerhalb des Profils gelegen)

Bei Buzet sind über Knollenkalk (mit Krabben) Mergel aufgeschlossen, darüber liegt eine Knollenkalklage und schließlich mächtige Mergel mit wenigen dünnen Sandsteinlagen. Die tiefste der Sandsteinlagen (Nr. 33 b) erweist sich im Schliff als dichtgepackte Lage von dickschaligen, kalkigen Organismenresten, vor allem Großforaminiferen, daneben Lithothamnien- und Bryozoenbruchstücke, Seeigelstachel. Die Größe der Komponenten schwankt in der Hauptsache zwischen 0,3 und 1,0 mm, feineres Korn ist kaum zu sehen; die langgestreckten Schalen erscheinen teilweise parallel zur Schichtung eingeregelt. Selten sind Glaukonitkörner sowie hellbraune isotrope Körner (vermutlich organischen Ursprungs) im Schliff zu sehen.

Von den Mergeln unter- und oberhalb der Knollenkalklage sowie von der Sandsteinlage innerhalb der oberen Mergel wurden durch Schlämmen und gravimetrische Trennung die Schwerminerale isoliert. Hauptsächlich waren Pyrit (pyritisierte Foraminiferen), wenig Glaukonit und Sulfate (Anhydrit, Baryt) — alles Neubildungen im Sediment — zu finden, nur sehr wenig Granat und Zirkon sind in den Kalkschalen-Detritus eingeschwemmt.

b) Profil Poljice

Auf dem flach nach SW einfallenden Kalk lagern Mergel auf. Bei Punkt 9 treffen wir die tiefste Sandsteinbank, die in die Mergel eingeschaltet ist; sie zeigt zahlreiche Fließmarken auf ihrer Unterseite. Die Bank ist ca. 60 m weit aufgeschlossen, in der Mitte des Aufschlusses erreicht sie eine Mächtigkeit von 1 m, seitlich nur etwa 30 cm. An einer Stelle dieser Bank konnte man graded bedding vermuten.

Im Schliff erscheint das Gestein aus Resten von Kalkorganismen aufgebaut. An der Unterkante der aufgeschlossenen Bank (Probe Nr. 9 c) überwiegen bei größerem Korn (hauptsächlich 0,3—1,0 mm) dickwandige Kalkschalenbruchstücke und Großforaminiferen. Die groben Komponenten sind ohne Matrix sehr dicht gepackt, eine Regelung parallel zur Schichtung ist erkennbar. Häufig ist Glaukonit, seltener Körner aus hellbrauner amorpher Substanz und auch Kalzitkristalle im Schliff zu beobachten.

An der Oberkante derselben Bank (Probe Nr. 9 b) sind die Großforaminiferen und diversen Kalkschalenbruchstücke kleiner als an der Unterkante, vorwiegend um 0,1—0,4 mm, langgestreckte Teilchen sind auch hier wieder annähernd parallel zur Schichtebene eingeregelt. Zusammen mit diesen dichtgepackten dickschaligen Komponenten sind hier auch Globigerinen eingebettet. Glaukonit, braune amorphe Substanz und einzelne Kalzitkristalle sind auch in diesem Schliff zu sehen.

Entsprechend der im Schliff erkennbaren Zusammensetzung des Gesteins sind auch unter den aus der Probe isolierten schweren Minerale keine allochthone Komponenten zu finden. Nur Neubildungen (wenig Pyrit, Glaukonit und gut ausgebildete, frische Apatitkristalle) scheinen auf.

Im Profil wechseln Mergel mit Kalksandsteinen. Die nächsthöhere Sandsteinbank (Probe Nr. 11) besteht überwiegend aus dickschaligen Großforaminiferen und Kalkschalenbruchstücken mit Korngrößen um 0,2—0,4 mm; daneben sind auch Globigerinen eingebettet. Glaukonit ist spärlich über den Schliff verteilt. Eine mm-dünne auskeilende Lage enthält neben den Kalkkomponenten auch Quarz- und Hornsteinsplitter. Aus dieser Gesteinsprobe konnten unter den aufgeschlammten Schwermineralen sowohl autochthone Neubildungen (Pyrit, Apatit) wie auch wenige allochthone Minerale (Granat und Zirkon) bestimmt werden.

