

Mineralogische Untersuchungen zur Herkunft der Granate merowingerzeitlicher Cloisonnéarbeiten

Von Dieter Quast und Ulrich Schüssler

*Keywords: Merowingerzeit / Mineralogische Untersuchungen / Granat / Handel / Tracht u. Schmuck
Merovingian period / Mineralogical analyses / Garnet / Commerce / Dresses and jewellery
Période merovingienne / Analyses mineralogiques / Grenat / Commerce / Costume et parure*

In der zweiten Hälfte des 5. Jahrhunderts trat bei den germanischen Stämmen nördlich der Alpen eine völlig neue Zierweise auf: Schmuck und Trachtbestandteile, Beschläge von Schwertern und Gürtelschnallen wurden flächig cloisonniert¹. Dazu lötete man ein Stegwerk auf eine Grundplatte und faßte in den so geschaffenen Zellen plangeschliffene Steine, zumeist Granate². Beim Betrachter entsteht der Eindruck, die roten Steine bildeten den Hintergrund für das Muster der Zellwände. Da neben Granat auch vereinzelt Einlagen aus farbigem, zumeist grünem Glas Verwendung fanden, wird auch vom polychromen Stil gesprochen. Lagerstätten von Granat sind aus unterschiedlichen Gebieten bekannt, nicht jedoch aus den Regionen, in denen cloisonnierte Objekte häufig in die Gräber gelangten. Da die Steineinlagen von der Mitte des 5. bis zum zweiten Drittel des 6. Jahrhunderts im alamannisch-fränkischen Gebiet in sehr großer Zahl vorhanden waren, setzt die Versorgung mit Granatplättchen oder Fertigprodukten also einen gut organisierten, gleichmäßig funktionierenden (Fern)Handel voraus. Untersuchungen zur Herkunft der verwendeten Granate sind daher für Fragen der Wirtschafts- und Handelsgeschichte von großem Interesse.

In der Forschung wird der Ursprung des polychromen Stils schon seit dem Beginn des Jahrhunderts diskutiert³. Eng damit verknüpft ist die Frage nach den Lager-

¹ Vgl. allgemein B. ARRHENIUS, Almandin und Almandinverzierung. RGA I², 174 ff.; DIES., Merovingian garnet jewellery (Stockholm 1985).

² Im deutschsprachigen Raum hat sich bei den Archäologen der Name „Almandin“ für alle Arten des Granats eingebürgert, auch wenn keine genauere Bestimmung des Steines vorliegt. In dieser Arbeit wird der Oberbegriff Granat verwendet, der auch in der Mineralogie üblich ist.

³ E. VON STERN, Zur Frage über den Ursprung des „gothischen Stiles“ in der Goldschmiedekunst. Sitzungsber. Altertumsges. Prussia 21, 1900, 243 ff. – H. RUPP, Die Herkunft der Zelleneinlage und die Almandin-Scheibenfibeln im Rheinland. Rhein. Forsch. Vorgesch. 2 (Bonn 1937) (vgl. dazu die Rez. durch J. WERNER, Göttingische Gelehrte Anz. 201, 1939, 242 ff.) – M. ŠČUKIN/I. BAZHAN, The cloisonné style: Danubian, Bosphorian, Georgian or Sasanian? Acta Arch. (København) 65, 1994, 233 ff. – H. W. BÖHME, Der Frankenkönig Childerich zwischen Attila und Aëtius. In: C. Dobiat (Hrsg.), Festschrift 60. Geburtstag O.-H. Frey. Marburger Stud. Vor- u. Frühgesch. 16 (Marburg 1994) 69 ff. – A. KISS, Die „barbarischen“ Könige des 4.–7. Jahrhunderts im Karpatenbecken als Verbündete des Römischen Reiches. Commun. Arch. Hungaricae 1991, 115 ff. bes. 119 f. – M. SCHMAUDER, Die Oberschichtgräber und Verwahrfunde Südosteuropas und das Childerichgrab von Tournai. Acta Praehist. et Arch. 30, 1998, 55 ff. bes. 57 ff. – R. STARK, Die Fibeln. In: W. Seipel (Hrsg.), Barbarenschmuck und Römergeld. Der Schatz von Szilágyosomlyó. Ausstellungskat. Wien (Wien 1999) 139 ff. bes. 142 ff. (jeweils mit älterer Literatur).

stätten der verwendeten Steine⁴. 1980 meinte Helmut Roth nach den „desillusionierenden mineralogischen Untersuchungen“ die Frage nur anhand historischer Quellen klären zu können⁵. Neben Plinius' Naturgeschichte kommt in seiner Arbeit der „Christlichen Topographie“ des Kosmas Indikopleustes aus der Mitte des 6. Jahrhunderts besondere Bedeutung zu. Im 11. Buch wird beschrieben, daß der südwestindische Ort Caber (heute Kâvêrîpattînam) *Alabandenum* exportiere. Bereits Nina Pigulewskaja konnte dieses *Alabandenum* als Granat identifizieren⁶. Der Name leitet sich von der kleinasiatischen Stadt Alabanda ab, in der nach Plinius in der Antike Granat geschliffen wurde⁷.

Die Ergebnisse Roths finden anscheinend in den kurzen Vorberichten von Susanne Greiff ihre naturwissenschaftliche Bestätigung⁸. Deutlich davon abweichend sind die Resultate der Untersuchungen von Birgit Arrhenius, die unterschiedliche Herkunft für die untersuchten Einlagen nachweisen konnte, für die meisten Granateinlagen aber böhmische Lagerstätten vermutet⁹.

Bei diesem Forschungsstand mit den bestehenden Unsicherheiten erschien eine systematische mineralogische Untersuchung cloisonnierter Objekte aus dem Württembergischen Landesmuseum sinnvoll. Dazu wurde eine Auswahl an Objekten getroffen, die chronologisch die gesamte Merowingerzeit abdeckt (*Abb. 1*). Die Analysen erbrachten interessante Ergebnisse, so daß der Probensatz gezielt erweitert werden konnte¹⁰.

⁴ Literatur zusammengestellt bei ARRHENIUS (Anm. 1, 1985) 26 ff. – S. GREIFF / A. BANERJEE, Zerstorungsfreie Unterscheidung von Granat und Glas in frühmittelalterlichen Granatfibeln. Arch. Korbl. 24, 1994, 197 ff. bes. 198. – S. GREIFF, Fränkischer Glasschmuck des frühen Mittelalters. Rohsteinquellen und Herstellungstechnik. In: G. Schulze / K. Slusallek (Hrsg.), Archäometrie und Denkmalpflege – Kurzberichte 1997 (Berlin 1997) 39 ff. – Weitere Untersuchungen zusammengestellt bei B. THIEME, Filigranscheibenfibeln der Merowingerzeit aus Deutschland. Ber. RGK 59, 1978, 381 ff. bes. 399 Anm. 75. – F. FARGES, Mineralogy of the Louvres Merovingian garnet Cloisonné jewelry: Origins of the gems of the first kings of France. Am. Mineral. 83, 1998, 323 ff.

⁵ H. ROTH, Almandinhandel und -verarbeitung im Bereich des Mittelmeeres. Beitr. Allg. u. Vgl. Arch. 2, 1980, 310.

⁶ N. PIGULEWSKJA, Byzanz auf den Wegen nach Indien. Berliner Byzantinist. Arb. 36 (Berlin 1969) 145.

⁷ ROTH (Anm. 5) 317 f.

⁸ S. GREIFF, Jahrb. RGZM 44, 1997, 705 f.

⁹ B. ARRHENIUS, Granatschmuck und Gemmen aus nordischen Funden des frühen Mittelalters (Stockholm 1971) 7 ff. („... Granat-Import aus Indien eine grössere Bedeutung beigemessen, als es den Tatsachen entsprach. ..., daß man in Europa sehr bald lernte, einheimische Steine, wie Granate, zu bearbeiten“). – ARRHENIUS (Anm. 1, 1985) 35 f.

¹⁰ Vgl. kurze Vorberichte: U. SCHÜSSLER U. A., Mikrosondenanalytische Untersuchungen an Granaten alamannischer Goldschmiedearbeiten des 5. bis 7. Jahrhunderts. Ber. Dt. Mineral. Ges. 1, 1997 = Beih. Europ. Journal Mineral. 9 (Stuttgart 1997) 320. – U. SCHÜSSLER U. A., Zusammensetzung und Herkunft der Granateinlagen alamannischer Goldschmiedearbeiten des 5. bis 7. Jahrhunderts. In: A. Hauptmann (Hrsg.), Archäometrie und Denkmalpflege – Kurzberichte 1998 (Bochum 1998) 66 f.

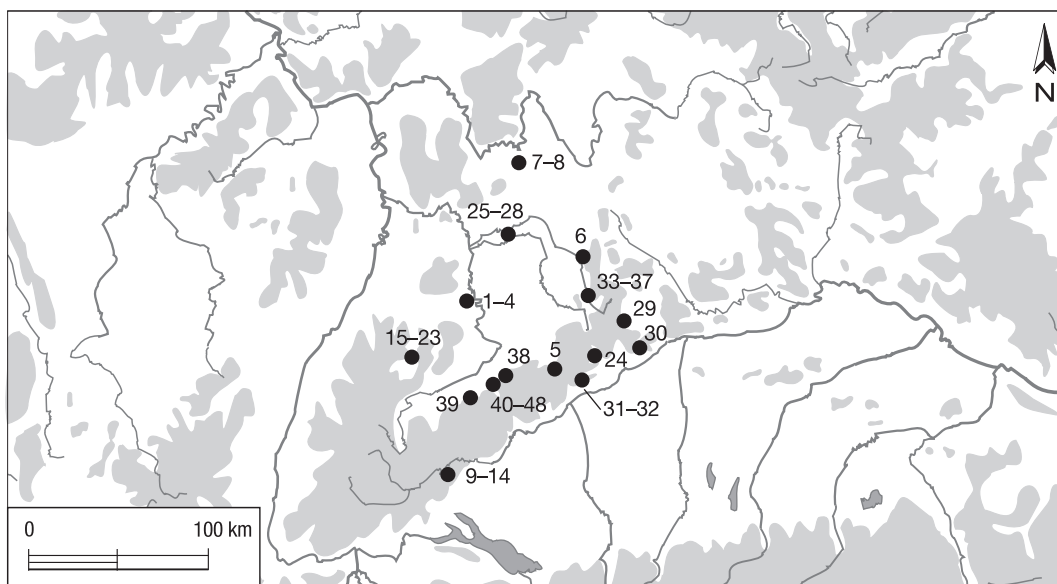


Abb. 1. Lage der Fundstellen der analysierten Objekte. Numerierung entspricht Katalogzählung.

Chemische Zusammensetzung von Granat

Granat ist ein Mineral, das in kristallinen Gesteinen häufig zu finden ist, meist jedoch nicht in Schmucksteinqualität. Vorkommen von Granat in Schmucksteinqualität sind seltener, aber über die gesamte Erde verteilt. Der Begriff „Granat“ bezeichnet genau genommen nicht ein einzelnes Mineral, sondern ist der Sammelbegriff für eine ganze Gruppe von Mineralen, die Granatgruppe. In der Natur gibt es im wesentlichen fünf verschiedene Granattypen, die sich in ihrer Zusammensetzung deutlich voneinander unterscheiden¹¹: Almandin ($\text{Fe}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$), Pyrop ($\text{Mg}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$), Spessartin ($\text{Mn}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$), Grossular ($\text{Ca}_3\text{Al}_2[\text{SiO}_4]_3$) und Andradit ($\text{Ca}_3\text{Fe}_2[\text{SiO}_4]_3$). Daneben gibt es exotischere Granate, z. B. die Chromgranate wie Uvarovit ($\text{Ca}_3\text{Cr}_2[\text{SiO}_4]_3$) und Knorringit ($\text{Mg}_3\text{Cr}_2[\text{SiO}_4]_3$).

Natürliche Granate treten jedoch selten in so reinen Zusammensetzungen auf. Da diese sogenannten Granat-Endglieder in fast beliebigen Mischungen vorkommen, gibt es eine große Vielfalt unterschiedlicher Granatzusammensetzungen. Die Zusammensetzung dieser Mischkristalle wird normalerweise angegeben über die Anteile der am Mischkristall beteiligten Endglieder in mol % (siehe *Tab. 1*). Bestimmte Mischkristalle treten sehr häufig auf, andere seltener. Innerhalb eines geologischen Granatvorkommens sind die Zusammensetzungen der einzelnen Granate aber fast immer gleich oder sehr ähnlich.

