

Jan MORAWSKI

Charakteristik der Quarzkörner aus Sandablagerungen der Lubliner Hochebene

Charakterystyka ziarn kwarcu osadów piaszczystych Wyżyny Lubelskiej

Характеристика зерен кварца песчаных осадков Люблинской возвышенности

EINFÜHRUNG

In sedimentären Forschungen beachtet man seit vielen Jahren besonders den Abrundungsgrad der Quarzkörner. Obwohl Forschungen dieser Art auf verschiedene Weise durchgeführt wurden und sehr oft verschiedene Ablagerungsfractionen umfassten, so kann man nur auf Grund der Morphologie der Quarzkörner schon in vielen Fällen bezeichnen, aus was für einem Milieu das entsprechende Sediment stammt. Sehr eingehend befasste sich mit diesem Problem A. Cailleux. Von seinen zahlreichen Abhandlungen sei hier die im Jahre 1942 veröffentlichte „Les actions éoliennes periglaciaires“ und die im Jahre 1952 über die Analyse der Kornphysiographie und ihre Bedeutung für die Paläoklimatologie erwähnt. In Polen befassten sich mit Forschungen dieser Art S. Małkowski (31), J. Syniewska (49), B. Krygowski (10), 12, 14), u. a. Nach dem Kriege wurde eine ganze Reihe Abhandlungen über die Physiographie der Quarzkörner aus verschiedenen Sedimenten der Lubliner Hochebene veröffentlicht. Ihre Autoren waren M. Turnau-Morawska (52, 53, 54), J. Trembaczowski (50, 51, 32), A. Jahn und M. Turnau-Morawska (7), K. Łydka (29), J. Morawski (33, 34, 35, 36, 37), R. Racinowski (41), R. Racinowski und J. Rzechowski (42).

Die Forschungen der obenerwähnten Autoren ergeben viel Wissenswertes über die Physiographie der Quarzkörner, welche in verschiedenen Sedimenten der Lubliner Hochebene anzutreffen sind, vom Alb beginn-

nend bis zum Holozän. Nicht in allen Abhandlungen kann man jedoch Angaben über den Prozentsatz verschiedener Quarztypen antreffen und darum sind sogar in regionalen Forschungsarbeiten die Informationsmateriale über die Bearbeitung und den Charakter der Quarzkörner wenig vergleichbar.



Skizze 1. Probeentnahmestellen von Dünensanden der Lubliner Hochebene

Die Charakteristik der Quarzkörner aus drei verschiedenen Sandsedimenttypen der Lubliner Hochebene war das Ziel dieser Forschung. Sie umfasst Sanddünen, Flussande der Bystrzyca und unterligozäner mariner Sande. Man untersuchte hauptsächlich den Quarz der 0,10—0,25 mm

Kornfraktion, ausserdem untersuchte man aber auch einen Teil Sandproben gröberer Kornfraktionen 0,25—0,50 und 0,50—1,0 mm¹.

Die Proben der Flusssande stammen aus der Hochterrasse der Bystrzyca und der Alluvialserie die das Tal der Lubliner Bystrzyca ausfüllt (Skizze Nr 2 und 3).

Proben oligozäner Sande wurden in folgenden Ortschaften entnommen: Nr 1 und 2 aus Góra-Puławska; Nr 3 aus Snopków; Nr 4 aus Jakubowice; Nr 5, 6, 7, 8, 9 aus Lubartów und Umgegend. Von da stammen auch Proben eines Profils mit einer ganzen Serie unteroligozäner Sedimente; diese sind mit den Nummern von 10a bis 10i gezeichnet. Die Proben 11, 12 und 13 stammen aus der Umgegend von Gruszów; Nr 14 aus Brzeziny; Nr 15 und 16 aus der Umgegend von Pawłów; Nr 17, 18 und 19 aus der Umgegend von Chełm Lubelski (Dziewicza Góra).

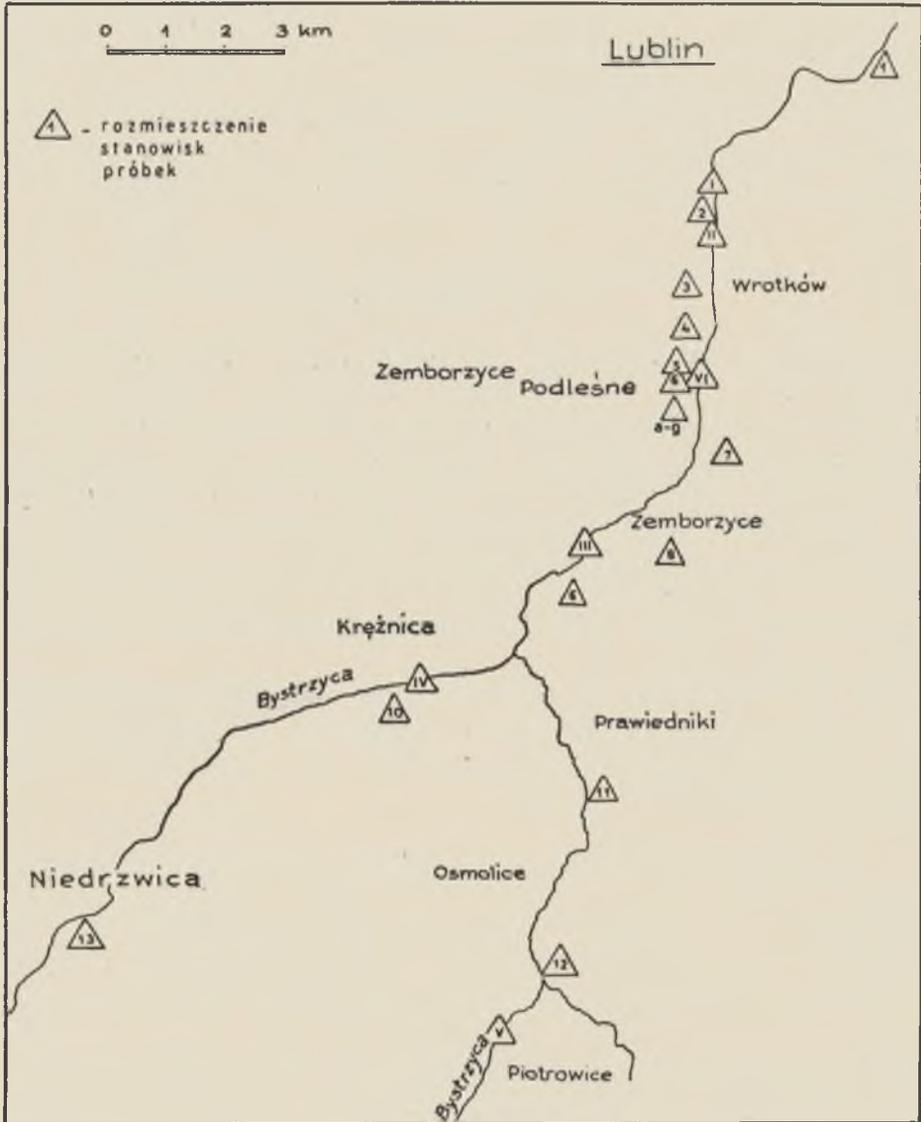
1. UNTERSUCHUNGSMETHODE DER PHYSIOGRAPHIE VON QUARZKÖRNERN

Die Analyse der Abrundung und Mattierung der Quarzkörner führte ich mit Hilfe eines photographischen Vergrößerungsapparates durch (J. M o r a w s k i (33)). Da man Körner der Kleinfractionen 0,1—0,25 mm und 0,25—0,50 mm untersuchte musste man sich auf Vergrößerungen stützen, wofür man Quarzkörner auf schwarzem Grund photographierte. Die prozentualen Verhältnisse zwischen den verschiedenen Kornarten, berechnete man von Photoaufnahmen, die in 40-maliger Vergrößerung gefertigt wurden. Ausserdem führte man für einige Proben Kontrolluntersuchungen unter einer Binokularlupe, mit derselben 40-maligen Vergrößerung durch.

Bei der Bestimmung der Kornabrundung und des Mattierungsgrades der Kornoberfläche ist von grosser Wichtigkeit, das Handhaben einer entsprechenden Vergleichungsskala, welche für das analysierte Sediment hergestellt wurde.

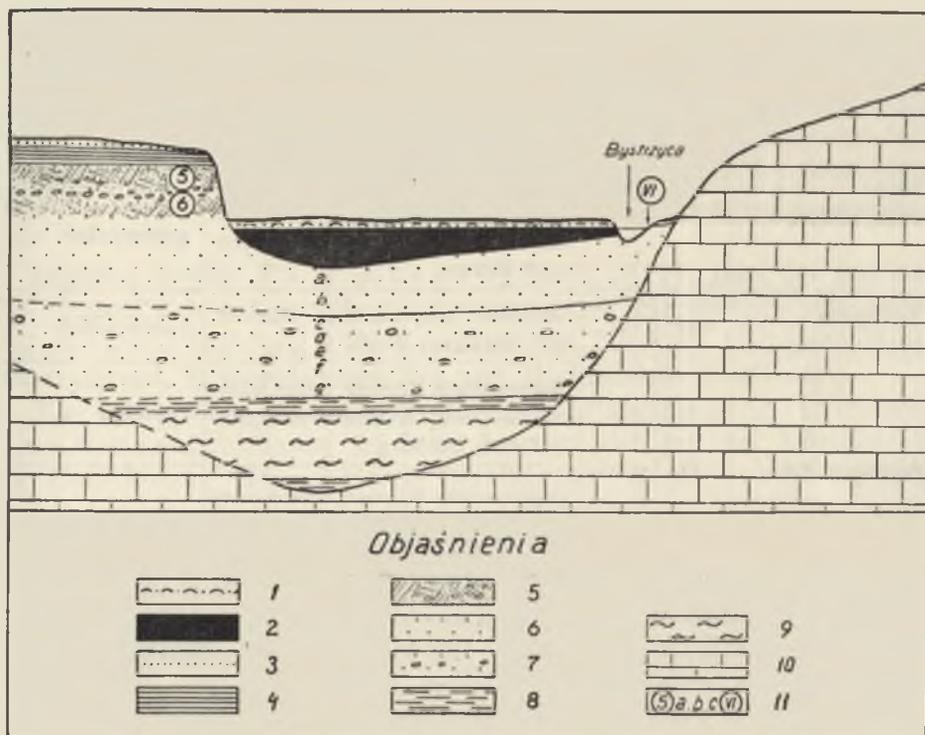
¹ Im allgemeinen untersuchte man 62 Proben von Sanddünen die folgendermassen lokalisiert sind: Sandproben mit den Nummern 3, 4, 5, 6, 10, 11, 12, 26 stammen aus der Umgegend von Puławy. Mokradki und Międmierz; Proben mit den Nummern 22, 28 stammen aus Dylązek; Nr 45 aus Chodel; Nr 29, 30, 31 aus Płowizny; Nr 32, 33, 34 aus Poniatowa; Nr 7, 8, 9, 48 aus Karczmiska; Nr 35, 36, 37, 38, 44 aus Głusk; Nr 27, 19, 20, 21, 49, 52 aus Opole; Nr 39, 42, 43, 46 aus Chodlik; Nr 56, 58 aus Wrzelowiec; Nr 13 aus Kamionki; Nr 15 aus der Umgegend des Dorfes Zgoda; Nr 14 aus der Umgegend des Dorfes Kopanina-Kaliszany; Nr 2 aus Niesiołowice; Nr 55 aus Kluczkowice; Nr 57 aus Mazanow; Nr 16 aus Idalin; Nr 17 aus der Umgegend von Chruślin; Nr 1 aus Annapol; Nr 18, 59, 60, 62 aus der Umgegend von Susiec; Nr 53, 54, 61 aus Zwierzyniec; Nr 47, 50 aus Prawiednik; Nr 51 aus Dąbrowa bei Lublin; Nr 23, 24, 40, 41 aus der Umgegend von Górecko, Krasnobród und Józefów.

Eine einfache und schnelle Methode für die Untersuchung des Abrundungsgrades der Quarzkörner größerer Fraktionen, ist eine Analyse nach der Methode von B. Krygowski (10, 12, 14, 18), die letz- tens durch eine Apparatur Graniphormameter genannt bereichert wurde (19), sowie durch eine Analysenart die Graniphormametrie ge- nannt wird (18).



Skizze 2. Probeentnahmestellen von Flussanden im Bystrzyccatal der Lubliner Hochebene

Es gibt eine ganze Reihe visueller Skalen der Kornabrundung, die in verschiedenen Abhandlungen und Handbüchern anzutreffen sind: F. J. Pettijon (40), L. B. Ruchin (44), K. Eissele (6), J. Morawski (38), Mycielska-Dowgiałło (39) und viele andere. Es ist doch klar, dass je weniger Gradierungsstufen eine Skala besitzt, umso einfacher ist ihre Handhabung und umso geringer die Fehlergefahr bei Berechnungen der Prozentverhältnisse.



Skizze 3. Profil des präglazialen Bystrzycatales bei Wrotków; 1 — Flussmaden, 2 — Torfe, 3 — Staubiges Gebilde, 4 — Geschichtete Schlammte, 5 — Geschichtete Sande mit Kieseinlagen, 6 — Sande ohne Kies, 7 — Sande mit Kies, 8 — Kalkton, 9 — Kalkiger Schlamm, 10 — Senonischer Kalk, 11 — Probennummern

Am einfachsten ist die Aussonderung folgender drei Kornarten: 1) nicht abgerundete — K — kantige * (not rounded, non uses, Nu **; nie-obtoczone), 2) teilweise abgerundete — CO — halbrunde* (partly rounded, en partie emousses EM **; częściowo obtoczone), 3) abgerundete — O — runde * (rounded, emousses, E**; obtoczone).

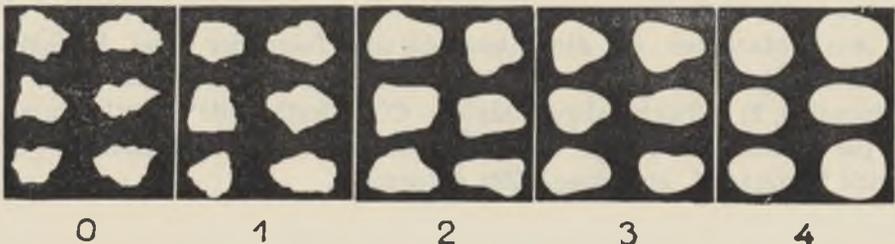
* Nach der Terminologie von B. Krygowski (11).

