

# Hallstattzeitliche Keramik von Châtillon-s-Glâne und der Heuneburg : ein naturwissenschaftlicher Vergleich

Autor(en): **Maggetti, Marino / Galetti, Giulio**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Chronique archéologique = Archäologischer Fundbericht**

Band (Jahr): - **(1984)**

PDF erstellt am: **23.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-388932>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# HALLSTATTZEITLICHE KERAMIK VON CHÂTILLON-S-GLÂNE UND DER HEUNEURG – EIN NATURWISSENSCHAFTLICHER VERGLEICH

Marino Maggetti/Giulio Galetti

(Mineralogisch-Petrographisches Institut der Universität Freiburg)

Die Ausgrabungen der Jahre 1974–1981 auf dem Fürstensitz von Châtillon-s-Glâne lieferten viele Scherben grob- und feinkeramischer Ware (Schwab 1975, 1976 a, 1976 b, 1982, 1983, 1984, Ramseyer 1980, 1982, 1983, Ramseyer und Kahil 1982). Einige davon rühren von eindeutigen Importstücken aus dem mediterranen Raume (z.B. phokäische, pseudophokäische und attische schwarze Keramik, massiliotische Amphoren) und bezeugen so weiträumige Handelsbeziehungen. Der weitaus grösste Teil der feinkeramischen Stücke gehört aber zur sog. geriefen hallstattzeitlichen Ware.

Vom etwa gleichaltrigen Fundort Heuneurg an der oberen Donau war seit längerer Zeit ein ähnlicher Keramiktyp bekannt und ausführlich beschrieben worden (Lang 1974), sodass sich die Frage stellte, ob beide Keramiken etwa am gleichen Ort getöpft und sowohl nach Châtillon-s-Glâne als auch auf die Heuneurg geliefert worden wären. Diesem Problem widmeten sich bisher zwei Arbeiten (Maggetti und Galetti 1980, Maggetti und Schwab 1982). Die dort vorgelegten und diskutierten Resultate der mineralogischen und chemischen Analysen können wie folgt kurz zusammengefasst werden:

## 1) Herkunft

Die hallstattzeitliche Feinkeramik von Châtillon-s-Glâne und diejenige der Heuneurg bilden chemisch zwei deutlich verschiedene Gruppen. Die Keramik vom ersten Fundort ist beispielsweise reicher an Natriumoxid ( $\text{Na}_2\text{O}$ ), Barium (Ba), Chrom (Cr), Nickel (Ni) und Strontium (Sr). Auch die Magerung ist verschieden. So können die Scherben von Châtillon-s-Glâne mit Biotitgraniten, Amphiboliten und/oder Plagioklasen gemagert sein, während die Stücke der Heuneurg sehr oft Schamotte und/oder Kalzit, Klinoisit, Granat, Turmalin sowie groben Muskowit/Ililit führen.

Diese markanten chemischen und mineralogisch-petrographischen Unterschiede lassen sich am besten erklären, wenn beide Keramiken nicht am gleichen Ort, sondern an zwei verschiedenen Stellen getöpft wurden, wo sowohl der Rohstoff als auch die potentiell verfügbare Magerung anders zusammengesetzt waren. Der

Vergleich der feinen und der groben Ware von Châtillon-s-Glâne zeigt, dass wohl beide Keramikgruppen an Ort und Stelle gefertigt worden sind.

## 2) Technik

Auf der Heuneurg wurden zwei verschiedene *Rohtone* verwendet, nämlich ein silikatischer Ton für 84% der analysierten Stücke (He 1–7, 9–15, 17, 19–20, 22–25, 27–29) und ein silikatisch-karbonatischer Ton für 16% (He 8, 16, 18, 21, 26, 30) der untersuchten Proben. Im Gegensatz dazu kam in Châtillon-s-Glâne nur ein silikatischer Ton zum Einsatz.

Der *Magerungsgehalt* der Feinkeramik auf der Heuneurg ist deutlich höher (20–40 Vol%) als in Châtillon-s-Glâne (5–15 Vol%). An beiden Orten überschritt die antike *Brenntemperatur* nicht 550–650°C. Die *Brennatmosphäre* war an beiden Herstellungszentren reduzierend.

Die zwei genannten naturwissenschaftlichen Publikationen gehen noch auf weitere Resultate ein (Porositätsmessungen, Bodenlagerungseffekte usw.). Die quantitativen Ergebnisse unserer Analysen konnten bisher noch nicht gedruckt werden. Dies soll nun mit vorliegender Publikation nachgeholt werden (Tabellen 1–5). Die spezifischen Angaben zu den im Einzelnen verwendeten Techniken finden sich bei Maggetti und Schwab (1982).

## Verdankung

Wir danken folgenden Damen und Herren für die Mithilfe im Labor, bei der Auswertung, bei der Vorbereitung der Publikationen und für Zurverfügungstellung von Apparaturen: D. Berchten, P. Bourqui, J. Charrière, G. Dietrich, D. Hayoz, A. Jornet, T. Kilka, C. Marro, O. Marbacher, D. Orphanos. Unser Dank geht an die Archäologen, die uns mit Rat und Tat unterstützt haben: W. Kimmig, D. Ramseyer, H. Schwab, A. Tuor. Wir danken auch dem Schweizerischen Nationalfonds für die finanzielle Hilfe (Projekt 1.397–0.76).

