

Zeitschrift: Regio Basiliensis : Basler Zeitschrift für Geographie
Herausgeber: Geographisch-Ethnologische Gesellschaft Basel ; Geographisches Institut der Universität Basel
Band: 18 (1977)
Heft: 1

Artikel: Zur Geochemie einiger Silices aus der Regio Basiliensis
Autor: Stern, Willem B.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1088949>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 15.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Zur Geochemie einiger Silices aus der Regio Basiliensis

WILLEM B. STERN

1 Einleitung

Kieselige Konkretionen¹ sind in der Regio Basiliensis recht weit verbreitet und seit langem bekannt – mindestens seit dem Ende des Paläolithikums wurden einige dieser Vorkommen, im Neolithikum z. T. bergmännisch, genutzt (*Schmid* 1952, 1973). Während über die Genese dieser Bildungen ein reiches Schrifttum besteht (vgl. *Beurer* 1971), ist über deren Geochemie aus dem Bereich des Oberrheins wenig bekannt. Insbesondere fehlen Angaben darüber, ob und in welchem Masse sich die Konkretionen einzelner Fundorte chemisch voneinander unterscheiden, bzw. von Fundort zu Fundort in signifikanter Weise variieren.

Makroskopisch ist den Kieselknollen der Regio die Anwesenheit einer meist mehrere Millimeter dicken, weissen Verwitterungshaut gemeinsam (= Rinde); die Farbe des unverwitterten Inneren kann innerhalb eines und desselben Vorkommens von hell- zu braungrau (mit mehr oder weniger ausgeprägten dunkleren konzentrischen Ringen) wechseln (vgl. Tab. 1).

Kieselkonkretionen sind – dem heutigen Sprachgebrauch folgend (*Eppler* 1973) – als Jaspis zu bezeichnen, wenn ein dichtes Aggregat aus feinkörnigen Quarzkristallen vorliegt und Beimengungen 20% nicht überschreiten, oder aber als Chalzedon, wenn sie aus faserigem Quarz und etwas Wasser bestehen. Eine, meist dunkel, z. T. gelb gefärbte Varietät des Jaspis wird gelegentlich Hornstein genannt, während gebänderter Chalzedon die Bezeichnung Achat trägt. Anreicherungen amorpher Kieselsäure schliesslich laufen unter der Bezeichnung Opal. Es ist demzufolge in erster Linie der mikroskopische, bzw. röntgenoptische Befund, der die Namensgebung kieseliger Konkretionen erlaubt, und nicht das makroskopische Aussehen oder die chemische Zusammensetzung.

Immerhin ist es denkbar, dass der Chemismus, insbesondere jener der Spurenelemente, entscheidende Hinweise auf die Zugehörigkeit eines Kieselknollens oder Knollenfragmentes zu einem spezifischen Vorkommen geben könnte. Notwendige Voraussetzung hierzu ist freilich eine gute chemische Information über die Kieselknollen der mutmasslichen Herkunftsorte. Als erstes müssten demzufolge verschiedene Konkretionen sowie Fragmente einzelner Knollen («Individuen») eines und desselben Vorkommens («Population») untersucht werden, um die chemische Variabilität innerhalb eines Vorkommens zu erfassen. Anschliessend müsste ein Vergleich der einzelnen Populationen erfolgen. In günstigen Fällen wäre es dann möglich, die Zugehörigkeit eines Individuums – z. B. eines Abschlags – fraglicher Provenienz zu einer bestimmten Population auszuschliessen, bzw. mit einer gewissen statistischen Sicherheit nachzuweisen, sofern genügend chemische Daten über die mutmasslichen Provenienzen vorliegen.

¹ Kieselig: reich an SiO₂; Konkretion: von innen nach aussen gewachsene Knolle in einem Gestein.

