

Naturwissenschaftliche Untersuchungen der Keramik aus Nitra-Lupka

GABRIEL FUSEK - IVAN HORVÁTH

Einleitung

Die analysierte Kollektion von Fragmenten keramischer Gefäße stammt aus der Flur Lupka in Nitra. In den 50er Jahren untersuchte B. CHROPOVSKÝ dort zwei Batterien von Töpferöfen und einen einzeln errichteten Ofen. Vorherrschender Typ ist in Nitra-Lupka der zweiräumige, stehende Ofen. Eine stützfrie Lochtenne mit in zwei konzentrischen Kreisen angeordneten Feuerlöchern und einem größeren Feuerloch in der Mitte trennt den Feuerraum von der Brennkammer (CHROPOVSKÝ 1959). Verschieden große Scherben fand man in den Öfen selbst, in den Gruben vor den Öfen und im nahen Umkreis der Öfen. Der Ausgräber erwähnt im Grabungsbericht keine ganzen, in situ gefundenen Gefäße, allerdings konnten mehrere Exemplare rekonstruiert werden (CHROPOVSKÝ 1959; 1961, 142-148). Wir nehmen an, daß es sich um Produktionsabfall handelt. Manche Gefäßschäden entstanden infolge unsorgfältiger Modellierung (mit stellenweise extrem dünner Wandung), doch zeigten sich diese Fehler erst nach dem Brennen. Andere Gefäße barsten offenbar während des Brennprozesses oder wurden bei unvorsichtiger Handhabung beschädigt, ferner sind zu hoch gebrannte oder beim Brennen deformierte Gefäßfragmente zu beobachten.

Nahe bei den Töpferöfen wurde ein Gräberfeld untersucht (CHROPOVSKÝ 1962). Zum Grabinventar gehören auch Gefäße, die aus der nahen Töpferwerkstatt stammen. In Ofen 8 fand man einen Bronzeohrring mit unterer Drahtumwicklung und länglichem gegliedertem Anhängsel (CHROPOVSKÝ 1959, Abb. 315:1). Im Sinne der Gliederung B. CHROPOVSKÝS (1962, 211) handelt es sich um einen Ohrring des Typs Nitra, Variante I 1a. Dieser Ohrringtyp tritt auch auf dem Gräberfeld mehrfach auf. Die Funde erlauben es also, die beiden funktionell unterschiedlichen Areale chronologisch zu synchronisieren. Nach T. ŠTEFANOVIČOVÁ (1990, 218, 219) weisen manche Elemente der materiellen Kultur in Nitra-Lupka, besonders die Ohrringtypen und die Keramik, auf eine Gruppe von Zuwanderern aus dem südslawischen Gebiet im letzten Drittel des 9. Jh., also in der Expansionszeit unter dem Fürsten Svätopluk. Die Belegung des Gräberfeldes endet vermutlich zu Anfang des 10. Jh. Unabhängig von der erwähnten Autorin gelangte auch M. HANULIAK (1990, Taf. I) zu diesem Datierungsansatz. Hingegen erwägt K. MESTERHÁZY (1991, 163), daß die Besiedlung von Lupka eine Bevölkerung repräsentiert, die sich noch vor den 30er Jahren des 9. Jh., während der bulgarisch-fränkischen Kriege, durch eine Abwanderung nach Norden, in das Gebiet um Nitra, in Sicherheit brachte. B. CHROPOVSKÝ (1962, 216) setzt die Blütezeit der Besiedlung von Lupka um die Mitte des 9. Jh. an.

Trotz dieser unterschiedlichen Ansichten zur Absolutdatierung der Besiedlung handelt es sich bei der Töpferwerkstatt um einen sehr wertvollen Fundverband, weil:

- die Keramikfragmente belegen, daß in einem relativ kurzen Produktionszeitraum ein Geschirr mit unverkennbaren Unterschieden in Gefäßform und Mündungsprofil hergestellt wurde. Auch Ornamentik und Farbe sind variabel, ebenso die Bodénzeichen;

- gewisse charakteristische Eigenheiten des hier hergestellten Geschirrs bei einem Vergleich mit anderen zeitgleichen Keramikerzeugnissen unverwechselbar sind - andere Fundorte, auf denen Keramik aus Lupka auftritt, können daher mit dem Zeitabschnitt der Produktionsaktivitäten in Lupka synchronisiert werden. Wegen der Argumente, die T. ŠTEFANOVIČOVÁ vorbrachte, neigen wir zu einer Datierung in das letzte Drittel des 9. Jh. bis zum Anfang des 10. Jh.