** Buchstabensymbole nach A. Cailleux (4) und K. Balińska-Wuttke (1).

Diese dreistufige Abrundungsskala für Körner, kann man auf diese Art modifizieren, dass man bei differierten Kornarten d.i.kantigen und abgerundeten Mitteltypen ausscheidet. Das Resultat ist eine universale Abrundungsskala, auf Grund derer man Prozentverhältnisse zwischen den drei Grundarten, oder wenn es nötig ist zwischen den fünf Kornarten berechnen kann. Diese Skala illustriert uns die nachfolgende Tabelle:

Kornart	Symbol der Kornart		Charakteristik des Kornes	Angenäherte englische Terminologie
	art	types		
Nicht abgerundete	K	0	nicht abgerundete Körner mit scharfen Rändern und Ecken	angular
		1	nicht abgerundete Körner mit leicht abgerundeten Rändern und Ecken	subangular
Teilweise abgerundete	CO	2	teilweise abgerundete Körner mit kantigem Profil	subrounded
Abgerundete	O	3	abgerundete Körner, ovale oder runde mit Konkavelementen auf dem Umfang	rounded
		4	abgerundete Körner, ovale oder runde ohne Konkavelemente am Umfang	well rounded

Diese fünfstufige Skala ist völlig ausreichend zur Berechnung des Prozentanteils von Quarzkörnern, die einen ungleichen Bearbeitungsgrad haben und aus verschiedenen Sedimentmilieus stammen. Sie ist fast identisch mit den uns schon bekannten Skalen von: F. I. Pettijon (40), der nach Russel und Taylor 5 Kornklassen ausgesondert hat, der von A. W. Chabakow, welche in der Abhandlung von L. B. Ruchin (44) veröffentlicht wurde und der Skala von K. Eissele (16).



Skizze 4. Fünfstufige Kornskala der Rundungsgruppen nach der die Untersuchungen durchgeführt wurden

Es sei hier auch erwähnt, dass die erhaltenen Ergebnisse der Prozentberechnungen des Kornanteils verschiedenen mechanischen Bearbeitungsgrades, nach der drei- oder fünfstufigen Skala, zu Vergleichungszwecken mit Ergebnissen anderer Forscher, die nach derselben Skala ihre Untersuchungen führen, dienen kann.

Betreffs des Bearbeitungsgrades muss hier bemerkt werden, was auch B. Krygowski (13) in seiner Abhandlung macht, indem er sich auf Untersuchungen von O. H. Twenhold, A. Holmes, A. Cailleux, A. Preobrażński, J. Syniewska u. a. stützt, dass das kantige Korn, welches sich längere Zeit hindurch im beweglichen Was — sermilieu befindet, im Grund seine kantige Form behält, dieses jedoch, welches sich im wüstlichen, äolischen Milieu befindet, abgerundet sein wird und eine runde und abgerundete Gestalt annimmt. Das Quarzkorn aus dem Gletschermilieu behält eine mittlere Gestalt und ist grösstenteils halbkantig.

Letztens bewies Ph. H. Kuenen (21, 22, 24, 26), dass der Einfluss des Flussmilieus auf den Bearbeitungsgrad des Quarzkornes sehr minimal ist. Die Abrundung können jedoch drei Faktoren bedingen: 1) die Windtätigkeit, 2) Brandungswellen und 3) chemische Einflüsse.

Man untersuchte den Bearbeitungsgrad der Quarzkörner in verschiedenen Sedimentfraktionen. In Polen befasste sich mit der Morphologie der Quarzkörner unter 0,3 mm Durchmesser J. Syniewska (49). Es wurde festgestellt, dass die grössten Unterschiede im Abrundungsgrad der Körner in feineren Fraktionen auftreten.

Nach Ph. H. Kuenen (24) fällt der Wert äolischer Abrasion für Körner von einem Durchmesser unter 0,25 mm bis Null herab, dafür wirkt die Tätigkeit des Wassers auf Körner deren Durchmesser mehr als 0,2 mm beträgt abrundend, da sie im Flussbett geschürft werden. Zu ähnlichen Ergebnissen kam schon früher A. B. Sidorenko (47), er nahm an, dass im äolischen Milieu kleinere Körner mit einem Durchmesser von 0,05 mm der Abrundung nicht unterliegen. M. Kirchmayer (8) beweist, dass im Wasser erst Körner mit einem Durchmesser unter 0,1 mm in Suspension transportiert werden.

Die von Ph. H. Kuenen durchgeführten Experimente geben genaue Informationen über die Grenzen und die Intensität der mechanischen Bearbeitung von Quarzkörnern in verschiedenen Milieus, wobei der Autor unterstreicht (24), dass die äolische Abrasion von 100 bis 1000 Mal stärker ist, als die Flussabrasion. Man muss jedoch daran denken, dass in vielen Ablagerungen abgerundete Körner in feineren Fraktionen angetroffen werden. Z. Sujkowski (48) beobachtete zum Beispiel abgerundete Quarzkörner mit einem Durchmesser bis 0,008 mm in senonischen Meeresablagerungen. J. Butrym (3) stellte fest, dass

das Quarkorn von einem Durchmesser 0,005 mm ebenfalls Abrundungen unterliegt. A. Scheidig (45) gibt noch niedrigere Werte als 0,003 mm an. Auch der Autor dieser Abhandlung stellte die Anwesenheit abgerundeter Körner in Fraktionen unter 0,1 mm in Flussanden der Lubliner Hochebene fest.

Die oben angeführten Beobachtungen vom Auftreten sehr feiner abgerundeter Quarkörner in Sanden oder Sedimenten verschiedener Sedimentsmilieus, dürfen wir sich auf die durch Ph. H. Kuenen durchgeführten Experimente stützend, nur durch chemische Wirkungen deuten.

2. ABRUNDUNG DER QUARZKÖRNER UND ABRUNDUNGSKOEFFIZIENTEN

Die morphoskopische Analyse führte ich hauptsächlich für die Feinkornfraktion 0,1—0,25 mm durch; für Vergleichungszwecke untersuchte ich auch die Abrundung der Quarkörner an einigen Proben größerer Fraktionen 0,25—0,50 und 0,50—1,0 mm durch.

A. QUARZE AUS ÄOLISCHEN SANDEN

Ehe ich zur Abrundungscharakteristik der Quarkörner aus äolischen Sedimenten der Lubliner Hochebene antrete, möchte ich zu aller Anfang bemerken, dass kantige Quarkörner mit scharfen Rändern und Ecken des Types „0“ in der 0,1—0,25 mm, sowie den größeren Fraktionen nicht anzutreffen waren. Kantige Körner mit leicht abgerundeten Rändern und Ecken Typ „1“ spielen in der 0,1—0,25 mm Fraktion keine bedeutendere Rolle. Ihr Anteil lässt sich ungefähr mit einem Prozentsatz 2 bezeichnen, in den einzelnen Proben schwankt er in den Grenzen von 0% bis 4%. In Dünensanden der Lubliner Hochebene sind in der Fraktion 0,1—0,25 mm am zahlreichsten abgerundete „0“ und teilweise abgerundete „CO“ Quarkörner repräsentiert. Die Menge der teilweise abgerundeten Körner ist verschiedentlich und schwankt in den Grenzen von 10 bis 37%. Die Anzahl der abgerundeten Körner ist höher als die der teilweise abgerundeten und schwankt von 63 bis 90%. Zwischen den abgerundeten Körnern überwiegen in fast allen Proben abgerundete Körner mit Konkavelementen auf dem Umfang (Typ „3“). Ihr Mengenanteil beträgt von 42 bis 66%, jedoch die Anzahl der abgerundeten Körner ohne Konkavelemente (Typ „4“) beträgt von 15 bis 28%.

In größeren Fraktionen 0,25 bis 0,50 mm und 0,50 bis 1,00 mm nimmt die Anzahl der abgerundeten Körner zu, der Prozentsatz der teilweise abgerundeten Körner nimmt wiederum ab. Diese Anwachsung ist proportional zur Fraktionsgröße, wobei die grössten Unterschiede bei teil-

weise abgerundeten Körnern zwischen der Fraktion 0,1—0,25 mm und der 0,25—0,50 mm Fraktion auftreten. Der Kornanteil der teilweise abgerundeten ist in der 0,25 bis 0,50 mm Fraktion im Verhältnis zur 0,1 bis 0,25 mm Fraktion minderer, um ungefähr zwanzig Prozent. Jedoch zwischen der 0,25—0,50 mm und der 0,50—1,00 mm Fraktion sind die Unterschiede geringer und betragen durchschnittlich einige Prozent. Manchmal ist der prozentuale Anteil der teilweise abgerundeten Körner in beiden Fraktionen gleichwertig und sogar grösser als in der Fraktion 0,50—1,00 mm. Wahrscheinlich kommt es daher, dass gröbere Körner leichter der Zertrümmerung unterliegen.

Eine ähnliche Steigerung der Kornmenge beobachten wir auch bei den am besten abgerundeten Körnern (Typ „4“). In der 0,1—0,25 mm Fraktion schwankt der prozentuale Anteil dieser Körner in den Grenzen von 16 bis 28%, in der 0,50—0,25 mm Fraktion von 26 bis 69% und in der 0,50 bis 1,0 mm Fraktion bis 72%. Also treten die grössten Unterschiede zwischen den Fraktionen 0,10—0,25 mm und 0,25 bis 0,50 mm auf. In der Letzteren steigt die Anzahl der am besten abgerundeten fast doppelt im Vergleich zur Fraktion 0,10—0,25 mm an. Wenn nun die Fraktionen 0,25—0,50 mm mit der 0,50—1,0 mm verglichen wird, geht hervor, dass das Ansteigen der am besten abgerundeten Körner (Typ „4“) weniger regelmässig ist und gewöhnlich ein bis einige Prozent beträgt. Manchmal ist die Zahl der Körner, die diesem Typ angehören in beiden Fraktionen gleichwertig, aber ein andermal sogar bis um einige Prozent geringer als in der grössten Fraktion. Nach analytischer Betrachtung der abgerundeten Körner mit Konkavelementen (Typ „3“) kann man minderere prozentuale Anteilsunterschiede dieser Korn Typen in den drei untersuchten Fraktionen feststellen. In der Fraktion 0,1—0,25 mm beträgt die Zahl der abgerundeten Quarzkörner mit Konkavelementen 42 bis 66%, in der Fraktion 0,25—0,50 mm von 23 bis 70% und in der grössten Fraktion 0,50—1,0 mm von 28 bis 62%, wobei eine Regelmässigkeit schwer zu erfassen ist; in manchen Proben tritt mit der Anwachsung der Kornfraktion eine Verminderung der abgerundeten Kornanzahl mit Konkavelementen auf, in anderen wiederum wächst die Kornanzahl der „3“ Gruppe an. Im Allgemeinen jedoch überwiegt die Verminderung der abgerundeten Kornanzahl mit Konkavelementem bei Zunahme der Fraktiongrösse.

Auf Grund durchgeführter Analysen über den Abrundungsgrad von Quarzkörnern aus Dünen sanden der Lubliner Hochebene kann festgestellt werden, dass in den drei untersuchten Fraktionen abgerundete Körner überwiegen, wobei ein gegenseitiges Verhältnis zu beobachten ist, dass je gröber die Fraktion desto mehr abgerundete Körner auf-

treten*. Dies weist darauf, dass Quarzkörner größerer Fraktionen schneller und leichter einer Abrundung unterliegen.

Um einfacher Merkmale untersuchter Sedimente darzustellen, bedient man sich mit verschiedenartigen Koeffizienten und so z. B.: dem Abrundungskoeffizienten, dem der Abplattung, der Korngestaltung, dem petrographischen Koeffizienten u. ä.

Eine ganze Anzahl von Forschern, es sei hier nur A. Cailleux und von polnischen B. K r y g o w s k i erwähnt, bedienen sich ihrer in ihren Forschungen bei der Charakteristik untersuchter Sedimente. Sie stellen uns mit Hilfe einer Zahl die Verhältnisse zwischen den charakteristischen Merkmalen des analysierten Sedimentes dar. Einer der Koeffizienten ist der Abrundungskoeffizient für Mineralienkörner, der wie es B. K r y g o w s k i (14) feststellt, ein allgemeines Abrundungsbild der gegebenen Proben wiedergibt. Der Zahlenwert des Koeffizienten für Sedimente verschiedener Genesis ist meistens anders und seine Grenzen der Extremwerte sind abweichend. Man könnte hier einige Muster für die Wertberechnung des Abrundungskoeffizienten anführen, jedoch die einfachste und schnellste Art ist die Feststellung des Verhältnisses zwischen den abgerundeten und nicht abgerundeten Körnern. Wenn in der untersuchten Probe die Anzahl der nicht Abgerundeten höher ist als die der Abgerundeten, dann ist sein Wert höher als 1, wenn die Anzahl beider Kornarten gleich ist, beträgt der Koeffizientenwert 1, im Falle wenn abgerundete Körner überwiegen ist der Koeffizientenwert unter 1, wenn nicht abgerundete Körner gar nicht anwesend sind, beträgt sein Wert 0.

Die Werte der Abrundungskoeffizienten berechnete man nach folgender Formel: $W_0 = \frac{K}{O}$, wo K den Prozentanteil der nichtabgerundeten wiedergibt (Typ „0“ + „1“) und O den Prozentanteil der abgerundeten Korntyp („3“ + „4“). Dieser Koeffizient ist leichter und einfacher für den Anteil abgerundeter Körner zu berechnen, als der Koeffizient für die fünfstufige Abrundungsskala, den K. E i s s e l e (6) vorschlägt.

Für die in Tabelle 1 zusammengestellten Zahlwerte des Abrundungskoeffizienten geht hervor, dass er für Kornfraktionen 0,10—0,25 mm in den Grenzen von 0,00 bis 0,06 schwankt, wobei beim grösseren Teil der Proben ein Wert 0,10 dominiert. Der mittlere Wert des Abrundungskoeffizienten dieser Fraktion beträgt 0,004. Für die Fraktion 0,25—0,50 mm betragen die Extremwerte von 0,00 bis 0,02, Mittelwert 0,003. In der Fraktion 0,50 bis 1,00 mm betragen die Extremwerte von 0,11—0,01, der Mittelwert beträgt 0,002. In den zwei letzten Fraktionen,

* Mac Carthy (30) stellte fest, dass die durchschnittliche Abrundung der äolischen Sande mit der Korngrösse anwächst, eine ähnliche Erscheinung bemerkte A. B. Sidorenko (47), der die Dünensande Mittelasiens, hauptsächlich aus Karakum analysierte.

hatte die Mehrzahl der untersuchten Proben einen Wert des Abrundungskoeffizienten gleich 0,00, was darauf hinweist, dass nicht abgerundete Körner nie angetroffen wurden.