Tab. 1: Die Fundorte der untersuchten Silices

Fundort	Geologisches Alter des Muttergesteins	Anzahl der untersuchten Proben	Farbe der frischen Bruch- fläche *	Literatur
<i>A. Regio</i>				
1 Kleinkems/Baden	Oberer Jura Rauracien	9	N 7, N 7–8, 5 YR 9/1, 5 Y 6/1	<i>Lais</i> (1929, 31), <i>Schmid</i> (1952, 1973)
2 Löwenburg Kt. Bern	Oberer Jura Kimmeridgien	6	N 6, N 8–9, N 9 5 YR 8/1	<i>Schmid</i> (1968, 1971)
3 Lausen Kt. Baselland	Unteres Tertiär Eozän	2	N 6, N 6–7, N 7	<i>Tobler</i> (1897), <i>Leuthardt</i> (1911), <i>Senn</i> (1928)
8 Hörnli bei Basel / Baden	Trias Muschelkalk	2	N 7	<i>Greppin</i> (1916)
<i>B. Vergleichsmaterial</i>				
4 Grand Pressigny Frankreich	Tertiär	7	10 YR 5/2	<i>Martin</i> (1906)
5 Veaux-Malauène Frankreich	Untere Kreide Aptien	2	N 6, N 7	<i>Schmid</i> (1960, 1963)
6 Bedoin-Carpentras Frankreich	Unteres Tertiär Eozän	1	N 8	
7 Luxor, Tal der Könige Ober-Ägypten	Unteres Tertiär Eozän	1	5 YR 4/1	

* nach: Rock Color Chart, Geol. Soc. America (1963)

Derartige, zur Archäometrie gehörige Techniken haben in den letzten zehn Jahren Verbreitung gefunden und werden – als typische interdisziplinäre Methodik – auf verschiedenen Gebieten mit einem gewissen Erfolg eingesetzt.

2 Analytik²

Da die untersuchten Kieselknollen der Regio zu 97 bis 99% aus SiO₂ bestehen, handelt es sich bei jenen Elementen, die unter Umständen archäometrische Aussagen zulassen, notwendigerweise um Spurenelemente. Die chemische Analyse kleiner Konzentrationen birgt besondere Probleme, die hier aber nicht näher erläutert werden sollen. Folgende analytische Verfahren gelangten zur Anwendung:

1. Röntgenfluoreszenzanalyse, zur Präparations- und Analysentechnik vgl. *Stern* (1976), s. Tab. 2 A;
2. Lichtoptische Emissionsspektralanalyse, vgl. *Schwander* et al. (1968), s. Tab. 2 B;
3. Röntgendiffraktometrie zur Phasenidentifizierung der Hauptkomponenten, s. Tab. 2 C;
4. Glühverlustbestimmung durch Wägen vor und nach Glühen der getrockneten Probe (1 Stunde im Platintiegel bei 1000° C).

Tab. 2: Apparative und analytische Parameter

A. Röntgenfluoreszenzanalyse	
Apparatur	Philips Einkanal-Vakuumspektrometer
Anregung	Cr, Ag-Strahlung, meistens 40 kV und 40 mA
Integrationszeit	10 bis 100 sec je nach Ordnungszahl des analysierten Elementes
Analysatorkristall	Graphit, LiF, sowie TIAP, PET
Zähler	Gasdurchfluss, Szintillation
Eichung	natürliche und synthetische Referenzproben
Auswertung	Regressionsrechnung mit Kleincomputer Diehl α -tronic
B. Lichtoptische Emissionsspektralanalyse	
Apparatur	Jarrell-Ash 1.5 m Wadsworth Gitterspektrograph
Anregung	Abreiss-Lichtbogen 8 A
Spektralbereich	2. Ordnung 2100 bis 4600 Å
Film	Kodak Spectrum Analysis No. 1
Eichung	natürliche Standards, GeO ₂ als Innerer Standard
Auswertung	graphisch
C. Röntgendiffraktometrie	
Apparatur	Philips Diffraktometer
Anregung	Cu-Strahlung, Ni-Filter, 40 kV 30 mA
2 Θ -Bereich	5° bis 60°
Aufzeichnung	Goniometervorschub 1° pro Minute, Papier 10 mm/Min., Vollausschlag 400 cps, Zeitkonstante 2
Kollimation	1° Eingang; 0.1°, 1° Ausgang
Zähler	Proportionalzähler
Auswertung	anhand ASTM Data File

² Zu Dank ist der Autor Kollegen *M. Joos* für die Überlassung zahlreicher Proben, sowie für anregende Hinweise und Diskussionen verpflichtet. Ferner möchte er Fräulein *B. Brunner* für präparative Arbeiten danken.

