

VI. OBSIDIAN

Herkunftsbestimmung späturukzeitlicher Obsidianfunde vom Hassek Höyük*

von E. Pernicka

EINLEITUNG

Obsidian ist in mehrfacher Hinsicht ein ideales Material für archäologische Herkunftsbestimmung: Es ist relativ selten und tritt in nur wenigen Vorkommen konzentriert auf. Diese Vorkommen sind in der Regel in ihrer Zusammensetzung homogen. Andererseits ist die geochemische Variabilität zwischen verschiedenen Vorkommen groß genug, um sie eindeutig unterscheiden zu können. Eine Veränderung der Zusammensetzung findet weder auf dem Weg von der Lagerstätte zum Fertigprodukt noch während der Bodenlagerung in nennenswerter Weise statt. Obsidian war schon früh und über einen langen Zeitraum ein begehrter Rohstoff und wurde deshalb über weite Strecken transportiert.

Es ist deshalb kaum überraschend, daß die erste überzeugende Herkunftsbestimmung einer archäologischen Fundgattung mit naturwissenschaftlichen Methoden gerade bei Obsidian gelang¹. Im westlichen Mittelmeerraum, in der Ägäis und in Mitteleuropa sind alle bekannten Obsidianvorkommen schon seit längerem geochemisch gut charakterisiert², so daß in den meisten Fällen eine eindeutige Zuordnung von Obsidianfunden aus diesen Regionen möglich ist. Für Anatolien gilt dies nur teilweise. Während ein Großteil der Vorkommen in Zentralanatolien und die wichtigsten Vorkommen in der Nähe des Van-Sees untersucht und veröffentlicht sind³, fehlen entsprechende Informationen aus Armenien, Georgien, Aserbaidschan und dem westlichen Iran, wo ebenfalls zahlreiche Vorkommen liegen, weitgehend⁴. Dies wird u. a. an Artefaktanalysen deutlich, die noch eine größere Zahl von unidentifizierten Gruppen enthalten als im Mittelmeerraum.

Zur Charakterisierung von Obsidian wird meist die Spurenelementzusammensetzung herangezogen. In den ersten Untersuchungen wurde für deren Bestimmung die optische Emissionsspektralanalyse eingesetzt (s. Anm. 1), die

Danksagung

Für die Überlassung unveröffentlichter Manuskripte bzw. Diplomarbeiten danke ich den Herren Prof. P. Kohl, Wellesley College, Boston und S. E. Warren, University of Bradford. Frau M. Remor leistete umsichtige technische Hilfe bei der Durchführung der Analysen.

1) J. R. Cann – C. Renfrew, *Proc. Prehist. Soc.* 30, 1964, 111ff.

2) Eine gute Zusammenfassung besonders der frühen Arbeiten gibt J. E. Dixon, *Obsidian Characterization in the Mediterranean and Near East*, in: R. E. Taylor (Hrsg.), *Advances in Obsidian Glass Studies* (1977). Die beste Datenbasis für Obsidianquellen im westlichen Mittelmeerraum und in Mitteleuropa ist der Gruppe um S. E. Warren in Bradford zu verdanken: B. R. Hallam – S. E. Warren – C. Renfrew, *Proc. Prehist. Soc.* 42, 1976, 85–110; O. Williams Thorpe – S. E. Warren – L. H. Barfield, *Preistoria Alpina* 15, 1979, 73–92; O. Williams Thorpe – S. E. Warren – J. Courtin, *Journ. Arch. Sci.* 11, 1984, 135–146; O. Williams Thorpe – S. E. Warren – J. G. Nandris, *Journ. Arch. Sci.* 11, 1984, 183–212.

3) C. Renfrew – J. E. Dixon, J. R. Cann, *Proc. Prehist. Soc.* 32, 1966, 30–72; dies., *Proc. Prehist. Soc.* 34, 1968, 319ff.; G. A. Wright, *Anthropological Papers No. 37*, 1969; G. A. Wright – A. A. Gordus, *Israel Exploration Journal* 19, 1969, 79ff.; dies., *AJA* 70, 1969, 75ff.; J. B. McDaniels, *An Analytical Study of Obsidian from Tell Abu Hureyra, Syria*, M. A. Thesis, Univ. of Bradford, 1976; S. Epstein, *The Trade in Near Eastern Obsidians*, M. A. Thesis, Univ. of Cambridge, 1977; I. Perlman – J. Yellin, *Israel Exploration Journal* 30, 1980; M. J. Blackman, in: J. B. Lambert (Hrsg.), *ACS Advances in Chemistry Series, No. 205, Archaeological Chemistry III* (1984) 19–50.

4) Eine groß angelegte Untersuchung transkaukasischer Obsidian-Vorkommen ist zur Zeit in Arbeit. Erste Ergebnisse liegen bereits vor, aber Analysen werden erst später veröffentlicht. Einen Vorbericht gaben M. J. Blackman – P. L. Kohl, *Transcaucasian Obsidian: Preliminary Results of an Analytical Study*. 4th USA-USSR Archaeological Exchange, 26. 9.–8. 10. 1980 in Tiflis.

später durch die wesentlich empfindlichere und präzisere Neutronenaktivierungsanalyse verdrängt wurde⁵. In vielen Fällen lassen sich verschiedene Obsidianvorkommen auch durch ihre Hauptbestandteile⁶, ihr geologisches Alter⁷ oder ihre Strontium-Isotopenverhältnisse⁸ unterscheiden. Die besten Diskriminierungsmöglichkeiten bietet aber die Spurenelementanalyse, mit vergleichbarem meßtechnischen Aufwand wie die anderen Methoden. Außerdem steht hier die größte Datenbasis für Vergleiche zur Verfügung, die allerdings nicht ganz einheitlich bezüglich der analysierten Elemente ist.