Tab. 1. Abrundung und Mattierung der Quarzkörner aus der Lubliner Hochebene

Sandart	Wert	Abrundung der Körner in %					$W_o = \frac{K}{O}$	Mattierung der Körner in %			$W_m = \frac{B}{M}$
		K		CO	O			B	CM	M	
Fraktion		0	1	2	3	4					
Dünensand 0,10—0,25 mm	Min.	—	0	10	42	12	0,00	11	51	11	0,52
	Max.	—	4	37	66	28	0,06	27	74	26	2,00
	M.	—	1	21,9	56,1	20,9	0,004	18,2	64,6	17,2	1,100
0,25—0,50 mm	Min.	—	0	2	23	26	0,00	6	39	23	0,11
	Max.	—	2	27	70	69	0,02	17	66	55	0,63
	M.	—	0,3	9,4	48,9	40,9	0,003	10,3	28,5	41,1	0,272
0,50—1,00 mm	Min.	—	0	0	26	35	0,00	1	31	50	0,02
	Max.	—	1	11	62	72	0,01	8	49	66	0,16
	M.	—	0,1	6,1	44,5	48,9	0,002	4,7	40,6	54,7	0,085
Flussand 0,10—0,25 mm	Min.	0	0	32	16	10	0,00	21	38	8	1,22
	Max.	2	6	68	42	27	0,13	50	66	19	6,15
	M.	0,2	1,8	52,7	29,2	16,1	0,037	34,7	52,2	13,0	2,890
0,25—0,50 mm	Min.	0	0	33	20	8	0,00	19	45	9	1,08
	Max.	1	3	58	47	31	0,09	40	66	25	3,55
	M.	0,1	0,8	45,7	30,8	22,6	0,016	30,4	53,9	15,6	2,090
0,50—1,00 mm	Min.	—	0	21	18	29	0,00	15	45	14	0,86
	Max.	—	2	39	46	47	0,03	29	71	22	1,70
	M.	—	0,4	31,1	30,7	37,6	0,003	22,8	57,9	18,7	1,240
Mariner Sand 0,10—0,25 mm	Min.	1	13	42	8	5	0,60	36	41	0	10,00
	Max.	6	32	65	24	13	2,18	58	63	4	58,00
	M.	3,1	21,2	51,5	16,2	7,9	1,030	48,6	50,8	1,2	40,950
0,25—0,50 mm	Min.	0	9	26	13	3	0,26	18	50	11	1,00
	Max.	5	24	60	33	24	1,23	31	68	22	2,33
	M.	2,6	17,2	45,0	21,9	10,9	0,648	25,0	58,8	16,3	1,582
0,50—1,00 mm	Min.	0	1	44	18	8	0,02	14	47	25	0,48
	Max.	2	7	68	35	22	0,18	22	60	34	0,80
	M.	0,3	2,9	53,2	28,2	15,3	0,077	16,5	55,5	27,8	0,596

M = Arithmetische Mittel; W_o = Abrundungsindex; W_m = Mattierungsindex

. B. QUARZ AUS FLUSSANDEN

Quarzkörner aus Flussanden sind, trotz einer gewissen Ähnlichkeit zur äolischen Ablagerungen ganz verschieden, sowohl in ihrem Abrun-

ungsgrad, der Mattierung, der Kornoberfläche, sowie durch ihre Elongation. Der Anteil verschiedener Korntypen, die auf Grund ihrer äusseren Merkmale (Tab. 7) aus den beiden Sedimenttypen ausgesondert wurden, ist fast identisch, was auf ihre enge Verbindung sowie die Abstammung der Quarzkörner aus der gleichen Alimentationsquelle weist.

In Flussablagerungen des Bystrzycatales trifft man alle ausgesonderten Quarzkorntypen der angewandten fünfstufigen Abrundungsskala an.

Kantige Körner mit scharfen Ecken Typ „0“ treten sporadisch und fast nur in der Kornfraktion 0,10—0,25 mm auf. Kantige Körner — Typ „1“ werden nicht in allen Sandproben angetroffen, durchschnittlich in 3% und maximal in 6%. Teilweise abgerundete Körner des Types „2“ sind hier am zahlreichsten vertreten und bilden einen Prozentanteil von 32 bis 68%. Ihr Anteil ist fast zweimal höher als in Dünensanden derselben Fraktion. Abgerundete Körner des Types „3“ treten in Flussanden von 16 bis 42% auf, also weniger als in äolischen Sanden. Abgerundete Körner ohne Konkavelemente (Typ „4“) treten in Flussanden in einer Menge von 10 bis 27% auf, also auch weniger als in äolischen Sanden.

In den Fraktionen 0,25 bis 0,50 mm und 0,50 bis 1,00 mm nimmt die Anzahl der kantigen und teilweise abgerundeten Körner ab und die Anzahl der abgerundeten Körner wächst ähnlich wie im Dünensand an.

Kantige Körner repräsentieren sich in der Fraktion 0,25—0,50 mm durchschnittlich kaum 7%, teilweise abgerundete Körner dagegen treten in einer Anzahl von 33 bis 58% auf, abgerundete des Types „3“ von 20 bis 47% und der Anteil der abgerundeten des Types „4“ beträgt von 8 bis 31%.

In der Fraktion 0,50 bis 1,00 mm stellt sich der Anteil einzelner Korntypen folgend dar: kantige Körner treten sporadisch auf und spielen keine wichtigere Rolle im Sediment. Teilweise abgerundeten K. betragen von 21 bis 39%, abgerundete des Types „3“ von 18 bis 46, des Types „4“ von 29 bis 47%.

Im Vergleich mit äolischen Sanden ist die Kornanzahl der abgerundeten (Typ „3“ und „4“) geringer in Flussanden, als in Dünensanden.

Bei der Analyse des Abrundungsgrades von Flussanden in den drei untersuchten Fraktionen liess es sich bemerken, dass in den Fraktionen 0,10—0,25 mm teilweise abgerundete Körner überwiegen, in den Fraktionen 0,25—0,50 mm lässt sich schon ein schwaches Übergewicht der abgerundeten Körner bemerkbar machen, in der grössten Fraktion 0,50—1,00 mm dominieren ganz deutlich abgerundete Körner.

Die Zahlenwerte des Abrundungskoeffizienten stellen sich folgendermassen dar: in der 0,10—0,25 mm Fraktion befindet er sich in den Grenzen von 0,00 bis 0,13, sein Mittelwert beträgt 0,037. In den Fraktionen

0,25—0,50 mm ist er niedriger und hat 0,00—0,09, sein Mittelwert ist 0,016. Die Fraktionen 0,50—1,0 mm weisen sich mit einem Wert von 0,00 bis 0,03 mm und einem Mittelwert 0,3 aus.

Den Wert des 0,00 Koeffizienten, welcher auf das Nichtvorhandensein kantiger Körner im Sediment hinweist, stellte man für die 0,10—0,25 mm Fraktion 6 Mal fest, für die 0,25—0,50 mm Fraktion 8 Mal und für die 0,50—1,00 mm Fraktion 13 Mal fest.

C. QUARZE AUS MARINEN SANDEN

Der Abrundungsgrad der unteroligozänen Sandkörner aus marinen Sanden ist viel niedriger als der in Dünen- und Flussanden. Dies betrifft hauptsächlich die feinere Fraktion 0,10—0,25 mm, wo die Abrundungsunterschiede der Körner am deutlichsten auftreten.

Die kantigen Körner (Typ „0“ und „1“) treten in oligozänen Meeresanden in grösserer Anzahl auf, als in Dünen- und Flussanden. Man trifft hier sogar kantige Körner an, Körner mit scharfen Rändern und Ecken, Typ „0“ und dies in einer Anzahl von 1% bis 6%; kantige Körner des Types „1“ treten von 13 bis 32% auf. Am zahlreichsten sind teilweise abgerundete Körner anwesend, ihre Anzahl schwankt in den Grenzen von 42 bis 65%. Ein recht beträchtlichen Anteil weisen auch die abgerundeten Körner auf, unter denen die des Types „3“ in einer Menge von 8 bis 24%, die des Types „4“ von 5 bis 13% der allgemeinen Zahl der untersuchten Körner.

In der Fraktion 0,25—0,50 mm sind die Prozentverhältnisse des Kornanteils von verschiedenem Abrundungsgrad sehr ähnlich, aber die Anzahl der Abgerundeten steigt an, dagegen sinkt die Anzahl der kantigen Körner ab. Der prozentuale Anteil einzelner Kornarten stellt sich folgend dar: Typ „0“ tritt nur in einer Menge von 0 bis 5% auf, Typ „1“ von 9 bis 24%, Typ „2“ von 26 bis 60%, Typ „3“ von 13 bis 33% und Typ „4“ von 3 bis 21%. Der Anteil einzelner Kornarten schwankt somit in ziemlich ausgedehnten Grenzen.

Die Kornabrundung der Fraktion 0,50—1,00 mm ist abweichend von den feineren Fraktionen, wo die Anzahl der kantigen Körner deutlich absinkt. Körner zum Abrundungstyp „0“ gehörend, trifft man sporadisch an, in einer maximalen Menge von 1 bis 7%, teilweise abgerundete Körner überwiegen minimal über Abgerundeten und ihre Anzahl hält sich in den Grenzen von 44 bis 68%. Abgerundete Körner des Types „3“ haben einen Prozentsatz von 18 bis 35%, und die des Types „4“ von 8 bis 22%.

Der Wert des Abrundungskoeffizienten (W_0) der unteroligozänen Meeressande stellt sich folgend dar: für die Fraktion 0,10—0,25 mm ist der Koeffizienzwert in den Grenzen von 0,60 bis 2,18 eingeschlossen,

was darauf hinweist, dass in manchen Proben mehr kantige Körner auftreten, in anderen wiederum mehr Abgerundete. Es lässt sich doch schon ein gewisses Übergewicht der Abgerundeten über den Kantigen feststellen, da unter den 20 untersuchten Sandproben 13 einen Koeffizienzwert unter 1 besitzen. Der Mittelwert des Abrundungskoeffizienten beträgt 1,030. In der Fraktion 0,25—0,50 mm sind annähernde Verhältnisse, aber das Übergewicht der abgerundeten über den kantigen Körnern ist schon deutlicher. Der Koeffizienzwert schwankt in den Grenzen von 0,26 bis 1,23 und nur in einer Sandprobe überwiegen kantige über den abgerundeten Körnern. Der Mittelwert des Abrundungskoeffizienten beträgt in dieser Fraktion 0,648.

Die letzte der untersuchten Fraktionen 0,50—1,00 mm weist ein ganz bedeutendes Übergewicht der abgerundeten über den kantigen Körnern auf, was bedingt, dass die Werte des Abrundungskoeffizienten sich sehr niedrig gestalten und in den Grenzen 0,02 bis 0,18 eingeschlossen sind, der Mittelwert beträgt 0,077.

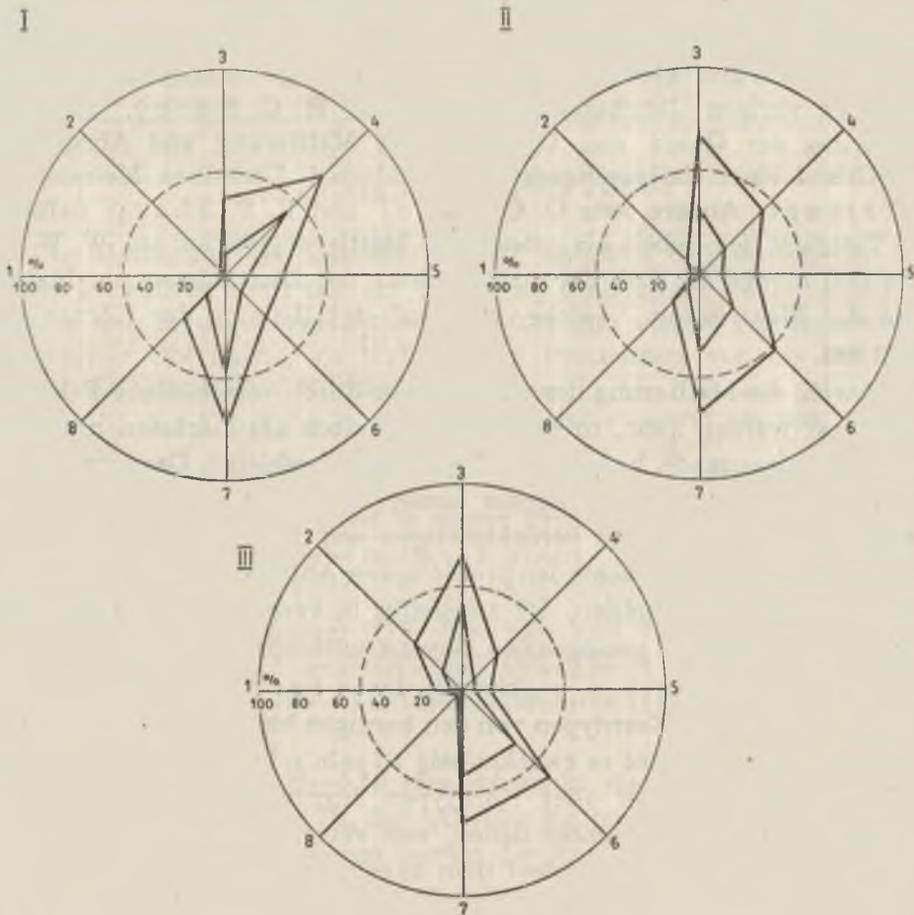
Eine Analyse der Abrundungsstufe von Quarzkörnern aus drei Milieus: den Dünen-, Fluss- und Marinemilieu der Lubliner Hochebene befestigt die schon bekannte Meinung, dass je größer die Fraktion ist, umso höher die Anzahl der abgerundeten Körner. Meine Beobachtungen weisen gleichzeitig darauf hin, dass größere Körner leichter Abrundungen unterliegen als feine. Die erhaltenen Ergebnisse sind mit denen eindeutig die P h. H. K u e n e n (21, 22) während seiner experimentellen Laboratoriumsuntersuchungen, betreffs des Abrundungsdauer von Mineralbrocken verschiedener Grösse erhielt.

3. MATTIERUNG DER QUARZKÖRNER UND DER MATTIERUNGSKOEFFIZIENT

Ein sehr wichtiger Faktor der äolischen Windtätigkeit ist der Oberflächencharakter des Quarzkornes. Von lang her ist es bekannt, dass die Quarzkörner, welche dem äolischen Transport unterlagen nach einer gewissen Zeit eine matte Oberfläche bekamen. A. C a i l l e u x (5) nimmt an, dass auf Grund der Windtätigkeit Sandkörner eine runde und matte Oberfläche erhalten, runde und glänzende Körner wurden im Wassermilieu abgerundet. Der Abrundungsgrad der Körner allein ist in vielen Fällen noch nicht entscheidend für das mechanische Bearbeitungsmilieu des Felsenmaterials, wichtig ist auch die Untersuchung des Oberflächencharakters des Kornes. B. K r y g o w s k i (15) stellte fest, dass der Unterschied zwischen dem Sandkorn der Terrasse und Düne sich manchmal im Mattierungsgrad der Kornoberfläche ausprägt. Diese Feststellung von B. K r y g o w s k i befestigen R. R a c i n o w s k i und J. R z e-

chowski (42); sie beobachteten, dass für die östliche Provinz es sehr schwierig ist, die Flussablagerungen von äolischen Ablagerungen nur auf Grund der Bearbeitung des Materials zu bestimmen.