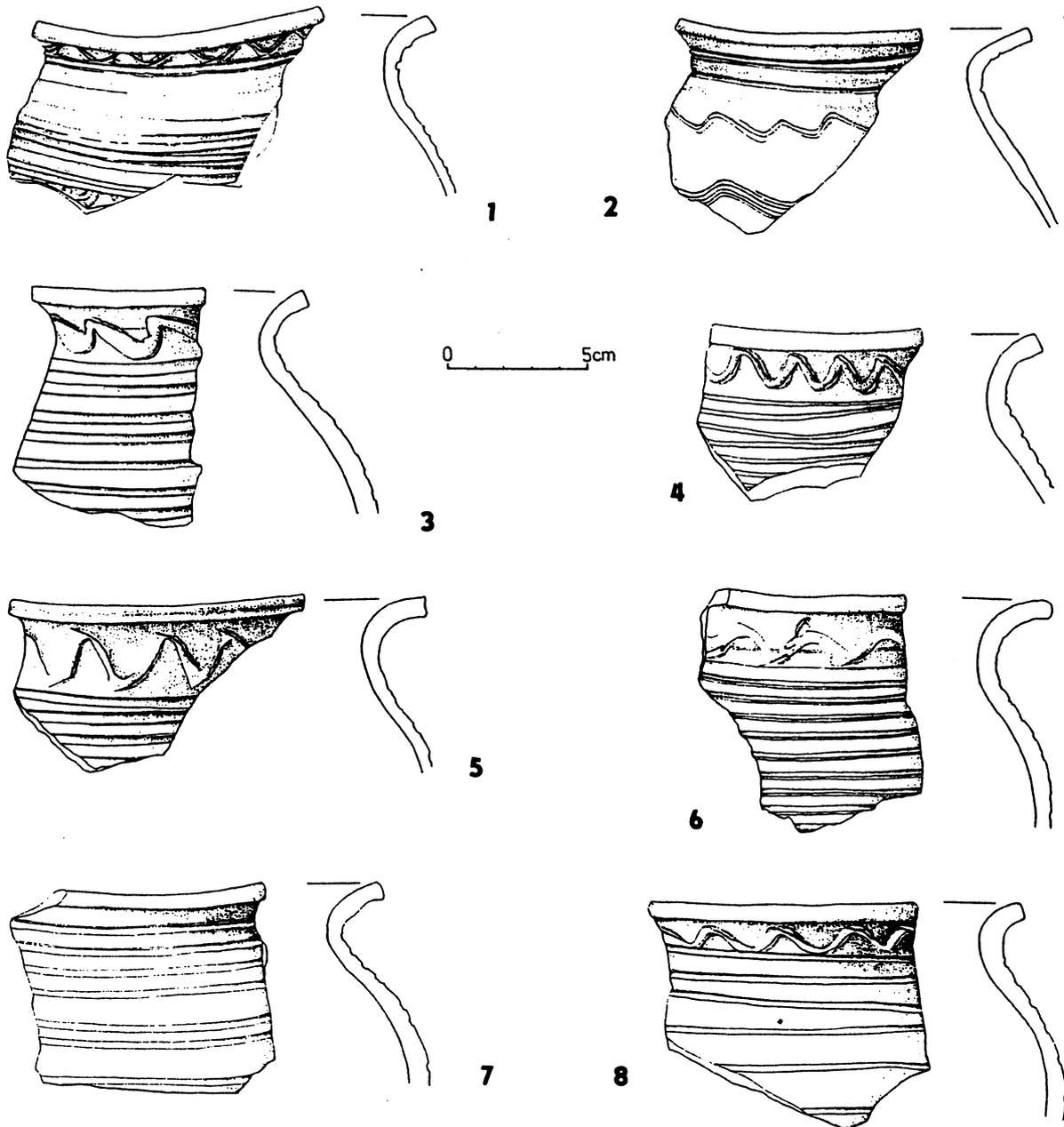


Abb. 1. Nitra, Flur Lupka. 1 - Ofen 2, Probe NL1; 2 - Ofen 2, Probe NL2; 3 - Ofen 4, Probe NL3; 4 - Ofen 4, Probe NL4; 5 - Ofen 4, Probe NL5; 6 - Ofen 6, Probe NL6; 7 - Ofen 6, Probe NL7; 8 - Ofen 6, Probe NL8.

Die außergewöhnliche Bedeutung der Funde aus Nitra-Lupka regte uns zu einem Versuch an, wenn auch nur in dem unseren bescheidenen Möglichkeiten entsprechenden Ausmaß, den Brennprozeß und die materielle Zusammensetzung der Keramikmasse zu bestimmen. Außerdem interessierten wir uns für die Eigenschaften des gebrannten Tons und die technologischen Parameter des Brennens.

Bekanntlich besteht die allgemeine Al-Si-Keramikmasse aus einer plastischen (Tonmineralien) und einer nichtplastischen Komponente (Sande, Feldspate, glimmerartige Mineralien u. a.). Durch den Brand treten irreversible Prozesse ein, die man als Festkörperreaktionen (Dehydratation, Dehydroxylierung, Dekarbonisierung, Hochtemperaturphasenumbildungen) bezeichnen kann. Der Verlauf dieser Hochtemperaturänderungen kann mit Hilfe der vielseitigen physikalisch-chemischen Methode untersucht werden. Für die typische Al-Si-Keramikmasse erfolgen diese Prozessen meist im Temperaturbereich von 20-1000°C.