PROBENVORBEREITUNG UND ANALYSENMETHODE

Es wurden von insgesamt 17 Artefakten (*Tab. 1*) kleine Proben von 10–100 mg analysiert. Vor der Probenentnahme wurden die Artefakte mit destilliertem Wasser gewaschen und bei 110°C getrocknet und in mehreren Schichten reinem Polyethylen verpackt. Von den Abschlägen wurden kleine Splitter mit einem Stahlhammer abgeschlagen und von den Klingensplittern vorsichtig mit einer Stahlzange abgebrochen. In jedem Fall wurde darauf geachtet, daß die Werkzeuge mit den Artefakten nicht in Berührung kamen. Mit einer Plastikpinzette wurden krustenfreie Splitter ausgelesen, mit Alkohol gewaschen, getrocknet und in kleine Bestrahlungsbehälter aus Polyethylen eingewogen. Die Proben wurden zusammen mit zwei Aliquots eines Standardtons⁹ im Reaktor des Deutschen Krebsforschungszentrums 4 h bei einem Neutronenfluß von $8 \times 10^{12} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ bestrahlt. Nach einer Abklingperiode von fünf Tagen wurden die Gammalinien der Nuklide Na-24, K-42, As-76, Sb-122, La-140, Sm-153, Yb-175, Lu-177 und Np-239 (für U) mit einem Reinstgermaniumdetektor gemessen. Nach einer weiteren Abklingperiode von drei Wochen wurden die Nuklide Sc-46, Cr-51, Fe-59, Co-60, Rb-86, Sb-124, Cs-134, Ba-131, Ce-141, Eu-152, Tb-160, Hf-181, Ta-182 und Pa-233 (für Th) gemessen, wobei mögliche Linieninterferenzen berücksichtigt wurden¹⁰. Die Ergebnisse sind in *Tabelle 2* zusammengefaßt. Die Analysenpräzision ist besser als 5% für alle gemessenen Elemente außer bei Ba-Gehalten < 200 ppm, wo sie bis 20% beträgt. Die Genauigkeit und damit die Vergleichbarkeit mit Analyseergebnissen anderer Labors ist gegeben durch den Standardton, der mit Hilfe von Standardgesteinen und einem in Berkeley hergestellten Standardton (s. Anm. 9) kalibriert worden war. Sie wird auf besser als 10% für alle gemessenen Elemente geschätzt.

5) J. B. Griffin – A. A. Gordus, *Science* 158, 1967, 328ff.; A. Aspinall – S. W. Feather – C. Renfrew, *Nature* 237, 1972, 333–334. Heute ist diese Methode die Standardtechnik für die Herkunftsbestimmung von Obsidian. Mit ihr können kleine Objekte völlig zerstörungsfrei bzw. sehr kleine Proben von wertvollen Artefakten analysiert werden.

6) E. Mosheim, *Chemische und physikalische Untersuchungen an geologischen und archäologischen Obsidianen der Ägäis*, Diss. Universität (TH) Karlsruhe, 1984. Diese Arbeit zeigt auch, daß physikalische Parameter (Farbe, Brechungsindex, Dichte) keine ausreichende Diskriminierung erlauben; s. auch Dixon a. O. (s. o. Anm. 2).

7) S. A. Durrani – H. A. Khan – M. Taj – C. Renfrew, *Nature* 233, 1971, 242–245.

8) N. H. Gale, *Archaeometry* 23 (1), 1981, 41–51.

9) Es handelt sich um gepulverten (Korngröße 50 µm), ungebrannten Ton, der mit Standardgesteinen des U. S. Geological Survey (AGV-1, G-2, GSP-1), des National Bureau of Standards (SRM 278, *Obsidian rock*) und einem Standardton, der an der University of California at Berkeley (I. Perlman – F. Asaro, *Archaeometry* 11, 1969, 21–52) hergestellt wird, kalibriert wurde. Die Gehalte an La, Ce, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu, Th und U sind außerdem mit aus Lösungen bekannter Konzentration hergestellten Standards bestimmt worden.

10) Die meisten möglichen Linieninterferenzen sind in Perlman-Asaro a. O. (s. o. Anm. 9) beschrieben.