Ein besonderes Merkmal der unter 1 und 3 aufgeführten Methoden ist die Tatsache, dass durch den Analysenvorgang das Untersuchungsmaterial nicht zerstört oder verändert wird; die benötigte Substanzmenge ist jedoch mit ca. 1000 Milligramm grösser als bei Analysentechnik 2, die lediglich 20 mg Material benötigt. Die Genauigkeit der auf Tab. 3 angegebenen chemischen Werte ist element- und konzentrationsunabhängig; der mittlere relative Fehler kann mit etwa 2–20 % angegeben werden. Angesichts der bei der Spurenanalyse zu erwartenden verhältnismässig hohen relativen Fehler einerseits und der natürlichen Inhomogenität des Untersuchungsmaterials andererseits sollte eine Datenauswertung immer statistisch anhand mehrere Bestimmungen und niemals auf Grund von Einzelwerten erfolgen.

3 Probenvorbereitung

Die Auswahl und Verarbeitung der Kieselknollen erwies sich erwartungsgemäss als nicht ganz einfach. Bei Proben aus der Regio gelangten nach Möglichkeit mehrere verschiedene Individuen und von einzelnen Individuen wiederum mehrere Fragmente zur Verarbeitung. Während der Fundort durch die erste Ziffer der Probennummer wiedergegeben wird, ist die Numerierung der Individuen durch die zweite, jene der Fragmente durch die dritte Ziffer symbolisiert; ferner erhielt jede untersuchte Probe eine fortlaufende Analysennummer, vgl. Tab. 3.

Die Verarbeitung von frischem Material und von Verwitterungshaut erfolgte nach Möglichkeit getrennt, entsprechende Hinweise sind ebenfalls auf Tab. 3 enthalten. Jeweils ein Abschlag von einigen wenigen Gramm wurde im Stahlmörser zerkleinert und das Granulat mittels eines Elektromagneten (Frantz Isodynamic Separator) von eventuellen Stahlspänchen befreit. Die anschliessende Pulverisierung geschah in einem Achatmahltopf auf einer Scheibenschwingmühle (Firma Siebtechnik, Typ T 250). Das analysenfeine Mehl wurde bis zur weiteren Verarbeitung (Glühverlustbestimmung, Präparation für Röntgenfluoreszenzanalyse) in einem Trockenschrank bei 105 ° C aufbewahrt (vgl. hierzu und zur Analytik Stern 1976).

Neben Kieselknollen aus der Regio wurde in analoger Weise Vergleichsmaterial aus Frankreich und Ägypten verarbeitet und analysiert.

4 Resultate

Mikroskopische und röntgenoptische Untersuchung (Fig. 1)

Die optische Untersuchung der frischen Bruchfläche zeigte – neben gelegentlichen silifizierten Fossilresten – ein feinkörniges Aggregat, während das Röntgendiffraktogramm in allen untersuchten Fällen Quarz (Tiefquarz) als Hauptgemengteil im frischen Material als auch in der Verwitterungshaut ergab. Beimengungen von Kalzit oder Tonmineralien, wie dies aus der Literatur bekannt ist, konnten nur in einer der zwölf untersuchten Proben röntgenographisch festgestellt werden. Dies erstaunt freilich angesichts der beschränkten Empfindlichkeit der Methode (Nachweisgrenze 2 bis 5 vol-%) nicht. Alle hier untersuchten Kieselknollen aus der Regio sind nach der eingangs erwähnten Definition als *Jaspis* zu bezeichnen.