Experimenteller Teil

Auswahl und Beschreibung der Proben

Aus der großen Zahl von Gefäßfragmenten aus Nitra-Lupka wurden 13 Scherben ausgewählt (später haben wir Probe 11 ausgeschieden), die mit hoher Wahrscheinlichkeit direkt in einem Ofen oder wenigstens in der zugehörigen Grube gefunden wurden. Angesichts der Art und des Standes der Dokumentation wie auch der Publikation der Fundumstände ist eine genauere Feststellung der Lage der Funde heute nicht mehr möglich. Die Proben wurden fortlaufend nummeriert, die Fundstelle ist mit der Abkürzung NL bezeichnet. Bei den analysierten Scherben handelt es sich um Fragmente gut gebrannter, nachgedrehter Gefäße. An der Außenseite der Gefäße und an der Innenseite der Mündungen, häufig sogar am größten Teil der Innenseite, erkennt man Spuren von Formungsschablonen. Die inneren Oberflächen tragen zudem meistens Spuren von vertikaler Glättung, und man sieht auch Unebenheiten, die bei der ersten Formung in freier Hand entstanden sind. Ornamentik und Profile beschreiben wir im folgenden nicht, da sie aus den Abbildungen zu ersehen sind. Da uns keine petrographischen Analyseergebnisse der Schriffe zur Verfügung standen, haben wir die Oberflächen und Bruchstellen aufgrund von Beobachtungen mit bloßem Auge und Messungen mit einer Schublehre beschrieben.

	SiO ₂	MgO	CaO	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	K ₂ O	Fe ₂ O ₃	TiO ₂
NL-1	72,30%	1,80%	1,60%	14,80%	1,60%	1,80%	5,20%	0,70%
NL-2	72,80%	2,10%	1,48%	14,00%	1,90%	2,10%	4,60%	0,80%
NL-6	73,70%	1,55%	1,70%	13,60%	1,60%	1,70%	5,00%	0,78%
NL-7	73,00%	1,60%	2,65%	13,70%	1,50%	1,60%	5,10%	0,70%
NL-9	73,00%	1,75%	2,20%	13,90%	1,60%	1,70%	5,20%	0,70%

Tab. 1. Nitra, Flur Lupka. Die chemische Zusammensetzung der Proben.

NL 1 (Ofen 2, Abb. 1:1)

Außen- und Innenteil des Bruches grau, Mitte braun. Material fein, mit verstreuten Steinchen von 0,5-2 mm Dm., Oberfläche bei Berührung glatt. Angefertigte Analysen: Wasseraufnahmefähigkeit, spektrale Emissionsanalyse, Mössbauer-Spektroskopie.

NL 2 (Ofen 2, Abb. 1:2)

Gesamte Bruchfläche grau. Material körnig, Steinchen von 0,5-2 mm Dm., Oberfläche bei Berührung rau. Angefertigte Analysen: Wasseraufnahmefähigkeit, Thermoanalyse, spektrale Emissionsanalyse, Mössbauer-Spektroskopie, röntgenographische Phasenanalyse.

NL 3 (Ofen 4, Abb. 1:3)

Außen- und Innenteil des Bruches graubraun, Mitte ockerbraun. Material fein, sporadisch Steinchen von 0,5-2,5 mm Dm., Oberfläche bei Berührung glatt. Angefertigte Analysen: Wasseraufnahmefähigkeit, Mössbauer-Spektroskopie.

NL 4 (Ofen 4, Abb. 1:4)

Außen- und Innenteil des Bruches ockerrot, Bruchmitte ziegelrot. Material fein, sporadisch Steinchen von 0,5-1,5 mm Dm., Oberfläche bei Berührung glatt. Angefertigte Analysen: Wasseraufnahmefähigkeit, Mössbauer-Spektroskopie.

NL 5 (Ofen 4, Abb. 1:5)

Gesamte Bruchfläche ockerrot. Material fein, mit verstreuten Steinchen von 0,5-2 mm Dm., Oberfläche bei Berührung glatt. Angefertigte Analysen: Wasseraufnahmefähigkeit, Mössbauer-Spektroskopie.

NL 6 (Ofen 6, Abb. 1:6)

An einer Stelle des Bruches ist der Außen- und Innenteil ockerfarben, die Mitte grau, an einer anderen Stelle umgekehrt. Material fein, mit verstreuten Steinchen von 0,5-2 mm Dm., Oberfläche bei Berührung glatt. Angefertigte Analysen: Wasseraufnahmefähigkeit, spektrale Emissionsanalyse, Mössbauer-Spektroskopie.