Literaturverzeichnis:

- Lang, A.*, Geriefte Drehscheibenkeramik der Heuneburg 1950–1970 und verwandte Gruppen. Heuneburgstudien III, Römisch-Germanische Forschungen 34, 1, 1974, 1–113.
- Maggetti, M. und Galetti, G.*, Composition of iron age fine ceramic from Châtillon-s-Glâne (Kt. Fribourg, Switzerland) and the Heuneburg (Kr. Sigmaringen, West-Germany), J. of Archaeological Science 7, 1980, 87–91.
- Maggetti, M. und Schwab, H.*, Iron age fine pottery from Châtillon-s-Glâne and the Heuneburg. Archaeometry 24, 1, 1982, 21–36.
- Ramseyer, D.*, Châtillon-s-Glâne. Un centre commercial du Premier âge du Fer en Suisse. Archéologia 146, 1980, 64–71.
- Ramseyer, D.*, L'habitat protohistorique de Châtillon-s-Glâne. Archéologie Suisse 5, 1982, 94–99.
- Ramseyer, D.*, Châtillon-s-Glâne (FR), un habitat de hauteur du Hallstatt final. Synthèse de huit années de fouilles (1974–1981). Jb. Schweizerische Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte 66, Basel 1983, 161–188.
- Ramseyer, D. und Kahil, L.*, La céramique de Châtillon-s-Glâne. Histoire et Archéologie I (Les Dossiers) 62, Dijon 1982, 48–54.
- Schwab, H.*, Châtillon-s-Glâne. Ein Fürstensitz der Hallstattzeit bei Freiburg im Üechtland. Germania 53, 1–2, 1975, 79–84.
- Schwab, H.*, Un oppidum de l'époque de Hallstatt près de Fribourg en Suisse. Bulletin de la SSPA 25/26, 1976 a, 2–11.
- Schwab, H.*, Apparition des Celtes en Suisse. Archeologia 101, Dijon 1976 b, 46–55.
- Schwab, H.*, Pseudophokäische und phokäische Keramik in Châtillon-s-Glâne. Archäologisches Korrespondenzblatt 12, 3, 1982.
- Schwab, H.*, Châtillon-s-Glâne, Bilanz der ersten Sondiergrabungen. Germania 61, 2, 1983, 405–458.
- Schwab, H.*, De la Cornouailles à Corinthe: une route de l'étain. Le Courrier de l'Unesco 37, 6, 1984, 10–13.

Tabelle 1

Liste der untersuchten Proben. Zusätzliche Proben siehe Tabelle 2.

FK = Feinkeramik. GK = Grobkeramik. Die Inventar-Nr. von der Heuneburg beziehen sich auf weisse Nr. auf den Stücken resp. rote Nr. auf Etiketten (in Klammern). Ch = Châtillon-sur-Glâne. He = Heuneburg.

Analysen Nr.	Inventar Nr.	Bemerkung	Analysen Nr.	Inventar Nr.	Bemerkung
Ch 22		GK, grauer Scherben	Ch 71		GK, Kern grau, Oberfläche beige,
Ch 43		FK, innen ziegelrot, aussen graubeige	Ch 72		FK, uni grau, kleine Quarzkörner
Ch 61		FK, graubeige, feinsandig	Ch 73		FK, uni grau, kleine Quarzkörner
Ch 62		FK, graubeige, feinsandig	Ch 74		FK, uni grau, feinsandig
Ch 63		FK, Kern grau, Oberfläche rot	Ch 75		FK, uni rot/beige, ohne Magerung oder feiner Glimmer
Ch 64		FK, Kern grau, Oberfläche rot, kleine Quarzkörner	Ch 76		FK, uni rot/beige, ohne Magerung oder feiner Glimmer
Ch 65		FK, grauer Kern, Oberfläche beige (keine Magerung oder feine Glimmer)	Ch 77		FK, graue Oberfläche, rötlicher Kern, kleine Quarzkörner
Ch 66		FK, grauer Kern, Oberfläche beige (keine Magerung oder feine Glimmer)	Ch 78		FK, graue Oberfläche, rötlicher Kern, kleine Quarzkörner
Ch 67		FK, schön grau, Oberfläche poliert	Ch 79		FK, graue Oberfläche, rötlicher Kern (keine Magerung oder feine Glimmer)
Ch 68		FK, schön grau, Oberfläche poliert	Ch 80		FK, Kern dunkelgrau, aussen helle Schicht, Oberfläche dunkel
Ch 69		FK, Kern grau, Oberfläche beige, feinsandig	Ch 81		+ kleine Quarzkörner
Ch 70		FK, Kern grau, Oberfläche beige, feinsandig			FK, Kern dunkelgrau, aussen helle Schicht, >