Tabelle 3

Probennummer	Fundort	Individuum	Fragment										
IX					GV %	Al ppm	P	S	K	Ca	Sc	Ti	
2934	1	1	1		X	.54	2800	<100	—	<200	160	<10	<50
35	1	1	2			.51	2900	<100	x	<200	150	<10	<50
36	1	1	3	H	X	.65	5300	120	xx	400	2350	10	240
37	1	2				.60	2300	<100	x	<200	240	<10	<50
38	1	3				1.00	3400	<100	—	<200	4380	10	<50
39	1	4				.71	2600	<100	x	<200	140	<10	<50
40	1	5		H		.54	4800	<100	—	250	2000	<10	70
41	1	6				.56	3100	<100	—	<200	1800	<10	<50
42	1	7			X	.47	3000	<100	x	<200	290	<10	<50
2943	2	1	1			1.15	6500	110	—	500	540	<10	160
44	2	1	2	H		1.56	12000	120	xx	1150	670	<10	350
45	2	2			X	1.17	5700	110	x	500	540	<10	135
46	2	3			X	1.19	4000	110	x	350	260	<10	165
47	2	4				1.09	3800	<100	—	350	290	<10	100
48	2	5				1.01	4300	105	—	250	560	<10	100
2949	3	1		H		.68	8600	115	xx	250	340	<10	200
50	3	2	1	H	X	.35	3200	<100	x	<200	180	<10	60
51	3	2	2			.38	2800	<100	xx	<200	750	<10	<50
52	3	2	3		X	.48	2800	<100	—	600	110	<10	<50
2953	4	1		H	X	1.84	7500	105	x	600	490	<10	220
54	4	2				1.52	2100	<100	x	<200	140	<10	<50
55	4	3				1.30	2400	<100	xx	<200	140	<10	50
56	4	4				1.07	2600	<100	—	<200	50	<10	<50
57	4	5			X	1.32	3300	<100	—	<200	40	<10	<50
58	4	6		H		1.55	3300	100	xxx	350	220	<10	220
59	4	7				1.45	2300	<100	x	<200	130	<10	<50
2960	5	1		H	X	1.40	4500	<100	xxx	<200	910	<10	<50
61	5	2				1.20	2200	<100	x	<200	200	<10	<50
2962	6	1		(H)		.69	3900	<100	x	<200	140	<10	140
2963	7	1		(H)	X	7.64	2500	930	xxxx	<200	9.6%	120	70
2996	8	1				2.15	2900	100	xx	<200	50	35	<50
97	8	2			X	.97	2700	<100	xx	<200	40	<10	70

Fundorte

1 = Kleinkems (Baden, Deutschland)
 2 = Löwenburg (Kt. Bern)
 3 = Lausen (Kt. Baselland)
 4 = Grand Pressigny (Frankreich)

5 = Veaux-Malaucène (Frankreich)
 6 = Carpentras (Frankreich)
 7 = Luxor (Tal der Könige, Oberägypten)
 8 = Hörnli bei Basel (Baden, Deutschland)

Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ge	Sr	Mo	Ba	Pb
<50	<20	780	<20	90	175	100	<50	220	<90	<90	<250
<50	25	120	<20	80	170	100	<50	230	<90	<90	<250
<50	25	680	<20	170	2600	105	<50	280	<90	180	380
<50	<20	230	<20	140	270	100	<50	210	<90	<90	<250
<50	<20	230	<20	70	4900	90	<50	220	<90	<90	<250
<50	<20	290	<20	90	150	50	<50	200	<90	<90	<250
<50	25	50	<20	60	2200	50	<50	570	<90	<90	<250
<50	<20	1300	<20	80	2000	60	<50	230	100	<90	<250
<50	<20	100	<20	70	320	80	<50	250	<90	<90	<250
<50	60	1350	<20	30	600	50	<50	210	<90	<90	<250
<50	100	2650	<20	70	750	50	<50	200	<90	<90	<250
<50	210	1600	<20	40	600	50	<50	200	<90	<90	<250
<50	230	2340	<20	50	300	40	<50	460	<90	<90	<250
<50	30	310	<20	40	330	90	<50	220	<90	<90	<250
<50	<20	210	<20	40	620	50	<50	210	<90	<90	<250
<50	<20	180	<20	<20	380	30	<50		<90	130	<250
<50	<20	<50	<20	30	200	30	<50	120	<90	<90	<250
<50	<20	60	<20	60	840	70	<50	160	<90	<90	<250
<50	<20	<50	<20	50	130	30	<50	200	<90	<90	<250
<50	<20	1340	<20	80	540	60	<50	120	<90	100	<250
<50	<20	590	<20	40	150	70	<50	230	<90	<90	<250
<50	<20	510	<20	50	160	80	<50	450	<90	200	<250
<50	<20	440	<20	60	50	90	<50	190	<90	<90	<250
<50	<20	200	<20	40	<50	80	<50	220	<90	<90	<250
<50	<20	1320	<20	60	250	70	<50	210	<90	750	<250
<50	<20	690	<20	90	150	70	<50	280	<90	<90	<250
<50	<20	1320	<20	70	1000	90	<50	170	<90	<90	<250
<50	<20	400	<20	30	230	90	<50	205	<90	<90	<250
<50	<20	140	<20	80	160	70	<50	180	<90	100	<250
<50	<20	640	<20	70		40	<50	230	<90	170	<250
<50	<20	580	<20	40	50	90	<50	190	<90	<90	<250
<50	<20	440	<20	90	50	80	<50	200	<90	<90	<250

Legende

- H = verwittert (H) = Hauptanteil verwittert + Reste von frischem Material
 X = Röntgendiffraktogramm vorhanden
 – = mit der betreffenden Analysenmethode nicht nachweisbar
 x = unterer Spurenbereich
 xx = mittlerer Spurenbereich
 xxx = oberer Spurenbereich
 xxxx = Nebenkompente

Spurenanalytische Untersuchung (Tab. 3)

19 Spurenelemente von insgesamt 32 Kieselkonkretionen wurden röntgenfluoreszenz-analytisch, 10 Spurenelemente von 2 Silices als Kontroll-Doppelbestimmung spektrographisch untersucht.

Alle Proben – mit Ausnahme jener von Luxor – erwiesen sich als arm an Nebenkomponten und Spurenelementen. Erhöhte Konzentrationen, vor allem von Al, S, K, Ti, Fe lassen sich in der Regel allerdings in der Verwitterungskruste von Jaspisknollen nachweisen (vgl. hierzu auch *Deecke* 1933) – diese Werte müssen beim Vergleich von einzelnen Knollen bzw. Provenienzen ausgeklammert werden. Fig. 2 zeigt die Spurenelementverteilung jener Provenienzen, von denen mehr als ein Individuum analysiert worden ist; die Werte entstammen Tab. 3.

Bei aller Vorsicht, die angesichts des vorerst geringen Datenmaterials angebracht ist, sind zunächst folgende Aussagen möglich:

- Jaspis von Kleinkems/Baden (Fundkomplex 1) unterscheidet sich in seinem Wassergehalt (Glühverlust, «GV» der Tabellen) und durch die erhöhten Ni- und Cu-Konzentrationen von den übrigen untersuchten Proben der Regio;
- Jaspis von der Löwenburg/Kt. Bern (Fundkomplex 2) unterscheidet sich in seinem erhöhten Al-, Ti- und Mn-Gehalt von anderen untersuchten Proben der Regio;
- Jaspis von Lausen/Baselland (Fundkomplex 3) unterscheidet sich durch seinen geringen Wasser- und Eisengehalt von den übrigen untersuchten Proben der Regio;
- Jaspis vom Hörnli bei Basel (Fundkomplex 8) unterscheidet sich durch seinen Wassergehalt vom Kemser und Lausener Jaspis, während sein Ca-Gehalt tiefer zu sein scheint als jener der übrigen untersuchten Proben der Regio.

Diese qualitativen Aussagen würden durch ergänzende Untersuchungen (Vergrößerung der Populationen-, Individuen- und Kriterienzahl) selbstverständlich modifiziert.