Hier kann die archäometrische Untersuchung ansetzen. Wenn die Zusammensetzung eines archäologischen Granatfundes bekannt ist, lässt sie sich mit den Zusammensetzungen von Granaten aus verschiedenen natürlichen Vorkommen vergleichen.

¹¹ Vgl. allgemein CH. WEISE (Hrsg.), Granat. Die Mineralien der Granat-Gruppe. *extraLapis* 9 (München 1995).

Auf diese Weise können bestimmte Granatvorkommen für die Herkunft des untersuchten Granats in Betracht gezogen, andere ausgeschlossen werden. Dies funktioniert um so besser, je exotischer eine Granatzusammensetzung ist. Im günstigsten Falle kann der untersuchte Granat einem bestimmten Granatvorkommen sicher zugeordnet werden.

Analyseverfahren

Meßprinzip

Die Messungen wurden mit einer Elektronenstrahl-Mikrosonde CAMECA SX50 am Mineralogischen Institut der Universität Würzburg durchgeführt. Bei dieser Methode wird die (Granat)Probe mit einem fokussierten Strahl stark beschleunigter Elektronen beschossen. Die Elektronen dringen bei einem Strahldurchmesser von 1 bis 2 μm etwa 1 μm tief in die Probenoberfläche ein und generieren dort aufgrund von Wechselwirkungen mit den Atomen des Probenmaterials charakteristische Röntgenstrahlung. Die Wellenlängen der einzelnen Strahlungsanteile dieser Röntgenstrahlung sind elementtypisch und erlauben die Identifikation der am Probenmaterial beteiligten Elemente. Die Intensität der elementtypischen Strahlungsanteile ist abhängig von der Konzentration des jeweiligen Elements in der Probe. Die einzelnen elementcharakteristischen Strahlungsanteile können mit einem Röntgenspektrometer gemessen werden und erlauben bei einer Kalibration mit geeigneten Eichstandards die Bestimmung der chemischen Zusammensetzung der Probe. Bei optimalen Meßbedingungen liegt der analytische Fehler für Hauptelemente bei $< 1\%$ relativ zur Konzentration des gemessenen Elements, für Neben- und Spurenelemente muß mit einem relativen Fehler $> 5\%$ gerechnet werden. Die analytische Nachweisgrenze, unterhalb derer die Elementgehalte nicht mehr sicher identifiziert werden können, liegt bei einer Elementkonzentration von 0,05–0,1 Gew. % (in den Tabellen mit u.N. = unter der Nachweisgrenze gekennzeichnet).

Probenvorbereitung

Die Methode ist letztlich eine Oberflächenanalytik, die bei frischem und sauberem Material eine zerstörungsfreie Untersuchung der Proben zuläßt und deshalb für die Analyse archäologischer Funde besonders geeignet ist. Da Granat sehr verwitterungsresistent ist, zeigen die Granatplättchen der Objekte auf ihren Oberflächen keinerlei Korrosionspatina und können mit der Methode daher problemlos analysiert werden.

Tabelle 1. Chemische Zusammensetzung der analysierten Einzelgranate. Angegeben sind die Oxidzusammensetzungen (Gew. %) und die jeweiligen Anteile der einzelnen Endglieder der Granatgruppe (mol %). Das Verhältnis $\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$ wurde abgeschätzt unter der Annahme einer optimalen Besetzung der einzelnen Gitterpositionen der Granatstruktur. Die Nummern der Analysen entsprechen der Katalogzählung. Die unterschiedlichen Buchstaben bezeichnen verschiedene Granatplättchen der jeweiligen Fundstücke. u.N. = Gehalt unter der analytischen Nachweisgrenze. Bei den Proben 6; 9; 13; 14; 25–28; 33–37 handelt es sich um Granate der Gruppe 2 (= böhmische Granate): →

	1	2	3	4a	4b	4c	4d	4e	5a	5b	5c	5d	5e	5f	5g	5h	5i
SiO₂	37,61	37,10	36,86	39,85	38,93	39,70	39,89	39,62	37,46	37,07	37,92	37,15	36,72	36,67	37,02	36,87	36,59
TiO₂	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.
Al₂O₃	21,65	21,30	21,08	23,15	22,56	22,74	22,65	22,73	21,35	21,23	21,69	21,01	20,76	20,80	20,89	20,94	20,84
Cr₂O₃	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.
Fe₂O₃	0,90	1,20	1,33	0,51	0,26	0,09	0,09	0,00	0,99	0,66	0,56	0,68	1,29	1,05	1,14	0,87	1,24
MgO	6,07	3,30	5,22	12,18	8,59	10,18	10,98	8,87	6,11	4,13	5,79	3,94	3,93	4,15	5,44	4,64	4,99
CaO	1,63	3,36	1,67	1,32	1,07	2,91	2,83	1,22	0,54	0,78	0,41	0,52	0,52	0,38	0,81	0,62	0,78
MnO	2,03	0,37	1,47	0,25	0,67	0,15	0,70	0,94	0,19	0,86	0,17	0,44	0,47	0,02	0,16	0,33	0,18
FeO	30,73	34,56	31,94	24,65	29,38	25,54	23,59	28,62	33,58	35,59	34,75	36,62	36,36	36,47	33,85	35,16	34,35
Summe	100,62	101,19	99,57	101,91	101,46	101,31	100,73	102,00	100,22	100,32	101,29	100,36	100,05	99,54	99,31	99,43	98,97
Almandin	67,4	76,5	71,3	51,0	62,9	53,7	49,7	61,0	74,0	79,4	75,9	82,0	81,8	82,2	75,6	78,9	77,4
Pyrop	23,8	13,2	20,8	45,0	32,8	38,2	41,2	33,7	24,0	16,4	22,6	15,6	15,7	16,7	21,7	18,6	20,0
Spessartin	4,5	0,8	3,3	0,5	1,5	0,3	1,5	2,0	0,4	2,0	0,4	0,9	1,1	0,1	0,4	0,7	0,4
Grossular	1,6	5,7	0,7	2,0	2,1	7,5	7,3	3,3	0,0	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0
Andradit	2,7	3,8	3,9	1,5	0,9	0,3	0,3	0,1	1,5	1,9	1,0	1,4	1,4	1,1	2,3	1,6	2,2
Knorringit	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5j	5k	5l	5m	5n	5o	5p	5q	5r	5s	5t	6a	6b	7	9a	9b	10a
SiO₂	36,25	36,07	37,85	37,67	37,11	37,22	37,02	37,42	37,94	37,36	37,46	38,34	38,50	37,09	43,74	43,43	37,72
TiO₂	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	0,50	0,50	u.N.
Al₂O₃	20,77	20,59	21,78	22,11	21,31	21,25	21,18	21,41	21,51	21,43	21,38	19,26	19,63	21,13	22,50	22,75	21,48
Cr₂O₃	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	1,94	2,52	u.N.	1,68	1,74	u.N.
Fe₂O₃	1,43	1,35	0,12	0,00	0,91	0,41	1,08	0,37	0,20	0,81	0,48	2,50	2,44	0,11	0,97	0,73	0,34
MgO	5,23	5,25	4,38	4,89	6,02	4,36	6,03	4,82	4,59	5,42	4,47	19,02	19,34	4,18	21,61	21,50	5,08
CaO	0,60	0,57	0,64	0,52	0,97	0,75	0,87	0,51	0,75	0,95	0,86	4,55	4,94	0,43	4,29	4,41	0,55
MnO	0,15	0,14	0,13	0,32	0,36	0,20	0,37	0,29	0,19	0,54	0,31	0,36	0,37	0,11	0,30	0,38	0,03
FeO	33,95	33,67	36,70	35,75	32,67	35,91	32,69	35,56	36,18	33,83	35,78	6,38	5,89	37,16	7,93	7,75	35,60
Summe	98,38	97,64	101,60	101,26	99,35	100,10	99,24	100,38	101,36	100,34	100,74	92,87	94,05	100,21	103,52	103,19	100,80
Almandin	76,9	76,8	80,7	78,6	72,6	80,1	72,8	78,8	79,5	74,7	79,3	13,8	12,5	82,0	15,2	14,9	78,4
Pyrop	21,1	21,3	17,2	19,2	23,9	17,3	23,9	19,1	18,0	21,4	17,6	67,2	65,7	16,5	69,2	68,9	19,9
Spessartin	0,3	0,3	0,3	0,7	0,8	0,5	0,8	0,7	0,4	1,2	0,7	0,8	0,8	0,3	0,6	0,7	0,1
Grossular	0,0	0,0	1,4	1,4	0,1	0,8	0,0	0,3	1,4	0,6	0,9	3,8	5,2	0,9	6,7	7,6	0,4
Andradit	1,7	1,6	0,4	0,1	2,7	1,3	2,5	1,1	0,7	2,1	1,5	8,4	8,2	0,3	3,8	3,2	1,2
Knorringit	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,0	7,6	-	4,6	4,7	-
	10b	10c	10d	11e	11f	11g	11h	12a	12b	12c	12d	12e	12f	13e	13f	13g	13h
SiO₂	37,40	36,68	37,18	37,01	38,61	37,30	38,11	38,52	38,39	37,94	38,41	37,23	39,62	40,78	39,36	41,51	41,76
TiO₂	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	0,40	0,56	0,41	0,64
Al₂O₃	20,96	20,84	21,03	21,13	22,31	21,24	21,73	21,57	21,77	21,06	22,02	21,33	22,20	20,83	20,18	21,64	21,45
Cr₂O₃	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	0,62	2,12	1,32	1,79
Fe₂O₃	0,93	0,66	0,59	0,98	0,00	0,33	0,25	0,48	0,09	0,87	0,00	0,50	1,07	1,52	1,54	2,01	2,18
MgO	4,71	3,83	4,17	4,36	4,81	3,59	4,17	8,74	6,88	5,73	6,36	5,65	13,86	20,26	19,12	21,11	21,02
CaO	0,54	0,75	0,68	0,63	0,64	0,51	0,53	1,47	1,53	3,83	1,55	1,46	1,41	4,86	4,69	4,40	4,46
MnO	0,00	0,12	0,23	0,09	0,74	0,69	0,17	0,70	0,76	0,79	1,73	1,49	0,15	0,43	0,40	0,40	0,46
FeO	35,91	36,31	36,20	36,15	35,81	37,10	37,53	27,98	31,04	29,56	31,01	31,51	21,35	6,58	7,12	6,44	6,96
Summe	100,45	99,19	100,08	100,35	102,92	100,76	102,49	99,46	100,46	99,78	101,08	99,17	100,28	98,28	95,09	99,24	100,72
Almandin	79,8	82,1	81,0	80,7	77,9	82,7	82,0	60,6	67,5	65,0	67,4	70,2	44,5	13,3	14,9	12,9	13,8
Pyrop	18,7	15,4	16,6	17,3	18,7	14,3	16,2	33,8	26,7	22,5	24,6	22,5	51,5	65,5	65,3	71,4	69,0
Spessartin	0,0	0,3	0,5	0,2	1,6	1,6	0,4	1,5	1,7	1,8	3,8	3,4	0,3	0,9	0,9	0,8	0,9
Grossular	0,0	0,2	0,0	0,0	1,8	0,5	0,7	2,5	3,8	8,1	4,1	2,4	0,0	7,4	6,7	4,7	3,8
Andradit	1,5	2,0	1,8	1,8	0,0	1,0	0,8	1,6	0,3	2,6	0,1	1,6	1,9	5,3	5,9	6,5	7,5
Knorringit	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,8	7,5	6,3	3,8	5,0
	13k	13l	13m	13n	13o	13q	13r	13s	13t	13u	13v	13x	14a	14b	14c	14d	14e
SiO₂	43,80	38,54	42,66	43,16	41,72	42,10	42,17	41,97	41,43	41,45	38,18	41,80	42,42	41,44	41,73	41,63	42,98
TiO₂	0,61	0,70	0,58	0,63	0,54	0,53	0,42	0,53	0,57	0,38	0,55	0,43	0,55	0,62	0,31	0,38	0,30
Al₂O₃	22,33	20,22	22,17	22,44	21,17	21,75	21,15	21,59	21,10	20,00	19,45	20,94	21,83	21,16	20,71	20,99	21,11
Cr₂O₃	1,93	1,69	2,03	2,14	1,86	2,08	3,04	2,14	1,95	3,82	2,19	2,76	2,16	1,74	2,91	2,39	3,23
Fe₂O₃	0,61	2,31	1,49	1,53	1,82	1,36	1,43	1,59	1,47	1,26	2,45	1,79	1,20	1,59	1,09	1,58	1,14
MgO	21,32	19,37	21,40	21,55	20,58	20,84	20,95	21,13	20,38	20,12	18,94	20,84	20,93	20,39	20,52	20,72	21,29
CaO	4,43	4,48	4,60	4,60	4,50	4,72	4,88	4,69	4,44	5,20	4,61	4,88	4,54	4,47	4,83	4,81	5,09
MnO	0,45	0,35	0,47	0,48	0,46	0,51	0,44	0,35	0,47	0,42	0,49	0,40	0,42	0,37	0,37	0,42	0,39
FeO	8,05	6,60	7,08	7,49	7,27	7,08	6,80	6,68	7,32	6,78	6,44	6,62	7,53	7,40	6,78	6,53	6,47
Summe	103,53	94,26	102,48	104,02	99,92	100,97	101,28	100,67	99,13	99,43	93,30	100,46	101,58	99,18	99,25	99,45	102,00
Almandin	15,4	14,0	13,7	14,3	14,5	13,9	13,4	13,2	14,7	13,6	13,8	13,1	14,8	14,9	13,6	13,0	12,6
Pyrop	67,6	68,0	68,4	67,8	67,8	67,3	65,0	68,3	67,4	61,2	65,8	65,9	67,0	68,0	65,0	67,1	65,0
Spessartin	0,9	0,7	0,9	0,9	0,9	1,0	0,9	0,7	1,0	0,9	1,1	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8
Grossular	7,8	3,6	6,0	5,7	5,2	6,9	7,4	6,2	5,9	9,0	4,0	6,5	6,8	5,5	8,6	7,0	9,0
Andradit</																	