Analysen Nr.	Inventar Nr.	Bemerkung	Analysen Nr.	Inventar Nr.	Bemerkung
Ch 82		Oberfläche dunkel + kleine Quarzkörner FK, Kern dunkelgrau, ausssen helle Schicht, Oberfläche dunkel + kleine Quarzkörner	Ch 102		GK, grau, mittlere Quarzkörner
Ch 83		FK, grauer Kern, Oberfläche ziegelrot ± Magerung (feiner Glimmer)	Ch 103		GK, Oberfläche lederglatt, poliert, braunbeige
Ch 84		FK, grauer Kern, Oberfläche ziegelrot ± Magerung (feiner Glimmer)	He 1	94	ausssen grau, innen rötlich
Ch 85		FK, uni rot/beige, feinsandig, z.T. feine Glimmer	He 2	94	grau
Ch 86		FK, uni rot/beige, kleine Quarzkörner	He 3	98	grau
Ch 87		FK, grau, rel. geschichtet, feine fette Matrix	He 4	108 (127)	obere Randpartie, grau, 3 Rillen
Ch 88		FK, uni rot/beige, feine fette Matrix	He 5	124, 24? (347)	obere Randpartie, grau
Ch 89		FK, graubeige, innere Oberfläche rot, wenig mittlere Quarzkörner	He 6	A 19 (92)	ausssen rötlich-gelblich, innen rötlich-grau, obere Randpartie 3 Rillen
Ch 90		FK, uni rot/beige, feine fette Matrix	He 7	E 80	grau, innen Drehschei- benspuren
Ch 91		FK, Kern grau, Oberfläche beige, mittlere Quarzkörner	He 8	F 3 (65)	grau, 2 Rillen
Ch 92		GK, hellgrauer Kern, Oberfläche rötlich oder beige, mittlere Quarzkörner, Glimmer	He 9	G 5 (58)	grau, 2 Rillen
Ch 93		GK, hellgrauer Kern, Oberfläche rötlich oder beige, mittlere Quarzkörner, Glimmer	He 10	G 15	Bodenstück, rötlicher Ton, innen hellgrau, ausssen grau
Ch 94		GK, rötlich und grau, kleine bis mittlere Quarzkörner	He 11	J 29 N 73 (116)	rötlich, Bruch grauweiss, obere Randpartie 3 Rillen
Ch 95		GK, dunkler Kern, heller beschichtet, Oberfläche grau	He 12	J 143 (1)	Fussstück, innen grau, ausssen rötlich
Ch 96		GK, uni hellrot, mittlere Quarzkörner	He 13	M 26	Schalenstück, grau, ohne Rillen
Ch 97		GK, uni hellrot, mittlere Quarzkörner	He 14	M 56 (138)	grau, 2 Rillen
Ch 98		GK, rötlich-beige, mittlere Quarzkörner	He 15	M 56	Omphalos-Buckel, grau
Ch 99		GK, grauer Kern, rötlicher Belag, Oberfläche grau, mittlere Quarzkörner	He 16	M 59	3 breite Rillen, obere Randpartie hellgrau
Ch 100		GK, grau, mittlere Quarzkörner	He 17	M 230	grau
Ch 101		GK, grau, mittlere Quarzkörner	He 18	N 21	Fussstück, grau
			He 19	Q 20	grau
			He 20	Q 165	grau
			He 21	Q 168 (290)	Omphalos-Buckel, grau
			He 22	R 2	grau, Rillen (3 oder 4)
			He 23	R 6	grau
			He 24	R 254 (281)	grau, 4 Rillen
			He 25	S 5 (389)	grau, 2 Rillen
			He 26	T 83 (349)	grau, 2 Rillen
			He 27	V 139	grau, 3 Rillen
			He 28	W 5	grau
			He 29	W 5, W 3	grau
			He 30	W 6	grau

Tabelle 2

Grösster Korndurchmesser der Magerungselemente im Dünnschliff und Gehalt an elementarem Kohlenstoff. Zusätzlich zu den in Tabelle 1 aufgelisteten Proben wurden graue Feinkeramiken (Ch 24, 25, 38, 50, 54–60, 104, 120), beige FK (Ch 45–48, 52) und rote FK (Ch 44) analysiert.

Analysen-Nr.	Grösster Korndurchmesser (mm)	Gehalt an elementarem Kohlenstoff (Gew. %)	Analysen-Nr.	Grösster Korndurchmesser (mm)	Gehalt an elementarem Kohlenstoff (Gew. %)
Ch 22	2,47	nicht bestimmt	He 1	0,49	0,52
Ch 24	0,40	nicht bestimmt	He 2	0,49	0,35
Ch 25	1,40	nicht bestimmt	He 3	0,87	0,47
Ch 38	0,90	nicht bestimmt	He 4	1,71	0,67
Ch 43	nicht bestimmt	0,25	He 5	2,66	0,81
Ch 44	0,80	nicht bestimmt	He 6	0,57	0,39
Ch 45	1,10	nicht bestimmt	He 7	0,65	0,43
Ch 46	1,10	nicht bestimmt	He 8	0,76	nicht bestimmt
Ch 47	0,50	nicht bestimmt	He 9	0,57	1,05
Ch 48	0,50	nicht bestimmt	He 10	1,90	0,41
Ch 50	0,50	nicht bestimmt	He 11	1,51	0,64
Ch 52	0,40	nicht bestimmt	He 12	0,64	0,88
Ch 54	0,70	nicht bestimmt	He 13	2,47	1,24
Ch 55	0,80	nicht bestimmt	He 14	0,15	0,90
Ch 56	0,80	nicht bestimmt	He 15	1,21	3,30
Ch 57	0,90	nicht bestimmt	He 16	2,28	0,13
Ch 58	0,30	nicht bestimmt	He 17	0,46	0,56
Ch 59	0,50	nicht bestimmt	He 18	0,57	2,44
Ch 60	0,50	nicht bestimmt	He 19	1,52	0,54
Ch 61	1,33	0,59	He 20	1,52	0,44
Ch 62	nicht bestimmt	0,84	He 21	0,95	1,53
Ch 63	nicht bestimmt	0,51	He 22	0,72	0,63
Ch 64	nicht bestimmt	0,47	He 23	1,33	0,64
Ch 65	0,57	0,63	He 24	0,95	0,36
Ch 67	0,30	0,02	He 25	2,28	0,57
Ch 68	nicht bestimmt	0,73	He 26	2,09	1,57
Ch 69	nicht bestimmt	1,13	He 27	1,14	0,51
Ch 70	nicht bestimmt	0,85	He 28	2,47	0,78
Ch 72	0,95	1,25	He 29	0,76	1,10
Ch 73	nicht bestimmt	1,10	He 30	1,90	2,54
Ch 74	nicht bestimmt	0,22			
Ch 75	1,90	0,61			
Ch 76	0,57	0,39			
Ch 77	nicht bestimmt	0,03			
Ch 78	nicht bestimmt	0,53			
Ch 79	nicht bestimmt	0,32			
Ch 80	0,38	1,48			
Ch 81	0,49	0,67			
Ch 82	nicht bestimmt	0,00			
Ch 83	1,90	0,37			
Ch 84	nicht bestimmt	0,58			
Ch 85	nicht bestimmt	0,67			
Ch 86	nicht bestimmt	0,66			
Ch 87	nicht bestimmt	0,51			
Ch 88	nicht bestimmt	0,73			
Ch 89	1,14	0,25			
Ch 90	0,95	0,70			
Ch 91	0,76	0,41			
Ch 99	nicht bestimmt	0,50			
Ch 103	1,33	nicht bestimmt			
Ch 104	0,80	nicht bestimmt			
Ch 120	0,60	nicht bestimmt			