Labornummer	Objekt (Grabungsnummer)	Areal	Farbe
HAS 01	Abschlag	P 18/gesamt	dunkelgrün
HAS 02*	2 Abschläge (Hsk. I. 84–192)	P 19/6.1; 1.3	dunkelbraun, fast undurchsichtig
HAS 03*	Abschlag (Hsk. I. 84–193)	P 19/5.2; 3.8	dito
HAS 04	2 Abschläge (Hsk. I. 84–194)	P 19/6.0; 2.85	dito
HAS 05*	Abschlag	P 20/.4–3.8; .4–3.7	dunkelgrün
HAS 06	Abschlag	P 20/.4–3.2; .4–2.5	dunkelbraun, fast undurchsichtig
HAS 07	Klingenfragment	P 21/6.95; 2.55	dunkelgrau, schlierig mit Einschlüssen
HAS 08	Abschlag	P–Q 21/9.–.8; 7–8.8	dito
HAS 09	Klingenfragment (Hsk. I. 84–198)	Q 21/2.25; .75	dito
HAS 10	Abschlag (Hsk. I. 84–200)	Q 21/6.45; 8.52	hellgrau bis braun
HAS 11	Abschlag (Hsk. I. 83–40)	R 20/3.4–5.6; 8.4–9.6	hellgrün
HAS 12	Klingenfragment (Hsk. I. 83–43)	R 20/0.5; 4.7	dito
HAS 13	Klingenfragment (Hsk. I. 84–197)	R 21/4.63; 7.10	dito
HAS 14	Abschlag	R 21 (aus Profil gefallen)	dito
HAS 15	Abschlag	R 22/4.0; 8.70	dunkelgrau bis grünlich
HAS 16	Artefaktfragment (Hsk. I. 83–41)	S 20/.19; 4.0	dunkelgrau bis braun, fast undurchsichtig
HAS 17	Artefakt (Hsk. I. 84–199)	T 20/5.9; 8.10	dunkelgrau mit Einschlüssen

* Wg. Probesplitting identisch mit den von Y. Besnus (s. S. 132) analysierten Proben: HAS 02 = Besnus 34545, HAS 03 = Besnus 34544, HAS 05 = Besnus 34546 (Anm. des Hrsg.)

Tabelle 1: Liste der späturukzeitlichen Obsidianfunde von Hassek Höyük, die für Neutronenaktivierungsanalysen zur Verfügung standen.

DISKUSSION

In früheren Arbeiten wurden zur Unterscheidung verschiedener Obsidianvorkommen Diagramme der Elemente Zr und Ba, Na und Mn¹¹ oder einer Elementkombination und Fe, beide normiert auf Sc¹³, verwendet. Heute verwendet man zur Differenzierung und Gruppierung multivarianter Daten meist die Clusteranalyse. Dabei wird ein Abstand zwischen allen Proben berechnet und die Proben werden anhand dieses Abstands gruppiert, wobei verschiedene Verfahren zur Verfügung stehen¹². Im vorliegenden Fall wurde der euklidische Abstand als Ähnlichkeitsmaß

11) Die Arbeiten von Renfrew und Mitarbeitern stützen sich im wesentlichen auf Zr und Ba (s. Anm. 1 und 3), während Wright, 1969 und Wright-Gordus, 1969 vor allem Na und Mn zur Diskriminierung verwenden (s. Anm. 3).

12) Z. B. A. M. Bieber – D. W. Brooks – G. Harbottle – E. V. Sayre, *Archaeometry* 18 (1), 1976, 59–74, die Analysen von prähistorischer Keramik gruppieren. Dieselbe Methode wendet auch Blackman, 1984 (s. Anm. 3) an.

13) Eine sehr gute Übersicht geben D. L. Massart – L. Kaufman, *The Interpretation of Analytical Chemical Data by Use of Cluster Analysis* (1983).

gewählt, und die Daten wurden so transformiert, daß alle Werte um 1 streuen. Da die Streubreite für alle Elemente kaum eine Größenordnung übersteigt, wird dadurch erreicht, daß alle betrachteten Elemente mit gleichem Gewicht eingehen. Eine logarithmische Transformation der Daten, wie sie von manchen mit demselben Ziel durchgeführt wird¹³, erübrigt sich damit. Um auch Daten anderer Labors einschließen zu können, wurden nur die Konzentrationen von Na, Sc, Fe, As, Rb, Sb, Ba, Cs, La, Ce, Eu, Sm, Yb, Lu, Hf, Ta, U und Th für die Clusteranalyse herangezogen.

Zur Gruppierung wurde die Average-Link-Clusteranalyse verwendet, die Cluster mit kleiner Varianz bildet und etwas dazu neigt, ähnliche Varianzen für verschiedene Cluster zu erreichen. Im vorliegenden Fall sind die Daten aber so gut strukturiert, daß die gebildeten Gruppen vermutlich weitgehend von der Clustermethode unabhängig sind. Die optimale Clusterzahl wurde dadurch bestimmt, daß die Schwerpunkte der verschiedenen anatolischen Obsidianvorkommen, die ja ebenfalls durch Clusteranalyse ermittelt worden sind¹⁴, jeweils getrennt wurden. Nur die drei relativ ähnlichen Untergruppen von Açıgöl (Hotmiş Dağ I, II und III nach Blackman, s. Anm. 3) verblieben dabei zusammen in einem Cluster. Die Ergebnisse der Clusteranalyse, soweit sie die Artefakte vom Hassek Höyük betreffen, sind in *Tab. 2* berücksichtigt. Die Herkunftsdiskussion ist anschaulicher anhand von Diagrammen verschiedener Elementkonzentrationen durchzuführen.