In der darüber folgenden 20 cm mächtigen feingeschichteten Sandsteinlage mit Pflanzenhäcksel, wenig Glimmer und einzelnen Tonbröckchen auf den Schichtflächen sind auch dünne Kriechspuren zu sehen (Probe Nr. 12). Im Schliff liegen neben dickwandigen Kalkschalenbruchstücken mit Korngrößen von durchschnittlich 0,1—0,2 mm viel dünnshalige, kleinwüchsige Formen von Foraminiferen, vor allem Globigerinen. Die kalkigen Reste der Organismen zusammen mit feinem Zerreibsel von Kalken und Mergeln bilden ca. $\frac{3}{4}$ der Gesteinsmasse, ca. $\frac{1}{4}$ sind Fragmente von Silikatgesteinen (Quarz, Hornstein, Feldspat, Glimmer, Chlorit), diese sind in feinen Lagen mehr oder weniger angereichert. In der Kalkmatrix sind einzelne Glaukonitkörner eingebettet.

Aus der schon im Schliff sichtbaren allochthonen Gesteinskomponente waren genügend Schwerminerale zu isolieren: neben opaken Körnern hauptsächlich Granat und in geringeren Mengen Chromit, Apatit, Zirkon, wenig Staurolith und Rutil;

Probe Nr. 13, ein schmutzigbraungrauer Mergel mit viel Schalenresten lieferte für das Schwermineralspektrum viel Pyrit, viel Sulfate (Anhydrit, Baryt), wenig Granat, selten Zirkon und Turmalin.

Probe Nr. 15, die vierte Sandsteinbank fällt auf durch die dicken flow casts an der Unterseite.

Probe Nr. 19 ist ein braungrauer, undeutlich geschichteter Sandstein, der aus Kalkschalenbruchstücken und Globigerinen (Korngrößen etwa 0,3—0,5 mm) in Kalkmatrix besteht.

Schließlich bildet eine mächtigere Bank, ein hell graubrauner Kalksandstein bis Kalkbreccie den Abschluß des Profils (Probe Nr. 20). Wir haben in dieser Bank deutlich graded bedding gesehen. Im Schliff: Großforaminiferen und Bruchstücke von dicken Kalkschalen sind nach Größe sortiert, dicht gepackt. In den unteren Partien herrschen die Korngrößen von 1,0—4,0 mm vor, in den oberen Partien von 0,3—1,0 mm. In den höheren, feinkörnigeren Partien erscheinen zusätzlich auch noch kleine Körner von aufgearbeitetem dichten Kalk und wenige Globigerinen.

Im Profil von Poljice sind die Sandsteine hauptsächlich aus nach Größe sortierten Kalkschalen aufgebaut; die Schalen sind fast immer ohne Bindemittel dicht gepackt, in einzelnen feinkörnigeren Partien der Sandsteine sowie in den dazwischen liegenden Mergellagen sind Globigerinen häufiger. Parallel zum Auftreten der Globigerinen sind auch mehr oder weniger ausgiebige Einstreuungen von Fremdmaterial (Silikatgesteinsfragmente und winzige Kalkgerölle) zu beob-

achten. Die aus den Sandsteinen isolierten Schwerminerale sind Chromit, viel Granat, Zirkon, Rutil, Turmalin, Apatit, Staurolith, selten Anatas.

c) Paz

Die Sandsteinproben von Paz Nr. 21 und Nr. 24 bestehen aus benthonischen Foraminiferen, Bruchstücken von Bryozoen und Lithothamniën, detritärem Kalk und wenig Globigerinen, durch Kalkmatrix verkittet. Die länglichen Komponenten erscheinen deutlich parallel eingelagert. Die häufigsten Korngrößen liegen zwischen 0,3 und 0,8 mm. Aus dem geschlämmten Mergel von Probe Nr. 25 konnten neben den im Sediment neu gebildeten Schwermineralen (Baryt, Anhydrit, Pyrit) auch wenig allochthone Schwerminerale (Granat, Zirkon, Rutil, Apatit) isoliert werden.