Tabelle 3

Magerungsgehalte der untersuchten Proben (Vol. %)

Analysen-Nr.	Rohdaten		Magerung	Auf 100 % umgerechnet	
	Poren	Matrix		Matrix	Magerung
Ch 22	7	72	21	78	22
Ch 61	9	73	18	80	20
Ch 65	5	84	11	88	12
Ch 67	4	82	14	85	15
Ch 71	6	68	26	72	28
Ch 72	4	73	23	76	24
Ch 75	3	84	13	87	13
Ch 76	4	82	14	85	15
Ch 80	6	88	6	93	7
Ch 81	2	79	19	82	19
Ch 83	2	89	9	91	9
Ch 89	3	89	8	91	8
Ch 90	3	90	7	92	8
Ch 91	4	81	15	84	16
Ch 92	4	73	23	76	24
Ch 93	6	73	21	77	23
Ch 94	5	74	21	78	22
Ch 96	4	67	29	70	30
Ch 97	3	72	25	74	26
Ch 98	3	67	30	69	31
Ch 99	6	68	26	72	28
Ch 100	5	59	36	62	38
Ch 102	9	63	28	70	30
Ch 103	2	90	8	91	9
He 1	8	60	32	65	35
He 2	6	67	27	71	29
He 3	15	63	22	74	26
He 4	6	62	32	66	34
He 5	12	71	17	81	19
He 6	5	68	27	72	28
He 7	5	63	32	66	34
He 8	7	65	28	70	30
He 9	15	61	24	72	28
He 10	9	70	21	77	23
He 11	4	70	26	73	27
He 12	4	58	38	60	40
He 13	7	76	17	82	18
He 14	2	72	26	73	27
He 15	7	68	25	73	27
He 16	5	61	34	64	36
He 17	3	57	40	59	41
He 18	5	67	28	71	29
He 19	4	63	33	66	34
He 20	5	60	35	63	37
He 21	5	66	29	69	31
He 22	5	71	24	75	25
He 23	3	70	27	72	28
He 24	5	66	29	69	31
He 25	5	64	31	67	33
He 26	2	76	22	78	22
He 27	7	61	32	66	34
He 28	3	60	37	62	38
He 29	2	60	38	61	39
He 30	16	54	30	64	36