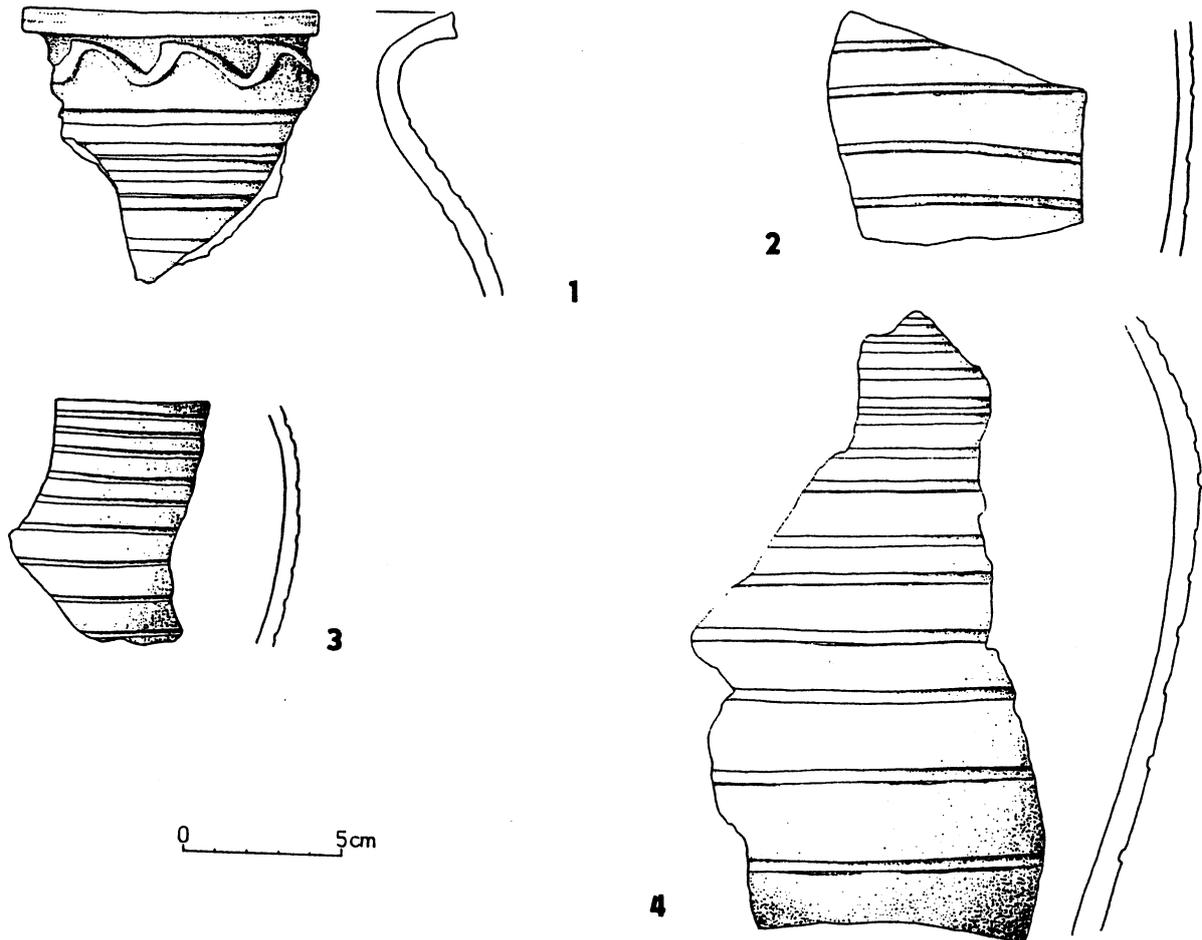


Abb. 2. Nitra, Flur Lupka. 1 - Ofen 7, Probe NL9; 2 - Ofen 8, Probe NL12; 3 - Ofen 8, Probe NL13; 4 - Ofen 7, Probe NL10.

NL 7 (Ofen 6, Abb. 1:7)

Außen- und Innenteil des Bruches ockerfarben, Mitte dunkelgrau. Material fein, mit verstreuten Steinchen von 0,5-1,5, 3,5, 5 mm Dm., Oberfläche bei Berührung glatt. Angefertigte Analysen: Wasseraufnahmefähigkeit, Thermoanalyse, spektrale Emissionsanalyse, Mössbauer-Spektroskopie, röntgenographische Phasenanalyse.

NL 8 (Ofen 6, Abb. 1:8)

Außen- und Innenteil des Bruches grau, Mitte ockergrau, stellenweise der gesamte Bruch grau. Material fein, vereinzelt Steinchen von 0,5-1,5 mm Dm., Oberfläche bei Berührung glatt. Angefertigte Analysen: Wasseraufnahmefähigkeit, Mössbauer-Spektroskopie.