Probe Nr. 27, ein dünngebankter feinstkörniger Sandstein mit Mergelzwischenlagen enthält zu ca. $\frac{3}{4}$ detritären Kalk und zu $\frac{1}{4}$ Silikate (Quarz, Hornstein, Feldspat, Glimmer). Aus dieser Probe wurden an Schwermineralen isoliert: Granat, Zirkon, Turmalin, Rutil, Apatit, Anatas. Im Schriff ist eine mm-dünne Feinschichtung sichtbar: Wechsel zwischen gröberen (0,05—0,2 mm) und feineren (0,01—0,05 mm) Lagen. In den feineren Lagen ist mehr Quarz und Erz angereichert, in den gröberen Lagen sind auch einzelne Fossilbruchstücke sichtbar.

d) Gologorica

In Gologorica wurde mit Nr. 29 eine ca. 20 cm mächtige Sandsteinbank bezeichnet; sie ist fein geschichtet. Darüber liegt Mergel und dann brecciöser Kalk. Die Komponenten des Sandsteines sind aufgearbeiteter Kalkstein, wenig Globigerinen und reichlich Quarz, Hornstein, Feldspat und Fragmente von feinkristallinen Silikatgesteinen. Die häufigste Korngröße ist 0,05—0,15 mm, reichlich feine Kalkmatrix. Eine Feinschichtung des Sandsteines ist auch im Schriff deutlich; sie wird durch den Wechsel von millimeterdünnen Lagen mit einerseits viel und andererseits wenigen Organismenresten (meist Globigerinen) hervorgerufen. In den fossilreicheren Lagen bewirken dünne Häutchen von bituminöser Substanz eine dunklere Färbung.

Auch am Schwermineralspektrum sind die aus einem Kristallgebiet stammenden und mit Kalkdetritus vermischten Komponenten deutlich abzulesen. Viel Granat und Zirkon, weniger Chromit, Rutil und Turmalin sind zu finden.

e) Pazin

Die bei Pazin gesammelten Proben enthalten keine allochthonen Schwerminerale, nur eine Probe von Velanov Brijeg enthält wenige Schwerminerale, die aus einem Kristallgebiet stammen.

f) Draguc

Die höchsten Flyschpartien von Istrien haben wir bei Draguc angetroffen. Der hellbraune feinkörnige Sandstein hat Kriechspuren an den Schichtunterseiten.

Im Schriff: Aufgearbeiteter Kalkstein und Silikatgesteinsfragmente sind durch kalkiges Zement verkittet (Mengenverhältnis ungefähr $\frac{3}{4}$ Kalk, $\frac{1}{4}$ Silikatgestein), wenige deutliche Organismenreste, besonders Globigerinen. Dünne braune Häutchen von bituminöser Substanz färben lagenweise die Matrix; da-

durch wird eine Feinschichtung unklar im Schliff angedeutet. Die Größe der Gesteinskomponenten beträgt etwa 0,02—0,15 mm.

Trotz der im Schliff sichtbaren reichlichen Einstreuung von Material aus Kristallgebieten (ungefähr $\frac{1}{4}$ der Komponenten) sind aus der Probe nur wenig Schwerminerale zu isolieren gewesen: Erz, Chromit, Granat, Rutil, Zirkon, Apatit.