Tabelle 4

## Porositätsdaten

Analysen-Nr.	Raumgewicht g/cm <sup>3</sup>	Spez. Gewicht g/cm <sup>3</sup>	Gesamt-Porosität (%)	Spez. Oberfläche m <sup>2</sup> /g	Offene Porosität (cm <sup>3</sup> /g)	
					Mikro-P.	Makro-P.
Ch 22	1.94	2.63	26.3	6.05	0.102	0.011
Ch 43	1.60	2.67	40.0	8.62	0.163	0.004
Ch 61	1.81	2.64	31.6	3.83	0.109	0.115
Ch 65	1.82	2.65	31.1	2.98	0.104	0.0002
Ch 67	1.91	2.63	27.4	7.12	0.111	0.0002
Ch 71	1.78	2.64	32.7	5.49	0.139	0.152
Ch 72	1.75	2.62	27.4	3.85	0.131	0.006
Ch 75	1.79	2.64	32.0	4.96	0.128	0.002
Ch 76	1.80	2.67	32.4	1.13	0.066	0.003
Ch 80	1.57	2.63	40.3	4.80	0.136	0.003
Ch 81	1.76	2.66	33.8	7.09	0.116	0.007
Ch 83	1.58	2.71	41.8	10.43	0.178	0.005
Ch 89	1.68	2.69	37.3	7.01	0.152	0.004
Ch 90	1.58	2.63	40.0	6.95	0.152	0.009
Ch 91	1.82	2.75	33.9	4.45	0.135	0.004
Ch 93	1.88	2.70	30.4	8.33	0.129	0.017
Ch 94	1.74	2.65	34.1	7.60	0.149	0.007
Ch 96	1.63	2.67	39.1	12.58	0.186	0.005
Ch 97	1.77	2.70	34.4	5.91	0.109	0.005
Ch 98	1.82	2.70	32.6	2.25	0.099	0.007
Ch 99	1.88	2.64	28.8	6.74	0.108	0.042
Ch 100	1.85	2.66	30.6	3.92	0.106	0.014
Ch 102	1.95	2.62	25.3	7.63	0.098	0.005
Ch 103	1.80	2.68	32.6	11.39	0.145	0.005
He 1	1.99	2.63	24.2	7.48	0.093	0.004
He 2	1.80	n.b.	n.b.	10.59	0.079	0.079
He 4	1.90	2.63	27.5	n.b.	n.b.	n.b.
He 5	1.59	2.52	37.0	7.23	0.126	0.088
He 6	1.92	2.65	27.6	12.21	0.113	0.007
He 7	1.90	2.62	27.7	18.68	0.137	0.005
He 8	1.97	2.66	25.9	6.50	0.102	0.004
He 9	1.96	2.70	27.4	5.56	0.108	0.007
He 10	1.88	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
He 11	1.77	2.70	34.6	n.b.	n.b.	n.b.
He 12	2.00	2.65	24.5	2.68	0.067	0.002
He 13	1.90	2.70	29.6	5.84	0.085	0.007
He 14	1.84	2.65	30.7	2.74	0.120	0.006
He 15	1.79	2.62	31.4	11.45	0.099	0.005
He 16	1.89	2.63	28.1	5.25	0.111	0.005
He 17	1.99	2.63	23.9	4.62	0.075	0.006
He 18	2.05	2.62	21.9	6.31	0.074	0.005
He 19	1.81	2.61	30.8	2.54	0.080	0.004
He 20	1.97	2.62	24.8	8.14	0.086	0.009
He 21	1.84	2.68	31.2	8.73	0.114	0.005
He 22	1.82	2.61	30.5	6.61	0.126	0.005
He 23	1.85	2.63	29.6	11.62	0.105	0.004
He 24	1.89	2.64	28.0	6.36	0.076	0.006
He 25	1.95	2.68	27.1	2.34	0.058	0.005
He 26	1.96	2.63	25.3	4.72	0.071	0.002
He 27	1.94	2.61	25.5	8.31	0.101	0.008
He 28	1.91	2.61	26.8	4.44	0.077	0.013
He 29	1.90	2.67	28.9	4.18	0.067	0.101
He 30	1.98	2.67	25.7	n.b.	n.b.	n.b.

Tabelle 5

Liste der chemischen Analysen

GV = Glühverlust Fe<sub>tot</sub> = Totaleisen als Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> in Gew. %, H<sub>2</sub>O in Gew. %

Gew. %	Ch 22	Ch 43	Ch 61	Ch 62	Ch 63	Ch 64	Ch 65	Ch 66	Ch 67	Ch 68
SiO <sub>2</sub>	65.97	63.30	66.79	69.12	64.86	66.15	66.91	61.08	58.31	68.62
TiO <sub>2</sub>	0.71	0.83	0.78	0.72	0.79	0.76	0.78	0.91	0.85	0.78
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.45	17.65	16.04	14.97	16.69	16.14	15.99	18.84	19.15	16.03
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.30	6.13	3.50	3.81	4.91	4.11	2.53	4.00	4.02	3.82
FeO	2.49	0.48	1.83	1.21	1.00	1.34	2.81	1.89	3.16	1.58
MnO	0.08	0.10	0.06	0.05	0.10	0.09	0.06	0.06	0.14	0.05
MgO	1.66	2.11	1.32	1.63	1.33	1.66	1.52	1.67	3.51	2.00
CaO	1.62	1.81	1.86	3.03	2.24	1.95	2.03	2.84	3.20	1.74
Na <sub>5</sub> O	1.11	1.28	1.37	1.35	1.15	1.68	1.20	1.03	0.67	1.20
K <sub>2</sub> O	2.81	2.88	1.83	1.80	1.74	2.55	1.75	2.17	2.88	2.31
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1.70	2.28	3.64	1.47	5.41	3.06	3.24	5.86	2.49	1.17
GV	(3.55)	(3.12)	(3.65)	(4.44)	(4.13)	(3.51)	(2.89)	(6.16)	(4.96)	(4.00)
Summe	98.90	98.85	99.02	99.16	100.22	99.49	98.82	100.35	98.38	99.30
ppm										
Ba	1141	1187	1460	1464	2017	1341	1234	1587	1526	1621
Cr	124	142	134	128	143	121	137	151	224	126
Cu	41	45	47	44	46	46	38	60	49	43
Zr	145	165	205	188	209	179	204	179	121	200
Sr	157	156	187	188	232	197	200	224	190	164
Rb	169	143	101	117	84	120	98	106	133	158
Zn	141	161	159	186	183	161	143	184	170	211
Ni	102	113	94	97	107	101	93	109	226	92
Fe <sub>tot</sub>	6.07	6.66	5.53	5.15	6.02	5.60	5.65	6.10	7.53	5.58
H <sub>2</sub> O	1.13	1.41	1.03	0.76	1.20	0.78	0.75	1.43	1.22	0.90