	31m	31n	31o	31p	31q	31r	31s	31t	31u	31v	31w	31x	31y	31z	31aa	31ab	31ac
SiO₂	37,32	37,89	37,63	37,83	37,85	38,96	37,46	37,59	37,71	37,62	37,42	37,11	37,31	37,94	36,63	36,55	37,11
TiO₂	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.
Al₂O₃	20,82	21,57	21,19	21,61	21,24	22,02	21,26	21,24	21,32	21,05	21,12	21,18	21,19	21,52	20,68	20,46	20,81
Cr₂O₃	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	0,14	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.
Fe₂O₃	0,89	0,47	0,45	0,11	1,06	0,31	0,69	1,08	0,55	0,47	1,01	0,97	1,15	0,23	1,23	1,76	1,07
MgO	4,18	5,11	5,27	4,85	5,30	8,24	4,55	5,47	4,67	3,75	4,66	4,79	5,64	4,79	3,53	4,84	5,10
CaO	0,79	0,52	0,61	0,49	0,59	0,96	0,60	0,84	0,88	0,43	0,99	0,36	0,53	0,54	0,76	0,57	0,47
MnO	0,28	0,08	0,24	0,09	0,42	0,38	0,11	0,21	0,64	0,60	0,71	0,09	0,17	0,21	0,55	0,43	0,10
FeO	36,12	35,79	34,73	36,07	34,98	30,47	36,17	34,41	35,26	37,23	34,90	35,85	34,29	36,08	36,50	34,56	34,95
Summe	100,40	101,43	100,12	101,05	101,44	101,48	100,84	100,84	101,03	101,15	100,81	100,35	100,28	101,31	99,88	99,17	99,61
Almandin	80,6	78,5	76,9	79,4	76,7	65,5	80,2	75,8	77,8	82,6	77,3	79,8	75,9	79,3	82,3	77,9	78,1
Pyrop	16,6	20,0	20,8	19,0	20,7	31,5	18,0	21,5	18,3	14,8	18,4	19,0	22,3	18,8	14,2	19,5	20,3
Spessartin	0,6	0,2	0,5	0,2	0,9	0,8	0,3	0,5	1,4	1,4	1,6	0,2	0,4	0,5	1,3	1,0	0,2
Grossular	0,0	0,0	0,3	1,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0
Andradit	2,2	1,3	1,4	0,3	1,7	0,9	1,6	2,3	1,7	1,2	2,7	1,0	1,5	0,7	2,2	1,6	1,3
Knorringit	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	31ad	31ae	31af	31ag	31ah	32a	32d	32e	33a	33b	33c	33d	33e	34a	34b	34c	34d
SiO₂	35,92	38,02	36,49	37,96	36,88	37,12	32,83	37,55	41,69	42,69	41,82	41,93	42,38	40,44	41,28	41,36	39,21
TiO₂	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	0,38	0,48	0,65	0,57	0,42	0,46	0,26	0,37	0,65
Al₂O₃	20,44	21,15	20,46	21,51	20,66	21,04	18,57	21,05	21,26	21,74	21,28	21,94	21,85	20,36	19,97	21,42	20,38
Cr₂O₃	u.N.	u.N.	u.N.	0,12	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	2,43	2,18	1,79	1,68	1,73	2,38	3,67	2,80	1,64
Fe₂O₃	1,60	1,05	1,39	0,88	1,09	1,39	4,45	1,27	1,96	1,04	1,56	1,38	1,49	1,26	1,84	1,77	2,04
MgO	3,29	7,53	3,99	6,98	4,26	5,96	3,49	4,57	21,02	21,09	20,51	21,01	21,29	19,54	20,47	21,11	19,37
CaO	0,46	1,02	0,71	1,30	0,71	0,50	0,49	0,47	4,60	4,73	4,46	4,45	4,53	4,73	5,14	4,57	4,37
MnO	1,10	0,55	0,40	0,94	0,20	0,06	0,51	0,61	0,37	0,38	0,40	0,36	0,36	0,38	0,35	0,36	0,37
FeO	36,21	30,43	35,69	30,80	35,77	33,72	33,89	35,98	6,75	7,11	7,58	7,12	6,80	7,27	6,26	6,56	7,20
Summe	99,02	99,75	99,13	100,49	99,57	99,79	94,23	101,50	100,46	101,44	100,05	100,44	100,85	96,82	99,24	100,32	95,23
Almandin	82,8	66,7	80,9	67,5	80,5	74,9	82,1	79,3	13,4	13,9	15,1	14,1	13,5	15,0	12,6	13,0	15,1
Pyrop	13,4	29,4	16,1	27,1	17,1	23,6	15,1	18,0	67,3	67,5	67,7	69,2	69,8	64,8	62,9	66,8	67,6
Spessartin	2,6	1,2	0,9	2,1	0,5	0,1	1,3	1,4	0,7	0,8	0,8	0,7	0,7	0,8	0,7	0,7	0,8
Grossular	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4	7,8	5,5	6,1	6,1	7,7	7,6	5,9	4,1
Andradit	1,3	2,6	2,1	2,6	2,0	1,4	1,5	1,3	6,3	4,0	5,9	5,2	5,1	4,8	5,7	5,7	7,6
Knorringit	-	-	-	-	-	-	-	-	6,8	6,1	5,0	4,7	4,8	7,0	10,5	7,9	4,9
	35a	35b	35c	36a	36b	37a	37b	38a	38b	38c	38d	38e	38f	38g			
SiO₂	42,48	41,51	41,43	40,91	41,04	43,67	42,84	37,74	37,25	37,52	37,63	36,72	37,68	37,84			
TiO₂	0,59	0,62	0,53	0,50	0,45	0,57	0,24	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.			
Al₂O₃	21,71	21,33	21,44	20,61	20,77	22,60	20,71	21,53	20,92	21,44	21,60	20,60	21,37	21,60			
Cr₂O₃	1,78	1,50	1,85	2,24	2,05	1,83	4,29	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.			
Fe₂O₃	1,08	1,58	1,37	1,50	1,34	1,06	0,38	0,40	0,89	0,57	0,10	1,15	0,76	0,00			
MgO	20,64	20,72	20,18	20,27	20,01	21,67	20,54	4,31	5,15	5,54	4,46	4,59	6,26	5,81			
CaO	4,35	4,42	4,46	4,57	4,60	4,31	5,26	0,47	0,56	0,72	0,66	0,68	0,59	0,62			
MnO	0,36	0,30	0,40	0,36	0,39	0,42	0,45	0,56	0,15	0,73	0,00	0,10	0,20	0,09			
FeO	8,11	7,02	7,86	6,81	7,23	7,84	7,28	36,60	34,80	33,76	36,47	35,18	33,35	34,11			
Summe	101,10	99,00	99,52	97,77	97,88	103,97	101,99	101,61	99,72	100,28	100,92	99,02	100,21	100,07			
Almandin	16,0	14,1	15,7	13,9	14,7	15,0	14,3	80,5	77,7	74,6	80,6	79,5	73,4	75,2			
Pyrop	67,4	69,7	66,8	67,0	66,6	68,7	59,8	16,9	20,5	21,8	17,6	18,5	24,5	22,8			
Spessartin	0,7	0,6	0,8	0,7	0,8	0,8	0,9	1,3	0,3	1,6	0,0	0,2	0,4	0,2			
Grossular	6,5	5,4	6,3	6,4	7,1	6,4	11,6	0,1	0,0	0,2	1,6	0,0	0,0	1,7			
Andradit	4,4	6,0	5,1	5,5	4,9	4,2	1,6	1,3	1,5	1,8	0,3	1,8	1,6	0,1			
Knorringit	5,0	4,3	5,3	6,5	5,9	5,0	11,9	-	-	-	-	-	-	-			
	38h	38i	38j	38k	39a	39b	40	41	42	43	44	46	47	48			
SiO₂	36,48	37,21	36,60	36,88	37,30	37,95	37,55	38,66	37,34	37,29	37,87	38,35	37,60	37,97			
TiO₂	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.			
Al₂O₃	20,36	21,14	20,75	20,73	21,17	21,44	21,55	22,10	21,42	21,66	21,67	21,97	21,61	21,78			
Cr₂O₃	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	0,10	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.	u.N.			
Fe₂O₃	0,91	0,06	1,16	0,61	0,87	0,16	0,58	0,48	0,78	0,45	0,59	0,41	0,76	0,70			
MgO	4,12	4,70	5,39	4,07	4,24	4,82	3,99	7,76	5,72	6,48	6,00	7,06	5,97	6,07			
CaO	0,83	0,58	0,63	1,03	0,53	0,65	0,75	1,46	1,64	1,64	1,27	1,56	1,50	1,57			
MnO	1,07	0,14	0,23	0,58	0,27	0,16	0,14	0,38	2,36	1,32	3,17	0,78	2,06	2,15			
FeO	34,38	35,35	33,71	35,14	36,55	35,87	37,20	30,58	30,57	30,23	30,23	30,90	30,94	30,95			
Summe	98,15	99,18	98,47	99,04	100,93	101,05	101,76	101,42	99,93	99,07	100,80	101,03	100,44	101,19			
Almandin	78,4	79,2	76,1	79,4	81,1	79,0	81,9	65,7	67,7	67,0	66,3	66,9	68,0	67,5			
Pyrop	16,7	18,8	21,7	16,4	16,8	18,9	15,7	29,7	22,6	25,5	23,4	27,2	23,4	23,5			
Spessartin	2,5	0,3	0,5	1,3	0,6	0,4	0,3	0,8	5,3	3,0	7,0	1,7	4,6	4,7			
Grossular	0,0	1,3	0,0	1,0	0,0	1,3	0,5	2,3	2,0	3,1	1,5	2,9	1,7	2,1			
Andradit	2,4	0,3	1,7	1,9	1,5	0,5	1,6	1,4	2,4	1,4	1,8	1,3	2,3	2,1			
Knorringit	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			

Für die Messungen wurden die Granate lediglich mit Hilfe von Wattestäbchen, Äthanol und Diamantpaste der Körnung $1\ \mu\text{m}$ etwas gesäubert. Eine zur Ableitung überschüssiger Elektronen notwendige Bedampfung mit Kohlenstoff wurde nur auf der Mitte der ausgewählten Granate aufgebracht. Der Rest der Objekte wurde mit Aluminiumfolie vor der Kohlenstoffbedampfung geschützt. Die bedampften Meßstellen konnten nach den Messungen wiederum mit Äthanol und Diamantpaste vom Kohlenstoff gesäubert werden. Für die Messungen wurden die Proben in einen speziellen Probenhalter gesetzt, der für die Untersuchung von kleinen Gegenständen bis zu einer Größe von $20 \times 40 \times 60\ \text{mm}$ geeignet ist. Eine bewegliche Bodenplatte im Probenhalter erlaubt die Justage der vorgesehenen Meßstelle in planparallele Position, eine Voraussetzung für korrekte Meßergebnisse. Eine leitende Verbindung von den bedampften Meßstellen zum Probenhalter wurde mit Kohlestofflack „Leit-C“ hergestellt, der nach der Messung mit Aceton sehr leicht von den Objekten zu entfernen ist.