Zusammenfassung

Bei allen hier untersuchten Gesteinsproben ist eine gute Sortierung nach der Größe der gesteinsbildenden Komponenten zu sehen. Außerdem fällt auf, daß die grobkörnigen Sedimente einheitlich aus Resten von dickwandigen Kalkschalen aufgebaut sind, während die feinkörnigen Ablagerungen polymikt erscheinen: zusammen mit kleinen Kalkschalen und -bruchstücken sind planktonische Organismen und außerdem feinstkörniger Sand von Kalk und Silikatgesteinen zum Absatz gekommen.

Das feine Kalkschalenmaterial, das vermutlich durch Wasserströmung vom größeren getrennt worden ist, wurde während des Transportes mit Plankton und eingedriftetem Feinsand vermischt. Aus diesem Sandmaterial waren auch Schwerminerale abzutrennen; das gegenseitige Mengenverhältnis der einzelnen Minerale geht aus der Tabelle 1 hervor. Es waren in Istrien dieselben Schwerminerale zu finden, wie wir sie auch schon im Flysch von Triest festgestellt haben.

Erklärung der Abkürzungen in der Tabelle 1:

M	Schwermineral-Menge	
xx	sehr viel Schwerminerale (über 10% der Fraktion 0,05—0,1 mm)	
++	viel Schwerminerale (ca. 6—10% der Fraktion 0,05—0,1 mm)	
+	mäßig viel Schwerminerale (ca. 3—6% der Fraktion 0,05—0,1 mm)	
·	wenig Schwerminerale (ca. 1—3% der Fraktion 0,05—0,1 mm)	
·	sehr wenig Schwerminerale (unter 1% der Fraktion 0,05—0,1 mm)	
Op	Opake Körner	} zusammen 100%
BC	Biotit + Chlorit	
AB	Anhydrit + Baryt	
Gl	Glaukonit	
dM	übrige durchsichtige Minerale	
Cr	Chromit	} = „übrige durchsichtige Minerale“ zusammen 100% (Reihenfolge nach den optischen Eigenschaften)
Gr	Granat	
Ru	Rutil	
An	Anatas	
Zi	Zirkon	
Tu	Turmalin	
Ap	Apatit	
St	Staurolith	
Cd	Chloritoid	

+ in den Zahlenreihen bedeutet: weniger als 1%.

Wenn nur sehr wenig „übrige durchsichtige Minerale“ in der Probe zu finden waren und daher weniger als 100 Körner ausgezählt werden konnten, ist das Vorhandensein einzelner Minerale mit ++ (viel), + (wenig) und · (sehr wenig Körner) angedeutet.

Probe	Schwerminerale ($d > 2,8$) aus der Korngrößengruppe 0,05 — 0,10 mm														
	M	zus. 100%					dM - zus. 100%								
		Op	BC	AB	Gl	dM	Cr	Gr	Ru	At	Zi	Tu	Ap	St	Cd
Draguc	.	33	+			66	24	40	11		14	8	3		
Velanov Brijeg	.	75				25	+	+	.		+		+		
Pazin 41	..	+													
40	..	+		.											
39	..	+													
Gologorica 29	.	45				55	8	45	9		32	5		+	
30	.	+				.			+		+				
Paz 27	.	83				17		32	11	6	21	24	6		
25	.	15		72		13		+	.		.		+		
24	.	+				.		+					+		
21	..	87		1		12	+	.	.		+		+		
Poljice 20	.	+		.											
19	.	+													
17	.	+				.							+		
13	+	90		9		1		+			.	.			
12	.	46	8		1	45	10	65	3		8	4	9	1	
11	.	+				+		+			+		+		
9 b	..	+	+		+										
9 c	XX	98	.	.	.	+					.		+		
9 a	.	+			+	+							+		
Buzet 33 b	.	+		.		.					+		+		
33	+	+						+			+				
31	+	+		.	.	.		+			+				