Während des äolischen Transportes unterliegen Quarzkörner der Mattierung. Nach A. Cailleux (4) braucht es nur eine kurze Strecke zu sein, die 1—2 km beträgt. A. B. Sidorenko (47) nimmt an, dass durch



Skizze 5. Konzentrationsfelder der Abrundung und Mattierung von Quarzkörnern aus Sanden der Lubliner Hochebene, I — Dünensande, II — Flussande, III — marine Sande. Von 1 bis 5 Abrundungstypen nach der 5-stufigen Skala, 6 — glänzende Körner, 7 — teilweise matte Körner, 8 — matte Körner

den Windtransport sich der Charakter des Kornes verändert; ungleiche mit Muschelbruch und rauher Oberfläche wechseln sich in glänzende und polierte Körner um.

Die Anwesenheit matter Körner beobachtete man auch in anderen Milieus besonders im marinen Wirkungskreis, wobei die Mattierung dieser Körner nicht immer mit der früheren äolischen Tätigkeit verbunden sein kann — Z b. S u j k o w s k i (48), J. M o r a w s k i (38).

Mit dem Problem der Bildung matter Kornoberflächen des Quarzes befassten sich letztens P h. H. K u e n e n und W. C. P e r d o k (26). Sie kamen zum Entschluss, dass die mechanische Tätigkeit von Wind und Wasser nur im minimalen Grade die Mattierung der Quarzkörner beeinflusst, als Hauptfaktor sei die chemische Aktion der Lösungen anzusehen, wobei ihre grösste Intensität in Wüstengebieten erreicht wird. Noch im vorigen Jahrhundert beobachtete H. C. S o r b y, dass die Witterung der Quarz aus Graniten eine Mattierung und Abrundung auf Grund einer Zerlassungsaktion veranlassen. Derselben Meinung ist I. T r i c a r t. Andere, wie O. C. E n g e l und R. P. S h a r p nahmen die Tätigkeit des Nebels als potentialen Mattierungsfaktor an. W. W a l t e r (56) nimmt an, dass die matte Politur der Quarzkörner ein Phänomen der Elektrisation, welche während der Reibung der Körner entsteht sei.

Obwohl die Mattierung der Quarzkörner durch verschiedene Faktoren veranlasst werden kann, so bindet sie sich doch am stärksten mit Körnern der Dünensande, hauptsächlich aus Wüstengebieten. Daraus scheint es zweckmässig zu sein, weiterhin ausser der Kornabrundung auch die Oberflächenmattierung zu berücksichtigen und auf dieser Basis bei der Charakteristik des Sediments den prozentualen Anteil der matten und glänzenden Körner zu beachten, der zweifellos in verschiedenen Sedimentstypen eines gewissen geologischen Rayons unterschiedlich sein wird.

Der Mattierungsprozess, unabhängig davon was für Faktoren ihn bedingen, umfasst alle Korntypen von den kantigen bis zu den abgerundeten Körnern. Darum scheint es zweckmässig zu sein zahlenmässig die matten und halbmatte Körner aller Korntypen auszuwerten. Da matte und teilweise matte Körner unter denen, von verschiedenem mechanischen Bearbeitungsgrad auftreten, darf man annehmen, dass der Mattierungsprozess des Quarzkornes schneller vor sich geht, als der Abrundungsprozess.

Das Ausscheiden der Kornarten des Quarzes auf Grund des Mattierungsgrades der Oberfläche ist viel schwieriger, als die Segregation nach der Abrundungsskala. Sehr schwierig ist nach der visuellen Methode, den Oberflächenprozentatz der Körner, die der Mattierung unterlagen, festzustellen, einfacher dagegen ist es differierte Kornarten auszuscheiden: glänzend, durchsichtige sowie ganz matte. Alle übrigen mit ver-

schiedener Mattierungsstufe, zählt man zur Zwischenstufe an d. i. zur teilweise matten.

Auf dieser Basis stützte ich meine Dreistufenskala der Kornmattierung:

Kornart	Symbol	Englischer Termin
1. glänzende-durchsichtige Körner	B	glistening grains
2. teilweise matte Körner	CM	fairly dull grains
3. matte Körner	M	dull grains

A. QUARZE AUS ÄOLISCHEN SANDEN

Die Mattierung der Quarzkörner aus äolischen Sedimenten der Lubliner Hochebene stellt sich auf Grund der dreistufigen Skala folgendermassen dar: in der Kornfraktion 0,10—0,25 mm dominieren Quarze mit halbmatter Oberfläche, sie bilden einen Prozentsatz von bis 74%, der Anteil der glänzenden Körner beträgt von 11 bis 27% und fast gleich so hoch ist der Anteil der matten Körner, da er von 11 bis 26% beträgt.

Der Wert des Mattierungskoeffizienten $W_m = \frac{B}{M}$ beträgt in 43 Proben mehr als 1 und somit ist in dieser Fraktion noch ein Übergewicht der glänzenden über den matten Körnern. Der Mittelwert W_m beträgt 1,100.

In gröberen Fraktionen 0,25—0,50 mm und 0,50—1,00 mm ist der Anteil der einzelnen Kornarten etwas abweichend, die Zahl der matten Körner steigt an und der Anteil der halbmatten und glänzenden Körner wird geringer.

In der Fraktion 0,25—0,50 mm schwankt die Zahl der glänzenden Körner zwischen 6 und 17%, der teilweise matten von 39 bis 66%, jedoch in der 0,50—1,00 mm Fraktion beträgt der Anteil der glänzenden Körner kaum von 1 bis 8%, der teilweise matten Körner von 31 bis 49% und der matten von 50 bis 66%. Der Wert des Mattierungskoeffizienten wird geringer, je gröber die Fraktion, dies weist darauf hin, dass ein sehr beträchtliches Anwachsen der matten Kornanzahl in den untersuchten Sandproben der Fraktion über 0,25 mm zu betrachten ist. In den Fraktionen 0,25—0,50 mm schwankt der Koeffizienzwert in den Grenzen von 0,11 bis 0,63 mit einem Mittelwert 0,272. In der 0,50—1,00 mm Fraktion beträgt der Wert des Mattierungskoeffizienten von 0,02 bis 0,16, sein Mittelwert beträgt 0,085.

B. QUARZE AUS FLUSSANDEN

Die Grössen für die Mattierung der Quarzkörner aus Flussanden des Bystrzycatales stellen sich folgendermassen dar: in der Kornfraktion 0,10—0,25 mm schwankt die Zahl der glänzenden Körner von 21 bis 50%, der teilweise Matten von 38 bis 66% der Matten von 8 bis 19%. In der Fraktion 0,25 bis 0,50 mm sind die matten Körner zahlreicher. Der Anteil der glänzenden Körner beträgt von 19 bis 40%, der teilweise matten Körner 45 bis 66% und der matten Körner von 94 bis 25%.

Der Wert des Mattierungskoeffizienten weicht für die Fraktion 0,10—0,25 mm sehr wesentlich vom Koeffizienzwert der analogischen Fraktion der Dünenande ab und schwankt in den Grenzen von 1,22 bis 6,15, was auf eine mehrfache Überzahl der glänzenden über den matten Körnern hinweist. Der Mittelwert des Mattierungskoeffizienten beträgt in dieser Fraktion 2,890.

In der Fraktion 0,25—0,50 mm überwiegen noch die glänzenden Körner, aber schon im geringeren Grad, der Wert des Mattierungskoeffizienten ist in den Grenzen von 1,08 bis 3,55 eingeschlossen, sein Mittelwert beträgt 2,090. Es sei hier hervorgehoben, dass höhere Mattierungskoeffizienten die Quarzkörner aus dem Bodensand der heutigen Bystrzyca besitzen.

In den Fraktionen 0,50—1,00 mm überwiegen noch glänzende Körner über den matten, aber nur in drei Sandproben von den zwanzig untersuchten dominieren die matten Körner ganz schwach über den glänzenden. Der Wert des Mattierungskoeffizienten dieser Fraktion schwankt in den Grenzen von 0,86 bis 1,70, der Mittelwert beträgt 1,240.

Wenn man die Analysenergebnisse der Mattierung der Flussandquarze des Bystrzycatales zusammenstellt, kann man feststellen, dass in allen drei Fraktionen teilweise matte Körner dominieren, wobei je gröber die Kornfraktion, desto höher die Anzahl der matten Körner ist.

C. QUARZE AUS MARINEN SANDEN

Wie schon vorerst hervorgehoben, kann die Kornmattierung auf verschiedene Weise stattfinden, so beweisen doch zahlreiche Observationen, dass der Anteil der matten Körner im Wassermilieu immer geringer ist, als im äolischen.

Sich auf statistische Angaben stützend, kann man auf Grund des Kornmattierungsgrades leichter das Akkumulationsmilieu bestimmen als auf Grund des Abschleifungsgrades. Der Anteil der abgerundeten Körner kann machmal einen ähnlichen Wert in verschiedenen Sedimenttypen haben, und hauptsächlich in den Fraktionen über 0,25 mm.

In oligozänen Sanden ist der Anteil der matten Körner sehr niedrig; in der Fraktion 0,10—0,25 mm beträgt er maximal bis 4% und durch-

schnittlich etwa 1%, dafür ist die Anzahl der teilweise matten Körner wesentlich stärker vertreten (von 41 bis 63%); sehr zahlreich ist der Anteil der glänzenden Körner, er beträgt von 36 bis 58%. In größeren Fraktionen steigt die Anzahl der matten Körner schnell in die Höhe. In der 0,25—0,50 mm Fraktion treten matte Körner in einer Anzahl von 11 bis 22% auf, die teilweise matten von 52 bis 68%, und die glänzenden von 18 bis 31%. In der Fraktion 0,50—1,00 mm schwankt die Menge der matten Körner in den Grenzen von 25 bis 34%, der teilweise matten Körner von 47 bis 60%, der glänzenden von 14 bis 22%. Wie man auf Grund der beigefügten Angaben folgern kann, wächst die Anzahl der matten Körner in größeren Fraktionen auch im marinen Milieu an.

Die Zahlenwerte des Mattierungskoeffizienten in der Fraktion 0,10 bis 0,25 mm erhalten sich in den Grenzen von 10,0 bis 58,0, ihr Mittelwert beträgt 40,950. Diese Werte beweisen, dass der Anteil der glänzenden Körner höher ist, als der matten Körner. In den größeren Fraktionen ist das Übergewicht weniger deutlich und der Koeffizienzwert fällt gewaltig hinab. In der 0,25—0,50 mm Fraktion schwankt er von 1,0 bis 2,33, sein Mittelwert beträgt 1,582. In der 0,50—1,00 mm Fraktion schwankt er in den Grenzen von 0,48 bis 0,80, mit einem Mittelwert 0,596.

4. DIE ELONGATION DER QUARZKÖRNER

Ausser der Abrundungsanalyse der Kornoberfläche erscheint es auch zweckmässig zu sein ihre Gestalt zu untersuchen. Die beste Methode zur Analysierung von Kies und Geröll ist das Anwenden der Th. Zing g' s c h e n (59) Klassifikation. Auf Grund des Dreiaachsenverhält-

Tab 2.. Elongation der Quarzkörner aus Sanden der Lubliner Hochebene
Fraktion 0,10—0,25 mm
in %

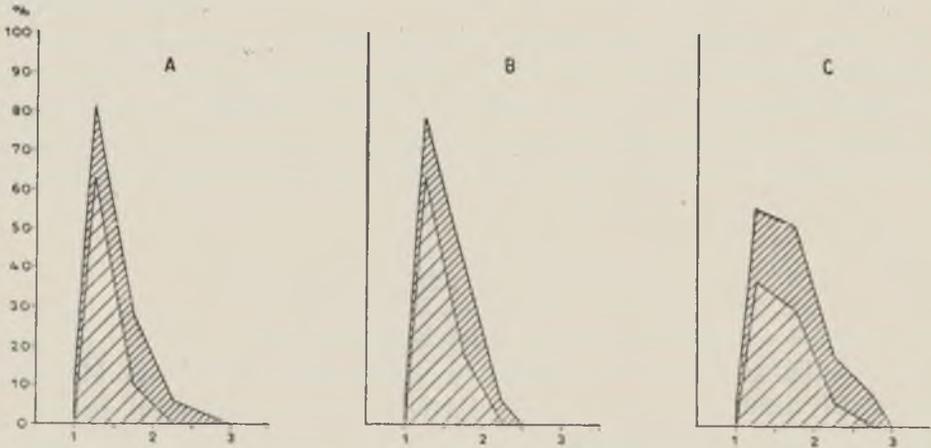
Sandart	Dünensand			Flussand			Mariner Sand		
	Min.	Max.	M	Min.	Max.	M	Min.	Max.	M
1	0	10	4,8	1	5	2,6	0	4	1,5
1,1—1,5	63	81	71,4	56	77	67,4	40	55	45,3
1,6—2,0	10	28	20,6	18	35	28,2	30	51	40,7
2,1—2,5	0	6	2,8	0	6	1,8	5	18	10,2
2,6—3,0	0	2	0,4	—	—	—	0	8	2,3

L/S — Längen — zum Breitenverhältnis des Kornes.

Extremwerte und arithmetische Mittel berechnete man an 15 Proben jeden Sandtypes.

nisses b/a und c/b sondert er vier Formentypen des Gerölls aus: die flache, kugelige, stengelige und, flachstengelige Form. Falls man Körner, sehr feiner Sand- und Tonfraktionen untersucht, kann die Methode von Th. Zing g nicht angewandt werden. Man kann jedoch Längen- und maximale Breitenmessungen unter dem Mikroskop, mit in Kanadabalsam fixierten Präparaten ausführen oder analogische Messungen auf entsprechend vergrößerten Photoaufnahmen machen.