Meßbedingungen und Analysenberechnung

Die Messungen wurden bei einer Beschleunigungsspannung von 15 kV und einer Strahlstromstärke von etwa 15 nA durchgeführt. Für die Messungen wurden drei wellenlängendispersive Spektrometer verwendet. Auf jedem Granatplättchen wurden 3 bis 10 Einzelpunkte analysiert. Für die quantitativen Messungen wurden die elementcharakteristischen Röntgenlinien mit 20 s Zählzeit/Linie (Fe mit 30 s) gemessen, die Untergrundpositionen auf beiden Seiten der jeweiligen Röntgenlinie mit je 10 s (Fe 15 s). Zur Kalibration wurde ein Set von Silikat- und Oxidstandards der Firma CAMECA verwendet. Die Reproduzierbarkeit der Messungen innerhalb der oben angegebenen Fehler war durch wiederholte Kontrollmessungen auf den Standards gewährleistet. Die Matrixkorrektur erfolgte mit dem PAP-Programm der Firma CAMECA. Die gemessenen Elementkonzentrationen wurden über Stöcheometriefaktoren in Oxide umgerechnet. Die Durchschnitte aus den Einzelmessungen sind in der *Tabelle 1* aufgeführt. Auf eine Angabe der Kationen/Formelbesetzung in den Tabellen wurde aus Platzgründen verzichtet. Fe kann in Granat als Fe^{2+} und Fe^{3+} vorliegen. Das Verhältnis $\text{FeO}/\text{Fe}_2\text{O}_3$ wurde unter der Annahme einer optimalen Formelbesetzung abgeschätzt. Für eine Klassifizierung der vorliegenden Granatmischkristalle wurden die jeweiligen Anteile der fünf wichtigsten reinen Endglieder berechnet, für Cr-führende Granate zusätzlich der Anteil an Knorringit (s. o.).

Gute Analysensummen betragen 100 ± 1 Gew. %. Bei einer ganzen Reihe der angegebenen Durchschnitte weichen die Summen deutlich von diesem Bereich ab und sind entweder zu hoch oder zu niedrig. Ursachen dafür liegen in der schlechten Politur einiger Plättchen oder in einer geneigten Position der Plättchen im Probenhalter. Quantitative Mikrosondenanalytik setzt eine gute Politur der zu analysierenden Oberflächen und eine planparallele Montage im Probenhalter voraus. Die merowingerzeitlichen Granate sind in aller Regel ausgezeichnet poliert, aber eben nicht immer. In Objekten mit vielen Granateinlagen sind diese z.T. unterschiedlich geneigt. Bei der Montage eines solchen Objekts im Probenhalter können nicht alle Plättchen parallel ausgerichtet werden. Bei der beutelförmigen Filigranscheibenfibel aus Fridingen

(Kat.-Nr. 13) wurde die Analytik außerdem durch stellenweise vorhandene Lackreste beeinträchtigt. Fast immer sind die gemessenen Elemente aber mehr oder weniger gleichmäßig von diesen analytischen Unzulänglichkeiten betroffen, die sich damit nicht wesentlich auf die Endgliederberechnungen auswirken. Dies wurde an mehreren Plättchen getestet, die zunächst unter schlechten, dann nochmals unter verbesserten Meßbedingungen analysiert wurden.

Ergebnisse der Analytik

Es wurden 48 Funde aus der Zeit vom 5. bis zum frühen 8. Jahrhundert untersucht, wobei es sich einerseits um einzelne, ungefaßte Granatplättchen oder Objekte mit wenigen Granateinlagen, andererseits um ausgesprochen Granat-betonte Objekte mit zahlreichen, flächig angeordneten Einlagen handelt¹². Insgesamt wurden 203 Einzelgranate analysiert (vgl. Katalog und *Tab. 1*). Diese lassen sich nach ihrer chemischen Zusammensetzung in zwei Gruppen unterteilen (*Abb. 2a*):

Die erste Gruppe wird von Granat gebildet, der zur Almandin-Pyrop Mischreihe gehört und meist nur sehr untergeordnete Anteile an Spessartin, Grossular und Andradit aufweist. Die Gehalte an TiO_2 und Cr_2O_3 liegen fast durchwegs unter der analy-

	Třebenice (37 Einzelgranate)			Měrunice (32 Einzelgranate)			Alamannen (52 Einzelgranate)		
	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum
SiO_2	41,21	40,30	42,05	40,99	39,73	42,12	41,58	38,18	43,80
TiO_2	0,48	0,07	0,80	0,54	0,14	0,81	0,47	0,18	0,70
Al_2O_3	21,12	19,83	21,83	21,45	20,90	22,17	21,12	19,20	22,75
Cr_2O_3	2,26	1,25	4,41	1,93	1,30	3,17	2,30	1,32	4,53
Fe_2O_3	1,92	1,07	2,93	2,09	1,38	3,13	1,55	0,38	2,83
MgO	20,68	20,25	21,21	20,78	19,92	21,36	20,60	18,94	21,67
CaO	4,55	4,24	5,65	4,43	4,20	4,99	4,65	4,29	5,61
MnO	0,34	0,25	0,43	0,34	0,22	0,44	0,40	0,30	0,52
FeO	6,92	5,75	7,71	6,92	5,97	8,03	7,01	5,89	8,11
Summe	99,48			99,47			99,68		
Almandin	13,9	11,5	15,4	13,9	12,0	16,1	14,0	12,5	16,0
Pyrop	67,4	60,3	70,6	68,6	64,5	70,7	66,8	59,8	71,4
Spessartin	0,7	0,5	0,9	0,7	0,5	0,9	0,8	0,6	1,1
Grossular	5,2	1,1	8,7	4,2	0,6	8,6	6,4	3,6	11,6
Andradit	6,5	4,1	9,9	7,1	4,1	10,3	5,5	1,6	8,9
Knorringit	6,4	3,6	12,6	5,5	3,7	8,9	6,5	3,8	12,5

Tabelle 2. Durchschnitte und Variationsbreiten von Rohgranat aus den böhmischen Vorkommen bei Třebenice und Měrunice, verglichen mit dem Durchschnitt und der Variationsbreite aller 52 Cr-reichen Granate der merowingerzeitlichen Gruppe 2. Angaben wie in *Tabelle 1*.

¹² Bei einigen der untersuchten Objekte handelt es sich nicht oder nicht nur um Granat(einlagen): Kat.-Nr. 8 Pyrit; Kat.-Nr. 45 rotes Glas; Kat.-Nr. 13; 22; 25 Glas und Granat.

tischen Nachweisgrenze. Die Gruppe zeigt eine sehr große Variationsbreite im Verhältnis von Almandin zu Pyrop, mit Extremwerten von $\text{Alm}_{83}\text{Py}_{15}$ auf der einen und $\text{Alm}_{38}\text{Py}_{61}$ auf der anderen Seite, aber einem Schwerpunkt der Daten bei Almandingehalten etwa zwischen 65 und 85 mol % und Pyropgehalten etwa zwischen 15 und 30 mol % (*Abb. 2a*). Die einzelnen Granate von Objekten mit mehreren Einlagen können sich in ihrer Zusammensetzung deutlich voneinander unterscheiden, gut belegt z. B. bei den Kat.-Nr. 12, 19, 22, 23, bei denen teilweise auch die Grossular- und Spessartingehalte deutlich variieren (*Tab. 1*).

Die zweite Gruppe der Granate ist stark Pyrop-betont und weist außerdem nennenswerte Gehalte an Cr_2O_3 auf (1,3 und 4,5 Gew. %; siehe *Tab. 1*). Wenn der Cr-Anteil als Uvarovitkomponente $\text{Ca}_3\text{Cr}_2[\text{SiO}_4]_3$ berechnet wird, liegt der Pyropgehalt bei 72 bis 75 mol %. Bei dieser Berechnung reicht allerdings das vorhandene Ca oft nicht aus, um neben dem Uvarovit auch noch den kalkulierten Fe^{3+} -Anteil im Granat als Andraditkomponente abzusättigen, geschweige denn eine Grossularkomponente zu berücksichtigen. Daher dürfte ein deutlicher Anteil des Cr als Knorringitkomponente vorliegen. Wird das gesamte Cr als Knorringit gerechnet (*Tab. 1*), dann variiert der Pyropanteil zwischen 60 und 71 mol %, Grossular und Andradit liegen zusammen bei 11 bis 13 mol %. Auffällig ist weiterhin der TiO_2 -Gehalt von 0,2 bis 0,7 Gew. %. Ti wurde bei der Endgliederberechnung nicht als Schorlomitkomponente $\text{Ca}_3(\text{Ti}, \text{Fe}^{3+})_2[(\text{Si}, \text{Fe}^{3+})\text{O}_4]_3$ berücksichtigt, sondern dem Andradit zugeschlagen. Almandin ist mit 12 bis 16 mol % am Granat der zweiten Gruppe beteiligt.

Herkunftsdiskussion der Granate unter chemischen Gesichtspunkten

Anhand der Schriftquellen ist eine Herkunft der im frühen Mittelalter in Europa verwendeten Granate aus dem indischen Raum wahrscheinlich zu machen¹³. In Zusammenhang mit einem anderen archäometrischen Projekt wurden von unserer Arbeitsgruppe in den letzten Jahren zahlreiche Granatperlen und Rohgranate aus mehreren archäologischen Grabungen in Sri Lanka analysiert, außerdem Rohgranate in Schmucksteinqualität aus verschiedenen natürlichen Vorkommen in Indien und Sri Lanka¹⁴. Diese Granate sind zum Großteil Mischkristalle aus Almandin und Pyrop mit unterschiedlichen, insgesamt aber eher geringen Anteilen an Grossular, Andradit und Spessartin. Die Gehalte an Cr_2O_3 liegen generell an der analytischen Nachweisgrenze, die TiO_2 -Gehalte mit sehr wenigen Ausnahmen ebenfalls. Die Granate lassen sich hauptsächlich aufgrund ihres unterschiedlichen Almandin/Pyrop-Verhältnisses in mehrere

¹³ Vgl. oben S. 75.

¹⁴ C. RÖSCH U. A., Electron microprobe analysis and X-ray diffraction methods in archaeometry: Investigations on ancient beads from the Sultanate of Oman and from Sri Lanka. *Europ. Journal Mineral.* 9, 1997, 763 ff. – SCHÜSSLER U. A. (Anm. 10, 1997) 320. – DIES. (Anm. 10, 1998) 66 f. – U. SCHÜSSLER U. A., Materials used for Bead Production in Ancient Sri Lanka – First Results from Systematic Material Analysis. *Beitr. Allg. u. Vgl. Arch.* (im Druck). – C. RÖSCH, Vergleichende archäometrische Untersuchungen an vorislamischen Schmuckperlen aus dem Sultanat Oman und an Schmuckperlen des Königreiches Ruhuna in Sri Lanka. *Diss. Mineral. Inst. Univ. Würzburg* (in Vorber.).