Wünschenswert könnte im gegenwärtigen Zeitpunkt aber eine Abschätzung der statistischen Zuverlässigkeit der oben gemachten Feststellungen sein. Wenn Gauss-normalverteilte Populationen vorliegen, so gibt der sogenannte Student t-Test eine Aussage über die Wahrscheinlichkeit, dass zwei untersuchte Populationen in Berücksichtigung ihrer Individuenzahl voneinander verschieden sind (vgl. Tab. 4).

Tab. 4: Wahrscheinlichkeit (in %) für die Aussage, dass zwei Populationen (Provenienzen) auf Grund eines chemischen Kriteriums statistisch voneinander verschieden sind

Population	GV	Al	K	Ca	Ti	Mn	Fe	Ni	Cu	Sr
1 // 2*	>99.9	>99	>99.9	–	>>99.9	95	–	>99	–	–
3	–	–	≈95	–	–	–	–	–	–	95
4	>>99.9	–	–	–	–	–	–	95	–	–
8	≈99	–	–	–	≈95	–	–	–	–	95
2 // 3	>>99.9	≈95	–	–	>99	–	–	95	–	–
4	≈95	>99	>99.9	>99	99.9	–	–	–	≈99.9	–
8	–	≈95	>95	≈99	>95	–	–	–	>95	–
3 // 4	99.9	–	–	–	–	–	>95	–	–	–
8	–	–	–	–	–	–	>95	–	–	–

* Die Chiffrierung der Populationen bezieht sich auf den Schlüssel von Tab. 3
Wahrscheinlichkeiten schlechter als 95 % sind mit – gekennzeichnet

Fig. 1
Röntgendiffraktogramm
eines Jaspis von Kleinkems/
Baden (oben) und einer
Kieselkonkretion von Lu-
xor/Oberägypten (unten).
Jaspis zeigt ausschliesslich
Reflexe von Tiefquarz,
während die Kieselkonkre-
tion von Luxor zahlreiche
Reflexe von Kalzit und
Dolomit als Nebenkompo-
nenten aufweist, vgl. auch
Tab. 2 C für Aufnahme-
bedingungen.