Das Längen- zum Breitenverhältnis des Minerals zeigt uns die Anisometrie des untersuchten Kornes, auf einer Ansichtsebene gemessen. J. Zern dt (58) nannte dies den Längenkoeffizient. Mit Hilfe dieses Koeffizienten kann man sowohl einzelne Minerale, wie auch dasselbe



Skizze 6. Diagramm der Elongation der Quarzkörner aus sandigen Ablagerungen der Lubliner Hochebene. Die dicht geschrafften Felder erhalten sich zwischen den Extremwerten der Kornverlängerung; A — Dünensande, B — Flussande des Bystrzycatales, C — unteroligozäne marine Sande

Mineral aus verschiedenen Gesteinen charakterisieren. Anisometrische Untersuchungen der Mineralkörner finden ihre Auswertung bei petrogenetischen Untersuchungen und hauptsächlich bei der Bestimmung der Herkunftsquelle des Materials, da wie bekannt Körner mancher Minerale die in metamorphischen Gesteinen auftreten mehr längsgestaltet sind, als analogische Minerale aus Magmagestein. Dieser Koeffizient kann vielleicht auch die Intensität des mechanischen Abrundungsprozesses der Körner im äolischen Milieu bestimmen. Nach P. D. Kry n i n e (20), was auch M. T u r n a u - M o r a w s k a (55) bestätigt, „bezweckt die mechanische Bearbeitung des Kornes seine kugelige Gestaltung“.

Untersuchungen über die Längsgestaltung der Kristalle führt man an solchen Körnern durch, deren Z-Achsen deutlich länger sind, als die anderen. Aus äolischen Ablagerungen der Lubliner Hochebene eignen sich zu diesem Zweck am besten Quarz und Zirkon. Diese Minerale haben eine ähnliche Gestaltung, Härte und Brechung. Je besser ein Korn abgearbeitet ist, umso näher der Einheit ist sein Längen- zum Breitenverhältnis, also immer mehr kugelartig.

Längenmessungen der Quarzkörner können sogar ein Hilfsmittel zur Deutung der mechanischen Bearbeitungsintensität der Körner sein. Im Falle, wo prozentuale Verhältnisse zwischen den bearbeiteten Körnern verschiedener Sedimente (z. B. Fluss- und äolischer Sedimente) ähnlich sind, aber andere Merkmale keine genügende Grundlagen für ihre Unterscheidung bieten. Man kann auch den Verlängerungsgrad verschiedener Gattungen von Mineralkörnern vergleichen z. B. Quarz und Zirkon.

Die Elongation der Quarzkörner aus Dünensanden der Lubliner Hochebene von der 0,10—0,25 mm Fraktion, stellt sich folgend dar: Anzahl der ideal abgerundeten Körner (das Längen- zum Breitenverhältnis $L/S = 1$) schwankt in den Grenzen von 0 bis 10%, durchschnittlich etwa 5%, der gut abgerundeten Körner ($L/S = 1,1—1,5$) von 63 bis 81%; der abgerundeten ($L/S = 1,6—2,0$) von 10 bis 28% durchschnittlich 18%; der nicht abgerundeten ($L/S = 2,1—2,5$) von 0 bis 6%, durchschnittlich etwa 4%, der längsgeformten ($L/S = 2,6—3,0$) von 0 bis 2%, durchschnittlich etwa 1%.

Aus den hier angeführten die Elongation betreffenden Zahlen der Quarzkörner aus Dünensanden geht hervor, dass extreme Grenzen des L/S Verhältnisses zwischen 1 und 3 eingeschlossen sind. Es überwiegen also gut abgerundete Quarzkörner. Die Anwesenheit längsgestalteter Körner weist darauf, dass trotz der mechanischen Bearbeitung durch Windtätigkeit, wie auch der chemischen, die Gestaltung der Kristalle eine grosse Rolle auf den Abrundungsgrad der Körner haben.

In Flussanden des Bystrzycatales beträgt die Anzahl der ideal abgerundeten Quarzkörner, in den Fraktionen 0,10—0,25 mm, deren $L/S = 1$ ist, 1 bis 5%, dies sind also etwas geringere Werte, als die der äolischen Sande. Gut abgerundete Körner ($L/S = 1,1—1,5$) treten in einer Anzahl von 56 bis 77% auf, abgerundete Körner ($L/S = 1,6—2,0$) von 18 bis 35%, nicht abgerundete ($L/S = 2,1—2,5$) sind maximal bis 6% anzutreffen, durchschnittlich etwa 2%.

Eine Ergebnisvergleichung der Kornelongation von Quarzkörner in beiden Typen der Sedimente, dem äolischen und dem Flusssediment ergibt, dass äolische Körner ein wenig besser abgerundet sind.

Die durchgeführten Längenmessungen der Quarzkörner aus unteroligozänen Sanden, der Fraktion 0,10—0,25 mm weist aus, dass die

Menge der Körner im Verhältnis $L/S = 1$ gering ist und sich in den Grenzen von 0—4% abspiegelt. Ihre Anzahl ist geringer als in äolischen Sanden und fast gleich so hoch wie in Flussanden. Körner mit einem Längengrad 1,1—1,5 sind seltener anzutreffen als in äolischen oder Flussanden, aber die Anzahl der Längsgestalteten ist höher, als in den früher behandelten Sedimenttypen.

5. DIE KLASSIFIKATION UND DER ANTEIL VERSCHIEDENER QUARZSANDTYPEN

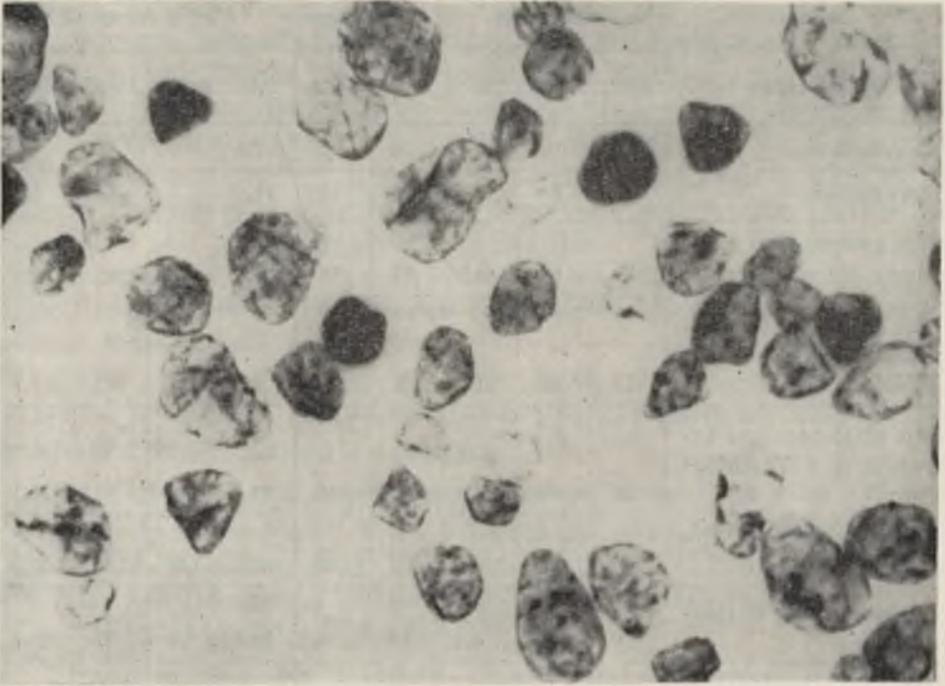
Die Analysen der Abrundung, Mattierung und Elongation schöpfen nicht alle Möglichkeiten zur Aussonderung verschiedener Korntypen aus. Ein überwiegender Teil sedimentologischer Abhandlungen über Quartärablagerungen analysiert nur den Abrundungsgrad und den Mattierungsgrad der Quarzkörner. Diese Untersuchungsart charakterisieren klassische Arbeiten von A. Cailleux und letztens K. Balińska-Wuttke (1).

Der Abrundungs- und Mattierungsgrad deutet uns nur die Transportbedingungen und die Intensität der mechanischen Bearbeitung, er gibt uns jedoch keinen Hinweis auf die Urquelle des zerfallenen Materials (Detritusmaterials) und auf die Bedingungen in denen die Körner der Umgestaltung unterlagen, z. B. während der Ablagerung (Kornregeneration) oder auch während kataklastischer Prozesse (Kristalldeformation).

In den letzten Jahren erschien eine ganze Anzahl von Veröffentlichungen, in denen Autoren bemüht sind einige charakteristische Quarztypen auszusondern und auf Grund ihres Prozentanteils über die Alimentationsquellen des Zerfallmaterials zu folgern und sogar auf Grund dessen die Schichtungskorrelation festzustellen. Als klassische Abhandlung dieses Types sei die Arbeit russischer Forscher G. G. Lemlej'n's und W. S. Kniazew's (27) angeführt, welche folgende Quarztypen aussonderten: 1) undurchsichtige, 2) halbdurchsichtige, 3) spaltige (zerklüftete), 4) ohne Einschlüsse, 5) opalisierende, 6) mit nadelförmigen Einschlüssen, 7) mit Plättcheneinwachsen, 8) regenerierte. Sie analysierten Quarzkörner der Fraktion 0,10—0,25 mm unter einer Binokularlupe auf weissem und schwarzen Grund. G. Lüttig (28) arbeitet an Hand einer anderen Kornaussonderung in 6 Typen, sich auf den Oberflächencharakter, die Durchsichtigkeit und Färbung stützend.

In manchen vor dem Kriege in Polen veröffentlichten Abhandlungen von J. Syniewska (49), W. Wawryk (57), S. Biskupski (2) u. a. versuchte man verschiedene Quarzkorntypen auf Grund ihrer physiographischen Merkmale auszuscheiden.

Die Fraktion 0,10—0,25 mm diente als Untersuchungsmaterial bei der Aussonderung charakteristischer Quarzkornstypen aus Dünenanden der Lubliner Hochebene. Da die Oberfläche eines beträchtlichen Prozentes



Skizze 7. Verschiede Quarztypen aus Sanden der Lubliner Hochebene

der Quarzkörner eine teilweise matte oder matte ist, betrachtete man sie unter einer Binokularlupe mit kleiner Vergrößerung, was eine genaue Erkennung der inneren Struktur unmöglich machte. Es bestand also eine Notwendigkeit diese Präparate in Kanadabalsam zu fixieren und in 250 maliger Vergrößerung zu betrachten.

Auf Grund der Analyse aus 15 Dünen berechnete man einen prozentualen Anteil folgender Kornstypen: 1) regenerierte, 2) zerspaltene (zerklüftete), 3) mit flüssigen oder gasförmigen Einschlüssen, 4) mit stengel- und flachstengeligen Einwachsungen, 5) mit plättchen- und unregulären Einwachsen, 6) mit staubfeinen Einwachsungen, 7) Körner mit Wellenlöschung, 8) Körner mit Mosaiklöschung. Die hier angewandte Klassifikation stützt sich auf physiographische Merkmale die im Korninneren festgestellt wurden. Die ausgesonderten Kornstypen kann man als „Hyperstypen“ bezeichnen, und für Körner die auf Grund von Oberflächenmerk-

Tab. 3. Prozentualer Anteil verschiedener Quarztypen in Sanden der Lubliner Hohebene
Fraktion 0,10—0,25 mm

Sandart	Dünensand			Flussand			Mariner Sand		
	Min.	Max.	M	Min.	Max	M	Min.	Max.	M
Regenrierte	1	5	2,7	0	5	1,9	0	4	1,1
Zerklüftete	8	24	15,5	5	17	11,7	3	16	8,7
Mit gasigen und flüs- sigen Einschlüssen	29	63	44,4	10	41	22,6	12	46	28,2
Mit stengel und flachstengeligen Ein- wachsen	15	36	26,8	2	20	8,0	4	21	9,7
Mit plättchen- und un- regulären Einschlüs- sen	20	69	41,6	22	48	31,4	26	71	42,1
Mit staubfeinen Ein- schlüssen	100	100	100,0	100	100	100,0	100	100	100,0
Körner mit Wellen- löschung	16	29	19,8	12	34	24,7	23	37	30,4
Körner mit Mosaik- löschung	1	5	2,2	2	15	6,6	1	5	2,5

Extremwerte und arithmetische Mittel berechnete man an 15 Proben jeden Sandtypes.

malen ausgesondert wurden d.i. der Abrundung und Mattierung bezeichnen wir als „Epitypen“.

Der prozentuale Anteil der einzelnen Korntypen kann als Hilfskriterium ausgewertet werden, hauptsächlich da, wo petrogenetische Schlüsse in Anlehnung auf Mineralien der Schwerfraktion nicht ausreichend sind. Die Schwerfraktion beträgt gewöhnlich nur einen Prozentbruchteil der untersuchten Probe und Quarz bildet fast die ganze Masse des äolischen Sediments.

Für den prozentualen Anteil der einzelnen Korntypen möchte ich folgende Anmerkungen machen: regenerierte Körner — treten in Dünensanden der Lubliner Hohebene in minderem Prozentanteil und zwar von 1 bis 5% auf. Ihre Anwesenheit deutet darauf, dass ein Teil der Quarzkörner aus Dünensedimenten das Silifikationsstadium bildete, was auf einen unmittelbaren Zusammenhang mit älteren Sedimentgesteinen

zu deuten ist. Körner mit Regenerationsumrandungen treten gleichfalls in Ablagerungen des Vorquartärs der Lubliner Hochebene auf. M. Turnau-Morawska (52) beschrieb sehr eingehend solche Körner aus albischem Sandstein der Umgegend von Rachow und aus sarmatischen Sedimenten der Umgegend von Chełm und Rejowiec (53). Es ist jedoch wenig wahrscheinlich, dass den albischen Sandsteinen, welche auf einer geringen Fläche in der Umgegend von Annopol und Gościeradów zutage treten, eine wesentlichere Rolle als Alimentationsquelle der äolischen Sedimente zugeschrieben ist. Wahrscheinlicher ist die Zusammensetzung dieser Art von Körnern in miozänen Sedimenten, aber da sei darauf zu achten, dass sarmatische Sandsteine grösstenteils stark silifiziert sind und hauptsächlich im nordöstlichen Teil der Lubliner Hochebene auftreten. M. Turnau-Morawska (53) weist auch darauf hin, dass in sarmatischen Sanden regenerierte Körner nur einen minimalen Prozentanteil haben.

Es ist anzunehmen, dass regenerierte Körner aus der Exaration loser Ablagerungsgesteine stammen, über welche der Gletscher vom Norden nach dem Süden ziehend vorüberging.

Zerklüftete Quarzkörner treten in einer Menge von 8 bis 24% auf. Ihre Anzahl ist veränderlich und schwankt in recht beträchtlichen Grenzen. Die Anwesenheit dieser Körner im Sediment weist darauf, dass ein Teil der den Dünen sand bildenden Quarze schon nach ihrer Kristallisierung dynamischen Deformationen unterlag.

Einwachsungen und Einschlüsse besitzen alle Quarzkörner aus äolischen Sanden der Lubliner Hochebene, sie sind kleiner oder auch grösser und bei 250 maliger Vergrösserung leicht ersichtlich. Ihre Anzahl reicht in grösseren Kristallen bis zu einigen hunderten. In allen Quarzen treten ganz feine „staubförmige“ Einschlüsse auf, die chaotisch im Inneren zerstreut sind. Manchmal gliedert sich ein Teil der Einschlüsse in gewisse Flächen und bilden mehr oder weniger deutliche Schlieren. Im Inneren der Quarzkörner sind Einwächse die als Fremdkörper anzusehen sind, sie treten in fester, gasiger und flüssiger Gestalt auf.