In *Abb. 1* und *2* sind die analysierten Proben vom Hassek Höyük in zwei der oben erwähnten Diagramme eingetragen. Daraus ist unschwer ersichtlich, daß es sich bei den Proben um Obsidian unterschiedlicher Herkunft handelt. Zehn Proben bilden in beiden Diagrammen eine sehr einheitliche Gruppe (s. auch *Tab. 2*) mit Variationskoeffizienten von 4–18% für die einzelnen Elemente außer Cr, das eine größere Streuung aufweist¹⁵. Die Variationskoeffizienten entsprechen im großen und ganzen der analytischen Präzision, so daß diese Artefakte ohne Zweifel aus einem einzigen Obsidianfluß stammen. Mit sehr großer Wahrscheinlichkeit ist dieser Fluß mit dem Obsidianvorkommen von Bingöl, etwa 100 km südlich von Erzurum, identisch (*Tab. 3*).

In der Umgebung des Dorfes Bingöl sind bisher drei Obsidianvorkommen lokalisiert worden, von denen erst eines, das von Çavuşlar, geochemisch untersucht wurde¹⁶. Es zeigte sich, daß dort zwei Obsidiantypen mit verschiedenen Spurenelementmustern auftreten, die vermutlich auf zwei verschiedene Vulkanausbrüche zurückzuführen sind. Eine solche Situation wird häufig auch bei anderen Vorkommen beobachtet und stellt natürlich für die Herkunftsbestimmung eine wesentliche Komplikation dar. Der von Cauvin et al. 'Bingöl A' genannte Obsidiantyp ist offenbar identisch mit den in anderen Labors analysierten Proben von Bingöl (*Typ G2* von Bradford¹⁷ und *Typ 4c* von Renfrew et al.¹⁸). Dieser Obsidiantyp war seit dem frühen Neolithikum besonders in Mesopotamien stark verbreitet¹⁹. Am Hassek Höyük ist er bisher anscheinend noch nicht identifiziert worden.

Eine ganz ähnliche Verbreitung hatte eine andere Obsidiansorte, die von mehreren Arbeitsgruppen identifiziert wurde (*Typ 1g* von Renfrew et al., *Typ B 2* von Bradford, *Group D* von Blackman) und bis Südwestpersien gelangte²⁰. Es war immer vermutet worden, daß diese Obsidianquelle ebenfalls in der Nähe des Van-Sees zu suchen ist. Durch die Arbeit von Cauvin et al. (s. Anm. 16) ist die Herkunft dieser Obsidiansorte ebenfalls von Bingöl gesichert. Dieser nunmehr 'Bingöl B' genannten Sorte entsprechen die oben beschriebenen zehn Proben vom Hassek Höyük.

14) Blackman, 1984 (s. Anm. 3).

15) Theoretisch könnte dies trotz der großen Sorgfalt bei der Vorbehandlung der Proben auf Kontamination durch Stahlwerkzeuge hinweisen. In der Gruppe 2 streut aber auch Co stark, das in den verwendeten Werkzeugen nur in Spuren enthalten ist, so daß es sich wohl doch um Inhomogenitäten im Obsidian handelt. Auch Blackman, 1984 (s. Anm. 3) verwendet Cr und Co nicht für die Clusteranalyse, obwohl er beide Elemente offensichtlich analysiert hat.

16) M.-C. Cauvin – N. Balkan – Y. Besnus – F. Saroğlu, *Paléorient* 12/2, 1986, 89–97. In dieser Untersuchung wurde allerdings eine Kombination emissions- und absorptionspektrometrischer Methoden verwendet, deren Ergebnisse weniger gut vergleichbar mit anderen Labors sind als die mit Neutronoenuktivierungsanalyse. Das liegt einerseits daran, daß die analysierten Elemente nur zum Teil dieselben bei beiden Methoden sind, und andererseits, daß beide Methoden unterschiedliche Nachweisstärken für diese Elemente aufweisen. Dennoch ist die Übereinstimmung so weitgehend, daß die Artefakte der Gruppe 1 zweifellos Bingöl zugeordnet werden können.

17) Epstein, 1977 (s. Anm. 3).

18) Renfrew – Dixon – Cann, 1966 (s. Anm. 3). In dieser Arbeit konnte allerdings zwischen Bingöl und Nemrut Dağ nicht unterschieden werden, und es war nicht bekannt, daß in Bingöl mindestens zwei verschiedene Obsidiansorten vorkommen.

19) Siehe die Arbeiten von Renfrew und Mitarbeitern und die Zusammenfassung von Dixon, 1977 (alle Anm. 3).

20) Blackman, 1984 (s. Anm. 3).