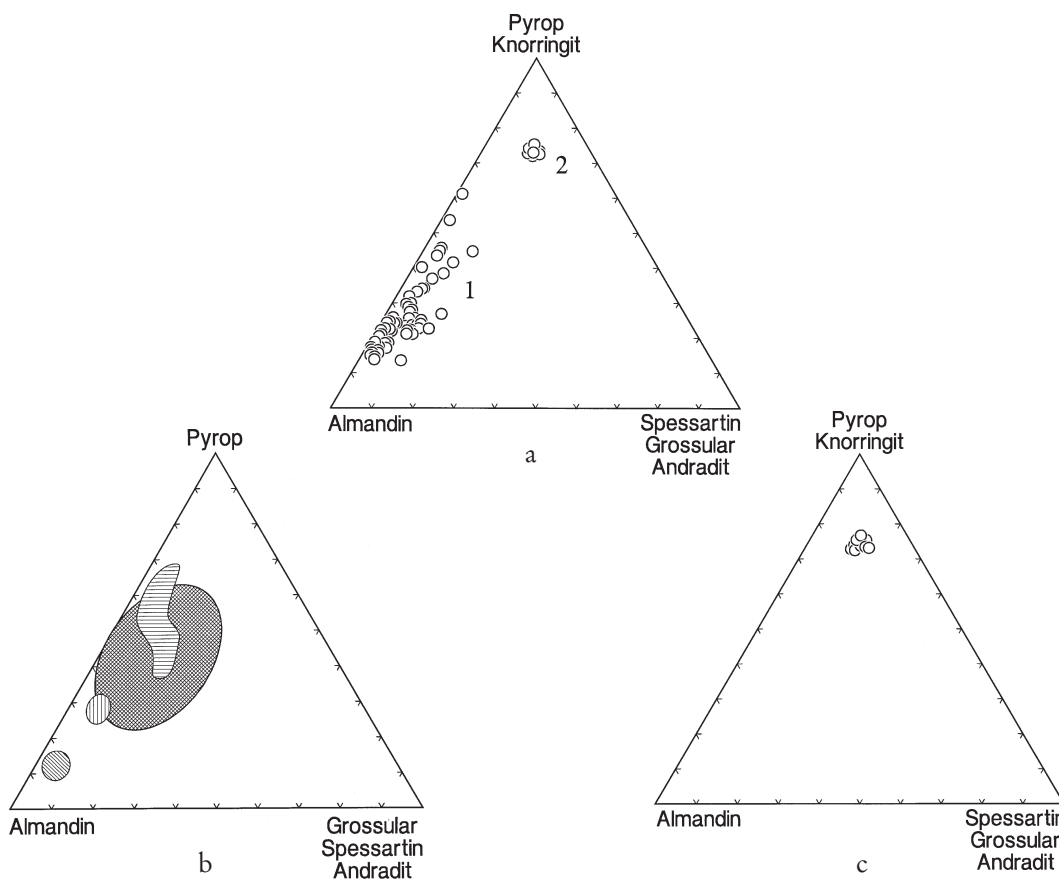


Abb. 2. Endgliederzusammensetzung der untersuchten Granate im Dreiecksdiagramm Pyrop (/ Knöringit) – Almandin – Spessartin/ Grossular/ Andradit. In Bereichen mit großer Punkthäufung konnten nicht alle Einzelanalysen dargestellt werden. A Untersuchte merowingerzeitlichen Granate, deutlich heben sich die Gruppe 1 und 2 voneinander ab; B Verschiedene Gruppen indischer und singhalesischer Granate, die in ihrer gesamten Streubreite gut mit den merowingerzeitlichen Granaten der (Knöringit-freien) Gruppe 1 übereinstimmen. Schräge Schraffierung: Streubreite elf indischer Granate ohne nähere Herkunftsangabe. Senkrechte Schraffierung: acht indische Granate aus Rajasthan. Waagerechte Schraffierung: zehn indische Granate aus Orissa. Kreuzschraffierung: Streubreite zahlreicher singhalesischer Rohgranate aus mehreren natürlichen Vorkommen und Granatperlen und Rohgranate aus verschiedenen archäologischen Grabungen in Sri Lanka (nach RÖSCH [Anm. 14]); C Streubreite von 69 Rohgranaten aus den böhmischen Vorkommen bei Třebenice und Měrunice.

Gruppen gliedern (Abb. 2b). Einige Stücke aus Indien, deren genauere Herkunft allerdings nicht bekannt ist, zeigen eine Zusammensetzung von Alm_{80-85} und Py_{10-15} , Granate aus Rajasthan liegen bei Alm_{65-75} und Py_{20-35} , Pyrop-reichere Granate mit Alm_{40-60} und Py_{35-60} stammen aus der bekannten Granatprovinz Orissa in Indien, in gleicher Zusammensetzung aber auch aus Sri Lanka. Gerade diese letzte Gruppe ist typisch für hochmetamorphe Granulitgebiete, Gegenden also, in denen Gesteine der ehemals mittleren Erdkruste an die heutige Erdoberfläche gelangt sind. Alle genannten Zusammensetzungen aus Indien und Sri Lanka decken insgesamt einen Bereich ab, der identisch ist mit der chemischen Variationsbreite von Granat der ersten Granatgruppe. Dies untermauert die Vorstellung über eine Herkunft der merowingerzeitlichen Gra-

nate aus dem indisch-singhalesischen Raum sehr stark, ist aber kein schlagender Beweis, da Granate derselben Zusammensetzung und in Schmucksteinqualität natürlich auch in anderen, nähergelegenen Regionen vorkommen, z. B. dem Alpenraum oder Skandinavien.

Für die zweite Gruppe der merowingerzeitlichen Granate gibt es im indisch-singhalesischen Raum keine vergleichbaren Zusammensetzungen. Für sie kann eine Herkunft aus diesem Gebiet ausgeschlossen werden. Die Zusammensetzung der Granate der zweiten Gruppe mit hohen Pyropgehalten und dem bemerkenswerten Anteil an Knorringit/Uvarovitkomponente ist typisch für Granate aus Erdmantelgesteinen, welche entweder durch großtektonische Bewegungen in Erdkruste/oberem Erdmantel oder als Fremdeinschlüsse in vulkanischen Laven an die Erdoberfläche gelangten. Granat aus solchen Gesteinen ist selten als Schmuckstein geeignet, sei es wegen der geringen Größe, der tektonischen Beanspruchung oder der festen Einbettung im Muttergestein. Es gibt eigentlich nur die bekannten Granatvorkommen in Böhmen. Dort werden solche Granate, die berühmten „böhmischen Pyrope“, traditionell als Schmucksteine abgebaut. Im Gebiet westlich von Třebenice/Podsedice und südlich von Měrunice (im Bereich der Egermündung, westlich der Elbe und nördlich der Eger) finden sich diese Granate als lose Einzelkristalle in den Schlotbrekzien vulkanischer Explosionsröhren, in deren Verwitterungsbereich, oder, bereits transportiert, in Granat-reichen Horizonten junger Sedimente. Sie können so im Tagebau, z. T. auch Untertage gewonnen werden¹⁵. Dokumente über den Abbau des böhmischen Pyrops existieren bereits aus dem Mittelalter¹⁶, jedoch belegen steinzeitliche Funde eine viel frühere Verwendung dieses Granats als Schmuckstein¹⁷.

Um die böhmische Herkunft der merowingerzeitlichen Pyrop- und Knorringit-reichen Granate der zweiten Gruppe auf analytischem Wege zu untermauern, wurden 69 böhmische Rohgranate, 37 aus dem Bereich Třebenice und 32 aus dem Bereich Měrunice, in unsere Untersuchungen mit einbezogen (*Abb. 2c*). Ein Vergleich der Durchschnitte und Variationsbreiten (*Tab. 2*) zeigt ganz deutlich, daß die Granate der Gruppe 2 und die böhmischen Rohgranate bezüglich der chemischen Zusammensetzung identisch sind. Die etwas größere Variationsbreite bei den Hauptoxiden SiO₂, Al₂O₃ und MgO der merowingerzeitlichen Granate ist in erster Linie auf die sehr unterschiedliche Qualität der Einzelanalysen zurückzuführen¹⁸. Diese gute chemische Übereinstimmung und das ausgesprochen seltene Auftreten solcher Granate in Schmucksteinqualität lassen eigentlich keine Zweifel darüber, daß die merowingerzeitlichen Granate der Gruppe 2 aus den böhmischen Granatvorkommen stammen.

¹⁵ L. KOPECKÝ/V. SATTRAN, Buried occurrences of pyrope-peridotite and the structure of the crystalline basement in the extreme SW of the České Středohoří Mountains. *Krystalinikum* 4, 1966, 65 ff. – J. SCHLÜTER/W. WEITSCHAT, Böhmischer Granat – Heute. *Der Tagebau von Podsedice. Lapis* 15/2, 1990, 28 ff.

¹⁶ SCHLÜTER/WEITSCHAT (Anm. 15).

¹⁷ FARGES (Anm. 4) 328.

¹⁸ Vgl. oben S. 82 f. „Meßbedingungen und Analysenberechnung“.

Archäologische Interpretation

Der naturwissenschaftlichen Untersuchung stand, gemessen an der Gesamtmenge an granatverzierten Objekten, eine relativ kleine Probenzahl zur Verfügung, die zudem aus einem begrenzten geographischen Raum stammt (*Abb. 1*). Auch wenn dies zur vorsichtigen Auswertung mahnt, zeigen die Analysen doch so deutliche Trends, daß hier eine Interpretation gewagt werden kann.

Die Proben verteilen sich ganz deutlich auf zwei Gruppen, die sich nicht nur aufgrund ihrer Herkunft unterscheiden, sondern auch chronologisch trennen lassen. Granate der Gruppe 1 treten nur an Objekten des 5. und 6. Jahrhunderts auf, während die böhmischen Granate der Gruppe 2 ausschließlich für Fundstücke des 7. und frühen 8. Jahrhunderts nachgewiesen wurden. Damit zeichnet sich im analysierten Material eindeutig ein Wechsel der ausgebeuteten Granatlagerstätten im 7. Jahrhundert ab.

Die Granate auf Objekten des 5. und 6. Jahrhunderts zeigen in ihrer chemischen Zusammensetzung eine sehr gute Übereinstimmung mit Referenzproben aus Indien und Sri Lanka, wengleich Granate ähnlicher Zusammensetzung auch in Skandinavien oder in den Alpen vorkommen können. Zusammen mit den von Roth zusammengestellten Schriftquellen wird man aber einer indisch-singhalesischen Herkunft einige Wahrscheinlichkeit zuschreiben dürfen¹⁹. Es deutet also alles darauf hin, daß indische bzw. singhalesische Granate als Fernhandelsgüter in enorm großer Menge ins Gebiet nördlich der Alpen gelangten²⁰. Wenn man davon ausgeht, daß auch auf den unterschiedlichen Zwischenstationen des Fernhandels – z.B. in Persien und im Byzantinischen Reich – Steine in großer Menge abgesetzt wurden, so läßt sich denken, welch umfangreicher Abbau in den Lagerstätten betrieben werden mußte²¹.

Die Untersuchungsergebnisse eines Einzelfundes aus dem alamannischen Siedlungsgebiet verdienen es, in diesem Kontext hervorgehoben zu werden. Eine Riemenzunge aus Gültlingen (Kat.-Nr. 22) aus der zweiten Hälfte des 5. Jahrhunderts (*Abb. 3*) hat auf der Schauseite sechs Einlagen, die in Färbung und Struktur makroskopisch einheitlich wirken. Es handelt sich aber um fünf Granate und ein rotes Glas. Die Steine

¹⁹ Zudem setzt gerade im Alpenrandgebiet mit seinen traditionellen Schmuckgranatvorkommen im Zillertal und Ötztal die Besiedlung anscheinend erst in der Mitte des 6. Jahrhunderts ein. Vgl. E. KELLER, Grabfunde der jüngeren Merowingerzeit aus Garmisch-Partenkirchen (Oberbayern). *Arch. Korrb.* 3, 1973, 325 ff. – M. MENKE, Neue Ergebnisse der archäologischen Landeskunde zur baierischen Besiedlung des alpennahen Raumes. In: H. Friesinger/F. Daim (Hrsg.), *Die Bayern und ihre Nachbarn II*. Denkschr. Österr. Akad. Wiss., Phil.-Hist. Kl. 180 (Wien 1985) 27 ff. – R. KNÖCHLEIN, Studien zur Archäologie der Merowingerzeit im Rupertiwinkel. Diss. Univ. München (München 1977) Bd. 1, 159 ff.