Da eine genaue Analyse der Einschlüsse nicht das Ziel dieser Untersuchungen war, beschränkte man sich nur zum prozentualen Anteil ganzer Einschlussgruppen auf Grund ihres Gefüges.

Gasige und flüssige Einschlüsse sind sehr zahlreich, ihr prozentualer Anteil in Quarzen der Dünen sande schwankt von 29 bis 63%. Ihre Gestalt ist grösstenteils kugelig oder länglich ellipsoidal. Auf Grund zahlreicher flüssiger und gasiger Einschlüsse darf man annehmen, dass ein grosser Anteil der Quarze aus verwittertem Magmagesstein stammt, da dies während des Kristallisationsprozesses reich an Dämpfen war. Es

ist jedoch nicht einfach dies zu bestätigen, da diese Merkmale auch nach der Bearbeitung erhalten bleiben können.

Stengel- und flachstengelige Einschlüsse bestehen aus Mineralien wie Rutil, Turmalin, Amphibol, Epidot, Zirkon, u. a. Ein Teil dieser Mineralien kann aus metamorphen Gesteinen stammen. Der Anteil dieser Einwachsungen ist minder als der, der früher angegeben und beträgt von 15 bis 36%.

Blättchenartige und unregelmäßige Einwachsungen bilden meistens Eisenoxyde und näher unbestimmte Substanzen. Ein beträchtlicher Prozent der Quarzkörner von 20 bis 69% weist solche Einschlüsse auf. In allen Quarzkörnern treten staubfeine undurchsichtige Einschlüsse am häufigsten auf.

Körner mit Wellenlöschung weisen auf eine gewisse Genesis mit Granit und Gneis, aber so wie es M. Turnau-Morawska (52) unterstreicht, wissen wir zur Zeit noch nichts Genaueres über die Verhältnisse in denen Deformationen des Gefügenetzes stattfinden, oder in welchen Bedingungen es zur Wellenlöschung kommt.

Der prozentuale Anteil von Quarzkörnern mit Wellenlöschung beträgt in Dünenanden der Lubliner Hochebene von 16 bis 29%. Körner mit Mosaiklöschung treten viel seltener auf und ihr Prozentanteil beträgt von 1 bis 5%.

Der Prozentanteil ausgesonderter Korntypen weist darauf, dass äolische Ablagerungen der Lubliner Hochebene aus Sanden entstanden, die einige Sedimentationszyklen bestanden haben und ihre Alimentsquelle Witterungsmaterial aus Gesteinen verschiedener Typen ist und so z. B. Magma-, Metamorph- und Sedimentgesteine. Diese Folgerung befestigt die Mineralienzusammensetzung der Sande.

B. FLUSSANDE

Der Anteil ausgesonderter Quarzkorntypen aus den Flussanden des Bystrzycales ist ähnlich wie bei analogischen Quarztypen aus Dünenanden der Lubliner Hochebene.

Regenerierte Körner treten in Flussanden in einer Menge von 0 bis 5% auf, also ähnlich wie in Dünenanden. Der Anteil zerklüfteter Körner im Flussand hat einen Wert von 5 bis 17%.

Quarze mit flüssigen und gasigen Einschlüssen haben einen Wert von 10 bis 41%, also ein wenig geringer als in äolischen Sanden.

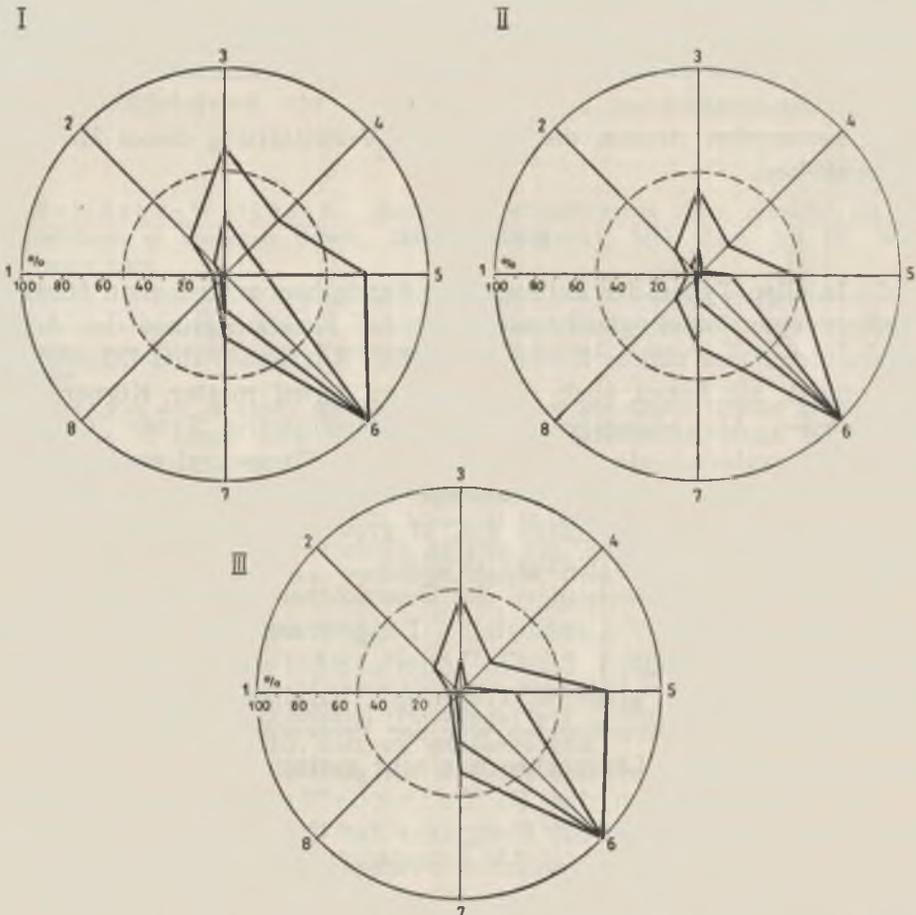
Körner mit stengel- und flachstengeligen Einwachsen haben einen Anteil von 2 bis 20% die mit blättchenartigen und unregulären Einwachsen von 22 bis 48%.

Der prozentuale Anteil der Körner mit Wellenlöschung beträgt 12 bis 34%, mit Mosaiklöschung 2 bis 15%.

Einige Unterschiede im prozentualen Anteil der ausgesonderten Quarzkornstypen beider Sedimente, der äolischen und Flussablagerung deutet man dadurch, dass Dünen sandproben fast vom ganzen Gebiet der Lubliner Hochebene stammen, Flussande wiederum nur aus einem Tal, das sich im Zentrum der Hochebene befindet.

C. MARINE SANDE

Die prozentualen Anteilsverhältnisse ausgesonderter Quarzkornstypen aus unteroligozänen marinen Sanden stellen sich folgend dar: regenerierte Körner sehr gering, ihr Anteil beträgt maximal 4%, zerklüftete (geschrammte) Körner 3 bis 16%, Körner mit flüssigen und gasigen Einschlüssen von 12 bis 46%, mit stengel- und flachstengeligen Einwachsen von



Skizze 8. Konzentrationsfelder der ausgesonderten Quarzkornstypen aus Sanden der Lubliner Hochebene; I — Dünen sande, II — Flussande, III — marine Sande; 1 — regenerierte Körner, 2 — zerklüftete, 3 — mit flüssigen und gasigen Einschlüssen, 4 — mit nadel- und stengelartigen Einwachsen, 5 — mit plättchen- und unregulären Einwachsen, 6 — mit staubfeinen Einwachsen, 7 — mit Wellenlöschung, 8 — mit Mosaiklöschung

4 bis 21%, mit plattenförmigen und unregelmässigen Einwachsen von 26 bis 71%. In allen Kristallen treten ganz feine „staubige“ Einschlüsse auf, die nur bei grosser Vergrösserung ersichtlich sind.

Der Kornanteil mit Wellenlöschung beträgt von 25 bis 37%, mit Mosaiklöschung 1 bis 5%.

Man kann darauf schliessen, dass unteroligozäne Sande aus ähnlichem Material stammen wie Quartärsande. Zu dieser Folgerung kam man während der Vergleichung der Quarzkorn „Hypertypen“ auf Morphogrammen ihrer Konzentrierungsfelder.

Wahrscheinlich tritt in Quarzsanden der Lubliner Hochebene viel Material aus lokalen oligozänen Ablagerungen auf, welche während der Gletschertransgression mit dem nördlichen Material vermengt wurden, sich dann in der Eisablation in Senken akkumulierten und so Flusstäler ausfüllten. Diese Annahme kann im gewissen Grade die Anwesenheit grosser Glaukonitkörner in Flussanden und ein beträchtlicher Anteil von Eisenoxiden deuten, die nach der Verwitterung dieses Materials hinterblieben.

ERGEBNISSE

1. In allen Typen der untersuchten Sande beobachtete man ähnliche Erscheinungen, dass gleichmässig mit der Fraktionsgrösse der Anteil abgerundeter und matter Körner anwächst. Am besten sind Dünensande abgerundet, sie haben auch den grössten Anteil matter Körner. Den schwächsten Abrundungsgrad haben unteroligozäne Sande. Grössere Mattierungsunterschiede treten zwischen den Fluss- und marinen Sanden in der Fraktion 0,10—0,25 mm auf. Glänzende Körner treten öfters in marinen als in Flussanden auf, in gröberen Fraktionen sind die Mattierungsunterschiede weniger deutlich.

2. Die Elongationsmessungen der Quarzkörner bewiesen, dass Fluss- und äolische Sedimente analogische Längenmasse der Körner haben. Quarzkörner aus beiden Sanden unterscheiden sich dadurch, dass in äolischen Sanden ein grösserer Prozentsatz kugeligere Formen ($L/S = 1$) auftritt, jedoch in Dünensanden war der Prozentanteil der Körner mit einer wesentlicheren Längsachse nur sehr gering.

Aus Untersuchungen die M. Turnau-Morawska (55) durchführte geht hervor, dass die Elongation der Quarzkörner in Sandsedimenten mit der kristallographischen c-Achse oder der Rhomboederrichtung der Wände (1011) einstimmend ist und durch Richtungsdruck im Primärgestein entstand.

Der Anteil kugeligere Körner in oligozänen Sanden ist sehr gering, sie bilden einen Prozentsatz um 2%, in quartären Sanden ist ihr Anteil grösser. In beiden analysierten Quartärsedimenten dominieren Quarze

mit einer Achsenverlängerung die sich in den Grenzen von 1,1 bis 1,5 einschliesst. In oligozänen Sanden überwiegen Körner mit einem Maximum des Längen zum Breitenverhältnisses das mehr als 1,1 bis 2,0 beträgt.

3. Der Anteil der auf Grund des inneren Gefüges ausgesonderter Quarzkorn „Hypertypen“ der drei untersuchten Sedimente weist grosse Ähnlichkeiten auf, worauf die angenäherte Figurengestaltung (Skizze 7) deutet. Dieses kann man teils mit derselben Alimentationsquelle der Quartärsande (Dünen- und Flussande) deuten und teilweise durch das „Vermischen“ der oligozänen und quartären Ablagerungen.

Wenn wir zu den durchgeführten Untersuchungen der Quarzkörner anschliessen, so sei unterstrichen, dass diese als Hilfskriterien für petrogenetische Folgerungen, betreffs der Herkunft und des Akkumulationsmilieus von Ablagerungen ausgewertet werden können.

LITERATURA

1. Balińska-Wuttke K.: Badania morfometryczne ziarn piasków plejstoceńskich w dorzeczu Rawki. Uniw. Warszawski, Biul. Geol. Bd III, Warszawa 1963.
2. Biskupski S.: Z petrografii trzeciorzędu okolic Gołogór na północnej krawędzi Podola (Beiträge zur Petrographie der tertiären Gesteine aus der Umgebung von Gołogóry am Nordrande von Podolien). Kosmos, Ser. A, 61, Lwów 1936.
3. Butrym J.: A Study on the Morphology of the Quarz Grains in the Consequence of Loess. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B, vol. XV (1960), 3, Lublin 1961.
4. Cailleux A.: Les actions eoliennes periglaciaires en Europe. Mem. Soc. Geol. France, Nouv. Ser., Bd 21, Mem. Nr 46, 1942.
5. Cailleux A.: Morphoskopische Analyse der Geschiebe und Sandkörner und ihre Bedeutung für die Paläoklimatologie. Geol. Rundsch. 40, H. 1, Stuttgart 1952.
6. Eisslele K.: Kritische Betrachtung einer Methode zur Bestimmung des Rundungsgrades von Sandkörnern. Neues Jb. Geol. u. Paläont. Mh, 9, Stuttgart 1957.
7. Jahn A., Turnau-Morawska M.: Preglacja i najstarsze utwory plejstoceńskie Wyżyny Lubelskiej (Pre-Glacial and Oldest Pleistocene Deposits of the Lublin Upland). IG, Biul. 65, Warszawa 1952.
8. Kirchmayer M.: Beitrag zur Kenntnis des Semmering-Quarzites Steiermark—Osterreich. Neues Jb. Geol. Palaont. Mh. 1, Stuttgart 1961.
9. Kniaziew W. S.: Niekotoryje dannyje o charakterie oblomocznego kwarca produktiwnoj tołszczy Azierbajdzanskoj SSR i riada drugich otłożenij. Izv. AN. SSSR, ser. geolog., Nr 4, 1951.
10. Krygowski B.: Bericht über eine neue Methode der Selektion der Sandkörnern nach ihren Rundungsgrade (O nowej metodzie rozdzielania ziarn piasku według stopnia ich zaokrąglenia). Arch. Miner., TNW 13, Warszawa 1937.
11. Krygowski B.: Untersuchungen klastischer quartärer Materiale mittels geologisch-petrographischer Methoden (Badania nad czwartorzędowym mate-