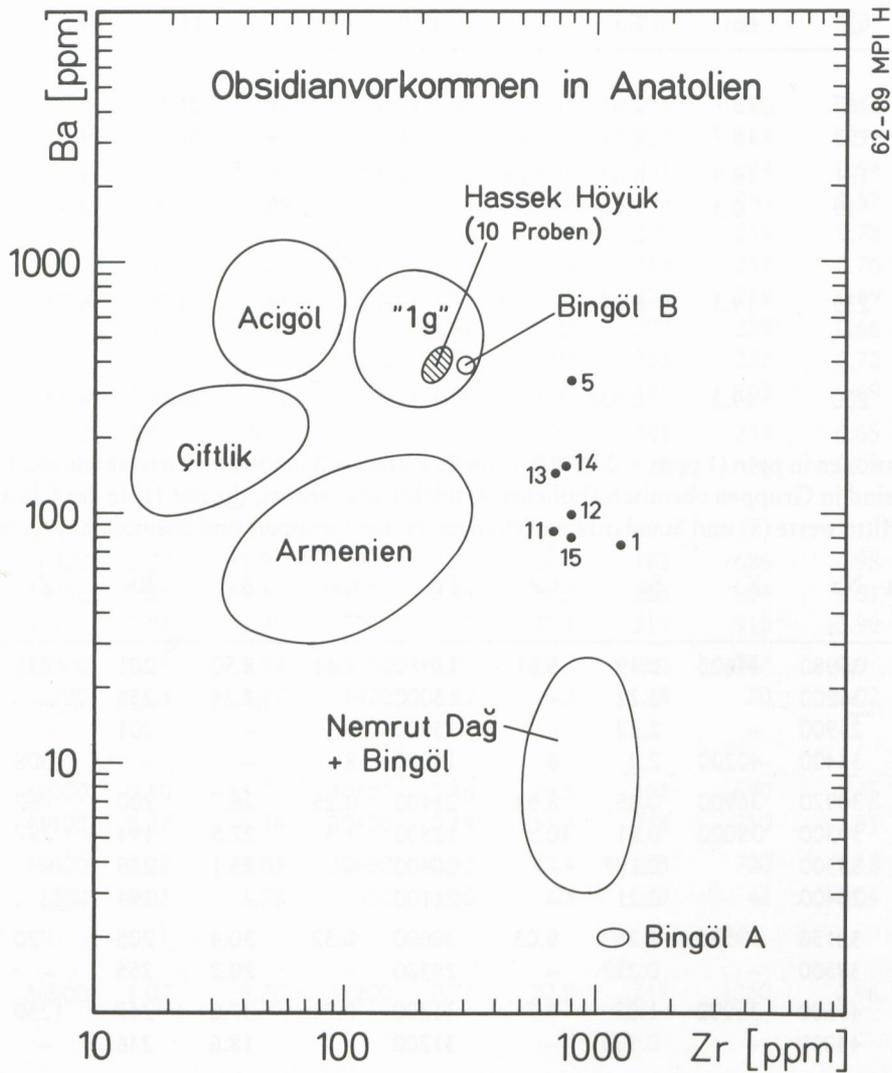
	Na	K	Sc	Cr	Fe	Co	As	Rb	Zr	Sb	Ba	Cs
Gruppe 1												
HAS 02	36800	40300	2.45	3.05	13100	1.50	8.40	205	250	0.56	414	11.6
HAS 03	36700	44300	2.53	6.88	13300	1.60	8.50	202	248	0.57	399	11.0
HAS 04	36100	42300	2.54	3.66	12800	1.55	8.38	201	244	0.54	394	11.3
HAS 06	36100	40800	2.55	3.29	12800	1.55	8.38	198	255	0.57	400	11.4
HAS 07	38000	49600	2.38	9.80	12650	1.31	8.92	205	216	0.78	363	11.5
HAS 08	37700	49500	2.55	5.10	13350	1.31	9.15	213	237	0.76	430	11.7
HAS 09	34100	44500	2.46	9.18	13200	1.35	8.82	208	238	0.69	435	11.5
HAS 10	33700	45000	2.65	2.95	13500	1.40	8.02	207	229	0.66	455	11.6
HAS 16	37300	44700	2.72	5.01	13650	1.35	7.99	203	227	0.72	436	11.1
HAS 17	33300	45000	2.11	6.20	11300	1.18	8.52	171	202	0.69	353	9.7
\bar{x}	36000	44600	2.49	5.51	13000	1.41	8.50	201	234	0.65	408	11.2
s	1700	3100	0.17	2.49	700	0.13	0.37	11	16	0.09	33	0.6
Gruppe 2a												
HAS 11	35900	36400	0.22	11.9	19300	0.38	26.2	185	686	0.98	77	7.86
HAS 12	36700	36700	0.25	8.51	21900	0.15	26.9	203	804	1.01	98	8.45
HAS 15	38300	37700	0.28	6.40	22900	0.23	27.1	211	810	0.99	82	8.72
\bar{x}	37000	36900	0.25	8.94	21400	0.25	26.7	200	767	0.9	86	8.34
s	1200	700	0.03	2.77	1900	0.12	0.5	13	70	0.02	11	0.44
Gruppe 2b												
HAS 13	39500	38000	0.30	11.7	30800	0.46	29.5	191	690	1.45	145	13.0
HAS 14	36800	41100	0.27	6.36	30400	0.18	31.3	218	750	1.51	154	15.2
\bar{x}	38200	39600	0.28	9.03	30600	0.32	30.4	205	720	1.48	150	14.1
s	1900	2200	0.01	3.78	300	0.20	1.3	19	42	0.04	6	1.6
Gruppe 3												
HAS 01	43600	36900	1.07	9.70	31200	0.73	37.0	247	1250	0.96	73	15.8
Gruppe 4												
HAS 05	39300	38000	0.21	10.9	12800	1.30	27.5	194	797	0.38	336	8.24
	La	Ce	Sm	Eu	Tb	Yb	Lu	Hf	Ta	U	Th	
Gruppe 1												
HAS 02	37.2	72.8	5.24	0.488	0.66	2.95	0.813	7.64	1.29	8.29	27.3	
HAS 03	37.2	71.0	5.30	0.500	0.70	2.90	0.801	7.60	1.80	8.30	27.0	
HAS 04	36.6	71.1	5.20	0.498	0.68	2.93	0.807	7.63	1.79	7.90	27.0	
HAS 06	36.7	71.2	5.18	0.526	0.67	2.83	0.810	7.60	1.73	8.16	27.1	
HAS 07	38.6	71.2	5.02	0.496	0.58	3.00	0.655	7.38	1.71	9.21	27.7	
HAS 08	38.8	75.6	4.89	0.498	0.64	3.23	0.716	7.96	1.96	8.81	28.3	
HAS 09	36.4	77.1	5.02	0.537	0.62	3.01	0.483	7.92	1.78	9.07	27.2	
HAS 10	35.8	73.7	4.91	0.545	0.60	3.01	0.536	7.80	1.78	8.96	26.2	
HAS 16	38.0	76.1	4.86	0.593	0.65	3.10	0.684	8.01	1.88	9.19	27.0	
HAS 17	34.4	62.4	4.41	0.473	0.52	2.71	0.567	6.50	1.56	7.66	24.1	
\bar{x}	30.7	72.2	5.00	0.515	0.632	2.97	0.687	7.60	1.73	8.56	26.9	
s	1.3	4.1	0.26	0.035	0.054	0.14	0.124	0.43	0.19	0.56	1.1	
Gruppe 2a												
HAS 11	85.9	180	18.4	0.483	2.73	11.4	2.36	24.4	4.30	9.06	23.4	
HAS 12	88.7	194	18.7	0.506	3.06	12.0	1.65	27.0	4.68	8.54	24.4	
HAS 15	90.9	200	19.0	0.564	3.18	12.0	1.60	28.2	4.94	8.64	26.2	
\bar{x}	88.5	191	18.7	0.518	2.99	11.8	1.87	26.5	4.64	8.75	24.7	
s	2.5	10	0.3	0.042	0.23	0.3	0.43	1.9	0.32	0.28	1.4	