NL 9 (Ofen 7, Abb. 2:1)

Äußere Oberfläche des Bruches grau, die übrigen Teile ockerrot. Material fein, mit verstreuten Steinchen mit einem Dm. bis zu 0,5 mm, vereinzelt mit bis zu 1 mm, Oberfläche bei Berührung glatt. Angefertigte Analysen: Wasseraufnahmefähigkeit, Thermoanalyse, spektrale Emissionsanalyse, Mössbauer-Spektroskopie, röntgenographische Phasenanalyse, Erhitzungsmikroskopie.

NL 10 (Ofen 7, Abb. 2:4)

Außen- und Innenoberfläche des Bruches ziegelrot, Mitte dunkelgrau bis schwarz. Auch die Bruchränder sind rot. Material fein, mit verstreuten Steinchen, überwiegend von ca. 0,5, aber auch 1, 3 und 5 mm Dm., Oberfläche bei Berührung leicht rau. Angefertigte Analysen: Wasseraufnahmefähigkeit, Mössbauer-Spektroskopie.

NL 12 (Ofen 8, Abb. 2:2)

Gesamter Bruch ziegelrot, in der Mitte mit grauer Schattierung; Bruchränder ziegelrot. Material sandig, mit verstreuten Steinchen von 0,5-3 mm Dm., Oberfläche bei Berührung mäßig rau. Angefertigte Analysen: Wasseraufnahmefähigkeit, Mössbauer-Spektroskopie.

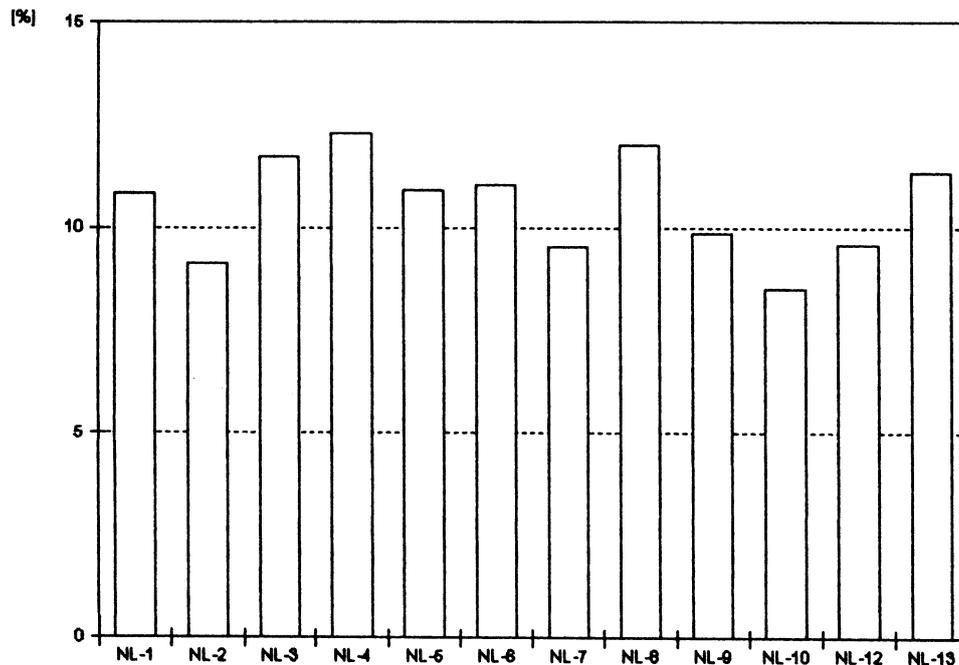


Abb. 3. Nitra, Flur Lupka. Diagramm der Wasseraufnahmefähigkeit der Proben.

NL 13 (Ofen 8, Abb. 2:3)

Außen- und Innenoberfläche des Bruches hellgrau, die Mitte stärker grau gefärbt. Material fein, sporadisch mit Steinchen mit einem Dm. bis zu 0,5, 1-2,5 mm, Oberfläche bei Berührung glatt. Angefertigte Analysen: Wasseraufnahmefähigkeit, Mössbauer-Spektroskopie.

Untersuchungsmethode

Die ausgewählten Proben der Keramik aus Nitra-Lupka wurden mit folgenden physikalisch-chemischen Methoden untersucht:

1. chemische Analyse (spektrale Emissionsanalyse) mit der Bestimmung der wichtigsten chemischen Elemente, die in der Al-Si-Keramikmasse vorhanden sind (d. h. Si, Al, Fe, Ca, Mg, Na, K);
2. röntgenographische Phasenanalyse, um anwesende kristalline Komponenten zu bestimmen;
3. thermoanalytische Untersuchung (DTA, TG) im Temperaturbereich von 20-1000°C;
4. Untersuchung mit dem Erhitzungsmikroskop (Bestimmung von dimensional Änderungen im Temperaturbereich von 20-1200°C);
5. Wasseraufnahmefähigkeit;
6. Mössbauerspektroskopie. Die Messungsergebnisse wurden bereits an anderer Stelle publiziert (LIPKA - GAJDOŠOVÁ - FUSEK - RAUSZ 1989).