²⁰ Vgl. in diesem Zusammenhang auch F. SIEGMUND/M. WEISS, Perlen aus Muschelschnecken im merowingerzeitlichen Europa. *Arch. Korrb.* 19, 1989, 297 ff. – F. SIEGMUND, Merowingerzeit am Niederrhein. Rhein. Ausgr. 34 (Köln 1998) 77. – Zum Handel mit „products of everyday consumption“ in römischer Zeit vgl. ST. E. SIDEBOTHAM, Ports of the Red Sea Trade and the Arabia-India trade. In: V. Begley/R. D. de Puma (Hrsg.), *Rome and India. The ancient sea trade* (Madison 1991) 22. – Nachtrag: Nach Manuskriptabgabe erschien eine weitere Arbeit, die die indisch-singhalesische Herkunft merowingerzeitlicher Granate zeigt: ST. VAN ROY/L. VANHAEKE, L'origine des grenats à l'époque mérovingienne. *Vie Arch.* 48, 1997, 124 ff.

²¹ Im sasanidischen Reich bestand allein für Siegel ein relativ großer Bedarf an Halbedelsteinen. Vgl. zuletzt R. GYSELEN, De glyptiek. In: *Hofkunst van de Sassaniden*. Ausstellungskat. Brüssel (1993) 123 ff.



Abb. 3. Cloisonnierte Riemenzungen aus Gültlingen (Stadt Wildberg, Kr. Calw), Kat.-Nr. 22 (rechts); 23 (links). – M. 1:1.

stammen wegen ihrer chemischen Unterschiede aus verschiedenen Lagerstätten²². Dies läßt zwei Interpretationen zu. Entweder wurde die Riemenzunge an einem Ort gefertigt, an dem den Handwerkern Granate aus unterschiedlichen Lagerstätten zur Verfügung standen, oder sie wurden aus „Altstücken“ oder „Resten“ zusammengestellt. Die Verwendung einer farblich genau angeglichenen Glaseinlage deutet in jedem Fall auf eine hervorragende Werkstatt²³. Gesehen den Fall, die erstgenannte Alternative ist die richtige, so bedeutet dies, daß Granate unterschiedlicher Lagerstätten vor dem Transport an „Zentralstellen“ gesammelt wurden oder Zwischenhändler Rohmaterial aus verschiedenen Lagerstätten einkauften und weiterverhandelten²⁴. Es ist hingegen wenig wahrscheinlich, daß in einer Werkstatt bewußt Steine unterschiedlicher Herkunft farblich zusammengestellt wurden. Diesen Arbeitsschritt hätte man sich bei der Verwendung von Granat aus derselben Lagerstätte ersparen können.

Im Jahre 570 kam es am Roten Meer zu Ereignissen, die anscheinend auch die Granatzufuhr nachhaltig störten²⁵. Das zuvor in großen Mengen verhandelte Material wurde zum extrem seltenen Fernhandelsprodukt, das kaum noch ins Gebiet nördlich der Alpen gelangte. Zusätzlich zu den vorgelegten Analysen zeigt vor allem dieser plötzliche Abbruch, daß die Granate wirklich als Fernhandelsprodukte ins fränkisch-alamannische Gebiet kamen. Bei einer Herkunft aus alpinen oder skandinavischen Lagerstätten wäre ein solcher Bruch schwer zu erklären, vielmehr wäre mit einer kontinuierlichen Belieferung zu rechnen²⁶.

²² Diese chemischen Unterschiede wurden auch bei Granatverzierungen anderer Funde festgestellt. Vgl. Anm. 12.

²³ Die Farbe ist bei Glasgefäßen der Merowingerzeit bisher unbekannt. – B. ARRHENIUS, Schwefel und rotes Glas. In: H. Geisler, Das frühbayerische Gräberfeld Straubing-Bajuwarenstraße I. Internat. Arch. 30 (Rhaden/Westf. 1998) 375 („transluzid rotes Glas ist im Frühmittelalter außerhalb des byzantinischen Reiches sehr ungewöhnlich“).

²⁴ Eine Herstellung der Riemenzungen im indisch-singhalesischen Herkunftsgebiet der Steine ist auszuschließen.

²⁵ In den ersten Vorberichten (vgl. Anm. 10) hatten wir die Unterbrechung der Handelswege noch mit der Ausbreitung des Islam in Zusammenhang gebracht. Dies dürfte aus chronologischen Gründen ausscheiden. Für weiterführende Diskussionen danken wir U. von Freedен. Vgl. zum folgenden den Beitrag von U. VON FREEDEN in diesem Band.

²⁶ Vgl. oben S. 87 mit Anm. 19. – Interessanterweise erlebt in Skandinavien das Cloisonné erst im späten 6. und 7. Jahrhundert seine Blüte, da dort die regionalen Granatvorkommen ausgebeutet wurden. – ARRHENIUS (Anm. 1, 1985) 182 ff. Zu den noch unpublizierten Analysen vgl. VON FREEDEN (Anm. 25) 121 mit Anm. 119.

Im germanischen Raum machte sich das Ausbleiben der bis dahin in großem Maße verfügbaren Granate im letzten Drittel des 6. Jahrhunderts bemerkbar. Besonders deutlich wird dies bei der Gruppe der engzellig cloisonierten Scheibenfibeln. Einige sind noch mit Granat aus dem indischen bzw. singhalesischen Raum verziert (Kat.-Nr. 24, 31), andere enthalten bereits keine Einlagen mehr, obwohl sie teilweise von sehr guter Qualität sind²⁷. Zu den chronologisch jüngsten Objekten mit Granat aus dem indischen Raum zählt der Gürtelbeschlag vom Typ Weihmörting aus Altenstadt (Kat.-Nr. 5), der in die Zeit um 600 datiert²⁸. Im 7. Jahrhundert waren flächig cloisonierte Objekte die Ausnahme. Normalerweise faßte man nur noch einzelne Steine, teilweise auch „minderwertige“ Materialien, etwa Terra Sigillata-Stücke in einer Scheibefibel aus dem ersten Drittel des 7. Jahrhunderts aus Ingersheim (Kr. Ludwigsburg) (*Abb. 4*)²⁹. Bei anderen Objekten drängt sich der Eindruck auf, die verwendeten Granate seien „recycled“ und zudem oft ungenau zugearbeitet. Häufig haben sie unsauber retuschierte Kanten. Eine rechteckige Einlage einer Filigranscheibefibel aus Horkheim (Kr. Heilbronn) aus dem dritten Viertel des 7. Jahrhunderts (*Abb. 5*) zeigt einen eingeschliffenen Kreis³⁰. Derartige gravierte Granate treten sonst nur vom Ende des 5. bis ins frühe 6. Jahrhundert auf³¹.

Dies alles läßt deutlich erkennen, daß der Zustrom von Granat fast völlig zum Erliegen gekommen war und infolge dessen auch die Zahl der Spezialisten, die die Steine sauber und exakt schleifen konnten, sehr klein wurde³². Nur eine sehr kleine Gruppe der Filigranscheibefibeln verfügt noch über sorgfältig geschliffene Granateinlagen³³. Die wenigen flächig cloisonierten Arbeiten des 7. Jahrhunderts stammen aus dem klerikalen Milieu oder aus Gräbern einer sozial deutlich herausgehobenen Personengruppe³⁴. Es ist vermutlich kein Zufall, daß in den hauptsächlich romanisch besiedelten Gebieten Südfrankreichs im späten 6. und frühen 7. Jahrhundert verstärkt Emailverzierung an mehrteiligen Gürtelgarnituren aufkam³⁵.

²⁷ Es ist auszuschließen, daß es sich nur um einen „Modewechsel“ handelt. Vgl. VON FREEDEN (Anm. 25) 120 mit Anm. 115; 116.

²⁸ Zur Datierung H. AMENT, Merowingische Schwertgurte vom Typ Weihmörting. *Germania* 52, 1974, 153 ff.

²⁹ THIEME (Anm. 4) 466 f. Taf. 3, 10.

³⁰ Ebd. Taf. 14, 4. – U. KOCH, Franken in Heilbronn. Museo. Veröff. Städt. Mus. Heilbronn 8 (Heilbronn 1994) 51 Abb. 66.

³¹ D. QUAST, Die merowingerzeitlichen Grabfunde aus Gültlingen (Stadt Wildberg, Kreis Calw). *Forsch. u. Ber. Vor- u. Frühgesch. Baden-Württemberg* 52 (Stuttgart 1993) 56 mit Anm. 375.

³² Sicherlich wird das Ausbleiben von indischen Edelsteinen gerade im Byzantinischen Reich eine große Zahl spezialisierter Handwerker um ihren Broterwerb gebracht haben.

³³ G. GRAENERT, Langobardinnen in der Alamannia. Zur Interpretation mediterranen Sachgutes in südwestdeutschen Frauengräbern des ausgehenden 6. Jahrhunderts. *Germania* 78, 2000 (im Druck).

³⁴ H. VIERCK, Werke des Eligius. In: G. Kossack/G. Ulbert (Hrsg.), *Studien zur vor- und frühgeschichtlichen Archäologie II* (Festschr. J. Werner). *Münchner Beitr. Vor- u. Frühgesch.* 1/2 (München 1974) 309 ff. – D. QUAST, Bemerkungen zum Goldohrring aus der Martinskirche in Gruibingen (Lkr. Göppingen). *Fundber. Baden-Württemberg* 21, 1996, 541 ff. bes. 544 f. mit Beispielen in Anm. 10–12.

³⁵ E. JAMES, *The merovingian archaeology of South-West Gaul*. *BAR Suppl. Ser.* 25 (Oxford 1977) 97 ff. 147 ff. 393 ff.

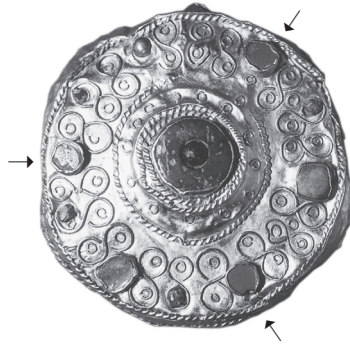


Abb. 4. Filigranscheibenfibel aus Ingersheim (Kr. Ludwigsburg) mit Terra Sigillata-Einlagen (Pfeile).
M. 1 : 1. (Vorlage G. Graenert).

Wohl erst in der Mitte des 7. Jahrhunderts begann man, die böhmischen Granatvorkommen (intensiver?) auszubeuten³⁶. Die Steine weichen in ihrer chemischen Zusammensetzung markant von den im 5. und 6. Jahrhundert verwendeten, durchweg deutlich größeren Granaten ab. Der geringe Durchmesser (2–3 mm) der schleifbaren Kristalle bedingte, daß nur kleine Granatplättchen – zumeist Rundeln – daraus hergestellt werden konnten³⁷, die beispielsweise zur Verzierung der wabenplattierten Gürtelgarnituren verwendet wurden³⁸. Flächiges Cloisonné war damit kaum möglich. Als Ausnahme kann hier derzeit nur die Filigranscheibenfibel aus Fridingen (Kr. Tuttlingen) Grab 278 angeführt werden, die bereits in das frühe 8. Jahrhundert zu datieren ist³⁹. Ein Kranz kleiner böhmischer Granate, die hier in Dreiecksform geschliffen sind, umrahmt die große runde, nur teilweise erhaltene zentrale Einlage aus rotem, farblich genau angepaßtem Glas.

Die neu erschlossenen Lagerstätten werfen die Frage auf, wer und in welchem Umfang dort im Bereich der Egermündung im 7. Jahrhundert Granat abbaute. Selbst wenn man voraussetzt, daß auch sämtliche nicht von uns analysierten Granatrundeln des 7. und 8. Jahrhunderts aus dem heutigen Böhmen stammen, ist dies nur eine kleine Menge, gemessen an dem, was zuvor über den Fernhandel ins mitteleuropäische Gebiet gelangte⁴⁰.

³⁶ Inwieweit die böhmischen Vorkommen bereits zuvor genutzt wurden, ist schwer abzuschätzen. In dem von uns analysierten Material sind die böhmischen Pyrope erst seit der zweiten Hälfte des 7. Jahrhunderts nachzuweisen. FARGES (Anm. 4) 328 f. Abb. 4 konnte für den Armring LM 3 aus Louvres Grab 123 böhmische Pyrop-Einlagen nachweisen (bezeichnenderweise nur kleine mugelige Einlagen). Nach den bisherigen Publikationen ist das Grab wohl chlodwigzeitlich oder wenig jünger.

³⁷ So bereits E. SALIN, *La civilisation mérovingienne* 3 (Paris 1957) 223.

³⁸ Vgl. den Beschlag aus Herbolzheim (Kat.-Nr. 25), der zusätzlich eine Glaseinlage enthielt.