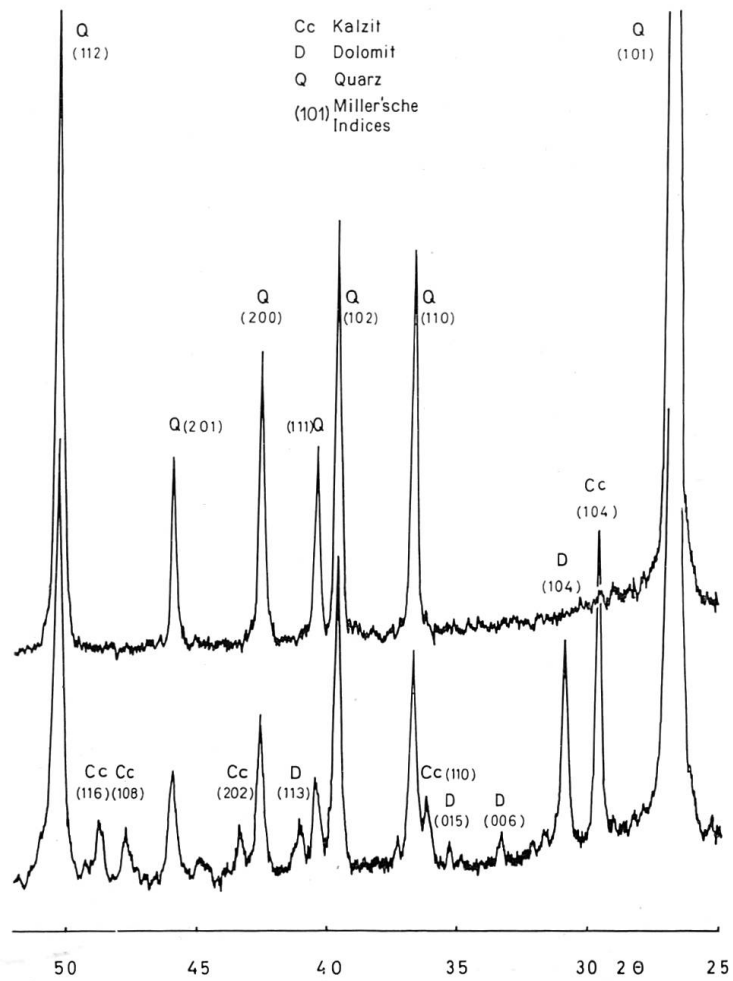
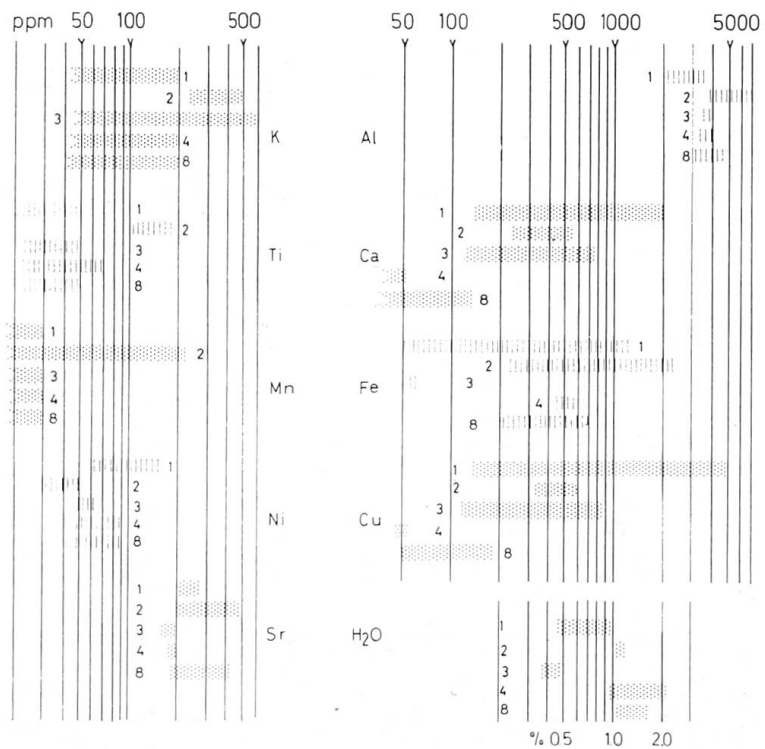


Fig. 2
Chemische Variationsbreite
(Konzentrationsangaben
in ppm = Gramm pro
Tonne) der untersuchten
Silices aus der Regio,
vgl. S. 210. Fundortschlüssel
zu den Nummern
auf Tab. 3.



Wahrscheinlichkeiten von 95 bis 99 können als «wahrscheinlich signifikant», solche von über 99 als «signifikant» bezeichnet werden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass Spurenelemente von frischem Jaspismaterial der Regio signifikante Unterschiede zwischen einzelnen Fundkomplexen aufzeigen können. Wenn somit die Zugehörigkeit oder Nichtzugehörigkeit eines bestimmten Jaspisfragmentes zu einer mutmasslichen Provenienz auf Grund des Spurengehaltes grundsätzlich möglich erscheint, so sind doch einige einschränkende Ergänzungen am Platz:

- die chemische Variabilität der mutmasslichen Provenienz und des fraglichen Objektes muss durch eine genügend grosse Anzahl chemischer Daten belegt sein;
- die chemisch ermittelte Zugehörigkeit/Nichtzugehörigkeit eines fraglichen Objektes zu einer mutmasslichen Provenienz kann naturgemäss nur mit einem gewissen Grad der Wahrscheinlichkeit angegeben werden, nicht jedoch mit absoluter Sicherheit;
- der apparative und zeitliche Aufwand einer breit angelegten Spurenuntersuchung ist beträchtlich, sodass sich archäometrische Studien nur bei wohl definierten Problemstellungen lohnen.