Ergebnisse und Diskussion

Die makroskopische Beobachtung zeigt, daß die Färbung der Scherben eine Variabilität aufweist. Die äußere Oberfläche der Gefäße ist ziegelrot, grauockerfarben, hellgrau bis sattgrau, manchmal gefleckt. In der analysierten Kollektion überwiegen Scherben von Gefäßen, die aus feiner Keramikmasse mit Zusatz locker verstreuter Steinchen, gewöhnlich von 0,5-2 mm Durchmesser, angefertigt waren. Es kam jedoch auch sandiges und körniges Material vor. Die Scherben sind bei Berührung größtenteils glatt, in Abhängigkeit von der Körnigkeit der Masse kommen aber auch solche mit mäßig rauher bis rauher Oberfläche vor. Nach der Beobachtung mit bloßem Auge, der Berührung und dem Messen mit einer Schublehre läßt sich also feststellen, daß die Farbe der Gefäße und die Struktur

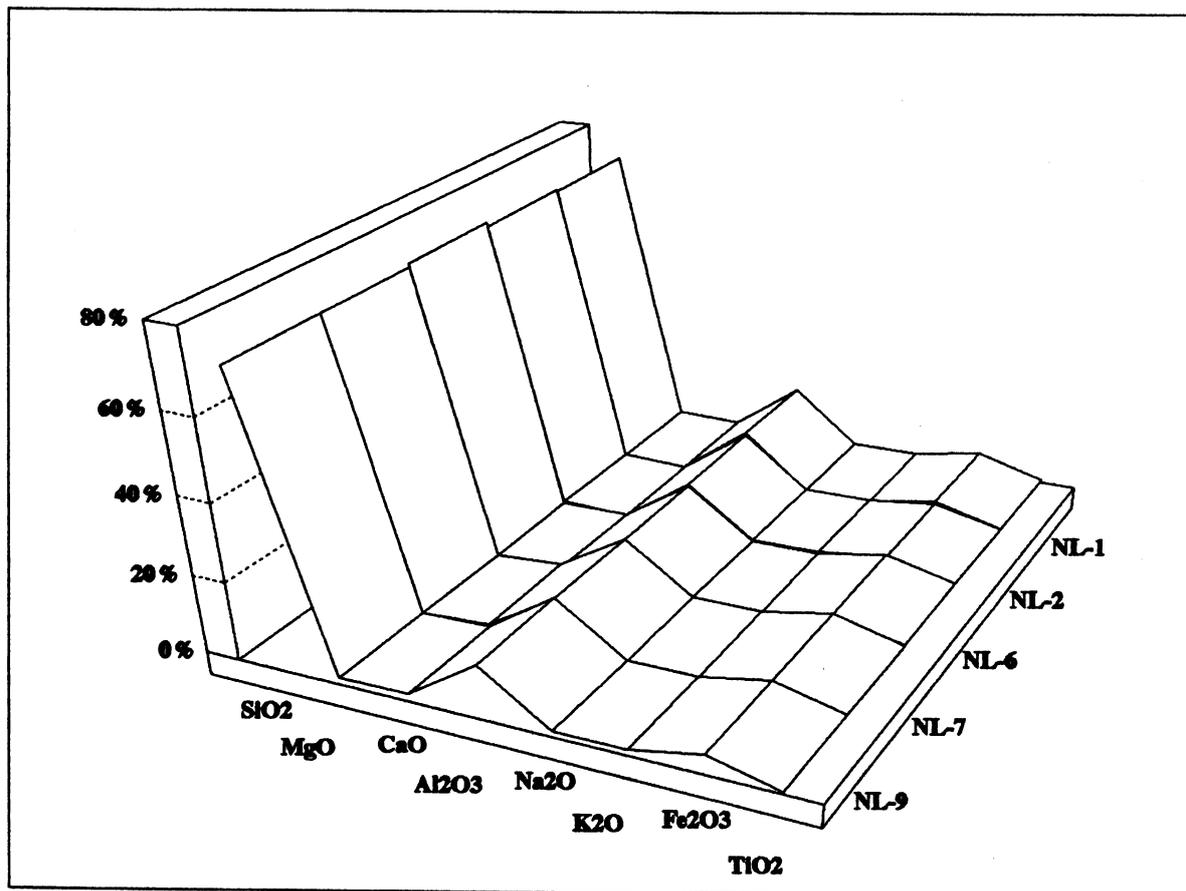


Abb. 4. Nitra, Flur Lupka. Diagramm der chemischen Zusammensetzung der Proben.

der Keramikmasse verschiedenartig sind. Die auf den ersten Blick deutliche Variabilität der Keramikmasse deutet auf eine Verwendung verschiedener Töpfertone oder mindestens auf verschiedene Magerungen der Grundmasse.