Gew. %	Ch 69	Ch 70	Ch 71	Ch 72	Ch 73	Ch 74	Ch 75	Ch 76	Ch 77	Ch 78
SiO <sub>2</sub>	64.99	67.07	63.59	60.59	64.37	66.93	66.80	63.38	67.28	66.36
TiO <sub>2</sub>	0.77	0.74	0.79	0.68	0.72	0.73	0.83	0.94	0.77	0.83
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.61	16.78	17.31	17.79	16.45	16.44	16.85	18.91	15.89	17.00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.50	2.68	3.14	5.50	5.67	2.46	3.49	4.78	4.24	5.25
FeO	1.11	2.82	2.89	1.96	1.60	2.94	2.11	1.23	1.32	0.88
MnO	0.04	0.06	0.08	0.18	0.19	0.07	0.07	0.07	0.09	0.08
MgO	2.54	1.42	1.62	1.52	1.85	1.56	1.48	2.14	1.38	1.93
CaO	2.11	1.93	1.92	2.70	2.38	2.07	1.77	1.69	2.61	1.68
Na <sub>2</sub> O	1.51	1.01	1.28	1.23	1.23	0.89	1.14	1.22	1.21	1.26
K <sub>2</sub> O	2.72	2.18	2.31	2.63	2.49	2.17	1.67	2.65	1.83	2.23
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1.47	2.51	4.50	4.69	2.28	2.83	3.09	2.88	3.04	2.49
GV	(5.42)	(3.72)	(4.30)	(5.76)	(5.02)	(3.13)	(4.02)	(3.68)	(4.56)	(4.29)
Summe	99.37	99.20	99.43	99.47	99.23	99.09	99.30	99.89	99.66	99.99

ppm	Ch 69	Ch 70	Ch 71	Ch 72	Ch 73	Ch 74	Ch 75	Ch 76	Ch 77	Ch 78
Ba	1432	1438	1770	2086	2064	1625	946	1406	1809	1383
Zr	166	177	174	156	119	175	203	185	201	189
Sr	151	171	207	190	224	190	157	158	190	155
Rb	153	95	107	141	148	107	83	133	100	137
Zn	238	128	157	172	145	122	132	178	161	201
Cu	52	53	51	52	45	48	47	51	41	58
Ni	110	81	86	101	99	79	96	105	106	107
Cr	123	101	137	136	139	95	150	142	139	136
Fe <sub>tot</sub>	5.73	5.81	6.35	7.68	7.45	5.73	5.83	6.15	5.71	6.23
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	1.09	1.17	1.02	1.18	1.07	0.91	1.10	1.02	1.20	0.94

Gew. %	Ch 79	Ch 80	Ch 81	Ch 82	Ch 83	Ch 84	Ch 85	Ch 86	Ch 87	Ch 88
SiO <sub>2</sub>	61.85	63.16	69.41	67.16	57.02	66.17	68.35	69.03	63.72	63.68
TiO <sub>2</sub>	0.85	0.84	0.74	0.76	0.92	0.79	0.76	0.76	0.89	0.69
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.21	17.32	15.31	15.20	20.52	16.58	16.26	14.61	18.22	15.00
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.37	4.12	4.58	3.84	6.57	4.71	2.64	6.30	6.12	4.86
FeO	0.56	1.64	1.01	1.64	0.93	0.91	2.63	0.56	0.71	0.56
MnO	0.09	0.05	0.08	0.08	0.15	0.03	0.07	0.06	0.16	0.10
MgO	1.93	1.79	1.53	1.27	2.24	1.96	1.93	1.73	2.11	2.11
CaO	2.06	2.33	2.22	2.28	2.72	2.23	2.71	2.04	1.94	7.61
Na <sub>2</sub> O	1.33	1.00	1.11	1.14	0.93	1.11	1.33	1.11	0.98	1.47
K <sub>2</sub> O	2.81	2.14	1.75	1.86	2.20	2.08	2.16	2.00	2.41	3.29
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3.96	4.53	2.31	3.89	6.20	2.50	1.34	0.66	2.63	1.30
GV	(3.88)	(6.32)	(4.32)	(4.42)	(4.60)	(4.59)	(2.92)	(4.70)	(4.62)	(4.18)
Summe	100.02	98.92	100.05	99.12	100.40	99.07	100.18	98.86	99.89	100.67

ppm	Ch 79	Ch 80	Ch 81	Ch 82	Ch 83	Ch 84	Ch 85	Ch 86	Ch 87	Ch 88
Ba	1685	2570	1599	1954	1401	1634	1241	990	1988	1064
Zr	169	174	206	204	169	169	169	173	175	147
Sr	204	242	196	225	209	206	173	128	164	198
Rb	135	128	144	109	73	157	123	120	137	108
Zn	185	240	239	168	143	255	139	193	205	139
Cu	45	71	48	45	41	49	48	62	61	31
Ni	114	108	101	100	109	122	103	97	113	85
Cr	146	148	138	138	137	139	126	132	143	103
Fe <sub>tot</sub>	6.99	5.94	5.70	5.66	7.60	5.72	5.56	6.92	6.91	5.48
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	1.27	1.11	0.99	1.43	1.83	1.52	0.86	0.50	1.54	0.80