	La	Ce	Sm	Eu	Tb	Yb	Lu	Hf	Ta	U	Th
Gruppe 2b											
HAS 13	85.0	167	19.1	0.62	2.44	10.6	2.67	21.7	3.97	9.74	27.3
HAS 14	85.5	194	18.7	0.71	3.19	11.4	1.51	27.0	4.71	11.30	28.7
\bar{x}	85.3	181	18.9	0.67	2.82	11.0	2.09	24.4	4.34	10.5	28.0
s	0.4	19	0.3	0.06	0.53	0.6	0.80	3.7	0.52	1.1	1.0
Gruppe 3											
HAS 01	113	235	19.3	0.40	3.98	17.6	3.24	41.0	6.72	12.20	36.4
Gruppe 4											
HAS 05	89.5	200	19.2	0.551	3.33	11.7	2.11	26.0	4.34	7.14	26.0

Tabelle 2: Konzentrationen in ppm (1 ppm = 0.0001%) von 23 Elementen in Obsidianartefakten von Hassek Höyük. Die Analysen sind in Gruppen chemisch ähnlicher Artefakte angeordnet, die mit Hilfe der Clusteranalyse ermittelt wurden. Mittelwerte (\bar{x}) und Standardabweichungen (s) der Gruppen sind ebenfalls angegeben.

	Proben- anzahl	Na	K	Sc	Cr	Fe	Co	As	Rb	Zr	Sb	Ba
Gruppe 1	10	35980	44600	2.49	5.51	12960	1.41	8.50	201	235	0.65	408
Group D	4	36200	–	2.22	–	13000	–	7.24	238	–	0.93	515
B 2	10	25900	–	2.22	–	13900	–	–	201	–	–	–
Bingöl B	7	33400	40200	2.2	6	15000	8	–	–	308	–	347
Gruppe 2a												
HAS 05	1	39300	38000	0.21	10.9	12800	1.3	27.5	194	797	0.38	336
Nemrut I	8	38300	–	0.187	–	20400	–	23.1	235	–	1.26	108
G 1	10	29400	–	0.21	–	21100	–	–	194	–	–	–
Gruppe 2b												
Nemrut II	5	38300	–	0.257	–	29300	–	20.2	255	–	1.05	123
HAS 01	1	43600	36900	1.07	9.7	31200	0.73	37.0	247	1250	0.96	73
Nemrut IV	1	43000	–	0.908	–	31200	–	18.6	246	–	1.43	135
	Cs	La	Ce	Sm	Eu	Tb	Yb	Lu	Hf	Ta	U	Th
Gruppe 1	11.2	37.0	72.2	5.00	0.508	0.632	2.97	0.687	7.60	1.73	8.56	26.9
Group D	10.4	42.5	71.4	4.48	0.429	–	3.52	0.557	8.18	1.56	9.38	28.4
B 2	11.5	38.9	64.1	–	0.42	0.77	3.37	–	7.88	1.20	7.77	27.2
Bingöl B	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Gruppe 2a												
HAS 05	8.34	88.5	191	18.7	0.518	2.99	11.8	1.87	26.5	4.64	8.75	24.7
Nemrut I	7.68	100	189	19.1	0.423	–	13.8	2.06	28.5	3.84	8.15	26.7
G 1	7.94	90.1	163	–	0.45	2.31	11.2	–	25.1	2.70	3.07	22.7
Gruppe 2b												
Nemrut II	9.12	115	210	20.1	0.678	–	14.6	2.19	29.4	4.55	10.2	32.2
HAS 01	15.8	113	235	19.3	0.400	3.98	17.6	3.24	41.0	6.72	12.2	36.4
Nemrut IV	8.03	115	210	19.3	1.02	–	14.1	2.13	28.4	4.25	8.63	30.2