Bei den Proben NL 10 und NL 12 ist an den Profilen zu sehen, daß die Färbung sowohl auf der Oberfläche des Bruches als auch an seinen Rändern übereinstimmt. Diese Tatsache kann auf zweierlei Weise erklärt werden. Entweder barsten die Gefäße noch während des Brennens, so daß die Brennatmosfera auch durch die Risse auf die Gefäßbrüche einwirkte, oder der Hersteller hat nach dem Brennen mißlungene Stücke entfernt, die in sekundärer Lage nach dem Zerschlagen abermals gebrannt wurden. Diese Fälle zwingen dazu, die Färbung und gegebenenfalls das von ihr abgeleitete Brennmedium vorsichtig zu beurteilen.

Die geringe Streuung der gemessenen Werte der Wasseraufnahmefähigkeit (8,5-12,3 %) weist auf ein stabilisiertes Produktionsverfahren hin (Abb. 3). Hierbei müssen wir jedoch bedenken, daß wir nicht wissen, inwieweit das umliegende Milieu diese Werte beeinflusst.

Mit der Mössbauer-Spektroskopie wird das Brennmedium bestimmt. Einige Gefäße wurden nur im Reduktionsmilieu, andere nur im Oxydationsmilieu gebrannt, einige in wechselnder Brennatmosfera. Die Ergebnisse führen zur Erkenntnis, daß man nicht von einem einheitlichen, stabilen Brennverfahren sprechen kann, die Herstellung war variabel. Bei der exakten Analyse wurde in mehreren Fällen eine Abweichung gegenüber der Einschätzung des Brennmediums festgestellt, die sich auf die visuelle Beobachtung der Färbung stützte. Hier erachten wir es für notwendig, auf einen Punkt hinzuweisen: Die Beschreibung der Farbe der Bruchstellen erfolgte noch vor der Probeentnahme für Analysen. Nach Feststellung des Widerspruches widmeten wir den zweifelhaften Proben abermals Aufmerksamkeit. Wir gelangten zur Erkenntnis, daß die Färbung frischer Brüche in manchen Fällen in deutlichem Widerspruch zu den Beobachtungen an alten Brüchen steht. Das bedeutet, daß die Scherbenoberflächen im Laufe der Zeit durch den Einfluß des umliegenden Mediums korrodierten.

Deswegen braucht die gegenwärtige visuelle Wahrnehmung der Färbung der Oberfläche frühmittelalterlicher Gefäße nicht immer dem ursprünglichen Zustand zu entsprechen.

Die chemische Zusammensetzung (Tab. 1, Abb. 4) beweist, daß die untersuchten Proben ein typisches Al-Si-Keramikmaterial mit einem überraschend hohen Al_2O_3 Gehalt repräsentieren, der eine ausreichende Plastizität und thermische Stabilität gewährleistet. Bemerkenswert sind auch höhere Gehalte von Flußkomponenten (Alkalienoxide, Eisenoxide).

Die thermoanalytischen Messungen zeigten, daß nicht alle Hochtemperatur-Zersetzungsreaktionen abgeschlossen wurden. Dies gilt vor allem für die Dehydroxierung von glimmerartigen Mineralien (endothermischer Effekt im T-Bereich von 700-930°C, der an der DTA-Kurve vorhanden ist). Zudem ist die sichtbare Exotherme im T-Bereich von 300-500°C, die mit dem Massenverlust von 1,5-2,0% verbunden ist, ein sicherer Beleg für die Anwesenheit von fein dispergierter organischer Substanz in den untersuchten Proben.

Die röntgenographischen Untersuchungen weisen auf die Anwesenheit von Quarz und Feldspaten hin (Interferenzen bei 3,33 und 3,18-3,20 Å).

Die Abhängigkeit der Flächenänderungen des Probenkörpers von der Temperatur war mit Hilfe des Erhitzungsmikroskops beobachtet. Die Ergebnisse weisen darauf hin, daß die erste Schränkung nicht früher beginnt als bei einer Temperatur von 1000°C mit einer nachfolgenden kräftigen Ausdehnung bei einer Temperatur von mehr als 1200°C. Diese Beobachtung könnte als Beweis dafür dienen, daß die Brenntemperatur der untersuchten Keramik von Nitra-Lupka nicht höher als 1000°C war.

Schlußfolgerungen

Die umfangreichen physikalisch-chemischen Untersuchungen von Keramikproben aus Nitra-Lupka erbrachten den Nachweis, daß die Qualität des verwendbaren Rohstoffgemenges relativ gut war (z.B. hinsichtlich der Plastizität), obwohl der erhöhte Gehalt von Flußkomponenten die thermische Stabilität verringerte. Die Brenntemperatur lag (vor allem den erhitzungsmikroskopischen Untersuchungen zufolge) bei 1000°C. Eine offene Frage bleibt das Vorkommen von glimmerartigen Mineralien und einer fein dispergierten organischen Substanz, die mit der thermoanalytischen und röntgenographischen Methode in den untersuchten Proben nachgewiesen wurden.