ÉTUDE ARCHÉOMÉTRIQUE DE QUELQUES SILEX DE LA REGIO BASILIENSIS (Résumé)

La présente étude archéométrique s'occupe de quelques silex de la région autour de Bâle, notamment de Kleinkems/Baden, de la Löwenburg/Canton de Berne, de Lausen/Canton de Bâle-Campagne, et du Hörnli/Baden. Dix-neuf différents éléments de trace ont été analysés par fluorescence de rayons-X et émission optique. L'évaluation statistique prouve que quelques éléments de trace montrent une distribution distinctive, c'est-à-dire que la différence chimique entre des jaspes de différentes origines est significative par rapport à un test statistique (student-T). En cas favorable il est donc possible de prouver avec un certain degré de probabilité qu'un silex particulier appartient à un gisement présomptif.

LITERATUR

- ASTM (1967): X-Ray Powder Data File. Philadelphia.
- Beurer, M. (1971): Kieselsäureanreicherungen in den oberjurassischen Sedimenten der Schwäbischen Alb. Diss. Universität Stuttgart, Beih. geol. Jb. 109.
- Deecke, W. (1933): Die mitteleuropäischen Silices nach Vorkommen, Eigenschaften und Verwendung in der Prähistorie. Jena.
- Eppler, W. F. (1973): Praktische Gemmologie. Stuttgart.
- Greppin, E. (1916): Zur Kenntnis des geologischen Profils am Hörnli bei Grenzach. Verh. natf. Ges. Basel 1812, S. 371.
- Lais, R. (1929, 1931): Ein Werkplatz des Azilio-Tardenoisien am Isteiner Klotz. Bad. Fundber. II, Nr. 3, 7.

- Leuthardt, F.* (1911): Über das Vorkommen von *Antedon costatus*, Goldfuss in den Hornsteinknollen der Hupperablagerungen von Lausen. Tätigkeitsber. naturf. Ges. Baselland 1907–11.
- Martin, H.* (1906): Etude sur les livres de beurre de Grand-Pressigny. Paris.
- Rock Color Chart (1963): Geol. Soc. America. New York.
- Schmid, E.* (1952): Jungsteinzeitliches Jaspis-Bergwerk am Isteiner Klotz. Der Anschnitt, 4: 5, S. 4.
- Schmid, E.* (1952): Vom Jaspisbergbau an der Kachelfluh bei Kleinkems (Baden). Germania 30, S. 153.
- Schmid, E.* (1960): Über eine Ausgrabung im Bereich der Silexbergwerke von Veaux bei Malaucène (Vaucluse). Der Anschnitt, 12: 6, S. 3.
- Schmid, E.* (1963): Vom Silex-Bergbau bei Veaux-Malaucène in Südfrankreich. Der Anschnitt, 15: 3, S. 10.
- Schmid, E.* (1968): Ein Silex-Abbau aus dem Mousterien im Berner Jura. Ur-Schweiz, 32, S. 53.
- Schmid, E.* (1971): A Mousterien silex mine and dwelling-place in the Swiss Jura. Unesco: The Origin of Homo Sapiens, S. 129.
- Schmid, E.* (1973): Die Reviere urgeschichtlichen Silexbergbaus in Europa I, II. Der Anschnitt, 25: 4, S. 12; 6, S. 25.
- Schmid, E.* (1974): Die Reviere urgeschichtlichen Silexbergbaus in Europa III, IV. Der Anschnitt, 26: 1, S. 13; 3, S. 19.
- Schwander, H.* et al. (1968): Zur Mineralchemie von Hellglimmern in den Tessiner Alpen. Schweiz. Min. Petr. Mitt. 48, S. 357.
- Senn, A.* (1928): Über die Huppererde von Lausen und das geologische Alter der Zeininger Bruchzone (Basler Tafeljura). Ecl. geol. Helv. 21, S. 163.
- Stern, W.* (1976): On Trace Element Analysis of Geological Samples by X-Ray Fluorescence. X-Ray Spectrometry, 5.
- Tobler, A.* (1897): Über fossilführenden Quarzit aus der eocänen Huppererde von Lausen. Ber. 30. Vers. Oberrh. geol. Ver. Mülhausen i. E.