Tabelle 3: Vergleich der chemischen Obsidiansorten von Hassek Höyük (s. Tab. 2) mit verschiedenen Referenzgruppen aus der Literatur. Die Werte für das Obsidianvorkommen von Nemrut Dağ und der Artefaktgruppe D unbekannter Herkunft mit Objekten von Tal-e Malyan, Ali Kosh und Choga Safid im südwestlichen Iran stammen von Blackman, 1984 (s. Anm. 3) und die Artefaktgruppen unbekannter Herkunft B2 und G1 mit Funden von verschiedenen Grabungen in Syrien und Mesopotamien (McDaniels, 1976; Epstein, 1977, s. Anm. 3). Ebenfalls aufgeführt sind die Ergebnisse von Cauvin et al., 1986 (s. Anm. 16) für eine Obsidiansorte aus dem Vorkommen bei Bingöl. Diese Werte beruhen auf Analysen mit optischer Emissionsspektroskopie mit Plasmaanregung und sind daher weniger gut vergleichbar mit den anderen Analysenwerten, die alle mit Neutronenaktivierung ermittelt wurden.



62-89 MPI H

Abb. 1 Ba- und Zr-Gehalte in 17 Obsidianartefakten von Hassek Höyük (volle Kreise, die Ziffern bezeichnen die Probennummern HAS 1–HAS 17, s. Tab. 1). Ebenfalls eingetragen sind Ba- und Zr-Gehalte verschiedener Obsidianvorkommen in Anatolien, wie sie von Renfrew und Mitarbeitern ermittelt wurden (s. Dixon, 1977, Anm. 2). Die damals nicht lokalisierte Obsidiansorte 1g ist sehr wahrscheinlich mit der von Cauvin et al., 1986 (s. Anm. 16) identifizierte Gruppe Bingöl B identisch, während Bingöl A mit der von Renfrew nicht differenzierte Gruppe Nemrut Dağ + Bingöl übereinstimmt, obwohl die beiden Fehler nicht überlappen. Dies könnte aber durch systematische Unterschiede in den Analysemethoden bedingt sein.

In den Abb. 1 und 2 ist eine weitere, weniger homogene Gruppe von fünf Artefakten vom Hassek Höyük zu erkennen, die in zwei Untergruppen (HAS 11, HAS 12, HAS 15 und HAS 13, HAS 14) zerfällt. Diese Untergruppen werden auch von der Clusteranalyse bestätigt (s. Tab. 2). Es handelt sich wahrscheinlich um Obsidian vom Nemrut Dağ, westlich des Van-Sees, der mindestens vier verschiedene Sorten aufweist²¹. Es ist dies der *Typ 4c* von Renfrew, der damals von Bingöl nicht unterschieden werden konnte und der *Typ G1* von Bradford sowie die *Typen NMRD 1* und *NMRD 2* von Perlman und Yellin²². Die beiden Untergruppen stammen vermutlich von zwei verschiedenen Stellen des Vorkommens, wobei die Gruppe 2b nach der Clusteranalyse gut den Sorten Nemrut I und Nemrut II von Blackman (s. Anm. 3) entspricht. Die Clusteranalyse zeigt auch, daß die nicht endgültig gesicherte Sorte Nemrut IV²³ den Gruppen 2a und 2b ähnlicher ist als die Proben HAS 1 und HAS 5. Es ist aber gut möglich, daß das

21) Ebenda.

22) s. Anm. 3.

23) Blackman, 1984 (s. Anm. 3).