Die physikalisch-chemischen Beobachtungen weisen darauf hin, daß die gesamte Brenndauer ausreichend lang gewesen sein dürfte. Aber die Brenndauer bei höheren Temperaturen (900-1000°C) war offenbar kurz und nicht ausreichend für eine vollständige Umwandlung aller ursprünglichen Mineralien in der Arbeitsmasse. Wir haben nämlich unverwandelte Relikte glimmerartiger Mineralien gefunden und unverwandelte Reste von Karbonaten. Dies beeinflusst die technischen Eigenschaften und damit auch die Nutzungsmöglichkeiten der gebrannten Masse, was eine erhöhte Durchlässigkeit der Gefäße zur Folge hat, eine geringere Festigkeit und ähnliches. Die kurze Brennzeit bei höheren Temperaturen mag aber auch dadurch zu erklären sein, daß ein Teil der gefundenen Fragmente Produktionsabfall ist, eben weil der Brennvorgang nicht planmäßig abgeschlossen wurde. Denkbar ist allerdings auch, daß es sich um mißlungene Gefäße handelt, die in den "kalten Zonen" der Öfen standen. Gestützt wird diese Erwägung durch die Erkenntnis, die bei dem experimentellen Brennen in der Replik eines Ofens von Lupka gewonnen wurde. Dabei stellte R. PLEINER (1988, 304, Abb. 5) nämlich fest, daß, wenn die Temperatur unmittelbar oberhalb der Tenne 950°C erreichte, die Temperatur 30 cm von der Kuppelwand entfernt mehr als 200°C niedriger war. Die Ergebnisse der Erhitzungsmikroskopie sprechen jedoch eher für die erstgenannte Alternative.

Die makroskopische, subjektive Beschreibung der Materialstruktur der Scherben, welche die Archäologen normalerweise vornehmen, führt zur Betonung der Verschiedenartigkeit der Funde. Hingegen informiert die physikalisch-chemische Untersuchung über eine erkennbare Verwandtschaft und Homogenität der analysierten Probenkollektion. Die Töpfer, die im 9. Jh. in Lupka arbeiteten, wandten ein einheitliches Produktionsverfahren an. Das von ihnen hergestellte Geschirrsortiment war ziemlich variabel. Auf Grundlage der publizierten Quellen läßt sich jedoch die ganze Typenskala der Ornamente, Randprofile und Gefäßformen u. a. noch nicht beurteilen. Obzwar es sich um eine ältere Ausgrabung handelt, wäre es in Anbetracht der Außergewöhnlichkeit der Fundstelle angebracht, die Funde vollständig aufzuarbeiten und den ganzen Fundkomplex der Fachöffentlichkeit zugänglich zu machen.

Literaturverzeichnis

HANULIAK, M.

- 1990: Aussagefähigkeiten archäologischer Quellen aus Flachgräberfeldern des 9.-12. Jahrhunderts. Slovenská Arch. 38, 147-192.

CHROPOVSKÝ, B.

- 1959: Slovanské hrnčiarske pece v Nitre (Slawische Töpferöfen in Nitra, Slowakei). Arch. Rozhledy 11, 818-825.
- 1961: K otázkam historického postavenia Nitry v VIII. a IX. storočí. In: Študijné zvesti Arch. Ústavu 6. Nitra, 139-160.
- 1962: Slovanské pohrebisko v Nitre na Lupke (Das slawische Gräberfeld in Nitra auf Lupka). Slovenská Arch. 10, 175-240.

MESTERHÁZY, K.

- 1991: Bizánci és balkáni eredetű tárgyak a 10.-11. századi Magyar sírleletekben II (Gegenstände byzantinischen und balkanischen Ursprunges in den ungarsichen Gräberfeldern des 10.-11. Jh. II). In: Folia Archaeologica 42. Budapest, 145-177.

LIPKA, J. - GAJDOŠOVÁ, M. - FUSEK, G. - RAUSZ, J.

- 1989: Analýza keramiky z Nitry-Lupky Mössbauerovou spektroskopiou. In: Geofyzika v archeologii a moderní metody terénního výzkumu a dokumentace. Brno, 357-363.

PLEINER, R.

- 1988: Brennversuche in einem nachgebildeten slawischen Töpferofen. Slovenská Arch. 36, 299-308.

ŠTEFANOVIČOVÁ, T.

- 1989: Schmuck des Nitraer Typs und seine Beziehungen zu Südosteuropa im 9. Jahrhundert. In: A WOSINSKI: Mór Ferenc Múz. Évk. 15. Szekszárd, 215-230.