- riałem klastycznym przy pomocy metod geologiczno-petrograficznych). Bull. intern. Acad. Pol. A, Warszawa 1938.
12. Krygowski B.: Z badań nad narzutnikami Ziemi Zachodnich (Some of Investigations of Glacial Boulders in the Western of Poland). Bad. fizjogr. Pozn., TPN, 1, Poznań 1948.
 13. Krygowski B.: Granulometria w badaniach utworów czwartorzędowych w Polsce (Granulometric Methods of Investigation of Quaternary Deposits in Poland) [w:] Z badań czwartorzędu. Bd 6, IG, Biul. Warszawa 1955.
 14. Krygowski B.: Z badań granulometrycznych nad utworami plejstoceni-skimi w Polsce Zachodniej (Granulometric Investigation of the Pleistocene of Western Poland). IG, Biul. 100, Warszawa 1956.
 15. Krygowski B.: Niektóre dane o piaskach wydmy śródlądowych na terenie Polski i obszarów przyległych (Quelques données sur les sables des dunes continentales). Wydmy śródlądowe Polski. Część 1. Warszawa 1958.
 16. Krygowski B.: Rozwój geomorfologiczny południowego Polesia w czwartorzędzie. Zesz. nauk. Uniw. A. Mickiewicza w Poznaniu, Nr 21, Geografia, 2, Poznań 1959.
 17. Krygowski B.: Geografia fizyczna Niziny Wielkopolskiej. Cz. I. Geomorfologia (Physical Geography of the Great Poland Lowland. Part I. Geomorphology). Pozn. Tow. Przyj. Nauk, Wyd. Mat. Przyr., Kom. Fizjograf., Poznań 1961.
 18. Krygowski B.: Graniformametrię mechaniczną, teoria zastosowania. Pozn. Tow. Przyj. Nauk, Wyd. Mat.-Przyr., Prace Komisji Geograficzno-Geologicznej, II, 4. Poznań 1964.
 19. Krygowski T.: Graniformometr walcowy, nowy typ aparatu do oznaczania stopnia obtoczenia ziarn piasku (The Cylinder graniformameter the New type of Apparatus Denoting the Surrounding Grad of Grain of Sand). Spraw. PTTN za III, IV kw. 1960, Nr 5, og. zbioru Nr 62, Poznań 1960.
 20. Krynine P. D.: Petrology and Genesis of the Third Bradford Sand. Penn St. Coll., Nr 29, 1940.
 21. Kuennen Ph. H.: Some Experiments on Fluvial Rounding (Communicated at the meeting of December 28, 1957). Proc. Kon. Akad. Wet., Ser. B, 61, Amsterdam 1958.
 22. Kuennen Ph. H.: Experimental Abrasion. 3. Fluvial Action of Sand. Amer. Journ. Sci., v. 257, 1959.
 23. Kuennen Ph. H.: Sand — Its Origin, Transportation, Abrasion and Accumulation. The Geolog. Soc. of South. Africa. Annexure to Volume LXII, Alex. L. du Toit Memorial Lectures, Nr 6, Johannesburg 1959.
 24. Kuennen Ph. H.: Experimental Abrasion 4. Eolian Action. The Journ. of geolog., v. 68, No 4, Univ. of Chicago 1960.
 25. Kuennen Ph. H.: Experimental Abrasion of Sand Grains. Reprinted from the Report of the International Geological Congress, XXXI. Session Norden 1960, Part X, Submarine Geology, Copenhagen 1960.
 26. Kuennen Ph. H., Perdok W. G.: Experimental Abrasion. 5. Frosting and Defrosting of Quartz Grains. The Journ. of Geolog., v. 70, No 6, Univ. of Chicago 1962.
 27. Lemlein G. G., Kniaziew W. S.: Opyt izuczenija obłomocznogo kwarca. Izv. A. N. SSSR. Ser. geolog., Nr 4, 1951.
 28. Lüttig G.: Alt und mittelpleistozäne Eisrandlagen zwischen Harz and Weser. Geol. Jb, Bd 70, Hannover 1954.

29. Łydka K.: Materiały do znajomości miocenu Roztocza (Materials the Knowledge of the Roztocze Lubelskie — Miocene). IG, Biul. 71, Warszawa 1954.
30. Mac Carthy G. R.: The Rounding of Beach Sands. Am. Journ. Sci., v. 225, Nr 147, 1933.
31. Małkowski S.: O wydmach piaszczystych okolic Warszawy (Les dunes des environs de Varsovie). Pr. TNW, 23, Warszawa 1917.
32. Maruszczak H., Trembaczowski J.: Próba porównania wydm śródlądowych okolic Widina (Bułgaria) i Wyżyny Lubelskiej (Polska) (Attempt of Comparing Continental Dunes of the Vidin Region (Bułgaria) with Dunes on the Lublin Plateau (Poland)). Czasop. Geogr., Bd XXXI, H 2, Warszawa—Wrocław 1960.
33. Morawski J.: Metoda badania morfologii ziarn piasku za pomocą powiększalnika fotograficznego (Morphological Analysis of Sand Grains by a Photographic Enlarger). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B, vol. X (1955), 4, Lublin 1956.
34. Morawski J.: Z zagadnień sedimentacji i rzeźby trzeciorzędu środkowej i północnej Lubelszczyzny (On the Tertiary Sedimentation and Relief of the Central and Northern Lublin Palatinate). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B, vol. XII (1957), 2, Lublin 1959.
35. Morawski J.: Deluwia piaszczyste z działu wodnego Wyżnicy i Podlipia (Sandy Deluvia in the Watershed between Wyżnica and Podlipie). Przegl. Geol., H 7, Warszawa 1959.
36. Morawski J.: Charakterystyka piasków strefy litoralnej morza dolno-oligocenkiego na Lubelszczyźnie (Characteristic of Sands of Littoral Zone of the Lower Oligocene Sea in the Lublin Region). Przegl. Geol., H 12, Warszawa 1960.
37. Morawski J.: Holocenne osady eoliczne w dorzeczu dolnej Wyżnicy (Holocene Aeolian Deposits in the Basin of the Lower Wyżnica River). Kwart. Geol, Bd V, Nr 3, Warszawa 1961.
38. Morawski J.: Charakterystyka mineralno-petrograficzna oraz morfometria piasków i żwirów z wybrzeża wyspy Wolin (A Mineralogic Petrographic and Morphometric Characteristic of Sand and Gravels from Wolin Island). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B, vol. XVI (1961), 1, Lublin 1963.
39. Mycielska-Dowgiałło E.: Pomiary stopnia obtoczenia ziarn piasku i zastosowanie ich do badań geomorfologicznych (Measurements of Rounding of Grain and the Use Made of Them in Geomorphological Studies). Przegl. Geogr. XXXV, 1, Warszawa 1962.
40. Pettijon F. J.: Sedimentary Rocks. New York 1949.
41. Racinowski R.: O granulometrii osadów klastycznych okolic Biłgoraja (Sur la granulométrie des dépôts clastique des environs de Biłgoraj). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B, vol. XIII (1958), 7, Lublin 1960.
42. Racinowski R., Rzechowski J.: Z badań nad granulometrią osadów plejstocenkich okolic Chełma Lubelskiego (On the Granulometric Investigations of Pleistocene Deposits Found in the Environs of Chełm Lubelski). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B, vol. XIV (1959), 4, Lublin 1960.
43. Ruchin E. B.: Granulometricheskij metod izuczenija pieskow. Leningrad 1947.
44. Ruchin E. B.: Osnovy litologii. Leningrad—Moskwa 1953.
45. Scheidig A.: Der Löss. Dresden und Leipzig 1934.
46. Schneider H. E., Cailleux A.: Signification geomorphologique des formes des grains de sables des Etats-Unis. Zeitsch fur Geomorph. H 2, 1959.

47. Sidorenko A. B.: Eołowaja diffierencyacja wieszczstwa w pustynie. Izw. Akad. Nauk. SSSR, Ser. Geograf., H 3, 1956.
48. Sujkowski Z.: Petrografia kredy Polski. Kreda z głębokiego wiercenia w Lublinie w porównaniu z kredą niektórych innych obszarów Polski (Étude pétrographique du Crétacé de Pologne. La série de Lublin et sa comparaison avec la craie blanche). Spraw. PIG, VI, 3, Warszawa 1931.
49. Syniewska J.: Próba analizy piasków środowiska wodnego i eolicznego (Essai d'une analyse des sables d'origine marine et éolique). Kosmos, A, 54, Lwów 1929.
50. Trembaczowski J.: Próba wyjaśnienia pochodzenia piasków plaży i wydym w Puławach (Origin of Beach and Dune-Sands in Puławy). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B, vol. III (1948), 4, Lublin 1949.
51. Trembaczowski J.: Utwory czwartorzędowe okolic Włodawy (Quaternary Formations in the Vicinity of Włodawa Eastern Poland). IG, Biul. 118, Warszawa 1957.
52. Turnau-Morawska M.: Piaskowiec albski okolic Rachowa nad Wisłą (An Albian Sandstone in the Environment of Rachów on the Vistula-River). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B, vol. III (1948), 3, Lublin 1949.
53. Turnau-Morawska M.: Spostrzeżenia dotyczące sedimentacji i diagenety sarmatu Wyżyny Lubelskiej (Remarks concerning Sedimentations and Diagenesis of Sarmation Deposits on the Lublin-Upland). Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio B, vol. IV (1949), 7, Lublin 1950.
54. Turnau-Morawska M.: Utwory rzeczne doliny Bugu między Terespołem a Wyszkiem (Fluvial Deposits in the Bug Valley between Terespol and Wyszaków). IG, Biul., Warszawa 1952.
55. Turnau-Morawska M.: Orientacja optyczna wydłużonych ziarn kwarcu w piaskach (Optical Orientation of Elongated Quartz Sand Grains). Arch. Mineral., XVIII, 2, Warszawa 1955.
56. Walter W.: Nouvelles recherches sur l'influence des facteurs physiques sur la morphologie des sables eoliens et des dunes. Revue Geomorph. Dynam., 6, Paris 1951.
57. Wawryk W.: Analiza petrograficzna opoki lwowskiej oraz margli z Łopuszki i Węgierki (L'analyse pétrographique de la marne de Lwów et des marnes de Łopuszka et de Węgierka). Kosmos. A, 54, 3/4, Lwów 1929.
58. Zerndt J.: O wskaźniku wydłużenia kilku minerałów. W. Księga Pam. XIII Zjazdu Lek. Przyn., Wilno 1930.
59. Zingg Th.: Beitrag zur Schotteranalyse. Schweiz. min. petr. Mitt. 15, 1, Zürich 1935.

STRESZCZENIE

Zadaniem niniejszej pracy było przeprowadzenie szczegółowej charakterystyki ziarn kwarcu z trzech typów osadów piaszczystych Wyżyny Lubelskiej (reprezentujących dwa środowiska akumulacji: subaeryczne i wodne) w celu określenia wpływu środowiska na charakter ziarn piasku.

Przedmiotem badań były czwartorzędowe piaski eoliczne i rzeczne, oraz dolno-oligocenijskie piaski morskie. Zbadano 62 próbki piasków wydymowych z obszaru Wyżyny Lubelskiej, 26 próbek piasków rzecznych

z doliny Bystrzycy Lubelskiej oraz 20 próbek dolno-oligocenijskich piasków morskich. Ziarna kwarcu analizowano głównie z frakcji 0,10—0,25 mm, a ponadto z frakcji 0,25—0,50 mm i 0,50—1,00 mm.

Badanie ziarn kwarcu miało na celu: 1) przedstawienie szczegółowej charakterystyki morfoskopowej ziarn, 2) wykonanie pomiarów elongacji ziarn oraz 3) wydzielenie typów ziarn na podstawie ich cech wewnętrznych.

Procentowy udział ziarn o różnym stopniu obtoczenia i zmatowienia ustalono z wykonanych zdjęć ziarn kwarcu w 40-krotnym powiększeniu.

Badania dotyczące cech wewnętrznych ziarn kwarcu wykonywano za pomocą mikroskopu stosując powiększenie 250 razy, dało to podstawę do wydzielenia następujących typów kwarcu: 1) regenerowane, 2) popękane, 3) z wrostkami ciekłymi i gazowymi, 4) z wrostkami igiełkowatymi i pałeczkowatymi, 5) z wrostkami blaszkowatymi i nieregularnymi, 6) o falistym wygaszaniu światła, 7) o mozaikowym wygaszaniu światła.

Wyniki przeprowadzonych badań przedstawiają się następująco: kwarc z piasków eolicznych są najlepiej obtoczone i równocześnie występuje wśród nich najwięcej ziarn matowych.

W żadnej z badanych frakcji piasków wydmowych nie zaobserwowano ziarn kanciastych mających ostre krawędzie i naroża (typ „0”).

Także ziarna kanciaste z lekko zaokrąglonymi krawędziami i narożami (typ „1”) nie odgrywają większej roli, a udział ich waha się od 0% do 4%. We wszystkich frakcjach dominują ziarna obtoczone.

Największe różnice w udziale ziarn o różnym stopniu obtoczenia występują pomiędzy frakcją 0,10—0,25 mm a frakcją 0,25—0,50 mm. W ostatniej frakcji ilość ziarn o najwyższym stopniu obtoczenia (typ „4”) wzrasta dwukrotnie, a we frakcji 0,50—1,00 mm już tylko przeciętnie o kilka procent w stosunku do frakcji 0,25—0,50 mm.

Co do udziału ziarn obtoczonych mających elementy wklęsłe na obwodzie (typ „3”) stwierdzić można, że ilość ich się zmniejsza w miarę wzrostu frakcji, na korzyść ziarn obtoczonych (typ „4”).

W piaskach rzecznych z doliny Bystrzycy Lubelskiej spotyka się ziarna kanciaste (typ „0”) jedynie sporadycznie i prawie wyłącznie we frakcji 0,10—0,25 mm. Ziarna kanciaste (typ „1”) występują przeciętnie w ilości kilku procent. Najliczniej reprezentowane są ziarna częściowo obtoczone i obtoczone. We frakcjach grubszych maleje ilość ziarn kanciastych i częściowo obtoczonych, a wzrasta ilość ziarn obtoczonych.

W porównaniu z piaskami eolicznymi ilość ziarn obtoczonych występujących w piaskach rzecznych jest mniejsza niż w wydmowych.

Obserwacje nad zmatowieniem ziarn kwarcu w piaskach rzecznych z doliny Bystrzycy Lubelskiej wskazują, że w piaskach tych przeważają

ziarna częściowo matowe, przy czym im frakcja jest grubsza, tym ziarn matowych jest więcej.

Obtroczenie ziarn kwarcu w dolno-oligocenijskich piaskach morskich jest znacznie słabsze niż w piaskach wydmowych czy nawet rzecznych; odnosi się to przede wszystkim do frakcji 0,10—0,25 mm, w której różnice w obtoczeniu ziarn są najbardziej wyraźne. We frakcji tej występują wszystkie typy ziarn od kanciastych (typ „0”) do najlepiej obtoczonych (typ „4”). Duży udział jest ziarn kanciastych i częściowo obtoczonych.

We frakcji 0,25—0,50 mm procentowy udział ziarn jest na ogół podobny, lecz wzrasta ilość ziarn obtoczonych oraz nieznacznie zmniejsza się ilość ziarn kanciastych. Natomiast we frakcji 0,50—1,00 mm obtoczenie ziarn jest odmienne, liczba ziarn kanciastych wyraźnie maleje, przeważają ziarna częściowo obtoczone, których udział jest nieznacznie większy niż ziarn obtoczonych.