Tabelle 1

Gegenüberstellung der Schwermineralanalysen aus den Sedimentationsräumen um Triest, Istrien und Dalmatien (Tabelle 2)

Nach Detailuntersuchungen an marinen Eozän-Sedimenten in den drei räumlich voneinander getrennt gelegenen Gebieten Triest, Istrien und Dalmatien wird versucht, durch Vergleich der Schwermineralführung Rückschlüsse auf das jeweilige Liefergebiet des Detritus zu machen:

1. Die Schwermineralmenge in der Kornfraktion 0.1—0.05 mm ist in Triest in einzelnen Fällen groß, sonst sehr wechselnd und in den beiden anderen Gebieten sehr gering, viele Horizonte der klastischen Serien in Istrien sind überhaupt ohne allochthone Einschaltungen.

2. Der Anteil an opaken Körnern (meist neugebildeter Pyrit) ist in Istrien hoch.

3. Andere Neubildungen im Sediment (Baryt, Anhydrit) sind uns nur in Istrien aufgefallen.

4. Chlorit ist in Triest in einzelnen Fällen in größerer Menge, sonst immer in geringerer Menge vorhanden; in Istrien und Dalmatien fehlt er nahezu ganz.

	Triest	Istrien	Dalmatien
Schwermineralmenge	++	.	
opake Körner	.	+	.
Neubildungen (Anhydrit, Baryt)		+	
Chlorit	+		
„übrige durchsichtige Minerale“ (Reihenfolge nach den optischen Eigenschaften):			
Chromit	+	+	.
Granat	+	+	++
Spinell			(.)
Rutil	+	+	+
Anatas (+Brookit)	(.)	(.)	.
Zirkon	+	+	.
Turmalin	+	+	.
Apatit	+	.	.
Titanit			.
Epidot			(.)
Staurolith	.	.	+
Disthen			.
Chloritoid	.		.
Glaukophan			(.)

Tabelle 2

Zeichenerklärung: ++ sehr viel
 + viel
 . wenig
 () nur in einzelnen Proben

5. Die Prozentzahlen für die „übrigen durchsichtigen Minerale“ schwanken bei den Analysen von Triester Proben sehr stark. Die dominierenden Schwerminerale sind Granat, Zirkon, Chromit, daneben Rutil, Turmalin Apatit, wenig Chloritoid und selten Staurolith. Die gleichen Schwerminerale (aber weniger Chloritoid und Apatit) sind auch in den Sedimenten von Istrien enthalten. In Dalmatien kommen zusätzlich auch mit niedrigen Prozentzahlen folgende Minerale hinzu: Spinell, Brookit, Titanit, Epidot, Disthen, Glaukophan.

Die Einstreuung von allochthonen Sanden in die zum Großteil aus Kalkschalen aufgebauten Sedimente von Istrien ist sehr gering. Immerhin ist eine große Ähnlichkeit zwischen den Schwermineralgehalten der Sandsteine von Triest und Istrien erkennbar. Für diese beiden Ablagerungsräume können gesteinsmäßig gleichartig aufgebaute Liefergebiete angenommen werden. Die registrierten Unähnlichkeiten dürften eher auf das Konto von Auslesevorgängen und Anreicherungen während des Transportes oder der Sedimentation gehen.

Dagegen sehen wir in Dalmatien ein Zurücktreten der Komponenten aus sauren Eruptiva (weniger Minerale aus granitischen Gesteinen: Zirkon, Turmalin, Apatit) und aus basischen Eruptiva (weniger Chromit) dafür aber ein stärkeres Hervortreten von Komponenten aus Metamorphiten (mehr Granat, mehr Staurolith, neu kommt dazu Titanit, Epidot, Disthen, Glaukophan). Die auflagernden jüngeren Promina-Schichten behalten die gleiche Schwermineralgesellschaft bei; es ist an der Grenze der beiden Gesteinspakete kein Wechsel im Liefergebiet bemerkbar.