Gew. %	Ch 89	Ch 90	Ch 91	Ch 92	Ch 93	Ch 94	Ch 95	Ch 96	Ch 97	Ch 98
SiO <sub>2</sub>	64.11	63.39	68.04	66.88	65.58	64.80	60.46	65.32	64.42	65.39
TiO <sub>2</sub>	0.83	0.83	0.75	0.73	0.72	0.71	0.87	0.77	0.71	0.74
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.87	16.75	16.08	15.52	17.48	17.17	19.59	17.02	17.86	16.71
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.12	6.22	4.63	3.99	5.39	5.00	6.12	5.37	4.03	3.91
FeO	0.64	0.63	0.85	1.49	0.75	2.17	1.20	0.54	1.20	1.54
MnO	0.09	0.11	0.09	0.04	0.10	0.16	0.11	0.13	0.05	0.07
MgO	2.16	2.37	1.88	1.70	2.11	2.12	3.24	1.85	1.51	1.31
CaO	1.81	2.21	1.87	2.20	1.95	1.83	2.27	1.76	1.80	2.09
Na <sub>2</sub> O	1.21	1.25	1.48	1.25	1.36	0.77	1.22	1.29	0.98	1.40
K <sub>2</sub> O	2.90	2.76	2.55	2.45	2.80	2.77	3.29	2.60	2.99	2.67
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.33	2.17	1.92	2.88	1.52	1.79	1.94	2.47	3.33	3.39
GV	(3.14)	(4.79)	(3.56)	(4.88)	(4.02)	(3.82)	(5.27)	(4.04)	(3.56)	(4.32)
Summe	100.07	98.69	100.14	99.13	99.76	99.29	100.31	99.12	98.88	99.22

ppm										
Ba	1165	1575	1228	2200	1398	1053	1735	1590	1206	1549
Zr	165	155	183	155	151	128	116	173	170	194
Sr	157	157	175	215	174	156	137	157	136	209
Rb	142	141	129	141	161	175	125	144	133	121
Zn	161	218	162	174	183	148	147	261	143	128
Cu	48	60	48	46	44	61	56	54	39	48
Ni	116	122	106	98	107	133	95	111	77	79
Cr	144	143	120	119	120	123	136	133	102	105
Fe <sub>tot</sub>	6.83	6.92	5.57	5.65	6.22	7.41	7.45	5.97	5.36	5.62
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	1.20	1.67	1.34	1.57	1.28	1.20	1.56	1.41	1.37	1.62

Gew. %	Ch 99	Ch 100	Ch 101	Ch 102	Ch 103
SiO <sub>2</sub>	63.18	66.25	69.52	64.78	64.59
TiO <sub>2</sub>	0.69	0.59	0.66	0.75	0.77
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.36	16.41	15.67	16.83	16.68
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.38	2.24	2.79	4.45	5.25
FeO	1.08	3.92	1.62	1.82	1.14
MnO	0.08	0.05	0.08	0.07	0.07
MgO	1.39	1.76	1.21	1.52	2.44
CaO	1.85	2.07	1.74	1.78	2.92
Na <sub>2</sub> O	1.68	1.49	1.47	1.04	1.32
K <sub>2</sub> O	2.69	2.91	2.87	2.67	3.33
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3.05	1.12	1.88	2.30	0.52
GV	(5.28)	(2.85)	(3.88)	(4.39)	(2.72)
Summe	98.43	98.81	99.24	98.01	99.03

ppm					
Ba	1940	1086	1004	1204	849
Zr	161	128	180	153	150
Sr	168	163	200	164	126
Rb	152	153	155	157	137
Zn	163	118	140	157	150
Cu	53	39	59	47	40
Ni	91	77	78	105	98
Cr	121	118	101	130	127
Fe <sub>tot</sub>	6.58	6.60	4.59	6.47	6.52
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	1.41	0.67	1.17	1.21	0.68