³⁹ Kat.-Nr. 13. – Aus meßtechnischen Gründen konnte der Ohrring aus Grubingen leider nicht analysiert werden. Zuletzt QUAST (Anm. 34).

⁴⁰ Dabei sollte in Rechnung gestellt werden, daß durch das Abbrechen der Beigabensitte natürlich weit weniger Kleinfunde aus dieser Zeit bekannt sind.

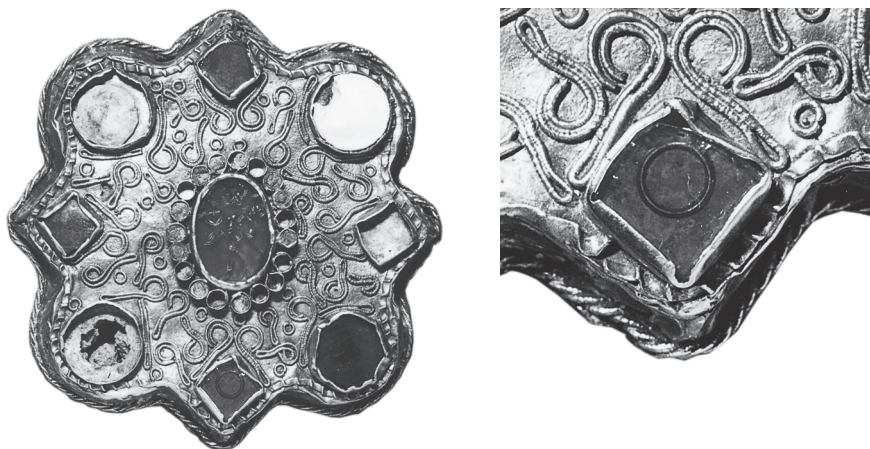


Abb.5. Filigranscheibenfibel aus Horkheim (Kr. Heilbronn) mit wiederverwendetem Granat (Detail).
M. 1 : 1 (Detail o. M.). (Vorlage G. Graenert).

Unklar bleibt, ob die Minerale von Slawen abgebaut wurden⁴¹. Da granatverzierte Objekte aus dem slawischen Bereich anscheinend unbekannt sind, wären sie ausschließlich für den Export bestimmt gewesen. Rein spekulativ könnte man in diesem Zusammenhang auf das Samo-Reich hinweisen, dessen genaue Lage und Ausdehnung in der Forschung aber konträr diskutiert wird⁴². Als ehemaliger fränkischer Händler war ihm die Nachfrage im merowingischen Reich sicher bekannt⁴³. Allerdings war sein Reich kurzlebig und zerfiel nach seinem Tod um 660⁴⁴. Die kleinen Granatrundeln treten hingegen in größerer Zahl zunächst auf den wabenplattierten Gürtelgarnituren des älteren Abschnittes der Stufe Stein A Ende des 7. Jahrhunderts auf, sind aber auch im 8. Jahrhundert noch belegt⁴⁵.

Abschließend soll nochmals auf die Analyseergebnisse der Einlagen des 5. Jahrhunderts eingegangen werden. Der Nachweis der Verwendung von Granat aus Sri Lanka und Indien gibt wohl auch Aufschluß über die Vermittlung des Cloisonnés an die germanischen Stämme nördlich der Alpen⁴⁶. Hierfür kommt eigentlich nur das Byzantinische Reich in Frage. Da der Landweg von den Persern kontrolliert wurde,

⁴¹ Zur Besiedlungsgeschichte vgl. J. ZEMAN, Die älteste slawische Besiedlung Böhmens. *Pam. Arch.* 68, 1976, 115 ff. – K. GODŁOWSKI, Das Aufhören der germanischen Kulturen an der mittleren Donau und das Problem des Vordringens der Slawen. In: H. Wolfram/F. Daim (Hrsg.), *Die Völker an der mittleren und unteren Donau im fünften und sechsten Jahrhundert*. *Denkschr. Österr. Akad. Wiss. Phil.-Hist. Kl.* 145 (Wien 1980) 225 ff.

⁴² Zuletzt W. POHL, *Die Awaren* (München 1988) 256 ff. (mit älterer Literatur). – H. KUNSTMANN, *Die Slaven* (Stuttgart 1996) 136 f. mit Anm. 159.

⁴³ H. KUNSTMANN, Über die Herkunft Samos. *Welt der Slawen* 25 (= N. F. 4) 1980, 293 ff. – POHL (Anm. 42).

⁴⁴ POHL (Anm. 42) 261.

⁴⁵ QUAST (Anm. 34) 550 mit Anm. 36. – Zur Datierung der wabenplattierten Gürtelgarnituren zuletzt SIEGMUND (Anm. 20) 220 f.

⁴⁶ Andere germanische Stämme, beispielsweise die Goten, haben den polychromen Stil vermutlich im Schwarzmeergebiet übernommen. Dort hatte die Einlagetechnik bereits eine lange Tradition.

gelangten die Steine auf dem Seeweg, durch das Rote Meer kommend, ins Mittelmeer und passierten somit zwangsweise byzantinisches Gebiet⁴⁷. Allein diese handelsgeschichtlichen Gegebenheiten dürften von großer Bedeutung für die Verbreitung des Cloisonnés gewesen sein. Die germanischen Stämme, die den neuen Zierstil übernahmen, mußten zunächst einmal entsprechend verzierte Objekte kennenlernen, und zwar in einem Umfeld, das für sie eine gewissen Vorbildfunktion hatte („Kulturgefälle“)⁴⁸. Vermutlich bestimmten zunächst Importe oder extra für die „barbarische Kundschaft“ gefertigte Objekte die Verbreitung des neuen Zierstils⁴⁹. Zur Übernahme mußte dann aber das Arbeiten mit dem neuen Material erlernt und, wichtiger noch, ausreichender Zugriff auf Rohmaterial bzw. geschliffene Steine sichergestellt werden⁵⁰. Die notwendigen handwerklichen Voraussetzungen sowie die Handelsbeziehungen und -strukturen waren (nur) im Byzantinischen Reich vorhanden⁵¹.

Ein kurzer Blick auf die ältesten cloisonnierten Objekte aus dem fränkischen und alamannischen Raum könnte diese Vermutung unterstreichen⁵². Im südwestdeutschen Gebiet treten granatverzierte Objekte in der Childerichzeit in Gräbern auf, die deutliche Bezüge zum mittleren Donaauraum und zum Karpatenbecken aufweisen. An anderer Stelle wurde versucht zu zeigen, daß hier mit der Zuwanderung neuer Gruppen zu rechnen ist, die zuvor an den Grenzen der oströmischen Donauprovinzen ihren Militärdienst verrichtet hatten⁵³. Inwieweit bei den Alamannen schon im 5. Jahrhundert mit eigenständiger Weiterverarbeitung von Granat zu rechnen ist, muß derzeit unklar bleiben⁵⁴.

⁴⁷ Zum Handel mit dem Mittelmeerraum in der Merowingerzeit vgl. PH. CONTAMINE U. A., *L'économie médiévale* (Paris 1993) 47 f. (mit älterer Literatur). – R. B. HITCHNER, *Meridional Gaul, trade and the mediterranean economy in late antiquity*. In: J. Drinkwater / H. Elton (Hrsg.), *Fifth-century Gaul: a crisis of identity?* (Cambridge 1992) 122 ff.

⁴⁸ Vgl. allgemein H. VIERCK, *Imitatio imperii und interpretatio Germanica vor der Wikingerzeit*. In: R. Zeitler (Hrsg.), *Les pays du Nord et Byzance*. Acta Univ. Uppsaliensis N. S. 19 (Uppsala 1981) 64 ff. – V. SOUPAULT-BECQUELIN, *IMITATIO IMPERII: Les cas des plaques-boucles du style polychrome (du III^e au IV^e s. ap. J.-C.)*. Germania 77, 1999, 294 ff.

⁴⁹ Vgl. die Untersuchungen von STARK (Anm. 3) 144 ff.; 154 f. zu den Fibeln von Szilágysomlyó. – D. QUAST, *Cloisonnierte Scheibenfibeln aus Achmim-Panopolis (Ägypten)*. Arch. Korrb. 29, 1999, 111 ff.

⁵⁰ Zu den Techniken der Verarbeitung von Granat vgl. ARRHENIUS (Anm. 1, 1985) 43 ff. – Die wenigen bekannten Granathorte lassen vermuten, daß die Steine zumindest an einige bedeutende Zentren als Rohmaterial verhandelt wurden. Zu den Horten (Karthago, Paviken auf Gotland) vgl. ROTH (Anm. 5). Ein weiterer Hort vom Mount Carmel befindet sich im British Museum (unpubl.).

⁵¹ Vgl. in diesem Zusammenhang die Bedeutung römischer bzw. byzantinischer Verteidigung wichtiger Handelsplätze in der Zeit der hunnischen Westbewegung. H. W. HAUSSIG, *Die Geschichte Zentralasiens und der Seidenstraße in vorislamischer Zeit*² (Darmstadt 1992) 153 ff.

⁵² Vgl. in diesem Zusammenhang R. MARTI, *Das frühmittelalterliche Gräberfeld von Saint-Sulpice VD*. Cahiers Arch. Romande 51 (Lausanne 1990) 48.

⁵³ D. QUAST, *Vom Einzelgrab zum Friedhof. Beginn der Reihengräbersitte im 5. Jahrhundert*. In: *Die Alamannen*. Ausstellungskat. Stuttgart, Zürich, Augsburg (Stuttgart 1997) 171 ff. bes. 183 ff.

⁵⁴ Zu den cloisonnierten Fibeln aus Gültlingen vgl. MARTI (Anm. 52) 48. – Ob die Steine vom Runden Berg (vgl. Kat.-Nr. 40–48) auf Verarbeitung oder auf beschädigte Objekte hindeuten, ist nicht zu klären. – Zu den Scheibenfibeln aus Fridingen Grab 139 vgl. ebd. 52 ff.

Bei den Franken sind natürlich die Funde aus dem Childerichgrab zu nennen⁵⁵. Interessanter für die Frage der Vermittlung sind aber die zeitgleichen granatverzierten Objekte aus den Gebieten, die erst Chlodwig in das fränkische Reich eingliedern konnte. Bei der Patene aus Gourdon (Dép. Lot) ist eine Datierung in die Childerichzeit aufgrund der Form der Einlagen sehr wahrscheinlich⁵⁶. Patene und Kelch entstammen zweifellos romanischen Werkstätten. Ebenfalls in diesem Kontext sind wohl die cloisonierten Fibeln aus Paris „Saint-Denis“ zu sehen⁵⁷. Auch für die Spatha aus dem childerichzeitlichen Kriegergrab von Louvres ist mediterrane Herkunft zu vermuten⁵⁸. Auf diesen romanischen Grundlagen entwickelt sich seit der Chlodwigzeit das fränkische Cloisonné⁵⁹.

Katalog der untersuchten Objekte

Aldingen, Gem. Remseck a. N. (Kr. Ludwigsburg) Gräberfeld „Bückele“ (Datierung: zweite Hälfte 5. – frühes 6. Jh.):

1. Grab 7, einzelnes rechteckiges Granatplättchen. Lit.: H. SCHACH-DÖRGES, Römische und alamannische Spuren im Raume Remseck am Neckar. Heimatkd. Schriftenr. Gemeinde Remseck am Neckar 7 (Remseck 1987) 37 Abb. 36,3.
2. Grab 7, einzelnes rundes Granatplättchen. Lit.: ebd. 37 Abb. 36,3.
3. Grab 7, einzelnes rundes Granatplättchen. Lit.: ebd. 37 Abb. 36,3.
4. Grab 16, Gürtelbeschlag vom Typ Komorn-Gültlingen-Bingen. Lit.: unpubl.; erwähnt bei QUAST (Anm. 38) 135 Liste 6,3.

Altenstadt, Stadt Geislingen a. d. Steige (Kr. Göppingen) (Datierung: um 600):

5. Schwertgurtbeschlag Typ Weihmörting. Lit.: W. VEECK, Die Alamannen in Württemberg. Germ. Denkmäler Völkerwanderungszeit A 1 (Berlin, Leipzig 1931) Taf. 62A, 12.