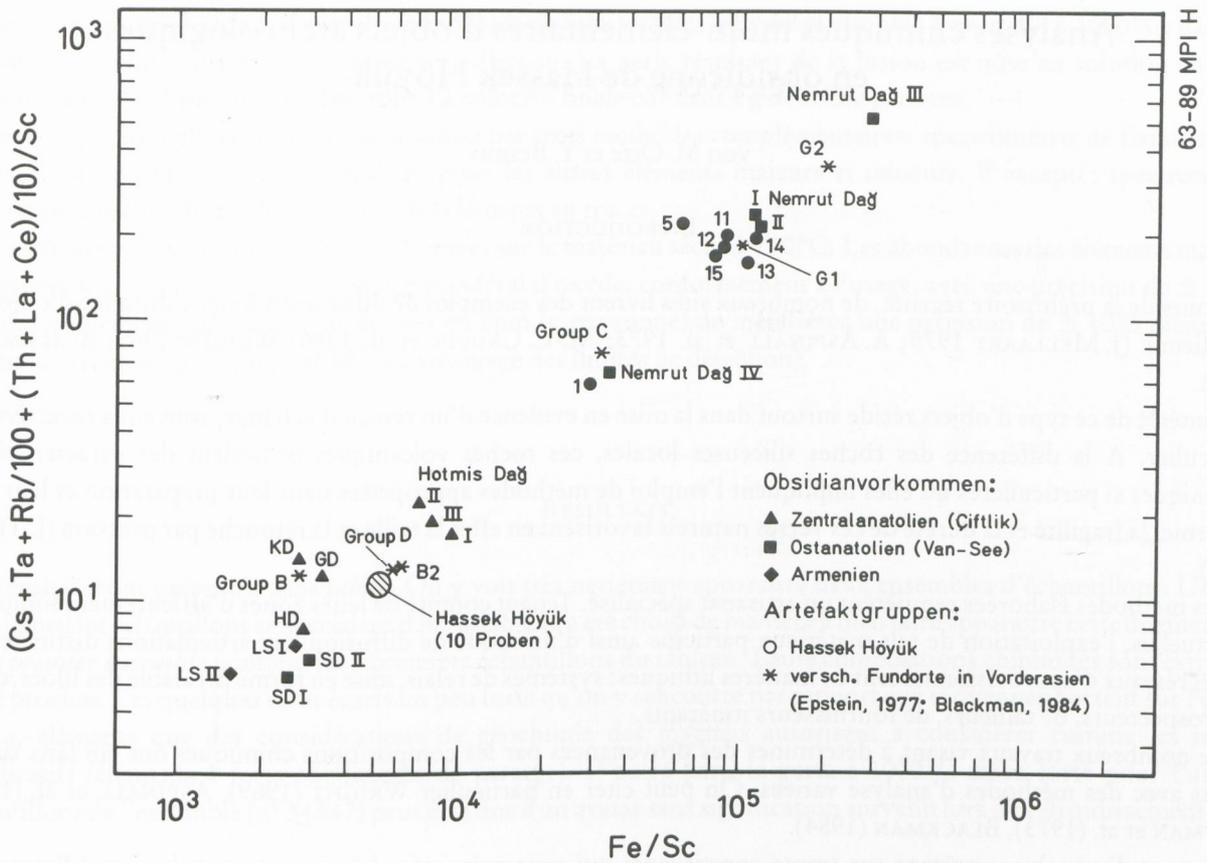


Abb. 2 Diagramm der von Aspinall et al. (s. Anm. 5) eingeführten Variablen zur Unterscheidung verschiedener Obsidianvorkommen. Aufgetragen sind neben den Obsidianartefakten vom Hassek Höyük (volle Kreise, die Ziffern bezeichnen die Probennummern HAS 1–HAS 17, s. Tab. 1) die Schwerpunkte verschiedener Obsidianvorkommen in Anatolien nach Blackman, 1984 (GD = Göllü Dağ, HD = Hasan Dağ, KD = Korudağ, LS = Sevan See, SD = Suphan Dağ, s. Anm. 3). Außerdem sind einige Obsidiansorten als Sterne eingetragen, die bei archäologischen Obsidianartefakten aus Vorderasien immer wieder auftauchen und bisher nur teilweise zugeordnet werden konnten (Group B, Group C und Group D nach Blackman, 1984, und die Sorten G1, G2 und B2 nach Epstein, 1977, s. Anm. 3). Man beachte, daß die Sorten G1 und G2, die beide der Gruppe 4c von Renfrew – Dixon – Cann, 1966 und 1968 (s. Anm. 3) entsprechen, in diesem Diagramm deutlich getrennt sind. G1 stammt vom Nemrut Dağ (s. Text) und G2 von Bingöl und ist offenbar mit Bingöl A nach Cauvin et al. 1986 (s. Anm. 16) identisch. In dieser Untersuchung wurden die Elemente der Ordinatenvariablen nicht bestimmt, so daß sie nicht direkt eingetragen werden können. Da Bingöl B wahrscheinlich identisch mit Blackmans Group D und Bradfords Obsidiansorte B2 ist, ist die Zuordnung der zehn Artefakte vom Hassek Höyük (Gruppe 1, Tab. 2) schon nach diesem Diagramm weitgehend gesichert.

Obsidianvorkommen vom Nemrut Dağ noch nicht ausreichend in seiner Variabilität untersucht ist und daß deshalb diese beiden Proben auch von dort stammen. Jedenfalls ist von den bisher charakterisierten Obsidianquellen in Anatolien keine diesen beiden Proben ähnlicher als das Vorkommen vom Nemrut Dağ.

ZUSAMMENFASSUNG

Von siebzehn mit Neutronenaktivierung analysierten Obsidianartefakten vom Hassek Höyük stammen zehn mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit von Çavuşlar bei Bingöl (Typ Bingöl B), fünf wahrscheinlich von verschiedenen Stellen des großen Obsidianvorkommens vom Nemrut Dağ und zwei von nicht identifizierten Quellen, die vielleicht ebenfalls zum Bereich des Nemrut Dağ gehören. Auf dem Hassek Höyük ist demnach vorwiegend Obsidian aus den geographisch am nächsten liegenden Vorkommen verarbeitet worden.