Gew. %	He 1	He 2	He 3	He 4	He 5	He 6	He 7	He 8	He 9	He 10
SiO <sub>2</sub>	71.19	69.52	69.84	67.60	64.36	70.80	70.06	73.37	73.60	68.77
TiO <sub>2</sub>	0.72	0.77	0.80	0.68	0.81	0.67	0.72	0.66	0.66	0.78
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.86	16.13	16.09	16.71	16.82	15.39	15.63	12.82	12.78	17.13
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.71	3.78	4.25	4.17	3.92	4.98	3.25	3.54	3.74	5.50
FeO	1.09	1.40	0.96	1.18	2.48	0.95	1.65	1.02	0.83	0.62
MnO	0.08	0.05	0.06	0.07	0.04	0.06	0.07	0.13	0.22	0.05
MgO	1.45	1.27	1.69	1.50	1.39	1.49	1.03	1.51	1.59	1.69
CaO	1.72	1.62	1.58	2.04	2.18	1.31	2.02	4.43	4.39	1.21
Na <sub>2</sub> O	0.48	0.50	0.40	0.51	0.19	0.41	0.43	0.30	0.28	0.30
K <sub>2</sub> O	2.68	2.98	2.86	3.10	3.04	3.08	2.98	1.90	1.87	2.97
P <sub>2</sub> O	1.57	1.37	0.94	1.77	2.29	0.47	1.84	0.22	0.14	0.20
GV	(4.34)	(4.01)	(4.61)	(5.16)	(5.43)	(2.98)	(4.07)	(5.78)	(5.92)	(4.56)
Summe	99.55	99.39	99.47	99.33	99.32	99.61	99.68	99.90	100.10	99.22
ppm										
Ba	711	732	755	890	890	511	649	477	487	526
Rb	140	148	170	143	145	150	130	93	90	165
Sr	108	104	95	131	110	74	115	147	140	63
Zr	189	210	204	208	208	122	232	191	190	159
Cr	81	88	91	76	102	96	74	84	82	98
Zn	135	122	214	152	119	113	103	99	102	174
Cu	42	38	50	39	43	38	33	37	41	49
Ni	72	48	91	70	66	58	61	64	67	79
Fe <sub>tot</sub>	4.92	5.34	5.32	5.48	6.68	6.04	5.08	4.67	4.66	6.19
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	1.82	2.01	2.45	2.35	2.58	1.35	1.99	1.38	1.73	3.08
Gew. %	He 11	He 12	He 13	He 14	He 15	He 16	He 17	He 18	He 19	He 20
SiO <sub>2</sub>	66.00	69.80	64.03	65.77	53.29	70.87	71.32	58.42	70.50	69.82
TiO <sub>2</sub>	0.69	0.71	0.81	0.92	0.77	0.67	0.70	0.89	0.55	0.67
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16.31	15.65	19.16	17.39	18.48	14.18	14.45	17.02	16.87	15.72
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.26	3.88	3.63	2.24	3.92	2.68	3.17	2.79	2.26	4.18
FeO	1.88	1.14	1.26	2.84	1.47	1.52	1.11	1.21	1.60	1.24
MnO	0.08	0.08	0.05	0.05	0.02	0.06	0.05	0.05	0.04	0.07
MgO	1.31	1.14	1.67	1.91	1.24	1.38	1.20	2.10	1.20	1.23
CaO	2.94	2.62	3.67	3.37	14.29	4.57	2.94	12.90	1.62	1.69
Na <sub>2</sub> O	0.39	0.45	0.16	0.68	0.20	0.49	0.51	0.22	0.18	0.40
K <sub>2</sub> O	2.81	3.05	3.11	2.37	2.66	2.71	2.53	1.71	3.53	2.88
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.42	1.22	1.84	2.22	3.36	0.65	1.79	2.39	1.47	1.73
GV	(4.23)	(5.24)	(7.43)	(4.29)	(14.78)	(4.74)	(4.86)	(13.39)	(4.04)	(4.16)
Summe	99.09	99.74	99.39	99.76	99.70	99.78	99.77	99.70	99.82	99.63
ppm										
Ba	719	705	793	884	738	606	694	578	708	633
Rb	138	140	158	107	116	148	127	83	174	150
Sr	132	110	106	167	167	131	139	177	114	118
Zr	131	253	177	259	114	156	180	157	185	124
Cr	86	72	89	106	81	74	74	72	61	88
Zn	131	113	149	147	148	119	132	114	120	132
Cu	38	46	43	54	38	34	38	31	43	40
Ni	65	62	61	69	38	55	58	55	50	60
Fe <sub>tot</sub>	6.35	5.15	5.03	5.40	5.55	4.37	4.40	4.14	2.26	4.18
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	2.10	2.39	2.63	2.04	3.33	1.09	2.25	3.18	2.33	2.19

Gew. %	He 21	He 22	He 23	He 24	He 25	He 26	He 27	He 28	He 29	He 30
SiO <sub>2</sub>	63.63	59.93	64.23	67.41	66.42	66.81	71.83	70.87	69.35	64.27
TiO <sub>2</sub>	0.66	0.72	0.69	0.74	0.74	0.72	0.67	0.72	0.72	0.72
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.52	19.69	18.16	16.63	16.06	15.45	14.67	15.40	15.68	15.58
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.62	5.13	4.93	4.81	3.44	4.05	3.78	3.78	3.72	2.90
FeO	0.83	1.56	1.20	0.85	1.93	0.84	0.72	1.20	1.42	1.13
MnO	0.07	0.16	0.04	0.05	0.09	0.05	0.05	0.07	0.07	0.04
MgO	1.20	2.04	1.33	1.08	1.63	1.79	1.30	1.12	1.17	2.03
CaO	8.61	3.28	1.93	1.61	3.63	6.51	2.19	1.59	1.78	9.91
Na <sub>2</sub> O	0.33	0.43	0.57	0.34	0.31	0.33	0.36	0.45	0.41	0.22
K <sub>2</sub> O	2.59	3.15	3.41	2.91	2.90	2.79	2.51	3.08	3.09	1.61
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3.66	3.60	2.90	2.96	2.17	0.54	1.62	1.18	2.01	1.41
GV	(9.39)	(5.88)	(5.53)	(4.55)	(5.09)	(7.72)	(4.61)	(4.64)	(5.24)	(11.70)
Summe	99.72	99.69	99.39	99.39	99.32	99.88	99.70	99.46	99.42	99.82
ppm										
Ba	683	957	784	724	616	507	640	717	776	446
Rb	113	168	136	136	132	137	128	140	135	84
Sr	206	165	190	139	125	134	122	105	118	125
Zr	142	121	122	146	170	148	144	255	266	127
Cr	62	95	94	92	70	79	79	73	76	68
Zn	125	147	146	128	110	202	184	110	109	108
Cu	33	46	47	40	35	44	48	37	46	31
Ni	57	67	79	58	61	76	72	61	67	61
Fe <sub>tot</sub>	4.54	6.86	6.26	5.76	3.44	4.05	3.78	3.78	3.72	2.90
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	2.73	2.79	2.99	2.52	2.67	2.56	2.82	2.56	2.96	3.11