Crailsheim (Kr. Schwäbisch-Hall) Martinskirche (Datierung: zweite Hälfte 7. Jh.):

6. Grab Ib5, Preßblechscheibenfibel. Lit.: U. KOCH, Frühmittelalterliche Brakteatenfibeln – Christliche oder heidnische Amulette? Jahrb. Hist. Ver. Heilbronn 28, 1976, 19 ff. Abb 12,2.

Dittigheim (Stadt Tauberbischofsheim, Main-Tauber-Kreis) (Datierung: zweites Drittel 6. Jh.):

7. Grab 89; einzelnes Granatplättchen aus Almandinscheibenfibel. Lit.: unpubl.
8. Grab 89, einzelner Pyrit-Pentagondodekaeder. Lit.: unpubl.

⁵⁵ K. BÖHNER, Childerich von Tournai. III Archäologisches. RGA IV², 441 ff.

⁵⁶ Zuletzt Les Francs, précurseurs de l'Europe. Ausstellungskat. Paris (Paris 1997) 100 Nr. 213 und 214.

⁵⁷ MARTI (Anm. 52) 46 Abb. 25,5.10. – QUAST (Anm. 31) 134f. Liste 5,12.27 (mit älterer Literatur).

⁵⁸ D. QUAST, Les Francs et l'empire byzantin: L'horizon des épées à poignées en or. In: Les Francs ou la genèse des nations. Dossiers Arch. 223 (Dijon 1997) 56 ff. bes. 60.

⁵⁹ Wir möchten an dieser Stelle C. Rösch für die Abb. 2 und für die Daten aus ihrer Dissertation danken, die sie uns zur Verfügung gestellt hat. Für die Vorlagen zu Abb. 4–5 geht ein herzliches Dankeschön an G. Graenert (Württembergisches Landesmuseum Stuttgart). R. Wolf (Württembergisches Landesmuseum Stuttgart) danken wir besonders für ihre freundliche und unkomplizierte Unterstützung.

Fridingen a. d. Donau (Kr. Tuttlingen) Gräberfeld „Spital“ (Datierung: 10–12 spätes 5. – frühes 6. Jh.; 14 zweite Hälfte 7. Jh.; 9 ca. 670/680; 13 frühes 8. Jh.):

9. Grab 109, Beschlagfragment einer „wabenplattierten“ Gürtelgarnitur. Lit.: A. VON SCHNURBEIN, Der alamannische Friedhof bei Fridingen an der Donau (Kreis Tuttlingen). Forsch. u. Ber. Vor- u. Frühgesch. Baden-Württemberg 21 (Stuttgart 1987) Taf. 25,17.
10. Grab 139, Almandinscheibenfibel. Lit.: ebd. Taf. 31B,4.
11. Grab 139, Almandinscheibenfibel. Lit.: ebd. Taf. 31B,5.
12. Grab 259, Granate eines Gürtelbeschlages. Lit.: ebd. Taf. 62A,10.
13. Grab 278, „beutelförmige“ Filigranscheibenfibel. Lit.: ebd. Taf. 67A,2.
14. Grab 308, Gegenbeschlag einer mehrteiligen Gürtelgarnitur. Lit.: ebd. Taf. 69,2.

Gültlingen, Stadt Wildberg (Kr. Calw) Gräberfeld „Buchen“ (Datierung: zweite Hälfte 5. Jh.):

15. Grab von 1901, tropfenförmige Gürtelhafter. Lit.: QUAST (Anm. 38) Taf. 8,12; 24,12.
16. Grab von 1901, schildförmige Gürtelhafter. Lit.: ebd. Taf. 8,13; 24,13.
17. Grab von 1901, runde Gürtelhafter. Lit.: ebd. Taf. 8,10; 24,10.
18. Grab von 1901, runde Gürtelhafter. Lit.: ebd. Taf. 8,11; 24,11.
19. Grab von 1901, Riemenzunge. Lit.: ebd. Taf. 8,14; 24,14.
20. Gürtelschnalle. Lit.: ebd. Taf. 14,20; 26,20.
21. Beschlag vom Typ Komorn-Gültlingen-Bingen. Lit.: ebd. Taf. 14,28; 26,28.
22. Riemenzunge. Lit.: ebd. Taf. 12,29; 25,29.
23. Riemenzunge. Lit.: ebd. Taf. 12,30; 25,30.

Heidenheim a. d. Brenz (Datierung: letztes Drittel 6. Jh.):

24. Scheibenfibel. Lit.: VEECK (Liste Nr. 5) Taf. 26A,1.

Herbolzheim (Stadt Neudenau, Kr. Heilbronn) (Datierung: ca. 670/680):

25. Grab 30, Beschlag einer wabenplattierten Gürtelgarnitur. Lit.: U. KOCH, Das fränkische Gräberfeld von Herbolzheim, Kreis Heilbronn. Fundber. Baden-Württemberg 7, 1982, 387 ff. Abb. 34,17 (nur oberer Teil).
26. Grab 30, Beschlag einer wabenplattierten Gürtelgarnitur. Lit.: ebd. Abb. 34,6.
27. Grab 30, Beschlag einer wabenplattierten Gürtelgarnitur. Lit.: ebd. Abb. 34,7.
28. Grab 30, Beschlag einer wabenplattierten Gürtelgarnitur. Lit.: ebd. Abb. 34,11.

Kirchheim am Ries (Ostalbkreis) (Datierung: um 600; frühes 7. Jh.):

29. Grab 376, Scheibenfibel. Lit.: CHR. NEUFFER-MÜLLER, Der alamannische Adelsbestattungsplatz und die Reihengräber von Kirchheim am Ries (Ostalbkreis). Forsch. u. Ber. Vor- u. Frühgesch. Baden-Württemberg 15 (Stuttgart 1983) Taf. 73D,7; 113,3.

Kösing (Stadt Neresheim, Ostalbkreis) (Datierung: um 600):

30. Grab 31 II, S-Fibel. Lit.: M. KNAUT, Die alamannischen Gräberfelder von Neresheim und Kösing, Ostalbkreis. Ebd. 48 (Stuttgart 1993) Taf. 44C,1.

Oberstotzingen (Stadt Niederstotzingen, Kr. Heidenheim) (Datierung: 31 letztes Drittel 6. Jh.; 32 zweites Drittel 6. Jh.):

31. Scheibenfibel. Lit.: VEECK (Liste Nr. 5) Taf. 26A,6.
32. S-förmiger Beschlag. Lit.: ebd. 341.

Pfahlheim (Stadt Ellwangen, Ostalbkreis) (Datierung: ca. 670/680):

33. Grab 3, runder Gürtelbeschlag. Lit.: J. WERNER, Bronzener Gürtelbesatz des späten 7. Jahr-

hundreds von Pfahlheim (Kr. Aalen). Fundber. Schwaben N.F. 14, 1957, 112 ff. Taf. 39,1d.
34. Grab 3, runder Riemendurchzug. Lit.: ebd. Taf. 39,2c.

35. Grab 3, Riemenzunge einer wabenplattierten Gürtelgarnitur. Lit.: VEECK (Liste Nr. 5) Taf. 62B,2.

36. Grab 3, Riemenzunge einer wabenplattierten Gürtelgarnitur. Lit.: ebd. Taf. 62B,1.

37. Grab 3, Riemenzunge einer wabenplattierten Gürtelgarnitur. Lit.: ebd. Taf. 62B,5.

Pfullingen (Kr. Reutlingen) Gräberfeld „Entensee“ oder Ulm Gräberfeld „Kienlesberg“ (Sammlung Urach) (Datierung: erste Hälfte 6. Jh.):

38. Almandinscheibenfibel. Lit.: VEECK (Liste Nr. 5) Taf. 26A,10.

Täbingen (Stadt Rosenfeld, Zollernalbkreis) (Datierung: um 600):

39. Goldblechanhänger. Lit.: W. VEECK, Ein reiches alamannisches Frauengrab aus Täbingen, OA Rottweil. Germania 16, 1932, 58 ff. Taf. 5,1.

Urach (Kr. Reutlingen) Runder Berg (Datierung: zweite Hälfte 5. Jh.):

40. Granatplättchen. Lit.: U. KOCH, Der Runde Berg bei Urach VI: Die Glas- und Edelsteinfunde der Plangrabungen 1967–1983 (Sigmaringen 1987) 345 Abb. 138,588.

41. Granatplättchen. Lit.: ebd. 345 Abb. 138,589.

42. Granatplättchen. Lit.: ebd. 345 Abb. 138,591.

43. Granatplättchen. Lit.: ebd. 345 Abb. 138,592.

44. Granatplättchen. Lit.: ebd. 345 Abb. 138,593.

45. mugeliges Glas. Lit.: ebd. 345 Abb. 138,587.

46. mugeliger Granat. Lit.: R. CHRISTLEIN, Der Runde Berg bei Urach III. Kleinfunde der frühgeschichtlichen Perioden aus den Plangrabungen 1967–1972 (Heidelberg 1979) Taf. 7,4.

47. Granatplättchen. Lit.: ebd. Taf. 7,6.

48. Granatplättchen. Lit.: ebd. Taf. 7,7.

Zusammenfassung: Mineralogische Untersuchungen zur Herkunft der Granate merowingerzeitlicher Cloisonnéarbeiten

Zur Herkunftsbestimmung der Granate merowingerzeitlicher Cloisonnéarbeiten wurden zahlreiche Objekte aus dem Württembergischen Landesmuseum mit einer Elektronenstrahl-Mikrosonde analysiert. Aufgrund ihrer chemischen Zusammensetzung lassen sich die Einlagen in zwei Gruppen trennen: Die Granate auf Objekten des 5. und 6. Jahrhunderts zeigen in ihrer chemischen Zusammensetzung eine sehr gute Übereinstimmung mit Referenzproben aus Indien und Sri Lanka. Granate der Gruppe 2 hingegen stammen aus dem böhmischen Raum. Sie wurden ausschließlich auf Objekten der zweiten Hälfte des 7. und des frühen 8. Jahrhunderts verwendet. Ihr geringer Durchmesser (2–3 mm) bedingte, daß nur kleine Plättchen – zumeist Rundeln – daraus hergestellt werden konnten. Flächiges Cloisonné war damit kaum möglich. Die Analysen zeigen somit eindeutig einen Wechsel der ausgebeuteten Granatlagerstätten im 7. Jahrhundert an.

Abstract: Mineralogical studies on the origin of the garnets in Merovingian cloisonné work

In order to determine the origin of the garnets used in Merovingian cloisonné work, numerous objects from the Württembergisches Landesmuseum were studied using electron probe microanalysis. On the basis of their chemical composition, the inlays could be separated into two groups. The garnets used on objects of the 5th and 6th centuries show very good agreement with reference samples from India and Sri Lanka. In contrast, garnets of the second group come from the Bohemian region. They were used exclusively on objects of the second half of

the 7th and early 8th centuries. The limited diameter of the stones (2–3 mm) meant that only small plaques – most commonly roundels – could be made from them. As a result, extensive cloisonné was hardly possible. Consequently, the analyses show clearly a change in the exploited garnet deposits in the 7th century.

C. M.-S.

Résumé: Recherches minéralogiques sur la provenance des grenats d'objets cloisonnés mérovingiens

Afin de déterminer la provenance des grenats d'objets cloisonnés mérovingiens, de très nombreuses pièces du Württembergisches Landesmuseum ont été analysées à l'aide d'une microsonde à balayage électronique. Leur composition chimique permet de différencier deux groupes distincts: les grenats provenant d'objets des V^{ème} et VI^{ème} siècles montrent une très bonne concordance avec les échantillons de référence d'Inde et de Sri Lanka. Les grenats du second groupe, par contre, viennent de Bohême. Ils ont été exclusivement utilisés pour des objets datés de la seconde moitié du VII^{ème} siècle et du début du VIII^{ème} siècle. Le faible diamètre (2–3 mm) impliquait que seules de petites plaquettes – principalement des pastilles – pouvaient être fabriquées à partir de ces grenats. Le cloisonné couvrant était ainsi rendu quasiment impossible. Les analyses montrent clairement une modification des mines exploitées de grenat au VII^{ème} siècle.

S. B.

Anschriften der Verfasser:

Dieter Quast
Landesdenkmalamt Baden-Württemberg
Außenstelle Tübingen
Alexanderstraße 48
D-72072 Tübingen

Ulrich Schüssler
Mineralogisches Institut der
Universität Würzburg
Am Hubland
D-97074 Würzburg