W dolno-oligocenijskich piaskach morskich udział ziarn matowych we frakcji 0,10—0,25 mm jest bardzo niski i stanowi przeciętnie około 1%. We frakcjach grubszych ilość ziarn matowych szybko się zwiększa, maksymalnie do 22% we frakcji 0,25—0,50 mm, a do 31% we frakcji 0,50—1,00 mm. We wszystkich frakcjach dużą rolę odgrywiają ziarna częściowo matowe oraz ziarna błyszczące.

Zestawiając wyniki badań nad obtoczeniem i zmatowieniem ziarn kwarcu zauważyć można, że w piaskach eolicznych, rzecznych i morskich wraz z wielkością frakcji zwiększa się udział ziarn obtoczonych oraz ziarn matowych. Najlepiej obtoczone są piaski wydmore i zawierają one równocześnie najwięcej ziarn matowych, najslabsze obtoczenie mają piaski dolno-oligocenijskie. Większe różnice w udziale matowych ziarn kwarcu obserwuje się pomiędzy piaskami rzeczными i morskimi we frakcji 0,10—0,25 mm. W piaskach morskich, błyszczących ziarn kwarcu jest więcej niż w piaskach rzecznych, we frakcjach grubszych różnice w zmatowieniu ziarn są mniej wyraźne.

Pomiary elongacji ziarn kwarcu wskazują na wielkie podobieństwo w występowaniu ziarn kwarcu o analogicznym stopniu wydłużenia w osadach rzecznych i eolicznych. Ziarna kwarcu z obu osadów różnią się tym, że w piaskach eolicznych występuje większy procent ziarn kulistych ($L/S = 1$), ale równocześnie w piaskach wydmowych spotyka się niewielki procent ziarn silniej wydłużonych.

Wydłużenie kwarców w piaskach oligocenijskich jest odmienne niż w osadach czwartorzędowych. Udział ziarn kulistych jest bardzo niski, stanowią one przeciętnie około 2%. W obu analizowanych osadach czwartorzędowych dominują kwarcy o wydłużeniu zawartym w granicach od 1,1 do 1,5 natomiast w piaskach oligocenijskich dominują ziarna o wy-

dłużeniu większym, a maksyma w stosunku długości do szerokości ziarn kwarcu zawierają się w szerszym przedziale (od 1,1 do 2,0).

Udział wydzielonych na podstawie cech wewnętrznych „hipotypów” ziarn kwarcu w trzech badanych osadach odznacza się dużym podobieństwem, na co wskazuje zbliżony kształt figur (ryc. 8), wykreślony na podstawie ekstremalnych wartości procentowego udziału wydzielonych typów kwarcu. Fakt ten można tłumaczyć częściowo wspólnym źródłem alimentacji piasków czwartorzędowych (piaski wydymowe i rzeczne), a częściowo „wymieszaniem” piasków oligoceńskich z osadami czwartorzędowymi.

Nawiązując do wykonanych badań nad ziarnami kwarcu należy podkreślić, że mogą być one wykorzystane jako kryterium pomocnicze do wyciągania wniosków petrogenetycznych, odnośnie ich pochodzenia i środowiska akumulacji osadów.

OBJASNIENIA RYCIN I TABEL

Ryc. 1. Rozmieszczenie stanowisk pobrania próbek piasków rzecznych na Wyżynie Lubelskiej.

Ryc. 2. Rozmieszczenie stanowisk pobrania próbek piasków rzecznych w dolinie Bystrzycy Lubelskiej.

Ryc. 3. Przekrój poprzeczny przez preglacjalną dolinę Bystrzycy Lubelskiej koło Wrotkowa; 1 — mada rzeczna, 2 — torf, 3 — utwór pylasty, 4 — mulki warstwowane, 5 — piaski warstwowane z wkładkami żwirów, 6 — piaski bez żwirów, 7 — piaski ze żwirami, 8 — ił wapienny, 9 — mułek wapienny, 10 — wapień señoński, 11 — numery próbek.

Ryc. 4. Pięciostopniowa skala ziarn stosowana w opracowaniu.

Ryc. 5. Wykresy ilustrujące pola koncentracji obtoczenia i zmatowienia ziarn kwarcu z piasków Wyżyny Lubelskiej; I — piaski wydymowe, II — piaski rzeczne, III — piaski morskie; od 1 do 5 — typy obtoczenia kwarcu według 5-stopniowej skali, 6 — ziarna błyszczące, 7 — ziarna częściowo matowe, 8 — ziarna matowe.

Ryc. 6. Diagramy elongacji ziarn kwarcu osadów piaszczystych Wyżyny Lubelskiej. Pola zakreśkowane gęściej zawierają się pomiędzy ekstremalnymi wartościami wydłużenia; A — piaski wydymowe, B — piaski rzeczne z doliny Bystrzycy Lubelskiej, C — dolno-oligocieńskie piaski morskie.

Ryc. 7. Różne typy kwarców z piasków Wyżyny Lubelskiej. Fot. autor.

Ryc. 8. Wykresy ilustrujące pola koncentracji wydzielonych typów ziarn kwarcu z piasków Wyżyny Lubelskiej; I — piaski wydymowe, II — piaski rzeczne, III — piaski morskie; 1 — ziarna regenerowane, 2 — popękane, 3 — z wrostkami ciekłymi, i gazowymi, 4 — z wrostkami igielkowatymi i pałczkowatymi, 5 — z wrostkami blaszkowatymi i nieregularnymi, 6 — z wrostkami pylastymi, 7 — ziarna o falistym wygaszaniu światła, 8 — ziarna o mozaikowym wygaszaniu światła.

Tab. 1. Obtoczenie i zmatowienie ziarn kwarcu w piaskach Wyżyny Lubelskiej.

Tab. 2. Wydłużenie ziarn kwarcu w piaskach Wyżyny Lubelskiej, frakcja 0,10—0,25 mm, w %, L/S = stosunek długości ziarna do szerokości. Wartości ekstremalne i średnie arytmetyczne obliczono z 15 prób każdego typu piasku.

Tab. 3. Procentowy udział różnych typów kwarcu w piaskach Wyżyny Lubelskiej, frakcja 0,10—0,25 mm.

РЕЗЮМЕ

Для определения влияния среды на характер зерен песка была проведена всесторонняя характеристика зерен кварца из трех типов песчаных осадков Люблинской возвышенности, представляющих собой две среды аккумуляции: субаэральную и водную.

Объектом исследований были четвертичные золотые и речные пески, а также нижнеолигоценовые морские пески. Исследовались 62 пробы дюнных песков Люблинской возвышенности, 26 проб речных песков долины Люблинской Быстрицы и 20 проб нижнеолигоценовых морских песков. Анализировались главным образом зерна кварца фракции 0,10—0,25 мм, 0,25—0,50 мм и 0,50—1,00 мм.

Целью изучения зерен кварца было: 1) всесторонняя морфоскопическая характеристика зерен, 2) измерение элонгации зерен и 3) выделение типов зерен на основе их внутренних признаков.

Процентное участие зерен различной степени окатанности и матовения устанавливалось на основе снимков зерен кварца (увелич. 40×).

Исследования внутренних признаков зерен кварца проводились при помощи микроскопа (увелич. 250×). Это позволило выделить следующие типы кварца: 1) регенерированные, 2) потресканные, 3) с жидкими и газовыми включениями, 4) с игольчатыми и палочковидными включениями, 5) с пластинчатыми и нерегулярными включениями, 6) с волнообразным потуханием света, 7) с мозаичным потуханием света.

Результаты проведенных исследований следующие. Кварцы из золотых песков оказываются лучше всего окатанными; одновременно среди них находится наибольшее количество матовых зерен. Ни в одной из исследованных фракций дюнных песков угловатых зерен с острыми краями и углами (тип „0”) не замечалось. Также и угловатые зерна со слабо округленными краями и углами (тип „1”) не играют большей роли, а их участие колеблется в границах 0—4%. Во всех фракциях господствуют окатанные зерна.

Наибольшие различия в участии зерен с различной степенью окатанности выступают между фракциями 0,10—0,25 мм и фракцией 0,25—0,50 мм. В последней фракции количество зерен самой высокой степени окатанности (тип „4”) увеличивается в два раза, а во фракции 0,50—1,00 мм по сравнению с фракцией 0,25—0,50 мм лишь на несколько процентов.

Что касается участия окатанных зерен, имеющих на окружности углубления (тип „3”), то установлено, что их количество уменьшается по мере увеличения фракции в пользу окатанных зерен (тип „4”).

В речных песках долины Люблинской Быстрицы встречаются, но лишь спорадически угловатые зерна (тип „0”) и почти исключительно во фракции 0,10—0,25 мм. Угловатые зерна (тип „1”) выступают в среднем в количестве нескольких процентов. Наиболее многочисленны частично окатанные и окатанные зерна. В зернистых фракциях количество угловатых и частично окатанных зерен снижается, а количество окатанных зерен увеличивается.

По сравнению с эоловыми песками количество окатанных зерен в речных песках меньше, чем в дюнных.

Наблюдения матовости зерен кварца в речных песках долины Люблинской Быстрицы показывают, что в этих песках преобладают частично матовые зерна, причем чем фракция более грубозернистая, тем больше в ней матовых зерен.

Окатанность зерен кварца в нижнеолигоценых морских песках значительно слабее, чем в дюнных или в речных песках. Это относится прежде всего к фракции 0,10—0,25 мм, где различия в окатанности зерен наиболее четкие. В этой фракции выступают все типы зерен: от угловатых (тип „0”) до хорошо окатанных (тип „4”). Наблюдается большое участие угловатых и частично окатанных зерен.

Во фракции 0,25—0,50 мм процентное участие зерен кварца аналогично, но увеличивается количество окатанных зерен; уменьшается в незначительной мере количество угловатых зерен. Во фракции 0,50—1,00 мм окатанность зерен является различной; количество угловатых зерен резко снижается, преобладают частично окатанные зерна, участие которых несколько большее, чем окатанных зерен.

В нижнеолигоценых морских песках участие матовых зерен во фракции 0,10—0,25 мм очень низкое и составляет в среднем около 1%. В грубозернистых фракциях количество матовых зерен возрастает максимально до 22% во фракции 0,25—0,50 мм и до 31% — во фракции 0,50—1,00 мм. Во всех фракциях большую роль играют частично матовые зерна и блестящие зерна.

Сопоставляя результаты исследований окатанности и матовости зерен кварца следует отметить, что в эоловых, речных и морских песках вместе с величиной фракции увеличивается участие окатанных и матовых зерен. Лучше всего окатаны дюнные пески, а содержание матовых зерен в них самое большое. Наиболее слабо окатаны нижнеолигоценые пески. Наблюдается большая дифференциация в содержании матовых зерен кварца между речными и морскими песками фракции 0,10—0,25 мм. В морских песках блестящих зерен кварца гораздо больше, чем в речных, а в грубозернистых фракциях различия в матовости зерен менее заметны.

Измерения элонгации зерен кварца показывает, что содержание зерен кварца аналогичной степени удлинения в речных и эоловых осадках схожее. Зерна кварца обоих осадков отличаются тем, что в эоловых песках процентное содержание шаровидных зерен ($L/s=1$) больше; одновременно в дюнных песках процент более удлиненных зерен незначителен.

Удлинение зерен кварца в олигоценовых песках иное, чем в четвертичных осадках. Участие шаровидных зерен очень низкое, они составляют в среднем около 2%. В обоих рассмотренных четвертичных осадках преобладают зерна кварца с удлинением в границах 1,1—1,5, а в олигоценовых песках доминируют зерна с большим удлинением, а предел максимумов отношения длины к ширине зерен кварца 1,1—2,0.

Участие выделенных на основании внутренних признаков „гипотипов” зерен кварца в трех исследованных осадках характеризуется большим сходством, на что указывает схожесть фигур (рис. 8), вычерченных на основании экстремальных величин процентного участия выделенных типов кварца. Этот факт можно объяснить частично совместным источником алиментации четвертичных песков (дюнные и речные пески), а частично „смешанием” олигоценовых песков с четвертичными осадками.

Проведенные исследования зерен кварца могут быть использованы в качестве вспомогательного критерия для петрогенетических выводов о их происхождении и среде аккумуляции осадков.

Рис. 1. Расположение мест взятия проб дюнных песков на Люблинской возвышенности.

Рис. 2. Расположение мест взятия проб речных песков в долине Люблинской Бытшицы.

Рис. 3. Поперечный разрез прегляциальной долины реки Люблинской Бытшицы в окрестностях Вроткова: 1 — речная мада; 2 — торф; 3 — пылеватое образование; 4 — слоистые суглинки; 5 — слоистые пески с включениями гравия; 6 — пески без гравия; 7 — пески с гравием; 8 — известковый ил; 9 — известковый суглинок; 10 — сенонский кальцит; 11 — номера проб.

Рис. 4. Пятиградусная шкала зерен, примененная в работе.

Рис. 5. Чертежи, иллюстрирующие поля концентрации окатанности и матовости зерен кварца песков Люблинской возвышенности: I — дюнные пески, II — речные пески, III — морские пески; 1—5 — типы окатанности кварца по пятиградусной шкале; 6 — блестящие зерна; 7 — частично матовые зерна; 8 — матовые зерна.

Рис. 6. Диаграммы элонгации зерен кварца песчаных осадков Люблинской возвышенности. Поля, обозначающие экстремальные величины удлинения, заштрихованы гуще. А — дюнные пески, В — речные пески из долины Люблинской Бытшицы, С — нижнеолигоценовые морские пески.

Рис. 7. Разные типы кварцов песков Люблинской возвышенности. Фото автора.

Рис. 8. Чертежи, иллюстрирующие поля концентрации выделенных типов зерен кварца песков Люблинской возвышенности: I — дюнные пески, II — речные пески, III — морские пески; 1 — регенерированные зерна; 2 — потресканные зерна; 3 — зерна с жидкими и газовыми включениями; 4 — зерна с игольчатыми и палочковидными включениями; 5 — с пластинчатыми и нерегулярными включениями; 6 — с пылеватыми включениями; 7 — зерна с волнообразным потуханием света; 8 — зерна с мозаичным потуханием света.

Табл. 1. Окатанность и матовость зерен кварца в песках Люблинской возвышенности.

Табл. 2. Удлинение зерен кварца в песках Люблинской возвышенности. Фракция 0,10—0,25 мм, в %. L/s — отношение длины зерна к его ширине. Экстремальные величины и средние арифметические высчитаны из 15 проб каждого типа песка.

Табл. 3. Процентное участие разных типов кварца в песках Люблинской возвышенности. Фракция 0,10—0,25 мм.

